

보안과제(), 일반과제(○)

과제번호 : 607004-5

발 간 등 록 번 호

11-1541000-001599-01

파프리카연구사업단
(Paprika Center)

I

농협종묘센터

농 립 수 산 식 품 부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “파프리카연구사업단” 과제의 보고서로 제출합니다.

2012년 10월 31일

주관연구기관명 : 농협종묘센터

주관연구책임자 : 김 용 권

제1핵심연구기관명 : 농협종묘센터

제1핵심연구책임자 : 김 용 권

세부연구책임자 : 김 용 권

연 구 원 : 권 오 열

연 구 원 : 정 운 우

연 구 원 : 성 은 성

연 구 원 : 김 치 호

연 구 원 : 김 성 태

연 구 원 : 유 인 상

연 구 원 : 안 철 근
연 구 원 : 박 흥 란
연 구 원 : 조 명 철
연 구 원 : 양 은 영
연 구 원 : 안 응 진
연 구 원 : 한 명 자
연 구 원 : 김 숙 자
연 구 원 : 타사니아
연 구 원 : 오 누 마
연 구 원 : 암 마 라
연 구 원 : 문 슝
연 구 원 : 김 옥 순
연 구 원 : 장 흥 순
연 구 원 : 김 연 환
연 구 원 : 제 증 희

(1-2)세부연구책임자 : 이 용 직

연 구 원 : Suwat
연 구 원 : Bunchoy
연 구 원 : 이 상 진
연 구 원 : 원 정 미
연 구 원 : 이 수 현

(1-3)세부연구책임자 : 윤 재 복

연 구 원 : 한 정 현
연 구 원 : 이 원 필
연 구 원 : 이 준 대
연 구 원 : 김 상 훈
연 구 원 : 최 화 춘
연 구 원 : 서 미 숙

(1-4)세부연구책임자 : 강 병 철

연 구 원 : 고 숙 주
연 구 원 : 양 희 범
연 구 원 : 박 성 우

연 구 원 : 조 영 득

연 구 원 : 김 인 자

(1-5)세부연구책임자 : 안 철 근

연 구 원 : 고 속 주

연 구 원 : 강 원 희

연 구 원 : 조 명 철

연 구 원 : 박 홍 란

연 구 원 : 이 애 란

연 구 원 : 제 증 희

연 구 원 : 김 호 승

연 구 원 : 양 승 희

연 구 원 : 박 종 식

연 구 원 : 이 원 수

연 구 원 : 남 현 숙

제2핵심연구기관명 : 전남대학교

제2핵심연구책임자 : 이 정 현

(2-1)세부연구책임자 : 이 정 현

연 구 원 : 김 종 운

연 구 원 : 명 동 주

연 구 원 : 유 근

연 구 원 : 문 형 윤

연 구 원 : 정 원 주

연 구 원 : 차 종 철

연 구 원 : 이 선 아

연 구 원 : 박 성 훈

연 구 원 : 이 선 미

(2-2)세부연구책임자 : 배 중 향

연 구 원 : 이 상 돈

연 구 원 : 문 해 신

연 구 원 : 김 방 금

연 구 원 : 김 호 철

연 구 원 : 이 상 욱

연 구 원 : 차 승 훈

연 구 원 : 최 은 하

(2-3)세부연구책임자 : 배 임 성

연 구 원 : 신 동 현

연 구 원 : 조 금 조

연 구 원 : 김 승 호

(2-4)세부연구책임자 : 손 정 익

연 구 원 : 배 두 직

연 구 원 : 이 정 필

연 구 원 : 조 영 열

연 구 원 : 뉴엔타이

제3핵심연구기관명 : 경상대학교

제3핵심연구책임자 : 강 규 영

세부연구책임자 : 강 규 영

연 구 원 : 송 유 한

연 구 원 : 김 희 규

세부연구책임자 : 이 기 상

연 구 원 : 정 부 근

요 약 문

I. 제 목

파프리카연구사업단

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 최종목표

- 국내 및 수출용 파프리카 신품종 개발 (7품종)
- 생산성 향상을 위한 재배 및 온실 환경제어 기술 개발
 - 선도농가를 중심으로 파프리카 수확량을 네델란드 농가의 40%('07년 수준에서 '12년 80%이상으로 향상
 - 우리나라 환경에 적합한 온실환경 제어시스템 및 제어프로그램 개발
- 병해충 종합관리 체계 구축
 - 농약 안전사용 기준설립
 - 생물적 방제프로그램 개발

2. 연차별 과제별 목표

- 파프리카 신품종 개발을 목적으로 하는 제 1핵심과제의 경우 1-3년차에서는 품종육성에 이용할 계통육종에 중점을 두고 계통분리와 약배양을 이용한 순계육을하였다. 4차년도 이후 육성된 계통을 이용한 F₁교배조합 평가 및 품종선발과 개발된 품종의 실용화를 위한 농가 실증시험에 중점을 두었다.
- 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발(제1-1세부과제) : 파프리카는 국내에 도입된지 얼마 안되지만 수출품목으로 각광을 받고 있고 국내소비도 점차 증가하고 있다. 그러나 종자가격은 립당 400~600원으로 매우 비싸며 다른 종자에 비해 종자값이 높아 재배농민에 경영비 부담을 줄 뿐만 아니라 국산품종이 없는 상태에서 외국품종의 사용은 어쩔 수 없었다. 파프리카의 거의 모든 품종은 네델란드 등 유럽의 회사에서 만든 교배종 품종이며 국내에서 재배되고 있는 품종도 네델란드 품종이 대부분을 차지하고 국산품종은 없는 상태이다. 우리나라에서 고추 육종은 세계적 수준으로 인도, 중국 등에 다양한 고추종자를 수출하고 있으나 파프리카는 육종재료의 미흡으로 파프

리카 품종육종이 거의 이루어지지 않았다. 따라서 외국품종을 대체할 수 있는 우리나라의 환경에 적합한 품종과 외국시장을 겨냥한 수출용 품종의 개발이 필요하였다.

- **중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발(제1-2세부과제) :** 국내의 파프리카 재배 환경은 주로 수경재배인데 반해, 중국을 비롯한 동남아의 파프리카 시장은 주로 토경재배를 하고 있는 실정이다. 특히 중국은 단고추 시장이 전국에 걸쳐 5만 ha 정도로 추정하고 있는데, 근년에 들어 매우 빠르게 성장을 하고있는 시장이고, 조만간 단일 시장으로 세계 최대의 시장이 될 것으로 많은 전문가들이 예상하고 있다. 이들 시장은 크게 2가지로 나누어 지는데, 시설용 고급 파프리카는 syngenta등 다국적 기업들의 품종이 우점종이고, 노지 혹은 터널용은 중국 농과원의 中椒(ZhongJiao) 시리즈들이 우점종이다.

중국 및 동남아 시장은 한국의 품종들이 상당히 많이 재배가 되고 있으며, 우리의 육종가들에게도 친숙한 시장이라 제 1 세부과제와 더불어 협력을 하면 충분히 시장에 접근이 가능하리라 생각된다.

본 연구에서는 연2세대의 세대진전 system을 확립하여 보다 효과적인 shuttle breeding system을 구축하여 각 세부과제로부터 유기된 계통들을 태국의 세대진전 체계를 통하여 우량계통 육성에 적극 활용하고 이를 기반으로 연구 3년차 이후로는 중국 및 동남아 각지의 지역 적응성 시험을 실시하여 현지에 적합한 우수 품종 개발을 목표로 한다.

- **웅성불임을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립(제1-3세부과제) :**

- (1) 웅성불임을 사용한 파프리카 상용 F₁ 품종의 F₂ 분리집단에서 웅성불임과 연관된 마커 개발
- (2) 대립성 검정을 통한 파프리카 시판 F₁ 품종에 존재하는 웅성불임 유전인자 분석
- (3) 개발된 웅성불임 연관 분자표지를 사용한 품종별 모계 후보 및 부계 후보형 개체선발

- **분자유종 기술을 이용한 복합 내병성 파프리카 계통 육성 (제1-4세부과제) :**

파프리카 작물은 국내 최고 고부가가치 작물 중 하나로 점차 중요성이 높아지고 있지만 네덜란드의 다국적 종자회사의 품종이 시장을 선점하고 있다. 이들 다국적 종자회사는 분자표지를 이용한 효율적인 육종을 하면서 빠르게 변화하는 소비자와 생산자의 수요를 충족시키고 있다. 경쟁이 심한 파프리카 종자 시장에서 성공적인 품종을 육성하기 위해서는 이들 다국적 종자회사에 버금가는 분자유종 체계를 구축해야 할 필요가 있다.

한국, 중국, 동남아와 같은 아시아, 남부 유럽 등을 포함한 온대지역에는 다른 지역에 비해 바이러스, 세균, 곰팡이에 대한 병 피해가 매우 심하기 때문에 병 저항성은

가장 중요한 육종 목표 중 하나이다. 이 지역의 생산자는 병 저항성이 없는 품종을 외면하고 있는 현실을 볼 때, 병 저항성 육종은 시장을 공략하기 위해 최소의 조건이 되고 있다. 또한 하나의 병 저항성만으로는 시장을 공략하기 어렵기 때문에 복합 내병성 품종의 개발이 절실해지고 있다. 고전 육종을 통해 복합 저항성 품종을 육성하기 위해서는 매 세대마다 다양한 병에 접종하고, 후대의 표현형을 통해 당대의 유전형질을 판별해야 하는 어려움이 있다. 본 세부과제에서는 파프리카에서 발생하고 있는 주요 병 저항성 분자표지를 개발하거나 기개발된 분자표지를 이용하여 복합 저항성 품종을 육성할 수 있는 기술을 확립하고, 이를 통해 복합 저항성 계통을 육성하는 효율적인 분자육종 체계를 구축하고자 하였다.

○ **선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정(제1-5세부과제)**

보유중인 계통들에 대하여 과실특성 및 병 저항성 평가, 생육특성 조사(초형, 착과수, 착과습성, 초장, 분지수, 경장, 주경장, 절간장, 엽수, 엽장, 엽폭 등), 과실특성 조사(과중, 과장, 과경, 과육두께, 과병장, 당도, 경도, 색도 등) 및 병저항성(바이러스, 흰가루병, 역병, 청고병 등) 등을 조사하여 고정계통을 육성하고 F1 조합들 중 겨울, 여름 포장에서 지역적응성 시험 및 생산력 검정을 하여 선발된 우수조합은 품종등록에 활용하고, 시판 품종의 PeMV 저항성을 검정하고 여름재배용 순계를 지속적으로 육성코자 하였다.

○ **네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인 극복 기술 개발 (제2-1세부과제)**

- NL과 KOR간의 파프리카 연중 건물생산량 차이 원인 구명, NL과 KOR의 파프리카 작물의 각 기관별 건물 분배율 차이 분석
- NL과 KOR 간의 파프리카의 건물함량 차이 원인 구명, NL과 KOR의 시설내부의 환경조절 및 근권환경 조절의 차이점 비교
- 네덜란드(NL)와 우리나라(KOR)의 파프리카의 포텐셜 생산량 추정을 위한 컴퓨터 프로그램 개발

○ **파프리카 생육단계별 최적생육환경(지상부, 근권)조건개발 (제2-2세부과제)**

- 파프리카 생육, 기상환경 및 수확 패턴 모니터링과 데이터베이스화 및 상관계수 분석
- 생육량과 기상환경 간의 상호관계 지표개발

○ **우리나라 환경에 적합한 온실 환경제어 시스템 및 프로그램 개발(제2-3세부과제)**

- 외부기상환경과 작물의 생육량에 따른 최적 환경 조건 설정을 위한 비례제어 알고리즘 개발
- 온실 환경변화에 따른 작물의 생육량을 예측하고 온실환경 조절을 위한 적정 설정값 예측을 위한 온실 제어 프로그램 개발
- 상기의 모델이 적용되는 비닐온실용 복합환경제어 시스템 개발

○ **근권환경 최적화를 위한 함수율 조절장치 개발 (제2-4세부과제)**

- 작물 생육단계별 증산량 및 급폐액량의 데이터베이스화

- 외부 광도 및 내부 온습도 변화에 따른 작물의 증산량 추정 시스템 개발 및 실시간 슬라브 무게와 작물의 생체량 정보 획득을 위한 장치 개발
- 작물의 생체 정보와 근권 환경 정보를 이용한 함수율 조절 장치 운영 소프트웨어 개발

○ 파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안
(제3-1세부과제) :

구분	연차별 성과목표				
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
○안전사용 기준 설정	2품목 안전사용 기준 설정	2품목 안전사용 기준 설정	1품목 안전사용 기준 설정		
○농약 생산단계 잔류시험	5품목 농약 반감기 설정	4품목 농약 반감기 설정	3품목 농약 반감기 설정	3품목 농약 반감기 설정	
○친환경 병해충 방제 방법 탐색 및 효과검증	난황유 효과 검증 및 적용 가능성 검증	난황유 제조방법 개선, 얼룩 및 악취제거	-친적사용과 병행한 난황유 사용 방제프로그램개발	- 유행훈증방법과 병행한 난황유 사용 방제프로그램 개발	- 개발된 난황유 방제프로그램 농가보급 및 교육
○병해충 인터넷 진단키 개발 및 농약정보 체계 개발, 보급	- 자료 수집 및 분류(병해충 5종) - 병해충 진단 Key 개발(CD 형태) - 홈페이지 제작	- 자료 추가수집 및 분류(주요병해충 5종) - 병해충 진단 Key 보완(국내) - 홈페이지 관련 자료 지속적 보완	- 자료 추가수집 및 분류(주요병해충 3종) - 병해충 진단 Key 보완(해외 검역 병해충 대상)	- 자료 추가수집 및 분류(주요병해충 5종) - 병해충 진단 Multimedia 검색 및 처방시스템 중합구성 농가보급	- 자료 추가수집 및 분류(주요병해충 5종) - 병해충 종합진단 방제정보 농가 교육
○농약안전사용 교육홍보	on line/off line, 생산자 (자조회 link) -4회	on line/off line, 생산자 (자조회 link) -4회	on line/off line, 생산자 (자조회 link) -4회	on line/off line, 생산자 (자조회 link) -4회	on line/off line, 생산자 (자조회 link) -4회
○농약의 약효 지속효과 검증	-살충제 1품목 (농약 1, 해충 1)	-살충제(농약 1, 해충 1) -살균제(농약 1종, 병원균 2종) - 육묘 및 증식 초기 해충방제방법 개발(4종)	-살충제(농약 1, 해충 1) -살균제(농약 1종, 병원균 2종) - 육묘 및 증식 초기 근부처리 약제 안정성 검정	-살충제(농약 1, 해충 1) -살균제(농약 1종, 병원균 2종) - 친적사용과 병행한 근부처리 약제 방제 프로그램 개발	-살균제, 살충제의 약효지속효과 교육
○초기 농약사용에 의한 병해충 방제 시험					- 친적사용과 병행한 근부처리 약제 방제 프로그램 농가보급 및 교육
○논문(국내외) 및 기타 성과(단위 건)	-교육홍보 4건 -병해충 진단키 개발 1건	-국내논문 1편 -교육홍보 4건 -병해충 진단키 보완	-국내논문 1편 -교육홍보 4건 -병해충 진단키 보완	-국내논문 1편 -국내외문 1편 -교육홍보 4건	-국내논문 1편 -국내외문 1편 -교육홍보 4건

○ 파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정 (제3-2세부과제) :

구분	연차별 성과목표		
	1차년도	2차년도	3차년도
○살충제 사용 최소화를 위해 천적을 활용한 생물적 방제 프로그램 개발	-가루이류천적 2종(지중해 이리응애, 황온좁벌)의 발생 밀도별 방사시기 규명	-총채벌레류 천적 2종(지중해이리응애, 미끌애노린재)의 발생밀도별 방사시기 규명	-진딧물류 천적 3종(뱅크플렌트, 콜레마니진디벌, 호랑풀잠자리)의 발생밀도별 방사시기 규명
○천적에 안전한 농약 선발 (10품목 이상)	-지중해이리응애, 황온좁벌, 온실가루이좁벌의 급성독성 및 잔효독성 검증을 통한 안전농약선발	-오이이리응애, 지중해이리응애, 미끌애노린재의 급성독성 및 잔효독성 검증을 통한 안전농약선발	-콜레마니진디벌, 진디혹파리의 급성독성 및 잔효독성 검증을 통한 안전농약선발
○파프리카 농가에 효율적인 천적사용 매뉴얼 보급	-가루이류 방제를 위한 천적사용 매뉴얼 보급	-총채벌레류 방제를 위한 천적사용 매뉴얼 보급	-진딧물류 방제를 위한 천적사용 매뉴얼 보급

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발(제1-1세부과제)

- 파프리카 품종을 개발하기 위해서는 교배모본으로 이용할 순계의 육성이 필요하다. 모본을 얻는 방법으로 기존의 시판품종중에서 계통을 분리하여 매년 원예적 특성과 내병성 등을 검정하여 우수한 개체를 매 세대 선발하는 계통분리법이 있고, 단기간에 계통을 고정할 수 있는 반수체 육종법인 약배양을 이용하는 방법이 있다. 본 과제에서는 계통분리법과 약배양을 이용한 순계육성법을 모두 이용한다. 종자 채종능력을 높이기 위해 웅성불임성마커를 개발하고 내병성 계통을 조기에 선발하고자 TMV, CMV, TSWV, Potivirus, PMMoV, 세균성점무늬병 등 형질에 대하여 분자마커를 개발하여 계통선발에 이용한다. 육종년한을 최소화 단축시키기 위해 국내와 태국에서 Shuttle breeding 방법을 이용하여 국내에서는 온실에서 2기작 재배하고, 태국에서는 동계기간에 재배하여 우수계통을 선발한다. 고정된 계통을 이용하여 F₁교배조합을 작성하여 성능검정을 하고 성능이 우수한 조합을 선발하여 품종등록 한다. 개발된 품종은 전국의 여러지역에 시험재배하여 수량성, 착과성, 과일 색 등 여러형질을 대조 품종과 비교하여 성능을 검정하고 농가반응을 들은 후 농가반응이 좋은 품종은 차년도 종자판매를 위해 원종을 생산하고 판매품종을 생산한다.

2. 중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발(제1-2세부과제)

- 국내 및 전 세계적으로 대부분의 재배환경은 양액을 통한 수경 재배로 본 연구의 초기에는 수경재배와 토경재배의 형질 발현 정도 파악을 통하여 기존 보유 계통의 검정을 실시하고 연구 후기 세대진전 및 조합능력 검정을 통해 지역 적응성 조합을 선발하고자 한다.
- 1단계(연구초기 : 1 ~ 2차년)
 - 기존 보유 계통과 새로운 F1 분리용 조합 작성
 - 수경재배와 토경재배의 형질 발현 정도 차이 검정
- 2단계(연구후기 : 3 ~ 5차년)
 - 축적된 경험을 바탕으로 특성 선발을 겸한 세대진전
 - 각 세부과제에서 육성된 계통의 세대진전
 - 각 세부과제에서 육성된 계통의 여교배
 - 고정된 계통을 이용한 F₁ 조합작성
 - F₁ 조합의 1차 특성 검정
 - 해외에서 지역 적응성 시험 및 생산력 검정

○ 중점세부내용

- 효과적인 shuttle breeding system 확립 : 각 작형별 파종기와 수확기를 명확히 구별함으로써 가장 효과적으로 선발 및 세대를 진전 시킬 수 있는 system을 확립함
- 한국 수경 재배와 태국 토경 재배의 특성발현 차이 검정 : 현재 재배되고 있는 F1 품종과 주요 고정 계통의 특성 검정을 통한 발현 정도의 차이 확인
- 상기 수행한 수경 및 토경재배의 형질 발현 검정의 지식을 토대로 개체 및 계통 선발
- 2차년까지의 연구초기에는 계통 선발 및 고정에 주력하고 3차년 이후로는 중국 및 한국에서 조합선발에 집중

3. 응성불임을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립(제1-3세부과제)

- 대립성 검정을 통한 파프리카 시판 F₁ 품종에 존재하는 응성불임(GMS) 유전인자 분석
 - 기 보유하고 있는 ms_1 , ms_3 및 ms_k 응성불임 계통과 3개의 서로 다른 그룹으로 추정되는 파프리카 및 미니파프리카 품종 간 교잡 후대에서 대립성 검정
- 응성불임을 사용한 파프리카 상용 F₁ 품종의 F₂ 분리집단에서 응성불임과 연관된 마커 개발
 - 응성불임을 사용한 파프리카 시판 F₁ 품종을 선발한 후, F₂ 분리집단을 육성한 다음 응성불임 표현형을 분석하고, BSA-AFLP법으로 응성불임 연관 분자표지를 개발
 - 이후 쉽게 사용할 수 있는 분자표지로 전환하기 위해 genome sequencing과 PCR walking을 통해 PCR용 공우성 표지를 개발
 - 개발된 PmsM1-CAPS 분자표지보다 더 가까운 마커를 개발하기 위하여 이 마커를 고추 유전자지도에 positioning시킨 후 주변의 다른 마커들을 이용하여 좀 더 가깝게 연관된 마커를 개발
- 개발된 응성불임 연관 마커를 이용한 품종별 모계 후보 및 부계 후보형 개체 선발
 - 개발된 PmsM1-CAPS와 PmsM2-CAPS 마커를 이용하여 품종별 또는 과색별로 후대 분리집단에서 응성불임 hetero($Msms$, 모계 후보)형 및 homo($MsMs$, 부계 후보)형 개체 및 계통 선발
- 파프리카 CGMS system 확립
 - 일본 피망의 안정한 유지친과 한국형 회복친을 이용하여 파프리카 및 미니파프리카 계통과 여교잡하고 그 후대에서 Rf 연관마커를 이용한 선발 및 계통 육성

4. 분자육종 기술을 이용한 복합 내병성 파프리카 계통 육성(제1-4세부과제)

- 분자육종 체계를 구축하기 위하여 유전자 지도, 비교유전체 방법, 유전자 염기서열을 이용하여 주요 병 저항성 분자표지를 개발하거나, 문헌조사를 통해 기개발된 분자표지를 수집했다. 바이러스에서는 PMMoV, CMV, Potyvirus, TSWV 저항성을 세균에서는 세균성 점무늬병 저항성을 판별할 수 있는 분자표지 분석 체계를 구축하고자 했다.
- CMV 저항성 유전자와 Potyvirus 유전자를 도입하고, 상용 F1 품종과 여교배를 통해 복합 바이러스 저항성 계통을 육성했으며, 매 세대마다 분자표지를 이용하여 선발하여 육종의 효율성을 제고하고자 했다. 또한 타 세부과제의 계통을 병 저항성 분자표지로 분석하여 선발 기술을 지원하고자 했다.
- 타 세부과제에서 육성하는 파프리카 계통의 병 저항성 계통을 선발하기 위하여 분자표지로 유전형을 분석했다. 시료를 제공받거나 직접 시료를 채취했고, CTAB 방법으로 gDNA를 추출한 뒤, 구축한 분자표지 분석 기술을 이용하여 유전형을 분석했다.

5. 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정(제1-5세부과제)

- 파프리카 기존 품종의 과실특성과 우량 선발 계통의 생육특성 분석과 시판 F1 품종의 PeMV 저항성을 검토하고 여름재배용 순계를 육성하여 특성을 비교하여 재배방식(토경, 수경) 및 시설 등에 대한 적합성을 분류하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

6. 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인 극복 기술 개발 (제2-1세부과제)

- 네덜란드와 우리나라의 파프리카 생산성의 차이를 원인 분석하고 우리나라의 파프리카 농가의 생산성 향상을 위한 생산 체계 확립
 - 네덜란드와 우리나라의 농가간 파프리카 재배의 정지 방법 및 광수광율 현장 조사
 - 우리나라 파프리카 농가의 작물 수광율 조사 및 수량관계 분석
 - 계절별 수확과실의 생과중과 건과중비(건물함량)의 비교분석 및 계절적 환경요인이 건물함량에 미치는 모델 개발
 - 네덜란드와 우리나라의 기간별 단위면적당 지상부 총 성장량 비교 분석
- 파프리카의 각 기관별 동화산물 분배 모델을 이용한 생산량 예측 프로그램 개발
 - 국내 파프리카 재배의 계절적 환경변화에 따른 육묘기의 성장 패턴 비교 분석
 - 네덜란드와 우리나라의 파프리카 재배 기간 동안의 각 기관별 건물분배율 비교 분석
 - 계절별 초기 엽면적 지수와 광수광량이 후기 착과 및 수확량에 미치는 영향 비교

분석

- 파프리카 과실의 포텐셜 생산량 추정을 위한 컴퓨터 시뮬레이션으로 주요 환경요인 구명
 - 네덜란드에서 개발된 온실작물 광합성모델(REF 98: TOMSIM의 기본 시뮬레이션 프로그램)을 이용하여 우리나라와 네덜란드 간 총 건물 생산량을 예측하고 네덜란드의 동화산물 모델을 이용하여 국내 파프리카의 잠재 생산량 추정
 - 시설내부의 광, 온도, CO₂의 변량을 이용한 국내 파프리카의 잠재 생산량 예측과 실 생산량간의 차이 분석을 통한 파프리카의 생산성 증대를 위한 재배기술의 가이드라인 매뉴얼 작성

7. 파프리카 생육단계별 최적생육환경(지상부, 근권)조건개발(제2-2세부과제)

- 현장 실용화의 효율성을 높이기 위해 파프리카 재배 현장을 시험 포장으로 선정하고 농가의 보유 누적 데이터와 더불어 기기를 이용한 측정값을 상호 보완하여 이용하였다.
- 최적 환경은 생산성을 중심으로 하여 분석하였으며, 이를 분석하기 위해 지상부 환경 요인인 내외부 광량, 온도, 습도, DIF(주야간 온도차) 등을 수집, 측정하여 파프리카 재배 작기 및 1-3그룹 착과 시기의 생육 및 생산성과의 상호 관계를 분석하였다.
- 온실의 종류 간 생산성 차이를 분석하기 위해 플라스틱필름하우스와 유리온실을 중심으로 환경 요인 및 생육 상태를 비교 분석하였고, 동일 형태의 온실(벤로형)의 개량(측고 상향)에 따른 내부 환경 변화를 분석하였다.
- 두 비교 시험 간에 차이는 통계 분석을 통하여 제시하였는데 특히, 회귀분석을 중심으로 이용하였다.

8. 우리나라 환경에 적합한 온실 환경제어 시스템 및 프로그램 개발(제2-3세부과제)

- 현재 파프리카 생산자조직 농가들이 사용하고 있는 환경조절시스템은 국산과 네덜란드산이 대표적인데 국산의 경우 정밀한 환경조절보다는 단순 on/off 시스템과 환경요인들의 자료 수집 장치로 볼 수 있다. 네덜란드에서 들어온 환경조절 시스템은 시설 환경 보정장치(난방기, 환기창, 유동팬 등)를 계절적인 환경 변화때마다 재배자가 전문컨설턴트들의 도움에 의존해 설정값을 변경시킬 수 있는 정밀한 시스템이다. 하지만 네덜란드의 복합환경조절 시스템은 제어 알고리즘이 공개되어 있지 않아 프로그램의 수정이 불가능하고 환경제어 프로그램의 확장에 대한 추가비용을 생산자들이 부담해야하는 어려운 문제들이 산재되어 있다. 제 2세부과제 책임자와 현재 공동으로 연구내용을 공유하여 네덜란드와 유사한 제어 알고리즘에 대한 시제품을 근거로 식물의 양적인 성장정보와 환경정보를 종합 분석하여 프로그램을 개발한다면 네덜란드에서 개발된 프로그램의 알고리즘보다 뛰어난 제품을 만들어 낼 수 있을 것이며 이를 위해

필요한 파프리카 재배를 위한 환경데이터의 수집 및 모니터링, 데이터베이스화를 통해 본 연구를 수행할 수 있도록 하였다.

- 국내 시설원예는 주로 비닐온실에 근거한 생산이 이루어지기 때문에 온실 환경제어 시스템도 비닐온실에서 사용이 가능한 각종 제어시스템과 제어알고리즘을 개발하여 제품화가 가능하도록 하였다.

8. 근권환경 최적화를 위한 함수율 조절장치 개발(제2-4세부과제)

- 실시간 배지 함수율 (슬라브 수분) 변화와 작물의 증산량 정보 획득을 위한 시스템 구축
 - 배지 함수율(슬라브 수분) 변화 측정 방법 및 장치 설정
 - 작물의 생체정보 (증산량/증산류) 측정 방법 및 장치 설정
 - 배지 함수율 변화와 작물 증산량 측정 장치 구축 및 관련성 분석
 - 정상 생육조건에서의 환경조건, 관수량 및 폐양액량과의 상관관계 분석
- 외부 광도 및 내부 온습도 변화에 따른 배지 함수율 변화 및 작물의 증산량 추정 모듈 개발
 - 배지 함수율에 영향을 주는 환경요인 선정, 관련성 분석 및 추정 모델 개발
 - 생육단계별 작물의 증산량 측정 방법 연구 및 측정 시스템 구축
 - 환경, 생육 및 생체 정보, 작물의 증발산 및 배지 함수율과의 관계 분석
 - 생육 및 환경 정보(광, 온습도)에 따른 배지 함수율 변화 및 작물의 증산량 추정 시스템 개발
- 작물의 생육/생체 정보와 근권 환경 정보를 이용한 함수율 조절 장치 및 소프트웨어 개발
 - 작물의 생육/생체 정보와 근권 환경 정보를 이용한 함수율 조절 방법 연구
 - 작물의 생육/생체 정보와 근권 환경 정보를 이용한 함수율 조절 장치 개발
 - 작물의 생육/생체 정보와 근권 환경 정보를 이용한 함수율 조절 소프트웨어 개발
 - 관수(함수율) 조절에 의한 근권 환경 및 작물의 생육과 품질 비교 분석

9. 파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안 (제3-1세부과제)

- 주요 사용 농약의 생산단계 잔류시험을 통한 생물학적 반감기 산출 및 생산단계 안전 사용기준 설정
- 계절별 잔류시험을 통한 재배 시기별 농약 잔류특성 확인
- 흰가루병 방제를 위해 사용되는 난황유의 효과적인 처리방법 개선
- 농약의 약효지속효과 연구를 통한 농약 사용량 및 사용횟수 추천
- 온실 내 초기 해충방제를 위한 캡슐시험을 통한 농가 사용 보급
- 살충제의 처리 방법별 잔류특성 확인 및 생물활성 능력 검증
- 주요 천적에 대하여 살충제 안전성 (급성독성 및 잔효독성) 검증을 통한 천적에 안전한 농약 선발(3-2 과제 통폐합)
- 농약안전사용 교육홍보 및 파프리카 병해충 관리 책자 등 홍보물 배포

10. 파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정 (제3-2세부과제)

- 가루이류 방제 천적의 방사시기 구명 및 안전한 농약 선발을 통한 포장안전성 규명
- 총채벌레류 방제 천적의 방사시기 구명 및 안전농약 선발을 통한 포장안전성 규명
- 진딧물류 방제 천적의 방사시기 구명 및 안전농약 선발을 통한 포장안전성 규명
- 3차년도 이후 천적 방제 프로그램 과제(제3-2 세부과제) 중단하고 천적에 대한 농약안전성 분야 과제 3-1로 통합

IV. 연구개발결과

1. 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발(제1-1세부과제)

1) 파프리카 세대진전을 통한 계통선발

계통을 조기에 고정하여 순계를 만들기 위해서 세대단축을 하였다. 국내에서는 경남 지역의 농가 유리온실을 임차하여 매년 2세대를 재배하여 계통선발하였고 동계기간에는 태국 켄콘에 농가포장을 임차하여 계통선발하였다. 매세대 원예적형질 및 내병성 검정을 하여 100계통 이상을 선발하여 형질을 고정시켰다. 육종재료를 확보하기 위해 매년 새로운 신품종에 대해서는 추가하여 계통분리하였다. 현재까지 F₃~F₁₂세대 179계통을 확보하였고 완전히 고정된 계통은 품종육성을 위한 F₁교배조합 작성에 활용하였다.

2) 분자 마커를 이용한 계통선발

경제성 있는 종자생산을 위해 파프리카에서는 옹성불임성을 이용한다. 옹성불임 분자 마커를 제1-3세부과제 (주)고추와 육종에서 개발하였고 개발된 분자마커는 옹성불임 계통을 선발하는데 활용하였다. 바이러스 내병성 계통을 육성하고자 제1-4세부과제 서울대학교에서 CMV, TMV, Potivirus, PMMoV, 세균성점무늬병 저항성 분자마커를 개발하여 내병성 계통선발에 활용하였다.

3) 약배양을 이용한 순계육성

반수체 육종법을 활용한 약배양은 순계를 조기에 육성하고자 할 때 이용한다. TSWV 병 저항성과 CMV 및 Potivirus 병 저항성 품종육성을 위해 저항성이 들어간 품종간 교배를 하여 후대에서 분리 시킨 후 개발된 분자마커를 이용하여 저항성을 검정하고 저항성을 가진 개체만을 선발하여 약배양을 실시하였다. 약배양에서 얻은 개체는 포장에 전개하여 특성조사를 하고 원예적형질이 우수한 계통은 품종육성에 필요한 양친으로 활용하였다.

4) F₁조합능력 검정 및 품종등록

계통분리와 약배양에서 고정된 순계를 이용하여 F₁교배조합을 작성하였다. F₁ 조합의 조합능력 검정을 위해 과일특성 및 생육특성을 대조품종과 비교하여 조사하였다. 조합능력이 우수한 조합은 품종등록 예비조합으로 정하고 다음 작기에 재 시험하여 우수한 조합을 품종등록하였다. 국내 양액재배용 4개 품종과 중국 수출용 3개 품종을 등록출원하였다. 등록된 품종은 전국 11개 농가에서 실증시험중에 있으며 농가반응을 조사,중에 있다. 농가 실증시험에서 우수한 품종은 판매를 위해 원종증식중에 있다.

5) F₁조합능력 검정 및 품종등록

계통분리와 약배양에서 고정된 순계를 이용하여 F₁교배조합을 작성하였다. F₁ 조합의 조합능력 검정을 위해 과일특성 및 생육특성을 대조품종과 비교하여 조사하였다. 조합능력이 우수한 조합은 품종등록 예비조합으로 정하고 다음 작기에 재 시험하여 우수한 조합을 품종등록하였다. 국내 양액재배용 4개 품종과 중국 수출용 3개 품종을 등록출원하였다. 등록된 품종은 전국 11개 농가에서 실증시험중에 있으며 농가반응을 조사,중에 있다. 농가 실증시험에서 우수한 품종은 판매를 위해 원종증식중에 있다.

2. 중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발(제1-2세부과제)

- 1) 성능검정시험에서 우수한 성적을 보인 적색계의 MRG분리계/CPR분리계 조합을 “하나-알1호” 로 품종보호출원(출원번호: 출원2012-497)을 신청하였다. 상기 품종은 중국 현지시험에서 대비종인 “스페살” 에 비하여 토경재배에서 대비종에 비해 대과이며 저온착과력 및 연속착과력이 우수하고 과형변이가 적어 이후 중국 토경재배 지역의 지출이 가능할 것으로 기대된다.
- 2) 성능검정시험에서 우수한 성적을 보인 주황색계의 VLT분리계/PRSDT분리계 조합을 “하나-오1호” 라 명하고 품종보호출원(출원번호: 출원2012-496)을 신청하였다. 상기 품종은 대비종인 “오렌지글로리” 에 비해 초세가 강하여 후기까지 수량이 많으며 저온착과력 및 연속착과력이 우수하고 과형변이가 적어 현재까지 황색과 적색의 파프리카가 주류인 중국시장에 진출할 경우 새로운 시장의 개척이 가능할 것으로 생각된다.
- 3) 한국, 태국, 중국현지 포장을 이용한 계통선발 --> 조합작성 --> 현지시험 --> 결과feedback --> 계통선발의 shuttle breeding system을 구축하여 품종개발 연한 단축 및 효율성을 높였다.

3. 응성불임을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립(제1-3세부과제)

본 연구에서는 파프리카 응성불임성과 연관된 분자표지를 개발하기 위하여 BSA-AFLP 방법을 사용하였는데, 최종적으로 5개의 AFLP 다형성 밴드를 찾을 수 있었다. 그 중 하나인 Egat/Mcgg조합의 AFLP 다형성 밴드를 CAPS 분자표지(codominant cleavage amplified polymorphic sequence)로 전환하여 이 분자표지를 PmsM1-CAPS라 명명하였다. 이 분자표지는 파프리카 응성불임 유전자(msp gene)과 2-3cM 정도 떨어져 있는 것으로 확인되었다. 본 연구에서 개발된 PmsM1-CAPS 분자표지는 다양한 상용 파프리카 (‘Derby’ ‘Fiesta’ ‘Helsinky’ 및 ‘Mirage’) F₂ 집단에 이용될 수 있었다.

또한 본 연구에서는 시판되고 있는 8개의 파프리카 품종('Special' , 'Debla' , 'Plenty' , 'Fiero' , 'Boogie' , 'Fiesta' , 'Derby' 및 'Minibell')을 사용하여 이들의 유전자적 응성불임 유전자가 같은 것인지 다른 것인지를 확인하기 위하여 반이면교잡(half diallel cross)를 수행하였는데, 'Minibell' 을 제외한 나머지 7개의 파프리카 품종은 같은 유전자적 응성불임을 사용하였다는 것을 알아냈다. 또한 어떤 종류의 유전자적 응성불임 유전자인지를 확인하기 위하여 세 종류의 유전자적 응성불임 계통(GMS3, GMSP 및 GMSK)에 교배하여 대립유전자 검정을 수행하였는데, 'Minibell' 은 msk 유전자를 사용하였고, 나머지 7개의 품종은 msp 유전자를 사용하였다는 것을 알아냈다. 'Minibell' 품종에서는 기 개발된 GMSK-CAPS 분자표지를 사용할 수 있음을 확인하였고, 'Fiesta' 및 'Derby' 품종에서는 PmsM1-CAPS 분자표지가 사용될 수 있음을 확인하였다. 또한 'Plenty' , 'Fiero' 및 'Boogie' 품종 등에 사용할 수 있는 새로운 분자표지 PmsM2-CAPS를 개발하였다. 이들 분자표지는 새로운 파프리카 응성불임(모계) 계통 및 품종 개발에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

4. 분자육종 기술을 이용한 복합 내병성 파프리카 계통 육성(제1-4세부과제)

1) 병 저항성 분자표지 체계 구축

PMMoV, TSWV, Potyvirus, CMV, 세균성 점무늬병 분자표지를 개발하거나 기개발된 분자표지의 분석기술을 확립했다. agarose gel based 분자표지인 경우는 real-time based 분자표지로 전환했고, 매 연차마다 보다 가까운 분자표지를 수집하거나 개발했다.

2) CMV&Potyvirus 복합 저항성 계통 육성

ZHC로부터 CMV 저항성 유전자 Cmr1을 도입하고, Dempsey로부터 Potyvirus 저항성 유전자 pvr12를 도입했다. 분자표지를 이용하여 BC2F2 세대에서 병 저항성을 고정했고, 그 이후 세대 진전을 통해 원예적 형질이 우수한 4개의 계통을 선발했다. 이 가운데 2개의 계통은 품종보호출원을 신청했다.

3) 타 세부과제 분자표지 분석 지원

타 세부과제에서 육성중인 계통의 TSWV, PMMoV, 세균성 점무늬병 병 저항성을 구축한 분자표지를 이용하여 유전형질을 분석하고, 그 결과를 타 세부과제 전달해 선발에 이용하도록 했다.

5. 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정(제1-5세부과제)

- 1) 시판 F1 품종의 과실풍형과 선발계통의 생육특성 : 시판 F1 품종은 Special, Cupra, Fiesta, Maserrati, President, Valentain(Enza Zaden Co.), Plenty, Derby, Mirage(De Ruiter Co.), Debla, Jirisan, Helsinky, Boogie(Rijk Zwaan Co.), Fiero(Singenta Co.)과 시교종자인 9253(Seminis Co.) 등에 대해 숙과색, 광택, 모양, 꼭지, 깊이, 골깊이, 배꼽깊이, 꼭지색, 과중, 꼭지길이, 꼭지굵기, 과장, 과경, 과육 두께, 심실수 등을 조사하였다. 선발 우량계통에 대한 생육조사는 F3~F5세대까지 세대진전과 우수계통 선발이 순조롭게 진행되었고 기존품종 특성 검정은 품종비교를 위한 자료로 활용 가능하였다.
- 2) 파프리카 F1 계통을 대상으로 PepMoV에 대한 저항성 검정을 실시하였다. 바이러 스 조사는 접종 1주일 후부터 최종 30일까지 조사한 후 ELISA법으로 검정하였다. 거의 대부분 품종에서 PepMoV에 감수성을 보였으나, Jirisan 품종에서는 저항성을 보였다. PepMoV에 저항성은 *Capsicum annum* L. cv. Avelar에서 보고되었다 (Zitter와 Cook, 1973;) 또한 저항성 유전자는 *pvr3*로 밝혀졌다 (Murphy 등, 1998). 따라서 저항성으로 검정된 Jirisan 품종에 대한 육종원으로서의 가능성에 대한 지속적인 연구를 추진해야 할 것이다.

6. 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인 극복 기술 개발 (제2-1세부과제)

- 1) 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인분석
 - 시설내부의 광투과율이 우리나라가 네덜란드 비해서 낮아, 동일한 외부광도, 광량이더라도 단위면적당 생산량이 우리나라 파프리카 농가들이 낮다.
 - 네덜란드보다 한국의 연평균 광량은 30% 높고, 네덜란드는 한국에 비해 일출 후 광도증가율이 낮아 시설내부의 온도증가율 한국보다 낮았다.
 - 한국의 파프리카 재배는 지상부 및 근권부 환경 요인들에 대한 균일한 관리, 외적환경요인(광도, 광량, 온도, 풍속, 풍향, 강우)들의 변화에 대한 능동적 대응이 필요하다.
 - 한국의 온실에서의 급격한 온도, 습도, CO₂ 농도, 내부의 공기유동 및 온실내외부의 공기 교환 등 재배안정화를 위한 시설내부 안정적 환경관리가 잘되고 있지 않고 있다.
 - 한국의 경우 엽면적지수 확보를 위한 정지작업을 늦추는 일이 많고, 주당 줄기와 측지 수가 많고 첫 정지를 늦게 하여 초기의 도장과 고온과 저광환경 하에서 낙화율이 매우 높아져 수량도 감소된다.
 - 네덜란드의 경우 작물관리가 작물의 생육속도에 맞게 일정한 관리가 되고 있는 반면 대부분의 국내 파프리카 농가의 경우 숙기에 따른 수확 지연도 종종 발생되고 있다.
 - 지상부 환경변화에 대한 적극적인 근권환경 관리가 필요하며, 한국의 경우 외적인 환경변화에 상관없이 근권부 함수율 낮춰 EC를 높이고, 높은 급액 EC, 급격한 급액량과 폐액량의 감소, 급액시간과 종료시간의 연장과 단축 등 근권부 극심한 환경변화를 초래하여 착과율이 감소되며, 그룹간의 수확량의 차이가 많다.

- 불균일한 온도 관리는 불균일한 작물생육 결과를 초래하기 때문에 계절적인 과실 숙기와 과실의 건물함량의 편차가 크게 나타났다.

3) 파프리카의 각 기관별 동화산물 분배 모듈을 이용한 생산량 예측 프로그램 개발

- 국내 파프리카의 재배 기간동안 동적 건물생산량 조사를 위한 주기적인 파괴조사 및 결과 분석

- 저광기에 인공광원의 추가 조사는 생산성은 2배 정도 높였으며, 착과율 및 착과량과 단위면적당 수확량을 높이는 효과가 매우 컸다. 단위면적당 착과율은 각 기관의 동화산물의 분배 패턴을 다르게 하였으며, 고압나트륨등의 처리에서의 과실로의 분배된 동화산물의 비율이 거의 78%까지 유지할 수 있었다.
- 단위면적당 LED의 처리가 엽면적지수가 대조구에 비해 높게 나타났으나, 단위면적당 건물생산성은 LED처리구에 비해 낮았다. LED 처리구의 단위광량당 건물생산성은 대조구에 비해 12.5%가 낮았기 때문이라 사료된다.
- 단위면적당 엽면적의 증가는 생산성의 증가에 기인하였으며, 조사된 결과값과 기상 자료는 시뮬레이션 모델 검증에 주요한 자료로 활용이 가능할 것이다.
- 외줄기 재배에서는 둘 주기 재배 보다는 상대적으로 일찍 착과를 시킬 수 있었다. 반면 파프리카의 외줄기 재배는 단위면적당 육묘용큐브 및 종자 비용과 육묘관리 비용이 두줄기 보다 더 많이 소요된다.

- 파프리카 생산량 예측 시뮬레이션 모델 검증

어저스트 모델의 경우 건물의 증가량에 따라 유지호흡량이 비례적이지 않고 작물의 신진대사 작용이 건물중 당 호흡량이 증가하는 것이 아니라 지수 함수적으로 감소한 것으로 가정한 모듈을 이용하면 측정값과 시뮬레이션 한 결과 값과 근사치를 얻을 수 있었다. 본 연구에서는 표준 모델보다는 어저스트 모델의 결과값이 측정값에 더 맞는 모델이라 정의 할 수 있었다.

- 파프리카 생과중 예측을 위한 건물함량 모듈개발

고압나트륨등을 착과 이후부터 외부 광도에 관계없이 하루 16시간 조사한것과 보광등을 사용하지 않았던 대조구의 생과중과 건과중의 회귀분석한 후 회귀식의 기울기를 건물함량으로 추정하였다. 고압나트륨등 하에서 수확된 과실의 건물함량은 8.57%, 대조구도 유사한 8.56%로 처리간의 유의성은 나타나지 않았다.

- 파프리카의 각 기관별 동화산물 분배 모듈을 이용한 생산량 예측 프로그램 개발

측정한 건물생산량과 시뮬레이션한 단위면적당 총건물생산량과 과의 건물생산량의 비교에서 표준 모델의 경우 측정값을 과소평가 하였으며 작물의 무게에 유지호흡량은 비례하지 않고 기존의 건물생산량이 높은 경우 작물의 신진대사작용이 낮아져 상대생장율이 낮은 조건에서는 유지호흡이 더 이상 비례하지 않고 작물의 무게에 대한 포화도를 나타내기 때문에 유지호흡량과 부의 지수함수를 이용하여 보정한 Adjusted model의 경우 (Huevelink, 1996) 추정된 총 건물생산량과 거의 일치하였다. 또한 건물분배 모듈을 이용한 계산된 각 기관별 건물분배율을 입력하여 시뮬레이션 결과도 측정값과 추정값이 거의 동일 하였다

- 4) 파프리카 과실의 포텐셜 생산량 추정을 위한 컴퓨터 시뮬레이션
- 산란광 투광율에 따른 파프리카의 생산량 차이 분석: 산란광 투과율 10-80%
 - 주간 이산화탄소 농도에 따른 생산량 차이 분석: CO₂ :200-950ppm
 - 조도와 생산성은 비례관계를 가지는 것과 마찬가지로 1ha 필요한 조도에 도달하기 위해 600W 램프의 설치개수는 원하는 lux에 계수값 0.1281을 곱하면 1ha 당 필요한 개수를 산출 할 수 있었다.
- 5) 우리나라와 네덜란드의 생산량 차이 극복기술
- 지상부 및 근권환경개선을 통한 선도농가의 생산성 증대
2009년 작기보다는 2010년도 작기에 비해 액화탄산가스의 사용량을 감소 시켰으며 탄산가스 비용 절감효과를 얻었다. 2009년 1ha 당 평균 일일 액화탄산가스 공급량은 437.94kg이며, 2010년 평균 공급량은 393.66kg으로 2010년 액화탄산가스 사용량을 10% 감소시킬 수 있었다. 생산비는 1ha당 7.7백만원의 감소시킬 수 있었다.
 - 초저녁 온도 관리가 파프리카 생육 및 생산성에 미치는 영향
초저녁의 저온처리는 주야간온도 편차를 증가시켰으나, 파프리카의 초장에 영향을 미치지 않게 주었다. 반면 과실의 건물중은 초저녁 온도처리구에서는 대조구에 비해 26.5%를 증가하였기 때문에 과실로의 동화산물의 분배가 대조구에 비해 더 높은 것을 알 수 있었다.

7. 파프리카의 시설별 지상부 최적 생육환경 조건 개발(제2-2세부과제)

- 1) 파프리카 재배 현장(농가)의 환경 관리 수준 및 생산성 조사 분석
- 파프리카 재배 농가별 온실에서는 모두 광량에 의한 내부 온도 차이와 생산량 차이를 나타내었다. 농가 간 동일한 광량에 따라 생산량은 최고값에 대비 최소값은 60% 차이를 보였다. 이는 광이용효율의 차이에서 오는 것으로 나타났다. 그리고 농가들 중 피복재 종류(유리, 플라스틱필름)에 따라 투광율, 일몰전후 온도 증감, 광이용효율, 그리고 이에 따른 건물생산량 등에서 차이를 나타내었다. 특히 플라스틱필름온실 농가와 유리온실 농가 간 생산량의 차이는 투광율, 호흡량 등에서 기인한 것으로 판단된다.
- 2) 파프리카 생산성 증대를 위한 온실 최적 환경 관리 모델 개발
- 일출 직후 3시간 동안 시간당 온실 내부의 상승 온도는 플라스틱필름 온실에서 2배나 높았으나, 일몰 직전 3시간 동안에는 두 온실에서 유사한 수준이었다. 일평균온도, 주야간온도차, 일평균수분부족분 등은 유리 온실에서 낮았고 그 편차도 작았다. 단위면적당 CO₂ 공급량도 유리 온실에서 1.5배나 많았다. 단위면적당 배양액 공급량은 유리 온실에서 36% 정도 적었으나 작물로의 배양액 흡수율은 큰 차이를 나타내지 않았다. 암면 배지의 pH 및 EC는 유리 온실에서 다소 높았으나, 공급 배양액 EC와 암면 배지 EC 간 차이는 크지 않았다.
- 외부광량에 대한 작물의 배양액 흡수율은 유리 온실에서 크게 영향을 받았으나 수분

부족분은 적게 받았다. 두 온실 모두 일평균온도에 대하여 야간온도보다는 주간온도의 영향이 컸고, 일평균온도는 야간수분부족분에 영향을 주었다. 주간온도 및 일평균온도는 작물의 배양액 흡수율에 영향을 주었는데 온도가 증가할수록 유리 온실에서는 상승하였으나 플라스틱필름 온실에서는 감소하는 경향을 나타내었다.

주간 평균 잎의 면적이 유리 온실에서 많았던 것을 제외하고는 잎의 생체중, 건물중, 건물물 등은 두 온실 간 차이를 나타내지 않았으나, 그 편차는 유리 온실에서 작았다. 잎의 호흡량, 최대 광합성률, 광 이용 효율 등은 유리 온실에서 높은 경향이였다. 주간 평균 줄기 직경은 유리 온실에서 적었던 반면 과실 직경과 단위면적당 생산량은 높게 나타났다. 특히, 잎의 면적이 증가할수록 과실 직경은 유리 온실에서 3배나 높게 증가하는 것으로 나타났다.

내부 온도가 증가할수록 잎의 온도는 유리 온실에서 더 높게 증가하였으나, 야간온도가 증가할수록 잎의 면적은 두 온실 모두 감소하는 경향이였다. 야간수분부족분이 증가할수록 과실 직경은 유리 온실에서 더 많이 증가하였다.

줄기 직경의 누적량은 외부광량의 단위 누적량에 따라 유리 온실에서 적었으나, 과실 직경과 생산량은 각각 1.7배와 1.3배 정도 많았다. 주간온도, 주야간온도차, 잎의 온도 등에 따라 누적 생산량은 유리 온실에서 각각 1.7배, 1.7배 및 1.5배 정도 많았다. 일평균 및 주간 수분부족분에 따라 생산량은 유리 온실에서 각각 1.8배와 2.2배 정도 많았다. 또한 잎의 건물물에 따라 생산량은 유리 온실에서 많았다. 그러나 작물의 배양액 흡수율에 따라 생산량은 차이를 나타내지 않았다.

3) 파프리카 재배 온실의 외부 환경 변화에 따른 내부 환경 변화

착색단고추가 재배되고 있는 유리 온실과 플라스틱필름 온실을 대상으로 내부 온·습도 변화 및 식물체 생육의 차이를 알아보고자 수행하였다.

재배 기간 동안 일평균 내부온도는 두 온실 간 차이를 나타내지 않았으나, 그 변화폭은 플라스틱필름 온실에서 심하였다. 그리고 온실 내 수분부족분은 유리 온실에서 $4.3\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$, 플라스틱필름 온실에서 $5.6\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ 로 플라스틱필름 온실에서 더 많았다. 외부 광 1w에 대한 내부 온도 변화는 유리온실보다 플라스틱필름 온실에서 2배정도 빨리 증가하는 경향이였다. 특히, 이러한 차이에는 일몰 전·후보다 일출 후 초기의 온도 차이가 가장 크게 영향을 주었다. 이에 따라 플라스틱필름 온실보다 유리 온실에서 잎의 생육 및 광합성 산물 생산율이 더 높았고, 생산성도 80% 정도 더 높았다. 이로 보아 유리 온실 대비 플라스틱필름 온실의 생산성을 다소 높이기 위해서는 일출 직후에 내부 환경의 집중적인 관리가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

4) 온실 내 위치에 따른 내부 환경 차이 및 파프리카 생산성 차이

과채류의 생산에 있어 온실 내 생육환경의 최적화는 매우 중요하다. 국내에서 파프리카는 연중 시설에서 재배되고 있으며 수출주요 작물로서 자리 매김하고 있다. 한편, 파프리카의 연중 재배생산량은 그 재배시스템이 비슷한 네덜란드의 생산량에 비해 여전히 낮은 실정이다. 본 연구에서는 온실 내부의 생육환경 차이가 파프리카의 생육과 과실의 생산에 미치는 영향을 알아보고자 파프리카 적색계 품종인 'Cupla'를 공시하여 동일한 재배조건으로 관리된 유리온실에서 12주 동안 시험 재배하였다. 온실내부의 위치별로 중앙

과 북측으로 나누어 지상부 온도와 근권부의 온도를 비교한 결과 지상부의 온도는 일평균 1.6℃ 정도가 중앙이 높게 관측되었으며, 근권부의 온도도 중앙이 북측부보다 2.2℃ 정도 높게 유지됨을 확인하였다. 이러한 온실 내 위치별 온도편차는 파프리카의 생육에 영향을 미쳤으며 초장, 절간수, 경경 등의 생육이 중앙이 유의성 있게 높게 나타났다. 정식 12주 후 초장은 중앙에서 153cm로 북측 127.2cm보다 약 26cm길었으며, 절간수는 2개 많은 것으로 나타났다. 분지아래의 경경 또한 1.5mm 두꺼운 것으로 나타났다. 온실의 위치별 누적온도의 편차는 시간의경과에 따라 더 커졌으며 이는 초기의 생육보다 중기의 생육의 차이를 더 크게 한 원인으로 해석되었다. 또한 광합성효율도 생육중기에서 더 높게 나타나 당의 축적과 분배에 영향을 미친 것으로 사료되었다. 수확된 상품과의 수량도 중앙에서 49.1개로 북측의 40.5개에 비해 20% 정도가 증대되었다.

5) 온실 내 온습도 관리 차이에 따른 파프리카 생육 변화

DIF 관리의 차이를 갖고 있는 농가 간에 정식 후 초기 건물중에서 차이를 뚜렷히 나타내었다. 또한 엽면적과 과실 비대에 있어 DIF 관리 차이가 영향을 주었다. 성장상을 이용한 DIF 처리 시험에서 정식 후 초기 DIF -6℃ 처리에서 엽면적 저조, 엽색 옅음, 화아 형성 저조가 나타났다. 후기(11주 후)에도 DIF -6과 0℃처리에서 초장 및 절간장이 짧았고, 화아형성이 낮았다. 처리 13주 동안 DIF -6℃에서 초장, 엽면적, 건물중이 저조하였고, DIF 3℃처리에서 높은 경향이였다. 성장속도 및 상대성장율도 DIF -6 처리에서 낮았고, DIF 0℃처리에서 상대성장율이 가장 높게 상승하는 경향을 보였다. 특히, 엽면적에 대한 주야간온도차의 회귀모형을 그려본 결과, DIF 2℃ 기준으로 1℃ 상승시 마다 엽면적 20cm²/plant의 배수로 감소하였다.

일평균 습도 관리 수준이 다른 두 농가간에는 주간습도 수준이 크게 차이를 나타내었고, 엽면적, 과실비대에서도 습도 관리 차이가 영향을 주었다. 3처리의 습도 수준을 처리한 시험에서 정식 후 초기 RH 63% 처리에서 RH 75%와 RH 83%에 비해 엽면적 및 분지발생이 낮은 경향이였다. 정식 후 후기(13주째)에는 가장 높은 RH 83% 처리에서 화아형성 및 이후 과실 성장 및 착색이 늦었고, RH 75% 처리에서 착과력이 가장 좋았다. 그리고 초장은 높은 습도일수록 높았고, 엽면적은 RH 75% 처리에서 급변하지 않고 일정하게 증가하였다. 또한 RH 75% 처리에서 영양 및 생식 생장의 패턴이 뚜렷하였고, 조사기간 동안 75% 처리에서 성장(건물생산) 속도가 빨랐다. 과실로 이동되는 건물은 RH 75%에서 가장 잘 분배가 되었지만, 다습 조건인 RH 83% 처리에서는 과실로의 건물분배가 적었다. 습도 관리 차이와 이에 따른 엽면적에 대한 회귀 모형은 RH 1% 상승 마다 30cm²/plant 증가하는 경향이였다. 그리고 건물중은 RH 72%를 기준으로 1% 증감 시 평균 0.3g/plant 감소하는 경향이였다.

6) 온실의 현대화(측고 개량)에 따른 내부 환경 변화

일평균 외부누적광량은 4.0m 벤로형 유리온실과 5.5m 벤로형 유리온실에서 각각 1,400J·cm⁻²와 1,340J·cm⁻²로 두 온실의 일평균 외부누적광량의 차이는 적었다. 측고 4.0m 및 5.5m 벤로형 유리온실에서 각각 일평균 온도는 23.1℃와 23.3℃,

주간평균 온도는 25.0℃와 25.1℃로 나타났다. 대부분의 내부 온도 요인들은 큰 차이를 나타내지 않았으나 야간 설정온도 대비 야간 온도차는 4.0m 벤로형 온실에서 컸다. 측고 4.0m 및 5.5m 벤로형 유리온실에서 일평균 수분부족분은 $3.4\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, $4.5\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 로 5.5m 벤로형 유리온실의 시설 내부 평균 수분부족분이 높게 관리되었다. 주간평균 수분부족분과 야간 평균 수분부족분은 각각 $4.3\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 와 $5.2\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, $2.5\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 와 $1.3\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 로 5.5m 벤로형 온실에서 컸다. 측고 4.0m 및 5.5m 벤로형 유리온실에서 주간 생장 길이는 광량 $1\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 상승시 각각 0.403cm와 0.553cm로 측고가 높은 온실이 1.37배 높았으나 일평균 적산온도에 의해서는 차이를 나타내지 않았다. 누적생산량은 광량 $1\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 상승시 각각 $0.031\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 와 $0.04\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 5.5m 벤로형 유리온실이 약 1.3배 높았다. 일평균 적산온도 1℃ 상승시에는 각각 $0.022\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, $0.020\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 로 4.0m 벤로형 유리온실이 조금 높게 나타났다.

8. 우리나라 환경에 적합한 온실 환경제어 시스템 및 프로그램 개발(제2-3세부과제)

- 1) 비닐 온실에서 주로 이용되는 권취식 환기창 제어를 위한 다량의 개폐모터를 개별 제어함으로써 정밀제어 실현이 가능하도록 하였으며 이에 필요한 모터 개별제어 알고리즘을 개발하였다.
- 2) 차광, 보온스크린 제어를 위한 알고리즘 개발
 - : 외기온도, 광도, 실내온도, 습도를 고려하여 스크린의 개폐방법, 개폐시기, 개폐범위를 제어하여 최적의 보온과 차광이 가능하도록 구현하였다.
- 3) 환기온도 및 난방온도 설정을 위한 제어 알고리즘 개발
 - : 일사와 누적일사량, 실내습도를 실시간으로 모니터링하여 환기 및 난방온도 설정값을 반영함으로써 최적의 생육환경을 제공할 수 있도록 제어 알고리즘을 개발하였다.
- 4) CO₂ 사용을 위한 제어 알고리즘 개발
 - : 일사량에 따라 CO₂ 공급량을 조절함으로써 CO₂ 낭비를 줄이고 생육속도에 적합한 CO₂ 농도를 제어할 수 있도록 알고리즘을 개발하였다.
- 5) 온실환경 제어센서 계측값과 작동기기의 개도값 모니터링
 - : 각 구역별 센서 계측값과 작동기기의 개도값을 통합하여 모니터링할 수 있는 데이터 베이스를 구축하였다.
- 6) 공급양액의 EC, pH 변화 모니터링
 - : 공급양액, 배액의 EC센서, pH센서 모니터링을 위한 모듈을 개발하였고 이를 통한 모니터링을 구현하였다.
- 7) 설정값 저장 프로그램 개발
 - : 설정값 변경시마다 일별 데이터 저장 및 불러오기가 가능하도록 하였으며 사용자의 이용 효율성을 증대하였다.

9. 파프리카 근권환경 최적화를 위한 함수율 조절 장치 개발(제2-4세부과제)

- 1) 실시간 배지(슬라브) 함수율 변화 및 작물 증산량 측정 시스템 구축
- 2) 광 및 온습도 변화에 따른 배지 함수율 및 작물의 증산량 분석
- 3) 배지 함수율 처리에 따른 파프리카 작물의 생육 영향 분석
- 4) 배지 함수율 조절개념 정립과 배지의 배액 특성 및 증량법과 TDR법의 수분함량 특성 분석
- 5) 적산 일사량 제어시 환경조건 및 급배액 특성에 따른 생육단계별 증산량 추정
- 6) 파프리카 생육 정보 추정 및 생육 파악
- 7) 생육환경 정보를 이용한 관수 시스템 배지 함수율 및 증산량 추정 모듈 개발
- 8) 관수 제어 모듈을 이용하여 증량 변화 측정을 통한 식물체의 증산량 추정
- 9) 생육환경 변화와 생육단계에 따른 관수량 추정
- 10) 환경요인, 관수정보, 배지특성에 따른 배지 함수율 측정 및 작물 증산량 추정
- 11) 배지 함수율, 배액율과 증산량을 고려한 관수 제어 알고리즘 개발
- 12) 환경정보, 배지특성, 생육단계를 고려한 관수, 배지 함수율 조절 기술 개발 및 모듈 제작
- 13) 실시간 배지 함수율 (슬라브수분) 변화와 작물의 증산량 정보 획득을 위한 시스템 개발
- 14) 외부 광도 및 내부 온습도 변화에 따른 배지 함수율 변화와 작물의 증산량 추정 모듈 개발
- 15) 작물의 생체 정보와 근권환경 정보를 이용한 함수율 조절 장치 및 운영 소프트웨어 개발

10. 파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안 (제3-1세부과제)

- 1) 파프리카에 등록된 140여종의 농약 품목 중 설문을 통해 현재 농민들이 주로 사용하는 단체, 합제 (21성분 43품목) 살포한 후 과실에 잔류하는 농약을 생산단계에서 잔류 분석하여 그중 살충제 14성분, 살균제 7성분의 초기 부착량 분석, 생물학적 반감기 산출 및 생산단계 잔류허용 기준을 설정[그림 3-1, 2], [표 3-2, 4].하여 수확 전 잔류문제 발생을 미연에 방지할 수 있는 근거 자료 수립.
- 2) 여름철과 겨울철 잔류특성 구명을 위해 살균제 2성분 3품목, 계절별 살포처리 횟수별 살균제 3성분, 살충제 3성분에 대해 계절별 잔류시험을 한 결과 일사량이 적고 온도가 낮은 겨울철에 잔류농도가 높고 잔류지속기간이 긴 것을 확인하여 계절별 농약 사용량/빈도를 조절하는 기초적 살포방법 근거제공 및 추천[그림 3-3], [그림 3-11, 12].
- 3) 8성분 12종의 살균제를 살포한 파프리카 잎에 잿빛곰팡이병을 비롯한 5종의 병원균에 대하여 생물활성 검증을 통한 약효 지속기간을 확인하여 살포간격 및 농도조절 기초자료 수립, 추천 [표 3-10], [그림 3-12, 13].
- 4) 육묘 및 정식초기 해충방제를 위한 근부캡슐처리 연구를 통하여 처리 후 60일 이상

- 담배가루이, 총채벌레, 진딧물에 대한 약효지속기간 확인, 천적에 대한 독성 및 약해 시험을 통한 적용 가능성과 우수성을 검증[그림 3-15, 16].
- 5) 해충 밀도가 높은 파프리카 온실에 입제제형의 네오니코티노이드 살충제를 근부 캡슐처리하여 엽면살포, 관주살포, 관행살포 등과 비교하여 잔류농도가 낮으면서 진딧물에 대한 약효가 우수함을 확인 [그림 3-5, 6, 7, 8, 9].
 - 6) 흰가루병 방제를 위해 개선된 난황유 제조 방법의 사용으로 약취 및 얼룩발생 등을 보완하고 유황수와의 혼용으로 보다 더 효과적인 흰가루병 방제방법 개선/효과 증진법 개발[그림 3-21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28]
 - 7) 병해충 진단키트를 개발하여 재배시기별 주요발생 병해충 사진 자료 수집을 통하여 Fact Sheet를 database화를 통한 보급으로 농가발생 병해충 판단 가능.
 - 8) 농약안전사용 교육(10회) 및 5종의 책자제작(2권 ISBN 번호 등록)/보급, 1종의 e-book을 파프리카 생산자자조회 홈페이지(www.paperika.or.kr) 게재를 통하여 안전한 농약사용과 병해충 방제의 중요성을 교육, 홍보 [그림 3-29].
 - 9) 콜레마니진디벌을 비롯한 주요 사용 천적 8종에 대하여 안전한 농약을 선발하여 화학농약과 사용 병행한 효율적인 천적 사용방법 적용이 가능[표. 3-10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

11. 파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정 (제3-2세부과제)

- 1) 가루이류, 총채벌레류, 진딧물류 해충에 대하여 온실 내 해충밀도에 따른 방제 천적 (지중해이리응애, 황온잠벌, 미끌애노린재, 콜레마니진디벌, 호랑풀잠자리)의 방사량 및 방사시기를 설정하여 천적사용 농가 적용 [표 3-18, 21, 22].
- 2) 가루이류, 총채벌레류, 진딧물류 천적 8종에 대하여 안전한 살충제(급성 독성 및 잔효독성)를 선발하여 천적과 화학농약의 조화로운 사용이 가능 [표. 3-10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].
- 3) 안전한 농약의 선발을 통한 leaf-disk 실험 및 foliar spray 실험을 통한 포장 안전성 검증

V. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과

가. 연차별 연구성과 목표 및 달성

(단위 : 건수)

구분		특허		신품종			유전자원 등록	논문		기타
		출원	등록	품종생산 등록	품종보호			SCI	비SCI	
					출원	등록				
1차년도	목표	2						2		
	달성	2					1	1		
2차년도	목표	1	2				1	5		
	달성	3	1				1	6		
3차년도	목표	1	1				2	4		
	달성	3					4	2		
4차년도	목표	2					2	3		
	달성		1	3			2	2		
5차년도	목표	2	1		7	2	4	4		
	달성	2			11	2	3	4		
계	목표	8	4		7	2	9	18		
	달성	10	4	3	11	2	11	15		

나. 논문게재 성과

○ 논문게재 26건 [SCI(E) 11건, 비SCI 13건, 예정 2건]

순번	발간연도	논문명	저자	학술지명	Vol (No.)	구분
1	2008	TSWV 저항성 검정을 위한 분자표지 선발	김현정, 강병철, 양희범, 정복남	한국원예학회지	26(4)	SCIE
2	2008	난황유를 이용한 파프리카 흰가루병 방제	이정환, 한기수, 권영상, 김동길, 김희규	식물병연구	14 (2)	비SCI
3	2009	유리온실과 플라스틱온실 재배 환경하에서의 파프리카의 성장과 건물분배율 및 수량	정원주, 김호철, 배종향, 이정현	한국생물환경조절학회지	18(3)	비SCI
4	2009	Haplotype analysis of CMS-associated DNA markers in sweet peppers	김영민, 조영득, 강병철	Journal of Crop Science and Biotechnology	12(3)	비SCI
5	2009	TDR 센서를 이용한 암면 슬라브 수분 특성 분석 및 파프리카 재배의 적용 예	박종석 외 2명	생물환경조절학회지	18(3)	비SCI
6	2009	파프리카 재배 온실의 피복재 종류에 따른 내부 환경요인과 수량성	김호철, 배종향, 이정현	한국생물환경조절학회지	18(3)	비SCI
7	2009	Estimation of Leaf area, Fresh Weight, and Dry Weight of Paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) using Leaf Length and Width in Rockwool-Based Soilless Culture	뉴엔타이 외 3명	Hort. Environ. Biotechnol.	50(5)	비SCI

8	2009	한국과 네덜란드의 파프리카 재배온실의 시설 내·외부 기상환경 비교	정원주, 명동주, 이정현	생물환경조절학회지	18(3)	비SCI
9	2009	적화처리가 'Derby'와 'Cupra' 파프리카의 건물생산량 및 광합성 효율에 미치는 영향	이정현, 차종철	원예과학기술지	27(4)	SCIE
10	2010	Discovery of single nucleotide polymorphism in <i>Capsicum</i> and SNP markers for cultivar identification	정진기, 박성우, Wing Yee Liu, 강병철	Euphytica	175	SCI
11	2010	Identification of <i>Capsicum</i> species using SNP markers based on high resolution melting analysis	정희진, 조영득, 박성우, 강병철	Genome	53(12)	SCI
12	2010	착색단고추 재배 온실의 피복재 종류에 따른 내부 온·습도 변화	김호철, 최준혁, 이정현, 배종향	한국생물환경조절학회지	19(1)	비SCI
13	2010	Analysis of Relationship Among Transpiration, Growth and Environmental Factors in Soilless Culture of Paprika Plants	손정익 외 6명	Kor. J. Hort. Sci. Technol	28(1)	SCIE
14	2010	A CAPS marker linked to a genic male-sterile gene in the colored sweet pepper, 'Paprika' (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Jundae Lee, Jung-Heon Han, Chul-Geon An, Won Phil Lee and Jae Bok Yoon	Breed. Sci.	60: 93-98	SCI
15	2010	파프리카 흰가루병 방제용 난황유의 유화특성과 우황수화제와의 혼용 시 방제효과	이정환, 한기수, 배동원, 권영상, 김동길, 강규영, 김희규	식물병연구	16(1)	비SCI
16	2011	파프리카 재배 중 살균제 boscalid와 pyraclostrobin의 사용시기에 따른 작물 부위별 생산단계 잔류특성	조규성, 이소정, 이동열, 김영진, 최원조, 이제봉, 강규영	한국농약과학회지	15(3)	비SCI

17	2011	파프리카 시판 품종에 대한 유전자적 응성불임성의 대립성 및 분자표지의 유용성 검증	이준대, 도재왕, 한정현, 안철근, 권오열, 김용권, 윤재복	원예과학기술지	29(2): 130-134	SCIE
18	2011	Modeling of Transpiration of Paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) Plants Based on Radiation and Leaf Area Index in Soilless Culture	따더홍 외 2명	Hort. Environ. Biotechnol.	52(3)	SCIE
19	2011	파프리카 잎 중 chlorfenapyr의 잔류량 변화와 점박이응애에 대한 잔효 생물 활성	조규성, 이소정, 이동열, 김영진, 김정열, 정부근, 강규영	한국농약과학회지	15(3)	비SCI
20	2012	Development and validation of L allele-specific markers in Capsicum	양희범, Wing Yee Liu, 강원희, 김진희, 조화진, 유재형, 강병철	Molecular breeding	30	SCI
21	2012	Development of a precise system for transpiration monitoring and irrigation control based on radiation, electrical conductivity, and drainage ratio for soilless culture of Paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) plants	신종화 외 2명	Biosystems Engineering	투고	SCI
22	2012	광량과 파프리카 품종에 따른 수량과의 상호관계	명동주, 배종향, 강종구, 이정현,	생물환경조절학회지	21(3)	비SCI
23	2012	Comparison of Growth, Transpiration, and Water Use Efficiency of Paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) under Different Irrigation Frequencies Based on Solar Radiation	따더홍 외 3명	Hort. Environ. Biotechnol.		SCI(E)
24	2012	적색 계통 파프리카 품종 간 생육 및 착과 특성 비교	김호철, 이정현, 배종향	한국생물환경조절학회지	21(3)	비SCI

25	2012	Development of a non-linear equation for estimating transpiration amount with light intensity for enhancing irrigation efficiency in soilless culture of Paprika plants	신종화 외 2명	한국생물환경조절학회지	투고 예정	비SCI
26	2012	Analyses of Transpiration, Growth, Yield and Quality of Paprika Plants under Different Moisture Contents of Rockwool Media in Soilless Culture	뉴엔타이 외 3명	한국생물환경조절학회지	투고 예정	비SCI

다. 학술발표

순번	발간연도	논문명	저자	학술지명	Vol (No.)	구분
1	2007	Study of the Dry Matter Distribution Pattern in Sweet Pepper Fruit	정원주, 명동주, 강인근, 송순, 이자영, 이정현	한국원예학회·한국생물환경조절학회 공동학술발표회 자료집		비SCI (구두)
2	2007	Effect of Difference in the Day and Night Temperature and Cultivars on the Rate of Plant Height of Sweet Pepper Plant	명동주, 이정필, 이정현	한국원예학회·한국생물환경조절학회 공동학술발표회 자료집		비SCI (구두)
3	2008	유리온실과 플라스틱 온실의 파프리카 과실무게와 수량 비교 연구	정원주, 강인근, 이자영, 박성훈, 김햇살, 명동주, 김근태, 이정현	한국생물환경조절학회 학술발표논문집	17(1)	비SCI (포스터)
4	2008	광량과 파프리카 수량에 관한 상호관계 연구	명동주, 이정필, 정원주, 정갑채, 김성길, 이정현	한국생물환경조절학회 학술발표논문집	17(1)	비SCI (포스터)
5	2008	파프리카 품종에 따른 육묘기 상대생장율에 미치는 영향	차중철, 명지은, 강보영, 이자영, 박성훈, 김햇살, 구양규, 이정현	한국생물환경조절학회 학술발표논문집	17(1)	비SCI (포스터)
6	2008	암면큐브내 EC수준이 파프리카 육묘의 건물분배와 생육에 미치는 영향	이은규, 정원주, 강인근, 이자영, 명동주, 배종향, 손정익, 이정현	한국생물환경조절학회 학술발표논문집	17(1)	비SCI (포스터)

7	2008	Dry matter production and yield of sweet pepper grown under glasshouse and plastic greenhouse in Korea	정원주, 손정익, 배중향, 차중철, 이선아, 이정현	2008AHC (아시아원예학회)	아시아원예학회 학술발표집	비SCI (삼지엽)
8	2008	Water uptake relation to radiation and yield of sweet pepper relation to water uptake	명동주, 정원주, 이정필, 명지은, 손정익, 배중향, 이정현	2008AHC (아시아원예학회)	아시아원예학회 학술발표집	비SCI (삼지엽)
9	2008	환경요인에 근거한 파프리카의 증산량 추정 모델	손정익 외 7명	원예과학기술지	26(별호1)	포스터발표
10	2008	파프리카 관수를 위한 수분조절 시스템 개발 및 증산량 예측	뉴엔타이 외 6명	생물환경조절학회 논문집	17(1)	포스터발표
11	2009	품종에 따른 적화 처리가 파프리카의 생장 특성에 미치는 영향	차중철, 정원주, 구양규, 손정익, 배중향, 이정현	한국원예학회 원예과학기술지	27(S1)	SCIE (포스터)
12	2009	Dry Mass Production of Sweet Pepper Plant Grown in Korea and in the Netherlands	정원주, 김햇살, 강인근, 차중철, 문현희, 명동주, 이정현	한국원예학회 원예과학기술지	27(S1)	SCIE (포스터)
13	2009	Analysis of Moisture Characteristics of Growing Medium Using Time Domain Reflectometry (TDR) Sensors in Rockwool Culture	박중석 외 3명	원예과학기술지	27(별호2)	포스터발표
14	2009	Prediction of Transpiration Using Cumulative Radiation and Vapor Pressure Deficit with Growth Stage in Soilless Culture of Paprika Plants	뉴엔타이 외 6명	원예과학기술지	27(별호2)	포스터발표
15	2009	Estimation of Leaf area using Fresh and Dry Weights of Paprika Plants (Capsicum annum L.) Using Leaf Length and Width in Rockwool Culture	뉴엔타이 외 3명	원예과학기술지	27(별호2)	포스터발표
16	2010	파프리카의 환경관리 신기술	이정현, 명동주	한국원예학회 원예과학기술지	27(S2)	SCIE (포스터)
17	2010	네덜란드와 우리나라의 파프리카 재배시 근권환경 조건 비교 분석	김햇살, 김은정, 장구영, 문현희, 이정현	한국원예학회 원예과학기술지	27(S2)	SCIE (구두)
18	2010	Source strength(엽면적의 변화)의 변화가 파프리카의 개화 및 과실에 미치는 영향	정원주, 문현희, 명동주, 배중향, 이정현	한국원예학회 원예과학기술지	28(S1)	SCIE (포스터)

19	2010	Seasonal Difference of Dry Matter Content, Partitioning, and External Characteristics in Sweet Pepper Fruit	Jeong, WJ, Park, SH., Kim, HS., Kang, IG., Myoung, DJ., Lee, SA., Park, GY., Lee, JH	International Horticultural Congress	28th	비SCI (삼표지업)
20	2010	Analysis of paprika production gap between Netherlands and Korea	Lee, JH	International symposium on protected horticulture in North-East Asian Contries	The 2nd Sino-Japan-Korea a joint symposium on protected horticulture and environmental control	비SCI (삼표지업)
21	2010	Effects of Greenhouse Covering Material on Environmental Factors and Fruit Yield in Protected Cultivation of Sweet Pepper	Ho Cheol Kim, Jong Hyang Bae, Jun Hyuk Choi, Jeong Hyun Lee	International symposium on protected horticulture in North-East Asian Contries	The 2nd Sino-Japan-Korea a joint symposium on protected horticulture and environmental control	비SCI
22	2010	착색단고추 재배 온실의 피복재 종류에 따른 내부 온·습도 변화	최준혁, 이정현, 김호철, 배종향	Kor. J. Hort. Sci. Technol.	28 (SUP PL. I)	SCIE
23	2010	Analysis of water requirements with growth and environmental factors in soilless culture	신중화 외 3명	The 2nd Sino-Japan-Korea Joint Symposium on Protected Horticulture & Environmental Control		포스터 발표
24	2010	파프리카 최적 관수 시스템 개발	신중화 외 4명	한국생물환경조절학회	19(1)	포스터 발표
25	2010	Model-based prediction of water content of growing medium and development of irrigation strategy	신중화 외 3명	원예과학기술지	28(별호2)	포스터 발표
26	2010	Modeling of transpiration (<i>Capsicum annuum</i> L.) of Paprika plants using radiation and leaf area index in soilless culture	따더홍 외 3명	원예과학기술지	28(별호2)	구두 발표
27	2011	겨울철 줄기밀도 조절과 HPS보광이 파프리카 생산성에 미치는 영향	김은정, 구양규, 김다호, 명동주, 박시홍, 이정현	한국원예학회 원예과학기술지	29(S1)	SCIE (포스터)

28	2011	외줄기 재배가 파프리카의 생육 및 수량에 미치는 영향	이정현, 김은정, 구양규, 박시홍, 송명준, 안갑주, 명동주	한국생물환경조절학회 학술발표논문집	20(1)	비SCI (포스터)
29	2011	하계 고온기 초저녁 온도 관리가 파프리카 생육 및 생산성에 미치는 영향	김은정, 김다호, 명동주, 배종향, 이정현	한국원예학회 원예과학기술지	29(S2)	SCIE (포스터)
30	2011	벤로형 유리온실 측고에 따른 내부 환경 및 파프리카 생산성 차이	최준혁, 배종향, 이명재, 이정현	Kor. J. Hort. Sci. Technol.	29 (SUP PL. I)	SCIE
31	2011	주야간온도차가 파프리카 생육에 미치는 영향	김호철, 배종향, 이명재, 김문성, 이정현	Kor. J. Hort. Sci. Technol.	29 (SUP PL. II)	SCIE
32	2011	습도관리 차이가 파프리카 생육에 미치는 영향	이명재, 배종향, 김호철, 정평화, 이정현	Kor. J. Hort. Sci. Technol.	29 (SUP PL. II)	SCIE
33	2011	Effect of Irrigation Frequency based Solar Radiation on Paprika Transpiration, Water Use Efficiency, and Yield Production in Greenhouse Soilless Culture	따더홍 외 2명	원예과학기술지	29(별호1)	
34	2011	Analysis of Transpiration Efficiency in Terms of Light Intensity in Soilless Culture	신종화 외 2명	원예과학기술지	29(별호2)	포스터 발표
35	2011	Transpiration, Growth, and Water Use Efficiency of Paprika Plants (<i>Capsicum annuum</i> L.) as Affected by Irrigation Frequency	따더홍 외 3명	원예과학기술지	29(별호2)	포스터 발표
36	2012	외줄기와 두줄기 재배가 단위면적당 파프리카의 생육에 미치는 영향	이정현, 김은정, 김다호, 명동주, 구양규, 배종향	한국생물환경조절학회 춘계공동학술발표논문집	21(1)	비SCI (포스터)
37	2012	재식밀도가 파프리카 생육에 미치는 영향	명동주, 김은정, 김다호, 이선아, 김규하, 이정현	한국생물환경조절학회 춘계공동학술발표논문집	21(1)	비SCI (포스터)
38	2012	파프리카 작물의 생육 모델 검증	김은정, 박창록, 이정현	한국생물환경조절학회 춘계공동학술발표논문집	21(1)	비SCI (포스터)

39	2012	겨울철 LED 혼합광이 파프리카 생육에 미치는 영향	김은정, 김다호, 명동주, 박시홍, 이정현	한국생물환경조절학회 춘계공동학술발표논문집	21(1)	비SCI (포스터)
40	2012	파프리카 생과중 예측을 위한 과실건물함량 일반화	이정현, 김은정, 박창록, 박시홍, 서수원, 명동주	한국원예학회 원예과학기술지	30(S2)	SCIE (포스터)
41	2012	시뮬레이션 모델을 이용한 산란광 투과율과 CO2에 따른 파프리카의 건물생산량에 미치는 영향	이정현, 배종향, Heuvelink Ep, Bakker Menno	한국원예학회 원예과학기술지	30(S2)	SCIE (구두)
42	2012	Development of a Plant Growth Monitoring and Irrigation Control System for Soilless Culture of Paprika Plants	신종화 외 1명	원예과학기술지	30(별호1)	구두 발표
43	2012	Development of a Commercialized Irrigation Control System for Soilless Culture of Paprika Plants	신종화 외 1명	원예과학기술지	30(별호1)	포스터 발표

라. 특허 성과

○ 특허실적 14건(특허 출원 10건, 특허 등록4건)

순번	구분	출원 여부	년도	특허명	출원인	발명인	출원(등록)번호
1	특허	출원	2008	파프리카(착색단고추)의 유전자적 응성불임성(GMS)과 연관된 분자표 지개발과 이를 이용한 새로운 GMS 계통 육성 방법	(주)고추와 육종	이준대, 윤재복, 안철근	10-2008-0070434
2	특허	출원	2009	유전자적 응성불임성(GMS) 연관마 커를 이용한 미니파프리카의 새로운 GMS 계통 육성 방법	(주)고추와 육종	이준대, 윤재복, 안철근	10-2009-0079571
3	특허	출원	2009	세포질-유전자적 응성불임성 (CGMS) 회복유전자좌(<i>Rf</i>) 연관마 커를 이용한 파프리카(착색단고추) CGMS 모계(A 및 B 계통) 육성 방 법	(주)고추와 육종	이준대, 윤재복	10-2009-0079572
4	특허	출원	2009	세포질-유전자적 응성불임성 (CGMS) 회복유전자 도입을 통한 파프리카(착색단고추) CGMS 부계 (C 계통) 육성 방법	(주)고추와 육종	이준대, 윤재복	10-2009-0079570
5	특허	등록	2010	파프리카(착색단고추)의 유전자적 응성불임성(GMS)과 연관된 분자표 지개발과 이를 이용한 새로운 GMS 계통 육성 방법	(주)고추와 육종	이준대, 윤재복, 안철근	제10-0998124호
6	특허	출원	2010	PMMoV 저항성 고추 품종을 선별하기 위한 프라이머 세트, 방법 및 키트	서울대학교 산학협력단	강병철, 양희범	10-2010-0048368
7	특허	출원	2012	TSWV 저항성 고추 품종을 선별하기 위한 프라이머 세트, 방법 및 키트	서울대학교 산학협력단	강병철, 양희범	10-2012-0074825
8	특허	출원	2008	온실용 복합환경 제어기	그린씨에스 (주)	서민철, 배임성, 이정현, 서해근	2008-0070769
9	특허	등록	2009	온실용 복합환경 제어기	그린씨에스 (주)	서민철, 배임성, 이정현, 서해근	10-0908027
10	특허	출원	2010	온실환경 자동제어 방법 및 시스템	그린씨에스 (주)	배임성, 서민철, 이정현, 서해근	2010-0064357
11	특허	출원	2010	비닐하우스의 권취식 환기창을 개폐하기 위한 모터의 개별제어 시스템	그린씨에스 (주)	배임성, 서민철, 이정현, 서해근	2010-0064340

순 번	구 분	출 원 여 부	년 도	특 허 명	출 원 인	발 명 인	출 원(등 록)번 호
12	특허	등록	2011	온실환경 자동제어 방법 및 시스템	그린씨에스 (주)	배임성, 서민철, 이정현, 서해근	10-1031820
13	특허	등록	2011	비닐하우스의 권취식 환기창을 개폐하기 위한 모터의 개별제어 시스템	그린씨에스 (주)	배임성, 서민철, 이정현, 서해근	10-1031821
14	특허	출원	2012	근권환경 최적화를 위한 관수 제어 방법 및, 그 제어 시스템	서울대학교 산학협력단	손정익, 신종화	10-2012-0057694

마. 품종등록

품종실적 11건(품종 출원 9건, 품종보호등록 2건)

순번	구분	출원여부	년도	특허명	출원인	발명인	출원(등록)번호
1	품종	출원	2012	하나-알1호	(주)하나종묘 이용직		출원 2012-497
2	품종	출원	2012	하나-오1호	(주)하나종묘 이용직		출원 2012-496
3	품종	품종보호출원	2012	SNU-CP-1	서울대학교 산학협력단	강병철, 양희범	102012000472
4	품종	품종보호출원	2012	SNU-CP-2	서울대학교 산학협력단	강병철, 양희범	102012000473
5	품종	품종보호출원	2012	레드스타	농업협동조합중앙회	권오열	출원2012-543
6	품종	품종보호출원	2012	오렌지스타	농업협동조합중앙회	권오열	출원2012-544
7	품종	품종보호출원	2012	엘로우스타	농업협동조합중앙회	권오열	출원2012-548
8	품종	품종보호출원	2012	레드스마트	농업협동조합중앙회	권오열	출원2012-549
9	품종	품종보호출원	2012	엘로우스마트	농업협동조합중앙회	권오열	출원2012-545
10	품종	품종보호출원	2012	오렌지스마트	농업협동조합중앙회	권오열	출원2012-546
11	품종	품종보호출원	2012	레드썬	농업협동조합중앙회	권오열	출원2012-547

바. 사업화 현황

(1) 사업화

사업화 년도	사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				기대출액	개발제품 (기술) 대출액
			업체명	대표자	종업원수	사업화 형태		
2008	온실환경제어시스템	온실용 복합환경제어기 공급	그린씨에스(주)	서일수	3	판매		210백만원
2009	온실환경제어시스템	온실용 복합환경제어기 공급	그린씨에스(주)	서일수	3	판매	210백만원	330백만원
2010	온실환경제어시스템	온실용 복합환경제어기 공급	그린씨에스(주)	서일수	3	판매	540백만원	375백만원
2011	온실환경제어시스템	온실용 복합환경제어기 공급	그린씨에스(주)	배임성	3	판매	915백만원	240백만원
2012	온실환경제어시스템	온실용 복합환경제어기 공급	그린씨에스(주)	배임성	3	판매	1155백만원	195백만원
	합계						1350백만원	

(2) 기술 거래

○ 기술이전 _10건

기술거래 일자	기술 내용	대상 기관
(진행중)	본 사업단의 특허 성과물인 “PMMoV 저항성 고추 품종을 선별하기 위한 프라이머 세트, 방법 및 키트”를 기술 이전함.	솔젠티
(진행중)	파프리카 품종 “레드스타”	자체이전
(진행중)	파프리카 품종 “옐로우스타”	자체이전
(진행중)	파프리카 품종 “오렌지스타”	자체이전
(진행중)	파프리카 품종 “레드스마트”	자체이전
(진행중)	파프리카 품종 “옐로우스마트”	자체이전
(진행중)	파프리카 품종 “오렌지스마트”	자체이전
(진행중)	파프리카 품종 “레드썬”	자체이전
(진행중)	중국 토경재배용 적색파프리카 “하나-알1호”	농협종묘
(진행중)	중국 토경재배용 적색파프리카 “하나-오1호”	농협종묘

사. 인력활용/양성 성과

(1) 인력지원 성과

지원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
103	23	24	43	13	84	19	19	1	83

(2) 산업기술인력 양성 성과

일 자	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육 개최회수	총 교육시간	총 교육인원
2008	지역농업 특성화교육사 업 파프리카교육 반	파프리카 재배 온실환경조절	전남대학교	10	40	20
2008	지역농업 특성화교육사 업 농업선진국교 육	파프리카 재배 농가의 네덜란드 PTC+교육 참여	네덜란드 PTC+교육센터, 지역농업특성화사업단 (전라남도, 경상북도)	3	120	45
2008	해외전문가초 청 강연	네델란드 BLV 수석 컨설턴트 크리스 비번 초청 파프리카 재배 전반 강의	경상남도 농업기술원 및 파프리카 재배현장, 전라남도 농업기술원	3	24	100
2008	파프리카 재배관리	파프리카 하계작형 재배관리	파프리카 생산자자조회	2	8	40
2009	지역농업 특성화교육사 업	첨단시설원예 에너지관리 전문인력양성(파프리카)	전남대학교, 전남농업특성화센터	15	90	20
2009	지역농업 특성화교육사 업 농업선진국교 육	파프리카 재배농가의 네덜란드 PTC+ 교육 참석	네덜란드 PTC+ 교육센터, 농산물유통공사	2	112 (28일)	26
2009	해외전문가 초청 강연	네덜란드 Wingerden horticultural advice 수석컨설턴트 Jhon van Wingerden 초청 재배 전반 강의	전남대학교, 농업회사법인 탐진들, 전남농업특성화센터, 화순도곡파프리카영농조합 법인	3	18	60

	네덜란드 Green Q 파프리카 전문건설턴트 Wim van Wingerden 초청 재배 진반 강의	전남대학교, 농업회사법인 탐진들, 전남농업특성화센터, 화순도곡파프리카영농조합법인	5	30	100	
2009	파프리카 재배 관리	파프리카 농가 및 연구교육기관 교육	전남대학교, 농업회사법인 탐진들, 화순도곡파프리카영농조합 법인 영광시설과채류 영농조합법인 등외다수	30	100	450
2010	해외전문가 초청 강연	네덜란드 Koppert 컨설턴트 Jan Rodenrijs 초청 수출파프리카 IPM관리	전남대학교, 농업회사법인 탐진들, 화순도곡파프리카영농조합 법인	3	12	30
2010	파프리카 재배 관리	파프리카 농가 및 연구교육기관 교육	전남대학교, 농업회사법인 탐진들, 화순도곡파프리카 영농조합법인 영광시설과채류 영농조합법인, 진부수출파프리카작목반	10	40	120

아. 홍보 실적

○ 보도 내역 45건

순번	홍보일자	언론매체명	내 용
1	2007-12-03	농민신문	파프리카 연구본격화
2	2007-12-04	환경TV, 한국정책TV	메이드인코리아-수출농산물
3	2008-07-30	농민신문	파프리카 연구사업단 추진과제 진도평가회
4	2009-03-18	원예산업신문	국내산 파프리카 종자개발 박차
5	2009-04-24	농민신문	파프리카 국산품종 개발'가속도'
6	2009-05-11	농민신문	파프리카 종자값은 금값
7	2009-08-19	원예산업신문	국산 파프리카 품종 개발 멀지 않아
8	2009-11-11	원예산업신문	'파프리카 재배기술'자료집 발간
9	2010-01-06	농민신문	'파프리카 재배...'영농활용자료 발간
10	2010-05-12	농민신문	파프리카 종자 국산품종개발 "눈앞"
11	2010-08-20	농민신문	파프리카 국산품종 개발성과 "가시화"
12	2011-05-04	농민신문	파프리카 신품종 개발 '속도'
13	2011-01-10	원예산업신문	국산 파프리카 품종 올 여름 출현
14	2011-05-02	원예산업신문	"우리 파프리카품종 네덜란드 근접"
15	2011-12-05	원예산업신문	국내최초 국산파프리카 3품종 등록
16	2012-01-27	세계일보	농협종묘센터, 국내최초 국산 파프리카 품종개발
17	2012-01-27	프레시안	금보다 비싼 파프리카 씨앗, 드디어 국산화
18	2012-01-29	파이낸셜 뉴스	농협국산파프리카 품종 개발
19	2012-01-27	경향신문	수입에 의존했던 '파프리카 종자' 국내 최초 개발성공
20	2012-01-27	아시아 경제	전량수입했던 파프리카, 국산 품종 첫 개발
21	2012-01-27	농민신문	국산 파프리카 3품종 개발
22	2012-01-27	아주경제	국내최초 국산 파프리카 품종 개발
23	2012-01-27	머니투데이	농협종묘센터, 파프리카 3개 국산품종 첫 개발
24	2012-01-27	헤럴드경제	100% 수입하던 파프리카 종자...국산 신품종 첫 개발
25	2012-01-27	아시아투데이	농협, 국산 파프리카 신품종 개발 성공
26	2012-01-28	KBS	국산 파프리카 재배 성공...씨앗값 50%낮아질듯
27	2012-01-27	농민신문	파프리카연구사업단, 특허출원 4년만에 9건...네덜란드 수준 품종개발 도전
28	2012-01-27	한국경제	농협종묘센터 국산 파프리카 신품종 개발 성공
29	2012-01-27	광주매일신문	국산파프리카 재배 성공...씨앗값 50% 낮출듯
30	2012-01-27	뉴스천지	농협종묘센터, 국내 최초 국산 파프리카 품종 개발
31	2012-01-27	뉴시스	농협, 파프리카 신품종 개발 ...수입대체 효과 기대
32	2012-01-27	식품저널	농협종묘센터, 국산 파프리카 품종개발
33	2012-01-28	강원일보	국산 파프리카 재배 성공

34	2012-01-30	전라일보	농협종묘센터, 국산 파프리카 품종 첫 개발
35	2012-01-30	한국농어민신문	국산파프리카 3개 신품종 개발
36	2012-02-01	원예산업신문	국내최초 파프리카 품종 개발
37	2012-01-30	NBS	농협종묘센터, 종자국산화 개발성공
38	2012-03-28	MBC	황금씨앗의 전쟁
39	2012-01-24	YTN	첫 국산 파프리카 개발
40	2012-01-24	MBN	파프리카, 이제 우리씨앗으로
41	2012-01-27	농민신문	[사설]국산품종 '파프리카 삼총사'가 쏘아올린 희망
42	2012-03-10	월간새농사	농협종묘, 파프리카 품종육성, 종자수출 신호탄 되나
43	2012-03-28	MBC	황금씨앗의 전쟁
44	2012-06-08	농민신문	국산파프리카 시험재배 '순항'
45	2012-09-19	농민신문	대과형 파프리카로 만리장성 넘는다

자. 책자 발간

연차	연도	제 목	저 자
1차 년도	2008	2008 하절기 파프리카 안전성 관리 홍보	경상대학교
	2008	고추,파프리카 Fact Sheets 병해충 천적 생리장해 관리	경상대학교
	2008	[파프리카] 천적을 활용한 가루이류 생물적 방제와 천적에 안전한 농약 사용법	(주)세실
2차 년도	2009	파프리카 병해충 종합관리체계 구축	경상대학교
	2009	[파프리카] 천적을 활용한 총채벌레류 생물적 방제와 천적에 안전한 농약 사용법	(주)세실
3차 년도	2010	파프리카 재배기술 향상 및 안전한 병해충 방제	파프리카 연구사업단
	2010	[파프리카] 천적을 활용한 가루이류 생물적 방제와 천적에 안전한 농약 사용법	(주)세실
4차 년도	2011	고추 파프리카 병해충 종합관리	파프리카 연구사업단
	2011	수출 파프리카 고품질 안정생산 기술	경상대학교
5차 년도			

차. 컨설팅 및 교육

순번	일자	내용	대상농가	참가인원
1	2008	파프리카 품질관리	파프리카자조회	172
2	2009	파프리카 품질관리	파프리카자조회	100
3	2010	파프리카 품질관리	파프리카자조회	56
4	2011	파프리카 품질관리	파프리카자조회	32

2. 성과활용계획

가. 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발(제1-1세부과제)

논문게재 1건[SCI(E) 1건], 품종출원 7건에 달하는 실적을 얻었다. 사업단 연구결과 품종육성에 이용할 수 있는 많은 육종재료를 확보하였으며, 국내 최초로 파프리카 국산 품종을 개발하였다. 개발된 품종들은 농가 실증실험중에 있으며 농가반응이 좋을 경우 적극적으로 품종을 공급할 계획이다. 일부 품종은 내년 공급계획으로 원종생산중이며 조합능력 결과 우수한 조합은 계속하여 품종출원할 예정이다. 국내 최초로 파프리카 품종육성이 성공함에 따라 그 동안 100%외국산 품종에 의존하던 종자를 국산으로 대체함으로써 종자의 원활한 공급 및 종자가격을 안정화시켜 농가 생산비를 줄일수 있을 것이다.

나. 중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발(제1-2세부과제)

본 연구의 결과물인 중국 시장에 대한 이해는 향후 산동지방의 파프리카와 고추 품종 개발 뿐만이 아니고, 더 큰 시장인 중국 남방 시장을 공략할 수 있는 중요한 자산으로 활용될 것으로 사료된다. 또한 이번에 품종 보호 출원을 하게 된 2가지 품종 (하나알1호, 하나오1호)은 2013년도에 현지 농가 확대 시험을 적어도 5곳 이상은 수행할 계획에 있다. 한국과 마찬가지로 중국도 파프리카 재배는 단위면적당 조수익이 많은 작형이므로 농가에서 품종을 잘 바꾸지 않으려는 기본적인 습성이 있다. 따라서 영업적인 접근을 위하여는 향후 2~3년의 시험포 운영을 통하여 품종의 우수성을 지속적으로 홍보를 하여야 할 것으로 사료되며, 이는 중국인들 특유의 “만만디”와 더불어 빠른 시장 접근을 어렵게 하는 요인이 된다. 지속적인 시험포 운영을 통하여 단점을 보다 명확히 파악하고, 이를 보완하는 계통선발을 지속적으로 할 계획이다. 종자의 신규개발은 품종발표 -->결과feedback-->보완품종발표-->결과feedback의 과정을 2~3번은 거쳐야 가능하므로 조급하지 않게 지속적인 보완을 할 계획이다. 시장의 진입장벽이 높은 만큼 시장 진입에 성공하면 상당기간 동안 안정적인 판매가 가능할 것으로 기대된다.

다. 융성불임을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립(제1-3세부과제)

○ 파프리카 융성불임 유전인자 분석

- 네덜란드를 포함하는 유럽의 파프리카 품종 개발 종자회사들과 미국의 파프리카 종자회사 등에서 사용하고 있는 융성불임 유전인자가 무엇인지를 확인할 수 있으며 기존에 알려지지 않은 새로운 융성불임 유전인자의 유무도 확인 가능하여 융성불임 유전자 연관 분자표지 개발에 유용한 정보로 활용될 수 있다.
- 서로 다른 유전인자를 조합하여 two loci GMS system을 확립할 경우 종자생산 비용을 획기

적으로 절감할 수 있을 뿐만 아니라 자체적인 품종 보호의 수단으로서 효용성이 높아질 수 있다.

○ 파프리카 응성불임 유전인자와 연관된 분자마커 개발

- 열성유전 하는 GMS에 있어서 분자마커의 효용성은 매우 크다. 따라서 각각의 품종별 또는 과 색별로 맞춤형 분자마커를 개발할 경우 세대진전에 필요한 포장 면적 및 노동력 등을 획기적으로 절감할 수 있으므로 최종적으로 종자생산 비용 절감에 결정적인 역할을 할 수 있다.
- 매 세대마다 응성불임 계통 육성을 위한 hetero형을 선발해야 하는데 분자마커를 사용할 경우 다음 세대의 확인 없이 당대에서 직접 선발할 수 있으므로 육종연한 단축에 따른 신속한 품종 개발 가능할 것이다.
- 분자마커를 이용하여 서로 다른 *ms* 유전자를 집적시켜 효과적으로 two loci GMS system 개발에 유용하게 활용될 수 있다.

○ 파프리카 응성불임 계통 육성

- 신품종에 대한 육종가의 권리를 보호하고 우수한 품종의 수명을 연장하는 방법으로서 응성불임의 이용은 매우 중요하다. 현재 신품종 파프리카의 약 90% 정도에서 이미 응성불임의 사용을 확인할 수 있었고 앞으로의 품종은 거의 모두 응성불임을 이용할 것으로 판단된다. 따라서 우리나라에서 응성불임을 이용하여 파프리카 신품종을 육성하는 것은 파프리카 산업의 토착화 및 국산화를 이루는데 활용될 수 있다.

○ CGMS system 도입을 통한 파프리카 계통 육성

- 응성불임 불안정성으로 인하여 현재 파프리카에서 사용하지 못하고 있는 CGMS system을 일반 고추로부터 여교잡 및 분자마커를 이용하여 도입함으로써 CGMS 이용을 위한 계통 육성을 할 수 있을 것이다.
- 가장 경제적인 채종방법임과 동시에 품종 보호 측면에서도 가장 유리한 방법이며 아직 전 세계에서 그 유래를 찾기 힘든 연구과제로서 파프리카 응성불임 불안정성 관련 연구에 많은 도움이 될 것이다.
- 본 연구과제에서 생산되는 연구결과는 논문게재, 특허출원 및 기술이전을 할 것이다.

라. 분자유종 기술을 이용한 복합 바이러스 내병성 파프리카 계통육성(제1-4세부과제)

- 4개의 바이러스 저항성(PMMoV, CMV, TSWV, Potyvirus), 1개의 세균저항성(Xanthomonas) 연관 분자표지 분석 기술을 확립하여 복합 병 저항성 파프리카 분자유종 체계를 구축함.
- CMV&Potyvirus 복합 저항성 계통을 육성하여 다른 계통과 교배하여 CMV, Potyvirus 복합 저항성 파프리카 F1 품종을 개발할 수 있고, 또한 다른 계통과 교배하여 다른 계통에 CMV, Potyvirus 저항성 유전자를 도입할 수 있음.
- 타 세부과제에서 육성 중인 계통의 TSWV, PMMoV, 세균성 점무늬병 유전형질을 분석한 바 있고, 이들 계통을 이용하여 복합 병 저항성 파프리카 품종을 만들 수 있는 기틀을 마련함.

마. 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정(제1-5세부과제)

육성하고자 하는 파프리카와 미니파프리카의 분리계통에 대해 초기 단계에서부터 온실이나 비닐하우스의 수경과 토경 등 다른 조건에서 생육과 과실의 특성 및 병저항성 등을 검정하여 계통선발을 하고 제 1-1 세부과제에서 육성된 교배조합을 기존의 재배품종들과 비교 시험을 유리온실 수경재배, 비닐하우스 및 토경재배를 경남, 전남, 강원 농가포장 등에 시험 하여 평가한 후 우수한 조합은 품종등록 한다.

바. 파프리카의 시설별 지상부 최적 생육환경 조건 개발(제2-2세부과제)

- 파프리카 재배에 있어 온실 종류, 다양한 환경 요인 중 생산성에 영향을 주는 주요인을 밝혀내었고, 이에 대한 영향력 정도를 회귀분석을 통하여 추정식을 도출하였다. 이는 차후 파프리카의 재배 면적 확대 및 설비 개선 등에 이용하면 그 효율성을 증대시킬 것으로 기대된다. 또한 현장 재배 적용 기술에 대한 보완을 가능케 함으로서 작물의 안정적 생장 및 발육을 도모하고 이에 생산성을 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다.

사. 우리나라 환경에 적합한 온실환경 제어시스템 및 제어프로그램 개발(제2-3세부과제)

- 1) 온실 복합환경 제어기 판매
 - 유리온실, 플라스틱온실 등에 적합한 범용 환경제어 프로그램의 국내 자체 기술력 확보에 따른 잇점을 활용하여 국내 시설원에 농가 및 식물공장을 대상으로 계속 보급을 위한 사업 확대 실시
 - 지속적 소프트웨어 업그레이드를 통한 농가 경영비 감소를 위한 A/S 체계 구축
- 2) u-IT 농업연계
 - 지자체에서 추진하고 있는 u-IT 농업 확대와 연계하여 국내 환경에 적합한 온실 복합환경제어기 보급 추진
 - web 기반 통신을 활용한 원격지원 프로그램 제공에 따른 제품의 기능성 강화

아. 파프리카 근권환경 최적화를 위한 함수율 조절 장치 개발(제2-4세부과제)

- 파프리카의 배지 함수율 최적화 조절 기술 및 시스템 개발 활용
- ERP 이용농가들의 생산효율성과 프로그램 이용효율의 극대화
- 생산농가 간 상이한 수분관리에 의한 생산량 감소의 최소화
- 파프리카 근권 함수율 조절을 통한 작물 품질 및 생산성 향상

자. 파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안(제3-1세부과제)

- 1) 파프리카 수출 및 유통 시에 발생하는 잔류농약 클레임해소를 위해서 생산단계 잔류허용기준을 적용하여 출하 시에 잔류허용기준(MRL, Maximum Residue Limit)을 초과

- 하지 않는 안전한 파프리카 생산이 가능한 기반확립..
- 2) 계절별 농약의 잔류특성 구명을 통하여 겨울철 빈번히 발생하는 잔류농약 클레임 현상을 방지하고 사용 농약 선택에 가이드라인 제시..
 - 3) 농약의 살포 후 잔류특성과 생물학적 활성 능력의 검증을 통한 상관성을 연구하여 병해충방제 시 사용하는 농약의 살포농도를 추천하고 과다사용을 방지하는 방법 제시.
 - 4) 육묘 및 정식초기 살충제의 근부캡슐처리를 통하여 정식 초기에 해충을 방제하여 겨울철 시설 내 해충 발생 미연에 방지.
 - 5) 해충 밀도가 높은 온실 내에서 처리 여러 가지 처리 방법으로 잔류성과 약효실험을 통하여 캡슐처리가 파프리카 재배 시에 해충을 방제하고 잔류문제도 줄일 수 있는 방법으로 적용, 추천.
 - 6) 흰가루병 방제를 위해 개선된 난황유의 사용으로 농가에서 흰가루병 발생 시 잔류의 문제를 해결하고 약효를 얻을 수 있음.
 - 7) 병해충 진단키 개발 및 보급을 통해 농가에서 발생하는 병해충의 정보를 확인하여 방제에 기여.
 - 8) 농약 안전사용 교육 및 책자 제작/보급을 통하여 파프리카 재배중 발생하는 해충방제 방법 및 안전한 농약의 사용 등을 교육함으로써 농민들이 파프리카 재배하는데 실질적 도움제공.
 - 9) 발생 빈도가 높은 해충에 사용되는 주요 천적에 대하여 안전한 농약을 선발하여 천적과 화학농약의 병행 사용이 가능한 효율적인 방제 방법을 적용.

차. 파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정 (제3-2세부과제)

- 1) 가루이류, 총채벌레류, 진딧물류 방제에 사용되는 천적을 해충밀도에 따라 투입량 및 방사시기를 설정하여 천적사용 농가에 실질적인 도움.
- 2) 가루이류, 총채벌레류, 진딧물류를 방제하는 천적에 대하여 안전한 살충제를 선발하여 천적과 농약의 조화로운 사용으로 효율적인 해충 방제를 수행.
- 3) 천적에 안전한 농약을 선발한 후 실제 적용 시험을 통한 안전성 검증으로 농민들이 천적과 안전한 농약을 병행 사용하는데 가이드라인을 제공해 줌.

SUMMARY

I. Title

Development of paprika cultivar and technique for promoting international competitive power.

II. Objectives and Necessity

1. Final goal

- Development of new Paprika varieties for domestic and export consumption
- Technical Development of cultivation and greenhouse environmental control for increasing productivity
 - To increase yield of paprika on leading farms from 40% level of Dutch farmhouse yield in 2007 to more than 80% level in 2012
 - Development of greenhouse environmental control system and program for Korea
- Construction of integrated pest management(IPM)
 - To determine the safe level of pesticides
 - Development of biological control program

2. Annual objective of the research projects

- In the first core project to aim to develop new paprika variety, we performed line separation and pure-line breeding using anther culture, focusing on pedigree breeding to be used for breeding variety. After the fourth year of the research project, we put emphasis on evaluation of F1 cross combination using the lines, variety selection and farmhouse experiment for commercializing the varieties.

- **Development of paprika cultivar for export and domestic supply(1-1)** : It is only a short time since paprika was introduced into the country. But it has been getting the spotlight as exports and its domestic consumption has been on the rise. The seed price is very expensive, 400 ~ 600 won per seed, and burdensome of working expenses for growers. However we had no choice but to use foreign paprika varieties because domestic varieties didn' t exist. Most of paprika varieties are hybrid made by European

companies. Cultivated paprika varieties in Korea are almost dutch paprika varieties. Korea exports the pepper seed to india, China and etc as breeding pepper of Korea has world standard. Nevertheless, breeding of paprika wasn' t done as breeding materials were short. Therefore we need to develop new paprika varieties for domestic and export consumption.

- **Development of blocky pepper varieties for soil culture in Chinese and South Asian market(1-2)** : In China and South Asia, blocky pepper is grown in soil culture, while that is grown hydroponics culture in Korea. Chinese sweet pepper market is estimated 50,000ha countrywide, and the acreage is growing at rapid pace. Chinese market will be the biggest market in the world soon.

There are 2 segments in South Asian and Chinese sweet pepper market. One is high quality fruit market dominated by global seed company like Rijk Zwaan, Syngenta, which is mostly cultivated in plastic house. Another one is out-door or tunnel cultivation market, ZhongJiao series from Chinese National Agricultural Institute leads the market.

Now, as many Korean hot pepper varieties have been sold in China and South Asia, Korean breeder already get a lot of information about those market. It is possible to access the sweet pepper market, through cooperation with 1-1 study.

This research was carried out to develop competitive varieties for soil culture in South Asia and China, through effective 2 generations advancement shuttle breeding system and using materials derived from 1-1 study.

- **Development of F₁ seed production technology in paprika using male sterility(1-3)**

The use of genic male sterility (GMS) as an alternative seed production tool for paprika is more attractive instead of CMS, as GMS genes can be easily introgressed into diverse genetic backgrounds using simple backcrosses. This approach may boost the development of new elite lines with stable male sterility. More than a dozen of pepper GMS mutants have been reported to be controlled by each a recessive *ms* gene, some of which are used commercially. In Korea, genic male sterility (GMS) has been widely used as a tool for hybrid seed production in chili pepper (*Capsicum annuum* L.). However, little work has been done on the development of molecular markers linked to pepper GMS genes, which are generally controlled by a recessive

nuclear gene. In this study, we aimed to develop a DNA marker linked to paprika GMS and set up MAS system using the DNA marker.

○ **Development of multiple virus resistant paprika by molecular breeding(1-4)**

Paprika is one of the most high value crops in Korea. However, paprika seed market is preoccupied by Netherlands global seed industries. These global seed industries have satisfied demands of growers and consumers by efficient breeding method using molecular markers. It is necessary to construct this molecular breeding system as much as global industries for paprika cultivar development, which many companies compete severely.

Crop damages by pathogen such as virus, bacteria, and fungi is very severe in the temperate regions including Korea, China, South-east Asian countries, and south European countries compared to the other climate regions. Therefore disease resistance is one of the most important breeding goal. Disease resistance breeding is essential for marketing because growers of temperate regions deny to buy susceptible cultivars anymore. Furthermore, development of multiple disease resistance is necessary to take advantage in seed market.

It is very hard to develop multiple resistant cultivar by classical breeding, because inoculation of various pathogens should be performed at every generation, and descendant test is required to determine genotype for every generation. Therefore we' d like to establish efficient molecular breeding system based on the disease resistance marker screening for the development of multiple resistant cultivar by developing molecular markers or developed markers.

○ **Characteristics evaluation and disease resistance test of selection lines and new varieties(1-5)**

To apply to breeding new varieties, the quality and PeMV resistance of commercial paprika and the growth of selected lines were investigated. These quality and virus resistance were important source to culture paprika in Korea. Finally this characteristics will be the standard to select a new line and variety.

○ **Technology development to overcome the cause of the difference in productivity between Netherlands and Korea(2-1)**

○ Analyze the cause of the difference in the production of paprika between

- the Netherlands(NL) and Korea(KOR) to enhance the productivity of the grower in Korea.
- Need for comparison growing methods between NL and KOR
 - In order to find out the yield gap between two countries, analysing light interception and production in time
 - In order to estimate fresh fruit weight at different season, dry matter content of fruit should estimated with qualitative data set from the several experiment and measurement
 - Comparison of production (dry mass and fruit production) in time between two countries to find a reason of production gap
- Development of a module of dry matter partitioning to each organs to use its as input data for the general dry matter production model which was validated in the Netherlands
- analysis of growth of young plants at different season and root condition.
 - Comparison of dry matter partitioning to each organ between NL and KOR
 - Effect of initial leaf area with manipulating number of plants or stems on light interception of crop and fruit production.
- Define main environmental factors for the potential fruit production using the computer simulating program
- An existing model was used to compare dry matter production between NL and KOR (REF 98: TOMSIM). Testing all factors influenced in production with trial or experiment is difficult with time, labour and expenses. Use of the explanatory model is a useful tool for the complicated environmental condition. Therefore this study was validated an existing model developed by Heuvelink (1996). Using the validated model several assumptions could be possible to find out the main reason for the yield difference between NL and KOR.
 - As input of the variants of light intensity, temperature, CO₂ into simulation program we could estimate the potential production and provide some information to improve production for the Korean paprika growers
- **Development of aboveground optimal environment for sweet pepper culture(2-2)**
- Sweet pepper of domestic agricultural products is known as a high income crop for export. But productivity of the unit area, to productive stabilization of sweet pepper as export strategy crops, should be improved to Dutch productivity. Sweet pepper at home is cultured in greenhouse, so sweet pepper growth is directly affected by internal environmental factors. Therefore, productivity of sweet pepper is decided by control level of internal environments. Especially, crop physiology and productivity are directly affected by radiation and temperature. Domestic greenhouse is mostly

plasticfilm house, control ability of plasticfilm house on environmental factors is not excellent. This study in this situation (various problems) is carried out to develop technical model for productivity improvement of sweet pepper.

○ **Development of optimal climate control system and software program in korea(2-3)**

Greenhouse climate control system is a technique of controlling crop growth and development with controlling the growth factors, such as light, temperature, humidity, air movement, and CO₂ concentration. Hence, the set point of the temperature, screen open and closed, open/close vent or maximum/minimum vent position, heating system, period of day and night, and its temperature strongly influence on the greenhouse climate condition. Optimizing the greenhouse climate condition sensing of climate factors is import, such as light intensity, outside and inside temperature, [CO₂], wind direction, wind speed, rain. Developing software with considering hardware(heating, vent, lighting system, screen, side vent) and outside weather condition is need with understandable language for Korean grower.

Therefore this study was aimed at developing controlling software, data base from outside and inside greenhouse and user friendly software and hardware system. Direction of developing the system was focused not only making a protocol system but also direct application system for grower.

○ **Development of moisture controller of growing media for optimizing root-zone environment of paprika(2-4)**

Paprika is one of the most profitable vegetable crops in the world. Since the switching between vegetative and reproductive growth is significantly affected by water stress, irrigation management is especially important. Methods for irrigation scheduling based on substrate moisture content or plant response to water are recently used for the plants. However this approach has several limitations of less accuracy and delayed plant response to environmental changes, especially under distinct seasonal changes. Considering that root-zone environments and irrigation control directly affect productivity and water-saving, an irrigation control system that is suitable for the regions with great fluctuations in climate factors with season like in Korea is needed. and the precisely irrigation system could be working well by continuous monitoring of environmental conditions and plant responses. The objectives of this study were: 1) to develop a precise environmental monitoring and irrigation control system and its software, 2) to investigate the effects of irrigation by TDR sensors or measurement of transpiration by loadcells for esdtimeing plant growth and fruit yield of paprika, 3) to evaluate the growth, yield and quality

of paprika plants under different moisture contents of growing media, 4) to develop transpiration models related to radiation and VPD for paprika plants, and 5) to examine the relationship among environmental factors, transpiration and plant responses.

○ **Establishment of guidelines for safe use of pesticides and reduction of residues on paprika through IPM(3-1)**

Paprika cultivation area and production has increased steadily paprika produced in our country, and approximately 50% are exported. Chemical pesticides are used for pest control during the paprika cultivation and the excessive use of chemical pesticides at paprika exportation can lead to the detection of pesticide residues exceeding MRLs.

In this research, studies were conducted to prevent claims for pesticide residues and control pests effectively. Establishment of pre-harvest residue limits, the estimation of pesticide residue on agro-products based on biological half-life of pesticides residues analysed pre-harvest times can project in advance before harvest and provide safety measures. Seasonal variation of residues, effective pest control at early seedling stage using capsule formulation were studied and practical guide for pesticide uses were developed.

○ **Development of biocontrol program on insect pest in paprika and selection of pesticides safe to biocontrol agents(3-2)**

Natural enemies are being used for pest management due to safety concerns of chemical pesticides by consumers. However, time points and application methods are not established. This study were carried out to determine optimum time points and application rates(number enemies/leaf) to manage such pests as aphids, white fly, thrips, and *B. tabaci* etc.. Selections and screening of safe chemical pesticides on natural enemies were tested.

III. Methods of studies

1-1. Development of paprika cultivar for export and domestic supply.

- To develop paprika varieties requires breeding of pure-line, which can be used as parent plant. Methods to get parent plants are line separation and anthur culture.

Line separation can get excellent individuals every generations through evaluation of horticultural characters and disease-enduring of the lines. Anthur culture, haploid method of breeding, can acquire pure-line in a short period of time. In this project, we used both of them. We developed male sterile marker to raise level of seed production and molecular marker to select disease-enduring varieties for TMV, CMV, TSWV, Potivirus and PMMoV at the early stage. To reduce the breeding period of paprika as soon as possible, we used method of shuttle breeding. So, we performed double cropping of paprika in the greenhouse in the country. Also, in thailand, we selected excellent varieties in winter. We made and evaluated the F₁ cross combinations. We selected and registered the good F₁ cross combinations. The developed varieties were cultivated and tested for yield ability, fruit setting, fruit color and etc, compared with check variety, in various parts of the country. For our new varieties of paprika, which are well received from growers, foundation seeds of them will be produced for sale of subsequent years and seeds of the new varieties will be produced.

1-2. Development of sweet pepper varieties for soil culture in Chinese and South Asian market

- Sweet pepper is mostly cultivated with hydroponics culture in the world. In early stage of the study, the traits comparison was made in soil and hydroponics culture. In late stage of the study, key combinations was evaluated and selected through local combination tes. The combination was made of new derived lines which is the result of generation advancement.
- 1st stage (1 ~ 2 years)
 - Crossing new F₁ for fixed lines test and new line building
 - Comparison check the traits expression between soil and hydroponics culture.

○ 2nd stage (3 ~ 5 years)

- Line selection and generation advancement based on breeder's experience.
- Generation advancement of materials to be derived from other studies.
- Backcross of materials to be derived from other studies
- F₁ combination using fixed lines.
- F₁ combination 1st performance test.
- Local area performance test and yield test

○ Key contents

- Effective shuttle breeding system building :
effective selection and generation advancement system building through checking right sowing and harvest time
- Comparison check the traits expression between Thailand and Korea : the traits expression test of commercial varieties and key fixed line.
- Line selection and F₁ evaluation based on the information acquired from the above experiment
- Line fixing and selection in early stage(1 ~ 2years), F₁ test and evaluation in Korea and China in late stage(3 ~ 5 years)

1-3. Development of F₁ seed production technology in paprika using male sterility

In this study, we developed a DNA marker linked to paprika GMS using bulked segregant analysis (BSA) and an amplified fragment length polymorphism (AFLP) technique. Two F₂ populations were made by selfing commercial F₁ varieties of 'Mirage' and 'Fiesta' and subjected to BSA-AFLP using 256 primer combinations.

And eight paprika cultivars ('Special' , 'Debla' , 'Plenty' , 'Fiero' , 'Boogie' , 'Fiesta' , 'Derby' , and 'Minibell'), popularly cultivated in Korea and three different genic male sterile lines ('GMSP' , 'GMS3' , and 'GMSK') were crossed for allelism test. And among the F₁ cultivars, half diallel crosses were also performed for allelism test.

1-4. Development of multiple virus resistant paprika by molecular breeding

- Development of disease resistance marker by using linkage map, comparative genomics, isolated gene sequences or surveying developed markers were used to establish molecular breeding system. Target disease resistance are viruses such as PMMoV, CMV, Potyvirus, and TSWV and bacteria

“Xanthomonas” .

- Multiple resistant lines were bred by introductions of CMV resistance gene and Potyvirus resistance gene and backcross with commercial F1 cultivars. Breeding lines were selected by genotyping using molecular markers to improve breeding efficiency. And we’ d like to support disease marker screening for the breeding material of other research group
- Disease resistance genotypes were analyzed for selection of resistant paprika lines. leaf samples were provided from other research group. gDNA of breeding materials were extracted by CTAB method and it is used for marker genotyping.

1–5. Characteristics evaluation and disease resistance test of selection lines and new varieties

Comparison of the quality of commercial F1 varieties and the growth of selected lines : The 13 commercial F1 varieties, 'Special', 'Cupra', 'Fiesta', 'Maserrati', 'President', 'Valentain'(Enza Zaden Co.), 'Plenty', 'Derby', 'Mirage'(De Ruitter Co.), 'Debla', 'Jirisan', 'Helsinky', 'Boogie'(Rijk Zwaan Co.) and 'Fiero'(Singenta Co.), were used to investigate the qualities such as the fruit color, weight, length, width, pericarp and locule number. The selected 152 lines were sorted to the colors, red, yellow and orange, and the growth factors including the plant height, number of branches, diameter, leaf size and SPAD etc of each color lines were investigated.

PeMV resistance test : The 19 commercial F1 varieties, Special Cupra, Plenty, Derby, Fiesta, Maserati, Jirisan, Helsinky, Fiero, President, Boogie, Ferrari, Baltasar, Dalias, Fortunato, M 427, M 461 and LM1–L4, of the PeMV resistance were tested by a ELISA method after 30 days on inoculating the virus in plants

2–1. Technology development to overcome the cause of the difference in productivity between Netherlands and Korea

1) Analysing the reason of the difference in productivity between Netherlands and Korea

- Chose of same structure of glasshouse between NL and KOR, to comparison the yield, productivity in time, nutrient management and climate condition in outside and inside.
- Comparison of coefficients of regression between light and temperature, light and CO₂ concentration in greenhouse, radiation and daily temperature, radiation and night temperature in two paprika growers in The Netherlands and Korea.
- Comparison of paprika production and growth between plastic greenhouse and glasshouse in Korea and The Netherlands.

- Comparison of growth and development, and dry matter partitioning to organs at different light sources (high pressure sodium lamps and LED)
- Effect of early night temperature on growth and development of paprika.
- Effect of EC on growth and development of young plant of paprika and transpiration
- Effect of plant density or stem density on light interception and production.
- Dry matter content of fruit at different light source and cultivation location
- Analysing climate data from dutch paprika grower and Korean grower to find out any interaction between climate factors.
- Summarizing the relationship between climate factors and comparison the coefficient of the regression model between two countries.

2) Validation of the dry mass production model using dry matter partitioning

- Using three years destructive measurement in time, generalizing dry matter partitioning to leaf and fruit with ratio of total growth rate and leaf, stem, and fruit growth rate.
- As input of computing dry matter partitioning to leaf, stem, fruit, radiation, greenhouse temperature, CO₂ the existing model (Heuvelink, 1996) validated with standard model or adjusted model in order to find well fitted model to measurement data.
- The different of adjust model is assumed that a maintenance respiration is not a linear regression with dry mass. The coefficient of maintenance respiration is decrease with increment of dry mass due to the metabolic activity decreased with dry mass increased.
- Development of dry matter partitioning model and model validation with computed dry matter partitioning to each organ
 - Dry matter partitioning to leaf and fruit is important to estimate production and leaf area index. At different light source or root environment dry matter partitioning could change. However generalizing the dry matter partitioning to organs or leaves need to estimation of dry mass production as input data. The variation was found but little variation could ignore in the study. Gompertz function or negative exponential function was used to fitted calculated dry matter partitioning to leaves and fruits at different treatment of light and plant density.

3) Validation of the model for estimation of the potential production at different conditions

- Production of greenhouse crop strongly depended on light condition in the greenhouse. Hence the different diffused light transmissivity from 10 to 80%

used for the input to the validated model. The simulated result of dry matter production and fruit production compared with different diffused light transmissivity.

- CO₂ is main climate control factor and need economical concentration. Input of the CO₂ concentration into model varied from 200 to 950 and increased with every 150ppm. The result of dry matter production and fruit of simulation analysed with non linear regression model.
- At low light condition is critical factor with decreased number of fruit set and growth of the crop. Many paprika grower want to know the right number of lamps and light intensity. Artificial light increased by 1000 lux up to 8000lux and compared the simulated results of dry mass and fruit production. The condition of lamps turn on under 300 W/m² and turn off at 400W/m².

4) Techniques of improving production in Korea

- Provide experimental result to paprika grower and promoted the change of irrigation, CO₂ supply and temperature control based on radiation implemented with education program.
- Changed water management skill by education programs or seminars the water management

2-2. Development of aboveground optimum environment for sweet pepper culture

All results were drawn from analysis of collected data by accumulative environmental data of field, field visit measurement, lab experiments. The collected data were a various environmental factors with radiation, temperature, humidity as its center, crop growth factors (vegetative and reproductive growth characteristics) by regular measurement, yield. these data were used to analyse correlation between environmental factors and crop growth factors. All collected data was analysed by statistical analysis such as regression analysis, independent and multiple variables of environmental factors on crop growth were abstracted by statistical analysis. Also, these influence on growth and yield of sweet pepper were investigated by division by covering materials of greenhouse, growing location in the same greenhouse, facilities improvement degree.

2-3. Development of optimal climate control system and software program in korea

Paprika grower used environmental control computer system from made in Korea or in The Netherlands. Dutch environmental control computer system has been developed since 1980 and upgrade the software and hardware system until

now. However domestic greenhouse environment control systems have a poor control with on/off system depend on greenhouse temperature or rain only. The domestic environment control system, therefore, near to data logging system.

Since 1994, Dutch environment control computer system could operated with all device for controlling vents, heating system, air movement fan, roof spricoller, irrigation system dependen with wheather conditions. The all equipments in the greenhouse could modulated control with time and P-band. Furthermore the set point of the maximum and minimum of vent position, water temperature, speed of vent/screen opening and closing could easily control and hence the dutch system is precise system for controlling greenhouse environment. The dutch system applied glasshouse and plastic greenhouse in both the grower has been satisfied. The Negative of dutch system is installing price and maintenance of the system due to the distance. And hence we developed the control stratege with feed back system, P-band concept for the vent and screen, water temperature, controlling fan with almost similar concept of PRIVA and Hortimax. Specially planstic greenhouse have several motors for ventilation, those motors have a small error for the starting operation and hence closing and opening the vent notice a gap opening with Dutch one due to the single order to wind and leeside vent. Using the simple electorial technique the vent could controlled with individually at different location of the motors to reduce the gap open or close vent. To provide a simple control algorithm to understand easily by grower and making the graph for showing the saved data with separately on the screen. In this project we combined with each semi-project team to improve the control algorithm and focused the plastic greenhouse control.

2-4. Development of moisture controller of growing media for optimizing root-zone environment of paprika.

The studies were carried out in the experimental farm of Seoul National University ' and commercial farms. Paprika cultivations of 'Boogie' , 'Derby' , 'Fiesta' were grown in the growing media of rockwool. In order to determine the water use of the plants, the weight of six plants including substrates, the amounts of irrigation and drainage, and substrate moisture content were continuously measured. The transpiration amount was calculated by the following concepts: $\text{transpiration} = \text{irrigation} - \text{drainage} - \text{change of plant weight including growing medium}$. And an irrigation system was designed to monitor the environmental changes and the growth pattern of the plants by contiueous measurement of light intensity, temperature, humidity, and electrical conductivity of root-zone. Irrigation interval could be controlled based on set points of accumulated radiation, moisture content, and electrical conductivity in

growing medium. Irrigation amount at every event could be controlled by the set points of irrigation amount, moisture content, and electrical conductivity in growing medium, drainage rate of every irrigation events in the system.

3-1. Establishment of guidelines for safe use of pesticides and reduction of residues on paprika through IPM.

- Establishment of pre-harvest residue limit based on biological half-life of pesticides residues analysed pre-harvest times to project residues on fruits in advance before harvest.
- Seasonal variations of residues..
- Recommendation of pesticide spray programs based on residue analyses and efficacy such as spray intervals and concentration.
- Effective mix formulation of cooking oil and yolk mixture amended by sulfur w.p to control powdery mildew.
- Development capsule formulation for neonicotinoid insecticides for early pest control in the greenhouse.
- The characteristics of insecticide residues after different treatment and their biological activities.
- Safety of insecticides against major natural enemies (safety levels of pesticide based on acute toxicity and residual toxicity) and selection.
- Distribution and workshops to promote safe use of pesticides using experimental results of e-book and books and reports.

3-2. Development of biocontrol program on insect pest in paprika and selection of pesticides safe to biocontrol agents.

- Release time and application rate of natural enemy to whiteflies and selection of safe pesticide.
- Release time and application rate of natural enemy to thrips and selection of safe pesticide..
- Release time and application rate of natural enemy to aphids and selection of safe pesticide.

IV. Results and conclusion of the research

1-1. Development of paprika cultivar for export and domestic supply.

1) Line selection using advanced generation of paprika

we carried out shorting of generation to make pure-line early.

In Korea, we selected lines in leased glasshouse of Gyeongnam area, performing double cropping every year. In the winter, we also selected the lines taking on lease field of farmhouse in Khonkaen, Thailand. So, we selected more than 100 lines through evaluation of horticultural characters and disease-enduring of the lines every generation and fixed characters of the lines. To secure materials of breeding, we carried out line separation with new varieties every year. So far, we obtained the 179 lines ($F_3 \sim F_{12}$ generation). Among the rest, the completely fixed lines were used for F_1 cross combination.

2) Line selection using molecular marker

On paprika, male sterile is required for economical efficiency of seed production. 고추와 육종 Co., Ltd. developed male sterile molecular marker in sub-project 1-3. This molecular marker was used as selecting male sterile lines. Seoul National University developed resistance molecular markers for CMV, TMV, Potivirus and PMMoV and utilized them for selecting disease-enduring lines.

3) Breeding of pure lines using anther culture

Anther culture, haploid method of breeding, can be used as breeding of pure-lines in a short period of time. To breed resistant variety for TSWV, CMV and Potivirus, cross between varieties with resistant character was carried out. After the lines were separated, the individuals with disease resistance were selected using molecular markers and performed for anther culture. The individuals through anther culture were evaluated in field. The lines with excellent characters were used as parent for variety breeding.

4) Test of F_1 combining ability and variety registration

We made F_1 cross combination using pure-lines, which were from line separation and anther culture. We evaluated the cross combination, compared with check variety, for testing of the F_1 combining ability. We

decided the excellent F_1 cross combination as preliminary variety registration. As these varieties were reinvestigated, the excellent F_1 cross combinations were registered. We registered 4 varieties for domestic nutrient solution culture and 3 varieties for exporting to China. The registered varieties are testing in the 11 farmhouse of the country. For the excellent varieties in farmhouse test, foundation seed of the varieties are being increased for sale.

1-2. Development of sweet pepper varieties for soil culture in Chinese and South Asian market

- 1) MRG/CPR combination (red color) showed high performance in local test, so this F_1 was applied for PVP with "Hana-R No.1". This variety is expected to be launched to soil culture market in China with big sized fruit, good cold setting, and high fruit shape stability compared to control variety "Mandy".
- 2) VLTI/PRSDT (orange color) combination showed high performance in local test, so this F_1 was applied for PVP with "Hana-O No.1". This variety is expected to be launched to soil culture market in China with big sized fruit, good cold setting, and high fruit shape stability
- 3) Shuttle breeding system was built through "line selection --> combination --> local test --> result feedback --> line selection". This system will contribute to make shorten breeding cycle and enhance breeding efficiency.

1-3. Development of F_1 seed production technology in paprika using male sterility

In result of marker development, among five reproducible polymorphic primer combinations, an AFLP marker Egat/Mcgg was converted to a codominant cleavage amplified polymorphic sequence (CAPS) marker. This marker, named PmsM1-CAPS, is located about 2 to 3 cM from the ms locus. Although PmsM1-CAPS was not correlated with GMS in 'MiniBell' because it was a different GMS gene, the marker was found to be useful in screening for male sterility, as tested in F_2 progenies from 'Helsinki' and F_3 families derived from the F_1 varieties used in this study.

The result of allelism tests demonstrated that the most of the GMS in paprika cultivars except for 'Minibell' were same allele. To identify which GMS gene(s) were used for paprika F_1 cultivars, top crosses between previously

known GMS lines and the F₁ cultivars were performed. As a result, we found that the *ms_k* and the *ms_p* genes were alleles for the GMS of 'Minibell' and for the other cultivars, respectively. We also confirmed that the GMS gene identification using GMSK-CAPS marker linked to the *ms_k* gene and the PmsM1-CAPS marker linked to the *ms_p* gene in F₂ progenies of 'Minibell' and 'Fiesta' and 'Derby' cultivars, respectively. In addition, we developed the PmsM2-CAPS marker for 'Plenty', 'Fiero', and 'Boogie' cultivars. We expect that these markers will be very useful for breeding new maternal (male sterile) line of paprika.

1-4. Development of multiple virus resistant paprika by molecular breeding

1) Establishment of molecular marker screening system

Molecular markers screening system of PMMoV, TSWV, Potyvirus, CMV, and bacterial spot resistance was established by development new markers or surveying developed markers. Agarose gel based markers were converted to real time based marker. Rather close molecular marker to target disease resistance gene were developed or surveyed every year.

2) Breeding CMV & Potyvirus resistant paprika lines

CMV resistance gene "*Cmr1*" was introduced from ZHC and Potyvirus resistance gene "*pvr1²*" was introduced from Dempsey. Two disease resistance genes were fixed in BC₂F₂ generation by using molecular markers. Generation had been advanced by shuttle breeding and four lines of which horticultural traits were superior were selected. Two lines among four were registered in variety protection

3) Molecular marker screening support for other research group

Breeding lines of other research group were analyzed by TSWV, PMMoV, and bacterial spot disease resistance markers. Screening results were sent to the other research group and were used for other research group's lines.

1-5. Characteristics evaluation and disease resistance test of selection lines and new varieties

Qualities which were the fruit color, weight, length, width and locule of the commercial varieties ('Special', 'Cupra', 'Fiesta', 'Maserrati', 'President', 'Valentain'(Enza Zaden Co.), 'Plenty', 'Derby', 'Mirage'(De Ruitter Co.), 'Debla', 'Jirisan', 'Helsinky', 'Boogie'(Rijk Zwaan Co.), 'Fiero'(Singenta Co.), '9253'(Semini Co.)) and growth of F₃~F₅ generation were surveyed to apply selection of a new line and variety. The PeMV resistance of 19 commercial

varieties were tested and Jirisan was selected by resistance variety. The resistance gene was confirmed by PVR3 and this will be used to breed new line of PeMV resistance.

2-1. Technology development to overcome the cause of the difference in productivity between Netherlands and Korea

1) Analysing the reason of the difference in productivity between Netherlands and Korea

- Low light transmissivity of glasshouse and plastic greenhouse in Korea compared to the Netherlands and hence low growth rate of crop
- 30 year annual light sum in Korea is 30% higher than The Netherlands, and potential production could be much higher than The Netherlands. due to the higher latitude the increment of light intensity in The Netherlands was lower than Korea. In Korea, increment of light intensity was $100\text{W}/\text{m}^2/\text{h}$ whereas $50\text{--}60\text{W}/\text{m}^2$ in The Netherlands and hence the greenhouse temperature was past increment in Korea.
- A big variation of greenhouse climate factors (temperature and humidity) and no relation between radiation and CO_2 concentration in Korea. The sweet pepper grower need more attention to find right greenhouse climate control strategy.
- Often sweet pepper grower in Korea delayed a management of stem after planting in order to obtain the right leaf area index, and hence too vegetative crop in summer season. Too vegetative crop showed a easy abortion of flower and young fruit at low light condition.
- In case of the Netherlands crop management was showed stable crop growth rate, whereas the domestic paprika grower showed varied crop growth due to delaying the harvest of the Maturity fruit and varied environment, sepcill daily temperature and increment of temperature during the morning.
- Under a dynamical changing the environment in shoot by the crop and outside weather condition root zoon should be harmonized with right electronic conductivity and moisture content in slab. Paprika grower in the Netherlands managed supply EC with daily light integral whereas in Korea, controlling supply EC by crop stage. In Korea supply EC controlled with stage of setting the fruit with high EC and lowering water content in slab at the period of high light intensity. Therefore abortion of flower and young fruit occurred with water stressed plants.
- With high EC and lowering water content provided high dry matter content of fruit compared to the Netherlands one.

2) Validation of the dry mass production model using dry matter partitioning

- Comparison of crop growth with destructive measurement under Lighting sources
 - At the low light condition artificial lighting with 16hrs was improved fruit production by 100%. There was less difference in vegetative mass whereas higher fruit mass with increased fruit sets. Specially dry matter partitioning to the fruit was remained with 78% under high pressure sodium lamps.
 - Under LED (RB mixed) leaf area index was higher then control, wehreas dry mass production was lower by 12.5%. Under LED light condition dry matter paritioning to fruit was lower than control.
- With same stem density, the plants were treat with one stem or two stem per plant. at beginning the leaf area index was double with single stem, and fruit set was early then two stems.
- Validation of growth model for Paprika
 - For model validation, standard and adjusted models were used as input of greenhouse temperature, [CO₂], dry matter partitioning to leaf, stem, and fruit, leaf area index, initial dry mass of leaf, stem, fruit and root. Standard model showed under estimation of measurement dry mass. Due to the decreasing metabolic activity with dry mass relative growth rate was combined at maintenance respiration module, called adjusted model. The adjusted model showed well described the measured data of each organ dry mass.
- Development of a module for fruit dry matter content for estimating fruit fresh weight
 - At the same compartment dry matter content of fruit varied 8 to 10% at different rows. however the harvest fruit from the plants grown under the HPS no significant different dry matter content of fruit harvested under without HPS lighting.
 - Periodically harvested fruit from the paprika growers, the fruit dry matter content was varied 8% to 10% with different season and between plastic and glass house.
 - It was difficult making a moduel of dry matter content of the fruit some ignoring root environment SIN function was used for generating dry matter content of fruit as function of days of year.
- Development of dry matter partitioning model and model validation with computed dry matter partitioning to each organ
 - With periodically measurement data dry matter partitioning (DMP) rate was computed with growth rate of to leaf, stem or fruit devuided by total growth rate. DMP to leaf and stem was almost constant before first fruit set, thereafter drastically decreased with increasement of DMP to fruit. Gomperzt

growth function could described the DMP to leaf and fruit, and DMP to stem computed one minus sum of DMP to leaf and fruit. With computed DMP to ogran as input data into simulation program, the estimated dry matter production was well fitted with measurement data.

3) Validation of the model for estimation of the potential production at different conditions

- Changed diffused light transmissivity from 10 to 80% into greenhouse dry matter production and fruit production was compared. Dry matter prodcion and fruit production of Paprika was increased with incresment of diffused light transmissivity. Total dry matter production was increased 7.6% and fruit dry matter production increased by 7.6% with each 10%.
- The factor of total dry matter production ranged from 0.715 to 1.294 with a changed CO₂ concentration from 200 to 950ppm. there was negative relationship was found with CO₂ concentration(total dry matter = $1.338(1-\exp(-0.004x))$ and fruit = $1.342(1-\exp(-0.004x))$).
- At low global radiation artificail lighting is need for improving fruit production. When the grower decide the amount of light intensity, there many considerations such as number of lamp and light intensity is require. The condition of lamps turn on under 300 W/m² and turn off at 400W/m². Every 1000lux of HPS dry matter prodiction increased by 3% and fruit production increased by 4%. Number of lamps every 1000lux increment was needed 128 lamps with 600W HPS per 1 ha. Factor of number of lamps(600W) per ha was $0.1281 * \text{lux}$.

4) Techniques of improving production in Korea

- Controlling environments (transmissivity, dry matter content of fruit, water content in slab, [CO₂])
 - Improving methode of supply CO₂ by radiation reduced CO₂ used by 10% and production cost without loss of production.
 - Improving irrigation strategies with more frequence of irrigation per day and reduce quantity of irrigation per dripper water content in slab was more stable. Using data of irrigation from the Dutch grower, the gompertz function well fitted the drain percentage as function of daily radiation.
- Controlling early night temperature by air condition system
 - At low night temperature fruit production imprved by 26.5% during the summer.
 - It was important result while the grower considered heat pump system for heating. The combination of cooling system in heat pump system could improved productivity of paprika.

2-2. Development of aboveground optimum environments for sweet pepper culture

1) Research and analysis of environmental management and productivity at fields growing sweet pepper.

Internal temperature and yield, at fields (greenhouses) growing sweet pepper, were affected by intensity of radiation. Under the same conditions (intensity of radiation), there were a great difference between fields in yield. Between different covering materials, light transmission ratio, increase and decrease of internal temperature before and after sundown, efficiency for sunlight utilization of sweet pepper, and its dry matter production were different. Especially, difference of yield between plasticfilm and glass greenhouses was caused by light transmission ratio and rate of respiration.

2) Development of optimum environmental management per covering materials for productivity improvement of sweet pepper

Hourly increased temperature for three hours after sunrise was lower in glass house than in plasticfilm house. Hourly decreased temperature for three hours before sundown was not different in two houses. Daily temperature, difference between daytime and nighttime temperature, daily humidity deficit, and those's standard deviation were lower in glass house than in plasticfilm house. Amount of applied CO₂ per square meter in glass house was half times more than in plasticfilm house. Amount of applied nutrient solution per square meter in glass house was 36 percentage higher than in plasticfilm house, but the uptaken percentage was not different in two houses. The pH and EC of rockwool substrates were higher in glass house, but the difference compared with those of the applied nutrient solution were lower than in plasticfilm house. Effect of external solar radiation on the uptaken percentage of applied nutrient solution in two houses was heavier in glass house, but effect of that on humidity deficit was lower. Daily temperature was heavily affected by daytime temperature and influenced night humidity deficit in all houses. Daily and daytime temperature influenced the uptaken percentage of applied nutrient solution as there were the positive and negative correlation in two houses, respectively.

The levels of weekly increased leaf area, fruit diameter, and yield per square meter in glass house were more than in plasticfilm house, and the levels of weekly increased leaf fresh weight, dry weight, and dry matter were not different in two houses. Respirating rate, maximum photosynthesis and light use efficient of leaf in glass house were higher than in plasticfilm

house. Especially, the increasing levels of fruit diameter depending on leaf area in glass house was three times more than in plasticfilm house.

Leaf temperature depending on temperature factors, the increasing fruit diameter depending on nighttime humidity deficit increased in glass house more than in plasticfilm house. But leaf area depending on nighttime temperature decreased in two houses.

The accumulative levels of stem diameter depending on accumulative external solar radiation in glass house was fewer than in plasticfilm house, but the accumulative levels of fruit diameter and fruit yield depending on that were in plasticfilm house more than in glass house. Also, the accumulative levels of fruit yield depending on accumulative daytime temperature, daily humidity deficit, daytime humidity deficit, difference between daytime and nighttime humidity deficit, leaf temperature, leaf dry matter were in glass house more than in plasticfilm house. However, that depending on accumulative the uptaken percentage of applied nutrient solution was not different in two houses.

3) Change of internal environments by change of external environments in greenhouse

This research was conducted to investigate the effect of difference of internal temperature, humidity, and plant growth according to covering materials in sweet pepper's greenhouse. For growing period, daily mean internal temperature was not different between glass (GH) and plastic film house (PH), but the changed volume was more PH than GH. Internal humidity deficit was more PH than GH as that was $4.3 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ and $5.6 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$, respectively. In change of internal temperature effected by different intensity of external light, that of PH was fasted twice that of GH, and that's tendency was effected by difference of internal temperature for several hours after sunrise. Leaf growth and photosynthetic product were more GH than PH, productivity of GH was better 80 percents than PH. As results, To improve productivity in PG compared with productivity in GH need to be the detailed managements of internal environmental factors in early period after sunrise.

4) Analysis of relationship between temperature and sweet pepper growth by different location in glasshouse

In terms of greenhouse production, the optimization of identical growth environments is a most important thing. Paprika is cultivated year-round in high-system greenhouses in Korea. However, the annual production yields of paprika in Korea are lower than that of the Netherlands, even though

growth environmental control systems follow an identical way. Therefore, in this study it was investigated that the differences in inside growth temperature depending on internal location and the effect of differences in temperature on plant growth and physiology of paprika 'Cupla'. Strikingly the average temperatures were different depending on location. The air temperature of north part area (NA) was 1.6°C lower than central part area (CA) and the medium temperature of NA was 2.2°C lower than CA. The vegetative growths such as plant height, internode numbers, and stem diameter were greater in plants grown for CA than that of NA. On 12th weeks after planting, plant height under CA was 153 cm whereas it under NA was 127.2 cm, thus the plant height of paprika grown under CA was greater than that of paprika under NA. Number of internodes and stem diameter under CA were 2 internodes and 1.5 mm greater than those of paprika under NA. Net photosynthesis in leaves of CA was significantly higher than that of NA. Increasingly, there was difference in the contents of glucose and sucrose in fruit, whereas there were not significantly difference in fructose, water content, and ascorbic acid. The total fruit yield was 20% higher in plants grown for CA than that of NA. In conclusion, It was observed that the differences in temperature depending on local parts. These different temperature influenced the plant growth and photosynthesis rate and induced the difference in fruit yields.

5) Sweet pepper growth by difference of internal temperature and humidity levels

In sweet pepper was treated with DIF -6, 0, 3, -6°C after planting, early and late of plant growth (plant height, internode length) degree was low in DIF -6°C compared with DIF 0, 3, -6°C. During experiment period, plant height, leaf area, dry matter, relative growth rate, crop growth rate were low in DIF -6°C compared with DIF 0, 3, -6°C. Especially, results of regression analysis between DIF and leaf area appeared as leaf area per increase and decrease of DIF 1°C from DIF 2°C (standard) was increased and decreased two times of 20cm²/plant.

In sweet pepper was treated with RH 63%, 75%, 83% after planting, early of plant growth (leaf area, offshoot development) degree was low in RH 63% compared with RH 75% and 83%. DIF -6°C. After 13 weeks from planting date, fruit enlargement and coloring degree was low in RH 83%, No. of fruit setting was many in RH 75%. During experiment period, leaf area, pattern of vegetative growth and reproductive growth, and production of dry matter and its partitioning ratio into fruits was high in RH 75%. Especially, results of regression analysis between humidity and leaf area appeared as leaf area per increase of RH 1% was increased 30cm²/plant,

dry matter per increase and decrease of RH 1% (standard of 72%) was increased and decreased 0.3g/plant.

6) Change of internal environments by improvement (higher eaves) of greenhouse

The daily solar radiation was $1,400 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$ in 4.0 m eaves glasshouse (4.0 m GH) and $1,340 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$ in 5.5 m eaves venlo type glasshouse (5.5 m GH), the difference was small. Daily mean temperature and day temperature in 4.0 m GH and 5.5 m GH were similar as 23.1°C and 25.0°C , 23.3°C and 25.1°C , respectively. Most internal temperatures were not different in two glasshouse, but between night temperature and night design temperature in 4.0 m GH was higher than in 5.5 m GH.

In 4.0 m GH and 5.5 m GH daily humidity deficit was $3.4 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ and $4.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ in as 5.5 m GH's internal daily humidity deficit managed high. Day and night humidity deficit were $4.3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ and $5.2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$, $2.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ and $3.8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ in 4.0 m GH and 5.5 m GH, respectively as in 5.5 m GH was higher than in 4.0 m GH.

Increase of plant height per solar radiation sum $1 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ in 4.0 m GH and 5.5 m GH were 0.403 cm and 0.553 cm 5.5 m GH was 1.37 times the 4.0 m GH but there was no difference by cumulative daily mean temperature. Increase of sweet pepper yield per solar radiation sum $1 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ in 4.0 m GH and 5.5 m GH were $0.031 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ and $0.04 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 5.5 m GH was 1.3 times the 4.0 m GH. Increase of sweet pepper yield per cumulative daily mean temperature 1°C in 4.0 m GH and 5.5 m GH were $0.022 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ and $0.020 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 4.0 m GH was slightly higher.

2-3. Development of optimal climate control system and software program in korea

1) Controlling individual motors for ventilation of multi roof plastic greenhouse made precise control algorithm for rewind open and close vent system.

2) Development of control algorithm for shading and energy screen

: In order to optimizing use of screens in the greenhouse the algorithm consist of the opening and closing the screens, rage of open/close, timing, method of open/close based on outside temperature, light intensity, greenhouse temperature, humidity.

3) Development of control algorithm for set point ventilation temperature and heating temperature

: With monitoring radiation, radiation integral, greenhouse humidity set point of heating and ventilation temperature could change for optimizing

greenhouse environment in order to growing crops

- 4) Development of algorithm for controlling CO₂
: In order to control supplied CO₂ concentration the set point of the [CO₂] varied with radiation, wind speed, rate of vent open, wind direction. The main purpose was reduce the production cost.
- 5) Monitoring the sensor and rate of systems of vent/screen/3way valves position
: Data base for the integrated all sensing data from each compartments
- 6) Monitoring supplied EC and pH
: Combined the supplied nutrient, EC and pH with greenhouse environment control system.
- 7) Saving program of set point which changed by user
: By user set-point of the all module could change with different developmetal stage of crop or promoting fruit set by lowering temperature or anything could made. It can be easily forget the last set point or past set-point, and hence the development of the saving program for this set-point improved the use efficient of envirometal computer system

2-4. Development of moisture controller of growing media for optimizing root-zone environment of paprika.

Transpiration efficiency calculated from the relationship between accumulated radiation and transpiration was shown as a negative exponential regression. Reduction of transpiration efficiency was observed under higher light intensity. This result indicated that the compensation for the loss of transpiration efficiency is required for establishing an adequate irrigation strategy under higher light intensities considering growth stage. Also, when drainage rate increased in every irrigation event, basically substrate EC decreased. The increase in drainage rate showed sigmoid characteristic with the decrease in substrate EC. The results will provide useful data for EC management of growing medium by using drainage rate in the precise irrigation system. Irrigation could be controlled by irrigation control software with environmental and plant growth data. By adjusting the priority of control items, the root-zone environment factors were well controlled as defined. Water consumption by plants and the root-zone environment factors could be successively monitored and stored at

defined intervals. Continuous estimation of transpiration and monitoring of root-zone environments were available by the developed system. This system will be applicable to commercial forms and improve the yields and quality of the plants.

3-1. Establishment of guidelines for safe use of pesticides and reduction of residues on paprika through IPM

- Initial deposit amount of pesticide residues and time course dissipation curve during pre-harvest days from more than 21 ingredients with 43 formulations predicted biological half-life and established pre-harvest residue limits.
- Seasonal variations of pesticide residues using 2 ingredients of 3 items revealed the reason for the high frequency of residue claims during the winter season.
- Residue analyses after spray in leaves and concurrent biological activity assay against pathogens such as *B. cinerea*, *C. gleosporoides*, *Fusarium spp.*, *P. capsici*) on detached leaves provided more useful spray program to prevent over-dosage application and frequent spray schedule.
- A new formulation using 1-2 g of granule in a capsule made of neo-nicotinoid insecticides embedded into next to a plug performed not only excellent control of pests such as aphids, thrips, *B. tabaci*, whiteflies for more than 60 days but safe to natural enemy. This new treatment provided prevention of early infestation of pests in green house resulting in unusual burst of pests during winter season and residue claims after insecticide spray and brought labor saving.
- Various treatments, that are, foliar spray(W.P), capsule(G), drench delivery through nutrient solution(W.P), and granule(G) deposit on a cube were compared with their persistence of insecticides in leaves. The capsule treatment embedded into a plug performed far most persistence of insecticides upto 60 days but far below MRL levels of residues.
- Improved formulation manufacturing cooking oil and yolk mixture to mitigate bad odor and stain problems was developed to control powdery mildew. Mixed formulation with 1000x dilution sulfur(W.P) provided better control for more than two weeks.
- Distribution of Fact Sheet database developed helped farmers to identify the key pest diagnostic tools.
- Education and workshops and publishing books and e-book disseminate safe use of pesticide and application of IPM.

- Five natural enemies compatible with chemical pesticides were screened and recommended.

3-2. Development of biocontrol program on insect pest in paprika and selection of pesticides safe to biocontrol agents

- Natural enemies according to the density of pests and time intervals in the greenhouse to manage whiteflies, thrips, aphids, were developed.
- Toxicities of pesticides (acute toxicity and residual toxicity) on natural enemies to manage whiteflies, thrips, aphids were assayed and selection of safe pesticides compatible to the individual natural enemy was carried out.
- Verification of safety through the selection of safe pesticide after leaf-disk experiments and foliar spray experiments

목 차

제 출 문	1
요 약 문	5
SUMMARY	51
목 차	77
CONTENTS	79
제 1 장 연구개발과제의 개요	81
제1절 연구개발의 목적	81
제2절 연구개발의 배경 및 필요성	86
제3절 파프리카연구사업단의 개요	97
제 2 장 국내외 기술개발 현황	105
제1절 국내·외의 연구 현황	105
제2절 연구결과가 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치	115
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	121
제1-1절 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발	121
제1-2절 중국 수출용 토경재배 품종개발	273
제1-3절 옹성불임을 이용한 F ₁ 종자 생산체계 확립	375
제1-4절 분자육종기술을 이용한 복합바이러스 내병성 계통 육성	391
제1-5절 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병저항성 검정	439
제2-1절 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인극복 기술 개발	457
제2-2절 파프리카 시설별 지상부 최적 생육환경 조건개발	581
제2-3절 우리나라 환경에 적합한 온실 환경제어 시스템 및 제어프로그램 개발	683
제2-4절 근권환경 최적화를 위한 함수율 조절장치 개발	738
제3-1절 파프리카 주요 병해충 방제농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임 해소방안	787
제3-2절 파프리카 작물의 천적(생물적) 방제 프로그램 개발 및 천적 사용가능한 선택성 농약선발 안전사용 설명	832

제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	857
	제1절 목표달성도	857
	제2절 관련분야에의 기여도	900
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	909
	제1절 연구개발 성과	962
	1. 연도별 목표	
	2. 연차별 연구성과 목표 및 달성	
	3. 논문개제 성과	
	4. 학술발표	
	5. 특허성과	
	6. 품종등록	
	7. 사업화 현황	
	8. 인력활용 / 양성성과	
	9. 홍보실적	
	10. 책자 발간	
	11. 컨설팅 및 교육	
	제2절 성과활용계획	933
제 6 장	참고문헌	937

CONTENTS

INTRODUCTION	1
KOREAN SUMMARY	5
SUMMARY	51
KOREAN CONTENTS	77
CONTENTS	79
Chapter 1. General Introduction	81
Section 1. Object of the research project	81
Section 2. Background and necessity of the research project	86
Section 3. Introduction of Chinese Cabbage Molecular Marker Research Center	97
Chapter 2. Current R&D status in Korea and abroad	105
Section 1 Current Research status at home and abroad	105
Section 2 The status of achievement from the state of domestic and oversea country's studies	115
Chapter 3. Research contents and results	121
1-1. Development of paprika cultivar for export and domestic supply	121
1-2. Development of sweet pepper varieties for soil culture in Chinese and South Asian market	273
1-3. Development of F ₁ seed production technology in paprika using male sterility	375
1-4. Development of multiple virus resistant paprika by molecular breeding	391
1-5. Characteristics evaluation and disease resistance test of selection lines and new varieties	439
2-1. Technology development to overcome the cause of the difference in productivity between Netherlands and Korea	457
2-2. Development of aboveground optimum environments	

for sweet pepper culture	581
2-3. Development of optimal climate control system and software program in korea	683
2-4. Development of moisture controller of growing media for optimizing root-zone environment of paprika.	738
3-1. Establishment of guidelines for safe use of pesticides and reduction of residues on paprika through IPM	787
3-2. Development of biocontrol program on insect pest in paprika and selection of pesticides	832
Chapter 4. Achievement of the results of the research	857
Section 1 Achievement of goals	857
Section 2 Contribution of the related research fields	900
Chapter 5. Application of the result of the research	909
Section 1 Outcome of research	909
Section 2 Application plan of obtained research results	962
Chapter 6. References	937

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적

1. 최종목적

- 파프리카 신품종 육성
 - 수출용 고품질 중과형 파프리카 품종개발(3품종)
 - 우리나라 재배환경 및 작형에 적합한 국내용 파프리카 신품종 개발(4품종)
 - 약배양, shuttle breeding 및 분자표지를 이용한 육종연한 단축기술 개발
 - 복합 바이러스 내병성 파프리카 계통 육성(2종)
- 생산성 향상을 위한 재배 및 온실 환경제어 기술개발
 - 네덜란드와 우리나라 생산성 차이 원인 극복기술 개발
 - 파프리카 시설별 지상부 최적 생육환경 조건 개발
 - 우리나라 환경에 적합한 온실환경 제어시스템 및 제어프로그램 개발
 - 근권 환경 최적화를 위한 함수율 조절장치 개발
- 파프리카 병해충 종합관리체계 구축
 - 주요 병해충 신규 방제농약의 안전사용 기준 및 IPM 프로그램
 - 병해충 종합정보 및 농약잔류 관리정보 체계 구축 및 활용
 - 파프리카 작물의 생물적 방제 프로그램 개발

2. 세부과제별 연구 목적

가. 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발(제1-1세부과제)

- 수출용 고품질 대과용 파프리카 신품종 개발(3품종)
- 우리나라 재배환경 및 작형에 적합한 국내보급용 파프리카 신품종 개발(4품종)
- 약배양을 이용한 조기 순계육성(100계통)

나. 중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발(제1-2세부과제)

전 세계적으로 재배되고 있는 파프리카 종자 시장은 네덜란드 등 유럽의 종묘회사에 육성한 F₁ 품종이 거의 대부분을 우점하고 있으며 현재까지 국내의 신품종 개발에 대한 연

구는 미진한 상태이다. 그러나 일반 고추 육종에 있어 우리나라의 품종개발 수준은 세계적이며 파프리카의 품종 개발 역시 방법적 측면에서는 유사하여 단시간 내에 일정 수준으로 도달할 것으로 예상하며 중국 및 동남아시아의 단고추 시장이 급속히 성장해 나감으로 미루어 향후 유망한 수출 품목이 될 것으로 예상된다. 이에 본 연구에서는 연2세대의 세대진전 system을 확립하여 보다 효과적인 shuttle breeding system을 구축하여 각 세부과제로부터 유기된 계통들을 태국의 세대진전 체계를 통하여 우량계통 육성에 적극 활용하고 이를 기반으로 연구 3년차 이후로는 중국 및 동남아 각지의 지역 적응성 시험을 실시하여 현지에 적합한 우수 품종 개발을 목표로 하고 있다.

다. 옹성불임을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립(제1-3세부과제)

파프리카 F₁ 품종 개발에 사용하였던 유전자적 옹성불임(GMS)에 대한 분자유종(MAS) 시스템을 확립하고, 이를 이용하여 고품질 파프리카 옹성불임 계통의 육성은 물론 그들의 F₁ 품종에 대한 경제적인 채종 기술을 확립하여 상업화 함.

라. 분자유종 기술을 이용한 복합 내병성 파프리카 계통 육성(제1-4세부과제)

- 1) 4개의 바이러스 저항성(PMMoV, CMV, TSWV, Potyvirus), 1개의 세균(Xanthomonas)병 저항성 분자표지 분석 기술을 확립하여 파프리카 분자유종 시스템 구축
- 2) CMV&Potyvirus 복합 저항성 파프리카 계통 육성
- 3) 타세부과제에서 육성중인 파프리카 계통의 병 저항성 분자표지 분석 지원

마. 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정(제1-5세부과제)

- 보유중인 계통들에 대한 과실특성 및 병 저항성 평가, 생육특성, 과실특성 조사
- 바이러스, 흰가루병, 역병, 청고병 등에 대한 병저항성을 조사하여 고정계통을 육성
- 시판 품종의 PeMV 저항성을 검정하고 여름재배용 순계를 지속적으로 육성코자 함.

바. 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인 극복 기술 개발 (제2-1세부과제)

- 네덜란드와 우리나라의 파프리카 생산성의 차이를 원인 분석하고 우리나라의 파프리카 농가의 생산성 향상을 위한 생산 체계 확립
 - 네덜란드와 우리나라의 농가간 파프리카 재배의 정지 방법 및 광수광을 현장 조사
 - 우리나라 파프리카 농가의 작물 수광을 조사 및 수량관계 분석
 - 계절별 수확과실의 생과중과 건과중비(건물함량)의 비교분석 및 계절적 환경요인이 건물함량에 미치는 모델 개발
 - 네덜란드와 우리나라의 기간별 단위면적당 지상부 총 성장량 비교 분석
- 파프리카의 각 기관별 동화산물 분배 모델을 이용한 생산량 예측 프로그램 개발
 - 국내 파프리카 재배의 계절적 환경변화에 따른 육묘기의 성장 패턴 비교 분석
 - 네덜란드와 우리나라의 파프리카 재배 기간 동안의 각 기관별 건물분배율 비교 분석

- 계절별 초기 엽면적 지수와 광수광량이 후기 착과 및 수확량에 미치는 영향 비교 분석
- 파프리카 과실의 포텐셜 생산량 추정을 위한 컴퓨터 시뮬레이션으로 주요 환경요인 구명
 - 네덜란드에서 개발된 온실작물 광합성모델(REF 98: TOMSIM의 기본 시뮬레이션 프로그램)을 이용하여 우리나라와 네덜란드 간 총 건물 생산량을 예측하고 네덜란드의 동화산물 모델을 이용하여 국내 파프리카의 잠재 생산량 추정
 - 시설내부의 광, 온도, CO₂의 변량을 이용한 국내 파프리카의 잠재 생산량 예측과 실 생산량간의 차이 분석을 통한 파프리카의 생산성 증대를 위한 재배기술의 가이드라인 매뉴얼 작성

사. 파프리카의 시설별 지상부 최적 생육환경 조건 개발(제2-2세부과제)

- 파프리카 재배 현장의 환경 데이터 베이스화
- 파프리카 생육 및 생산성과 온실 지상부 환경 요인 간 상관 관계 분석
- 온실 종류에 따른 생산성 차이 지상부 주요 환경 요인 분석
- 현대화 정도에 따른 온실 지상부 환경 및 생산성 차이

아. 우리나라 환경에 적합한 온실환경제어 시스템 및 제어 프로그램 개발(제2-3세부과제)

국내 시설원예에서 이용되고 있는 온실 복합환경조절 시스템은 생산자들과 전문 컨설턴트의 경험적인 방법에 의해 주기적으로 설정값을 변화시켜 관리하고 있는데 이러한 관리 방법은 급격한 환경변화에 즉각적인 조치를 하기 어려운 측면이 있다. 따라서 외부 환경정보와 연동 된 온실내 환경조절 가능 인자의 즉각적 제어는 작물 생장에 따른 적정 환경을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 온실내 최적화된 환경을 구현할 수 있어 생산량 증대에 적극적인 역할을 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 우리나라 환경에 적합한 온실 환경제어 시스템 구현을 목적으로 수행하였으며 다음과 같은 세부 목표를 설정하였다.

- 권취식 환기창 제어를 위한 환기창모터 개별제어 알고리즘작성 및 연구
- 온수, 온풍 난방기 제어를 위한 난방설정 알고리즘작성
- 온실내 스크린류 제어를 위한 알고리즘 개발
- 계절별 온실내부의 주야간 온도편차 모니터링 및 데이터 베이스화
- CO₂ 사용을 위한 제어알고리즘 개발
- 센서 측정값과 작동기기의 개도값 모니터링
- 공급양액의 EC, PH변화 모니터링
- 설정값 저장 프로그램 개발

자. 파프리카 근권 환경 최적화를 위한 함수율 조절 장치 개발(제2-4세부과제)

- 실시간 배지 함수율 (슬라브 수분) 변화와 작물의 증산량 정보 측정 시스템 구축
- 외부 광도 및 내부 온습도 변화에 따른 배지 함수율 변화 및 작물의 증산량 분석
- 외부 광도 및 내부 온습도 변화에 따른 생육단계별 작물의 증산량 추정 방법 연구
- 작물의 생육 및 생체 정보와 근권 환경 정보와 배지 함수율 변화와의 관련성 분석
- 환경 조건 (광, 온습도)에 따른 배지 함수율 변화 및 작물의 증산량 추정 모듈 개발
- 작물의 생육 및 생체 정보와 근권 환경 정보를 이용한 배지 함수율 조절 기술 개발
- 작물의 생육/생체 정보와 근권 환경 정보를 이용한 함수율 조절 장치 및 프로그램 개발
- 관수조절 (함수율조절)에 의한 근권 환경 변화와 작물 생육 및 품질 비교 분석

차. 파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안 (제3-1세부과제)

파프리카 재배 면적과 생산량이 꾸준히 증가하고 있고 우리나라에서 생산되는 파프리카의 약 50%가 수출되고 있는데, 이러한 파프리카 재배 중 발생하는 병해충 방제를 위해 화학농약이 사용되고 있고 화학농약의 과다 사용은 수출 시 잔류농약을 초과검출을 초래할 수 있으며 실제로 그러한 사례들이 있어 본 연구과제에서는 효과적으로 병해충을 방제하고 잔류농약 클레임 현상을 방지하기 위한 연구를 수행하였다.

- 1) 파프리카 재배 시 주로 사용되는 농약의 생산단계 잔류시험을 통하여 생물학적 반감기 산출 및 생산단계 잔류허용기준 설정을 통하여 MRL을 초과하지 않는 안전한 파프리카 생산에 기여하고자 하였다.
- 2) 같은 농약이라도 계절별로 잔류특성이 달라 겨울철 잔류농약 클레임으로 인한 생산자의 피해가 발생하였고 계절별 잔류특성 구명을 통해 생산자가 농약을 선택하는데 도움을 주고자 하였다.
- 3) 주요 사용농약의 파프리카 내 잔류농도와 병원균 약효 시험을 통해 상관관계를 파악하고 이를 바탕으로 사용농도와 횟수를 추천하여 과다 사용을 방지하고자 하였다.
- 4) 육묘 및 정식 초기 살충제의 근부 캡슐처리의 약효/약해 연구를 통하여 실제 농가에서 적용 가능한 효율적인 처리 방법을 추천하고자 하였다.
- 5) 해충 밀도가 높은 파프리카 온실에 입체제형의 침투성 살충제를 근부 캡슐 처리하여 살포 방법별 잔류특성을 파악하여 안전하고 효과적인 살포 방법을 추천하고자 하였다.
- 6) 흰가루병 방제를 위해 개선된 난황유 제조 방법을 사용하여 악취 및 얼룩발생 등을 보완하고 유흥수와의 혼용으로 보다 더 효과적으로 흰가루병을 방제하고자 하였음.
- 7) 병해충 진단키트를 개발하여 농가에서 발생하는 병해충을 쉽게 판단할 수 있게 도움을 주고자 하였다.
- 8) 생산자를 대상으로 한 농약안전 사용 교육을 및 파프리카 병해충 관리 책자 제작/보급을 통해 안전한 농약사용과 병해충 방제의 중요성을 알리고자 하였다.
- 9) 해충 방제를 위해 사용되는 주요 천적에 안전한 농약을 선발하여 천적과 화학농약의 조화로운 사용으로 효율적인 해충방제에 도움을 주고자 하였다.

카. 파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정 (제3-2세부과제)

- 1) 가루이류, 총채벌레류, 진딧물류 해충에 대하여 온실 내 해충밀도에 따른 방제 천적의 투입량 및 시기를 구명하여 천적사용 농가에 도움을 주고자 하였다.
- 2) 가루이류, 총채벌레류, 진딧물류 천적에 대하여 안전한 살충제 (급성 및 잔효독성)를 선별하여 천적과 화학농약의 병행 사용이 가능하도록 하였다.
- 3) 안전한 농약의 선발을 통하여 lesf-disk 실험 및 foliar spray 실험을 통한 포장 안전성 검증하여 농가에서 실증적으로 사용하는데 어려움이 없게 하였다.

제2절 연구개발의 배경 및 필요성

1. 연구개발의 종합적 배경 및 필요성

가. 파프리카 재배 및 유통현황

- 우리나라 파프리카 재배는 '94년 재배 한 것이 시초이며 재배면적과 생산량도 꾸준히 증가하여 '07년도에는 335ha에 28,000톤으로 파프리카의 생산 면적 및 생산량은 급속도로 증가하고 있다.

< 표 1 > 국내 파프리카 재배면적 및 생산량

구분	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
면적(ha)	110	133	163	171	260	304	340	335
생산량(ton)	7,500	12,700	16,000	16,380	20,551	24,000	27,600	28,000

- 농가별 재배규모는 지역에 따라 시설종류에 따라 다르지만 일반적으로 1,500평 ~ 6,000평 내외며, 재배작형은 여름작형과 겨울작형으로 나누어져있다.
- 파프리카는 대부분 수출용으로 이용되고 있으며 특히 일본 파프리카 물량의 66%가 한국산이 차지할 정도로 수출 비중이 높고 수출물량도 증가하고 있으며 점차 국내소비도 증가하는 추세이다.

나. 육종현황 및 종자시장 전망

- 전 세계적으로 재배되고 있는 파프리카의 거의 모든 품종은 네덜란드 등 유럽의 회사에서 만든 교배종 품종이며 국내에서 재배되고 있는 품종도 네덜란드 품종이 대부분을 차지한다.
- 우리나라에서 고추 육종은 세계적 수준으로 인도, 중국 등에 다양한 고추종자를 수출하고 있으나 파프리카는 육종재료의 미흡과 그동안 관심부족으로 파프리카 육종이 전혀 이루어지지 않았다.
- 파프리카 종자가격은 립당 400원~600원으로 매우 비싸며 다른 종자에 비해 종자비용이 높아 재배농민에 경영비부담을 줄 뿐만 아니라 국산품종이 없는 상태에서 외국품종의 사용은 어쩔 수 없는 현실이다.
- 파프리카는 국내 도입된지 얼마 안 되지만 수출 품목으로 각광을 받고 있고 국내 소비도 점차 증가하고 있기 때문에 국내 종자시장은 점차 증가할 것으로 예상되며, 일본 수출품종으로 중과형을 선호하고 있으나 중국, 동남아, 유럽 등을 겨냥한 대과종의 품종개발도 필요하다.

- 웰빙식품으로 인기가 급상승하고 있는 파프리카는 맛, 영양 등이 뛰어나기 때문에 샐러드, 스낵 등 다양한 요리법의 개발로 파프리카의 국내 소비도 점차 증가하고 있고 종자 시장도 확대될 전망이다.

다. 육종기술의 현황

1) 약배양을 이용한 분리 계통의 조기고정

- 파프리카 교배종을 만들기 위해서는 우선 순계를 만들어야 하고 순계를 만들기 위해서 전통적으로 우수품종의 후대를 분리시켜 고정시키는 작업을 실행해 왔다. 그러나 전통적인 고정방법은 많은 시간이 요구되기 때문에 반수체를 배양하여 조기에 순계를 고정하는 방법들이 고추나 십자화과 작물에서 사용되고 있다.
- 파프리카에서 분리계통을 조기 고정시키는 방법으로 약배양 기술을 농협종묘센터 등에서 확립하였고 이 방법을 이용하여 다양한 순계를 조기에 대량으로 얻어 육종에 활용하고 있다.

2) 융성불임성을 이용한 채종체계

- 우리나라에서 개발된 채소의 94%이상은 F₁ 교배종으로서 잡종강세를 이용한 육종법이 이용되어지고 있고, F₁ 종자를 경제적으로 생산하기 위한 융성불임성을 이용한 채종체계가 무, 고추, 당근, 양파 등에서 확립되어져 활용되고 있다.
- 파프리카의 종자생산에는 제웅교배 및 유전자적 융성불임성이 이용되고 있으나 아직 세포질 융성불임성은 이용이 되지 않고 있다. 파프리카에서 융성불임성 계통을 조기에 육성하기 위해서는 MS연관 마커의 개발이 필수적인데 (주)고추와 육종에서 몇 개의 품종 분리세대에서 사용할 수 있는 연관마커를 개발하였으나 아직 전 품종에 이용할 수 있는 단계는 아니기 때문에 전 품종에 활용할 수 있는 연관마커의 개발이 필요하다.

3) 내병성 연관 분자표지의 개발 및 이용

- 파프리카 재배에 있어서 곤충의 매개에 의한 바이러스병이 가장 심각한 것으로 알려져 있으며, 바이러스병에는 CMV, TMV, PepMoV, TEV, TSWV 등이 있다.
- TMV에 대한 저항성은 염색체 11번에 있는 L 유전자에 의해서 결정되는데 지금까지 L1, L2, L3, L4 등 4개의 대립유전자가 관여하고 있으며 현재 재배되고 있는 유럽종은 대부분 TMV에 대한 저항성을 가지고 있는 것으로 확인되었고 분자표지인자도 개발되어 육종에 활용하고 있다.
- 국내에서 TSWV에 대한 피해는 아직까지 보고된 바 없으나 최근 농산물 수입량의 증가와 총채벌레의 증가로 TSWV 감염이 보고되고 있으며, TSWV에 대한 저항성은

염색체 10번에 있는 것으로 분자 연관표지 또한 미국과 프랑스 연구진에 의해 개발되었다.

- Potyvirus는 식물 전체 바이러스의 30%이상을 차지하는 바이러스로, 고추에 피해를 주는 바이러스로는 PVY, PepMoV, TEV 등이 있으며, Potyvirus저항성은 열성 저항성이 많이 보고되고 있고 이에 대한 분자표지인자도 밝혀진 상태이다.

라. 파프리카의 생산성과 온실환경조절 기술 현황

- 파프리카의 연중 고품질 다수확 생산을 위해 작물 생육상태와 지상부의 복합환경 관리 및 근권환경조절이 우선 되어져야 하지만, 생산 시설의 열악함으로 환경조절에 한계가 있다. 따라서 미흡한 재배환경의 변화에 따른 작물재배의 문제는 지역별, 계절별, 동일한 기술의 적용으로 해결 할 수 있을 것이다.
- 외적 기상 환경변화와 작물의 생육상태에 따라 시설내부의 환경도 조절되어야 하지만, 시설내부의 환경관리가 대부분 수동으로 작동되기 때문에 동적 환경조절이 어렵고 환경요인들에 의한 성장량의 변화량 예측 미흡으로 농가 소득 증대 및 생산비 절감이 어렵다.
- 복합환경조절 시스템은 생산자들과 전문컨설턴트들의 경험적인 방법들에 의해서 주기별로 설정값들을 변경하고 있지만, 작물 성장정보 분석시스템이 없어 재배자들의 의사결정에 위험요소가 산재되어 있다. 따라서 식물체의 생체정보와 시설내·외부 환경정보를 토대로 작물의 성장량을 예측하여 생산자 및 관리자에게 최적화된 시설내부의 환경조절 설정값을 조언하기 위한 기본 작물 성장모델이 필요하다.
- 파프리카의 단위면적당 건물체의 생산량은 광량, 이산화탄소 및 온도의 상호작용에 의해 생성되므로 작물생장과 복잡한 환경요인들간의 상호작용 예측을 위한 종합적인 모델이 필요하고 연중생산 위주로 재배되는 파프리카는 재배기간 동안 영양생장과 생식생장이 병행되므로 초세관리 조절을 실패할 경우 영양생장과다 또는 생식생장과다 등을 쉽게 일으킬 수 있기 때문에 최적의 성장을 유지하기 위해서는 영양생장과 생식생장의 기준과 계절적 환경변화 및 작물의 상태를 해석할 수 있는 성장지표가 필요하다.
- 난방에너지 절감을 위한 작물의 적정 초세와 작물의 성장 상태에 따른 적정 착과량을 계산할 수 있는 모델과 생육에 대한 지표를 개발하여 에너지 절감 및 에너지 이용효율을 극대화하는 것이 시설원예에서는 필수적이다.
- 따라서 광합성 산물의 분배에 따라 수확량과 품질에 미치는 영향이 크므로 지상부의 생육을 제어함으로써 수확지수를 높이고 지속적이고 안정적인 수세관리를 위한 재배기술의 확립이 필요하다.

마. 파프리카 병해충 종합관리

1) 파프리카 병해충의 발생 현황 및 문제점

- 우리나라 파프리카 재배시 최근 담배가루이와 흰가루병 발생이 극심하여 이에 미처 대비하지 못한 연유로 미등록 농약사용이나 잔류허용초과 농가의 적발 건수가 27농가에 달해 2006년 대일 수출 파프리카에 대한 농약 전수 검사가 실시되어 파프리카 수출에 지대한

영향을 미쳤다.

- 수출 농산물에 대한 잔류농약의 규제가 강화되어 일본의 Positive list system 이나 미국의 Zero tolerance system 도입으로 잔류허용량(MRL)을 근거로 한 안전사용기준 설정이 엄격히 요구된다.
- Holland에서는 파프리카 재배시 IPM(병해충종합관리) 기술을 적용하여 소비자에 대한 안전성을 확보하고 있는데 우리나라도 안전성을 확보하는 것이 필요하다.
- 우리나라에서도 파프리카 생산을 위한 농림부 천적사용을 지원하고 있다.

2) 농약의 안전사용 기준 설정

- 파프리카 주된 수출국인 일본의 경우 330여종의 농약에 대한 잔류허용기준(MRL)을 설정해서 안전강화를 하고 있다.
- 국내 파프리카를 위시한 수출용 원예작물에 대한 농약 안전 사용지침을 매년 마련하고 있다.(농진청 농업과학 기술원)
- 안전한 농산물 생산을 위해서는 병해충 진단, 표준 spray program 및 천적과 병행사용 가능한 저독성 /잔류저감 농약(예: IGR 등)의 안전사용 기준 마련이 필요하다.
- 국내 파프리카 생육단계별 생물농약 및 화학농약의 최적 방제프로그램 개발로 안전한 농산물 생산과 수출 증대가 요구된다.

3) 파프리카의 천적(생물적) 방제 프로그램 및 천적에 사용 가능한 농약 안전사용

- 국내 농업용 천적회사(세실, 미푸코, NABIS 등)가 설립되어 소규모 사업을 수행하고 있지만 (주)세실을 제외하고는 상업적 사용이 미비하고 파프리카 작물에 대한 천적 사용에 대한 방제 program이 미흡하다.
- 네덜란드 Koppert Biobest사 등에서는 체계적으로 천적을 도입사용하고 있으나 국내에서는 아직 천적과 농약사용에 대한 조화로운 방제 방법이 미비하기 때문에 일본에 잔류허용이 등록(잠정등록 포함)되어 있는 저독성 및 잔류저감 농약을 중심으로 side effect에 대한 안전사용기준 마련이 요구되며 생물적, 화학적 방제 방법의 체계적 연구가 절실하다.
- 정확한 병해충 진단, 천적의 효과적인 사용, 생물 방제 프로그램 개발, 천적에 사용가능한 농약의 선별 및 안전사용기준 설정. 생물농약과 화학농약의 최적 사용기술 개발. 생육단계별 병해충별 최적 IPM 프로그램 개발과 보급으로 안전한 파프리카 생산 및 수출 증대가 절실히 필요하다.

바. 연구사업 분야에 대한 미래전망

- 파프리카의 종자가격은 매우 비쌌 뿐만 아니라 국내 품종의 개발이 없는 상황에서 앞으로 외국 품종에 의존할 수 밖에 없는 것이 현실이다. 더욱이 IMF를 겪으면서 국내 굴지의 종묘회사들이 외국의 거대기업에 합병된 후 종자가격이 더욱 상승하여 농가에 경영비 부담을 주고 있고 파프리카의 육종기반이 전무한 상태에서 이 과제의 성립은 파프리카 육종소재 육성 및 연속적인 육종 인프라를 구축할 수 있는 매우 중요한 기회임이 틀림없다.
- 국민의 소득향상과 웰빙식품의 선호로 파프리카의 국내 소비가 증가하고 있지만 소비자 입장에서 아직도 비싸다는 인식 때문에 급속한 소비는 이루어지지 않고 있다. 국내 토양

및 재배작형에 적합한 품종이 개발된다면 파프리카의 재배면적 확대를 도모할 수 있어 파프리카 소비는 더욱 증가할 것이다.

- 파프리카는 현재 농산물 수출품목 중 가장 으뜸으로 자리매김하고 있으나 대부분 일본 수출에 의존하고 있다. 그러나 중국, 미국, 동남아 등으로 수출시장을 다변화한다면 수출시장은 더욱 확대될 수 있을 것이다. 수출시장의 확대와 더불어 외국종자의 의존에서 벗어나 수출용 국산종자의 개발이 필요한 시점이라 하겠다.
- 파프리카 재배생산성은 네덜란드에 비해 매우 낮을 뿐만 아니라 네덜란드 기술에 의존하고 있는데, 이를 극복할 수 있는 우리나라 실정에 맞는 재배기술 및 작형의 개발이 시급하다. 생육 전 과정에 대한 환경요인을 정확하게 분석하고 환경정보에 근거한 성장량을 예측하여 성장모델이 이루어진다면 네덜란드와 우리나라의 파프리카 생산량의 차이를 극복할 수 있을 것이다.
- EU 국가의 파프리카 재배는 IPM(병해충 종합관리) 기술을 적용하여 소비자에 대한 신뢰성과 안전성을 확보하고 있다. 또한 일본이나 미국 등은 수출농산물에 대한 잔류농약의 규제강화와 생산이력제 도입으로 안전한 농산물의 생산 및 보급 확대를 기하고 있다. 우리나라 시설내 파프리카 병해충 발생이 심하여 큰 피해를 주고 있으며 화학농약의 과다사용으로 야기되는 잔류농약 초과검출로 인해 일본 수출에 큰 타격을 주고 있는데 본 과제를 통해 병해충 종합관리체계가 구축된다면 안전한 파프리카 생산 및 수출증대를 기대할 수 있을 것이다.

사. 과제간의 유기성, 중요성 및 필요성

- 제 1 핵심과제는 연구책임자를 중심으로 파프리카 품종개발 연구를 수행한다. 품종육성 과정 중에 필요한 계통선발, 응성불임성 도입, 분자마커 활용 및 바이러스 계통육성, 약배양 및 shuttle breeding을 통한 세대단축, 지역적응성 시험 및 생산력 검정시험을 제1세부 과제에서 육성하는 재료를 대상으로 4개의 세부과제 책임자가 공동연구에 참여하여 가능한 빠른 시기에 품종이 개발되도록 협조한다. 개발된 F₁ 조합은 우선 파프리카 자조회에 공급하여 엄격한 포장평가 및 검정을 받을 예정이다.
- 제 2 핵심과제는 네덜란드의 생산성 기술을 파악하기 위해 네덜란드 연구진과 공동연구에 참여하고 과제는 대학, 프로그램 개발기업, 재배농가가 공동 참여하여 생산성 향상을 위한 재배 및 온실환경 제어기술을 개발한다.
- 제 3 핵심과제는 신규농약 안전사용 및 IMP기준 선정, 생육단계별 병해충 진단은 대학에서 연구하고 실제 현장에서 이용 가능한 천적이용 생물학적 방제 프로그램 개발은 기업에서 연구하여 파프리카 종합관리 체계를 구축하도록 구성하였다.
- 각각의 핵심과제는 품종육성(제1핵심), 환경제어(제2핵심), 병해충 관리(제3핵심) 연구팀으로 구성되었고 핵심과제별로 서로 협력하여 연구가 진행되도록 하였으며 초기단계에서부터 실제 파프리카 농가도 참여시켜 연구자들이 현장의 애로사항을 해결하는데 주안점을 두고 과제에서 얻어진 결과는 바로 현장에서 응용이 가능하도록 연구진을 편성하였다

2. 세부과제별 연구개발의 배경 및 필요성

가. 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발(제1-1세부과제)

- 파프리카가 '94년 국내 처음으로 제주도의 유리온실에서 재배된 이후' 08년에는 재배면적과 생산량이 각각 350ha와 32,248톤으로 매년 증가하고 있으며 수출량과 수출액도 각각 17,080톤과 54,300천\$로 우리나라 농산물 수출에 절대적인 기여품목으로 자리매김 하고 있음
- 최근 파프리카는 웰빙식품으로 인정되면서 국내소비가 점차 증가하고 있고 일본의 시장도 국내산이 2008년도 56%를 차지 할 정도로 증가하고 있어 동남아, 중국, 미국시장 등을 겨냥한다면 더욱 수출시장은 확대될 것으로 예상됨
- 국내에서 재배되고 있는 파프리카 품종은 주로 유럽종으로 전량 수입종에 의존하고 있을 뿐만 아니라, 텀당 종자가격도 550원 정도로 매우 높아 재배농가의 경영비 절감을 위해서는 국산종자의 개발이 절실히 요구됨
- 단기간에 순계를 육성할 수 있는 약배양 기술의 확립과 우리나라의 제한적인 환경 때문에 세대를 진전시킬 수 없는 단점을 보완할 수 있는 온도조건이 좋은 태국 등 열대지역 포장을 이용한 shuttle breeding 체계확립으로 세대단축을 할 수 있을 것임
- 분자마커를 활용하지 않은 기존의 방법으로는 계통육성에 많은 시간과 노력이 필요하기 때문에 F₁ 종자의 채종효율을 높이기 위해서 옹성불임성의 이용이 필수이다. 따라서 MS계통 및 품종들에 대한 ms 유전분석 및 서로 다른 각각의 분자마커를 개발하여 계통선발 및 품종육성에 활용하는 옹성불임 채종체계 확립이 필요함
- 지금까지 고추에서 개발된 TMV, CMV, TSWV, Potyvirus, 흰가루병 저항성 분자표지나 과색 및 신미에 관련된 분자표지를 파프리카에 적용하여 병저항성 및 품질관련 형질의 분자표지를 이용한 파프리카 육종체계 확립이 필요함
- 고랭지 단경기 재배용, 유리온실 수경재배용, 토경재배용 품종의 육성으로 국내 재배면적을 확대하고, 중국, 태국, 일본 등 해외 수출용 품종의 개발을 위해서는 국내 주산지(경남, 강원) 지역과 해외(중국 등) 지역의 열대지역과 온대지역에서의 지역적응성 시험이 요구됨

나. 중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발(제1-2세부과제)

국내의 파프리카 재배 환경은 주로 수경재배인데 반해, 중국을 비롯한 동남아의 파프리카 시장은 주로 토경재배를 하고 있는 실정이다. 특히 중국은 단고추 시장이 전국에 걸쳐 5만 ha 정도로 추정하고 있는데, 근년에 들어 매우 빠르게 성장을 하고있는 시장이고, 조만간 단일 시장으로 세계 최대의 시장이 될 것으로 많은 전문가들이 예상하고 있다. 이들 시장은 크게 2가지로 나누어 지는데, 시설용 고급 파프리카는 syngenta등 다국적 기업들의 품종이 우점중이고, 노지 혹은 터널용은 중국 농과원의 中椒(ZhongJiao)

시리즈들이 우점종이다.

중국 및 동남아 시장은 한국의 품종들이 상당히 많이 재배가 되고 있으며, 우리의 육종가들에게도 친숙한 시장이라 제 1 세부과제와 더불어 협력을 하면 충분히 시장에 접근이 가능하리라 생각된다.

다. 옹성불임성을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립(제1-3세부과제)

- 고추의 옹성불임성(GMS 및 CGMS)은 상용 F₁ 품종의 안정적이고 경제적인 채종을 위한 방법으로 오래전부터 사용되어 왔다. 특히 CGMS를 이용한 채종은 상업적인 측면에 있어서 전 세계적으로 우리나라만이 갖고 있는 매우 중요한 기술로서 최근 이를 이용하고자 하는 외국 국가들의 관심과 연구가 급증하고 있는 추세이다. GMS 이용 기술의 경우는 우리나라의 일부 건고추와 대부분의 풋고추 품종에서 사용되고 있고 미국과 유럽의 선진농업국에서도 sweet pepper(파프리카 포함)의 많은 품종에서 사용되고 있으며 현재 우리나라에 도입된 모든 파프리카 품종의 약 1/3 정도에서 옹성불임성의 사용을 확인 할 수 있었다.
- 현재까지 파프리카 품종에 사용된 옹성불임성은 모두가 GMS일 것으로 판단되며 CGMS를 이용하지 못하는 가장 큰 이유로서 sweet peppers의 경우 Peterson CMS의 불안정성에 따른 종자 순도의 문제와 자연계에 회복유전자(Rf)가 존재하지 않아 C line을 육성하는데 상당히 많은 시간과 노력이 필요하다는 것을 들 수 있다.
- 최근 고추 CGMS 연구 결과 옹성불임성을 유발하는 세포질 유전자(S-factor)는 거의 cloning 단계에 있으며 마커로서 S-factor의 유무를 확인할 수 있다. 또한 옹성불임 회복유전자(Rf)와 가깝게 연관된 분자마커들이 이미 보고됨에 따라 분자마커를 이용한 CGMS 채종 체계의 구축이 가능하게 되었다.
- GMS의 경우 유럽에서는 이미 옹성불임 유전자(ms)와 연관된 마커가 개발되어 MAS에 의한 새로운 계통 및 품종의 육성이 이루어지고 있다고 알려져 있으나 다국적 기업에서 개발한 기술로서 자체적으로만 사용하고 있기 때문에 어떠한 정보도 현재로서는 얻을 수가 없다. 우리나라의 경우 ms 유전자와 연관된 분자마커 개발에 관한 연구는 전무한 실정이며 열성유전자에 대한 새로운 옹성불임 계통을 육성하는 과정이 매세대마다 우수한 개체를 선발함에 있어서 엄청난 시간과 노력이 소요됨을 감안할 때 현재 sweet peppers(파프리카 포함)에서 우리가 확보하고 있는 GMS 계통 및 품종들에 대한 ms 유전자 분석은 물론 서로 다른 각각의 유전자에 대한 분자마커를 개발하여 MAS에 의한 가장 경제적인 GMS 채종 체계를 확립하는 것이 파프리카 산업의 토착화 및 경쟁력 확보에 있어서 매우 중요한 연구라고 판단된다.

라. 분자육종 기술을 이용한 복합 내병성 파프리카 계통 육성(제1-4세부과제)

- 다국적 종자회사에 의해 시장이 선점되어 있는 상황에서는 전통육종 기술에만 의존한 품종 개량으로는 시간, 공간, 인력, 비용 면에서 경쟁력을 갖추기 어렵다. 분자마커를 활용한 선발 기술을 통한 분자육종의 기반이 구축되고, 전통육종과 접목해야만 해외 또는 국내 종자 시장에서 경쟁력 있는 품종을 개발할 수 있다.
- 파프리카 신품종 육종에 있어 가장 큰 핵심요소 중 하나는 내병성으로, 특히 한국을 포함한 동남아시아, 중국, 인도, 남부 유럽, 미국을 포함한 온대지역에서는 다른 지역에 비해 병에 의한 피해가 심하기 때문에 병 저항성을 갖추어야만 비로소 시장에서 경쟁력을 갖출 수 있다.
- 바이러스 병은 주로 곤충에 의해 전염되기 쉬운데, 지구 온난화 현상에 따라 곤충의 활동이 활발해지고, 이에 따른 바이러스 피해가 점차 커지고 있는 상황이다. 따라서 온대, 아열대 지역에서 바이러스 병 저항성은 그 중요성이 커지고 있기 때문에 이에 대비한 파프리카 품종의 개발이 절실하다.
- 최근에는 유전공학의 발달로 내병성 관련 분자마커가 많이 개발되고 있다. 다국적 종자회사들은 중심으로 자체 마커 개발 기술과 High-throughput(HT)-MAS(marker assisted selection) 시스템 확립에 많은 투자가 이루어지고 있다. HT-MAS 시스템을 확립하기 위해서는 기존의 gel-based 분자표지 분석 시스템에서 탈피하여 real-time based 분자표지 분석 시스템으로 전환할 필요가 있다.

마. 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인 극복 기술 개발(제2-1세부과제)

- 우리나라 파프리카의 단위면적당 생산량은 현재 네덜란드의 33% 수준으로서 농가 소득 증대 및 생산비 절감을 위한 파프리카 생육 전과정에 관여하는 환경요인을 정확하게 분석하고 그에 따른 기술 개발이 시급함
- 네덜란드와 우리나라는 각각 북위 52도와 북위 32-33도로 위도간의 외적 기상환경이 매우 다르다. 국내 기술 수준으로 시설내부의 작물 생산을 위한 최적의 환경요인을 각 생산자 별로 최적화한다고 해도 파프리카의 단위면적당 생산량의 차이는 매우 심각하여 생산량의 차이 발생원인을 작물 생리 생태학적인 분석을 토대로 두 국가간의 생산량 차이를 최소화해야 함
- 파프리카 육묘의 품질 상태, 정식후의 엽면적 관리, 온도·습도관리, 광환경 관리 및 배지의 함수율관리에 있어서 정식시기가 다른 국내와 많은 차이점이 있을 것으로 사료됨
- 우리나라와 네덜란드의 파프리카 생육에 있어서 영양생장 기관과 생식생장 기관의 비율이 현저히 차이가 있을 것으로 사료되어지며 양국간의 파프리카 생육전과정은 기상환경과 작물의 생육량을 기간별로 측정비교 분석하여 생산량 차이의 원인 분석을 하고자 함

바. 파프리카의 시설별 지상부 최적 생육환경 조건 개발(제2-2세부과제)

- 파프리카의 연중생산을 위한 여러 시도가 있음에도 불구하고 이들 연구는 겨울 작기의 재배모델의 규명에 국한되어 재배시기가 상이할 경우에 환경에 대응하는 방안이 미비함
- 재배자별 온실의 형태 및 구조, 피복재의 종류가 상이함에도 불구하고 일률적인 재배기법을 도입하고 있기 때문에 각 지역별 계절별 시설구조 및 형태별 온실의 환경을 최적화해야 할 필요성이 있음
- 동일지역 동일한 온실조건 하에서도 시기별, 계절별 외기의 극심한 변화에 적극 대응하지 못하여 온도, 수분, 광도 및 광량의 변화를 작물의 생육에 반영하지 못하고 있음
- 온실 내·외부의 환경을 작물의 생육에 적극 활용하지 못하여 지상부의 성장량의 변화를 생산성의 증가로 연결시키지 못하고 있음
- 작물의 형태별 적절한 관수방법 및 기본 데이터의 부족으로 생산량의 저하, 환경오염, 생산비의 증가 등 피해를 반복하고 있음
- 농산무역 회원들이 사용하고 있는 ERP 시스템의 생산관리체제로 다량의 데이터를 확보하고 있지만 분석도구가 미흡하여 사용효율이 극히 미약하고 기상환경과 작물생육간의 상관에 대한 도구가 미흡하여, 양적인 자료를 생산량의 증대 및 생산비의 절감, 생산물량의 예측을 위한 질적인 자료로 해석하지 못하고 이를 해석할 수 있는 도구개발이 선행되어야 함

사. 우리나라 환경에 적합한 온실환경 제어시스템 및 제어프로그램 개발 (제2-3세부과제)

- 기존 환경제어 프로그램은 온실내 환경에 초점을 맞추어 설계되어 왔으며 종합적이고 장기적인 환경계측을 토대로 데이터베이스를 구축하고 각 시기에 맞는 데이터베이스에 접근하여 가장 예측성이 쉬운 방향으로 진행되어져 왔다.
- 이러한 환경제어 프로그램은 환경요인만을 주된 인자로 인지하였고 온실내에서 실제 생산이 이루어지는 작물은 고려되지 않았던 것이 가장 큰 문제점으로 지적되었다.
- 현재 온난화 등 급속한 환경변화로 인해 장기간 축적되었던 기후 데이터베이스는 최근 들어 그 적용성에 한계를 드러내고 있다.
- 온실내에서 작물의 생육은 광, 온도, 습도, CO₂, 풍향 및 풍속 등 외부적인 환경요인에 의해 영향을 받는다. 이들 요인들은 온실내 환경제어 프로그램과 연결되어 온실내에 식재되어 있는 작물에 양·수분 공급에 관여하게 되고 최종적으로는 작물의 생육을 결정하게 된다.
- 지금까지의 연구내용은 단적인 환경적 요인에 초점이 맞추어져 있었으며 이들 요인에 의해서만 절대적인 작물의 생육량이 결정된다고 판단하였지만 이들 요인 못지않게 작물의 생육상과 이에 따른 작물체의 생체정보도 중요한 요인으로 작용하고 있다.

- 환경제어 프로그램은 온실내 외부 환경요인과 설정값을 복합환경조절 시스템의 피드백에 연결하여 환경조절 장치를 보정하였고, 설정값은 운영자에 의해 결정하였다.
- 운영자는 작물의 생육상태를 판단한 후 이를 근거로 수십여개의 설정값을 기간별 변화를 주면서 경험적인 방법을 토대로 설정값을 변경하였지만 작물의 생육반응에 대한 몇일 후의 예견도 할 수 없는 실정이었다.
- 작물의 생육시기별 생체정보를 미세전류, 엽온 또는 작물체 온도 등으로 즉각 감지하고 이것이 환경요인과 불완전 환경요인을 보정하는 시스템이야말로 작물의 입장에서는 능동적 환경조절시스템이라 할 수 있겠다.
- 따라서 작물의 생체정보를 실시간으로 입력한 후 제어 알고리즘을 통하여 사용자의 설정값과 작물의 반응의 관계를 분석하여 최적의 환경조절 장치를 제어 할 장치가 필요할 것이다.

아. 파프리카 근권 환경 최적화를 위한 함수율 조절 장치 개발(제2-4세부과제)

- 일반적으로 작물의 근권 환경은 작물 양수분의 흡수에 영향을 주며, 결과적으로 작물의 생육과 품질에 영향을 주지만, 체계적인 관련성 분석 및 함수율 최적화 조절 기술은 전반적으로 충분히 적용되고 있지 않다. 특히 파프리카와 같은 고부가가치 작물의 경우, 품질 및 생산성 향상을 위한 근권 환경조절은 필수적이다.
- 파프리카의 품질 및 생산성 향상을 위해서는 근권(배지) 환경조절을 위해서는 환경조건, 생육조건 및 적용 배지를 고려한 보다 체계적인 수분 이동과 함수율 측정 및 조절 기술이 필요하다. 특히 환경, 생육, 생체 정보의 단기 및 장기 데이터를 적절히 고려한 함수율 변화 해석이 필요하다.
- 이미 오이와 토마토와 같은 과채류의 배지 수분 조절을 위하여, 슬라브 중량, 일사량, 폐액량, 적VPD, 온습도, 함수율, 수분장력, 증산류, 줄기경 측정 등 다양한 방법이 사용하고 있기 때문에, 파프리카의 특성과 조절 방법의 효율성을 고려하여 실용적인 방법을 선택한다면 품질과 생산성의 향상에 기여할 것으로 생각된다.
- 품질과 생산성 향상을 위하여 파프리카의 생산방식을 체계화하는 과정에서는 배지 함수율 조절은 필수적인 요인 중의 하나이기 때문에, 함수율 조절을 위한 적정 방법론, 적정 장치 과 이를 운용하는 적정 프로그램의 개발 등이 필요하다.

자. 파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안 (제3-1세부과제)

우리나라에서 생산되는 파프리카를 수출함에 있어 주요 수출국인 일본으로 통관 시 잔류농약 초과 검출로 인한 생산농민의 금전적 피해가 여러 차례 발생하였고, 이러한 잔류농약 클레임 현상을 해소하고자하는 연구가 필요함에 따라 본 연구과제에서는 출하전 생산단계에서 생물학적 반감기 산출 및 생산단계 잔류허용기준을 설정하여 잔류농약 초

과 현상을 방지하기 위한 연구가 진행되었다. 생산단계 잔류시험 및 계절별 잔류특성 파악, 새로운 살포 방법의 개발, 초기 해충방제를 위한 연구, 생물농약의 처리를 통한 약효의 검증 및 천적에 안전한 농약 선발을 통한 효율적인 병해충 방제, 안전한 농약사용에 관한 교육/홍보를 통하여 생산자들에게 병해충을 효과적으로 방제하면서 잔류농약으로 인한 클레임 현상을 최소화하기 위하여 본 연구는 수행되었다.

차. 파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정 (제3-2세부과제)

파프리카 재배 중 잔류농약 문제가 크게 대두되고 있고 이를 방지하고자 천적을 이용한 생물적 방제가 점차 증가하고 있지만, 발생 해충을 방제하는 해당 천적에 대하여 방사량 및 방사시기가 명확하지 않아 실제로 천적을 사용하여 해충을 방제하는 농가에서 천적 사용에 어려움이 있고, 천적만으로는 완벽한 방제가 어려움에 따라 본 연구과제를 통하여 해충 밀도에 따른 천적의 방사량과 방사시기 선택/조절, 천적에 안전한 농약을 선별하여 천적과 농약의 병행 사용으로 효율적인 해충방제 방법을 연구하기 위하여 본 연구는 수행되었다.

제3절 파프리카연구사업단의 개요

1. 연구사업단의 목표와 배경

가. 연구사업단 설립 목표

- 수출용 파프리카 신품종개발(3품종)
- 국내 보급용 파프리카 신품종개발(4품종)
- 바이러스(CMV, Potyvirus, TSWV)내병계 중간모본 육성(2계통)
- 약배양을 이용한 순계 조기육성
- shuttle breeding을 이용한 육종연한 단축기술 개발
- 옹성불임성을 이용한 파프리카 F₁ 종자생산 기술 개발
- 내병성 분자마커 개발 및 계통선발
- 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병저항성 검정
- 네덜란드와 우리나라 파프리카 생산량 차이 원인극복 기술 개발
- 국내 파프리카 작형별, 시설별 최적 생육환경 구명을 통한 온실제어 프로그램 개발
- 파프리카 근권환경 최적화를 위한 함수율 조절장치 개발
- 수출국 및 국내 적용확대 농약의 안전사용 기준설정(5품목)
- 주요농약 생산단계 잔류시험 data 제작 및 보급(15품목)
- 생육 단계별 생물농약 및 화학농약 방제 최적 IPM program 개발
- 농약안전사용교육 강화 → 미등록/잔류초과 농약 문제해결(on-line/off-line 년 2회)
- Internet 진단 체계 활용/검정
- 주요 병해충 종합정보 및 농약 잔류 관리정보 농가보급 및 교육
- 천적을 이용한 생물적 방제 프로그램 개발(12개 이상 천적 이용)
- 천적에 안전한 살충·살균제 선발
- 농가에 병해충 인터넷 진단 체계 개발, IPM program 교육자료 및 매뉴얼 보급

나. 연구개발의 단계별 목표

구분	과제명	단계별 목표		
		제 1 단계 (2007.11~2009.10)	제 2 단계 (2009.11~2011.10)	제 3 단계 (2011.1~2012.10)
1핵심 과제	파프리카 신품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> ○파프리카 계통선발(과형,과색 등 형태적 형질, 응성불임성, 바이러스 등) ○약배양을 통한 계통육성(200계통) ○국외포장을 이용한 shuttle breeding ○응성불임 마커개발 및 계통선발 ○내병성 분자마커개발 및 복합내병성 계통선발 	<ul style="list-style-type: none"> ○파프리카 계통선발(과형, 과색 등 형태적 형질, 응성불임성, CMV, Potyvirus, TSWV, 기능성 등) ○교배조합 작성(30조합) ○약배양을 이용한 순계육성(200통) ○shuttle breeding을 통한 세대단축 ○응성불임성을 이용한 계통선발 및 육성 ○교배조합 작성 및 지역 적응성 시험 	<ul style="list-style-type: none"> ○국내 주산지(경남, 강원)의 수경 및 토경재배 지역적응성 시험 및 생산력 검정시험 ○해외포장에서 지역적응성 시험 ○복합내병성 계통육성 및 등록 (CMV, Potyvirus, TSWV 등) : 2계통 ○파프리카 품종등록 : 7품종 ○지역적응성 시험 및 생산력 검정시험
2핵심 과제	생산성 향상을 위한 재배 및 온실 환경제어 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○NL과 KOR간 연중 건물생산량 차이 원인 규명 ○NL과 KOR간의 파프리카 기관별 건물량 차이 분석 ○파프리카 생육, 기상환경, 수확패턴 모니터링 및 데이터베이스화 ○외부기상환경과 생육량에 따른 최적환경조건 설정을 위한 비례제어알고리즘 개발 ○작형별, 작물 생육량별 증산량 및 금폐액량의 데이터베이스화 	<ul style="list-style-type: none"> ○NL과 KOR간 파프리카의 건물함량 차이 원인 규명 ○NL과 KOR의 시설내부 환경조절 및 근권환경 조절의 차이점 비교 ○생육량과 기상환경간의 상호관계 지표개발 ○온실 환경변화에 따른 작물의 생육량을 예측하고 온실환경 조절을 위한 적정 설정값 예측을 위한 온실제어 프로그램 개발 ○외부 광도 및 내부 온습도 변화에 따른 작물의 증산량 추정 시스템 개발 ○실시간 슬라브 무게와 작물의 생체량 정보 획득을 위한 장치개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○네덜란드(NL)와 우리나라(KOR)의 파프리카의 포텐셜 생산량 추정을 위한 컴퓨터 프로그램 개발 ○상기의 모델을 적용하는 비닐온실용 복합환경제어 시스템 개발 ○작물의 생체정보와 근권 환경 정보를 이용한 함수율 조절 장치 운영 소프트웨어 개발
3핵심 과제	파프리카 병해충 종합관리체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○농약 안전사용 설정 기준(4품목) ○농약 생산단계 잔류시험(9품목) ○생물농약 탐색 및 효과검증 ○농약 안전 사용 교육 강화 	<ul style="list-style-type: none"> ○선택적 농약 안전사용 기준 설정(4품목) ○농약 생산단계 잔류시험(6품목) ○병해충별 IPM 프로그램(4종) ○Internet 진단 체계 활용/검정 ○진딧물류 천적 방사시기 규명 및 생물적 방제 	<ul style="list-style-type: none"> ○신규 및 천적 선택적 농약 안전사용 기준(1품목) ○주요 병해충 종합정보 및 농약 잔류 관리정보 농가보급 및 교육 ○IPM program(1종) 및 매뉴얼 제작 보급 ○생육시기별 방제 프로그램 검정

		<p>○병해충 인터넷진단키 개발</p> <p>○온실가루이, 담배가루이 발생원인 및 천적(2종) 방사시기 규명</p> <p>○가루이류 천적에 대한 안전한 농약선발(2종)</p> <p>○충체벌레 방제천적(2종) 방사시기 결정 및 생물적 방제 프로그램개발</p> <p>○충체류 천적에대한 안전한 농약선발(2종) 및 포장실험</p>	<p>프로그램 개발</p> <p>○진딧물류, 잎응애류 천적에 안전한 농약선발(4품목) 및 포장시험</p> <p>○농가적용 천적사용 가이드라인 지침수립</p> <p>○생물농약과 화학농약의 최적사용 프로그램 개발</p>	<p>○생육단계별 뿌리파리 천적 방사시기 규명</p> <p>○농가적용 천적사용 가이드라인 지침 수립-선발농약 검토</p> <p>○IPM 방제 프로그램 수립 및 지침서 제작 배포</p>
--	--	---	--	--

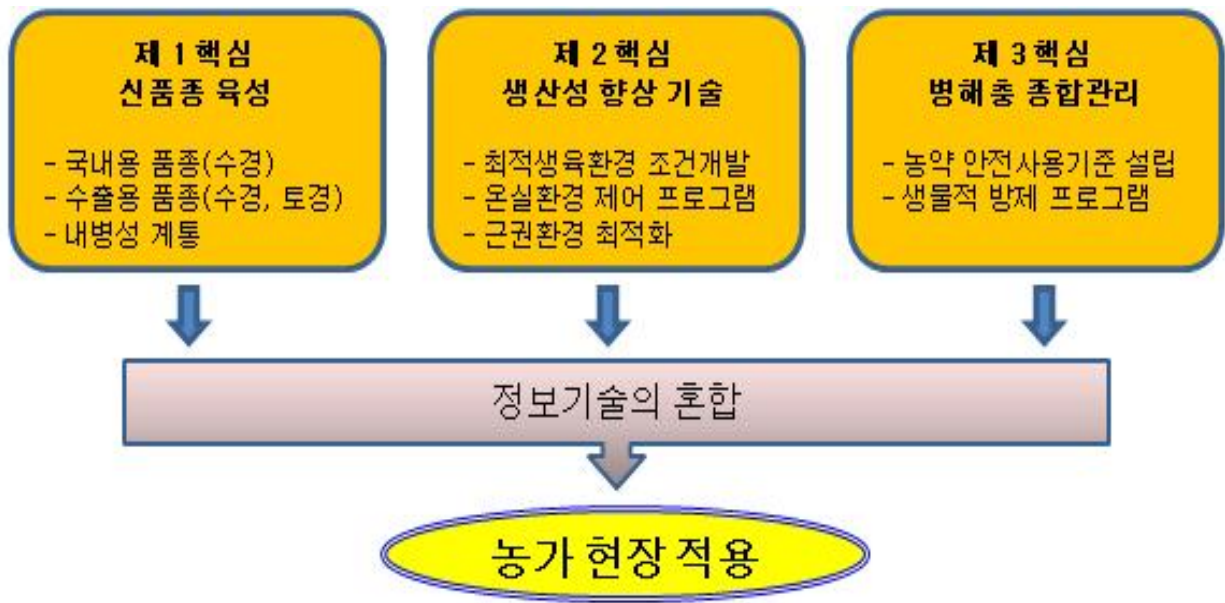
다. 연구사업단 설립 배경

- 소득수준 향상과 웰빙문화 확산으로 소비확대 가능성 높음
- 수출금액이 5천만불에 달하고 일본시장의 70%를 점유할 정도로 작목 중 단일 수출 품목으로 가장 큰 비중을 차지함
- 파프리카 종자는 전량 수입에 의존하고 종자값이 비싸기 때문에 외국종자를 대체할 수 있는 국산 품종과 해외시장을 겨냥한 수출용 품종이 지속적으로 개발되어야 함
- 생산성 향상을 위한 작형별, 시설별 최적 생육환경 구명 및 환경제어 기술개발이 되어야 함
- 안전한 파프리카 생산 및 수출증대를 도모하기 위해 병해충 종합관리체계 구축 및 안전한 농약사용 기술이 개발되어야 함.

2. 연구사업단의 역할 및 향후 성과활용 계획

가. 연구사업단의 역할

- 본 연구 사업단의 주요 역할은 파프리카 품종을 개발하고, 재배 및 온실 환경제어 기술을 개발하여 생산성을 향상시키며, 병충해 종합관리체계 구축을 통하여 안전한 파프리카 생산 및 수출 증대를 도모하는 것이다. 과제의 최종목표를 달성하기 위해서 사업단을 ① 파프리카 신품종육성 ② 생산성 향상을 위한 재배 및 온실 환경제어 기술개발 ③ 파프리카 병충해 종합관리 체계구축 등 세 가지의 핵심연구과제하에 사업단 연구내용을 구성하였다.
- 현재 우리나라 파프리카 육종은 전무하다고 해도 과언이 아니다. 파프리카란 작물이 국내 도입된지가 얼마 되지 않았고 더욱이 국내에서 그동안 파프리카 육종에 대한 투자를 하지 않았기 때문에 육종소재 또한 빈약하다. 그러나 세계 최고 육종기술을 가졌다는 고추와는 작물학상 거의 차이가 없기 때문에 고추의 육종 기술을 파프리카 육종기술에 도입하면 예상보다 빠른 시간 안에 좋은 결과를 얻을 수도 있을 것이다. 파프리카 육종에 세계 최고의 약배양 기술과 분자마커 기술, 그리고 옹성불임성의 이용기술은 파프리카 육종 전망을 밝게 해주는 요인이다. 전통 육종방법에서 개발된 최첨단 배양기술 및 분자마커 기술을 도입하여 육종소재의 육성과 과학적 선별을 함으로써 육종 인프라를 구축할 수 있을 것이며 외국에 100% 의존하던 종자시장을 국산품종으로 어느 정도 해결할 수 있는 계기를 마련할 수 있을 것이다.
- 또한 본 연구사업단의 중요한 목표 중 하나는 농가에서 재배와 생산물의 수출시 나타나는 문제를 해결하는 것이다. 네덜란드에 비해 생산성에서 많은 차이를 나타내고 있는데 이를 극복할 생산모델의 개발도 어느 수준까지는 네덜란드 생산성에 근접할 수 있을 것으로 예상된다.
- 또한 병충해 방제를 위해 과도하게 농약 사용을 함으로써 발생하는 잔류 농약 문제 등을 생물학적 방제법으로 해결함으로써 안전농산물을 생산하고 선진국의 엄격한 수출 농산물 규제를 피해 갈 수 있는 방법을 찾을 수 있을 것이다.
- 사업단은 정보제공, 연구 교류의 중심에서 파프리카 재배농가에서 현실적으로 나타나는 애로사항을 해결하기 위한 창구 역할을 할 것이며 이를 위해 대학, 참여기업, 연구소, 농민이 참여하는 현장위주의 연구를 수행하여 농가에서 실용적으로 응용할 수 있는 역할을 할 것이다.



< 그림 1 > 과제간 유기성 및 연계사항

나. 성과활용방안

(1) 산업·경제적인 측면

- 파프리카 육종소재의 확보 및 품종개발 기반 확립
- 분자마커 및 유전자원의 공동 활용을 통한 육종가 지원
- 확보된 기술 및 육종소재의 적적 산업체 이전 및 개발 품종의 상품화 지원
- 우리나라 환경에 적합한 환경제어기 농가 공급
- 고부가가치 신품종의 상용화(국내외용)
- 첨단 육종 기술을 통한 우수 품종육성 확대 및 세계 종자시장 진출 확대(국제 경쟁력 확보)
 - 종자생산 효율의 증대와 안정적인 종자 수출 실현
- 특허출원 및 등록 및 기술이전을 통한 국내 육종 기술 및 품종 보호, 국제경쟁력 강화

(2) 과학·기술적인 측면

- SNP 개발을 통한 분자육종연구 및 분자생물학적 연구 기여

3. 기대효과 및 전망

가. 기술적 측면

- 육종소재의 조기고정화 기술 응용
- 분자마커의 개발과 활용을 통한 목표형질 조기선발
- 세대단축을 위한 약배양 기술과 shuttle breeding 체계 확립
- 유용집단의 확보 및 변이집단 창성
- 옹성불임성 이용한 생산체계 확립
- 파프리카 생산량 예측 프로그램 개발
- 환경조절장치의 난방 및 환기 온도 설정을 위한 생산자 의사결정시스템 개발
- 근권환경 관리 하드웨어 및 소프트웨어 개발
- 최적 생육환경조절 온실제어 프로그램 개발
- 파프리카 동적 성장량 예측 모델 개발
- 파프리카 주요 병해충 진단 및 IPM 프로그램 개발로 GAP, 생산이력제 기반 확충
- 저독성, 잔류저감 농약 안전사용 기준설정으로 안전한 파프리카 생산기술 개발
- 생물적 방제 프로그램 체계 개발
- 효과적인 천적투입 및 유지기술 개발

나. 경제적 측면

- 국산 파프리카 품종개발로 외국산 종자 대체(약 40억 종자시장)
- 수출용 파프리카 품종육성으로 해외 시장 확대
- 우리나라 재배환경 및 작형에 적합한 국내용 파프리카 신품종 개발로 재배면적 확대
- 전문 육종인력 양성
- 내병성 품종의 개발로 저농약, 친환경 농업에 기여
- 특허출원 및 등록을 통한 국내 육종품종의 보호 및 국제 경쟁력 강화
- 국내 생산량 (네덜란드의 33%)을 5년 이내 80% 이상 끌어 올림(선도농가 중심)
- 파프리카 생산량 예측으로 전국 물량조절 및 수출시 국제적 시장교섭력 증대
- 난방비의 30% 감소 및 에너지 이용효율의 50% 증대 효과
- 최적 근권환경관리로 수량 10% 이상 증대
- 작물생육의 균형 유지를 통한 파프리카 생산량의 극대화
- 품질의 균일도 증대와 고품질 다수확으로 세계 신선농산물 시장의 국가위상 제고
- 안정적인 시설환경 관리 체계 확립 및 파프리카 성장 모델링 접목으로 에너지 이용효율 증대
- 농약 사용량 30%이상 절감과 안전한 파프리카 생산으로 농가소득 증대
- IPM과 인터넷 진단체계 개발로 노동력과 생산비 절감
- 안전한 농산물 생산으로 수출 클레임 해소
- 천적 및 생물적 방제법 해외수출

4. 파프리카연구사업단 연구과제 목록

(단위 : 천원)

과제 구분	연구과제명	연구책임자 성명	연구기간 (년)	정부 출연금	기관 지원금	지자체 지원금	기업 부담금	총 액
		소속						
제1핵심	파프리카 신품종 육성	김용권	5	2,205,000	573,667			2,778,667
		농협종묘센터						
1-1 세부	수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발	김용권 농협종묘센터	5	1,240,000	414,000			1,654,000
1-2 세부	파프리카 육종소재의 단기 육성기술 개발	이용직 (주)하나종묘	5	296,000	98,667			394,667
1-3 세부	응성불임을 이용한 파프리카 F ₁ 종자 생산 체계확립	윤재복 (주)고추와 육종	3	182,000	0	0	61,000	243,000
1-4 세부	분자유종 기술을 이용한 복합 바이러스 내병성 파프리카 계통육성	강병철 서울대학교	5	367,000				367,000
1-5 세부	선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정	안철근 경상남도농업기술원	1년	120,000				120,000
제2핵심	생산성 향상을 위한 재배 및 온실 환경제어 기술 개발	이정현	5	995,000	0	0	382,250	1,377,250
		전남대학교						
2-1 세부	네덜란드와 우리나라의 생산성차이 원인 극복 기술 개발	이정현 전남대학교	5	400,000	0	0	160,000	560,000
2-2 세부	파프리카의 시설별 지상부 최적 생육환경 조건 개발	배종향 원광대학교	4	180,000	0	0	80,000	260,000
2-3 세부	우리나라 환경에 적합한 온실 환경제어 시스템 및 제어프로그램 개발	배임성 그린CS	5	155,000	0	0	54,250	209,250
2-4 세부	파프리카 근권환경 최적화를 위한 함수율 조절 장치 개발	손정익 서울대학교	5	260,000	0	0	88,000	348,000
제3핵심	파프리카 병해충 종합관리체계 구축	강규영	5	800,000			45,000	845,000
		경상대학교						
3-1 세부	파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안	강규영 경상대학교	5	680,000				680,000
3-2 세부	파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정	이기상	3	120,000			45,000	165,000
		(주)세실						

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내·외의 연구 현황

1. 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발(제1-1세부과제)

가. 국내적 수준

- (1) 국내에 파프리카 품종이 처음 도입된 것은 1994년으로 그 동안 파프리카를 접할 수가 없었다. 그 후 파프리카 재배면적도 점차 증가하고 일본 파프리카 수출물량의 60%이상을 차지할 정도로 채소작물중 가장 큰 수출비중을 차지하고 있다. 그러나 국내에서 재 배되고 있는 파프리카 품종은 전량 네델란드 등 외국산으로 국내품종은 전무한 상태이다. 파프리카 는 국내에서 육성이 되지 않았고 품종을 만들기위해서는 육종소재가 필요한데 육종소재 또한 없어 육종을 할 수가 없었다.
- (2) 그러나 고추의 육종은 세계적 수준으로 인도, 중국 등에 종자를 수출하고 있으며 고추의 분자마커 개발이나 유전체 연구도 상당히 진전되어 있다. 또한 약배양 기술이나 응성불임성을 이용하는 기술은 세계 최고의 기술을 보유하고 있다.

나. 세계적 수준

- (1) 네델란드를 비롯한 유럽국가들은 오래전부터 파프리카를 재배해 왔으며 육종수준 또한 세계 최고 수준이다. 육종에 필요한 다양한 파프리카 육종재료를 가지고 있으며, 세계시장의 대부분을 네델란드의 라이크자완, 엔자자덴, 디루이터종묘회사와 신젠타종묘 등 유럽계 회사가 점유하고 있다. 또 오래전부터 네델란드, 영국, 프랑스 등 선진국에서는 바이러스 저항성 등 분자 마커 개발을 해왔고, 이를 이용하여 선발 및 교배의 효율화, 유용 형질 탐색 및 집적, 잡종강세 조기 예측, 순도 검정, 그리고 품종 개발을 수행해왔다.
- (2) 또 오래전부터 네델란드, 영국, 프랑스 등 선진국에서는 바이러스 저항성 등 분자 마커 개발을 해왔고, 이를 이용하여 선발 및 교배의 효율화, 유용 형질 탐색 및 집적, 잡종강세 조기 예측, 순도 검정, 그리고 품종 개발을 수행해왔다. 체중효율을 높이기 위해 유전자적 응성불임성의 이용이 보편화되어 왔다.

2. 중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발(제1-2세부과제)

가. 세계적 수준

현재 국내의 파프리카 재배 면적은 약 450ha 정도이며, 종자 소요량은 14,000KS 정도이다. 사용하는 종자는 Cupra, Veyron, Colletti, Orange Glory 등 거의 유럽에서 수입하고 있는 실정이다. 수입종 종자의 가격은 1립당 500~1,000 정도의 수준으로 10~40원 수준인 국내 고추에 비해 그 가격이 아주 비싸다. 국내의 고추 육종기술은 세계 최고 수준으로서 한국의 품종이 세계로 수출되고 있으나, 파프리카의 경우는 오히려 전량을 수입에 의존할 정도로 국내의 수준이 낮은 것이 현실이다. 더욱이 중국 시장용 품종에 관한 국내의 수준은 바닥이라고 할 수 있을 정도로 세계 수준과는 거리가 있다.

나. 국내수준

중국의 파프리카 시장을 지배하는 품종은 한국에서와 마찬가지로 주로 네델란드 회사들의 품종이다. 아직 중국 국내회사의 품종은 시장에 나오지 않은 상태이고, 네델란드 품종들이 각축을 벌이고 있다. 한국시장보다는 대과종이 필요한 시장이며 현재 적색은 曼迪 (만디)RZ, 황색은 黃太極(황타이지)RZ등이 우점이나 Rijk Zwaan, Syngenta, Enza, Monsanto등 다국적회사들이 치열한 각축을 벌이고 있는 실정이다. 네델란드 품종이 중국에서 우점인 결정적인 이유 중 하나는 우수한 저온 착과 신장성이다. 중국의 저온기 재배는 무가온 재배가 주를 이루기 때문에, 겨울에 최저기온을 10~12℃정도 밖에 유지할 수가 없다. 이에 따라 무가온 재배에 적합한 품종군은 가온재배에 적합한 품종군과는 명확히 구분이 된다. 지금까지는 저온 착과 신장성이 좋은 품종육종에는 네델란드 회사들이 독보적인 위치에 있다.

3. 융성불임을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립(제1-3세부과제)

가. 국내 수준

우리나라에서 파프리카(착색단고추)는 재배면적, 생산량 및 수출량이 해마다 증가하는 추세에 있어 농가 소득에 매우 중요한 채소작물의 하나이지만 재배되고 있는 파프리카 종자는 전량 외국 종자회사에서 개발된 일대잡종종자를 수입하고 있다. 농가에서 재배하고 있는 파프리카 종자는 잡종강세(heterosis)를 이용한 일대잡종(F₁ hybrid seed)으로서 교잡육종에 의해 만들어지고 있으며 F₁ 종자의 생산은 주로 유전자적 융성불임성(genic male sterility, GMS)을 이용하지만 아직도 일부 품종에 있어서는 제웅교배를 통하여 종자를 생산하고 있다. 파프리카 상용 F₁ 품종에는 정확히 어떤 유전자적 융성불임 소재가 사용되고 있는지 알려져 있지 않다.

나. 세계적 수준

전 세계적으로 고추의 일대잡종(F_1) 품종의 종자생산에 이용되고 있는 방법은 크게 3가지가 있는데 파프리카(착색단고추) 및 미니파프리카의 경우 제웅교배나 유전자적 음성불임성(GMS)을 사용하여 일대잡종 종자를 생산하고 있다. 지금까지 알려졌거나 이용되고 있는 모든 유전자적 음성불임성(GMS) 유전자는 열성유전 한다. 따라서 새로운 계통 및 품종육종 과정에 있어서 유전자적 음성불임성(GMS) 유전자를 우리가 원하는 계통에 도입하고자 할 때, 열성 유전자 여교잡 육종법을 이용해야 한다. 파프리카를 포함하는 유럽형 고추에 있어서는 거의 대부분의 육종 소재 또는 유전자원들이 불안정한 표현형을 보임으로서 세포질-유전자적 음성불임성(CGMS)을 사용하지 못하는 것으로 알려져 왔다. 따라서 가장 경제적인 채종방법인 세포질-유전자적 음성불임성(CGMS)을 파프리카에 도입하는 것이 절실히 요구되고 있으나 아직까지 이에 대한 연구는 전무한 실정이다.

4. 분자육종 기술을 이용한 복합 내병성 파프리카 계통 육성(제1-4세부과제)

가. 국내 수준

○ 국내 MAS를 활용한 육종 현황

- 국내 다국적 종자회사와 대규모 육종회사를 중심으로 미국, 유럽에서 개발된 몇 가지 병저항성 분자표지를 이용하여 선발하고 있으나 그 외 종자회사에서는 관심은 있으나 투자를 주저하고 있다.
- 소규모 육종회사에서는 자체적으로 분자표지를 분석할 수 있는 역량이 없으며, 분자표지 분석을 의뢰하여 그 결과를 바탕으로 선발에 활용하고 있다.
- 국내에서는 주로 아가로스젤을 이용한 전기영동과 제한효소절단법에 기반을 둔 효율성이 낮은 유전자형 분석 시스템에 의존하고 있다.

○ 국내 분자표지 개발 및 분석 기술 현황

- 우리나라는 신품종 종자 개발의 중요성을 인식하고 농림부, 농촌진흥청 및 교육과학기술부 등을 통하여 배추분자마커연구사업단, FnP 고추분자마커사업단, 그 외 품종개발을 위한 농림기술개발과제, 작물유전체기능연구사업단, 자생식물이용기술개발사업단 등에서 다양한 분자표지를 개발하고 이를 통한 신품종 개발을 지원해 오고 있으나 분자표지 분석비용의 단가를 낮추기 위한 기술 개발연구는 전무하다.
- 농우바이오에서 몇몇 형질에 대한 분자표지를 개발하여 사용하고 있으나 일반 종자회사에는 공개하고 있지 않다.
- 국내 종묘회사에서는 유전자 클로닝 및 지도 작성 등을 통한 새로운 분자표지의 자체적 개발 실적이 거의 전무할 뿐 만 아니라 적용기술 수준도 낮은 상황이다.

나. 세계적 수준

- 국외 MAS를 활용한 육종 현황
 - 고추의 경우, 미국, 프랑스, 이스라엘, 한국 등 국가에서 분자표지 개발을 주도하고 있고, 그 외에도 중국, 일본, 인도, 멕시코, 스페인, 헝가리 등에서도 제한적인 연구가 진행되고 있다. 미국의 경우, 코넬대학교에서는 토마토 유전체 연구를 바탕으로 고추 유전자지도 개발, 병저항성 유전자 마커개발 등의 연구를 주도하여 왔다. 뉴멕시코대학의 Chile Institute는 유전자원센터를 설립하여 전 세계 유전자원을 수집·관리하고 있다. 프랑스 정부연구소인 INRA에서는 고추 유전자 지도 작성, 역병 및 바이러스병 저항성 마커개발 등의 연구를 수행하고 있으며, 특히 역병에 대한 연구는 전 세계에서 가장 앞서 있다.
- 국외 분자표지 개발 및 분석 기술 현황
 - 다국적 민간종자회사는 대부분의 분자표지를 SNP 분자표지형태로 전환하여 사용하고 있으며 분석과정의 대부분을 자동화하여 연간 수십만점의 분석 능력을 갖추고 있다.
 - 네덜란드 민간 육종회사들이 육종 효율을 극대화하기 위하여 설립한 분자표지 개발 전문 회사인 Keygene의 운영 효과가 매우 높아 현재 프랑스와 일본의 육종회사도 공동 투자하여 개발된 분자표지를 공동 혹은 독자 이용 등 각자의 요구와 필요에 따라 활용하고 있다.
 - 미국의 USDA는 유전체 분석이 진행된 작물이나 분자표지 정보가 많이 축적된 작물을 대상으로 분자육종 기술을 개발하기 위한 번역유전체학(translational genomics) 프로젝트를 진행 중이다.

5. 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정(1-5세부과제)

가. 국내 수준

- 네덜란드 종자회사들은 1980년대 초에 처음 파프리카 품종을 개발하여 국가의 지원과 함께 전 세계에 엄청난 마케팅을 실시하였으며 현재는 생산량의 90% 이상을 수출하고 있음
- 각 회사별로 매년 새로운 신조합들이 출시되며 그 품종들의 특성도 더욱 세분화되어 가고 있음. 그러나 국지적인 재배환경과 농가여건 등을 세밀히 고려하기는 힘들기 때문에 세계적으로 널리 재배되는 형태에 집중되어 육성되는 경향임. 또한 육성비용과 생산비가 높아져 감에 따라 국내에 공급되는 종자의 가격도 현재 수준 이상으로 높아질 가능성이 있음
- 일본에서는 파프리카 소비량의 약 10% 수준만이 국내생산량에 의해 소비되고 있음에도 불구하고 자국산의 위생·안전성에 대한 소비자 신뢰도가 높아 그 생산이 확대되고 있으며 규격은 대과보다는 중과를 선호하는 것으로 나타남

나. 세계적 수준

- 우리나라에서 단고추(피망)에 대한 품종육성이 다소 있지만 파프리카 품종육성에 대한 기초 연구 및 육성소재는 아주 미흡한 실정임
- CGMS를 이용한 채종체계는 신미 고추 품종의 종자생산에 활용되고 있으며 분자표지를 이용한 품종 개발이 매우 활발히 진행되고 있으며 기존의 매운 고추 유전자원을 이용할 시 문제가 되는 매운 성분 제거용 분자표지를 확보하고 있으므로 매운 고추 유전자원을 활용할 수 있는 기술이 확보되어 있음
- 매운 성분 분자표지이외에도 과색 관련 유전자 표지가 개발되어 있으며 다수의 바이러스 및 세균성점무늬병 저항성 분자표지가 개발되어 있음

다. 국내·외의 연구현황

- 현재 CGMS를 통한 종자 생산에 이용할 수 있는 고추 계통의 종류는 상당히 제한적인데 한국에서 주로 소비되고 있는 신미건과군을 제외한 신미청과군이 있으나 감미청과군의 경우에는 세포질 웅성불임을 이용하지 못하고 있음
- 그 이유는 웅성불임 및 회복이 환경 조건에 따라 불안정하게 나타날 수 있기 때문인 것으로 알려져 있는데 특히 고추의 후기 생육 단계에서 주간 및 야간의 온도가 각각 25℃와 17℃ 이하로 떨어질 경우 웅성 불임 계통의 임성이 회복되는 등 저온에서 고추의 웅성 불임성이 불안정해 진다는 결과가 보고되었음

6. 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인 극복 기술 개발 (제2-1세부과제)

가. 세계적 수준

- 파프리카의 단위면적당 수량은 외부환경조건 특히 광환경이 좋지 않음에도 불구하고 네덜란드가 가장 높다. 특히 시설내부의 환경조절은 단순히 온도, 이산화탄소, 광환경을 조절하는 것이 아니라 외부환경과 밀접한 연관관계에 의한 환경을 최적화 하는 기술이 뛰어나 있다. 뿐만아니라 근권부 환경의 조절은 지상부의 환경조건과 작물의 생육량 및 생육단계에 따라 급액 EC와 급액량 및 배액율을 조절한다. 반면 근권부의 함수율의 범위는 8% 이내로 유지 된다. 생육단계와 과실의 수확속도 등을 농가들은 예측을 하여 필요한 에너지의 량과 이산화탄소 량, 외부 온도에 따른 스크린의 사용 방법 등이 매우 체계적으로 이뤄져 있으며, 스케줄에 따른 작물관리 및 수확종료를 위한 줄기당 착과수의 증가 기술이 매우 높은 실정이다. 특히 수확 종료 12주 부터는 줄기의 정지 작업과 착과를 위한 지상부 및 근권부 환경조절 착과이후 광합성 산물의 이동을 과일로 보내기 위해 불필요한 정지관리를 하여 생산량을 증대 시키고 있다. 수년 동안의 온실의 환경에 따른 작물의 생육모니터링에 의한 작물관리와 기록 보관 자료의 분석은 네덜란드의 시설원예의 발전과 파프리카의 생산성이 지속적으로 증가되고

있다. 단위면적당 생산성에 있어서 일본보다는 한국이 증가하고 있다. 네덜란드의 제한적인 토지면적과 인건비의 상승으로 남유럽, 또는 근거리 생산을 위한 미국, 미국 수출을 위한 멕시코의 생산성은 점진적으로 증가 추세에 있으며, 네덜란드 생산기술이 많이 접목되고 있기 때문이다.

- 네덜란드의 수량예측 및 생육량 예측에 관한 연구는 1980년대 이후부터 진행되었고, 1996년 이후 토마토, 국화, 파프리카 등 과채류 및 화훼류의 성장모델이 개발되어 연구의 가설 검증, 실제 농가들의 의사결정을 위한 지지 프로그램으로 이용되고 있다.
- 네덜란드에서 이용되는 모델의 경우 실험적인 검증과 생산농가의 환경조건에서 자란 작물의 건물생산량 및 과실생산량에 대한 검증하여 이용되고 있으며 농가간 정보의 교류를 통해 전략적인 환경관리를 하고 있다.

나. 국내수준

- 국내 파프리카의 생산성은 지역별, 작기별, 온실의 형태별 및 유리온실의 형태에 따라 매우 상이하다. 작물의 생육 단계에 따른 지상부 및 근권환경조절, 광도에 따른 근권부의 함수율 또는 배액율의 차이라 매우 심하며, 컨설턴트의 성향에 따라 작물관리 방법이 매우 상이하어 체계적인 작물관리와 기본적인 광합성 산물의 분배에 대한 기초자료가 전무한 실정이다.
- 환경조절에 있어서 온도 및 습도 환경의 변화가 외부환경조건에 따라 또는 독립적으로 그 변화폭이 크고 작물의 생상패턴도 계절에 따라 작물의 착과정도에 따라 매우 다른 실정이다. 재배기간이 위도, 고도에 따라 다르며, 과실의 품질이 농가간의 차이도 크다. 동일한 수출시장을 가지고 있지만, 동일한 품종을 재배하더라도 생산성 및 품질이 매우 큰 차이를 나타내고 있다.
- 특히 네덜란드 보다 일년의 총광량이 30% 정도 높지만 생산성은 네덜란드에 비해 30-50% 수준이다. 한국의 여름철 기온은 높고 작물의 생육량이 많아 유지호흡에 의한 광합성 산물의 손실이 많아 착과율이 네덜란드에 비해 낮은 실정이다.
- 최근 지역 히트펌프 사업에 의한 야간 또는 초저녁 냉방이 가능한 파프리카 재배 농가의 경우 생산성이 급격히 증가하였다.

다. 국내·외의 연구현황

- 파프리카의 생산성 향상을 위한 연구 중 단위면적당 건물량이 높고 엽면적이 많을 경우 유지 호흡량에 의한 손실이 커 생산성이 떨어진다. 고압나트륨등, LED와 식물체의 적엽을 통해 생산성 확보를 위한 연구가 진행되고 있다.
- 과채류의 증산량에 따른 근권부의 특정 원소의 이동에 관한 모델이 개발되었고, 기후조건에 따른 과채류의 광합성 특성을 연구 진행 중이다.
- 국내 파프리카 연구는 보광 효과를 극대화 시키기 위해 inter-lighting 에 관한 관심을 가지고 있다.
- 파프리카의 잠재적 생산은 1m² 당 생산성을 40kg의 목표로 고압나트륨등과 LED 이용하여 연구와 고압나트륨등의 조사는 식물체 주변의 습도를 낮게 유지 되므로 수광태세에 따른 생산량에 대한 연구를 진행하고 있다.

7. 파프리카 생육단계별 최적생육환경(지상부, 근권)조건개발 (제2-2세부과제)

가. 세계적 수준

- 시설과채류는 정식전부터 묘이 생육 상태 정식이후의 묘의 생육상태에 따라 작물의 절대 성장율에 영향을 준다. 네덜란드의 파프리카의 육묘는 100% 전문육묘장에서, 그러므로 생산자는 최대 12개월 동안 파프리카를 생산할 수 있다.
- 11월-12월의 네덜란드의 정식은 난방요구도가 점진적으로 높은 시기이지만, 낮은 광환경에서도 정식이후 상대적으로 높은 온도로 관리한다. 낮은 광환경과 외부온도는 난방요구도가 높고, 시설내부의 환경을 위한 난방시스템의 운영은 거의 비용이 들지 않는 높은 이산화탄소를 사용하게 된다.
- 네덜란드의 파프리카 외부의 일정한 환경과 재배시기가 유사하여 환경관리 및 온실의 에너지 사용량에 대한 통계적이고 체계적인 자료를 통해 재배조건이 확립되어 매우 높은 수준의 재배기술을 가지고 있다.
- 미국 시장을 겨냥한 멕시코의 북부 지방의 파프리카의 재배 지역은 낮은 습도와 높은 온도 조건에서의 생육조건을 체계적으로 확립되고 있으며, 스페인의 경우 자가 육묘보다는 전문육묘장에서 생산을 하여 과실 생산자의 생산시기를 연기하여 생산량을 증가하고 있다.

나. 국내수준

- 국내에서는 파프리카 재배 역사가 길지 않아 유럽의 생산국에 비해 파프리카의 생산성 향상을 위한 연구가 미흡하다. 과채류 연구 분야에서 과거에는 파프리카 재배 기술에 대한 연구는 전무한 상태였으며, 근래 들어 재배 면적이 확대되면서 이에 대한 연구가 본격화 되었다. 최근 5년 동안 본 사업단의 연구에 의해 다수의 연구 결과들이 발표되었다. 특히 지상부 환경과 파프리카 생육 간 상관성을 분석한 연구는 본 연구사업단에 의해 추진된 것이 전부라하여도 무방할 것이다. 하지만 짧은 시간동안 현장 Know-how와 전문가의 협력에 의해 효율성 있는 환경 관리 기술이 개발되었다. 하지만 아직까지 설비 수준이나 그 적용 기술 수준이 네덜란드 등 선진국에 비해 뒤쳐진 수준이다.

8. 우리나라 환경에 적합한 온실 환경제어 시스템 및 프로그램 개발(제2-3세부과제)

가. 세계적 수준

- 국외 제품으로는 네덜란드의 Priva, Hortimax, 이스라엘의 Netafim,에서 공급하는 것이 있는데, 주로 대규모 유리온실에 적합한 대형사이즈로 가격이 높고 초보자나 고령자가 사용하기에는 전문지식이 요구되는 부분이 있어 전문 컨설턴트와 계약을 통해 활용하고 있는 실정이다.
- 국내외 경쟁회사

국내	국외
농정사이버, 우성개폐기, 신한농산, 오리온시스템즈, 대주엔지니어링	Priva, Netafim, Hortimax

나. 국내수준

- 온실 복합환경제어 시스템을 공급하는 국내업체는 전문적인 업체는 5개 회사로 조사되고 있는데 이들은 주로 제어·정밀기계를 위주로 사업이 진행되고 있으며, 그이외의 업체는 센서를 공급하는 회사에서 환경제어를 같이 병행하고 있다.
- 최근 식물공장의 확대에 따라 인공광이용형 식물공장에서 사용되는 시간스케일에 따른 환경제어 시스템을 공급하는 업체도 증가하고 있는데 이러한 시스템은 온실환경의 변화를 고려하지 못하기 때문에 온실복합환경제어를 위한 목적으로 적당하지 않은 것으로 판단되고 있다.
- 컴퓨터를 활용하여 온실용 환경제어기를 개발하는 추세에 있으며 작물위주의 제어보다는 사용자의 편리성 위주로 개발되는 경향이 있음.

9. 파프리카 근권 환경 최적화를 위한 함수율 조절 장치 개발(제2-4세부과제)

가. 세계적 수준

- 시설재배가 많이 발달한 유럽, 미국 등지에서는 함수율 조절과 관련한 여러 장치의 개발과 연구가 진행되어왔다. 근권의 수분량을 측정하는 센서의 개발, 배지 특성 연구를 통한 함수율 제어 기술, 그리고 함수율의 변화에 대한 식물의 반응에 대한 연구가 많이 이루어져 왔다. 현재 시설원예작물 생산에서 실제 다양한 고정밀 센서와 기개발된 배지가 사용되고 있으며, 새로운 기술에 적합한 함수율 제어 기술에 대한 연구가 병행되고 있는 실정이다.

나. 국내수준

- 우리나라에서의 시설원예가 대형화 기술집약화 되면서 초기에 외국 시설 자재를 수입하여 사용하는 경우가 많았다. 그러므로 대형온실에서 작물재배가 시작될 때부터 온실의 형태나 재배기술들을 해외사례를 모델로 시설원예를 시작하는 경우가 많았다. 하지

만 우리나라의 기후 조건과 시장상황을 고려하여 우리나라 농가에서 새로운 재배방법을 개발하고 환경을 조절하는 기술에 대한 연구가 많이 이루어져 왔다. 하지만 이러한 재배기술과 이와 같은 기술을 체계화할 수 있는 시스템이 구축이 아직 미흡한 상황이다.

10. 파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안 (제3-1세부과제)

가. 세계적 수준

국외에서는 EU의 경우 파프리카 재배는 IPM(병해충 종합관리)기술을 적용하여 소비자에 대한 신뢰성과 안전성 확보에 만전을 기하고 있으며, 미국에서는 zero tolerance, 일본에서는 positive list system 등의 제도를 적용하여 수출농산물에 대한 잔류농약의 규제를 강화하고 있다.

나. 국내수준

최근 시설 내 파프리카를 비롯한 농산물 관리에 있어 병해충 발생으로 인한 농약사용 빈도가 높고, 이러한 화학농약의 과다 사용으로 인한 수출 및 국내유통 파프리카의 잔류농약 초과검출로 인한 농민의 금전적 피해 및 소비자의 건강안전 문제가 발생하였다..

다. 국내·외의 연구현황

외국의 경우 생산이력제의 도입으로 안전한 농산물의 생산 및 유통, 보급을 확대하고 있는 추세이고 수출 농산물의 경우 CODEX나 자국의 자체 잔류농약 기준을 적용하여 농산물 중 잔류농약으로부터 소비자의 안전성을 보호하려는 제도 및 연구가 활발히 진행 중이며, 우리나라의 경우 잔류농약 초과검출을 방지하기 위하여 국립농산물품질관리원에서는 1999년부터 생산단계 잔류허용기준을 설정하여 고시함으로써 출하단계가 아닌 생산단계에서 농약의 잔류농도를 예측하여 출하 시에 잔류농약이 잔류허용기준 (MRL, Maximum Residue Limit)을 초과하지 않는 안전한 농산물을 생산하는데 만전을 기하고 있다..

11. 파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정 (제3-2세부과제)

가. 세계적 수준

유럽 선진 국가들의 파프리카 재배는 병해충 종합관리 (IPM, Integrated Pest Management) 기술을 적용하여 재배함으로써 화학농약 사용의 최소화하여 소비자에 대한 신뢰성 및 안전성을 확보하고 있으며, 농산물 무역시장에서 안전성에 대한 기준으로 IPM 선호 및 표준화가 이루어지고 있는 추세이다.

나. 국내수준

현재까지 우리나라 파프리카 재배농가에서의 병해충 방제는 화학농약의 사용이 주를 이루고 있지만 생산 면적과 생산량이 점차 증가함에 따라 천적을 사용한 재배기술이 발달하고 천적사용 농가의 비율도 증가하고 있다. 특히 농림수산식품부에서는 “원예작물천적 해충방제사업”을 시행하여 시설 내 작물재배지의 천적사용을 지원하고 있으며 파프리카의 경우 2007년 기준 82ha (27%, 전체 304ha) 전체가 천적을 사용하는 것으로 조사되었다.

다. 국내·외의 연구현황

네덜란드를 비롯한 유럽에서는 화학농약의 사용을 최소한으로 줄이고 IPM 기술 적용으로 인해 천적사용을 최대화하여 수출농산물의 가격경쟁력을 강화하고 있다. 국내 파프리카 생산농가에서는 천적활용에 대한 불심감과 IPM에 대한 교육 부족 등으로 인해 천적사용 농가 비율이 낮고 파프리카 재배 시 작물에서 천적의 활용에 대한 객관성 있는 방제 프로그램이 부족한 실정이다.

제2절 연구결과가 국내·외 기술개발현황에서 차지하는 위치

1. 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발(제1-1세부과제)

- 파프리카의 전통 육종수준은 초기단계로 육종소재의 부족 및 육종을 그 동안 전혀 경험하지 못했다. 그러나 고추품종의 육종수준은 세계적 수준이므로 고추육종에서 얻은 경험을 파프리카에 육종에 적용하여 빠른 시간 내에 파프리카의 육종기술을 습득할 수 있었다.
- 이 연구를 통해 파프리카의 많은 육종소재를 획득하였고 이들 육종소재들은 장래 품종육종에 이용될 것이다. 고추에서와 마찬가지로 약배양 기술을 파프리카에 적용하여 단기간에 많은 순계라인을 얻을 수 있었으며 계통분리법을 이용하여 고정된 순계를 다수 확보하였다.
- 고추에서 개발된 고밀도 유전자 지도는 파프리카의 농업적 목표 형질 관련 유전자들(QTL 포함)을 찾는 데 좋은 참고 자료로 이용될 것이다. 특히 고추에서 개발된 TMV 등 바이러스 저항성 유전자나 세균성점무늬병 저항성 유전자의 분자마커는 파프리카에 바로 적용이 가능하였다.
- 현재 국내에서 재배되고 있는 품종들은 외국에서 계통선발한 육성재료를 이용하여 육성한 것들이나 이 과제에서 얻어진 계통 및 품종은 국내환경에서 계통선발하여 육성된 것으로 외국품종에 비해 국내 환경적응성이 뛰어나다. 최초 국산품종이 개발되어 실증시험중이나 앞으로 많은 교배조합이 작성되어 시험중에 있으므로 많은 우수한 품종들이 육성될 것으로 기대한다. 국산품종의 개발은 비싼 종자값으로 인한 농가 경영비 부담을 덜어 줄 수 있을 것이다.

2. 중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발(제1-2세부과제)

본 연구의 결과로 우리도 드디어 중국의 산동시장에 재배가 가능한 파프리카 품종을 보급할 수 있게 되었다. 아직까지 시장에서 우점종인 화란 품종을 완전히 뛰어 넘는 획기적인 품종을 만들지는 못하였지만, 성능이 거의 화란 품종에 근접한 품종이 개발되었고, 현재 선발된 품종의 단점을 점차로 보완하면 가까운 시일 내에 중국 시장에서 화란 품종과 본격적으로 경쟁이 가능할 것으로 사료된다. 국내의 파프리카 품종 육성이 화란에 비해 많이 뒤떨어진 이유 중 하나는 파프리카가 우리로서는 주작물이 아니어서 육종에 소홀했던 점이었다. 그러나 이제는 국내의 파프리카 시장도 꾸준히 성장하여 상당한 수준의 소비가 생겼고, 본격적으로 육종에 뛰어 들 만큼 시장이 성숙하였다고 할 수 있다. 이에 본 연구를 통하여 내수에 기반을 두고 보다 큰 시장인 중국으로 진출할 교두보를 마련한 점은 상당히 획기적인 성과로 평가 받을 수 있을 것으로 사료된다.

3. 옹성불임을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립(제1-3세부과제)

본 연구과제의 결과를 통하여 유럽의 파프리카 품종 개발 종자회사들과 미국의 파프리카 종자회사 등에서 사용하고 있는 옹성불임 유전인자를 확인할 수 있었다. 본 연구과제에서 개발한 옹성불임 연관 분자표지를 사용해서 서로 다른 유전인자를 조합하여 two loci GMS system을 확립할 경우 종자 생산 비용을 획기적으로 절감할 수 있을 뿐만 아니라 자체적인 품종 보호의 수단으로서 효용성이 높다. 열성유전하는 GMS에 있어서 분자마커의 효용성은 매우 크다. 따라서 각각의 품종별 또는 과색별로 맞춤형 분자마커를 개발하여 세대진전에 필요한 포장 면적 및 노동력 등을 획기적으로 절감할 수 있었다. 매 세대마다 옹성불임 계통 육성을 위한 hetero형을 선발해야 하는데 분자마커를 사용할 경우, 다음 세대의 확인없이 당대에서 직접 선발할 수 있으므로 육종연한 단축에 따른 신속한 품종 개발 가능했다. 신품종에 대한 육종가의 권리를 보호하고 우수한 품종의 수명을 연장하는 방법으로서 옹성불임의 이용은 매우 중요하다. 현재 신품종 파프리카의 약 70% 정도에서 이미 옹성불임의 사용을 확인할 수 있었고 앞으로의 품종은 거의 모두 옹성불임을 이용할 것으로 판단된다. 따라서 우리나라에서 옹성불임을 이용하여 파프리카 신품종을 육성하는 것은 파프리카 산업의 토착화 및 국산화를 이룩하기 위한 기초를 마련하는데 매우 중요할 것이다.

4. 분자유종 기술을 이용한 복합 내병성 파프리카 계통 육성(제1-4세부)

○ 파프리카 병 저항성 분자표지 분석 체계 구축

- 본 연구를 통해 4가지 바이러스 저항성(CMV, PMMoV, TSWV, Potyvirus)과 1가지 세균 저항성(Xanthomonas) 분자표지 분석 체계를 구축했다. 또한 Agarose gel based 분자표지로부터 SNP를 분석하고 real-time based 분자표지로 전환하여 high-throughput 분자표지 분석 시스템의 기반을 구축했다. 이를 통해 병 저항성이 중요한 육종 목표인 온대 지역인 중국, 미국, 동남아시아, 한국, 중부 및 남부 유럽 시장을 공략할 수 있는 효율적인 파프리카 육성을 가능케 할 수 있다.

- 병 저항성 분자표지 분석 시스템을 이용하여 해당 병 저항성 계통을 선발하고 육성하여 다중 병 저항성 품종을 육성하는 분자유종 체계를 구축했다. 최근의 다중 병저항성을 요구하는 시장 추세에 적합한 품종을 효율적으로 육성할 수 있는 분자유종 시스템의 기틀을 마련했다.

○ CMV&Potyvirus 저항성 계통 육성

- 육종회사에서는 중요한 병 저항성 유전자가 발견되어도 도입하는데 많은 시간이 걸리기 때문에 중간모본의 육성이 시급하다. 본 연구과제에서는 매운 고추로부터 CMV 저항성을 도입했고, 맵지 않은 고추에서 Potyvirus 저항성을 도입하여 2가지 바이러스에 모두 저항성인 파프리카 중간 모본을 육성한 바 있다. 이 중간 모본을 활용하면 비교적 빠른 시간 안에 2가지 병 저항성 파프리카 품종을 육성할 것으로 기대한다.

5. 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정(제1-5세부과제)

○ 1년차 연구결과는 주로 시판되는 F₁ 품종에 대한 과실특성 분석과 PeMV에 대한 저항성을 검정한 결과는 농가에 실용적으로 활용할 수 있는 현장 컨설팅에 효과적일 것

으로 판단되며, 선발계통에 대한 생육특성을 조사한 결과는 향후 계통선발과 조합작성에 참고가 될 수 있는 자료로 활용할 수 있을 것이다.

- 현재 시판 중인 품종에 대한 과실 특성을 기준으로 향후 육성될 품종 선발에 중요한 자료로 활용할 수 있으며, 생육특성을 감안한 과실의 품질과의 상관관계를 연계하여 분석할 수 있는 자료가 될 것이다.

6. 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이 원인 극복 기술 개발 (제2-1세부과제)

- 네덜란드와 우리나라의 생산성 차이의 원인을 구명하고 이를 통해 파프리카의 생산성을 증대하는 기술을 개발하고자 하였다. 네덜란드의 환경관리 중 광도의 증가 속도가 한국보다 낮아 오전의 온도관리가 용이하다는 사실을 국내 파프리카의 농가에 적용하였고, 기존 시간당 1도씨 온실의 온도를 증가하다고 0.5-0.7도씩 증가시켜 시설내부의 환경 변화를 완만하게 하였다. 또한 근권부의 환경관리는 지상부의 광도와 작물의 생육단계에 따른 급액관리 중 급액회수 및 일회 급액량을 조절하여 작물의 생육에 따른 수분스트레스를 최소화하여 2007년 이후부터 지속적인 생산성을 꾀하였다.
- 국내 파프리카 재배기술의 수준은 타 작물의 재배기술 보다는 뛰어나지만, 고정된 재배관리 기술을 이용한 수확은 생산성의 증가보다는 기상환경에 따른 수확량의 진폭이 크게 나타났으나, 정식시기의 조절과 생산성 감소요인의 탐색에 의한 생산성을 향상시킬 수 있었다.
- 한국의 외부광량이 30% 높은 조건에 있지만 시설내부의 광투과율이 낮고, 고온기의 차광망의 이용, 외부 피복재의 도포제의 사용은 급격한 생산성을 감소를 초래하였고, 근권부의 염류농도가 높거나 또는 너무 낮게 유지하면 높은 광환경하에서 증산량이 감소하여 식물체의 온도를 증가시키기 때문에 낙과율이 증가한다는 결과를 토대로 생산자들의 수확량감소율을 억제할 수 있었다.
- 지역에 따라 낮은 광량은 인공광의 설치에 대한 적정 조도, 조사시간, 단위면적당 램프의 개수를 시뮬레이션 모델을 이용하여 추정하여 생산자의 의사결정을 지지하는 역할을 할 수 있었다.
- 기존의 시뮬레이션 모델이 네덜란드의 환경에서 검증되었고 건물분배율에 관한 표준화된 모듈이 개발되어 있지 않았으나 본 연구과제에서는 엽과 과실의 분배율에 관한 모듈을 Gompertz함수를 이용하여 추정하였고, 생과중을 예측하기 위한 과실의 건물함량을 SIN함수를 개발하였다. 모듈에 계산된 건물분배율을 이용하여 모델 검증은 측정값과 유사하게 추정하였지만, 추정된 과실의 건물중은 SIN함수된 과실건물함량을 이용한 생과중의 예측은 계측값을 과대평가하였다. 이는 시간에 의한 건물함량의 변화를 추정하여 수확 후기의 과실의 건물함량을 낮게 추정하였기 때문이다.
- 국내 최초로 외부환경, 시설내부의 환경, 작물의 기본적인 생육 자료를 입력하여 네덜란드에서 개발된 모델을 국내 적용하였다는 것은 매우 중요한 의미를 가질 수 있다.

7. 파프리카 생육단계별 최적생육환경(지상부, 근권)조건개발(제2-2세부과제)

- 파프리카에 대한 연구가 아주 미흡하였던 국내 현황과 비교할 때 본 연구사업단에 의

한 세부연구결과는 국내의 파프리카 연구에 대한 대표적 결과물이라 평할 수 있다. 특히, 온실 종류에 따른 환경의 영향 및 관리 기술 개발에 있어서는 국내에서 가장 높은 수준의 결과라 볼 수 있다.

- 유럽의 네덜란드에 비교하면 개발 기술이 뒤처진다고 볼 수 없지만 현장 적용 시 그 효율성이 다소 떨어진다고 볼 수 있다. 하지만 국내 파프리카 재배 온실에 대한 현대화 및 생력화에 원활한 재투자가 이루어진다면 충분히 네덜란드의 단위면적당 생산성에 근접할 수 있을 것으로 판단된다.

8. 우리나라 환경에 적합한 온실 환경제어 시스템 및 프로그램 개발(제2-3세부과제)

- 국내의 온실 환경제어 시스템은 작물재배에 따른 다양한 요인을 고려하지 않고 주로 2~3가지 요인을 중심으로 작동하도록 되어 있으며 작물재배를 위해 통합적으로 운영되지 않고 환경제어와 양액제어가 별도로 작동하는 형태로 되어 있다.
- 국외의 제품은 국내에서 주로 대형 유리온실을 중심으로 사용되고 있으며 효율적 사용을 위해서는 전문교육을 이수해야 하며 재배자와 전문컨설턴트가 경험에 의존한 제어를 수행하고 있는 실정이다.
- 따라서 국내외 제품의 장단점을 고려한 제품의 출시와 쉽고 편리한 사용, 간편한 유지보수는 국내 온실산업의 전문화에 매우 중요한 역할을 할 수 있다.
- 본 연구를 통해 개발하는 제품은 국외의 제품과 같은 성능을 가지면서도 기존 국내 제품과의 차별성을 둘 수 있으며 다양한 농가현장의 환경데이터를 반영하고 사용환경을 반영함으로써 국내 환경에 적합한 온실환경제어 시스템이 완성될 수 있었으며, 기존 국내의 제품과는 다음과 같은 차별성을 두어 기존 국내제품보다 뛰어난 제품으로 사용농가에 보급될 수 있도록 하였다.
- 개발기술과 국내 유사기술과의 차별성

항목	유사 · 경쟁기술	개발 기술
제어프로세서	통합형 프로세서	개인용 PC 기반 프로세서
데이터 전달 방식	RS232	RS232/RS485
데이터 저장 방식	내부 고정형 저장장치	고정식 및 이동식 저장장치
사용자 명령 처리	키보드	키보드 및 마우스
천창 및 측창 개폐 장치 가동	시간제어 또는 환경조건제어	일출, 일몰시간을 기준으로 최대 6개의 주기를 사용하여 각 주기마다 환기온도, 천창개폐정도를 달리 설정할 수 있음
난방장치 가동	단순 온도제어	온실내 온도와 습도 당일 누적일사량과 연동하여 제어
온실내부환경 감지	개별 센서를 통한 센서링	전자식 통합 온습도 센서를 통한 센서링
감우에 따른 천창 개폐	감우센서 이용:감우감지시 무조건 천창문을 닫음.	감우센서 이용: 감우 감지시 천창의 개폐범위를 설정할 수 있음
좌우측창 개폐주기 및 범위	외부 풍향에 따른 수동방식 또는 외부 풍향값에 따른 제어방식	외부 풍향과 풍속을 고려한 자동제어방식
측창 및 천창 개폐 모터 적용범위	랙엔 피니언 개폐방식 및 단순모터 제어	랙엔 피니언 및 권취식의 비닐 온실에서 다수의 개폐모터를 개별제어할 수 있음
스크린 개폐방법	타이머에 의한 개폐시기 및 개폐정도 조절	외부온도, 일사, 실내온도, 실내습도를 고려하여 개폐시기, 개폐단계, 개폐속도, 개폐정도를 조절
재배기간중 수집된 환경값의 이용	데이터의 단순 저장과 불러오기 기능	데이터의 저장 및 향후 재배작물을 위한 데이터베이스화
CO ₂ 제어	설정PPM값에 의한ON/OFF 제어	일사량과 실내습도, 천창의 개폐정도를 감안하여 실시간으로 공급량을 조절
웹기반 원격지원	일부 가능	모든 기능 가능
설정값 입력방법	키보드를 활용	키보드 활용 또는 마우스를 활용하여 각화면내에 있는 키패드를 이용하여 입력의 편리성을 도모함

9. 파프리카 근권 환경 최적화를 위한 함수율 조절 장치 개발(제2-4세부과제)

- 본 연구에서 개발한 근권환경 최적화를 위한 함수율 조절 장치를 이용하여 우리나라의 앞선 재배기술적인 부분을 체계화된 시스템에 적용하여 근권의 환경조절을 더욱 세밀하게 할 수 있음을 확인하였다. 또한 우리나라 환경조건에 맞게 함수율 조절장치의 소프트웨어를 제작하고 이러한 소프트웨어의 구성 알고리즘에 대한 독자적인 기술을 확보하여 국내 뿐만 아니라 전 세계적으로도 우수한 기술 경쟁력을 가지고 있다고 생각된다.

10. 파프리카 주요 병해충 방제 농약의 안전사용 및 잔류농약 클레임해소방안(제3-1세부과제)

본 세부과제에서는 수출 및 국내 유통 파프리카에 대하여 재배 중 발생하는 병해충을 화학농약의 효과적인 사용을 통하여 방제하고 잔류농약 초과 검출을 예방하기 위해 효과적인 살포 방법 및 재배농가에서 사용빈도가 높은 농약의 생산단계 잔류허용기준 설정을 통하여 출하시기 조절 등을 통하여 출하 시 잔류허용기준을 초과하지 않는 파프리카를 생산함으로써 파프리카 생산자의 금전적인 피해 및 소비자의 건강 위해성 문제를 줄일 수 있을 것으로 기대되며, 재배 시기별 농약 사용 시 잔류특성을 파악하여 일사량이 상대적으로 부족한 겨울철 재배 시 발생이 많은 잔류농약 클레임현상을 방지하는데 큰 역할을 수 있을 것으로 판단된다. 흰가루병의 친환경적인 방제를 위하여 개발한 난황유 최적사용 방법의 보급으로 인해 농가에서 빈번히 발생하는 흰가루병의 안전하고 효율적인 방제에 도움을 줄 수 있을 것으로 보이며, 또한 주요 병원균 및 해충에 대한 농약의 약효 지속효과 시험을 통하여 병해충 방제를 위한 농약의 살포 농도 및 단제와 합제 사용의 장단점 등을 파악하여 농가에서 농약 살포 시 농약선택에 도움을 줄 수 있을 것이며, 해충의 초기 방제 시험을 통해 침투성 농약의 근부 캡슐 처리를 통한 해충 방제 방법을 개발하여 잔류 문제가 없이 해충을 방제할 수 있는 사용방법을 농가에 보급할 수 있을 것이고, “파프리카 병해충 종합관리” 등의 책자 발간 및 보급으로 농가에서 발생하는 병해충의 판단 및 방제를 하는데 있어 큰 도움이 될 것으로 기대된다..

11. 파프리카 작물의 천적 (생물적)방제 프로그램 개발 및 천적에 사용 가능한 선택적 농약선발 안전사용 설정(제3-2세부과제)

최근 파프리카 재배에서는 화학농약의 사용을 줄이고 천적을 사용하여 병해충을 방제함으로써 잔류농약 클레임을 해소하고자하는 방법에 대한 연구가 진행중으로, 본 연구과제를 통하여 파프리카를 가해하는 주요 해충별 밀도에 따른 천적 방사량과 시기를 구명하여 천적방제 프로그램을 적용으로 인한 천적사용 시 사용량과 시기를 적절하게 적용할 수 있을 것으로 기대되며, 주요 사용 천적에 대한 농약의 직접독성과 잔류독성 검정 선발을 통하여 화학농약과 천적의 조화로운 사용으로 보다 효율적인 병해충 관리가 가능할 것으로 판단된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1-1절 수출용 및 국내보급용 파프리카 품종개발

1. 세대진전 및 계통선발

가. 경종개요

- 매년 농협종묘센터 비닐하우스 및 유리하우스 임차포장에 2기작 재배를 하였다. 1~2차년도에는 진주시 대곡면 임차포장, 3차년도에는 경남 마산시 진전면 임차포장, 4~5차년도에는 경남 산청군 단성면 임차포장에서 계통을 선발하였다. 제 1기작으로는 8월에 정식하고 12월에 수확하였으며 2기작으로는 2월에 정식하고 7월에 수확하였다. 임차포장에 SPC 분리계통 등을 재식거리 165×40cm로 계통당 5~100계통을 정식하여 내병성, 응성불임성, 원예적 형질을 조사하여 우수한 계통을 선발하였다.

나. 파프리카 재배품종의 TMV(P₀ 및 P₂) 저항성 및 응성불임성 유전분석

- 시판 21품종의 F₂를 대상으로 TMV P₀ 및 P₂ 저항성을 개체별로 검정하여 시판품종의 TMV 저항성 유전양상을 밝히고 TMV 저항성을 보인 개체는 개체선발하여 세대진전에 이용하였다.
- TMV P₀(사진 1)검정결과 내병성을 보이지 않는 것을 0, 가장 강한 것은 2로 표시하여 그 중 비교적 내병성이 있는 1.6 이상의 개체들만 계통선발 하였다.
- TMV P₂(사진 2)도 P₀의 검정방법과 동일한 방법으로 검정하여 TMV P₂에 비교적 강한 1.6 이상의 개체는 선발하였고 이를 세대진전에 이용하였다.
- 파프리카 재배품종의 TMV 저항성 검정결과(표 1) TMV저항성 유전형이 L₀/L₃, L₀/L₄를 가진 것이 SPC 등 7품종이었고, L₁/L₄, L₁/L₃를 가진 것이 FIR 등 4품종이었으며, L₀/L₀유전형을 가진 것은 DRP 4976품종으로 1품종이었다.



품종	개체 번호										총계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SPC	1.3	1.2	1.6	0	1.6	0	1.6	1.6	1.4	1.4	11.5
CPR	1.8	1.8	1.7	0	1.6	1.5	1.6	0	1.7	1.8	13.5
MRG	2	1.6	1.5	1.2	1.6	1.6	1.3	1.4	1.4	1.4	15
FEST	1.8	1.3	1.5	0	0	0	0	1.2	-	-	5.8
MSRT	1.3	1.3	1.2	0	1.7	1.2	1.3	-	-	-	8
JRS	1.2	0	0	0	1.1	0	1.1	0	-	-	3.4
PRSDT	1.7	1.7	0	0	0	0	2	1.1	2	1.3	9.8
BG	0	1.4	0	1.1	1.2	1.4	1.2	1.4	1.2	1.5	10.4
VLTI	1	1.2	1.4	1.3	1.4	0	0	0	1.3	0	7.6
HSK	0	1.3	0	1.2	1.3	1.4	1.1	1.2	1.4	1.2	10.1
SM02	1.3	0	1.1	1.5	0	1.5	1.4	0	0	0	6.8
9253	1.5	1.8	1.5	1.7	1.9	1.3	1.3	1.5	1.3	1.4	15.2

사진 1. 개체선발 : TMV(P₀) 저항성 검정



품종	개체 번호										총계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SPC	1.8	1.8	1.5	1.3	1.3	1.4	0	1.7	1.3	1.4	13.5
CPR	1.3	2	0	0	0	0	0	1.2	1.5	1.7	7.7
DBL	0	1.4	1.5	1.4	1.7	1.7	1.2	1.5	1.5	1.4	13.3
MRG	1.3	1.7	1.7	1.6	1.4	1.6	1.7	1.6	1.7	1.8	19.1
FEST	1.4	1.4	1.7	1.3	0	0	0	1.3	1.4	1.6	10.1
MSRT	1.1	0	1.1	1.2	1.4	1.2	1.2	1.4	1.3	1.2	11.1
JRS	0	1.1	1.1	1.1	0	0	1.1	1.1	1.2	1.2	7.9
PRSDT	1.1	1.2	0	0	1.3	1.5	1.5	1.2	1.4	0	9.2
BG	1.4	1.2	1.3	0	1.3	1.1	1.2	1.4	1.2	1.2	11.3
VLTI	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.2	1.4	1.7	1.6	1.2	13.7
HSK	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.4	1.3	1.4	1.2	1.2	12.9
SM02	1.4	1.4	1.4	0	1.5	1.2	1.4	1.6	0	1.8	11.7
9253	2	1.4	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.5	1.6	16.3

사진 2. 개체선발(TMV(P₂)) 저항성 검정

표 1. 파프리카 재배품종의 TMV 저항성

품종명	TMV 저항성			과색	회사명
	P ₀	P ₂	유전형		
SPC	RS	RS	L ₀ /L ₃ , L ₀ /L ₄	Red	Enza
CPR	RR	RR		Red	Enza
DBL	RS	RS	L ₀ /L ₃ , L ₀ /L ₄	Red	Rijk
MRG	RS	RR		Red	De Ruiter
FEST	RS	RS	L ₀ /L ₃ , L ₀ /L ₄	Yellow	Enza
MSRT	RS	RS	L ₀ /L ₃ , L ₀ /L ₄	Yellow	Enza
RZ 208	RS	RS	L ₀ /L ₃ , L ₀ /L ₄	Yellow	Rijk
PRSDT	RS	RR		Orange	Enza
BG	RS	RS	L ₀ /L ₃ , L ₀ /L ₄	Orange	Rijk
VLTI	RR	RR		Orange	Enza
HSK	RR	RR		Yellow	Rijk
9253	RR	RS	L ₁ /L ₄ , L ₁ /L ₃	Red	Seminis
DRP 1086	RR	RR		Red	De Ruiter
8493	RR	RS	L ₁ /L ₄ , L ₁ /L ₃	Red	Seminis
2423	RR	RR		Red	Seminis
9338	RR	RS	L ₁ /L ₄ , L ₁ /L ₃	Yellow	Seminis
9394	RS	RR		Yellow	Seminis
DRP 4976	SS	SS	L ₀ /L ₀	Yellow	De Ruiter
RPD	RS	RS	L ₀ /L ₃ , L ₀ /L ₄	Yellow	Syngenta
FIR	RR	RS	L ₁ /L ₄ , L ₁ /L ₃	Yellow	Syngenta
RBT	RR	RR		Orange	Syngenta

- 재배품종 SPC 등 12품종의 F₂를 대상으로 응성불임형을 개체별로 조사하였다(표 2). F₂에서 응성불임이 분리하지 않는 품종과 응성불임이 분리하는 품종으로 구분할 수 있었다.
- SPC 등 8품종은 F₂에서 응성불임성이 분리되는 것으로 보아 교배모본 중 모본으로 GMS를 이용한 것으로 확인되었고 CPR 등 4품종은 F₂에서 응성불임이 나타나지 않고 모두 임성을 보인 점으로 보아 제웅교배에 의해 교배종이 만들어진 품종으로 판단되었다.

표 2. 파프리카 재배품종의 응성불임성

품종명	응성불임성		과색
	F ₁	유전형	
SPC	Msms	GMS	Red
CPR	MsMs	제웅	Red
DBL	Msms	GMS	Red
MRG	Msms	GMS	Red
FEST	Msms	GMS	Yellow
MSRT	MsMs	제웅	Yellow
JRS	Msms	GMS	Yellow
PRSDT	MsMs	제웅	Orange
BG	Msms	GMS	Orange
VLTI	Msms	GMS	Orange
HSK	Msms	GMS	Yellow
9253	MsMs	제웅	Red

사진 3. 정상화분과 응성불임 화분



정상 화분



응성불임 화분

다. 계통선발

(1) 1차년도

① 제 1기작(2007. 8~ 2007. 12)

○ 세대별 공시품종은 고정계통 9계통 및 분리세대 F₁~F₄ 세대 96계통 등 총 105계통은 공시하였으며(사진 4) 이 중 204개체를 과일특성, 농업형질과 응성불임성 및 TMV 바이러스 저항성 등을 검정하여 형태적 특성 및 유전적 특성이 우수한 개체만을 선발하였다(표 3).

표 3. 세대별 공시품종 및 선발내역

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		내병성 virus	과색
			공시	선발	MF	MS	선발	과중		
G ₆	고정계통		9	8	3	5	8	4	분리	
F ₄	SPC 등		9	8	3	5	19	17	분리	
F ₃	CPR	제응	8	4	4	0	13	10	분리	R
F ₃	SPC	GMS	5	3	0	3	8	8	분리	R
F ₃	DBL	GMS	5	2	0	2	10	10	분리	R
F ₃	MRG	GMS	5	4	2	2	12	9	강	R
F ₃	9253	제응	4	3	3	0	10	6	강	R
F ₃	FEST	GMS	9	6	0	6	21	16	분리	Y
F ₃	MSRT	제응	5	5	5	0	16	8	분리	Y
F ₃	JRS	GMS	4	4	1	3	16	13	분리	Y
F ₃	HSK	GMS	7	5	2	3	15	14	분리	Y
F ₃	PRSDT	제응	6	4	4	0	12	8	분리	O
F ₃	BG	GMS	2	2	0	2	6	6	분리	O
F ₃	VLTl	GMS	6	6	5	1	19	16	분리	O
F ₂	PLT	GMS	1	1	분리	분리	10	7	분리	R
F ₂	DB	GMS	1	1	분리	분리	8	6	분리	Y
F ₁	F-19품종		19	1	분리	분리	1	1	분리	
	소계	4:10	105	67	32	32	204	159	2:15	

- 과색은 적색, 황색, 주황색 중 과형과 초형이 우수한 개체를 선발하였으며 F₁의 과형은 일반적으로 교배모본으로 사용한 양친의 중간특성을 나타내기 때문에 과형이 약간 납작한쪽과 길쭉한 쪽의 개체를 교루 선발하였다(사진 5, 6, 7).
- 제 1기작에서 계통으로 전개한 F₃는 이론상 87.5%의 고정율을 나타내며 아직은 집단내에서 개체간 분리양상을 보이지만 세대를 진전 할수록 유전적 고정비율이 높아지기 때문에 선발된 개체들은 다음 세대 진전을 위한 재료로 사용하였다.
- 계통의 임성조사결과 F₁ 19품종과 F₂ 2품종의 후대에서 응성불임성이 분리하는 것으로 보아 이들 품종은 교배종 생산에 GMS를 사용한 것이 확인되었다.
- TMV 바이러스 검정을 하여 바이러스에 강한 고정계통을 2개의 재배품종 후대에서 확인하였으며 나머지 계통들은 TMV 저항성이 분리하고 있어 후대에 계속적인 검정 및 선발이 필요하였다.

사진 4. 파프리카 하우스 전경(경남 진주)



사진 5. 파프리카 선발(Red)

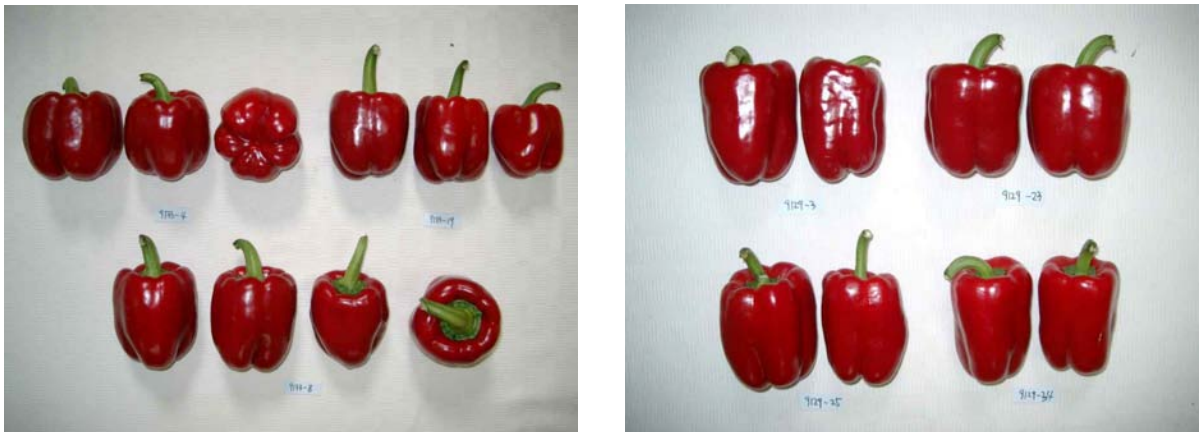


사진 6. 파프리카 선발(Yellow)

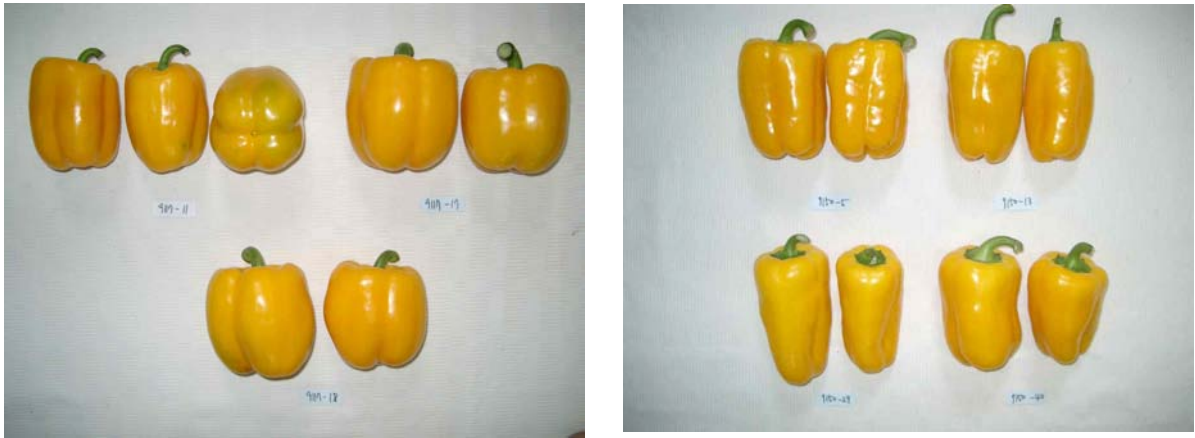
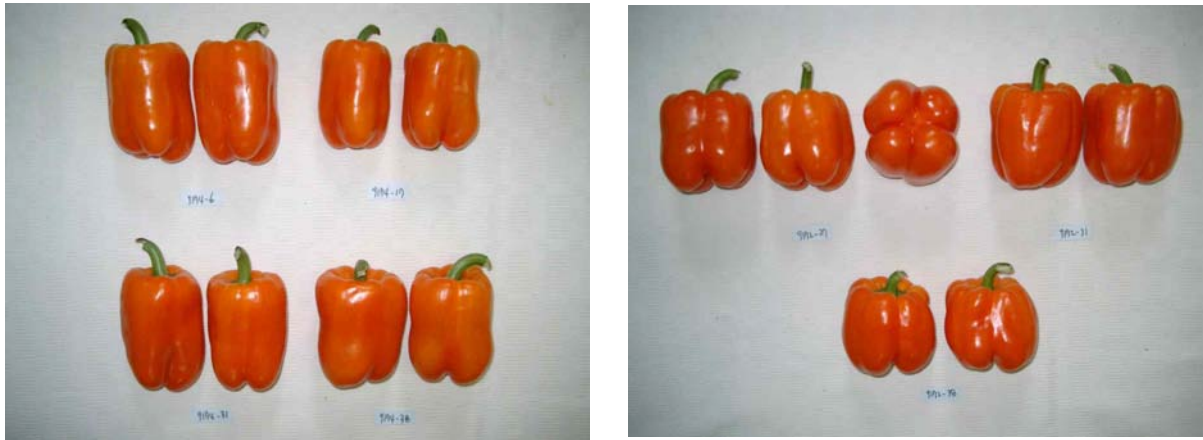


사진 7. 파프리카 선발(Orange)



② 제 2기작(2008. 2~ 2008. 7)

- 고정계통 32계통, F₂~F₅ 세대 147계통 등 총 169계통을 공시하였으며 계통임성, 내병성, 과형 등 원예적 특성을 조사하여 특성이 우수한 136계통을 선발하였다(사진 8).
- GMS 분리계통을 선발하기 위해 임성조사 한 결과 136계통 중 임성을 가진 것이 85계통, 불임을 가진 것이 51계통이었다(표 4).
- 분리세대에서 TMV 저항성은 F₄세대 2계통에서 저항성 유전자를 가진 것으로 확인되었고 나머지 15계통들에서는 저항성이 분리하고 있었다.
- 과색별로는 적색계통 5계통, 황색계통 3계통, 주황색 계통 6계통이 선발되었다.
- 선발된 계통들은 주로 F₄세대이며 F₄세대의 고정율은 이론상 94%로 개체간 순도도 육안상 상당히 고정된 것을 알 수 있었다.

사진 8. 파프리카 하우스 전경(경남 진주)



표 4. 세대별 공시품종 및 선발내역

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		내병성 virus	과색
			공시	선발	MF	MS	선발	파종		
G ₇	고정계통		32	32	27	5	32	12	분리	
F ₅	SPC 등		13	10	2	8	27	11	분리	
F ₄	CPR	제웅	9	8	8	0	9	8	분리	R
F ₄	SPC	GMS	6	6	2	4	15	8	분리	R
F ₄	DBL	GMS	5	4	2	2	10	6	분리	R
F ₄	MRG	GMS	6	5	2	3	10	7	강	R
F ₄	9253	제웅	8	3	3	0	3	3	강	R
F ₄	FEST	GMS	14	11	6	5	16	14	분리	Y
F ₄	MSRT	제웅	8	6	6	0	6	6	분리	Y
F ₄	JRS	GMS	10	7	3	4	20	10	분리	Y
F ₄	HSK	GMS	11	8	3	5	13	11	분리	Y
F ₄	PRSDT	제웅	8	5	5	0	9	5	분리	O
F ₄	BG	GMS	5	4	1	3	13	7	분리	O
F ₄	VLTl	GMS	14	12	9	3	21	15	분리	O
F ₃	PLT	GMS	7	5	1	4	17	7	분리	R
F ₃	DB	GMS	5	4	1	3	8	6	분리	Y
F ₂	HSK	GMS	8	6	4	2	12	8	분리	Y
소계		4:11	169	136	85	51	241	144	2:15	

(2) 2차년도

① 제 1기작(2008. 8 ~ 2008. 12)

- 세대별로 분리세대 F2 ~F6 세대 156계통을 공시하여 이 중 과일특성 등 농업형질과 음성 불임성, TMV 바이러스 저항성 등을 검정하여 형태적 특성 및 유전적 특성이 우수한 142 계통을 선발하였다(표 5).

표 5. 세대별 공시품종 및 선발내역(2008. 8 ~ 2008. 12)

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		내병성 virus	과색	비고
			공시	선발	MS	MF	선발	파종			
F ₆	B-R-1등	-	16	15	10	5	38	35	분리	-	-
F ₅	CPR	제웅	8	8	0	8	9	8	분리	R	Enza
F ₅	SPC	GMS	6	6	5	1	18	14	분리	R	Enza
F ₅	DBL	GMS	4	4	3	1	10	8	강	R	Rijk
F ₅	MRG	GMS	6	5	3	2	16	10	강	R	De
F ₅	9253	제웅	3	3	0	3	4	4	강	R	Semini
F ₅	FEST	GMS	11	11	4	7	25	16	분리	Y	Enza
F ₅	MSRT	제웅	6	6	0	6	9	8	분리	Y	Enza
F ₅	JRS	GMS	9	9	4	5	22	18	분리	Y	Rijk
F ₅	HSK	GMS	8	7	5	2	22	13	분리	Y	Rijk
F ₅	PRSDT	제웅	6	6	0	6	12	10	분리	O	Enza
F ₅	BG	GMS	4	4	3	1	14	10	강	O	Rijk
F ₅	VLTl	GMS	16	16	4	12	28	24	강	O	Enza
F ₄	PLT	GMS	9	9	5	4	30	22	강	R	De
F ₄	DB	GMS	6	6	5	1	22	14	분리	Y	De
F ₄	HSK	GMS	5	5	1	4	8	7	분리	Y	Rijk
F ₂ F ₃	신규계통	-	33	22	3	19	83	69	분리	-	-
소계		4:11	156	142	55	87	370	290	6:11		

- 15개 품종에서 유래한 후대 분리세대의 계통임성 분석결과 CPR, 9253, MSRT, PRSDT 등 4개 품종은 후대에서 음성불임성이 분리하지 않는 것으로 보아 제웅교배한 것이 확인되었고 SPC 등 11개 품종은 GMS를 이용한 것이 확인되었다.
- 17개 품종에서 유래한 후대 분리세대의 바이러스 내병성 검정결과 DBL, MRGM 9253, VLTl, PLT 등 6개 품종은 후대에서 강한 것만 나타나 양친으로 이용한 2개 모본 모두 저항성인 것을 사용한 것이 확인되었고, 11개 품종은 후대에서 바이러스 저항성이 분리한 것으로 보아 두 개 모본 중 한쪽 모본에만 저항성인 것을 사용함을 확인할 수 있었고 후대에서 계속적인 검정 및 선발이 필요하였다.
- 제 1기작에서 전개한 F5 세대는 이론상 약 97%의 고정률을 나타내며 세대를 진전시킬수록 유전적 고정비율이 높아지므로 선발된 개체들은 다음 세대진전을 위한 재료로 사용하였다.
- 새로운 유전자원을 확보하기 위하여 신규품종은 매년 재배시 도입하여 F2세대로 계통분리하여 음성불임성, 내병성, 원예적 형질을 본 후 선발하였다.

- 과일색은 과형과 초형이 우수한 개체를 선발하였으며 적색품종 6개, 황색품종 6개 및 주황색 품종 3개 계통이었다.

② 제 2기작(2009. 2 ~ 2009. 7)

- F3~F7 세대 284계통을 공시하여 응성불임성, TMV 바이러스 저항성 등 농업형질이 우수한 160계통을 선발하였다(표 6).

표 6. 세대별 공시품종 및 선발내역(2009. 2 ~ 2009. 7)

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		내병성 virus	과색	비고
			공시	선발	MS	MF	선발	파종			
F ₇	B-R-1 등	-	27	10	7	3	31	31	분리	-	-
F ₆	CPR	제웅	8	6	0	6	6	6	분리	R	Enza
F ₆	SPC	GMS	15	7	6	1	25	25	분리	R	Enza
F ₆	DBL	GMS	8	2	2	0	8	8	강	R	Rijk
F ₆	MRG	GMS	10	5	3	2	14	14	강	R	De
F ₆	9253	제웅	4	3	0	3	3	3	강	R	Semini
F ₆	FEST	GMS	16	12	4	8	24	24	분리	Y	Enza
F ₆	MSRT	제웅	6	6	0	6	8	7	분리	Y	Enza
F ₆	JRS	GMS	18	11	5	6	26	26	분리	Y	Rijk
F ₆	HSK	GMS	13	5	3	2	14	14	분리	Y	Rijk
F ₆	PRSDT	제웅	11	7	0	7	7	7	분리	O	Enza
F ₆	BG	GMS	10	4	3	1	13	13	강	O	Rijk
F ₆	VLTI	GMS	24	13	3	10	22	22	강	O	Enza
F ₅	PLT	GMS	22	10	4	6	22	22	강	R	De
F ₅	DB	GMS	14	7	5	2	22	22	분리	Y	De
F ₅	HSK	GMS	4	3	0	3	3	3	분리	Y	Rijk
F ₂ F ₃	신규계통	-	74	49	3	46	58	58	분리	-	-
소 계		4:11	284	160	48	112	306	305	6:11		

- 선발한 계통 중에서 임성검정 결과 MS 48개체, MF 112개체가 선발되었다.
- 선발한 계통 중에서 TMV 바이러스 내병성 분석결과 바이러스에 강한 것이 6계통이었으며 11계통

은 저항성이 분리하고 있었다.

- 공시한 계통은 주로 F6 세대로 98% 이상이 유전적으로 고정된 상태이며 과색은 적색 6개, 황색 6개, 주황색 3개 계통이었다.

(3) 3차년도

① 제 1기작(2009. 8~2009. 1)

- 세대별로 분리세대 F2~F8 세대 325계통을 공시하여 이 중 과일특성 등 농업형질과 응성불임성, TMV 바이러스 저항성, TSWV바이러스 저항성 등을 검정하여 형태적 특성 및 유전적 특성이 우수한 192계통을 선발하였다(표 1).

표 1. 세대별 공시품종 및 선발내역(2009. 8~2010. 1)

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		Virus	과색	비고
			공시	선발	MS	MF	선발	파종	R:H:S		
F ₈	B-R-1등	-	25	15	8	7	21	19	13 : 3 : 3	-	-
F ₇	CPR	제웅	6	6	0	6	6	6	3 : 1 : 2	R	Enza
F ₇	SPC	GMS	15	7	6	1	18	15	12 : 0 : 3	R	Enza
F ₇	DBL	GMS	8	2	2	0	8	4	4 : 0 : 0	R	Rijk
F ₇	MRG	GMS	10	5	3	2	7	6	6 : 0 : 0	R	De
F ₇	9253	제웅	4	3	0	3	3	3	3 : 0 : 0	R	Semini
F ₇	FEST	GMS	16	11	4	7	27	15	12 : 1 : 2	Y	Enza
F ₇	MSRT	제웅	6	6	0	6	7	7	4 : 0 : 3	Y	Enza
F ₇	JRS	GMS	20	14	8	6	23	21	9 : 0 : 12	Y	Rijk
F ₇	HSK	GMS	14	6	4	2	12	11	2 : 3 : 6	Y	Rijk
F ₇	PRSDT	제웅	13	7	0	7	9	7	3 : 2 : 2	O	Enza
F ₇	BG	GMS	12	4	3	1	11	8	8 : 0 : 0	O	Rijk
F ₇	VLTI	GMS	27	12	4	8	22	21	21 : 0 : 0	O	Enza
F ₆	PLT	GMS	25	11	6	5	34	33	33 : 0 : 0	R	De
F ₆	DB	GMS	16	10	8	2	25	20	12 : 8 : 0	Y	De
F ₅	BTS	GMS	15	13	0	13	15	13	2 : 3 : 8	Y	Rijk
F ₂ F ₃	신규계통	-	93	60	4	56	99	97	-	-	-
소계		11 : 4	325	192	60	132	347	306	147:21:41		

- 17개 품종에서 유래한 후대 분리세대의 계통임성 분석결과 CPR, 9253, MSRT, PRSDT 등 5개 품종은 후대에서 응성불임성이 분리하지 않아 제웅 교배한 것으로 확인되었고, SPC 등 12개 품종은 응성불임 GMS를 이용한 것이 확인 되었다.
- 17개 품종에서 유래한 후대 분리세대의 TMV바이러스 내병성 검정결과 DBL, MRG, 9253, BG, VLTI, PLT 등 6개 품종은 후대에서 강한 개체만 선발 되었고, 11개 품종 후대에서는 아직도 내병성과 이병성이 분리 하고있어 지속적인 저항성 계통선발이 필요하였다.
- 과일색은 과형과 초형이 우수한 개체를 선발 하였으며, 색깔별로는 적색품종 6개, 황색품종 3개,

주황색품종 6개 계통이었다.

- 제 1기작에서 전개한 계통들은 신규계통을 제외 하고는 F₅ 세대 진전된 것으로 이론상 약 97%이상의 유전적 고정율을 보이므로 세대진전을 통한 순계육성과 F₁ 조합작성을 위한 모본으로 사용이 가능 하였다.
- 새로운 유전자원을 확보하기 위하여 신규품종은 매년 도입하여 F₂ 세대로 계통분리 하여 융성불임성, 내병성, 원예적 형질을 조사한 후 선발 하였다.

② 제 2기작(2010. 2~2010. 7)

- F₂~F₉ 세대 306계통을 공시하여 융성불임성, TMV, TSWV, Potyvirus, 바이러스 저항성 등 농업형질이 우수한 209계통을 선발하였다(표 5).
- 선발한 계통의 TMV 바이러스 저항성 검정결과 바이러스에 강한 계통은 DBL 등 6계통 이었으며, 10계통은 저항성이 분리하고 있었다.
- 공시한 계통은 주로 F₆ 세대 이상으로 98% 이상이 유전적으로 고정된 상태이며 과색은 적색 6개, 황색 3개, 주황색 6개 계통이었다.
- 선발계통의 임성검정 결과 융성불임(MS) 60개체, 가임계통(MF) 132개체가 선발되었다.

표 5. 세대별 공시품종 및 선발내역(2010. 2~2010. 7)

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		Virus R:H:S	과 색	비고
			공시	선발	MS	MF	선발	파종			
F ₉	B-R-1등	-	15	13	8	5	13	13	10 : 1 : 4	-	-
F ₈	CPR	제음	6	6	0	6	6	6	3 : 1 : 2	R	Enza
F ₈	SPC	GMS	15	9	7	2	18	18	13 : 1 : 4	R	Enza
F ₈	DBL	GMS	4	2	2	0	2	2	2 : 0 : 0	R	Rijk
F ₈	MRG	GMS	6	5	3	2	6	6	6 : 0 : 0	R	De
F ₈	9253	제음	3	3	0	3	3	3	3 : 0 : 0	R	Semini
F ₈	FEST	GMS	15	12	6	6	17	17	14 : 1 : 2	Y	Enza
F ₈	MSRT	제음	7	7	0	7	7	7	4 : 0 : 3	Y	Enza
F ₈	JRS	GMS	21	14	8	6	19	19	7 : 0 : 12	Y	Rijk
F ₈	HSK	GMS	14	9	5	4	13	13	5 : 2 : 6	Y	Rijk
F ₈	PRSDT	제음	7	6	0	6	6	6	2 : 2 : 2	0	Enza
F ₈	BG	GMS	8	4	4	0	5	5	5 : 0 : 0	0	Rijk
F ₈	VLTI	GMS	21	14	4	10	16	16	16 : 0 : 0	0	Enza
F ₈	PLT	GMS	34	14	9	5	22	22	22 : 0 : 0	R	De
F ₈	DB	GMS	20	12	8	4	12	12	6 : 6 : 0	Y	De
F ₆	BTS	GMS	13	8	0	8	8	8	2 : 2 : 4	Y	Rijk
F ₂ F ₃	신규계통	-	97	71	15	56	118	118	-	-	-
소계		11 : 4	306	209	60	132	291	291	120:16:39		

(4) 4차년도

① 1기작(2010. 8~ 2010. 12)

- 세대별로 분리세대 F2~F10 세대 296계통을 공시하여 이 중 과일특성 등 농업형질과 융성불임성, TMV 바이러스 저항성, TSWV바이러스 저항성 등을 검정하여 형태적 특성 및 유전적 특성이 우수한 207계통을 선발하였다(표 9).

표 9. 세대별 공시품종 및 선발내역(2010. 8~2011. 1)

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		Virus R:H:S	과색	비고
			공시	선발	MS	MF	선발	파종			
F ₁₀	B-R-1등	-	6	5	4	1	5	5	4:1:0	-	-
F ₉	CPR	제웅	6	6	0	6	6	6	3:1:2	R	Enza
F ₉	SPC	GMS	18	7	6	1	7	7	6:0:1	R	Enza
F ₉	DBL	GMS	2	2	2	0	2	2	2:0:0	R	Rijk
F ₉	MRG	GMS	6	4	3	1	4	4	4:0:0	R	De
F ₉	9253	제웅	3	3	0	3	3	3	3:0:0	R	Semini
F ₉	FEST	GMS	15	8	4	4	8	8	7:0:1	Y	Enza
F ₉	MSRT	제웅	7	4	0	4	4	4	3:0:1	Y	Enza
F ₉	JRS	GMS	19	14	8	6	14	14	5:0:9	Y	Rijk
F ₉	HSK	GMS	11	6	4	2	6	6	3:0:3	Y	Rijk
F ₉	PRSDT	제웅	6	6	0	6	6	6	2:2:2	O	Enza
F ₉	BG	GMS	5	2	2	0	2	2	4:0:0	O	Rijk
F ₉	VLTI	GMS	16	15	4	11	15	15	15:0:0	O	Enza
F ₉	PLT	GMS	22	9	5	4	9	9	9:0:0	R	De
F ₉	DB	GMS	13	10	6	4	10	10	5:5:0	Y	De
F ₇	BTS	GMS	8	7	0	7	7	7	2:2:3	Y	Rijk
F ₂ F ₃	신규계통	-	133	99	7	37	99	99	-	-	-
소계		11:4	296	207	55	97	207	207	77:11:22		

- 17개 품종에서 유래한 후대 분리세대의 계통임성 분석결과 CPR, 9253, MSRT, PRSDT 등 4개 품종은 후대에서 융성불임성이 분리하지 않아 제웅 교배한 것으로 확인되었고, SPC 등 12개 품종은 융성불임 GMS를 이용한 것이 확인 되었다.
- 17개 품종에서 유래한 후대 분리세대의 TMV바이러스 내병성 검정결과 DBL, MRG, 9253, BG, VLTI, PLT 등 6개 품종은 후대에서 저항성 개체만 선발 되었고, 11개 품종후대에서는 아직도 내병성과 이병성이 분리 하고 있어 계속적인 저항성 계통선발이 필요하였다.
- 과일색은 과형과 초형이 우수한 개체를 선발 하였으며, 색깔별로는 적색품종 6개, 황색품종 3개, 주황색품종 6개 계통이었다.
- 제 1기작에서 전개한 계통들은 신규계통을 제외 하고는 F₇ 세대 이상 진전된 것으로 이론상 약 99%이상의 유전적 고정율을 보이므로 세대진전을 통한 순계육성과 F₁조합작성을 위한 모본으로 사용이 가능 하였다.
- 새로운 유전자원을 확보하기 위하여 신규품종을 매년 도입하여 F₂ 세대로 계통분리 하여 융성불

임성, 내병성, 원예적 형질을 조사한 후 선발 하였다.

② 2기작(2011. 2~ 2011. 7)

- F₂~F₁₁ 세대에서 선발한 207계통과 약배양에서 얻어진 101계통 총 308계통을 공시하여 계통임성 및 바이러스 저항성 검정을 하여 총 241계통을 선발하였다(표 10)

표 10.세대별 공시품종 및 선내역(2011, 2~2011. 7)

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		Virus R : H : S	과색	비고
			공시	선발	MS	MF	선발	파종			
F ₁₁	B-R-1등	-	5	5	4	1	5	5	4 : 1 : 0	-	-
F ₁₀	CPR	제웅	6	5	0	5	5	5	3 : 1 : 1	R	Enza
F ₁₀	SPC	GMS	8	8	7	1	8	8	7 : 0 : 1	R	Enza
F ₁₀	DBL	GMS	5	4	4	0	4	4	4 : 0 : 0	R	Rijk
F ₁₀	MRG	GMS	4	3	3	0	3	3	3 : 0 : 0	R	De
F ₁₀	9253	제웅	2	1	0	1	1	1	1 : 0 : 0	R	Semini
F ₁₀	FEST	GMS	7	4	3	1	4	4	4 : 0 : 0	Y	Enza
F ₁₀	MSRT	제웅	5	3	0	3	3	3	3 : 0 : 0	Y	Enza
F ₁₀	JRS	GMS	13	11	4	7	11	11	5 : 0 : 6	Y	Rijk
F ₁₀	HSK	GMS	6	6	4	2	6	6	3 : 0 : 3	Y	Rijk
F ₁₀	PRSDT	제웅	6	3	0	3	3	3	1 : 1 : 1	O	Enza
F ₁₀	BG	GMS	2	2	2	0	2	2	2 : 0 : 0	O	Rijk
F ₁₀	VLTI	GMS	14	8	3	5	8	8	8 : 0 : 0	O	Enza
F ₁₀	PLT	GMS	9	6	5	1	6	6	6 : 0 : 0	R	De
F ₁₀	DB	GMS	10	9	6	3	9	9	5 : 4 : 0	Y	De
F ₂ F ₃	신규계통	-	105	99	46	53	99	99	-	-	-
An	약배양계통	-	101	64	0	64	64	64	-	-	-
소계		10 : 4	308	241	91	150	241	241	59 : 7 : 12		

- 신규계통 F₂ F₃ 세대 105계통을 제외한 102계통은 F₁₀ 세대 이상 진전된 계통으로 유전적으로 99%이상 고정되어있어 F₁ 조합작성을 위한 모본으로 사용 가능하다.
- 계통임성 분석결과 웅성불임(MS)계통과 가임(MF)계통이 91 : 150 비율로 선발되었다. 선발된 가임계통은 F₁ 종자생산을 위한 모본으로 이용할 예정이다.
- TMV 바이러스 검정결과 저항성(R) : hetero : 이병성(S)이 59 : 7 : 12로 분리되었고, DBL, MRG, FEST, MSRT, BG, VLTI, PLT 품종에서 분리한 후대에서는 저항성 계통만 선발되었다.
- 약배양에서 얻어진 101계통을 공시하여 64계통을 선발하였고, 임성조사 결과 64계통이 MF로 판정되어 이들 계통은 양친으로 바로 이용할 수 있을 것으로 사료된다

(5) 5차년도

① 1기작(2011. 8~ 2012. 2)

- SPC 분리계(F₂ ~ F₁₂) 등 171계통과 약배양 후대 185계통 등 총 356계통을 경남 산청군 신안면 청안리 농협종묘센터 임차포장에 재배하여 과일특성 등 농업형질과 웅성불임성, TMV 바이러스 저항성, TSWV 저항성 등을 검정하여 형태적 특성 및 유전적 특성이 우수한 241계통을 선발하였다(표 1).

표 1. 세대별 공시품종 및 선발내역(2011.8~2011.12)

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		Virus R:H:S	과색	비고
			공시	선발	MS	MF	선발	파종			
F ₁₂	B-R-1등	-	5	5	4	1	5	5	4:1:0	-	-
F ₁₁	CPR	제웅	5	3	0	3	3	3	3:0:0	R	Enza
F ₁₁	SPC	GMS	7	7	6	1	7	7	7:0:0	R	Enza
F ₁₁	DBL	GMS	4	4	4	0	4	3	3:0:0	R	Rijk
F ₁₁	MRG	GMS	3	1	1	0	1	1	1:0:0	R	De
F ₁₁	9253	제웅	1	1	0	1	1	0	0:0:0	R	Semini
F ₁₁	FEST	GMS	4	3	3	0	3	3	3:0:0	Y	Enza
F ₁₁	MSRT	제웅	3	2	0	2	2	2	2:0:0	Y	Enza
F ₁₁	JRS	GMS	11	10	4	6	10	10	5:0:5	Y	Rijk
F ₁₁	HSK	GMS	6	5	3	2	5	5	3:0:2	Y	Rijk
F ₁₁	PRSDT	제웅	3	1	0	1	1	1	1:0:0	O	Enza
F ₁₁	BG	GMS	2	2	2	0	2	2	2:0:0	O	Rijk
F ₁₁	VLTI	GMS	8	7	3	4	7	6	6:0:0	O	Enza
F ₁₁	PLT	GMS	5	4	3	1	4	3	3:0:0	R	De
F ₁₁	DB	GMS	9	9	6	3	9	9	5:4:0	Y	De
F ₂ F ₃	신규계통	-	95	100	62	38	100	100	-	-	-
An	약배양계통	-	185	77	0	77	77	77	-	-	-
소계		10:4	356	241	101	140	241	237	48:5:7		

- 16개 품종에서 유래한 후대 분리계통과 약배양에서 얻어진 계통의 임성 분석결과 임성과 불임 계통이 각각 101개체와 140개체였다.
- 공시한 계통에 대한 TMV 바이러스 검정결과 조사된 60계통중에서 저항성을 나타낸 계통이 48계통이었다. 선발된 모든 계통에서 저항성을 나타낸 것은 CPR, SPC, DBL, MRG, FEST, MSRT, PRSDT, BG, VLTI 및 PLT 품종들의 후대 계통들이었다.
- 과일색은 과형과 초형 및 착과성이 우수한 개체를 선발하였으며, 색깔별로는 적색품종 6개, 황색품종 5개, 주황색 품종 3개 품종이었다.

- 제 1기작에서 전개한 계통들은 신규계통을 제외하고 모두 11세대 이상 세대진전 된 것으로 형태적으로 거의분리가 일어나지 않았다.

② 2기작(2012. 3~ 2012.8)

- SPC 분리계 등179계통(F₃ ~F₁₃)과 약배양에서 얻은 후대 77계통 등 총 256계통을 경남 산청군 농협 종묘센터 임차포장에 전개하여 원예적 특성 및 과일특성 등을 조사하였다(표 1).

표 1. 세대별 공시품종 및 선발내역(2012. 3~2012. 8)

세대	품종명	임성	계통선발		계통임성		개체선발		Virus R:H:S	과색	비고
			공시	선발	MS	MF	선발	파종			
F ₁₃	B-R-1등	-	6	6	3	3	6		4:1:0	-	-
F ₁₂	CPR	제웅	3	3	0	3	3		3:0:0	R	Enza
F ₁₂	SPC	GMS	7	7	6	1	7		7:0:0	R	Enza
F ₁₂	DBL	GMS	3	3	3	0	3		3:0:0	R	Rijk
F ₁₂	MRG	GMS	1	1	1	0	1		1:0:0	R	De
F ₁₂	FEST	GMS	3	3	3	0	3		3:0:0	Y	Enza
F ₁₂	MSRT	제웅	2	2	0	2	2		2:0:0	Y	Enza
F ₁₂	JRS	GMS	10	10	4	6	10		5:0:5	Y	Rijk
F ₁₂	HSK	GMS	5	5	3	2	5		3:0:2	Y	Rijk
F ₁₂	PRSDT	제웅	1	1	0	1	1		1:0:0	O	Enza
F ₁₂	BG	GMS	2	2	2	0	2		2:0:0	O	Rijk
F ₁₂	VLTl	GMS	7	7	3	4	7		7:0:0	O	Enza
F ₁₂	PLT	GMS	3	2	2	0	2		2:0:0	R	De
F ₁₂	DB	GMS	9	8	5	3	8		5:3:0	Y	De
F ₃ F ₄	신규계통	-	117	185	107	78	185		-	-	-
An	약배양계통	-	77	43	0	43	43		-	-	-
소계		10:4	256	288	142	146	288		48:4:7		

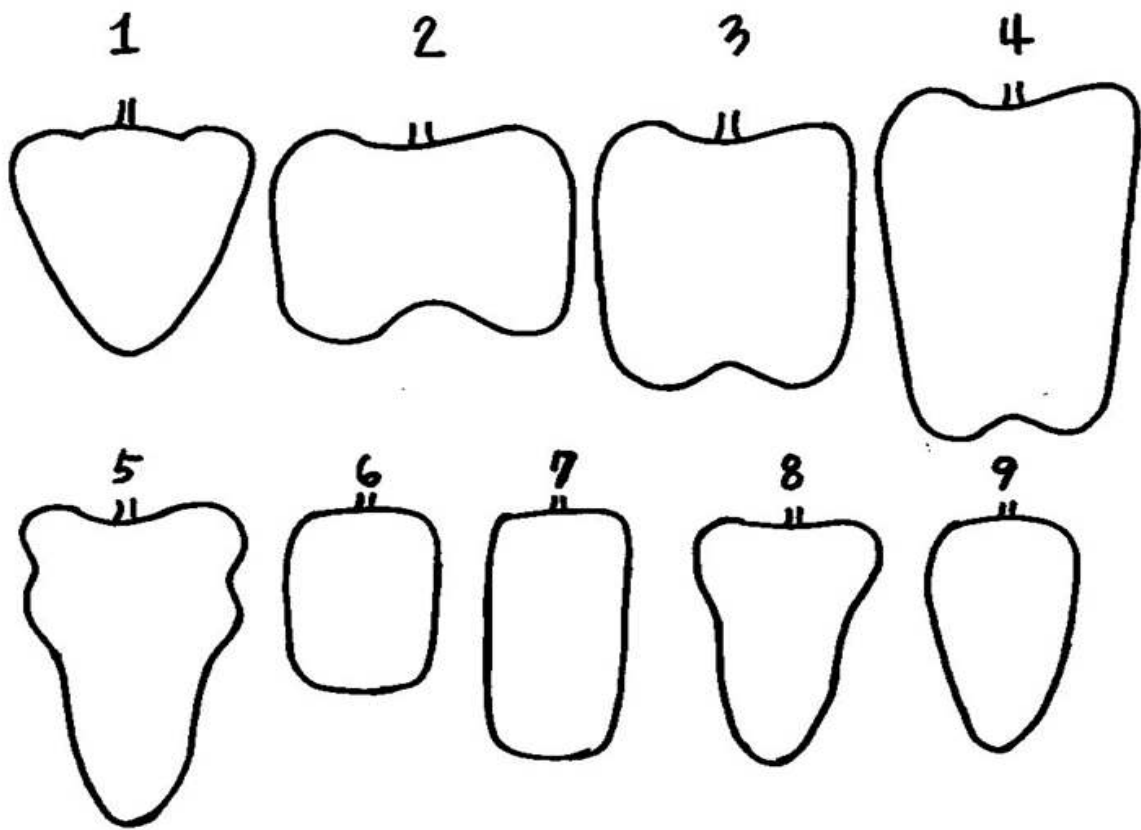
- 총 256계통중 288개체를 선발하였는데 이중 음성불임을 보인 개체는 142개체였으며 임성을 보인 개체는 146개체였다.
- 분리계통 후대의 TMV 바이러스 검정결과 총 52개체중 48개체는 저항성을 보였다. JRS, HSK, B-R-1을 제외한 모든 계통에서 바이러스 저항성을 나타냈다. 저항성을 보인 개체는 TMV 저항성 육종재료로 활용할 예정이다.
- 약배양에서 얻어진 77개체 중에서 초형과 과일특성 등 원예적 형질이 우수한 43개체를 선발하였다.

2. 계통군별 선발계통의 과일 및 생육특성

가. 선발계통의 선발기준

- 과실특성 조사는 우수계통 선발의 기준으로 삼을 수 있도록 선발개체들의 숙과색, 광택, 모양, 꼭지깊이, 골깊이, 배꼽깊이, 꼭지색, 과중, 꼭지길이, 꼭지굵기, 과장, 과경, 과육두께, 심실수 등을 조사하였으며 분리개체들의 변이성을 확인하기 위하여 최소값과 최대값을 조사하였다.

그림 1 . 파프리카 과형 특성 기준



광택		깊이 (어깨, 배꼽, 골)		꼭지색	
1	약함	1	얕음	1	연녹
2		2		2	담녹
3	보통	3		3	회
4		4		4	황회
5	강함	5	깊음	5	암회

- 파프리카 광택은 약한 것을 1, 보통을 3, 그리고 강한 것을 5로 표시하였고, 어깨, 배꼽, 골깊이는 약한 것을 1, 깊은 것을 5로 표시하였으며, 꼭지색은 연녹(1), 담녹(2), 녹(3), 농녹(4), 암녹(5)으로 표시하여 특성조사 하였다(표 5).

나. 선발계통의 과일특성

(1) 1차년도

- 적색 선발계통 CPR, DBL, MRG, SPC 후대에서 적색만 나오는 것으로 보아 사용한 양친이 모두 적색과 황색이 분리하는 것으로 확인되었다. 그러나 PLT는 후대에서 적색과 황색이 분리하는 것으로 보아 양친으로 적색과 황색이 사용되었고 적색과가 황색과에 우성으로 작용하는 것으로 판단되었다.
- '07년도에 선발된 개체의 과중은 CPR 계통이 138~215g, DBL 계통이 180~281g, MRG 계통이 147~281g, SPC 계통이 139~221g, PLT 계통이 161~230g으로 소과중에서부터 대과중까지 다양하였다.
- '08년도에 선발된 개체의 과중은 CPR 계통이 142~191g, DBL 계통이 157~215g, MRG계통이 116~174g, SPC 계통이 125~208g, PLT 계통이 114~247g으로 소과중에서부터 대과중까지 다양하였다.

CPR 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	R	2	3	2	3	2	138	8.0	6.1	0.52	3	'07
최대값	R	4	4	5	5	5	215	12.0	7.8	0.89	4	'07
최소값	R	3	3	2	1	0	142	7.8	6.7	0.58	3	'08
최대값	R	4	4	5	3	5	191	10.0	8.3	0.73	4	'08



DBL 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	R	2	3	3	2	0	180	8.0	7.4	0.63	3	'07
최대값	R	4	4	5	5	5	281	11.1	8.8	0.92	4	'07
최소값	R	2	3	2	2	0	157	6.7	7.4	0.52	4	'08
최대값	R	4	4	5	4	4	215	10.5	9.2	0.75	5	'08



MRG 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	R	2	3	3	2	0	147	7.4	7.0	0.60	3	'07
최대값	R	4	4	5	5	5	281	11.1	8.8	0.92	5	'07
최소값	R	2	2	2	1	1	116	6.8	7.1	0.56	3	'08
최대값	R	4	4	5	4	3	174	9.3	8.4	0.88	4	'08



SPC 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	R	2	3	1	2	0	139	7.3	6.4	0.57	3	'07
최대값	R	4	4	5	4	5	221	11.0	7.7	0.81	4	'07
최소값	R	2	2	2	1	0	125	6.8	7.0	0.61	3	'08
최대값	R	4	4	5	4	5	208	10.5	8.8	0.94	4	'08



PLT 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	R	2	3	3	2	2	161	8.0	6.4	0.70	3	'07
최대값	Y	4	4	5	3	5	230	11.1	7.9	0.87	4	'07
최소값	R	2	2	2	2	0	114	7.2	6.9	0.65	3	'08
최대값	Y	4	4	5	5	4	247	10.3	9.6	0.87	4	'08



① 황색 선발계통의 과일특성

- ‘07년과 ’08년 2세대에 걸쳐 선발한 황색 품종 5개의 과일특성에 대한 각 형질들의 최소값과 최대값을 조사하였다.
- 조사한 5품종의 후대에서는 모두 황색과만 출현하였으며 과색의 분리는 보이지 않았다. 과모양은 원통형에서부터 모양이 약간 길쭉한 것까지 다양하였다.
- ‘07년도에 선발된 개체의 과중은 DB 계통이 217~270g, FEST 계통이 136~216g, HSK계통이 164~252g, JRS 계통이 158~222g, MSRT 계통이 106~207g으로 소과종에서부터 대과종까지 다양하였다.
- ‘08년도에 선발된 개체의 과중은 DB 계통이 185~258g, FEST 계통이 112~239g, HSK계통이 163~307g, JRS 계통이 123~220g, MSRT 계통이 133~305g으로 소과종에서부터 대과종까지 다양하였다.

DB 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	Y	2	4	2	1	0	217	8.8	7.3	0.67	3	'07
최대값	Y	3	5	5	4	5	270	12.6	8.3	0.96	4	'07
최소값	Y	2	3	2	2	2	185	7.4	7.6	0.75	3	'08
최대값	Y	3	4	5	4	5	258	8.8	9.6	1.10	4	'08



FEST 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	Y	2	3	0	1	1	136	8.3	6.3	0.59	3	'07
최대값	Y	4	5	5	4	5	216	12.2	8.2	0.99	4	'07
최소값	Y	2	2	2	1	0	112	6.7	6.5	0.49	3	'08
최대값	Y	4	4	5	4	5	239	11.0	8.1	0.89	4	'08



HSK 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	Y	1	3	1	2	1	164	6.9	7.2	0.70	3	'07
최대값	Y	3	4	5	5	5	252	11.5	9.3	0.93	4	'07
최소값	Y	2	1	2	2	1	163	7.0	7.5	0.67	3	'08
최대값	Y	3	4	4	5	3	307	10.3	10.7	0.98	4	'08



JRS 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	Y	2	3	0	1	0	158	8.0	6.6	0.69	3	'07
최대값	Y	4	4	5	4	5	222	10.6	7.9	0.92	4	'07
최소값	Y	1	2	1	1	1	123	6.0	7.0	0.69	3	'08
최대값	Y	3	4	3	3	3	220	10.0	9.1	0.96	4	'08



MSRT 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	Y	2	3	2	1	2	106	7.7	6.4	0.65	3	'07
최대값	Y	3	4	5	4	5	207	11.4	8.9	0.94	4	'07
최소값	Y	1	2	1	1	0	133	6.7	6.9	0.68	3	'08
최대값	Y	4	5	5	5	5	305	12.2	10.9	0.89	4	'08



② 주황색 선발계통의 과일특성

- '07년과 '08년 2세대에 걸쳐 선발한 주황색 품종 BG 등 3개의 과일특성에 대한 각 형질들의 최소값과 최대값을 조사하였다.
- 조사한 3품종의 후대에서는 모두 주황색과만 출현하였으며 과색의 분리는 보이지 않았다. 선발된 과형은 원통형에서부터 모양이 다소 길쭉한 것까지 다양하였다.
- '07년도에 선발된 개체의 과중은 BG 계통이 151~192g, PRSDT 계통이 133~233g, VLTI 계통이 138~250g으로 소과종에서부터 대과종까지 다양하였다.
- '08년도에 선발된 개체의 과중은 BG 계통이 151~284g, PRSDT 계통이 168~223g, VLTI 계통이 163~267g으로 소과종에서부터 대과종까지 다양하였다.

BG 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	0	2	4	2	3	2	151	8.6	6.7	0.63	3	'07
최대값	0	4	4	5	4	5	192	11.3	7.2	0.81	4	'07
최소값	0	2	3	2	2	1	151	6.4	6.3	0.60	3	'08
최대값	0	4	4	5	5	5	284	10.2	9.3	0.85	4	'08



PRSDT 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	O	3	4	2	1	3	133	8.7	6.3	0.58	4	'07
최대값	O	5	4	5	5	5	233	11.0	8.3	0.82	4	'07
최소값	O	2	3	3	2	2	168	6.9	7.2	0.58	3	'08
최대값	O	3	4	5	4	5	223	9.8	8.7	0.95	4	'08



VLTI 계통

비고	숙과색	광택	모양	어깨 깊이 (cm)	골 깊이 (cm)	배꼽 깊이 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실수	비고
최소값	O	2	3	2	3	3	138	7.6	0.8	0.61	3	'07
최대값	O	4	4	5	5	5	250	11.3	9.2	0.79	5	'07
최소값	O	2	3	2	2	2	163	7.7	7.5	0.63	3	'08
최대값	O	4	4	5	5	5	267	10.4	9.9	0.92	4	'08



(2) 2차년도

① 1기작 재배

- CPR 후대에서 선발한 개체들의 과실특성 조사결과 숙과색은 원품종과 동일한 적색과였으나 광택, 배꼽깊이, 과중, 꼭지길이, 과장, 과육두께, 심실수는 비교적 큰 변이를 보였다. 과중은 F1이 160.7g인데 비해 선발개체들은 122.1~177.6g으로 변이폭이 컸다.
- CPR 후대에서 선발한 개체들의 초장은 81~133cm로 F1의 126cm에 비해 작은 개체들이 선발되었고 주경장 등 기타형질들도 다양한 변이를 나타내었다.

CPR 계통

과실모양



과실특성

비고	숙과색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중	꼭지 길이	꼭지 굵기	과장	과경	과육 두께	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	171.0	5.2	1.0	8.9	7.4	0.7	3.3
최대값	R	5.0	4.0	3.0	3.0	5.0	3.0	177.6	9.5	1.1	10.2	7.4	0.9	5.0
최소값	R	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	2.0	122.1	4.8	0.9	7.1	6.0	0.5	3.0
평균값	R	4.1	3.4	2.1	2.3	3.0	2.1	150.9	6.4	1.0	8.8	6.7	0.7	4.0

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	126.0	34.0	6.0	9.4	1.5	12.0	6.0	27.5	15.0	11.0	46.8
최대값	133.0	30.0	5.0	11.6	2.0	15.0	7.0	23.4	12.5	12.7	56.0
최소값	81.0	23.0	3.0	5.8	1.1	9.0	3.0	19.4	8.4	9.8	30.4
평균값	101.8	26.9	4.1	8.5	1.6	11.8	5.3	20.8	10.6	11.1	43.2

- FEST 후대 분리계통의 과실특성을 F1 품종과 비교하였다. 선발된 개체들의 과중은 104.0~213.7g으로 F1의 170g에 비해 큰 폭의 변이를 보였고 광택, 꼭지깊이, 배꼽깊이, 꼭지색, 꼭지길이, 과경, 심실수에서도 비교적 큰 변이를 나타냈다.
- FEST 후대 분리계통의 초장은 11~146cm로 F1의 135cm에 비하여 큰 변이를 나타냈고 하배축, 엽장, 엽폭, 엽병장 등은 F1보다 짧은쪽의 개체들이 많이 선발되었다.

FEST 계통

과실모양



과실특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중	꼭지 길이	꼭지 굵기	과장	과경	과육 두께	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	170.0	5.0	0.8	8.2	7.1	0.8	3.5
최대값	Y	4.0	4.0	5.0	2.0	5.0	4.0	213.7	7.2	1.1	10.8	8.5	1.0	5.0
최소값	Y	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	104.0	3.9	0.7	5.8	5.7	0.6	3.0
평균값	Y	3.1	3.1	1.6	1.5	3.3	2.9	159.1	5.2	0.9	8.4	6.9	0.8	3.9

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	135.0	26.0	5.2	9.4	1.3	14.0	5.0	23.6	12.2	13.5	39.1
최대값	146.0	34.0	6.5	11.2	2.0	16.0	7.0	23.0	12.5	12.7	58.2
최소값	11.0	20.0	2.5	4.5	1.3	11.0	3.0	14.5	8.0	7.2	35.8
평균값	108.4	26.8	4.6	7.4	1.6	13.9	4.5	19.0	9.6	10.9	49.4

- DB 후대 분리계통은 황색계통으로서 과중이 143.1~237.6g으로 주로 F1보다 과중이 적은 계통들이 많이 선발되었다. 광택, 모양, 꼭지깊이, 꼭지길이, 꼭지굽기, 과육두께, 심실수는 F1과 비슷한 개체들이 주로 선발되었다.
- DB 후대 분리계통의 초장은 83~145cm로 F1의 118.2cm에 비해 큰 개체들이 많이 선발되었다. 선발된 후대 개체들의 주경장, 경경, 분지수, 엽병장, 엽록소는 F1의 특성과 비슷한 형질들이 주로 선발되었다.

DB 계통

과실모양



과실특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	꼭지 길이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중	꼭지 길이	꼭지 굽기	과장	과경	과육 두께	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	205.9	5.4	0.9	8.3	7.0	0.8	4.0
최대값	Y	4.0	3.0	5.0	4.0	4.0	3.0	237.6	6.3	1.4	9.9	8.4	0.8	5.0
최소값	Y	3.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	143.1	4.5	1.0	6.7	6.7	0.7	4.0
평균값	Y	3.8	2.8	1.9	2.9	2.8	2.5	180.1	5.6	1.1	8.3	8.3	0.7	4.3

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	118.2	27.0	5.7	8.9	1.3	14.0	6.0	23.5	12.3	11.2	43.8
최대값	145.0	34.0	5.5	11.3	1.9	17.0	8.0	28.1	13.0	14.3	65.6
최소값	83.0	25.0	3.0	5.1	1.1	10.0	3.0	17.0	8.7	8.8	36.9
평균값	108.1	28.0	4.2	7.8	1.4	13.9	4.5	21.0	10.5	11.9	46.0

- 황색계인 JRS 후대 분리개체들의 과중은 146.1~257.9g으로 F1의 188.2g에 비해 소과종에서부터 대과종까지 선발되었다. 분리개체들의 과실모양, 배꼽깊이, 꼭지굽기, 과장, 과경, 과육두께, 심실수는 F1과 비슷한 특성을 가진 개체들이 많이 선발되었다.
- JRS 후대 분리개체들의 초장은 71~122cm로 F1의 112cm에 비해 작은 개체들이 많이 선발되었다. 분리개체들의 주경장, 절간장, 경경, 분지수, 착과수는 F1 품종과 비슷한 개체들이 주로 선발되었으나 그 밖의 형질들은 큰 변이를 나타냈다.

JRS 계통

과실모양



과실특성

비고	숙과색	광택	모양	꼭지깊이	꼭지굽기	배꼽깊이	꼭지색	과중	꼭지깊이	꼭지굽기	과장	과경	과육두께	심실수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	188.2	5.2	1.0	8.8	7.7	0.8	4.3
최대값	Y	4.0	4.0	3.0	5.0	4.0	4.0	257.9	8.0	1.3	10.7	8.3	1.1	5.0
최소값	Y	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	146.1	4.4	0.8	6.9	6.6	0.7	3.0
평균값	Y	2.8	2.9	1.3	1.7	2.0	2.5	177.1	6.3	1.0	8.1	7.3	0.8	4.0

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	112.0	26.0	3.7	7.4	1.4	13.0	6.0	26.0	15.5	13.5	41.4
최대값	122.0	32.0	7.0	9.4	1.6	16.0	8.0	23.0	13.0	14.7	55.7
최소값	71.0	22.0	3.5	5.1	1.0	10.0	3.0	16.0	8.8	9.0	38.9
평균값	94.0	26.8	5.0	7.3	1.3	12.5	5.1	19.5	11.2	11.1	47.9

- PRSDT 후대 분리개체들의 과실선발 결과 과중은 139.5~188.6g으로 F1의 221.8g보다 적은 개체들만이 선발되었다. 선발개체들의 과실 골깊이, 배꼽깊이, 꼭지색, 꼭지굵기, 과육두께는 F1 품종의 특성과 비슷한 개체들이 선발되었다.
- PRSDT 후대 분리개체들의 생육특성 중 초장은 87~127cm로 F1의 초장 119cm에 비해 작은 것이 선발되었으나 다른 생육특성은 F1과 비슷한 개체들이 선발되었다.

PRSDT 계통

과실모양



과실특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중	꼭지 길이	꼭지 굵기	과장	과경	과육 두께	심실 수
F1	○	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	221.8	6.2	1.0	8.6	7.4	0.8	3.4
최대값	○	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	188.6	7.0	1.1	10.8	7.7	1.0	5.0
최소값	○	3.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	139.5	4.2	0.8	7.5	6.0	0.7	3.0
평균값	○	3.3	3.5	2.5	1.8	2.8	2.8	165.3	5.5	1.0	9.3	6.8	0.7	4.2

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	119.0	28.0	4.5	8.9	1.5	12.0	4.0	22.0	11.0	9.5	40.8
최대값	127.0	34.0	5.0	10.7	1.9	15.0	5.0	20.4	10.5	13.5	48.7
최소값	87.0	22.0	3.5	6.7	1.1	12.0	3.0	15.6	7.8	8.5	40.5
평균값	109.8	29.6	4.3	8.8	1.4	13.3	3.6	18.3	9.6	10.1	44.7

- 주황색계인 BG 후대 분리개체들의 과실특성 중 과중은 선발개체들이 131.8~192.5g인데 비해 F1 품종은 170g으로 과중이 적은쪽의 개체들이 많이 선발되었다. 과실특성 중 과실 모양, 꼭지색, 꼭지굵기, 과경, 과육두께는 F1과 비슷한 개체들이 주로 선발되었다.
- BG 후대 분리개체들의 초장은 60~145cm로 변이폭이 상당히 컸으며 F1과 비교시 초장이 짧은 것들이 주로 선발되었다. 주경장, 엽장, 엽폭, 엽병장은 F1에 비해 짧은 개체들이 많이 선발되었다.

BG계통

과실모양



과실특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중	꼭지 길이	꼭지 굵기	과장	과경	과육 두께	심실 수
F1	○	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	170.0	5.6	1.0	9.2	6.9	0.8	3.5
최대값	○	4.0	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	192.5	6.2	1.2	9.6	7.8	0.9	4.0
최소값	○	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	131.8	4.5	0.9	7.1	6.1	0.6	3.0
평균값	○	2.7	3.0	2.3	2.6	3.1	3.0	159.8	5.4	1.0	8.2	7.0	0.7	3.9

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	125.0	29.0	2.5	7.9	1.5	14.0	6.0	25.5	13.0	10.5	49.9
최대값	145.0	37.0	6.0	11.7	2.0	18.0	6.0	21.5	11.6	12.5	53.3
최소값	60.0	20.0	3.0	5.1	1.2	8.0	2.0	14.5	8.6	7.2	29.9
평균값	100.7	27.8	4.2	7.9	1.4	12.6	4.1	17.5	9.8	9.3	43.8

- 주황색계인 VLT1의 후대 분리개체들의 과중은 152.6~252.1g으로 F₁의 202g에 비해 변이폭은 컸으나 선발된 개체들은 F₁과 비슷한 것들이 많이 선발되었다. 과실특성 중 과실모양, 골깊이, 배꼽깊이, 꼭지길이, 꼭지굵기, 과장, 과육두께, 심실수는 F₁의 특성과 비슷한 것들이 주로 선발되었다.
- VLT1의 후대 분리개체들의 초장은 84~148cm로 F₁의 120cm에 비해 짧은 개체들이 많이 선발되었다. 선발개체들의 생육특성 중 주경장, 절간장, 경경, 분지수, 착과수, 엽폭, 엽병장, 엽록소는 F₁ 품종과 비슷하였다.

VLT1 계통

과실모양



과실특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 길이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중	꼭지 길이	꼭지 굵기	과장	과경	과육 두께	심실 수
F ₁	○	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	202.0	5.9	1.0	8.9	7.1	0.8	3.4
최대값	○	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	252.1	6.7	2.0	10.7	8.9	0.9	5.0
최소값	○	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	152.6	3.9	0.7	6.6	6.8	0.5	3.0
평균값	○	3.1	3.0	2.1	2.0	3.4	2.5	195.6	5.5	1.0	9.0	7.7	0.7	3.9

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F ₁	120.0	28.0	3.5	8.0	1.5	13.0	5.0	23.5	12.5	10.5	49.9
최대값	148.0	41.0	6.0	12.7	2.0	18.0	8.0	25.4	15.4	13.5	70.2
최소값	84.0	19.0	3.0	5.6	1.1	10.0	2.0	15.0	7.9	8.4	33.1
평균값	105.6	30.1	4.8	8.9	1.4	12.7	4.8	19.7	11.5	10.4	51.3

② 2기작 재배

- 과중은 F₁ 품종 중에서 DB 품종이 292.1g으로 가장 높았고, 주황색 BG 품종이 149.9g으로 가장 낮았다. 선발계통에서는 VLTl 품종에서 선발된 계통이 269.8g으로 가장 무거웠고, FEST 품종에서 선발된 계통에서 116.8g으로 가장 낮은 과중을 보였다.
- 꼭지길이는 F₁ 품종 중에서는 PLT 품종이 7.1cm로 가장 길었으며, 분리계통에서는 JRS 품종에서 선발된 계통에서 8.1cm로 가장 길었고, PRSDT 품종에서 선발된 계통이 3.2cm로 가장 짧은 꼭지길이를 나타냈다.
- 꼭지굵기는 F₁ 품종에서 대부분 1cm였으며 분리계통 내에서도 1~1.5cm 범위로 큰 변이를 보이지 않았다.
- 과장은 F₁ 품종 중에서 적색 PLT 품종이 10.0cm로 가장 길었고, BG 품종이 8.1cm로 가장 짧았다. 선발계통 중에서는 FEST 품종에서 선발한 계통이 11.5cm로 가장 길었고, 동일한 FEST 품종에서 선발한 계통에서 6.1cm로 가장 짧았다.
- 과경은 F₁ 품종 중에서는 JRS 품종이 9.2cm로 가장 길었고, BG 품종이 7.0cm로 가장 짧았다. 선발계통 중에서는 VLTl 품종에서 선발된 계통이 9.3cm로 가장 길었고, PRSDT 품종에서 선발된 계통이 6.2cm로 가장 짧았다.
- 과육두께는 선발계통에서 0.5~1.0cm정도 범위에서 큰 차이가 없었다.
- 심실수도 선발계통에서 3~4개의 범위에 있어 큰 변이가 없었다.

CPR계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	4.0	3.3	5.0	1.0	1.0	3.0	201.1	6.8	1.3	8.5	8.4	0.8	4.0
최대값	4.0	4.1	5.0	3.0	5.0	3.0	213.6	7.5	1.4	10.2	8.1	0.8	5.0
최소값	2.0	3.1	1.0	1.0	2.0	2.0	176.5	4.2	0.9	7.9	7.6	0.5	4.0
평균값	2.8	3.6	3.8	2.3	4.0	2.3	190.9	5.9	1.1	9.0	7.8	0.7	4.2

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	153.0	20.0	3.0	6.3	1.3	18.0	12.0	25.0	14.0	7.2	47.5
최대값	153.0	34.0	4.0	8.7	1.8	19.0	16.0	28.0	16.0	12.4	57.4
최소값	122.3	29.8	4.0	8.2	1.5	17.2	9.8	23.7	13.3	10.9	48.9
평균값	94.0	26.0	4.0	7.3	1.2	16.0	5.0	20.0	10.0	10.0	38.4

SPC계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	4.0	3.4	5.0	2.0	2.0	3.0	224.4	6.9	1.5	9.2	8.2	0.8	4.0
최대값	4.0	4.5	5.0	3.0	5.0	3.0	251.3	6.6	1.5	10.2	8.6	0.9	4.5
최소값	4.0	4.5	5.0	3.0	5.0	3.0	251.3	6.6	1.5	10.2	8.6	0.9	4.5
평균값	4.0	4.5	5.0	3.0	5.0	3.0	251.3	6.6	1.5	10.2	8.6	0.9	4.5

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	152.0	22.0	4.0	6.3	1.5	17.0	7.0	26.0	15.0	10.4	43.5
최대값	158.0	42.0	6.0	10.4	2.0	20.0	14.0	25.0	15.0	14.8	61.4
최소값	108.0	24.0	3.0	7.4	1.1	16.0	6.0	20.0	11.0	9.7	44.8
평균값	133.3	31.6	4.1	9.3	1.5	17.8	9.3	23.2	12.5	11.6	52.6

PLT계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	3.0	4.5	5.0	1.0	1.0	2.0	280.0	7.1	1.2	10.0	8.4	0.8	4.0
최대값	4.0	4.8	4.0	4.0	5.0	4.0	242.1	6.4	1.4	11.2	8.2	0.9	4.5
최소값	1.0	2.5	1.0	1.0	1.0	2.0	146.5	4.1	0.9	7.7	6.7	0.6	3.0
평균값	2.5	3.4	2.0	2.0	2.5	2.8	193.8	5.2	1.1	8.8	7.5	0.8	3.9

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	168.0	30.0	4.0	8.2	1.6	19.0	4.0	24.0	13.0	9.6	53.4
최대값	176.0	36.0	10.0	10.0	2.1	18.0	15.0	27.0	14.0	13.4	60.6
최소값	108.0	23.0	3.0	5.6	1.2	14.0	4.0	19.0	9.0	8.0	41.3
평균값	136.6	28.1	5.3	7.9	1.5	16.8	6.9	23.1	11.9	10.5	50.5

FEST 계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	3.7	3.8	4.0	1.1	1.6	2.8	237.4	6.7	1.3	9.2	8.5	0.8	3.9
최대값	4.0	4.9	3.0	4.0	5.0	3.0	232.4	7.2	1.1	11.5	8.1	1.0	5.0
최소값	2.0	2.1	1.0	1.0	1.0	1.0	116.8	3.8	0.7	6.1	6.5	0.6	2.4
평균값	2.8	3.3	1.4	1.8	3.4	2.1	175.0	5.2	0.9	8.7	7.2	0.8	3.9

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	153.8	25.6	4.0	6.8	1.6	18.1	5.9	26.3	14.3	10.2	51.2
최대값	183.0	34.0	4.0	10.2	1.9	20.0	15.0	29.0	14.0	12.0	60.9
최소값	115.0	21.0	3.0	6.5	1.2	18.0	5.0	19.0	10.0	8.3	40.0
평균값	140.5	25.4	3.9	8.3	1.5	18.8	7.7	23.8	11.9	10.0	52.7

DB계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	4.0	3.9	5.0	1.0	2.0	3.0	292.1	4.9	1.3	9.7	9.0	0.9	4.0
최대값	4.0	4.2	5.0	4.0	5.0	3.0	259.9	6.5	1.4	10.2	9.1	0.9	5.0
최소값	2.0	2.5	1.0	1.0	1.0	2.0	178.7	3.1	0.6	7.4	7.6	0.6	3.0
평균값	2.7	3.2	3.7	1.9	3.4	2.6	225.5	5.0	1.0	8.6	8.5	0.8	4.0

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	164.0	26.0	5.5	6.8	1.6	19.0	3.0	29.0	4.0	11.7	57.9
최대값	165.0	32.0	5.0	9.9	1.8	21.0	8.0	31.0	19.0	4.0	55.2
최소값	108.0	24.0	3.0	7.4	1.1	16.0	6.0	20.0	11.0	9.7	44.8
평균값	133.3	31.6	4.1	9.3	1.5	17.8	9.3	23.2	12.5	11.6	52.6

JRS 계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	4.0	3.7	5.0	1.0	1.0	2.0	223.7	6.6	1.3	9.5	9.2	0.8	4.0
최대값	3.0	4.6	2.0	4.0	5.0	4.0	264.0	8.1	1.3	10.2	8.7	1.1	5.0
최소값	2.0	2.1	1.0	1.0	1.0	2.0	121.3	3.8	0.8	6.3	6.9	0.8	3.0
평균값	2.6	3.3	1.6	1.9	2.7	2.8	191.9	5.8	1.1	8.3	7.9	0.9	3.9

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	140.0	25.0	4.5	7.2	1.8	18.0	5.0	28.0	16.0	10.0	58.2
최대값	129.0	30.0	5.0	10.5	2.0	19.0	16.0	26.0	15.0	12.7	58.6
최소값	93.0	22.0	3.0	6.3	1.1	15.0	3.0	20.0	12.0	9.7	30.4
평균값	115.1	27.3	4.3	8.8	1.5	17.3	10.2	23.4	13.2	11.3	47.3

PRSDT 계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	3.0	3.6	5.0	1.0	2.0	3.0	236.0	5.3	1.2	8.9	9.0	0.7	4.0
최대값	4.0	4.7	4.0	3.0	5.0	3.0	256.2	5.7	1.2	10.7	8.5	0.8	4.5
최소값	2.0	2.4	1.0	1.0	1.0	2.0	142.6	3.2	0.8	6.9	6.2	0.7	3.4
평균값	2.7	3.5	2.0	2.0	3.3	2.6	185.3	4.8	1.0	8.6	7.5	0.7	4.0

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	170.0	28.0	4.5	6.1	2.0	17.0	9.0	26.0	13.0	10.7	53.9
최대값	180.0	26.0	5.0	9.5	1.6	20.0	12.0	24.0	13.0	13.3	49.3
최소값	133.0	23.0	2.5	7.4	1.2	18.0	5.0	22.0	11.0	10.9	39.5
평균값	155.6	24.6	3.4	8.4	1.4	18.6	8.2	23.2	12.2	11.7	43.4

BG 계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	3.0	3.2	1.0	1.0	1.0	3.0	149.9	5.1	1.1	8.1	7.0	0.7	4.0
최대값	4.0	4.3	5.0	4.0	5.0	4.0	249.1	6.4	1.4	9.4	8.6	0.8	4.0
최소값	2.0	3.5	1.0	1.0	2.0	2.0	164.5	5.2	0.8	8.1	7.0	0.7	3.4
평균값	2.7	4.0	2.7	1.9	3.6	3.1	211.7	5.8	1.1	8.8	8.0	0.8	3.9

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	153.0	29.0	4.0	7.1	1.5	17.0	4.0	26.0	14.0	10.7	54.0
최대값	158.0	42.0	6.0	10.4	2.0	20.0	14.0	25.0	15.0	14.8	61.4
최소값	108.0	24.0	3.0	7.4	1.1	16.0	6.0	20.0	11.0	9.7	44.8
평균값	133.3	31.6	4.1	9.3	1.5	17.8	9.3	23.2	12.5	11.6	52.6

VLTI 계통

과실모양



과실특성

비고	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지길 (cm)	꼭지굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육후 (cm)	심실 수
F1	4.0	4.3	2.0	1.0	3.0	3.0	261.0	5.3	1.3	9.8	8.0	1.0	3.4
최대값	4.0	4.9	5.0	4.0	5.0	3.0	269.8	7.3	1.4	10.9	9.3	1.0	5.0
최소값	2.0	3.2	1.0	1.0	1.0	2.0	184.8	4.7	0.8	8.3	7.4	0.6	2.0
평균값	2.7	4.3	2.9	1.9	2.9	2.5	222.7	5.7	1.1	9.2	8.3	0.8	3.7

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 (cm)	절간장 (cm)	경경 (cm)	분지 수	착과 수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	138.0	26.0	4.0	6.7	1.5	20.0	3.0	25.0	15.0	10.4	54.8
최대값	158.0	42.0	6.0	10.4	2.0	20.0	14.0	25.0	15.0	14.8	61.4
최소값	108.0	24.0	3.0	7.4	1.1	16.0	6.0	20.0	11.0	9.7	44.8
평균값	133.3	31.6	4.1	9.3	1.5	17.8	9.3	23.2	12.5	11.6	52.6

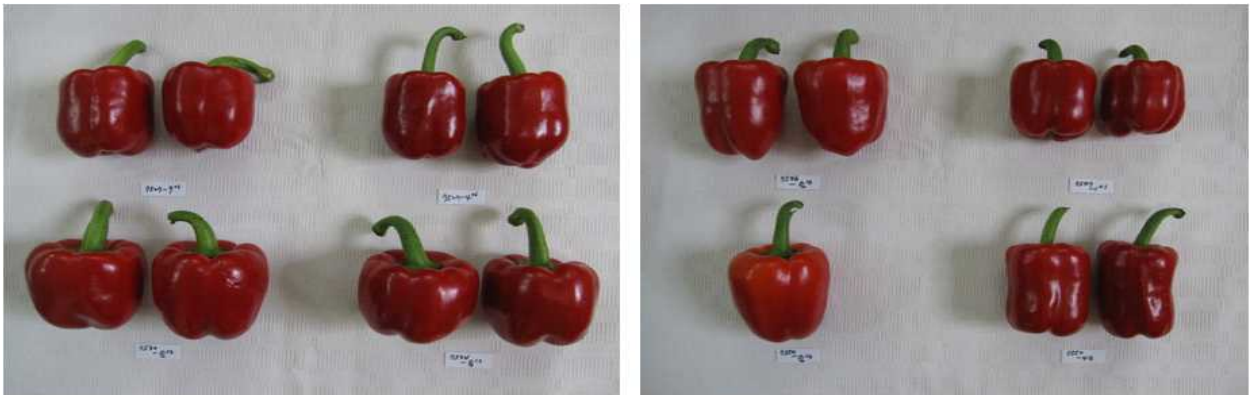
(3) 3차년도

① 1기작 재배

- SPC 후대에서 선발한 개체들의 과실특성을 원품종 F1과 비교 한 결과 과중은 177.8~261.5g으로 원품종의 160.7g보다 큰 쪽으로 선발 되었다. 꼭지길이는 계통군과 원품종간에 차이를 보이지 않았으나, 다른 형질들은 모두 선발된 계통들에서 큰 변이를 보였다.
- SPC 후대 분리계통의 초장은 100.0~148.0cm로 변이폭이 컸으나, 평균값에서는 선발계통과 원품종간에 큰 차이를 보이지 않았다. 분지수는 선발계통들이 많았으나 착과수는 원품종이 많은 편 이었다.

SPC 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	160.7	5.6	1.0	8.7	6.7	0.7	4.3
최대값	R	4.0	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0	261.5	9.7	1.7	10.4	9.0	0.8	4.0
최소값	R	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	177.8	7.1	1.2	8.1	7.4	0.6	3.0
평균값	R	2.4	2.1	2.0	1.8	1.8	2.1	222.4	8.2	1.4	9.2	8.3	0.7	3.7

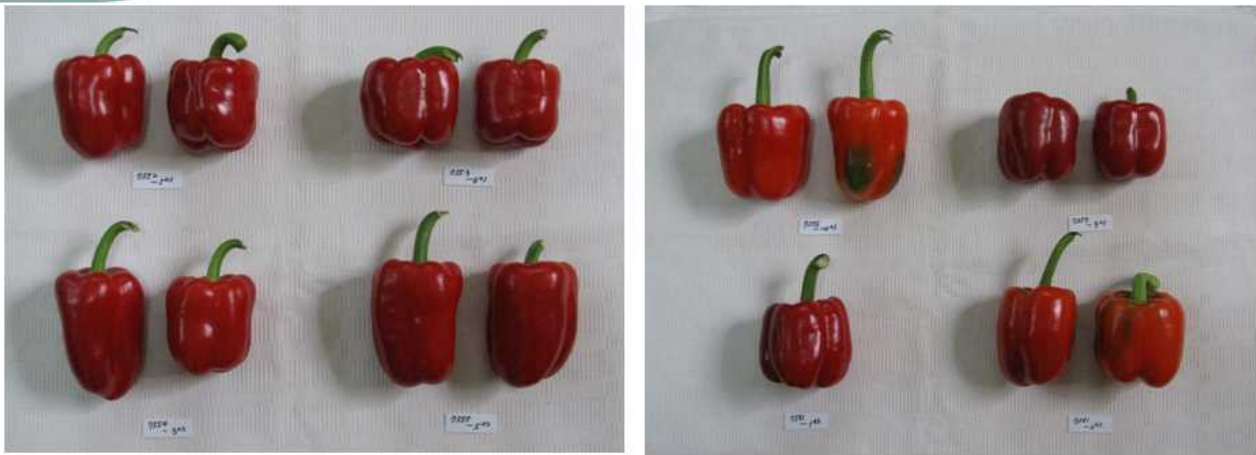
생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	130.0	31.0	1.4	14.0	4.0	21.5	11.5	9.5	43.8
최대값	148.0	33.0	2.4	15.0	4.0	28.4	15.1	19.6	56.0
최소값	100.0	25.0	1.3	10.0	2.0	20.5	12.0	11.7	37.5
평균값	127.4	29.4	1.6	12.9	3.0	24.1	13.2	16.1	47.6

- CPR 후대에서 선발한 개체들의 과일특성 조사 결과 숙과색은 원품종과 동일한 적색과였으나 과일모양, 꼭지길이는 비교적 큰 변이를 보였다. 과중은 선발계통들이 132.3~198.2g인데 원품종은 171.0g으로 변이폭이 컸다.
- CPR 후대에서 선발한 개체들의 생육특성 조사 결과 초장은 104.0 ~ 144.0cm로 다양하게 선발되었으나, 초장의 평균값은 선발계통과 원품종간 큰차이를 보이지 않았다. 선발개체들의 경경, 엽장, 엽폭은 원품종과 큰차이가 없었으나, 주경장, 분지수, 착과수, 엽병장은 변이폭이 컸다.

CPR 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	171.0	5.2	1.0	8.9	7.4	0.7	3.3
최대값	R	4.0	8.0	3.0	3.0	3.0	4.0	198.2	9.5	1.3	11.1	8.1	0.8	4.0
최소값	R	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	2.0	132.3	6.7	1.0	7.6	6.6	0.5	3.0
평균값	R	3.8	4.5	2.2	2.3	2.0	3.0	152.1	7.6	1.1	9.1	7.2	0.7	3.5

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	126.0	34.0	1.5	12.0	6.0	27.5	15.0	11.0	46.8
최대값	144.0	35.0	1.6	13.0	6.0	28.7	16.0	16.0	49.6
최소값	104.0	27.0	1.3	12.0	2.0	23.7	13.4	13.4	35.6
평균값	121.7	30.8	1.5	12.8	3.7	25.8	15.0	15.0	42.4

- PLT 후대 분리계통의 과실특성을 F1품종과 비교하였다. 선발된 개체들의 과중은 130.9~273.8g으로 F1의 178.0g에 비해 변이폭이 컸으며, 원품종 보다 과중이 높은 개체들이 많이 선발 되었다. 과일모양과 과장에서 변이폭이 큰 편이었다.
- PLT 후대 생육특성을 조사한 결과 초장은 93.0~138.0cm로 변이폭이 컸으며, 평균값도 F1품종에 비해 큰 개체들이 많이 선발 되었다. 착과수와 엽병장의 변이폭도 큰편이었다.

PLT 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	178.0	5.5	1.0	8.8	7.8	0.8	3.8
최대값	R	4.0	8.0	2.0	3.0	3.0	5.0	273.8	7.7	1.6	11.4	9.6	0.9	4.0
최소값	R	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	130.9	5.7	0.8	7.4	6.0	0.7	3.0
평균값	R	3.0	3.8	1.8	1.5	1.6	3.9	191.7	6.4	1.2	9.3	7.4	0.8	3.5

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	97.6	27.0	1.1	11.0	4.0	22.0	11.2	12.5	48.2
최대값	138.0	38.0	1.6	14.0	6.0	26.8	14.8	20.6	53.5
최소값	93.0	25.0	1.1	10.0	2.0	18.4	9.6	11.5	37.0
평균값	112.5	31.8	1.3	11.8	3.4	21.4	12.2	14.2	45.3

- DB 후대 분리계통은 황색 계통으로서 과중이 207.6~217.1g으로 변이폭이 좁았으나 과중은 조금 큰 편이었다. 과일모양, 꼭지깊이 등 대부분 형질에서 큰 폭의 변이는 없었다.
- DB 후대 분리계통의 초장은 10.4~115.0cm로 F1의 초장 118.2cm보다 작았고, 변이 폭도 작았다. 선발계통의 착과수는 F1품종에 비해 작았으며, 기타 다른 형질들의 변이 폭은 크지 않았다.

DB 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	205.9	5.4	0.9	8.3	7.0	0.8	4.0
최대값	Y	4.0	3.0	3.0	1.0	2.0	4.0	217.1	7.0	1.2	8.4	8.9	0.8	4.0
최소값	Y	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	207.6	6.2	1.1	7.8	7.6	0.8	3.0
평균값	Y	3.1	2.8	2.1	1.5	1.6	3.6	207.9	7.0	1.2	9.4	8.7	1.0	3.7

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	118.2	27.0	1.3	14.0	6.0	23.5	12.3	11.2	43.8
최대값	115.0	36.0	1.4	13.0	3.0	23.1	12.8	14.0	51.6
최소값	104.0	30.0	1.1	9.0	2.0	18.1	11.8	14.0	43.4
평균값	111.5	32.7	1.5	12.8	3.4	23.2	14.3	16.7	49.5

- FEST 후대 분리계통의 과일특성을 F1품종과 비교 하였다. 선발개체들의 과중은 141.3g ~218.5g으로 다양한 개체들이 선발 되었으며, 과중의 평균값도 F1에 비해 컸다. 선발 개체들의 과일모양, 배꼽깊이, 꼭지색은 비교적 큰 폭의 변이를 보였다.
- FEST 후대 분리계통의 초장은 114.0~149.0cm이며, 평균값은 128.3cm로 F1의 초장 135.0cm에 비해 약간 작았다. 엽병장과 엽록소에서만 큰 변이를 보였을 뿐 다른형질들에 있어서는 선발계통과 F1품종간 큰 차이를 보이지 않았다.

FEST 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육께 (cm)	심실 수
F1	Y	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	170.0	5.0	0.8	8.2	7.1	0.8	3.5
최대값	Y	7.0	7.0	2.0	3.0	5.0	5.0	218.5	7.8	1.3	11.9	8.1	1.0	5.0
최소값	Y	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	141.3	6.1	0.9	6.1	6.6	0.6	3.0
평균값	Y	3.8	3.8	1.3	1.6	2.7	3.5	189.4	6.8	1.1	9.4	7.5	0.8	3.5

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	135.0	26.0	1.3	14.0	5.0	23.6	12.2	13.5	39.1
최대값	149.0	42.0	2.2	17.0	6.0	27.6	16.1	18.7	51.5
최소값	114.0	22.0	1.4	12.0	2.0	20.5	11.4	12.6	37.5
평균값	128.3	27.9	1.6	14.3	3.9	23.5	13.6	16.2	43.3

- 황색계인 JRS 후대 분리개체들의 과중은 133.7~279.9g으로 소과중에서부터 대과중까지 다양하게 선발 되었다. 선발 개체들의 과일모양, 골깊이, 과장, 과경, 과육두께에서는 큰 변이를 보이지 않았으나, 광택 등 다른 형질들은 비교적 변이폭이 컸다.
- JRS 후대 분리개체들의 초장은 99.0~160.0cm로 다양한 개체들이 선발 되었다. 선발개체들의 착과 수는 변이 폭이 매우 컸으며, F1품종에 비해 월등히 많은 개체도 선발되었다.

JRS 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	188.2	5.2	1.0	8.8	7.7	0.8	4.3
최대값	Y	5.0	3.0	3.0	2.0	2.0	4.0	279.9	9.7	2.0	11.1	9.6	1.0	4.0
최소값	Y	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	20.	133.7	6.8	0.7	7.4	7.3	0.7	3.0
평균값	Y	3.4	3.0	1.5	1.6	1.3	3.2	204.0	7.9	1.2	9.4	8.2	0.8	3.8

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	112.0	26.0	1.4	13.0	6.0	26.0	15.5	13.5	41.4
최대값	160.0	31.0	2.1	15.0	10.0	25.6	17.2	16.5	58.4
최소값	99.0	23.0	0.7	8.0	2.0	18.5	11.3	12.4	41.6
평균값	115.1	27.7	1.4	11.6	4.4	23.1	14.2	14.6	51.0

- 주황색계인 PRSDT 후대 분리개체들의 과실선발 결과 과중은 152.4~185.5g으로 F₁품종의 221.8g보다 작은 개체만 선발 되었다.
- PRSDT 후대 분리개체들의 초장은 115.0~168.0cm로 F₁품종의 초장 119.0cm보다 큰 개체들이 많이 선발 되었다. 선발 개체들의 분지수와 착과수가 F₁품종에 비해 많았으며 변이폭도 컸다.

PRSDT 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F ₁	○	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	221.8	6.2	1.0	8.6	7.4	0.8	3.4
최대값	○	5.0	4.0	3.0	2.0	4.0	5.0	185.9	6.3	1.9	10.3	7.6	0.9	4.0
최소값	○	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	2.0	152.4	4.1	0.9	7.8	6.8	0.8	3.0
평균값	○	3.2	3.2	1.6	1.3	2.6	3.6	169.5	5.3	1.1	9.1	7.1	0.8	3.7

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F ₁	119.0	28.0	1.5	12.0	4.0	22.0	11.0	9.5	40.8
최대값	168.0	30.0	1.8	20.0	9.0	24.2	13.3	15.0	47.1
최소값	115.0	25.0	1.3	15.0	3.0	17.8	9.7	8.5	33.5
평균값	140.1	27.8	1.5	17.6	5.6	21.1	11.4	11.7	39.8

- 주황색계인 BG 후대 선발개체들의 최소값과 최대값을 F₁원품종과 비교 하였다. 선발계통의 과중은 144.3~255.1g으로 소과종 에서부터 대과종 까지 다양하게 선발 되었다. 선발계통의 과일 모양, 꼭지깊이, 꼭지깊이, 꼭지굵기, 과장, 과육두께, 심실수는 F₁ 품종의 평균치와 큰 차이를 보이지 않았다.
- BG 후대 분리개체들의 초장은 95.0~136.0cm로 다양하게 선발 되었으며 주경장, 착과수, 엽폭 등에서 큰 변이를 나타내었다.

BG계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F ₁	○	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	170.0	5.6	1.0	9.2	6.9	0.8	3.5
최대값	○	5.0	4.0	3.0	4.0	5.0	5.0	255.1	5.7	1.4	11.2	8.8	0.9	4.0
최소값	○	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	3.0	144.3	4.9	1.0	8.1	6.5	0.7	3.0
평균값	○	3.1	3.1	2.7	3.0	2.6	3.9	181.8	5.2	1.1	9.2	7.8	0.8	3.4

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F ₁	125.0	29.0	1.5	14.0	6.0	25.5	13.0	10.5	49.9
최대값	136.0	28.0	1.8	17.0	5.0	21.1	11.6	12.5	52.2
최소값	95.0	19.0	1.4	14.0	2.0	12.2	7.3	7.0	34.0
평균값	112.4	23.1	1.5	16.1	3.3	17.3	10.2	9.5	46.0

- 주황색계인 VLTl의 후대 분리개체들의 과중은 156.7~271.6g으로 소과중에서부터 대과중까지 다양하게 선발 되었다. F1품종에 비하여 선발개체들의 과일특성은 대부분의 형질에서 큰 변이를 나타내었다.
- VLTl의 후대 분리개체들의 초장은 106.0~164.0cm로 다양하였으며, 평균값은 선발계통이나 F1품종이 비슷하였다. 선발계통들의 분지수, 착과수, 엽병장 등에서 큰 변이를 보였다.

VLTl 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	○	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	202.0	5.9	1.0	8.9	7.1	0.8	3.4
최대값	○	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	5.0	271.6	7.2	1.4	9.7	9.0	1.0	4.0
최소값	○	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	156.7	5.1	0.6	7.5	7.8	0.7	3.0
평균값	○	2.7	2.7	1.7	2.7	2.2	3.3	207.2	6.2	1.1	8.8	8.4	0.8	3.8

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	120.0	28.0	1.5	13.0	5.0	23.5	12.5	10.5	49.9
최대값	164.0	36.0	1.6	20.0	10.0	29.0	15.5	17.0	49.3
최소값	103.0	26.0	1.1	13.0	2.0	20.3	12.1	8.0	34.0
평균값	128.8	31.2	1.4	15.9	4.0	23.2	13.9	12.9	43.3

② 2기작 재배

- 주요 품종별로 선발계통의 과실특성 변이를 조사한 결과 광택은 4, 모양은 3으로 모두 동일하였으며, 꼭지깊이 2~3, 골깊이 2, 배꼽깊이 2~4, 꼭지색은 2~3의 범위에 있었고 대부분의 특성에서 큰 차이를 보이지 않았다.
- F1의 과중은 160.7~221.8g, 꼭지길이 5.0~6.2cm, 꼭지굵기 0.8~1.0cm, 과장 8.2~9.2cm, 과경 6.7~7.8cm, 과육두께 0.7~0.8cm, 심실수 3.3~4.3개로 품종간 변이폭은 크지 않았다.
- 과중은 F1 품종 중에서 PRSDT품종이 221.8g으로 가장 높았고, SPC품종이 160.7g으로 가장 낮았다. 선발계통 중에서는 PLT품종에서 선발한 계통이 117.2g으로 가장 적었고, DB품종에서 선발한 계통이 308.5g으로 가장 높았다.
- 꼭지길이는 F1 품종에서 FEST품종이 5.0cm로 가장 짧았고, PRSDT품종이 6.2cm로 가장 길었다. 선발계통 중에서는 CPR품종에서 선발한 계통이 9.5cm로 가장 길었으며 짧은 계통은 4.6cm였다.
- 선발계통의 꼭지굵기는 0.7~1.5cm범위에 분포하고 있었으며, PLT품종에서 선발한 계통이 0.7cm로 가장 짧았고, FEST품종에서 선발한 계통이 1.5cm로 가장 길었다.
- 과장은 F1 품종 중에서는 BG품종이 9.2cm로 가장 길었고, FEST품종이 8.2cm로 가장 짧았다. 선발계통의 과장 변이 폭은 5.7~13.2cm로 DB품종에서 선발한 계통이 가장 짧았고, PRSDT품종에서 선발한 계통이 가장 길었다.
- 과경은 F1 품종에서 PLT품종이 7.8cm로 가장 길었고, SPC품종이 6.7cm로 가장 짧았다. 선발계통중의 변이폭은 6.1~9.4cm로 DB품종에서 선발한 계통이 가장 길었고, PLT품종에서 선발한 계통이 가장 짧았다.
- 선발계통의 과육두께는 0.6~1.0cm 범위에 분포 하였고, JRS 후대계통에서 가장 두꺼운 개체가 선발되었다.
- 선발계통의 심실수는 3~6개로 변이폭이 컸으며, FEST품종에서 선발한 계통이 가장 많은 심실수를 가지고 있었다.

SPC계통

과일모양



과일특성

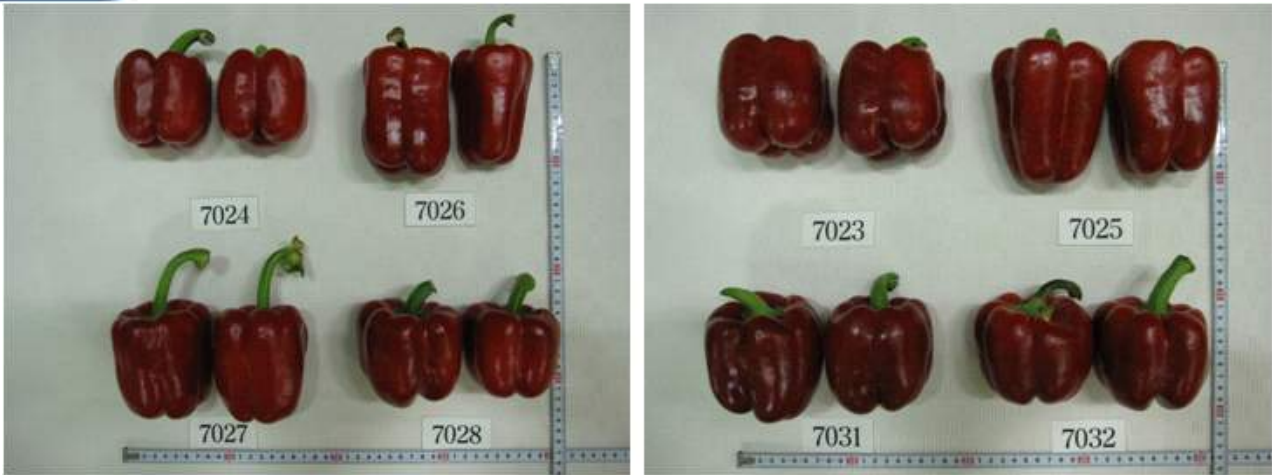
비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 길이	골 길이	배꼽 길이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	160.7	5.6	1.0	8.7	6.7	0.7	4.3
최대값	R	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	2.0	194.6	7.8	1.3	9.8	8.3	0.8	4.0
최소값	R	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	147.6	5.9	1.1	7.7	6.8	0.6	3.0
평균값	R	2.6	3.0	2.6	2.3	3.8	1.6	173.7	6.4	1.2	8.9	7.6	0.7	3.8

생육특성

비교	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	130.0	31.0	1.4	14.0	4.0	21.5	11.5	9.5	43.8
최대값	134.0	44.0	2.0	17.0	10.0	29.2	16.8	18.0	56.0
최소값	99.0	21.0	1.2	14.0	3.0	23.4	12.7	11.7	44.9
평균값	117.2	30.7	1.5	15.2	7.3	26.3	15.0	15.1	50.1

CPR계통

과일모양



과일특성

비고	숙과색	광택	모양	꼭지 길이	골 길이	배꼽 길이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	171.0	5.2	1.0	8.9	7.4	0.7	3.3
최대값	R	5.0	4.0	3.0	3.0	5.0	2.0	212.8	9.5	1.4	10.8	8.4	0.8	4.0
최소값	R	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	165.9	5.7	1.0	7.6	7.1	0.6	3.0
평균값	R	4.3	3.5	2.7	2.7	3.7	1.2	187.8	7.0	1.2	9.5	7.8	0.7	3.8

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	126.0	34.0	1.5	12.0	6.0	27.5	15.0	11.0	46.8
최대값	136.0	33.0	2.4	18.0	12.0	32.2	16.8	19.6	49.6
최소값	92.0	27.0	1.4	15.0	8.0	23.6	12.2	13.6	37.5
평균값	121.2	30.0	1.7	16.8	9.7	27.2	14.2	16.5	44.0

PLT계통

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 길이	골 길이	배꼽 길이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	178.0	5.5	1.0	8.8	7.8	0.8	3.8
최대값	R	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	219.5	9.2	1.2	9.9	8.3	0.8	4.0
최소값	R	3.0	3.0	1.0	2.0	2.0	1.0	117.2	4.6	0.7	7.7	6.1	0.7	3.0
평균값	R	3.5	3.3	2.3	2.5	2.6	2.3	167.4	6.4	1.0	8.8	7.3	0.7	3.9

생육특성

비교	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	97.6	27.0	1.1	11.0	4.0	22.0	11.2	12.5	48.2
최대값	146.0	38.0	1.6	16.0	9.0	29.6	19.8	19.5	54.5
최소값	86.0	26.0	1.1	10.0	5.0	17.6	11.2	11.5	37.4
평균값	117.9	31.5	1.2	14.4	6.6	22.9	13.7	15.3	45.6

DB 계통

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	205.9	5.4	0.9	8.3	7.0	0.8	4.0
최대값	Y	5.0	4.0	5.0	3.0	4.0	3.0	308.5	8.1	1.3	11.1	9.4	1.0	5.0
최소값	Y	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	209.6	4.6	1.0	5.7	7.9	0.6	3.0
평균값	Y	3.3	2.6	3.3	2.3	3.0	1.7	237.2	6.3	1.1	8.7	8.6	0.8	4.0

생육특성

비교	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	118.2	27.0	1.3	14.0	6.0	23.5	12.3	11.2	43.8
최대값	143.0	36.0	1.9	20.0	12.0	29.2	17.4	21.0	56.1
최소값	89.0	25.0	1.1	12.0	5.0	21.3	11.7	13.0	37.0
평균값	118.9	32.2	1.4	16.0	7.2	25.4	14.2	16.7	47.9

FEST 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 길이	골 길이	배꼽 길이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	170.0	5.0	0.8	8.2	7.1	0.8	3.5
최대값	Y	4.0	4.0	4.0	3.0	5.0	3.0	269.9	7.6	1.5	11.4	8.7	0.8	6.0
최소값	Y	2.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	160.6	4.8	0.8	6.8	6.6	0.6	3.0
평균값	Y	3.0	3.3	2.3	2.3	3.3	1.9	193.4	6.0	1.0	9.3	7.9	0.7	3.9

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	135.0	26.0	1.3	14.0	5.0	23.6	12.2	13.5	39.1
최대값	137.0	42.0	2.2	19.0	13.0	28.2	15.8	18.7	51.5
최소값	80.0	22.0	1.4	13.0	4.0	21.8	11.3	12.6	37.5
평균값	121.1	27.9	1.6	16.6	6.3	24.8	12.9	16.2	43.3

JRS 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과색	광택	모양	꼭지 길이	골 길이	배꼽 길이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	188.2	5.2	1.0	8.8	7.7	0.8	4.3
최대값	Y	5.0	3.0	3.0	3.0	5.0	4.0	254.4	7.8	1.4	10.8	8.8	1.0	4.0
최소값	Y	3.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	154.2	5.6	0.9	7.4	6.9	0.6	3.0
평균값	Y	4.1	2.6	2.1	2.5	2.6	1.9	196.3	6.8	1.1	9.2	8.1	0.8	3.6

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	112.0	26.0	1.4	13.0	6.0	26.0	15.5	13.5	41.4
최대값	122.0	31.0	2.1	17.0	14.0	30.3	19.0	16.5	58.4
최소값	86.0	23.0	0.9	11.0	5.0	22.0	12.8	12.4	41.6
평균값	108.4	27.7	1.4	15.1	7.0	26.1	15.4	14.6	51.0

PRSDT 계통

과일모양



과일특성

비교	숙과색	광택	모양	꼭지 길이	골 길이	배꼽 길이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	221.8	6.2	1.0	8.6	7.4	0.8	3.4
최대값	0	5.0	4.0	3.0	3.0	5.0	4.0	255.5	7.2	1.3	13.2	8.3	0.8	4.0
최소값	0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	3.0	150.8	4.6	0.9	8.7	7.1	0.6	3.0
평균값	0	4.0	3.7	2.3	2.2	3.8	3.8	203.1	5.8	1.1	10.6	7.8	0.7	3.7

생육특성

비교	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	119.0	28.0	1.5	12.0	4.0	22.0	11.0	9.5	40.8
최대값	163.0	28.0	1.8	18.0	10.0	29.2	14.5	13.4	53.8
최소값	129.0	26.0	1.2	15.0	6.0	20.5	12.0	8.0	35.9
평균값	145.0	26.8	1.4	16.5	8.2	24.2	13.3	10.6	45.0

BG 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 길이	골 길이	배꼽 길이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	170.0	5.6	1.0	9.2	6.9	0.8	3.5
최대값	0	5.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	209.0	6.2	1.1	10.3	8.8	0.8	4.0
최소값	0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	4.0	153.5	5.6	0.9	7.4	7.7	0.7	3.0
평균값	0	3.8	3.0	2.5	2.5	3.0	4.0	189.6	5.9	1.0	9.3	8.4	0.7	3.3

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	125.0	29.0	1.5	14.0	6.0	25.5	13.0	10.5	49.9
최대값	149.0	30.0	1.8	17.0	6.0	26.3	16.7	12.0	42.2
최소값	99.0	25.0	1.3	13.0	4.0	21.3	11.6	8.5	38.5
평균값	121.0	28.0	1.5	15.0	4.8	23.4	13.5	10.5	40.8

VLTI 계통

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 길이	골 길이	배꼽 길이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 두께 (cm)	심실 수
F1	0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	202.0	5.9	1.0	8.9	7.1	0.8	3.4
최대값	0	5.0	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	253.5	9.2	1.4	11.8	9.2	0.8	4.0
최소값	0	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	172.9	4.7	0.9	8.1	7.3	0.6	3.0
평균값	0	4.0	3.3	2.5	2.6	2.2	3.0	219.3	7.0	1.1	9.8	8.5	0.7	3.8

생육특성

비고	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	120.0	28.0	1.5	13.0	5.0	23.5	12.5	10.5	49.9
최대값	172.0	29.0	1.8	21.0	8.0	31.0	18.5	17.0	52.2
최소값	110.0	19.0	1.3	10.0	4.0	21.8	13.2	7.0	33.5
평균값	139.0	24.7	1.5	15.8	6.4	26.2	15.9	11.2	44.4

- 주요 품종별로 선발계통과 F₁ 품종의 생육특성을 조사한 결과, 초장은 F₁중에서 PLT 품종이 97.6cm로 가장 짧았고, FEST품종이 135.0cm로 가장 길었다. 선발계통의 변이폭은 92.0~207.0cm로 PLT에서 선발계통이 92.0cm로 가장 짧았고, PRSDT에서 선발한 계통이 207.0cm로 가장 길었다.
- F₁ 품종의 주경장은 26.0~36.0cm에 분포하였고, 선발계통의 주경장은 21.0~39.0cm에 분포하였다. 선발계통 중에서는 SPC품종에서 선발한 계통이 가장 짧았고, DB에서 선발한 계통이 가장 길었다.
- 주요 F₁ 품종의 경경은 1.1~1.5cm의 범위에 있었고, 선발계통의 경경은 1.0~2.1cm의 범위에 있었다.
- F₁ 품종의 분지수는 11.0~14.0개로 큰차이를 나타내지 않았으나, 선발된 계통의 분지수는 11.0~19.0으로 변이폭이 큰 편이었다.
- 주요 F₁ 품종의 착과수는 4.0~6.0으로 품종간 큰 차이를 보이지 않았으나, 선발된 계통의 분지수는 2.0~7.0개로 변이폭이 큰 편이었다.
- 주요 F₁ 품종의 엽장은 22.0~27.5cm 변이폭을 보였으며, 선발된 계통은 10.3~28.0cm의 변이폭을 보여 F₁ 품종보다 변이폭이 컸다.
- 엽폭은 PRSDT품종이 11.2cm로 가장 좁았고, JRS 품종이 15.5cm로 가장 넓었다. 선발된 계통 중에서는 JRS에서 선발한 계통이 7.7cm로 가장 좁았고, CPR에서 선발한 계통이 14.3cm로 가장 넓었다.
- 주요 품종의 엽병장은 9.5~13.5cm의 범위에 있었고, 선발된 계통의 엽병장은 8.2~14.0cm의 범위에 분포하였다. 선발계통 중에서는 SPC품종의 후대에서 선발한 계통이 8.2cm로 가장 짧았고, BG품종 후대에서 선발한 계통이 14.0cm로 가장 길었다.
- 주요품종의 엽록소 함량은 39.1~49.9의 범위에 분포하였으며, 선발계통의 엽록소는 30.4~69.7의 범위에 분포하여 비교적 변이폭이 큰 편이었다..

(5) 5년차도

① 1기작재배

- 선발계통들에 대하여 숙과색, 광택, 모양, 꼭지길이, 골깊이, 배꼽깊이, 꼭지색, 과중, 꼭지깊이, 꼭기굽기, 과장, 과경, 과육후 및 심실수 특성을 F1품종과 비교하여 조사하였고 특성조사 기준(그림1)을 적용하여 조사하였다. 생육특성은 초장, 경경, 분지수, 착과수, 엽장, 엽폭, 엽병장 및 엽록소 특성을 표준 조사기준(표2)에 따라 조사하였다.
- 조사한 과일 특성중 선발계통의 광택은 2~3의 범위에 분포하였고 대부분 원품종 F1보다 낮은 편이었다.
- F1품종의 과중은 160.7~221.8g의 범위에 분포하였고 SPC가 가장 작았고 PRSDT가 가장 컸다. 선발계통들의 과장은 166.5~342.8g의 범위에 분포하였고 CPR품종 후대에서 선발한 계통이 가장 작았고 DB품종 후대에서 선발한 계통이 가장 컸다.
- F1품종의 꼭지길이는 5.0 ~ 6.2cm의 범위에 분포하였고 FEST품종이 가장 짧았고 PRSDT품종이 가장 길었다. 선발계통의 꼭지길이는 4.3~11.6cm의 범위에 분포하였고 BG품종 후대 계통이 가장 짧았고 SPC품종 후대계통이 가장 길었다.
- 꼭지굽기는 F1품종은 0.8~1.0cm로 품종간 차이가 거의 없었으나 선발된 후대 분리계통은 0.9~1.7cm도 변이폭이 상당히 컸다.
- 과장은 F1품종에서는 FEST품종이 8.2cm로 가장 짧았고 BG품종이 9.2cm로 가장 길었다. 선발된 후대계통들의 과장은 7.2~11.4cm에 분포하였고 SPC후대 계통이 가장 짧았고 BG후대계통이 가장 길었다.
- F1품종의 과경은 6.7~7.8cm의 범위에 분포하였고 CPR품종이 가장 짧았고 PLT품종이 가장 길었다. 선발된 후대 계통들의 과경은 6.7~10.4cm의 범위에 분포하였고 CPR품종 후대계통이 가장 짧았고 DB후대 계통이 가장 길었다.
- F1품종의 과육두께는 0.7~0.8cm로 품종간 차이를 거의 보이지 않았으나 후대에서 선발된 계통들은 0.6~1.0cm로 F1품종에 비해 변이폭이 컸다.
- 선발계통의 심실수는 3.0~4.5개로 F1품종에 비해 변이폭이 컸다.

SPC

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	160.7	5.6	1.0	8.7	6.7	0.7	4.3
최대값	R	3.0	4.0	4.0	2.0	3.0	2.0	282.5	11.6	1.7	10.1	9.0	0.9	4.5
최소값	R	3.0	3.0	1.0	2.0	1.0	1.0	166.5	5.5	1.1	7.2	7.2	0.6	3.0
평균값	R	3.0	3.1	2.4	2.0	2.1	1.5	223.4	7.9	1.4	9.0	8.2	0.8	3.8

생육특성

비고	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	130.0	1.4	14.0	4.0	21.5	11.5	9.5	43.8
최대값	202.0	1.9	24.0	8.0	28.1	13.0	14.3	57.4
최소값	92.0	1.1	11.0	4.0	17.0	8.8	8.8	36.9
평균값	139.0	1.5	18.5	5.3	21.0	10.4	12.3	44.3

CPR

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	171.0	5.2	1.0	8.9	7.4	0.7	3.3
최대값	R	3.0	5.0	2.0	3.0	5.0	3.0	234.2	8.4	1.5	10.7	8.7	0.9	4.5
최소값	R	3.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	144.3	4.6	1.0	7.2	6.7	0.6	3.0
평균값	R	3.0	3.2	1.9	2.1	2.3	1.7	183.1	6.7	1.3	8.8	7.8	0.7	3.8

생육특성

비교	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	126.0	1.5	12.0	6.0	27.5	15.0	11.0	46.8
최대값	196.0	1.8	23.0	10.0	28.1	14.5	16.0	65.6
최소값	80.0	0.9	11.0	4.0	18.6	8.6	9.5	29.2
평균값	120.6	1.2	16.7	6.8	22.5	11.7	12.6	44.9

PLT

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	R	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0	178.0	5.5	1.0	8.8	7.8	0.8	3.8
최대값	R	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	308.6	8.3	1.6	9.7	9.7	0.9	4.5
최소값	R	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	169.1	7.3	0.9	8.4	6.9	0.7	4.0
평균값	R	2.0	3.0	2.8	2.0	1.3	1.8	264.9	8.0	1.4	9.1	8.7	0.8	4.1

생육특성

비고	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	97.6	1.1	11.0	4.0	22.0	11.2	12.5	48.2
최대값	115.0	1.9	17.0	10.0	20.7	9.9	12.7	52.1
최소값	97.0	1.3	15.0	3.0	17.8	8.7	11.5	35.8
평균값	104.3	1.6	16.3	5.5	19.0	9.4	12.4	45.6

DB

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	205.9	5.4	0.9	8.3	7.0	0.8	4.0
최대값	Y	3.0	4.0	4.0	3.0	4.0	3.0	342.8	8.2	1.5	10.1	10.4	1.0	4.0
최소값	Y	2.0	1.0	2.0	2.0	1.0	1.0	153.6	5.7	0.9	7.9	7.0	0.7	3.0
평균값	Y	2.9	2.7	2.8	2.2	2.0	1.4	255.8	6.9	1.2	9.0	8.9	0.8	3.8

생육특성

비고	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	118.2	1.3	14.0	6.0	23.5	12.3	11.2	43.8
최대값	205.0	1.7	25.0	7.0	22.5	12.7	12.0	54.8
최소값	80.0	1.1	13.0	4.0	17.7	9.2	8.4	35.4
평균값	140.4	1.4	19.1	5.1	20.3	11.0	10.4	45.4

FEST

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	170.0	5.0	0.8	8.2	7.1	0.8	3.5
최대값	Y	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	2.0	302.8	7.4	1.6	10.0	9.4	0.9	4.0
최소값	Y	3.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	252.9	6.3	1.3	8.6	9.0	0.8	3.5
평균값	Y	3.0	3.0	2.3	2.3	2.3	1.5	275.9	7.1	1.4	9.5	9.2	0.9	3.8

생육특성

비고	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	135.0	1.3	14.0	5.0	23.6	12.2	13.5	39.1
최대값	146.0	1.7	22.0	6.0	18.7	9.3	12.7	56.5
최소값	107.0	1.2	16.0	4.0	17.1	8.3	8.9	35.8
평균값	125.0	1.5	18.8	4.8	17.9	8.8	10.1	47.1

JRS

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	188.2	5.2	1.0	8.8	7.7	0.8	4.3
최대값	Y	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	269.6	10.1	1.5	10.3	9.7	0.9	4.0
최소값	Y	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	158.2	5.7	1.1	7.7	7.6	0.6	3.0
평균값	Y	2.9	3.0	1.9	2.3	1.9	1.7	223.3	7.6	1.3	9.0	8.5	0.8	3.7

생육특성

비고	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	112.0	1.4	13.0	6.0	26.0	15.5	13.5	41.4
최대값	200.0	1.9	22.0	9.0	21.8	12.9	12.9	60.6
최소값	86.0	0.8	14.0	3.0	17.2	7.7	8.0	41.8
평균값	124.0	1.4	17.8	5.1	19.7	10.1	10.0	50.2

PRSDT

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	○	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	221.8	6.2	1.0	8.6	7.4	0.8	3.4
최대값	○	3.0	4.0	3.0	2.0	3.0	3.0	337.9	7.1	1.5	9.9	9.5	0.9	4.0
최소값	○	2.0	3.0	3.0	2.0	1.0	1.0	173.6	4.9	1.1	7.6	7.9	0.6	3.5
평균값	○	2.7	3.3	3.0	2.0	2.0	1.7	238.3	6.2	1.3	8.9	8.5	0.7	3.8

생육특성

비교	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	119.0	1.5	12.0	4.0	22.0	11.0	9.5	40.8
최대값	187.0	1.5	21.0	5.0	25.5	13.1	15.3	50.9
최소값	87.0	1.0	9.0	4.0	16.0	8.3	8.4	43.3
평균값	138.3	1.3	16.0	4.7	19.7	10.9	11.8	48.3

BG

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	0	4.0	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	170.0	5.6	1.0	9.2	6.9	0.8	3.5
최대값	0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	300.2	8.8	1.7	11.4	9.2	1.0	4.0
최소값	0	2.0	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	147.2	4.3	1.0	8.5	7.2	0.6	3.0
평균값	0	2.8	3.2	2.5	2.1	1.5	1.8	208.3	7.3	1.3	9.4	7.9	0.8	3.7

생육특성

비교	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	125.0	1.5	14.0	6.0	25.5	13.0	10.5	49.9
최대값	124.0	1.2	18.0	7.0	27.2	16.1	19.2	50.5
최소값	80.0	0.9	9.0	3.0	18.3	9.7	8.2	36.0
평균값	102.5	1.1	12.9	5.3	23.1	13.0	13.7	42.6

VLTJ

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	0	4.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	202.0	5.9	1.0	8.9	7.1	0.8	3.4
최대값	0	3.0	3.0	4.0	3.0	2.0	3.0	308.8	9.1	1.5	9.7	9.8	0.9	4.0
최소값	0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	169.7	6.1	1.0	7.9	8.3	0.7	3.0
평균값	0	2.9	2.9	2.6	2.3	1.6	2.0	244.1	7.2	1.2	8.7	8.9	0.8	3.7

생육특성

비고	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	120.0	1.5	13.0	5.0	23.5	12.5	10.5	49.9
최대값	189.0	1.9	28.0	9.0	21.1	11.6	12.1	57.3
최소값	131.0	1.2	17.0	3.0	16.5	8.2	8.3	45.2
평균값	157.5	1.6	21.0	6.1	18.0	9.7	10.3	49.6

- 주요 F₁품종과 후대 선발계통의 생육특성을 조사한 결과, 초장은 F₁품종중에서 PLT품종이 97.0cm로 가장 짧았고, FEST품종이 135.0cm로 가장 길었다. 후대 선발계통중에서는 BG후대계통이 80.0cm로 가장 짧았고 DB후대계통이 205.0cm로 가장 길었다.
- F₁품종의 경경은 1.1~1.5cm의 범위에 분포하여 변이폭이 크지 않았으나 후대 분리계통들의 경경은 0.8~1.9cm로 F₁품종에 비해 큰 변이폭을 나타냈다.
- F₁품종의 분지수는 11.0~14.0개로 품종간 차이가 크지 않았으나 선발된 후대계통의 분지수는 9.0~28.0개로 F₁품종에 비해 큰폭의 변이를 보였다.
- F₁품종의 분지수는 11.0~14.0개로 품종간 차이가 크지 않았으나 선발된 후대계통의 분지수는 9.0~28.0개로 F₁품종에 비해 큰폭의 변이를 보였다.
- F₁품종과 선발계통의 착과수를 비교한 결과 F₁품종의 착과수는 4.0~6.0개로 품종간 차이를 보이지 않았으나 선발된 후대계통의 착과수는 3.0~10.0개로 계통간에 큰 차이를 보였다.
- F₁품종의 엽장은 21.5~27.5cm의 품종간 변이를 보였으며 선발된 후대계통의 엽장은 16.0~28.1의 변이폭을 나타냈다.
- 주요 품종의 엽병장은 9.5~13.5cm의 범위에 분포하였고 선발 계통의 엽병장은 8.0~16.0cm의 범위에 분포하였고 JRS후대 계통에서 선발된 것이 가장 짧았고 CPR후대계통에서 선발된 것이 가장 길었다.
- F₁품종의 엽록소 함량은 39.1~49.9의 범위에 분포하였고 선발된 후대계통은 29.2~65.6의 범위에 분포하여 변이폭이 큰편이었다.

② 2기작 재배

- SPC후대계통의 과중은 178~227g으로 F₁품종의 251g보다 작은 쪽에서 선발되었다. 선발계통의 과장도 7.1~8.4cm로 F₁의 10.8cm보다 작은 쪽으로 선발되었다.
- 조사한 생육특성중 F₁품종과 후대계통의 초장을 비교한 결과 F₁품종은 161.0cm인 반면 후대계통은 143.0~190.0cm로 변이폭이 컸다. 경경, 분지수, 착과수, 엽장도 F₁품종이 선발계통에 비해 많거나 길었다.

SPC

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	R	3.0	4.0	2.0	3.0	2.0	2.0	251	6.2	1.52	10.8	9.1	0.73	4.0
최대값	R	3.0	3.0	3.0	3.0	5.0	3.0	227	9.2	1.6	8.4	9.7	1.0	4.0
최소값	R	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	178	5.7	1.0	7.1	8.0	0.7	4.0
평균값	R	3.0	3.0	2.1	2.1	3.0	1.9	195	7.2	1.3	7.7	8.6	0.9	4.0

생육특성

비교	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	161.0	21.5	17.3	25.8	15.7	11.9	51.4	10.0
최대값	190.0	21.0	1.8	24.4	12.3	13.5	51.5	7.0
최소값	143.0	16.0	1.2	15.4	8.5	10.2	35.2	3.0
평균값	161.5	18.5	1.4	19.5	10.1	11.8	44.1	4.9

- CPR후대에서 선발된 계통의 과중을 분석한 결과 과중은 131~189g으로 변이폭은 큰편이었으나 F₁품종의 185g보다 작은쪽의 과중이 많이 선발된 편이었다.
- CPR품종의 초장은 142.0cm인 반면 선발된 후대계통의 초장은 116.0~160.0cm로 변이폭이 큰편이었다.

CPR

과일모양



과일특성

비고	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	R	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	185	6.8	1.4	8.3	8.1	0.67	4.0
최대값	R	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	189	6.7	1.8	8.5	8.1	0.8	4.0
최소값	R	3.0	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	131	5.4	1.2	7.3	7.3	0.7	4.0
평균값	R	3.0	3.0	2.7	3.0	2.0	2.7	159	6.2	1.5	8.0	7.8	0.8	4.0

생육특성

비고	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	142.0	22.0	15.9	26.6	12.7	13.1	36.7	8.0
최대값	160.0	22.0	1.8	18.6	10.4	11.6	49.3	4.0
최소값	116.0	17.0	1.2	17.2	8.6	10.9	39.5	3.0
평균값	141.7	19.3	1.4	17.7	9.7	11.2	43.4	3.3

- 황색계 품종 DB에서 분리한 계통의 과중은 188~271g으로 F1품종의 200g에 비해 과중이 무거운 것들이 많이 선발된 편이었다.
- DB품종 후대계통의 초장은 124.0~194.0cm로 큰폭의 변이를 보였으며 경경, 엽장 및 엽폭은 선발후대계통이 F1품종보다 짧았다.

DB

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	Y	4.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	200	6.0	1.4	7.9	9.2	0.76	4.0
최대값	Y	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	271	7.0	1.4	9.6	10.2	1.1	5.0
최소값	Y	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	188	4.9	1.0	7.2	8.0	0.8	4.0
평균값	Y	2.6	2.6	2.4	2.1	2.4	2.0	233	6.1	1.2	7.9	9.2	0.9	4.1

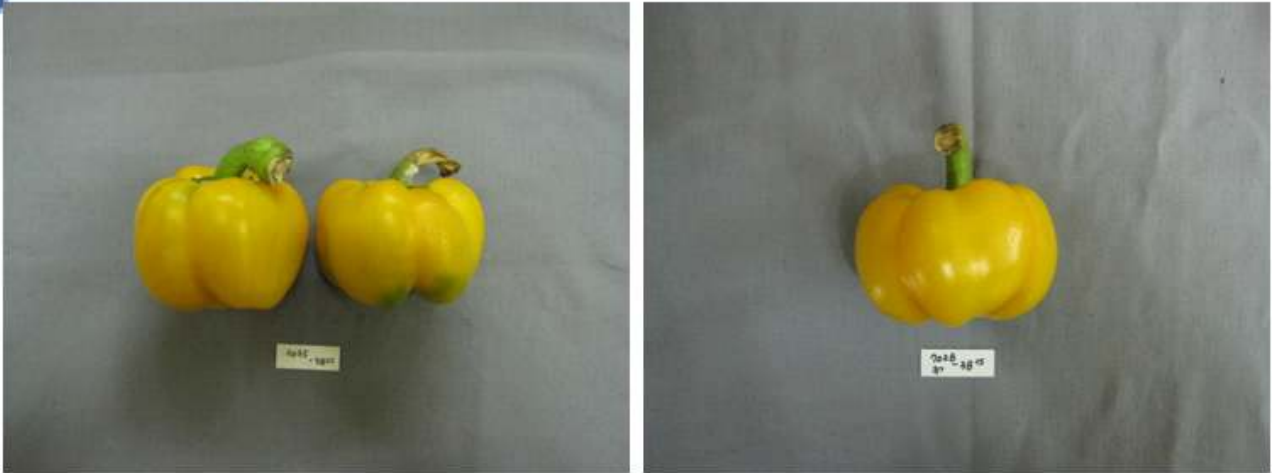
생육특성

비교	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	169.0	23.0	15.9	25.2	16.0	14.1	46.9	10.5
최대값	194.0	18.0	15.0	22.4	10.0	13.4	62.5	6.0
최소값	124.0	13.0	10.0	17.3	9.0	9.0	43.6	4.0
평균값	159.9	16.1	12.0	19.4	9.5	10.9	54.1	4.9

- 황색계통 FEST분리계통들의 과중은 172~233g으로 원품종 230g보다 작은쪽의 과일이 많이 선발되었다. 과장과 과경도 과중형질과 비슷한 경향을 보였다.
- FRST 선발계통의 생육특성을 원품종 F1과 비교한 결과 선발계통의 초장은 117.0~210.0cm로 변이폭이 큰 편이었다.

FEST

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	Y	3.0	3.0	4.0	2.0	5.0	1.0	230	6.1	1.6	8.1	9.4	0.70	4.0
최대값	Y	3.0	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	233	7.3	1.2	8.5	9.0	1.0	5.0
최소값	Y	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	172	5.1	1.0	6.7	8.4	0.6	4.0
평균값	Y	2.5	2.3	2.0	2.5	2.0	1.8	206	6.1	1.1	7.3	8.8	0.9	4.3

생육특성

비교	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	170.0	23.0	16.7	26.1	16.2	13.5	44.5	10.0
최대값	210.0	23.0	1.5	19.0	9.4	11.2	55.2	5.0
최소값	117.0	15.0	1.0	15.3	7.6	7.9	48.5	4.0
평균값	155.3	17.0	1.2	16.9	8.7	9.5	52.7	4.3

- BG후대 분리계통들의 과일특성을 F1품종과 비교하였다. 선발개체들의 과중은 183~189g으로 원품종 186g과 차이를 거의 보이지 않았다.
- BG후대 분리계통들의 생육특성 중 초장은 120.0~168.0cm로 원품종 175.0cm보다 작은개체들이 많이 선발되었다.

BG

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	○	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	186	6.1	1.3	8.4	8.8	0.7	4.0
최대값	○	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	189	5.9	1.0	8.4	9.3	0.7	5.0
최소값	○	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	183	4.9	0.9	6.4	9.0	0.7	3.0
평균값	○	3.0	2.7	2.0	3.0	2.3	2.7	186	5.4	1.0	7.6	9.1	0.7	3.7

생육특성

비교	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	175.0	23.0	16.3	26.8	18.0	17.5	49.8	5.0
최대값	168.0	19.0	1.4	20.8	11.4	14.3	57.4	5.0
최소값	120.0	15.0	1.3	20.5	9.6	13.2	48.0	3.0
평균값	147.7	17.7	1.4	20.7	10.7	13.7	52.8	4.0

- 주황색계인 VLTI 후대 분리계통들의 과실선발 결과 과중은 192~265g으로 원품종 210g과 비교하여 다양한 변이를 보였다.
- VLTI후대 분리계통들의 초장은 133.0~186.0cm로 원품종 179.0cm에 비해 작은 쪽의 개체들이 많이 선발되었다.

VLTI

과일모양



과일특성

비교	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
F1	○	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	210	5.8	1.3	8.3	9.0	0.7	4.0
최대값	○	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	265	8.1	1.4	8.8	10.1	1.0	4.0
최소값	○	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.0	192	4.5	1.1	7.2	8.9	0.7	3.0
평균값	○	3.0	2.7	2.1	2.7	2.0	2.1	229	6.1	1.2	8.1	9.4	0.9	3.9

생육특성

비교	초장 (cm)	경경 (cm)	분지수	착과수	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	SPAD (엽록소)
F1	179.0	24.0	15.3	27.7	14.8	16.9	52.8	5.0
최대값	186.0	17.0	1.9	23.3	11.2	14.0	65.6	4.0
최소값	133.0	13.0	1.1	17.8	8.8	11.0	37.1	3.0
평균값	158.6	15.7	1.5	20.7	10.3	12.5	45.7	3.7

다. 선발계통의 과실의 다양성

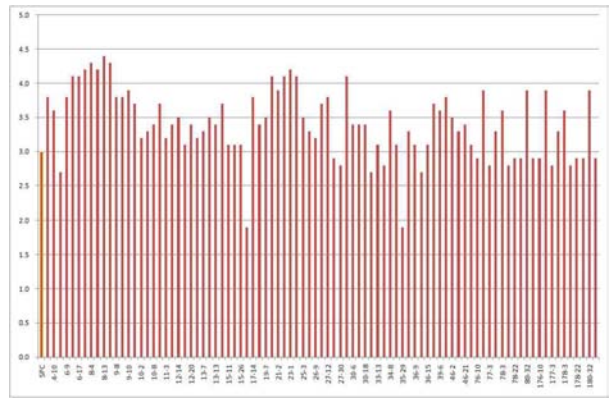
(1) 1차년도

① 적색계통

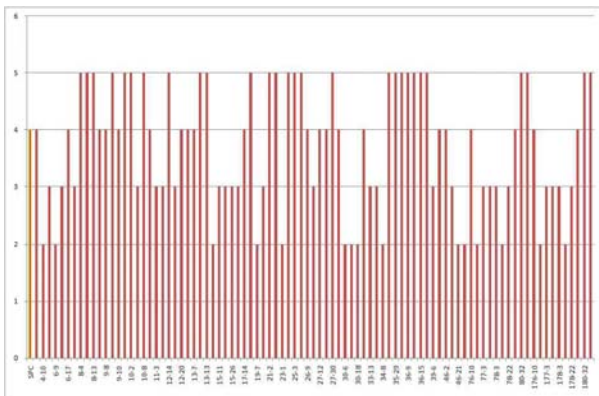
- 적색 SPC 계통의 후대 F₄ 세대에서 선발한 개체들의 과일광택, 과일모양, 과일의 어깨깊이, 골깊이 및 배꼽깊이, 과중, 과장, 과경의 다양성을 조사하였다(그림 2).
- 과일의 광택은 2-4, 과실모양 3-4, 어깨깊이 2-5cm, 골깊이 2-4cm, 배꼽깊이 0-5cm, 과중 125-208g, 과장 7.2-10.3cm, 과경 7.0-8.8cm으로 선발계통들의 변이가 다양하였다.



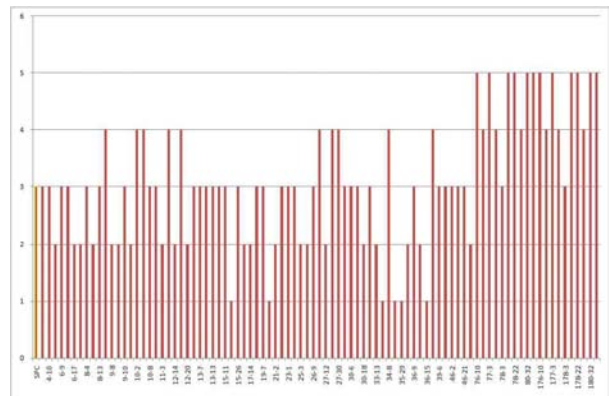
광택



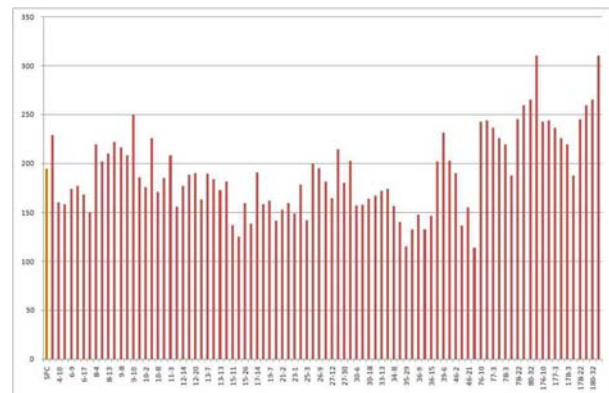
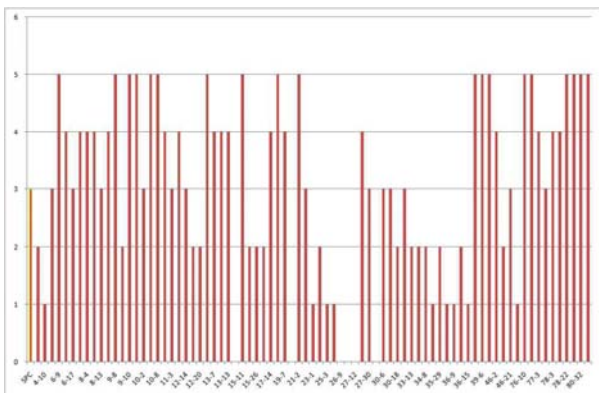
과실모양



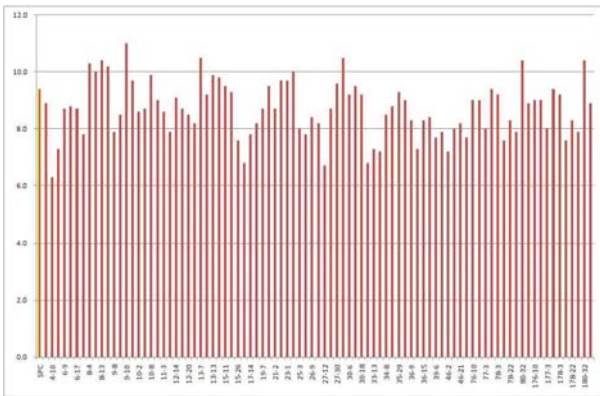
어깨깊이(cm)



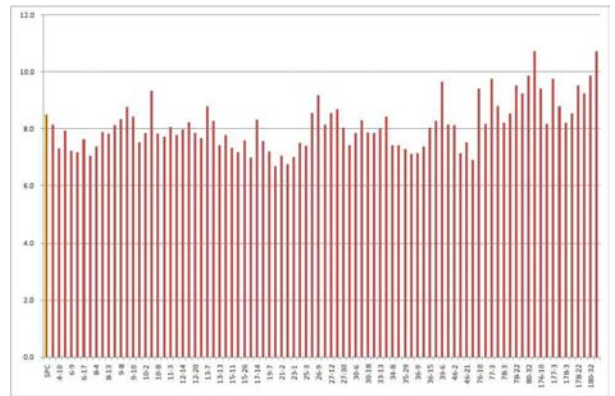
골 깊이(cm)



배꼽깊이(cm)



과중(g)



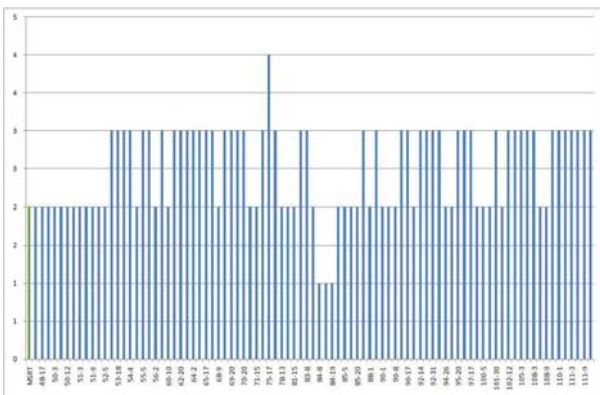
과장(cm)

과경(cm)

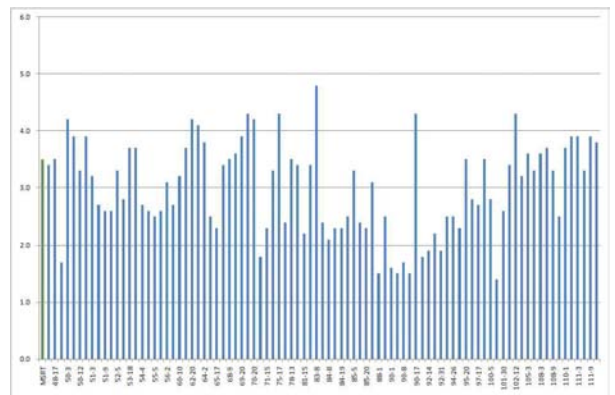
그림 2. SPC 계통의 광택, 과일모양, 어깨깊이, 골깊이, 배꼽깊이, 과중, 과장, 과경의 다양성

② 황색계통

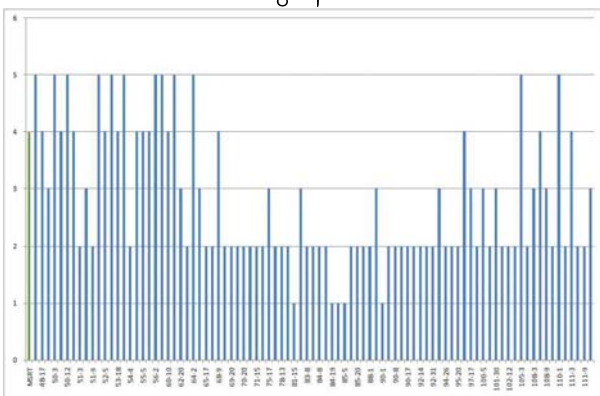
- 황색 MSRT 계통 후대 F₄에서 선발한 개체들의 과일광택, 과일모양, 과일의 어깨깊이, 골깊이 및 배꼽깊이, 과중, 과장, 과경의 다양성을 조사하였다(그림 3).
- 과일의 광택은 1-4, 과일모양 2-5, 어깨깊이 2-5cm, 골깊이 1-5cm, 배꼽깊이 0-5cm, 과중 133-305g, 과장 6.9-12.4cm, 과경 6.9-10.9cm로 다양한 계통들이 선발되었다.



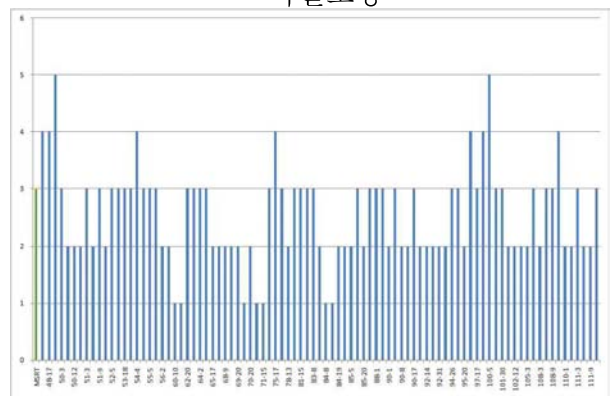
광택



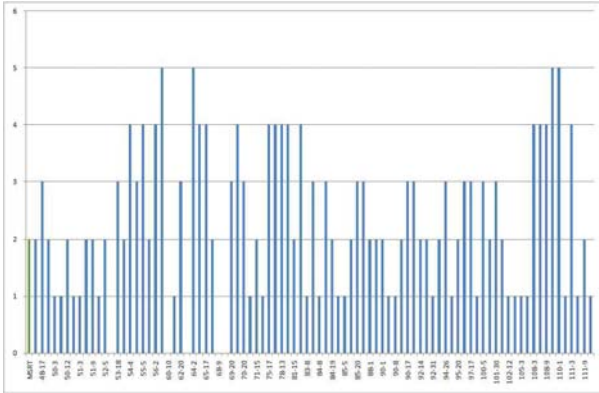
과실모양



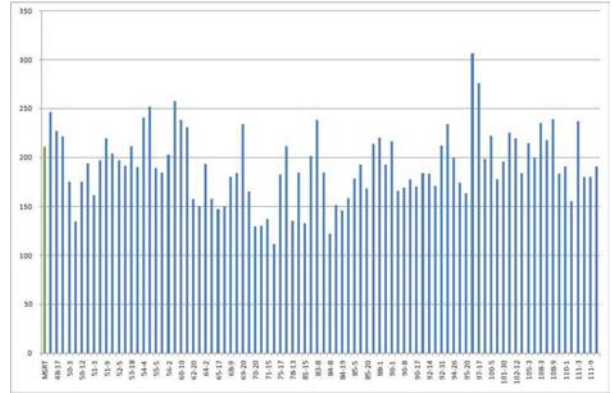
어깨깊이(cm)



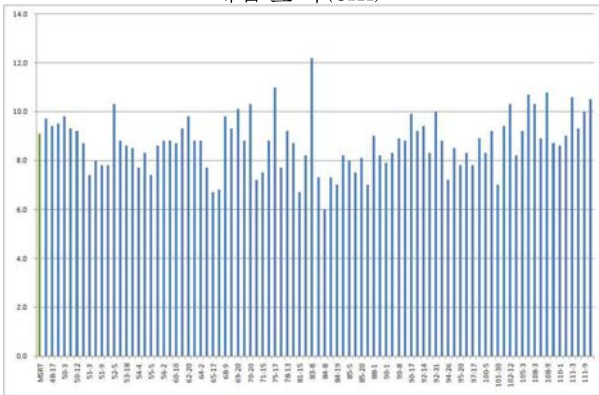
골 깊이(cm)



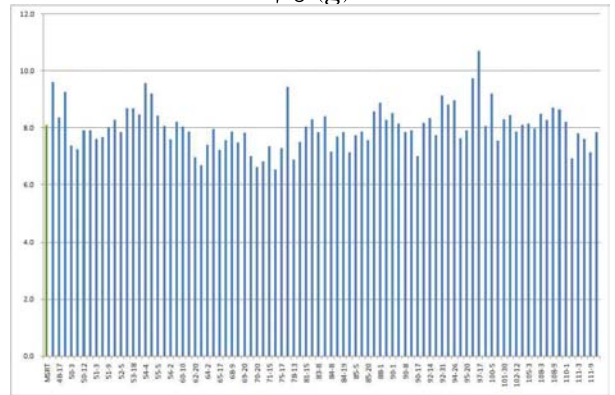
배꼽깊이(cm)



과중(g)



과장(cm)

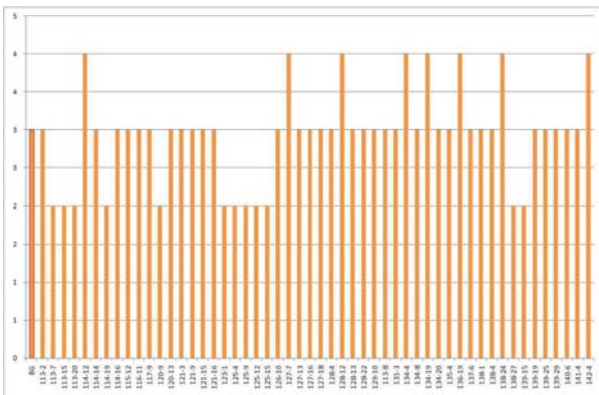


과경(cm)

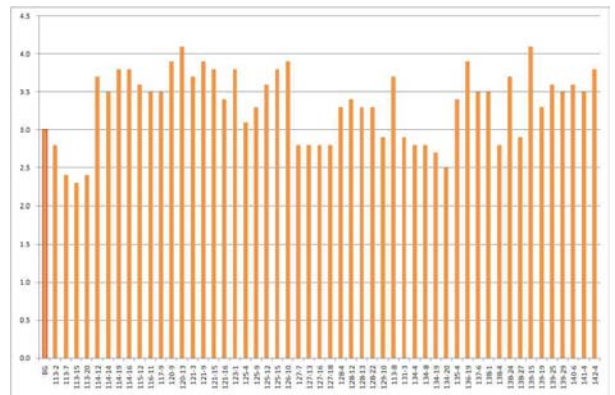
그림 3. MSRT 계통의 광택, 과일모양, 꼭지깊이, 골깊이, 배꼽깊이, 과중, 과장, 과경의 다양성

③ 주황색 계통

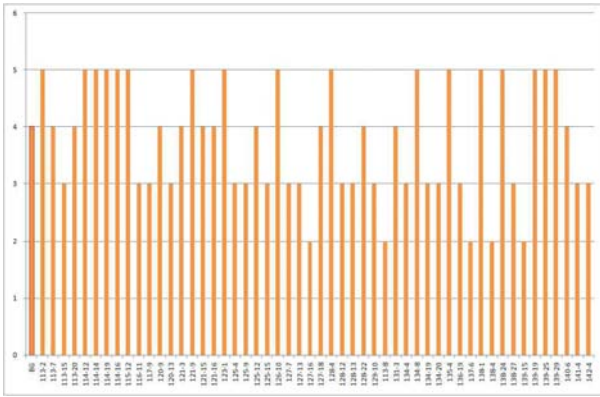
- 주황색 BG 계통 후대 F₄에서 선발한 개체들의 과일 광택, 과일모양, 과일의 어깨깊이, 골깊이 및 배꼽깊이, 과중, 과장, 과경의 다양성을 조사하였다.
- 과일의 광택은 2-4, 과일모양 3-4, 어깨깊이 2-5cm, 골깊이 2-5cm, 배꼽깊이 1-5cm, 과중 151-284g, 과장 6.4-10.2cm, 과경 6.3-9.3cm로 다양한 계통들이 선발되었다.



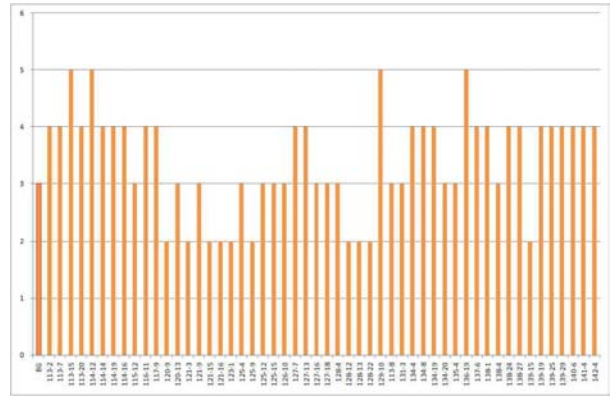
광택



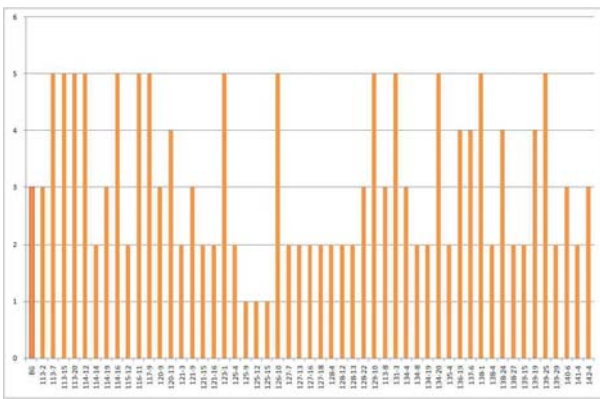
과실모양



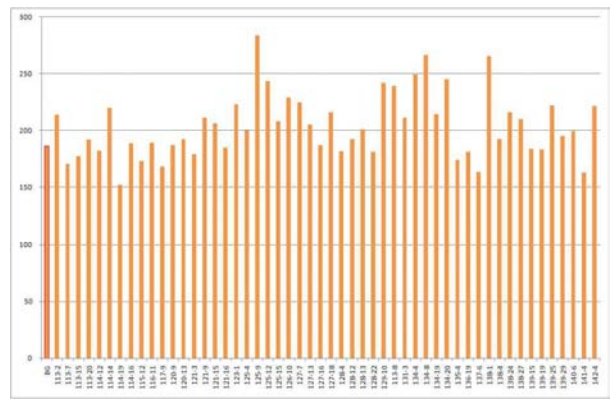
어깨깊이(cm)



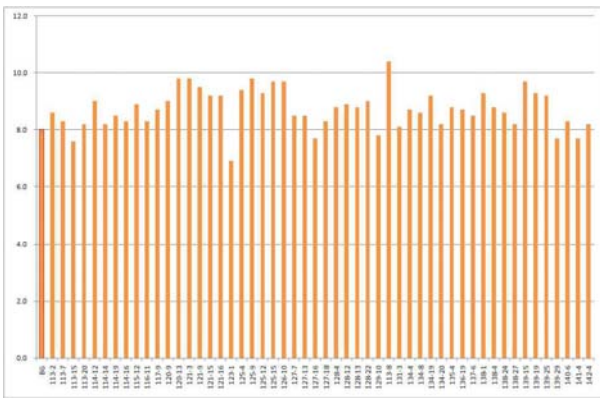
콜 깊이(cm)



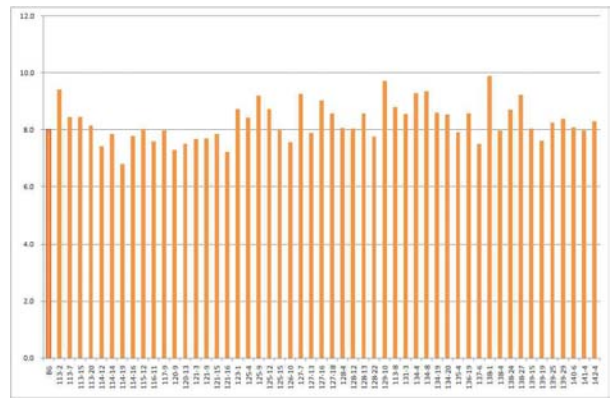
배꼽깊이(cm)



과중(g)



과장(cm)



과경(cm)

그림 4. BG 계통의 광택, 파일모양, 꼭지깊이, 콜깊이, 배꼽깊이, 과중, 과장, 과경의 다양성

(2) 2차년도

① 1기작 재배

- 적색계통, SPC, CPR, DBL, MRG, 9253후대 F5 세대에서 선발된 개체들의 과실모양, 골깊이, 과실무게, 과장, 과경의 다양성을 조사하였다(그림 2).
- 과실의 모양은 2~4, 골깊이 1~5, 과실무게 99.2~252g, 과장 6.5~12.3cm, 과경 5.8~8.4cm, 과실모양 1-4로 선발계통의 변이가 다양하였다.

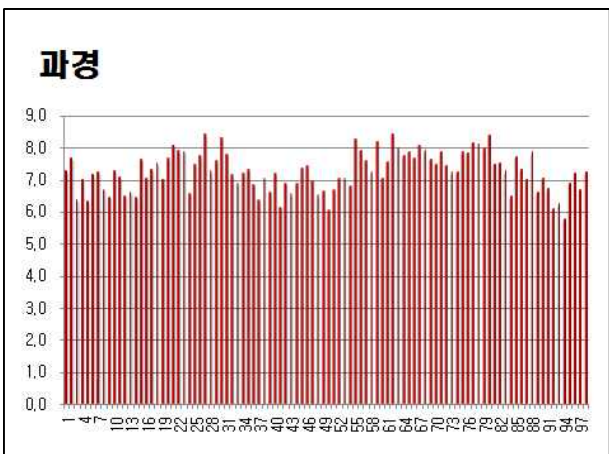
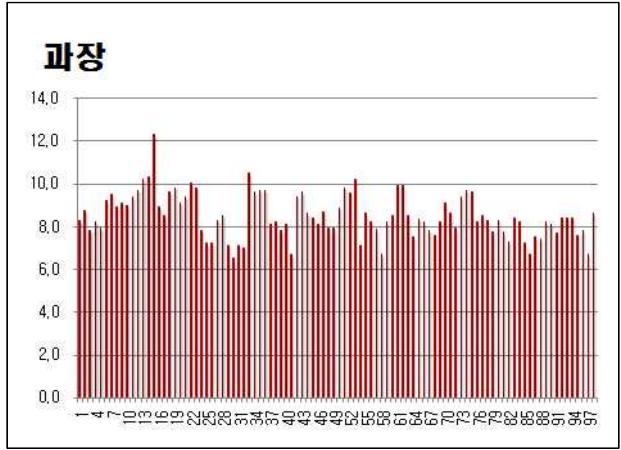
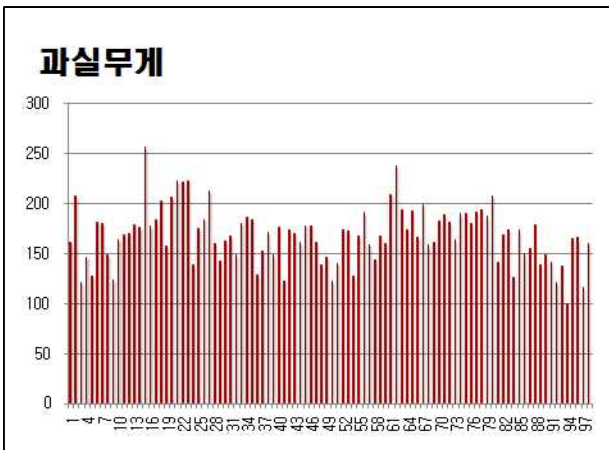
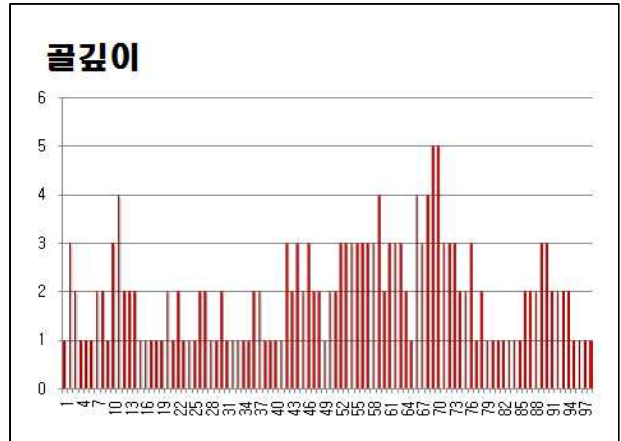
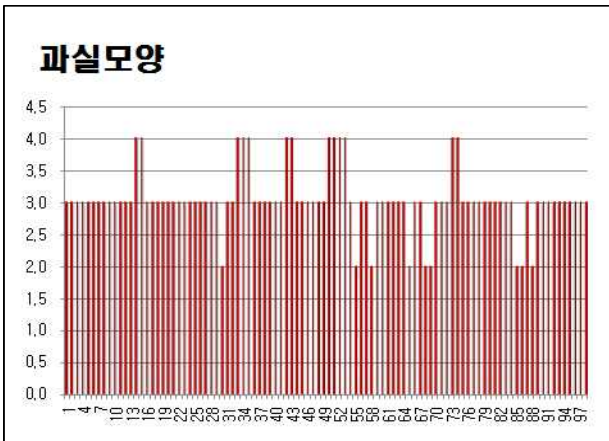


그림 2. 선발된 적색 계통들의 과실형질의 다양성

- 황색계통 FEST, MSRT, JRS, HSK 후대 F5 세대에서 선발한 개체들의 과실모양, 골깊이, 과실무게, 과장, 과경의 다양성을 조사하였다(그림 3).
- 선발된 개체들의 과실모양은 2~4, 골깊이 1~5, 과실무게 101~258g, 과장 6.3~12.2cm, 과경 5.9~8.9cm로 변이가 다양하였다.

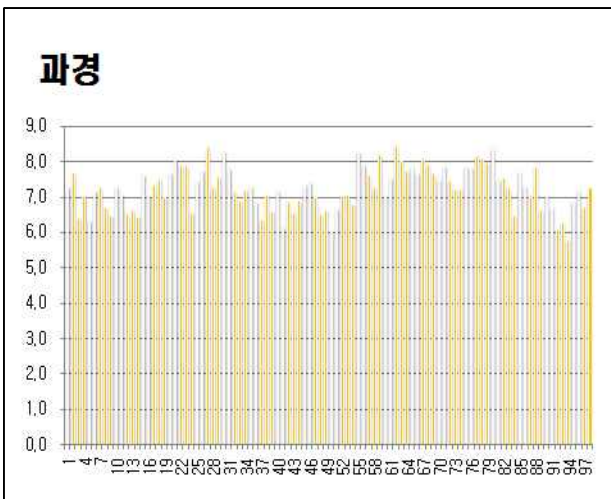
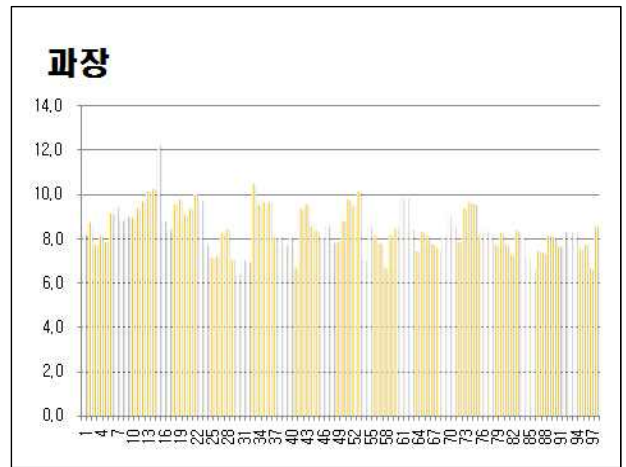
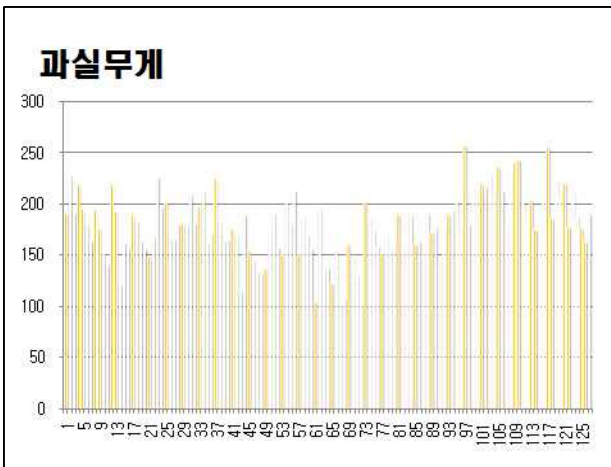
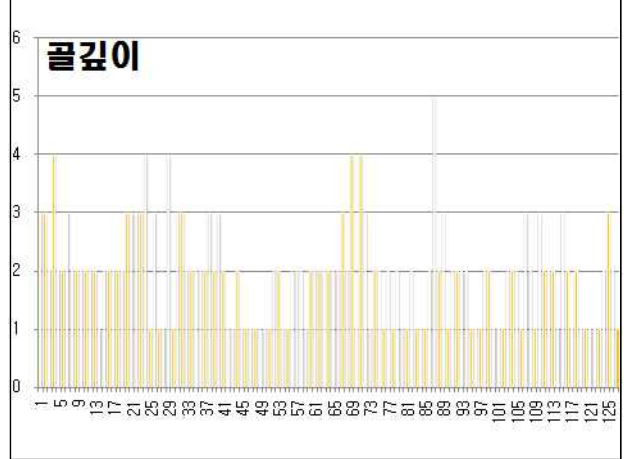
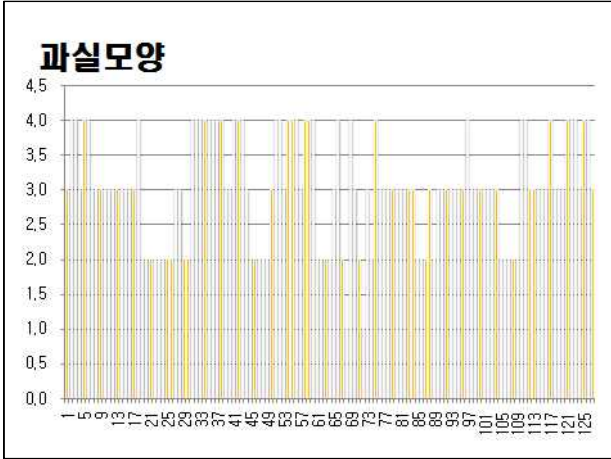


그림 3. 선발된 황색 계통들의 과실형질의 다양성

- 주황색계통 PRSDT, BG, VLTi 후대 F5 세대에서 선발한 개체들의 과실모양, 골깊이, 과실 무게, 과장, 과경의 다양성을 조사하였다(그림 4).
- 선발된 개체들의 과실모양은 2~4, 골깊이 1~4, 과실무게 105~252g, 과장 5.8~10.8cm, 과경 6.0~8.8cm로 변이가 다양하였다.

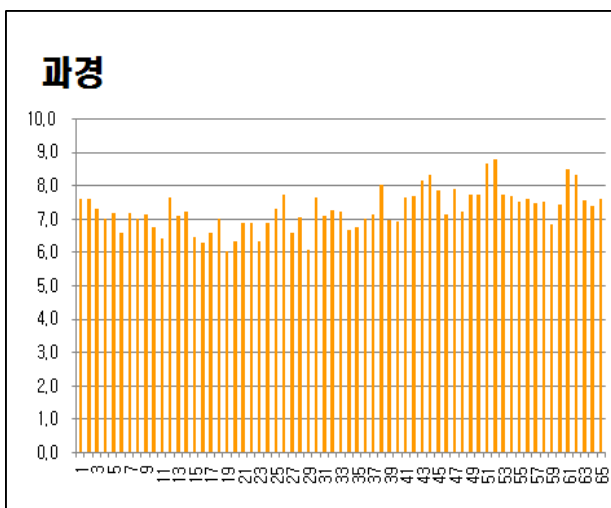
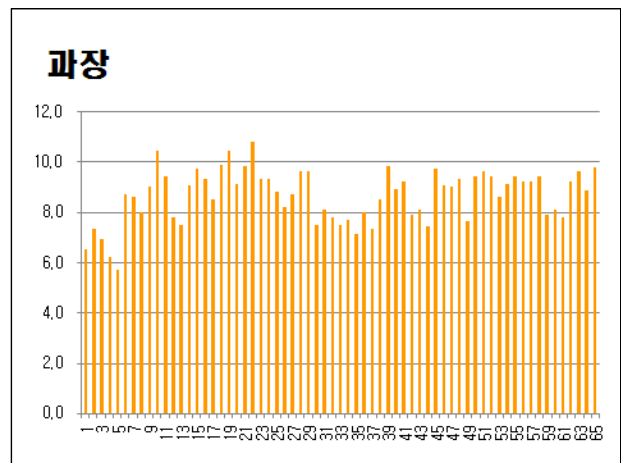
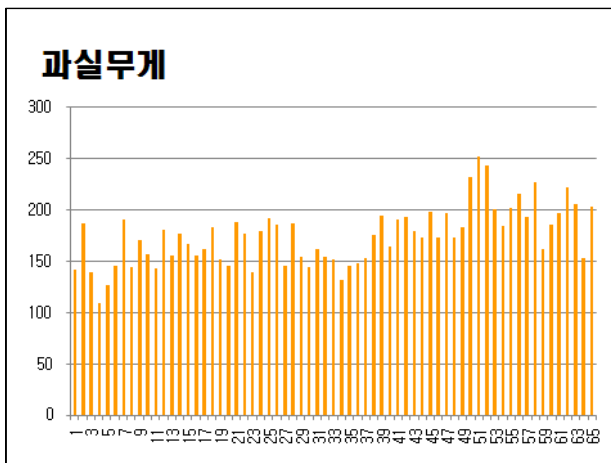
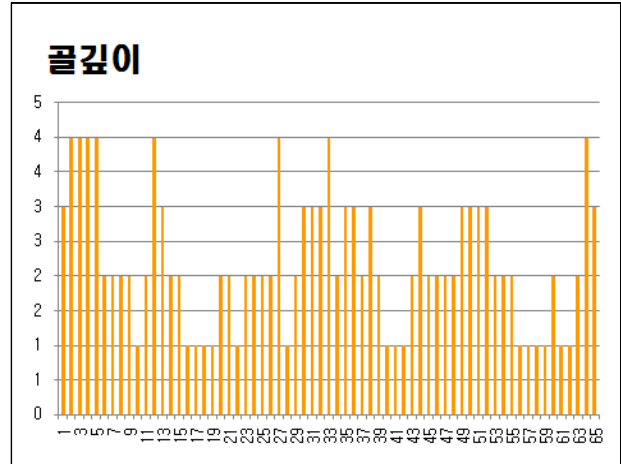
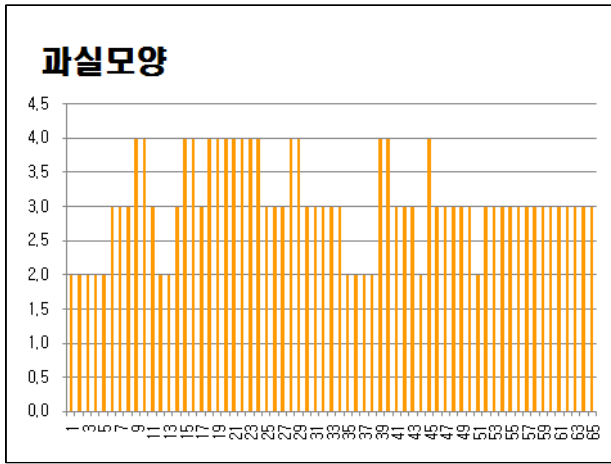


그림 4. 선발된 주황색 계통들의 과실형질의 다양성

② 2기작 재배

- 과실모양과 과실 골깊이를 적색, 황색, 주황색과의 F1과 선발계통들의 변이를 조사하였다 (그림 5). 선발계통들의 과실모양의 변이폭은 적색계통들이 가장 컸고 주황색 계통들이 작았다.
- 과실 골깊이의 변이폭은 적색계통에서 컸고 황색계통과 주황색 계통은 1~4범위에 있었다.

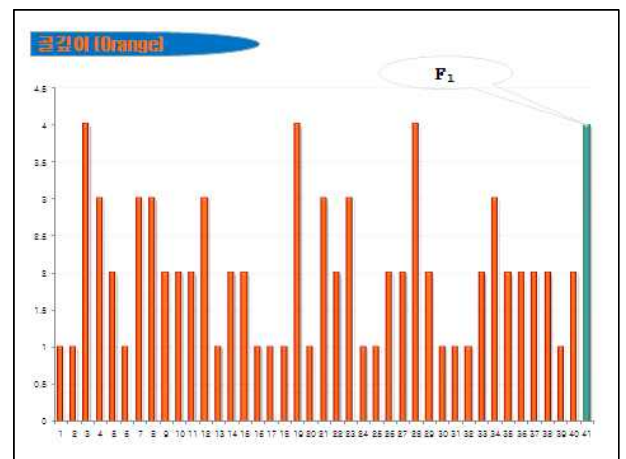
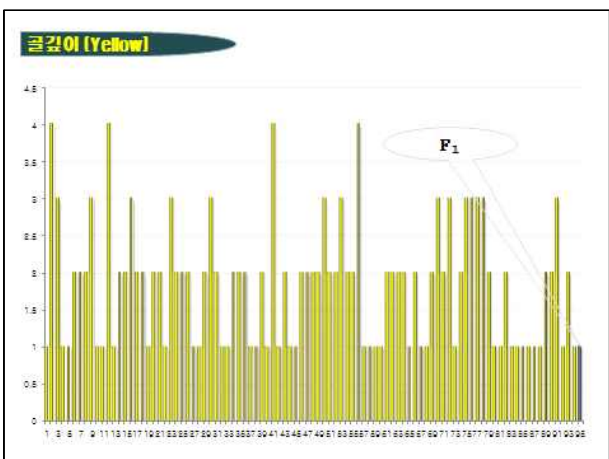
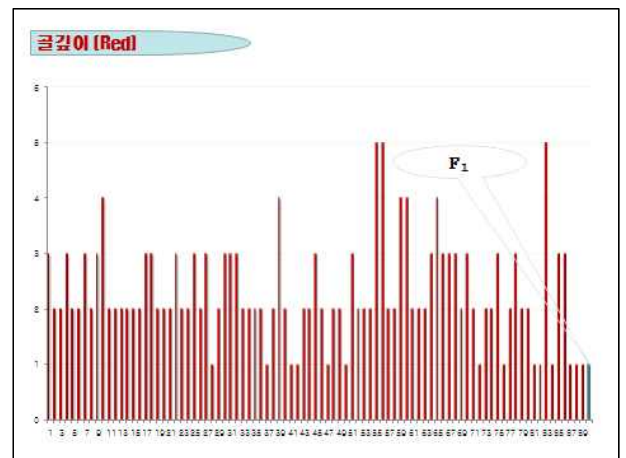
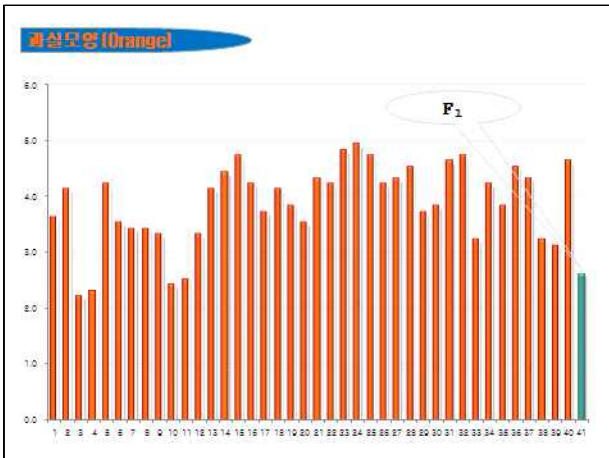
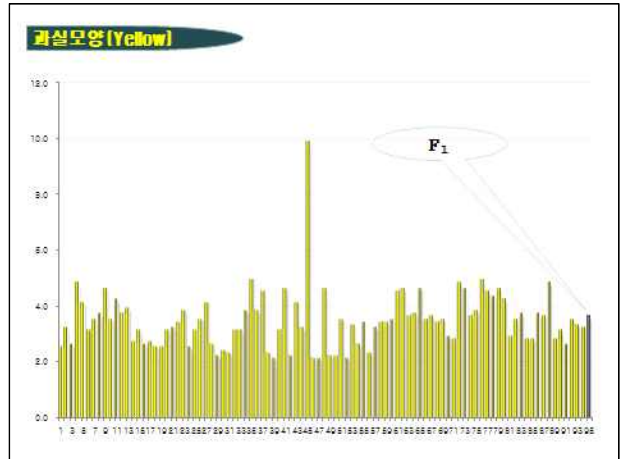
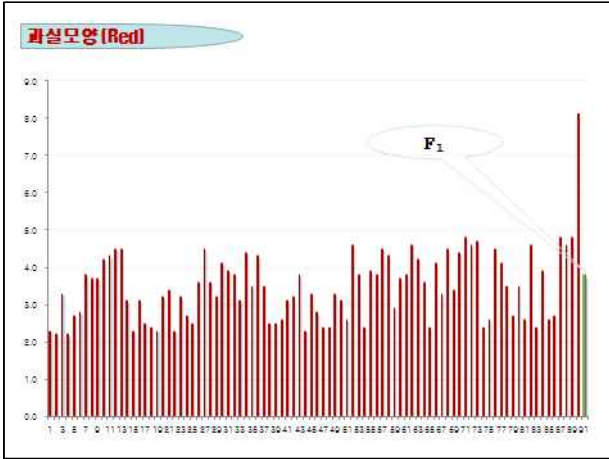


그림 5. 선발계통의 과실모양과 과실 골깊이

- 과실무게와 과장을 적색, 황색, 주황색 계통별로 F1과 선발계통들의 변이를 조사하였다 (그림 6). 선발계통들의 과실무게의 변이폭은 적색계통, 황색계통, 주황색계통 순으로 컸다.
- 선발계통들의 과장의 변이폭은 적색계통, 황색계통, 주황색계통 모두 비슷한 변이경향을 보였다.

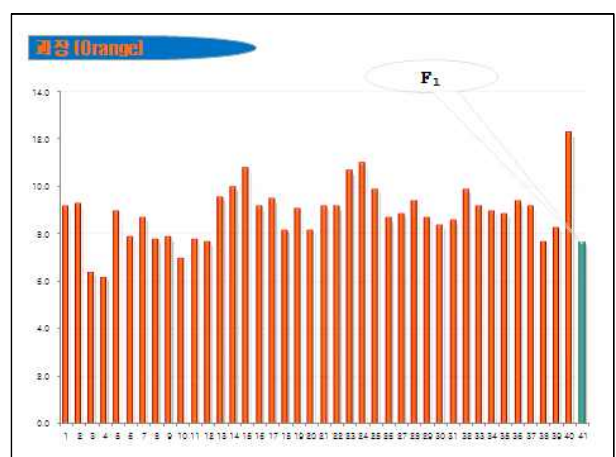
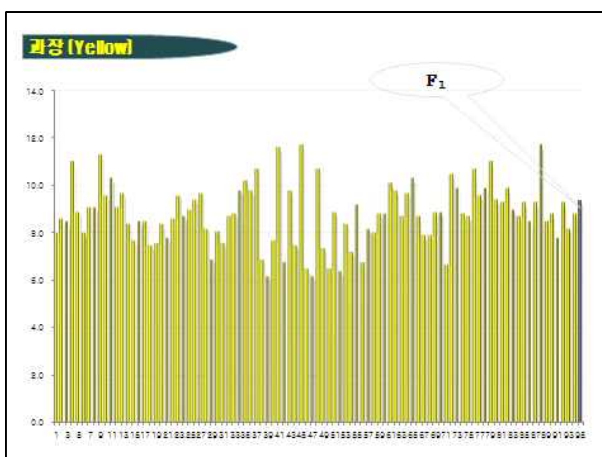
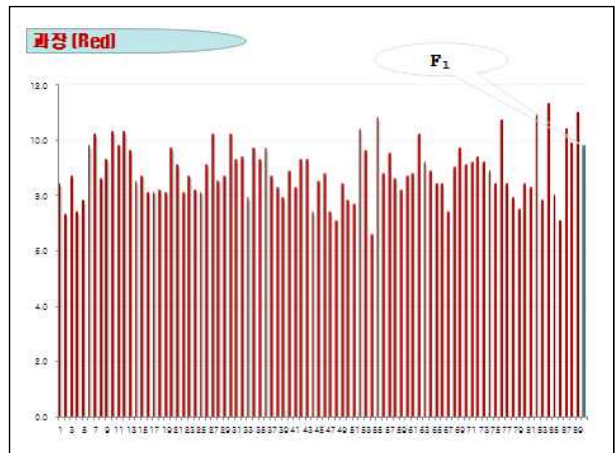
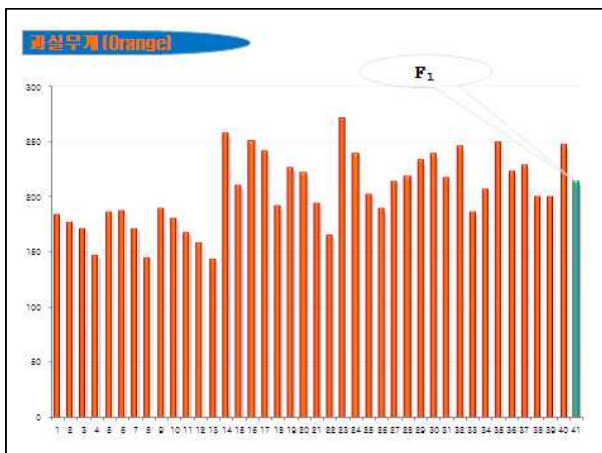
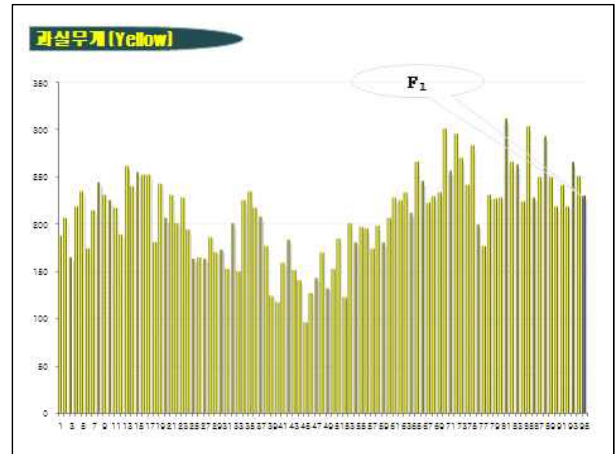
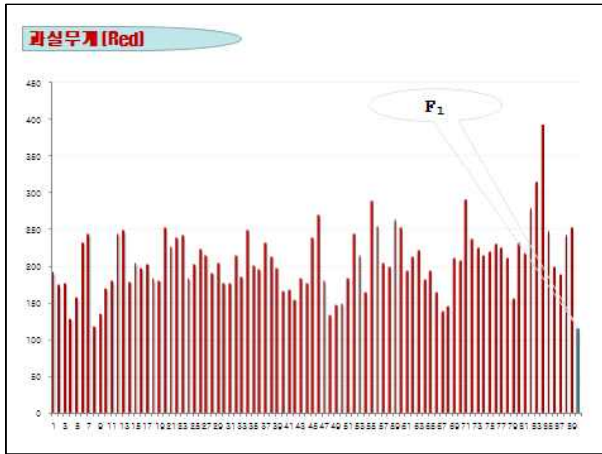


그림 6. 선발계통의 과실무게와 과장

- 과실의 과경과 과육두께를 적색, 황색, 주황색별로 F1과 선발계통의 변이를 조사하였다 (그림 7). 선발계통들의 과경의 변이폭은 적색계통의 가장 컸고, 다음이 황색계통, 주황색계통 순이었다.
- 선발계통들의 과육두께의 변이폭은 적색계통과 황색계통이 다양하였고 주황색계통은 변이폭이 좁은편이었다.

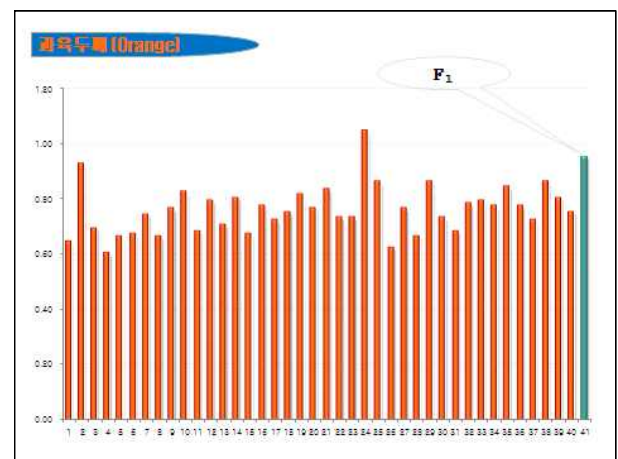
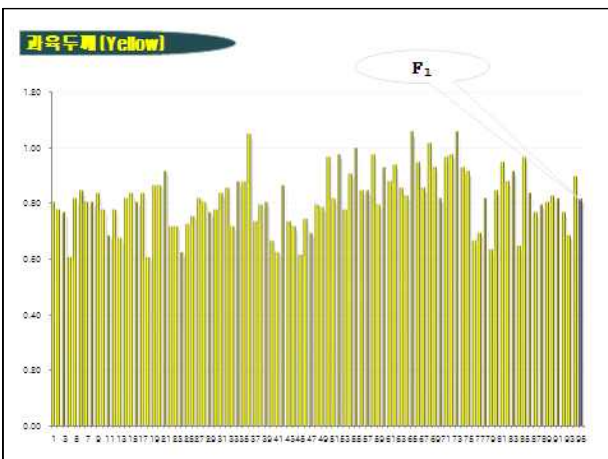
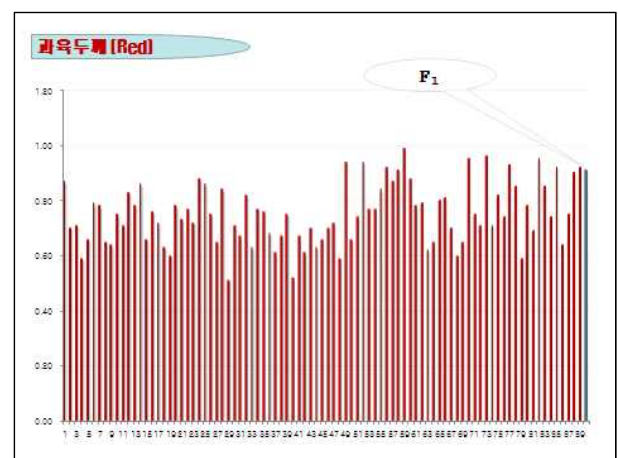
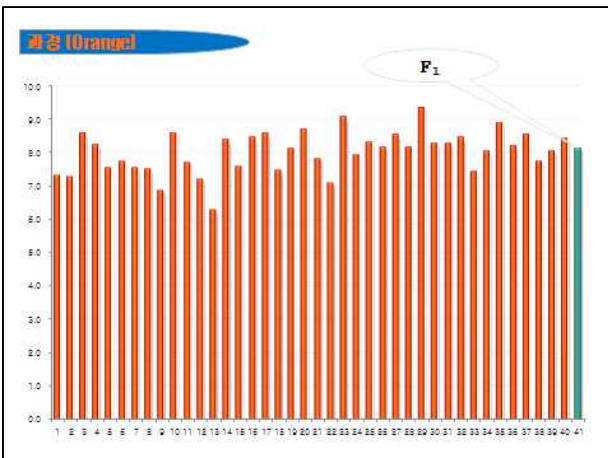
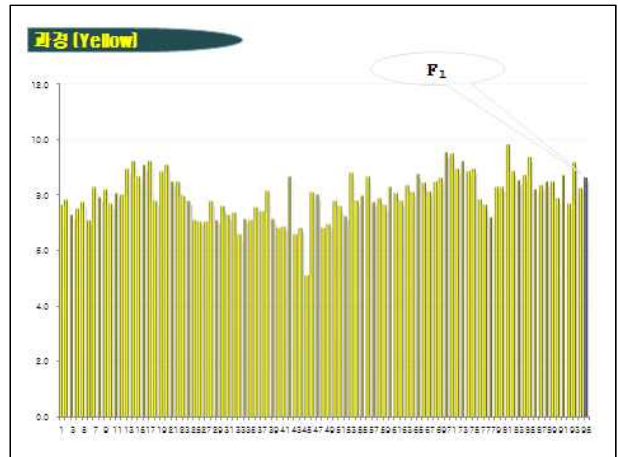
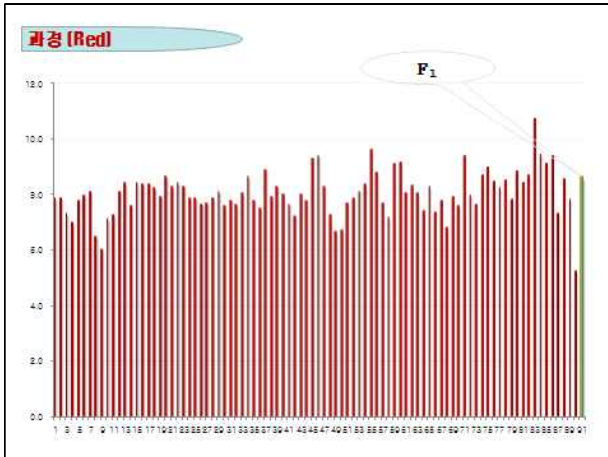


그림 7. 선발계통의 과경과 과육두께

- 착과수를 적색, 황색, 주황색과별로 F1과 선발계통들의 변이를 조사하였다(그림 8). 변이폭은 적색과, 황색과, 주황색과 모두 3~16개 정도로 개체별로 매우 컸다.

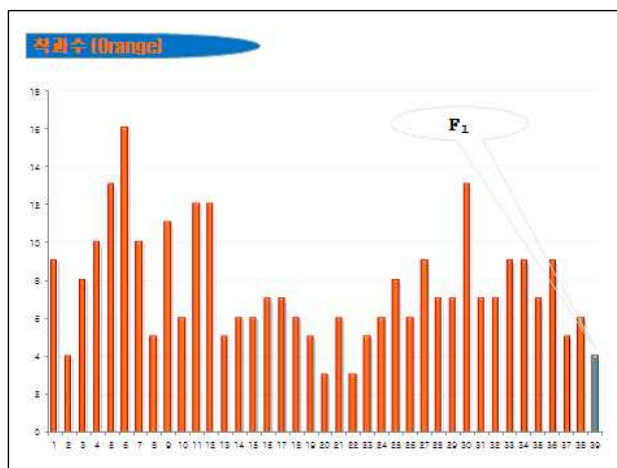
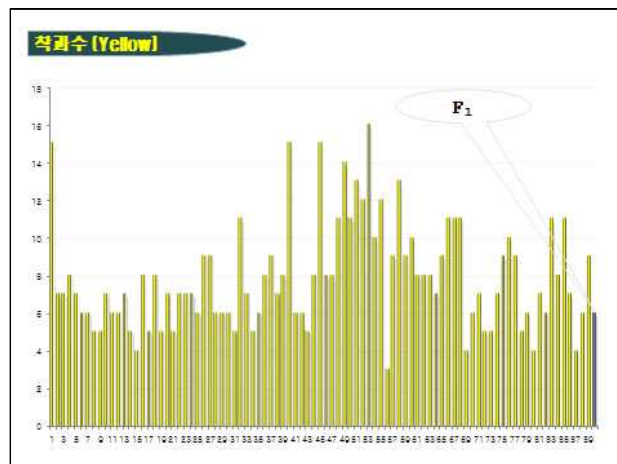
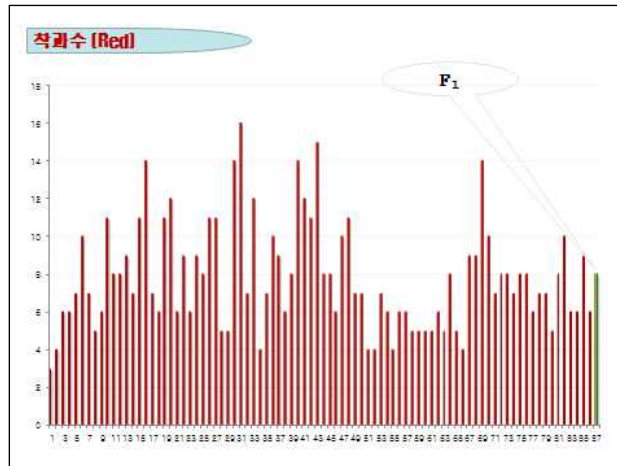


그림 8. 선발계통의 착과수

(3) 3차년도

① 1기작 재배

- 적색계통 CPR의 F₇, 황색계통 DB의 F₆, 주황색계통 VLT의 F₇ 세대에서 선발된 개체들의 과일 골깊이, 배꼽깊이, 과일무게, 꼭지길이, 과장, 과경, 과육두께, 착과수를 조사하였다(그림 2).
- 적색, 황색, 주황색 계통에서 선발된 개체들의 과일 골깊이의 변이폭은 주황색 VLT, 황색 DB, 적색 CPR계통의 순으로 컸으며, 주황색 계통은 1.0~5.0 까지 변이 폭이 매우 컸다.
- 선발된 개체들의 과일 배꼽깊이의 변이 폭은 황색 DB계통과 주황색 VLT계통이 크게 나타났고 적색 CPR 계통은 작았다.

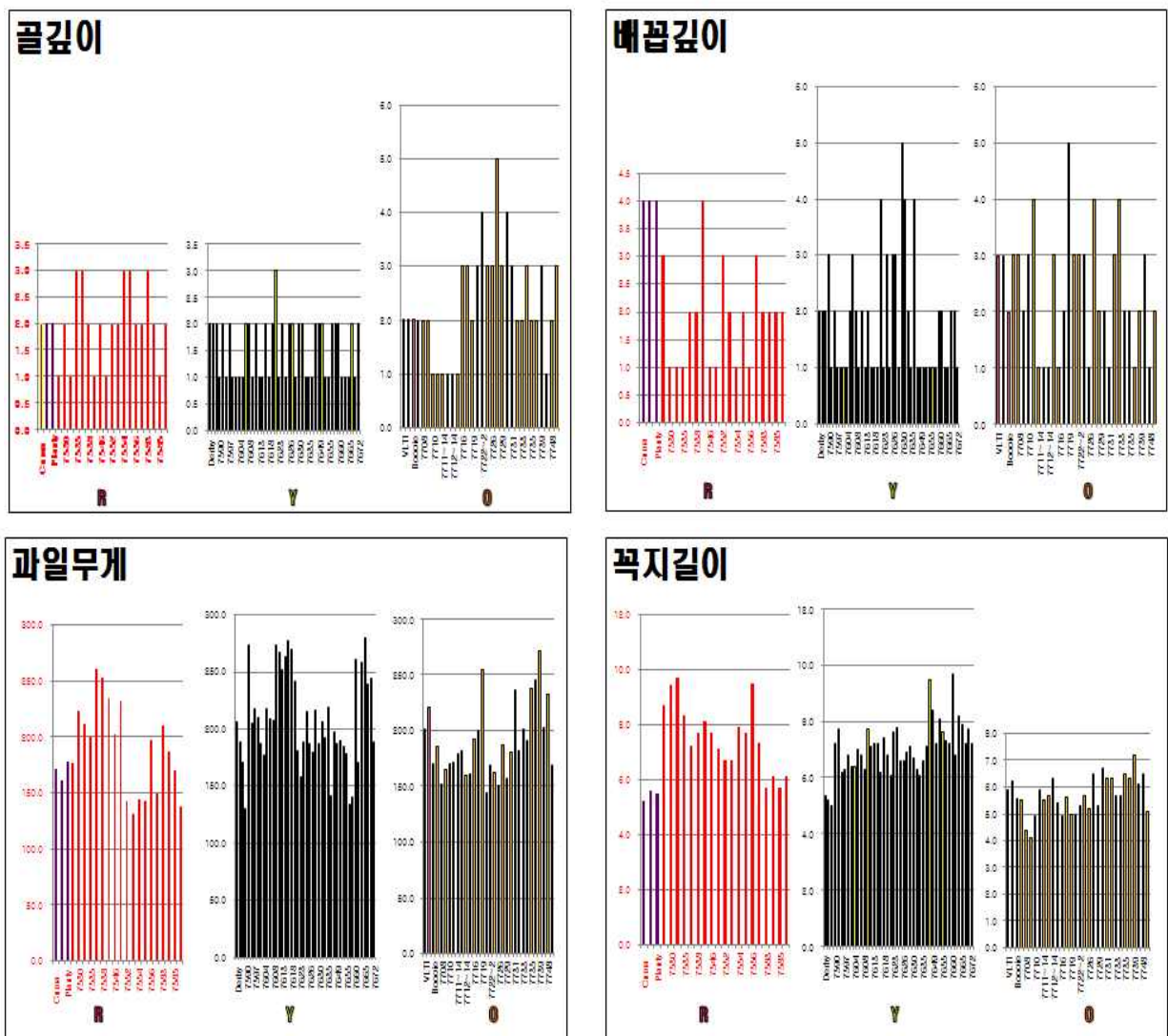


그림 2. 선발된 적, 황, 주황색 계통들의 과일 골깊이, 배꼽깊이, 과일무게, 꼭지길이

- 선발계통들의 과일무게 변이폭은 황색 DB계통이 가장 컸고, 주황색 VLTI계통, 적색 CPR계통 순으로 작았다. 적색계통이 작은 것은 적색계통 원품종의 과중이 상대적으로 황색계와 주황색계 원품종에 비해 낮아 변이폭도 작았던 것으로 사료된다.
- 선발계통들의 과일 꼭지길이의 변이 폭은 적색 CPR계통이 가장 컸고, 황색 DB계통, 주황색 VLTI계통 순으로 작았다.
- 적색 CPR의 F₇, 황색 DB계의 F₆, 주황색 VLTI계의 F₇세대에서 선발한 개체들의 과장, 과경, 과육두께, 착과수를 조사하여 유전적 변이를 보았다(그림 3).

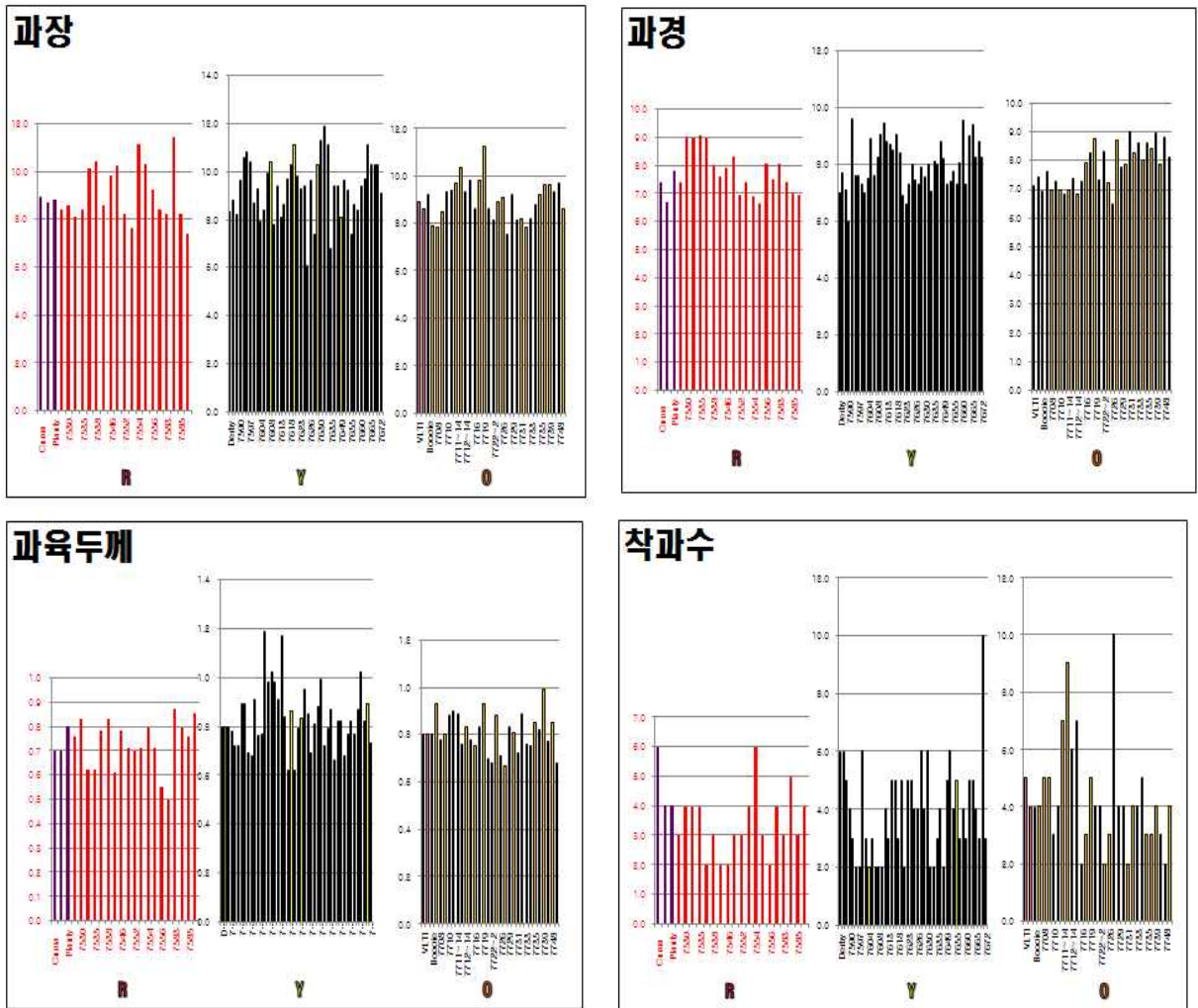


그림 3. 선발된 적,황, 주황색 계통들의 과장, 과경, 과육두께, 착과수

- 선발된 계통들의 과장의 변이 폭을 조사 한 결과 황색계 DB계통의 변이폭이 가장 컸고, 적색계 CPR, 주황색계 VLTl 순으로 작았다.
- 선발 계통들의 과경의 변이 폭은 황색계 DB계통이 컸고, 적색계 CPR과 주황색계 VLTl은 비슷한 변이폭을 나타냈다.
- 선발계통들의 과육두께는 황색계 DB 계통에서 개체간 차이가 가장 컸다. 다음으로 적색계 CPR, 주황색계 VLTl 순으로 작았다.
- 선발계통들의 착과수는 주황색계 VLTl계통이 2~10개까지 큰 변이를 보였으며, 황색계 DB, 적색계 CPR 순으로 작았다.

② 2기작 재배

- 선발한 적색, 황색, 주황색 계통 집단들의 과일특성에 대한 분포도를 비교하였다. 선발계통의 과일 광택과 꼭지깊이를 조사한 결과(그림 5.), 광택은 적색, 황색계통은 2~5로 주황색 계통 3~4보다 변이폭이 컸으며, 꼭지깊이는 황색계통이 1~5로 변이폭이 컸으나, 적색과 주황색 계통은 2~4로 그 폭이 작았다.

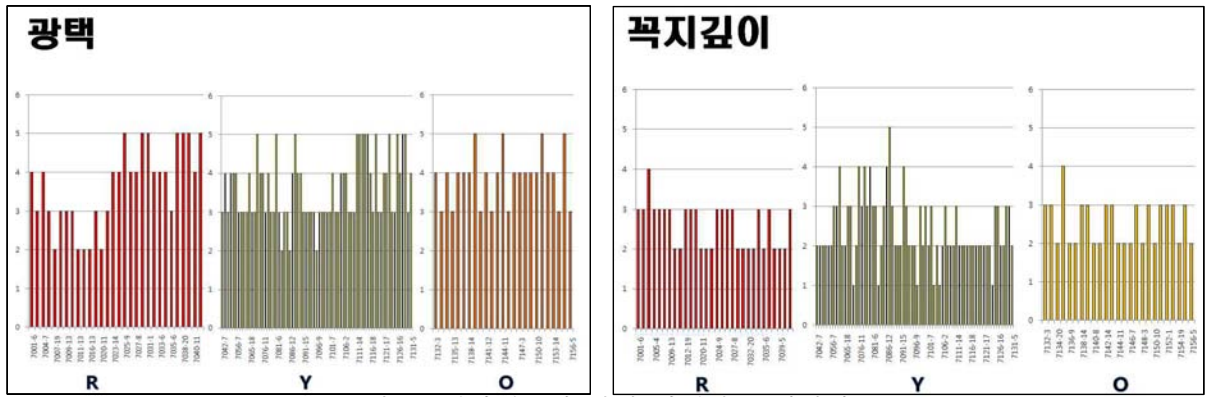


그림 5. 선발계통의 과일 광택과 꼭지깊이

- 선발계통의 과일 골깊이와 배꼽깊이를 조사하였다(그림 6). 적색계통의 골깊이는 2~3cm로 황색, 주황색 계통 2~4보다 변이폭이 적었다. 과일 배꼽깊이도 골깊이와 마찬가지로 황색과 주황색 계통에 비하여 적색계통이 작았다.

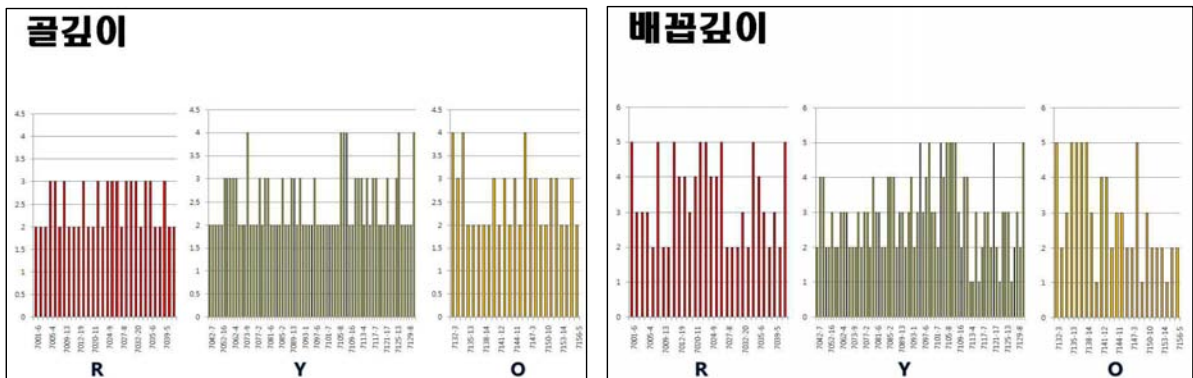


그림 6. 선발계통의 골깊이와 배꼽깊이

- 선발계통들의 과일무게 및 꼭지깊이를 색깔별로 비교하였다(그림 7). 과일무게는 황색, 주황색, 적색 계통의 순으로 크게 선발되었다. 꼭지깊이는 적색계통에 비해 황색과 주황색계통에서 다양한 변이를 보였다.

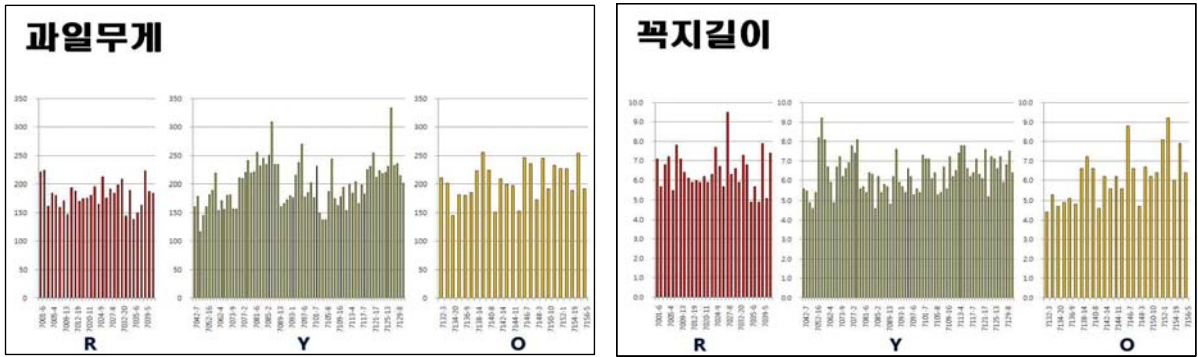


그림 7. 선발계통들의 과일 무게 및 꼭지길이

- 선발계통들의 과장 및 과경을 색깔별로 비교한 결과(그림 8), 과장은 주황색계통에서 가장 긴 개체들이 선발되었으며, 변이폭도 큰편이었다. 과경은 황색계통에서 변이 폭이 가장 컸으며, 적색계통 변이폭이 작았다.

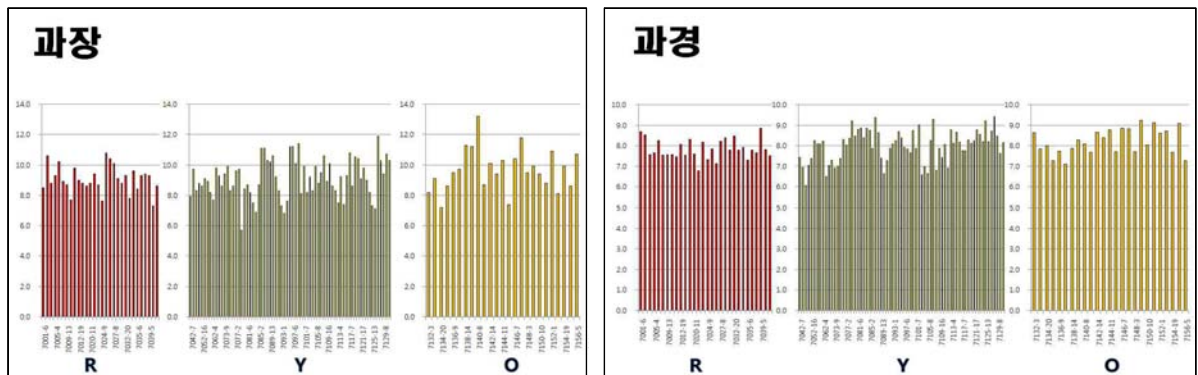


그림 8. 선발계통들의 과장 및 과경

- 선발계통들의 과육두께 및 착과수를 조사하였다(그림 9.). 과육두께의 변이폭은 황색, 주황색, 적색 계통 순으로 컸다. 착과수는 주황색계통에서 가장 많은 착과수를 가진 개체가 선발되었고, 변이폭도 큰 편이었다.

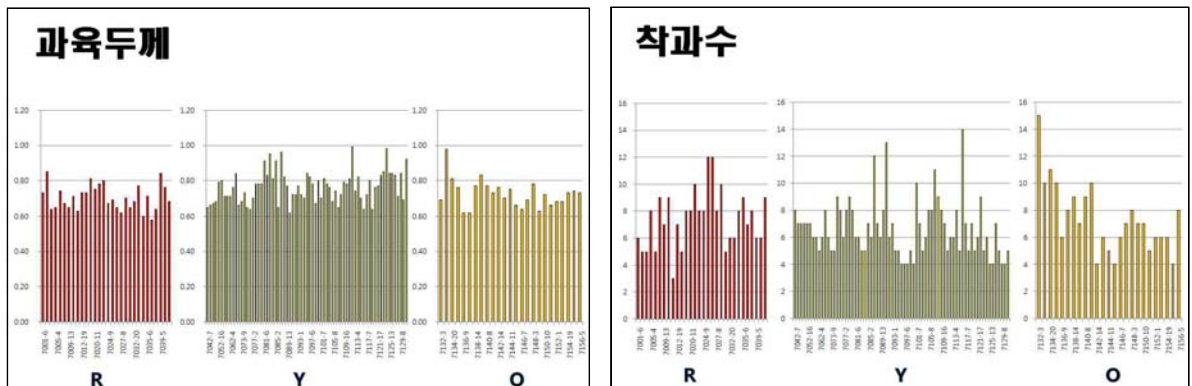


그림 9. 선발계통들의 과육두께 및 착과수

(4) 4차년도

① 1기작 재배

- 적색계통 CPR의 F₉, 황색계통 DB의 F₉, 주황색계통 VLTI의 F₉ 세대에서 선발된 개체들의 과일 모양, 골깊이, 배꼽깊이, 꼭지깊이를 조사 하였다(그림 2).
- 적색, 황색, 주황색 계통에서 선발 된 개체들의 과일모양의 변이폭은 황색계통과 적색계통이 컸으며, 주황색계통은 변이폭이 작았다.
- 선발된 계통들의 과일 배꼽깊이 변이폭은 황색계통, 주황색계통, 적색계통 모두 큰 편이었다.

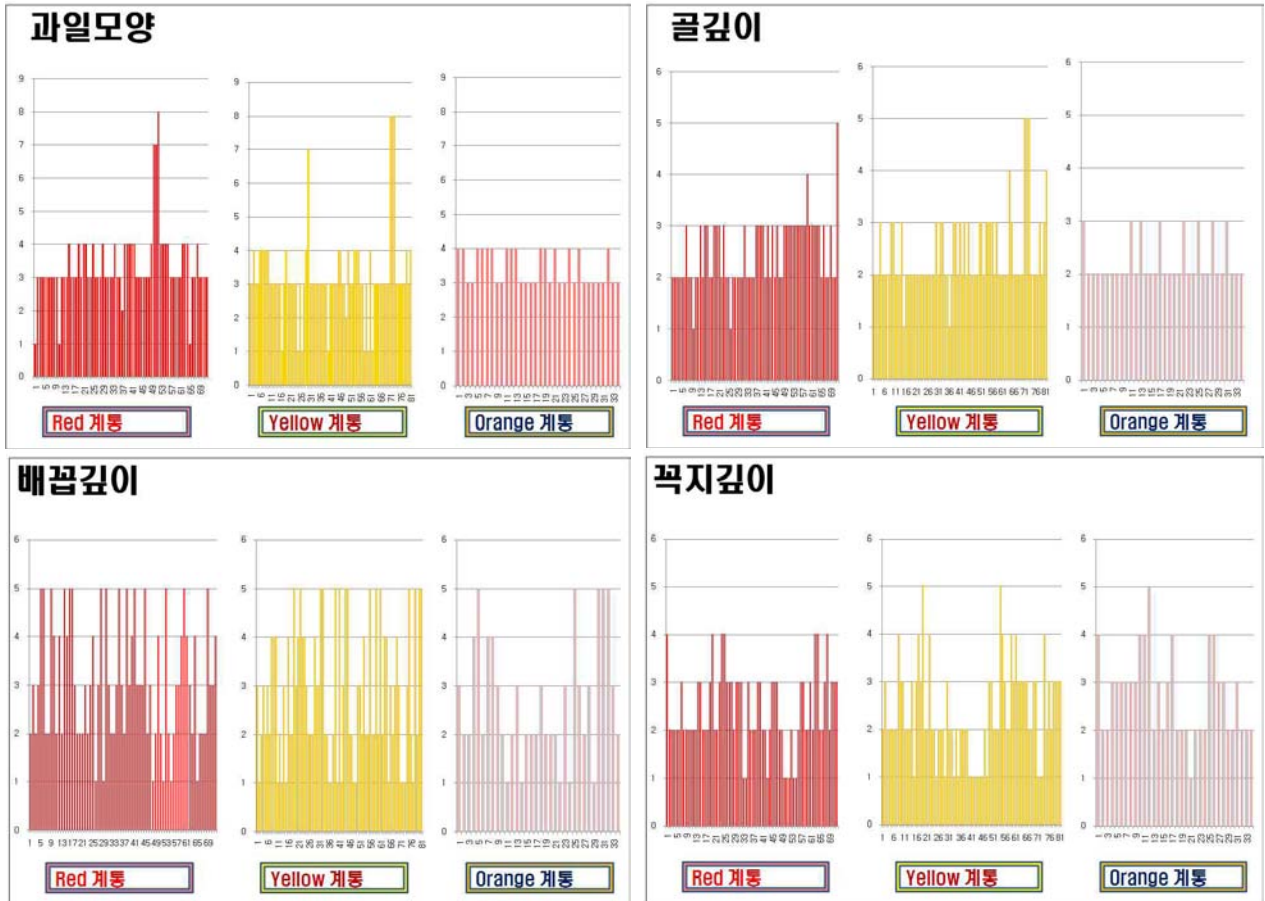


그림 2. 선발된 적, 황, 주황색 계통들의 과일모양, 골깊이, 배꼽깊이, 꼭지깊이

- 선발계통들의 과일 꼭지깊이의 변이폭은 황색계통, 주황색계통이 컸고, 적색계통은 상대적으로 작은 편이었다.
- 적색계통 CPR의 F₉, 황색계통의 DB의 F₉, 주황색계통의 VLTI의 F₉세대에서 선발한 계통들의 과일무게, 과장, 과경, 과육두께를 조사하여 유전적 변이를 보았다.

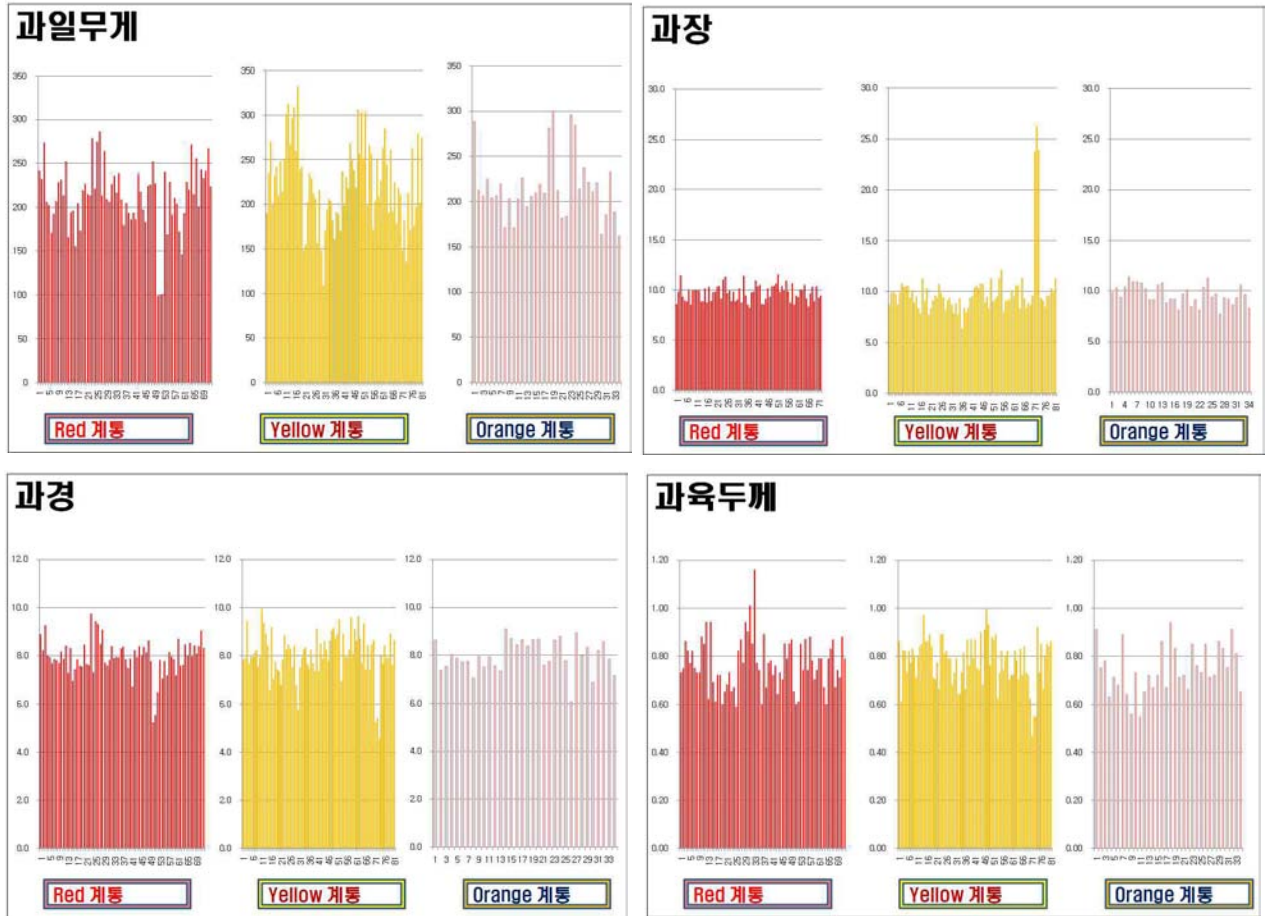


그림 3. 선발된 적, 황, 주황색 계통들의 과일무게, 과장, 과경, 과육두께

- 선발된 계통들의 과일무게의 변이폭을 조사한 결과 황색계통에서 변이폭이 가장 컸고, 적색계통, 주황색계통 순으로 변이폭이 컸다.
- 선발 계통들의 과장의 변이폭은 황색계통에서 컸고, 적색계통이나 주황색계통에서는 미미하였다.
- 선발계통들의 과경의 변이폭은 적색계통, 황색계통, 주황색계통간 큰 차이를 보이지 않았으며, 변이폭도 작은 편이었다.
- 선발계통들의 과육두께는 적색계통에서 큰 편이었으며, 황색계통과 주황색계통은 비슷한 변이폭을 나타냈다.

② 2기작 재배

- 선발한 적색, 황색, 주황색 계통 집단들의 과일특성에 대한 분포도를 비교하였다. 선발 계통의 과일 광택과 꼭지길이를 조사한 결과(그림 4.), 적색과 주황색 계통들의 골깊이의 분포는 1~5의 범위로 황색계통 골깊이 분포도 2~4보다 큰 폭의 변이성을 보였으며, 배꼽깊이는 적색, 황색, 주황색 모두 1~5의 변이폭을 보였다.

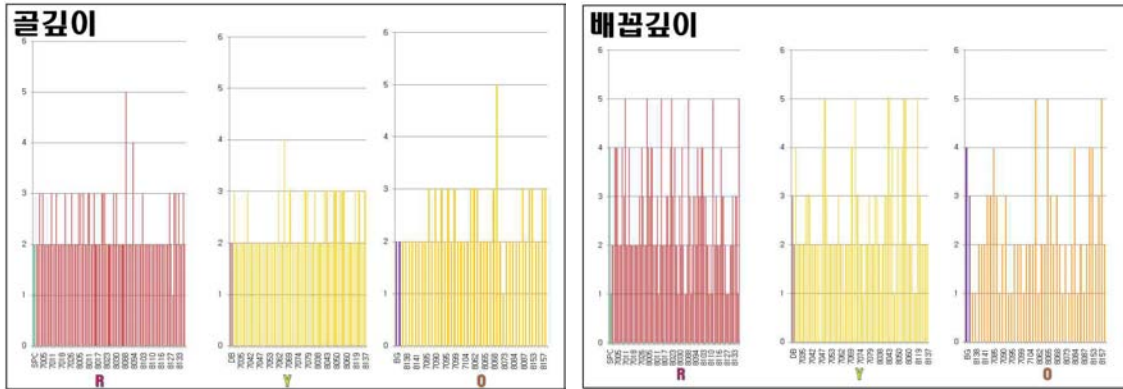


그림 4. 선발계통의 골깊이 및 배꼽깊이

- 선발계통의 과일무게와 꼭지길이를 조사하였다(그림 5). 과일무게는 황색계통 중에서 대과종이 선발되었으며, 적색계통 중에서는 소과종도 선발되었다. 꼭지길이는 적색계와 황색계가 변이폭이 큰 편이었고 주황색계는 변이폭이 작았다.

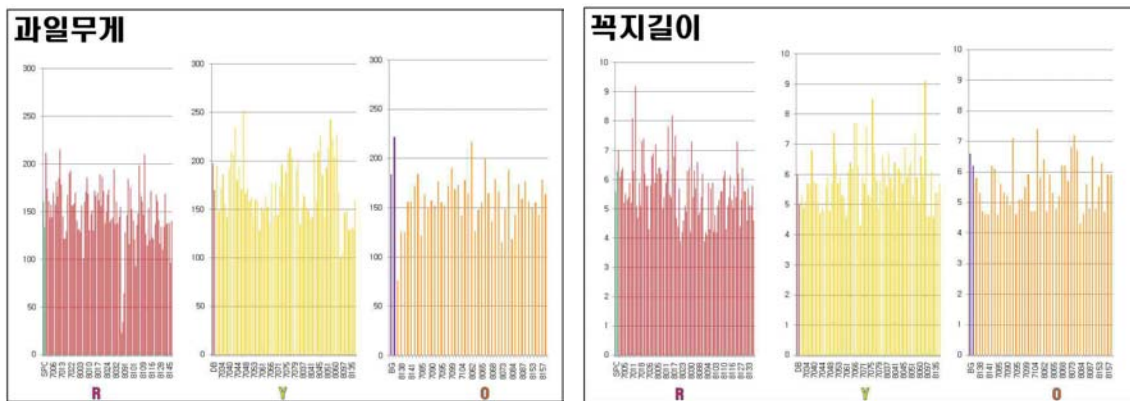


그림 5. 선발계통의 과일무게 및 꼭지길이

- 선발계통의 과장 및 과정을 조사하였다(그림 5). 선발계통의 과장의 변이폭은 황색, 주황색, 적색 순으로 컸다. 과정의 변이폭은 적색, 황색, 주황색 공히 비슷한 변이폭을 보였다.

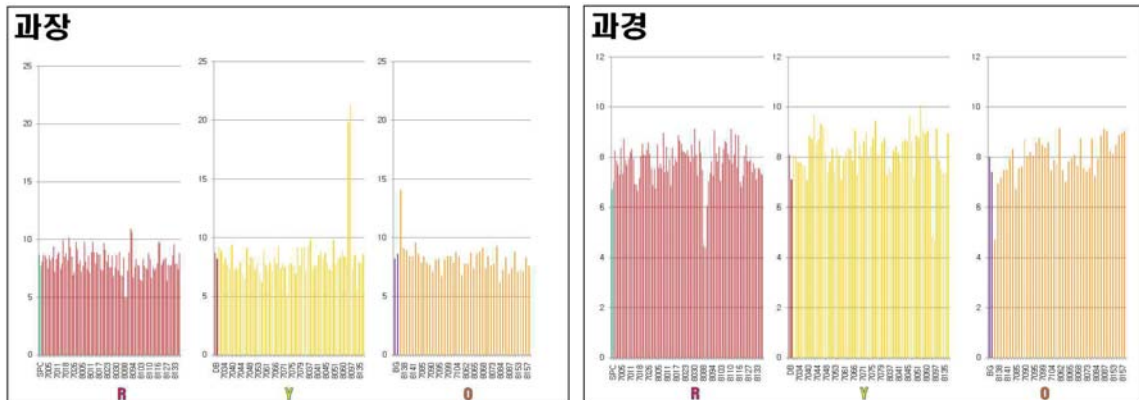


그림 6. 선발계통들의 과장 및 과정

- 선발계통들의 과육두께 및 착과수를 조사하였다(그림 7.). 과육두께의 황색계통에서 선발한 개체가 두꺼운 편이었고, 적색계통이나 주황색계통에서 선발개체의 분리양상은 비슷하였다. 착과수는 황색계통에서 많은 개체들이 선발되었고, 다음은 주황색, 적색계통 순이었다.

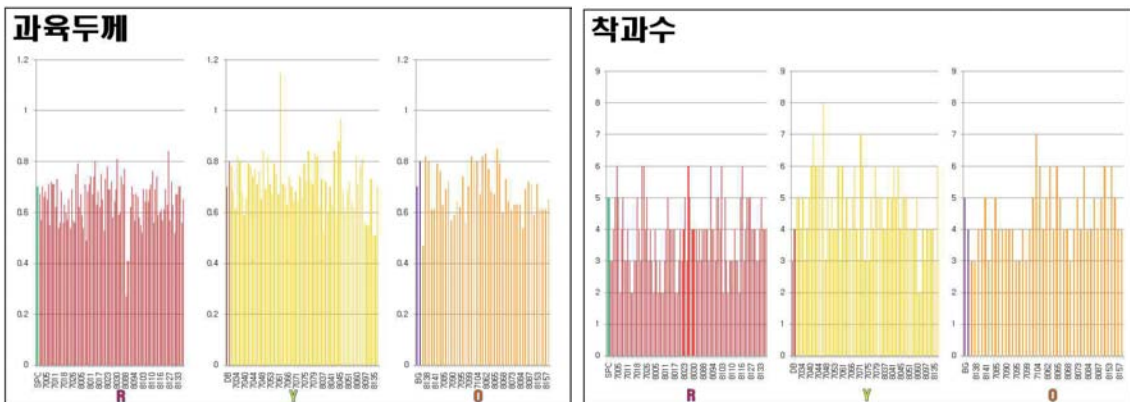


그림 7. 선발계통들의 과육두께 및 착과수

(5) 5차년도

① 1기작 재배

- 적색계통, 황색계통, 주황색 계통의 후대에서 선발된 개체들의 과실 골깊이, 배꼽 깊이, 과일무게, 꼭지길이, 과장, 과경, 과육두께, 착과수를 조사하였다.(그림1)
- 과일의 골깊이는 적색계통, 주황색계통에 비하여 황색계통에서 큰 변이를 보였다.

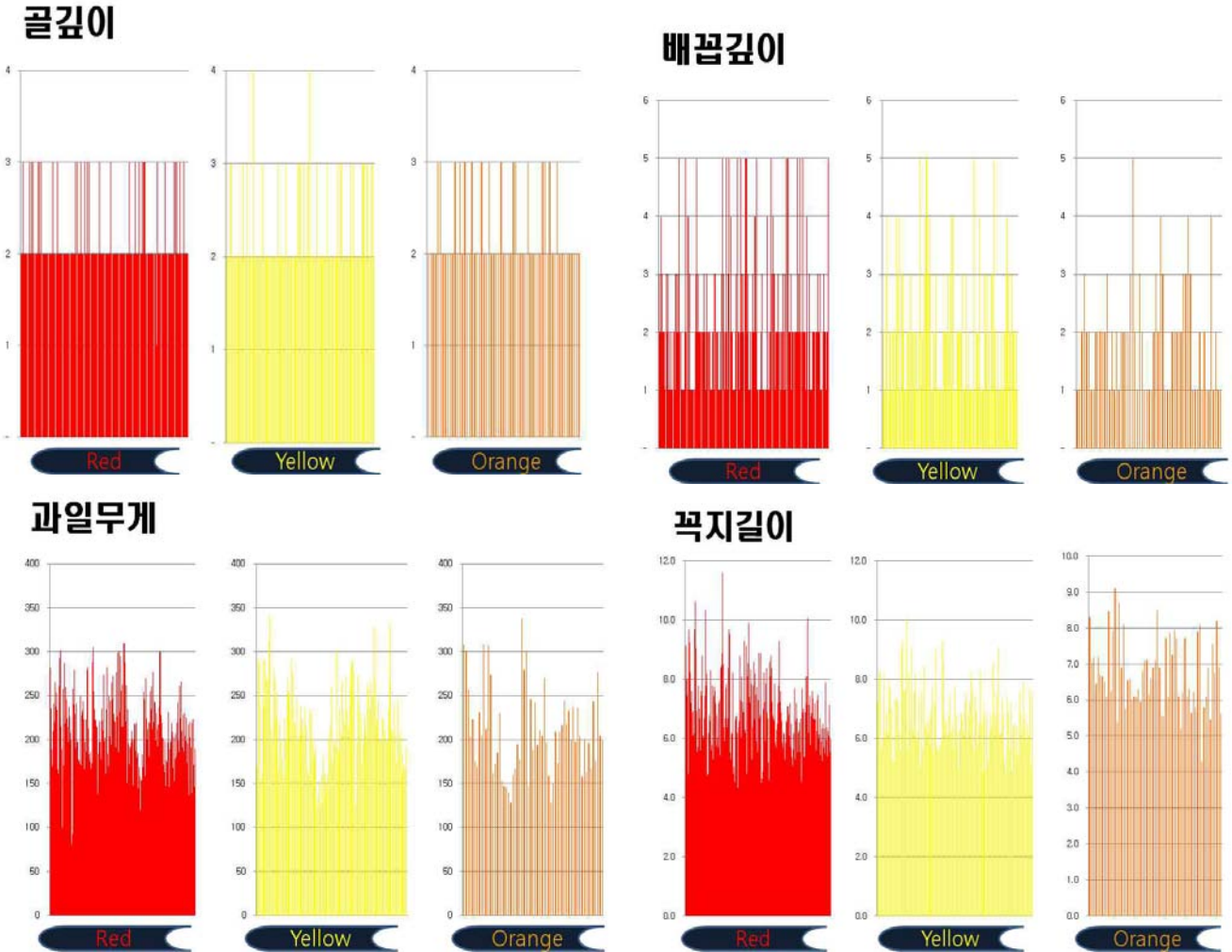


그림1. 선발된 적, 황, 주황색 계통들의 과일 골깊이, 배꼽깊이, 과일무게, 꼭지길이

- 선발된 계통들의 과일의 배꼽깊이는 적색계, 황색계, 주황색계 모두 큰편이었다.
- 선발된 계통들의 과일무게의 변이양상은 적색계, 황색계, 주황색계 모두 큰편이었다.
- 선발된 계통들의 과일무게의 변이양상은 적색계, 황색계, 주황색계가 비슷하였으나 계통 내에서는 변이폭이 큰편이었다.
- 과일의 꼭지길이는 적색계와 주황색계는 황색계에 비하여 변이폭이 큰편이었다.

- 적색계, 황색계, 주황색계에서 선발된 후대계통들에 대해서 과장, 과경, 과육두께, 착과수를 조사하였다.(그림2)
- 선발계통들의 과장은 적색계에서는 개체간 차이가 거의 없었으나 황색계와 주황색계에서는 일부 과장이 긴 개체들이 선발되었다.
- 선발계통들의 과장은 적색계, 황색계, 주황색계의 변이폭이 비슷하였다.

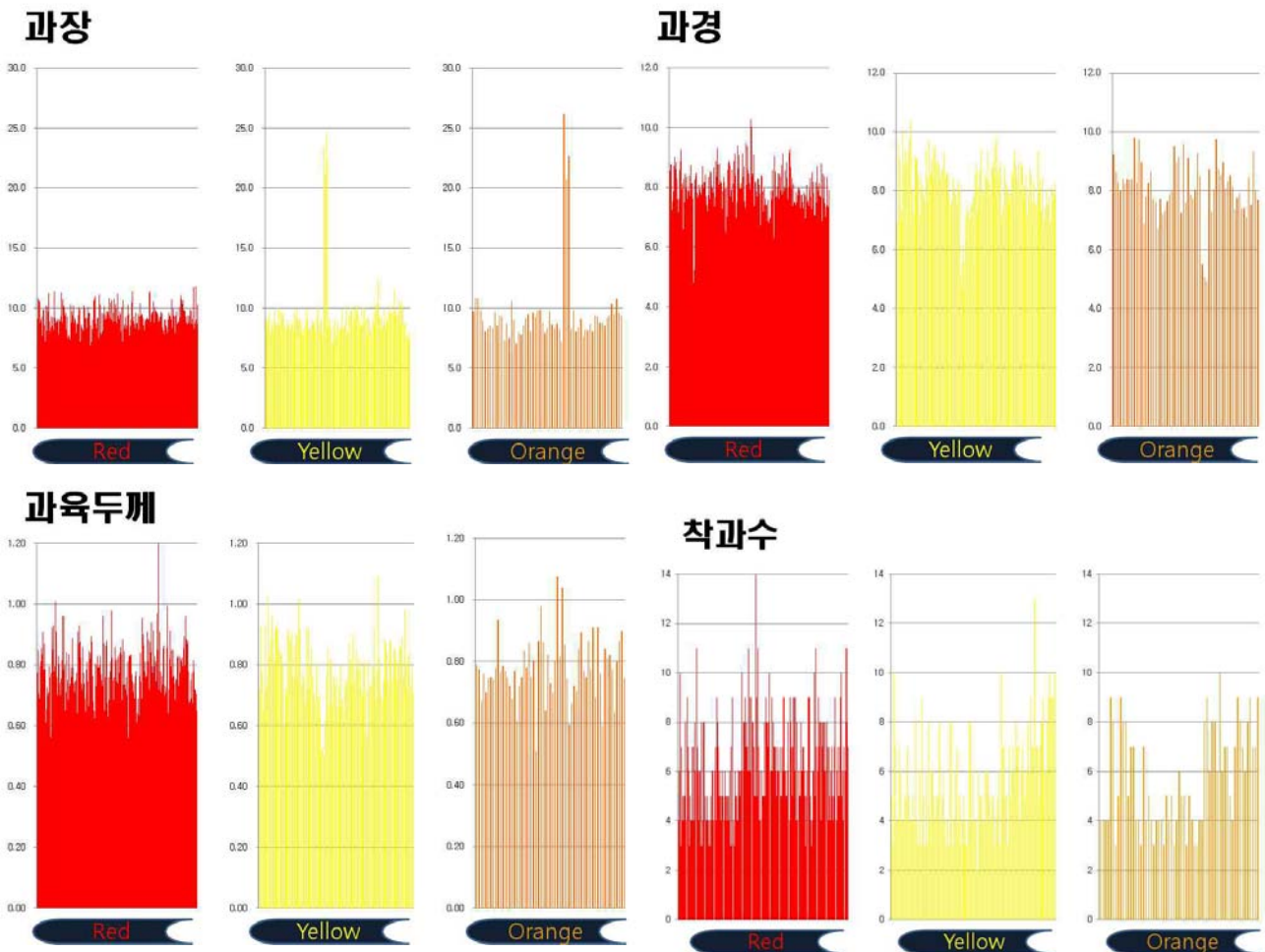


그림2. 선발된 적, 황, 주황색 계통들의 과장, 과경, 과육두께, 착과수

- 선발계통들의 과육두께는 적색계에서 소수 두꺼운 것도 있었으나 적색계, 황색계, 주황색계가 분리하는 양상은 비슷하였다.
- 선발계통들의 착과수는 적색계가 작은것에서 큰것까지 변이폭이 가장 컸고 주황색계가 변이폭이 가장 작았다.

② 2기작 재배

○ 적색계통, 황색계통, 주황색계통의 후대에서 선발된 개체들의 과일 골깊이, 배꼽깊이, 과일 무게, 과일 꼭지깊이를 조사하였다(그림1)

○ 후대계통에서 선발된 개체들의 골깊이는 적색계, 황색계, 주황색계간 변이도 적으면서 변이 폭도 적은편이었다.

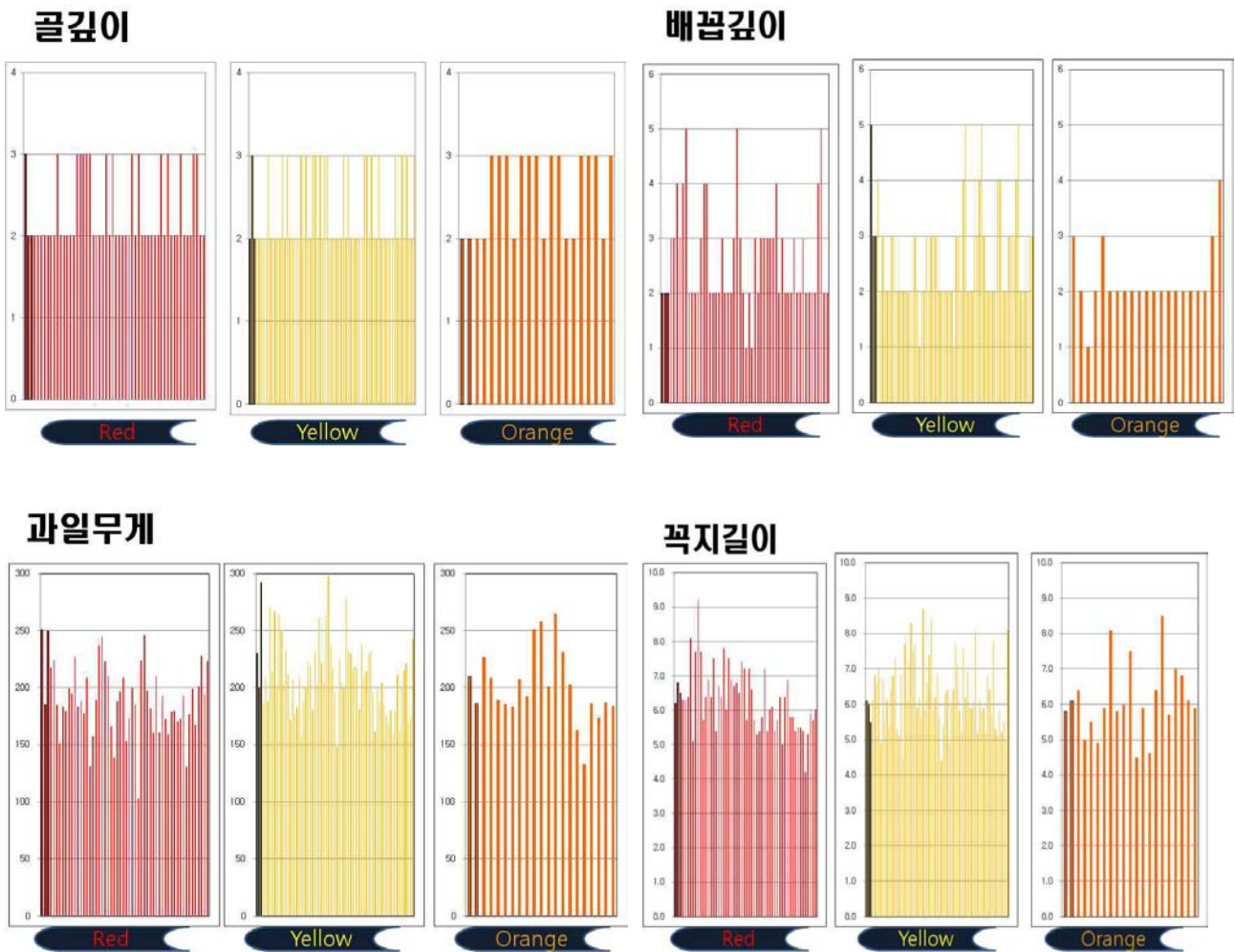


그림1. 선발된 적, 황, 주황색 계통들의 과일 골깊이, 배꼽깊이, 과일무게, 꼭지깊이

- 선발된 개체들의 후대에서 과일 배꼽깊이는 주황색계에서는 변이폭이 작은편이었으나 적색과 황색계통에서는 변이폭이 큰편이었다.
- 선발된 개체들의 과일무게는 적색계, 황색계, 주황색계 모두 변이가 심하였으며 황색계에서는 과일무게가 무거운것들이 많이 선발된 편이었다.
- 과일 꼭지깊이는 선발된 후대계통에서 적색계, 황색계, 주황색계가 분과양상이 비슷하였다.

- 적색계통, 황색계통, 주황색 계통의 분리세대에서 선발된 개체들에 대하여 과장, 과경, 과육두께, 착과수를 조사하였다.
- 선발된 후대계통의 과장의 변이양상은 적색계, 황색계, 주황색계, 모두 비슷하였다.
- 과경의 특성에서는 적색계, 황색계, 주황색계의 선발된 개체들의 변이폭과 변이양상이 모두 비슷하였다.

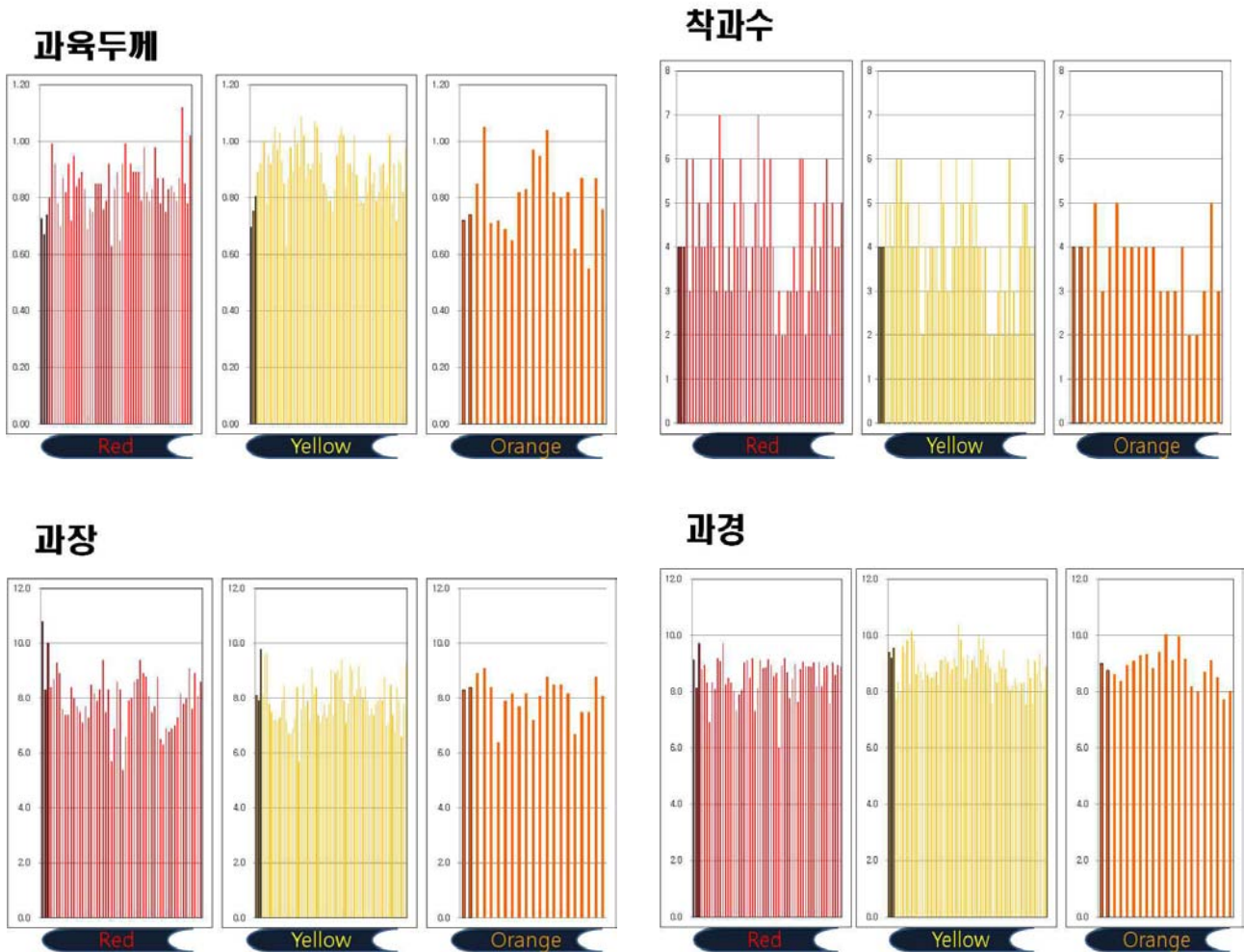


그림2. 선발된 적, 황, 주황색계통들의 과장, 과경, 과육두께, 착과수

- 선발된 개체들의 과육두께는 적색계, 황색계, 주황색계 내에서 변이가 다양하였다.
- 선발된 개체들의 착과수는 변이폭이 큰편이었으며, 그중에서 적색계가 가장 변이폭이 컸다.

3. 약배양을 이용한 순계육성

(1) 1차년도

- 품종을 육성하기 위해서는 우선 많은 순계를 육성하는 것이 필요하며 순계를 조기에 육성 하기 위해 약배양 기술이 이용되고 있다. 적색, 황색, 주황색 파프리카 14개 재배품종 후대에서 선발된 계통들에 대해 1차년도에 1기작('07. 8 ~ ' 07. 12)과 2기작('08. 2 ~ ' 08. 9)에 약배양을 실시하였다.
- 1기작에 약배양을 통하여 식물체 개체를 획득하였으며 이 중 화분검정을 통해 반수체를 제외하고 19계통을 얻었다(사진 8).

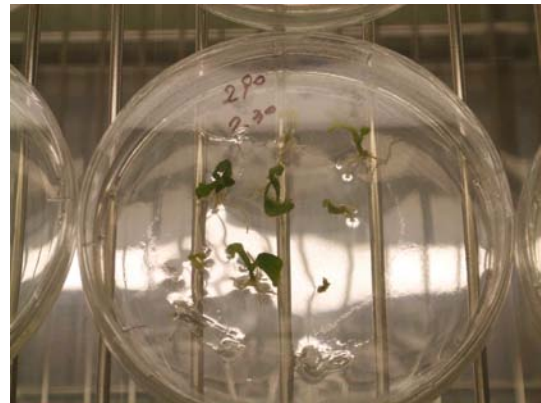
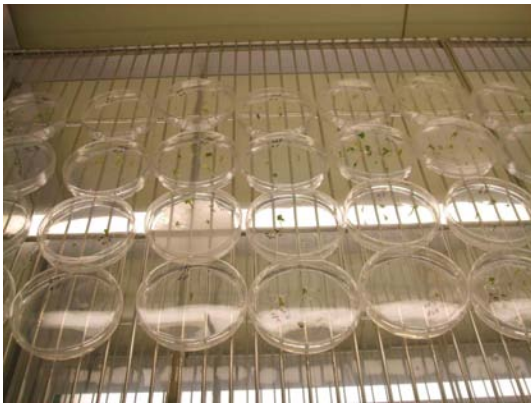


사진 8. 파프리카 약배양 후 배상체 및 식물체 발생

- 2기작에 약배양을 통하여 총 2,400개의 배상체를 얻었으며 이 중 226개체의 정상식물체를 획득하였다(표 6). 현재 배상체가 아직 식물체로 분화 중에 있다.

B.N	품종명	과색	선발장소		치상약수	배상체수	식물체수
			진주	태국			
261-263	CPR	Red	127	309,316	6,096	56	-
264-265	SPC	Red		305,308	2,856	64	2
266-267	DBL	Red	133,136		5,448	329	38
268-269	PLT	Red	21-10,21-68		2,388	37	4
270-271	MRG	Red	137,139		4,368	16	4
272	DB	Yellow	22		2,532	1	-
273-274	FEST	Yellow	149,151		3,684	13	-
275-276	MSRT	Yellow	157,156		4,008	203	33
277-278	JRS	Yellow	160,162		3,000	70	5
279-280	HSK	Yellow	164,167		2,424	44	7
281-282	FIR	Orange		397,399	2,460	272	-
283-284	PRSDT	Orange	171,174		3,144	56	8
285-288	BG	Orange	177,178	363,364	5,304	327	40
289-290	VLTI	Orange	183,184		6,504	912	85
계	14		22	8	54,216	2,400	226

표 3. 약배양 치상약수 및 식물체수

(2) 2차년도

- '08년도 9월부터 11월까지 적색, 황색, 주황색과를 가진 14개 품종 F4세대를 약배양하여 510개체의 식물체를 획득하였다(표 6).
- 약배양 효율은 계통에 따라 차이가 있었으며 생존한 개체는 '09년 5월에 농협 NH종묘센터 하우스에 재배하여 생육특성을 하고 종과를 수확 할 예정이다.

B. N	품종명	과 색	회사명	공시 계통수	치상약수	순화주수	생존주수
261-263	CPR F₄	Red	Enza	3	7,308	2	1
264-265	SPC F₄	Red	Enza	2	3,780	19	8
266-267	DBL F₄	Red	Rijk	2	8,388	122	89
268-269	PLT F₃	Red	De	2	2,124	15	12
270-271	MRG F₄	Red	De	2	4,428	8	6
272	DB F₃	Yellow	De	1	1,800	0	0
273-274	FEST F₄	Yellow	Enza	2	2,448	7	4
275-276	MSRT F₄	Yellow	Enza	2	4,176	35	23
277-278	JRS F₄	Yellow	Rijk	2	3,240	25	20
279-280	HSK F₄	Yellow	Rijk	2	1,656	9	8
281-282	FIR F₄	Orange	Syngenta	2	1,872	1	0
283-284	PRSDT F₄	Orange	Enza	2	5,904	64	43
285-288	BG F₄	Orange	Rijk	4	5,976	66	44
289-290	VLTI F₄	Orange	Enza	2	10,440	491 (4.7%)	252 (2.4%)
계	14			30	63,540	864 (1.4%)	510 (0.8%)

표 6. 약배양을 이용한 순계육성

- TSWV 저항성 계통을 육성하기 위하여 Zeraim회사의 TSWV 저항성 품종(BLS, FRT, RAT)을 이병성 재배품종인 CPR(BN 210, 211, 212, 213), DB(BN 214, 215), BG(BN 216, 217) PRSDT(BN 218, 219, 220) 품종에 교배한 F1을 자식시킨 F2를 약배양 하였다.
- F2 개체별로 TSWV 분자마커를 활용하여 저항성을 가진 개체(R형: homo 저항성, H형: hetero 저항성)만을 선발하여 정식한 후 약배양을하여 배상체를 발생시켰다(표 10).
- 22개 조합을 약배양하여 총 323개체의 배상체를 획득하였고 배상체 발상은 조합에 따라 차이가 있었으며, 배상체 발생률은 평균 0.8%였다.

B.N	교배조합	TSWV 유전형	치상약수	배상체 수	발생률(%)
210	CPR(R)×TSWV 저항성	R	3600	2	0.1
210		H	4536	0	0.0
211		R	2304	4	0.2
211		H	3492	6	0.2
212		R	1980	9	0.5
212		H	3708	27	0.7
213		R	2160	5	0.2
213		H	3132	25	0.8
214	DB(Y)×TSWV 저항성	R	1620	7	0.4
214		H	1440	2	0.1
215		R	756	1	0.1
215		H	1476	5	0.3
216	BG(OR)×TSWV 저항성	R	864	7	0.8
216		H	972	24	2.5
217		R	720	25	3.5
217		H	2160	138	6.4
218	PRSDT(OR)×TSW V 저항성	R	108	2	1.9
218		H	1944	3	0.2
219		R	1116	2	0.
219		H	1080	5	0.5
220		R	972	12	1.2
220		H	1692	12	0.7
합 계			41,832	323	0.8

※ TSWV 유전형 : R = 저항성, H = hetero형

표 10. 파프리카 약배양 후 배상체 출현율

(3) 3차년도

- TSWV 저항성 계통을 육성하기 위하여 Zeraim회사의 TSWV 저항성 품종을 이병성 재배품종에 교배한 F₁을 자식시킨 후 얻은 F₃계통을 약배양 하였다(사진. 17, 18).
- TSWV 분자마커를 활용하여 F₃개체별로 TSWV 저항성을 가진 개체만을 선발하여 정식한 후 약배양을 하여 배상체를 발생시켰다.
- 11개 조합을 약배양하여 총554개의 순화주수를 획득하였으며 이것을 농협NH종묘센터 비닐하우스에 정식 하여 151개의 착과주를 얻었다(표 8). 착과된 개체 중 농업형질을 조사하여 특성이 우수한 106개체를 선발하였다.



사진 17. 약배양 식물체 육묘



사진 18. 약배양에서 얻어진 계통

- TSWV 저항성 품종을 육성하기 위하여 TSWV 저항성 품종을 재배품종에 교배한 후대를 2010년 6월부터 총 72,324개의 약을 치상하여 1,781개의 배상체를 획득하였으며, 배상체 발생률은 2.46%였다(표 8.). 현재 배상체가 계속 출현하고 있으므로 더 많은 발생 개체를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

B.N	품종명	과 색	회사명	치상약수	순화주수	생존주수	착과주수	선발주수
210	CPR / TSWV F ₃	R	Enza/ Zeraim	3,636	16	12	6	3
211	"	R	"	5,040	33	25	13	9
212	"	R	"	7,308	64	53	17	10
213	"	R	"	6,516	97	76	17	15
214	DB / TSWV F ₃	R+Y	De/ Zeraim	3,204	33	25	8	4
215	"	R	"	3,888	22	18	2	1
216	BG / TSWV F ₃	R+OR	Rijk/ Zeraim	3,780	51	43	21	17
217	"	R+Y+OR	"	3,744	142 (3.8%)	115	36	22
218	PRSDT / TSWV F ₃	R	Enza/ Zeraim	3,060	33	26	9	8
219	"	Y+OR	"	3,204	9 (0.3%)	7	1	0
220	"	R+Y+OR	"	4,140	54	38	21	17
계	11			47,520	554 (1.2%)	438	151	106

표 8. 약배양을 이용한 순계육성

B.N	검정병	병저항성	치상약수	배상체	배상율(%)	
51	TSWV	R	648	6	0.93	
51-1	"	R	2,592	18	0.69	
51-2	"	R	1,368	22	1.61	
52	"	R	648	0	0.00	
53	"	R	3,672	7	0.19	
54	"	R	540	0	0.00	
55	"	R	1,080	4	0.37	
56	"	R	2,448	16	0.65	
57	"	R	2,592	33	1.27	
58	"	R	5,292	69	1.30	
59	"	R	3,492	61	1.75	
60	"	R	4,716	515	10.92	
61	"	R	4,716	105	2.23	
62	"	R	1,800	20	1.11	
63-1	"	R	2,952	14	0.47	
63-2	"	R	288	1	0.35	
64	"	R	2,916	27	0.93	
65	"	R	2,124	3	0.14	
66	"	R	2,880	218	7.57	
61	"	R	1,044	28	2.68	
68	"	R	2,448	67	2.74	
69	"	R	2,268	166	7.32	
70	"	R	828	1	0.12	
71	"	R	468	0	0.00	
72	"	R, H, S	1,332	36	2.70	
73	"	R	2,196	19	0.87	
74	"	R	396	0	0.00	
75	"	R	1,152	2	0.17	
76	"	R	3,636	39	1.07	
77	"		1,656	93	5.62	
78	CMV, Poty		1,260	19	1.51	
79	"		540	30	5.56	
80	"		360	13	3.61	
81	"		1,296	49	3.78	
82	"		576	11	1.91	
83	"		1,044	13	1.25	
84	"		612	10	1.63	
85	"		72	0	0.00	
86	"		432	0	0.00	
87	"		684	17	2.49	
88	"		684	25	3.65	
89	"		360	0	0.00	
90	"		216	4	1.85	
계	44		72,324	1,781	평균	2.46

표 9. 약배양을 이용한 순계육성(2010년 7월20일까지 결과)

(4) 4차년도

- TSWV 저항성 계통 및 CMV 와 Potyvirus 병에 모두 저항성인 계통을 육성하기 위하여 TSWV 이병성이면서 기존 재배되고 있는 시판품종에 Zeraim회사의 TSWV 저항성 품종을 교배한 후대와 CMV 및 Potyvirus가 동시에 들어간 후대를 약배양 하였다(사진 9, 10).

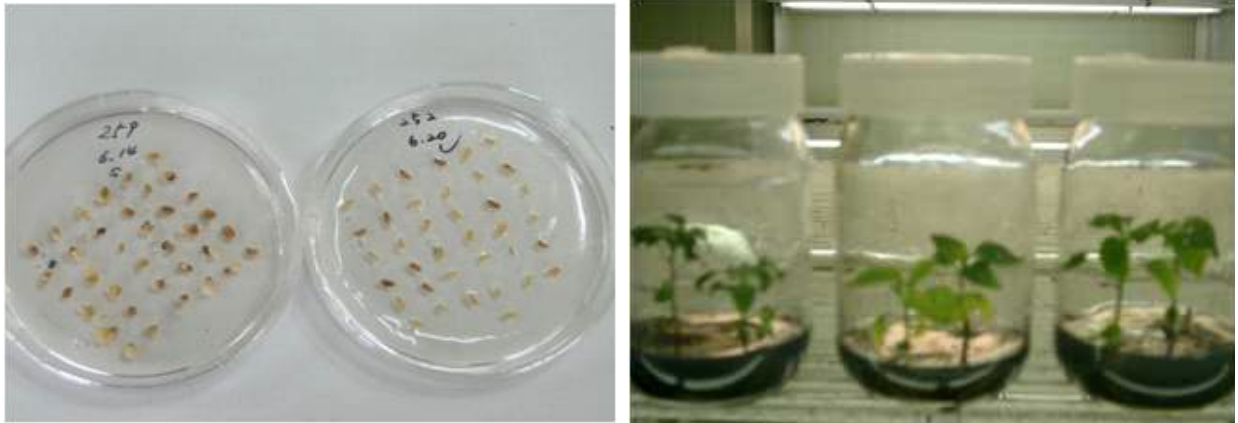


사진 9. 약배양 배상체 및 식물체 발생



사진 10. 약배양 식물체 순화

- TSWV 저항성 계통을 육성하기 위해 적색, 황색, 주황색 품종에 Zeraim회사의 저항성 품종을 교배한 F₃ 세대를 저항성 분자마커를 이용하여 저항성 개체만을 대상으로 약배양을 실시하였다(표 9). 160,923개의 약을 치상하여 순화주수 920개를 얻었으며, 최종 194개체를 채종하였다. 이들 채종된 개체는 원예적 특성을 조사하여 우수한 개체는 TSWV병 저항성 모본으로 활용하였다.
- CMV 및 Potyvirus 저항성 계통을 육성하기 위하여 CMV 및 Potyvirus 저항성을 분자마커로 선발한 후 CMV 및 Potyvirus병 저항성을 가진 개체에 대하여 약배양을 실시하였다(표 9). 총 44개의 순화주 중 원예적 형질이 우수한 21개체를 채종하였으며 이들 선발된 계통들은 CMV 및 Potyvirus 저항성 품종육성에 이용하였다.

B.N	품종명	과 색	회사명	치상약수	순화 주수	생존 주수	채종 주수
8451-55	CPR / TSWV F ₃	R	Enza/ Zeraim	25,380	53	41	13
8456	"	R	"	6,768	30	22	7
8457-59	"	R	"	24,084	81	56	17
8460	"	R	"	11,952	335	229	84
8461-63	DB / TSWV F ₃	R+Y	De/ Zeraim	25,596	39	28	2
8464	"	R	"	7,344	15	9	3
8465-67	BG / TSWV F ₃	R+OR	Rijk/ Zeraim	16,635	182	115	32
8468-71	"	R+Y+OR	"	14,832	69	58	17
8472	PRSDT / TSWV F ₃	R	Enza/ Zeraim	2,088	10	7	2
8473-74	"	Y+OR	"	6,372	30	25	4
8475-77	"	R+Y+OR	"	19,872	76	58	13
소 계				160,923	920	648	194
8478-90	CMV, POTY	R	"	17,892	44	26	21
계	12			178,815	964	674	215

표 9. 약배양을 이용한 순계육성

(5) 5차년도

- TSWV, CMV, Potyvirus병에 저항성인 순계를 육성하고자 약배양을 실시하였다.
 (표1) 약배양에 이용한 개체들은 TSWV, CMV, Potyvirus병 저항성 개체를 분자마커를 이용하여 선발한 후 저항성을 가진 개체만 약배양 하였다.

B. N	품종명	과 색	회사명	치상약수	순화주수	정식주수	채종주수
8165	Sir John 분리계(F3)	R	Hazera	2,736	62	6	5
8169	Syrus 분리계	R	"	1,440	1	0	0
8173	Vargas 분리계	R	"	3,672	228	31	0
8177	Zin 분리계	R	"	2,548	19	3	0
8316	황태극 분리계	Y	Enza	4,320	189	25	0
8320	가려 분리계	Y	"	3,132	84	11	13
8324	만적 분리계	R	"	3,204	66	20	12
8336	Huang Ma 분리계	Y	Tezier	1,656	2	15	13
8337	세기홍 분리계	R	Syngenta	3,060	9	3	1
8338	방주 분리계	R	"	2,628	16	2	0
8340	김해아 분리계	Y	"	1,260	0	0	1
8341	9002 분리계	R	Enza	2,736	5	2	1
계	12			32,392	681	118	46

표1. 약배양을 이용한 순계육성

○ 약배양에서 얻어진 개체를 포장에 전개하여 원예적 형질과 TSMV, CMV, Potyvirus, 세균성 점무늬병 저항성인 순계를 육성하였다(표2)

세대	품종명	공시번호	공시 계통 수	선발 계통 수	선발계통의 과색			비고 (내병성)
					R	Y	OR	
An	BG 등	8672-8675	4	2	0	0	2	
An	Debla 분리계통	8710-8731	22	10	6	0	4	
An	Cupra / TSWV 등	8803-8843	41	17	13	2	2	TSWV
An	Cupra / TSWV 등	9001-9185	185	77	56	13	8	TSWV CMV+Poty
An	Vargas, 만적 등	8165-8347	118	46	?	?	?	세균성 반점병, 등
	계		370	152	75	15	16	

표2. 약배양에서 얻어진 순계육성

- 총 370개체를 공시하여 원예적 형질 및 내병성 검정을 하여 106개체를 선발하였으며 이중 적색 75개체, 황색 15개체, 주황색 16개체가 선발되었다.
- 약배양에서 얻어진 개체를 포장에서 특성조사하여 원예적 형질이 우수하고 내병성을 가진 개체를 선발하였다. 이들 순계는 F1품종을 만드는 재료로 활용할 예정이다(사진1)



사진1. 약배양에서 얻어진 적,황,주황색 순계

4. 분자마커를 활용한 계통육성

가. GMS 음성불임성 계통선발

(1) 2차년도

- 1-3 세부과제 (주)고추와 육종에서 개발한 GMS마커를 이용하여 GMS hetero형을 선발하였다(표 3). 조사된 74개체 중 GMS hetero형과 homo형이 51:23개체였으며 이중 hetero형을 선발하여 GMS 품종육성을 위한 재료로 활용하였다.
- 적색과인 MRG F₅, 황색과인 DB F₄, FEST F₅, HSK F₅ 및 F₄ 세대 등 18개의 분리 계통들에 대하여 DNA 밴드검사를 하여 GMS 유전형질을 구분하였다.

품종명	계통수	B.N	개체번호	GMSP	GMS 분석결과			비고
					조사개체 수	H	F	
MRG F ₅	3	4155	9	F	4	3	1	
		4158	24	H	4	3	1	
		4159	15	H	5	4	1	
DB F ₄	5	4184	5	H	4	3	1	
		4185	12	F	4	2	2	
		4186	2	H	4	4	0	
		4188	16	F	4	1	3	
		4189	18	H	4	3	1	
FEST F ₅	4	4196	25	H	5	5	0	
		4200	26	H	4	4	0	
		4202	14	H	4	3	1	
		4204	22	H	4	4	0	
HSK F ₅	5	4234	19	H	4	2	2	
		4236	26	F	4	0	4	
		4238	13	H	4	3	1	
		4243	29	F	4	3	1	
		4245	23	F	4	2	2	
HSK F ₄	1	4249	9	H	4	2	2	
	18				74	51	23	

표 3. 공시계통의 GMS마커를 이용한 선발

(2) 3차년도

① 1기작 재배

- 1-3 세부과제 (주)고추와 육종에서 개발한 GMS마커를 이용하여 GMS hetero형을 선발하였다(표 3). 조사된 36개체 중 GMS hetero형과 homo형이 18:16개체였으며 이중 hetero형을 선발하여 GMS 품종육성을 위한 재료로 활용할 예정이다.
- 황색과인 DB F₆, FEST F₇, HSK F₇ 등 36개의 분리계통들에 대하여 DNA 밴드검사를 하여 GMS 유전형을 구분하였다.

품종명	계통수	B.N	개체번호	GMSP	GMS 분석결과			비고
					조사개체 수	H	F	
DB F ₆	3	7615	6	H	4	2	2	
		7616	16	H	4	0	3	S-1
		7619	17	H	4	2	2	
FEST F ₇	4	7625	17	H	4	2	2	
		7628	14	H	4	3	1	
		7633	16	H	4	2	2	
		7635	8	H	4	2	2	
HSK F ₇	2	7674	22	H	4	2	2	
		7687	6	H	4	3	0	S-1
계	9				36	18	16	2

표 3. 공시계통의 GMS분자마커를 이용한 선발

② 2기작 재배

- 제 1-3 세부과제 (주)고추와 육종에서 개발한 GMS웅성불임성 분자마커를 이용하여 GMS hetero형을 선발하였다(표 5). PLT 등 10품종의 후대에서 선발한 72계통 1,358개체에 대하여 DNA 밴드검사를하여 GMS유전형을 구분하였다. 총 1,358개체 중 가임형이 1,007개체, 불임형이 351개체였다.
- 가임형은 후대에서 밴드검사를 하여 hetero형을 찾아 웅성불임을 이용한 F₁ 채종에 이용할 계획이다.

품종명	계통수	B.N	가 임	불 임	조사개체수
PLT	19	7043-7073	288	85	373
JRS	14	120-139	211	62	273
BG	6	169-174	80	34	114
DLA	3	198-200	51	0	51
PAT	2	217-218	23	2	25
ALT	1	245	15	0	15
HRG	4	7034-7038	41	33	74
DB	12	7079-7095	149	74	223
FEST	8	101-111	115	44	159
HSK	3	149-151	34	17	51
소 계	72		1,007	351	1,358

표 5. 분자마커를 이용한 GMS 웅성불임성 계통선발

(3) 4차년도

- (주)고추와 육종에서 개발한 GMS 융성불임 분자마커를 이용하여 GMS hetero형을 선발 하였다(표 3).
- 총 10개 품종에서 유래한 후대 72계통을 조사하였다. 조사한 1,358개체 중 가임인 것이 1,007 개체, 불임인 것이 351개체였다. 이 중 hetero개체는 F1 종자 생산 시 모본으로 사용할 예정이다.

품종명	계통수	B.N	가임	불임	조사개체 수
PLT	19	7043-7073	288	85	373
JRS	14	120-139	211	62	273
BG	6	169-174	80	34	114
DLA	3	198-200	51	0	51
RAT	2	217-218	23	2	25
ALS	1	245	15	0	15
HRG	4	7034-7038	41	33	74
DB	12	7079-7095	149	74	223
FEST	8	101-111	115	44	159
HSK	3	149-151	34	17	51
소 계	72		1,007	351	1,358

표 3. 공시계통의 GMS융성불임성 분자마커를 이용한 개체선발

나. 내병성 계통선발

(1) 2차년도

① 1기작 재배

㉔ F₁ 품종의 TMV 바이러스 저항성 유전형

- 1-4 세부과제 서울대학교에서 개발한 TMV 저항성 DNA마커를 이용하여 TMV 저항성에 대한 유전형 분석결과 R:H:S 유전형이 2:12:3 품종의 비율로 나타났다.
- 후대에서 TMV 저항성 유전형이 R형이거나 S형은 후대에서 선발 할 필요가 없으나 H형은 후대에서 계속 분리하므로 DNA 마커를 이용하여 저항성 개체를 선발 할 예정이다.

B.N	구분	원품종	회사	과색	TMV 마커 유전형
4002	F ₁	Special	Enza		H
4004	F ₁	Debla	Rijk		H
4006	F ₁	BO42	Bo		S
4007	F ₁	1475	Clause		S
4008	F ₁	P394	Clause		S
4009	F ₁	PO5162	Clause		R
4010	F ₁	Angel	Clause		H
4011	F ₁	Mitico	Clause		H
4012	F ₁	Derby	De		H
4015	F ₁	Jirisan	Rijk		H
4017	F ₁	Fiero	Syngenta		H
4018	F ₁	BO97	Bo		H
4019	F ₁	BO35	Bo	분리	H
4020	F ₁	President	Enza		H
4021	F ₁	Boogie	Rijk		H
4025	F ₁	Gandal	Enza		R
4028	F ₁	Easy	Seminis		H
		17		R : H : S	3 : 12 : 3

표 4. F₁ 품종의 TMV마커 유전형

- TMV마커 유전형이 R형인 품종은 PO 5162와 Gandal이었고 이 2개의 품종은 교배모본으로 이용한 양친이 모두 TMV 바이러스 저항성인 것을 이용하였음을 알 수 있었다.
 - TMV마커 유전형이 H형인 품종들은 Special, Debla, Angel, Mitico, Derby, Jirisan, Fiero, BO97, BO35, President, Boogie, Easy 등이었으며 이들 품종들은 두 개의 양친 중 1개가 저항성 모본을 이용함을 알 수 있었다.
 - TMV마커 유전형이 S형을 나타낸 BO42, 1475, P394 품종은 F₁이 TMV 바이러스에 이병성을 나타낸 것으로 보아 교배에 이용한 양친이 모두 TMV 바이러스에 이병성이었음을 예측할 수 있었다.
- ㉕ TMV 저항성 개체선발

공시번호	원품종	과 색	계통수	선발개체 수	TMV 마커 유전형		
					R	H	S
4101	파-577	R	1	2			2
4102	파-461	R	1	2			2
4104	B-R-1 F ₆	R	3	9	9		
4110	B-R-2 F ₆	R	3	12	4	3	5
4121	SPC F ₅	R	5	18	9		9
4135	SPC F ₄	R	1	4	4		
4136	CPR F ₅	R	8	9	4	1	4
4144	DBL F ₅	R	4	10	10		
4154	MRG F ₅	R	5	16	16		
4163	9253 F ₅	R	3	4	4		
4166	PLT F ₄	R+Y	9	30	30		
4183	DB F ₄	Y	6	22	11	5	6
4191	B-Y-1 F ₆	Y	2	3	3		
4193	FEST F ₅	Y	11	25	22	1	2
4208	MSRT F ₅	Y	6	9	7		2
4214	JRS F ₅	Y	9	22	9		13
4234	HSK F ₅	Y	7	22	6	4	12
4249	HSK F ₄	Y	5	8	8		
4262	B-O-1 F ₆	OR	5	10	10		
4268	PRSDT F ₅	OR	6	12	4	3	5
4276	BG F ₅	OR	4	14	14		
4289	VLTl F ₅	OR	16	28	28		
4310	BLS F ₃	R	2	3	1		2
4312	DLA F ₃	R	2	6	1	1	4
4314	FRT F ₃	R	4	8		4	4
4318	JIN F ₃	R	1	2	2		
4319	TM F ₃	R	1	2		1	1
4320	이형 F ₂	R	2	3		2	1
4323	9181 F ₂	R	1	3	3		
4324	SPD F ₂	R	1	2	2		
4325	RAT F ₂	Y	1	2		1	1
4326	글루비 F ₂	R	1	3	3		
4327	GLR F ₂	R+Y+OR	1	4			4
4328	ES F ₂	R	1	5	5		
4329	GLY F ₂	R	1	2		1	1
4330	SFRN F ₂	Y	1	3	1	1	1
4331	GLO F ₂	Y	1	3	3		
4332	APLS F ₂	OR	1	2	2		
	38	53:54:33:1:1	142	344	235	28	81

표 5. 공시계통의 TMV마커를 이용한 선발

- 38개의 원품중에서 유래한 후대 142계통에 대해 TMV마커 저항성 유전형을 분석하여 TMV 저항성인 344개체를 선발하였다(표 5).
- TMV마커 유전형에 의해 선발한 344개체 중 저항성(R):hetero(H):이병성(S)이 235:28:81개로 나타났다. 유전형이 hetero형인 개체들은 후대에서 TMV 검정을 통해 저항성(R)인 개체를 선발 할 예정이다.

② 2기작 재배

㉔ TSWV 바이러스 저항성 계통선발

- 제 1-4 세부과제 서울대학교에서 개발한 DNA마커를 이용하여 TSWV 바이러스 저항성을 검정한 결과(표 9), TSWV마커 유전형 R:H:S형이 202:454:311로 분리하였다.

공시번호	원 품 종	과 색	접종주수	정식주수	TSWV 마커 유전형		
					R	H	S
210	CPR / ZERAIM	R * R	50	37	15	22	11
211	"	R * R	50	34	11	23	14
212	"	R * R	50	32	10	22	16
213	"	R * R	50	31	9	22	17
214	DB / ZERAMI	Y * R	50	28	15	13	20
215	"	Y * R	50	17	7	10	31
216	BG / ZERAMI	OR * R	50	24	11	13	24
217	"	OR * R	50	23	4	19	25
218	PRSDT / ZERAMI	OR * R	50	15	1	14	23
219	"	OR * R	50	14	6	8	34
220	"	OR * R	50	26	9	17	22
8315	BALTASAR	R	50	20	46	0	0
8316	"	R	50	20	11	27	0
8317	"	R	50	21	0	33	14
8319	"	R	50	20	0	46	0
8320	"	R	100	16	16	44	29
8327	FORTUNATO	R	50	13	13	25	7
8328	"	R	50	20	0	48	0
8329	"	R	50	4	4	27	14
8330	"	R	50	14	14	21	10
계			1,050	429	202	454	311

표 9. 분자마커를 이용한 TSWV 바이러스 저항성 계통선발

(2) 3차년도

①1기작 재배

㉔ TMV 저항성 개체선발

- 38개의 원품중에서 유래한 후대 192계통에 대해 TMV 분자마커 유전형을 분석하여 TMV 저항성인 147개체를 선발 하였다(표 4).
- TMV 분자마커 유전분석 결과 저항성(R) : hetero(H) : 이병성(S)이 147 : 21 : 41개로 나타났다. TMV 저항성인 개체들은 저항성이 고정되어 있으므로 후대에서 TMV검정이 필요없으나, 유전형이 hetero인 개체들은 후대에서 TMV검정을 하여 저항성(R)인 개체를 선발 할 예정이다.

세 대	품종명	과 색	계통수	선발개체 수	TMV마커유전형		
					R	H	S
F ₈	B-R-1 등	R	15	19	13	3	3
F ₇	CPR	R	6	6	3	1	2
F ₇	SPC	R	7	15	12	0	3
F ₇	DBL	R	2	4	4	0	0
F ₇	MRG	R	5	6	6	0	0
F ₇	9253	R	3	3	3	0	0
F ₇	FEST	Y	11	15	12	1	2
F ₇	MSRT	Y	6	7	4	0	3
F ₇	JRS	Y	14	21	9	0	12
F ₇	HSK	Y	6	11	2	3	6
F ₇	PRSDT	O	7	7	3	2	2
F ₇	BG	O	4	8	8	0	0
F ₇	VLTI	O	12	21	21	0	0
F ₆	PLT	R	11	33	33	0	0
F ₆	DB	Y	10	20	12	8	0
F ₅	BTS	Y	13	13	2	3	8
F ₂ F ₃	신규계통	-	60	97	-	-	-
소 계			192	306	147	21	41

표 4. 공시계통의 TMV분자마커를 이용한 선발

② 2기작 재배

㉔ TSWV 바이러스 저항성계통 선발

- 제 1-4 세부과제 서울대학교에서 개발한 DNA마커를 이용하여 TSWV 바이러스 저항성을 검정하였다(표 9).
- TSWV 바이러스 저항성 검정결과 TSWV마커 유전형 R:H:S형이 202:454:311로 분리하였다.

공시번호	원 품 종	과 색	접종주수	정식주수	TSWV 마커 유전형		
					R	H	S
210	CPR / ZERAIM	R * R	50	37	15	22	11
211	"	R * R	50	34	11	23	14
212	"	R * R	50	32	10	22	16
213	"	R * R	50	31	9	22	17
214	DB / ZERAMI	Y * R	50	28	15	13	20
215	"	Y * R	50	17	7	10	31
216	BG / ZERAMI	OR * R	50	24	11	13	24
217	"	OR * R	50	23	4	19	25
218	PRSDT / ZERAMI	OR * R	50	15	1	14	23
219	"	OR * R	50	14	6	8	34
220	"	OR * R	50	26	9	17	22
8315	BALTASAR	R	50	20	46	0	0
8316	"	R	50	20	11	27	0
8317	"	R	50	21	0	33	14
8319	"	R	50	20	0	46	0
8320	"	R	50	11	11	23	13
8321	"	R	50	5	5	21	16
8327	FORTUNATO	R	50	13	13	25	7
8328	"	R	50	20	0	48	0
8329	"	R	50	4	4	27	14
8330	"	R	50	14	14	21	10
			1,050	429	202	454	311

표 9. 분자마커를 이용한 TSWV 바이러스 저항성 계통선발

(3) 4차년도

① 1기작 재배

㉠ TMV 저항성 개체선발

- 17개의 F₁품종에서 유래한 후대 209계통에 대해 TMV 분자마커 유전형을 분석하여 TMV 저항성인 291개체를 선발 하였다(표 4).
- TMV 분자마커 유전분석 결과 저항성(R) : hetero(H) : 이병성(S)이 120 : 16 : 39개로 나타났다. TMV 저항성인 개체들은 저항성이 고정되어 있으므로 후대에서 TMV저항성이 고정되어 있어 후대선발이 불필요하나, 유전형이 hetero인 개체들은 후대에서 TMV검정을 하여 저항성(R)인 개체만을 선발 할 예정이다.

세 대	품종명	과 색	계통수	선발계체 수	TMV마커유전형		
					R	H	S
F ₉	B-R-1 등	R	13	13	10	1	4
F ₈	CPR	R	6	6	3	1	2
F ₈	SPC	R	9	18	13	1	4
F ₈	DBL	R	2	2	2	0	0
F ₈	MRG	R	5	6	6	0	0
F ₈	9253	R	3	3	3	0	0
F ₈	FEST	Y	12	17	14	1	2
F ₈	MSRT	Y	7	7	4	0	3
F ₈	JRS	Y	14	19	7	0	12
F ₈	HSK	Y	9	13	5	2	6
F ₈	PRSDT	O	6	6	2	2	2
F ₈	BG	O	4	5	5	0	0
F ₈	VLTI	O	14	16	16	0	0
F ₈	PLT	R	14	22	22	0	0
F ₈	DB	Y	12	12	6	6	0
F ₆	BTS	Y	8	8	2	2	4
F ₂ F ₃	신규계통	-	71	118	-	-	-
소 계			209	291	120	16	39

표 4. TMV 분자마커를 이용한 개체선발

㉔ TSWV, CMV 분자마커를 이용한 개체선발

- 이병성 F₁품종에 저항성 F₁품종을 교배한 후 F₃후대에서 TSWV와 CMV분자마커를 이용하여 저항성 개체를 선발하였다(표 5).
- 총 3,219개체에 대하여 TSWV와 CMV에 대해 분자마커로 저항성 개체를 선발하였다. 조사한 개체 중 저항성 : hetero : 이병성이 522 : 973 : 1,724로 분리 되었다. 이 중 저항성 이거나 hetero형을 선발하여 TSWV와 CMV저항성 모본으로 이용할 예정이다.

B. N	품종명	과 색	회사명	계통 수	조사개체 수	마커 유전형		
						R	H	S
8451	CPR / TSWV F ₃	R	Enza / Zeraim	5	390	69	219	102
8456	"	R	"	1	5	5	0	0
8457	"	R	"	3	280	103	126	51
8460	"	R	"	1	150	38	78	34
8461	DB / TSWV F ₃	R+Y	De / Zeraim	3	30	30	0	0
8464	"	R	"	1	10	10	0	0
8465	BG / TSWV F ₃	R+OR	Rijk / Zeraim	3	39	20	10	9
8468	"	R+Y+OR	"	4	292	78	140	74
8472	PRSDT / TSWV F ₃	R	Enza / Zeraim	1	5	1	2	2
8473	"	Y+OR	"	2	48	16	18	14
8475	"	R+Y+OR	"	3	170	47	80	43
8478	CMV / Potyvirus	R		13	1,800	105	300	1,395
계				40	3,219	522	973	1,724

표 5. TSWV, CMV 분자마커를 이용한 개체선발

② 2기작 재배

㉔ TSWV병 저항성 계통선발

- 제 1-3 세부과제 서울대에서 개발한 TSWV 분자마커를 이용하여 TSWV병 저항성 계통을 선발하였다(표 8). 시판 품종에 TSWV병 저항성 품종을 교배하여 분리시킨 F₄ 세대 총 591 개체를 조사하여 저항성(R)인 399개체를 선발하였다. 16개체는 TSWV에 대하여 hetero(H) 형이었고, 176개체는 이병성(S)이었다. 이 중 저항성인 개체는 TSWV저항성 모본으로 직접 이용하였고, hetero형은 후대에서 다시 검정하여 저항성 개체를 선발하였다.

* TSWV 유전형								
B. N	품종명	과 색	회사명	계통 수	조사개체 수	마커 유전형		
						R	H	S
8182~8198	CPR / TSWV F ₄	R	Enza / Zeraim	17	146	145	0	1
8199~8205	DB / TSWV F ₄	R+Y	De / Zeraim	5	44	42	0	2
8206~8218	BG / TSWV F ₄	R+OR	Rijk / Zeraim	12	340	151	16	173
8219~8225	PRSDT / TSWV F ₄	R	Enza / Zeraim	7	61	61	0	0
소 계				41	591	399	16	176
* CMV + Poty 유전형								
B. N	품종명	과 색	회사명	계통 수	조사개체 수	마커 유전형		
						R	H	S
8226~8239	CMV / Potyvirus	R		14	145	145	0	0
소 계				14	145	145	0	0
* 세균성 점무늬병 유전형								
B. N	품종명	과 색	회사명	계통 수	조사개체 수	마커 유전형		
						R	H	S
8165~8172	Syrus	R	Hazera	8	660	137	0	523
8173~8176	Vargas	R	Hazera	4	195	70	0	125
8177~8181	Zin	R	Hazera	5	331	237	0	94
소 계				17	1,186	444	0	742
계				40	1,922	988	16	918

표 8. 분자마커를 이용한 TSWV, CMV 세균성 병 저항성 계통선발

㉔ CMV 및 Potyvirus 병 저항성 계통선발

- 제 1-3 세부과제에서 보유하고 있는 CMV 및 Potyvirus병 분자마커를 활용하여 두가지 병에 대한 저항성계통을 선발하였다(표 8). CMV병 저항성 계통과 Potyvirus병 저항성계통을 교잡한 계통의 후대에서 병 저항성을 선발하였다. 조사한 14계통 145개체 중 145개체가 모두 Potyvirus병에 대한 저항성인 밴드를 나타내었다. 이들 계통들은 CMV 및 Potyvirus병 저항성 품종을 만드는 육성재료로 활용하였다.

㉕ 세균성 점무늬병 계통선발

- 세균성 점무늬병 저항성 계통들의 후대를 이용하여 서울대에서 보유하고 있던 분자마커를 이용하여 저항성을 검정 하였다(표 8).
- 총 40계통 1,922개체에 대하여 세균성 점무늬병을 검정한 결과, 저항성(R) : Hetero형(H) : 이병성(S)이 444 : 0 : 742로 분리하였다. 저항성인 개체는 후대에서 분리를 하지 않으므로 직접 세균성 점무늬병 저항성 품종육성에 이용하였고, hetero형인 개체들은 후대에서 분리가 일어나므로 후대검정을 통해 저항성인 것만 선발하여 품종육성에 이용하였다.

(4) 5차년도

- 1-4세부과제 서울대학교에서 개발한 TSWV, CMV, Potyvirus 및 세균성점무늬병 저항성 분자마커를 이용하여 저항성 개체를 선발하였다(표1).
- TSWV저항성은 총 111계통을 공시하여 555개체를 조사하였으며 저항성 마커 유전형을 가진 83개체를 선발하였다.
- CMV와 Potyvirus 모두 저항성을 가진 23개체를 분자마커를 이용하여 선발하였다.
- 세균성 점무늬병 검정을 위해 총 735개체를 검정하였으며 이중 완전 저항성을 보인 개체는 107개체였다.

내병성 계통선발 (TSWV, CMV, 세균성)

* TSWV 저항성 계통선발								
B. N	품종명	과 색	회사명	계통 수	조사 개체 수	마커 유전형		
						R	H	S
7068-7069	Baltasar F ₉	R	Zeraim	2	10			2
7179	Telmo F ₉	R	Enza	1	5			1
8061-8070	Baltasar F ₉	R	Zeraim	10	50	5	1	4
8100-8117	CPR, BG, PRSDT / TSWV F ₈	R, Y, OR	Enza / Rijk	18	90	17	1	
8127-8143	CPR, BG, PRSDT / TSWV An	R, Y, OR	Enza / Zeraim	17	85	3		14
8301-8363	CPR, BG, PRSDT / TSWV An	R, Y, OR		63	315	58		5
소 계				111	555	83	2	26

* CMV + Poty 저항성 계통선발								
B. N	품종명	과 색	회사명	계통 수	조사 개체 수	마커 유전형		
						R	H	S
8118-8126, 8364-8377	CMV / Potyvirus	R		23	115	23		

* 세균성 점무늬병 저항성 계통선발								
B. N	품종명	과 색	회사명	계통 수	조사 개체 수	마커 유전형		
						R	H	S
8087-8099	Syrus, Vargas, Zin	R	Hazera	13	65	1	1	11
계				147	735	107	3	37

표1. 분자마커를 이용한 내병성 계통선발

5. F₁ 조합능력 검정

(1) 3차년도

① 1기작 재배

- 1~2차년도에는 고정된 순계를 육성하였고 3차년도부터 F₁ 교배조합을 작성하여 성능검정을 하였다.
- 경남 농업기술원 유리온실에 F₁ 교배조합 45개와 대조품종을 2009년 9월 9일에 파종하여 2009년 10월 7일에 정식하였고 2010년 1월말에 생육조사 및 수량조사를 하여 F₁ 조합능력을 검정 하였다
- 선발된 계통을 이용하여 F₁ 조합을 작성하여 과일모양을 원품종과 비교 하였다(사진 6).
- 적색, 황색, 주황색 품종 후대에서 분리하여 고정시킨 계통들만 교배한 F₁ 교배조합의 과일모양은 원품종 보다 짧은 과일과 약간 긴 과일 등으로 다양하였으며 원품종과 유사한 과일모양을 가진 조합들도 상당수 있었다.
- 적색 F₁ 교배조합(26번~35번)의 과일모양은 적색품종 CPR이나 DBL과 비슷하거나 약간 긴 특성을 보였다(사진 7).



사진 6. F₁ 교배조합의 과일모양

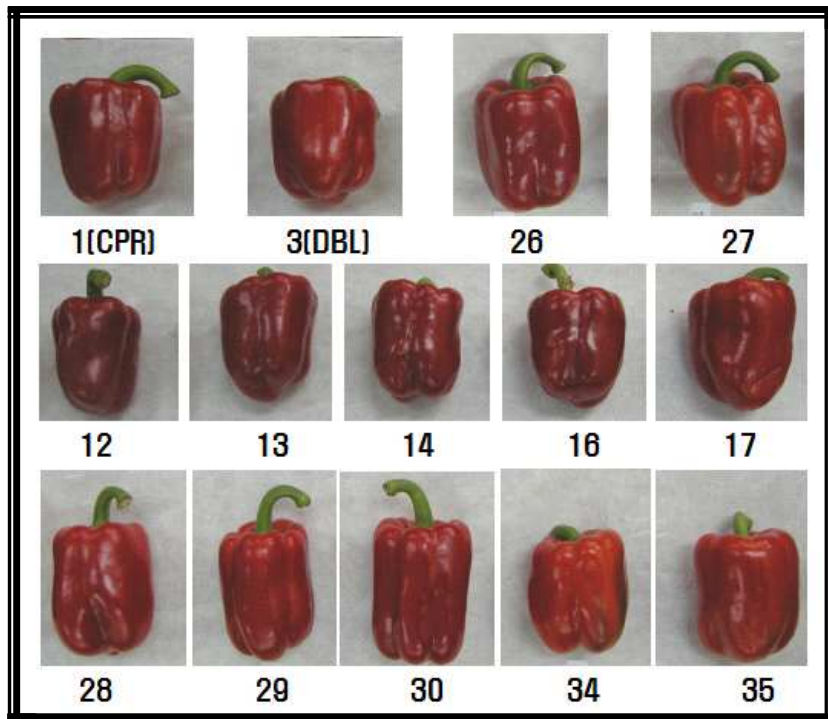


사진 7. 적색계통 F₁ 교배조합의 과일모양

- 황색 F₁ 교배조합(46번~64번)의 과일모양은 황색품종 JRS, HSK나, FIR과 비슷하거나, 짧은 특성을 보였다(사진 8).

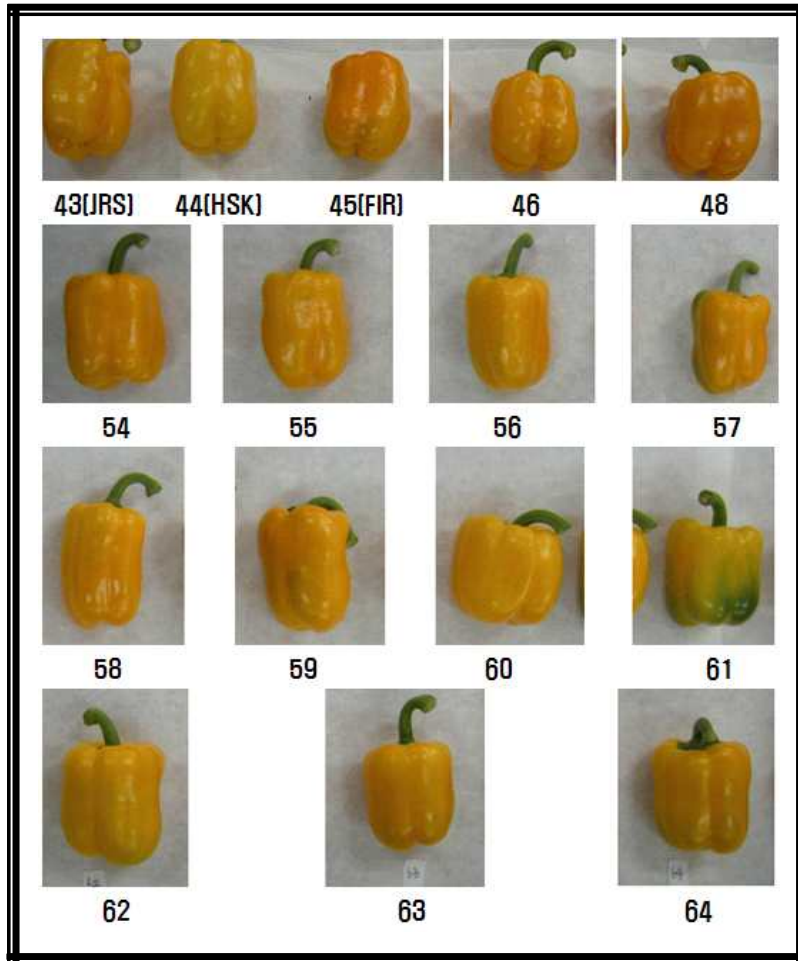


사진 8. 황색계통 F₁ 교배조합의 과일모양

- 주황색 F₁ 교배조합(84~100번)의 과일모양은 주황색품종 PRSDT나 BG와 비슷하거나 약간 긴 특성을 보였다(사진 9).

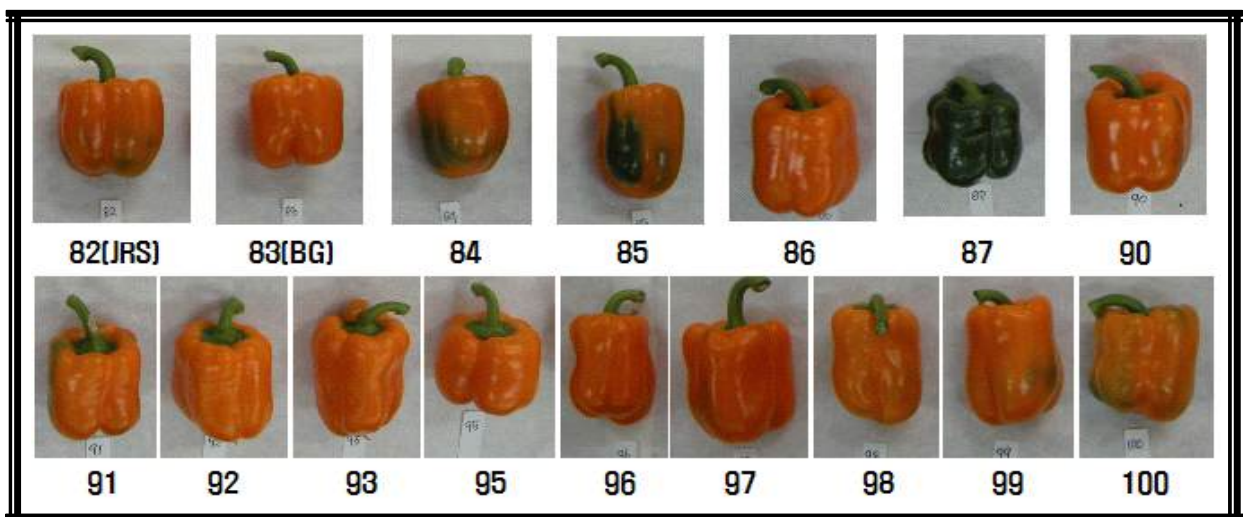


사진 9. 주황색계통 F₁ 교배조합의 과일모양

- 적색계통의 교배조합 F_1 에서 나타나는 과일모양을 알아보기 위하여 과일이 약간 짧고 뭉뚱한 것을 모친(9번)으로 사용하고, 과일이 약간 긴 것(10번)을 부친으로 이용하였을 때 F_1 (16번)의 과일모양은 중간형을 보였고 7번과 11번의 교배조합 F_1 (13번)에서도 동일한 양상을 보였다(사진 10.).

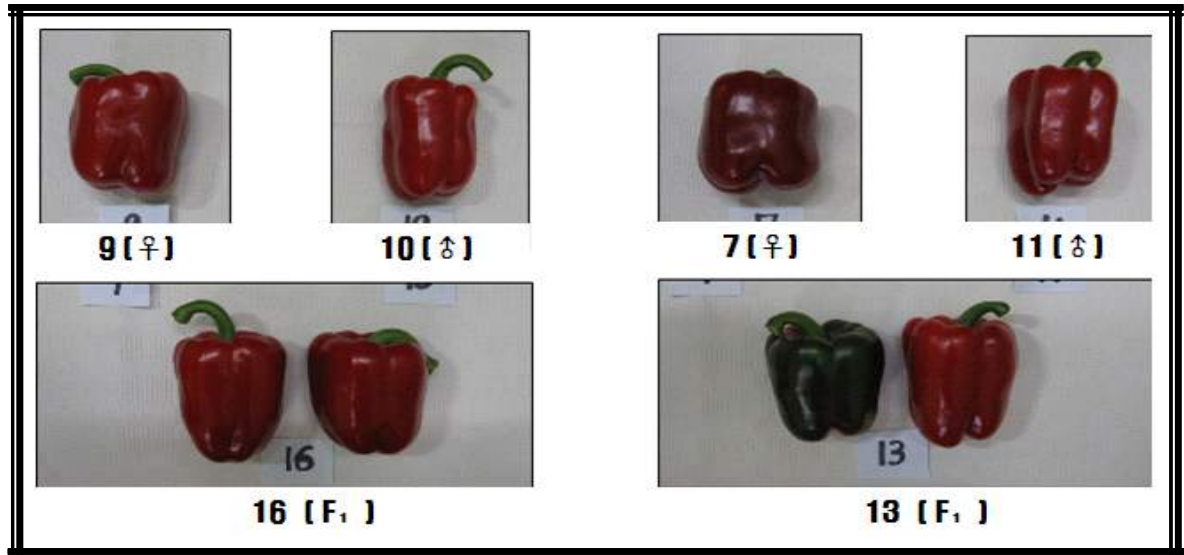


사진 10. 적색계통간 교배조합에서 F_1 의 과일모양

- 황색계통간 교배조합 F_1 의 과일모양은 과일이 통통하고 짧은쪽과 과일이 가늘고 긴 쪽을 양친으로 사용하였을 때, 양친의 중간형을 나타냈다(사진 11).

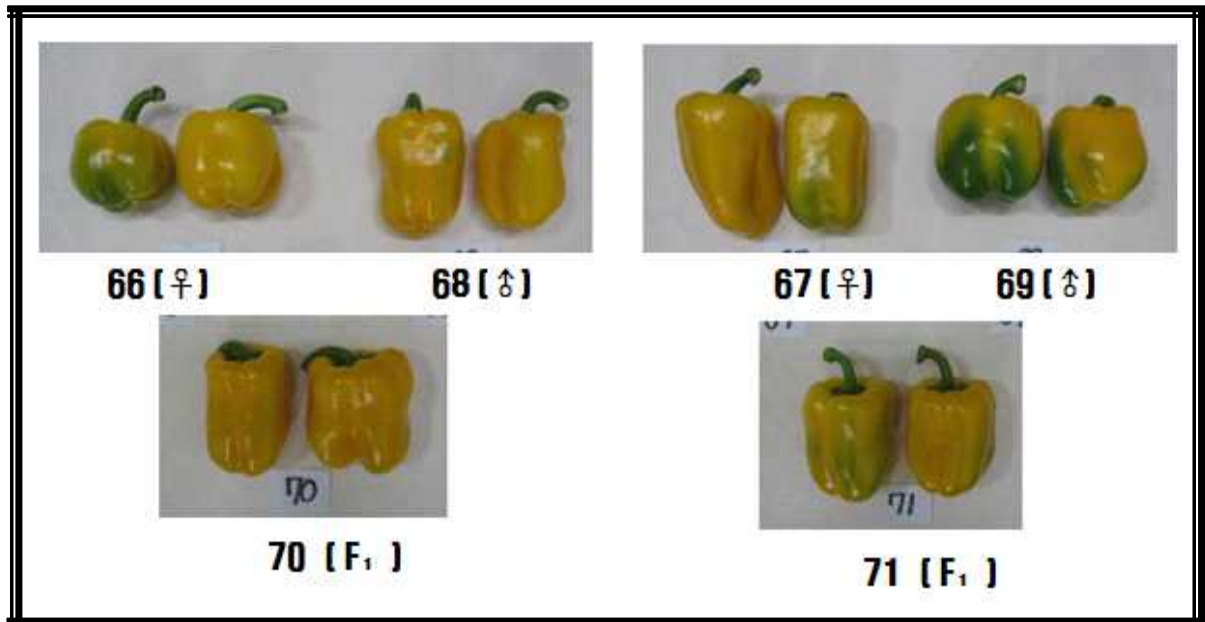


사진 11. 황색계통간 교배조합에서 F_1 의 과일모양

- 주황색간 교배조합에서도 F1의 과일모양은 적색이나 황색계통간 교배조합에서와 같이 양친의 중간형을 보였다(사진 12).

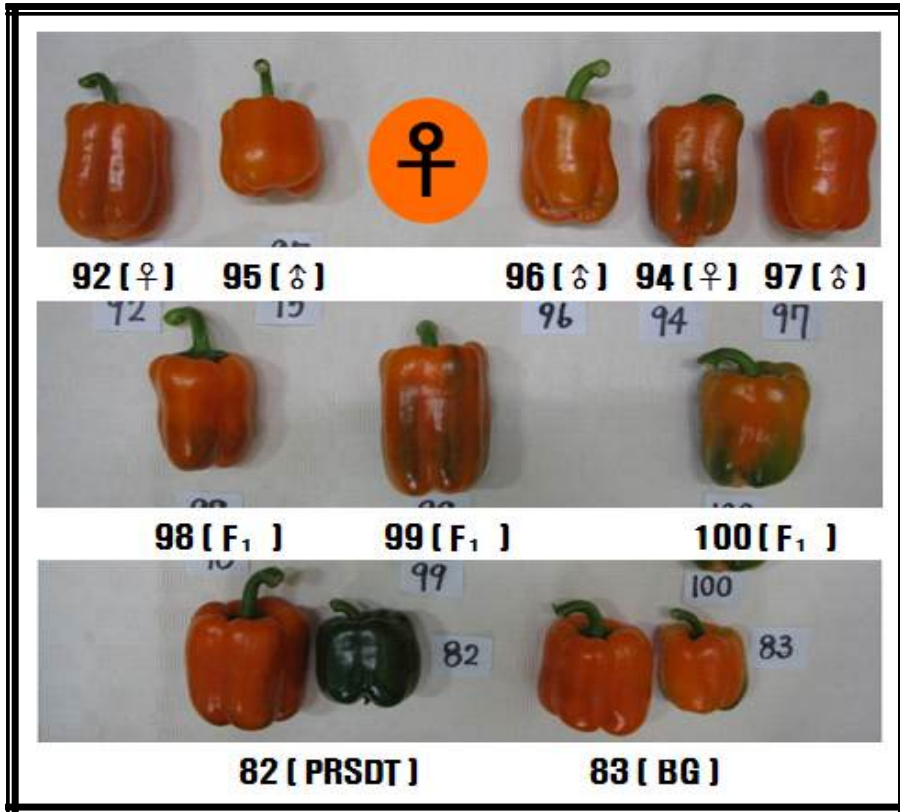


사진12. 주황색계통간 교배조합에서 F₁의 과일모양

② 2기작 재배

- 전작기에 계통간 교배를 통해 얻은 F₁ 88조합을 원품종과 함께 경남농업기술원 유리온실에 정식하여 특성을 조사하였다(사진 19)



사진19. F₁ 교배조합 능력검정 유리온실 전경

- 원품종과 F₁ 교배조합의 과일 외형특성을 조사하였다(표 10). 적색 파프리카 F₁ 교배조합 107번과 117번은 배꼽길이, 꼭지길이, 꼭지굵기에서 차이를 보였으나, 다른 특성에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 황색계 파프리카 F₁ 교배조합 131번과 141번은 꼭지길이에서 차이를 보였으나, 다른 특성의 차이는 적었다. 주황색계 F₁ 교배조합 174, 177번은 모든 과일 외형, 형질에서 원품종과 같거나 비슷하였다.

품종명	B.N	숙과색	광택	모양	꼭지길이	골길이	배꼽길이	꼭지색	꼭지길이 (cm)	꼭지굵기 (cm)
Cupra	Cupra	R	3	4	2	2	1	1	7.5	1.5
Viper	Viper	R	3	3	3	3	5	1	7.8	1.5
SPC/CPR	107	R	2	3	2	2	1	1	8.4	1.1
DBL/CPR	117	R	3	4	3	2	2	2	8.7	1.5
Derby	Derby	Y	3	3	3	1	3	1	6.4	1.2
Coletti	Coletti	Y	3	4	3	3	5	1	6.3	1.4
JRS/DB	131	Y	4	4	2	2	2	3	7.9	1.3
HSK/MGRT	141	Y	4	3	2	1	3	2	7.8	1.5
Boogie	Boogie	O	2	3	2	2	2	2	6.6	1.3
Glory	Glory	O	3	3	3	2	2	2	6.8	1.5
Boogie/PRSDT	165	O	3	3	2	2	3	3	7.1	1.2
FER/AP12	174	O	2	4	1	1	1	2	6.7	1.4
BG/RBT	177	O	2	4	3	2	3	2	6.7	1.3

※F₁ 교배조합 : 색깔블럭

표 10. F₁ 교배조합의 과일외형 특성

- 원품종과 F₁ 교배조합 107, 117, 213, 224번은 원품종 201, 202번과 비슷한 과형을 보였으며 과일크기도 비슷하였다(사진 20).

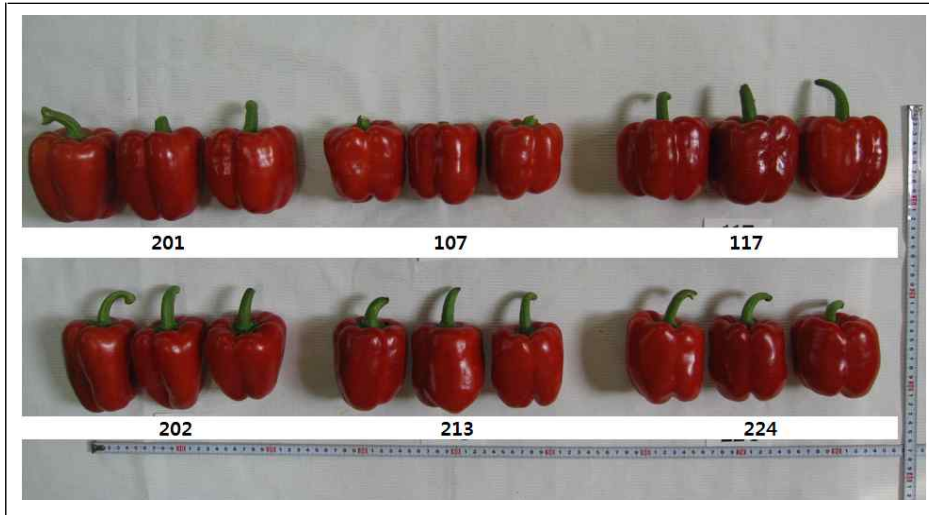


사진 20. 적색계 선발 F₁ 교배조합의 과일특성

- 적색계 계통간 F₁ 교배조합의 과일모양을 양친으로 사용한 계통과 비교하였다(사진21). 선발계통 5×9의 교배조합으로 얻은 F₁ 106번과 107번, 선발계통 34×40의 교배조합으로 얻은 F₁ 213번, 선발계통 7×21의 교배조합으로 얻은 F₁ 224번의 과일모양은 모두 양친의 중간모양을 나타냈다.

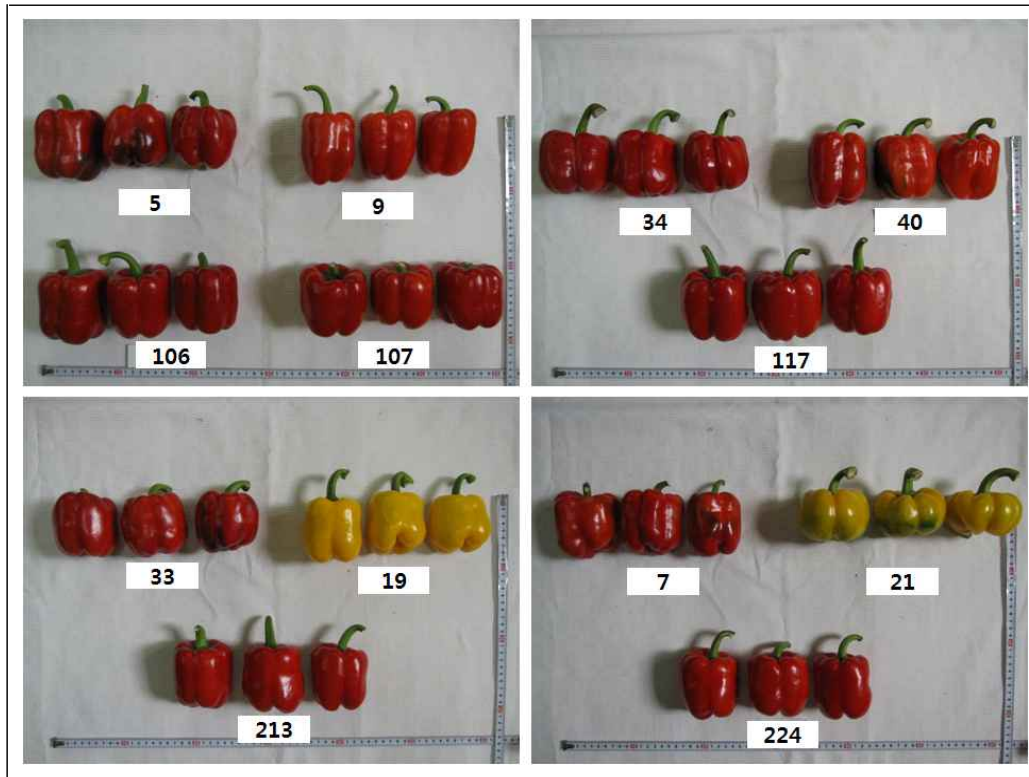


사진 21. 적색계 계통간 F₁ 교배조합의 과일모양

- 황색계 원품종과 F₁ 조합의 과일모양을 비교하였다(사진 22). 황색계 선발 F₁ 조합 131, 141, 229, 235번은 원품종 203, 204번과 비슷한 과일모양을 보였다.



사진 22. 황색계 선발 F₁ 교배조합의 과일특성

- 선발된 황색계 계통간 교배를 한 F₁과 양친의 과일모양을 비교하였다(사진 23). 황색계 선발 계통 13×17 교배조합 F₁ 131번, 15×22 교배조합 141번, 45×24 교배조합 229번, 52×60 교배조합 235번 모두 양친 중간형의 과일모양을 보였다.

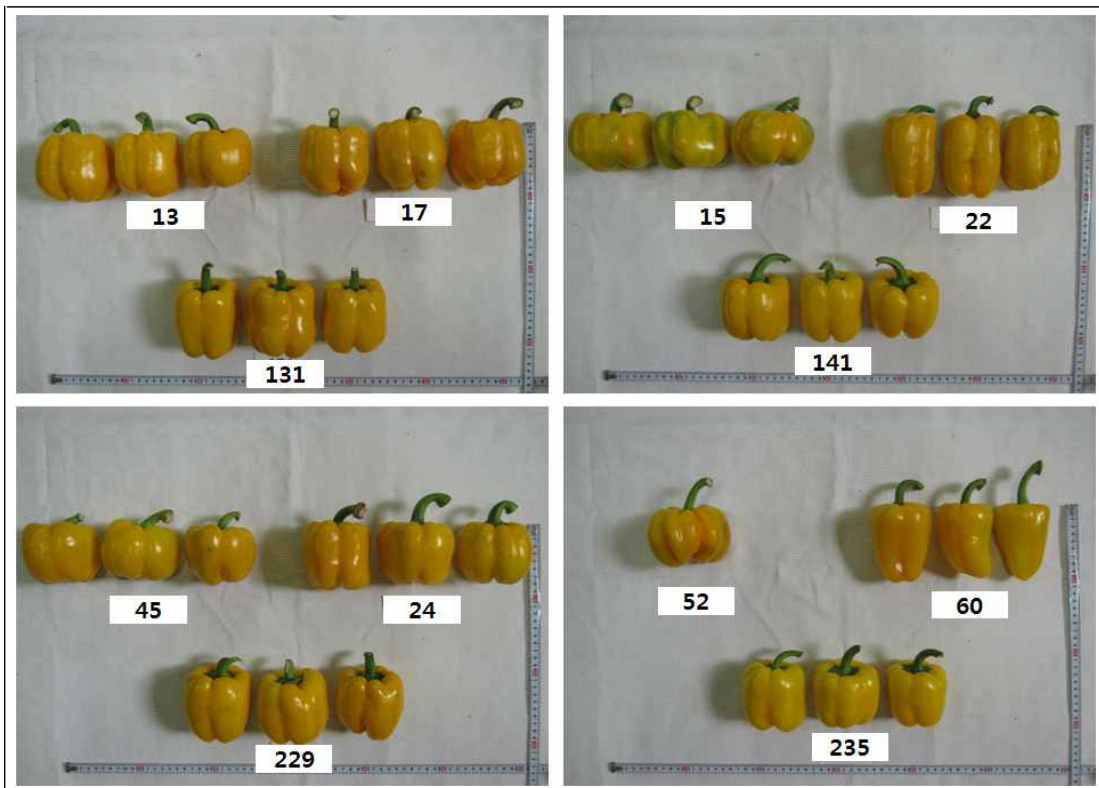


사진 23. 황색계 선발 F₁ 교배조합의 과일모양

(2) 4차년도

- 전작기(2010. 8~2010. 12)에 선발계통간 교배를 통해 얻은 F₁ 128조합과 대조품종 8품종을 경남 산청군 신안면 농협종묘센터 임차 유리온실에 2011년 4월 8일 정식하여 특성을 조사하였다.
- ① 적색계 F₁ 교배조합 성능검정
 - 국내용으로 교배한 F₁ 조합을 대조품종 Ferrari 및 Cupura와 성능을 비교하였다 (표 10, 사진 11).
 - 과일특성이 대조품종과 비교하여 우수한 교배조합 103, 108, 109, 125, 126, 160번을 국내용 재배품종으로 선발하였다(사진 11). 선발된 교배조합은 농가실증 시험을 위해 시료를 확보하고자 태국에서 채종 중에 있다.

B.N	품종명	숙과색	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)
101	Ferrari	R	3	2	2	2	162	4.1	0.91	8.4	7.7	0.69
102	Cupra	R	3	2	2	1	133	6.3	1.08	7.7	7.0	0.72
103	Mandy	R	3	2	3	2	181	6.2	1.05	7.9	8.4	0.71
108	SPC / JRS	R	3	3	2	2	171	6.5	0.97	8.6	8.2	0.76
109	SPC / CPR	R	3	3	2	2	148	5.7	0.99	8.2	7.5	0.62
125	SPC / CPR	R	3	3	2	2	158	4.9	1.03	8.0	8.1	0.62
126	SPC / CPR	R	3	2	2	2	162	5.6	1.02	7.8	7.5	0.60
160	JRS / 2423R	R	4	2	2	2	181	5.8	1.13	9.3	8.5	0.80
161	JRS / 2423R	R	3	2	2	4	155	5.3	1.05	8.1	7.7	0.72
164	BG / CPR	R	3	3	2	2	159	5.5	1.06	7.8	8.2	0.72

표 10. 적색 F₁ 교배조합 성능검정

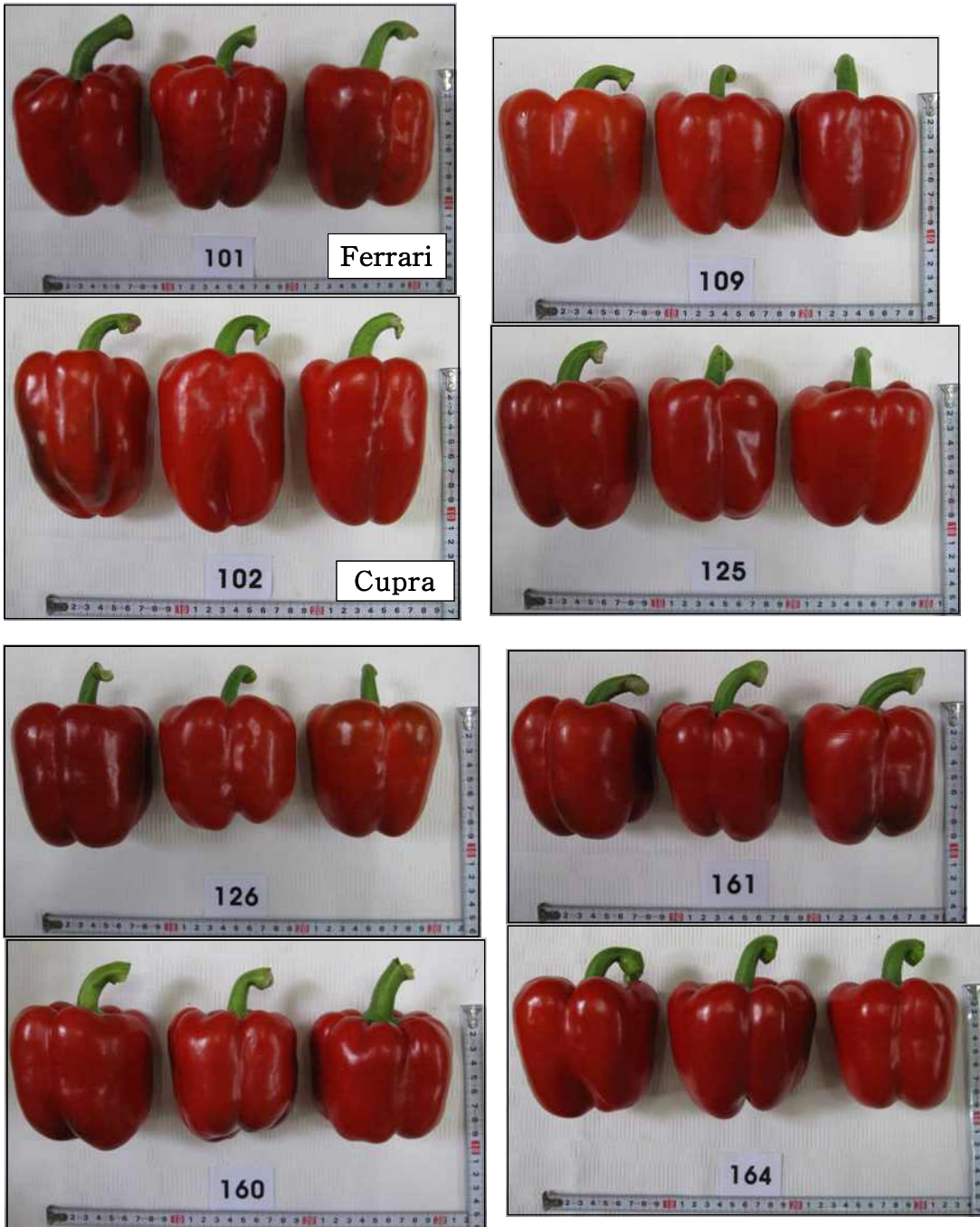


사진 11. 국내용 적색계 F₁ 교배조합의 과일모양

- 중국 수출용 품종을 육성하기 위해 F₁ 교배조합 108번을 대비품종 Mandy와 비교하였다(표 10, 사진 12). 중국 수출용은 국내용보다 대과종으로 선발되었으며, 대조품종 Mandy의 과중 181g에 비해 선발된 108조합은 과중이 171g으로 비슷하였다.

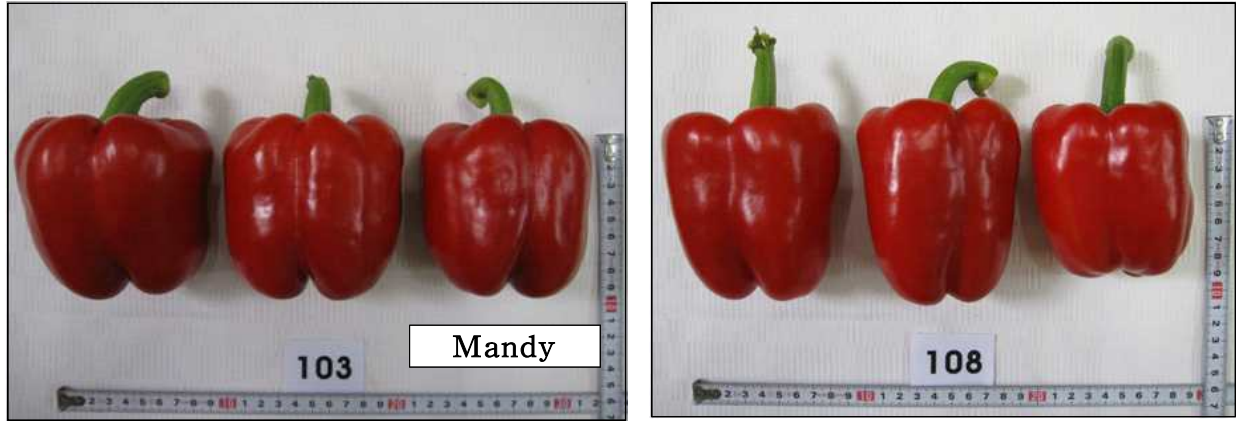


사진 12. 중국 수출용 적색계 F₁ 교배조합 과일모양

② 황색계 F₁ 교배조합 성능검정

- 국내용 황색계 품종을 육성하기 위해 F₁ 교배조합을 작성하여 황색계 대비품종 Derby 및 Colletti 품종과 성능검정을 실시하였다(표 11).

B.N	품종명	숙과 색	모양	꼭지 길이	골 깊이	배꼽 깊이	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)
180	Derby	Y	3	4	2	3	198	6.0	0.86	8.7	8.1	0.67
181	Colletti	Y	3	4	3	4	168	6.0	1.02	8.8	8.4	0.65
182	Hwang TaiZhi	Y	3	3	3	2	226	5.8	1.09	9.3	9.0	0.67
189	JRS / PRSDT	Y	3	3	3	3	221	6.4	1.20	8.3	8.7	0.73
190	JRS / SPY	Y	4	2	2	3	221	6.2	1.04	9.2	8.9	0.70
191	JRS / MGRT	Y	4	2	2	3	215	6.1	1.03	9.1	8.7	0.70
195	JRS / PRSDT	Y	4	3	2	2	207	6.4	1.06	9.6	8.2	0.85
199	HSK / PRSDT	Y	3	3	2	2	182	6.5	1.08	8.3	8.4	0.71
201	HSK / JRS	Y	3	3	3	2	172	5.7	1.01	8.1	8.0	0.79
203	PLT / PLT	Y	3	2	3	2	152	5.6	1.01	7.8	7.7	0.79

표 11. 황색계 F₁ 교배조합 성능검정

- 황색계 F₁ 교배조합 199번은 중과종으로 선발되었고, 교배조합 190, 191, 195, 199번은 대조품종보다 약간 큰 중대과종의 과일무게를 보였으며, 교배조합 201, 203번은 중소과종으로 선발되었다(사진 13).

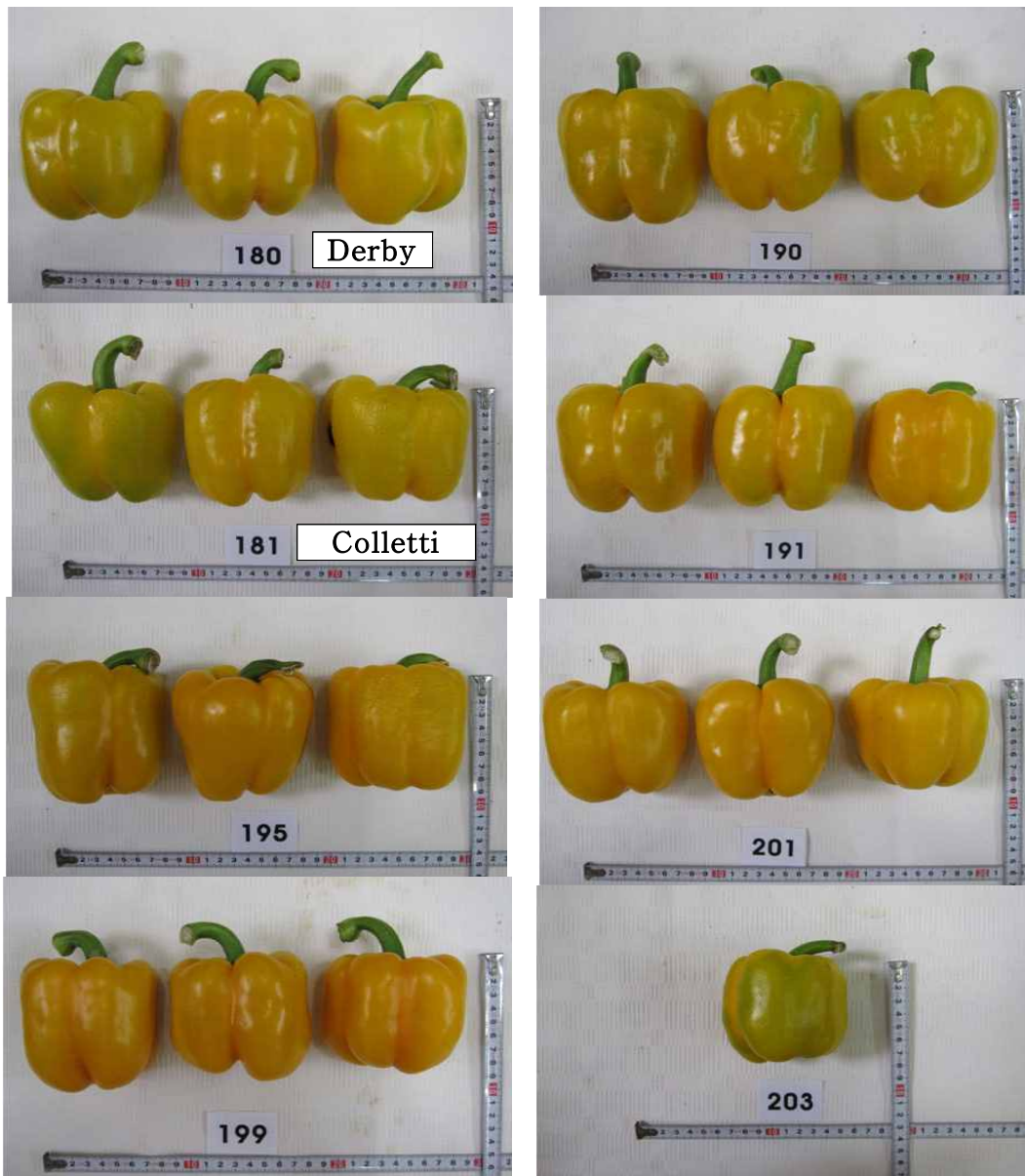


사진 13. 국내용 황색계 F₁ 교배조합의 과일모양

- 중국 수출용 황색계 대비품종으로 Hwang TaiZhi을 이용하여 F₁ 교배조합 109번과 성능검정하였다(표 11, 사진14). F₁ 교배조합 189번의 과일무게는 221g으로 대조품종 Hwang TaiZhi품종의 226g과 비슷한 대과종이었다.



사진 14. 중국 수출용 황색계 F₁ 교배조합의 과일모양

③ 주황색계 F₁ 교배조합 성능검정

- 주황색계 품종을 육성하기 위해 F₁ 교배조합을 작성하여 주황색계 대비품종 Boogie 및 Orange glory 품종과 성능검정을 하였다(표12, 사진 15). F₁ 교배조합218, 221, 223, 225번은 중과형 및 소과형으로 선발되었고, F₁ 교배조합 228, 229번은 대과종으로 선발되었다.

B.N	품종명	숙과 색	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)
206	Boogie	OR	3	2	2	4	184	6.6	1.06	8.2	8.0	0.68
207	Orange glory	OR	3	3	2	1	212	6.4	0.94	9.8	8.8	0.79
218	BG / RBT	OR	4	3	2	2	152	5.6	0.95	8.9	7.6	0.65
221	BG / AP12	OR	3	2	2	3	171	5.9	1.02	8.8	7.8	0.67
223	Boogie / PRSDT	OR	3	2	2	4	164	6.5	1.06	7.9	8.0	0.68
225	Boogie / PRSDT	OR	3	3	2	1	185	6.4	0.94	9.2	8.2	0.79
228	VLTl / Boogie	OR	3	3	2	2	234	7.2	1.35	9.1	8.8	0.78
229	VLTl / PRSDT	OR	3	2	3	2	230	6.5	1.10	8.7	8.9	0.77

표 12. 주황색계 F₁ 교배조합 성능검정



사진 15. 국내용 주황색계 F₁ 교배조합의 과일모양

- 적색계, 황색계, 주황색계 F₁ 교배조합 중 선발된 조합은 계속하여 성능검정을 할 예정이다. 국내용으로 선발된 조합은 종자를 대량 생산하여 농가 실증시험을 할 예정이며, 중국 수출용으로 선발된 조합은 중국에서 지역적응성 시험을 할 예정이다.

(3) 5차년도

① 적색계 F₁교배조합 성능검정

○ 국내용으로 교배한 F₁조합을 대조품종 Ferrari 및 Cupura와 성능을 비교하였다(표1). 과일특성을 비교한 결과 교배조합이 우수한 604, 607, 611, 624, 633, 634, 650, 652, 653, 654, 655번을 선발하였으며 이중 가장 우수한 교배조합으로 평가된 655번을 금년 품종등록 추진 예정이다.

조합	품종명	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
601	Ferrari	R	3	4	2	3	2	2	251	6.2	1.52	10.8	9.1	0.73	4
602	Cupra	R	3	3	2	2	2	2	185	6.8	1.39	8.3	8.1	0.67	4
603	Mandy	R	3	3	2	2	2	1	249	6.5	1.42	10.0	9.7	0.74	3
604	M461 x CPR	R	3	3	2	3	3	1	247	5.8	1.32	9.1	9.1	0.68	4
607	M577 x CPR	R	3	3	2	2	3	1	211	7.0	1.41	9.4	9.4	0.89	4
611	SPC x GY	R	3	3	3	2	2	1	225	6.6	1.41	9.4	8.8	0.74	4
624	Red star	R	3	3	2	3	2	1	164	6.3	1.11	9.1	8.0	0.71	4

조합	품종명	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
628	SPC x GY	R	3	3	3	3	2	1	233	6.4	1.55	8.9	9.6	0.67	4
633	DBL x CPR	R	3	3	4	2	5	1	230	6.8	1.67	8.9	9.2	0.67	4
650	JRS x CPR	R	3	3	2	3	3	1	192	6.9	1.31	9.0	8.9	0.72	4
652	BG x CPR	R	3	4	2	2	2	2	194	5.5	1.45	9.2	8.2	0.79	4
653	JRS x CPR	R	3	3	2	2	2	1	200	7.0	1.42	7.9	8.6	0.71	4
654	JRS x2423R	R	3	3	2	3	2	1	222	6.2	1.59	8.1	9.7	0.72	4
655	JRS x CPR	R	3	3	2	3	2	2	201	6.7	1.45	9.2	8.6	0.75	4

표1.

- 3차년도에 육성된 “Red Star”, “Yellow Star”, “Orange Star” 3개 품종을 전남, 경남, 경기, 강원 등 11개 지역에서 농가 실증시험을 하였다(표).
- 실험결과 착과성이나 과일색 등에서 네덜란드 품종에 손색이 없다는 평가를 받았다.
- 이들 3개품종은 중과종(일본 수출용)으로 육성되었는데 여름재배용으로 대과종을 선호하기 때문에 남부지역의 겨울재배용으로 적합한 것으로 사료되었다.



사진1. 적색계 F1조합의 과일모양

② 황색계 F1교배조합 성능검정

○ 국내용 및 중국 수출용 황색계 품종을 육성하기 위해 F1교배조합을 작성하여 황색계 대비품종 Coletti, Derby, Hwang Tai Zhi 품종과 비교하였다(표2).

조합	품종명	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
656	Coletti	Y	3	3	4	2	5	1	230	6.1	1.65	8.1	9.4	0.70	4
657	Derby	Y	4	2	2	3	3	3	200	6.0	1.35	7.9	9.2	0.76	4
658	Hwang TaiZhi	Y	3	3	3	2	3	1	292	5.5	1.49	9.8	9.6	0.81	4
664	JRS x MSRT	Y	3	3	2	2	3	1	204	6.2	1.39	8.3	8.7	0.82	3
665	JRS x MSRT	Y	3	3	2	2	5	1	216	7.1	1.19	8.8	8.6	0.74	4
668	JRS x DB	Y	3	3	2	2	4	1	221	6.7	1.29	8.9	8.9	0.73	4
669	JRS x SPY	Y	3	3	2	2	4	1	261	6.5	1.41	8.4	9.1	0.72	4

조합	품종명	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
670	JRS x MSRT	Y	3	3	2	2	4	1	242	7.6	1.33	9.5	9.3	0.71	4
671	JRS x MSRT	Y	3	3	2	2	5	1	240	7.2	1.48	9.6	9.6	0.75	4
672	JRS x MGRT	Y	3	3	2	2	3	2	253	7.2	1.42	9.0	9.6	0.71	4
673	JRS x HSK	Y	3	3	2	3	3	1	238	6.5	1.47	8.6	8.8	0.73	4
674	JRS x 9394Y	Y	3	4	2	3	3	2	239	7.8	1.49	9.4	8.9	0.71	4
675	JRS x DB	Y	3	3	3	2	3	2	233	6.6	1.57	9.0	9.2	0.74	4

조합	품종명	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
676	Yellow star	Y	3	3	2	2	4	1	267	6.4	1.31	8.8	10.7	0.82	4
690	HSK x B-Y-1	Y	3	3	2	2	3	1	257	6.2	1.24	9.0	9.3	0.74	4
692	HSK x SPY	Y	3	3	2	2	2	1	207	6.5	1.09	8.2	8.9	0.74	4
699	HSK x DB	Y	3	3	2	2	2	1	244	5.7	1.31	8.4	8.9	0.76	5
722	DB x 9394Y	Y	3	3	2	3	3	2	204	5.9	1.05	9.1	9.1	0.75	4
730	Safrano x DB	Y	3	3	3	2	3	1	243	5.8	1.21	8.3	9.7	0.78	4

○ 대조품종과 과일특성을 비교하여 중과종으로 664, 665, 668, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 692, 699, 722, 730번이 선발되었고 669, 676, 690번이 선발되었다. 이중 675번은 초형이 우수하고 착과성이 우수하여 품종등록 추진하였다.



사진1. 황색계 F1 교배조합의 과일모양

③ 주황색계 F1교배조합 성능검정

○ 국내용 및 중국수출용 주황색계 품종을 육성하기 위해 F1교배조합을 작성하여 대조 품종과 비교하여 성능검정을 하였다(표3).

조합	품종명	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중 (g)	꼭지 길이 (cm)	꼭지 굵기 (cm)	과장 (cm)	과경 (cm)	과육 후 (cm)	심실 수
733	Orange Glory	OR	3	3	2	2	3	2	210	5.8	1.34	8.3	9.0	0.72	4
734	Boogie	OR	3	3	2	2	2	2	186	6.1	1.32	8.4	8.8	0.74	4
738	BG x VLTI	OR	3	3	2	2	2	3	237	6.6	1.37	9.2	9.6	0.79	4
745	VLTI x VLTI	OR	3	3	2	3	2	2	234	5.7	1.28	8.4	9.0	0.70	4
748	Orange star	OR	3	3	2	2	2	3	241	7.4	1.35	9.6	9.2	0.71	4
750	VLTI x VLTI	OR	3	3	3	2	3	1	262	6.0	1.57	8.4	9.3	0.73	3
752	F 576	OR	3	3	3	2	2	2	260	4.6	1.39	8.6	9.2	0.76	4

표3. 주황색계 F1교배조합 성능검정

- 주황색계 대조품종으로 Orange Glory와 Boogie 품종을 이용하였다(사진3).
- F1교배조합의 과일특성을 대조품종과 비교한 결과 교배조합 738, 745, 750, 752번 모두 대조품종보다 무거웠으며 이중 과중이 234g인 745번을 등록추진하였다.



사진3. 주황색계 F1교배조합 과일모양

6. 품종등록

(1) 4차년도

① 적색계 파프리카 등록(“레드 스타”)

- F₁ 교배조합 중 원예적 형질이 우수한 적색계 F₁ 조합 125번에 대해 등록 추진하였다. 모계는 SPC 후대계통에서 선발되었고, 부계는 CPR 계통에서 선발되었다. 국내용으로 선발된 125번은 과중이 158g인 중소과형이며 과일모양이 균일하고 상품성이 있다.



사진 16. 국내용 적색계 파프리카 등록품종의 특성

- 선발한 F₁ 조합 125번은 ‘레드스타’로 등록하였다. 레드스타는 대조품종 Ferrari와 비교하였을 때 과중은 비슷하였으며, 꼭지길이는 길고 꼭지굵기는 더 굵은편이었다. 그러나 Cupura와 비교하였을 때 과중이 더 무거웠다.

② 황색계 파프리카 등록(“엘로우 스타”)

- F₁ 교배조합 중 원예적 형질이 우수한 황색계 F₁ 조합 190을 등록추진하였다(사진 17). 모계는 JRS 후대에서 선발되었고, 부계는 SPY 후대에서 선발되었다. F₁의 과중은 221g으로 중과형에 속하며, 과일모양이 우수하다.



사진 17. 국내용 황색계 파프리카 등록품종의 특성

- F1교배조합 190번은 “옐로우스타” 로 등록하였다. 등록된 품종은 대조품종 Derby 와 Colletti에 비하여 과중이 더 무겁고 과장 및 과경이 더 길었다.

③ 주황색계 파프리카 등록(“오렌지 스타”)

- F₁ 교배조합 중 원예적 형질이 우수한 황색계 F₁ 조합 190을 등록추진하였다(사진 17). 모본으로 선발된 계통은 JRS 후대에서 선발된 계통이며, 부분으로 선발된 계통은 SPY후대에 선발되었다. 선발된 F₁ 조합은 과중이 221g으로 중대과종의 특성을 보였으며, 착과수 및 과일모양이 우수한 특성을 보였다.



사진18. 국내용 주황색계 파프리카 등록품종의 특성

- F1교배조합 229번은 “오렌지스타” 로 등록하였다. 오렌지스타는 대조품종 Boogie 품종에 비하여 과중이 더 무겁고, 과장 및 과경이 더 길었다.
- 이들 적색계, 황색계, 주황색계 품종들은 현재 태국에서 등록추진용 시료와 농가 실증시험시료를 얻기 위해 과일을 성숙 중에 있으며, 등록추진과 농가 실증시험을 들어갈 예정이다.

(2) 5차년도

① 적색계 파프리카 등록(“Red Star” 와 “Red Sun”)

- 적색계 F₁교배조합중 대조품종과 비교하여 원예적 형질이 우수한 2개 조합을 선발하여 품종등록 하였다(사진1).

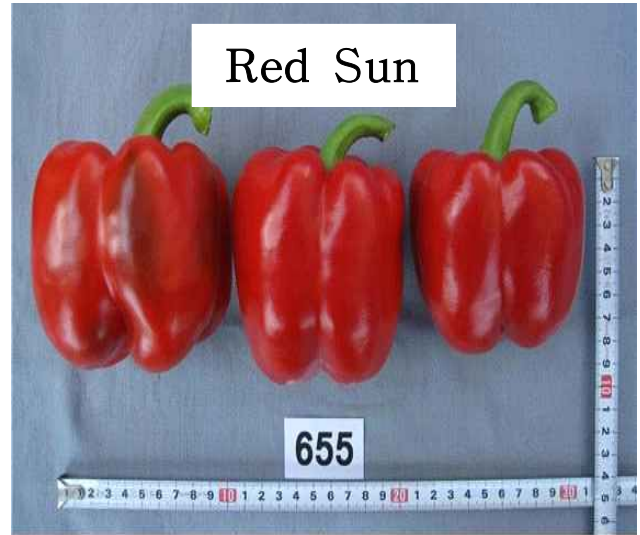
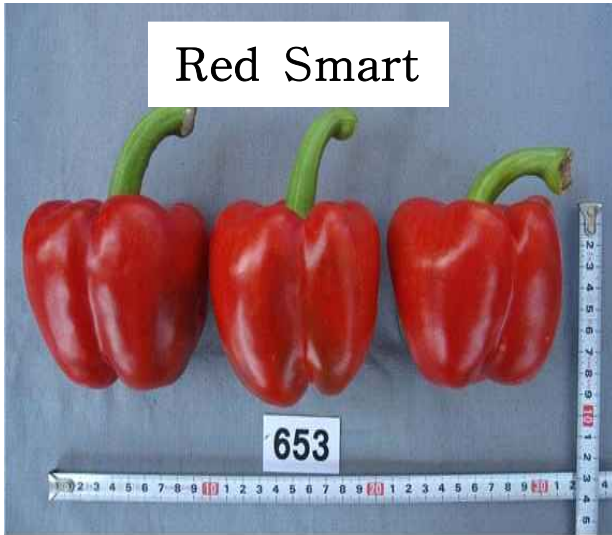
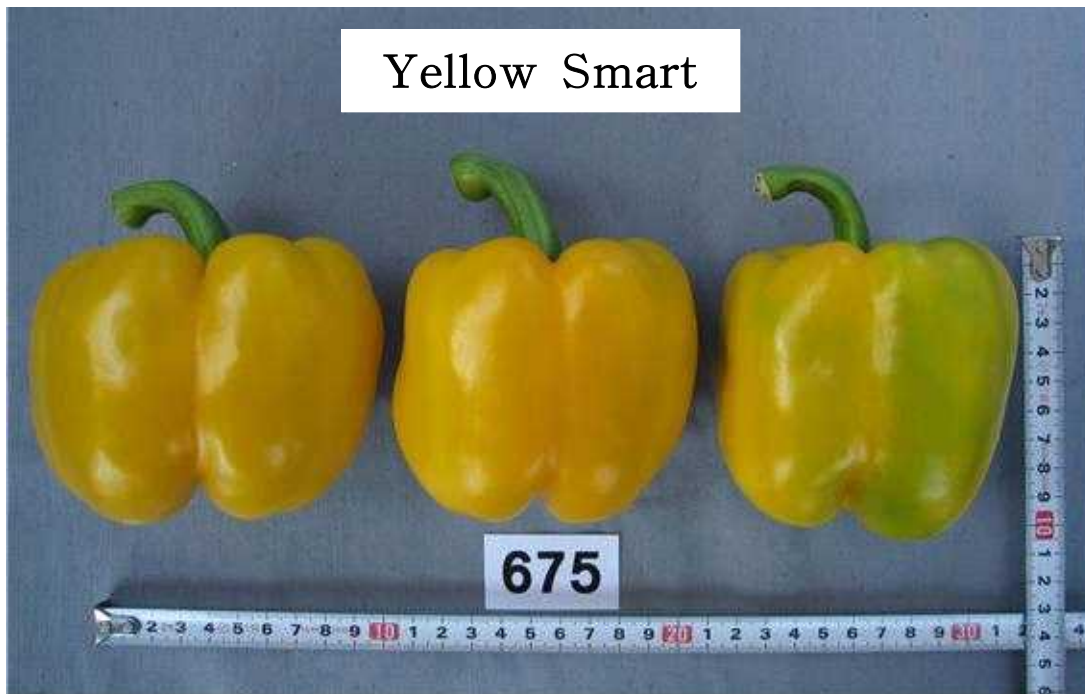


사진1. 적색계 파프리카 등록품종 “Red Smart” 와 “Red Sun”

② 황색계 파프리카 등록(“Yellow Smart”)

○ 황색계 F1교배조합중 대조품종과 비교하여 원예적 형질이 우수한 1개조합을 선발하여 “ Yellow Smart” 로 명명하여 품종등록 하였다. “Yellow Smart” 는 대과종으로 중국수출용으로 이용할 예정이다(사진2).



③ 주황색계 파프리카 등록(“Orange Smart”)

- 주황색계 F1교배조합중 원예적 형질이 우수한 1개 조합을 선발하여 품종등록 하였다. 과는 비교적 큰편으로 중국수출용으로 이용할 것이며 “Orange Smart”로 명명하였다 (사진3).

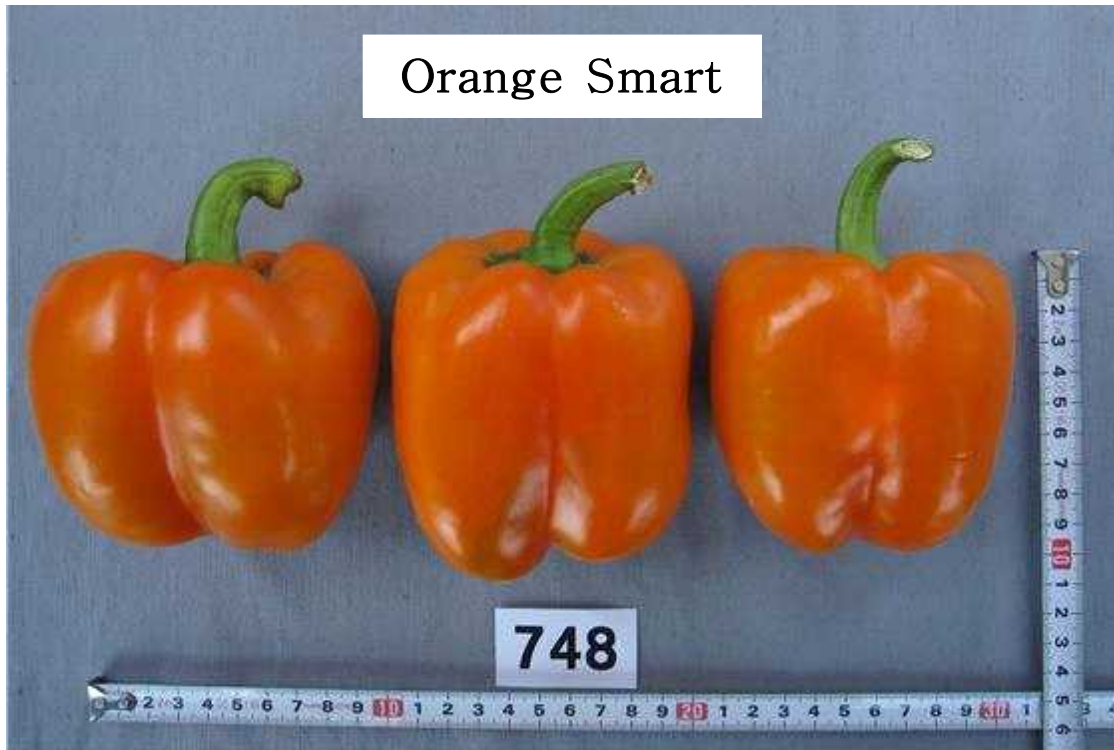


사진3. 주황색계 파프리카 품종등록 “Orange Smart”

농가실증시험

- 전년도에 등록된 적색계 품종“Red Star”, 황색계 품종“Yellow Star”, 주황색계 품종 “Orange Star” 품종의 경남, 전남, 경기, 강원 등 11개 지역에서 농가 실증시험 하였다. 아직 작기가 진행중이므로 품종에 대한 평가는 확실히 할 수는 없지만 현재까지 농가반응은 좋은편이다.

파프리카 시교종자 농가실증시험 현황

1. 시교 품종명

시교명	조합명	선발No.	TMV 저항성	과 색	비 고
시교No.1	SPC x CPR	524	S x R	R	
시교No.2	SPC x CPR	525	S x R	R	Red Star
시교No.3	JRS x SP	558	S x (?)	Y	Yellow Star
시교No.4	JRS x MGRT	672	S x R	Y	
시교No.5	VLTl x PRSDT	584	R x R	OR	Orange Star

2. 시교농가 현황

지역	농가명	주 소	연 락 처	비 고
강원	최재근	춘천시 우두동 402 강원농업기술원 원예연구과	010-2223-9397	4월 정식
	신현찬	철원군 김화읍 청양4리 3반	011-443-1106	4월 정식
	김형남(양액)	철원군 근남면 사곡리 1407	011-9169-4070	4월 정식
	최영수(토경)	철원군 근남면 마현리	011-733-6929	4월 정식
경기	권영근	포천군 관인면 중3리	017-355-1890	2월 정식
	최종성	화성시 우정읍 이화리 279 화성21 파프리카	010-2090-4581	5월 파종
전남	명동주	강진군 목리 탐진들	010-3619-3060	2월 정식
경남	양무천	합천군 가야면	010-3550-1663	2월 정식
	전명권	합천군 가야면	011-550-7799	3월 정식
	안철근	진주시 대신로 570 경남농업기술원	010-4021-3756	2월 정식
	노종갑	합천군 가야면	011-817-6779	4월 정식
계	11 농가			

제1-2절 중국 종자수출용 토경재배용 파프리카 품종 개발

1. 시험개요

가. 주요조사형질

선발시 고려되는 주요한 특성은 임성, 초형, 초세, 착과성, 주요 병 내병성, 내서성, 숙기, 과 크기, 과색, 과형 등이다.

나. 자식종자확보, 수확개체 임성 검정 및 분리용 교배 조합 작성(2007-2008)

제1작형 과 제2작형으로 두 번에 걸쳐 파종하였으며 각 작형별로 임성검정 및 계통선발 시험을 분리하여 실시하였다.

계통선발 및 분리조합작성을 위해 진행한 제1작형은 태국 Khonkaen시 인근의 (주)하나종묘 시험포장에 총 230계통과 조합을 공시하여 2007년 9월 11일 파종하였고 구당주수 5주~50주, 재식거리 165cm x 40cm으로 총 1,500m²의 망실에 2007년 10월 15일 정식하였다. 2007년 12월 15일부터 2007년 12월 20일에 걸쳐 교배하였으며 2008년 2월 14일에서 2008년 2월15일까지 선발된 개체의 수확을 실시하였다.

임성검정을 위한 제1작형은 태국 ChiangMai 인근의 (주)하나종묘 임대포장에 97계통을 공시하여 2008년 2월 25일 파종하였고 재식거리 30cm x 30cm으로 각 20주를 정식하여 2008년 4월 20일부터 2008년 4월 30일까지 약 10여일에 걸쳐 임성검정을 실시하였다.

계통선발 및 분리조합작성을 위해 진행한 제2작형은 태국 ChiangMai 인근의 (주)하나종묘 시험포장에 총53계통을 공시하여 2008년 3월 15일 파종하였고 구당주수 5주~50주, 재식거리 165cm x 40cm으로 2008년 5월 1일 정식하였다. 2008년 6월 15일부터 2008년 6월 20일에 걸쳐 교배하였으며 2008년 9월 5일에서 2008년 9월 8일까지 선발된 개체의 수확을 실시하였다.

임성검정을 위한 제2작형은 태국 Khonkaen시 인근의 (주)하나종묘 임대포장에 2008년 8월 25일 파종하였고 재식거리 30cm x 30cm으로 각 20주를 정식하여 2008년 10월 10일부터 2008년 10월 15일까지 약 5일에 걸쳐 임성검정을 실시하였다.

다. 선발계통의 세대진전 및 test cross 조합의 특성 조사(2008-2009)

선발계통의 세대진전 및 test cross 조합작성을 위해 태국 Khonkaen시 인근의 (주)하나종묘 시험포장에 총 325계통을 공시하여 2008년 9월 2일 파종하였고 총 3000m²의 면적에 2008년 10월 15일에서 2008년 10월 20일에 걸쳐 정식하였다. 2008년 11월에 교배하였으며 2009년 1월부터 2월까지 조사하여 선발개체 및 조합검정용 종자를 수확하였다.

test cross 조합 특성 조사를 위해 태국 Khonkaen시 인근의 (주)하나종묘 시험포장에

총 8조합을 공시하여 2009년 3월 5일 파종하였고 2009년 5월에 정식하여 2009년 9월 특성조사하였다.

라. 태국/한국 선발 시험 및 중국 현지 예비시험(2009-2010)

계통 선발 및 조합 작성을 위해 태국 Khonkaen시 인근의 (주)하나종묘 시험포장에 총 646계통을 공시하여 2009년 9월 7일 파종하였고 2009년 10월 12일 정식하였다. 2010년 1월부터 2월에 걸쳐 조사하여 2010년 2월에 선발된 개체 및 조합작성용 종자의 수확을 실시하였다.

중국 현지 예비 시험을 위해 山东省 博兴县店子镇大王村에 8조합 및 대비종으로 蔓迪(만디 : 적색)와 黄太極(황타이지 : 노란색)을 공시하여 2009년 7월 15일 파종하였고 2009년 8월 30일 25주 2반복으로 정식하였으며 2010년 3월 11일 최종조사하였다.

제1 세부과제에서 선발된 88조합 및 Cupra(적색),Derby(노란색),Orange Glory 등 8품종을 대비종으로 공시하여 2010년 2월 17일 파종하였고 경남 농업 기술원 유리온실 외 1지역에 2010년 3월 17일 정식하였으며 2010년 7월 12일 최종조사하였다.

계통 선발을 위해 안성의 (주)하나종묘 연구농장에 태국 건기 선발 계통을 포함한 총 346계통을 공시하여 2010년 3월 5일 파종하였고 2010년 4월 25일 정식하였으며 2010년 8월 20일 최종조사하였다.

마. 태국/한국 선발 시험과 중국 현지 적응성 시험 및 시교생산(2010-2011)

계통 선발 및 조합 검정을 위해 태국 Khonkaen시 인근의 (주)하나종묘 시험포장에 총 538계통 및 95조합외 대비종으로 蔓迪(만디 : 적색)외 적색 12품종과 黄太極(황타이지 : 노란색)외 황색 8품종을 공시하여 2010년 9월 9일 파종하였고 2010년 10월 15일 정식하였다. 조합 검정 시험의 정식주는 8주 2반복으로 시행하였고. 2011년 2월에 특성 조사 및 선발 개체의 수확을 실시하였다.

중국 현지 F1 시험을 위해 山东省 寿光市 留吕镇 南城西村과 山东省 寿光市 稻田镇 稻庄村에 45조합 및 대비종으로 蔓迪, Cupra, 백막전F1(이상 적색), 黄太極, Derby, 皇馬(이상 황색), Boogie(오렌지)의 7품종을 공시하여 2010년 7월 15일 파종하였고 2010년 8월 30일 25주 3반복으로 정식하였으며 2011년 3월 11일 최종조사하였다.

시교용 F1 종자 생산을 위해 태국 ChiangMai 인근의 위탁 채종포에 총 40계통 20조합을 공시하여 2011년 4월 20일 파종하였고 계통당 모계 50주 및 부계 15주 이상으로 2011년 7월 11일 정식하였다. 2011년 10월에 최종 생산하였다.

아열대 노지용 계통 선발을 위해 태국 Khonkaen시 인근의 (주)하나종묘 시험포장에 총 106계통을 공시하여 2011년 4월 5일 파종하였고 2011년 5월 15일 정식하였으며 2011년 9월에 특성 조사 및 선발 개체의 수확을 실시하였다.

바. 태국/한국 선발 시험과 중국 현지 적응성 시험 및 품종보호출원(2011-2012)

계통 선발 및 F1 성능검정을 위해 안성의 (주)하나종묘 연구농장에 총 200계통 및 79 조합 및 대비종의 F1을 공시하여 2010년 2월 5일 파종하였고 2010년 5월 11일 정식 하였으며 2010년 8월 22일 최종조사하였다.

주요 선발 조합의 최종 지역 적응성 검정을 위해 중국 현지 F1 시험을 위해 山东省 寿光市 留吕镇 南城西村 30조합 및 대비종으로 蔓迪, Cupra, 백막전F1(이상 적색), 黃太極, Derby, 皇馬(이상 황색), Boogie(오렌지)의 7품종을 공시하여 2011년 7월 10일 파종하였고 2011년 8월 25일 25주 3반복으로 정식하였으며 2012년 3월 13일 최종조사하였다.

2. 연구개발 수행 결과

가. 자식종자 확보, 수확개체 임성 검정 및 분리용 교배 조합 작성(2007-2008)

(1). 자식종자 확보 및 계통선발

(가) 기존 보유 계통 선발

제1작형, 제2작형으로 나누어 시험을 실시하였으며 공시한 파프리카 계통들이 열대지방에서 예상보다 조숙성 나타내어 정확한 선발을 위한 정밀 재배를 위해 초기 초세관리가 중요하다고 생각 되었다. 정식 후 초기 정지 작업의 실시가 이후 초세관리에 중요한 요건으로 판단되었다.

계통 선발은 임성, 초형, 초세, 착과성, 내병성, 내서성, 숙기, 과크기, 과색, 과형 등을 기준으로 선발하였으며 임성에 따라 MS계, MF계, 과색에 따라 적색계(Red), 황색계(Yellow), 주황색계(Orange), 과형에 따라 Long Blocky형, Medium Blocky형, Short Blocky형, 초형에 따라 신장계, 중간계, 단축계로 크게 4가지 기준으로 분류하였다(Table1 ,Fig.1).

위의 기준으로 계통 선발을 한 결과 임성에 따라 MS계 : MF계는 26 : 100의 비율로, 과색에 따라 Red : Yellow : Orange는 116 : 88 : 49의 비율로 과형에 따라 Long Blocky형 : Medium Blocky형 : Short Blocky형은 77 : 127 : 49의 비율로 초형에 따라 신장계 : 중간계 : 단축계는 62 : 106 : 85의 비율로 각각 분류되었고 총 126계통에서 253개체를 선발하였다.

기존 보유 계통 중에서 SB(Short Blocky) 형의 계통이 부족한 것으로 판단되어, 향후 SB계통의 육성에 보다 비중을 두어야 할 것으로 사료되며 초형과 과색별로는 비교적 균형이 잡힌 상태의 계통이 확보된 것으로 판단된다.

Table1. The key traits of selected lines

Segregation line	Fertility	Fruit color	Fruit type	Plant type
SPC	MS	Red	Medium Blocky	Elongation
CPR	MF	Red	Long Blocky	Elongation
DBL	MS	Red	Medium Blocky	Short term
MRG	MS	Red	Medium Blocky	Short term
FEST	MS	Yellow	Medium Blocky	Medium
MSRT	MF	Yellow	Short Blocky	Medium
RZ208	MS	Yellow	Medium Blocky	Short term
PRSDT	MF	Orange	Long Blocky	Medium
BG	MS	Orange	Long Blocky	Elongation
VLTI	MF	Orange	Short Blocky	Elongation
HSK	MS	Yellow	Medium Blocky	Elongation
9253	MF	Red	Long Blocky	Short term
DRP1086	MS	Red	Medium Blocky	Medium
8493R	MF	Red	Long Blocky	Medium
2423R	MF	Red	Short Blocky	Short term
9338Y	MF	Yellow	Short Blocky	Medium
9394Y	MF	Yellow	Short Blocky	Short term
DRP4976	MS	Yellow	Medium Blocky	Short term
RPD Y	MS	Yellow	Medium Blocky	Short term
FIR	MS	Yellow	Medium Blocky	Elongation



Field Selection(1)



Field Selection(2)

Fig.1. Various fruits of segregation lines



SPC lines:MS, Red, MB, Elongation type



CPR lines: MF, Red, LB, Elongation type



DBL lines: MS, Red, MB,
Short term type



MRG lines : MS, Red, MB,
Short term type



FEST lines: MS, Yellow, LB,
Medium type



MSRT lines : MF, Yellow, SB,
Medium type

Fig.1. Various fruits of segregation lines (continued)



RZ208 lines: MS, Yellow, MB,
Short term type



PRSDT lines : MF, Orange, LB,
Medium type



BG lines : MS, Orange, LB,
Elongation type



VLTI lines : MF, Orange, SB,
Elongation type



HSK lines: MS, Yellow, MB,
Elongation type



9253 lines : MF, Red, LB,
Short term type

Fig.1. Various fruits of segregation lines (continued)

Table2. Selected line list

BN	Source	Pedigree	No.of Selected Plants
9301	SPC	72401-91-2t	1
9302	SPC	72401-92-5t	1
9304	SPC	72401-84-9t	1
9305	SPC	72401-93-2t	6
9307	SPC	72401-81-6t	4
9308	SPC	72401-83-7t	2
9309	CPR	72402-91-6t	2
9311	CPR	72402-81-6t	2
9313	CPR	72402-93-10t	2
9315	CPR	72402-82-1t	2
9316	CPR	72402-83-5t	2
9318	DBL	72403-81-10t	2
9320	DBL	72403-83-2t	4
9321	DBL	72403-92-3t	4
9322	DBL	72403-84-10t	2
9324	MRG	72404-92-5t	4
9326	MRG	72404-82-7t	5
9327	MRG	72404-94-13t	1
9328	MRG	72404-81-7t	4
9332	FEST	72405-81-3t	4
9333	FEST	72405-82-5t	4
9334	FEST	72405-84-2t	4
9336	FEST	72405-94-3t	2
9339	MSRT	72406-81-7t	1
9340	MSRT	72406-82-9t	2
9341	MSRT	72406-84-5t	2
9342	MSRT	72406-92-11t	2
9343	MSRT	72406-93-8t	1
9344	MSRT	72406-83-4t	2
9345	RZ208(지리산)	72407-82-7t	2
9346	RZ208(지리산)	72407-83-2t	5
9347	RZ208(지리산)	72407-84-15t	2
9348	RZ208(지리산)	72407-91-4t	5
9349	RZ208(지리산)	72407-92-3t	2
9350	RZ208(지리산)	72407-93-12t	1
9352	PRSDT	72408-91-11t	2
9353	PRSDT	72408-92-13t	2
9355	PRSDT	72408-93-6t	1
9356	PRSDT	72408-82-8t	2
9358	PRSDT	72408-84-16t	1
9360	BG	72409-91-5t	1
9363	BG	72409-84-1t	4
9364	BG	72409-92-6t	3
9365	BG	72409-93-10t	4
9366	BG	72409-82-18t	1
9367	VLTI	72410-91-9t	1
9368	VLTI	72410-92-7t	1
9369	HSK	72411-91-1t	4
9370	HSK	72411-92-17t	1
9371	HSK	72411-93-6t	1
9373	9253	72414-91-7t	1

Table2. Selected line list (continued)

BN	Source	Pedigree	No.of Selected Plants
9375	DRP1086R	72421-84-6t	1
9376	DRP1086R	72421-81-5t	3
9377	DRP1086R	72421-82-7t	1
9378	8493R	72422-82-5t	1
9379	8493R	72422-81-7t	1
9380	2423R	72423-82-9t	1
9381	2423R	72423-84-4t	1
9383	2423R	72423-83-1t	1
9384	9338Y	72424-81-2t	1
9385	9338Y	72424-82-3t	1
9386	9338Y	72424-83-6t	1
9387	9394Y	72425-81-8t	1
9388	9394Y	72425-82-9t	1
9389	DRP4976Y	72426-82-3Bt	1
9390	DRP4976Y	72426-81-3Bt	1
9391	DRP4976Y	72426-83-5t	1
9392	RPD(Y)	72427-83-1t	5
9393	RPD(Y)	72427-84-8t	4
9394	RPD(Y)	72427-81-6t	4
9396	FIR(Y)	72428-83-12t	1
9397	FIR(Y)	72428-84-1t	4
9399	FIR(Y)	72428-82-5t	1
9400	RBT(O)	72429-82-18t	1
9401	RBT(O)	72429-83-5t	5
9402	RBT(O)	72429-81-19t	1
9403	RBT(O)	72429-84-20t	1
9405	벨R(SS)	72430-82-2t	4
9406	벨R(SS)	72430-81-7t	1
9407	BR291	72432-81-7t	1
9408	BR291	72432-82-1t	4
9411	BR291	72432-85-1t	2
9412	BR293	72433-81-4t	1
9413	BR293	72433-82-7t	1
9414	BR293	72433-83-7t	1
9419	BR293	72433-88-3t	1
9421	BR775	72434-81-10t	1
9422	BR775	72434-82-5t	1
9425	BR952	72435-81-4t	3
9430	BR975	72436-81-4t	1
9431	BR975	72436-82-5t	1
9432	BR975	72436-83-4t	2
9434	BR975	72436-85-4t	1
9435	생그랑R	72437-81-10t	1
9436	BY003	72438-81-8t	1
9437	BY003	72438-82-8t	1
9439	BO008	72439-82-4t	1
9440	BO008	72439-83-10t	1
9445	BO105	72441-81-8t	1
9446	BO105	72441-83-7t	1
9447	BO105	72441-82-7t	1
9449	BO939	72442-82-8t	1

Table2. Selected line list (continued)

BN	Source	Pedigree	No.of Selected Plants
9451	SBO036	72443-81-6t	1
9452	SBO221	72444-81-8t	1
9453	SBO223	72445-81-6t	1
9454	SBO223	72445-82-9t	1
9455	5AVS6	79455-1t	1
9456	5AVS7	79456-1t	1
9457	5AVS8	79457-1t	1
9458	5AVS9	79458-1t	1
9459	6AVS2	79459-1t	1
9460	6AVS3	79460-1t	1
9461	6AVS4	79461-1t	1
9462	6AVS5	79462-1t	1
9463	6AVH1	79463-1t	1
9464	7AVS1	79464-1t	2
9465	7AVS2	79465-1t	1
9466	7AVS3	79466-1t	2
9467	7AVS4	79467-1t	1
9468	7AVS5	79468-1t	2
9469	Aji Dulce	79469-1t	1
9470	Carolina Wonder	79470-1t	1
9471	Choco Pepper	79471-0t	1
9472	Dempsey	79472-1t	1
9473	ECW	79473-1t	1
9474	Early Red Sweet Pepper	79474-1t	1
9475	Golden Cali Wonder High Mowing	79475-1t	1
9476	Jupiter	79476-1t	1
9477	Sweet Pepper R	79477-1t	1
9478	Sweet Pepper Y	79478-1t	2
9479	Sweet Pepper O	79479-1t	1
9480	Yolo Y	79480-1t	1
9481	Gandal	79481-1t	1
9482	Hybrid Pepper Green to Red Bell O F ₁	79482-1t	1
9483	Jairan	79483-2t	2
9484	Telmo	79484-1t	2
9519	SVR 115	79519-0t	1
9520	SVR 970	79520-0t	1
9521	SVY 005	79521-0t	1
9522	SVO 036	79522-0t	1
9523	Baltasar	79523-0t	1
9524	Dalias	79524-0t	1
9525	Fortunato	79525-0t	1
9526	Luciana	79526-0t	1
9527	Rialto	79527-0t	1
9528	Gandal	79528-0t	1
9529	Jairan	79529-0t	1
9530	Telmo	79530-0t	1
9531	ECW X SPA1002	79531-0t	1
9532	CPR X ZHC100%	79532-0t	1
9533	Dunp8cy X SPA	79533-0t	1

(나) 도입종의 선발

원예연구소로부터 도입된 14개의 계통을 공시하여 특성을 검정한 결과 파프리카 육성의 소재로 사용 가능할 것으로 판단된 3계통을 선발하였다(Table3, Fig. 2).

Table3. Traits of selected lines to be introduced from NIHHS

Pedigree	Plant type	Fruit type	Fruit size	Fruit color	Remark
7AVS1	elongation	Blocky	Extra large	Red	extra large fruit
7AVS3	short stem	Short Blocky	Midium	Orange	short blocky and shot stem type, good fruit shape
7AVS5	elongation	Long Blocky	Large	Red	good fruit vigor and setting



7AVS1 : Extra lagre fruit, Blocky



7AV3 : Medium, Short Blocky



7AVS5 : Large fruit, Long Blocky

Fig.2. Selected lines to be introduced from NIHHS

서울대학교가 보유하고 있던 계통 중에서 16 계통을 분양받아 시험한 결과 파프리카 육성에 유용할 것으로 판단되는 3개 계통을 선발하였다(Table4, Fig.3).

Table4. Traits of selected lines to be introduced from SNU

Pedigree	Plant type	Fruit type	Fruit size	Fruit color	Remark
Sweet Pepper	elongation	Short Blocky	large	Yellow	large fruit, short blocky and elongation type
Jairan	elongation	Blocky	large	Red	good fruit shape and inner part
Telmo	elongation	Blocky	medium	Red	good fruit setting



Sweet pepper



Jairan



Telmo

Fig.3. Selected lines to be introduced from SNU

(2) 선발된 계통의 임성 검정

총 97계통의 임성을 한국 정식 전에 검정하였고 제 1작형 임성 검정을 위한 파종을 할 시기는 우기가 시작되는 시점인 관계로, 시험지를 평지인 KhonKaen에서 고랭지인 ChiangMai 인근으로 옮겨 수행하였으며 우기 임성 감별 시험지로는 평지보다는 강우가 적고 상대적으로 건조한 고랭지 지역이 좋은 것으로 판단되었다(Fig.4).

제 1 작형에서 선발된 계통중 MS가 출현하는 계통은 MSms 개체의 선발을 위하여 제 2작형 파종 전인 2월 25일에 파종하여 임성을 검정하였다. 조사시에는 확실한 불임주가 확인이 되면, 조사를 중지하고 "MS 출현"으로 기록하였고 조사된 임성감별의 결과를 토대로, MSMS계통은 도태시키고 MSms계통은 선발하여 정식하였다(Table5).



Fig4.. Fertility test in Thailand

Table5. Fertility check of selected lines

Source	Pedigree	Cross No.	MS (pl)	MF (pl)	Unclear (pl)	Cannot Check (pl)
SPC	72401-93-2t	9305-2t	4	5		
SPC	72401-93-7t	9305-7t		3		
SPC	72401-93-9t	9305-9t		10		
SPC	72401-93-10t	9305-10t		3		
SPC	72401-93-12t	9305-12t		4		
SPC	72401-93-14t	9305-14t	4	6		
SPC	72401-81-6t	9307-6t		15		
SPC	72401-81-14t	9307-14t	1	8		
SPC	72401-81-18t	9307-18t		14		
SPC	72401-81-20t	9307-20t		18		
DBL	72403-83-2t	9320-2t		12		
DBL	72403-83-6t	9320-6t		4		
DBL	72403-83-7t	9320-7t	2	4	1	
DBL	72403-83-11t	9320-11t		2		
DBL	72403-92-3t	9321-3t		12		
DBL	72403-92-5t	9321-5t		7		
DBL	72403-92-8t	9321-8t	5	10		
DBL	72403-92-19t	9321-19t	2	10		
MRG	72404-92-5t	9324-5t	1	18		
MRG	72404-92-7t	9324-7t		16		
MRG	72404-92-9t	9324-9t	3	16		
MRG	72404-92-13t	9324-13t		19		
MRG	72404-82-7t	9326-7t		17		
MRG	72404-82-9t	9326-9t		20		
MRG	72404-82-11t	9326-11t		18		
MRG	72404-82-12t	9326-12t		19	1	
MRG	72404-82-19t	9326-19t		15		
MRG	72404-81-7t	9328-7t	5	15		
MRG	72404-81-8t	9328-8t	1	19		
MRG	72404-81-14t	9328-14t	4	15		
MRG	72404-81-15t	9328-15t	8	11		
FEST	72405-81-3t	9332-3t		17		
FEST	72405-81-4t	9332-4t	5	14		
FEST	72405-81-6t	9332-6t	4	14		
FEST	72405-81-15t	9332-15t		17		
FEST	72405-82-5t	9333-5t	4	6		
FEST	72405-82-8t	9333-8t		19		
FEST	72405-82-15t	9333-15t		13		
FEST	72405-82-16t	9333-16t	4	9		

Table5. Fertility check of selected lines (continued)

Source	Pedigree	Cross No.	MS (pl)	MF (pl)	Unclear (pl)	Cannot Check (pl)
FEST	72405-84-2t	9334-2t		18		
FEST	72405-84-3t	9334-3t	2	11		
FEST	72405-84-9t	9334-9t	3	13		
FEST	72405-84-13t	9334-13t	2	15		
JRS	72407-83-2t	9346-2t		14		
JRS	72407-83-3t	9346-3t	2	1		
JRS	72407-83-10t	9346-10t		7		
JRS	72407-83-11t	9346-11t	1	14		
JRS	72407-83-16t	9346-16t	1	14		
JRS	72407-91-4t	9348-4t	5	10		
JRS	72407-91-9t	9348-9t	1	9		
JRS	72407-91-12t	9348-12t	2	12		
JRS	72407-91-16t	9348-16t		13		
JRS	72407-91-18t	9348-18t		12		
BG	72409-84-1t	9363-1t		4		
BG	72409-84-9t	9363-9t	2	10		
BG	72409-84-18t	9363-18t		15		
BG	72409-84-19t	9363-19t	1	4		
BG	72409-93-10t	9365-10t		18		
BG	72409-93-13t	9365-13t		14		
BG	72409-93-14t	9365-14t		4		
BG	72409-93-18t	9365-18t		5		
HSK	72411-91-1t	9369-1t	3	8		
HSK	72411-91-5t	9369-5t		18		
HSK	72411-91-6t	9369-6t	4	13		
HSK	72411-91-16t	9369-16t	1	8		
DRP1086R	72421-81-5t	9376-5t		19		
DRP1086R	72421-81-9t	9376-9t		14		
DRP1086R	72421-81-10t	9376-10t	1	13		
RPD(Y)	72427-83-1t	9392-1t		8		
RPD(Y)	72427-83-7t	9392-7t	1	6		
RPD(Y)	72427-83-8t	9392-8t	3	14		
RPD(Y)	72427-83-9t	9392-9t		17		
RPD(Y)	72427-83-11t	9392-11t		7		
RPD(Y)	72427-84-4t	9393-4t	4	9		
RPD(Y)	72427-84-14t	9393-14t	4	10		
RPD(Y)	72427-84-18t	9393-18t	6	11		
RPD(Y)	72427-84-19t	9393-19t	1	14		
RPD(Y)	72427-81-6t	9394-6t		20		

Table5. Fertility check of selected lines (continued)

Source	Pedigree	Cross No.	MS (pl)	MF (pl)	Unclear (pl)	Cannot Check (pl)
RPD(Y)	72427-81-18t	9394-18t	4	6		
RPD(Y)	72427-81-19t	9394-19t	5	8		
RPD(Y)	72427-81-20t	9394-20t	1	9		
FIR(Y)	72428-84-1t	9397-1t		12		
FIR(Y)	72428-84-2t	9397-2t	4	16		
FIR(Y)	72428-84-6t	9397-6t	2	16		
FIR(Y)	72428-84-11t	9397-11t	5	10		
RBT(O)	72429-83-5t	9401-5t		14		
RBT(O)	72429-83-9t	9401-9t		16		
RBT(O)	72429-83-12t	9401-12t		18		
RBT(O)	72429-83-16t	9401-16t		16		
RBT(O)	72429-83-18t	9401-18t		10		
미니벨R	72430-82-2t	9405-2t	6	16		
미니벨R	72430-82-3t	9405-3t	4	15		
미니벨R	72430-82-7t	9405-7t	7	11		
미니벨R	72430-82-9t	9405-9t	5	18		
BR952	72435-81-4t	9425-4t		2		
BR952	72435-81-8t	9425-8t		11		
BR952	72435-81-9t	9425-9t		14		

(3) 분리용 교배조합의 작성

(가) 제 1 작형 분리용 교배조합의 작성

현재 도입된 TSWV 저항성 소재는 총 6점이며 ZR社의 Baltasar, Dalias, Fortunato와 EZ社의 Gandal, Jairan, Telmo 이다. TSWV 저항성 계통육성을 위한 분리용 조합작성용으로 저항성소재로 위의 EZ와 ZR의 저항성 F1 각 3품종고 교배모본으로 SPC, CPR, DB, JRS, HSK, FIR, PRSDT, BG를 이용하여 총 8조합 작성하였다. 그러나 각사에서 주장하는 저항성의 신빙성이 객관적으로 검증되지 않았기 때문에 교배시 화분을 혼합하는 방법을 사용하였으며 이 재료는 제1세부과제의 시험으로 이관하여 진행하였다(Table6).

Table6. Combination list for segregation to select TSWV resistant lines

BN	Source	Generation	Cross No.
Combination for segregating	SPC X TSWV 합	F ₁	9501-5B/9528-0t
Combination for segregating	CPR X TSWV 합	F ₁	9502-5B/9523-0t
Combination for segregating	DB X TSWV 합	F ₁	9504-5B/9523-0t
Combination for segregating	JRS X TSWV 합	F ₁	9507-5B/9528-0t
Combination for segregating	HSK X TSWV 합	F ₁	9508-5B/9528-0t
Combination for segregating	FIR X TSWV 합	F ₁	9509-5B/9528-0t
Combination for segregating	PRSDT X TSWV 합	F ₁	9510-5B/9523-0t
Combination for segregating	BG X TSWV 합	F ₁	9511-5B/9523-0t

(나) 제 2 작형 분리용 교배조합의 작성

MS 마커 개발을 위한 집단을 작성하였으며 이 자료는 제 3 세부과제에 이관하여 사용되었다(Table7).

Table7. Combination list for MS marker development

♀	♂	ms1	ms3	msk
	ms1	×	○	○
	ms3	○	×	○
	msk	○	○	×

(4) 한국과 태국의 특성 발현 차이에 대한 올바른 해석

태국과 한국을 이용한 Shuttle breeding system에서는 양 지역에서의 선발시의 특성발현 차이에 대한 정도를 파악하는 것이 매우 중요하다. 한국에서 관찰한 판매종 F1과, 제 1작형에서 선발된 계통을 제 2작형에서 시험 및 필장의 다년간의 육종경험을 통하여 정도의 차이의 파악이 충분히 가능할 것으로 사료되며 추후 본 시험 및 타시험에서도 종합적인 논의와 토의가 필요한 부분으로 생각된다.

나. 선발계통의 세대진전 및 test cross 조합의 특성 조사(2008-2009)

(1) 태국 계통 선발 시험

총 325 계통 공시한 시험에서 불안정한 기후 및 폭우로 인하여 정식후 침수피해로 인하여 초기 생육이 부진하였으나 이후 생육회복으로 이후 정상적인 조사, 선발 및 건실한 종자의 수확이 가능하여 총 146계통 463개체를 선발하였다(Table8, Fig.5). 과형, 과색, 과크기, 초형 별로 선발된 계통을 분류하였으며 일부 편중된 계통의 다양성을 증가시켜야 할 부분도 확인하였다.



Sowing



Nursery bed



Flood damage



Net house construction



Fertilization

Fig.5. Line selection in Thailand



Selection Red type



Selection yellow type



Selection orange type



Fruit setting



Picking seeds

Fig.5. Line selection in Thailand (continued)

(2) 선발계통의 분류

(가) 과색별 분류

총 463 선발개체를 과색별로 분류한 결과 전체 계통중에서 yellow가 차지하는 비율이 50%로 너무 높은 편이다. 이는 yellow 계통으로 red와 yellow 둘다 사용이 가능할 것으로 판단되었기 때문이나 금년도 test cross결과 red 조합은 red X red 가 되어야 할 것으로 사료되었다. 향후 계통을 선발하면서 red의 비율을 좀 더 높여야 할 것으로 사료되었다(Fig.6.).

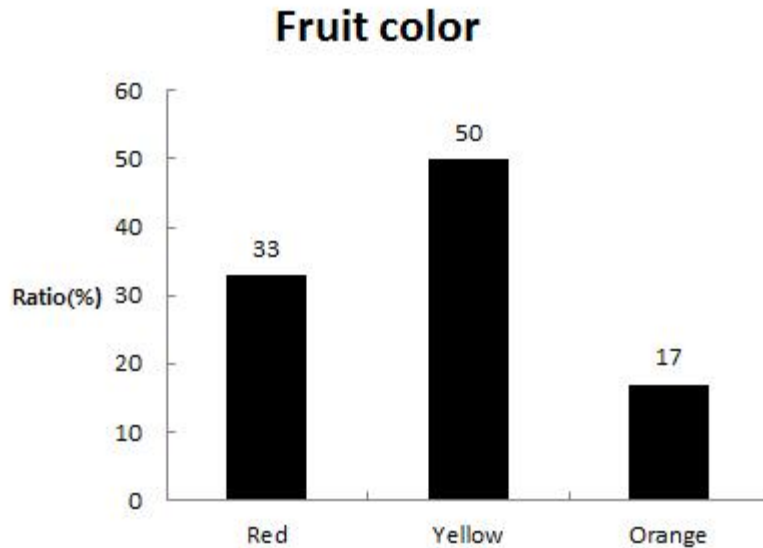


Fig6. Line classification by fruit color

(나) 과형별 분류

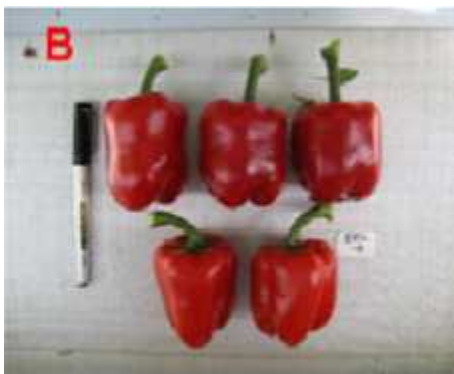
과형은 짧은형(S;Short), 약간 짧은형(SB;Short Blocky), 정방형(B;Blocky), 약간 긴형(LB;Long Blocky), 긴형(L;Long), 아주 긴형(E;Elongated)의 6형태로 분류하였다. 전체 선발된 개체를 과형을 기준으로 살펴보면 이상적인 Blocky 조합을 위하여 양친간의 조합은 LB X B, SB X L, S X E가 되어야 할 것으로 사료되나 현재의 선발 개체의 분포를 보면 너무 짧은 쪽으로 편기 되어 있다. 향후 계통 및 개체 선발시에는 LB 나 B형의 과를 선발하는데 주력해야 할것으로 생각되며 S계통의 수에 비해 E계통의 수가 너무 적은 점도 고려해야 할 것으로 사료되었다(Fig.7, Fig.8).



Short(S)



Short Blocky(SB)



Blocky(B)



Long Blocky(LB)



Long(L)



Elongated(E)

Fig.7. Line classification by fruit shape

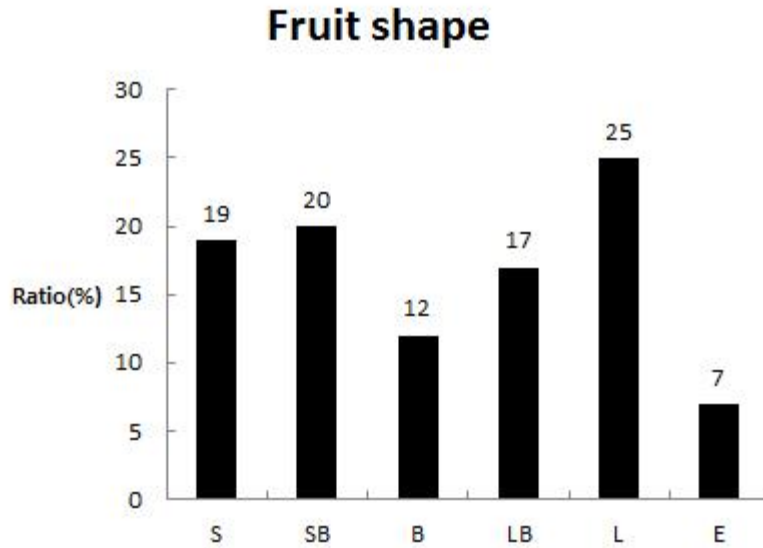


Fig.8. Line classification by fruit shape
 (S:Short, SB:Short Blocky, B:Blocky, LB:Long Blocky, L:Long, E: Elongated)

(다) 과크기별 분류

총 463 선발개체를 과크기별로 분류하면 전체 계통중에서 중대과와 대과가 차지하는 비율이 너무 높아 향후 선발시에는 중소과와 소과의 선발에 주력해야 할 것으로 사료되었다(Fig.9).

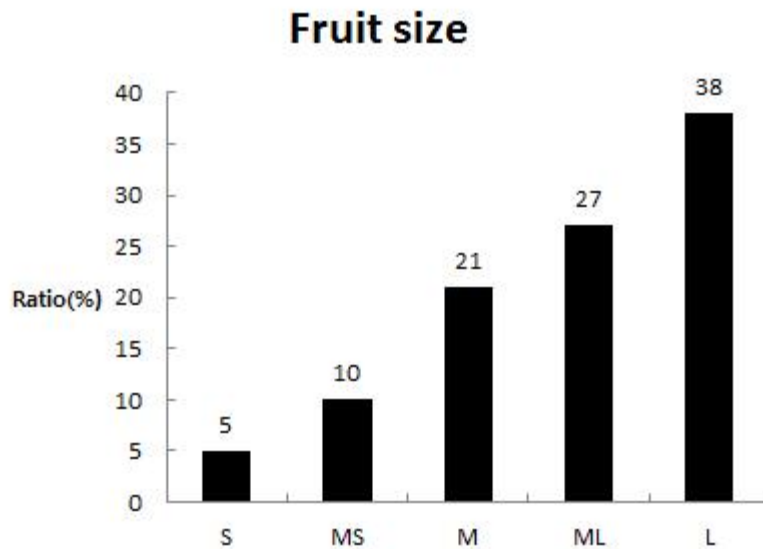


Fig.9.Line classification by fruit size
 (S:Small, MS:Medium and small, M:Medium, ML:Medium and large, L:Large)

(라) 식물체 초형에 따른 분류

육종설계시 초형의 분류가 향후 F1 조합시 잡종강세의 정도를 좌우하는 중요한 요소이며 초형의 분류 기준은 다음의 그림과 같다.

A형으로 분류되는 계통의 특성은 굽은줄기, 대엽, 초장단, 절간단, 과중형, 단축계 B형으로 분류되는 계통의 특성은 가는줄기, 소엽, 초장장, 절간장, 과수형, 신장계 AB형은 중간에서 A쪽에 가까운것, BA형은 중간에서 B쪽에 가까운 것이다.

총 463 선발개체를 과크기별로 분류하면 전체 계통중에서 A형의 비율이 B형의 비율보다 지나치게 높은 것으로 사료되었다. 향후 선발에서는 B형과 BA형을 중점적으로 선발하고자 한다(Fig.10, Fig.11).



Fig.10. Plant type of paprika

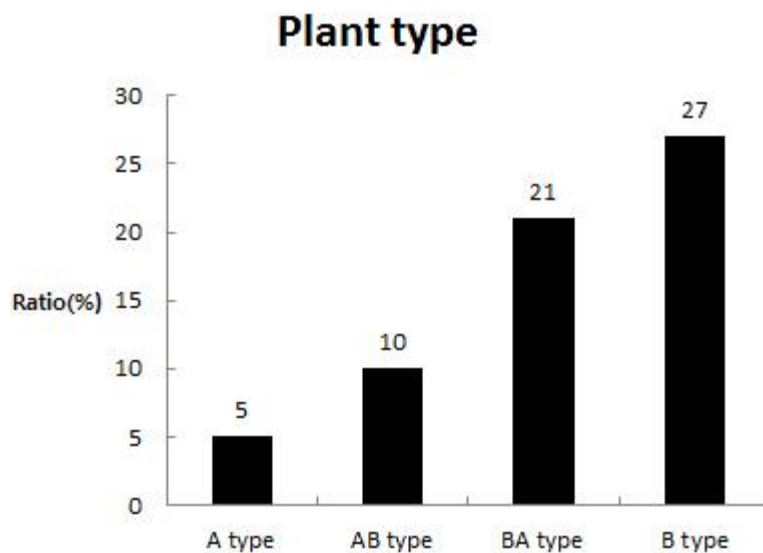


Fig.11. Line classification by plant type

(마) 잎의 크기에 따른 분류

잎 크기별 분류해 보면 계통의 절반 이상이 중엽계였으며 대엽계에 비하여 소엽계의 선
발이 조금 더 되어야 할 것으로 사료되었다.

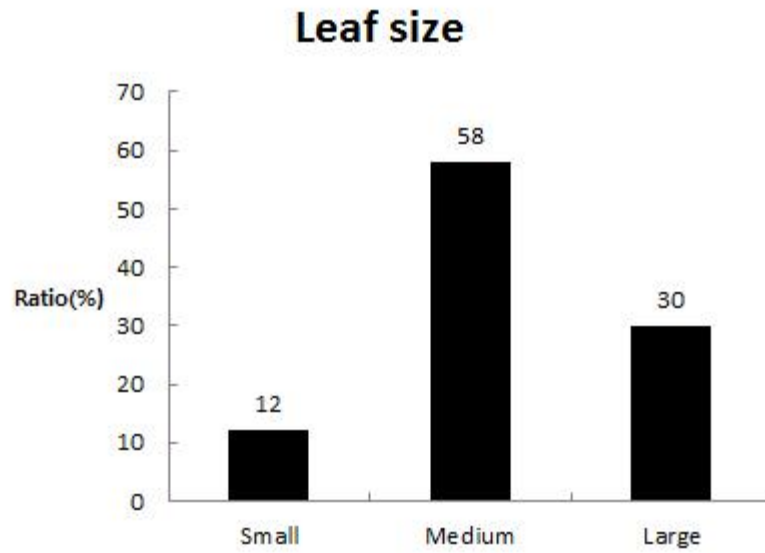


Fig.12. Line classification by leaf size

Table8. Selected line list

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0001	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-91-2t-1-3t	4501-3
89-0002	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-92-5t-1-5t	4502-5
89-0003	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-84-9t-1-8t	4503-8
89-0004	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-2t-4-16t	4507-16
89-0005	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-2(1)t	4508-2/4508-1
89-0006	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-4(5)t	4508-4/4508-5
89-0007	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-8(9)t	4508-8/4508-9
89-0008	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-10t	4508-10
89-0009	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-15t	4508-15
89-0010	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-16t	4508-16
89-0011	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-17t	4508-17
89-0012	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-2-2(0)t	4509-2/4509-0
89-0013	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-2-6(0)t	4509-6/4509-0
89-0014	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-81-14t-2-7t	4513-7
89-0015	CPR(L3/L3)	72402-91-12t-34-4t	4518-4
89-0016	CPR(L3/L3)	72402-81-6t-36-1t	4519-1
89-0017	CPR(L3/L3)	72402-93-17t-32-6t	4520-6
89-0018	CPR(L3/L3)	72402-82-3t-1-9t	4521-9
89-0019	CPR(L3/L3)	72402-82-3t-32-9t	4522-9
89-0020	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-81-17t-1-8t	4524-8
89-0021	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-2t	4525-2
89-0022	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-3(2)t	4525-3/4525-2
89-0023	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-5(7)t	4525-5/4525-7
89-0024	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-6(8)t	4525-6/4525-8
89-0025	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-7t	4525-7
89-0026	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-8t	4525-8
89-0027	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-10(11)t	4525-10/4525-11
89-0028	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-13t	4525-13
89-0029	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-18(17)t	4525-18/4525-17
89-0030	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-2-1(0)t	4526-1/4526-0
89-0031	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-3t-2-12t	4530-12
89-0032	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-2t	4533-2
89-0033	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-5t	4533-5
89-0034	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-8t	4533-8
89-0035	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-10t	4533-10
89-0036			
89-0037	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-15t	4533-15
89-0038	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-18t	4533-18
89-0039	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-8t-3-1t	4539-1
89-0040	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-8t-3-3(1)t	4539-3/4539-1
89-0041	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-8t-3-4(5)t	4539-4/4539-5
89-0042	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-8t-3-5t	4539-5
89-0043	MIRG(ms)	72404-92-5t-1-1(3)t	4541-1/4541-3
89-0044	MIRG(ms)	72404-92-5t-1-2(4)t	4541-2/4541-4
89-0045	MIRG(ms)	72404-92-5t-1-4t	4541-4
89-0046	MIRG(ms)	72404-92-5t-1-6(7)t	4541-6/4541-7

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0047	MIRG(ms)	72404-92-5t-1-7t	4541-7
89-0048	MIRG(ms)	72404-92-5t-1-8t	4541-8
89-0049	MIRG(ms)	72404-92-5t-1-14t	4541-14
89-0050	MIRG(ms)	72404-92-5t-1-15(14)t	4541-15/4541-14
89-0051	MIRG(ms)	72404-92-5t-3-1(4)t	4543-1/4543-4
89-0052	MIRG(ms)	72404-92-5t-3-2(0)t	4543-2/4543-0
89-0053	MIRG(ms)	72404-92-5t-3-7t	4543-7
89-0054	MIRG(ms)	72404-92-5t-3-10t	4543-10
89-0055	MIRG(ms)	72404-92-5t-3-11t	4543-11
89-0056	MIRG(ms)	72404-92-5t-3-16(15)t	4543-16/4543-15
89-0057	MIRG(ms)	72404-92-5t-3-18t	4543-18
89-0058	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-1t	4546-1
89-0059	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-2(3)t	4546-2/4546-3
89-0060	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-3t	4546-3
89-0061	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-5t	4546-5
89-0062	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-6(5)t	4546-6/4546-5
89-0063	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-8(0)t	4546-8/4546-0
89-0064	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-9(10)t	4546-9/4546-10
89-0065	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-14(15)t	4546-14/4546-15
89-0066	MIRG(ms)	72404-92-9t-1-16t	4546-16
89-0067	MIRG(ms)	72404-82-11t-1-14t	4550-14
89-0068	MIRG(ms)	72404-82-12t-1-13t	4554-13
89-0069	MIRG(ms)	72404-94-13t-1-5t	4558-5
89-0070	MIRG(ms)	72404-81-15t-1-1(0)t	4559-1/4559-0
89-0071	MIRG(ms)	72404-81-15t-1-7(0)t	4559-7/4559-0
89-0072	MIRG(ms)	72404-81-15t-1-9(0)t	4559-9/4559-0
89-0073	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-1(0)t	4560-1/4560-0
89-0074	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-2(3)t	4560-2/4560-3
89-0075	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-6(5)t	4560-6/4560-5
89-0076	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-7(8)t	4560-7/4560-8
89-0077	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-8t	4560-8
89-0078	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-9(10)t	4560-9/4560-10
89-0079	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-81-7t-1-9t	4600-9
89-0080	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-10t	4560-10
89-0081	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-11t	4560-11
89-0082	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-13t	4560-13
89-0083	MIRG(ms)	72404-81-15t-2-14(15)t	4560-14/4560-15
89-0084	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-82-9t-1-9t	4601-9
89-0085	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-84-5t-1-4t	4602-4
89-0086	9253(Seminis)	72414-91-7t-1-3t	4563-3
89-0087	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-92-18t-0-9t	4603-9
89-0088	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-93-8t-1-9t	4604-9
89-0089	DRP1086R(Ruitor)	72421-81-9t-1-11t	4564-11
89-0090	DRP1086R(Ruitor)/2423R(Seminis)	72421-81-9t-1-1 2/72423-84-4t-1-0t	4564-1 2/4574-0
89-0091	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-93-8t-39-4t	4605-4
89-0092	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-82-19t-1-3t	4606-3
89-0093	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-8t	4607-8
89-0094	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-11t	4607-11

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0095	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-13t	4607-13
89-0096	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-15t	4607-15
89-0097	DRP1086R(Ruitor)	72421-82-7t-1-6t	4568-6
89-0098	8493R(Seminis)	72422-82-5t-1-4t	4569-4
89-0099	8493R(Seminis)	72422-81-7t-35-9t	4571-9
89-0100	2423R(Seminis)	72423-82-9t-1-3t	4572-3
89-0101	2423R(Seminis)	72423-82-9t-38-5t	4573-5
89-0102	2423R(Seminis)	72423-84-4t-1-13t	4574-13
89-0103	2423R(Seminis)	72423-84-4t-30-9t	4575-9
89-0104	2423R(Seminis)	72423-83-1t-1-4t	4576-4
89-0105	2423R(Seminis)	72423-83-1t-39-8t	4577-8
89-0106	7AVS1	79464-4t-1-1t	4578-1
89-0107	Jairan	79483-2t-1-3t	4579-3
89-0108	Jairan	79483-2t-1-4t	4579-4
89-0109	Jairan	79483-2t-1-6t	4579-6
89-0110	Jairan	79483-2t-1-7t	4579-7
89-0111	Jairan	79483-2t-2-7t	4580-7
89-0112	Telmo	79484-1t-1-9t	4581-9
89-0113	Telmo	79484-1t-2-6t	4582-6
89-0114	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-1(3)t	4583-1/4583-3
89-0115	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-5t	4583-5
89-0116	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-6t	4583-6
89-0117	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-7(8)t	4583-7/4583-8
89-0118	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-12(11)t	4583-12/4583-11
89-0119	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-12t	4583-12
89-0120	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-13t	4583-13
89-0121	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-18(16)t	4583-18/4583-16
89-0122	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-15t-1-14(0)t	4587-14/4587-0
89-0123	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-15t-1-18t	4587-18
89-0124	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-82-5t-3-13t	4593-13
89-0125	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-84-3t-1-6t	4595-6
89-0126	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-84-3t-1-8(0)t	4595-8/4595-0
89-0127	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-84-3t-1-9t	4595-9
89-0128	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-84-3t-1-13t	4595-13
89-0129	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-84-3t-1-15t	4595-15
89-0130	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)/2423R(Seminis)	72405-84-3t-1-3 5/72423-84-4t-1-0t	4595-3 5/4574-0
89-0131	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-94-3t-1-1t	4599-1
89-0132			
89-0133	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-5(0)t	4607-5/4607-0
89-0134	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/2423R(Seminis)	72407-83-3t-1-14/72423-84-4t-1-0t	4607-14/4574-0
89-0135	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-11t-1-11t	4611-11
89-0136	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-11t-1-12t	4611-12
89-0137	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-11t-1-16t	4611-16
89-0138			
89-0139	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/MSRT(L0/L3, L0/L4)	72407-83-11t-1-1 18/72406-92-18t-0-0t	4611-1 18/4603-0
89-0140	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-84-15t-1-3t	4615-3
89-0141	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-2t	4616-2
89-0142	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/2423R(Seminis)	72407-91-4t-1-5/72423-84-4t-1-0t	4616-5/4574-0

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0143	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-10t	4616-10
89-0144	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-14t	4616-14
89-0145	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-15(0)t	4616-15/4616-0
89-0146	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-18t	4616-18
89-0147	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-12t-1-6t	4620-6
89-0148	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-12t-3-1t	4622-1
89-0149	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-12t-3-6t	4622-6
89-0150	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-12t-3-7t	4622-7
89-0151	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-12t-3-10t	4622-10
89-0152	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-12t-3-11t	4622-11
89-0153	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-92-7t-1-4t	4624-4
89-0154	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-93-12t-1-11t	4625-11
89-0155	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-1(2)t	4626-1/4626-2
89-0156	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-2t	4626-2
89-0157	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-5(4)t	4626-5/4626-4
89-0158	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-8t	4626-8
89-0159	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-10t	4626-10
89-0160	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-12(11)t	4626-12/4626-11
89-0161	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-13t	4626-13
89-0162	HSK(RR, ms)	72411-93-6t-1-4t	4631-4
89-0163	9338Y(Seminis)	72424-81-2t-1-8t	4632-8
89-0164	9338Y(Seminis)	72424-82-3t-1-7t	4633-7
89-0165	9338Y(Seminis)	72424-82-3t-30-2(0)t	4634-2/4634-0
89-0166	9338Y(Seminis)	72424-82-3t-30-9(0)t	4634-9/4634-0
89-0167	9338Y(Seminis)	72424-83-6t-32-3t	4635-3
89-0168	9394Y(Seminis)	72425-81-8t-1-7t	4636-7
89-0169	9394Y(Seminis)	72425-82-9t-33-8t	4638-8
89-0170	DRP4976Y(Ruitor)	72426-81-3 ^주 합t-1-4t	4639-4
89-0171	DRP4976Y(Ruitor)	72426-83-5t-1-2t	4640-2
89-0172	RPD	72427-83-1t-1-2t	4641-2
89-0173	RPD	72427-83-1t-2-5t	4642-5
89-0174	RPD/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72427-83-1t-2-17 18/72407-93-12t-1-0t	4642-17 18/4625-0
89-0175	RPD	72427-83-7t-1-3t	4645-3
89-0176	RPD	72427-83-7t-1-7t	4645-7
89-0177	RPD	72427-83-7t-1-11(7)t	4645-11/4645-7
89-0178	RPD	72427-83-7t-1-12(13)t	4645-12/4645-13
89-0179	RPD	72427-83-7t-1-13t	4645-13
89-0180	RPD	72427-83-7t-1-14t	4645-14
89-0181			
89-0182			
89-0183	RPD	72427-83-9t-1-4t	4649-4
89-0184	RPD	72427-84-4t-2-1t	4654-1
89-0185	RPD	72427-84-4t-2-5t	4654-5
89-0186	RPD	72427-84-4t-2-7t	4654-7
89-0187	RPD	72427-84-4t-2-8t	4654-8
89-0188	RPD	72427-84-4t-2-14(13)t	4654-14/4654-13
89-0189	RPD	72427-84-4t-2-15(16)t	4654-15/4654-16
89-0190	RPD	72427-84-18t-4-1(2)t	4660-1/4660-2

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0191	RPD	72427-84-18t-4-4t	4660-4
89-0192	RPD	72427-84-18t-4-7t	4660-7
89-0193	RPD	72427-84-18t-4-12t	4660-12
89-0194	RPD	72427-84-18t-4-13t	4660-13
89-0195	RPD	72427-84-18t-4-18(17)t	4660-18/4660-17
89-0196	RPD	72427-81-19t-4-11(10)t	4664-11/4664-10
89-0197	RPD	72427-81-19t-4-13t	4664-13
89-0198	RPD	72427-81-19t-4-14t	4664-14
89-0199	RPD	72427-81-19t-4-15t	4664-15
89-0200	RPD	72427-81-19t-4-16t	4664-16
89-0201	RPD	72427-81-19t-4-18(16)t	4664-18/4664-16
89-0202	RPD	72427-81-20t-1-3t	4665-3
89-0203	RPD	72427-81-20t-1-9t	4665-9
89-0204	RPD	72427-81-20t-1-11t	4665-11
89-0205	RPD	72427-81-20t-1-12t	4665-12
89-0206	RPD	72427-81-20t-2-2(0)t	4666-2/4666-0
89-0207	RPD	72427-81-20t-2-5(0)t	4666-5/4666-0
89-0208	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-83-12t-1-2t	4669-2
89-0209	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-2t-2-1t	4671-1
89-0210	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-2t-2-9t	4671-9
89-0211	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-2t-2-11(0)t	4671-11/4671-0
89-0212	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-2t-2-15t	4671-15
89-0213	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-2t-2-17t	4671-17
89-0214			
89-0215			
89-0216	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-6t-4-7(8)t	4677-7/4677-8
89-0217	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-6t-4-9t	4677-9
89-0218	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-6t-4-10t	4677-10
89-0219	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-6t-4-11(0)t	4677-11/4677-0
89-0220	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-6t-4-14t	4677-14
89-0221	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-6t-4-17t	4677-17
89-0222	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-6t-4-18(17)t	4677-18/4677-17
89-0223	Sweet Pepper Y	79478-1t-1-3t	4678-3
89-0224	PRSDT(L3/L3)	72408-91-12t-1-1t	4679-1
89-0225	PRSDT(L3/L3)	72408-92-17t-1-7t	4680-7
89-0226	PRSDT(L3/L3)	72408-93-6t-2-2t	4682-2
89-0227	PRSDT(L3/L3)	72408-82-20t-1-9t	4683-9
89-0228	PRSDT(L3/L3)	72408-82-20t-2-8t	4684-8
89-0229	PRSDT(L3/L3)	72408-84-16t-1-1t	4685-1
89-0230	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-91-5t-1-2t	4686-2
89-0231	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-2(1)t	4687-2/4687-1
89-0232	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-3t	4687-3
89-0233	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-12t	4687-12
89-0234	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-13t	4687-13
89-0235	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-14(15)t	4687-14/4687-15
89-0236	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-15t	4687-15
89-0237	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-18(16)t	4687-18/4687-16
89-0238	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-2-1(0)t	4688-1/4688-0

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0239	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-2-3(0)t	4688-3/4688-0
89-0240	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-2-5(0)t	4688-5/4688-0
89-0241	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-2-7(0)t	4688-7/4688-0
89-0242	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-1(0)t	4691-1/4691-0
89-0243	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-3t	4691-3
89-0244	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-7t	4691-7
89-0245	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-12t	4691-12
89-0246	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-13t	4691-13
89-0247	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-17(18)t	4691-17/4691-18
89-0248	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-92-6t-1-1t	4695-1
89-0249	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-92-16t-1-3t	4696-3
89-0250	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-2t	4698-2
89-0251	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-4t	4698-4
89-0252	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-7t	4698-7
89-0253	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-10t	4698-10
89-0254	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-15(0)t	4698-15/4698-0
89-0255	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-13t-2-6t	4702-6
89-0256	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-13t-2-7t	4702-7
89-0257	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-13t-2-8t	4702-8
89-0258	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-13t-2-9t	4702-9
89-0259	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-13t-2-15(18)t	4702-15/4702-18
89-0260	BG(L0/L3, L0/L4, ms)/VLTl	72409-93-13t-2-1 2/72410-91-9t-1-0t	4702-1 2/4706-0
89-0261	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-82-18t-1-2t	4705-2
89-0262	VLTl	72410-91-9t-1-4t	4706-4
89-0263	RBT	72429-82-18t-1-5t	4707-5
89-0264	RBT	72429-83-5t-2-11t	4709-11
89-0265	RBT	72429-83-9t-1-16t	4712-16
89-0266	RBT	72429-83-16t-1-18t	4716-18
89-0267	RBT	72429-81-19t-1-8t	4720-8
89-0268	RBT	72429-84-20t-1-7t	4721-7
89-0269	7AVS3	79466-5t-1-4t	4722-4
89-0270	7AVS5	79468-4t-1-5t	4723-5
89-0271	7AVS5/RPD	79468-4t-1-16 ¹⁸ /72427-83-1t-1-0t	4723-16 ¹⁸ /4641-0
89-0272	7AVS5	79468-4t-2-5t	4724-5
89-0273	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	83325G5-5-1t	4725-1
89-0274	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	83325G5-5-2t	4725-2
89-0275	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	83325G5-5-8t	4725-8
89-0276	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	83325G5-5-9t	4725-9
89-0277	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	83328G5-5-9t	4728-9
89-0278	파프리카 (R)	83330G5-8-1t	4730-1
89-0279	파프리카 (R)	83334G5-0-4t	4732-4
89-0280	中果 (R)	83336G5-3-4t	4733-4
89-0281	中果 (R)	83337G5-7-4t	4734-4
89-0282	大, ℓHP (R)	83338G5-3-4t	4735-4
89-0283	MGNFC (R) F2	83341G2-1-9t	4736-9
89-0284	MGNFC (R) F2	83341G2-4-1t	4739-1
89-0285	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	1092G7-8-4t	4741-4
89-0286	농뇌 1호 (황)	83344G5-7-1t	4742-1

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0287	과 (Y)	83348G5-0-3t	4745-3
89-0288	과 (O) MS	83354G5-6-3t	4750-3
89-0289	과 (O)	83356G5-0-1t	4752-1
89-0290	과 (O)	83357G5-3-9t	4753-9
89-0291	AP1	84755-4t	4755-4
89-0292	AP2	84757-3t	4757-3
89-0293	AP3	84758-2t	4758-2
89-0294	AP4	84758-3t	4758-3
89-0295	AP5	84759-1t	4759-1
89-0296	AP6	84760-6t	4760-6
89-0297	AP7	84761-5t	4761-5
89-0298	AP8	84762-6t	4762-6
89-0299	AP9	84763-2t	4763-2
89-0300	AP10	84764-3Bt	4764-3B
89-0301	AP11	84765-5t	4765-5
89-0302	AP12	84766-2Bt	4766-2B
89-0303	AP13	84767-5t	4767-5
89-0304	M113	5033G2-4-2Bt	4770-2B
89-0305	M181	5034G2-4-2Bt	4771-2B
89-0306	滿天	1093G8-0-2Bt	4774-2B
89-0307	5호 피망 우 ①	1257G7-0-2t	4775-2
89-0308	5호 피망 우 ②	1258G8-6-2t	4776-2
89-0309	5호 피망 송	1259G8-0-1t	4777-1
89-0310	Flamingo	1299G7-3-8t	4778-8
89-0311	농너 4호 (흰)	83311G5-7-6t	4780-6
89-0312	농너 5호 (진)	83313G5-2-7t	4782-7
89-0313	Resistantf Giant	545G6-8-1t	4785-1
89-0314	1023 F6	744G7-1-6t	4788-6
89-0315	대과 l hp	3095G6-8-7t	4789-7
89-0316	농적상향	3141G6-9-8t	4790-8
89-0317	SR with B2 123genes	696G7-0-6t	4791-6
89-0318	피망 (중국용)	83324G4-0-8t	4793-8
89-0319	1호 A	83374-0-2Bt	4794-2B
89-0320	1호 B	83375-0-8t	4795-8
89-0321	2호 B	83377-0-5t	4797-5
89-0322	4호 A	83378-0-2t	4798-2
89-0323	4호 B	83379-4-9t	4799-9
89-0324	5호 A	83380-6-2t	4800-2
89-0325	5호 B	83381-0-3t	4801-3
89-0326	5호 B	83381-0-4t	4801-4
89-0327	6호 A	83382-0-6t	4802-6
89-0328	6호 B	83383-0-4t	4803-4
89-0329	감초 A	83384-1-10t	4804-10
89-0330	BTS(ZRI)	83404-0-3t	4809-3
89-0331	BTS(ZRI)	83404-0-5t	4809-5
89-0332	BTS(ZRI)	83404-0-9t	4809-9
89-0333	BTS(ZRI)	83404-0-15t	4809-15
89-0334	BTS(ZRI)	83404-0-16t	4809-16

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0335	BTS(ZRI)	83404-0-17t	4809-17
89-0336	BTS(ZRI)	83404-0-19t	4809-19
89-0337	FCNT(ZRI)	83406-0-1t	4811-1
89-0338	FCNT(ZRI)	83406-0-4t	4811-4
89-0339	FCNT(ZRI)	83406-0-8t	4811-8
89-0340	FCNT(ZRI)	83406-0-9t	4811-9
89-0341	FCNT(ZRI)	83406-0-11t	4811-11
89-0342	FCNT(ZRI)	83406-0-13t	4811-13
89-0343	FCNT(ZRI)	83406-0-17t	4811-17
89-0344	FCNT(ZRI)	83406-0-18t	4811-18
89-0345	FCNT(ZRI)	83406-0-23t	4811-23
89-0346	RLT(ZRI)	83410-0-21t	4813-21
89-0347	RLT(ZRI)	83410-0-26t	4813-26
89-0348	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-4t	4852-4
89-0349	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-5(1)t	4852-5/4852-1
89-0350	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-6(4)t	4852-6/4852-4
89-0351	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-8t	4852-8
89-0352	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-10(11)t	4852-10/4852-11
89-0353	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-11t	4852-11
89-0354	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-13t	4852-13
89-0355	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-15(12)t	4852-15/4852-12
89-0356	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-16(13)t	4852-16/4852-13
89-0357	MNBR(SS)	72430-82-2t-2-18(14)t	4852-18/4852-14
89-0358	MNBR(SS)	72430-82-3t-1-1(2)t	4855-1/4855-2
89-0359	MNBR(SS)	72430-82-3t-1-2t	4855-2
89-0360	MNBR(SS)	72430-82-3t-1-8t	4855-8
89-0361	MNBR(SS)	72430-82-3t-1-11t	4855-11
89-0362	MNBR(SS)	72430-82-3t-1-12t	4855-12
89-0363	MNBR(SS)	72430-81-7t-1-6t	4859-6
89-0364	SeMBR291	72432-81-8t-1-2t	4860-2
89-0365	SeMBR291	72432-82-1t-2-5t	4861-5
89-0366	SeMBR291	72432-82-8t-3-3t	4862-3
89-0367	SeMBR291	72432-82-10t-4-4t	4863-4
89-0368	SeMBR291	72432-85-4t-7-5t	4864-5
89-0369	SeMBR291	72432-85-4t-38-2t	4865-2
89-0370	SeMBR293	72433-81-4t-8-2t	4866-2
89-0371	SeMBR293	72433-82-7t-9-4t	4867-4
89-0372	SeMBR293	72433-83-7t-1-1t	4868-1
89-0373	SeMBR293	72433-83-7t-2-8t	4869-8
89-0374	SeMBR775	72434-81-10t-2-7t	4870-7
89-0375	SeMBR775	72434-82-5t-3-8t	4871-8
89-0376	SeMBR952	72435-81-4t-1-9t	4872-9
89-0377	SeMBR952	72435-81-4t-1-17t	4872-17
89-0378	SeMBR952	72435-81-4t-2-2(0)t	4873-2/4873-0
89-0379	SeMBR952	72435-81-4t-2-4(0)t	4873-4/4873-0
89-0380	SeMBR952	72435-81-4t-2-6t	4873-6
89-0381	SeMBR952	72435-81-4t-2-7t	4873-7
89-0382	SeMBR952	72435-81-4t-2-8t	4873-8

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0383	SeMBR952	72435-81-4t-2-9(0)t	4873-9/4873-0
89-0384	SeMBR952	72435-81-4t-2-10t	4873-10
89-0385	SeMBR952	72435-81-4t-2-11(0)t	4873-11/4873-0
89-0386	SeMBR952	72435-81-4t-2-12t	4873-12
89-0387	SeMBR952	72435-81-8t-1-2t	4876-2
89-0388	SeMBR952	72435-81-8t-1-4t	4876-4
89-0389	SeMBR952	72435-81-8t-1-9t	4876-9
89-0390	SeMBR952	72435-81-8t-1-14t	4876-14
89-0391	SeMBR975	72436-81-4t-7-6t	4880-6
89-0392	SeMBR975	72436-82-5t-8-6t	4881-6
89-0393	SeMBR975	72436-83-4t-9-9t	4882-9
89-0394	SeMBR975	72436-83-9t-1-7t	4883-7
89-0395	SeMBR975	72436-85-4t-1-8t	4884-8
89-0396	SeMBY003	72438-81-8t-3-4t	4886-4
89-0397	SeMBY003	72438-82-8t-4-5t	4887-5
89-0398	SeMBO008	72439-82-4t-36-6t	4889-6
89-0399	SeMBO008	72439-83-10t-6-9t	4890-9
89-0400	SeMBO105	72441-81-8t-7-1t	4892-1
89-0401	SeMBO105	72441-83-7t-8-1t	4893-1
89-0402	SeMBO105	72441-82-7t-9-5t	4894-5
89-0403	SeMBO939	72442-82-8t-32-4t	4896-4
89-0404	SeSBO036	72443-81-6t-1-1t	4897-1
89-0405	SeSBO036	72443-81-6t-33-7t	4898-7
89-0406	SeSBO221	72444-81-8t-2-2t	4899-2
89-0407	SeSBO223	72445-81-6t-3-9t	4900-9
89-0408	SeSBO223	72445-82-9t-4-5t	4901-5
89-0409	MBO 008	83414-0-3t	4902-3
89-0410	MBY 989 분리계	79023G2-8-8-2-2t	4903-2
89-0411	MBY 989 분리계	79023G2-8-8-11-6t	4904-6
89-0412	MBY 989 분리계	79023G2-39-39-6-4t	4905-4
89-0413	SBR 970 분리계	79024G2-14-14-2-3t	4906-3
89-0414	SBR 970 분리계	79024G2-25-25-2-1t	4907-1
89-0415	SGRR	72412G2-1-35-9-1t	4908-1
89-0416	SGRR	72412G2-37-3-10-7t	4909-7
89-0417	HIVT R	72415G2-23-37-11-3t	4910-3
89-0418	HIVT R/HIVT Y	72415G2-23-37-11-1 2/72416G2-3-21-17-0t	4910-1 2/4929-0
89-0419	HIVT R	72415G2-23-38-8-3Bt	4912-3B
89-0420	HIVT R	72415G2-34-7-8-3Bt	4913-3B
89-0421	HIVT R	72415G2-14-18-8-3Bt	4914-3B
89-0422	HIVT R	72415G2-36-17-4-4t	4915-4
89-0423	HIVT R	72415G2-36-17-7-8t	4916-8
89-0424	미니Y-1/미니Y-1	72592G3-6-6-4-1 5/72593G3-1-5-5-0t	4917-1 5/4918-0
89-0425	미니Y-1	72592G3-6-6-4-8Bt	4917-8B
89-0426	미니Y-1	72593G3-1-5-5-8Bt	4918-8B
89-0427	미니Y-2/미니Y-2	72594G3-4-12-7-4 5/72595G3-2-2-14-0t	4919-4 5/4921-0
89-0428	미니Y-2	72594G3-4-12-7-4Bt	4919-4B
89-0429	미니Y-2	72595G3-2-2-14-5Bt	4921-5B
89-0430	미니Y-2	72595G3-2-2-7-3Bt	4922-3B

Table8. Selected line list (continued)

SN	Source	Pedigree	Cross No.
89-0431	HIVT Y	72416G2-67-19-12-7Bt	4923-7B
89-0432	HIVT Y	72416G2-67-0-8-5Bt	4924-5B
89-0433	HIVT Y	72416G2-67-0-12-6Bt	4925-6B
89-0434	HIVT Y	72416G2-71-23-6-6Bt	4926-6B
89-0435	HIVT Y	72416G2-3-6-7-6Bt	4927-6B
89-0436	HIVT Y	72416G2-3-21-7-7Bt	4928-7B
89-0437	HIVT Y	72416G2-3-21-17-5Bt	4929-5B
89-0438	MNBY	72417G2-51-28-9-1t	4930-1
89-0439	MNBY	72417G2-56-3-14-2t	4931-2
89-0440	MNBY	72417G2-56-12-10-7t	4932-7
89-0441	HIVT O	72418G2-39-17-16-4Bt	4933-4B
89-0442	HIVT O	72418G2-39-22-10-4Bt	4934-4B
89-0443	HIVT O	72418G2-53-14-16-4Bt	4935-4B
89-0444	HIVT O/HIVT Y	72418G2-31-2-5-1 2/72416G2-3-21-17-0t	4936-1 2/4929-0
89-0445	HIVT O	72418G2-31-2-5-4Bt	4936-4B
89-0446	미니 (R)	83360G5-5-5Bt	4938-5B
89-0447	미니 (R)	83361G5-2-4Bt	4939-4B
89-0448			
89-0449	미니 (OR)	83363G5-5-5Bt	4941-5B
89-0450	미니 (O)	83366G5-0-5Bt	4943-5B
89-0451	미니 (O)	83367G5-0-4Bt	4944-4B
89-0452	미니 (O)	83368G5-0-3Bt	4945-3B
89-0453	미니 (O)	83369G5-0-5Bt	4946-5B
89-0454	미니 (O)	83370G5-0-4Bt	4947-4B
89-0455	SM 01 (R)	83372G2-3-4Bt	4950-4B
89-0456	SM 01 (R)	83372G2-6-6t	4952-6
89-0457	SM 03(R)	83373G2-5-7t	4953-7
89-0458	SM 03(R)	83373G2-7-1t	4954-1
89-0459	SVR 970	83419-0-1t	4956-1
89-0460	SVY 005	83420-0-5t	4957-5
89-0461	SVO 036	83421-0-5t	4958-5
89-0462	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-84-5t-1-4t	4602-4
89-0463	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-92-18t-0-9t	4603-9
89-0464	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-17t	4616-17
89-0465	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-15t	4607-15
89-0466	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-13t	4607-13
89-0467	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-82-9t-1-9t	4601-9
89-0468	Luciana(ZERAIM)	83411-0-3t	4814-3
89-0469	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-81-7t-1-9t	4600-9
89-0470	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-82-19t-1-3t	4606-3
89-0471	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-93-8t-39-4t	4605-4
89-0472	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-93-8t-1-9t	4604-9
89-0473	SeMBO008	72439-82-4t-5-5t	4888-5
89-0474	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-8t	4607-8
89-0475	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-11t	4607-11

(3) Test cross 조합 검정 시험

작성된 12 조합중 8조합을 공시하여 특성 발현이 제대로 된 5조합에 대하여 특성조사를 실시하였다. 특성조사된 5조합은 각각 DRP1086R X 2423R, JRS X 2423R, JRS X MSRT, BG X VLTI, 7AVS5, X RPD 이다(Table9, Table10, Table11, Table12, Table13, Fig.13, Fig.14, Fig.15, Fig.16, Fig.17).

이상적인 Blocky 조합을 위하여 양친간의 조합은 LB X B, SB X L, S X L이 되어야 할 것으로 사료된다. S X L의 조합은 불량환경에서 과가 짧아질 가능성이 있을 것으로 생각되며 또한 조합 구성시 양친이 너무 먼 것은 좋지 않은 것으로 나타났다. Red 조합을 위하여는 Red X Red 조합이 되어야 할 것으로 생각되며 Red 중에서 붉은 색이 연한 계통은 Red 조합 시 F1의 과색이 연해져서 우수한 조합이 되기 힘들다. M size의 중과중 조합을 위하여는 너무 대과중 양친은 사용이 어려우며 B초형을 가진 계통을 이용한 조합이 되어야 신장성이 확보 될 것으로 보여진다. 이상적인 초형의 조합은 A X B 혹은 AB X B, AB X BA 인 것으로 사료되며 금년도 파악된 조합의 특성을 토대로 2010년 조합 선발 시험을 할 24조합을 작성 하였고 각각 적색 8조합, 황색 10조합, 주황색 6조합이다.



Fig.13. Fruits of DRP1086R, 2423R and DRP1086R x 2423R combination

Table9. Key traits of DRP1086R, 2423R and DRP1086R x 2423R combination

BN	Source	Pedigree	Fertility	Plant type	Plant height	Fruit size	Fruit shape	Fruit color
4564	DRP 1086R	72421-81-9t-1	MF	B	M	S	LB	R
4574	2423R	72423-84-4t-1	MF	A	S	M	SB	R
8464			MF	AB	M	M	B	R



Fig14. Fruits of JRS, 2423R and JRS x 2423R combination

Table10. Key traits of JRS, 2423R and JRS x 2423R combination

BN	Source	Pedigree	Fertility	Plant type	Plant height	Fruit size	Fruit shape	Fruit color
4607	JRS	72407-83-3t-1	MS	A	S	M	B	Y
4574	2423R	72423-84-4t-1	MF	A	S	M	SB	R
8466			MF	A	S	M	SB	R



Fig15. Fruits of JRS, MSRT and JRS x MSRT combination

Fig11. Key traits of JRS, MSRT and JRS x MSRT combination

BN	Source	Pedigree	Fertility	Plant type	Plant height	Fruit size	Fruit shape	Fruit color
4611	JRS	72407-83-3t-1	MS	A	S	M	B	Y
4603	MSRT	72406-2-18t-0	MF	B	M	M	L	Y
8468			MF	AB	M	M	LB	Y

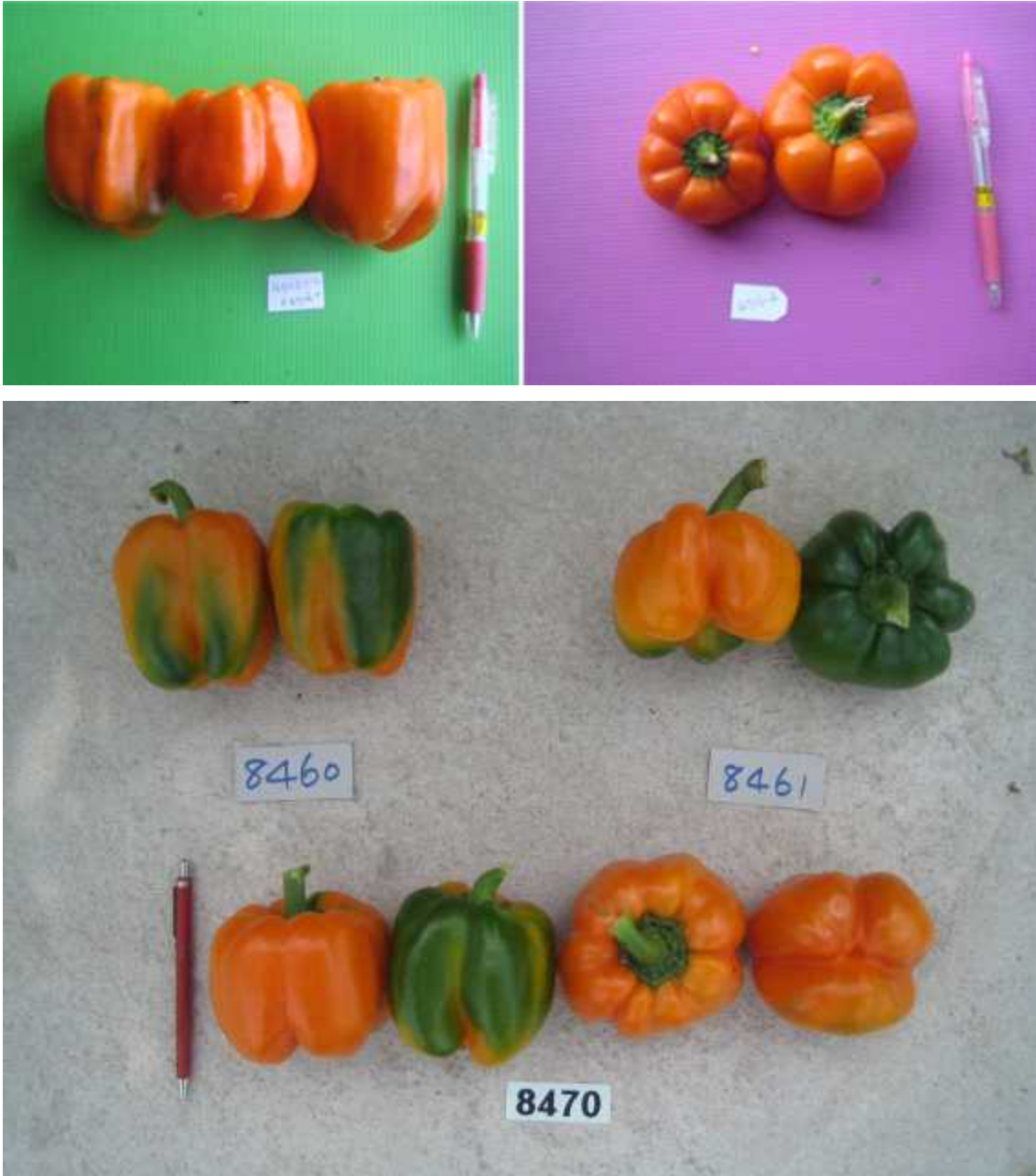


Fig.16. Fruits of BG, VLTI and BG x VLTI combination

Fig12. Key traits of BG, VLTI and BG x VLTI combination

BN	Source	Pedigree	Fertility	Plant type	Plant height	Fruit size	Fruit shape	Fruit color
4702	BG	72409-93-13t-2	MS	B	S	L	LB	O
4706	VLTI	72410-91-9t-1	MF	A	L	L	SB	O
8470			MF	AB	M	L	B	O

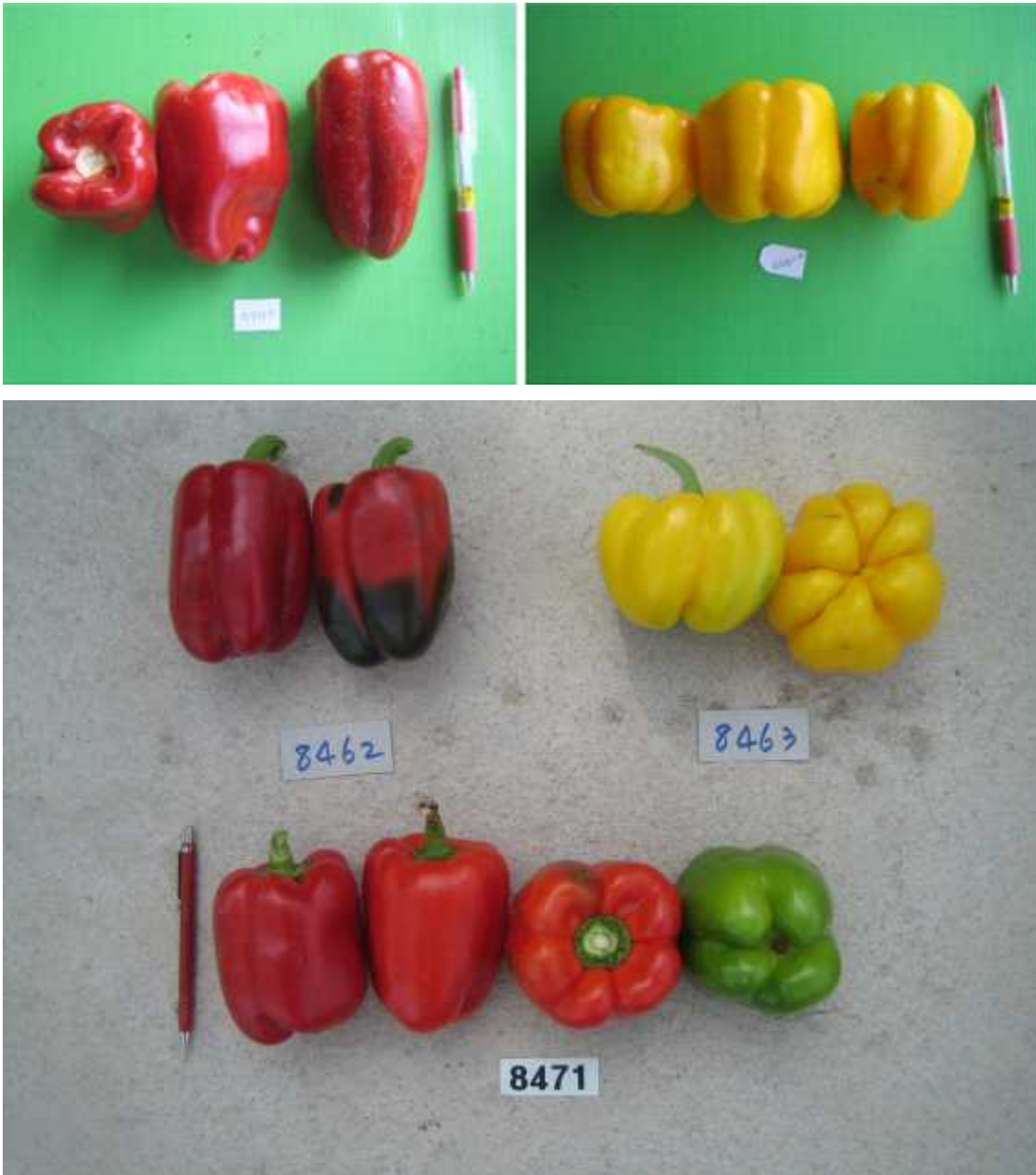


Fig17. Fruits of 7AVS5, RPD and 7AVS5 x RPD combination

Table13. Key traits of 7AVS5, RPD and 7AVS5 x RPD combination

BN	Source	Pedigree	Fertility	Plant type	Plant height	Fruit size	Fruit shape	Fruit color
4723	7AVS5	79468-4t-1	MF	A	L	L	LB	R
4641	RPD	72427-83-1t-1	MF	A	S	L	B	Y
8471			MF	A	M	L	LB	R

다. 태국/한국 선발 시험 및 중국 현지 예비시험(2009-2010)

(1) 시험의 흐름도

금년 부터는 계통 검정 및 예비 선발 시험에 집중한 1,2 차년의 결과를 바탕으로 1-1과제와 연계한 성능 검정 시험을 중점 적으로 시행하였다. 전체적인 시험의 흐름을 보면 토경 시험의 주 파종기는 안성 3월 파종, 태국 9월 파종이 된다. 1-1 과제의 시험에서 안성이나 태국으로 재료를 넘겨 중국 토경용으로 검토하고 마산 겨울 파종에서 수확한 계통과 조합은 태국 여름 파종으로 연결이 되고, 마산 여름 파종에서 수확한 계통과 조합은 안성 겨울 파종으로 연결이 된다. 마산 여름 파종 후 안성 겨울 파종, 마산 겨울 파종 후 태국 여름 파종의 흐름이 된다 (Table14, Fig.18. Fig.19).

반면 안성 시험과 태국 시험의 계통과 조합은 마산으로 넘어 가려면, 한 작기를 쉬고 다음 작기로 넘겨야 한다. 이러한 이유로 지금까지 안성 선발 계통과 태국 선발 계통은 마산의 1-1 시험에 합쳐지지 못하고 있다. 따라서 4차년도 태국 여름 파종 선발 계통과 조합을 마산 여름 파종으로 합쳐서 평가를 하는 것이 필요하다. 중국 현지 시험의 경우도 태국 여름 파종 수확분을 중국의 장기 단기 시험용으로 시험하는 것은 시기적으로 무리가 없으나 안성 겨울 파종분은 중국 현지 시험을 시차없이 진행하기는 어려운 실정이다.

Table14. Cultivation outline based on sowing date

Trial	Site	No.of subject	Sowing	Harvest	Remark
Masan (summer)	Masan	1-1	E. in Aug.	L. in Dec. ~E. in Jan.	Transfer to Anseong trial
Masan (Winter)	Masan	1-1	E. in Feb.	L. in Jul.	Transfer to Thailand trial
Anseong	Anseong	1-2	E. in Mar.	L. in Aug.	
Thailand	Thailand	1-2	E. in Sep.	L. in Feb.	
China (Short term)	Sandong Sugwang	1-2	L. in Jul.	L. in Dec.	Local test
China (Long term)	Sandong Sugwang	1-2	M. in Aug.	Jan.~Apr.	Local test



Fig.18. Flowchart of breeding system based on sowing date

	과제명	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
마산여름파종	1-1	수확							파종				
마산겨울파종			파종					수확					
안성시험	1-2			파종					수확				
태국시험			수확							파종			
중국시험단기	1-2							파종					수확
중국시험장기		수확	수확	수확	수확				파종				

Fig.19. Outline of breeding system

(2) 태국 선발 시험

안성 선발 계통의 세대진전 및 선발시험으로 총 646 계통 공시하여 시험하였다. 전년도 재배 포장에서 일부 청고병에 의한 고사주의 발생으로 인하여 금년도는 신규포장으로 옮겨 시험을 수행하였다. 정식초기 예상치 못한 낮은 pH (약 4정도)로 인해 초기 생육이 아주 부진하였다. 영양제와 중화제를 다량으로 처리한 결과 생육 중기에는 거의 회복이 되어 정상적인 선발이 가능하였으나 생육이 전체적으로 약 2주 가량 늦어졌다. 생육 후기에는 돌풍이 불어 망이 날아가는 사고가 있었으나 수확 직전의 상황이어서 별 지장은 없었다. 생육이 늦어진 관계로 수확도 늦어져 한국에서의 파종도 약간 늦어졌으나 사업에 큰 지장이 있을 정도는 아니었다(Fig.20).

총 selfing 계통 311개체 및 sibbing 45조합을 선발하였고 F1 조합 33개를 작성하였다. 초세가 강한 계통이 20개 이상 선발 되었으며 과형 및 과색별로 다양한 계통을 선발하였다. 보유 계통의 선발이 황색 계통으로 편중됨에 따라 적색계통을 집중적으로 선발하였으며 추후에도 다양한 형질을 보유한 적색 계통의 확보가 요구된다(Table15, Table16, Table17).



Nursery bed(1)



Nursery bed(2)



The inside of crossing house



The outside of crossing house

Fig.20. From sowing to harvest in Thailand trial



Blast damage(1)



Blast damage



Selection(1)



Selection(2)



Picking seed



Workers

Fig.20. From sowing to harvest in Thailand trial (continued)

Table15. Selfing line selection list in Thailand trial

Kind	SN	세GNA	세계동명	교배번호
self	90-2001	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-91-2t-1-3t-1-3t	9001-3
self	90-2002	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-92-5t-1-5t-1-5t	9002-5
self	90-2003	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-84-9t-1-8t-1-6t	9003-6
self	90-2004	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-2t-4-16t-1-7t	9004-7
self	90-2012	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-83-14t-1-1-6t	9020-6
self	90-2014	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	83328G5-5-9t-1-4t	9025-4
self	90-2015	CPR(L3/L3)	72402-91-12t-34-4t-1-2t	9026-2
self	90-2016	CPR(L3/L3)	72402-81-6t-36-1t-1-10t	9027-10
self	90-2017	CPR(L3/L3)	72402-93-17t-32-6t-1-5t	9028-5
self	90-2018	CPR(L3/L3)	72402-82-3t-1-9t-1-2t	9029-2
self	90-2019	CPR(L3/L3)	72402-82-3t-32-9t-1-5t	9030-5
self	90-2020	CPR(L3/L3)	72402-83-10t-1-1-5t	9031-5
self	90-2021	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-81-17t-1-8t-1-9t	9032-9
self	90-2036	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-7t	9063-7
self	90-2037	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-8t	9063-8
self	90-2038	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-9t	9063-9
self	90-2039	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-10t	9063-10
self	90-2043	9253(Seminis)	72414-91-7t-1-3t-1-5t	9074-5
self	90-2044	DRP1066R(Ruitor)	72421-81-9t-4-1-3t	9075-3
self	90-2045	DRP1066R(Ruitor)	72421-82-7t-1-6t-1-8t	9076-6
self	90-2046	8493R(Seminis)	72422-82-5t-1-4t-3-1t	9077-1
self	90-2047	8493R(Seminis)	72422-81-7t-35-9t-3-5t	9078-5
self	90-2048	2423R(Seminis)	72423-82-9t-1-3t-4-8t	9079-8
self	90-2049	2423R(Seminis)	72423-82-9t-38-5t-8-5t	9080-5
self	90-2050	2423R(Seminis)	72423-84-4t-30-9t-3-5t	9082-5
self	90-2051	2423R(Seminis)	72423-83-1t-1-4t-8-8t	9083-8
self	90-2052	Jairan	79483-2t-1-6t-1-1t	9085-1
self	90-2053	Jairan	79483-2t-1-6t-1-2t	9085-2
self	90-2054	Jairan	79483-2t-1-6t-1-3t	9085-3
self	90-2055	Jairan	79483-2t-1-6t-1-4t	9085-4
self	90-2061	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-15t-1-9t	9095-9
self	90-2062	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-82-5t-4-1-4t	9096-4
self	90-2064	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-94-3t-1-1t-1-10t	9105-10
self	90-2065	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-82-9t-1-9t-7-7t	9107-7
self	90-2066	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-84-5t-1-4t-4-3t	9108-3
self	90-2067	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-92-18t-0-9t-7-9t	9109-9
self	90-2068	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-93-8t-1-9t-4-9t	9110-9
self	90-2069	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-82-19t-1-3t-1-10t	9111-10
self	90-2070	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-5(0)t-1-20t	9112-20
self	90-2075	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-12t-1-6t-1-7t	9122-7
self	90-2076	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-93-12t-1-11t-1-13t	9124-13
self	90-2081	HSK(RR, ms)	72411-93-6t-1-4t-1-10t	9130-10
self	90-2082	9338Y(Seminis)	72424-82-3t-1-7t-5-20t	9132-20
self	90-2083	9338Y(Seminis)	72424-83-6t-32-3t-6-5t	9133-5
self	90-2084	9394Y(Seminis)	72425-81-8t-1-7t-7-9t	9134-9
self	90-2085	9394Y(Seminis)	72425-82-9t-33-8t-1-5t	9135-5
self	90-2086	DRP4976Y(Ruitor)	72426-81-3주합t-1-4t-9-6t	9136-6
self	90-2087	DRP4976Y(Ruitor)	72426-83-5t-1-2t-12-6t	9137-6
self	90-2091	RPD	72427-83-9t-1-4t-1-14t	9146-14
self	90-2094	RPD	72427-81-19t-4-13t-4-3t	9158-3
self	90-2096	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-83-12t-1-2t-1-7t	9163-7
self	90-2099	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-1t	9169-1

Table15. Selfing line selection list in Thailand trial (continued)

Kind	SN	새GNA	세계동명	교배번호
self	90-2100	FER(L1/L3 L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-2t	9169-2
self	90-2101	FER(L1/L3 L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-3t	9169-3
self	90-2102	FER(L1/L3 L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-4t	9169-4
self	90-2103	Sweet Pepper Y	79478-1t-1-3t-11-10t	9170-10
self	90-2104	PRSDT(L3/L3)	72408-92-17t-1-7t-6-2t	9173-2
self	90-2105	PRSDT(L3/L3)	72408-93-6t-2-2t-5-6t	9174-6
self	90-2106	PRSDT(L3/L3)	72408-82-20t-1-9t-4-8t	9175-8
self	90-2107	PRSDT(L3/L3)	72408-82-20t-2-8t-6-1t	9176-1
self	90-2108	PRSDT(L3/L3)	72408-84-16t-1-1t-13-7t	9177-7
self	90-2109	BG(LQ/L3 LQ/L4, ms)	72409-91-5t-1-2t-1-1t	9178-1
self	90-2111	BG(LQ/L3 LQ/L4, ms)	72409-84-19t-1-1(0)t-1-1t	9183-1
self	90-2112	BG(LQ/L3 LQ/L4, ms)	72409-84-19t-1-1(0)t-1-2t	9183-2
self	90-2113	BG(LQ/L3 LQ/L4, ms)	72409-84-19t-1-1(0)t-1-3t	9183-3
self	90-2114	BG(LQ/L3 LQ/L4, ms)	72409-84-19t-1-1(0)t-1-4t	9183-4
self	90-2115	BG(LQ/L3 LQ/L4, ms)	72409-92-16t-1-3t-1-7t	9185-7
self	90-2120	BG(LQ/L3 LQ/L4, ms)	72409-82-18t-1-2t-1-6t	9194-6
self	90-2121	VLTI	72410-91-9t-1-4t-1-4t	9195-4
self	90-2122	RBT	72429-82-18t-1-5t-1-5t	9196-5
self	90-2123	RBT	72429-83-9t-1-16t-1-10t	9197-10
self	90-2124	RBT	72429-83-16t-1-18t-1-8t	9198-8
self	90-2125	RBT	72429-81-19t-1-8t-1-7t	9199-7
self	90-2126	RBT	72429-84-20t-1-7t-1-1t	9200-1
self	90-2127	7AVS3	79466-5t-1-4t-7-2t	9201-2
self	90-2128	7AVS5	79468-4t-1-5t-8-1t	9202-1
self	90-2129	7AVS5	79468-4t-2-5t-3-5t	9203-5
self	90-2130	파프리카 (R)	83354G5-0-4t-3-9t	9205-9
self	90-2131	中果 (R)	83356G5-3-4t-6-2t	9206-2
self	90-2132	中果 (R)	83337G5-7-4t-13-8t	9207-8
self	90-2133	大, #HP (R)	83338G5-3-4t-4-8t	9208-8
self	90-2135	농외 1호 (황)	83344G5-7-1t-14-10t	9213-10
self	90-2136	파 (Y)	83349G5-0-3t-10-2t	9214-2
self	90-2137	파 (O) MS	83354G5-6-3t-9-5t	9215-5
self	90-2138	파 (O)	83356G5-0-1t-7-1t	9216-1
self	90-2139	파 (O)	83357G5-3-9t-3-5t	9217-5
self	90-2140	AP8	84762-6t-3-4t	9220-4
self	90-2141	AP10	84764-3Bt-10-1t	9221-1
self	90-2142	AP11	84765-5t-12-5Bt	9222-5B
self	90-2143	AP12	84766-2Bt-2-2Bt	9223-2B
self	90-2144	AP13	84767-5t-11-4t	9224-4
self	90-2149	滿天	1093G8-0-2Bt-12-12t	9231-12
self	90-2150	중초5호 피망 * ①	1257G7-0-2t-6-7t	9232-7
self	90-2151	중초5호 피망 * ②	1258G8-6-2t-6-1t	9233-1
self	90-2152	중초5호 피망 /	1259G8-0-1t-5-8t	9234-8
self	90-2153	농외 4호 (흰)	83311G5-7-6t-6-5t	9236-5
self	90-2154	농외 5호 (흰)	83313G5-2-7t-4-2Bt	9237-2B
self	90-2155	대과 #hp	3095G6-8-7t-12-4t	9239-4
self	90-2156	농직상향	3141G6-9-8t-4-8t	9240-8
self	90-2157	2호 B	83377-0-5t-6-8t	9243-8
self	90-2158	5호 A	83380-6-2t-3-2Bt	9246-2B
self	90-2159	5호 B	83381-0-4t-6-3Bt	9248-3B
self	90-2160	6호 A	83382-0-6t-3-3t	9249-3
self	90-2161	6호 B	83383-0-4t-7-1t	9250-1
self	90-2162	감초 A	83384-1-10t-4-8t	9251-8

Table15. Selfing line selection list in Thailand trial (continued)

Kind	SN	새GNA	세계동명	교배번호
self	90-2163	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-9t-1-1t	9252-1
self	90-2164	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-9t-2-2t	9253-2
self	90-2165	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-9t-3-3t	9254-3
self	90-2166	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-9t-4-4t	9255-4
self	90-2167	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-16t-1-5t	9256-5
self	90-2168	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-16t-2-6t	9257-6
self	90-2169	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-16t-3-7t	9258-7
self	90-2170	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-16t-4-8t	9259-8
self	90-2171	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-17t-1-9t	9260-9
self	90-2172	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-17t-2-10t	9261-10
self	90-2173	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-17t-3-11t	9262-11
self	90-2174	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-17t-4-12t	9263-12
self	90-2175	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-3t-1-13t	9264-13
self	90-2176	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-3t-2-14t	9265-14
self	90-2177	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-3t-3-15t	9266-15
self	90-2178	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-15t-1-16t	9267-16
self	90-2179	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-15t-2-17t	9268-17
self	90-2180	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-15t-3-18t	9269-18
self	90-2181	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-15t-4-19t	9270-19
self	90-2182	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-5t-1-20t	9271-20
self	90-2183	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-1t-1-21t	9272-21
self	90-2184	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-1t-2-22t	9273-22
self	90-2185	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-1t-3-23t	9274-23
self	90-2186	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-11t-1-24t	9275-24
self	90-2187	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-11t-2-25t	9276-25
self	90-2188	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-23t-1-26t	9277-26
self	90-2189	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-23t-2-27t	9278-27
self	90-2190	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-23t-3-28t	9279-28
self	90-2191	Rialto(ZERAIM)	83410-0-21t-1-29t	9280-29
self	90-2192	Rialto(ZERAIM)	83410-0-26t-1-30t	9281-30
self	90-2193	Luciana(ZERAIM)	83411-0-3t-1-31t	9282-31
self	90-2194	미니벨 R(SS)	72430-82-2t-2-11t-2-1t	9284-1
self	90-2195	미니벨 R(SS)	72430-82-2t-2-11t-2-2t	9284-2
self	90-2196	미니벨 R(SS)	72430-82-2t-2-11t-2-3t	9284-3
self	90-2197	미니벨 R(SS)	72430-82-2t-2-11t-2-4t	9284-4
self	90-2200	미니벨 R(SS)	72430-81-7t-1-6t-1-3t	9293-3
self	90-2201	MBR291(Seminis)	72432-81-8t-1-2t-5-6t	9294-6
self	90-2202	MBR291(Seminis)	72432-82-1t-2-5t-12-2t	9295-2
self	90-2203	MBR291(Seminis)	72432-82-8t-3-3t-10-3t	9296-3
self	90-2204	MBR291(Seminis)	72432-82-10t-4-4t-2-5t	9297-5
self	90-2205	MBR291(Seminis)	72432-85-4t-7-5t-10-2t	9298-2
self	90-2206	MBR291(Seminis)	72432-85-4t-38-2t-6-6t	9299-6
self	90-2207	MBR293(Seminis)	72433-81-4t-8-2t-2-6t	9300-6
self	90-2208	MBR293(Seminis)	72433-82-7t-9-4t-5-2t	9301-2
self	90-2209	MBR293(Seminis)	72433-83-7t-1-1t-3-5t	9302-5
self	90-2210	MBR293(Seminis)	72433-83-7t-2-8t-1-9t	9303-9
self	90-2211	MBR952(Seminis)	72435-81-4t-1-9t-1-1t	9306-1
self	90-2212	MBR952(Seminis)	72435-81-4t-1-9t-1-2t	9306-2
self	90-2213	MBR952(Seminis)	72435-81-4t-1-9t-1-3t	9306-3
self	90-2214	MBR952(Seminis)	72435-81-4t-1-9t-1-4t	9306-4
self	90-2215	MBR952(Seminis)	72435-81-4t-1-9t-1-5t	9306-5
self	90-2216	MBR952(Seminis)	72435-81-4t-2-10t-1-1t	9310-1
self	90-2217	MBR952(Seminis)	72435-81-4t-2-10t-1-2t	9310-2

Table15. Selfing line selection list in Thailand trial (continued)

Kind	SN	새GNA	세계동명	교배번호
self	90-2218	MBR95X(Seminis)	72435-81-4t-2-10t-1-3t	9310-3
self	90-2219	MBR95X(Seminis)	72435-81-4t-2-10t-1-4t	9310-4
self	90-2220	MBR95X(Seminis)	72435-81-4t-2-10t-1-5t	9310-5
self	90-2221	MBR95X(Seminis)	72435-81-4t-2-7t-1-2t	9314-2
self	90-2222	MBR95X(Seminis)	72435-81-8t-1-9t-1-7t	9315-7
self	90-2223	MBR97X(Seminis)	72436-81-4t-7-6t-3-7t	9316-7
self	90-2224	MBR97X(Seminis)	72436-82-5t-8-6t-9-5t	9317-5
self	90-2225	MBR97X(Seminis)	72436-83-9t-1-7t-5-5t	9319-5
self	90-2226	MBR97X(Seminis)	72436-85-4t-1-8t-6-3t	9320-3
self	90-2227	MBY00X(Seminis)	72438-81-8t-3-4t-8-3t	9321-3
self	90-2228	MBY00X(Seminis)	72438-82-8t-4-5t-10-5t	9322-5
self	90-2229	MBO00X(Seminis)	72439-82-4t-36-6t-11-6t	9323-6
self	90-2230	MBO00X(Seminis)	72439-83-10t-6-9t-5-7t	9324-7
self	90-2231	MBO10X(Seminis)	72441-83-7t-8-1t-10-4t	9326-4
self	90-2232	MBO10X(Seminis)	72441-82-7t-9-5t-7-11t	9327-11
self	90-2233	MBO99X(Seminis)	72442-82-8t-32-4t-5-3t	9328-3
self	90-2234	SBO036(Seminis)	72443-81-6t-1-1t-9-2t	9329-2
self	90-2235	SBO036(Seminis)	72443-81-6t-33-7t-2-10t	9330-10
self	90-2236	SBO221(Seminis)	72444-81-8t-2-2t-13-6t	9331-6
self	90-2237	SBO223(Seminis)	72445-81-6t-3-9t-12-0t	9332-0
self	90-2238	SBO223(Seminis)	72445-82-9t-4-5t-3-7t	9333-7
self	90-2239	MBO 008	83414-0-3t-13-2t	9334-2
self	90-2240	MBY 989 분리계	79023G2-8-8-2-2t-9-10t	9335-10
self	90-2241	MBY 989 분리계	79023G2-8-8-11-6t-8-4t	9336-4
self	90-2242	MBY 989 분리계	79023G2-39-39-6-4t-12-10t	9337-10
self	90-2243	SBR 970 분리계	79024G2-14-14-2-3t-5-6t	9338-6
self	90-2244	SBR 970 분리계	79024G2-25-25-2-1t-7-8t	9339-8
self	90-2245	생그랑R	72412G2-1-35-9-1t-10-6t	9340-6
self	90-2246	HIVT R	72415G2-23-37-11-3t-1-0t	9342-0
self	90-2247	HIVT R	72415G2-23-38-8-3Bt-1-0t	9343-0
self	90-2248	HIVT R	72415G2-34-7-8-3Bt-1-0t	9344-0
self	90-2249	HIVT R	72415G2-14-18-8-3Bt-1-0t	9345-0
self	90-2250	HIVT R	72415G2-36-17-4-4t-1-13t	9346-13
self	90-2251	HIVT R	72415G2-36-17-7-8t-1-15t	9347-15
self	90-2252	미나 Y-1	72592G3-6-6-4-8Bt-1-0t	9348-0
self	90-2253	미나 Y-1	72593G3-1-5-5-8Bt-1-0t	9349-0
self	90-2254	미나 Y-2	72594G3-4-12-7-4Bt-1-0t	9350-0
self	90-2255	미나 Y-2	72594G3-4-12-7-4Bt-1-7t	9350-7
self	90-2256	미나 Y-2	72595G3-2-2-14-5Bt-1-0t	9351-0
self	90-2257	미나 Y-2	72595G3-2-2-7-3Bt-1-0t	9352-0
self	90-2258	HIVT Y	72416G2-67-19-12-7Bt-1-0t	9353-0
self	90-2259	HIVT Y	72416G2-67-0-8-5Bt-1-1t	9354-1
self	90-2260	HIVT Y	72416G2-67-0-12-6Bt-1-0t	9355-0
self	90-2261	HIVT Y	72416G2-71-23-6-6Bt-1-6t	9356-6
self	90-2262	HIVT Y	72416G2-3-6-7-6Bt-1-0t	9357-0
self	90-2263	HIVT Y	72416G2-3-21-7-7Bt-1-5t	9358-5
self	90-2264	HIVT Y	72416G2-3-21-7-7Bt-1-8t	9358-8
self	90-2265	HIVT Y	72416G2-3-21-17-5Bt-1-9t	9361-9
self	90-2266	MNBY	72417G2-56-3-14-2t-1-6t	9363-6
self	90-2267	MNBY	72417G2-56-12-10-7t-1-4t	9364-4
self	90-2268	HIVT O	72418G2-39-17-16-4Bt-1-7t	9365-7
self	90-2269	HIVT O	72418G2-39-22-10-4Bt-1-0t	9366-0
self	90-2270	HIVT O	72418G2-53-14-16-4Bt-1-4t	9367-4

Table15. Selfing line selection list in Thailand trial (continued)

Kind	SN	새GNA	세계동명	교배번호
self	90-2271	HIVT O	72419G2-31-2-5-4Bt-1-0t	9368-0
self	90-2272	미니 (R)	83361G5-2-4Bt-1-0t	9369-0
self	90-2273	미니 (OR)	83363G5-5-5Bt-1-0t	9370-0
self	90-2274	미니 (O)	83366G5-0-5Bt-1-0t	9371-0
self	90-2275	미니 (O)	83367G5-0-4Bt-1-0t	9372-0
self	90-2276	미니 (O)	83368G5-0-3Bt-1-0t	9373-0
self	90-2277	미니 (O)	83369G5-0-5Bt-1-0t	9374-0
self	90-2278	미니 (O)	83370G5-0-4Bt-1-0t	9375-0
self	90-2279	SM 01 (R)	83372G2-3-4Bt-1-6t	9376-6
self	90-2280	SM 01 (R)	83372G2-6-6t-1-8t	9377-8
self	90-2281	SM 03(R)	83373G2-5-7t-1-1t	9378-1
self	90-2282	SM 03(R)	83373G2-7-1t-1-0t	9379-0
self	90-2283	SVR 970	83419-0-1t-1-0t	9380-0
self	90-2284	SVY 005	83420-0-5t-1-0t	9381-0
self	90-2285	SVO 036	83421-0-5t-1-0t	9382-0
self	90-2286	Y-2	미니 -2B-0t	9383-0
self	90-2287	Sweet Pepper-F2	TFS 152 OP-1-3t	9386-3
self	90-2288	DRP1066R(Rutor)	72421-81-9t-1-11t-6-8t	9387-8
self	90-2289	FEST(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72405-84-3t-1-13t-1-3t	9388-3
self	90-2290	JRS(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72407-83-3t-1-8t-2-3t	9391-3
self	90-2291	JRS(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72407-91-4t-1-10t-7-1t	9392-1
self	90-2292	JRS(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72407-91-4t-1-10t-7-2t	9392-2
self	90-2293	JRS(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72407-91-4t-1-10t-7-3t	9392-3
self	90-2294	JRS(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72407-91-4t-1-10t-7-4t	9392-4
self	90-2297	2423R(Seminis)	72423-84-4t-1-13t-1-7t	9396-7
self	90-2299	JRS(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72407-93-12t-1-11t-4-2t	9403-2
self	90-2300	ULTI	72410-91-9t-1-4t-4-3t	9405-3
self	90-2301	RPD	72427-83-1t-1-2t-5-1t	9407-1
self	90-2302	HIVT R	72415G2-23-37-11-3t-0-0t	9409-0
self	90-2304	HIVT Y	72416G2-3-21-17-5Bt-3 7-3Bt	9410-3B
self	90-2305	HIVT O	72419G2-31-2-5-4Bt-0-0t	9411-0
self	90-2306	미니 Y-1	72592G3-6-6-4-8Bt-2 3 4-0t	9412-0
self	90-2307	미니 Y-2	72594G3-4-12-7-4Bt-0-0t	9413-0
self	90-2309	미니 Y-2	72595G3-2-2-14-5Bt-0-15t	9414-15
self	90-2311	#465(사각A)	98501-1-5Bt	9415-5B
self	90-2312	#466(사각B)	98502-1-1t	9416-1
self	90-2313	#467(피말A)	98503-1-4Bt	9417-4B
self	90-2314	#468(피말B)	98504-1-1t	9418-1
self	90-2326	FEST(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72405G2-34-15-18-21-2-20t	9452-20
self	90-2332	JRS(LQ/L3, LQ/L4, ms)	72407G2-45-23-31-13-1-11t	9472-11
self	90-2333	HSK(RR, ms)	72411G2-5-19-14-19-9-1t	9476-1
self	90-2335	안박사(HSK) 7	83111-4-18-6-7t	9481-7
self	90-2336	약배양1	0-5Bt	9501-5B
self	90-2337	약배양2	0-5Bt	9502-5B
self	90-2338	약배양4	0-5Bt	9504-5B
self	90-2339	약배양11	0-3Bt	9511-3B
self	90-2340	약배양12	0-1t	9512-1
self	90-2341	약배양13	0-2Bt	9513-2B
self	90-2342	약배양14	0-4Bt	9514-4B
self	90-2343	약배양15	0-1t	9515-1
self	90-2344	약배양18	0-2Bt	9518-2B
self	90-2345	약배양20	0-1t	9520-1
self	90-2346	약배양22	0-4Bt	9522-4B

Table15. Selfing line selection list in Thailand trial (continued)

Kind	SN	새GNA	새계통명	교배번호
self	90-2347	약배양25	0-1t	9525-1
self	90-2348	약배양26	0-5Bt	9526-5B
self	90-2349	약배양31	0-1t	9531-1
self	90-2350	약배양32	0-3Bt	9532-3B
self	90-2351	약배양34	0-5Bt	9534-5B
self	90-2352	약배양36	0-5Bt	9536-5B
self	90-2353	약배양37	0-4Bt	9537-4B
self	90-2354	약배양38	0-2Bt	9538-2B
self	90-2355	약배양39	0-1t	9539-1
self	90-2356	약배양40	0-2Bt	9540-2B
self	90-2357	약배양41	0-1t	9541-1
self	90-2358	약배양42	0-5Bt	9542-5B
self	90-2359	약배양43	0-2Bt	9543-2B
self	90-2360	약배양44	0-1t	9544-1
self	90-2361	약배양45	0-1t	9545-1
self	90-2362	약배양46	0-5Bt	9546-5B
self	90-2363	약배양48	0-4Bt	9548-4B
self	90-2364	약배양49	0-2Bt	9549-2B
self	90-2365	약배양53	0-5Bt	9553-5B
self	90-2366	약배양54	0-1t	9554-1
self	90-2367	약배양55	0-4Bt	9555-4B
self	90-2368	약배양57	0-4Bt	9557-4B
self	90-2369	약배양58	0-1t	9558-1
self	90-2370	약배양60	0-2Bt	9560-2B
self	90-2371	약배양62	0-1t	9562-1
self	90-2372	약배양63	0-2Bt	9563-2B
self	90-2373	약배양64	0-3Bt	9564-3B
self	90-2374	약배양66	0-3Bt	9566-3B
self	90-2375	약배양67	0-3Bt	9567-3B
self	90-2376	약배양68	0-1t	9568-1
self	90-2377	약배양70	0-1t	9570-1
self	90-2378	약배양71	0-3Bt	9571-3B
self	90-2379	약배양73	0-2Bt	9573-2B
self	90-2380	약배양77	0-1t	9577-1
self	90-2381	약배양78	0-2Bt	9578-2B
self	90-2382	약배양82	0-3Bt	9582-3B
self	90-2383	약배양99	0-1t	9599-1
self	90-2384	약배양106	0-2Bt	9606-2B
self	90-2385	약배양108	0-2Bt	9608-2B
self	90-2386	약배양131	0-2Bt	9631-2B
self	90-2387	약배양134	0-4Bt	9634-4B
self	90-2388	약배양137	0-1t	9637-1
self	90-2389	P606-11 ♀	HTY피망-4Bt	9648-4B
self	90-2390	P7006 ♂	HTY피망-5Bt	9650-5B
self	90-2391	P7007 ♀	HTY피망-3Bt	9651-3B
self	90-2392	P7014 ♂	HTY피망-3Bt	9652-3B
self	90-2393	P7015	HTY피망-3Bt	9653-3B
self	90-2394	P7016	HTY피망-3Bt	9654-3B
self	90-2342	약배양14	0-4Bt	9514-4B
self	90-2343	약배양15	0-1t	9515-1
self	90-2344	약배양18	0-2Bt	9518-2B
self	90-2345	약배양20	0-1t	9520-1
self	90-2346	약배양22	0-4Bt	9522-4B

Table16. Sibbing line selection list in Thailand trial

Kind	SN	새GNA	세계동명	교배번호
Sib	90-2007	SPC(L0/L3, L0/L4, ms)	72401-93-2t-3-1-4B(0)t	9005-4B/9005-0
Sib	90-2008	SPC(L0/L3, L0/L4, ms)	72401-93-14t-1-15t-1-3B(3B)t	9010-3B/9010-3B
Sib	90-2009	SPC(L0/L3, L0/L4, ms)	72401-81-14t-1-8(10)t	9015-8/9015-10
Sib	90-2013	SPC(L0/L3, L0/L4, ms)	83325G5-5-1t-2-18(17)t	9022-18/9022-17
Sib	90-2022	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-8t-1-1(2)t	9033-1/9033-2
Sib	90-2026	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-8t-1-2(1)t	9038-2/9038-1
Sib	90-2027	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-8t-1-14(15)t	9038-14/9038-15
Sib	90-2028	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-8t-3-5t-1-16(15)t	9043-16/9043-15
Sib	90-2029	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-8t-3-1t-3-2(4)t	9045-2/9045-4
Sib	90-2032	MRG(ms)	72404-92-5t-1-8t-4-1 2(3 4)t	9051-1 2/9051-3 4
Sib	90-2034	MRG(ms)	72404-92-5t-3-11t-3-6(5)t	9055-6/9055-5
Sib	90-2035	MRG(ms)	72404-92-9t-1-5t-1-15(14)t	9058-15/9058-14
Sib	90-2040	MRG(ms)	72404-81-15t-2-13t-1-1 19(2 18)t	9064-1 19/9064-2 18
Sib	90-2041	MRG(ms)	72404-81-15t-2-8t-1-2B(2B)t	9069-2B/9069-2B
Sib	90-2056	Jairan	79483-2t-1-6t-1-15(18)t	9085-15/9085-18
Sib	90-2058	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-13t-3-7(6)t	9093-7/9093-6
Sib	90-2059	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-13t-4-1(2)t	9094-1/9094-2
Sib	90-2063	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-84-3t-1-15t-2-2B(2B)t	9102-2B/9102-2B
Sib	90-2071	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-11t-1-16t-4-6(5)t	9116-6/9116-5
Sib	90-2072	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-18t-1-1 4(2 3)t	9118-1 4/9118-2 3
Sib	90-2073	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-18t-2-2(3)t	9119-2/9119-3
Sib	90-2078	HSK(RR, ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72411-91-11t-1-13t-2-2B(2B)/72407-91-4t-1-18t-2-2B(2B)t	9126-2B/9119-2B
Sib	90-2080	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-13t-3-2 4(3 5)t	9127-2 4/9127-3 5
Sib	90-2088	RPD	72427-83-1t-3-3(1)t	9140-3/9140-1
Sib	90-2090	RPD	72427-83-7t-1-3t-4-9(10)t	9145-9/9145-10
Sib	90-2092	RPD	72427-84-4t-2-8t-1-5(7)t	9147-5/9147-7
Sib	90-2093	RPD	72427-84-18t-4-12t-1-5(4)t	9151-5/9151-4
Sib	90-2095	RPD	72427-81-20t-1-12t-1-9(10)t	9159-9/9159-10
Sib	90-2097	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-2t-2-1t-2-7(5)t	9165-7/9165-5
Sib	90-2098	FER(L1/L3, L1/L4)	72428-84-2t-2-17t-1-4(5)t	9167-4/9167-5
Sib	90-2110	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-3t-1-19(18)t	9179-19/9179-18
Sib	90-2116	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-10t-3-4(3)t	9180-4/9180-3
Sib	90-2117	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-10t-3-8(7)t	9180-8/9180-7
Sib	90-2119	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-13t-2-8t-2-7(8)t	9191-7/9191-8
Sib	90-2134	파-427	98265-1-3B(3B)t	9211-3B/9211-3B
Sib	90-2147	피망-Gms	1252-G6-A0-1-6 7(5 8)t	9226-6 7/9226-5 8
Sib	90-2198	미니벨 R(SS)	72430-82-3t-1-12t-1-1(2)t	9288-1/9288-2
Sib	90-2199	미니벨 R(SS)	72430-82-3t-1-12t-1-8(7)t	9288-8/9288-7
Sib	90-2293	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-10t-7-19(20)t	9332-19/9332-20
Sib	90-2298	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-11t-1-12t-7-3(1)t	9397-3/9397-1
Sib	90-2303	HVT R/HVT O	72411G2-23-07-11-01-0-10B/72411G2-01-2-5-4B-0-01	9409-10B/9411-0
Sib	90-2308	미나 Y-2/HVT O	72694G2-4-12-7-4B-0-10B/72411G2-01-2-5-4B-0-01	9413-10B/9411-0
Sib	90-2310	미나 Y-2/HVT O	72695G2-2-2-14-5B-0-10B/72411G2-01-2-5-4B-0-01	9414-10B/9411-0
Sib	90-2328	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407G2-45-23-14-16-7-20(19)t	9464-20/9464-19
Sib	90-2329	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407G2-45-23-14-13-16-1(2)t	9469-1/9469-2
Sib	90-2334	HSK(RR, ms)	72411G2-42-36-12-4-13-3(4)t	9479-3/9479-4

Table17. F1 combination list in Thailand trial

Kind	SN	새GNA	새계통명	교배번호
F1	90-2005	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72401-93-21-3-1-2B/72407-93-121-1-111-1-01	9005-2B/9124-0
F1	90-2006	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)/FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72401-93-21-3-1-2B/72405G2-9-16-20-5-7-01	9005-2B/9451-0
F1	90-2010	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)/MRG(ms)	72401-81-141-1-11/72404-81-151-2-131-1-01	9015-11/9064-0
F1	90-2011	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72401-81-141-1-2B/72407G2-23-1-1-12-4-01	9015-2B/9463-0
F1	90-2023	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/PRSDT(L3/L3)	72403-83-71-1-81-1-8/72408G2-33-17-13-6-13-01	9033-8/9482-0
F1	90-2024	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-71-1-81-1-2B/72405G2-34-15-10-21-2-01	9033-2B/9452-0
F1	90-2025	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-71-1-81-1-2B/72407-93-121-1-111-1-01	9037-2B/9124-0
F1	90-2030	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-81-3-11-3-2B/72409-92-161-1-31-1-01	9045-2B/9185-0
F1	90-2031	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-81-3-11-3-2B/72405G2-9-16-20-5-7-01	9045-2B/9451-0
F1	90-2033	MRG(ms)/DRP4976Y(Ruitor)	72404-92-51-1-81-4-2B/72426-81-3주합1-1-41-9-01	9051-2B/9136-0
F1	90-2042	MRG(ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72404-81-151-2-81-1-2B/72407-93-121-1-111-1-01	9069-2B/9124-0
F1	90-2060	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-41-1-131-4-2B/72407G2-45-23-31-13-1-01	9094-2B/9472-0
F1	90-2395	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)/PRSDT(L3/L3)	72405-81-41-1-131-4-2B/72408G2-33-31-16-18-11-01	9094-2B/9483-0
F1	90-2071	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-41-1-181-2-2B/72407G2-23-1-1-12-4-01	9119-2B/9463-0
F1	90-2077	HSK(RR, ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72411-91-11-1-131-2-10/72407-93-121-1-111-1-01	9126-10/9124-0
F1	90-2079	HSK(RR, ms)/BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72411-91-11-1-131-3-7/72409-92-161-1-31-1-01	9127-7/9185-0
F1	90-2089	RPD/DRP4976Y(Ruitor)	72427-83-11-3-7/72426-81-3주합1-1-41-9-01	9140-7/9136-0
F1	90-2118	BG(L0/L3, L0/L4, ms)/FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-90-101-2-101-3-10/72405G2-34-15-18-21-2-01	9188-10/9452-0
F1	90-2145	피망-Gms/PRSDT(L3/L3)	1252-G6-A0-1-14 16/72408G2-33-17-13-6-13-01	9226-14 16/9482-0
F1	90-2146	피망-Gms/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	1252-G6-A0-1-18 20/72407G2-23-1-1-12-4-01	9226-18 20/9463-0
F1	90-2148	피망-Gms/中果 (R)	1252-G6-A0-2-10 14/83337G5-7-41-13-01	9227-10 14/9207-0
F1	90-2296	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-41-1-101-7-2B/72405G2-34-26-2-20-10-01	9392-2B/9453-0
F1	90-2315	B-R-1/FER(L1/L3, L1, L4)	72560G3-5-11-23-6-27-2B/72426-83-121-1-21-1-01	9424-2B/9163-0
F1	90-2316	B-R-1/Sweet Pepper Y	72560G3-5-11-23-6-27-2B/79478-11-1-31-11-01	9424-2B/9170-0
F1	90-2317	SPC(L0/L3, L0/L4 ms) /BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72401G2-40-34-14-10-20-5B/72409-92-161-1-31-1-01	9426-3B/9185-0
F1	90-2318	SPC(L0/L3, L0/L4 ms) /DRP4976Y(Ruitor)	72401G2-40-34-14-10-20-5B/72426-81-3주합1-1-41-9-01	9426-2B/9136-0
F1	90-2319	SPC(L0/L3, L0/L4 ms) /JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72401G2-40-34-14-10-20-5B/72407-93-121-1-111-1-01	9426-3B/9124-0
F1	90-2320	MRG(ms)/MGRT	72404G2-37-12-2-19-25-2B/72408G2-33-11-10-11 5-1-01	9437-2B/9462-0
F1	90-2321	MRG(ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72404G2-37-25-15-15-12-17/72407G2-23-1-1-12-4-01	9439-17/9463-0
F1	90-2324	DB/FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	79022G2-22-4-13-1-2B/72405G2-34-15-18-21-2-01	9443-2B/9452-0
F1	90-2327	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)/PRSDT(L3/L3)	72405G2-32-9-15-1-8/72408G2-33-17-13-6-13-01	9460-8/9482-0
F1	90-2330	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/MRG(ms)	72407G2-45-20-14-13-16-2B/72404-81-151-2-131-1-01	9469-2B/9064-0
F1	90-2331	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/Sweet Pepper Y	72407G2-45-23-14-13-16-2B/79478-11-1-31-11-01	9469-2B/9170-0

(3) 중국 현지 예비 시험 결과

예비조합 8조합 및 蔓迪(만디 : 적색)와 黃太極(황타이지 : 노란색)를 대비종으로 공시하여 중국 현지 시험한 결과 아직 초기 세대인 관계로 고정이 되지 않은 계통들을 양친으로 이용하였으나 수량성이나 과형, 저장성 등이 현지의 요구에 부응하는 조합이 나오는 것을 확인하였다(Fig.21).

JRS X 2423R (72407-83-3t-1-3 5 X 72423-84-4t-1-0t) 조합은 적색 유망 조합으로 초장이 짧고 저장성이 양호하며 과의 광택 및 색깔이 우수한 것으로 조사되었다. RPD X JRS 조합 (72427-83-1t-2-17 18 X 72407-93-12t-1-0t) 조합은 황색 유망 조합으로 과형이 우수하고 과색과 광택이 양호한 것으로 나타났다. 현지 유통상인의 의견을 종합한 결과 현재의 방향으로 제대로 고정만 시키면 좋은 결과가 있을 것으로 예상하였다(Table18, Fig.22).



The front side of plastic house



The back side of plastic house



Cultivation scene



With retail merchant

Fig.21. F1 combination test in Sandong of China

Table18. Key traits of test cross combinations

Combination	color	Traits	Remark
DRP1086R X 2423R	red	good fruit color, a little long fruit	
JRS X 2423R	red	short plant height, long shelf life, glossy	key combination
7AVS5 X RPD	red	bad fruit color	
蔓迪	red	low temperature tolerance, good fruit color, continuous fruit setting	control variety
JRS X MSRT	yellow	weak plant vigor	
JRS X 2423R	yellow	late maturity, bad fruit shape	
RPD X JRS	yellow	good fruit color, glossy	key combination
FEST X 2423R	yellow	bad fruit shape	
黃太极	yellow	low temperature tolerance	control variety
BG X VLTI	orange	good fruit shape and setting	



DRP1086R X 2423R



JRS X 2423R



7AVS5 x RPD



蔓迪

Fig.22. Test cross combinations and control variety



JRS x MSRT



JRS x 2423R



RPD x JRS



FEST x 2423R



黄太极



BG x VLTI

Fig.22. Test cross combinations and control variety(continued)

(4) 제1 세부과제 조합 경남 선발 시험

88조합 및 Debla, Cupra(적색), Derby, Coletti(황색), Orange Glory, Boogie(주황색)를 대비종을 공시하여 시험하였다. 전체적인 작황은 우수하였고, 고정이 거의 다 된 양친을 가진 조합 중 적색 4조합, 노란색 2조합, 오렌지색 1조합 등 총 7조합이 중국 토경용으로 선발되었으며(Table19, Table20, Fig.23, Fig.24, Fig.25, Fig.26, Fig.27, Fig.28, Fig.29) 금년도 조합 시험의 결과를 종합하여 태국에서 교배할 조합이 작성되었다(Fig.30, Fig.31).

Table19. Key traits of selected combination

Combi.	Pedigree	Traits
No.117	DBL X CPR (72403-92-5t-1-5t-0 X 72402-82-3t-1-9t-0)	large fruit, good fruit shape, good hilum shape, exact 4 core shape. a little light fruit color
No.118	DBL X 8493R (72403-92-5t-1-5t-0 X 72422-82-5t-1-4t-0)	large fruit, good fruit shape, good hilum shape, good 4 core shape. good fruit setting, a little light fruit color
No.125	MRG X 2423R (72404-92-5t-1-8t-0 X 72423-83-1t-1-4t-0)	large fruit, good fruit setting, good blocky shape, good plant vigor, a little light fruit color, late coloring, purple fruit appearance possibility
No.102	#467 X #468 (98503-0/98504-0)	extra large fruit, good fruit setting, good fruit shape, a little thin pericarp, fruit skin irregularity, China market type
No.130	JRS X DB (72407G2-45-23-14-16-0 X 79022G2-77-19-21-0)	early maturity, small leaf, short stem. short plant height, good fruit setting, good hilum shape, exact 4 core shape, possibility of calcium excess symptom appearance of male
No.134	JRS X MGRT (72407G2-45-23-14-16-0 X 72406G2-64-21-8-6-0)	early coloring, early maturity, strong plant vigor, a little long fruit, possibility of calcium deficiency symptom
No.177	BG X RBT (72409-93-13t-2-8t-0 X 72429-81-19t-1-8t-0)	strong plant vigor, good lower part fruit setting, early coloring, good blocky shape, good 4 core shape, possibility of bad second fruit setting

Table20. Key traits of selected combination and control varieties

B.N	품종명	숙과 색	광택	모양	꼭지 깊이	골 깊이	배꼽 깊이	꼭지 색	과중	꼭지 길이	꼭지 굵기	과장	과경	과육 후	심실 수
201	Debla	R	3	3	2	3	2	1	235	5.7	1.3	10.1	8.6	0.81	4
202	Cupra(EZ)	R	4	3	2	3	2	1	179	6.6	1.2	10.4	7.4	0.75	4
102	#467(피망A)/#468(피망B)	R	2	5	2	2	2	1	190	7.5	1.5	10.8	7.8	0.79	4
117	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/CPR(L3/L3)	R	4	3	4	3	2	1	187	7.4	1.3	8.3	7.8	0.85	3
118	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/8493R(Seminis)	R	4	3	4	3	2	1	215	7.6	1.1	10.1	8.5	0.77	4
215	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/BG(L0/L3, L0/L4, ms)	R	4	3	2	3	5	1	204	8.1	1.0	10.0	8.2	0.70	3
203	Derby(DR)	Y	4	3	2	2	5	1	202	5.4	1.0	8.2	8.0	0.89	3
204	Coletti(EZ)	Y	3	3	2	3	5	1	211	5.2	1.2	8.7	8.9	0.77	5
130	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/DB	Y	3	3	2	3	4	1	238	6.6	1.3	8.8	9.4	0.87	4
134	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/MGRT	Y	3	4	2	3	5	3	177	7.2	1.0	9.3	7.1	0.98	3
205	Boogie (RZ)	O	2	3	2	2	2	2	180	5.7	1.2	8.7	7.8	0.70	3
206	오렌지글로리(SM)	O	2	3	2	4	3	1	206	6.8	1.3	7.9	8.2	0.89	3
177	BG(L0/L3, L0/L4, ms)/RBT	O	2	3	3	3	3	3	202	5.6	1.1	9.7	7.7	0.71	3



Female



Male



F1



Fig.23. Female, male and F1 fruits of No.117



Female



Male



F1

Fig.24. Female, male and F1 fruits of No.118



Female



Male



F1



Fig.25. Female, male and F1 fruits of No.125



Female



Male



F1

Fig.26. Female, male and F1 fruits of No.102



Female



Male



F1

Fig.27. Female, male and F1 fruits of No.130



Female



Male



F1

Fig.28. Female, male and F1 fruits of No.134



Female



Male



F1

Fig.29. Female, male and F1 fruits of No.177

♀	65	29	63	54	27	64	39	8	32	3	2	34	5	35	33	50	14	13	
♂																			
26	조합	조합	조합				조합						조합			조합		조합	
25	조합	조합		조합	조합	조합													
66	조합	조합		조합	조합														
71			조합			조합													
40							조합	조합	조합	조합	조합	조합	조합	조합	조합				
9							조합						조합	조합	조합				
22							조합						조합				조합	조합	
18																	조합		조합
55							조합						조합				조합	조합	조합
57																	조합	조합	조합
17																			조합

Fig.30. Total combination diagram



Fig.31. Making combinations after male and female fruits

(5) 안성 계통 선발 시험

태국 건기 선발 계통을 포함하여 346 계통을 공시하여 계통의 확보가 요구되는 적색계통으로 초세가 강하고 신초의 신장성이 좋은 개체를 선발하고 다량의 고정계통 등 320여 개체를 선발하였다(Fig.32).



The inside of plastic house



Red fruit selection



Yellow fruit selection



Orange fruit selection

Fig.32. Selection lines and plants in soil cultivation

라. 태국/한국 선발 시험과 중국 현지 적응성 시험 및 시교생산(2010-2011)

(1) 시험의 흐름도

시험의 주지역이 중부(안성), 남부(산청), 태국 콘깬이며 현지 시험지가 주로 중국의 산둥성, 광둥성으로 여러지역을 연결하는 프로그램이다 보니 각 지역에 파종기가 서로 달라 지역별 연결이 아주 복잡하고, 또 한지역의 시험결과가 그다음 작기에 바로 다른 지역으로 반영되지 못하고 한 작기씩 차이가 나는 경우가 빈번히 발생을 한다(Fig.33).

최적의 요건을 갖추기 위한 연결 시험을 기술하면 토경 시험의 주 파종기는 안성 3월 파종, 태국 9월 파종이며 1-1 과제의 남부시험에서 안성이나 태국으로 재료를 넘겨 중국 토경용으로 검토하게 된다. 남부 겨울 파종에서 수확한 계통과 조합은 태국 여름 파종으로 연결이 되고, 남부 여름 파종에서 수확한 계통과 조합은 중부(안성) 겨울 파종으로 연결이 된다. 반면 안성 시험과 태국 시험의 계통과 조합은 남부 시험으로 넘어 가려면, 한 작기를 쉬고 다음 작기로 넘겨야 한다. 중국 현지 시험의 경우도 태국 여름 파종 수확분을 중국의 장기 단기 시험용으로 시험하는 것은 시기적으로 무리가 없으나 안성 겨울 파종분은 중국 현지 시험을 시차없이 진행하기는 어렵다(Table 20).



Fig.33. Outline of breeding system

Table.20. Cultivation outline based on sowing date

Trial	Site	No.of subject	Sowing	Harvest	Remark
South area (Summer)	Sancheong	1-1	E. in Aug.	L. in Dec. ~E. in Jan.	Transfer to Anseong trial
South area (Winter)	Sancheong	1-1	E. in Feb.	L. in Jul.	Transfer to Thailand dry trial
Anseong	Anseong	1-2	E. in Mar.	L. in Aug.	
Thailand (Dry)	Khonkaen	1-2	E. in Sep.	L. in Feb.	F1 combination and test
Thailand (Rainy)	Khonkaen Chiangmai	1-2	M. in Apr.	L. in Sep.	Trial seed production
China (Short term)	Sandong Sugwang	1-2	L. in Jul.	L. in Dec.	Local test
China (Long term)	Sandong Sugwang	1-2	M. in Aug.	Jan.~Apr.	Local test

(2) 태국 건기 시험

SPC 등 538 계통을 공시하면 진행한 태국 토경 시험은 정식 초기 잦은 강우로 인하여 약제 살포가 어려워, 약제 방제 시기를 놓쳐 담배 나방 종류가 대량 발생하여 초기 생육이 좋지 않았다. 생육 중기부터 정상적인 약제 방제와 비배관리가 이루어져 정상적인 수확 조사가 가능하였다(Fig.34.).

한국의 상황도 마찬가지로 태국에서도 점차로 기후의 변화 폭이 커져서 집중호우가 많아지고, 연속강우가 많아지고 있는 추세이다. 보통의 기후로 10월 중순이면 건기로 접어들거나 혹은 짧은 몇 번의 강우로 마무리가 되는 것이 정상인데, 지난 작기에는 11월 중순까지 많은 강우로 인해 총해도 대량으로 발생하였고 전반적으로 초기 생육이 좋지 못하였다. 향후 안정적인 재배를 위하여 정식초기에 터널을 설치하는 것도 고려되어야 할 것으로 생각되며 생육이 늦어진 관계로 수확도 늦어져 한국에서의 파종도 약간 늦어졌으나 사업에 큰 지장이 있을 정도는 아니었다.

Selfing 계통 237 개체, sibbing 계통 58조합을 선발하였고 F1 28조합을 작성하였다 (Table21, Table22, Table23).



10days after sowing



35days after sowing(transplanting time)



Scattering calcium



Field preparation(ridge)



Field preparation(ridge)



Field preparation(mulching)

Fig.34. Dry season Thailand trial



Transplanting



Transplanting



Insect



Early stage insect damage



Harvest



Harvest

Fig.34. Dry season Thailand trial (continued)



Selection



Selection



Selected fruits



Picking seeds



Seed sterilization



Seed dry

Fig.34. Dry season Thailand trial (continued)

Table21. Selected selfing lines and plants list

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Selfing	F	10하	1011-1001	9004-3	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-2t-4-16t-1-7t-10-3t	
Selfing	F	10하	1011-1016	9008-2	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-83-14t-1-1-6t-5-2t	
Selfing	F	10하	1011-1019	9012-9	CPR(L3/L3)	72402-81-6t-36-1t-1-10t-3-9t	
Selfing	F	10하	1011-1020	9013-4	CPR(L3/L3)	72402-93-17t-32-6t-1-5t-3-4t	
Selfing	F	10하	1011-1021	9014-9	CPR(L3/L3)	72402-82-3t-1-9t-1-2t-5-9t	
Selfing	F	10하	1011-1022	9015-4	CPR(L3/L3)	72402-82-3t-32-9t-1-5t-10-4t	
Selfing	F	10하	1011-1055	9031-5	9253(Seminis)	72414-91-7t-1-3t-1-5t-3-5t	
Selfing	F	10하	1011-1056	9033-11	DRP1086R(Ruitor)	72421-82-7t-1-6t-1-8t-10-11t	
Selfing	F	10하	1011-1057	9036-3	2423R(Seminis)	72423-82-9t-1-3t-4-8t-2B-3t	
Selfing	F	10하	1011-1058	9037-9	2423R(Seminis)	72423-82-9t-38-5t-8-5t-3B-9t	
Selfing	F	10하	1011-1059	9038-2	2423R(Seminis)	72423-84-4t-30-9t-3-5t-5-2t	
Selfing	F	10하	1011-1060	9040-2	Jairan	79483-2t-1-6t-1-1t-8-2t	
Selfing	F	10하	1011-1063	9043-12	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-15t-1-9t-3-12t	
Selfing	F	10하	1011-1064	9044-6	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-82-5t-4-1-4t-2-6t	
Selfing	F	10하	1011-1067	9046-10	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-94-3t-1-1t-1-10t-10-10t	
Selfing	F	10하	1011-1068	9047-8	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-82-9t-1-9t-7-7t-10-8t	
Selfing	F	10하	1011-1069	9048-10	MSRT(L0/L3, L0/L4)	72406-84-5t-1-4t-4-3t-2B-10t	
Selfing	F	10하	1011-1070	9051-2B	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-82-19t-1-3t-1-10t-4-2Bt	
Selfing	F	10하	1011-1071	9052-2B	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-3t-1-5(0)t-1-20t-9-2Bt	
Selfing	F	10하	1011-1074	9054-30 33 6224-0	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/??C	72407-91-4t-1-18t-1-1 4(2 3)t-10-30 33(0-0t	
Selfing	F	10하	1011-1091	9063-13	9338Y(Seminis)	72424-82-3t-1-7t-5-20t-6-13t	
Selfing	F	10하	1011-1092	9066-12	9394Y(Seminis)	72425-82-9t-33-8t-1-5t-7-12t	
Selfing	F	10하	1011-1110	9076-15	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-83-12t-1-2t-1-7t-4-15t	
Selfing	F	10하	1011-1132	9083-3	Sweet Pepper Y	79478-1t-1-3t-11-10t-7-3t	
Selfing	F	10하	1011-1133	9087-9	PRSDT(L3/L3)	72408-82-20t-2-8t-6-1t-7-9t	
Selfing	F	10하	1011-1134	9089-2	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-91-5t-1-2t-1-1t-8-2t	
Selfing	F	10하	1011-1152	9100-12	RBT	72429-82-18t-1-5t-1-5t-9-12t	
Selfing	F	10하	1011-1153	9101-1	RBT	72429-83-9t-1-16t-1-10t-5-1t	
Selfing	F	10하	1011-1154	9102-1	RBT	72429-83-16t-1-18t-1-8t-6-1t	
Selfing	F	10하	1011-1155	9103-2	RBT	72429-81-19t-1-8t-1-7t-7-2t	

Table21. Selected selfing lines and plants list(continued)

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Selfing	F	10하	1011-1156	9104-8	RBT	72429-84-20t-1-7t-1-1t-6-8t	
Selfing	F	10하	1011-1157	9105-3B	7AVS3	79466-5t-1-4t-7-2t-4-3Bt	
Selfing	F	10하	1011-1158	9110-12	大, lHP (R)	83338G5-3-4t-4-8t-8-12t	
Selfing	F	10하	1011-1161	9113-3	파 (Y)	83348G5-0-3t-10-2t-10-3t	
Selfing	F	10하	1011-1162	9114-6	파 (O) MS	83354G5-6-3t-9-5t-8-6t	
Selfing	F	10하	1011-1163	9115-2	파 (O)	83356G5-0-1t-7-1t-6-2t	
Selfing	F	10하	1011-1164	9116-5	AP8	84762-6t-3-4t-10-5t	
Selfing	F	10하	1011-1165	9118-7	AP11	84765-5t-12-5Bt-5-7t	
Selfing	F	10하	1011-1166	9119-1	AP12	84766-2Bt-2-2Bt-2B-1t	
Selfing	F	10하	1011-1167	9120-2	AP13	84767-5t-11-4t-8-2t	
Selfing	F	10하	1011-1171	9124-7	중초5호 피망 ♀ ①	1257G7-0-2t-6-7t-4-7t	
Selfing	F	10하	1011-1172	9125-12	중초5호 피망 ♀ ②	1258G8-6-2t-6-1t-7-12t	
Selfing	F	10하	1011-1173	9128-10	농뇌 5호 (진)	83313G5-2-7t-4-2Bt-4-10t	
Selfing	F	10하	1011-1174	9133-12	5호 B	83381-0-4t-6-3Bt-6-12t	
Selfing	F	10하	1011-1175	9134-9	6호 A	83382-0-6t-3-3t-3B-9t	
Selfing	F	10하	1011-1176	9135-10	6호 B	83383-0-4t-7-1t-3B-10t	
Selfing	F	10하	1011-1177	9136-12	감초 A	83384-1-10t-4-8t-2B-12t	
Selfing	F	10하	1011-1178	9137-6	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-9t-1-1t-7-6t	
Selfing	F	10하	1011-1179	9138-12	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-9t-2-2t-3-12t	
Selfing	F	10하	1011-1180	9139-2	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-9t-3-3t-1-2t	
Selfing	F	10하	1011-1181	9140-6	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-9t-4-4t-5-6t	
Selfing	F	10하	1011-1182	9141-7	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-16t-1-5t-10-7t	
Selfing	F	10하	1011-1183	9144-9	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-16t-4-8t-5-9t	
Selfing	F	10하	1011-1184	9147-1	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-17t-3-11t-7-1t	
Selfing	F	10하	1011-1185	9148-1	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-17t-4-12t-7-1t	
Selfing	F	10하	1011-1186	9149-7	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-3t-1-13t-4-7t	
Selfing	F	10하	1011-1187	9150-9	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-3t-2-14t-2-9t	
Selfing	F	10하	1011-1188	9155-6	Baltasar (ZERAIM)	83404-0-15t-4-19t-8-6t	
Selfing	F	10하	1011-1189	9157-3	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-1t-1-21t-10-3t	
Selfing	F	10하	1011-1190	9158-12	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-1t-2-22t-7-12t	
Selfing	F	10하	1011-1191	9160-5	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-11t-1-24t-4-5t	
Selfing	F	10하	1011-1192	9161-11	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-11t-2-25t-5-11t	
Selfing	F	10하	1011-1193	9164-10	Fortunato (ZERAIM)	83406-0-23t-3-28t-5-10t	
Selfing	F	10하	1011-1195	9165-2	Rialto(ZERAIM)	83410-0-21t-1-29t-10-2t	
Selfing	F	10하	1011-1196	9166-9	Rialto(ZERAIM)	83410-0-26t-1-30t-10-9t	
Selfing	F	10하	1011-1201	9179-2	P7015	윤희탁 수집 피망-3Bt-4-2t	
Selfing	F	10하	1011-1202	9180-8	P7016	윤희탁 수집 피망-3Bt-4-8t	
Selfing	F	10하	1011-1203	9183-10	약배양18	AN18-2Bt-2B-10t	

Table21. Selected selfing lines and plants list(continued)

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Selfing	F	10하	1011-1204	9187-7	약배양38	AN38-2Bt-2B-7t	
Selfing	F	10하	1011-1205	9189-9	약배양49	AN49-2Bt-2B-9t	
Selfing	F	10하	1011-1206	9190-8	약배양53	AN53-5Bt-2B-8t	
Selfing	F	10하	1011-1207	9191-4	약배양63	AN63-2Bt-2B-4t	
Selfing	F	10하	1011-1208	9192-10	약배양64	AN64-3Bt-2B-10t	
Selfing	F	10하	1011-1209	9196-10	약배양134	AN134-4Bt-2B-10t	
Selfing	F	10하	1011-1210	9197-4	약배양137	AN37-1t-2B-4t	
Selfing	F	10하	1011-1211	9222-3B	AN(Valentine F4)	07464-1-3Bt	
Selfing	F	10하	1011-1212	9229-1	농유자센-2 (K100123,Kocsag)	08336-3B-1t	
Selfing	F	10하	1011-1213	9230-1	농유자센-7 (K100111,)	08341-3B-1t	
Selfing	F	10하	1011-1215	9233-1	Sir John (서울대 세균성 점무늬병)Lot 38674 Hazera-1	1011-9233-1t	
Selfing	F	10하	1011-1216	9233-2	Sir John (서울대 세균성 점무늬병)Lot 38674 Hazera-2	1011-9233-2t	
Selfing	F	10하	1011-1217	9233-3	Sir John (서울대 세균성 점무늬병)Lot 38674 Hazera-3	1011-9233-3t	
Selfing	F	10하	1011-1218	9233-4	Sir John (서울대 세균성 점무늬병)Lot 38674 Hazera-4	1011-9233-4t	
Selfing	F	10하	1011-1219	9234-1	Syrus (서울대 세균성 점무늬병)Lot 41639 Hazera-1	1011-9234-1t	
Selfing	F	10하	1011-1220	9234-2	Syrus (서울대 세균성 점무늬병)Lot 41639 Hazera-2	1011-9234-2t	
Selfing	F	10하	1011-1221	9234-3	Syrus (서울대 세균성 점무늬병)Lot 41639 Hazera-3	1011-9234-3t	
Selfing	F	10하	1011-1222	9234-4	Syrus (서울대 세균성 점무늬병)Lot 41639 Hazera-4	1011-9234-4t	
Selfing	F	10하	1011-1223	9235-1	Vargas (서울대 세균성 점무늬병)Lot 42465 Hazera-1	1011-9235-1t	
Selfing	F	10하	1011-1224	9235-2	Vargas (서울대 세균성 점무늬병)Lot 42465 Hazera-2	1011-9235-2t	
Selfing	F	10하	1011-1225	9235-3	Vargas (서울대 세균성 점무늬병)Lot 42465 Hazera-3	1011-9235-3t	
Selfing	F	10하	1011-1226	9235-4	Vargas (서울대 세균성 점무늬병)Lot 42465 Hazera-4	1011-9235-4t	
Selfing	F	10하	1011-1227	9236-1	Zin (서울대 세균성 점무늬병)Lot 45652 Hazera-1	1011-9236-1t	
Selfing	F	10하	1011-1229	9236-3	Zin (서울대 세균성 점무늬병)Lot 45652 Hazera-3	1011-9236-3t	
Selfing	F	10하	1011-1231	9237-1	Zin (서울대 세균성 점무늬병)Lot 45652 Hazera-1	1011-9237-1t	
Selfing	F	10하	1011-1232	9237-2	Zin (서울대 세균성 점무늬병)Lot 45652 Hazera-2	1011-9237-2t	
Selfing	F	10하	1011-1233	9237-3	Zin (서울대 세균성 점무늬병)Lot 45652 Hazera-3	1011-9237-3t	
Selfing	F	10하	1011-1235	9238-8	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9238-8t	
Selfing	F	10하	1011-1236	9239-4	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9239-4t	
Selfing	F	10하	1011-1237	9240-9	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9240-9t	
Selfing	F	10하	1011-1238	9241-1	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9241-1t	
Selfing	F	10하	1011-1239	9242-8	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9242-8t	
Selfing	F	10하	1011-1240	9242-10	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9242-10t	
Selfing	F	10하	1011-1241	9243-5	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9243-5t	
Selfing	F	10하	1011-1242	9244-2	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9244-2t	
Selfing	F	10하	1011-1243	9245-10	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9245-10t	
Selfing	F	10하	1011-1244	9246-1	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9246-1t	
Selfing	F	10하	1011-1245	9246-2	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9246-2t	

Table21. Selected selfing lines and plants list(continued)

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Selfing	F	10하	1011-1246	9247-2	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9247-2t	
Selfing	F	10하	1011-1247	9249-7	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9249-7t	
Selfing	F	10하	1011-1248	9250-8	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9250-8t	
Selfing	F	10하	1011-1249	9251-2	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9251-2t	
Selfing	F	10하	1011-1250	9253-10	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9253-10t	
Selfing	F	10하	1011-1251	9254-6	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9254-6t	
Selfing	F	10하	1011-1252	9255-8	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9255-8t	
Selfing	F	10하	1011-1253	9256-2	Cupra(EZ)분리계TSWV저항성선발	1011-9256-2t	
Selfing	F	10하	1011-1254	9258-6	Derby분리계TSWV저항성선발	1011-9258-6t	
Selfing	F	10하	1011-1255	9260-1	Derby분리계TSWV저항성선발	1011-9260-1t	
Selfing	F	10하	1011-1256	9261-7	Derby분리계TSWV저항성선발	1011-9261-7t	
Selfing	F	10하	1011-1257	9262-3	Derby분리계TSWV저항성선발	1011-9262-3t	
Selfing	F	10하	1011-1258	9264-7	Derby분리계TSWV저항성선발	1011-9264-7t	
Selfing	F	10하	1011-1259	9265-9	Derby분리계TSWV저항성선발	1011-9265-9t	
Selfing	F	10하	1011-1260	9266-3	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9266-3t	
Selfing	F	10하	1011-1261	9267-1	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9267-1t	
Selfing	F	10하	1011-1262	9268-9	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9268-9t	
Selfing	F	10하	1011-1263	9269-3	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9269-3t	
Selfing	F	10하	1011-1264	9270-1	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9270-1t	
Selfing	F	10하	1011-1264a	9270-2B	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9270-2Bt	
Selfing	F	10하	1011-1265	9271-5	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9271-5t	
Selfing	F	10하	1011-1265a	9271-2B	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9271-2Bt	
Selfing	F	10하	1011-1266	9273-1	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9273-1t	
Selfing	F	10하	1011-1267	9274-4	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9274-4t	
Selfing	F	10하	1011-1268	9275-1	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9275-1t	
Selfing	F	10하	1011-1269	9276-9	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9276-9t	
Selfing	F	10하	1011-1270	9277-8	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9277-8t	
Selfing	F	10하	1011-1271	9278-5	Boogie분리계TSWV저항성선발	1011-9278-5t	
Selfing	F	10하	1011-1272	9280-9	President분리계TSWV저항성선발	1011-9280-9t	
Selfing	F	10하	1011-1273	9282-3	President분리계TSWV저항성선발	1011-9282-3t	
Selfing	F	10하	1011-1274	9283-2	President분리계TSWV저항성선발	1011-9283-2t	
Selfing	F	10하	1011-1275	9284-2	President분리계TSWV저항성선발	1011-9284-2t	
Selfing	F	10하	1011-1276	9287-1	President분리계TSWV저항성선발	1011-9287-1t	
Selfing	F	10하	1011-1277	9287-8	President분리계TSWV저항성선발	1011-9287-8t	
Selfing	F	10하	1011-1278	9290-10	President분리계TSWV저항성선발	1011-9290-10t	
Selfing	F	10하	1011-1279	9292-8	CMV + Poty	1011-9292-8t	
Selfing	F	10하	1011-1280	9293-7	CMV + Poty	1011-9293-7t	
Selfing	F	10하	1011-1281	9294-6	CMV + Poty	1011-9294-6t	

Table21. Selected selfing lines and plants list(continued)

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Selfing	F	10하	1011-1282	9295-1	CMV + Poty	1011-9295-1t	
Selfing	F	10하	1011-1283	9295-10	CMV + Poty	1011-9295-10t	
Selfing	F	10하	1011-1284	9296-2	CMV + Poty	1011-9296-2t	
Selfing	F	10하	1011-1285	9296-4	CMV + Poty	1011-9296-4t	
Selfing	F	10하	1011-1286	9297-7	CMV + Poty	1011-9297-7t	
Selfing	F	10하	1011-1287	9298-6	CMV + Poty	1011-9298-6t	
Selfing	F	10하	1011-1288	9299-8	CMV + Poty	1011-9299-8t	
Selfing	F	10하	1011-1289	9300-5	CMV + Poty	1011-9300-5t	
Selfing	F	10하	1011-1290	9301-10	CMV + Poty	1011-9301-10t	
Selfing	F	10하	1011-1291	9303-8	CMV + Poty	1011-9303-8t	
Selfing	F	10하	1011-1292	9304-5	CMV + Poty	1011-9304-5t	
Selfing	F	10하	1011-1293	9308-1	A210R	A210R-2-1t	
Selfing	F	10하	1011-1294	9311-9	A211R	A211R-2-9t	
Selfing	F	10하	1011-1295	9313-1	A211R	A211R-4-1t	
Selfing	F	10하	1011-1296	9316-1	A211H	A211H-7-1t	
Selfing	F	10하	1011-1297	9318-3	A211	A211-9-3t	
Selfing	F	10하	1011-1298	9319-5	A212R	A212R-1-5t	
Selfing	F	10하	1011-1299	9321-3	A212H	A212H-3-3t	
Selfing	F	10하	1011-1300	9322-10	A212H	A212H-4-10t	
Selfing	F	10하	1011-1301	9331-10	A213H	A213H-4-10t	
Selfing	F	10하	1011-1302	9332-6	A213H	A213H-5-6t	
Selfing	F	10하	1011-1303	9333-10	A213H	A213H-6-10t	
Selfing	F	10하	1011-1304	9334-8	A213	A213-7-8t	
Selfing	F	10하	1011-1305	9335-8	A213	A213-8-8t	
Selfing	F	10하	1011-1306	9338-9	A213	A213-11-9t	
Selfing	F	10하	1011-1307	9341-6	A213	A213-14-6t	
Selfing	F	10하	1011-1308	9342-1	A213	A213-15-1t	
Selfing	F	10하	1011-1309	9344-1	A214R	A214R-2-1t	
Selfing	F	10하	1011-1310	9348-8	A216R	A216R-1-8t	
Selfing	F	10하	1011-1311	9352-9	A216H	A216H-5-9t	
Selfing	F	10하	1011-1312	9355-1	A216H	A216H-8-1t	
Selfing	F	10하	1011-1313	9358-6	A216H	A216H-11-6t	
Selfing	F	10하	1011-1314	9359-5	A216H	A216H-12-5t	
Selfing	F	10하	1011-1315	9362-8	A216	A216-15-8t	
Selfing	F	10하	1011-1316	9363-1	A216	A216-16-1t	
Selfing	F	10하	1011-1317	9364-7	A216	A216-17-7t	
Selfing	F	10하	1011-1318	9366-2	A217H	A217H-2-2t	
Selfing	F	10하	1011-1319	9367-5	A217H	A217H-3-5t	

Table21. Selected selfing lines and plants list(continued)

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Selfing	F	10하	1011-1320	9372-6	A217H	A217H-8-6t	
Selfing	F	10하	1011-1321	9378-2	A217H	A217H-14-2t	
Selfing	F	10하	1011-1322	9379-1	A217H	A217H-15-1t	
Selfing	F	10하	1011-1323	9387-6	A218H	A218H-1-6t	
Selfing	F	10하	1011-1324	9389-4	A218	A218-4-4t	
Selfing	F	10하	1011-1325	9390-6	A218	A218-5-6t	
Selfing	F	10하	1011-1326	9391-3	A218	A218-6-3t	
Selfing	F	10하	1011-1327	9392-7	A218	A218-7-7t	
Selfing	F	10하	1011-1328	9395-8	A220R	A220R-2-8t	
Selfing	F	10하	1011-1329	9396-6	A220R	A220R-3-6t	
Selfing	F	10하	1011-1330	9397-6	A220R	A220R-4-6t	
Selfing	F	10하	1011-1331	9398-1	A220R	A220R-5-1t	
Selfing	F	10하	1011-1332	9404-3	A220H	A220H-11-3t	
Selfing	F	10하	1011-1333	9406-6	A220	A220-13-6t	
Selfing	F	10하	1011-1334	9407-4	A220	A220-14-4t	
Selfing	F	10하	1011-1335	9408-3	A220	A220-15-3t	
Selfing	F	10하	1011-1336	9410-1	A220	A220-17-1t	
Selfing	F	10하	1011-1337	9412-2	A8315	A8315-2-2t	
Selfing	F	10하	1011-1338	9413-3	A8315	A8315-3-3t	
Selfing	F	10하	1011-1339	9414-6	A8316	A8316-1-6t	
Selfing	F	10하	1011-1340	9415-8	A8316	A8316-2-8t	
Selfing	F	10하	1011-1341	9417-5	A8320	A8320-2-5t	
Selfing	F	10하	1011-1342	9523-1	황태극 F2	#675-1t	
Selfing	F	10하	1011-1343	9523-2	황태극 F2	#675-2t	
Selfing	F	10하	1011-1344	9523-3	황태극 F2	#675-3t	
Selfing	F	10하	1011-1345	9523-4	황태극 F2	#675-4t	
Selfing	F	10하	1011-1346	9524-1	가려 F2	#676-1t	
Selfing	F	10하	1011-1347	9524-2	가려 F2	#676-2t	
Selfing	F	10하	1011-1348	9524-3	가려 F2	#676-3t	
Selfing	F	10하	1011-1349	9524-4	가려 F2	#676-4t	
Selfing	F	10하	1011-1350	9525-1	만적(소립종)F2	#677-1t	
Selfing	F	10하	1011-1351	9525-2	만적(소립종)F2	#677-2t	
Selfing	F	10하	1011-1352	9525-3	만적(소립종)F2	#677-3t	
Selfing	F	10하	1011-1353	9525-4	만적(소립종)F2	#677-4t	
Selfing	F	10하	1011-1354	9525-5	만적(소립종)F2	#677-5t	
Selfing	F	10하	1011-1355	9525-6	만적(소립종)F2	#677-6t	
Selfing	F	10하	1011-1356	9526-1	만적(대립종)F2	#678-1t	
Selfing	F	10하	1011-1357	9526-2	만적(대립종)F2	#678-2t	

Table21. Selected selfing lines and plants list(continued)

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Selfing	F	10하	1011-1358	9526-3	만적(대립종)F2	#678-3t	
Selfing	F	10하	1011-1359	9526-4	만적(대립종)F2	#678-4t	
Selfing	F	10하	1011-1360	9526-5	만적(대립종)F2	#678-5t	
Selfing	F	10하	1011-1361	9526-6	만적(대립종)F2	#678-6t	
Selfing	F	10하	1011-1397	9532-4	DB	79022G2-77-19-21-7-1-11-4t	
Selfing	F	10하	1011-1424	9702-1	9001R	1011-9702-1t	
Selfing	F	10하	1011-1425	9704-6	9004Y(short,B,TM,PVY-6)	1011-9704-6t	
Selfing	F	10하	1011-1426	9704-8	9004Y(short,B,TM,PVY-8)	1011-9704-8t	
Selfing	F	10하	1011-1427	9705-1	9002R(conical,TM,PVY)	1011-9705-1t	
Selfing	F	10하	1011-1428	9705-3	9002(Rconical,TM,PVY)	1011-9705-3t	
Selfing	F	10하	1011-1429	9706-4	9003Y-Lo(conical,TM,PVY)	1011-9706-4t	
Selfing	F	10하	1011-1430	9707-4	9006OR(Up right conical,TM,PVY-4)	1011-9707-4t	
Selfing	F	10하	1011-1431	9709-3B	HuangMa(Tezier)	1011-9709-3Bt	
Selfing	F	10하	1011-1432	9711-3B	世??(Syngenta)	1011-9711-3Bt	
Selfing	F	10하	1011-1433	9712-3B	方舟(Syngenta)	1011-9712-3Bt	
Selfing	F	10하	1011-1434	9713-3B	洪?丹	1011-9713-3Bt(Syngenta)	
Selfing	F	10하	1011-1435	9714-3B	金海牙(Syngenta)	1011-9714-3Bt	

Table22. Selected sibling lines plants list

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Sib	S	10하	1011-1006	9006-9/9006-10	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-15t-1-3B(3B)t-3-9(10)t	
Sib	S	10하	1011-1007	9006-14/9006-13	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-14t-1-15t-1-3B(3B)t-3-14(13)t	
Sib	S	10하	1011-1011	9007-7/9007-4	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-81-14t-1-8(10)t-10-7(4)t	
Sib	S	10하	1011-1013	9007-10/9007-9	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-81-14t-1-8(10)t-10-10(9)t	
Sib	S	10하	1011-1024	9008-13/9008-14	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-83-7t-1-8t-1-1(2)t-8-13(14)t	
Sib	S	10하	1011-1026	9019-4/9019-2	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-8t-1-2(1)t-2-4(2)t	
Sib	S	10하	1011-1029	9023-3/9023-2	MRG(ms)	72404-92-5t-3-11t-3-6(5)t-9-3(2)t	
Sib	S	10하	1011-1032	9004-14/9004-11	MRG(ms)	72404-92-9t-1-5t-1-15(14)t-7-14(11)t	
Sib	S	10하	1011-1034	9027-3/9027-1	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-7t-3-3(1)t	
Sib	S	10하	1011-1035	9027-5/9027-6	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-7t-3-5(6)t	
Sib	S	10하	1011-1037	9027-13/9027-14	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-7t-3-13(14)t	
Sib	S	10하	1011-1038	9028-5/9028-4	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-7t-4-5(4)t	
Sib	S	10하	1011-1039	9028-6/9028-7	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-7t-4-6(7)t	
Sib	S	10하	1011-1041	9028-11/9028-12	MRG(ms)	72404-94-13t-1-5t-1-7t-4-11(12)t	
Sib	S	10하	1011-1046	9029-10/9029-12	MRG(ms)	72404-81-15t-2-13t-1-1 19(2 18)t-5-10(12)t	
Sib	S	10하	1011-1052	9030-1/9030-2	MRG(ms)	72404-81-15t-2-8t-1-2B(2B)t-10-1(2)t	
Sib	S	10하	1011-1053	9030-5/9030-6	MRG(ms)	72404-81-15t-2-8t-1-2B(2B)t-10-5(6)t	
Sib	S	10하	1011-1061	9042-11/9042-10	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-81-4t-1-13t-4-1(2)t-11-11(10)t	
Sib	S	10하	1011-1066	9045-14/9045-15	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405-84-2t-1-15t-2-2B(2B)t-9-14(15)t	
Sib	S	10하	1011-1072	9053-6/9053-4	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-83-11t-1-16t-4-6(5)t-11-6(4)t	
Sib	S	10하	1011-1078	9054-4/9054-2	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-18t-1-1 4(2 3)t-10-4(2)t	
Sib	S	10하	1011-1079	9054-9/9054-10	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-18t-1-1 4(2 3)t-10-9(10)t	
Sib	S	10하	1011-1081	9054-29/9054-24	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-18t-1-1 4(2 3)t-10-25(24)t	
Sib	S	10하	1011-1084	9058-5/9058-4	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407G2-45-23-14-16-7-20(19)t-8-5(4)t	
Sib	S	10하	1011-1086	9058-14/9058-16	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407G2-45-23-14-16-7-20(19)t-8-14(16)t	
Sib	S	10하	1011-1090	9061-12/9061-14	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-13t-3-2 4(3 5)t-6-12(14)t	
Sib	S	10하	1011-1096	9069-11/9069-12	RPD	72427-83-1t-3-3(1)t-4-11(12)t	
Sib	S	10하	1011-1097	9070-7/9070-9	RPD	72427-83-7t-1-3t-4-9(10)t-15-7(9)t	
Sib	S	10하	1011-1100	9072-7/9072-6	RPD	72427-84-4t-2-8t-1-5(7)t-12-7(6)t	
Sib	S	10하	1011-1101	9072-8/9072-9	RPD	72427-84-4t-2-8t-1-5(7)t-12-8(9)t	
Sib	S	10하	1011-1102	9073-4/9073-2	RPD	72427-84-18t-4-12t-1-5(4)t-4-4(2)t	
Sib	S	10하	1011-1103	9073-11/9073-12	RPD	72427-84-18t-4-12t-1-5(4)t-4-11(12)t	
Sib	S	10하	1011-1104	9073-14/9073-16	RPD	72427-84-18t-4-12t-1-5(4)t-4-14(16)t	
Sib	S	10하	1011-1114	9077-8/9077-9	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-2t-2-1t-2-7(5)t-12-8(9)t	
Sib	S	10하	1011-1115	9077-12/9077-11	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-2t-2-1t-2-7(5)t-12-12(11)t	
Sib	S	10하	1011-1116	9077-13/9077-14	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-2t-2-1t-2-7(5)t-12-13(14)t	
Sib	S	10하	1011-1119	9078-4/9078-1	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-2t-2-17t-1-4(5)t-14-4(1)t	
Sib	S	10하	1011-1120	9078-5/9078-2	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-2t-2-17t-1-4(5)t-14-5(2)t	

Table22. Selected sibling lines plants list(continued)

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
Sib	S	10하	1011-1121	9078-6/9078-8	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-2t-2-17t-1-4(5)t-14-6(8)t	
Sib	S	10하	1011-1122	9078-10/9078-9	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-2t-2-17t-1-4(5)t-14-10(9)t	
Sib	S	10하	1011-1123	9078-13/9078-15	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-2t-2-17t-1-4(5)t-14-13(15)t	
Sib	S	10하	1011-1124	9079-4/9079-8	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-1t-1-4(8)t	
Sib	S	10하	1011-1126	9079-12/9079-11	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-1t-1-12(11)t	
Sib	S	10하	1011-1127	9079-13/9079-14	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-1t-1-13(14)t	
Sib	S	10하	1011-1129	9081-2/9081-1	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-1t-3-2(1)t	
Sib	S	10하	1011-1131	9081-14/9081-15	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-84-6t-4-18(17)t-1-1t-3-14(15)t	
Sib	S	10하	1011-1137	9090-2/9090-3	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-3t-1-19(18)t-9-2(3)t	
Sib	S	10하	1011-1138	9090-10/9090-11	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-3t-1-19(18)t-9-10(11)t	
Sib	S	10하	1011-1141	9093-8/9093-6	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-1(0)t-1-1t-3-8(6)t	
Sib	S	10하	1011-1142	9093-10/9093-7	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-1(0)t-1-1t-3-10(7)t	
Sib	S	10하	1011-1145	9084-10/9084-13	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-19t-1-1(0)t-1-1t-4-10(13)t	
Sib	S	10하	1011-1148	9096-6/9096-4	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-10t-3-8(7)t-9-6(4)t	
Sib	S	10하	1011-1149	9096-10/9096-8	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-93-10t-2-10t-3-8(7)t-9-10(8)t	
Sib	S	10하	1011-1160	9111-10/9111-7	파-427	98265-1-3B(3B)t-9-10(7)t	
Sib	S	10하	1011-1169	9121-38/9121-38	피망-Gms	1252-G6-A0-1-6 7(5 8)t-3B-3B(3B)t	
Sib	S	10하	1011-1200	9171-8/9171-9	#467(피망A)	98503-1-4Bt-10-8(9)t	
Sib	S	10하	1011-1363	9527-2/9527-1	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-8t-1-2(1)t-2-2(1)t	

Table23. F1 combination list

Kind	S/F	연도	SN	교배번호	GNA	PDGRE	비고
F1	S	10하	1011-1008	9006-1/9008-0	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)/SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72403-93-148-1-129-1-38389-3-1/72403-83-148-1-1-68-5-0	
F1	S	10하	1011-1025	9019-4/9013-0	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/CPR(L3/L3)	72403-92-98-1-8-1-232-2-4/72402-93-178-32-6-1-9-3-0	
F1	S	10하	1011-1049	9030-38/9008-0	MRG(ms)/SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72404-83-158-2-8-1-28289-10-38/72401-83-148-1-1-68-5-0	
F1	S	10하	1011-1076	9094-26/9036-0	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/2423R(Seminis)	72407-91-48-1-18-1-1-423-10-26-27/72423-82-98-1-3-4-8-28-0	
F1	S	10하	1011-1082	9088-51/9022-0	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/CPR(L3/L3)	7240762-45-23-14-18-7-28199-6-11/72402-83-148-1-1-68-5-0	
F1	S	10하	1011-1087	9061-10/9013-0	HSK(RR, ms)/CPR(L3/L3)	72411-91-1-128-3-2-433-6-10/72402-93-178-32-6-1-9-3-0	
F1	S	10하	1011-1088	9061-12/9059-0	HSK(RR, ms)/JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72411-91-18-1-338-2-433-518-42/72402-45-23-14-1-116-0	
F1	S	10하	1011-1106	9075-6/9036-0	RPD/2423R(Seminis)	72427-81-208-1-128-1-9310-5-6/72423-82-98-1-3-4-8-28-0	
F1	S	10하	1011-1118	9077-13/9105-0	FER(L1/L3, L1,L4)/7AVS3	72428-84-28-2-18-2-758-12-13/79466-98-1-48-7-2-4-0	
F1	S	10하	1011-1136	9090-2/9029-0	BG(L0/L3, L0/L4, ms)/MRG(ms)	72409-84-18-1-318-1-28189-8-20/72404-81-158-2-138-1-1-192-188-0	
F1	F	10하	1011-1135	9090-5/9013-0	BG(L0/L3, L0/L4, ms)/CPR(L3/L3)	72409-84-18-1-3-1-19318-5-5/72402-93-178-32-6-1-9-3-0	
F1	S	10하	1011-1146	9096-6/9029-0	BG(L0/L3, L0/L4, ms)/MRG(ms)	72409-83-108-2-108-4-8/72404-81-158-2-138-1-1-192-188-0	
F1	S	10하	1011-1159	9111-10/9013-0	피-427/CPR(L3/L3)	9805-1-38389-9-10/72402-93-178-32-6-1-9-3-0	
F1	S	10하	1011-1197	9171-7/9170-6	#467(피망A)/#466(사각B)	98503-1-48t-10-7/98502-1-1t-7-6t	
F1	S	10하	1011-1362	9527-2/9029-0	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/MRG(ms)	72403-92-98-1-8-1-232-2-7/72404-81-158-2-138-1-1-192-188-0	
F1	S	10하	1011-1365	9527-3/9532-0	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)/DB	72403-92-98-1-8-1-232-2-3/72402-77-19-21-7-1-11-0	
F1	S	10하	1011-1376	9529-48/9532-0	SPC(L0/L3, L0/L4 ms) /DB	72402G2-25-4-27-26-4-0-48cs-48/72402G2-77-19-21-7-1-11-0	초세약 대과
F1	S	10하	1011-1366	9529-98/9530-0	SPC(L0/L3, L0/L4 ms) /CPR(L3/L3)	72402G2-25-4-27-26-4-0-48cs-98/72402G2-17-20-13-6-10-5-4-0	약간질듯 초세약 쿠프라조합
F1	S	10하	1011-1382	9531-158/9532-0	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/DB	72407G2-45-23-14-16-10-4-28cs-158/72402G2-77-19-21-7-1-11-0	
F1	S	10하	1011-1380	9531-28/9012-0	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/CPR(L3/L3)	72407G2-45-23-14-16-10-4-28cs-28/72402-83-148-1-1-108-3-0	
F1	S	10하	1011-1398	9533-108/9534-0	RPD/DRP4976Y(Ruitor)	72427-83-18-3-332-4-108/72426-81-397-1-4-9-6-7-0	
F1	S	10하	1011-1408	9535-68/9103-0	BG(L0/L3, L0/L4, ms)/RBT	72409-93-128-2-8-2-788-1-68/72429-81-128-1-8-1-7-7-0	
F1	S	10하	1011-1414	9537-28/9013-0	Boogie/CPR(L3/L3)	72409G2-27-26-7-25-2-1cs-11-28/72402-93-178-32-6-1-9-3-0	
F1	S	10하	1011-1416	9537-28/9029-0	Boogie/MRG(ms)	72409G2-27-26-7-25-2-1cs-11-28/72404-81-158-2-138-1-1-192-188-0	
F1	S	10하	1011-1418	9537-28/9076-0	Boogie/FER(L1/L3, L1,L4)	72409G2-27-26-7-25-2-1cs-11-28/72428-83-128-1-2-1-7-4-0	
F1	S	10하	1011-1420	9537-48/9538-0	Boogie/PRSDT(L3/L3)	72409G2-27-26-7-25-2-1cs-11-48/72402G2-33-31-16-8-11-14-7-0	★ ★

(3) 태국 현지 F1 시험 결과

95 조합 및 蔓迪(만디)외 적색 12품종, 黃太極(황타이지) 외 노란색 8품종을 공시하여 시험 진행하였다(Fig.35). 양친이 거의 고정된 계통을 이용한 조합을 태국에서 검정한 결과 수량성이나 과형, 저장성 등이 현지의 요구에 부응하는 적색 4조합, 황색 1조합을 선발하였으며 시교용 종자도 동시에 증식하였다(Table24, Fig.36, Fig37, Fig.38).



Harvest



Harvest



Evaluation



Selection and evaluation

Fig.35. F1 combination selection and evaluation in Thailand

Table24. Key traits of selected combination

Combi.	Pedigree	Color	Traits
No.9608	B-R-1/CPR(L3/L3) (72560G3-5-11-23-6-8-6cs-0/72402G2-65-23-3-14-4-9-0)조합	Red	good hilum shape, exact 4 core shape. a bit long blocky, good shelf life, good fruit color and glossy
No.9614	SPC(L0/L3, L0/L4 ms) /CPR(L3/L3) (72401G2-40-34-5-24-6-0-0/72402G2-65-23-3-14-4-9-0)	Red	good fruit setting, exact 4 core shape, a bit long blocky, fruit shape stability
No.9653	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)/CPR(L3/L3) (72401-93-2t-3-1-4B(0)t-0/72402-81-6t-36-1t-1-10t-0)	Red	good fruit setting, good blocky type, short blocky type, fruit shape stability, a bit purple fruit appearance
No.9677	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/CPR(L3/L3) (72407-91-4t-1-18t-1-1 4(2 3)t-0 /72402-81-6t-36-1t-1-10t-0)	Red	small fruit, firm pericarp, good shelf life, good fruit color
No.9649	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/MGRT (72407G2-45-23-14-13-5-0-0/72406G2-8-11-10-11 5-7-1-0)	Yellow	large fruit, good blocky type, good shelf life, thick pericarp, glossy



No.9608



No.9614



No.9653



No.9677



No.9649

Fig.36. Selected F1 combination in Thailand

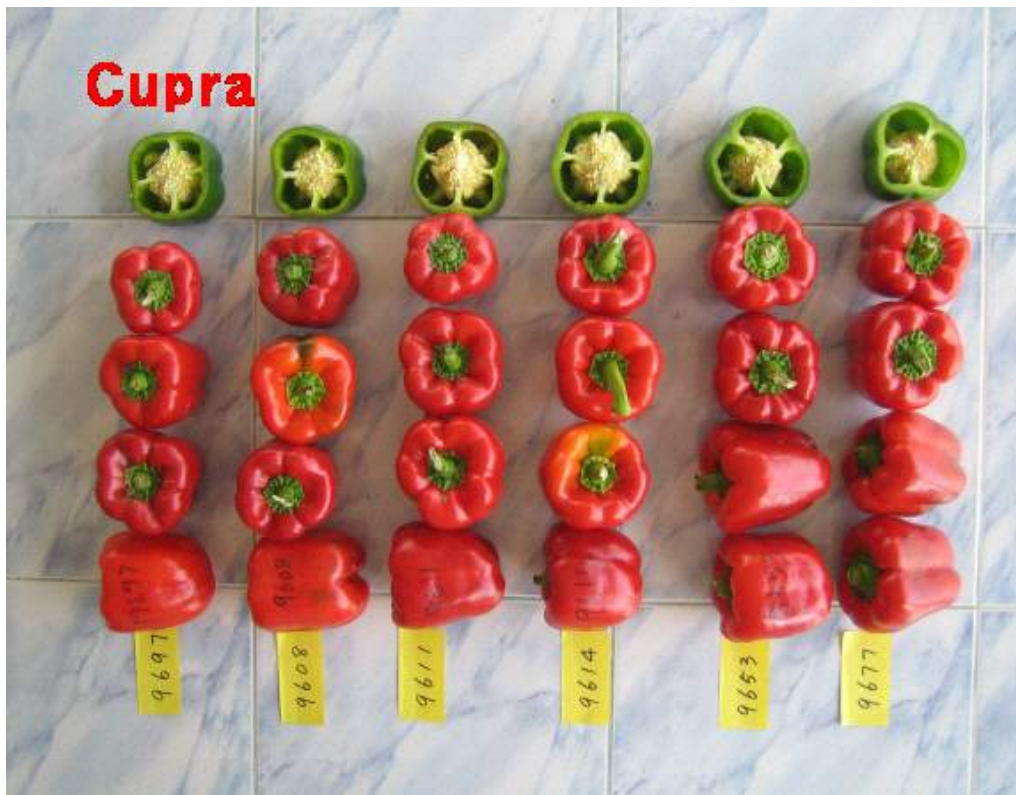


Fig.37. Control variety(Cupra) and selected varieties



Fig.38. Control variety(黃太極) and selected varieties

(4) 중국 현지 F1 시험

45조합 및 蔓迪, Cupra, 백막전(적색), 黃太極, Derby, 皇馬(황색), Boogie(주황색)을 대비종으로 山东省 寿光市 留呂鎮 南城西村, 山东省 寿光市 稻田鎮 稻庄村에서 시험하였으며 (Fig.39) 적색 4조합, 황색 1조합을 선발하였고 시교용 종자를 증식하였다(Table25, Fig.40, Fig.41, Fig.42, Fig.43, Fig.44, Fig.45, Fig.46).



Fig.39. China local F1 test (山东省 寿光市 留呂鎮 南城西村)

Table25. Key traits of selected combination

Combi.	Pedigree	Color	Traits
No.54	MRG(ms)/2423R (72404-92-9t-1-5t-0/72423-82-9 t-1-3t-0)	Red	good blocky shape, medium fruit size, a bit short L type shape, glossy, good shelf life
No.53	MRG(ms)/2423R (72404-92-5t-1-8t-0/72423-83-1 t-1-4t-0)	Red	good blocky shape, medium fruit size, short height, a bit short L type shape, glossy, good shelf life
No.52	MRG(ms)/8493R (72404-92-5t-1-8t-0/72422-82-5 t-1-4t-0)	Red	good early fruit setting, good blocky shape, medium fruit size, short height, a bit weak pericarp
No.32	B-R-1/Sweet Pepper Y (72560G3-5-11-23-6-27-2B/794 78-1t-1-3t-11-0t)	Red	good early fruit setting, good blocky shape, large fruit, high height, good shelf life, weak plant vigor possibility
No.44	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)/Sweet Pepper Y (72407G2-45-23-14-13-16-2B/7 9478-1t-1-3t-11-0t)	Yellow	large fruit, good fruit shape, firm pericarp, good low temperature plant vigor, glossy, deep hilum



Fig.40. Fruit of selected combination No.54 in China



Fig.41. Fruit of selected combination No.53 in China



Fig.42. Fruit of selected combination No.52 in China



Fig.43. Fruit of selected combination No.32 in China



Fig.44. Control varieties (Cupra,蔓迪) and selected varieties



Fig.45. Fruit of selected combination No.44 in China



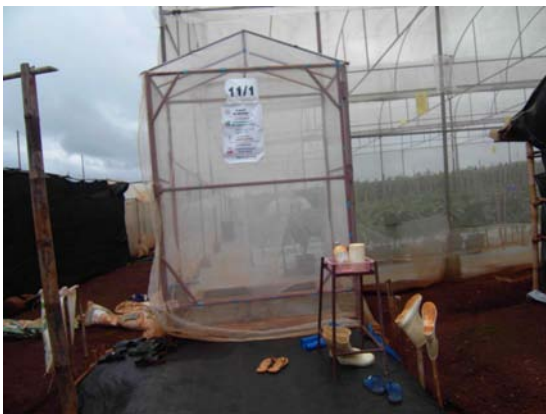
Fig.46. Control varieties (黃太極,皇馬) and selected varieties

(5) 선발 계통에 대한 시교용 F1 종자생산

현재까지 선발된 조합 20개의 시교용 종자를 태국 치앙마이 인근 위탁 채종포에서 생산하였다(Fig47, Fig48, Table26).



Sterilization row and crossing house for sterile seed production



Crossing house sterilization and crossing worker

Fig.47. Crossing and cultivation system in Thailand



The inside of crossing house



Solution culture system (Seed-borne disease control)



Crossing marking and male anther keeping vessel

Fig.48. Crossing and cultivation system in Thailand

Table26. Trial seed production of selected combination

BN	연도	GNA	PDGRE	SN	교배번호	1011결과
4331	09하	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-8t-1-2(1)t	90-2026	9038-2/9038-1	1011BN9670 시교모계
4332	09하	2423R(Seminis)	72423-82-9t-38-5t-8-5t	90-2049	9080-5	1011BN9670 시교부계
4333	09하	BG(L0/L3, L0/L4, ms)	72409-84-1t-1-3t-1-19(18)t	90-2110	9179-19/9179-18	1011BN9687 시교모계
4334	09하	CPR(L3/L3)	72402-81-6t-36-1t-1-10t	90-2016	9027-10	1011BN9687 시교부계
4335	09하	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401-93-2t-3-1-4B(0)t	90-2007	9005-4B/9005-0	1011BN9653 시교모계
4336	09하	CPR(L3/L3)	72402-81-6t-36-1t-1-10t	90-2016	9027-10	1011BN9653 시교부계
4337	09하	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-18t-1-1 4(2 3)t	90-2072	9118-14/9118-2 3	1011BN9677 시교모계
4338	09하	CPR(L3/L3)	72402-81-6t-36-1t-1-10t	90-2016	9027-10	1011BN9677 시교부계
4339	09하	MRG(ms)	72404-92-5t-1-8t-4-1 2(3 4)t	90-2032	9051-12/9051-3 4	10 BN 321, 52, 53 시교모계
4340	09하	8493R(Seminis)	72422-82-5t-1-4t-3-1t	90-2046	9077-1	10 BN 321, 52 시교부계

Table26. Trial seed production of selected combination (continued)

BN	연도	GNA	PDGRE	SN	교배번호	1011결과
4301	10하	B-R-1	72560G3-5-11-23-6-8-6cs-7s-2Bcs	10-NH104	7504-2Bcs	10 BN219 시교모계
4302	09하	FER(L1/L3, L1,L4)	72428-83-12t-1-2t-1-7t	90-2096	9163-7	10 BN219 시교부계
4303	10하	MRG(ms)	72404G2-37-25-15-15-24-0-3Bcs-7Bcs	10-NH126	7538-7Bcs	10 BN 306 시교모계
4304	10하	CPR(L3/L3)	72402G2-17-20-13-6-10-5-4-3	10-NH116	7528-3	10 BN 306 시교부계
4305	09하	MRG(ms)	72404-92-5t-1-8t-4-1 2(3 4)t	90-2032	9051-1 2/9051-3 4	10 BN 321, 52, 53 시교모계
4306	08하	2423R(Seminis)	72423-83-1t-1-4t	89-0104	4576-4	10 BN 321, 53 시교부계
4307	09하	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407G2-45-23-14-16-10-0	9-NH169	7664-합cs	10 BN 325 시교모계
4308	10하	DB	79022G2-77-19-21-7-1-11-4t	1011-1397	9532-4	10 BN 325 시교부계
4309	09하	HSK(RR, ms)	72411-91-1t-1-13t-3-2 4(3 5)t	90-2080	9127-2 4/9127-3 5	10 BN 333 시교모계
4310	09하	PRSDT(L3/L3)	72408-82-20t-2-8t-6-1t	90-2107	9176-1	10 BN 333 시교부계
4311	10하	VLTI	72410G2-14-2-27-27-8-4cs-19-5Bcs	10-NH200	7657-5Bcs	10 BN 346 시교모계
4312	10하	PRSDT(L3/L3)	72408G2-33-31-16-18-11-14-7-5	10-NH189	7641-5	10 BN 346 시교부계
4313	10하	B-R-1	72560G3-5-11-23-6-8-6cs-7s-2Bcs	10-NH104	7504-2Bcs	1011BN9608 시교모계
4314	10하	CPR(L3/L3)	72402G2-65-23-3-14-4-9-8-5	10-NH118	7530-5	1011BN9608 시교부계
4315	10상	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401G2-40-34-14-10-20-0-4Bcs	10-NH7509	7009-4Bcs	1011BN9612 시교모계
4316	10하	CPR(L3/L3)	72402G2-65-23-3-14-4-9-8-5	10-NH118	7530-5	1011BN9612 시교부계
4317	10하	SPC(L0/L3, L0/L4 ms)	72401G2-40-34-5-24-6-0-1-5Bcs	10-NH108	7510-5Bcs	1011BN9614 시교모계
4318	10하	CPR(L3/L3)	72402G2-65-23-3-14-4-9-8-5	10-NH118	7530-5	1011BN9614 시교부계
4319	10하	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407G2-45-23-14-13-16-0-17-5Bcs	10-NH175	7618-5Bcs	10 BN 241, 44 시교모계
4320	09하	Sweet Pepper Y	79478-1t-1-3t-11-10t	90-2103	9170-10	10 BN 241, 44 시교부계
4321	08하	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-5t	89-0033	4533-5	10 BN 308 시교모계
4322	09하	PRSDT(L3/L3)	72408-82-20t-2-8t-6-1t	90-2107	9176-1	10 BN 308 시교부계
4323	08하	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-5t	89-0033	4533-5	10 BN 319 시교모계
4324	09하	8493R(Seminis)	72422-82-5t-1-4t-3-1t	90-2046	9077-1	10 BN 319 시교부계
4325	08하	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407-91-4t-1-2t	89-0141	4616-2	10 BN 337 시교모계
4326	10하	FEST(L0/L3, L0/L4, ms)	72405G2-34-26-2-20-10-11-9-6	10-NH152	7581-6	10 BN 337 시교부계
4327	10하	JRS(L0/L3, L0/L4, ms)	72407G2-45-23-14-13-16-0-17-5Bcs	10-NH175	7618-5Bcs	1011BN9649 시교모계
4328	10하	MGRT	72406G2-8-11-10-11 5-7-1-5-2B	10-NH158	7594-2B	1011BN9649 시교부계
4329	09하	DBL(L0/L3, L0/L4, ms)	72403-92-5t-1-8t-1-2(1)t	90-2026	9038- 2/9038-1	1011BN9667 시교모계
4330	09하	CPR(L3/L3)	72402-81-6t-36-1t-1-10t	90-2016	9027-10	1011BN9667 시교부계

(6) 태국 우기 시험

SPC 등 106 계통을 공시하여 선발 시험을 진행하였다. 열대 지방의 우기는 거의 매일 소나기가 내리는 아주 습한 환경이라 습해에 약한 계통은 제대로 된 생장이 불가능하다. 금년은 5월 15일 정식 직후부터 7월 초까지 거의 2달 동안 매일 비가 내려 뿌리의 활착이 늦거나 초기 생육이 늦은 계통은 생육이 극히 좋지 않은 환경이었다. 한국의 저온기에 선발된 많은 계통들은 열대의 우기 환경 (잦은강우 + 고온 강광)에 제대로 적응 하지 못 했으며 이와 같은 기후 조건은 아열대 노지용 계통에 대한 확실한 선발이 가능하였다.



Fig.49. Line selection in rainy season of Thailand

마. 지역 적응성 시험, 시교 생산 및 품종보호출원(2011-2012)

(1) 안성 성능 검정 시험

한국 안성에서 토경재배용 F1 30조합을 공시하고 성능 검정시험을 진행하였다. 중국 현지
의 결과와 대비하여 선발하였다(Fig.50).



Fig50. F1 test in Anseong

(2) 품종보호출원

(가) 하나-알1호

성능검정시험에서 우수한 성적을 보인 적색계의 MRG분리계/CPR분리계 조합을 “하나-알1호”로 품종보호출원(출원번호: 출원2012-497)을 신청하였다. 상기 품종은 중국 현지시험에서 대비종인 “스페셜”에 비하여 토경재배에서 대비종에 비해 대과이며 저온착과력 및 연속착과력이 우수하고 과형변이가 적어 이후 중국 토경재배 지역의 지출이 가능할 것으로 기대된다.

No	특 성	표 현 형 태									출 원 품 종		대 조 품 종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	No	실 측 치	No	실 측 치
3	식물체: 주간의 길이			짧다		중간		길다			3		5	
6	단축절간이 없는 품종: 식물체: 절간의 길이			짧다		중간		길다			7		5	
10	식물체 : 초장	매우 짧다		짧다		중간		길다		매우 길다	7		5	
11	잎 : 잎몸의 길이	매우 짧다		짧다		중간		길다		매우 길다	7		5	
13	잎: 녹색의 정도	매우 열다		열다		중간		질다		매우 질다	3		5	
15	잎: 가장자리의 물결모양	없거나 매우 약하다		약하다		중간		강하다		매우 강하다	3		1	
17	잎: 가로로 자른면의 모양	매우 오목하다		오목하다		평평하다		볼록하다		매우 볼록하다	5		7	
25	과실: 길이	매우 짧다		짧다		중간		길다		매우 길다	6		4	
26	과실: 직경	매우 좁다		좁다		중간		넓다		매우 넓다	4		6	
27	과실:길이/직경의 비율	매우 작다		작다		중간		크다		매우 크다	5		7	



(가) 하나-오1호

성능검정시험에서 우수한 성적을 보인 주황색계의 VLT분리계/PRSDT분리계 조합을 “하나-오1호” 라 명하고 품종보호출원(출원번호: 출원2012-496)을 신청하였다. 상기 품종은 대비종인 “오렌지글로리”에 비해 초세가 강하여 후기까지 수량이 많으며 저온착과력 및 연속착과력이 우수하고 과형변이가 적어 현재까지 황색과 적색의 파프리카가 주류인 중국시장에 진출할 경우 새로운 시장의 개척이 가능할 것으로 생각된다.

No	특 성	표 현 형 태									출 원 품 종		대 조 품 종	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	No	실 측 치	No	실 측 치
3	식물체: 주간의 길이			짧다		중간		길다			5		3	
6	단축절간이 없는 품종: 식물체: 절간의 길이			짧다		중간		길다			7		4	
10	식물체 : 초장	매우 짧다		짧다		중간		길다		매우 길다	8		6	
13	잎: 녹색의 정도	매우 열다		열다		중간		질다		매우 질다	3		5	
15	잎: 가장자리의 물결모양	없거나 매우 약하다		약하다		중간		강하다		매우 강하다	1		3	
16	잎: 요철	없거나 매우 약하다								있다	1		9	
17	잎: 가로로 자른면의 모양	매우 오목하다		오목하다		평평하다		볼록하다		매우 볼록하다	3		5	
26	과실: 직경	매우 좁다		좁다		중간		넓다		매우 넓다	5		5	
27	과실:길이/직경의 비율	매우 작다		작다		중간		크다		매우 크다	5		5	
28	과실: 세로로 자른면의 모양	누운 타원형	원형	심장형	사각형	직사각형	사다리꼴	삼각형	좁은 삼각형	뿔형(호른모양)	4		4	
29	과실: 가로로 자른면의 모양(태좌부에서 절단)	타원형	각이 있는	원형							3		3	
34	과실: 성숙기의 색의 강도			열다		중간		질다			4		6	
35	과실: 광택	매우 약하다		약하다		중간		강하다		매우 강하다	7		5	
41	과실: 속살의 두께	매우 얇다		얇다		중간		두껍다		매우 두껍다	7		9	



제 1-3절. 응성불임을 이용한 파프리카 F₁ 종자 생산 체계 확립

1) 대립성 검정을 통한 파프리카 시판 F₁ 품종에 존재하는 응성불임(GMS) 유전인자 분석
 본 실험에서 유전인자 분석은 다음과 같은 가정을 두고 수행되었다. 두 개의 서로 다른
 파프리카 품종이 같은 ms 유전자를 사용하였다면 교잡후대에서 응성불임 개체가 25%
 나타나고, 서로 다른 ms 유전자를 사용하였다면 후대에서 모두 가임 개체가 나타난다.
 그 이유는 유전자적 응성불임성을 사용한 파프리카 품종은 모두 ms 유전자좌에 대해
 이형접합형(Msms)이기 때문에, 같은 유전자일 경우 MsMs, Msms 및 msms 분리비가
 1:2:1이 되어 25%는 응성불임이 되는 반면에 다른 유전자일 경우 A품종(Ms1ms1,
 Ms2Ms2)과 B품종(Ms1Ms1, Ms2ms2)의 교잡이 되기 때문에 후대에서 불임이 나타
 나지 않게 된다.

5개의 서로 다른 회사(Enza Zaden, Rijk Zwaan, De Ruiter Seeds, Syngenta 및
 Samsung Seeds; 표3-1)에서 개발된 8개의 파프리카 품종('Special' , 'Debla' ,
 'Plenty' , 'Fiero' , 'Boogie' , 'Fiesta' , 'Derby' 및 'Minibell' ; 표3-1)
 에 사용된 유전자적 응성불임(ms)유전자가 서로 같은지 다른지를 확인하기 위하여 반
 이면교잡(half diallel cross)을 수행하였다(표3-2).

표3-1. 본 연구에서 대립성 검정을 위해 사용한 식물재료

품종	회사	과색
Special	Enza Zaden	Red
Debla	Rijk Zwaan	Red
Plenty	De Ruiter Seeds	Red
Fiero	Syngenta	Yellow
Boogie	Rijk Zwaan	Orange
Fiesta	Enza Zaden	Yellow
Derby	De Ruiter Seeds	Yellow
Minibell	Samsung Seeds	Yellow

표 2. 파프리카 상용 F₁ 품종 간 이면교잡을 통한 대립성 검정 결과.

Maternal parent	The number of plants (male fertile: male sterile) in the crossed progeny						
	Paternal parent (heterozygous male fertile, <i>Msms</i>)						
	Debla F ₁	Plenty F ₁	Fiero F ₁	Boogie F ₁	Fiesta F ₁	Derby F ₁	Minibell F ₁
Special F ₁	20: 1	11: 3	14: 5	14: 2	NA ^z	9: 2	14: 0
Debla F ₁	-	10: 6	17: 5	7: 6	10: 4	NA	14: 0
Plenty F ₁	-	-	15: 5	NA	NA	NA	NA
Fiero F ₁	-	-	-	7: 3	NA	NA	NA
Boogie F ₁	-	-	-	-	7: 7	10: 2	13: 0
Fiesta F ₁	-	-	-	-	-	6: 4	15: 0
Derby F ₁	-	-	-	-	-	-	14: 0

zNA, not analyzed.

그 결과, ‘Special’ 은 ‘Debla’, ‘Plenty’, ‘Fiero’, ‘Boogie’ 및 ‘Derby’ 와의 교잡후대에서 응성불임 개체가 나타난 반면 ‘Minibell’ 과의 교잡후대에서는 응성 불임 개체가 전혀 나타나지 않았다(표 3-2). 이 결과는 ‘Special’ 은 ‘Debla’, ‘Plenty’, ‘Fiero’, ‘Boogie’ 및 ‘Derby’ 와 같은 ms 유전자를 사용하였고, ‘Minibell’ 과는 다른 ms 유전자를 사용하였다는 것을 의미한다. ‘Debla’ 도 마찬가지로 ‘Plenty’, ‘Fiero’, ‘Boogie’, ‘Fiesta’ 와는 같은 ms 유전자를 사용하였고, ‘Minibell’ 과는 다른 ms 유전자를 사용하였다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 방법으로 모든 결과를 정리해 보면 ‘Special’, ‘Debla’, ‘Plenty’, ‘Fiero’, ‘Boogie’, ‘Fiesta’ 및 ‘Derby’ 는 모두 같은 ms 유전자를 사용하고 있고, ‘Minibell’ 만 다른 ms 유전자를 사용하고 있는 것을 알 수 있다(표3-2).

본 연구기관에서는 대립유전자 검정을 통해 확인된 세 가지 서로 다른 유전자적 응성 불임 계통(GMS3, GMSP 및 GMSK)을 보유하고 있는데, 파프리카 품종의 ms 유전자가 이 셋과 서로 같은 것인지, 아니면 전혀 다른 ms 유전자인지를 확인하기 위하여 표3-3 과 같이 대립유전자 검정을 수행하였다.

표3-3. 3개의 유전자적 응성불임 계통과 5개의 파프리카 상용 F1 품종 간 교배를 통한 대립성 검정 결과.

Maternal parent (genotype)	The number of plants (male fertile: male sterile) in the crossed progeny				
	Paternal parent (heterozygous male fertile, <i>Msms</i>)				
	Debla F ₁	Fiero F ₁	Fiesta F ₁	Derby F ₁	Minibell F ₁
GMS3 (<i>ms₃/ms₃</i>)	NA	NA	11: 0	10: 0	15: 0
GMSP (<i>ms_p/ms_p</i>)	4: 5	2: 5	4: 3	7: 9	NAz
GMSK (<i>ms_k/ms_k</i>)	NA	21: 0	11: 0	13: 0	8: 6

zNA, not analyzed.

그 결과, GMSP에 ‘Debla’, ‘Fiero’, ‘Fiesta’ 및 ‘Derby’ 를 교배한 후대에서 응성불임 개체가 나타났고, ‘Minibell’ 은 GMSK에 교배한 후대에서 응성불임 개체가 나타났다(표3-3). 이는 ‘Minibell’ 의 유전자적 응성불임 유전자는 *msk*이고, ‘Minibell’ 을 제외한 나머지 7개의 품종은 *msp* 유전자임을 의미한다.

2) 파프리카 GMS 유전자(*msp*) 연관 분자표지 개발

○ 기 개발된 *ms1*과 *ms3* 유전자 연관 마커의 적용 가능성 조사

기 개발된 *ms1*과 *ms3* 유전자 연관 마커의 활용 가능성을 조사하고자 12개의 시판 F1 품종에서 유래한 F2 분리집단에서 무작위로 개체를 선발한 다음 마커에 대한 유전형을 분석하였다(그림3-1과 표3-4). 그 결과, *ms1*과 *ms3* 유전자 연관 마커는 파프리카 F2 분리집단의 응성불임과 가임 표현형과 다른 양상으로 분리되어, 조사된 파프리카의 응성불임성은 *ms1*과 *ms3* 유전자와는 다른 유전자인 것으로 판단되었다(그림3-1).

표3-4. 본 연구과제에서 마커 개발을 위해 사용한 파프리카 F1 상용 품종.

번호	품종이름	과실특성		회사
		과색	과형	
2401	Special	R	Blocky	Enza
2402	Cupra	R	Blocky	Enza
2403	Debla	R	Blocky	Rijk
2404	Mirage	R	Blocky	De
2405	Fiesta	Y	Blocky	Enza
2406	Maserati	Y	Blocky	Enza
2407	Jirisan	Y	Blocky	Rijk
2408	President	O	Blocky	Enza
2409	Boogie	O	Blocky	Rijk
2411	Helsinky	Y	Blocky	Rijk
2417	Minibell	Y	Blocky	삼성종묘
2428	Fiero	Y	Blocky	Syngenta

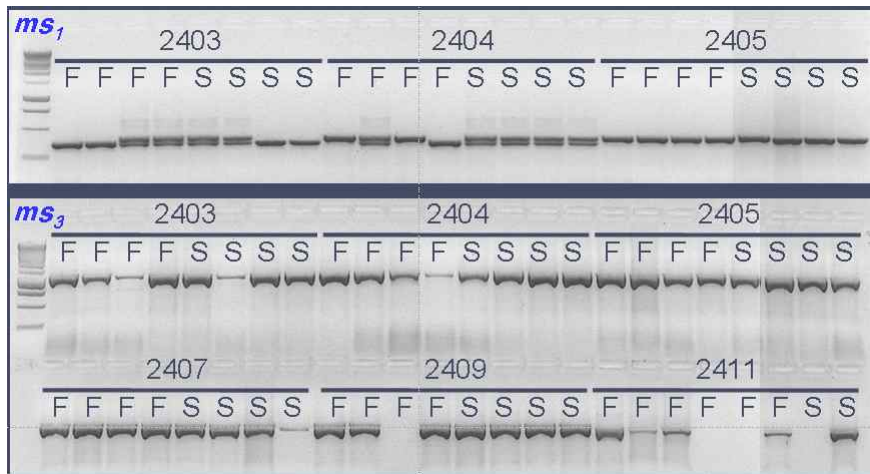


그림3-1. 파프리카 F2 분리집단의 응성불임 분석을 위한 ms1과 ms3 유전자 연관마커의 적용.

F, 가임; S, 불임; 파프리카 F2 분리집단, 2403, 2404, 2405, 2407, 2409 및 2411.

○ 파프리카 응성불임 연관 분자표지 개발

따라서 파프리카에 특이적인 GMS 연관 분자표지를 개발하고자 2404(품명:Mirage, 과색: 적색)와 2405(품명: Fiesta, 과색: 황색)로부터 F2 분리집단을 육성하고 이를 재료로 BSA-AFLP를 수행하였다. 256개의 프라이머 조합을 사용하여 가임과 불임 개체의 gDNA pools에서 다형성을 조사한 결과, 최종적으로 1개 프라이머 조합에서 다형성이 관찰되었다(그림3-2). 2404의 F2 분리집단에 파프리카 GMS 유전자와의 연관성을 조사한 결과 약 2cM 정도 연관되어 있는 것으로 확인되었다(그림3-2). MAS에 보다 효과적으로 사용할 수 있는 공우성 분자표지를 개발하기 위해 다형성이 보이는 AFLP PCR band(그림3-2의 화살표)의 염기서열을 분석하고 이를 기초로 PCR walking을 수행하였다. 이후 염기서열 자료를 기초로 다형성을 보이는 부분을 포함하는 프라이머를 제작하였고, PCR 증폭 산물을 20여개의 제한효소를 처리하여 다형성을 조사하였다. EcoRI에서 다형성을 관찰할 수 있었으며 이를 위에서 언급한 각각의 분리집단에 적용하였다(그림3-3). 분석결과 paprika GMS (PGMS) 분자표지(PmsM1-CAPS)는 AFLP의 경우와 동일한 결과를 보였다(그림3-2와 그림3-3).

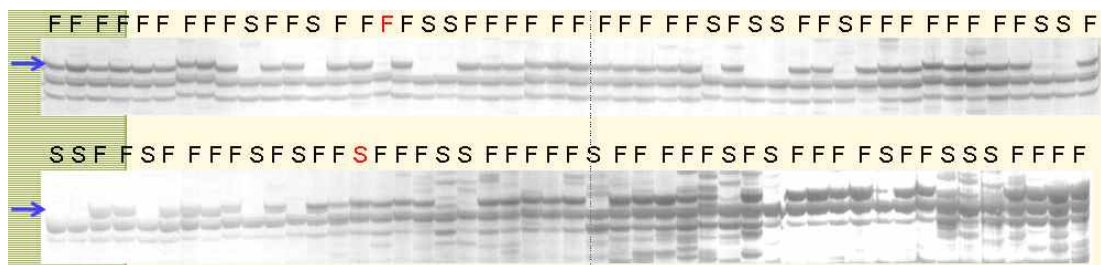


그림3-2. 파프리카 F₂ 분리집단에서 찾은 응성불임 연관 AFLP 분자표지. F, 가임; S, 불임.

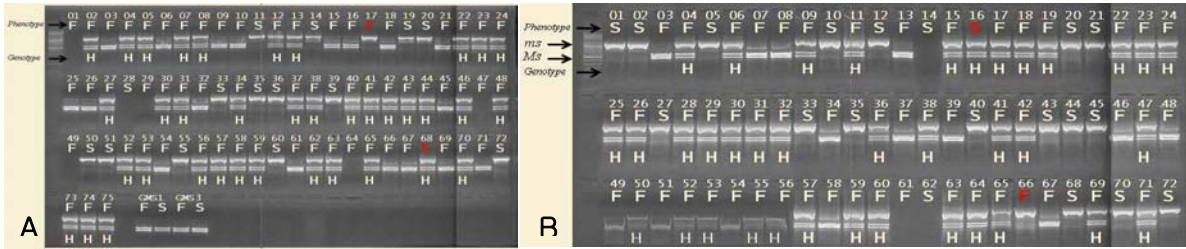


그림3-3. PmsM1-CAPS 마커를 이용한 2404(A)와 2405(B) F₂ 분리집단의 응성불임 분석.
F, 가임; S, 불임.

○ 개발된 파프리카 응성불임 연관 분자표지(PmsM1-CAPS)의 적용성 분석

2404와 2405에서 개발된 PmsM1-CAPS 마커를 타 품종에 적용하여 본 결과, 2403, 2407, 2409, 2412, 2413의 F₂ 개체 분리집단에서는 가임과 불임 개체 간에 다형성이 없어 바로 사용하는 것이 불가하였으나, 2411과 2417 분리세대에서는 다형성이 관찰되었다(그림3-4). 분석 개체수를 늘려 PmsM1-CAPS 마커와 분리집단의 표현을 확인한 결과, 2417 집단에서는 다형성은 존재하지만 표현형과 마커형이 일치하지 않아 2417의 불임은 다른 ms 유전자에 의해 조절되는 것으로 추정되었다. 그러나 2411의 경우 2404와 2405와 마찬가지로 동일한 ms 유전자에 의해 조절되는 것으로 사료되며, 약 2cM 정도로 연관된 마커로 재차 확인하였다(그림3-5).

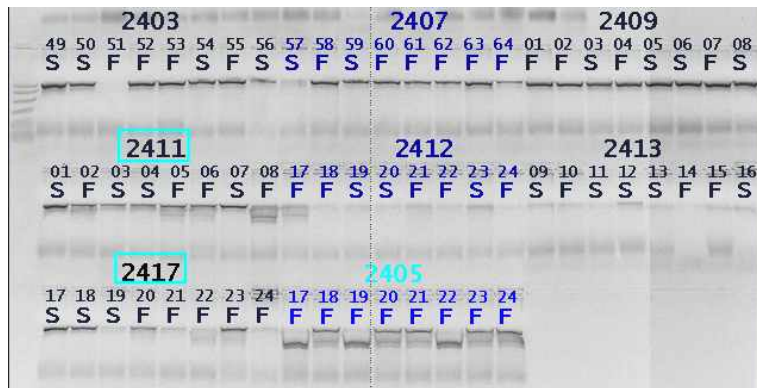


그림3-4. PGMS마커의 적용성 조사.

상용 F₁(2403, 2407, 2409, 2411, 2412, 2413, 2417 및 2405)의 F₂ 개체; F, 가임; S, 불임.



그림3-5. PGMS마커를 이용한 2411 F₂ 분리집단의 응성불임 분석. F, 가임; S, 불임.

시판 품종의 F₂ 분리집단에서 개발된 PmsM1-CAPS 마커의 적용성을 추가로 조사한 결과, Mirage, Fiesta, Helsinki, Derby 유래 분리집단에서는 불임 표현형과 마커형 간에는 매우 높은 연관성을 보였다(그림3-6). 그러나 조사한 나머지 품종에 대해서는 다형성이 없거나 표현형과 마커형이 일치하지 않았다. 표현형과 마커형이 일치하지 않는 경우에는 서로 다른 유전자형으로 볼 수 있으나, 다형성이 없는 경우에는 동일한 유전자인지 아닌지를 확인할 수는 없다. 따라서 이들은 대립성 검정을 통하여 유전자형을 동정하고 필요에 따라서 새로운 분자표지를 개발해야 할 것이다. 한편, 집단에 따라 현재 개발된 PmsM1-CAPS 마커의 경우 마커를 이용한 선발 효율성에 있어서 다형성 부재로 인한 마커 적용 불가, 표현형과 마커형이 다르게 나타나는 등 다소의 문제점이 발견되었는데, 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 좀 더 가깝게 연관된 새로운 GMS 연관 마커 개발이 필요하였다.

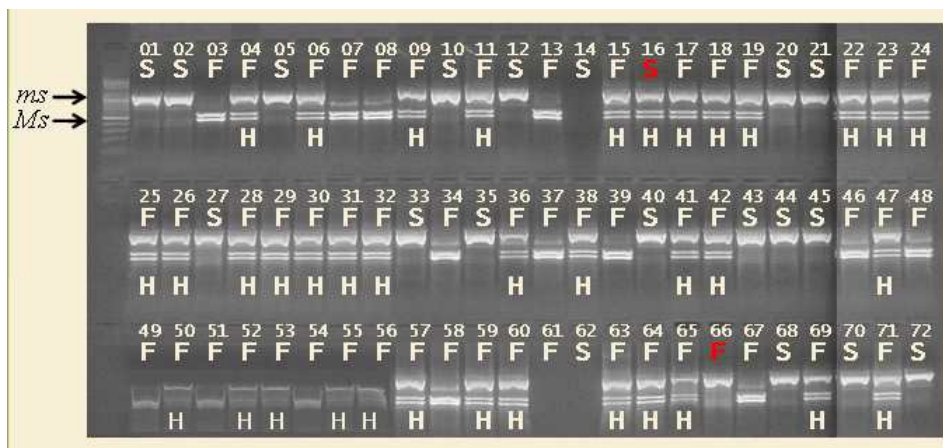


그림3-6. Mirage 유래 분리집단에서의 *ms_p* 연관 마커(PmsM1-CAPS) 적용성 분석.

○ 개발된 *ms_k* 연관 분자표지(GMSK-CAPS)의 적용성 분석

위의 대립성 검정 결과를 바탕으로 ‘Minibell’ 품종의 F₂ 분리집단에서 GMSK-CAPS 분자표지를 적용하여 보았다(그림3-7). 총 48개체를 분석하였는데 표현형과 마커형이 모두 일치하는 결과를 얻었다(그림3-7). 이는 ‘Minibell’ 품종의 후대 분리 육종에 있어서 GMSK-CAPS 분자표지를 이용할 수 있다는 것을 의미한다.

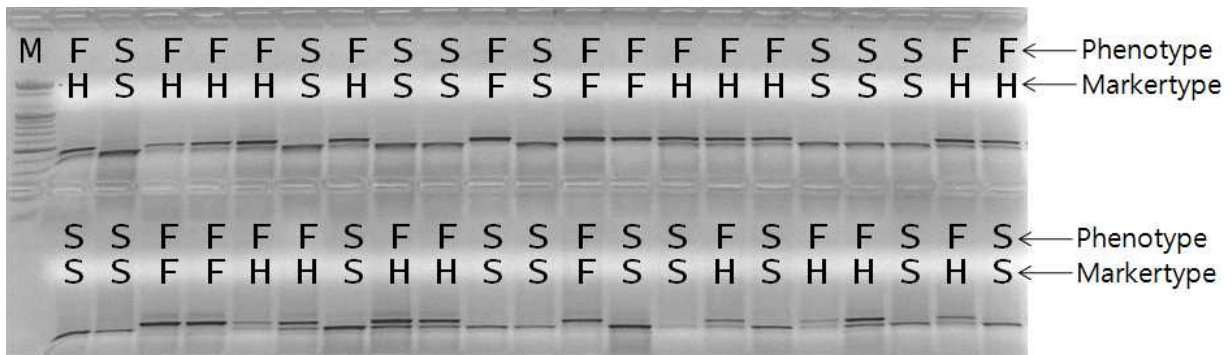


그림3-7. 미니파프리카(Minibell Y) F₂ 분리집단에서 *msk* 연관 마커(GMSK-CAPS) 적용 결과.

○ 개발된 파프리카 응성불임 연관 마커(PmsM1-CAPS)와 더 가까운 마커의 추가 개발 7개의 품종('Special' , 'Debla' , 'Plenty' , 'Fiero' , 'Boogie' , 'Fiesta' 및 'Derby')은 모두 msp 유전자를 사용하였기 때문에 이들 F1 품종에 대해 PmsM1-CAPS 분자표지를 적용하여 보았다. 그 결과, 'Fiesta' 와 'Derby' 에서만 이형접합형(heterozygous)으로 나타났고, 각각의 F2분리집단 72개체를 분석하였을 때 재조합체(recombinant)가 각각 2개씩만 나타났다. 또한 'Mirage' 와 'Helsinki' 품종에 대해서도 PmsM1-CAPS 분자표지를 이용할 수 있었다.

나머지 5개의 품종('Special' , 'Debla' , 'Plenty' , 'Fiero' 및 'Boogie')에서는 PmsM1-CAPS 분자표지에 대해 모두 msp에 연관된 마커형으로 고정되어 있어 PmsM1-CAPS 분자표지를 이용할 수 없었다. 따라서 PmsM1-CAPS 분자표지를 고추 유전자지도에 mapping하여 보았더니 LG5에 위치하여 이 연관군에 있는 COSII 분자표지를 스크리닝하여 새로운 분자표지를 탐색하였다(그림3-8).

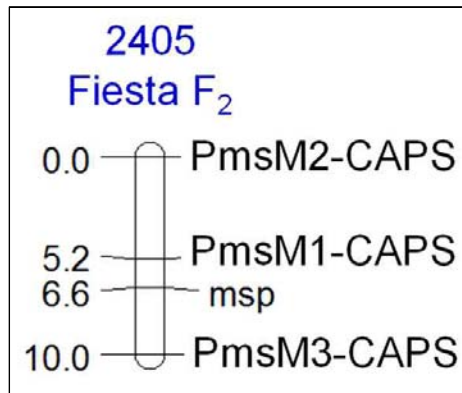


그림3-8. Fiesta F₂ 분리집단에서 새롭게 개발한 COSII 마커(PmsM2-CAPS와 PmsM3-CAPS)를 이용하여 그린 유전자지도.

PmsM1-CAPS와 연관 거리가 약 5cM 정도 떨어져 있는 PmsM2-CAPS 분자표지를 나머지 5개의 품종에 적용하여 본 결과, 3개의 품종('Plenty' , 'Fiero' 및 'Boogie')에서 이형접합형으로 나타났고(표3-5), 후대 분리집단에서 표현형과 마커형이 연관되어 있는 것을 확인하였으며, 약 5-6% 정도 일치하지 않는 결과를 얻었다(그림3-8). 이들 세 품종 후대 분리 육종에서는 PmsM2-CAPS 분자표지를 이용할 수 있을 것으로 판단하였다.

표3-5. 본 연구과제에서 사용한 파프리카 상용 F₁ 품종의 응성불임 유전자 및 연관 분자표지.

품종	회사	과색	<i>ms</i> 유전자	사용 가능 연관 마커
Special	Enza Zaden	Red	<i>ms_p</i>	None
Debla	Rijk Zwaan	Red	<i>ms_p</i>	None
Plenty	De Ruiter Seeds	Red	<i>ms_p</i>	PmsM2-CAPS
Fiero	Syngenta	Yellow	<i>ms_p</i>	PmsM2-CAPS
Boogie	Rijk Zwaan	Orange	<i>ms_p</i>	PmsM2-CAPS
Fiesta	Enza Zaden	Yellow	<i>ms_p</i>	PmsM1-CAPS
Derby	De Ruiter Seeds	Yellow	<i>ms_p</i>	PmsM1-CAPS
Minibell	Samsung Seeds	Yellow	<i>ms_k</i>	GMSK-CAPS

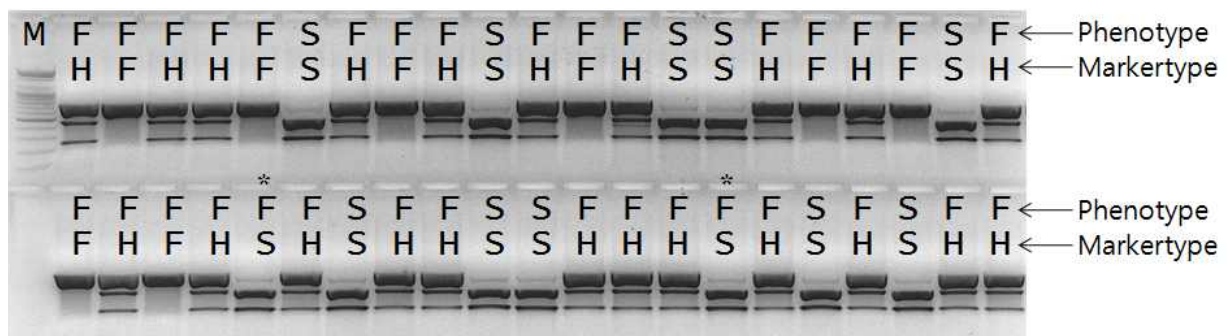


그림3-8. Plenty 품종 F₂ 분리집단에서 PmsM2-CAPS의 분석 결과. F, 가임; S, 불임; H, heterozygous; *, recombinant plants.

3) 개발된 응성불임 연관 마커를 이용한 품종별 모계 후보 및 부계 후보형 개체 선발

○ 1차년도 마커 사용 개체 선발

파프리카 상용 F₁ 품종의 분리집단에서 hetero형 개체를 선발하고자 PmsM1-CAPS 마커로 선발가능성을 조사하였다. 파프리카 시판 품종 가운데 Plenty의 경우, monomorphic하여 사용이 불가하였고, Derby에서는 사용이 가능하나 분석집단의 크기를 늘려 재확인할 필요가 있었다. 한편 2404와 2405에서 유래한 F₃ 개체를 대상으로 PmsM1-CAPS 마커의 마커형을 조사한 결과, 제1-1세부과제에서 선발한 28개체 가운데 마커형이 hetero(Mspmsp)인 18개체를 선발할 수 있었다(그림3-9). 한편, 선발된 18개 F₃ 집단에서 유래한 총 311개 식물체의 PmsM1-CAPS 마커 분석을 수행하여, hetero형 개체를 선발하였다.

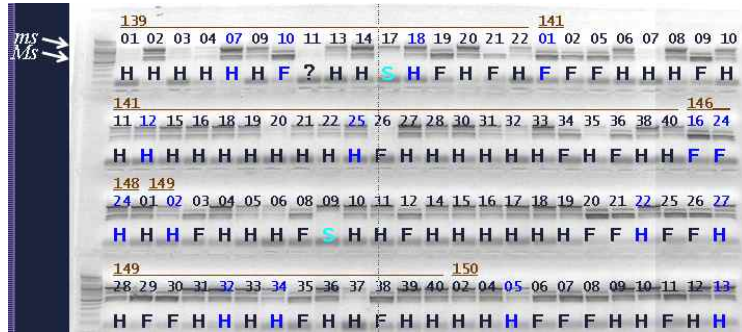


그림3-9. 계통 육성용 개체 선발을 위한 PGMS 연관마커의 마커형 분석.
 파란색 H, 마커형이 hetero인 개체; F, 가임; S, 불임.

○ 2차년도 마커 사용 개체 선발

개발된 분자마커를 이용하여 실제 육종 계통에 적용하고자 제1-1세부과제에서 선발해 준 계통들에 대하여 msp 연관 마커(PmsM1-CAPS)를 분석하였다(그림3-10과 그림 3-11). Mirage, Derby, Fiesta, Helsinki에서 유래한 F4 및 F5 분리집단에 적용한 결과 개체별로 가임 homo형(F) 또는 가임 hetero형(H)으로 구분할 수 있었다.

그림3-10. 시판 F1 품종의 분리집단(F4 및 F5)에서 hetero형 개체 선발

품종명	B.N	개체번호	GHSP	품종명	B.N	개체번호	GHSP		
Mirage F5	4155	9	F	Fiesta F5	4196	25	H		
		24	H			24	H		
		15	H			17	H		
	4158	23	H		4200	1	H		
		24	H			6	H		
		26	F			26	H		
	4159	19	H		4202	27	H		
		12	H			17	H		
		15	H			4	H		
	Derby F4	4184	7		H	Helsinki F5	4204	14	H
			21		F			15	F
			29		H			7	H
4185		9	H	4204	20		H		
		5	H		22		H		
		2	F		1		H		
4186		13	H	4234	7		H		
		24	H		8		H		
		12	F		19		H		
4188		27	H	4236	1		F		
		23	F		17		F		
		13	H		12		H		
4189	2	H	4238	26	F				
	11	H		13	F				
	15	H		30	F				
4188	6	H	4243	27	F				
	16	F		13	H				
	22	F		19	H				
4189	14	H	4245	25	F				
	6	F		28	H				
	18	H		29	F				
4189	29	F	4245	31	H				
	20	H		22	H				
	28	H		8	H				
					23	F			
					14	H			
					15	F			
					4	H			

그림3-11. 파프리카 상용 F₁ 품종의 분리집단(F₅ 및 F₆)의 *msp* hetero형 개체 선발.

1	PCR No.	BN	GMSP	msms	Msms	MsMs	1	PCR No.	BN	GMSP	msms	Msms	MsMs
6	#2-5	72-11	H		0		33	#2-32	129-3	H		0	
7	#2-6	72-18	F			0	34	#2-33	129-16	F			0
8	#2-7	72-21	H		0		35	#2-34	129-17	H		0	
9	#2-8	72-25	S	0			36	#2-35	129-18	H		0	
10	#2-9	73-6	H		0		37	#2-36	133-6	H		0	
11	#2-10	73-12	F			0	38	#2-37	133-13	H		0	
12	#2-11	73-24	H		0		39	#2-38	133-14	H		0	
13	#2-12	73-30	F			0	40	#2-39	133-15	H		0	
14	#2-13	75-12	F			0	41	#2-40	137-6	F			0
15	#2-14	114-1	H		0		42	#2-41	137-9	H		0	
16	#2-15	114-5	H		0		43	#2-42	137-13	H		0	
17	#2-16	114-19	H		0		44	#2-43	137-16	H		0	
18	#2-17	114-22	F			0	45	#2-44	140-6	H		0	
19	#2-18	115-1	H		0		46	#2-45	140-3	H		0	
20	#2-19	115-2	F			0	47	#2-46	140-8	H		0	
21	#2-20	115-13	H		0		48	#2-47	140-22	H		0	
22	#2-21	118-2	F			0	49	#2-48	171-6	F			0
23	#2-22	118-8	H		0		50	#2-49	171-7	F			0
24	#2-23	118-9	F			0	51	#2-50	171-22	H		0	
25	#2-24	118-15	H		0		52	#2-51	171-31	F			0
26	#2-25	121-2	F			0	53	#2-52	175-3	F			0
27	#2-26	121-6	H		0		54	#2-53	175-11	F			0
28	#2-27	121-9	F			0	55	#2-54	175-15	F			0
29	#2-28	122-7	H		0		56	#2-55	175-18	F			0
30	#2-29	122-15	H		0		57	#2-56	177-2	F			0
31	#2-30	122-16	H		0		58	#2-57	177-5	F			0
32	#2-31	122-17	H		0		59	#2-58	177-8	F			0
33	#2-32	129-3	H		0		60	#2-59	177-9	H		0	
							61	#2-60	183-3	H		0	
							62	#2-61	183-6	H		0	
							63	#2-62	183-13	H		0	
							64	#2-63	183-24	H		0	

선발된 개체들 중에서 마커형이 hetero인 개체는 모계 후보 계통으로서 자식을 통하여 다음 세대를 진전할 경우 가임 homo형, 가임 hetero형 및 불임형 개체들을 모두 얻을 수 있는데 이들 중에서 가임 hetero형과 불임형을 선발하여 형매교배할 경우 그 후대는 늘 가임 hetero형과 불임형이 1:1로 분리되는 모계 계통을 육성할 수 있다.

○ 3차년도 마커 사용 개체 선발

2차년도에 개발된 PmsM1-CAPS 마커와 3차년도에 개발된 PmsM2-CAPS 마커를 사용하여 제1-1세부과제에서 선발 육성 중인 집단에 분석하여 선발하였다(그림3-12, 3-13, 3-14 및 3-15). 파프리카 상용 F₁ 품종의 F₆ 세대에서 PmsM1-CAPS 마커를 분석하여 이형접합형(H, Mspmsp) 개체를 선발하였다(그림3-12). 또한 3차년도에 새롭게 개발한 PmsM3-CAPS 마커를 사용하여 Plenty(그림3-13), Jirisan(그림3-14), Mirage(그림3-15)의 후대집단에 분석하여 본 결과, 마커형과 표현형이 잘 일치하는 것을 확인하였고, 이형접합형(H, Mspmsp) 개체를 선발하는데 사용할 수 있을 것으로 판단하였다.

또한 제1-1세부과제에서 육성 중인 계통들에 대해 PmsM1-CAPS 분자표지와 PmsM2-CAPS 분자표지의 선발효율(재조합형 개체수/분자표지 분석 개체수*100)을 분석한 결과, 선발효율이 적어도 93% 이상이 되어 육종에 사용될 수 있음을 확인하였다(표3-6). 따라서 개발된 이 두 개의 분자표지를 사용하면 9개의 상용 F₁ 품종(Mirage, Fiesta, Helsinki, Derby, Plenty, Jirisan, Boogie, Dalias 및 Rialto)의 후대에서 육성 불임 유전자의 유전형을 판별할 수 있다(표3-6).

DNA No.	진주 No.	msp 마커	10-002-17	628-5	H
10-002-01	615-5	F	10-002-18	-9	F
10-002-02	-20	H	10-002-19	-16	H
10-002-03	-21	F	10-002-20	-17	H
10-002-04	-25	H	10-002-21	633-3	F
10-002-05	618-6	F	10-002-22	-9	H
10-002-06	-11	F	10-002-23	-18	F
10-002-07	-12	F	10-002-24	-19	H
10-002-08	-20	S	10-002-25	635-3	H
10-002-09	619-6	H	10-002-26	-11	F
10-002-10	-8	F	10-002-27	-13	F
10-002-11	-11	H	10-002-28	-19	H
10-002-12	-12	F	10-002-29	674-2	F
10-002-13	625-6	H	10-002-30	-6	F
10-002-14	-7	F	10-002-31	-10	H
10-002-15	-13	F	10-002-32	-15	H
10-002-16	-15	H	10-002-33	687-1	H
			10-002-34	-11	H
			10-002-35	-12	H
			10-002-36	-19	S

(2010년 1월 19일, 진주)

그림3-12. 제1-1세부과제에서 선발 육성 중인 시판 F₁ 품종의 후대집단에서 PmsM1-CAPS 분자표지 분석을 통한 hetero형 개체 선발.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	DNA No.	마산No.	개체	임성표현형	GMSP1마커	GMSP2마커	GMSP3마커	총주수	가임	불임	품종명
2	#10-229-01	7043	1			H		20	16	4	PLT
3	#10-229-02	7043	2			F					
4	#10-229-03	7043	3	X		S					
5	#10-229-04	7043	4			H					
6	#10-229-05	7043	5			H					
7	#10-229-06	7043	6			H					
8	#10-229-07	7043	7			H					
9	#10-229-08	7043	8	X		S					
10	#10-229-09	7043	9			F					
11	#10-229-10	7043	10			H					
12	#10-229-11	7043	11			F					
13	#10-229-12	7043	12			F					
14	#10-229-13	7043	13	X		S					
15	#10-229-14	7043	14			H					
16	#10-229-15	7043	15	X		S					
17	#10-229-16	7043	16	X		S					
18	#10-229-17	7043	17			H					
19	#10-229-18	7043	18			H					
20	#10-229-19	7043	19			S					
21	#10-229-20	7043	20			F					

그림3-13. 제1-1세부과제에서 선발 육성 중인 시판 F₁ 품종('Planty')의 후대집단에서 PmsM2-CAPS 분자표지 분석을 통한 hetero형 개체 선발.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	DNA No.	마산No.	개체	임성표현형	GMSP1마커	GMSP2마커	GMSP3마커	총주수	가임	불임	품종명
395	#10-233-10	7121	1	X		H		20	16	4	JRS
396	#10-233-11	7121	2			H					
397	#10-233-12	7121	3	X		S					
398	#10-233-13	7121	4			F					
399	#10-233-14	7121	5			H					
400	#10-233-15	7121	6			H					
401	#10-233-16	7121	7			F					
402	#10-233-17	7121	8			H					
403	#10-233-18	7121	9			F					
404	#10-233-19	7121	10			H					
405	#10-233-20	7121	11			H					
406	#10-233-21	7121	12			H					
407	#10-233-22	7121	13	X		S					
408	#10-233-23	7121	14			F					
409	#10-233-24	7121	15			H					
410	#10-233-25	7121	16	X		S					
411	#10-233-26	7121	17			F					
412	#10-233-27	7121	18			H					
413	#10-233-28	7121	19			H					
414	#10-233-29	7121	20			F					

그림3-14. 제1-1세부과제에서 선발 육성 중인 시판 F₁ 품종('Jirisan')의 후대집단에서 PmsM2-CAPS 분자표지 분석을 통한 hetero형 개체 선발.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	DNA No.	마산No.	개체	임성표현형	GMSP1마커	GMSP2마커	GMSP3마커	총주수	가임	불임	품종명
855	#10-223-01	7034	1		H	F		18	6	12	MRG
856	#10-223-02	7034	2	X	S	F					
857	#10-223-03	7034	3	X	S	F					
858	#10-223-04	7034	4	X	S	F					
859	#10-223-05	7034	5		H	F					
860	#10-223-06	7034	6		H	F					
861	#10-223-07	7034	7		H	F					
862	#10-223-08	7034	8		H	F					
863	#10-223-09	7034	9	X	S	F					
864	#10-223-10	7034	10	X	S	F					
865	#10-223-11	7034	11	X	S	F					
866	#10-223-12	7034	12	X	S	F					
867	#10-223-13	7034	13	X	S	F					
868	#10-223-14	7034	14	X	S	F					
869	#10-223-15	7034	15	X	S	F					
870	#10-223-16	7034	16		H	F					
871	#10-223-17	7034	17		H	F					
872	#10-223-18	7034	18	X	S	F					
873	#10-223-19	7036	1		H	H		16	6	10	MRG
874	#10-223-20	7036	2		H	H					
875	#10-223-21	7036	3	X	S	S					
876	#10-223-22	7036	4		H	H					
877	#10-223-23	7036	5	X	S	S					
878	#10-223-24	7036	6	X	S	S					
879	#10-223-25	7036	7		H	H					
880	#10-223-26	7036	8	X	S	S					
881	#10-223-27	7036	9		H	H					
882	#10-223-28	7036	10	X	S	S					
883	#10-223-29	7036	11	X	S	S					
884	#10-223-30	7036	12		H	H					
885	#10-223-31	7036	13		H	H					
886	#10-223-32	7036	14		H	H					
887	#10-223-33	7036	15		H	H					
888	#10-223-34	7036	16		H	H					

그림3-15. 제1-1세부과제에서 선발 육성 중인 시판 F₁ 품종('Mirage')의 후대집단에서 PmsM1-CAPS 및 PmsM2-CAPS 분자표지 분석을 통한 hetero형 개체 선발.

표3-6. 제1-1세부과제에서 선발 육성 중인 시판 F₁ 품종의 후대집단에서 분자표지 선발효율.

원품종	마커명	포장정식	마커적용	마커적용	재조합형	선발효율
		계통수	가능 계통수	샘플수	개체수	
Mirage	PmsM1-CAPS	4	4	74	1	98.6
Fiesta	PmsM1-CAPS	8	8	148	2	98.6
Helsinki	PmsM1-CAPS	6	5	91	5	94.5
Derby	PmsM1-CAPS	12	12	224	15	93.3
Plenty	PmsM2-CAPS	19	15	296	16	94.6
Jirisan	PmsM2-CAPS	14	7	135	6	95.5
Boogie	PmsM2-CAPS	6	1	16	0	100
Dalias	PmsM2-CAPS	3	2	36	0	100
Rialto	PmsM2-CAPS	2	1	14	0	100
총 계		74	55	1,034	45	

4) 파프리카 CGMS system 확립

○ 파프리카 CGMS 계통 육성 전략

가장 경제적인 F₁ 채종 방법은 CGMS를 이용하는 것이지만, 파프리카의 경우 옹성불임 불안 정성과 회복유전자의 존재가 분명하지 않아 지금까지 전 세계적으로 CGMS를 이용한 파프리카의 채종은 전혀 이루어지지 않고 있다. 최근 본 연구팀은 일본 피망으로부터 안정한 옹성불임 계통을 선발하여 제1-1세부과제에서 육성한 파프리카 계통들과의 여교잡을 통한 계통 육성을 진행하고 있다(그림3-16). 또한 회복유전자(*Rf*)의 도입은 매운맛이 없는 한국형 고추의 부계 후보 계통과 파프리카 계통과의 여교잡을 통하여 진행하고 있는데 모든 과정에서 본 연구팀이 개발하여 확보하고 있는 *Rf* 연관 마커를 사용하고 있다(그림3-16).

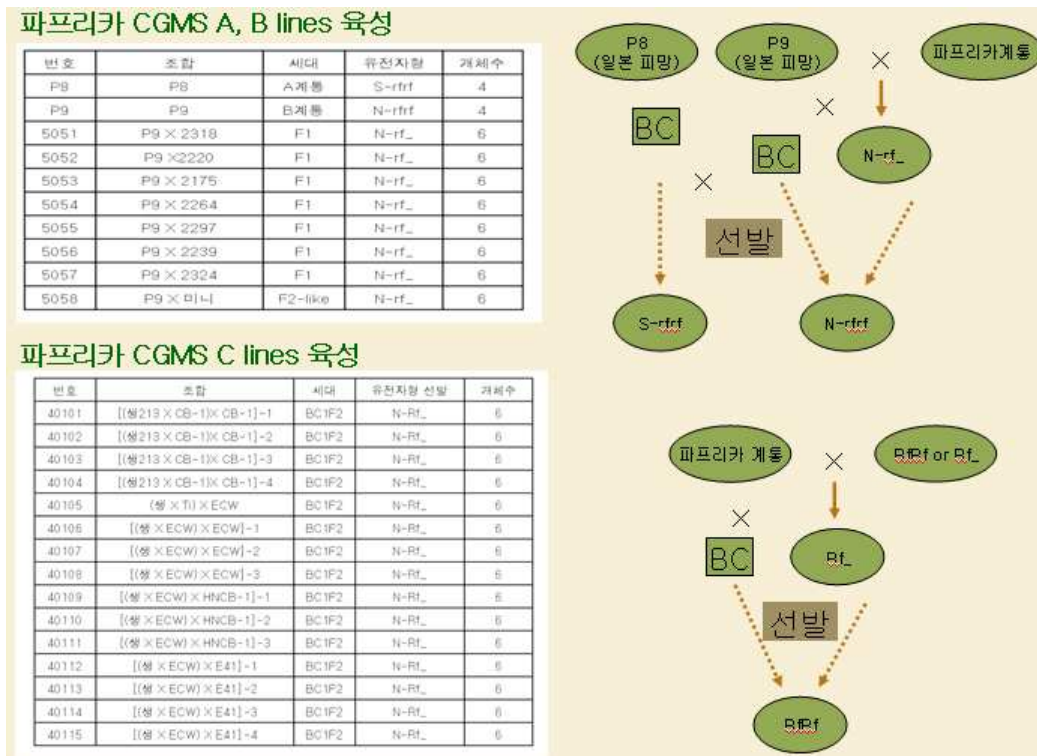


그림3-16. 파프리카 CGMS 계통 육성을 위한 개략적인 계통도.

○ 파프리카 CGMS A, B 계통 육성

파프리카(착색단고추)의 세포질-유전자적 응성불임성(CGMS) 모계(A, B 계통)를 육성하기 위하여 고추 유전자원으로부터 안정한 유지친(N, *rfrf*) 후보 계통으로 매운맛이 없으며 작은 블로키(blocky)형 일본 피망을 선발하였다. 선발된 유지친의 안정성을 확인하기 위하여 자식 후대 종자를 응성불임친인 일본 피망 A(S, *rfrf*)과 교잡하였고 그 후대의 표현형을 다시 확인한 결과 개체들이 모두 안정한 불임을 보임으로서 확실한 유지친 후보라고 판단하였다. 파프리카의 불안정한 유전자(R^fR^f)를 안정한 유전자(*rfrf*)로 핵치환하기 위하여 파프리카 계통을 화분친으로 사용하여 교잡하여 일대잡종(F_1) 식물체(N, *rFR^f*)를 얻었고 다시 여기에 파프리카 계통을 화분친으로 여교잡 분리집단을 작성하였다(그림3-16).

표3-7. 일본 피망 B 계통에 다양한 8개의 파프리카를 교배한 후대 F_2 집단에서 *Rf* 연관 분자표지를 이용하여 선발한 개체.

PBI No.	Homo		Hetero		세대
	Marker type	선발 개체수	Marker type	선발 개체수	
2101	N, <i>rfrf</i>	4	N, <i>rf</i>	7	F_2
2102	N, <i>rfrf</i>	4	N, <i>rf</i>	8	F_2
2103	N, <i>rfrf</i>	4	N, <i>rf</i>	7	F_2
2104	N, <i>rfrf</i>	6	N, <i>rf</i>	6	F_2
2105	N, <i>rfrf</i>	4	N, <i>rf</i>	8	F_2
2106	N, <i>rfrf</i>	0	N, <i>rf</i>	10	F_2
2107	N, <i>rfrf</i>	4	N, <i>rf</i>	8	F_2
2108	N, <i>rfrf</i>	3	N, <i>rf</i>	9	F_2

여교잡 분리집단의 유전자형은 (N, R^fR^f):(N, *rFR^f*) 형이 1:1로 분리될 것으로 추정할 수 있으나 실제 표현형으로는 세포질이 N이므로 모두 완전한 가임을 보임으로서 (N, *rFR^f*)형을 선발하기 위해서는 기존에 개발된 *Rf* 연관 마커를 사용해야만 했다. 일본 피망 B 계통에 다양한 8개의 파프리카를 교배한 후대 F_2 집단에서 *Rf* 연관 분자표지를 이용하여 *rfrf* homo 개체와 *rf* hetero 개체를 선발하였다(그림3-17과 표3-7).



그림3-17. 일본 피망 B 계통에 다양한 파프리카를 교배한 후대 F_2 집단에서 *Rf* 연관 분자표지를 이용하여 선발한 개체의 과형 사진 모습.

○ 파프리카 CGMS C 계통 육성

파프리카(착색단고추)의 세포질-유전자적 응성불임성(CGMS) 회복친(부계, C)을 육성하기 위하여 고추 유전자원으로부터 안정한 회복유전자(S, *RfRf*)를 갖고 있다고 확인된, 매운맛이 없는 한국형 계통을 선발하였다. 선발된 회복친의 안정성을 확인하기 위하여 한국형 세포질-유전자적 응성불임성(CGMS) 응성불임친(S, *rfrf*)에 교잡하여 후대의 표현형을 확인한 결과 개체들이 모두 안정한 가임을 보임으로서 확실한 회복친 후보라고 판단하였다. 파프리카의 불안정한 유전자(*R^fR^f*)를 안정한 유전자(*RfRf*)로 핵치환하기 위하여 파프리카 계통을 화분친으로 교잡하여 일대잡종(F_1) 식물체(S, *RfR^f*)를 얻었고 다시 여기에 파프리카 계통을 화분친으로 하여 여교잡 분리집단을 작성하여 새로운 C 계통을 육성하고자 하였다(그림3-16).

이들 표현형을 확인하기 위해서는 식물체를 개화기까지 키워야 하는 번거로움과 때때로 화분생성량이 환경의 영향을 많이 받음으로 인하여 표현형 분석의 어려움이 존재하는바 좀 더 빠르고 정확하게 안정한 회복친 후보 개체(S, *RfR^f*)형을 선발하기 위해서는 기존에 개발된 *Rf* 연관 마커를 사용하는 것이 유리하다고 판단하였다. C 계통(생력213)에 다양한 파프리카를 교배한 후대 F_2 및 BC_1F_3 집단에서 *Rf* 연관 분자표지를 이용하여 *RfRf* homo 개체와 *Rf* hetero 개체를 선발하였다(그림3-18과 표3-8).

표3-8. C 계통(생력213)에 다양한 파프리카를 교배한 후대 F_2 및 BC_1F_3 집단에서 *Rf* 연관 분자표지를 이용하여 선발한 개체.

PBI No.	세대	Homo		Hetero	
		Marker type	선발 개체수	Marker type	선발 개체수
2201	F_2	<i>RfRf</i>	4	<i>Rf</i>	5
2202	F_2	<i>RfRf</i>	2	<i>Rf</i>	6
2203	F_2	<i>RfRf</i>	0	<i>Rf</i>	6
2204	F_2	<i>RfRf</i>	2	<i>Rf</i>	8
2205	F_2	<i>RfRf</i>	1	<i>Rf</i>	6
2206	F_2	<i>RfRf</i>	4	<i>Rf</i>	5
2207	F_2	<i>RfRf</i>	2	<i>Rf</i>	3
2208	F_2	<i>RfRf</i>	2	<i>Rf</i>	6
2209	F_2	<i>RfRf</i>	3	<i>Rf</i>	5
2301	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-
2302	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	9	-	-
2303	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	9	-	-
2304	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	2	-	-
2305	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	1	-	-
2306	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-
2307	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-
2308	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-
2309	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-
2310	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-
2311	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-
2312	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	2	-	-
2313	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-
2314	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	8	-	-
2315	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	6	-	-
2316	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	2	-	-
2317	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	5	-	-
2318	BC_1F_3	<i>RfRf</i>	10	-	-



그림3-18. C 계통(생력213)에 다양한 파프리카를 교배한 후대 F₂ 및 BC₁F₃ 집단에서 *Rf* 연관 분자표지를 이용하여 선발한 개체의 과형 사진 모습.

제1-4절 분자유종 기술을 이용한 복합 내병성 파프리카 계통 육성

1. 파프리카 병 저항성 분자표지 분석 기술 확립

가. PMMoV 분자표지 개발

(1) 비교 유전체 연구를 통한 분자표지 개발(제 1차년도)

제 1차년도에 본 연구 과제에서는 PMMoV 병 저항성 유전자와 연관된 분자표지를 개발했다. 가지과에 속하는 주요 식량·원예 작물 가운데 고추(파프리카), 토마토, 감자는 염색체의 숫자도 동일하고 근연관계가 가깝고, 병저항성 유전자는 염색체 상에서 서로 유사한 위치에 모여 있는 것으로 알려졌다. 따라서 토마토와 감자의 선행 연구 결과를 바탕으로 비교 유전체 연구를 통해 파프리카에서 병 저항성 유전자와 같이 농업에 유용한 유전자를 찾을 수 있다.

토마토에서는 토양성 곰팡이병을 유발하는 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*의 저항성 유전자군인 I2 complex가 염색체 11번에서 동정되었고, 그 염기서열 정보도 알려져 있다. 이 정보를 이용하여 감자에서는 염색체 11번의 비슷한 위치에서 역병 저항성 유전자군인 R3 complex가 밝혀졌다. 고추에서 PMMoV에 저항성을 가지는 L 유전자 역시 염색체 11번에 존재하며, 토마토의 I2 complex, 감자의 R3 complex와 염색체 상에 비슷한 위치하는 것으로 알려져 있다(그림 1).

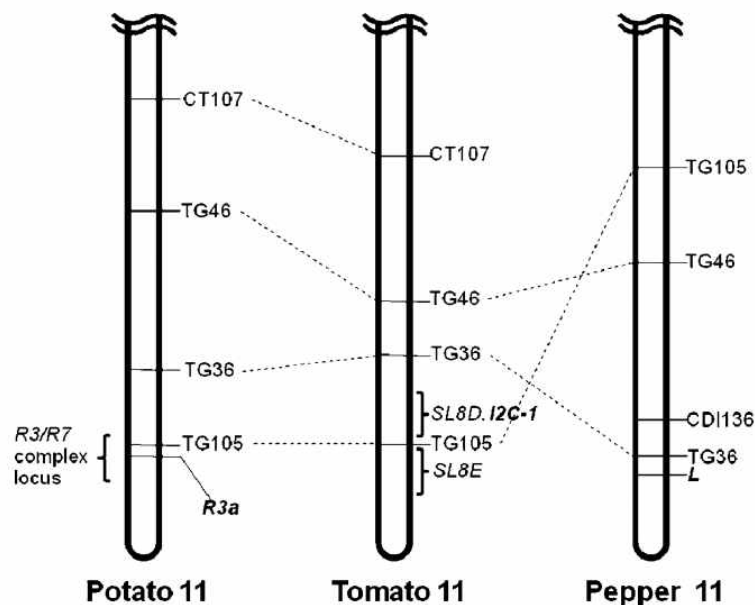


그림 543 감자, 토마토, 고추의 11번 염색체의 유전자 지도 비교

비교 유전체 연구를 통한 분자표지 개발 : 본 연구 과제에서는 사전 연구를 통하여 토마토 11번의 I2 complex 유사 서열을 가진 L 유전자와 근처에 위치하는 고추 BAC contig를 작성한 바 있으며, 이를 바탕으로 파프리카에 활용할 수 있는 분자표지를 제작하였다(그림 2).

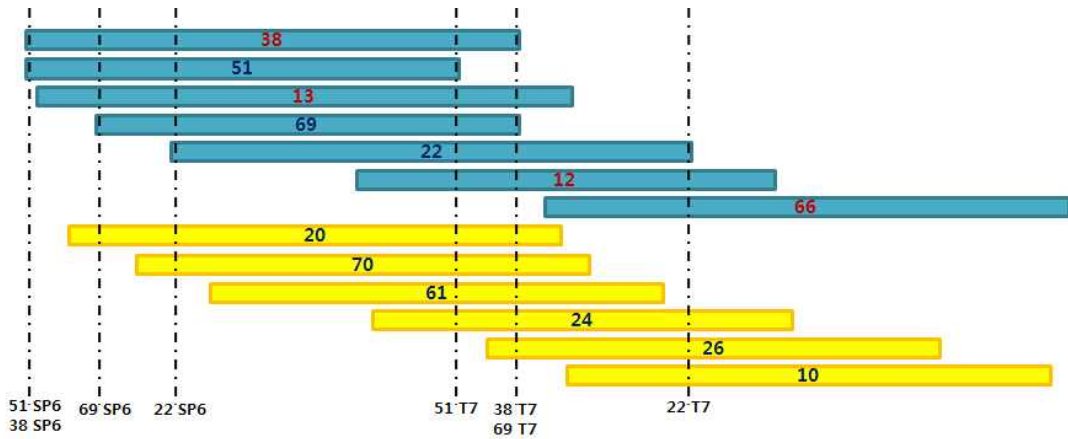


그림 544 비교 유전체 연구를 통해 작성한 고추 BAC contig 및 분자표지 개발

22번 BAC clone의 T7 쪽의 염기서열을 포함하는 프라이머(22 T7)를 이용하여 PMMoV에 저항성인 *C. chacoense* PI 260429와 PMMoV에 이병성인 *C. annuum* cv. ECW의 gDNA의 염기서열을 분석했고, SNP를 포함하여 약 150bp가 증폭되도록 새롭게 프라이머 세트를 제작하였다. Rotorgene 6000 realtime PCR의 HRM 분석을 수행하여 *C. chacoense* PI 260429와 *C. annuum* cv. ECW에서 melting curve의 다형성을 확인해 ‘22 T7 RT’ 라고 명명하였다(그림 3-A). 같은 방법으로 51번 BAC clone의 SP6 쪽의 염기서열을 포함하는 프라이머(51 SP6)로부터 200bp가 증폭되도록 새로이 프라이머를 제작하여 ‘51 SP6 RT’라고 명명하였다(그림 3-B). 또한 13번 BAC clone의 draft sequence로부터 약 730 bp 크기의 DNA 단편을 증폭하도록 프라이머(13 end-2)를 제작하였고 *C. chacoense* PI 260429와 *C. annuum* cv. ECW를 template로 PCR 수행하여 *C. chacoense* PI 260429에서는 730bp 사이즈의 밴드가 증폭되지 않고, *C. annuum* cv. ECW에서는 730bp 사이즈의 밴드가 증폭되는 다형성을 확인하였다(그림 3-C). Real time PCR이 없이도 일반 PCR로도 간단하게 분자 표지를 사용할 수 있도록 22 T7 프라이머로부터 CAPS 분자표지를 개발하였다. Special의 F2 분리 세대의 공동 분리되는 개체 가운데 저항성 동형접합체와 이병성 동형접합체를 선발했다. 이 개체들을 22 T7으로 PCR하여 염기서열을 분석하였다. CAPS designer 프로그램(<http://www.sgn.cornell.edu/>)을 이용해 Ssp I 제한효소로 다형성을 볼 수 있다고 판단하였다. 22 T7으로 PCR하여 Ssp I 제한효소로 6시간이상 처리하니 이병성 동형접합체에서만 약 140bp와 280bp의 밴드로 잘리는 것을 확인할 수 있어 ‘22 T7’ 분자 표지로 명명하였다(그림 3-D).

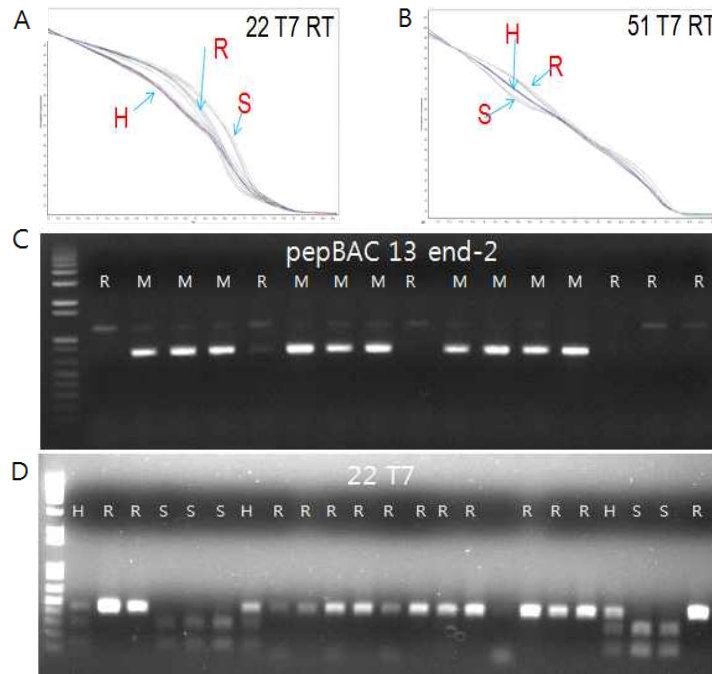


그림 3. 4가지 PMMoV 저항성 분자 표지의 다형성

분자표지 공분리 분석 : 개발한 분자표지가 *L* 유전자좌 연관되어 있는지를 확인하기 위하여 F2 분리 세대에서 공동 분리 실험(Cosegregation analysis)을 수행하였다. F2 분리 집단은 Enza zaden의 상업 종자인 Special과 Cupra 품종을 각각 자가 교배하여 만들었다. 표현형을 확인하기 위하여 본엽이 2장일 때 PMMoV P0 strain을 F2 분리 집단에 즙액접종을 하였다. 과민반응(Hypersensitive response)이 나타나는 개체를 저항성으로, 그렇지 않은 개체를 이병성으로 검정하였다. 유전자형은 F2 분리 세대 각 개체에서 어린 잎 1~2를 채취하여 chloroform : isoamyl alcohol(= 24 : 1)을 이용해 gDNA를 뽑아 각 분자표지로 검정하였다. Special을 자가 교배한 집단에서는 654 개체 가운데 5개에서 표현형과 유전자형이 일치하지 않았고, Cupra를 자가 교배한 집단에서는 243 개체 가운데 3개는 표현형과 유전자형이 일치하지 않았다. 이 결과로 PMMoV 저항성 유전자좌인 *L*과의 유전적 거리가 약 1cM인 것을 알 수 있었다.

나) 동정된 후보 유전자 염기서열을 이용한 분자표지 개발(제 3차년도)

***L4* 대립유전자 특이적인 유전형 분리 :** PMMoV 저항성 대립 유전자로 알려진 *L1*, *L1a*, *L1c*, *L2*, *L2b*, *L3*, *L4*로 예상되는 총 7개의 R gene analog(RGA)의 LRR domain 서열의 일부가 공개되었다(Tomita et al. IS-MPMI 2009 XIV Congress, 2009). 이 서열들을 clustalW2 program (<http://www.ebi.ac.uk/Tools/clustalw2>)을 이용해 alignment하고 RGA 사이에 어떤 염기서열의 차이가 있는지를 확인해 보았다. 길이에 있어서 8bp의 insertion이 있는 L1c 만 80bp로 가장 길며, 나머지 6개의 서열은 74bp로 동일하다. 염기서열에 있어서는 L1, L1a, L3는 동일하지만, 나머지 4개의 서열은 1개 이상의 SNP 또는 Indel을 갖고 있어 차이가 있음을 알 수 있었다.

공개된 염기서열이 너무 짧기 때문에 SCAR, CAPS 등 일반적인 PCR-based 분자표지로는 분석할 수 없었기 때문에 HRM을 이용하여 마커 개발을 시도했다. 우선 HRM 분석을 하기 위해 35번째 C/T SNP를 포함하도록 염기서열의 양 끝 서열에서 forward 방향으로 25mer, backward 방향으로 22mer가 되도록 primer를 L4segF와 L4segR을 제작했다.

L4segF와 L4segR primer를 이용해 Special F₂ 집단의 gDNA를 template로 PCR을 했고, 약 80bp 크기의 단일 밴드만이 증폭되는 것을 확인했다. HRM 분석을 통해 분자표지의 다형성이 있는지를 확인하기 위해서 Special, Cupra, 명성 F₂ 분리 집단을 이용해 검정해 보았다. Special과 명성 F₂ 분리 집단에서는 homozygous resistance, homozygous susceptible, heterozygous melting curve으로 유전형이 분리되었지만, Cupra F₂ 분리 집단에는 유전형이 분리되지 않았다. Special, 명성 그리고 Cupra의 F₁의 유전형이 각각 L_4L_0 , L_4L_1 , L_3L_0 이라는 것을 미루어 볼 때, 이 마커로 L_4 와 L_0 또는 L_4 와 L_1 대립유전자는 구별할 수 있지만, L_3 와 L_0 대립유전자를 구별할 수 없다는 것을 알 수 있다. 이 분자표지를 L4segF&R 이라고 명명했다(그림 4).

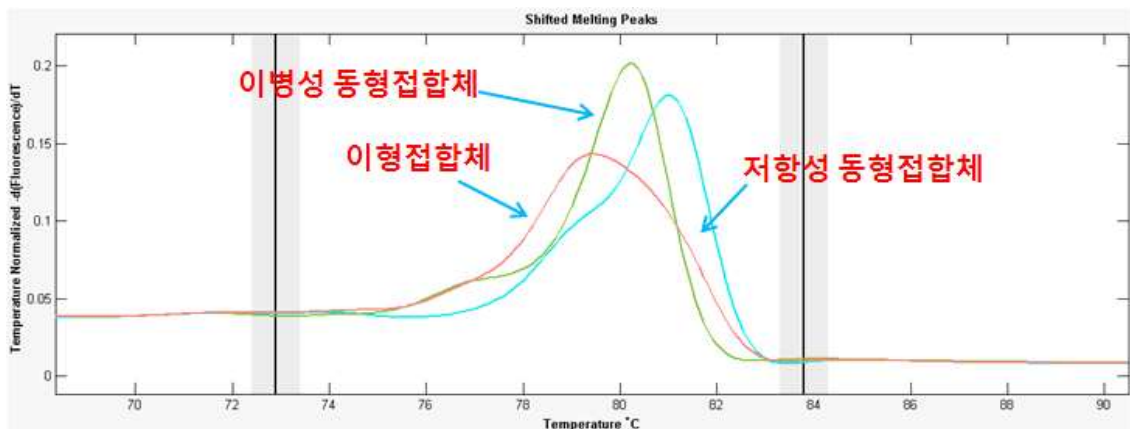


그림 4 L4segF&R 분자표지의 melting peak

L₄ 대립유전자로부터의 유전적 거리 분석 : Special, 명성 F₂ 집단의 식물체의 표현형과 L4segF&R 분자표지의 유전형을 분석해 서로 비교했다. 또한 지금까지 개발된 분자표지와 유전적 거리를 비교하기 위하여 명성 F₂ 집단과 Special F₂ 집단에서는 087H3T7HRM(Yang et al., 2009), 189D23M(NB)(Tomita et al., 2008) 분자표지의 유전형도 같이 분석했다. Special F₂ 집단에서는 3개의 분자표지의 recombinant의 수가 3개로 전부 동일했다. 명성 F₂ 집단에서는 087H3T7HRM의 recombinant가 11개로 가장 많았으며, 189D23M(NB)의 recombinant의 수는 8개다. L4segF&R의 recombinant는 3개로 가장 적은 것으로 분석 되었다(표 1). 이로써 L₄ 대립유전자와 연관된 분자표지 가운데 L4segF&R이 가장 가까운 분자표지임을 확인할 수 있었다.

표 1 L^4 대립유전자 연관 분자표지의 recombinant 비율

분자표지	Recombinants / F ₂ 집단 총 수	
	Special	명성
087H3T7HRM	3 / 631	11 / 858
189D23M(NB)	3 / 631	8 / 858
L4segF&R	3 / 631	3 / 858

(2) L 대립 유전자 특이적인 분자마커 개발(제 4차년도)

Primer design 및 식물 재료 : L^3 대립 유전자와 L^1 , L^2 , L^4 후보 대립 유전자는 모두 NBS-LRR (Nucleotide binding site-Leucine rich repeat)에 속하는 것으로 알려졌다. NBS-LRR은 대표적인 병 저항성 유전자 구조로, NBS domain은 염기서열이 비교적 잘 보존되어 있고, LRR domain은 이와는 반대로 염기서열의 변이가 많은 것으로 알려졌다. 본 연구 그룹에서는 서로 다른 L 대립 유전자를 구별할 수 있는 분자마커를 개발하기 위하여 염기서열의 변이가 많은 LRR domain에서 분자마커를 개발하고자 7개의 primer를 design하고, 6쌍의 primer 조합을 구성했다(그림 5). 이들 primer 조합이 L 대립 유전자를 구분할 수 있는지 확인하기 위하여 L^0/L^0 , L^1/L^1 , L^{1a}/L^{1a} , L^2/L^2 , L^3/L^3 , L^4/L^4 유전형을 지닌 지시 식물체인 *C. annuum* cv. 'Early California Wonder', 상용 F₁ 품종 'Myoung-sung'의 F₂ 분리집단에서 선발한 L^1/L^1 유전형 개체, 상용 F₁ 품종 'Special'의 F₂ 분리집단에서 선발한 L^{1a}/L^{1a} 유전형 개체, *C. frutescens* cv. 'Tabasco', *C. chinense* 'PI159236', *C. chacoense* 'PI260429'를 HRM으로 분석했다. 또한 각 대립유전자의 이형접합 유전형이 구별되는지 확인하기 위하여 6개의 지시 식물체의 gDNA를 1:1로 섞어 인위적인 이형접합 유전형을 만들고, 동형접합 유전형과 비교했다.

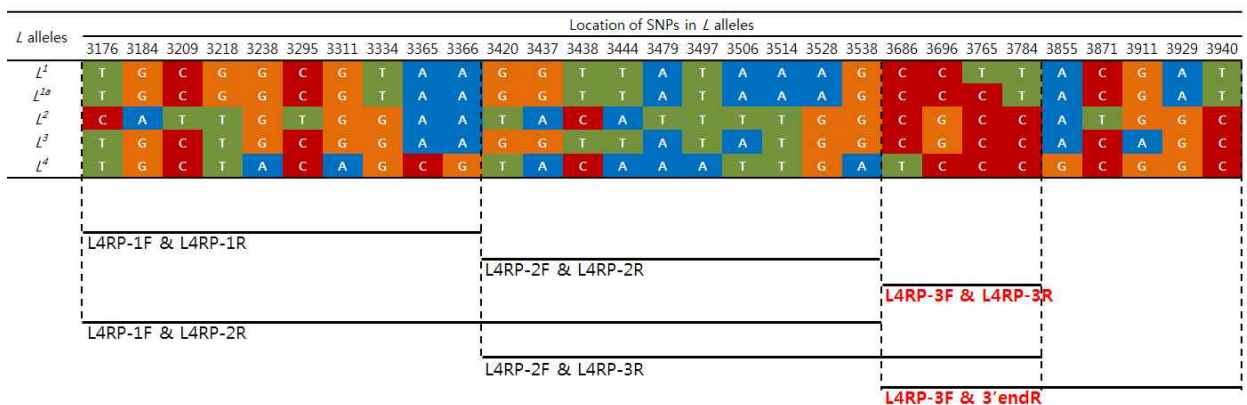


그림 5 L^3 대립유전자와 L^1 , L^{1a} , L^2 , L^4 후보 대립 유전자의 SNP 분포 및 각 primer set이 증폭하는 SNP의 위치

각 primer set의 HRM 분석 결과 : 6개의 primer set를 이용하여 6개의 지시 식물체의 gDNA로 PCR을 수행한 결과 L4RP-1F & L4RP-1R, L4RP-2F & L4RP-2R, L4RP-3F & L4RP-3R, L4RP-1F & L4RP-2R primer set에서는 모두 예측한 크기

의 단일 band가 확인되었지만, L4RP-3F & L4RP-3R primer set에서는 여러 크기의 다중 band가 증폭되었다. L4RP-3F & 3' end R primer set에서도 역시 모두 예측한 크기의 단일 band가 증폭되었지만, L^0 지시 식물체에서는 희미한 단일 band만이 증폭되었다.

6개의 primer set으로 HRM 분석한 결과 L4RP-3F & L4RP-3R와 L4RP-3F & 3' end R primer set에서만 6개의 지시 식물체가 서로 다른 melting curve pattern을 나타냄을 확인했다(그림 6). 예상과는 다르게 L4RP-3F & L4RP-3R primer set는 다중 band를 증폭하고, L^2 와 L^3 염기서열의 SNP의 분포가 동일함에도 불구하고 모든 대립 유전자의 동형접합체 유전형을 구분할 수 있었다.

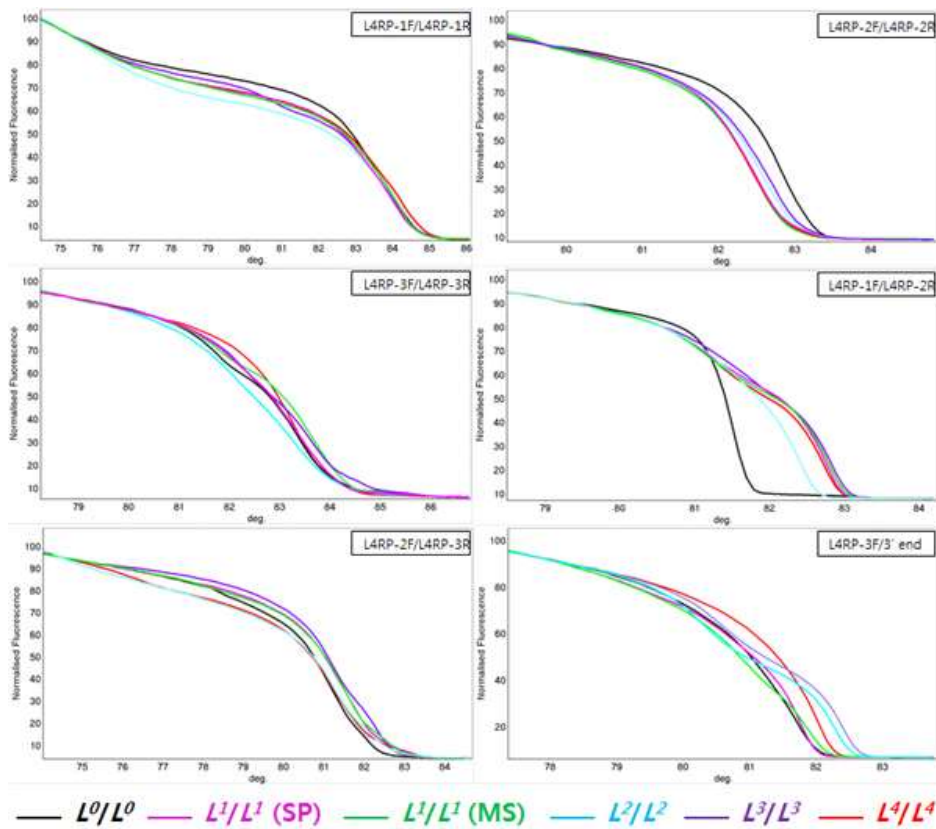


그림 6 6가지 primer set의 melting curve pattern

L4RP-3F & L4RP-3R와 L4RP-3F & 3' end R primer set을 이용하여 인위적인 이형 접합체 gDNA의 HRM 분석을 수행했다. L4RP-3F & L4RP-3R primer set에서는 모든 인위적인 이형 접합체 유전형이 각각의 동형 접합체 유전형과 분리되었다(그림 7). L4RP-3F & 3' end R primer set에서도 동일한 실험 결과를 얻을 수 있었지만, L^0 와 섞은 인위적인 이형접합체 유전형은 L^0 가 아닌 다른 한 쪽의 대립유전자와 동일한 melting curve pattern을 보였다(그림 8).

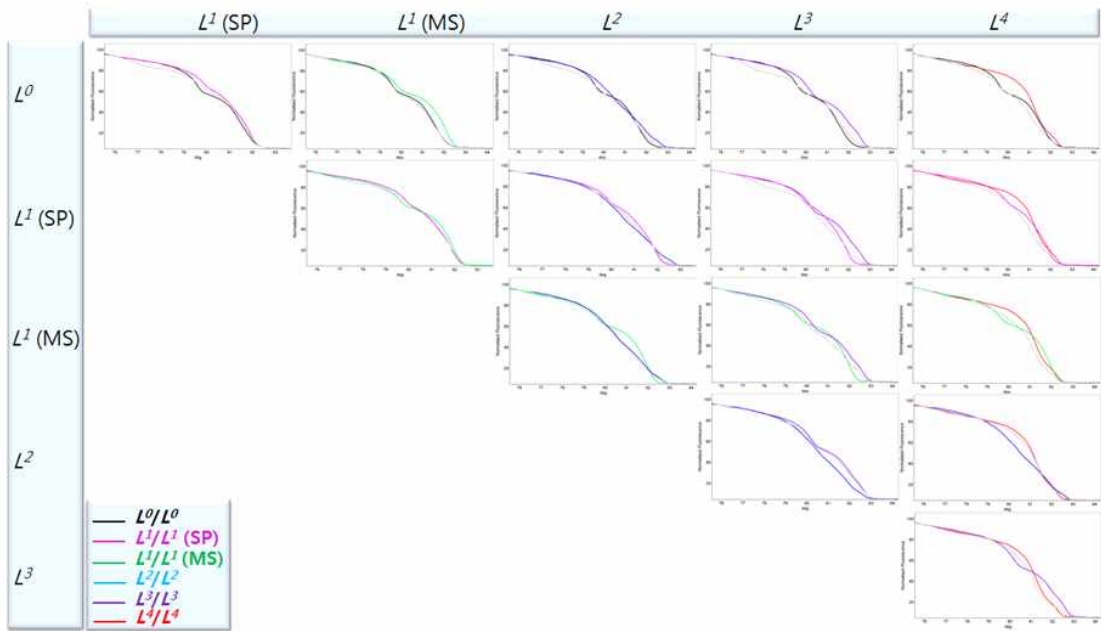


그림 7 L4RP-3F & L4RP-3R primer set의 동형접합체 및 이형접합체의 melting curve pattern

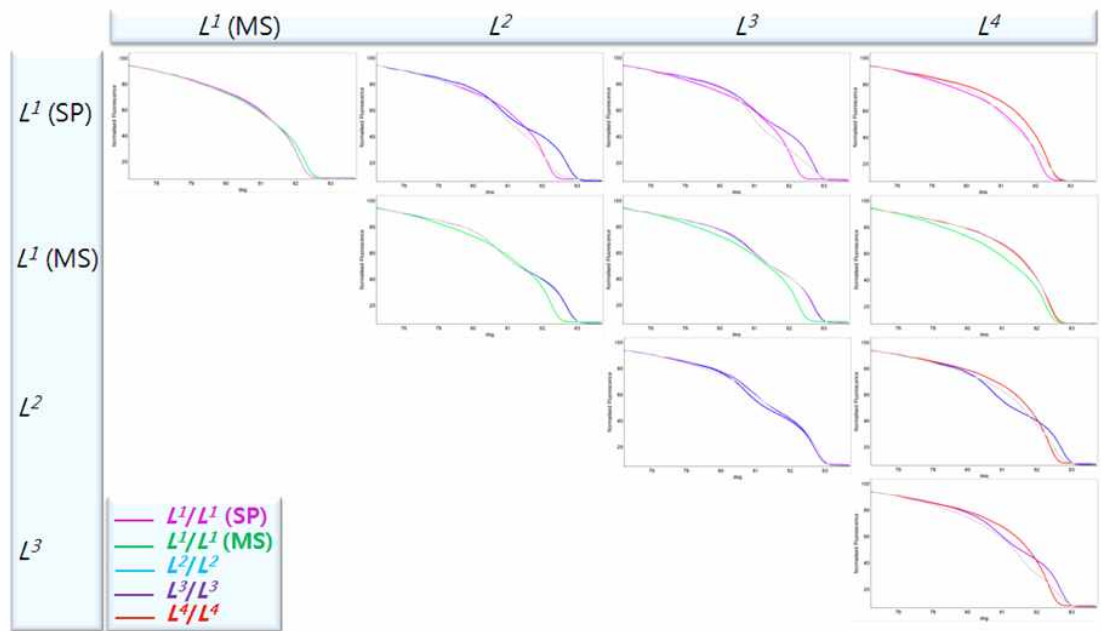


그림 8 L4RP-3F & 3'end R primer set의 동형접합체 및 이형접합체의 melting curve pattern

나. 기개발 분자표지 분석 기술 확립

CMV 저항성 분자표지 분석 기술 확립 : 제 1차년도에 CMV 저항성 분자표지 분석 기술을 확립하기 위하여 특허가 공개된 CMV 저항성 분자표지로 확인했다. SCC07S3 primer를 정방향으로 하고 FP5416R을 역방향으로 하는 프라이머로 PCR한 뒤, EcoR I 으로 절단했을 때 상업 종자인 부강을 자가 교배하여 얻은 F2 자식 세대 다형성을 볼 수 있다(그림 9). 저항성 동형접합체에서는 약 850, 1000bp의 band가 이병성 동형접합체에서는 약 650bp, 1200bp의 band가 나타나고, 이형접합체에서는 4개의 band가 모두 나타났다.



그림 9. SCC07S3/FP5416R 분자표지 분석

제 2차년도에 real-time based 분자표지 기술을 확립하기 위하여 1-3 세부과제 연구책임자가 개발한 CaTm-1_Itrn3, 240H02SP6 분자 표지를 사용했다. Corbett 사의 Rotergene6000 기계를 이용한 High Resolution Melting(HRM) 분석을 수행하였다. 각 분자표지의 프라이머 세트와 Syto9 형광 염색시약을 넣고 40 cycle동안 PCR을 한 다음 70°C에서 90°C까지 0.1°C 간격으로 온도를 증가시키면서 온도 증가에 따른 형광량의 감소의 지표인 melting curve로 저항성 동형접합체(R), 이병성 동형접합체(S), 이형접합체(H) 유전형 사이에서 명확한 다형성을 확인했다(그림 10). 2개의 분자표지 가운데 특히 240H02SP6은 저항성 동형접합체와 이병성 동형접합체의 melting curve 모양이 상이하여, 유전형을 구별하기에 용이하다.

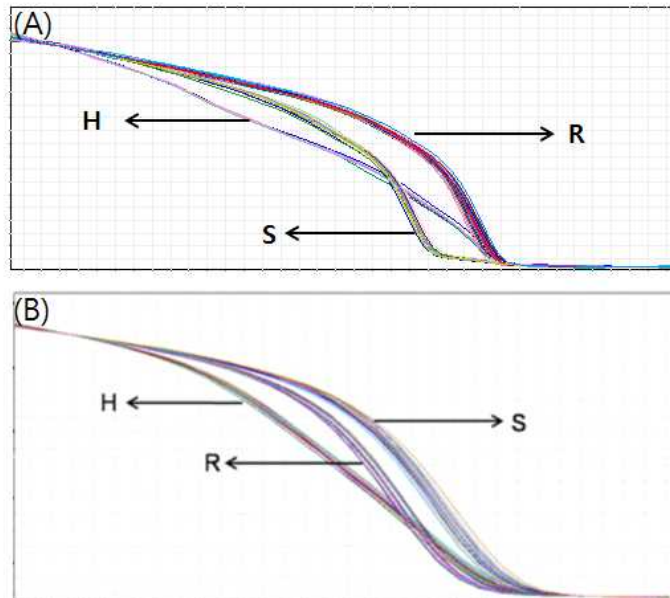


그림 10 240H02SP6(A) 및, CaTm-1_ltrn3(B) 분자표지 분석

Potyvirus 저항성 분자표지 분석 기술 확립 : 제 1차년도에 제 1-3 세부과제 책임자가 개발한 저항성 유전자 eIF4E 염기서열에서 개발한 Pvr1-S 분자표지를 이용하여 Potyvirus 저항성 분자표지 분석 기술을 확립했다(그림 11). PCR을 한 뒤 BsrI로 절단했을 때 다형성이 나타났다. 저항성 동형접합체에서는 약 711bp의 band가 나타났고, 이형접합체에서는 133bp와 578bp 2개의 band가 나타났다.



그림 11. Pvr1-S 분자표지 분석

제 3차년도에 real-time based 분자표지 기술을 확립하기 위하여 Pvr1-S 분자표지를 HRM 방법으로 모두 분석해 보았다. HRM 분석은 같은 프라이머 세트, Syto9 형광 염색시약을 넣고 40 cycle동안 PCR을 한 다음 70°C에서 90°C까지 0.1°C 간격으로 온도를 증가시키면서 melting curve의 차이를 통해 다형성을 확인하였다. 저항성 동형접합체(R), 이병성 동형접합체(S), 이형접합체(H) 유전형 사이에서 뚜렷한 melting curve의 차이가 보인다(그림 12).

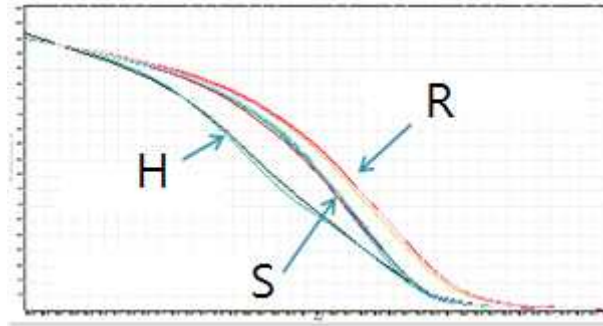


그림 12. Pvr1-S HRM 분자표지 분석

TSWV 저항성 분자표지 분석 기술 확립 : 제 1차년도에 TSWV 저항성 분자표지 분석 기술을 확립하기 위하여 문헌에 보고된 프라이머를 합성하고, 8개의 저항성 품종과 계통, 5개의 이병성 품종에서 DNA를 추출하여 문헌에 보고된 조건으로 분석을 실시하였다. 또한 새로운 분자표지를 개발하기 위하여 *Tsw* 근처에 위치한 COSII 분자표지 7개를 선발하여 polymorphism을 조사하였다. CAPS 분자 표지는 SCAC568을 제외한 다른 분자 표지에서는 명확한 다형성을 얻지 못했다(그림 13-A). RAPD 분자표지는 밴드가 다수 증폭되어, 보고된 크기의 밴드를 확인하기 어려웠다(그림 13-B~F). COSII 분자 표지는 7개 가운데 2개에서는 밴드가 증폭되는 것을 확인했지만, 다형성을 찾지는 못했다(그림 13-G, H). SCAC568 분자표를 PCR 한 뒤 TaqI로 절단했을 때, 저항성 동형접합체는 약 600bp의 band가, 이병성 동형접합체는 약 250bp와 350bp의 band가 나타났다.

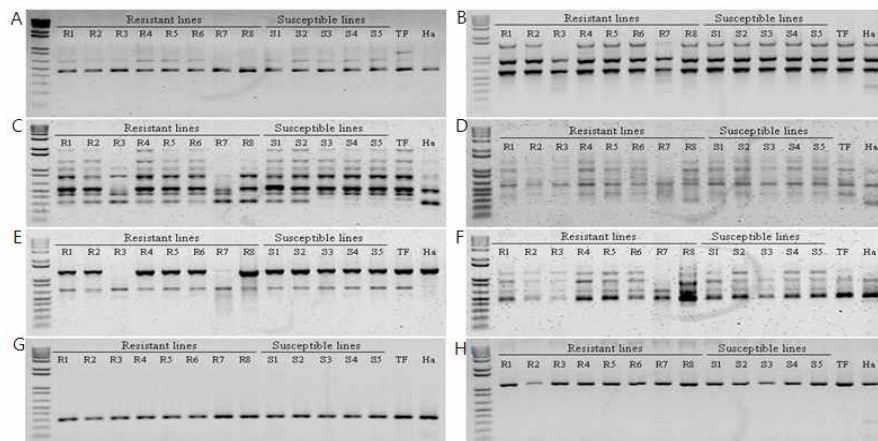


그림 13. TSWV 분자표지 분석

제 2차년도에 real-time based 분자표지 기술을 확립하기 위하여 CAPS로 분석한 SCAR568 분자표지를 HRM 방법으로 모두 분석해 보았다. HRM 분석은 같은 프라이머 세트, Syto9 형광 염색시약을 넣고 40 cycle동안 PCR을 한 다음 70°C에서 90°C까지 0.1°C 간격으로 온도를 증가시키면서 melting curve의 차이를 통해 다형성을 확인하였다(그림 14).

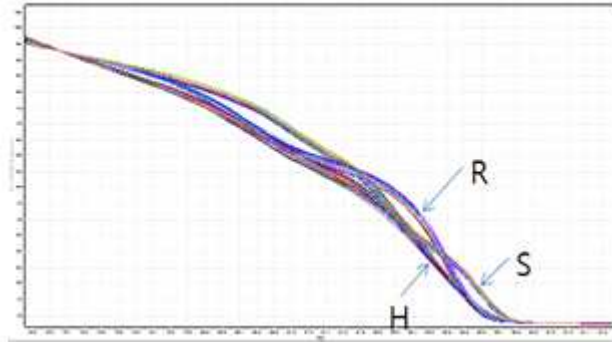


그림 14 TSWV 저항성 연관 분자표지 분석. (R:동형접합체 저항성, S:동형접합체 이병성, H:이형접합체)

세균성 점무늬병 저항성 분자표지 분석 기술 확립 : 논문을 참조하여 세균성 점무늬병 저항성 유전자인 Bs2 주변의 high-resolution map에 있는 분자표지 S2, S45, L1과 Bs2 염기서열을 증폭하도록 설계된 분자표지 Bs2-L1&R1을 이용하여 육종소재에서 다형성이 있는지 확인해 보았다. S2와 S45, L1 분자표지에서는 저항성, 감수성 대조군 사이의 다형성을 확인할 수 있었지만, Bs2-L1&R1에서는 다형성을 찾지 못했다. S45 분자표지에서는 저항성 대조군인 ECW20R에서 약 900bp의 band가 증폭되었지만, 이병성 대조군인 ECW에서는 band가 증폭되지 않았다. L1 분자표지로는 ECW20R에서는 약 200bp의 band가 증폭되었지만, ECW에서는 band가 증폭되지 않았다. S2 분자표지에서는 ECW20R에서 240bp, ECW에서는 220bp의 band가 증폭되었다(그림 15).

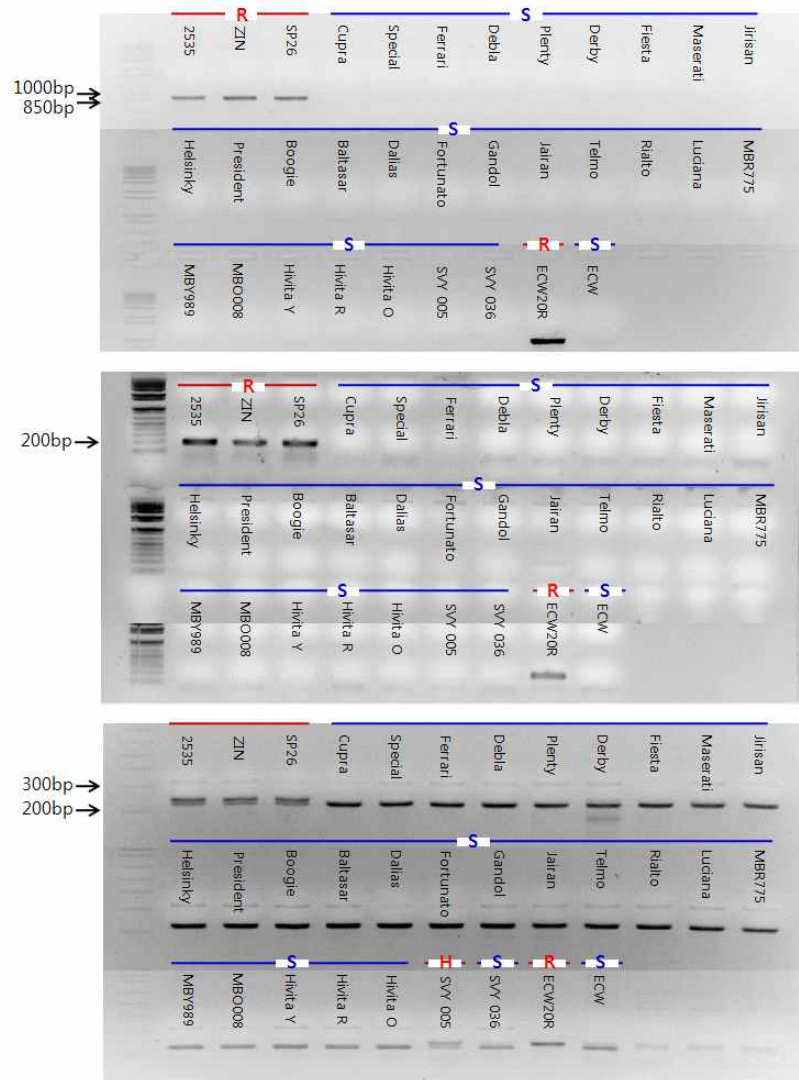


그림 15 세균성 점무늬병 저항성 연관 분자표지 분석

다. 최종 분자표지 분석 체계 구축

바이러스 4개(TSWV, PMMoV, Potyvirus, CMV), 세균 1개(*Xanthomonas*) 저항성 연관 분자표지 분석 체계를 구축했다(표 2). 매 연차마다 보다 가까운 분자표지를 문헌에서 조사하거나 자체개발했고, agarose gel based 분자표지에서 real-time based 분자표지로 전환하고자 했다.

표 2 5차년도까지 확립한 분자표지 분석 기술

병원체		저항성 유전자	분자표지	유전적 거리	비고	육종 단계	
바이러스	TSWV	<i>Tsw</i>	SCAC568	1.0 (cM)	문헌조사	TSWV & PMMoV 복합 저항성 계통 육성	
			7399-04	0.4 (cM)	자체개발		
	PMMoV	<i>L⁴</i>	087H03HRM	1.5 (cM)	자체개발		
			189D23M	1.0 (cM)	문헌조사		
			L4segF&R	0.1 (cM)	자체개발		
	Potyvirus	<i>pvr1²</i>	pvr1-S	유전자	자체개발		CMV & Potyvirus 복합 저항성 계통 육성
			Pvr1-S1R				
CMV	<i>Cmr1</i>	240H02SP6	1.5 (cM)	자체개발			
세균	<i>Xanthomonas campestris pv. vesicatoria</i>	<i>Bs2</i>	25-1I	유전자	문헌조사	저항성 계통 선발	
			S45	1.0 (cM)	문헌조사		

2. CMV & Potyvirus 저항성 계통 육성

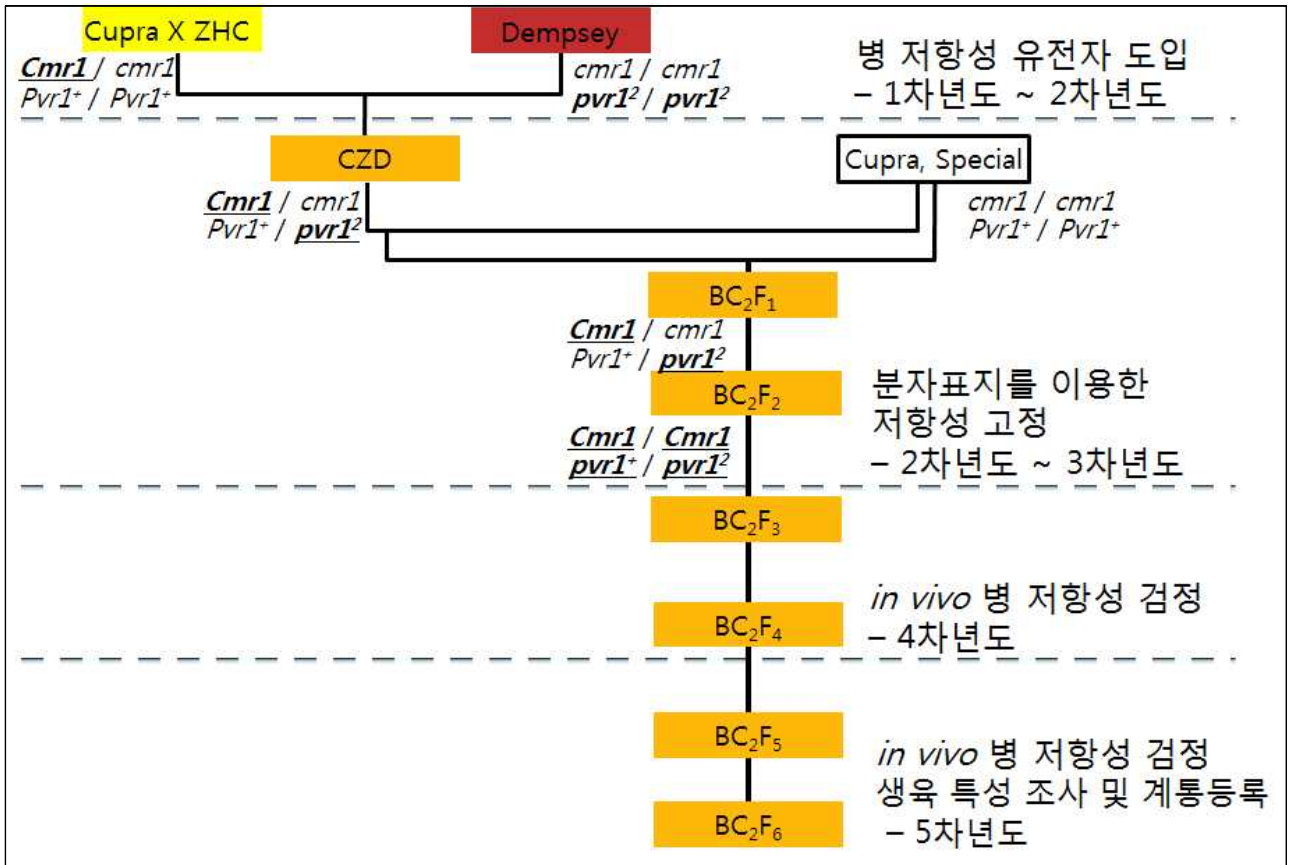


그림 16 연차별 CMV&Potyvirus 복합 저항성 계통 육성 과정. CMV 저항성 유전자 *Cmr1*과 Potyvirus 저항성 유전자 *pvr12*를 도입했다. 분자표지를 이용해 저항성이 고정된 계통을 선발했고, 이후 세대진전을 하면서 병 저항성 외의 원예적 형질이 우수한 계통을 선발했다.

가. 제 1차년도

CMV 저항성 및 Potyvirus 저항성 도입 : CMV 저항성인 파프리카 계통을 육성하기 위해 CMV 저항성은 없지만, 다른 형질이 우수한 기존의 품종에 CMV 저항성 유전자를 도입하는 여교잡 육종을 진행하고자 하였다. 본 과제에서는 Enza Zaden의 Cupra를 모본으로 선발하고, CMV 저항성이 있는 ZHC라는 종자회사 육성 계통을 부친으로 사용하여 교배하였다. Cupra X ZHC 교배 조합을 자가 교배하여 얻은 F₂ 자식 세대에서 수확한 과실의 크기, 형태, 과색을 측정하였다(그림 17, 표 3). 과색은 대부분 짙은 빨간 색이지만, 한 Cupra X ZHC 교배 조합의 한 과실은 보다 밝은 빨간 색이었다. 과실의 길이를 폭으로 나눠 과실의 모양을 수치적으로 환산하였다. 같은 교배 조합이더라도 장/폭이 다르게 나오는 경우도 확인하였다.

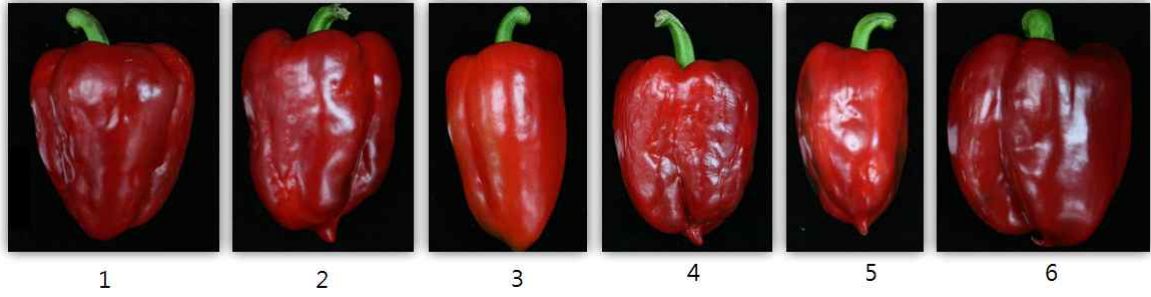


그림 17. CMV 저항성 계통 교배 조합의 과실 사진

표 3. CMV 저항성 계통 교배 조합의 과실 특성

No.	교배 조합	과색	장폭		장/폭
			장	폭	
1	Cupra X ZHC 100%	Red	장	8.6	1.23
			폭	7.0	
2	Cupra X ZHC 100%	Red	장	9.0	1.30
			폭	6.9	
3	Cupra X ZHC 100%	Red or Orange	장	11.0	1.83
			폭	6.0	
4	Cupra X ZHC 100%	Red	장	8.4	1.26
			폭	6.7	
5	Dempsey X SPA	Red	장	10.4	1.60
			폭	6.5	
6	Dempsey X SPA	Red	장	8.3	1.19
			폭	7.0	

Potyvirus 저항성 도입 및 CMV&Potyvirus 복합 저항성 계통 선발 : CMV 저항성만이 아니라 Potyvirus 저항성 유전자도 같이 도입한 중간 모본을 개발하기 위하여 Cupra X ZHC 교배 조합을 후대를 모친으로, Potyvirus 저항성 유전자 *pvr1²*를 갖고 있는 blocky type 고추인 Dempsey를 부친으로 사용하였다.

Dempsey의 *pvr1²* 유전형은 저항성 동형접합체이기 때문에 (Cupra X ZHC) X Dempsey 교배 조합 후대는 이형접합체로 모든 개체가 저항성 유전자를 갖게 된다. 반면에 Cupra X ZHC 조합의 CMV 저항성 유전자인 *Cmr1*의 유전형은 이형접합체이기 때문에 *Cmr1*의 유전형이 이병성 동형접합체인 Dempsey와 교배하면 (Cupra X ZHC) X Dempsey 교배 조합 후대에서 CMV 저항성은 분리가 된다. CMV 저항성과 Potyvirus 저항성을 모두 갖고 있는 개체를 선발하기 위하여 SCC07S3 분자표지로 유전자형을 분석했다. (Cupra X ZHC) X Dempsey의 교배 조합에서는 CMV 이형접합체와 이병성 동형접합체의 유전자형만이 나타났고 CMV 저항성의 유전형이 이형접합체인 개체를 선발했다(그림 18).

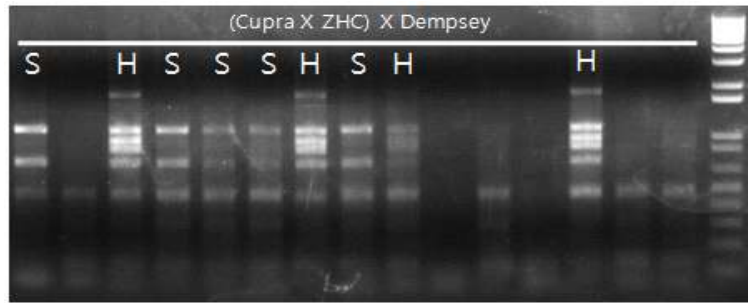


그림 18. CMV 저항성 계통의 유전자형 분리

나. 제 2차년도

CMV&Potyvirus 저항성 연관 분자표지 분석 : CZD 교배 조합의 후대에서 *Cmr1*과 *pvr1²*를 모두 갖고 있는 개체를 선발하기 위하여 3가지 분자표지를 사용하여 유전형을 분석하였다. *Cmr1* 연관 분자 표지로는 본 연구 책임자가 개발한 CaTm-1_Itrn3, 240H02SP6 분자 표지를 사용하였고, Potyvirus 연관 분자 표지로는 역시 본 연구 책임자가 개발한 Pvr1-S를 사용하였다.

CZD 교배 조합의 후대 35개체를 각각 CMV 저항성 분자표지와 Potyvirus 분자표지로 유전형을 분석하였다. CMV 저항성 연관 분자표지인 Tm-1_intr3, 240H02SP6로 분석한 결과 35개체 가운데 14개체는 이형접합체 저항성 유전형(*Cmr1/cmr1*)이 나타났고, 21개체는 동형접합체 이병성 유전형(*cmr1/cmr1*)이 나타났다(그림 19). 동형접합체 저항성 유전형(*Cmr1/Cmr1*)은 한 개체도 나타나지 않았다. 두 분자표지로 분석한 유전형은 35개의 개체에서 모두 동일하게 나타났다. Potyvirus 분자표지로 유전형을 분석한 결과 35개체의 모든 유전형이 이형접합체 유전형(*Pvr1²/pvr1²*)으로 나타났다(표 4).

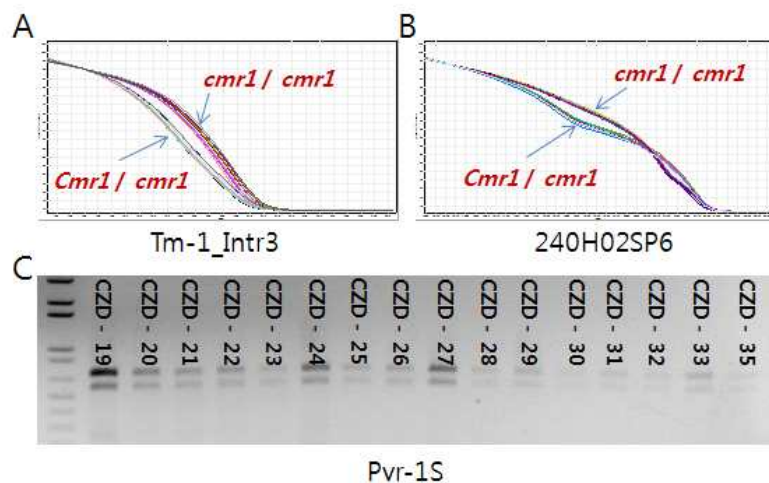


그림 19 CMV 저항성 연관 분자표지와 Potyvirus 저항성 연관 분자표지의 유전형 분석

표 4. (Cupra X ZHC) X Dempsey 교배 조합의 후대의 표현형과 분자표지의 유전형(S:동형접합체 이병성, H:이형접합체 유전형). CMV 저항성 연관 분자표지와 Potyvirus 저항성 유전자 연관 분자표지의 유전형이 모두 이형접합체인 개체는 노란색으로 표시함.

개체 번호	표현형	분자표지 유전형		개체 번호	표현형	분자표지 유전형	
	CMV 접종 결과	CMV 저항성	Potyvirus 저항성		CMV 접종 결과	CMV 저항성	Potyvirus 저항성
1	-	S	H	22	병징	S	H
3	-	S	H	23	-	S	H
4	-	H	H	24	-	S	H
5	-	S	H	25	-	H	H
6	-	S	H	26	-	S	H
7	-	H	H	27	-	H	H
8	-	S	H	28	병징	S	H
9	-	H	H	29	병징	S	H
10	-	S	H	30	-	H	H
12	-	H	H	31	-	H	H
13	-	S	H	32	병징	S	H
15	-	H	H	33	-	H	H
16	-	H	H	35	병징	S	H
17	-	H	H	36	병징	S	H
18	병징	S	H	37	병징	S	H
19	-	S	H	38	병징	S	H
20	-	H	H	39	-	H	H
21	-	S	H				

CMV *in vivo* 검정 및 선발 : CZD 교배 조합의 후대가 CMV 저항성을 보이는 지 표현형을 확인하기 위하여 접종 실험을 수행하였다. CMV_{FNY} pathotype을 접종한 오이 품종인 '백봉다다기'를 막자사발로 잘 분쇄한 후, 오이 시료 1g당 인산 버퍼 10ml을 넣어 잘 희석시킨 후, carborundum과 함께 증액접종법으로 접종하였다. 접종한 뒤 1주일 ~ 2주일 동안 병징이 나온 개체를 이병성 개체로, 병징이 없는 개체를 저항성으로 분류하였다.

35개의 CZD 교배 조합의 후대를 선발하기 위하여 표현형과 유전형을 모두 비교해 보았다. 유전형 분석과는 다르게 접종한 결과 35개의 개체 중 9개에서만 CMV 병징을 확인할 수 있었다. CMV 병징이 나타나는 개체는 모두 CMV 저항성 연관 분자표지의 유전형이 이병성 동형접합체(cmr1/cmr1)임을 확인할 수 있었다. 그러나 12개의 개체에서는 CMV 병징은 나타나지 않았지만 CMV 저항성 연관 분자표지의 유전형은 이병성 동형접합체(cmr1/cmr1)로 나타났다. 14개의 개체에서는 CMV 병징도 나타나지 않았고, 또한 CMV 저항성 연관 분자표지의 분석 결과 저항성 이형접합체의 유전형(Cmr1/cmr1)을 보여 이 14개의 개체를 선발하였다(표 4).

CMV&Potyvirus 복합저항성 계통 여교배 조합 작성 : 분자표지로 선발한 CZD 교배 조합의 후대 14개 개체 가운데 생육이 나쁜 7개 개체를 제외한 나머지 7개체를 모친으로 원예적 형질이 우수하면서도 PMMoV 저항성을 갖고 있는 Enza Zaden 품종인 'Special', 'Cupra', 'President'를 부친으로 교배하였다. 이 중 CZD 교배 조합의 후대 중 5개체와 'Cupra', 'Special'를 교배한 조합에서 채종을 하였다.

다. 제 3차년도

CMV&Potyvirus 복합저항성 세대 진전(BC₂F₁) : 2차년도에 MAS를 통해 선발한 BC₂F₁ 개체의 과실특성, 특히 과형을 기준으로 선발을 했다. 과형을 정량적으로 측정하기 위해 과실의 길이와 너비를 측정했고, 과실의 길이를 너비로 나눈 비율을 기준으로 선정했다. 길이/너비의 폭이 1에 가까운 과실은 중과형으로, 1.2에 가까운 과실은 중장과형으로, 1.4에 가까운 과실은 장과형으로 구별했다. 또한 과실의 위와 아래의 모양이 너무 움푹 들어가지 않으면서 표면이 고르고, 광택과 색상이 뛰어난 과실을 목측하여 선발 기준으로 삼았다. 2 차년 도에 선발한 150개체 가운데 13개의 개체를 선발했고, 그 중 중과형 4개체, 중장과형 4개체, 장과형 5개체를 선발했다(표 5, 그림 20).

표 5 선발한 BC₁F₁ 개체의 길이 및 너비

개체	길이(cm)	너비(cm)	장/폭	과형
S-145	5.02	4.80	1.05	단과형
S-100	5.51	4.75	1.16	
S-133	5.20	5.01	1.04	
S-30	6.04	5.84	1.04	
S-50	5.79	5.16	1.12	중장과형
S-92	5.17	4.98	1.04	
S-64	6.03	5.28	1.14	
S-102	5.71	4.63	1.23	
S-77	6.05	4.23	1.43	장과형
S-5	6.51	4.55	1.43	
S-8	5.99	4.63	1.29	
S-17	6.24	4.19	1.49	
S-85	6.60	4.94	1.34	



그림 20 BC₂F₁ 집단에서 선발한 중과형(S-145), 중장과형(S-64), 장과형(S-5)의 대표 사진

BC₂F₂ 세대 진전 및 복합저항성 개체 선발 : BC₂F₁ 세대에서 선발한 13개의 개체를 자가교배하여 BC₂F₂ 집단을 작성했다. BC₂F₁에서 선발한 13개체 중 12개체의 후대는 150개의 종자를, 13개체 중 1개체는 종자가 부족해 82개의 종자만으로 구성해 총 1882개체의 집단을 작성했다. CMV, Potyvirus 병저항성 유전형이 모두 이형접합체인 BC₂F₁세대에서 자가교배를 했기 때문에 CMV, Potyvirus의 병 저항성 유전형 분리비는 각각

$Cmr1/Cmr1 : Cmr1/cmr1 : cmr1/cmr1 = 1 : 2 : 1$, $Pvr1^2/Pvr1^2 : Pvr1^2/pvr1^2 : pvr1^2/pvr1^2 = 1 : 2 : 1$ 이 된다. 따라서 1/16의 확률로 $Cmr1/Cmr1$, $pvr1^2/pvr1^2$ 유전형을 가진 개체가 존재한다. 2개의 저항성 유전형이 모두 동형접합체인 개체를 선발하면 고정되어 이후 다량의 병저항성 분자표지 분석을 하지 않아도 자가교배를 통해 받은 후대가 모두 동형접합체 저항성 유전형을 얻을 수 있는 장점이 있다. 따라서 BC₂F₂ 세대에서는 2개의 저항성 유전자가 모두 동형접합체인 개체만을 선발했다. 총 1882개의 개체 가운데 105개의 동형접합체 병 저항성 개체를 선발했다(표 6).

표 6 BC₂F₂ 세대에서 선발한 동형접합체 유전형

개체번호	과실특성	전체 개체수	선발 개체수
78	중과형	150	11
79	중과형	150	9
80	중과형	150	4
81	중과형	150	17
82	중장과형	150	9
83	중장과형	150	12
84	중장과형	150	6
85	중장과형	150	1
86	장과형	82	4
87	장과형	150	6
88	장과형	150	8
89	장과형	150	12
90	장과형	150	6
Total		1882	105

BC₂F₂ 과실 선발 : BC₂F₂ 세대에서 선발된 105개의 병 저항성 개체는 다시 과실 형질에 따라 다시 한 번 선발했다. 선발 기준은 BC₂F₁ 세대의 그것과 동일하다. 또한 과실 특성의 정량적인 분석을 위해 과실의 길이, 과실의 너비, 과실 모양, 과중, 심실수, 꼭지 굵기, 과육 두께를 측정했다(표 7, 그림 21).

표 7 BC₂F₂세대에서 선발한 개체의 과실 특성

BC ₂ F ₁		BC ₂ F ₂	장(cm)	폭(cm)	장/폭	과실 모양	과중(g)	심실 수	꼭지 굵기 (cm)	과육 두께 (cm)
과실 모양	개체 번호	개체 번호								
단과형	78	8478-1	10.34	10.15	1.02	단과형	169.2	4	1.32	0.77
	79	8479-2	12.10	8.09	1.49	장과형	155.8	4	1.31	0.73
	80	8480-3	9.42	9.87	0.95	단과형	174.5	4	1.49	0.82
	81	8481-4	10.39	9.95	1.04	단과형	155.35	4	1.34	0.73
	81	8481-5	11.55	8.51	1.36	장과형	165.4	3	1.35	0.82
중장과형	82	8482-6	11.41	8.73	1.31	장과형	193.7	3	1.28	0.78
	82	8482-7	10.94	10.49	1.04	단과형	188.4	4	1.53	0.82
	83	8483-8	11.55	11.60	1.00	단과형	216	4	1.49	0.72
	84	8484-9	10.20	9.49	1.07	단과형	180.95	4	1.09	0.69
	85	8485-10	10.77	10.02	1.07	단과형	192.45	4	1.68	0.68
장과형	86	8486-11	11.97	9.29	1.29	장과형	152.2	4	1.44	0.88
	87	8487-12	11.94	10.04	1.19	중장과형	186.2	5	0.96	0.65
	88	8488-13	12.06	9.69	1.24	장과형	247.6	4	1.31	0.93
	89	8489-14	8.94	8.12	1.10	중장과형	115.4	4	1.24	0.78
	90	8490-15	10.29	7.81	1.32	장과형	96.7	4	0.91	0.67



그림 21 BC₂F₂ 집단에서 선발한 과실의 형질

라. 제 4차년도

CMV&Potyvirus 복합저항성 세대 진전(BC₂F₃) 및 선발 : 3차년도에 MAS를 통해 선발한 BC₂F₂의 후대인 BC₂F₃세대를 태국에서 선발하여 한 세대를 진전했다. 분자마커 유전형이 고정되었기 때문에 별도의 병 저항성 검정 없이 원예적 형질이 우수한 계통을 선발했다. 농협NH종묘센터 선발한 BC₂F₃의 후대인 BC₂F₄의 일부를 온실에서 재배한 뒤 원예적 형질이 우수한 계통을 선발했고, 동시에 BC₂F₄의 다른 일부 개체로 분자마커 분석과 *in vivo* 병리 검정을 수행하여 병 저항성의 유무와 병 저항성이 고정 되었는지를 다시 한 번 확인했다.

BC₂F₃ 집단 가운데 원예적 형질이 우수한 개체를 선발하기 위하여 각 개체마다 과실의 길이/너비의 비율, 과형, 광택, 색상, 지방실(locule)의 수, pitting 등과 같은 과실의 형질을 관찰했다. 길이/너비의 비율은 0.9-1.2, 과형은 과실의 하부가 둥근(U)모양과 네모진 모양(□)으로, 광택은 강(強)과 중(中)으로, 색상은 적색과 진한 적색으로, 지방실의 수는 3-4로 pitting은 유/무로 표시했다.

총 14계통을 선발했는데, 과형은 둥근 모양이 10계통, 네모진 모양이 4계통이었고, 길이/너비의 비율은 0.9가 1계통, 1.0이 6계통, 1.1이 4계통, 1.2이 3계통이었다(표8, 그림 22). 과실 하부가 너무 각지지 않으면서 비율이 1.0-1.2인 과실을 주로 선발하고자 했다. 과색은 모두 적색으로 과색이 고루 퍼지지만(turning), '9300-5' 개체만은 불균일하고 늦은 과색의 변화를 보였다. '9292-8', '9303-8' 개체는 pitting이 나타났다.

표 8. BC₂F₃ 세대에서 선발한 개체의 과실 형질

개체번호	길이/너비	과형	광택	색상	지방실(locule)	Pitting
9292-8	1	U	중	진한 적색	3-4	O
9293-7	1	□	중	진한 적색	4	X
9294-6	1	U	강	진한 적색	4	X
9295-1	0.9	U	강	적색	4	X
9295-10	1	U	강	적색	4	X
9296-2	1	U	중	적색	4	X
9296-4	1	□	강	적색	3-4	X
9297-7	1.1	U	강	적색	4	X
9298-6	1.1	U	중	적색	3	X
9299-8	1.1	U	강	적색	3	X
9300-5	1.2	□	중	적색	4	X
9301-10	1.1	U	중	적색	4	X
9303-8	1.2	□	중	적색(불균일)	4	O
9304-5	1.2	U	중	적색	3	X

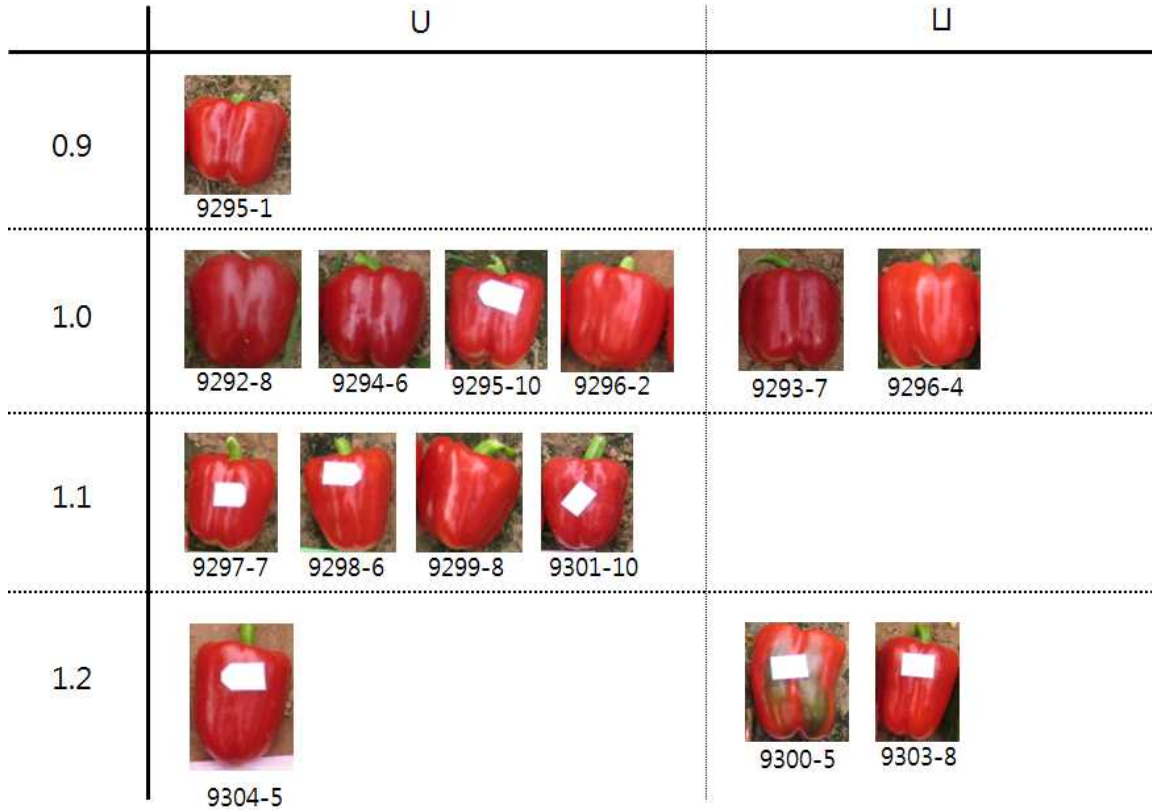


그림 22 BC₂F₃ 세대에서 선발한 개체의 과형과 길이/너비의 비율

BC₂F₄ 세대의 저항성 분자표지 검정 및 *in vivo* 병리검정 : BC₂F₄ 세대의 병 저항성이 고정됨을 확인하기 위하여 두 가지 병 저항성 연관 분자마커를 이용해 유전형을 분석했다. *Cmr1* 연관 분자마커인 240H02SP6와 *pvr1*² 연관 분자마커인 Pvr1-S를 사용하여 HRM 방법으로 유전형을 분석했다. CMV/Potyvirus 저항성 계통 가운데 Potyvirus 저항성 연관 분자마커는 *pvr1*²의 유전자서열을 바탕으로 디자인했기 때문에 유전형과 표현형이 동일하겠지만(0cM), *Cmr1* 저항성 연관 분자마커는 저항성 유전자로부터 약 1cM 유전적 거리에 위치하기 때문에 유전형과 표현형이 다르게 나타날 가능성이 있다. 따라서 CMV_{FNY}로 접종하여, 각 계통의 CMV 저항성 표현형을 분석했다(그림 23).



Jeju | 육성 계통의 후대 집단
(이병성 대조군)

그림 23 CMV *in vivo* 병리 검정 예시

각 개체에서 gDNA를 추출해 *Cmr1*, *pvr1*² 저항성 유전형은 240H02SP6와 Pvr1-S 분자표지로 각각 분석했고, CMV를 접종하여 *in vivo* 병리 검정을 수행했다. 14계통에서 *Cmr1*, *pvr1*² 유전자의 유전형이 모두 고정되었음을 확인할 수 있었고, CMV를 접종했을 때에도 모든 계통이 유전형 결과와 동일하게 저항성으로 나타나 저항성이 고정되었음을 다시 한 번 확인할 수 있었다(표 9).

표 9 BC₂F₄ 세대의 계통 별 CMV/Potyvirus 저항성 유전형 분석 결과 및 CMV *in vivo* 병리 검정 결과(R:저항성 동형접합 유전형, H:이형접합 유전형, S:이병성 동형접합 유전형)

B.N	교배 번호	검정 개체수	BC ₂ F ₂	BC ₂ F ₄ CMV			BC ₂ F ₄ Poty			BC ₂ F ₄ CMV	
			유전형	분자표지 검정			분자표지 검정			<i>in vivo</i> 병리 검정	
			CMV/Poty	R	H	S	R	H	S	저항성	이병성
8226	9292-8	7	RR / RR	7	0	0	7	0	0	7	0
8227	9293-7	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8228	9294-6	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8229	9295-1	9	RR / RR	9	0	0	9	0	0	9	0
8230	9295-10	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8231	9296-2	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8232	9296-4	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8233	9297-7	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8234	9298-6	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8235	9299-8	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8236	9300-5	9	RR / RR	9	0	0	9	0	0	9	0
8237	9301-10	9	RR / RR	9	0	0	9	0	0	9	0
8238	9303-8	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
8239	9304-5	10	RR / RR	10	0	0	10	0	0	10	0
Total		134									

CMV&Potyvirus 복합저항성 세대 진전(BC₂F₄) 및 선발 : BC₂F₄ 세대에서 *in vivo* 병리 검정을 수행하는 동시에, 포장에서 원예적 형질이 우수한 개체를 선발하였다. BC₂F₄ 세대와 같이 6개의 형질을 조사하여 총 11 개체를 선발했다(표 10, 그림 24). 길이/너비의 비율이 0.9, 1.0, 1.1인 5, 3, 3 개체를 선발했고, 과실 하부가 둥근(U) 과실을 주로 선발했다. 광택은 대부분 중간 정도이지만, ‘8227-5’는 광택이 강했고 ‘8228-1’, ‘8234-1’, ‘8239-2’의 광택은 약했다. 색상은 모두 적색이었지만, ‘8227-5’, ‘8234-1’, ‘8239-2’ 개체의 과색은 보다 짙은 적색이었다. 지방실은 주로 4개였지만, ‘8239-2’ 개체에는 지방실이 3개인 과실도 있었다. pitting은 ‘8227-5’, ‘8228-1’, ‘8231-2’, ‘8232-7’, ‘8237-4’ 개체에서 볼 수 있었다.

표 10 BC₂F₄ 세대에서 선발한 개체의 과실 형질

B.N.	길이/너비	과형	광택	색상	지방실(locule)	Pitting
8226-5	1	U	중	적색	4	X
8227-5	1.1	U	강	짙은 적색	4	O
8228-1	0.9	U	약	적색	4	O
8229-4	0.9	U	중	적색	4	X
8231-2	0.9	U	중	적색	4	O
8232-7	1	U	중	적색	4	O
8234-1	0.9	U	약	짙은 적색	4	X
8236-1	0.9	U	중	적색	4	X
8237-4	1.1	U	중	적색	4	O
8238-8	1.1	U	중	적색	4	X
8239-2	1	U	약	짙은 적색	3-4	X

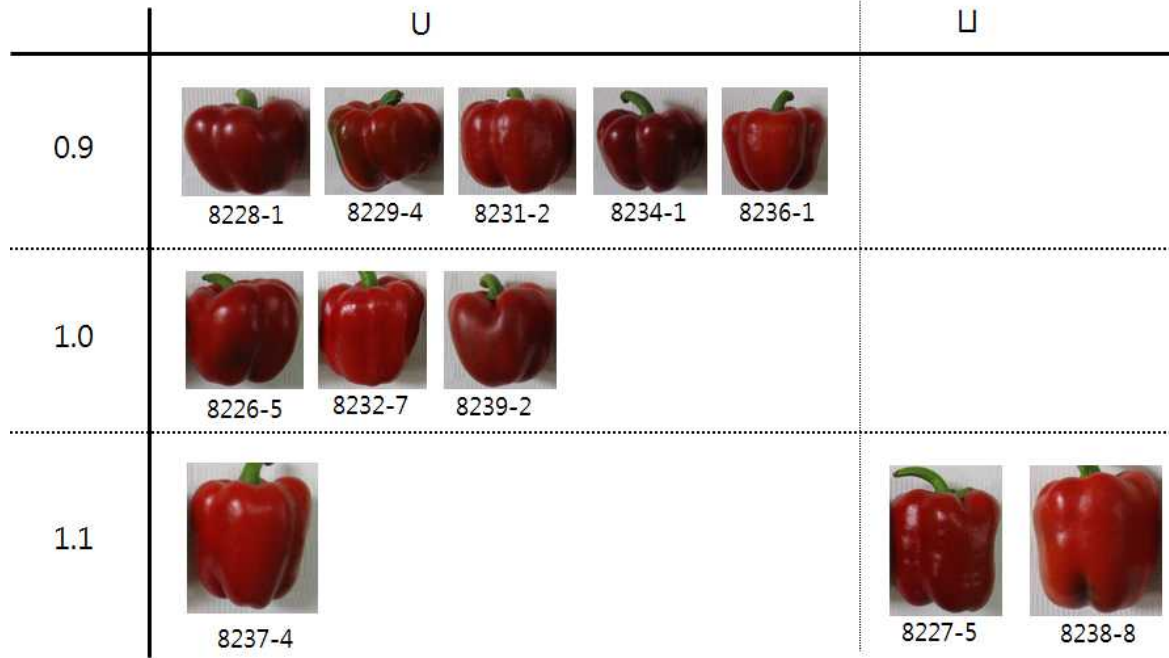


그림 24 BC₂F₄ 세대에서 선발한 개체의 과형과 길이/너비의 비율

마. 제 5차년도

CMV&Potyvirus 복합저항성 세대 진전(BC₂F₅) 및 선발 : 4차년도에 MAS를 통해 선발한 BC₂F₄ 계통을 자가교배하여 BC₂F₅ 후대집단을 작성하고 태국에서 선발하여 한 세대를 진전했다. *Cmr1*, *pvr1*² 저항성 유전자의 유전형이 고정되었기 때문에 별도의 분자표지 분석 및 *in vivo* 병리 검정 없이 원예적 형질이 우수한 23 계통을 선발했다(표 11, 그림 25). 길이/너비의 비율이 1.0 ~ 1.1, 1.2 ~ 1.3, 1.4 ~ 1.6인 계통을 각각 7, 11, 5 계통을 선발했다. 과실 하부가 둥근 계통은 17계통, 과실 하부가 각진 계통은 6 계통이다. 광택은 23개의 계통이 모두 중간 정도이고, 색상은 모두 적색이다. 다만 5 계통의 색상이 다소 불균일하다. 지방실은 모두 3-4개이고, 9계통에서 pitting이 발견되었다.

표 11 BC₂F₅ 세대에서 선발한 개체의 과형과 길이/너비의 비율

B.N	길이/너비	과형	광택	색상	자방실(locule)	Pitting
8792	1.1	U	중	적색(불균일)	4	x
8793	1.4	U	중	적색	4	x
8794	1.2	U	중	적색(불균일)	4	x
8795	1.3	U	중	적색(불균일)	4	x
8796	1.4	U	중	적색(불균일)	3	x
8797	1.2	U	중	적색	4	x
8799	1.2	U	중	적색(불균일)	4	O
8802	1.4	U	중	적색	4	x
9165	1.1	U	중	적색	4	O
9166	1.1	U	중	적색	4	O
9167	1.1	U	중	적색	3	O
9168	1.1	U	중	적색	4	x
9169	1.2	U	중	적색	4	O
9170	1.1	U	중	적색	4	x
9171	1.3	U	중	적색	3	O
9172	1.2	U	중	적색	3	x
9174	1.2	U	중	적색	4	x
9175	1.0	U	중	적색	4	x
9176	1.6	U	중	적색	4	O
9177	1.2	U	중	적색	4	O
9179	1.4	U	중	적색	4	x
9180	1.2	U	중	적색	4	x
9181	1.2	U	중	적색	4	O
























	U	U
1.0	 9175-3B	
1.1	 8792-10	 8797-3
	 9165-2B	 8799-6
	 9166-5	
	 9167-1	
	 9168-3B	
	 9170-1	
1.2	 8794-9	 9169-1
	 9172-2B	 9180-2B
	 9174-5	 9181-2B
	 9177-3B	
1.3	 8795-8	
	 9171-2B	
1.4	 8793-2	
	 8796-3	
	 8802-2	
	 9179-3	
1.6	 9176-2B	

그림 25 BC₂F₅ 세대에서 선발한 개체의 과형과 길이/너비의 비율

CMV&Potyvirus 복합저항성 세대 진전(BC₂F₆) 및 선발 : BC₂F₅ 세대에서 선발한 계통을 자가교배하여 BC₂F₆ 세대를 작성했다. 마지막으로 CMV 및 Potyvirus 저항성이 고정되었는지 확인하기 위하여 각 계통 별로 5개체를 선발하여 CMV 및 Potyvirus 저항성 분자표지인 240H02SP6와 Pvr1-S를 이용하여 유전형을 분석했다. 모든 개체가 CMV 및 Potyvirus 저항성 유전형이 저항성 동형접합체로 나타나 모든 계통의 저항성이 고정되었음을 확인했다(표 12).

표 12 BC₂F₆의 CMV 및 Potyvirus 저항성 유전형 분석

B.N	검정 개체수	BC ₂ F ₆ 유전형		B.N	검정 개체수	BC ₂ F ₆ 유전형	
		CMV (<i>Cmr1</i>)	Potyvirus (<i>pvr12</i>)			CMV (<i>Cmr1</i>)	Potyvirus (<i>pvr12</i>)
8118	5	R	R	8367	5	R	R
8119	5	R	R	8368	5	R	R
8120	5	R	R	8369	5	R	R
8121	5	R	R	8370	5	R	R
8122	5	R	R	8371	5	R	R
8123	5	R	R	8372	5	R	R
8124	5	R	R	8373	5	R	R
8125	5	R	R	8374	5	R	R
8126	5	R	R	8375	5	R	R
8364	5	R	R	8376	5	R	R
8365	5	R	R	8377	5	R	R
8366	5	R	R	Total	115		

병 저항성이 고정된 것을 확인한 23계통의 초기 착과, 중기 착과, 과형, 초세, 초장으로 5가지의 생육 특성을 조사했다(표 13). 초기 착과는 거의 모든 계통이 균일하게 되었지만, 8367, 8375 2개 계통은 다소 착과가 약했다. 중기 착과에서는 계통마다 다양했는데, 8118, 8119, 8120, 8126, 8365, 8366, 8368, 8372, 8376 이렇게 9계통만이 균일하게 착과되는 것을 확인했다. 과형은 모두 중급(中級) 이상인데, 특히 8120, 8126, 8364, 8366, 8367, 8368, 8369, 8370, 8374, 8375, 8376, 8377 이렇게 12계통은 상급(上級)이다. 초세는 모든 계통이 중급 이상이지만, 8120, 8124, 8364, 8375는 상급으로 초세가 좋았고, 특히 8120은 다른 계통에 비해 월등하게 초세가 좋았다. 초장은 짧은 계통이 12계통, 중간이 3계통, 긴 계통이 9계통이다.

표 13. BC₂F₆의 생육 특성

B.N.	초기 착과	중기 착과	과형	초세	초장	품종출원
8118	균일	균일	중상	중	단	-
8119	균일	균일	중	중	장	-
8120	균일	균일	상	특상	단	0
8121	균일	다소 약세	중	중	단	-
8122	균일	약세	중	중	단	-
8123	균일	약세	중	중	중	-
8124	균일	약세	중	상	장	-
8125	균일	다소 약세	상	중상	단	-
8126	균일	균일	상	중상	장	0
8364	균일	다소 약세	상	상	단	-
8365	약세	균일	중	중	단	-
8366	균일	균일	상	중	단	-
8367	다소 약세	다소 약세	상	중	단	-
8368	균일	균일	상	중	단	-
8369	균일	다소 약세	상	중	단	-
8370	균일	다소 약세	상	중	단	-
8371	균일	다소 약세	중	중	중	-
8372	균일	균일	중	중	장	-
8373	균일	다소 약세	중	중	장	-
8374	균일	다소 약세	상	중	장	-
8375	다소 약세	다소 약세	상	상	장	-
8376	균일	균일	상	중상	중	-
8377	균일	다소 약세	상	중상	장	-

계통의 선발 기준은 착과(균일함) > 초세 > 과형이다. 그 이유는 착과가 균일하지 않으면 1년 생산량이 균일하지 않게 되어 수량의 감소로 이어지기 때문에 가장 중요하게 생각했다. 그 다음으로 초세는 식물체의 활력과 관계가 있기 때문에, 초세가 약하면 역시 수량의 감소로 이어지기 때문이다. 다음으로 과형을 선택한 것은 일정 수준 이상의 과형이 나오지 않는다면 시장성이 떨어지기 때문이다. 단지 지금 선발한 것은 F₁ 품종이 아닌 계통이기 때문에 과형이 비교적 균일하게 나타난 계통을 선발하고자 했다. 이러한 기준에 따라 8120, 8126, 8372, 8376 이렇게 4 계통을 선발했다.

8120의 과실 형질은 단과형, 둥근 과실 하부 모양, 광택은 중급, 색상은 적색, 자방실 4개, pitting이 없다. 8126의 과실 형질은 장과형, 각진 과실 하부 모양, 광택은 중급, 색상은 적색, 자방실은 4개, pitting이 발생하지 않았다. 8372의 과실 형질은 단과형, 둥근 과실 하부 모양, 광택은 중상급, 색상은 적색, 자방실이 4개, pitting은 없다. 8376의 과실 형질은 중과형, 둥근 과실 하부 모양, 광택은 중상급, 색상은 적색, 자방실은 4개, pitting은 없다(표 14, 그림 26). 이 가운데 과형, 초장이 상이한 2계통인 8120, 8126을 선발하여 품종 등록했다.

그림 26 선발한 BC₂F₆ 4 계통의 과실 사진

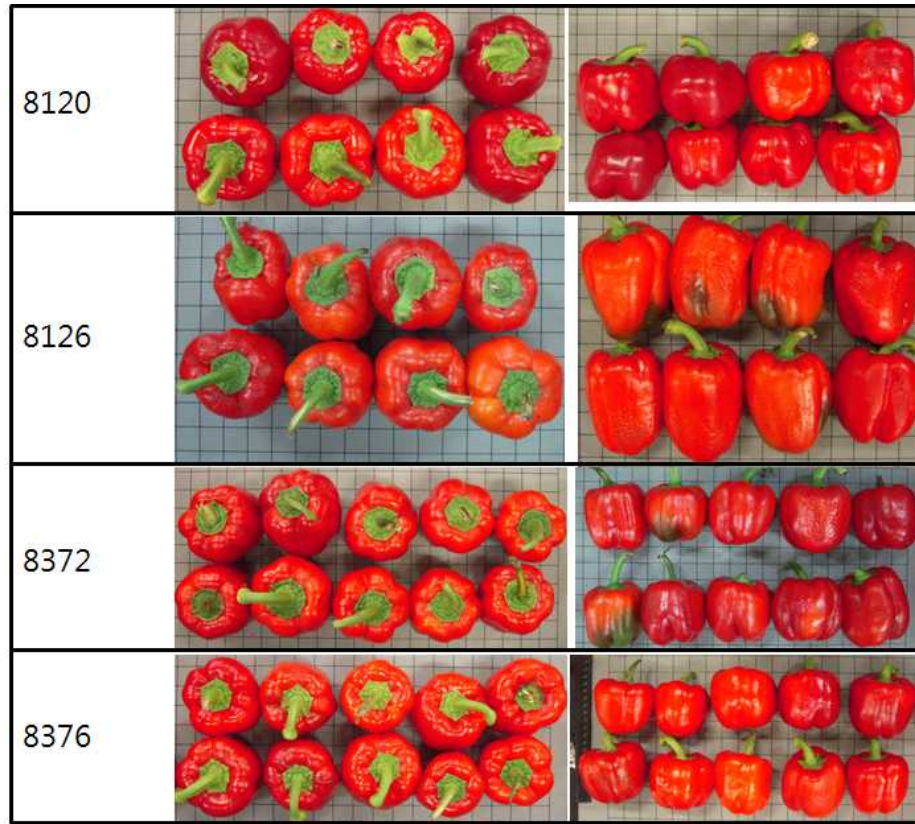


표 14 선발한 BC₂F₆ 4 계통의 과실 형질

B.N	길이	직경	길이 / 직경	과끝의 모양	광택	색상	자방실 (locule)	Pitting
8120	6.3cm	7.1cm	0.89	U	중	적색	4	x
8126	9.4cm	5.9cm	1.59		중	적색	4	x
8372	7.5cm	8.3cm	0.90	U	중상	적색	4	x
8376	7.6cm	6.9cm	1.10	U	중상	적색	4	x

3. 분자표지를 이용한 타세부과제 계통 선발 지원

가. 제 1차년도

TSWV 저항성 분자표지 분석 지원 : 제 1-2 세부과제에서는 TSWV 저항성 계통을 만들기 위하여 총 8개의 교배 조합을 작성하였다. Zeraim Gedera의 저항성 품종을 육종 재료로 사용한 계통과 Boogie, Derby, President, Cupra를 교배하여 4개의 집단을 육성하였다. 또한 Enza zaden의 품종을 저항성 재료하여 Helsinky, Fiero, Jirisan, Special와 교배하여 4개의 집단을 육성하였다. Zeraim Gedera의 교배 조합별집단에서 50~100개 개체를 임의 선발하여 gDNA를 뽑아 분자 표지 SCAR568로 유전자형을 검정했다.

Zeraim Gedera의 품종을 육종 재료로 사용한 4개의 교배 조합을 분자표지로 검정하여 저항성으로 판별된 것을 개체를 선발하였다. Boogie X Zeraim TSWV에서는 저항성이 53개체, 이병성이 39개체로, Cupra X Zeraim TSWV에서는 저항성이 35개체, 이병성이 58개체로 판별되었다. Derby X Zeaim TSWV에서는 저항성이 33개체, 이병성이 39개체로, President X Zeraim TSWV는 저항성이 31개체, 이병성이 35개체로 판별되었다(표 15). 저항성 개체는 선발하여 제 1-1 세부과제에 제공했다.

PMMoV 저항성 분자표지 분석 지원 : PMMoV 저항성 육종 계통을 분자 표지인 22 T7 RT를 이용하여 유전자형을 검정하고, 동시에 PMMoV P1.2 strain을 접종하여 병리학적 검정도 수행하여 저항성 계통을 선발하였다. 육종 계통은 Special, Cupra, Debla, Mirage, 9253, Fiesta, Maserati, Jirisan, Helsinky, President, Boogie, Valentine을 육종 재료로 사용하였다. 각 계통별로 어린 잎 1~2장을 채취하여 chloroform:isoamyl alcohol(= 24:1)으로 gDNA를 뽑아 22 T7 RT 분자 표지로 유전자형을 확인하고, 과민반응의 유무로 표현형을 확인하였다.

12개의 품종을 육종 재료로 사용한 계통 가운데 Cupra, Special, Fiesta, Maserati, Delba, Mirage, 9253를 재료로 한 계통에서는 PMMoV 저항성 분자 표지 22 T7 RT를 통한 유전자형과 PMMoV P1.2 strain을 접종한 표현형이 유사하게 공동분리 되었다. Jirisa, Helsinky, Boogie, President, Valentine를 재료로 한 계통에서는 22 T7 RT 분자 표지로 검정은 가능하지만, 표현형과의 공동 분리는 확인하지 못했다(표 15).

Potyvirus 저항성 분자표지 분석 지원 : 9개의 시판 품종을 재료로 이용하여 *pvr1*² 유전자를 가진 계통을 선발하였다. 각 계통에서 potyvirus 저항성 유전자의 유무를 판단하기 위해 Pvr1-S 분자 표지로 검정하였다. 계통마다 5개 개체를 임의로 선택하여 gDNA를 뽑은 뒤, Pvr1-S 분자 표지로 유전자형을 확인하였다.

29개의 품종 가운데 이형접합체로 저항성 유전자를 가지고 있는 품종은 9개로 (Jirisan, President, Baltasar, Dalias, Fortunato, Gandal, Jairan, Telmo, Rialto)였으며, 동형접합체로 저항성 유전자를 갖고 있는 품종은 (MBR775, MBY989, MBO008)이었다(표 15). 하지만 이들 동형접합체로 저항성 유전자를 갖고 있는

품종들은 미니파프리카 계통이기 때문에 blocky한 파프리카의 육종에는 사용할 수 없다. 따라서 blocky 형태이면서 Potyvirus 저항성 유전자인 *pvr1²*를 갖고 있는 dempsey를 potyvirus 저항성 유전자 공여친(Donor)으로 선발하여 파프리카의 육종에 사용할 것이다.

표 15. PMMoV, TSWV, Potyvirus 저항성 분자 표지를 이용한 품종의 저항성 검정(1차년도)

Serial Number	Cultivar	Company	Fruit color	Fruit shape	TMV resistance		TSWV resistance		Potyvirus resistance <i>pvr1</i> marker
					L allele	L marker	Resistance	TSWV marker	
301	Cupra	Enza	Red	Blocky	L3	개발	S		S
302	Special	Enza	Red	Blocky	L4	개발	S		S
303	Ferrari	Enza	Red	Blocky					S
304	Debla	Rijk	Red	Blocky	L4	개발			S
305	Plenty	DeRuiter	Red	Blocky			S		S
306	Derby	DeRuiter	Yellow	Blocky					S
307	Fiesta	Enza	Yellow	Blocky	L3	개발			S
308	Maserati	Enza	Yellow	Blocky	L3	개발			S
309	Jirisan	Rijk	Yellow	Blocky					H
310	Helsinky	Rijk	Yellow	Blocky	-	개발			S
311	Fiero	Syngenta	Yellow	Blocky					S
312	President	Enza	Orange	Blocky	L4	개발			H
313	Boogie	Rijk	Orange	Blocky					S
314	Baltasar	Zeraim	Red	Blocky			R		H
315	Dalias	Zeraim	Red	Blocky			R		H
316	Fortunato	Zeraim	Red	Blocky			R		H
317	Gandal	Enza	Red	Blocky			R	개발	H
318	Jairan	Enza	Red	Blocky			R	개발	H
319	Telmo	Enza	Red	Blocky			R	개발	H
320	Rialto	Zeraim	Yellow	Blocky					H
321	Luciana	Zeraim	Orange	Blocky			S		S
322	MBR775	Seminis	Red	Mini			S		R
323	MBY989	Seminis	Yellow	Mini			S		R
324	MBO008	Seminis	Orange	Mini			S		R
325	Hivita Y	Seminis	Red	Mini					S
326	Hivita R	Seminis	Yellow	Mini					S
327	Hivita O	Seminis	Orange	Mini					S
330	SVY 005		Yellow	Mini					S
331	SVY 036		Orange	Mini					S

나. 제 2차년도

PMMoV 저항성 분자표지 분석 지원 : 유전형을 분석할 때는 CAPS 분석을 수행하였다. 087H03T7F, 087H03T7R 프라이머 세트와 함께 35 cycle동안 PCR을 한 다음 SspI 제한 효소로 3시간 동안 절단한 뒤 EtBr로 염색된 agarose gel에서 band를 확인하였다. 동형접합체 저항성 유전형은 420bp band로 나타나고, 동형접합체 이병성 유전형은 280bp와 140bp band로 나타났다. 분자표지로 검정한 개체들은 35개의 원품종 및 육종 계통에서 유래한 38개의 집단으로 총 344 개체의 유전형을 분석했다.

38개의 집단 가운데 'Special', 'Cupra', 'Maserati', 'Fiesta', 'President', 'Telmo', 'Derby', 'Baltasar', 'Dalias', 'Fortunato', 'Rialto', 'Jirisan', 'Helsinky', 'Glory yellow', 'Safrano', '이형', 'B-R-2' 등의 원품종 및 육종 계통에서 분리된 19개의 집단에서는 집단의 개체 사이에서 분자표지의 유전형이 분리되었다. 분리된 집단의 개체를 포함하여

총 344개체 중 143개체는 분자표지의 유전형이 동형접합체 저항성으로 나타나 저항성이 고정되었음을 확인할 수 있었다(표 16).

표 16. 타 세부과제 PMMoV 저항성 연관 분자표지 유전형 분석.

육종 회사	원품종	세대	유전형	검정 시료수	선발
Enza	Special	F ₅	분리	18	9
		F ₄	R	4	4
	Cupra	F ₅	분리	9	4
	Maserati	F ₅	분리	9	7
	Fiesta	F ₅	분리	25	22
	President	F ₅	분리	12	4
	Telmo	F ₃	분리	2	0
Deruiter	Jairan	F ₃	R	2	-
		F ₅	R	10	10
	Derby	F ₄	분리	22	11
		F ₄	R	30	-
Zeraim	Mirage	F ₅	R	16	-
	Baltasar	F ₃	분리	3	1
	Dalias	F ₃	분리	6	1
	Fortunato	F ₃	분리	8	0
Rijk	Rialto	F ₂	분리	2	0
	Jirisan	F ₅	분리	22	9
		F ₅	분리	22	6
기타	Helsinki	F ₄	R	8	8
	Boogie	F ₅	R	14	14
	Valentine	F ₅	R	28	28
	Easy	F ₂	R	5	-
	Applause	F ₂	R	2	-
	Glory red	F ₂	S	4	-
	Glory yellow	F ₂	분리	2	0
	Glory orange	F ₂	R	3	-
	Safrano	F ₂	분리	3	1
	Spider	F ₂	R	2	-
	이형	F ₂	분리	3	0
	글루비	F ₂	R	3	-
	9181	F ₂	R	3	-
	9253	F ₅	R	4	-
	파 - 577	-	S	2	-
	파 - 461	-	S	2	-
	B-R-1	F ₆	R	9	-
	B-R-2	F ₆	분리	12	4
	B-O-1	F ₆	R	10	-
	B-Y-1	F ₆	R	3	-
Valentine	F ₅	R	28	28	
Easy	F ₂	R	5	-	

Applause	F ₂	R	2	-	
Glory red	F ₂	S	4	-	
Glory yellow	F ₂	분리	2	0	
Glory orange	F ₂	R	3	-	
Safrano	F ₂	분리	3	1	
Spider	F ₂	R	2	-	
이형	F ₂	분리	3	0	
글루비	F ₂	R	3	-	
9181	F ₂	R	3	-	
9253	F ₅	R	4	-	
파 - 577	-	S	2	-	
파 - 461	-	S	2	-	
B-R-1	F ₆	R	9	-	
B-R-2	F ₆	분리	12	4	
B-O-1	F ₆	R	10	-	
B-Y-1	F ₆	R	3	-	
Total	35	38	-	344	143

TSWV 저항성 분자표지 분석 지원 : 제1-1 세부과제에서 육성중인 TSWV 저항성 육종 계통 29개의 후대의 분자표지 검정을 지원했다. 각 계통의 후대마다 48개체로 총 1392개체의 TSWV 저항성 유전형을 분석했다. 29개의 계통에서 얻은 후대를 분석한 결과 4개 계통의 후대는 모두 동형집합체 저항성 유전형으로 나타났고, 7개 계통의 후대에서는 모두 동형집합체 이병성 유전형으로 나타났으며, 나머지 18개 계통의 후대에서는 유전형이 분리되었다(표 17).

표 17. 각 TSWV 저항성 계통 후대의 유전형 분석

계통번호	후대의 유전형	계통번호	후대의 유전형
210	분리	8319	R
211	분리	8320	분리
212	분리	8321	분리
213	분리	8322	R
214	분리	8323	S
215	분리	8324	S
216	분리	8325	S
217	분리	8326	S
218	분리	8327	분리
219	분리	8328	R
220	분리	8329	분리
8315	R	8330	분리
8316	분리	8331	S
8317	분리	8332	S
8318	S		

세균성 점무늬병 파프리카 육종 소재의 탐색 : Hazera 종묘 회사 품종 및 육종 계통 3 계체와 Enza zaden 종묘 회사의 8 품종, Deruiter 종묘 회사의 2 품종, Zeraim gedera 종묘 회사의 5 품종, syngenta 종묘 회사의 1 품종, Seminis 종묘 회사의 6 품종, Rijk 종묘 회사의 4 품종을 사용하였다. 분자표지의 유전형을 분석할 때 저항성 대조군으로는 ECW20R을 감수성 대조군으로는 ECW를 사용하였다. 29개의 육종 소재 중에서는 Hazera 종묘 회사의 품종인 ZIN과 육종 계통인 SP26, 2535에서만 이형접합체 저항성의 유전형을 갖고 있는 것으로 나타났으며, 나머지 26개의 육종 소재에서는 동형접합체 이병성의 유전형을 갖고 있는 것으로 분석되었다.

다. 제 3차년도

PMMoV 저항성 분자표지 분석 지원 : 타 세부과제에서 받은 55계통의 PMMoV 저항성을 분석하기 위해 그 후대의 종자를 받아 계통별로 10~20개의 종자를 파종하고, 각 계통별로 20개 이하의 개체로부터 gDNA를 추출한 뒤 L4segF&R 분자표지로 유전형을 분석했다.

대조군으로 사용한 Special F₂의 melting peak와 같은 그룹과 다른 그룹으로 나뉘었다. 55 계통 가운데 대조군과 다른 melting peak를 보이는 그룹은 29개의 계통으로 대조군과 비교가 불가능하기 때문에 PMMoV의 저항성을 분석할 수 없었다. 그러나 26개의 계통의 후대 집단은 대조군과 같은 melting peak를 보여 PMMoV 저항성을 분석할 수 있었다. L4segF&R 마커는 L⁴ 대립유전자만을 대상으로 하기 때문에 분석 결과는 L⁴, Lu(unknown; L⁰, L¹, L², L³)으로 구별해 유전형을 정리했다.

L⁴ 대립유전자를 보유하고 있는 계통은 총 7개이다. 이중 4계통은 이형접합체 유전형이고, 나머지 3계통은 동형접합체 유전형이다. 이형접합체 유전형인 계통은 B-R-2에서 유래한 4개 계통이고, 동형접합체 유전형은 Rialto, Glory yellow, Paramo에서 유래한 3 계통이다(표 18).

표 18 PMMoV 분자표지 검정 결과

B. I.	원계통	분석 수	후대의 유전형			유전형
			L^4/L^4	L^4/L^u	L^u/L^u	
1	B-R-2	3	1	2	-	L^4/L^u
2	B-R-2	18	-	-	18	L^u/L^u
3	B-R-2	12	2	8	2	L^4/L^u
4	B-R-2	11	-	11	-	L^4/L^u
5	B-R-2	15	3	12	-	L^4/L^u
6	CPR(L3/L3)	13	-	-	13	L^u/L^u
11	HSK(RR, ms)	4	-	-	4	L^u/L^u
12	HSK(RR, ms)	2	-	-	2	L^u/L^u
13	HSK(RR, ms)	6	-	-	6	L^u/L^u
14	HSK(RR, ms)	12	-	-	12	L^u/L^u
15	PRSDT(L3/L3)	5	-	-	5	L^u/L^u
16	PRSDT(L3/L3)	3	-	-	3	L^u/L^u
17	PRSDT(L3/L3)	8	-	-	8	L^u/L^u
18	Dalias(ZERAIM)	16	-	-	16	L^u/L^u
21	이형F2	6	-	-	6	L^u/L^u
22	이형F2	20	-	-	20	L^u/L^u
23	9181	13	-	-	13	L^u/L^u
24	9181	13	-	-	13	L^u/L^u
25	Rialto	15	15	-	-	L^4/L^4
26	Glory yellow	12	12	-	-	L^4/L^4
41	BO35	17	-	-	17	L^u/L^u
43	Paramo	17	17	-	-	L^4/L^4
44	미상	17	-	-	17	L^u/L^u
47	Dalias(ZERAIM)	19	-	-	19	L^u/L^u
48	Dalias(ZERAIM)	12	-	-	12	L^u/L^u
49	Dalias(ZERAIM)	17	-	-	17	L^u/L^u
Total		321	50	48	223	

TSWV 저항성 분자표지 분석 지원 : 타 세부과제에서 받은 27계통 가운데 15계통은 전년도 분자표지 분석을 통해 유전형이 저항성 동형접합체라는 것이 판명되어, 계통별로 5개체를 선발해 분자표지 분석을 수행했다. 반면 12계통은 전년도 분자표지 분석 결과 유전형이 저항성 이형접합체로 판명되었기에 후대 집단에는 저항성의 유전형이 분리될 것이라 예상되어 후대 집단 전 개체에서 잎 조직을 채취하여 분자표지 분석을 수행했다.

유전형을 분석할 때는 SCAC568 HRM 분자표지로 분석했다. 27계통 가운데 TSWV 저항성의 유전형이 저항성 동형접합체인 15계통에서 유래한 후대집단의 유전형은 각 계통 별로 5개를 대표로 선발해 분석했다. 15계통 가운데 14계통의 후대는 모두 저항성 동형접합체였지만, 72번 계통은 이형접합체로 분석되었다(표 19). 27계통 가운데 TSWV 저항성이 이형접합체인 12계통에서 유래한 후대집단은 전 개체를 분석했다. 저항성 동형접합체 : 이형접합체 : 이병성 동형접합체가 290 : 651 : 327로 분리되었다(표 30).

표 19 전세대의 유전형이 TSWV 저항성 동형접합체 계통 후대의 분자표지 분석 결과

B.I.	유전형	분석 수	후대의 TSWV 저항성 유전형			비고
			R	H	S	
51	R	5	5	-	-	고정
56	R	5	5	-	-	고정
57	R	5	5	-	-	고정
61	R	5	5	-	-	고정
62	R	5	5	-	-	고정
63	R	5	5	-	-	고정
64	R	5	5	-	-	고정
65	R	5	5	-	-	고정
66	R	5	5	-	-	고정
68	R	5	5	-	-	고정
69	R	5	5	-	-	고정
72	R	5	1	2	2	분리
73	R	5	5	-	-	고정
75	R	5	5	-	-	고정
76	R	5	5	-	-	고정
Total		75	71	2	2	

표 20 전세대의 유전형이 TSWV 저항성 이형접합체 계통 후대의 분자표지 분석 결과

B.I.	유전형	분석 수	후대의 TSWV 저항성 유전형		
			R	H	S
52	H	49	6	27	16
53	H	122	21	67	34
54	H	140	26	77	37
55	H	73	11	48	14
58	H	125	55	59	11
59	H	150	42	67	41
60	H	137	38	65	34
67	H	19	-	10	9
70	H	143	32	70	41
71	H	124	26	65	33
74	H	38	6	18	14
77	H	148	27	78	43
Total		1268	290	651	327

라. 제 4차년도

TSWV 저항성 분자표지 분석 지원 : 제 1-1 세부과제 F₄ 세대 44 계통의 후대인 F₅ 세대의 유전형 SCAC568 분자마커를 이용해 HRM 방법으로 분석하고, 유전형을 고정시킨 계통들이 실제로 저항성을 갖고 있는지 확인하기 위하여 *in vivo* 병리 검정을 수행했다(그림 27). F₄ 세대에서 계통마다 10개체의 유전형과 TSWV 저항성 표현형을 분석했다.



그림 27 TSWV *in vivo* 병리 검정 예시(이병성 개체는 빨간 원으로 표시함)

종래에 육성하던 44개의 TSWV 저항성 계통 가운데 38계통에서만 발아하여 이들 계통의 후대의 분자마커 유전형을 분석했다(표 21). 35계통은 그 후대가 모두 저항성 동형접합체로 나타나 저항성 유전형이 고정됨을 확인했다. 그러나 8213, 8217 계통은 그 후대의 유전형이 분리되었고, 8210 계통의 후대는 모두 이병성 동형접합체로 나타나 이병성 유전형이 고정된 것으로 보인다. 8210, 8211 계통을 제외한 나머지 36계통의 후대의 *in vivo* 병리 검정을 수행했다. 32계통의 모든 후대는 저항성으로 나타났지만, 8189(2), 8202, 8213, 8217 4가지 계통의 후대에서는 저항성이 분리가 되었다. 8217 계통의 경우 유전형이 분리되었고, 표현형과 유전형이 공동분리(co-segregation)되는 점으로 미루어 볼 때, 아직 유전형과 표현형이 고정되지 않은 것으로 보인다. 하지만 8189(2), 8202, 8213 계통은 유전형은 고정되었지만, 표현형이 분리되는 것으로 보아 분자마커와 Tsw 저항성 유전자 사이에 recombination이 발생한 것으로 보인다. 총 593개체 가운데 5개가 recombinant로 분석되었다.

표 21 TSWV 저항성 계통 F₅ 세대의 SCAC568 분자마커 유전형 및 *in vivo* 병리 검정 결과

B.N.	개체수	유전형 분석	병리 검정	B.N.	개체수	유전형 분석	병리 검정
8182	10	RR	저항성	8205	10	RR	저항성
8183	10	RR	저항성	8206	10	RR	저항성
8184	4	RR	저항성	8207	10	RR	저항성
8185	9	RR	저항성	8208	10	RR	저항성
8186	9	RR	저항성	8209	7	RR	저항성
8187	7	RR	저항성	8210	132	SS	-
8188	10	RR	저항성	8211	128	분리	-
8189	4	RR	저항성	8213	10	RR	분리
8189(2)	8	RR	분리	8214	6	RR	저항성
8190	9	RR	저항성	8215	6	RR	저항성
8191	9	RR	저항성	8216	8	RR	저항성
8192	10	RR	저항성	8217	7	분리	분리
8193	10	RR	저항성	8218	10	RR	저항성
8194	9	RR	저항성	8219	10	RR	저항성
8195	9	RR	저항성	8220	5	RR	저항성
8196	10	RR	저항성	8221	10	RR	저항성
8197	9	RR	저항성	8222	9	RR	저항성
8199	9	RR	저항성	8223	10	RR	저항성
8202	10	RR	분리	8224	7	RR	저항성
8203	6	RR	저항성	8225	8	RR	저항성
8204	9	RR	저항성	Total	5 recombinants / 593		

종래에 육성하던 TSWV 저항성 계통 이외에도 신규 계통의 유전형도 분석했다. ZERAIM 사의 Baltasar, Fortunato, Rialto 상용 품종에서 유래한 23계통과 68계통의 약배양 계통의 10개체의 유전형을 분석하고자 했다. 이들 계통의 유전형 역시 SCAC568 분자마커로 분석했다.

ZERAIM 사의 3가지 품종에서 유래한 23계통 가운데 16계통에서만 발아하여 그 유전형을 분석했다(표 22). 8098, 8101, 8102, 8110, 8111, 8114, 8116, 8117, 8118 이렇게 9계통의 후대는 4개 이상의 개체가 모두 저항성 동형접합체로 분석되어 저항성이 고정되었을 가능성이 매우 높다. 8120 계통은 이병성 유전형이 고정되었을 가능성이 높으며, 8100, 8108 두 계통은 유전형이 분리되었다. 8099, 8101, 8104 계통의 후대는 모두 저항성 동형접합체로 분석되었고, 8109 계통의 후대는 모두 이병성 동형접합체로 분석되었지만 분석한 개체수가 적어 유전형이 고정되었는지 여부는 확신할 수 없다.

68개의 약배양 계통 가운데 50계통의 후대만이 발아하여 그 유전형을 분석했다(표 23). 약배양 계통이기 때문에 이론적으로 동형접합체가 나타나야 한다. 실제로 50계통 가운데 유전형이 분리되는 계통이 없었고, 25계통은 저항성으로 고정되었고, 25계통은 이병성으로 고정되었다.

표 22 ZERAIM사의 상용품종에서 유래한 신규 TSWV 집단의 유전형 분석

B.N.	Source	개체수	유전형	
			RR	SS
8098	Baltasar	6	6	0
8099	Baltasar	1	1	0
8100	Baltasar	5	4	1
8101	Baltasar	2	2	0
8101	Baltasar	4	4	0
8102	Baltasar	5	5	0
8104	Baltasar	3	3	0
8108	Baltasar	5	4	1
8109	Baltasar	2	0	2
8110	Baltasar	5	5	0
8111	Baltasar	4	4	0
8114	Fortunato	5	5	0
8116	Fortunato	5	5	0
8117	Fortunato	5	5	0
8118	Fortunato	5	5	0
8120	Rialto	5	0	5
Total		67		

표 23 TSWV 저항성 약배양 계통의 유전형 분석

B.N.	개체수	유전형		B.N.	개체수	유전형	
		RR	SS			RR	SS
8240	5	5	0	8274	4	4	0
8243	4	4	0	8275	5	0	5
8245	5	5	0	8279	1	0	1
8246	4	4	0	8281	5	0	5
8248	5	5	0	8282	5	5	0
8249	5	5	0	8286	5	0	5
8251	5	5	0	8287	5	0	5
8252	5	5	0	8288	5	0	5
8255	5	0	5	8289	5	0	5
8256	7	0	7	8292	5	5	0
8257	1	1	0	8293	5	5	0
8258	4	0	4	8294	5	5	0
8259	5	5	0	8295	4	4	0
8261	5	0	5	8295	5	5	0
8262	5	5	0	8298	5	0	5
8263	3	0	3	8299	5	5	0
8265	4	4	0	8300	5	5	0
8267	5	0	5	8301	5	0	5
8268	3	0	3	8302	5	5	0
8269	4	0	4	8303	5	5	0
8269	6	0	6	8304	4	4	0
8270	4	0	4	8305	5	0	5
8271	4	0	4	8306	5	0	5
8272	5	0	5	8307	4	0	4
8273	5	0	5	8307	2	2	0
				Total	227		

세균성 점무늬병 저항성 분자표지 분석 지원 : Hazera 사의 Sir John, Syrus, Vargas, Zin에서 유래한 F₂ 세대의 총 17계통의 세균성 점무늬병 저항성 계통 후대(F₃)의 유전형을 분석하기 위하여 S2, S45 분자마커를 사용했다. S2 분자마커는 공우성 분자마커로 유전적 거리가 2cM으로 다소 멀다. S45 분자마커는 유전적 거리는 0.6cM으로 비교적 가깝지만, 우성 분자마커이기에 저항성 동형접합체와 저항성 이형접합체를 구별할 수 없는 단점이 있다. 따라서 2개의 분자마커의 유전형을 모두 분석했다.

Hazera 사의 상용품중에서 유래한 F₂ 세대 17계통 후대의 유전형을 분석했다(표 24). S2 분자마커로 분석할 때 8178, 8180, 8181 세 계통 후대의 유전형은 모두 저항성 동형접합체로 분석되어 저항성 유전형이 고정되었고, 8177 계통의 후대의 유전형은 분리되었다. S45 분자마커로 분석할 때, 8171, 8173, 8174 세 계통의 후대는 모두 D 유전형(저항성 동형접합체 또는 저항성 이형접합체)이고, 8176 계통의 후대의 유전형은 분리했다. S45 분자마커는 우성 분자마커이지만 8171, 8173, 8174 계통의 후대가 모두 D 유전형으로 나타난 것으로 볼 때 이들 3계통의 유전형은 고정되었다고 볼 수 있다. S2의 유전형과 S45의 유전형 결과는 서로 상반되는 것으로 나타났다. S2의 유전형이 저항성이나 분리된 경우에는 S45의 유전형이 이병성 유전형으로 나타났고, S45의 유전형이 저항성으로 나타난 경우에는 S2의 유전형이 이병성으로 나타났다. 이들 F₂ 계통은 Hazera 사의 상용품중 Sir John, Syrus, Vargas, Zin를 자가 교배하여 만들어졌다. 이들 상용품중의 유전형은 S2와 S45 분자마커로 분석했을 때는 각각 이형접합체, D 유전형으로 나타났다. S2와 S45 분자마커는 저항성 유전자인 Bs2를 사이에 두고 서로 반대 방향에 위치하고 있으며, 두 분자마커 사이의 거리가 약 3cM 된다는 점에서 미루어 볼 때, 8171, 8173, 8174, 8176, 8177, 8178, 8180, 8181 계통에서는 두 분자마커 사이에 recombination이 발생하여 2개의 유전형이 서로 다르게 나타나는 것으로 해석할 수 있다. 두 분자마커 가운데 S45의 유전적 거리가 더 가깝기 때문에 S45의 유전형이 고정된 8171, 8173, 8174 계통의 세균성 점무늬병 저항성이 고정될 가능성이 높다.

표 24 세균성 점무늬병 저항성 계통의 유전형 분석

B.N.	개체수	분자마커 분석 결과	
		S2(2 cM)	S45(0.6 cM)
8165	72	S	S
8166	104	S	S
8167	20	S	S
8168	3	S	S
8169	65	S	S
8170	145	S	S
8171	145	S	R
8172	106	S	S
8173	36	S	R
8174	33	S	R
8175	140	S	S
8176	16	S	분리
8177	47	분리	S
8178	137	R	S
8179	94	S	S
8180	22	R	S
8181	42	R	S
Total	1227		

마. 제 5차년도

TSWV 저항성 분자표지 분석 지원 : 제 1-1 세부과제 F₆ 세대 112 계통의 후대인 F₇ 세대의 TSWV 저항성 유전형을 SCAC568 분자표지를 이용해 HRM 방법으로 분석했다. F₇ 세대에서 계통마다 5개체를 선발하여 유전형을 분석했다(표 25). 112 계통 가운데 84계통은 저항성 5개체의 유전형이 모두 저항성 동형접합체로 분석되어 TSWV 저항성이 고정되었고, 26계통은 5개체의 유전형이 모두 이병성 동형접합체로 분석되어 TSWV 이병성으로 고정되었다. 나머지 2계통은 유전형이 분리되었다.

표 25 F₇ 세대의 TSWV 저항성 유전형 분석

B.N.	개체수	유전형 분석	B.N.	개체수	유전형 분석	B.N.	개체수	유전형 분석	B.N.	개체수	유전형 분석
7068	5	S	8116	5	R	8311	5	R	8340	5	R
7069	5	S	8117	5	R(분리)	8312	5	R	8341	5	R
7179	5	S	8127	5	S	8313	5	R	8342	5	R
8061	5	R	8128	5	R	8314	5	R	8343	5	R
8062	5	R	8129	5	S	8315	5	R	8344	5	R
8063	5	R	8130	5	S	8316	5	R	8345	5	R
8064	5	S	8131	5	S	8317	5	R	8346	5	R
8065	5	S	8132	5	S	8318	5	S	8347	5	R
8066	5	S	8133	5	S	8319	5	R	8348	5	R
8067	5	R(분리)	8134	5	S	8320	5	R	8349	5	R
8068	5	R	8135	5	S	8321	5	R	8350	5	R
8069	5	R	8136	5	S	8322	5	S	8351	5	S
8070	5	S	8137	5	S	8323	5	R	8352	5	S
8100	5	R	8138	5	S	8324	5	R	8353	5	R
8101	5	R	8139	5	R	8325	5	S	8354	5	R
8102	5	R	8140	5	R	8326	5	R	8355	5	R
8103	5	R	8141	5	S	8327	5	R	8356	5	R
8104	5	R	8142	5	S	8328	5	R	8357	5	R
8105	5	R	8143	5	S	8329	5	R	8358	5	R
8106	5	R	8301	5	R	8330	5	R	8359	5	R
8107	5	R	8302	5	R	8331	5	R	8360	5	R
8108	5	R	8303	5	R	8332	5	R	8361	5	R
8109	5	R	8304	5	R	8333	5	R	8362	5	R
8110	5	R	8305	5	R	8334	5	R	8363	5	R
8111	5	R	8306	5	R	8335	5	R	8366	5	R
8112	5	R	8307	5	R	8336	5	R	Total.	560	
8113	5	R	8308	5	R	8337	5	R			
8114	5	R	8309	5	R	8338	5	R			
8115	5	R	8310	5	R	8339	5	R			

PMMoV 저항성 분자표지 분석 지원 : 제 1-1 세부과제의 690 계통의 PMMoV 저항성 계통을 L4segF&R 분자표지를 이용하여 HRM 방법으로 유전형을 분석했다. 각 계통 별로 5개체를 선발하여 총 3,450 개체의 유전형을 분석했다(표 26). 각 계통 별로 5개체가 모두 L4 대립유전자의 유전형일 경우는 L4 고정, 5개체가 모두 L0 대립유전자의 유전형일 경우에는 L0 고정으로 분류했다. L4 대립유전자와 다른 저항성 또는 L0 대립유전자의 유전형이 같이 있는 경우는 저항성이 분리되는 것으로 분류했고, L4가 아닌 다른 저항성 대립유전자가 고정된 경우는 Lu로 표시했다.

표 26 690 계통의 PMMoV 저항성 유전형 분석

B.N	총 검정 개체수	고정 여부	B.N	총 검정 개체수	고정 여부	B.N	총 검정 개체수	고정 여부
7001	5	L0	8053	5	Lu	8373	5	Lu
7002	5	분리	8054	5	L0	8374	5	Lu
7003	5	Lu	8055	5	L0	8375	5	L0
7004	5	L4	8056	5	Lu	8376	5	Lu

7005	5	분리	8057	5	L4	8377	5	Lu
7006	5	Lu	8058	5	Lu	8418	5	Lu
7007	5	Lu	8059	5	Lu	8419	5	Lu
7008	5	Lu	8060	5	Lu	8420	5	Lu
7009	5	Lu	8061	5	L0	8421	5	L0
7010	5	Lu	8062	5	L0	8422	5	L0
7011	5	L4	8063	5	L0	8423	5	Lu
7012	5	L4	8064	5	L0	8424	5	Lu
7013	5	L4	8065	5	L0	8425	5	Lu
7014	5	L4	8066	5	L0	8426	5	Lu
7015	5	Lu	8067	5	분리	8427	5	Lu
7016	5	Lu	8068	5	L0	8428	5	L0
7017	5	Lu	8069	5	L0	8429	5	L0
7018	5	Lu	8070	5	L0	8430	5	분리
7019	5	Lu	8071	5	L0	8431	5	분리
7020	5	Lu	8072	5	Lu	8432	5	L4
7021	5	Lu	8073	5	L0	8433	5	분리
7022	5	Lu	8074	5	Lu	8434	5	분리
7023	5	Lu	8075	5	Lu	8435	5	분리
7024	5	Lu	8076	5	Lu	8436	5	L4
7025	5	Lu	8077	5	Lu	8437	5	Lu
7026	5	Lu	8078	5	L0	8438	5	Lu
7027	5	Lu	8079	5	L0	8439	5	분리
7028	5	L0	8080	5	Lu	8440	5	L4
7029	5	L0	8081	5	Lu	8441	5	L4
7030	5	L0	8082	5	Lu	8442	5	분리
7031	5	L0	8083	5	L0	8443	5	분리
7032	5	L0	8084	5	Lu	8444	5	분리
7033	5	Lu	8085	5	Lu	8445	5	분리
7034	5	Lu	8086	5	Lu	8446	5	분리
7035	5	Lu	8087	5	L0	8447	5	분리
7036	5	Lu	8088	5	L0	8448	5	분리
7037	5	Lu	8089	5	L0	8449	5	분리
7038	5	Lu	8090	5	L0	8450	5	분리
7039	5	Lu	8091	5	L0	8451	5	분리
7040	5	Lu	8092	5	L4	8452	5	분리
7041	5	L4	8093	5	L4	8453	3	분리
7042	5	Lu	8094	5	분리	8454	5	Lu
7043	5	Lu	8095	5	분리	8455	4	분리
7044	5	Lu	8096	5	L0	8456	5	분리
7045	5	Lu	8097	5	L0	8457	5	분리
7046	5	Lu	8098	5	L0	8458	5	L4
7047	5	Lu	8099	5	L4	8459	5	Lu
7048	5	Lu	8100	5	Lu	8460	5	Lu
7049	5	Lu	8101	5	Lu	8461	5	L0
7050	5	Lu	8102	5	Lu	8462	5	L4
7051	5	Lu	8103	5	Lu	8463	5	Lu
7052	5	Lu	8104	5	Lu	8464	5	분리
7053	5	Lu	8105	5	Lu	8465	5	분리
7054	5	Lu	8106	5	Lu	8466	5	Lu

7055	5	Lu	8107	5	Lu	8467	5	L4
7056	5	Lu	8108	5	Lu	8468	5	Lu
7057	5	Lu	8109	5	Lu	8469	5	분리
7058	5	Lu	8110	5	Lu	8470	5	분리
7059	5	Lu	8111	5	Lu	8471	5	분리
7060	5	Lu	8112	5	Lu	8472	5	Lu
7061	5	Lu	8113	5	Lu	8473	5	Lu
7062	5	L4	8114	5	Lu	8474	5	L0
7063	5	L4	8115	5	Lu	8475	5	L0
7064	5	Lu	8116	5	Lu	8476	5	Lu
7065	5	Lu	8117	5	Lu	8477	5	Lu
7066	5	Lu	8118	5	Lu	8478	5	Lu
7067	5	Lu	8119	5	Lu	8479	5	L0
7068	5	Lu	8120	5	Lu	8480	5	Lu
7069	5	Lu	8121	5	Lu	8481	5	Lu
7070	5	Lu	8122	5	Lu	8482	5	Lu
7071	5	Lu	8123	5	Lu	8483	5	Lu
7072	5	Lu	8124	5	Lu	8484	5	Lu
7073	5	L0	8125	5	Lu	8485	5	Lu
7074	5	L0	8126	5	Lu	8486	5	Lu
7075	5	Lu	8127	5	Lu	8487	5	Lu
7076	5	L0	8128	5	Lu	8488	5	Lu
7077	5	L4	8129	5	Lu	8489	5	Lu
7078	5	L0	8130	5	L0	8490	5	Lu
7079	5	L0	8131	5	Lu	8491	5	Lu
7080	5	L4	8132	5	Lu	8492	5	Lu
7081	5	L4	8133	5	Lu	8493	5	Lu
7082	5	L4	8134	5	L0	8494	5	Lu
7083	5	L4	8135	5	Lu	8495	5	Lu
7084	5	L4	8136	5	Lu	8496	5	Lu
7085	5	L4	8137	5	Lu	8497	5	Lu
7086	5	L4	8138	5	분리	8498	5	Lu
7087	5	L4	8139	5	L0	8499	5	Lu
7088	5	L4	8140	5	L0	8500	5	Lu
7089	5	L4	8141	5	L4	8501	5	Lu
7090	5	L4	8142	5	L0	8502	5	Lu
7091	5	L4	8143	5	L0	8503	5	Lu
7092	5	L4	8144	5	L0	8504	5	L0
7093	5	L4	8145	5	L0	8505	5	L0
7094	5	분리	8146	5	L0	8506	5	L0
7095	5	분리	8147	5	L4	8507	5	Lu
7096	5	Lu	8148	5	분리	8508	5	Lu
7097	5	Lu	8149	5	분리	8509	5	Lu
7098	5	Lu	8150	5	분리	8510	5	Lu
7099	5	Lu	8151	5	분리	8511	5	Lu
7100	5	Lu	8152	5	분리	8512	5	Lu
7101	5	L0	8153	5	Lu	8513	5	L0
7102	5	Lu	8154	5	분리	8514	5	Lu
7103	5	Lu	8155	5	Lu	8515	5	Lu
7104	5	Lu	8156	5	Lu	8516	5	Lu

7105	5	Lu	8157	5	Lu	8517	5	Lu
7106	5	Lu	8158	5	Lu	8518	5	Lu
7107	5	Lu	8159	5	Lu	8519	5	Lu
7108	5	L4	8160	5	Lu	8520	5	Lu
7109	5	Lu	8161	5	Lu	8521	5	Lu
7110	5	Lu	8162	5	Lu	8522	5	Lu
7111	5	Lu	8163	5	Lu	8551	3	Lu
7112	5	L4	8164	5	Lu	8552	3	분리
7113	5	L4	8165	5	Lu	8553	3	Lu
7114	5	L4	8166	5	Lu	8554	3	Lu
7115	5	L4	8167	5	분리	8555	3	Lu
7116	5	L4	8168	5	분리	8556	3	Lu
7117	5	Lu	8169	5	분리	8557	3	Lu
7118	5	Lu	8170	5	분리	8558	3	분리
7119	5	Lu	8171	5	Lu	8559	3	Lu
7120	5	Lu	8172	5	Lu	8560	3	Lu
7121	5	Lu	8173	5	Lu	8561	3	Lu
7122	5	Lu	8174	5	Lu	8562	3	Lu
7123	5	Lu	8175	5	Lu	8563	3	Lu
7124	5	Lu	8176	5	L4	8564	3	Lu
7125	5	Lu	8177	5	Lu	8565	3	Lu
7126	5	Lu	8178	5	L4	8566	3	Lu
7127	5	Lu	8179	5	L4	8567	3	Lu
7128	5	Lu	8180	5	Lu	8568	3	Lu
7129	5	Lu	8181	5	Lu	8569	3	Lu
7130	5	Lu	8182	5	Lu	8570	3	Lu
7131	5	Lu	8183	5	Lu	8571	3	Lu
7132	5	L4	8184	5	Lu	8572	3	Lu
7133	5	분리	8185	5	Lu	8573	3	Lu
7134	5	Lu	8186	5	Lu	8574	3	Lu
7135	5	Lu	8187	5	Lu	8575	3	Lu
7136	5	분리	8188	5	Lu	8576	3	Lu
7137	5	Lu	8189	5	Lu	8577	3	Lu
7138	5	L4	8190	5	분리	8578	3	Lu
7139	5	Lu	8191	5	분리	8579	3	Lu
7140	5	분리	8192	5	Lu	8580	3	Lu
7141	5	L4	8193	5	Lu	8581	3	분리
7142	5	Lu	8194	5	Lu	8582	2	Lu
7143	5	Lu	8195	5	Lu	8583	3	분리
7144	5	분리	8196	5	Lu	8584	3	분리
7145	5	Lu	8197	5	Lu	8585	3	L4
7146	5	Lu	8198	5	Lu	8601	5	L0
7147	5	분리	8199	5	Lu	8602	5	L0
7148	5	L0	8200	5	Lu	8603	4	Lu
7149	5	L0	8201	5	Lu	8604	5	Lu
7150	5	L0	8202	5	Lu	8605	5	L0
7151	5	L0	8203	5	Lu	8606	5	L0
7152	5	L0	8204	5	Lu	8607	5	L0
7153	5	L4	8205	5	Lu	8608	5	L0
7154	5	L4	8206	5	Lu	8609	5	L0

7155	5	L0	8207	5	Lu	8610	5	L4
7156	5	L0	8208	5	Lu	8611	5	L4
7157	5	Lu	8209	5	Lu	8612	5	Lu
7159	5	분리	8210	5	Lu	8613	5	L4
7160	5	Lu	8301	5	Lu	8614	5	L0
7161	5	Lu	8302	5	Lu	8615	5	Lu
7162	5	분리	8303	5	Lu	8616	5	Lu
7163	5	분리	8304	5	Lu	8617	5	Lu
7164	5	Lu	8305	5	Lu	8618	5	Lu
7165	5	분리	8306	5	Lu	8619	5	L4
7166	5	분리	8307	5	Lu	8620	5	Lu
7167	5	L0	8308	5	Lu	8621	5	Lu
7168	5	L0	8309	5	Lu	8622	5	Lu
7169	5	L0	8310	5	Lu	8623	5	Lu
7170	5	L0	8311	5	Lu	8624	5	Lu
7171	5	분리	8312	5	L0	8625	5	Lu
7172	5	분리	8313	5	L0	8626	5	Lu
7173	5	L4	8314	5	Lu	8627	5	Lu
7174	5	L4	8315	5	Lu	8628	5	Lu
7175	5	L4	8316	5	Lu	8629	5	Lu
7176	5	Lu	8317	5	Lu	8630	5	Lu
7177	5	Lu	8318	5	Lu	8631	5	Lu
7178	5	Lu	8319	5	L4	8632	5	Lu
7179	5	L0	8320	5	Lu	8633	5	Lu
8001	5	L4	8321	4	L4	8634	5	Lu
8002	5	L4	8322	5	Lu	8635	5	Lu
8003	5	L4	8323	5	Lu	8636	5	L0
8004	5	Lu	8324	5	Lu	8637	5	L0
8005	5	Lu	8325	5	Lu	8638	5	Lu
8006	5	분리	8326	5	L4	8639	5	L0
8007	5	Lu	8327	5	L4	8640	5	L0
8008	5	Lu	8328	5	L0	8641	5	Lu
8009	5	L4	8329	5	L0	8642	5	Lu
8010	5	분리	8330	5	L0	8643	5	Lu
8011	5	Lu	8331	5	Lu	8644	5	Lu
8012	5	Lu	8332	5	Lu	8645	5	Lu
8013	5	Lu	8333	5	Lu	8646	5	Lu
8014	5	Lu	8334	5	Lu	8647	5	Lu
8015	5	Lu	8335	5	Lu	8648	5	Lu
8016	5	Lu	8336	5	Lu	8649	5	Lu
8017	5	Lu	8337	5	Lu	8650	5	Lu
8018	5	Lu	8338	5	Lu	8651	5	L0
8019	5	Lu	8339	5	Lu	8652	5	Lu
8020	5	Lu	8340	5	Lu	8653	5	Lu
8021	5	Lu	8341	5	Lu	8654	5	Lu
8022	5	Lu	8342	5	Lu	8655	5	Lu
8023	5	Lu	8343	5	Lu	8656	5	Lu
8024	5	L4	8344	5	Lu	8657	5	Lu
8025	5	L0	8345	5	Lu	8658	5	Lu
8026	5	L0	8346	5	Lu	8659	5	Lu

8027	5	L0	8347	5	Lu	8660	5	Lu
8028	5	L0	8348	5	Lu	8661	5	Lu
8029	5	Lu	8349	5	Lu	8662	5	Lu
8030	5	Lu	8350	5	Lu	8663	5	Lu
8031	5	Lu	8351	5	Lu	8664	5	Lu
8032	5	L0	8352	5	Lu	8665	5	Lu
8033	5	Lu	8353	5	Lu	8666	5	Lu
8034	5	L4	8354	5	Lu	8667	5	Lu
8035	5	L4	8355	5	Lu	8668	5	Lu
8036	5	Lu	8356	5	Lu	8669	5	Lu
8037	5	Lu	8357	5	L4	8670	5	Lu
8038	5	Lu	8358	5	L0	8671	5	Lu
8039	5	Lu	8359	5	L4	8672	5	L0
8040	5	Lu	8360	5	L4	8673	5	L0
8041	5	Lu	8361	5	L0	8674	5	L0
8042	5	L0	8362	5	L0	8675	5	Lu
8043	5	L0	8363	5	L0	8676	5	Lu
8044	5	Lu	8364	5	Lu	8677	5	Lu
8045	5	Lu	8365	5	Lu	8678	5	Lu
8046	5	Lu	8366	5	Lu	8679	5	Lu
8047	5	Lu	8367	5	Lu	8680	5	Lu
8048	5	Lu	8368	5	Lu	8681	5	Lu
8049	5	Lu	8369	5	Lu	8682	5	L0
8050	5	Lu	8370	5	Lu	8683	5	L0
8051	5	L4	8371	5	Lu	8684	5	L0
8052	5	Lu	8372	5	Lu	8685	5	L0

바. 타 세부과제 분자표지 분석 지원 요약 표

5년 동안 TSWV, PMMoV, 세균성 점무늬병 저항성 분자표지로 타 세부과제 분자표지 분석을 지원하고, 4차년도에는 TSWV *in vivo* 병리 검정을 지원했다. 총 17,401 개체의 병 저항성 유전형 및 *in vivo* 병 저항성을 분석했다(표 27).

표 27 연차별 타 세부과제 분자표지 분석 및 *in vivo* 병리 검정

연차	분석 방법	병 저항성 분석 수			계
		TSWV	PMMoV	세균성 점무늬병	
1차년도	분자표지 분석	290	510	-	800
2차년도	분자표지 분석	1,650	800	-	3,834
3차년도	분자표지 분석	1,343	321	-	5,428
4차년도	분자표지 분석	886	-	1227	2,809
	<i>in vivo</i> 검정	294	-	-	
5차년도	분자표지 분석	555	3,450	65	4,530
Total					17,401

제1-5절. 선발계통과 신품종의 특성평가 및 병 저항성 검정

1. 우량계통 선발

가) 시험내용

본 시험은 시판 F1 품종인 Special, Cupra, Fiesta, Maserrati, President, Valentain(Enza Zaden Co.), Plenty, Derby, Mirage(De Ruitter Co.), Debla, Jirisan, Helsinky, Boogie(Rijk Zwaan Co.), Fiero(Singenta Co.)과 시교종자인 9253(Seminis Co.) 등을 이용하여 1차 계통육성을 위해 2007년 8월 1일 경남 진주시 대곡면 덕곡리 소재 0.2ha규모의 플라스틱 온실에서 파종하여, 본엽이 10매 내외로 전개되었을 때인 2007년 9월 11일 코코피트 배지(90cm×15cm×7.5cm, Biogrow air, chip 80%함유)에 150cm×33cm(2조)로 정식하여 그로단표준액(EC 2.0~3.0dSm⁻¹, pH 5.5)을 공급양액으로 사용하였고, 2차 계통육성은 2008년 2월 19일 파종하여 2008년 4월 17일 같은 장소에서 재배하였다. 재배중에는 배지내 조건이 EC 3.0~5.0dSm⁻¹, pH 5.5~7.0의 범위를 유지하도록 공급양액과 공급량을 조절하였다. 정지유인은 주당 2본으로 하였고 기타 관리는 관행에 준하였다.

생육은 초장, 주경장, 경경, 분지수, 엽장, 엽폭, 엽병장, 절간장, 엽록소함량 등을 표준조사기준에 따라 조사하였고, 과실특성 조사는 우수계통 선발의 기준으로 삼을 수 있도록 숙과색, 광택, 모양, 꼭지, 깊이, 골깊이, 배꼽깊이, 꼭지색, 과중, 꼭지길이, 꼭지굵기, 과장, 과경, 과육두께, 심실수 등을 1-1세부과제와 같이 조사하였다.

나) 주요연구결과

(1) 시판 F1의 과실특성 비교

Table 1. Different fruit characters of F1 several paprika cultivars

품종	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과일 받침대 (cm)	과병장 (cm)	과병경 (cm)	과병 색깔 (1-5)	당도 (°Brix)	경도 (kg)	심실수	과육 두께 (cm)	색도		
												L	a	b
Special	176.6	9.3	8.0	3.4	7.4	1.3	2.6	7.3	2004.6	3.8	0.6	31.9	29.7	13.6
Cupra	188.6	8.8	7.8	3.4	7.7	1.3	2.4	7.2	1824.8	3.8	0.6	30.6	28.3	12.7
Plenty	190.8	9.0	7.6	3.4	7.4	1.3	2.4	7.1	1938.2	3.2	0.7	36.3	32.3	17.0
Derby	215.6	10.0	8.2	3.6	6.5	1.3	2.0	5.8	1722.4	3.2	0.7	58.4	0.3	56.3
Fiesta	173.0	9.5	7.6	3.5	7.1	1.1	2.4	6.6	1672.0	3.8	0.6	55.3	2.2	61.6
Maserati	199.4	9.5	8.1	3.7	6.8	1.4	2.4	6.1	1452.8	3.4	0.6	53.6	0.5	51.5
Jirisan	184.2	9.7	7.6	3.6	7.2	1.2	2.6	6.7	1772.6	3.4	0.6	55.4	3.8	53.1
Helsinky	207.4	9.4	8.1	3.5	6.5	1.1	2.4	6.6	2182.6	3.0	0.6	59.3	2.0	54.6
Fiero	241.0	9.5	8.7	3.7	6.4	1.4	2.0	6.3	1623.0	4.0	0.6	52.9	2.6	47.7
President	196.2	8.7	8.3	3.4	6.9	1.4	3.0	7.3	1592.4	3.6	0.6	48.9	25.2	40.3
Boogie	196.4	9.0	8.4	3.5	7.0	1.3	2.8	6.5	1896.4	3.8	0.7	47.3	25.0	40.9
평균	197.2	9.3	8.0	3.5	7.0	1.3	2.5	6.7	1789.3	3.5	0.6	48.2	13.8	40.8

시판 F1의 과실특성은 Table 1에서 보는 바와 같았다. 과중 평균은 197.2g 이었는데, Fiero

품종이 241g 으로 가장 무거웠고 Fiesta 품종이 173g 으로 가장 낮은 과중을 보였다. 과장은 Derby 품종이 10cm 로 가장 길었고 President 품종이 짧았다. 과경 평균은 8.0cm 이었는데, Fiero 품종이 8.7cm 로 가장 길었고, Fiesta 품종과 Plenty 품종이 7.6cm 로 가장 짧았다. 과일받침대는 3.5cm, 로 품종간 큰 차이가 없었다. 과병장과 과병경은 각각 6~7cm, 1.1~1.4cm 로 품종간에 차이가 크지 않았다. 당도는 평균이 6.5° Brix 였는데, Special 품종과 Plenty 품종이 7.3° Brix 으로 가장 높았고, Derby 품종이 5.8° Brix 로 가장 낮았다. 경도는 Helsinki 품종이 가장 높았고 Maserati 품종이 가장 낮았다. 심실수와 과육두께는 각각 3~4 개와 0.6~0.7cm 로 품종간 차이가 크지 않았다.

(2) 선발계통의 생육특성(1차 계통육성)

Table 2. Characters of growth selected paprika lines.

혈통	번호	초장 (cm)	주경장 (cm)	해배추 길이 (cm)	절간장(cm)					경경 (cm)	분자수	착과수	미숙 과색 (0-5)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	엽병 요철 (0-5)	엽록소 함량 (SPAD)
					1st	2nd	3rd	4th	5th									
파-577	101-1	112.0	30.0	3.5	7.5	10.5	5.5	10.0	6.0	1.70	8	1	3	25.0	11.0	15.0	2	46.3
파-427	102-1	88.0	20.0	3.0	5.0	4.0	4.5	4.5	5.5	1.60	14	3	4	15.0	9.5	8.0	2	55.5
피망-GMS(K)	104-3	102.0	29.0	4.0	7.0	6.5	6.5	6.5	6.5	1.60	12	5	4	27.0	14.5	11.0	2	42.3
중초5호-A	105-1	95.0	22.0	4.0	8.5	7.5	7.0	6.5	6.0	1.56	13	7	4	21.0	9.5	8.0	2	40.5
중초5호-B	106-8	115.0	33.0	4.5	7.0	10.0	9.0	9.5	8.5	1.57	11	3	4	26.0	11.0	11.0	2	49.2
Yolo Wonder	108-4	115.0	32.0	4.0	7.5	7.0	8.5	8.5	7.0	1.69	14	4	4	25.0	12.0	10.5	2	48.6
Hw339	109-4	113.0	25.0	4.0	9.0	10.0	7.5	7.0	7.0	1.47	14	4	4	15.0	7.5	8.5	2	53.6
B-R-1	110-4	100.0	27.0	6.0	6.5	7.6	9.5	9.4	7.2	1.37	13	1	4	24.0	11.5	13.0	2	47.3
	110-16	102.0	28.0	3.5	5.0	7.5	5.0	7.0	5.5	1.53	12	5	4	21.5	10.6	10.0	2	51.6
	111-11	96.0	27.0	3.0	5.0	9.5	9.0	6.5	6.0	1.30	10	1	4	19.5	10.5	10.5	2	53.6
	111-16	96.0	27.0	5.0	7.5	7.5	8.5	9.0	8.5	1.50	11	1	4	18.5	10.0	10.5	2	42.6
	111-19	105.0	27.0	4.0	4.5	10.0	8.5	8.5	7.0	1.45	12	2	4	22.0	10.0	13.0	2	58.3
B-R-2	112-4	100.0	29.0	3.5	7.5	10.0	8.5	7.0	6.5	1.19	11	0	4	15.5	8.0	8.5	2	50.6
	112-13	115.0	27.0	3.0	7.0	9.5	10.5	9.5	7.5	1.34	13	1	4	20.0	10.5	11.0	2	56.1
	113-5	153.0	27.0	3.0	7.0	10.7	10.5	11.0	8.5	1.72	15	1	4	24.0	10.5	7.5	2	56.2
	113-11	101.0	31.0	5.0	8.0	9.0	9.5	7.5	6.0	1.55	10	2	4	22.0	11.0	11.5	2	49.9
	113-17	116.0	28.0	5.0	7.5	9.5	7.0	7.0	6.5	1.82	13	0	4	21.5	12.5	13.0	2	52.3
B-O-1	114-7	120.0	23.0	4.0	2.5	6.5	7.2	7.0	6.5	1.56	13	0	3	18.5	9.0	11.5	2	46.6
	114-9	109.0	22.0	4.0	2.5	8.5	7.0	7.5	7.0	1.39	13	1	4	21.0	9.5	7.0	2	53.1
	116-6	124.0	28.0	4.0	6.5	6.5	11.0	10.0	6.0	1.65	13	4	4	20.0	11.5	11.0	2	52.4
	116-15	91.0	24.0	5.0	5.0	10.5	7.0	8.0	7.0	1.48	9	0	4	21.0	11.0	9.5	2	49.6

B-Y-1	117-11	100. 0	32.0	3.0	7.0	7.5	9.0	8.5	7.0	1.60	9	2	3	25.0	11.0	14.5	2	53.8
	117-17	93.0	26.0	3.0	10.0	7.0	8.0	6.0	6.0	1.70	13	3	4	23.5	11.0	12.0	2	53.6
	117-18	95.0	27.0	3.0	7.0	9.0	7.0	8.5	6.5	1.47	9	3	4	25.0	12.5	11.0	2	46.9
	118-5	135. 0	26	4.0	7.5	8.5	11.5	10.0	8.5	1.57	13	3	4	22.0	9.5	10.0	2	53.5
	118-10	117. 0	36	5.0	10.5	9.5	9.5	7.0	6.0	1.71	13	3	4	21.5	10.0	13.5	2	53.8
Special	119-9	122. 0	26	3.0	4.5	9.0	10.0	9.0	7.0	1.63	14	0	4	21.0	9.0	6.0	2	47.6
	119-13	101. 0	23	3.0	5.0	9.0	10.5	12.0	8.5	1.62	12	1	4	21.0	11.0	10.0	2	40.4
	119-19	108. 0	24	3.0	5.5	7.0	8.5	8.0	7.0	1.58	14	0	4	21.0	11.0	9.0	2	47.3
	120-11	103. 0	25	3.0	5.5	7.5	11.0	9.5	8.0	1.78	9	2	4	24.0	12.0	8.0	2	46.1
	120-33	107. 0	28	4.0	7.4	11.3	12.0	10.5	9.4	1.90	13	4		21.6	11.5	10.5	3	47.6
	121-1	147. 0	24	3.0	4.0	6.5	12.0	11.0	10.0	1.56	16	1	4	20.0	10.5	10.0	2	48.3
	121-21	154. 0	27	3.0	5.5	6.0	7.5	8.5	9.5	1.72	16	0	4	24.0	12.5	12.0	2	45.3
	121-24	160. 0	25	4.0	3.5	4.0	4.5	13.0	9.5	2.00	17	1	4	21.0	11.0	10.0	2	43.2
	122-3	106. 0	30	4.0	9.0	9.5	9.0	9.0	8.0	1.62	12	1	4	24.0	11.5	10.0	2	42.4
	122-25	122. 0	27	3.0	5.0	9.5	9.5	9.5	10.0	1.74	14	0	4	21.0	9.5	10.0	2	46.9
	122-25	113. 0	28	4.0	5.0	8.0	8.5	8.5	8.0	1.53	11	1	4	22.0	11.0	10.0	2	50.2
	122-26	108. 0	29	4.0	6.5	10.0	9.5	9.0	7.0	1.49	11	0	4	21.0	10.0	10.5	2	41.1
	123-1	119. 0	26	3.0	7.0	6.0	9.0	9.5	9.5	1.70	13	1	4	21.0	12.5	8.0	2	54.9
	123-4	110. 0	24	3.0	7.0	10.0	10.0	10.5	7.5	1.70	12	1	4	23.0	10.5	12.0	2	54.6
	123-23	113. 0	29	5.0	7.0	8.0	10.5	10.0	7.5	1.63	12	1	4	23.0	10.0	15.5	2	49.1
Cupra	124-2	102. 0	24	3.0	5.0	7.0	9.0	8.5	8.0	1.50	12	0	4	26.0	12.5	10.0	2	39.7
	124-17	87.0	25	4.0	6.0	5.0	6.5	7.0	7.0	1.40	12	0	4	22.0	10.0	10.5	2	49.7
	124-27	116. 0	25	4.0	6.0	7.0	7.5	8.5	7.0	1.50	13	0	4	18.0	10.0	9.0	2	41.7
	124-32	93.0	25	3.0	6.0	6.5	8.0	8.5	7.0	1.20	11	0	4	23.0	11.5	10.0	2	46.7
	124-35	111. 0	24	4.0	9.0	7.5	9.0	7.0	8.0	1.40	13	0	4	23.0	12.0	13.0	2	46.8
	125-18	102. 0	26	4.0	7.0	7.5	9.0	8.0	8.5	1.60	9	2	4	26.0	14.0	9.0	2	47.2
	125-37	102. 0	30	3.0	7.0	5.5	10.0	7.5	5.5	1.40	8	2	4	22.0	12.5	9.0	2	47.4
	126-15	97.0	29	4.0	5.5	8.0	7.5	7.5	5.5	1.53	9	2	4	22.0	11.5	8.0	2	48.2
	126-19	99.0	26	4.0	6.0	9.0	7.0	9.0	6.5	1.56	11	4	4	18.0	11.0	11.0	2	52.4
	126-29	83.0	23	3.0	6.0	6.0	7.0	7.5	5.5	1.51	10	2	4	28.0	15.0	8.0	2	51.0
	127-2	108. 0	24	2.0	6.0	7.0	8.5	9.0	7.0	1.86	11	2	4	25.0	13.0	10.5	2	43.2
	127-20	104. 0	28	4.0	4.0	6.5	10.5	9.0	7.0	1.59	12	2	4	24.0	10.0	11.0	2	37.4

	128-1	119. 0	25	3.0	6.0	9.0	8.5	9.5	9.0	2.10	13	4	4	26.0	14.0	11.0	2	41.9
	128-10	125. 0	30	5.0	6.0	10.0	8.5	8.0	8.0	1.90	12	4	4	26.0	12.5	11.0	2	45.1
	129-3	118. 0	28	6.0	4.0	6.0	10.0	10.0	8.0	1.64	12	1	4	24.0	12.0	11.0	2	45.6
	129-23	139. 0	25	5.0	5.5	8.0	10.0	10.5	8.0	1.74	15	0	4	17.5	9.0	7.0	2	44.6
	129-25	108. 0	30	6.0	7.0	7.5	7.0	9.0	9.5	1.71	11	1	4	24.0	12.0	10.0	2	45.1
	129-34	105. 0	30	6.0	9.5	9.0	12.0	10.5	6.0	1.57	8	2	4	21.0	10.5	9.0	2	36.6
	130-16	119. 0	27	4.0	6.0	6.5	8.0	9.0	7.0	1.90	13	8	4	22.0	11.5	15.0	2	49.4
	130-33	155. 0	28	4.0	5.5	8.0	8.0	9.0	8.5	1.70	15	4	4	25.0	12.0	16.0	2	41.4
	131-14	136. 0	25	3.0	6.5	7.0	9.5	9.0	8.0	1.70	16	6	4	27.0	12.5	13.5	2	42.6
	131-31	109. 0	25	4.0	6.0	10.5	12.0	10.5	7.0	2.00	11	7	4	21.0	10.0	10.0	2	40.3
Debla	132-9	101. 0	26	4.0	5.0	7.0	7.0	7.5	6.0	1.40	14	5	4	22.0	10.0	16.0	2	46.7
	132-10	110. 0	26	3.5	5.0	7.0	8.0	7.0	7.5	1.43	14	4	4	15.0	9.0	10.0	2	41.2
	133-4	92.0	24	5.0	6.5	6.0	7.0	7.5	6.5	1.51	11	0	4	16.0	9.5	9.0	2	52.5
	133-8	151. 0	28	4.0	7.5	6.5	11.5	10.5	6.0	1.73	16	4	4	26.0	14.0	14.0	2	52.2
	133-19	127. 0	30	3.0	6.0	7.0	9.0	9.0	7.0	1.58	14	5	4	22.0	13.0	10.0	2	59.3
	133-20	128. 0	32	3.0	6.5	8.5	10.0	11.0	11.0	1.65	13	6	4	22.0	12.0	15.0	2	56.7
	133-21	121. 0	27	3.0	5.0	9.0	12.5	10.0	9.0	1.48	13	4	4	22.0	11.0	15.0	2	49.5
	133-26	132. 0	25	4.0	6.0	6.0	8.0	7.5	8.0	1.36	15	4	4	20.0	13.0	13.0	2	48.0
	134-17	113. 0	25	4.0	5.5	7.0	8.0	7.0	10.0	1.60	12	4	4	21.0	11.0	14.0	2	49.3
	134-26	114. 0	29	4.0	6.0	9.0	10.0	9.0	8.0	1.70	12	5	4	27.0	12.0	10.0	2	36.8
	135-3	108. 0	30	5.0	4.5	7.5	6.0	7.0	6.5	1.50	14	4	4	19.0	11.0	10.0	2	53.3
	135-12	97.0	29	4.0	5.0	6.0	7.0	7.0	7.0	1.60	10	5	4	22.0	11.5	11.0	2	48.5
	135-35	117. 0	30	4.0	6.0	6.0	8.0	8.0	6.0	1.49	14	4	4	22.0	11.5	13.0	2	50.6
	136-4	113. 0	32	3.0	5.0	6.5	7.0	8.0	7.5	1.59	14	5	4	22.0	11.5	13.0	2	58.2
	136-12	136. 0	32	4.0	6.0	5.5	7.0	6.5	7.0	1.64	16	5	4	21.0	11.5	15.0	2	40.8
	136-25	105. 0	33	5.0	6.5	6.0	6.5	7.0	6.5	1.53	11	6	4	24.0	12.5	13.0	2	55.7
	136-33	97.0	27	4.0	4.0	5.0	7.0	7.5	5.5	1.80	13	4	4	23.0	11.0	11.0	2	54.1
Mirage	137-25	127. 0	27	5.0	5.0	6.0	7.0	7.5	6.5	1.63	16	4	4	21.0	12.0	10.0	2	38.1
	137-28	78.0	22	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.5	1.48	10	5	4	20.0	10.0	8.5	2	49.5
	137-38	81.0	25	6.0	4.0	7.0	5.0	6.5	4.0	1.27	11	3	4	18.5	9.5	6.5	2	49.6
	138-6	92.0	26	5.0	4.0	8.0	9.0	7.0	6.0	1.54	11	6	4	17.0	9.0	9.0	2	41.0
	138-12	83.0	22	4.0	5.0	7.0	6.0	8.0	5.0	1.69	12	7	4	21.0	10.0	10.0	2	45.4

	138-20	82.0	23	4.0	5.0	5.0	6.0	6.0	5.0	1.37	12	5	4	23.0	11.0	7.0	2	46.9
	139-7	113.0	30	4.0	4.0	8.0	7.5	7.5	6.0	1.90	14	4	4	23.0	12.0	13.0	2	45.6
	139-10	98.0	28	3.0	5.0	8.0	5.0	7.0	5.5	1.48	8	4	4	21.0	10.0	9.0	2	51.0
	139-18	113.0	28	4.0	4.0	8.0	6.5	7.0	6.5	1.65	11	4	4	22.0	12.0	11.0	2	48.0
	140-6	86.0	26	4.0	4.0	7.0	6.0	7.0	7.0	1.46	10	4	4	19.0	10.5	12.0	2	46.9
	140-12	88.0	23	4.0	5.0	8.0	6.0	7.0	5.5	1.67	9	4	4	20.0	10.0	11.5	2	42.0
	141-1	138.0	26	5.0	10.0	9.0	9.0	10.5	10.0	1.73	14	5	4	26.0	12.0	11.0	2	40.0
	141-12	137.0	32	5.0	6.0	8.0	7.0	9.0	9.0	1.60	15	5	4	23.0	11.0	8.0	2	47.6
	141-25	124.0	29	5.0	6.0	6.5	10.0	8.0	7.0	1.60	13	4	4	21.0	10.5	11.0	2	52.2
9253	142-6	108.0	23	4.0	3.5	5.0	6.5	8.0	8.5	1.20	13	5	4	20.0	10.0	8.0	2	44.9
	142-9	107.0	23	5.0	4.0	6.0	9.5	10.0	11.0	1.40	13	5	4	21.0	11.5	10.0	2	50.1
	143-12	124.0	28	5.0	5.5	10.0	9.5	10.0	6.0	1.67	14	5	4	21.0	11.0	7.0	2	51.5
	143-21	101.0	27	4.0	4.0	9.0	11.0	7.0	6.5	1.55	11	5	4	19.0	9.5	9.0	2	50.4
	143-24	95.0	29	5.0	4.0	9.0	8.0	8.0	5.5	1.41	10	3	4	16.0	10.0	11.0	2	55.1
	143-38	121.0	30	3.0	8.0	6.0	10.0	8.0	5.0	1.76	13	2	4	19.0	10.0	11.0	2	52.8
	144-4	100.0	33	4.0	6.0	7.0	9.0	6.5	7.0	1.41	12	4	4	20.0	12.0	10.0	2	56.8
	144-8	119.0	34	4.0	8.0	8.0	10.0	9.0	9.0	1.47	12	6	4	20.0	12.0	9.0	2	54.7
	145-4	121.0	31	4.0	9.0	9.5	9.5	10.0	9.0	1.57	13	4	4	22.0	10.0	10.0	2	54.3
	145-5	145.0	32	3.0	7.0	8.5	9.0	10.0	7.5	1.60	14	5	4	25.0	13.0	9.5	2	45.0
	145-20	141.0	30	4.0	9.0	6.0	12.0	10.0	9.0	1.57	14	4	4	24.0	12.5	10.0	2	53.3
	145-39	136.0	30	5.0	8.0	9.0	10.0	9.5	6.0	1.59	14	3	4	26.0	12.0	10.0	2	51.0
Fiesta	146-16	99.0	26	4.0	4.0	7.5	7.0	6.0	7.5	1.68	12	5	3	21.0	9.5	11.0	2	45.9
	146-24	90.0	23	4.0	6.0	4.5	6.0	5.0	6.5	1.58	11	7	3	24.0	11.5	11.0	2	45.7
	146-15	132.0	23	4.0	9.0	9.0	7.0	7.5	6.5	1.82	16	7	3	23.0	10.0	12.0	2	44.5
	146-26	116.0	22	4.0	5.5	9.0	7.0	6.5	8.0	1.70	14	5	3	23.0	11.0	12.0	2	43.1
	148-24	116.0	25	5.0	5.0	8.0	9.0	4.5	4.0	1.63	14	3	3	20.0	8.5	11.0	2	54.2
	149-2	119.0	28	5.0	6.0	6.5	7.5	8.0	5.0	1.78	14	4	3	23.0	12.0	15.0	2	46.3
	149-22	127.0	26	5.0	7.0	7.0	6.5	8.0	7.5	1.77	15	4	4	22.0	11.0	15.0	2	49.9
	149-27	122.0	27	6.0	4.0	6.0	7.0	6.5	7.0	1.89	16	4	4	23.0	11.0	13.0	2	37.8
	149-32	123.0	26	5.0	4.5	6.0	6.5	6.5	7.0	1.71	15	4	4	24.0	11.5	12.0	2	39.0
	149-34	121.0	25	5.0	7.0	6.5	6.5	6.5	8.0	1.75	16	5	4	25.0	11.0	13.0	2	47.0
	150-5	109.0	26	4.0	5.5	6.0	5.5	6.5	7.0	1.69	13	8	3	23.0	13.0	12.0	2	48.0

	150-13	100. 0	23	3.0	5.0	5.0	7.5	7.0	6.5	1.74	13	6	3	23.0	11.0	13.0	2	41.5
	150-29	103. 0	22	3.0	5.0	6.0	6.5	6.5	7.0	1.69	14	6	3	23.0	11.0	12.0	2	46.8
	150-40	116. 0	24	3.0	5.0	6.5	8.5	8.5	7.0	1.62	14	7	3	23.0	10.5	12.0	2	47.5
	151-9	129. 0	24	3.0	6.0	7.5	7.0	8.0	8.0	2.14	15	5	4	23.0	12.5	14.0	2	45.2
	151-18	120. 0	20	3.0	8.0	5.0	8.5	8.0	6.5	2.12	15	5	3	24.0	10.5	14.0	2	47.7
	151-34	99.0	21	3.0	5.5	6.0	6.0	7.0	6.0	1.71	15	7	4	21.0	10.5	10.0	2	50.2
	151-37	113. 0	24	4.0	7.0	5.0	8.0	7.5	5.5	1.75	15	5	3	23.0	11.0	12.0	2	52.0
	152-8	138. 0	29	3.0	7.5	8.0	7.5	8.5	8.5	1.86	15	4	3	23.0	11.0	15.0	2	42.9
	152-35	140. 0	27	4.0	5.5	7.0	8.0	9.5	9.0	2.00	15	6	4	20.0	13.0	12.0	2	49.0
	153-21	96.0	23	4.0	4.5	7.0	6.0	9.0	7.0	1.75	13	5	3	24.0	11.0	7.0	2	41.7
	153-24	122. 0	26	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	7.0	1.79	15	8	4	24.0	11.5	14.0	2	47.0
	154-11	124. 0	30	5.0	5.5	5.5	8.0	8.5	6.0	1.80	13	5	4	23.0	9.0	11.0	2	39.9
	154-21	122. 0	25	5.0	5.5	6.0	6.0	5.5	6.0	1.92	15	8	3	23.0	9.5	12.0	2	46.8
Maserati	155-2	94.0	26	5.0	6.5	6.5	8.0	9.0	6.0	1.62	8	6	3	21.0	10.0	12.0	2	45.7
	155-11	95.0	25	4.0	4.5	8.0	7.5	9.0	7.0	1.90	12	6	4	23.0	10.5	12.0	2	45.3
	155-18	81.0	27	4.0	4.5	5.0	6.5	6.0	5.0	1.60	10	7	3	23.0	12.0	12.0	2	52.9
	155-24	114. 0	28	4.0	5.0	6.0	6.5	7.0	6.0	1.86	14	4	4	22.0	10.0	12.0	2	53.1
	155-27	114. 0	27	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5	6.0	1.96	16	5	3	22.0	12.0	8.0	2	46.2
	156-4	143. 0	30	4.0	6.0	6.0	9.0	7.5	7.0	1.93	15	4	3	22.0	9.0	13.0	2	47.3
	156-16	123. 0	27	4.0	5.0	8.0	7.0	8.0	8.5	1.79	15	6	4	25.0	12.0	9.0	2	46.6
	156-21	149. 0	31	4.0	6.0	6.5	9.0	6.0	6.0	2.04	14	4	4	23.0	12.0	14.0	2	46.1
	157-7	109. 0	22	6.0	5.0	6.5	5.0	7.5	6.0	1.95	16	5	4	22.0	11.0	9.0	2	49.5
	157-10	90.0	25	3.0	4.5	5.0	7.0	5.0	5.0	1.60	13	6	4	20.0	10.0	13.0	2	54.1
	157-15	91.0	30	4.0	5.0	8.5	5.0	5.0	4.0	1.82	12	4	4	19.0	9.0	12.0	2	50.0
	157-33	83.0	25	4.0	3.5	7.5	4.0	6.0	3.5	1.36	10	3	4	17.0	9.0	11.0	2	48.4
	158-7	110. 0	26	3.0	5.0	6.5	6.5	6.5	6.0	1.48	15	4		21.0	9.5	10.0		46.9
	158-20	138. 0	27	4.0	6.5	5.0	7.5	7.5	7.0	1.67	17	5		24.0	10.0	10.0		44.4
	159-21	102. 0	30	4.0	6.0	7.0	6.0	8.0	6.5	1.54	11	5	4	22.0	11.0	12.0	2	41.9
	159-29	114. 0	29	4.0	6.0	7.0	7.5	7.5	8.0	1.69	13	10	4	26.0	13.0	11.0	2	43.2
Jirisan	160-4	99.0	25	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	5.5	1.37	12	7	3	23.0	12.0	9.0	2	43.9
	160-10	110. 0	22	2.5	6.0	8.0	8.0	6.5	8.5	1.47	14	7	4	26.0	13.5	14.0	2	45.4
	160-15	107. 0	22	4.0	4.0	6.5	6.5	6.5	7.0	1.59	14	7	4	21.0	11.5	12.0	2	54.2
	161-26	113.	30	5.0	7.0	5.5	6.0	7.0	7.5	1.77	11	5	4	24.0	12.0	8.0	2	42.5

	0																	
	161-27	95.0	29	5.0	4.5	5.5	6.5	6.5	5.5	1.50	8	5	3	21.0	11.0	9.0	2	35.7
	161-30	97.0	30	4.0	5.0	8.0	8.0	7.5	6.5	1.59	8	5	3	20.0	9.5	10.0	2	46.6
	162-1	97.0	25	4.0	5.5	9.5	8.0	8.5	9.7	1.57	10	4	3	23.0	12.8	15.0	2	45.2
	162-10	92.0	25	4.0	5.0	7.0	7.0	6.5	8.0	1.35	8	6	3	26.0	11.0	14.0	2	42.1
	162-16	101. 0	25	6.0	8.0	7.0	7.0	7.5	8.0	1.43	12	5	3	23.0	12.0	10.0	2	38.4
	162-33	111. 0	28	5.0	7.0	6.0	7.0	7.0	9.0	1.53	13	6	3	22.0	11.0	9.0	2	36.4
	163-2	93.0	24	4.0	3.0	6.0	6.5	8.0	6.5	1.33	9	6	3	21.0	11.0	11.0	2	39.9
	163-10	93.0	25	4.0	7.0	6.0	6.5	7.5	6.5	1.35	11	6	3	21.0	12.0	10.0	2	40.3
	163-19	97.0	24	3.0	5.0	5.0	6.0	8.0	5.0	1.29	9	6	3	21.0	12.0	9.0	2	51.4
	163-23	100. 0	27	4.0	4.0	5.5	7.5	6.5	6.0	1.26	10	6	3	22.0	10.5	10.0	2	43.8
	163-25	112. 0	26	3.0	4.0	5.0	7.0	8.0	7.5	1.44	11	6	3	23.0	14.0	14.0	2	43.6
	163-32	94.0	22	4.0	3.0	4.5	6.0	6.0	6.5	1.33	12	6	3	24.0	10.5	11.0	2	47.9
Helsinki	164-2	101. 0	30	5.0	5.5	7.5	6.0	6.0	5.0	1.34	12	8	4	22.0	13.0	11.0	2	48.4
	164-4	129. 0	29	4.0	6.5	7.5	7.0	8.5	8.0	1.44	16	9	3	21.0	11.5	11.0	2	49.8
	164-18	127. 0	28	4.5	5.5	4.5	8.5	7.5	7.0	1.63	15	8	4	22.0	12.5	10.0	2	39.6
	164-21	122. 0	31	5.0	5.0	5.5	6.5	6.0	6.5	1.47	15	7	4	21.0	11.5	10.0	2	46.9
	164-23	113. 0	27	5.0	5.0	7.5	7.0	0.5	5.0	1.35	14	5	4	21.0	9.5	9.0	2	46.7
	165-1	97.0	24	5.0	5.0	5.5	6.5	7.5	4.0	1.30	14	4	4	17.5	10.0	7.0	2	37.2
	165-24	149. 0	29	5.0	5.0	7.0	7.0	7.0	5.5	1.88	18	11	4	19.0	12.0	9.0	2	48.3
	165-25	120. 0	29	6.0	4.0	6.5	6.5	7.0	6.5	1.47	16	9	4	23.0	13.0	10.0	2	38.6
	166-19	104. 0	23	4.0	7.5	4.0	8.5	6.5	4.0	1.54	14	5	3	19.0	13.5	8.0	2	50.6
	166-22	102. 0	28	4.0	3.5	4.5	6.5	6.5	5.5	1.82	13	6	4	22.0	14.0	12.0	2	54.7
	166-27	109. 0	30	5.0	5.0	6.0	5.5	7.0	7.0	1.45	15	6	3	22.0	12.0	11.0	2	47.4
	167-15	126. 0	30	4.0	6.5	6.0	8.0	7.5	7.0	1.63	14	5	3	20.0	11.0	8.0	2	47.8
	167-31	123. 0	29	5.0	8.0	6.0	8.5	8.0	6.0	1.72	15	5	3	22.0	12.5	8.0	2	50.5
	168-16	130. 0	33	4.0	6.0	8.0	6.0	8.5	7.5	1.64	15	4	4	23.0	12.0	9.5	2	42.2
	168-25	118. 0	34	4.0	6.5	7.0	7.5	6.5	6.0	1.41	15	4	3	17.0	10.0	7.0	2	45.1
	168-36	111. 0	32	4.0	8.0	8.5	8.5	8.0	6.5	1.59	12	4	3	20.0	11.5	12.0	2	48.9
	169-12	149. 0	31	3.0	6.4	8.5	11.0	10.0	8.6	1.87	17	8		22.9	13.1	14.6	3	48.4
	169-16	150. 0	28	4.0	7.0	5.0	8.0	7.5	7.5	1.60	17	5	4	26.0	15.5	11.0	2	46.3
	169-17	139. 0	33	5.0	6.0	5.5	7.0	8.5	5.0	1.67	15	4	3	24.0	13.5	12.0	2	51.2
	170-22	130. 0	29	4.0	5.5	8.0	8.5	8.0	6.0	1.51	16	4	3	20.5	12.0	13.0	2	43.6

	170-28	140. 0	23	4.0	8.0	11.0	8.0	7.0	5.5	1.69	16	6	4	17.0	11.0	9.5	2	43.2
President	171-3	103. 0	25	3.0	6.0	9.5	6.5	9.0	6.5	1.27	11	5	4	24.0	12.0	11.0	2	41.6
	171-28	94.0	32	4.0	5.0	6.5	9.0	7.0	6.0	1.28	8	4	4	21.0	11.5	10.0	2	50.2
	171-29	103. 0	25	4.0	6.0	9.5	9.0	9.5	7.0	1.40	9	5	4	21.0	11.0	11.0	2	49.1
	172-27	112. 0	28	4.0	7.5	8.0	9.0	8.5	5.5	1.39	10	6	4	23.0	11.0	10.0	2	49.5
	172-31	98.0	33	3.0	8.0	7.5	8.0	7.5	6.0	1.49	9	5	4	21.0	12.0	12.0	2	45.4
	172-38	103. 0	34	4.0	6.5	6.0	9.5	6.0	5.5	1.29	13	5	4	23.0	12.0	11.0	2	54.0
	174-6	114. 0	33	4.0	7.5	8.0	7.0	8.0	5.5	1.43	13	4	4	20.0	10.0	11.0	2	47.2
	174-17	104. 0	33	4.0	8.0	8.5	9.0	7.0	6.0	1.54	12	5	4	17.0	9.0	10.0	2	45.6
	174-31	120. 0	25	5.0	5.5	5.5	7.0	7.0	6.0	1.65	15	4	4	20.0	10.0	9.0	2	49.7
	174-38	108. 0	30	5.0	5.0	5.0	7.0	6.5	4.5	1.90	12	4	4	16.0	9.0	10.0	2	50.8
	176-7	116. 0	20	3.0	7.0	8.0	7.5	10.8	8.5	1.04	13	6	3	24.0	12.5	9.0	2	41.0
	176-28	124. 0	34	3.0	7.0	7.5	10.0	9.5	8.0	1.52	12	5	4	24.0	12.0	11.0	2	54.8
Boogie	177-18	126. 0	36	4.0	8.0	7.0	10.0	9.0	6.5	1.59	12	4	4	22.0	12.0	10.0	2	47.2
	177-21	129. 0	32	4.0	6.5	7.5	7.0	8.0	9.0	1.49	13	3	4	22.0	11.0	9.0	2	48.4
	177-38	156. 0	30	4.0	6.0	7.0	7.5	8.0	10.0	1.60	15	3	3	21.0	14.0	11.0	2	48.5
	178-11	97.0	29	3.0	5.0	10.0	7.0	8.0	6.5	1.18	10	4	3	20.0	10.0	9.0	2	40.4
	178-26	98.0	26	4.0	4.5	6.5	4.0	6.0	7.0	1.55	12	4	4	22.0	10.0	9.0	2	46.9
	178-55	99.0	26	4.0	5.0	6.0	6.5	7.0	6.5	1.41	11	5	3	24.0	11.0	10.0	2	41.3
Valentain	179-9	123. 0	32	3.0	8.5	9.5	11.0	8.0	8.5	1.47	11	5	3	24.0	13.0	11.0	2	48.3
	179-33	115. 0	32	3.0	7.5	8.0	8.5	9.0	7.0	1.29	12	4	3	23.0	12.5	12.0	2	43.1
	180-9	126. 0	32	5.0	5.0	8.0	9.0	10.0	7.0	1.38	12	5	4	24.0	12.0	12.0	2	52.0
	180-10	109. 0	32	3.0	10.0	10.0	7.5	8.0	6.0	1.36	9	5	4	21.0	11.0	12.0	2	57.4
	180-15	124. 0	37	4.0	6.0	10.0	7.0	8.0	7.5	1.41	13	5	4	25.0	12.0	11.0	2	45.6
	180-32	125. 0	33	4.0	7.0	10.0	8.0	9.0	7.0	1.32	13	4	3	24.0	12.0	14.0	2	46.4
	181-19	113. 0	36	4.0	9.0	10.0	9.0	9.0	8.0	1.29	10	4	4	21.0	12.0	13.0	2	49.5
	181-36	114. 0	37	4.0	7.5	8.5	9.0	9.0	7.5	1.46	10	4	4	26.0	13.5	13.0	2	46.4
	182-10	97.0	28	5.0	4.0	8.5	7.0	9.0	6.5	1.31	12	3	4	19.0	11.0	8.0	2	52.5
	182-12	113. 0	32	4.0	6.0	8.0	8.5	8.0	8.5	1.47	13	6	4	21.0	12.0	12.0	2	43.8
	182-30	105. 0	30	4.0	6.5	8.5	7.0	7.5	6.5	1.46	14	5	4	20.0	12.0	13.0	2	52.4
	183-2	103. 0	30	4.0	7.5	11.0	8.5	7.5	5.5	1.41	10	4	4	24.0	13.0	12.0	2	43.7
	183-10	109.	28	4.0	6.5	8.0	11.0	9.0	5.5	1.47	10	5	4	25.0	14.0	8.0	2	37.9

	0																	
183-18	103.0	33	4.0	6.0	7.0	6.5	6.0	6.5	1.40	9	4	4	23.0	12.5	13.0	2	46.7	
183-24	108.0	31	3.0	6.0	8.5	9.5	7.0	5.5	1.27	11	6	4	22.0	12.0	8.0	2	41.3	
184-10	102.0	30	3.0	6.5	8.0	7.0	7.5	7.5	1.35	10	4	3	25.0	12.0	12.0	2	36.9	
184-21	98.0	29	3.0	7.0	8.5	7.5	7.0	5.0	1.15	10	3	3	19.0	11.0	8.0	2	50.7	
184-25	99.0	29	3.0	9.0	7.5	6.5	8.5	5.0	1.38	10	5	3	22.0	11.0	14.0	2	39.1	
184-33	103.0	25	3.0	11.0	10.5	8.5	8.5	7.0	1.32	11	7	3	22.0	12.5	11.0	2	45.0	
최대값	160.0	37.0	6.0	11.0	11.3	12.5	13.0	11.0	2.1	18.0	11.0	4.0	28.0	15.5	16.0	3.0	59.3	
최소값	78.0	20.0	2.0	2.5	4.0	4.0	0.5	3.5	1.0	8.0	0.0	3.0	15.0	7.5	6.0	2.0	35.7	

1차 계통육성에서는 169계통을 공시하여 136계통에서 241개체를 선발하였는데(Table 2), 파-577, 파-427, 피망-GMS(K), 중초5호-Am, 중초5호-B, Yolo wonder, HW339에서 각각 1계통, B-R-1 5계통, B-R-2 5계통, B-O-1 4계통, B-Y-1 5계통, Special 15계통, Cupra 22계통, Debla 17계통, Mirage 14계통, 9253 19계통, Fiesta 24계통, Maserati 16계통, Jirisan 16계통, Helsinki 21계통, President 12계통, Boogie 6계통, Valentain 19계통을 각각 선발하였다.

초장과 주경장의 최대값은 각각 160cm와 37cm 였고, 최소값은 78cm와 20cm 로 큰 변이를 보였다. 하배축길이는 2~6cm 의 범위에 있었고, 절간장은 최대 13cm에서 최소 0.5cm 까지 분포하였다. 분지수도 최소 8개에서 최대 18개까지로 넓은 범위에서 분포하였고 착과수도 최대 11개까지 차이가 크게 나타났다. 미숙과색은 3~4로 차이가 크지 않았지만, 엽크기는 선발 계통간에 큰 차이를 보였다.

(3) 선발계통의 생육특성(2차 계통육성)

(가) 빨간색계통

Table 3. Characters of growth selected red paprika lines

계통	번호	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배축 길이 (cm)	절간장(cm)					경경 (cm)	분지수	착과수	미숙 과색 (0-5)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	엽병 요철 (0-5)	엽록소 함량 (SPAD)
					1st	2nd	3rd	4th	5th									
Cupra(F1)		178	36	3	8	14.5	13.5	13	11	1.67	16	14	4	24.6	14	16	2	48.8
Special(F1)		144	35	3	7	9	10	10.5	10	1.63	16	14	4	19.3	12	15.2	2	63.5
Ferrari(F1)		139	34	3	7	9.5	10	10	8	1.57	17	7	4	23.2	13.5	18	2	54.9
B-R-1(F5)	6-16	152	28	3	7	9	10	11	9.5	1.57	15	8	3	17.5	9	16.5	2	65.4
B-R-2(F5)	8-4	168	44	3	10	13.5	11	10	11	1.59	14	6	3	20.5	12	13	2	63.2
	8-18	163	35	3	6.5	16	12.5	11	8.5	1.57	16	9	3	22	13.5	16	2	61.8
	9-8	172	40	4	6	10	15	12.5	9	1.41	15	5	3	19	10.3	12	2	58.8
	9-9	148	34	3	13	12	12	11.5	9	1.25	14	5	3	18	9.1	11.5	2	53.8
	10-2	149	34	3	9	10.5	8	9	6.5	1.93	17	7	3	21.3	12	13	2	66.8
	10-19	159	30	3	9.5	11	12	10	8.5	1.57	16	8	3	16.5	9	14.5	2	65.4
Special(F4)	11-3	121	35	4	5.5	5.5	7	8	6.5	1.73	14	6	3	19.4	11.7	13	2	62.8
	12-14	133	37	3	7.5	12.5	11	10.5	10	1.51	14	13	3	20.5	12	17	2	68.7

	12-18	127	28	3	7.5	7	9	10	7	1.83	14	11	3	20	10.3	11.5	2	64.8
	13-2	119	31	3	5	4	5.5	10	8.5	1.46	14	11	3	16.3	9.5	12	2	79.6
	13-8	143	35	3	6	9.5	12	14.5	8.5	1.8	15	6	3	16	10	13.5	2	68.3
	14-2	113	33	4	7	5.5	7.5	8.5	7	1.59	14	10	3	17.5	8.6	11	2	73.5
	15-11	110	30	3	5	8.5	8.5	8.5	7.5	1.53	13	10	3	16	10	14	2	68.1
	15-27	129	28	4	8.5	10.5	10	9.5	7.5	1.45	14	5	3	20	9.5	17	2	67.9
Cupra(F4)	17-14	120	24	3	5.5	5.5	7	7	7.5	1.75	15	7	4	19.2	11.7	16	2	71.6
	18-15	110	25	3	6	7.5	7.8	11.2	7.9	1.73	14	9	4	18	10.7	14.6	2	79.5
	19-7	109	22	3	5.5	7	7.5	8	8.5	1.76	15	12	4	20	10.4	14.5	2	88.3
	20-14	122	26	3	6	7.5	8	7.5	9.5	1.59	13	14	3	21.3	12.2	14	2	53.4
	21-13	158	36	4	6	7	10.5	11	8	1.7	15	8	3	22	11	14	2	52.4
	23-1	150	35	4	7	11.5	12.5	11	10	1.79	14	7	4	20.7	10.6	19	2	55.6
	24-5	132	32	4	7.5	9	9	8.5	10	1.96	14	13	3	20	10.7	16	2	60.2
	25-3	131	27	3	8	9	11	9	8.5	1.83	15	13	4	20.5	11.9	15	2	63.7
Debla(F4)	26-1	134	40	4	7	10	11	11.5	9.5	1.98	13	9	3	20.5	11.6	18	2	56.7
	27-3	119	32	3	4	4	5.5	10	12.5	1.91	12	11	3	19.5	10.7	16	2	56.3
	27-25	126	38	4	7	7	14	9	9	1.83	13	9	4	20	12.5	17	2	78
	29-2	117	28	3	5.5	10	9	10.5	10	1.88	14	13	3	17.8	10.2	17.5	2	59.3
	30-12	117	33	4	6	8.5	8	6.5	5.5	2.05	15	11	3	19.6	11.8	15	2	65.9
	30-18	99	19	3	4	7	3	3	7	1.64	16	5	3	20.2	12.1	12.3	2	72.9
Mirage(F4)	32-17	109	27	3	7	7	6	8.5	5.5	1.83	15	19	3	15.6	9	14.3	2	55
	33-13	121	32	3	3	8.5	7.5	7	7	2.3	14	12	3	20.2	11.5	18.3	2	64.2
	33-19	102	28	3	4	7.5	7	9	7	1.8	11	5	3	16.3	8.2	13.5	2	50.4
	34-8	114	33	3	3	4	4.5	6.5	6	1.76	15	7	3	17	10	13.2	2	83.4
	35-2	124	31	4	7.5	7.5	7.5	7	9	1.67	15	15	4	18	9.3	15.2	2	56.1
	35-29	99	28	4	6	6	8	9	9	1.78	13	11	3	17.8	10.2	17	2	56.8
	36-11	132	31	4	4.5	6.5	6	9	9	1.71	14	10	3	19.6	9.5	15.5	2	57.4
	36-15	130	35	3	5	9.5	8	8	8.4	1.93	15	16	3	20	11.7	18	2	59.9
9253(F4)	38-12	136	34	4	5	9.5	12	9	7	1.89	13	6	3	22.5	11.3	16.5	2	61.8
	39-6	128	31	3	7	7	9	8.5	9	1.7	15	12	3	19	10	14	2	62
	40-3	139	37	4	4	8	9	9.5	8.5	1.74	16	13	4	22	12.5	14.6	2	59.6
Plenty(F3)	46-2	144	34	4	10.5	9	9.5	10.5	7.5	1.56	15	12	4	18.6	10.5	12.5	2	80.2
	46-9	140	36	4	8.5	9	14.5	14	10	1.6	13	13	4	20	11.6	17	2	58.8
	176-10	158	30	3	6	9	10	10.5	6	1.75	15	6	4	18.6	11.3	14	2	60.5
	176-17	164	40	3	13.5	10	12	9	10	1.52	15	7	4	19.3	10	15	2	62.2
	177-3	139	24	3	9.5	7.5	10	10	8.5	1.35	15	10	4	19.7	11.4	15.8	2	62.8
	177-5	139	29	3	6	9	8.5	8	10.5	1.48	15	8	4	20	10.6	13.5	2	55.8
	178-4	172	45	2	13.5	14	13	10	12	1.74	14	6	4	18.5	10.6	13	2	64.5
	178-22	169	34	2	8	10	12	8.5	10	1.7	16	9	4	20.5	11.7	15.6	2	64.8
	180-32	185	38	4	8	12.5	11.5	13	11	2	15	5	4	22	11.4	16	2	65.2
	181-33	155	33	3	6	8	9	8.5	7.5	1.49	14	3	4	22.3	12	13.1	2	69.6
최대값		185	45	4	13.5	16	15	14.5	12.5	2.3	17	19	4	22.5	13.5	19	2	88.3
최소값		99	19	2	3	4	3	3	5.5	1.25	11	3	3	15.6	8.2	11	2	50.4

빨간색 선발 계통의 초장과 주경장은 각각 99~185cm 와 19~45cm 까지 범위에 있었는데, 선발계통이 기존 시판 품종에 비해 다소 짧아지는 경향을 보였고, 절간장은 3~16cm 까지 분포하였고 시판 품종에 비해 짧은 경향이였다. 경경은 차이가 크지 않았으며, 분지수는 11개에서 17개까지 차이를 보였는데, 시판 품종에 비해 다소 감소하는 경향이였다. 착과수는 최소 3

개에서 최대 19개까지 다양한 특성을 나타냈는데, 계통에 따라서는 시판 품종보다 월등히 착과수가 증가하여 착과특성을 높일 수 있는 여지를 남겼다. 엽크기는 시판 품종에 비해 다소 감소하는 경향이었고 엽록소함량은 차이가 크지 않았다.

(나) 노란색계통

Table 4. Characters of growth selected yellow paprika lines

혈통	번호	초장 (cm)	주경장 (cm)	허배추 길이 (cm)	절간장(cm)					경경 (cm)	분자수	착과수	미숙 과색 (0-5)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	엽병 요철 (0-5)	엽록소 함량 (SPAD)
					1st	2nd	3rd	4th	5th									
Derby(F1)		146	29	3	6	9	7	8.5	7.5	1.5	18	13	4	22.5	12.5	18.4	2	56.8
Jirisan(F1)		142	29	3	5.5	10.5	9	11	10	1.39	16	9	4	21	13.7	17.2	2	55.1
Helsinki(F1)		144	32	3	7	8	10	9	6.5	1.59	17	13	4	18.6	13	15.8	2	60.8
Fiero(F1)		159	34	4	8	9	12	7	8	1.87	17	7	3	21.4	12.3	20.2	2	56.7
Fiesta(F1)		156	27	5	6	11	10	10.5	8	1.71	17	8	4	22.4	11	18.7	2	70.1
Masserati(F1)		182	31	3	8	10.5	10	9.5	10	1.46	18	9	4	21.3	10.8	18.7	2	55.2
Plenty(F3)	48-5	135	31	3	8.15	8	9.5	7.5	7.5	1.76	15	4	4	21	11.1	15	2	64.1
	48-18	140	37	5	5	8	9.5	8	8.5	1.74	14	11	4	22	12	16.5	2	59.1
	51-3	125	33	4	9.5	8	10.5	10	5.5	1.59	15	8	4	21.5	11.6	15.6	2	60.7
	51-13	147	32	4	8.5	11	10.5	9.5	8.5	1.61	14	6	3	20.5	11	14.5	2	50.3
	52-5	162	33	3	6	12.5	10	11.5	8.5	1.62	15	8	4	22.5	12	13.7	2	60.6
	52-19	145	31	3	5.5	10.5	10	9	10	1.46	14	9	4	17.3	10.4	10.5	2	55.8
Derby(F3)	53-19	139	37	4	7	11	10	10.5	8.5	1.49	14	7	3	20.6	11.6	16.7	2	63.5
	54-10	137	31	3	7.5	10	8	10	7.5	1.59	15	8	4	19.5	11	16.4	2	56.8
	54-4	157	29	3	7	11	8.5	11	7	1.8	17	9	4	23.3	12.6	18.5	2	58.5
	55-5	130	29	3	11.5	7	10.5	10	6	1.9	15	9	3	20.5	12	19.5	2	61.4
	55-18	143	29	3	10	10.5	8.5	8	8	1.67	15	8	4	21.5	12.7	18	2	58.8
	56-2	133	23	3	5.5	7	10	7	10.5	1.89	16	9	3	24	13.9	15.5	2	57
	56-28	158	34	4	8.5	10.5	12	12	10	1.71	15	9	3	22.5	13	14.4	2	53.1
B-Y-1(F5)	60-10	125	34	4	5.5	12.5	9	7	5.5	1.5	14	5	4	21.3	10.4	17	2	61.7
	61-9	125	42	3	8.5	11.5	10	9.5	7	1.64	11	7	3	19.5	10.5	12.6	2	66.2
Fiesta(F4)	62-20	126	30	3	6	10.5	9.5	7	5	1.75	14	11	3	22	9.5	16.2	2	51.6
	63-18	160	27	3	7	8.5	9	12	9.5	2.3	17	15	4	20	9.8	15.5	2	65.2
	64-2	187	28	4	10.5	10	11.5	10	12	2	17	12	4	19.8	9.7	17	2	58.5
	65-3	157	29	4	10	9	11	8.5	7.5	1.91	15	13	3	20.5	9	19	2	65
	65-17	127	32	4	7.5	7	7.5	6.5	7	2.06	14	9	3	22	11.1	20	2	63.1
	67-5	129	25	4	6	11	8.5	8.5	6.5	1.95	16	12	4	22	11.8	20.4	2	60.3
	68-9	124	29	4	9	6.5	6	5.5	6	1.74	16	10	3	17.8	9.6	17.2	2	64.3
	68-12	127	27	3	6.5	8	9	8.5	7	1.82	16	13	4	18.6	9.6	10	2	52.3
	69-20	147	30	4	8.5	9	10	11	8.5	2.19	15	9	3	20.8	12.5	17	2	53.6
	70-4	125	20	3	9.5	7	8	8.5	5	2.05	17	9	3	19.6	10.5	19.7	2	66.7
	70-20	137	28	3	7.5	11.5	7	9.5	8.5	2.13	15	9	3	22.3	12.8	17.5	2	61.3
	71-14	125	26	3	4.5	7.5	5.5	7	7.5	2.16	16	10	4	20	10.3	17	2	54.7
	71-15	130	25	3	8.5	7.5	9.5	7.5	7	1.98	15	12	4	20.6	10.4	16	2	53.1
	73-3	135	23	3	5	8.5	9	7.5	9	2.03	17	19	4	17.6	8.7	14.5	2	56.1
	75-17	162	32	3	4	9.5	8	8	7	2.32	18	14	4	19.2	9	19	2	66.6
Maserati(F4)	76-10	136	31	4	8	10.5	12	9	7	2.04	16	8	4	18.6	11	14.7	2	56.2
	78-13	140	34	3	5.5	7.5	8	5	5.5	2.22	15	6	3	24	12.4	19.5	2	62.8
	79-3	129	30	4	5	9.5	9	10	7.5	1.74	14	13	4	21	9.6	23.5	2	66.7

	81-15	126	31	3	10	7.5	7	4.5	5	1.88	16	11	4	19.6	10.2	19	2	71
	82-7	139	31	3	9	8.5	10.5	9	10	2.28	15	12	3	19.5	8.7	17.9	2	62.8
	83-8	141	31	3	7.5	11	9	9	8.5	1.81	16	11	4	22.6	10.7	20.4	2	57.6
Jirisan(F4)	84-6	111	29	4	7	6.5	7.5	7	6	1.69	14	12	4	17	10	15.4	2	52.1
	84-11	106	19	3	5	7.5	8.5	5.5	8	1.88	15	10	3	20.6	10.5	17	2	56.6
	85-3	141	25	3	4.5	7.5	8	7	8	1.73	16	16	3	20.8	11.7	18	2	57.3
	85-5	108	25	3	5	9.5	8	6	7	1.9	14	8	4	15.2	9.7	13	2	55
	86-10	123	30	2	4	8.5	6.5	10	9.5	1.68	13	15	4	24	14.7	16	2	58.1
	88-1	105	24	2	7	6.5	6	6	5	1.51	13	13	4	20.3	12	16.4	2	58.4
	89-1	122	34	4	7.5	10	9	8	7.5	1.73	14	9	4	25.5	14	19	2	56.5
	90-1	125	30	4	7	8	10	8.5	7	1.75	15	14	4	21	14.5	12	2	50
	90-14	121	28	3	6	5.5	7.5	10	7.5	2.04	16	19	4	19.5	12.3	18	2	73.8
	90-17	113	28	3	5.5	5.5	9	9.5	6	1.78	15	11	4	25	14.7	13.5	2	62.5
	92-14	137	30	3	5	7	8	7.5	9	1.86	15	12	4	23	12.6	17.5	2	64.3
	92-31	108	27	3	4.5	7	10	9.5	10	1.43	14	7	3	19	12	18.5	2	63.9
Helsinki(F4)	94-14	116	28	3	7.5	8.5	10.8	9	8	1.53	14	10	3	14	8.8	14.2	2	53.6
	94-26	143	33	3	6	10	8.5	10.5	9.5	1.64	16	9	3	18.6	13	15.6	2	55.5
	95-10	129	31	3	7	8.5	11	10	5.5	1.69	16	9	4	20	12.5	19	2	62.5
	95-20	122	34	4	11.5	7	7.5	7	6.5	1.67	17	10	3	18	12.2	18	2	85.4
	97-14	119	31	5	6.5	8.5	7	5	6	1.9	16	10	4	24.5	17.3	14.2	2	77.2
	97-17	107	29	3	7	10.5	7.5	7.5	5	1.78	13	11	4	21.2	14.3	15.5	2	64.1
	99-8	149	37	4	12	10	9	9	8	1.86	17	9	3	21.5	14.5	19.5	2	81.1
	101-8	148	33	4	9.5	12	11	7.5	9.5	1.39	15	6	3	18.2	10.8	13.6	2	52
	101-30	159	32	4	5.5	11	9	7.5	9	1.56	19	7	4	22.4	11.3	16	2	58.8
	102-7	175	35	4	5.5	12	9.5	10	10.5	1.77	17	12	4	19.2	12	17.2	2	62.7
	102-12	153	32	4	9	11.5	11	9	7	1.68	17	9	3	17.2	9	15	2	51
	104-11	151	31	3	8	10.5	9	8.5	7.5	1.86	17	12	4	20.5	12.7	16.5	2	60.6
Thialf	105-3	141	23	3	10	7.5	9	9	6.5	2.1	16	10	3	20.2	10.6	19.4	2	58.3
	106-13	161	27	3	7	8	10	11	10.5	2.4	17	16	4	22.5	13.4	15.6	2	51
	108-3	141	32	3	6.5	7.5	9	8.5	8	1.57	17	10	4	23.2	14.6	14.5	2	55.2
	108-9	141	30	4	6	13	9.5	9	7	1.67	16	15	4	24.3	16	17.2	2	50
	109-8	152	27	3	7	7	7.5	6.5	7.5	2.3	16	9	4	24	13.2	17.5	2	41.7
	110-2	182	23	3	5.5	9.5	13	13	9	1.93	16	10	3	23	13.7	18	2	57.2
	110-9	162	26	3	8	9.5	11.5	11.5	10	1.72	18	11	3	22	12.3	17.4	2	58.9
	111-3	170	27	3	10.5	9	10.5	8.5	7	1.91	18	9	4	20	12	16.6	2	47.5
	111-15	150	25	2	8	9.5	10	8.5	10.5	1.79	16	11	3	18.2	11	19	2	53.8
최대값		187	42	5	12	13	13	13	12	2.4	19	19	4	25.5	17.3	23.5	2	85.4
최소값		105	19	2	4	5.5	5.5	4.5	5	1.39	11	4	3	14	8.7	10	2	41.7

노란색 선발 계통의 초장과 주경장은 각각 105~187cm 와 19~42cm 로 빨간색보다 증가하였지만, 시판 품종에 비해 다소 짧아졌고, 절간장도 2~13cm 까지로 빨간색보다 짧아졌지만, 시판 품종에 비해 짧은 경향이였다. 경경은 차이가 크지 않았지만 시판 품종보다 증가하였으며, 분지수는 11개에서 19개까지 차이를 보여 빨간색과 마찬가지로 시판 품종에 비해 다소 감소하는 경향이였다. 착과수는 최소 4개에서 최대 19개까지였고, 엽크기는 시판 품종에 비해 다소 감소하여 빨간색 선발계통과 비슷한 경향이였으며 엽록소함량은 시판 품종과 큰 차이가 없었다.

(다) 오렌지색계통

Table 5. Characters of growth selected orange paprika lines

혈통	번호	초장 (cm)	주경장 (cm)	하배추 길이 (cm)	절간장(cm)					경경 (cm)	분지수	착과수	미숙 과색 (0-5)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	엽병 요철 (0-5)	엽록소 합량 (SPAD)
					1st	2nd	3rd	4th	5th									
Boogie(F1)		158	36	3	9	8.5	8	7	7.5	1.62	16	13	4	18.5	10.8	13.4	2	52.5
President(F1)		162	34	3	8.5	9.5	10.5	14	12.5	1.9	16	13	4	21.2	13.7	15	2	60
B-O-1(F5)	113-7	145	30	3	5.5	12	11	8.5	6	1.71	13	8	4	19.7	11.4	15.3	2	60.5
	113-20	144	25	3	9	11	11	7	7	1.65	15	8	4	20.8	11.2	12.7	2	57.6
	114-12	206	33	4	13	11	13.5	12.5	13	1.54	16	6	3	19.7	10.6	13.3	2	52.5
	114-14	176	33	3	8.5	12	12	12.5	11	1.8	16	10	4	22	11.3	13	2	52.5
	115-12	156	31	3	6	12	12	10.5	8.5	1.73	16	10	4	24	12.3	14	2	75.5
President(F4)	116-11	160	31	3	9	8	13	12.5	10	1.54	15	9	4	21.3	11.9	14.5	2	54.2
	117-9	158	32	3	8	10.5	11	10.5	8.5	1.58	16	12	4	22	11.3	18	2	61.3
	120-9	178	41	5	6.5	12	10	11	9	1.58	16	12	4	22.5	13.7	14.5	2	55
	120-13	169	32	4	7.5	8	12.5	9	9.5	1.09	17	11	4	19.8	10.6	13.2	2	57.2
	121-15	175	33	4	7.5	9.5	10	10	8.5	1.8	16	9	4	18	10.3	14.5	2	51.2
	121-16	169	35	4	8	9	11	10	12	1.97	17	12	4	21	12.6	16.5	2	51.2
Boogie(F4)	125-4	156	35	2	7.5	9.5	10	9	8	1.8	16	9	3	19.5	12.5	14.5	2	63.7
	125-9	172	36	3	8.5	10	10.5	9	9.5	1.9	16	12	4	20.5	13.8	15.4	2	58.3
	126-10	172	41	4	6	12	12.5	13	10	1.88	14	8	4	19	11.5	11.5	2	55.4
	127-13	162	32	3	9.5	9	8	7.5	8	1.68	17	7	4	17	9	14.5	2	63.2
	127-18	154	31	4	7	8	10.5	7.5	10.5	2	17	8	4	18.9	10.3	16.4	2	56.5
	128-4	168	34	3	10	9.5	10	10.5	8	1.72	16	7	4	14.8	8.8	11.5	2	51.2
	128-22	159	33	4	11.5	10	10	11	8	1.76	15	6	4	17.3	9.8	13.2	2	63.7
Valentine(F4)	129-10	164	43	4	11	10.5	9.5	9	7	1.86	15	9	4	22	14	17.8	2	64.5
	130-8	173	42	4	9.5	10.5	10	13	10	1.52	15	11	4	27.5	15.6	17.8	2	61.9
	131-3	152	32	3	11	11	10	10.5	8	1.66	14	12	4	23.5	13.3	15.4	2	66.1
	134-4	172	44	4	9	17	12	12.5	11	1.83	14	11	4	24.8	14.6	13.8	2	63.1
	134-8	162	43	4	13.5	13	12	9	9.5	1.74	14	8	4	21.2	13.8	15.6	2	61.7
	135-4	141	37	4	9	10.5	10.5	11	6.5	1.57	16	12	3	19.2	11	13.8	2	65.8
	136-19	150	38	4	8.5	9	10.5	10.5	11	1.66	15	15	3	20.3	11.7	16	2	58.1
	137-6	114	31	3	5.5	7.5	14	6.5	4	1.58	13	15	3	14.6	8.7	8	2	58.2
	138-1	159	35	3	8.5	9.5	12	8	10	1.85	16	11	4	24.5	12.5	15.4	2	61.9
	138-27	143	33	3	8.5	12	12.5	11.5	10.5	1.61	14	11	3	18.6	11.7	15.4	2	57.7
	139-19	144	32	3	5.5	12.5	7.5	9	9.5	1.86	17	16	3	24.5	15	16.5	2	61.7
	139-25	163	36	4	8.5	8	9	8.5	8	1.93	17	9	3	25.5	15.6	19.7	2	62.3
	140-6	137	35	4	6.5	12	13	11.5	7.5	1.57	14	6	3	23.8	11.6	12.5	2	61
	141-4	153	41	3	10	12.5	10.5	10	11.5	2.1	14	14	3	22.3	14.4	16.2	2	63.5
	142-4	144	36	3	7.5	14.5	8.5	11	6	1.71	16	13	4	27.7	16.4	18.3	2	49.5
최대값		206	45	5	13.5	17	15	14.5	13	2.4	19	19	4	27.7	17.3	23.5	2	88.3
최소값		99	19	2	3	4	3	3	4	1.09	11	3	3	14	8.2	8	2	41.7

오렌지색 선발 계통의 초장과 주경장은 각각 99~206cm 와 19~45cm 로 빨간색과 노란색 보다 증가하였을 뿐만 아니라, 시판 품종에 비해 길어지는 특성을 보였다. 절간장도 2~17cm 까지로 시판 품종에 비해 길어지는 경향이였다. 경경은 시판 품종과 차이가 없었고, 분지수는 11개에서 19개까지로 시판 품종에 비해 다소 감소하는 경향이였으며, 착과수는 최소 3개에서 최대 19개까지로 다양한 분포를 보여 시판 품종보다 착과성을 개선할 수 있을 것으로 판단되였다. 엽크기는 빨간색과 노란색과 달리 시판 품종보다 증가하여 전반적으로 초세가 강했던 것으로 판단되였다.

2. 시판 F1 품종의 PeMV 저항성 검토

2-1) 실험내용

육종원으로 사용된 F1 품종을 대상으로 바이러스 저항성을 검정하였다. 대상품종은 국내에서 많이 재배되고 있는 품종들과 저항성계통 19종이었다(Talbe 6). 바이러스는 국내에서 가장 발생 비중이 높은 *Pepper mottle virus*(PepMoV)를 대상으로 실시하였다. 바이러스 접종원은 PepMoV-paprika 분리주를 이용하였다. 접종은 0.01M 인산완충액(pH 7.0)에 바이러스 전염원을 넣고 (1:5, w/v) 마쇄한 후 carborundum (400mesh)을 이용하여 상엽에 실시하였다. 바이러스 발생조사는 접종후 2주후부터 병징을 관찰하였고 접종후 30일후에 최종 조사하였으며, 시료를 채집하여 DAS-ELISA방법으로 바이러스를 검정하였다(Clack과 Adams, 1977).

Talbe 6. PepMoV 검정용 파프리카 F1 목록

번호	내병성	F1	과색	종류	회사명
1	L4	Special	R	Blocky	Enza
2		Cupra	R	Blocky	Enza
3		Plenty	R	Blocky	De
4		Derby	Y	Blocky	De
5		Fiesta	Y	Blocky	Enza
6		Maserati	Y	Blocky	Enza
7		Jirisan	Y	Blocky	Rijk
8		Helsinki	Y	Blocky	Rijk
9		Fiero	Y	Blocky	Syngenta
10	L4	President	O	Blocky	Enza
11		Boogie	O	Blocky	Rijk
12		Ferrari			
13	TSWV	Baltasar			ZERAIM
14	TSWV	Dalias			ZERAIM
15	TSWV	Fortunato			ZERAIM
16	TSWV	M 427	Y	Blocky	하나종묘
17	TSWV	M 461	R	Blocky	하나종묘
18	L4	LM1-L4		한국용	하나종묘
19		Debla			

2-2) 결과 및 고찰

파프리카 F1 계통을 대상으로 PepMoV에 대한 저항성 검정을 실시하였다. 바이러스 조사는 접종 1주일 후부터 최종 30일까지 조사한 후 ELISA법으로 검정하였다. 거의 대부분 품종에서 PepMoV에 감수성을 보였으나, Jirisan 품종에서는 저항성을 보였다. PepMoV에 저항성은 *Capsicum annum* L. cv. Avelar에서 보고되었다(Zitter와 Cook, 1973;) 또한 저항성 유전자는 *pvr3*로 밝혀졌다 (Murphy 등, 1998). 따라서 저항성으로 검정된 Jirisan 품종에 대한 육종원로의 가능성에 대한 지속적인 연구를 추진해야 할 것이다.

표 7. 파프리카 F1별 PepMoV 저항성검정 결과

번호	F1	접종주수	발병주수	저항성
1	Special	11	11	S
2	Cupra	11	11	S

3	Plenty	4	4	S
4	Derby	11	11	S
5	Fiesta	6	6	S
6	Maserati	10	10	S
7	Jirisan	11	0	R
8	Helsinky	11	11	S
9	Fiero	11	11	S
10	President	11	11	S
11	Boogie	11	11	S
12	Ferrari	10	10	S
13	Baltasar	11	11	S
14	Dalias	11	11	S
15	Fortunato	11	11	S
16	M 427	1	1	S
17	M 461	6	6	S
18	LM1-L4	11	11	S
19	Debla	11	11	S

3. 시판 F1 품종의 PeMV 저항성 검토

3-1) 실험내용

여름재배용으로 적합한 우수 계통 선발과 품종 등록을 위해 1차년도에는 해외와 국내에서 재배되고 있는 F1 품종으로부터 약을 수집하여 배양하였고, 모계 38계통과 부계 29계통으로 138 교배조합에 대한 특성 평가를 하였다. 16개 우수 교배조합에 대해 모양과 색깔, 크기에 대한 과실특성과 잎, 절간, 색깔 등의 생육특성을 조사하여 비교 분석하였다. 129 교배조합의 1,215 개체와 132순계 890개체가 토양 비닐온실에서 재배되었고 12 외국 품종과 비교하였다.

3-2) 결과 및 고찰

Table 8. Vegetative and fruit characteristics of hybrid lines

Lines	Plant vigor	Plant appearance	Plant height	Flowering	Nodal color	Fruit shape	Fruit color
5AVS7 (5AVS10)	5	9	4	early	purp	glamor	Red
5AVS7 (#34)	4	9	5	medium	purp	glamor	Red
5AVS5 (5AVS10)	4	8	4	medium	purp	lameyo	Red
5AVS3 (5AVS10)	4	8	5	early	purp-blue	long curve	Red
5AVS3 (#43)	3	9	5	medium	pink	oblong	Red
5AVS7 (#46)	5	10	5	medium	pink	glamor	Red
KNU1017 (#34)	3	9	4	early	pink	lameyo	Red
5AVS8(#10)	4	9	4	medium	purp-blue	lameyo	Red
5AVS8 (#30)	3	9	4	late	purp	glamor	Red
5AVS7 (#32)	4	10	5	early	purp	glamor	Red
5AVS8 (#34)	4	10	5	medium	purp-blue	glamor	Red
5AVS8 (#32)	5	9	5	medium	purp-blue	bell	Red
KNU1017 (#43)	5	9	4	medium	purp	bell	Red
KNU2001 (#14)	4	8	4	medium	purp	oblong deform	Red
KNU1017 (5AVS10)	5	8	5	medium	purp	glamor wrinkle	Red

KNU2001 (#34)	5	7	5	E	pink	Oblong wrink	Red
KNU2006 (#27)	5	9	5	E	purp	glamor	Red
#29 (#9)	4	8	4	M	pink	lameyo	Red
#12 (#9)	4	10	4	M	pink	glamor	Red
#12 (#38)	4	9	4	M	pink	Lameyo	Red
#27 (#25)	4	8	4	M	pink	glamor	Red
Co1541 (5AVS10)	5	7	4	E	Purp-blue	glamor	orange
KNU2003 (#43)	4	8	5	M	purp	glamor	Red
KNU2006 (#34)	5	8	4	M	purp	glamor	Red
KNU1016 (#43)	4	6	3	E	pink	lameyo	Red
KNU1010 (#10)	4	8	4	M	purp	lameyo	Red
5AVS2 (#16)	3	8	4	M	pink	lameyo	Red
5AVS8 (#27)	4	7	3	M	purp	Glamor	Yellow
5AVS1 (#24)	3	7	3	M	purp	Lameyo	Red
5AVS1 (5AVS5)	4	7	3	E	Purp-blue	conical	Red
KNU1003 (#30)	5	8	3	M	pink	glamor	Red
KNU1010 (#27)	5	9	4	M	purp	dolma	Red
5AVS10 (#24)	4	9	3	m	purp	glamor	Red
KNU3006 (#28)	5	8	3	M	purp	lameyo	Yellow
5AVS5 (#27)	5	7	3	L	pink	glamor	Yellow
5AVS7 (#27)	5	9	5	M	pink	glamor	Red
KNU1017 (#34)	5	9	5	M	pink	glamor	Red
5AVS7 (#27)	4	9	5	M	purp	glamor	Red
KNU2006 (#22)	4	9	5	M	Purp blue	glamor	Red
#14 (#9)	4	9	4	M	none	glamor	Red
KNU2001 (#25)	5	7	5	E	purp	Long deform	Red
#10 (#11)	4	10	4	M	none	glamor	Red
#9 (#21)	4	9	3	M	pink	glamor	Red
Co1541 (#30)	4	10	5	E	purp	Dolma defm	Red
KNU2001 (#27)	4	7	5	M	purp	Cone curv	Red
KNU1017 (#10)	5	9	5	E	purp	lameyo	Red
5AVS10 (#25)	4	8	3	M	Purp blue	glamor	Red
KNU1015 (#32)	5	8	5	M	purp	glamor	Red
#12 (#11)	3	10	4	M	purp	glamor	Red
5AVS5 (KNU2006)	4	7	5	M	purp	lameyo	Red
KNU1016 (#43)	4	9	4	M	purp	glamor	Red
CO1541 (#16)	4	8	5	M	purp	dolma	Red
KNU1017 (#43)	4	8	4	E	pink	lameyo	Red
#32 (#36)	4	10	5	M	none	glamor	Red
#46 (#36)	4	8	4	M	none	glamor	Red
#29 (#20)	5	10	4	E	none	glamor	Red
5AVS8 (#48)	5	9	4	M	purp	bell	Red
KNU2001 (#34)	5	7	5	E	purp	oblongcurv	Red
5AVS8 (#30)	5	10	5	M	Purp blue	glamor	Red
5AVS8 (#32)	4	8	4	M	Purp blue	bell	Red
5AVS5 (5AVS10)	5	8	4	M	Purp blue	lameyo	Red
KNU1007 (#29)	5	9	5	E	pink	glamor	Red
5AVS8 (#45)	4	8	4	M	purp	lameyo	Red
#29 (#38)	4	8	5	E	purp	glamor	Red
#27 (#25)	5	9	4	E	pink	lameyo	Red
#12 (#38)	5	9	4	E	none	glamor	Red
5AVS7 (#46)	5	9	5	E	pink	lameyo	Red
5AVS7 (#46)	5	9	5	E	pink	lameyo	Red
5AVS7 (#10)	5	9	4	E	pink	glamor	Red
5AVS7 (45)	5	9	5	E	pink	lameyo	Red
5AVS7 (#32)	5	9	4	E	purp	lameyo	Red

5AVS7 (KNU2006)	4	8	5	E	Purp blue	Lameyo	Red
5AVS10 (#51)	4	8	4	L	Purp blue	glamor	Red
KNU3006 (#28)	4	7	4	M	purp	dolma	Yellow
KNU1007 (#10)	3	8	4	M	purp	glamor	Red
KNU1012 (#27)	5	10	5	M	purp	lameyo	Red
#22 (#36)	4	10	5	M	purp	glamor	Red
KNU1006 (#14)	5	9	5	L	purp	round	Red
KNU1010 (#27)	5	8	5	M	Purp blue	glamor	Red
CO2090 (KNU2006)	3	6	2	M	purp	dolma	Red
KNU1012 (#34)	4	9	5	E	purp	oblongdefm	Red
KNU2006 (#22)	4	9	5	M	Purp blue	glamor	Red
KNU2001 (#10)	5	7	4	E	purp	oblongdefm	Red
KNU2006 (10)	4	10	4	L	purp	lameyo	Red
KNU2006 (#14)	4	9	4	L	purp	bell	red
CO2090 (5AVS5)	5	6	5	E	purp	glamor	Red
CO2090 (5AVS4)	5	6	5	E	purp	glamor	Red
5AVS7 (#34)	5	9	5	E	pink	lameyo	Red
KNU2006 (#34)	5	8	4	E	purp	glamor	Red
#12 (#9)	5	7	3	E	none	glamor	Red
KNU2001 (#14)	5	7	5	E	pink	lameyodefm	Red
#29 (#11)	4	9	4	M	pink	glamor	Red
5AVS5 (#46)	4	9	4	M	purp	glamor	Red
#29 (#9)	4	9	4	m	pink	glamor	Red
5AVS3 (#14)	4	10	4	L	purp	oblong	Red
5AVS7 (5AVS10)	5	8	5	M	purp	lameyo	Red
5AVS8 (#46)	5	10	5	M	purp	glamor	R
KNU2006 (#24)	5	8	5	E	Purp blue	glamor	Red
CO1541 (#27)	5	8	5	E	Purp blue	dolma	Red
5AVS7 (#14)	4	9	5	L	purp	lameyo	Red
KNU1016 (51)	4	9	5	M	pink	glamor	Red
5AVS8 (#27)	4	8	5	M	purp	glamor	Yellow
KNU2006 (#45)	5	9	5	E	Purp blue	glamor	Red
5AVS7 (#51)	4	8	4	M	purp	glamor	Red
5AVS8 (#51)	5	8	5	M	Purp blue	glamor	Yellow
KNU1015 (#10)	4	10	4	M	purp	lameyo	Red
5AVS2 (#34)	5	7	4	M	purp	glamor	Red
CO0720 (#43)	5	7	3	E	purp	lameyo	Red
CO1541 (5AVS10)	5	8	5	E	purp	dolma	Orange
KNU11016 (#14)	5	10	4	E	pink	lameyo	Red
CO1541 (#14)	5	9	5	E	Purp blue	dolma	Red
#11 (#9)	5	8	4	e	none	glamor	Red
KNU1017 (5AVS10)	5	6	3	E	purp	lameyodefm	Red
5AVS3 (#27)	5	7	4	M	pink	Oblong curv	Red
5AVS3 (5AVS10)	5	9	5	M	Purp blue	Oblong curv	Red
#11 (#10)	4	8	3	E	pink	bell	Red
5AVS2 (#16)	5	10	5	M	purp	glamor	Red
#11 (#27)	4	9	4	m	pink	glamor	Red
CO1541 (#10)	5	6	5	E	Purp blue	dolma	Red
5AVS3 (#16)	5	7	4	M	purp	Oblong curv	Red
5AVS4 (#34)	5	10	5	M	purp	Glamor wrink	Red
KNU2006 (#30)	5	9	5	E	Purp blue	glamor	Red
5AVS9 (#43)	5	9	4	M	purp	glamor	Red

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.