

21300
7-05-
5-CGD
00

Golden Seed 프로젝트 사업 2단계 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003942-01

재
배
안
정
성
,
복
합
내
병
성

토
마
토

품
종
육
성

재배안정성, 복합내병성 토마토 품종육성

2022. 3. 25.

프로젝트연구개발기관 / 토마토연구소(주)
세부프로젝트연구개발기관 / 토마토연구소(주)
세부프로젝트연구개발기관 / (주)부농종묘
세부프로젝트연구개발기관 / (주)클론
세부프로젝트연구개발기관 / (주)다나

2022

농
림
축
산
식
품
부

농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 귀하

본 보고서를 “Golden Seed 프로젝트 사업” (기간 : 2017. 1. 1 ~ 2021. 12. 31)
“재배안정성 복합내병성 토마토 품종육성” 프로젝트의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 3. 25.

프로젝트연구개발기관명 : 토마토연구소(주)	(대표자) 김명권 (인)
제1세부프로젝트연구개발기관명 : 토마토연구소(주)	(대표자) 김명권 (인)
제2세부프로젝트연구개발기관명 : (주)부농종묘	(대표자) 류제택 (인)
제3세부프로젝트연구개발기관명 : (주)클론	(대표자) 경정호 (인)
제4세부프로젝트연구개발기관명 : (주)다나	(대표자) 정용동 (인)

프로젝트연구책임자 : 김명권
제1세부프로젝트연구책임자 : 김명권
제2세부프로젝트연구책임자 : 류제택
제3세부프로젝트연구책임자 : 경정호
제4세부프로젝트연구책임자 : 김용진

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	213007-05-5 -CGD00	해당단계 연구기간	2017.1.1.~ 2021.21.31	단계구분	(2단계)/ (총2단계)
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP 원예종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	재배안정성, 복합내병성 토마토 품종육성			
	세부프로젝트명	제1세부	재배안정성 복합내병성 토마토 품종육성		
		제2세부	토마토 전시포 운영 및 종자 보급		
		제3세부	토마토 응성불임성 활용기술 및 마커개발		
		제4세부	토마토 해외 전시포 운영에 의한 품종경쟁력 평가 및 수출확대		
프로젝트 책임자	김명권	해당단계 참여연구원 수	총: 141 명 내부: 141 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 2,800,000천원 민간: 747,500천원 계: 3,547,500천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 141 명 내부: 141 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 2,800,000천원 민간: 747,500천원 계: 3,547,500천원
연구기관명 및 소속부서명	제1세부	토마토연구소(주)			
	제2세부	부농종묘(주)			
	제3세부	(주)클론			
	제4세부	(주)다나			
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과 의 보안등급 및 사유					

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장 비	기술요 약 정보	소프 트 웨어	회합 물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
	ISSN 1226- 8763	제10-1987 663호								품종보호 등록 제7028호	
	ISSN 1229- 2818	10-2020-0 128828								품종보호 등록 제7027호	
	ISSN 226- 8763									품종보호 등록 제7082호	
	ISSN 1229- 2818									품종보호 등록 제7531호	
	ISSN 2223- 7747									품종보호 등록 제7526호	
										품종보호 등록 제8115호	
										품종보호 등록 제8211호	

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

논문: 5 편
특허등록: 1 건
품종보호등록: 7 품종

보고서 편수
205

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>토마토 재배 작형별, 지역별 생육이 안정적이고 착과비대가 균일하고, 과형, 과색, 저장성, 식미 등 과품질이 우수하고, 바이러스, 곰팡이병, 세균병 등에 복합내병성이 있는 F₁ hybrid 토마토 신품종을 육종하여 국내 농가 보급 및 해외수출 기반을 확보하고자 하였다.</p> <p>(1) 핑크계(pink) 대과종 토마토 F₁ 품종개발 (3품종) - 저온기 및 고온기에 착과비대가 균일하고 기형과, 창문과 등의 발생이 적고 저장성과 맛이 좋으며 TYLCV, TSWV, ToMV, 시들음병, 근부위조병, 선충, 잎곰팡이병, 역병, 점무늬병 등에 복합내병성인 핑크(pink) 대과토마토 F₁ hybrid 품종육성</p> <p>(2) 레드계(red) 대과종 토마토 F₁ 품종개발 (3품종) - 토경재배 및 양액재배에서 초세와 생육이 안정적이고 착과비대가 균일하며, 저장성, 수량성, 내병성이 우수한 레드(red) 대과토마토 F₁ hybrid 품종육성</p> <p>(3) 식미가 좋고 복합내병성인 소과종 토마토 F₁ 품종개발 (3품종) - 화방발달이 잘되고 당도가 높고 저장성이 우수하며, TYLCV, TSWV, ToMV, 시들음병, 근부위조병, 선충, 잎곰팡이병, 역병, 점무늬병 등에 복합내병성인 소과종 토마토 F₁ hybrid 품종육성</p> <p>(4) 토마토 전시포 운영 및 종자 보급 - 작형별, 지역별 토마토 신품종 전시포 설치 운영 - 작황조사 분석, 품종평가회 및 설명회 - 신품종 홍보 및 종자 보급 판매</p> <p>(5) 토마토 응성불임성 활용기술 및 마커개발 - 응성불임 선발용 마커개발 및 MAS/MABC 기반의 신속 엘리트 계통선발법 개발</p>
<p>연구개발성과</p>	<p>토마토 신품종을 육종 개발하여 작형별, 지역별 재배환경에 적합한 우수한 토마토 종자를 보급함으로써 농가 소득증대 및 국내육성 품종 보급률을 향상시켰으며, 해외 수출기반을 다졌다.</p> <p>품종보호출원 8품종, 품종보호등록 7품종, 품종생산판매신고 12품종을 완료하였으며, 국내매출 84억원, 해외수출 35만달러를 달성하였다.</p> <p>특허출원 2건, 특허등록 1건, SCI 논문 3편, 비SCI 논문 2편 국내외 전시포 설치 운영 55개소, 인력양성 4명을 하였다.</p>
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>(제1세부) 육성 개발한 토마토 품종 Pink대과 ‘슈퍼스타’는 고온기용으로 ‘대청TY’는 저온기용으로 ‘맘모스TY’는 반축성작형에 주로 보급하며, Red대과 ‘TY찰스톤’ ‘점보007’은 수량성이 높고 저장성이 우수하며, ‘클러</p>

<p>스트’ 는 송이용 토마토이며, ‘쿠킹’ 은 요리용 토마토로 개발되었으며, ‘TY777’ ‘TS웰빙’ 은 당도가 높고 멀티내병성 방울토마토이며, ‘TS흑찰’ 은 기능성 흑토마토로 국내외에 확대 보급 판매할 계획이다.</p> <p>(제2세부)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전시포 시험재배 사업으로 국내 유통 품종의 안전성 점검 체계를 구축 - 국내 육성품종의 우수성 홍보로 재배자, 소비자의 인식을 제고 - 지역적 재배 환경 분석 및 농가에 다양한 품종 정보 제공 - 국내환경에 맞는 토마토 종자의 공급으로 농가 소득증대에 기여 및 국내품종의 시장점유율 증대 <p>(제3세부)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 토마토 융성불임(MS) 선발용 마커 보급 - 융성불임성 이용 F₁ 종자 생산으로 비용 절감 효과 <p>(제4세부)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해외 시험포, 전시포 운영으로 멕시코, 스페인, 이탈리아, 중국 등의 재배환경, 선호 품종에 따라 세계시장 trend에 맞는 토마토 육종 방향을 정확하게 제시함 - 국가별 거래처 멕시코 1개소, 스페인 1개소, 이탈리아 1개소, 중국 2개소, 일본 1개소를 확보하였으며, 향후 개발된 우수품종을 토대로 거래처를 확대해갈 계획임 - 지속적인 국제박람회 및 전시회 참석으로 신규 거래처 발굴 및 시교사업으로 수출을 증대해갈 계획임 					
국문핵심어 (5개 이내)	재배안정성	핑크토마토	레드토마토	고품질	복합내병성
영문핵심어 (5개 이내)	Growing stability	Pink tomato	Red tomato	High quality	Multi resistance

〈 목 차 〉

제 1 장 연구개발과제의 개요	7
제 1 절 연구개발의 목적	7
제 2 절 연구개발의 필요성	7
제 3 절 연구개발의 범위	8
제 2 장 연구수행 내용 및 결과	11
제 1 절 제1세부과제 연구수행 내용 및 결과	11
제 2 절 제2세부과제 연구수행 내용 및 결과	82
제 3 절 제3세부과제 연구수행 내용 및 결과	106
제 4 절 제4세부과제 연구수행 내용 및 결과	164
제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	180
제 1 절 목표 달성도	180
제 2 절 관련분야 기여도	189
제 4 장 연구결과의 활용 계획 등	189
붙임. 참고 문헌	191
<별첨 1> 연구개발보고서 초록	195
<별첨 2> 자체평가 의견서	197
<별첨 3> 연구결과 활용계획서	201

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발 목적

토마토는 건강식품으로 전 세계적으로 과채류(果菜類) 중에서 가장 재배면적이 많고 종자산업에서 중요한 위치를 차지하고 있다, FAO통계(2016년)에 따르면 세계 전체 토마토 재배면적은 485만ha 정도이며, 국내의 토마토 재배면적은 6,400ha로 농가소득 면이나 국민건강증진 차원에서 중요한 역할을 하고 있다. 이에 다양한 재배방법, 재배환경에 적합하고 고품질 복합내병성 토마토 품종을 육종 개발하여 국내 농가에 보급함으로써 국내육성 종자의 비율을 높이고, 해외에도 현지 적응성시험으로 수출기반을 다지고자 한다. 이를 위해 다양한 토마토 유전자원의 수집 평가하여 육종소재로 이용하고, 새로운 유전자를 창출하기 위해 recombination을 통한 유전변이를 유기하며, backcrossing으로 특정유전자를 집적하여 신소재를 만들며, 우량 parent line을 육성 선발하여 F₁ hybrid 조합작성을 하고, 조합선발시험과 농가실증시험을 통하여 품종화, 상품화하는데 목적이 있다. 또한 종자 생산성 향상과 생산비용을 낮추기 위해 융성불임성을 이용한 채종기술 개발로 순도를 높이고 비용을 절감하는 연구를 하며, 국내외 현지 전시포 설치 운영을 통하여 개발된 품종을 현지적응성 시험을 통하여 품종평가회, 설명회, 홍보 등 마케팅 활동으로 국내외에 우수한 토마토 종자를 보급 판매하고자 한다.

제 2 절 연구개발의 필요성

- 토마토는 세계적으로 과채류 중에서 가장 재배면적(485만 ha, 2016년 FAO)이 많은 작물로 종자산업에서도 중요한 위치를 차지하고 있다.
- 국내 토마토 재배면적은 2000년대부터 매년 증가하다가 2007년도에 7300ha로 peak가 되었으며, 2016년도에 6,391ha에서 39만톤 정도 생산되었다
- 지역별로는 충남 > 강원 > 전남 > 경기 > 경남 순으로 많은 재배면적을 나타낸다.
- 국내 토마토는 대과토마토와 방울토마토로 크게 대별되며, 송이토마토, 흑토마토 등도 소규모로 재배되고 있다.
- 재배면적 비율은 방울토마토 55%, 대과토마토 44%, 기타 1%로 추산되며, 방울토마토는 타원형(대추형)이 85%, 원형이 15% 정도이며, 대과종은 핑크(pink)대과 70%, 레드(red)대과 30% 정도로 재배되고 있다.
- 국내 토마토 종자시장은 연간 종자소요량 20만 봉(1봉 1000립) 정도이며, 전체 종자시장 규모는 220억 정도로 추산된다.
- 방울토마토는 국내육성품종이 80% 이상이며, 대과토마토는 국내육성품종 30%, 수입품종 70% 정도로 보고 있다
- 여러 재배환경에 적합하고 저온기, 고온기 착과비대가 균일하고 저장성, 색상, 맛 등이 우수한 고품질 복합내병성 토마토 신품종을 육종하여 국내 보급 뿐만 아니라 해외 수출도 확대해야 한다.
- 기후환경 변화에 따른 각종 병해충 발생 증가로 토마토 안정생산이 위협받고 있으므로 바이러스, 세균병, 곰팡이병 등에 복합내병성이면서 친환경 재배가 가능한 신품종의 개발이 필요하다.

- 토마토는 분자마커의 개발이 많이 되어 있지만 새롭게 발생하는 내병성 마커뿐만 아니라 과품질 등에 대한 분자유종도 계속해서 필요하다.
- 토마토 융성불임성을 이용한 종자생산성 향상과 비용을 절감하고 MS계통들을 효율적으로 선발육성하기 위한 마커개발도 필요하다.
- 육종효율을 증대시키기 위해서는 육종연한의 단축이 필수적이며, 이에 유전체 정보와 결합된 유용유전자원의 추출과 분자마커 기술 개발이 핵심과제로 부상하고 있다, 최근 급속히 증가되고 있는 유전체정보 기술을 접목하여, 유전체 정보와 필드 육종간의 상호 활용이 원활하도록 지원하는 연구가 필요하다.
- 현재까지 형질관련 분자마커 개발은 단일 유전자에 의해 조절되는 형질 중심으로 개발되어 왔으나, 세대단축을 위하여 여교잡 선발 (Marker-assisted backcrossing: MAB)을 위한 교배조합별 이용 가능한 genome-wide SNP 선발이 필요하다.
- SNP 기술이란 생물의 DNA는 99%가 동일한 구조를 가지지만, 남은 0.1%차이가 표현형의 변화를 가져오는데, 이와 같이 개체별, 계통별 염기서열의 차이를 분석해보면, 그중 90%가 같은 위치에서 한 염기가 다른 염기로 바뀌는데, 이와 같이 많은 개체 또는 계통에서 DNA 염기서열에서 다른 염기가 같은 위치에서 발견되는 것을 SNP(single nucleotide polymorphism:단일염기 다형화)라고 한다.
- 유전체 기반의 육종 시스템을 구현하기 위해서는 육종소재에 대한 정확한 데이터베이스, 표준유전체 정보, 모든 유전자의 유전양상을 이해할 수 있는 초고밀도 유전지도가 필요하다.

제 3 절 연구개발의 범위

[제1세부과제]

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
①신규 유전자원의 탐색 및 수집 평가	-토마토 생육형별로, 과크기별로, 색상별로, 용도별로, 내병성 등 다양한 토마토 품종 및 계통들을 탐색하고 수집하여 평가	-무한생육형, 유한생육형, 대과, 중과, 소과, red, pink, orange, yellow, brown, purple color, 생과용, 가공용 등의 유전자원 평가하고 활용 -내병성으로 TYLCV, TSWV, ToMV 선충, 잎곰팡이병, 시들음병, 근부위조병, 반신위조병, 갈색근부병, 점무늬병, 역병, 흰가루병, 청고병 등 multi 내병성이 있는 유전자원을 수집하여 평가하고 소재로 사용
②우량 양친 계통 육성 및 선발	-육성중인 line들에 대한 과종, 육묘, 정식, 유인, 교배하여, 초세, 절간, 착과성, 경도, 당도, 내병성 등 모든 원예형질을 조사하고 선발된 개체, 계통들의 종과수확, 채종 및 조제	- Femlae line(모계) 육성: 절간이 짧고 착과성이 우수하며, 과가 매우 균일한 계통을 육성하여 선발함 - Male line(부계) 육성: 초세가 강하고 과육이 단단하며, multi 내병성이 있는 계통을 육성 선발함
③분자마커로 복합	-유묘기에 각 line별로 있을	- 새로 수집한 유전자원,

내병성 검정 선발	sampling해서 개발되어 있는 내병성 마커로 1차 선발 하여 정식 -착과, 수정, 성숙된 후 최종 선발된 개체에 대한 2차적으로 마커형질 재확인	신소재육성 backcross group, 육성계통 500여 line들을 개체별로 검정하여 선발함 - F ₁ 조합과 기존의 품종들에 대한 내병성도 마커로 확인함
④신소재창성 및 backcross	-고정계통간의 재조합 작성으로 신소재를 유기 창성하고 분리선발 -고품질계와 multi내병계를 반복교배(backcross)하여 유전자를 집적, 첨단신소재 육성	- 계통간에 recombination으로 새로운 변이를 창성하고 인자집적 개체를 선발함 - 과품질, 내병성 등 특정유전자를 집적하기 위해 5집단에 대한 backcrossing을 진행함
⑤고정계통간에 조합작성 및 조합선발시험	-육성되고 있는 고정 계통간에 조합작성 교배하여, F ₁ hybrid 조합능력을 검정하고 선발	- 매년 신규 hybrid 조합을 작성 교배하여 pink대과 조합, red대과 조합, cherry 조합에 대한 성능검정 검증시험으로 우수한 조합을 선발함
⑥농가실증시험 및 품종화	-주요재배단지에 선발된 조합, 품종들을 농가포장을 임대하여 농가실증시험을 실시 -품종등록 및 상품화	- 농가실증시험과 지역적응성시험을 실시하고 품종평가회 및 품종설명회를 개최함 - 품종보호출원 및 등록 품종생산판매신고, 품종화

[제2세부과제]

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
①토마토 전시포 설치 운영	-중앙전시포 등 전국 4개소 전시포 설치	- 주산지 전시포를 운영, 평가, 홍보활동
②중앙전시포 평가회	-토마토연구소 국내육성 품종 전시	- 우수품종 선발, 전시회, 품평회
③주산지 평가회	-주산지에서 국내품종 평가회 홍보	- 주산지 대비 품종과 비교 국내품종의 우수성의 홍보활동
④종자 박람회 홍보	-종자 전시회, 박람회 참가	- 국내외 종자박람회에 부스 전시 홍보 마케팅 활동

[제3세부과제]

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
①용성불입개체 선발용 SNP 마커개발	- MABC 선발용 384 SNP 마커 적용성 검토 - 교잡 후대에서 MAS/MABC 기반의 신속 엘리트 계통 선발법 개발	- 384 SNP 마커 적용 - MAS/MABC 기반의 신속 엘리트 계통 선발
②레드 및 핑크 토마토 품종육성용 자식계통의 특성분석	- 핑크 및 레드계 토마토 ms10 ³⁵ 계과 우량육종 순계계통 - MAS을 이용한 육성세대에서	- 레드계 6계통, 핑크계 14계통)과 교배 (F ₁ , BC ₁ , BC ₂ , BC ₃ 및 BC ₄ 세대육성)

	ms10 ³⁵ 유전자를 가진 개체 선발	- ms10 ³⁵ 유전자를 가진 개체 선발
③핑크 및 레드계 토마토 이용 ms10 ³⁵ 도입 응성불임계통 육성	- 핑크 및 레드계 토마토 이용 ms10 ³⁵ 도입 응성불임계통 육성 (msms) - ms10 ³⁵ 유전자 선발용 SNP 마커 개발 - 주요 토마토 병해 저항성 마커 이용 MAS 적용 및 선발	- ms10 ³⁵ 도입 응성불임계통 육성 (msms) - SNP 마커 개발 - MAS 적용 및 선발
④ToCV 분자 마커 개발	- ToCV 감염 개체 판별용 분자마커 개발 - 주요 유전자원이용 저항성 검정 및 선발 - 저항성 계통 이용 교배 및 분리세대 육성 - 분리세대에서 ToCV 저항성유전자 분리 및 마커 개발	- 바이러스 검출 마커개발 - 마커를 이용한 유전자원 이용 저항성 screening (감염주와 접목 방법 이용) 및 저항성 계통 선발 - 교배 후 분리 세대 육성 - 분리세대에서 분자마커 개발

[제4세부과제]

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
①해외 전시포 및 시험포 개설, 운영	- 해외 시험포 운영을 통한 품종 경쟁력 평가	- 스페인, 멕시코, 중국, 이탈리아 등 해외 국가별 요구도에 부합하는 신조합 시교 공시하고, 결과를 바탕으로한 재시교를 통한 재배 안정성과 품종 평가 진행 - 해외 현지 품종평가에 따른 우수 조합 선발 및 상업화를 위한 확대시교와 상업화 진행 - 유럽 및 멕시코의 경우 Red, Pink, Saladette Type 들을 중심으로 한 품종 개발 및 홍보 활동 - 아시아 지역의 경우 Cherry Type을 중심으로 한 품종 개발 및 홍보 활동
②국내 시험포 운영	- 국내 시험포 운영을 통한 해외바이어 초청 및 평가	- 7월 국내 연구소내 시험포 운영을 통한 해외바이어 초청 및 평가회 진행 - 국내 품종평가를 통한 시교조합 선발 및 해외 현지 시험포 운영 연계
③전시회, 박람회 참가	- 국제 전시회 및 박람회 출품	- 국제총회(ISF, APSA) 및 해외 박람회 참석을 통한 신규 거래처 발굴 및 품종 홍보

제 2 장 연구수행 내용 및 결과

제 1 절 연구수행 내용 및 결과 (제1세부과제)

1. 유전자원수집 및 평가

(1차년도)

▷ 극대과종 1점, TSWV내병성 4점, Processing 1점, 송이형 1점, Bacterial wilt 내병성 1점, Bacterial spot-T 3점, Bacterial speck-T 1점, 주름과 1점 등 12점을 수집하여 평가하고 육종소재로 활용 (표 1, 그림 1).

표 1. 신규 토마토 유전자원 수집 특성 평가

유전자원명	초형	과형	과중 (g)	과색	경도 (kg/φ)	내병성*	수집처
KD-1	무한	oblate	306.5	pink	1.8	Ty1,3.Tm.I2.Sm	China
EUK	무한	round	178.9	red	2.0	Ty1,3.Sw.Tm.I2.V	Italy
HZ97	유한	oval	92.2	red	2.1	Tm.I2.V	USA
YD55	무한	round	43.2	red	1.8	Tm.I2.V.Sm	Turkey
CNN	무한	oval	197.5	pink	1.8	Ty1,3.Tm.I2.V.Fr. Sm.Bw	Taiwan
PRN	무한	round	205.6	red	2.0	Tm.N.F.V.Bw	Netherland
TSN	무한	round	212.7	red	1.7	Ty1,3.Tm.V.Bs	USA
AGL	무한	oval	178.8	red	2.1	Ty1,3.Tm.Mi.Bs	USA
HLM	무한	winkle	287.1	pink	1.6	Tm.Mi.I2.V	USA
N107	유한	oval	158.2	red	1.8	Ty1,3.Sw.Tm.I2.V.	Brazil
FSO	유한	oval	156.3	red	2.0	Ty1,3.Sw.Tm.I2.V.	Brazil
VCY	유한	oval	147.3	red	2.1	Sw.Tm.I2.V.Sm	Brazil
계	12점						

* 내병성, Ty: tomato yellow leaf curl virus, Sw: tomato spotted wilt virus, Tm: tomato mosaic virus, Mi: nematode, I2: fusarium race2, V: verticillium, Fr: fusarium radicis, Sm: stemphyliumt, Bw: bacterial wilt, Bs: bacterial spot



그림 1. 수집 평가한 토마토 유전자원

(2차년도)

▷ Firm 저장성계 1점, TSWV내병성 2점, Processing 1점, Saladette type 2점, Bacterial wilt 내병성 1점, Ty2 내병계 1점, Truss type 1점, Cooking용 1점, Purple color 1점, Fusarium race 3(I3) 내병계 1점 등 12점을 수집하여 평가하고 육종소재로 활용 (표 2, 그림 2).

표 2. 신규 토마토 유전자원 수집 특성 평가

유전자원명	초형	과형	과중 (g)	과색	경도 (kg/Φ)	내병성*	수집처
IS1107	무한	oblate	237.2	pink	1.6	Ty1,3.Tm.I2.V.Fr.Sm	China
IS1108	무한	oblate	223.9	pink	1.6	Ty1,3.Tm.I2.V.Fr.Sm	China
IS905	유한	round	184.5	red	1.8	Ty1,3.I2.V.Bw	China
EL6710	무한	oval	126.7	red	2.0	Ty1,3.Tm.Sw.Mi.I2.I3.V.Ph.Sm.Lv	Brazil
EL6713	무한	oval	138.2	red	2.0	Ty1,3.Tm.Sw.Mi.I2.I3.V.Ph.Sm.Lv	Brazil
EL6911	무한	oval	118.5	red	2.0	Ty1,3.Tm.Mi.I2.V.Ph	India
TMK	무한	round	217.2	red	1.7	Ty1,3.Tm.Fr.Cf.Sm	Spain
TOV	무한	round	215.2	red	1.8	Ty1,3.Tm.I2.V.Sm	Israel
NDOL	무한	long	137.3	red	1.6	Ty1,3.Tm.Mi.I2.V	Netherland
TOR	무한	long	109.7	red	1.8	Ty1,3.Tm.Sw.I2.Fr.V.Lv	Italy
PUR	무한	round	83.8	purple	1.5	Tm.I2.V.Sm	China
CON	무한	oblate	60.8	orange	1.5	Tm.Mi.I2.Fr.Bw.Sm	Japan
계	12점						

* 내병성, Ty: tomato yellow leaf curl virus, Sw: tomato spotted wilt virus, Tm: tomato mosaic virus, Mi: nematode, I2,I3: fusarium race2,3, V: verticillium, Fr: fusarium radialis, Ph: phytophthora, Sm: stemphylium, Bw: bacterial wilt, Cf: cladosporium, Lv: leveillula



Oblate

Round

Oval

Long

그림 2. 수집 평가한 토마토 유전자원

(3차년도)

▷ Pink 중대과종 고당도계 2점, TSWV, Fusarium race3, Phytophthora, Stemphylium, Bacterial wilt **내병성 10점**을 수집하여 평가하고 육종소재로 활용 (표 3, 그림 3).

표 3. 신규 토마토 유전자원 수집 특성 평가

유전 자원명	초형	과형*	과중 (g)	과색	당도(brix)	내병성*	수집처
JAP	무한	oblate	178.3	pink	7.8	Ty1.Tm..I2.V.Fr.Sm	Japan
CH121	무한	oblate	157.8	pink	8.0	Ty1.Tm.I2.V.Sm	China
HON	무한	round	212.5	red	4.8	Ty1.Tm.Sw.I2.V.Cf.Bw	Turkey
TOK	무한	round	208.3	red	4.8	Ty1.Tm..I2.Cf.Sm	Spain
EUK	무한	round	196.2	red	5.0	Tm.Sw.Mi.I2.V.Cf.Ph	Israel
SKB	유한	oval	126.5	red	4.5	Ty1.Tm.I2.V.Ph.Sm	India
AGM	무한	oval	87.2	red	4.5	Ty1.Sw.I2.I3.Sm.Ph	Brazil
BTR	무한	round	107.6	red	5.7	Tm.I2.V.Sm	England
PCL	무한	round	15.3	orange	7.6	Ty1.Tm.Mi.I2.V	England
MRU	무한	oval	17.8	red	8.8	Ty1.Tm.Sw.I2.V.Cf	Japan
MSR	무한	oval	20.3	red	8.2	Tm.I2.V.Sm	Japan
RIM	무한	oval	17.4	red	7.8	Ty1.Tm.I2.Sm..Ph.B6	France
계	12점						



Fusarium race 3 내병계



Bacterial wilt 내병계

그림 3. 수집 평가한 토마토 유전자원

(4차년도)

▷ Sour & flat type Pink 4점, TY+SW 4점, Saladette type 5점 등 총 13점의 신규유전자원을 수집하여 평가하고 육종소재로 활용 (표 4, 그림 4).

표 4. 신규 토마토 유전자원 수집 특성 평가

유전자원명	초형	과형*	과중(g)	과색	당도(brix)	내병성*	수집처
RG	유한	oval	123.6	red	4.8	Ty1.2,Tm,I2,V,Ph,Sm	India
NS501	유한	oval	132.1	red	5.0	Ty1.2,Sw,Tm,I2,V,Sm	India
SAH	유한	round	157.4	red	4.8	Ty1.2,Tm,Sw,I2.V,Ph,Bw	India
ELT	유한	round	168.5	red	4.8	Ty1.2,Tm,I2,Ph,Cf,Sm	Pakistan
SAR	유한	round	177.3	red	4.8	Ty1.2,Tm,I2,V,Cf,Ph,Sm	Pakistan
VJ99	유한	round	182.5	red	4.8	Ty1.2,Sw,Tm,I2,V,Ph,Bw	Pakistan
SK149	무한	oblate	208.6	pink	6.5	Ty1.3,Tm,Mi,Fr,I2,V,Cf,Sm	Japan
TK191	무한	obalte	215.6	pink	6.5	Ty1.3,Tm,Mi,Fr,I2,V,Cf,Sm	Japan
MNS	무한	round	196.4	pink	6.3	Ty1.3,Tm,Mi,Fr,I2,V,Sm,Bw	Japan
VLD1	무한	oval	20.1	red	8.8	Ty1.2,Tm.Sw.I2.V.Cf	Russia
VLD1	무한	oval	20.3	red	8.8	Ty1.2,Tm.Fr,I2.V,Ph,Bw	Russia
SCH2	유한	oval	53.8	red	5.2	Ty2.5,Tm,I2.V,Ph,Bw	Taiwan
SCH5	유한	oval	62.7	red	5.2	Ty5,Tm,I2.V,Ph,Bw	Taiwan
계	13점						



Sour & Flat Type



TY2 + TY5 내병계

그림 4. 수집 평가한 토마토 신규 유전자원

(5차년도)

▷ TSWV 내병계 4점, 230g> 극대과 2점, Bacterial wilt 내병계 2점, white color 1점 등 총 10 점의 신규유전자원을 수집하여 평가하고 육종소재로 활용(표 5, 그림 5).

표 5. 신규 토마토 유전자원 수집 특성 평가

유전 자원명	초형	과형*	과중 (g)	과색	당도(brix)	내병성*	수집처
HM	무한	round	203.7	red	4.7	Ty1.3,Tm,Sw,I2,V,Sm,Bw	Turkey
EB	무한	round	238.4	red	5.0	Ty1.3,Tm,Sw,Fr,I2,V,Ph	Netherland
NT	무한	round	76.9	red	5.0	Ty1.3,Tm,Fr,I2,Ph	Netherland
MZ	무한	oblate	257.6	red	4.8	Ty1.3,Tm,Sw,I2.V,Ph	Israel
SY	무한	oval	152.0	pink	5.4	Ty1.3,Tm,I2,V,Sm	China
CL23	유한	oval	62.7	red	4.8	Ty1.2,Tm,Fr,I2,V,Sm,Bw	Taiwan
OVP	무한	oval	86.3	pink	5.7	Sw,Tm,Mi,Fr,I2,Cf	Japan
ORV	무한	oval	23.3	orange	8.5	Ty1.3,Sw,Tm,Ph,Cf	Japan
WHC	무한	oval	18.4	white	7.3	Tm,I2,V,Ph,Bw	Russia
BLC	무한	oval	20.4	brown	8.7	Tm.Fr,Mi,V,Cf	Russia
계	10점						



Bacterial wilt 내병계



White color

그림 5. 수집 평가한 토마토 신규 유전자원

2. 양친계통(parent line)들의 육성 및 선발

가. 연구방법

- 공시재료: 중대과종 300여 line, 소과종 200여 line
- 처리: 40구 트레이에 과종하여 50~60일 육묘하여 2중 비닐하우스에 정식함
- 시험방법: 주지1본 재배, 줄유인, 개화후 수정 착과시켰으며 7단까지 적심함
- 조사내용

▷ 초형: 무한생장형(indeterminate type), 유한생장형(determinate type)

▷ 숙기: 제1화방의 개화시기와 착색이 빠르고 늦음에 따라 조. 중조. 중, 중만, 만으로

구분

- ▷ 절간: 지제부에서 제3단 화방까지의 높이
- ▷ 과형: oblate(편구형), round(원형), oval(타원형)
- ▷ 과중: 5과의 평균과중
- ▷ 과색: 착색시의 색상에 따라 분홍색(pink), 홍색(red), 오렌지색(orange), 노란색(yellow), 갈색(brown)으로 나누며, 착색이 되지 않는 rin
- ▷ 어깨색: 착색이 되기 전 과일의 어깨부분의 base green의 정도에 따라 LG(light green), G(green), DG(dark green), U(no green back)
- ▷ 경도: 저장성, 수송성과 연관이 있으며, 성숙시 단단한 정도를 경도계로 측정
- ▷ 당도: Brix 당도계로 측정하였으며, 식미와 연관이 있음
- ▷ 과균일도: 성숙된 과일의 uniformity 정도, 상품수확률과 관련있음
- ▷ 내병성: 개발된 분자마커를 이용하여 TYLCV(tomato yellow leaf curl virus 황화잎말림 바이러스), TSWV(tomato spotted wilt virus 반점시들음바이러스), Tm(tomato mosaic virus 토마토모자이크바이러스), Mi(nematode 선충), F(I2, fusarium 시들음병), Fr(fusarium radicans 근부위조병), V(verticillium 반신위조병), Cf(cladosporium fuvum 잎곰팡이병), Ph(phytophthora 역병), Sm(Stemphyllium 점무늬병), Bw(bacterial wilt 청고병) 등을 분자마커 및 포장저항성을 검정함.

나. 연구결과_중대과중 계통육성

(1차년도)

- ▶ 모계육성(A line)으로 절간이 짧고 착과비대성이 좋고, 저장성, 과균일도가 우수하며, 복합내병성이 있는 F6 18 line, F7 17 line, F8 12 line, Fn 4 line 등 17계통을 육성 선발함 (표 6).

표 6. 중대과중 A line 육성계통 특성

계통번호	세대	초형	절간	과형	과중 (g)	과색	어깨색 *	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	과균일도 **	내병성**	선발 개체 수
17L1001	F6	ID	78.7	oblate	216.2	pink	LG	1.8	5.8	8	Ty1,3.Tm.I2.V.Sm	3
1002	F6	ID	62.4	round	208.6	pink	LG	1.6	5.6	8	Tm.I2.V.Sm	3
1003	F6	ID	62.7	round	218.9	pink	U	1.8	5.6	8	Tm.I2.V.Sm1,2.Cf9	2
1004	F6	ID	72.7	round	100.3	brown	DG	1.8	5.5	9	Ty1,3.Sw.Tm.I2.V.Sm	2
1005	F6	ID	72.3	round	109.1	brown	DG	1.8	5.7	9	Ty1,3.Sw.Tm.I2.V.Sm	4
1006	F6	ID	75.5	round	102.8	brown	DG	1.6	5.5	8	Tm.I2.V.Sm	4
1007	F7	ID	68.5	oblate	196.0	pink	DG	1.5	6.2	7	Ty1,3.Tm.I2.V.Sm.Cf9	4
1008	F7	ID	78.4	round	183.2	pink	U	1.8	5.6	9	Ty1,3.Tm.I2.V.Mi	4
1009	F7	ID	72.3	round	226.8	red	U	2.0	5.0	8	Ty1,3.Sw.Tm.Mi.I2.	5

											V.Mi.Ph.Cf.Sm	
1010	F7	ID	80.4	oblong	136.9	red	U	1.5	4.7	8	Ty1,3.Tm.V	2
1011	F7	ID	78.2	oval	112.9	rin	U	2.0	4.3	8	Tm.Mi.I2.V.Sm. Bw	2
1012	F8	ID	65.4	oblate	238.4	red	U	1.8	4.8	7	I2.V.Sm	3
1013	F8	ID	82.2	round	206.4	red	U	1.8	4.8	9	Ty1,3.Tm.I2.V	3
1014	F8	ID	80.7	oblate	210.6	pink	DG	1.8	5.5	8	Ty1,3.Tm.Mi.I2. V.Fr.Sm	3
1015	F8	ID	67.4	round	220.3	rin	U	2.0	5.4	8	Tm.I2.V.Sm	3
1016	Fn	ID	83.4	round	192.1	red	LG	1.7	5.1	9	Ty1,3.Tm.I2.V	2
1017	Fn	ID	72.4	round	218.6	red	U	1.7	5.0	8	Tm.I2.V	2
계	17											

*어깨색: LG light green, G green, DG dark green, U no green



**과균일도 9 7 5 3 1

***내병성: Ty(tomato yellow leaf curl virus), Sw(tomato spotted wilt virus), Tm(tomato mosaic virus), Mi(nematode), I2(fusarium race2), V(verticillium), Fr(fusarium radicans), Cf(cladosporium), Sm(stemphylium), Bw(bacterial wilt)

- ▶ **부계육성(B line)**으로 초세가 강하고 과육이 단단하여 저장성, 수송성이 우수하며, 황화 잎말림바이러스(TYLCV), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성이 있는 F6 6 line, F7 3 line, F8 2 line, Fn 2 line 등 **13계통**을 육성 선발하였음 (표 7).

표 7. 중대과종 B line 육성계통 특성

계통 번호	세대	초형	절간	과형	과중 (g)	과색	어깨 색*	경도 (kg/Φ)	당도 (brix)	과균 일도 **	내병성***	선발 개체수
17L1051	F6	ID	77.2	round	198.6	pink	U	1.8	5.4	8	Ty1,3.Tm.Mi.I2.V.Cf. .Sm	4
1052	F6	ID	76.2	round	167.7	pink	U	1.8	5.4	8	Ty1,3.Tm.I2.V.Sm	2
1053	F6	ID	72.8	round	176.6	pink	U	1.8	5.6	8	Tm.I2.V.Cf.Sm	2
1054	F6	ID	77.8	round	165.6	pink	G	1.7	5.6	9	Tm.Mi.I2.V.Fr.Sm	3
1055	F6	ID	80.4	round	218.5	pink	G	1.5	6.2	8	Ty1,3.Tm.Sw.Mi. Fr.V.Cf.Sm	5
1056	F6	ID	82.7	oblate	180.3	pink	DG	1.5	6.2	8	Ty1,3.Tm.Sw.I2. Cf.Sm	4
1057	F7	ID	78.5	oblate	187.3	pink	G	1.7	6.0	7	Ty1,3.Tm.Mi.I2. V.Sm	4
1058	F7	ID	72.3	oblate	206.5	pink	G	1.5	6.2	7	Ty2.Tm.I2.V.Cf. Sm	4
1059	F7	ID	72.4	oblate	218.2	pink	DG	1.7	6.2	8	Ty1,3.Tm.I2.V.Mi. Sm	3

1060	F8	ID	76.5	round	206.8	pink	U	1.8	5.6	8	Ty1,3.Tm.I2.V.Cf. Sm	4
1061	F8	ID	82.0	round	178.3	pink	U	2.0	5.4	9	Ty1,3.Tm.Mi.I2.V. Sm	4
1062	Fn	ID	85.5	oblate	214.1	pink	DG	1.8	5.5	8	Ty1,3.Mi.I2.Sm. Bw	3
1063	Fn	ID	73.4	round	216.1	pink	LG	1.7	5.8	8	Tm.I2.V.Sm	3
계	13											

(2차년도)

▶ 모계육성(A line)으로 절간이 짧고 착과비대성이 좋고, 저장성, 과균일도가 우수하며, 복합내병성이 있는 F6 6 line, F7 5 line, F8 3 line, Fn 3 line 등 17계통을 선발함(표 8).

표 8. 중대과종 A line 육성계통 특성

계통 번호	세대	초형	절간	과형	과중 (g)	과색	어깨 색*	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	과균일 도**	내병성**	선발 개체 수
18L 3001	F6	ID	75.3	round	226.2	pink	U	1.7	5.2	8	Ty1,3.Tm.I2.V.Cf.S m	2
3002	F6	ID	76.9	round	227.4	pink	U	1.7	5.2	8	Ty1,3.Tm.I2.V.Cf.S m	3
3003	F6	ID	65.7	oblate	212.2	pink	DG	1.6	6.1	8	Ty1,3.Tm.I2.Fr.V.Cf. Sm	2
3004	F6	ID	65.4	oblate	209.3	pink	DG	1.6	6.1	8	Ty1,3.Tm.I2.Fr.V.Cf. Sm	2
3005	F6	ID	62.3	round	230.1	pink	U	1.8	5.4	8	Ty1,3.Tm.Mi.I2.V.S m	2
3006	F6	ID	75.5	round	192.8	red	U	2.0	4.8	9	Ty1,3.Tm.I2.V	3
3007	F7	ID	68.8	round	196.8	red	U	1.8	4.8	9	Ty1,3.Tm.I2.V	2
3008	F7	ID	70.4	round	217.3	red	U	1.8	5.0	8	Sw.Mi.I2.V.Ph Cf	4
3009	F7	ID	71.3	round	216.8	red	U	2.0	5.0	8	Sw.Mi.I2.V.Ph.Cf	4
3010	F7	ID	66.8	oblate	208.6	pink	U	1.7	5.2	8	Ty1,3.Tm.V.Sm	2
3011	F7	ID	72.8	oblate	212.9	pink	G	1.7	5.3	8	Ty1,3.Tm.Mi.I2.V.S m	3
3012	F8	ID	65.4	round	196.4	pink	U	1.8	5.4	9	Tm.I2.V.Sm	2
3013	F8	ID	66.7	round	206.6	pink	LG	1.8	5.4	9	Tm.I2.V.Sm	2
3014	F8	ID	64.6	oblate	210.9	pink	U	1.8	5.7	8	Tm.I2.V.Sm	2
3015	Fn	ID	78.3	oblate	217.3	pink	DG	2.0	5.7	8	Tm.Mi.I2.Fr.V.Sm	2
3016	Fn	ID	73.1	oblate	223.7	pink	G	1.5	6.0	7	Ty1,3.Tm.I2.V. Cf. Sm	2
3017	Fn	D	71.4	oblate	206.5	pink	LG	1.5	6.2	7	Ty1,3.Tm.I2.V. Cf.Sm	2
계	17											

▶ 부계육성(B line)으로 초세가 강하고 과육이 단단하여 저장성, 수송성이 우수하며, 황화

앞말림바이러스(TYLCV), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성이 있는 F6 8 line, F7 2 line, F8 2 line, Fn 1 line 등 13계통을 육성 선발하였음 (표 9).

표 9. 중대과종 B line 육성계통 특성

계통 번호	세대	초형	질간	과형	과중 (g)	과색	어깨 색*	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	과균 일도 **	내병성**	선발 개체 수
18L 3021	F6	ID	77.6	round	196.4	red	U	2.0	4.8	9	Ty1,3.Tm.Mi.I2.V.Cf	3
3022	F6	ID	76.8	round	197.2	red	U	2.0	4.8	9	Ty1,3.Tm.I2.V	3
3023	F6	ID	78.2	oblate	212.9	red	U	1.8	4.8	8	Ty1,3.Sw.Mi.I2.V.Ph	3
3024	F6	ID	77.5	oblate	210.5	red	U	1.8	4.8	8	Ty1,3.Sw.Mi.I2.V.Ph	3
3025	F6	ID	73.4	round	208.4	red	U	1.8	5.0	8	Ty1,3.Tm.I2.V	3
3026	F6	ID	72.7	round	206.5	red	U	1.8	5.0	9	Ty1,3.Tm.V	3
3027	F6	ID	70.5	oblate	218.6	pink	G	1.5	6.2	7	Ty1,3.Sw.Tm.Mi.I2. V	4
3028	F6	ID	72.6	oblate	266.5	pink	G	1.5	6.2	7	Ty1,3.Sw.Tm.I2.V.C f	4
3029	F7	ID	77.2	round	187.6	pink	U	1.9	5.7	9	Ty1,3.Tm.I2.V	3
3030	F7	ID	73.1	round	221.5	pink	LG	1.7	5.7	8	Tm.I2.V.Cf	3
3031	F8	ID	68.9	round	153.7	brown	DG	1.7	6.0	9	Tm.Mi.I2.V	3
3032	F8	ID	75.3	oblate	228.5	pink	U	2.0	5.6	8	Ty1,3.Tm.I2.Fr.V	3
3033	Fn	ID	70.4	round	202.1	pink	U	2.0	5.8	8	Tm.I2.V.Sm.Bw	2
계	13											

(3차년도)

▶ 중대과종 inbred line 육성으로 F6 4line, F7 5line, F8 5line, Fn 3line을 선발함(표 10).

표 10. 중대과종 line 육성계통 특성

계통 번호	세대	초형	질간	과형	과중 (g)	과색	어깨 색*	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	과균 일도 **	내병성**	선발 개체 수
19L4001	F6	ID	76.7	round	165.5	pink	U	1.8	6.2	8	Ty1.Tm.I2.V.Sm	3
4002	F6	ID	72.3	round	184.2	pink	G	1.6	6.4	8	Sw.Tm.Mi.I2.V. Cf.Sm	4
4003	F6	ID	65.8	oblate	178.9	pink	G	1.6	8.2	8	Ty1.Tm.I2.Fr.V. Cf.Sm	3
4004	F6	ID	65.4	oblate	156.2	pink	G	1.6	8.2	8	Ty1.Tm.I2.V. Cf.Sm	3
4005	F7	ID	76.8	round	203.6	red	U	2.0	5.4	9	Ty1.Sw.Tm.I2. V.Cf.Sm.B12	5
4006	F7	ID	78.3	round	215.7	red	U	1.8	4.8	9	Ty1.Tm.I2.V. Cf.Sm	3
4007	F7	ID	82.2	oblate	284.4	red	U	1.8	4.8	9	Tm.Mi.I2.V.Cf	2

4008	F7	ID	70.6	round	217.8	pink	U	1.8	5.6	8	Tm.I2.V.Ph.Cf	4
4009	F7	ID	73.1	round	220.6	red	U	2.0	5.0	8	Tm.I2.V.Ph.Cf	4
4010	F8	ID	78.5	round	238.6	red	U	2.1	4.8	9	Ty1.Tm.I2.V	2
4011	F8	ID	72.7	round	194.8	red	U	2.1	5.2	9	Sw.Tm.Mi.I2.V. Cf.Ph	3
4012	F8	ID	82.4	oblate	254.8	red	U	1.8	4.8	8	Ty1.I2.V.Ph	3
4013	F8	ID	82.1	round	196.7	red	U	2.1	5.2	9	Ty1.Sw.Tm.Mi.I2. V.Cf.Ph	2
4014	F8	ID	74.5	round	210.6	red	U	2.1	5.0	9	Ty1.Sw.Tm.I2.V. Cf.Ph	2
4015	Fn	ID	70.3	oblate	213.9	pink	LG	1.8	6.3	8	Tm.Mi.I2.Fr.V.Sm	2
4016	Fn	ID	73.6	oblate	203.7	pink	LG	1.8	6.0	8	Ty1.Tm.I2.V.Cf.Sm	2
4017	Fn	ID	74.8	oblate	258.1	pink	LG	1.7	5.8	8	Ty1.Tm.I2.V.Cf.Sm	2
계	17											

(4차년도)

▶ 중대과종 inbred line 육성으로 F6 5line, F7 5line, F8 3line, Fn 5line을 선발함 (표 11).

표 11. 중대과종 line 육성계통 특성

계통 번호	세대	초형	질간	과형	과중 (g)	과색	어깨색 *	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	과균일 도**	내병성**	선발 개체수
20L5001	F6	ID	75.8	oblate	196.6	pink	G	1.8	6.0	8	Ty1.3,Tm,I2,V,Sm	4
5002	F6	ID	75.2	oblate	207.8	pink	G	1.8	6.2	8	Ty1.3,Tm,I2,V,Sm.	4
5003	F6	ID	66.9	oblate	205.1	pink	DG	1.7	5.8	8	Ty1.3,Sw,Tm,I2, V,Cf,Sm.	4
5004	F6	ID	67.7	oblate	187.4	pink	DG	1.7	5.8	8	Ty1.3,Sw,Tm,I2, V,Cf,Sm.	3
5005	F6	ID	72.6	round	195.9	pink	G	2.0	5.6	9	Ty1.3,Tm,I2, V,Cf,Sm,Ph.	4
5006	F7	ID	77.2	oblate	217.3	rin	U	2.0	4.8	9	Ty1.3,Tm,I2, V,Ph.	3
5007	F7	ID	78.2	round	172.8	pink	G	1.6	6.4	8	Ty1.3,Sw,Tm,I2, V,Cf,Sm	4
5008	F7	ID	70.4	oval	156.9	pink	LG	1.8	6.0	9	Ty1.3,Tm,I2, V,Cf,Sm,Bw	3
5009	F7	ID	78.3	round	217.5	red	G	2.0	5.0	8	Ty1.3,Tm,I2, V,Cf,Sm	4
5010	F7	ID	78.5	round	220.7	red	G	2.0	4.8	8	Ty1.3,Tm,I2, V,Cf,Sm	3
5011	F8	ID	78.7	round	227.8	red	U	2.1	4.7	9	Ty1.3,Sw,Tm,Mi, I2,V,Cf,Sm	4
5012	F8	ID	80.2	round	235.4	red	U	2.1	4.7	9	Ty1.3,Sw,Tm,Mi, I2,V,Cf,Sm	4
5013	F8	ID	80.3	round	217.5	red	U	2.1	4.8	9	Ty1.Tm.Mi.I2. V.Cf.Ph	3
5014	Fn	ID	77.4	round	187.4	red	U	2.1	4.8	9	Tm.Mi.I2. V.Cf.Ph,Bw	3

5015	Fn	D	76.9	oval	137.5	red	U	1.8	5.0	8	Ty1.3,Sw,Tm,I2, V,Sm	2
5016	Fn	D	74.7	oval	150.8	red	U	1.8	5.0	8	Ty1.3,Sw,Tm,I2, V,Sm	2
5017	Fn	D	74.3	oval	152.2	red	U	1.7	5.2	8	Ty1.3,Tm,I2,V, Sm,Ph	2
5018	Fn	ID	70.8	round	187.5	red	LG	2.0	5.2	9	Ty1.3,Tm,I2,V, Cf,Sm,Ph	2
계	18											

다. 소과종 계통육성

(1차년도)

- ▶ **모계육성(A line)**으로 화방발달이 잘 되고 열과에 강하고 당도가 높은 F6 6 line, F7 3 line, F8 2 line, Fn 2 line 등 **13계통**을 육성 선발함 (표 12).

표 12. 소과종 A line 육성계통 특성

계통번호	세대	초형	질간	과형	과중 (g)	과색	어깨색*	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	내병성**	선발 개체수
17S2001	F6	ID	68.7	round	17.2	red	G	1.3	8.8	Ty1.3.Tm.I2.V.Mi	3
2002	F6	ID	73.9	oblong	20.2	red	LG	1.5	8.8	Ty1.3.Tm.I2.V. Ph	4
2003	F6	ID	72.3	oval	17.8	red	G	1.3	8.5	Ty1.3.Tm.I2.V. Ph	4
2004	F6	ID	78.5	oblong	15.8	yellow	LG	1.5	9.0	Ty1.3.Tm.I2.V. Ph	3
2005	F6	ID	80.4	round	60.4	red	U	1.8	5.6	Ty1.3.Tm.V.Mi	3
2006	F6	ID	77.2	round	42.3	red	LG	1.7	5.7	Tm.Mi.I2.Cf	2
2007	F7	ID	68.8	round	23.1	red	G	1.5	8.6	Tm.I2.V	3
2008	F7	ID	78.3	round	20.6	red	LG	1.5	8.7	Ty1.3.Tm.I2.V.Mi	5
2009	F7	ID	77.4	oblong	22.5	red	LG	1.5	9.5	Ty1.3.Tm.I2.V. Ph.Bw	3
2010	F8	ID	72.2	oblong	18.0	yellow	U	1.3	9.0	Tm.I2.V	2
2011	F8	ID	78.4	oval	17.9	pink	LG	1.7	8.5	Ty1.3.Tm.I2.V. Sm	3
2012	Fn	ID	78.1	oblong	25.6	red	G	1.7	9.3	Tm.I2.V	5
2013	Fn	ID	74.9	round	18.5	red	G	1.4	8.8	Tm.I2.V.Mi	3
계	13										

- ▶ **부계육성(B line)**으로 초세가 강하고 열과에 강하고 당도가 높고 복합내병성인 F6 4 line, F7 4 line, F8 2 line 등 **10계통**을 육성 선발함(표 13, 그림 6).

표 13. 소과종 B line 육성계통 특성

계통번호	세대	초형	절간	과형	과중 (g)	과색	어깨색*	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	내병성**	선발 개체수
17S2051	F6	ID	74.9	round	17.4	red	LG	1.3	9.0	Ty1,3.Tm.I2.V.Ph	5
2052	F6	ID	79.1	oblong	21.6	red	LG	1.5	9.3	Ty1,3.Tm.I2.V	4
2053	F6	ID	80.2	oblong	23.7	orange	LG	1.3	8.7	Ty1,3.Tm.I2.V	4
2054	F6	ID	78.4	oblong	22.6	red	LG	1.7	8.8	Ty1,3.Tm.I2.V.Mi .Sm.Cf	4
2055	F7	ID	76.2	oval	18.7	red	LG	1.3	9.2	Ty1,3.Tm.I2.V.Mi	3
2056	F7	ID	77.3	oval	21.8	red	LG	1.5	9.4	Ty1,3.Tm.I2.V.Mi	5
2057	F7	ID	80.5	oblong	17.5	yellow	LG	1.2	9.5	Tm.I2.V	4
2058	F7	D	78.9	oval	18.4	red	NG	1.5	8.8	Tm.I2.V	5
2059	F8	ID	80.2	oblong	28.6	red	G	1.5	9.8	Tm.I2.V	3
2060	F8	ID	78.1	oblong	25.4	red	G	1.7	9.3	Tm.I2.V	4
계	10										



그림 6. 소과종 육성 계통

(2차년도)

▶ 모계육성(A line)으로 화방발달이 잘 되고 열과에 강하고 당도가 높은 F6 5 line, F7 4 line, F8 3 line, Fn 1 line 등 13계통을 육성 선발함 (표 9).

표 14. 소과종 A line 육성계통 특성

계통번호	세대	초형	절간	과형	과중 (g)	과색	어깨색*	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	내병성**	선발 개체수
18S3051	F6	ID	67.3	oblong	20.1	red	LG	1.8	8.8	Ty1,3.Tm.I2.V.Ph	3
3052	F6	ID	70.5	oval	17.8	pink	LG	1.8	8.3	Ty1,3.Tm.I2.V.Bw	4
3053	F6	ID	72.7	oval	17.1	orange	LG	1.7	8.7	Ty1,3.Tm.I2.V.Bw	3
3054	F6	ID	71.8	round	15.6	orange	LG	1.5	9.5	Ty1,3.Tm.I2.V	2
3055	F6	ID	67.4	oval	15.4	red	G	1.5	9.1	Ty1,3.Sw.Tm.V. Cf.Ph	3

3056	F7	ID	70.2	round	36.7	red	U	1.8	6.0	Tm.Mi.I2.V.Ph	2
3057	F7	ID	68.9	oblong	20.3	red	LG	1.5	9.5	Tm.I2.V.Ph	3
3058	F7	ID	72.6	oval	24.6	orange	LG	1.5	9.2	Ty1,3.Tm.Mi.I2.V	3
3059	F7	ID	72.4	oblong	18.5	orange	LG	1.5	9.0	Ty1,3.Tm.I2.V.Ph	3
3060	F8	ID	72.2	oblong	13.8	orange	LG	1.7	8.7	Ty1,3.Tm.I2.V.Ph	2
3061	F8	ID	73.8	oval	17.2	pink	LG	1.8	8.5	Ty1,3.Sw.Tm.V.Ph	3
3062	F8	ID	73.6	round	16.9	pink	LG	1.8	8.3	Ty1,3.Sw.Tm.V.Ph	2
3063	Fn	ID	68.5	oblong	20.7	red	LG	1.7	9.0	Tm.I2.V.Ph	2
계	13										

▶ **부계육성(B line)**으로 초세가 강하고 열과에 강하고 당도가 높고 복합내병성인 F6 5 line, F7 3 line, F8 2 line, Fn 1 line 등 **11계통**을 육성 선발함(표 10).

표 15. 중대과종 B line 육성계통 특성

계통번호	세대	초형	절간	과형	과중(g)	과색	어깨색*	경도(kg/φ)	당도(brix)	내병성**	선발개체수
18S3071	F6	ID	71.4	oval	15.7	red	LG	1.5	9.2	Tm.I2.V.Ph.Bw	3
3072	F6	ID	73.5	oval	16.3	red	LG	1.5	9.2	Tm.Mi.I2.Fr.Bw	3
3073	F6	ID	72.8	oval	13.9	orange	LG	1.5	9.5	Tm.Mi.I2.Ph.Bw	3
3074	F6	ID	72.5	round	27.8	green	LG	1.5	8.5	Ty1,3.Tm.I2.Ph	2
3075	F6	ID	68.3	oval	18.5	red	LG	1.5	9.0	Tm.I2.V.Ph	2
3076	F7	ID	71.3	oblong	21.0	red	LG	1.7	8.8	Ty1,3.Tm.I2.V.Ph	3
3077	F7	ID	70.6	oblong	21.3	red	LG	1.7	8.8	Ty1,3.Tm.I2.V.Ph	3
3078	F7	D	66.7	oval	25.2	red	G	1.7	8.7	Tm.I2.V.Ph	3
3079	F8	ID	68.4	oval	18.6	yellow	LG	1.5	9.2	Tm.I2.V	2
3080	F8	ID	70.1	oval	15.4	pink	LG	1.8	8.7	Ty1,3.Sw.Tm.I2.V	3
3081	Fn	ID	62.3	round	15.5	red	LG	1.8	8.5	Tm.Mi.I2.V	2
계	11										

(3차년도)

▶ 소과종 inbred line 육성으로 F6 4 line, F7 4 line, F8 3 line, Fn 4 line을 선발함(표 16).

표 16. 소과종 inbred line 육성계통 특성

계통번호	세대	초형	절간	과형	과중(g)	과색	어깨색*	경도(kg/φ)	당도(brix)	내병성**	선발개체수
19S4051	F6	ID	73.6	oblong	22.6	pink	LG	1.8	9.0	Ty1.Sw.Tm.I2.V	3

4052	F6	ID	74.5	oblong	18.9	red	G	1.8	9.5	Ty2.Tm.Fr.Ph. Sm.Bw6	4
4053	F6	ID	72.8	oval	21.7	pink	LG	1.8	8.8	Ty1.Sw.Tm.V.Ph	3
4054	F6	ID	71.3	oval	18.8	orange	LG	1.6	9.5	Ty1.Tm.I2.V	3
4055	F7	ID	69.4	oval	23.4	red	LG	1.8	9.2	Ty1.Tm.I2.V.Cf	3
4056	F7	ID	70.6	oval	22.1	pink	U	1.8	8.8	Ty1.Tm.I2.V.Ph	3
4057	F7	ID	68.3	oblong	20.8	red	LG	1.7	10.2	Ty1.Sw.Tm.I2. V.Bw6	3
4058	F7	ID	69.4	oval	18.3	red	LG	1.7	9.5	Sw.Tm.Ph.Cf	3
4059	F8	ID	74.1	oblong	18.9	red	LG	1.8	9.2	Sw.Tm.Mi.Cf.Sm	3
4060	F8	ID	73.8	oval	15.8	red	LG	1.7	9.6	Ty1.Tm.I2.V.Ph	2
4061	F8	ID	68.7	oval	17.2	red	LG	1.8	9.5	Ty1.Tm.I2.V	3
4062	Fn	ID	66.8	oval	18.6	red	G	1.6	9.4	Sw.Tm.V.Ph.Sm	2
4063	Fn	ID	75.3	oblong	22.4	pink	LG	1.8	9.2	Ty.Sw.Tm.I2.V.Ph	2
4064	Fn	ID	68.5	oblong	20.5	red	LG	1.7	9.5	Tm.I2.V.Bw6	3
4065	Fn	ID	67.2	round	18.9	red	LG	1.6	8.9	Tm.I2.V.Cf.Sm	2
계	15										

(4차년도)

▶ 소과종 inbred line 육성으로 F6 5 line, F7 5 line, F8 3 line, Fn 3 line을 선발함(표 17).
표 17. 소과종 inbred line 육성계통 특성

계통번호	세대	초형	질간	과형	과중 (g)	과색	어깨색 *	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	내병성**	선발 개체수
20S5051	F6	ID	77.6	oblong	24.5	red	G	1.8	8.7	Ty2,Tm,I2,V, Sm,Ph	4
5052	F6	ID	78.5	oblong	22.8	red	G	1.8	8.7	Ty2,Tm,I2,V, Sm,Ph	4
5053	F6	D	56.3	oval	18.5	red	LG	1.7	9.0	Ty1.2,Tm,I2,V, Ph,Bw	4
5054	F6	D	53.9	oval	15.7	red	LG	1.7	9.2	Ty1.3,Sw,Tm,I2, V,Ph,Bw	3
5055	F6	ID	70.0	oval	21.5	black	G	1.8	9.0	Tm,I2,V,Fr, Cf,Sm	4
5056	F7	ID	71.7	oval	22.6	red	LG	1.8	9.2	Ty1.3,Sw,Tm, I2,V	4
5057	F7	ID	73.5	round	18.6	red	G	1.7	9.2	Ty2,Tm,I2,V, Sm,Ph	3
5058	F7	ID	68.4	oval	17.2	red	LG	1.7	9.4	Ty1.3,Sw,Tm, I2,V,Bw	4
5059	F7	ID	68.6	oval	20.7	orange	LG	1.8	9.5	Ty1.3,Sw,Tm, Mi,I2,V,Ph	3
5060	F7	ID	71.2	oval	23.2	orange	LG	1.8	9.5	Ty1.3,Sw,Tm, Mi,I2,V,Ph	3

5061	F8	ID	67.9	oval	23.6	pink	LG	1.8	9.0	Ty1.3,Tm,I2, V,Cf,Ph	3
5062	F8	ID	70.7	oblong	23.7	red	LG	2.0	8.5	Ty1.3,Tm,I2, V,Cf,Ph	3
5063	F8	ID	70.6	oblong	20.4	yellow	LG	1.7	9.2	Ty1.3,Tm,I2, V,Ph	2
5064	Fn	ID	68.8	oblong	22.7	red	LG	1.8	9.4	Ty1.3,Sw,Tm,I2, V,Ph,Bw	3
5065	Fn	ID	72.3	oblong	20.5	red	LG	1.8	9.2	Ty1.3,Sw,Tm,Mi, I2,V,Ph	2
5066	Fn	ID	70.6	oval	19.7	pink	LG	2.0	8.7	Ty1.3,Sw,Tm,I2, V,Bw	2
계	16										

라. 신소재육성 Backcross

- ▶ 고품질계 x 내병계, 고당도계 x 내병계 등 신소재 육성 backcrossing 5그룹을 BC4, BC5까지 진행함 (표 18, 그림 7).

표 18. 신소재 인자집적 backcrossing

Recombination	Stage	Doner		Target gene	Remark
		Doner	Recurrent		
JSR/ORN	BC4	Doner		ty.sm	red
			Recurrent	firmness	pink
DFN/BM13	BC5	Doner		uniform	red
			Recurrent	orange	orange
CNN/CTR	BC4	Doner		large size	big
			Recurrent	high sugar	cherry
LCI/CTL	BC5	Doner		ty,sm	cherry
			Recurrent	high sugar	cherry
TBR/COY	BC5	Doner		crack-tolerance	cherry red
			Recurrent	high sugar	cherry yellow



그림 7. backcrossing 교배

마. 분자마커검정 및 선발

(1차년도)

▶ 육성 계통들에 대한 내병성, 과색, 심실수, Jointless, 화방분지수 등을 분자마커로 검정하여 선발에 활용함 (표 19).

표 19. 육성계통들의 분자마커검정 결과

마커검정		검정 개체수	총마커검수	검정기관																						
Ty1/3, ty2, ty4, ty5, Tm2a, Sw5, Mil, I, I2, I3, V, Fr(J3), Cf9, Ph3, Py1, Lv, Sm, Bw6, Bw12, Pto, 과색, 심실수, J2, EJ2		412	9,617	순천대																						
NO.	BN	Ty1/3	Ty2	Ty4	Ty5	Fr	Mil	Sw5	I	I2	I3	I7	V2	Tm2a	Ph3	Cf9	Bw6	Bw12	Py1	Pto	Sm1	Sm2	Lv	심실수	J2	EJ2
1	18-1	H	S	S	S	S	H	S	R	S	S	S	S	H	R	R/H	R	S	S	S	S	R	S	low	N	N
2	19-1	H	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	R/H	H	S	S	S	S	R	S	low	N	H
3	20-1	H	S	S	S	S	H	S	R	S	S	H	H	H	R/H	H	S	S	S	S	H	S	low	N	N	
4	21-1	H	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	H	S	R	S	S	S	H	H	S	low	N	N
5	22-1	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	H	S	S	S	S	H	S	S	S	H	R	S	low	N	N
6	23-1	S	S	S	S	S	H	S	R	S	S	H	S	H	R	S	H	S	S	S	S	H	S	low	N	H
7	29-8	S	S	S	S	R	R	S	R	R/H	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	H	R	S	high	N	M
8	32-2	S	S	S	S	S	S	S	R	R/H	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	high	N	M
9	33-2	S	S	S	S	S	S	S	R	R/H	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	high	N	M
10	34-1	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	R	R	S	high	N	M
11	35-2	R	S	S	S	H	S	S	R	R/H	S	R	R	H	S	S	S	S	S	S	S	R	S	high	N	M

12	36-1	R	S	S	S	S	S	S	R	R/H	S	R	R	S	S	R/H	S	S	S	S	S	R	S	lc high	N	M
13	36-2	R	S	S	S	H	S	S	R	R/H	S	R	R	H	S	R/H	S	S	S	S	S	R	S	lc high	N	M
14	37-7	H	S	S	S	S	H	S	R	R/H	S	R	R	H	S	S	S	S	S	S	R	R	S	lc high	N	M
15	38-7	R	S	S	S	S	R	S	R	R/H	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	lc high	N	M	
16	39-4	H	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	H	S	S	S	R	R	S	lc high	N	M	
17	40-1	R	S	S	S	S	S	R	R/H	S	R	R	R	S	R/H	S	S	S	S	S	R	S	H	N	M	
18	41-5	H	S	S	S	S	H	H	R	R/H	S	R	R	S	H	R/H	S	S	S	S	R	S	H	N	M	
19	42-1	H	S	S	S	S	H	H	R	R/H	S	R	R	S	H	S	S	S	S	R	S	S	H	N	M	
20	43-3	S	S	S	S	S	S	R	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	lc high	N	M	
21	44-3	S	S	S	S	S	S	R	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	lc high	N	M	
22	45-2	R	S	S	S	S	S	R	R/H	S	R	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	lc low	N	M		
23	46-2	R	S	S	S	S	S	R	R/H	S	R	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	lc low	N	M		
24	47-3	S	S	S	S	S	S	R	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	R	R	S	lc high	N	M		
25	48-1	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	lc low	N	N		
26	48-2	R	S	S	S	S	S	R	S	S	H	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	lc low	N	N		
27	49-1	H	S	S	S	S	S	R	S	S	R	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	lc low	N	N		
28	49-2	H	S	S	S	S	S	R	S	S	R	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	lc low	N	N		
29	50-1	S	S	S	S	S	R	S	R	R/H	S	R	S	S	S	S	H	S	S	R	R	S	lc low	N	M	
30	50-2	S	S	S	S	S	R	S	R	R/H	S	R	S	S	S	S	R	S	S	R	R	S	lc low	N	M	



412개체 9,617마커를 검정함

▶ 정상주와 단간주 구별용 분자마커 개발을 위한 시료를 순천대에 제공함 (그림 8).



그림 8. 정상주와 단간주의 화방 및 착과모습

(2차년도)

- ▶ 육성 계통들에 대한 내병성, 과색, 심실수, Jointless, MS 등을 분자마커로 검정하여 선발에 활용함 (표 20).

표 20. 육성계통들의 분자마커검정 결과

마커검정	검정 개체수	총마커점수	검정기관
Ty1/3, ty2, ty4, ty5, Tm2a, Sw5, Mi1, Mi23, I, I2, I3, V, Fr(J3), Cf9, Ph3, Py1, Oi, Lv, Sm., Bw6, Bw12, Pto,	332	7,968	순천대

No	Ty1/3	Ty2	Fr(J3)	Mi1	Mi23	Sw5	I2	I3	V	Tm2a	Ph3	Cf9	Bw6	Bw12	Py1-2	Py1-4	Pto	Sm1	Sm5	Oi	Lv
1	S	S	S	R	S	S	H	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S	H	H	S	S
2	H	S	S	H	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S
3	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
4	S	S	S	R	R	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
5	H	S	S	H	H	S	R	S	S	R	S	S	H	S	S	S	S	R	S	S	S
6	R	R	H	S	S	S	R	S	S	H	S	S	R	S	S	S	S	H	H	S	S
7	H	S	S	H	H	S	R	S	S	S	S	S	H	S	S	S	S	R	S	S	S
8	R	S	R	S	S	R	R	S	R	R	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S
9	H	S	R	H	H	R	R	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S
10	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
11	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S
12	S	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S

13	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S
14	R	R	S	S	S	R	S	S	R	S	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S
15	R	S	S	S	S	R	S	S	R	S	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S	
16	R	S	S	S	S	R	S	R	R	S	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S	
17	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	S	S	S	S	S	R	S	R	
18	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	S	S	S	S	S	R	S	R	
19	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S	
20	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S	
21	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	
22	R	S	R	S	S	S	R	S	R	R	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	
23	R	S	R	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S	



332개체 7,968마커를 검정함

(3차년도)

- ▶ 육성 계통들에 대한 내병성을 20개 마커로 634개체 12,680점을 검정하여 선발에 활용함(표 21).

표 21. 육성계통들의 분자마커검정 결과

마커검정	검정 개체수	총마커점수	검정기관
Ty1/3, ty2, ty4, ty5, Tm2a, Sw5, Mi23, I2, I3, V, Fr(J3), Cf9, Ph3, Py1, Oi, Lv, Sm., Bw6, Bw12, Pto,	634	12,680	순천대

19BN	Ty1	Ty2	Ty5	Sw5	Tm 2a	Mi23	J3	I2	I3	V2	Cf9	Ph3	Sm-565	OI2	Bw6	Bw12
67-4	R	S	S	S	R	S	S	R	S	S	R	S	R	S	S	S
571-2	H	S	S	S	R	H	S	R	S	R	S	S	H	S	S	S
572-5	R	S	S	S	R	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S
203-1	S	S	S	S	R	S	S	R	S	H	S	S	R	S	S	S
209-1	S	S	S	S	R	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
211-1	R	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
211-6	R	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
212-1	R	S	S	S	H	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
212-3	R	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
212-4	R	S	S	S	H	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
213-1	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
214-1	S	S	S	S	R	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
214-2	S	S	S	S	R	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
214-3	S	S	S	S	R	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
214-6	R	S	S	S	H	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S
218-1	S	S	S	S	R	S	S	R	S	R	H	S	R	S	S	S
219-9	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S	S	R	S	S	S
534-1	S	S	S	S	R	R	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
540-2	R	S	S	S	H	S	H	R	S	R	R	S	R	S	S	S
553-5	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S
555-7	S	R	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R
556-1	S	H	S	S	S	R	S	H	S	R	S	S	S	S	S	R
563-2	H	S	S	S	S	H	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S

564-3	S	S	S	S	S	R	S	R	S	R	R	S	H	S	S	S
565-2	H	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S
565-8	H	S	S	S	H	R	S	H	S	H	S	S	H	S	S	S
73-5	R	S	S	S	R	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	H
73-7	R	S	S	S	R	S	S	R	S	H	S	S	R	S	S	S
207-1	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S
207-7	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S
90-1	H	S	S	H	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S



634개체 12,680마커를 검정함

(4차년도)

- ▶ 육성 계통들에 대한 내병성을 20개 분자마커로 567개체 **11,340점**을 검정하여 선발에 활용함 (표 22, 그림 9, 10).

표 22. 육성계통들의 분자마커검정 결과

마커검정	검정 개체수	총마커점수	검정기관
Ty1.3, Ty2, Ty4, Ty5, Tm2a, Sw5, Mi23, I2, I3, V, Fr(J3), Cf9, Ph3, Py1, Oi, Lv, Sm., Bw6, Bw12, Pto,	567	11,340	순천대

20BN	Ty1	Ty2	Ty5	Sw5	Tm 2a	Mi23	J3	I2	I3	V2	Cf9	Ph3	Sm- 565	OI2	Bw6	Bw12
645-5	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
646-2	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
647-9	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S
753-5	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S
754-5	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S
755-4	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S
751-5	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S
752-2	S	H	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	H	S	S
238-2	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S	R
756-2	S	R	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
648-7	S	H	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S	S
652-13	H	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S
910-10	R	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	R	R	S	R
913-1	S	S	S	S	H	S	S	R	S	S	S	S	R	H	S	R
655-2	R	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	H	H	S	S	R
916-3	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	R
763-2	R	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	R	H	S	S	R
658-5	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	H	R	S	S	R
659-1	R	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S
904-1	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
766-4	H	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
766-5	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
905-2	H	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	H
905-20	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S
906-9	H	S	S	S	S	H	S	S	S	H	S	S	S	S	S	H
909-5	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
741-5	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S
742-3	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S
743-3	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S
745-5	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S



567개체 11,340마커를 검정함

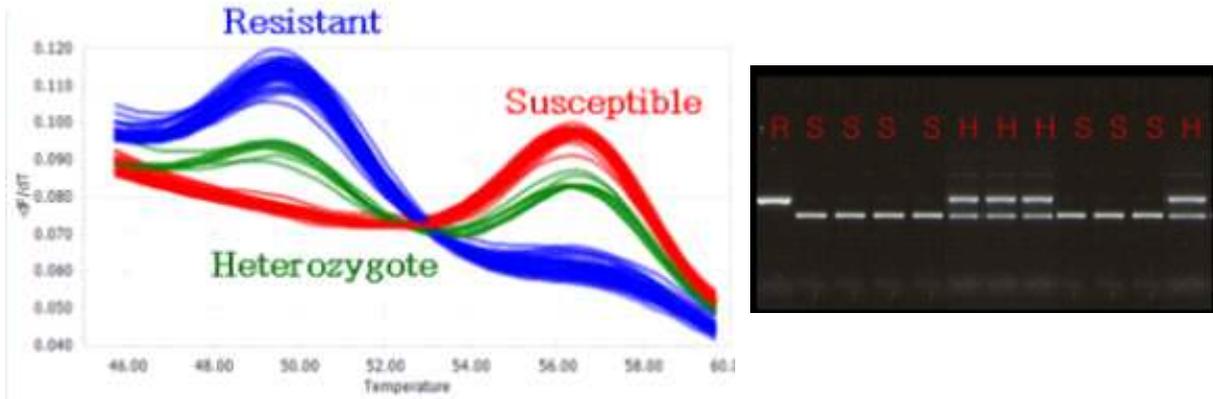


그림 9. 황화잎말림바이러스(Ty1/3) 마커검정



그림 10. 분자마커 검정으로 포장 선발

(5차년도)

- ▶ 육성 계통들에 대한 내병성을 20개 분자마커로 396개체 7,920점을 검정하여 선발에 활용함 (표 23).

표 23. 육성계통들의 분자마커검정 결과

21BN	Ty1	Ty2	Ty5	Sw5	Tm 2a	Mi 23	J3	I2	I3	V2	Cf9	Ph3	Sm 565	OI2	Bw 6	Bw 12
645-5	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
646-2	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
647-9	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S

753-5	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S
754-5	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S
755-4	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S
751-5	S	S	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S	S
752-2	S	H	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	H	S	S
238-2	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S	R
756-2	S	R	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
648-7	S	H	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	H	S	S	S
652-3	H	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S
910-9	R	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	R	R	S	R
913-1	S	S	S	S	H	S	S	R	S	S	S	S	R	H	S	R
655-2	R	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	H	H	S	S	R
916-3	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	R
763-2	R	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	R	H	S	S	R
658-5	R	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	H	R	S	S	R
659-1	R	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S
904-1	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
766-4	H	S	S	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
766-5	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
905-2	H	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	H
905-7	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S
906-9	H	S	S	S	S	H	S	S	S	H	S	S	S	S	S	H
909-5	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
741-5	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S
742-3	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S
743-3	S	S	S	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	S	S	S
746-8	H	S	S	H	S	S	S	R	S	R	S	S	R	S	S	S



396개체 7,920마커를 검정함

바. F₁ 조합 선발시험

(1차년도)

- ▶ 고정계통으로 F₁조합을 작성 교배하여 Hybrid를 만들고 조합선발시험을 실시함.

○ 시험방법

- 공시 : 핑크대과 15조합과 대비 2품종, 레드대과 13조합 대비 2품종, 소과종 15조합 대비 2품종
- 파종 : 2017년 2월 7일, 40구 트레이에 점파
- 정식 : 2017년 4월 18일
- 수정 : 2017년 4월~6월
- 시설 : 2중 하우스, 토양재배
- 재식거리 : 150cm x 50cm (2골 재배)
- 시험주수 : 12주 2반복

- 착과 : 토마토톤 120-150배 처리
- 수확 : 2017년 7월 ~ 9월
- 시험장소 : 본사 육종연구소
- 기타관리 : 농가재배 방식과 같이 관리함

○ 시험결과

(1) Pink 대과 조합선발시험

- Pink 대과 F1 hybrid 15조합에 대한 조합능력검정시험 결과 가장 우수한 3조합을 선발하였다.
- **108**은 절간이 짧고 숙기가 빠르며 편구형에 어깨색이 짙으며 황화바이러스, 선충, 시들음병, 잎곰팡이 병, 점무늬병 등에 내병성이 등에 내병성을 지니고 있다.
- **111**은 평균과중 233g으로 대과이며 어깨색이 진하며 당도가 높고 수량성이 우수한 조합으로, 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mii), 시들음병(I2), 근부위조병(Fr), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **114**는 절간이 82.3cm 로 중간 정도이며 편구형에 어깨색은 옅은 녹색이며 과가 균일하고 단단하며, 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mii), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 multi 내병성을 지니고 있어 선발하였다.
- **선발된 3조합** 모두 대비종(244) 보다 과가 크고 경도가 강하여 저장성이 우수하며 내병성에서도 더 우수하였으며, 농가실증시험을 통하여 재확인할 계획임 (표 24, 그림 11).

표 24. Pink대과 토마토 F₁ 조합선발시험 성적

BN 2017	초형	숙기	절간 (cm)	과중 (g)	과형	어깨 색 *	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	과균일 도 **	수량 (g/주, 5단)	내병성***	총평
101	ID	중	83.2	217±5.8	oblate	G	1.5	6.2	8	3,689	Ty1.3.Tm. I2.Fr.V.Sm	◎
102	ID	중	82.1	220±5.2	round	G	1.7	6.4	8	3,743	Ty1.3.Tm.Mi I2.Sm	◎
103	ID	중조	77.6	206±4.8	round	G	1.6	6.5	8	3,507	Ty1.3.Tm.Mi I2.Sm	◎
104	ID	중조	78.6	215±5.1	oblate	LG	1.4	6.5	8	3,663	Ty1.3.Tm. I2.Fr.V.Cf.Sm	◎
105	ID	중	83.7	227±6.2	oblate	LG	1.4	6.3	7	3,869	Ty1.3.Tm. I2.V.Cf.Sm	○
106	ID	중	84.2	223±5.9	oblate	G	1.5	6.3	7	3,799	Ty1.3.Tm. I2.Fr.V.Sm	○
107	ID	중	80.5	225±5.7	oblate	G	1.5	6.5	8	3,833	Ty1.3.Tm.Mi I2.V.Sm	◎
108	ID	중조	78.4	230±5.2	oblate	DG	1.7	6.5	8	3,910	Ty1.3.Tm.Mi I2.Fr.V.Cf.Sm	★
109	ID	중	82.7	227±5.8	oblate	DG	1.5	6.3	8	3,872	Tm.Mi I2.Fr.V.Sm	◎
110	ID	중조	78.6	220±5.6	oblate	DG	1.4	6.2	8	3,750	Tm.Mi I2.Fr.V.Sm	◎
111	ID	중	82.1	233±5.2	oblate	DG	1.6	6.8	8	3,961	Sw.Ty1.3.Tm.Mi I2.Fr.V.Cf.Sm	★
112	ID	중조	85.6	230±5.7	oblate	G	1.4	6.5	8	3,918	Ty1.3.Tm.Mi.	◎

113	ID	중조	83.7	232±6.2	oblate	G	1.4	6.4	7	3,950	I2.V.Cf.Sm Ty1,3.Tm.Mi. I2.V.Cf.Sm	○
114	ID	중	82.3	228±5.4	oblate	LG	1.6	6.7	8	3,876	Ty1,3.Tm.Mi. I2.V.Cf.Sm	★
115 (대비)	ID	중	85.3	228±5.7	oblate	LG	1.4	6.2	8	3,887	Tm.Mi. I2.V.Cf.Sm	◎
116 (대비)	ID	중	80.5	226±5.2	oblate	LG	1.4	6.5	8	3,842	Ty1,3.Tm.Mi. I2.V.Cf.Sm	★



그림 11. Pink 대과 선발조합

(2) Red 대과 조합선발시험

- Red 대과 F1 hybrid 13조합에 대한 조합능력검정시험 결과 가장 우수한 **2조합**을 선발하였다.
- **134**는 절간이 중간 정도이고 원형의 과형에 균일하며 경도 2.0으로 매우 단단하여 저장성이 우수하며, 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mi), 시들음병(I2), 근부위조병(Fr), 반신위조병(V), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **136**은 평균과중 235g으로 대과이며 어깨색은 옅은 녹색이며 상품수확율이 높은 조합으로 황화바이러스(Ty1.3), 반점시들음바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mi), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 점무늬병(Sm) 등에 복합내병성을 지니고 있어 선발하였다.
- **선발된 조합**은 대비종(토리) 보다 경도, 당도가 높으며, 점무늬병(Sm), 반점시들음바이러스(Sw) 등의 내병성이 보완된 조합이다. 농가실증시험을 통하여 재확인할 계획임 (표 25, 그림 12).

표 25. Red 대과 토마토 F1 조합선발시험 성적

BN 2017	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과형	어깨 색 **	경도 (kg/Φ)	당도 (brix)	과균 일도 ***	수량 (g/주, 5단)	내병성**	총평
131	ID	중	82.9	227±4.7	round	U	1.7	4.6	9	4,093	Ty1,3.Tm. I2.Fr.V.Sm	◎
132	ID	중	82.5	223±4.6	round	LG	1.7	4.6	9	4,021	Ty1,3.Tm.Mi I2.V	◎
133	ID	중	83.7	226±4.8	round	LG	1.8	5.0	9	4,082	Ty1/3.Tm.	◎

											Fr.I2.Sm Ty1,3.Tm.	
134	ID	중	82.5	230±3.8	round	LG	2.0	5.2	9	4,145	I2,Fr.V.Sm,Bw Ty1/3.Tm.	★
135	ID	중	80.4	232±4.6	oblate	U	1.8	5.0	8	4,183	I2.V.Sm	◎
136	ID	중	78.8	235±4.3	round	LG	1.8	5.2	9	4,237	Sw.Ty1,3.Tm. Mi.I2.V.Sm	★
137	ID	중	84.9	225±4.7	round	LG	1.8	4.8	9	4,057	Ty1,3.Tm. I2.V.Sm	◎
138	ID	중조	78.7	230±4.9	oblate	LG	1.6	4.6	8	4,147	Ty1/3.Tm.Mi I2.V	○
139	ID	중	83.7	229±4.5	oblate	U	1.7	4.8	9	4,129	Tm.Mi I2.Fr.V.Sm	◎
140	ID	중	78.2	230±5.0	round	U	1.7	4.8	8	4,149	Tm.Mi I2.V.Sm	○
141	ID	중조	77.9	232±4.8	oblate	U	1.8	4.8	9	4,188	Ty1,3.Tm.Mi I2.Fr.V.Sm	◎
142	ID	중	86.5	224±4.4	round	LG	1.7	5.0	9	4,039	Ty1,3.Tm.Mi. I2.V	◎
143	ID	중	83.4	222±4.2	round	LG	1.8	5.0	9	4,003	Ty1,3.Tm.Mi. I2.V.Sm	◎
144 (대비)	ID	중만	83.6	233±4.3	round	U	1.8	4.8	9	4,201	Ty1,3.Tm.Mi. I2.V	◎
145 (대비)	ID	중	76.25	228±4.0	round	LG	1.8	5.0	9	4,111	Ty1,3.Tm.Mi. I2.V.Sm	◎

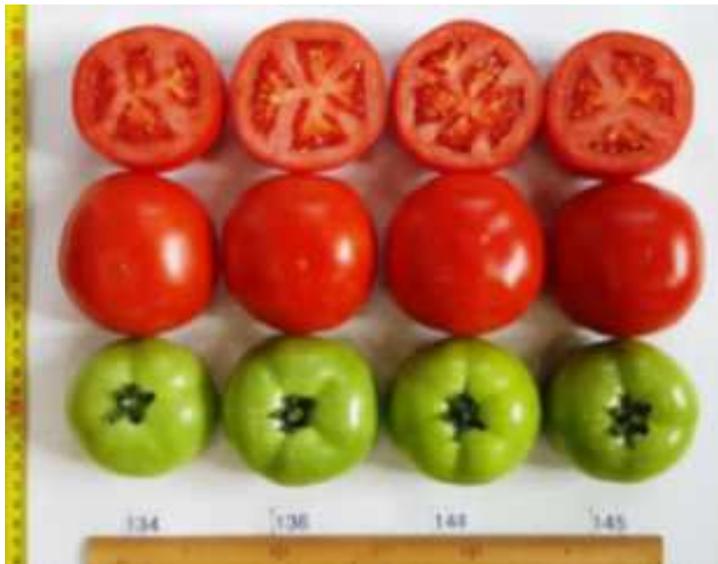


그림 12. Red 대과 선발조합

(3) Truss, Cherry 토마토 F₁조합 선발시험

- 송이형 및 방울토마토 조합선발시험으로 2조합을 선발하였다.
- 152는 송이형으로 66g 정도에 원형이며 경도가 좋고 착과비대가 매우 균일하며, 황화바이러스(Ty1,3), 토마토포자이크바이러스(Tm), 선충(Mii), 시들음병(I2), 근부위조병(Fr), 반신위조병(V), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있는 조합으로 선발하였다.

- **154**는 타원형 방울토마토로 23g 정도에 당도 brix 9.2로 높고 수량성이 우수하며, 반점시들음바이러스 (Sw), 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf) 등에 복합내병성을 지니고 있다.
- 방울토마토 **154**는 대비종(베타티니) 보다 수량성이 더 높으며, 황화바이러스, 반점시들음병 등에 강하며, 농가실증시험을 통하여 재확인할 계획임 (표 26, 그림 13).

표 26. Truss, Cherry 토마토 F₁ 조합선발시험 성적

BN 2017	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과형	어깨 색 **	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	과균일 도 ***	수량 (g/주, 7단)	내병성**	총평
151	ID	중조	78.8	62±3.0	round	LG	1.5	7.2	8	3,115	Ty1,3.Tm. I2.Fr.V.Sm	◎
152	ID	중	78.5	66±3.2	round	LG	1.7	7.4	9	3,315	Ty1,3.Tm.Mi I2.Sm	★
153	ID	중	78.9	68±3.8	round	U	1.5	7.2	8	3,415	Ty1,3.Tm.Mi I2.Sm	◎
154	ID	중조	76.6	23±2.1	oval	LG	1.5	9.2	9	3,248	Sw.Ty1,3.Tm. I2.Fr.V.Cf	★
155	ID	중조	75.4	19±2.2	oval	LG	1.4	9.0	9	2,688	Ty1,3.Tm. I2.V.Cf.Sm	◎
156	ID	중	78.9	18±1.9	oval	LG	1.2	8.8	9	2,646	Ty1,3.Tm. I2.Fr	○
157	ID	중	80.0	24±2.7	oval	G	1.2	8.8	8	3,388	Ty1,3.Tm I2.V.Sm	◎
158	ID	중조	78.7	23±2.2	oval	G	1.2	8.7	9	3,249	Ty1,3.Tm. I2.Fr.V.Cf.Sm	◎
159	ID	중	78.5	18±1.8	oval	LG	1.4	9.2	9	2,632	Tm.Mi I2.Fr.V.Sm	◎
160	ID	중조	78.6	20±2.1	oval	LG	1.4	9.2	8	2,814	Tm.Mi I2.Fr.V.Sm	◎
161	ID	중	81.2	18±2.0	oval	LG	1.4	8.6	9	2,548	Ty1,3.Tm. I2.Fr.V.Sm	◎
162	ID	중조	80.4	20±1.9	round	LG	1.4	8.6	9	2,926	Ty1,3.Tm.Mi. I2.V.Cf	◎
163	ID	중조	77.8	17±2.2	round	LG	1.4	9.1	9	2,422	Ty1,3.Tm I2.V	○
164	ID	조	78.3	18±2.4	round	LG	1.2	9.2	8	2,576	Ty1,3.Tm. Mi.I2.	◎
165	ID	조	79.5	22±2.4	oval	LG	1.2	8.7	8	3,108	Ty1,3.Tm.Mi. I2.V.Cf	◎
166 (대비)	ID	조	78.4	20±2.5	oval	LG	1.4	9.2	9	2,870	Tm.Mi. I2.V.Cf	◎
167 (대비)	ID	중	77.6	17±2.2	round	LG	1.2	8.5	9	2,625	Tm.Mi. I2.V.Bw	◎

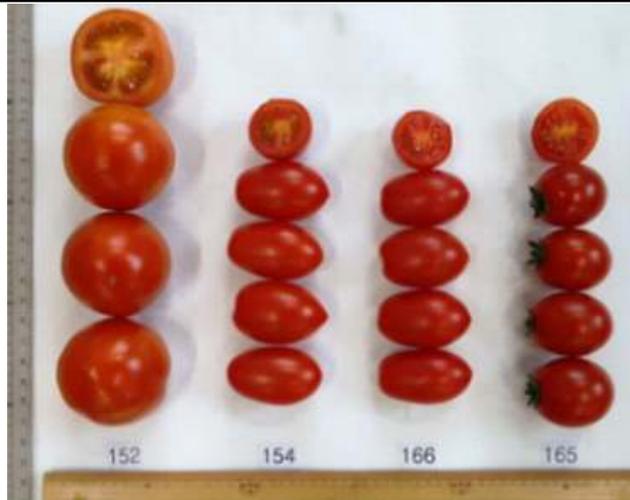


그림 13. 송이형, 방울토마토 선발조합

(2차년도)

- ▶ 고정계통으로 F1조합을 작성 교배하여 Hybrid를 만들고 조합선발시험을 실시함.

○ 시험방법

- 공시 : 핑크대과 18조합과 대비 2품종, 레드대과 12조합 대비 2품종, 소과종 15조합 대비 2품종
- 파종 : 2018년 1월 4일, 40구 트레이에 점파
- 정식 : 2018년 3월 9일
- 수정 : 2018년 3월~5월
- 시설 : 2중 하우스, 토양재배
- 재식거리 : 150cm x 50cm (2골 재배)
- 시험주수 : 12주 2반복
- 착과 : 토마토톤 120-150배 처리
- 수확 : 2018년 6월 ~ 8월
- 시험장소 : 본사 육종연구소
- 기타관리 : 농가재배 방식과 같이 관리함

○ 시험결과

(1) Pink 대과 조합선발시험

- Pink 대과 F1 hybrid 18조합에 대한 조합능력 검정시험 결과 가장 우수한 3조합을 선발하였다.
- **212**는 평균과중 227g으로 고구형에 어깨색이 짙으며 황화바이러스, 선충, 근부위조병, 잎곰팡이병, 점무늬병 등에 내병성이 등에 내병성을 지니고 있다.
- **215**는 평균과중 232g으로 착과비대가 크고 당도와 수량성이 높은 조합으로, 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 반점시들음바이러스(Sw), 시들음병(I2), 근부위조병(Fr), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **216**는 절간이 72.3cm로 짧고 고구형에 어깨색은 짙은 녹색이며 과가 균일하고, 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mii), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 근부위조병(Fr), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 multi 내병성을 지니고 있어 선발하였다.

- 선발된 3조합 모두 대비종보다 과가 크고 단단하며 수량성이 높으며 내병성에서도 더 우수하였다 (표 27, 그림 14, 15).

표 27. Pink 대과 토마토 F₁ 조합선발시험 성적

2018 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과고 (cm)	과경 (cm)	과형	어깨 색 **	경도 (kg/Φ)	당도 (brix)	수량 (g/주,5 단)	내병성**
212	ID	중	79.8	227±5.1	6.2	7.0	deep oblate	DG	1.7	5.8	4,095	Ty1/3.Tm.Mi.I2.Fr.V.Cf.Sm
215	ID	중조	78.1	232±4.9	6.7	7.5	deep oblate	G	1.7	6.2	4,183	Ty1/3.Sw.Tm.I2.V.Fr.Cf.Sm
216	ID	중조	72.3	230±5.4	6.5	7.5	deep oblate	DG	1.6	6.2	4,149	Ty1/3.Sw.Tm.Mi.I2.V.Fr.Cf.Sm
219 (대비)	ID	중	79.5	223±5.1	6.2	7.2	deep oblate	LG	1.6	5.8	4,023	Ty1/3.Tm.I2.V.Cf.Sm
220 (대비)	ID	조	76.2	207±5.6	5.8	6.8	oblate	DG	1.4	6.4	3,735	Tm.I2.V.Fr.Cf.Sm



그림 14. Pink 대과 F₁ hybrid 선발조합

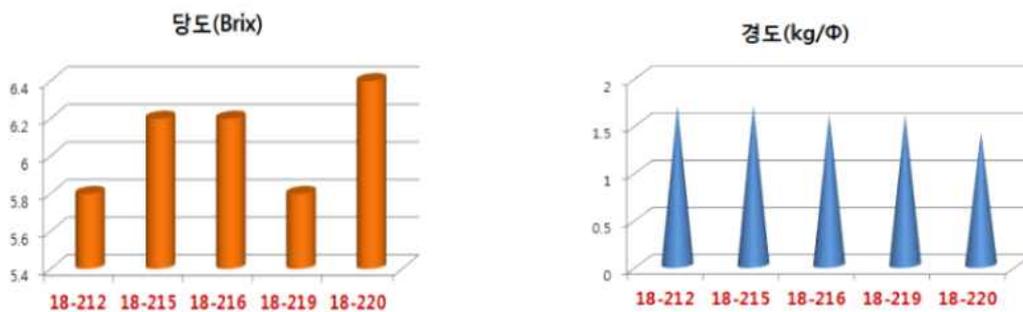


그림 15. Pink 대과 선발조합 당도, 경도

(2) Red 대과 조합선발시험

- Red 대과 F1 hybrid 12조합에 대한 조합능력 검정시험 결과 가장 우수한 **2조합**을 선발하였다.
- **237**은 과형이 매우 균일하고 어깨색이 light green이며 경도 1.8, 당도 brix 5.2 정도이며, 황화바이러스(Ty1.3), 반점시들음바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **241**은 평균과중 230g으로 과비대가 우수하며 어깨색은 옅은 녹색이며 상품수확율이 높은 조합으로 황화바이러스(Ty1.3), 반점시들음바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 점무늬병(Sm) 등에 복합내병성을 지니고 있다.
- **선발된 조합**은 대비종 보다 착과비대가 크고, 경도, 당도가 높으며, 점무늬병(Sm), 반점시들음바이러스(Sw) 등의 내병성이 더 우수하여 선발하였다 (표 28, 그림 16, 17).

표 28. Red 대과 토마토 F₁ 조합 선발시험 성적

2018 BN	초형	숙기	절간 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	어깨 색 *	경도 (kg/Φ)	당도 (brix)	수량 (g/주,5단)	내병성**
237	ID	중	80.4	226±3.8	6.5	7.8	round	LG	1.8	5.2	4,526	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Sm
241	ID	중만	82.6	230±4.2	6.7	7.8	round	LG	2.0	5.0	4,608	Ty1/3.Sw. Tm.I2.Sm
243 (대비)	ID	중만	84.4	228±4.2	6.5	7.5	round	U	1.8	4.7	4,568	Ty1/3.Sw. Tm.I2.V
244 (대비)	ID	중	76.2	225±3.5	6.5	7.4	round	LG	1.8	5.0	4,506	Ty1/3.Tm. I2.V.Sm



그림 16 . Red 대과 F1 hybrid 선발조합

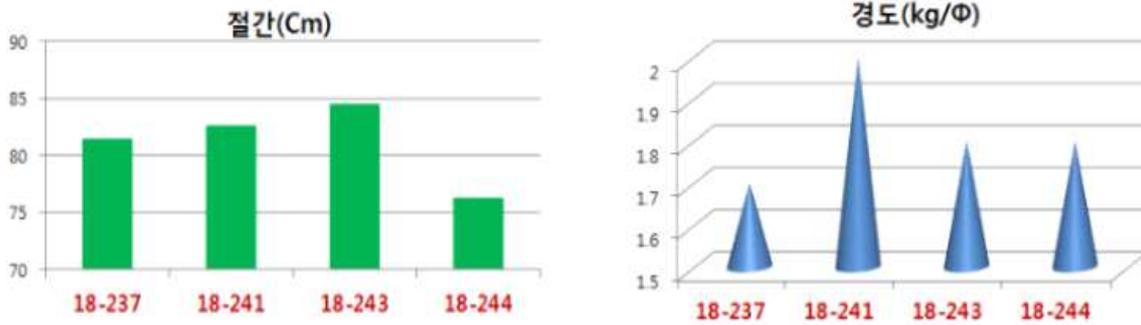


그림 17. Red 대과 설밭조합 절간, 경도

(3) Cherry 토마토 F₁조합 선발시험

- 방울토마토 조합선발시험으로 2조합을 선발하였다.
- **258**은 평균과중 22.3g으로 다소 큰 방울토마토이며 경도 1.5, 당도brix 8.7 정도이며, 황화바이러스 (Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 역병(Ph), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있는 조합으로 선발하였다.
- **264**는 원형 방울토마토로 평균과중 18.9g이며 당도 brix 9.0로 높고, 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 역병(Ph), 청고병(Bw), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **265**는 원형 방울토마토로 대비종(유니콘) 보다 내병성(TYLCV)과 맛(당도 9.0)이 더 우수하여 선발하였다 (표 29, 그림 18, 19).

표 29. Cherry 토마토 F₁ 조합 선발시험 성적

2018 BN	초형	숙기	절간 (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	과색	어깨 색 *	경도 (kg/Φ)	당도 (brix)	수량 (g/주, 7단)	내병성**
258	ID	중조	76.7	22.3	4.1	3.2	oval	red	LG	1.5	8.7	2,787	Ty1/3.Sw.Tm.I2.V. Ph.Sm
266 (대비)	ID	중조	75.8	20.6	4.0	3.0	oval	red	LG	1.5	8.7	2,575	Ty1/3.Sw.Tm. V.Cf
264	ID	조	78.4	18.9	4.0	2.8	oval	orange	LG	1.3	9.0	2,362	Ty1/3.Tm.Ph. Bw6.Sm
265	ID	중조	73.7	20.4	3.0	3.1	round	red	G	1.2	9.0	2,550	Ty1/3.Tm.Mi. Cf.Ph



그림 18. Cherry 토마토 F1 hybrid 선발조합

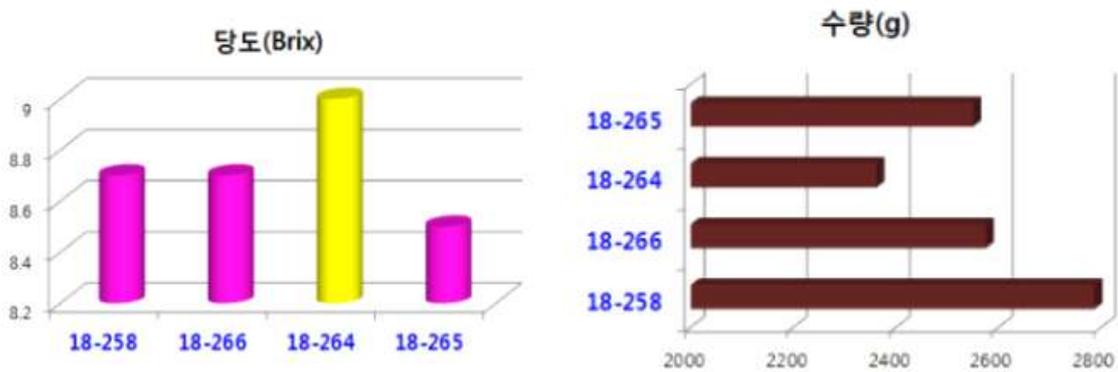


그림 19. Cherry 토마토 선발조합 당도, 수량

(3차년도)

▶ 고정계통으로 F1조합을 작성 교배하여 Hybrid를 만들고 조합선발시험을 실시함.

○ 시험방법

- 공시 : 핑크대과 15조합과 대비 2품종, 레드대과 13조합 대비 2품종, 소과종 13조합 대비 2품종, 송이형 3조합 대비 1품종
- 파종 : 2019년 1월 18일, 40구 트레이에 점파
- 정식 : 2019년 3월 6일
- 수정 : 2019년 4월 ~ 5월
- 수확 : 2019년 6월 ~ 9월
- 시설 : 2중 하우스, 토양재배
- 재식거리 : 150cm x 50cm (2골 재배)
- 시험주수 : 12주 2반복
- 착과 : 토마토톤 120-150배 처리
- 시험장소 : 본사 육종연구소
- 기타관리 : 농가재배 방식과 같이 관리함

○ 시험결과

(1) Pink 대과 조합선발시험

- Pink 대과 F1 hybrid 15조합에 대한 조합능력 검정시험 결과 가장 우수한 2조합을 선발하였다.
- **306**은 과비대가 230g으로 크고 어깨색이 짙으며 당도 brix 6.4로 높은 편이었다, 황화바이러스, 반점위조바이러스, 토마토모자이크바이러스, 선충, 시들음병, 근부위조병, 잎곰팡이병, 점무늬병 등에 multi 내병성이 지니고 있다.
- **308**은 절간이 짧으며 경도가 좋아 저장성, 수송성이 우수하며, 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(v), 근부위조병(Fr), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **선발된 조합**은 대비종보다 과가 크고 당도가 높으며 내병성이 더 우수하여 선발함 (표 30, 그림 20, 21).

표 30. Pink대과 토마토 F₁ 조합선발시험 성적

2019 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	어깨색 **	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	수량 (g/주,5단)	내병성***
306	ID	중	78.7	230±4.8	6.5	7.4	deep oblate	DG	1.6	6.4	4,213	Ty1/3.Sw.Tm.Mi. I2.V.Fr.Cf.Sm5
308	ID	중	77.5	225±4.4	6.3	7.3	deep oblate	G	1.8	6.2	4,093	Ty1/3.Tm.I2. V.Fr.Cf.Sm5
316 (대비)	ID	중	79.2	223±4.1	6.2	7.2	deep oblate	DG	1.8	6.2	4,057	Ty1/3.Tm.I2. V.Fr.Cf.Sm5
317 (대비)	ID	중	80.2	228±5.0	6.5	7.5	deep oblate	LG	1.6	5.8	4,113	Ty1/3.Tm.I2.V. Cf.Sm5



그림 20 . Pink 대과 F1 hybrid 선발조합

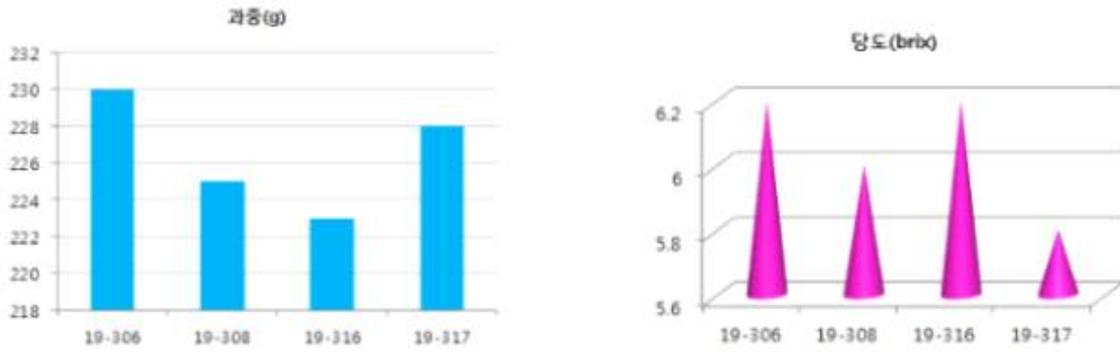


그림 21. Pink 대과 선발조합 과중, 당도

(2) Red 대과 조합선발시험

- Red 대과 F1 hybrid 13조합에 대한 조합능력 검정시험 결과 가장 우수한 **2조합**을 선발하였다.
- **331**은 착과비대가 우수하고 경도가 좋고 상품수확율이 높으며, 황화바이러스(Ty1.3), 반점시들음바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mi), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **334**는 절간이 짧고 어깨색은 없으며 경도가 2.0으로 매우 단단하여 열과에 강하고 저장성이 우수한 조합으로 황화바이러스(Ty1.3), 반점시들음바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 복합내병성을 지니고 있다.
- **선발된 조합**은 대비종 보다 착과비대가 크고, 저장성이 좋으며, 황화바이러스(Ty), 반점시들음바이러스(Sw), 점무늬병(Sm5) 등에서 내병성이 더 우수하여 선발하였다 (표 31, 그림 22, 23).

표 31. Red 대과 토마토 F₁ 조합 선발시험 성적

2019 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	어깨색**	경도 (kg/Φ)	당도 (brix)	수량 (g/주,5단)	내병성***
331	ID	중	80.5	232±3.8	6.5	7.5	round	LG	1.8	5.2	4,646	Ty1/3.Sw.Tm. Mi.I2.V.Cf.Sm5
334	ID	중	78.2	228±4.2	6.2	7.4	round	U	2.0	5.0	4,528	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Cf.Sm5
344 (대비)	ID	중	78.4	225±4.0	6.2	7.2	round	LG	1.8	5.2	4,408	Ty1/3.Tm. I2.V.Sm2
345 (대비)	ID	만	87.7	228±4.6	6.5	7.4	round	U	1.8	4.7	4,532	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Sm2



사진 22 . Red 대과 F1 hybrid 선발조합

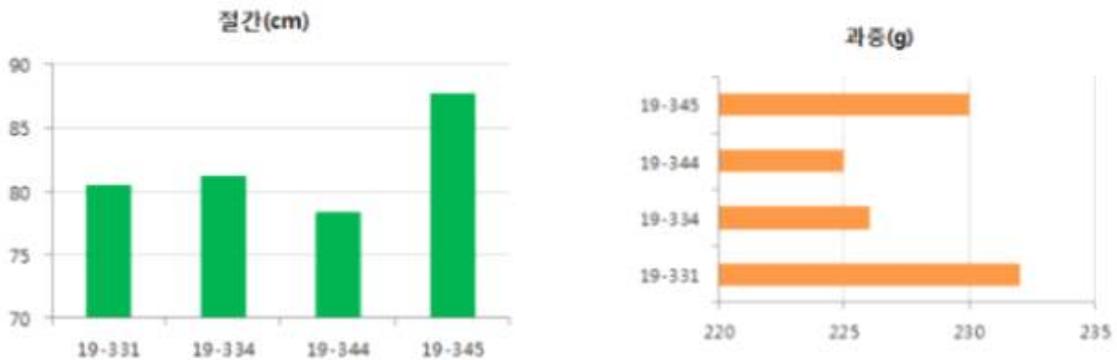


그림 23. Red 대과 선발조합 절간, 과중

(3) Cherry 토마토 F₁조합 선발시험

- 방울토마토 13조합 선발시험으로 2조합을 선발하였다.
- **352**는 평균과중 25.2g으로 과가 크고 경도 1.7로 열과에 강하며 수량성이다, 황화바이러스(Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 역병(Ph) 등에 내병성을 지니고 있는 조합으로 선발하였다..
- **358**은 숙기가 빠르며 당도가 brix 9.2로 높고, 황화바이러스(Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 역병(Ph) 청고병(Bw), 점무늬병(Sm) 등에 멀티내병성을 지니고 있다.
- **선발조합**은 당도, 수량성, 내병성 등에서 대비종보다 더 우수하여 선발하였다 (표 32, 그림 24, 25).

표 32. Cherry 토마토 F₁ 조합 선발시험 성적

2019 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	과색	어깨색 **	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	수량 (g/주, 7단)	내병성***
352	ID	중조	77.6	25.2	4.2	3.1	oval	red	LG	1.7	8.8	3,150	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Ph

358	ID	조	78.1	20.7	4.1	3.0	oval	red	LG	1.5	9.2	2,587	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Ph.Sm5
364 (대비)	ID	조	75.4	18.9	4.0	2.8	oval	red	LG	1.5	9.2	2,583	Ty1/3.Tm.Ph. I2.Bw6
365 (대비)	ID	중조	80.3	20.5	4.1	2.8	oval	red	LG	1.5	9.0	2,562	Ty1/3.Sw.Tm. Mi.Cf

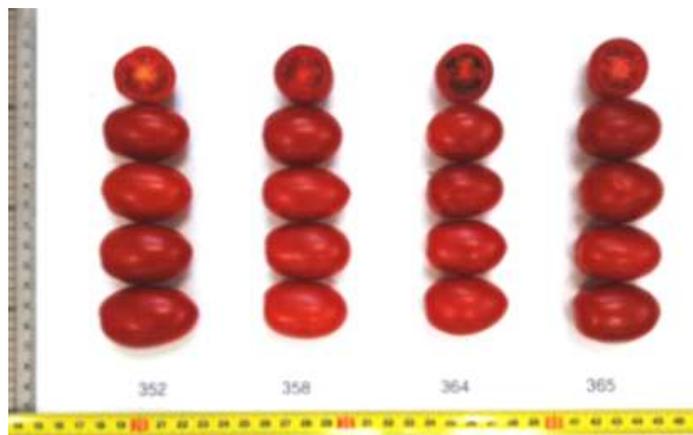


그림 24. Cherry 토마토 F1 hybrid 선발조합

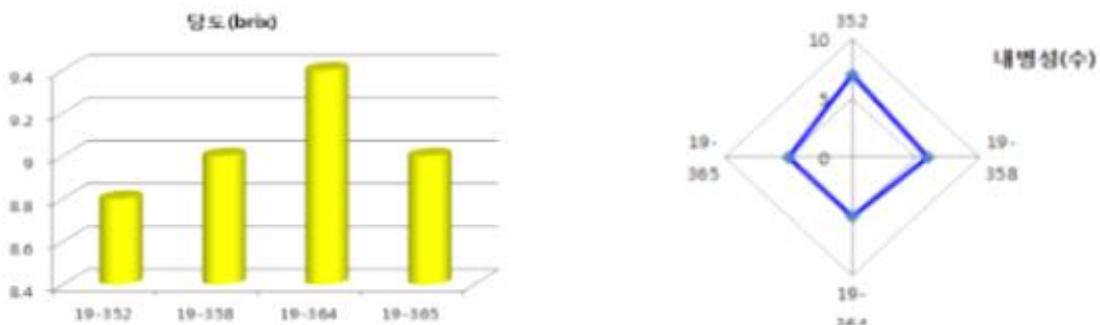


그림 25. Cherry 토마토 선발조합 당도, 내병성

(4) Truss 토마토 F₁조합 선발시험

- 송이토마토 3조합 선발시험으로 1조합을 선발하였다.
- 371은 평균과중 50-60g이며, 어깨색은 없으며 당도가 brix 6.0 정도이며, 황화바이러스 (Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 점무늬병 (Sm)에 내병성을 지니고 있다.
- 371은 대비종보다 과가 크면서 당도가 높고 내병성에 있어서도 더 강하여 선발되었다

(표 33, 그림 26, 27)

표 33. Truss 토마토 F₁ 조합 선발시험 성적

2019 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	과색	어깨색 **	경도 (kg/Φ)	당도 (brix)	수량 (g/주, 7단)	내병성***
371	ID	중	80.6	50~60	4.2	5.3	round	red	U	1.8	6.0	2,695	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Sm5
374 (대비)	ID	중	87.4	40~50	4.0	5.0	round	red	U	1.8	4.8	2,352	Tm.I2.V.Fr



그림 26. Truss F₁ hybrid 선발조합

(4차년도)

- ▶ 고정계통으로 F₁조합을 작성 교배하여 Hybrid를 만들고 조합선발시험을 실시함.

○ 시험방법

- 공시 : 핑크대과 12조합과 대비 2품종, 레드대과 10조합 대비 2품종, 소과종 10조합 대비 2품종, 요리용, 흑토마토 5조합
- 파종 : 2020년 2월 10일, 40구 트레이에 점파
- 정식 : 2020년 4월 4일
- 수정 : 2020년 5월 ~ 6월
- 수확 : 2020년 7월 ~ 9월
- 시설 : 2중 하우스, 토양재배
- 재식거리 : 150cm x 50cm (2골 재배)
- 시험주수 : 12주 2반복
- 착과 : 토마토톤 120-150배 처리
- 시험장소 : 본사 육종연구소
- 기타관리 : 농가재배 방식과 같이 관리함

○ 시험결과

(1) Pink 대과 조합선발시험

- Pink 대과 F1 hybrid 12조합에 대한 조합능력 검정시험 결과 가장 우수한 2hybrid를 선발하였다.
- 401: 절간이 75.9cm 정도에 과비대가 크고 어깨색이 짙은 녹색이며 당도 brix 6.3이다, 황화잎말림바이러스, 반점위조바이러스, 토마토모자이크바이러스, 선충, 시들음병, 근부위조병, 잎곰팡이병, 점무늬병 등에 복합내병성으로 선발하였다.
- 405: 평균과중 228g정도에 고구형에 경도 1.8로 단단하여 열과에 강한 편이며, 황화잎말림바이러스 (Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(v), 잎곰팡이병 (Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있는 조합으로 선발하였다.
- **선발조합은** 과가 크고 경도가 좋으며 내병성도 대비품종보다 더 강한 조합으로 선발함 (표 34, 그림 27, 28).

표 34. Pink대과 토마토 F₁ 조합선발시험 성적

2020 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	어깨색 **	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	수량 (g/주,5 단)	내병성***
401	ID	중	75.9	232±4.5	6.5	7.5	deep oblate	DG	1.8	6.3	4,213	Ty1/3.Sw.Tm.Mi. I2.V.Fr.Cf.Sm
405	ID	중	78.5	228±4.3	6.5	7.3	deep oblate	G	1.8	6.2	4,104	Ty1/3.Sw.Tm.I2. V.Cf.Sm
413 (대비)	ID	중	77.2	220±4.0	6.3	7.2	deep oblate	G	1.8	5.8	3,960	Ty1/3.Tm.I2. V.Fr.Cf.Sm
414 (대비)	ID	중	80.2	222±4.8	6.4	7.3	deep oblate	LG	1.7	5.8	3,996	Ty1/3.Tm.I2.V. Cf.Sm



그림 27 . Pink 대과 F1 hybrid 선발조합



그림 28. Pink 토마토 선발조합 절간, 수량성

(2) Red 대과 조합선발시험

- Red 대과 F1 hybrid 13조합에 대한 조합능력 검정시험 결과 가장 우수한 **2조합**을 선발하였다.
- **331**은 착과비대가 우수하고 경도가 좋고 상품수확율이 높으며, 황화바이러스(Ty1.3), 반점시들음바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mi), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **334**는 절간이 짧고 어깨색은 없으며 경도가 2.0으로 매우 단단하여 열과에 강하고 저장성이 우수한 조합으로 황화바이러스(Ty1.3), 반점시들음바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 복합내병성을 지니고 있다.
- **선발된 조합**은 대비종 보다 착과비대가 크고, 저장성이 좋으며, 황화바이러스(Ty), 반점시들음바이러스(Sw), 점무늬병(Sm5) 등에서 내병성이 더 우수하여 선발하였다 (표 35, 그림 29, 30).

표 35. Red 대과 토마토 F₁ 조합 선발시험 성적

2020 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	어깨색**	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	수량 (g/주,5단)	내병성***
422	ID	중	80.5	232±3.8	6.5	7.5	round	LG	1.8	5.2	4,646	Ty1/3.Sw.Tm. Mi.I2.V.Cf.Sm
427	ID	중	78.2	228±4.2	6.2	7.4	round	U	2.0	5.0	4,528	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Cf.Sm
431 (대비)	ID	중	78.4	225±4.0	6.2	7.2	round	LG	1.8	5.2	4,408	Ty1/3.Tm. I2.V.Sm
432 (대비)	ID	만	87.7	228±4.6	6.5	7.4	round	U	1.8	4.7	4,532	Ty1/3Tm. I2.V



그림 29. Red 대과 F1 hybrid 선발조합



그림 30. Red 토마토 선발조합 절간, 수량성

(3) Cherry 토마토 F₁조합 선발시험

- 방울토마토 10조합 선발시험으로 2조합을 선발하였다.
- **443**: 평균과중 23.8g으로 과가 크고 경도 1.8로 단단하여 열과에 강하며 당도도 높았다, 황화잎말림바이러스 (Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 역병(Ph), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 있는 조합으로 선발하였다..
- **448**: 과크기는 17.8g 정도에 흑갈색으로 special 방울토마토로, 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병 (I2), 반신위조병(V), 역병(Ph) 청고병(Bw) 등에 내병성을 지니고 있다.
- **선발조합 443**은 대비종보다 과가 크고 당도가 높으며, 내병성에서 더 강한 품종이며, **448**은 흑갈색 방울토마토로 special type으로 선발하였다 (표 36, 그림 31, 32)..

표 36. Cherry 토마토 F₁ 조합 선발시험 성적

2020 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	과색	어깨색 **	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	수량 (g/주, 7단)	내병성***
443	ID	조	77.4	23.8	4.2	3.0	oval	red	LG	1.8	9.0	3,094	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Ph.Sm
448	ID	중조	78.2	17.8	3.6	2.6	oval	black	LG	1.6	8.8	2,314	Tm.I2.V.Ph.

														Cf.Bw
451 (대비)	ID	조	80.2	20.1	4.0	2.8	oval	red	LG	1.5	8.7	2,613		Ty2.Tm.Ph. I2.V



그림 31. Cherry 토마토 F1 hybrid 선발조합

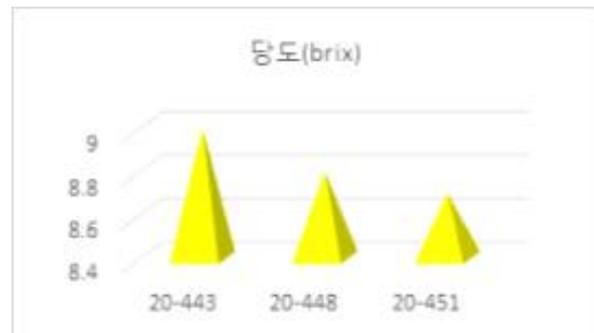
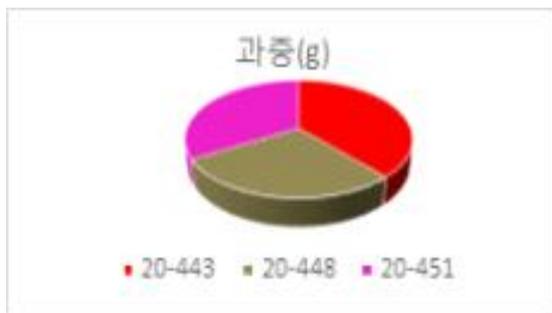


그림 32. Cherry 토마토 선발조합 과중, 당도

(4) 요리용 및 흑토마토 F₁ 조합 선발시험

- 요리용 461: 평균과중 118.3g에 타원형이며 어깨색은 옅은녹색이며 경도 1.8, 황화바이러스(Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 근부위조병(Fr), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 점무늬병(Sm), 청고병(Bw)에 내병성을 지니고 있다.
- 흑토마토 466: 흑갈색 원형으로 어깨색이 짙은녹색이며 당도가 brix5.2 정도이며, 황화바이러스(Ty1.3), 반점시들음바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mi), 근부위조병(Fr), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 점무늬병(Sm)에 내병성인 조합을 선발하였다 (표 37, 그림 33, 34)

표 37. 요리용 및 흑토마토 토마토 F₁ 조합 선발시험 성적

2020 BN	초형	숙기	절간* (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	과색	어깨 색**	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	수량 (g/주, 7단)	내병성***
461	ID	중	82.5	118.3	6.2	5.2	oval	red	LG	1.8	5.2	3,546	Ty1/3.Tm.Fr. I2.V.Sm,Bw
466	ID	중장	87.3	92.6	5.2	5.1	round	black brown	DG	1.7	5.6	3,241	Ty1/3.Sw.Tm. Mi,Fr.I2.V.Sm



그림 33. 요리용 및 흑토마토 F1 hybrid 선발조합

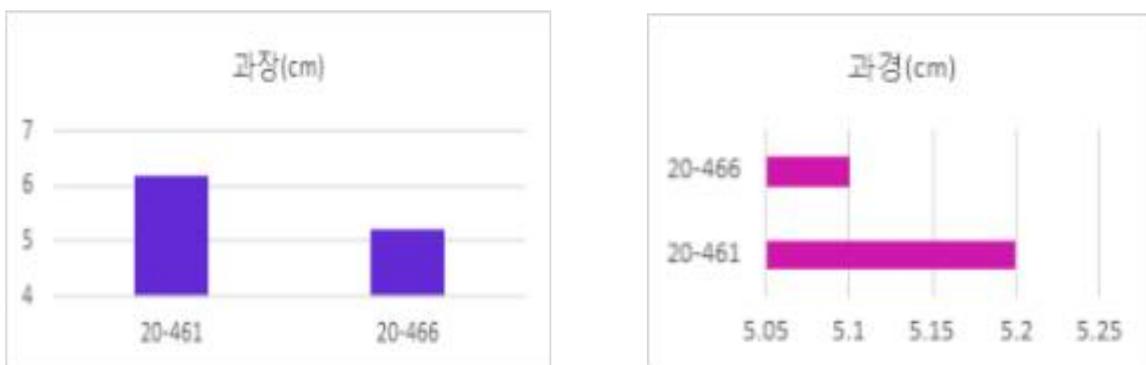


그림 34. 요리용, 흑토마토 토마토 선발조합 과장, 과경

(5차년도)

- ▶ 고정계통으로 F1조합을 작성 교배하여 Hybrid를 만들고 조합선발시험을 실시함.

○ 시험방법

- 공시 : 핑크대과 15조합과 대비 2품종, 레드대과 12조합 대비 2품종, 소과종 12조합 대비 2품종, Saladette, 흑토마토 7조합 1품종

- 과중 : 2021년 2월 23일, 40구 트레이에 접과
- 정식 : 2021년 4월 20일
- 수정 : 2021년 5월 ~ 6월
- 수확 : 2021년 7월 ~ 9월
- 시설 : 2중 비닐하우스, 토양재배
- 재식거리 : 150cm x 50cm (2골 재배)
- 시험주수 : 12주 2반복
- 착과 : 토마토톤 120-150배 처리
- 시험장소 : 본사 육종연구소
- 기타관리 : 농가재배 방식과 같이 관리함

○ 시험결과

(1) Pink 대과 조합선발시험

- Pink 대과 F1 hybrid 15조합에 대한 조합능력 검정시험 결과 가장 우수한 2hybrid를 선발하였다.
- 501: 수기가 중조 정도이며 217g에 편구형 과형으로 당도 brix 6.0 정도이며, 황화잎말림바이러스 (Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I.2), 반신위조병(V), 잎곰팡이 병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 복합내병성인 조합으로 선발하였다.
- 507: 평균과중 225g정도에 고구형에 경도 1.8로 단단하며, 어깨색이 짙으며, 황화잎말림바이러스 (Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I.2), 근부위조병(Fr), 반신위조병(v), 잎곰팡이병(Cf), 점 무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있는 조합으로 선발하였다.
- **선발조합은** 과가 크고 수량성이 높으며 내병성이 대비품종보다 더 강한 조합으로 선발함 (표 38, 그림 35, 36).

표 38. Pink 대과 F1 조합선발시험

2021 BN	초 형	숙 기	절간 * (cm)	과중 (g)	과장 (cm)	과 경 (cm)	과형	어깨 색 **	경도 (kg/ φ)	당도 (brix)	수량 (g/주,5 단)	내병성***
502	ID	중 조	75.8	217±4.1	6.5	7.4	deep oblate	DG	1.7	6.0	3,913	Ty1/3.Sw.Tm . I2.V.Cf.Sm
507	ID	중 조	77.5	225±4.0	6.3	7.5	deep oblate	DG	1.8	5.8	3,931	Ty1/3.Tm.I2. Fr.V.Cf.Sm
513 (대비)	ID	중 조	76.3	208±4.0	6.3	7.2	deep oblate	LG	1.5	6.0	3,751	Tm.I2.V. Cf.Sm



그림 35. Pink대과 F1 hybrid 선발조합

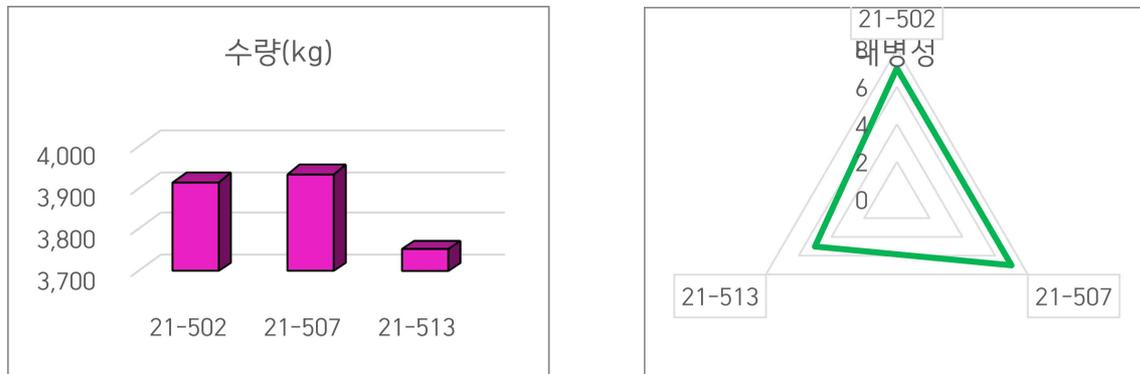


그림 36. Pink 대과 토마토 선발조합 수량, 내병성

(2) Red 대과 조합선발시험

- Red 대과 F1 hybrid 12조합에 대한 조합능력 검정시험 결과 가장 우수한 2hybrid를 선발하였다.
- 523: 절간이 82cm이며 원형의 과형에 어깨색은 옅은 녹색이며 단단하다, 황화잎말림바이러스(Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I1.2), 반신위조병(V), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성인 조합으로 선발하였다.
- 525: 평균과중 223g 정도에 고구형에 경도 1.8로 단단하며, 어깨색은 없으며, 황화잎말림바이러스(Ty1.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 시들음병(I2), 반신위조병(v), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있는 조합으로 선발하였다. ‘TS팔방’으로 품종등록함
- **선발조합은** 과가 크고 수량성이 높으며 내병성이 대비품종보다 더 강한 조합으로 선발함 (표 39, 그림 37, 38).

표 39. Red 대과 F1 조합선발시험

2021 BN	초형	숙기	절간*	과중(g)	과장(cm)	과경(cm)	과형	어깨색	경도(kg/	당도(brix	수량(g/주,5	내병성***

			(cm)					**	Φ))	단)	
523	ID	중	82.5	225 ±4.3	6.3	7.4	round	LG	1.8	5.0	4,508	Ty1/3.Sw.Tm. Mi.I2.V.Cf.Sm
525	ID	중	83.6	223 ±4.2	6.3	7.3	round	U	1.8	4.8	4,468	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Cf.Sm
533 (대 비)	ID	중 만	85.4	220 ±4.3	6.2	7.2	round	U	1.8	4.7	4,408	Ty1/3.Sw.Tm. I2.V.Cf.Sm



그림 37. Red대과 F1 hybrid 선발조합

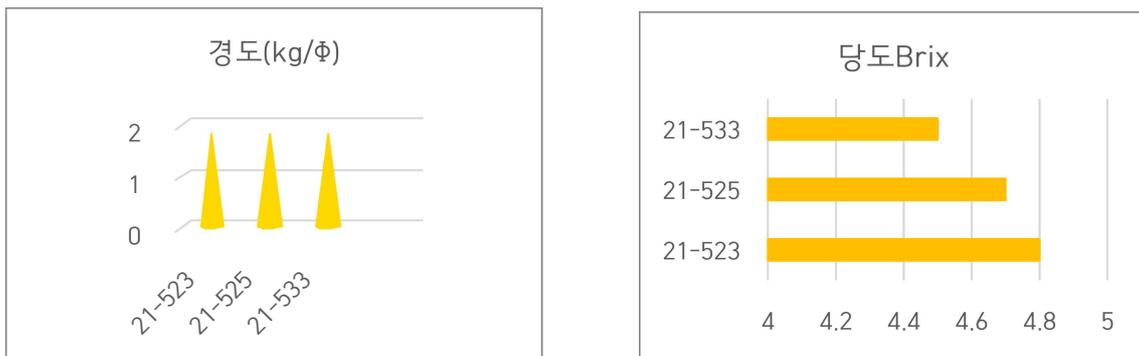


그림 38. Red 대과 토마토 선발조합 경도, 당도

(3) Cherry 토마토 F₁조합 선발시험

- 방울토마토 12조합 선발시험으로 2조합을 선발하였다.
- **543:** 절간이 77cm이며 평균과중 22g에 타원형이며 당도 brix 9.0으로 높으며, 황화잎말림바이러스(Ty1.2.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 역병(Ph), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 있는 조합으로 선발하였다. TS웰빙으로 품종 등록함
- **545:** 숙기가 빠르며 선홍색 대추방울토마토로 황화잎말림바이러스(Ty1.2.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 역병(Ph) 청고병(Bw) 등에 내병성을 지니고 있다.

- 선발조합은 대비종보다 수량성이 높으며, 내병성에서 더 강한 품종으로 육성되었다 (표 40, 그림 39, 40).

표 40. Cherry 토마토 F1 조합선발시험

2021 BN	초형	숙기	절간 (cm) *	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	과색	어깨 색 **	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	수량 (g/주, 7단)	내병성***
543	ID	중조	77.4	22.5	4.1	2.8	oval	red	LG	1.5	9.0	3,722	Ty1.2.3.Sw. Tm.Ph.Cf. Sm
545	ID	조	78.2	23.6	4.1	2.6	oval	red	LG	1.5	8.8	2,832	Ty1.2.3.Sw. Tm.Ph.Sm, Bw
553 (대비)	ID	중조	80.2	21.1	4.0	2.7	oval	red	LG	1.5	8.6	2,532	Ty2.Tm. V.Ph.Sm

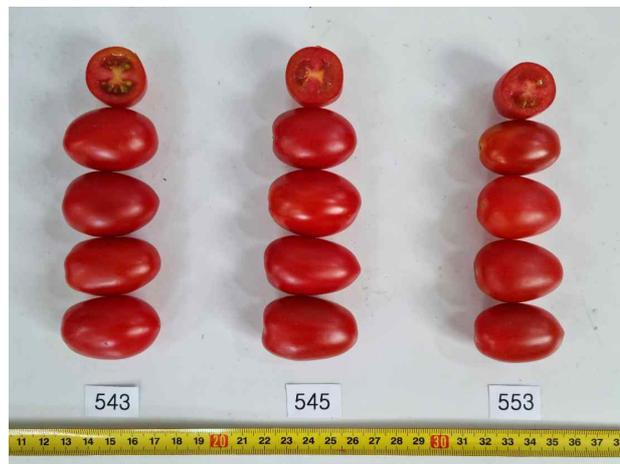


그림 39. Cherry F1 hybrid 선발조합

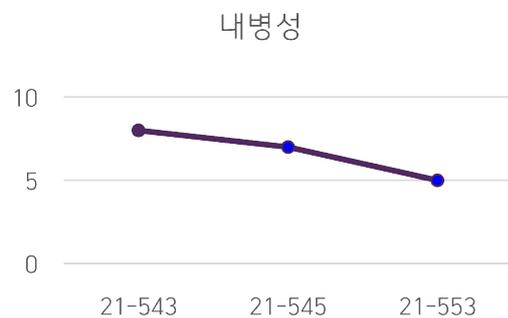
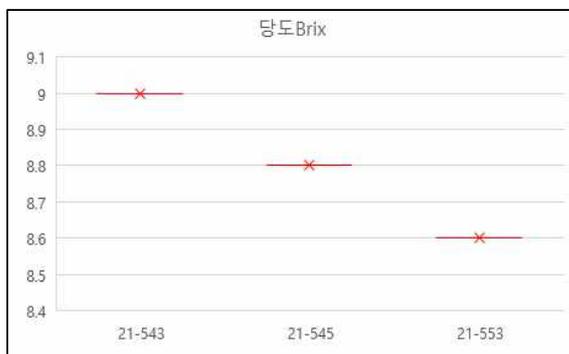


그림 40. Cherry 토마토 선발조합 경도, 당도

(4) Saladette, Black 토마토 F1 조합선발시험

- Saladette, Black 토마토 7조합 선발시험으로 2조합을 선발하였다.
- 563: Saladette type으로 평균과중 105g에 red color에 어깨색은 없으며, 황화잎말림바이러스 (Ty1.3), 토마토모자이크바이러스(Tm), 근부위조병(Fr), 시들음병(I1.2), 반신위조병(V), 점무늬병(Sm), 청고병(Bw) 등에 내병성을 있는 조합으로 선발하였다.
- 565: 흑토마토로 과중 142g에 흑갈색에 당도 brix 5.5로 황화잎말림바이러스 (Ty1.2.3), 반점위조바이러스(Sw), 토마토모자이크바이러스(Tm), 선충(Mi), 근부위조병(Fr), 시들음병(I1.2), 점무늬병(Sm) 등에 내병성을 지니고 있다. TS후찰로 품종등록함 (표 41, 그림 41).

표 41. Saladette, Black 토마토 F1 조합선발시험

2021 BN	초형	숙기	절간 (cm) *	과중 (g)	과장 (cm)	과경 (cm)	과형	과색	어깨색 **	경도 (kg/φ)	당도 (brix)	수량 (g/주, 7단)	내병성***
563	D	중조	82.5	105.2	5.8	5.0	oval	red	U	1.8	4.8	3,675	Ty1/3.Tm. Fr.I2.V. Sm,Bw
565	ID	중	85.7	142.8	5.6	6.0	round	brown	DG	1.7	5.5	4,260	Ty1/3.Sw. Tm.Mi,Fr. I2.V.Sm



그림 41. Saladette, Black F1 hybrid 선발조합

사. 농가실증시험

(1차년도)

(1) 전국 토마토 단지 현황조사

- 시군별 토마토 단지 유형별 면적 조사
- 토마토 단지의 재배작형, 작부체계, 출하시장 조사
- 주요 단지의 leading 품종 및 리딩 이유

- 주요 단지의 자사 점유율
- 주요 단지 중 자사 점유율 저조 지역 대응책

표 42. 대과 토마토 주요 단지 재배면적

순위	지역	농가수	재배면적(천평)	비고
1	부산시	788	1,115	블루스톤TY
2	춘천시	475	757	440시교
3	광주시	563	524	
4	철원군	358	372	
5	경주시	286	358	440시교
6	김해시	340	301	440시교
7	횡성군	266	243	찰스톤TY
8	장수군	212	232	찰스톤TY
9	달성군	234	221	블루스톤TY
10	담양군	150	208	
11	공주시	150	200	
12	화천군	135	196	
13	부여군	114	189	
14	평택시	129	152	440시교
15	논산시	88	149	

표 43. 방울토마토 주요 단지 재배면적

순위	지역	농가수	재배면적 (천평)	비고
1	부여군	533	1,033	브라보TY
2	논산시	289	766	아카데미TY
3	춘천시	270	438	873시교
4	광주시	397	386	
5	예산군	263	369	
6	익산시	257	352	TY777
7	충주시	137	287	TY777
8	담양군	207	286	
9	장성군	132	207	
10	보성군	174	192	TY미라클
11	청주시	73	163	
12	청주시 흥덕구	52	127	아카데미TY
13	평택시	86	126	
14	나주시	102	122	
15	화순군	84	120	

(2) 농가시험 및 품종선발

(가) 원형방울 873

- 품종 성능시험과 지역 적응성 시험을 동시에 진행중이며 춘천, 충주, 부여를 중심으로 올해 춘작과 추작으로 구분해서 시험을 진행중임, 대비품종 품종은 유니콘(동부팜)임.
- 장점

- 대비품종에 비해 과가 조금 더 큼
 - 특히 상절로 갈수록 과가 자아지는 현상이 적음.
 - 한 화방 내에서 나중에 개화되는 과가 작아지는 현상도 덜함. 결과적으로 과를 고르게 수확함으로써 수확량도 많아지고 품질도 좋아짐
 - 경도도 조금 더 강해 시장성이 좋음
 - 열과 낙과 등도 비슷한 정도로 우수함
 - 초세가 강해 재배하기가 용이함
- 결론: 원형방울토마토는 춘천, 충주, 경남 고성에서 주로 재배하는 작형으로 유니콘(동부팜) 품종이 강세임. 이번 시험재배중인 자사의 873 신조합은 재배가 용이하고 수량이 10% 정도 증수되며 품질도 우수하기 때문에 재배농가에서 선호할 수 있는 조건이 갖춰진 품종으로 판단됨. 시험을 진행하면서 여러 농가를 초청해서 함께 평가하는 기회를 가졌으므로 상당한 홍보가 동시에 이루어지고 있음. 2018년 판매를 위해 생산의뢰를 한 신 품종임



그림 42. 원형방울 873 재배모습

(나) 대추방울 290

- 아카데미 TY 및 TY 777등 신품종이 수량이 많고 경도가 좋은 점 등 여러 가지 장점이 있어서 판매가능성이 높으나 맛(당도)이 기존 경쟁품종을 넘어서지 못하는 한계가 있음. 신조합 290번은 맛이 베타티니나 미니찰을 능가하는 면이 있으나, 과가 많이 달리는 대신 좀 과가 작다는 재배결과가 있었음. 가을에는 일반적으로 과가 커진다는 사실에 착안

해서 충주, 부여 등에 공시한 결과 현재 1단 초기 수확 단계지만 과가 20g내외로 크기에 손색이 없고 맛도 좋으며 재배도 무난해 내년 집중개발 품종으로 선택하고 전시포 관리에 만전을 기하는 중임.

(다) 레드대과 751

- 레드계로 찰스톤 품종보다 과를 크게한 대과종으로 횡성 3개 농가에 10-20주씩 공시한 결과 과가 크고 병에 강하며 단단하고 착과수도 적절해 시설 주년재배 작형에 적합할 것으로 예상, 주년작형에 300-500주씩 장수, 사천, 김해 지역에 8농가에 공시중임.

(3) 지역적응성 시험 및 홍보용 시범포

(가) 아카데미 TY

- 대추방울 토마토 시장의 리더 품종인 미니찰(농우바이오), 베타티니(PPS)에 비해 TYLCV 저항성이면서도 과가 크고 수량도 많아 폭넓게 지역 적응성 시험 실시
- 월동부터 억제까지 전국 주요 단지, 넓은 면적에서 실시
- 장점
 - TYLCV 내병성 품종
 - 초세가 강하고 화방 발달도 용이해 재배하기 용이
 - 내병성도 대비 품종에 비해 뒤지지 않음
 - 화방 분지수가 많고 과중이 50% 정도 크기 때문에 수량 20-30% 증수
 - 대비종은 상위절에서 과가 잘아지는 현상으로 수확량이 줄고 상품성이 저하되나 아카데미의 경우 상위절도 큰 과가 수확됨(대비종 17g 경우 아카데미 25g) 따라서 증수는 물론 품질도 향상됨
 - 경도(단단하기)가 좋아 특히 하절기에 시장에서 선호(가격에 좋은 영향)
 - 광택이 좋아 품질 향상 및 시장성 우수
 - 어깨부위 착색 양호로 품질 우수(대비종의 경우 일부 계절에 큰 문제점)
- 재배주의사항
 - 저온, 일조부족(동절기) 재배시 공동과 우려
 - 질소질 과다 시용시 공동과 우려
- 결론: 재배가 용이하고 수량이 20-30% 증수되며 품질도 우수하기 때문에 재배농가에서 선호할 수 있는 조건이 갖춰진 품종으로 판단됨. 따라서 적극적인 홍보로 판매량이 조기에 극대화 되도록 노력을 기울이고 있음

표 44. 아카데미 TY 재배 대표농가 현황

작형 (정식일)	재배자	주소	정식 주수	결과
8월20일	차영섭	충남 부여군 세도면 귀덕리	6,000	수량 우수
7월8일	송영덕	충북 충주시 달천동	600	충주, 진천 지역 농가 수차례 견학
5월10일	송민호	강원도횡성군 둔내면 현천리	400	하절기 출하시 경도 돋보임
1월15일	최덕호	충북 충주시 단월동	600	조기재배의 경우 공동과 발생
5월15일	김병구	충북 진천군 진천읍 읍내리	500	작황 양호하나 TSWV 발병

2월20일	장언기	충북 충주시 신니면 용원리	700	수량, 품질 양호
10월25일	이병철	충남 부여군 세도면 청포리	1,000	월동재배시 공동과 발생
12월20일	목근상	전북 익산시 망성면 화산리	1,200	수량 돋보이나 1-2단 공동과
4월15일	구충열	강원도 춘천시 신북읍 신동	200	수량, 품질 양호
6월15일	이 재	전북 남원시 인월면 인월리	2,000	광주시장 출하 최고시세(경도, 광택)
4월15일	박영기	전북 남원시 인월면 상우리	600	수량 품질 우수
7월23일	김순자	경남 진주시 수곡면 효자리	13,000	3월정식 재배, 수량 품질 우수
6월20일	안경진	진주시 성산면 금곡리	5,000	초세유지 착과양호
6월20일	최성규	경남 고성군 마암면 삼락4길	1,500	수량 품질 우수
6월20일	천재갑	경남 고성군 거류면	3,000	수량 품질 우수



그림 43. ‘아카데미 TY’ 시험재배 농가

(나) TY 777

- 대추방울 토마토 시장의 리딩 품종인 베타티니(PPS),미니찰(농우바이오)에 비해 과가 크고 (20-25g) 모양이 예쁘며 낙과, 열과 문제가 획기적으로 개선되어 농가에서 선호할 수 있는 조건을 갖춘 품종으로 지역적응성 시험포를 폭넓게 운용, 홍보함

- 월동부터 익제까지 전국 주요단지에 폭넓게 실시
- 장점
 - 초세가 강하고 잎이 작고(소엽) 두터워 병에 강하고 관리하기 용이
 - 하절기 고온 조건에서도 초세유지 용이
 - 낙과(꼭지빠짐), 열과가 적어 수량 증수 및 품질 향상
 - 과가 예쁘고 상절에도 기형과 없음(상품을 향상)
 - 20-25g 정도의 대과로 수량 증수
 - 과가 아주 단단해서 특히 여름철 시장에서 선호
 - 식감이 토마토 고유의 향이 있어 소비자 선호
- 재배주의사항
 - 복화방 발현이 아쉬운 점이 있으므로 어린묘를 정식하고 초세를 강하게 키워 복화방 발달을 유도하는 것이 필요.
- 결론: 겨울철 재배에도 공동과 같은 불량과가 없고 관리가 용이하며 과가 커서 수량이 증수되며 맛이 좋고 과가 단단해 재배농가에서 선호하는 품종이므로 널리 홍보해서 판매량 증대에 노력을 기울이는 중임

표 45. TY 777 재배 대표 농가 현황

작형 (정식일)	재배자	주소	정식 주수	결과
4월20일	이두병	충남 부여군 세도면 가회리	1,600	경도 우수해 시장에서 호평
10월25일	이병철	충남 부여군 세도면 청포리	2,000	월동재배, 재배용이 뛰어남
10월25일	차영섭	충남 부여군 세도면 귀덕리	3,000	4월 20일 정식, 품평회 개최 농가
5월30일	김병구	충북 진천군 진천읍 읍내리	500	중간에 TSWV 발병
1월15일	최덕호	충북 충주시 단월동	800	작황 무난
2월20일	장언기	충북 충주시 달천동	700	시장성 호평
5월10일	송민호	강원도 횡성군 둔내면 현천리	500	경도 우수, 열과 낙과 없음
10월25일	진형호	충남 부여군 세도면 청포리	1,200	재배중
10월30일	박진현	전북 익산시 망성면 화산리	800	재배중
7월18일	구충열	강원도 춘천시 신북읍 신동	200	초기 수확 중, 수량 우수
6월20일	정종원	경남 사천시 곤명면 온사리	1,000	재배용이, 경도 아주 우수
7월15일	안병순	진주시 대평면 대평리	1,500	작황 최상
10월6일	하춘규	진주시 수곡면 원외리	1,500	재배중
10월5일	천재갑	경남 고성군 거류면 용산 3길	3,000	재배중
6월20일	최성규	경남 고성군 마암면 삼락4길	1,000	경도 우수, 시장성 좋음



그림 44. TY 777 시험재배 농가

(4) 판매 품종의 홍보 및 저변확대

- 찰스톤 TY(레드대과)는 2016년 지역적응성 시험을 거쳐 올해 처음 판매된 품종임. 약 50여 농가가 재배중이며 시장에서도 품질을 인정받아 서울 가락동 서울청과 등에서 최고의 가격으로 판매되고 있음.
- 장점
 - 절간이 짧고 입이 작고 두터워 관리가 용이. 특히 여름철 직립 재배의 경우 5-6단을 수확하는 농가에서 키가 작아 1-2단을 더 키울 수 있음.
 - 점무늬병에 강해 병충해 관리하기 용이
 - 착과가 잘 되기 때문에 착과시키기가 아주 쉬움
 - 과가 고르게 굵어지므로 균일한 과 수확
 - 과 모양이 좋아 시장성 우수
 - 경도는 최고등급으로 알려진 대프니스(신젠타)와 동급 혹은 약간 더 우수해 시장에서 호평
- 재배주의사항
 - 착과수가 많으므로 수분, 비료를 충분히 공급하도록 함
 - 1-2단 착과가 5개를 넘어 7-8과까지 되므로 5개에서 적과 필요함
- 결론; 재배가 용이하고 시장성도 좋아 훌륭한 품종임. 특히 진부에서는 일본 수출도 할 정도로 품질 인정 받음. 착과가 너무 많이 되는 경우가 있으므로 적절한 적과와 함께 비

배관리에 힘을 써야 상품과를 수확할 수 있음. 지속적 관리로 판매가 크게 신장될 수 있도록 제반 조치를 하고 있는 중임.

표 46. 찰스톤 TY 재배 대표농가 현황

작형 (정식일)	재배자	주소	정식 주수	결과
6월25일	이경호	강원도 횡성군 둔내면 현천리	50,000	대농 작황 양호
5월10일	송민호	강원도 횡성군 둔내면 현천리	7,000	5월 정식 작형
6월20일	목근상	강원도 횡성군 둔내면 화동리	8,000	
6월20일	서운석	강원도 횡성군 둔내면 화동리	8,000	
1월15일	김철수	전북 장수군 장계면 삼봉리	10,000	
5월30일	전진식	전북 장수군 장계면 명덕리	8,000	토스트와 함께 재배
6월20일	박종묵	강원도 정선군 임계면 송계리	15,000	서울청과 최고시세
6월20일	김봉래	강원도 영월군 주천면 금마리	700	내병성 돋보임
7월1일	김덕산	전북 장수군 장계면 오동리	2,000	
7월15일	조봉대	전북 장수군 장수읍 송천리	3,000	
7월10일	하종찬	전북 장수군 장수읍 송천리	5,000	
7월15일	한태희	전북 장수군 계남면 침곡리	8,000	품질 만족
6월20일	이상국	강원도 정선군 북평면 장영길	4,000	
3월15일	윤철현	강원도 평창군 진부면 거문리	5,000	일본 수출





그림 45. ‘찰스톤 TY’ 농가 재배

(2차년도)

(1) Pink 대과 농가실증시험

- 전년도 선발조합들에 대한 농가실증시험을 실시하였다, 16-435는 평균과중 238g에 과비대가 좋고 어깨색이 짙으며 열과에도 강한 편이며, 황화바이러스(Ty1,3), 토마토모자이크바이러스(Tm2a), 선충(Mi1), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 근부위조병(Fr), 잎곰팡이병(Cf), 점무늬병(Sm) 등에 내병성이 있었다.
- 16-440 : 대비품종보다 과가 크고 경도가 더 강해 저장성이 우수하며, 내병성도 우수하여 ‘대청 TY’ 로 명명하여 품종보호 출원을 하였으며 농가 확대시험중에 있다 (표 47, 그림 46).

표 47. Pink 대과 농가실증시험 성적

품종명	회사	숙기	절간 (cm)	초세	과중 (g)	과형	과색	어깨 색	경도 (kg/φ)	열과	당도 (brix)	과균 일도	내병성
16-435	토마연	중	82.6	강	238.4	oblate	pink	DG	1.5	중강	6.5	8	Ty1/3, Tm.Mi.I2, V.Fr.Cf.Sm
16-440	토마연	중조	75.7	강	235.2	oblate	pink	DG	1.5	중강	6.5	8	Ty1/3, Tm.Mi.I2, V.Fr.Cf.Sm
슈퍼 선로드	사카다	중조	80.7	강	232.3	oblate	pink	DG	1.3	중	6.5	7	Tm, Mi.I2, V.Fr.Cf.Sm
도태랑 다이아	다끼이	조	77.5	강	226.8	oblate	pink	LG	1.3	중	6.7	8	Tm.Mi.I2, V.Sm



16-435

16-440

그림 46. Pink대과 435, 440 농가시험

(2) Red 대과 농가실증시험

- 16-751는 절간 79.3으로 짧고 어깨색은 없으며 경도 2.1로 매우 단단하며, 황화바이러스(Ty1,3), 토마토모자이크바이러스(Tm2a), 시들음병(I2), 반신위조병(V), 점무늬병(Sm) 등에 내병성이 있었다.
- 16-751은 대비품종보다 절간이 짧고 열과에 강하며 당도가 높고 내병성에서도 점무늬병(Sm) 내병성이 있으며 재배단지에 확대시험을 진행중에 있다 (표 48, 그림 47).

표 48. Red 대과 농가실증시험 성적

품종명	회사	숙기	절간 (cm)	초세	과중 (g)	과형	과색	어깨 색	경도 (kg/φ)	열과	당도 (brix)	과균 일도	내병성
16-751	토마연	중	79.3	강	235.4	round	red	U	2.1	강	5.0	9	Ty1/3,Tm.I2,V .Sm
대프 니스	신젠타	중만	85.4	강	236.8	round	red	U	2.1	강	4.6	9	Ty1/3,Tm. I2,V



그림 47. 레드대과 16-751 농가재배 포장 및 과일

(3) Cherry 토마토 농가실증시험

- 16-777은 과중 20~25g 정도에 타원형에 어깨색은 옅은 녹색이며 경도 1.7로 단단하고 맛이 좋으며, 황화바이러스(Ty1,3), 토마토모자이크바이러스(Tm2a), 시들음병(I), 역병(Ph), 잎곰팡이병(Cf) 등에 내병성이 있었다.
- 16-777은 대비품종보다 과가 크고 저장성이 우수하며 내병성도 강하여 **‘TY 777’ 로 명명하여 품종보호출원**을 하였으며 재배단지에 확대시험 중에 있다 (표 49, 그림 48).

표 49. 방울토마토 농가실증시험 성적

품종명	회사	숙기	질간 (cm)	초세	과중 (g)	과형	과색	어깨색	경도 (kg/φ)	열과	당도 (brix)	과균 일도	내병성
16-777	토마연	중조	89.5	중강	20~25	oval	red	LG	1.7	중강	9.0	9	Ty1/3,Tm, I.Ph.Cf.Bw6
브라보 TY	토마연	조	85.7	중강	17~22	oval	red	LG	1.5	중강	8.8	9	Ty1/3,Tm, I.Ph.Bw6
미니찰	농우	중조	87.7	중강	18~23	oval	red	LG	1.6	중강	9.0	9	Tm.I.Cf.Ph



그림 48. 대추방울토마토 16-777 농가재배 모습

(3차년도)

(1) 전국 토마토 단지 현황조사

- 시군별 토마토 단지 유형별 동향 조사
- 토마토 단지의 재배작형, 작부체계, 출하시장 조사
- 주요 단지의 leading 품종 및 리딩 이유
- 주요 단지의 자사 점유율
- 주요 단지 중 자사 점유율 저조 지역 대응책
- 주요 단지의 특이 변화 동향 조사

표 50. 대과 토마토 주요 단지 재배면적

순위	지역	농가수	재배면적 (천평)	비고
1	부산시	788	1,115	Leading 품종; 토사마, 일년감- 토사마 비율 크게감소 대저2동 개발로 재배농가 이동 많음
2	춘천시	475	757	춘계-내년 K-스타 부상: 과가 크고 베이스그린 강함
3	광주시	563	524	자사 대청TY 비교 재배중
4	철원군	358	372	자사 찰스톤TY, 751 비교 재배중
5	경주시	286	358	대청TY, 블루스톤TY 재배중
6	김해시	340	301	자사 대청TY, 블루스톤TY 비교 재배중, 과 크기가 짹짹이로서는 너무 크다는 평가임
7	횡성군	266	243	찰스톤TY 판매, 금년 메조포르테 인기부상(과 크기에서 유리), 시교 722는 재배되었으나 경도가 문제
8	장수군	212	232	찰스톤TY 판매-과 크기 다소 작음
9	달성군	234	221	블루스톤TY, 대청TY 판매-금년 대청TY 100봉 판매(수량은 많으나 기형과 많음)
10	담양군	150	208	자사 764 비교 재배중
11	공주시	150	200	
12	화천군	135	196	
13	부여군	114	189	
14	평택시	129	152	TY 777비교 재배중

(2) 전국 토마토 주요단지 동향

- 대저 짹짹이 단지; 부산시 대저 1, 2동을 위주로 형성된 짹짹이 단지중 대저 2동의 개발 시작으로 약 500여 농가 인근 지역으로 인전 중임-앞으로 J-3내병성 품종이 아니더라도 재배가 가능하게 됨
- 강원도와 경북 일부를 제외하고 전국 대부분의 단지에서 TSWV가 크게 창궐해 폐농하는 사례가 빈번하게 발생함. 내병성 품종이라해도 전멸하는 경우가 있을 정도로 큰 문제가 되고 있음. 특히 음성, 진천, 부여, 횡성 등의 지역은 피해가 극심함.

(3) 신조합 선발 시험포 설치 운영

- 토마토연구소 김명권 박사가 육성한 신조합 토마토를 농가에 실증시험하기 전 단계로 조금이라도 상업화 가능성이 있는 신품종을 농가의 포장에서 함께 재배해서 그결과 품종으로서의 가치가 있을 것이라고 예상되는 조합을 선발하는 시험임.
- 충주시 달천동 송영덕 농가의 200평 하우스를 임차해서 2019년 1월 30일 정식하고 5월 30일 토마토재배농가 5인을 초청하고 김명권 박사, 이상훈 상무, 본인 등이 신조합을 검토한 결과 핑크대과 901과 대추방울 907 품종을 계속 시험하기로 합의함.



그림 49. 신조합 조사 및 지역 토마토 재배농가 평가

(4) 품종 홍보 및 저변확대

(가) Pink대과_대청 TY

- 장점

- 초세가 강하고 뿌리가 튼튼해서 초세 유지에 용이함
 - TY, Tm2a, For, Mil, Cf9, Sm 내병성 품종에 세력이 강해 전체적으로 병에 견디는 힘이 강함
 - 착과가 잘 되기 때문에 착과시키기가 아주 쉬움
 - 과가 고르게 굵어지므로 균일한 대과수확(전체 수확량이 많음)
 - 과 모양과 베이스그린이 우수해 시장에서 호평
 - 경도는 동계품종 중에서는 우수한 편임
- 이상의 장점으로 인해 일부 농가에서는 호평을 받았으나 한겨울 밀식재배, 일조부족, 질소과다 등이 겹칠 경우 기형과 발생이 문제임.

표 51. 대청TY 재배 대표농가 현황

성명	주소	정식일	정식주수	비고
이병철	부여군 세도면 청포리	10-30	8,000	질소과다, 기형과 다발
차영섭	부여군 세도면 귀덕리	11-10	2,000	기형과 다발
최석호	충주시 단월동	01-20	4,000	기형과 많음
장철조	대구시 달성군 논공읍 본리189	12-30	6,000	대과, 수량 많음, 시장성 양호
유한청	대구시 달성군 화원읍 설화리 372	12-28	10,000	수량 많음, 시장성 양호
이성봉	양산시 증산읍 증산리 559	09-21	9,500	작황 양호, 베이스그린 선호
전광조	김해시 불암동 338	10-05	10,000	수량 양호, 경도 보통, 기형과
김갑조	부산시 강서구 대저2동540	11-10	10,000	착과, 비대 양호
안재영	함안군 군북읍 동촌리	09-20	8,000	2-3화방 공동과 다수 출현
제영호	고성군 고성읍 죽계리711	10-20	6,000	초세 강, 착과, 비대 양호, 대만족
박영은	고성군 고성읍 대평리	10-16	7,000	초세강, 착과 많으나 공동과
천재갑	고성군 거류면 용산리	10-20	6,000	착과 양호 절간 다소 길음
박은수	산청군 차황면 양곡리288	12-05	12,000	작황 양호
김성기	산청군 차황면 친환경로 3260	02-25	8,000	대과, 과색 모양 양호 대만족
정명수	김해시 화목동 606	10-16	2,000	착과, 비대 과색 양호
김상수	고령군 우곡면 포리	11-16	10,000	세력 강, 관리 용이 만족
김봉화	진주시 사봉면 무촌리 219	01-05	1,800	수량, 품질 모두 크게 만족



그림 50. Pink 대과 ‘대청TY’ 수확된 과일 및 포장



그림 51. 대구 논공에서의 대청TY 품평회

(나) 대추방울토마토_TY 777

- 아카데미와 함께 경도가 좋아 여름재배에 적합한 품종으로 지난해 음성, 진천, 진주, 남원 등지에서 6월 정식하여 9-10월에 집중출하 작형에서 좋은 반응을 보여 주었음.
- 지난해 진천군 덕산에서 TY777의 품평회를 개최하고 올해 진천군, 음성군을 비롯한 진주시, 남원시 등에서 집중 판촉을 벌인 결과 1,000봉 정도의 판매 성과를 이루었음.
- 올해 각사의 치열한 경쟁으로 내년도 전망이 불투명한데다가 올해 여름철 잦은 강우로 일조가 부족해 초세가 약해지고 착과가 불량했으며 열과도 극심했음
- 진천, 음성, 남원 등 주요 단지의 농가를 대상으로 품평회를 개최하고 올해 작황 및 품질이 우수한 농가의 사례를 예로 들면서 777의 우수성을 집중 홍보하고 있음.

표 52. TY777 재배 대표농가 현황

성명	주소	정식일	정식주수	비고
이상국	사천시 곤명면 추천리 472	02-07	4,600	지난해, 올해 모두 작황 양호
서중권	부산시 강서구 구제도로 1147	06-07	7,000	작황, 출하가격 양호
조용두	함안군 군북면 의산삼일로 1921	06-25	4,000	작황양호, 급식용으로 과가 큼
이태봉	남원시 인월면 인월리413	06-19	3,500	착과양호, 배꼽썩음과 발생
김영숙	진주시 대곡면 단목리960	07-04	10,000	초세 확보 미흡
박재철	산청군 단성면 소남리 26	06-25	8,500	수량, 품질 모두 만족
정길영	산청군 단성면 길리460	07-20	4,000	과가 너무 큼, 대체로 만족
배점환	남원시 운봉읍 공안리 1267	05-28	12,000	1,2,3차로 나눠 정식 부산 출하
허태명	진주시 대곡면 대곡리	06-25	8,000	작황양호
고운남	울산시 북구 신천동 697	07-07	2,000	초세 확보 못함
이재	남원시 인월면 인월리	07-30	2,000	초세 약, 수량 감소
김성용	진천군 덕산면 합목리	07-04	20,000	품평회 개최, 작황 양호
신양수	남원시 운봉읍브화수리137	06-22	5,000	초세강, 과가 좀 큰 편



그림 52. 진천 김성용 농가, TY777 품평회

(다) 대추방울토마토_아카데미TY

- TY777과 함께 과가 크고 경도도 좋으면서 착과도 많고 품질도 양호한 아카데미TY는 진천, 남원, 진주, 포항 등지에 골고루 시교로 혹은 판매로 재배되었음.
- 아카데미는 TY777과 유사한 점도 많지만 아카데미의 장점은 과를 수확했을 때 광택이 좋아서 시장에서 호평을 받고 이로 인해 값을 더 높일 수 있다는 장점과 대부분의 품종이 여름철 어깨부위에 착색이 덜돼 푸른색이 오래 유지되어 상품가치가 저하되는 현상이 있는데 이 아카데미는 그런 현상이 없다는 점이 높이 평가됨.
- 상위질 착과의 경우 초세를 잘 유지하지 못해서 과가 많이 잘라질 경우 과장은 길면서 가늘게 빠지고 가운데가 호리별 모양으로 될 수 있다는 단점은 있음.

표 53. 아카데미TY 재배 대표 농가 현황

성명	주소	정식일	정식주수	비고
조호중	진주시 수곡면 원외길 219	02-15	6,000	초세 강, 수량 많음, 품질 양호
박창우	함안군 군북면 의산삼일로1921	05-16	6,000	수량 많음, 품질 양호, 단간주 문제
이홍길	의령군 화정면 상절리1738	05-10	8,000	수량 많음
최형림	고성군 구만면 효락리91	04-10	6,000	수량 많으나 1,2단 각이 생김
정소희	진주시 지수면 청담리1124	05-28	7,000	무난함
김영갑	산청군 단성면 소남리 80	06-22	3,000	품질 양호
이재	남원시 인월면 인월리	06-15	6,000	수량, 품질 양호
심대택	포항시 북구 죽장면 상옥리	06-22	12,000	수량 양호, 일부 열과
최의대	음성군 삼성면 삼정리	03-20	16,000	수량, 품질 우수



그림 53. 진주 이영기 농가 아카데미TY 착과모습



그림 54. 아카데미TY 음성지역 품평회

(5) 신품종 지역적응성 시험

(가) 방울토마토_카리스(시교745)

- 충남 부여토마토 단지에 판매하던 브라보TY의 경우 그동안 초세가 강하고 수량이 많으며 내병성도 강해 재배가 용이했던 관계로 리딩품종으로 3년을 유지해 왔으나 당도가 낮아 맛이 없었던 관계로 종종 문제가 되곤 했던 실정임.
- 이에 맛이 있으면서도 수량이 많고 병에 견디는 힘도 강한 품종을 단지에서는 간절히 원하게 되어

이런 요구에 부응하기 위해 신품종 745를 출시해서 여러곳에 시험재배를 하고 있음.

- 신품종 745는 TYLCV는 물론 새로이 전국적으로 크게 문제가 되고 있는 TSWV 내병성도 갖췄으며 당도를 획기적으로 개선한 품종임.
- 재배결과 경도가 하절기 재배에도 문제가 없고 당도도 기존의 품종 777이나 아카데미보다 훨씬하게 구별될 정도로 우수해 신품종으로서 기대가 많이 됨
- TSWV 저항성 품종이라도 병이 심하게 발생하는 경우 실효성을 의심할 정도로 이병이 되어 판매할 경우 중도저항성이라는 내용을 확실하게 표기할 필요가 있겠음.
- 고품질 품종으로 판매 가능성이 있어 카리스로 등록 (생산판매신고번호 02-0005-2019-56)
- 다양한 지역과 작형의 재배방법으로 지역적응성 시험을 하면서 이 품종에 적합한 재배방법을 현재 찾아가는 중임.
- 추위에 상대적으로 약하고 월동재배시 공동과 현상이 있어 과에 골이가는 현상도 발견되었으므로 부여 대단지 재배에는 부적합할 것으로 판단됨.

표 54. 745(카리스) 재배 대표농가 현황

성명	주소	정식일	정식주수	비고
최의대	음성군 삼성면 삼정리 126	03-20	2,000	착과 양호, 당도 우수
송영덕	충주시 달천동	06-16	2,000	착과, 당도 우수, TS 피해 극심
박영희	고성군 회화면 회화리	03-09	1,000	과형 우수
조호중	진주시 수곡면 원외길 219	02-15	200	절간 짧음, 착과 우수
김용권	김해시 대동면 초정리 91	08-02	4,600	수량 많음, 과형 불만
이재	남원시 인월면 인월리	03-20	2,000	수량, 품질 모두 무난
이병철	부여군 세도면 청포리	10-22	500	맛 우수, 모양 각이 심함
차영섭	부여군 세도면 청포리	10-25	500	모양 불량
박찬규	부여군 세도면 동사리	09-10	2,000	
송기용	충주시 달천동	07-16	2,000	당도,경도 우수



그림 55. 745(카리스) 과형 비교 및 충주 송기용 농가 포장 착과모습



그림 56. 카리스 김해 김용권 농가 포장

(나) 핑크 대과_764

- 시교 764는 겨울철에 착과 비대가 잘 되고 맛이 좋으며 베이스그린도 강한 계통으로 시장에서 인기가 있을 것으로 예상되는 품종임.
- 대구, 밀양, 김해, 남원, 충주 등에서 시험재배를 해본 결과 베이스그린을 포함한 과색이 훌륭하고 모양도 양호하며 과도 커서 좋은 점이 많았으나, 일부 회색곰팡이가 발생하거나 꼭지 주위에 곰팡이병이 발생하는 등 문제점도 있어, 아직 지역별, 작형별 적응성 시험을 확대해 적작형을 찾아야 할 것임

표 55. 시교 764 재배 대표농가 현황

성명	주소	정식일	정식주수	비고
윤승진	밀양시 단장면 미촌리 828	01-29	200	초세 강, 베이스그린 양호
유한청	달성군 화원읍 설화리	08-10	1,000	모양, 맛, 색깔 양호, 재공시 희망
박영희	고성군 회화면 회화리	01-10	200	작황 불량
이형채	김해시 화목동 13	03-08	200	색깔 양호, 경도 미흡
이재	남원시 은월면 인월리	03-25	200	경도 문제, 색깔 우수
천재갑	고성군 거류면 용산리	10-20	200	모양, 색깔 우수, 내병성



그림 57. Pink 대과 764: 밀양 윤승진 농가 포장 착과

(4차년도)

(1) 지역적응성 시험 및 홍보용 전시포 운용

(가) 대추방울_TY 777

- 대추방울 토마토로 3월부터 7월까지 정식하는 작형에서 이미 판매가 되고 있는 품종임
- 판매 지역은 충북 진천, 음성, 경남 진주지역으로 주로 6월정식 작형임
- 특성은 초세가 강해 한더위에 정식을 해도 초세유지가 용이하며 과가 크고 착과수도 많아 수확량이 많은 편임
- 과가 단단하고 맛도 좋아 시장성이 우수한 편임
- 같은 작형이면서 대과 선호지역인 전북 남원과 호박, 오이 후작인 산청, 진주 지역으로 판매지역을 확장하고, 판매량을 늘리기 위해 지역 개발에 역점을 두었음
- 전북 남원, 운봉 지역과 경남 산청 단성 지역에서는 좋은 결과를 얻어 내년 판매증가가 기대됨

표 56. TY777 재배 대표농가 현황

작형 (정식일)	재배자	주소	정식 주수	결과
2월20일	이경구	경남 산청군 단성면 소남리	11,000	대과, 특히 수량이 많음
3월20일	우광현	울산시 울주군 온양읍 발리	2,500	수량 많고, 낙과 열과 무름 증상 적음
3월8일	김봉하	경남 진주시 사봉면 무촌리	4,000	고온기 상품율 90%이상, 수량 많음
3월4일	김성기	산청군 차황면 친환경로	3,000	질소과다로 과형 불안정
5월12일	임광섭	산청군 단성면 소남리	14,000	장마, 일조부족으로 착과율 저조
3월16일	박재철	산청군 단성면 소남리	5,000	수량 극히 많음(50%이상 증수)
7월7일	이득만	경남 김해시 한림읍 시산리	6,600	고온기에도 식감, 당도 우수
3월10일	김현규	진주시 대평면 대평리	6,000	과가 크고 수량 많음(공선)
6월10일	이 재	전북 남원시 인월면 인월리	8,000	수량 품질 우수, 부산출하 적합
6월25일	신양수	전북 남원시 운봉읍 화수리	20,000	수량, 품질 모두 만족, 확산효과
7월1일	정완식	전북 남원시 운봉읍 공안길	8,000	긴 장마로 착과 불량, 수량저조



그림 58. TY777의 착과 모습: 산청 이경구 농가 포장

(나) Pink대과_르네상스TY

- 핑크 대과로 그동안 강원도 지역에 주로 재배했으나 과가 작아서 점차 재배 기피됨

- 과가 좀 작지만(중과) 과가 단단하고 베이스그린이 진하며 모양이 예쁘고 맛이 좋아서 지난해 이재씨가 진주에서 재배한 결과 좋은 반응을 얻었음
- 과가 단단하고 특히 베이스그린이 진하며 과 모양이 좋아서 시장 출하시 다른 품종보다 30% 정도 높은 값에 경매가 되었음
- 대저 째짤이와 색깔과 모양이 비슷해서 진주, 창원, 부산 등의 도매시장에서 인기가 있으며 계속 출하해 달라는 전화가 상인으로부터 계속 온다고 함

표 57. 르네상스TY 재배 대표농가 현황

작 형 (정식일)	재배자	주 소	정식 주수	결 과
2월3일	이재수	부산시 강서구 대저동	4,000	과색이 좋고 단단해 여름품종 적합
3월5일	김외수	경남 창원시 동읍 본포리	7,000	경도, 과형, 과색, 맛 양호 숙기늦음.
3월7일	주병준	경남 김해시 흥동	4,000	품질 만족, 과가 좀 작음.
1월20일	제영호	경남 고성군 고성읍 죽계리	7,000	맛, 과색 경도 만족, 시장반응 양호
10월13일	문영식	부산시 강서구 대저동	8,000	대체로 만족하나 맛이 좀 싱거움
2월15일	조용두	함안군 군북면 동촌리	5,000	경도 좋아 저장성도 양호
5월28일	박장수	경북 경주시 강동면 안계리	8,000	경도 양호, 맛 우수
5월23일	강현숙	경남 양산시 동면 여락송정로	2,000	당도 양호
10월10일	민경규	경남 양산시 물금읍 증산리	50	토사마 대비 수량성 우수
9월17일	김영진	부산시 강서구 대저2동	200	시들현상 적고 과색 우수



그림 59. 르네상스TY 경주 박장수 농가 포장



그림 60. 르네상스TY: 함안 조용두 농가 포장

(다) 대추방울_카리스

- TY, TS 내병계 신품종으로 특히 최근 TS 발생이 크게 늘어나 관심이 집중된 품종임
- 자사의 여러 품종보다 당도가 높고 맛이 좋아 크게 기대가 됨
- 지난해 공급했던 시고는 과장이 불균일해 문제가 있었으나 새로 채종한 종자는 과장 불균일 문제를 대폭 개선했음
- 충주, 음성, 진천, 진주, 김해, 남원 등 전국적으로 다양한 작형에 공시했음
- 재배결과 초세가 강하고 과가 크고 수량이 많으며 과색, 열과, 낙과 등에서도 무난한 평가
- 정식시기가 3월 이전이거나 질소과다의 경우 공동과(골이 깊게 생김) 발생이 많음
- 5,6,7월 정식의 경우 5절 이상의 상절에서는 과형이 원형으로 나오는 현상 발생함

표 58. 카리스 재배 대표농가 현황

작 형 (정식일)	재배자	주 소	정식 주수	결 과
3월6일	장경욱	경남 산청군 시천면 친환경로	4,800	과형 불안정하나 병에 강하고 맛 좋음
4월6일	이성봉	경남 양산시 증산읍 증산리	3,000	수량 많음
9월19일	박선동	부산시 강서구 강동동	6,000	과가 조금 작으나 맛, 모양은 우수
6월10일	신양수	전북 남원시 운봉읍 소석길	1,000	긴 장마에도 착과 우수, 과형 불균일
7월30일	이 재	전북 남원시 인월면 인월리	4,000	맛 우수 열과, 낙과 무난
6월15일	이태봉	전북 남원시 인월면 인월리	2,000	초세 강, 착과 우수
6월25일	정완식	전북 남원시 운봉면 공안길	1,000	착과 좋으나 상절 모양 불량
6월15일	김영숙	경남 진주시 대곡면 단목리	1,000	착과 양호, 맛 우수
5월15일	홍성녕	충북 충주시 단월동	4,000	초세강, 착과우수, 대과, 과형 불량
3월10일	송영덕	충북 충주시 달천동	3,000	초세 강, 착과 우수 맛 양호
3월10일	박영순	충북 음성군 맹동면 용촌리	5,000	수량, 품질 양호, 품평회 개최



그림 61. 카리스 남원 운봉 배점한 농가 포장



그림 62. 음성군 맹동 ‘카리스’ 품평회 모습

(라) Pink대과_대청TY

- 핑크 대과 TY내병계 품종
- 2년간 대구, 경주, 김해, 진주 등에서 재배해본 결과 수량 많고 품질도 우수함(대구는 기형과 문제)
- 진주, 고성 등에서는 초세가 강해서 재배하기 쉽고 과도 크며 착과도 우수한 편임
- 6월중순 이전 수확 작형에서는 과고 크도 과색도 양호하며 맛도 훌륭한 편임
- 6월 중순을 넘으면 경도가 약해 시장에서 기피하는 현상이 있음
- 초세가 강해 재배가 쉬우나 관행 재배 보다는 비료를 적게 줘야하는 특성이 있음
- 꾸준하게 재배면적이 증가하나 속도는 느린 편임, 지속적인 홍보가 필요함

표 59. 대청TY 재배 대표농가 현황

작 형 (정식일)	재배자	주소	정식 주수	결과
10월17일	김갑조	부산시 강서구 대저2동	6,000	뿌리가 강해 척박지에서 관리 용이
11월10일	최창수	경남 고령군 우곡면 봉산리	3,000	세력이 강해 기형과율 높으나 다수확
10월8일	제영호	경남 고성군 고성읍 죽계리	6,000	대과, 시장성 좋음
1월22일	김봉하	경남 진주시 사봉면 무촌리	3,000	직관시 맛이 좋아 인기 좋음
10월17일	김외태	창원시 마산합포구 진북 대평	6,000	과색, 맛이 좋음
2월18일	김병근	경남 진주시 대곡면 단목리	5,000	세력 강, 수량 많음
10월19일	김중환	창원시 의창구 대산북로	4,500	과색양호, 맛 좋음
2월2일	김진영	경북 경주시 안강읍 청령리	1,000	바이러스 내병성 양호 수량 많음
3월4일	김성기	경남 산청군 차황면 친환경로	2,500	대과, 다수확
1월5일	장현황	경남 진주시 대곡면 단목리	7,000	양액재배, 하단 기형과 발생, 수량우수



그림 63. 대청TY: 진주 김봉화 농가 포장



그림 64. 대청TY: 고성 제영호 농가 포장

○ 연구개발성과

가. 품종개발

(1) 품종보호출원 및 등록

구분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			비고
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
제1세부	슈퍼스타	한국	토마토 연구소(주)	2015.10.20	2015-582	김명권	2018.3.19	제7028호	Pink대과
제1세부	블랙이글	한국	토마토 연구소(주)	2015.12.1	2015-679	김명권	2018.3.19	제7027호	흑토마토
제1세부	찰스톤TY	한국	토마토 연구소(주)	2016.7.20	2016-351	김명권	2018.4.10	제7082호	Red대과
제1세부	맘모스TY	한국	토마토 연구소(주)	2016.6.22	2016-321	김명권	2019.2.11	제7531호	Pink대과
제1세부	TY777	한국	토마토 연구소(주)	2017.9.19	2017-474	김명권	2019.2.11	제7526호	대추방울
제1세부	대청TY	한국	토마토 연구소(주)	2017.9.19	2017-476	김명권	2020.4.10	제8115호	Pink대과
제1세부	점보007	한국	토마토 연구소(주)	2018.8.13	2018-423	김명권	2020.7.6	제8211호	Red대과
제1세부	클러스트	한국	토마토 연구소(주)	2019.8.26	2019-388				송이 토마토
제1세부	쿠 킹	한국	토마토 연구소(주)	2020.10.15	2020-480				요리용
제1세부	핑크벨	한국	토마토 연구소(주)	2020.11.4	2020-532				방울 토마토
제1세부	티에스흑찰	한국	토마토 연구소(주)	2021.8.18	2021-357				흑토마토
제1세부	티에스웰빙	한국	토마토 연구소(주)	2021.12.6	2021-532				방울 토마토

품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제7028호
GRANT NUMBER No. 7028

출원번호: 제 2015-580호
APPLICATION NUMBER No. 2015-582

출원일: 2015년 10월 20일
FILING DATE 20151020

등록일: 2018년 03월 19일
GRANT DATE 19032018

작물의 일반명 및 학명: 토마토
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT Solanum lycopersicum L.

품종의 명칭: 슈퍼스타
DENOMINATION Super Star

품종보호권 존속기간: 2018년03월 19일~2038년03월 18일
PROTECTION PERIOD 19032018 - 18032038

품종보호권자: 토마토생명과학연구소
TITLE HOLDER Tomato Life Science & Research

육성자: 김명권
BREEDER Kim Myung Kwon

위의 품종은 「식물신품종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.

2018년 03월 19일
19/03/2018

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘슈퍼스타’ 품종보호등록증

품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제7027호
GRANT NUMBER No. 7027

출원번호: 제 2015-679호
APPLICATION NUMBER No. 2015-679

출원일: 2015년 12월 01일
FILING DATE 20151201

등록일: 2018년 03월 19일
GRANT DATE 19032018

작물의 일반명 및 학명: 토마토
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT Solanum lycopersicum L.

품종의 명칭: 블랙이글
DENOMINATION Black Eagle

품종보호권 존속기간: 2018년03월 19일~2038년03월 18일
PROTECTION PERIOD 19032018 - 18032038

품종보호권자: 토마토생명과학연구소
TITLE HOLDER Tomato Life Science & Research

육성자: 김명권
BREEDER Kim Myung Kwon

위의 품종은 「식물신품종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.

2018년 03월 19일
19/03/2018

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘블랙이글’ 품종보호등록증

품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제7082호
GRANT NUMBER No. 7082

출원번호: 제 2016-351호
APPLICATION NUMBER No. 2016-351

출원일: 2016년 07월 20일
FILING DATE 20160720

등록일: 2018년 04월 10일
GRANT DATE 18042018

작물의 일반명 및 학명: 토마토
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT Solanum lycopersicum L.

품종의 명칭: 찰스튼TY
DENOMINATION Charles TY

품종보호권 존속기간: 2018년04월 10일~2038년04월 09일
PROTECTION PERIOD 18042018 - 09042038

품종보호권자: 토마토생명과학연구소
TITLE HOLDER Tomato Life Science & Research

육성자: 김명권
BREEDER Kim Myung Kwon

위의 품종은 「식물신품종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.

2018년 04월 10일
18/04/2018

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘찰스튼TY’ 품종보호등록증

품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제7531호
GRANT NUMBER No. 7531

출원번호: 제 2016-321호
APPLICATION NUMBER No. 2016-321

출원일: 2016년 06월 22일
FILING DATE 20160622

등록일: 2019년 02월 11일
GRANT DATE 19022019

작물의 일반명 및 학명: 토마토
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT Solanum lycopersicum L.

품종의 명칭: 맘모스TY
DENOMINATION Mammoth TY

품종보호권 존속기간: 2019년02월 11일~2039년02월 10일
PROTECTION PERIOD 19022019 - 10022039

품종보호권자: 토마토생명과학연구소
TITLE HOLDER Tomato Life Science & Research

육성자: 김명권
BREEDER Kim Myung Kwon

위의 품종은 「식물신품종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.

2019년 02월 11일
11/02/2019

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘맘모스TY’ 품종보호등록증

품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제7528호
GRANT NUMBER No. 7528

출원번호: 제 2017-474호
APPLICATION NUMBER No. 2017-474

출원일: 2017년 09월 19일
FILING DATE 19092017

등록일: 2019년 02월 11일
GRANT DATE 19022019

작물의 일반명 및 학명: 토마토
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT Solanum lycopersicum L.

품종의 명칭: TY777
DENOMINATION TY 777

품종보호권 존속기간: 2019년02월 11일~2039년02월 10일
PROTECTION PERIOD 19022019 - 10022039

품종보호권자: 토마토연구소(주)
TITLE HOLDER Tomato Research Center

육성자: 김명권
BREEDER Kim Myung Kwon

위의 품종은 「식물신품종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.

2019년 02월 11일
11/02/2019

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘TY777’ 품종보호등록증

품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제8115호
GRANT NUMBER No. 8115

출원번호: 제 2017-476호
APPLICATION NUMBER No. 2017-476

출원일: 2017년 09월 19일
FILING DATE 19092017

등록일: 2020년 04월 10일
GRANT DATE 20042020

작물의 일반명 및 학명: 토마토
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT Solanum lycopersicum L.

품종의 명칭: 대청TY
DENOMINATION Daechung TY

품종보호권 존속기간: 2020년04월 10일~2040년04월 09일
PROTECTION PERIOD 20042020 - 09042040

품종보호권자: 토마토연구소(주)
TITLE HOLDER Tomato Research Center

육성자: 김명권
BREEDER Kim Myung Kwon

위의 품종은 「식물신품종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.

2020년 04월 10일
10/04/2020

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘대청TY’ 품종보호등록증

품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제8211호
GRANT NUMBER No. 8211

출원번호: 제 2018-423호
APPLICATION NUMBER No. 2018-423

출원일: 2018년 08월 13일
FILING DATE 18080518

등록일: 2020년 07월 06일
GRANT DATE 20072020

작물의 일반명 및 학명: 토마토
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT Solanum lycopersicum L.

품종의 명칭: 점보007
DENOMINATION Jumbo 007

품종보호권 존속기간: 2020년07월 06일~2040년07월 05일
PROTECTION PERIOD 20072020 - 05072040

품종보호권자: 토마토연구소(주)
TITLE HOLDER Tomato Research Center

육성자: 김명권
BREEDER Kim Myung Kwon

위의 품종은 「식물신품종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.

2020년 07월 06일
06/07/2020

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘점보007’ 품종보호등록증

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2019. 8.26.	품종보호출원번호: 출원 2019 - 388
	품종명칭출원번호: 명칭 2019 - 959

작 품 명: 토마토
품 종 명 칭: 클러스트
출 원 인: 토마토연구소(주)
주 소: 충청북도 청주시 청원구 오창읍 중부로 590, 1층 105호

2019년08월26일

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘클러스트’ 품종보호출원

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2020.10.15.	품종보호출원번호: 출원 2020 - 480
	품종명칭출원번호: 명칭 2020 - 1002

작 품 명: 토마토
품 종 명 칭: 쿠킹
출 원 인: 토마토연구소(주)
주 소: 충청북도 청주시 청원구 오창읍 중부로 590, 1층 105호

2020년10월15일

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & VARIETY

‘쿠킹’ 품종보호출원

<p style="text-align: center;">품종보호출원번호 통지서</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>출원일자: 2020.11. 4.</td> <td>품종보호 출원번호: 출원 2020 - 531</td> </tr> <tr> <td></td> <td>품종명칭 출원번호: 명칭 2020 - 1284</td> </tr> </table> <p>작 물 명: 토마토 품종 명칭: 핑크벨 출 원 인: 토마토연구소(주) 주 소: 충청북도 청주시 청원구 오창읍 중부로 590, 1층 105호</p> <p style="text-align: center;">2020년11월04일</p> <p style="text-align: center;">국립종자원 </p> <p style="text-align: center;">‘핑크벨’ 품종보호출원</p>	출원일자: 2020.11. 4.	품종보호 출원번호: 출원 2020 - 531		품종명칭 출원번호: 명칭 2020 - 1284	<p style="text-align: center;">품종보호출원번호 통지서</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>출원일자: 2021. 8.18.</td> <td>품종보호 출원번호: 출원 2021 - 357</td> </tr> <tr> <td></td> <td>품종명칭 출원번호: 명칭 2021 - 814</td> </tr> </table> <p>작 물 명: 토마토 품종 명칭: 티엑스흑찰 출 원 인: 토마토연구소(주) 주 소: 충청북도 청주시 청원구 오창읍 중부로 590, 1층 105호</p> <p style="text-align: center;">2021년08월18일</p> <p style="text-align: center;">국립종자원 </p> <p style="text-align: center;">‘TS흑찰’ 품종보호출원</p>	출원일자: 2021. 8.18.	품종보호 출원번호: 출원 2021 - 357		품종명칭 출원번호: 명칭 2021 - 814	<p style="text-align: center;">품종보호출원번호 통지서</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>출원일자: 2021.12. 6.</td> <td>품종보호 출원번호: 출원 2021 - 532</td> </tr> <tr> <td></td> <td>품종명칭 출원번호: 명칭</td> </tr> </table> <p>작 물 명: 토마토 품종 명칭: 티엑스웰빙 출 원 인: 토마토연구소(주) 주 소: 충청북도 청주시 청원구 오창읍 중부로 590, 1층 105호</p> <p style="text-align: center;">2021년12월06일</p> <p style="text-align: center;">국립종자원 </p> <p style="text-align: center;">‘TS웰빙’ 품종보호출원</p>	출원일자: 2021.12. 6.	품종보호 출원번호: 출원 2021 - 532		품종명칭 출원번호: 명칭
출원일자: 2020.11. 4.	품종보호 출원번호: 출원 2020 - 531													
	품종명칭 출원번호: 명칭 2020 - 1284													
출원일자: 2021. 8.18.	품종보호 출원번호: 출원 2021 - 357													
	품종명칭 출원번호: 명칭 2021 - 814													
출원일자: 2021.12. 6.	품종보호 출원번호: 출원 2021 - 532													
	품종명칭 출원번호: 명칭													

(2) 품종생산판매신고

구분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	신청법인명	신고번호	신고증명일	비고
제1세부	골든킵TY	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2017-23	2017.5.24	노란대추 방울
제1세부	은하수TY	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2017-33	2017.6.29	원형방울
제1세부	티와이원탑	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2018-29	2018.3.6	핑크대과
제1세부	케이탑	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2018-91	2018.9.14	핑크대과
제1세부	TY헌터	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2019-14	2019.2.20	레드대과
제1세부	임팩트TY	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2019-13	2019.2.20	레드대과
제1세부	카리스	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2019-55	2019.8.22	대추방울
제1세부	TS썬킹	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2020-18	2020.3.12	대추방울
제1세부	TS파스타	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2020-21	2020.3.24	레드대과
제1세부	스카이88	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2020-9	2020.2.10	레드대과
제1세부	TS팔방	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2021-9	2021.3.22	레드대과
제1세부	웰빙플러스	한국	토마토 연구소(주)	02-0005 -2021-64	2021.10.26	대추방울

제 2 절 연구수행 내용 및 결과 (제2세부과제)

<1차년도> 전시포 운영 및 품종 평가

1. 육성품종 전시포 운영

전국의 토마토 주산지인 강원도 및 부산 대저 째이 토마토 지역, 충남 부여에 중점 전시포를 설치하였고, 수원외 농업회사법인(주)부농종묘 하우스를 활용하여 중앙전시포를 설치하고 국내육성품종 30개 품종 및 F1조합과 외국 도입 대비 품종 1품종을 공시하였다 (표 1, 그림 1).

표 1. 전시포 운영 장소 및 품종

전시포장소	파종	정식	품종
경기 수원	2017년 1월 6일	2017년 3월 23일	슈퍼스타등 31품종
강원 인제	2017년 4월 27일	2017년 6월 20일	K스타등 24품종
충남 부여	2017년 9월 27일	2017년 11월 1일	캔디등 15품종
부산 대저	2017년 8월 10일	2017년 10월 23일	메카톤등 15품종



그림 1. 경기 수원 전시포

2. 육성품종 품질 평가

가. 국내육성품목 중앙전시포 조사평가

(1) 파종 및 정식 : 2017년 1월06일 파종하여 03월 23일 하우스에 정식하였다. 2017년 5월15일 첫 수확을 하였으며 5월20일부터 조사를 진행하였다.

(2) 특성평가

본 연구는 경기 수원 부농 전시포에서 수행하였다. 전시품종의 특성을 평가하기 위하여 재식거리 90cm×40cm으로 하여 전체 31품종 20주씩 2반복으로 정식하여 원예적 특성을 조사하였다. 원예적 특성을 조사하기 위한 재배는 관행 농법하였으며 특성조사는 파종부터 수확시까지 생육 특성을 조사하였으며, 절간은 앞과 앞 사이,

즉 마디와 마디사이의 장·단으로 조사하였고, 초세는 전반적인 작물의 세력을 관찰하여 판단하였다. 당도는 토마토 과실이 완전 성숙 착색이 된 상태에서 과육의 즙을 굴절당도계(Matster-M, ATAGO Co.)를 사용하여 측정하였다.

- (3) 대과종 핑크 토마토는 과중,착과수,경도,초세등에서 몬산토의 라피도품종 대비 k스타 토마토가 우수하였으며 시식회시에도 식미감 육질 당도등에서 좋은 평가를 받았다.
- (4) 레드토마토는 레드제니스외 조합1709의 과형 초세 착과력 경도등에서 우수한 하였으며 강원 인제전시포에 제공시하여 유럽 품종대비 품종의 안정성과 장점을 조사하였다.
- (5) 핑크토마토중 1704/1706/1707은 당도및 식미감이 아주 우수하였으며 경도 열과에 강한 고구형으로 부산지역의 짝질이 토마토지역의 전시포에 제공시하기로 하였다.



그림 2. 중앙전시포 공시품종 및 특성

표 2. 평가표

구분	품종	절간장 (2~3단)	초세 (강~하)	경도 (9-1)	잎크기 (대-소)	착과수	당도	과중
GSP1	k스타	25	강	7	대	4.2	4.13	227.50
GSP2	슈퍼스타	27	강	7	대	4.7	3.58	198.75
GSP3	메가톤	25	중	6	중	4.3	4.83	207.50
GSP4	맘모스	26	중	6	중	3.8	4.03	253.75
GSP5	베테랑	25	중	5	소	3.9	4.78	220.00
GSP6	라피도	28	중	6	중소	3.9	4.10	228.75
1701	F1조합	33	중	5	대	3.7	4.72	171.25
1702	F1조합	32	강	5	대	4.5	5.03	185.00
1703	F1조합	28	강	5	중	4.2	4.95	170.00
1704	F1조합	27.5	강	5	대	3.9	5.03	221.25

1705	F1조합	30	강	7	대	3.8	4.15	233.75
1706	F1조합	24.5	중	4	중	3.7	4.88	246.25
1707	F1조합	31.5	중	4	중	4.7	4.53	247.50
GSS1	송이10	24	중	5	대	7.4	7.90	42.50
GST1	캔디	22	하	7	소	25	9.15	20.00
GST2	탐나	21.5	중	7	소	24	8.65	23.25
GST3	대추11	23	중	7	중	29	8.68	25.25
GST4	대추12	26	중	7	소	26	8.30	23.00
GST5	대추13	23	강	7	소	22	8.38	26.25
GS01	골드슈가	24	하	6	소	27	7.93	17.50
GSB4	블랙이글	22.5	중	6	소	8.2	5.43	82.25
GSB3	F1조합	25	강	7	소	14	8.63	23.75
GSB2	F1조합	27	강	6	소	13	8.85	21.25
GSB1	블랙큐	25	중	6	소	14	8.70	20.00
GSB5	블랙에이스	23	상	6	소	7.9	5.18	105.00
1709	F1조합	26.5	중	8	소	4.4	3.65	240.75
1708	F1조합	27	중	8	대	4.3	3.45	231.25
GSR1	토스카나	24	하	8	중	4.6	3.50	218.75
GSR2	레드스트롱	22	중	8	중	3.9	3.45	237.75
GSR4	레드제니스	26	중강	8	중	4.8	3.75	233.00

3. 우수품종 선발

전시포 운영결과 아래 표와 같이 우수품종을 선발하였다. 핑크토마토에서 3품종, 레드 토마토에서 3품종, 대추방울토마토에서 1품종을 선발하였다. 이 품종들은 차년도 전시포 운영 예정이다(표 3).

표 3. 우수품종 선발

구분	공시번호	품종/F1	비고
핑크토마토	1704	F1조합	내병성/당도 우수
	1706	F1조합	대저잡짤이주산지
	1707	F1조합	전시포 재파종
레드토마토	GSR2	레드스트롱	내병성/착과/경도
	GSR4	레드제니스	강원 레드 주산지
	1709	F1조합	전시포 재파종
대추방울토마토	GST1	캔디	전시포재파종

4. 평가회 개최 및 결과

관내 재배농가 육묘 관계자, 토마토 유통상인, 토마토 육종가등 현장에서 품종평가회를 진행하였으며 전시품종 중 우수품종을 선발하였다(표 4).

표 4. 품종평가회 현황

지역/구분	평가지기	품목	운영현황
수원 전시포	2017년6월	국내육성 전품목	전문가초청평가회
강원 춘천	2017년5월	국내육성 K스타	주산지평가/집중홍보
강원 철원	2017년9월	국내육성 K스타	주산지평가/집중홍보
강원 영월	2017년9월	국내육성 K스타	주산지평가/집중홍보



그림 3. 경기 수원 품종 평가회



그림 4. 강원 춘천 품종 평가회



그림 5. 강원 철원 품종 평가회

5. 홍보 성과

가. 전시회 홍보

부여 토마토 축제, 국제종자박람회, 전시회등으로 품종 홍보 판매가 이루어졌다 (표 5).

표 5. 전시회 홍보 현황

지역/구분	전시시기	대상	주최
부여토마토축제	8월	주산지농가	부여토마토시험장
GSP성과발표	9월	가락동상인/작목반	농기평
국제종자박람회	10월	전국/국제	농촌진흥청
대전 국제농업기술전	11월	전국/국제	KOTRA



그림 6. 전시회등 홍보

나. 언론 홍보

한국농어민신문, 연합뉴스등의 언론에 평가회, 품종전시회 관련 언론 홍보를 통해 품종을 홍보하였다(그림 7, 그림 8).

한국농어민신문

2018년 1월 15일 | 농민

토마토 최신품종 한 자리에 부농종묘 GSP 토마토 우수품종 평가회 성료

평택군·팔레아글, '케이스타', '유해스타', '유래라' 등 다소 상소한 명칭이지만 앞으로 국내를 대표할 가능성이 높은 토마토 최신품종들이 한자리에 친밀대 농가의 눈길을 끌었다. 수입산 토마토 종자를 대체하고 국내자급을 향상 및 토마토산업의 경쟁력 향상을 위해 개발된 품종들이다.

경기도 농업기술원 연구에 신사육을 준공한 토마토종자 전문기업 ㈜부농종묘(대표이사 류재택)에서 열린 'GSP(글로벌시드프로젝트) 토마토 우수품종 평가회'에는 인근지역 토마토재배농가들이 대거 참석해 높은 관심을 보였다.

GSP사업은 수입대체용 및 수출계약을 우수종자를 개발하고 대량생산체계를 구축하기 위해 방항부 차원에서 추진되는 사업이다. 토마토종자의 경우 GSP사업에서 전국적으로 토마토 우수품종 시범모를 운영하고 있는데, ㈜부농종묘의 중앙신시로

가 국내육성 토마토 시범모를 담당하고 있다. 따라서 시험포장에서는 국내육성 토마토 품종의 보급 확대 및 육종양향을 분석하고 있는데 '케이스타'를 비롯한 30여개 품종의 재배되고 있다.



그림 7. 한국농어민신문 평가회 관련 언론 홍보



다양한 품종의 토마토를
그림 8. 연합뉴스 전시회 관련 언론 홍보

<2차년도> 전시포 운영 및 품종 평가

1. 육성품종 전시포 운영

전국의 토마토주산지인 강원도 및 경남 째짤이 토마토지역, 충남 대추방울토마토 주산인 부여에 중점 전시시포를 설치하였고 수원의 중앙전시포 하우스를 활용하여 중앙시범포를 설치하고 국내육성품종 27개 품종 및 F1조합과 외국 도입 체크품종 1품종을 공시하였다(표 6).

표 6. 전시포 운영 장소 및 품종

전시포장소	파종	정식	품종
경기 수원	2018년 1월 25일	2018년 4월 1일	슈퍼스타등 27품종
강원 인제	2018년 4월 10일	2018년 6월 10일	레드스트롱등 18품종
충남 부여	2018년 9월 27일	2017년 11월 1일	캔디플러스등 15품종
부산 대저	2018년 8월 20일	2017년 10월 30일	메카톤등 14품종

2. 육성품종 품질 평가

가. 국내육성품목 중앙전시포 조사평가

- (1) 파종및 정식 : 2018년 1월25일 파종하여 04월 01일 하우스에 정식하였다. 2018년 5월20일 첫 수확을 하였으며 5월10일부터 조사를 진행하였다.

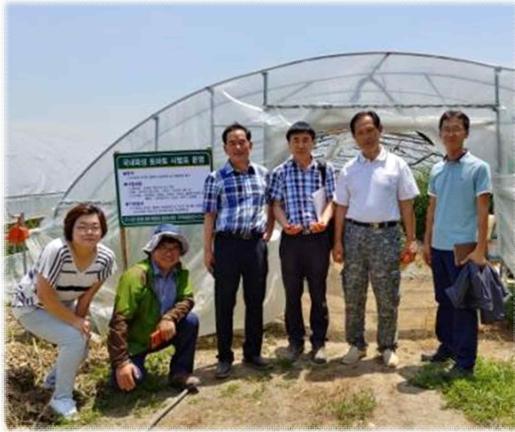


그림 9. 경기수원전시포(왼쪽위), 강원인제전시포(오른쪽위), 충남부여전시포(왼쪽아래), 부산대저전시포(오른쪽아래)

(2) 특성평가

본 연구는 경기 수원 중앙 전시포에서 수행하였다. 전시품종의 특성을 평가하기 위하여 재식거리 90cm × 40cm으로 하여 전체 27품종 20주씩 2반복으로 정식하여 원예적 특성을 조사하였다. 토경재배에서 일반관행 농법으로 재배하였으며 특성조사는 과종부터 수확 시 까지 생육 특성을 조사하였으며 절간은 잎과 잎 사이, 즉 마디와 마디사이의 장·단으로 조사하였고, 초세는 전반적인 작물의 세력을 관찰하여 판단하였다. 당도는 토마토 과실이 완전 성숙 착색이 된 상태에서 과육의 즙을 굴절당도계(Matster-M, ATAGO Co.)를 사용하여 측정하였다. 대과종 핑크 토마토는 과중, 착과수, 경도, 초세등에서 몬산토의 라피도품종 대비 k스타토마토가 우수하였으며 시식 회시에도 식미감 육질 당도등에서 좋은 평가를 받았다. 레드토마토는 GSP9와 GSP12의 과형 초세 착과력 경도등에서 우수한 하였으며 강원 인제전시포에 재공시하여 유럽 품종대비 품종의 안정성과 장점을 조사하였다. 핑크토마토중 GSP3번과 GSP4번이 대비중에 비교해서 당도및 식미감, 경도 열과에 강한 고구형으로 대과종 핑크토마토주산지에 중점전시포에 재공시하기로 하였으며 GSP16번은 대추형방울 토마토로 과형이 일정하고 당도가 좋으며(9~10BRX)수량성이 많고 TY내병계로 우수한 조합으

로 확인하였다.



그림 10. 중앙전시포 공시품종 및 특성

표 7. 평가표

구분	품종	절간장 (2~3단)	초세 (강~하)	경도 (9-1)	앞크기 (대-소)	착과수	당도	과중
GSP1	k스타	25	강	7	대	4.2	4.13	227.50
GSP2	슈퍼스타	27	강	7	대	4.7	3.58	198.75
GSP3	메가톤	25	중	6	중	4.3	4.83	207.50
GSP4	맘모스	26	중	6	중	3.8	4.03	253.75
GSP5	베테랑	25	중	5	소	3.9	4.78	220.00
GSP6	라피도	28	중	6	중소	3.9	4.10	228.75
1701	F1조합	33	중	5	대	3.7	4.72	171.25
1702	F1조합	32	강	5	대	4.5	5.03	185.00
1703	F1조합	28	강	5	중	4.2	4.95	170.00
1704	F1조합	27.5	강	5	대	3.9	5.03	221.25
1705	F1조합	30	강	7	대	3.8	4.15	233.75
1706	F1조합	24.5	중	4	중	3.7	4.88	246.25
1707	F1조합	31.5	중	4	중	4.7	4.53	247.50
GSS1	송이10	24	중	5	대	7.4	7.90	42.50
GST1	캔디	22	하	7	소	25	9.15	20.00
GST2	탐나	21.5	중	7	소	24	8.65	23.25
GST3	대추11	23	중	7	중	29	8.68	25.25
GST4	대추12	26	중	7	소	26	8.30	23.00
GST5	대추13	23	강	7	소	22	8.38	26.25

GS01	골드슈가	24	하	6	소	27	7.93	17.50
GSB4	블랙이글	22.5	중	6	소	8.2	5.43	82.25
GSB3	F1조합	25	강	7	소	14	8.63	23.75
GSB2	F1조합	27	강	6	소	13	8.85	21.25
GSB1	블랙큐	25	중	6	소	14	8.70	20.00
GSB5	블랙에이스	23	상	6	소	7.9	5.18	105.00
1709	F1조합	26.5	중	8	소	4.4	3.65	240.75
1708	F1조합	27	중	8	대	4.3	3.45	231.25
GSR1	토스카나	24	하	8	중	4.6	3.50	218.75
GSR2	레드스트롱	22	중	8	중	3.9	3.45	237.75
GSR4	레드제니스	26	중강	8	중	4.8	3.75	233.00

3. 우수품종 선발

전시포 운영결과 아래 표와 같이 우수품종을 선발하였다. 핑크토마토에서 3품종을 선발하였다(표 8). 이 품종들은 차년도 전시포 운영 예정이다.

표 8. 우수품종 선발

구분	공시번호	품종/F1	비고
핑크토마토	1704	F1조합	내병성/당도 우수
	1706	F1조합	대저째째이주산지
	1707	F1조합	전시포 재파종

4. 평가회 개최 및 결과

관내 재배농가 육묘 관계자, 토마토 유통상인, 토마토 육종가등 현장에서 품종평가회를 진행하였으며 전시품종 중 우수품종을 선발하였다(표 9, 그림 11-그림 14).

표 9. 품종평가회 현황

지역/구분	평가지기	품목	운영현황
경기 수원	2018년6월	토마토연구소육성 국내육성 전품목	전문가초청평가회
충남 부여	2018년3월	국내육성품종 캔디플러스	주산지평가/집중홍보
강원 철원	2018년7월	국내육성품종 슈퍼스타	주산지평가/집중홍보
강원 횡성	2018년7월	국내육성품종케이스타	주산지평가/집중홍보



그림 11. 경기 수원 품종 평가회



그림 12. 수원전시포 품종평가회



그림 13. 충남 부여 품종 평가회



그림 14. 강원 철원 품종 평가회

5. 홍보 성과

가. 전시회 홍보

부여토마토축제, 국제종자박람회, 전시회등으로 품종 홍보 판매가 이루어졌다 (표 10).

표 10. 전시회 홍보 현황

지역/구분	전시시기	대상	주최
부여토마토축제	8월	주산지농가	부여토마토시험장
서울국제식품산업대전	5월	전국/농식품	농식품부
국제종자박람회	10월	전국/국제	농촌진흥청
천안국제농업박람회	11월	전국/국제	농기계협동조합



그림 15. 전시회등 홍보

나. 언론 홍보

농업정보신문에 평가회, 품종전시회 관련 언론 홍보를 통해 품종을 홍보하였다.



그림 16. 농업정보신문 평가회 관련 홍보

<3차년도> 전시포 운영 및 품종 평가

1. 육성품종 전시포 운영

전국의 토마토주산지인 경기강화, 부산대저, 충남 대추방울토마토 주산지인 부여에 중점 전시포를 설치하였고 수원의 부농종묘 하우스를 활용하여 중앙시범포를 설치하고 F1 조합 및 국내품종 30품목을 공시하였다(표 11).

표 11. 전시포 운영 장소 및 품종

전시포장소	파종	정식	품종
경기 수원	2019년 1월 20일	2019년 3월 14일	슈퍼스타등 30품종
충남 논산	2018년 8월 19일	2018년 10월 25일	캔디플러스등 16품종
부산 대저	2018년 9월 10일	2018년 10월 25일	원탑등 12품종
경기 강화	2019년 1월 5일	2019년 3월 14일	캔디플러스등 15품종



그림 17. 경기수원전시포(왼쪽위), 부산대저전시포(오른쪽위), 충남논산 전시포(왼쪽아래)

2. 육성품종 품질 평가

가. 국내육성품목 중앙전시포 조사평가

(1) 파종및 정식 : 2019년 1월 8일 파종하여 03월 14일 하우스에 정식하였다. 2018년 5

월10일 첫 수확을 하였으며 5월10일부터 조사를 진행하였다

(2) 특성평가

본 연구는 경기 수원 중앙 전시포에서 수행하였다. 전시품종의 특성을 평가하기 위하여 재식거리 90cm ×40cm으로 하여 전체 30품종 20주씩 2반복으로 정식하여 원예적 특성을 조사하였다. 토경재배에서 일반관행 농법으로 재배하였으며 특성조사는 과중부터 수확시 까지 생육 특성을 조사하였으며 절간은 잎과 잎 사이, 즉 마디와 마디사이의 장·단으로 조사하였고, 초세는 전반적인 작물의 세력을 관찰하여 판단하였다. 당도는 토마토 과실이 완전 성숙 착색이 된 상태에서 과육의 즙을 굴절당도계(Matster-M, ATAGO Co.)를 사용하여 측정하였다. 대과종 핑크 토마토는 과중,착과수,경도,초세등에서 몬산토의 라피도품종 대비 슈퍼스타토마토,k스타토마토가 우수하였으며 시식회시에도 식미감 육질 당도등에서 좋은 평가를 받았다. 레드토마토는 토마토연구소의 GS13(1910)이 대비품종인 테프니스에 비해 과형 초세 착과력 경도등이 우수하였으며 특히 내병성에서 TY바이러스, TSWV등 복합내병계로서 우수한 품종으로 조사되었다. 핑크토마토중 지난해 우수품종인 K스타토마토,슈퍼스타토마토가 경쟁품종보다 과중,경도,착과등에서 우수한점을 재확인하였다. 대추형방울 토마토중 토마토연구소의 GS21(2019)는 TY, TSWV등에 복합내병성으로 초세가 강하고 과형 및 착과성이 좋아 대추방울토마토 주산지인 충남 논산에 중점전시포에 전시하기로 하였다.



그림 18. 중앙전시포 공시품종 및 특성

표 12. 평가표

구분	품종	절간장 (2~3단)	초세 (강-약)	경도 (9-5)	잎크기 (대-소)	착과수	당도	과중
GS01	K스타	24	강	8	대	4,3	4,9	229
GS02	슈퍼스타	26	강	8	대	4.7	5,1	205
GS03	메가톤	25	중	7	중	4.3	5,2	210
GS04	맘모스	26	중	6	대	3.8	4,9	245

GS05	케이탑	25	중	7	중	4,5	4,9	212
GS06	원탑	23	중	7	중	4,3	5,1	205
GS07	F1조합(1901)	24	중	7	중	4,1	4,9	204
GS08	F1조합(1902)	26	강	7	중	4,5	4,8	207
GS09	F1조합(1903)	25	강	7	중	4,7	4,9	210
GS10	토스카나	27	강	9	중	5,1	4,2	208
GS11	F1조합(1803)	25	중	9	중	5,3	4,5	182
GS12	F1조합(1709)	26	강	8	중	4,5	4,4	209
GS13	F1조합(1910)	27	중	8	중	4,7	4,2	233
GS14	F1조합(1911)	28	강	7	중	4,5	4,3	219
GS15	데프니스	28	강	8	중	4,8	4,1	232
GS16	TY탑나	23	중강	6	중	19	8,7	25
GS17	캔디플러스	23	중	7	중강	24	9,3	23
GS18	미니찰	24	중	6	중	22	9,1	24
GS19	노나리	25	강	8	중소	19	8,5	24
GS20	F1조합(1915)	24	중	6	소	20	8,5	23
GS21	F1조합(1918)	24	중강	8	중소	23	8.8	25
GS22	골드슈가	25	강	6	소	20	8,6	25
GS23	골드스타	27	강	6	중	18	8,9	25
GS24	비타골드	26	중	6	중	16	9,2	22
GS25	F1조합(1917)	23	강	7	중	19	8,9	23
GS26	흑대추시교1	24	중	7	중	12	9,1	25
GS27	흑대추시교2	26	강	7	중	13	9,2	25
GS28	블랙에이스	25	강	7	중	7	5,2	105
GS29	블랙이글	24	강	7	중	8	5,5	87
GS30	244	24	강	8	대	4,7	4,9	230

3. 우수품종 선발

전시포 운영결과 아래 표와 같이 우수품종을 선발하였다. 핑크토마토에서 2품종, 레드토마토 3품종 대추방울토마토 1품종을 선발하였다. 이 품종들은 차년도 전시포 운영 예정이다.

표 13. 우수품종 선발

구분	공시번호	품종/F1	비고
핑크토마토	GS02	슈퍼스타	착과성/경도/과형/당도우수
	1903	F1조합	내병성/절간/과중/
레드토마토	1910	F1조합	내병성/착과/경도

	1803	레드제니스	시험생산 시교 및 판매
	1709	헌터	시험생산 시교 및 판매
대추방울토마토	1918	대추방울F1 조합	TY,TS내병계/착과,당도우수 차년도판매계획

4. 평가회 개최 및 결과

관내 재배농가 육묘 관계자, 토마토 유통상인, 토마토 육종가등 현장에서 품종평가회를 진행하였으며 전시품종 중 우수품종을 선발하였다.

표 14. 품종평가회 현황

지역/구분	평가시기	품목	운영현황
수원전시포	2019년6월	토마토연구소육성 국내육성 전품목	전문가초청평가회
충남논산	2019년3월	국내육성품종 캔디플러스	주산지평가/집중홍보
부산대저	2019년2월	국내육성품종 메가톤	주산지평가/집중홍보
경기강화	2019년6월	국내육성품종 캔디플러스	주산지평가/집중홍보



그림 19. 부산 대저 품종 평가회



그림 21. 경기 강화 품종 평가회

그림 20. 충남 부여 품종 평가회

5. 홍보 성과

가. 전시회 홍보

부여 토마토 축제, 국제종자박람회 등 전시회등으로 품종 홍보 판매가 이루어졌다.

표 15. 전시회 홍보 현황

지역/구분	전시시기	대상	주최
부여토마토축제	8월	주산지농가	부여토마토시험장
GSP성과발표	9월	전국주산지농가	농림축산식품부
국제종자박람회	10월	전국/국제	농촌진흥청
대전국제농업박람회	9월	전국/국제	KOTRA

나. 언론 홍보

한국농어민 신문에 품종평가회 관련 언론 홍보를 통해 품종을 홍보하였다.

"GSP 신품종 토마토, 외형·당도·수확량 등 뛰어나"

부농종묘 안산시 품종 평가회

▶ 품종 2019.07.02 제24호 ▶ 안산시 2019.07.02 (08:00)

[한국농어민신문 서상현 기자]



▲ 부농종묘 및 토마토재배농가들이 참석한 가운데 GSP 토마토 우수품종 평가회가 열렸다.

대과종 '슈퍼스타·원탑·에가봉'

대주형 '캔디플러스' 등 호평

"꼭지 제거 유포" 저위 재어두

그림 22. 한국농어민신문 평가회 관련 홍보

<4차년도> 전시포 운영 및 품종 평가

1. 육성품종 전시포 운영

전국의 토마토주산지인 전북 김제, 부산 대저, 충남 논산 대추방울 토마토 주산지에 중점 전시포를 설치하였고, 수원의 농업회사법인(주)부농종묘 하우스를 활용하여 중앙시험포를 설치하고 F1조합 및 국내품종 29품목을 공시하였다(표 16).

표 16. 전시포 운영 장소 및 품종

전시포장소	파종	정식	품종
경기 수원	2020년 1월 20일	2020년 3월 20일	슈퍼스타등 30품종
충남 논산	2019년 8월 21일	2019년 10월 25일	1935등 15품종
부산 대저	2019년 9월 11일	2019년 10월 21일	원탑등 11품종
전북 김제	2020년 1월 5일	2020년 3월 14일	케이스타등 30품종

2. 육성품종 품질 평가

가. 국내육성품목 중앙전시포 조사평가

(1) 파종 및 정식 : 2020년 1월20일 파종하여 03월 20일 하우스에 정식하였다. 2020년 5

월25일 첫 수확을 하였으며 5월27일부터 조사를 진행하였다.

(2) 특성평가

본 연구는 경기 수원 중앙 전시포에서 수행하였다. 전시품종의 특성을 평가하기 위하여 재식거리 90cm × 40cm으로 하여 전체 30품종 20주씩 2반복으로 정식하여 원예적 특성을 조사하였다. 토경재배에서 일반관행 농법으로 재배하였으며 특성조사는 과중부터 수확 시 까지 생육 특성을 조사하였으며 절간은 잎과 잎 사이, 즉 마디와 마디사이의 장·단으로 조사하였고, 초세는 전반적인 작물의 세력을 관찰하여 판단하였다. 당도는 토마토 과실이 완전 성숙 착색이 된 상태에서 과육의 즙을 굴절당도계(Matster-M, ATAGO Co.)를 사용하여 측정하였다. 대과종 핑크 토마토는 과중, 착과수, 경도, 초세등에서 몬산토의 244품종 대비 국내육성품종인 슈퍼스타, k스타, 원탑 토마토, 원탑이 평가가 우수하였으며 특히 육질, 경도, 당도등에서 좋은 평가를 받았다. 레드토마토는 토마토연구소의 GS14(1929)이 대비품종인 테프니스에 비해 과형 초세 착과력 경도등에서 우수한 하였으며 특히 내병성에서 TYLCV, TSWV등 복합내병계로서 차기년도 중점재배품목으로 조사되었다. 핑크토마토중 지난해 원탑, 케이탑 품종이 경쟁품종보다 과중, 경도, 착과등에서 우수하여 차기년도 중점 홍보품목으로 선정하였다. 대추형방울 토마토중 토마토연구소의 GS22(1926)는 TYLCV, TSWV등에 복합내병성으로 초세가 강하고 과형 및 착과성이 좋아 대추방울토마토 주산지인 충남 논산에 중점전시포에 전시하기로 하였다.

표 17. 평가표

구분	품종	절간장 (2~3단)	초세 (강-약)	경도 (9-5)	잎크기 (대-소)	착과수	당도	과중
GS01	K스타	24	강	8	대	4.2	4.7	227
GS02	슈퍼스타	26	중강	8	대	4.5	4.8	203
GS03	메가톤	25	중	7	중	4.1	4.9	209
GS04	맘모스	26	중강	6	대	3.6	4.7	233
GS05	케이탑	25	중	7	중	4.3	4.9	210
GS06	원탑	23	중	7	중	4.2	5.0	205
GS07	F1조합(1927)	24	중	7	중	4.0	4.9	205
GS08	F1조합(1928)	26	강	7	중	4.4	4.7	207
GS09	몬산토244	25	강	7	중	4.3	4.7	216
GS10	토스카나	27	강	9	중	5.0	4.2	207
GS11	임팩트	25	중	9	중	5.2	4.5	185
GS12	레드제니스	26	강	8	중	4.2	4.4	209
GS13	F1조합(1910)	27	중	8	중	4.4	4.2	234
GS14	F1조합(1929)	28	강	8	중	4.3	4.3	220
GS15	테프니스	28	강	8	중	4.5	4.1	226

GS17	TY탐나	23	중강	6	중	18	8,5	26
GS18	캔디플러스	23	중	7	중강	21	9,1	23
GS19	미니찰	24	중	6	중	19	9,0	24
GS20	노나리	25	강	8	대	14	8,3	24
GS21	F1조합(1915)	24	중	6	소	18	8,3	24
GS22	F1조합(1918)	24	중강	8	중소	21	8.5	25
GS23	골드슈가	25	강	7	중	18	8,4	25
GS24	골드스타	27	강	7	중	17	8,7	25
GS25	비타골드	26	중	7	중	14	9,1	22
GS26	F1조합(1917)	23	강	7	중	17	8,7	23
GS27	흑대추시교1	24	중	8	중	13	9,1	25
GS28	흑대추시교2	26	강	8	중	12	9,0	25
GS29	블랙에이스	25	강	7	중	7	4,7	101
GS30	블랙이글	24	강	7	중	8	4,9	91

3. 우수품종 선발

전시포 운영결과 아래 표와 같이 우수품종을 선발하였다. 핑크토마토에서 2품종, 레드 토마토 3품종 대추방울토마토 1품종을 선발하였다. 이 품종들은 차년도 전시포 운영 예정이다(표 18).

표 18. 우수품종 선발

구분	공시번호	품종/F1	비고
핑크토마토	G1932	알토란	착과성/경도/과형-확대시교
레드토마토	1929	TS팔방	내병성/착과/경도/대과-판매계획
	1943	TS팔방	내병성/착과/경도/대과-판매계획
	1910	TS파스타	내병성/착과/경도-판매계획
대추방울토마토	1935	F1선발	TY,TS내병계/착과,당도우수 차년도 주산지전시포 전시계획

4. 평가회 개최 및 결과

관내 재배농가 육묘 관계자, 토마토 유통상인, 토마토 육종가등 현장에서 품종평가회를 진행하였으며 전시품종 중 우수품종을 선발하였다.

표 19. 품종평가회 현황

지역/구분	평가지기	품목	운영현황
수원전시포	2020년6월	토마토연구소육성 국내육성 전품목	전문가초청평가회

경북 경주	2020년7월	국내육성품종 원탑	주산지평가/품종설명회
-------	---------	-----------	-------------



그림 23. 수원전시포 평가회/경북 경주 품종 평가회

5. 홍보 성과

가. 전시회 홍보

부여 토마토 축제, 국제종자박람회등 전시회등으로 품종 홍보 판매가 이루어졌다.

표 20. 전시회 홍보 현황

지역/구분	행사시기	대상	주최
중앙전시포평가홍보	8월	주산지농가, 유통관계자	부농종묘
국제종자박람회	10월	전국/국제	농촌진흥청
국제농기계박람회	11월	전국/국제	KOTRA

<5차년도> 전시포 운영 및 품종 평가

1. 육성품종 전시포 운영

전국의 토마토주산지인 전북 김제, 부산 대저, 충남 논산 대추방울 토마토 주산지에 중점 전시포를 설치하였고, 경기 안산에 중앙시범포를 설치하고 F1조합 및 국내품종 34품종을 공시하였다(표 21).

표 21. 전시포 운영 장소 및 품종

전시포장소	파종	정식	품종
경기 안산	2021년 1월 25일	2021년 3월 20일	슈퍼스타등 34품종
충남 부여	2020년 8월 20일	2020년 10월 20일	1932등 10품종

부산 대저	2020년 9월 10일	2020년 10월 25일	원탑등 15품종
전북 김제	2021년 2월 25일	2020년 3월 25일	팔방등 34품종



그림 24. 전시포 설치 현황. 경기 안산(왼쪽 위), 충남 논산(오른쪽 위), 부산 대저(왼쪽 아래), 전북 김제(오른쪽 아래)

2. 육성품종 품질 평가

가. 국내육성품목 중앙전시포 조사평가

(1) 파종및 정식 : 2021년 1월 25일 파종하여 03월 20일 하우스에 정식하였다. 2021년 5월25일 첫 수확을 하였으며 5월27일부터 조사를 진행하였다.

(2) 특성평가

본 연구는 경기 안산에서 수행하였다. 전시품종의 특성을 평가하기 위하여 재식거리 90cm × 40cm으로 하여 전체 30품종 20주씩 2반복으로 정식하여 원예적 특성을 조사하였다. 토경재배에서 일반관행 농법으로 재배하였으며 특성조사는 파종부터 수확 시 까지 생육 특성을 조사하였으며 절간은 잎과 잎 사이, 즉 마디와 마디사이의 장·단으로 조사하였고, 초세는 전반적인 작물의 세력을 관찰하여 판단하였다. 당도는

토마토 과실이 완전 성숙 착색이 된 상태에서 과육의 즙을 굴절당도계(Matster-M, ATAGO Co.)를 사용하여 측정하였다. 대과종 핑크 토마토는 과중,착과수,경도,초세 등에서 몬산토의 244품종 대비 국내육성품종인 슈퍼스타, k스타, 원탑토마토, 원탑, 1932의 평가가 우수하였으며 특히 육질, 경도, 당도등에서 좋은 평가를 받았다. 레드 토마토는 토마토연구소의 1929가 대비품종인 테프니스에 비해 과형 초세 착과력 경도등에서 우수한 하였으며 특히 내병성에서 TYLCV, TSWV등 복합내병계로서 차기년도 중점재배품목으로 조사되었다. 핑크토마토중 1932의 성적이 우수하여 중점 홍보품목으로 선정하였다. 대추형방울 토마토중 토마토연구소의 1919는 TYLCV, TSWV등에 복합내병성으로 초세가 강하고 과형 및 착과성이 좋아 대추방울토마토 주산지인 충남 논산에 중점전시포에 전시하기로 하였다.

표 22. 대추방울 평가표

구분	품종	절간장 (2~3단)	초세 (강-약)	경도 (1-9)	잎크기 (대-소)	착과 수	과형 (1-5)	당도	과중	내병성
GSP1	1930	22	중강	7	중	22	3	7,6	23	TSWV
GSP2	1935	23	강	7	중	25	4	8,0	24	TSWV
GSP3	1936	24	강	8	중대	26	3	7,2	26	TSWV/SM
GSP4	1937	24	강	8	중대	24	3	7,7	26	TSWV/SM
GSP5	캔디 A038	23	중강	7	중	26	5	8,2	23	TY/SM
GSP6	하이큐 A039	23	강	7	중대	24	4	7,8	24	TY

3. 우수품종 선발

전시포 운영결과 아래 표와 같이 우수품종을 선발하였다. 핑크토마토에서 1품종, 레드 토마토 2품종 대추방울토마토 1품종을 선발하였다. 이 품종들은 확대시교 운영 예정이다.

표 23. 우수품종 선발

구분	공시번호	품종/F1	비고
핑크토마토	G1932	F1조합	착과성/경도/과형-확대시교
레드토마토	1910	TS파스타	내병성/착과/경도
	1929	TS팔방	내병성/착과/경도/과크기
대추방울토마토	1918	썬킹	TY, TS/내병계/착과/경도우수 차년도 주산지전시포 전시계획

4. 평가회 개최 및 결과

관내 재배농가 육묘 관계자, 토마토 유통상인, 토마토 육종가등 현장에서 품종평가회를 진행하였으며 전시품종 중 우수품종을 선발하였다 (표 24).

표 24. 품종평가회 현황

지역/구분	평가시기	품목	운영현황
경기 안산	2021년 6월	토마토연구소육성 국내육성 전품목	공개평가회
강원 철원	2021년 8월	슈퍼스타/케이탑	주산지평가회
전북 김제	2021년 6월-11월	국내육성품종	전문농가초청
전북 장수	2021년 9월	대과 평가회	주산지평가회

5. 홍보 성과

가. 전시회 홍보

국제종자박람회, 전시포 홍보등으로 품종 홍보 판매가 이루어졌다 (표 25).

표 25. 전시회 홍보 현황

지역/구분	행사시기	진행방법	주최
국제농자재박람회	11월	대면/비대면진행	KOTRA
국제종자박람회	10월	비대면진행	농촌진흥청

제 3 절 연구수행 내용 및 결과 (제3세부과제)

<1차년도>

1. 레드 및 핑크 토마토 품종육성용 자식계통의 특성분석

가. 재료 및 방법

(1) 공시재료: 주) 클론에서 연구과제 수행에 이용할 육성소재를 수집하기 위하여 농촌진흥청 원예연구소, AVRDC, TGRC, 국내외 등지에서 종자를 분양 받아 평가 및 선발과정을 통해 육종에 활용 가능한 소재를 40점 선정하여 계통화하여 재료로 사용하였다.

(2) 파종 및 정식: 각각의 유전자원은 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하였고, 각각의 육묘는 비닐하우스에 정식하여 재배하였다.

(3) 계통의 원예형질 조사: 유전자원 평가의 주안점으로는 원예적 형질, 내병성 그리고 재배기간 동안 고온기와 저온기를 거치면서 생육의 정도와 과실의 착과, 비대력, 기형과 출현 정도를 조사하였다.

(4) 계통의 특성평가: 상반기 파종은 2월 초~중순, 정식은 4월 중순에 실시하였으며 하반기는 7월말~8월 초순 파종, 정식은 9월 초순에 시행하였다. 재배를 위한 포장 준비는 재식거리 40cm × 40cm로 하여 2반복으로 배치하였으며 관행 재배법으로 재배하여 특성을 평가하였다.

(5) 특성조사: 파종부터 수확 시 까지 생육특성을 조사하였으며 조사는 유묘의 배측 색의 안토시아닌 착색 유무를 판단하고 제1화방의 개화시기를 조사하여 상대적인 숙기를 판단하였으며 초형은 유한 생장형과 무한 생장형으로 나누어 조사하였다. 엽형은 국립종자원 토마토 조사요령의 부표를 참고하여 1-4의 4가지 형태로 조사하였으며 절간은 잎과 잎 사이, 즉 마디와 마디사이의 장·단으로 조사하였고, 초세는 전반적인 작물의 세력을 관찰하여 판단하였다. 과중은 성숙한 과를 수확하여 3반복으로 무게를 측정하여 조사하고 과실의 어깨색은 토마토 과의 상단부분에 녹색 무늬 유무와 정도에 따라 조사하였으며 과색은 완전 성숙 된 후의 색상에 따라 붉은색, 분홍색, 갈색, 노란색 그리고 주황색으로 나누었다.

(6) 과장과 과폭은 토마토의 길이와 폭을 버니어캘리퍼스로 측정하였으며 과육의 두께와 심실의 개수는 토마토를 가로로 절단하여 과육의 두께를 측정하고 심실의 개수를 조사하였다.

(7) 당도는 토마토 과실이 완전 성숙 착색이 된 상태에서 과육의 즙을 굴절당도계(Matster-M, ATAGO Co.)를 사용하여 측정하였다.

(8) 옹성불임의 판별은 분양 계통의 경우 기술된 계통의 특성을 참고하였으며 유전적 옹성 불임의 경우 화기의 구조를 보고 판단을 하였다. 기능적 옹성불임의 경우 화기의 구조가 정상이나 암술이 수술바깥으로 길게 뻗어 나와 있었으며 수술에 화분이 정상적으로 발현 되나 개약 불량 비산불량과 같은 여러 가지 장벽에 의해 수정이 되지 않는 경우이다. 레드 대과종 토마토의 옹성불임 소재로 찾고자 하는 옹성 불임의 특징은 유전적 옹성불임으로 소포자 발생적 옹성불임이다. 소포자 발생적 옹성불임은 수술은 정상적으로 발달하나 소포자 또는 화분 발육과정에 이상이 발생함으로써 불임이 되는 것으로 옹성불임 중에서 가장 많은 형태이다.

나. 실험 결과

(1) 육성계통의 병저항성 검정: 클론에서 육성중인 자식 계통에 대해 병 저항성 검정에 활용된 마커는 Ty1, Ty2, Ty3, Ty5, MV, Sw5, V, Tm2a, Fr, Ph3 등 총 10개를 이용하여 저항성 여부를 분석한 결과 표. 3-1과 같다.

표. 3-1. 계통별 분자 마커에 의한 저항성 검정 및 과색의 표현형

Line No.	Ty1	Ty2	Ty3	Ty5	Mi1	Sw5	V	Tm2a	Fr	Ph3	과색
1	R	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Red
2	R	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Red
3	R	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Red
4	R	S	H	S	S	S	R	H	S	S	Pink
5	R	S	H	S	S	S	R	R	S	S	Pink
6	R	S	R	S	R	S	R	R	R	R	Red
7	R	S	R	S	R	S	R	R	S	S	Pink
8	R	S	R	S	R	S	R	R	S	S	Red
9	R	S	R	S	R	S	R	R	R	R	Pink
10	H	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Rin
11	R	S	R	S	H	S	R	R	S	S	Rin
12	R	S	R	S	R	S	R	R	S	S	Pink
13	R	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Pink
14	R	S	R	S	R	S	R	R	S	S	Red
15	R	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Pink
16	R	S	R	S	R	S	R	R	S	S	Red
17	R	S	R	S	R	S	R	R	S	S	Rin
18	R	S	H	S	R	S	R	H	S	S	Rin
19	R	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Pink
20	R	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Pink
21	R	S	H	S	R	S	R	R	S	S	Pink
22	R	S	H	S	R	S	R	R	H	S	Red
23	R	S	H	S	R	S	R	R	H	S	Red
24	R	S	H	S	R	S	R	R	R	S	Red
25	R	S	R	S	R	S	R	R	H	R	Pink
26	R	S	R	S	R	S	R	H	R	R	Pink
27	R	S	R	S	R	S	R	R	R	H	Rin
28	R	S	R	S	R	S	R	R	H	H	Pink
29	R	S	R	S	R	S	R	H	R	H	Red
30	R	S	R	S	R	S	R	R	R	H	Red
31	R	S	R	S	R	S	R	R	R	H	Red

32	R	S	R	S	R	S	R	R	R	H	Rin
33	R	S	R	S	S	S	R	R	R	R	Rin
34	S	S	S	S	S	S	R	R	R	S	Red
35	R	S	R	S	S	S	R	R	R	S	Pink
36	H	S	H	S	S	S	R	R	R	S	Pink
37	H	S	H	R	R	S	R	H	H	S	Pink
38	S	S	S	R	H	S	R	R	R	R	Rin
39	R	S	R	R	R	S	R	R	R	R	Rin
40	R	S	R	S	R	S	R	R	R	R	Red

총 40 계통을 이용하여 저항성을 검정한 결과 Ty1, Ty2, Ty3 및 Ty5에 대한 저항성 계통을 동정 할 수 있었으며, SW에 대해서는 저항성 계통 선발할 수 없었다. 나머지 병 저항성 계통을 선발 할 수 있었다. 또한 원예적 형질이 우수하며 고온기와 저온기를 지나는 동안 내서성, 내한성이 우수한 계통들을 선발한 계통들도 포함되어 있다. 토마토 재배농가에서 광범위하게 퍼져 있는 토마토 황화 잎 말림 바이러스에 대한 저항성을 가진 것들을 교배를 통해 선발하였으며 몇몇 계통들은 여교배를 통하여 이들 병 저항성 유전자를 도입하여 고정시켰다.

(2) 우수 자식 계통의 원예 형질조사: 클론에서 육성중인 S7 자식계통 총 18개 계통의 원예적 형질 및 분자마커를 이용한 병저항성 검정을 실시한 결과 표. 3-2와 같다. 병 검정에 활용한 분자 마커는 Ty1, Ty2, Ty3, ToMV, Sw5, Rex, Asc, Ve, Pto, I2, I3, J3, Ph-3 그리고 Cf-9 등을 이용하였다. 그 결과 몇몇 계통에서 원예적 형질이 우수하며 고온기와 저온기를 지나는 동안 내서성, 내한성이 우수한 계통들을 선발한 계통들을 확인하였다. 토마토 재배농가에서 광범위하게 퍼져 있는 토마토 황화 잎 말림 바이러스에 대한 저항성이 보였으며, 평균 당도는 6.2 brix로 가장 높았으며 평균 과중은 320.2g 으로 가장 무거웠다. 따라서 이들 총 18계통을 이용하여 세대진전 및 융성불임계통에 교배하였다 (그림. 3-1).

표. 3-2. 융성불임 소재개발을 위한 레드 및 핑크 토마토 품종육성용 자식계통의 특성분석

자식 계통명	초형	과형	평균과중	과색	경도	당도	내병성
HK-16-23	ID	고구	261.8	red	F	6.0	I2,J3,Sw5,Tm,Cf9,Ty
HK-16-40	ID	고구	226.7	red	F	5.8	Asc,I2,J3,Tm,Cf9,Ty
HK-16-49	ID	편구	236.5	red	FF	5.3	Asc,I2,J3,N,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-50	ID	고구	308.8	pink	FF	5.5	Asc,I2,J3,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-52	ID	고구	256.5	red	F	5.2	I2,J3,Sw5,Ph3,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-57	ID	편구	240.6	pink	FF	4.9	Asc,J3,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-59	ID	편구	240.1	pink	F	5.0	Asc,I2,J3,N,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-60	ID	고구	236.6	pink	F	6.3	Asc,I2,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-63	ID	고구	299.9	red	F	6.1	Asc,I2,J3,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-67	ID	고구	280.1	red	FF	5.8	Asc,I2,J3,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-68	ID	고구	270.1	pink	F	5.5	I2,J3,Sw5,Ve,N,Tm,Cf9,Ty
HK-16-73	ID	round	196.8	pink	FF	5.4	Asc,I2,J3,N,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-75	ID	round	320.2	red	F	4.5	Asc,I2,J3,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty

HK-16-77	ID	round	220.3	red	F	4.8	I2,J3,N,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-79	ID	round	286.4	red	F	5.4	Asc,Ph2,I2,J3,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-82	ID	round	220.9	pink	F	5.5	I2,J3,Mi,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-16-91	ID	round	189.8	red	F	6.2	Asc,I2,J3,Mi,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty

* D determinate type, ID Indeterminate type

** MF midium firm, F firm FF very firm

*** Asc alternaria alternata, I2 fusarium oxysporum race2, I3 fusarium oxysporum race3, J3 Fusarium wilt, Ph3 phytophthora infestans, Mi Meloidogyne incognita, SW5 tomato spotted wilt virus, Ty tomato yellow leaf curl virus Ve verticillium dahliae, Tm tomato mosaic vius(Tm2^a type), Pto pseudomonas syringae pv. Tomato, Cf-9 cladosporium fulvum race-9



그림. 3-1. 응성불임 소재개발을 위한 레드 및 핑크 토마토 품종육성용 자식계통의 과실 특성

2. 핑크 및 레드계 토마토 이용 ms10³⁵ 도입 응성불임계통 육성

가. 재료 및 방법

(1) 공시재료: 핑크 및 레드계 토마토 응성불임성 계통을 육성하기 위해 육성소재를 수집하기 위하여 ms10³⁵ 유전자를 이용하였다. 레드 대과종 토마토에 응성불임을 유기기 위하여 기 보유계통 중 응성불임 분홍 대과종 토마토 계통과 이를 유기기 위하여 작성하였던 여교배 집단을 공시하여 특성을 평가하였다. 이 중 1계통을 선발하여 레드 대과토마토 형질을 도입하기 위하여 교배를 하여 F₁을 작성하였으며, 하반기에 BC₁집단을 작성하기 위한 교배를 실시하였다. 레드 대과종 토마토 응성불임 육성에 이용한 기 보유계통 ‘14T40A-7’의 응성불임 유전자는 ms-10이며 과색이 붉은 색에 가까운 분홍색을 띄며 무한 생육형을 가진 계통이며 고 구형의 과형으로 착과 및 비대력이 우수한 특성을 나타낸다. 화기의 구조를 통하여 임성을 구분하는 것은 자칫 개화 중에 수술의 꽃가루가 암술에 닿아 자가 수정이 일어날 확률이 높으므로 개화 이전에 임성여부를 판단할 수 있는 방법이 요구되었다. 따라서 ‘14T40A-7’의 배축은 각각 녹색과 자색의 색으로 분리되는 특성을 가지며 녹색의 배축을 가진 개체에서 응성불임성을 보이며 자색의 배축을 가지는 계

통에서는 화분이 정상적으로 생성되어 임성을 나타내었기 때문에 이러한 특성을 나타내는 레드 대과종 계통을 육성하면 유묘상태에서 옹성불임과 화분친의 감별이 용이하여 유묘상태에서 쉽게 화분친을 제거해 낼 수 있다.

(2) 파종 및 정식: 각각의 유전자원은 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하였고, 각각의 육묘는 비닐하우스에 정식하여 재배하였다.

(3) 계통의 원예형질 조사: 유전자원 평가의 주안점으로는 원예적 형질 그리고 재배기간 동안 고온기와 저온기를 거치면서 생육의 정도와 과실의 착과, 비대력, 기형과 출현 정도를 조사하였다.

(4) 계통의 특성평가: 상반기 파종은 2월 초~중순, 정식은 4월 중순에 실시하였으며 하반기는 7월말~8월 초순 파종, 정식은 9월 초순에 시행하였다. 재배를 위한 포장 준비는 재식거리 40cm×40cm로 하여 2반복으로 배치하였으며 관행 재배법으로 재배하여 특성을 평가하였다.

나. 실험 결과

(1) 옹성불임 도입에 사용된 옹성불임 계통의 특성

녹색 배축의 옹성불임친에 화분친을 반복적으로 여교배하고 화분친과 유사한 형질의 개체를 선발하여 차대에서 녹색과 자색배축의 분리 비율이 1:3인 집단은 도태시키고 7:9인 집단을 정식하여 옹성불임을 감별하여 형매교배를 실시한다. 이때 녹색 배축에서 옹성불임 주만 남기고 자색 배축에서는 화분친 중 형질이 우수한 개체를 개별로 교배하여 차대에 배축이 녹색과 자색으로 분리 되는 집단만을 선발하여 형매교배를 진행하여 순도를 고정시켜 새로운 계통을 육성 할 수 있으며 이를 이용한 품종의 개발은 노동비 절감과 생산비 절감으로 이어질 수 있으리라 판단된다. 표. 3-3, 3-4에서 육성된 옹성불임 계통은 과종상에서 종자가 발아를 하면 자색인 배축색을 제거 하고 녹색 배축을 가진 개체만을 선발하여 F₁ 종자 채종에 이용할 수 있으며 이로 인해 기존의 제웅방식에 비해 시간과 노동력을 절감할 수 있으며 높은 균일도를 가진 고품질의 F₁ 종자 생산이 가능하게 된다. 옹성불임 계통 유기에 사용된 계통들의 원예적 특성은 우수한 계통들을 이용하여 원예적 형질이 우수한 다수의 옹성불임 계통을 유기할 것이다.

표. 3-3. 옹성불임 도입에 사용된 옹성불임 계통의 특성

계통명	생육습성	배축색	옹성불임유전자	출처
09T440A-7	무한생장형	green/purple	ms10	중국
09T440A-3	무한생장형	green/purple	ms10	중국

표. 3-4. 옹성불임 분자마커 개발을 위한 육성계통

교배 계통	과형	과색	어깨색	당도	세대
HK-17-20	고구	P	G	5.5	F2
HK-17-22	고구	R	U	5.2	BC1

**R:red, P:pink, G:green, U:uniform

(2) 응성불임 분자마커 개발을 위한 육성계통

레드 대과종 토마토에 응성불임성 도입을 위해 배축이 녹색이면서 응성불임성을 가지는 09T40A-7과 09T40B-5 계통을 교배친으로 하였으며 이들 두 계통들은 무한 생육형의 생육 습성을 가지며 과색은 분홍색이었다. 그리고 2개의 계통을 반복친으로 사용하였다. F₁ 세대에서 3주를 정식한 다음 제웅하여 교배를 실시하고 집단으로 종자를 얻어 100~120립 파종한 다음 반복친과 형태적 특성이 유사한 개체를 선발하여 20주씩 정식하였다. 정식한 다음 초형이나 과형이 반복친과 근접한 개체를 10~15주씩 선발하여 정식하였으며 이들을 다시 각각 자가 수정시켜 종자를 얻었다. 획득한 종자들을 다시 선발한 식물체별로 파종을 하였으며 배축색이 분리되는 집단 내에서 녹색인 개체만을 골라 20주씩 재배하면서 임성감별을 하였다. 배축이 녹색이면서 불임인 개체는 두고 배축이 녹색이면서 임성을 띄거나 자색이면서 불임 혹은 임성을 띄는 개체는 도태시켰다. 응성불임 중에서 반복친과 유사한 초형의 개체를 10주 내로 골라 여교배를 실시하고 과형이 유사한 3주를 선발하여 개체를 모두 모아 집단으로 종자를 얻었다. 집단으로 획득한 종자를 다시 100립 파종하여 가식한 다음 반복친과 매우 유사한 개체 10주를 정식하여 재배하였으며 이들 식물체가 개화하면 제웅하여 교배를 실시하였고 3개체의 종자를 집단으로 얻어 200립 파종하였다. 착과와 과실 비대가 완료된 후 반복친의 형질과 가장 유사한 개체 5주의 종자를 개체별로 얻어 배축이 분리되는 집단을 선발하고 자색으로 고정된 집단은 도태하였다.

3. 응성불임개체 선발용 SNP 마커개발

가. 재료 및 방법

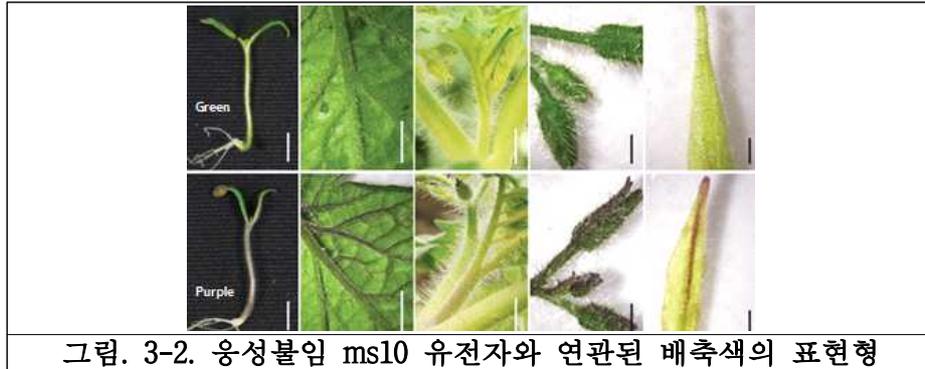
- (1) 공시 재료: 응성불임성을 가지는 09T40A-7, 09T40B-5 계통, F1 및 F2 집단
- (2) 파종 및 정식: 각각의 유전자원은 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하였고, 각각의 육묘는 비닐하우스에 정식하여 재배하였다.
- (3) 응성불임 개체의 배축색 평가: 각각의 계통을 이용하여 배축색 및 생육의 정도와 과실의 착과, 비대력, 기형과 출현 정도를 조사하였다.

나. 실험 결과

(1) 응성불임 개체의 배축색 표현형

지금까지 보고에 의하면 ms10 응성불임성은 배축색 green 에 매우 밀접하게 연관되어

유전된다고 하였다. 그림. 3-2는 배축색의 표현형을 나타낸 것으로 Green은 msms, Purple은 MsMs 또는 Msms의 응성불임을 가진다고 하였다. 그러나 배축색의 발현은 온도에 의해 좌우되기 때문에 자세히 100% 정확하게 선별할 수 없다. 또한 Purple 색에서는 MsMs, Msms가 함께 존재하기 때문에 구분이 쉽지 않다.



(2) 응성불임 분자 마커 탐색 및 개발

최근 몇몇 연구 그룹에서 응성불임 연관 분자마커를 개발했는데, 이러한 퍼플을 나타거나 green색을 나타내는 Map Based cloning을 해서 차이가 있는 유전자 ms 10 유전자를 가진 식물체에서 좀 더 자세히 조사한 결과, glutathione S-transferase 라는 유전자 내부에 3.4kb의 위치에 deletion 되는 mutant가 발생되어 aa, 즉, 안토시아닌(purple 색)이 결핍되는 현상으로 green 색으로 나타나는 것을 찾아냈다. 그리고 동시에 wild type에는 그대로 3.4kb가 존재하고 있다는 것을 확인했다 (그림. 3-3). 그리고 ms10 유전자가 포함되지 않은 많은 계통들에서도 유사한 결과를 얻어, 이들 영역의 결손이 ms10 유전자와 깊은 관계가 있음을 알 수 있었다.

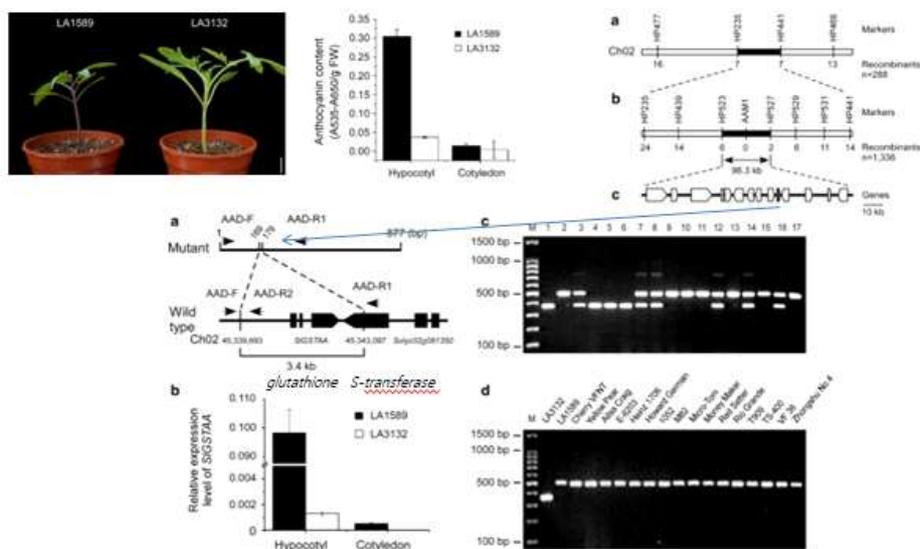
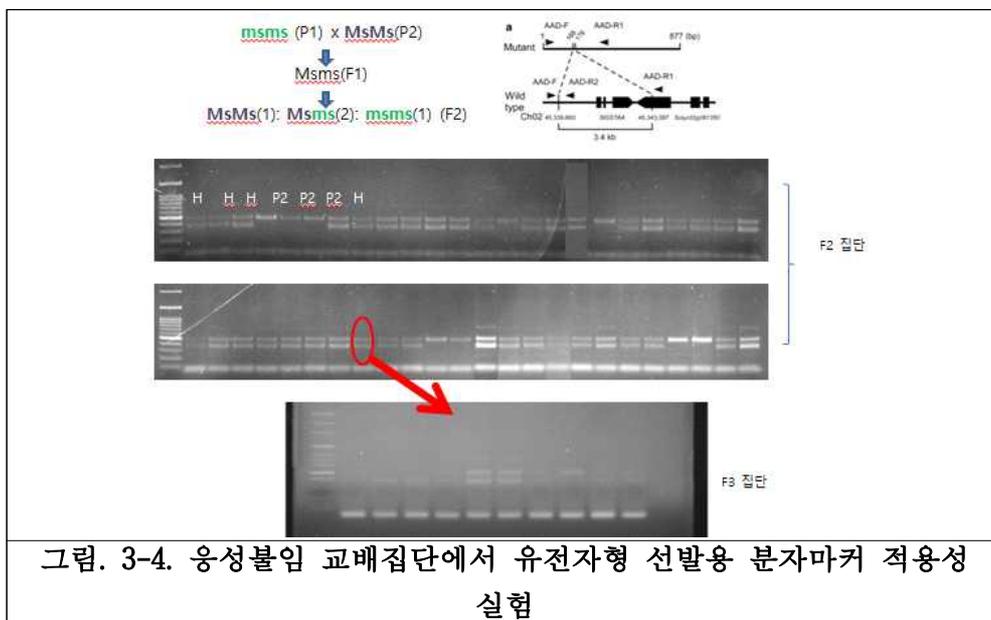


그림. 3-3. 토마토 응성불임 ms10 선별을 위한 육묘상의 배축색 마커 및 엽록소 결손의 분자 마커 개발

(3) 응성불임 선발을 위한 분자마커의 적용

응성불임 연관 마커 적용하기 위해 primer로
A A D - f : 5 ' - G G G A C A A A A T A C A A C G A C G A C - 3 ' ,
AAD-R1:5' -GCTGATGTTGATGTGAAGGAA-' 3, AAD -R2:
5 '-TAAAAGGGCTAGTGA CTTG GTGT-3' 을 합성하여 ms10 유전자가 함유한 응성불임
계통 (P1) 과 정상형 계통 (P2)를 교배하여 F1을 육성하고 F2 세대를 육성한 후, 배축색
이 Green 색을 제외하고, Purple 색을 가진 개체들 대상으로 genotyping을 실시하였다 (그
림. 3-4). 그 결과 MsMs, Msms의 genotype을 가진 개체를 뚜렷하게 구분이 가능하였으며,
이 중 Msms개체를 F3를 육성하여 다시 분석한 결과 MsMs(1): Msms(2):msms(1)로 잘 구분
될 수 있었다.



(4) 응성불임 육성 계통에 분자 마커 적용

토마토 생명과학 연구소에서 육성중인 토마토를 중심으로 ms10 유전자의 유전자형을 검정하기 위해 총 41개 계통을 실험한 결과 그림. 3-5와 같다. 그 결과 각 계통에서 msms형, Msms형, Msms형을 잘 구분되어졌으며, 헤테로를 선발하여 여교배의 모친 또는 부친으로 활용가능하며, 유묘기에 빨리 선발하기 때문에 육종적 가치가 매우 높을 것으로 생각된다.

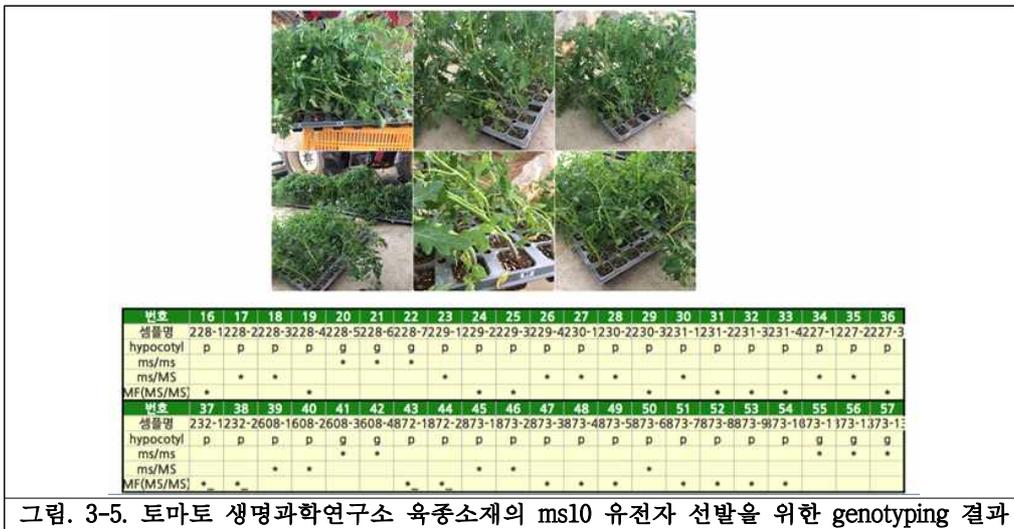


그림. 3-5. 토마토 생명과학연구소 육종소재의 ms10 유전자 선발을 위한 genotyping 결과

(5) 응성불임 육성 계통육성을 위한 교배

응성불임 유지계통을 육성하기 위한 전략을 그림. 3-6과 같이 세위 실험을 실시하였다. 1차년도에는 육성중인 자식계통 (표. 3-1)들과 msms 호모개체를 이용하여 F1을 육성하여, BC1 종자를 육성하였다 (그림. 3-7).

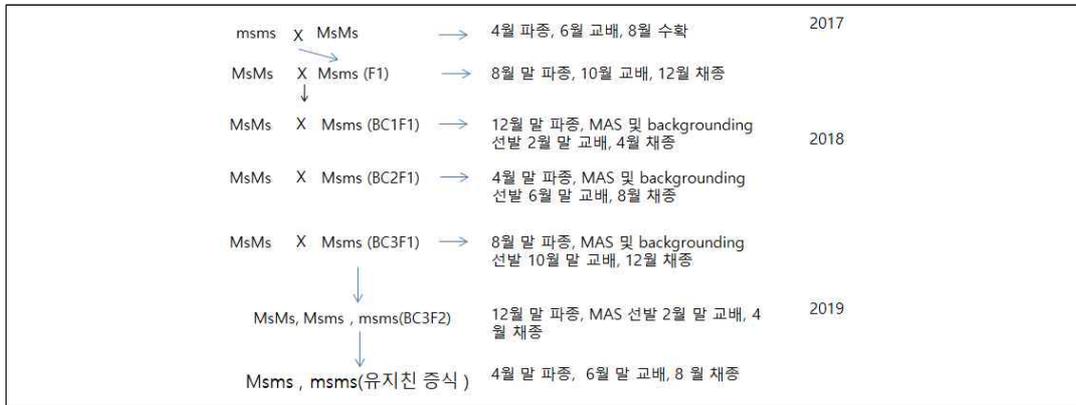


그림. 3-6. 응성불임 ms10 유전자의 F1 품종육성을 위한 유지친 증식 전략



그림. 3-7. 우량 육종소재 18 자식계통과 msms 개체와 F1 및 BC1F1 세대의 육성

<2차년도>

1. 레드 및 핑크 토마토 응성불임 유지친 계통 육성 및 선발

가. 연구목적

레드 및 핑크 토마토 응성불임 채종을 위한 응성불임 유지친 육성

나. 재료 및 방법

- (1) 공시 재료: 1차년도에서 S7세대 자식계통의 원예적 형질이 우수하며 내재해성, 복합 병저항성 그리고 고 기능성 계통에 대해 병 검정에 활용한 마커는 Ty1, Ty2, Ty3, ToMV, Sw5, Rex, Asc, Ve, Pto, I2, I3, J3, Ph-3 및 Cf-9의 저항성에 대해 분자 마커 검정 등을 조사하였다. 총 16 계통 중에서 원예형질이 우수한 레드계 3계통, 핑크계 3계통, 응성불임 2계통을 공시함
- (2) 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- (3) 재배 방법: 주지1본 재배, 줄유인, 개화후 수정 착과시켰으며 6단까지 적심함
- (4) 선발 계통의 원예형질 조사
- (5) 교배: 선발 레드계 및 핑크계 계통과 응성불임 계통과 교배 F1 및 BC1F1 세대
- (6) 여교배친 선발: BC1F1 세대에서 Msms형 식물체 선발 및 레드계 및 핑크계와 Backcrossing
- (7) MABC에 의한 선발: Backgrounding selection을 통한 선발

다. 연구 결과

(1) 여교배를 통해 응성불임 유전자의 육성을 위해 주) 클론에서 선발, 육성하여 유지하고 있는 자식계통을 1차 년도에 특성 검정하여 우수 자식계통을 레드계 3계통, 핑크계 3계통, 레드계 유래 응성불임 계통 09T440A-7 및 핑크계 유래 응성불임 계통 09T440A-3 등 2계통의 생육을 조사하였으며 결과는 표. 3-5, 그림. 3-8과 같다.

표. 3-5. 선발한 레드 및 핑크 토마토 품종육성용 자식계통의 특성분석

계통명	세대	초형	과형	숙기	과중	과색	어깨색	경도	당도	내병성
HK-18-49	F8	ID	편구	중조	236.5	red	U	VF	5.3	Asc,I2,J3,N,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-18-63	F8	ID	고구	중	299.9	red	DG	F	6.1	J3,Sw5,Ph3,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-18-67	F8	ID	고구	중조	280.1	red	LG	VF	5.8	Is,Sw5,Ph3,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-18-68	F8	ID	고구	중조	270.1	pink	U	F	5.5	Sw5,Ve,N,Tm,Cf9,Ty
HK-18-73	F8	ID	고구	중조	196.8	pink	U	VF	5.4	J3,N,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
HK-18-82	F8	ID	편구	중	220.9	pink	G	F	5.5	Mi,Sw5,Ve,Tm,Cf9,Ty
09T 440A-7	Sn	ID	편구	중	189.8	red	U	F	5.2	Sw5,Ve,Tm,Cf9
09T 440A-3	Sn	ID	고구	중조	158.4	pink	U	F	4.8	N,Sw5,Ve,Tm,Cf9

* 어깨색 U; No green, LG; Light green, G; Green, DG; Dark green, ** 경도, M; Medium, F; Firm, Very firm

응성불임 유지친 육성을 위한 자식계통의 특성은 F8세대로 순계를 유지하고 있었으며, 고형은 고구형 및 편구형으로 숙기는 중생종 중조생으로 과중은 200g-300g사이 값이었고, 다양한 어깨색을 선발하였고, 당도는 약 5-6 Brix였다. 특히 내병성 유전자는 Ty 등 다양

한 유전자를 포함하고 있는 계통이었다.



그림. 3-8. 선발 계통의 재배 현황, 생육상 및 과실 형태

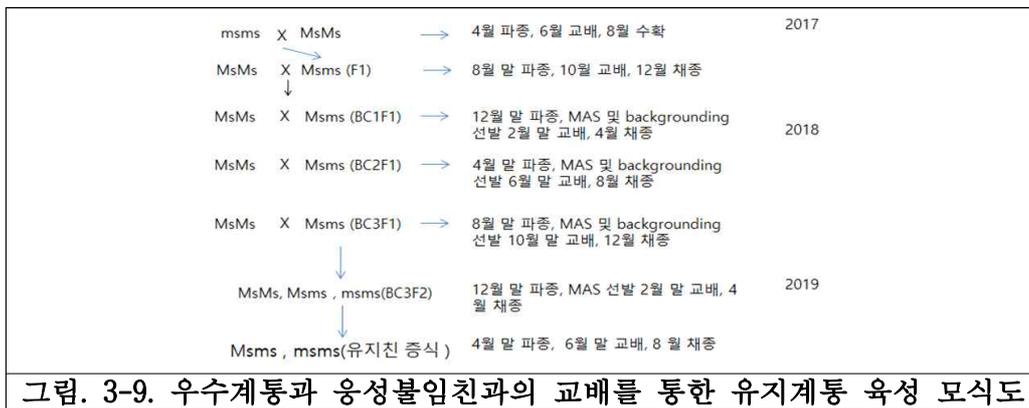


그림. 3-9. 우수계통과 음성불임친과의 교배를 통한 유지계통 육성 모식도

(2) 여교배를 통한 BC1F1 종자 육성: 선발한 레드계 3계통과 09T440A-7와 교배조합, 핑크계 3계통과 09T440A-3과의 교배조합 총 6개의 교배를 음성 불임친을 모계로 하고, 우수계통을 부계로 하여 조합을 작성하였다. 총 6개 F1 조합을 각각 우수계통과 함께 파종하여 여교배 육종을 하였다 (그림. 3-9).



그림. 3-10. 우량 육종소재 자식계통과 msms 개체와 F1 및 BC1F1 세대의 육성

(3) BC1F1 세대에서 Msms형 식물체 선발: BC1F1세대에서 각각의 조합 별 약 160 종자를 트레이에 파종하여 온실에서 생육시켰다. 육묘로부터 잎을 이용하여 total DNA를 추출하고, 1차년도에 개발한 ms 분자 마커를 이용하여 MsMs, Msms, msms의 유전자형을 가진 개체들을 screening 하였다(그림. 3-11). 각 교배조합별 BC1F1 세대에서 동정된 유전자형을 가진 개체 수는 멘델의 유전법칙에 의거하여 잘 분리되는 양상을 보였다. BC1F1에서

Msms형을 가진 식물체의 수는 각 계통별 70-80 개체를 확보하였다 (표. 3-6). 이들 식물체를 이용하여 Backgrounding 선발 재료로 사용 하였다.

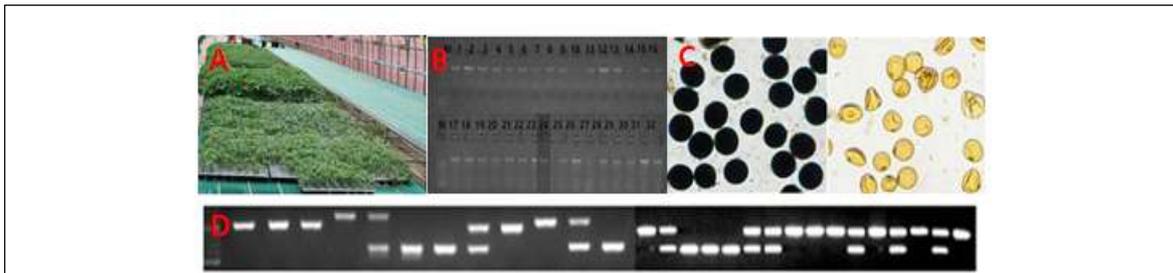


그림 3-11. BC1F1 세대의 foregrounding 선발, A; BC1F1 세대의 육묘, B; Total DNA, C; 가임화분 및 불임화분의 I2-KI 염색, D; ms 분자 마커를 이용한 유전자형 분석

표. 3-6. 응성불임 유지친 육성을 위해 BC1F1 세대에서 ms 분자마커를 통해 유전자형 분석

응성불임친	우수계통친	BC1F1	Msms	Msms	msms
09T 440A-7	HK-18-49	(B)/F1	45	72	32
	HK-18-63	(B)/F1	30	69	42
	HK-18-67	(B)/F1	48	70	35
09T 440A-3	HK-18-68	(B)/F1	51	80	44
	HK-18-73	(B)/F1	49	82	38
	HK-18-82	(B)/F1	42	66	41

(4) 각각의 BC1F1 세대에서 Msms형을 가진 식물체를 대상으로 Backgrounding 선발 - MABC 선발을 위해 GBS(Genotyping by sequencing) 방법을 이용하였다. GBS 방법은 GSP 1단계에서 Kang(2019)등이 실험한 방법에 의해 각각의 식물체별 바코드 염기를 가진 arm을 붙여 library를 제작한 후, PCR 분석 및 NGS 분석을 수행하였다. 염기서열 분석 후 바코드별로 분류하고, 표준염기배열과 비교하여 차이가나는 SNP를 대상으로 P1 및 P2 계놈과 비교하여 계놈이 회복되는 정도를 계산하였다(그림. 3-12).

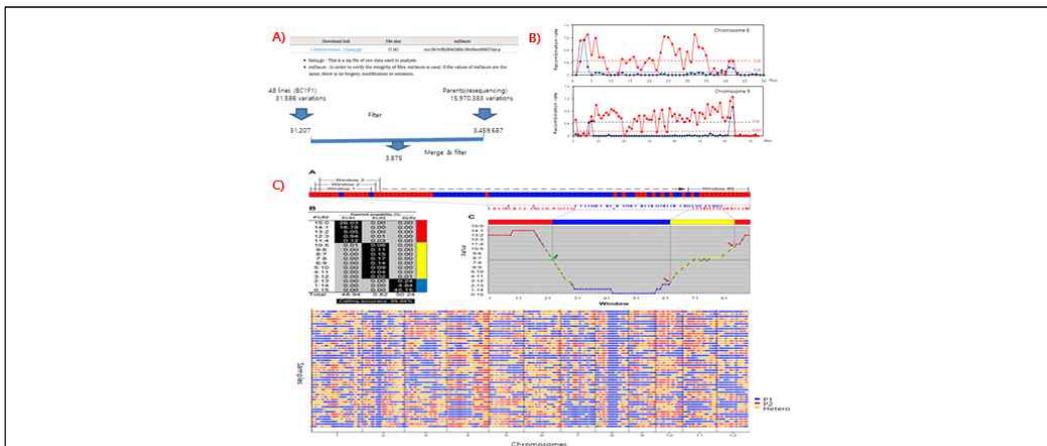


그림 3-12. GBS 분석을 통한 BC1F1 계놈 내 P1, P2 계놈의 분포양상 분석

- BC1F1 세대에서 GBS 분석을 통한 각각의 식물체별 NGS 분석량과 recurrent parent genome(RPG) 회복율을 나타냈다 (그림. 3-11). Donor친의 게놈과 recurrent친의 게놈 사이의 homo SNP를 가진 것만을 이용하여 (그림. 3-12 C) 계산하였다. 회복율(%)은 RP 게놈량 / RP+DP 게놈량 x 100 으로 하였다. BC1F1 세대의 이론치 회복율은 75%으로 선발요건은 82%이상 값이 나오면 선발하였다 (그림. 3-13).

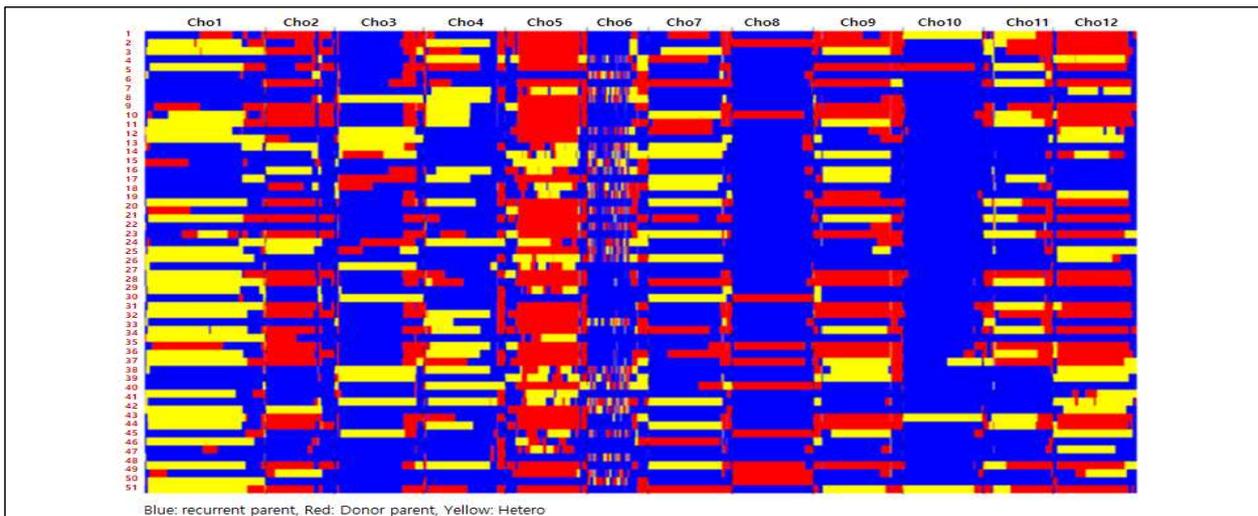


그림 3-13. GBS 분석에서 BC1F1 개체의 게놈 분석량 및 RPG의 회복율

- 우수계통 HK49, HK63, HK67, HK68, HK73, HK82을 recurrent친으로 사용한 BC1F1세대에서 선발한 개체는 각각 2, 3, 2, 1, 3, 2개체로 나타났다.

(5) Foregrounding 및 Backgrounding 선발 개체를 이용한 BC2F1세대 육성: BC1F1 세대에서 선발한 13개 식물체는 HK49-1, HK49-2, HK63-1, HK63-2, HK63-3, HK67-1, HK67-2, HK68-1, HK73-1, HK73-2, HK73-3, HK82-1, HK-82-2와 각각의 recurrent친과 함께 파종하여 BC2F1 종자를 육성하였다. 이들 종자들을 온실에 파종하여 육묘중에 있으며, 2018년 11월부터 DNA를 추출하여 ms 분자 마커를 이용하여 Foregrounding selection을 수행하고자 한다. Backgrounding selection은 원예종자사업단에서 순도 및 MABC 선발용 Chip을 이용하여 단점을 보완하고자 한다. GBS기법은 많은 SNP 분석은 가능한데 비해 시험비가 많이 소모되어 비경제적이었다.

2. MAS/MABC 기반의 신속 엘리트 계통 선발법

가. 연구목적

토마토 여교배 육종에서 MAS/MABC 기반을 가진 신속하고 빠른 선발방법을 제시하고자 함

나. 재료 및 방법

- (1) 공시 재료: 토마토 생명과학연구소에서 여교잡에 의해 음성불임 ms10유전자를 엘리트 계통에 도입하고자 육성중인 BC2F3 계통 120 식물체 및 반복친 1개체
- (2) 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- (3) 실험 방법:
 - 재배: 주지1본 재배, 줄유인, 개화후 수정 착과시켰으며 6단까지 적심함
 - 식물체로부터 DNA 추출, ms10 분자마커로 Msms유전자형 선발
 - 48 Fluidign chip 분석
 - 병 저항성 유전자 판별
 - 치환율이 좋은 개체를 이용한 BC3F1 종자 육성

다. 연구 결과

(1) 토마토 생명과학연구소에서 음성불임 유지친을 육성하고자 2014년부터 F1, BC1F1, BC2F1, BC2F2, BC2F3세대를 유지하고 있었다. 따라서 본 연구에서는 BC2F3세대 종자 120립을 대상으로 ms10유전자의 genotyping (foregrounding selection) 및 선발된 hetero 개체를 이용하여 Backgrounding 선발할 수 있는 기법을 개발하였다.

(2) 식물체의 ms 유전자형 분석은 1차로 배축색의 표현형을 검토하고, 두 번째로 ms10과 연관된 AAD 마커로 분석하였으며, 세 번째로 ms10 유전자 SNP 마커에 의해 검토하였다. 그리고 상이한 식물체에서 화분을 직접 염색에 의해 검정하여 마커의 정확성을 분석하였다. 총 120개를 대상으로 AAD 마커로 분석하여 87개체에서 Msms의 헤테로 식물체를 얻어졌으며(그림. 3-14A), 이중 47개를 선발하여 ms10 유전자 SNP 마커 (그림. 3-14 B)에 재확인하였다. 그러나 AAD 마커에서는 Msms 인 식물체가 Ms SNP 마커에서 msms로 나타나 화분 검정을 실시한 결과 Msms형으로 나타났다. 따라서 선발한 47개 식물체와 반복친을 대상으로 Backgrounding selection을 실시하고자 한다.

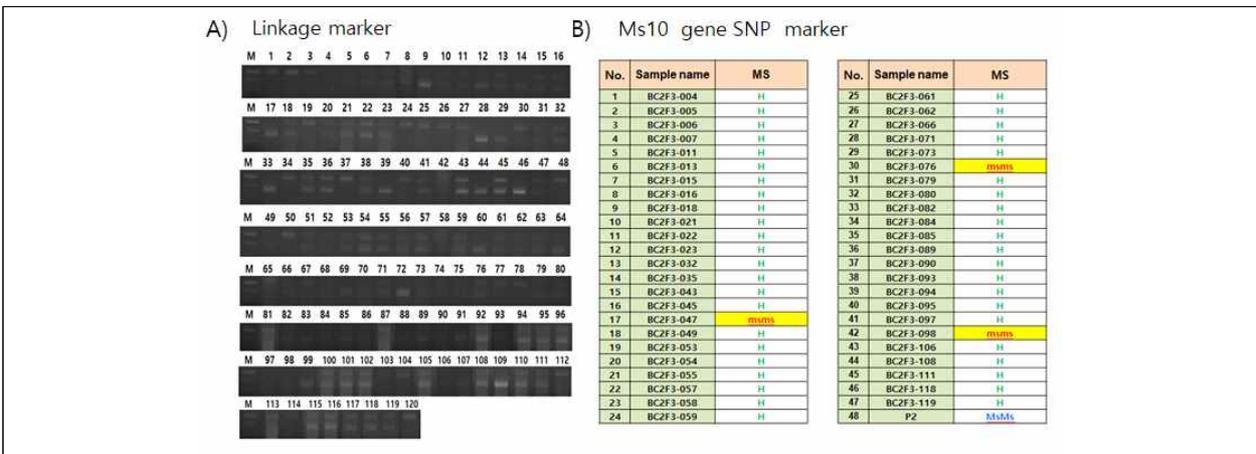


그림 3-14. 음성불임 ms10의 genotyping을 위한 연관마커 및 SNP 마커 검정

(3) 48 Fluidign chip 분석에 의한 Backgrounding 선발

48 SNP의 염색체상의 마커의 위치는 그림. 3-15과 같다. 염색체 1번에 4개, 2번에 4개, 3번 9개, 4번에 6개, 5번에 3개, 6번에 3개, 7번에 5개, 8번에 2개, 9번 5개, 10번에 7개 등 총 48개의 SNP를 사용하였다. 48개의 SNP 중 7개의 SNP는 assay 에러로 증폭되지 않았으며, 2개의 SNP는 반복친이이형접합(heterozygous)형으로 치환율 계산에서 제외하여 총 39개의 SNP에 대하여 분석하였다. (그림. 3-15, 3-16).

Assay name	Chro.	Mb	Assay name	Chro.	Mb	Assay name	Chro.	Mb
TBC-001	1	2.5	TBC-017	3	62.6	TBC-033	7	60.9
TBC-002	1	43.6	TBC-018	4	2.1	TBC-034	7	62.3
TBC-003	1	56.0	TBC-019	4	2.8	TBC-035	8	14.1
TBC-004	1	75.9	TBC-020	4	21.5	TBC-036	8	55.1
TBC-005	2	32.7	TBC-021	4	54.6	TBC-037	9	1.3
TBC-006	2	34.7	TBC-022	4	58.0	TBC-038	9	1.603
TBC-007	2	35.0	TBC-023	4	63.3	TBC-039	9	1.632
TBC-008	2	37.5	TBC-024	5	5.3	TBC-040	9	1.633
TBC-009	3	1.6	TBC-025	5	60.3	TBC-041	9	2.1
TBC-010	3	6.2	TBC-026	5	61.7	TBC-042	10	33.4
TBC-011	3	11.5	TBC-027	6	0.9	TBC-043	10	42.4
TBC-012	3	45.6	TBC-028	6	23.7	TBC-044	10	50.0
TBC-013	3	47.2	TBC-029	6	41.4	TBC-045	10	60.0
TBC-014	3	52.9	TBC-030	7	2.4	TBC-046	10	61.0
TBC-015	3	58.6	TBC-031	7	9.8	TBC-047	10	63.1
TBC-016	3	61.0	TBC-032	7	55.9	TBC-048	10	63.9

그림. 3-15. 토마토 high polymorphism을 보이는 48 chip의 염색체 및 염색체상의 위치



그림 3-16. Backgrounding selection을 위한 유효 SNP scatter plot 분석

각각의 식물체에 대해 마커의 유전자형별로 치환율을 표시한 결과 그림. 3-17과 같다. 39개의 SNP 중 2개의 SNP는 BC2F3 세대에서 분리되었다.

3. ToCV 분자 마커 탐색

가. 연구 목적

토마토가 성장하면서 ToCV 에 감염되면 잎이 노란색으로 변화되고, 광합성을 하지 못해 생산량 및 품질에 막대한 피해를 준다. 따라서 저항성 소재를 이용하여 분리세대를 만들고 이들 분리집단을 이용하여 genome wide 분석, GBS 분석 등을 통해 저항성 유전자 동정 및 분자마커를 개발하는데 있다.

나. 재료 및 방법

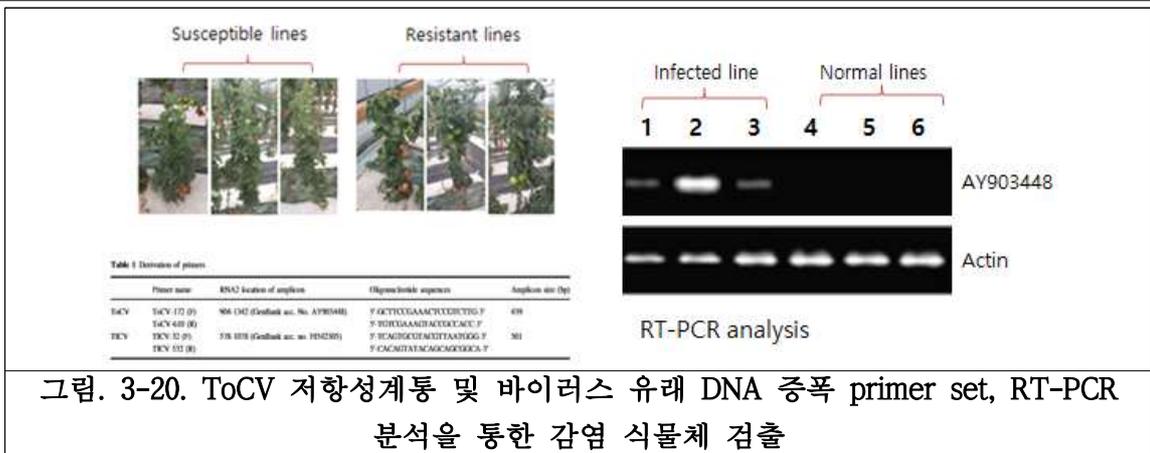
- (1) 공시 재료: 토마토 생명과학연구소에서 중국으로부터 도입한 ToCV 저항성계통과 엘리트계통과 교배에서 얻어진 F2 집단
- (2) 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- (3) 재배: ToCV 발병토양 및 접목 등을 통해 저항성 및 감수성 체크
- (4) 분자 마커
 - 먼저, 바이러스가 감염되었는지 여부를 체크할 수 있는 바이러스 분자 마커 개발
 - 분리집단에서 접목 및 whiteflies등 접종을 통해 저항성 및 감수성 식물체 선발
 - DNA 추출 및 bulk화 및 resequencing, 저항성 유전자 부근 탐색, 분자마커 개발

다. 실험 결과

- (1) ToCV 증상: 토마토 성숙한잎이 Closteroviridae Crinivirus에 감염되면 잎이 가장자리부터 노란색으로 변화되면서 고사하는 증상을 보여 생산량 및 품질에 막대한 피해를 준다 (그림. 3-19).

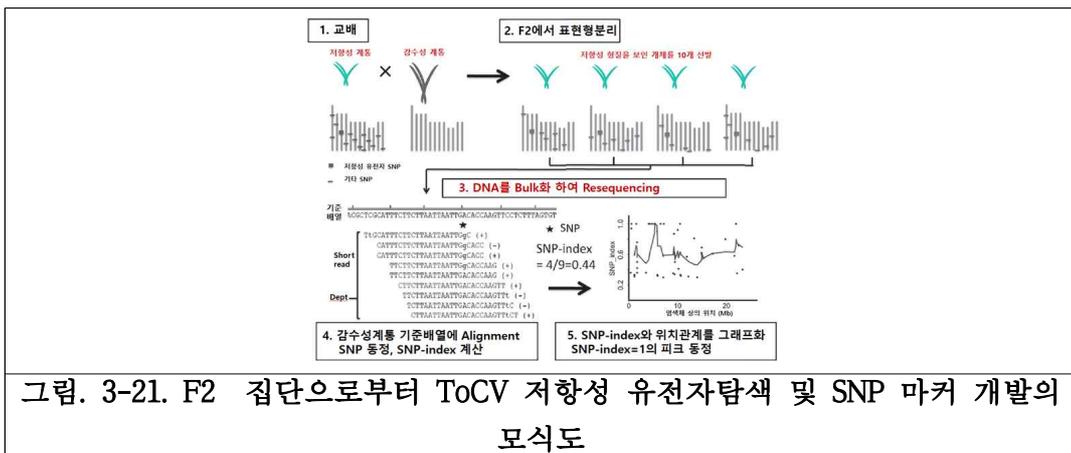


- (2) 저항성 자원은 토마토 생명과학연구소에서 중국에서 도입한 저항성계통으로 F1, F2 집단을 육성하여 포장에 전개하였다. 그러나 2018년도 여름 폭염으로 인해 F2 집단에서 ToCV 가 전혀 발병하지 않아서 실험을 전개할 수 없었다. 그러나 감염 계통에서 바이러스를 검출할 수 있는 기반을 마련하였다 (그림. 3-20).



(3) 따라서, F2 집단(21개체)을 ToCV 가 감염된 식물체 주변에 정식하고, 경시적으로 저항성 및 감수성을 체크할 계획을 수립하였다.

- 육묘기에 Total DNA 미리 확보하고 저항성 잎과 감수성 잎으로 부터 RNA 추출 후, RT-PCR에 의해 바이러스 감염여부를 확인한다.
- 저항성 및 감수성으로 판단되는 식물체 DNA를 5개체씩 Bulk화하여 총 2 Bulk tube(저항성 2개 Bulk)의 총 2개의 샘플을 이용하여 Resequencing 분석, GWAS에 의해 ToCV 관련 저항성 유전자 동정한다.
- 동정된 유전자들을 이용한 F2 집단에서 validation test 후, 저항성 유전자 동정 및 ToCV 저항성 분자 마커 개발한다(그림. 3-21).



<3차년도>

1. 토마토 응성불임 활용기술 및 마커개발

가. 레드 및 핑크계 토마토 응성불임 우량모본 육성

3차년도 연구의 목표는 1) BC3F1세대의 종자를 파종하여 유묘기에 MAS 법에 의해 Msms 형을 가진 개체선발(foreground selection), 2) 선발된 개체는 6-10개 마커에서 회복되지 않아, 이들 마커 만을 분석 할 수 있는 nested PCR 분석을 수행 할 방법의 고안 등을 통해 회복율이 높은 개체 선발 (backgrounding selection)를 선발하여 BC₃F2종자를 생산하는데 있다.

(1) MAS 분석에 의한 BC₃F₁ 세대에서 응성불임 헤테로 개체선발 (foreground selection) 및 특성 분석

(가) 재료 및 방법

- ① 공시재료: 여교배 집단에서 선발한 레드계 토마토 2종, 핑크계 2종 및 rin 계 2종 등 총 6계통
- ② 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- ③ MAS법에 의한 헤테로 개체선발
- ④ 선발 개체의 원예형질 조사
- ⑤ 여교배: 계통별 BC3F1 종자 및 BC2F2 종자 생산

(나) 실험 결과

전년도 실험에서 BC3F1세대의 종자를 생산하였다. 레드토마토 2종, 핑크토마토 1종 및 rin 토마토 2종의 종자들을 계통별로 파종하여 유묘기 때 응성불임 마커(MAS)를 이용하여 헤테로 유전자형을 선발하였다.(그림. 3-22)

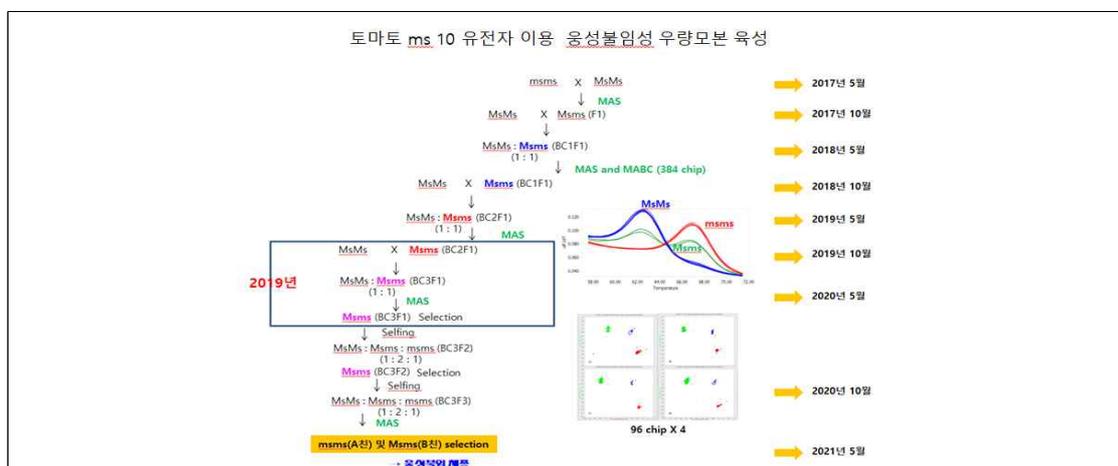


그림. 3-22. 3차년도 토마토 응성불임 유전자 마커 이용 응성불임 우량모본 육성 연차별 모식도. Box 안의 BC2F1- BC3F1 세대의 개체선발은 2019년 수행

BC3F1세대의 종자를 각각 100립씩 파종하여 Msms유전자형을 선발하였다. 조사한 6종에서 HKH 103은 42개체, HKH 320은 37개체, HKH402는 52개체, HKH503은 43개체, HKH 701은 49개체, HKH760은 57개체가 헤테로 나타났다(표. 3-7). 이는 멘델의 법칙 MsMs:Msms(1:1)에 의거하여 잘 분리되는 결과를 보였다.

표. 3-7. MAS 분석을 통한 BC3F1 세대 식물체들의 응성불임 유전자형분석

	BC ₃ F ₁ 세대 계통	MAS 분석을 통해 얻어진 개체 수		X ² -test
		MsMs	Msms	
red계	HKH 103	58	42	2.56
	HKH 320	63	37	6.76
pink계	HKH 420	48	52	0.16
	HKH 503	57	43	1.96
rin계	HKH 701	51	49	0.04
	HKH 760	43	57	1.96

이중 초기생육 등에 의거하여 계통별 5개체를 선발하여 원예형질을 조사하였다(표. 3-8). 결과로 레드계 토마토 HKH 103계통유래 BC3F1식물체들의 과중은 220-245g으로 나타났으며, 당도는 4.9-5.5 brix 범위로 나타났다. HKH320계통 유래 BC3F1 식물체들의 220-255g, 당도는 4.4-5.2 brix 범위였고, 핑크계 토마토 HKH402 계통유래 BC₃F₁식물체들의 과중은 270-285g이었고, 당도는 4.5-4.9 brix이었고, HKH 503계통 유래 BC₃F₁식물체들의 과중은 260-290g, 당도는 4.1-5.2 brix이었다. 또한 rin계 토마토 HKH701 계통유래 BC3F1 식물체들의 과중은 200-220g, 당도는 4.0-4.4 brix, HKH760 계통유래 BC3F1 식물체들의 과중은 200-221g, 당도는 4.1-4.4 brix 이었다. 식물체의 표현형은 순환교배친과 모든 개체들에서 매우 유사하게 나타났다. 따라서 이들 식물체를 이용하여 BC3F2 종자를 육성하였다.

표. 3-8. BC3F1 세대에서 Msms형 식물체중 초기생육이 우수한 5개체 씩 선발한 식물체의 과실특성 분석

	BC3F1세대 계통별 개체	초형	과형	과중 (g)	경도	당도(Brix)
red계	HKH 103-1	무한	편구	220	FF	5.4
	HKH 103-7	무한	편구	230	FF	5.3
	HKH 103-11	무한	편구	235	FF	4.9
	HKH 103-13	무한	편구	226	FF	5.4
	HKH 103-28	무한	편구	245	FF	5.5
	HKH 320-7	무한	편구	220	FF	4.6
	HKH 320-20	무한	편구	220	FF	5.0
	HKH 320-21	무한	편구	229	FF	4.4
	HKH 320-23	무한	편구	242	FF	5.2
	HKH 320-27	무한	편구	255	FF	5.2
pink계	HKH 402-1	무한	편구	270	F	4.9
	HKH 402-3	무한	편구	285	F	4.8
	HKH 402-9	무한	편구	280	F	4.6

	HKH 402-11	무한	편구	285	F	4.5
	HKH 402-20	무한	편구	270	FF	4.9
	HKH 503-1	무한	편구	275	F	5.2
	HKH 503-3	무한	편구	260	F	5.0
	HKH 503-23	무한	편구	290	F	4.6
	HKH 503-27	무한	편구	280	F	4.9
	HKH 503-30	무한	편구	278	F	4.1
rin계	HKH 701-1	무한	편구	211	FF	4.0
	HKH 701-12	무한	편구	209	FF	4.2
	HKH 701-17	무한	편구	220	FF	4.0
	HKH 701-19	무한	편구	212	FF	4.0
	HKH 701-22	무한	편구	200	FF	4.3
	HKH 760-3	무한	편구	200	FF	4.2
	HKH 760-4	무한	편구	210	FF	4.4
	HKH 760-8	무한	편구	221	FF	4.4
	HKH 760-11	무한	편구	220	FF	4.1
HKH 760-19	무한	편구	205	FF	4.2	

*경도: F, firm, FF, very firm

(2) 선발 계통의 Background의 회복을 위한 NGS 분석

(가) 재료 및 방법

- ① 공시재료: 여교배 BC₃F₁ 세대에서 선발한 우량 6개체(레드계, 핑크계 및 rin 계)
- ② DNA 추출: 원예형질 검토후 성숙한 잎 1g 이용
- ③ nested PCR, library, mini-sequencing 분석 후, SNP genotyping
- ④ 회복을 검토
- ⑤ 교배: BC3F2 종자 생산

(나) 실험 결과

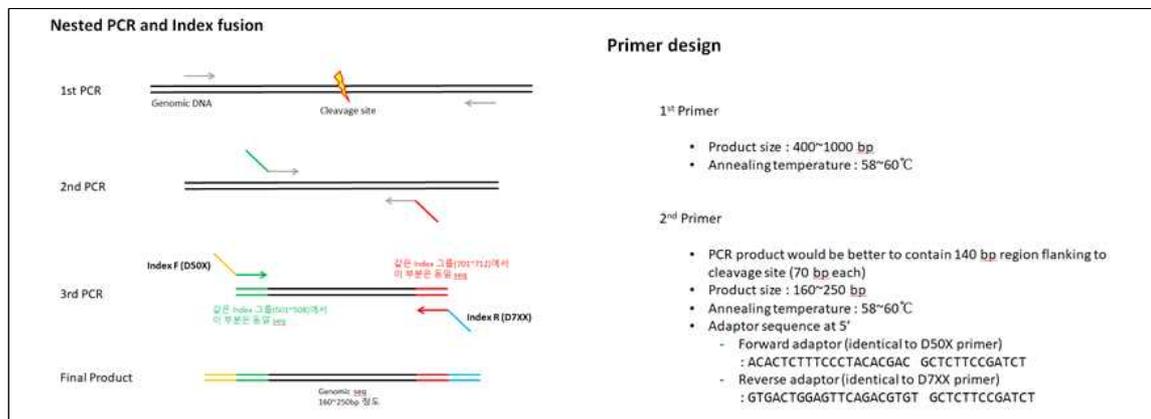


그림. 3-23. BC3F1 에서 MAS에 의해 선발된 개체의 Backgrounding selection 방법. BC1F1 세대에서 SNP를 보인 영역을 nested PCR하여 index primer에 의해 최종 PCR 분석 후, Mini-seq에 의해 최종 backgrounding selection 수행

Foregrounding 선발 및 원예형질에 따라 선발된 우량 BC3F1 식물체를 이용하여 nested PCR에 의한 회복정도를 조사하였다 (그림. 3-23). 조사한 BC3F1식물체는 red 계, pink 계 및 rin계 유래 각각 2계통으로부터 얻어진 표현형이 가장 우수한 6개체를 선발하였다. 이들 계통들은 초기세대에서 MABC 선발을 완료하여 여교배한 식물체이다. 초기세대의 background 선발을 82.5~86.7%의 회복을 가진 BC1F1 식물체를 선발하였고, BC₂F₁ 세대에서는 97.9~98.9%의 회복율을 가진 개체를 선발하여 BC3F1 종자를 육성하였다. 따라서 이들 회복되지 않은 SNP 마커를 그림. 3-21에서 기술한 것처럼 각각의 SNP 영역의 nested PCR 및 index fusion후, index primer sequencing은 96샘플을 하나의 tube에 넣어 mini-sequencing 한 후, 각각의 index 별로 나누어 genotyping 수행하여 회복율을 계산각각의 여교배 세대에서 MAS에 의해 헤테로 식물체를 선발하여 사용하였다.

표. 3-9. BC3F1 세대에서 MAS 선발 후, 표현형 분석을 통해 얻어진 우량 음성불임 모본의 background 분석

	선발한 BC3F1 개체	초기세대에서 회복 마커 비율 (%)	조사한 nested PCR 마커 수	BC3F1 세대에서 회복된 마커 수	총회복율 (%)
red계	HKH 103-1	84.5	14	12	97.9
	HKH 320-7	87.5	12	10	97.9
pink계	HKH 402-1	87.5	12	11	98.9
	HKH 503-1	87.5	12	10	97.9
rin계	HKH 701-1	84.5	14	13	98.9
	HKH 760-3	87.5	12	10	97.9

그 결과 초기세대에서 회복되지 않은 SNP 마커수는 red 계에서 약 12-14개였고, pink 계는 12개, rin 계는 12-14 개정도 이었다. 따라서 이들 영역의 염기정보를 이용하여 nested PCR 및 sequencing한 결과 1-2개를 제외하고 BC₃F₁ 세대 식물에서는 회복되었으며, 그 비율이 97.9~98.9%를 보였다 (표. 3-9). 따라서 이들 식물체를 이용하여 음성불임 우량모본 육성이 가능할 것으로 판단되어 자식을 통해 BC3F2 세대의 종자를 육성하였다 (그림. 3-17). 따라서 이들 계통을 BC3F2세대를 육성하여 음성불임 우량모본으로 선정하여, 4차년도에서는 이들 계통을 이용하여 F1 종자 생산 및 채종율 등의 실험을 수행하고자한다.

나. ToCV 분자 마커 탐색을 위한 기초실험

2차년도 GSP 토마토 연구단 회의에서 음성불임 마커개발 및 MABC 결과가 어느 정도 확립되어, 추가적으로 ToCV 연구가 필요성이 대두 되어, ToCV에대한 기초 연구를 수행하기로 함. 토마토 퇴록 바이러스(ToCV)는 1998년 미국 플로리다에서 처음 보도 되었고, 지금은 전 세계 각지로 널리 퍼져있다. ToCV의 증상은 감염되면 퇴록 및 황화를 일으키는데, 영양실조 증상과 매우 유사하여 종종 잘못 진단되곤 한다.

(1) 토마토 ToCV 증상 및 감염여부 확인용 마커

(가) 연구 목적

토마토가 성장하면서 ToCV 에 감염되면 잎이 노란색으로 변화되고, 광합성을 하지 못해 생산량 및 품질에 막대한 피해를 준다. 따라서 저항성 소재를 이용하여 분리세대를 만들고 이들 분리집단을 이용하여 genome wide 분석, GBS 분석 등을 통해 저항성 유전자 동정 및 분자마커를 개발을 위한 기초실험을 하고자한다.

(나) 재료 및 방법

- ① 공시 재료: 토마토 생명과학연구소에서 중국으로부터 도입한 ToCV 저항성계통과 엘리트계통과 교배에서 얻어진 F2 집단
- ② 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- ③ 재배: ToCV 발병토양 및 접목 등을 통해 저항성 및 감수성 체크
- ④ 분자 마커
 - 먼저, 바이러스가 감염되었는지 여부를 체크할 수 있는 바이러스 분자 마커 개발
 - 분리집단에서 접목 및 whiteflies등 접종을 통해 저항성 및 감수성 식물체 선발
 - DNA 추출 및 bulk화 및 resequencing, 저항성 유전자 부근 탐색, 분자마커 개발

(다) 실험 결과

- ① ToCV 증상: 토마토 성숙한 잎이 Closteroviridae Crinivirus에 감염되면 잎이 가장자리부터 노란색으로 변화되면서 고사하는 증상을 보여 생산량 및 품질에 막대한 피해를 준다 (그림. 3-24).



- ② 저항성 자원은 토마토 생명과학연구소에서 중국에서 도입한 저항성계통으로 F1, F2 집단을 육성하여 포장에 전개하였다. 그러나 2018년도 여름 폭염으로 인해 F2 집단에서 ToCV 가 전혀 발병하지 않아서 실험을 전개할 수 없었다. 그러나 감염 계통에서 바이러스를 검출할 수 있는 기반을 마련하였다 (그림. 3-25).

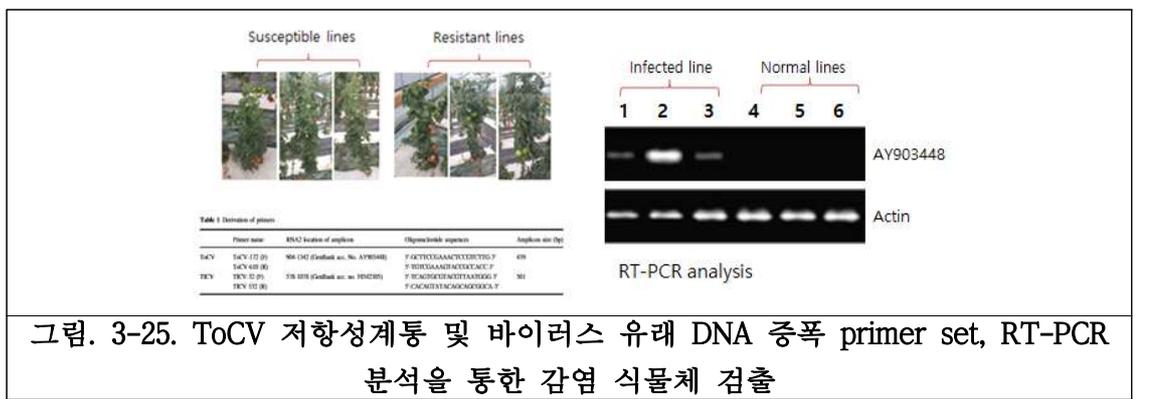


그림. 3-25. ToCV 저항성계통 및 바이러스 유래 DNA 증폭 primer set, RT-PCR 분석을 통한 감염 식물체 검출

(2) ToCV 저항성 마커탐색을 위한 분리집단 육성 및 접종방법

(가) 연구 목적

- ① 감염 개체의 조직을 이용하여 토마토 유묘에 접종 실험을 통해 ToCV 감염 체크 및 바이러스 계놈 분석
- ② 저항성 개체 x 감수성 개체 교배 라인 유래 F2 집단에서 유묘기 접종에 의한 ToCV 저항성 및 감수성의 유전 검정
- ③ 저항성 및 감수성 잎의 RNA-sequencing에 의한 putative ToCV 저항성 유전자 검정 및 발현분석 수행

(나) 재료 및 방법

- ① 공시재료: 주) 토마토 생명과학연구소 포장에서 ToCV 감염 개체 선발
- ② DNA 추출: 감염 및 건전 잎 유래 1g 이용
- ③ RNA 추출 및 cDNA 합성, RT-PCR 분석
- ④ 감염 잎 이용, 20일 및 40일 유묘기에 접종실험
- ⑤ 표현형 분석 및 RT-PCR 분석

(다) 실험 결과

ToCV 계놈은 두가닥의 센스 단일가닥 RNA(ssRNA)를 함유하고 있는 구조를 가지고 있다 (그림. 3-26. ToCV 계놈구조 및 RT-PCR용 primer 염기서열).

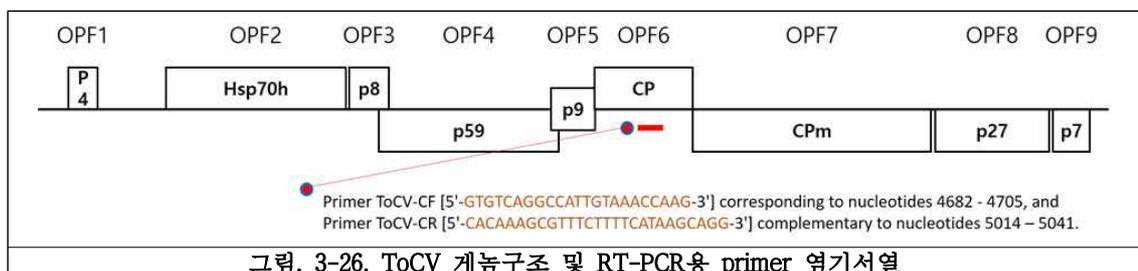
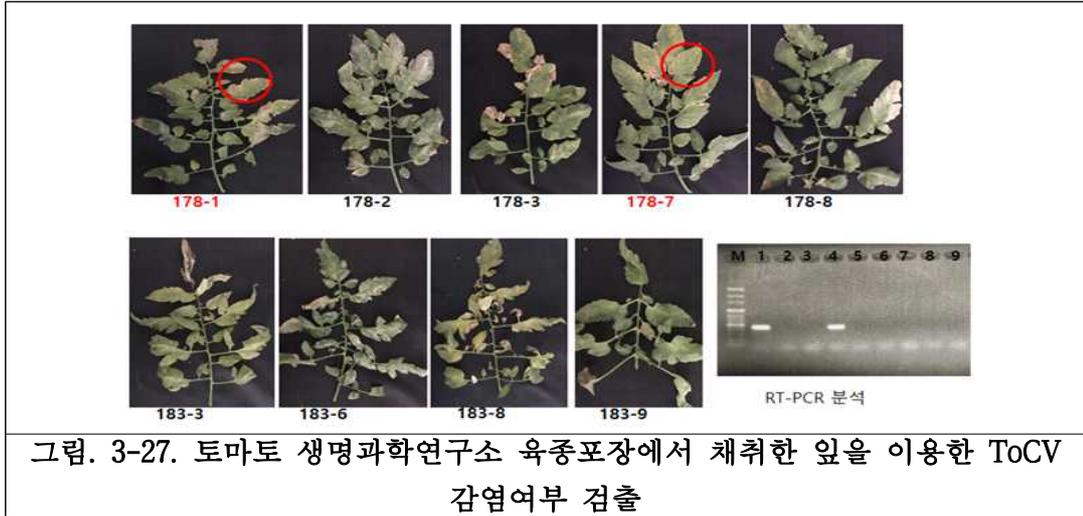


그림. 3-26. ToCV 계놈구조 및 RT-PCR용 primer 염기서열

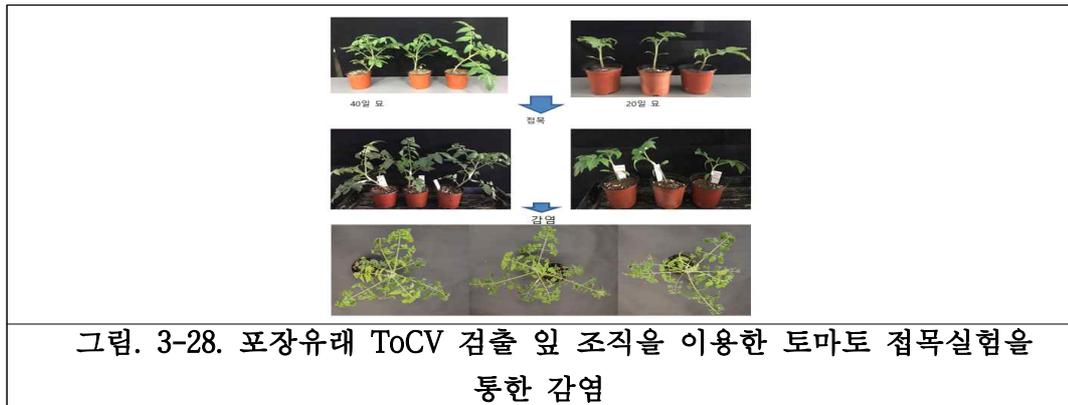
ToCV의 특징은 중복된 OP코트 단백질 유전자와 HSP70 열 충격 단백질 기원이 같은 코딩영역이 포함되어 있다. HSP 단백질의 주요기능은 샤페론이 신생 펩타이드 사슬을 정확한 폴딩에 참여하여 복합체의 조립과 분해, 세포막운송, 세포가 열악한 환

경에서 견디는 내성을 향상시키는 역할을 한다.

ToCV 감염된 잎을 얻기 위해 가루이에 오랫동안 노출된 주) 토마토생명과학연구소 온실에서 퇴록현상을 보이는 잎을 채취하였다. 육종라인 178번 유래 5개 식물체, 183번 유래 4개 식물체로부터 잎을 채취하여 mRNA, cDNA 및 RT-PCR 분석을 수행하였다 (그림. 3-27).



그 결과 178번 라인의 두식물체에서 감염되어 있음을 확인하였다. 따라서 이들 개체를 이용하여 토마토 20일 유묘와 40일 유묘에 점목실험을 수행하였다 (그림. 3-28).



그 결과 점목실험 후, 7일 후 맨 위 부분의 잎이 연한 녹색으로 변화되고 마치 마그네슘 결핍 증상과 유사한 노란색으로 변하였다. 이미 황색으로 변한 부분은 청동색과 붉은 반점을 보이며, 잎이 두꺼워지고, 부서지기 쉬우며 가장자리는 약간 위로 말려 있게 된다.

다. F2 세대에서 ToCV 저항성 유전자의 유전분리

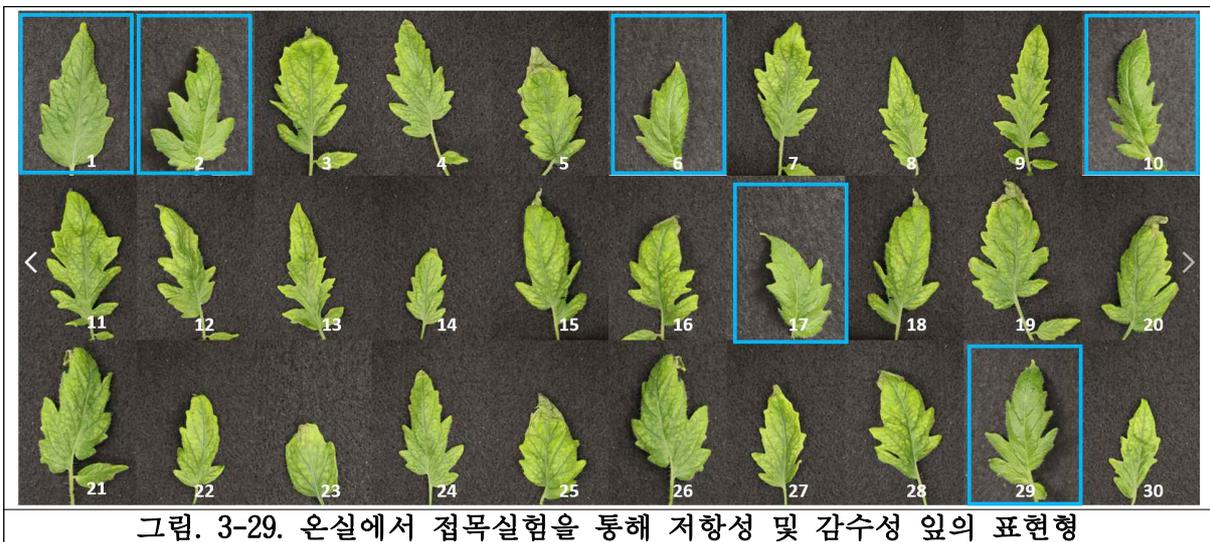
(1) 재료 및 방법

(가) 공시재료: 주) 토마토 생명과학연구소에서 육성한 F1세대 2종자, F2세대 30개 종자

- (나) 육묘: 40공 트레이 파종 및 40일 육묘 접종 실험을 통한 저항성: 감수성 분리
- (다) RNA 추출 및 cDNA 합성, RT-PCR분석
- (라) 멘델 유전법칙 적용 X^2 -test
- (마) 표현형 분석 및 RT-PCR 분석

(2) 실험 결과

주) 토마토 생명과학연구소에서는 ToCV 저항성 품종육성을 위해 중국으로부터 도입한 유전자원 평가과정에서 ToCV에 포장저항성을 보인 계통에 육종계통을 교배하여 F1 및 F2 교배집단을 육성하였다. 종자를 40공 트레이에 파종하여 발아 후, 40일 육묘에 감염된 조직을 이용하여 접종실험을 수행하였다. 접종 10일 후, ToCV 저항성 개체와 감수성개체를 조사하였다 (그림. 3-29)

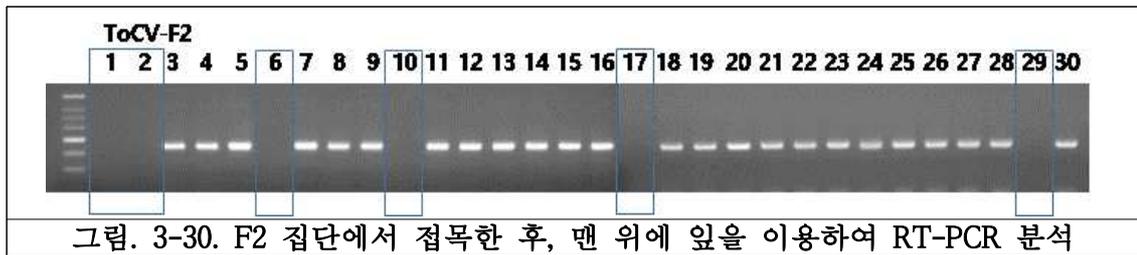


그 결과 총 30개 F2 집단에서 1, 2, 6, 10, 17, 29번 식물체에서 접종 후, 저항성을 보였으며, 나머지 24개체는 감수성을 보였다. 생육 후반기에 갈수록 그 현상을 더 뚜렷하게 나타냈다. 따라서 ToCV 저항성 유전자의 유전 분리를 X^2 -Test 실시한 결과이다 (표. 3-10).

표. 3-10. F2 집단에서 ToCV 저항성 유전자 유전분리

세대	식물체 수		X^2 -test
	감수성 개체	저항성 개체	
P ₁	1	0	-
P ₂	0	1	-
F ₁	1		-
F ₂	24	6	0.844

그 결과 ToCV 저항성 유전자는 F2 집단에서 멘델의 법칙에 상응되어 토마토 염색체상의 단일 열성유전자에 의해 유전되고 있음을 확인 할 수 있었다. F2 집단에서 분리한 저항성 및 감수성개체들의 RT-PCR 분석한 결과 퇴색현상을 보인 앞에서는 Band가 나타났으나, 저항성을 보인 앞에서는 band가 보이지 않았다(그림. 3-30).



F2 집단에서 감염된 잎을 이용하여 접목 후, 표현형과 RT-PCR 분석 결과가 일치하였다. 따라서 ToCV 저항성은 열성유전자에 의해 지배 받고 있으며, 접목실험을 통해 저항성개체와 감수성 개체를 쉽게 구별 가능한 것으로 생각된다. 최근 브라질 연구자 Mansilla-Cordova et al.(2018) 등은 56개의 주요 토마토 유전자형들을 이용하여 ToCV의 저항성 여부를 스크린한 결과 *Solanum peruvianum*, *S. habrochaites*, *S. habrochaites* 중에서 저항성을 보였다고 하였다. 본 연구에서 사용한 ToCV 저항성 계통은 주)토마토 생명공학연구소에서 중국 등지에서 수집한 유전자원 중에서 선발된 것을 이용하여 국내 계통에 교배하여, F₁, F₂ 집단을 육성한 것이다. 2차년도 연구에서 저항성개체의 표현형을 볼 때 *Solanum peruvianum*종과의 중간교잡 후대로 판단된다. 저항성으로 보이는 개체는 *Solanum peruvianum*종의 계놈 중의 저항성 유전자가 이입되어 발현하기 때문이라고 생각된다. 따라서 저항성유전자의 분리를 위해서, 저항성개체 및 감수성 개체들 간의 RNA-sequencing 법에 의해 가능하리라 생각된다.

라. 저항성 및 감수성 잎의 RNA-sequencing에 의한 putative ToCV 저항성 유전자 검정 및 발현분석

(1) 재료 및 방법

- (가) 공시재료: 주) 토마토 생명과학연구소에서 육성한 F₂세대에서 저항성 개체 및 감수성 개체의 잎
- (나) RNA 추출 및 cDNA 합성, RNA-sequencing (이바이오젠 의뢰)
- (다) 분석집단에서 발현량 차이를 보이는 유전자 분석

(2) 실험 결과

ToCV 저항성 및 감수성식물들 사이 발현 차이를 보이는 유전자를 검출하기 위하여 RNA-sequencing 분석을 실시한 결과 두 샘플간 up regulation 되는 유전자의 수는 감수성 개체에서 61개 유전자, 저항성 개체에서는 456개의 유전자이었다. 그리고 두 집단 모두에서 발현되는 유전자의 수는 93개로 나타났다. 또한 down regulation되는 유전자의 수는 감수성 개체에서 67개 유전자, 저항성 개체에서는 353개의 유전자이었다. 그리고 두 집단 모두에서 발현되는 유전자의 수는 240개로 나타났다 (그림. 3-31).



그림. 3-31. ToCV 저항성 및 감수성 개체의 RNA-sequencing 결과 up regulation 및 down regulation 되는 유전자수

또한 ToCV 저항성 및 감수성에서 유전자의 발현량을 스페아만의 순위상관 ($P < 0.0001$)으로 두 그룹간의 강한 정의 상관을 표시하고 있다 (그림. 3-32).

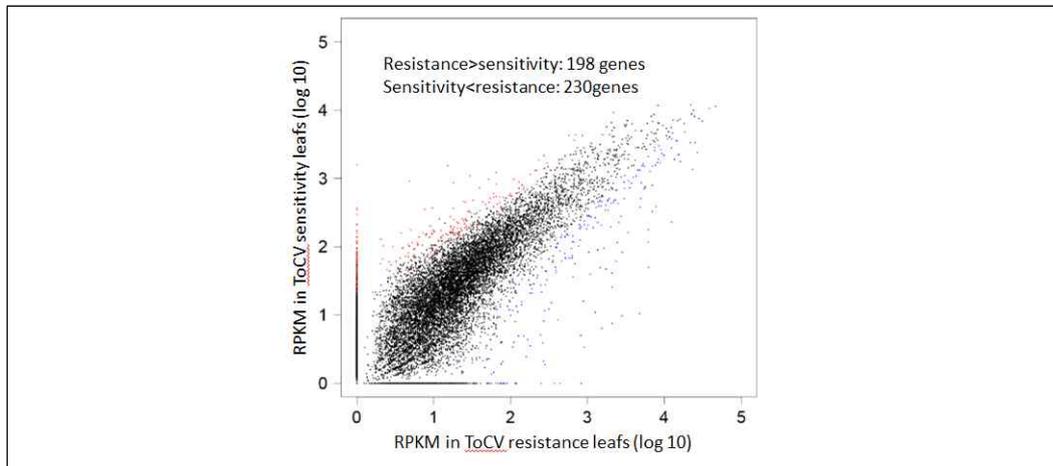


그림. 3-32. ToCV 저항성 및 감수성 잎의 유전자 발현 프로파일

** 유전자발현량을 Reads per kilobase per million mapped reads(RPKM)으로 표시, 빨간색은 감수성 잎에서 높은 발현량을 표시하고, 파란색은 저항성성 잎에서 높은 발현량을 표시

또한 GO해석을 수행해보면, 감수성 잎에서 높은 발현량을 보인 유전자에는 ATP합성에 관련된 GO (ATP synthesis coupled electron transport, cellular respiration, ATP synthesis coupled proton transport, NADH dehydrogenase (ubiquinone) activity and proton-transporting ATP synthase complex) 등이 존재하고 있다 (그림. 3-33).

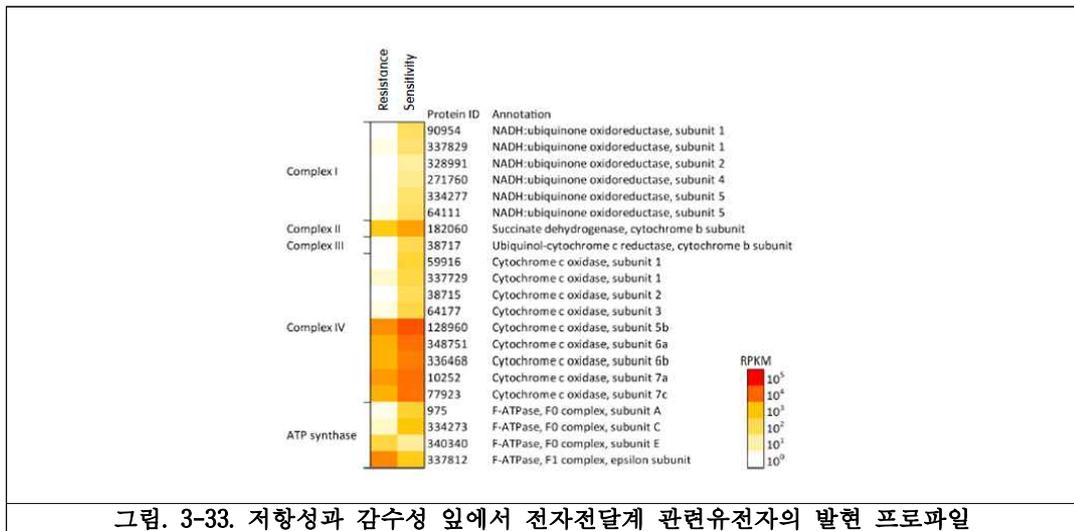


그림. 3-33. 저항성과 감수성 앞에서 전자전달계 관련유전자의 발현 프로파일

RNA-seq으로부터 얻어진 정보로부터 Putative 저항성 유전자 탐색을 위해 저항성에서만 발현하는 log2 배 고 발현 변이를 보이는 상위 20개 유전자는 표. 3-11과 같다.

표. 3-11. ToCV 저항성 앞에서 발현량이 높은 상위 20개 유전자(노란색)

Gene	Seq. Description	Log2 fold change ToCV resistance
Solyc02g076910.2.1	senescence-associated gene 12	7.60
Solyc07g007760.2.1	low-molecular-weight cysteine-rich 68	3.21
Solyc02g089630.2.1	Methylenetetrahydrofolate reductase family protein	1.90
Solyc02g087210.2.1	zinc finger (AN1-like) family protein	1.26
Solyc01g091910.2.1	phospholipase D beta 1	1.10
Solyc02g089620.2.1	Methylenetetrahydrofolate reductase family protein	1.39
Solyc01g095140.2.1	Late embryogenesis abundant protein	1.14
Solyc01g095320.2.1	BCL-2 associated athanogene 6	5.77
Solyc09g007020.1.1	basic pathogenesis-related protein 1	3.63
Solyc04g079260.2.1	phospholipase A 2A	2.07
Solyc10g076480.1.1	ammonium transporter 2	2.20
Solyc04g079250.2.1	phospholipase A 2A	1.91
Solyc01g008620.2.1	Glycosyl hydrolase superfamily protein	2.72
Solyc02g062550.2.1	cytochrome BC1 synthesis	0.63
Solyc05g009550.2.1	Regulator of Vps4 activity in the MVB pathway protein	2.29
Solyc03g118200.2.1	DCD (Development and Cell Death) domain protein	0.95
Solyc01g108240.2.1	redox responsive transcription factor 1	0.70
Solyc01g006950.2.1	syntaxin of plants 121	1.20
Solyc09g 074270.2.1	alpha/beta Hydrolases superfamily protein	1.38
Solyc 11g068440.1.1	Glycosyl hydrolase superfamily protein	0.46
Solyc04g 072070.2.1	WRKY DNA-binding protein 51	0.83
Solyc 08g067620.2.1	pleiotropic drug resistance 12	1.58
Solyc08g 067610.2.1	pleiotropic drug resistance 12	1.56
Solyc 12g036390.1.1	Calmodulin binding protein-like	1.56
Solyc03g 080190.2.1	2-oxoglutarate (2OG) and Fe(ii)-dependent oxygenase superfamily protein	0.21
Solyc02g 082920.2.1	basic chitinase	1.98
Solyc 07g008620.1.1	disease resistance family protein /LRR family protein	1.72
Solyc07g 008140.2.1	blue-copper-binding protein	2.31

Solyc03g 122190.2.1	jasmonate-zim-domain protein 1	0.31
Solyc 05g050130.2.1	chitinase A	1.74
Solyc 12g0092201.1	jasmonate-zim-domain protein 1	0.60
Solyc04g 079730.1.1	allene oxide synthase	-0.05

또한 RNA-seq으로부터 얻어진 정보로부터 Putative 저항성 유전자 탐색을 위해 저항성에서만 발현하는 log2배 down regulation 변이를 보이는 상위 20개 유전자는 표. 3-12와 같다.

표. 3-12. ToCV 저항성 앞에서 발현량이 낮은 상위 20개 유전자(노란색)

Gene	Seq. Description	Log2 fold change
		ToCV resistance
Solyc02g070940.1.1	chlorophyll A/B binding protein 1	-1.62
Solyc02g071000.1.1	chlorophyll A/B binding protein 1	-1.59
Solyc02g070970.1.1	chlorophyll A/B binding protein 1	-1.60
Solyc01g105030.2.1	light harvesting complex photosystem II subunit 6	-1.34
Solyc02g070990.1.1	chlorophyll A/B binding protein 1	-1.55
Solyc01g105050.2.1	light harvesting complex photosystem II subunit 6	-1.35
Solyc06g084050.2.1	photosystem II reaction center W	-1.56
Solyc03g115900.2.1	light-harvesting chlorophyll-protein complex I subunit A4	-1.30
Solyc07g053630.2.1	GBFVs pro-rich region-interacting factor 1	-1.31
Solyc01g109040.2.1	cytochrome b6f complex subunit (petM). putative	-1.29
Solyc04g081320.2.1	Dna/Hsp40 cysteine-rich domain superfamily protein	-1.63
Solyc09g014520.2.1	light harvesting complex photosystem II	-1.30
Solyc10g054870.1.1	triosephosphate isomerase	-1.65
Solyc02g086820.2.1	carbonic anhydrase 1	-2.68
Solyc.12g011280.1.1	photosystem I light harvesting complex gene3	-2.46
Solyc12g009650.1.1	Bifunctional inhibitor/lipid-transfer protein/seed storage 2S albumin superfamily protein	-2.93
Solyc12g009070.1.1	Unknown protein	-2.14
Solyc07g063600.2.1	light-harvesting chlorophyll B-binding protein 3	-1.98
Solyc12g006140.1.1	photosystem II light harvesting complex gene 2.1	-1.91
Solyc08g083360.2.1	NDH-dependent cyclic electron flow 1	-1.87
Solyc07g047850.2.1	photosystem II light harvesting complex gene 2.1	-1.71
Solyc12g044280.1.1	photosystem I subunit H2	-1.70
Solyc12g099650.1.1	Photosystem II 5 kD protein	-1.75
Solyc08g13670.2.1	photosystem I reaction center subunit PSI N, chloroplast, putative / PSI-N, putative (PSAN)	-1.79
Solyc06g074200.2.1	photosystem I subunit O	-1.95
Solyc04g015750.2.1	magnesium-chelatase subunit chlH, chloroplast, putative / Mg-protoporphyrin IX chelatase, putative (CHLH)	-1.43
Solyc08g006930.2.1	photosystem I subunit K	-1.79
Solyc12g011450.1.1	light-harvesting chlorophyll B-binding protein 3	-1.54

따라서 본 연구에서 얻어진 putative ToCV 저항성 유전자들을 이용하여 F2 집단에서 저항성 개체 및 감수성 개체들로부터 각각의 유전자들이 포함된 genome을 PCR 분석을 통해 얻은 후, 두 집단 간에 SNP를 선별하고, 이들 마커의 유효성 검정은 F3 집단에서 저항성 및 감수성 개체들 간의 분리되는 SNP 마커를 최종적으로 선별하여 ToCV 저항성 분자표지 마커로 설정한다.

<4차년도>

1. 토마토 응성불임 활용기술 및 마커개발

가. 레드 및 핑크계 토마토 응성불임 우량모본 육성

4차년도 연구의 목표는 1) BC3F2세대의 종자를 파종하여 육묘기에 MAS 법에 의해 Msms형을 가진 개체선발(foreground selection) 및 자식하여 BC3F3종자를 육성하는데 있다.

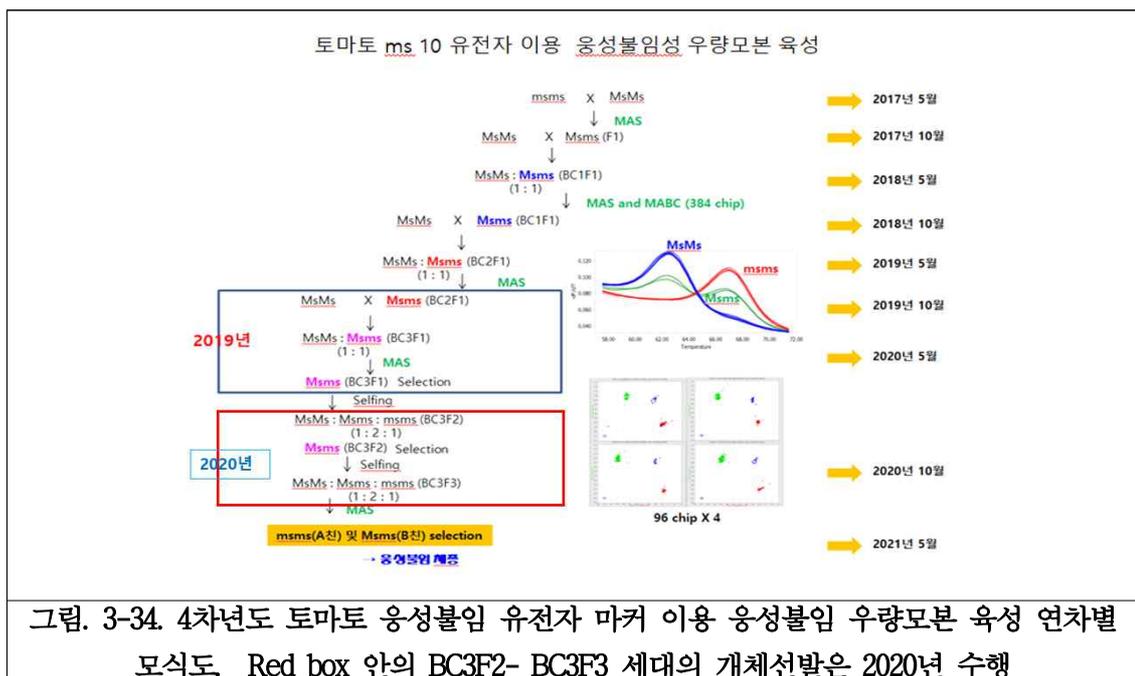
(1) MAS 분석에 의한 BC3F2 세대에서 응성불임 헤테로 개체선발(foreground selection) 및 특성분석

(가) 재료 및 방법

- ① 공시재료: 3차년도에 육성한 BC₃F₂세대 레드계 2종, 핑크계 2종 및 rin계 2종
- ② 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- ③ MAS법에 의한 헤테로 개체선발
- ④ 선발 개체의 원예형질 조사
- ⑤ 자식종자 생산: BC₃F₃ 종자 생산

(나) 실험 결과

① 전년도 실험에서 BC₃F₂종자를 육성하였다. 4차년도에서는 이들 종자를 파종하여 응성불임 마커를 이용하여 MAS분석한 결과 MsMs(1) : Msms(2): msms(1)으로 분리되었다. 이중 Msms식물체를 선발하여 BC₃F₃ 종자를 육성하였다 (그림. 3-34).



red 계 HKH 103, HKH320, pink 계 HKH420, HKH 503, rin 계 HKH701, HKH 760의

여교잡 계통 후대 BC3F1세대로부터 육성한 BC3F2의 종자들을 각각 50립씩 과중하여 음성불임 MAS 분석을 수행하였다. 그 결과 조사한 6종에서 MsMs(1):Msms(2):msms(1)으로 잘 분리되었다 (표. 3-13, 그림. 3-35). 이는 멘델의 법칙 MsMs(1):Msms(2):msms(1)에 의거해서 잘 분리되는 결과를 보였다.

표. 3-13. MAS 분석을 통한 BC3F1 세대 식물체들의 음성불임 유전자형분석

	BC ₃ F ₂ 세대 계통	MAS 분석을 통해 얻어진 개체 수			X ² -test
		MsMs	Msms	msms	
red계	HKH 103	12	24	14	0.24
	HKH 320	14	23	13	0.03
pink계	HKH 420	10	25	15	0.67
	HKH 503	11	22	17	2.16
rin계	HKH 701	14	24	12	0.03
	HKH 760	10	22	18	3.23

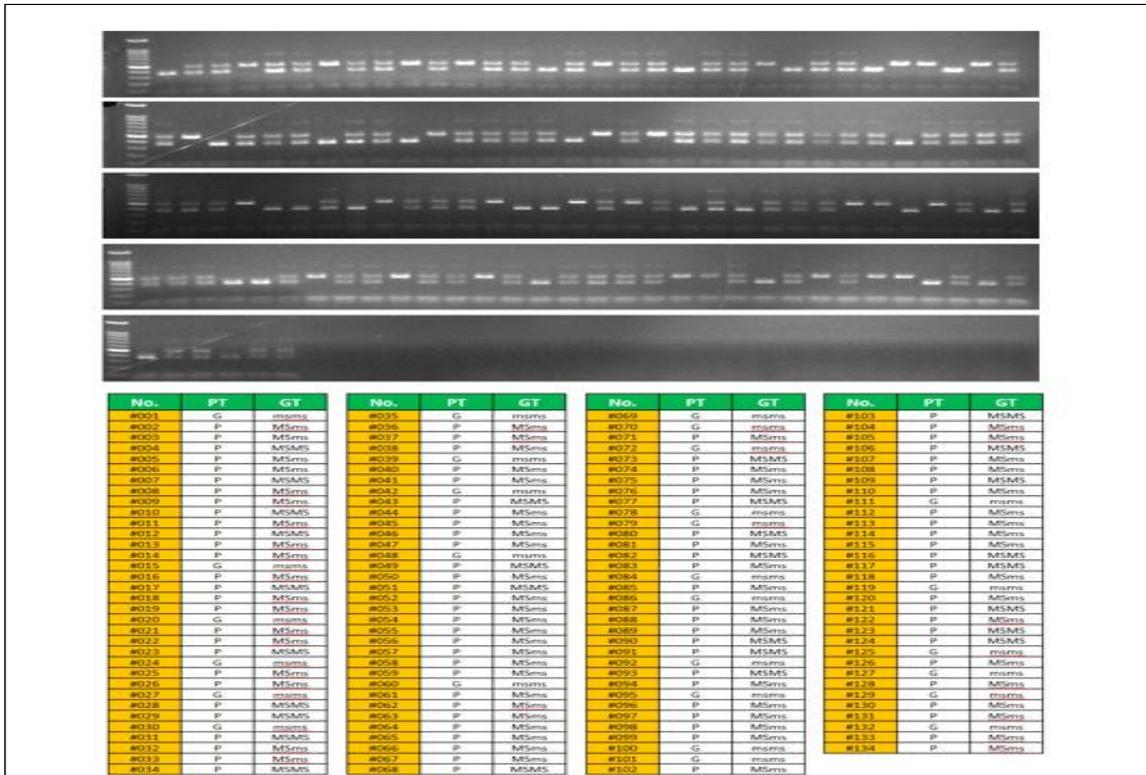


그림. 3-35. 음성불임 분자마커를 이용한 음성불임 유전자형 분석 (위 그림: PCR 분석 후, 전지영동 pattern, 아래그림. 이를 이용한 genotyping 및 개화기 때 평가한 phenotyping)

이중 초기생육 등을 의거해서 계통별 3개체를 선발하여 원예형질을 조사한 결과 표. 3-14와 같다.

- 레드계 토마토 HKH 103계통유래 BC₃F₂식물체들의 과중은 220-245g 으로 나타났으며, 당도는 5.9-6.5 brix 범위를 보였으며, HKH320계통 유래 BC₃F₂ 식물체들의 220-255g, 당도는 5.4-6.2 brix 범위를 보였다.

- 핑크계 토마토 HKH402 계통유래 BC3F2 식물체들의 과중은 270-285g 이었고, 당도는 5.5-6.9 brix 이었고, HKH 503계통 유래 BC3F2 식물체들의 과중은 260-290g, 당도는 4.1-6.2 brix 이었다.
- rin계 토마토 HKH701 계통유래 BC3F2 식물체들의 과중은 200-220g, 당도는 5.0-6.4 brix, HKH760 계통유래 BC3F1 식물체들의 과중은 200-221g, 당도는 5.1-6.4 brix 이었다. 이들 결과는 3차년도 결과와 유사하게 나타난 것으로 미루어볼 때 반복친의 형질과 매우 유사하게 나타났다.

표. 3-14. BC3F2 세대에서 Msms형 식물체 중 초기생육이 우수한 3개체 씩 선발한 식물체의 과실특성 분석

	BC ₃ F ₂ 세대 계통별 개체	초형	과형	과중 (g)	경도	당도(Brix)
red계	HKH 103-7	무한	편구	226	FF	6.3
	HKH 103-13	무한	편구	236	FF	6.4
	HKH 103-28	무한	편구	235	FF	5.5
	HKH 320-7	무한	편구	230	FF	5.6
	HKH 320-23	무한	편구	232	FF	5.2
	HKH 320-27	무한	편구	245	FF	6.2
pink계	HKH 402-1	무한	편구	260	F	5.9
	HKH 402-9	무한	편구	265	F	5.6
	HKH 402-20	무한	편구	255	FF	4.9
	HKH 503-1	무한	편구	245	F	6.2
	HKH 503-23	무한	편구	280	F	5.6
	HKH 503-30	무한	편구	280	F	5.1
rin 계	HKH 701-12	무한	편구	229	FF	5.2
	HKH 701-17	무한	편구	230	FF	4.0
	HKH 701-22	무한	편구	220	FF	5.3
	HKH 760-3	무한	편구	220	FF	5.2
	HKH 760-8	무한	편구	231	FF	5.4
	HKH 760-19	무한	편구	225	FF	5.2

*경도: F, firm, FF, very firm

BC3F2 세대에서 레드계 HKH103-13, HKH320-27, 핑크계에서 HKH402-1, HKH 503-1 및 rin 계에서 HKH701-12, HKH760-8 식물체를 선발하여 자식종자를 육성하였다. 현재 이들 6계통으로부터 얻어진 자식 BC3F3 종자를 과중하여 Msms, msms 형을 선발하여 음성불임 유지친으로 선정하여 종자채종에 이용하고자한다.

(2) 유전자편집 기술을 이용한 음성불임계통육성

(가) 연구 목적: 최근 알려진 유전자 편집 기술은 계놈의 mix 없이 특정유전자의 염기 배열을 교정하는 기술로 잘 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 ms10³⁵ 유전자를 CRISPR/Cas9 시스템에 적용하여 육종에 직접 이용가능여부를 연구하였다.

(나) 재료 및 방법

- ① 공시재료: 핑크계

- ② 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- ③ 벡터구축
- ④ 형질전환 및 후대육성
- ⑤ 자식종자 생산: BC1F2 종자 생산

(다) 실험 결과

- ① ms10³⁵ 유전자의 염기서열 중에서 exon 1과 exon 3의 영역에 총 3개의 sgRNA를 선정하여 (주)바이오니아로부터 합성하였다.
- ② 합성한 sgRNA를 CRISPR/Cas9 발현 벡터 내에 존재하는 AtU6 promoter 영역 뒤쪽의 AraI site에 연결시켰다.
- ③ 완성된 CRISPR/Cas9::sgRNA 벡터를 *Agrobacterium* 4404 균주에 형질전환한 후 이용하였다.
- ④ 토마토 형질전환은 토마토 F1채종 시 모계로 활용하고 있는 hkh383 계통을 이용하였고, 종자 발아 후, 14일 된 자엽을 이용하여 형질전환 시켜, 총 60개체의 형질전환체를 육성하였다.
- ⑤ 형질전환체를 이용하여 deep sequencing 실험을 수행하여 유전자 교정여부를 체크한 결과 28개체에서 교정부위에서 homo-, hetero, bi-allelic이었다.
- ⑥ 따라서 이들 개체 중 교정부위에 결손영역이 많은 개체를 선발하여 수분수정시, 형질전환에 사용한 계통의 꽃가루를 이용하여 수정하였다. 따라서 얻어진 종자는 Ms(정상적)ms(웅성불임)의 형태인 헤테로 상태였다.
- ⑦ Msms 종자를 자식시키면, MsMs: Msms: msms (1:2:1)으로 분리되었으며, 이중 Msms 식물체 중에는 초기 T-DNA으로 형질전환에 사용한 단편이 제거된 개체 (항생제에 저항성이 없음)를 선발 가능하다.
- ⑧ 개체를 선발하여 자식 후, Msms, msms를 찾아 유지친으로 사용 증식 및 종자채종에 이용할 수 있다.

SIMS10 유전자의 변이가 존재하는 형질전환체를 생성하기 위해 CRISPR/Cas9 시스템을 이용하였다. 먼저 SIMS10 유전자의 첫 번째 및 세 번째 엑손에서 총 3개의 sgRNA를 디자인하였다. sgRNA는 AtU6 promoter 제어 하에 발현되고, Cas9 단백질은 35s promoter 하에 발현되는 벡터에 구축하였다. 구축한 벡터는 *Agrobacterium*을 이용하여 토마토 근친 KS-13 계통의 자엽으로부터 60 개의 T0 독립적 형질 전환 토마토 식물이 생성되었다. 재분화 개체 10개체로부터 gDNA를 추출한 뒤 deep sequencing 분석을 통해 변이 유형을 분류하였다(그림. 3-36).

Cas9 단백질에 Double-stranded DNA Break가 발생되었고, 그에 따른 복구 기작에 의해 나타난 무작위 indel을 분석하기 위해 NGS 분석을 실시하였다. 그 결과, 대부분의 돌연변이는 frame-shift가 나타났으며, 일부 in-frame mutants가 관찰되었다. Frame-shift 및 in-frame-shift 변이체의 꽃을 관찰 결과, frame-shift 변이체에서 이전에 보고되었던 응성불임 꽃과 동일하게 주두가 튀어나온 표현형을 확인하였지만, in-frame-shift에서는 WT과 동일한 꽃의 표현형을 확인하였다 (그림. 3-38).

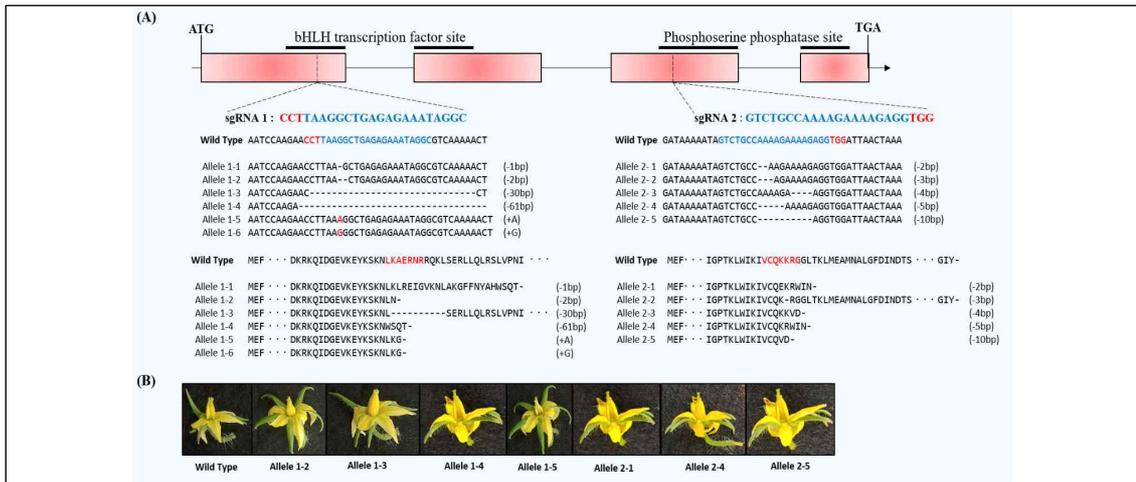


그림. 3-38. sgRNA 유전자좌에 따른 돌연변이가 패턴 및 꽃 표현형. (A) SIMS10 유전자에서 CRISPR / Cas9 매개 표적 돌연변이가 유발의 도식적 표현. sgRNA 및 PAM 사이트는 파란색과 빨간색으로 표시. 유전자 코딩 서열에서 생성된 야생형 및 돌연변이가 표시. (B) 편집된 식물 및 WT의 꽃 표현형.

cr-ms10-1-4, cr-ms10-2-8 돌연변이 계통 및 WT 식물의 표현형은 개화 단계까지 거의 유사하였다. 그러나 cr-ms10-1-4 및 cr-ms10-2-8 돌연변이 라인은 개화 단계에서 WT 식물보다 긴 꽃받침과 짧은 꽃잎 및 수술 콘을 가졌다. 꽃가루 생존력을 확인하기 위해 1 % acetocarmine으로 염색한 결과, WT 식물에서는 주황빛을 띄면서 꽃가루의 활력이 확인되었지만, cr-ms10-1-4 및 cr-ms10-2-8 라인에서는 꽃가루가 검출되지 않았다. 따라서 cr-ms10-1-4 및 cr-ms10-2-8 계통은 자가수분이 불가하며 WT 식물의 꽃가루를 인공수분을 통해 과실을 생산할 수 있었다. CRISPR / Cas9 시스템을 사용하여 생성된 cr-ms10-1-4 및 cr-ms10-2-8 계통의 결과는 이전에 여러 응성불임의 연구 결과와 일치한다(그림. 3-39).

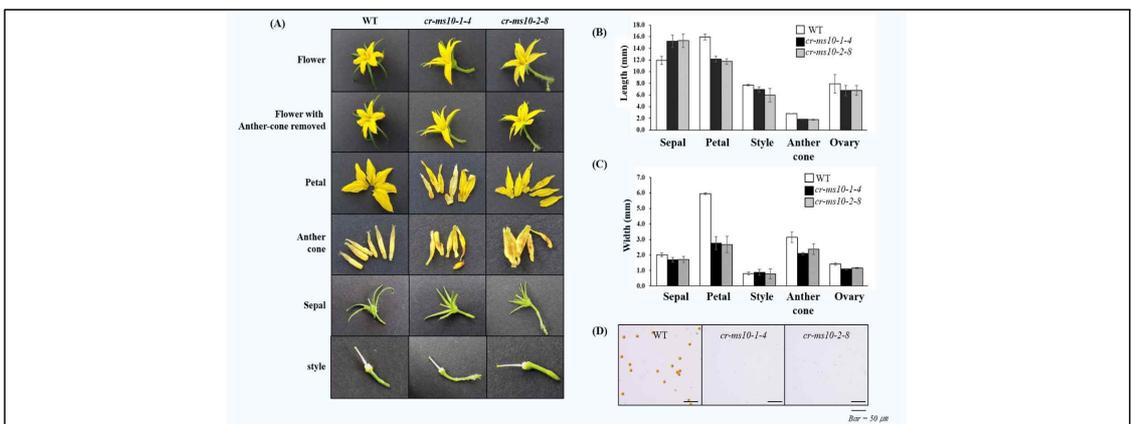


그림. 3-39. 편집 라인 및 WT 식물의 표현형. (A) WT, *cr-ms10-1-4* 및 *cr-ms10-2-8*의 각 꽃 기관의 형태 표현형. (B-C) WT, *cr-ms10-1-4* 및 *cr-ms10-2-8*의 꽃 기관의 길이와 너비. (D) Acetocarmine 염색에 의한 꽃가루 생존력 분석.

*cr-ms10-1-4*에서 공간적 및 시간적 결함 발생을 조사하기 위해 파라핀 섹션과 다른 발달 단계에서 꽃밥에 대한 조직학적 검사를 수행하였다. pre-meiosis 단계에서, *cr-ms10-1-4*의 꽃밥의 세포층 분화는 WT 꽃밥의 세포층 분화와 유사하게 나타났다. meiosis 단계부터 WT과 *cr-ms10-1-4*의 형태학적 차이가 관찰되었다. WT은 포자 세포가 꽃가루 모세포 (PMC)에서 발달 할 때 감수 분열이 완료된다. WT 꽃밥에서 PMC는 감수 분열 후 연속적인 tetrads로 나뉘는 후 미세 포자, 공포된 미세 포자 및 꽃가루 입자로 발달한다. 또한, Tapetal 세포는 고도로 응축되어 점차 사라진다. 하지만 *cr-ms10-1-4* anthers의 PMC는 분해되어 tetrads를 생성 할 수 없음을 관찰하였다. 또한 *cr-ms10-1-4* 및 WT 꽃밥은 SEM 분석으로 관찰하였다. 결과적으로 WT 꽃밥은 정상적인 구형 꽃가루 알갱이로 보였지만 *cr-ms10-1-4* 꽃밥은 관찰되지 않았다(그림. 3-40).

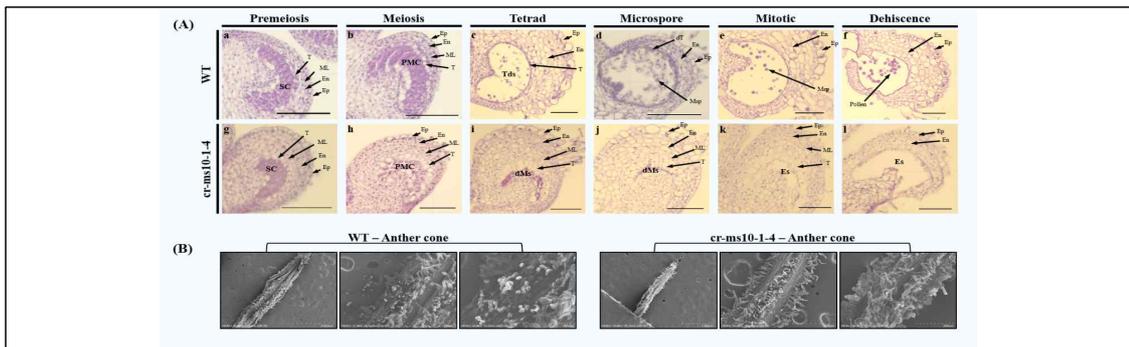


그림. 3-40. 발달 단계마다 꽃밥의 조직학적 검사. (A) 다른 발달 단계에서 WT (a-f) 및 *cr-ms10-1-4* (g-l) 꽃밥의 횡단면. (a, g) Premeiotic 단계; (b, h) Premeiotic 단계; (c, i) Tetrad 단계; (d, j) Microspore 단계; (e, k) Mitotic 단계; (f, l) Dehiscence 단계. dMs, 퇴화 된 감수분열 세포; dT, 퇴화 tapetum; En, 내피; Ep, 표피; ML, 중간 세포층; Msp, 미세 포자; PMC, 꽃가루 모세포; SC, 포자 세포; T, tapetum; Tds, tetrads. scale bars, 50 μ m. (B) *cr-ms10-1-4*와 WT 꽃밥의 SEM 분석.

cr-ms10-1-4 돌연변이 계통은 감수 분열 및 tapetum 발달의 이상으로 인해 꽃가루

를 생산할 수 없다는 점을 고려하여, 꽃 발달 관련 10가지 유전자의 RT-PCR 분석을 실시하였다. 첫째, sister chromatid cohesion를 코딩하는 유전자 Solyc03g116930, cysteine protease를 코딩하는 Solyc07g053460, AMS-like를 코딩하는 Solyc08g062780 및 SISTR1을 코딩하는 Solyc03g053130과 같은 유전자는 WT에서 강하게 발현되었지만 cr-ms10-1-4 돌연변이 계통에서는 발현되지 않았다. 또한, cr-ms10-1-4 돌연변이 계통에서 Solyc01g081100, Solyc03g113530, Solyc03g059200, Solyc06g069220, Solyc03g046200, Solyc02g079810 및 Solyc04g008420과 같은 유전자의 발현 수준은 WT에 비해 매우 낮았다(그림. 3-41).

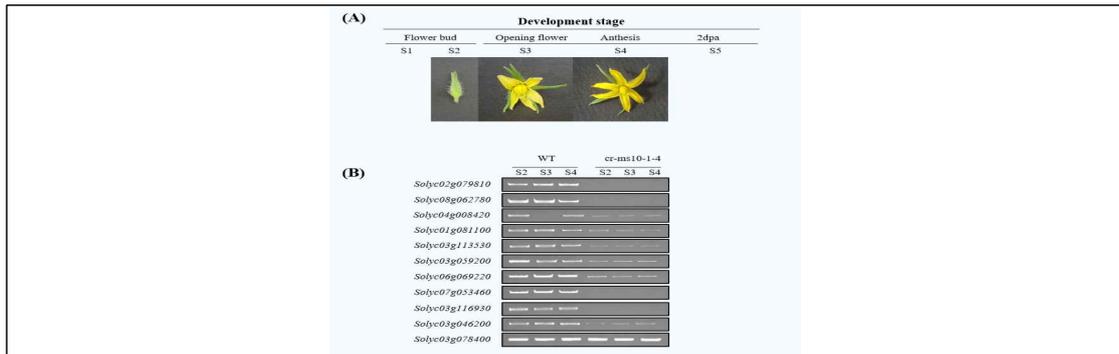


그림. 3-41. (A) WT 토마토 꽃의 발달 단계. dpa, 개화 후 일수 (B) 정량적 RT-PCR에 의해 검출된 WT 및 actin과 비교한 cr-ms10-1-4의 상대적 발현 수준. Solyc02g079810, MS10; Solyc08g062780, AMS-like; Solyc03g053130, SISTR1; Solyc04g008420, AMS-like-1; Solyc01g081100, MS32; Solyc03g113530, AtTDF1-like; Solyc10g005760, MYB103-like; Solyc06g069220, Aspartic protease-1; Solyc07g053460, Cysteine protease; Solyc03g116930, Sister chromatid cohesion; Solyc03g046200, Endo-1,3-beta-glucanase; Solyc03g078400, actin.

<5차년도>

1. 레드계, 핑크계 및 rin 계 토마토 응성불임 유지 계통 육성

연구의 목표는 1) BC4F2세대의 종자를 파종하여 유묘기에 MAS 법에 의해 Msms/msms형을 가진 개체선발(foreground selection) 및 교배를 통해 유지 계통을 육성하는데 있다.

가. MAS 분석에 의한 BC4F2 세대에서 응성불임 개체선발(foreground selection) 및 특성분석

(1) 재료 및 방법

- (가) 공시재료: 4차년도에 육성한 BC4F1세대 레드계 2종, 핑크계 2종 및 rin계 2종씩 Msms 헤테로를 선발하여 파종하고 자가수정을 통해 BC4F2 종자 각 계통별 60개
- (나) 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- (다) MAS법에 의한 헤테로(Msms)/ 호모 (msms) 개체선발
- (라) 선발 개체의 원예형질 조사
- (마) 교배종자 생산: BC4F3 종자 유지 계통 생산

(2) 실험 결과

(가) 전년도 실험에서 BC4F2종자를 육성하였다. 5차 년도에서는 이들 종자를 파종하여 응성불임 마커를 이용하여 MAS분석한 결과 MsMs(1) : Msms(2): msms(1)으로 분리되었다. 이중 Msms/msms식물체를 선발하여 교배하였다 (그림. 3-42).

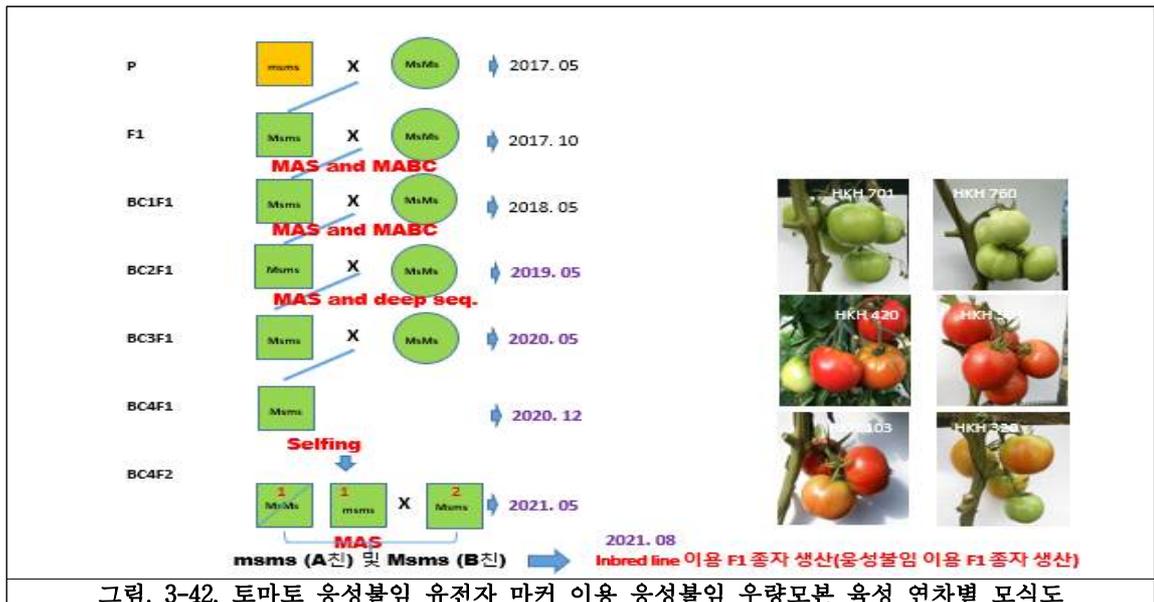


그림. 3-42. 토마토 응성불임 유전자 마커 이용 응성불임 우량모본 육성 연차별 모식도

(나) 그 결과는 표. 3-15와 같다. red 계 2유지 계통육성을 위해 BC4F2 세대에서 HKH 103에서 MsMs:Msms:msms의 비율은 7:13:5로 분리되었으며, HKH 320에서는 7:10:8으로 분리되었다. 따라서 이들 분리 식물체로부터 msms를 모계로 하고, Msms

을 화분친으로 교배하였다. 또한 핑크계에서 HKH 420은 6: 14:5, HKH 503에서 7:10:8으로 분리되어 msms을 모계로하고, Msms을 화분친으로 교배하였다. 또한 rin 계에서는 HKH701dptj 7:11:7으로, HKH 760에서 5:12:8 으로 분리되어, msms을 모계로 하고, Msms을 화분친으로 교배하였다. 따라서 이들 유지계통을 이용하여 음성불임 이용 F1 종자 생산에 이용할 수 있을 것으로 생각된다.

표. 3-15. MAS 분석을 통한 BC4F2 세대 식물체들의 음성불임 유전자형 분석

	BC4F2 세대	MsMs	Msms	msms
Red계	HKH 103	7	13	5
	HKH 320	7	10	8
Pink계	HKH 420	6	14	5
	HKH 503	7	10	8
Rin 계	HKH 701	7	11	7
	HKH 760	5	12	8

(다) 토마토 음성불임 유지계통 육성을 위해 BC4F1 세대에서 자식하여 얻은 BC4F2 종자를 파종하여 유묘기에 분자마커로 검정하였으며, 검정한 결과 Msms, msms 유전자형 개체를 구별하여 msms x Msms 교배하여 유지계통을 완성하였다 (그림. 3-43).



그림. 3-43. BC4F2 세대에서 계통별 Msms/msms 형 식물체의 화기구조 및 과실생산 (분자마커로 확인된 Msms/msms형 식물간 교배를 통해 유지계통육성 (레드 2계통, 핑크 2계통, rin 2계통))

나. BC4F2 세대에서 응성불임성 유지계통 중 msms 타입 식물을 이용한 F1 조합 작성

(1) 재료 및 방법

(가) 공시재료: 4차년도에 육성한 BC4F2세대 레드계 2종 (HKH103, HKH320), 핑크계 2종(HKH 420, HKH503) 및 rin계 2종 (HKH701, HKH 760)의 각 계통에서 msms 식물체를 MAS에 의해 선별하고, 그리고 개화시점에서 응성불임을 보인 개체를 이용 레드계의 화분친으로 HKH290, HKH297, HKH299을 이용하여 F1 종자를 생산하였다. 또한 핑크계의 화분친으로 HKH312, HKH327, HKH332를 사용하였으며, rin 계의 화분친으로는 HKH430, HKH437, HKH499을 사용하여 총 18 교배조합을 작성하였다.

(나) 파종 및 정식: 40구 트레이에 파종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함

(다) F1 종자 발아율과 발아세 조사

(2) 실험 결과

(가) 조합작성: BC₄F₂세대 레드계 2종 (HKH103, HKH320), 핑크계 2종(HKH 420, HKH503) 및 rin계 2종 (HKH701, HKH 760)의 각 계통에서 msms 식물체를 MAS에 의해 선별하고, 그리고 개화시점에서 응성불임을 보인 개체를 이용 레드계의 화분친으로 HKH290, HKH297, HKH299을 이용하여 F1 종자를 생산하였다. 또한 핑크계의 화분친으로 HKH312, HKH327, HKH332를 사용하였으며, rin 계의 화분친으로는 HKH430, HKH437, HKH499을 사용하여 총 18교배조합을 작성하였다 (그림. 3-44)

레드계 : HKH 103 (msms) x HKH 290 HKH 103 (msms) x HKH 297 HKH 103 (msms) x HKH 299 HKH 320 (msms) x HKH 290 HKH 320 (msms) x HKH 297 HKH 320 (msms) x HKH 299	Rin 계 : HKH 701 (msms) x HKH 430 HKH 701 (msms) x HKH 437 HKH 701 (msms) x HKH 499 HKH 760 (msms) x HKH 430 HKH 760 (msms) x HKH 437 HKH 760 (msms) x HKH 499
핑크계 : HKH 420 (msms) x HKH 312 HKH 420 (msms) x HKH 327 HKH 420 (msms) x HKH 332 HKH 503 (msms) x HKH 321 HKH 503 (msms) x HKH 327 HKH 503 (msms) x HKH 332	- 총 18 조합 교배하였음
그림. 3-44. 응성불임성을 이용한 F1 종자 생산 (레드 2계통, 핑크 2계통, rin 2계통)을 이용한 종자생산	

(나) 각각 육성한 유지계통 중에서 msms형을 이용 교배한 후 과실 형태를 살펴본 결과 그림. 3-45 와 같다. 18계조합을 교배 하였는데, 그중 rin 계에서 1개 조합에서 과실 생산이 가능하였으며, 레드계2조합, 핑크계 3조합에서 과실생산을 할 수가 없었다. 이번 교배는 동계 하우스를 이용하여 교배 실험 결과로, 온도에 의해 과실 생산을 할 수 없었다. 또한 유지계통은 토마토 생명공학 연구소에 분양하였으며, 육종현장에 적용 가능할 것으로 생각된다.



표. 3-16. 생산한 F1 종자의 발아율 검정

조합	총 종자수/1과	발아율(%)
HKH 103 (msms) x HKH 290	100	100
HKH 103 (msms) x HKH 297	120	100
HKH 320 (msms) x HKH 290	160	99
HKH 320 (msms) x HKH 299	110	100
HKH 420 (msms) x HKH 312	130	98
HKH 420 (msms) x HKH 332	200	97
HKH 503 (msms) x HKH 321	211	100
HKH 503 (msms) x HKH 327	130	97
HKH 503 (msms) x HKH 332	121	95
HKH 701 (msms) x HKH 430	142	93

(다) 생산된 F1종자는 한 개의 과실에서 대략 100에서 200립의 종자를 생산 하였으며, 발아율은 93%에서 100%를 보였다 (표. 3-16). 따라서 응성불임 유지계통을 이용한 F1 종자 생산 및 육묘기의 활력에서 자식계통보다 월등히 강하였으며, 육성한 레드계 2종, 핑크계 2종 및 rin 계 2종의 유지 계통은 육종 현장에서 보다 많은 교배조합을 작성하여 보다 쉽고, 경제적 채종에 이용 가능할 것으로 생각된다.

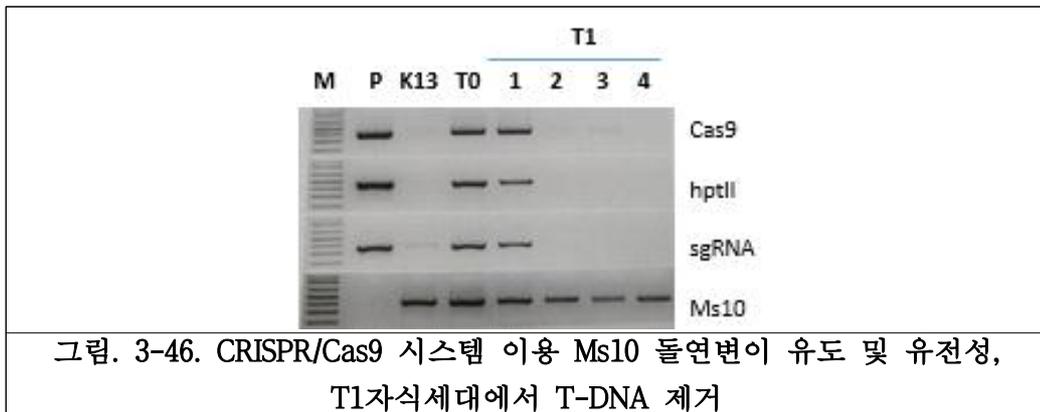
다. CRISPR/Cas9을 이용하여 선발한 응성불임 유지 계통의 특성 평가

(1) 재료 및 방법

- (가) 공시재료: 4차년도에 육성한 msms (-5/-5) 및 Msms(+/-5) 선발 식물체
- (나) 과종 및 정식: 40구 트레이에 과종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함
- (다) 교배종자 생산: 유지 계통 생산

(2) 실험 결과

(가) CRISPR/Cas9 시스템을 이용한 -5/-5 응성불임개체의 자식을 통해 육성한 T1 세대 에서 도입한 T-DNA를 제거한 식물체를 선발하였다 (그림. 3-46)



(나) T1 세대 종자를 이용하여 Cas9, hptII, sgRNA 특이 primer를 이용하여 PCR 분석을 수행한 결과 T-DNA가 제거된 2,3,4 개체에서는 밴드가 전혀 증폭되지 않았다. 따라서 유전자 교정을 위해 처음 도입한 T-DNA는 Ms10 유전자 영역을 -5/-5 결손 호모 개체를 육성 가능하였다. 따라서 선발한 개체를 이용하여 Msms (+/-5) 화분을 이용하여 교배하여 유지 계통을 육성하였다 (그림. 3-47).



(다) 웅성불임 유지계통을 파종하여 Msms, msms가 출현하는데, msms는 (-5/-5)의 호모 결손 변이체로, T-DNA가 삽입되지 않은 targeted 돌연변이체이다. 여기에 화분친으로 HKH 290을 교배하여 F1 종자를 생산하였다.

이번 CRISPR/Cas9 시스템을 이용한 웅성불임 유지 계통은 계놈 내에서 고정이 매우 쉽고, 육성하여, 교배조합을 작성하는 편리한 점을 갖고 있다. 다만 유전자교정 작물의 육종적 이용이 아직 법체계가 확립되어 있지 않으나, 미국, 일본 및 유럽에서 결손 변이체는 기존의 돌연변이 유기에 의해 작성된 것과 동일시되기 때문에 교배 육종에 활용 가능할 것으로 생각된다. 그러나 국내에서는 다양한 채널에서 사회적 수용에 대한 논의 중에 있다. 본 과제에서 CRISPR/Cas9 시스템으로 F1 종자 생산 시스템을 구축한

것은 이에 대해 매우 고무적이라고 할 수 있다.

라. 옹성 불임성을 이용한 F1 품종 간 과실 특성비교

(1) 연구 목적: 옹성불임성을 이용하여 육성한 F1 품종에서 과실 특성을 조사하여 우수 F1 품종을 선발하고자 한다.

(2) 재료 및 방법

(가) 공시재료: 5차년도에 육성한 옹성불임 F1 종자 (HKH 103 (msms) x HKH 290 (A), HKH 320 (msms) x HKH 299 (B) 및 HKH 503 (msms) x HKH 321 (C))

(나) 과종 및 정식: 40구 트레이에 과종하여 50~60일 육묘하여 비닐하우스에 정식함

(다) 조사항목: 조사는, 지제부~제1 과방 착생 부위까지의 길이, 착화절위, 도화 일수, 꽃수, 제1과방 5과에 대한 평균 1과중, 제 1 과방 3과에 대한 과실 정도, 과피 정도, 과실당도, 당함량, 과실산도에 대해 실시하였다. 과실 정도 및 과피 정도는 각각의 개체 중에서 제 1과방으로부터 3과를 사용하여, 레오미터(RUOHTECH, RT-3200ND - CW)로 측정했다. 과일 정도는 과일을 세로 이등분, 과일 적도 부분을 과피 측에서 플런저로 관통 입력시 최대 저항 값으로 설정했습니다. 1 열매 당 3 반복 측정하고 평균값을 계산했다. 과피 정도는 과실 적도부 주변 과피를 벗겨 고정하고 플런저로 침투시켰다. 때의 최대 저항 값으로했다. 또한, 과피의 고정에는 구경 15 mm의 샘플병의 뚜껑에 10mm 정도의 구멍을 뚫은 것을 사용했다. 과피는 샘플 병에 끼워 고정하고 과피 측에서 관입했다. 관입 시험에는 직경 2mm의 원통형 플라스틱 인저를 이용하여 관입속도는 $10\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 했다. 과실당도(Brix $^{\circ}$)는 굴절당도계(KEM, RA - 250)에 의해 측정하였다. 과실 산도는 과즙을 0.01M의 NaOH로

중화 적정 후, 적정량을 과즙 100 하당 시트르산당량으로 환산하여 구했다. 당 함량의 분석에 대해서는, 과실을 수확 후, -20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동 보존한 것을 샘플로 하였다. 분석 시료는 해동 후 균질기로 과피 분쇄하고 원심분리한 후, 상청액을 순수로 10배 희석한 것 셀룰로오스 아세테이트 막 (ADVANTEC, 13CP045AN)으로 여과하고 HPLC로 분석 하였다. HPLC 조항 건은, 칼럼 : Shodex SC1011, 검출기 : RI - 2031plus (JASCO), 이동상: H₂O, 컬럼 온도: 40 $^{\circ}\text{C}$, 유량: 1 $\text{h} \cdot \text{min}^{-1}$ 로 했다. 과실 당도, 과실 산도, 당 함량의 측정 각 개체의 첫 번째 과방에서 3 개의 과일을 사용하였다.

(3) 실험 결과

옹성불임성을 이용한 3품종간 생육·과실 특성을 표 3-17에 나타내었다. 제3과방까지의 주당 수율은 A품종이 1.9kg, B품종이 1.4kg, C품종이 1.5kg으로 나타났다. 꽃수에 차이는 없었다. A 품종의 제1과방까지의 줄기는 52cm, 착과절위는 9절이 되어, 2품종보다

높은 값이었다.

표 3-17. 응성불임성으로 육성한 3 품종 간 생육 및 과실특성 비교

Line/cultivar	Stem length under the 1st truss (cm)	No. of leaves under the 1st truss	Days to flowering	Days to ripening ^a	Total yield ^b (kg · plant ⁻¹)	Percentage of cracked fruit	Brix (%)	Titrateable acidity (g · 100ml juice ⁻¹)
A line	52.4 ± 1.2 ^c	9.0 ± 0.0	41.0 ± 0.6	56.5 ± 0.6	1.9	7.5	6.5 ± 0.4	0.45 ± 0.04
B line	45.7 ± 1.6	8.2 ± 0.2	38.8 ± 0.5	51.2 ± 1.5	1.4	10.8	6.8 ± 0.3	0.38 ± 0.02
C line	46.3 ± 1.3	7.4 ± 0.2	37.2 ± 0.4	47.6 ± 0.7	1.5	0.0	6.1 ± 0.2	0.40 ± 0.02

^aDays to ripening from flowering. ^bTotal fruit weight was taken from 1st to 3rd truss. No. of fruits per truss was restricted to 8. ^cStandard error.

또한, A품종의 도화 일수, 과일의 성숙 일수에 대해서 마찬가지로 두 품종보다 높게 나타났다. 본 실험에서 A품종의 첫 번째 과방에서 수확 시작은 ‘B 품종’ 보다 8일, ‘C 품종’ 보다 13일 늦었다. 그러나 이것은 A품종의 착화절위 및 도착일수, 과실 성숙 일수가 2 품종보다 높은 값으로 나타났기 때문이라고 생각된다. 과실당도 (Brix°)에 대해서는, A품종은 6.5가 되고, B 품종 보다 낮은 값이 되었지만 유의차는 없었다 (그림. 3-48). 또한 A품종은 C 품종보다 높게 나타났다.

또한, 어느 품종에 대해서도 상위 과방 정도 과실 당도는 높아지는 경향이 보였다. A 품종의 과실 산도는 0.45가 되어, B 또는 C품종 보다 높았다. 과실 경도를 그림. 3-49에 나타내었다. A품종의 과실 경도에 대해 ‘B품종 및 C 품종과 비교했을 때, 첫 번째 과방에서는 품종간에 차이는 없었지만 두 번째와 세 번째 과방에서는 A품종에서 ‘B품종보다’ 보다 낮고 ‘C품종과 거의 유사하였다. 또한 A품종의 과실 경도는 상위 과방 일수록 두 품종 보다 낮은 값이 되는 경향을 나타내었다.

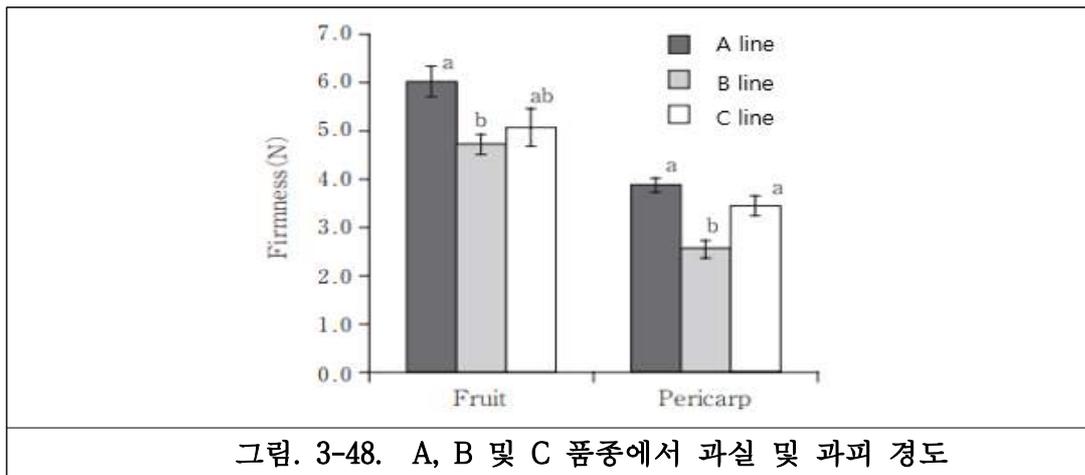


그림. 3-48. A, B 및 C 품종에서 과실 및 과피 경도

A품종의 과피 경도에서 제1과방에서는 ‘B품종보다’ 보다 낮고, C품종보다 높았지만, 제2과방에서는 ‘B품종’보다 낮고 ‘C품종’와 동등해졌다 (그림 3-50). 제3과방에서는, A 품종은 두품종과 차이가 없었다. A품종의 과피 경도는 상위 과방일수록 양품종보다 낮은 값이되는 경향을 보였지만 품종 내 과일 당 변화가 크고 유의 한 차이는 관찰되지 않았다.

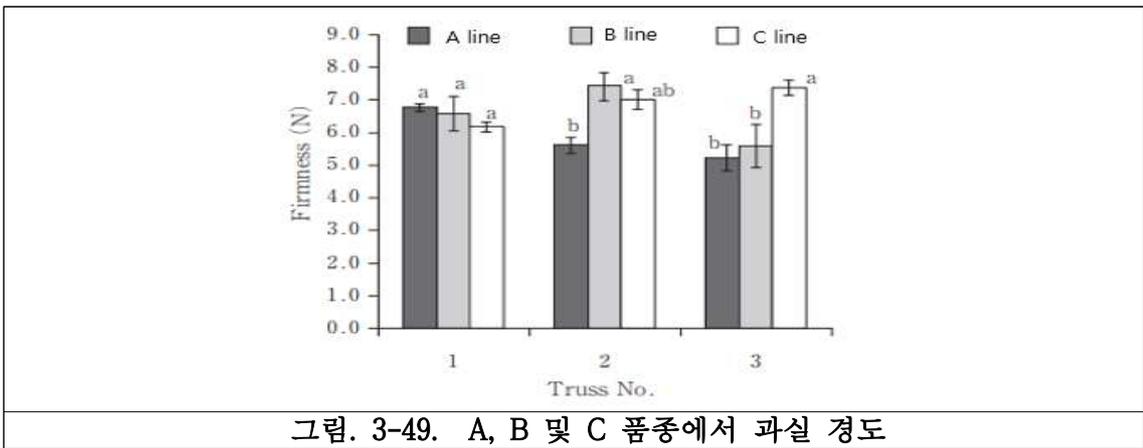


그림. 3-49. A, B 및 C 품종에서 과실 경도

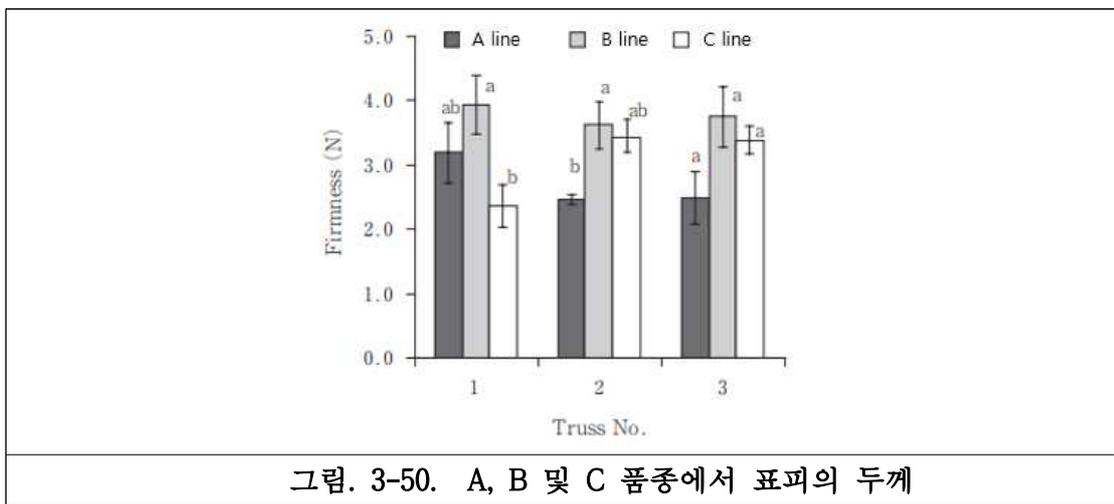


그림. 3-50. A, B 및 C 품종에서 표피의 두께

A 품종과 B품종의 과피 단면의 현미경 사진을 그림 3-51에 나타내었다. 토마토의 외과 껍질은 한 층의 표피 세포로 안쪽에있는 3 ~ 4 층의 후각 세포로 구성되어 있으며, 표피 세포의 외부 전체를 덮을뿐만 아니라 표피 세포간이나 표피세포와 후각세포가 접하는 면의 세포벽에도 관찰되었다(그림 3-51).

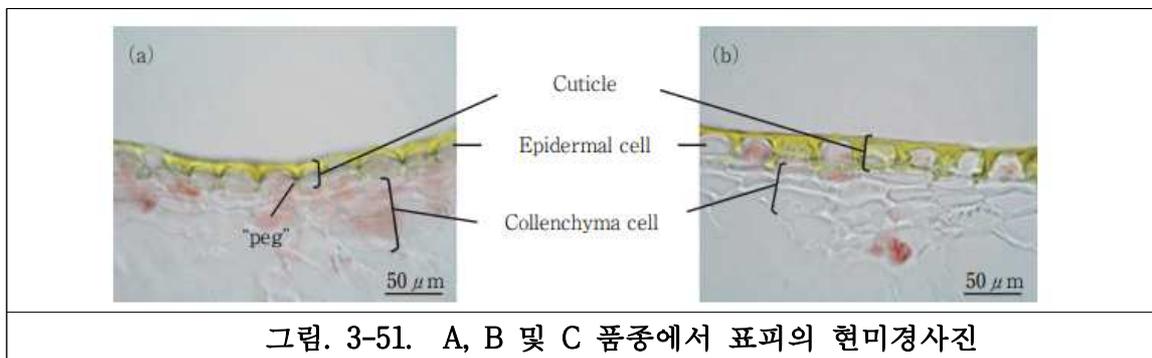


그림. 3-51. A, B 및 C 품종에서 표피의 현미경사진

○ 특허

지식재산권[발명특허, 실용신안, 의장, 상표, 규격] 등으로 구분하고, 세부적으로 전부(건별로)기록하며, 국외인 경우 반드시 국명을 기록합니다]

구분	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			비고
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
제3세부	식 물 체 에 서 CRSPR/Cas9 시스템 이용 LeMADS -RIN 유전자 편집 에 의한 에틸렌 생 산량을 감소 시키 는 방법	대한민국	한경대 학교 산학협 력단	2017. 10월19 일	10-2017-0 135857	강권규	2019. 06.04	제 10-1987663 호	
	CRISPR/Cas9 시스 템을이용한 SIMS10 유전자 녹아웃 토 마토 식물체의 제 조방법 및 상기 방 법에 의해 제조된 응성 불임 토마토 식물체	대한민국	주)클론 , 한경대 학교 산학협 력단	2020. 10월 6일	10-2020-0 128828				

관인생략
출원번호통지서

출원 일자 2017.10.19
특 가 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원 번호 10-2017-0135857 (접수번호 1-1-2017-1032333-07)
출원인 명 칭 한경대학교 산학협력단(2-2005-050930-3)
대리인 명 칭 최규환(9-2005-001504-0)
발명자 명 칭 김관규 김유진
발명의 명 칭 식물체에서 CRISPR/Cas9 시스템을 이용하여 LeMADS-RIN 유전자 편집에 의해 예행한 생산을 감소시키는 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 경합적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0133(가과코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고려번호 정보변경(경정), 정정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허포털(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스도움말 > 특허법 시행규칙 별자 제5호 제4
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보장이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보장할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받으려 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr> 특허/상표/PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허-실용신안 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적으로한정서(PTO-SB-39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 통보된 안내서를 참조하시기 바랍니다.



발명의 명칭 Title of the Invention
식물체에서 CRISPR/Cas9 시스템을 이용하여 LeMADS-RIN 유전자 편집에 의해 에틸렌 생산을 감소시키는 방법

특허권자 Patentee
한경대학교 산학협력단(134671-***)
 경기도 안성시 중앙로 327(석정동)**

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
 This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2019년 06월 04일



QR코드로 전자기준
 등록사항을 확인하세요

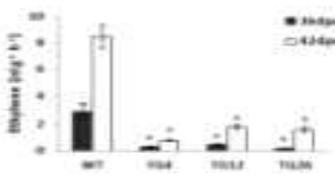
특허청장
 COMMISSIONER,
 KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주

 (18) 대한화학연구원(CKT) (19) 화학특허연구소(CLT)	C87) 화학특허 C11) 화학특허 C82) 화학특허	JPLP(2019)211호 10-1407000 JOLPA(2019)211호
	(18) 화학특허연구소(CLT, 21) C87P 10/2019 (2019, 21) C87P 10/2019 (2019, 21) C87P 10/2019 (2019, 21) C87P 10/2019 (2019, 21)	(19) 화학특허 화학특허청, 화학특허청 경기도, 인천시, 충청도, 32717(지정주소) 충청도 경기도, 인천시, 충청도, 32717(충청대학교, 32500(지정주소) 충청도 경기도, 인천시, 충청도, 32717(충청대학교, 32500(지정주소) 충청도

(19) 화학특허연구소(CLT, 21)
 C87P 10/2019 (2019, 21)
 C87P 10/2019 (2019, 21)
 C87P 10/2019 (2019, 21)
 C87P 10/2019 (2019, 21)

(19) 화학특허연구소(CLT, 21)
 C87P 10/2019 (2019, 21)
 C87P 10/2019 (2019, 21)
 C87P 10/2019 (2019, 21)
 C87P 10/2019 (2019, 21)



(19) 화학특허연구소(CLT, 21) C87P 10/2019 (2019, 21) C87P 10/2019 (2019, 21) C87P 10/2019 (2019, 21)	(19) 화학특허연구소(CLT, 21) C87P 10/2019 (2019, 21) C87P 10/2019 (2019, 21) C87P 10/2019 (2019, 21)
--	--

출원번호통지서

출원일자 2020.10.06
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2020-0128828 (접수번호 1-1-2020-1055072-51)
(DAS접근코드 CC37)
출원인명칭 한경대학교 산학협력단(2-2005-050930-3) 외 1명
대리인성명 최규환(9-2005-001504-0)
발명자성명 강권규 정유진 경정호
발명의명칭 CRISPR/Cas9 시스템을 이용한 SIMS10 유전자 녹아웃 토마토 식물체의 제조방법 및 상기 방법에 의해 제조된 용성 불임 토마토 식물체

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내

○ 논문

논문(국내외 전문학술지) 게재							
구분	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)
제3세 부	토마토 과실에서 CRISPR/Cas9 시스템 이용 LeMADS-RIN 유전자 편집에 의한 에틸렌 생산량 감소	원예과학기술지	강권규	36(3)	한국	한국원예학회	SCIE
	식물의 감수분열에서 상동 재조합 효소 특이 기능의 연구현황 및 전망	식물생명공학회지	강권규	45(1)	한국	식물생명공학회	SCOPUS
	Recurrent parent genome (RPG) recovery analysis in a marker-assisted backcross breeding based on the genotyping-by-sequencing in tomato (Solanum lycopersicum L.)	식물생명공학회지	강권규	46(3)	한국	식물생명공학회	SCOPUS
	Marker-Assisted Backcrossing (MABC)을 이용한 토마토 융성불임 엘리트 계통 육성	원예과학기술지	강권규	37(6)	한국	한국원예학회	SCIE
	Knockout of SIMS10 Gene (Solyc02g079810) Encoding bHLH Transcription Factor Using CRISPR/Cas9 System Confers Male Sterility Phenotype in Tomato	Plants	강권규	9(9)	스위스	MDPI	SCIE

토마토 과실에서 CRISPR/Cas9 시스템 이용 LeMADS-RIN 유전자 편집에 의한 에틸렌 생산량 감소

정유진^{1,2} · 이금주³ · 배상수⁴ · 강권규^{1,2*}

¹한경대학교 원예생명과학과, ²한경대학교 유전공학연구소, ³충남대학교 원예학과, ⁴한양대학교 화학과

Reduced Ethylene Production in Tomato Fruits upon CRISPR/Cas9-mediated LeMADS-RIN Mutagenesis

Yu Jin Jung^{1,2}, Geung-Joo Lee³, Sangsu Bae⁴, and Kwon Kyoo Kang^{1,2*}

¹Department of Horticultural Life Science, Hankyong National University, Ansong 17579, Korea

²Institute of Genetic Engineering, Hankyong National University, Ansong 17579, Korea

³Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

⁴Department of Chemistry, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

*Corresponding author: kylang@hknmu.ac.kr

Abstract

Recent progress in genome editing methods has opened new opportunities for reverse genetics-based studies in plants. The clustered regularly interspaced short palindromic repeat (CRISPR)/CRISPR-associated 9 endonuclease (CRISPR/Cas9) system is a novel strategy used to induce mutations in a specific genomic region of a variety of organisms including plants. Here, we described a high-frequency targeted mutagenesis utilizing *Agrobacterium*-delivered CRISPR/Cas9 in tomato. This system consists of an *Agrobacterium* binary vector and three guide RNAs for single gene targeting. We evaluated the system for its mutagenesis frequency and heritability using LeMADS-RIN gene of tomato. T₀ transgenic events carrying mutations in the LeMADS-RIN gene occurred at rates over 10.6% mutants per transgenic event in both 'Mamirio' and 'Golden Bell' tomato genotypes. Three independent T₁ transgenic lines and wild-type (WT) tomato plants were used for ethylene analysis. Compared with WT plants, edited mutants exhibited more incompletely-ripening fruits and lower ethylene contents. Following genetic combination through segregation, null segregants carrying only the desired mutant alleles without the CRISPR transgene could be retrieved among the T₁ progeny. These Cas9/gRNA transgenic lines, therefore, can be used to convey the CRISPR-based mutagenesis by genetic cross to tomato lines that are not amenable to genetic transformation.

Additional key words: *Agrobacterium*, fruits ripening, gene editing, golden bell, mamirio, single-guide RNA

Received: September 14, 2017

Revised: October 10, 2017

Accepted: October 10, 2017

 OPEN ACCESS



HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY
36(3):396-405, 2018
URL: <http://www.kjst.org>

pISSN : 1226-8763
eISSN : 2465-8588

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

Copyright©2018 Korean Society for Horticultural Science.

본 성과물은 농촌진흥청 차세대바이오그린21 연구사업(새부과재편): PJO1185201과 PJO1119202과 골든벨드 프로젝트(양배추자 사업단: 213007-05-2-SBD30)의 지원에 의해 이루어진 것임.

서 언

과실은 작과되어 시간이 경과됨에 따라 성숙에 따른 다양한 생리적 변화를 초래한다. 따라서 수확 후 과실의 신선도 및 품질을 유지하기 위한 기술개발이 다양한 측면에서 시도되어 왔다. 특히 과실 성숙에 관한

식물의 감수분열에서 상동 재조합 효소 특이 기능의 연구현황 및 전망

정유진 · 남기홍 · 김태성 · 이인혜 · 조용구 · 강권규

Current status and prospects of the meiosis-specific function of recombinase in plants

Yu Jin Jung · Ki Hong Nam · Tae Sung Kim · In Hae Lee · Yong-Gu Cho · Kwon Kyo Kang

Received: 26 March 2018 / Revised: 26 March 2018 / Accepted: 26 March 2018
© Korean Society for Plant Biotechnology

Abstract Meiosis is a specialized cell division, essential in most reproducing organisms to halve the number of chromosomes, thereby enabling the restoration of ploidy levels during fertilization. A key step in meiosis is homologous recombination, which promotes homologous pairing and generates crossovers (COs) to connect homologous chromosomes until their separation at anaphase I. These CO sites, seen cytologically as chiasmata, represent a reciprocal exchange of genetic information between two homologous non-sister chromatids. RAD51, the eukaryotic homolog of the bacterial RecA recombinase, plays a central role in homologous recombination (HR) in yeast and animals. Loss of RAD51

function causes lethality in the flowering plant, *Arabidopsis thaliana*, suggesting that RAD51 has a meiotic stage-specific function that is different from homologous pairing activity.

Keywords Meiosis, Recombinase, Crossover interference, RAD51

서 언

세포는 생물의 기본 단위이며, 그 유전 정보는 게놈 DNA에 기록되어 있다. 유성생식을 통해 세대전전을 하는 생물의 세포는 다음 세대에 유전 정보를 전달하는 역할을 하는 생식 세포와 체세포로 대별된다. DNA의 유전 정보는 체세포 분열에 의해 부모 세포에서 딸세포에 계승되어, 생식세포를 통해 세대에서 세대로 전달된다. 많은 생물은 부전 유래와 모전 유래의 두 세트의 염색체를 갖는 이배체 세포이다. 한편, 생식세포에서 만들어지는 배우자(동물은 난자 및 정자)는 일배체 세포이다. 생물은 일배체의 배우자를 형성하기 위해 감수분열이라는 특별한 형태의 세포분열을 한다. 그리고 부전 유래와 모전 유래의 배우자가 융합하여 이배체의 결합자가 되어 서로의 유전 정보가 합쳐진 새로운 개체가 태어난다. 이와 같이, 생물은 유성생식에 의해 두 개체의 게놈 DNA를 섞어 그 다양성을 획득하고 있다. 일배체의 배우자를 형성하기 위해서는, 이배체 세포에서 일배체 세포를 만들어 내야한다. 따라서 생물은 감수분열에 의해 염색체 수를 반으로 줄임으로써 일배체의 배우자를 형성한다. 이배체 세포는 부전 유래와 모전 유래의 DNA 서열이 비슷한 염색체가 한 쌍씩 존재한다. 이 한 쌍의 염색체는 동일하지 않지만, 그 DNA 서열이 비슷하다고 해서 상동 염색체로 불린다. 또한 상동 염색체에서 각각 복제된 두 개의 염색체를 자배

Y. J. Jung · K. H. Nam · K. K. Kang (✉)
국립한경대학교 원예생명과학과
(Department of Horticultural Life Science, Hankyong National University, Ansoeng 17579, Korea)
e-mail: kykang@hknu.ac.kr

Y. J. Jung · K. K. Kang
국립한경대학교 유전공학연구소
(Institute of Genetic Engineering, Hankyong National University, Ansoeng 17579, Korea)
e-mail: kykang@hknu.ac.kr

T. S. Kim
한국명농생명과학대학교 농학과
(Department of Agricultural Sciences, Korea National Open University, Seoul 03087, Korea)

I. H. Lee
국립생물자원관 생물소재연구단 연구팀
(Biological Resources Division, National Institute of Biological Resources, 42, Hwanggyeong-ro, Seo-gu, Incheon, 22689, Korea)

Y.-G. Cho
충북대학교 식물자원학과
(Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

토마토 MABC 육종에서 GBS(genotyping-by-sequencing)에 의한 RPG(recurrent parent genome) 회복률 분석

김종희 · 정유진 · 서훈교 · 김명권 · 노일섭 · 강경규

Recurrent parent genome (RPG) recovery analysis in a marker-assisted backcross breeding based on the genotyping-by-sequencing in tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

Jung Hee Kim · Yu Jin Jung · Hoon Kyo Seo · Myong-Kwon Kim · Il-Sup Nou · Kwon Kyo Kang

Received: 7 June 2019 / Revised: 5 July 2019 / Accepted: 8 July 2019
© Korean Society for Plant Biotechnology

Abstract Marker-assisted backcrossing (MABC) is useful for selecting an offspring with a highly recovered genetic background for a recurrent parent at early generation to various crops. Moreover, marker-assisted backcrossing (MABC) along with marker-assisted selection (MAS) contributes immensely to overcome the main limitation of the conventional breeding and it accelerates recurrent parent genome (RPG) recovery. In this study, we were employed to incorporate *rin* gene(s) from the donor parent T13-1084, into the genetic background of HK13-1151, a popular high-yielding tomato elite inbred line that is a pink color fruit, in order to develop a *rin* HK13-1084 improved line. The recurrent parent genome recovery was analyzed in early

generations of backcrossing using SNP markers obtained from genotyping-by-sequencing analysis. From the BC₁F₁ and BC₂F₁ plants, 3,086 and 4868 polymorphic SNP markers were obtained via GBS analysis, respectively. These markers were present in all twelve chromosomes. The background analysis revealed that the extent of RPG recovery ranged from 56.7% to 84.5% and from 87.8% to 97.8% in BC₁F₁ and BC₂F₁ generations, respectively. In this study, No 5-1 with 97.8% RPG recovery rate among BC₂F₁ plants was similar to HK13-1151 strain in the fruit shape. Therefore, the selected plants were fixed in BC₂F₁ generation through selfing. MAS allowed identification of the plants that are more similar to the recurrent parent for the loci evaluated in the backcross generations. MABC can greatly reduce breeding time as compared to the conventional backcross breeding. For instance, MABC approach greatly shortened breeding time in tomato.

[†]These authors contributed equally to this work.

J. H. Kim¹ · Y. J. Jung¹ · H. K. Seo · K. K. Kang (✉)
한경대학교 원예생명과학과
(Department of Horticultural Life Science, Hankyong National University, Ansong 17579, Korea)
e-mail: kykang@hknu.ac.kr

Y. J. Jung · K. K. Kang
한경대학교 유전공학연구소
(Institute of Genetic Engineering, Hankyong National University, Ansong 17579, Korea)

M.-K. Kim
주)토마토연구소
(Tomato Research Center, Cheongju 28112, Korea)

I.-S. Nou
순천대학교 원예학과
(Department of Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea)

Keywords Background recovery, Molecular marker, *rin* tomato, Single nucleotide polymorphism (SNP), Tomato elite line

서 언

분자 육종은 형질에서 유래한 표현형의 관찰 없이 DNA 염기서열의 차이를 보이는 분자 마커(Molecular marker)를 이용하여 원하는 형질의 유무를 판별하는 기법으로 전통적 선발 육종 방법에 비해 육종 연한을 단축시키고 우량 개체 선

Marker-Assisted Backcrossing (MABC)을 이용한 토마토 응성불임 엘리트 계통 육성

김동현^{1*}, 정유진^{1,4*}, 김종희¹, 김희경¹, 남기홍¹, 이효주¹, 김명관², 노일섭³, 강관규^{1,4*}

¹한경대학교 원예생명과학과, ²(주)도미오연구소, ³순천대학교 원예학과, ⁴한경대학교 유전공학연구소

Development of Male-Sterile Elite Lines using Marker-Assisted Backcrossing (MABC) in Tomato

Dong Hyun Kim^{1*}, Yu Jin Jung^{1,4*}, Jong Hee Kim¹, Hee Kyoung Kim¹, Ki Hong Nam¹, Hyo Ju Lee¹, Myong-Kwon Kim², Il-Sup Nou³, and Kwon Kyoo Kang^{1,4*}

¹Department of Horticultural Life Science, Hankyong National University, Ansong 17579, Korea

²Tomato Research Center, Cheongju 28112, Korea

³Department of Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

⁴Institute of Genetic Engineering, Hankyong National University, Ansong 17579, Korea

*Corresponding author: kykang@hkn.ac.kr

[†]These authors contributed equally to this work.

Received: June 10, 2019

Revised: August 22, 2019

Accepted: September 2, 2019

OPEN ACCESS



HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY
37(6): 744-755, 2019
URL: http://www.hs1.or.kr

pISSN: 1226-8763
eISSN: 2465-8588

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

Copyright © 2019 Korean Society for Horticultural Science

본 연구는 농림식품기술기획평가원 연구사업인 골든리드 프로젝트(원예육종기 사업단: 과 3007-05-3-58030)와 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 중견연구사업(과제번호: 2017R1A2B4A03473)에 의해 이루어진 것임.

Electronic supplementary material

The online version of this article (https://doi.org/10.7235/HORT.20190074) contains supplementary material, which is available to authorized users.

Abstract

Recurrent backcrossing is a traditional breeding method that is commonly employed to transfer alleles at one or more loci from a donor to an elite variety. In order to develop male-sterile elite tomato lines, marker-assisted foreground and background selections were performed during backcross breeding. Compared to conventional backcrossing, marker-assisted backcrossing (MABC) is extremely useful for recovery of a recurrent parent's genetic background. For foreground selection, the tomato mutant anthocyanin absent (*aa*) presents a green hypocotyl during the seedling stage. Lines carrying the *Aa* genotype were selected from BC₁F₁ and BC₂F₁ populations using indel markers derived from the unique *aa* mutation of T2-517. This trait has been utilized in marker-assisted selection of *male sterile 10 (ms10)* at the seedling stage because their corresponding loci are closely linked on chromosome 2. For background selection, a total of 48 single nucleotide polymorphism (SNP) markers obtained from resequencing data between the MR10-3211 and T2-517 lines evenly distributed in the tomato genome were finally selected. BC₁F₁ and BC₂F₁ plants carrying the heterozygous (*Aa*) genotype were subjected to background selection using a set of 48 SNP markers. Multiple genotype analysis was done using a high-throughput genotyping system. As a result, one plant, 87.5% similar to the recurrent parent genome in the BC₁F₁ generation, and three plants with a 95.5% recovery rate of the recurrent parent genome in the BC₂F₁ generation, were selected. These selected plants were fixed in the BC₂F₂ and BC₂F₃ generations for the male sterile tomato elite line. We therefore demonstrate the utility of the MABC method for the recovery of recurrent parent genomes in tomato breeding strategies.

Additional key words: background selection, foreground selection, marker-assisted selection (MAS), recurrent backcrossing, single nucleotide polymorphism (SNP) marker

Article

Knockout of *SIMS10* Gene (*Solyc02g079810*) Encoding bHLH Transcription Factor Using CRISPR/Cas9 System Confers Male Sterility Phenotype in Tomato

Yu Jin Jung ^{1,2}, Dong Hyun Kim ¹, Hyo Ju Lee ¹, Ki Hong Nam ¹ , Sangsu Bae ³, Ill Sup Nou ⁴ , Yong-Gu Cho ⁵, Myong Kwon Kim ⁶ and Kwon Kyoo Kang ^{1,2,*} 

¹ Division of Horticultural Biotechnology, Hanyang National University, Anseong 17579, Korea; yuyul216@hnu.ac.kr (Y.J.J.); skullmask@naver.com (D.H.K.); ju950114@naver.com (H.J.L.); shaleno9341@gmail.com (K.H.N.)

² Institute of Genetic Engineering, Hanyang National University, Anseong 17579, Korea

³ Department of Chemistry, Hanyang University, Seoul 04763, Korea; sangsubae@hanyang.ac.kr

⁴ Department of Horticulture, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea; nsi@suncheon.ac.kr

⁵ Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea; ygcho@chungbuk.ac.kr

⁶ Tomato Research Center, Cheongju 28112, Korea; mickim207@naver.com

* Correspondence: kykang@hnu.ac.kr; Tel.: +82-31-670-5104

Received: 31 July 2020; Accepted: 9 September 2020; Published: 11 September 2020



Abstract: The utilization of male sterility into hybrid seed production reduces its cost and ensures high purity of tomato varieties because it does not produce pollen and has exerted stigmas. Here, we report on the generation of gene edited lines into male sterility phenotype by knockout of *SIMS10* gene (*Solyc02g079810*) encoding the bHLH transcription factor that regulates meiosis and cell death of the tapetum during microsporogenesis in the tomato. Twenty-eight gene edited lines out of 60 transgenic plants were selected. Of these, eleven different mutation types at the target site of the *SIMS10* gene were selected through deep sequencing analysis. These mutations were confirmed to be transmitted to subsequent generations. The null lines without the transferred DNA (T-DNA) were obtained by segregation in the T₁ and T₂ generations. In addition, we showed that the cr-ms10-1-4 mutant line exhibited dysfunctional meiosis and abnormal tapetum during flower development, resulting in no pollen production. RT-PCR analysis showed that the most genes associated with pollen and tapetum development in tomatoes had lower expression in the cr-ms10-1-4 mutant line compared to wild type. We demonstrate that modification of the *SIMS10* gene via CRISPR/Cas9-mediated genome editing results in male sterility of tomato plants. Our results suggest an alternative approach to generating male sterility in crops.

Keywords: CRISPR/Cas9; bHLH transcription factor; male sterility; *SIMS10* gene; tomatoes

1. Introduction

The tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a representative vegetable crop belonging to the *Solanaceae* family, and has high economic value in the market due to its high production and consumption worldwide. In particular, tomatoes can be transformed through *Agrobacterium*-mediated and have been used as a breeding model for horticultural crops due to their relatively short life cycle and small genome size [1]. Tomato seeds are mostly commercially used F₁ varieties that show a greater biomass, higher disease resistance and greater yield than open pollinated varieties [2]. Plant male sterility is functionally unable to produce or release pollen grains because no anthers, microspores or male gametes are produced [3]. Male tomato sterility has been an interest to many researchers since Crane [4] was first described, and so far approximately 50 male sterility mutants have been

○ 분자마커

분자마커 개발				
구분	특성	보유건수	주요내용	활용년도
제3세부	응성불임 ms10을 구분 및 선발 할 수 있는 마커	1	MsMs, Msms, msms를 구분할수 있는 분자마커	2017
제3세부	ToCV 감염개체 검출 마커	1	ToCV 감염여부 구분할 수 있는 분자마커	2018

제 4 절 연구수행 내용 및 결과 (제4세부과제)

1. 연구개발 추진전략 및 방법

가. 2019년 과제 시작 시, 전 세계 토마토 타입마다 공통 목표 형질이 존재(수량, 경도, 숙기, 당도, 재배안정성, 내병성 등)하는 것으로 판단하여, 국가마다의 목표 형질 일부가 개선된 조합 및 품종들을 찾기 위한, 현지 적응성 시험(시험포재배) 및 평가를 계획 하였음.

나. 2019년 당시 해외 현지 시험포내 재배될 조합 및 품종들은 2019년 신조합을 포함하여 기존 토마토 연구소에서 판매중인 품종들을 중심으로 선발하였음. 선발된 조합 및 품종들은 TY내병성 및 무한생장형임.

다. 2019년 국가별 계획하였던 토마토 타입은 아래와 같았으며, 국가 및 시험 타입 선택의 기준은 당시 (주)다나가 현지적응성 시험을 할 수 있는 거래처 네트워크 기반과 프로젝트 기관과의 협의내용을 종합하여 선정하였음.

- (1) 스페인 : Red round, Pink beef, Saladette, Truss, Cherry
- (2) 이탈리아 : Red round, Pink beef, Saladette, Truss, Cherry
- (3) 중국 : Red beef, Pink beef, Cherry
- (4) 멕시코 : Saladette, Truss, Cherry
- (5) 일본 : Red round, Truss, Beef type

1-1. 추진전략

가. 2019(3차년도)을 기점으로 2021년(5차년도) 과제 종료까지 추진전략의 흐름은 선발 / 평가 / 확대 / 판매이며, 모든 단계가 완료되기까지 최소 2~3년간 진행/연계되는 체계임.

(1) 선발

(가) 해외 현지적응성 시험을 위한 국내시험포내 F1 신조합 1차 선발

(나) (가)에서 선발된 F1 신조합의 해외 현지 적응성 시험 및 우수 F1 조합 2선발

(2) 평가

(가) 국내 F1 조합평가는 프로젝트 기관과 진행하는 자체평가와 해외바이어를 초청하여 진행하는 바이어평가로 구분함.

(나) 해외 F1 조합평가는 거래처마다 진행 과정이 다를 수 있으나, 큰 틀에서 해외거래처 자체평가 및 농가평가로 구분함.

(다) 과제 수행에 있어 각 연차별 해외 F1 조합 평가목적은 아래와 같음.

- ① 2019년: 초기 시장정보 및 요구도 파악 및 마케팅 방향을 설정
- ② 2020년: 시장정보 및 니즈 구체화 및 마케팅/개발전략 수정
- ③ 2021년: 상업화 품종 개발 및 판매 / 거래처 관계 강화

(3) 확대시험

(가) 해외평가가 완료된 F1 조합들중 우수 F1조합에 대한 확대재배 시험 협의

(나) 협의된 F1 선발조합은 농가 확대시험 혹은 준상업화/상업화 목적으로 재시험

(4) 판매

- (가) 준상업화/상업화가 확정된 F1 선발조합에 대한 판매
- (나) 해외거래처와의 독점계약 및 일반계약 논의
- (다) 해외상보 제작 등 마케팅활동에 활용가능한 모든수단 검토
- (라) 준상업화/상업화 종자 판매를 위한 생산관리체계 강화
- (마) 준상업화/상업화 이후의 신품종 육성을 위한 연구소와의 협업 강화

1-2. 연차별 추진전략

(가) 3차년도(2019년)

- (1) 3차년도(2019년) 목표 매출액: 1만불
- (2) 국내에서 판매중인 품종들에 대한 현지적응성 평가 및 시장정보 분석을 바탕으로 F1 신조합 선발
- (3) 해외 경쟁품종들과 대비하여 선발된 F1 조합에 대한 상업화 추진
- (4) 해외바이어 국내 초청을 통한 F1 신조합 평가 및 국가별 시장요구도 등 정보공유를 통한 거래처 네트워크 강화
- (6) 해외상보 제작 등 마케팅 활동에 활용 가능한 모든 수단 검토

(나) 4차년도(2020년)

- (1) 4차년도(2020년) 목표 매출액: 해외 10만불 / 국내 5천만원
- (2) 국내 충청도 부여, 논산, 예산 등 계약재배 및 마케팅 활동을 통한 판매 연계
- (3) 2019년 현지 우수 F1 선발조합에 대한 확대시교 및 준상업화/상업화 논의
- (4) 2019년 국내 선발 F1조합에 대한 해외 현지 평가 내용 공유 및 방향성 논의
- (5) 해외바이어 국내 초청을 통한 F1 신조합 평가 및 국가별 시장요구도 등 정보공유를 통한 거래처 네트워크 강화
- (6) 해외상보 제작 등 마케팅 활동에 활용 가능한 모든 수단 검토
- (7) 중국시장 개발 위한 경력직원 고용 및 영업/마케팅 활동 독려

(다) 5차년도(2021년)

- (1) 5차년도(2021년) 목표 매출액: 해외 100만불 / 국내 2억원
- (2) 축적된 시장정보를 바탕으로 국가간 거래처별 요구도 분석
- (3) 2020년 현지 우수 F1 선발조합에 대한 확대시교 및 준상업화/상업화 논의
- (4) 2020년 국내 선발 F1조합에 대한 해외 현지 평가 내용 공유 및 방향성 논의
- (5) 해외바이어 국내 초청을 통한 F1 신조합 평가 및 국가별 시장요구도 등 정보공유를 통한 거래처 네트워크 강화
- (6) 해외상보 제작 등 마케팅 활동에 활용 가능한 모든 수단 검토
- (7) 국내 매출증대를 위한 국내영업 직원들과의 업무 협조 강화

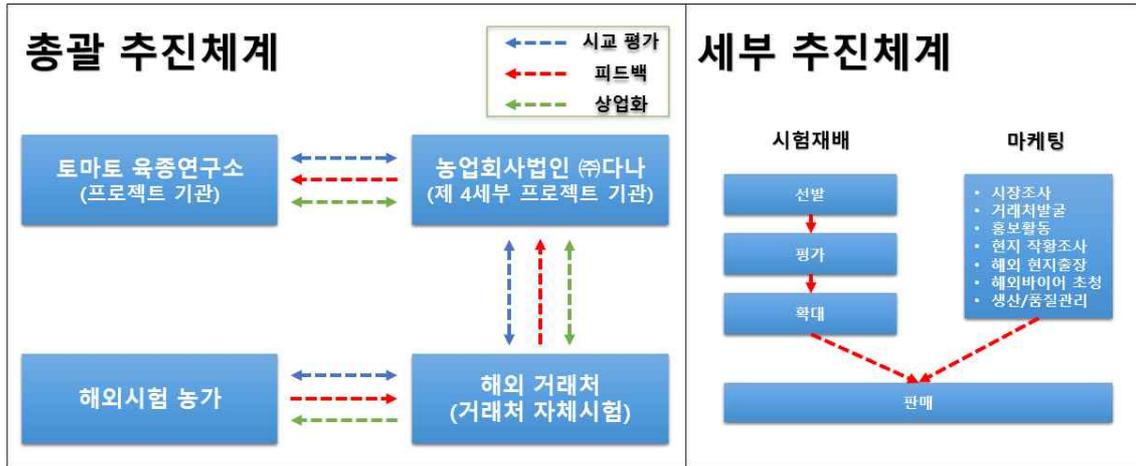
2. 연구개발 추진체계

가. 총괄 추진체계

- (1) 연구 추진의 종합적 구성은 프로젝트 기관 / 세부프로젝트 기관 / 해외거래처 / 시

협동가로 구성

- (2) 선발된 F1 조합을 바탕으로 시교평가가 이루어지며, 평가에 따른 피드백 공급
- (3) 공급된 피드백을 바탕으로 확대시교/준상업화 단계를 거쳐 최종 상업화가 이루어짐



나. 세부 추진체계

- (1) 시험재배는 국내외에서 이루어지며, 각 F1 조합선발 → 평가 → 확대 → 판매로 구성 (세부 추진전략은 제1절 연구개발 추진전략 및 방법, 2-1 추진전략, 가 항목 내용과 같음)
- (2) 국내외 시험포 평가회 실시 후, 전시포 운영과 해외 마케팅 전략 수립을 해외거래처와 공동 추진
- (3) 수출용 토마토 품종 판매확대를 위한 해외거래처 및 대농들을 상대로 한 공동 평가회 개최 등 홍보 강화
- (4) 모든 마케팅 활동 및 시험재배 결과를 통하여 최종목표인 판매(상업화) 도달

3. 연구개발 추진일정

연구개발 추진일정(시험재배, 마케팅, 판매)은 표와 같음

년도	과제추진 내용	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2019년 (3차년도)	시험재배												
	마케팅												
	판매												
2020년 (4차년도)	시험재배												
	마케팅												
	판매												
2021년 (5차년도)	시험재배												
	마케팅												
	판매												

4. 연구결과

가. 시험재배

(1) F1 조합 선발 (2019년-2021년)

2019년-2021년 토마토 F1 선발 조합(52조합)									
타입	년도	조합	선발 수	합계	타입	년도	조합	선발 수	합계
RED	2019	148	11	14	SALADETTE	2019	157	2	3
		149					158		
		150				S1	1		
		151				2020			
		152			TRUSS	2019	159	2	
		153					160		
		154			2020	T2	2		
		155				T4			
		156			CHERRY	12	15	2019	164
		157							165
	158	166							
	159	167							
	160	168							
	161	169							
162	170								
163	171								
164	172								
165	173								
166	174								
167	175								
168	176								
169	177								
170	178								
171	2020	C1	3						
172		C4							
173		C10							
174	2021	C25	1						
175		2019		C25					
176	2020	B1	2	3					
177		B2							
178	2021	2019	174	1					
179	2020	B1	2						
180		B2							
181	2021	2019	174	1					
182	2020	B1	2						
183		B2							
184	2021	2019	174	1					
185	2020	B1	2						
186		B2							
187	2021	2019	174	1					
188	2020	B1	2						
189		B2							
190	2021	2019	174	1					
191	2020	B1	2						
192		B2							
193	2021	2019	174	1					
194	2020	B1	2						
195		B2							
196	2021	2019	174	1					
197	2020	B1	2						
198		B2							
199	2021	2019	174	1					
200	2020	B1	2						
201		B2							
202	2021	2019	174	1					
203	2020	B1	2						
204		B2							
205	2021	2019	174	1					
206	2020	B1	2						
207		B2							
208	2021	2019	174	1					
209	2020	B1	2						
210		B2							
211	2021	2019	174	1					
212	2020	B1	2						
213		B2							
214	2021	2019	174	1					
215	2020	B1	2						
216		B2							
217	2021	2019	174	1					
218	2020	B1	2						
219		B2							
220	2021	2019	174	1					
221	2020	B1	2						
222		B2							
223	2021	2019	174	1					
224	2020	B1	2						
225		B2							
226	2021	2019	174	1					
227	2020	B1	2						
228		B2							
229	2021	2019	174	1					
230	2020	B1	2						
231		B2							
232	2021	2019	174	1					
233	2020	B1	2						
234		B2							
235	2021	2019	174	1					
236	2020	B1	2						
237		B2							
238	2021	2019	174	1					
239	2020	B1	2						
240		B2							
241	2021	2019	174	1					
242	2020	B1	2						
243		B2							
244	2021	2019	174	1					
245	2020	B1	2						
246		B2							
247	2021	2019	174	1					
248	2020	B1	2						
249		B2							
249	2021	2019	174	1					
250	2020	B1	2						
251		B2							
251	2021	2019	174	1					
252	2020	B1	2						
253		B2							
253	2021	2019	174	1					
254	2020	B1	2						
255		B2							
255	2021	2019	174	1					
256	2020	B1	2						
257		B2							
257	2021	2019	174	1					
258	2020	B1	2						
259		B2							
259	2021	2019	174	1					
260	2020	B1	2						
261		B2							
261	2021	2019	174	1					
262	2020	B1	2						
263		B2							
263	2021	2019	174	1					
264	2020	B1	2						
265		B2							
265	2021	2019	174	1					
266	2020	B1	2						
267		B2							
267	2021	2019	174	1					
268	2020	B1	2						
269		B2							
269	2021	2019	174	1					
270	2020	B1	2						
271		B2							
271	2021	2019	174	1					
272	2020	B1	2						
273		B2							
273	2021	2019	174	1					
274	2020	B1	2						
275		B2							
275	2021	2019	174	1					
276	2020	B1	2						
277		B2							
277	2021	2019	174	1					
278	2020	B1	2						
279		B2							
279	2021	2019	174	1					
280	2020	B1	2						
281		B2							
281	2021	2019	174	1					
282	2020	B1	2						
283		B2							
283	2021	2019	174	1					
284	2020	B1	2						
285		B2							
285	2021	2019	174	1					
286	2020	B1	2						
287		B2							
287	2021	2019	174	1					
288	2020	B1	2						
289		B2							
289	2021	2019	174	1					
290	2020	B1	2						
291		B2							
291	2021	2019	174	1					
292	2020	B1	2						
293		B2							
293	2021	2019	174	1					
294	2020	B1	2						
295		B2							
295	2021	2019	174	1					
296	2020	B1	2						
297		B2							
297	2021	2019	174	1					
298	2020	B1	2						
299		B2							
299	2021	2019	174	1					
300	2020	B1	2						
301		B2							
301	2021	2019	174	1					
302	2020	B1	2						
303		B2							
303	2021	2019	174	1					
304	2020	B1	2						
305		B2							
305	2021	2019	174	1					
306	2020	B1	2						
307		B2							
307	2021	2019	174	1					
308	2020	B1	2						
309		B2							
309	2021	2019	174	1					
310	2020	B1	2						
311		B2							
311	2021	2019	174	1					
312	2020	B1	2						
313		B2							
313	2021	2019	174	1					
314	2020	B1	2						
315		B2							
315	2021	2019	174	1					
316	2020	B1	2						
317		B2							
317	2021	2019	174	1					
318	2020	B1	2						
319		B2							
319	2021	2019	174	1					
320	2020	B1	2						
321		B2							
321	2021	2019	174	1					
322	2020	B1	2						
323		B2							
323	2021	2019	174	1					
324	2020	B1	2						
325		B2							
325	2021	2019	174	1					
326	2020	B1	2						
327		B2							
327	2021	2019	174	1					
328	2020	B1	2						
329		B2							
329	2021	2019	174	1					
330	2020	B1	2						
331		B2							
331	2021	2019	174	1					
332	2020	B1	2						
333		B2							
333	2021	2019	174	1					
334	2020	B1	2						
335		B2							
335	2021	2019	174	1					
336	2020	B1	2						
337		B2							
337	2021	2019	174	1					
338	2020	B1	2						
339		B2							
339	2021	2019	174	1					
340	2020	B1	2						
341		B2							
341	2021	2019	174	1					
342	2020	B1	2						
343		B2							
343	2021	2019	174	1					
344	2020	B1	2						
345		B2							
345	2021	2019	174	1					
346	2020	B1	2						
347		B2							
347	2021	2019	174	1					
348	2020	B1	2						
349		B2							
349	2021	2019	174	1					
350	2020	B1	2						
351		B2							
351	2021	2019	174	1					
352	2020	B1	2						
353		B2							
353	2021	2019	174	1					
354	2020	B1	2						
355		B2							
355	2021	2019	174	1					
356	2020	B1	2						
357		B2							
357	2021	2019	174	1					
358	2020	B1	2						
359		B2							
359	2021	2019	174	1					
360	2020	B1	2						
361		B2							
361	2021	2019	174	1					
362	2020	B1	2						
363		B2							
363	2021	2019	174	1					
364	2020	B1	2						
365		B2							
365	2021	2019	174	1					
366	2020	B1	2						
367		B2							
367	2021	2019	174	1					
368	2020	B1	2						
369		B2							
369	2021	2019	174	1					
370	2020	B1	2						
371		B2							
371	2021	2019	174	1					
372	2020	B1	2						
373		B2							
373	2021	2019	174	1					
374	2020	B1	2						
375		B2							
375	2021	2019	174	1					
376	2020	B1	2						
377		B2							
377	2021	2019	174	1					
378	2020	B1	2						
379		B2							
379	2021	2019	174	1					
380	2020	B1	2						
381		B2							
381	2021	2019	174	1					
382	2020	B1	2						
383		B2							
383	202								



그림 1. (왼쪽부터) DTR239 / DTS251 / DTT248
 ※ 해외시험 국가: 그리스, 네덜란드, 대만, 독일, 러시아, 레바논, 멕시코, 모로코, 스페인, 요르단, 우루과이, 우즈베키스탄, 이라크, 이집트, 이탈리아, 일본, 중국, 콜롬비아, 폴란드, 헝가리



그림 2. C25/P25(위)/P24(아래) / R13(위)/R14(아래)

- (나) 연구진행 3년간(2019년-2021년) 총 34개 해외 거래처에서 시험재배 완료 및 진행중
- (다) 시험결과에 따라 재시험의향이 없거나 미응답 해외 거래처들도 있었으나, 약 20여개 거래처와 지속적으로 관계를 유지하고 있음

(2) 해외시험 결과공유 (2019년-2021년)

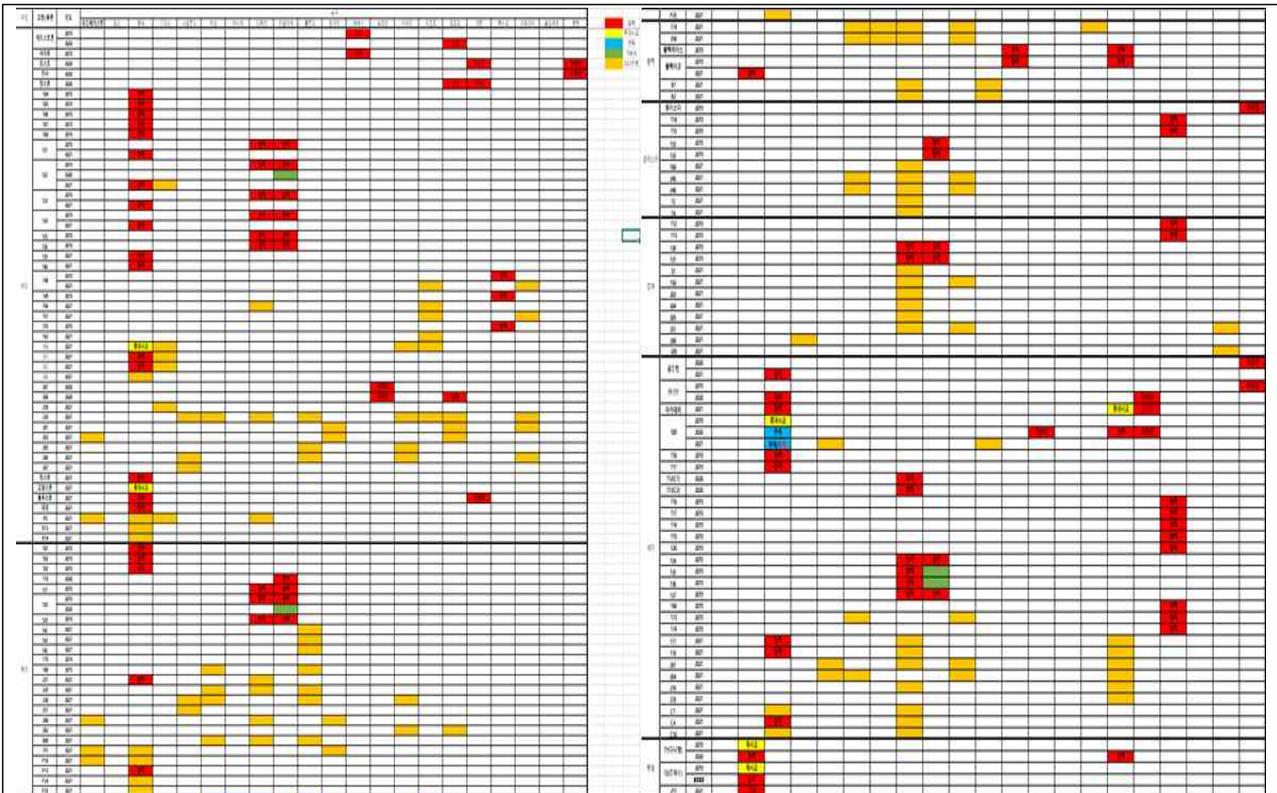


그림 3. 해외시교 배포현황(2019년-2021년)

- (가) 2019년 5개 국가 6개 거래처 시험재배 진행 / 5개사 결과 공유
- (나) 2020년 5개 국가 13개 거래처 시험재배 진행 / 13개사 결과 공유
- (다) 2021년 17개 국가 19개 거래처 시험재배 진행 / 9개사 결과 공유 및 그 외 회사 결과 대기
- (라) 해외시험 결과공유는 거래처마다의 평가방법 및 양식이 상이함
- (마) 해외출장을 통하여 시험포 F1 조합 평가를 해외거래처와 공동 진행하는 것을 과제 시작당시 협의되었으나, 2020년-2021년 COVID-19 대유행으로 불가하였음
- (바) 화상미팅, 교신을 통하여 의견 공유가 일부 이루어졌으나, 직접조가사 아닌 결과에 대한 평가가 주를 이루었음

(3) 해외시험 평가 및 상업화 (2019년-2021년)

(가)-1. 중국 상업화 현황

- ① 2019년 중국 A사 거래처 상업화 목적으로 2개조합 일부 수출
- ② 2019년 중국 B사 CHERRY TYPE DTC109에 대한 준상업화 협의
- ③ 2020년 중국 B사 CHERRY TYPE DTC109 상업화 및 일부 수출
- ④ 2021년 중국 B사 CHERRY TYPE DTC109 수출 확대
- ⑤ 2021년 중국 C사 PINK TYPE DTP142 준상업화용 확대시교 협의
- ⑥ 2021년 중국 D사 RED TYPE DTR184 재시교 협의

(가)-2. 중국 우수평가 조합

구분	품종명	회사	성	과형	착색력	수확	작형	품질	
필드	147	AA	일반	단	일반	대중	대중	안정적	불가
		BA	일반	단	일반	대중	대중	안정적	불가
		CA	일반	단	일반	대중	대중	안정적	불가
		AA	보통	일반	중등	중급	안정적	안정적	불가
		BA	일반	일반	중등	중급	안정적	안정적	불가
		CA	일반	일반	중등	중급	안정적	안정적	불가
	179	DA	일반	일반(중)	중등	중급	안정적	안정적	불가
		EA	일반	일반(중)	중등	중급	안정적	안정적	불가
		FA	일반	일반(중)	중등	중급	안정적	안정적	불가
		AA	일반	중등	중등	고형 정도 높	안정적	안정적	대시원
		DA	일반	중등	중등	고형 정도 높	안정적	안정적	불가
		EA	일반	중등	중등	고형 정도 높	안정적	안정적	불가
608	FA	일반	중등	중등	중급	안정적	안정적	불가	
	AA	일반(대)	단	일반	대중	대중	안정적	불가	
	BA	일반	단	일반	대중	대중	안정적	불가	
	CA	일반(대)	단	일반	대중	대중	안정적	불가	
	DA	중등	중등	중급	안정적	안정적	안정적	대시원	
	EA	중등	중등	중급	안정적	안정적	안정적	대시원	
대수	177	FA	일반	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	불가
		CA	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원	
		DA	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원	
	178	AA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원
		BA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원
		CA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원
111	AA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원	
	BA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원	
	CA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원	
109	AA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원	
	BA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원	
	CA	중등	일반(중)	중급	중급	안정적	안정적	대시원	
필드	184	AA	일반	중등	중급	중급	안정적	안정적	대시원
		BA	일반	중등	중급	중급	안정적	안정적	대시원
		CA	일반	중등	중급	중급	안정적	안정적	대시원

그림 4. 해외시험 결과 공유 일부 발췌

① 3년(2019년-2021년) 재배시험 결과 중 준상업화/상업화로 선발된 F1 조합은 다음과 같음

② 상기 3가지 F1조합에 대한 평가는 아래와 같으며 일부 상업화 및 준상업화 예정

품종	거래처	평가
DTC109	B사	<ul style="list-style-type: none"> 초세가 안정적이거나 가을/겨울 작형 재배시 약함 맛이 좋으며, 내병성이 강함. 봄 작형 재배시 큰 단점이 없어 판매에 용이함.
DTR184	D사	<ul style="list-style-type: none"> 초세가 강하고 착과성이 좋으며 맛이 좋음. 내병성이 강하고 과 균일도가 안정적임.
DTP142	C사	<ul style="list-style-type: none"> 초세가 비교적 강하고, 내병성 이감함. 핑크 편원형 중대과로, 과중은 240-260g이며, 착색이 좋음. 어깨색이 없고 과형 균일도가 높으며, 경도 또한 좋음. 화방이 일치하고, 착과성이 좋으며 종합적으로 표현형이 좋음.

(나)-1. 스페인 상업화 현황

- ① 2019년-2020년 스페인 E사 선발 시고 F1시고 조합 없음
- ② 2021년 스페인 E사 TRUSS TYPE DTT248 준상업화 및 확대시고 협의

Variety	Type	Plant Habit	Weight(g)	Shape	Shoulder	Brix	Resistance
DTC109	Cherry®	Indeterminate	18-23	Oblong	Light green	8~10	Ty, Tm, Ph, Bw
DTR184	Red	Indeterminate	220~250	Round	Light green	4~5	Ty, Tm, F1.2, V, Sm
DTP142	Pink	Indeterminate	220-250	Deep oblate	Dark Green	5~7	Ty, Tm, F1.2, V, Mi, Fr, Cf, Sm



그림 5. DTC109/DTR184,DTC142

(나)-2. 중국 우수평가 조합

① 3년(2019년-2021년) 재배시험 결과 중 준상업화/상업화로 선발된 F1 조합은

Variety	Type	Plant Habit	Weight(g)	Shape	Shoulder	Brix	Resistance
DTT248	Truss	Indeterminate	40-60	Round	Uniform	5~7	Ty, Sw, Tm, F1.2, V, Mi, Sm

Hi Park,

I hope you are very fine. I'm pleased to send you our trial report 2021 for only the selected varieties. Please read all my remarks and samples needs and send me back your comments. It's very important to establish the next step in our trials program.

If you have new varieties to recommend me for trialing please send me a brief description and picture if possible and I will back to you with my impressions.

Due to the many new restriction for importing seeds in Europe, please don't send any seed before receiving the confirmation from our importing department.

Looking forward to your reply,

Best regards,

Claudio.

TYPE	SPECIE	VAREXP	VARCOM	date	ACTUAL phase	PREVIOUS phase	RESISTENT	TRIAL REPORT	Comments supplier
INDETcan	TOMATO FRESH	DTT20-506	T4	2109	2	1	?	2109: it's not saladete type as expected, it's really a nice cluster type. However plant vigor could be too low and we don't know the resistances. If so we would like to try in further phase 2 trials and we need 10 g sample seeds. Before that I need to know: - is it commercial for you or still in development? - if so what is your plan for this variety? - which are the resistances (in detail)?	

그림 7. 중국 준상업화/상업화 선발 조합(DTT248, DTT20-506) 다음과 같음

② 상기 1가지 F1조합에 대한 평가는 아래와 같으며 준상업화 예정됨.

(다)-1. 모로코 상업화 현황

① 2020년 모로코 F사 CHERRY TYPE DTC166 확대시교 협의

② 2021년 모로코 F사 CHERRY TYPE DTC166 상업화 이전 전시포 평가 진행중

(다)-2. 모로코 우수평가 조합

① 2년(2020년-2021년) 재배시험 결과 중 준상업화/상업화로 선발된 F1 조합은

다음과 같음

Variety	Type	Plant Habit	Weight(g)	Shape	Shoulder	Brix	Resistance
DTC166	Cherry®	Indeterminate	20-25	Oblong	Light green	8~10	Ty, Tm, F1.2, V, Ph

② 상기 1가지 F1조합에 대한 평가는 아래와 같으며 2021년 결과에 따라 상업화/독점계약 예정됨.

(라)-1. 폴란드 상업화 현황

- ① 2021년 폴란드 G사 RED TYPE DTR286외 타입별 6조합 상업화 협의
- ② 2021년 폴란드 G사 폴란드 독점판매 MOU 체결

(라)-2. 모로코 우수평가 조합

- ① 2021년 재배시험 결과 중 준상업화/상업화로 선발된 F1 조합은 다음과 같음

Variety	Type	Plant Habit	Weight(g)	Shape	Shoulder	Brix	Resistance
DTR286	Red	Indeterminate	220-250	Round	Uniform	4~5	Ty, Tsw, Tm, F1.2, V, Cf, Sm
DTP230	Pink	Indeterminate	220~250	Deep oblate	Light green	4~6	Ty, Tm, F1.2, V, Mi, Cf, Sm
DTP142	Pink	Indeterminate	220-250	Deep oblate	Dark Green	5~7	Ty, Tm, F1.2, V, Mi, Fr, Cf, Sm
DTT246	Truss	Indeterminate	120~150	Round	Uniform	4~5	Ty, Tm, F1.2, V, Sm
DTC261	Cherry®	Indeterminate	15~20	Oval	Light green	9~11	Ty, Sw, Tm, F1.2, V, Ph
DTB174	Brown	Indeterminate	80-110	Round	Dark Green	5~7	Ty, Tm, F1.2, V, Mi, Fr
K1	Rootstock		Rootstock				Tm, F1.2, V, Mi, Fr, Ph, Bw



그림 10. 폴란드 G사 작황결과

Memorandum of Understanding

Between Dana Co., Ltd. and

This Memorandum of Understanding(MOU) is entered for the purpose of specifying partnership between DANA CO., LTD. 4th floor, 3-21 Heungdeok 4-ro 15beon-gil, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea, and T (represented by)

We, DANA CO., LTD., do herewith declare that we grant company T the exclusive right to sell and distribute the products of Dana co., Ltd. in the Republic of Poland.

This authorization will be valid for all products of DANA CO., LTD. within Republic of Poland for a period of ten years, from 19 November 2021 until 18 November 2031.

DANA CO., LTD. agree that we also grant T exclusive rights for particular variety mutually agreed, valid within whole European Community countries for a period of three years, from 19 November 2021 until 18 November 2024.

T has the right to register the products of DANA CO., LTD. and to represent the breeder of DANA CO., LTD. towards COWGRU in all matters. It is also allowed for T to use the logo of DANA CO., LTD. for the promotion of products in Poland and Europe

T has obligations and responsibilities to inform DANA CO., LTD. of three years sales plan with a guaranteed minimum annual order quantity for F1 production and preparation of their parents. DANA CO., LTD. will do its utmost to supply the quantities of the varieties ordered by T. However, DANA CO., LTD. is not responsible for any unforeseen difficulty with respect to fulfillment of orders e.g. seed production failure.

This MOU shall become effective on behalf of the parties by the signature of the undersigned

Yongdong Chung 19-Nov-2021
 DANA CO., LTD. Date
 22-Nov-2021 Date

그림 11. MOU 계약서

- ② 상기 7가지 F1조합에 대한 평가는 아래와 같으며 MOU이후 협의내용에 따라 폴란드 독점판매 예정함

품종	거래처	평가
DTR286	G사	Looks very promising, fruit size 250g brix 5,0 excellent shelf life and product presentation
DTP143		Size 200g, Brix 6,3, Short plant, Excellent taste with Quality and Good shelf life
DTP230		Best opinion, fruit size 290g, brix 4,9, excellent color, shape, size, presentation and shelf live. Good taste
DTT246		Size 150-200g, Brix 4,5, Excellent fruit shape and Productivity, Very good shelf life
DTC261		Cherry on vine – very nice, Can be commercial on Polish market
DTB174		DTB 174 with fruit size 150gbrix 5,7 excellent shelf live productivity and nice taste
K1		comparable with most of hybrids proposed on market. It can be commercial in Poland

(마) 기타 국가 현황

- ① 멕시코 CHERRY TYPE, SALADETTE TYPE, ROOTSTOCK 확대시교 진행 협의
- ② 그 외 시교진행 국가 결과 대기중

5. 마케팅 활동

가. 해외활동

- (1) 2019년 신규 거래처 발굴 위한 국제총회 APSA 및 해외 종자박람회 참석
 - (가) 2019년 APSA참석시 23개 거래처 미팅 8개 신규 거래처 해외 시험재배 협의
 - (나) 중국 무안 교역회 / 중국 광저우 교역회 참가 및 신규 중국 거래처 3개소 시험재배 협의
- (2) 2019년 해외 거래처와의 우수 F1조합 선발을 위한 해외 현지 작황조사 실시
- (3) 2020년-2021년 COVID-19 대유행으로 인한 해외활동 불가
- (4) 2020년-2021년 KOTRA ‘사업파트너 연결지원 사업’ 적극 활용



그림 13. 상-APSA / 하-중국교역회



그림 14. 중국/일본/스페인/멕시코

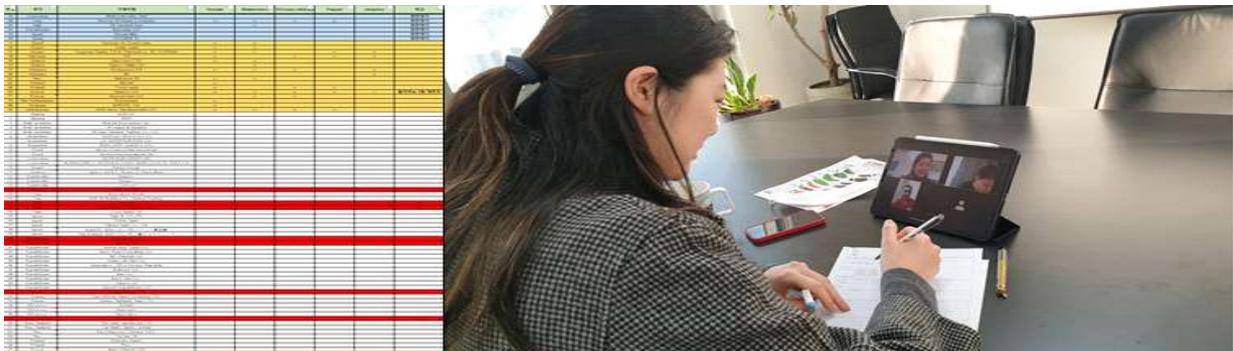


그림 15. KOTRA 접촉거래처/화상미팅

나. 국내활동

(1) 2019년 해외바이어 초청 및 토마토 F1 신조합 공동선발/평가

- (가) 해외바이어 4개사 초청 및 토마토 품종, F1 조합 선발 및 평가 실시.
- (나) 첫 해외바이어 초청 행사였던 만큼, 해외 바이어를 통한 객관적인 시장정보 파악과 F1 신조합, 품종의 평가를 통한 토마토 개발 가능성 타진 주력



그림 16. 해외바이어 초청

(2) 2020년 F1 선발 조합 S1(빅블), C1, C4, P10 시험재배 및 계약재배 진행

(3) 2020년-2021년 신품종 ‘빅블’ 토마토 홍보 / 재배농가 평가 및 확보 주력

- (가) SALADETTE TYPE은 국내 토마토시장에 잘 알려져있지 않음
- (나) 국내 SALADETTE TYPE 개발을 위한 홍보/재배에 집중하였음
- (다) 해외 개발을 위한 RED TYPE, PINK TYPE, CHERRY TYPE을 선발하였기에, 국내 농가들을 만족하는 결과는 얻지 못하였음
- (라) 2020년-2021년 일부 매출이 이루어졌으나, 과 크기, 과형 균일도 등 개선하여야 할 사항에 대한 피드백을 받는 것에 만족하였음

(4) 2020년-2021년 해외바이어 초청이 불가하여 프로젝트 기관과 협력한 온라인 Field Day 진행



농가	연락처	지역	주소	지급 품번	승인 여부	상태	전달일부	정식 및 정식 예정일	목표량
충주		충주		충자 시고	진행중	충자전달 11/6	2021/2/5	타당육묘장	
충주		충주		충자 시고	농가 확인요	충자전달 11/6	2021/2/5	타당육묘장	
강원		강원도 불문면 삼동리리 1233	요동		진행중			2.9%	
강원		강원도 불문면 삼동리리 1233	요동		진행중			2.1%	
익산		익산 읍민면	충자 시고	진행중	충자전달 11/5	2021/2/28	유관육묘장		
익산		익산 읍민면	충자 시고	4월가확인	충자전달 11/5	2021/2/28	유관육묘장		
충천		충천시 신동 1180-2	요동	시고	육묘 확인	충천별 저장전달	2021/2/9	포만 육묘장	
충천		충천시 신동 1180-2	요동	시고	5월가확인	5월중별 저장전달	2021/7/1	포만 육묘장	
충천		충천시 신동 1180-2	요동	시고	육묘 확인	충천별 저장전달	2021/2/15	포만 육묘장	
충천		충천시 우두동 5길 37	요동	시고	육묘 확인	충천별 저장전달	2021/2/28	포만 육묘장	
충천		충천시 우두동 5길 37	요동	시고	5월가확인	5월중별 저장전달	2021/6/10	포만 육묘장	
충천		충천시 신동 1213번지	요동	시고	육묘 확인	충천별 저장전달	2021/2/9	포만 육묘장	
충천		충천시 신동 1213번지	요동	시고	5월가확인	5월중별 저장전달	2021/7/10	포만 육묘장	
부여		부여읍 농산리 425-1	충자 시고	과중 확인요	유관발송 11/18	2021/2/1			
충주		충주시 하용동 5길 17	충자 시고	진행중	충자전달 11/6	2021/2/27	타당육묘장		
충주		충주시 하용동 5길 17	충자 시고	과중 확인요	충자전달 11/6	2021/2/27	타당육묘장		
충천		충천시 사농동 695번지	요동	시고	4월가확인	4월가확인	2021/6/1		
충주		충주	충자 시고	진행중	충자전달 11/6	2021/2/10	타당육묘장		
충주		충주	충자 시고	농가 확인요	충자전달 11/6	2021/2/10	타당육묘장		
진천		익산	충자 시고	농가 확인요	충자전달 11/6	4월중식			
진천		익산	충자 시고	농가 확인요	충자전달 11/6	4월중식			
충천		충천시 신동 1180-2	요동	시고	육묘 확인	충천별 저장전달	2021/2/15	포만 육묘장	



그림 17 국내 토마토 신품종 홍보 및 시험재배



그림 18. 다나 필드데이/영상제작

다. 기타활동

(1) 해외상보 제작

- (가) 2019년 GSP 개발품종 및 F1 신조합을 중심으로한 초판 제작
- (나) 2020년 F1 신조합 및 일부 해외 시험재배를 바탕으로한 개정판 제작
- (다) 2021년 3년간의 해외 시험재배 결과 및 F1 신조합을 바탕으로 최종 개정



그림 19. 2019년 초판 / 2020년 개정판 / 2021년 최종 개정판

(2) 해외시장 정보조사

(가) 2019년-2021년 3년간의 해외 거래처 정보공유를 통한 멕시코, 스페인 시장정보는 아래와 같음.

(나) 해외시장 정보는 해외 현지 거래처의 정보와 현지 작황조사시 시장 정보를 종합하여 주관적인 관점에서 수집되었으므로 다소 부정확할 수 있음.

- **해외 토마토시장 정보 (멕시코)**
- 주재배지역(SINALOA) / 북부(BAJA, SONORA) / 중부(JALISCO, MICHOACAN, QUERETARO, SAN LUIS POTOSI) / 남부(CHIAPAS) / Year-round Cultivation / Open Field(30,000Ha) > Shade Mesh, Green House (14,000Ha) Tunnel(1,000Ha)
- 2021년 기준 약 45,000Ha 재배예상 / 중부(QUERETARO, COAHUILA, NUEVO, LEON, PUEBLA) 재배면적 상승
- **메인 시장은 미국 수출용 Roma(Saladette) Type / 그 외 일부 Beef / Cherry / Round-mini**



멕시코 토마토 주재배지역

*미국수출시기

- Baja California - 5월 ~ 12월 (캘리포니아 오탁이 출고)
- Sinaloa - 12월 말 ~ 5월 2월 (애리조나 노갈레스 출고)
- Central state - 6월~8월 (텍사스 국경 출고)

*개발중점사항

- Roma type - 100g~120g, Uniformity, Strong vigor, Firmness
- In all cases you have to follow two main rules to be success:
Good taste (forget the old fashion of LSL)
TYLCV and TSWV resistance.

그림 20 멕시코 토마토 시장 정보

• **해외 토마토시장 정보 (스페인)**

- 북부(P.VASCO / NAVARA / LA RIOJA)-중부(MADRID / CASTIA-LA-MANCHA)-남부(EXTRAMADURA / ANDALUCIA / MURCIA) / Year-round Cultivation
- 2021년 기준 약 30,000Ha~32,000Ha 재배예상 / 남부 70%(주요재배지역) - 북부 20% - 중부 10%
- 메인 시장은 국내 내수 및 수출용 Processing Beef Type / 유럽 수출용 Cluster(Truss) Type (당사 타겟)



스페인 토마토 주요재배지역

***개발중점사항**

- Roundish fruit WITHOUT green shoulders for above 320 g (none o few ribbed fruits)
- Flattest fruit WITH green shoulders for above 320 g (wide grade of ribbed is allowed)
- Perfect CLUSTER of slightly flat fruits (wide range of sizes allowed)
- Elongated, more or less pear shape, with or without clusters, but big and uniform fruit, above 180g
- PINK fruit, firm and non-cracking, with or without ribs, above 320g
- KUMATO, any type with good yield and not cracking sensitive
- In all cases you have to follow two main rules to be success:
Good taste (forget the old fashion of LSL)
TYLCV and TSWV resistance..

그림 21 스페인 토마토 시장 정보

○ 사업화성과 및 매출실적 (프로젝트)

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	84 억원	
			향후 3년간 매출	50 억원	
		관련제품	개발후 현재까지	억원	
			향후 3년간 매출	억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 10 % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : 12 % 국외 : %	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			위

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(백만원)				
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년 후	5년 후
			84	30	40
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
			국내	10	12
국외					
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년 후	5년 후
	수입대체(내수)		84	30	40
	수 출		4	5	7

제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1 절 목표달성도

가. 정량적 목표달성도

성과지표구분		단위	최종			1차년도			2차년도			3차년도			4차년도			5차년도			
			실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	
제품경력	논문 SCI	건	3	5	60	0	1	0	1	1	100	1	1	100	1	1	100	0	1	0	
	논문 비SCI		2						1			1									
	품종 지역 적응성 검정																				
	유전자원수집		59	50	118	12	10	120	12	10	120	12	10	120	13	10	130	10	10	100	
	계통선발		203	150	135	53	30	176	54	30	180	32	30	106	34	30	113	30	30	106	
	저장성검증																				
	마커분석																				
	분자마커서비스																				
	RT-PCR 바이러스 검정																				
권리 확보	품종출원	건	8	9	88	2	1	200	1	2	50	1	1	100	2	3	66	2	2	100	
	품종등록		7	8	87	1	1	100	3	2	66	2	1	200	2	2	100	0	2	0	
	특허출원		2	3	66	1	1	100				0	1	0	1	1	100				
	특허등록		1	3	33				0	1	0	1	1	100	0	1	0	0	1	0	
생산역량강화	종자생산수량	kg																			
	국내외 생산기지 구축	개소																			
	인력양성	건	4			1			1				1			1					
	중간모본육성		25	25	100	5	5	100	5	5	100	5	5	100	5	5	100	5	5	100	
	종자발아력 검정																				
	기술이전																				
	생산량검정																				
종구보급	만구																				

	무병묘품종수 (원원종)	건																			
유경력강화	품종생산 판매신고	건	12	5	240	2	1	200	2	1	200	3	1	300	3	1	300	2	1	200	
	유통채널구축																				
	MOU체결																				
홍보역량강화	국내외 전시포/시범 포 개설	개소	28	26	107	4	4	100	4	4	100	8	6	133	6	6	100	6	6	100	
	국내외 전시포/시범포 운영	건	52	32	162	8	4	200	8	4	200	13	10	130	13	8	162	10	8	125	
	홍보물 제작		15			3			3			3			3			3			
	품종평가회/ 설명회 개최		32	22	145	7	2	350	7	4	175	8	4	200	6	6	100	4	4	100	
목표 고객	판매국가	건	22			3			3			5			6			5			
	판매국가(누적)																				
	해외 판매		23			3			4			6			5			5			
	국내판매업체																				
	국내판매업체 (누적)																				
	판매업체																				
	판매업체(누적)		34	23	147	5	2	250	6	4	150	7	4	175	8	7	114	8	6	133	
	품종인지도		점수																		
	무병묘보급율		%																		
매출 및 수출	국내매출액	백만 원	840 3	120 00	70	783	600	130	112 0	140 0	80	202 4	230 0	88	211 1	320 0	66	236 5	450 0	53	
	종자수출액	만불	35	115	30	2.7	3	90	8.7	8	108	13. 1	14	93	6.7	30	22	3.5	60	6	

나. 정성적 목표달성도

<제1세부>

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2017)	재배안정성, 복합내병성 토마토 품종육성	신규 유전자원 수집 평가	120	- 내병계 및 저장성이 우수한 토마토 유전자원 12점을 수집 하여 특성 검정하였음 - 분리육성 및 재육성 소재로 이용
		우량 양친 계통육성	100	- 중대과종 F6 이상 세대 모계

				17계통, 부계 13계통을 육성 선발함 - 소과종 F6 이상 모계 13계통, 부계 10계통을 육성 선발함
		복합내병성 검정 및 선발	100	- 토마토황화바이러스(Ty1.3, Ty2, Ty4, Ty5), 반점시들음 바이러스(Sw5), 토마토모자이크 바이러스(Tm2a), 선충(Mi1), 시들음병(I2, I3), 반신위조병(V), 근부위조병(Fr), 갈색근부병(Py1), 잎곰팡이병(Cf9), 역병(Ph3), 청고병(Bw) 등 내병성을 분자마커로 검정하여 선발함
		신소재 육성 backcross	100	- Recombination 5집단을 만들어 BC1F1, BC2F1 종자를 받음 - 인자집적 backcross를 계속해서 진행해 나갈 예정임
		조합작성 및 선발시험	100	- Pink대과 15조합, Red 대과 13 조합, Truss, Cherry 조합 15조합을 작성 교배하여 F1 hybrid 조합능력을 검정하고 선발함
		농가실증시험 및 품종등록	200	- 선발조합들에 대한 농가실증시험을 거쳐 최종선발하고, 품종 보호출원 2품종, 품종생산판매 신고 2품종을 함
2차 년도 (2018)	재배안정성, 복합내병성 토마토 품종육성	신규 유전자원 수집 평가	120	- 저장성계 1점, TSWV내병성 2점, Processing 1점, saladette2점, Bacterial spot-T 1점, Ty2 내병 1점, Truss type 1점, cooking용 1점, purple color 1점, Fusarium race 3 내병1점을 수집하여 평가하고 육종소재로 활용
		우량 양친 계통육성	180	- 중대과종 F6세대 이상 모계 17계통, 부계 13계통을 육성 선발함 - 소과종 F6세대 이상 모계 13 계통, 부계 11계통을 육성 선발함
		복합내병성 검정 및 선발	100	- 황화바이러스(Ty1.3, Ty2, Ty4, Ty5), 반점시들음바이러스(Sw5), 토마토모자이크바이러스(Tm2a), 선충(Mi1), 시들음병(I2, I3), 반신위조병(V), 근부위조병(Fr), 갈색근부병(Py1), 잎곰팡이병(Cf9), 역병(Ph3),

				청고병(Bw) 등을 분자마커로 7,968점을 검정하여 선발함
		신소재 육성 backcross	100	- 인자집적 backcross 5집단에 대한 BC2F1, BC3F1 까지 진행함
		조합작성 및 선발시험	100	- Pink대과 18조합, Red 대과 12 조합, Cherry 조합 15조합을 작성 교배하여 F1 hybrid들의 조합능력 검정시험을 함 - Pink대과 3 hybrid, Red대과 2 hybrid, Cherry 3 hybrid를 선발함
		농가실증시험 및 품종등록	100	- 농가실증시험을 거쳐 최종선발하고, 품종보호출원 1품종, 품종보호등록 3품종, 품종생산판매신고 2품종을 함
3차 년도 (2019)	재배안정성, 복합내병성 토마토 품종육성	신규 유전자원 수집 평가	120	- Pink 중대과종 고당도계 2점, TSWV, Fusarium race3, Phytophthora, Stemphylium, Bacterial wilt 내병성 10점을 수집하여 평가하고 육종소재로 활용
		우량 양친 계통육성	106	- 중대과종 F6세대 이상 inbred line 17계통을 육성함 - 소과종 F6세대 이상 inbred line 15계통을 육성함
		복합내병성 검정 및 선발	100	- 황화바이러스(Ty1.3, Ty2, Ty4, Ty5), 반점시들음바이러스(Sw5), 토마토모자이크바이러스(Tm2a), 선충(Mi1), 시들음병(I2, I3), 반신위조병(V),근부위조병(Fr), 갈색근부병(Py1), 잎곰팡이병(Cf9), 역병(Ph3), 청고병(Bw), 점무늬병(Sm) 등을 분자마커로 12,680점을 검정하여 선발함
		조합작성 및 선발시험	100	- Pink대과 15조합, Red 대과 13 조합, Cherry 조합 13조합, Truss type 3조합을 작성 교배하여 F1 hybrid들의 조합능력 검정시험을 함 - Pink대과 2 hybrid, Red대과 2 hybrid, Cherry 2 hybrid, Truss 1 hybrid를 선발함
		농가실증시험 및 품종등록	100	- 농가실증시험을 거쳐 최종선발하고, 품종보호출원 1품종, 품종보호등록 2품종, 품종생산판

				매신고 3품종을 함
4차 년도 (2020)	재배안정성, 복합내병성 토마토 품종육성	신규 유전자원 수집 평가	130	- Sour & flat type Pink 4점, TY+SW 4점, Saladette type 5점 등 총 13점의 신규유전자 원을 수집하여 평가하고 육종 소재로 활용
		우량 양친 계통육성	113	- 중대과종 F6세대 이상 inbred line 18계통을 육성함 - 소과종 F6세대 이상 inbred line 16계통을 육성함
		복합내병성 검정 및 선발	100	- 황화바이러스(Ty1.3, Ty2, Ty4, Ty5), 반점시들음바이러스 (Sw5), 토마토모자이크바이러스 (Tm2a), 선충(Mi1), 시들음병(I2, I3), 반신위조병(V),근부위조병 (Fr), 갈색근부병(Py1), 잎곰팡이병(Cf9), 역병(Ph3), 청고병(Bw), 점무늬병(Sm) 등 20개 분자마커로 567개체 11,340점을 검정하여 선발함
		조합작성 및 선발시험	100	- Pink대과 12조합, Red 대과 10 조합, Cherry 조합 10조합, Saladette 토마토 조합을 작성 교배하여 F1 hybrid들의 조합능력 검정시험을 함 - Pink대과 2 hybrid, Red대과 2 hybrid, Cherry 2 hybrid, Saladette 1 hybrid, Black 1 hybrid를 선발함
		농가실증시험 및 품종등록	100	- 농가실증시험을 거쳐 최종선발 하고, 품종보호출원 2품종, 품 종보호등록 2품종, 품종생산판 매신고 3품종을 함
5차 년도 (2021)	재배안정성, 복합내병성 토마토 품종육성	신규 유전자원 수집 평가	100	- TSWV 내병계 4점, 230g> 극대 과 2점, Bacterial wilt 내병계 2점, White color 1점 등 총 10 점의 신규유전자원을 수집하여 평가하고 육종소재로 활용
		우량 양친 계통육성	100	- 중대과종 F6세대 이상 inbred line 15계통을 육성함 - 소과종 F6세대 이상 inbred line 15계통을 육성함
		복합내병성 검정 및 선발	100	- 황화바이러스(Ty1.3, Ty2, Ty4, Ty5), 반점시들음바이러스 (Sw5), 토마토모자이크바이러스

				(Tm2a), 선충(Mi1), 시들음병(I2, I3), 반신위조병(V), 근부위조병(Fr), 갈색근부병(Py1), 잎곰팡이병(Cf9), 역병(Ph3), 청고병(Bw), 점무늬병(Sm) 등 20개 분자마커로 396개체 7,920점을 검정하여 선발함
		조합작성 및 선발시험	100	- Pink대과 15조합, Red 대과 12 조합, Cherry 112조합, Saladette & Black 7 조합을 작성 교배하여 F1 hybrid들의 조합능력 검정시험을 함 - Pink대과 2 hybrid, Red대과 2 hybrid, Cherry 2 hybrid, Saladette, Balack 2 hybrid를 선발 함
		농가실증시험 및 품종등록	100	- 농가실증시험을 거쳐 최종선발 하고, 품종보호출원 2품종, 품종생산판매신고 2품종을 함

<제2세부>

구분 (연도)	세부프로젝트 명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2017)	토마토 전시포 운영 및 종자 보급	전시포/시험포 개설 및 운영 4건	100	- 전시포개설 4건 (경기 수원, 강원 인제, 충남 부여, 부산 대저)
		품종평가회/설명회 개최 2회	200	- 품종평가회/설명회 개최 4건(수원, 강원 춘천, 강원 철원, 강원 영월)
		국내매출액 200백만원	140	- 국내매출액 280백만
2차 년도 (2018)	토마토 전시포 운영 및 종자 보급	전시포/시험포 개설 및 운영 4건	100	- 전시포개설 4건 (경기 수원, 강원 인제, 충남 부여, 부산 대저)
		품종평가회/설명회 개최 2회	200	- 품종평가회/설명회 개최 4건(경기 수원, 충남 부여, 강원 철원, 강원 횡성)
		국내매출액 500백만원	140	- 국내매출액 698백만
3차 년도 (2019)	토마토 전시포 운영 및 종자 보급	전시포/시험포 개설 및 운영 4건	100	- 전시포개설 4건(경기 수원, 충남 논산, 부산 대저, 경기 강화)
		품종평가회/설명회 개최 2회	200	- 품종평가회/설명회 개최 4건 (수원, 충남 논산, 부산 대저, 경기 강화)
		국내매출액 1,000백만원	116	- 국내매출액 1,161백만
4차 년도	토마토 전시포 운영 및 종자	전시포/시험포 개설 및 운영 4건	100	- 전시포개설 4건 (경기 수원, 충남 논산, 부산 대저, 전북 김제)

(2020)	보급	품종평가회/설명회 개최 2회	100	- 품종평가회/설명회 개최 2건 (수원, 경북 경주)
		국내매출액 1,500백만원	100	- 국내매출액 1,512백만
5차 년도 (2021)	토마토 전시포 운영 및 종자 보급	전시포/시험포 개설 및 운영 4건	100	- 전시포개설 4건(경기 아산, 충남 부여, 부산 대저, 전북 김제)
		품종평가회/설명회 개최 2회	100	- 품종평가회/설명회 개최 2건 (경기 안산, 강원 철원등)
		국내매출액 2,200백만원	80	- 국내매출액 1,750백만

<제3세부>

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2017)	토마토 응성불임성 활용기술 및 마커개발	ms10 ³⁵ 도입 응성불임계통 육성 (msms) 및 응성불임 개체 선발용 SNP 마커개발	100	- 응성불임계통과 엘리트계통과 교 배 F1(MSms) 및 BC1종자 육성
		응성불임 개체 선발용 SNP 마커개발	100	- ms10 ³⁵ 유전자 선발용 SNP 마커 개발 및 선발
2차 년도 (2018)	토마토 응성불임성 활용기술 및 마커개발	응성불임 토마토 계통육성	100	- 응성불임계통과 핑크 및 레드계 엘 리트계통과 교배 BC1F1종자 (MSms) 선발 및 BC3F1세대 육성 - SNP 마커이용 응성불임 개체 선발(MSms)
		MABC 선발용 384 SNP 마커 적용성 검토	100	- MABC 선발용 384 SNP 마커이 용 개체선발
3차 년도 (2019)	토마토 응성불임성 활용기술 및 마커개발	토마토 응성불임 유지친 엘리트 계통 육성	100	- 응성불임계통과 핑크 및 레드계 엘 리트계통과 교배 BC2F1 종자 (MSms) 선발 및 BC4F1, BC2F2 세대 육성 - SNP 마커이용 응성불임개체 선 발(MSms) - MABC 선발용 384 SNP 마커이 용 개체선발 - 응성불임 유지친 엘리트 계통 선발
4차 년도 (2020)	토마토 응성불임성 활용기술 및 마커개발	응성불임계통들의 안정성 검증	100	- 육성한 MS계통들의 안정성 검정 - MABC 선발용 384 SNP 마커 적용
5차 년도	토마토 응성불임성	MS, MABC 활용 토마토 품종 육성	100	- MS계통들의 안정성 확인 - MS, MABC 활용 토마토 품종

(2021)	활용기술 및 마커개발			개발
--------	----------------	--	--	----

<제4세부>

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차 년도 (2019)	토마토 해외(스페인, 멕시코 등) 전시포 운영에 의한 품종 경쟁력 평가 및 수출확대	해외 현지 시험포 4개 운영을 통한 기존 상품화 품종 및 선발 조합에 대한 현지 적응성시험 및 조합평가	100	- 스페인 외 4개국가 시험포 운영을 통한 현지 적응성 시험 및 조합평가 실시 - 스페인(Type) / 발렌시아 Red, Pink, Saladette, Truss, Cherry - 이탈리아(Type) / 쥬베니스 Red, Pink, Saladette, Truss, Cherry - 중국(Type) / 우한, 청도 Red, Pink, Cherry - 멕시코(Type) / 바히오 Saladette, Truss, Cherry
		수출용 토마토 품종 조합 선발을 위한 국내 시험포 운영	100	- 국내 시험포 운영(다나 육종연구소)을 통한 수출 적합 품종 선발 실시
		국내 해외바이어 초청 품평회 1회 실시	100	- 2019년 7월 해외바이어 4개 업체 참석을 통한 다나 육종연구소 시험포 초청 품평회 실시
		토마토 수출을 위한 해외 거래처 1개소 발굴	100	- 2020년 홍보활동을 위한 수출 대상국 현지 전시포 운영 각국 거래처와 협의 및 상품화 검토
		현지 경쟁력 평가를 통한 우수조합의 차년도 전시포 운영 및 상품화 협의	100	- 국제 종자박람회 및 총회 참석하여 해외업체 미팅을 통한 시장정보 수집 및 분석, 이를 토대로 한 해외 마케팅 전략 수립 및 강화
		시장 요구도 및 현지 피드백을 반영한 수출 전략 수립	100	- 홍보를 위한 해외용 상보 제작 - 신규 인력 확보를 통한 마케팅 활동 극대화
4차 년도 (2020)	토마토 해외(스페인, 멕시코 등) 전시포 운영에 의한 품종 경쟁력 평가 및	해외 시험포 운영을 통한 품종 경쟁력 평가	100	- 스페인 외 4개국가 시험포 운영을 통한 현지 적응성 시험 및 조합평가 실시 - 스페인(발렌시아)/이탈리아(시칠리아) Red, Pink, Saladette, Trus

	수출확대			<ul style="list-style-type: none"> s, Cherry - 중국(산둥, 요령, 운남)/일본 Red, Pink, Cherry - 멕시코(바히오) Saladette, Truss, Cherry - 7월 온라인 필드데이 이후, 신조합 위주 조합공시를 위한 거래처 교신 진행 및 시교 발송
		국내 시험포 운영을 통한 해외바이어 초청 및 평가	50	- 7월 국내 연구소내 시험포 운영을 통한 자체 온라인 필드데이 실시 및 자료 거래처 공유
		국제 총회 및 박람회 참석	100	- COVID-19 전 세계 대유행으로 불가온라인 화상회의로 거래처 회의 진행(약 10여개 거래처 교신)
5차 년도 (2021)	토마토 해외(스페인, 멕시코 등) 전시포 운영에 의한 품종 경쟁력 평가 및 수출확대	국내외 시험포 운영을 통한 품종 경쟁력 평가	100	<ul style="list-style-type: none"> - 중국, 폴란드 외 15개국 19개 해외 거래처 현지 적응성 시험 및 조합평가 실시 - 중국 3개사, 스페인 1개사, 모로코 1개사, 폴란드 1개사, 멕시코 1개사 등 평가 공유 및 피드백 제공 - 폴란드 1개사 MOU 체결 진행(12월) - 중국, 폴란드, 모로코, 스페인 준상업화/상업화 확대 협의 진행
		온라인 필드데이 진행	100	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 시험포 운영(다나 육종연구소)을 통한 수출 적합 품종 실시 - COVID-19로 인하여 해외바이어 초청 불가로 프로젝트 기관과 협업한 온라인 필드데이 진행 - 선발 F1종자에 대한 해외거래처 시교발송 및 시교발송 협의
		온라인 국제 종자박람회 참가 및 거래처 발굴	100	<ul style="list-style-type: none"> - COVID-19로 인한 국제총회 참가 불가 - KOTRA 통한 해외 신규거래처 발굴 진행(약 60개 거래처 교신) - 당년 17개 국가 19개 거래처 시교사업 진행(신규 거래처 12개소)

제 2 절 관련분야 기여도

(제1세부)

토마토 신품종 육종 개발로 국내 토마토 품종의 다양화로 종자시장의 안정화와 국가경쟁력을 제고시켰으며, 분자육종(molecular breeding)과 필드육종(field breeding)의 융합연구로 토마토 육종기술이 한 단계 up-grade 되어 세계와 경쟁할 수 있는 기반을 다졌다고 할 수 있다. 향후 계속해서 새로운 토마토 품종을 육성할 수 있는 역량과 국내육성 토마토 품종에 대한 신뢰도가 향상되었다.

내병성 마커를 활용한 MAS 선발로 육종연한을 매우 단축시켰으며, 개발된 토마토 신품종들은 고품질, 복합내병성(TYLCV, TSWV, ToMV, 선충, 시들음병, 역병, 잎곰팡이병, 청고병, 점무늬병 등)이 갖추어진 품종으로 작형별 재배안정성을 높혔다고 할 수 있다.

(제2세부)

국내 토마토 전시포 설치 운영으로 전국의 재배단지에서 우리 품종들의 작형별 지역별로 재배특성발현 안정성을 점검하였으며, 대농민 홍보, 컨설팅으로 토마토 종자 보급확대로 매출상승에 기여했다.

(제3세부)

토마토 응성불임성(male sterility) 마커를 개발함으로써 MS계통 육성에 효율성을 높였으며, F₁ 종자 채종 비용을 절감하는데 기여함.

(제4세부)

해외 시험포 및 전시포 운영으로 중국, 중동, 유럽, 아프리카, 중남미 등의 토마토 종자시장 현황을 파악하였으며, 각 지역별로 품종특성 요구도와 시장상황을 조사하고, 육성한 신품종들을 현지 시험재배하여 수출할 수 있는 기반을 닦았다.

제 4 장 연구결과의 활용 계획

가. 연구성과 활용계획

- 육성 개발된 토마토 신품종들은 시장요구도에 따라 특성별, 작형별, 지역별로 국내외 시장에 확대보급 판매해 갈 계획임
- 개발된 토마토 MS/MABC 분자마커로 다양한 응성불임성 계통육성에 활용
- 국내외 시험포, 전시포 설치 운영을 바탕으로 품종 홍보, 마케팅 활동을 진행하며, 재배농민 컨설팅, 거래처 확대를 계속해나갈 예정임.

구분	품종명	주요특성	재배형, 용도	비고
핑크대과	슈퍼스타	210-240g, pink color, 착과균일, 열과강, 복합내병성	고온기용	국내, 해외
핑크대과	대청TY	220-250g, 어깨색진, 당도 brix 5-7, TYLCV, 근부위조병(Fr) 내병성	저온기용	국내
핑크대과	맘모스TY	230-260g, 극대과, 초세강, 수량성이 높고, 복합내병성	반축성작형	국내
레드대과	찰스톤TY	210-240g, red color, 과 매우 균일, 단단, TYLCV 내병성	고냉지	국내, 해외
레드대과	점보007	220-250g, 초세강, 열과강, 복합내병성	양액재배	국내, 해외
레드중과	쿠킹	100-130g, red color, 타원형, TYLCV, BW(청고병) 내병성	요리용, 가공용	국내, 해외
송이형	클러스트	50-80g, 한화방에 6-7과 착과, red color, 복합내병성	송이형	국내, 해외
방울 토마토	TY777	타원형, 22-27g, 선홍색, 수량성이 높고, TY내병성	고온기용	국내
방울 토마토	TS웰빙	20-25g, 선홍색, 타원형, 초세강, TYLCV, TSWV 내병성	연중	국내, 해외
흑토마토	TS흑찰	100-130g, 흑갈색, 당도 brix 5-7, 어깨색이 진하고, 복합내병성	연중	국내, 해외

나. 파급효과

- 재배안정성 복합내병성이 우수한 토마토 신품종을 육성 보급함으로써 농가소득증대 및 국내 육성 품종에 대한 신뢰성을 향상시키고, 토마토 종자시장의 안정화
- 새로운 유전자 집적을 통한 신소재 육성함으로써 토마토 유전자원의 다양화
- 토마토 웅성불임성 마커개발로 MS계통 육성에 활용함으로써 F1 종자생산의 비용절감
- 분자마커(Molecular Marker)를 활용한 내병성, 과색 등의 여러 형질에 대한 유전자 검사로 육종의 효율성 향상과 시간단축
- 필드육종(field breeding)과 분자육종(molecular breeding)의 융합연구로 토마토 육종기술의 선진화

[참고문헌]

1. FAO Statistical Database of Agriculture, 2016.
2. Foolad, M.R. Genome mapping and molecular breeding of tomato. *Int. J. Plant Genom.* **2007**, 64358.
3. Kim, Y.J.; Zhang, D. Molecular control of male fertility for crop hybrid breeding. *Trends Plant Sci.* **2018**, *23*, 53-65.
4. Kaul, M.L.H. Male sterility in higher plants. In *Male Sterility in Higher Plants*, Springer: New York, NY, USA, 1988.
5. Gorman, S.W.; McCormick, S.; Rick, C. Male sterility in tomato. *Crit. Rev. Plant Sci.* **1997**, *16*, 31-53.
6. Canales, C.; Bhatt, A.M.; Scott, R.; Dickinson, H. *EXS*, a putative LRR receptor kinase, regulates male germline cell number and tapetal identity and promotes seed development in *Arabidopsis*. *Curr. Biol.* **2002**, *12*, 1718-1727.
7. Zhao, D.Z.; Wang, G.F.; Speal, B.; Ma, H. The *EXCESS MICROSPOROCTES1* gene encodes a putative leucine-rich repeat receptor protein kinase that controls somatic and reproductive cell fates in the *Arabidopsis* anther. *Genes Dev.* **2002**, *16*, 2021-2031.
8. Yang, S.L.; Xie, L.F.; Mao, H.Z.; San Puah, C.; Yang, W.C.; Jiang, L.; Ye, D. *Tapetum determinant1* is required for cell specialization in the *Arabidopsis* anther. *Plant Cell* **2003**, *15*, 2792-2804.
9. Phan, H.A.; Iacuone, S.; Li, S.F.; Parish, R.W. The MYB80 transcription factor is required for pollen development and the regulation of tapetal programmed cell death in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* **2011**, *23*, 2209-2224.
10. Sorensen, A.M.; Kröber, S.; Unte, U.S.; Huijser, P.; Dekker, K.; Saedler, H. The *Arabidopsis* *ABORTED MICROSPORES (AMS)* gene encodes a MYC class transcription factor. *Plant J.* **2003**, *33*, 413-423.
11. Zhang, W.; Sun, Y.; Timofejeva, L.; Chen, C.; Grossniklaus, U.; Ma, H. Regulation of *Arabidopsis* tapetum development and function by *DYSFUNCTIONAL TAPETUM1 (DYTD)* encoding a putative bHLH transcription factor. *Development* **2006**, *133*, 3085-3095.
12. Zhang, Z.B.; Zhu, J.; Gao, J.F.; Wang, C.; Li, H.; Li, H.; Huang, H. Transcription factor *AtMYB103* is required for anther development by regulating tapetum development, callose dissolution and exine formation in *Arabidopsis*. *Plant J.* **2007**, *52*, 528-538.
13. Zhu, J.; Chen, H.; Li, H.; Gao, J.F.; Jiang, H.; Wang, C.; Yang, Z.N. *Defective in Tapetal development and function 1* is essential for anther development and tapetal function for microspore maturation in *Arabidopsis*. *Plant J.* **2008**, *55*, 266-277.
14. Zhu, E.; You, C.; Wang, S.; Cui, J.; Niu, B.; Wang, Y.; Chang, F. The DYT 1-interacting proteins b HLH 010, b HLH 089 and b HLH 091 are redundantly required for *Arabidopsis* anther development and transcriptome. *Plant J.* **2015**, *83*, 976-990.
15. Quinet, M.; Bataille, G.; Dobrev, P.I.; Capel, C.; Gómez, P.; Capel, J.; Lozano, R. Transcriptional and hormonal regulation of petal and stamen development by STAMENLESS, the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) orthologue to the B-class *APETALA3* gene. *J. Exp. Bot.* **2014**, *65*, 2243-2256.

16. Zhang, L.; Huang, Z.; Wang, X.; Gao, J.; Guo, Y.; Du, Y.; Hu, H. Fine mapping and molecular marker development of *anthocyanin absent*, a seedling morphological marker for the selection of *male sterile 10* in tomato. *Mol. Breed* **2016**, *36*, 107.
17. Pucci, A.; Picarella, M.E.; Mazzucato, A. Phenotypic, genetic and molecular characterization of *7B-I*, a conditional male-sterile mutant in tomato. *Theor. Appl. Genet.* **2017**, *130*, 2361–2374.
18. Cao, X.; Liu, X.; Wang, X.; Yang, M.; van Giang, T.; Wang, J.; Gao, J. B-class MADS-box *TM6* is a candidate gene for tomato *male sterile-15⁶*. *Theor. Appl. Genet.* **2019**, *132*, 2125–2135.
19. Liu, X.; Yang, M.; Liu, X.; Wei, K.; Cao, X.; Wang, X.; Liu, L. A putative bHLH transcription factor is a candidate gene for *male sterile 32*, a locus affecting pollen and tapetum development in tomato. *Hort. Res.* **2019**, *6*, 88.
20. Wang, J.; Hu, Z.; Zhao, T.; Yang, Y.; Chen, T.; Yang, M.; Zhang, B. Genome-wide analysis of bHLH transcription factor and involvement in the infection by yellow leaf curl virus in tomato (*Solanum lycopersicum*). *BMC Genom.* **2015**, *16*, 39.
21. Massari, M.E.; Murre, C. Helix-loop-helix proteins: Regulators of transcription in eucaryotic organisms. *Mol. Cell. Biol.* **2000**, *20*, 429–440
22. Li, N.; Zhang, D.S.; Liu, H.S.; Yin, C.S.; Li, X.X.; Liang, W.Q.; Wen, T.Q. The rice *tapetum degeneration retardation* gene is required for tapetum degradation and anther development. *Plant Cell* **2006**, *18*, 2999–3014.
23. Toledo-Ortiz, G.; Huq, E.; Quail, P.H. The *Arabidopsis* basic/helix-loop-helix transcription factor family. *Plant Cell* **2003**, *15*, 1749–1770.
24. Jeong, H.J.; Kang, J.H.; Zhao, M.; Kwon, J.K.; Choi, H.S.; Bae, J.H.; Kang, B.C. Tomato *Male sterile 10⁶⁵* is essential for pollen development and meiosis in anthers. *J. Exp. Bot.* **2014**, *65*, 6693–6709.
25. Omidvar, V.; Mohorianu, I.; Dalmay, T.; Zheng, Y.; Fei, Z.; Pucci, A.; Fellner, M. Transcriptional regulation of male-sterility in *7B-I* male-sterile tomato mutant. *PLoS ONE* **2017**, *12*, e0170715.
26. Atanassova, B. Functional male sterility (ps-2) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and its application in breeding and hybrid seed production. *Euphytica* **1999**, *107*, 13–21.
27. Rick, C.M.; Robinson, J. Inherited defects of floral structure affecting fruitfulness in *Lycopersicon esculentum*. *Am. J. Bot.* **1951**, *38*, 639–652.
28. Du, M.; Zhou, K.; Liu, Y.; Deng, L.; Zhang, X.; Lin, L.; Li, C.B. A biotechnology-based male-sterility system for hybrid seed production in tomato. *Plant J.* **2020**, *102*, 1090–1100.
29. Kim, D.H.; Jung, Y.J.; Kim, J.H.; Kim, H.K.; Nam, K.H.; Lee, H.J.; Kim, M.K.; Nou, I.S.; Kang, K.K. Development of Male-Sterile Elite Lines using Marker-Assisted Backcrossing (MABC) in Tomato. *Hortic. Sci. Technol.* **2019**, *37*, 744–755.
30. Hospital, F. Selection in backcross programmes. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* **2005**, *360*, 1503–1511.
31. Gaj, T.; Gersbach, C.A.; Barbas, C.F., III. ZFN, TALEN, and CRISPR/Cas-based methods for genome engineering. *Trends Biotechnol.* **2013**, *31*, 397–405.
32. Demirci, Y.; Zhang, B.; Unver, T. CRISPR/Cas9: An RNA-guided highly precise synthetic tool for plant genome editing. *J. Cell. Physiol.* **2018**, *233*, 1844–1859.
33. Jung, Y.J.; Lee, H.J.; Bae, S.; Kim, J.H.; Kim, D.H.; Kim, H.K.; Kang, K.K. Acquisition of seed dormancy breaking in rice (*Oryza sativa* L.) via CRISPR/Cas9-targeted mutagenesis of *OsVPI* gene. *Plant Biotechnol. Rep.* **2019**, *13*, 511–520.

34. Kumar, S.; Stecher, G.; Tamura, K. MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Mol. Biol. Evol.* **2016**, *33*, 1870–1874.
35. Lee, H.J.; Abdula, S.E.; Jee, M.G.; Jang, D.W.; Cho, Y.G. High-efficiency and Rapid Agrobacterium-mediated genetic transformation method using germinating rice seeds. *Plant Biotechnol. J.* **2011**, *38*, 251–257.
36. Jung, Y.J.; Lee, G.J.; Bae, S.; Kang, K.K. Reduced ethylene production in tomato fruits upon CRISPR/Cas9-mediated LeMADS-RIN mutagenesis. *Hortic. Sci. Technol.* **2018**, *36*, 396–405.
37. Park, J.; Lim, K.; Kim, J.S.; Bae, S. Cas-analyzer: An online tool for assessing genome editing results using NGS data. *Bioinformatics* **2017**, *33*, 286–288.
38. Mazzucato, A.; Taddei, A.R.; Soressi, G.P. The *parthenocarpic fruit (pat)* mutant of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sets seedless fruits and has aberrant anther and ovule development. *Development* **1998**, *125*, 107–114.
39. Bae, S.; Park, J.; Kim, J.S. Cas-OFFinder: A fast and versatile algorithm that searches for potential off-target sites of Cas9 RNA-guided endonucleases. *Bioinformatics* **2014**, *30*, 1473–1475.
40. Chen, L.; Liu, Y.G. Male sterility and fertility restoration in crops. *Annu. Rev. Plant Biol.* **2014**, *65*, 579–606.
41. Atanassova, B.; Georgiev, H. Using genic male sterility in improving hybrid seed production in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Acta Horticulturae* **2002**, *579*, 185–188.
42. Sawhney, V.K. Photoperiod-sensitive male-sterile mutant in tomato and its potential use in hybrid seed production. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* **2004**, *79*, 138–141.
43. Cheema, D.S.; Dhaliwal, M.S. Hybrid tomato breeding. *J. New Seeds* **2005**, *6*, 1–14.
44. Gorguet, B.; Schipper, D.; van Lammeren, A.; Visser, R.G.; van Heusden, A.W. *ps-2*, the gene responsible for functional sterility in tomato, due to non-dehiscent anthers, is the result of a mutation in a novel polygalacturonase gene. *Theor. Appl. Genet.* **2009**, *118*, 1199–1209.
45. Mishra, R.; Joshi, R.K.; Zhao, K. Genome editing in rice: Recent advances, challenges, and future implications. *Front. Plant Sci.* **2018**, *9*, 1361.
46. Fu, Z.; Yu, J.; Cheng, X.; Zong, X.; Xu, J.; Chen, M.; Liang, W. The rice basic helix-loop-helix transcription factor TDR INTERACTING PROTEIN2 is a central switch in early anther development. *Plant Cell* **2014**, *26*, 1512–1524.
47. Gómez, J.F.; Talle, B.; Wilson, Z.A. Anther and pollen development: A conserved developmental pathway. *J. Integr. Plant Biol.* **2015**, *57*, 876–891.
48. WEI, K. K., Jie, L. I., DING, T. B., LIU, T. X., Dong, C. H. U. Transmission characteristics of Tomato chlorosis virus (ToCV) by Bemisia tabaci MED and its effects on host preference of vector whitefly. *J. Integr. Agric.*, **2019**, *18*(9), 2107–2114.
49. Orfanidou, C. G., Pappi, P. G., Efthimiou, K. E., Katis, N. I., & Maliogka, V. I. Transmission of Tomato chlorosis virus (ToCV) by Bemisia tabaci biotype Q and evaluation of four weed species as viral sources. *Plant Dis.* **2016**, *100*(10), 2043–2049.
50. Li, J., Yu, Y., Zhang, X., Zhu, X., Liu, Y., Zhang, A. Transmission of Tomato chlorosis virus (ToCV) by Bemisia tabaci biotype Q adults. *J. Plant Prot. Res.* **2018**, *45*(2), 228–234.
51. Liu, J., Wang, S., Wang, H., Luo, B., Cai, Y., Li, X., Wang, X. Rapid generation of tomato male-sterile lines with a marker use for hybrid seed production by CRISPR/Cas9 system. *Mol.* **2021**, *4*(3), 1–12.
52. Atanassova, B. Functional male sterility in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and its application in hybrid seed production. *Acta Physiol. Plant.* **2000**, *22*(3), 221–225.

53. DePristo MA, Banks E, Poplin R, Garimella KV, Maguire JR, Hartl C, Philippakis AA, Angel del G, Rivas MA. A framework for variation discovery and genotyping using next-generation DNA sequencing data. *Nat. Genet.* **2011**, *43*:491-498.
54. Jung YJ, Nou IS, Cho YG, Kim MK, Kim HK, Kang KK. Identification of an SNP variation of elite tomato (*Solanum lycopersicum* L.) lines using genome resequencing analysis. *Hortic. Environ. Biotechnol.* **2016**, *57*:173-181.
55. Kim JE, Lee BW, Kim SM, Lee BM, Lee JH, Jo SH (2013) Genome-wide SNP database for marker-assisted background selection in tomato. *Korean J. Breed. Sci.* **2013**, *45*:232-239.
56. Mutschler MA, Rick CM, Tanksley SD. Linkage maps of the tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Rep. Tomato Genet. Coop.* **1987**, *37*:5-34.
57. Atanassova B. Genic male sterility and its application in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hybrid breeding and hybrid seed production. *Acta. Hortic.* **2007**, *729*:45-51.
58. Herzog E, Frisch M, Selection strategies for marker-assisted backcrossing with high-throughput marker systems. *Theor. Appl. Genet.* **2011**, *123*:251-260.
59. Bhatt RP, Biswas VR, Kumar N. Heterosis, combining ability and genetics for vitamin C, total soluble solids and yield in tomato (*Lycopersicon esculentum*) at 1700 maltitude. *J Agric. Sci.* **2001**, *137*:71-75.
60. Brooks, C., Nekrasov, V., Lippman, Z.B. and Van Eck, J. Efficient gene editing in tomato in the first generation using the clustered regularly interspaced short palindromic repeats/CRISPR-associated9 system. *Plant Physiol.* **2014**, *166*, 1292-1297.
61. Perez-Prat, E. and van Lookeren Campagne, M.M. Hybrid seed production and the challenge of propagating male-sterile plants. *Trends Plant Sci.* **2002**, *7*, 199-203.

연구개발보고서 초록

프로젝트명	(국문) 재배안정성 복합내병성 토마토 품종육성				
	(영문) Tomato Variety Breeding with Growimng Stability, Multi-disease Resistance				
프로젝트 연구기관	토마토연구소	프로젝트연구 책임자		(소속) 토마토연구소	
참여 기업	토마토연구소(제1세부) 부농종묘(제2세부) 클론(제3세부) 다나(제4세부)			(성명) 김명권	
총연구개발비 (3,547,500 천원)	계	3,547,500	총 연구 기간	2017.1.1. ~ 2021.12.31. (5년 월)	
	정부출연 연구개발비	2,800,000	총 참여 연구 원 수	총 인 원	141
	기업부담금	747,500		내부인원	141
	연구기관부담금			외부인원	

○ 연구개발 목표 및 성과

가. 연구개발 목표

(1) 핑크계(pink) 대과종 토마토 F₁ 품종개발 (3품종)

- 저온기 및 고온기에 착과비대가 균일하고 기형과, 창문과 등의 발생이 적고 저장성과 맛이 좋으며 TYLCV, TSWV, ToMV, 시들음병, 근부위조병, 선충, 잎곰팡이병, 역병, 점무늬병 등에 복합내병성인 핑크(pink) 대과토마토 F₁ hybrid 품종육성

(2) 레드계(red) 대과종 토마토 F₁ 품종개발 (3품종)

- 토경재배 및 양액재배에서 초세가 강하고 착과비대가 균일하며, 저장성, 수량성, 내병성이 우수한 레드(red) 대과토마토 F₁ hybrid 품종육성

(3) 맛이 좋고 복합내병성인 소과종 토마토 F₁ 품종개발 (3품종)

- 화방발달이 좋고 당도가 높고 저장성이 우수하며, TYLCV, TSWV, ToMV, 시들음병, 근부위조병, 선충, 잎곰팡이병, 역병, 점무늬병 등에 복합내병성인 소과종 토마토 F₁ hybrid 품종육성

(4) 토마토 국내외 전시포 운영 및 종자 보급

- 작형별, 재배지역별 토마토 신품종 전시포 설치
- 작황조사 분석, 품종평가회 및 설명회
- 신품종 홍보 및 종자 보급 판매

(5) 토마토 음성불임성 활용기술 및 마커개발

- 음성불임 선발용 마커 개발 및 MAS/MABC 기반의 신속 엘리트 계통선발법 개발

나. 연구개발 성과

- 품종보호출원 8품종, 품종보호등록 7품종, 품종생산판매신고 12품종
토마토 종자 국내매출 84억원, 수출 35만불 달성
- 토마토 응성불임성(ms) 분자마커 개발
- SCI 논문 3편, 비SCI 논문 2편
- 특허출원 2건, 특허등록 1건
- 국내외 전시포 55개소 설치 운영

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 개발된 모든 품종들은 국내외에 판매중이거나 확대시험을 하고 있으며, 계속적으로 시장을 확대해갈 계획임

구분	품종명	주요특성	재배형, 용도	비고
핑크대과	슈퍼스타	210-240g, pink color, 착과균일, 열과강, 복합내병성	고온기용	국내, 해외
“	대청TY	220-250g, 어깨색진, 당도 brix 5-7, TYLCV, 근부위조병(Fr) 내병성	저온기용	국내
“	맘모스TY	230-260g, 극대과, 초세강, 수량성이 높고, 복합내병성	반축성작형	국내
레드대과	찰스톤TY	210-240g, red color, 과 매우 균일, 단단, TYLCV 내병성	고냉지	국내, 해외
“	점보007	220-250g, 초세강, 열과강, 복합내병성	양액재배	국내, 해외
레드중과	쿠킹	100-130g, red color, 타원형, TYLCV, BW(청고병) 내병성	요리용, 가공용	국내, 해외
송이형	클러스트	50-80g, 한화방에 6-7과 착과, red color, 복합내병성	송이용	국내, 해외
방울 토마토	TY777	타원형, 22-27g, 선홍색, 수량성이 높고, TY내병성	고온기용	국내
“	TS웰빙	20-25g, 선홍색, 타원형, 초세강, TYLCV, TSWV 내병성	연중	국내, 해외
흑토마토	TS흑찰	100-130g, 흑갈색, 당도 brix 5-7, 어깨색이 진하고, 복합내병성	연중	국내, 해외

- 토마토 응성불임성 마커를 활용해서 새로운 계통을 계속 육성하고 F₁ 종자 생산 체계 확립
- 국내외 시험포, 전시포 운영을 바탕으로 개발된 품종의 홍보 및 판매촉진을 지속적으로 진행해갈 계획임.

[별첨 2]

자체평가의견서

사업단명	GSP 원예종자사업단	과제번호	213007-05-5-CGD00		
프로젝트명	재배안정성 복합내병성 토마토 품종육성				
프로젝트연구기관	토마토연구소(주)				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	김 명 권			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	토마토연구소(주)	성 명	김명권
		기관(부서)	(주)농중묘	성 명	류제택
		기관(부서)	(주)클론	성 명	경정호
		기관(부서)	(주)다나	성 명	김용진
연구기간	총 기 간	2017.1.1. - 2021.12.31	당해 연도 기간	2021.1.1.-12.31	
연구비(천원)	총 규 모	3,547,500	당해 연도 규모	822,000	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행
 계획대로 진행
 계획대로 진행되지 못함

○ 계획대로 수행되지 않은 원인은?

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상외 성과 얻음
 어느 정도 얻음
 얻지 못함

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출액 (백만)	종자 수출액 (만불)	기술 이전	마케팅 전략 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표	9	8	3	3	5			50		12,000	115			
연구기간 내 달성실적	8	7	2	1	3	2	2	59		8,403	35			4
달성율(%)	88	88	66	33	60			118		70	30			

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

- 환경적응성, 고품질 멀티내병성을 갖춘 토마토 F1 Hybrid 신품종을 육종 개발
- 새로운 유전자 집적을 통한 신소재 육성함으로써 토마토 유전자원의 다양화
- 토마토 응성불임성 마커개발로 MS계통 육성에 활용 및 F1 채종의 안정화

3-2 과학적 성과

- 분자마커(Molecular Marker)를 활용한 내병성, 과색 등의 여러 형질에 대한 유전자 검사로 육종의 효율성 향상과 시간단축

3-3 경제적 성과

- 육종 개발된 토마토 신품종의 판매로 국내매출 84억원, 해외수출 35만불 달성

3-4 사회적 성과

- 우수한 토마토 신품종을 육성 보급함으로써 농가소득증대 및 국내 육성 품종에 대한 신뢰성을 향상시키고, 토마토 종자시장의 안정화

3-5 인프라 성과

- 필드육종(field breeding)과 분자육종(molecular breeding)의 융합연구로 토마토 육종기술의 선진화

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

- 공헌했음 현재로서 불투명함 그렇지 않음

5. 경제적인 측면에서 종자산업의 수출증대와 수입대체에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음 현재로서 불투명함 그렇지 않음

6. 얻어진 성과와 발표상황

6-1 경제적 효과

- 기술료 등 수익(종자판매) 수 익 : 국내누적매출 84억, 수출 35만불
- 기업 등애의 기술이전 기업명 : 부농종묘, 스카이종묘
- 기술지도 등 기업명 : 부농종묘, 스카이종묘

6-2 산업·지식재산권 등

- 국내출원/등록 출원 10 건, 등록 8 건
- 해외출원/등록 출원 건, 등록 건

6-3 논문게재·발표 등

- 국내 학술지 게재 4 건

- 해외 학술지 게재 1 건
- 국내 학·협회 발표 4 건
- 국내 세미나 발표 5 건
- 기 타 건

6-4 인력양성효과

- 석 사 4 명
- 박 사 명
- 기 타 명

6-5 수상 등

- 있다 상 명칭 및 일시 : 국가연구개발 우수성과 100선 (2018.10.10.): 토마토연구소
- 없다

6-6 마스크 등의 PR

- 있다 2 건
- 없다

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

- 없다 약간 감소되었다 크게 감소되었다

○ 감소되었을 경우 구체적인 원인을 기술하여 주십시오.

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

- 없다 약간 조정필요 전반적인 조정필요

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족 보통 미흡

(근거 : 신제품개발, 국내매출 및 수출)

2. 참여기업 입장에서 본 본과제의 기술성, 시장성, 경제성에 대한 의견

가. 연구 성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

- 충분 보통 불충분

나. 연구 성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

- 충분 보통 불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

- 충분 보통 불충분

나. 향후 계속 참여 의사는? (※중간·단계평가에 한함)

- 충분 고려 중 중단

다. 계속 참여 혹은 고려중인 경우 연구개발비의 투자규모(전년도 대비)는? (※중간·단계평가에 한함)

- 확대 동일 축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

- 즉시 기업화 가능 수년 내 기업화 가능 기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
프로젝트 책임자	토마토연구소(주)	대 표	김명권 

[별첨 3]

연구성과 활용계획서 (2017~2021)

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농업생명	
프로젝트명	재배안정성 복합내병성 토마토 품종육성			
프로젝트 연구기관	토마토연구소		프로젝트연구책임자	김명권
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	2,800,000	747,500		3,547,500
연구개발기간	2017. 1. 1. ~ 2021. 12. 31			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 토마토 신품종 육종 개발	핑크대과 3품종, 레드중대과 3품종, 송이형 1품종, 흑토마토 2품종, 방울토마토 2품종 개발
② 우량한 양친 계통육성	고정계통 중대과종 110 line, 소과종 93 line을 육성함
③ 신소재 육성	인자집적 backcrossing으로 5집단의 신소재를 육성함
④ 분자마커로 멀티내병성 선발	분자마커로 총 2,341개체를 검정하여 멀티내병성 계통을 선발함
⑤ 옹성불임 선발용 마커 개발 및 MAS/MABC 기반의 신속 엘리트 계통 선발법 개발	토마토 옹성불임성 마커 개발 및 MS유지친 10계통 육성
⑥ 국내외 전시포 설치 및 운영	국내외에 토마토 전시포 55개소를 설치 운영함

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구비 집행실적 (2017~2021)

구분	세부프로젝트명	금 액	계 획금액	사 용액	잔액	비고
토마토	제1세부: 재배안정성 복합내병성 토마토 품종육성		1,500,000,000	1,500,000,000	0	
	제2세부: 토마토 전시포 운영 및 종자 보급		625,000,000	625,000,000	0	
	제3세부: 토마토 응성불임성 활용기술 및 마커개발		735,000,000	735,000,000	0	
	제4세부: 해외 전시포 운영에 의한 품종경쟁력 평가 및 수출확대		687,500,000	684,437,503	3,062,497	
총계			3,547,500,000	3,544,437,503	3,062,497	

4. 연구목표 대비 성과

성과지표구분	단위	최종			1차년도			2차년도			3차년도			4차년도			5차년도		
		실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률
제품경쟁력	논문 SCI	3	5	60	0	1	0	1	1	100	1	1	100	1	1	100	0	1	0
	논문 비SCI	2						1			1								
	품종 지역 적응성 검정																		
	유전자원수집	59	50	118	12	10	120	12	10	120	12	10	120	13	10	130	10	10	100
	계통선발	203	150	135	53	30	176	54	30	180	32	30	106	34	30	113	30	30	106
	저장성검증																		
	마커분석																		
	분자마커서 비스																		
	RT-PCR 바이러스 검정																		
권리 확보	품종출원	8	9	88	2	1	200	1	2	50	1	1	100	2	3	66	2	2	100
	품종등록	7	8	87	1	1	100	3	2	66	2	1	200	2	2	100	0	2	0
	특허출원	2	3	66	1	1	100				0	1	0	1	1	100			
	특허등록	1	3	33				0	1	0	1	1	100	0	1	0	0	1	0
생산 역량 강화	종자생산수량	kg																	
	국내외 생산기지 구축	개 소																	

	인력양성	건	4			1			1				1			1				
	중간모본육성		25	25	100	5	5	100	5	5	100	5	5	100	5	5	100	5	5	100
	종자발아력 검정																			
	기술이전																			
	생산량검정																			
	종구보급	만구																		
	무병묘품종수 (원원종)	건																		
유 경쟁 력 강화	품종생산 판매신고	건	12	5	240	2	1	200	2	1	200	3	1	300	3	1	300	2	1	200
	유통채널구축																			
	MOU체결																			
홍 보 역 량 강 화	국내외 전시포/시범 포 개설	개소	28	26	107	4	4	100	4	4	100	8	6	133	6	6	100	6	6	100
	국내외 전시포/시범포 운영	건	52	32	162	8	4	200	8	4	200	13	10	130	13	8	162	10	8	125
	홍보물 제작		15			3			3			3			3			3		
	품종평가회/ 설명회 개최		32	22	145	7	2	350	7	4	175	8	4	200	6	6	100	4	4	100
목 표 고 객	판매국가	건	22			3			3			5			6			5		
	판매국가(누적)																			
	해외 판매		23			3			4			6			5			5		
	국내판매업체																			
	국내판매업체 (누적)																			
	판매업체																			
	판매업체(누적)		34	23	147	5	2	250	6	4	150	7	4	175	8	7	114	8	6	133
	품종인지도		점수																	
	무병묘보급율	%																		
매 출 및 수 출	국내매출액	백만 원	840 3	120 00	70	783	600	130	112 0	140 0	80	202 4	230 0	88	211 1	320 0	66	236 5	450 0	53
	종자수출액	만불	35	115	30	2.7	3	90	8.7	8	108	13. 1	14	93	6.7	30	22	3.5	60	6

5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	F1 hybrid의 형질발현이 우수한 토마토 품종 육종 기술
②	Parent line으로 사용 가능한 순계 inbred line 육성 기술
③	특정 유전자 도입을 위한 인자집적 기술
④	분자마커를 이용한 multi 내병성 선발 기술
⑤	토마토 웅성불임성(male sterility) 이용 F1 종자 채종
⑥	CRISPR/Cas9 시스템 이용 웅성불임 유지친 육성

6. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술					v		v	v		
②의 기술					v		v	v		
③의 기술					v		v	v		
④의 기술				v	v			v		
⑤의 기술				v	v					
⑥의 기술	v	v				v				

* 각 해당란에 v 표시

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	육종 개발된 토마토 F1 품종들을 국내외 확대 보급 판매
②의 기술	유전력을 우수한 inbred line들은 계속해서 신품종을 만드는데 활용
③의 기술	새로운 소재의 창출로 유전자원의 다양화
④의 기술	분자마커로 multi 내병성 품종 육성에 활용 및 시간단축
⑤의 기술	토마토 male sterility 계통육성의 다양화
⑥의 기술	CRISPR/Cas9 시스템 이용 옹성불임 유지친 육성

8. 연구종료 후 성과창출 계획

구분	품종개발		특허		논문		분자마커	유전자원		국내 매출액	종자 수출액	기술 이전	마케팅 전략 수립 보고서	인력 양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표		8	3	3										
연구기간 내 달성실적		7	2	1										
연구종료 후 성과창출 계획		1	1	2										

9. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술 명	토마토 신품종		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체사업화)		
이전소요기간		실용화예상시기	
기술이전 시 선행조건			

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발 내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.