

발간등록번호

11-1543000-002163-01

일본 등 수출 맞춤형 고품질멜론 품종육성 최종보고서

2018. 2. 21.

주관연구기관 / (주)팜한농
협동연구기관 / 아시아종묘(주)
협동연구기관 / 순천대학교
협동연구기관 / 멜론육종연구소

농림축산식품부

수출전략기술개발 R&D Report

일본 등 수출 맞춤형 고품질멜론 품종육성 최종보고서

2018

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “일본 등 수출 맞춤형 고품질 멜론 품종 육성”(개발기간 : 2012 . 12 . 18 ~ 2017 . 12 . 17)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 2. 21.

주관연구기관명 : (주)팜한농

대표이사 박 진수

대표이사 김 용환

협동연구기관명 : 아시아종묘

대표이사 류 경 오

협동연구기관명 : 순천대학교

산학협력단장

협동연구기관명 : 멜론육종연구소

김 영환

주관연구책임 : 백 종열

협동연구책임자 : 이 인호

협동연구책임자 : 박 종인

협동연구책임자 : 김 영환

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	312065-5	해당 단계 연구 기간	2012. 12. 18 ~ 2017. 12. 17	단계 구분	(1)/(1)
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	수출전략기술개발사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	일본 등 수출 맞춤형 고품질 멜론 품종 육성			
연구책임자	백종열	해당단계 참여 연구원 수	총: 30명 내부: 30명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부:300,000천원 민간:100,020천원 계:400,020천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 140명 내부: 140명 외부: 0명	총연구개발비	정부:1,500,000천원 민간: 500,100천원 계:2,000,100천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)팍한농 육종연구센터			참여기업명: 아시아종묘(주) 순천대학교 멜론육종연구소	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약 - 국내 멜론 흰가루병균 채집 및 판별 계통을 이용한 race판별은 국내에서 최초로 연구를 수행하였음 - 멜론 흰가루병 race 1, race 5에 대한 저항성 마커 개발을 완료하였으며, 향후 마커를 활용하여 각각의 race 저항성 품종 개발에 활용할 예정임 - 멜론 만할병 병리 검정을 통해 저항성과 이병성 개체를 선발함 - 선발된 저항성 및 이병성 개체에 대해 기존에 보고된 Fom1 유전자 분석을 통해 3개의 SNP를 확인하였음 - 3개의 SNP를 활용 CAPS 마커 전환하여 그 중 1개의 SNP가 멜론 만할병 저항성 유전자와 연관 되어 있음을 확인하였고 이 마커를 활용하여 저항성 개체 선발을 실시 하였음 - 개발된 마커를 활용 유묘기에 저항성 개체를 선발하였으며, 선발된 개체를 포장에 정식하여 원예적 형질이 우수한 흰가루병 저항성 계통, 만할병(Fom1) 저항성 계통을 육성하였다. - 또한 기존에 개발된 MNSV저항성, 만할병(Fom2)저항성 마커를 활용하여 복합 저항성 계통을 육성하였다 - 육성된 계통을 이용하여 조합을 작성하여 특성 검정을 실시하였으며 우수 조합을 선발하였다. - 선발된 조합을 농가 시험을 통하여 품종보호출원 10건과 품종보호등록 2건을 실시하였다				보고서 면수 190p	

		코드번호		D-01	
연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본 청과 수출 맞춤형 멜론 4품종 개발 ○ 중국 및 대만등 청과 수출 맞춤형 멜론 2품종 개발 ○ 병 저항성 유전자 연관 마커 3종 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 멜론 만할병 저항성 유전자(<i>Fom1</i>) 연관 마커 1종 개발 - 멜론 흰가루병 race별 저항성 DNA마커 2종 개발 				
연구개발성과	<p>1세부 연구기관(팜한농), 3협동 연구기관(멜론육종연구소)에서 일본 청과 수출용 3개 품종을 개발하여 품종보호출원하였으며, 이중 1건이 품종보호출원 되었음</p> <p>1협동 연구기관(아시아종묘)에서는 2협동기관(순천대학교)와 공동으로 흰가루병 race 판별 품종 및 엽절편 검정법 등의 흰가루병 생물검정법을 도입 및 확립하였다. 연구를 통해 계통 육성한 우수한 유전자원을 15계통을 국립종자원에 기탁하였다. 또한, 엘스마운틴PMR, 아슬란PMR, 쏘렌토살몬, 엘스챔프, 실버백자, 실버스타를 개발하여 6품종을 품종생산수입판매신고를 하였고, 피엠알얼스탑, 트위티, 트뤼티2, 신타페, 허니드림, Topaz를 육성하여 6품종을 품종보호출원을 하였다. 또한, 트위티와 신타페는 2품종이 품종보호등록되었으며, 4품종(피엠알얼스탑, 트위티, 신타페, 트뤼티2)을 기술실시를 하였다. 개발된 품종은 소망실 시고 생산, 종자생산성 검정, 지역적응성 시험을 통해 상업화하여 국내 판매 및 수출활동을 수행하였음.</p> <p>멜론 만할병 병리 검정을 통해 저항성과 이병성 개체를 선발하여 선발된 저항성 및 이병성 개체에 대해 기존에 보고된 <i>Fom1</i> 유전자 분석을 통해 3개의 SNP를 확인하였으며 3개의 SNP를 활용 CAPS 마커 전환하여 그 중 1개의 SNP가 멜론 만할병 저항성 유전자와 연관 되어 있음을 확인하였고 이 마커를 활용하여 저항성 개체 선발을 실시 하였음</p> <p>국내 멜론 흰가루병균 채집 및 판별 계통을 이용한 race판별은 국내에서 최초로 연구를 수행하였고, 멜론 흰가루병 race 1, race N5, race A, race 5에 대한 저항성 마커 개발을 완료하였으며, 향후이들 race 저항성 품종 개발에 활용할 것임</p>				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내병성(만할병, 흰가루병)분자마커는 본 과제의 계통 육성에 활용될 뿐만 아니라, 추후 참외/멜론 육종에서도 지속적으로 이용 될 것이고, 이외에도 다른 종류의 분자마커 정보가 축적 하여 이들 마커를 활용한 MAS (marker-assisted breeding) 시스템을 구축 ○ 멜론 흰가루병 race 1, race N5, race A, race 5에 대한 저항성 마커개발은 이들 race 저항성 품종 개발에 활용할 것임. ○ 국내 멜론 흰가루병균 채집 및 판별 계통을 이용한 race판별은 국내에서 최초로 연구를 수행하였으며, 본 연구에서 동정된 race 1, N1 및 기존에 보고되지 않은 신규 race 동정 연구는 국내 멜론 신품종 육종에 있어서 매우 유용한 기초 자료로 활용할 것임. 				
중심어 (5개 이내)	멜론	덩굴썩음병	흰가루병	생과	DNA마커

< SUMMARY >

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> ○Development of 4 kinds of melon varieties that can be exported to Japan ○Development of 2 kinds of melon varieties that can be exported to China and Taiwan ○Development of 3 DNA marker for disease resistance in melon <ul style="list-style-type: none"> - Melon fusarium wilt resistance DNA marker - Melon powdery mildew resistance DNA marker 					
Results	<p>Research institute (palm Hannong Melon Breeding researcher institute) developed three kinds of melon variety for export to Japan, that developed varieties were applied for ‘variety Protection’ and one of them was protected by a variety of applications</p> <p>The cooperative research institute (ASIA SEED CO., LTD.) in collaboration with Sunchon National University developed inoculation system by using leaf disk test method for identification of powdery mildew races and screening of resistant and susceptible plant genotypes. In this study, our group selected 15 genetic resources having excellent quality which we deposited to the Korea Seed and Variety Service (KSVS). Of which, six cultivars (Earl's Mountain PMR, Aslan PMR, Sorrentosalmon, Earl's champ, Silver Baekja, Silver Star) were reported for production, import and sale. Another six cultivars (PMR Earl's top, Tweety, Tweety 2, Santafe, Honey Dream, Topaz) were applied for ‘variety Protection’, of which two cultivars (Tweety, Santafe) are already registered and technology license were given for four cultivars (PMR Earl's top, Tweety, Santafe, Tweety 2. The developed cultivars were commercialized through the regional adaptability tests, seed production and multiplication, domestic sales and export activities.</p>					
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> ○Disease resistant markers(powdery mildew, fusarium wilt) were used to develop strains, and will be used continuously in melon breeding, ○Developed melon powdery mildew marker(race1, race5) are used to develop powdery mildew resistant melon variety 					
Keywords	Melon	Fusarium wilt	Powdery mildew	Fresh fruit	DNA Maker	

< CONTENTS >

1. Overview of the project	7
2. Domestic and worldwide trends in technology development	14
3. Major Results	19
4. Level of achievement and contribution to industry	172
5. Major products and schedule of application	174
6. Collected technological information	175
7. Security level for results of research	185
8. Facilities and equipments used in this project	185
9. Results of safety action of laboratory	185
10. Representative results of research	186
11. Considerations	188
12. References	188

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의개요	7
2. 국내외 기술개발 현황	14
3. 연구수행 내용 및 결과	19
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	172
5. 연구결과의 활용계획 등	174
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	175
7. 연구개발성과의 보안등급	185
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	185
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	185
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	186
11. 기타사항	188
12. 참고문헌	188

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

1-1. 연구개발 목적

- 일본 청과 수출 맞춤형 멜론 4품종 개발
 - 고품질 복합내병성(만할병병, 흰가루병) 얼스계 녹육 멜론 1품종 개발
 - 고당도 복합내병성(만할병, 흰가루병) 녹육계 net 멜론 1품종 개발
 - 고당도 복합내병성(만할병, 흰가루병) 적육계 net 멜론 1품종 개발
 - 1주 2과 생산이 가능한 고품질 다수성 멜론 1품종 개발
- 중국 및 대만 청과 수출 맞춤형 멜론 2품종 개발
 - 고당도 내재해성 허니 듀(Honeydew)형 품종 1종 개발
 - 내병성(흰가루병) 조생계 옐로우 카나리(Yellow Canary)형 멜론 품종 1종 개발
- 1주 2과 생산이 가능한 고품질 다수성 멜론 1품종 개발
- 병 저항성 유전자 연관 마커 3종 개발
 - 멜론 만할병 저항성 유전자(*Fom1*) 연관 마커 1종 개발
 - 멜론 흰가루병 race별 저항성 DNA마커 2종 개발

1-2. 연구개발의 필요성

(1) 세계에서의 멜론의 중요성

멜론은 대표적 글로벌 작물로서 전 세계 채소 재배면적 26,364,548ha 중 1,245,841ha로 4%를 차지하며 세계 10대 주요 채소작물로 인식되고 있다. 전 세계 박과작물 종자시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 세계 종자시장 규모는 151.4백만\$로 토마토와 함께 과채류 중에서 큰 시장을 형성하고 있다. 또한 국내 멜론 종자시장 규모는 약 38억원으로 연평균 7.7%로 성장하는 추세였다(그림 1).

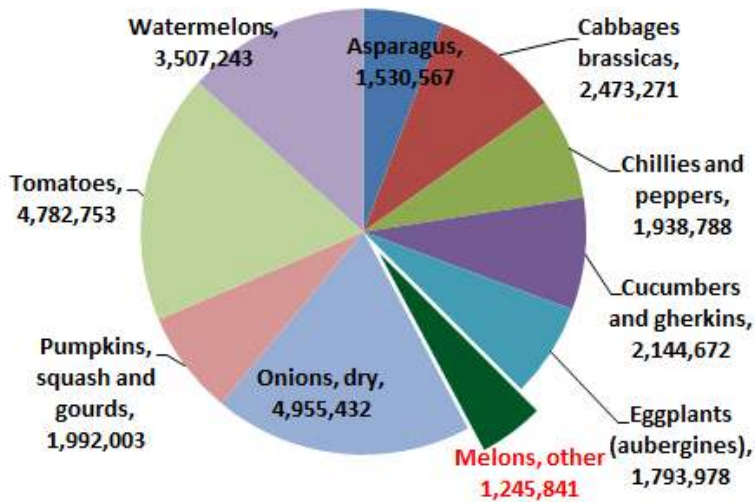


그림 1. 세계 10대 주요 채소면적(FAO, 2016)

(2) 아시아 시장에서의 멜로의 지위

중국시장(479,384ha)이 아시아 재배면적의 57%, 생산량의 67% 점유하고 있으며, 중

국(대만포함), 동남아(인도네시아, 태국 등), 인도 및 기타 아시아 시장에서 부가가치가 높은 F1 종자시장으로 급격히 확대되고 있으며 특히 고품질 기능성 멜론에 대한 인식과 요구도가 확대 될 것으로 예상되었다(그림 2).

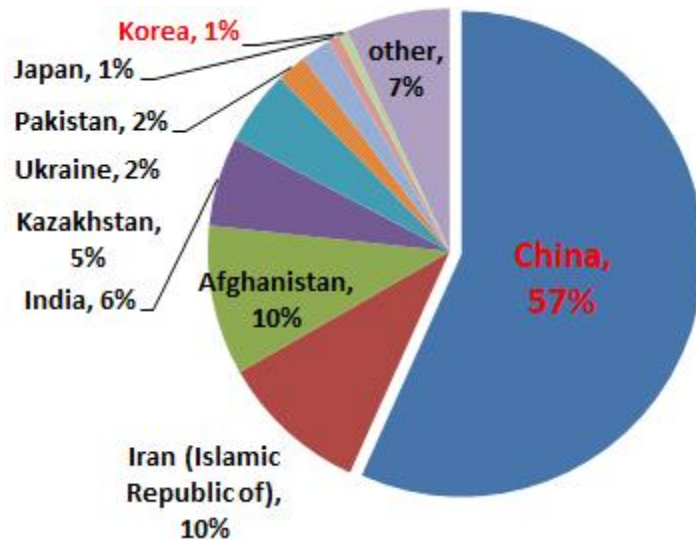


그림 2. 주요 아시아 국가별 멜론 재배 면적 현황(FAO, 2016)

(3) 멜론의 품종 선호도 변화

최근 국내에서도 고품질, 안전성 및 건강식품 과실의 선호도가 커지고 있고, 다양한 소비 형태로 확산되고 있어 다양한 과육색 및 과피색, 종자관련 기능성 멜론 등 고부가가치의 시장으로 급속히 변화하고 있다. 수출대상국인 일본은 다양한 과육색의 멜론이 소비되고 있는 고품질 고단가 시장이며, 연작으로 인한 피해로 복합내병성이 요구되고 있다. (“Miyabi”, “Prince” 등이 고급 얼스계와 무네트계 멜론의 우점품종임). 대만을 포함한 중국 및 동남아(인도네시아, 태국 등) 시장은 멜론 소비량과 재배면적이 꾸준히 증가하고 있고, 내병성 품종으로 단가 상승이 예상되며 연작 및 고온, 다습, 내염으로 뿌리가 강한 품종이 요구되고 있다. 잡계 멜론은 “Action 434”가, 허니듀계 멜론은 “優先특대사백”이 우점품종이었다.

우리나라에서 멜론의 본격적인 보급은 1990년대 이후에 여름용 얼스계 멜론이 보급되면서 활성화 되었으나 최근 들어 소비패턴이 고품질계 멜론으로 변하고 있다. 그러나 국내에서는 아직 여기에 대처할 준비가 미흡하여 종자의 해외 의존도가 높은 현실이고, 금후 멜론 종자시장이 일본에 잠식당할 우려가 매우 크므로 멜론 종자수출을 위한 전략적 연구추진 및 투자방향 설정이 필요한 시점이다.

(4) 멜론의 국내외 재배현황 및 연구개발의 필요성

- 국내에서 재배되는 멜론은 2000년대 이후부터 급작스럽게 생산량이 증가하고 있는데 2002년 생산량은 약 2만 5천톤에서 2010년은 연간 5만톤 정도로 생산량이 증가하였으며, 이중 5% 가량은 수출을 하고 있음(Hong SJ Harvest and postharvest technology. In: Manual of postharvest technology of melon. Ministry for Food Agriculture Forestry and Fisheries and Nonghyup, Seoul, Korea, 2009, p17-35).

- 시설재배 증가, 지구온난화로 인한 흰가루병, 온실가루이 등의 발생이 많아지는 추세로 이러한 기후변화에 대응하기 위한 내병성, 내충성 육종에 대한 투자가 많아짐.
- 국내 멜론은 고품질 품종개발을 통하여 매우 수준 높은 품종들이 다수 개발되어 왔고 무가온 시설재배 특성으로 인하여 동절기부터 하절기까지 재배 가능한 독특한 품종군이 있으나 유전적 배경은 매우 협소함.
- 국내 멜론 재배면적은 2007년 기준 1,735ha이며 생산액은 517억원으로 재배면적과 생산량은 1995년 대비 3.3배 이상 지속적으로 증가 추세에 있음.

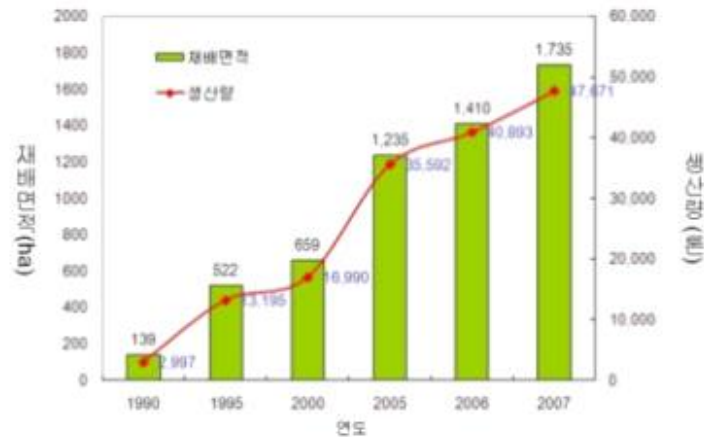


그림 3. 국내 멜론 재배면적 및 생산량(농진청, 2008년)

- 멜론의 2006년도 수출량은 310만불(1,018톤)로 원예 생산물 가운데 파프리카(4750만불), 딸기(590만불), 토마토(580만불)와 함께 4대 수출 작물임.
- 고부가가치 멜론시장의 확대
 - 최근 국내에서도 고품질, 안정성 및 건강식품 과실의 선호도가 커지고 있고, 다양한 소비 형태로 확산되고 있어 다양한 과육색, 종자관련 기능성 멜론 등 고부가가치 시장으로 급속히 변화하고 있음
 - 수출대상국인 일본은 다양한 과육색의 멜론이 소비되고 있는 고품질 고단가 시장이며, 연작으로 인한 복합내병성 품종이 요구되고 있음(“Miyabi”, “Prince” 등이 얼스멜론계 우점품종임).
 - 대만을 포함한 중국, 및 동남아(인도네시아, 태국 등) 시장은 멜론 소비량과 재배면적이 꾸준히 증가하고 있고, 내병성 품종으로 단가 상승이 예상되고, 연작 및 고온, 다습, 내염으로 뿌리가 강한 품종이 요구되고 있으며, 잡계멜론은 “Action 434”가, 허니듀계 멜론은 “優先특대사백”이 우점품종임.
- 멜론 종자수출을 위한 전략적 연구추진 및 투자방향 설정이 필요한 시점
 - 우리나라에서 멜론의 본격적인 보급은 1990년대 이후에 여름용 얼스계 멜론이 보급되면서 활성화 되었으나 최근 들어 소비패턴이 고품질계 멜론으로 변하고 있음. 그러나 국내에서는 아직 여기에 대처할 준비가 미흡하여 종자의 해외 의존도가 높은 현실이고, 금후 멜론 종자시장이 일본에 잠식당할 우려가 매우 큼.

(5) 멜론의 분자육종 필요성

- 멜론에 있어서 흰가루병은 중요한 병해로서 흰가루병 저항성계통의 육성은 멜론 품종 육성 목표의 중요한 이슈임.
- 현재 시판되고 있는 멜론 품종의 대부분이 흰가루병에 대하여 저항성 또는 내병성 품종이라고 여겨지지만 실제로 재배를 하면 여러 시기에 흰가루병의 발생이 일어나고 있음.
- 흰가루병 저항성 계통 육성의 역사를 보면 흰가루병 저항성 유전자원의 발견으로부터 저항성 계통의 육성, 저항성 계통의 이병화라는 흐름의 반복현상을 나타내고 있으며, 이 현상은 흰가루병균에 존재하는 race의 분화 문제가 깊이 관여하고 있기 때문임.
- 멜론의 흰가루병원균에는 *Erysiphe cichoracearum* 및 *Sphaerotheca fuliginea*의 2종류의 사상균이 보고되어 있으며, 이들 두 병원균은 발아관의 형태와 피브로신(fibrosin)체의 유무를 관찰함으로써 차이점을 판별 할 수 있음.
- *Erysiphe cichoracearum*는 프랑스, 수단에서 처음으로 발생 보고가 있지만, 1970년대부터는 *Sphaerotheca fuliginea*의 발생이 많이 보고되었고 근년에는 프랑스를 포함하여 미국, 이스라엘, 일본 등 세계 각국에서 흰가루병의 주요한 병원균으로 보고되고 있음.
- 멜론의 흰가루병원균에는 멜론 계통에 대하여 기생성의 분화가 일어나 있으며 벼의 도열병균, 보리의 흰가루병균과 같이 여러 개의 race가 존재함.
- 1938년에 멜론 흰가루병 저항성 계통 “PMR45” 반응으로부터 “PMR45”를 이병화 하지 않는 흰가루병균 race 1과 이병화 하는 race 2의 2개의 race 존재가 보고되었고, 1978년에는 Thomas에 의해 3개의 race가 보고되었으며 이들 race 판별계통으로 “Hale’s Best Jumbo”, “PMR45”, “PMR6”의 3 계통이 육성됨.
- 현재에는 7개의 race가 보고되어 있으며 판별계통으로는 표 1과 같이 8개 계통이 사용되고 있고 최근에는 지금까지 보고되지 않은 새로운 race라고 생각되어지는 race가 출현하고 있음.
- 멜론 흰가루병균 race 1, 2, 5는 남부 유럽에서 흔히 발생하며 일반적으로 흰가루병은 농약으로 방제하지만 농약에 내성인 균의 발생과 경제적 손실, 친환경 농산물에 대한 관심 증가로 제한적으로 이용되고 있으며 가장 효율적인 방제방법은 저항성 품종을 육성하여 재배하는 것임

표 1. 멜론의 판별계통에 대한 흰가루병균 race별 반응

계통	<i>S. fuliginea</i>						
	race 1	race 2	race 3	race 4	race 5	race 6	race 7
동계 3호	S	S	S	S	S	S	S
PMR 45	R	S	S	S	S	R	S
WMR 29	R	R	-	S	S	R	R
Edisto 47	R	R	R	R	S	R	R
PI 414723	R	R	-	R	R	S	S
PMR 5	R	R	S	R	R	R	R
MR-1, PI 124112	R	R	R	R	R	R	R

R: 저항성, S: 감응성, - : non tested

- 1990년대 후반부터 RAPD, CAPS, RFLP, AFLP, SSR등 분자마커에 의한 멜론의 연쇄지도 작성이 다수 발표되었음.
- Pitrat는 흰가루병균 저항성을 포함한 다양한 유전자간의 연쇄해석을 수행하였으며, WMR29가 가진 race1, 2에 저항성 우성유전자 *Pm-W*와 진딧물에 의한 바이러스 전염 저항성 유전자 *Vat* 및 흰가루병 저항성 계통 PI414723의 저항성 유전자 *Pm-X*와 zucchini yellow mosaic virus 저항성 유전자 *Zym*등이 연쇄하고 있다는 것을 명확하게 밝힘.
- 멜론 만할병에 관여하는 *Fusarium oxysporum*의 경우 멜론 표준 식물체에 감염되는 차이에 따라 0, 1, 2, 1.2의 4개의 race가 존재하는 것으로 보고되고 있음. 이중 *Fom-2*와 *Fom-1*은 단일 우성 유전자로 알려져 있으며, *Fom-2* 유전자는 race 0, 1에 *Fom-1* 유전자는 race 0, 2에 저항성을 나타내는 것으로 보고되었음.
- Herman(2007)등은 race 1.2에 저항성을 보이는 BIZ멜론 계통을 발견하였으나 유전분석 결과 2개의 새로운 열성 유전자가 관여하는 것으로 보고하였음.
- 멜론 흰가루병 및 덩굴쪄김병 저항성 계통을 선발하기 위해서는 병원균의 집중 검정을 실시하고 있지만 판정에 많은 시간과 노동력 및 면적을 필요로 함.
- 육종연한 단축 및 효율적인 병저항성 개체 선발을 위한 DNA마커 개발이 필요함.
- 신품종의 life-cycle이 과거 10년에서 3~4년으로 크게 짧아짐에 따라 다국적기업을 중심으로 육종의 효율성을 높이고 품종개발 소요기간을 단축하기 위한 분자마커개발, 유전자지도 작성 등에 대한 투자를 시작하였지만, 타 작물에 비해 매우 뒤쳐진 상황임.
- 분자표지를 이용한 육성기술은 현재 시도단계에 있으나 육성의 효율성, 비용 등을 감안한다면 시급히 정착시켜야 기술로 생각됨.

(6) 멜론 1주 2과 품종 개발의 필요성

- 국내에서 육성된 멜론을 재료로 1주 2과 멜론 생산을 위한 재배시험은 일부 지자체(남원시, 담양군 등) 농업기술센터와 농촌진흥청이 공동으로 시도한 예는 있으나, 기존 농가들 다수가 재배하고 있는 몇 품종을 상대로 한 시험으로 재배기술을 현장에 적용시키는 수준임.
- 1주 2과 생산 시 적심재배로 인해 수확까지 통상적으로 약 1주일의 재배기간이 더 늘어남.
- 1주 2과 재배기술에 관한 연구는 일본에서 활발하게 연구되었으며 국내에서는 관행재배에 적합하게 개발된 멜론 품종에 대해서만 연구함.
- 1주 2과 생산이 가능한 고품질 멜론 품종이 육성되고 기 개발된 재배기술과 접목한다면 수출을 위한 고품질 멜론 생산에 미치는 농가의 경영비를 줄이는데 크게 기여 할 뿐만 아니라 1주 2과를 생산 할 수 있는 품종육성이야 말로 재배기술을 아우르는 근본적인 문제를 해결할 수 있는 방안이 될 것임.

1-3. 연구개발 범위

- 멜론 유전자원 수집 및 특성 평가
 - 멜론 내재해성 및 흰가루병 저항성 유전자원의 수집
 - 주로 중국 및 대만지역, 그 밖에 태국 필리핀, 일본에서 수집
 - 흰가루병 저항성, 저온비대력 및 내한성, 내서력과 후기 버팀성 우수한 유전자원 수집
 - 고당도 백육, 녹육 및 적육계 및 유색멜론유전자원의 수집
 - 옐로우 카나리(Yellow Canary; YC)형, 화이트 카나리(White Canary; WC)형, 실버웨이브 (Sliver Wave; SW)형 , 그 외 녹색과피의 파파야(Papaya; Pa)형, 허니듀(Hd)
 - 수집된 유전자원의 생육 및 과실 특성 평가
 - 원예적 형질(초세, 과중, 당도, 과형, 과피색, 과육색, 육질)을 고려하여 유전자원 평가
- 중국 및 대만 청과 수출 맞춤형 멜론 품종 개발
 - 고당도, 내재해성 허니듀형 멜론 1품종 개발
 - 국내에서 봄 반축성 재배를 실시하였고, 인도 벵갈로르 지역에서 실시하였으며, 국내에서 가을 억제재배를 실시하여 우수한 형질을 지닌 계통 선발
 - 흰가루병 race 1 또는 2, 6 저항성 조생계 옐로우 카나리형 멜론 1품종 개발
 - 흰가루병 저항성 계통육성을 위해 선발된 우수유전자원을 이용하여 집중과 마커 검정을 통하여 계통을 선발하고, 선발된 계통을 정식하여 원예적 형질을 고려하여 선발
 - 지역적응성(수량성 및 품질, 내재해성, 내병성) 및 F1 생산력 검정
 - 품종보호출원
 - DNA 순도 검정 마커 개발

- 흰가루병 저항성 계통 및 품종 육성, 병저항성 및 감수성 계통간의 유전집단의 육성
 - 흰가루병 저항성 계통 및 F1 품종 육성
 - 멜론 흰가루병 접종 방법 확립
 - 균주 수집 및 Race 판별
 - Race 1에 의한 품종 유묘검정
 - 멜론 흰가루병 race 2, 6 등의 병저항성 및 감수성 계통간의 유전집단 양성
 - 원예적 형질이 우수한 이병성 3계통 × Race 1, 2, 6의 저항성 3계통의 F1 조합작성
 - 유전집단 양성 및 제공
 - 마커 유용성 검정용 재료 제공 및 검정
 - 흰가루병 판별품종 증식 및 제공

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04
------	------

- 멜론은 세계종자시장에서 중요한 비중을 차지하고(166.8백만\$) 있으며, 국내에서도 수출유망 작목으로 그 중요성이 증대되고 있음
 - 국내 소비확대·가격상승·수출증대 등으로 재배면적과 생산량 증가('10, 1,706ha, 42천t)
 - 한편 세계의 멜론의 소비는 선진국에서 개도국으로 중심지가 이동하고 있음.
- 병저항성·다수확 품종육성에 관한 연구가 많이 수행되었고, 외국의 경우 장기저장을 위한 수확 후 생리기작 연구도 활발히 수행중임
 - 국내에서도 멜론의 흰가루병과 덩굴쪄김병 저항성 등의 연구가 진행되고 있으며, 1-2 race에 대한 저항성 품종육성에 관한 연구가 주로 수행되고 있음.
 - 국외에서는 저장성 관련 네트멜론의 유전분석, 저항성 품종육성, 엽병 집중법에 의한 덩굴마름병 저항성 품종 육성체계 확립, 피클링 멜론에 대한 복합내병성 품종 육성 등을 수행하고 있음.

표2. 국내외 연구현황 비교 및 개발성과 활용현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
Aichi-ken Agricultural Research Center(일본)	네트멜론 저장성 기작연구	네트멜론 저장성 우수 품종 육성 네트멜론 저장성 유전 분석
Texas A&M 대학(미국)	멜론 기능성 성분 탐색	멜론 기능성 품종 육성
Newe Yaar Research Center (이스라엘)	멜론의 기능성 및 향기성분 탐색	멜론 carotenoids계 기능성 성분 탐색조건 확립 및 탐색
야채다업연구소(일본)	멜론 흰가루병 저항성 유전분석 및 연관 분석	멜론 흰가루병 저항성 유전분석 및 연관 지도 작성
	멜론 덩굴마름병 저항성 육성 기술 개발	멜론 덩굴마름병 저항성 자원 선발 및 유전 분석
Queensland 대학(호주)	멜론 수확 후 관리 기술	멜론 수확 후 유통단계별 처리기술 개발로 유통기간 향상
Western Sydney 대학(호주)	멜론 후숙 관련 pathway 연구	멜론 후숙에 미치는 에틸렌 기작 구명
Okayama 대학(일본)	멜론 장기저장	멜론 장기저장을 위한 유전적 특성 구명
Gansu 대학(중국)	하미과 멜론의 저장기술	하미과 멜론의 수확 후 처리에 의한 저장기술 개발
미국, 일본, 이스라엘, 터키, 스페인, 프랑스	병 저항성 품종 육성 기술 개발	멜론 흰가루병, 검은점뿌리썩음병, 덩굴쪄김병 저항성 품종 육성

○ 국내외 멜론 병 저항성 관련 연구 현황

- 멜론이나 오이 등 박과작물에서 흰가루병은 절대 기생균으로 *Podosphaera xanthii* (syn. *Sphaerotheca fuliginea*) 및 *Golovinomyces cichoracearum* (syn. *Erysiphe cichoracearum*) 의 두 종류의 사상균이 보고되어 있으며, 두 균의 차이는 발아관의 형

태, fibrosin체의 유무로 구분함 (Ballantyne B. 1963).

- 일본에서는 Hosoya 등(1999)이 이바라기현에서 발생한 멜론 흰가루병균을 2년간 (1997-1998) 수집하여 6개의 판별계통(Fuyu 3, PMR 45, WMR 29, Edisto 47, PI 414723, PMR 5)을 이용하여 race를 분류한 결과, 4개의 race (race 1, N1, N2, 5)를 동정하여 보고함.
- Kuzuya 등(2004)은 7개 race (race 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)의 분류가 가능한 8개 판별계통 (Fuyu 3, PMR 45, WMR 29, Edisto 47, PI 414723, PMR 5, MR-1, PI 124112)을 이용하였으며, 위의 4개 race 이외 새로운 2개의race(race N3, N4)를 동정하여 보고함.
- 2006년 봄에 수집한 흰가루병균에서 기존 race의 집종표현형과 다른 3개의 race (race A, O, S)를 새롭게 동정함 (Izumikawa et al. 2008).
- 일본에서는 멜론 흰가루병 race 저항성 계통의 육성이 활발하게 진행되고 있으며, 일본 야채차업연구소 (野菜茶業研究所)에서는 미국으로부터 Georgia 47, C68, PMR 5, PMR 6등의 흰가루병 저항성 유전자원을 도입하여 중간모본을 육성한 후 저항성 계통을 육성하였음 (Takada et al. 1974).
- Thomas and Webb (1982)은 흰가루병 race 1에 대한 저항성 계통 PI78374의 유전자 해석집단을 이용하여 *Pm-1* 유전자가 race 1에 대하여 우성으로 관여한다고 보고하였으며, Pitrat (1991)는 흰가루병 저항성 계통 WMR29를 이용하여 race 2에 대하여 *Pm-W* 유전자, 또한 PI 414723 계통을 이용하여 race 1에 대하여 *Pm-X*가 단일 우성으로 유전한다고 보고하였음.
- 멜론 MR-1(흰가루병, 노균병, 덩굴조짐병 저항성 계통)과 Ananas Yokneum (AY; 이병성 계통)를 교배하여 얻어진 F1에 AY를 여교잡하여 얻어진 66개체의 F2에 대한 표현형과 228개의 RAPD, AFLP 마커를 평가하고 연관지도를 작성하여 보고하였음 (Wang et al. 1997).
- Garcia 등(1998)은 스페인 멜론 육종계통 32 개체(14개의 Galia형, 11개의 Piel de Sapo형, 7개의 품종)의 재배적 특성 (흰가루병, 덩굴조짐병 저항성을 포함)과 43개의 RAPD 마커를 이용하여 유전적 관계를 결정하였으며, 클러스터 분석을 통하여 흰가루병 및 덩굴조짐병에 대한 저항성은 Galia형이며 우성 저항성 유전자가 GOB와 GOK로 나뉘어진다고 보고하였음.
- 2002년 Perin et al. (2002)은 *Védrantais* × PI161375에서 파생된 163개체의 재조합 자식계통(RI) 63개체의 표현형적 특성조사와 318개의 AFLP, IMAS 마커의 유전자형 분석을 통하여 상세한 멜론 연관지도를 제작하였음.
- Fukino 등(2008)은 흰가루병 저항성 계통 AR 5(PMR5 유래 계통)와 이병성 계통 Earl's Favourite (Harukei 3)를 교배한 후 93개의 재조합 자식계통을 육성했으며, 167개의 SSR, SCAR, CAPS 마커를 이용하여 연관지도 작성 및 QTL 분석을 수행한 결과, 연관지도 LG II와 LG XII에 멜론 흰가루병 저항성 유전자 *PxA* (race N1) 및 *PxB* (race 1)가 존재한다는 것을 보고하였으며, 흰가루병 저항성 유전자에 관여하는 마커 CMBR8, CMBR120, CMBR111를 선발함.
- L12(race 1, N1, A, S 저항성 계통) × P32 (이병성 계통)의 F₂집단 68개체에 대하여 흰가루병 race 1에 대한 저항성 표현형과 100개의 SSR 마커의 유전자형 중 CMBR 8

마커의 유전자형이 표현형과 일치함 (Izumikawa et al. 2009).

- TGR-1551은 흰가루병 race 1, 2, 5에 대하여 저항성을 가지고 있으며, 이를 이용하여 195개의 F₂ 집단을 작성하였고, AFLP 마커와 6개의 공우성 마커 (SCAR, CAPS, SSR)를 이용하여 연관지도를 작성하였으며, LG V에 흰가루병 저항성 후보 유전자 MRGH5와 MRGH63를 동정하였음 (Yuste-Lisbona et al. 2010; 2011).

○ 중국 멜론의 생산현황 정보 수집

중국은 세계적인 멜론 생산대국으로 전국 멜론 재배면적이 수년간 지속적으로 세계 수위를 차지하고 있으며, 중국 농업부 정보센터의 통계에 따르면 2009년 멜론 재배면적은 약 202백만평에 달하였으며, 10년 시장수요의 지속적인 증가세에 힘입어 재배면적이 전년대비 20% 증가한 242백만평으로 증가하였고 11년에도 신품종 도입과 시험재배 성공 등 기술혁신으로 재배면적이 10년보다 25%증가한 303백만평으로 조사되었다.

09년 멜론 생산량은 약 250만톤이었으나 재배기술의 끊임없는 진보와 혁신에 따라 멜론의 단위 생산량도 점차 높아져 10년에는 전년대비 20% 증가한 320만톤에 달하였으며, 11년에는 전년대비 33% 상승한 450만톤이었다.

중국 멜론은 주로 서북지역에서 집중적으로 생산되고 있는데 그중 신장, 간수, 닝샤 및 내몽고 등 지역은 멜론 주요 재배지역으로 전국 생산량의 80%를 차지하고 있었다. 화북지역(북경, 허베이, 허난, 산둥 등)의 재배면적과 생산량도 기술향상과 더불어 증가하였으며, 상하이 및 그 인근지역(절강, 가흥 등)의 생산량도 증가추세에 있다. 화북지역은 주로 박피침과 품종을 시절재배 하고, 서부지역은 후피침과 품종을 재배하고 있었다. 신장지방에서 생산되는 멜론이 가장 유명하며, 건조한 모래땅에서 생산되고, 육질이 단단하고 당도가 높아 주로 홍콩으로 수출되고 있다.

신장에서는 멜론류 중 하미과가 전체 멜론 생산량 가운데서 매우 높은 비중을 차지하고 있으며, 신장이 주산지이며, 전체 재배면적은 121백만평 내외이며, 생산량은 연간 85만톤 정도이다. 하미과 재배는 점차적으로 조, 중, 만생의 규모화 생산 및 공급이 이루어지는 국면을 형성하였으며 투루판 분지는 조생 하미과 산지이고 하미, 창지 등 지역은 중생 하미과, 자스, 민핑, 뤼장, 이우, 빠리쿤, 아러타이 지역은 만생 하미과 산지이다.

하이난은 열대 북쪽에 위치하고 있어 열대성 계절풍 기후에 속해 “천연온실”이라고 불리며, 봄 빨리오고 온도상승이 빠르며 낮과 밤의 기온차가 크고 겨울이 따뜻해 멜론의 반계절성 생산기지이다. 하이난 남부의 산야, 링둥, 러둥 등 지역은 중국 하미과의 반계절 재배의 주요기지로 10 반계절 연도(10월 중순 ~ 이듬해 4월말) 재배면적이 61만평, 11년에는 212만평을 돌파하였다.

랴오닝성 타이안현에서 생산되는 멜론은 육질이 두껍고 당도가 높아 맛이 좋으며 저장, 운송에 적합한 특징을 지니고 있으며 04년 멜론협회를 설립하여 재배에서부터 수확까지 일괄적인 재배, 기술, 포장, 판매를 실시하였으며 선양에 멜론 전문판매점을 설립하였다. 650개 온실하우스를 보유한 멜론 생산기지를 건립하여 40평이 무공해상품 품질감독검사를 통과하였으며 “녹색, 양질, 저가”로 베이징, 톈진, 선양 등 대도시에서 매년 1,800여톤이 판매되고 있다. 현재 타이안현에서는 계속하여 멜론 재배면적

을 확대하고 있으며, 10년에는 재배면적이 101만평, 총 생산량이 4,500톤에 달하였다.

○ 중국 멜론의 유통현황

멜론은 지금 중국시장에서 인기를 끄는 과일류 상품으로 기본적으로 생산량과 소비량이 균형을 이루며, 그중에서 매년 약 8% ~ 10%가 세계 각지에 수출되는데 주로 하미과와 멜론 품종이다. 통계에 의하면 09년 중국의 멜론 시장규모는 약 200만톤이며, 10년 270만톤으로 늘어났으며 11년에는 350만톤이었다.

지금 시장에서는 저급멜론(하미과 등)의 재배면적과 생산량이 계속 증가하여 공급이 수요를 초과하는 현상이 나타나고 있는데, 현재 소비자들의 멜론에 대한 수요는 점점 중·고급 상품으로 변화하고 있어 저급멜론의 가격은 최근 몇 년 점점 하락세에 있다.

최근 수년간 중국 멜론의 품종이 지속적으로 증가되었는데 이는 주로 수입품종의 도입 및 관련 재배기술 향상과 밀접한 관련이 있다. 국내에서도 교잡 등 새로운 기술을 통하여 더욱 많은 신품종을 연구개발하고 육성하는 등 시장의 신품종에 대한 요구를 충족시키고자 노력하고 있다.

중국 멜론의 고급시장은 계속 수입상품에 점령당하고 있지만 각종 수입품종이 중국에서 성공함에 따라 가격인하에 따른 멜론의 수요를 자극하여 시장에서 수요를 만족시키지 못하는 상황을 초래하였다.

과일시장에서 브랜드가 혼란한 현상이 종종 발생하는데 특히 멜론의 경우 브랜드의 종류가 매우 많은 특징이 있으며, 대다수가 재배지역의 지명 혹은 소재지 도시명칭을 이용하여 브랜드를 명명하고 있으며 브랜드 보호의식이 높지 못해 각기 다른 산지의 제품이 동일한 브랜드를 사용하거나 타 지역의 브랜드를 사용하는 경우가 종종 발생하고 있다.

멜론의 유통경로는 일반과일과 동일하며, 주요 유통경로는 생산농가, 생산기지, 도매시장, 소매상 혹은 과일판매상으로 구성되어 있다. 농가나 생산기지에서 생산된 멜론은 도매시장 관련기업에서 구매하여 각 도시의 소매 유통경로를 통하여 판매하고 있다. 도매시장은 전체 유통과정에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 재배기지와 판매경로를 연결하고 있다. 현재 전국 각 도시에는 모두 일정한 개수의 과일도매시장이 있지만 대부분 소매경로를 통하여 소비자에게 판매되는 실정이다. 소매경로는 크게 2가지로 나뉘는데 하나는 과일가게이고 다른 하나는 개체호인데 도시의 각 지역에 분포되어 각종 과일을 판매하고 있다.

중국의 멜론은 재배지역이 다르고 품종이 다양하여 시중에서 판매되는 멜론의 가격도 제각각이며, 각 지역 도매시장의 가격변동폭도 매우 커 지역별 가격차이가 몇 배에 달하는 경우도 있다. 멜론은 품종이 다양하지만 단일화된 경로로는 1~2개 품종밖에 유통되지 않아 소비자들은 다양한 품종을 선택할 기회가 적다. 현재 멜론의 재배와 생산에 있어 일정수준의 지역제한은 있지만 온실재배 확대 및 품종개량, 물류개선 등으로 멜론의 유통이 지방에서 전국적으로 확대되고 있다.

최근 몇 년동안 기술향상, 품종도입 등으로 멜론의 재배면적과 생산량은 지속적으로 증가하고 있으며, 이로 인해 멜론 가격에 변화를 가져오고 있다. 유통경로에서 멜

론의 가격은 주요하게 산지와 품종의 영향을 받으며 각 지역의 가격은 큰 차이가 나는 경우가 많다. 현재 멜론 시장 가격은 일반적으로 kg당 2위안~5위안이다.

멜론은 일반적으로 외포장이 없으며 주로 근이나 kg등 무게를 달아 판매가격을 결정하고 있으며 선물용으로 과일을 포장할 때 멜론이 주로 사용되고 있으며, 이럴 경우 종이박스나 바구니를 이용하여 포장하고 있다.

○ 중국 멜론의 소비현황

멜론의 주 소비는 일반적으로 여름철에 더위를 식히는 과일로 많이 사용되며 고급 선물에 사용하는 고급품종은 일반적으로 봄철에 대량으로 소비된다. 현재 멜론의 시장판매 상황이 양호하여 소비량이 매년 증가하는 추세를 보이고 있으며, 현재 중국시장 멜론의 소비량은 약 300만톤 수준을 유지하고 있으나 품종이 더욱 다양해지고 가격도 하락함에 따라 시장수요가 점점 증가될 것으로 전망된다. 멜론은 우수한 품질과 우아한 외관으로 중국 소비자들의 환영을 받고 있으며 선물용으로 사용되는 고급과일로 자리매김 되어있다. 주요 소비처는 개인으로 소비자들은 대부분 가정 소비용으로 구매하거나 친지방문 등 선물용으로 구매하는 경우가 대부분이며 요식업, 과일주스 생산기업들의 멜론에 대한 수요도 계속 증가하고 있으며, 요식업 등 서비스 영역에서는 후식으로 멜론 사용이 점점 증가하고 있다.

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

가. 유전자원 수집 및 평가

(1) 일본 수출용 품종 개발을 위한 유전자원 수집 및 특성 평가()

멜론(*Cucumis melo* L.) 28점을 일본 현지 및 해외개발팀의 협조를 받아 1, 2차에 걸쳐 수집하여 작형별로 성능검정을 실시하였다. 수집된 자원은 대부분 흰가루병 + 만할병 저항성 조합으로 녹육계 25점과 적육계 3점을 국내 F1 품종과 공시하였다. 특히 미야비는 일본에서 가장 우점하는 얼스계 고품질 멜론임.

2013년 2월15일 파종, 7월2일 수확하는 작형으로 춘추계 유전자원 평가를 진행 하였고, 2013년 4월17일 파종, 8월 12일 수확하는 작형으로 하계시험을 진행 하여 과 품질과 내병성이 우수한 춘추계멜론 4품종, 하계멜론 3품종을 확인 함.

표3 . 도입 F1 유전자원 춘추계 시험 특성평가 (1차년도)

BN	초세 ^a	1과중 (kg)	배꼽 (Cm)	과장 (Cm)	과경 (Cm)	과형 지수	과육 두께 (Cm)	과피색	육색	당도(Brix°)		경도
										태좌	과육	
대비	중	1.86	3.03	14.23	14.70	0.97	4.20	회록	녹황	14.80	13.53	1.45
S1001	강	2.24	1.98	17.00	15.55	1.09	4.78	회록	녹황	15.20	12.40	1.64
S2001	강	2.02	1.96	15.88	15.50	1.02	4.56	회록	녹황	14.43	13.08	1.68
U1002	강	2.02	2.00	16.53	15.43	1.07	4.50	회록	녹황	13.73	12.73	1.59
S3801	강	2.12	2.68	16.48	15.03	1.10	4.11	밝은회백	녹황	10.70	11.05	1.66
R3851	강	2.92	2.91	18.40	17.05	1.08	5.11	회백	적육	18.15	14.70	1.31
R0010	강	2.49	3.13	18.18	16.45	1.10	4.88	회백	적육	17.78	15.40	1.48

※ 초세^a: 강(강함)>중강>중>중약>약(약함)

※ 경중개요 파종:



그림4. 춘추 멜론 유전자원의 과실 특성비교

표4 . 도입 F1 유전자원 하계 시험 특성평가 (1차년도)

BN	초세 ^a	1과중(kg)	배꼽(Cm)	과장(Cm)	과경(Cm)	과형지수	과육두께(Cm)	과피색	육색	당도(Brix°)		경도
										태좌	과육	
대비	중	2.11	1.83	16.53	15.85	1.04	4.08	회록	녹황	16.00	12.37	1.37
U0011	강	2.65	2.33	18.43	17.60	1.05	4.74	회록	녹황	16.33	11.50	1.58
U1001	강	2.23	1.80	16.20	15.90	1.02	4.34	회록	녹황	18.00	12.33	1.48
U1002	강	2.80	1.70	18.10	18.53	0.98	4.76	회록	녹황	15.37	11.47	1.38
U2001	강	2.45	1.98	17.23	17.25	1.00	4.41	회록	녹황	16.60	12.43	1.35
U2002	강	2.82	2.33	18.50	17.83	1.04	4.76	회록	녹황	17.37	11.83	1.38
U3901	강	2.19	1.92	16.58	16.13	1.03	4.06	회록	녹황	14.20	13.00	1.57
P3343	중	1.98	1.40	18.25	14.83	1.23	4.16	진녹	녹황	16.57	13.03	1.65
P3344	중강	2.33	1.35	17.98	15.75	1.14	4.64	진녹	녹황	15.10	12.10	1.05

※ 초세^a: 강(강함)>중강>중>중약>약(약함)



그림5. 하계 멜론 유전자원의 과실 특성비교

(2) 중국 및 대만 등 청과 수출용멜론 유전자원 수집 (1협동)

1차년도에는 멜론(*Cucumis melo* L.) 34품종을 국내 및 해외에서(외국은 아시아종묘 무역부와 중국 현지 출장을 통하여) 수집하였으며, 수집지역은 주로 중국이었고, 그 밖에 일본, 미국, 인도, 헝가리 등 이었다. 공시내역은 녹육계인 왕감왕(BN704), 일본침왕(日本靑玉, BN718) 등 6품종, 적육계인 부침88(富靑88, BN706), 경침108号(景靑108号, BN711) 등 7품종이었으며 그 외의 중국 재래종 8품종, 일본 F1 품종 6품종 및 국내 F1품종 7품종을 공시하였다.

대부분의 유전자원은 초세가 중 이상이였지만, BN716은 초세가 약하였고, BN704, BN709, BN715, BN721, BN729의 5품종은 초세가 강하였다. 초기 과실의 비대 생장이 우수한 품종은 5품종으로 BN716, BN719, BN729, BN730, BN731이었다. 유전자원의 평균 과중은 548.5g 이고, 과중이 가장 적게 나가는 품종은 BN708로 250g이었으며, BN719는 과중이 1,850g으로 대형과 품종이었으며 수집한 유전자원 중에서는 유일하게 1kg이상 되었다. 유전자원의 평균 당도는 9.5Brix°였고, 당도가 10.0Brix° 이상인 유전자원은 15품종이었고, 그 중 BN703은 15.0Brix°로 수집된 유전자원 중 당도가 가장 높았다. 수집된 유전자원의 과형은 다양하게 나타났으며 난형이 가장 많았다. 과피색은 황색계열이 15품종, 녹색계열이 7품종, 백색계열이 12품종이었다. 과육색은 녹육은 6품종이었으며, 적육은 7품종이었고 대부분의 나머지 품종은 백색이었다. 육성목표에 부합

하는 녹육계와 적육계의 품종을 주로 선발하였으며, BN703은 당도가 15.0Brix°로 높으며 황피담녹육(黃皮曇綠肉)이었고, BN719는 과중이 1850g이었고 당도는 9.0Brix°이고 황피담적육(黃皮曇赤肉)이었다. 당도가 13.0Brix°로 높은 황피담적육(黃皮曇赤肉) 품종인 BN718은 중요한 육성 소재로 선발되었다. BN710과 BN732는 육질이 아삭아삭한 품종으로 BN732는 당도도 우수하여 선발하였지만, BN703보다 당도가 낮았다. 또한, BN735는 당도가 높으며 과육색이 맑은 백색이며 육질이 아삭하여 국내용 품종의 우수한 육종 소재로 판단되었다(표 5, 그림 6). 육종소재로 활용가능성이 높은 14품종을 선발하였으며, 이 품종들은 차년도부터 육종목표와 부합하는 품종육성에 활용할 예정이다.

표 5. 도입 품종의 과실 특성 (1차년도)

BN	초세 ^a	1과중(g)	당도(Brix°)	과형	과피색	과육색	육질 ^c	비고
703	5	250	15.0	1	4	3	1	
704	7	500	10.0	2	8	3	1	
709	7	450	11.0	1	1	6	1	
710	5	400	8.0	1	4	1	1	
715	7	500	10.0	1	3	1	1	
716	7	550	8.0	1	8	1	1	
718	5	800	13.0	4	4	3	1	
719	5	1850	9.0	2	4	7	1	
721	7	750	8.0	4	10	1	1	
729	7	500	9.0	1	1	6	1	
730	5	450	10.0	1	3	1	5	
731	5	550	10.0	1	1	1	1	
732	5	450	10.0	2	1	6	5	
735	5	450	11.0	1	3	1	9	

※초세^a: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^b: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형)

과피색^b: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(농황색), 11(농녹색), 12(백황색)

과육색^b: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색)

육질^b: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경중개요

과중 정식
2013.03.24 2013.04.26



그림 6. 주요 멜론 유전자원의 과실 특성(1차년도)

2차년도에는 중국 및 동남아 수출용 흰가루병 저항성 멜론 품종을 육성하고자 실시하였으며, 육성소재를 얻기 위해 다양한 품종 및 계통(육종자원)을 수집하였다. 연구목적에 부합하는 41품종/계통의 멜론(*Cucumis melo* L.)을 국내 및 해외에서(해외는 자사의 해외영업팀과 거래처 및 직접 출장을 통하여) 수집하였으며, 수집지역은 주로 중국이었고, 그 밖에 대만, 태국, 일본 등 이었다. 공시내역은 옐로우 까나리(Yellow Canary; YC)형 17품종, 화이트 까나리(White Canary; WC)형 6품종, 허니듀(Honeydew; Hd)형 8품종, 그 외 녹색과피의 파파야(Papaya; Pa)형 10품종이었다. 주요 YC 품종으로는 일본의 옐로킹(イエローキング), 중국의 제로홍(齊魯紅), 이려사백(伊麗莎白), 홍밀 등이며, WC 품종으로는 국내의 킨(동부한농), 중국의 설밀왕, 조백밀 등이 있으며, Hd 품종은 중국의 새금향, 첩비 등 이었다

육성목표에 부합하는 품질이 우수한 품종 위주로 하였으며, 주요특성은 다음과 같다. BN481

은 당도가 19Brix°로 높으며, 1050g의 백육백피로 나타났다. BN462는 당도가 17.5Brix°로 두 번째로 높았으며, 1300g의 적육백피로 중국 수출용으로 우수 할 것으로 사료되어 선발하였다. BN463은 황피백육의 17Brix°로 당도가 높아 우수한 육종 소재로 판단되었다. YC형으로는 BN463이 백육의 17Brix°로 당도가 높았으며, BN466은 녹색색 과육으로 당도가 16Brix°로 우수하고 과중이 1,200g으로 특성이 우수하였다. WC 타입으로는 BN473, BN472, BN471은 백육 과피에 녹색 줄무늬가 있으며, 당도가 15Brix°이상이며, 과중이 1,000g이상으로 우수하였다. Pa형으로는 BN477이 당도가 16Brix°로 높으며 과중은 1,000g이며 과피색이 적녹색으로 중국 수출용 멜론 품종육성에 적합할 것으로 사료 되었다(표 6, 그림 7). 육종소재로 활용가능성이 높은 20계통을 선발하였으며, 이 품종들은 차년도부터 육종목표와 부합하는 품종육성에 활용할 예정이다.

표 6. 도입 품종의 과실 특성(2차년도)

BN	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	비고
456	5	5	13	1	1,400	15.5	1	
458	5	5	13	1	1,250	16	1	
460	7	5	13	1	900	15	1	
461	5	5	13	1	1,030	16.5	1	
462	5	4	2	5	1,300	17.5	1	
463	5	4	7	1	850	17	1	
464	5	2	4	9	1,100	16.5	1	
466	5	5	4	10	1,200	16	1	
471	3	3	2	1	1,000	16	1	녹색 줄무늬
472	3	3	2	1	1,100	15.5	1	녹색 줄무늬
473	3	3	2	1	1,250	15	1	녹색 줄무늬
474	5	3	2	1	1,000	14	1	
477	3	2	13	1	1,000	16	1	
480	5	5	1	1	1,000	13.5	1	
481	5	5	1	1	1,050	19	1	
484	7	5	2	8	1,600	14.5	1	
486	5	2	14	1	950	11	1	
490	5	2	1	1	750	12	1	
578	3	4	11	1	900	6	1	

※ 초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2014.03.31	2014.04.21	2014.05.20.~2014.05.30	2014.07.07



그림 7. 주요 멜론 유전자원의 과실 특성(2차년도)

3차년도에는 연구목적에 부합하는 35품종/계통의 멜론(*Cucumis melo* L.)을 국내 및 해외에서(해외는 자사의 해외영업팀과 거래처 및 직접 출장을 통하여) 수집하였으며, 수집지역은 주로 중국 및 중동 지역이었고, 그 밖에 태국, 필리핀, 대만, 일본 등 이었다. 공시내역은 옐로우 까나리(Yellow Canary; YC)형 14품종, 화이트 까나리(White Canary; WC)형 9품종, 실버 웨이브(Silver Wave; SW)형 4품종, 그 외 녹색과피의 파파야(Papaya; Pa)형 8품종이었다. 주요 YC 품종으로는 국내 I사의 옐로우퀸, L사의 선샤인 등이며, WC 품종으로는 국내 I사의 화이트퀸, 대만의 AG820, 중동의 White melon 등이 있으며, SW품종은 국내 L사의 은과하계, 일본의 가야하쿠지 등이 있으며,

Py타입으로는 국내 I사의 비발디, L사의 블루스타 등을 수집하였다.

선발은 육성목표에 부합하는 품질이 우수한 품종 위주로 하였으며, 주요특성은 다음과 같다. YC형으로는 BN503은 당도가 17.0Brix°로 높으며, 1,500g이며, 과피색이 적황색으로 우수하며, 과형이 균일하였다. 적육황피는 BN512, BN534이며, BN512는 과중이 2,000g이상이며, BN534는 당도가 17.0Brix°로 우수하여 중국 수출용 멜론 품종 육성에 적합할 것으로 사료 되었다. WC형으로는 BN515가 백육백피의 과중은 1,100g이며, 당도가 17.0Brix°가 높아 우수한 육종 소재로 판단되었다. BN535는 HD타입으로 당도는 10.0Brix°로 낮지만 과형이 균일하며, 육질이 연하고 향이 강하여 동남아 수출용 멜론 품종 육성 소재로 활용 할 예정이다. SW형인 BN524, BN525는 과중이 900g이상이고, 당도가 16.0Brix°이상으로 육질이 아삭하며, 과피에 녹색 무늬가 선명하였다. Py형은 과중이 1,000g내외이며 당도가 15.0Brix°, 과피가 진녹색이며 개구리 얼룩 무늬가 있고, 과형이 장타원형으로 특징이 비슷하게 나타났다(표 7, 그림 8). 위에 조사에 따라 우수한 6계통과 저장성과 후기 버팀성이 우수한 5계통, 내한성 및 내서력을 겸비한 비대력 우수한 4계통을 선발하였으며, 이 품종들은 차년도부터 육성목표와 부합하는 품종 육성에 활용할 예정이다.

표 7. 도입 품종의 과실 특성(3차년도)

BN	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	타입	비고
504	7	5	15	1	1,500	13.0	7	YC	
505	7	4	15	1	1,700	16.0	9	YC	
506	7	5	15	1	1,100	17.0	7	YC	
507	7	2	4	7	1,400	17.0	9	YC	
509	7	3	4	1	1,300	13.0	9	YC	
510	7	2	4	1	1,650	14.0	9	YC	
511	7	3	4	7	1,600	15.0	9	YC	
513	5	3	4	1	700	14.0	7	YC	
515	5	5	12	1	1,100	17.0	1	WC	
519	7	5	1	3	1,200	10.0	5	HD	
520	7	4	1	3	1,000	18.5	1	HD	
524	7	2	1	1	900	16.5	9	SW	
528	7	3	3	1	1,300	15.0	5	Py	
529	7	3	3	1	1,000	14.5	5	Py	
530	7	3	3	1	900	15.0	5	Py	
534	7	2	4	6	1,100	17.0	9	YC	

※초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2015.05.01	2015.05.26	2015.06.22~2015.07.01	2015.08.03



그림 8. 주요 멜론 유전자원의 과실 특성(3차년도)

4차년도에는 흰가루병 저항성 멜론 육성소재의 다양성을 확보하기 위해 연구목적에 부합하는 옐로우 까나리(Yellow Canary; YC)형 4품종, 화이트 까나리(White Canary; WC)형 6품종, 허니듀(Honeydew; Hd)형 5품종 그 외 녹색과피의 파파야(Papaya; Pa)형 5품종등 총20품종의 멜론(*Cucumis melo* L.)을 수집하고 중국 및 동남아 수출용 흰가루병 저항성 멜론 품종을 육성하고자 국내 및 중국 및 중동 지역이었고, 그 밖에 태국, 필리핀, 대만, 일본 등 해외(해외는 자사의 해외영업팀과 거래처 및 직접 출장을 통하여)에서 수집 하였다.

선발은 육성목표에 부합하는 저장성과 후기 버팀성이 우수하고, 내한성 및 내서력을 겸비한 비대력 우수한 7계통을 선발하였으며, 이 품종들은 차년도부터 육종목표와 부합하는 품종 육성에 활용할 예정이다.

표 8. 도입 품종의 과실 특성(4차년도)

BN	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	타입	비고
204	7	5	1	3	1,600	14.0	7	HD	
205	7	2	4	1	1,100	10.0	5	YC	
206	3	4	1	1	800	12.0	1	WC	
207	5	6	3	1	900	11.0	5	Py	
208	5	5	1	3	1,150	16.0	5	WC	
209	5	5	1	1	1,000	15.0	5	YC	

※ 초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2016.04.16	2016.05.6	2016.06.1~2016.06.13	2016.07.20

		
204	205	206
		
207	208	209

그림 9. 주요 멜론 유전자원의 과실 특성(4차년도)

5차년도에 흰가루병, 덩굴쪄짐병, 멜론괴저반점바이러스 등 내병성 소재와 다양한 세그먼트의 유전자원 30품종을 국내 및 태국, 필리핀, 대만, 일본, 중국, 유럽에서 수집하였다.

선발은 육성목표에 부합하는 품질이 우수한 품종 위주로 하였으며, 주요특성은 다음과 같다. 전체적으로 보았을 때 당도는 BN221과 BN222가 높았지만 초세가 상대적으로 저조하였고, BN231의 경우 당도는 BN221과 BN222에 비해 낮았지만 과중은 우수하였다. Type별로 SW형은 당도가 14.0Brix°이상으로 높은 편이고, 육질은 중이상이며 과육색은 백색으로, 과형은 고구형으로 균일하였다. GW형인 BN231은 육질은 연하고 초세는 중간이고 과중이 2,000g으로 높아 우수한 멜론 품종 육성 소재로 활용 가치가 있을 것으로 생각된다(표 9, 그림 10). 위의 조사에 따라 저장성과 후기 버팀성이 우수하고, 내한성 및 내서력을 겸비한 비대력 우수한 4계통을 선발하였다.

표 9. 도입 품종의 과실 특성(5차년도)

BN	초세 ^㉞	과형 ^㉟	과피색 ^㊱	과육색 ^㊲	1과중(g)	당도(Brix [°])	육질 [㉿]	타입	비고
221	5	5	18	1	1,600	16.0	7	SW	
222	5	5	18	1	1,000	16.0	7	SW	
226	5	5	18	1	1,000	15.0	5	SW	고온성
231	5	4	8	6	2,000	14.0	3	GW	

※ 초세^㉞: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^㉟: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^㊱: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색), 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색), 18(백피녹연청)

과육색^㊲: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색), 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질[㉿]: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경중개요

과종

정식

2017.04.16

2017.05.06.



그림 10. 주요 멜론 유전자원의 과실 특성(5차년도)

(3) 일본 수출 맞춤형 1주2과 고품질 다수성 멜론 품종 개발(3협동)

국내 수집 유전자원 42품종의 1주 2과 착과 시험을 실시한 결과 1주 2과의 결과는 거의 모든 공시재료가 유사하게 과중, 네트 등의 품질이 나쁘게 나온 반면, 1株 2줄기에 2과를 착과하였을 때 당도, 과중이 우수한 자원들이 3품종을 선발하였다.

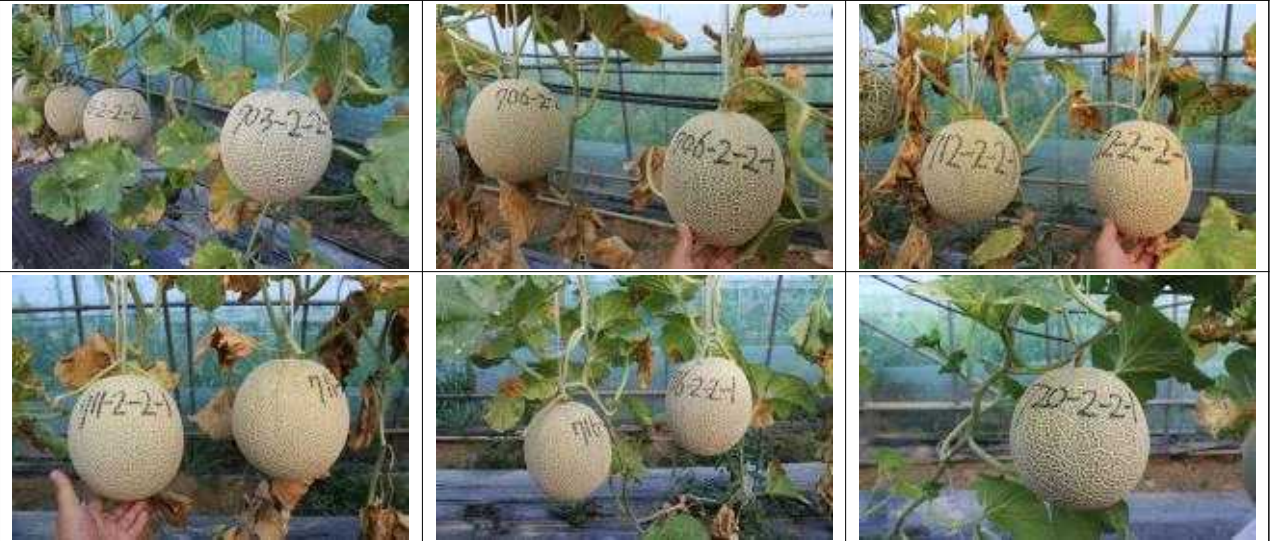


그림 11. 1차년도 국내수집 유전자원 예비시험

나. 세대단축 및 계통육성

(1) 일본 수출용 품종 개발을 위한 세대단축 및 계통육성

(가) 만할병 저항성 계통 육성 및 선발

본 연구과제의 주요 목표 형질인 만할병 저항성 품종 육성을 위해 연구기간 동안 만할병 저항성 계통육성을 진행 하였다. 만할병 race1, race2 저항성 계통 육성을 위해 유묘기에 병리 접종과 마커분석을 동시해 진행 하여 저항성 계통에 대해 유묘개체선발 후 정식 하여 계통육성을 진행 하였다. 71계통 에 대해 race1, race2 시험을 진행하였고 대부분 계통은 race2에 대해 저항성을 보였으며 race1, race2에 강한 5계통을 선발 하였다.

1차년도에 해외농장 시험종자를 제외한 국내 시험 종자 중 초기세대(F_2 - F_3) 및 신규 계통 육성을 위한 교배계통에 대하여 흰가루병 마커검정과 만할병 접종시험, 마커검정을 병행 하여 최종 선발된 계통을 정식하고, 포장에서의 원예적 형질을 고려하여 선발 하였다.



그림12. 해외(미얀마) 농장을 이용한 초기세대 계통육성

표 10. 만할병 race1, race2 접종 및 마커분석 결과

BN	race1						race2					
	발병지수(DI)					마커 분석	발병지수(DI)					마커 분석
	1	3	4	7	9		1	2	3	4	5	
FR001	2	1	5	0	9	S	16	0	0	1	0	R
FR002	2	1	5	0	8	S	15	0	0	1	0	R
FR004	2	0	5	0	8	S	14	0	0	1	0	R
FR005	2	0	4	0	8	S	14	0	0	1	0	R
FR014	2	0	3	0	7	S	16	0	0	2	0	R
FR015	2	0	3	0	6	S	15	0	0	2	0	R
FR017	2	0	2	0	5	S	14	0	0	1	0	R
FR018	2	0	2	0	4	S	13	0	0	1	1	R
FR019	2	0	1	0	4	S	12	0	1	1	1	R
FR020	1	0	1	0	5	S	12	0	1	1	1	R
FR021	1	1	1	0	4	S	12	0	1	1	1	R
FR022	1	1	2	0	3	S	12	0	1	1	1	R
FR023	0	1	2	0	4	S	11	0	2	1	1	R
FR024	0	1	3	0	3	S	10	0	3	1	1	R
FR062	6	2	0	1	15	R	17	2	3	1	1	H
FR063	6	1	0	1	16	R	18	2	2	1	1	H
FR064	5	1	0	1	17	R	18	2	2	1	1	R
FR065	4	1	0	1	18	R	18	2	2	1	1	R
FR066	3	1	0	1	19	R	18	2	2	1	1	S
FR071	4	1	0	0	20	R	22	1	0	1	1	H



그림13 . 만할병 집중 시험 결과

(나) 흰가루병 저항성 계통 육성 및 선발

본 연구과제의 주요 목표 형질인 흰가루병 저항성 품종 육성을 위해 연구기간 동안 흰가루병 저항성 계통육성을 진행 하였다. 흰가루병 마커분석과 집중 시험을 통해 저항성 개체를 유묘선발 한 후 포장에 정식하여 과 품질이 우수한 내병성 개체를 선발하여 계통육성을 진행 하였다.

표.11 흰가루병 마커 분석 결과

	분석계통 수	저항성 계통 수	분리 계통
흰가루병	93계통	32	27



그림14. 흰가루병 저항성계통 유묘 선발 및 포장 선발

(2) 중국 및 대만 등 청과 수출용멜론 계통육성 및 세대진전 (1협동)

1차년도에는 세대단축을 3차례 계획하였으며 1차는 봄 반축성 재배를 실시하였고, 2차는 가을 억제재배를 실시하고 있으며, 3차는 인도 벵갈로르 지역에서 11월 중순경 실시 예정이다. 세대단축과 함께 중국 및 대만 등 청과 수출 맞춤형 품종인 고당도 내재해성 허니듀(Honey dew)형 무네트 멜론 품종과 내병성 조생계 옐로우 카나리(Yellow canary)형 멜론 품종을 개발하고자 우수형질을 지닌 계통을 선발하고 있다.

2차년도에는 분리 중에 있는 멜론 계통을 순화 및 고정 시켰으며, 금년에는 세대단축을 3차례 계획하였다. 1차는 국내에서 봄 반축성 재배를 실시하였고, 2차는 국내에서

가을 억제재배를 실시하고 있으며, 3차는 인도 벵갈로르 지역에서 12월 초순경 실시 예정이다. 세대단축과 함께 중국 및 대만 등 청과 수출용 무네트형 품종인 고당도 내재해성 허니듀(Hd) 멜론 품종과 내병성 조생계 옐로우카나리(YC) 멜론 품종을 개발하고자 우수형질을 지닌 계통을 선발하였다.

3차년도에는 분리 중에 있는 멜론 계통을 순화 및 고정 시켰으며, 금년에는 세대단축을 3차례 계획하였다. 1차는 국내에서 봄 반축성 재배를 실시하였고, 2차는 인도 벵갈로르 지역에서 4월 초에 실시하였으며, 3차는 국내에서 가을 억제재배를 실시하고 있다. 세대단축과 함께 중국 및 대만 등 청과 수출용 무네트형 품종인 고당도 내재해성 허니듀(HD) 멜론 품종과 내병성 조생계 옐로우카나리(YC) 멜론 품종을 개발하고자 우수형질을 지닌 계통을 선발하였으며 반축성 재배에서 저온비대력과 내한성을 억제재배에서는 내서성을 가진 계통을 중점으로 선발하였다.

4차년도에는 세대단축을 2회로 계획하였다. 1회는 봄 반축성 재배를 실시하였고, 2회는 가을 억제재배를 실시하고 있다. 세대단축과 함께 중국 및 대만 등 청과 수출용 무네트형 품종인 고당도 내재해성 허니듀(HD) 멜론 품종과 내병성 조생계 옐로우카나리(YC) 멜론 품종을 개발하고자 우수형질을 지닌 계통을 선발하였으며 반축성 재배에서 저온비대력과 내한성을 억제재배에서는 내서성을 가진 계통을 중점으로 선발하였다.

(가) 반축성 재배의 계통육성

① 저세대(F2 - F4)의 계통선발

1차년도에는 작년 가을에 선발한 종자를 3월 24일에 파종, 4월 26일에 정식하였으며, 7월 10일에 모든 계통을 선발하였다. 봄 반축성 재배에서 선발된 계통의 특성은 다음과 같다(표. 2). 14Brix[°] 이상의 BN447, BN449, BN460, BN461, BN462, BN463, BN464, BN465, BN467, BN468, BN469의 11계통을 선발하였고 이 계통은 차년도에 고당도 품종육성에 활용 가능할 계획이다. 초세가 중이하인 BN444, BN446, BN447, BN451, BN452, BN458, BN459, BN461, BN464, BN468, BN469, BN470, BN471, BN472, BN474, BN476, BN477, BN479를 선발하였다. 네트가 있는 BN450과 BN452는 잡네트 멜론의 품종육성에 활용할 예정이며, 얼룩 무늬가 있는 BN457과 BN458은 개구리형 참외 또는 얼룩무늬 참외 등의 육성에 이용할 것이다. BN460은 곱이 있어 은천형 참외 품종 육성에 이용할 예정이다. 무네트 멜론의 품종육성에서 가장 문제시 되는 열피가 있는 계통인 BN468, BN475는 도태하였고 또한 형태가 난형으로 옐로우 카나리형 품종육성에 부적합한 BN472, BN473, BN474은 도태하였다. BN449, BN450, BN463, BN467, BN471은 녹육과 백육으로 분리되어 각각 분리선발 하였다. BN444는 과형이 원형이고 크기가 소형이며 형태가 균일하여 옐로우 카나리형 품종육성의 재료로 선발하였다. BN446, BN459, BN465과 BN466은 옐로우 카나리형 대형과 소재로 선발하였고 적육계 계통인 BN451, BN469, BN470을 선발하였다. BN464, BN466, BN471은 허니듀 타입의 소재로 선발하였다(그림 15).

2차년도에는 기 보유계통 및 작년에 선발하여 형질을 고정하기 위해 분리중에 있는 계통에 한하여 2014년 3월 31일에 파종하였고, 4월 21일에 정식하였으며, 7월 7일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 7월 10일에 모든 계통을 선발하였다. 봄 반축성 재배에서 선발된 계통의 특성은 다음과 같다(표. 2). 백피에 녹색 줄무늬가 있는 숙기가 다른 품종끼리 Test Cross한 BN758, BN759, BN761을 세대단축하여 육성하였다. 고품질 멜론 품종육성에 활용한 계통으로는 당도가 15Brix[°] 이상인 BN728, BN740, BN731, BN795, BN733, BN747, BN776 7계통을 선발하였다. 백육, 녹육 및 적육계 및 유색멜론 육성을 위하여, 녹육계 2계통(BN771, BN733), 적육계 8계통(BN744, BN743, BN742, BN795, BN775, BN773, BN731, BN780), 백육계 15계통(BN728, BN759, BN739, BN761, BN767, BN735, BN785, BN740, BN763, BN758, BN774, BN729, BN747, BN776, BN768)을 선발하였다. 중국 수출용 품종 육성소재로 BN795는 과형이 타원형이며, 당도가 16Brix[°]이고 1,900g으로 특성이 우수한 녹피적육 멜론으로 선발되었으며, 백피의 적육인 BN753, BN773, BN731을 선발하였다. BN733은 Hd형의 당도가 16Brix[°]로 높고 외적 형질이 우수하여 선발되었다. YC형으로는 과중이 2,200g인 BN743과 당도가 16Brix[°]로 우수한 형질을 가진 BN776을 선발하였다. BN768은 과피색이 적황색이며, 과육색이 백색으로 초세가 중강이며, 외형적 특성이 우수하여 YC형과 중국 수출용 품종 육성 소재로 사용 할 예정이다.

무네트 멜론의 품종육성에서 가장 문제시 되는 열피가 있는 계통인 BN735, BN740과 꼭지 빠짐 현상이 일어난 BN753은 도태시켰으며, BN762는 과 모양이 불균형하여 순도를 높이기 위해 세대진전을 더 실시하여 고정 시켜 나갈 계획이다. BN729는 단성화였으며, BN728은 골이 있어 은천형 참외 품종 육성에 이용할 예정이다(그림 16).

3차년도에는 기 보유계통 및 작년에 선발하여 형질을 고정하기 위해 분리중에 있는 계통에 한하여 55계통(YC타입 19계통, WC타입 15계통, Hd타입 5계통, SW타입 12계통, Py계통 4계통)을 2015년 5월 1일에 파종, 5월 26일에 정식하였으며, 8월 3일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 8월 6일에 모든 계통을 선발하였다. 봄 반축성 재배에서 선발된 계통의 특성은 다음과 같다. 백피에 녹색 줄무늬가 있는 숙기가 다른 품종끼리 Test Cross한 BN916, BN917, BN919, BN921, BN930, BN932를 세대단축하여 육성하였다. 고품질 멜론 품종육성에 활용한 계통으로는 당도가 13Brix[°] 이상이고 내한성과 저온비대력이 우수한 BN901, BN917, BN921, BN937, BN968, BN970, BN892 7계통을 선발하였다. 중국 수출용 품종 육성소재로는 외형이 우수하고 당도가 높고 식미가 우수한 계통을 선발하였으며 주요특성은 다음과 같다. BN901은 과형이 타원형이며, 당도가 13.0Brix[°]이고 1,500g으로 특성이 우수한 진녹피녹육 멜론으로 선발되었으며, 황피의 녹육인 BN891, 백피 녹육인 BN972를 선발하였다. BN937은 SW형으로 당도가 17.0Brix[°]로 높고 무늬가 선명하여 외적 형질이 우수하여 선발되었다. YC형으로는 과중이 2,000g인 BN892와 당도가 15.0Brix[°]로 우수한 형질을 가진 BN995를 선발하였다. WC형인 BN968, BN970은 내한성 및 내서력을 겸비하고 비대력 우수하며 과육색이 백색으로 당도가 15.0Brix[°]로 높아 식미가 우수하고 외형적 특성이 우수하여 중국 수출용 품종 육성 소재로 사용 할 예정이다. BN921은 과피색이 백색과 녹색으로 분리가 일어났으며, 과피색이 녹색인 것은 열피가 일어나서 도태하여 당도가 높은 백피멜론을 선

발하였다. 무네트 멜론에서는 품종육성에서 가장 문제시 되는 열피가 있는 계통인 BN927, BN930과 꼭지 빠짐 현상이 일어난 BN995는 도태시켰으며, BN913, BN932, BN994는 과 모양이 불균형하여 순도를 높이기 위해 세대진전을 더 실시하여 고정시켜 나갈 계획이다(그림 17).

4차년도에는 분리중에 있는 계통에 한하여 48계통(YC타입 9계통, WC타입 14계통, SW타입 18계통, Py계통 7계통)을 2016년 5월 1일에 과중, 5월 26일에 정식하였으며, 8월 3일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 8월 6일에 계통을 선발하였다. 봄 반축성 재배에서 선발된 계통의 특성은 다음과 같다(표 2). 고품질 멜론 품종육성에 활용한 계통으로는 당도가 13Brix° 이상이고 내한성과 저온비대력이 우수한 BN731, BN733, BN744, BN752 4계통을 선발하였다. YC형으로는 과중이 1,500g인 BN745와 당도가 15.0Brix°로 우수한 형질을 가진 BN744, BN752를 선발하였다. WC형인 BN731, BN733은 내한성 및 내서력을 검비하고 비대력 우수하며 과육색이 백색과 적색으로 과중은 800g으로 BN745 보다 낮지만 당도가 13.0Brix°이상으로 식미가 우수하고 외형적 특성이 우수하여 수출용 품종 육성 소재로 사용할 예정이다(그림 18).

5차년도에는 기 보유계통 및 작년에 선발하여 형질을 고정하기 위해 분리 중에 있는 계통에 한하여 27계통(YC타입 9계통, WC타입 3계통, Hd타입 4계통, SW타입 3계통, Py타입 4계통, DYC타입 4계통)을 2017년 5월 1일에 과중, 5월 26일에 정식하였으며, 8월 3일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 8월 6일에 모든 계통을 선발하였다. 봄 반축성 재배에서 선발된 계통의 특성은 다음과 같다(표 2). 고품질 멜론 품종육성에 활용한 계통으로는 당도가 13Brix° 이상이고 내한성과 저온비대력이 우수한 BN454, BN459, BN460, BN461, BN463 5계통을 선발하였다. 중국 수출용 품종 육성소재로는 외형이 우수하고 당도가 높고 식미가 우수한 계통을 선발하였으며 주요특성은 다음과 같다. BN454는 과형이 원형이며, 당도가 14.0Brix°이고 과중이 1,650g으로 특성이 우수한 진황색 멜론으로 선발되었다. YC형인 BN459는, BN460은 당도가 15.5Brix°, 14.0Brix°로 높고 육질인 연하며 외적 형질이 우수하여 선발되었다. HD형인 BN463은 비대력 우수하며 과육색이 녹색으로 당도가 13.0Brix°로 높아 식미가 우수하고 외형적 특성이 우수하며 과중인 1,500g으로 높아 중국 수출용 품종 육성 소재로 사용할 예정이다(그림 19).

표 12. 반축성 재배의 저세대 주요 계통 특성(1차년도)

BN	계통명	초세 ^a	숙기	1과중 (g)	당도 (Brix°)	과형	과피색	과육색	육질 ^c	비고
444	639-3-15-1	3	중생종	750	12	4	4	1	1	
445	640-1-6-15	5	중생종	400	13	4	4	1	1	
446	642-2-7-21	3	중만생종	1,450	13	4	4	1	1	
447	643-3-7-8	3	조생종	400	14.5	4	4	1	1	
449	607-4-2-2	7	조생종	900	14	8	16	3	1	

450	608-1-0-3	5	조중생중	1,600	12	8	14	3	1	네트
451	610-5-1-7	3	중만생중	1,200	11	4	2	6	1	
452	609-1-12-13	1	조생중	800	9	4	2	6	1	네트약
457	475-1	7	중생중	600	11.5	3	7	1	5	얼룩
458	483-1	3	중생중	1,700	11	4	7	6	5	얼룩
459	505-1-16	3	중생중	1,500	13	4	4	1	1	
460	507-1-0	5	조생중	700	16	4	1	6	9	끝有
461	508-1-6	3	중생중	600	16	8	12	4	1	
462	509-1-7	5	중생중	800	14	4	10	1	1	
463	510-2-4	5	조중생중	900	14	4	14	3	1	
464	511-2-14	3	조중생중	1,600	14.5	4	1	6	1	
465	512-2-22	7	조생중	1,700	15.5	2	1	3	1	
466	513-2-15	7	중생중	1,600	13.5	2	1	1	1	
467	517-2-10	7	중생중	1,100	15	6	10	8	1	
468	520-1-6	3	중만생	1,200	14.5	4	10	11	1	얼피
469	521-2-2	3	중생중	800	14.5	2	10	6	1	
470	522-1-1	3	중생중중	800	13.5	4	4	6	1	
471	523-1-13	1	조생중	900	8	2	1	9	1	
472	525-2-8	1	중생중	800	11.5	1	12	2	5	도태
473	526-1-24	7	중만생중	750	10	1	11	6	5	도태
474	453-2	3	만생중	400	6.5	1	11	6	1	도태
475	454-1	7	조중생중	1,000	13	4	14	3	1	얼피
476	455-1	3	중생중	1,100	10.5	2	14	1	1	
477	459-3	3	조생중	950	12.5	2	8	1	1	
478	460-3	5	조중중	900	11	2	12	1	1	
479	462-5	3	조생중	1,000	12	8	3	3	1	

※ 초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(중형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색),
12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색),
12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경증개요

과종 정식
2013.03.24 2013.04.26

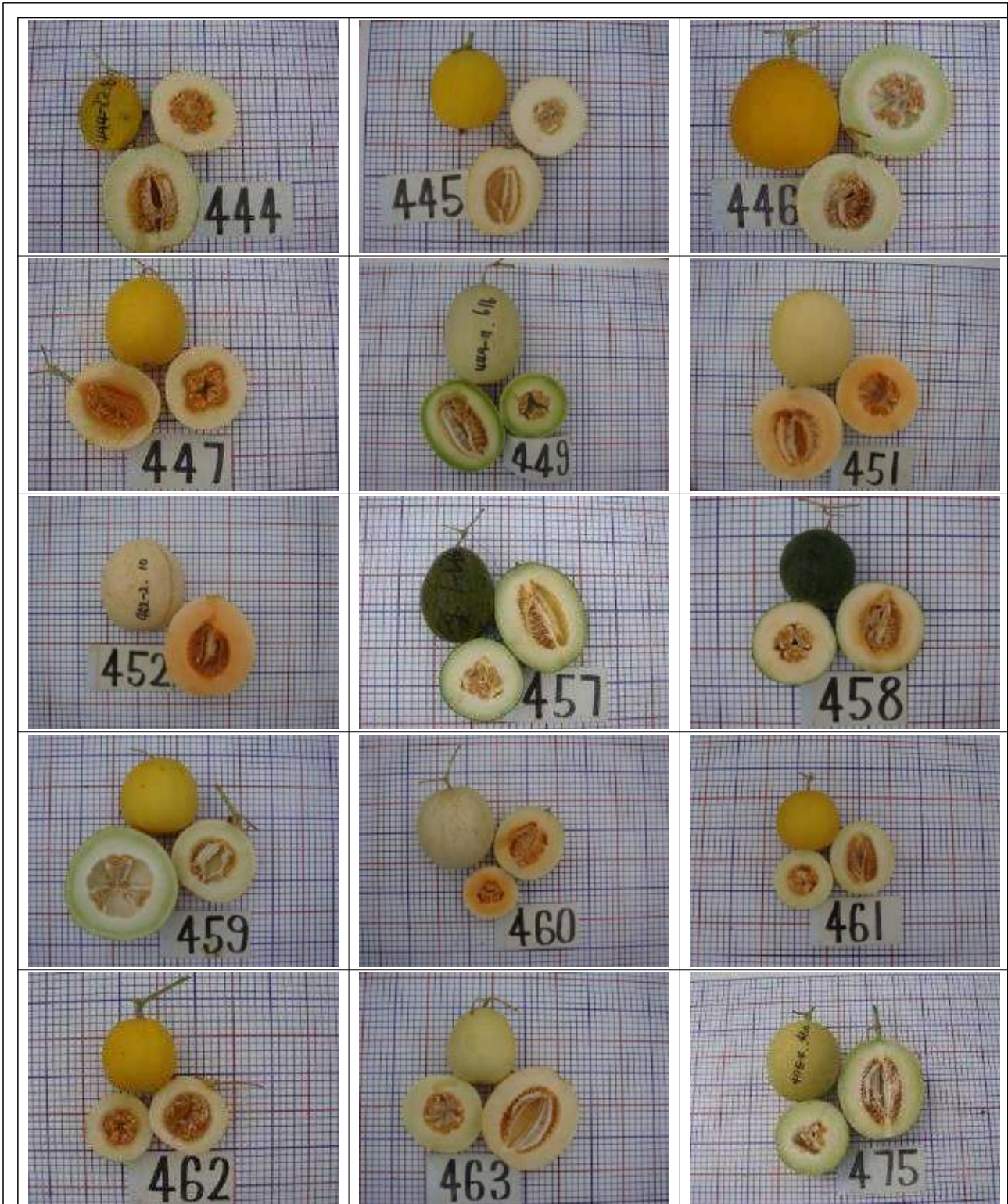


그림 15. 선발된 저세대 계통 주요 과실 특성(1차년도)

표 13. 반축성 재배의 저세대 주요 계통 특성(2차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	비고
728	507-1-9-4	7	5	2	1	1,150	15.0	1	끌 있음
729	510-2-18-6	5	4	2	1	1,100	14.0	5	단성화
731	511-2-15-5	7	5	8	6	1,050	15.2	5	
733	512-2-9-9	5	2	1	12	1,500	16.0	1	선발
735	516-2-2-9-4	9	4	4	1	1,050	12.2	1	열과
739	513-2-7-1	7	4	10	1	1,270	14.2	1	
740	513-2-18-6	7	2	4	1	1,200	15.0	1	열과
742	520-1-16-5	7	4	8	5	1,000	13.4	1	
743	521-2-15-7	7	4	8	5	2,200	11.2	1	선발
744	521-2-12-3	3	5	11	5	1,220	10.4	1	선발
747	470-2-4-1	3	5	8	1	600	16.0	5	
753	506-1W-1Y-1	7	5	1	6	1,200	17.0	1	탈리
758	471-0×472-0	5	5	1	1	1,100	13.0	5	
759	472-0×473-0	5	4	1	1	1,500	12.0	9	
761	473-0×471-0	5	5	1	1	700	14.0	1	
762	709-1-7	5	5	1	3	1,250	14.0	5	모양 불균형
763	730-1-8	5	4	1	1	700	10.0	5	
767	454-2-7	5	2	2	1	800	14.0	1	
768	837-0-1-16	5	6	13	1	1,100	13.0	5	
771	641-3-5	7	4	4	3	650	14.0	5	
773	387-3-1	7	5	1	5	1,100	12.0	5	
774	438-1-7	7	4	2	1	1,000	11.0	5	
775	621-3-16	5	4	1	5	1,200	12.0	1	
776	618-2-11	7	4	8	1	1,200	16.0	5	
780	894-1-17	5	6	8	2	1,100	10.0	5	
785	643-3-3	5	5	4	1	1,600	13.0	1	
795	865-2	5	2	3	6	1,900	16.0	1	

※ 초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색), 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색), 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2014.03.31	2014.04.21	2014.05.20.~2014.05.30	2014.07.07



그림 16. 선발된 주요 저세대 계통의 과실 특성(2차년도)

표 14. 반축성 재배의 저세대 주요 계통 특성(3차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	타입	비고
901	483-1-18-2	5	2	11	8	1,500	13.0	5	PY	적심
913	946-0-1-3	5	2	1	1	1080	10.5	5	SW	녹색 얼룩
914	946-0-11-10	7	2	1	1	1100	12.0	7	SW	녹색 얼룩
916	946-813-4	7	2	1	1	1500	12.0	7	SW	녹색 얼룩
917	946-815-3	9	2	1	1	1660	13.0	5	SW	녹색얼룩
919	946-812-12	7	2	1	1	1100	12.0	5	SW	
921	946-812-1-13	5	2	14	1	1140	14.5	5	SW	분리
927	946-0-5-8	9	2	2	1	980	13.5	1	SW	
929	947-2-16-5	3	5	1	1	1220	11.0	5	SW	
930	946-815-2	9	3	1	1	1340	13.0	5	SW	
932	946-813-3-12	7	3	1	1	1380	13.0	5	SW	
937	470-2-3-15	3	3	2	1	1300	17.0	9	SW	
968	947-2-17	5	5	2	1	840	15.0	5	WC	녹심
970	1041-3-12	9	5	1	1	1440	15.0	1	WC	
972	120-2	9	4	14	3	1650	11.0	5	HD	
994	894-1-17-2	7	5	4	1	1320	12.0	5	YC	
995	894-1-17-18	5	5	4	1	940	15.0	5	YC	
891	794-2-2-10	7	2	4	3	1350	11.0	5	YC	
892	865-2-3	9	5	4	1	2000	13.0	5	YC	약적심

※ 초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경중개요

과중	정식	교배	수확
2015.05.01	2015.05.26	2015.06.22~2015.07.01	2015.08.03



그림 17. 선발된 주요 저세대 계통의 과실 특성(3차년도)

표 15. 반축성 재배의 저세대 주요 계통 특성(4차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	타입	비고
714	471-1-1-17-5	7	5	4	1	800	8.0	1	SW	
715	471-1-1-17-17	7	2	I	1	650	9.0	1	SW	
716	857-0-0-7	5	2	3	6	1350	8.0	1	SW	
717	307-1-7	7	2	1	1	600	11.0	5	SW	
730	553-1-4	7	2	1	3	1000	10.0	5	WC	
731	175-3-1	5	4	I	6	800	14.0	5	WC	O
732	1096-2-10	5	2	1	3	800	11.0	9	WC	
733	1056-2-10	3	S	4	1	800	13.0	5	WC	O
744	1093-2-13	3	5	4	4	800	15.0	5	YC	O
745	1060-6-11	3	5	4	3	1500	12.0	9	YC	
746	1069-5-9	5	4	4	6	1000	12.5	1	YC	
752	1095-4-13	9	2	4	1	400	15.0	9	YC	O
758	858-1-7-15	7	5	1	1	800	11.0	5	SW	
759	871-2-8-5-3	7	2	4	1	400	11.0	5	SW	
760	858-1-7	3	5	3	6	1350	9.0	1	SW	
762	863-4-0-0-9	7	4	4	1	750	9.0	5	Py	

※초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※경종개요

과종	정식	교배	수확
2016.05.01	2016.05.26	2016.06.1~2016.06.10	2016.08.03



그림 18. 선발된 주요 저세대 계통의 과실 특성(4차년도)

표 16. 반촉성 재배의 저세대 주요 계통 특성(5차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix ^o)	육질 ^v	타입	비고
431	946-813-4-11	5	5	18	1	2,000	15.0	5	SW	
432	327-4	7	2	3	1	1,800	14.0	7	PY	크랙
433	302-1	7	2	3	1	1,500	13.0	5	PY	
434	320-3	5	2	3	1	1,200	12.0	3	PY	과숙
440	247-863	7	4	4	1	1,900	14.0	3	YC	
447	1096-2-10-8-1	5	4	1	3	1,000	12.0	1	HD	과숙
448	325-2-7-20-38	5	4	1	1	1,450	12.0	3	WC	열피, 심유질
449	325-2-7-20-8	7	4	1	1	800	12.0	3	WC	열피, 우발생불량
453	372-1-10-9-14-2 1-1-12-2-0A-0-	7	4	4	6	1,150	12.5	3	DYC	

	5-0-2									
454	1093-2-13-9-2	5	4	17	1	1,650	14.0	3	DYC	
455	1093-2-13-9-5	5	4	17	10	800	14.0	1	DYC	
456	1093-2-13-6-6	5	4	17	1	1,700	14.0	3	DYC	남쪽과
457	326-2-12-12-1	5	4	4	1	1,250	13.0	1	YC	
458	326-2-13-7-3	5	4	4	1	1,050	14.0	1	YC	
459	321-2-10-14-1	3	4	4	1	750	15.5	1	YC	
460	1106-1-12-11-2	3	4	8	1	600	14.0	3	YC	
461	1104-2-10-6-1	2	4	4	1	650	13.0	7	YC	
462	344-2-5	5	5	1	10	1,650	11.5	3	HD	
463	345-3-3	5	4	1	10	1,500	13.0	3	HD	
464	346-1-3	9	5	1	3	1,475	10.0	1	HD	대형과
465	(521·522)-3	5	2	3	1	900	13.0	3	PY	
470	1093-2-0-10	7	5	4	10	1,850	11.0	5	YC	
475	1101-1-7-1	7	5	18	1	1,750	12.0	3	SW	
481	324-3-8-1	7	3	4	1	650	13.0	3	YC	엘페
484	342-5	7	5	1	1	950	9.0	3	WC	꼭지빠 집
500	865-2-1-2	7	5	4	1	1,500	13.0	5	YC	
504	323-2	7	5	1	1	1,350	15.0	1	SW	무너강

※ 초세^㉔: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형^㉕: 1(닌형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^㉖: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색),
12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색), 18(백피녹연청)

과육색^㉗: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색),
12(농녹색), 13(황녹색)

육질^㉘: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종 정식
2017.05.01 2017.05.26

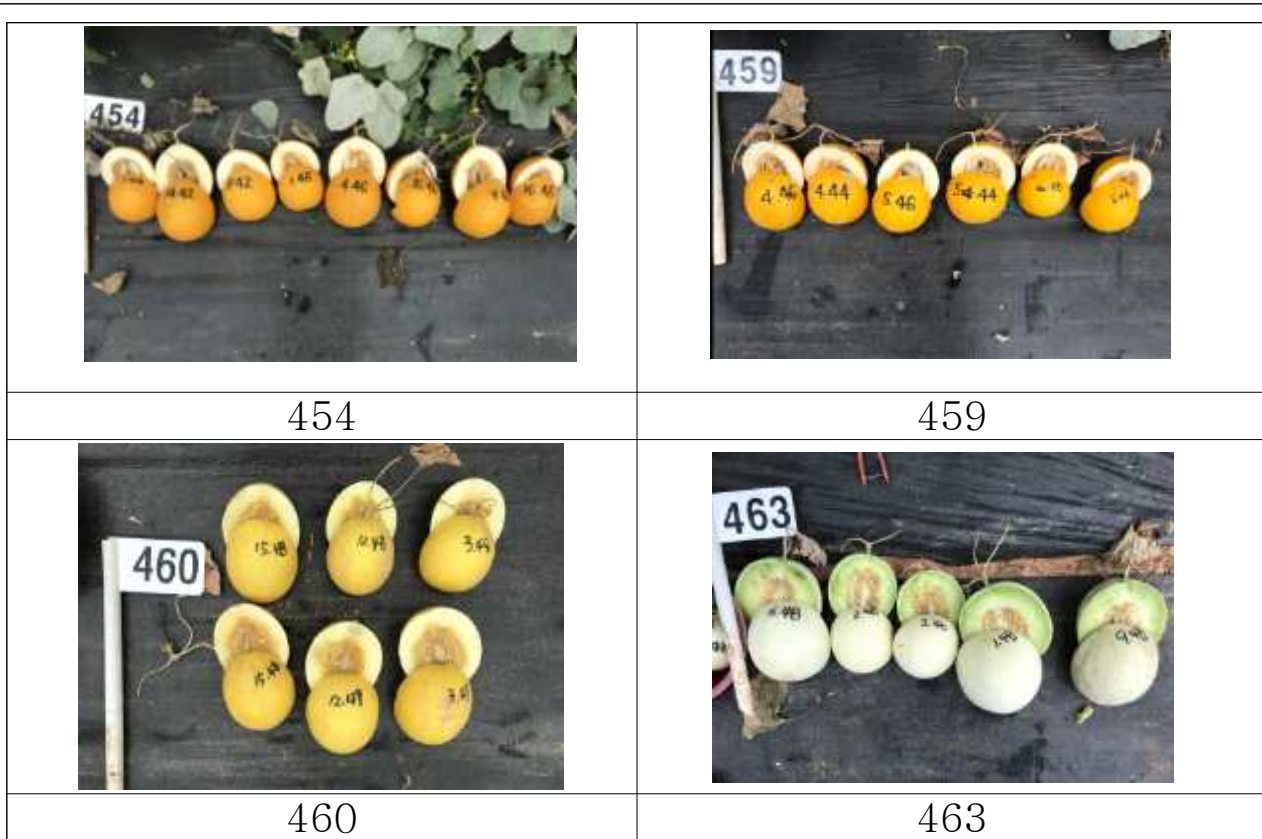


그림 19. 선발된 주요 저세대 계통의 과실 특성(5차년도)

② 고세대(F5 - F8)의 계통선발

1차년도에 고세대 세대육성은 계통을 순화 고정하기 위하여 봄 반축성 재배에서 60계통을 2013년도 3월 24일에 파종, 4월 26일에 정식하였으며, 7월 10일에 모든 계통을 수확하였다. 특성검정결과 순도가 균일하고 당도가 높은 계통은 BN504, BN506, BN507, BN508, BN535, BN552이었고 이중 당도가 가장 높은 계통은 BN506으로 14.5Brix°로 높고 식감도 우수하여 역대재배(가을작기)에서 고당도 품질로 고정하기 위하여 선발하였다. 옐로우 카나리 형으로는 BN515, BN517, BN522, BN535, BN549, BN552등이 외형적으로 우수하여 선발 하였는데 이중 당도가 가장 높고 식감이 좋은 계통은 BN517이었으나 1과중이 700g으로 다소 작은 것이 결점이었다. 과육색이 녹색인 계통은 BN504이고, 적육인 계통은 BN507로 중국 및 동남아 수출품종으로 육성하기 위한 재료로 선발하였다. 이외에도 대부분의 품종이 선발되었지만 BN519, BN524는 과형과 당도에서 다른 계통보다 낮게 평가되어 도태시켰다(표 17, 그림20).

2차년도에는 고세대의 계통을 순화 고정하기 위하여 봄 반축성 재배에서 60계통을 2014년 3월 31일에 파종, 4월 21일에 정식하였으며, 7월 7일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 7월 10일에 모든 계통을 수확하였다. 특성검정 결과, 내서성(하미멜론 특성), 내한성(저온신장성), 흰가루병(내병성)에 강하고 순도가 균일하며 당도가 높은 계통은 BN709, BN711, BN708, BN733, BN705, BN742이었고, 그 중 당도가 가장 높은 계통은 BN709로 17.4Brix°이며, 식감도 우수해 선발하여 역대재배(가을작기)에서 고당도 YC 품종 조합 작성에서 편친으로 사용하였다. BN753은 당도가 17Brix로 높았으며 식미도

우수하였지만, 꼭지빠짐(탈리) 현상이 나타나 도태 시켰다. YC형으로 BN711은 꼭지부분에 녹색 줄무늬가 나타는 결점이 있으나 당도가 높으며, 과형이 원형으로 우수하고 고정되어 선발하였다. 또한, BN708은 적색 과육이며 당도가 높고, 과형이 우수하여 유색용 중국 수출용 멜론 품종 육성에 이용하고자 선발하였다.

WC형으로 BN720은 백피적육이며 타원형으로 과형이 우수하고 식미가 좋아 균일하여 고정되어 선발하였다. BN753은 당도와 과중, 과형등이 우수하였으나 꼭지빠짐(탈리)가 일어나 도태 시켰다. Hd형으로 BN725, BN733은 식미가 우수하고 육질이 중육이며, 초세가 중강으로 좋으며 과중이 1,500g이상으로 우수하여 고정되어 선발하였다(표 18, 그림 21).

3차년도에는 50계통(YC타입 17계통, WC타입 15계통, HD타입 5계통, SW타입 10계통, Py계통 3계통)을 2015년 5월 1일에 과중, 5월 26일에 정식하였으며, 8월 3일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 8월 6일에 모든 계통을 선발하였다. 특성검정 결과, 저온비대력이 우수하고 내한성(저온신장성), 흰가루병(내병성)에 강하고 순도가 균일하며 당도가 높은 계통은 BN900, BN911, BN959, BN962, BN989, BN991이었고, 그 중 당도가 가장 높은 계통은 YC타입이며 BN991은 당도가 17.5Brix°이며, 식감도 우수해 선발하여 억제재배(가을작기)에서 고당도 YC 품종 조합 작성에서 편친으로 사용하였다. BN989는 내한성 및 내서력을 겸비한 비대력 우수하며 과피색이 진황색이며, 과육색이 녹색이고, 당도가 16.0Brix°으로 우수하여 유색용 중국 수출용 멜론 품종 육성에 이용하고자 선발하였다. BN979은 과형이 우수하고 균일하였고 과중이 1,800g으로 크고, 식미도 우수하였지만, 과피에 열피 현상이 나타나 도태 시켰다. WC타입으로 BN962는 백피백육이며 내한성과 후기 버팀성이 우수하며 타원형으로 과형이 우수하고 식미가 좋아 균일하여 고정되어 선발하였다. BN959는 과심의 색이 녹색으로 나타나는 결점이 있으나 당도와 과중, 과형등이 우수하여 선발하였다. BN966은 당도, 과중, 과형이 우수하였으나, 과피에 녹색 얼룩이 생기며 꼭지빠짐(탈리)가 일어나 도태 시켰다. SW타입으로는 BN911이 저온비대력이 우수하며 과피에 녹색 얼룩 무늬가 선명하며, 육질이 아삭아삭하여 식미가 우수하며, 당도가 높고, 과형이 우수하여 선발하였다. Py타입인 BN900은 흰가루병 내병계의 저온기 비대력이 우수하며 동남아 과형이 균일하며, 과피색은 진한녹색이며, 과육색이 연녹색이고, 당도가 13.0Brix°로 우수한 특징을 보여 수출용 품종 조합 작성에서 편친으로 사용하였다(표 19, 그림 22).

4차년도에는 고세대의 계통을 순화 고정하기 위하여 봄 반촉성 재배에서 98계통(YC타입 26계통, WC타입 24계통, Hd타입 13계통, SW타입 25계통, Py계통 10계통)을 2016년 5월 1일에 과중, 5월 26일에 정식하였으며, 8월 3일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 8월 6일에 모든 계통을 선발하였다. 특성검정 결과, 저온비대력이 우수하고 내한성(저온신장성), 흰가루병(내병성)에 강하고 순도가 균일하며 당도가 14.0Brix° 이상인 계통은 BN709, BN712, BN718, BN721, BN724, BN725, BN726, BN738, 이었고, 그 중 당도가 가장 높은 계통은 SW타입이며 BN712은 당도가 16.0Brix°이며, 식감도 우수해 선발하여 억제재배에서 고당도 계통으로 SW품종 조합 작성에서 편친으로 사용하였다. BN712는 내한성 및 내서력을 겸비한 비대력 우수하며 과피색이 흰색이며, 과육색이 흰색이고, 당도가 16.0Brix°이지만 과중이 500g으로 식미가 우수하여 중국 수출

용 멜론 품종 육성에 이용하고자 선발하였다. WC타입으로 백피백육이며 내한성과 후기 버팀성이 우수하며 타원형으로 과형이 우수하고 식미가 좋고 당도가 14.0Brix° 이상인 계통 BN718, BN721, BN724, BN725등 4계통을 선발하였다. SW타입으로는 BN712는 내한성 및 내서력을 겸비한 비대력 우수하며 과피색이 진황색이며, 과육색이 녹색이고, 당도가 16.0Brix°이지만 과중이 500g으로 식미가 우수하고 외형적 특성이 우수하여 선발 하였으며, 과중이 1500g이상인 BN701, BN702, BN705, 등 3계통을 선발 SW타입으로 선발된 총 8계통을 중국 수출용 품종 육성 소재로 사용 할 예정이다. Py타입인 BN738은 흰가루병 내병계의 저온기 비대력이 우수하며 동남아 과형이 균일하며, 과피색은 황색이며, 과육색이 하얗고, 당도가 14.0Brix°로 우수한 특징을 보여 수출용 품종 조합 작성에서 편친으로 사용하였다(표 20, 그림 23).

5차년도에는 고세대의 계통을 순화 고정하기 위하여 봄 반축성 재배에서 65계통(YC타입 22계통, WC타입 29계통, Hd타입 2계통, SW타입 6계통, Py계통 2계통, Bpy 1계통, GW 3계통)을 2017년 5월 1일에 과중, 5월 26일에 정식하였으며, 8월 3일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 8월 6일에 모든 계통을 선발하였다. 특성검정 결과 WC형인 BN442는 내한성 및 내서력을 겸비한 비대력 우수하며 과피색과 과육색이 흰색이고, 당도가 15.0Brix°로 높고, 과중이 1,200g으로 높아 중국 수출용 멜론 품종 육성에 이용하고자 선발하였다. WC형인 BN443은 당도는 13.0Brix°이고 과중은 13,50으로 높으나 육질이 강하고, BN446은 당도는 13.0Brix°이고 과중이 600g으로 낮으나 육질이 연하다. SW형으로는 BN468은 내한성 및 내서력을 겸비한 비대력 우수하며 과피색과 과육색이 백색이고 당도가 14.0Brix°로 높은편이었다. YC타입인 BN466은 흰가루병 내병계의 저온기 비대력이 우수하며 과형이 균일하고, 과피색은 황색, 과육색이 적색이고, 당도가 13.0Brix°로 낮으나 육질이 연하고 외형적으로 우수한 특징을 보여 수출용 품종 조합 작성에서 편친으로 사용하였다(표 21, 그림 24).

표 17. 반축성 재배의 고세대 주요 계통 특성(1차년도)

BN	계통명	초세 ^a	숙기 ^b	1과중 (g)	당도 (Brix°)	과형	과피색	과육색	육질 ^c	비고
501	68-S7-0	7	중생종	650	10.5	1	3	1	1	
504	387-1-8-7-2-1	7	조생종	1400	13.0	4	1	8	1	
506	387-1-8-14-11-4	7	조생종	1300	14.5	4	1	1	1	
507	387-1-8-21-2-5	7	조중생종	1350	13.0	4	2	7	5	
508	372-1-10-19-11-6	7	중생종	1100	14.0	4	4	1	1	
509	387-1-6-1-13-4	7	조중생종	1200	11.0	2	2	1	1	
510	477-0-1-16-3-3	1	조생종	500	9.0	1	1	1	1	
513	477-0-9-13-10-11	3	중생종	800	11.5	1	3	1	9	

515	204-0-10-14-5-14	5	중생종	650	12.0	2	10	1	1	
516	512-2-1-4-3-3-10	7	중생종	1300	11.5	2	1	1	1	
517	506-1W-1Y-10-2-1	3	중생종	700	11.0	4	8	1	1	
518	506-1W-1Y-2-10-5	3	중생종	1300	11.0	2	1	1	1	
519	506-1W-2-22-5-4	7	조중종	1100	8.0	2	8	6	1	도태
522	204·261-1-3-68-12-1	3	중생종	500	10.0	1	10	1	1	
524	68·035-1-13-7-5	2	조생종	290	12.0	1	4	1	1	도태
535	961·244-0-6-17-10	3	조생종	500	13.0	1	11	1	5	
549	036-1-0-17-18-4-7-17	3	조중생종	500	11.0	1	10	1	5	
552	477-0-4-3-27-8	7	조생종	700	13.5	1	10	1	1	

※ 초세[♀]: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형[♀]: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색[♀]: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색[♀]: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질[♀]: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경중개요

과중 정식
2013.03.24 2013.04.26

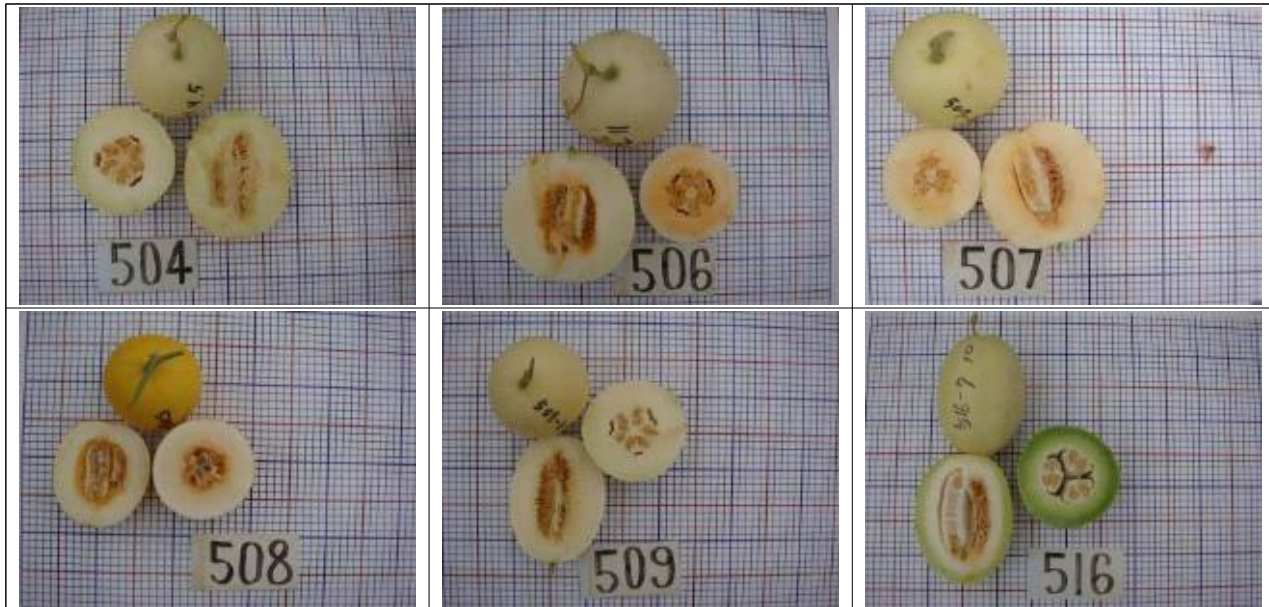


그림 20. 선발된 고세대 계통 주요 과실 특성(1차년도)

표 18. 반축성 재배의 고세대 주요 계통 특성(2차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중 (g)	당도 (Brix°)	육질 ^v	비고
701	372-1-13-6-0-2-3	7	5	4	8	2,300	14.0	5	꼭지부분 녹색점무늬약, 조금 꼭지빠짐
705	372-1-13-5-6-10-15	7	4	2	8	1,400	16.2	5	
708	372-1-10-9-14-21-1-12	7	4	4	6	1,030	16.4	5	고정
709	372-1-10-9-14-21-5-16	5	4	4	7	940	17.4	5	고정
711	372-1-10-9-13-16-10-1	5	4	8	6	700	16.8	5	고정,녹색 무늬(약줄)
714	(302·262)262-4-6-8-6-11 -1-0-0	7	4	2	1	1,520	12.4	5	고정
715	(302·262)262-4-6-8-6-11 -1-0-0	7	4	2	1	2,150	13.0	5	고정
717	387-1-8-7-10-9	7	4	1	1	1,350	15.0	1	고정
720	387-1-8-14-20-2	5	2	1	6	1,620	14.2	5	고정
723	512-2-2-3-6-6	5	2	2	2	1,000	13.0	9	뿌리발달, 대목가능
724	607-4-9-5-4	5	4	2	8	1,320	12.0	1	고정
725	599-2-6-8-5	5	2	1	3	1,500	12.0	5	고정
733	512-2-9-9-6	5	2	1	12	1,500	16.2	5	고정
739	513-2-7-1-1	7	6	8	1	1,270	14.2	1	
742	520-1-16-5-2	7	4	4	8	1,300	16.0	1	
743	521-2-15-7-7	7	4	8	2	2,200	11.2	1	고정
750	473-1-4-3-5	7	5	1	9	1,800	14.0	5	
753	506-1W-1Y-1-4	7	5	1	6	1,200	17.0	1	탈리

※초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중),1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(중형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색),
12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색),
12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연),1(연)

※경종개요

과종	정식	교배	수확
2014.03.31	2014.04.21	2014.05.20.~2014.05.30	2014.07.07



그림 21. 선발된 주요 고세대 계통의 과실 특성(2차년도)

표 19. 반축성 재배의 고세대 주요 계통 특성(3차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	타입	비고
900	143-12-10-12-0-17-1-0	5	2	11	8	600	13.0	5	PY	적심
903	521-2-12-3-4-16	5	2	14	6	1,350	8.0	1	SW	
907	521-2-12-3-4-9	5	2	11	6	2,400	8.0	5	SW	
911	471-1-1-17-5	5	5	1	1	750	16.0	5	SW	
926	470-2-5-4-8-4	9	2	1	1	1,440	11.5	7	SW	과즙이 많음
935	473-1-4-3-6-2	7	2	1	1	1,400	10.5	5	SW	
941	387-1-8-7-10-9-1-10	3	4	1	1	860	12.5	9	HD	
944	512-2-2-3-6-5-0	7	3	1	1	1,840	14.0	1	WC	
949	512-2-9-9-10	7	2	2	1	1,800	14.5	9	WC	약적심
951	599-2-6-8-1	7	3	2	1	1,460	14.0	1	WC	
952	511-2-4-5-10-5	5	4	2	7	1,960	12.5	7	WC	
957	508-1-11-5-1-17	5	5	1	1	1,400	11.0	5	WC	노란얼룩
958	506-1W-1Y-1-2-6	5	2	1	6	1,680	13.0	1	WC	
959	603-4-9-2-8	3	4	1	1	1,000	15.0	5	WC	녹심
960	386-2-1-16-16	3	4	1	1	940	14.0	5	WC	
962	730-1-8-12-1	5	2	1	1	900	16.0	9	WC	노란얼룩
966	438-1-7-2-2	7	4	1	1	1,400	14.0	5	WC	녹색얼룩, 적심
974	511-2-15-7-7-15	7	5	4	6	1,800	9.5	7	YC	
979	642-2-15-2-3-1	9	5	4	1	1,800	11.5	A	YC	적심
981	513-2-18-6-1-18	7	2	17	1	1,220	13.0	5	YC	
984	372-1-10-19-11-6-1-6-4	7	5	17	1	1,460	14.0	9	YC	
989	641-3-5-16-5	7	5	17	3	1,520	16.0	5	YC	
991	618-2-11-1-22	7	5	8	1	1,380	17.5	7	YC	
998	774-3-12-10	5	5	17	6	850	14.0	5	YC	

※초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^㉔: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색),
12(농녹색), 13(황녹색)

육질^㉕: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2015.05.01	2015.05.26	2015.06.22~2015.07.01	2015.08.03





그림 22. 선발된 주요 고세대 계통의 과실 특성(3차년도)

표 20. 반축성 재배의 고세대 주요 계통 특성(4차년도)

BN	계통명	초세 ^㉔	과형 ^㉕	과피색 ^㉖	과육색 ^㉗	1과중(g)	당도(Brix [°])	육질 ^㉘	타입	비고
701	521-2-12-3-2-5-2-0-11	9	5	4	6	1,500	10.0	5	SW	선발
702	521-2-12-3-4-16-0	5	5	3	6	1,700	10.0	5	SW	선발
703	521-2-12-3-2-5-9-0	5	2	3	6	1,350	8.0	1	SW	
704	521-2-12-3-4-16	3	5	1	6	900	7.0	5	SW	
705	521-2-12-3-2-13	7	5	1	6	1,700	7.0	5	SW,	선발
706	946-0-1-3-13-1	7	2	2	1	1,100	12.0	1	SW	
707	946-0-11-10-13-8	7	2	2	1	1,100	12.5	5	SW	
708	946-813-4-11-12	5	2	2	1	850	13.0	5	SW	
709	946-812-1-13-11-1	3	5	2	1	850	15.0	1	SW	
710	947-2-16-5-1-4	3	2	2	1	850	11.0	1	SW,	
711	470-2-3-15-6-9	3	4	1	1	700	11.0	9	SW	
712	471-1-1-17-5-10	5	5	1	1	500	16.0	5	SW	선발
713	471-1-1-17-17-0	5	5	1	3	920	13.0	5	SW	
718	387-1-8-7-10-9-1-10-7-12	9	5	1	6	1,050	14.0	5	WC	선발
719	387-1-8-14-20-2-5-0-2-14	3	5	1	6	1,000	12.5	5	WC	
720	512-2-2-3-6-5-0-1-4	7	2	1	1	900	12.0	1	WC	
721	512-2-9-9-9-10-13-14	7	2	1	6	6	15.0	5	WC	선발
722	511-2-4-5-10-5-3-4	3	2	I	1	1	11.0	5	WC	
723	511-2-15-7-7-4-4-9	7	4	I	6	6	13.0	1	WC	
724	508-1-11-5-1-17-7-3	3	1	1	2	2	14.0	5	WC	선발
725	506-1W-1Y-1-2-6-11-11	5	2	1	6	6	14.0	5	WC	선발
726	603-4-9-2-8-2-14	7	5	1	2	2	13.0	1	WC	
727	438-1-7-2-2-1-2	9	5	I	1	1	12.0	5	WC	
728	1044-3-10-10-1	7	5	I	1	1	13.0	5	WC	
729	607-4-9-5-10-19-7-0	7	2	1	6	6	10.0	1	WC	
734	511-2-15-7-7-5-2-12	5	4	4	1	1	12.0	1	YC	
735	637-3-5-1-8-3-2-2	3	4	4	1	1	10.0	9	YC	
736	642-2-15-2-3-12-5	C	5	4	1	1	12.0	5	YC	
737	372-1-10-9-14-21-1-12-2-0A-0-5	9	5	4	1	1	12.0	5	YC	

738	372-1-1019-11-6-1-6-4-9	7	5	4	2	2	14.0	5	Py	
739	372-1-10-19-11-6-1-6-4	3	4	4	6	6	9.0	5	Py	
740	618-2-11-1-22-5-9	7	5	4	2	2	12.0	1	YC	
741	618-2-11-1-10-1-5	5	4	4	3	3	12.5	1	YC	
742	894-1-17-2-10-1	3	5	4	1	1	11.0	5	YC	
743	794-2-2-10-10-11	5	5	4	6	6	12.0	1	YC	
747	800-0-7-19-3	7	2	4	4	4	11.0	5	YC	
748	821-3-17-1-3	7	2	4	6	6	11.0	5	YC	
749	668-1-8-9-12-5	7	2	4	4	4	11.0	5	YC	
750	841-0-9-16-12-2	9	1	4	1	1	11.0	1	YC	
751	643-2-12-14-0	9	4	4	4	4	13.0	1	YC	
753	832-3-4-7-0	3	4	1	6	6	10.0	1	HD	
754	913-2-5-8-4	3	5	1	4	1,100	11.0	1	HD	
755	916-2-12-4-1	9	2	3	4	750	9.0	5	Py	
756	870-19-6-4-1-0-0	7	2	4	1	700	10	1	WC	
757	871-2-8-5-3-0	7	2	1	1	1,550	14.0	5	SW	
761	863-4-0-0-9-0	7	5	4	4	800	8.0	5	Py	

※ 초색[※]: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형[※]: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색[※]: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색[※]: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질[※]: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2016.05.01	2016.05.26	2015.06.1~2015.06.10	2016.08.03



709



712



718



721



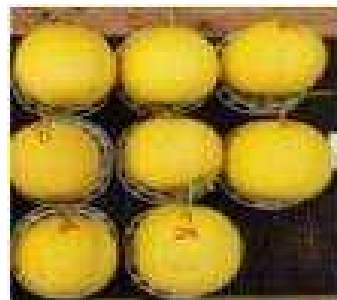
724



725



726



738

그림 23. 선발된 주요 고세대 계통의 과실 특성(4차년도)

표 21. 반축성 재배의 고세대 주요 계통 특성(5차년도)

BN	계통명	초세 ²	과형 ³	과피색 ⁴	과육색 ⁵	1과중(g)	당도(Brix ⁶)	육질 ⁷	타입	비고
401	666-23-0-4-9-0-4	3	4	4	1	550	14.0	3	YC	
402	667-0-0-8-0-0	5	5	4	3	1,100	12.0	5	YC	
403	1002-5-0-9-1	3	5	4	8	850	17.0	1	YC	
404	1001-5-0-2-1	3	5	4	8	1,400	14.0	3	YC	크랙, 시원한맛
405	863-4-0-0-9-8	5	4	4	1	750	18.0	3	YC	배꼽이큼, 누린내
406	864-2-2-8-0-1	5	4	4	1	800	17.0	3	YC	
407	857-0-0-7-1	7	5	1	6	1,050	15.0	7	WC	크랙
408	858-1-7-11-2-1	5	5	1	1	1,300	15.0	5	WC	
409	870-19-6-2-1-4	9	5	1	6	1,150	15.0	1	WC	크랙
410	871-2-8-5-3-18	9	5	1	1	1,100	13.0	7	WC	약크랙
411	860-0-1-2-1-3	9	5	1	6	800	14.0	1	WC	약크랙, 합이안 좋음
412	861-0-10-0-0	9	2	1	1	1,450	13.0	3	WC	크랙
413	867-1-8-7-1	5	4	4	3	1,350	15.0	5	YC	
414	868-13-2-1-1	3	5	4	1	600	17.0	3	YC	소형
415	868-13-3-1-1	3	5	4	1	500	16.0	3	YC	
416	868-13-3-1-2	3	5	4	1	550	16.5	3	YC	
417	672-0-9-0-1	3	5	4	1	500	16.0	3	YC	소형, 육질이 질김
418	673-3-0-8-0	5	2	9	10	700	14.0	1	PY	
419	682-0-2-0-0	5	4	4	1	950	14.0	1	YC	중소형
420	682-0-2-0-1	5	4	1	1	800	16.4	2	WC	
421	682-0-2-0-0	5	5	1	1	800	13.0	7	SW	열피
422	607-4-9-5-10-19-7- 0-5-5	7	4	1	6	1,700	15.0	3	WC	꼭지빠짐
423	609-3-1-4-2	7	5	1	6	800	13.0	3	WC	크랙
424	871-2-8-5-3-0-17-5	7	5	1	1	1,500	13.5	3	WC	
425	858-1-7-1-10	5	4	1	1	1,000	17.0	3	WC	
426	858-1-7-1-23	5	5	1	1	1,250	16.0	3	WC	
427	471-1-1-17-17-0-21	5	5	1	1	750	15.0	7	SW	
428	512-2-9-9-9-6-6-8	7	5	1	8	1,400	14.0	1	WC	
429	512-2-9-9-9-6-6-9	7	5	1	1	1,400	14.0	1	WC	
430	인도생산-1-13	7	5	1	1	1,250	12.0	1	WC	크랙, 포장저장성 강
432	327-4-1-0-2	5	5	1	1	700	13.0	7	SW	
436	521-2-12-3-4-16-10 -3	3	2	4	1	1,200	9.0	3	GW	
437	521-2-12-3-4-16-10 -5	5	4	4	6	1,100	8.0	3	GW	
438	372-1-10-19-11-6-1 -6-4-2-3	7	4	4	1	900	16.0	7	YC	
439	521-2-12-3-2-5-2-1	5	4	4	6	850	11.0	3	GW	
441	946-812-1-13-11-1-8	5	4	1	1	650	17.0	3	SW	소과

	-1									
442	471-1-1-17-17-0-6-0	7	2	1	1	1,200	15.0	1	WC	우발생불량, 송수적음, 상위점 착과
443	471-1-1-17-17-0-6-3	7	2	1	1	1,350	13.0	7	WC	우발생불량, 송수적음, 상위점 착과
444	387-1-8-7-10-9-1-1 0-7-12-9-1	7	4	1	1	1,500	14.0	1	WC	우발생불량
445	387-1-8-7-10-9-1-1 0-7-12-9-3	7	4	1	1	1,500	14.0	1	WC	우발생불량
446	506-1W-1Y-1-2-6-1 1-11-1-7	7	5	1	6	600	13.0	1	WC	열피
450	511-2-15-7-7-5-2-1 2-5-3	7	4	17	6	500	11.0	3	YC	크랙
451	642-2-15-2-3-12-5-3-2	5	5	4	1	1,050	15.0	7	YC	네트
452	372-1-10-9-14-21-1 -12-2-0A-0-5-3-1	9	5	4	6	1,000	10.0	3	YC	
466	521-2-12-3-2-5-2-0 -11-4	5	4	4	6	800	13.0	1	YC	
467	521-2-12-3-4-16-0-0	5	2	4	6	800	10.0	1	YC	
468	946-0-1-3-13-1-2	7	2	1	1	1,400	14.0	7	SW	
469	946-0-11-10-13-8-6	7	5	1	1	800	10.0	5	SW	과속
471	143-12-10-12-0-17-1 -0-13-0-1	5	2	19	6	1,000	13.0	3	BPY	
472	483-1-18-2-1-0-10	5	2	3	1	1,000	13.0	1	PY	도태
476	387-1-8-7-10-9-1-1 0-7-12-9	9	4	1	1	1,850	13.0	3	WC	
477	387-1-8-14-20-2-5-0-2-14-7	7	4	12	6	1,400	13.0	1	WC	열피 과속
478	603-4-9-2-8-2-14-2	7	4	1	1	1,550	15.0	3	WC	열피
479	1044-3-10-10-1-2	7	5	1	3	1,500	13.0	3	HD	
487	387-1-8-7-10-9-1-1 0-7-12-0	7	4	1	1	1,000	10.0	3	WC	
488	607-4-9-5-10-19-7-0-0	7	5	1	3	1,250	13.0	3	HD	크랙
489	372-1-1019-11-6-1-6 -4-9-0	5	4	1	1	1,300	14.0	3	WC	크랙, 대형
490	2004-0-1-1-1	5	5	4	10	1,200	12.0	3	YC	질김
491	2004-0-1-0-2	5	5	4	10	1,000	14.0	3	YC	수송성 강
492	2005-0-1-0-0	5	4	4	10	700	13.0	2	YC	세초크랙
493	2005-0-1-0-2-1	5	5	4	10	700	14.0	1	YC	
494	2007-0-1-0-1-1	5	5	1	14	950	14.0	3	WC	
495	2007-0-0-1-2-1	5	2	1	14	1,450	13.0	3	WC	
496	2008-0-1-6-1-7	5	4	1	14	1,700	12.0	3	WC	
498	865-2-3-1-0	7	2	1	14	2,500	9.0	3	WC	

※ 초세: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 2(중약), 1(약)

과형: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(중형), 8(요고형)

과피색: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색),

12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색), 18(백피녹연청), 19(흑색)
 과육색^{*)}: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색),
 12(농녹색), 13(황녹색), 14(백적색)
 육질^{v)}: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연),1(연)

※경중개요

과종	정식	수확
2017.5.1	2017.5.26	2017.08.03

		
442	443	446
		
466	468	

그림 24. 선발된 주요 고세대 계통의 과실 특성(5차년도)

다. 조합작성 및 선발

(1) 일본 수출용 품종 개발을 위한 조합작성 및 선발

(가) 고당도 복합내병성(만할병, 흰가루병) 적육계 net 멜론 품종개발

고품질, 고당도, 흰가루병+만할병 복합내병성 품종 육성을 위하여 2014년 추계 교배 육성에서 35개의 조합을 작성하고, 2015년 해남농장 및 미양농장에서 재배시험을 거쳐 적육 멜론 RED221를 포함한 5개 조합을 선발하였다. 선발된 조합은 2016년 농가 실증 시험을 진행한 결과 대비종인 일본 적육계 멜론 우점품종인 일본의 퀴시멜론보다 국내에서의 재배 안정성이 높고, 과육품질이 유사하면서 과육 경도가 높아 치감이 좋고, 과육색 변색이 늦어 저장성이 우수하여 최종적으로 선발하고, 2017년 생산판매신고와 품종보호출원을 진행함.

표22. 적육 하계멜론 선발시험 결과

BN	초세 ^a	1과중 (kg)	배꼽 (Cm)	과장 (Cm)	과경 (Cm)	과형 지수	과육 두께 (Cm)	과피색	육색	당도(Brix°)		경도
										태좌	내육	
대비종	중	2.2	2.1	15.7	16.6	0.9	5.1	진회록	녹백	16.2	16.7	1.9
대비종	중강	2.4	2.4	16.3	17.3	0.9	5.0	회백	녹황	17.0	15.6	3.4
SU5309	중	2.3	2.0	15.5	16.8	0.9	4.7	회백	녹황	19.5	19.6	2.0
SU5316	강	2.4	2.8	17.5	16.7	1.1	5.0	회백	녹황	23.2	19.5	2.7
퀴시	중강	2.2	3.6	16.3	16.8	1.0	5.0	회백	주황	22.6	23.5	1.3
RED221	강	2.4	2.1	16.9	16.9	1.0	4.9	회록	주황	22.8	22.5	2.1



그림 25. 2015년 하계멜론 연락시험 선발 조합

(나) 고당도 복합내병성(만할병, 흰가루병) 적육계 net 멜론 1품종 개발

내한성, 비대력 및 착과력이 우수하며 흰가루병에 내병성이고, 만할병에 Fom1, Fom2에 저항성인 계통을 이용하여 2015년 조합을 작성 함, 2016년 안성, 해남지역에서 저온기 성능검정시험과 2017년 농가실증시험을 통하여, net 발생과 내서력이 강하고, 대과종으로 수량성이 우수하며 기존 계통의 육색과 치감이 개선된 MEFW7004를 선발 함 . MEFW7004는 생산력과 품종 성능이 우수하여 2017년 품종보호출원 신청 함

표23. 저온기 멜론 MEFW7004 시험 결과

품종명	배꼽 cm	과중 kg	과장 cm	과경 cm	과형 지수	과육 당도	과육 경도	과육 두께 cm	저장 성	과육 색	PMR	fom1	fom2
MEFW7004	1.8	2.24	17.1	16.4	1.05	16.5	1.4	5.2	5	9	3	R	R
대비종	1.8	2.11	15.6	16.2	0.96	15.8	1.7	4.8	7	7	7	R	-



그림 26.MEFW7004 과육

(다) 조합 및 품종 흰가루병, 만할병 저항성 검증

선발된 적육멜론 RE3221과 저온기 녹육 멜론 MEFW7004 두 조합에 대해서 저항성 검증을 위해 유묘기 흰가루병, 만할병 병리 접종 및 마커 분석을 2017년 9월에 시행함 시험 결과 RE3221은 흰가루병과 만할병 race2에 저항성을 보였고 MEFW7004는 흰가루병, 만할병 race1, race2에 저항성을 보였음

표24 . 선발 조합 저항성 병리 및 마커 분석

품종명	흰가루병		만할병 race1		만할병 race2	
	발병지수(DI)	마커분석	발병지수(DI)	마커분석	발병지수(DI)	마커분석
RE3221	1	R	9	S	1	R
MEFW7004	3	R	2	R	1	R

(라) 선발조합 일본 현지 재배 시험

2017년 3월 정식 작형으로 당사 조합에 대해 일본 3개 회사의(N社 , K社시, M社)시험포에 현지 재배시험을 실시 하였으며 내병성 부분은 흰가루병, 만할병 저항성 품종으로 우수 하였으며 RED221은 초세와 비대력이 우수 하였고 바탕색이 짙은 특성을 보였고 MEFW7004는 숙기가 빠르고 Net가 조밀하였으며 비대력이 우수 하였음

표 25. 일본 N社 시험포 작황 결과

품종명	초세	비대력	net	바탕색	숙기	기타
UA 214(일본Y社)	2	5	2	진회록	중	녹육
MESFX6124	3	3	3	진회록	중조	녹육
MESUX6369	4	6	4	진회록	중조	녹육
MEFW7004	3	1	3	회록	조	녹육
기사기(일본Y社)	2	3	2	진회록	중만	적육
RED221	2	2	5	진회록	중	적육



그림 27. 일본 N社 시험 사진

표 26. 일본 K社 시험포 MEFW7004 시험 결과

품종명	과중(kg)	net	바탕색	당도(Brix)	육질	기타
에테르나(K社)	1.8	2	밝은회백	13	우수	녹육
MESFX6124	2.05	3	회백	15	보통	녹육
MEFW7004	2.3	5	회백	16	우수	녹육

표 27. 일본 K社 시험포 RED221 시험 결과

품종명	초세	비대력	net	바탕색	기타
그라시아(K社)	2	2	2	밝은회백	녹육
MESUX6369	2	3	3	회백	녹육
RED221	2	2	4	진회록	적육



그림 28.일본 K社 시험 사진

표 28. 일본 M社 시험포 시험 결과

품종명	초세	비대력	net	바탕색	기타
시장소로(M社)	2	2	3	밝은 회백	녹육
MESFX6124	4	4	3	회록	녹육
MESUX6369	4	4	3	회록	녹육
RED3221	2	3	5	진회록	적육
레논하트(D社)	2	2	3	밝은 회백	적육
MEFW7004	5	5	5	회백	녹육



그림 29. 일본 M社 시험포 시험 결과

(2) 중국 및 대만 등 청과 수출용멜론 조합 작성 및 선발

(1) 반축성 재배 조합작성 및 선발

1차년도에는 작년에 조합작성한 56조합을 2013년 3월 24일에 파종하고 4월 26일에 정식하였다. 교배는 인공교배 하였고 교배 후 약 45일 후인 7월 20일 수확하여 특성조사 하였다. 56조합 중 7조합(BN601, BN603, BN610, BN614, BN618, BN619, BN621)을 선발하였다. BN601과 BN603은 무네트 파파야 계통으로 과형이 우수한 모계와 고당도 및 식감이 좋은 부계를 교배하였고, BN610은 화이트 카나리형으로 과형이 우수한 모계와 과육이 적색이며 당도가 높은 부계를 교배한 조합으로 중국 및 동남아 수출품종으로 유망시 된다. BN614, BN618, BN619, BN621은 고당도 옐로우 카나리형을 목표로 과색과 과형이 좋은 모계를 사용하였고 부계는 식감과 당도가 좋은 품종의 조합이다. 특히 BN610은 해외지역응성시험(중국 해남)에서 초세가 약하고 과피색은 유백색, 과형은 원형, 숙기는 중생종이며 과중은 900g, 당도는 15Brix°로 우수하여 농가에서 호평하였다. 또한 BN621은 국내지역응성시험(경남 함안)에서 초세가 중이고 과피색은 황색이며 숙기는 중생종이고 과중은 1,200g, 당도는 16Brix°로 높고 식감도 우수하여 농가에서 호평하였다. 이 두 조합은 차년도에 2차 농가실증시험 및 종자 생산력 검정을 통해 신품종생산 판매신고를 할 예정이다. 또한 고당도 내서성 허니듀(Honey dew)형 조합으로 526×401, 545×455, 6002×455, 6002×522 등 20조합을 작성하였고, 흰가루병 내병성 옐로우 카나리(Yellow canary)형 조합으로 655×6001, 688×405, 682×500, 690×613, 699×650, 6003×322 등의 15조합을 신규 작성하였다(표 29, 그림 30).

2차년도에는 반축성 재배에서 고품질, 고당도, 흰가루병 내병계 품종 육성을 위하여 총 22조합을 작성하였다. Hd형은 6조합(904×903, 907×903, 907×904, 907×906, 908×906, 908×907), YC형은 16조합 (909×908, 909×912, 909×916, 910×908, 910×909, 911×908, 912×908, 913×908, 914×908, 914×908, 915×908, 916×908, 917×908, 201×908, 202×908, 203×908)을 작성하였다. 1차년도 억제재배 작형에서 선발된 흰가루병 내병성, 고당도의 우수한 33 고정계통을 이용하여 작성된 YC형 9

조합(1104×1103, 1103×1104, 1107×1103, 1108×1103, 1103×1107, 1103×1108, 1103×1109, 1108×1107, 1107×1109)과, Hd형 10조합(1111×1110, 1113×1112, 1113×1114, 1113×1115, 1114×1110, 1114×1111, 1114×1113, 1114×1115, 1115×1113, 1115×1114)과, CJ형 2조합(1106×1105, 1105×1106), Pa형 3조합(1102×1101, 1102×1108, 1102×1117)과 대비종 YC형 옐로킹(HA, 일본), WC형 쿨(DB), 아시아백금(Asia), Pa형 얼룩과파야, 아시아과파야(Asia)를 공시하였다. 1차년도에 조합 작성한 24조합과 대비종을 2014년 3월 31일에 파종하고 4월 21일에 정식하였다. 교배는 인공교배 하였고 교배 후 약 45일 후인 7월 7일 수확하여 특성조사 하였다. 11조합(BN419, BN424, BN433, BN434, BN441, BN445, BN451, BN452, BN453, BN454, BN455)을 선발하였다. YC형으로는 초세가 중강이며, 과중이 1,000g이상으로 외적형질이 우수한 BN434, BN455 2품종을 선발하였다. BN434은 당도가 17Brix로 우수하며, 과육색이 백색인 조합으로 고당도 옐로우 카나리형을 목표로 과색과 과형이 좋은 모계를 사용하였고 부계는 식감과 당도가 좋은 품종의 조합이다. BN455는 작년에 선발된 우수 조합으로 황금색 과피에 주름이 살짝 있으며, 과형은 타원형 당도는 16Brix이며, 과중은 1,700g으로 외적 형질이 우수하고, 맛과 식미가 좋아 선발하였다. 연구소에서 전신포를 운영하여 7월 15일에 경남 함안, 경남 가야, 경북 고령의 5명의 농민들에게서 품평회를 실시한 결과, 수량성이 좋고, 내재해성(저온신장성과 내서성) 및 흰가루병에 강하여 생과로 품질이 우수하다고 호평 하였다. 또한, 영천에서 종자생산력시험 결과, 생산력이 우수하여 “트위티”로 품종보호출원을 하였다. WC형으로 4조합(BN445, BN451, BN453, BN454)을 선발하였는데, BN454는 조생종으로 숙기가 빨랐으며, 과형이 우수한 모계와 당도가 높은 부계를 교배한 조합으로 고당도 고품질의 품종으로 유망시 된다. BN453과 BN451은 백육백피, BN445은 녹육백피로 이 조합 모두 당도가 14Brix이상이며 대과중 품종으로 선발하였다. 특히, BN451은 당도가 높고 식미가 우수하여 농가에서 호평하였다. 청색 과피 및 Pa형으로 초세가 우수하며 외형적 형질이 우수한 5품종(BN441, BN433, BN419, BN424, BN452)를 선발하였다. BN452는 조중생종으로 숙기가 빠르며, BN424는 과형이 우수하며 과즙이 풍부하고 식미가 우수하여 선발하였다. BN419는 무네트 Pa 계통으로 과형이 우수하며, 적육의 고당도 유색 품종 육성으로 선발하였다. BN441과 BN433은 녹육계 조합으로 과형이 우수한 모계와 과육이 녹색이며 당도가 높은 부계를 교배한 조합으로 중국 및 동남아 수출품종으로 유망시 된다(표 30, 그림 31).

3차년도에는 고품질, 고당도, 흰가루병 내병계 품종 육성을 위하여 반축성 재배에서 총 27조합을 작성하였다. Py형은 4조합(900×817, 900×816, 901×816, 901×817), YC형은 10조합(951×808, 954×967, 961×803, 962×805, 973×941, 977×810, 981×913, 999×809, 808×960, 811×815) WC형은 8조합(941×806, 941×971, 942×803, 942×807, 943×805, 803×804, 805×806, 806×947), SW형은 5조합(803×911, 971×911, 972×912, 903×809, 904×811)을 작성하였다. 1차년도 및 2차년도에서 선발된 고정된 우수한 계통을 이용하여 작성된 25조합(YC형 9조합, WC형 8조합, Py형 3조합, CJ형 5조합)과 대비종 대비종 YC형 아시아황금(Asia), 옐로우썬(NW), WC형, 아시아백금(Asia), SW형 은파1(Asia), Py형 얼룩과파야(Asia)를 공시하였다. 작년 선발 조합 및 2차년도에 조합 작성한 25조합과 대비종을 2015년 5월 1일에 파종하고 5월 26일에 정식하였다. 교배는 인공교배를 하였고 교배 후 약 45일 후인 8월 3일 수확하여 1주일간 후숙을 시킨 후, 특성조사를 실시하였다.

공시 조합 중 당도가 16.0Brix°이상으로 높으며, 외형이 우수한 7조합(BN507,

BN508, BN517, BN531, BN538, BN539, BN540)을 선발하였다. YC형으로는 초세가 강하며, 육질이 아삭하여 식미가 우수하며 당도가 17.0Brix°이고, 과중이 1,000g이상으로 외적형질이 우수한 BN507, BN508 2품종을 선발하였다. BN507은 식감이 우수하여 저장성이 강하고, 황피적육으로 중국 수출용 및 국내용으로 시장성이 높을 것으로 생각된다. BN508은 과육색이 백색인 조합으로 고당도 옐로우 카나리형을 목표로 과색과 과형이 좋은 모계를 사용하였고 부계는 식감과 당도가 좋은 품종의 조합이다. 주로 WC형은 주로 저장성이 약하였으며, 단점을 보완하고자 육질이 단단하여 저장성이 높은 품종을 선발하였다. BN517은 중형과이며, 백육백피로 과피색 및 과육색이 깨끗하여 선발하였다. 청색 과피 및 Py형으로 초세가 우수하며 외형적 형질이 우수한 4품종(BN531, BN538, BN540, BN541)를 선발하였다. 중국 및 동남아 수출품종으로 과육색이 적색인 BN539, 녹색인 BN538, BN540, 백색인 BN531을 선발하였다. BN 531은 조생종으로 숙기가 빠르며, 단맛이 강하고 향이 우수하였으며, 과형은 고구형으로 균일하였다. BN538은 흰가루병에 강한 품종으로 착과력이 우수하고, 발효과 및 열과 발생이 거의 없어 품질이 우수하였다. BN540은 잎은 진한 녹색으로 곧추서며 중엽이고, 초세가 강하여 수확기까지 유지되며, 저온비대력이 우수한 품종으로 선발하였다. BN539는 적육계 조합으로 과형이 우수한 모계와 과육이 녹색이며 당도가 높은 부계를 교배한 조합으로 중국 및 동남아 수출품종으로 유망시 된다(표 31, 그림 32). 선발된 조합은 흰가루병 내병성 검정과 지역적응성 검정, 생산력 검정을 통해 품종보호출원 할 예정이다.

4차년도에는 반축성 재배에서 고품질, 고당도, 흰가루병 내병계 품종 육성을 위하여 총 27조합을 작성하였다. Py형은 5조합(867x868, 867x682, 870x673, 143x868, 143x672), YC형은 8조합(869x521, 863x864, 667x505, 992x990, 992x991, 994x986, 994x992, 994x991) WC형은 6조합(865x511, 871x870, 866x861, 857x856, 871x386, 871x175), SW형은 8조합(471x512, 471x515, 871x471, 471x858, 667x471, 521x372, 521x863, 863x521)을 작성하였다. 2차년도 및 3차년도에서 선발된 고정된 우수한 계통을 이용하여 작성된 19조합(YC형 7조합, WC형 7조합, Py형 3조합, SW형 2조합)과 대비종 대비종 YC형 아시아황금(Asia), 옐로우썬(NW), WC형, 아시아백금(Asia), SW형 은파1(Asia), Py형 얼룩과과야(Asia)를 공시하였다. 작년 선발 조합 및 3차년도에 조합 작성한 19조합과 대비종을 2016년 5월 1일에 과종하고 5월 26일에 정식하였다. 교배는 인공교배를 하였고 교배 후 약 45일 후인 8월 3일 수확하여 1주일간 후숙을 시킨 후, 특성조사를 실시하였다.

공시 조합 중 당도가 15.0Brix°이상으로 높으며, 외형이 우수한 2조합(BN509, BN526)을 선발하였다. WC형은 주로 저장성이 약하였으며, 단점을 보완하고자 육질이 단단하여 저장성이 높은 품종을 선발하였다. BN509은 중형과이며, 백육백피로 과피색 및 과육색이 깨끗하여 선발하였다. 청색 과피 및 Py형으로 소형과 이나, 당도가 16.0Brix°로 높고 단맛이 강하고 향이 우수하였으며, 육질이 부드러운 BN526을 선발 하였다. BN509와 BN526 계통은 흰가루병에 강한 품종으로 착과력이 우수하고, 발효과 및 열과 발생이 거의 없어 품질이 우수하였다. BN509은 잎은 진한 녹색으로 초세가 강하여 수확기까지 유지되며, 저온 비대력이 우수한 품종으로 선발하였다. BN526는 적육계 조합으로 과형이 우수한 모계와 과육이 녹색이며 당도가 높은 부계를 교배한 조합으로

중국 및 동남아 수출품종으로 유망시 된다(표 32, 그림 33). 선발된 조합은 흰가루병 내병성 검정과 지역적응성 검정, 생산력 검정을 통해 품종보호출원 할 예정이다.

5차년도에는 3차년도 및 4차년도에서 선발된 고정된 우수한 계통을 이용하여 작성된 9조합(SW형 7조합, GW형 2조합)을 공시하였다. 2017년 5월 1일에 파종하고 5월 26일에 정식하였다. 교배는 인공교배를 하였고 교배 후 약 45일 후인 8월 3일 수확하여 1주일간 후숙을 시킨 후, 특성조사를 실시하였다.

공시 조합 중 SW형은 당도가 14.0Brix°이상으로 높으며, 외형이 우수한 품종을 선발하였다. BN234는 초세가 강하고 과육색이 백색이고 과중이 1,550g이고 육질이 연한 편으로 선발하였다. GW형인 BN239, BN240은 과육색은 적색이고 과피색은 황녹색으로 균일하며 당도가 11.0Brix°이상으로 높은편이고 초세가 강하여 수확기까지 유지되며, 저온 비대력이 우수한 품종으로 선발하였다.(표 33, 그림 34). 선발된 조합은 흰가루병 내병성 검정과 지역적응성 검정, 생산력 검정을 통해 품종보호출원 할 예정이다.

표 29. 주요 조합계통의 생육특성(1차년도)

BN	조합명	초세 ^a	숙기	과형	과색	당도 (Brix°)	육질 ^c	과중 (g)	비고
601	485×490	3	조생종	2	18	13.8	1	750	선발
602	485×495	3	중생종	2	18	8.2	1	750	
603	485×482	7	중생종	1	18	13.5	1	850	선발
604	485×497	3	중생종	4	18	10.9	1	750	
605	485×409	7	중생종	1	18	10.1	1	700	
606	아시아파파야	3	중생종	3	7	11.0	1	800	대비종
607	520×416	3	중생종	1	9	10.1	1	650	
608	520×418	3	중생종	1	9	11.0	1	550	
609	520×420	3	조생종	1	9	11.0	1	400	
610	6002×490	1	중생종	4	2	15.0	9	900	선발
611	642×522	7	중생종	4	2	14.0	5	450	
612	655×477	7	중생종	4	4	13.0	5	310	
613	680×470	5	중생종	4	1	13.0	5	700	
614	682×521	7	조생종	4	4	14.0	5	1150	선발
615	682×577	7	조생종	4	4	12.0	5	700	
616	683×610	7	조중생종	4	4	14.8	1	450	
617	697×602	3	중생종	4	4	12.0	1	350	
618	697×605	3	중생종	4	4	12.0	9	830	선발
619	6001×605	5	중생종	4	4	11.2	9	910	선발
620	6002×1005	7	중생종	4	1	11.5	9	350	
621	608×6004	3	중생종	2	4	16.0	9	1,200	선발

※ 초세²: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형³: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색⁴: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색), 18(청황색)

과육색⁵: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질⁶: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경중개요

과중	정식
2013.03.24	2013.04.26



그림 30. 주요 과실 특성(1차년도)

표 30. 반축성재배 주요 조합의 생육특성(2차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	비고
419	23X83	5	2	11	6	950	14.0	1	선발
420	26X61	5	5	14	1	700	14.4	1	
421	26X75	5	4	1	5	850	14.6	1	
422	34X83	5	2	4	6	800	14.0	5	
423	71X72	5	5	1	5	600	12.2	5	
424	1105x1106	5	5	3	1	850	16.2	1	선발 /과즙이 풍부함
425	1106x1105	5	5	3	1	650	16.2	1	과즙이 풍부함
426	1117x1116	5	5	3	3	680	17.0	1	약네트
428	1102x1109	5	2	3	1	1,000	15.0	1	
429	1103x1102	5	2	3	1	850	16.0	1	
430	1103x1105	5	4	13	1	550	15.0	1	
431	1103x603	5	5	4	8	1,050	10.5	1	
432	1105x1101	5	5	4	1	1,100	15.4	1	
433	1105x1108	5	4	11	8	1,000	13.2	1	선발
434	1105x1109	5	5	4	1	1,100	17.0	1	선발 /흰가루병 중도저항성
435	1107x1105	5	5	4	1	900	16.0	1	
436	1107x1110	5	4	2	6	850	15.0	1	
437	1107x1113	3	5	1	1	700	13.5	1	
438	1107x1114	5	5	1	1	850	12.0	1	열과가 심함
439	1107x449	5	5	1	1	900	15.5	1	
440	1107x452	5	5	1	6	800	16.0	1	
441	1108x1105	5	5	11	8	1,400	12.5	1	선발
442	1108x1110	5	5	4	1	950	16.0	1	
443	1108x1111	5	5	4	1	800	16.0	1	
444	1111x1102	5	5	3	1	730	14.0	1	
445	1113x450	5	5	1	8	1,900	14.0	3	선발/흰가루 병 중도저항성
446	1114x1102	5	2	14	1	1,800	11.0	1	
447	1114x1107	5	5	1	1	1,700	14.0	3	
448	1114x449	5	5	2	1	1,500	12.0	1	
449	1114x450	5	5	1	8	1,500	13.0	1	
450	1114x603	7	5	3	1	1,000	11.0	1	
451	117x118	5	5	1	1	1,400	17.0	1	선발/식미우수
452	117x123	7	5	3	1	1,200	16.0	1	선발

453	117×124	5	5	1	1	1,200	14.0	1	선발
454	117×125	5	5	1	1	1,200	15.0	1	선발
455	1005x1109	5	2	4	1	1,700	16.0	3	선발 (트위티)
476	얼룩파파야 (ASIA)	3	2	10	1	1,100	16.5	1	대비종
477	아시아파파야 (ASIA)	3	2	13	1	1,000	16.0	1	대비종
458	엘로킹 (HA, 일본)	5	5	13	1	1,250	16.0	1	대비종
479	아시아백금 (ASIA)	5	5	1	1	900	16.5	1	대비종
480	퀸 (DB)	5	5	1	1	1,000	13.5	1	대비종

※초세^v: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중),1(약)

과형^v: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(중형), 8(요고형)

과피색^v: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색),
12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^v: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색),
12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연),1(연)

※경중개요

과종	정식	교배	수확
2014.03.31	2014.04.21	2014.05.20.~2014.05.30	2014.07.07

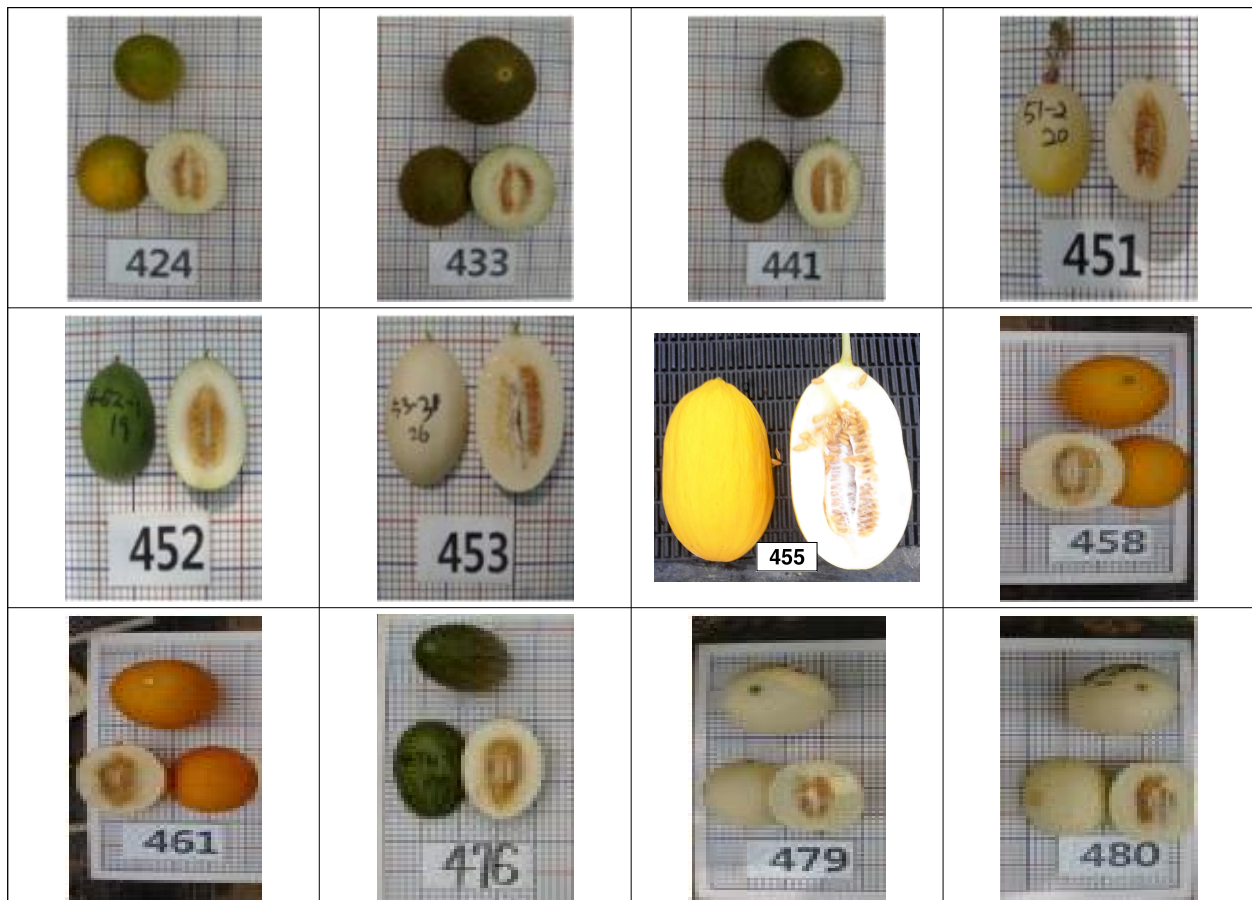


그림 31. 선발한 주요 조합의 과실 특성(2차년도)

표 31. 반축성재배 주요 조합의 생육특성(3차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질	비고
507	813×814	7	2	4	7	1,400	17.0	9	저장성 강트위티2
508	811×815	7	2	15	1	1,400	19.0	5	선발
517	803×804	7	5	1	1	800	17.0	9	선발
518	807×818	7	5	2	1	900	13.0	1	
531	801×817	7	5	7	1	1,200	19.0	1	선발
532	801×812	7	4	4		1,500	13.5	1	
533	807×817	7	5	3	1	2,000	12.0	1	
536	807×808	7	5	1	6	850	14.2	7	
537	805×806	3	4	1	6	1,150	12.0	1	
538	820×823	3	5	3	13	1,800	17.0	5	아슬란PMR
539	821×852	5	5	3	6	1,650	16.5	1	쏘렌토살몬
540	823×829	5	5	3	13	1,800	18.0	1	싼타페
541	827×829	5	5	8	6	1,300	13.2	5	
542	827×829	7	2	3	6	1,300	12.0	5	
501	아시아황금	7	5	15	1	1,700	15.0	5	대비종
502	엘로우션	7	5	15	1	1400	14.5	7	대비종
514	아시아백금	5	5	1	1	1,000	16.0	9	대비종
522	은파1	5	2	1	1	1,300	16.0	9	대비종
527	얼룩파파야	7	LO	3	1	1,300	15.0	5	대비종

※초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※경종개요

파종	정식	교배	수확
2015.05.01	2015.05.26	2015.06.22~2015.07.01	2015.08.03



그림 32. 선발한 주요 조합의 과실 특성(3차년도)

표 32. 반촉성재배 주요 조합의 생육특성(4차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix ^o)	육질 ^v	타입	비고
202	865 x 511	9	2	4	6	2050	9.0	5	WC	
203	871 x 870	7	5	1	1	1450	7.0	5	WC	
204	866 x 861	7	5	1	6	400	7.0	1	WC	
503	869 x 521	7	2	4	6	1000	8.0	5	YC	
504	863 x 864	5	2	4	1	900	11.0	5	YC	
505	667 x 505	5	2	4	1	1200	12.0	9	YC	
508	857 x 856	3	2	1	1	900	11.0	9	WC	
509	871 x 386	7	2	1	1	1500	15.0	5	WC	선발
510	871 x 175	3	5	1	1	650	10.0	5	WC	
513	471 x 512	5	2	1	1	750	11.0	1	SW	

514	471 x 515	5	2	1	1	1100	12.0	1	SW	
515	871 x 471	7	2	1	3	1000	12.0	5	SW	
516	471 x 858	5	2	1	1	900	14.0	9	SW	
517	667 x 471	5	2	4	1/6	800	9.0	9	SW	
518	521 x 372	5	5	1	1(6)	900	13.0	1	SW	
519	521 x 863	3	5	4	1	1000	11.0	1	SW	
520	863 x 521	5	2	1	6	1300	13.0	5	SW	
523	867 x 868	7	5	3	6	950	8.0	5	PY	
524	867 x 682	C	5	4	1	950	10.0	1	PY	
525	870 x 673	7	5	3	1	900	10.0	1	PY	
526	143 x 868	5	5	3	6	600	16.0	5	PY	선발
527	143 x 672	5	5	1	3	1150	14.0	5	PY	
606	992 x 990	5	2	4	6	1650	7.0	5	YC	
607	992 x 991	5	2	4	3	1550	7.0	5	YC	
608	994 x 986	5	5	1	1	950	7.0	1	YC	
609	994 x 992	3	5	4	3	1800	10.0	1	YC	
610	994 x 991	5	5	4	3	2400	6.0	1	YC	
601	1103x1105	5	4	4	1	550	15.0	1	YC	
602	1103x603	5	5	4	3	1,050	10.5	1	YC	YC타사대비 중
613	1105x1101	5	5	4	1	1,100	15.4	1	YC	
622	1105x1108	5	4	1	3	1,000	13.2	1	WC	
642	1105x1109	5	5	4	1	1,100	17.0	1	Py	PY자사대비중
611	1105x1106	5	5	3	1	850	16.2	1	YC	과즙 풍부
612	1106x1105	5	5	3	1	650	16.2	1	YC	과즙 풍부
614	1117x1116	5	5	3	3	680	17.0	1	WC	약네트
615	1102x1109	5	2	3	1	1,000	15.0	1	SW	
616	1103x1102	5	2	3	1	850	16.0	1	SW	흰가루병 저항성
617	117x118	5	5	1	1	1,400	17.0	1	WC	식미우수
618	117x123	7	5	3	1	1,200	16.0	1	Py	
619	117x124	5	5	1	1	1,200	14.0	1	WC	
620	1107x452	5	5	1	6	800	16.0	1	YC	
621	1108x1105	5	5	3	3	1,400	12.5	1	Py	
623	1108x1110	5	5	4	1	950	16.0	1	WC	
624	1108x1111	5	5	4	1	800	16.0	1	WC	

625	1111x1102	5	5	3	1	730	14.0	1	WC	
626	1113x450	5	5	1	3	1,900	14.0	3	YC	중도저항성
627	아시아황금	7	2	4	1	1650	9.0	5	YC	YC자사대비종
628	옐로우선	7	5	4	1	1100	10.0	5	YC	YC타사대비종
629	아시아백금	3	5	1	1	900	12.0	9	WC	YC자사대비종
630	은과1	3	5	1	1	600	10.0	5	SW	SW자사대비종
631	얼룩과파야	5	2	3	1	900	9.0	5	Py	YC자사대비종 /흰가루병 저항성

※ 초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색),
13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색),
13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2016.05.01	2016.05.26	2016.06.22~2016.07.01	2016.08.03

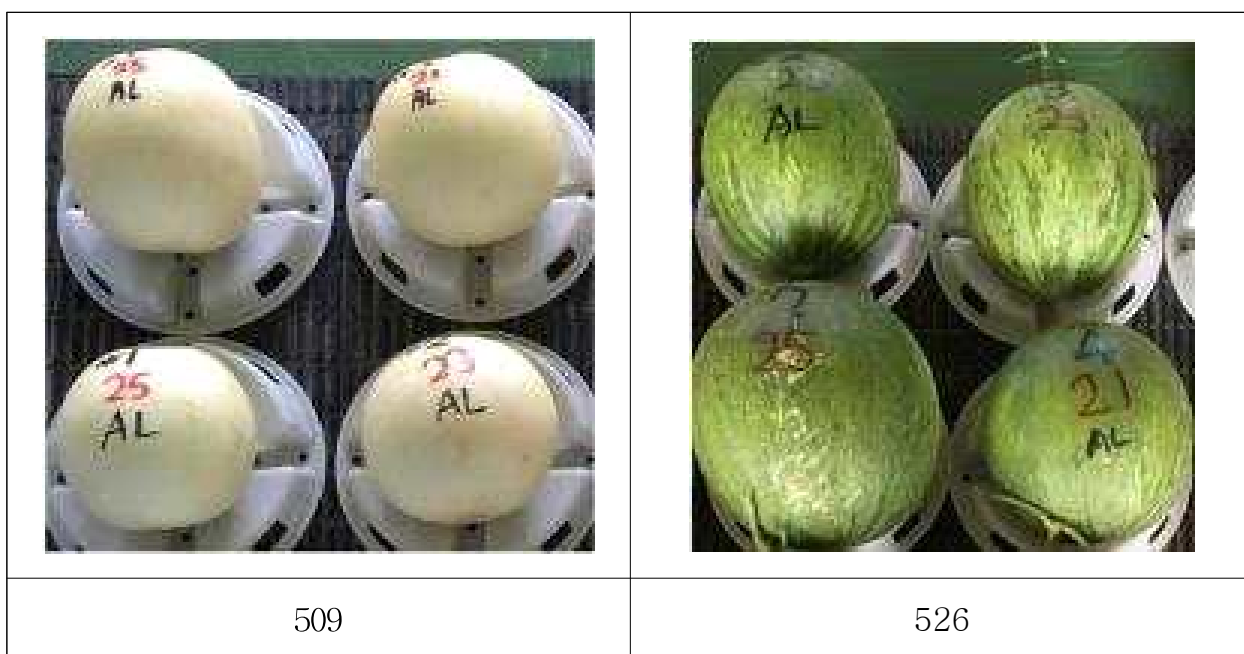


그림 33. 선발한 주요 조합의 과실 특성(4차년도)

표 33. 반촉성재배 주요 조합의 생육특성(5차년도)

BN	계통명	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	타입	비고
232		7	2	18	1	500	13.0	3	SW	소형
233		5	2	18	1	1,100	13.0	3	SW	
234	941-11x911-11	7	2	18	1	1,550	14.0	3	SW	얼피

235	923-2 x811	7	2	18	1	1,150	14.0	1	SW	열피
236	912-10 x971	7	2	18	1	900	13.0	2	SW	열피
237	812-6 x912-2	5	4	18	1	800	16.0	3	SW	열피
238	811-1 x911-1	5	4	18	1	1,600	13.0	3	SW	크랙, 과 숙
239	809-4 x904	5	4	7	6	1,250	12.0	3	GW	미숙
240	910-13x904-13	7	5	7	6	2,000	11.0	3	GW	

※ 조세: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색), 18(백피녹연청)

과육색: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2017.05.01	2017.05.26	2017.06.22~2017.07.01	2017.08.03



234



239



240

그림 34. 선발한 주요 조합의 과실 특성(5차년도)

(3) 일본 수출 맞춤형 1주2과 고품질 다수성 품종개발을 위한 조합작성 및 선발

2014년에 뿌리가 강하고 품질계인 계통과 측지성이 강하고 비대력이 우수한 계통으로 작성된 60조합을 활용하여 1주 2과 예비 시험을 실시하여 현재 국내에 등록된 품종과 성능을 비교하여 우수한 것으로 판단되는 14조합을 선발하였다.



그림 35 .2014년 조합성능 비교 시험 선발

2015년에는 선발된 14조합 가운데서도 가장 성능이 우수한 것으로 선발된 5조합을 현지 농가 적용성 예비 시험을 실시하여 시험 대상 농가를 골고루 선정(경북 영천, 경기도 연천, 양주, 전라남도 곡성, 강원도 양구)하여 난괴법 2반복으로 조합당 30~40주씩 공시하였다. 그 가운데 1주2과로서 1과당 과중(1.8kg 이상), 당도(13 BRIX 이상), 네투지수(7이상)가 우수한 3조합(ME 101,102,104)을 선발하였다.

표 34. 유전자원 기탁 계통의 주요 특성(1차년도)

BN	시험 지역	선발 여부	과피색	과중	과육색	네투형 ^a	과형	흰가루병 ^b
MB 101	경기 연천 경북 영천 강원 양구 경북 영천 전남 곡성	선발	GW	1.65	YG	T+	고구형	M
MB 102		X	GW	1.3	YG	T	정구형	M
MB 103		선발	GW	1.60	YG	MT	고구형	S
MB 104		선발	G	1.67	YG	F	정구	M
MB 106		대비품종 (얼스 르망)	GG	1.55	YG	T	정구	S



그림 36. 2015년 우수 조합 농가적응성 선발 시험

2016년에는 현지 지역적응성 시험을 경기, 강원, 경북, 충북, 경남을 선정하고 난괴법 2반복으로 조합당 50주씩 실시하였으며, 우수조합을 포함한 5조합을 실시하여 초세가 강하고 네트가 우수하며 평균과중이 1.92kg이며, 평균 당도가 13.6인 ME 101을 일본 수출용 1주 2과용 품종으로 최종적으로 선발하였다.

최종 선발된 ME101 조합은 3차년에 예비선발 시 생산된 원원종을 바탕으로 가을 작형에서 원종 생산(100g) 및 종자 생산성 시험을 병행한 등록용 종자(1kg 이상)를 생산하였다.

라. 고정계통 증식 및 유전자원 기탁

1차년도에는 세대진전을 통하여 분리 중에 있는 계통을 순화 및 고정을 시켰으며, 유전자원등록을 위하여 고정된 계통을 증식하였다. 2013년 3월 30일에 파종, 4월 20일에 정식하였으며, 7월 10일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 7월 13일에 탈종하였다. 봄 반축성 증식하여 1,500립을 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터에 유전자원을 기탁하였다(표 4).

2차년도에는 세대진전을 통하여 분리 중에 있는 계통을 순화 및 고정을 시켰으며, 금년에는 유전자원등록을 위하여 고정된 계통을 증식하였다. 2014년 3월 31일에 파종, 4월 21일에 정식하였으며, 7월 7일에 수확한 후, 3일간 후숙시킨 후, 7월 10일에 탈종하였다. 봄 반축성 증식하여 1,500립을 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터에 7월 31일 유전자원을 기탁하였다(표 4).

3차년도에는 세대진전을 통하여 분리 중에 있는 계통을 순화 및 고정을 시켰으며, 금년에는 유전자원등록을 위하여 고정된 계통을 증식하였다. 2015년 5월 1일에 파종, 5월 26일에 정식하였으며, 8월 8일에 수확한 후, 일주일간 후숙시킨 후, 8월 15일에 탈종하였다. 봄 반축성 증식하여 3,000립을 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터에 9월 28일 유전자원을 기탁하였다(표 4).

표 35. 유전자원 기탁 계통의 주요 특성(1차년도)

기탁번호	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	비고
MT 13-1	5	4	11	3	1,200	14.0	1	
MT 13-2	3	4	11	1	1,200	13.2	1	
MT 13-3	5	5	1	1	1,250	17.5	1	
MT 13-4	7	5	2	6	1,200	16.0	1	
MT 13-5	7	4	4	6	1,300	14.0	1	

※초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중),1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연),1(연)

※경중개요

과중	정식	교배	수확
2013.03.30	2013.4.20	2013.05.20.~2013.05.30	2013. 7.10

표 36. 유전자원 기탁 계통의 주요 특성(2차년도)

기탁번호	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	비고
MT 14-1	7	5	11	3	1,300	14.0	1	
MT 14-2	3	4	11	1	1,200	13.2	1	
MT 14-3	5	5	1	1	1,350	17.5	1	
MT 14-4	7	2	2	6	1,200	16.0	1	
MT 14-5	7	4	4	6	1,100	14.0	1	

※초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중),1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연),1(연)

※경중개요

과중	정식	교배	수확
2013.03.31	2013.04.21	2014.05.20.~2014.05.30	2014. 7.7

표 37. 유전자원 기탁 계통의 주요 특성(3차년도)

기탁번호	초세 ^z	과형 ^y	과피색 ^x	과육색 ^w	1과중(g)	당도(Brix°)	육질 ^v	비고
MT 15-1	7	4	2	1	1,200	17.0	1	
MT 15-2	5	4	4	1	2,000	10.0	9	
MT 15-3	5	4	4	1	1,400	15.0	7	
MT 15-4	3	5	4	3	900	14.0	5	
MT 15-5	7	5	11	6	1,600	12.0	1	

※초세^z: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중),1(약)

과형^y: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색^x: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색^w: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질^v: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연),1(연)

※경종개요

과중	정식	교배	수확
2015.05.01	2015.05.26	2015.06.22~2015.07.01	2015.08.03

마. 흰가루병 내병성 계통 및 품종 육성

(1) 멜론의 흰가루병 및 Race 분화

박과에서 발생하는 주요 병해는 흰가루병, 덩굴마름병, 덩굴쪼김병, 역병, 노균병, 세균성 점무늬병, 탄저병, 잘록병 및 10여종의 바이러스 등이 있다. 전 세계적으로는 11,800여종의 식물에서 흰가루병이 발생하고 있는 것으로 보고되고 있으며(Braun, 1987; Koji, 1986; Spencer, 1978), 매년 흰가루병에 의한 식물 생장 및 수량 감소는 다른 어떤 병보다도 심하며, 수확시기에 농가의 소득에 막대한 피해를 일으키는 병원균이다.

일반적으로 흰가루병은 고온다습하거나 약간 건조한 조건하에서 발생하기 쉽고, 시설 재배에서 연중 재배되는 경우에는 일조부족, 고온, 환기불량, 밀식재배, 연작재배, 질소비료과용 등으로 시발되어 포장전체로 만연된다. 흰가루병은 시설이나 노지재배를 불문하고 식물체의 잎에 흔히 발생하는데 하얗게 밀가루를 뿌려놓은 것처럼 곰팡이 포자가 덮여서 식물의 광합성과 호흡을 저해하여 동화작용과 증산작용을 감소시킨다(Wright 등, 1990). 더불어 잎에 형성된 병반이 오래되면 인접병반과 융합하여 조기 낙엽되고 결과적으로 초세가 약화되면서 과실의 수량, 생육, 품질을 저하시킨다(Wright 등, 1990).

흰가루병의 방제에는 농약살포(McGrath, 1991, 1992; 장 등, 2001), 중복기생균을 이용한 생물학적 처리(Shin과 Kyeung, 1994; 이 등, 2005), 식물성 기름의 이용(McGrath과 Staniszewska, 1996), 저항성 품종 재배(조 등, 2004) 등 여러 가지 방법이 있다. 주로 이용되고 있는 방법인 농약사용은 매우 효과적이고 빠른 방법 중 하나이다. 흰가루병은 발생초기에 방제시기를 설정하는 것이 매우 중요하며 그 시기를 놓치면 약제 살포의 효과가 떨어져 병이 급격히 퍼져서 탄소동화작용이 감소하여 과실의 착생과 비대가

불량해지며 결국 수량이 감소한다(이 등, 2001). 따라서, 멜론 흰가루병은 작형이나 지역에 관계없이 재배 중 수시로 발생하여 6~7회의 약제 방제가 필요하다. 그러나 멜론에 발생하는 흰가루병은 발생생태 및 방제 방법에 대하여 아직 연구가 부족한 편이다. 또한 흰가루병을 방제하기 위한 약제가 아직 등록이 되어있지 않아 농가에서 오·남용의 우려가 있다. 따라서, 환경 보호 차원 및 농가소득 증대에 기여하기 위하여 내병성 계통의 육종연구가 필요한 실정이다.

현재 멜론의 흰가루병 내병성 품종 육성을 위해서는 Race 판별이 우선시 되어야 하며, 박과에는 흰가루병 레이스가 3종류로 Race I, Race II, Race III가 보고되어 있다. David Kenigbush(1989) 등은 흰가루병에 내병성인 P1 124111F는 흰가루병 Race I에 대하여 단인자우성(monogenic dominant inheritance)이고, Race II에 대하여 단인자부분우성(monogenic partially dominant inheritance)이라고 보고하였다.

멜론에서 흰가루병을 일으키는 주요 병원균은 현재까지 22종의 race가 분화되어 있는 것으로 고되고 있다(McCreight, 2006). 흰가루병 병원균의 분류에 대한 연구는 1938년 미국에서 저항성 품종인 'PMR45'를 재배하는 포장에서 발병된 개체가 나타남으로써 시작되었으며, 이 시기에 race 1과 2의 분화를 보고하였다(Jagger 등, 1938). 병원균 race 3의 분화는 1978년에 Thomas(1978)에 의해 보고되었으며, 그 이후에 추가로 19개의 race 분화가 보고되었다(McCreight, 2006).

멜론의 흰가루병 저항성 유전자들에 대해 많은 연구자들이 연구를 진행해 왔지만, 흰가루병의 저항성에 대한 유전양식이나 유전자들간의 상호작용 등이 명확하게 규명되어 있지 않다. 멜론의 흰가루병 저항성 유전자들에 대해 많은 연구자들이 연구를 진행해 왔지만, 하나의 우성유전자에 의해 저항성이 조절되는 'PMR45' 품종을 제외하고는 저항성 유전자에 대한 명확한 결론이 나지 않고 있는 실정이다(Epinat, 1993). 실제로 흰가루병에 대해 저항성을 보이는 대부분의 유전자원들에서는 여러개의 유전자들에 의해 저항성이 조절되는 것으로 알려져 있다(McCreight, 2003; Perchepped, 2005).

이들 유전자를 이용하여 저항성 품종을 육성하기 위한 다양한 연구가 시도되어 race 1에 저항성을 나타내는 유전자의 경우에는 20여 개의 재배종(cultigens)에서 확인이 되었으며, race 2에 대한 저항성은 10개의 재배종에서 확인하였다(Anagnostou and perl-Treves, 2000; McCreight, 2003; Pirat, 1998). 또한 Bardin 등(1999)은 race 1, 2, 4 및 5에 대해 복합적인 저항성을 유도하는 하나의 유전자가 'PI 124111'계통에 존재한다는 연구결과를 보고하였다. 표 8에서는 당사에서 이전부터 사용하던 Race 판별방법을 나타냈으며, 표 9에는 일본에서 발표한 흰가루병의 Race별 표준 품종을 나타냈다. 멜론의 흰가루병과 같이 환경적인 요인에 영향을 많이 받고 흰가루병 저항성 유전자의 작용이 복잡한 양적형질의 경우, 분자마커의 개발과 이를 이용한 저항성 품종 육성이 필수요건으로 보고되고 있으므로, 멜론의 흰가루병 저항성 품종을 육성하기 위해 저항성과 연관된 분자마커의 개발이 요구되고 있다.

본 연구는 멜론의 다양한 유전자원을 수집하여 흰가루병 저항성 검정과 원예적 특성을 평가하여 흰가루병에 대해 완전하게 저항성을 나타내는 유전자원을 선발하고, 멜론의 흰가루병 내병성 우수계통 및 고품질 F1 품종을 육성하고자 하였다.

표 8. 멜론의 흰가루병 Race 판별

판별품종	Race I	Race II	Race III
Topmark	S	S	S
PMR 45	R	S	S
PMR 6	R	R	S
MR-1	R	R	R

※ S: susceptible, MR: moderately resistant, R: resistant

표 38. 일본에서 신규 도입한 멜론 흰가루병 레이스별 판별 품종

계통	<i>S. fuliginea</i>						
	race 1	race 2	race 3	race 4	race 5	race 6	race 7
동계 3호	S	S	S	S	S	S	S
PMR 45	R	S	S	S	S	R	S
WMR 29	R	R	-	S	S	R	R
Edisto 47	R	R	R	R	S	R	R
PI 414723	R	R	-	R	R	S	S
PMR 5	R	R	S	R	R	R	R
MR-1, PI 124112	R	R	R	R	R	R	R

※ S(Susceptible), MR(Moderately Resistant), R(Resistant), -(Non tested)

(2) 흰가루병 Race 검정 및 접종

1차년도에 흰가루병 균주의 수집은 부여, 이천, 안성에서 수집하였다. 수집한 흰가루병 균주의 판별은 디스크검정법을 이용하였으며, Race 판별은 판별품종 4개(Topmark, PMR45, PMR6, MR-1)와 흰가루병 내병성 대비 품종 4개(자사품종 2개, 타사품종 2개), 흰가루병 이병성 대비 품종 2개(자사품종 1개, 타사품종 1개)를 이용하였다. 우선 이천 수집균주를 이용하여 3반복으로 디스크검정법으로 흰가루병 Race를 판별한 결과 Topmark에서는 감염되고, PMR45, PMR6, MR-1에서는 감염되지 않아 Race 1인 것을 확인하였다. 내병성 대비종인 JJ하계, JJ원탑, Talent, Luxury는 흰가루병에 저항성으로 판별되었다. 이병성 대비종인 Gramd, 얼스마운틴에서는 흰가루병에 감염되어 흰가루병 접종실험의 정확성을 확인하였다(그림 8). 또한 부여 및 안성에서 수집한 흰가루병 균주에서도 같은 결과를 나타내 Race 1이라는 것을 확인하였다.

이 중 이천균주를 이용하여 저항성(PMR5)과 이병성(AS05-19)계통의 모계, 부계, F1, F2의 유전 집단의 분리비를 확인한 결과 F2에서 3:1로 나타나 David Kenigbush(1989)의 보고와 같은 단인자우성이 확인되어 Race I 로 재확인하였다(표 10).

2차년도에 흰가루병 균주의 수집은 우리나라의 2지역 이포, 김천에서 수집하였다. 수집한 흰가루병 균주의 판별은 생물검정법을 이용하였다. 정확한 Race 판별을 위해, Race 자사에서 이전부터 사용하던 Race 판별방법과 일본에서 발표한 흰가루병의 Race 판별품종을 이용하여 판별을 실시하였다. 각 지역의 Race 검정 결과는 다음과 같다(표 10, 표 11).

자사에서 사용하는 Race 판별은 판별품종 4개(Topmark, PMR45, PMR6, MR-1)를 이용하였으며, 일본에서 사용하는 Race 판별은 판별품종 8개(동계 3호, PMR 45, WMR 29, Edisto 47, PI 414723, PMR 5, MR-1, PI 124112)를 이용하였다. 6월 12일에 과종 후 본엽 1매 전개하기 시작할 때 2번 병원균을 접종하였다. 접종 병원균은 경기도 이천시 이포면에서 수집한 균주와 경북 김천시에서 수집한 균주를 1×10^5 spores/ml 현탁액을 만들어서 사용하였다. 접종할 때는, 각각 10주씩 스프레이를 이용하여 엽면살포 하였다. 접종후에는 차광을 하고 저녁에는 비닐로 밀폐하여 다습상태로 유지하였다. 흰가루병 접종 2주일 후에 흰가루 발병여부를 조사하였다. 흰가루병 발병은 접종 1주일 후부터 병징이 나타나기 시작하였다. 흰가루 내병성 조사는 감수성과 이병성 2가지로 나누어 조사하였다. 이포균주를 생물검정을 이용하여 흰가루병 Race를 판별한 결과 Topmark 에서는 감염되고, PMR45, PMR6, MR-1에서는 감염되지 않았다. 또한, 동계 3호에서는 감염되고, PMR 45, WMR 29, Edisto 47, PI 414723, PMR 5, MR-1, PI 124112에서는 감염되지 않아 Race 1인 것을 확인하였다(표 11). 또한 김천에서 수집한 흰가루병 균주에서도 같은 결과를 나타내 Race 1이라는 것을 확인하였다.

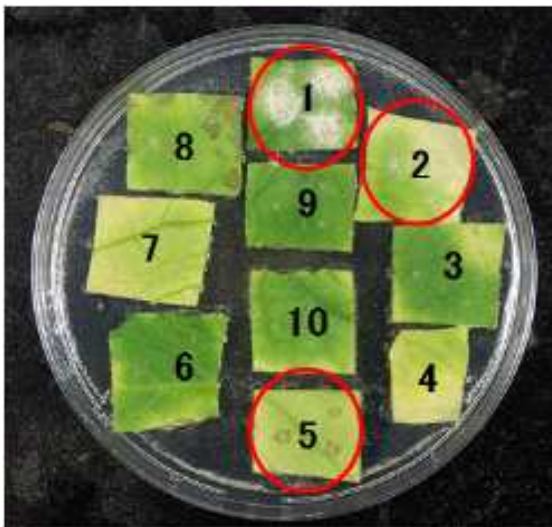


그림 37. 디스크형 검정법(1차년도)

1. Topmark : 흰가루병 판별품종
2. 얼스마운틴 : 이병성품종
3. JJ원탑 : 내병성품종
4. JJ하계 : 내병성품종
5. Gramd : 이병성품종
6. PMR 45 : 흰가루병 판별품종
7. PMR 6 : 흰가루병 판별품종
8. MR-1 : 흰가루병 판별품종
9. Talent : 내병성품종
10. Luxury : 내병성품종

표 39. 흰가루병(Race 1)의 저항성(PMR5)와 이병성(AS05-19)계통의 F2 집단 분리의 분리비(1차년도)

발병 지수	우(저항성)	상(이병성)	F1	F2
D.I 1	4	0	7	70
D.I 3	16	0	41	72
D.I 5	0	0	2	8
D.I 7	0	6	0	32
D.I 9	0	14	0	18
Total	20	20	50	200

* ^z DI 1: no infection, DI 3: 1-9% infected, DI 5: 10-30%, DI 7: 31-50%, DI 9: 51-100%

표 40. 이포, 김천 균주의 멜론의 흰가루병 Race 판별(기존 판별품종 대비)(2차년도)

판별품종 \ 균주	이포균주	김천균주	비고
Topmark	S	S	
PMR 45	R	R	
PMR 6	R	R	
MR-1	R	R	
균주의 Race 판별	Race 1	Race 1	

표 41. 이포, 김천 균주의 멜론의 흰가루병 Race 판별(신규 판별품종 대비)(2차년도)

판별품종 \ 균주	이포균주	김천균주	비고
동계 3호	S	S	
PMR 45	R	R	
WMR 29	R	R	
Edisto 47	R	R	
PI 414723	R	R	
PMR 5	R	R	
MR-1	R	R	
PI 124112	R	R	
균주의 Race 판별	Race 1	Race 1	

(3) 흰가루병 생물검정을 통한 계통 및 조합 선발

1차년도에는 Race 1로 판별된 이천균주를 이용하여 흰가루병 내병성으로 고정중인 58계통 및 26조합을 생물검정하였다. 또한 흰가루병 내병계로 시판중인 자사 품종 2개와 타사 품종 2개, 자사 이병성 품종 1개와 타사 이병성 품종 1개를 각각 트레이에 파종하여 수집해 온 균주를 파종한 계통에 대하여 단독으로 본엽 1매 전개 시작할 때 1차로 엽면 살포하여 접종하였고, 접종 5일~7일 후 병징이 나타나기 시작하였는데 1차로 병징이 나타나는 개체는 도태하였다. 2차 접종에서도 각각의 균주를 단독으로 접종하여 병징이 나타나는 개체는 2차로 도태하였다. 모든 계통 내에서 비슷한 병징을 나타냈고 흰가루병 외에 노균병에 이병 되었거나 생육이 불량한 포기를 수시로 도태하여 흰가루병 내병성 검정을 실시하였다.

그 결과 이병성 품종인 얼스마운틴과 Gramd는 이병성으로 확인되었으며 내병성 품종인 JJ원탑, JJ하계, Talent, Luxury 품종은 약 30%의 저항성 개체가 선발되어 흰가루병에 대해 중도저항성을 보이는 것으로 판단되었다. 공시된 조합중 BN027, BN040은 10% 미만의 감염율이 낮아 저항성으로 나타났으며, 특히 BN040이 감염율이 5% 미만으로 고도 저항성을 나타내었다. 계통에서는 BN031, BN036, BN039, BN049, BN050, BN055, BN060, BN063, BN074가 저항성이었다. 이중 BN031(AME32)이 감염율 6% 미만(작년 3% 미만)으로 가장 흰가루병에 강하였고 원예적 형질이 우수하며 네트가 강한 계통이다. 작년도에 BN027과 BN040 조합의 모계로 사용되었다. BN042, BN051, BN059, BN068, BN073, BN085, BN088 계통은 중도저항성을 나타내어 선발하였고 BN061은 흰가루병에 민감하나 원예적 형질이 우수하여 선발하였다. 나머지 계통들은 도태하였다(표 12). 흰가루병 생물검정에서 선발된 개체들은 7월 7일에 정식하였고, 정식 후 과실의 착과 비대기에 과실이 너무 작거나, 생육불량주 등을 도태하였고(3차), 수확 후 과실의 특성(과크기, 색, 당도, 육질)을 조사 선발하였다(4차).

BN006(흰가루병 이병성 대비 품종)는 흰가루병 접종결과 이병성으로 나타났으나, 과중이 1600g이고 회록색의 과피색을 나타냈으며 당도는 16.5Brix°로 원예적 형질은 우수하였다. BN021(흰가루병 내병성 대비 품종)는 N의 품종으로 흰가루병에 저항성은 나타냈으나 흰가루병 이병계 품종보다 당도가 낮고 과형이 좋지 않았다. BN049(흰가루병 저항성 계통)은 과중이 1500g이고 과피색이 회백색이며, 당도가 15Brix°로 나타났으며 BN050은 과중이 1800g, 과피색은 회백색, 당도가 16.2Brix°로 원예적 형질이 가장 우수한 것으로 나타났다. BN031은 타 흰가루병 저항성 계통에 비해 당도가 떨어지나 흰가루병에 대해 고도 저항성을 가지고 있어 모계로 사용하기 적합하다고 판단하였다. BN031을 모계로 하여 조합 작성한 BN027과 BN040은 각각의 과중이 1600g, 1700g이고 과피색은 회록색으로 동일하였으며, 당도는 각각 14.2Brix°, 15.8Brix°로 나타나며 원예적 형질이 우수하고 흰가루병 저항성도 우수한 조합으로 선발되었다(표 13).

또한 BN027은 과육색이 녹색이고 당도가 높아 타사 대비품종인 얼스텔런트와 함께 경북 경주에서 농가실증실험을 하였고 그 결과 16Brix°로 대비품종 보다 당도가 좋았으며 과중 또한 2kg으로 대비 품종에 비해 더 많이 나간다는 농가의 평가를 반영하여

‘얼스마운트 PMR’로 신제품생산판매신고를 하였고 이 결과를 한국원예학회 춘계대회에 포스터 발표하였다. BN040은 충북 음성 및 충남 부여에서의 농가실증시험 결과 농가에서 호평하여 ‘PMR 얼스탑’으로 명명하여 품종보호출원하였다. 그 결과를 한국자원식물학회에 포스터 발표를 하였다(그림 9, 표 14).

표 42. 멜론 흰가루병 내병성 계통 검정(1차년도)

BN	계통 / 조합명	접종 주수			이병수 (1차선발)			이병수 (2차선발)			흰가루병 생물검정	비고
		부여	이천	안성	부여	이천	안성	부여	이천	안성		
005	얼스마운틴	10	10	10	2	4	3	8	6	7	S	내병성 자사대비종
006	Grand-N사	10	10	10	6	4	2	4	6	8	S	내병성 타사대비종
012	JJ원탑	10	10	10	3	5	4	2	1	4	MR	내병성 자사대비종
018	JJ하계	10	10	10	2	2	3	4	5	4	MR	내병성 자사대비종
021	Talent-N사	10	10	10	4	3	5	1	2	3	MR	내병성 타사대비종
026	Luxury-N사	10	10	10	4	3	3	3	5	4	MR	내병성 타사대비종
027	AME32×260	75	75	75	3	5	2	1	2	5	R	품종보호출원 (얼스마운틴PMR)
031	AME32-20-1-0-3-12-6-10	50	50	50	1	2	2	2	1	1	R	AME32 (내병성 모계)
036	JRH5-2-4-7	50	50	50	3	4	6	3	5	5	R	
039	A3668-5-1-1	50	50	50	7	5	4	2	3	5	R	
040	AME32×KME118	75	75	75	2	1	1	1	1	1	R	품종보호출원 (PMR얼스탑)
042	NA3-2-15-8-1	50	50	50	7	8	8	6	6	5	MR	
049	TO1-0-17-18-11-22-2	50	50	50	4	4	3	2	1	2	R	
050	CM02-1-2-14-12-5-7	50	50	50	3	4	4	3	4	2	R	
051	TM01-17-0-3	50	50	50	9	6	9	5	7	6	MR	
055	ME077-27-4-13-2	50	50	50	2	2	4	4	3	1	R	
059	ME204-15-0-3-2	50	50	50	7	7	8	6	7	7	MR	
060	ME319-11-10-0-4-9-2	50	50	50	1	6	5	2	4	4	R	
061	ME323-11-20-0-7-4	50	50	50	31	22	24	10	25	19	S	원예적 형질 우수
063	K006-2-15-8-5-0-1	50	50	50	3	3	5	3	7	2	R	
068	WSC06-21-12-0-3-3	50	50	50	9	6	5	3	7	7	MR	
073	MG4-4-1-2-3	50	50	50	8	8	9	3	5	4	MR	원예적 형질 우수
074	AN-17-18-4-7-17	50	50	50	2	3	5	4	3	4	R	
079	SS07-5-12-3-3-2	50	50	50	29	28	35	16	12	11	S	원예적 형질 우수
085	CM12-10-22-13	50	50	50	5	4	7	7	9	4	MR	
088	MR304-1-2-8-0-2	50	50	50	7	4	8	4	8	6	MR	

※ 경종개요

과종 정식
2013.06.12 2013.07.07

표 43. 흰가루병 내병성 선발계통 및 조합의 주요 특성(1차년도)

BN	계통 / 조합명	선발개체의 주요특성			비고
		1과중(g)	과피색	당도(Brix°)	
049	TO1-0-17-18-11-22-2	1500	회백색	15.0	
050	CM02-1-2-14-12-5-7	1800	회백색	16.2	
027	AME32×260	1800	회록색	15.2	얼스마운트PMR
031	AME32-20-1-0-3-12-6-10	1300	회록색	11.8	
040	AME32×KME118	2000	회록색	15.8	PMR얼스탑
021	Talent	1500	회록색	13.0	타사대비종 (내병성)
006	Grand	1600	회록색	16.5	타사대비종 (이병성)

※ 경종개요

파종 정식
2013.06.05 2013.07.10.



그림 38. BN027(위; 얼스마운틴 PMR), BN040(아래; PMR 얼스탑) 농가실증시험(1차년도)

표 44. 얼스마운트 PMR과 PMR 얼스탑 농가실증시험 결과(1차년도)

품종	초세 ^a	숙기	과형	과색	과피	당도 (Brix°)	육질 ^c	과중 (g)	비고
얼스마운트 PMR	중	중생중	원형	황녹색	회록색	16.0	연육	2,000	
PMR 얼스탑	중강	중생중	원형	황녹색	회록색	16.8	연육	2,200	

※ 초세^a: 강(강함)>중강>중>중약>약(약함), 육질^c: 경(단단함)>중>연(연함)

표 45. 멜론 F1의 흰가루병 유묘기 생물검정(2차년도)

BN	주수	발병지수(DI) ^o					검정결과	비고
		1	3	5	7	9		
2001	10	1	4	1	0	0	MR	
2002	10	4	4	1	0	0	MR	
2003	10	1	6	3	0	0	MR	
2005	10	0	0	1	4	5	S	
2006	10	0	0	0	6	4	S	
2007	10	0	0	1	6	3	S	
2008	10	0	0	0	5	5	S	
2009	10	0	0	0	3	7	S	타사 이병계 대비중
2010	10	0	0	0	0	10	S	타사 이병계 대비중
2011	10	2	5	3	0	0	MR	타사 내병계 대비중
2012	10	4	2	1	0	0	R	자사 내병계 대비중
2013	10	0	9	1	0	0	MR	
2014	10	0	8	2	0	0	MR	
2015	10	0	0	0	4	6	S	
2016	10	4	4	2	0	0	MR	
2017	10	0	0	0	1	9	S	
2018	10	0	1	1	1	7	S	
2020	10	0	0	0	0	10	S	
2021	10	9	1	0	0	0	R	
2022	10	0	0	0	0	10	S	
2023	10	0	0	0	2	8	S	
2024	10	0	0	0	0	10	S	
2025	10	0	0	0	0	10	S	
2026	10	0	0	0	0	10	S	
2029	10	3	5	2	0	0	MR	
2030	10	1	9	0	0	0	MR	
2031	10	8	0	2	0	0	MR	
2032	10	1	8	1	0	0	MR	
2033	10	0	0	0	3	7	S	
2034	10	0	0	0	2	8	S	
2035	10	0	10	0	0	0	MR	
2036	10	0	0	0	0	10	S	
2053	10	0	10	0	0	0	MR	

2054	10	0	0	0	5	5	S
2055	10	5	3	1	0	0	MR
2057	10	0	0	0	3	7	S
2060	10	3	5	2	0	0	MR
2064	10	0	0	0	0	10	S
2065	10	3	7	0	0	0	MR
2066	10	0	0	0	3	7	S
2067	10	0	0	0	1	9	S
2068	10	0	0	0	2	8	S
2069	10	0	0	0	2	8	S
2070	10	0	0	0	5	5	S
2071	10	0	0	0	0	10	S
2072	10	0	0	0	0	10	S
2073	10	0	0	0	0	10	S
2074	10	0	0	0	7	9	S
2075	10	0	0	0	0	10	S
2076	10	0	0	0	2	8	S
2078	10	5	5	0	0	0	R
2079	10	0	0	0	1	9	S
2081	10	0	0	0	1	9	S
2082	10	5	5	0	0	0	R
2083	10	0	0	0	0	10	S
2084	10	0	0	0	0	10	S
2085	10	0	0	0	0	10	S
2086	10	0	0	0	0	10	S
2087	10	0	0	1	4	5	S
2088	10	0	0	0	0	10	S
2089	10	0	0	0	2	8	S
2090	10	4	4	2	0	0	MR
2091	10	0	0	0	2	8	S
2092	10	0	0	0	2	8	S
2093	10	0	0	0	5	5	S
2094	10	0	0	0	0	10	S
2095	10	0	0	0	0	10	S
2096	10	0	0	0	0	10	S
2097	10	0	0	0	0	10	S
2098	10	0	0	0	0	10	S
2099	10	3	7	0	0	0	MR

° DI- 1(no infection), DI- 3(1-9% infected), DI- 5(10-30%), DI- 7(31-50%), DI- 9(51-100%)

※ 경증개요

파종	정식	교배	수확
2013.06.03	2013.06.29	2014.07.11~2014.07.22	2014.07.16

표 46. 멜론 계통 및 조합의 흰가루병 유묘기 생물검정(2차년도)

BN	계통 / 조합	유묘 검정				비고
		접종주수	1차 도태	2차 도태	판정	
2009	EL(SGT)	10	7	3	S	타사 이병계 대비종
2010	KD(IS)	10	5	3	S	타사 이병계 대비종
2011	ET(NW)	10	2	2	MR	타사 내병계 대비종
2012	EM-P(Asia)	10	1	0	R	자사 내병계 대비종
2102	715-6-5-5	100	31	13	MR	
2103	1005*1109	100	3	5	R	트위티
2104	1005-1-8-5-7	100	6	10	R	트위티 우
2105	745-0-7-8	100	21	16	MR	
2106	746-1-11-5-6	100	13	27	MR	
2107	1109-5-6-5-4	100	32	25	S	트위티 ♂
2108	768-1-9	100	27	34	S	
2109	770-0-8-9-8	100	13	25	MR	
2110	801-0-0	100	30	28	S	
2111	816-3-7-6	100	8	25	MR	
2112	817-0-4-5-6	100	19	37	S	
2113	853-3-5-2	100	24	34	S	
2114	872-4-8-7	100	35	18	S	
2115	873-5-1-4-8-9-4	100	11	29	MR	
2116	899-0-5-6-7	100	11	22	MR	
2131	641-3-5-4-8	100	8	31	MR	
2132	893-1-4-5-8-9-7-5	100	2	5	R	
2134	798-3-5-7-1-2	100	22	12	MR	
2135	874-3-7-6-5-6-7	100	9	21	MR	
2136	896-2-3-6	100	16	20	MR	
2137	904-0-9-6-5-4	100	11	7	R	
2138	1105x1109	100	5	13	R	
2139	1113x450	100	10	5	R	

※ 흰가루병 유묘기 생물검정: S(Susceptible), MR(Moderately Resistant), R(Resistant), -(Non tested)

※ 경증개요

파종	정식	교배	수확
2013.06.03	2013.06.29	2014.07.11~2014.07.22	2014.07.16



접종 전경



흰가루병 발병 개체



도태 전



도태 후

그림 39. 흰가루병 유묘기 생물검정 전경(2차년도)

표 47. 흰가루병 내병성 선발계통 및 조합의 주요 특성(2차년도)

BN	계통 / 조합명	선발개체의 주요특성						비고
		초세 ^㉞	과형 ^㉟	과피색 ^㊱	1과중 (g)	당도 (Brix [°])	육질 ^㊲	
2103	1005x1109	7	2	4	1,600	18.0	5	트위티 (품종보호출원, 등록)
2001	664x 669	7	5	3	1,050	16.4	5	
2002	668x 665	5	5	3	1,700	15.0	5	
2003	669x 906	5	5	3	1,500	15.2	5	
2004	670x906	5	5	3	1,300	14.5	5	
2005	671x 906	5	5	3	950	15.2	5	
2006	907x664	5	5	3	1,000	14.0	5	
2007	910x668	7	5	3	1,000	17.2	3	
2008	906×907	5	5	3	900	14.2	5	
2138	1105x1109	5	4	4	1,000	13.2	1	

2139	1113x450	7	5	1	1,100	17.0	3	
2009	EL(SGT)	5	5	3	750	16.2	5	타사 이병계 대비종
2010	KD(IS)	5	5	3	1,100	16.0	5	타사 이병계 대비종
2011	ET(NW)	5	5	3	800	14.8	1	타사 내병계 대비종
2012	EM-P(Asia)	5	5	3	1,250	15.5	3	자사 내병계 대비종

※ 초세: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형), 8(요고형)

과피색: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(황녹색), 8(담황색), 9(녹청녹색), 10(녹황색), 11(농녹색), 12(백황색), 13(황적색), 14(연녹색), 15(적황색), 16(회백색), 17(진한황색)

과육색: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색), 7(담적색), 8(연녹색), 9(녹황색), 10(녹적색), 11(황백색), 12(농녹색), 13(황녹색)

육질: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)






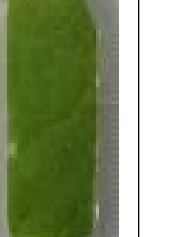
※ 경종개요













과종	정식	교배	수확
2013.06.03	2013.06.29	2014.07.11~2014.07.22	2014.07.16

(4) 흰가루병 마커 개발을 위한 유전집단 양성 및 제공

2차년도에 멜론의 흰가루병 유전자의 유전양상 및 마커개발을 위해 유전집단(F1)을 양성하였다. Leaf Disc 검정법으로 흰가루병 Race 1과 5, A에 대하여 각각 저항성인 계통(BN155, BN158, BN160)을 선발하였다. 또한 Race 1과 5, A에 이병성 계통(BN154, BN244, BN245)을 선발하였다(표 19). 이를 활용하여 원예적 형질이 우수한 이병성 계통(♀) × 내병성 계통(♂)을 이용하여 유전집단을 작성하였다(표 20). 2014년 7월 30일 과종하였고 8월 14일 정식하였으며 9월 15일 ~ 25일까지 교배하였다. 현재 과는 성숙단계에 있으며 탈종 후 순천대학교에 제공하였다.

표 48. 흰가루병 Race별 Leaf Disc 검정(2차년도)

품종 Race	P11 (BN154)	ME-28 (BN244)	ME-29 (BN245)	WMR29 (BN155)	Edisto47 (BN158)	PMR5 (BN160)
Race 1						
	S	S	S	R	R	R

Race 5						
	S	S	S	R	R	R
Race A						
	S	S	S	R	R	R

※ S(Susceptible), MR(Moderately Resistant), R(Resistant)

표 49. 흰가루병 유전집단 조합 작성(2차년도)

♀	♂	WMR29(BN155)	Edisto47(BN158)	PMR5(BN160)
	P11(BN154)	○	○	○
	ME-28(BN244)	○	○	○
	ME-29(BN245)	○	○	○

(5) 멜론 흰가루병 Race 1에 대한 마커의 유용성 검정용 재료 제공

당사에서는 2협동기관인 순천대학교에 개발중인 멜론 흰가루병 Race 1 판별 마커인 SNUR-1 마커 유용성을 검정하기 위해 참외 5품종과 멜론 13품종/계통을 재료로 제공하였다(표 21). 제공된 품종들은 흰가루병 유묘검정(너스레 검정, Nursery test: 종자를 50립 파종하여 떡잎에 흰가루병 Race 1을 접종 후, 감수성이면 S, 중도저항성이면 MR, 저항성이면 R로 표기함) 및 엽절편 검정(리프 디스크, Leaf Disc: 10개체를 3반복으로 분엽에 흰가루병 Race 1을 접종 후, 감수성이면 S, 중도저항성이면 MR, 저항성이면 R로 표기함)을 통해 판별한 흰가루병 저항성 10품종, 중도저항성 10품종, 민감성 4품종을 분양하였다. 분양된 소재를 활용하여 멜론 흰가루병 Race 1 판별 마커인 SNUR-1 마커 유용성을 검정한 결과 생물검정 결과와 유사하였다(표 22). 추후 순천대학교에서 개발된 흰가루병 Race 판별 DNA마커를 이용하여 육종에 활용할 계획이다.

표 50. 흰가루병 Race1 분자마커 분석용 재료(2차년도)

B.N	품종명	생물검정		비고
		유묘검정	디스크	
1	OBP(NW)	R	R	참외
2	JD(SGT))	R	R	참외
3	DB(DB)	R	R	참외
4	MNB(Asia)	MR	MR	참외
5	BJ(DB)	S	S	참외
6	JM(Asia)	R	R	멜론
7	EG(Asia)	R	R	멜론
8	LS(IS)	R	R	멜론
9	BN136(Asia)	R	R	멜론
10	AL(Asia)	R	R	멜론
11	P-TB(PS)	MR	MR	멜론
12	P-BS(PS)	R	R	멜론
13	ET(NW)	MR	MR	멜론
14	EE(SGT)	S	S	멜론
15	EL(SGT)	S	S	멜론
16	KD(IS)	S	S	멜론
17	EM-P(Asia)	R	R	멜론
18	EM(Asia)	MR	MR	멜론

* S(Susceptible), MR(Moderately Resistant), R(Resistant), -(Non tested)

(6) 흰가루병 Leaf Disc 검정(3차년도)

흰가루병 내병성 품종 육성을 위하여 흰가루병 엽절편 검정(리프 디스크, Leaf Disc)을 실시하였다(그림 10). 63품종/계통에 대하여 흰가루병 엽절편 검정을 실시하였고, 대비종으로는 흰가루 내병계 네트멜론의 자사 내병성 품종 1개와 타사 내병성 품종1개, 타사 이병성 품종2개를 공시하였다. 2015년 6월 5일에 파종 후, 분엽 1매 전 개하기 시작할 때, 10개체를 3반복으로 떡잎에 흰가루병 Race 1을 접종 후, 감수성이면 S, 저항성이면 R로 표기하였다. 흰가루병 Race 1은 2차년도에 수집한 균주에서 무균조건에서 동정을 7-8회 실시 한 후, 접종하였다. 흰가루병 접종 5일~7일 후 병징이 나타나기 시작하였는데 병징이 나타나는 개체는 도태하였다.

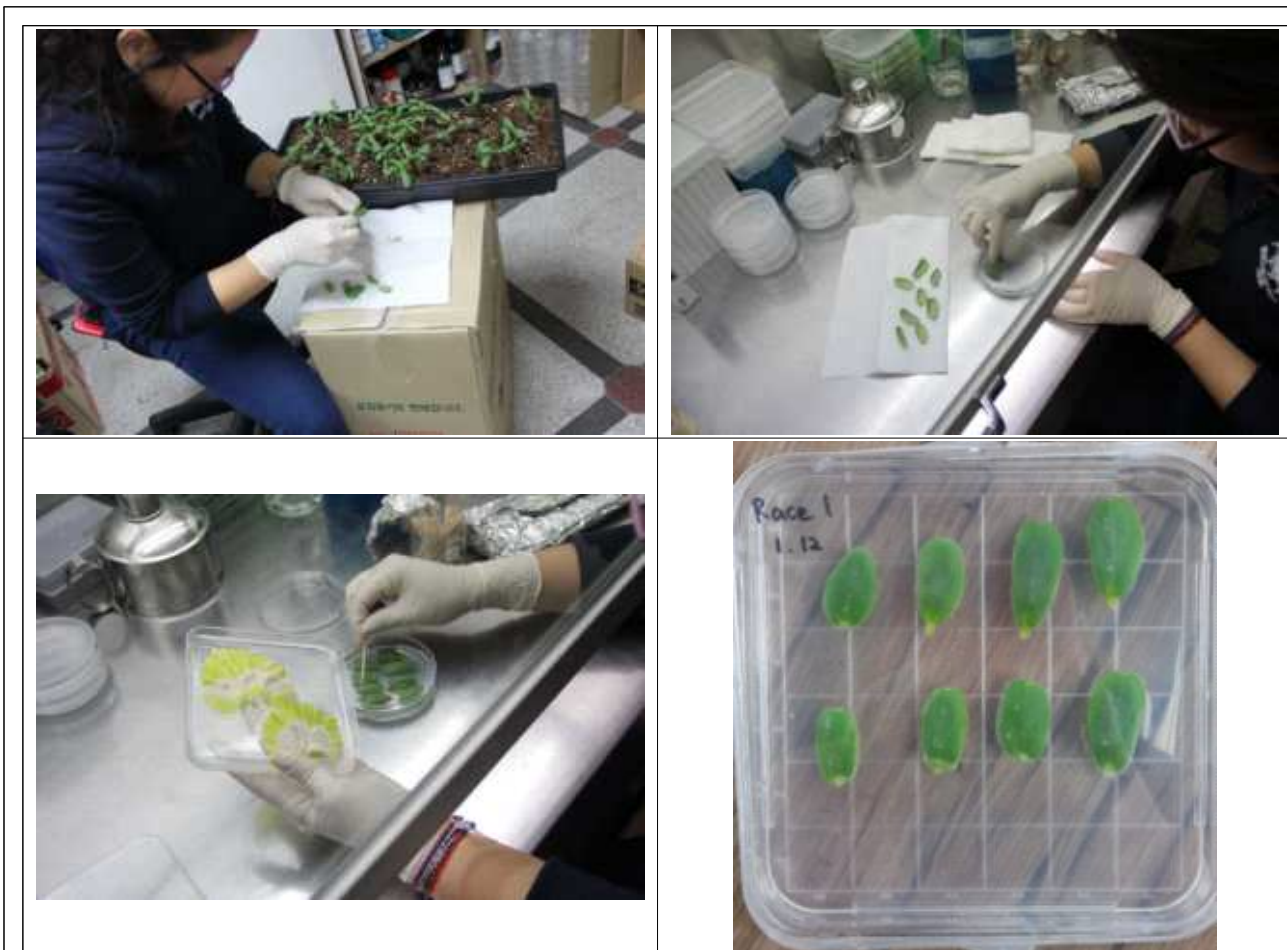


그림 40. 흰가루병 Leaf Disc 검정법(3차년도)

(7) 흰가루병 Race 1 내병성 계통 육성(3차년도)

멜론의 내병성(흰가루병 Race 1)을 나타내는 유전자원을 선발하고, 멜론의 흰가루병 내병성 우수계통 육성하기 위하여, 2차년도에 생물검정(유묘기 검정)으로 선발된 36계통 및 대비종(이병계: EL(SGT), KD(IS), 내병계: EM-P(Asia), ET(NW))을 분자마커 검정과 엽절편 검정을 실시하였다.

그 결과, 흰가루병 Race 1에 대하여 엽절편 검정 및 마커검정에서 이병성 품종인 타사의 EL 및 KD는 이병성으로 확인되었으며, 자사 내병계 품종인 EM-P 및 ET는 저항성으로 나타났다.

마커검정 결과, 저항성(R) 계통이 14계통, Heterozygous 계통이 8계통, 이병성 계통이 14계통으로 확인되었으며, 엽절편 검정으로는 저항성(R) 계통이 14계통이 22계통, 이병성 계통이 14계통으로 나타났다(표 10).

흰가루병 분자마커 검정과 엽절편 검정에서 선발된 개체들은 7월 2일에 정식하였고, 수확 후 과실의 특성(과크기, 색, 당도, 육질)을 조사하여 우수한 품질을 가진 계통을 선발하였다. 외형적 형질이 우수한 5계통(BN2002, BN2005, BN2018, BN2021, BN2036, BN2040), 당도가 높은 3계통(BN2025, BN2030, BN2039)을 선발하였다. BN2011, BN2029는 흰가루병에 민감하나 원예적 형질이 우수하여 선발하였다.

흰가루병 저항성으로 선발된 저세대 계통인 F2세대(BN2009)와 F3세대(BN2008,

BN2017, BN2018, BN2021, BN2025)는 육종연환을 단축시켰으며, 고세대 계통은 F5 세대(BN2012, BN2028, BN2038, BN2039), F7세대(BN2027)은 흰가루병 내병계 품종 육성에 편찬으로 활용하고자 한다.

표 51. 멜론 계통의 흰가루병 Race1 내병성 검정(3차년도)

B.N	계통명	흰가루병검정		비고
		엽절편검정 ^z	마커검정 ^u	
2001	EL(SGT)	S	S	타사 이병계 대비종
2002	KD(IS)	S	S	타사 이병계 대비종
2003	ET(NW)	R	R	타사 내병계 대비종
2004	EM-P(Asia)	R	R	차사 내병계 대비종
2005	867-2-2-1	S	S	
2006	673-3-0-8	R	R	
2007	857-0-0-7	R	R	
2008	858-1-7	R	H	
2009	860-0	R	H	
2010	861-0-10-3	R	H	
2011	870-19-6-4-1	S	S	
2012	871-2-8-5-3	R	R	
2013	666-23-0-4-9	S	S	
2014	667-0-0-8-0	S	S	
2015	863-4-0-0-9	R	H	
2016	682-0-2	S	S	
2017	1002-5-0	R	H	
2018	1001-5-0	R	R	트위티 모계
2019	864-2-2-8-0	R	H	
2020	868-13-3-2-2	R	R	
2021	672-0-9	R	R	
2022	143-12-10-12-0-17-1-0	R	H	
2023	521-2-12-3-4-16	S	S	
2024	470-2-5-4-8-3	S	S	
2025	946-813-3-13	R	H	
2026	387-1-8-7-10-9-1-10	S	S	
2027	512-2-2-3-6-5-0	R	R	
2028	599-2-6-8-1	R	R	
2029	511-2-4-5-10-5	S	S	
2030	603-4-9-2-8	R	R	
2031	386-2-1-16-16	S	S	
2032	637-3-5-1-8	S	S	

2033	642-2-15-2-3-1	S	S	
2034	372-1-10-19-11-6-1-5-5B	S	S	
2035	641-3-5-16-5	R	R	
2036	505-1-9-14-22	R	R	
2037	774-3-12-10	R	R	
2038	671-3-4-7-7	R	R	아슬란PMR 부계
2039	906-1-3-7-10	R	R	싼타페 부계
2040	961-3-5-9	S	S	

*엽절편검정^㉔ S(Susceptible), R(Resistant)
 마커검정^㉕ S(Susceptible), H(Heterozygous), R(Resistant)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2015.06.05	2015.07.02	2015.07.29~2015.08.10	2015.09.20

(8) 흰가루병 Race 1 내병성 품종 육성(3차년도)

흰가루병 Race 1 저항성 품종 육성을 위하여 19품종 및 이병계 대비종인 EL(SGT) 및 KD(IS)와 내병계 대비종인 EM-P(Asia) 및 ET(NW)를 분자마커 검정과 엽절편 검정을 실시하였다.

그 결과, 흰가루병 Race 1에 대하여 엽절편 검정 및 마커검정에서 이병성 품종인 타사의 EL 및 KD는 이병성으로 확인되었으며, 자사 내병계 품종인 EM-P 및 ET는 저항성으로 나타났다.

엽절편검정 및 마커 검정 결과, 흰가루병 race1에 대해서는 하나의 우성유전자가 관여하여 저항성 품종이 12품종이었고, 이병성 품종이 7품종이었다(표 11).

흰가루병 분자마커 검정과 엽절편 검정에서 선발된 개체들은 7월 2일에 정식하였고, 수확 후 과실의 특성(과크기, 색, 당도, 육질)을 조사하여 우수한 품질을 가진 품종 선발하였다.

반촉성재배에서 선발된 우수 조합으로 BN3005, BN3006, BN3014, BN3016은 흰가루병 rcae1에 저항성으로 선발되었다.

BN3005, BN3006은 초세가 강하고, 당도가 18.0Brix이상으로 높으며, 식미가 우수하고, 과중이 1,500~1,600g 내외로 중대형과로 외형적 특성이 우수하였다. BN3014, BN3016은 과육색이 녹색이고 당도가 높아 외형이 우수하여 선발하였다.

표 52. 멜론 조합의 흰가루병 Race1 내병성 검정(3차년도)

B.N	계통명	흰가루병검정		비고
		엽절편검정 ^z	마커검정 ^u	
3001	EL(SGT)	S	S	타사 이병계 대비중
3002	KD(IS)	S	S	타사 이병계 대비중
3003	ET(NW)	R	R	타사 내병계 대비중
3004	EM-P(Asia)	R	R	자사 내병계 대비중
3005	813×814	R	H	트위티2
3006	811×815	R	H	봄 선발
3007	803×804	S	S	
3008	807×818	R	R	
3009	801×817	S	S	봄 선발
3010	801×812	S	S	
3011	807×817	R	H	
3012	807×808	R	H	
3013	805×806	R	H	
3014	820×823	R	H	아슬란PMR
3015	821×852	s	S	쏘렌토살몬
3016	823×829	R	H	싼타페
3017	827×829	S	S	
3018	827×829	S	S	
3019	1111x1110	S	S	
3020	1114x450	R	H	
3021	1105x1106	R	H	
3022	1105x1109	R	H	
3023	1114x1102	R	H	

*엽절편검정^z S(Susceptible), R(Resistant)

마커검정^u S(Susceptible), H(Heterozygous), R(Resistant)

※ 경중개요

과종	정식	교배	수확
2015.06.05	2015.07.02	2015.07.29~2015.08.10	2015.09.20











(9) 흰가루병 Race 5, A 내병성 계통 육성(3차년도)

멜론의 다양한 유전자원을 수집하여 흰가루병 Race 5, A 저항성 검정과 원예적 특성을 평가하여 흰가루병에 대해 완전하게 저항성을 나타내는 유전자원을 선발하고, 멜론의 흰가루병 내병성 우수계통을 선발하고자 하였다.

본업 1매 전개하기 시작할 때, 리프 디스크 검정 방법을 이용하여 흰가루병 Race 5, A에 대하여 저항성 계통을 선발하였다. 흰가루병 Race 5에 대하여 BN512, BN5015, BN5020은 저항성(R), BN5022는 중도저항성으로 나타나 선발하였다.

흰가루병 Race A에 대하여 저항성 3계통(BN5032, BN5041, BN5042)을 선발하였다. BN5042는 당도가 18.0Brix로 높으며, 외관이 가장 우수하였으며, BN5022는 흰가루병 Race 5에 중도저항성을 나타내나, 초세가 강하고 식미가 우수하고, 순도가 균일하였다(표12, 13).

표 53. 흰가루병 Race 5, A Leaf Disc 검정의 주요 결과(3차년도)

Race	품종	5004	5012	5015	5020	5022
	Race 5					
		S	R	R	R	MR
Race	품종	5032	5033	5041	5042	5055
	Race A					
		R	S	R	R	S

※ S(Susceptible), MR(Moderately Resistant), R(Resistant)

표 54. 흰가루병 내병성 선발계통 및 조합의 주요 특성(3차년도)

BN	계통 / 조합명	선발개체의 주요특성						비고
		초세 [㉠]	과형 [㉡]	과피색 [㉢]	1과중(g)	당도 (Brix°)	육질 [㉣]	
5012	2008-0-2-7	A	HR	GG	1,050	16.4	B	Race 5 저항성(엽절편 검정 선발)
5015	2010-1-2-3-5	AB	HR	GG	1,700	15.0	B	Race 5 저항성(엽절편 검정 선발)
5020	2013-7-5-3	AB	HR	GG	800	14.8	C	Race 5 저항성(엽절편 검정 선발)
5022	2015-9	AB	HR	GG	1,250	15.5	BC	Race 5 중도저항성(엽절편 검정 선발)
5033	2020-3-6-4-7	AB	HR	GG	1,300	14.5	B	Race A 저항성(엽절편 검정 선발)
5041	2021-3	AB	HR	GG	950	15.2	B	Race A 저항성(엽절편 검정 선발)
5042	2035-1-9	A	O	Y	1,600	18.0	B	Race A 저항성(엽절편 검정 선발)
3005	813×814	A	O	Y	1,600	18.0	A	Race 1 저항성(마커 선발) 트위티2
3006	811×815	A	O	RY	1,500	18.5	B	Race 1 저항성(마커 선발)봄 선발
3009	801×817	AB	HR	YG	1,700	15.0	B	봄 선발

3011	807×817	A	HR	I	900	12.0	B	Race 1 저항성(마커 선발)
3014	820×823	B	HR	GG	1,700	18.0	B	Race 1 저항성(마커 선발) 아슬란PMR
3015	821×852	AB	HR	GG	1,400	17.5	C	쏘렌토살몬
3016	823×829	AB	HR	GG	1,700	17.0	C	Race 1 저항성(마커 선발)싼타페
3020	1114×450	A	O	GG	1,300	12.0	BC	Race 1 저항성(마커 선발)
3001	EL(SGT)	AB	HR	GG	1,500	16.2	B	타사 이병계 대비종
3002	KD(IS)	AB	HR	GG	1,400	16.0	B	타사 이병계 대비종
3003	ET(NW)	AB	HR	GG	1,100	14.8	C	타사 내병계 대비종
3004	EM-P(Asia)	AB	HR	GG	1,550	15.5	BC	자사 내병계 대비종

※초세^㉔: AA(극강) > A(강) > AB(중강) > B(중) > BC(중약) > C(약)
과형^㉕: R(원형), HR(고구형), O(타원형), HO(장타원형), LR(편구형), E(난형)
과피색^㉖: W(백색), I(상아색), S(연어색), R(적색), Y(황색), G(녹색)
육질^㉗: A(경) > AB(중경) > B(중) > BC(중연) > C(연)

※ 경증개요

과종	정식	교배	수확
2015.06.05	2015.07.02	2015.07.29~2015.08.10	2015.09.20

(10) 흰가루병 Race 1 내병성 계통, 조합/품종 육성(4차년도)

순천대학교(1협동 과제)와 공동 개발한 멜론 흰가루병 Race 1 저항성 SNP 마커인 SNUPMR-1SNP 이용하여 멜론의 흰가루병 Race 1은 단일자우성으로 유전하며 저항성을 나타내는 유전자원을 선발하고, 멜론의 흰가루병 내병성 우수계통 육성하기 위하여 72계통 및 대비종(이병계: EL(SGT), KD(IS), 내병계: EM-P(Asia), ET(NW))에 대한 유전자원, 계통육성, 조합/품종 육성 등에 흰가루병 검정을 하였다(그림 8).

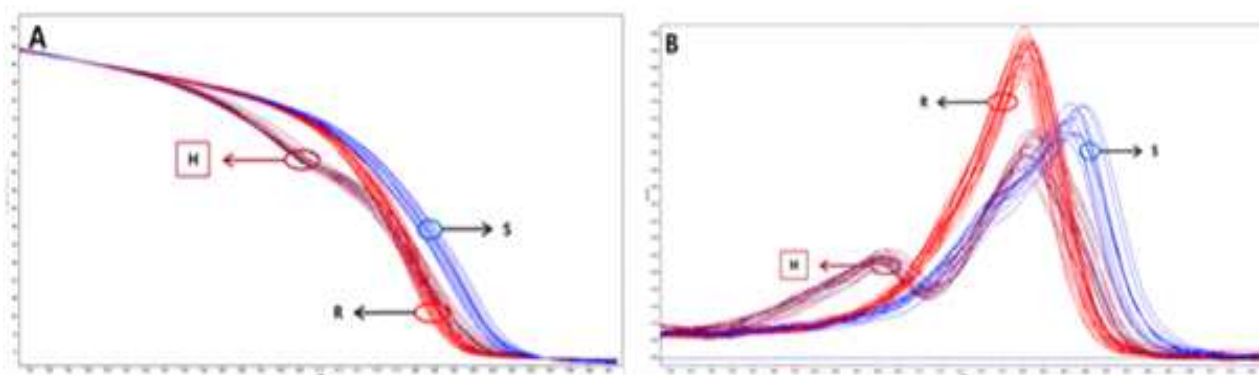


그림 41. 분자표지 SNUPMR-1SNP에 대한 '흰가루병 검정' 내병계(R), 이병계(S), Hetero(H)의 유전형 검정결과 (A : HRM Normalised Graph, B : Melt Curve)(4차년도)

흰가루병 분자마커 검정을 위하여 주요 선발 멜론계통, 조합, 품종 및 대비품종을 7월 2일에 정식하였고, 수확 후 과실의 특성(과크기, 색, 당도, 육질)을 조사하여 우수한 품질을 가진 계통을 선발하였다. 외형적 형질이 우수한 5계통(BN3002, BN3004, BN3005, BN3018, BN3036, BN3038)과 당도가 높은 3계통(BN3010, BN3011, BN3029) 그리고 BN3004, BN3026는 흰가루병에 민감하나 원예적 형질이 우수하여 선발하였다. 흰가루병 저항성으로 선발된 저세대 계통인 F3세대(BN3009, BN3008, BN3017, BN3018, BN3025, BN3038)는 육종연한을 단축시켰으며, 고세대 계통은 F5세대(BN3012, BN3020, BN3021, BN3028), F7세대(BN3027)의 경우 흰가루병 내병계 품종 육성에 편친으로 활용하고자 한다. 현재 아시아종묘에서 보유하고 있는 반촉성재배에 정식한 전체적인 계통 및 조합의 전수 마커 검정 결과, 저항성(R)인 15조합/품종, Heterozygous인 38조합/품종으로 나타났다. 최종적으로 흰가루병(Race 1)에 강하고 원예적형질이 우수한 저항성(R) 계통은 14계통, Heterozygous 계통이 8계통을 선발하였다(표 10). 흰가루병 Race 1 저항성 품종 육성을 위하여 20계통 및 이병계 대비종인 BN4024 (EL(SGT)) 및 BN4001 (KD(IS))와 내병계 대비종인 BN4007 (EM-P(Asia)) 및 BN4009 (ET(NW))를 분자마커 검정과 수확 후 과실의 특성(과크기, 색, 당도, 육질)을 조사하여 우수한 품질을 가진 계통을 선발하였다. 그 결과, 흰가루병 Race 1에 대하여 마커검정에서 이병성 품종인 타사의 BN4023 (EL(SGT)) 및 BN4001 (KD(IS))는 이병성으로 확인되었으며, 자사 내병계 품종인 BN4007 (EM-P(Asia)) 및 BN4009 (ET(NW))는 저항성으로 나타났다. 흰가루병 분자마커 검정과 엽절편 검정에서 선발된 개체들은 7월 2일에 정식하였고, 수확 후 과실의 특성(과크기, 색, 당도, 육질)을 조사하여 우수한 품질을 가진 품종 선발하였다. 반촉성 재배에서 선발된 우수 조합으로 BN4005, BN4006, BN4014, BN4016, BN4022은 흰가루병 rcael1에 저항성으로 선발되었다. BN3012, BN3028은 초세가 강하고, 당도가 12.0~15.0Brix으로 식미가 우수하고, 과중이 1,700~2,000g 내외로 중대형과로 외형적 특성이 우수하였다. BN3011, BN3019, BN3023은 당도가 높고 외형이 우수하여 선발하였다.

표 55. 주요 선발 멜론 계통, 조합/품종의 흰가루병 Race1 내병성 검정(4차년도)

B.N	계통명	원예적 형질					마커 검정 u	선발	비고
		초세	과피색	과중	당도	육질			
3001	868-13-3-2-2-1	7	4	1,050	16.4	B	R		
3002	961-3-5-9-0	5	1	1,700	15.0	B	S	O	
3003	867-2-2-1-0	5	1	800	14.8	C	S	O	
3004	673-3-0-8-1	5	3	1,250	15.5	BC	R		
3005	857-0-0-7-1	5	3	1,300	14.5	B	R		
3006	815-1-7-0	5	1	950	15.2	B	H	O 허니드림 부계 (4년차품종보호출원)	
3007	814-0-2-0	7	4	1,600	18.0	B	H	O 트위티2 부계 (3년차품종보호출원)	
3008	861-0-10-3-2	7	4	1,600	18.0	A	H		
3009	870-19-6-4-1-1	7	4	1,500	18.5	B	S		

B.N	계통명	원예적 형질					마커 검정 u	선발	비고
		초세	과피색	과중	당도	육질			
3010	871-2-8-5-3-4	5	3	1,700	15.0	B	R	O	
3011	386-2-1-16-16-1	5	I	900	12.0	B	S		
3012	637-3-5-1-8-2	7	3	1,300	12.0	BC	S		
3013	642-2-15-2-3-1-2	5	1	1,500	16.2	B	S		
3014	372-1-10-19-11-6-1-5-5B-1	5	1	1,400	16.0	B	S		
3015	808-5-0-0	7	3	1,300	12.0	BC	H	O	얼스캠프 부계 (4년차생산판매신고)
3016	1005-5-0-0	5	1	950	15.2	B	R	O	트위티 모계 (3년차품종보호출원)
3017	864-2-2-8-0-3	7	4	1,600	18.0	B	H		
3018	823-3-4-7-7-0	3	3	1,700	18.0	B	R	O	아슬란PMR 부계 (3년차품종보호출원)
3019	829-1-3-7-10-0	5	3	1,700	17.0	C	R	O	싼타페 부계 (3년차품종보호출원)
3020	505-1-9-14-22-1	5	4	1,400	17.0	A	R		
3021	774-3-12-10-4	5	1	1,400	19.0	B	R		
3022	830-2-5-4-8-3-0	7	4	800	17.0	A	S		Topaz 부계 (4년차품종보호출원)
3023	946-813-3-13-0	7	3	900	13.0	C	H	O	
3024	387-1-8-7-10-9-1-10-1	7	4	1,200	17.0	C	S		
3025	512-2-2-3-6-5-0-1	5	3	1,500	13.5	C	R	O	
3026	599-2-6-8-1-3	7	1	2,000	12.0	C	R	O	
3027	511-2-4-5-10-5-1	3	1	850	14.2	AB	S		
3028	603-4-9-2-8-3	5	3	1,150	12.0	C	R	O	
3029	852-23-0-4-9-0	7	3	1,300	14.5	C	S		쏘렌토살몬 부계 (3년차품종보호출원)
3030	667-0-0-8-0-2	7	4	1,300	12.0	B	S		
3031	863-4-0-0-9-1	7	3	1,300	12.0	BC	H		
3032	682-0-2-2	7	4	1,400	16.0	B	S		
3033	641-3-5-16-5-1	7	4	1,300	14.5	B	R	O	
3034	143-12-10-12-0-17-1-0-4	5	1	900	12.0	B	H		
3035	521-2-12-3-4-16-2	5	1	1,300	12.0	BC	S		
3036	672-0-9-2	7	3	1,500	16.2	B	R	O	
3037	803×804	5	3	1,700	15.0	B	S		
3038	807×818	5	1	800	14.8	C	R		
3039	807×817	5	1	1,250	15.5	BC	H		
3040	813×814	5	4	1,300	15.5	B	H	O	트위티2 (3년차품종보호출원)
4001	811×815	5	1	950	15.2	B	H	O	허니드립 (4년차품종보호출원)
4002	1114x450	7	4	1,600	18.0	B	H		
4003	1105x1106	7	4	1,600	18.0	A	H		

B.N	계통명	원예적 형질					마커 검정 ^u	선발	비고
		초세	과피색	과중	당도	육질			
4004	801×812	5	4	1,700	15.0	B	S		
4005	1114×1102	5	I	900	12.0	B	H		
4006	807×808	7	3	1,300	12.0	BC	H		얼스챔프 (4년차생산판매신고)
4007	805×806	5	4	1,500	16.2	B	H		
4008	820×823	5	3	1,400	16.0	B	H	O	아슬란PMR (3년차품종보호출원)
4009	821×852	7	3	1,300	14.5	C	S		쏘렌토살몬 (3년차품종보호출원)
4010	823×829	5	3	1,300	15.2	C	H	O	싼타페 (3년차품종보호출원)
4011	827×829	3	4	1,700	18.0	B	S		
4012	1111×1110	5	1	1,700	17.0	C	S		
4013	801×817	5	4	1,400	17.0	A	S		
4014	827×829	5	1	1,400	19.0	B	S		
4015	1005×1109	7	4	1,600	180	B	H	O	트위티 (2년차품종보호출원)
4016	828×830	7	4	800	17.0	A	H		Topaz (4년차품종보호출원)
4017	AME32×260	7	3	1,800	15.2	A	R		얼스마운틴PMR (1년차 품종보호출원)
4018	AME32-20-1-0-3-12-6-10	7	3	1300	11.8	B	R		내병성 모계
4019	AME32×KME118	7	3	2,000	15.8	A	R		PMR얼스탑 (1년차 품종보호출원)
4020	664x 669	7	1	1,050	16.4	B	S		
4021	668x 665	5	4	1,700	15.0	B	S		
4022	669x 906	5	1	1,500	15.2	B	S		
4023	670x906	5	4	1,300	14.5	B	R		
4024	671x 906	5	1	950	15.2	B	R		
4025	907x664	5	4	1,000	14.0	B	S		
4026	910x668	7	4	1,000	17.2	BC	H		
4027	906×907	5	4	900	14.2	B	H		
4028	1113x450	7	1	1,100	17.0	BC	S		
4029	ET(NW)	7	3	1,500	18.5	B	R		타사 내병계 대비종
4030	KD(IS)	7	3	1,050	16.4	B	S		타사 이병계 대비종
4031	EL(SGT)	7	3	900	13.0	C	S		타사 이병계 대비종
4032	EM-P(Asia)	7	4	1,600	18.0	B	R		자사 내병계 대비종

*초세^o: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형^o: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(중형)

과피색^o: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색)

과육색^o: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색)

육질^o: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

마커검정^o S(Susceptible), H(Heterozygous), R(Resistant)

※ 경중개요

과종	정식	교배	수확
2016.06.05	2016.07.02	2016.07.29~2016.08.10	2016.09.20

반축성재배에서 외형적형질이 우수하고 당도가 높아 선발된 3품종 허니드림, Topas, 얼스챔프에 대하여 생산력검정을 실시한 결과, 생산력이 우수하였다. 또한, 이들 3품종은 경남 함안, 경남 가야, 경북 고령 등 지역에서 농가 실증시험결과 농민의 호평을 받아 품종보호출원(2품종) 및 생산·수입판매신고(1품종)를 실시하였다. 허니드림은 작년에 선발된 조합으로, 흰가루병과 덩굴쪄짐병에 강한 특성을 지니고 있다. 올해 특성 재검정을 통하여 성적이 우수하게 나타났다. HD형으로 과육색은 녹색이며, 과형은 원형으로 당도가 15.0Brix°로 높았고 육질이 연하고 아삭아삭하여 식미가 우수하였다. 이는 생산력 검정에서도 우수한 성적을 보여 올해 품종보호출원을 하였다(그림41). 허니드림 품종의 농가 보급확대를 위해 추가적인 전시포를 운영할 예정이다. Topas품종은 외관, 품질이 우수한 흰가루 및 내병계 고운기용 멜론으로, 암꽃의 발생이 좋고, 착과력이 우수하며, 과형은 원형으로 당도가 16Brix°로 높았다. 과육은 두껍고 육질이 치밀하여 식미가 좋으며, 과피가 단단하여 수송성, 저장성이 우수하며, 신선도가 오래 유지되는 장점이 있어 신품종 품종보호출원을 하였다(그림42). 얼스챔프는 흰가루병과 노균병 및 내서성에 강한 특성을 지니고 있다. 과실은 고구형의 대과종으로 네트가 치밀하며, 숙기는 55~58일 이다. 당도는 18Brix°로 높았고, 과육은 두껍고 육질이 연하며 식미가 우수하여 올해 생산·수입 판매신고를 하였다(그림43).

◆ **흰가루병저항성 무네트 품종 육성 (품종보호출원)**



특 성

품종명	초세	숙기(일)	과형	과 크기	과피색	과육색	과중(kg)	당도(Brix°)	육질/식미	내병성	비고
Honey Dream	급	52-58	원형	중	말은백색	녹색	1.4-1.7	15.0-17.0	중간	급(IPM, MNSV)	표장겨장성종
HD (SJT)	중급	50-55	원형	중	말은백색	녹색	1.3-1.8	13.0-16.0	연한	급 (PM)	표장겨장성종

허니드림(4차년도) : 흰가루병(race 1, 5), MNSV저항성, 포쟁겨장성강

그림 41. 허니드림의 특성 (신품종 품종보호출원)

◆ **원가루병저항성 무네트 품종 육성 (품종보호출원)**



특 성

품종명	조세	숙기(일)	과형	과크기	과색	과육색	과중(kg)	당도(Brix)	특질/식미	원가루병	비고
Topaz	중강	60-65	타원형	대	잔황	살몬	2.0-2.5	16.0-17.0	아삭/갈	강(PM, FS)	포장저장성 강
YC (SJT)	중강	60-65	타원형	중대	황	살몬	1.5-1.8	14.0-15.0	아삭/갈	중(PM)	크랙 있음 포장저장성 강

Topaz(4차년도) : 원가루병(race 1, A), 덩굴조김병(Fom 2) 저항성, 순수계

그림 42. Topaz의 특성 (신품종 품종보호출원)

◆ **원가루병저항성 네트 품종 육성 (생산판매신고)**



특 성

품종명	조세	일과기	과형	숙기	과색	색조	과육색	과중 (kg)	당도 (Brix)	특질/식미	개체명	내병성	비고
에스 챔프	강	초	약구구	52-55	회녹	건고	녹황	2.0-2.2	15.0-17.0	연중	저주	강(PM)	
KD (L)	강	중	고구	55-58	회녹	중	녹황	1.5-1.9	13.0-15.0	중/중	저주	중강(PM)	
P-B5 (PP5)	강	중	고구	55-58	회녹	중	녹황	1.8-2.0	14.0-16.0	중만/갈	저주	중강(PM)	
P-5D (BD)	강	중	평	54-56	회녹	건고	녹황	1.8-2.0	13.0-15.0	연/중	저주	중강(PM)	

에스 챔프(4차년도) : 원가루병(race 1, 5), 덩굴조김병(Fom 2) 저항성, 순수계

그림 43. 에스 챔프의 특성(생산·수입판매신고)

(11) 멜론괴저반점바이러스(MNSV)의 분자 마커 검정(4차년도)

멜론괴저반점바이러스(*Melon necrotic spot virus*, MNSV) 병으로 심각한 경제적 피해를 초래하고 있는 실정이다. 이 바이러스의 입자는 직경이 30 nm이고 4.3 kb +ssRNA로 구성되어 있는 *Tombusviridae*과 *Cucumovirus*속으로 분류 되어 있으며, 토양균류인 *Ospidium bornovanus*에 의하여 매개된다(Campbell 등, 1994; Campbell 등, 1996). MNSV 증상 및 발병율. MNSV에 자연 발병된 멜론 잎의 초기 증상은 작은 퇴록 반점이 형성되고 이 부위가 갈색으로 변색하였다. 대부분 잎 전체에 괴사 반점이 형성되지만 잎의 일부분에만 괴사반점과 엽맥을 따라 괴저 증상이 관찰되었다. 괴저 증상이 형성된 잎 뒷면에는 부 정형의 흰색 딱지를 형성하는 것이 MNSV에 감염된 멜론의 전형적이 증상이었다. 줄기, 엽병 및 지체부위에서도 괴저증상이 형성된다.

Gonzalez-Garza 등(1979)은 MNSV에 대하여 저항성을 표현하는 단일자 열성 저항성 유전자인 *nsv*를 몇몇 멜론 품종에서 밝혀냈다. 현재 아시아종묘에서는 계통 및 품종육성에 순천대학교(1협동 기관)에서 개발한 *mnsv-N* SNP 분자 마커를 활용하고 있다(그림 44).

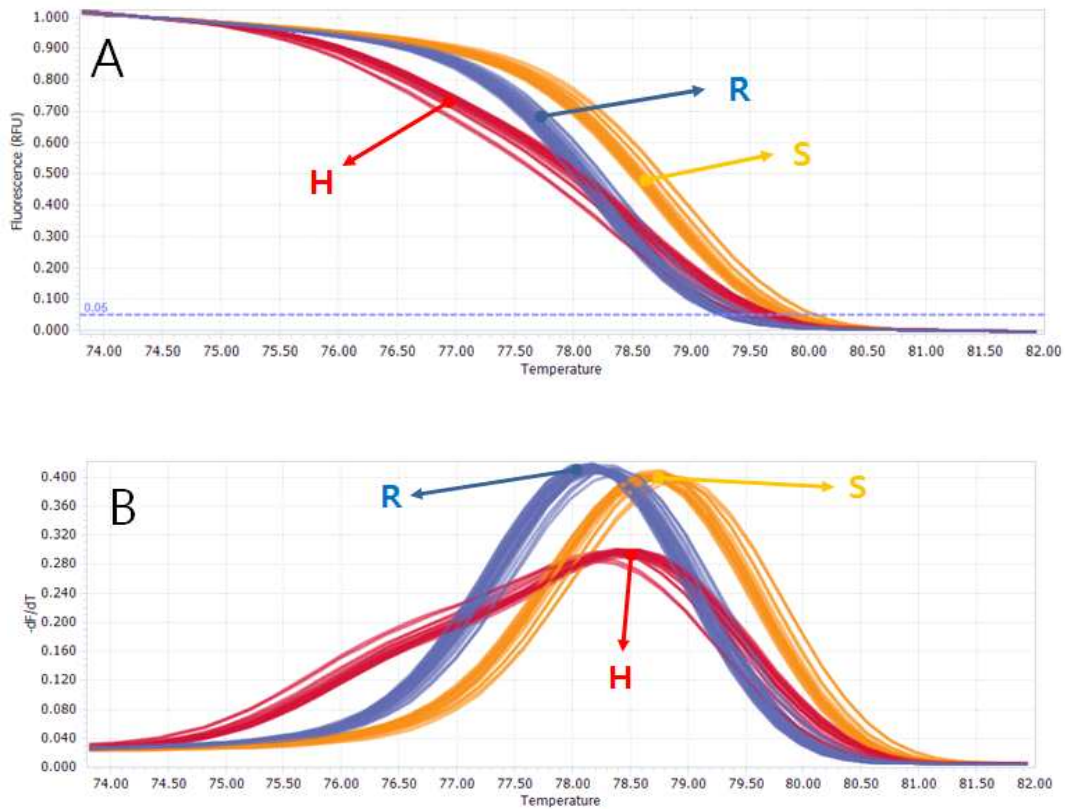


그림 44. 분자표지 *mnsv-n*에 대한 'MNSV 검정' 내병계(R), 이병계(S), Hetero(H)의 유전형 검정결과 (A : HRM Normalised Graph, B : Melt Curve)(4차년도)

아시아종묘에서는 2016년 7월 2일에 정식한 무네트 멜론, 네트 멜론 210계통/품종에 대하여 마커검정한 결과, 저항성(R) 47조합/품종, Heterozygous 68조합/품종을 선발

하였고, 이를 토대로 MNSV에 저항성을 가지며, 초세, 과형, 당도, 육질 등의 원예적 형질이 우수한 26계통, 7품종을 선발하였다.

(12) 덩굴쪄김병(Fom-2)의 분자 마커 검정(4차년도)

멜론의 재배 작형이 축성 또는 반축성으로 바뀌면서 비닐하우스나 유리온실에서 연작하여 재배하고 같은 작부체계를 반복함으로써 병해충 발생이 증가하고 있다(Park 등, 1996). 멜론 덩굴쪄김병(*Fusarium wilt*)은 *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*(FOM)에 의해 발생하는데, 전 세계적으로 멜론 재배에서 심각한 수량 손실을 일으키므로 이 병의 방제는 매우 중요하다(Beckman, 1987; Katan 등, 1994). 멜론 덩굴쪄김병균은 뿌리를 통해 유관속으로 침입하여 시들음 증상을 일으키면서 식물을 고사시킨다(Gordon과 Okamoto, 1990; Sherf와 Macnab, 1986). 최근 농산물의 안전성에 대한 사회적 관심이 증가하면서 합성농약을 사용하지 않고 재배하는 친환경 방제 방법이 요구되고 있다(Yeo 등, 2013). 여러 환경친화적인 방제 방법 중 저항성 품종을 이용하거나 저항성 대목을 접목하여 재배하는 것이 멜론의 덩굴쪄김병 방제에 매우 효과적인 것으로 알려져 있다(Lee, 1994; Traka-Mavrona 등, 2000). 멜론의 덩굴쪄김병 저항성 유전자는 단인자 우성 유전을 하는 Fom-1과 Fom-2가 알려져 있으며, 이들 저항성 유전자가 포함된 모든 품종에서 덩굴쪄김병을 일으키지 못하는 race 0, 저항성 품종 중 Fom-1 저항성 품종에만 덩굴쪄김병을 일으키는 race 1, 그리고 Fom-2 품종만을 침입할 수 있는 race 2 그리고 Fom-1과 Fom-2 모두가 포함된 품종에도 덩굴쪄김병을 일으키는 race 1, 2가 보고되어 있다(Risser 등, 1976). 현재 아시아종묘에서는 계통 및 품종육성에 순천대학교(1협동 기관)에서 개발한 Fom-2 SNP 분자 마커를 활용하고 있다(그림 45).

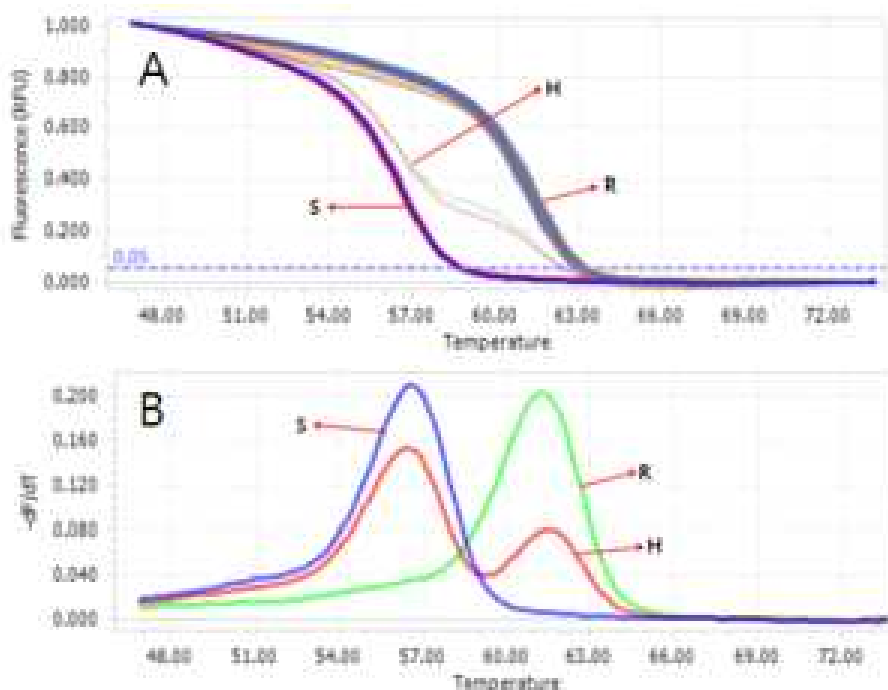


그림 45. 분자표지 Fom-2에 대한 'Fom-2 검정' 내병계(R), 이병계(S), Hetero(H)의 유전형

검정결과 (A : HRM Normalised Graph, B : Melt Curve)(4차년도)

2016년 5월 26일경에 정식한 반축성 재배의 무네트 멜론 129계통, 68조합/품종, 네트 멜론 238계통, 44조합/품종에 대하여 마커 검정한 결과, 저항성 12조합/품종, Heterozygous 32조합/품종을 선발하였고, 아울러 7월 29일경에 정식한 억제재배의 저세대(F2-F4)의 66계통과 신규 38조합/품종을 마커 검정을 위해 DNA를 추출하였다.

(13) 흰가루병 판별계통 증식 후 제공(4차년도)

2협동기관(순천대학교)에 멜론 흰가루병 Race 판별 13계통을 형매교배를 통해 약 50g 이상(P11은 400g)을 제공하였다. 이 Race 판별품종들은 흰가루병 엽절편 생물검정을 통해 DNA 분자마커를 개발에 활용될 것이다(표 56).

표 56. 제공한 흰가루병 Race 판별 품종(4차년도)

BN	품종명	계통명	종자량(g)	비고
9001	P11	912-1-0-25-4-0-0-0	400	동계3호, 이병성 계통
9002	P1	911-2-0-0-0-0	100	
9003	RP11	909-3-0-6-6-0-0-0	70	
9004	RP12	910-2-0-1-9-0-0-0	80	
9005	P19	913-6-0-2-2-0-0-0	100	
9006	P29	915-0-0-0-0-0-0	130	
9007	PMR 45	923-0-0-8-0-0-0	100	
9008	WMR 29	916-0-0-1-0-0-0	80	
9009	Edisto 47	920-0-0-1-0-0-0	50	
9010	PI-723414(淨)	918-3-0-0-0-0-0	90	
9011	PMR 5	922-0-0-0-0-0-0	100	
9012	MR-1	921-0-0-0-0-0-0	80	
9013	PI-124112	917-0-0-0-0-0-0	80	

(14) 흰가루병 (Race 1, 5 A), 멜론괴저반점바이러스(MNSV), 덩굴쪄김병(Fom-2)마커를 활용한 품종 육성(5차년도)

순천대학교(1협동 과제)와 공동 개발한 멜론 흰가루병 Race 1, 5, A 저항성 마커와 멜론 괴저반점바이러스(MNSV), 덩굴쪄김병(Fom-2)마커를 활용한 계통/품종 육성하였다(표 57).

생산판매신고 및 품종보호출원한 품종을 마커 검정한 결과 우수한 결과를 나타냈다.

표 57. 선발된 멜론 품종의 분자마커를 활용한 내병성 검정(5차년도)

B.N	원예적 형질					마커검정					비고
	초세	과피색	과중	당도	육질	PM 1	PM 5	PM A	Fo m2	Mn sv	
1000	7	7	2,000	16.5	1	R	S	S	S	S	얼스마운틴PMR
1001	7	7	2,500	17.0	1	R	S	S	R	S	피엠알얼스탑
1002	7	4	2,200	16.0	5	H	S	S	S	S	트위티
1003	6	7	1,700	16.0	1	H	H	S	H	S	싼타페
1004	7	4	1800	15.0	1	R	H	S	S	S	트위티2
1005	7	7	1800	15.2	1	R	H	S	S	S	아슬란PMR
1006	6	7	2,200	16.0	1	R	S	S	S	S	쓰렌토살문
1007	5	3	1,700	17.0	5	H	S	H	H	S	토파즈
1008	7	1	1600	16.0	3	H	H	S	S	H	허니드림
1009	7	7	2,000	16.0	1	R	H	S	H	S	얼스챔프
1010	7	8	1,200	15.0	5	H	H	S	S	S	실버백자
1011	7	8	2,500	15.5	5	R	S	H	S	S	실버스타

**초세*: 9(극강), 7(강), 5(중강), 3(중), 1(약)

과형*: 1(난형), 2(타원형), 3(장타원형), 4(원형), 5(고구형), 6(편구형), 7(종형)

과피색*: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색)

과육색*: 1(백색), 2(상아색), 3(녹색) 4(황색), 5(연어색), 6(적색)

육질*: 9(경), 7(중경), 5(중), 3(중연), 1(연)

마커검정* S(Susceptible), H(Heterozygous), R(Resistant)

※ 경종개요

과종	정식	교배	수확
2017.06.05	2017.07.02	2017.07.29~2017.08.10	2017.09.20

최종적으로 우수하고 당도가 높아 선발된 2품종 실버백자, 실버스타에 대하여 생산력 검정을 실시한 결과, 생산력이 우수하였다. 또한, 이들 2품종은 경남 함안, 경남 가야, 경북 고령 등 지역에서 농가 실증시험결과 농민의 호평을 받아 생산·수입판매신고를 실

시하였다. 실버백자는 흰가루병 race 1, 5의 저항성이며 당도가 높고 과형이 정구형으로 저온기 포복재배로 용이하여 선발하였다. 실버스타 품종은 흰가루병 race 1, A의 저항성이고 저온기 반축성 억제재배에서 매우 우수하였고 특히 과가 매우 크고 육질이 아삭하고 당도는 18Brix°로 높았고, 과육은 두껍고 육질이 연하며 식미가 우수하여 올해 생산·수입 판매신고를 하였다. 농가 보급확대를 위해 추가적인 전시포를 운영할 예정이다.

바. 병 저항성 유전자 연관 마커 개발

(1) 멜론 만할병 저항성 마커(*Fom1*) 개발

1) 멜론 만할병 균주 분양 및 race구별

멜론의 덩굴쪄김병은 0, 1, 2, 1.2의 4개의 race가 존재하는 것으로 보고되고 있다. 이중 *Fom-2*와 *Fom-1*은 단일 우성 유전자로 알려져 있으며, *Fom-2* 유전자는 race 0, 1에 *Fom-1* 유전자는 race 0, 2에 저항성을 나타내는 것으로 보고되고 있다. 병원균의 종류는 *Fusarium oxysporum* f sp. *melonis*이며, 현재 국내에 race에 대한 정확한 보고는 없으나, 일본의 경우 4가지 race모두 보고 되어 있음.

멜론 덩굴쪄김병 저항성 마커 개발을 위하여 농진청으로부터 멜론 만할병 균주 4가지 race를 분양 받아 실험에 사용하였다.

분양받은 만할병 균주의 race판별을 위하여 race판별 품종을 이용하여 분양받은 균주의 race를 판별하였음.

표57 . race판별 품종 및 race별 저항성 여부

표. race판별 품종 및 race별 저항성 여부

Race	race판별 품종 및 저항성 여부		
	Top Mark	Doublon(<i>Fom1</i>)	CM17187(<i>Fom2</i>)
Race0	S	R	R
Race1	S	S	R
Race2	S	R	S
Race1.2	S	S	S

S; Susceptable, R; Resistance



그림 46. race판별을 위한 표준 품종에 대한 병 접종 결과

멜론의 만할병 스크리닝을 위한 최적의 접종 농도를 알아보기 위하여 race1 균주의 농도별 접종에 따른 병증 발병 여부를 확인하였다. 실험 결과 포자 농도가 1×10^5 개/ml 이상에서 병증이 나타나는 것을 확인하였으며, 만할병 병증이 잘 발현될 수 있도록 1×10^5 개/ml spore가 되도록 접종함.

2) 멜론 만할병 *Fom1* 마커 개발

멜론의 만할병 fom1 연관 마커는 2013년 Molecular plant에 Papaya ring-spot virus 저항성 유전자 근처에 fom1저항성 유전자가 존재한다는 것이 발표 되었다.

최근 발표된 논문에 따르면 추정된 fom1 유전자는 RGH9으로서 병 저항성에 관여하는 것으로 보고된 R-gene의 일종인 NBS-LRR일 것이라고 보고 하였다.

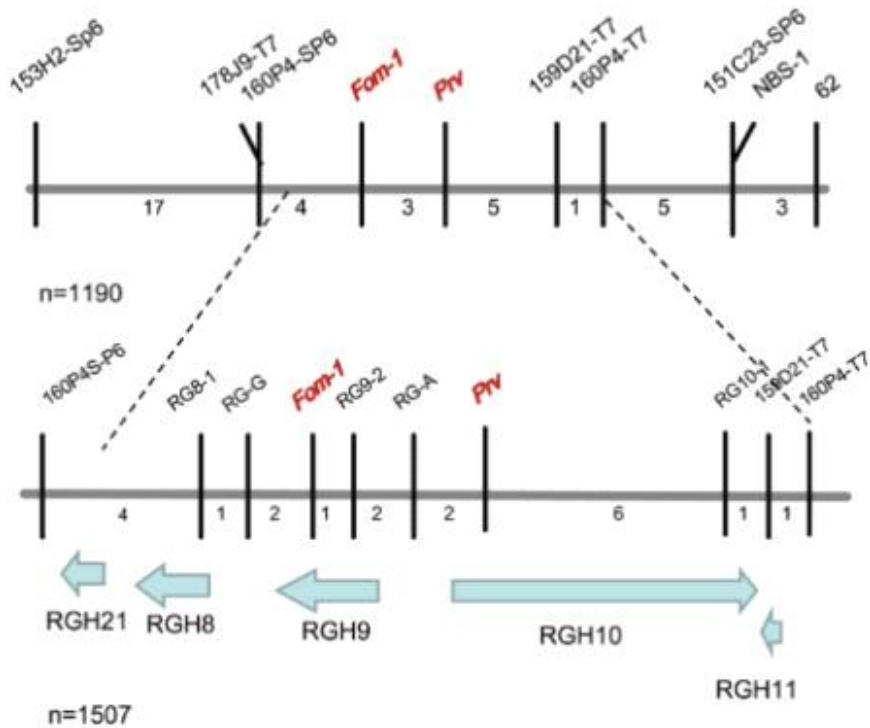


그림 47. *Fom1* 저항성 유전자 연관 지도

멜론 만할병 저항성 마커를 개발하기 위하여 race판별 품종에 대하여 기존에 알려진 RGH9 유전자를 염기서열 정보를 활용하여 개체와 이병성 개체간 RGH9 유전자의 염기서열 차이를 확인하였다. RGH9 유전자는 4개의 exon과 3개의 intron으로 구성되어 있었다. 유전자 분석결과 1st exon부분에서 저항성과 이병성 개체간 차이가 있었으며 1st exon과 2nd exon에서 염기서열 차이가 있었으나 다른 저항성 계통들과 비교한 결과 1st exon에서의 3개의 염기서열 차이가 있는 것으로 확인되었다. 차이나는 염기서열을 활용하여 마커 전환하였다.

```

Fom1-S ATGAGTTTTGATAGTTTCATAAGTTTTAGAGGCCGAAGATACTCGTAATACGTTTACGGGG
Fom1-R ATGAGTTTTGATAGTTTCATAAGTTTTAGAGGCCGAAGATACTCGTAATACGTTTACGGGG
*****

Fom1-S CATTGTACAAGGAATTGGTTGGATTAGGAATAACCACTTTTATGGATGATAAGAAACTC
Fom1-R CATTGTACAAGGAATTGGTTGGATTAGGAATAACCACTTTTATGGATGATAAGAAACTC
*****

Fom1-S TTGATTGGAGATAGTCTTAGTGAAAACTTATTTAAAGCAATCGAAATTCAGATTCCTTC
Fom1-R TTGATTGGAGATAGTCTTAGTGAAAACTTATTTAAAGCAATCGAAATTCAGATTCCTTC
*****

Fom1-S ATCGTTGTTTTATCAGAGAACTATGCTTCTTCAAAGTGGTGTITGAGAGAATTGGCAAAG
Fom1-R ATCGTTGTTTTATCAGAGAACTATGCTTCTTCAAAGTGGTGTITGAGAGAATTGGCAAAG
*****

Fom1-S ATAATAGATTGTACGGATGAACAAAAGCATCGAGTACTCCTTCCTGTATTTTACCACGTC
Fom1-R ATAATAGATTGTACGGATGAACAAAAGCATCGAGTACTCCTTCCTGTATTTTACCACGTC
*****

Fom1-S AATCCTCTGATGTTTCGTCGTCAATCAGGGTGTITCGAGAACAGCTTTCGCTTACACGAA
Fom1-R AATCCTCTGATGTTTCGTCGTCAATCAGGGTGTITCGAGAACAGCTTTCGCTTACACGAA
*****

Fom1-S GAACTTCTACGAGAACTTACCATATGGAAGAGATAAATACATGGAGGAGGTTCAACAA
Fom1-R GAACTTCTACGAGAACTTACCATATGGAAGAGATAAATACATGGAGGAGGTTCAACAA
*****

Fom1-S TGGAGGAGGGCTTTCACAAAGGTTGGCGATCTCACTGGAGTAGTTGTAACAAAGGAT
Fom1-R TGGAGGAGGGCTTTCACAAAGGTTGGCGATCTCACTGGAGTAGTTGTAACAAAGGAT
*****

```

그림 48. RGH9 유전자에 대한 저항성 개체와 이병성 개체간 염기서열 비교

전환된 마커를 활용하여 마커 검정 결과와 병리 검정 결과와 비교 하였다. 마커 검정 결과 당사 육성 6계통에 적용한 결과 1계통을 제외한 5계통에서는 마커 검정 결과와 병리 검정 결과가 일치하였다. 불일치한 계통에 대해서는 RGH9유전자 exon1에 대하여 염기서열 분석을 통하여 마커 개선 작업을 실시하고자 함.










표 58. fom1 연관 마커에 대한 병리 검정 결과와 비교



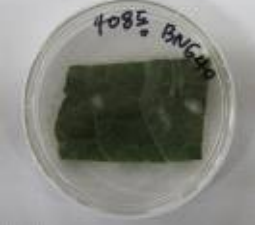
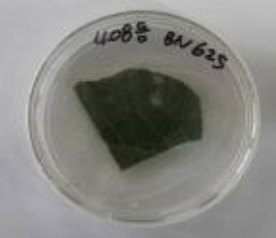



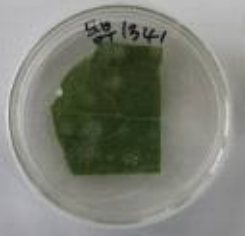



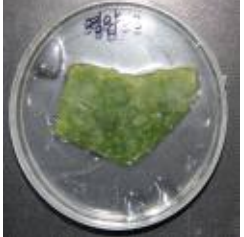
계통	Marker 검정 결과	병리 검정 결과
FR3001	R	R
FR3002	R	R
FR3007	R	R
FR3009	R	S
FR3012	S	S
FR3013	R	R

(2) 멜론 흰가루병 race별 저항성 마커 개발

1. 국내 멜론 흰가루병원균 채집 및 보존

흰가루병 race를 동정하기 위하여 2013년 6월 및 8월경에 동부팜 한농(안성), 아시아종묘(이천), 여주 농가 10곳, 영암 아시아 종묘 포장, 순천 지역 등에서 흰가루병원균을 채집하였다(그림 49). 또한 2013년도에 국내에서 수집한 멜론 흰가루병원균에 대하여 판별계통을 이용하여 race 판별을 수행한 결과, 국내에서 광범위하게 발병하고 있다고 알려진 멜론 흰가루병원균 race 1은 동정할 수 없었고 흥미롭게 3개의 새로운 race를 동정하였다. 이 결과는 국내에서 광범위하게 발병하고 있는 멜론 흰가루병원균이 race 1이 아닌 다른 race일 가능성 및 발병하고 있는 멜론 흰가루병원균이 다양한 race로 분화되어 국내에 존재할 가능성을 시사하고 있다. 따라서, 국내의 흰가루병원균의 race별 분포 및 어느 정도의 다양한 race들이 국내에 존재하는가를 명확히 규명하기 위하여 2014, 2015년에 다시 이천, 여주, 부여, 논산, 담양, 곡성, 남원, 나주, 영암, 장흥, 순천, 하동 총 12곳의 멜론 및 오이 등의 박과작물 재배농가를 중심으로 흰가루병원균을 수집하였다(그림 50).

		
채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)	채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)	채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)
		
채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)	채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)	채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)
		
채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)	채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)	채집한 흰가루병원균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)

		
<p>채집한 흰가루병균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진(여주지역에서 채집)</p>	<p>아시아종묘(이천) 408동 하우스의 BN968 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>	<p>아시아종묘(이천) 408동 하우스의 BN640 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>
		
<p>아시아종묘(이천) 408동 하우스의 BN625 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>	<p>아시아종묘(이천) 407동 하우스의 BN103 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>	<p>아시아종묘(이천) 407동 하우스의 BN101 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>
		
<p>동부팜 한농(안성) 하우스의 1301 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>	<p>동부팜 한농(안성) 하우스의 1341 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>	<p>동부팜 한농(안성) 하우스의 487 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>
		
<p>동부팜 한농(안성) 하우스의 497 계통에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>	<p>순천지역의 참외 재배지에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>	<p>아시아종묘(영암) 참외 하우스에서 흰가루병이 발병한 엽 채취 직후 사진</p>
<p>그림 49. 흰가루병이 발병한 엽 채취 사진 및 채집한 흰가루병균을 SCNU-M-1154계통에 접종한 사진</p>		

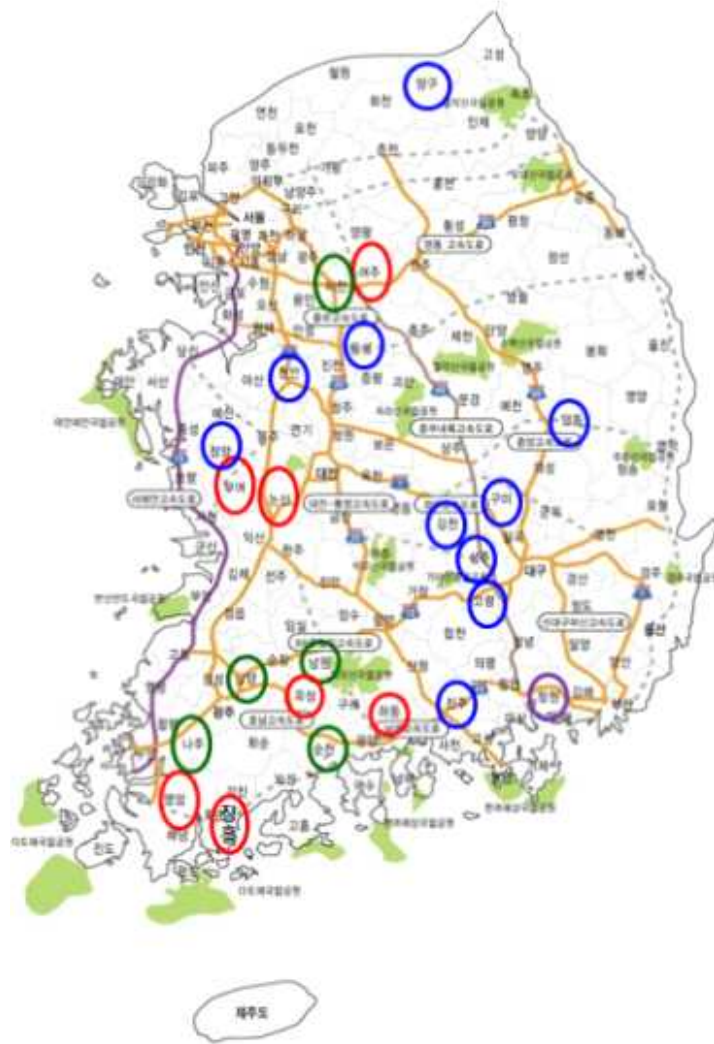


그림 50. 멜론 흰가루병균 수집 지역(빨간색: 2차년도 흰가루병균 수집지역, 녹색: 2차년도 및 서 3차년도 흰가루병균 수집지역, 보라색: 3차년도 흰가루병균 수집지역)

- 흰가루병원균 채집법

현재 활물기생균인 흰가루병균 채집은 흰가루병 발생 식물체의 엽을 채취하여 바로 사용하거나 단거리의 흰가루병 발생 지역에서의 흰가루병 채집의 경우 흰가루병 발생 식물체의 엽을 채취하여 지퍼백에 넣어 짧은 시간 내에 접종 등에 이용하여야 한다. 왜냐하면 활물기생인 흰가루병균은 엽이 이동 또는 수송중에 건조해지면 흰가루병균의 활성이 떨어지기 때문이다. 따라서 장거리 또는 장시간(1~2일)의 시간이 필요한 경우는 매우 곤란하다. 따라서 새로운 흰가루병균 채집법이 필요하다. 본 채집 방법은 채집 후 1~2일간 장시간 보관하여도 흰가루병균의 활성이 보존되는 방법이다.

○ 준비물

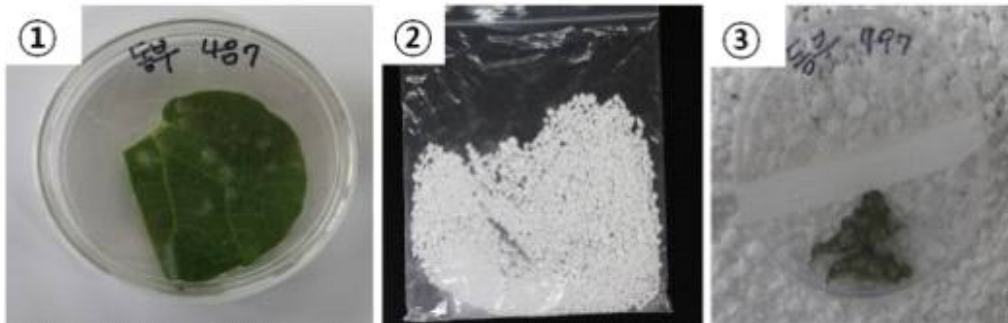
D-Mannitol 배지(그림 ■)

염화 칼슘(Calcium Chloride, CaCl₂)이 든 지퍼백(그림 ■)

○ 채집 방법

방법 1 : 준비된 D-Mannitol 배지에 흰가루병균이 중점적으로 증식된 부위의 엽을 가위로 자른 다음 배지 위에 놓고 잘린 부분이 D-Mannitol 배지에 접촉될 수 있도록 가볍게 누른 다음 파라필름을 이용하여 잘 밀봉 시킨다(그림 ■).

방법 2 : 흰가루병균이 중점적으로 증식된 부위의 엽을 적당한 크기로 가위를 이용하여 자른 다음 빈 샤아레에 넣고 뚜껑이 열리지 않도록 테이프등을 이용하여 고정시킨 다음 염화 칼슘(Calcium Chloride, CaCl₂)이 든 지퍼백에 넣고 밀봉 시킨다(그림 ■). 하루 정도 지나면 그림 ■과 같이 변한다. 이 상태로 -80℃에 보관이 가능하다.



-흰가루병균 접종법

현재 종묘회사 등에서 이용되고 있는 흰가루병 접종법으로는 흰가루병 발생 지역에서 다량의 흰가루병균을 수집하여 물에 희석시킨 다음 식물체의 엽에 분무기를 이용하여 뿌리는 방식이다. 이 방식은 흰가루병균 수집 지역에 두 개 이상의 흰가루병균 race가 혼재하여 존재할 경우 race의 구별이 어려울 뿐만 아니라 흰가루병 저항성 계통 육성에 있어서도 명확하게 어느 race에 저항성을 가진다는 정보를 얻을 수 없으므로 곤란하다. 따라서 기내에서 단일 race를 동정하기 위한 접종 방법을 매뉴얼화 하였다. 이 방법은 흰가루병 발생 지역으로부터 수집된 흰가루병균을 접종한 후 동일 방법으로 7~8번 정도의 계대배양을 통하여 단일 race를 동정할 수 있다.

○ 준비 재료

멜론의 자엽 또는 본엽

멸균한 이쭉시개

멸균한 킴스와이프(170℃에서 2시간 멸균)

D-Mannitol 배지

메스

70% EtOH

○ D-Mannitol 배지

D-Mannitol 10g

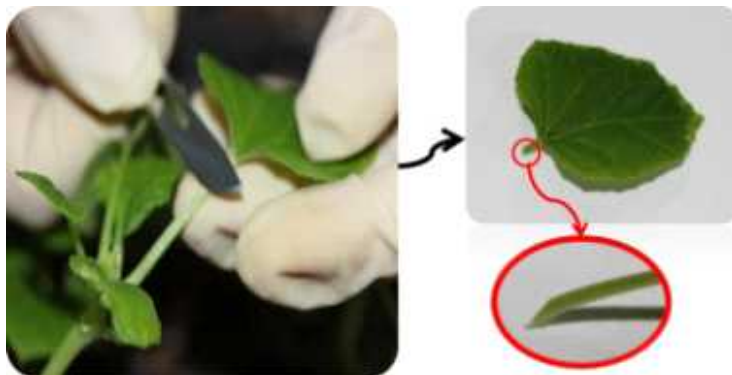
Saccharose 5g

Agar powder 2g

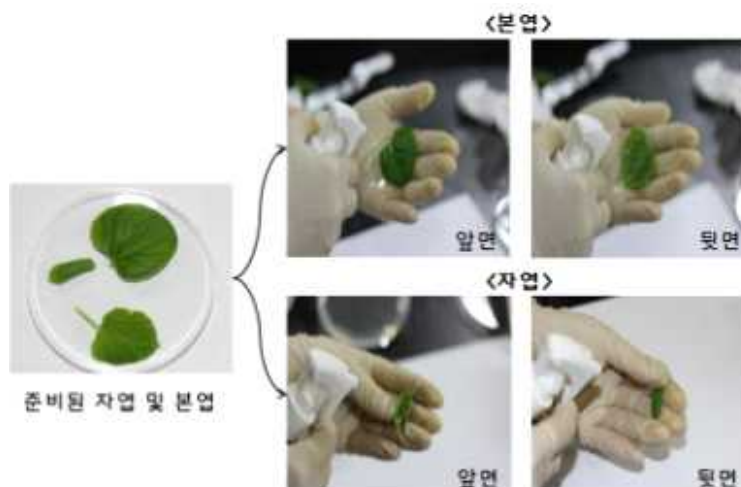
DDW 1L (pH 6)---> Auto clave

○ 흰가루병균 접종법

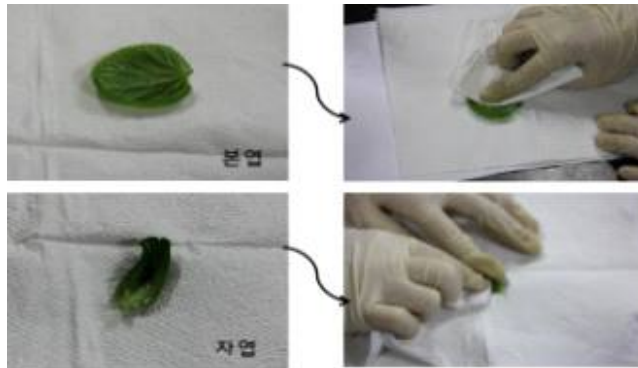
<Step 1> : 자엽 또는 본엽을 안 쪽에서 바깥 쪽으로 메스를 이용하여 45° 정도의 각도로 자름



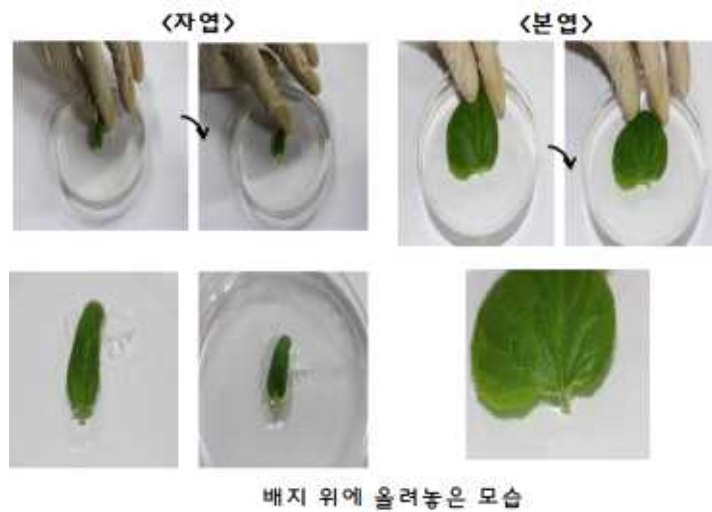
<Step 2> : 준비된 자엽과 본엽의 앞면과 뒷면을 70% EtOH로 소독함



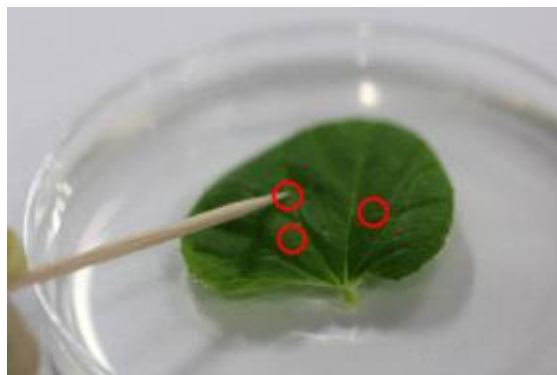
<Step 3> : 본 단계에서 부터는 clean banch내에서 작업. 자엽과 본엽의 70% EtOH를 멸균된 킴스와이프를 이용하여 제거함



<Step 4> : 소독한 자엽 및 본엽의 엽병 부분을 배지 위에 콧고 잎 부분을 살짝 눌러 배지에 전체적으로 잎 부분이 닿게 함



<Step 5> : 배지 위에 올려놓은 자엽 및 본엽에 멸균된 이쑤시개 등을 이용하여 흰가루 병균을 자엽 2군데, 본엽 3군데 정도에 잎이 상처나지 않도록 주의하여 접종함

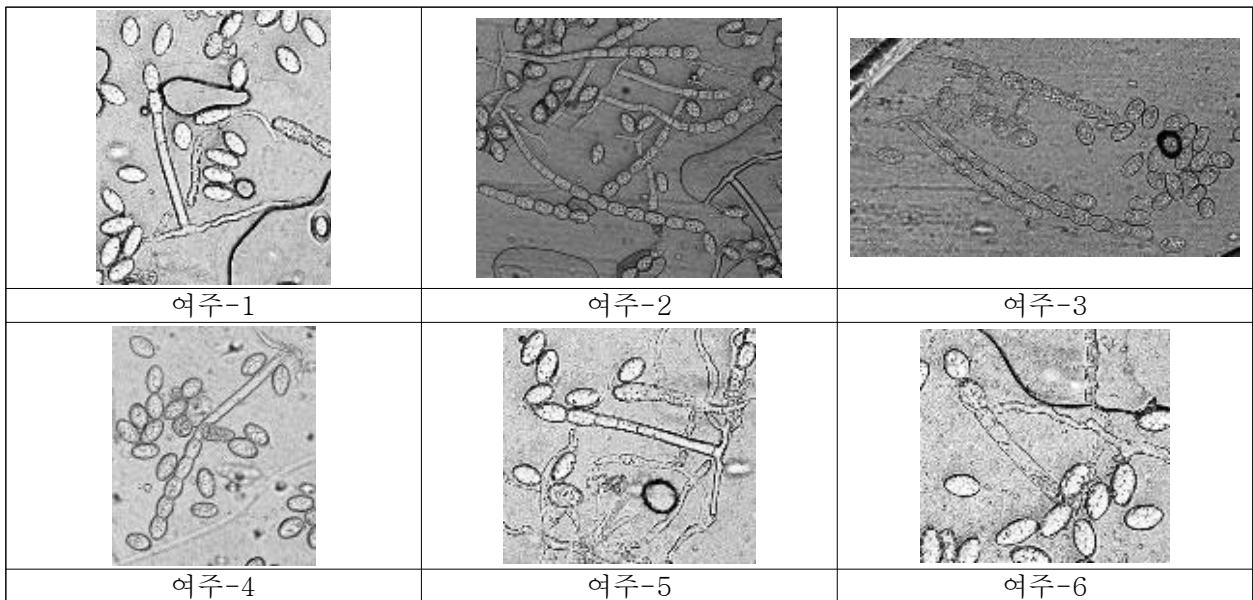


-흰가루병원균 보존법

활물기생인 멜론의 흰가루병원균은 멜론의 엽에서 기생하여 번식하고 엽의 활력이 떨어지거나 죽으면 흰가루병원균 역시 동일하게 활력이 떨어지거나 죽는다. 따라서 수집된 멜론의 흰가루병원균은 계속해서 생생한 자엽 또는 본엽을 이용하여 배양을 시켜야 하므로 많은 노력이 필요하다. 그러므로 배양을 하지 않고 장기간 보존할 수 있는 방법이 필요하다. 본 보존법은 -80℃에 흰가루병원균을 보존하는 법으로써 1년간 장기보존할 수 있는 방법이다. 방법으로는 ■ 자엽에 흰가루병원균을 접종하여 번식시킨다. ■ 흰가루병원균이 번식한 자엽을 샤야레에 옮긴 후 염화 칼슘(Calcium Chloride, CaCl₂)이 든 지퍼백에 넣고 실온에서 하루정도 방치한다. ■ 건조된 자엽을 -80℃ 보관용 튜브로 옮긴 후 -80℃ 저장고에 저장한다. 저장된 흰가루병원균을 이용하고자 할 경우 -80℃ 저장고에서 샘플을 꺼낸 후 37℃ 항온수조에 튜브를 1분간 처리한 후 바로 접종에 이용하면 된다.

2. 국내 멜론 흰가루병원균 유형 구분

멜론 흰가루병의 병원균에는 *Erysiphe cichoracearum* 및 *Sphaerotheca fuliginea*의 2 종류의 사상균이 보고되어 있다. *Erysiphe cichoracearum* 및 *Sphaerotheca fuliginea*은 발아관의 형태, 피브로신(fibrosin)체의 유무를 관찰함으로써 차이점을 판별할 수 있다. *Erysiphe cichoracearum*는 프랑스 및 수단에서 처음으로 발생되어 보고되었지만, 1970년대부터는 *Sphaerotheca fuliginea*의 발생이 많이 보고되었고 근년에는 프랑스를 포함하여 미국, 이스라엘, 일본 등 세계 각국에서 흰가루병의 주요한 병원균으로 보고되고 있다. 본 실험은 우리나라에서 발생하는 멜론 흰가루병의 병원균이 어떤 종류의 사상균인지를 확인하기 위하여 수집한 흰가루병원균을 현미경을 이용하여 관찰하였다. 그 결과 아래와 같이 이천, 여주, 안성, 영암, 순천 등 국내에서 수집한 흰가루병의 병원균 종류는 모두 *Sphaerotheca fuliginea*였음을 확인 할 수 있었다(그림 51).










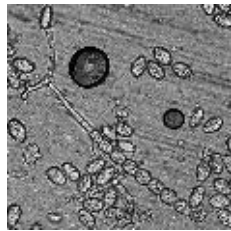
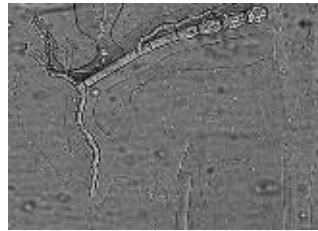


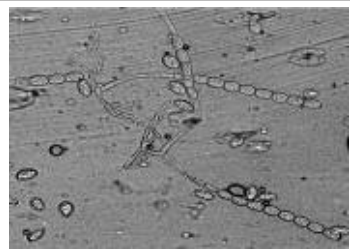
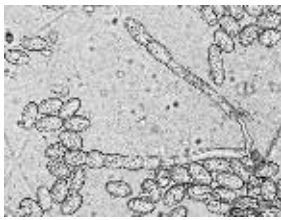
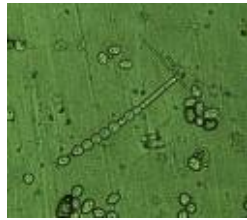
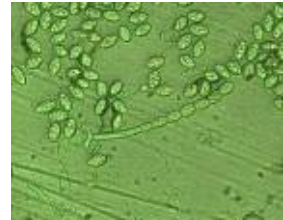
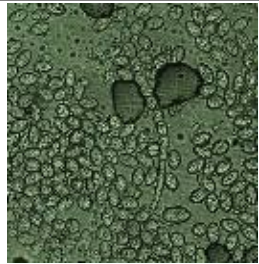
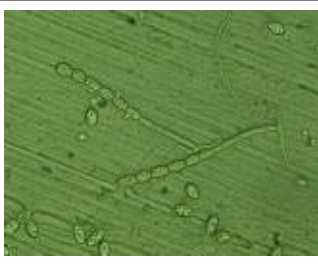
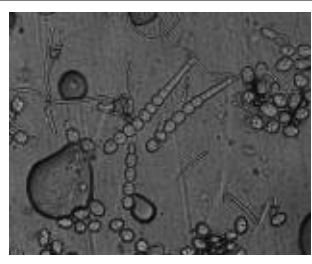
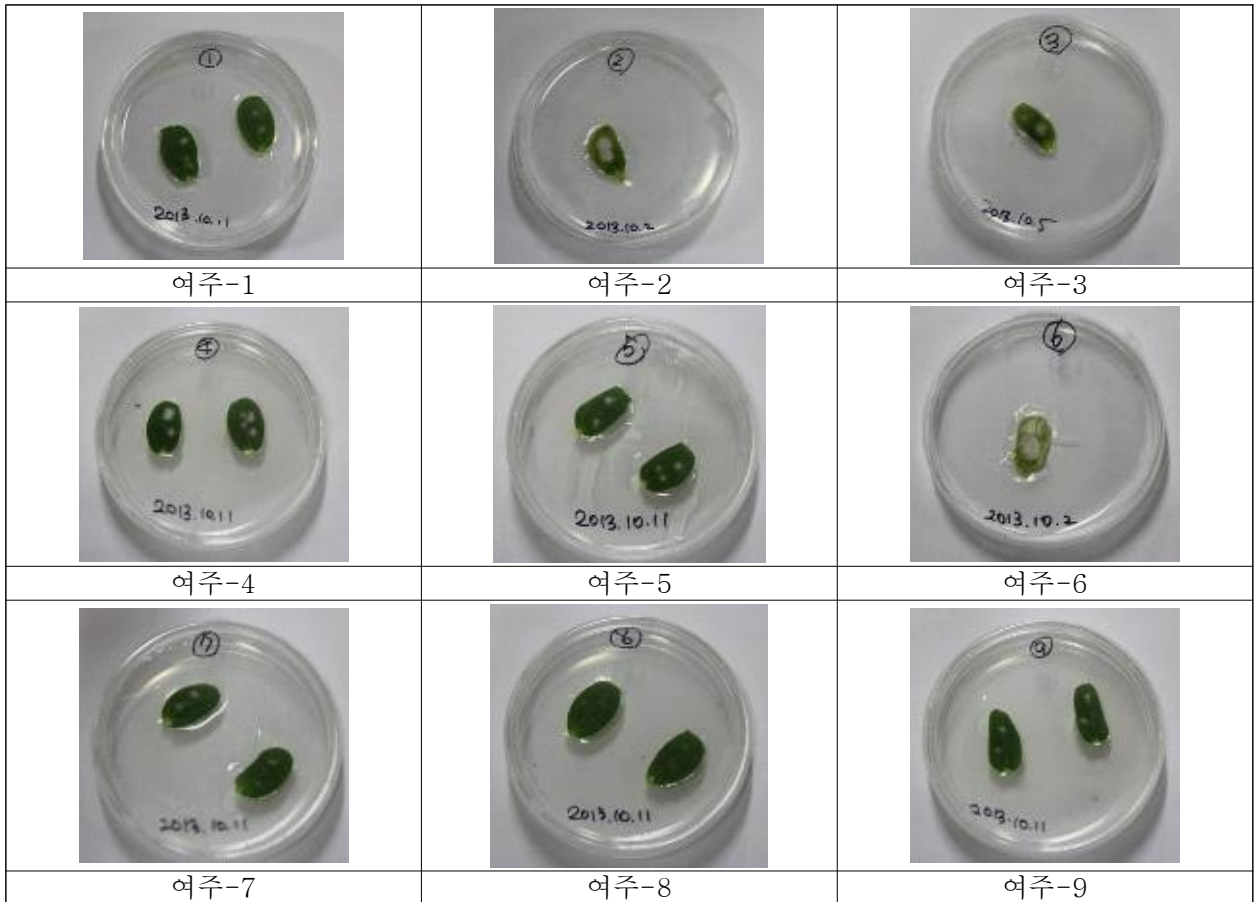
		
여주-7	여주-8	여주-9
		
여주-10	아시아종묘(407동 BN1101)	아시아종묘(407동 BN103)
		
아시아종묘(408동 BN640)	아시아종묘(408동 BN968)	아시아종묘(408동 BN625)
		
동부팜한농-487	동부팜한농-497	동부팜한농-1301
		
아시아종묘-영암	Race-1	Race-N1
		
Race-N2	Race-A	Race-S



그림 51. 수집된 흰가루병균의 현미경 관찰

3. 국내 발병 멜론 흰가루병균으로부터 신규 race 동정

국내에서 발병하고 있는 흰가루병균의 race를 동정하기 위하여 안성, 이천, 여주, 영암, 순천 등에서 번식한 흰가루병균을 수집하였으며, 수집된 흰가루병균은 본 연구팀이 보유하고 있는 race 판별 계통을 이용하여 race 판별에 이용하고자 하였다. 각 지역에서 수집된 흰가루병균은 서로 다른 race들이 혼재되어 있을 가능성이 있으므로 모든 race에 이병성이며 본 연구팀에서 보유중인 SCNU-M-1154계통에 접종하여 증식 시킨 후 단일 race를 동정하기 위하여 아래의 그림(그림 52)과 같이 7번 정도 계대 배양을 수행하였다. 단일 race를 동정하기 위해서는 7번 정도로 계대배양을 수행하여야하는데 계대배양 후 다음 계대배양까지 2~3주의 시간이 걸리므로 단일 race 동정까지는 많은 시간이 소요된다.
















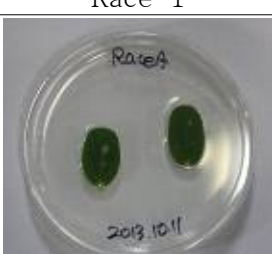
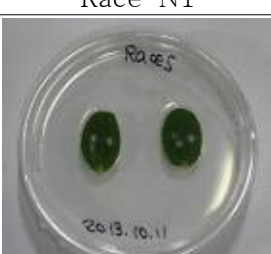
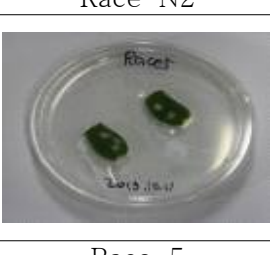
		
여주-10	아시아종묘(407동 BN1101)	아시아종묘(407동 BN103)
		
아시아종묘(408동 BN640)	아시아종묘(408동 BN968)	아시아종묘(408동 BN625)
		
동부팜한농-487	동부팜한농-497	동부팜한농-1301
		
아시아종묘-영암	Race-1	Race-N1
		
Race-N2	Race-A	Race-S
		
Race-5		

그림 52. 수집된 흰가루병균의 계대배양 사진

흰가루병균 race를 동정하기 위하여 동부팜 한농(안성), 아시아종묘(이천), 영암 아시아 종묘 포장, 순천 지역 등에서 멜론 흰가루병균을 채집한 후 7번의 계대배양을 통해 단일 race를 동정하였고, leaf disc법을 이용하여 동정된 단일 race들은 판별 계통에 접종하여 race 판별 실험을 실시하였다. 흰가루병 발병 관찰은 1일, 5일, 10일 경과 후 흰가루병균의 발병정도를 확인하였다. 그 결과 동부팜 한농(안성)과 아시아종묘(이천)에서 수집한 균주의 race가 다르다는 것을 확인 할 수 있었으며, 이들 균주는 본 연구실에서 보유하고 있는 Race 1, Race N1, Race N2, Race 5, Race A, Race S와도 다른 균주로 판별되었다. 또한 흥미로운 것은 아시아종묘(이천)의 각각 다른 하우스에서 수집한 BN103 및 BN625 균주 역시 race가 다르다는 것을 확인 하였다. 이러한 결과는 한 지역에 여러 개의 race가 혼재되어 있을 가능성을 시사한다. 영암에서 수집한 균주는 본 연구실에서 보유하고 있는 Race S와 동일하게 판별되었다(그림 53, 표 59). 아래의 그림 및 표는 leaf disc법을 이용한 race 판별 및 결과를 나타내었다.

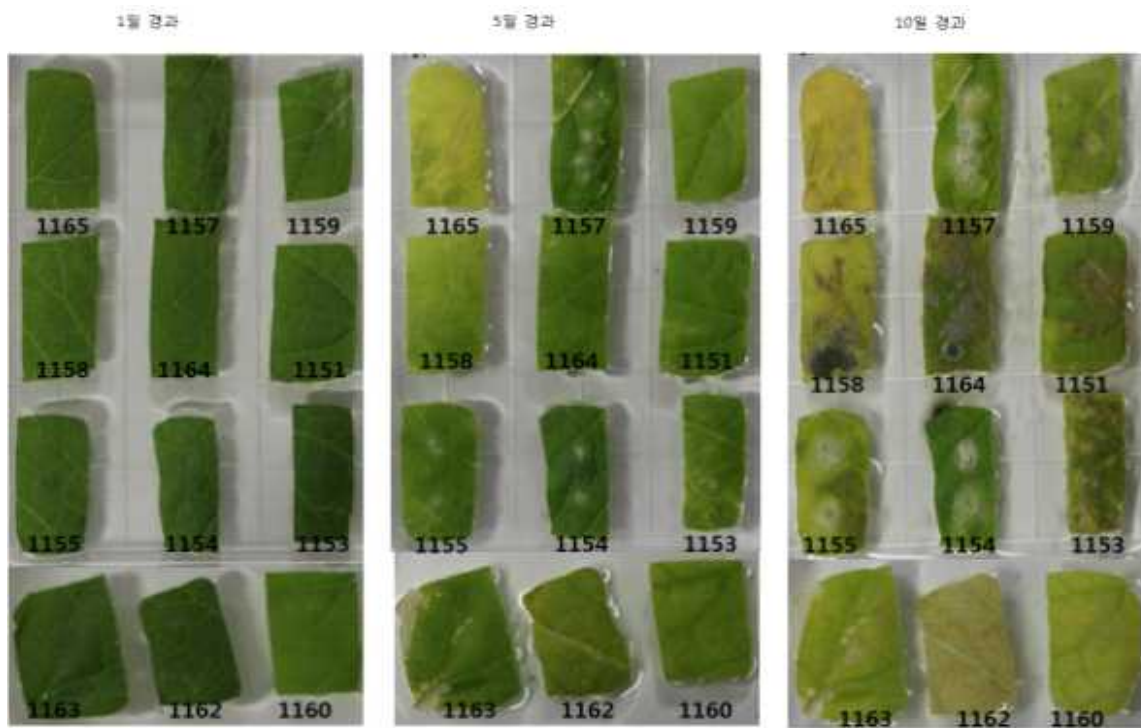


그림 53. Leaf disc법을 이용한 멜론 흰가루병균 race 판별

표 59. 멜론 판별계통에 대한 서로 다른 흰가루병균 race 반응

계통	<i>S. fuliginea</i> 의 race										
	Race1	Race N1	Race N2	Race 5	Race A	Race S	BN968	BN103	BN625	487	영암
SCNU-M-1151	R	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S
SCNU-M-1153	S	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S
SCNU-M-1154	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
SCNU-M-1155	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
SCNU-M-1157	-	R	-	S	-	R	-	R	S	S	R
SCNU-M-1158	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R
SCNU-M-1159	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R
SCNU-M-1160	-	R	R	R	R	R	S	-	S	S	R
SCNU-M-1162	-	R	R	R	R	R	R	-	R	R	R
SCNU-M-1163	-	R	R	R	R	R	S	-	S	S	R
SCNU-M-1164	R	R	R	S	S	S	S	S	S	-	S
SCNU-M-1165	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R

또한 멜론 흰가루병균 race 판별을 위하여 6개의 판별계통(SCNU-M-1151, SCNU-M-1154, SCNU-M-1158, SCNU-M-1159, SCNU-M-1160, SCNU-M-1163) 및 국내에서 수집한 멜론 흰가루병균을 이용하였다. 멜론 흰가루병균 race 판별계통을 이용하여 국내에서 채집한 멜론 흰가루병균의 race 검정 결과를 표 60. 과 그림 54 에 나타내었다. 창녕지역의 멜론재배 농가에서 채집한 흰가루병균 CN582는 Pitrat 등 (1998)이 발표한 race 1과 동일하게 SCNU-M-1154에 대해서만 이병성을 나타내었으며, 다른 판별계통에서는 저항성을 나타내었다. 순천지역의 박과채소 재배농가에서 채집한 흰가루병균 SN102는 SCNU-M-1154와 SCNU-M-1159 에서 이병성을 나타내었으며, 다른 계통에는 저항성을 나타내었다. 이것은 Hosoya 등 (1999)이 발표한 race N2의 검정 결과와 일치하였다. 그리고 영암지역의 멜론재배 농가에서 채집한 흰가루병균 YA141와 이천 박과채소 재배농가에서 채집한 흰가루병균 BN103은 Izumikawa 등(2008)이 보고한 race A와 동일한 검정 결과를 나타내었다. 또한 하동, 창녕, 순천에서 수집한 균주 중 Kim 등(2015)이 보고한 race N1과 동일한 검정 결과를 나타내는 균을 동정하였다.(그림 54).

그러나 안성지역의 멜론 재배농가에서 채집한 흰가루병균 DH487의 검정 결과는 Kim 등 (2015)이 보고한 race 1, N1, N2, 5, A, S와는 다른 새로운 균주(race new 2)로 판별되었으며, 이천지역의 멜론 재배농가 에서 채집한 흰가루병균 BN968 및 BN625는 동일한 균주로 판별되었지만 이들 균주 또한 기존에 보고된 race들과 다른 새로운 race(race new 1)로 판별되었다(표 60). 따라서 현재 본 실험실에서 동정한 race들은 race 1, race N1, race N2, race

A, race new-1, race new-2로 총 6개의 race를 동정하였다. 수집된 멜론 흰가루병균의 race 동정 실험을 통하여 흥미로운 점은 이천 지역 내의 서로 다른 멜론 재배농가에서 채집한 BN103과 BN968 균주, 순천, 창녕 및 하동지방에서 채집한 균주들이 서로 다른 race를 나타내었다. 이러한 결과는 한 지역 내에 여러 개의 race가 혼재되어 있을 가능성 및 국내에 발병하고 있는 멜론 흰가루병균이 race 1 이외에 다른 race들이 다수 존재한다는 것을 시사하였다. 따라서 여러 개의 흰가루병 race들에 대한 저항성을 갖는 저항성 품종을 육성하기 위해서는 더 많은 멜론 재배지역으로부터 흰가루병균을 채집하여 체계적인 race 분리 및 동정 연구가 필요하다고 판단되었다.

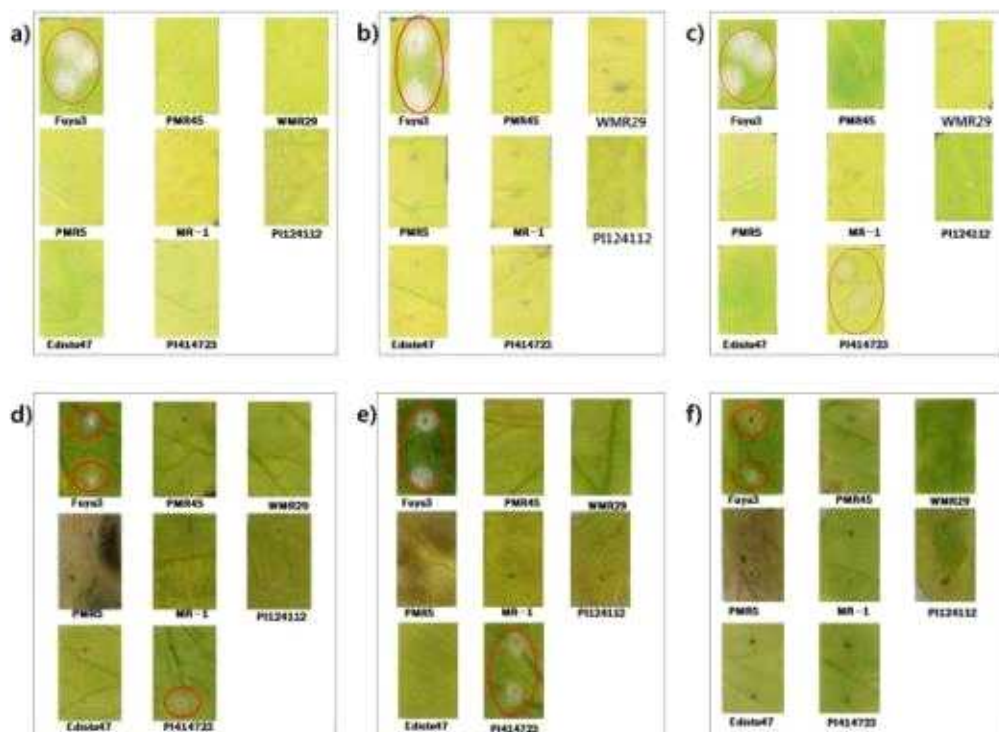


그림 54. 수집된 멜론 흰가루병균 8개에 대한 판별계통을 이용한 race 동정(a) 창녕 수집 균, b) 하동 수집 균, c) 하동 수집 균, d) 창녕 수집 균, e) 순천 수집 균, f) 안성 수집 균; a, b, f는 race 1임, c, d, e는 race N1임)

표 60. 멜론 흰가루병균 7개의 판별계통을 이용하여 race동정

Cultigen	Isolates of <i>Podosphaera xanthii</i>						
	CN582 (race 1)	SN102 (race N2)	YA141 (race A)	BN103 (race A)	BN968 (race-new 1)	BN625 (race-new 1)	DH487 (race-new 2)
SCNU-M-1154	S ^z	S	S	S	S	S	S
SCNU-M-1159	R	S	R	R	R	R	R
SCNU-M-1158	R	R	R	R	R	R	R
SCNU-M-1151	R	R	S	S	S	S	R
SCNU-M-1160	R	R	R	R	S	S	S
SCNU-M-1163	R	R	R	R	S	S	S

^zS: susceptibility, R: resistance

4. 국내 시판 멜론 품종을 이용한 흰가루병균 race별 저항성 검정

본 연구실에서 보유하고 있는 6개의 race들 및 신규 동정된 3개의 race들에 대하여 현재 국내에서 시판되고 있는 멜론 품종들의 저항성 정도를 확인하기 위하여 농우바이오에서 판매되고 있는 8품종 및 동부팜한농에서 판매되고 있는 7품종을 합하여 총 15품종을 수집하였고 각각의 race들에 대하여 leaf disc법을 이용하여 저항성 검정을 수행하였다. 저항성 검정 실험은 총 3반복을 수행하였으며, 발병정도를 SS (strong susceptibility), IS (intermediated susceptibility), LS (low susceptibility), R (resistance), - (식물체가 배지상에서 죽어 판별 불가)로 분리 표기하였다. 그 결과 국내에서 광범위하게 발병하고 있다고 알려진 흰가루병균 race 1에 대하여, 흰가루병 저항성 검정에 이용된 농우바이오에서 판매되고 있는 8개의 품종 중 4개의 품종을 저항성을 나타내었지만 나머지 4개의 품종은 이병성을 나타내었다. 그리고 동부팜한농에서 판매되고 있는 7개의 수집품종 중 5품종이 흰가루병균 race 1에 저항성을 나타내었고 2개의 품종은 이병성을 나타내었다.

국내에서 수집하여 새롭게 동정된 race들에 대한 저항성 검정 결과에 대하여 농우바이오에서 판매되고 있는 8개의 모든 수집품종에서 이병성을 나타내었으며, 그 외 Race N1, Race N2, Race 5, Race A, Race S에서도 대부분의 품종이 이병성을 나타내었다. 또한 동부팜한농에서 판매되고 있는 7개의 수집품종은 Race N2에 있어서 5품종이 저항성을 나타내었지만 Race 5 및 Race A에서 대부분의 품종이 이병성을 나타내었다. 또한 새롭게 동정된 국내 race들에 있어서는 동부팜 한농에서 수집한 균주 487에는 대부분의 품종이 저항성을 보였지만 다른 지역에서 동정된 균주에 있어서는 대부분 이병성을 나타내었다 따라서 국내 종묘회사들의 멜

론 육종에 있어서 race 1뿐만이 아니라 다른 race들에 대해서도 저항성 갖는 품종개발이 절실히 요구되어진다.

표 61. 국내 시판 멜론 품종에 대한 서로 다른 흰가루병균 race 반응

품종	<i>S. fuliginea</i> 의 Race(농우바이오 8품종, 1반복)										
	Race1	Race N1	Race N2	Race 5	Race A	Race S	BN968	BN103	BN625	487	영암
G	S	S	S	S	S	-	S	-	-	S	S
H	R	-	S	S	R	-	S	-	-	-	S
D	S	-	-	S	S	-	S	-	-	S	S
C	S	S	S	S	S	-	S	-	-	S	S
F	S	-	S	S	S	-	S	-	-	S	S
E	R	S	R	S	S	-	S	-	-	S	S
B	R	-	R	S	S	-	S	-	-	-	S
A	-	-	-	S	S	-	S	-	-	S	S

품종	<i>S. fuliginea</i> 의 Race(농우바이오 8품종, 2반복)										
	Race1	Race N1	Race N2	Race 5	Race A	Race S	BN968	BN103	BN625	487	영암
G	SS	S	SS	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS
H	R	-	SS	SS	R	-	SS	-	-	-	IS
D	IS	-	IS	SS	SS	-	SS	-	-	IS	SS
C	SS	S	SS	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS
F	SS	-	SS	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS
E	R	-	R	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS
B	R	-	R	SS	SS	-	SS	-	-	-	SS
A	-	-	-	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS

품종	<i>S. fuliginea</i> 의 Race(농우바이오 8품종, 3반복)										
	Race1	Race N1	Race N2	Race 5	Race A	Race S	BN968	BN103	BN625	487	영암
G	SS	-	SS	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS
H	R	-	SS	SS	R	-	SS	-	-	R	SS
D	-	-	SS	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS
C	SS	S	SS	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS
F	SS	-	SS	SS	SS	-	SS	-	-	SS	SS
E	R	-	R	SS	SS	-	SS	-	-	IS	SS
B	R	-	R	SS	SS	-	SS	-	-	R	SS
A	R	-	LS	SS	SS	-	SS	-	-	IS	SS

표 62. 국내 시판 멜론 품종에 대한 서로다른 흰가루병균 race 반응

품종	<i>S. fuliginea</i> 의 Race(동부팜 7품종, 1반복)										
	Race1	Race N1	Race N2	Race 5	Race A	Race S	BN968	BN103	BN625	487	영암
A	LS	-	R	SS	SS	-	SS	SS	SS	-	SS
B	R	-	R	SS	SS	-	SS	SS	SS	R	SS
C	R	-	LS	SS	LS	-	SS	IS/S	IS/S	R	LS
D	R	-	R	SS	R	-	SS	IS/S	IS	R	LS
E	R	-	R	SS	SS	-	SS	IS/S	IS	LS	R
F	R	-	SS	SS	IS/S	-	SS	IS/S	IS/S	IS	LS
G	SS	-	SS	SS	SS	-	SS	SS	SS	SS	IS

품종	<i>S. fuliginea</i> 의 Race(동부팜 7품종, 3반복)										
	Race1	Race N1	Race N2	Race 5	Race A	Race S	BN968	BN103	BN625	487	영암
A	R	-	R	SS	SS	-	SS	SS	SS	IS	SS
B	R	-	LS	SS	SS	-	SS	SS	SS	R	SS
C	R	-	R	SS	LS	-	LS	LS	IS	R	LS
D	R	-	R	SS	IS	-	SS	LS	IS	R	R
E	R	-	LS	SS	SS	-	SS	IS	SS	R	SS
F	R	-	IS	SS	IS	-	IS	LS	SS	LS	IS
G	R	-	SS	SS	SS	-	SS	SS	SS	LS	SS

품종	<i>S. fuliginea</i> 의 Race(동부팜 7품종, 2반복)										
	Race1	Race N1	Race N2	Race 5	Race A	Race S	BN968	BN103	BN625	487	영암
A	R	-	R	SS	SS	-	SS	SS	SS	R	-
B	R	-	R	SS	SS	-	-	SS	SS	R	SS
C	R	-	R	SS	IS/S	-	LS	R	IS/S	R	R
D	R	-	R	SS	IS/S	-	IS	IS/S	LS/S	LS	R
E	R	-	R	SS	SS	-	IS	SS	IS/S	R	LS/S
F	R	-	SS	SS	LS/S	-	IS	IS/S	IS/S	IS/S	R
G	SS	-	LS	SS	SS	-	SS	SS	SS	SS	LS/S

국내에서 채집하여 분리 및 새롭게 동정된 총 6개의 균주 중 5개의 흰가루병균(race 1,

race A, race N2, race-new 1, race-new 2)에 대하여 현재 국내에서 시판되고 있는 멜론 품종들의 저항성 정도를 확인하기 위하여 A회사에서 판매되고 있는 8품종, B회사에서 판매되고 있는 7품종 총 15품종에 대하여 3반복의 저항성 검정을 수행하였고, 발병 정도에 따라 이병성 S (susceptibility), 중간형 I (intermediated), 저항성 R (resistance)로 분리하였으며 그 결과를 표 63에 나타내었다.

국내에서 광범위하게 발병하고 있다고 알려진 흰가루병균 CN582 (race 1)를 이용하여, A회사에서 판매되고 있는 8개의 품종에 대해 흰가루병 저항성 검정을 한 결과, 4개의 품종은 저항성을 나타내었지만 나머지 4개의 품종은 이병성을 나타내었다. 또한 B회사에서 판매되고 있는 7개의 품종 중 5품종이 흰가루병균 CN582 (race 1)에 저항성을 나타내었고, 2개의 품종은 이병성 및 중간형을 나타내었다. SN102 (race N2)에 대해서는 A회사 2 품종, B회사 3 품종이 저항성을 나타내었으며, YA141 (race A)는 A회사는 8품종 모두 이병성을 나타냈으며, B회사 7품종 중 4품종이 이병성을 나타냈다. 또한 새롭게 동정된 흰가루병균 DH487 (new race 2)은 A회사와 B회사 각각 2품종에서 저항성을 나타내었다. 그러나 흰가루병균 BN968 (new race 1)에서는 A회사 및 B회사의 모든 품종에서 이병성을 나타내었다.

또한 국내 및 외국(중국, 베트남, 이탈리아, 미국 등)에서 판매되고 있는 17개의 수집된 F1 품종들을 이용하여 국내에서 광범위하게 발병하고 있다고 알려진 흰가루병균 CN582 (race 1)에 대한 저항성 검정을 수행하였다. 그 결과 17개의 품종 중 3개의 품종에서만 흰가루병균 race 1에 대하여 저항성을 나타내었으며, 14개의 품종은 이병성을 나타내었다. 또한 국내 종묘회사에서 육성한 품종들도 이병성을 나타내었다(Fig.18, 표64). 따라서 국내 종묘회사들의 멜론 육종에 있어서 race 1 저항성 품종 개발 및 다른 race들에 대해서도 저항성을 갖는 품종개발이 요구된다.

표 63. 동정된 5개의 race별 15개의 멜론시판품종에 대한 저항성 검정(A사:8품종,B사:7품종)

Company	Cultivar	Races of <i>Podosphaera xanthii</i>				
		CN582	SN102	YA141	BN968	DH487
A	a	R ^z	S	S	S	S
	b	R	R	S	S	R
	c	S	S	S	S	S
	d	S	S	S	S	S
	e	R	R	S	S	S
	f	S	S	S	S	S
	g	S	S	S	S	S
	h	R	S	S	S	R
B	i	I	R	S	S	S
	j	R	I	S	S	R
	k	R	I	S	S	R
	l	R	R	S	S	I
	m	R	R	I	S	I
	n	R	S	I	S	S
	o	S	S	I	S	S

^zR: resistance, I: intermediated, S: susceptibility

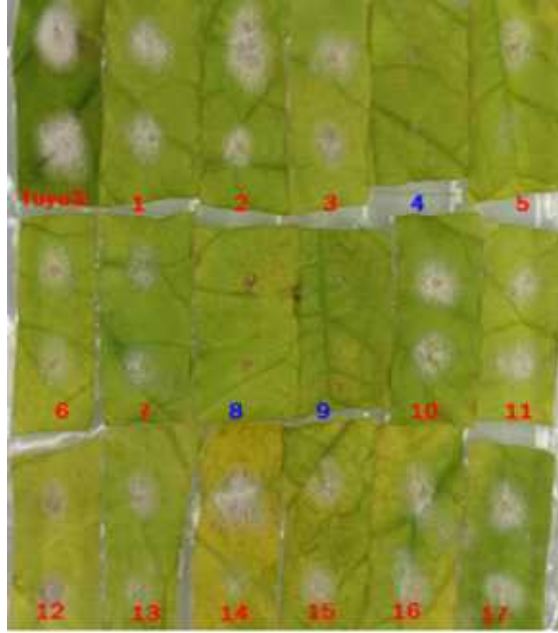


그림 55. 흰가루병균 CN5829(race 1)에 대한 접종 실험 결과

표 64. 흰가루병균 CN5829(race 1)에 대한 접종 실험 결과

No.	품종명	도입처	표현형
1	white honey	Sher ali	S
2	일본특대이려사백(日本特大伊麗莎白)	수광 명택 :明澤	S
3	조춘26(早春26)	수광 명택 :明澤	S
4	Honey dew green flash	Suba(이탈리아)	R
5	Valencia early-rochet	Suba(이탈리아)	S
6	###	#	S
7	#####	#	S
8	Honeydew green Flesh	Condor seed(미국)	R
9	ME-4759	(중국)	R
10	은파추동계멜론	릭키종묘	S
11	해피니스(농우)	농우바이오	S
12	썬플라워	릭키종묘	S
13	비발디	(주)이서	S
14	White melon(Honey Due)	SUN TECH SEEDS	S
15	SUPRA	Green Seeds(베트남)	S
16	SNOW WHITE	Tunfeng(중국)	S
17	청자(BN616)F1	#	S

5. 마커 개발을 위한 re-sequencing 및 데이터 분석

본 연구실에서 보유하고 있는 멜론 흰가루병균(Race 1, N1, N2, 5, A, S) 및 국내 멜론 재배지역으로부터 수집하여 leaf disc법에 의해 새롭게 동정된 3개 race 총 9개의 race를 구별할 수 있는 마커를 개발하기 위하여 4개의 판별계통 SCNU-M-1154, SCNU-M-1162, SCNU-M-1163, SCNU-M-1165을 재료로 이용하였다. 이들 4개의 계통으로부터 gmomic

DNA를 추출한 후 중국의 BGI (www.genomics.cn)에 의뢰하여 re-sequencing을 수행하였다. 그 결과 SCNU-M-1154 계통을 약 맬론 전체 게놈의 86% 정도인 167,627,400; SCNU-M-1162 계통은 전체 게놈의 77% 정도인 137,194,501; SCNU-M-1163 계통은 전체 게놈의 80% 정도인 149,891,959; SCNU-M-1165 계통은 전체 게놈의 85% 정도인 170,252,319를 read하였다(표 65). 이들 데이터들을 이용하여 GO(Gene ontology) 분석 결과 biological process categorie에 있어서는 cellular process 및 metabolic process에, cellular component categorie에 있어서는 cell part, cell 등에, molecular function categorie에서는 binding 및 catalytic activity part에 많은 유전자들이 존재한다는 것을 나타내었다(그림 56). 또한 COG (clusters of orthologous groups) 분석을 통하여 25개의 categorie가 분류 되었으며 분류된 categorie 중 general function prediction class에 많은 유전자들이 분류되었다(그림 57).

표 65. Summary of the sequenced reads for each line and sample comparisons to reference genome.

Samples (Lines)	Type of race	Number of reads of each race	Total number of reads	Number of mapped reads	Genome coverage (%)
1154	1154-F	96,822,354	193,644,708	167,627,400	86.56
	1154-R	96,822,354			
1162	1162-F	88,466,646	176,933,292	137,194,501	77.54
	1162-R	88,466,646			
1163	1163-F	92,776,968	185,553,936	149,891,959	80.78
	1163-R	92,776,968			
1165	1165-F	99,313,884	198,627,768	170,252,319	85.71
	1165-R	99,313,884			

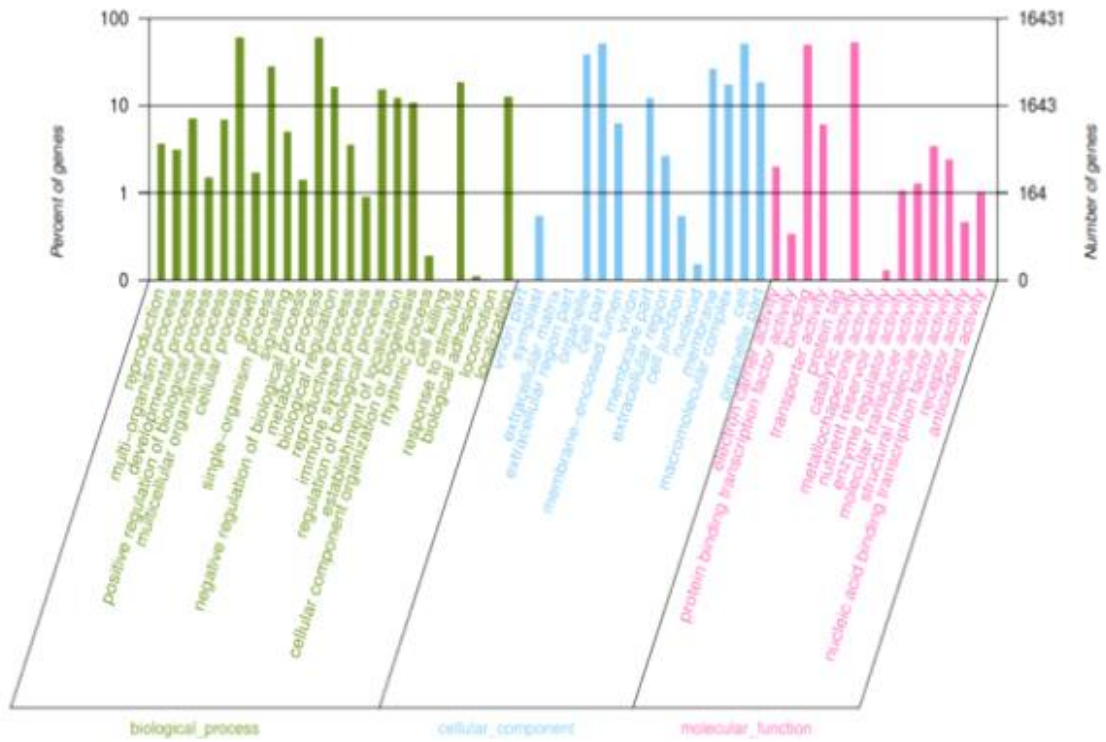


그림 56. Functional annotation of genes in the reference.

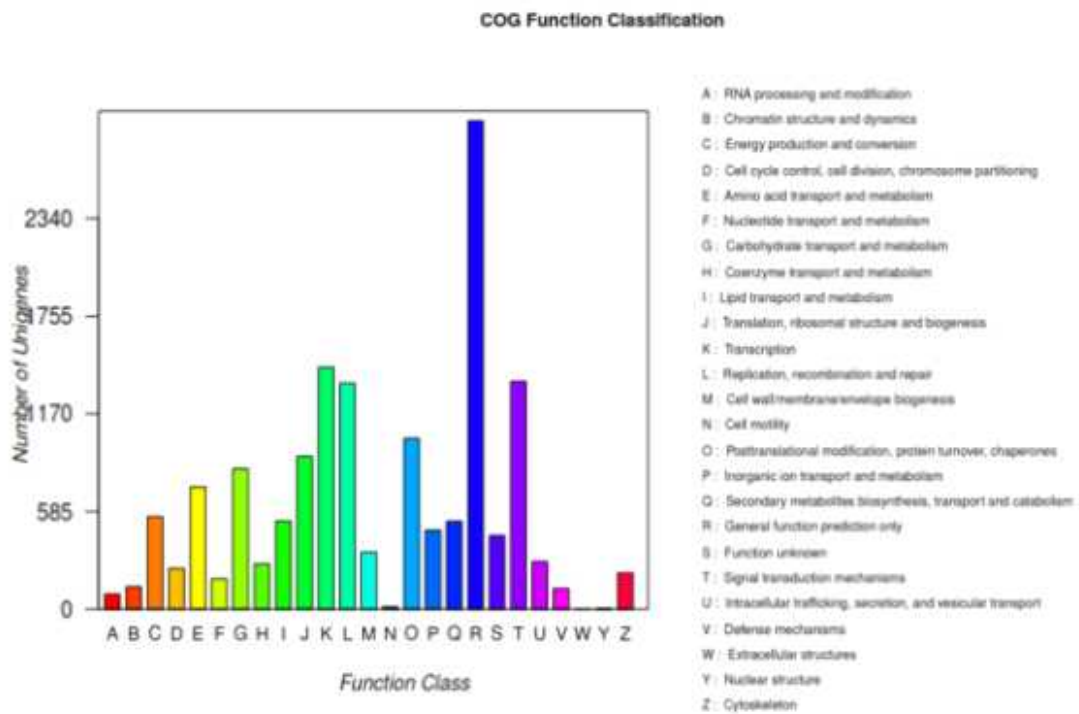


그림 57. Histogram of the clusters of orthologous groups (COG) classification.

1) SNP 탐색

각각의 계통들에서 생성된 대량의 데이터들과 멜론 reference genome과의 비교 분석을 통하여 각각의 계통에 대한 SNP를 탐색하였다. 그 결과 SCNU-M-1154 계통에서는 2,423,266개의 SNP가 탐색되었으며, SCNU-M-1162 계통은 2,118,930개의 SNP, SCNU-M-1163 계통에서는 2,543,717개의 SNP, SCNU-M-1165 계통은 4,431,039개의 SNP가 검출되었다(표 66A). 또한 각각의 계통간 비교 분석을 통하여 계통간의 SNP를 탐색하였다. 그 결과 SCNU-M-1154 및 SCNU-M-1162 계통간 1,718,608의 SNP가 검출되었으며, SCNU-M-1154 및 SCNU-M-1163 계통간 2,348,123의 SNP, SCNU-M-1154 및 SCNU-M-1165 계통간 1,554,796의 SNP, SCNU-M-1162 및 SCNU-M-1163 계통간 2,432,783의 SNP, SCNU-M-1162 및 SCNU-M-1165 계통간 1,145,672의 SNP가 검출되었다. 또한 SCNU-M-1163 및 SCNU-M-1165 계통간 2,379,218의 SNP가 검출되었다(표 66B).

표 66. Summary of SNP variation for each line and sample comparison

A	Lines	SNPs에
	SCNU-M-1154	2,423,266
	SCNU-M-1162	2,118,930
	SCNU-M-1163	2,543,717
	SCNU-M-1165	4,431,039

B	Lines	Compared sample	SNPs
	SCNU-M-1154	SCNU-M-1162	1,718,608
		SCNU-M-1163	2,348,123
		SCNU-M-1165	1,554,796
	SCNU-M-1162	SCNU-M-1163	2,432,783
		SCNU-M-1165	1,145,672
	SCNU-M-1163	SCNU-M-1165	2,379,218

검출된 SNP가 genomic 및 exonic의 어느 영역에 존재하는 가를 분석한 결과 대부분의 SNP는 genomic상에서는 intergenic영역에 대부분의 SNP가 존재하였고, exonic 영역에 있어서는 synonymous, nonsynonymous, UTR영역에 고루 분포하는 것을 확인할 수 있었다(그림 58).

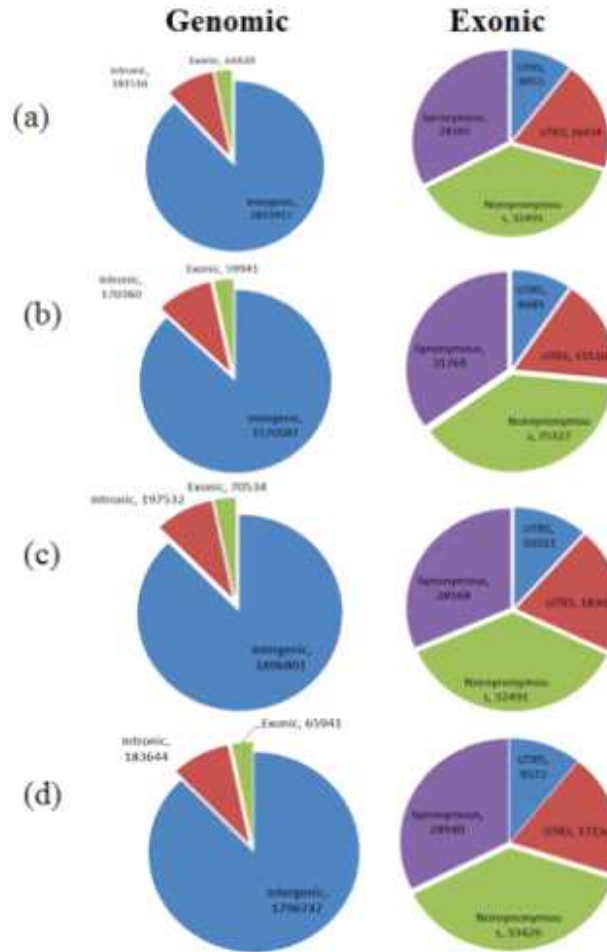


그림 58. SNP genetic variations of each line. SCNU-M-1154 line (a), SCNU-M-1162 line (b), SCNU-M-1163 line (c), and SCNU-M-1165 line (d).

2) INDEL 탐색

각각의 계통들에서 생성된 대량의 데이터들과 멜론 reference genome과의 비교 분석을 통하여 각각의 계통에 대한 InDel영역을 탐색하였다. 그 결과 1154 계통에서는 490,222개의 InDel영역이 탐색되었으며, SCNU-M-1162 계통은 408,120개의 InDel 영역, SCNU-M-1163 계통에서는 486,203개의 InDel 영역, SCNU-M-1165 계통은 812,418개의 InDel 영역이 검출되었다(표 67A). 또한 각각의 계통간 비교 분석을 통하여 계통간의 InDel 영역을 탐색하였다. 그 결과 SCNU-M-1154 및 SCNU-M-1162 계통간 248,434의 InDel 영역이 검출되었으며, SCNU-M-1154 및 SCNU-M-1163 계통간 339,019의 InDel 영역, SCNU-M-1154 및 SCNU-M-1165 계통간 230,417의 InDel 영역, SCNU-M-1162 및 SCNU-M-1163 계통간 351,535의 InDel 영역, SCNU-M-1162 및 SCNU-M-1165 계통간 165,677의 InDel 영역이 검출되었다. 또한 SCNU-M-1163 및 SCNU-M-1165 계통간 345,548의 InDel 영역이 검출되었다(표 67B). 검출된 InDel 영역은 intergenic, intronic, exonic, downstream, upstream, UTR3, and UTR5등에 분포하였다(그림 59).

표 67. Summary of INDEL variation for each line and sample comparison

	Sample	INDEL
A	SCNU-M-1154	490,222
	SCNU-M-1162	408,120
	SCNU-M-1163	486,203
	SCNU-M-1165	812,418

	Sample	Compared sample	INDEL
B	SCNU-M-1154	SCNU-M-1162	248,434
		SCNU-M-1163	339,019
		SCNU-M-1165	230,417
	SCNU-M-1162	SCNU-M-1163	351,535
		SCNU-M-1165	165,677
	SCNU-M-1163	SCNU-M-1165	345,548

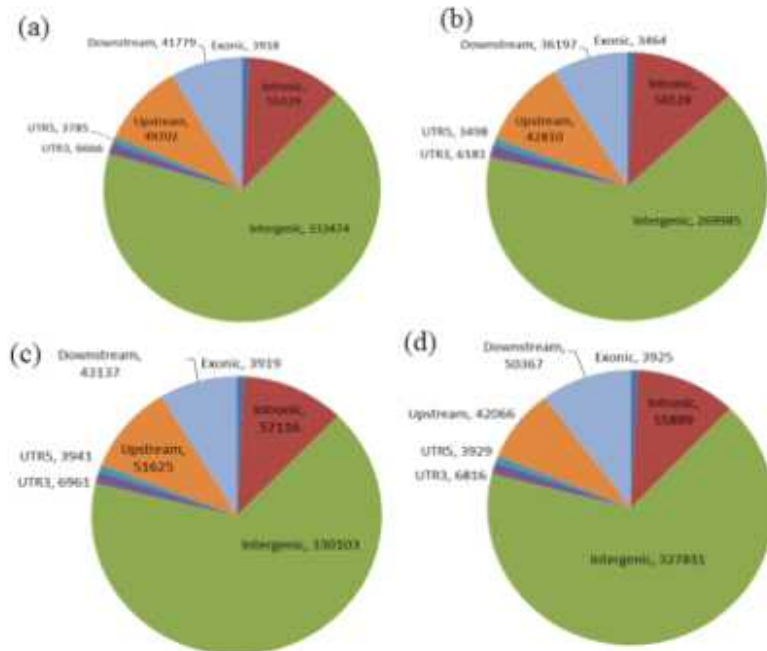


그림 59. INDEL genetic variations of each line. SCNU-M-1154 line (a), SCNU-M-1162 line (b), SCNU-M-1163 line (c), and SCNU-M-1165 line (d). In detailed intergenic, intronic, exonic, downstream, upstream, UTR3, and UTR5 distribution were described in each race.

3) SSR 탐색

각각의 계통들에서 생성된 대량의 데이터들과 멜론 reference genome과의 비교 분석을 통하여 각각의 계통에 대한 SSR 영역을 탐색하였다. 그 결과 SCNU-M-1154 계통에서는 675,245개의 SSR 영역이 탐색되었으며, SCNU-M-1162 계통은 363,783개의 SSR 영역, SCNU-M-1163 계통에서는 429,714개의 SSR 영역, SCNU-M-1165 계통은 602,869개의 SSR 영역이 검출되었다(표 68). 또한 각각의 계통들에서 검출된 SSR의 Di-, Tri-, Tetra-nucleotide의 6번에서 10번 사이의 repeat number를 분석한 결과, SCNU-M-1154 계통은 Tetra-nucleotide가 6번 이하의 repeat number를 갖는 SSR은 총 51,286개가 검출되었고, Di-, Tri-, Tetra-nucleotide 모두의 repeat number가 6번 이상 및 10번 이하인 SSR은 총 344,250개, 10번 이상의 repeat number를 가진 SSR은 총 279,708개가 검출되었다(표 69). SCNU-M-1162 계통은 Tetra-nucleotide가 6번 이하의 repeat number를 갖는 SSR은 총 28,724개가 검출되었고, Di-, Tri-, Tetra-nucleotide 모두의 repeat number가 6번 이상 및 10번 이하인 SSR은 총 191,927개, 10번 이상의 repeat number를 가진 SSR은 총 142,532개가 검출되었다(표 70). SCNU-M-1163 계통은 Tetra-nucleotide가 6번 이하의 repeat number를 갖는 SSR은 총 35,365개가 검출되었고, Di-, Tri-, Tetra-nucleotide 모두의 repeat number가 6번 이상 및 10번 이하인 SSR은 총 234,310개, 10번 이상의 repeat number를 가진 SSR은 총 160,041개가 검출되었다(표 71). SCNU-M-1165 계통은 Tetra-nucleotide가 6번 이하의 repeat number를 갖는 SSR은 총 51,065개가 검출되었고, Di-, Tri-, Tetra-nucleotide 모두의 repeat number가 6번 이상 및 10번 이하인 SSR은 총 327,153개, 10번 이상의 repeat number를 가진 SSR은 총 224,653개가 검출되었다(표 72).

표 68.. Summary of SSR distribution for each line samples along with total reads information

Samples (Lines)	Type	Number of reads	SSRs	Total SSR	Total Reads
SCNU-M-1154	1154-1	96,822,354	360,305	675,245	193,644,708
	1154-2	96,822,354	314,940		
SCNU-M-1162	1162-1	88,466,646	193,989	363,783	176,933,292
	1162-2	88,466,646	169,794		
SCNU-M-1163	1163-1	92,776,968	227,120	429,714	185,553,936
	1163-2	92,776,968	202,594		
SCNU-M-1165	1165-1	99,313,884	317,577	602,869	198,627,768
	1165-2	99,313,884	285,292		

☒ 69.. SSR distribution of 1154 line.

Samples	Type of nucleotide	Repeat number (<6)	Repeat number (6-10)	Repeat number (>10)	Total
1154-1	Di-nucleotide	0	45,633	118,805	164,438
	Tri-nucleotide	0	117,657	32,442	150,099
	Tetra-nucleotide	27,007	16,174	2,587	45,768
1154-2	Di-nucleotide	0	41,629	96,760	138,389
	Tri-nucleotide	0	108,253	26,791	135,044
	Tetra-nucleotide	24,279	14,904	2,323	41,507
Total		51,286	344,250	279,708	675,245

☒ 70.. SSR distribution of 1162 line.

Samples	Type of nucleotide	Repeat number (<6)	Repeat number (6-10)	Repeat number (>10)	Total
1162-1	Di-nucleotide	0	25,116	60,339	86,055
	Tri-nucleotide	0	65,442	16,723	82,165
	Tetra-nucleotide	14,882	9,418	1,470	25,770
1162-2	Di-nucleotide	0	23,080	48,819	71,899
	Tri-nucleotide	0	60,356	13,831	74,187
	Tetra-nucleotide	13,842	8,515	1,350	23,707
Total		28,724	191,927	142,532	363,783

☒ 71. SSR distribution of 1163 line.

Samples	Type of nucleotide	Repeat number (<6)	Repeat number (6-10)	Repeat number (>10)	Total
1163-1	Di-nucleotide	0	30,640	65,378	96,018
	Tri-nucleotide	0	79,916	19,325	99,241
	Tetra-nucleotide	18,372	11,469	2,022	31,863
1163-2	Di-nucleotide	0	27,912	54,538	82,450
	Tri-nucleotide	0	73,757	16,886	90,641
	Tetra-nucleotide	16,993	10,616	1,892	29,501
Total		35,365	234,310	160,041	429,714

☒ 72.. SSR distribution of 1165 line.

Samples	Type of nucleotide	Repeat number (<6)	Repeat number (6-10)	Repeat number (>10)	Total
1165-1	Di-nucleotide	0	42,855	91,604	1,34,458
	Tri-nucleotide	0	1,10,022	27,657	1,37,679
	Tetra-nucleotide	25,917	16,718	2,806	45,441
1165-2	Di-nucleotide	0	37,854	76,246	1,14,100
	Tri-nucleotide	0	1,03,933	23,707	1,27,640
	Tetra-nucleotide	25,148	15,771	2,633	43,551
Total		51,065	327,153	224,653	602,869

4) Re-sequencing data 분석

본 연구실에서 보유하고 4개의 판별계통 SCNU-M-1154, SCNU-M-1162, SCNU-M-1163, SCNU-M-1165을 재료로 이용하여 BGI (www.genomics.cn)에서 re-sequencing을 수행하였다. Re-sequencing data를 이용하여 추가적으로 계통간 SNP 및 Indel을 탐색하여 비교 분석하였다. 그 결과, 각 계통간 비교 분석을 통하여 대량의 SNP 및 Indel을 검출하였다(표 73, 그림 60, 그림 61). 이들 검출된 SNP data를 이용하여 각 계통에 특이적인 SNP를 검출한 결과, 그림 60 에서 보여지는 것과 같이 SCNU-M-1154 계통 특이적 SNP가 1077개, SCNU-M-1162 계통 특이적 SNP가 438개, SCNU-M-1163 계통 특이적 SNP가 1113개, SCNU-M-1165 계통 특이적 SNP가 625개 검출되었다. 각 계통간 InDel 비교 분석결과 Fig.6에서 보여지는 것과 같이 다수의 InDel이 intergenic영역에 위치하고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 각 염색체당 SNP, InDel 등을 분석하였다(표 74., 그림 61). 이들 결과들은 흰가루병 race 판별 및 멜론 순도 검정용 마커 개발에 활용하였다.

표 73. . 계통간 SNP 및 InDel 탐색

Accessions	Compared lines	SNPs	INDEL
SCNU-M-1154	SCNU-M-1162	1,718,608	2,48,434
	SCNU-M-1163	2,348,123	3,39,019
	SCNU-M-1165	1,554,796	2,30,417
SCNU-M-1162	SCNU-M-1163	2,432,783	3,51,535
	SCNU-M-1165	1,145,672	1,65,677
SCNU-M-1163	SCNU-M-1165	2,379,218	3,45,548



그림 60. 계통간 SNP 탐색 및 4계통간 SNP 비교

표 74.. 각 chromosome에서 탐색된 SNP, InDel, SVs 및 CNV의 수

Chr	SNPs				InDels				SVs				CNVs (gain/loss)			
	1154	1162	1163	1165	1154	1162	1163	1165	1154	1162	1163	1165	1154	1162	1163	1165
Chr0	104,503	87,242	102,139	100,279	16,697	13,852	16,388	16,218	17,868	12,441	13,512	17,207	6/1 (7)	8/1 (9)	12/39(51)	10/39(49)
Chr1	145,617	126,808	190,427	134,868	39,619	35,028	44,030	38,951	2,882	2,925	2,724	2,970	32/19(51)	9/3 (12)	13/13(26)	16/5 (21)
Chr2	125,691	116,856	174,269	141,909	30,613	27,831	35,405	32,877	2,987	3,933	3,073	3,437	19/6 (25)	16/6 (22)	18/8 (26)	18/4 (22)
Chr3	227,665	204,180	188,517	212,186	40,891	35,943	38,646	40,009	2,648	2,675	2,199	2,803	17/17(34)	14/12(26)	19/13(32)	14/9 (23)
Chr4	260,972	218,076	240,793	238,303	54,352	46,612	50,691	52,475	3,340	3,595	2,963	3,567	13/21(34)	17/16(33)	20/18(38)	20/7 (27)
Chr5	155,142	169,493	159,383	171,572	35,937	34,847	36,820	37,430	2,194	2,335	1,915	2,442	18/16(34)	13/14(27)	15/16(31)	13/13(26)
Chr6	157,697	144,188	226,829	146,456	41,853	37,924	47,481	40,555	2,949	3,585	3,111	3,231	12/9 (21)	21/9 (30)	15/14(29)	16/6 (22)
Chr7	210,979	185,226	183,080	190,840	41,116	36,670	39,329	40,516	2,411	2,574	2,063	2,566	7/13 (20)	19/12(31)	14/12(26)	17/14(31)
Chr8	151,485	145,033	188,740	147,654	38,846	35,838	43,368	38,552	2,109	2,088	2,030	2,164	24/14(38)	19/15(34)	21/21(42)	22/13(35)
Chr9	110,394	100,053	150,488	110,226	30,161	26,647	34,440	29,772	2,011	2,243	1,937	2,124	14/9 (23)	10/6 (16)	12/11(23)	16/4 (20)
Chr10	172,480	174,515	149,858	186,657	32,803	30,801	31,523	33,678	1,658	1,769	1,369	1,775	20/18(38)	10/16(26)	23/19(42)	13/13(26)
Chr11	275,952	176,383	246,128	270,874	51,071	39,762	46,866	50,463	2,625	2,225	2,131	2,755	12/15(27)	15/11(26)	19/15(34)	14/11(25)
Chr12	174,128	158,200	186,182	176,039	37,149	32,600	37,847	37,115	2,061	2,122	1,881	2,196	20/12(32)	13/10(23)	11/10(21)	18/8 (26)
Total	2,272,705	2,006,253	2,386,833	2,227,863	491,108	434,355	502,834	488,611	47,743	44,510	40,908	49,237	214/170 (384)	184/131 (315)	212/209 (421)	207/146 (353)

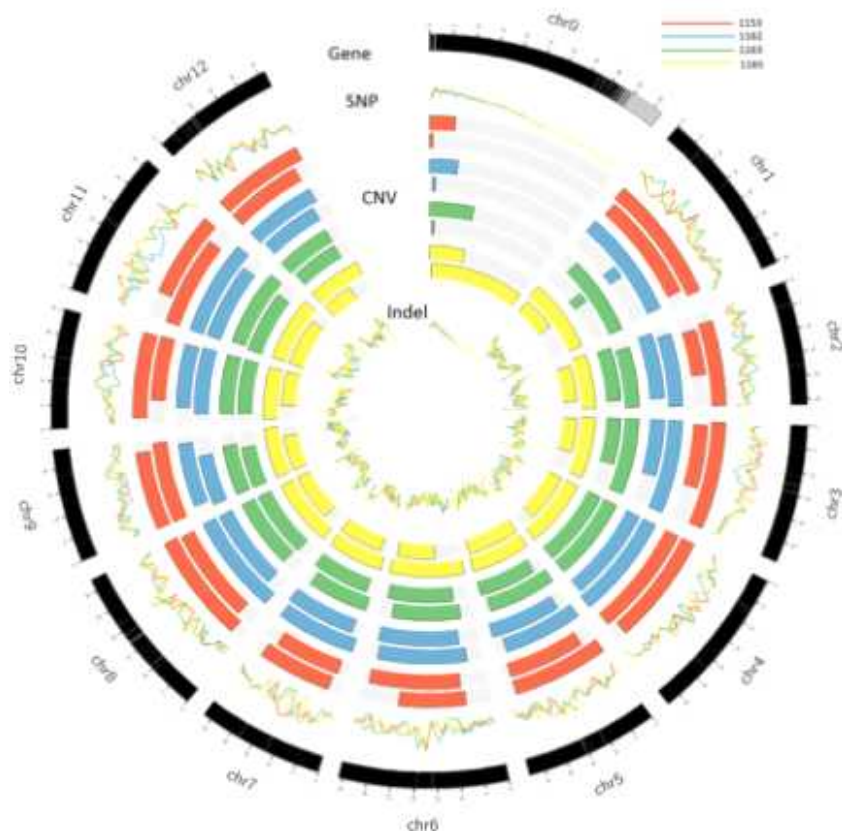


그림 61. 각 chromosome에서 탐색된 SNP, InDel, SVs 및 CNV의 concentric circles

5) Re-sequencing data 분석을 통한 race 특이적 마커 개발

국내에서 채집하여 동정된 균 중 race N2(SN102) 및 race A(YA141)에 대한 연구결과는 아직 보고되어 있지 않으므로 이들 2종의 race 및 새롭게 동정된 2종의 new race (BN968, DH487)에 대한 분자마커 개발 연구가 필요하다고 판단된다. 특히 국내시판 15개 품종 중 새롭게 동정된 멜론 흰가루병 race BN968(new race 1)에 대하여 모두 이병성을 나타내었다. 따라서 이 race에 대한 저항성 소재 탐색 및 분자마커의 개발이 매우 시급하다고 생각된다.

현재 여러 논문들에 의하면 멜론 흰가루병균 race는 28종 정도가 보고되어 있으며, SSR, AFLP, CAPS, dCAPS 등의 공우성 및 우성 분자마커, 5개의 race 에 대한 저항성 계통을 이용한 연관지도 작성 및 QTL 분석에 의한 race 1, 3, N1이 2번 염색체, race 1, 2, 5가 5번 염색체, race 1, 5, N1이 12번 염색체에 저항성 QTL이 위치한다고 보고되어 있다. 이에 본 연구실에서 보유하고 4개의 판별계통 SCNU-M-1154, SCNU-M-1162, SCNU-M-1163, SCNU-M-1165을 재료로 이용하여 re-sequencing을 수행하여 대량의 SNP 및 Indel, SSR 정보를 획득하였다. 이들 획득된 대량의 정보들로부터 1차적으로 2, 5, 12 염색체에 위치하고 있는 SNP 및 Indel 정보를 선별한 후 2차적으로 병저항성 유전자 관련 SNP 및 Indel 정보를 획득하였다. 그 결과 race 1, 2, 3, 5, N1의 특이적 마커 개발 가능성이 있는 123개의 SNP 및 Indel 정보를 획득하였다(Fig.8, Fig.8-1). 따라서 이들 획득된 정보들과 각각의 race 에 저항성을 나타내는 계통들을 이용하여 race 특이적 마커를 개발 하였다. 또한 race A, 5, S, O 등에 대한 마커 개발을 위하여 종묘회사로부터 계통을 분양받아 각각의 race에 대한 접종 실험 후 각각의 race에 대하여 이병성과 저항성 계통을 선별한 후 F1을 작성하였다(F 그림 63).

Re-sequencing data 분석 및 멜론 genome data base로 부터 chromosome. 2, 5, 12번에서 검출된 SNP, INDel, 병 관련 유전자들을 이용하여 마커 개발을 수행하였다. 그 결과 race N5 저항성 dCAPS 마커를 개발하였으며(그림 64), 이 마커는 연구의 편의성을 도모하기 위하여 HRM 마커로 전환하여 현재 이용되고 있다. 또한 race A, N4 저항성 SCAR 마커(그림 65), race 5 저항성 INDel 마커를 개발하였다(그림 66). 개발된 마커는 실증실험을 수행한 후 분자 마커 서비스를 실행할 계획이다.

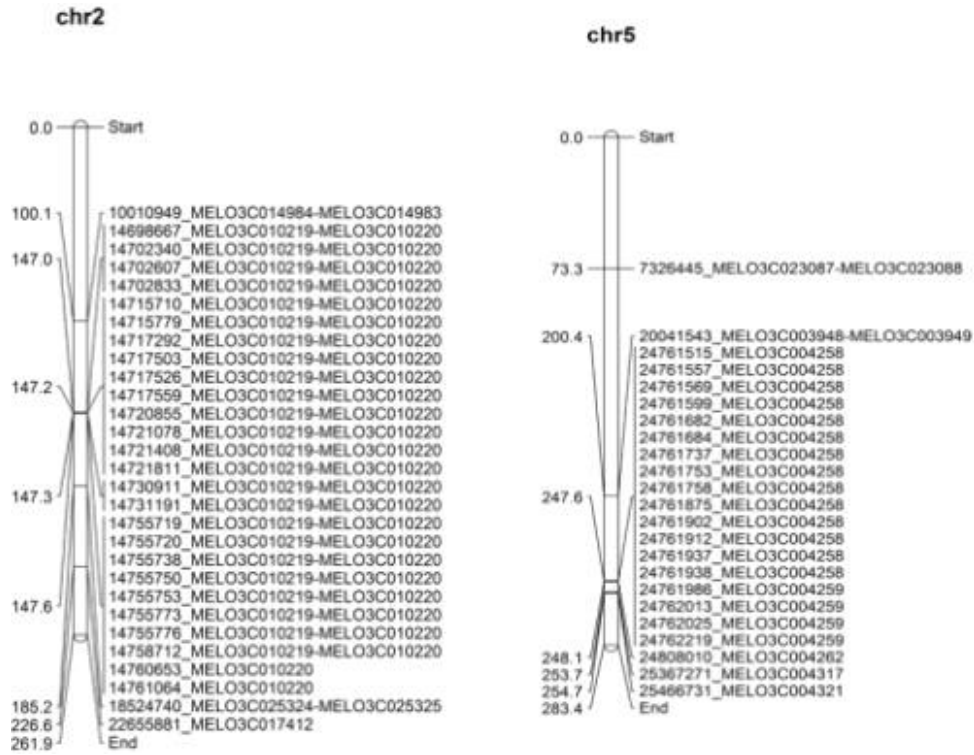


그림 62. re-sequencing 데이터로부터 선발된 SNP 및 Indel 위치

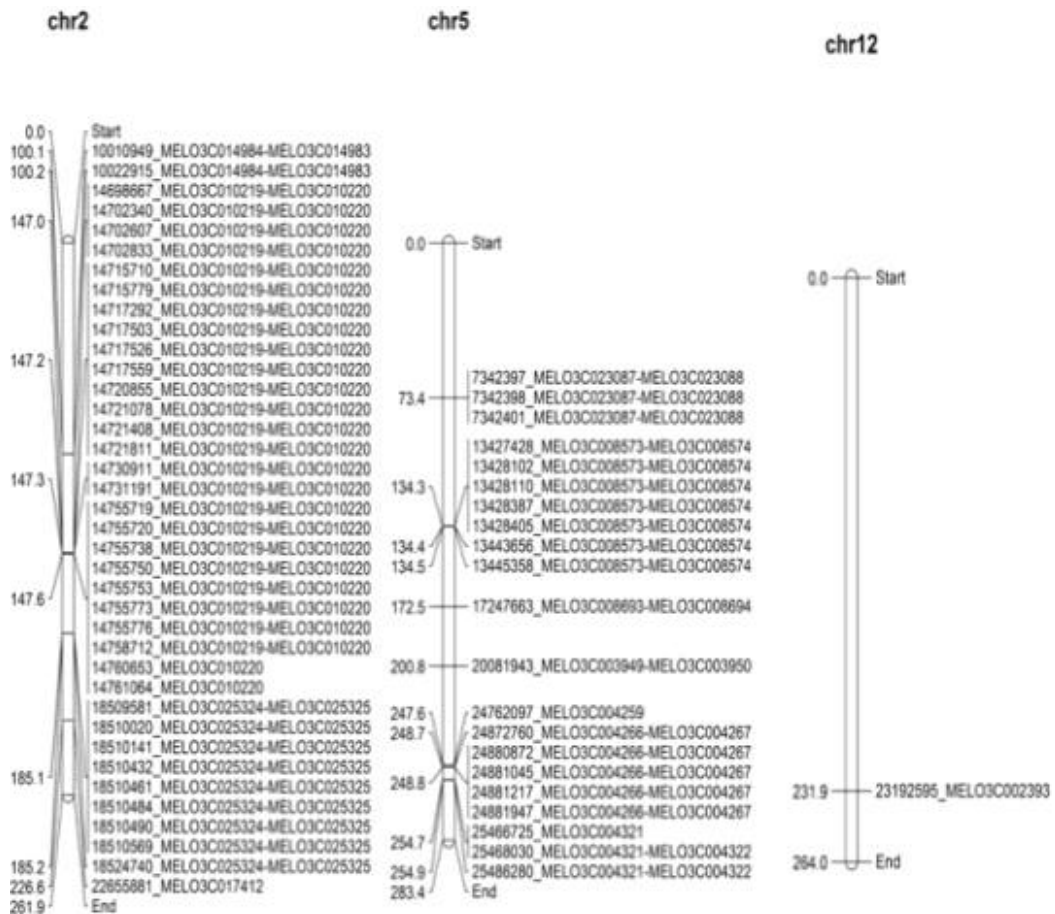


그림62-1. re-sequencing 데이터로부터 선발된 SNP 및 Indel 위치

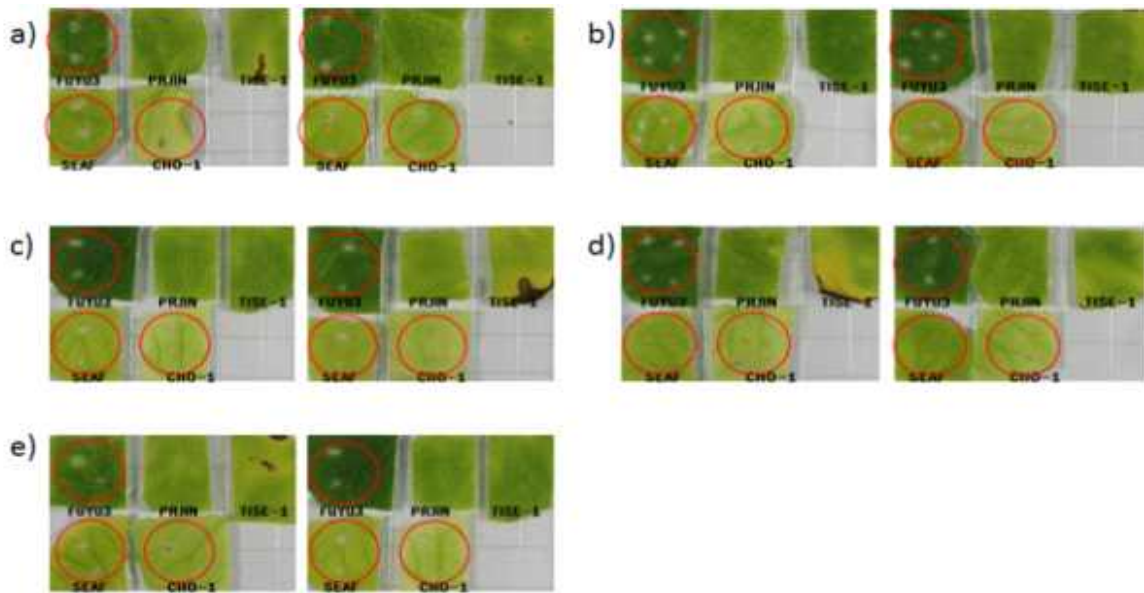


그림 63. F2 집단 작성을 위한 양친의 이병성 및 저항성 판별을 위한 각각의 흰가루병 race 별 접종 실험, Fuyu 3은 control임. ((a) race A에 대한 반응 (b) race 5에 대한 반응 (c) race 1에 대한 반응 (d) race O에 대한 반응 (e) race S에 대한 반응)

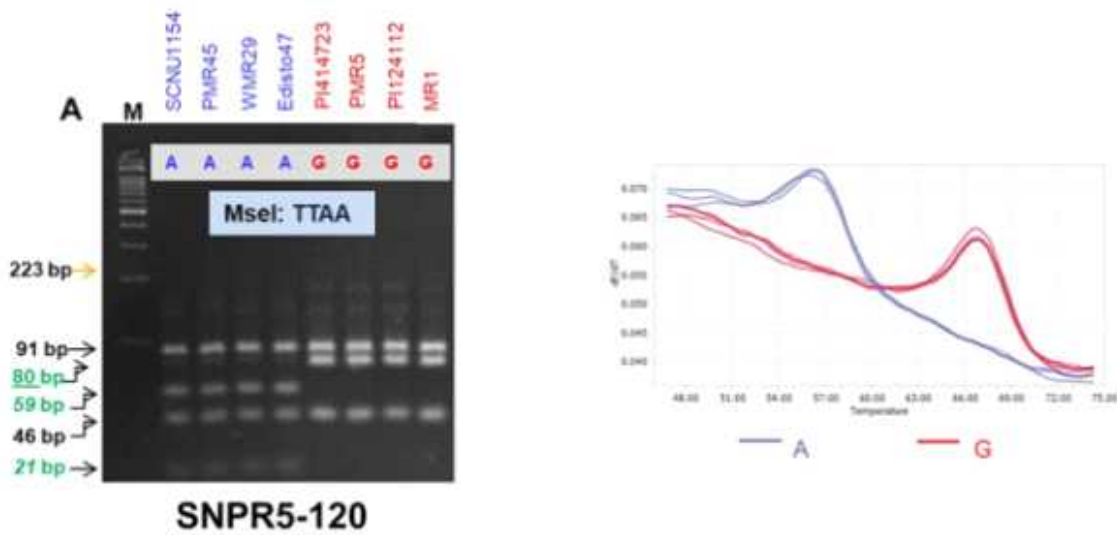


그림 64. 개발된 race N5 저항성 dCAPS 및 HRM 마커

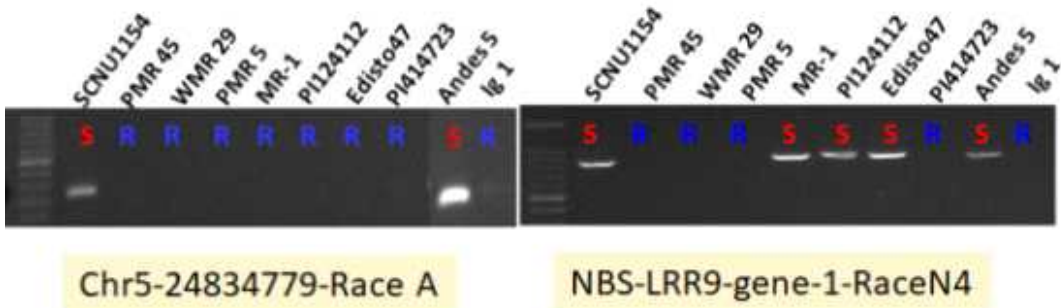


그림 65. 개발된 race A 및 N4 저항성 SCAR 마커

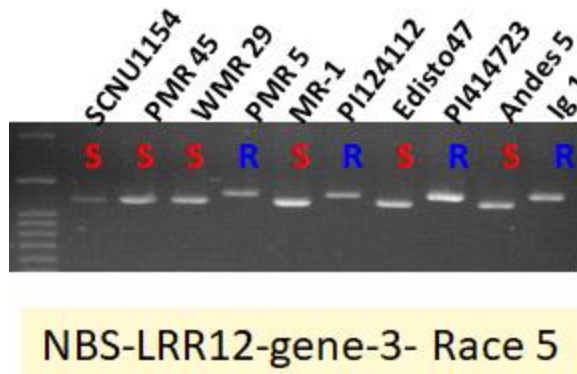


그림 66. 개발된 race 5 저항성 INDel 마커

6. 멜론 흰가루병 저항성 관련 마커 개발을 위한 정보 획득

1) FOM2 및 MnSV 마커를 이용한 저항성 검정

멜론 흰가루병 저항성 마커를 개발하기 위하여 오이 데이터 베이스 및 일본 이바라키현 농업종합센터 생물공학 연구소에서 보유중인 멜론 DNA library 정보로부터 1102개의 SSR 마커 정보를 획득하였다.

멜론에 있어서 흰가루병과 더불어 덩굴쪼김병은 중요한 병해의 한가지이며 토양에 의해 전염되고 멜론괴저반점 바이러스 역시 토양과 종자에 의하여 전염된다. 멜론의 덩굴쪼김병은 0, 1, 2, 1.2의 4개의 race가 존재하는 것으로 보고되고 있다. 이중 Fom-2와 Fom-1은 단일 우성 유전자로 알려져 있으며, Fom-2 유전자는 race 0, 1에 Fom-1 유전자는 race 0, 2에 저항성을 나타내는 것으로 보고되고 있다. 멜론 병저항성 계통(덩굴쪼김병, 흰가루병, 멜론괴저반점 바이러스 등)을 선별하기 위해서는 병원균의 접종 검정을 실시하고 있지만 관정에 많은 시간과 노동력 및 면적을 필요로 하기 때문에 육종연한 단축 및 효율적인 병저항성 개체 선별을 위한 DNA마커 개발이 필요하다. 본 연구에서는 2개의 종묘회사(아시아종묘 및 동부팜한농)에서 실질적으로 육종에 사용되고 있는 유전자원 460점(아시아종묘 114점, 동부팜 한농 346점)을 분양받아 본 연구팀에서 보유중인

덩굴쫄김병(FOM2) 및 멜론괴저반점 바이러스(Mnsv) 마커를 이용하여 HRM 분석을 통하여 각각의 병에 대한 유전자형을 확인 하였다. HRM 분석 방법은 일반적인 프라이머 조합을 이용한 PCR 방법과 읍에 결합하는 형광 물질을 이용한 분석법을 결합함으로써 전기영동 방법을 이용하지 않고 DNA의 이중나선이 염기서열의 구성에 따라 온도 차이를 해리곡선으로 변화 시켜 DNA 염기서열 차이를 분석하는 방법이다. 그 결과 아시아종묘에서 분양 받은 114점 중 덩굴쫄김병(FOM2)에 대하여 resistant를 보이는 계통은 83계통, susceptible를 나타내는 계통은 12계통, heterozygous를 나타내는 계통은 19계통이었다. 멜론괴저반점 바이러스(Mnsv) 대하여 resistant를 보이는 계통은 42계통, susceptible를 나타내는 계통은 21계통, heterozygous를 나타내는 계통은 22계통이었다. 또한, 동부팜 한농에서 분양 받은 346점 중 200점에 대하여 분석하였다. 그 결과 덩굴쫄김병(FOM2)에 대하여 resistant를 보이는 계통은 162계통, susceptible를 나타내는 계통은 30계통, heterozygous를 나타내는 계통은 2계통이었다. 멜론괴저반점 바이러스(Mnsv) 대하여 resistant를 보이는 계통은 64계통, susceptible를 나타내는 계통은 123계통, heterozygous를 나타내는 계통은 3계통이었다. 아래의 그림 및 표에 결과를 나타내었다.

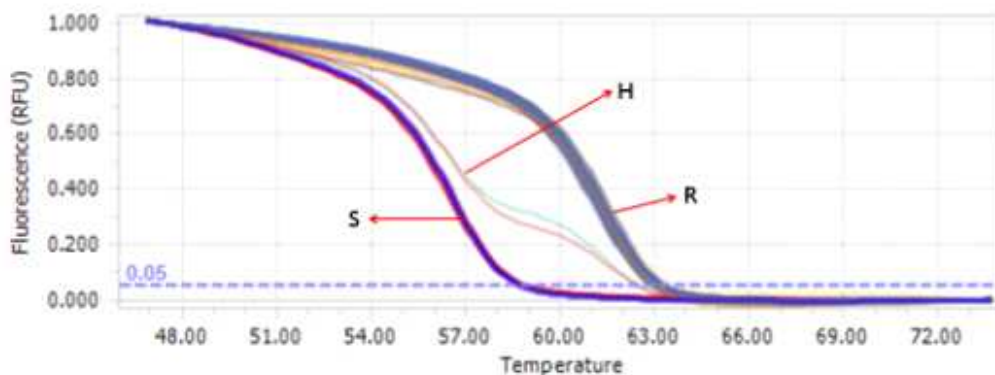


그림 67. FOM2에 대한 HRM curve profiles. S: susceptible, R: resistant, H: heterozygous

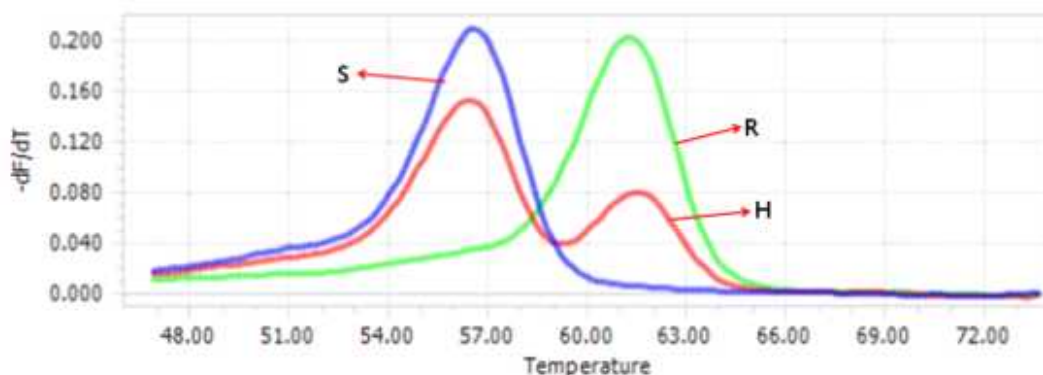


그림 68. FOM2에 대한 melting peaks. S: susceptible, R: resistant, H: heterozygous

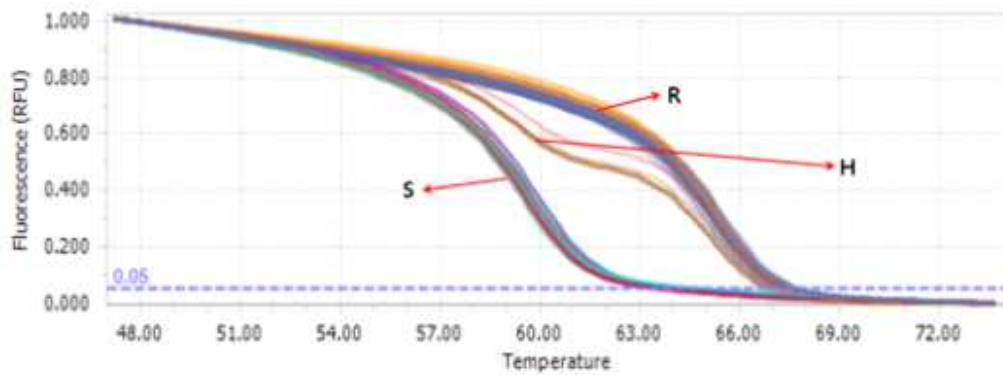


그림 69. Mnsv에 대한 HRM curve profiles. S: susceptible, R: resistant, H: heterozygous

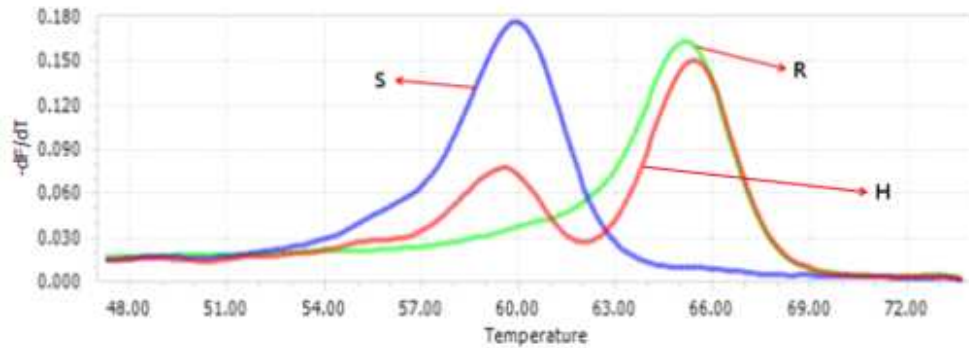


그림 70. Mnsv에 대한 melting peaks. S: susceptible, R: resistant, H: heterozygous

표 75. 아시아종묘 결과 표-FOM2 및 Mnsv

Acc. no.	Line. no.	Genotype		Acc. no.	Line. no.	Genotype	
		FOM2	Mnsv			FOM2	Mnsv
1	2201-1	R	R	31	2223-1	S	R
2	2201-2	R	R	32	2224-2	R	-
3	2201-3	R	R	33	2225-2	H	R
4	2202-1	R	R	34	2226-1	R	S
5	2203-4	R	R	35	2227-1	R	-
6	2204-1	R	R	36	2228-2	R	R
7	2205-1	R	R	37	2229-1	R	R
8	2205-2	R	R	38	2230-1	H	R
9	2205-3	R	R	39	2232-1	H	H
10	2206-2	R	R	40	2232-2	H	H
11	2207-1	R	R	41	2232-3	H	H
12	2208-1	R	R	42	2233-1	H	H
13	2209-1	H	R	43	2233-2	S	H
14	2210-1	H	-	44	2233-3	H	H

15	2211-2	R	R	45	2234-1	R	S
16	2212-2	R	R	46	2234-2	R	S
17	2213-1	S	S	47	2235-1	R	R
18	2213-2	S	S	48	2235-2	R	R
19	2213-3	S	S	49	2235-3	R	R
20	2214-3	S	S	50	2236-1	R	R
21	2215-2	S	S	51	2236-2	H	R
22	2216-1	R	R	52	2236-3	R	R
23	2217-2	R	-	53	2237-1	R	H
24	2218-2	S	H	54	2237-2	R	H
25	2219-1	H	R	55	2237-3	R	H
26	2219-2	H	R	56	2238-1	S	R
27	2219-3	H	R	57	2238-2	S	R
28	2220-1	R	R	58	2238-3	S	R
29	2221-1	S	R	59	2239-32	H	R
30	2222-2	R	S	60	2240-1	R	R

표 76. 동부팜 한농 결과 표-FOM2 및 Mnsv

Acc. no.	Line. no.	Genotype		Acc. no.	Line. no.	Genotype	
		FOM2	Mnsv			FOM2	Mnsv
1	1	R	S	31	31	R	S
2	2	R	R	32	32	R	-
3	3	R	R	33	33	R	S
4	4	R	R	34	34	R	S
5	5	R	S	35	35	R	S
6	6	R	R	36	36	R	S
7	8	R	R	37	38	R	S
8	9	R	R	38	39	R	S
9	10	R	S	39	40	R	S
10	11	R	R	40	41	R	S
11	12	R	R	41	42	R	S
12	13	S	R	42	43	R	S
13	14	R	R	43	44	R	S
14	15	S	R	44	45	R	S
15	16	R	R	45	46	R	S
16	17	R	R	46	47	S	S
17	18	S	R	47	48	R	S
18	19	H	R	48	49	R	S
19	20	S	S	49	50	R	R
20	21	R	S	50	51	R	R
21	22	R	S	51	52	R	R
22	23	R	S	52	53	R	R

23	24	R	S	53	54	R	R
24	25	R	S	54	55	R	S
25	26	R	S	55	56	R	S
26	27	R	S	56	57	R	S
27	28	R	S	57	58	S	S
28	29	R	S	58	59	S	S
29	30	R	S	59	60	R	S
30	30	R	S	60	61	R	R

2) 새로운 MNSV 마커 개발

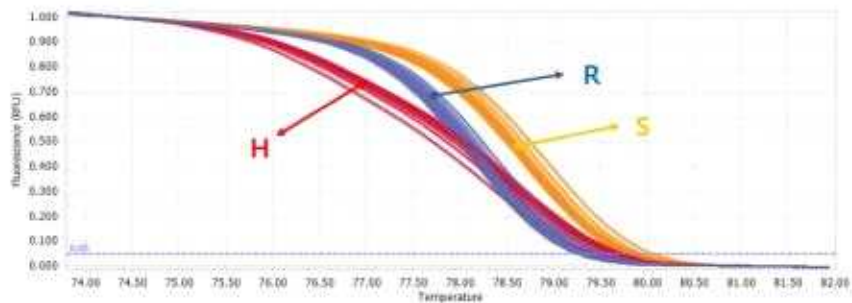
기존 본 연구실에서 보유하고 있던 MNSV 진단용 마커는 특이적 probe를 제작해야 함으로써 제작 비용이 많이 소비되는 단점이 있었다. 따라서 경제적이며 특이적 probe를 제작하지 않아도 되는 SNP 마커를 개발하여 HRM을 수행하였다. HRM 수행 방법으로는 DNA 5 μ g에 MNSV 저항성 및 이병성 품종 판별용 프라이머 (5pM), 25mM MgCl₂ 및 2 \times 반응용액(High resolution melting master mix[®])을 각각 넣고 최종 부피가 20 μ l가 되도록 증류수를 첨가한 다음 Lightcycler(Lightcycler 480[®] Roche Diagnostics, Penzberg, Germany)를 사용하여 아래의 표 1에 나타난 조건으로 HRM (high resolution melting) 분석을 수행하였다. 그 결과 그림 2에서 보여지는 것과 같이 저항성(R), 이병성(S) 및 헤테로(H) 간에 melting curve 및 melting peak에 있어 차이를 나타내어 쉽게 구분 가능하였다.

개발된 MNSV 마커의 효율성을 확인하기 위하여 현재 시중에 시판 되고 있는 MNSV 마커와 본 연구실에서 개발한 MNSV 마커를 이용하여 결과를 비교하였다. 재료로는 시판 중인 멜론 품종을 이용하였으며 농우바이오 15품종, 동부팜 한농 6품종, 신젠타 3품종, 제농 3품종 총 27품종을 구입하여 실험을 수행하였다. 그 결과 표 77에서 보여지는 것과 같이 시중에 시판되고 있는 MNSV 마커와 본 연구실에서 개발한 마커의 결과는 동일하였다. 따라서 본 연구실에서 개발된 특이적 probe가 필요 없는 마커는 매우 실용성이 높다는 것을 확인하였다.

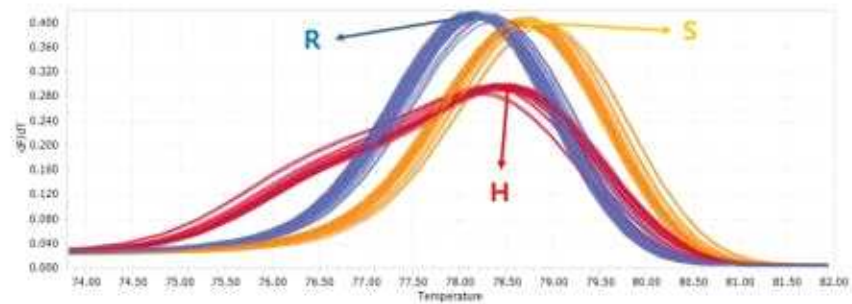
이렇게 개발된 MNSV 마커를 이용하여 J 종묘회사로부터 의뢰 받은 292개의 시료들의 MNSV에 대한 저항성 및 이병성을 확인 하였다. 그 결과 저항성, 이병성, 헤테로 개체를 명확히 구분하는 결과를 얻었으며(표 77), 이 결과는 J 종묘회사에 송부하여 MNSV 마커 결과와 종묘회사의 육종 현장에서 얻은 결과를 비교 분석한 결과 본 연구실에서 개발된 MNSV 마커의 효율성이 매우 좋다는 결과를 얻었다.

표 77. HRM (high resolution melting) 조건

Target(°C)	Acquisition mode	Hold(hh:mm:ss)	
95	None	0:10:00	1Cycles
Amplification			
95	None	0:00:10	45Cycles
58	Single	0:00:15	
72	None	0:00:15	
Melting Curve			
95	None	0:01:00	1Cycles
40	None	0:02:00	
95	Continuous(5R/°C)	0:00:01	



Normalized Melting Curves



Normalized Melting Peaks

그림 71. MNSV 저항성 및 이병성 판별용 프라이머를 이용하여 HRM (high resolution melting)을 수행한 melting curve 및 melting peak

표 78. 시판 중인 MNSV 마커 및 개발된 마커의 결과 비교

Acc. no.	Line. no.	Company.	Genotype	LAP
			Mnsv	Mnsv
1	해피니스	농우바이오	R	R
2	샤브르	농우바이오	-	R
3	얼스텔런트	농우바이오	R	R
4	얼스킹스타	농우바이오	H	H
5	얼스임팩트	농우바이오	R	R
6	얼스프렌드	농우바이오	R	R
7	엘로우션	농우바이오	S	S
8	설향	농우바이오	S	S
9	얼스릭서리	농우바이오	R	R
10	텔런트	농우바이오	R	R
11	달마시안	농우바이오	H	H
12	얼스윈저	농우바이오	R	R
13	얼스대보름	농우바이오	R	R
14	얼스스트롱	농우바이오	R	R
15	sweet lady	농우바이오	S	S
16	얼스대박	동부팜	R	R
17	킹스대박	동부팜	R	R
18	세지OK	동부팜	R	R
19	2182	동부팜	H	H
20	얼스베타리치	동부팜	R	R
21	히어로	동부팜	R	R
22	얼스나이트소순반수	사카타	H	H
23	얼스엘리트	신젠타	R	R
24	얼스엘리제	신젠타	R	-
25	얼스타미나	제농	R	R
26	얼스엘리자베스	제농	R	R
27	얼스다빈치	제농	R	R

7. 멜론 흰가루병 저항성 관련 마커 개발을 위한 정보 획득 및 분자 마커를 이용한 멜론 흰가루병 race 1 저항성 검정

1) 멜론 흰가루병 저항성 관련 마커 개발을 위한 정보 획득 및 마커 개발

멜론 흰가루병 저항성 마커를 개발하기 위하여 멜론과 참외 데이터 베이스 및 SCAR 마커 정보 등을 수집하여 프라이머를 제작한 후 각각의 race들에 대하여 저항성 및 이병성을 나타내는 판별계통을 재료로 하여 제작된 프라이머의 실효성을 검토하였다. 제작된 프라이머를 이용하여 PCR을 수행한 후 증폭산물을 확인 하였다. 그 결과 SNUR-5번에서 1157, 1158, 1162, 1164, 1165 판별계통은 PCR 증폭이 이루어지지 않았으며, 나머지 계통에서는 PCR 증폭 산물을 확인할 수 있었다. 또한 SNUR-3번 프라이머를 이용하여 PCR 증폭시킨 후 증폭 증폭산물을 제한효소 처리하여 확인한 결과 다형성을 나타내었다. 이들 다형성을 1159번 판별계통을 제외하고 1157, 1158, 1162, 1164, 1165 판별계통이 동일 그룹으로 속하였으며 1151, 1153, 1154, 1155, 1160, 1163 판별계통이 동일 그룹에 속하였다(그림 72).

이 결과는 SNUR-5번 프라이머를 이용한 결과와 동일하였다. 이들 결과들과 표 72의 결과를 이용하여 각각의 race들에 대한 특이성을 분석한 결과 각각의 race들에 대한 특이성을 찾을 수 없었다. 현재 각각의 race를 구별할 수 있는 마커를 개발하기 위하여 4개의 판별계통 1154, 1162, 1163, 1165을 재료로 이용하여 re-sequencing을 수행하였으며, 각각의 계통 및 계통간 데이터 비교 분석을 통하여 대량의 SNP, SSR 및 InDel 정보를 확보하였다.

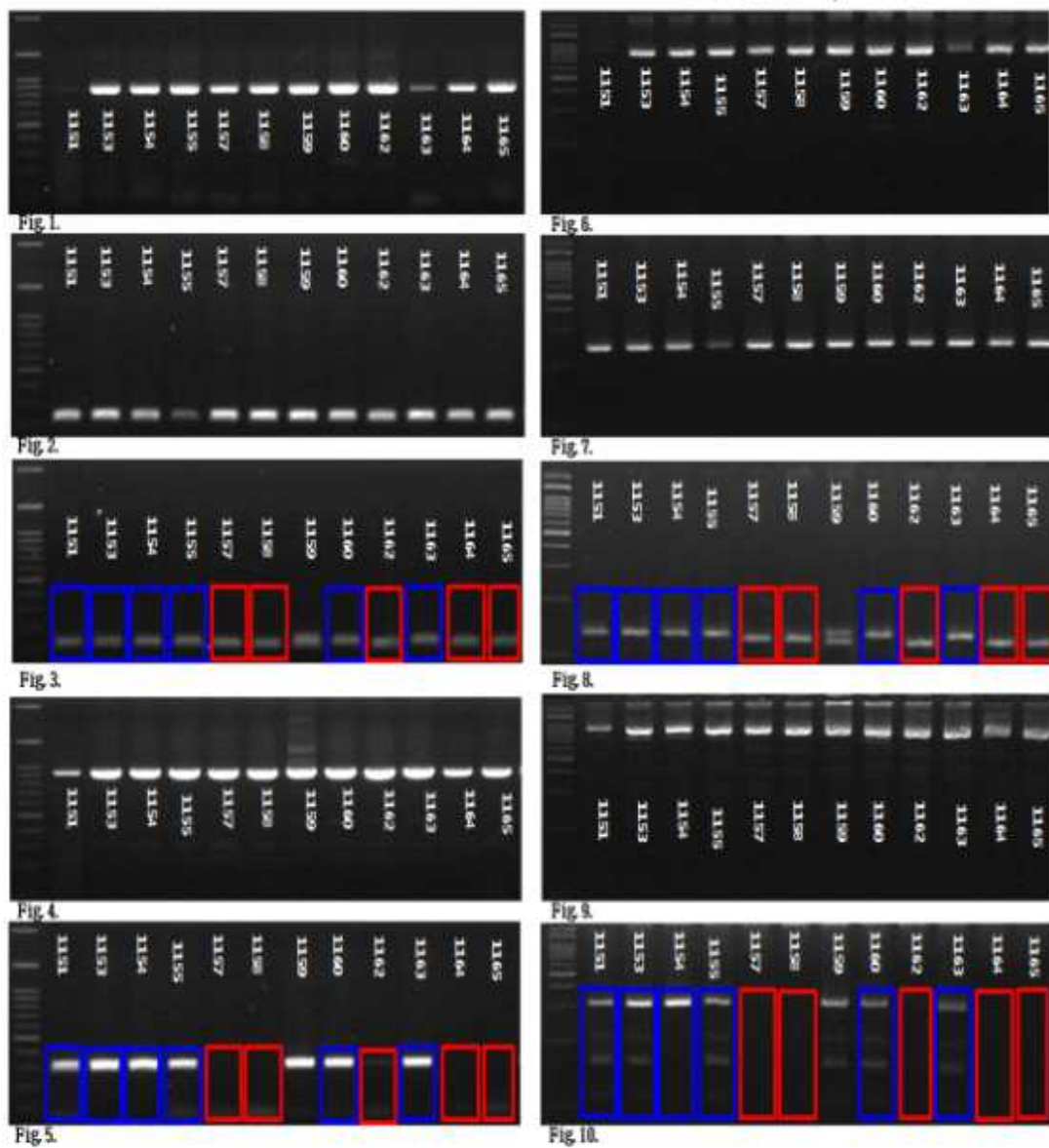


그림 72. 판별계통 별 유전자 증폭 결과 및 판별계통 별 제한효소 처리 결과

멜론 흰가루병 race 1, race A, race S, race N2는 동일 염색체상에 위치하고 있으며, 이들 race들은 같은 QTL 영역내에 위치하고 있다. 따라서 이들 race들의 저항성 마커를 개발하기 위하여, 멜론과 참외 데이터 베이스 및 SCAR 마커 정보, re-sequencing data 등을 이용하여 QTL내의 유전체 정보들을 이용하여 프라이머를 제작한 후 각각의 race들에 대하여 저항성 및 이병성을

나타내는 판별계통을 재료로 하여 제작된 프라이머를 이용하여 PCR을 수행하였다. 각각의 저항성 및 이병성 계통을 이용한 PCR 증폭산물들은 DNA 염기를 분석하기 위하여 cloning 및 sequencing하였다. 그 결과 8번 프라이머를 이용하여 증폭된 저항성 계통 및 이병성 계통간 PCR 산물의 염기 비교에서 2개의 SNP 및 이병성 계통에서 4 bp의 InDel이 관찰되었다(그림 73). 120번 프라이머를 이용하여 증폭된 PCR 산물의 염기 비교에서 역시 2 bp의 InDel이 관찰되었다(그림 74). 또한 63번 프라이머를 이용하여 증폭된 PCR 산물의 염기 비교에서 역시 44 bp의 InDel이 관찰되었다(그림 75).

또한 race 2와 race 5 역시 동일 염색체상에 위치하고 있으며 이들 race들도 같은 QTL 영역내에 위치하고 있다. 따라서 이들 race들의 저항성 마커를 개발하기 위하여, 멜론과 참외 데이터 베이스 및 SCAR 마커 정보, re-sequencing data 등을 이용하여 QTL내의 유전체 정보들을 확보한 후 이들 영역내에서 1 kb 정도로 증폭될수 있도록 프라이머를 제작한 후 각각의 race들에 대하여 저항성 및 이병성을 나타내는 판별계통을 재료로 하여 제작된 프라이머를 이용하여 PCR을 수행하였다. 각각의 저항성 및 이병성 계통을 이용한 PCR 증폭산물들은 DNA 염기를 분석하기 위하여 cloning 및 sequencing하였다. 그 결과 PM1 프라이머를 이용하여 증폭된 염기 분석에 있어서 1개의 SNP 영역이 관찰되었지만 의미없는 SNP 였다(그림 76). 그러나 PM4 프라이머를 이용하여 증폭된 PCR 산물의 염기 비교에서 역시 2 bp의 InDel이 관찰되었다(그림 77).

```

1-8 #53-S GAATTCGCCCTTAATGGAAAAGGGAAGTGCAAGGGCATGAAGAGTGAGAGAGAGAGAGAG
1-8 #54-S GAATTCGCCCTTAATGGAAAAGGGAAGTGCAAGGGCATGAAGAGTGAGAGAGAGAGAGAG
1-8 #64-R GAATTCGCCCTTAATGGAAAAGGGAAGTGCAAGGGCATGAAGAGTGAGAGAGAGAGAGAG
1-8 #65-R GAATTCGCCCTTAATGGAAAAGGGAAGTGCAAGGGCATGAAGAGTGAGAGAGAGAGAGAG
*****

1-8 #53-S AGAGAAAGA----GAGAGAGAGAGAGAGAGGGAAAGTGC GCGCGGAAAAAGTGAAAAAGG
1-8 #54-S AGAGAAAGA----GAGAGAGAGAGAGAGAGGGAAAGTGC GCGCGGAAAAAGTGAAAAAGG
1-8 #64-R AGAGAGAAAGAGAGAGAGAGAGAGAGAGAGAGGGAAAGTGC GCGCGGAAAAAGTGAAAAAGG
1-8 #65-R AGAGAGAAAGAGAGAGAGAGAGAGAGAGAGAGGGAAAGTGC GCGCGGAAAAAGTGAAAAAGG
*****

1-8 #53-S GCGAATTC
1-8 #54-S GCGAATTC
1-8 #64-R GCGAATTC
1-8 #65-R GCGAATTC
*****

```

그림 73. 8번 프라이머를 이용한 멜론 흰가루병 저항성 및 이병성 계통간 염기 비교

```

1-120-#53-S GAATTCGCCCTTCTGGCCCCCTCCTAAACTAAACACAGACGTCTCAGAACTGCACGACTT
1-120-#65-R GAATTCGCCCTTCTGGCCCCCTCCTAAACTAAACACAGACGTCTCAGAACTGCACGACTT
*****

1-120-#53-S TCGTGCAAAGGCTTTCAGCTTGCTCTCTATTGCTGGGGTCTCTGGCTTCTGCCAGTTCT
1-120-#65-R TCGTGCAAAGGCTTTCAGCTTGCTCTCTATTGCTGGGGTCTCTGGCTTCTGCCAGTTCT
*****

```

1-120-#53-S CTCTCTCTCTCTCT--CTCTCTCTCTCTCTTAAAAGTTAAAATCAACCATTTTGATGCTT
 1-120-#65-R CTCTCTCTCTCTCTCTCTCTCTCTCTCTCTCTTAAAAGTTAAAATCAACCATTTTGATGCTT

1-120-#53-S TTTGAAGGGCGAATTC
 1-120-#65-R TTTGAAGGGCGAATTC

그림 74. 120번 프라이머를 이용한 멜론 흰가루병 저항성 및 이병성 계통간 염기 비교

63-53-S GAATTCGCCCTTTTAAAGAAAGAGAGAGAGCAATGATTAATATTTGCTTATTATTTT 60
 63-58-R GAATTCGCCCTTTTAAAGAAAGAGAGAGAGCAATGATTAATATTTGCTTATTATTTT 60

63-53-S TTGTTCTTATTTCTTTAGTCTCTTATAATTATTTATTTATTATCTTGTGATAGTTTTATT 120
 63-58-R TTGTTCTTATTTCTTTAGTCTCTTATAATTATTTATTTATTATCTTGTGATAGTTTTATT 120

63-53-S TATTTATTTCTTCATATGTTGTTATCTTTTATTTATTTATTATCATGTTTTCCCTTTATT 180
 63-58-R TATTTATTTCTTCATATGTTGTTATCTTTTATTTATTTATTATCATGTTTTCCCTTTATT 180

63-53-S AATTTATTCTTAATTTTTATTCTTTATATATATATATATATA----- 224
 63-58-R AATTTATTCTTAATTTTTATTCTTTATATATATATATATATATATATATATATATATA 240

63-53-S -----ATTAGCATTTTTATTTATTTAATATTTTTTCTC 256
 63-58-R TATATATATATATATATATATATAAATTAGCATTTTTATTTATTTAATATTTTTTCTC 300

63-53-S ATCTTTATTATTGCTTCCTTAATATGTTCTTGACTAAGGGCGAATTC 303
 63-58-R ATCTTTATTATTGCTTCCTTAATATGTTCTTGACTAAGGGCGAATTC 347

그림 75. 63번 프라이머를 이용한 멜론 흰가루병 저항성 및 이병성 계통간 염기 비교

PM1-53- -----GAGACTATGTAGTGATATGTGAGAGATGAATAGTTT 36
 PM1-54- -----GAGACTATGTAGTGATATGTGAGAGATGAATAGTTT 36
 PM1-64- GAATTCGCCCTTGGCACTTCAAACGAGACTATGTAGTGATATGTGAGAGATGAATAGTTT 60
 PM1-65- GAATTCGCCCTTGGCACTTCAAACGAGACTATGTAGTGATATGTGAGAGATGAATAGTTT 60

PM1-53- AGTGCAAAAACAACATTTGAACAAAATTTCCAACCTTCATATTGGATTGCTCCACTAAGTA 96
 PM1-54- AGTGCAAAAACAACATTTGAACAAAATTTCCAACCTTCATATTGGATTGCTCCACTAAGTA 96
 PM1-64- AGTGCAAAAACAACATTTGAACAAAATTTCCAACCTTCATATTGGATTGCTCCACTAAGTA 120
 PM1-65- AGTGCAAAAACAACATTTGAACAAAATTTCCAACCTTCATATTGGATTGCTCCACTAAGTA 120

PM1-53- ATGTTTATCTCCTATTTTGTTAAATTATGCAACCGATCCTTAAATTTCTTCAAACACAG 156
 PM1-54- ATGTTTATCTCCTATTTTGTTAAATTATGCAACCGATCCTTAAATTTCTTCAAACACAG 156
 PM1-64- ATGTTTATCTCCTATTTTGTTAAATTATGCAACCGATCCTTAAATTTCTTCAAACACAG 180
 PM1-65- ATGTTTATCTCCTATTTTGTTAAATTATGCAACCGATCCTTAAATTTCTTCAAACACAG 180

PM1-53- AAGAGTGATGGCCAAGTACTTATATGACTTCCTTTTGGAGTAAATATCATCTTCTTTCAA 216
 PM1-54- AAGAGTGATGGCCAAGTACTTATATGACTTCCTTTTGGAGTAAATATCATCTTCTTTCAA 216
 PM1-64- AAGAGTGATGGCCAAGTACTTATATGACTTCCTTTTGGAGTAAATATCATCTTCTTTCAA 240
 PM1-65- AAGAGTGATGGCCAAGTACTTATATGACTTCCTTTTGGAGTAAATATCATCTTCTTTCAA 240

PM1-53- CTTCTTAACTTCTTGGTTGTGACTTGTGGTTGAATATACTCAAACGTTTAAATTTTGAT 276
 PM1-54- CTTCTTAACTTCTTGGTTGTGACTTGTGGTTGAATATACTCAAACGTTTAAATTTTGAT 276

PM1-64-	CTTCTTAACCTCTTGGTTGTGACTTGTGGTTGAATATACTCAAACGTTTAAATTTTGT	300
PM1-65-	CTTCTTAACCTCTTGGTTGTGACTTGTGGTTGAATATACTCAAACGTTTAAATTTTGT	300

PM1-53-	CACTATTCTTATTTGTTAACCAGTATAGTCCTCCTGCACACAAAGTTGTAATATAGAAGT	336
PM1-54-	CACTATTCTTATTTGTTAACCAGTATAGTCCTCCTGCACACAAAGTTGTAATATAGAAGT	336
PM1-64-	CACTATTCTTATTTGTTAACCAGTATAGTCCTCCTGCACACAAAGTTGTAATATAGAAGT	360
PM1-65-	CACTATTCTTATTTGTTAACCAGTATAGTCCTCCTGCACACAAAGTTGTAATATAGAAGT	360

PM1-53-	GGAGAAAGAGAGGGAAAGATGTCTATGACTGAATTCTTGACTTGTTCAATCTATAAACAG	396
PM1-54-	GGAGAAAGAGAGGGAAAGATGTCTATGACTGAATTCTTGACTTGTTCAATCTATAAACAG	396
PM1-64-	GGAGAAAGAGAGGGAAAGATGTCTATGACTGAATTCTTGACTTGTTCAATCTATAAACAG	420
PM1-65-	GGAGAAAGAGAGGGAAAGATGTCTATGACTGAATTCTTGACTTGTTCAATCTATAAACAG	420

PM1-53-	TGTCCATATCGTAACTTTGGAAATGTTTCCTTATTTCACTTCGCATGCCGTCCAGCCATA	456
PM1-54-	TGTCCATATCGTAACTTTGGAAATGTTTCCTTATTTCACTTCGCATGCCGTCCAGCCATA	456
PM1-64-	TGTCCATATCGTAACTTTGGAAATGTTTCCTTATTTCACTTCGCATGCCGTCCAGCCATA	480
PM1-65-	TGTCCATATCGTAACTTTGGAAATGTTTCCTTATTTCACTTCGCATGCCGTCCAGCCATA	480

PM1-53-	TCCTGAGAAAGGTAGAGCTAGAAGCTATTGATGCGAAGCAAATGAGAGCTTGACAAAAAG	516
PM1-54-	TCCTGAGAAAGGTAGAGCTAGAAGCTATTGATGCGAAGCAAATGAGAGCTTGACAAAAAG	516
PM1-64-	TCCTGAGAAAGGTAGAGCTAGAAGCTATTGATGCGAAGCAAATGAGAGCTTGACAAAAAG	540
PM1-65-	TCCTGAGAAAGGTAGAGCTAGAAGCTATTGATGCGAAGCAAATGAGAGCTTGACAAAAAG	540

PM1-53-	GAAAAGATAAGAAAAGAAACGAATGGAATATAACAAGATGGAATGATTGTGATTCGGTA	576
PM1-54-	GAAAAGATAAGAAAAGAAACGAATGGAATATAACAAGATGGAATGATTGTGATTCGGTA	576
PM1-64-	GAAAAGATAAGAAAAGAAACGAATGGAATATAACAAGATGGAATGATTGTGATTCGGTA	600
PM1-65-	GAAAAGATAAGAAAAGAAACGAATGGAATATAACAAGATGGAATGATTGTGATTCGGTA	600

PM1-53-	GCGAGCAAACCTGGCTATGACAGAGCTTGTGCCATTATCGAGCGGTGAGACAACTGTTGTT	636
PM1-54-	GCGAGCAAACCTGGCTATGACAGAGCTTGTGCCATTATCGAGCGGTGAGACAACTGTTGTT	636
PM1-64-	GCGAGCAAACCTGGCTATGACAGAGCTTGTGCCATTATCGAGCGGTGAGACAACTGTTGTT	660
PM1-65-	GCGAGCAAACCTGGCTATGACAGAGCTTGTGCCATTATCGAGCGGTGAGACAACTGTTGTT	660

PM1-53-	CATAAAGCTCTCGGAAAATTTGGTATTTAGCATCATGGTATAGCTTCACCTTTGGATCTT	696
PM1-54-	CATAAAGCTCTCGGAAAATTTGGTATTTAGCATCATGGTATAGCTTCACCTTTGGATCTT	696
PM1-64-	CATAAAGCTCTCGGAAAATTTGGTATTTAGCATCATGGTATAGCTTCACCTTTGGATCTT	720
PM1-65-	CATAAAGCTCTCGGAAAATTTGGTATTTAGCATCATGGTATAGCTTCACCTTTGGATCTT	720

PM1-53-	TAGATGGATAAATCACCTGCCAATTGAAGCAAAAATTTAATGGTTGACTTGACAGTAAT	756
PM1-54-	TAGATGGATAAATCACCTGCCAATTGAAGCAAAAATTTAATGGTTGACTTGACAGTAAT	756
PM1-64-	TAGATGGATAAATCACCTGCCAATTGAAGCAAAAATTTAATGGTTGACTTGACAGTAAT	780
PM1-65-	TAGATGGATAAATCACCTGCCAATTGAAGCAAAAATTTAATGGTTGACTTGACAGTAAT	780

PM1-53-	CCATTTAGTACTTATTCAATGG-----	778
PM1-54-	CCATTTAGTACTTATTCAATGG-----	778
PM1-64-	CCATTTAGTACTTATTCAATGGTCTATGTTCAAGAGGATTCAACTATTTTCCTTGCTTAT	840
PM1-65-	CCATTTAGTACTTATTCAATGGTCTATGTTCAAGAGGATTCAACTATTTTCCTTGCTTAT	840

PM1-53-	-----	
PM1-54-	-----	
PM1-64-	TCTGTGAATGAAAGAAAATAAACTAGGCTGACTGAGATCACGAGAAAAGAGGAAAAAGAA	900
PM1-65-	TCTGTGAATGAAAGAAAATAAACTAGGCTGACTGAGATCACGAGAAAAGAGGAAAAAGAA	900

PM1-53-	-----	
PM1-54-	-----	
PM1-64-	CAATTTGATGCATACTTGACCAGCAAGGGCGAATTC	936
PM1-65-	CAATTTGATGCATACTTGACCAGCAAGGGCGAATTC	936

그림 76. PM 1 프라이머를 이용한 멜론 흰가루병 저항성 및 이병성 계통간 염기 비교

PM4-54	GAATTCGCCCTTACGTTACAAACCAACTCTATATGAAATCCAATAACAAATGCAACTTGA	60
PM4-64	GAATTCGCCCTTACGTTACAAACCAACTCTATATGAAATCCAATAACAAATGCAACTTGA	60

PM4-54	CAAGTATGTCGCTAAGACATGTTCAAGCATTTCACCTGCATGCAGATATATTTACAATA	120
PM4-64	CAAGTATGTCGCTAAGACATGTTCAAGCATTTCACCTGCATGCAGATATATTTACAATA	120

PM4-54	CACAACTCAACTCGTAACAACCTAACCACTAGTTGCAAGTGTGTTAAAAACAAGACTG	180
PM4-64	CACAACTCAACTCGTAACAACCTAACCACTAGTTGCAAGTGTGTTAAAAACAAGACTG	180

PM4-54	GTACAACAGACTAGCGACAACAAGTCAAGCTCGGGAGTCATGATCTCTTCCAAGAAAGTG	240
PM4-64	GTACAACAGACTAGCGACAACAAGTCAAGCTCGGGAGTCATGATCTCTTCCAAGAAAGTG	240

PM4-54	GAATTTATCGAAATCTTTAGCCTTCAAACCTATATTATCAATCTTATTTTTAAGTATATAT	300
PM4-64	GAATTTATCGAAATCTTTAGCCTTCAAACCTATATTATCAATCTTATTTTTAAGTATATAT	300

PM4-54	ATATATATATATATATATATGAGTGGATCTAGATAACGATCTAGATAGTATTGTTTGAAT	360
PM4-64	ATATATATATATATATAT--GAGTGGATCTAGATAACGATCTAGATAGTATTGTTTGAAT	358

PM4-54	GTCTTTGATAATATTTAACGAATAGATATCATATTTTATTATATATCAACTAATAGAAAA	420
PM4-64	GTCTTTGATAATATTTAACGAATAGATATCATATTTTATTATATATCAACTAATAGAAAA	418

PM4-54	AATATCAACCAATTGCTAATTCAAGTAAACACCATTTGAAAAACTATAATCAAACTTT	480
PM4-64	AATATCAACCAATTGCTAATTCAAGTAAACACCATTTGAAAAACTATAATCAAACTTT	478

PM4-54	AGAGGACAGTTAAATCAATTTCAAACCTTAGATAACCATACATTGTTAATTACTCAAAAT	540
PM4-64	AGAGGACAGTTAAATCAATTTCAAACCTTAGATAACCATACATTGTTAATTACTCAAAAT	538

PM4-54	TTGTTAATATAGTATGTTAGAACAAAACCTACCTAAAAACAATGGATATGTATAAAT	600
PM4-64	TTGTTAATATAGTATGTTAGAACAAAACCTACCTAAAAACAATGGATATGTATAAAT	598

PM4-54	TAGTTAGTGATTCTAAGAGTATCGTTCACCTAATATATAATCAAACCTAATAATTTTTATAA	660
PM4-64	TAGTTAGTGATTCTAAGAGTATCGTTCACCTAATATATAATCAAACCTAATAATTTTTATAA	658

PM4-54	TTACAGTGAATTCATATTTATTTATAAAAACCTTTAAAAACATTATTGCAAAATTATCCACA	720
PM4-64	TTACAGTGAATTCATATTTATTTATAAAAACCTTTAAAAACATTATTGCAAAATTATCCACA	718

PM4-54	AACTAACCCAAGAAAATTGAAAAATTAATAATGCTGTGTTTATTTTTCTAAAGGGCGAAT	780
PM4-53	AACTAACCCAAGAAAATTGAAAAATTAATAATGCTGTGTTTATTTTTCTAAAGGGCGAAT	778
PM4-64	AACTAACCCAAGAAAATTGAAAAATTAATAATGCTGTGTTTATTTTTCTAAAGGGCGAAT	778

PM4-54	TC 782	
PM4-64	TC 780	
**		

그림 77. PM 4 프라이머를 이용한 멜론 흰가루병 저항성 및 이병성 계통간 염기 비교

2) 분자 마커를 이용한 국내 시판 멜론 품종의 멜론 흰가루병 race 1 저항성 검정
국내 시판 15품종에 대하여 본 연구실에서 개발된 흰가루병 race 1 저항성 관련 DNA 마

커 KPMR1M-1 및 KPMR1M-2를 이용하여 표현형과 일치하는 지를 확인하였다. DNA 마커 KPMR1M-1는 흰가루병 race 1에 이병성 계통인 SCNU-M-1154에서 100 bp의 단편이 검출되었으며, 저항성 계통인 SCNU-M-1159에서는 102 bp의 단편이 검출되었다. 또한 DNA 마커 KPMR1M-2에서는 SCNU-M-1154에서 172 bp의 단편이 검출되었으며, SCNU-M-1159에서는 174 bp의 단편이 검출되었다.(그림 78) 접종 실험 결과 15 품종 중 흰가루병 race 1에 이병성을 나타낸 5 품종은 이병성 계통 SCNU-M-1154과 동일하게 DNA 마커 KPMR1M-1 및 KPMR1M-2에서 이병성 특이적인 단편 100 bp와 172 bp만이 각각 검출되었다. 그러나 race 1에 대하여 저항성을 나타낸 9 품종은 저항성 계통 SCNU-M-1159의 특이적인 단편 102 bp, 174 bp 뿐만 아니라 이병성 계통/품종에서 검출된 100 bp와 172 bp도 함께 검출되었다(표 79). 멜론 흰가루병 race 1은 단일우성으로 유전하므로, 9 품종에 대한 저항성 및 이병성의 유전자형이 헤테로로 존재하더라도 멜론 흰가루병에 대한 표현형은 저항성을 나타내게 되므로 흰가루병균 접종 결과와 DNA 마커 검정 결과는 정확히 일치하였다. 따라서, 이 2개의 DNA 마커는 국내에서 광범위하게 발병하고 있다고 알려진 흰가루병 race 1 저항성 계통 육성에 매우 유용하게 활용될 것으로 기대된다. 멜론 흰가루병균 race는 28종 정도가 보고되어 있으며, SSR, AFLP, CAPS, dCAPS 등의 공우성 및 우성 분자마커, 5종의 race 에 대한 저항성 계통을 이용한 연관지도 작성 및 QTL 분석에 의한 race 1, 3, N1이 LG II, race 1, 2, 5가 LG V, race 1, 5, N1이 LG XII에 저항성 QTL이 위치한다고 보고되었다. 그러나 국내에서 채집한 균 중 기존에 보고된 race N2(SN102) 및 race A(YA141)에 대한 연구결과는 아직 보고되어 있지 않으므로 이들 2종의 race 및 새롭게 동정된 2종의 new race (BN968, DH487)에 대한 분자마커 개발 연구가 필요하다고 판단된다. 특히 국내시판 15개 품종 중 새롭게 동정된 멜론 흰가루병 race BN968(new race 1)에 대하여 모두 이병성을 나타내었다. 따라서 이 race에 대한 저항성 소재 탐색 및 분자마커의 개발이 매우 시급하다고 생각된다.

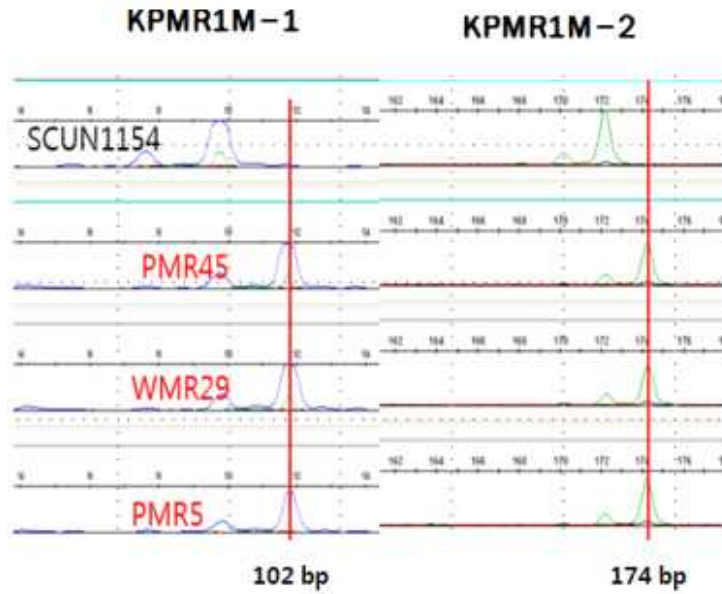


그림 78. 흰가루병 race1에 대한 이병성/저항성 구분마커

표 79. 멜론의 2계통 및 15품종에 대한 멜론 흰가루병 race 1의 저항성 및 이병성 반응에 대한 분자표지의 증폭 크기

Company	Cultigen	Heterogeneity of marker		Race of <i>P. xanthii</i>
		KPMR1M-1	KPMR1M-2	Race 1(CN582)
Genetic resource	SCNU-M-1154	100/100 ^Z	172/172	S ^y
	SCNU-M-1159	102/102	174/174	R
A	a	100/102	172/172	R
	b	100/102	172/174	R
	c	100/100	172/172	S
	d	100/100	172/172	S
	e	100/102	172/174	R
	f	100/100	172/172	S
	g	100/100	172/172	S
	h	100/102	172/172	R
B	i	100/100	172/174	I
	j	100/102	172/174	R
	k	100/102	172/174	R
	l	100/102	172/174	R
	m	100/102	172/174	R
	n	100/102	172/174	R
	o	100/100	172/172	S

^ZAmplification fragment size (bp), ^yS: susceptibility, I: intermediated, R: resistance

Line	KPMR1M-1		KPMR1M-2		인자형	Line	KPMR1M-1		KPMR1M-2		인자형
1	96		162	176	H	48	96		162		S
2	96			176	R	49	96		162	176	H
3	96			176	R	50	96			176	R
4	96		162	176	H	51	96			176	R
5	96		162	176	H	52	96		162		S
6	96		162	176	H	53	96			176	R
7	96		162		S	54	96		162		S
8	96		162	176	H	55	96		162		S
9	96		162	176	H	56	96			176	R
10	96			176	R	57	96		162	176	H
11	96			176	R	58	96		162	176	H
12	96		162	176	H	59	96		162		S
13	96		162		S	60	96		162		S
14	96		162	176	H	61	96		162	176	H
15	96		162	176	H	62	96		162		S
16	96			176	R	63	96		162		S
17	96			176	R	64	96			176	R
18	96		162	176	H	65	96		162	176	H
19	96			176	R	66	96		162		S
20	96		162	176	H	67	96		162		S
21	96		162		S	68	96		162	176	H
22	96		162	176	H	69	96		162	176	H
23	96		162	176	H	70	96		162	176	H
24	96		162		S	71	96			176	R
25	96		162	176	H	72	96			176	R
26	96		162	176	H	73	96		162	176	H
27	96		162	176	H	74	96		162	176	H
28	96		162	176	H	75	96			176	R
29	96		162		S	76	96		162	176	H
30	96		162	176	H	77	96		162	176	H
31	96			176	R	78	96		162	176	H
32	96			176	R	79	96			176	R
33	96		162		S	80	96		162	176	H
34	96		162		S	81	96		162	176	H
35	96			176	R	82	96		162	176	H
36	96			176	R	83	96		162	176	H
37	96		162		S	84	96		162		S
38	96		162		S	85	96		162		S
39	96			176	R	86	96		162	176	H
40	96		162	176	H	87	96		162		S
41	96			176	R	88	96		162		S
42	96		162	176	H	89	96		162		S
43	96		162		S	90	96			176	R
44	96		162	176	H	91	96		162	176	H
45	96			176	R	92	96			176	R
46	96		162	176	H	93	96		162		S
47	96		162	176	H	94	96		162	176	H

R: resistant, S: susceptible, H: Hetero

8. 멜론 순도검정용 마커 개발

멜론은 양전화로서 종자 채종시 제웅 작업을 거쳐야 하는 어려움이 있다. 그리고 제웅 작업시 암꽃의 생육상황에 따라 화분의 발아로 자식종자 발생의 우려가 매우 크기 때문에 F1 종자 생산을 위한 고도의 기술을 요구하고 있다. 이렇게 생산된 종자는 반드시 순도 검정을 해야 하지만 포장순도 검정을 하는 것은 시간과 비용이 많이 들어 어려움이 많이 있다. 따라서 마커를 이용한 순도검정이 이루어진다면 생산시기와 안정성, 노동력, 비용 등의 경제적 효율을 높일 수 있다. 따라서 멜론 F1 종자 순도검정을 위하여 쉽고 빠르며, 간단하고, 대용량 데이터 생산이 가능하며, 뛰어난 데이터 quality 및 샘플당 분석비용이 저렴한 fluidigm system을 이용하여 36 DNA chip을 개발하였다. 우선 36 DNA chip을 개발하기 위하여 CMACC, CMXX, CSXX, CSWXX, CMMS, CMBR, CMSSN, CMN, NCBI 등으로부터 2000여개의 SNP 정보를 수집하였다. 수집된 SNP는 각각의 chromosome에 다양하게 분포하였으며 이중 재조합이 잘 일어난다고 보고되어진 텔로미어 영역에 위치하고 있는 300개의 SNP를 선발하여 실험에 이용하였다.

선발된 300개의 SNP 마커의 유용성을 확인하기 위하여 아시아종묘, 코레콘 등으로부터 양친(female, male) 및 이들 양친을 이용한 F1을 한 조합으로 하여 총 16조합(female: 16 line, male: 16 line, F1: 16)을 분양받아 실험에 이용하였다. 선발된 300개의 SNP의 유용성을 검토한 결과 36개의 SNP 마커를 선발하여 fluidigm system용 멜론 순도검정용 36 DNA chip을 개발하였다. 개발된 36 DNA chip은 female(X축 또는 Y축), male(X축 또는 Y축), F1(XY축)에 signal이 나타나는 것을 확인할 수 있었다(그림 79).

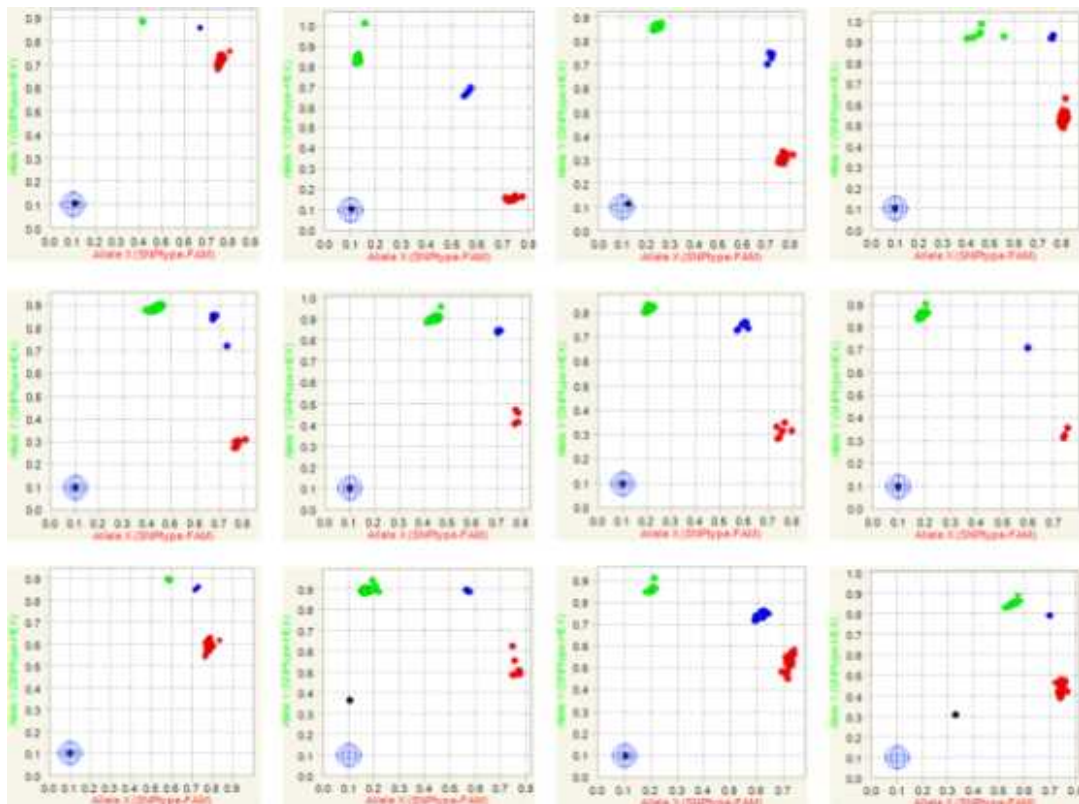


그림 79. Fluidigm system을 이용한 선발된 멜론 순도검정용 DNA chip의 유용성 검토

9. 멜론 병관련 유전자의 발현 분석

1) *CmMLO* 유전자의 발현 분석

(1) *CmMLO* 단백질의 구조 분석

흰가루병은 곡물류, 콩류, 원예작물, 수목 등 대부분의 식물에서 광범위하게 발병하는 병해이다. 흰가루병의 저항성에 관여하는 유전자로 MLO(milew locus O)가 보리에서 처음 동정되었으며, MLO 유전자군이 흰가루병에 방어기작을 하는데 중요한 역할을 하고 있음이 증명되었다. 이후 잔디, 애기장대, 토마토, 고추, 포도 등에 흰가루병에 관여하는 유전자로 MLO 유전자에 대하여 보고되었다. MLO 유전자는 보통 7개의 막관통 도메인을 가지고 있으며, N-말단은 세포외부에 위치하고 있으며, C-말단에는 calmodulin-binding 도메인을 가지고 있다.

멜론에서 동정된 14개의 *CmMLO* 단백질의 도메인 등의 구조 분석을 수행한 결과 8개의 유전자(*CmMLO* 03, 04, 05, 06, 10, 12, 13, 14)가 7개의 막관통 도메인을 가지고 있었으며, 나머지 6개의 유전자는 2~6개의 막관통 도메인을 가지고 있었다(그림 80). MLO 유전자에 있어서 cysteine 및 proline 잔기의 보존은 매우 중요하다. 그러나 멜론의 몇 개의 유전자는 cysteine 및 proline이 다른 단백질 코돈으로 바뀌어 있는 것을 확인 할 수 있었다. 이들 cysteine 및 proline이 보존되지 않은 유전자들은 흰가루병 접종 후 발현 분석에 있어서 발현양이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 *CmMLO* 단백질의 구조 분석을 통하여 Intracellular loop 2 및 3에 잘 보존되어 있는 lysine, phenylalanine, aspartate 등이 *CmMLO* 07, 08, 09, 10에서는 다른 단백질 코돈으로 바뀌어 있는 것을 확인 하였다. 이들 유전자들 역시 흰가루병 접종 후 발현 분석에 있어서 발현양이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

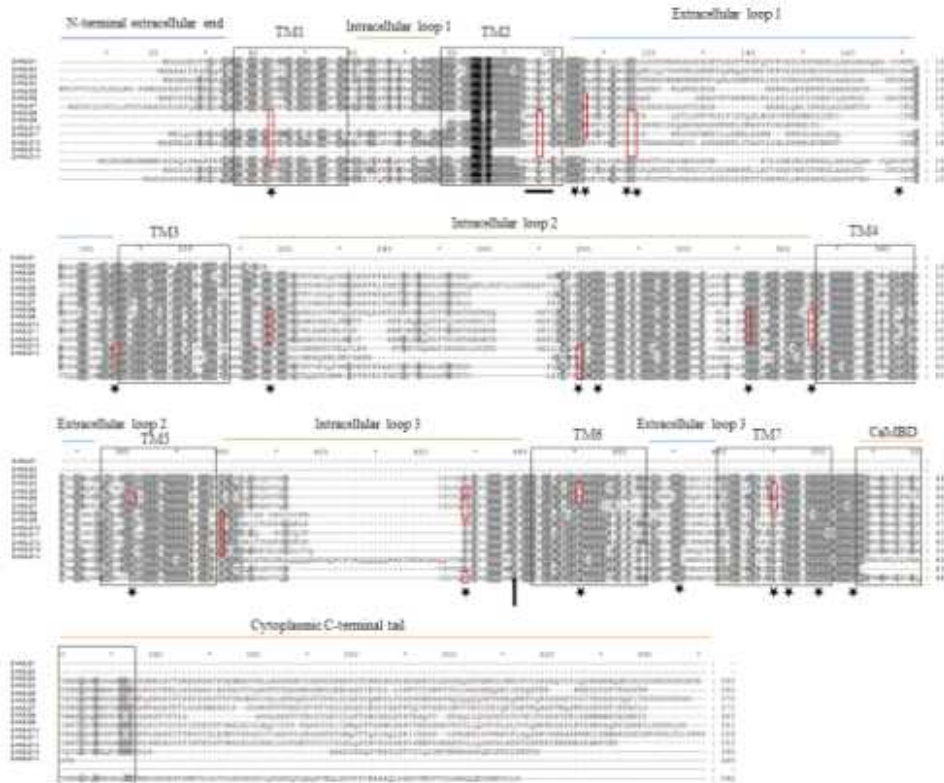


그림 80. 멜론에서 동정된 14개의 CmMLO 단백질의 구조 분석

(2) CmMLO 유전자들의 기관별 발현 분석

멜론에서 동정된 14개의 CmMLO 유전자에 대하여 기관별(뿌리, 줄기, 잎, 꽃봉우리) 발현실험을 수행하였다. 그 결과 발현양의 차이를 보였지만 14개의 멜론 CmMLO 유전자들은 모든 조직에서 발현하는 것을 알 수 있었다. 특히, CmMLO 03 유전자는 뿌리에서 특이적으로 발현양을 많이 나타내었고, CmMLO 05 유전자는 잎과 꽃봉우리 조직, CmMLO 14 유전자는 꽃봉우리 조직에서의 발현양이 많았다(그림 81).

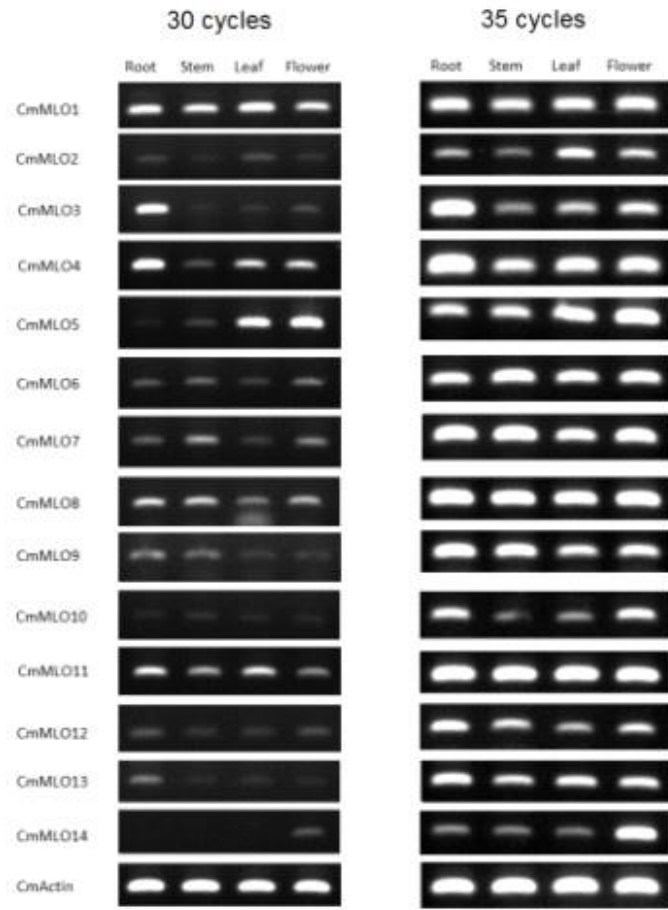


그림 81. 멜론에서 동정된 14개의 CmMLO 유전자들을 이용한 기관별 발현 분석

(3) Biotic 및 abiotic 스트레스 처리 후 *CmMLO* 유전자들의 발현 분석

멜론에서 동정된 14개의 CmMLO 유전자에 대하여 biotic 및 abiotic 스트레스 처리 후 *CmMLO* 유전자들의 발현 분석을 수행하였다. 우선 MLO 유전자는 흰가루병균에 감염되었을 때 발현양이 증가하여 susceptible적으로 기능한다고 기존 논문들에서는 보고되어 있다. 그러나 이들 논문에서는 한 가지 race를 이용하여 연구를 수행하였기 때문에 MLO 유전자들이 모든 race들이 감염되었을 때 발현양이 전부 증가하여 susceptible적으로 기능하는지는 알 수 없다. 따라서 본 실험실에서는 보유중인 7개의 흰가루병균 race (S, A, BN-968, dongbu-487, BN-625, N2, BN-103 race)를 모든 race에 이병성을 나타내는 계통에 감염시킨 후 흰가루병이 증식된 후 시료를 채취하였다(그림 82). 채취한 시료로부터 RNA를 추출하여 발현 실험을 수행하였다. 그 결과 흥미롭게도 발현양이 감소하는 MLO 유전자들도 있었으며, race 특이적으로 반응하여 발현양이 감소 또는 증가하는 것을 나타내었다. 앞에서도 언급한 것과 같이 MLO 유전자들은 cysteine 및 proline 잔기의 보존이 매우 중요하며, Intracellular loop 2 및 Intracellular loop 3의 lysine, phenylalanine, aspartate, methionine 잔기 또한 매우 중요하다고 기존 논문들에 보고되어 있다. 흥미로운 것은 접종 후 발현양이 감소하는 유전자들은 이들 아미노

산 코돈이 다른 코돈으로 치환되어 있었다(그림 83). 또한, 현재까지 MLO 유전자들에 대한 abiotic 스트레스 조건하에서의 발현 분석에 대한 보고가 전무하였다. 따라서 본 실험실에서 abiotic 스트레스(drought, salt, heat, ABA, SA, MeJA)를 처리한 후 시간대 별(0h, 0.5h, 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 48h)로 시료를 채취하여 발현 분석을 수행하였다. 그 결과 대부분의 멜론 MLO 유전자들은 대조구 보다 발현양이 많았으며 빠른 시간대에서 반응을 나타내는 것을 확인하였다(그림 83, 84, 85, 86, 87, 88).



그림 82. 각각의 흰가루병 race 접종 후 시료채취

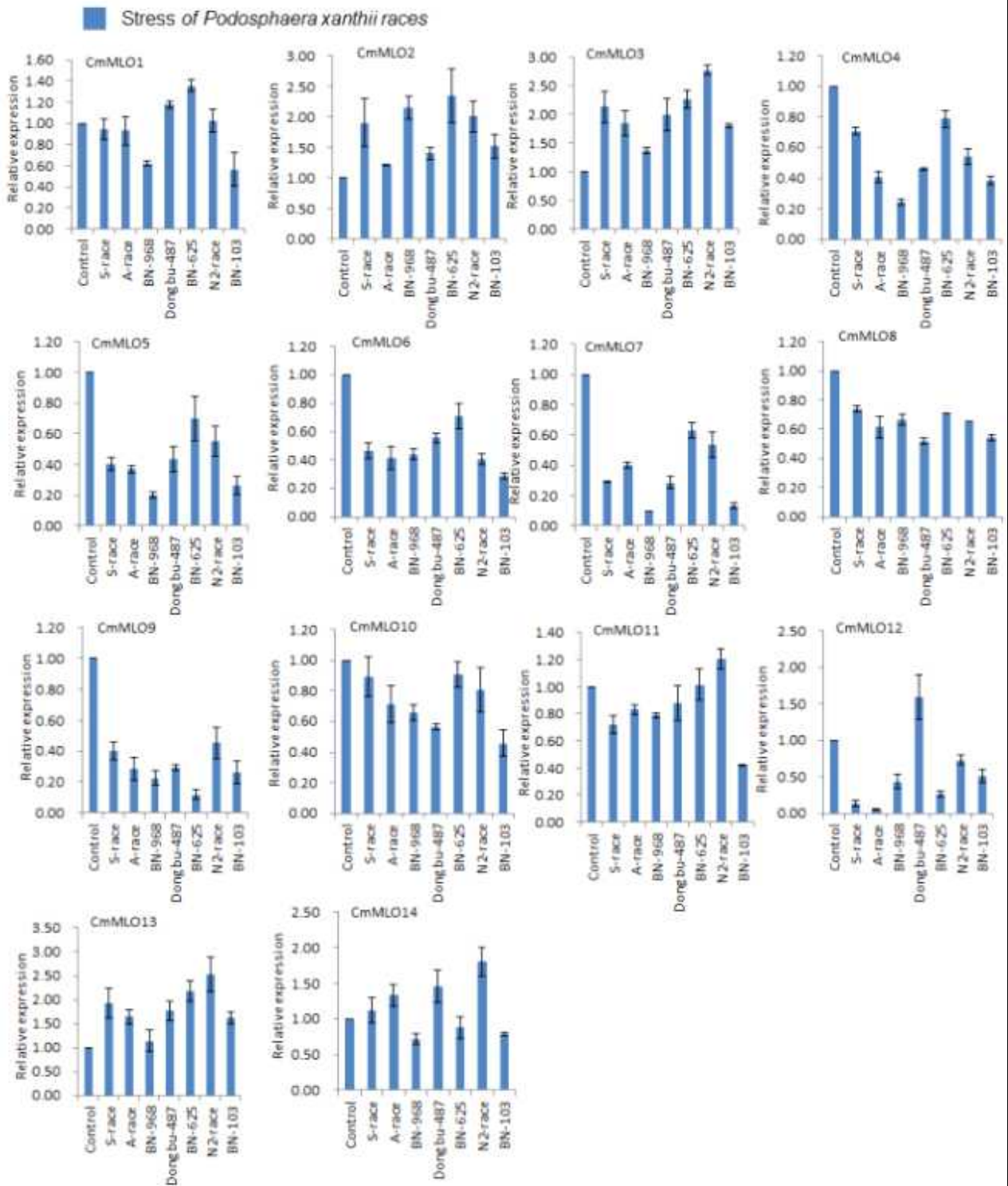


그림 83. 각각의 흰가루병 race 접종 후 채취된 시료에 대한 MLO 유전자의 발현 분석

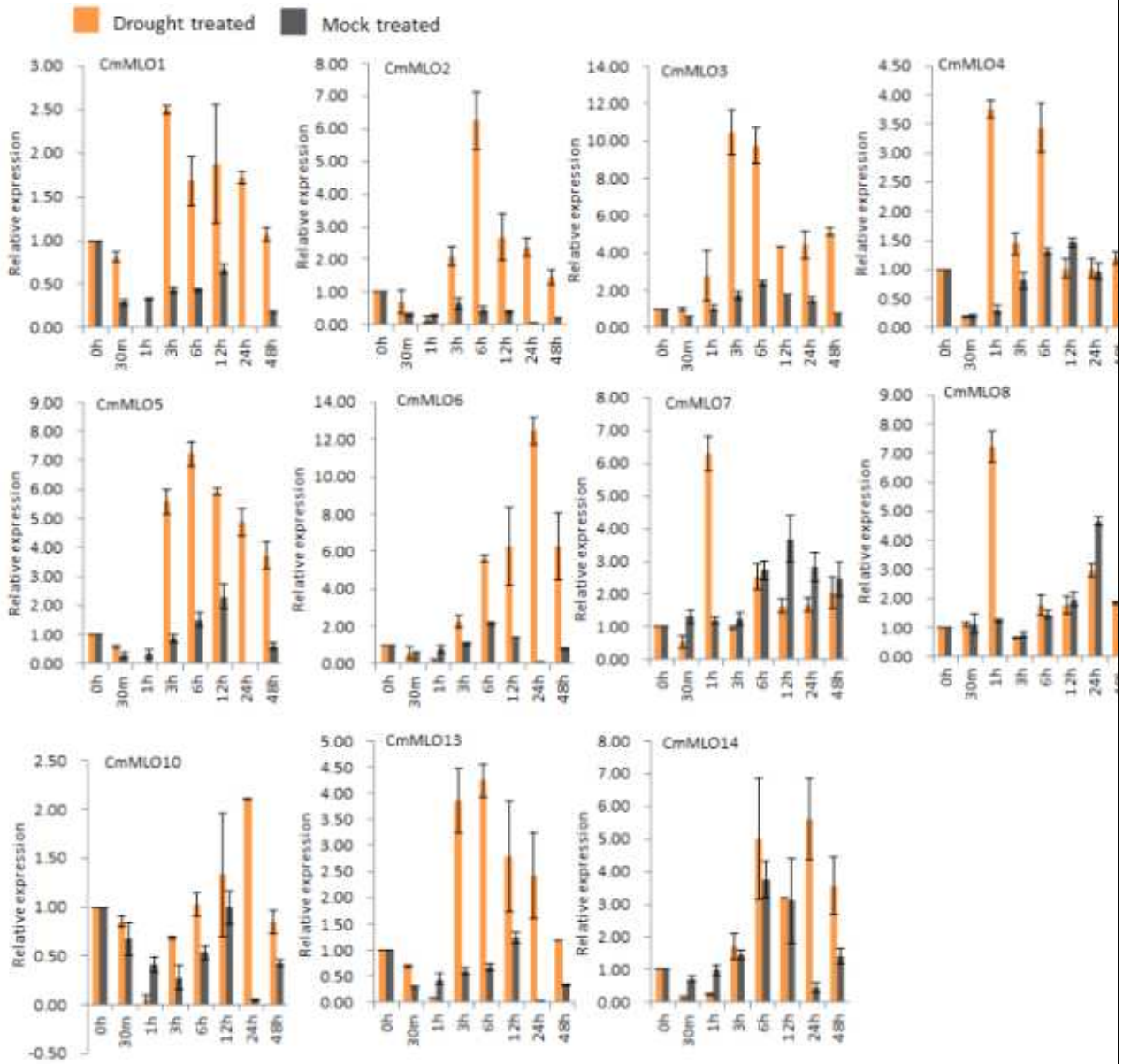


그림 84. Drought 스트레스 처리 후 채취된 시료에 대한 MLO 유전자의 발현 분석

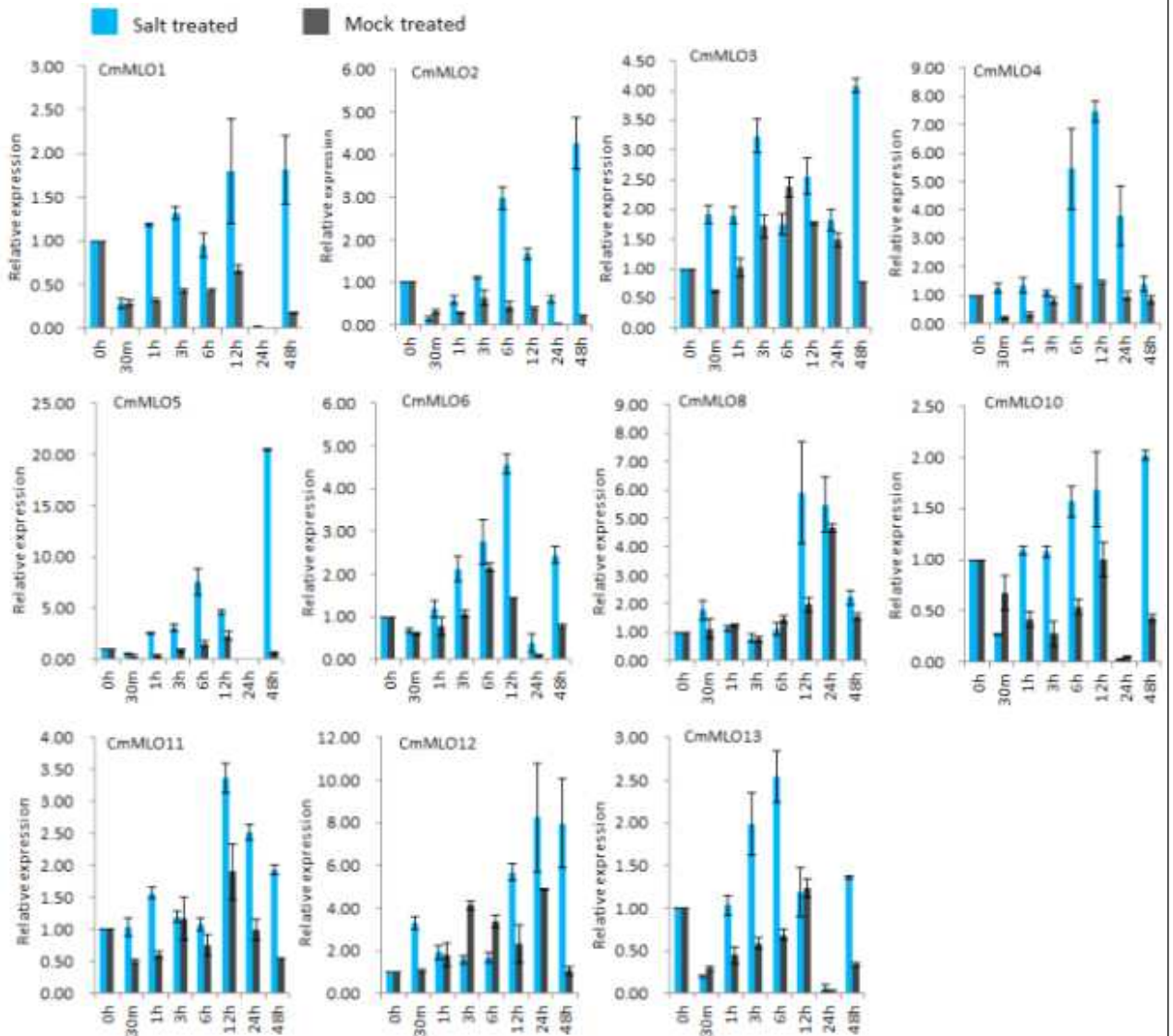


그림 85. Salt 스트레스 처리 후 채취된 시료에 대한 MLO 유전자의 발현 분석

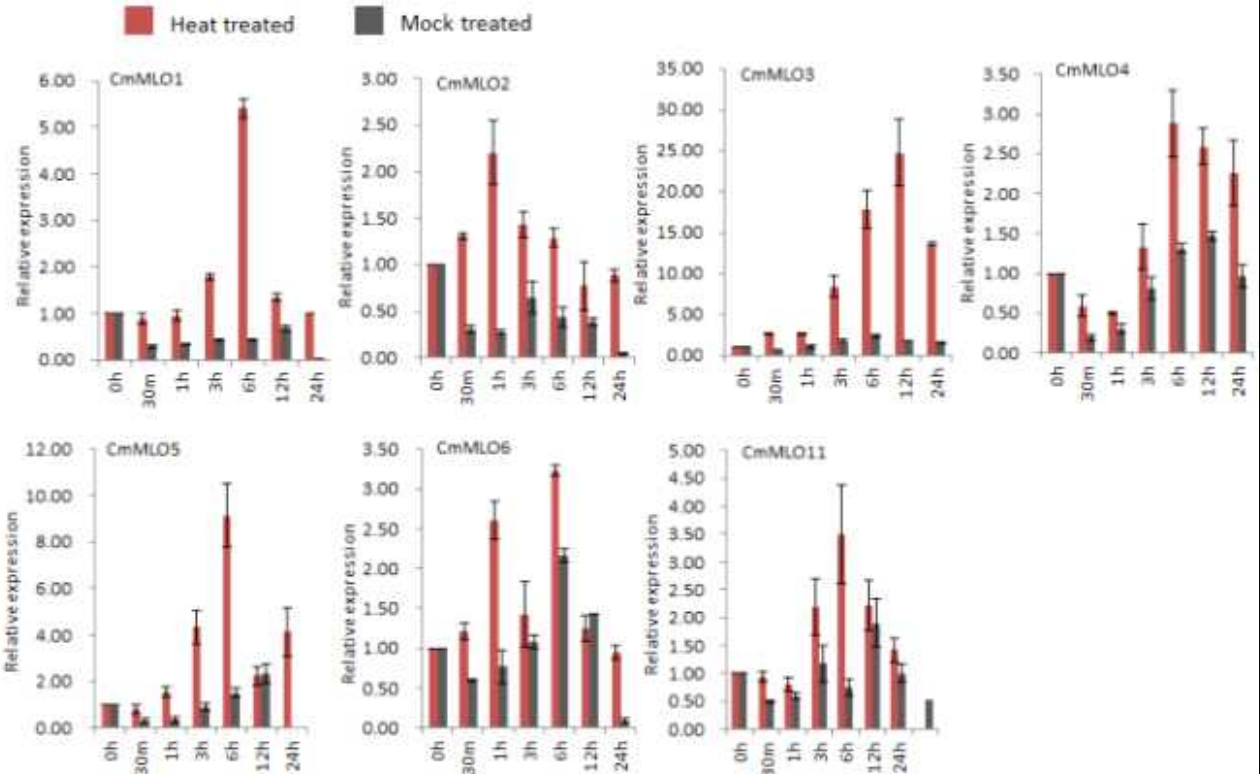


그림 86. Heat 스트레스 처리 후 채취된 시료에 대한 MLO 유전자의 발현 분석

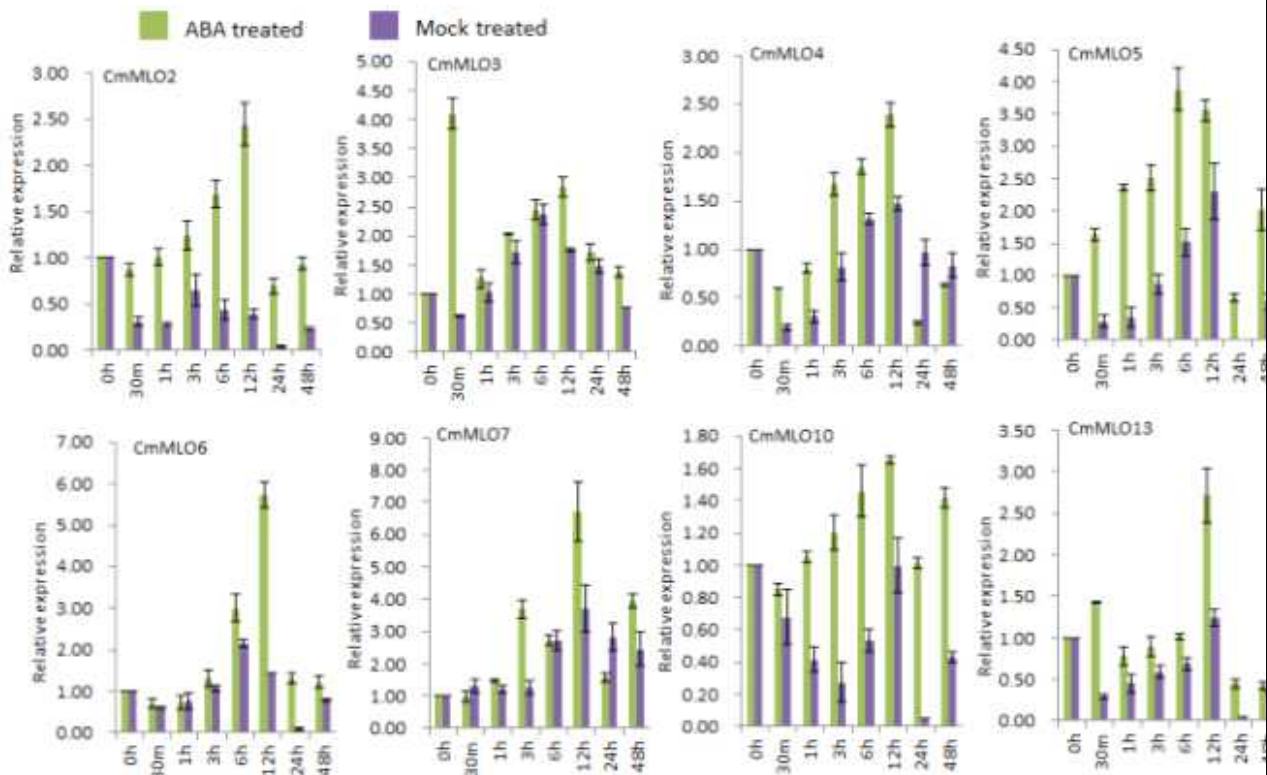


그림 87. ABA 스트레스 처리 후 채취된 시료에 대한 MLO 유전자의 발현 분석

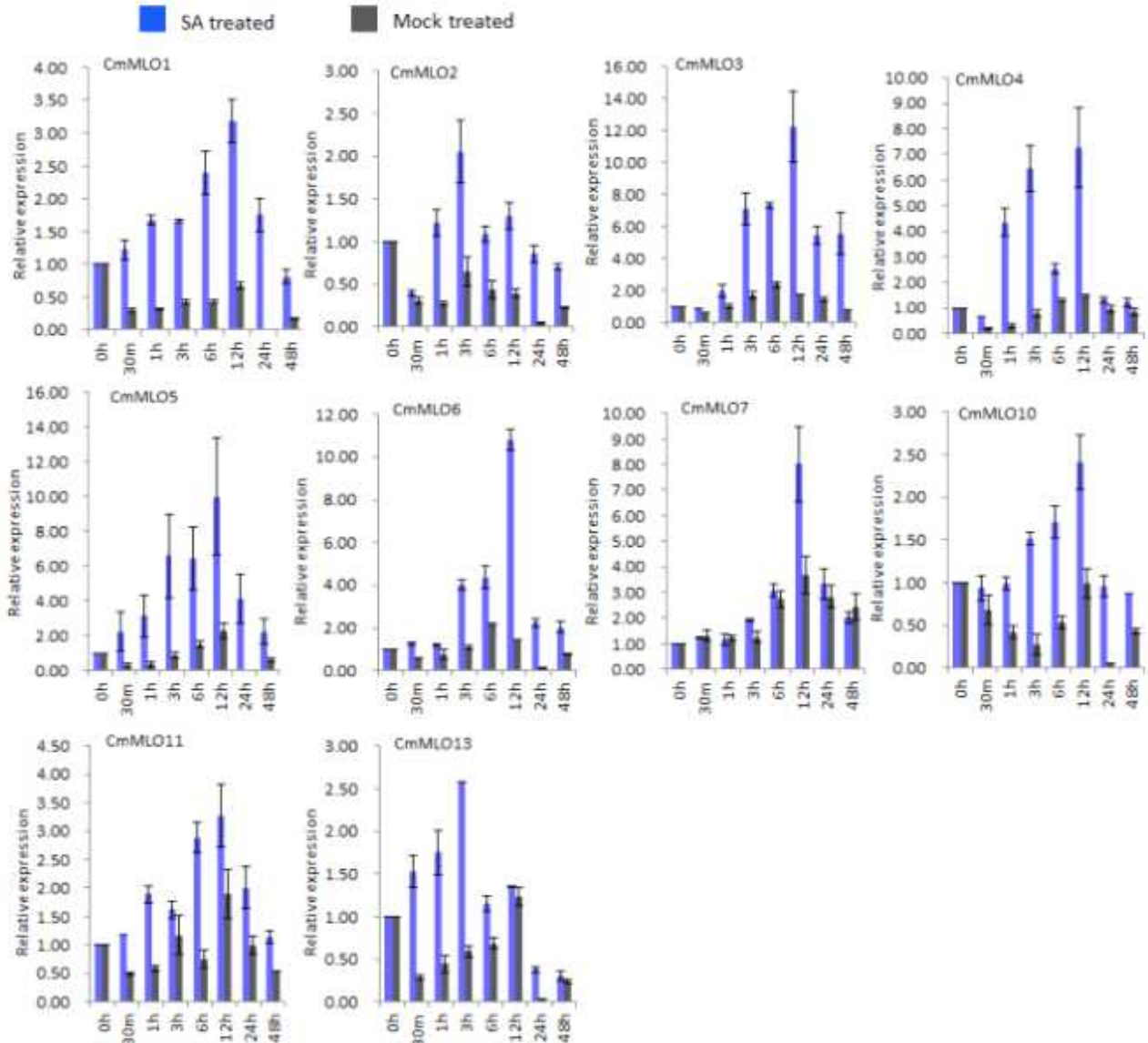


그림 88. SA 스트레스 처리 후 채취된 시료에 대한 MLO 유전자의 발현 분석

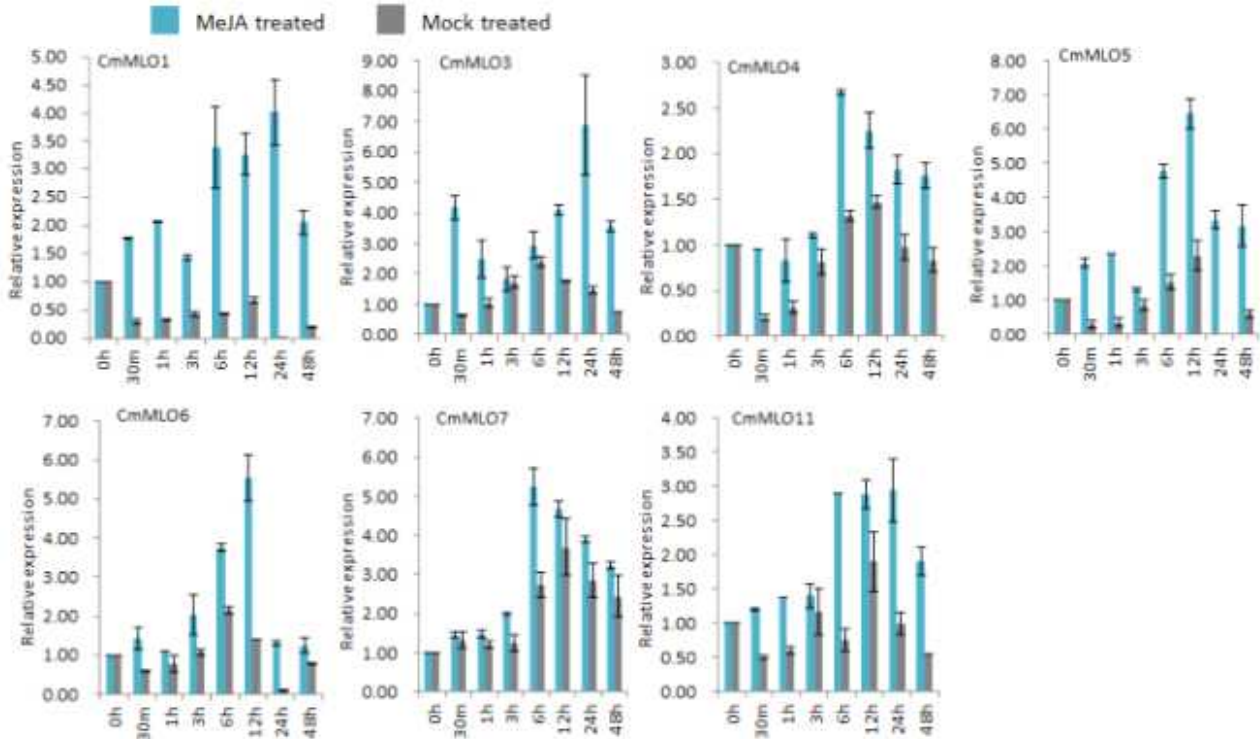


그림 89. MeJA 스트레스 처리 후 채취된 시료에 대한 MLO 유전자의 발현 분석

2) 멜론 *CmPrx2* 및 *CmGLS1* 유전자의 발현 분석

(1) *CmPrx2* 및 *CmGLS1* 단백질의 구조 분석

흰가루병은 곡물류, 콩류, 원예작물, 수목 등 대부분의 식물에서 광범위하게 발병하는 병해이다. 흰가루병균은 salicylic acid(SA) 및 jasmonate와 같은 식물 호르몬 등이 관여하는 식물방어 신호전달 pathway에 의해서 일반적으로 조절된다. 이에 식물 방어기작에 관여한다고 알려진 2개의 *peroxidase* (*CmPrx2-1*, *CmPrx2-2*) 및 1개의 *glucan synthase like* (*CmGLS1*) 유전자들의 정보를 Melon Genome Database ‘Melonomics’ (<https://melonomics.net/>)로 부터 수집하여 실험을 수행하였다. *CmPrx2-1* 및 *CmPrx2-2* 단백질의 구조 분석 결과 2개의 단백질은 N-말단 영역에 짧은 signal peptide와 한 개의 큰 peroxidase domain를 포함하고 있었다. *CmPrx2-1* 및 *CmPrx2-2* 의 peroxidase domain은 다른 식물들의 peroxidase 단백질들과 매우 높은 상동성을 나타내었다. 또한 *CmGLS1* 단백질은 N-말단 영역에 1개의 FKS1_dom1 domain, 8개의 transmembrane domain, 1개의 glucan synthase domain을 포함하고 있었다. glucan synthase domain은 다른 식물들의 *CmGLS1* 단백질들과 매우 높은 상동성을 나타내었다(그림 90). 또한 *CmPrx2-1*, *CmPrx2-2* 및 *CmGLS1* 유전자의 염기 분석으로부터 *CmPrx2-1*, *CmPrx2-2* 유전자는 splicing pattern이 유사하였지만 *CmGLS1* 유전자는 1개의 intron 및 2개의 exon으로 구성되어 있었다(그림 90).

CmPrx2-1, *CmPrx2-2* 및 *CmGLS1* 단백질의 motif 분석으로부터 각각의 단백질에서 10

개의 motif들이 관찰되었다. motif 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8은 peroxidase 단백질에 잘 보존되어 있었다. 그러나 motif 9 및 10은 모델 식물인 애기장대에서는 관찰되지 않았으며, motif 10은 오이에서 관찰되지 않았다. CmGLS1 단백질은 10개의 motif들이 잘 보존되어 있었다(그림 91). Phylogenetic 분석으로부터 CmPrx2-1, CmPrx2-2 단백질은 peroxidase clade에 CmGLS1 단백질은 glucan synthase clade로 잘 구분되었다(그림 92). 따라서 이러한 일련의 분석으로부터 멜론에서 동정된 3개의 유전자는 peroxidase 및 glucan synthase 유전자임을 확인할 수 있었다.

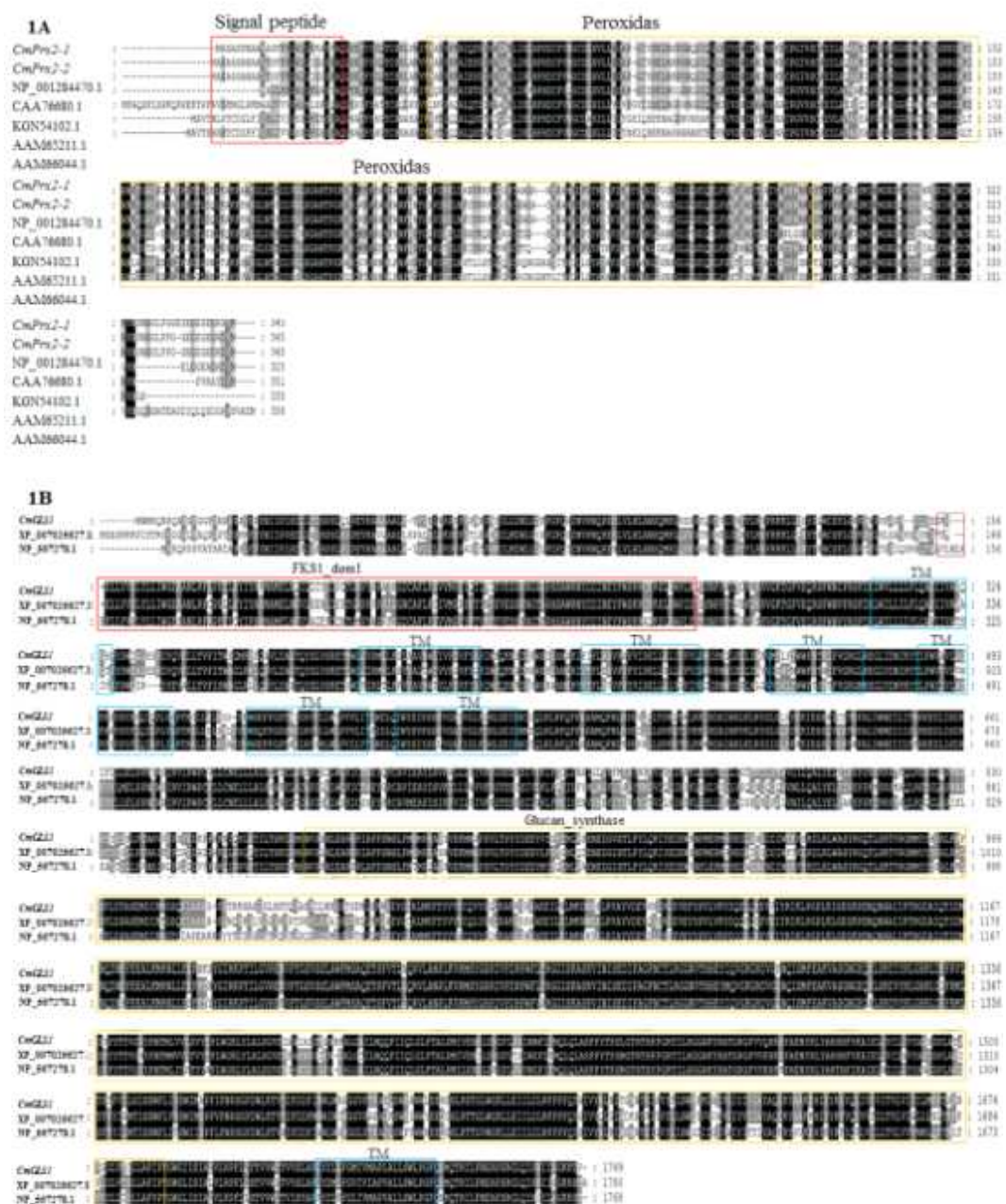


그림 90. 멜론에서 동정된 peroxidase (A) 및 glucan synthase (B) 단백질의 구조 분석

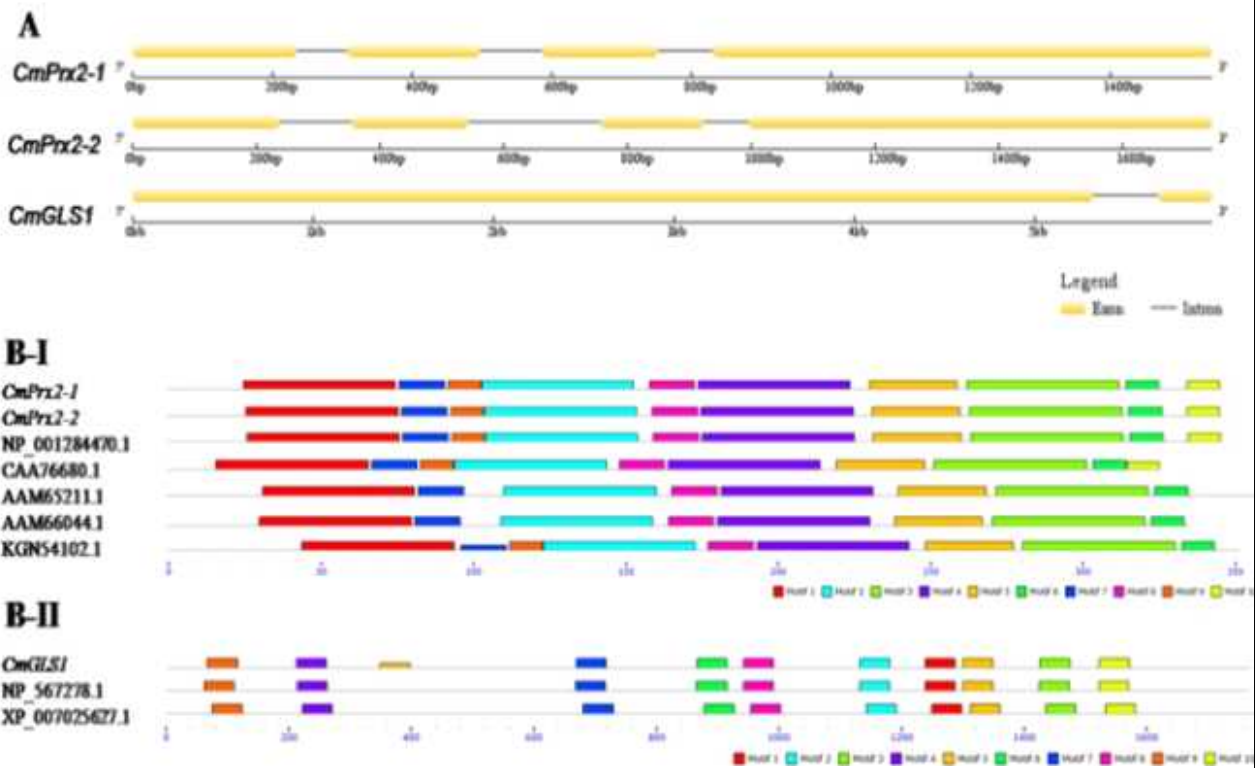


그림 91. *CmPrx2-1*, *CmPrx2-2* 및 *CmGLS1* 유전자의 구조 분석 및 motif 탐색

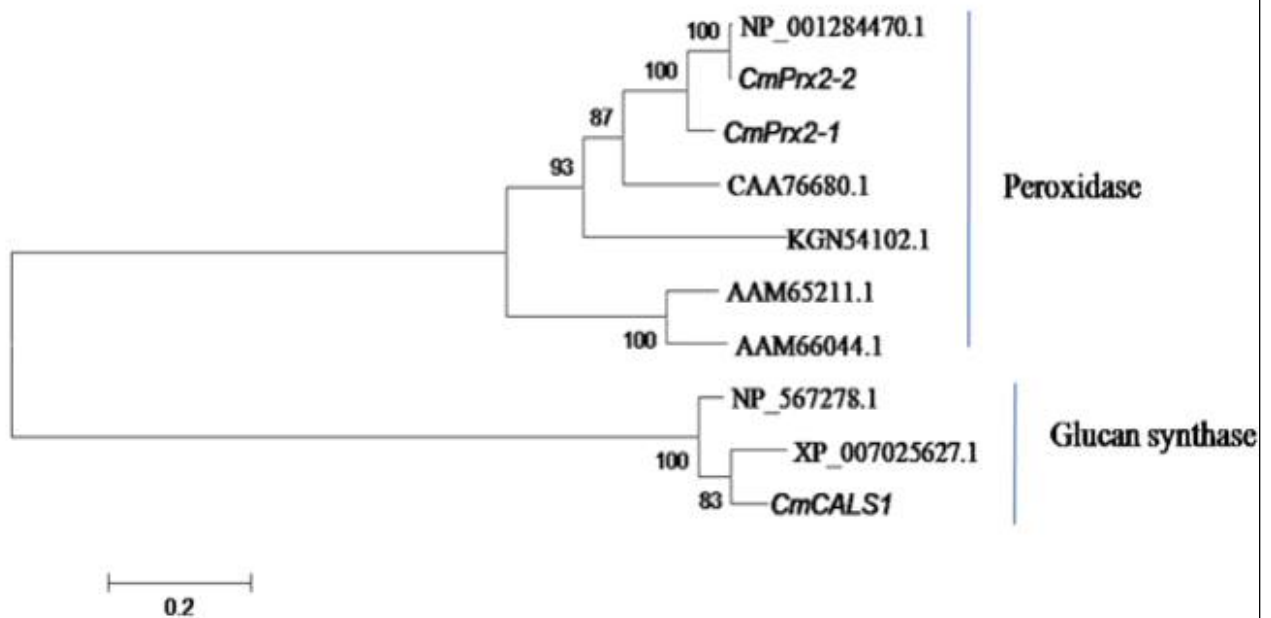


그림 92. *CmPrx2-1*, *CmPrx2-2* 및 *CmGLS1* 단백질에 대한 계통수

(2) CmPrx2 및 CmGLS1 유전자들의 기관별 발현 분석

멜론에서 동정된 3개의 CmPrx2-1, CmPrx2-2 및 CmGLS1 유전자들에 대하여 기관별 (뿌리, 줄기, 잎, 꽃봉우리) 발현 실험을 수행하였다. 그 결과 발현양의 차이를 보였지만 CmPrx2-1 및 CmGLS1 유전자는 뿌리, 줄기, 잎, 꽃봉우리에서 발현하는 것을 알 수 있었다. 또한 CmPrx2-1 및 CmPrx2-2 유전자는 특히 뿌리에서 발현양이 많았으며, CmPrx2-2 유전자는 잎 조직에서는 발현이 관찰되지 않았다(그림 93).

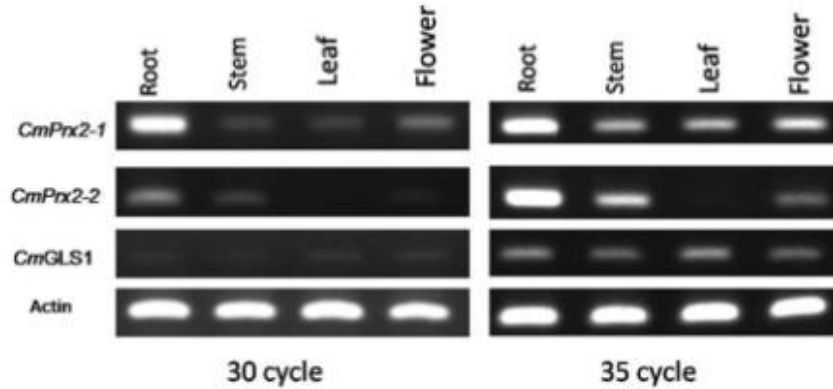


그림 93. 멜론에서 동정된 CmPrx2-1, CmPrx2-2 및 CmGLS1 유전자들에 대한 기관별 발현 분석

(3) 동정된 흰가루병균들 처리에 의한 CmPrx2 및 CmGLS1 유전자들의 발현 분석

국내에서 수집하여 동정된 7개의 멜론 흰가루병균(KPH19, KPH01, BN968, DH487, BN625, SN102, BN103)을 모든 race에 이병성을 나타내는 계통(SCNU1154)에 각각 감염시킨 후 흰가루병이 증식된 후 시료를 채취하였다. 채취한 시료로부터 RNA를 추출하여 CmPrx2-1, CmPrx2-2 및 CmGLS1 유전자의 발현 실험을 수행하였다. 그 결과 흥미롭게도 race 특이적으로 반응하여 발현양이 감소 또는 증가하는 것을 나타내었다. 특히 CmPrx2-2 유전자는 KPH19, KPH01, BN968 균주에서 20배 이상의 발현이 증가하는 것을 나타내었다(그림 94).

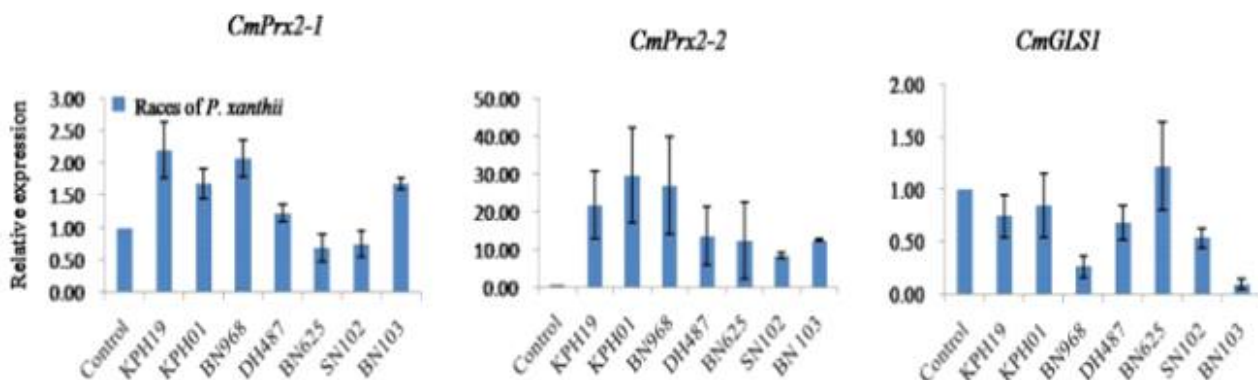


그림 94. 각각의 흰가루병균을 감염시킨 후 흰가루병이 증식된 시료들로부터 CmPrx2 및

CmGLS1 유전자들의 발현 분석

(4) salicylic acid(SA) 및 jasmonate 처리에 의한 CmPrx2 및 CmGLS1 유전자들의 발현 분석

흰가루병균은 salicylic acid(SA) 및 jasmonate와 같은 식물 호르몬 등이 관여하는 식물방어 신호전달 pathway에 의해서 일반적으로 조절된다. 이에 식물 방어기작에 관여한다고 알려진 *peroxidase* 및 *glucan synthase* 관련 CmPrx2-1, CmPrx2-2 및 CmGLS1 유전자를 이용하여 멜론에 salicylic acid(SA) 및 jasmonate를 엽면 살포 후 시간대 별(0h, 30min, 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 48h)로 시료를 채취하여 발현 실험을 수행하였다. 그 결과 CmPrx2-1 유전자는 salicylic acid 처리 6시간 후에 약 80배 정도의 발현양이 증가하는 것이 관찰되었다. 또한, jasmonate처리 6시간 후에 약 15배 정도의 발현양이 증가하는 것이 관찰되었다(그림 95). 따라서 식물 호르몬 등이 관여하는 식물방어 신호전달 pathway상에 있어서 CmPrx2-1 유전자는 매우 중요한 역할을 수행하고 있다고 생각된다.

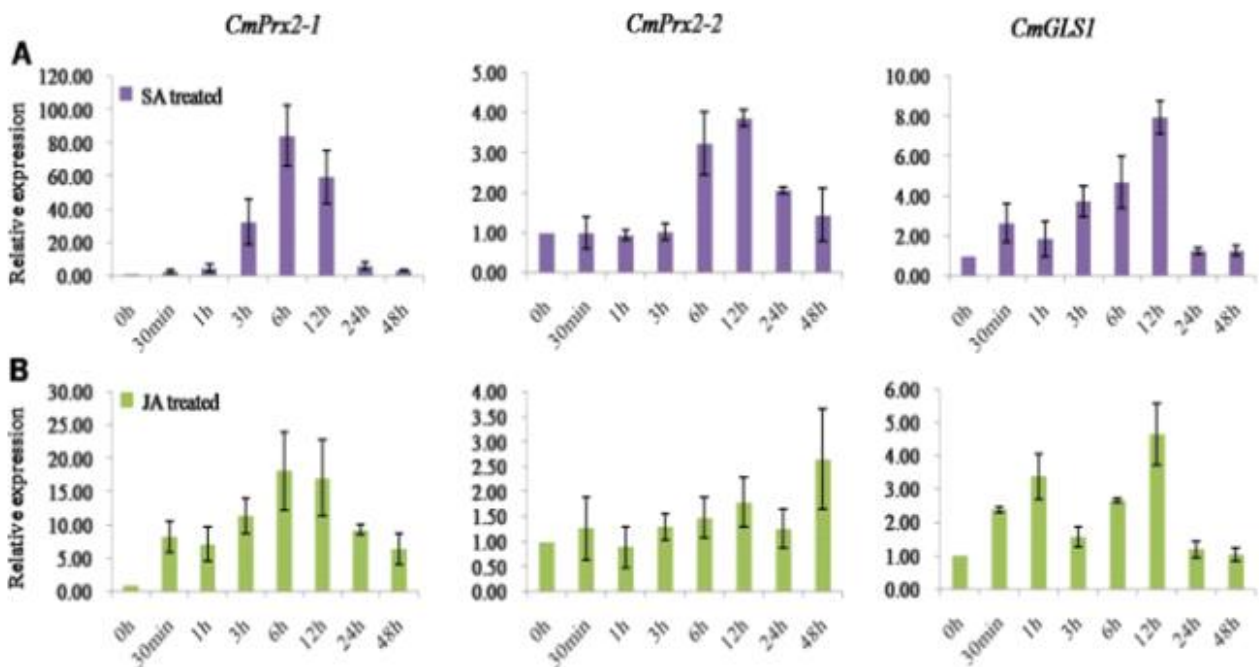


그림 95. salicylic acid(SA) 및 jasmonate 처리에 의한 CmPrx2 및 CmGLS1 유전자들의 발현 분석

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호 D-06

4-1. 목표달성도
○ 정량적 연구 목표 달성도

성과목표	사업화지표								
	지적재산권		기술이전	사업화					기술인증
	특허· 품종출원	특허· 품종등록		제품화 (품종생 산수입 판매고)	기술창 업	매출창 출	고용창 출	투자유 치	
최종목표	8	2	2	6					
실적합계	11	4	4	9					

성과목표	연구기반지표							
	학술성과			교육지 도	인력양 성	정책 활용·홍보		기타 (유전자원등 록)
	논문		학술발 표			정책 활용	홍보 전시	
	SCI	비 SCI						
최종목표	2	4	8	20			3	14
실적합계	2	5	13	65			17	15

4-2. 관련분야 기여도

- MAS(Marker-assisted selection) 기술과 MAB(Marker-assisted backcrossing)이 실제 육종에 활용되기 위해서는 육종가의 교배 시기와 연동되는 것이 필수적이기 때문에 분석기간의 한계가 있음. 본 과제에서는 멜론 분자 육종 기술을 육종 시기와 연동하여 확보된 기술이 최적으로 실용화 될 수 있도록 시스템화할 예정이다.
- 기존 전통육종방식과 분자생물학적 육종방식에 접목을 통한 육종기술 발달이 도모됨.
- 멜론에서의 복합 내병성 육종 기술 및 분자표지를 이용한 육종연한 단축기술 모델제시가 가능함.
- 분자 육종 시스템 활용하여 세대단축 기술을 구축함으로써 프리미엄 품종의 신속한 개발을 통하여 국제 경쟁력 확보할 것임.
- 복합 내병성 멜론 품종 보급으로 인해 고온다습, 이상기후, 연작 등으로 병해가 가중되고 있는 농가에 안정적인 소득원을 창출 시킬 수 있으며 저농약, 안전한 멜론 생산으로 수출시 농약 잔류독성 문제가 해결될 것임.
- 복합내병성 품종은 기존 품종에 비해 고부가가치 품종으로 국내 종자회사에서 이를 이용하여 수출용 품종 개발 시 국제적인 경쟁력을 갖출 수 있음. 특히 현재 급속하게 확대되고 있는 중국, 동

남아 또는 일본 종자 시장에서 국제적인 경쟁력을 갖출 수 있다면 국내 종자 수출에 큰 효과를 가져 올 수 있음.

- 우리나라 기상환경과 재배작형에 맞는 품종 개발로 재배 안정성이 증가되고 이는 지금까지의 저가 상품의 수출에서 중~중고가 상품의 수출로 전환할 수 있는 계기가 될 것임.
- 부가가치가 높은 종자를 개발함으로써 종자산업의 활성화에 기여하고 특히 종자의 대외의존도를 줄임으로서 멜론 생산기반의 안정성 제고할 것임.
- 고기능성 및 내병성 멜론 품종의 개발로 신수요를 창출함과 동시에 수출확대에도 기여할 것임.
- 환경적응성이 향상되고 내병성이 강화된 옐로우카나리 및 허니듀형 멜론이 개발되면 중국 등 새로운 해외시장 개척이 가능할 것임.
- 효율적인 흰가루병 저항성 관련 마커 분자표지 개발을 통해서 기존의 고비용 포장병리검정을 대체하고 품질이 안정된 우량종자를 보급할 수 있는 기반을 마련될 것임.
- 본 연구가 성공적으로 수행되면 다수의 우수 육성재료의 확보가 가능하여 금후의 품종 육성에 크게 기여할 것임.
- 우리 나라 기상환경과 재배작형에 맞는 품종 개발로 재배 안정성 확보 및 멜론 종자 수입 억제 및 대체 효과가 증가할 것임(육성 기술 수준의 향상 → 일본의 95% 수준 이상으로 향상).

5. 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07
<ul style="list-style-type: none"> ○ 내병성(만할병, 흰가루병)분자마커는 본 과제의 계통 육성에 활용될 뿐만 아니라, 추후 참외/멜론 육종에서도 지속적으로 이용 될 것이고, 이외에도 다른 종류의 분자마커 정보가 축적이 되면, 궁극적으로 이들 마커를 활용한 MAS (marker-assisted breeding) 시스템을 구축할 계획임. ○ 본 과제를 통해 육성된 계통을 기반으로 복합 형질 (흰가루병 저항성, 만할병 저항성)이 동시에 도입된 멜론 신품종 육성에 사용할 계획임. ○ 수박, 참외, 멜론, 호박, 대목 등 다른 박과작물의 분자표지 개발 및 분자표지 기반 육종기술 개발에 활용할 예정임. ○ 멜론 고품질 1주2과 품종 개발과 ‘멜론 고품질 1주2과 품종 재배 기술’에 대한 특허등록을 할 계획임. ○ 국내 멜론 흰가루병균 채집 및 판별 계통을 이용한 race판별은 국내에서 최초로 연구를 수행하였으며, 본 연구에서 동정된 race 1, N1 및 기존에 보고되지 않은 신규 race 동정 연구는 국내 멜론 신품종 육종에 있어서 매우 유용한 기초 자료로 활용할 것임. ○ 멜론 흰가루병 race 1, race N5, race A, race 5에 대한 저항성 마커 개발은 이들 race 저항성 품종 개발에 활용할 것임. 	

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국에서 발생하는 멜론 흰가루병원균 역시 <i>Podosphaera xanthii</i>로 보고됨 (Han et al. 2014). ○ Kim 등 (2012)은 2009년에 수집된 흰가루병균으로 부터 기존의 race 1, N1, N2, 5, A, S, O와는 다른 새로운 흰가루병균이 동정하였으며, race 5와 비슷한 표현형을 나타내어 race N5로 명명하였으며, 지금까지 일본에서 동정된 멜론 흰가루병균은 총 10개의 race가 보고 되었으며, race를 검정할 수 있는 표준판별계통 선발 및 접종시스템을 개발하여 현재 이용하고 있음. ○ 흰가루병 race 1에 대한 저항성 계통을 이용하여 race 1에 저항성 품종인 Arsis와 Feria를 육성하였음 (Sakata et al. 2012; Sugiyama et al. 2012). ○ 흰가루병 저항성 계통 Ig1에 이바라키현 우량계통 P32를 교배한 후 다시 race A 및 race S에 저항성을 가진 계통 C18-21를 교배하여 race 1, race N1, race N2, race A, race S, race O의 총 6개의 race 저항성 locus를 집적한 P46 (P32-BC₇F₁)계통을 육성하였음 (Kim et al. 2014). ○ 2014년 본 연구팀은 국내에서 발병하고 있는 흰가루병균의 race들을 파악하기 위하여 안성, 이천, 영암, 순천, 울촌 등 40여 곳에서 흰가루병균을 수집하였으며, race 판별계통을 이용하여 접종 실험한 결과, 안성과 이천에서 수집한 흰가루병균에서 race 1뿐만 아니라 기존에 보고된 race와 다른 race가 동정하였음 (Han et al. 2014). ○ 흰가루병 저항성 계통 AME32와 당도가 높은 계통 KME118을 교배하여 과육이 두껍고 당도가 높으며, 네트가 선명하고 흰가루병에 포장내병성을 보인 얼스마운틴 PMR 품종을 육성하였음 (Lee et al. 2013). ○ 흰가루병 race N5 저항성 유전자 해석을 위하여 race N5에 대한 저항성 계통과 이병성 계통의 교배에 의해 얻어진 F₁과 F₂집단을 육성한 후 접종시험을 하였으며, F₂집단은 저항성: 중간형: 이병성이 3:2:3으로 분리되어 χ^2 검정의 2유전자지배의 불완전우성 유전의 분리비와 일치하는 결과를 얻었으며, race N5 저항성유전자 중 LG XII에 위치한 저항성 유전자가 우성으로 관여하며, LG XII의 저항성 유전자가 Hetero로 존재할 경우, LG II에 위치한 저항성 유전자가 우성 homo로 존재할 때 저항성을 발현하는 것으로 보고됨 (Kim et al. 2013). ○ 멜론 Edisto47은 흰가루병 저항성 유전자 Px1A와 Px1B를 보유하고 있으며, 저항성 계통인 Edisto47과 감수성 계통 Queen의 교배조합으로 얻어진 BC1 집단을 이용하여 정량적 형질 유전자와 분석한 결과, 흰가루병 저항성유전자는 LGII와 LGV에 각각 위치하여 있는 것을 확인하였음. 또한 저항성유전자에 관련 된 SSR 마커 CMGA36 및 SSR252089를 선발하였음 (Ning et al. 2014). ○ 흰가루병저항성 계통 MR-1과 이병성 계통 Top Mark를 이용하여 유전자분석 및 차세대 시퀀싱을 이용하여 SNP를 선발하였으며, 흰가루병 저항성 유전자관련 SNP선발하여 2개 (BSA12-LI3ECORI and BSA12-LI4HINF1)의 CAPS 마커를 선발함 (Li et al. 2017). 	

○ 세계의 멜론 시장 분석

(1) 세계에서 멜론의 중요성

멜론은 대표적 글로벌 작물로서 전 세계 채소 재배면적 26,364,548ha 중 1,245,841ha로 4%를 차지하며 세계 10대 주요 채소작물로 인식되고 있다. 전 세계 박과작물 종자시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 세계 종자시장 규모는 151.4백만\$로 토마토와 함께 과채류 중에서 큰 시장을 형성하고 있다. 또한 국내 멜론 종자시장 규모는 약 38억원으로 연평균 7.7%로 성장하는 추세였다(그림 1).

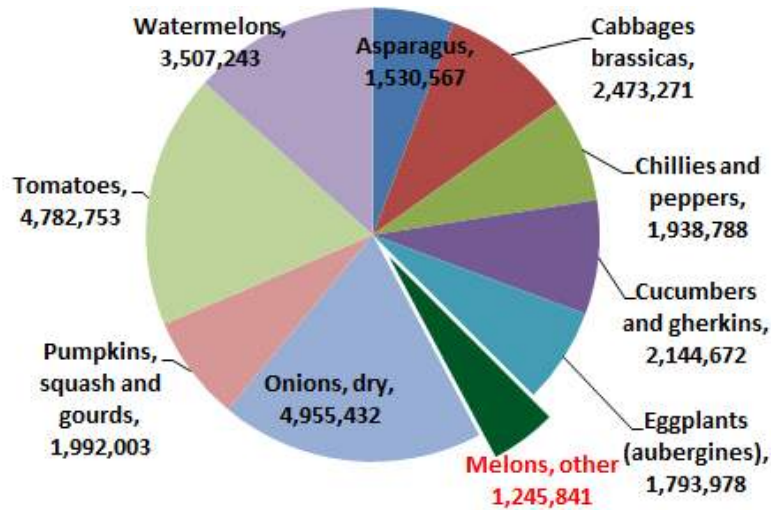


그림 1. 세계 10대 주요 채소면적(FAO, 2009)

(2) 아시아 시장에서의 멜로의 지위

중국시장(479,384ha)이 아시아 재배면적의 57%, 생산량의 67% 점유하고 있으며, 중국(대만포함), 동남아(인도네시아, 태국 등), 인도 및 기타 아시아 시장에서 부가가치가 높은 F1 종자시장으로 급격히 확대되고 있으며 특히 고품질 기능성 멜론에 대한 인식과 요구도가 확대 될 것으로 예상되었다(그림 2).

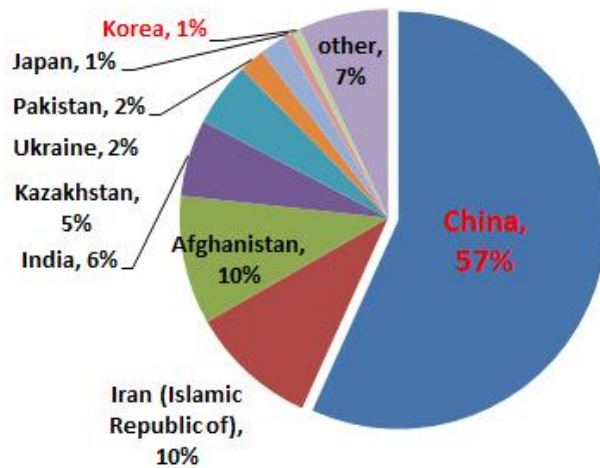


그림 2. 주요 아시아 국가별 멜론 재배 면적 현황

(3) 멜론의 품종 선호도

최근 국내에서도 고품질, 안전성 및 건강식품 과실의 선호도가 커지고 있고, 다양한 소비 형태로 확산되고 있어 다양한 과육색 및 과피색, 종자관련 기능성 멜론 등 고부가가치의 시장으로 급속히 변화하고 있다. 수출대상국인 일본은 다양한 과육색의 멜론이 소비되고 있는 고품질 고단가 시장이며, 연작으로 인한 피해로 복합내병성이 요구되고 있다. (“Miyabi”, “Prince” 등이 고급 얼스계와 무네트계 멜론의 우점품종임). 대만을 포함한 중국 및 동남아(인도네시아, 태국 등) 시장은 멜론 소비량과 재배면적이 꾸준히 증가하고 있고, 내병성 품종으로 단가 상승이 예상되며 연작 및 고온, 다습, 내염으로 뿌리가 강한 품종이 요구되고 있다. 잡계 멜론은 “Action 434”가, 허니듀계 멜론은 “優先특대사백”이 우점품종이었다.

우리나라에서 멜론의 본격적인 보급은 1990년대 이후에 여름용 얼스계 멜론이 보급되면서 활성화 되었으나 최근 들어 소비패턴이 고품질계 멜론으로 변하고 있다. 그러나 국내에서는 아직 여기에 대처할 준비가 미흡하여 종자의 해외 의존도가 높은 현실이고, 금후 멜론 종자시장이 일본에 잠식당할 우려가 매우 크므로 멜론 종자수출을 위한 전략적 연구추진 및 투자방향 설정이 필요한 시점이다.

(4) 중국 멜론의 생산현황

중국은 세계적인 멜론 생산대국으로 전국 멜론 재배면적이 수년간 지속적으로 세계 수위를 차지하고 있으며, 중국 농업부 정보센터의 통계에 따르면 2009년 멜론 재배면적은 약 202백만평에 달하였으며, 10년 시장수요의 지속적인 증가세에 힘입어 재배면적이 전년대비 20% 증가한 242백만평으로 증가하였고 11년에도 신품종 도입과 시험재배 성공 등 기술혁신으로 재배면적이 10년보다 25%증가한 303백만평으로 조사되었다.

09년 멜론 생산량은 약 250만톤이었으나 재배기술의 끊임없는 진보와 혁신에 따라 멜론의 단위 생산량도 점차 높아져 10년에는 전년대비 20% 증가한 320만톤에 달하였으며, 11년에는 전년대비 33% 상승한 450만톤이었다.

중국 멜론은 주로 서북지역에서 집중적으로 생산되고 있는데 그중 신장, 간수, 닝샤 및 내몽고 등 지역은 멜론 주요 재배지역으로 전국 생산량의 80%를 차지하고 있었다. 화북지역(북경, 하북, 하남, 산둥 등)의 재배면적과 생산량도 기술향상과 더불어 증가하였으며, 상하이 및 그 인근지역(절강, 가흥 등)의 생산량도 증가추세에 있다. 화북지역은 주로 박피침과 품종을 시절재배 하고, 서부지역은 후피침과 품종을 재배하고 있었다. 신장지방에서 생산되는 멜론이 가장 유명하며, 건조한 모래땅에서 생산되고, 육질이 단단하고 당도가 높아 주로 홍콩으로 수출되고 있다.

신장에서는 멜론류 중 하미과가 전체 멜론 생산량 가운데서 매우 높은 비중을 차지하고 있으며, 신장이 주산지이며, 전체 재배면적은 121백만평 내외이며, 생산량은 연간 85만톤 정도이다. 하미과 재배는 점차적으로 조, 중, 만생의 규모화 생산 및 공급이 이루어지는 국면을 형성하였으며 투루판 분지는 조생 하미과 산지이고 하미, 창지 등 지역은 중생 하미과, 자스, 민핑, 튀장, 이우, 빠리쿤, 아러타이 지역은 만생 하

미과 산지이다.

하이난은 열대 북쪽에 위치하고 있어 열대성 계절풍 기후에 속해 “천연온실”이라고 불리며, 봄 빨리오고 온도상승이 빠르며 낮과 밤의 기온차가 크고 겨울이 따뜻해 멜론의 반계절성 생산기지이다. 하이난 남부의 산야, 링둥, 러둥 등 지역은 중국 하미과의 반계절 재배의 주요기지로 10 반계절 연도(10월 중순 ~ 이듬해 4월말) 재배면적이 61만평, 11년에는 212만평을 돌파하였다.

랴오닝성 타이안현에서 생산되는 멜론은 육질이 두껍고 당도가 높아 맛이 좋으며 저장, 운송에 적합한 특징을 지니고 있으며 04년 멜론협회를 설립하여 재배에서부터 수확까지 일괄적인 재배, 기술, 포장, 판매를 실시하였으며 선양에 멜론 전문판매점을 설립하였다. 650개 온실하우스를 보유한 멜론 생산기지를 건립하여 40평이 무공해상품 품질감독검사를 통과하였으며 “녹색, 양질, 저가”로 베이징, 텐진, 선양 등 대도시에서 매년 1,800여톤이 판매되고 있다. 현재 타이안현에서는 계속하여 멜론 재배면적을 확대하고 있으며, 10년에는 재배면적이 101만평, 총 생산량이 4,500톤에 달하였다.

(5) 중국 멜론의 유통현황

멜론은 지금 중국시장에서 인기를 끄는 과일류 상품으로 기본적으로 생산량과 소비량이 균형을 이루며, 그중에서 매년 약 8% ~ 10%가 세계 각지에 수출되는데 주로 하미과와 멜론 품종이다. 통계에 의하면 09년 중국의 멜론 시장규모는 약 200만톤이며, 10년 270만톤으로 늘어났으며 11년에는 350만톤이었다.

지금 시장에서는 저급멜론(하미과 등)의 재배면적과 생산량이 계속 증가하여 공급이 수요를 초과하는 현상이 나타나고 있는데, 현재 소비자들의 멜론에 대한 수요는 점점 중·고급 상품으로 변화하고 있어 저급멜론의 가격은 최근 몇 년 점점 하락세에 있다.

최근 수년간 중국 멜론의 품종이 지속적으로 증가되었는데 이는 주로 수입품종의 도입 및 관련 재배기술 향상과 밀접한 관련이 있다. 국내에서도 교잡 등 새로운 기술을 통하여 더욱 많은 신품종을 연구개발하고 육성하는 등 시장의 신품종에 대한 요구를 충족시키고자 노력하고 있다.

중국 멜론의 고급시장은 계속 수입상품에 점령당하고 있지만 각종 수입품종이 중국에서 성공함에 따라 가격인하에 따른 멜론의 수요를 자극하여 시장에서 수요를 만족시키지 못하는 상황을 초래하였다.

과일시장에서 브랜드가 혼란한 현상이 종종 발생하는데 특히 멜론의 경우 브랜드의 종류가 매우 많은 특징이 있으며, 대다수가 재배지역의 지명 혹은 소재지 도시명칭을 이용하여 브랜드를 명명하고 있으며 브랜드 보호의식이 높지 못해 각기 다른 산지의 제품이 동일한 브랜드를 사용하거나 타 지역의 브랜드를 사용하는 경우가 종종 발생하고 있다.

멜론의 유통경로는 일반과일과 동일하며, 주요 유통경로는 생산농가, 생산기지, 도매시장, 소매상 혹은 과일판매상으로 구성되어 있다. 농가나 생산기지에서 생산된 멜론은 도매시장 관련기업에서 구매하여 각 도시의 소매 유통경로를 통하여 판매하고 있다. 도매시장은 전체 유통과정에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 재배기지와 판

매경로를 연결하고 있다. 현재 전국 각 도시에는 모두 일정한 개수의 과일도매시장이 있지만 대부분 소매경로를 통하여 소비자에게 판매되는 실정이다. 소매경로는 크게 2가지로 나뉘는데 하나는 과일가게이고 다른 하나는 개체호인데 도시의 각 지역에 분포되어 각종 과일을 판매하고 있다.

중국의 멜론은 재배지역이 다르고 품종이 다양하여 시중에서 판매되는 멜론의 가격도 제각각이며, 각 지역 도매시장의 가격변동폭도 매우 커 지역별 가격차이가 몇 배에 달하는 경우도 있다. 멜론은 품종이 다양하지만 단일화된 경로로는 1~2개 품종 밖에 유통되지 않아 소비자들은 다양한 품종을 선택할 기회가 적다. 현재 멜론의 재배와 생산에 있어 일정수준의 지역제한은 있지만 온실재배 확대 및 품종개량, 물류개선 등으로 멜론의 유통이 지방에서 전국적으로 확대되고 있다.

최근 몇 년동안 기술향상, 품종도입 등으로 멜론의 재배면적과 생산량은 지속적으로 증가하고 있으며, 이로 인해 멜론 가격에 변화를 가져오고 있다. 유통경로에서 멜론의 가격은 주요하게 산지와 품종의 영향을 받으며 각 지역의 가격은 큰 차이가 나는 경우가 많다. 현재 멜론 시장 가격은 일반적으로 kg당 2위안~5위안이다.

멜론은 일반적으로 외포장이 없으며 주로 근이나 kg등 무게를 달아 판매가격을 결정하고 있으며 선물용으로 과일을 포장할 때 멜론이 주로 사용되고 있으며, 이럴 경우 종이박스나 바구니를 이용하여 포장하고 있다.

(6) 중국 멜론의 소비현황

멜론의 주 소비는 일반적으로 여름철에 더위를 식히는 과일로 많이 사용되며 고급 선물에 사용하는 고급품종은 일반적으로 봄철에 대량으로 소비된다. 현재 멜론의 시장판매 상황이 양호하여 소비량이 매년 증가하는 추세를 보이고 있으며, 현재 중국시장 멜론의 소비량은 약 300만톤 수준을 유지하고 있으나 품종이 더욱 다양해지고 가격도 하락함에 따라 시장수요가 점점 증가될 것으로 전망된다. 멜론은 우수한 품질과 우아한 외관으로 중국 소비자들의 환영을 받고 있으며 선물용으로 사용되는 고급과일로 자리매김 되어있다. 주요 소비처는 개인으로 소비자들은 대부분 가정 소비용으로 구매하거나 친지방문 등 선물용으로 구매하는 경우가 대부분이며 요식업, 과일주스 생산기업들의 멜론에 대한 수요도 계속 증가하고 있으며, 요식업 등 서비스 영역에서는 후식으로 멜론 사용이 점점 증가하고 있다.

○ 흰가루병 내병성 품종 육성

(1) 멜론의 흰가루병 및 Race 분화

박과에서 발생하는 주요 병해는 흰가루병, 덩굴마름병, 덩굴쪼김병, 역병, 노균병, 세균성 점무늬병, 탄저병, 잘록병 및 10여종의 바이러스 등이 있다. 전 세계적으로는 11,800여종의 식물에서 흰가루병이 발생하고 있는 것으로 보고되고 있으며(Braun, 1987; Koji, 1986; Spencer, 1978), 매년 흰가루병에 의한 식물 생장 및 수량 감소는 다른 어떤 병보다도 심하며, 수확시기에 농가의 소득에 막대한 피해를 일으키는 병원균이다.

일반적으로 흰가루병은 고온다습하거나 약간 건조한 조건하에서 발생하기 쉽고, 시설 재배에서 연중 재배되는 경우에는 일조부족, 고온, 환기불량, 밀식재배, 연작재배, 질소

비료과용 등으로 시발되어 포장전체로 만연된다. 흰가루병은 시설이나 노지재배를 불문하고 식물체의 잎에 흔히 발생하는데 하얗게 밀가루를 뿌려놓은 것처럼 곰팡이 포자가 덮여서 식물의 광합성과 호흡을 저해하여 동화작용과 증산작용을 감소시킨다(Wright 등, 1990). 더불어 잎에 형성된 병반이 오래되면 인접병반과 융합하여 조기 낙엽되고 결과적으로 초세가 약화되면서 과실의 수량, 생육, 품질을 저하시킨다(Wright 등, 1990).

흰가루병의 방제에는 농약살포(McGrath, 1991, 1992; 장 등, 2001), 중복기생균을 이용한 생물학적 처리(Shin과 Kyeung, 1994; 이 등, 2005), 식물성 기름의 이용(McGrath과 Staniszewska, 1996), 저항성 품종 재배(조 등, 2004) 등 여러 가지 방법이 있다. 주로 이용되고 있는 방법인 농약사용은 매우 효과적이고 빠른 방법 중 하나이다. 흰가루병은 발생초기에 방제시기를 설정하는 것이 매우 중요하며 그 시기를 놓치면 약제 살포의 효과가 떨어져 병이 급격히 퍼져서 탄소동화작용이 감소하여 과실의 착생과 비대가 불량해지며 결국 수량이 감소한다(이 등, 2001). 따라서, 멜론 흰가루병은 작형이나 지역에 관계없이 재배 중 수시로 발생하여 6~7회의 약제 방제가 필요하다. 그러나 멜론에 발생하는 흰가루병은 발생생태 및 방제 방법에 대하여 아직 연구가 부족한 편이다. 또한 흰가루병을 방제하기 위한 약제가 아직 등록이 되어있지 않아 농가에서 오·남용의 우려가 있다. 따라서, 환경 보호 차원 및 농가소득 증대에 기여하기 위하여 내병성 계통의 육종연구가 필요한 실정이다.

현재 멜론의 흰가루병 내병성 품종 육성을 위해서는 Race 판별이 우선시 되어야 하며, 박과에는 흰가루병 레이스가 3종류로 Race I, Race II, Race III가 보고되어 있다. David Kenigbush(1989) 등은 흰가루병에 내병성인 P1 124111F는 흰가루병 Race I에 대하여 단인자우성(monogenic dominant inheritance)이고, Race II에 대하여 단인자부분우성(monogenic partially dominant inheritance)이라고 보고하였다.

표 8. 멜론의 흰가루병 Race 판별

판별품종	Race I	Race II	Race III
Topmark	S	S	S
PMR 45	R	S	S
PMR 6	R	R	S
MR-1	R	R	R

※ S: susceptible, MR: moderately resistant, R: resistant

박과에서 발생하는 주요 병해는 흰가루병, 덩굴마름병, 덩굴쪼김병, 역병, 노균병, 세균성 점무늬병, 탄저병, 갈록병 및 10여종의 바이러스 등이 있다. 멜론 재배 중에 가장 큰 병해 중에 하나가 흰가루병이다. 멜론 흰가루병은 식물 성장 및 수량 감소는 다른 어떤 병보다도 심하며, 수확시기에 농가의 소득에 막대한 피해를 일으키는 병원균이다. 흰가루병은 전 세계적으로는 11,800여종의 식물에서 발생하고 있는 것으로 보고되고 있

다(Braun, 1987; Koji, 1986; Spencer, 1978).

멜론 재배 시, 흰가루병은 시설이나 노지재배를 불문하고 식물체의 잎에 흔히 발생하는데 하얗게 밀가루를 뿌려놓은 것처럼 곰팡이 포자가 덮여서 식물의 광합성과 호흡을 저해하여 동화작용과 증산작용을 감소시킨다(Wright 등, 1990).

일반적으로 흰가루병을 일으키는 병원균은 살아있는 식물에서만 기생할 수 있는 진정활물기생균으로 주로 고온다습하거나 약간 건조한 조건하에서 발생하기 쉽고, 시설재배에서 연중 재배되는 경우에는 일조부족, 고온, 환기불량, 밀식재배, 연작재배, 질소비료과용 등으로 시발되어 포장전체로 만연된다. 멜론 흰가루병(powdery mildew)의 병원균은 스파이로테카 풀리지니아(*Sphaerotheca fuliginea*)이며, 자낭각 형태로 월동하며 포자는 바람이나 곤충에 의해 전염되므로 효과적인 방제가 어렵고, 일단 발병하면 20~40% 이상의 생산량 저하를 초래한다. 더불어 잎에 형성된 병반이 오래되면 인접병반과 융합하여 조기 낙엽되고 결과적으로 초세가 약화되면서 과실의 수량, 생육, 품질을 저하시킨다(Wright 등, 1990).

멜론에서 흰가루병을 일으키는 주요 병원균은 현재까지 22종의 race가 분화되어 있는 것으로 고되고 있다(McCreight, 2006). 흰가루병 병원균의 분류에 대한 연구는 1938년 미국에서 저항성 품종인 'PMR45'를 재배하는 포장에서 발병된 개체가 나타남으로써 시작되었으며, 이 시기에 race 1과 2의 분화를 보고하였다(Jagger 등, 1938). 병원균 race 3의 분화는 1978년에 Thomas(1978)에 의해 보고되었으며, 그 이후에 추가로 19개의 race 분화가 보고 되었다(McCreight, 2006).

멜론의 흰가루병 저항성 유전자들에 대해 많은 연구자들이 연구를 진행해 왔지만, 흰가루병의 저항성에 대한 유전양식이나 유전자들간의 상호작용 등이 명확하게 규명되어 있지 않다. 멜론의 흰가루병 저항성 유전자들에 대해 많은 연구자들이 연구를 진행해 왔지만, 하나의 우성유전자에 의해 저항성이 조절되는 'PMR45' 품종을 제외하고는 저항성 유전자에 대한 명확한 결론이 나지 않고 있는 실정이다(Epinat, 1993). 실제로 흰가루병에 대해 저항성을 보이는 대부분의 유전자원들에서는 여러개의 유전자들에 의해 저항성이 조절되는 것으로 알려져 있다(McCreight, 2003; Perchepped, 2005).

이들 유전자를 이용하여 저항성 품종을 육성하기 위한 다양한 연구가 시도되어 race 1에 저항성을 나타내는 유전자의 경우에는 20여 개의 재배종(cultigens)에서 확인이 되었으며, race 2에 대한 저항성은 10개의 재배종에서 확인하였다(Anagnostou and perl-Treves, 2000; McCreight, 2003; Pirat, 1998). 또한 Bardin 등(1999)은 race 1, 2, 4 및 5에 대해 복합적인 저항성을 유도하는 하나의 유전자가 'PI 124111'계통에 존재한다는 연구결과를 보고하였다.

흰가루병의 방제에는 농약살포(McGrath, 1991, 1992; 장 등, 2001), 중복기생균을 이용한 생물학적 처리(Shin과 Kyeung, 1994; 이 등, 2005), 식물성 기름의 이용(McGrath과 Staniszevska, 1996), 저항성 품종 재배(조 등, 2004) 등 여러 가지 방법이 있다. 주로 이용되고 있는 방법인 화학적 방제법 즉, 농약(살균제)를 이용한 방제방법은 방제 효과가 낮고 약제에 대한 내성을 가지는 새로운 병원균의 발생 가능성을 높이는 것으로 보고되고 있다(Asari와 Nakazawa, 1994; Erickson과 Wilcox, 1997; Lyr 등, 1996). 멜론 흰가루병은 작형이나 지역에 관계없이 재배 중 수시로 발생하여 6~7회의 과다한 약제

방제가 필요하다. 또한 황 성분이 포함된 약제의 사용으로 비닐하우스의 수명을 단축시키고 토양오염을 유발할 뿐만 아니라 유기합성농약의 다량사용에 의한 농업 생태계의 오염과 농산물의 잔류농약에 의한 피해가 우려되고 있다(안종문, 2011). 또한 자연친화적인 방제법으로는 생물학적 방제법(천적 미생물이나 생화학물을 이용)이 있지만 효율이 높지 않으므로 현시점에서 효과적인 방제법을 찾기가 어려운 실정이다. 따라서, 효율적인 흰가루병 방제와 친환경 멜론 생산을 위하여 흰가루병 저항성 품종개발의 필요성이 증대되고 있다.

멜론의 흰가루병은 진정활물기생균으로 증식하는 이 병원균은 발병조건이 까다롭고, 발병시키기 위해서는 포장의 자연환경 조건하에서 발병을 유도해야하므로, 저항성 품종을 육성하기 위해서는 저항성 검정 방법을 확립하여야 하며, 저항성 품종을 육성하기 위해서는 막대한 노력과 시간이 필요하다.

멜론의 흰가루병과 같이 환경적인 요인에 영향을 많이 받고 흰가루병 저항성 유전자의 작용이 복잡한 양적형질의 경우, 분자마커의 개발과 이를 이용한 저항성 품종 육성이 필수요건으로 보고되고 있으므로, 멜론의 흰가루병 저항성 품종을 육성하기 위해 저항성과 연관된 분자마커의 개발이 요구되고 있다.

본 연구는 멜론의 다양한 유전자원을 수집하여 흰가루병 저항성 검정과 원예적 특성을 평가하여 흰가루병에 대해 완전하게 저항성을 나타내는 유전자원을 선발하고, 멜론의 흰가루병 내병성 우수계통 및 고품질 F1 품종을 육성하고자 하였다.

현재 멜론의 흰가루병 내병성 품종 육성을 위해서는 Race 판별이 우선시 되어야 하며, UPOV에서 인정하고 있는 멜론의 흰가루병 Race는 9종류(*Sphaerotheca fuliginea*균의 Race 0, 1, 2, 3, 4, 5와 *Erysiphe cichoracearum*균의 레이스 0,1)로 보고되어 있다. 우리나라와 지리적으로 인접한 일본에서는 *Sphaerotheca fuliginea*균에서만 7종류 레이스의 발생을 보고하고 있다(Tetsuya and Shinji 1999, Maki 등 2004). 우리나라 남부지역에서 흰가루병의 레이스 분화가 상당히 진행되어 있어서, *Sphaerotheca fuliginea*균의 레이스 0에서 6까지, *Erysiphe cichoracearum*균의 레이스 0,1까지 분포하는 것으로 추측된다. 흰가루병에 대한 저항성 유전자원들 사이에 공통적인 유전자가 존재하는가를 확인하기 위한 대립인자검정을 실시한 결과, Kenigsbuch 등(1992)은 'PI124112'계통에서 race1에 대해서는 하나의 우성유전자(monogenic partially dominant inheritance, Pm5), race2에 대해서는 하나의 불완전 우성유전자가 관여함을 보고하였고, Epinat(1993)등은 두 race에 대해 공통적으로 작용하는 하나의 우성유전자(Pm-C2)를 보고하여, 대부분의 경우 하나 또는 두 개의 우성유전자가 저항성에 관여할 것이라고 추측하고 있다. 현재, 멜론에서 다양한 Race가 분화됨에 따라, 흰가루병 저항성품종 육성을 위해서는 정확한 레이스 판정이 요구된다. 표 12에서는 당사에서 이전부터 사용하던 Race 판별방법을 나타냈으며, 표 13에는 일본에서 발표한 흰가루병의 Race별 표준 품종을 나타냈다.

박과에서 발생하는 주요 병해는 흰가루병, 덩굴마름병, 덩굴쪼김병, 역병, 노균병, 세균성 점무늬병, 탄저병, 잘록병 및 10여종의 바이러스 등이 있다. 멜론 재배 중에 가장 큰 병해 중에 하나가 흰가루병이다. 멜론 흰가루병은 식물 성장 및 수량 감소는 다른 어떤 병보다도 심하며, 수확시기에 농가의 소득에 막대한 피해를 일으키는 병원균이다. 흰가

루병은 전 세계적으로는 11,800여종의 식물에서 발생하고 있는 것으로 보고되고 있다 (Braun, 1987; Koji, 1986; Spencer, 1978).

멜론 재배 시, 흰가루병은 시설이나 노지재배를 불문하고 식물체의 잎에 흔히 발생하는데 하얗게 밀가루를 뿌려놓은 것처럼 곰팡이 포자가 덮여서 식물의 광합성과 호흡을 저해하여 동화작용과 증산작용을 감소시킨다(Wright 등, 1990).

흰가루병의 방제에는 농약살포(McGrath, 1991, 1992; 장 등, 2001), 중복기생균을 이용한 생물학적 처리(Shin과 Kyeong, 1994; 이 등, 2005), 식물성 기름의 이용(McGrath과 Staniszewska, 1996), 저항성 품종 재배(조 등, 2004) 등 여러 가지 방법이 있다. 주로 이용되고 있는 방법인 화학적 방제법 즉, 농약(살균제)를 이용한 방제방법은 방제 효과가 낮고 약제에 대한 내성을 가지는 새로운 병원균의 발생 가능성을 높이는 것으로 보고되고 있다(Asari와 Nakazawa, 1994; Erickson과 Wilcox, 1997; Lyr 등, 1996). 따라서, 효율적인 흰가루병 방제와 친환경 멜론 생산을 위하여 흰가루병 저항성 품종개발의 필요성이 증대되고 있다.

현재 멜론의 흰가루병 내병성 품종 육성을 위해서는 Race 판별이 우선시 되어야 하며, UPOV에서 인정하고 있는 멜론의 흰가루병 Race는 9종류(*Sphaerotheca fuliginea*균의 Race 0, 1, 2, 3, 4, 5와 *Erysiphe cichoracearum*균의 레이스 0,1)로 보고되어 있다. 우리나라와 지리적으로 인접한 일본에서는 *Sphaerotheca fuliginea*균에서만 7종류 레이스의 발생을 보고하고 있다(Tetsuya and Shinji 1999, Maki등 2004). 우리나라 남부지역에서 흰가루병의 레이스 분화가 상당히 진행되어 있어서, *Sphaerotheca fuliginea*균의 레이스 0에서 6까지, *Erysiphe cichoracearum*균의 레이스 0,1까지 분포하는 것으로 추측된다.

멜론의 흰가루병과 같이 환경적인 요인에 영향을 많이 받고 흰가루병 저항성 유전자의 작용이 복잡한 양적형질의 경우, 분자마커의 개발과 이를 이용한 저항성 품종 육성이 필수요건으로 보고되고 있으므로, 멜론의 흰가루병 저항성 품종을 육성하기 위해 저항성과 연관된 분자마커의 개발이 요구되고 있다.

최근 멜론의 맛과 가격이 적정 수준으로 유지되면서 국내 소비량이 증가하고 있으며, 일부 지역에서는 해외로 수출까지 하고 있어 농업인의 큰 소득원으로 자리잡고 있다. 우리나라에서는 멜론이 대부분 시설 내에서 재배되기 때문에 연중 생산이 가능한데 특히 6-9월까지 생산되는 여름작형에 가장 많이 재배되고 있다. 우리나라에서 멜론(*C. melo*) 및 참외(*C. melo* var. *makuwa*)에 발생하는 병으로는 덩굴쪼김병, 덩굴마름병, 열매썩음병, 탄저병, 잿빛곰팡이병, 흰가루병, 역병, 노균병, 잘록병, 모자이크병 등 21종이 보고되어 있다(KSPP, 2009). 멜론의 재배 작형이 축성 또는 반축성으로 바뀌면서 비닐하우스나 유리온실에서 연작하여 재배하고 같은 작부체계를 반복함으로 써 병해충 발생이 증가하고 있다(Park 등, 1996).

멜론 재배에 있어서 흰가루병은 매우 중요한 병해로 멜론의 생장이나 수량 감소에 크게 영향을 끼쳐 농가 소득에 큰 피해를 주는 병해 중의 하나이며, 현재 시판 품종의 대부분이 저항성 또는 내병성이라고 하지만 실제로 재배하는 동안 다양한 시기에 흰가루병 발생이 확인되고 있다. 이러한 이유는 시판 품종이 특정 race에는 저항성을 나타내지만 또 다른 race들에는 이병성을 나타내므로 인하여 기인하는 것으로 판단된

다. 따라서 여러 개의 멜론 흰가루병 race들에 대한 저항성 품종육성이 요구되고 있다. 멜론 흰가루병균은 절대 기생균으로 *Golovinomyces cichoracearum* (syn. *Erysiphe cichoracearum*)가 프랑스(Molot and Lecoq 1986; Epinat et al. 1993) 및 수단 (Mohammed et al. 1995)에서 처음으로 보고되었으며, 최근에는 *Podosphaera xanthii* (syn. *Sphaerotheca fuliginea*)가 프랑스(Epinat et al. 1993)를 포함한 미국 (McCright et al. 1987), 이스라엘(Cohen et al. 1984), 일본(Hosoya et al. 1999; Kuzuya et al. 2003) 등 세계 각국에서 흰가루병의 주요한 병원균으로 보고되고 있다. 흰가루병 저항성 계통 PMR45이 1935년 미국에서 처음으로 육성되었지만, PMR45를 이병화 시키는 새로운 균 이 발생하여 PMR45에 발병하지 않는 균을 race 1, PMR45에 발병하는 균을 race 2로 명명하였다(Jagger et al. 1938).

또한 1946년 race 1과 race 2에 저항성을 갖는 PMR5, PMR6 이 육성하였으나, PMR5를 이병화 시키는 균이 발생하여, 이를 race 3이라고 명명하였다(Pryor et al. 1946). 이와 같이, 멜론의 흰가루병 저항성 유전자원을 이용한 저항성 계통 육성과 새로운 race 출현에 의한 저항성 계통의 이 병화가 반복되는 현상을 나타내었다. Pitrat 등(1998)은 7 개의 race (race 0, 1, 2U.S, 2France, 3, 4, 5)를 판별하기 위 하여 7개의 race 판별품종(Vedrantais, PMR45, PMR5, WMR29, Edisto47, PI414723, MR-1)을 보고하였으며, Hosoya 등(1999) 은 일본 이바라기현에서 발생한 멜론 흰가루병균을 2년간(1997 ~ 1998) 수집하여 6개의 판별계통(Fuyu 3, PMR45, WMR29, Edisto47, PI 414723, PMR5)을 이용하여 4개의 race (race 1, N1, N2, 5)를 동정하였다. 또한 2004년에는 7개 race (race 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) 분류가 가능한 8개 판별계 통(Fuyu3, PMR45, WMR29, Edisto47, PI414723, PMR5, MR-1, PI124112)을 이용하여 위의 4개 race 이외 새로운 2 개의 race (race N3, N4)를 동정하여 보고하였다(Kuzuya et al. 2004). 그리고 2006년 봄에 수집한 흰가루병균에서 기 존 race의 접종검정 결과와 다른 3개의 race (race A, O, S) 를 새롭게 동정하여 보고하였다(Izumikawa et al. 2008). 최근 많은 작물들에 있어서 병 관련 분자마커를 이용 하여 저항성 계통 선발 및 품종 육성에 활발히 이용하고 있다. 멜론에 있어서도 2002년 Perin 등(2002)은 Védrantais × PI161375에서 파생 된 163개체의 재조합 자식계통(RIL; Recombinant Inbred Lines) 63개체의 표현형적 특성조사와 318개의 AFLP, IMAS, SSR, RFLP 마커의 유전자형 분석 을 통하여 멜론의 연관지도를 제작하였으며, 이 결과들로부터 멜론 흰가루병 race 1에 대한 저항성 유전자 Pm-x 와 race 2에 대한 저항성 유전자 Pm-w에 관련된 마커를 각각 개발하였다. Fukino 등(2008)은 흰가루병 저항성 계 통 AR 5와 이병성 계통 Earl's Favourite의 RIL 집단과 167 개의 SSR, SCAR, CAPS 마커를 이용하여 연관지도 작성 및 흰가루병에 대한 QTL 분석을 수행하였다. 그 결과 멜 론 흰가루병 저항성 관련 QTL이 연관지도 LG(Linkage Group) II와 LG XII에 위치하였으며, 흰가루병 race 1 저항 성 선발 SSR마커를 개발하였다. 위와 같이 일본 등에서는 정확하게 흰가 루병균을 동정 한 후 이들 race들과 분자마커 등을 이용하여 여러 개의 멜론 흰가루병 race들에 대한 저항성 품종을 육성하고 있 다. 그러나, 국내의 경우 race 1이 광범위하 게 발병하고 있다는 것 이외에 국내에서 발병하고 있는 멜론 흰가루 병균에 대한 체계 적인 연구가 아직 미비한 실정이다.

7. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
○ 해당 사항 없음	

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		D-10	
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호	D-11
<p>○ 연구실 안전 환경 조성에 관한 법률 준수</p> <ul style="list-style-type: none"> - 일반안전: 연구실 정리정돈 및 청결상태, 흡연, 안전 수칙, 개인보호구, 구급약품 등 관리 상태 점검 - 화공안전: MSDS비치, 화학물질 성상별 분류 및 시약장 등 안전한 장소에 보관 소량을 덜어서 사용하는 통 및 화학물질의 보관함에 경고 표시 부착, 실험폐액 및 폐기물 관리 상태, 발암물질 및 독성물질 등 유해화학물질의 격리보관 및 시건장치 사용 - 소방안전: 소화기 표시, 적정소화기 비치 및 정기적인 소화기 점검상태, 비상구 및 피난통로 확보 및 통로상 장애물 적재 여부, 소화전, 소화기 주변 이물질 적재 금지 상태 여부 - 가스안전: 가스 용기의 옥외 지정장소보관, 전도 방지 및 환기상태, 가스용기 외관의 부식, 변형, 노즐상태 및 가스용기 충전기한 초과 여부 등 	

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	Development of molecular marker to select resistant lines and to differentiate the races related to powdery mildew in melon(Cucumis melo L.)	순천대학교	연구책임자	Journal of Plant Biotechnology	-	2015.12.31	중복사사	비SCI
2	논문	Identification of fungal races that cause powdery mildew in melon (Cucumis melo L.) and selection of resistant commercial melon cultivars against the identified races in Korea	순천대학교	연구책임자	Journal of Plant Biotechnology	-	2016.03.31	중복사사	비SCI
3	논문	Expression Profiling of MO Family Genes under Podosphaera xanthii Infection and Exogenous Application of Phytohormones in Cucumis melo L.	순천대학교	연구책임자	Journal of Life Science	-	2016.04.31	중복사사	비SCI
4	논문	Characterization and Expression Analysis of Peroxidases and Glucan Synthase Like Genes in Cucumis melo L.	순천대학교	연구책임자	Plant Breed. Biotech	-	2016.05.31	중복사사	비SCI
5	논문	Identification of a new race and development of DNA markers associated with powdery mildew in melon	순천대학교	연구책임자	Plant Breed. Biotech	-	2016.05.31	중복사사	비SCI
6	논문	Wide genome re-sequencing and characterization of powdery mildew disease associated allelic variation in melon	순천대학교	연구책임자	Plos one	3.234	2016.06.16	중복사사	SCI
7	논문	Differential expression under Podosphaera xanthii and abiotic stresses reveals candidate MO family genes in Cucumis melo L.	순천대학교	연구책임자	Tropical Plant Biology	1.4	2017.11.04	중복사사	SCI
8	특허출원	멜론 괴저반점 바이러스 저항성 및 이병성 품종 판별용 프라이머 세트 및 이를 이용한 멜론 괴저반점 바이러스 저항성 및 이병성 품종 선별방법	순천대학교	연구책임자	대한민국	-	2015.04.30	단독사사	-
9	특허등록	멜론 괴저반점 바이러스 저항성 및 이병성 품종 판별용 프라이머 세트 및 이를 이용한	순천대학교	연구책임자	대한민국	-	2017.02.06	단독사사	-

		멜론 과자선점 바이러스 저항성 및 이병성 품종 선별방법							
10	학술 발표	FOM2 및 Mnsv 마커를 이용한 멜론 유전자원의 유전자형 분석	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2013.10.02	단독사사	-
11	학술 발표	국내에서 발병하고 있는 멜론 흰가루병으로부터 신규 Race 동정	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2014.05.28	단독사사	-
12	학술 발표	멜론 흰가루병 Race 판별계통을 이용한 국내 수집 흰가루병균으로부터 신규 Race 분리	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2014.07.02	단독사사	-
13	학술 발표	Resistance Assay with Different Races of <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Powdery Mildew) in Domestic Melon Cultivars	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2014.10.22	단독사사	-
14	학술 발표	오이 품종의 흰가루병에 대한 저항성 검정	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2015.05.20	단독사사	-
15	학술 발표	Characterization and stress induced expression profiling of MLO family genes in <i>Cucumis melo</i> L	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2015.05.20	단독사사	-
16	학술 발표	Identification of New <i>Podosphaera xanthii</i> Race in Japan and Korea Causing Powdery Mildew of Melon	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2015.10.28	단독사사	-
17	학술 발표	Identification and Characterization of Peroxidase and Guanine Synthase Like Genes under <i>Podosphaera xanthii</i> Infection and Phytohormone Treatments in <i>Cucumis melo</i> L	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2016.05.25	단독사사	-
18	학술 발표	멜론 흰가루병 race 동정 및 국내외 시판 품종의 저항성 검정	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2016.06.29	중복사사	-
19	학술 발표	Identification and Characterization of the Gasol Agent of Gumy Stem Blight (GSB) from Melon, Watermelon and Cucumber in Korea	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2016.06.29	중복사사	-
20	학술 발표	Wide genome Re-Sequencing and Characterization of Powdery Mildew Disease Associated Allelic Variation in Melon	순천대학교	연구 책임자	대한민국	-	2016.10.26	단독사사	-
21	학술 발표	IDENTIFICATION AND DEVELOPMENT OF POWDERY MILDEW RACE-SPECIFIC SNP MARKERS IN MELON	순천대학교	연구 책임자	스페인	-	2017.09.03	중복사사	-
22	학술 발표	ASSAY AND SR MARKER BASED SCREENING OF MELON (<i>CUCUMIS MELO</i> L) GENOMES FOR RESISTANCE	순천대학교	연구 책임자	스페인	-	2017.09.03	중복사사	-

		TOGMYSEMBIGHT							
--	--	---------------	--	--	--	--	--	--	--

11. 기타사항

	코드번호	D-13
○ 해당 사항 없음		

12. 참고문헌

	코드번호	D-14
○ Ballantyne B (1963) A preliminary note the identity of cucurbit powdery mildews. Aust Jour Sci 25:360-361		
○ Fukino N, Ohara T, Monforte A, Sugiyama M, Sakata Y, Kunihiya M, Matsumoto S (2008) Identification of QTLs for resistance to powdery mildew and SSR markers diagnostic for powdery mildew resistance genes in melon (<i>Cucumis melo</i> L.). Theor Appl Genet 118: 165-175		
○ García E, Jamilena M, Alvarez JI (1998) Genetic relationships among melon breeding lines revealed by RAPD markers and agronomic traits. Theor Appl Genet 96:878-885		
○ Han JH, Park J, Jung H, Lee I, Baek J, Nou I (2014) Race identification in powdery mildew (<i>Sphaerotheca fuliginea</i>) on melon (<i>Cucumis melo</i>) in Korea. Kor J of Hort Sci & Technol 32(Suppl1):116-117		
○ Hosoya K, Narisawa K, Pitrat M, Ezura H (1999) Race identification in powdery mildew (<i>Sphaerotheca fuliginea</i>) on melon (<i>Cucumis melo</i> L.) in Japan. Plant Breeding 118: 259-262		
○ Izumikawa Y, Kuzuya M, Takazusu Y, Miyagi M (2008) Occurrence of several pathogenic strains of melon powdery mildew with different host-specificity and search for melon breeding materials resistant to these strains. The 114th Meeting of the Japanese Society of Breeding 10(Suppl 2): 196		
○ Izumikawa Y, Fukino N, Kuzuya M, Miyagi M (2009) Phenotypic analysis of powdery mildew resistant gene originated from commercial cultivar of melon. 1. Resistant gene linked with SSR marker, CMBR8. Hort Res (Japan) 8(Suppl 2) : 173		
○ Kim H, Izumikawa Y, Ishikawa T, Miyagi M (2012) Detection of a new race of melon powdery mildew and investigation of resistant materials to the race. Hort Res (Japan) 11(Suppl 1): 395		
○ Kim H, Ishikawa T, Matsumoto Y, Yashiro K, Ishii R. (2013) Genetic analysis of resistance to melon powdery mildew (<i>Podosphaera xanthii</i>) race N5. Hort Res (Japan) 12(Suppl 1): 332		
○ Kim H, Ishikawa T, Yashiro K, Horii M, Ishii R. (2014) Raising a melon line harboring 6 resistant gene for powdery mildew races and it fruit characteristics. Hort Res (Japan) 13(Suppl 1): 319		
○ Kuzuya M, Yashiro K, Tomita K (2004) Melon breeding for resistance to powdery mildew in respect to its races. Proc Vege Tea Sci 1: 39-43		
○ Lee I, Park J, Shin D, Cho K (2013) Breeding powdery mildew disease resistance and high		

- quality net melon 'Earl's Mountain PMR'. Proceedings of the Plant Resource Society of Korea. 2013(10): 100
- Perin C, Hagen L, De Conto V, Katzir N, Danin-Poleg Y, Portnoy V, Baudracco-Arnas S, Chadoeuf J, Dogimont C, Pitrat M (2002) A reference map of *Cucumis melo* based on two recombinant inbred line populations. *Theor Appl Genet* 104(6):1017-1034
 - Pitrat M (1991) Linkage groups in *Cucumis melo* L. *J Hered* 82:406-411
 - Sakata Y, Sugiyama M, Fukino N, Yoshioka Y, Ohara T, Shimomura K, Kojima A, Noguchi Y, Hashimoto T, Nomura T, Harada M (2012) Development of an Earl's-type melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*), 'Arsis', with resistance to powdery mildew, fusarium wilt and cotton-melon aphid. *Bull Natl Inst Veg & Tea Sci* 11: 35-42
 - Sugiyama M, Ohara T, Sakata Y, Fukino N, Yoshioka Y, Shimomura K, Kojima A, Noguchi Y (2012). 'Feria', a new melon (*Cucumis melo* L.) cultivar with suppressed-branching and monoecious traits. *Bull Natl Inst Veg & Tea Sci* 11: 43-54
 - Takada K, Kanazawa K, Takatuka K (1974) Studies on the breeding of melon for resistance to powdery mildew. I. Difference of resistance among varieties and the breeding of the resistant variety 'Sunrise'. *Bull Natl Res Inst Veg Ornament Plants Tea Jpn.* 59-91.
 - Thomas CE, Webb RE (1982) 'Cinco' muskmelon. *Hort Sci* 17:684-685
 - Wang YH, Thomas CE, Dean RA (1997) A genetic map of melon (*Cucumis melo* L.) based on amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers. *Theor Appl Genet* 95: 791-798
 - Yuste-Lisbona FJ, López-Sesé AI, Gómez-Guillamón ML (2010) Inheritance of resistance to races 1, 2 and 5 of powdery mildew in the melon TGR-1551. *Plant Breeding* 129: 72-75
 - Yuste-Lisbona FJ, Capel C, Sarria E, Torreblanca R, Gómez-Guillamón ML, Capel J, Lozano R, López-Sesé AI (2011) Genetic linkage map of melon (*Cucumis melo* L.) and localization of a major QTL for powdery mildew resistance. *Mol Breed* 27: 181-192
 - Li B, Zhao Y, Zhu Q, Zhang Z, Fan C, Amanullah S, Gao P, Luan F (2017) Mapping of powdery mildew resistance genes in melon (*Cucumis melo* L.) by bulked segregant analysis. *Sci Hort* 220: 160-167
 - Ning X, Wang X, Gao X, Zhang Z, Zhang L, Yan W, Li G (2014) Inheritances and location of powdery mildew resistance gene in melon Edisto47. *Euphytica* 195(3): 345-353

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.