

21300605
5CGW00

기능성

컬러과육

수박

품종개발

2022

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
Golden Seed 프로젝트 사업 2단계 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003921-01

기능성 컬러과육 수박 품종개발

2022. 3. 25.

프로젝트연구개발기관 / 현대종묘(주)

1세부프로젝트연구개발기관 / 현대종묘(주)

2세부프로젝트연구개발기관 / 아시아종묘(주)

3세부프로젝트연구개발기관 / 충남대학교 산학협력단

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “기능성 컬러과육 수박 품종개발”(개발기간 : 2017. 1. 1. ~ 2021. 12. 31.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 03. 25.

프로젝트연구개발기관명 : 현대종묘(주) (대표자) 이종우 (인)
1세부프로젝트연구개발기관명 : 현대종묘(주) (대표자) 이종우 (인)
2세부프로젝트연구개발기관명 : 아시아종묘(주) (대표자) 류경호 (인)
3세부프로젝트연구개발기관명 : 충남대학교 산학협력단 (대표자) 정종우 (인)

프로젝트연구책임자 : 박민우

1세부프로젝트연구책임자 : 박민우

2세부프로젝트연구책임자 : 최수복

3세부프로젝트연구책임자 : 이금주

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	213006-05-5-C GW00	해당단계 연구기간	2017.1.1.-2021 .12.31.	단계구분	2/2
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP채소종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	기능성 컬러과육 수박 품종개발			
	세부프로젝트명	1세부 부시형 컬러과육 수박 품종개발 2세부 라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종개발 3세부 기능성 수박 분자유종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원			
프로젝트책임자	박민우	해당단계 참여연구원 수	총: 108 명 내부: 108 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:1,264,000천 원 민간:216,000천원 계:1,480,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 108 명 내부: 108 명 외부: 명	총 연구개발비	정부:1,264,000천 원 민간:216,000천원 계:1,480,000천원
연구기관명 및 소속부서명	1세부 농업회사법인 현대종묘(주) 2세부 농업회사법인 아시아종묘(주) 3세부 충남대학교 산학협력단			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

1세부에서는 부시형 컬러과육 수박 4품종을 개발하여 품종보호출원, 1건의 품종보호등록, 기술실시 4건을 달성하였다. 수출은 1차년 \$42만 불, 2차년 \$17.75만 불, 3차년은 \$9.25만 불, 4차년 \$6.2만 불 그리고 5차년에는 \$2.52만 불을 달성하여 총 목표 \$120만 불 대비 \$41.14만 불을 달성하였다. 2세부에서는 1차년 \$84,809, 2차년도 \$100,845, 3차년도 \$91,025, 4차년도 \$105,919, 5차년도 \$92,812를 달성하였다. 품종보호출원 2점, 생산수입판매신고 3건, 품종등록 1건 진행 중이다. 3세부에서는 적색 과육 및 라이코펜 연관 CAPS 마커, 오렌지색 과육 및 카로티노이드 성분연관 CAPS 마커, 노란색 과육 색 연관 SNP-PCR 마커를 개발하고, 30개 수박 형질 다양성 자원 WGR SNP 정보를 확보하고, 수박 과일 형질 연관 QTL정보를 수집, 특허 출원 2건, 등록 3건, SCI논문 6편, 석사급 인력 4명을 배출하였고 유전자원 1건을 등록하였다.

보고서 면수 : 149

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>전 세계 수박 재배면적은 증가하지 않고 있으나 생산량은 증가하고 있으며, 생활 수준의 향상에 따라 씨없는수박, 고품량 라이코펜 수박, 컬러수박 등 고부가가치 F1 시장이 늘어가는 추세다. 수박 재배는 순 정리에 많은 노동력과 시간이 소요된다. 그러나 부시형 수박은 이러한 순 정리에 드는 노력을 최소화하여 재배자의 유형적, 무형적 고충을 덜어주고자 한다. 미국 수박 생산자협회에서는 라이코펜 함량이 다른 작물보다 높다는 것을 적극 홍보하여 재배와 소비를 확산시키는 등 선진국에서 수박에 함유된 라이코펜과 시트룰린 등 기능성 물질에 대한 연구 및 품종개발에 대한 투자가 확대되고 있다.</p> <p>이처럼 수박 종자 시장의 다변화에 빠르게 발맞춰 나가기 위해서는 혁신적인 육종기술이 절대적으로 필요하다. 따라서 과육 색, 기능성 관별 마커의 개발은 품종 육성에 혁신을 가져올 것이다. 또한 수박의 유전체 분석은 미국과 네덜란드와 같은 육종 선진기술을 추격할 수 있는 발판을 만들 것이라 기대한다. 이를 위해서 수박 계통 간 re-sequencing을 통한 목표형질 연관 분자표지 조기 개발, 생육 (bush) 및 과 색 특성 (과육 색, 과피색) 분자표지 개발, 기능성 성분 (카로티노이드, 라이코펜 등) 분자표지 개발, 대량 샘플 자동분석 (HT-genotyping) 기반 민간회사 MAS 및 MAB 체계 실용화가 필요하다.</p>
<p>연구개발성과</p>	<p>[1세부]</p> <p>국내를 비롯하여 중국 여러 지역에서 활발한 지역적응성 시험을 통하여 다양한 조합들을 선발한 결과 전체 품종보호출원 목표 3건 대비 총 4품종을 출원하여 목표를 초과 달성하였다. 또한 육성 품종들에 대한 기술실시를 하여 총 4건을 달성하였고 품종보호 1건이 등록되었고 나머지 품종은 현재 품종등록이 진행 중이거나 재배시험 중에 있다.</p> <p>3차년도에 생산수입판매신고한 신바람의 신속한 F1 종자생산을 위해 원종증식을 1건 달성하였다. 또한 해외에서 생산한 F1 종자의 순도검을 4차년도에 6건으로 목표를 초과하였으며, 5차년도에 1건을 등록하였고, 해당 로트별 발아시험을 하여 4차년도에 3건, 5차년도에 3건을 수행하여 목표치를 초과 달성하였다.</p> <p>국내적응성 시험은 1차년 9품종, 2차년 9품종, 3차년 5품종, 4차년 5품종, 그리고 5차년 10품종으로 매 차년 5품종의 목표대비 초과 달성하였다.</p> <p>국내외 전시포 행사를 위해 1차년 3건, 2차년 4건, 3차년 2건, 4차년 2건, 그리고 5차년 2건으로 매 차년 1개소 목표대비 성과를 초과 달성하였다.</p> <p>국내 매출액은 대비 211백만원으로 목표 8,000만원 대비 264% 초과 달성하였다. 그러나 수출은 1차년 목표 \$19만 대비 \$5.42만, 2차년도 목표액 \$30만 대비 \$17.75만, 3차년도는 목표 \$ 48만 대비, \$ 9.25만, 4차년도는 \$72만 대비, \$6.2만 그리고 5차년에는 \$120만 대비 \$ 2.52만을 달성하여 총 목표 \$ 20만불 대비 \$41.14만 불을 달성하였다.</p> <p>[2세부]</p> <p>1차년도 목표액 \$120,000 대비 수출액 \$84,809, 2차년도 목표액 \$200,000 대비 수출액 \$100,845, 3차년도 목표액 \$320,000 대비 수출액 \$91,025, 4차년도 목표액 \$480,000 대비 \$105,919, 5차년도 목표액 \$800,000 대비 \$92,812를 달성하였다. 또한 품종보호출원 2점, 생산수입판매신고 3건을</p>

	<p>달성하고 품종등록 1건을 위한 재배시험이 진행 중이다.</p> <p>본 연구를 통해 라이코펜 분석 체계를 확립하였으며 분리집단, 신규 육성용 조합 작성 및 선발을 통해 육성 재료를 확보하였다. 해외 시험포 활성화를 추진하여 베트남, 터키 등 해외 현지 시험 체계를 확립하였다.</p> <p>[3세부]</p> <p>국내 수박 유전자원 스크리닝을 통해 기능성 수박 분자유종 시스템 개발 및 수출용 품종육성 지원을 위해 GBS 분석 및 QTL 맵핑용 198 F2 집단과 QTL 검증용 여교배 집단, 그리고 성분연관 QTL 분석용 150 F3 집단을 육성하였다.</p> <p>유전자원 스크리닝을 통해 얻은 30 계통을 대상으로 유전체 재분석하여 SNP 정보를 확보하고, Pentatricopeptide repeat-containing protein (PPR)와 Trafficking protein particle complex subunit 3 (TRAPPC3) 두 유전자에서 적색 및 고 라이코펜 함량 CAPS 마커를 특허 등록하였고, 전장 유전체 재분석을 통해 SNP, Indel 정보기반 형질별 bulk segregant analysis를 통한 오렌지 및 베타카로틴 Indel 마커 탐색을 하여 phytoene synthase (PSY)와 아주 높게 연관성을 보인다는 사실을 확인하여 MAS용 CAPS 마커를 개발하였고, 국립농업생명공학정보센터 (NABIC)에 마커 정보 등록과 특허출원을 완료하였다.</p> <p>WGR을 통해 획득한 SNP, Indel 정보기반 노란색 과육 형질 bulk segregant analysis를 통한 SNP loci 탐색하여 카로티노이드 생합성 관여 유전자 phytoene synthase (PSY)에 발생한 다형성 기반 오렌지 과육 색 선발용 CAPS 마커의 활용 수준을 높이기 위하여 SNP-PCR 마커로 전환하여 적색, 노란색, 오렌지색 과육 색 수박 자원의 MAS용 DNA 마커를 완성하였다.</p> <p>F2 집단 총 198 후대 개체를 대상으로 형질 연관 QTL 탐색을 위해 GBS 분석을 하여 연관지도를 완성하고, 10개 형질(과일 둘레, 과일 지름, 과일 길이, 과형, proximal end angle, distal end angle, 과중, rind pattern, 과육 색, plant growth type)과 연관된 QTL 탐색을 완료하였다.</p> <p>민간육종회사 수출용 품종육성 지원 HT 시스템 기반 MAS 현장 적용을 위한 시스템 비교 및 검증을 통해 매년 육종회사 종자를 무작위 추출하여 순도검정을 실시하였고 그 결과를 육종회사에 전달하여 수출용 종자에 활용하였다.</p>
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>부시형 컬러과육 수박 품종개발을 위해 수집한 유용 유전자원들과 육성한 계통들은 재배자들의 노동력, 노동시간을 경감시켜 농가 경영비 부담 감소와 소득증대에 기여할 것으로 기대하고 있다. 또한 고 기능성 컬러과육 수박 품종은 소비자들에게는 건강한 생활을, 유통업자와 판매자에게는 소득증대에 기여할 것으로 생각된다. 부시형 수박은 국내 시장에서는 블루 오션으로 기존의 일반 수박의 시장의 틈을 깨뜨리는 역할을 하여 수박 종자 시장의 변화를 일으킬 것으로 기대한다. 또한 본 과제를 통해 개발된 품종들과, 개발 과정에서 확보한 우수한 유전자원들을 토대로 라이코펜과 같은 기능성 품종 매출 증대 및 후속 품종개발이 가능할 것으로 기대하고 있다. 라이코펜 분석 체계 확립을 통해 품종개발 역시 빠르게 진행될 것으로 예상되며, 해외 시험포 확보를 통해 품종 현지화 및 현지</p>

	<p>시장 변화에 발 빠르게 대응하는 체계를 갖출 수 있게 되었다.</p> <p>유전체 기반 수박 분자표지 육종(marker-assisted breeding) 기반구축 및 실용화와 국내외 핵심 30계통을 이용 target genomewide-resequencing을 통한 대량의 염기서열과 유전자형 분석 결과를 확보할 수 있었고, 얻어진 다양한 형질의 계통별 수박 SSR 및 SNP 마커는 향 후 수박 분자육종연구의 기초 자료로 활용될 수 있다. 또한 Genomewide resequencing 결과로부터 적색 및 라이코펜 고함량 마커, 1건의 오렌지 과육 색 및 고카로틴 함량선발 CAPS 마커의 개발로 육종의 효율화와 육종연한 감소는 물론 유용형질 집적을 통한 고품질 우량품종의 출시/수출용 고순도 종자를 지원할 수 있을 것으로 기대된다.</p>				
국문핵심어 (5개 이내)	수박	중국	육종	부시형	기능성
영문핵심어 (5개 이내)	Watermelon	China	Breeding	Bush type	Functionality

< 목 차 >

제1장. 연구개발과제의 개요	1
1. 연구개발 목적	1
2. 연구개발의 필요성	1
3. 연구개발 내용 및 범위	11
제2장. 연구수행 내용 및 결과	13
제1절. 세부프로젝트간 협력 연구	13
1. 육성계통간 생육특성 (bush type), 과색특성 (과육 색, 과피색) 및 기능성 성분 (카로티노이드, 라이코펜) 자료수집 및 분석	13
2. 목표형질 별 핵심유전자원(계통)간 target resequencing (TR)을 통한 형질연관 SNP 탐색	15
제2절. 시장분석 및 마케팅 활동	17
1. 시장분석 및 중국 전시포 운영	17
2. 종자박람회 및 시교공시	20
3. 위탁프로젝트를 활용한 재료 수집	21
제3절. 1세부 부시(Bush)형 컬러과육 수박 품종개발	21
1. 계통육성 및 기 보유계통 성능검정과 선발	21
2. 조합작성 및 조합성능검정	27
3. 지역적응성검정	37
4. 해외 시험포 및 전시포	46
5. 기능성 물질 성분분석	60
6. 품종보호출원 및 등록	62
7. 종자수출	65
8. 생산 F1종자의 품질 검사	69
제4절. 2세부 라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종 개발	71
1. 연구개발의 추진전략	71
2. 연구개발 추진방법	71
3. 연구개발 추진체계	72
4. 연구개발 추진일정	72
5. 연구개발 성과	73
6. 연구결과	76

제5절. 3세부 기능성 수박 분자유종 시스템 개발 및 수출품종 육성지원 ..	101
1. 마커개발 핵심 유전자원 선발 및 표현형 조사	101
2. 1차 마커 개발용 분리집단 육성	102
3. 형질관련 유전정보 기반 SNP/SSR 마커탐색 및 핵심 유전자원 대상 분자마커 검증	103
4. 연관마커 검증용 분리집단 육성	105
5. GBS 분석 및 수박 유전자지도 작성을 위한 최적조건 탐색	105
6. 선발 수박계통 계놈 Resequencing을 통한 형질연관 SNP 마커 대량 분석	106
7. GBS 기반 형질별 연관마커 검증용 분리집단 육성 및 형질조사	108
8. 유전체 재분석 정보기반 연관마커 탐색 및 MAS용 마커개발	109
9. 분자표지 검증 및 MAB 목적 F3 분리집단 육성 및 형질연관 QTL 탐색을 위한 GBS 분석	110
10. 민간육종회사 수출용 품종육성 지원 HT 시스템 기반 MAS 현장 적용	111
11. 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 육성	112
12. 유전체 재분석 정보기반 MAS 분석을 통한 노란색 과육 색 형질연관 분자마커 탐색 및 검증	112
제3장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	115
1. 목표	115
2. 목표 달성여부	116
3. 목표 미달성 시 원인 및 차후 대책	123
제4장. 연구결과의 활용 계획 등	125
붙임. 참고 문헌	127

- <별첨 1> 연구개발보고서 초록
 <별첨 2> 연구성과 활용계획서

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

- 가. 부시형 컬러과육 수박 품종개발을 통한 수출
- 나. 라이코펜 고함량 수박의 개발을 통한 수출 증진
- 다. 기능성 수박 분자유종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원

2. 연구개발의 필요성

가. 세계 채소종자산업의 현황

(1) 세계 채소종자 시장 규모는 통계에 따라 변동이 있지만 08년 기준으로 유럽, 지중해, 아프리카 지역 11억불, 아시아지역 8억불, NAFTA 및 중미지역 6억불 및 남미지역 1억불 등 총 29억불 수준으로 기술집약적 고부가 가치 산업임. 주된 성장 동력은 세계인구의 급속한 증가와 고품질 및 내병성 등 고부가가치 형질의 도입 및 종자생산 관련기술의 혁신 등과 같아 향후 생명공학 기술의 융합을 통해 지속적인 성장이 예상됨

(2) 세계채소 소비량은 아시아 지역의 급속한 인구성장과 더불어 아시아 시장이 세계의 시장을 주도하고 있는 상황으로 전 세계의 채소 소비량의 70% 정도를 차지하고 있음. 최근 소비량이 증가된 채소들은 토마토, 배추, 수박, 녹색꽃양배추, 양파, 오이 및 콜리플라워 순으로 매우 각광을 받고 있음

(3) 지난 10년간 세계 채소종자 시장은 시설 채소의 재배 면적 증가, 무역의 활성화로: 냉동채소에서 → 신선채소로, 신선한편이 채소의 소비 증가, 대단위 농장 증가 (자체 가공/유통 설비), 대규모 소매전문 유통회사 확산, 유기농 채소의 재배 증가 등의 요인에 의해 연간 3~5% 성장하였으며, 향후 10년간도 지속적인 증가가 예상됨

(4) 현재 세계 종자산업의 추세는 다국적 종자회사의 대형화 및 집중화에 의해, 1) 유전자원 및 시장의 다변화를 통해 등의 위험 요소들에서 벗어나려 하고 있으며, 2) R&D 비용의 효율성 제고를 위해 중복투자를 회피하고, 3) 다양한 기후대의 생산 적지를 확보하고 있음. 그리고 GM 종자 재배 면적의 급속한 증가로 인해 식품, 비식품 (바이오에너지 작물 등) 증가, 경작지 감소, 노동력 부족, 농약 및 비료 등의 투입비용이 증가하고 있으며, 영양학적 가치, 기능성, 환경 친화성 등 건강 및 환경에 관한 관심 고조로 관련 품종개발이 치열한 경쟁을 하고 있음

(5) 최근 세계 종자 시장의 변화를 요약하면 1) 세계 종자 시장의 50% 이상을 Vilmorin, Bayer, Syngenta, Rijk Zwaan, BASF, TAKII가 차지(표 1), 2) 주요 회사들은 현지에 연구소를 두고 품종을 개발하고 있으며, 3) 단순한 분자표지 기술을 뛰어넘어 전장유전체 분석을 통한 유전형과 표현형 연관 기술을 접목하여 계통육성 소요 시간을 단축하는 연구개발에 박차를 가하고 있으며 4) 야생종으로부터 새로운 유전자원 획득뿐만 아니라 유전자 편집과 같은 신기술을 이용한 새로운 식물체를 개발하고 있음

(6) 머스크멜론과 수박을 포함한 박과 종자 시장은 2015년 기준 \$247.7백만 달러로 추정이 되며, 2022년에는 약 \$437.7백만 달러로 7.2% 상승할 것으로 전망됨 (자료출처, 爲企業投資提

供決策依据, 2021)

(7) Origene, TAKII, East-West Seed, Syngenta, Nunhems, Sakata 등 주요 다국적 기업에서는 MNSV, 흰가루병 저항성 육성과 과형, 과일의 균일도, 저장성, 식미의 개선등에 중점을 두고 품종 육성 경쟁을 하고 있음 (자료출처, 爲企業投資提供決策依据, 2021)

(8) 2020년 세계 채소 종자 매출액 \$7,573백만 달러에 달하며 11개의 다국적 종자기업이 세계 전체 채소종자 매출액의 65%를 점유하고 있다. 그러나 국내 종자 시장의 규모는 한화 약 2,720억 원으로 달러 환산 시 약 \$226백만 달러로 세계 채소종자 시장 대비 약 3% 미만에 불과함 (표1, 자료출처 IHS Markit)

표 1. 2020년 다국적 종자 기업의 매출 및 세계시장 대비 비율

Company	Sales(\$ million)	% Share
Vilmorin	780	10%
Bayer	729	10%
Syngenta	653	9%
Rijk Zwaan	527	7%
BASF	511	7%
Takii	458	6%
Sakata	379	5%
Enza	373	5%
Bajo	250	3%
East-West	168	2%
KWS	61	1%
Total	4889	65%
Global Vegetable Seed Sales	7,573	100%

자료: IHS Markit, 2021

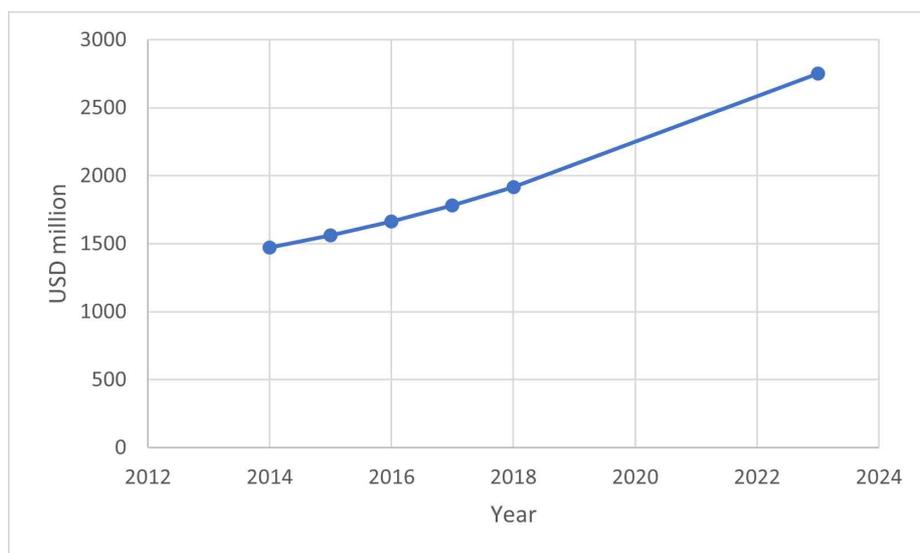


그림 1. 2014 - 2023년 박과 종자 시장규모 현황 및 예측 (자료출처, 爲企業投資提供決策依据, 2021.)

나. 국내외 수박 종자시장 현황

(1). 국내 수박종자 시장현황

(가) 국내 수박종자 매출액과 수출입 현황

① 2021년 국내 수박종자의 생산은 생산비가 낮은 해외 생산에 의존하고 있어 총생산량의 95% 수준에 달하고 있으며 총생산량은 489kg 정도이며, 수박 종자 총매출액은 13,747 백만원으로 14,786 백만원 중 수출액은 13,073백 만원 정도임 (표2)

② 2021년 수박 종자의 수입액은 \$2,321 천 달러 전후이나 대부분 해외에서 채종한 종자로 실제 순 수입액은 \$ 203 천 달러 수준임 (표3)

표 2. 국내 수박종자 국내생산량과 매출액

연도	국내생산량(kg)	매출액 (백만원)		
		총매출	국내	수출
2020	615	13,747	11,984	1,763
2021	489	14,786	1,712	13,073

표 3. 국내 수박종자 수입 현황

연도	총수입(A+B)			순수입(A)			해외채종(B)		
	수량(kg)	금액(천\$)	증감(%)	수량(kg)	금액(천\$)	증감(%)	수량(kg)	금액(천\$)	증감(%)
2020	14,458	2,912	2	36	91	0	14,422	2,821	6
2021	8,530	2,321	3	39	203	1	8,491	2,119	4

(2) 국외 수박종자 시장현황

(가) 전 세계 채소 재배면적 17,534,940ha 중 3,053,258ha로 17.4%를 차지하며 전 세계 대부분의 국가에서 재배 및 소비되는 글로벌 작물임

(나) 수박은 박과채소에서 약 25%의 시장을 차지하고 있으며, 신선 채소에 대한 요구도 증가로 인하여 장기적인 지속적 증가가 예상됨

(다) 수박은 2020년 기준 지역별로는 아시아 2,208,936ha, 아프리카 325,972ha, 미주 272,394ha, 유럽 240,994ha, 오세아니아 4,962ha 재배되고 있으며, 이 중 아시아에서 72% 재배되고 있음

(라) 국가별로는 중국 1,397,658ha, 인도 110,000ha, 이란 100,732ha, 러시아 100,082ha, 브라질 98,205ha 등의 순으로 많이 재배되고 있으며 이 중 중국이 45.7%를 차지하고 있고 우리나라는 11,580ha 재배되고 있음

표 4. 2020년 세계 수박 생산현황(자료: FAOSTAT, 2020)

국가	재배면적(ha)	생산량(톤)
중국본토	1,397,658	60,083,387
인도	110,000	2,787,000

국가	재배면적(ha)	생산량(톤)
이란	100,732	2,736,283
러시아	100,082	1,584,310
브라질	98,205	2,184,907
세네갈	86,564	1,677,476
터키	78,179	3,491,554
아프가니스탄	66,244	990,318
베트남	61,652	1,456,088
알제리	61,000	2,286,809
총계	2,160,316	79,278,132

(마) 종자시장의 규모는 재배면적의 정체에도 불구하고 한국, 일본 시장 등 성숙된 시장은 정체상태를 보이고 있으며 중국시장의 성장으로 전체적으로 매년 일정 비율의 성장세가 유지되고 있는 실정임

(바) 수박 종자 시장은 각 지역 소비자의 기호성의 차이로 다양한 형태가 존재하지만 전세계적으로 활발하게 품종이 개발되고 있는 세그먼트는 호피 단타원형, 호피 원형, 호피단타원형(씨없는 수박), 무지 원형 등 4가지로 구분할 수 있음

(사) 중국, 동남아, 인도 및 기타 아시아 시장에서 부가가치가 높은 F1종자시장으로 급격히 변화 하고 있으며(80%까지), 특히 **고품질 기능성 수박에 대한 인식과 요구도 확대** 예상되고, 열대용 수박인 중국 남부, 동남아, 인도 등에서 OP(일반종)에서 F1(교배종)시장으로 빠르게 전환될 것으로 전망됨

다. 수박시장의 다변화에 따른 고부가 신품종 육성의 필요성

(1) 기능성 물질 고함유 수박 품종 개발의 필요성

(가) 우리나라 수박 주요 수출대상인 중국의 경우 최근 소비자들의 식용, 영양, 건강, 관상 등 다양한 요구를 만족하는 새로운 과채품종의 수요가 늘고 있는 상황(중국농업정보네트워크)

① 저장 및 운송 편이형: 최대한 손실 감소를 위해 저장, 압력, 운송에 강한 유형의 과일껍질을 가진 품종을 개발이 필요하고, 수박의 경우도 과피 및 과육 등 저장관련 형질의 기초분석이 요구됨

② 관상형: 소비패턴의 변화는 특이한 모양이나 색채를 지닌 관상가치가 있는 과채개발도 요구되어 본 연구팀의 다양한 과피색 및 과육 색 품종이 전통의 고당도 상업종과 결합이 되면 시장확대에 큰 효과를 기대할 수 있음

③ 미니형 또는 포켓형: 주먹만한 크기의 수박 등 식용은 물론 형태가 소비자의 호기심을 가져와 판매전략에도 도움이 될 것으로 판단됨

(라) 고기능성 수박 품종육성의 식품영양적 가치 우수성

① 최근 건강에 대한 관심고조, 삶의 질 향상, 인구고령화에 따른 만성질환 증가와 질병 예방개념의 도입 등으로 건강기능식품의 사회적 필요성과 수요가 지속적으로 증가하고 있고,

건강과 균형 잡힌 식문화에 대해 관심도도 크게 증가함

② 수박에는 항산화물질로 알려진 라이코펜, 심장 및 순환계 질환에 좋은 시트룰린 등의 기능성 물질이 풍부한데 수박에서 카로티노이드의 일종인 라이코펜의 평균함량은 48.7 ug/g으로 Tristimulus colorimeter a*값과 chroma value와 상관성이 매우 높은 것으로 보고되고 있음(Perkins-Veazie et al., 2001)

표 5. 수박 기능성물질 카로티노이드계 성분의 종류와 효능

구분		효능
기능성 물질	베타카로틴 (β-carotene)	·소장에서 레티놀(retinol)로 변하여 비타민A로 활성화 ·유해산소로 인한 암, 동맥경화증, 관절염, 백내장 등과 같은 성인병 예방 ·피부 건강 유지 ·항산화 작용
	라이코펜 (Lycopene)	·항산화 작용, 노화방지 ·유방암, 전립선암 예방 ·심혈관질환 예방 및 혈당저하 효과 ·LDL산화를 저하시켜 내피 세포의 과산화 방지
	시트룰린 (Citrulin)	·동맥기능 향상 ·혈압을 낮추는 작용 ·몸속 과도한 수분배출에 도움

③ 라이코펜(Lycopene) 또는 리코펜은 빨간 카로티노이드의 색소로, 토마토와 기타 빨간 식물에서 찾을 수 있는 파z이토케미컬로, 품종에 따라 매우 함량차이의 변화를 보여 많은 것은 65 ug/g인 야생형 유전자원도 있는 것으로 보여지므로 다양한 유전자원의 수집을 통한 교배조합의 작성과 품종육성이 요구되고 있음(표 6).

표 6. 수박 과육 색 별 carotenoid 종류와 함량(Park et al., 2019)

Flesh color ²	Cultivar	Carotenoid content (mg kg ⁻¹)		dried weight) ^y			
		Neoxanthin	Lycopene	Pro-lycopene	f-carotene	β-carotene	Total
Orange-β	N-D NIL	7.0±0.7 ^d	47.7±16.6 ^{ab}	ND ^a	2.5±0.3 ^{ab}	99.2±8.0 ^c	156.4±25.6
	NB5410	7.9±1.7 ^{de}	ND ^a	ND ^a	2.6±0.2 ^{ab}	89.1±15.8 ^C	99.6 ±17.7
	Summer Orange	7.1±0.4 ^d	ND ^a	ND ^a	2.5±0.2 ^{ab}	134.3±37.5 ^d	143.9±38.1
	Summer Orange B	5.8±2.1 ^{cd}	ND ^a	ND ^a	2.7±0.2 ^{ab}	109.1 ±38.2 ^{cd}	117.6±40.5
Orange-P	Golden Honey	2.5±1.0 ^{ab}	39.4±18.2 ^{ab}	86.4±4.9 ^b	3.7±0.6 ^{abc}	9.2±2.9 ^a	141.2±27.6
	Orange Flesh Tendersweet	3.8±0.0 ^{bc}	64.5±19.2 ^b	193.7±61.5 ^d	5.7±1.3 ^{de}	5.7±1.6 ^a	273.4 ±83.6
	Orangegio	2.6±0.9 ^{ab}	60.1±6.6 ^b	128.5±34.8 ^C	10.0±1.6 ^f	9.4±2.1 ^a	210.6 ±46.0
	Tender Gold	2.2±1.5 ^{ab}	58.8±11.0 ^b	155.9±33.2 ^C	6.5±1.6 ^e	6.5±1.7 ^a	229.9 ±48.8
Canary yellow	O-D NIL	7.5±2.7 ^{de}	32.3±26.3 ^{ab}	ND ^a	2.5±0.3 ^{ab}	13.1±6.8 ^a	55.4±36.1
	ALDF	9.5±1.3 ^e	ND ^a	ND ^a	2.2±0.1 ^a	3.2±1.1 ^a	14.9±2.5
	OTO9491	6.8±2.1 ^d	ND ^a	ND ^a	2.4±0.4 ^{ab}	2.2±0.4 ^a	11.4±2.9

Flesh color ^z	Cultivar	Carotenoid content (mg kg ⁻¹)		dried weight) ^y			
		Neoxanthin	Lycopene	Pro-lycopene	f-carotene	β-carotene	Total
Red	DAH	2.4±0.1 ^{ab}	245.6 ± 86.1 ^d	ND ^a	4.7±0.4 ^{cd}	47.4±6.3 ^b	300.1 ±106.8
	JB11-3	1.9±0.1 ^{ab}	154.7±23.0 ^c	ND ^a	3.8±0.9 ^{bc}	60.7±19.7 ^b	221.1 ±43.7
	JB38-1	0.9±0.2 ^a	390.4 ±22.6 ^c	ND ^a	4.7±0.3 ^{cd}	13.8±2.9 ^a	409.8 ±26.0

^zOrange-β represents orange flesh with high β-carotene content. Orange-P represents orange and salmon-yellow flesh with high pro-lycopene content

Duncan's multiple range test was conducted to determine significant differences at p < 0.05

^yThe amount of carotenoid compound is presented as the average of three plants per each cultivar and its standard deviation (average ±SD)

ND not detected

⑤ 미국과 같은 선진국에서는 라이코펜 연구 및 고품량 품종 개발이 활발히 진행 중이며 미국 수박생산자협회에서는 라이코펜 함량이 토마토보다 30% 더 많은 수박을 라이코펜 리더(Lycopene leader)라는 이름으로 상품화하여 재배와 소비를 확산시킴

⑥ 최근 건강 기능성 식품에 대한 수요증가는 우리나라뿐 아니라, 경제력 상승에 따라 수출 상대국인 중국의 일부 부유계층에서는 외국에서 수입한 안전하고, 기능성이 배가된 농산물에 대하여 가격과 상관없이 대량 구매가 이루어지고 있는 실정임

(2) 농업 경쟁력 강화 신품종 수박의 개발 필요성

(가) FTA 등 수입자유화 시대에 있어 지속가능한 농업생산시스템구축을 통하여 우리 농업의 경쟁력을 강화시키고자 하는 농정의 패러다임 전환(paradigm shift)이 필요한 시점임

① 노동력 절감형의 왜성수박(Bush type)의 초형을 갖는 수박 신품종 개발이 요청되고 있는 실증이나 세계적으로 재배면적이 미비한 수준이나 일본에서 품종을 개발하여 중국에 시교를 공시하는 수준

② 국내에서도 서울종묘에서 부시(Bush)형 품종을 개발하였으나 과비대력이 떨어지고 과형이 균일하지 못하여 상품화가 이루어지지 않았으나 농촌에서는 고령화로 인한 일손부족과 인건비의 상승으로 경영비의 증가로 인하여 재배가 편한 수박 품종의 요구도가 아주 높아지고 있음

③ 세계에서 수박 재배면적이 가장 많은 중국도 산업화로 인하여 농촌 인구의 감소로 생산비 중에서 인건비 상승이 농촌에서 또 다른 문제점으로 인식됨

④ 노동 효율성을 높일 수 있는 부시(Bush)형의 품종 개발로 수박 재배에서 인력이 가장 많이 소요되는 순정리 작업을 일반수박은 5회 실시하면 부시(Bush)형은 3회 정도로서 순정리 작업을 2회 줄여 생산비 감소에 효과적일뿐 아니라 재식폭이 좁아져 수량성을 높일 수 있음

⑤ 일반수박은 절간장이 15-20cm정도이고 Bush Type은 3-5cm여서 순정리가 효율적이며, 손자순의 발생도 착과전 순정리를 완료하면 착과후 비대기에는 손자순의 길이가 짧아 순정리가 필요 없어 노동력 감소에 효과적임

(나) 농촌의 인구감소 및 고령화에 따른 생산주체의 변화

① 산업화 및 고령화로 인한 농촌의 인력 감소가 급속도로 진행되고 있다. 이는 우리보다 경제적으로 10년이 앞선 일본의 경우 고령화율이 7%에서 14%로 진행되기까지 24년이 소요된 반면 우리나라는 17년, 고령화율 14%에서 20%까지는 9년이 소요될 것으로 예상

표 7. 고령화 속도 국내외 비교

구분	도달 년도			증가 소요 년수	
	7% (고령화)	14% (고령)	20% (초고령)	7% → 14%	14% → 20%
일 본	1970	1994	2005	24	11
프랑스	1864	1979	2018	115	39
영 국	1929	1975	2029	46	53
미 국	1942	2014	2032	72	18
한 국	2000	2017	2026	17	9

② 이는 세계에서 수박의 재배면적이 가장 넓은 중국 또한 도시 인구는 901,991,162명으로 전체 인구의 63.89%를 차지하며 농촌 인구는 509,787,562명으로 전체 인구 대비 36.11%를 차지하여 도시와 농촌의 인구수의 극심한 차이가 나며 이는 곧 노동력의 부족으로 이어지고 있음(그림 2, 중국 제7차 인구조사 결과)

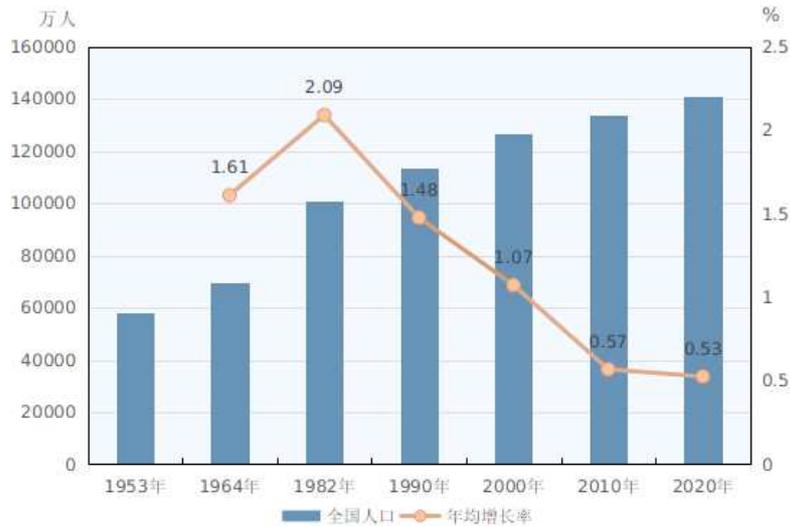


그림 2. 2020년 중국 제 7차 인구조사 결과

③ 농가의 가장 큰 어려움으로 작용하고 있는 일손 부족 현상이 1년 영농에 차지하는 비율이 80% 이상 차지하는 것으로 보인다. 또한 일손이 집중적으로 투입되는 시설원예 품목에서는 90%대 이상으로 매우 높게 나타났으며, 특히 출하 시기가 유사한 수박 단지권의 경우 더 큰 어려움을 겪는 것으로 조사되었음

(나) 농업 생산에서 경영비 절감을 위한 신제품 육성 필요성

① 농업 총수입의 증가와 같이 농업경영비도 매년 증가하는 경향을 보이고 있음, 농업 경영비 증가의 주요원인으로서는 광열비, 농업부문보험료, 다음으로 노무비의 증가

② 수박재배에서 일부는 기계화 및 자동화기능이 가능하나 대부분의 작업은 인력의 손으로 이루어진다, 그중에서도 수박재배에서 인력이 가장 많이 투입되는 시기는 순 정리 작업이라 하겠다. 순정리 작업의 횟수가 줄어들면 노동력 부족으로 인한 문제를 해결할 수 있음

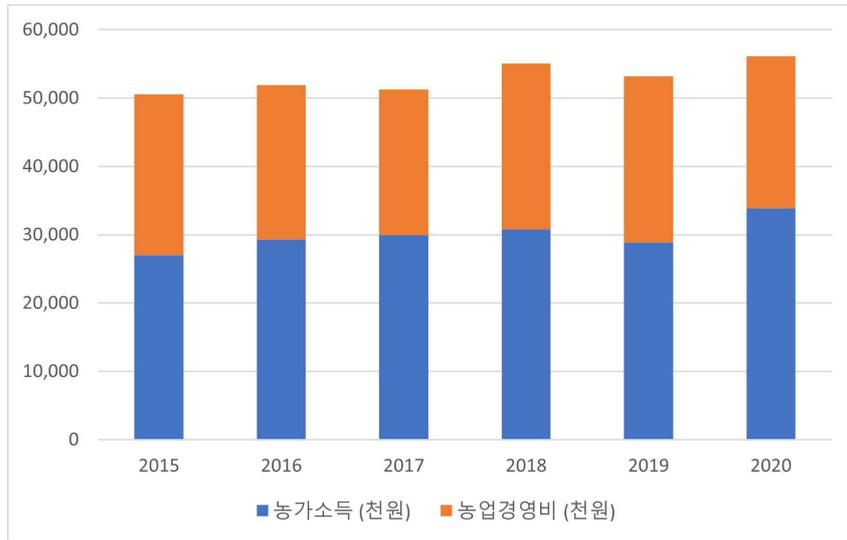


그림 3. 채소 농가의 농가소득 및 농업 경영비(통계청, 2020)

③ 일손 부족 때문에 어려움을 겪었다는 농가는 가장 큰 이유로 ‘일손 자체를 구할 수 없어서’ 50.7%로 가장 높았고, 두 번째가 ‘하루 일당이 너무 비싸서’ 27.1% 등으로 조사되며 (그림 4), 또한 2020년 상반기 외국인 계절근로자(C-4, E-8) 3,052명 입국 지연 및 고용허가제(E-9)도 6,400명 중 720명만 입국 하였으며, 이는 곧 노동력 부족과 노동의 질 하락으로 이어짐(한국농촌경제 연구원, 2020)

④ 농업 경영비 중에서 50%를 인건비로 나가는 실증에서 산업화 및 수입개방 확대로 인해 농가소득 감소 등 다양한 국내 농업이 처한 어려움을 극복하고, 고부가 가치 산업을 활성화하여 수박의 수요를 확대하고 수출 유망품목으로 육성할 필요가 있음

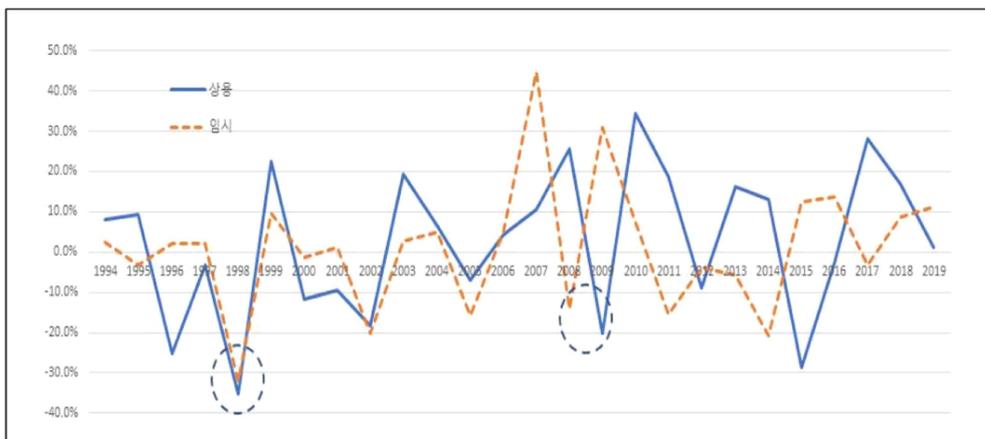


그림 4. 농림어업 고용인력 변화율 추이: 1994~2019(통계청 경제활동인구조사)

라. 중국 수출용 수박 품종 육성 연구의 필요성

(1) 정책적 추진 필요성

(가) 국내 수박종자 시장은 포화상태, 수출을 통한 세계시장 개척 필요

- ① 수박종자 국내 점유율은 90%에 이르며, 내수 120억 시장임
- ② 내수가 포화에 도달하며, 재배지 감소에 따른 수출지향 정책이 요구됨
- ③ 국내 시설재배환경과 가장 유사한 중국 시설재배용 수출품종 개발 정책이 필요함
- ④ 내병성 품종 개발 등을 통한 수박 신품종 개발로 중국 소비자의 식품안전 염려를 충족시킬 수 있음

(나) 경제발전으로 신선채소(과채류 포함) 요구도 증속

- ① 세계적인 소비자 기호도는 가공식품에서 신선채소로 급속히 이동 중임
- ② 수박품목의 중국 진출은 타 박과작물 (오이, 멜론, 호박 등)에게 큰 촉발요인임
- ③ 고당도 수박 품종의 중국 진출로 중국의 수박 기호도를 현저히 바꿀 수 있는 기회임

(다) 중국은 세계 최대 수박 시장임

- ① 중국의 수박재배지는 전 세계의 60% 이상을 차지하고 있음
- ② 근거리 국가이며, 최대 경쟁사는 대만 농우로 시장접근 및 수출 성공 가능성 큼
- ③ 한국 출신의 종자 마케팅 담당자들의 정보 및 판로제공이 큰 성공 요인임
- ④ 고추, 무 등에서 중국 내 상표 가치를 확고히 하고 있어 판로개척이 유리함
- ⑤ 중국과의 FTA대응 등에 유리한 위치를 점할 기회임

(2) 기술적 추진 필요성

(가) 중국 채소의 시설재배 증가 추세

- ① 중국 채소는 주년생산이 요구되며 이에 따른 시설재배는 지속적 증가 추세임
- ② 급속한 기후변화 등에 따른 노지재배의 위험성을 시설재배 방법으로 극복하는 중임
- ③ 수박 소비의 주년 요구도 증가에 따른 공급 시기 조절에 시설재배가 필요함
- ④ 중국 시설재배는 약광, 저온의 단점이 있어 이를 보완할 품종 개발이 필요함.

(나) 중국 시설재배용 수박시장 공략 가능한 기술적 우위

① 중국의 저온기 시설재배 수박 시장은 전 세계에서 우리나라와 일본 중국 중북부 지역에 한정된 작형의 특수 시장으로 다국적 기업과의 경쟁을 회피할 수 있으며 다국적 기업에 대한 경쟁우위 기술력을 보유함

- ② 기술적 어려움으로 다국적 기업의 육종 프로그램이 철수 상태임
- ③ 현재, 대만 농우 이외의 경쟁 상대가 없음
- ④ 중국 기업은 유사품종을 공급하는 상태로 신품종 육종의 기술적 경쟁력은 약한 상태임

입

⑤ 우리나라는 저온기 시설재배용 품종육성에서 충분한 기술을 보유하고 있으며 환경적 여건에서 대만 농우보다 유리함

- ⑥ 시설재배 시 저온기 재배용 및 품질계 자원이 확보되어 있음
- ⑦ 품질 우위를 달성하면 선두 진입이 가능함
- ⑧ 저온기 시설재배용 육종기술력의 향상은 일본 수출용 품종 육종기술력 향상에 기여할 수 있음

(다) 중국 소비자 기호도 충족을 위한 고품질 시장 진출

- ① 중국 소비자의 소득증대에 따른 고품질 채소시장 확대/증가 예상됨
- ② 고품질에 걸맞는 당도, 다양한 과형, 과육 색 등에 대한 기술개발이 요청됨
- ③ 시설재배 시 노동력 절감형의 부시형 타입의 초형을 갖는 수박 신품종 개발이 요청됨
- ④ 고품질 시장진출을 위하여 농약 사용량을 줄일 수 있는 다양한 내병성 (만할병, 흰가루병, 탄저병, 만고병 등) 형질을 갖는 신품종 개발이 필요함
- ⑤ 시설재배용 육종기술을 바탕으로 노지재배

(3) 시장 환경적 추진 필요성

(가) 중국은 세계 최대 수박시장 임

- ① 경제성장과 함께 신선채소 시장의 확대가 예상되는 시장임
- ② 소득증가로 인한 고품질 요구도가 증대되고 있음
- ③ 종자가격 측면에서 접근 가능한 고가 시장을 집중 공략할 필요성이 있음
- ④ 저온기 비대력과 품질에 대한 육종 기술력이 요구되는 시장임

(4) 중국 기능성(과피색) 수박 시장현황

(가) 중국 전역에서 재배되는 많은 품종이 있으며 외과, 과육, 종자의 형태도 다양하며 신장, 란저우, 간쑤, 더저우, 산둥, 동타이 그리고 강소 등에서 재배가 활발하며, 2020년 중국 수박 재배면적은 152만8,100헥타르로 2019년 대비 0.73% 감소한 것으로 추정되며 생산량은 약 2조 위안을 넘을 것으로 추산됨(그림 5)



그림 5. 중국주요 성별 수박 생산량(자료, 智研咨詢發布的, 2021-2027年中國西瓜种植行業市場運營模式及未來發展潛力報告)

(나) 중국 역시 코로나 바이러스 영향으로 인해 국내 및 해외 영업에 많은 영향이 있는 것으로 파악되며, 2020년 수출량은 44,900톤으로 2019년보다 4.47% 감소했다. 2021년 10월 현재 중국의 수박 수출액은 361억 달러, 수출량은 39800톤으로 추산되며, 2020년 수출가격은 2019년보다 5.81% 낮아져, 2021년 10월 기준으로 수박 평균 수출가격은 톤당 906.46달러임(자료 : 智研諮詢發布的, 2021-2027年中國西瓜种植行業市場運營模式及未來發展潛力報告).

(다) 시장에서 요구하는 형질은 고당도, 수송성, 내고온, 내습도, 내병성 등을 완비한 고품질 수박이면서 조숙성으로 연중 재배가 가능한 품종의 요구도가 높은 편임.

마. 수박 분자유종 기반확립 및 기능성 수박 육종을 위한 marker-assisted breeding 필요성

(가) 기능성 수박 분자유종 시스템 개발 및 수출품종 개발지원

① 수박에서 농업 유용형질은 대부분 양적형질로 게놈상 빈도가 높은 SNP를 이용하면 고밀도 유전자지도 작성이 가능하고, 따라서 형질과 연관된 마커의 탐색이 가능하여 수박의 경우 후대 표현형 검정을 위한 유용 유전자 보유 소규모 개체만을 유지하고, 선발할 수 있게 함

② 수박의 경우 reference genome이 밝혀진 현재 Resequencing을 통한 타겟 부위의 SNP만을 동정하기 유리하며, 대조형질을 보이는 계통의 염기서열 재분석을 통하여 조기에 형질관련 연관 마커의 개발이 가능하여 marker-assisted breeding에 활용할 수 있게 됨

③ Genotyping-by-sequencing (GBS)는 이미 옥수수, 벼, 밀 등 다양한 작물에서 시간과 비용을 절감하여 효과적으로 유전형 분석을 통해 유전자지도 작성과 연관마커 탐색이 가능함이 보고되었고, 유전체 기반 분자마커 개발과 유전형 분석이 가능한 기술로 효과적인 allele 분석과 타겟 유전자 위치와 연관마커 탐색이 모두 가능한 방법임

④ 일반적인 molecular marker의 경우 서열상의 패턴변화를 이용한 random DNA marker 였으나 전사체를 기반으로 한 functional marker의 경우 유전자 발현을 통해 얻어진 DNA fragment에서 유전자 서열을 이용하여 개발되었기 때문에 MAS 최종단계인 후보 유전자의 기능동정에 유리하다고 할 수 있음

⑤ 전통 교배육종에 비하여 수박과 같은 채소분야 분자유종 기술은 미국, 네덜란드 등 선진기술 보유국과 비교해볼 때 우수한 육종소재 보유와 전통 육종기반이 마련되어 있어, 최신 유전자 또는 유전체 정보기술을 기반으로 육종에 적용된다면 우리나라가 조기에 경쟁력을 확보하고 수박 품종육성에 선도적 역할을 할 수 있게 됨

3. 연구개발 내용 및 범위

가. 1세부 부시(Bush)형 킬러과육 수박 품종개발

- (1) 부시형 킬러 과육 수박계통 육성 신품종 개발
- (2) 고 기능성 수박 계통 육성 및 신품종 개발
- (3) 라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 신품종개발
- (4) 해외 현지 지역 적응성 시험 및 시교사업
- (5) 수출용 종자생산 및 품질관리체계 구축
- (6) 해외 전시포, 종자 품평회(박람회) 추진 및 참가

(7) 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동

나. 2세부 라이코펜 고품량 단타원형 및 원형 수박 품종개발

- (1) 라이코펜 고품량 단타원형 및 원형 신품종개발
- (2) 해외현지 적응성 시험 및 시교사업
- (3) 수출용 종자생산(채종지) 및 품질관리체계 구축
- (4) 해외 전시포, 종자 품평회(박람회) 추진 및 참가
- (5) 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동

다. 3세부

- (1) 마커개발 핵심 유전자원 선발 및 표현형 조사를 위해 형질별 수박유전자원 특성분석을 통해 Resequencing 및 GBS 분석에 적합한 계통선발
- (2) 마커개발용 분리집단 육성을 위해 과색, 생육형, 과형 및 라이코펜 함량 차이를 보이는 양친계통 교배를 통한 2개의 F1 집단육성
- (3) 형질관련 유전정보 기반 SNP/SSR 마커탐색을 위해 과육 색 및 카로티노이드(라이코펜) 합성 관련 유전자 탐색 및 SNP 또는 SSR 마커 디자인과 개발 마커이용 핵심 수박계통 대상 MAS 용 스크리닝 실시
- (4) 연관마커 검증용 분리집단 육성을 위해 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 F2 및 backcrossing 집단을 구축함
- (5) GBS 분석 및 수박 유전자지도 작성을 위한 최적조건 탐색을 위해 Genotyping by sequencing을 통한 QTL 분석용 최적 제한효소(RE) 적용 검증
- (6) Genomewide resequencing 및 타겟 형질연관 SNP 마커 탐색을 위해 생육특성, 과색특성 및 성분특성에 차이를 보이는 형질대조 30개 계통 resequencing 실시후 과육 색 및 라이코펜 연관 SNP 탐색하고 검증을 실시
- (7) GBS 기반 형질별 연관마커 검증용 분리집단 육성 및 형질조사를 위해 온실 및 포장에서 F2 분리집단 및 여교배 집단 세대진척을 실시하고, 포장에서 표현형 조사를 실시
- (8) Whole genome resequencing (wgr) 정보기반 타겟 형질연관 SNP, Indel 마커 탐색을 위해 30개 수박 유전자원을 대상으로 한 유전체 재분석 정보를 활용하여 오렌지 과육 색을 보이는 자원특이 SNP 마커를 스크리닝하고, 유전적 특성검정 후 CAPS 마커로 전환하여 등록
- (9) 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 육성 및 형질연관 QTL 분석을 위해 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리후대집단 및 backcrossing 집단의 세대진척 진행하고 F2 & Backcross 집단별 표현형 조사와 형질연관 QTL 분석(과색 및 과피색 등)
- (10) 민간육종회사 수출용 품종육성 지원 HT 시스템 기반 MAS 현장 적용을 위해 HT 시스템용 3개의 분석기법(PAGE 젤, Lab chip, HRM 분석법)을 비교한 후 현장적용이 가능한 방법으로 수출용 F1종자의 순도검정 실시
- (11) 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 육성을 위해 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리후대 F3 및 여교잡 집단의 세대진척
- (12) 유전체 재분석 정보기반 GBS 분석을 통한 노란색 과육 색 형질연관 분자마커 탐색 및 검증을 위해 WGR을 통해 획득한 SNP, Indel 정보기반 노란색 과육 형질 bulk segregant analysis를 통한 SNP loci 탐색하고 탐색 SNP의 MAS용 PCR 마커 개발 및 검증

제2장. 연구수행 내용 및 결과

제1절. 세부 프로젝트간 협력 연구

1. 육성계통 간 생육 특성 (bush type), 과 색 특성 (과육 색, 과피색) 및 기능성 성분 (카로티노이드, 라이코펜) 자료수집 및 분석

1차년 본 연구팀인 1세부 프로젝트(현대종묘)와 2세부 프로젝트(아시아종묘)에서 보유/육성한 수박 분자육종 소재의 표현형 재검정: 생육특성(일반 vs. bush type), 과육 및 과피색, 기능성 성분 (베타카로틴, 라이코펜 등)에 차이가 있는 기존 선발 또는 육성 수박계통 중에 수출용 적합 품종 및 연관 분자표지 개발 목적에 부합되는 수박 유전자원의 표현형 특성을 파악하여 3세부 프로젝트인 충남대 분자마커 개발을 위한 재료로 활용하였다(그림 6).



그림 6. 연구팀 육성 계통 과피 및 과육 색 검정대상[(위)일반생육형, (중간, 아래)bush type]

1차년 수박의 과육, 과피 및 성분분석을 위하여 본 프로젝트의 목표 형질인 수박 과육 색, 과피색 및 카로티노이드(베타카로틴, 라이코펜 등) 성분의 함량은 사업단 내 “채소류 일반성분 및 생리활성 성분분석 서비스” 연구과제의 도움을 받아 11월중 1세부과제에서 재배중인 수박 계통에서 샘플을 채취하여 스크리닝을 수행할 예정이고 2세부과제는 김제 종자산업진흥센터에 샘플을 의뢰하여 카로티노이드 성분분석을 하였다.

2차년에도 1차년과 동일하게 1세부과제에서 재배 중인 수박계통 및 조합의 샘플을 그림과 같

이 채취하여 사업단 내 “채소류 일반성분 및 생리활성 성분분석 서비스”를 이용하여 기능성 분석을 하고 과육 색의 진한 정도와 라이코펜의 연관성을 검정하기 위하여 색도를 측정하여 성분 분석 결과와 비교하였다(그림 7).

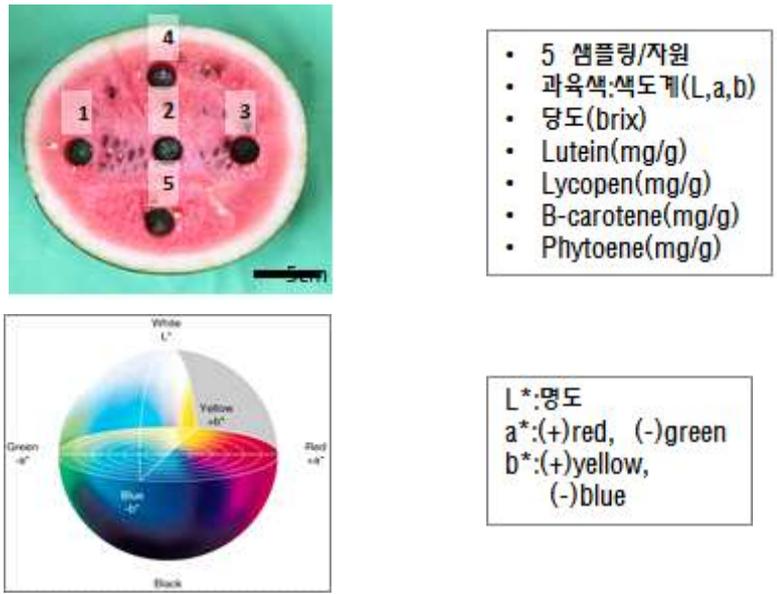


그림 7. 성분분석용 샘플 채취 및 과육 색 검사

3차년에도 1세부프로젝트에서 고정이 완료된 부시형 붉은색 계통과 일반 컬러과육 25계통의 잎 샘플을 3세부 프로젝트에 제공한 결과 오렌지 과육 색과 고 베타-카로틴 함량 선발용 SNP 마커를 개발 하여 특허출원을 목표로 과제를 수행하였다.

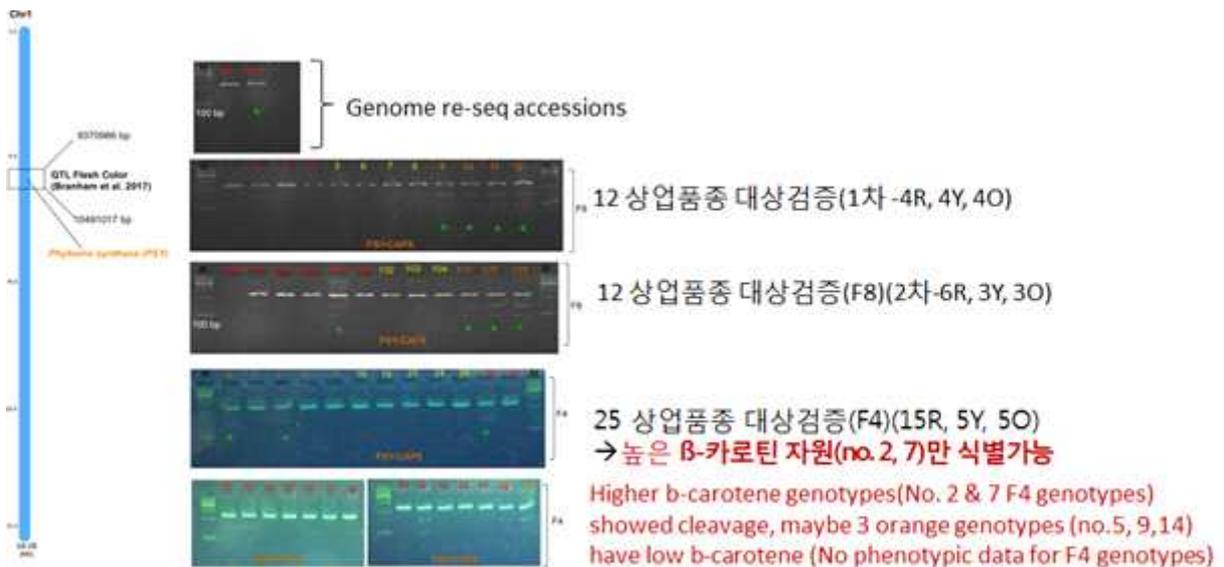


그림 8. 1세부프로젝트에서 제공한 샘플

1세부프로젝트는 3세부프로젝트에 제공한 잎 샘플의 과육을 수확하여 원예적인 특성을 파악하여 3세부프로젝트에 정보를 제공하였으며, 본 프로젝트의 목표 형질인 수박 과육 색, 과피색

및 카로티노이드(베타카로틴, 라이코펜 등) 성분의 함량은 사업단 내 “채소류 일반성분 및 생리활성 성분분석 서비스” 연구과제의 도움을 받아 11월중 1세부과제에서 재배중인 수박 계통에서 샘플을 채취하여 스크리닝을 수행하였다.



그림 9. 1세부에서 제공한 샘플의 과육 색

2. 목표형질 별 핵심유전자원(계통)간 target resequencing (TR)을 통한 형질연관 SNP 탐색

수박 유전체 정보에서 수박은 11개 염색체, ~425Mbp 크기의 게놈을 가진 박과식물로 Guo 등(2013년)에 의해 처음 유전체 염기서열 정보가 밝혀졌다. 본 연구팀은 과색 및 초형관련 20여개(형질에 따라 분석샘플은 가변적임) 다양한 유전자원으로 구성된 핵심집단의 염기 재분석을 실시하여 이들 형질관련 유전자들을 대량 발굴하기 위하여 1세부 프로젝트에서 표현형 조사한 24점의 교배양친과 2세부 프로젝트에서 15점 총 39점의 교배양친을 활용하였다(표 8).

표8. 1, 2세부 프로젝트 교배친 표현형 조사

BN	교배	표현형 특성	BN	품종명	계통	표현형 특성			
						타입	과피색	과육 색	과형
1		녹색, Bush, 원형, R	401	BN038		Mi	G	R	SO
3		녹색, Bush, 원형, Y	403		{G.S(BC3)*SY(G)-17-2}*LAN2L	color	Y	Y	SO
29		녹색, Bush, 타원형, O	404	슈퍼골드		color	G	Y	O
801	201-3	흑피, 원형, R	406	흑진주		color	B	O	R
802	203-5	흑피, 호피 무늬, R	408		T130A*HA.SPA	color	Y	R	SO
803	207-3	녹색, 원형, R, 육질	410		GB*SKA	Sr	G	R	R
812	208-5	녹색, 원형, R, 호피 무늬	423	여름엔		Sr	G	R	SO
816	215-6	녹색, Y	427	AW1508	SBF*SBM	SB	B	R	R
819	219	노란색, Y	428	AW1607		SB	B	R	O
820	221-5	노란색, O, 노란색무늬	446	AW1506		IB	B	DR	O
829	231-5	녹색, 타원형, R, 육질, 고당도	448	AW1606		IB	B	R	SO
830	233-2	흑피, 타원형, R, 육질 중상	449	AW306		IB	DG	R	O
832	235-2	흑피, 타원형, R	456	AW1406		Cr	LG	R	SO
833	237-6	녹색, 타원형, Y, 조생계	457	AW1511		Cr	LG	R	R
834	238-2	녹색, Y	462	AW1631		Cr	LG	R	O
835	206-4	흑피, Y							
837	239-8	흑피, 타원형, Y							

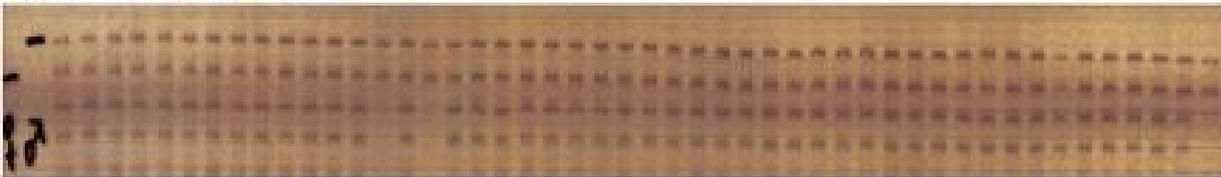
838	240-4	흑피, 타원형, Y(분리)							
840	242-8	남색, 무지, 타원형, O							
842	243-2	흑피, 타원형, O							
843	245-9	녹색, Net 무늬, O							
917		Apple type, 소과종, R							
919		Apple type, 소과종, Y							

정확한 목표 유전자 중심의 SNP 변이를 탐색하기 위하여 형질차이를 보이는 대조 품종간 Target Resequencing (TR)을 실시할 예정이고 Resequencing data는 기존 수박 Reference genome(Guo et al., 2013, 아래 문헌참고)과 alignment를 수행하여 consensus sequence를 작성하고, 형질간 대조 샘플간 유의한 SNP 후보를 선발함 Target resequencing 결과에 따라 20여개 유전자원들의 게놈상 SNP의 분포를 분석하여, 형질결정 유전자 부위 (genic region)에 있는 SNPs를 스크리닝하여 HT genotype이 가능하게 하였다.

SSR 마커를 기반으로 1세부프로젝트의 중국수출용 수박 2품종의 순도검정을 위하여 2019년 7월 품종의 양친과 F1을 과종하여 3세부프로젝트에 제공하였으며 제공된 샘플을 이용하여 SSR 마커를 활용한 F1 순도검정이 가능하였다(그림 10).

이는 산업체에서 종자의 순도 문제로 발생할 분쟁을 미리 예방할 것으로 생각되고 이는 다른 수박 연구에도 많은 도움이 될 것으로 생각한다.

• 현대종묘 8502-3 집단



• 현대종묘 8502-4 집단



그림10. F1 순도검정 결과

4차년도에는 “Line45×Line840” F3세대 선발을 위한 분리집단 재배 및 결과 공유를 위해 재배 시험을 수행하였으며, PSY marker 개발을 위한 재료를 제공하였다.

1, 2세부 과제와 공동협력으로 Genomewide resequencing을 목적으로 국내외 다양한 형질 수박 30개의 유전자원 종자 및 DNA 샘플공유로 교배 및 분자유종 상호지원 효율성을 극대화 하였다.

1세부 과제의 선발마커 검증을 위한 과육 색 차이를 보이는 상업종 수박 품종 지원과 수박 Genotyping by sequencing 기술선도 미국 조지아대학교 팀과 협력으로 국내 교배친(Lee45 & Lee840) 대상 restriction enzyme, fragment alignment, SNP calling 등 GBS pipeline 활용 가능성을 국제공동 연구협력단과 공동연구를 실시하였다(표 8, 9).

표 9. 과육 색 별 기능성 2차 대사산물 분석 결과

No.	Sample	Flesh type	Lycopene (mg/g)	β -carotene (mg/g)	Phytoene (mg/g)	445 th nt C A P S SNP:A/G
1	845-35	Red	0.323	0.350	0.150	A
2	868	Orange	0.006	0.594	0.136	G
3	893-16	Yellow	0.004	0.038	0.037	A
4	8884-5	Yellow	0.004	0.056	0.053	A
5	887	Orange	0.006	0.736	0.135	G

5차 년도에 1세부에서는 “Line45×Line840”의 F2 집단(150 여 계통)을 이용하여 QTL 검증을 위한 F3분리집단 및 여교배 집단을 만들기 위해 자가수정 또는 여교배를 실시하여 확보된 F3 종자를 이용하여 재배시험을 하였다. 2021년 7월에 1세부와 3세부의 협업으로 F3 분리세대(계통당 4반복)에서 표현형 조사 (과형, 과피색, rind pattern, dwarf, flesh color)를 실시하여, QTL 검증과 마커 개발에 활용하였다.

제2절. 시장 분석 및 마케팅 활동

1. 시장분석 및 중국 전시포 운영

1세부 프로젝트의 위탁 프로젝트인 대일바이오종묘의 협력사인 대일국제유한공사는 중국 6개 영업소를 거점으로 종자를 판매하는 네트워크를 구축하고 있어 중국 수박 시장의 정보를 가장 먼저 분석할 수 있는 장점을 가지고 있다(그림 11).



그림 11. 대일바이오종묘 중국법인 영업소

저온기 최대 주산단지인 산둥성 청주지역을 1차 목표시장으로 선정하여 2015년 시장조사한

결과 일반 중국형 수박의 재배가 40%를 차지하고 있으며 품종으로서는 경신3호 쌍성품종이 주로 재배되고 있다. 이 품종들은 종자가격이 저가이고 저장도 및 육질문제가 발생되고 있으며, 중급형 수박은 대만농우 및 대만농우 유사품종의 종자가 30%를 차지하고 있다. 고품질 수박으로 인정받고 있는 품종들은 일본, 한국농우에서 개발한 품종들로서 30%를 차지하고 있으며 이런 품종들의 수요가 계속 증가추세였다. 고품질 종자들은 종자의 가격이 1,000 \$/kg 정도 이고 이보다 고가로 판매되고 있는 품종들도 있다. 이런 고급 수박은 균일도가 높으면서 대과종으로 육질이 우수하면서도 당도가 높은 것이 특징이다.

2016년 중국 산둥성 청주지역에서 수박종자판매상들이 한국형 고급 수박에 대한 관심이 아주 높아지고 있는 경향을 보였다. 고품질 수박에 대한 소비자들의 수요도가 높아지면서 고당도, 재배안정성이 높은 한국형 수박이 적합하다고 판단하여 종자판매상들의 관심이 높아지고 있다 (그림 12).



산둥성 수박종자판매상 선발

산둥성 수박재배 농민 시식

그림 12. 산둥성 선발사진

1차년 산둥성 및 북경 중국하우스 수박단지에서 한국형 수박의 재배가 산둥성의 경우 40%를 북경은 10%를 점유하였으나 수박 매매 가격이 중국 수박에 비하여 높은 가격으로 판매되어 2018년에는 한국형의 고급수박의 재배면적이 넓어날 것으로 예상하였다.

문제는 한국형 수박이 고급형으로 알려지면서 한국에서 재배되는 수박종자들이 중국 시장으로 몰려오면서 수박시장의 가격 경쟁력이 문제가 될 것으로 예상하였다.

1차년도에 위탁프로젝트에서 중국시장을 공약하고 있는 1세부 프로젝트에서 공시한 수박 시교를 산둥성 저온기 수박재배 단지인 수광지역 2곳에서 전시포를 운영하여 수광지역에 적합한 조합을 선발 할 수 있었다(그림 13).



포장전경

수확조사

그림 13. 1차년 산둥성 전시포 운영

한국형 수박의 인지도가 높아져 종자판매상 30여명과 농민 50명 정도가 전시포 행사에 참석하였으며 행사에서 BN 28번 조합과 BN 32번 조합이 선발되었다(그림 14).



그림 134 선발된 조합

또 다른 지역에서 실시한 전시포 시험에서는 BN 28번이 가장 우수한 조합으로 선발되어 확대시교용 종자를 BN 28번 조합은 2kg, BN 32번은 500g을 2017년 11월 공시하였다.

2차년도는 1세부프로젝트에서 공급한 BN 28번 조합을 위탁프로젝트에서 산동성 저온기 수박 단지에 확대시교를 실시한 결과 숙기가 빠르고 당도가 우수하다는 평가를 받았으나 저온기 비대력이 떨어지고 고온시 바이러스에 약하여 육질이 무른 단점 때문에 개발이 어려웠다(표 10).

표 10. 1세부프로젝트 공시내역 및 수확조사 결과

試驗地点：山東青州譚坊鎮莊家村 栽培模式：春季小拱棚 育苗時間：2018年1月15号；定植時間：2018年2月21号；授粉時間：2018年3月27号-30号 品种檢査時間：2018年5月17号						
試驗地編號	原品种編號	种植棵數	瓜重 (kg) /2个	중심당도	외곽당도	特征特性
1806	18HD-1	10棵	15.9	10.1	8.5	
1807	18HD-2	10棵	19.39	10	8.6	
1808	18HD-3	10棵	17.2	10.4	10.1	
1809	18HD-4	10棵	17.57	10.2	9.1	
1810	18HD-5	10棵	17.36	10.1	8.5	
1825	18HD-6	10棵	18.11	10.4	8.6	
1826	18HD-7	10棵	14.96	9.9	7.9	
1827	18HD-8	10棵				
1828	18HD-9	10棵	18.43	10.2	8.6	
1812	1604 (1712)	50棵	18.69	11.3	9.3	4号品种

2차년에 위탁프로젝트에 저온기 비대력이 우수하면서 과육 색이 진한 9조합을 공시하여 산동성 수광시에서 전시포를 운영한 결과 18HD-9번이 저온기 비대력이 우수하고 중심당도가 높은 조합으로 선발 할 수 있었다. 선발된 조합은 2018년 11월에 확대시교용 종자를 1세부프로젝트에서 공시하였다(그림 15).

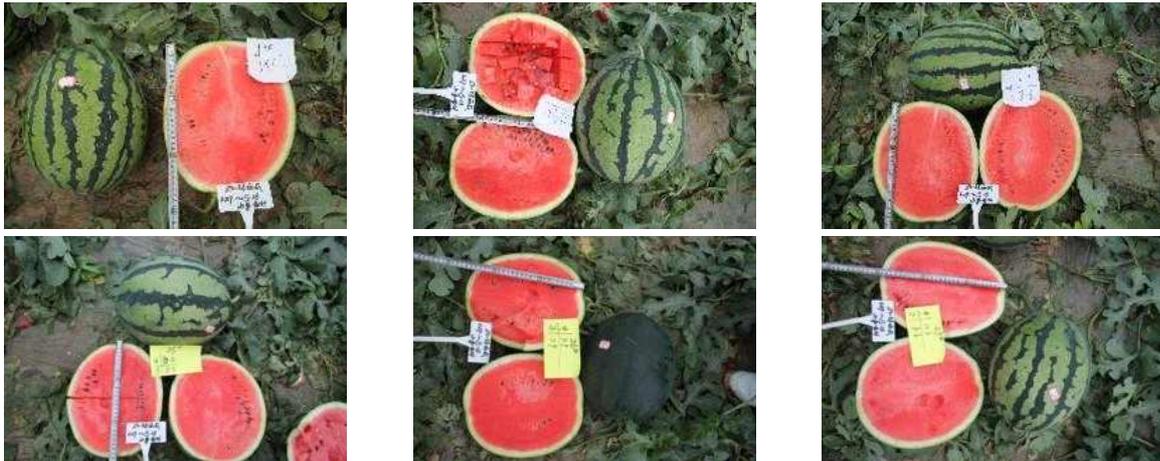


그림 15. 수확조사

2. 종자박람회 및 시교공시

1차년 위탁프로젝트인 대일바이오종묘에서 인도 종자 총회 ((2017 Indian Seed Congress, Kolkata) 참석하여 1세부 프로젝트에서 개발한 무접목 재배가 가능한 단타원형의 중생종 중대 과종 적육계 흑피 수박인 17WM-1 조합을 선발하여 파키스탄, 스리랑카에 시교를 공시하였고 2세부 프로젝트에서 개발한 소과종에 수박에 관련된 홍보도 실시하였다(그림 16).



그림 16. 인도 종자 총회

1세부와 2세부 프로젝트에서 기능성 컬러과육 수박 품종을 개발하면 위탁프로젝트인 대일바이오종묘에서 국제종자총회 및 종자관련 회의에 참석하여 기능성 수박을 홍보와 동시에 종자 수출에 적극적으로 협력하고 있다.

3. 위탁프로젝트를 활용한 재료수집

1차년에 무접목 재배가 가능한 단타원형의 중생종 중대과종 적육계 흑피 수박인 17WM-1 조합을 선발하여 파키스탄, 스리랑카에 위탁프로젝트에서 시교를 공시한 결과 비대력이 떨어지고 육질이 무르다는 평가를 받아 위탁프로젝트에서 시교공시 및 관측을 위하여 국가별로 우수한 품종들을 수집하여 1세부프로젝트에 수집한 재료 및 육성중인 조합들의 비교 및 특성 파악을 위하여 수집한 F1 22품종을 8월 과중하여 원예적인 형질을 조사하기 위하여 접목 재배하여 9월 3일 정식을 실시하였다. 1차 생육조사에서 위탁프로젝트에서 수집한 품종들이 초세가 아주 강하게 조사되었다(그림 17).



그림 17. 수집자원 재배시험

수시로 위탁프로젝트와 공동으로 원예적인 특성을 파악하여 의견을 조율하고 위탁프로젝트에서 원하는 형질을 가진 조합들을 위탁프로젝트에 공시하여 대일바이오종묘에서 국제종자총회 및 종자관련 회의에 참석하여 기능성 수박을 홍보와 동시에 종자수출에 적극적으로 협력하고 있다.

제3절. 1세부 부시형 킨리과육 수박 품종개발

1. 계통육성 및 기 보유계통 성능검정과 선발

가. 계통육성

1차년 기 보유계통(Bush Type)80여 계통 및 중간모본 30계통 2017년 2월과 2017년 7월 2회에 과중하여 호박(활기찬대목)에 호접법으로 접목하여 현대종묘(주) 기술연구소(경기도 여주군 소재)의 비닐하우스에서 정식하여 관행 재배법으로 재배하였다.

원예적 특성조사(초세, 과비대성, 과형, 과피경도, 과피색, 호피 무늬, 육색, 섬유질, 맛, 숙기, 당도)는 7월과 11월 실시하였다.

2차년 기 보유계통(Bush Type)50여 계통 및 중간모본 20계통과 수집한 소과종 소재 18점을

2018년 3월과 2018년 9월 현대종묘(주) 기술연구소(경기도 여주군 소재)의 비닐하우스에서 정식하여 관행 재배법으로 재배하였다. 원예적 특성조사(초세, 과비대성, 과형, 과피경도, 과피색, 호피 무늬, 육색, 섬유질, 맛, 숙기, 당도)는 7월과 12월 실시하였다.

3차년 기 보유계통(Bush Type) 58계통, 중간모본 48계통 및 기능성 컬러과육 46계통을 2019년 2월과 2017년 7월 2회에 파종하여 호박(활기찬대목)에 호접법으로 접목하여 현대종묘(주) 기술연구소(경기도 여주군 소재)의 비닐하우스에서 정식하여 관행 재배법으로 재배하였다.

원예적 특성조사(초세, 과비대성, 과형, 과피경도, 과피색, 호피 무늬, 육색, 섬유질, 맛, 숙기, 당도)는 7월에 완료하였으며, 봄에 선발된 계통들은 8월에 정식하여 1말월 하순에 조사를 하였다.

4차년 상반기(4월 정식)에 부시형 컬러과육계통 66계통과, 중간모본 36계통을 접목하여 재배 시험하였다. 하반기(8월 정식) 재배시험에는 부시형 컬러과육과 이를 이용한 4배체 계통의 분리집단을 시험 중에 있으며 10월 말과 11월 초에 걸쳐 조사하였다.

5차년 상반기 시험은 2021년 2월과 7월 2회 파종하여 수행하였다. 공시계통으로는 부시형 컬러과육계통 154계통과, 기능성 계통 중간모본 36계통을 접목하여 재배 시험하였다. 접수용 계통을 파종 후 자엽이 전개될 무렵 대목(활기찬대목)을 파종하여 접목에 활용하였다. 하반기(8월 정식) 재배시험에는 상반기에 선발한 부시형 계통의 단점을 보완한 반부시(semi-bush)형의 계통의 세대진전과 함께 이를 이용한 조합을 작성하였다.

나. 계통선발

1차년도에는 노동력 절감형 Bush Type은 세계적으로 재배면적이 미비한 수준이나 일본에서 품종을 개발하여 중국에 시고를 공시하는 수준이었다. 국내에서도 제일종묘에서 Bush Type 품종을 개발하였으나 과비대력이 떨어지고 과형이 균일하지 못하여 상품화가 이루어지지 않았고, 농촌의 노동력 감소로 인하여 농민들은 순 정리 및 제거 작업이 적은 품종이 간절한 상황이다. 중국 역시 급속한 산업화로 인하여 농촌 인구의 감소하고 있으며, 생산비 중에서 인건비 상승이 농촌에서 또 다른 문제점으로 인식된다. 노동 효율성을 높일 수 있는 bush type의 품종 개발로 수박 재배에서 인력이 가장 많이 소요되는 순정리 작업을 일반수박은 5회 실시하면 Bush Type은 3회 정도로서 순정리 작업을 2회 줄여 생산비 감소에 효과적일뿐 아니라 재식폭이 좁아져 수량성을 높일 수 있다.

일반수박은 절간장이 15-20cm정도이고 Bush Type은 3-5cm여서 순정리가 효율적이다. 손자순의 발생도 착과전 순정리를 완료하면 착과후 비대기에는 손자순의 길이가 짧아 순정리가 필요 없어 노동력 감소에 효과적이다(그림 18).



일반초형



Bush Type 초형

Bush Type

그림 18. 부시형 수박의 초형

그리고 Bush Type은 엽병이 짧으며 엽면적은 중간 정도이고 엽수가 많아 고온기 초세를 끝까지 유지 할 수 있어 일반 수박보다 당도가 높게 조사되었으며 육질은 아삭한 점도 아주 우수하였다(그림 19).



그림 19. 부시형 수박 후기 초세

기능성 물질이 많이 함유된 수박 품종을 육성하기 위하여 1단계부터 계통의 라이코펜과 베타-카로틴 분석을 통하여 계통선발을 한 결과 중국 저온기 재배에 적합한 품종을 육성할 수 있었다. 선발된 계통들은 중국에서 선호하는 과육 색이 진하면서 숙기가 빠른 조생종을 선호하는 경향이 아주 뚜렷하나 중국 품종들과 차별성을 가지기 위하여 고 라이코펜 계통 중에서 중생종이면서 당도 및 품질이 우수한 계통들 위주로 선발을 하였다.

다. 결과

1차년 Bush Type계통 중에서 원형은 생육초기의 초세는 강하지 않는 경향을 보였으나 후기로 갈수록 엽수가 많아지면서 초세가 강해지는 경향을 보였으나 일부 계통들은 후기까지 초세가 중간정도인 계통들도 있었다. 후기의 초세가 약한 계통들은 비대력이 떨어지는 경향을 보였으며 이들 계통은 숙기가 빠른 조생종 계통들인 것으로 조사되었다.

그리고 노란색 및 오렌지색의 컬러과육의 계통들은 붉은 과육 색의 계통들보다 비대력이 우수하였으며 붉은 과육 색의 계통들보다 착과 후 초기비대기일 때 길이생장이 아주 왕성하게 이루어지는 것으로 조사되었다.

타원형 계통들은 원형에 비하여 대부분이 초세가 강하였으나 불량과 발생이 많아 계통선발에 어려움이 있었다. 호피 무늬가 있는 타원형 계통들보다 호피 무늬가 없는 계통들의 모양이 더 우수하였으나 육질이 무른 경향을 보였다. 호피 무늬가 있는 계통들과 호피 무늬가 없는 계통들을 다시 조합하여 중간계통을 육성해야 할 것으로 판단되었다.

당도는 원형보다는 타원형이 1-2 °brix 더 높게 조사되었고 붉은색 과육 색을 가진 계통들이

컬러과육 계통들보다는 당도가 높게 조사되었다. 컬러과육들 중에서도 오렌지 과육 색이 노란색 과육 색보다 당도가 높았고 과육 색의 선명도도 우수하였다(그림 21).



그림 20. 부시형 소과종사진



그림 21. 부시형 봄 선발계통사진

2차년에는 기 보유계통(Bush Type)50여 계통 및 중간모본 20계통과 수집한 소과종 소재 18점을 정식하여 원예적인 특성을 파악한 결과 기존에 보유한 계통들은 1차년도와 유사한 결과를 보였으며 2차년도에는 도입한 부시타입 소과종에 집중하여 계통육성을 실시하였다(그림 20).

수집한 소재 18점을 수확 조사한 결과 Red 과육 색 12점과 컬러과육 14점의 선발 할 수 있었다. 선발된 소재들은 기존 보유 계통들에 비하여 엽면적이 넓고 과형이 우수한 소과종들로 외관은 일반 녹색 바탕에 호피 무늬가 있는 타입, 남색 무지타입, 흑피 무지타입, 노란색 바탕에 노란색 호피 무늬타입 및 노란색 무지타입으로 외관은 분류되었다.

육질은 조금 무른 편이었고 당도는 기존 계통들과 차이를 보이지 않아 계통을 활용이 가능할 것이라 판단되었다. 선발된 소과종 소재들은 8월에 과종하여 9월 3일 정식하여 10월 8일부터 교배를 시작하였다.

1차년 Bush Type계통 중에서 원형은 생육초기의 초세는 강하지 않는 경향을 보였으나 후기로 갈수록 엽수가 많아지면서 초세가 강해지는 경향을 보였으나 3차년에는 생육초기부터 초세가 강하게 유지 되어 착과 후 조기 비대력이 우수한 경향을 보였다. 계통 선발에서 초세가 강하면서 비대력이 우수한 계통을 선발한 결과로 인식되었다. 그러나 일부 원형 계통들 중에서는 비대력은 우수하나 불량과 발생률이 높게 조사되었고, 손자순의 길이 신장도 빨라 부시형의 장점인 측지발생 적어 노동력 절감효과에 문제가 발생될 소지가 있을 것이라 생각되어 조기 초

세가 너무 강한 계통들의 선발에 신중하게 접근해야 할 것이라 판단되었으며, 2차년 조합성능 검정 결과에서 관행재배보다 밀식재배로 관리한 결과 중대과종 보다는 5Kg 미만의 중소과종으로 조사되어 비대력이 우수하면서 과형이 안전한 계통과 육질 및 당도가 우수한 계통으로 분류하여 계통을 선발하였다.

컬러과육 계통들은 1, 2차년과 유사하게 노란색 및 오렌지색의 컬러과육의 계통들은 붉은 과육 색의 계통들보다 비대력이 우수하였으며 붉은 과육 색의 계통들보다 착과 후 초기비대기일 때 길이생장이 아주 왕성하게 이루어졌으나 과형은 붉은색 과육의 계통들보다 불량과 발생률이 높게 조사되었다.

타원형 계통들은 원형에 비하여 대부분이 초세가 강하여 착과 및 불량과 발생이 많아 계통선발에 어려움이 있었다. 호피 무늬가 있는 타원형 계통들보다 호피 무늬가 없는 계통들의 모양이 더 우수하였으나 육질이 무른 경향을 보였다. 호피 무늬가 있는 계통들과 호피 무늬가 없는 계통들을 다시 조합하여 중간계통을 육성해야 할 것으로 판단되었다.

3차년에도 당도는 원형 계통의 평균 당도는 9.5-11 °brix 정도로 조사되었으나 부계로 사용되는 타원형 계통들은 지금까지와 유사하게 11-13 °brix로 원형 계통에 비하여 1-2 °brix 더 높게 조사되었고 붉은색 과육 색을 가진 계통들이 컬러과육 계통들보다는 당도가 높게 조사되었다. 컬러과육들 중에서도 오렌지 과육 색이 노란색 과육 색보다 당도가 높았고 과육 색의 선명도도 우수하였다(그림 22). 부시타입 계통 및 소재들은 저온에 약한 경향을 보여 4차년에 저온기 계통 선발은 통하여 저온에 강한 계통 및 소재를 육성하였다.



그림 22. 기능성 성분함량이 높은 주요 선발 계통사진

기능성 고 라이코펜 및 컬러과육 품종육성을 위하여 3차년에 중간계통 48계통 및 기능성 컬러과육 46계통을 3월 정식하여 연구목적에 부합되는 계통을 선발하였다. 선발된 붉은 과육 색 계통들은 중국에서 선호하는 과육 색이 진하면서 숙기가 빠른 개체들 위주로 우선 선발을 실시하였다. 모계로 사용하는 원형타입들은 육질이 아삭하였으며 당도는 11 °brix 정도로 조사되었고, 중국 산동성지역은 우리나라 수박 재배법과 달리 품질보다는 과일의 크기를 중요시 하며 대과 생산에 중점을 두어 재배하는 경향이 높아 수박의 과피두께가 상당히 두꺼운 편이라 계통선발에서 과피두께가 얇은 쪽으로 선발을 실시하였다.

4차년 재배시험에서는 상반기 4월 정식, 하반기 8월 정식으로 나누어 시험을 실시하였다. 3차

년 선발한 중간 계통 및 기능성 컬러과육 중 상반기에는 저온기에 생육이 안정적이며 꽃가루 및 꽃의 발현이 우수하여 수정과 과일의 비대가 안정적인 개체들을 중점으로 선발을 하였다. 또한, 부시형 계통의 가장 큰 문제점은 접목친화성에 있는 것으로 판단된다. 모든 계통들이 다 그런 것은 아니나 일부 계통들과 이를 이용한 F1조합에서 반복적으로 접목불친화가 발생하는 것이 확인되었다. 접목 후 활착에 요구되는 온도조건, 광 그리고 습도를 일정하게 유지하여도 동일한 현상이 반복적으로 발생하는 것은 일부 부시형 계통들이 접목불친화를 유기하는 유전적 또는 생리적 특성을 지닌 것으로 추정된다. 따라서 상반기에는 이러한 접목 불친화성을 유발하는 계통을 도태시키고 공시 계통들 중 가장 접목친화성이 좋은 계통과 원예적 형질이 우수한 계통들을 선발하였다. 하반기 재배시험에서는 상반기에서 선발한 계통들과 고온기 과일 비대가 안정적이며 불량과 율이 낮은 개체들을 선발하는 것에 중점을 두고 현재 재배시험을 실시하였다(그림23).



그림 23. 4차년 주요 선발계통

5차년 재배시험에는 4차년도에 선발한 반부시(semi-bush)형 계통들을 선발하였다. 기존에서 일부 보여지는 초단간성과 왕성한 영양생육으로 인해 개화의 확인과 수정의 어려움이 다소 발생하는 것을 확인하였다. 모든 부시형 수박계통들이 그런 것은 아니었으나 일부 시험재배 농가들로부터 재배경험을 수렴한 결과로 계통의 단점을 보완하는 필요성을 확인하였다. 이미 3차년과 4차년에 계통의 단점을 보완하는 재배방법을 개발하여 현지지도를 하였으나, 관행농법을 벗어날 수 없는 현지 농가 사정을 적극 반영하였다. semi-bush형 계통의 선발에 있어 일반형 수박의 절간의 절반 정도이며, 관행 재배법으로도 무난한 시험 결과를 보였다(그림 24).



그림 24. 일반형 수박계통(좌)과 개량된 semi-bush형 계통(우)

선발 계통들은 재배시험을 통해 증식, 유지 그리고 교배조합으로 활용할 것이며, 신 계통 육성에 활용될 예정이다. 또한 이들 육성계통을 이용하여 작성한 다양한 교배조합들은 재배시험으로 성능검정을 거친 후 시교사업, 지역 적응성 사업 과정을 거쳐 최적의 조합 선발하고, 마케팅과 영업 활동으로 홍보 및 판매로 이어지도록 할 예정이다.

2. 조합작성 및 조합성능검정

가. 조합작성

1차년 연구목적에 부합되는 기 보유 80여 계통을 2017년 3월 15일 정식하여 원예적인 특성조사 후 다양한 컬러 과육 색 20조합 및 고 라이코펜 40조합 총 60조합을 작성하였으며 작성된 교배조합은 2017년 7월 파종하여 호박(활기찬대목)에 호접법으로 접목하여 8월 16일 기술연구소(경기도 여주군 소재)의 비닐하우스에서 정식하여 관행 재배법으로 재배하였다.

원예적 특성조사(초세, 과비대성, 과형, 과피경도, 과피색, 호피 무늬, 육색, 섬유질, 맛, 숙기, 당도)를 실시하였다.

봄에 선발된 60계통을 정식하여 연구목적에 부합되는 컬러과육 15조합과 고 라이코펜 35조합을 작성하였다. 봄에 작성한 60조합과 가을에 작성한 50조합 총 110조합을 작성하였으며 봄 60조합은 2017년 11월 수확 조사할 예정이며 봄 조합성능검정에서 선발된 우수조합들은 경남 함안군 저온기 재배시험을 위하여 11월 파종 및 접목을 하여 2018년 1월 정식할 예정이고 가을에 작성한 50조합은 2018년 2월 파종하였다.

2차년에도 전년도와 동일하게 1차년에 선발된 계통을 활용하여 조합을 작성하였다. 고 라이코펜 조합은 비대력이 우수하고 과육 색이 진한 계통을 활용한 23조합과 부시타입 조합은 1차년에 비대력이 우수한 조합이 선발되었기 때문에 2차년에는 중과종 20조합과 컬러과육 7조합 총 50조합을 작성하였다. 가을 조합작성은 부시 중과종 조합위주로 35조합을 작성하여 2019년 봄 재배시험을 실시하였다.

3차년 조합작성은 연구목적에 부합되는 기 보유 부시타입 58계통 및 기능성 컬러과육 46계통을 2019년 3월 12일 정식하여 2차년에 조사한 원예적인 특성을 바탕으로 부시형 34조합, 컬러과육 색 10조합 및 고 라이코펜 20조합 총 64조합을 작성하였으며 작성된 교배조합은 2019년 7월 파종하여 호박(활기찬대목)에 호접법으로 접목하여 8월 기술연구소(경기도 여주군 소재)의

비닐하우스에서 정식하여 관행 재배법으로 재배하였다.

원예적 특성조사(초세, 과비대성, 과형, 과피경도, 과피색, 호피 무늬, 육색, 섬유질, 맛, 숙기, 당도)를 실시하였다. 봄에 선발된 106계통을 정식하여 연구목적에 부합되는 컬러과육 13조합과 라이코펜 35조합을 작성하였다. 봄에 작성한 64조합과 가을에 작성한 48조합 총 112조합을 작성하였다.

4차년도 상반기 시험은 노란색, 오렌지색 그리고 적색계 컬러 계통들을 이용하여 총 50점의 조합을 작성하였으며, 하반기 재배시험을 통해 이들의 조합능력을 검증하고자 재배시험 중에 있다. 재배시험을 위하여 모든 계통들은 호접법으로 접목을 하였으며 재배시험을 위한 작물의 관리는 관행 농법으로 진행하였다.

5차년도 조합작성은 4차년도 선발한 기능성 성분이 우수한 계통들을 활용하여 50점을 작성하였다. 봄작기에 작성한 50점의 조합은 7월 과중하여 8월에 재배시험을 하여 특성을 검증하였다. 조합들은 접목을 하여 정식하였고 관행농법으로 재배시험 하였다.

나. 조합성능검정

Bush type 조합성능검정은 2016년 9월 기 보유 계통을 활용하여 작성된 60조합을 정식하여 원예적인 특성 조사한 결과 과육 색이 진한 조생계 2조합, 중생계 3조합 및 만생계 3조합 총 8조합을 선발하였고 컬러과육 조합은 오렌지 3조합과 노란색 과육 색 3조합 총 6조합을 선발하였다(그림 25, 26).

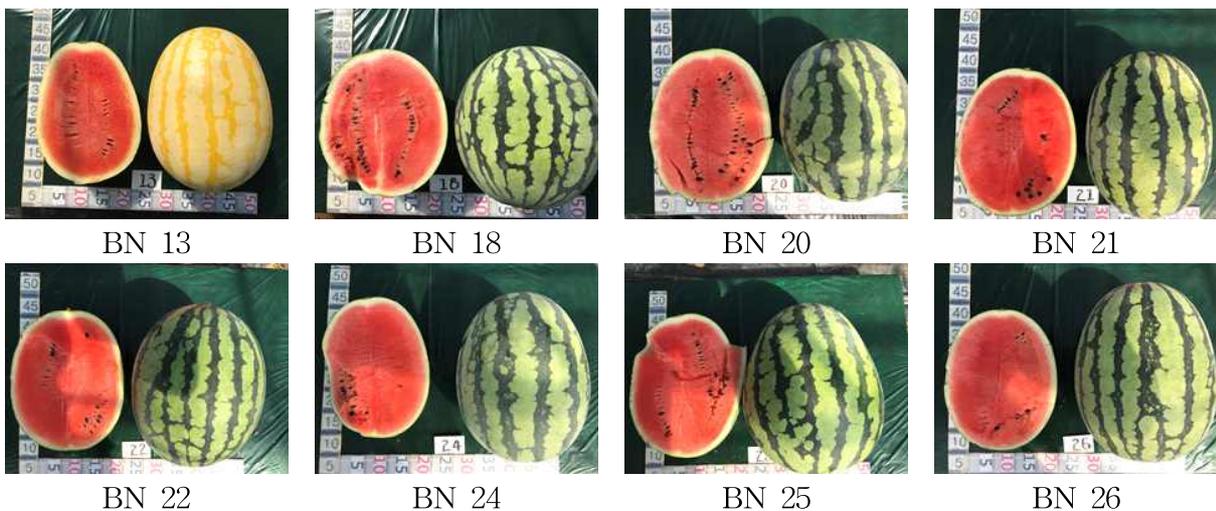


그림 25. Bush Type 봄 선발조합사진

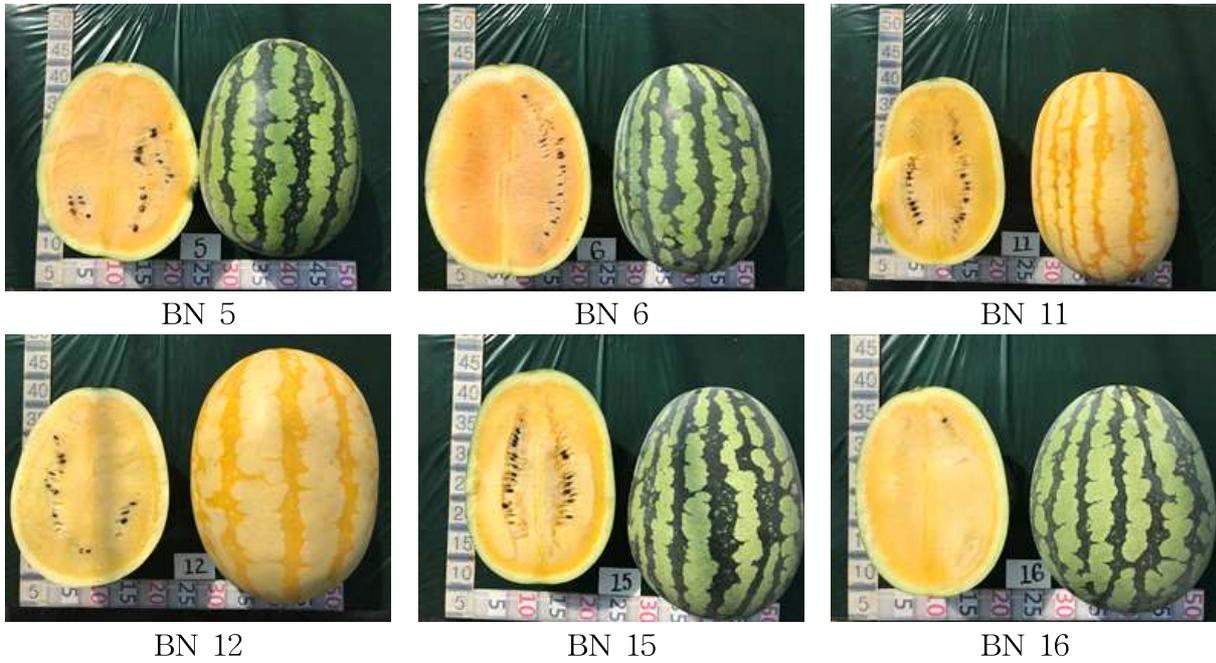


그림 26. Bush Type 노란색 컬러과육 선발조합사진

기존 조합성능검정에서는 과형이 균일하지 않았고 화흔부의 크기 또한 아주 크게 형성되는 경향을 보였으나 2016년 가을 조합작성에서 과형, 비대력 및 육질이 우수한 계통을 활용하여 조합을 작성 한 결과 우수한 조합성능검정 결과로 보다 좋은 조합들을 선발할 수 있었다.

과육 색이 진한 8조합들은 초세가 강하고 비대력은 일반 수박과 유사한 8Kg 정도로 조사되었고 BN 22번과 BN 24번 조합은 11Kg으로 대과종 생산이 가능한 조합으로 선발하였다. 노란색 과피색인 BN 13번 조합은 비대력이 5.8Kg으로 다른 붉은색 조합보다는 비대력이 떨어지는 경향을 보였다. 이는 엽맥 및 잎의 색이 노란색을 띄고 있어 광합성량이 녹색 잎보다는 적어 발생되는 것이라 판단되었다.

일반 수박들에 비하여 과피경도가 떨어지는 것으로 조사되었으나 수송성에는 문제가 없을 것이라 생각된다. 그리고 과육 색의 진한 정도는 BN 20번과 BN 24번이 가장 진하게 조사되었고 이는 중국 소비자들은 과육 색이 진한 수박을 선호하는 경향이 있어 중국 시장에 적합할 것이라 생각된다(표 11).

표 11. Bush type 조합성능검정 특성표

과종 No.	초세 [†]	비대력	과형	과피 경도	과피 색	호피 부늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
5	5	7	Round	3	G(5)	5	O(5)	5	5	중	10.8
6	4	5	Round	5	G(S)	5	O(7)	5	3	중	10.2
11	4	5	Round	3	Y(5)	5	O(5)	7	4	중	10.8
12	5	5	Round	3	Y(7)	5	Y(5)	7	5	중	11.4
13	4	3	Round	5	Y(5)	5	R(7)	5	5	중	10.6
15	5	s	Round	5	G(5)	5	Y(S)	3	3	조	9.2
16	5	5	Round	5	G(S)	5	Y(7)	5	4	중	10.4
18	5	3	Round	5	6(5)	7	R(5)	7	5	만	10.8
20	5	7	Round	3	6(5)	5	R(7)	5	5	중	11.6

21	5	7	Round	5	6(5)	7	R(5)	7	5	중	10.2
22	5	5	Round	S	G(5)	7	R(5)	5	5	만	11.8
24	5	5	Round	3	6(7)	5	R(5)	3	3	조	10.4
2S	5	7	Round	5	6(5)	5	R(7)	5	7	만	11.6
26	5	7	Round	\$	6(5)	7	R(S)	7	5	만	10.8

† 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), 섬유질 : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), 과육 색 : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), 무늬 정도 : 3(담), 5(중), 7(농), 과피색 : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)

섬유질은 조생계에서 섬유질 및 입으로 느끼는 맛에서 약간 떨어지는 것으로 조사되었고 중생종과 만생종 Bush type 수박 조합들은 우수한 결과를 보였다. 당도는 컬러과육 조합들 보다는 약간 높게 조사되었고 BN 22번 조합은 11.8 °brix로 가장 높게 조사되었다. 고 라이코펜 선발조합인 BN 20, 22, 25번 조합은 봄에 재배한 일반 수박보다 당도가 높게 측정되어 Bush type 수박은 절간이 일반 수박의 1/3정도지만 엽수가 많아 광합성이 왕성하여 당도가 높게 조사되었다.

과육 색이 진한 선발조합들은 바탕색이 진하면서 호피 무늬가 일반 수박들과의 구별성이 없을 정도로 호피 무늬가 선명하고 바탕색과 구별이 뚜렷하였고 BN 13번 조합은 노란색 과피색에 노란색 호피 무늬가 진하여 외관이 아주 수려하였다(그림 19).

Bush type 컬러 과육 색 조합들은 초세가 강하였으며 오렌지 과육 색 조합들이 노란색 과육 색 조합들보다 후기초세가 약간 떨어지는 것으로 조사되었다. 오렌지 과육 색 조합들이 비대력이 우수한 대신에 과피의 두께가 약간 두꺼운 경향을 보였으나 맛은 우수한 편이었다. 오렌지 과육 색 조합들은 고구형으로 과장이 길었고 호피 무늬는 넓으면서 진한 편이었다(표 3, 그림 20).

오렌지 과육 색 조합들이 노란색 조합들보다 섬유질이 유사하거나 많았으며 치감은 우수하였고 당도는 오렌지 과육 색이 우수하였다. 숙기는 노란색 과육 색 조합들이 빠른 경향을 보였고 외관은 오렌지 과육 색 조합들이 우수하였다.

Bush type 수박의 육성목표인 노동력절감형 이면서 과형이 우수하고 비대력은 6 - 8 kg 정도의 중대과종 수박을 육성 목표로 육성을 실시한 결과 숙기가 빠르면서 당도가 높은 조합의 선발이 가능하였다. 그러나 저온기 재배 안정성이 떨어지는 경향이 있어 불량환경에서의 재배 안정성이 보장되어야 하므로 내재해성 계통의 선발이 계속적으로 이루어 저야 불량환경에서도 재배가 가능한 우수한 품종의 개발이 가능할 것이라 생각된다.

그리고 2017년 봄에 작성한 60조합은 2017년 8월 20일 정식하여 재배 중에 있어 성적 정리가 이루어지지 않았으며 11월 중순에 수확 조사하였다.

결론적으로 Bush type 수박은 노동력절감형 이면서 고품질 생산이 가능한 품종육성이 가능할 것이라 판단되어 봄 조합성능검정에서 선발된 14조합 중에서 저온기 재배가 가능한 조합들과 일반수박들을 2017년 11월 경남 저온기 지역적응성검정용 과종을 하여 2018년 1월 5일경 저온기 수박 재배단지인 경남 함안군에 정식하여 원예적 특성을 파악하였다. 부시타입 3조합을 경남지역적응성검정 결과는 3 경남 지역적응성검정에서 서술하였다.

2차년도 조합성능검정에서는 과육 색이 진한 23조합과 기존 조합등 60조합을 공시하여 원예적인 특성을 조사한 결과 조생계 2조합과 중만생계 4조합을 선발 하였다. 선발된 조생계 조합

인 BN 107, 108번 조합은 대비품종인 BN 111 번에 비하여 초세가 강하여 비대력이 대비품종인 BN 111번은 8.6kg이고 BN 107번은 9.4와 BN 108번은 9.7kg으로 대비품종에 비하여 과중이 많이 나가는 것으로 조사되었고 육색은 BN 107번이 가장 진하게 조사되었다. 선발된 107번 조합은 중국협력업체에 2018년 11월 시교로 공시하였다(표 12, 그림 27).

표 12. 과육 색이 진한 조합성능검정 특성표

BN	초세 [†]	비대력	과형	과피경도	과피색	호피무늬	과육색	섬유질	맛	숙기	당도(°Brix)
107	5	7	Round	5	G(7)	7	R(7)	5	7	조	10.8
108	5	7	Round	7	G(5)	5	R(5)	5	5	조	10
111	4	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	5	조	10.2
117	4	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	7	중	10.6
119	5	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	7	5	중	11.2
121	4	7	Round	5	G(7)	7	R(7)	5	5	중	10.8
122	4	7	Round	7	G(7)	7	R(5)	5	5	중만	11.4
124	5	7	Round	7	G(5)	5	R(7)	7	7	중만	11.2

[†] 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), 섬유질 : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), 과육 색 : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), 무늬 정도 : 3(담), 5(중), 7(농), 과피색 : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)

중만생계 선발된 4조합은 대비품종인 BN 117번보다 당도가 우수하였고 바탕색 및 호피 무늬가 진한 조합들이 선발되었다. 대비품종인 BN 117번은 중국 산둥성 전시포에서 선발된 품종으로 저온기 비대력이 우수하고 균일도가 좋아 올해 판매할 품종이다. 중국 시장 진출을 위하여 저온기 비대력이 우수한 조합의 선발이 필요하여 우선 중만생 조합은 비대력이 우수하고 당도가 높은 조합들을 선발하였다. BN 112, BN 112번 조합은 외관이 다른 조합들보다 바탕색이 진하고 호피 무늬가 뚜렷한 조합으로 한국형 수박들과도 구별성이 우수할 것이라 예상된다. 그리고 선발된 중만생종 조합들 중에서 숙기가 늦은 조합들이 대비품종보다 당도가 우수하게 조사되었다.



조생계 선발조합

대비품종

대비품종

중만생계 선발조합

그림 27. 과육 색이 진한 선발조합사진

선발된 조합들 중에서 BN 107, BN 119번 조합은 중국 협력업체 B사에서 시교를 요청받아 당연구소에서 소량 시교 생산중에 있어 11월에 공시할 예정이고 중국 협력업체 C사에서는 BN 124번을 선발하여 2018년 8월 다른 조합과 같이 시교를 공시하였다.

과육 색이 진한 선발된 조합들은 2019년 저온기 국내적응성시험을 위하여 경남함안군 대산면에 1월초에 정식하여 원예적인 특성을 파악하고 일부 종자는 산동성 및 북경에 전시포를 운영하여 중국 지역에 접합한 조합을 선발하였다.

2차년도 부시타입 조합성능검정에서는 선발된 중소과종 조합들은 과중이 6kg미만을 선발하였다. 대비품종인 BN 153번은 일본에서 개발된 부시형 소과종 품종으로 초세가 아주 강한 품종으로 1포기에 2과 착과가 가능한 품종으로 개발되었다. 대비품종과 가장 유사한 과형을 가진 조합은 BN 9번 조합으로 과중이 2.3kg으로 소과종 수박으로 당도가 11.4 °brix로 다른 선발조합들보다 높게 조사되었다(표 6).

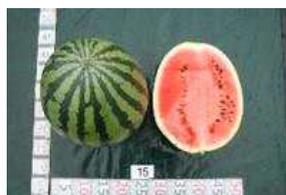
표 13. Bush type 조합성능검정 특성표

BN	초세 [†]	비대력	과형	과피경도	과피색	호피무늬	과육색	섬유질	맛	숙기	당도(°Brix)
1	3	5	Round	3	G(3)	5	Y(3)	3	5	조	11.4
3	3	5	Round	5	Y(5)	3	O(5)	3	3	조	9.8
9	3	3	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	7	중	10.6
15	4	5	Round	7	G(3)	7	R(7)	5	5	중	11
16	5	3	Round	5	G(3)	5	R(3)	7	5	중	10.4
17	4	5	Round	5	G(3)	5	R(5)	3	5	중	11.2
153	5	3	Round	7	B(5)	3	R(3)	5	3	조	9.8

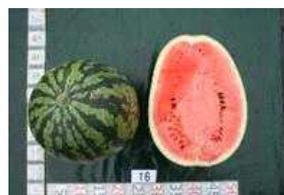
[†] 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), 섬유질 : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), 과육색 : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), 무늬경도 : 3(담), 5(중), 7(농), 과피색 : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)



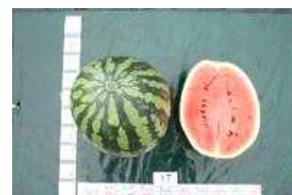
BN 9



BN 15

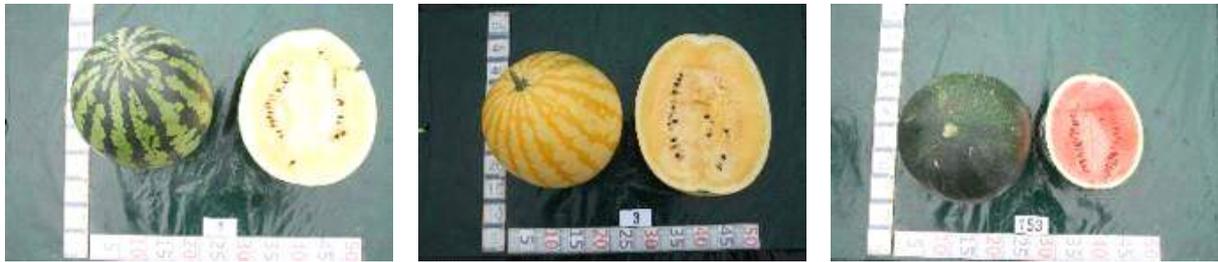


BN 16



BN 17

그림 28. Bush Type 중 소과종 선발조합사진



BN 1

BN 3

BN 153(대비품종)

그림 29. Bush Type 중 소과종 컬러과육 선발조합사진

일반 호피 무늬를 가진 부시타입 선발조합들은 1차년과 유사하게 바탕색이 연하였고 호피무늬는 일반수박들과 유사한 경향을 보였다. 과육의 섬유질은 컬러과육 BN 1, BN 3번 조합이 섬유질이 적어 육질이 무르다는 느낌을 받았고 붉은색 과육 조합들은 일반 수박들과 유사한 섬유질을 보였다(그림 28, 그림 29).

1차년도에 선발된 컬러과육 조합들보다 2차년도에 선발된 조합들의 과피 두께가 얇아 수송성에는 문제가 있을 것이라 생각된다. 일반적으로 부시타입 수박들은 과피 두께가 두꺼워 소비자들에게 외면당하는 실증이라 이 문제점을 해결하기 위하여 계통선발에서 과피 두께가 얇은 계통들만을 선발하였다.

부시수박과 일반수박과의 맛에서는 차이가 없는 품종을 육종하는 것을 목표로 조합을 작성 중에 있거나 소재가 다양하지 못하여 새로운 조합작성을 위하여 중간 계통육성이 시급한 실증이다.

2차년도에 선발된 조합들과 1차년도에 선발된 대과종 조합들을 3차년에 재배안정성 시험을 실시하여 농가에서 무리 없이 재배 할 수 있는 매뉴얼을 빨리 개발하여야 할 것이라 판단되었다. 이는 2차년 경남 지역적응성검정시험에서 초세가 강하고 절간이 짧아 일반수박들과 동일하게 재배한 결과 착과율이 아주 떨어지는 결과를 보였다. 이는 일반수박과 동일한 순의 길이를 확보하기 위하여 45마디 이후에 교배를 실시한 결과 착과가 이루어지지 않고 과번무 현상이 발생하였다.

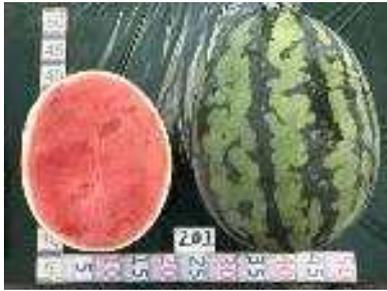
2차년 가을에 작성한 부시형 컬러과육 11조합과 일반 고 라이코펜 24조합 중에서 종자가 부족하지 않는 30조합과 2차년도에 선발된 6조합을 2019년 3월 16일 정식하여 원예적인 특성 조사한 결과 과육 색이 진한 조생계 1조합, 중생계 3조합 및 만생계 1조합 총 5조합을 선발하였고 부시형 컬러과육 조합은 우수한 개체들도 있었으나 과형이 균일하지 못하여 선발을 보류하였다(그림 30, 표 14).

표 14. 조합성능검정 특성표

BN	초세 [†]	비대력	과형	과피경도	과피 색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
201	5	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	5	중	11.8
202	5	7	Round	5	G(5)	7	R(7)	5	5	중	12.2
206	4	5	Round	5	G(5)	5	R(5)	7	7	만	10.8
207	5	7	Round	5	G(3)	7	Y(5)	5	5	중	12.4

BN	초세 [†]	비대력	과형	과피경도	과피 색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
208	5	7	Round	3	G(7)	7	R(7)	5	3	조	12.6
213 (대비)	4	5	Round	5	G(3)	5	R(5)	5	3	중	10.2

† 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), 섬유질 : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), 과육 색 : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), 무늬 정도 : 3(담), 5(중), 7(농), 과피색 : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)



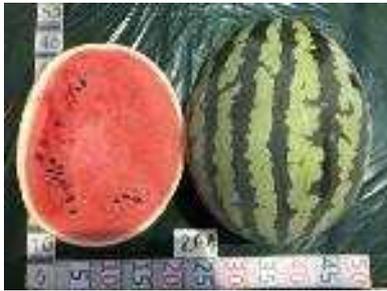
BN 201



BN 202



BN 206



BN 207



BN 208



BN 213(대비 품종)

그림 30. 우수조합 선발

중국 북경농가원에서 개발한 한국형 단타원형 호피 무늬를 가진 경미 품종(과종No. 213)을 대비품종으로 사용하였다. 경미 품종의 특징은 숙기가 빠르고 균일성 및 재배안정성이 우수하다는 평가를 받아 중국 농민들이 많이 재배되고 있는 품종이다. 우선 경미품종과 유사한 숙기와 붉은 과육 색을 가진 조합들 위주로 5조합을 선발하였다. 선발된 조합들은 대비품종은 과중이 8.6 Kg, BN 206번이 대비품종과 과중이 유사하였으나 나머지 4조합은 과중이 대비품종보다 높게 나왔으며 BN 208번은 12.5 Kg 대비품종보다 약 4 Kg 더 많이 나가는 것으로 조사되었다.

대비품종과 뚜렷한 구별은 외관의 호피 무늬가 대비품종은 가늘면서 연한 반면 선발된 조합들은 호피 무늬가 아주 선명하였다. BN 6번은 대비품종과 초세, 비대력, 과형, 과피경도, 호피 무늬, 과육 색은 동일하게 조사되었으나 숙기가 늦은 만생종 조합으로 섬유질이 많았으며 당도는 대비품종 유사하였으나 입맛은 우수하였다. BN 6번을 수정 후 58일 경에 당도를 측정된 결과 13.8 °brix 조사되었다.

조생계에서 섬유질 및 입으로 느끼는 맛에서 약간 떨어지는 것으로 조사되었고 중생종과 만생종 조합들은 우수한 결과를 보였다.

2차년도 조합성능검정에서 선발된 조생종 2조합과 중만생종 4조합을 3차년 조합성능검정에 재시험한 결과 18년도 BN 119조합이 이번 시험에서도 초세가 강하고 비대력이 우수하면서 섬유질이 중간정도로 맛이 우수하였으며 당도 또한 작년과 유사한 높게 조사되었다(표 14, 표 15).

표 15. 과육 색이 진한 조합성능검정 특성표

BN	초세 [†]	비대력	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
107	5	7	Round	5	G(7)	7	R(7)	5	7	조	10.8
108	5	7	Round	7	G(5)	5	R(5)	5	5	조	10
111	4	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	5	조	10.2
117	4	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	7	중	10.6
119	5	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	7	5	중	11.2
121	4	7	Round	5	G(7)	7	R(7)	5	5	중	10.8
122	4	7	Round	7	G(7)	7	R(5)	5	5	중만	11.4
124	5	7	Round	7	G(5)	5	R(7)	7	7	중만	11.2

[†] 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), 섬유질 : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), 과육 색 : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), 무늬 정도 : 3(담), 5(중), 7(농), 과피색 : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)

4차년 상반기 조합능력 검정에는 3차년도 가을에 작성한 48조합에 대하여 조합능력을 평가하였다. 선발조합들 중 BN 312는 과형이 단타원형으로 비대력이 우수하며 경도가 강한 것이 특징이다. BN325는 원형계 호피 노란적육색의 기능성 조합이다(그림 31, 표 16). BN312는 과피색과 호피 무늬는 중간정도이나 과육 색이 기존의 분홍계 적육색과는 달리 적육색이 가까운 선홍색이며 당도가 11.8 °brix 높은 것이 특징이며, BN 325의 특징은 당도는 10 °brix 내외이며 취식시 섬유질이 적게 남으며 시원한 맛이 일품인 조합이다. 이중 BN 312는 중국시장에서 선호하는 수박의 형태에 매우 가까울 것으로 전망되며, BN 312 역시 기능성 수박으로 향후 중국 재배시험을 통하여 현지 홍보 및 영업활동에 활용하였다.

표 16. 주요 선발조합의 특성표

BN	초세	비대력 [†]	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
301	5	7	Round	6	G(5)	5	R(5)	5	7	중	11.2
302	5	7	Round	6	G(5)	5	R(5)	5	7	중	10.8
312	5	7	Short-ellipse	7	G(5)	5	R(7)	5	7	중만	11.8
319	4	7	Short-ellipse	7	G(5)	5	R(5)	5	5	중	11.3
325	5	7	Round	5	G(5)	5	Y(5)	5	7	중	10.7
金牌	5	7	Round	6	G(6)	5	R(5)	6	7	조	10

[†] 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7

(높다), **섬유질** : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), **과육 색** : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), **무늬 정도** : 3(담), 5(중), 7(농), **과피색** : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)



BN312



BN319



BN325

그림 32. 4차년 주요 선발조합

5차년 조합능력검정은 봄작기에 작성한 50조합을 이용하였다. 선발조합들 중 BN305는 단타원 과형으로 과피는 녹색이며 호피 무늬가 선명한 노란색 과육의 조합이다. 또한 화흔부가 작으며 당도가 평균 11 °brix정도이다. 그러나 과중이 5kg내외로 중소과 종에 속한다. BN333은 검은 색 바탕의 붉은 색이 진한 과육의 조합이다. 평균당도는 10.8 °brix정도이며 숙기가 빠르고 부드러운 맛이 좋은 조합이다(표 17, 그림 32).

표 17. 주요 선발조합의 특성표

BN	초세	비대력 [†]	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
203	5	7	Round	7	G(5)	5	R(7)	5	7	중	10.2
204	5	7	Round	7	G(5)	5	R(7)	5	7	중	10
301	5	7	short-ellipse	7	G(5)	5	R(5)	5	7	중	11
302	5	7	short-ellipse	7	G(5)	5	R(5)	5	7	중	11.2
305	5	4	short-ellipse	7	G(5)	5	Y(3)	5	7	중	10.4
333	5	7	Round	7	B(7)	0	R(7)	5	7	조	10.8

[†] **과비대성** : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), **과피경도** : 3(약), 5(중간), 7(강), **숙기** : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), **맛** : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), **섬유질** : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), **과육 색** : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), **무늬 정도** : 3(담), 5(중), 7(농), **과피색** : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)



BN301



BN305



BN333

그림 33. 5차년 선발조합

3. 지역적응성검정

가. 조합능력검정 시험

2016년 차년에 조합성능검정에서 선발된 고 라이코펜 6조합과 컬러과육 3조합 및 대비 2품종을 2017년 1월 5일 경남 저온기 수박 재배단지인 경남 함안군 대산면에 정식하여 5월 1일 수확 조사를 실시하였다. 조사는 저온기 암꽃발현, 착과력, 비대력 및 당도 등의 원예적인 특성을 조사하여 과육 색이 진한 2조합과 컬러과육 2조합을 선발하였다(그림 34).

조합선발은 회사 해외영업을 담당자, 국내외 개발 담당자, 재배농민, 경남지역 육묘장 운영자 및 수박 농민 20여명이 참가하여 진행하였으며 국내에서 우점되는 품종들이 중국에서도 재배가 가능하여 우선 저온기 재배안정성이 우수하고 고품질 수박을 선발하였다.

2016년 봄 조합성능검정에서 선발된 조합들을 저온기 재배 안정성을 확인하기 위해 재배시험을 실시하였다. 대비품종은 중국 산둥성에서 한국형 수박으로 판매량이 가장 많은 밀왕30 품종과 국내에서 저온기에 가장 많이 재배되는 스피드를 대비품종으로 사용하였다.

과육 색이 진하고 저온기 재배안정성이 우수한 BN 5, 6번 조합을 선발하였다. 선발된 조합들은 스피드 품종보다는 숙기는 늦은 중생종 조합들이고 밀왕30 품종보다는 숙기가 빨랐다. 선발된 조합들은 당도가 스피드보다는 1 °brix정도 높았으나 밀왕30 보다는 2 °brix 높게 조사되었다. 이는 중국에서 밀왕30이 맛있는 고품질 수박으로 평가되는 품종이므로 대비품종보다 당도가 높고 재배안정성이 우수하다면 중국 저온기 하우스재배에서 좋은 결과가 나올 것이라 기대하였다. 선발된 BN 5번은 당도가 13.2 °brix로 컬러과육인 BN 11번과 동일하게 나왔으며 호피 무늬가 중간정도로 조사되었다. 중국에서는 선호하는 호피 무늬는 호피 무늬가 뚜렷하면서 과피색과 구별이 잘 되는 외관을 선호하는 경향이 있어 산둥성 및 북경 지역적응성 검정을 통하여 재 조사가 이루어 져야 할 것이라 판단된다(표 18).



수확전경



BN-5 BN-6



BN-9 BN-11

그림 34. 경남 지역적응성 검정 선발조합사진

표 18. 경남 저온기 조합성능검정 특성표

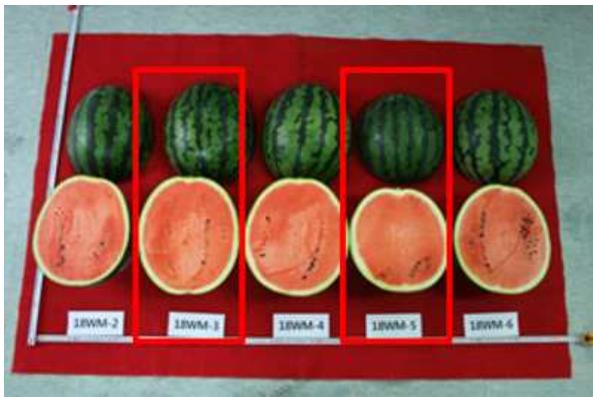
BN	초세	비대력*	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
1	5	5	Round	7	G(5)	5	R(5)	5	5	중	11.8
2	4	5	Round	5	G(7)	5	R(7)	3	5	조	12.2
3	5	3	Round	5	G(5)	7	R(5)	7	5	만	12.6
4	5	3	Round	5	G(7)	5	R(5)	5	5	중	11.4
5	5	5	Round	7	G(7)	5	R(7)	5	7	중	13.2
6	5	5	Round	7	G(7)	7	R(5)	5	7	중	12.8
7	4	3	Round	5	G(5)	5	R(7)	5	4	중	10.4
8	5	5	Round	5	G(5)	5	R(5)	7	5	만	10.6
9	5	3	Round	5	G(7)	7	O(7)	7	5	중	12.6
10	4	3	Round	7	G(3)	3	Y(5)	3	3	조	10.2
11	4	3	Round	7	Y(5)	5	Y(5)	5	7	중	13.2

† 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), 섬유질 : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), 과육 색 : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), 무늬 정도 : 3(담), 5(중), 7(농), 과피색 : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep) 선발된 BN5, 6번은 과중이 6.0kg으로 대비품종인 스피드와는 유사하였으나 밀왕30 보다 1.0kg

더 높게 조사되어 저온기 비대력이 우수하다고 판단되었다. 밀왕30은 과장이 아주 짧은 원형에 가까웠으나 다른 조합들은 BN3번을 제외하고는 과형이 단타원형으로 과형이 수려하였다.

컬러과육 3조합을 공시하여 재배시험한 결과 과피색이 흑피이면서 과육 색은 오렌지 조합인 BN 9번조합과 과피색이 노란색이면서 과육 색이 노란색인 BN 11번 조합을 선발 할 수 있었다. 두 조합들 다 과중은 5kg로 붉은색 선발조합들보다 비대력이 떨어지는 경향을 보였으나 당도는 붉은색 조합들과 유사하게 조사되었다. 과피경도, 과피색 및 호피 무늬는 우수하다는 평가를 받았다.

2차년은 1차년에 조합성능검정에서 선발된 고 라이코펜 6조합, 부시타입 2조합, 컬러과육 1조합 및 대비 2품종을 2018년 1월 4일 경남 저온기 수박 재배단지인 경남 함안군 대산면에 정식하여 5월 4일 수확 조사를 실시하였다. 조사는 저온기 암꽃발현, 착과력, 비대력 및 당도 등의 원예적인 특성을 조사하여 과육 색이 진한 2조합 선발하였다(그림 35).



선발조합 사진



컬러과육

그림 35. 경남 지역적응성 검정 선발조합사진

2차년에 선발된 과육 색이 진한 6조합을 공시하여 재배 시험한 결과 대비품종인 18WM-6번에 비하여 과피색이 진하였으며 당도가 높은 조합이 선발되었다. 선발된 18WM-3번은 공시한 조합들 중에서 당도가 가장 높은 13.2 °brix 조사되었고 과중은 1차년도에 비하여 대부분의 조합들이 적게 조사되었다. 올해 비대기에 경남지역에 야간에 저온이 지속되어 비대력이 떨어진 것이라 예상된다. 대비품종 18WM-6번은 중국 17년 산동성 및 북경에서 선발되어 수출하기로 한 '팔리오 수박'을 사용하였으며 대비품종보다 초세가 강하고 저온기 비대력이 우수하여 선발하였다.

표 19. 2차년 경남 저온기 조합성능검정 특성표

BN	초세	비대력 [†]	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
18WM-1	3	3	Round	3	G(3)	5	R(3)	3	5	중	12
18WM-2	4	3	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	5	중만	11.8
18WM-3	5	3	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	5	중만	13.2
18WM-4	5	5	Round	7	G(3)	5	R(3)	5	5	중	11
18WM-5	4	3	Round	5	G(5)	7	R(7)	5	7	중만	12.6

BN	초세	비대력 [†]	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
18WM-6	4	3	Round	5	G(3)	5	R(5)	5	5	중만	11.2
18WM-7	3	3	Round	3	B(5)	3	R(7)	5	5	중	11.4
18WM-8	3	3	Round	3	Y(3)	5	Y(3)	3	5	중	12
18WM-9	4	3	Round	3	B(5)	0	O(3)	3	5	중	11.4
18WM-10	5	3	Round	7	G(3)	5	R(3)	5	5	중만	11.2
18WM-11	5	3	Round	7	G(3)	5	R(3)	5	5	중만	12.8

† 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), 섬유질 : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), 과육 색 : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), 무늬 정도 : 3(담), 5(중), 7(농), 과피색 : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)

그리고 18WM-5번 조합은 대비품종에 비하여 과피경도, 호피 무늬, 육색 및 취감이 우수하였고 수박의 향기가 있어 풍미가 좋은 조합으로 선발하였다. 이 조합은 가장 큰 특징은 중국에서 재배되고 있는 다른 한국형 수박이 차별성이 떨어져 적절한 종자가격을 받지 못하고 있는 실증이다. 그런데 18WM-5번 조합은 호피 무늬가 가늘면서 진하여 외관에서 차별성이 뚜렷할 것이라 생각된다. 18WM-5번 조합은 시교 생산 및 원종증식이 완료되는 10월말에 국립종자원에 생산판매신고를 실시하면서 이슬이전을 실시하였다(표 19).

컬러 과육 조합인 18WM-8번은 1차년에 선발된 달마지꿀수박에 비하여 육질이 무르고 초세가 약하여 3차년에 다시 조합을 작성하여 재배시험을 실시 할 예정이며 중국에서 흑피수박의 재배면적도 증가하는 추세라 외관이 흑피이면서 과육 색이 진하면서 저온기 비대력이 우수한 조합 작성이 우선 진행되어야 할 것이라 생각되었다.

Bush형 수박의 경우 1차년에 당 연구소에서 선발된 2조합을 재배 시험한 결과 재배농가에서 관행재배법으로 재배를 실시하여 착과를 시키지 못하였다. 이유는 일반 덩굴성 수박에 비하여 절간이 짧아 마디 수 확보 후에 착과를 시킬 예정이었으나 마디 수가 45마디이후에 착과를 시도하였으나 초세가 강하여 착과불량이 발생하였다. 당 연구소에서 재배 시험 때에는 착과적인 부분에 문제가 없으나 농가에서는 생소하여 관행적인 재배법으로는 착과불량의 문제점이 발생할 것이라 생각되었다.

2차년도에 당 연구소에서 일반 덩굴성 수박과 부시형 수박을 재배방법 매뉴얼 작성을 위하여 관행 2줄 재배법이 아닌 3줄 재배법으로 조합선발 시험을 실시하였다(그림 36).



일반형/부시형 재배전경



부시형 수박 착과사진

그림 36. Bush형 재배 매뉴얼 개발

노동력 절감형 수박인 부시형 수박은 아직 재배 매뉴얼이 없고 재배 면적 또한 극히 없는 실증이다. 당 사에서는 밀식재배가 가능하고 순정리가 적어 노동력이 감소되어 농가 소득증대가 가능한 부시형 수박의 개발이 절실 할 것이라 생각되어 일반 덩굴성 수박과 외관 및 맛이 유사한 조합을 작성하여 조합선발이 이루어진 상태나 안정적인 수박의 생산을 위하여 우선 재배 관련 매뉴얼 작성이 우선되어야 할 것이라 생각되었다.

조합선발은 회사 해외영업을 담당자, 국내외 개발 담당자, 재배농민, 경남지역 육묘장 운영자 및 수박 농민 10여명이 참가하여 진행하였으며 국내에서 우점되는 품종들이 중국에서도 재배가 가능하여 우선 저온기 재배안정성이 우수하고 고품질 수박을 선발하였다

경남 저온기 지역적응성검정에서 선발된 2조합과 연구소에서 선발된 조합들을 위탁프로젝트에서 운영하는 중국 산동성 시험포에 재 공시하여 검정을 실시하였다.

2018년 조합성능검정에서 선발된 고 라이코펜 5조합과 컬러과육 2조합 및 대비품종은 중국에 판매중인 2품종과 중국저온기 하우스 재배에서 2018년도부터 재배면적이 증가 되고 있는 북경농가원에서 육성한 경미품종과 금패품종을 사용하였다. 2019년 1월 4일 경남 저온기 수박 재배단지인 경남 함안군 대산면에 정식하여 5월 3일 수확 조사를 실시하였다. 조사는 저온기 암꽃발현, 착과력, 비대력 및 당도 등의 원예적인 특성을 조사하여 과육 색이 진한 2조합과 컬러과육 1조합을 선발하였다.

조합선발은 회사 해외영업을 담당자, 국내외 개발 담당자, 재배농민, 경남지역 육묘장 운영자 및 수박 농민 20여명이 참가하여 진행하였으며 국내에서 우점되는 품종들이 중국에서도 재배가 가능하여 우선 저온기 재배안정성이 우수하고 고품질 수박을 선발하였다(그림 37).



그림 37. 수확 전 포장전경

표 20. 경남 저온기 조합성능검정 특성표

BN	초세	비대력 ⁺	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
19WM-1	5	5	Round	5	G(5)	5	R(7)	5	3	중	11.2
19WM-2	5	5	Round	5	G(3)	5	R(5)	5	5	중	11.8
19WM-3	5	5	Round	5	G(7)	7	R(7)	7	5	중	12.8
19WM-4	4	3	Round	3	G(5)	7	R(5)	7	5	중	11.4

BN	초세	비대력 [†]	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
19WM-5	5	5	Round	5	G(5)	7	R(5)	5	5	만	10.8
19WM-6	4	5	Round	5	G(5)	7	R(5)	3	5	만	11.2
19WM-7	5	5	Round	5	G(5)	5	R(7)	5	7	중	13.4
19WM-8	4	5	Round	5	G(3)	5	R(7)	3	5	조	11.8
19WM-9	5	5	Round	3	G(5)	5	R(5)	3	5	조	11.6
19WM-10	3	5	Round	3	Y(3)	5	Y(3)	3	5	중	11.2
19WM-11	3	3	Round	5	Y(5)	7	Y(3)	3	5	중	11.8

† **과비대성** : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), **과피경도** : 3(약), 5(중간), 7(강), **숙기** : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), **맛** : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), **섬유질** : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), **과육 색** : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), **무늬 정도** : 3(담), 5(중), 7(농), **과피색** : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)

과육 색이 진하고 저온기 재배안정성이 우수한 중생종 BN 3, 7번 조합을 선발하였다. 선발된 조합들은 중국 대비 품종인 금패와 경미품종 보다는 숙기가 4-5일 정도 늦은 중생종으로 당도와 외관은 대비품종 보다 우수하였다. 당사에서 중국에 판매 중인 '팔리오 품종'보다도 당도가 우수하였고 호피 무늬가 진하여 외관에서 중국 품종들과 차별성이 있을 것이라 판단된다. 만생종인 '활기찬' 수박 보다 숙기가 빨랐으며 당도는 선발된 조합들이 2 °brix 정도 높게 조사되었다. 이는 '활기찬' 수박의 당도가 떨어지는 품종이 아니라 숙기가 덜된 것을 당도 조사한 결과이다. 중국 대비품종들보다 선발된 BN 3, 7번 조합은 섬유질이 적당하고 육질이 아삭아삭 입으로 느끼는 맛이 우수하였고 당도 또한 2 °brix 높게 조사되어 과육 색이 진하면서 맛이 좋은 우수한 장점을 가졌다고 판단된다. 당도가 높고 재배안정성이 우수하다면 중국 저온기 하우스 재배에서 좋은 결과가 나올 것이라 기대된다(표 20, 그림 37).

BN 10번 조합은 붉은 과육 색 조합들보다 저온에 측지 발생이 많았으며 초기 비대력이 아주 우수하였다. 컬러과육 2조합을 공시한 결과 과형 및 비대력은 BN 10번 조합이 우수하여 과육 색과 바탕색 및 호피 무늬의 진한정도 BN 11번 조합이 양호하였다(그림 38).

경남 저온기 지역적응성검정에서 선발된 2조합과 연구소에서 선발된 조합들은 중국 협력업체에 시교를 11월 초에 공시하여 전시포를 운영하였다.

4차년 저온기 지역적응성 시험은 경기도 양평과 충북 어상천에서 수행하였다(그림 39). 3월 중순 정식하여 6월 말에 수확을 하였으며, 지역적응성 시험에는 대비품종으로 자사의 '활기찬', '팔리오' 두 품종을 사용하였으며 19년도 선발한 조합인 19WM-3과 19WM-7을 시험하였다. 경기도 양평의 ○○○ 농가의 포장에서는 대비종 2품종과 19WM-3과 19WM-7의 작황에 대하여 호평을 받았으며, 당일 해당 장소에서 간단한 품평회와 세미나를 개최하여 인근농가 및 거래처의 관심을 보였다. 특히 대비품종으로 사용된 '팔리오'의 경우 가락동 농산물 시장 최고가를 받았으며, 시험재배 농가의 재구매와 인근 농가의 선주문을 받는 등 많은 관심을 끌었다.



BN 10(선발)



BN 11

그림 38. 선발한 컬러과육 수박



그림 39. 경기도 양평 ○○○농가 지역적응성 시험 포장(좌) 및 충북 어상천 시험포장(우)

5차년 저온기 지역적응성 시험은 대구 달성군 옥포에서 수행하였다.(표 21, 그림 42). 2021년 1월 4일 정식하여 5월 12일 수확하였다. 대비품종으로는 자사의 ‘활기찬꿀’ 수박과 농우의 ‘스피드꿀’ 수박을 사용하였다. 시험 결과 BN4와 BN6에 대한 관심이 높았다. BN4는 초세가 중간 정도이며 평균과중은 8.3kg으로 대과종이다. 과형지수가 1정도로 과형이 원형이며 내당도가 12°brix로 당도가 높으며 붉은색이 선명한 과육이다. BN6은 초세가 중간이며 과중은 평균 7.8kg로 대과종에 속한다. 과형지수는 1.2로 단타원이며 화흔부 크기가 1cm로 매우 작다. 내당도와 외당도가 각각 12°brix와 11.5°brix로 균일하며 아삭하고 치밀한 식감을 가진 조합이다.

표 21. 대구 저온기 지역 적응성 시험

BN	초세†	과중 (Kg)	과장 (A, cm)	과폭 (B, cm)	과형지수	화흔부 (cm)	내당도 (°Brix)	내당도 (°Brix)	과육 색	식감	선호도
2	4	7.5	28	23	1.2	0.8	12	11	P	치밀	4
4	4.5	8.3	26	24.5	1.06	1.4	12	9	DRP	부드러움	5
5	5	8.5	28.5	23.5	1.2	1.2	12	14	DRP	아삭, 치밀	4

BN	초세†	과중 (Kg)	과장 (A, cm)	과폭 (B, cm)	과형지 수	화흔부 (cm)	내당도 (°Brix)	내당도 (°Brix)	과육 색	식감	선호도
6	4	7.8	27	23	1.2	1	12	11.5	DRP	아삭, 치밀	5
10	3	4.5	22.5	19	1.2	0.3	7	6	Y	부드러운 무름	3
대비	4	9	28	24	1.2	1	12	11	P	아삭, 치밀	4

† 초세 : 1(약), 3(중), 5(강), 과육 색 : P : pink, D : deep color, R : red, Y : Yellow, 선호도 : 1(관심없음), 3(중간), 5(높음)

나. 국내 확대시교 포장 평가회

중국에 판매되고 있는 '팔리오 품종의 저온기 재배 안정성 검정을 위하여 2018년 12월 15일 함안군 대산면 지역에 하우스 3동에 정식하여 4월 말 수확 조사를 하였고, 6월 수확이 가능한 지역인 경북 달성군 옥포면 지역에 하우스 5동에 1월 26일 정식하여 6월 10일경 수확 조사하였다.

이는 중국 산둥성에서 첫 출하 시기가 4월 15-20일경에 수확되는 수박의 가격이 높게 형성되어 한국에서 저온기 재배 안전성을 검정하고, 산둥성 하우스 재배가 끝나는 시기인 6월에 수확한 '팔리오 수박의 품질을 조사하기 위하여 실시하였다.

평가회는 수박을 재배하는 농민, 영업부, 육묘장 관계자, 중국 협력업체 관계자 등이 참석하여 재배포장을 견학하고 '팔리오 수박과 경남 저온기 재배에 가장 많이 재배되는 “스피드꿀”과 “경미”를 대비품종으로 하여 시식회를 가졌다(그림 40).



그림 40. 경남 포장 평가회 사진

6월 10일 경북 옥포 평가회에서는 평균 과중이 9 Kg으로 대과 생산이 가능하였고 균일도가 아주 높아 비 상품율이 현저히 줄어들어 재배 농민의 소득증대에 기여 하였고 이는 중국 산둥성 출장에서 '팔리오 수박을 재배한 농민의 이야기와 같았다(그림 41).



그림 41. 경북 포장 평가회 사진

'팔리오 품종이 2018년 중국 수출 물량 대비 30% 증가하였다. 중국 협력업체에서 영업적인 문제가 발생하지 않으면 종자 판매량은 증가할 것으로 생각한다. 문제는 '팔리오 품종의 우수성과 고품질 수박으로 인정하나 종자 공급가격의 하락으로 종자 생산단가 정도로 종자를 수출하고 있는 실증이고 한국에서 중국으로 수박 종자 수출이 불가능하여 생산지에서 중국으로 수출을 진행하다 보니 업무처리가 원활하지 못하여 어려움이 많은 실정이다.



그림 42. 4차년 대구 달성 품평회

4차년 포장평가회는 대구 옥포 김달순 농가에서 실시하였다(그림 42). 2019년도 선발조합 19WM-3과 19WM-7을 포함한 12조합을 시험하였으며 2019년 12월 정식 2019년 4월 말에 포장평가회 및 품평회를 하였다. COVID-19의 여파로 인해 평가회에는 자영업 직원, 거래처, 유통관계자등 소수의 인원이 참석하였다.



그림 43. 대구품평회 주요 선발조합(BN5 좌, BN6 우)

12조합의 평가 결과 BN5과 BN6번에 대한 관심이 많았다. BN5은 단타원 중대과 품종으로 과

일의 균일도가 우수하며 바탕색과 호피 무늬가 진하며 화흔부 흔적이 매우 작아 품평회에 참여한 참가자들로부터 많은 관심을 얻었다. BN6 역시 단타원 대과종 품종으로 BN5번과 같이 외관이 수려하며 당도와 식감이 매우 우수한 것이 특징이나, 재배자의 의견에 의하면 저온기 수정이 타 품종 대비 월등히 뛰어난 것이 장점이라 할 수 있다(그림 43).

5차년 포장평가는 4차년도와 동일한 대구 달성군 옥포읍의 농가에서 수행하였다. 대비품종을 포함하여 총 11품종을 평가하였다(표, 20, 그림 44 그리고 그림 45). 대비품종을 비롯하여 10조합을 재배시험하였고, 현장에서 전시회 및 품평회를 하였다. COVID-19의 유행으로 참석인원은 최소의 인원으로서, 자사 직원, 현지 농가 및 유통업자가 참석하였다. 시판 품종과 함께 선호도 조사를 한 결과 BN 4과 BN 6의 가장 높은 점수를 받았다. 2품종은 차후 시교공시를 통해 상품화 여부를 확인하고자 한다.



그림 44. 재배자 의견 수렴(좌) 및 포장 평가(우)



그림 45. 선발조합 BN4(좌) BN6(우)

4. 해외 시험포 및 전시포

가. 위탁 프로젝트에서 수행한 해외 전시포(중국 산둥성)
1세부 프로젝트의 위탁 프로젝트인 대일바이오종묘에서 협력사인 대일국제유한공사와 같이

중국 저온기 하우스 재배의 70%를 재배하는 산둥성 청주시 수광지역 배생삼지역과 송해강지역 2곳에서 시험포를 운영하였다.

4차년 경남 지역적응성 검정에서 선발된 3조합과 2016년 연구소에서 중국 저온기 재배에 적합할 것이라 판단되는 3조합을 선발하여 총 6조합을 공시하였다. 자사에서 공시한 6조합과 산둥에서 재배되고 있는 중국품종들과 한국에서 재배되고 있는 품종, 일본 및 대만 농우 품종등 총 54조합 및 품종들이 시험포에 재배되었다.

배생삼지역에서는 2016년 11월 16일 과중하여 신토좌대목으로 접목하여 2017년 1월 18일 정식하였고 수확조사는 5월 19일 실시하였다. 참석인원은 대일국제유한공사 개발담당자 및 영업담당자, 산둥지역 종자판매상 30여명과 농민 50여명 정도가 참석하였다. 2-3년 전만해도 한국형 수박에 대한 관심도가 약하여 농민들의 관심이 없었다. 올해는 마을 수박재배농민들과 이웃 마을 농민들까지 왔다는 이야기를 들었다.



전시포 전경



수확사진

그림 46. 전시포 전경 및 수확사진

수확 조사는 번호 당 중간정도인 2과를 수확하여 과형, 과중, 불량과, 바탕색, 호피 무늬, 과육 색 및 당도를 측정하였다. 한국형 품종들과 조합들은 외관이 양호하였고 저온기 화분 발현이 우수하다는 평가를 받았으나 중국 일반종 수박보다는 숙기가 늦은 편이었다. 중국 일반종 품종들은 육질이 무르고 수분이 많았으며 당도가 떨어지는 경향을 보였으며 가형과 발생이 한국형 수박들 보다 2배 이상 많아보였다(그림 46).

조합선발은 산둥성 종자 판매상들이 산둥성지역에 저온기 재배가 안정적이면서 품질이 우수한 조합을 선발하였다. 선발된 BN 28번 조합은 경남 저온기 지역 적응성검정에서 고당도로 선발된 조합으로서 산둥성에서도 12.4 °brix로 다른 품종들보다 1-2 brix정도 높게 측정되었다. 우선 섬유질이 적당하여 아삭하였으며 과육 색이 진하고 과피두께가 1.3-1.5cm정도로 적당하였다. 중국은 아직 품질보다는 대과 생산을 목적으로 수박을 재배하기 때문에 수분과 질소질 비료의 시비량이 우리나라보다 많이 시비하는 다비재배를 하고 있어 과피두께가 대부분 두꺼운 편이라 고품질 수박생산에 아주 중요하다.

BN 32번 조합은 과육 색이 아주 진하고 종자색이 검은색을 띄고 있어 숙기가 빨라 보여 농민들이 수확을 빨리할 수 있는 장점이 있어 호피 무늬가 아주 선명하여 다른 품종들과 구별성이 뚜렷하였다(그림 47).



BN 28 착과사진



BN 32 착과사진



BN 27

BN 28

BN 29

BN 30

BN 31

BN 32

그림 47. 선발조합 착과사진 및 과형

선발된 두 조합은 과중은 10kg전후로 중국 일반종들 보다는 비대력은 조금 떨어지는 경향을 보였으나 품질이 우수하다는 평가를 받을 수 있었다.

송해강지구 포장에서 실시한 전시포에서도 BN 28번이 가장 우수한 조합으로 선발 되었다. 앞서 선발한 포장과 동일한 54가지 품종 및 조합을 2016년 11월 15일 파종하여 신토좌대목으로 접목하여 2017년 1월 20일 정식하여 5월 19일 수확조사를 실시하였다. 이곳은 전체적으로 비대력은 우수하였으나 공동과 발생이 많았으며 수박의 품질은 양호하지 않았다. 불량과 발생이 많았으며 박수박 및 육질이 괴사되는 피수박이 많이 발생하여 정확한 성적을 내지는 못하였으나 다른 조합들보다 BN 28번이 불량과 발생이 적었으며 육질이 치밀하였고 당도는 11 °brix로 조사되었다(그림 47). 앞서 서술하였듯이 중국의 수박은 무게로 판매하기 때문에 대과종 생산을 지향하는 수박의 품질이 약간은 떨어진다.



전시포 전경



수확사진

그림 48. 수확조사

청주시 종자판매상 30여분들이 조합성능검정 선발에 참여한 결과 BN 28번이 가장 우수하다고 평가하였다. 종자판매상분들의 BN 28번의 평가는 밭에서 정연도가 높고 내병성이 우수하며 크기가 크고 육질이 단단하고 입맛이 우수하다는 평가를 받았으며 BN 32번도 당도가 높고 수박의 균일도가 우수하다는 평가를 하였다.

선발된 BN 28번, 32번은 선발에 참석한 종자판매상분들의 요청으로 확대시교용 종자를 요청하여 BN 28번은 확대시교용 종자 2kg와 BN 32번 500g을 공시하기로 결정하였다. 확대시교용 종자를 공급하기 위하여 7월에 원종을 정식하여 8월 교배하여 10월 종자를 확보하였으며 확대시교용 종자는 위탁프로젝트인 대일바이오를 통하여 2017년 11월 공급하였다.

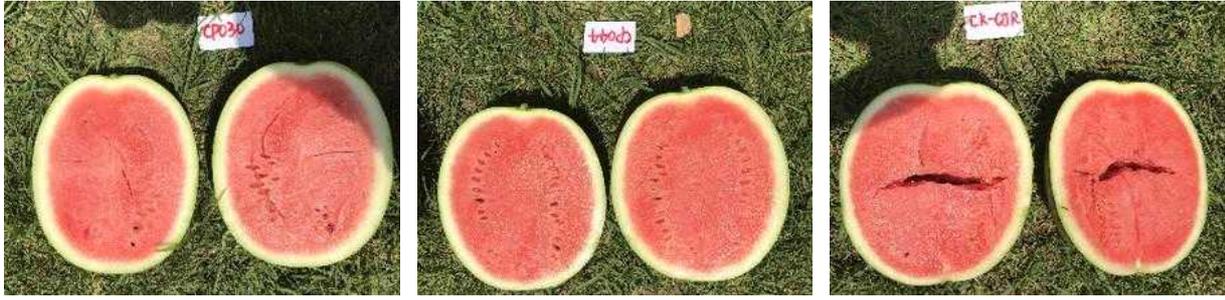
나. 중국 협력업체에서 수행한 해외시험포(중국 북경)

1차년도 중국 협력업체인 H사를 통하여 북경 대흥지구에 2016년 저온기 지역적응성검정에서 선발된 3조합과 2015년 생산판매 신고한 '팔리오 수박'을 공시하였다.

북경 대흥지구 시험포는 2016년 12월 10일 파종하여 신토좌 대목으로 접목하여 2017년 2월 6일 정식 하였다. 금왕30 품종과 중국에서 많이 재배되고 있는 품종들을 대비품종으로 하였으며 수확조사는 정식 100일 후인 5월 28일 조사하였다.

HD-2로 시험포에 공시한 품종은 2015년 '팔리오 수박'으로 생산수입판매신고한 품종으로 시험포에 공시된 품종들과 조합 중에서 가장 우수하다는 평가를 받았다. 선발된 '팔리오 수박'은 과육 색이 대비품종들보다 아주 진하였고 당도는 12.8 °brix로 조사되어 당도도 높게 측정되었다. 가장 큰 특징은 재배안정성이 우수하고 수박의 균일성이 우수하다고 평가하였으며 과피두께가 적당하였고 외관의 호피 무늬가 뚜렷하여 외관이 수려하였다(그림 49).

HD-1번 조합은 2016년 경남 지역적응성 검정에서 BN 4번으로 선발된 조합으로 과피두께는 대비품종들과 유사하였으나 숙기가 빠른 조생계 조합으로 종자의 색이 검정색으로 진하였으며 숙기에 비하여 식미가 우수하였다. 자사에서 공시한 조합들에 비하여 과장이 짧아 과형은 대비품종들과 유사한 경향을 보였다.



CP030(금왕30)

CP044

CK-CJR

그림 49. 대비품종 사진



북경 전시포 전경



북경 수확조사



HD-1



HD-2



HD-3



HD-4

그림 50. 북경 전시포

대비품종 중에서 CP030(금왕30)은 과장이 짧았고 과피두께가 두꺼웠으며 과육 색이 핑크계 정도였고 과중은 10kg으로 중국에서 선호하는 대과종 생산은 가능한 품종이라 생각 되었다. 그리고 다른 대비품종들 중에서는 공동과 발생이 심한 품종과 당도가 떨어지는 품종 등 다양 하였다(그림 50).

중국 협력업체H사에서는 2017년 11월에 산둥성 저운기 확대시교용으로 HD-2('팔리오 수박)을 2kg시교로 요청하였고, 조생계조합인 HD-1번을 1kg 확대시교용 종자를 요청받아 2017년 7월에 양친을 정식하여 10월 종자 생산을 완료하였으며 발아검사 및 순도검사가 끝나는 대로 협력업체인 H사에 인도하였다.

1차년에 확대시교용으로 공시한 2 Kg을 산동성, 북경 및 요령성에서 HD-2번을 확대 시교한 결과 가 우수하다는 평가를 받았다. 우선 HD-2번의 가장 큰 특징은 저온기 비대력이 우수하고 균일도가 좋아 상품과율이 높게 나왔으며 당도 또한 한국형 수박들에 비하여 0.5-1 °brix 정도 높게 나오는 것으로 조사되었다(그림 51).

그림 29에서 보듯이 대비품종보다 외관이 우수하고 비대력이 좋아 과중이 1-2Kg 높게 조사되었고 수박의 바탕색이 연하여 호피 무늬가 더 진해보이는 장점을 보였다. 과육 색은 대비품종보다 연하였으나 육질이 치밀하고 당도가 높았다.



그림 51. 2차년 산동성 HD-2 확대시교

북경에서 실시한 HD-2번의 재배 결과도 산동성과 유사한 결과를 보였다. 6월 수박 과제책임자가 북경에 작황조사에 산동성 수박판매상이 직접 북경까지 찾아와 북경지역의 HD-2번의 작황조사를 같이 수행하였고 1차년에 H사의 전시포에서 선발한 HD-1번 품종에 대한 관심이 높아 2018년 7월 500g의 시교를 공시하였다.

그리고 북경에서 HD-2번 수확하는 포장을 방문하여 작황조사를 수행하였다. 재배농민은 중국 수박보다 HD-2번의 수박 판매가격을 1.5배 높게 받아 2019년에는 전체적으로 HD-2번을 재배 할 것이라 이야기 하였다. HD-2번의 재배적인 특성은 초세가 강하여 대과생산이 가능한 수박이라고 이야기 하였으며 과 균일도가 높아 버릴 것이 없는 것이 가장 큰 장점이라고 설명 하였다(그림 52).



그림 52. 북경 HD-2번 확대시교 포장전경

북경 협력업체 H사에서 실시한 전시포에 1차년에 선발된 HD-2번과 새로운 2조합을 공시하여 다른 45 품종들과 비교 시험을 실시하였다. 2차년도에 공시한 2조합들 중에서 HD-B번이 선발되었다. 선발된 HD-B조합은 HD-2번에 비하여 숙기가 빨라 조기 재배가 가능한 조합으로 조사되었다. 중국 수박 시장의 재배 작기가 다양하여 HD-B조합도 개발이 가능 할 것이라 생각되었다.

산동성 및 북경에서 선발된 HD-B조합은 외관이 우수하다는 평가를 받았고 다른 대비품종들보다 균일도가 아주 높았다. HD-B조합은 HD-A조합에 비하여 외관이 우수하였고 과육 색도 중국 소비자들이 좋아하는 붉은 색이 진하였고 올해 6월 고온으로 인하여 수확기의 수박들이 고사되는 현상들을 발생하였으나 HD-B 조합은 초세가 강하여 후기까지 버팀성이 우수하게 유지되는 것으로 조사되었다(그림 53, 54).



그림 53. 북경 전시포 포장전경

중국 협력업체에서는 확대시교용 종자를 산동성과 북경 저온기 하우스재배 결과가 나오는 2018년 HD-2번과 1차년에 선발된 HD-1번을 수출 계약을 실시하였으며 2차년도에 선발된 HD-B조합은 확대시교용 종자를 공급을 계획하였다. 3차년 수출을 위하여 당사에서 두 품종에 대하여 원종증식을 진행하였으며, 물량 협의는 2019년 3월까지 완료하여 생산지에서 생산하여 중국으로 수출 할 계획이었다.



그림 54. 산동성 수확조사 사진

중국 협력업체 B사에서는 1차년도 당사 육종연구소를 6월 방문하여 선발한 4조합을 과종하여 7월 과종하여 F1 시교생산을 실시하였다. 종자는 1차는 11월에 공급하여 산동성, 하남성 및 북경 지역에 시교를 공시하여 재배시험을 한 결과 2 조합이 선발되었다. 선발된 조합들은 한국형 대비품종에 비하여 비대력 및 과형이 우수하다는 평가를 받았다(그림 55).

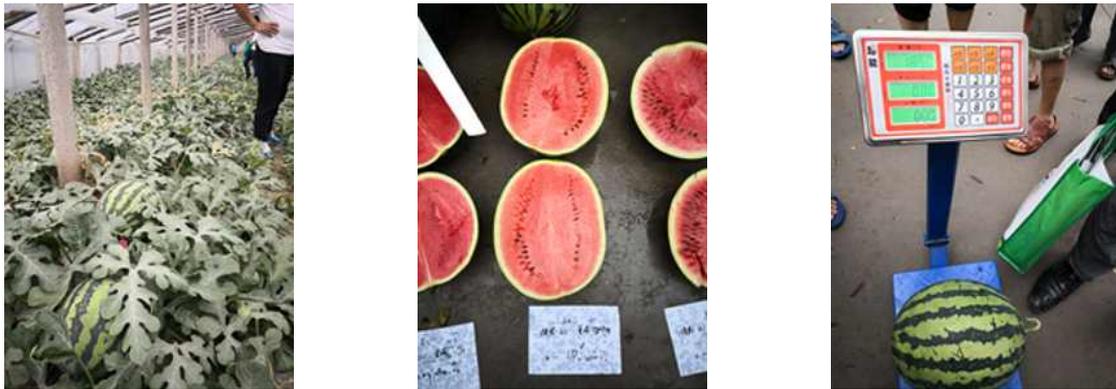


그림 55. 산동성 전시포 수확조사

중국 협력업체 B사는 중국에서 수박 전문 영업팀을 운영하는 회사로서 선발된 2조합을 500Kg 판매하기로 하였다. 협력업체 B사와 수출계약을 체결하였으며 종자공급은 생산지에서 중국으로 바로 수출하기로 하였다. 마지막으로 중국 협력업체 C사에 1차년에 2조합 10,000립의 시교를 공시하여 재배 시험한 결과를 통보 받았다. 협력업체 C사에 공급한 조합은 1차년에 경남 지역적응성검정에서 선발된 BN 5번과 BN 6번을 시교로 공시하여 산동성 및 요령성에서 수확 조사한 결과 BN 5번 조합이 선발되었다. 선발된 BN 5번 조합은 고온기 버팀성이 우수하다는 평가를 받았고 호피 무늬가 넓은 것이 특징이었다. BN 6번 조합보다 수박의 균일도 좋았

으며 당도도 1차년에 실시한 경남 적응성검정에서와 유사하게 12.4 °brix로 높게 조사되었다. 선발된 BN 5번을 생산수입판매신고 후 3차년에 확대 시교용으로 10kg 판매하기로 하였다.

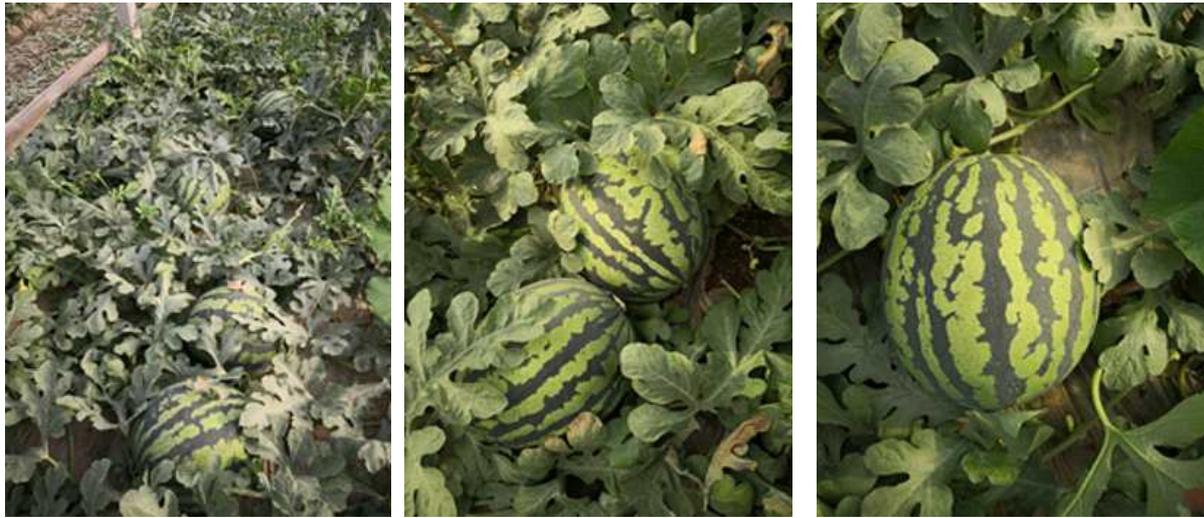


그림 56. 산동성 재배전경

3차년 중국 시험포 사업은 중국 협력업체 B사에서 운영하였다. 협력업체 B사는 2015년부터 당사의 수박 시교사업을 진행한 업체로 2차년에 당사에서 개발한 품종을 판매하기 시작하였다. 판매를 시작한 품종의 숙기보다 빠른 품종을 개발하기 위하여 2차년 당사에서 진행한 조합성능검정에서 중국 산동성 지역에 적합한 조합을 직접 2조합을 선발하여 3차년에 산동성 창러시와 청주시 5곳에 시험포를 운영하였다.

표 22. 중국 산동성 전시포 운영 결과

지역지역	품종	정식시간	수분시간	수확예정시간	비고
1.산동성창러시요꺼우진	WM-208 WM-209 WM-210	19.2.1.	3.23-3.26.	19.5.10.	추천
2.산동성창러시난호우진	WM-208 WM-209 WM-210	19.2.12.	3.27-4.1.	19.5.15.	추천
3.산동성지양현	WM-208 WM-209	19.3.4.	4.10	19.6.5.	일반
4.산동성청주시탄광진대 두관왕촌	WM-208 WM-209 WM-210	19.3.5	4.8-4.15.	19.6.5.	추천
5.산동성청주시탄광진위 즈부촌	WM-208 WM-209 WM-210	19.3.5.	4.8.-4.15.	19.6.1.	추천

정식은 창러시 지역은 2월에 정식하여 5월에 재배되는 산동성 수박 재배단지 중에서도 빠른 작기이고 청주시의 경우 3월초에 정식하여 6월 초에 수확하는 조금 늦은 작기로 나누어 재배 시험을 실시하였다.

창러시 난호우진에서 수정 후 45일 경에 수확 조사한 결과 BN 208번은 초세가 중간 정도이고 외엽이 농녹색이며 과중은 5개 평균 8.9Kg, 열과 발생이 없었고 과육의 경도는 대비품종인 금패와 유사하였으나 당도는 중심당도가 10.8 °brix로 대비품종보다 높게 조사되었다. BN 209번도 208번과 유사하게 당도가 높게 나왔으나 과육의 붉은 정도가 대비품종보다 연하는 평가를 받았다(표 22, 그림 56).



그림 57. 중국 산둥성 창러시 전시포 1차 수확사진

B업체에서는 수정 후 55일경에 2차 수확 조사한 결과 1차 수확 조사에서 과육 색이 대비품종보다 연하다는 평가를 받았으나 2차 조사에서는 대비품종과 차이가 없는 것으로 조사되었고 당도는 BN 209번의 경우 14.2 °brix로 아주 높게 조사되었다(그림 58).



BN 208

BN 209

BN 210

금패

그림 58. 중국 산둥성 창러시 전시포 2차 수확사진

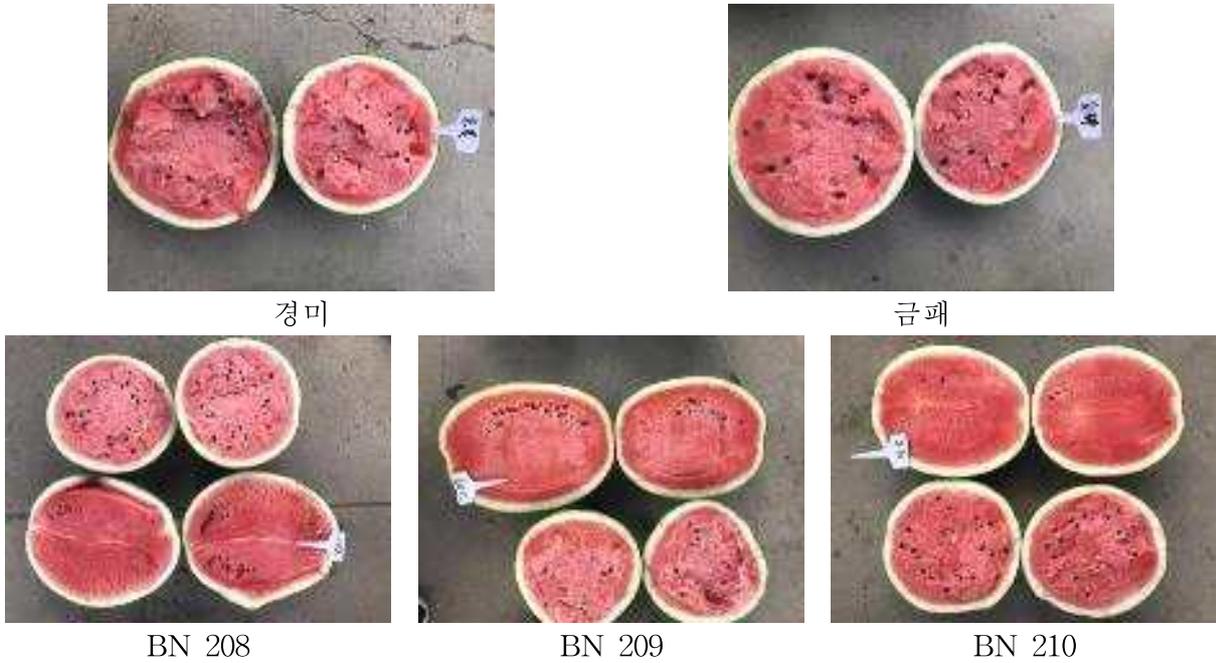


그림 59. 중국 산둥성 청주시 탄광진 대두관촬촌 수확사진

산둥성 청주시에 탄광진 시험포 조사는 6월 3일 수확조사 하였다. 후기 초세는 당사에서 공시한 조합들이 대비품종들보다 강하였으나 과중은 9kg 정도로 대비품종과 차이가 없는 것으로 조사되었다. 협력업체에서는 대비품종과 비교하면 품질적인 부분은 공시한 조합이 우수하다는 평가 하였으나 수박 수집 상인들이 원하는 숙기가 빠르면서 과육 색이 빨리 붉은색으로 변하는 것은 대비품종이 좋다고 평가하였다(표 23, 그림 59).

표 23. 중국 산둥성 청주시 탄광진 특성표 (대두관촬촌)

BN	초세	비대력 [†]	과형	과피경도	과피색	호피무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
208	5	7	Round	5	G(7)	7	R(5)	5	5	조	11.8
209	5	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	5	7	조	12.4
210	5	7	Round	5	G(7)	7	R(5)	7	5	중	10.8
경미	4	7	Round	5	G(7)	5	R(7)	5	5	조	11.4
금패	5	7	Round	5	G(5)	5	R(5)	3	5	조	10.6

[†] 과비대성 : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), 과피경도 : 3(약), 5(중간), 7(강), 숙기 : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), 맛 : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), 섬유질 : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), 과육 색 : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), 무늬 정도 : 3(담), 5(중), 7(농), 과피색 : G(Green), B(Black), Y(Yellow) : 3(Lite), 5(Mid), 7(Deep)

수박 연구자 관점에서 상품과율이 높고 당도가 우수하면서 재배 안전성이 높은 품종을 선호해야 할 것이라 판단되지만 중국 시장은 당도는 떨어져도 숙기가 빠르고 과육 색이 빨리 붉은색으로 변하면 조기 출하가 가능하므로 고품질보다는 숙기가 우선이라는 생각이 강하였다.

청주시 탄광진 두 지역에서 수확 조사 한 결과 앞에서 서술한 것처럼 당도 및 품질은 공시

한 조합이 우수하다는 평가를 받았다(그림 59, 표 24).

표 24. 중국 산둥성 청주시 탄광진 특성 표 (위즈부촌)

BN	초세	비대력 [†]	과형	과피경도	과피색	호피 무늬	과육 색	섬유질	맛	숙기	당도 (°Brix)
208	4	7	Round	5	G(5)	7	R(5)	5	5	조	12.2
209	5	7	Round	5	G(3)	7	R(5)	3	5	조	13.2
210	5	7	Round	5	G(3)	5	R(5)	5	5	중	11.4
경미	4	7	Round	5	G(3)	5	R(5)	3	5	조	12.4
금패	5	7	Round	5	G(3)	5	R(5)	3	3	조	11.6

† **과비대성** : 3(6.0kg이하), 5(6.0-8.0), 7(8.0kg이상), **과피경도** : 3(약), 5(중간), 7(강), **숙기** : 조(개화 후 40일 미만), 중(개화 후 41-50일), 만(개화 후 51일 이상), **맛** : 3(낮다), 5(중간), 7(높다), **섬유질** : 3(연함), 5(중간), 7(단단함), **과육 색** : R(Red), Y(Yellow), O(Orange), **무늬 정도** : 3

협력업체에서 5곳에 시험포를 운영한 결과 BN 209번이 숙기가 빠르고 중국 품종들과 외관상으로 바탕색이 진하면서 호피 무늬가 아주 진하여 차별화가 가능할 것으로 판단하였고 수확을 수정 후 50-55일경에 수확하면 중국 품종들보다 당도가 2 °brix 정도는 높게 조사되는 고품질 수박으로 개발을 진행하기로 협의하였다.



그림 60. 중국 산둥성 청주시 탄광진 위즈부촌 수확사진

출장 중 2차년에 수출한 수박 품종 수확 현장을 방문한 결과 중국 수박 품종에 비해 불량과율이 낮고 과형이 안정돼 재배가 쉽다는 평가를 받았고 특히 화흔부가 작아 열과 발생이 상품과 생산이 쉬워 내년에도 같은 품종을 재배할 의향이 있다고 하였다(그림 60). 중국은 우리나라의 재배법과 달리 수확기 전에 수박을 돌려주는 작업을 하지 않아 계속하여 바닥과 밀착하는 부위에 열과 현상이 많이 발생하고 대과종 생산을 위하여 초세를 과도하게 강하게 유지하여 화흔부의 크기가 큰 수박들이 많이 생산되고 있다.



포장전경



수확



비 상품과

그림 61. HD-3으로 판매되는 품종



그림 62. 산동성 전시포 행사

4차년 해외 시험포 사업은 중국 B사의 협력으로 진행하였다. 2019년 선발한 10조합을 시험포 사업을 통하여 현지 적응시험을 하였으며, 5월 하순과 6월 중순에 2차례에 걸쳐 소수의 현지 관계자, 거래처, 농가 그리고 유통업자를 대상으로 평가를 하였다. 3차년에 비하여 코로나 사태로 인하여 시험 규모가 대폭 축소하여 산동성 창러시 난호우진과 지양현 2곳에서 운영하였다(그림 62, 표 16, 표 25).

표 25. 4차년 중국 산동성 전시포 운영 결과

지역	조합명	정식일	수정일	수확일	현지관정
산동성 웨이팡시 창러현	WM-0112	2020.2.10	3.25	5.11	추천
산동성 지양현	WM-0113	2020.2.27	4.5	5.28	추천

시험포 및 전시포를 통하여 대비품종인 金牌, WM-0112과 WM-0113 2 조합을 선발할 수 있었다. WM-0112는 과육 색이 적색으로 선명하며, 섬유질이 적어 식감이 우수하였으며, WM-0113는 조생종으로 대비품종보다 과육 색이 분홍빛이 도는 적색으로 섬유질이 적어 식감이 우수하고 대비품종보다 과실 내 씨앗이 차지하는 범위가 작아 먹기에 편하였으며, 경도가 강하여 장거리 수송에 유리하다(그림 63, 표 26).

표 26. 4차년 중국 산둥성 전시포 선발조합 성적

Vareity	A.v. weight(kg)	Av. Sugar contents	Flesh color	Wate content	Flesh holding ability	Fruit navel	Seed space	Commodity rate
WM-0112	5.1	9.2	7	8	8	7	7	7
WM-0113	5.8	10	5	8	8	7	6	7
WM-0115	6	10.2	6	8	8	5	7	7
WM-0117	6	8	5	8	8	7	8	7
WM-0120	6.5	10	Y	8	8	5	6	7
金牌	6.2	10	8	8	8	8	6	7



WM-0112



WM-0113



WM-0115



WM-0117



WM-0118



WM-0119

그림 63. 주요 선발조합

협력업체를 통한 5차년 중국 현지 전시포는 산둥성 창리현의 농가에서 수행되었다. 자사의 ‘신바람(WM-209)’와 현지 리딩 품종인 ‘경미’와 ‘금패’가 대비품종으로 사용되었다. ‘신바람’ 품종의 확대를 위해 주요 거래처, 유통업자, 그리고 재배자들이 참석하여 평가하였다. 전시포 운영결과 현지 대비종인 금패와 경미에 비해 과색, 경도, 식감 등에서 추천 판정을 받아 참가자들의 많은 관심을 받았다(표 27).

표 27. 5차년 산둥성 전시포 운영 결과

지역	조합명	정식일	수정일	수확일	현지판정
산동성 웨이팡시 창러현	WM-209 (신바람)	1.18	3.24-3.25	5.13	추천
산동성 웨이팡시 창러현	금패	1.18	3.24-3.25	5.13	양호
산동성 웨이팡시 창러현	경미	1.18	3.24-3.25	5.13	추천

5. 기능성 물질 성분분석

가을에 재배 중인 기능성 컬러과육 106 계통 중에서 기능성 성분(베타카로틴, 라이코펜 등)에 차이가 있는 기존 선발 또는 육성계통 중에 연관 분자표지 개발 목적에 부합되는 수박 유전자원의 성분량을 파악하기 위하여 충남대 공동기반과제 lycopene, β -carotene 성분분석을 11월 중에 의뢰하였다(표 28).

표 28. 3차년 과육 색, lycopene, β -carotene 그리고 phytoene 함량 분석결과

No.	Samples	Flesh color	Flesh color				Lycopene (mg/g)	b-carotene (mg/g)	Phytoene (mg/g)
			L*	a*	b*	Hue			
1	845-35	Red	54.19	30.42	20.45	5.64	0.323	0.035	0.015
2	841-33	Red	53.07	31.37	21.56	7.46	0.319	0.371	0.194
3	832-40	Red	55.71	27.54	21.5	6.09	0.282	0.263	0.012
4	840-30	Red	56.6	29.01	22.15	6.26	0.341	0.269	0.092
5	828-38	Red	54.46	26.17	17.56	3.69	0.262	0.304	0.144
6	870	Orange	71.99	7.77	39.57	33.66	0.009	0.355	0.109
7	865-2	Orange	66.04	10.62	38.23	28.48	0.007	0.227	0.048
8	871-7	Orange	69.64	12.41	41.86	31.95	0.004	0.124	0.051
9	868	Orange	67.24	11.95	38.76	28.72	0.006	0.594	0.136
10	900	Yellow	76.6	-2.04	44.99	45.19	0.003	0.132	0.035
11	894	Yellow	71.26	-0.05	44.21	41.15	0.009	0.039	0.104
12	899-24	Yellow	75.9	-3.04	44.79	45.45	0.004	0.084	0.091
13	893-16	Yellow	78.16	-0.53	47.75	46.79	0.004	0.038	0.037
14	884-5	Yellow	74.68	2.95	50.76	45.34	0.004	0.056	0.053
15	876	Orange	76.66	6.1	37.72	36.11	0.004	0.091	0.079
16	887	Orange	74.38	0.59	43.02	41.28	0.006	0.736	0.135
17	874-9	Orange	75.85	6.09	37.54	35.56	0.003	0.023	0.025
18	800	Orange	68.02	8.5	38.84	30.92	0.003	0.007	0.019

일반적인 수박 생체중당 lycopene 함유량은 45.1-53.2 $\mu\text{g/g}$ 정도로 알려져 있다.(USDA-NCC, 2001. Heinonen MI, 1989. Tee ES, 1991. Mangels AR, 1993) 그리고 토마토의 생체중당 lycopene 함량의 분포범위는 최소 0.0 $\mu\text{g/g}$ 부터 80.4 $\mu\text{g/g}$ 까지로 평균 43.3 $\mu\text{g/g}$ 이었으며, β -carotene 함량은 최소 1.8 $\mu\text{g/g}$ 부터 최대 48.8 $\mu\text{g/g}$ 까지로 평균치는 10.8 $\mu\text{g/g}$ 이었다 (Grame. 1983).

분석한 18점의 소재 중 5점은 3세부인 충남대 이궁주 교수실험실과 함께 수박 과육 색 검정용 마커 개발에 이용하였으며, 4차년도 red color flesh와 high lycopene contents를 동시 검정할 수 있는 마커를 개발하여 특허를 출원하였고, 논문을 발표하였다.

토마토에서 L*, a*, b* 그리고 Hue angle value를 라이코펜 함량과 분석 비교 하였을 때 주로 a*의 수치가 높을수록 라이코펜의 함량이 높다고 알려져 있다. 분석결과 18개의 시료중 a* value가 높은 1, 2, 3, 4, 5번 샘플들이 다른 13개 샘플들에 비하여 라이코펜 함량이 높은 것으로 분석되었다. 따라서 토마토에서와 마찬가지로 a*와 라이코펜 함량은 상관관계가 높은 것으로 추정된다.

반면 노란 과육 색과 오렌지 과육 색의 베타카로틴 함량을 비교하였을 때 오렌지 과육 색의 베타카로틴 함량이 높은 것으로 분석되었다.

Phytoene의 함량은 평균적으로 노란 과육 색 보다 오렌지 과육 색 구간이 더 높은 것으로 확인되었으며, 색 분석과의 상관관계는 찾기 힘들어 보인다.

4차년 상반기 봄 작형에서 선발한 계통 및 소재들을 하반기 재배시험 중에 있으며 20점을 선발하여 10월 하순경에 lutein, lycopene, β -carotene 및 phytoene 분석하였다(표 29).

표 29. 4차년 과육 색, lycopene, β -carotene 그리고 phytoene 함량 분석결과

No.	Samples	Flesh color	Flesh color				Lutein ($\mu\text{g/g}$)	Lycopene ($\mu\text{g/g}$)	b-carotene ($\mu\text{g/g}$)	Phytoene ($\mu\text{g/g}$)
			L*	a*	b*	Hue				
1	301	pink	53.10	8.92	15.80	19.81	2.504	120.376	307.813	38.655
2	302	pink	45.90	9.59	11.42	20.17	3.066	185.047	597.194	65.719
3	341	pink-red	47.34	20.01	15.27	10.42	4.139	285.017	1182.353	39.856
4	339	pink-red	49.89	17.92	14.08	10.48	2.798	216.857	797.403	30.077
5	349	pink-red	44.24	15.23	12.90	16.12	7.565	267.866	993.812	50.031
6	351	pink-red	51.09	17.45	14.79	10.29	4.153	277.565	1240.078	47.730
7	427	yellow	64.76	-5.24	33.83	37.75	3.099	1.530	98.776	3.854
8	343	yellow	62.57	-0.38	24.81	29.53	6.052	2.268	1169.255	8.014
9	421	yellow	64.27	-3.47	32.44	35.10	2.746	1.280	166.739	3.864
10	425	yellow	65.86	-4.80	32.31	36.48	7.739	0.544	74.848	2.318
11	433	yellow	60.01	-4.88	32.83	35.37	2.538	0.534	36.331	3.188
12	434	yellow	61.75	-5.63	34.42	36.87	1.370	0.795	35.452	3.148
13	501	orange	66.65	-0.89	28.00	31.82	1.239	0.371	936.516	6.105
14	502	orange	63.32	-0.15	25.62	29.91	1.591	0.422	1091.423	8.851
15	406	orange	62.54	-0.12	31.79	31.13	0.973	0.649	1000.126	12.231
16	401	orange	57.32	0.21	28.11	28.66	2.324	0.674	1608.497	21.634
17	402	orange	64.30	1.37	27.73	28.91	2.107	0.927	1158.752	15.839
18	411	orange	62.39	0.19	26.90	29.16	2.741	0.284	1592.375	16.294
19	413	yellow	62.22	-2.56	27.56	31.76	1.379	0.000	368.664	7.497
20	414	orange	62.01	-0.42	30.19	31.05	2.203	0.546	1068.987	11.391

총 20개의 샘플 중 1번부터 6번까지는 부시형 수박 조합이다. 그중 3번부터 6번 조합은 다른 16개 조합과 계통들보다 평균적으로 lutein, lycopene, b-carotene 그리고 phytoene 함량이 월등히 높은 것으로 확인되었다. 이들 조합이 다른 조합과 계통들보다 월등히 높은 2차 대사산물

수치를 가지는 큰 이유 중 하나는 품종의 특성이라고 할 수 있으며, 그 중 숙기의 조만이라고 추정된다. 1번과 2번은 중생종, 7번부터 20번 계통들은 모두 조생종이며, 나머지 3번부터 6번은 만생종이다.

주로 lycopene과 beta carotene과 같은 carotenoid 계열의 2차 대사산물은 잎에서 형성되어 과일로 전류 되는데 이것은 작물체의 엽록체의 함량에 따라 달라진다. 특히 잎과 과실의 엽록체 함량이 높을수록 전류 되는 carotenoid의 함량도 달라진다. 그렇다고 해서 조생 품종을 오랫동안 재배포장에 두어 수확을 하지 않는다면, 식물체의 노화로 인해 과육 섬유질의 증가, 부패 등으로 상품성이 떨어지게 되므로 주의해야 하겠다.

이처럼 기능성 성분은 주로 색과 많은 상관관계가 있으나, 품종의 특성과도 많은 상관관계가 있으므로, 반드시 분석을 통한 검정이 필요하겠다. 앞서 언급하였듯이 기능성 성분이라함은 2차 대사산물로써 작물의 생육상태, 환경변수 등 성분함량과 축적에 많은 영향을 끼치게 된다.

따라서 이 대사산물들은 작물의 재배 위치, 투광상태, 일조량, 일조 시수, 온도, 수분함량, 작물체의 엽록체 함량 특히 엽면적 지수와 권엽성과 같은 다양한 생리·환경적 변수에 의해 그 값이 매년 달라진다. 그러므로 재배관리로 환경을 완벽하게 조절하여 이들 성분함량을 매년 일정하게 유지한다는 것은 국내 농가 실정상 불가능에 가까우며, 국가기관 또는 글로벌 대형 기업에서도 완벽한 통제와 조절로 일정한 함량을 유지하는 것은 매우 어렵다고 판단된다.

6. 품종보호출원 및 등록

1차년에 품종보호출원한 “달마지” 수박은 2014년 조합을 작성하여 2015년 봄 컬러과육 조합 성능 검정에서 선발한 조합으로 2015년 중국 산동성 가을 작기에 정식하여 수확 조사한 결과 노란색 과육 색이 진하면서 육질이 치밀하여 아삭하였고 비대력이 우수하다는 평가를 받았다.

저온기 재배 안정성을 알아보기 위하여 2016년 경남 저온기 지역 적응성 재배시험에 조합을 공시하여 2016년 5월 4일 수확 조사한 결과 기존의 노란과육 색 품종들보다 숙기는 중만생종으로 늦었고 저온기 비대력 및 당도가 높게 조사되었다(그림 64).



15년 연구소 선발

16년 지역적응성 선발

15년 산동성 선발

16년 산동성 선발

그림 64. 달마지 수확사진

2년 동안의 조합성능검정 한 결과 저온기 착과가 안정적이고 대과종 생산이 가능하였으며 바탕색은 노란색으로 호피 무늬가 선명하여 외관이 우수하였고 육색이 진하여 신선해 보였으며 당도가 11-13 °brix로 아주 높아 우수하다는 평가를 받아 “달마지” 수박으로 2017년 10월 품종 보호출원 신고를 하였다(그림 63).

2018년 산동성과 북경 저온기 하우스 지역에 확대 시교를 실시하여 재배 안정성을 확인함과 동시에 “달마지” 수박 평가회 및 종자 홍보에 최선을 다하여 판매할 계획이었다. 그리고 “달마지” 수박에 대한 기술이전은 2017년 11월 중순까지 완료할 계획으로 업무를 진행하였다.

2차년 생산수입판매신고는 1차년과 올해 경남 지역적응성검정에서 과육 색이 진하고 저온기 재배안정성이 우수한 BN 5번 조합을 생산수입판매신고를 위하여 F1 생산하였고, 10월 말 종자가 확보되면 국립종자원에 신고하였다.



그림 65. 달마지 품종보호 출원(좌) 및 등록증(우)

생산수입판매신고 할 조합은 고당도 조합으로 1차년에 BN 5번 13.2 °brix, 2차년 18WM-5번 12.6 °brix로 당도가 높게 나왔으며 1차년에는 대비품종보다는 1 °brix정도 높았으나 밀왕30 보다는 2 °brix 높게 조사되었다. 이는 중국에서 밀왕30이 맛있는 고품질 수박으로 평가되는 품종이므로 대비품종보다 당도가 높고 재배안정성이 우수하다면 중국 저온기 하우스재배에서 좋은 결과가 나올 것이라 기대하여 2차년에 중국 협력업체 C사에 시교를 공시하여 재배시험을 한 결과 당도 및 저온기 비대력 및 외관이 우수하다는 평가를 받아 “신바람”꿀수박으로 생산수입판매신고 하였다(그림 66).

경남 지역적응성 검정시험에서 고당도 조합으로 1차년에 BN 5번 13.2 °brix, 2차년 18WM-5번 12.6 °brix로 당도가 높게 나왔으며 1차년에는 대비품종보다는 1 °brix정도 높았으나 밀왕30 보다는 2 °brix 높게 조사되었다. 이는 중국에서 밀왕30이 맛있는 고품질 수박으로 평가되는 품종이므로 대비품종보다 당도가 높고 재배안정성이 우수하다면 중국 저온기 하우스재배에서 좋은 결과가 나올 것이라 기대하여 2차년에 중국 협력업체 C사에 시교를 공시하여 재배시험을 한 결과 당도 및 저온기 비대력 및 외관이 우수하다는 평가를 받아 “신바람” 수박으로 생산수입판매신고 하였다.

2019농가 재배시험 및 지역적응성 시험에서 선발한 BN107을 4차년 “탐이나꿀” 수박으로 10월 5일 생산수입판매신고 및 품종보호출원 하였다.

“신바람” 수박은 3차년에 중국 협력업체 B사에서 실시한 산동성 시험포사업에서 선발된 BN

209번으로 고품질 수박 품종으로 인정받아 3차년에 품종보호 출원을 하였다(그림 58).

1차년에 품종보호출원하여 3차년에 보호등록이 완료된 “달마지” 수박은 저온기 착과가 안정적인 대과종 품종으로 바탕색은 노란색으로 호피 무늬가 선명하여 외관이 우수하다. 평균당도는 11-13 °brix로 타 품종대비 매우 높은 편이다(그림 65).

4차년도 생산수입판매신고 및 품종보호출원을 신청한 “탐이나꿀” 수박은 2019년 선발한 조합번호 BN107로써 원형에 가까운 중대과종 수박으로 잎이 대비품종에 비하여 크고 세력이 좋으며 저온 비대력이 우수한 것이 특징이다(그림 66).

<p>민원인을 가족같이, 민원을 내 일같이</p> <p>통계원 내통에 피문이 있으면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.</p> <p>담당자: 송수연 전화: (054) 912-0119 FAX: (054) 912-0210</p> <p>인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr</p> <p>경상북도 김천시 혁신로 119</p>	
---	--

품종보호출원번호 통지서	
출원일자: 2019.10.26.	품종보호 출원번호: 출원 2019-503
품종명칭 출원번호: 명칭	

작 품 명: 수박
 품종 명칭: 신바람
 출 원 인: 현대종묘(주)
 주 소: 경기도 여주시 가남읍 연암로 286, 현대종묘(주)

2019년 10월 28일

국립종자원



<p>민원인을 가족같이, 민원을 내 일같이</p> <p>통계원 내통에 피문이 있으면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.</p> <p>담당자: 권효철 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210</p> <p>인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr</p> <p>경상북도 김천시 혁신로 119</p>	
---	--

품종보호출원번호 통지서	
출원일자: 2020.10.5.	품종보호 출원번호: 출원 2020-453
품종명칭 출원번호: 명칭 2020-920	

작 품 명: 수박
 품종 명칭: 탐이나꿀
 출 원 인: 현대종묘(주)
 주 소: 경기도 여주시 가남읍 연암로 286, 현대종묘(주)

2020년 10월 05일

국립종자원



신바람(품종보호출원통지서) 탐이나꿀(품종보호출원통지서) 탐이나꿀
 그림 66. ‘신바람’, ‘탐이나꿀’ 품종보호출원 통지서 및 개체사진

5차년 BS315-18과 BS322-24 두 품종을 품종보호 출원하였다(그림 65). BS315-18은 저온기 암꽃 발현, 과 비대가 우수한 품종으로 화흔부 크기가 작으며 식감이 아삭하다. BS322-24 역시 저온기 암꽃 발현, 과 비대 및 균일도가 우수한 품종으로 BS315-18에 비해 부드러운 식감이 특징이다(그림 67).

각 연차별 등록된 품종들은 국내영업, 해외 협력업체, 지사 그리고 해외법인을 통해 시교사업과 지역 재배시험을 완료하였거나 진행 중이다. 시교사업과 재배시험 결과를 바탕으로 선발한 조합 또는 품종들은 마케팅과 영업 팀에서 품종 홍보와 적극적인 영업활동으로 중국 시장을 개척할 계획이다.

CoVID-19의 영향으로 세계 경제가 다소 움츠러 들었으나, 엔데믹 이후 국내외, 중국을 포함한 해외 각 국가들의 빠른 경기 회복이 전망된다. 또한 팬데믹 동안 건강을 위한 관심과 식물성 식품 소비가 늘어난 이유로 기능성 식품 또는 채소에 더욱 많은 관심을 가질 것이라 예측된다(FOOD ICON, 2022.03.02).



국립종자원

국립종자원

그림 67. 품종보호 출원증 BS315-18(좌), BS322-24(우)

7. 종자수출

1차년 기능성 컬러과육 수박 품종개발 프로젝트의 1차년도 31만불 목표로 1세부 프로젝트인 현대종묘에서는 19만불, 2세부 프로젝트는 12만불을 목표로 연구과제를 수행하였다. 2016년 미국으로 활기찬 수박을 소량 수출하여 재배한 결과 고온기 버팀성과 품질이 우수하다는 평가를 받은 품종으로 올해는 수출물량이 소량 증가하였으며, '팔리오 수박' 역시 당도가 우수한 품종으로 평가 받아 올해 미국으로 수출을 하였다(표 30).

표 30. 1차년 종자수출 및 시교공시내역

국가	기업	수출금액	시교공시내역	일시
미국	A사	10,000		2017.9
미국	B사	31,000	달마지	2017.10
중국	B사		4조합, 1,000립	2017.11
중국	D사		1조합, 2kg	2017.11
중국	C사		2조합, 10,000립	2017.11
중국	H사		HD-2 2kg HD-A 500g HD-B 500g	2017.11

1세부 프로젝트에서는 수출 목표에는 많이 떨어지지만 USD 41,000\$를 미국으로 수출하였다(그림 68).

HYUNDAI SEED CO., LTD
Yongam-ro 298, Gwangmyeong-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel: 82-(031)-882-1731 Fax: 82-(031)-882-1058

INVOICE	
1. Shipper/Exporter HYUNDAI SEED CO., LTD Yongam-ro 298 Gwangmyeong Yeu-si-city Gyeonggi-do, Korea	8. Invoice of Invoice HD-2017-9-12 Sep. 12, 2017
2. For Account & Risk of Messrs SUN FLOWER FARMS Shan Hai 2370 E. 48th Street Hawes, CA 95056 Tel: (520) 231-0860 Fax: (520) 231-0330	9. Remarks Origin: Korea
3. Notify Party The same as above	10. Shipping Mark NO MARK
4. Port of Loading YONGIN-KOR	11. Particulars Origin: Korea
5. Final Destination YONGIN-KOR	12. Shipping Mark NO MARK
6. Carrier E.S.S.	13. Sacking on/About No. 12, 2017
Vegetable Seeds For Sowing	
14. Description of Goods	15. Net Weight
Watermelon seed (PALBO)	15kg
Orange Melon seed (PEYEO)	15kg
Total	30kg

Signed by:
J. W. LEE / PRESIDENT

HYUNDAI SEED CO., LTD
Yongam-ro 298, Gwangmyeong-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel: 82-(031)-882-1731 Fax: 82-(031)-882-1058

PACKING LIST	
1. Shipper/Exporter HYUNDAI SEED CO., LTD Yongam-ro 298 Gwangmyeong Yeu-si-city Gyeonggi-do, Korea	8. Invoice of Invoice HD-2017-9-12 Sep. 12, 2017
2. For Account & Risk of Messrs SUN FLOWER FARMS Shan Hai 2370 E. 48th Street Hawes, CA 95056 Tel: (520) 231-0860 Fax: (520) 231-0330	9. Remarks Origin: Korea
3. Notify Party The same as above	10. Shipping Mark NO MARK
4. Port of Loading YONGIN-KOR	11. Particulars Origin: Korea
5. Final Destination YONGIN-KOR	12. Shipping Mark NO MARK
6. Carrier E.S.S.	13. Sacking on/About No. 12, 2017
Vegetable Seeds For Sowing	
14. Description of Goods	15. Net Weight
Watermelon seed (PALBO)	15kg
Orange Melon seed (PEYEO)	15kg
Total	30kg

Signed by:
J. W. LEE / PRESIDENT

Republic of Korea
Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
Plant and Fruit Quarantine Agency
PHYTOSANITARY CERTIFICATE
No. 20-220600

1. Description of Consignment Name and address of exporter: HYUNDAI SEED CO., LTD 482-1, Gwangmyeong-gu, Gyeonggi-do, Korea Declared name and address of consignee: SUN FLOWER FARMS 2370 E. 48th Street, Hawes, CA 95056 U.S.A.	2. Description of Consignment Name and address of importer: SUN FLOWER FARMS 2370 E. 48th Street, Hawes, CA 95056 U.S.A.
3. Planting material Declared name of commodity: Seed Declared name of variety: HYUNDAI SEED CO., LTD Name of product and health certificate Name, address and telephone number of issuer: SUN FLOWER FARMS, 2370 E. 48th Street, Hawes, CA 95056 U.S.A.	4. Planting material Declared name of commodity: Seed Declared name of variety: HYUNDAI SEED CO., LTD Name of product and health certificate Name, address and telephone number of issuer: SUN FLOWER FARMS, 2370 E. 48th Street, Hawes, CA 95056 U.S.A.
ADDITIONAL DECLARATION	
NIL	
DISINFESTATION AND/OR DISINFECTANT TREATMENT	
Disinfectant (agent):	Disinfectant (agent):
Disinfectant (agent):	Disinfectant (agent):
Disinfectant (agent):	Disinfectant (agent):

Place of issue: Gwangmyeong-gu
Name of authorized officer: J. W. LEE
Date: September 12, 2017

INVOICE

Republic of Korea
Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
Plant and Fruit Quarantine Agency
PHYTOSANITARY CERTIFICATE
No. 20-220600

1. Description of Consignment Name and address of exporter: HYUNDAI SEED CO., LTD 482-1, Gwangmyeong-gu, Gyeonggi-do, Korea Declared name and address of consignee: SUN FLOWER FARMS 2370 E. 48th Street, Hawes, CA 95056 U.S.A.	2. Description of Consignment Name and address of importer: SUN FLOWER FARMS 2370 E. 48th Street, Hawes, CA 95056 U.S.A.
3. Planting material Declared name of commodity: Seed Declared name of variety: HYUNDAI SEED CO., LTD Name of product and health certificate Name, address and telephone number of issuer: SUN FLOWER FARMS, 2370 E. 48th Street, Hawes, CA 95056 U.S.A.	4. Planting material Declared name of commodity: Seed Declared name of variety: HYUNDAI SEED CO., LTD Name of product and health certificate Name, address and telephone number of issuer: SUN FLOWER FARMS, 2370 E. 48th Street, Hawes, CA 95056 U.S.A.
ADDITIONAL DECLARATION	
NIL	
DISINFESTATION AND/OR DISINFECTANT TREATMENT	
Disinfectant (agent):	Disinfectant (agent):
Disinfectant (agent):	Disinfectant (agent):
Disinfectant (agent):	Disinfectant (agent):

Place of issue: Gwangmyeong-gu
Name of authorized officer: J. W. LEE
Date: September 12, 2017

PACKING LIST

HYUNDAI SEED CO., LTD
Yongam-ro 298, Gwangmyeong-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel: 82-(031)-882-1731 Fax: 82-(031)-882-1058

PACKING LIST	
1. Shipper/Exporter HYUNDAI SEED CO., LTD Yongam-ro 298 Gwangmyeong Yeu-si-city Gyeonggi-do, Korea	8. Invoice of Invoice HD-2016-10-18 Oct. 18, 2016
2. For Account & Risk of Messrs SEED FLOW P.O. Box 1215, Citrus Hills, CA, U.S.A. 91709 Tel: 951-963-9919	9. Remarks Origin: Korea
3. Notify Party The same as above	10. Shipping Mark NO MARK
4. Port of Loading YONGIN-KOR	11. Particulars Origin: Korea
5. Final Destination LA Puente U.S.A.	12. Shipping Mark NO MARK
6. Carrier J.M.S.	13. Sacking on/About No. 9, 2017
Vegetable Seeds For Sowing	
14. Description of Goods	15. Net Weight
Watermelon seed (Hwangpung)	Box-1-2 45kg
Watermelon seed (Hwangpung)	Box-1-3 19kg
Watermelon seed (Hwangpung)	Box-2 25kg
Orange melon seed (Hwangpung)	Box-3 9.5kg
Orange melon seed (Hwangpung)	Box-3 1.8kg
Orange melon seed (Hwangpung)	Box-3 1.4kg
Total	4 BOX 79 kg 20.6kg

Signed by:
J. W. LEE / PRESIDENT

검역필증

PACKING LIST
그림 68. 2017년 수출증빙 자료

1차년에 품종보호출원한 달마지수박을 중국 및 미국에서 시교를 요청하여 공급하였고, 중국 D사에는 저온기 하우스용 중생종 조합 2kg를 확대시교용으로 공급하여 작황조사를 하였다. 2차년 수출실적은 총 USD 300,000\$ 목표로 연구사업을 진행하였으나 중국 및 미국에 USD 177,500\$ 수출계약을 완료하였다.

1차년에 미국으로 수출한 품종 판매량이 조금 증가하였고 시교로 공시한 컬러과육인 “달마지” 수박이 소량 판매되었다.

표 31. 2차년도 종자수출 및 시교공시내역

국가	기업	수출금액	시교공시내역	수출예상금액(USD)
중국	B사	4조합	판매결정	125000
중국	C사	2조합 10,000립	판매결정	20000
중국	D사	HD-4 2kg	보류	
중국	H사	HD-2 2kg HD-A 500g HD-B 500g	판매결정 확대시교	10000
미국	B사	2 품종	판매결정	42500

2차년은 중국 협력업체를 통한 수출이 시작되어 3차년의 수출물량이 증가 될 것이라 예상하였으며, 이는 중국에서 한국형 수박의 재배면적의 증가는 산동성을 시작으로 북경, 하남성 및

요령성으로 증가 하고 있어 한 동안 한국형 수박의 인기는 좋을 것이라 예상하였다. 3차년에는 중국 협력업체에서 요구하는 물량을 생산하기 위하여 올해 원종증식을 진행하였다(표 31).

중국 C사 공급할 종자는 생산수입판매신고가 끝나면 Invoice를 작성하여 수출을 진행하고 미국의 경우 한국에서 종자를 공급할 것이고 중국의 경우에는 생산지에서 중국으로 종자를 공급할 계획이다. 생산지에서 샘플이 도착하면 순도검정 및 바이러스 검사를 의뢰하여 결과를 보고 수출을 진행하였다(그림 69).

--	--	--

미국 B사

중국 B사

중국 H사

그림 69. 2차년 수출증빙 자료

3차년 48만불 수출목표로 연구사업을 진행하였으나 10월말까지 9.25만불 수출이 완료되었고 6만불은 12월에 중국으로 수출을 진행할 것이다. 미국은 1차년에 품종보호출원한 “달마지” 수박 종자를 USD 2,500\$ 소량 판매를 진행하였고 중국 협력업체인 H사에서 1차 수출물량 USD 40,000\$ 수출을 완료하였다(그림 70).

--	--	--

중국 H사

중국 B사

미국

그림 70. 3차년도 수출증빙 자료

2020년 수출물량 협의가 완료되어 해외 생산지에서 F1 생산이 진행중에 있으며 지속적인 물량은 증가 될 것으로 예상되나 중국 수박 종자가격의 하락으로 생산비 정도의 수출 단가로 수출

이 진행되고 있는 실정이다. 중국 협력업체 B사에 USD 50,000\$ 수출하였으며 태국 생산지에서 선박을 이용해 중국으로 수출이 진행되었다(그림 71).

4차년 수출목표는 72만불이나 전 세계적으로 유행을 하는 COVID-19의 여파로 2020년 10월 현재 작년 대비 3만불 정도가 하락한 USD 62,205\$정도에 그쳤다(그림 62). 수출은 생산지인 태국에서 중국으로 배송되는 중개무역(intermediary trade)으로 진행되었으며 중국내 수출입 및 유통 중개 업체인 Guangdong Golden Crops Agricultural Science & Technology Co., Ltd.를 중국내 수입중개자로 하여 각각 B사와 H사로 수출 된다. 해외 매출 하락의 주요원인으로 COVID-19에 의한 lock-down이 가장 크게 작용하였다. 이로 인해 영업과 홍보의 부진, 특히 국내외 주요 거래처 및 유통업자에 대한 제한적 홍보와 마케팅 활동에 지대한 영향을 끼친 것으로 판단된다.

중국 수출에 있어 가장 큰 애로점은 한국에서 중국으로 직송(直送)할 수 없어 중개무역으로 진행해야 하는 점에 있다. 이로 인해 선적 서류상의 문제에 발 빠르게 대응하지 못하며, 과도한 수수료가 부과되는 것이 문제이다. 또한 생산국에서 생산된 F1종자의 품질검사역시 샘플을 한국으로 보내거나 생산국의 현지 QA팀 또는 회사에 위탁하고 의존해야하는 실정이다.

5차년 수출은 ‘신바람’ 수박이 미국과 중국으로 수출되었다, 미국 2회사에 USD \$ 2,500과 USD \$ 4,500 수출하였고, 그리고 중국 2곳에 각각 USD \$ 8,600과 USD \$ 96,000을 수출하여, 총 USD \$ 41,140이다. 수출 부진의 이유로는 COVID-19로 인해 현지 마케팅 및 홍보활동의 위축이 가장 컸으며, 일부 국가와 지역의 lock-down으로 영업활동에 큰 제약을 받았기 때문이다. 또한 수출국 역시 강력한 COVID-19 통제로 활발한 영업활동과 마케팅에 큰 제약을 받았다.

1. Shipper HSN SEEDS CO., LTD. 254/45 PHACHAKAMOSORN ROAD TAMKANG, A. MUANG, KHON KAEN 40000 THAILAND Tel: +66 43 244007 - 337514 Fax: +66 43 244007 - 337559	2. Consignee GUANGDONG GOLDEN CROPS AGRICULTURAL SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD. No. 101, 18 Jinyang West Second Street Wushan Road, Guangzhou, China TEL: (86) 020 8757320 FAX: (86) 020 8757310	3. Notify Party HYUNDAI SEEDS CO., LTD. REPUBLIC OF KOREA, 2F CODE 10849 No. 101, 18 Jinyang West Second Street Wushan Road, Guangzhou, China TEL: (86) 020 8757320 FAX: (86) 020 8757310	4. Buyer HYUNDAI SEEDS CO., LTD. REPUBLIC OF KOREA, 2F CODE 10849 No. 101, 18 Jinyang West Second Street Wushan Road, Guangzhou, China TEL: (86) 020 8757320 FAX: (86) 020 8757310	5. Port of Loading BANGKOK THAILAND	6. Final Destination SEA FREIGHT CHINA	7. Ship Via SEA	8. No. & Date of Invoice 488 2020 10/10/20	9. Selling or About 50,200 10,355.00	10. Commodity CORN PRODUCT OF THAILAND	11. Remark : SHIP WITH THE SHIPMENT
---	---	---	--	--	--	--------------------	--	--	--	--

Description Of Goods	Variety no.	HS no.	BT/NAFTA/US	Import Code	Code no.	Quantity/Unit	Unit Price	Amount	Remark	
11. WHEAT/THELON SEED	WIM 0502	1010.00	0101	0901	EX WORK KHONKAEN THAILAND	50,200	200.00	10,040.00		
SHIPPING & DOMESTICS TRANSPORTATION CHARGE								\$18.00		
TOTAL							50,200	10,355.00	10,355.00	

SAY: TOTAL PACKAGE 2 CARTONS ONLY.
EX WORK KHONKAEN US DOLLARS TEN THOUSAND THREE HUNDRED FIFTY FIVE ONLY.
NET WEIGHT : 10,350 KGS.
GROSS WEIGHT : 53,20 KGS.
COUNTRY OF ORIGIN : THAILAND

1. Shipper HSN SEEDS CO., LTD. 254/45 PHACHAKAMOSORN ROAD TAMKANG, A. MUANG, KHON KAEN 40000 THAILAND Tel: +66 43 244007 - 337514 Fax: +66 43 244007 - 337559	2. Consignee GUANGDONG GOLDEN CROPS AGRICULTURAL SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD. No. 101, 18 Jinyang West Second Street Wushan Road, Guangzhou, China TEL: (86) 020 8757320 FAX: (86) 020 8757310	3. Notify Party HYUNDAI SEEDS CO., LTD. REPUBLIC OF KOREA, 2F CODE 10849 No. 101, 18 Jinyang West Second Street Wushan Road, Guangzhou, China TEL: (86) 020 8757320 FAX: (86) 020 8757310	4. Buyer HYUNDAI SEEDS CO., LTD. REPUBLIC OF KOREA, 2F CODE 10849 No. 101, 18 Jinyang West Second Street Wushan Road, Guangzhou, China TEL: (86) 020 8757320 FAX: (86) 020 8757310	5. Port of Loading BANGKOK THAILAND	6. Final Destination SEA FREIGHT CHINA	7. Ship Via SEA	8. No. & Date of Invoice 488 2020 10/10/20	9. Selling or About 257.10 51,890.00	10. Commodity CORN PRODUCT OF THAILAND	11. Remark : SHIP WITH THE SHIPMENT
---	---	---	--	--	--	--------------------	--	--	--	--

Description Of Goods	Variety no.	HS no.	BT/NAFTA/US	Import Code	Code no.	Quantity/Unit	Unit Price	Amount	Remark	
01. WHEAT/THELON SEED	WIM 0501	1010.00	0101	0901	EX WORK KHONKAEN THAILAND	151.60	200.00	30,320.00		
01. WHEAT/THELON SEED	WIM 0502	1010.00	0101	0901	EX WORK KHONKAEN THAILAND	105.50	200.00	21,100.00		
SHIPPING & DOMESTICS TRANSPORTATION CHARGE								470.00		
TOTAL							257.10	51,890.00	51,890.00	

SAY: TOTAL PACKAGE 12 CARTONS ONLY.
EX WORK KHONKAEN US DOLLARS FIFTY ONE THOUSAND EIGHT HUNDRED NINETY ONLY.
NET WEIGHT : 257.10 KGS.
GROSS WEIGHT : 275.10 KGS.
COUNTRY OF ORIGIN : THAILAND

HSN SEEDS CO., LTD.
S. Phanghoon HSN SEEDS COMPANY LIMITED
BANK INFORMATION :
BANK NAME : BANGKOK BANK PUBLIC COMPANY LIMITED
BRANCH NAME : KHON KAEN BR/ADDRESS : 254 SRICHAN RD. AMPHUR MUANG, KHON KAEN 40000 THAILAND
ACCOUNT NAME : HSN SEEDS CO.,LTD ACCOUNT NO. : 300-9-80862-6 SWIFF CODE : BKKBTHBK

HSN SEEDS CO., LTD.
S. Phanghoon HSN SEEDS COMPANY LIMITED
BANK INFORMATION :
BANK NAME : BANGKOK BANK PUBLIC COMPANY LIMITED
BRANCH NAME : KHON KAEN BR/ADDRESS : 254 SRICHAN RD. AMPHUR MUANG, KHON KAEN 40000 THAILAND
ACCOUNT NAME : HSN SEEDS CO.,LTD ACCOUNT NO. : 300-9-80862-6 SWIFF CODE : BKKBTHBK

B사

H사

그림 71. 4차년도 수출증빙자료

프로젝트 수행중 가장 큰 시장으로 초점을 맞추었던 지역은 중국 시장이나 중국 내수 시장은 우수한 품종이 출시되면 곧바로 저가 복제품이 출시되고 있으며, 그 시간이 점차 좁혀지고 있다(그림 72). 이로 인해 복제품의 저가 출혈경쟁이 심하여 계속 적인 신품종을 개발해야 하는 어려움이 있다. 현재 각 세부 기관에서는 신품종을 중국 현지에서 재배시험 중이며, 현재까지 무난한 작황을 보여, 신품종으로 수출 증가가 가능할 것으로 기대하고 있다.

또한 현재 한국에서의 중국으로 수박 종자 직수출은 금지되어 있다. 홍콩이나, 싱가포르 등으로 우회 수출 하고 있는 상황이며, 중국의 현지 농민은 한국에서 생산, 포장된 made in Korea

를 선호하는 경향이 있어 정책적으로 이 문제에 접근할 필요가 있다. 또한 여러 신품종을 출시 하였으나, 코로나로 인한 현지 출장, 해외업체 초청, 국내 재배포장 견학이 여의치 않았으며, 해외 현지조사, 홍보 및 농가방문 등에 어려움이 많았다. 여러 정책적인 문제와 시장흐름으로 당분간은 어려움이 있겠으나, 신품종 현지 정착과 중국의 거래처를 통한 홍보 및 인지도를 높여나갈 예정이다.

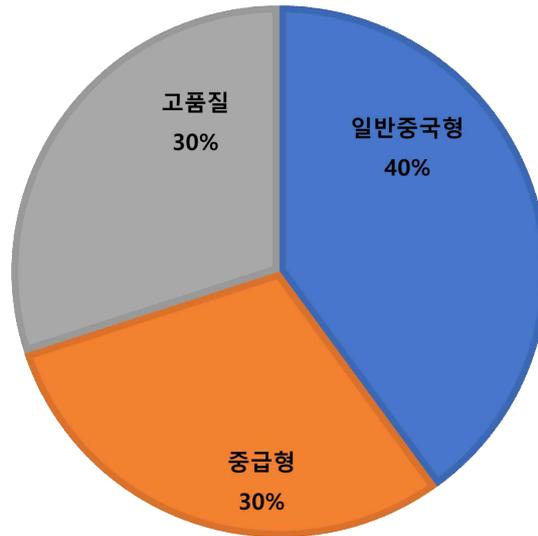


그림 72. 중국 산둥성 하우스 수박 품종분포(내부자료)

수출 목표 국가의 지역별 상세 정보수집에 의한 맞춤형 품종육성으로 상황을 타개하고, 중계 무역의 한계성 해소하기 위하여 직접 수출 방법 모색할 계획이다.

현재 중국은 소과종 수박으로의 전환이 매우 빠르게 진행되고 있다. 대과종 수박 종자 10봉의 가격과 소과종 수박 종자 1봉의 가격이 맞먹을 정도로 가격의 차이가 크며, 재배농가 역시 동일한 면적에서 재배하였을 경우 대과종 보다 소과종 수박이 최소 5000위안 이상의 수입을 올린다고한다. 이는 중국 가족 구성이 소가족 중심으로 늘어남에 따라 소과종 구매의 선호로 소비의 방향이 전환되었기 때문이다. 또한 소과종 수박은 대과종 수박과 달라 음식으로의 소비가 빨라 신선도가 높다고 판단하였기 때문이다(中國日報, 2021.6.21).

각 세부연구 기관에서는 소과종 수박의 우수한 계통을 다수 보유하고 있는바, 향후 기능성 소과종 수박의 출시로 시장 점유율을 높이고자 한다. 또한 수출 목표 국가의 지역별 상세 정보수집에 의한 맞춤형 품종 육성을 하고자 하는 바이다.

8. 생산 F1종자의 품질 검사

4차년과 5차년 수박 F1 종자를 각각 태국과 중국에서 채종하였다. 각 품종의 샘플을 해외부터 전해 받아 발아시험과 순도검정을 실시하였다. 샘플의 발아 및 순도검정을 함으로써 불량 로트의 종자는 현지 폐기 처리함에 있으며 국내로 수입 또는 제 3국으로 수출할 경우 검역의 문제를 사전에 해결하기 위함에 있다. 또한 양질의 종자를 수입함으로써 종자의 품질을 보증하는데 기 목적이 있다.

가. 발아시험

종자의 발아시험은 100립씩 상토에 과중하여 시험하였다.

4차년 발아시험 결과 WM-0502-1(활기찬)의 GRP(발아율, germination rate percent)은 96% 이었으며 나머지 품종들은 98%로 매우 높았다. 공시한 품종 로트의 MGT(평균발아시간, mean germinate time)는 5내외이며 SYN(동시발아지수, germination synchronization index)도 0.8 이상으로 조사되었다. GSP(발아속도, germination speed)는 19내외로 균일 하였다(표 32).

5차년 발아시험결과 pal_8501_55-50, hwal_8502_60-55의 GRP가 99%로 가장 높은 것으로 확인되었다. 수박의 접목이라는 특수 상황에서 동시 발아지수(SYN)가 매우 중요한데 4차년과 5차년을 통틀어 WM-0501-2와 WM-0502-1의 동시발아성이 0.9로 가장 높게 확인되었다.

표 32. 해외생산 수박 F1품종의 발아조사 결과

연도	생산기호	GRS [†]	GRP	MGT	MGR	GSP	UNC	SYN	VGT	SDG	CVG
2020	WM-0501-1	98	98	5.2	0.2	19.22	0.58	0.8	0.35	0.59	11.36
2020	WM-0501-2	99	99	5.07	0.2	19.72	0.34	0.9	0.11	0.33	6.46
2020	WM-0502-1	96	96	5.05	0.2	19.79	0.23	0.9	0.09	0.3	6
2020	WM-0503	98	98	5.09	0.2	19.64	0.39	0.88	0.15	0.38	7.51
2021	pal_8501_60-55	97	97	4.4	0.2	22.5	1.2	0.5	0.6	0.8	17.2
2021	pal_8501_60-55	97	97	4.3	0.2	23.5	0.9	0.6	0.3	0.5	12.4
2021	pal_8501_55-50	99	99	4.2	0.2	23.7	0.8	0.7	0.2	0.5	11.4
2021	hwal_8502_60-55	99	99	4.4	0.2	22.5	1.2	0.5	0.5	0.7	16.5
2021	hwal_8502_55-50	96	96	5.0	0.2	19.8	1.8	0.3	0.8	0.9	18.2
2021	gam_5201_75	94	94	4.5	0.2	22.4	1.2	0.5	0.5	0.7	15.7
2021	gam_5201_52	90	90	5.7	0.2	17.4	0.9	0.6	0.2	0.5	8.2
2021	gam_5201_42	97	97	5.1	0.2	19.6	1.6	0.3	0.7	0.8	16.4

† GRS : Germinated Seed Number, MGT : Mean Germination Time, MGR : Mean Germination Rate, GSP : Germination Speed, GRP : Germination Seed Percentage, SDG : Standard deviation of the Mean Germination Time, UNC : Germination Uncertainty, VGT : Variance of the Mean Germination Time, SYN : Germination Synchronization Index, CVG : Coefficient of Variance of the Mean Germination Time

나. 순도검정 및 병리검정

2020년과 2021년 각각 태국과 중국에서 생산된 수박 F1 품종의 종자 감염 병에 대하여 병리검정과 순도검정을 ‘나노바이오시스템(주)’에 위탁 의뢰하였다.

2020년도 CGMMV, KGMMV, ZGMMV, SqMV 그리고 MNSV 등 5개의 바이러스를 검정하였으며 세균병에 대하여 BFB를 검정하였다. 검정결과 WM-0502의 0502-502로트에서 MNSV가 검출되었으며 신바람 0503-301로트에서 모계 자식체 비율이 5.2%로 검정되었다. 해당 품종들의 로트는 태국 현지에서 폐기하도록 지시하였다. (표 33).

2021년도 중국에서 생산된 5201 품종의 3개 로트를 순도검정과 세균 검사를 하였다. 검정결과

순도 100%, 병원균 미검출의 결과를 받았다.

표 33. 해외생산 수박 F1 종자 순도 검사 결과

연도	작물/품종	시료번호	Hybridity(%)	VIRUS (CGMMV,KGMMV,ZGMMV,Sq MV,MNSV)	BACTERIA (BFB)
2020	수박/8501	0501-501	100.00%	PASS	PASS
2020	8501	0501-502	98.96% (모계1.04%)	PASS	PASS
2020	8502	0502-501	100.00%	PASS	PASS
2020	8502	0502-502	100.00%	CGMMV:PASS KGMMV:PASS ZGMMV:PASS SqMV:PASS MNSV:FAIL(+)	PASS
2020	신바람	0503-301	94.80% (모계5.20%)	PASS	PASS
2020	신바람	0503-302	100.00%	PASS	PASS
2021	5201	Lot no 142	100.00%	-	PASS
2021	5201	Lot no 143	100.00%	-	PASS
2021	5201	Lot no 144	100.00%	-	PASS

제4절. 2세부 라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종개발

1. 연구개발의 추진전략

가. 1차년도 : 시장조사 및 과육 색 짙은 적색 계통 육성 및 조합 작성, 기보유 우수조합 전시 /홍보

나. 2차년도 : 적색과육 우수조합 라이코펜 함량 분석. 적색과육 우수품종 육성 및 판매

다. 3차년도 : 라이코펜 고함량 조합 선발, 라이코펜 고함량 품종 출원 및 판매

라. 4차년도 : 해외 적응성 시험 및 시장 선호도 분석, 라이코펜 고함량 품종 판매

마. 5차년도 : 라이코펜 고함량 기능성 우수품종 출원, 수출 목표액 달성

2. 연구개발 추진방법

가. 시장조사 및 우점종 수집

(1) 중국, 중동, 동남아시아, 미주지역 등 자사 해외 네트워크를 활용하여 기능성 품종 및 우점종 수집

(2) 국립원예특작과학원 등 타기관 수집 보유자원 탐색

- (3) 기능성 수박 품종 선호도 조사
- (4) 기존 품종과 차별화된 육성방향 수립

나. 계통 육성

- (1) 기보유 적색과육 우수계통 선발 및 분석
- (2) 수집자원 및 기보유 계통의 라이코펜 고함유 계통 고정

다. 품종 비교 및 조합 선발

- (1) 수집 우점종과 자사 보유품종 및 신조합 품종 비교
- (2) 중점 포인트 : 라이코펜 함유량, 당도 및 식감, 외형 선호도

라. 시장 진출 및 피드백

- (1) 자사 해외 네트워크를 활용한 진출 가능 시장 분석 및 시교사업 진행
- (2) 연구소 필드데이를 통한 협력업체 초청으로 품종선발 및 홍보, 선호도 조사
- (3) AMSAC, APSA, 광주우 종자박람회 등 국제회의/박람회 참석을 통해 협력업체 발굴 및 확보

3. 연구개발 추진체계

가. 품종 육성

- (1) 기보유 품종 및 계통을 활용, 신속한 조합작성
- (2) 이천연구소 및 인도연구소, 베트남 사무소를 활용한 세대 단축 및 적응성 시험, 조합 검정

가. 생산 및 품질 관리

- (1) 국내 및 해외 채종포를 활용하여 안정적이고 지속적인 채종 생산
- (2) 영암 품질 관리소의 품질 관리 시스템 적용으로 전문적인 품질 관리

나. 영업 및 마케팅

- (1) 수박 외 타 작물 거래선 적극 활용
- (2) 인도법인, 베트남사무소, 터키사무소 등 거점 중심의 신속한 영업, 마케팅 활용 가능
- (3) 남미, 유럽 등 사무소 설립 추진으로 미주, 유럽 등 선진국 시장 진입 및 시장 조사

가. 홍보 및 판매 전략

- (1) 지역별 일반형 수박 선도 품종 수집 (동남아시아, 중동, 중앙아시아)
- (2) 기능성 성분이 30% 이상 증가하면서 당도와 식미가 떨어지지 않는 품종 개발
- (3) 데이터와 전시포를 활용한 홍보, 판매

4. 연구개발 추진일정

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2017	○ 고기능성 수박 시장 조사 및 판매 전략 수립 ○ 기보유 짙은 적색 과육 수박 계통 검정 및 선발	- 기존 거래선 활용 지역별 고기능성 수박 시장 진입 가능성 분석 및 판매 전략 수립. 지역별 선도품종 수집을 통해 조합검정, 품종비교시 활용 - 기보유 계통 중 라이코펜 고함량 가능성 높은 적색 과육 40계통 선발

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 적색 과육 교배조합 작성 및 선발 ○ 우수조합 해외 현지 시험포 공시 ○ 수출 12만불 	<ul style="list-style-type: none"> - 적색 과육 교배조합 20조합 작성 - 우수조합 해외 시험포 공시 - 기존 우수품종 활용 수출 12만불
2차년도	2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고기능성 수박 시장 조사 및 진입 시장 현황 분석 ○ 적색 과육 교배조합 작성 및 선발 ○ 적색 과육 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 ○ 우수조합 해외 현지 시험포 공시 ○ 우수조합 품종보호출원 1점 ○ 수출 20만불 	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 거래선 활용 지역별 고기능성 수박 시장 진입 가능성 분석 및 진입 시장 현황 분석 - 적색 과육 교배조합 4조합 선발 - 선발 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 의뢰 - 우수조합 해외 시험포 공시 - 우수조합 1점 품종보호출원 - 수출 20만불
3차년도	2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고기능성 수박 시장 조사 및 진입 시장 현황 분석 ○ 적색 과육 교배조합 작성 및 선발 ○ 적색 과육 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 ○ 우수조합 해외 현지 시험포 공시 ○ 수출 32만불 	<ul style="list-style-type: none"> - 진입 시장 현황 분석 및 수출 가능 지역 확대 조사 - 적색 과육 교배조합 4조합 선발 - 선발 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 의뢰. 제3세부에서 개발된 분자마커를 활용한 라이코펜 고함량 조합 검정 - 우수조합 해외 시험포 공시 - 수출 32만불
4차년도	2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고기능성 수박 시장 조사 및 피드백 ○ 적색 과육 교배조합 작성 및 선발 ○ 적색 과육 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 ○ 우수조합 해외 현지 시험포 공시 ○ 우수조합 품종보호출원 1점 ○ 수출 48만불 	<ul style="list-style-type: none"> - 진입 시장 현황 분석 및 피드백 - 적색 과육 교배조합 4조합 선발 - 선발 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 의뢰. 제3세부에서 개발된 분자마커를 활용한 라이코펜 고함량 조합 검정 - 우수조합 해외 시험포 공시 - 우수조합 1점 품종보호출원 - 수출 48만불
5차년도	2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고기능성 수박 시장 조사 및 피드백 ○ 적색 과육 교배조합 작성 및 선발 ○ 적색 과육 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 ○ 우수조합 해외 현지 시험포 공시 ○ 우수조합 품종등록 1점 ○ 수출 80만불 	<ul style="list-style-type: none"> - 진입 시장 현황 분석 및 피드백 - 적색 과육 교배조합 4조합 선발 - 선발 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 의뢰. 제3세부에서 개발된 분자마커를 활용한 라이코펜 고함량 조합 검정 - 우수조합 해외 시험포 공시 - 우수조합 1점 품종등록 - 수출 80만불

5. 연구개발 성과

가. 품종보호출원

2차년도에는 과피색 및 과육 색이 모두 황색 컬러를 띠는 “AW1614”를 품종보호 출원하였다. AW1614는 황색 바탕에 진한 황색 호피무늬를 가지는 단타원형 수박으로, 과육 색도 진한 황색을 띠고 있어 컬러과육 시장 진입 가능성이 클 것으로 예상하였다.



AW1614 생육전경



AW1614 상면, 측면, 절단면

4차년도에는 크림슨스위트 타입 AW1631의 품종보호출원을 진행하였다. AW1631은 크림슨스위트 타입 중대과종으로, 무늬가 진하고 과피가 두껍고 단단한 타입의 수송성이 좋은 품종이다.



AW1631 생육전경



AW1631 측면, 절단면, 상면

구 분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출 원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
품종보호 출원	에이더블유1614	대한민국	농업회사법인 아시아 종묘 (주)	2018.9. 28	2018-462				
품종보호 출원	AW1631	대한민국	농업회사법인 아시아 종묘 (주)	2020.11 .10	2020-540				

나. 생산수입판매신고

1차년도에는 미니타입 단타원형 신조합 1점을 선발하여 “뉴꼬꼬마”라 명명하고 생산수입판매신고를 진행하였다. 뉴꼬꼬마는 녹피 줄무늬 적육의 미니수박으로, 종피가 얇고 과육 색이

선명한 적색을 띠고 있어 소과종 선호 추세에 힘입어 매출에 도움이 될 것으로 예상하였다.



뉴꼬꼬마 생육전경



뉴꼬꼬마 상면, 측면, 절단면

3차년도에는 크림슨스위트 타입으로 AW1714의 생산수입판매신고를 진행하였다. AW1714는 크림슨스위트 타입 중대과종으로, 과피 무늬가 진한 녹색으로 과피의 90%를 차지하는 넓은 면적에 있으며, 타원형 과형을 지니고 있다. 당도가 높고 현지 재배시 과육 색과 과형이 고르게 나오는 것을 확인하여 11월 15일 생산수입판매신고 완료하였다.



AW1714 생육전경



AW1714 측면, 절단면, 상면

5차년도에는 라이코펜 함량이 Starburst보다 2.4배 높은 AW1812의 생산수입판매신고를 진행하였다. AW1812는 크림슨스위트 타입 중대과종으로, 과피 무늬가 진한 녹색으로 과피의 80% 이상 넓게 퍼져 있다. 단타원형 과형을 지니고 있으며 당도가 높고 라이코펜 함량이 높은 것을 확인하여 12월에 생산수입판매신고를 진행하였다.



AW1812 생육전경



AW1812 측면, 절단면, 상면

구 분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출 원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
생산수입 판매신고	뉴꼬꼬마	대한민국				농업회사 법인 아 시아종묘 (주)	2017-1 1-2	40-2017-0 01268	
생산수입 판매신고	AW1714	대한민국				농업회사 법인 아 시아종묘 (주)	2019.11 .15	02-0008-2 019-66	
생산수입 판매신고	AW1812	대한민국				농업회사 법인 아 시아종묘 (주)	2021.12 .	심사진행 중	

6. 연구결과

가. 기술적 성과

(1) 계통 육성 및 조합 선발

(가) 계통 육성

1차년도에는 라이코펜 고함량 계통 육성을 위하여 적색 과육 계통 선발을 중심으로 계통 육성을 진행하여 봄작기 235계통, 여름작기 211계통을 각각 선발하였다.

2차년도에는 라이코펜 고함량 계통 육성 및 컬러과육 계통 육성을 위하여 적색 과육 및 황색 과육 계통 선발을 중심으로 계통 육성을 진행하여 봄작기 235계통, 여름작기 211계통을 각각 선발하였다.

3차년도에는 라이코펜 고함량 계통 육성 및 컬러과육 계통 육성을 위하여 적색 과육 및 황색 과육 계통 선발을 중심으로 계통 육성을 진행하여 봄작기 101계통, 여름작기 계통을 각각

선발하였다.

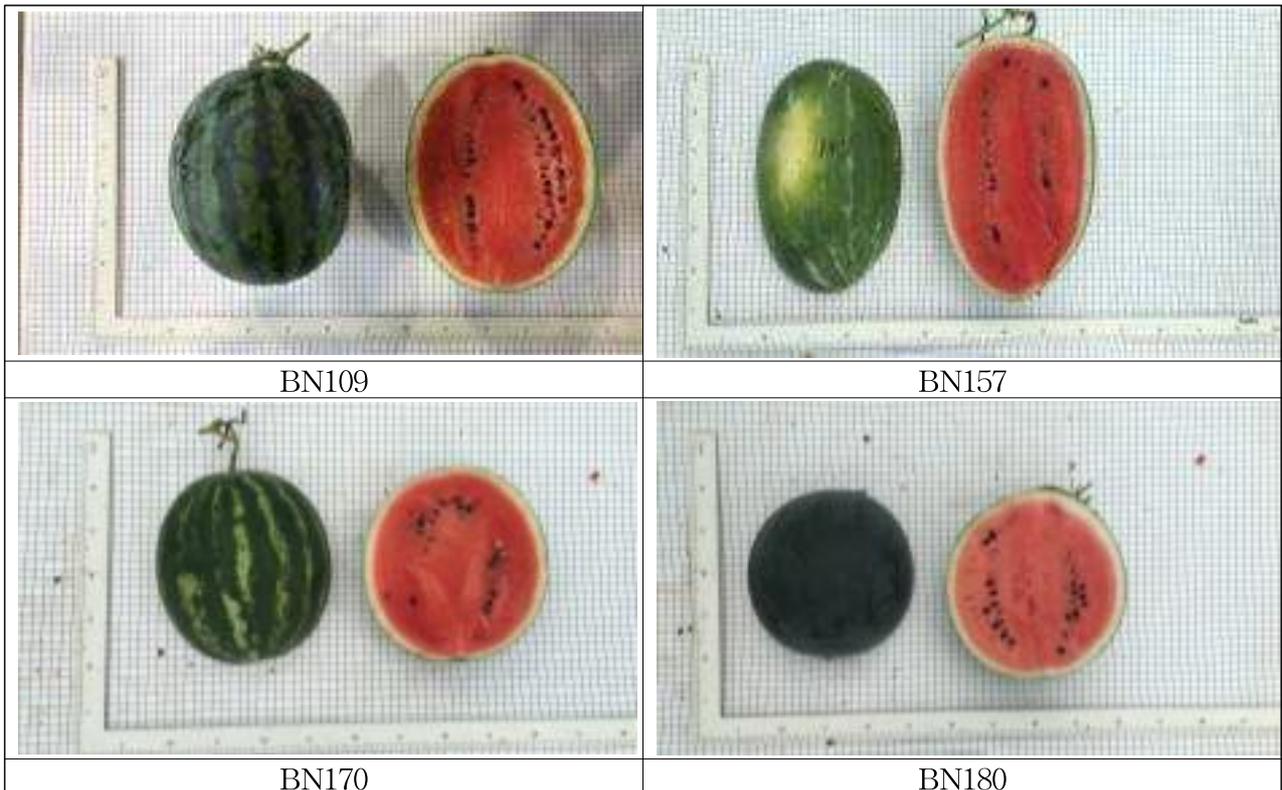
4차년도에는 라이코펜 고함량 계통 육성 및 고수송성 중대과종 계통 육성을 위하여 적색 과육 및 고경도 계통 선발을 중심으로 계통 육성을 진행하여 봄작기에 196계통을 공시하여 이 중 123계통을 선발하였다.

5차년도에는 라이코펜 고함량 계통 육성을 위하여 적색 과육 계통 선발을 중심으로 계통 육성을 진행하여 88계통을 선발하였다.

(나) 조합 선발

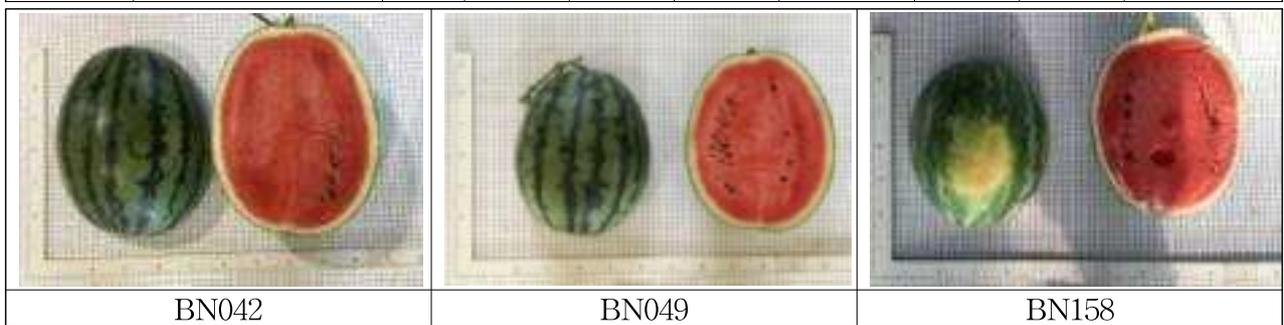
1차년도에는 기보유 계통 및 우수조합을 시험하여 봄작기 39조합 중 10조합을 선발하였다.

BN	조합	타입	세로 (cm)	가로 (cm)	무게 (kg)	당도 (°Brix)	과피 경도	과육 경도	비고
BN051	1429A*NE271	Sr	22.0	18.0	4.7	11.0	2.54	1.15	
BN065	GB*SKA	Sr	22.0	21.0	5.5	10.0	2.11	0.98	
BN109	SPA*1429B	Sr	26.0	20.0	6.2	12.0	2.88	1.10	
BN155	705F*60A	Cr	22.0	19.0	4.1	11.5	2.75	1.38	
BN156	60M*704F	Cr	25.0	19.0	5.0	11.0	2.38	2.30	
BN157	710F*14A	Cr	30.0	20.0	5.6	11.0	3.05	2.09	
BN159	14B*704F	Cr	24.0	20.0	5.2	12.0	2.31	2.02	
BN160	60A*710F	Cr	25.0	19.0	4.8	10.0	2.42	1.42	
BN170	MCR(W)*F27	Cr	26.0	22.0	7.0	12.0	3.23	1.48	
BN180	703M*MDHA	SB	21.0	20.0	3.8	10.0	2.93	1.29	
계	10조합								



2차년도에는 기보유 계통 및 우수조합을 시험하여 봄작기 39조합 중 9조합을 선발하였다.

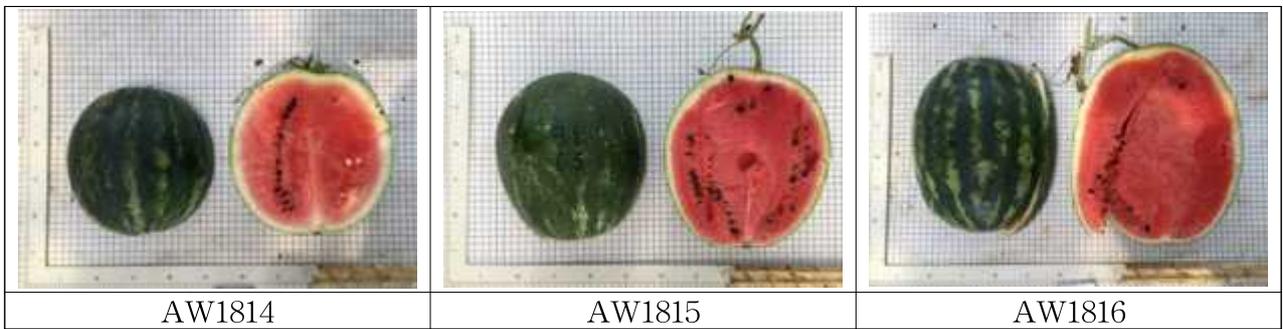
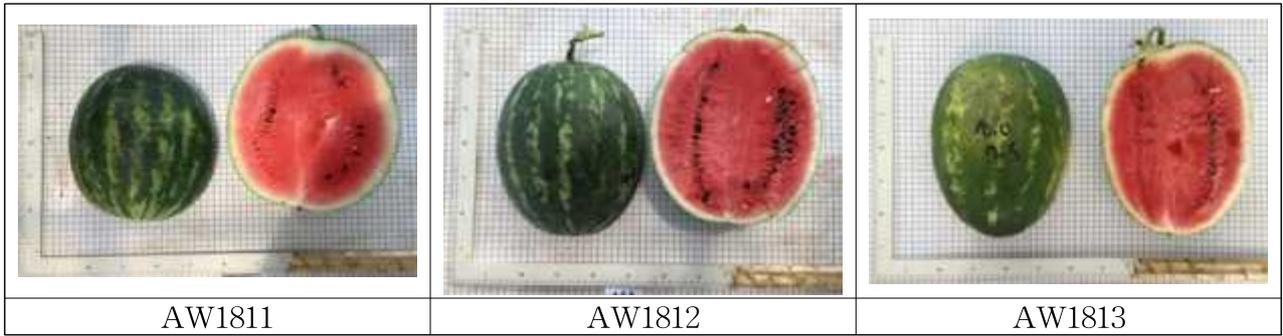
BN	조합	타입	세로 (cm)	가로 (cm)	무게 (kg)	당도 (°Brix)	과피 경도	과육 경도	비고
BN042	SPA.INA*1429B	Sr	28.0	23.0	7.8	12.0	5.57	1.95	
BN049	DF*BRB	Sr	25.0	22.0	6.1	12.0	5.22	1.96	
BN158	710A*60M	Cr	25.0	23.0	6.5	10.4	4.35	1.54	
BN160	60A*HA.SMA	Cr	22.0	20.5	5.0	11.2	4.10	1.32	
BN162	MCR(W)*36F	Cr	25.5	22.5	6.7	11.0	4.22	1.55	
BN168	306F*306M	Cr	36.0	25.5	8.5	11.6	3.55	1.50	
BN193	SY-17-2*LAN2 L	CL	25.0	23.5	5.8	12.0	4.50	1.69	품종보호 출원
BN203	703M*67M	SB	27.5	26.0	7.0	11.0	5.58	1.58	
BN211	10M*617M	CG	36.5	22.0	7.2	10.0	4.15	1.23	
계	10조합								



3차년도에는 기보유 계통 및 우수조합을 시험하여 봄작기 118조합 중 6조합을 선발하였다.

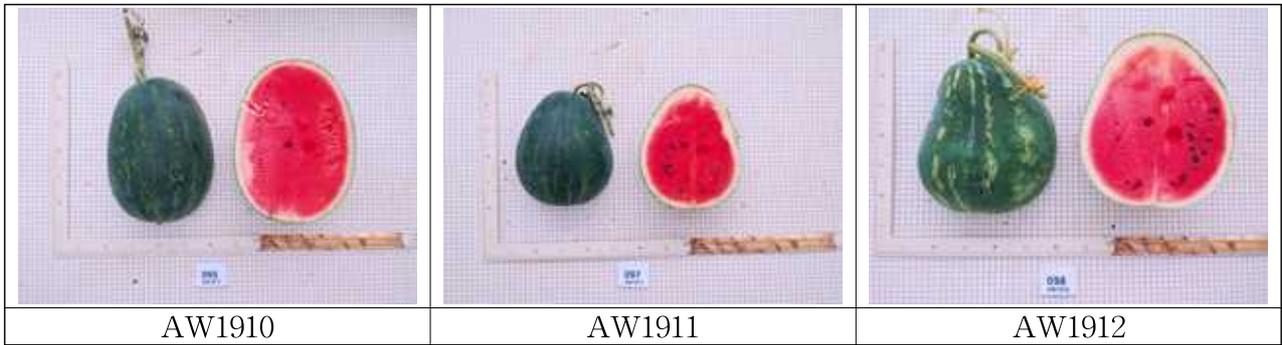
BN	조합	타입	세로 (cm)	가로 (cm)	무게 (kg)	당도 (°Brix)	과피 경도	과육 경도	비고
91133	705A*14M	Cr	23.0	22.0	6.0	11.8	3.40	1.55	AW1811
91134	60A*14M	Cr	23.0	21.0	5.2	11.5	3.02	1.24	AW1812
91078	308F*308M	Cr	26.0	20.0	6.2	10.0	4.52	1.38	AW1813
91135	HA.SPA*14M	Cr	20.0	20.0	4.3	11.5	4.24	1.78	AW1814

91079	310F*310M	Cr	22.0	21.0	4.9	9.8	3.98	1.56	AW1815
91136	MCR(G)*60A	Cr	28.0	22.0	7.2	12.0	4.05	1.50	AW1816
계	6조합								



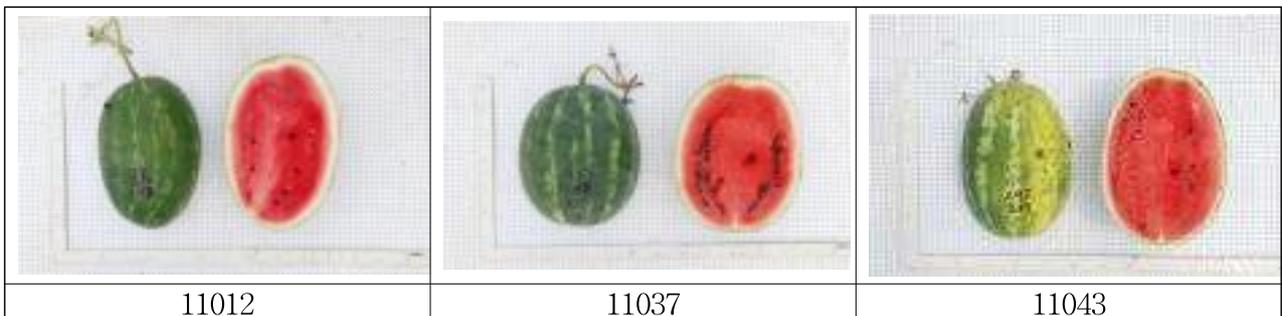
4차년도에는 기보유 계통 및 우수조합을 시험하여 봄작기 41조합 중 7조합을 선발하였다.

BN	조합	타입	세로 (cm)	가로 (cm)	무게 (kg)	당도 (°brix)	과피 경도	과육 경도	비고
01096	313M DW4-56 *	Cr	26.0	22.5	6.1	10.0	2.19	2.97	AW1910
01097	SPA.INA 4126(L) *	Cr	22.0	21.0	4.6	9.0	2.82	2.51	AW1911
01098	313M * 306M	Cr	26.5	23.5	6.8	7.0	2.61	2.01	AW1912
01099	310F * 306M	Cr	23.5	20.5	4.9	7.0	3.62	2.71	AW1913
01100	310F DW4-56 *	Cr	19.5	20.0	3.9	6.5	4.13	3.70	AW1914
01101	708F DW4-56 *	Cr	27.0	22.0	6.5	6.0	3.36	3.06	AW1915
01102	ECR(W) 802B *	Cr	24.0	21.5	5.7	6.0	3.44	2.57	AW1916
계									



5차년도에는 봄작기에 68조합을 시험하여 과육 색이 진한 적색인 15조합을 선발하였다. 여름작기에는 54조합을 공시하였으나 후기 기상조건 악화로 인한 생육 부진으로 인하여 선발에 실패하였다.

BN	조합	타입	세로 (cm)	가로 (cm)	무게 (kg)	당도 (°brix)	과피 경도	과육 경도	비고
11012	60A * 710F	Cr	30.0	19.0	5.7	7.5	2.12	1.78	균일성
11037	60F * 14M	Cr	27.0	23.0	7.0	9.0	1.88	0.81	균일성
11043	313M * 306M	Cr	27.0	19.0	5.2	6.0	1.95	2.19	균일성
11044	310F * 306M	Cr	25.0	19.0	4.8	8.0	2.75	2.30	경도
11045	310F * DW456	Cr	34.0	24.0	9.5	7.5	3.75	1.29	대과형
11048	60F * MdbF	Cr	33.0	23.0	8.2	8.5	2.45	0.88	대과형
11049	36M * 309F	SB	23.0	22.0	5.6	8.0	2.43	1.22	경도
11050	308M * 60F	Cr	30.0	19.0	5.6	7.5	1.53	1.02	균일성
11051	308M * 310M	Cr	32.0	19.0	5.6	10.5	3.94	1.58	경도
11053	310M * 60F	Cr	30.0	22.0	7.4	10.0	2.35	1.77	경도
11054	310F * 36M	Cr	26.0	23.0	7.2	10.5	3.91	1.37	경도
11059	312F * 312M	Cr	25.0	21.0	5.4	11.0	1.86	1.30	고당도
11060	312M * 64F	Cr	22.0	21.0	5.0	9.5	2.19	0.59	경도
11062	315F * 315M	Cr	32.0	20.0	7.2	8.0	1.54	1.92	균일성
11064	705F * DW456	Cr	29.0	22.0	7.0	11.0	2.74	1.69	고당도
계	15조합						kg / 3 mm	kg/11 mm	





(다) 라이코펜 성분 분석

1차년도에는 기보유 계통 및 조합 중 과육 색이 진한 적색인 품목을 선발하여, 종자산업진흥센터(김제 민간육종단지 위치)에 라이코펜 성분 분석을 의뢰하였다. 11월에 LA01-LA20으로 총 20점을 의뢰하였으며, 12월 6일 결과를 수령하였다.

BN	source	품종명	타입	수확일 수	분석결과 (mg/kg)	비고
LA01	72050	AW1607 A	SB	52	40.71	과육 냉동보관
LA02	72057	AW1506 A	IB	49	34.20	과육 냉동보관
LA03	72410	신조합	Sr	49	10.49	
LA04	72423	여름엔	Sr	49	18.33	
LA05	72425	신조합	Sr	49	15.18	

BN	source	품종명	타입	수확일 수	분석결과 (mg/kg)	비고
LA06	72426	신설강102	Sr	49	11.67	
LA07	72427	AW1508	SB	49	18.29	
LA08	72428	AW1607	SB	49	15.49	
LA09	72429	흑과적	SB	49	14.44	
LA10	72446	AW1506	IB	39	21.30	
LA11	72448	AW1606	IB	39	10.74	
LA12	72449	AW306	IB	39	13.48	
LA13	72456	AW1406	Cr	49	11.36	
LA14	72457	AW1511	Cr	49	16.79	
LA15	72458	AW1513	Cr	49	10.82	
LA16	72461	AW1610	Cr	55	20.50	
LA17	72762	AW1631	Cr	55	7.47	
LA18	72465	BN158	Cr	55	11.91	
LA19	72468	BN164	Cr	55	13.35	
LA20	72470	BN245	Cr	55	4.53	
계		20종				

2차년도에는 라이코펜 고함량 품종 개발을 위한 우수 고정계통 편친을 중점적으로 라이코펜 분석을 의뢰하였다. 1차년도에 분석한 결과에 따르면 Sr 타입의 LA04, SB 타입의 LA07, IB 타입의 LA10, Cr 타입의 LA16 등에서 동일 타입 대비 20-50% 높은 수치의 라이코펜 함량이 나타났으며, 과육 부분만 분리하여 냉동보관 후 분석한 LA01, LA02의 경우 더욱 높은 수치가 나타나는 것을 확인하여 2차년도에는 편친 계통별로 과육 분리, 냉동 후 일괄 분석을 진행하였다. 12월 10일까지 LA1801-LA1831 까지 샘플 채취를 완료하여 농업기술실용화재단 산하 종자산업진흥센터(김제 민간육종연구단지 소재)에 12월 10일부로 분석을 의뢰하였다.

BN	source	계통명	타입	수확일	분석결과 (mg/kg)	비고
LA1801	82106	HA.SPA	Sr	9/19	22.59	*
LA1802	82124	KR	Mi	10/1	28.63	*
LA1803	82116	60M	Cr	10/1	33.15	**
LA1804	82114	705F	Cr	10/1	19.58	
LA1805	82113	F27	Cr	10/8	25.92	*
LA1806	82123	60A	Sr	10/8	21.97	*
LA1807	82139	SCB	Sr	10/15	20.39	*
LA1808	82142	815A	Sr	10/15	10.87	
LA1809	82129	STA	Sr	10/30	-	
LA1810	82144	DFB	Sr	10/30	14.83	
LA1811	82145	1429B	Sr	10/30	16.06	
LA1812	82146	BRB	Sr	10/30	10.07	
LA1813	82147	Typ(G)	IB	10/30	19.07	
LA1814	82148	9742(B)	IB	10/30	12.56	
LA1815	82149	9742(G)	IB	10/30	11.33	
LA1816	82151	710F	Cr	11/12	15.84	
LA1817	82152	306F	Cr	11/12	16.72	

BN	source	계통명	타입	수확일	분석결과 (mg/kg)	비고
LA1818	82153	306M	Cr	11/12	11.79	
LA1819	82127	MCR(G)	Cr	11/16	8.90	
LA1820	82154	67M	Cr	11/26	11.47	
LA1821	82162	308M	Cr	11/2	14.37	
LA1822	82164	14M	Cr	11/2	20.60	*
LA1823	82168	310M	Cr	11/2	23.17	*
LA1824	82170	312M	Cr	11/2	22.36	*
LA1825	82180	CP	SB	10/30	21.93	*
LA1826	82182	MD.HB	SB	11/19	8.76	
LA1827	82185	SPA.INA	Sr	11/19	9.93	
LA1828	82181	1429A	Sr	11/19	17.76	
LA1829	82187	DFA	Sr	10/30	14.22	
LA1830	82135	ECR(W)	Cr	12/10	5.62	
LA1831	82128	4126(L)	Cr	11/20	12.18	

3차년도에는 라이코펜 고함량 품종 개발을 위한 우수 고정계통 편친 추가분 일부와 함께 기존 선발조합들의 라이코펜 성분 분석을 의뢰하였다. 10월 28일까지 샘플을 확보하여 총 31점을 분석 의뢰하였다.

BN	source	계통/품종명	타입	수확일	분석결과 (µg/g)	비고
LA1901	101	2A	IB	9/17	104.94	
LA1902	105	306A	Cr	9/25	75.78	
LA1903	127	ECR(G)	Cr	9/25	64.99	
LA1904	137	313M	Cr	9/25	96.86	
LA1905	152	5A	IB	10/4	113.79	
LA1906	221	B32	Cr	10/14	141.79	
LA1907	222	AW1635	Cr	10/14	137.20	
LA1908	224	AW1633	Cr	10/14	130.26	
LA1909	225	AW1632	Cr	10/14	123.91	
LA1910	226	AW1712	Cr	10/14	213.92	
LA1911	228	AW1813	Cr	10/14	140.18	
LA1912	236	Sugar World	SB	10/14	94.29	
LA1913	238	AW1717	SB	10/14	99.01	
LA1914	239	TOM004	SB	10/14	91.18	
LA1915	246	AW1406	Cr	10/14	69.09	
LA1916	248	AW1513	Cr	10/14	70.57	
LA1917	250	AW1631	Cr	10/14	127.89	
LA1918	251	AW1610	Cr	10/14	93.75	
LA1919	255	AW1816	Cr	10/14	107.91	
LA1920	256	AW1817	Cr	10/14	125.11	
LA1921	257	712F*60F	Cr	10/14	95.96	
LA1922	259	06F*06M	Cr	10/14	120.51	
LA1923	264	AW1724	CG	10/14	77.64	
LA1924	265	AW1716	Sr(YR)	10/14	91.53	
LA1925	281	Black Eye	IB	10/11	176.54	
LA1926	291	AW1727	IB	10/11	107.70	

BN	source	계통/품종명	타입	수확일	분석결과 ($\mu\text{g/g}$)	비고
LA1927	293	AW1706	IB	10/11	95.32	
LA1928	297	AW1504	IB(BY)	10/11	2.81	
LA1929	301	MCR(W)*4126(L)	Cr	10/11	143.06	
LA1930	312	BP*2A	IB	10/11	112.49	
LA1931	315	02F*02M	IB	10/11	87.59	
계	31계통 및 조합					

4차년도에는 라이코펜 고함량 품종개발을 위한 우수 고정계통 편친 추가분 일부와 함께 기존 선발조합들의 라이코펜 성분 분석을 의뢰하기 위하여 2작기 계통 및 조합 수확 일정에 맞춰 10월 말까지 샘플을 채취하여 충남대학교 성분분석센터에 분석을 의뢰 하였다.

BN	source	계통/품종명	타입	수확일	분석결과($\mu\text{g/g}$)		비고
					Lycopene	B-carotene	
LA2001	02113	HB.Y2	Y.R.	10.12	163.264	149.758	
LA2002	02002	AW1635	Cr	10.14	217.694	221.787	
LA2003	02004	AW1633	Cr	10.14	272.037	909.829	
LA2004	02008	AW1813	Cr	10.14	384.015	423.018	
LA2005	02024	AW1816	Cr	10.14	396.501	776.540	
LA2006	02028	AW1912	Cr	10.14	441.171	1057.074	*
LA2007	02215-1	H236-1	Cr	10.16	461.724	925.563	*
LA2008	02240-2	Cathay_Belle-1-6-2	CG	10.16	446.665	773.802	*
LA2009	02281-1	Kazuri-1-2-3-1	IB	10.16	463.784	448.846	*
LA2010	02282-2	Kazuri-1-7-6-2	IB	10.16	424.557	760.909	*
LA2011	02066	AW1710	IB	10.21	494.829	1001.229	*
LA2012	02067	AW1727	IB	10.21	396.374	632.912	
LA2013	02068	AW1728	IB	10.21	303.038	283.864	
LA2014	02074	AW1906	IB	10.21	286.576	860.564	
LA2015	02075	AW1907	IB	10.21	533.612	412.413	***
LA2016	02077	AW1909	IB	10.21	350.891	813.648	
LA2017	02078	AW1921	IB	10.21	367.572	2161.963	
LA2018	02190	HMS	Sr	11.5	322.740	604.550	
LA2019	02186	HB.29	IB	11.5	389.062	1205.075	
LA2020	02185	308A	Cr	11.5	553.920	1375.781	***
LA2021	02125	308A	Cr	10.23	328.392	708.453	
계	21계통 및 조합						

5차년도에는 필드 조합검정을 통해 짙은적육계 후보로 선발한 15조합 및 소과종 3조합과 대비종으로 황육타입인 블랙허니(아시아종묘), Starburst(Seminis)의 라이코펜 성분 분석을 의뢰하였다. 분석 결과 LA2102, LA2103은 Starburst에 비해 2배 이상의 라이코펜 함량을 보유하고 있는 것으로 확인되었으며, LA2103은 2.4배를 나타내어 최종적으로 품종 선발을 확정하였다. LA2103의 선발조합인 60F*14M 조합은 AW1812로 시교명을 확정하여 생산수입판매신고를 먼저 진행하였다.

BN	source	계통/품종명	타입	수확일수	분석결과(µg/g)		비고
					베타카로틴	라이코펜	
LA2101	11097	블랙허니	IB/Y	39	1660.90	9.98	황육
LA2102	11012	60A * 710F	Cr	46	1233.38	1423.80	▲100%
LA2103	11037	60F * 14M	Cr	54	2190.77	1713.84	▲140%
LA2104	11043	313M * 306M	Cr	54	2085.37	629.41	
LA2105	11044	310F * 306M	Cr	54	978.27	808.23	
LA2106	11045	310F * DW456	Cr	58	2153.11	1026.66	▲45%
LA2107	11048	60F * MdbF	Cr	54	911.14	751.01	
LA2108	11049	36M * 309F	SB	54	1669.01	862.36	
LA2109	11050	308M * 60F	Cr	54	2272.04	1075.51	▲50%
LA2110	11051	308M * 310M	Cr	56	1822.96	428.84	
LA2111	11053	310M * 60F	Cr	50	1817.45	838.80	
LA2112	11054	310F * 36M	Cr	54	2728.84	582.54	
LA2113	11059	312F * 312M	Cr	54	7350.91	1377.71	▲92%
LA2114	11060	312M * 64F	Cr	54	1344.31	592.22	
LA2115	11062	315F * 315M	Cr	54	539.24	908.03	
LA2116	11064	705F * DW456	Cr	52	2359.55	885.93	
LA2117	11066	64F * DW456	Cr	44	1130.62	975.07	
LA2118	11104	ECR(W) * 5A	Cr	44	1043.62	563.43	
LA2119	11153	2A * 67M	SB	44	1219.69	999.57	
LA2120	11091	Starburst	Cr	53	1259.93	718.76	대비중
계		20 조합					

(2) 해외시험포 확보 및 활용 시스템 확립

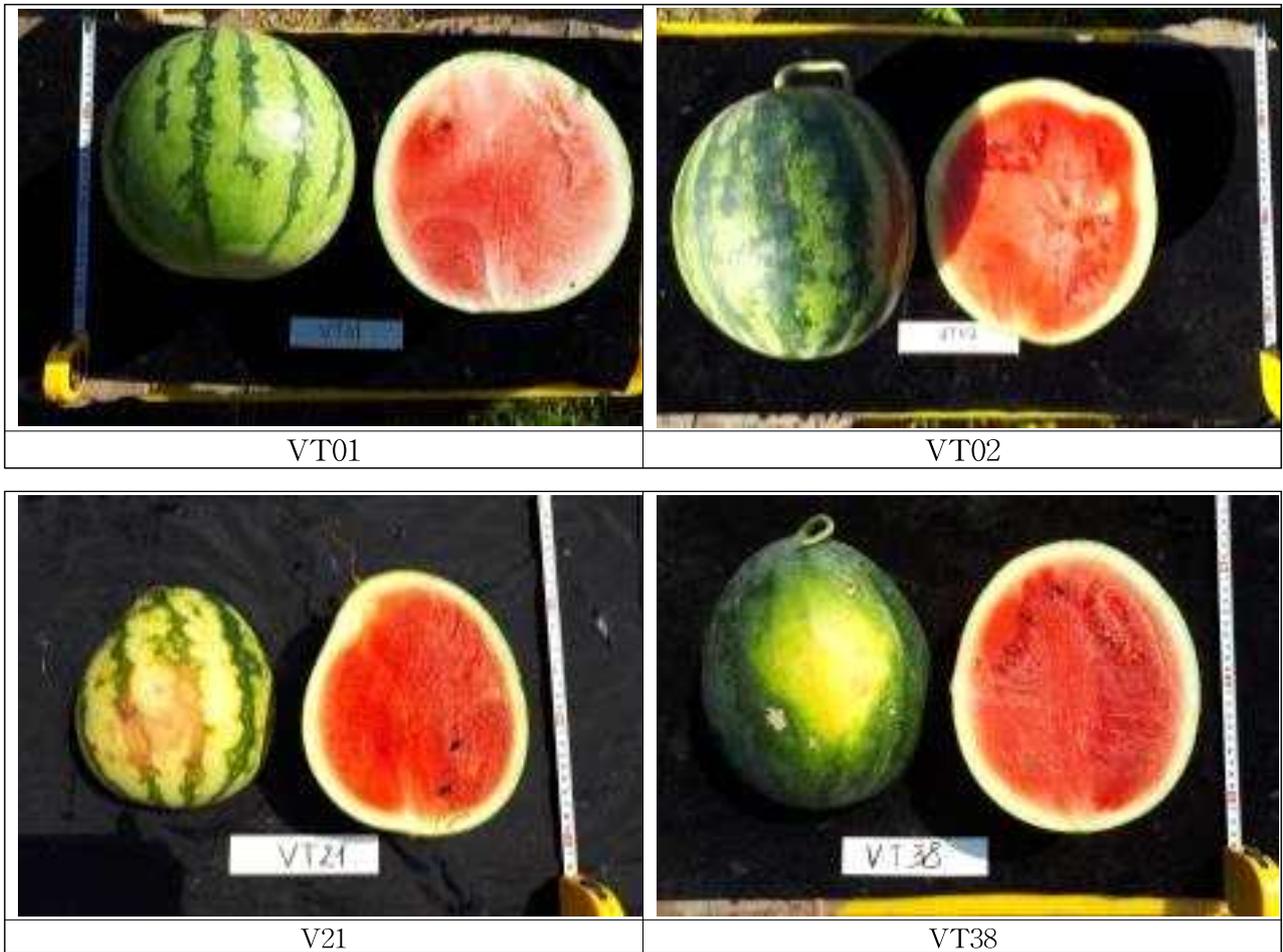
1차년도에는 해외시험포 운영을 위하여 베트남 지역을 선택하였고, 동치우 지역 농업기술센터를 통해 시험포 농가를 계약하였다. 해외시험포에는 기보유 우수조합 및 신규 작성조합을 합쳐 총 60점을 공시하였다. 공시조합 60점 중 생육부진, 발아불량 등으로 인한 도태 15점을 제외하고 45점을 수확 조사하였다. 성숙기가 늦은 국내형 및 중만생종 크림슨스위트 타입 일부 조합의 경우 과육 생장이 충분치 않아 추후 시기 조절을 통해 별도의 시험을 진행하도록 계획을 수정하였다.



베트남 시험포 파종



베트남 시험포 생육 전경



2차년도에는 해외시험포 운영을 위하여 베트남 동치우 지역 농업기술센터를 통해 시험포 농가를 계약하였다. 해외시험포에는 기보유 우수조합 및 신규 작성조합을 합쳐 총 20점을 공시하였다. 2차년도 공시조합 20점은 베트남 재배시기 중 폭염이 지속되던 6월에 후기 생육에 지장이 생겨 작황이 좋지 않은 편이다. 이 중 크림슨스위트 타입 조생종인 AW1511, IB 줄무늬 단타원형 타입 AW1706의 경우 과의 비대 및 생산량에서 다른 조합에 비해 현지 적응성이 양호한 것을 확인하였다.

BN	타입	비고	BN	타입	비고
VT01	IB	AW306	VT11	IB	신조합
VT02	IB	Black Queen	VT12	IB	AW1709
VT03	IB	Red Tiger 59	VT13	IB	AW1727
VT04	IB	Phu Dong WD1317	VT14	IB	AW1728
VT05	IB	AW1706	VT15	IB	신조합
VT06	IB	AW1707	VT16	IB	신조합
VT07	IB	AW1708	VT17	color	AW1504
VT08	IB	신조합	VT18	color	AW1616
VT09	IB	AW1710	VT19	color	AW1719
VT10	IB	AW1726	VT20	Cr	AW1511



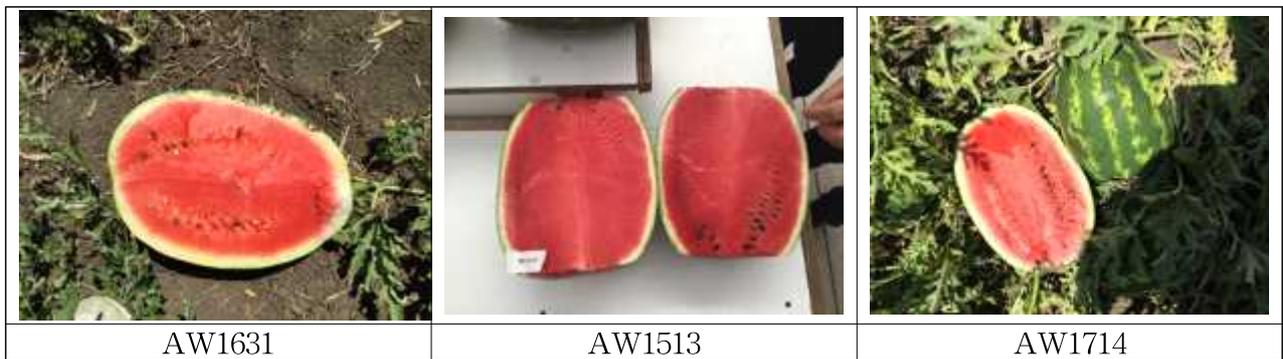
3차년도에는 터키 및 우즈베키스탄 지역 시험포를 추진하였다. 터키 시험포의 경우 협력 업체를 통해 부르사, 아다나 2곳에서 각 15점씩 시험을 진행하였으며, 우즈베키스탄 시험포의 경우 타쉬켄트 지역에서 20점을 공시하였다.

구분	공시조합수	과종	정식	수확/조사	비고
터키 시험포	15	2018.4.1	2018.4.20	2018.6.25	
우즈베키스 탄 시험포	20	2019.5.2	2019.5.20	2019.7.20	

3차년도 터키에 공시한 15조합의 경우 부르사 지역 15점은 접목을 하지 않고 노지 재배하였으며, 아다나 지역의 경우 접목 후 시설 재배를 진행하였다. 실제 방문 조사는 부르사 지역을 조사하였으며, 아다나 지역은 문서로 결과 보고 및 일부 보관 열매를 조사하였다.

BN	품종명	비고	BN	품종명	비고
TW1801	AW1406	접목필요	TW1810	AW1816	과피 두껍고 과육 색 연함

TW1802	AW1511	고당도이나 너무 작다	TW1811	S u g a r World	세력 및 착과성은 양호
TW1803	AW1513	식감, 당도 좋음	TW1812	AW1607	세력 및 착과성은 양호
TW1804	AW1610	과피색 너무 연함	TW1813	AW1724	당도 좋음
TW1805	AW1631	무난함	TW1814	Y e l l o w Arirang	세력 및 착과성 양호
TW1806	AW1714	과색 좋음	TW1815	AW1108	착과성 좋으나 과 작음
TW1807	AW1812	Starburst와 비슷	TW1816	AW1813	과피색 짙고 맛 좋음
TW1808	AW1813	과육 색 연함	TW1817	AW1716	열과 심함
TW1809	AW1814	생육 불량			



우즈베키스탄 시험포의 경우 환경적인 영향으로 대부분 생육 부진 판정을 받았다. 슈가베이비 타입인 Sugar World의 생육이 양호하였으나 그 외에는 정상적인 비교가 불가능할 것으로 판단하였다.

BN	품종명	비고	BN	품종명	비고
UW01	AW1511	세력 중	UW11	AW1815	생육 불량
UW02	AW1513	생육 불량	UW12	AW1814	생육 불량
UW03	AW1406	생육 불량	UW13	AW1817	세력 약
UW04	AW1816	생육 불량	UW14	S u g a r World	Good.
UW05	AW1610	생육 불량	UW15	AW1607	생육 불량
UW06	AW1631	생육 불량	UW16	AW1809	생육 불량

UW07	AW1714	생육 불량	UW17	AW1724	생육 불량
UW08	AW1812	세력 약	UW18	Yellow Arirang	생육 불량
UW09	AW1813	생육 불량	UW19	흑진주	생육 불량
UW10	AW1811	세력 약	UW20	AW1716	생육 불량



생육사진



Sugar World

4차년도에는 터키, 우즈베키스탄, 러시아, 베트남 지역 시험포를 계획하였으나, 종자를 일찍 전달한 터키, 베트남 시험포를 제외하고는 코로나19 발생으로 인하여 추진이 어렵게 되어 터키, 베트남 2곳만 진행 중에 있다. 터키 시험포의 경우 협력 업체를 통해 부르사 지역에 10조합을 공시하였다. 베트남 시험포의 경우 베트남 남부 지역의 최초 재배 조건 확립을 위해 1차로 6개의 조합을 공시하였으며, 겨울작기에 2차 재배를 진행할 예정이다.

<터키 시험포>

BN	품종명	수량(립)	특성	비고
1	AW1711	200	녹피, 타원형, 중과종	
2	AW1815	200	백피 원형, 중과종	
3	AW1910	200	녹피, 단타원형, 중과종	
4	AW1911	200	녹피, 단타원형, 중과종	
5	AW1912	200	녹피, 단타원형, 중대과종	
6	AW1913	200	녹피, 단타원형, 중대과종	
7	AW1914	200	녹피, 단타원형, 중대과종	
8	AW1915	200	백피, 타원형, 중대과종	
9	AW1916	200	녹피, 단타원형, 중과종	
10	BN92161	200	녹피, 타원형, 중과종	

<베트남 시험포>

BN	조합	수량(립)	특성	비고
BN301	VA*STA	100	녹피, 호피무늬, 원형, 중과종	
BN302	VB*STB	100	녹피, 호피무늬, 타원형, 중과종	
BN303	VA*HB	100	녹피, 호피무늬, 원형, 중과종	
BN304	VB*271	100	녹피, 호피무늬, 타원형, 중과종	
BN305	VA*GB	100	녹피, 호피무늬, 원형, 중과종	

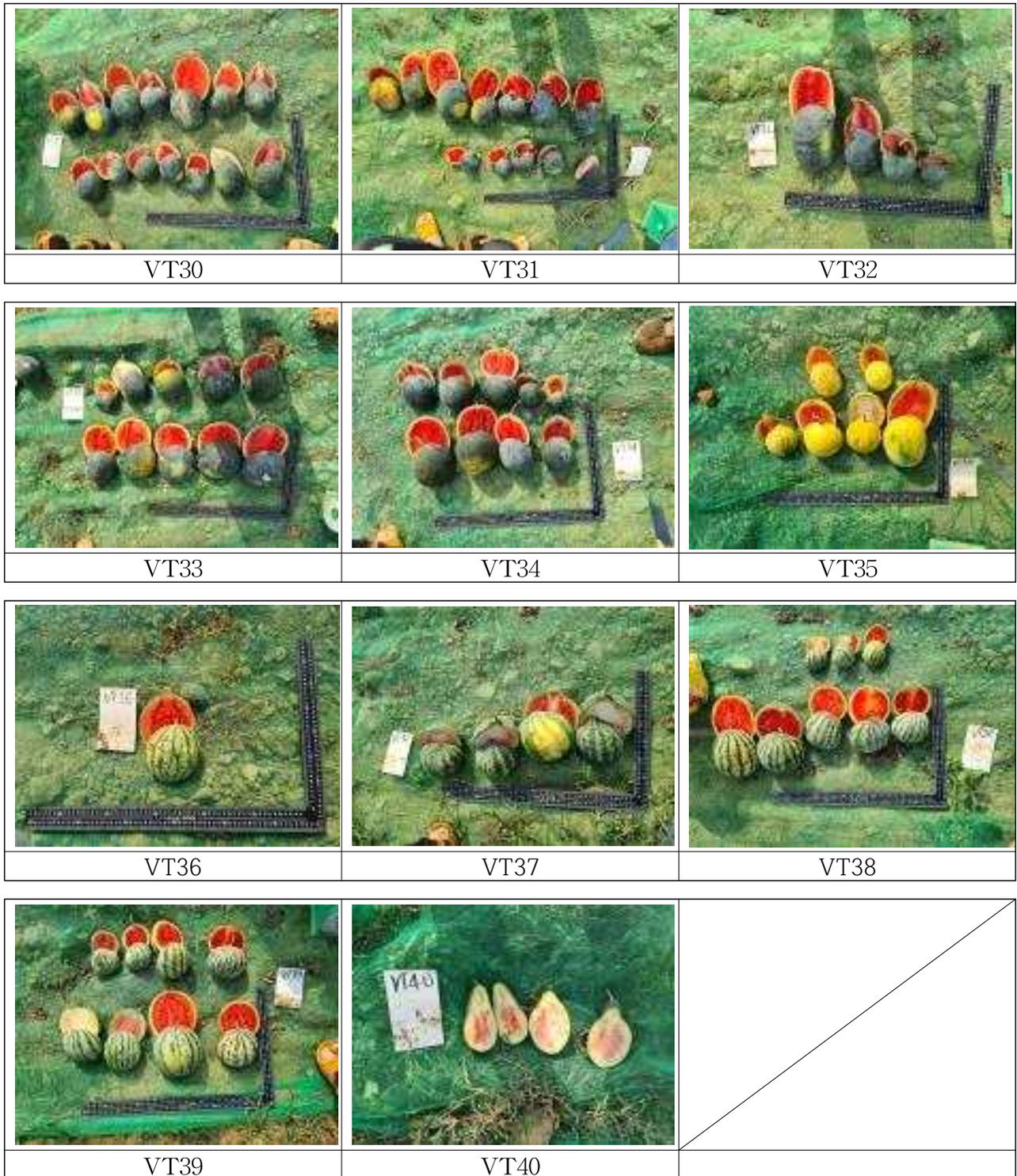
BN306	VB*SKA	100	녹피, 호피무늬, 타원형, 중과종	
-------	--------	-----	--------------------	--

5차년도에는 코로나19로 인하여 해외 활동의 축소가 시급하여 가장 가까운 베트남 지역 시험포만을 추진하였다. 베트남 시험포의 베트남 남부 판랑 지역의 농가와 계약하여 10조합을 공시하였다.

구분	공시조합수	과종	정식	수확/조사	비고
베트남 1작기	11	2021.1.6-8	2021.1.25	2021.4.9	
베트남 2작기	11	2021.6.22-24	2021.7.9	2021.8.28	



BN	PEDIGREE	과형	과중 (kg)	과장 (cm)	과경 (cm)	두께 (mm)	당도 (brix)	비고
VT30	F18*RE	SO	1.0	15	11.3	10	11	
VT31	2A*MD.HB	SO	1.4	17	13	11.5	10	
VT32	2A*Ball(L)	O	1.8	20	13	11	10	
VT33	2A*703M	R	2.8	17	18	16	11	
VT34	2A*67M	R	2.0	18	14.5	13	9.5	
VT35	4126(R)*BB.Y2	R	1.9	18.3	13.3	11.5	11	
VT36	BB.Y2*AK	R	0.8	12.3	11	10	11.5	
VT37	SPGA*301M	R	2.0	16.5	16.5	14	6.5	미숙
VT38	MCR(G)*SPGA	R	2.4	18	15.5	13.5	11.5	
VT39	ECR(G)*SPGA	R	1.9	16.5	15.5	13.5	11	
VT40	HMS*SY-17-2	O	0.4	14	8	6.5	-	미숙



BN	PEDIGREE	과형	과중 (kg)	과장 (cm)	과경 (cm)	두께 (mm)	당도 (°brix)	비고
VT130	510A*510B	R	0.9	12.8	11	9.5	8	미숙
VT131	25A*MHB	-	-	-	-	-	-	발아/생육불량
VT132	25A*26B	R	1.8	15.5	14.6	12	10	
VT133	25A*27B	R	2.1	17	14.8	12	10	
VT134	NEHA*1429B	-	-	-	-	-	-	미착과

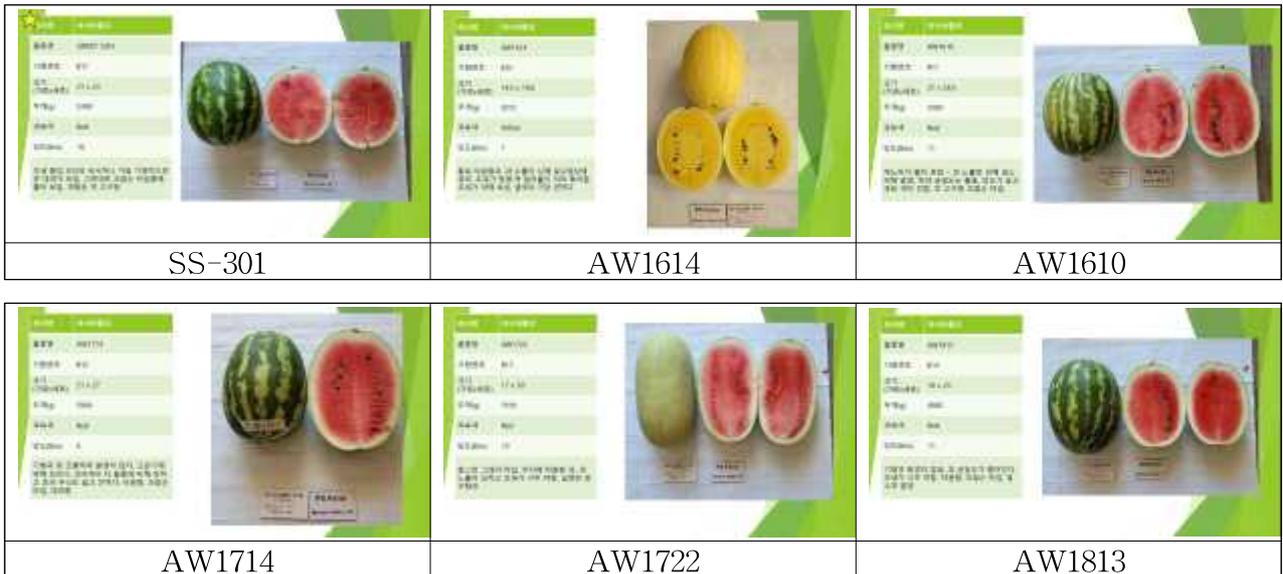
VT135	EWN*GBF	-	-	-	-	-	-	발아/생육불량
VT136	EWN*2L	-	-	-	-	-	-	발아/생육불량
VT137	EWH*GB	-	-	-	-	-	-	발아/생육불량
VT138	EWH*CQ	-	-	-	-	-	-	미착과
VT140	EWH*T130A	-	-	-	-	-	-	발아/생육불량



5차년도에는 자체시험 전시포 외에 국립종자원 GSP 해외시범포 사업용 시료 제출을 통해 미국, 카자흐스탄 지역 시험 재배 결과를 얻을 수 있었다.

지역	제출품종 수	파종	정식	평가	비고
미국	9	2021.3.7	2021.4.30	2021.7.1-6	GSP 국립종자원 시범포
카자흐스탄	10	2021.5.28	2021.6.29	2021.9.25	GSP 국립종자원 시범포

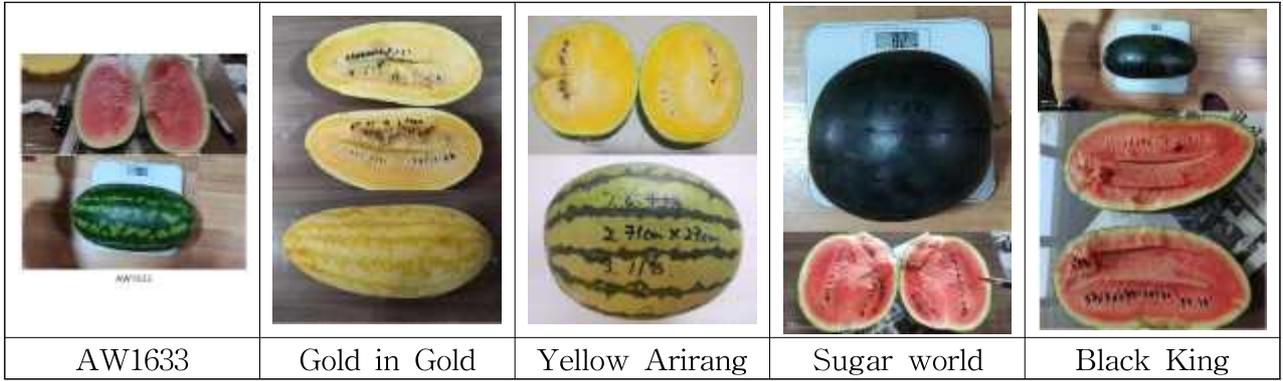
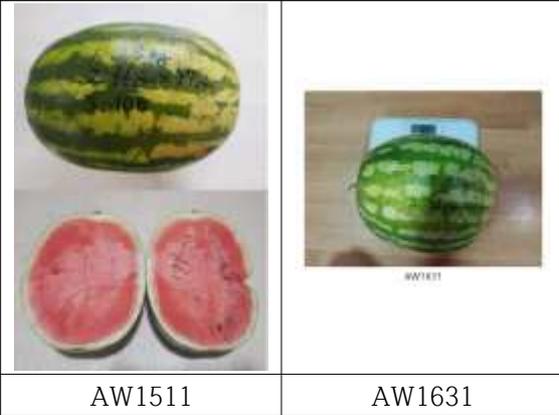
<미국 시범포 결과>





<카자흐스탄 시범포 결과>

회사	작물	품종명	무게(kg)	크기(가로)	크기(세로)	당도(Brix)
아시아종묘	수박	AW1511	5.8	19	27	10
연녹색 바탕에 녹색 줄무늬, 타원형, 과육은 붉은색, 크기가 작음						
아시아종묘	수박	AW1631	8.3	22	26	10
연녹색 바탕에 녹색 줄무늬, 막고구형, 무게가 무거워 좋음						
아시아종묘	수박	AW1633	7.6	19	35	9
녹색 바탕에 진녹색 줄무늬, 타원형, 무게는 좋으나 과육이 흰편						
아시아종묘	수박	GOLD IN GOLD	3.2	15	31	10
노란색 수박은 카자흐스탄에 없어서 신선함, 크기가 작다.						
아시아종묘	수박	YELLOW ARIRANG	6.4	22	27	11
노란색 수박은 카자흐스탄에 없어서 신선함, 반응이 좋음						
아시아종묘	수박	SUGAR WORLD	8.2	25	27	10
흑피수박, 무게가 무겁다.						
아시아종묘	수박	BLACK KING	5	17	36	11
흑피수박, 크기가 작고 씨앗이 크다						



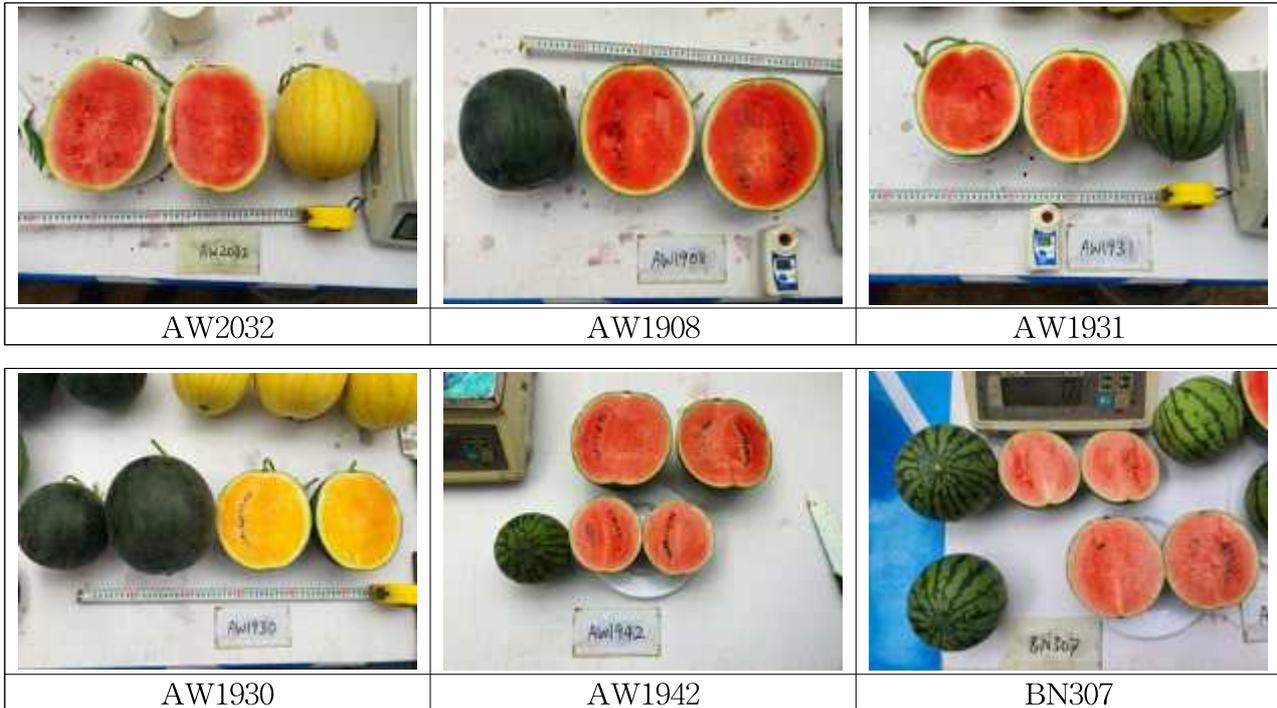
<국내시험포 결과>

5차년도에는 경남 창원 지역 농가와 계약하여 총 7조합의 시험 재배를 진행하였다.

구분	공시조합 수	정식	수정	수확/조사	비고
국내 시험포	7	2021.1.31	2021.3.29-4.8	2021.5.18	

No	품종명	과중 (kg)	과장 (cm)	과경 (cm)	당도 (°brix)	비고
1	AW1901	6.9	24	23	9.5	숙기 더 필요. 육질이 단단하고 질긴편
2	AW2032	2.2	18	15	13.9	섬유질 많은편
3	AW1908	2.8	19.5	16.5	13.8	약간 질긴느낌
4	AW1931	2.6	20	18	12.7	과피 단단. 과육이 질긴 느낌

5	AW1930	2.2	18	16.5	12.9	과형이 불균일
6	AW1942	1.4	16.5	16.5	13.9	식감 아삭한 타입
7	BN307	1.0	12	12.5	13.4	열과 없이 착과력 매우 좋음



나. 경제적 성과

(1) 수출 실적

본 과제의 가장 중요한 목표는 품종개발을 통한 수출 증가이다. 이를 위하여 목표시장 분석, 맞춤형종특성 선정 및 개발, 시험포 공시를 통한 지역 적응성 시험 시행, 거래선 확보 등의 복합적인 노력을 수행하였다.

1차년도에는 기존 보유 품종을 중심으로 거래선 확보에 주력하여 84,809불을 수출하였다. 주요 수출 품목으로는 터키 등 중동 지역을 중심으로 1단계 GSP 과제(과제번호 : 213002-04-4-SBe20, 과제명 : 남미용 수송 용이성 고탄력 과피 수박 품종 개발)를 통해 개발 및 홍보가 이루어진 크림슨스위트 타입인 AW1406, AW1511, AW1513 등의 매출이 있었으며, GSP 이관과제(과제번호 : 111073-05-5-HD120, 과제명 : 중국, 중동 및 중앙아시아 수출용 유색 3배체 씨없는 수박 F1 품종육성)를 통해 개발 및 홍보한 골드인골드의 매출 비중이 높았다.

2차년도에는 수출 20만불 달성을 목표로 국제 종자박람회 참석, 업체 개별 접촉 및 필드데이 행사 진행 등 다양한 홍보/마케팅 활동을 진행하였으며, 100,845불을 수출하였다. 2차년도 수출 목표 20만불에 비해 50.4% 정도 달성을 하였는데, 이는 신규 시장 진출 초기 단계에서 거래업체의 신중한 접근으로 인한 시험재배가 많아 수출이 빠르게 진행되지 않는 것이 가장 큰 원인으로 여겨진다.

3차년도에는 수출 32만불 달성을 목표로 노력하여 91,025불 수출을 달성하였다. 신규 시장으로 목표삼은 베트남, 터키 등에서 주요 품종들의 2-3차 시험재배를 진행하여 당초 예상보다 상승세가 빠르게 나타나지 못하였다.

4차년도에는 수출 48만불 달성을 목표로 105,919불을 수출하였다. 종자박람회 참석 및 필드 데이 진행 등 다양한 마케팅 및 영업 활동을 계획하였으나, 코로나19 발생 등 악재로 인하여 대부분의 해외 관련 업무가 중단되었다.

5차년도에는 수출 80만불 달성을 목표로 92,812불을 수출하였다. 계속되는 코로나19 사태로 인하여 해외 활동이 중단되어 현지 시험 및 마케팅 활동이 어려웠으며, 거래선 확보를 늘려 수출액을 증가시키려는 목표에도 차질이 발생하였다.

연구수행기간 5년간의 총 수출액은 475,410불로, 총 목표금액인 192만불의 25%를 달성하였다.

종자수출액(USD) [1차년도]				
번호	수출품목	수출액		
		수출일	수출국	수출금액
1612-024	크림웨이브	2017.2.17	터키	2,660
1612-024	AW1406	2017.2.17	터키	900
1701-003	국민꽃	2017.1.7	중국	725
1701-003	복될	2017.1.7	중국	725
1702-006	서태자	2017.2.25	미국	160
1704-002	슈퍼블랙(흑과적)	2017.5.20	러시아	66
1704-029	서태자	2017.4.28	미국	120
1701-011	골드인골드	2017.1.16	미국	4,900
1702-027	골드인골드	2017.2.27	미국	12,250
1703-006	AW1511	2017.3.10	터키	1,500
1703-006	AW1513	2017.3.10	터키	1,500
1703-012	골드인골드	2017.3.10	미국	7,000
1702-027	골드인골드	2017.3.16	미국	12,250
1704-007	여름엔	2017.4.7	중국	900
1704-007	신설강	2017.4.7	중국	900
1704-024	AW1406	2017.4.27	미국	6,750
1704-027	AW1513	2017.5.19	레바논	250
1708-040	여름엔	2017.9.10	피지	80
1708-040	서태자	2017.9.10	피지	63
1708-040	신설강102	2017.9.10	피지	900
1711-025	AW1511	2017.10.30	베트남	9,000
1711-025	AW1513	2017.10.30	베트남	2,400
1711-025	AW1406	2017.10.30	베트남	600
1711-025	서태자	2017.10.30	베트남	480
1712-013	AW1513	2017.10.31	인도	3,730
1712-016	여름엔	2017.10.31	브라질	14,000
계				84,809

종자수출액(USD) [2차년도]

번호	수출품목	수출액		
		수출일	수출국	수출금액
1709-013	AW1406	2018-08-09	미국	240
1710-002	AW1406	2018-03-21	베트남	500
1710-007	블랙스타	2018-01-17	파키스탄	1430
1711-002	AW1406	2018-01-06	중국	150
1711-004	블랙스타	2018-01-15	중국	1800
1711-004	슈가월드	2018-01-15	중국	1200
1712-001	엘로우아리랑	2018-02-27	우즈베키스탄	560
1712-005	AW1406	2018-02-10	피지	148
1712-011	서태자	2018-03-29	태국	280
1712-011	여름엔	2018-03-29	태국	260
1712-011	크림웨이브(cui bao)	2018-03-29	태국	1650
1712-012	블랙스타	2018-02-24	러시아	2,755
1712-012	슈퍼골드	2018-02-24	러시아	1,836
1712-012	조생노란꿀	2018-02-24	러시아	37
1801-008	서태자	2018/03/30	스리랑카	4290
1802-001	조생노란꿀	2018/02/21	세르비아	368
1802-001	허니골드	2018/02/21	세르비아	387
1802-004	흑과적	2018/02/26	베트남	1200
1802-012	AW1716	2018/02/14	요르단	4000
1802-012	슈가월드	2018/02/14	요르단	2250
1802-022	AW1406	2018/02/23	미국	2615
1802-033	AW1406	2018/03/09	베트남	110
1802-211	흑과적	2018/02/24	이집트	175
1803-001	신설강102	2018/03/08	미국	8100
1803-007	슈가월드	2018/07/18	태국	1360
1803-020	블랙스타	2018/03/15	미국	720
1803-022	슈가월드	2018/07/31	이집트	875
1804-027	AW1406	2018/05/19	이라크	5
1804-027	슈가월드	2018/05/19	이라크	5
1804-028	AW1406	2018/05/17	쿠웨이트	480
1804-028	슈가월드	2018/05/17	쿠웨이트	500
1804-028	수박-블랙스타	2018/05/17	쿠웨이트	100
1804-028	슈가월드	2018/05/17	쿠웨이트	800
1805-001	신설강102	2018/05/15	호주	186
1805-038	뉴꼬꼬마	2018/08/11	브루나이	19
1805-038	블랙스타	2018/08/11	브루나이	75
1807-038	AW1406	2018/08/09	베트남	340
1808-019	AW1406	2018/08/21	베트남	1605
1808-023	AW1406	2018/08/24	대만	30
1809-005	Black and Red	2018/10/14	베트남	105.0
1810-001	Sugar World	2018/10/28	미국	3,840.0
1810-001	AW1406	2018/10/28	미국	240.0
1810-001	Black Star	2018/10/28	미국	1,920.0
1810-001	서태자	2018/10/28	미국	144.0
1810-011	Gold in Red	2018/10/11	미국	1,605.0
1810-023	New Ggo Ggo Ma	2018/10/24	페루	480.0
1810-023	Black Star	2018/10/24	페루	140.0

1810-027	조생노란꿀(Gold in Red)	2018/10/25	베트남	276.0
201802-03	AW1607	2018-02-27	인도	185
201802-03	AW1406	2018-02-27	인도	86
201803-03	AW1607	2018-03-16	인도	415
20180417-01	AW1511	2018-04-17	인도	309
201805-18	AW1513	2018-05-22	인도	390
201805-21	AW1631	2018-05-25	인도	278
201805-21	AW1632	2018-05-25	인도	117
201805-23	AW1633	2018-05-31	인도	160
201806-06	New Ko Ko Ma	2018-06-11	인도	2,447
201806-07	Gold in Red	2018-06-11	인도	1,718
201806-10	AW1504	2018-06-13	인도	272
201806-21	AW1607	2018-06-28	인도	5,231
201807-05	Honey Gold	2018-07-10	인도	76
201807-18	Sugar Gold	2018-07-30	인도	80
201807-18	Yellow Arirang	2018-07-30	인도	97
201807-18	Crim Wave	2018-07-30	인도	349
201807-18	Seo Tae Ja	2018-07-30	인도	276
201807-20	In Summer	2018-07-31	인도	1,311
201807-20	Sin Seol Gang 102	2018-07-31	인도	164
201807-20	Black Star	2018-07-31	인도	164
201807-21	AW1508	2018-07-31	인도	1,527
201808-01	AW1607	2018-08-01	인도	497
201808-18	AW1406	2018-08-20	인도	236
201808-21	AW1511	2018-08-27	인도	249
201808-24	AW1511	2018-08-27	인도	286
201809-04	AW1607	2018-09-11	인도	300

201809-10	AW1632	2018-09-19	인도	371
201809-10	Black and Red	2018-09-19	인도	308
201809-13	In Summer	2018-09-24	인도	3,302
201810-06	Sugar World	2018-10-09	인도	259
201810-08	New Ko Ko Ma	2018-10-09	인도	270
201810-08	Super Gold	2018-10-09	인도	318
201810-14	Yellow Arirang	2018-10-15	인도	14,143
201810-16	Crim Wave	2018-10-17	인도	3,252
201811-01	AW1633	2018-11-09	인도	331
201811-01	AW1632	2018-11-09	인도	1,573
201811-03	New Ko Ko Ma	2018-11-14	인도	519
201811-07	New Ko Ko Ma	2018-11-20	인도	494
201811-10	Yellow Arirang	2018-11-22	인도	679
201811-13	Sugar World	2018-11-27	인도	498
1810-006	New Ko Ko Ma	2018-12-20	베트남	80
1812-014	Yellow Arirang	2018-12-12	일본	35
1812-018	Crim Wave	2018-12-18	베트남	480
1812-025	AW1511	2018-12-20	호주	267
1812-026	AW1632	2018-12-21	인도	4,255
계				100,845

종자수출액(USD) [3차년도]

번호	수출품목	수출액		
		수출일	수출국	수출금액
1812-003	Yellow Arirang	2019/01/11	우즈벡	500
1812-017	Black Star	2019/01/10	브루나이	151
1812-017	Gold in Red	2019/01/10	브루나이	151
1812-031	Honey Gold	2019/01/23	세르비아	1,843
1812-031	Gold in Red	2019/01/23	세르비아	702
1901-005	블랙스타	2019/01/12	파키스탄	13,600

1812-033	슈퍼골드	2019/02/10	러시아	1,200
1902-002	AW1406	2019/02/14	그리스	242
1902-016	Gold in Red	2019/02/22	미국	159
1902-012	조생노란꽃(Gold in Red)	2019/03/08	러시아	225
1902-012	BN186(AW1716)	2019/03/08	러시아	250
1903-006	AW1631	2019/03/22	러시아	9,380
1905-003	Black Star	2019/05/09	일본	2,097
1905-003	Black Star	2019/05/09	일본	2,097
1905-006	Sugar World	2019/06/09	인도네시아	248
1905-006	Seo Tae Ja	2019/06/09	인도네시아	448
1906-003	AW1607	2019/06/06	일본	377
1906-017	AW1406	2019/06/21	일본	1,413
1906-017	New Ko Ko Ma	2019/06/21	일본	1,413
1906-004	Black Star	2019/07/03	러시아	340
1907-012	AW1716	2019/07/19	미국	1,216
1907-015	Honey Gold	2019/07/25	베트남	2,000
1907-034	Yellow Arirang	2019/07/26	태국	2,000
1907-037	Gold in Red	2019/07/19	일본	1,396
1907-052	New Ko Ko Ma	2019/07/28	베트남	507
1907-058	BlaCK and red	2019/07/27	미국	10,280
1908-009	Seo Tae Ja	2019/08/29	베트남	1,800
1908-024	Black and red	2019/08/31	미국	870
1908-024	AW1607	2019/08/31	미국	1,580
1908-030	조생노란꽃(Gold in Red)	2019/08/30	미국	350
1909-011	Yellow Arirang	2019/11/22	프랑스	23,800
1910-024	서태자	2019/11/10	미국	240
1912-021	Yellow Arirang	2019/12/22	영국	7,150
ALS20191028	Yellow Arirang	2019/12/17	중국	1,000
계				91,025

종자수출액(USD) [4차년도]

번호	수출품목	수출액		
		수출일	수출국	수출금액
1912-017	Honey Gold	2020-01-10	오스트리아	1,680.00
1912-046	Black Star	2020-01-01	싱가포르	560.00
2001-017	AW1607	2020-01-21	독일	2,130.00
2001-029	Gold in Red	2020-01-29	미국	700.00
2001-031	Yellow Arirang	2020-01-30	인도	2,250.00

2001-032	Gold in Red	2020-01-30	미국	528.40
2002-001	AW1607	2020-03-06	우크라이나	2,250.00
2002-003	AW1607	2020-02-15	네덜란드	750.00
2002-009	신설강102	2020/03/18	나이지리아	70.00
2002-009	여름엔	2020/03/18	나이지리아	70.00
2002-009	Sugar World	2020/03/18	나이지리아	70.00
2002-009	AW1631	2020/03/18	나이지리아	70.00
2002-009	AW1633	2020/03/18	나이지리아	70.00
2003-018	Super Gold	2020/04/13	러시아	1,500.00
2003-023	Honey Gold	2020/05/25	모리셔스	1,000.00
2003-023	Super Gold	2020/05/25	모리셔스	215.00
2004-002	Super Gold	2020/04/05	일본	396.00
2005-015	Yellow Arirang	2020/05/20	독일	2,518.65
2005-042	Gold in Red	2020/05/30	뉴질랜드	2,600.00
2006-009	Yellow Arirang	2020/06/12	중국	30,000.00
2006-026	Gold in Red	2020/08/07	페루	6,000.00
2007-029	여름엔	2020/07/26	피지	120.00
2007-042	Honey Gold	2020/08/01	네덜란드	3,500.00
2008-026	Sugar World	2020/09/06	미국	800.00
2008-026	Black and Red	2020/09/06	미국	840.00
2008-026	AW1607	2020/09/06	미국	310.00
2008-001	서태자	2020/10/29	미국	480.00
2009-043	Sugar World	2020/10/16	쿠웨이트	2,000.00
2009-043	블랙스타	2020/10/16	쿠웨이트	1,750.00
2010-002	조생노란꽃(Gold in Red)	2020/10/07	미국	264.20
2010-008	AW1633	2020/11/04	독일	1,057.93
2010-008	AW1631	2020/11/04	독일	1,057.93
202007-21	AW1607	2020-07-25	인도	2,098
202007-25	후과적	2020-07-25	인도	1,407
202009-12	AW1406	2020-09-02	인도	2,040
202009-13	AW1513	2020-09-02	인도	2,040
202009-29	허니골드	2020-09-18	인도	1,414
202009-35	슈퍼골드	2020-09-30	인도	1,414
202010-17	AWM-02	2020-10-29	인도	6,801
202011-08	AWM-02	2020-11-10	인도	7,145
2010-021	AW1607	2020/12/17	남아공	1,960.00
2010-031	AW1607	2020/12/22	모리셔스	890.00
2010-031	AW1513	2020/12/22	모리셔스	1,150.00
2010-038	AW1406	2020/12/13	우크라이나	930.00
2010-038	AW1513	2020/12/13	우크라이나	800.00
2010-038	AW1632	2020/12/13	우크라이나	800.00
2011-006	Black and Red	2020/12/08	리비아	3,600.00
2012-016	Gold in Red	2020/12/13	미국	1,675.80
2012-016	서태자	2020/12/13	미국	1,140.00
2012-040	AW1504	2020/12/29	베트남	1,005.94
계				105,918.85

종자수출액(USD) [5차년도]

번호	수출품목	수출액		
		수출일	수출국	수출금액
2012-003	Super Gold	2021-01-21	러시아	1,350

2012-003	AW1716	2021-01-21	러시아	1,050
2012-003	In Summer	2021-01-21	러시아	1,050
2101-002	Sugar World	2021-02-27	미국	960
2101-002	Black and Red	2021-02-27	미국	960
2101-002	Seo Tae Ja	2021-02-27	미국	240
2101-014	Gold in Red	2021-01-27	미국	525
2101-028	여름엔	2021-02-07	피지	1,200
2101-028	허니골드	2021-02-07	피지	950
2101-041	Honey Gold	2021-01-30	세르비아	2,031
2103-003	뉴꼬꼬마	2021-03-19	프랑스	948
2103-016	Black Star	2021-04-06	뉴질랜드	2,040
2103-016	Black and Red	2021-04-06	뉴질랜드	1,440
2104-008	GOLD IN RED	2021-04-16	미국	455
2104-011	AW1631	2021-05-01	러시아	3,334
2104-011	슈퍼골드	2021-05-01	러시아	1,111
2104-011	뉴꼬꼬마	2021-05-01	러시아	666
2104-011	엘로우아리랑	2021-05-01	러시아	444
2105-021	조생노란꿀	2021-05-26	미국	264
2106-001	AW1631	2021-06-03	뉴질랜드	2,250
2106-009	AW1631	2021-08-12	아르헨티나	0.10
2106-009	AW1633	2021-08-12	아르헨티나	0.50
2106-014	슈퍼골드	2021-06-28	오만	200
2106-014	엘로우아리랑	2021-06-28	오만	600
2106-014	조생노란꿀(Gold in Red)	2021-06-28	오만	40
2107-002	Sugar World	2021-07-10	미국	9,200
2107-017	Black Star	2021-08-25	케냐	10,500
2108-003	서태자	2021-10-31	미국	960
2108-004	Black Star	2021-08-18	영국	14,500
2110-018	여름엔	2021-11-08	칠레	40
202104-13	Black Star	2021-04-19	인도	33,500
계				92,808.6

제5절. 3세부 기능성 수박 분자육종 시스템 개발 및 수출품종 육성지원

1. 마커개발 핵심 유전자원 선발 및 표현형 조사

가. 1단계에서 개발된 과육 색, 과육경도, 당도 및 라이코펜 함량 프로토콜을 활용: 교배 양친의 선정 및 마커개발을 위한 집단 육성 소재를 최종 선발하는 것이 목표임

나. 본 연구팀에서 보유/육성한 수박 분자육종 소재의 표현형 재검정: 생육특성(일반 vs. bush type), 과육 및 과피색, 기능성 성분 (베타카로틴, 라이코펜 등)에 차이가 있는 기존 선발 또는 육성 수박계통 중에 수출용 적합 품종 및 연관 분자표지 개발 목적에 부합되는 수박 유전자원의 표현형 특성을 재검정함(1,2세부과제와 공동조사)

다. 과육, 과피 및 성분분석: 본 연구팀의 목표 형질인 수박 과육 색, 과피색을 조사하고, 카로티노이드(베타카로틴, 라이코펜 등) 성분의 함량은 사업단 내 “채소류 일반성분 및 생리활성 성분분석 서비스” 연구과제의 도움을 받아 계통간 스크리닝

라. 1, 2세부과제 기능성 형질개량을 위한 계통들은 현대종묘 24계통, 아시아종묘 15계통을

대상으로 각 계통들의 표현형 특성표를 완성함



연구팀 육성 계통 과피 및 과육색 검정대상(위)일반생육형, (중간, 아래)bush type]

현대종요 24계통의 표현형 특성		아시아종요 15계통의 표현형 특성	
계통번호	표현형 특성	No	특성
1	흑피, 왕형, R, 육질, 9.2	1	Mi G R SO 1-2
2	흑피, 호피무늬, R, 육질, 9.0	2	color Y Y SO 4-6
3	녹색, 왕형, R, 육질, 11.4	3	color G Y O 4-6
4	녹색, 왕형, R, 호피무늬	4	color B O R 4-6
5	녹색, Y	5	color Y R SO 4-6
6	노란색, Y	6	Sr G R R 6-8
7	노란색, O, 노란색, 무늬	7	Sr G R SO 6-8
8	녹색, 타원형, R, 육질, 고당도	8	SB B R R 7-9
9	흑피, 타원형, R, 육질, 중상	9	SB B R O 8-12
10	흑피, 타원형, R	10	IB B DR O 3-4
11	녹색, 타원형, Y, 초생계	11	IB B R SO 3-5
12	녹색, Y	12	IB DG R O 3-4
13	흑피, Y	13	Cr LG R SO 6-8
14	흑피, 타원형, Y	14	Cr LG R R 6-8
15	흑피, 타원형, Y(분리)	15	Cr LG R O 7-9
16	남색, 무늬, 타원형, O		
17	흑피, 타원형, O		
18	녹색, Net무늬, O		
19	흑피, Bush, 원형, R		
20	녹색, Bush, 원형, O		
21	녹색, Bush, 원형, Y		
22	남색, Bush, 타원형, O		
23	Apple type		
24	Apple type		

마. 카로티노이드(베타카로틴, 라이코펜 등) 성분의 함량은 사업단 내 “채소류 일반성분 및 생리활성 성분분석” 과제와 종자산업진흥센터(김제 민간육종단지 위치) 분석 프로토콜을 기반으로 한 서비스 도움을 받아 계통간 스크리닝을 수행함(1,2 세부과제와 협동으로 수행함)

Samples			과육색			sugar contents (brix, g/100g)	Lutein (mg/g)	Lycopene (mg/g)	b-carotene (mg/g)	Phytoene (mg/g)
			L*	a*	b*					
1	802-31	R	54.72	17.75	10.28	9.3	0.006	0.08	0.096	0.012
2	803-13	R	49.06	20.94	11.04	11.1	0.006	0.477	0.067	0.006
3	819-14	Y	57.96	10.59	20.35	7.7	0.006	0.180	0.322	0.025
4	820-28	O	60.64	4.37	19.08	8.4	0.006	0.005	0.091	0.003
5	829-7	R	49.35	18.34	9.31	11.2	0.006	0.333	0.081	0.008
6	830-6	R	52.11	19.34	10.65	9.7	0.006	0.97	0.063	0.008
7	834-22	Y	45.76	3.45	3.75	8.7	0.006	0.065	0.144	0.012
8	835-8	Y	63.57	1.56	26.83	9.7	0.007	0.010	0.054	0.003
9	838-10	Y	64.45	-0.66	15.02	8.7	0.006	0.006	0.008	0.001
10	840-5	O	67.42	2.52	20.99	8.8	0.006	0.005	0.074	0.005
11	842-13	O	61.01	5.86	18.73	10.1	0.006	0.011	0.109	0.006
12	843-18	O	62.83	5.5	23.56	10.1	0.006	0.005	0.171	0.010
13	917-6	R	47.07	13.76	7.15	10.1	0.006	0.244	0.051	0.007
14	917-8	R	48.04	17.65	10.36	9.2	0.006	0.456	0.070	0.011
15	919-4	Y	68.11	-1.46	24.13	8.1	0.006	0.012	0.011	0.001
16	919-6	Y	65.04	-2.29	28.03	8.0	0.006	0.020	0.015	0.001

2. 1차 마커 개발용 분리집단 육성

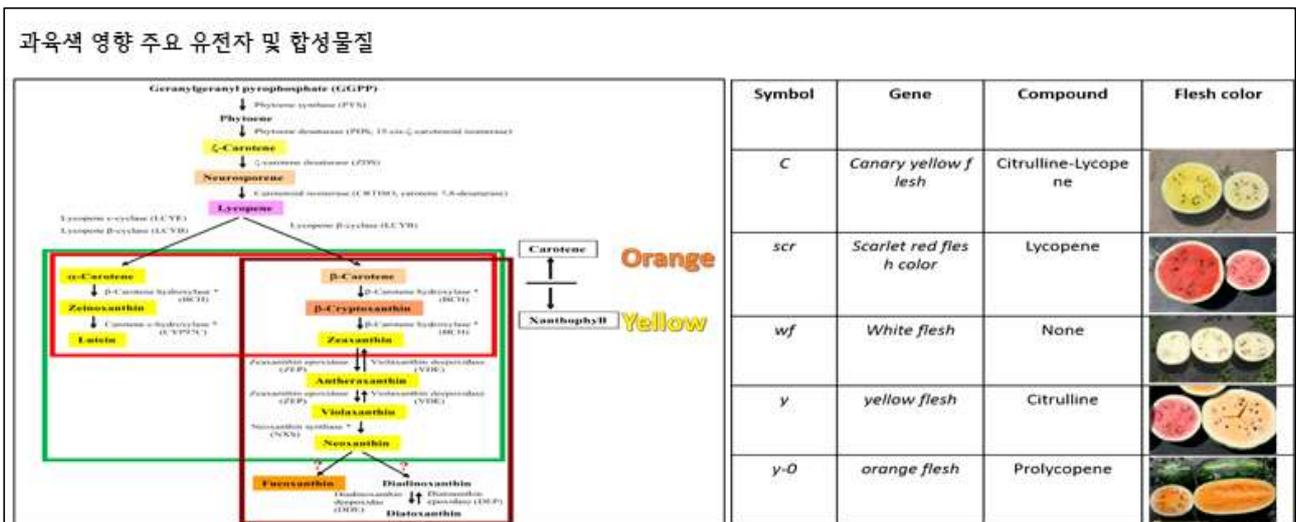
가. 본 연구팀에서 보유하고 있는 수박 유전자원에서 과피색(흑피, 노랑, 녹색), 호피무늬(rind pattern) (쥬빌리계의 진한호피 계통, 크림슨계의 연한 호피무늬 계통), 과육 색(적색, 노랑, 오렌지, 핑크) 및 생육형(일반 덩굴성, Bush 형) 형질면에서 다양한 특성을 확인하였고 이 중에서 차년도 Genotyping by sequencing 등을 통한 QTL 분석과 연관마커 검증을 위한 집단으로 다음과 같은 특성을 가진 양친을 대상으로 교배실시 및 F1 집단을 육성함

Female	Male	
Bush	일반생육형	
흑피	남색(light green)	
Red	Orange	
고당도(~13 brix)	저당도	
호피무늬	무지	
원형	타원형	

3. 형질관련 유전정보 기반 SNP/SSR 마커탐색 및 핵심 유전자원 대상 분자마커 검증

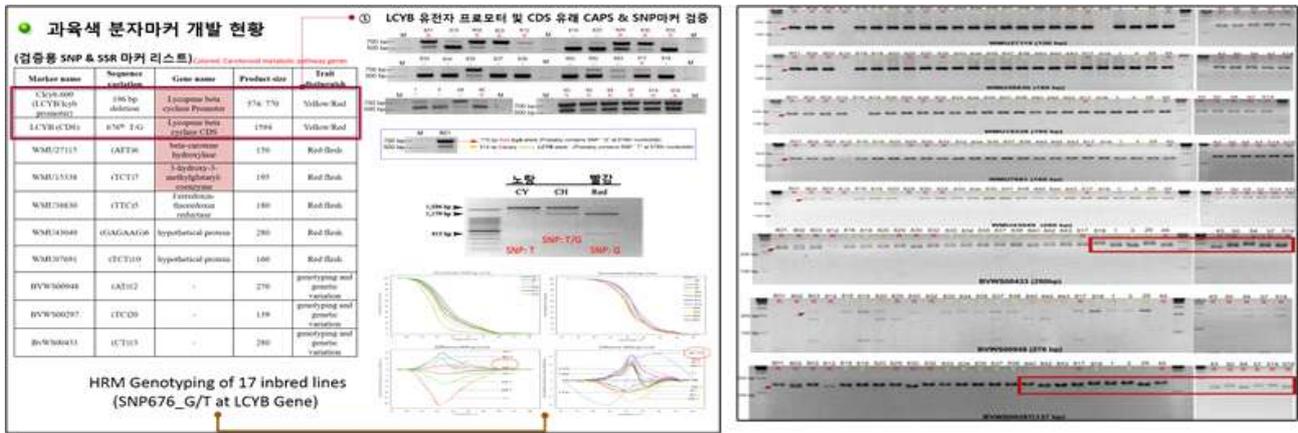
가. 기존 보고된 문헌 등을 통해서 카로티노이드 생합성 유전자 정보를 탐색하여 분자마커 개발을 위한 타겟부위를 결정하고 관련 유전자 및 조절인자들에 대한 정보를 확보함

나. 또한 과육 색이 다른 수박 유전자원의 경우 과실이 성숙해짐에 따라 카로티노이드 함량의 차이를 보이는데 영향을 주는 요인으로 Mevalonic acid (MVA), 2-C-methyl-D-erythritol-4-phosphate (MEP), carotenoid biosynthetic and catabolic pathways 등이 관련있음을 알게되어, 다음과 같이 주요 형질 및 영향요인별로 관여하는 주요 대상 유전자 정보를 확보함



다. 과육 색에 영향을 주는 주요 유전자로 카로티노이드 생합성 관련 LCYB (Lycopene β -cyclase) 유전자 프로모터 및 CDS 유래 CAPS & SNP 마커를 본 연구팀에서 표현형 조사를 마친 수박계통을 대상으로 검증을 실시함

라. 또한 Cucurbit Genome DB에서 유래한 수박 과육 색 연관 8개의 SSR 마커를 새로 제작하여 마찬가지로 본 연구팀 보유 수박 계통에 적용해 본 결과 대부분 단일 allele 형태를 보였고, 일부 다형성을 보이는 것이 나타났으나 과육 색 선발용으로는 부적합하였음 (아래 젤사진 참조)



마. 이상의 결과를 종합해 볼 때 기존 알려진 SNP 또는 신규 제작 SSR 마커 등은 과육색 형질과 약 10~45%의 정확성을 보여(아래 표 참조), 추가 QTL 및 연관마커 개발이 필요함을 알 수 있었고, 본 연구팀에서는 형질이 다양한 수박계통을 대상으로 Resequencing을 시도하여 연관 SNP 탐색이 타당할 것으로 사료됨

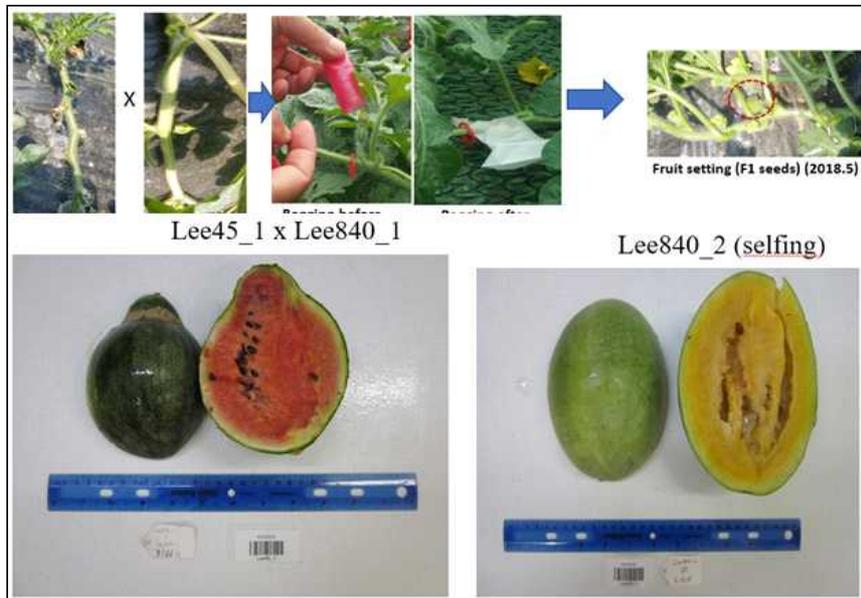
Inbred lines		LCYB gene/promoter 유래		박과 DB 유래 SSR markers (타겟유전자부위)	
Accessions	Flesh Color	LCYB SNP: T(Y)/ G(R)	Clcyb.600: 574(Y)/ 770(R)	BVWS00433 (280bp)	BVW00297 (137 bp)
801	R	T/G	574/770	280	137
802	R		574/770	280	134
803	R	G	574/770	280	137
812	R		574/770	280	134
816	Y	T	574/770	280	137
819	Y		574/770	280	137
820	O		574/770	280	137
829	R		574/770	280	137
830	R		574/770	275	134
832	R		574	280	137
833	Y		574/770	280	137
834	Y		574/770	280	137
835	Y		574/770	280	137
837	Y		574	280	137
838	Y	T/G	574	280	137
840	O	T	574	275	137
842	O	T	574/770	280	134
843	O	T	574/770	280	134
917	R		574/770	280	137
918	O		574/770	285	140
1	O	T/G	574/770	280	140
3	Y	T	574	280	140
29	O	T	574/770	285	137
45	R		574/770	280	140
43	R	G	574/770	280	137
50	R	G	574/770	285	140
54	R	G	574/770	290	137
57	R		574/770	285	140
514	R		574/770	285	140
579	R		574/770		137
No. of Red allele X 100 Total		30 %	-	31 %	26.6 %
No. of Yellow allele X 100 Total		15.3 %	10 %	-	3.3 %
No. of Orange allele X 100		-	-	10.3 %	6.6 %

Inbred lines		LCYB gene/promoter 유래		박과 DB 유래 SSR markers (타겟유전자부위)	
Accessions	Flesh Color	LCYB SNP: T(Y)/ G(R)	Clcyb.600: 574(Y)/ 770(R)	BVWS00433 (280bp)	BVW00297 (137 bp)
Total					
Sum of all alleles present in the population		45.3 %	10 %	41.3 %	36.5 %

4. 연관마커 검증용 분리집단 육성

가. 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 F2 및 backcrossing 집단 구축을 위해 생육형태, 과피색, 과육 색, 당도, 호피무늬 및 과형에 있어 차이를 보이는 양친(Lee45 & Lee840) 교배 및 자가수정 실시(온실재배)

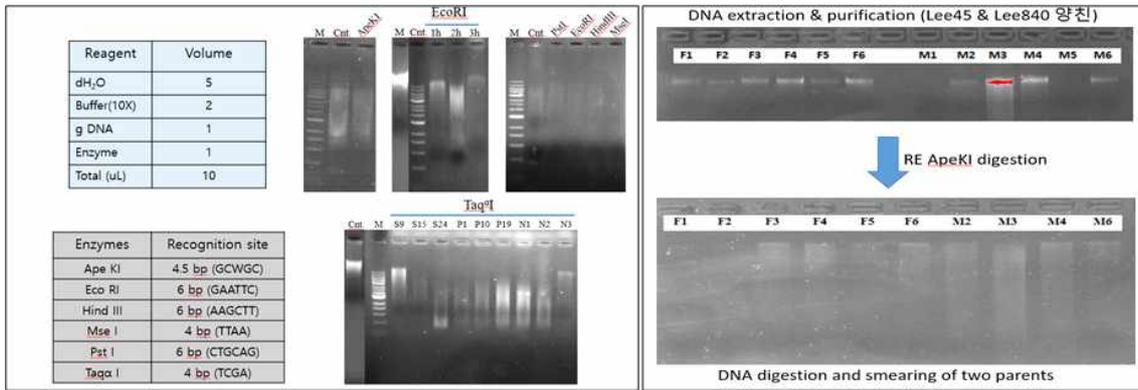
나. F1 및 자가수정 종자를 수확하여 F2 및 BCF1 교배후대 확보. 양친의 경우 과육 색 (red vs. orange), 생육형(Bush vs. vine type), 과피색(dark vs. light green), 당도(13 brix vs. 9 brix), 호피무늬(stripe vs. solid), 과형(round vs. oval)에 대조적 형질을 보이고 있음을 알수 있음(아래 그림)



다. 표현형의 조사는 각각 F2:3 및 BC3F1 집단을 이용하여 실시하고 얻어진 표현형 데이터는 genome resequencing 및 genotyping by sequencing을 통해 얻어진 유전자형 정보와 분석을 통하여 각각의 형질관련 QTL 및 유전자 위치와 연관 마커를 탐색에 활용

5. GBS 분석 및 수박 유전자지도 작성을 위한 최적조건 탐색

가. 교배양친(Lee45 & Lee840)을 대상으로 미국 조지아대학교와 공동으로 GBS 분석 제한효소 선정 및 조건확립을 위하여 조지아대학교에서 사용했던 프로토콜을 이용하여 기초 조사를 실시하여 균일한 형태의 다양한 단편획득에 효과적인 제한효소 선정이 우선 필요한 상황임



나. 일반 및 reduced represents 프로토콜 등 다양한 조건을 조사한 결과 ApeKI 제한효소가 여러 형태의 fragment로 균일하게 절단하는데 효과적인 것으로 판단됨

다. GBS 분석 파이프라인은 기존 연구실에서 활용하던 TASSEL(ver. 3.0.160)을 이용하고 이를 위해 paired endn sequence에 어댑터를 연결한 후 교배양친(Lee45, Lee840), F1, 그리고 약 90계통의 F2 개체의 단편조각에 해당되는 바코드(4-8bp)를 연결하여 준비된 라이브러리를 기반으로 염기서열 분석 후 유전자형을 결정(genotyping by sequencing).

6. 선발 수박계통 게놈 Resequencing을 통한 형질연관 SNP 마커 대량 분석

가. 다양한 형질의 국내외 수박 유전자원 30계통에서 체놈크기의 15X 이상의 염기서열을 확보하고 정보분석을 실시하여 과육 색 및 라이코펜 연관 SNP 마커를 탐색하고, 국내 상업종 대상 검증을 실시하여 MAS용 선발마커 활용 가능성 조사

나. 염기서열 분석이 완료되어 (180 bp paired-end data) 기초 염기서열 정보를 확보하였고, trimming 실시 후 수박전장 게놈 대비 약 11~34x 크기의 whole genome resequence 정보를 확보할 수 있었고, 초기 재분석 염기서열 대비 65~95%의 절편이 mapping에 활용되기 위한 조건을 충족하는 것을 알수 있었음. Whole-genome resequencing 결과 25bp 이상의 절편은 평균 1,980 백만개 이상이 확보되었고, 이들의 전체길이는 166Gb로 수박전체의 평균 13X genome coverage임을 알수 있음

다. 각 30개의 샘플을 수박 표준유전체에 맵핑하였고, 이로부터 SNP matrix를 작성하고, 필터기준을 통과한 SNP들을 homozygous/heterozygous 등으로 분류한 결과 표준유전체와 90% 가 동일한 SNP type을 나타내는 homozygous SNP가 62% 이상을 차지하고, 약 12%는 다른 형태의 heterogous SNP 형태를 보이고 있어, 형질연관 SNP 탐색이 가능할 것으로 판단되었음. 기타 InDel loci도 분석되어 본 연구에서 추구하는 형질연관 마커 및 유전자지도 작성 후 QTL 분석을 위한 polymorphic SNP, InDel은 약 38% 이상이 확보될 것으로 판단됨

라. 표준유전체 대비 확보된 SNP, In/Del, SSR loci를 활용하여 이들 type별로 intergenic region, genic region, 또는 genic regions에서도 intron, CDS, intron-CDS, CDS-Intron 부위별로 추가분석을 실시하여 향 후 타겟 형질과 관련된 유전자 정보가 확보될 때 이들과 연관된 마커탐색을 용이할 수 있도록 튜닝분석을 실시함 (아래 일부 예시를 보여주고 있음)

Samples (수정후)	No. of Reads	Avg. length	Total length (bp)	Trimmed/Raw*	Genome cov.*	No. of total In/Del	Classified loci	Region	Total	Homo zygous	Hetero zygous	Etc.
1	27,825,608	77.65	2,160,642,871	59.86%	≈10.29X							
	27,825,608	79.53	2,212,914,517	61.31%								
3	29,084,994	80.54	2,342,418,545	63.22%	≈11.02X			Intergenic-region	31,796	10,170	3,200	18,426
	29,084,994	80.45	2,339,989,764	63.16%				genic-region	3,563	1214	336	2,013
29	31,358,921	79.18	2,482,926,021	60.13%	≈11.77X			Intron	2942	1016	262	1664
	31,358,921	80.31	2,518,470,472	60.99%				CDS	619	196	74	349
45	29,003,907	76.7	2,224,665,538	60.46%	≈10.77X	35,359	35,359	Intron-CDS	1	1	0	0
	29,003,907	81.06	2,351,032,407	63.90%				CDS-Intron	2	1	0	1
801	32,313,069	83.7	2,704,760,307	66.11%	≈12.62X			Intergenic-CDS	0	0	0	0
	32,313,069	82.29	2,658,949,395	64.99%				CDS-Intergenic	0	0	0	0
802	29,606,043	81.83	2,422,718,245	63.99%	≈11.31X			Intergenic-region	26,547	8,144	2,968	15,435
	29,606,043	80.53	2,424,290,805	62.98%				genic-region	2,769	935	297	1,537
803	30,619,352	81.75	2,503,283,803	65.71%	≈11.77X			Intron	2238	782	235	1221
	30,619,352	81.56	2,497,458,044	65.56%				CDS	525	151	62	312
812	32,215,444	82.42	2,655,090,391	63.62%	≈12.42X	29,316	29,316	Intron-CDS	2	1	0	1
	32,215,444	81.48	2,625,014,948	62.90%				CDS-Intron	2	0	0	2
816	31,528,699	83.92	2,645,841,567	65.41%	≈12.26X			Intergenic-CDS	1	1	0	0
	31,528,699	81.4	2,566,464,321	63.45%				CDS-Intergenic	1	0	0	1
819	31,724,495	81.06	2,571,601,965	63.64%	≈12.16X			Intergenic-region	27,825	9,493	2,760	15,572
	31,724,495	81.88	2,597,707,374	64.28%				genic-region	2,947	997	291	1,659
820	27,869,412	79.81	2,224,258,617	63.21%	≈10.55X			Intron	2377	829	225	1323
	27,869,412	81.06	2,259,171,512	64.20%				CDS	567	167	66	334
829	31,743,447	82.28	2,611,935,473	64.88%	≈12.32X			Intron-CDS	1	1	0	0
	31,743,447	82.61	2,622,349,835	65.14%				CDS-Intron	2	0	0	2
830	28,519,734	79.02	2,253,605,757	61.86%	≈10.68X			Intergenic-CDS	0	0	0	0
	28,519,734	80.16	2,286,007,015	62.75%				CDS-Intergenic	0	0	0	0
832	32,058,034	80.86	2,592,292,714	64.89%	≈12.27X	30,772	30,772	Intergenic-region	27,825	9,493	2,760	15,572
	32,058,034	81.77	2,621,343,148	65.62%				genic-region	2,947	997	291	1,659
833	32,617,089	82.81	2,701,131,219	63.75%	≈12.49X			Intron	2377	829	225	1323
	32,617,089	79.98	2,608,792,288	61.57%				CDS	567	167	66	334
834	31,806,273	83.97	2,670,775,810	66.46%	≈12.46X			Intron-CDS	1	1	0	0
	31,806,273	82.47	2,622,989,090	65.27%				CDS-Intron	2	0	0	2

마. SNP주성분 분석(principal component analysis)의 결과 라이코펜 함량의 차이를 보이는 재분석 대상 수박계통간에 2개의 대분류 그룹(Lycopene high vs. low)으로 나누고, 각각의 그룹안에서 다시 2개씩의 소그룹(A, B)의 분류되어 라이코펜 함량과 연관된 SNP 마커 탐색을 보여주고 있음

바. 라이코펜 및 과육 색 형질별 유연관계 분석을 통하여 얻어진 계통들을 각각의 Bulk로 하여 그룹간 차이를 보이는 SNP를 탐색하였고, 최종 형질연관 SNP 후보를 각각 1,337 및 164 개를 선정하였음

사. 과육 색 및 라이코펜 함량과 연관된 상기 후보 SNPs 중에서 염색체 2, 4, 5, 9, 10번에 위치한 19개의 SNP loci에 작용하는 제한효소(*EcoRI*, *Bsu36I*, *HindIII*, *MboII*, *PstI*, *SpeI*, *BamHI*, *MluI*, *AluI*, *DraI*, *PvuI*, *XhoI*, *BclI*, *TaqI*, *KpnI*, and *MspI*)와 절단 단편의 크기를 확인하였고, Whole genome resequencing에 이용되었던 연구팀의 수박계통에 선발 정확도를 테스트하여 최종 100% 선발 정확성을 보이는 2개를 CAPS 마커로 전환하는데 성공함

아. 이 두 개의 SNP 유전자좌는 염색체 4와 5번에 각각 빨간 과육 색 특이 2개 유전자에 위치한 것으로 과육 색 차이를 보이는 수박 계통간 상기 두 개 유전자에 위치한 대립유전자간에 완벽하게 분리되는 현상을 염기서열을 통해 1차 확인함(아래 CIPPR-884 & CITRAPPC3-2828 CAPS 마커)

발생하는 것을 알수 있었고, 8월에 F2 분리세대에서 표현형 조사 (과형, 과피색, rind pattern, dwarf, flesh color)를 실시함.

다. 표현형의 유전분리 현상을 분석후, 이를 기반으로 GBS 분석(2020년)을 통한 genotyping 자료를 활용하여 QTL 분석을 실시.

Sample ID	FP	FD	FL	FSI	PEA	DEA	FWT	Plant Growth Habit	Rind Pattern	Flesh Color
L45x840_2_1-6	61.63	17.09	19.95	1.17	130.20	128.30	2.20	N	S	R
L45x840_2_1-1	66.13	15.48	23.65	1.54	102.00	114.30	2.60	N	S	Y
L45x840_2_1-10	84.49	18.52	32.20	1.75	72.40	100.40	4.10	D	S	M
L45x840_2_1-11	76.36	21.30	23.68	1.10	139.40	145.10	4.10	N	N	R
L45x840_2_1-12	56.29	16.30	17.75	1.09	131.80	137.20	1.90	D	S	R
L45x840_2_1-13	75.78	21.06	23.87	1.13	139.50	139.40	4.30	N	N	R
L45x840_2_1-14	94.34	25.14	31.88	1.27	110.30	127.40	6.90	N	S	R
L45x840_2_1-15	66.36	15.35	23.89	1.56	96.90	110.10	2.20	N	S	R
L45x840_2_1-16	58.89	16.03	18.81	1.17	135.00	131.60	1.70	N	S	M
L45x840_2_1-17	72.14	20.64	22.60	1.08	146.90	134.70	4.00	N	N	Y
L45x840_2_1-18	68.85	16.01	25.08	1.57	89.50	111.20	2.80	N	S	M
L45x840_2_1-19	87.04	21.17	29.29	1.39	119.20	123.60	5.00	N	S	M
L45x840_2_1-2	80.29	22.09	25.88	1.17	141.80	121.00	5.20	N	S	R
L45x840_2_1-20	72.92	19.53	23.94	1.22	127.70	124.90	3.90	N	S	Y
L45x840_2_1-21	66.43	18.76	20.90	1.10	136.00	141.00	3.30	N	S	R
L45x840_2_1-22	105.79	20.64	41.06	2.01	93.80	79.00	7.70	N	S	Y
L45x840_2_1-23	82.68	23.23	25.32	1.06	150.40	143.00	4.90	D	S	Y
L45x840_2_1-24	88.86	22.28	29.98	1.34	126.20	131.70	6.00	N	S	M
L45x840_2_1-25	.	.	.	.	.	.	.	.	S	M
L45x840_2_1-26	84.52	19.79	30.93	1.59	87.00	114.50	4.70	N	S	R
L45x840_2_1-27	.	.	.	.	.	.	.	.	S	Y
L45x840_2_1-28	86.29	18.86	31.35	1.67	111.20	107.00	5.10	N	S	M
L45x840_2_1-29	58.25	15.80	19.31	1.22	129.80	120.90	2.10	N	S	Y
L45x840_2_1-3	68.84	16.17	24.77	1.52	95.70	104.20	2.40	N	S	M
L45x840_2_1-30	.	.	.	.	.	.	.	.	S	R
L45x840_2_1-31	62.09	15.03	22.20	1.50	89.30	117.70	1.90	N	N	Y
L45x840_2_1-32	77.83	21.64	23.20	1.06	135.60	142.30	4.20	N	N	Y
L45x840_2_1-33	90.09	21.51	31.12	1.44	125.00	119.00	6.40	N	N	M
L45x840_2_1-34	76.49	18.71	25.53	1.38	129.10	132.00	3.50	N	S	Y
L45x840_2_1-35	82.78	18.60	29.79	1.58	113.90	99.20	4.10	N	S	Y
L45x840_2_1-4	.	.	.	.	.	.	.	.	S	R
L45x840_2_1-5	52.40	15.44	16.06	1.13	130.60	120.40	1.60	D	S	R

8. 유전체 재분석 정보기반 연관마커 탐색 및 MAS용 마커개발

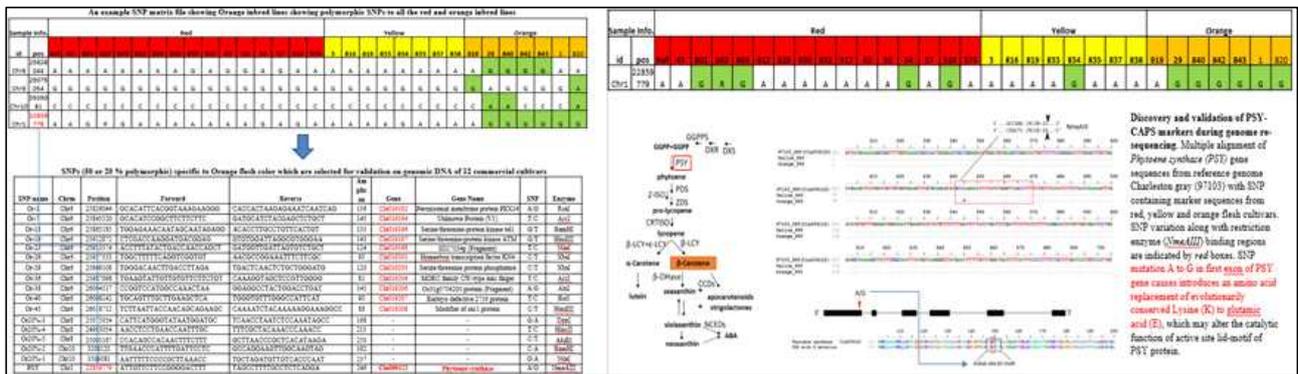
가. 수박 유전체염기서열 분석은 중국과 미국 연구팀에서 각각 ‘97103’과 ‘Charleston gray’ 품종을 대상으로 전체 염기서열이 공개된 상태임. 1,2차년도 연구를 통해 얻어진 전장 유전체 재분석을 통해 수박의 *Pentatricopeptide repeat-containing protein (PPR)* 유전자의 코딩 SNP 부위와 *Trafficking protein particle complex subunit 3 (TRAPPC3)* 유전자의 코딩 SNP 부위에서 적색 과육 색 수박 유전자원을 다른 과육 색으로부터 식별할 수 있는 CAPS 마커로 성공적으로 변환하여 육종현장에 활용할 수 있도록 함. 이를 검증하기 위하여 추가로 국내 재배품종 12개 상업종에 적용하여 분자육종 마커로의 활용 가능성을 확인하였음.

나. 전체 24 개 유전체 재분석에 활용된 자원을 대상으로 9개 빨간색의 과육 색을 보이는 자원에 공통으로 단일밴드(monomorphic among red flesh type)를 보이고, 다른 과육 색(9개 노란색, 6개 오렌지색 등 총 15개 자원)에 공통으로 단일밴드(monomorphic among the rest (n = 15) of the non-red-type such as yellow and orange), 그리고 적색과 다른 과육 색 간에 다형성 밴드(polymorphic between red-type and non-red-type inbred lines)를 보이는 유전자 *Pentatricopeptide repeat-containing protein (PPR)* (Cla006859) and *Trafficking*

protein particle complex subunit 3 (TRAPPC3) (Cla004209) 두 개를 최종 확정함.

다. 탐색한 두 개의 유전자 *CIPPR* 및 *CITRAPPC3*로부터 빨간 과육 색 수박 계통에서 특징적으로 다형성을 보이는 SNP 좌를 탐지가 가능한 제한효소를 스크리닝하여 최종 SpeI 및 Bsu36I에 의하여 단일 염기변화를 탐지할 수 있는 2개의 CAPS 마커를 개발함. SpeI 제한효소는 빨간 과육 색 수박의 *CIPPR* 유전자의 884번째 염기 “T”를 탐지하여, 2개의 절편(26, 99 bp)으로 절단하는 반면, 다른 과육 색에는 작용부위가 존재하지 않으므로 127bp 단일의 절편만을 가지고 있음을 젤 사진을 통하여 확인하였고, 이를 검증하기 위하여 유전체 재분석에 이용되지 않은 12개 상업종 품종을 대상으로 확인한 결과 상기 결과와 동일하게 빨간 과육 색 수박계통에서만 *CIPPR* - 884 CAPS 마커가 작용하고 다른 과육 색 수박계통에는 작용하지 않는 동일한 결과를 얻을 수 있어, 특허출원을 하여 최종 특허 등록을 완료함(2019.8.8., 제 10-2011117호)

라. 추가로 30개 수박 유전자원을 대상으로 한 유전체 재분석 정보를 활용하여 오렌지 과육 색을 보이는 자원특이 SNP 마커를 4개의 염색체(염색체 6, 8, 10, 1)에서 스크리닝하였음.



마. 오렌지 과육 색 선별 및 마커검증을 위해 육종회사에서 유전적으로 모두 다른 추가 공급된 49개 유전자원(25 적색, 12 노란색, 12 오렌지색)을 상대로 스크리닝 한 결과 오렌지 색이면서 높은 베타카로틴 함량을 보이는 자원에서 100% 선발능력을 보이는 MAS용 CAPS 마커를 개발하여, 현재 농촌진흥청 국립농업생명공학정보센터 (NABIC)에 마커정보를 등록 및 특허 출원 완료(2020.11.11., 출원번호:10-2020-0149946)

9. 분자표지 검증 및 MAB 목적 F3 분리집단 육성 및 형질연관 QTL 탐색을 위한 GBS 분석

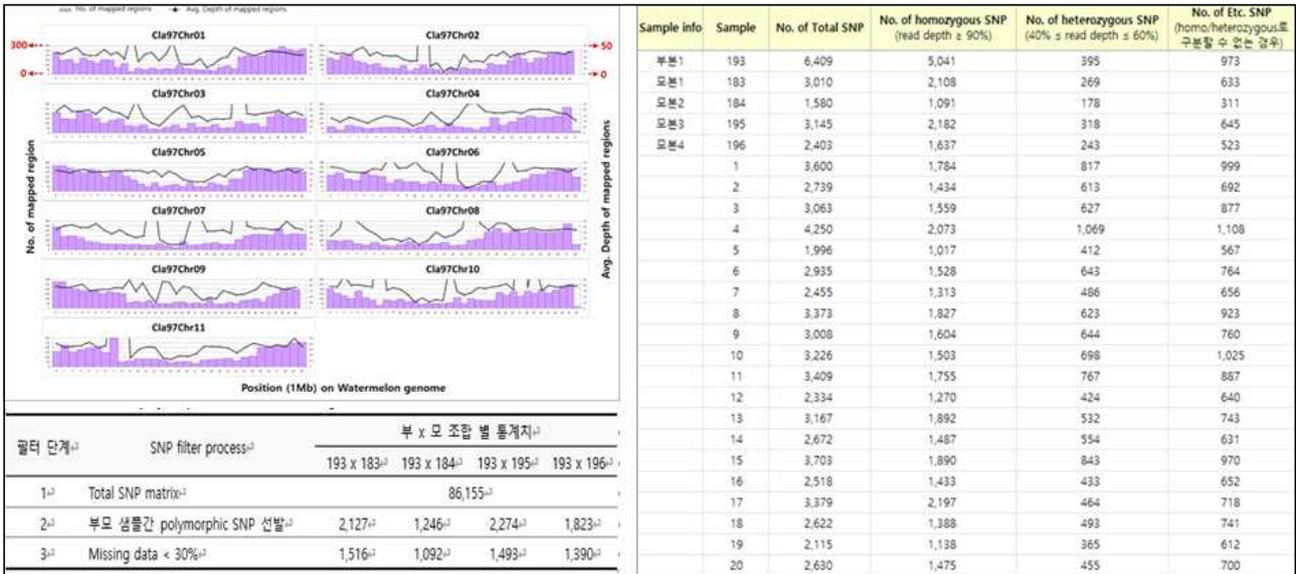
가. 총 198 샘플(양친, F1, F2 후대)을 대상으로 QC 분석을 우선 실시하여, DNA의 quality 및 농도가 낮아 Library 제작에 적합하지 않은 샘플 재샘플링하여 GBS library 작성을 진행함.

나. 선행연구를 통해 ApeKI 제한효소로 절단한 뒤 GBS 시퀀싱 데이터는 Illumina HiSeq X를 이용하였고, 분석을 수행하기에 앞서 barcode sequence를 이용하여 샘플 별로 서열을 분리하는 demultiplexing 과정을 거침.

다. Demultiplexing과 sequence quality trimming을 통해 확보된 각 샘플의 clean reads를

reference genome(97103)에 mapping하고, 아래와 같이 샘플별 전체 리드 중 표준유전체에 맵핑한 결과 평균 85% 이상이 정상적으로 균일하게 분포한다는 것을 확인함. 맵핑된 리드의 분포는 예시로 샘플 2가 각 염색체별로 1Mbp 간격으로 어느 구역에 맵핑이 되고, 평균 mapping depth를 나타내 주고 있음.

라. 각 샘플의 raw SNP를 이용하여 수박 192개 샘플 간의 통합 SNP matrix를 작성하고, 필터 기준을 통과한 SNP들을 ‘homozygous/heterozygous/Etc.’ 유형으로 구분하였고, 이 중 최종 SNP 필터링 과정을 거쳐 양친간 polymorphic SNP를 최종 확정함.

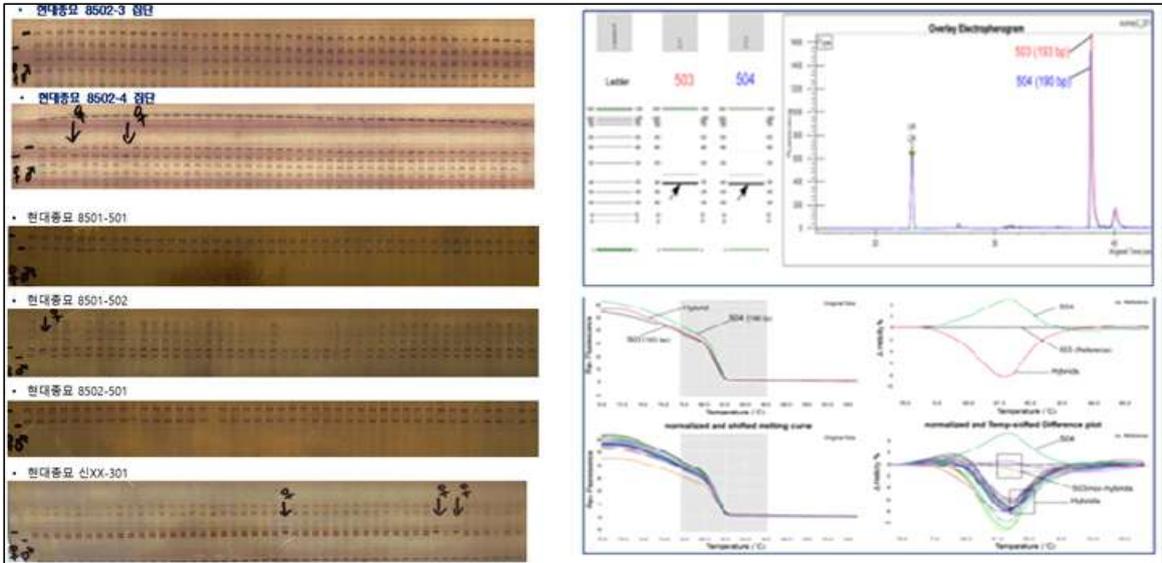


마. 상기 표에서 보듯이 부분 및 모본 샘플간 총 SNP 및 polymorphic SNP를 확정하여 Jointmap 프로그램에 적용하여 확보된 표현형 데이터와 함께 형질별 QTL 분석을 완료할 예정

10. 민간육종회사 수출용 품종육성 지원 HT 시스템 기반 MAS 현장 적용

가. 분자마커의 육종회사 지원 및 활용을 위해 유전체 재분석을 통해서 얻어진 SSR 마커를 이용하여 육종회사에서 수출용 생산 종자의 순도검점을 지원하기 위하여 스크리닝을 실시함.

나. 2020년 순도검정에서도 일부 F1 교배집단의 종자에서 자가수정율이 약 1-2% 확인되는 것을 확인할 수 있었고, 이 결과는 육종회사와 공유함.



다. 저비용 및 고효율(정확도) 마커검증을 위하여 HT 시스템용 3개의 분석기법(PAGE 젤, Lab chip, HRM 분석법)을 비교하였고, 그 중에서 HRM(high resolution melting) curve를 이용하는 방법이 현장 적용이 높을 것으로 판단되었음. 본 기술을 적용하여 육종회사 종자를 무작위 추출하여 순도검정을 실시한 결과 일부 종자에서 F1종자가 아닌 자가수정 종자가 2% 이내로 검출됨을 확인하였고 이 결과를 육종회사에 전달하여 수출용 종자에 활용하도록 지원함.

11. 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 육성

가. 확보한 F2종자(150 여 계통)를 과중한 후 QTL 검증을 위한 F3분리집단 및 여교배 집단 만들기 위해 자가수정 또는 backcrossing을 실시하여 F3 종자를 확보함.

나. 2021, 7월에 F3 분리세대(계통당 4반복)에서 표현형 조사 (과형, 과피색, rind pattern, dwarf, flesh color)를 실시함.

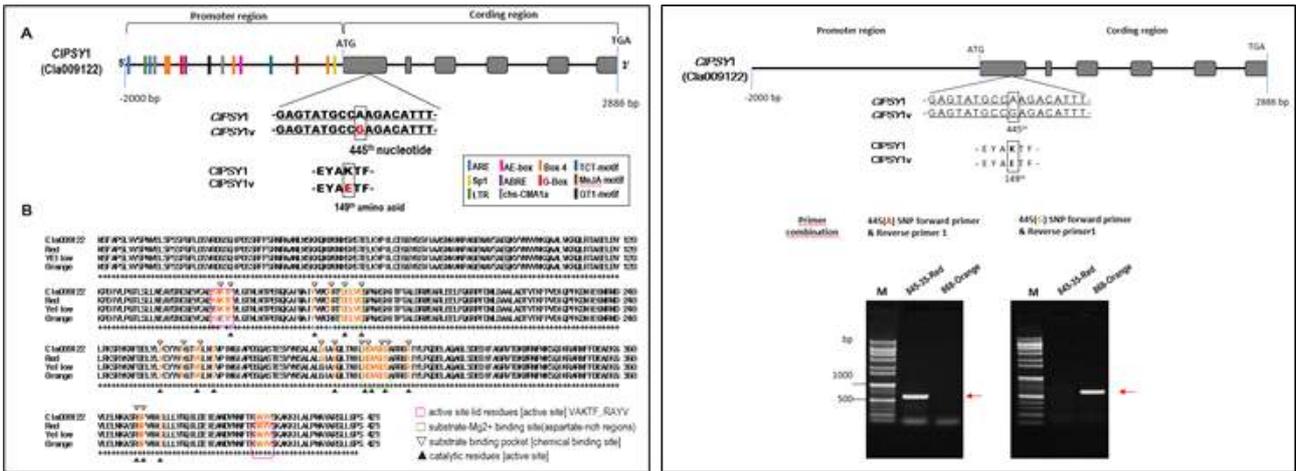


12. 유전체 재분석 정보기반 MAS 분석을 통한 노란색 과육 색 형질연관 분자마커 탐색 및 검증

가. 4년차 연구결과를 통해 개발한 카로티노이드 생합성 관여 유전자 phytoene synthase (PSY)에 발생한 다형성 기반 오렌지 과육 색 선발용 CAPS 마커의 활용수준을 높이기 위하여

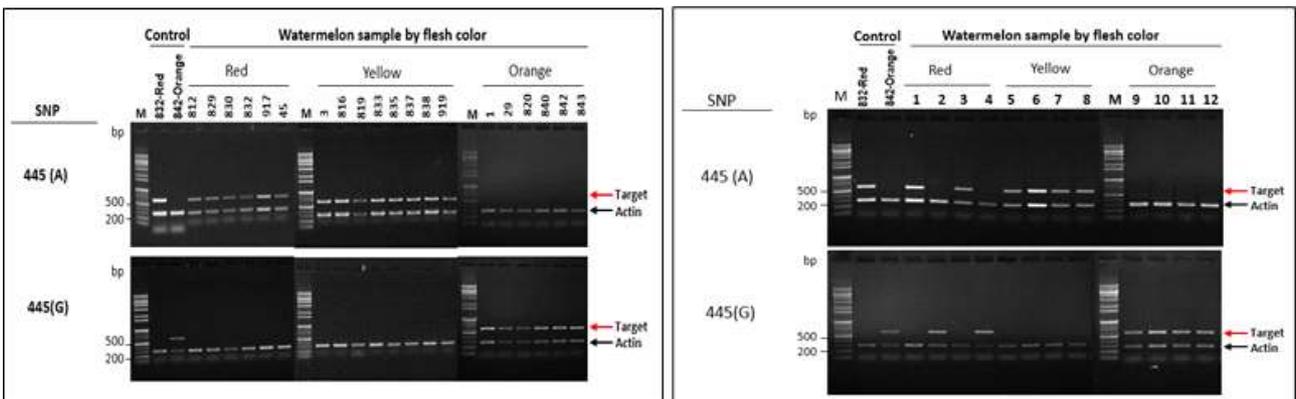
마커 적용방법 및 판별이 더 용이한 SNP PCR 마커로 전환하였음

나. CIPSY1(Cla009122)서열내 445번째 염기에 발생한 다형성(A/G)를 구분하여 SNP특이적으로 증폭 가능하도록 인위적 서열변이를 추가한 primer를 제작하고 PCR 반응 조건을 확립함



다. 유전체 분석을 통해 서열정보를 알고 있는 시료 24개를 대상으로 제작된 마커 primer의 snp 검증 정확도를 분석한 결과 모든 시료에서 가지고 있는 445번째 서열의 유전형에 따른 결과를 특이적 증폭 결과 나타냄을 확인 함

라. 오렌지 과육 색 선별 마커 적용 및 검증을 위해 육종회사에서 유전적으로 모두 다른 추가 공급된 12개 유전자원(4적색, 4노란색, 4오렌지색)을 상대로 스크리닝 한 결과 오렌지색 이면서 높은 베타카로틴 함량을 보이는 자원에서 100% 선발능력을 보였고, 노란색 수박 자원을 100% 구분가능. 다만 적색 자원의 경우 50% 구분에 그침. 하지만 이러한 한계점은 앞서 개발된 적색 판별용 마커 동시 적용으로 보완됨으로써 적색, 노랑색 자원과 오렌지색 자원의 판별이 가능할 것으로 사료됨. 해당 오렌지 과육 색 선별 MAS용 PCR 마커는 현재 농촌진흥청 국립농업생명공학정보센터 (NABIC)에 마커정보를 등록하였음.



Chrm.	Position	ref. Allele	Orange flesh				Red flesh						Yellow flesh						Transcript Feature description	Match rate (%)									
			1	29	820	840	842	843	45	801	802	803	812	829	830	832	917	3			816	819	833	834	835	837	838	919	
Chr1	22114183	A	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	G/G	Clu009082	CDS	Unknown Protein	83.3
Chr1	22114194	A	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	G/G	Clu009082	CDS	Unknown Protein	83.3
Chr1	22115647	A	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	N	Clu009083	Intron	Unknown Protein	87.5
Chr1	22135604	A	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	G/G	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22742900	C	C/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	G/G	C/C	C/C	G/G	Clu009119	Intron	RNA-binding protein 5/10	91.7	
Chr1	22839779	A	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	A/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	Clu009122	CDS	Phytoene synthase	87.5
Chr1	22115609	T	T/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	Clu009083	Intron	Unknown Protein	83.3	
Chr1	22134019	A	A/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	A/A	A/A	A/A	A/A	C/C	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	C/C	A/A	C/C	A/A	A/A	A/A	C/C	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22134121	A	A/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	A/A	A/A	A/A	A/A	C/C	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	C/C	A/A	C/C	A/A	A/A	A/A	C/C	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22137124	F	F/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	C/C	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22175931	F	F/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	Clu009086	CDS	Pentatricopeptide repeat-containing protein	87.5
Chr1	22115901	C	C/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	C/C	C/C	C/C	T/T	Clu009083	Intron	Unknown Protein	83.3
Chr1	22136953	A	A/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	A/A	A/A	A/A	A/A	T/T	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	T/T	A/A	T/T	A/A	A/A	A/A	T/T	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22137058	C	C/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	C/C	C/C	C/C	T/T	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22137140	C	C/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	C/C	C/C	C/C	T/T	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22137374	A	A/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	A/A	A/A	A/A	A/A	T/T	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	T/T	A/A	T/T	A/A	A/A	A/A	T/T	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22099784	G	G/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	A/A	G/G	G/G	G/G	Clu009081	Intron	Transmembrane protein 53	83.3
Chr1	22132676	G	G/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	A/A	G/G	G/G	G/G	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22135468	F	F/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	Clu009084	Intron	Dihydroorotate dehydrogenase (quinone)	83.3
Chr1	22901588	C	C/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	C/C	A/A	A/A	A/A	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	Clu009124	Intron	Sucrose synthase 5	87.5
Chr8	20351948	F	F/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	Clu022094	Intron	Os01g0190900 protein (Fragment)	83.3
Chr8	20455606	C	C/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	Clu022105	Intron	Bifunctional arginine demethylase and lysyl-hydroxylase JMJD6	83.3
Chr8	20515436	F	F/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	Clu022113	CDS	Os01g0169000 protein (Fragment)	83.3
Chr8	20540651	A	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	Clu022115	CDS	Blue copper-like protein	83.3
Chr8	20545558	A	A/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	Clu022117	Intron	Plastid-targeted protein 4	83.3
Chr8	20456887	F	F/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	Clu022105	Intron	Bifunctional arginine demethylase and lysyl-hydroxylase JMJD6	83.3
Chr8	20504474	A	A/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	Clu022110	Intron	Alcohol dehydrogenase 1	83.3
Chr8	20504621	F	F/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	Clu022110	Intron	Alcohol dehydrogenase 1	83.3
Chr8	20510550	F	F/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	T/T	Clu022112	CDS	Histone H13	83.3
Chr8	20452929	C	C/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C	Clu022105	Intron	Bifunctional arginine demethylase and lysyl-hydroxylase JMJD6	83.3
Chr8	20461863	G	G/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	G/G	Clu022105	Intron	Bifunctional arginine demethylase and lysyl-hydroxylase JMJD6	83.3
Chr8	20463881	G	G/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	G/G	Clu022105	Intron	Bifunctional arginine demethylase and lysyl-hydroxylase JMJD6	83.3
Chr8	20502246	G	G/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	G/G	Clu022110	Intron	Alcohol dehydrogenase 1	83.3
Chr8	20503626	G	G/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	G/G	Clu022110	Intron	Alcohol dehydrogenase 1	83.3
Chr8	20545736	G	G/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	G/G	A/A	G/G	A/A	A/A	G/G	Clu022117	Intron	Plastid-targeted protein 4	83.3

마. 유전체 재분석 정보기반으로 주황색 자원 특이적 SNP를 추가 분리하였음. 주황색 과육 특이적 SNP는 주황색 과육군에서 단형성, 황색 및 적색 과육군에서 단형성을 조건으로 선택 하였으나, 주황색 과육군과 비주황색 과육군(빨간색과 노란색) 사이에 다형성이 관찰되었다. 이러한 조건과 83% 이상 일치하는 총 35개의 SNP를 선발하였음. 그 중 19개의 SNP가 1번 염색체에 위치하였고 8개의 유전자 영역에 분포하였다. 다른 16개의 SNP는 8번 염색체에 위치하고 7개의 유전자 영역에 분포되어 있었음.

바. 개발된 마커의 특허 추진하고 있으며, 기타 수박 형질 연관 마커에 대한 분석을 완료하여 논문화 작업을 추진할 계획임.

제3장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표

가. 1세부 과제

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출액	종자 수출액 (만불)	기술 이전	마케팅 전략 및 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표	3	2									289	4		
1차년도	목표										19	1		
	실적										5.42	1		
2차년도	목표		1								30	1		
	실적		0								17.75	1		
3차년도	목표	1	1							0	48	1		
	실적	1	1							99.95	9.25	1		
4차년도	목표	0	0							50	72	0		
	실적	1	0							60.4	6.2	0		
5차년도	목표	1	0							30	120	1		
	실적	2	0							54.7	2.52	1		
합 계	목표	3	2							80	289	4		
	실적	4	1							214.6	41.14	4		

나. 2세부 과제

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출액	종자 수출액 (만불)	기술 이전	마케팅 전략 및 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표	2	1									80			
1차년도	목표										12			
	실적										8.4			
2차년도	목표	1									20			
	실적	1									10.0			
3차년도	목표										32			
	실적										9.1			
4차년도	목표	1									48			
	실적	1									10.6	1		
5차년도	목표		1								80			
	실적		(1)								9.2			
합 계	목표	2	1								192			
	실적	2	(1)								47.3	1		

다. 3세부 과제

구분	품종개발		특허		논문		분자 마커	유전자원		국내 매출액	종자 수출액	기술 이전	마케팅 전략 비즈니스 보고서	인력 양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표				2	3	5		3						3
1차년도	목표				0	1								1
	실적				2	0								1
2차년도	목표			1		1		1						2
	실적			1		3		2						3
3차년도	목표				1	1		1						
	실적				1	1		1						
4차년도	목표			1	1	1								
	실적			1	0	1		1						
5차년도	목표				1	1		1						
	실적				0	1		1						
소 계	목표			2	3	5		3						3
	실적			2	3	6		5						4
합 계				2	3	6		5						4

2. 목표 달성여부

가. 1세부 과제 : 부시형 컬러과육 수박 품종 개발

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년 (2017)	부시(Bush)형 컬러과육 수박 품종 개발	- 계통검정 계통 여부	100	- 부시(Bush)형 계통육성 품(축성)재배 80계통 선발, 가을(억제) 재배 60계통 계통육성
		- 조합작성 여부	100	- 2016년 가을에 선발한 계통을 활용하여 연구목적에 부합되는 기능성 조합 품 60 조합과 가을 50조합 총 110조합을 작성함
		- 지역적응성시험 5 품종	100	- 고라이코펜 6조합, 컬러과육 3 조합으로, 총 9 품종으로 초과 달성 함
		- 품종출원 1품종	100	- “달마지”꿀수박 품종보호출원
		- 해외 전시포 1개소	300	- 중국 전시포 산둥성 수광시 2곳, 중국 전시포 북경 대흥지구 1곳, 총 3곳으로 초과 달성함
		- 수박 종자 수출 19만불	28.5	- 미국 2017년 9월 12일 (팔리오) USD 10,000\$ 2017년10월30일 (활기찬, 팔리오) USD 31,000\$ - 방글라데시 2017년 10월30일(흑피수박) USD 1,200\$ - 중국 2017년10월30일(저온기하우스용)

				USD 12,000\$	
	위탁:기능성 과육 수박 재배시험 및 마케팅	컬러 현지 마케팅	- 선발조합 현지 적응성 시험 여부	100	- 우수 조합의 지역적응성 시험(중 국, 인도, 방글라데시, 스리랑카, 파키스탄)
- 시장조사 여부			100	- 방글라데시, 인도, 네팔, 파키스 탄, 스리랑카 등 시장 조사	
- 마케팅 여부			100	- 인도종자총회 (ISC) 참가 - 해외 현지 출장, 거래처 상담 및 홍보 - 방글라데시 시험 판매 진행	
2차년 (2018)	부시(Bush)형 과육 수박 개발	컬러 품종	- 계통검정 계통 여부	100	- 부시(Bush)형 계통육성 품(축 성)재배 45계통 선발, 가을(억 제) 재배 20계통 계통육성 중
			- 조합작성 여부	100	- 2017년 가을에 선발한 계통을 활용하여 연구목적에 부합되는 기능성 조합 품 50 조합과 가을 35조합 총 85조합을 작성함
			- 지역적응성검정 5 품종	100	- 고 라이코펜 5조합과 부시타입 2조합, 컬러과육 2조합, 총 9품 종으로 초과 달성
			- 생산수입판매신고 1품종	100	- “신바람(18WM-5)” 수박 생산 수입판매신고
			- 해외 전시포 1개소	400	- 중국 전시포 산동성 수광시 3곳, 중국 전시포 북경 대홍지구 1곳, 총 4곳으로 초과 달성
			- 수박 종자 수출 30만불	59.8	- 미국 B사 USD 42,500\$ - 중국 B사: USD 125,000\$ C사: USD 2,000\$ H사: USD 10,000\$ USD 179,500\$
	위탁:기능성 과육 수박 재배시험 및 마케팅	컬러 현지 마케팅	- 선발조합 현지 적응성 시험 여부	100	- 우수 조합의 지역적응성 시험(중 국, 인도, 방글라데시, 스리랑카, 파키스탄) - 선발조합의 현지 확대 시험
- 시장조사 여부			100	- 방글라데시, 인도, 네팔, 파키스 탄, 스리랑카 등 시장 조사	
- 마케팅 여부			100	- 인도종자총회 (ISC) 참가 - APSA 총회 참가 - 광저우 종자박람회 참가 - 해외 현지 출장, 거래처 상담 및 홍보 - 시험 판매 및 수출 확대	
- 수출(3.5만불 여부)			0	- 수출목표 미 달성	
3차년도 (2019)	< 1 세 부 : 부 시 (Bush)형 과육 수박 품종개 발>	컬러 과육 품종개 발	- 계통검정 계통 여부	100	- 부시(Bush)형 계통육성 및 기능 성 컬러과육 품(축성)재배 74계통 선발, 가을(억제)재배 기능성 컬러 과육 106계통 계통육성 중
			- 조합작성 여부	100	- 2018년 가을에 선발한 계통을 활 용하여 연구목적에 부합되는 부시 형 기능성 조합 및 컬러과육 조합 을 품 64조합을 작성하였고, 가을 48조합 총 112조합을 작성함
			- 지역적응성검정 5품종	100	- 고라이코펜 5조합, 컬러과육 2조

				합, 대비품종은 중국에 판매한 2품종과 중국저온기 하우스 작기에 많이 재배되는 2품종 총 5품종
		- 품종출원 1품종	100	- “신바람”꿀수박 품종보호출원
		- 해외 전시포 1 개소	200	- 중국 산둥성 창락현 2곳에 선발된 2조합과 중국에 판매중인 1품종을 공시함 2019년 6월 3일 수확조사 실시 - 2019년 8월 산둥성에 봄에 재배한 동일한 조합을 2차 재배시험을 실시하여 초과 달성 함
		- 수박 종자 수출 48만불	20	- 미국 2019년 9월 20일 (달마지) USD 2,500\$ - 중국 2019년 10월 (활기찬, 팔리오) USD 40,000\$ 2019년 11월 (활기찬) USD 50,000\$ 총: 92,500\$
4차년도 (2020)	< 1 세 부 : 부 시 (Bush)형 킬러과 육 수박 품종개발>	- 계통육성 여부	100	- 부시형 계통, 킬러과육 및 신소재개발을 위한 여교배 세대등 30계통을 재배 시험하였으며 5계통을 선발 함
		- 조합작성 및 조합능력검정 여부	100	- 기 선발계통을 이용하여 50점의 조합을 작성하였으며, 재배시험을 통해 특성을 검정함.
		- 지역적응성 재배시험 5품종	400	- 2019년 선발한 10조합을 대구 및 경기 양평지역에서 저온기 재배시험하여 2조합을 선발함. - 2020중국 산둥성 창락현 재배농가에서 10조합을 시험 재배하였으며 2조합 선발 함. - 국내외 총 20조합으로 초과 달성 함
		- 품종출원 1품종	100	- “탐이나꿀”수박 생산수입판매신고 및 품종보호출원 함.
		- 해외 전시포 1개소	200	- 중국 산둥성 창락현 재배농가 2곳에 B사의 partnership으로 운영하여 초과 달성 함
		- 수박 종자 수출 72만불	8.5	- 수출국가 : 중국 H사와 B사에 각각 USD 51,870\$ (257.1kg)와 USD 10,335\$ (50.2kg)을 수출하여 총 USD 62,205\$ (307.3kg)를 수출하였다..

5차년도 (2021)	< 1 세 부 : 부 시 (Bush)형 킬러과 육 수박 품종개발 >	- 계통육성 여부	100	- 부시형 반부시형(semi-bush)계통 등 5계통 육성, 기능성 계통 5계통 육성.
		- 조합작성 및 조합능력검정 여부	100	- 육성 계통을 이용하여 50점의 조합을 작성하였으며, 재배시험을 통해 특성을 검정함.
		- 지역적응성 재배시험 5품종	200	- 선발한 10조합을 대구 에서 저온기 재배시험하여 2조합을 선발하여 초과달성 함
		- 품종출원 1 품종	200	- “BS315-18”과 “BS322-24” 2품종을 품종보호출원하여 초과 달성함.
		- 해외 전시포 1개소	100	- 중국 산둥성 창락현 재배농가 1곳에 B사의 partnership으로 운영함.
		- 수박 종자 수출 120만불	8.5	- 미국 T사에 \$25,00, S사에, \$4500, 수출하고, 중국 B사에 각각 \$8,600와 \$9,600을 수출하여 총 \$25,200을 수출하였음.

나. 2세부 과제 : 라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종개발

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2017)	라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종 개발	고기능성 수박 시장 조사 및 판매전략 수립	100	중양아시아 지역 시장조사, 베트남, 태국 시장조사
		적색 과육 계통육성, 교배조합 작성 및 선발	100	적색과육 계통 235계통 및 우수조합 10조합 선발
		우수조합 해외 현지 시험포 1개소 공시	100	베트남 지역 시험포 1개소 공시
		생산수입판매신고 1점	100	생산수입판매신고 1점 (BN038)
		수출 12만불	70	수출 84,809불
2차년도 (2018)	라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종 개발	고기능성 수박 시장 조사 및 진입시장 현황 분석	100	중양아시아 지역 시장조사, 동남아시아 지역 시장조사
		적색 과육 계통육성, 교배조합 작성 및 선발	100	적색과육 계통 235계통 및 우수조합 10조합 선발
		우수조합 해외 현지 시험포 1개소 공시	100	베트남 지역 시험포 1개소 공시
		품종보호출원 1점	100	품종보호출원 1점 (AW1614)
		수출 20만불	50.4	수출 100,845불
3차년도 (2019)	라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종 개발	고기능성 수박 시장 조사 및 진입시장 현황 분석	100	터키 시장 조사
		적색 과육 계통육성, 교배조합 작성 및 선발	100	적색과육 계통 101계통 및 우수조합 6조합 선발
		우수조합 해외 현지 시험포 2개소 공시	100	터키 지역 시험포 1개소 공시 우즈베키스탄 시험포 1개소 공시
		생산수입판매신고 1점	100	AW1714 생산수입판매신고
		수출 32만불	28.4	수출 91,025불

4차년도 (2020)	라이코펜 고품량 단타원형 및 원형 수박 품종 개발	고기능성 수박 시장 조사 및 진입시장 현황 분석	100	터키 시장 조사
		적색 과육 교배조합 작성 및 선발	100	적색과육 계통 123계통 및 우수조 합 7조합 선발
		우수 조합 해외 현지 시험포 공시	100	터키, 베트남 시험포 2개소 계약
		우수 조합 품종보호출원 1점	100	AW1631 출원
		수출 48만불	22.07	수출 105,919불
5차년도 (2021)	라이코펜 고품량 단타원형 및 원형 수박 품종 개발	적색 과육 교배조합 작성 및 선발	100	적색과육 88계통 선발, 26조합 작 성 및 우수조합 18조합 선발
		적색 과육 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석	100	선발조합 및 대비종 20점 라이코펜 함량 분석
		우수 조합 해외 현지 시험포 공시	100	베트남 시험포 1개소 공시
		생산수입판매신고 1점	100	AW1812 생산수입판매신고
		우수 조합 품종등록 1점	100	AW1631 등록 진행 중
		수출 80만불	11.6	수출 92,808불

다. 3세부 과제 : 기능성 수박 분자육종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성 도 (%)	연구개발 수행내용
1차년 도 (2017)	기능성 수박 분 자육종 시스템 개발 및 수출품 종 육성 지원	마커개발 핵심 유전자원 선발 및 표현형 조사	100	<ul style="list-style-type: none"> 생육특성 (bush type), 과색특성 (과육 색, 과피색) 및 기능성 성분 (카로티노이드, 라이코펜) 표현형 분석을 통한 마커개발용 유전자원 선발조사 현대 및 아시아종묘 39계통의 생육형, 과육 색, 과피형, 과형 대상 표현형 특성표 작성 라이코펜 등 카로티노이드 함량은 사업단 “채소류 성분 및 생리활성분석” 및 종자산업진흥센터(김제 민간육종단지 위치)에 분석
		마커개발용 분리집단 육 성	100	<ul style="list-style-type: none"> 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 육성(F1 집단) 차년도 GBS 및 QTL 분석 F2 분리 집단육성을 위해 생육형, 과피색, 과육 색, 당도, 과피, 과형에 대조적 형질을 가진 양친을 교배 및 F1 종자 수확
		형질관련 유전정보 기반 SNP/SSR 마커 탐색	100	<ul style="list-style-type: none"> 연구팀 보유 수박계통 대상 기존 또는 신규 카로티노이드 및

				과육 색 관련 유전자조절 부위로부터 2개 SNP 및 8개 SSR 마커 탐색 및 검증 실시
2차년도 (2018)	기능성 수박 분자육종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원	연관마커 검증용 분리집단 육성	100	<ul style="list-style-type: none"> 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 F2 및 backcrossing 집단을 구축함
		GBS 분석 및 수박 유전자지도 작성을 위한 최적 조건 탐색	100	<ul style="list-style-type: none"> Genotyping by sequencing을 통한 QTL 분석용 최적 제한효소(RE) 적용 검증
		Whole genome resequencing 및 타겟형질 연관 SNP 마커 탐색	100	<ul style="list-style-type: none"> 생육특성, 과색특성 및 성분특성에 차이를 보이는 형질대조 30개 계통 resequencing 실시 후 과육 색 및 라이코펜 연관 SNP 탐색, 검증 및 특허완료함
3차년도 (2019)	기능성 수박 분자육종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원	GBS 기반 형질별 연관마커 검증용 F2 분리집단 육성 및 형질조사	100	<ul style="list-style-type: none"> F1종자로부터 QTL 검증을 위한 F2분리집단 및 여교배 집단을 구축하기 위해 자가수정 또는 backcrossing을 실시하여 F2종자를 확보하였고, 포장재배 F2 분리세대에서 과형, 과육 색, 과피색, 과중 및 bush형 형질조사를 실시함.
		Whole genome resequencing (wgr) 정보 기반 타겟형질 연관 SNP, Indel 마커 탐색	100	<ul style="list-style-type: none"> 적색과 다른 과육 색 간에 다형성 밴드를 보이는 유전자 Pentatricopeptide repeat-containing protein (PPR)와 Trafficking protein particle complex subunit 3 (TRAPPC3) 두 유전자에서 빨간 과육 색 수박 계통에서 특징적으로 다형성을 보이는 SNP 좌를 탐지가 가능한 제한효소를 스크리닝하여 최종 SpeI 및 Bsu36I에 의하여 단일 염기변화를 탐지할 수 있는 2개의 CAPS 마커를 개발하여 특허등록함.
4차년도 (2020)	기능성 수박 분자육종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원(3세부)	분자표지 검증 및 MAB 목적 F3 분리집단 육성 및 형질 연관 QTL 분석	90	<ul style="list-style-type: none"> 분자표지 검증 및 MAB 목적 F3 분리후대 집단의 세대진척 진행 F2 집단 대상 표현형 조사 형질 연관 QTL 분석(과형, 과육

				색, 린드패턴, 생육형, 과피색 등)
		전장 유전체 재분석 정보 기반 과육 색 형질연관 SNP, Indel 마커 탐색	100	<ul style="list-style-type: none"> • WGR을 통해 획득한 SNP, Indel 정보기반 형질별 bulk segregant analysis를 통한 오렌지 및 베타카로틴 Indel 마커 탐색 • 오렌지 과육 색을 가진 유전자원들은 성분분석 결과 대부분 높은 베타카로틴 함량을 보이는 특성을 보인다는 것을 알게 되었고, 그 중 염색체 1번상의 SNP (A-->G)는 오렌지 과육 색 자원에서 특이적으로 나타남을 알수 있었고, 이 SNP는 카로티노이드 생합성 과정 중 phytoene synthase (PSY)와 아주 높게 연관성을 보인다는 사실을 확인하여, MAS용 CAPS 마커를 개발하여, 현재 농촌진흥청 국립농업생명공학정보센터 (NABIC)에 마커정보를 등록하였고, 특허출원함
		수박육종회사 수출용 품종 F1 순도검정 및 MAS용 개발마커의 검증	100	<ul style="list-style-type: none"> • 수출용 품종대상 F1순도 검정 • 개발된 과육 색 분자마커 이용 수박육종회사 교배후대 MAS 검증
5차년도 (2020)	기능성 수박 분자육종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원	분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 육성	100	<ul style="list-style-type: none"> • 분자표지 검증 및 MAB 목적 분리후대 F3 및 여교잡 집단의 세대진척
		유전체 재분석 정보기반 MAS 분석을 통한 노란색 과육 색 형질 연관 분자마커 탐색 및 검증	100	<ul style="list-style-type: none"> • WGR을 통해 획득한 SNP, Indel 정보기반 노란색 과육 형질 bulk segregant analysis를 통한 SNP loci 탐색 • 탐색 SNP의 MAS용 PCR 마커 개발 및 검증 • 농촌진흥청 국립농업생명공학정보센터 (NABIC)에 마커정보를 등록
		HT 시스템 기반 민간회		<ul style="list-style-type: none"> • 수출용 품종대상 F1순도 검정

		사 MAS 지원		<ul style="list-style-type: none"> 개발된 과육 색 분자마커 이용 수박육종회사 교배후대 MAS 검증
--	--	----------	--	---

3. 목표 미달성 시 원인 및 차후 대책

당초목표	미달성 사유	차후대책
<p>품종보호등록 2품종</p>	<ul style="list-style-type: none"> 기 품종보호출원 신고한 1세부의 ‘신바람’, ‘탐이나꿀’ 그리고 2세부의 “AW1631” 수박의 재배시험 결과에 다소 시간이 소요되어 등록 미달성됨. 	<p>재배시험에 결격 사유가 없는 한 2022년 내에 1품종, 2024년 내에 1품종이 보호등록 될 것으로 예상됨.</p>
<p>종자 수출액 481만달러</p>	<ul style="list-style-type: none"> 중국 현지 종자 가격이 매우 저렴하여 가격 경쟁력에서 떨어짐 해외 현지업체와 B2B 거래로 인해 brand building이 이루어지지 않음. COVID-19 대 유행으로 해외 시험 및 조사, 거래처 방문 등의 활동이 전면 중단되어 연구가 정체될 정도의 영향을 받음. 연구 기간 대비 수출 목표가 가파르게 증가. 품종 개발에 걸리는 시간이 짧게 잡아서 4-5년, 길게는 10년이 걸리는 점을 감안할 때 개발된 품종이 목표 시장에서 진입하는 데 드는 소요 시간이 촉박함. 현재 중국은 소과종 수박으로의 전환이 매우 빠르게 진행되고 있으며 대과종 수박은 소과종 수박 종자 1/10에 불과할 정도로 가격의 차이가 매우 큼. 	<ul style="list-style-type: none"> 해외 영업과 마케팅을 수행할 수 있는 해외법인 설립 또는 현지 거래처와 적극적인 영업활동 수행. 저가와 고가 시장을 공략할 수 있는 품종개발 및 마케팅의 2원화 정책 수립. 목표 수출액의 증가 폭을 서서히 증가하는 쪽으로 가닥을 잡는 것이 정확할 것으로 생각되며 5차년도 라이코펜 분석 결과를 통해 AW1812 등 대비종에 비해 2배 이상 라이코펜 함량이 높은 품종이 출시 예정에 있어 실질적으로 수출 증가가 가능할 것으로 판단됨. 수출 목표 국가의 지역별 상세 정보수집에 의한 맞춤형 품종육성으로 상황을 타개하고, 중계무역의 한계성 해소하기 위하여 직접 수출 방법 모색할 계획임. 1세부와 2세부 연구기관에서는 소과종 수박의 우수한 계통을 다수 보유하고 있는바, 향후 기능성 소과종 수박의 출시로 시장 점유율을 높이고자 함. 또한 수출 목

당초목표	미달성 사유	차후대책
		표 국가의 지역별 상세 정보수집에 의한 맞춤형 품종 육성을 하고자 합니다.
<p>· 후속 연구의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지역별 시장정보 확보와 마케팅 시스템 지원을 통한 수출 과제가 필요. - 연구 지원 분야에서는 마커 활용 시스템 구축 및 성분 분석 시스템 확장을 통해 기업의 접근성이 원활한 연구과제의 필요. - 육종 목표로는 복합 내병성 품종 개발과 씨없는수박 재배 기술의 활성화가 필요. - 기능성 소과종 수박 품종개발 연구과제의 필요. 		

제4장. 연구결과의 활용 계획 등

연구결과	연구결과 활용계획
부시형 계통 및 품종	<ul style="list-style-type: none"> ·생력재배용 고 품질 부시형 F1 품종 육성에 활용 ·재배자의 노동력과 경영비 절감에 도움 ·내수 및 수출경쟁력을 가지는 품종 개발 ·국내외 수박 육종 경쟁력 강화를 위한 기술적 대안 제공 ·수박 산업의 활성화와 외화획득의 증대에 기여 ·시장 다변화에 발 맞추어 부시형 소과종 계통 육성에 활용
고 기능성 컬러과육 계통 및 품종	<ul style="list-style-type: none"> ·소비자의 건강 유지와 재배자 및 유통 상인의 매출 신장에 도움을 위한 기능성 F1 품종육성에 활용 ·기능성, 다양성, 편리성 등 소비자의 기호에 맞춤으로서 수출 증대에 기여될 것으로 전망됨 ·기능성 계통육성을 통한 라이코펜 고함량(65μg/g 이상) 수박 품종 개발을 가시화함 ·다양한 과피, 과색으로 차별화된 상품 마케팅과 영업 활동이 가능하며, 기능성 성분과 건강 유지에 대한 개념을 홍보하여 영업과 마케팅 활동에 이용하고자 함
해외거점 연락처	<ul style="list-style-type: none"> ·해외 현지 재배 시험을 통한 우수 신 품종개발 및 등록으로 종자 수출 기반 확대 ·지속적인 지역적응성 시험, 시교공시, 마케팅과 영업으로 해외 거점 연락처를 확대할 계획 ·해외 거점 연락처를 이용하여 중개무역의 어려움을 해결할 수 있도록 지속적인 정책적인 문제 제기, 직거래 유도가 가능한 방법을 모색 ·Bulk, B2B marketing/sales에서 brand building marketing이 가능한 현지 독립적인 영업을 가능한 해외 지점화 방안 연구 모색 ·지역과 국가들이 보유한 인적, 마케팅, 영업자원 간에는 차이가 있으며 이들 차이를 이용한 낮은 비용의 구조를 효율적으로 활용하여 영업과 마케팅에 활용하고자 함
분자표지 개발 및 유전체 해석 데이터	<ul style="list-style-type: none"> ·유전체 기반 수박 분자표지 육종(marker-assisted breeding) 기반구축 및 실용화 ·수박 표준유전체 정보(중국 97103 계통, 미국 Charleston Grey 품종) 활용이 가능해짐으로써 본 단계에서 국내외 핵심 30계통을 이용 target genomewide-resequencing을 통한 대량의 염기서열과 유전자형 분석 결과를 확보할 수 있었고, 얻어진 다양한 형질의 계통별 수박 SSR 및 SNP 마커는 향후 수박 분자유종연구의 기초 자료로 활용될 수 있음

연구결과	연구결과 활용계획
	<ul style="list-style-type: none"> ·Genomewide resequencing 결과로부터 2건의 적색 및 라이코펜 고함량 마커, 1건의 오렌지 과육 색 및 고카로틴 함량선발 CAPS 마커의 개발로 육종의 효율화와 육종연한 감소는 물론 유용형질 집적을 통한 고품질 우량품종의 출시/수출용 고순도 종자를 지원할 수 있을 것으로 기대됨 ·유전체 기반 수박 분자표지 육종으로 얻어진 데이터를 활용하여 유전형과 표현형 연관분석의 기반을 마련함 ·분석과 선발에 많은 시간을 소요하던 전통 육종 방법과는 달리 선발과 분석에 많은 시간을 단축할 수 있는 기틀을 만들

붙임. 참고문헌

1. 농진청 국립원예특작과학원. 2011. 2012 중국 운남성 채소 종자 시장 조사 보고서.
2. 농진청 국립원예특작과학원. 2011. 2012 중국 광둥성 채소 종자 시장 조사 보고서.
3. 농림수산물기술기획평가원, GSP채소종자사업단. 브라질 종자산업 및 시장현황 조사.
4. 농림수산물기술기획평가원, GSP채소종자사업단. 스페인 종자산업 및 시장현황 조사.
5. 농림수산물기술기획평가원, GSP채소종자사업단. 터키 종자산업 및 시장현황 조사.
6. [[FI창간4주년특집-위드코로나 시대 건강과 영양] ① 아태지역 소비자, "코로나 팬데믹으로 건강 악화...식물성 식단 관심". 2022.03.02. FOOD ICON. available site at :
<https://www.foodicon.co.kr/news/articleView.html?idxno=14076>
7. 2020年全球及中國種業競爭現狀分析, 中國是全球第二大種業市場「圖」. 2021.09.04. 爲企業投資提供決策依據. available site at : <https://m.huaon.com/detail/745606.html>
8. 2021年中國西瓜供需及進出口分析: 中國是西瓜第一大生產國和消費國且進口數量遠大於出口數量[圖]. 2021.12.29. 產業信息网. available site at :
<https://www.chyxx.com/industry/202112/991128.html#:~:text=2020%E5%B9%B4%E6%88%91%E5%9B%BD%E8%A5%BF%E7%93%9C%E7%A7%8D%E6%A4%8D,2019%E5%B9%B4%E4%B8%8B%E9%99%8D%E4%BA%86.73%25%E3%80%82&text=2020%E5%B9%B4%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E8%A5%BF%E7%93%9C%E4%BA%A7%E9%87%8F,%EF%BC%8C%E5%90%8C%E6%AF%94%E4%B8%8B%E9%99%8D%E4%BA%86.42%25%E3%80%82>
9. 智研諮詢發布的, 2021-2027年中國西瓜種植行業市場運營模式及未來發展潛力報告.
10. 小家庭買火小西瓜. 2021.6.21. 中國日報 available site at :
<https://cn.chinadaily.com.cn/a/202106/21/WS60cfe3fda3101e7ce9756428.html>
11. Bingkui Jin, June Q. Lee, S. Kweon, Youngwoo Cho, Y. Choi, Sung Joong Lee, Younghoon Park. 2019. Analysis of flesh color-related carotenoids and development of a CRTISO gene-based DNA marker for polyycopene accumulation in watermelon. HEB. 60(3):399-410.
12. Chopra M, O'Neill ME, Keogh N, Wortley G, Southon S, Thurnham DI. 2000. Influence of increased fruit and vegetable intake on plasma and lipoprotein carotenoids and LDL oxidation in smokers and nonsmokers. Clin Chem 46:1818-1829.
13. Global vegetable seeds market is increasingly fragmented and diversified. 2021. IHS Markit. available site at :
<https://ihsmarkit.com/research-analysis/global-vegetable-seeds-market.html>
14. R.Sharammin Sultana, M.Rahman. 2013. Biotechnological approaches of Watermelon to meet the future challenges for next decades. Advnces in Bioscience and Bioengineering. 1(2):40-48.
15. İ.SOLMAZ, Y.AKAKAÇAR, N.SARI, Ö.ŞİMŞEK., 2016. Genetic diversity within Turkish watermelon[Citurullus lantus(Thunb.)Matsumura &Nakai]accession revealed by SSR and SRAP markers. Turkish Journal of agriculture and Forestry, 40:407-419.
16. Girim Park, Nahui Kim and Younghoon Park. 2015. Genomics and Molecular Markers

for Major Cucurbitaceae Crops, *Journal of Life Science* 25(9):1059-1071.

17. Juan Guo, Yongjin J Zhou, Matthew L Hillwig, Ye Shen, Lei Yang, Yajun Wang, Xianan Zhang, Wujun Liu, Reuben J Peters, Xiaoya Chen, Zongbao K Zhao, Luqi Huang. 2013. CYP76AH1 catalyzes turnover of miltiradiene in tanshinones biosynthesis and enables heterologous production of ferruginol in yeasts. *Proc Natl Acad Sci U S A* 110(29):12108-13.
18. Mavi K. 2010. The relationship between seed coat color and seed quality in watermelon Crimson sweet. *Hort.Sci. (Prague)*, 37:62-69.
19. R. Kumar¹, Mahendra Dia, and Todd C. Wehner. 2013. Implications of Mating Behavior in Watermelon Breeding, *HORTSCIENCE* 48(8):960 - 964. 2013.
20. Yun-Chan Huh, Kue-Hyon Hong, Ho-Cheol Ko, Kyoung-Sub Park, Dong-Kum Park, Joong-Sup Lee, Myeoung-Cheoul Cho, Sok-Young Lee, Kwan-Dal Ko, and Woo-Moon Lee. 2010. Breeding of a Mid-Late Maturing Watermelon Cultivar, 'Hanbit' with Resistant to Anthracnose Race 3, *Kor. J. Breed. Sci.* 42(6):699 - 702.
21. Takashi Ikeda , Pak-Kon Choi , Toshio Ishii , Ikko Arai , Masako Osawa. 2015. Firmness evaluation of watermelon flesh by using surface elastic waves. *Journal of Food Engineering* 160:28-33.
22. D. NETZER and CH. WEINTALL. 1980. Inheritance of resistance in watermelon to race I of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. *Plant Disease* 64:853-854.
23. 한국채소종자산업발달사(한국채소종자산업발달사 편찬위원회, 2008)
24. Agnes M. Rimandoa, Penelope M. Perkins-Veazie. 2005. Determination of citrulline in watermelon rind, *Journal of Chromatography A*, 1078:196 - 200.
25. Yun-Chan Huh, Kue-Hyon Hong, Ho-Cheol Ko, Kyoung-Sub Park, Dong-Kum Park, Joong-Sup Lee, Myeoung-Cheoul Cho, Sok-Young Lee, Kwan-Dal Ko, and Woo-Moon Lee. 2010. Breeding of a Mid Maturing Watermelon Cultivar, 'Hangyeol' with Resistance to Anthracnose Race 3, *J. Breed. Sci.* 42(6):695-698.
26. Levi, A., Thomas, C. E., Newman, M., Reddy, O. U. K. Zhang, X. and Xu, Y. 2004. ISSR and AFLP markers differ among American watermelon cultivars with limited genetic diversity. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 129:553-558.
27. Netzer, D. and Martyn, R. D. 1989. PI296341, a source of resistance in watermelon to race 2 of *Fusarium oxysporum* f.sp. *niveum*. *Plant Dis.* 73(6):518.

연구개발보고서 초록

프로젝트명	(국문) 기능성 컬러과육 수박 품종개발				
	(영문) Cultivar Development of Functional and Flesh colored Watermelon				
프로젝트 연구기관	농업회사법인 현대종묘(주)		프로젝트연구 책임자	(소속) 농업회사법인 현대종묘(주)	
참여기업	아시아종묘(주), 충남대학교 산학협력단			(성명) 박민우	
총연구개발비 (1,480,000 천원)	계	1,480,000,000	총 연구 기간	2017.01.01. ~ 2021.12.31.(5년)	
	정부출연 연구개발비	1,264,000,000	총 참여 연구 인원 수	총 인원	108
	기업부담금	216,000,000		내부인원	108
	연구기관부담금			외부인원	

○ 연구개발 목표 및 성과

[1세부]

1세부 프로젝트의 품종개발 목표는 부시형 컬러과육 수박 품종을 3품종 개발하고 2품종 등록하는데 있다. 수출 실적으로는 1차년 \$190,000, 2차년 \$30,000, 3차년 \$480,000, 4차년 \$720,000 그리고 5차년에 \$120,000가 목표이다. 기술이전은 4건을 목표로 한다.

[2세부]

본 세부프로젝트는 라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종을 2품종 이상 개발하고 해외 시험포 및 해외수출 마케팅 전략을 수립하여 2017년 \$120,000, 2018년 \$200,000, 2019년 \$320,000, 2020년 \$480,000, 2021년 \$800,000수출을 목표로 한다.

[3세부]

수박 계통간 resequencing을 통한 목표형질 연관 분자표지 조기개발, 생육 (bush) 및 과색특성 (과육 색, 과피색) 분자표지 개발, 기능성 성분 (카로티노이드, 라이코펜 등) 분자표지 개발, 대량샘플자동분석 (HT-genotyping) 기반 민간회사 MAS 및 MAB 체계 실용화로 인한 육종지원체계 구축을 목표로 한다.

○ 연구내용 및 결과

[1세부]

국내를 비롯하여 중국 여러 지역에서 활발한 지역적응성 시험을 통하여 다양한 조합들을 선발한 결과 전체 품종보호출원 목표 3건 대비 총 4품종을 출원하여 목표를 초과 달성하였다.

또한 육성 품종들에 대한 기술실시를 하여 총 4건을 달성하였고, 재배심사에 다소 시간이 많이 소요되어 현재 관정 대기 중에 있으며, 품종보호는 1건이 등록되었다.

3차년도에 생산수입판매신고한 신바람의 신속한 F1생산을 위해 원종증식을 1건 달성하였다. 또한 해외에서 생산한 F1 종자의 순도검을 4차년도에 6건으로 목표를 초과하였으며, 5차년도에 1건을 등록하였고, 해당 로트별 발아시험을 하여 4차년도에 3건, 5차년도에 3건을 수행하여 목표치를 초과 달성하였다.

국내적응성 시험은 1차년 9품종, 2차년 9품종, 3차년 5품종, 4차년 5품종, 그리고 5차년 10품종으로 매 차년 5품종의 목표대비 초과 달성하였다.

국내외 전시포 행사를 위해 1차년 3건, 2차년 4건, 3차년 2건, 4차년 2건, 그리고 5차년 2건으로 매 차년 1개소 목표대비 성과를 초과 달성하였다.

국내 매출액은 대비 211백만원으로 목표 8,000만원 대비 264% 초과 달성하였다. 그러나 수출은 1차년 목표 \$19만 대비 \$5.42만, 2차년도 목표액 \$30만 대비 \$17.75만, 3차년도는 목표 \$ 48만 대비, \$ 9.25만, 4차년도는 \$72만 대비, \$6.2만 그리고 5차년에는 \$120만 대비 \$ 2.52만을 달성하여 총 목표 \$ 200만불 대비 \$41.14만 불을 달성하였다.

[2세부]

1차년도 목표액 \$120,000 대비 수출액 \$84,809, 2차년도 목표액 \$200,000 대비 수출액 \$100,845 (US\$), 3차년도 목표액 320,000 (US\$) 대비 수출액 91,025 (US\$), 4차년도 목표액 480,000 대비 \$105,919, 5차년도 목표액 \$800,000 대비 \$92,812를 달성하였다. 또한 품종보호출원 2점, 생산수입판매신고 3건을 달성하고 품종등록 1건 진행 중이다.

본 연구를 통해 라이코펜 분석 체계를 확립하였으며 분리집단, 신규 육성용 조합 작성 및 선발을 통해 육성 재료를 확보하였다. 해외 시험포 활성화를 추진하여 베트남, 터키 등 해외 현지 시험 체계를 확립하였다.

[3세부]

국내 수박유전자원 스크리닝을 통해 기능성 수박 분자유종 시스템 개발 및 수출용 품종육성 지원을 위해 GBS 분석 및 QTL 맵핑용 198 F2 집단과 QTL 검증용 여교배 집단, 그리고 성분연관 QTL 분석용 150 F3 집단을 육성하였다.

유전자원 스크리닝을 통해 얻어진 30 계통을 대상으로 유전체 재분석을 실시하여 SNP 정보를 확보하고, Pentatricopeptide repeat-containing protein (PPR)와 Trafficking protein particle complex subunit 3 (TRAPPC3) 두 유전자에서 적색 및 고라이코펜 함량 CAPS 마커를 특허 등록하였고, 전장 유전체 재분석을 통해 SNP, Indel 정보기반 형질별 bulk segregant analysis를 통한 오렌지 및 베타카로틴 Indel 마커 탐색을 실시하여 phytoene synthase (PSY)와 아주 높게 연관성을 보인다는 사실을 확인하여 MAS용 CAPS 마커를 개발하였고, 국립농업생명공학정보센터 (NABIC)에 마커정보 등록과 특허출원을 완료하였다.

WGR을 통해 획득한 SNP, Indel 정보기반 노란색 과육 형질 bulk segregant analysis를 통한 SNP loci 탐색하여 카로티노이드 생합성 관여 유전자 phytoene synthase (PSY)에 발생한 다형성 기반 오렌지 과육 색 선발용 CAPS 마커의 활용수준을 높이기 위하여 SNP-PCR 마커로 전환하여 적색, 노랑색, 오렌지색 과육 색 수박 자원의 MAS용 DNA 마커를 완성하였다.

F2 집단 총 198 후대 개체를 대상으로 형질연관 QTL 탐색을 위해 GBS 분석을 하여 연관 지도를 완성하고, 10개 형질(과일 둘레, 과일직경, 과일 길이, 과형, proximal end angle, distal end angle, 과중, rind pattern, 과육 색, plant growth type)과 연관된 QTL 탐색을 완료하였

다.

민간육종회사 수출용 품종육성 지원 HT 시스템 기반 MAS 현장 적용을 위한 시스템 비교 및 검증을 통해 매년 육종회사 종자를 무작위 추출하여 순도검정을 실시하였고 그 결과를 육종회사에 전달하여 수출용 종자에 활용하였다. 또한 유전자원 1건 등록으로 목표의 성과를 달성 하였다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

[1세부]

본 연구과제를 수행하여 품종보호출원 4건, 생산수입판매신고 2건을 완료하였다. 그 외에도 본 연구과제를 통해 개발된 계통 및 유망 조합들은 국내 판매 외에도 미국, 동남아, 중국 남부지역 등 다양한 지역으로 수출을 확대할 계획이다. 연구 과정에서 육성된 다양한 고품질 계통을 활용하여 새로운 품종개발을 진행하고, 향후 부시형 소과종 수박 품종육성을 추진코자 한다. 부시형 컬러과육 수박 계통, 조합 그리고 품종들은 기능성의 의미를 상품의 기능적 의미와 건강 기능성으로 나누어 접근하여 마케팅에 활용할 계획이다. 상품의 기능적 의미로서 가장 큰 요소는 초록바탕 검은 줄무늬의 붉은 색 과육이라는 고정관념을 깨뜨리고, 다양한 색과 형태가 있다는 것에 중점을 둔 마케팅 적 요소로서, 이러한 고정관념은 기존의 이미지를 벗고 호기심과 구매욕을 강조하는 마케팅으로 이어질 수 있다고 판단한다. 또한 건강 기능성의 식품으로서 수박이 가지는 대표적 항산화 물질인 라이코펜, 베타카로틴, 시트룰린, 피오티닌 함량 등을 부각해 식품으로서 질병을 예방하고 건강을 유지하는 데 대한 관심을 집중시키는 마케팅을 추진할 계획이다.

[2세부]

본 과제를 통해 개발된 품종들과, 개발 과정에서 확보한 우수한 유전자원들을 토대로 라이코펜 고함량 기능성 품종 매출 증대 및 후속 품종개발이 가능할 것으로 기대하고 있다. 라이코펜 분석 체계 확립을 통해 품종개발 역시 빠르게 진행될 것으로 예상되며, 해외 시험포 확보를 통해 품종 현지화 및 현지 시장 변화에 발 빠르게 대응하는 체계를 갖출 수 있게 되었다.

[3세부]

유전체 기반 수박 분자표지 육종(marker-assisted breeding) 기반구축 및 실용화와 국내외 핵심 30계통을 이용 target genomewide-resequencing을 통한 대량의 염기서열과 유전자형 분석 결과를 확보할 수 있었고, 얻어진 다양한 형질의 계통별 수박 SSR 및 SNP 마커는 향후 수박 분자유종연구의 기초 자료로 활용될 수 있다. 또한 Genomewide resequencing 결과로부터 적색 및 라이코펜 고함량 마커, 1건의 오렌지 과육 색 및 고카로틴 함량선발 CAPS 마커의 개발로 육종의 효율화와 육종 연한 단축은 물론 유용형질 집적을 통한 고품질 우량 품종의 출시/수출용 고순도 종자를 지원할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 개발된 마커의 특허 추진 중에 있으며, 기타 수박 형질연관 마커에 대한 분석을 완료하여 논문화 작업을 추진할 계획이다.

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	품종개발	
프로젝트명	기능성 컬러과육 수박 품종개발			
프로젝트 연구기관	농업회사법인 현대종묘(주)	프로젝트연구책임자	박민우	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	1,264,000,000	216,000,000		1,480,000,000
연구개발기간	2017. 01. 01 ~ 2021. 12. 31			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 5 품종 보호출원, 4 품종 품종보호 등록.	7품종 품종보호 출원으로 초과 달성, 1건 품종 보호등록 함.
② 생산수입판매신고 5건	생산수입판매신고 5건 등록 및 유전자원 등록 1건.
③ 기술실시 5건	기술실시 5건 달성함.
④ 국내 적응성 시험 25건	국내적응성 시험 38건 진행하여 초과 달성함.
⑤ 해외시험포 6건	해외 시험포 9개소 설치하여 초과 달성함.
⑥ 국내외 전시포 5개소	국내외 전시포 13곳으로 초과 달성함.
⑦ 종자 발아율검정 2건	종자 발아율검정 6건으로 초과 달성함.
⑧ 순도검정 2건	순도검정 7건으로 초과 달성함.
⑨ 원종증식 1건	원종증식 1건 달성하였음.
⑩ 국내매출 80 백만원	국내매출 215.1 백만원으로 초과 달성함.
⑪ 6개국, 6개업체 481만불 수출	총 37개국 53개 거래처에 누적 매출 87.3만 불로 목표 대비 18.2% 달성하였음.
⑫ 특허출원 2건 및 등록 3건	특허 출원 2건, 특허 등록 3건 함.
⑬ SCI논문 5건	SCI논문 6편으로 초과 달성함.
⑭ 분자마커 3건	분자마커 개발 5건으로 초과 달성함.
⑮ 인력양성 3건	인력양성 4건으로 초과 달성함
⑯ 수박 계통간 resequencing 을 통한 목표형질 연관 분자표지 조기개발	30개 수박 분자마커 개발 핵심자원의 whole genome resequencing을 통해 수박 유전체 크기의 평균 13x이상의 염기서열 정보와 SNP 마커를 확보하였고, 수박 과일 형질(과일 둘레, 과일직경, 과일 길이, 과형, proximal end angle, distal end angle, 과중, rind pattern, 과육 색, plant growth type)과 연관된 QTL 탐색을 완료함.
⑰ 생육 (bush) 및 과색특성 (과육 색, 과피색) 분자표지 개발	GBS 분석을 통해 생육형 연관 QTL은 염색체 9번, 과육 색 연관 QTL은 염색체 4번, 과피색 연관 QTL은 염색체 2번에 위치하고 QTL 영역 내 SNP 마커들을 형질별로 분류 완료함

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
⑱ 기능성 성분 (카로티노이드, 라이코펜 등) 분자표지 개발	Whole genome resequencing을 통해서 확보한 SNP 정보로부터 수박의 <i>Pentatricopeptide repeat-containing protein (PPR)</i> 유전자의 코딩 SNP 부위와 <i>Trafficking protein particle complex subunit 3 (TRAPPC3)</i> 유전자의 코딩 SNP 부위에서 적색 과육 색 및 고 라이코펜 형질연관 CAPS 마커를 개발하여 특허등록 하였고, 카로티노이드 생합성 관여 유전자 phytoene synthase (PSY)에 발생한 다형성 기반 노란색과 오렌지 과육 색 선발이 가능한 SNP-PCR 마커로 전환하여 적색, 노랑색, 오렌지색 자원의 수박 3가지 과육 색 판별마커를 국내외 최초로 완성함
⑲ 대량 샘플 자동 분석 (HT-genotyping) 기반 민간회사 MAS 및 MAB 체계 실용화	유전체 재분석을 통해서 얻어진 SSR 마커를 이용하여 수출용 생산 종자의 순도검점을 위해, 저비용 및 고효율(정확도) HT 시스템용 3개의 분석기법(PAGE 젤, Lab chip, HRM 분석법)을 비교하였고, 매년 육종회사 종자를 무작위 추출하여 순도검정을 지원하여 결과를 육종회사에 전달하여 수출용 종자에 활용하도록 지원함

3. 연구비 집행실적 (2017~2021 누적)

구분	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세부프로젝트명					
수박	수박 1 (부시(Bush)형 컬러과육 수박 품종개발)		646,875	638,118	8,757	
	수박 2 (라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종개발)		433,125	420,038	13,087	
	수박 3 (기능성 수박 분자유종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원)		400,000	395,708.041	4,691.959	
총계			1,480,000	1,453,864.041	26,535.959	

4. 연구목표 대비 성과

구분	품종개발		특허		논문		분자마커	유전자원		국내 매출액	종자 수출액 (만불)	기술 이전	마케팅 전략 수립 보고서	인력 양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표	5	4	2	3	5		3	0	80,000,000	481	5		3	
최종실적	7	1	2	3	6		5	1	211,168,000	90.569403	5		4	
달성율(%)	140	25	100	100	120		167	200	264	18.83	100		133	
1차년도	목표	1		0	1					31	1		1	
	실적	1			2	0				13.8985	1		1	
	달성률	100			200	0				44.8	100		100	
2차년도	목표	1	1	1		1	1			50	1		2	
	실적	1	0	1		3	2			26.462571	1		3	
	달성률	100	0	100		300	200			52.9	100		150	

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출액	중자 수출액 (만불)	기술 이전	마케팅 전략 추진 보고서	인력 양성	
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록						
3차 년도	목표	1	1		1	1		1		0	0	80	1		
	실적	1	1		1	1		1		1	99,959,000	18,335,932	1		
	달성률	100	100		100	100		100		100	200	22.9	100		
4차 년도	목표	1	1	1	1	1		0			50,000,000	120	1		
	실적	2	0	1	0	1		1			6,040,000	16,812,4	1		
	달성률	200	0	100	0	100		100			121	14	100		
5차 년도	목표	1	1		1	1		1			30,000,000	200	1		
	실적	2	0		0	1		1			50,809,000	11.8	1		
	달성률	200	0		0	100		100			170	5.9	100		

5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	부시형 수박계통
②	고 기능성 컬러과육 수박계통
③	부시형 수박 품종 및 고기능성 수박 품종
④	라이코펜 고함량 계통 후보 선발 기술
⑤	고라이코펜 단타원형 크림슨스위트 타입 수박
⑥	고라이코펜 단타원형 소과종 수박
⑦	적색 과육 색 및 고라이코펜 연관 CAPS 마커
⑧	오렌지 과육 색 및 카로티노이드 성분 연관 CAPS 마커
⑨	노란색 과육 색 연관 SNP-PCR 마커
⑩	Lee45xLee840 교배집단(F2, F3, 여교배 집단)
⑪	30개 수박 형질 다양성 자원 Whole Genome Re-sequencing SNP 정보
⑫	수박 과일 형질(과일 둘레, 과일직경, 과일 길이, 과형, proximal end angle, distal end angle, 과중, rind pattern, 과육 색, plant growth type)과 연관된 QTL

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			
②의 기술					v		v			
③의 기술					v		v			
④의 기술					v			v		
⑤의 기술					v			v		
⑥의 기술					v			v		
⑦의 기술					v	v		v		
⑧의 기술					v	v		v		
⑨의 기술	v					v		v		
⑩의 기술	v							v		
⑪의 기술					v			v		
⑫의 기술	v				v			v		

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	품종개발, 종자수출 / 내수 판매 및 수출 확대 기대, 생력형 품종 개발로 재배 농가의 노동력 절감에 기대
②의 기술	품종개발, 종자수출 / 내수 판매 및 수출 확대 기대, 녹색흑피 적육의 고정 관념을 벗는 계기로 작용, 상품성과 건강 기능성을 강조하는 마케팅과 영업전략에 활용
③의 기술	재배 혁신을 일궈낸 생력형 품종 개발 / 다채로운 과피, 과육색을 전면으로 내세워 수박의 고정관념을 허물고 펜시(fancy) 수박 또는 스낵(snack) 수박 시장으로의 획기적 변화를 기대
④의 기술	마커를 이용한 빠른 선발을 통해 다수의 개체를 발 빠르게 선발하여 라이코펜 분석 비용 최소화 하며, 신속한 계통선발과 품종개발을 가능케 함.
⑤의 기술	보다 다양한 특성을 가진 고라이코펜 수박 품종개발을 통해 상품화 및 수출
⑥의 기술	고기능성 소과종 수박 시장 진입 및 매출 증대 효과
⑦의 기술	특허등록이 완료되어 농업실용화재단에 기술이전을 통해 수박 MAS에 활용하여 적색 및 라이코펜 고함량 수박 품종 육종효율 증진하여 기능성 수박 육성에 소요되는 육성 기간을 단축 시킴
⑧의 기술	특허출원한 상태로 특허등록이 완료되면 농업실용화재단에 기술이전을 통해 수박 MAS에 활용 및 오렌지색 및 고카로티노이드 수박 품종 육종효율 증진하여 육성과 선발에 소요되는 기간을 대폭 단축 시킴
⑨의 기술	특허출원 및 등록을 실시할 예정으로 노란색 수박 품종 육종효율 증진
⑩의 기술	생육습성 및 과일의 형태 및 성분 특성차이를 보이는 양친으로부터 육성된 교배집단으로 분자유종 교육용, QTL 검증용 및 향 후 RIL 육성의 기초집단으로 활용가능

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	국내 수박 유전자원 중 30개 형질다양성 계통으로부터 얻어진 13x 이상의 유전체 염기서열 정보로부터 형질연관 SNP의 탐색 및 관련 유전자 동정에 활용
②의 기술	수박 과일연관 QTL 정보로 기능성 수박 품종육성을 위한 MAS용 분자마커 제공

8. 연구종료 후 성과 창출 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	5	4	2	3	5		3		0	80,000,000	481	5		3
연구기간 내 달성실적	7	1	2	3	6		5		1	211,168,000	87,3	5		4
연구종료 후 성과창출 계획		3		1										

9. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술 명	수박 품종 품종보호출원		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	0 천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	-	실용화예상시기	2017
기술이전 시 선행조건	해당없음		

핵심기술 명	수박 품종 생산수입판매신고		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	0 천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	-	실용화예상시기	2018
기술이전 시 선행조건	해당없음		

핵심기술 명	수박 품종 품종보호 등록/수박 품종 품종보호출원		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	0 천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	-	실용화예상시기	2019
기술이전 시 선행조건	해당없음		

핵심기술 명	AW1631 수박 품종개발		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기	2022
기술이전 시 선행조건	해당없음		

핵심기술 명	수박 품종개발		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	0 천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input checked="" type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기	2021
기술이전 시 선행조건	해당없음		

* 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

** 기술이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

*** 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

(프로젝트) 프로젝트별 현장실태조사보고서 및 자체평가보고서

프로젝트별 현장실태조사표

2022. 3. 25.

1. 과제개요

과제번호	213006-05-5-CGW00	연구기간	2021년 01월 ~ 2021년 12월(총 5년)		
사업단명	GSP 채소종자 사업단				
프로젝트명	기능성 컬러과육 수박 품종개발				
세부프로젝트 연구기관	세부프로젝트명	연구기관	세부프로젝트 책임자	해당 연구개발비(천원)	
	부시(Bush)형 컬러과육 수박 품종개발	농업회사법인 현대종묘(주)	박민우	126,250	
	라이코펜 고함량 단타원형 및 원형 수박 품종개발	아시아종묘(주)	최수복	87,500	
	기능성 수박 분자유종 시스템 개발 및 수출품종 육성 지원	충남대학교 산학협력단	이공주	80,000	
연구개발비총괄 (단위 : 백만원)	정부출연금	참여기업 부담금			합 계
		현금	현물	소계	
1차년도	260	4,5	40	45	305
2차년도	251	4,2	38.5	42.75	293.75
3차년도	251	4,3	38.5	42.75	293.75
4차년도	251	4,3	38.5	42.75	293.75
5차년도	251	4,3	38.5	42.75	293.75
합계	1,264	216	194	216	1,480

2. 연구추진실적(현재까지 추진실적)

가. 연구개발내용

연구기관	주요연구내용	연구개발비 (천원)	가중치 (%)
(프로젝트 연구기관) 농업회사법인 현대종묘(주)	○계통 및 분리집단 육성 ○조합작성 및 조합성능 검정 ○현지시험포 및 적응성시험 ○성분분석 ○품종육성 및 등록 ○종자수출 ○형질연관 마커 탐색 및 검증 ○HT시스템 기반 MAS 지원	90,500 20,000 81,250 12,000 10,000 30,000 30,000 20,000	30.8 6.8 27.7 4.1 3.4 10.2 10.2 6.8
(1세부) 농업회사법인 현대종묘(주)	○계통육성 ○조합작성 및 조합성능검정 ○지역적응성검정 ○현지농가실증시험 ○성분분석 ○해외시험포운영 및 홍보 ○종자수출	30,000 20,000 6,250 20,000 10,000 20,000 20,000	23.8 15.8 5 15.8 7.9 15.8 15.8
(2세부) 아시아종묘(주)	○적색 과육 교배조합 작성 및 선발 ○적색 과육 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석 ○우수 조합 해외 현지 시험포 공시 ○우수 조합 품종등록 1점(진행 중) ○수출 80만불	30,500 2,000 35,000 10,000 10,000	34.9 2.3 40 11.4 11.4
(3세부) 충남대학교 산학협력단	○분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 육성 ○유전체 재분석 정보기반 BAS 분석을 통한 노란색 과육 색 형질연관 분자마커 탐색 및 검증 ○HT 시스템 기반 민간회사 MAS 지원	30,000 30,000 20,000	35 40 25

나. 연구계획대비 진도표

<1세부>

개발내용	구분	연구개발기간(월)												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
○계통육성		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○조합작성 및 조합성능검정			→	→	→	→	→	→	→	→	→			100
○지역적응성 검정		→	→	→	→	→	→					→	→	100
○현지농가 실증시험		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○성분분석								→	→	→				100
○해외시험포 운영 및 홍보		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○종자수출		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	25
총 진도율		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→			90

<2세부>

개발내용	구분	연구 개발 기간(월)												진도 (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
○적색 과육 교배조합 작성 및 선발				→	→	→	→	→	→	→	→	→		100	
○적색 과육 계통 및 조합 라이코펜 함량 분석												→	→	→	100
○우수 조합 해외 현지 시험포 공시		→	→	→	→	→	→	→	→					100	
○우수 조합 품종등록 1점												→	→	→	90
○수출 80만불		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	25	
총 진도율		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		90	

<3세부>

개발내용	구분	연구 개발 기간(월)												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
분자표지 검증 및 MAB 목적 분리집단 육성			→	→	→	→	→	→						100
유전체 재분석 정보기반 BAS 분석을 통한 노란색 과육 색형 질연관 분자마커 탐색 및 검증		→	→	→	→	→	→	→	→					100
HT 시스템 기반 민간회사 MAS 지원								→	→	→	→	→		90
총 진도율		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→		95

3. 연구개발비 집행실적(연구개발비 기준)

(현재까지, 단위 : 천원)

<총괄>

비목	세목		금액	계 획 금 액	사 용 액	잔 액	비 고	
직접비	내부인건비	미지급		44,158				
		지급	현금	89,463.42	80,571.45	9,009.31		
			현물	31,947	29,284.3	2,662.8		
	외부인건비	미지급						
		지급	현금	26,980	25,281	1,699.00		
			현물					
	연구 지원인력인건비							
	학생인건비				11,400	14,544		
	인건비 소계				125,061.42	117,963.75	10,359.11	
	연구시설장비비	현금	일반	5,386	5,386			
			통합관리					
		현물		8,388	7,844	544		
	연구활동비				42,584	36,838.89	2,489.21	이월 144,564
	연구재료비				28,600.58	29,029.62	1.81	이자 64655
	연구수당				25,000	25,000		
위탁연구개발비								
직접비 소계								
간접비	간접비			1,600	1,600			
연구개발비 총액				293,750	277,780.25	16,406.13		

<1세부>

비목	세목		금액	계 획 금 액	사 용 액	잔 액	비 고	
직접비	내부인건비	미지급		8,758				
		지급	현금	65,628	60,159	5,469		
			현물	16,197	14,847.3	1,349.8		
	외부인건비	미지급						
		지급	현금					
			현물					
	연구 지원인력인건비							
	학생인건비							
	인건비 소계				81,825	0	0	
	연구시설장비비	현금	일반	5,386	5,386	0		
			통합관리					
		현물		6,528	5,984	544		
	연구활동비				6,950	5,700	1,394.1	이월 144,564
	연구재료비				18,561	18,626	0	이월 147.18 이자 64,735
	연구수당				7,000	7,000	0	
위탁연구개발비								
직접비 소계				126,250	42,696	1,938.1		
간접비	간접비							
연구개발비 총액				126,250	117,702.3	8,756.9		

<2세부>

(단위 : 천원)

비목	금액			계 획금액	사 용액	잔액	비고	
	세목							
직접비	인건비	참여연구원	내부인건비	미지급	16,200			
				지급	현금			
			현물	15,750	14,437	1,313		
		외부인건비	미지급					
			지급	현금	26,980	25,281	1,699	
		현물						
	연구 지원인력인건비							
	학생인건비							
	연구시설·장비비		현금	일반	8,001	8,001	0	
				통합관리				
				현물				
	연구활동비			1,860	1,860	0		
	연구재료비		현금	현금	24,409	24,402	7	
				현물				
연구수당			10,500	10,500	0			
위탁연구개발비								
간접비								
연구개발비 총액			87,500	84,481	3,019			

<3세부>

비목	금액			계 획금액	사 용액	잔액	비고	
	세목							
직접비	내부인건비	지급	미지급	19,200				
			현금	23,835.42	20,412.45	3,540.31		
			현물					
	외부인건비	지급	미지급					
			현금					
			현물					
	연구 지원인력인건비							
	학생인건비			11,400	14,544	0		
	인건비 소계			35,235.42	34,956.45	3,540.31		
	연구시설장비비		현금	일반				
				통합관리				
				현물				
	연구활동비			11,225	6,736.886	1,088.114		
	연구재료비			10,039.58	10,403.615	1.805	(147.18이월금 +80이자=227.18)	
연구수당			7,500	7,500	0			
위탁연구개발비								
직접비 소계			28,764.58	24,640.501	1,089.919			
간접비	간접비			16,000	16,000	0		
연구개발비 총액			80,000	75,596.951	4,630.229			

4. 참여기업 재무현황(현재기준)

<1세부>

사업자등록번호	2158177769	대표자	이종우
설립년도	1999	주요생산품	종자
실무책임자	남현우	연락처	031-8011-9905
주소	경기도 여주시 가남읍 연삼로 286		

자본금	10 천만원		
연간 매출액	257천만원	수출액	7천만원
연구개발투자비용	19천만원	매출액대비 비율	8%
총 종업원수	24명	연구가용인력	12명
재무상황	양호		
프로젝트 책임자의 종합의견	재무 상태가 양호하고 연구 가용인력의 비중이 높아 프로젝트 수행이 가능함.		

<2세부>

사업자등록번호	215-86-58597	대표자	류경오
설립년도	2004년	주요생산품	종자
실무책임자	최수복	연락처	070-4040-7122
주소	서울시 송파구 송파대로 167, B동 513~1호부터 515호(문정동, 테라타워)		

자본금	483천만원		
연간 매출액	2,265천만원	수출액	609천만원
연구개발투자비용	333천만원	매출액대비 비율	14.7%
총 종업원수	216명	연구가용인력	86명
재무상황	자산: 390억 부채: 238억 자본: 152억 매출액: 226억 영업이익: 8억 당기순이익: -15억		
프로젝트 책임자의 종합의견	김제 민간육종단지 입주와 관련하여 초기 투자금이 증가하면서 부채비율이 높은 상황이나 수출 및 국내 매출이 꾸준히 이어지고 있으며, 전반적인 경영 상태에는 문제가 없음.		

5. 기타의견

가. 연구관리 규정 및 제도개선이 필요한 사항

해당 없음

나. 연구수행 중 애로사항 및 건의사항

코로나19 사태의 장기화로 인하여 해외 시장조사 및 해외시험포 직접 조사를 위한 출장 등이 원활히 진행되지 못함.

다. 성과에 대한 홍보 요청사항

해당 없음

6. 프로젝트 책임자의 종합의견

해당 없음

자체평가보고서

사업단명	GSP 채소종자사업단	과제번호	213006-05-5-CGW00		
프로젝트명	기능성 컬러과육 수박 품종개발				
프로젝트연구기관	농업회사법인 현대종묘(주)				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	박민우			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	농업회사법인 현대종묘(주)	성 명	박민우
		기관(부서)	아시아종묘(주)	성 명	최수복
		기관(부서)	충남대학교	성 명	이궁주
		기관(부서)		성 명	
연구기간	총 기 간	2017.01.01.-2021.12.31	당해 연도 기간	2021.01.01.-2021 .12.31	
연구비(천원)	총 규 모	1,480,000	당해 연도 규모	293,750	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행 계획대로 진행 계획대로 진행되지 못함

○ 계획대로 수행되지 않은 원인은?

1. 주관연구책임자의 유고로 책임자 변경.
 2. COVID-19의 장기화로 인해 연구, 영업, 마케팅, 홍보 그리고 수출 등 과제 전반에 걸쳐 제약을 받음.

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상외 성과 얻음 어느 정도 얻음 얻지 못함

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출액 (원)	종자 수출액 (만발)	기술 이전	마케팅 전략 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표	5	4	2	3	5		3		0	80,000, 000	481	5		3
연구기간 내	7	1	2	3	6		5		1	211,16 8,000	87.3	5		4

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출액 (원)	중자 수출액 (만불)	기술 이전	마케팅 전략 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
달성실적														
달성율(%)	140	25	100	100	120		167		200	264	18.15	100		133

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

- 노동절감형 부시형 수박계통 육성 및 건강에 유익한 다양한 컬러의 고 기능성 수박 품종을 4품종 육성하였고 출원하였음.
- 지역별 단타원형, 원형 수박 타입으로 수박 품종 개발 등 수출 가능성이 높은 유망한 품종이 4개 개발 또는 개발하였고, 5년 동안 2품종을 출원하였음
- 라이코펜, 베타카로틴 등 기능성 함량이 높은 계통을 다수 확보하여 품종 개발에 활용 중임

3-2 과학적 성과

- 식물체에서 BTBD3 유전자의 발현량 변화를 이용한 방사선 노출 여부를 진단하는 방법
- 60s 리보솜 유전자 기반 잎마름병 저항성 백합 품종 판별용 SNP 마커 및 이의 용도
- SpeI 제한효소 작용 빨간 과육 색 수박 품종 선발용 CAPS 마커
- Bsu361 제한효소 작용 빨간 과육 색 수박 품종 선발용 CAPS 마커
- NmeAIII 제한효소 작용 오렌지 과육 색 수박 품종 선발용 CAPS 마커
- MscI과 BanII 제한효소 작용 노란 과육 색 수박 품종 선발용 CAPS 마커
- CIPSY1 SNP 기반 오렌지색 과육 수박 판별용 PCR 마커
- SCI 논문 6편

3-3 경제적 성과

- 국내 매출 211,168,000 원 기여
- 수출 \$87.3만 불 기여

3-4 사회적 성과

- 중국, 동남아 국가 및 터키 등 목표시장 국가 및 국민에 대한 이해도가 높아졌고, 유용한 해당 시장정보가 확보되었음

3-5 인프라 성과

- 다양한 수출촉진 활동을 통해 유망 거래처 및 협력업체가 확보되었고, 수출 기반이 구축되었음
- 인력 양성 4명(석사)을 배출하였음

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 수 익 : 종자수출 USD \$87.3만 불
 기업 등에의 기술이전 기업명 : 농림식품기술기획평가원
 기술지도 등 기업명 :

6-2 산업·지식재산권 등

- 국내출원/등록 출원 9 건, 등록 5 건
 해외출원/등록 출원 건, 등록 건

6-3 논문게재·발표 등

- 국내 학술지 게재 건
 해외 학술지 게재 6 건
 국내 학·협회 발표 건
 국내 세미나 발표 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 :
 없다

6-6 매스컴 등의 PR

- 있다 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.

해당없음

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

- 없다
- 약간 조정필요
- 전반적인 조정필요

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

·연구책임자의 갑작스러운 변경으로 연구 전반에 걸친 인수가 원활하지 않았음.
·코로나19 사태의 장기화로 인하여 해외 시장조사 및 해외시험포 직접 조사를 위한 출장 등이 원활히 진행되지 못함.

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족
- 보통
- 미흡

(근거 : 육종기술과 해외 영업·마케팅 기반 마련에 큰 이바지가 되었나, 수출실적이 미흡함)

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	농업회사법인 현대종묘(주)	차장	박 민 우 (인)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 연구개발사업 기능성 컬러과육 수박 품종개발 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.