

(뒷면)

213003-04-4-CGV00

원예작물 분자마커 및 수출/마케팅 지원체계 개발  
농림축산식품부  
해양수산부  
농촌진흥청  
산림청

(앞면)

발간등록번호

11-1543000-001667-01

# 원예작물 분자마커 및 수출/마케팅 지원체계 개발

(Development of Supporting System of  
Molecular Marker and Export/Marketing  
in Horticultural Crops)

순 천 대 학 교

농림축산식품부 · 해양수산부  
농촌진흥청 · 산림청

# 제 출 문

농림축산식품부장관 . 해양수산부장관 . 농촌진흥청장 . 산림청장 귀하

이 보고서를 “원예작물 분자마커 및 수출/마케팅 지원체계 개발” 프로젝트(제 1세부프로젝트 “원예작물의 주요형질 및 병해관련 분자마커 지원체계 개발”, 제 1세부위탁과제 “토마토, 양파, 양배추의 병리검정 및 서비스 체계 구축”, 제 2세부프로젝트 “원예종자 수출 마케팅 및 지원 시스템 구축”)의 보고서로 제출합니다.

2017년 3월 27일

프로젝트 연구기관명 :	순천대학교
프로젝트 책임자 :	정 미 영
제 1세부프로젝트 연구기관명 :	순천대학교
제 1세부프로젝트 책임자 :	정 미 영
제 1세부위탁과제 연구기관명 :	한국화학연구원
제 1세부위탁과제 책임자 :	최 경 자
제 2세부프로젝트 연구기관명 :	순천대학교
제 2세부프로젝트 책임자 :	김 병 무

## 보고서 요약서

과제고유번호	213003-04-4 CGV00	해 당 단 계 연구 기 간	42개월	단 계 구 분	1/1
연구사업명	단 위 사 업 명	농식품기술개발(R&D)			
	세부 사업명	Golden Seed 프로젝트			
연구과제명	프로젝트명	원예작물 분자마커 및 수출/마케팅 지원체계 개발			
	세부 프로젝트명	원예작물의 주요형질 및 병해관련 분자마커 지원체계 개발 (순천대학교/정미영)			
		원예종자 수출 마케팅 및 지원시스템 구축(순천대학교/김병무)			
연구책임자	정 미 영	해당단계 참 여 연구원 수	총: 90명 내부: 90명 외부: 0명	해당단계 연구 개발 비	정부: 1,395,000천원 민간: 0천원 계: 1,395,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 90명 내부: 90명 외부: 0명	총 연구개발비	정부: 1,395,000천원 민간: 0천원 계: 1,395,000천원
연구기관명 및 소속부서명	순천대학교 농업교육과			참여기업명 : 해당사항 없음	
위탁 연구	연구기관명: 한국화학연구원			연구책임자: 최 경 자	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구개발 목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토마토, 양배추, 양파에 대한 병저항성 및 주요 원예형질관련 MAS 지원용 대용량·신속 분자마커 지원 시스템 개발 및 분자마커 서비스</li> <li>- 내병성 품종 육종을 위한 주요 병해에 대한 <i>in vivo</i> 병리검정 체계를 확립 및 병리검정 서비스</li> <li>- 주요 원예작물의 주요 수출 시장(중국, 인도, 동서유럽) 현황, 수출관련 각종 제도와 정책에 대해 연구 및 품목별 마케팅 경쟁력 분석과 단계별 수출확대 및 경쟁력 강화 방안을 제시하여 수출 지원 시스템 구축</li> </ul> </li> <li>○ 연구내용 및 결과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 원예작물의 내병성 및 원예형질 관련 분자유종을 위한 마커분석 체계 확립 및 토마토, 양배추, 양파의 주요 병 및 형질 관련 실증시험 19건, 분자마커 서비스 76,103점을 수행함</li> <li>- 양배추, 토마토, 양파에 발생하는 3종 주요 병해(토마토 풋마름병, 양배추 균핵병, 양파 검은무늬병에 대한 <i>in vivo</i> 병리검정 체계 확립 및 양배추 뿌리혹병 병리검정 기술을 업그레이드하였으며, 13,473점에 대하여 내병성 검정 서비스를 실시하였음</li> <li>- 국내·외 양배추, 토마토, 양파 품종특성 파악 중국, 인도 및 동서유럽 지역별 품종 선호도 조사, 수출유망품종 조사, 수출시장 조사, 수출 런칭 전략 및 수출 마케팅 정보수집을 통한 수출지원시스템을 구축하였음</li> </ul> </li> </ul>					보고서 면수: 355

# 요 약 문

## I. 제 목 : 원예작물 분자마커 및 수출/마케팅 지원체계 개발

- 원예작물의 주요형질 및 병해관련 분자마커 지원체계 개발
- 토마토, 양파, 양배추의 병리검정 및 서비스 체계 구축
- 원예작물 분자마커 및 수출/마케팅 지원체계 개발

## II. 연구성과 목표 대비 실적

구분	목표/ 달성	논문		학회발표		분자마커 실증시험	분자마커 지원 (점)	병리 검정	정책조사 보고서	시장조사 보고서	인력 양성
		SCI	비SCI	국내	국제						
1차년도	목표		1			3	800			1	
	실적		1		1	3	3,768			1	
2차년도	목표	1	2			3	1,000	2,000	1		1
	실적		3			3	3,540	2,823	1		2
3차년도	목표	1	2			3	1,000	4,000		1	
	실적	3	2	5		9	20,715	5,310		1	1
4차년도	목표	1	1			3	1,000	4,000			
	실적	3			3	4	48,080	5,340			
1단계	목표	3	6			12	3,800	10,000	1	2	1
	실적	6	6	5	4	19	76,103	13,473	1	2	3
달성율 (%)		200	100	500	400	158	2003	135	100	100	300

## III. 연구개발의 필요성 및 목적

### 1. 필요성

- 분자표지이용선발(Marker-assisted selection, MAS)기술은 목표형질을 유전자를 기반으로 선 발함으로서 전통육종의 단점을 보완하고 우량개체선발효율을 극대화시킴과 동시에 육종연 한과 투자비용을 현저히 감소시키므로 종자산업계에서 상위 경쟁력 확보를 위해서는 필수 적인 기술로 인식되고 있음



- 현재 육종가들은 마커에 대한 필요성은 인식하고 있으나, 국내에서 원예작물의 신품종육종 과정에서 분자마커의 마커개발과 활용이 일부 회사를 제외하고는 가능한 회사가 없어 국가적 차원에서 마커 개발 및 지원 채널이 요구되는 상황임. 특히 유용 형질(내병성, 환경내성, 기능성, 품질 관련 등) 연관 분자표지와 유전체 정보를 활용한 MAB (Marker Assisted Breeding) 체계의 확립이 절대적으로 요구되는 시점임.
- 결론적으로 치열한 세계종자시장에서 품종개발 연한 단축 및 우량개체 선발효율의 극대화로 경쟁력 확보를 위해서는 전 세계 연구자들이 개발하여 발표하고 있는 관련 분자마커를 국내 품종 육성에 이용할 수 있도록 먼저 국내에 이용 가능한 분자마커인지를 조사하고, 내병성 및 유용형질 관련 분자마커의 분석 기술을 개발하고 확립하고, 더 나아가 간편·초고속 분석 기술을 활용한 대량 서비스 기반을 구축하는 것이 필요함
- 원예작물의 신품종 육성에 있어 내병성 육종은 핵심요소이며 특히 새로운 계통의 내병성을 검정하는 병리검정은 내병성 작물 육종을 위한 과정 중 가장 우선적으로 필요한 단계임. 작물 병리검정은 전문기술, 장비 및 시설이 요구되는 전문분야이나 국내 대다수 종자 회사는 병리검정을 위한 종합적인 식물병 스크리닝 시스템을 보유하고 있지 못한 실정임. 따라서 원예작물의 신품종 개발을 위해서는 *n vivo* 병리검정을 연중 수시로 지원할 수 있는 신뢰성 있는 지원사업이 필요함
- 종자 수출을 위한 마케팅 전략과 지원 시스템 구축에 대한 국내·외 연구는 여전히 부족하며, 특히 국가·지역별 특성을 고려한 연구는 이루어지지 않고 있음
- 국내 수출 지원 시스템은 한국농수산물유통공사, 한국종자협회, 한국무역협회, 대한무역투자진흥공사 등에서 제공되고 있으나, 원예 종자 산업에 대한 지원 업무는 부족함. 따라서 이에 대한 정보를 수집하고, 원예 종자 수출 지원을 위한 종합적인 육성전략을 수립해야 함
- 원예종자(토마토, 양배추, 양파) 수출입제도, 수입국(지역), 품목별 수출시장 조사와 수출전망 및 수출경쟁력 강화 필요함
  - 국제식물신품종보호연맹(UPOV)제도, WTO/FTA협상 등 각종 국제적 수출입 제도(법) 연구 필요
  - 수출국 재배현황기술개발 정보, 지정학적 수출여건 정보제공, 수입대체 및 수출역량 강화
  - 주요 수출국 프랑스, 네덜란드, 미국, 독일, 일본 등의 제도(법), 정책, 금융 등 수출지원제도 연구
  - 주요 수입국 지역별, 품목별 수입수요 전망, 수입제도(법), 수입정책 연구 필요

## 2. 연구개발의 목표

- GSP 원예작물인 토마토, 양배추, 양파를 대상으로 개발된 병저항성 및 주요 원예형질관련 분자마커의 실증실험(개량)을 통해 활용가능성을 검토하고, MAS 지원용 대용량·신속 분자마커 지원 시스템 개발하여 신속, 정확한 분자마커 서비스를 실시함으로써 민간육종가 및 종자 회사의 golden seed 신품종개발의 육종효율을 증대하고자 함

- GSP 원예종자사업단의 내병성 품종 육종을 위한 작물(양배추, 토마토, 양파)의 내병성 품종 육종을 위한 주요 병해에 대해 신속, 간편 효율적인 *in vivo* 병리검정 체계를 확립하고, 내병성 품종 개발을 위한 의뢰된 대량의 병리검정 서비스를 실시하여 효율적으로 내병성 품종 개발에 기여하고자 함.
- 주요 원예작물의 주요 수출 시장(중국, 인도, 동서유럽) 현황, 수출관련 각종 제도와 정책에 대해 연구 및, 품목별 마케팅 경쟁력 분석과 단계별 수출확대 및 경쟁력 강화 방안을 제시하여 수출 지원 시스템을 구축하고 수축을 확대하는데 기여하고자 함

#### IV. 연구개발 내용 및 범위

- 기 개발된 분자마커 정보 확보 및 실증실험을 통한 활용성 검토
- 마커의 신속, 정확, 대량 분석시스템 체계 확립(분석장비 확보 및 분석기술 확립)
- 토마토, 양배추, 양파 원예작물 내병성 및 원예형질 관련 마커 분석시스템 체계 확립
- 의뢰된 시료의 마커분석 서비스 실시
- 토마토 풋마름병, 양배추 균핵병, 양파 검은무늬병에 대한 *in vivo* 병리검정 기술 및 양배추 뿌리혹병 병리검정 기술 업그레이드를 통한 효율적인 *in vivo* 병리검정 체계 확립
- 육종가가 의뢰한 시료에 대하여 병리검정 서비스를 통한 병리검정을 수행하고 결과 제공
- 우리나라 원예종자(양배추, 토마토, 양파) 수출 현황, 각종 제도와 정책, 시장과 수출업체 애로사항 및 문제점 연구
- 주요 수출시장(중국, 동서유럽, 인도, 동남아, 일본, 미주, 중동) 및 품목별 target market 발굴 조사
- 기술개발 및 투자 시나리오별 수출 마케팅 경쟁력 분석과 단계별 수출확대 및 경쟁력 강화 방안 제시
- 소규모 종자 수출업체 해외 영업활동 알선, 수출 마케팅과 수출제도 및 지원시스템 구축

#### V. 연구개발결과

- 토마토 내병성 및 원예형질 관련 분자유육종을 위한 마커분석 체계 확립 및 지원
  - 실증시험 (7건) : 근부위조병 저항성 판별(J3/Fr1), 성장형 판별(SP, Self pruning), 응성불입성 판별(ps), 노랑 과육색 판별(Psy1의 promoter), 핑크 과피색 판별(2 position의 HRM마커), F1 순도검정용 24 chip, 응성불입 유전자형 판별(SCAR마커)
  - 주요 병 및 형질 관련 서비스 : 42,774점
- 양배추 내병성 및 원예형질 관련 분자유육종을 위한 마커분석 체계 확립 및 지원
  - 실증시험 (6건) : 불입 유무 및 CMS 유형 판별, 시들음병 저항성 판별(SCAR), 자가불화합 Class I 판별(PCR-CAPS), 자가불화합 Class II 판별(HRM), 시들음병 저항성 판별(10bp deletion), 양배추 순도검정용 24 chip

- 주요 병 및 형질 관련 서비스 : 4,051점

○ 양과 원예형질 및 계통 고정도 확인용 분자유종을 위한 마커분석 체계 확립 및 지원

- 실증시험 (6건) : 응성불임 유무 및 유형 판별(Orf725마커), 응성불임 회복유전자 판별 (OPT마커), 응성불임회복친 유전자 판별(AcSKP1-중국), 응성불임회복친 유전자 판별(AcRfGB-한국), 노균병 저항성 판별용 SCAR 마커, 계통 고정 확인용 48 chip

- 주요 원예형질 관련 서비스 : 29,278점

○ 주요 식물병에 대한 병리검정 체계 확립

- 3종 주요 병해(토마토 풋마름병, 양배추 균핵병, 양과 검은무늬병)에 대한 *in vivo* 병리검정 체계를 확립하였음

- 양배추 품종 및 계통들의 뿌리혹병균 12균주에 대한 저항성 특성을 조사하여 양배추 뿌리혹병 병리검정 기술을 업그레이드하였음

○ 내병성 품종 개발을 위한 병리검정 서비스(10,000점 목표)

- 육종가가 의뢰한 시료에 대해 2차년도에 2,823점, 3차년도에 5,310점, 4차년도에 5,340점으로 총 13,473점에 대하여 병리검정을 수행하였음

○ 원예종자의 중국, 인도 및 동서 유럽 수출 마케팅 전략 지원 및 수출 지원 시스템 구축

- 국내·외 양배추, 토마토, 양과 품종특성 파악 중국, 인도 및 동서유럽 지역별 품종 선호도 조사, 수출유망품종 조사, 정보 수집, DB구축, 정보제공 및 활용

- 종자수출 대기업과 중소기업체 글로벌화 마케팅 및 수출 중점지원

- 중국, 인도 및 동서유럽의 품목별, 지역별 수출시장 조사

- 중국, 인도 및 동서유럽의 수출 마케팅 정보수집 배포

- 신상품 개발 수출 런칭 전략 및 수출확대

- 중국, 인도 및 동서유럽을 대상으로 수출지원시스템 구축

## VI. 연구성과 및 성과활용 계획

○ 1단계 과제에서 확립된 분석 시스템( PCR시스템, Qiaxcel 시스템, HRM분석시스템, 염기서열분석장치, DNA대량추출장치, EP1분석장치, SNpline 분석 장비)은 2단계 과제수행에서 장비인프라 업그레이드에 적극 활용할 계획임

○ 분자마커의 대량분석을 위해 구축된 HRM(High Resolution Melting)분석 시스템은 2단계 분자마커 대량지원 시스템 개발 및 서비스 과제수행 과정에서 보다 업그레이드된 고품질의 분자마커 서비스를 제공할 수 있도록 활용할 계획임

○ 국내 품종 및 계통을 이용한 활용성 검토가 이루어진 분자마커(19건)는 향후 2단계 과제

수행에도 적극 활용하여 1단계 과제와 연계되어 분자마커 서비스의 정확도를 높일 수 있음

- 양배추, 양파, 토마토에 발생하는 주요 식물병에 대한 접종원 종류 결정, 접종원 대량생산 방법, 접종 방법, 접종하는 식물의 생육 시기 및 발병 환경 그리고 병조사 방법 및 저항성 기준 등 대량 병리검정 기술을 체계가 확립하여 앞으로 대량시료에 대해 정확학 병저항성 검정에 기본 자료로 활용 가능함
- 본 연구를 통해 확립한 *in vivo* 확립한 병리검정 기술은 GSP 원예종자사업단 과제에 참여하는 종자회사의 내병성 품종 개발을 위한 병리검정 서비스를 수행하고 그 결과를 제공함으로써 내병성 품종개발에 활용하고자 함.
- 본 연구의 병리검정 스크리닝 체계를 통하여 선발한 신규 내병성 육종 소재는 육종회사에서 새로운 내병성 품종 개발을 위한 육종 소재로 사용할 수 있도록 활용하고자 함.
- 중국, 인도, 동서유럽의 토마토, 양배추, 양파 등 원예 종자 시장 현황 조사와 수출 시장 개척, DB 구축 및 수출 마케팅 전략 및 지원시스템 구축 통하여 중소 원예종자 기업의 경쟁력을 강화하고 수출을 확대할 수 있는 기본 자료로 활용하고자 함

## SUMMARY

### I. Title : Development of Supporting System of Molecular Marker and Export/Marketing in Horticultural Crops

- Development of Supporting System of Molecular Marker in Horticultural Crops
- Development of screening system for disease resistant tomato, onion, and cabbage and screening service
- Export and Support System of Horticultural Seeds

### II. Research achievement

Section	Goal/Achievement	Paper		Processing		Validation of molecular marker	Marker services	Bio-assay services	Policy research report	Market prospects	human resources
		SCI	non-SCI	Domestic	International						
1st year	Goal		1			3	800			1	
	Achievement		1		1	3	3,768			1	
2nd year	Goal	1	2			3	1,000	2,000	1		1
	Achievement		3			3	3,540	2,823	1		2
3rd year	Goal	1	2			3	1,000	4,000		1	
	Achievement	3	2	5		9	20,715	5,310		1	1
4th year	Goal	1	1			3	1,000	4,000			
	Achievement	3			3	4	48,080	5,340			
1st step	Goal	3	6			12	3,800	10,000	1	2	1
	Achievement	6	6	5	4	19	76,103	13,473	1	2	3
Achievement (%)		200	100	500	400	158	2003	135	100	100	300

### III. Necessity and goal of Research

#### 1. Necessity of Research

- Marker-assisted selection (MAS) technology is based on the selection of target traits controlled by particular genes, thereby speed up the traditional breeding by maximizing efficiency of selection for high-yielding individuals, while it could be significantly reduced breeding costs. It is therefore, recognized as an indispensable technology with precise findings and accepted globally.
- Currently, breeders realize the need of markers, however, there are few companies are available to develop and utilize molecular markers in breeding process for breeding new

horticultural crops in Korea. Therefore, it is required for marker development and support channels at the national level. It is more useful for establishing MAB (Marker Assisted Breeding) system by utilizing molecular markers and genomic information related to useful trait (e. g. tolerance, environmental resistance, functionality, quality, etc.).

- In conclusion, it is in prime need to shortening the breeding cycle to catch the world seed market and also maximizing the efficiency of selection with high-quality individuals. By using molecular markers we could be developed our domestic cultivars possessing high-quality and yield securing competitiveness in world seed market. In addition, we also need to develop molecular markers related to disease (s) resistance and quality traits providing proxy service based on simple and high-speed analysis technology to the stakeholders.
- In breeding new horticultural crops, disease resistance breeding is a key factor and in particular pathological testing, resistance to a new lineage is the first priority step in the process of disease resistance crop breeding. Expertise personnels, equipment are required for conducting bio-assay, however most of the domestic seed companies do not have such comprehensive facilities. Therefore, in order to develop new varieties with particular disease resistance horticultural crops, it is necessary to have a reliable support project of race of pathotype specific bio-assay throughout the year.
- Researches on global marketing strategy and support system are still lacking for exporting horticultural seeds, and also country/region wise marketing and behavioral feasibility studies have not been conducted yet.
- Domestic export support system is provided by Korea Agricultural and Fisheries Food Distribution Corporation, Korea Seed Association, Korea International Trade Association, Korea Trade & Investment Promotion Corporation, but lack of support for horticultural seed industry. Therefore, it is necessary to gather information on this and establish comprehensive development strategy for exporting horticultural seeds.
- Conducting survey on horticultural seed (tomato, cabbage, onion) export system, importing countries (regions), possible market by items for strengthening the export prospects.
  - Need to study various international import and export system (law) such as UPOV system, WTO / FTA negotiation
  - Gathering Information on technology development, geographical export conditions, import substitution and export capacities globally
  - Study on export support system such as systems (laws), policies, finance of major exporting countries like France, Netherlands, USA, Germany and Japan
  - Identifying major importing countries, forecasting their import demand by item, studying

import system (law), and import policies

## 2. Goal of Research

- We have validated and investigated the applicability of molecular markers related to disease resistance and major horticultural important traits of GSP horticultural crops such as tomatoes, cabbages and onions. We have also developed a large-capacity, rapid molecular marker support system for MAS. We intend to increase the breeding efficiency of new cultivars of golden seed of breeder and seed company by carrying out accurate molecular marker service.
- In order to establish a rapid, simple and efficient *in vivo* pathological test system for major diseases for the breeding of resistant cultivars of the crops (cabbage, tomato, onion) for GSP horticultural seed companies. And also giving supports in conducting pathology testing for efficiently develop disease-resistant cultivars.
- It helps to analyse the status of major export markets of major horticultural crops (China, India, East-West Europe), various systems and policies related to exports, marketing competitiveness by items. To contribute in expanding export by strengthening global competitiveness.

## IV. Contents and Scopes of R&D

- Obtained information on the developed molecular markers and get feed-back on applicability through empirical experiment
- Accurate and mass analysis of markers establish system (Establish analytical equipment and analysis technology)
- Establishment of tomato, cabbage, onion horticultural crop related to disease resistance and horticultural trait marker analysis system
- Conducted marker analysis service for the requested sample
- Establish an efficient *in vivo* pathology testing system by upgrading the *in vivo* pathology assay of tomato foot blight, cabbage *sclerotinia*, onion black leaf and cabbage root blight pathology assay technologies

- Perform pathological test and providing results by using pathology test service for the samples requested by breeder
- Establishment systems for exporting Korean garded seeds (cabbage, tomato, onion), responses to various systems and policies, market and export difficulties and problems
- Identification of potential export market (China, East Europe, India, Southeast Asia, Japan, Americas, Middle East)
- Analysis of export marketing competitiveness by technology development and investment scenarios, expansion of export by strengthening global competitiveness
- Arrange overseas sales activities for small seed exporters, and also establish export markets, and export and support system

## V. R & D results

- Establishment of marker analysis system for toamto breeding for disease resistance and horticultural trait-related molecular breeding
  - Empirical test (7 cases): Fusarium crown root and rot (J3 / Fr1), self pruning (SP), male sterility discrimination (ps), yellow flesh color discrimination (Pysl promoter), pink peel color discrimination (2 positions HRM marker), 24 chips for F1 purity assay, male sterile genotyping (SCAR marker)
  - Major diseases and trait related services: 42774 point
- Establishment of marker analysis system for cabbage breeding for disease resistance and horticultural trait-related molecular breeding
  - Empirical test (6 cases): Male sterility and CMS type determination, determination of resistance to fusarium wilt disease (SCAR), self-incompatibility Class I discrimination (PCR-CAPS), self-incompatibility Class II discrimination (HRM), determination of resistance to fusarium wilt disease (10bp deletion), 24 chip for cabbage F1 purity test
  - Major diseases and trait related services: 4,051 points
- Establishment and support of marker system for molecular breeding of onion and for systematic confirmation
  - Empirical test (6 cases): Male sterility and type discrimination(Orf725 marker), male sterility recovery gene discrimination(OPT marker, AcSKP1-china, AcRfGB-korea), downy mildew resistant discrimination SCAR marker, discrimination of genome fixing 48 chip



- Major diseases and trait related services: 29,278 points
  
- Establish bio-assay system for major plant diseases
  - Established an *in vivo* pathology screening system for three major diseases (tomato bacterial wilt, cabbage sclerotinia rot, onion black spot)
  - The resistance of cabbage cultivars and strains to 12 pathogenic germs was investigated to upgrade the bio-assay for cabbage.
  
- Bio-assay services for the development of resistance cultivars (10,000 points goal)
  - Bio-assay was performed on a total of 13,473 points, with 2,823 points in the second year, 5,310 points in the third year, and 5,340 points in the fourth year for the samples requested by the breeder.
  
- Establishment of export marketing strategy and export support system for Chinese, Indian and East-West Europe
  - Identification of cabbage, tomato and onion varieties through domestic, Chinese, Indian and East-West European varietal preference survey, export promising varietal survey, information collection, DB construction, information provision and utilization
  - Globalization of marketing and export support system through seed exporting from large and small companies
  - Research on export market by item and region in China, India and East and West Europe
  - Collection and distribution of export marketing information from China, India and East and West Europe
  - Development of export launch strategy and export expansion by developing new products
  - Establishment of export support system for China, India and East-West Europe

## VI. Research results and Utilization plan

- The analysis system (PCR system, Qiaxcel system, HRM analysis system, DNA sequencer, DNA mass extractor, EP1 analyzer, SNPline analyzer) being established in Phase I project and will be used to upgrade equipment infrastructure
- The High Resolution Melting (HRM) analysis system, which is designed for the mass analysis of molecular markers, is planned to be used for providing a high quality molecular marker service that is upgraded during development of a two-step molecular marker mass support system and service tasks.
- Molecular markers (19 cases) that have been tested for their utility in domestic varieties and systems can be used to carry out the second stage task in order to improve the accuracy of the molecular marker service in connection to the first stage task
- Establishment of large-scale bio-assay techniques such as determination of inoculum type for major plant diseases found in cabbage, onion and tomato, mass production method of inoculum, inoculation method, growth period and onset environment of inoculated plants, precise disease investigation method. Therefore, it can be used as a basic data for the test of circumstantial disease resistance in large quantities in the future.
- The *in vivo* bio-assay techniques established in this study could be utilized in bio-assay service for the development of endemic varieties of seed companies participating in the GSP Horticultural Seed Project.
- The new disease-resistant breeding material selected through the bio-assay screening system of this study is intended to be utilized by breeding companies for new resistant cultivars.
- Investigate the status of horticultural seed market such as tomato, cabbage and onion in China, India and East and West Europe. Establish export DB and marketing strategy to strengthen global competitiveness for medium and small-sized horticultural enterprises.

## CONTENTS

<b>Chapter 1. Introduction of the research</b> .....	<b>16</b>
Section 1. Necessity of the research .....	16
Section 2. Purpose of the research .....	18
Section 3. Research achievement .....	19
<b>Chapter 2. Status of domestic and international research</b> .....	<b>20</b>
<b>Chapter 3. Methods and results</b> .....	<b>27</b>
Section 1. Molecular marker supporting system and services .....	27
Section 2. Bio-assay system and services for disease resistant .....	194
Section 3. Establishment of export and marketing system .....	242
<b>Chapter 4. Achievement and contributions</b> .....	<b>329</b>
Section 1. Research achievement .....	329
Section 2. Contribution to related fields .....	336
<b>Chapter 5. The utilization plan of the results</b> .....	<b>338</b>
Section 1. Achievement of goal by year .....	338
Section 2. Utilization plan .....	342
<b>Chapter 6. International research information</b> .....	<b>345</b>
<b>Chapter 7. References</b> .....	<b>346</b>

# 목 차

<b>제 1 장</b>	<b>연구개발과제의 개요 및 성과목표</b>	<b>16</b>
제 1 절	연구개발의 필요성	16
제 2 절	연구개발의 목적	18
제 3 절	연구성과 목표 대비 실적	19
<b>제 2 장</b>	<b>국내의 기술개발 현황</b>	<b>20</b>
<b>제 3 장</b>	<b>연구개발수행 내용 및 결과</b>	<b>27</b>
제 1 절	분자마커 활용성 검정 및 서비스	27
제 2 절	병리검정 체계 확립 및 서비스	194
제 3 절	수출마케팅 및 지원시스템 구축	242
<b>제 4 장</b>	<b>목표달성도 및 관련분야에의 기여도</b>	<b>329</b>
제 1 절	목표달성도	329
제 2 절	관련분야에의 기여도	336
<b>제 5 장</b>	<b>연구개발 성과 및 성과활용 계획</b>	<b>338</b>
제 1 절	연차별 연구성과 목표	338
제 2 절	연구개발 성과의 활용방안 및 기대효과	342
<b>제 6 장</b>	<b>연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보</b>	<b>345</b>
<b>제 7 장</b>	<b>참고문헌</b>	<b>346</b>

# 제 1 장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

## 제 1 절 연구개발의 필요성

- 생명과학 기술의 발전에 따라 우수종자 생산에 있어서 전통육종뿐만 아니라 분자유종 기술의 중요성이 급격히 커지고 있으며, 분자 육종을 이용한 신품종 개발 시간과 비용이 빠르게 단축되고 있기 때문에 원예작물 종자 시장에서의 국제경쟁력을 유지시키기 위한 산, 학, 관, 연이 연계된 분자유종 통합지원 시스템의 구축이 절실히 필요한 실정임
- 분자표지이용선발(Marker-assisted selection, MAS)기술은 목표형질을 유전자를 기반으로 선발함으로써 전통육종의 단점을 보완하고 우량개체선발효율을 극대화시킴과 동시에 육종 연한과 투자비용을 현저히 감소시키므로 종자산업계에서 상위 경쟁력 확보를 위해서는 필수적인 기술로 인식되고 있음
- 국내에서 원예작물에 대한 분자마커 연구지원은 제한적이고, 일부 회사를 제외하고는 마커개발과 활용이 현재 가능한 회사가 없어 국가적 차원에서 마커 개발 및 지원 채널이 요구되는 상황임
- 현재 육종가들은 마커에 대한 필요성은 인식하고 있으나 국내에서 적용 가능한 마커들의 종류, 선발 효율성, 특성 등이 객관적으로 파악되고 정리되지 않아 그 활용은 극히 미미한 실정임
- 국내 원예작물의 MAS 지원을 가속화하기 위해서는 형질별 요구도, 기술도, 마커개발용 유전자원 확보 유무에 따라 우선순위 선정이 필요하고, 마커개발이 해외에서 보고되었으나 국내 활용 가능성 검토가 필요한 마커와 신규로 개발이 필요한 마커에 대한 연구가 진행되어야 함
- 특히 유용 형질(내병성, 환경내성, 기능성, 품질 관련 등) 연관 분자표지와 유전체 정보를 활용한 MAB (Marker Assisted Breeding) 체계의 확립이 절대적으로 요구되는 시점임. 최근 유전체 비교분석을 통한 분자표지 개발이 급속히 발전하고 있어, 이들 유전체 정보를 활용한 범용성 분자표지 개발 촉진과 MAS 실용화와 육종의 과학화가 요구됨
- 결론적으로 치열한 세계종자시장에서 품종개발 연한 단축 및 우량개체 선발효율의 극대화로 경쟁력 확보를 위해서는 전 세계 연구자들이 개발하여 발표하고 있는 관련 분자마커를 국내 품종 육성에 이용할 수 있도록 먼저 국내에 이용 가능한 분자마커인지를 조사하고, 내병성 및 유용형질 관련 분자마커의 분석 기술을 개발하고 확립하고, 더 나아가 간편·초고속 분석 기술을 활용한 대행 서비스 기반을 구축하는 것이 필요함
- 오늘날 채소 품종 육성의 핵심 기술은 내병성임. 식물 병을 방제하지 않고 작물을 재배하면 작물에 따라 10-70%의 수확량 감소가 있는데, 원예 작물의 경우에는 타 작물에 비하여 특히 피해가 큼, 또한 병이 발생한 작물에는 병원균이 생산한 aflatoxin, trichothecene 등의

독소(mycotoxin)가 존재하는데, 이를 섭취한 인·축에 간암, 내장 출혈, 생식기 이상 등을 일으킨 역사적 사건들이 보고된 바 있다. 따라서 식물 병은 반드시 방제해야 하는데, 삶의 질이 높아짐에 따라 환경에 대한 관심이 증가하고 있고 안전한 먹거리에 대한 소비자 요구도 증가하고 있어 합성 농약을 사용하지 않고 재배하는 유기농법에 사용 가능한 내병성 품종에 대한 요구가 커지고 있음

- 특히 국제 경쟁력이 있는 원예작물 신품종 개발을 위해서는 내병성 품종 종자의 개발이 필수적임. 선진국에서는 내병성 품종 육성을 위하여 전통육종 기술에 분자육종 기술을 접목하여 우수한 내병성 품종을 개발을 시작하여 전 세계의 많은 종자 회사들 그리고 다국적 종자 기업 등이 서로 경쟁하고 있는 현실에서 우리나라의 경우 무, 배추, 고추 등의 특정 품목에 관해서는 세계적인 경쟁력을 지니고 있으나, 다국적 기업이 우리나라 종묘회사를 인수한 후에 획득한 자원 및 기술을 이용하여 시장을 확장하고 있어 위협을 받고 있는 실정임. 따라서 이들 원예작물의 품종의 경쟁력을 유지하기 위해서는 재배 지역에 적합한 내병성 품종의 개발이 절실히 요구되고 있음
- 내병성 육종을 위해서는 내병성 유전자원 확보가 무엇보다 중요하지만 내병성 채소 품종을 개발하는데 있어 가장 많은 시간과 경비가 소요되는 단계는 교배한 다양한 개체 중에서 우수한 저항성 개체를 선발하는 병리검정 과정임. 이 병리검정은 전문 시설, 기술 및 인력이 요구되는 전문분야인데, 90년대 외환위기 이후에 우리나라 종자 산업체 대부분이 자본금 규모가 영세한 중소기업 혹은 개인육종가로 육종에 관해서는 우수한 기술을 보유하고 있으나 병리검정을 자체적으로 추진하기에는 한계가 있는 실정임
- 원예작물의 신품종 육성에 있어 내병성 육종은 핵심요소이며 특히 새로운 계통의 내병성을 검정하는 병리검정은 내병성 작물 육종을 위한 과정 중 가장 우선적으로 필요한 단계임. 작물 병리검정은 전문기술, 장비 및 시설이 요구되는 전문분야이나 국내 대다수 종자 회사는 병리검정을 위한 종합적인 식물병 스크리닝 시스템을 소유하고 있지 못한 실정임. 더욱이 90년대 외환위기 이후에 우리나라 종자 산업체 대부분이 자본금 규모가 영세한 중소기업 혹은 개인육종가로 육종에 관해서는 우수한 기술을 보유하고 있으나 병리검정을 자체적으로 추진하기에는 한계가 있는 실정임. 따라서 원예작물의 신품종 개발을 위해서는 *in vivo* 병리검정을 연중 수시로 지원할 수 있는 신뢰성 있는 지원사업이 필요함
- 외환위기 이후 우리나라 우수 종자개발 및 수출업체의 해외 매각 및 투자 기피로 종자 산업의 주권이 외국으로 넘어가 국내 농가들의 로열티 지불이 늘어나 생산비 부담에 의한 수출경쟁력이 약화되고 있음
- 세계 종자시장은 2002년 247억 달러에서 2011년 426억 달러 규모로서 소규모 업체를 규모화를 통한 고부가가치 산업으로 육성 필요
  - 전 세계 종자 수출액은 2011년 약 100억 달러로 10대 메이저 업체가 80% 과점시장 형성
  - 세계 채소종자 수출액은 2012년 1,943억 원(양배추 400만 달러, 토마토 320만 달러, 양파 40만 달러) 규모로 수출확대를 통한 국내 대규모 업체의 글로벌 종자 수출업체 육성 및

## 소규모 업체 규모화

- 우리나라의 채소종자 수출액은 2000년 140만 달러에서 2005년 1,527만 달러로 약 10배가 성장하였으며 2011년에는 3,000만 달러로 2000년 대비 약 20배로 비약적으로 성장하였음을 알 수 있음
- 정부의 농수산물 수출지원 제도는 농수산물유통공사에서 수출 지원시스템을 구축하여 정책적으로 중앙정부와 지방정부가 물류비와 수출보험료, 잔류 농약 검사비, 선도유지비 등을 지원하고 있으나 종자수출에 대한 생산단지 및 수출업체 지원제도는 미비함
- 우리나라가 수출을 하려면, 양배추만 해도 지역별로 환경이 다르기 때문에 현지에 맞는 품종을 빠르게 내놓지 않으면 다국적 기업들과 경쟁할 수 없는 상황임
- 정부의 종자산업 첨단 고부가가치 산업화와 GSP사업의 성공적 추진 및 종자산업 주권확보
  - 원예종자 수출을 통한 로열티 수입확대와 수입대체 효과 달성 및 글로벌 종자 산업체 육성
  - 우리나라 원예종자 산업육성 제도(법), 정책, 지원제도 문제점 및 개선방안 연구 필요함
- 원예종자(토마토, 양배추, 양파) 수출입제도, 수입국(지역), 품목별 수출시장 조사와 수출 전망 및 수출경쟁력 강화 필요함
  - 국제식물신품종보호연맹(UPOV)제도, WTO/FTA협상 등 각종 국제적 수출입 제도(법) 연구 필요
  - 수출국 재배현황기술개발 정보, 지정학적 수출여건 정보제공, 수입대체 및 수출역량 강화
  - 주요 수출국 프랑스, 네덜란드, 미국, 독일, 일본 등의 제도(법), 정책, 금융 등 수출지원제도 연구
  - 주요 수입국 지역별, 품목별 수입수요 전망, 수입제도(법), 수입정책 연구 필요

## 제 2 절 연구개발의 목적

- 원예작물의 품종 육종과정에서 분자마커 이용선발(Marker-assisted selection, MAS)기술을 적용하면 품종개발 연한을 단축하고 우량개체 선발효율의 극대화함으로써 단기간 내에 우수한 신품종을 육성할 수 있다. 본 연구개발 과제는 GSP 원예작물인 토마토, 양배추, 양파를 대상으로 병저항성 및 주요 원예형질관련 분자마커의 MAS 지원용 대용량·신속 분자마커 지원 시스템 개발하고, 기존에 개발된 또는 GSP분자개발팀에서 개발한 마커들을 대상으로 분자마커의 실증실험(개량)을 통해 활용가능성을 확인한 후 육종현장에서 의뢰된 시료를 대상으로 체계적이고 신속, 정확한 분자마커 서비스를 실시함으로써 민간육종가 및 종자회사의 golden seed 신품종개발의 육종효율을 증대하고자 함
- GSP 원예종자사업단의 내병성 품종 육종을 위한 작물(양배추, 토마토, 양파)의 내병성 품종 육종을 위한 주요 병해에 대해 신속, 간편 효율적인 in vivo 병리검정 체계를 확립하고,

내병성 품종 개발을 위한 의뢰된 대량의 병리검정 서비스를 실시하여 효율적으로 내병성 품종 개발에 기여하고자 함.

- 주요 원예작물의 주요 수출 시장(중국, 인도, 동서유럽) 현황, 수출관련 각종 제도와 정책에 대해 연구 및, 품목별 마케팅 경쟁력 분석과 단계별 수출확대 및 경쟁력 강화 방안을 제시하여 수출 지원 시스템을 구축하고 수축을 확대하는데 기여하고자 함

### 제 3 절 연구성과 목표 대비 실적

구분	목표/달성	논문		학회발표		분자마커 실증시험	분자마커 지원 (점)	병리 검정	정책조사 보고서	시장조사 보고서	인력 양성
		SCI	비SCI	국내	국제						
1차년도	목표		1			3	800			1	
	실적		1		1	3	3,768			1	
2차년도	목표	1	2			3	1,000	2,000	1		1
	실적		3			3	3,540	2,823	1		2
3차년도	목표	1	2			3	1,000	4,000		1	
	실적	3	2	5		9	20,715	5,310		1	1
4차년도	목표	1	1			3	1,000	4,000			
	실적	3			3	4	48,080	5,340			
1단계	목표	3	6			12	3,800	10,000	1	2	1
	실적	6	6	5	4	19	76,103	13,473	1	2	3
달성율 (%)		200	100	500	400	158	2003	135	100	100	300



## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### [제 1 세부]

#### □ 토마토 분자표지기술 현황 및 문제점

- 토마토 신품종 육종에 있어 가장 큰 핵심요소는 내병성 육종으로 분자마커를 이용한 선발 기술을 이용하면 품종개발 연한을 단축하고 우량개체 선발의 효율이 극대화되므로 이 분자마커를 활용한 선발기술의 중요성이 크게 부각되고 있음
- 내병성 분자표지를 이용한 MAS를 통해 우수 내병성 품종의 신속한 개발이 가능한데, 현재 토마토 내병성 MAS를 위한 다수의 분자표지가 이미 개발되어 해외 MAS 육종 프로그램에 크게 활용되고 있지만, 아직 국내 대부분의 종자회사에서는 전문인력과 기술의 부족, 기반 시설의 미비로 인해 그 활용도가 제한적임
- 국내용 토마토 품종에 요구되는 주요 병은 바이러스병으로 *Tomato mosaic virus*(ToMV), *Tomato spotted wilt virus*(TSWV), TYLCV, 곰팡이병으로 잎마름역병, 근부위조병, 반신위조병, 갈색근부병, 회색잎곰팡이병, 흰가루병, 세균병으로 청고병, 궤양병, 선충병으로 고구마뿌리혹병 등이 있음
- 국내에서 MAS가 가능하여 일상 활용되는 병은 ToMV (선발유전자: *Tm2a*), TYLCV (*Ty-1,2,3*), 시들음병 (*I2, 3*), 반신위조병 (*Ve1, 2*)이 있고, 분자표지는 해외에서 개발 보고되어 있으나, 국내 육종소재 적용 가능성 검토가 필요한 병은 TSWV (*Sw-5*), 잎곰팡이 (*Cf5, 9*), 잎마름역병 (*Ph-3*), 고구마뿌리혹병 (*Mil2,3*)이 있으며, 분자표지 개발이 우선적으로 필요한 병으로는 청고병, 흰가루병, 근부위조병, 갈색근부병, 회색잎곰팡이병 등이 있음
- 내병성 이외에 분자표지가 요구되는 원예형질로는 과형, 과색(레드/핑크계), 고함량 라이코펜 및 베타 카로틴이 있으나, 현재 과색의 경우 유전양상이 단일열성으로 관찰되고 있어 신규 분자표지 개발이 용이함
- 분자표지의 활용에 있어 특정형질 마커를 이용한 MAS와 더불어 여교잡종 마커의 이용이 확대되고 있으며, 우수 F1 품종개발을 위한 부모본 계통육성 및 새로운 병에 대한 저항성 인자와 같은 주요형질의 신속한 도입 등을 위해서는 여교잡육종이 필수적임
- 미국에서 1992년 야생종과 재배종 교배집단에 대한 RFLP 마커 기반 유전자 지도가 작성된 후 PCR에 기초한 다양한 분자마커들이 개발되었고 이와 더불어 선도적인 분자육종기술이 개발되어 왔음
- 선진국에서는 현재까지 25여개의 토마토 Inter-, Intra-specific cross linkage map이 발표되었으며 과실특성 및 생리장애에 관한 유전자뿐만 아니라 20여종의 내병성 관련 유전자나 QTL이 분석

되었거나 클로닝 되었음. 이들 정보를 토대로 현재 19개 이상의 복합내병성, 기능성, 수량관련 형질들에 대한 분자마커를 이용한 개체선발이 종자회사나 정부 연구기관에 의해 크게 활용되고 있음. 그 결과 선진 외국회사에서 개발된 대부분의 토마토 품종은 병해충저항성 유전자를 최소한 5가지(*Mi*, *Cf*, *Tm2*, *Ve*, *I* 등) 이상의 내병성을 package로 가지고 있음

- 토마토 유전체의 유전체 분석을 위하여 국제적인 consortium이 구성되어 현재 총 게놈 염기서열 정보가 코넬대학교에서 운영하는 Solanaceae Genome Network (SGN)에 실시간으로 공개되고 있음
- 토마토 SNP마커 개발은 Ohio 주립대학을 중심으로 연구를 추진 중이며, 개발된 SNP 마커는 homepage에 공개되고 있으며 향후 SNP 대량확보와 SNP-chip을 이용한 유전체 분석 및 마커개발이 주요 미래 기술로 부상하고 있음

#### □ 양배추 분자표지기술 현황 및 문제점

- 양배추의 표준유전체 정보를 기반으로 하여 최근의 차세대유전체분석기술 (NGS)을 이용하여 각 염색체당 수 만개 이상 대규모의 다양성 SNP 마커를 개발할 수 있으며 이는 다양한 양배추 자원에서 NGS 기술을 활용한 genome wide association study (GWAS) 분석을 통해 농업적으로 유용한 다양한 형질을 탐색하고 활용할 수 있는 기반을 제공함
- 내병성 품종 육성을 위해 주요 병에 대한 마커 활용이 활발하게 이루어지고 있으며, 뿌리혹병과 검은썩음병에 내병성인 품종이 출시되고 있음. 배추과 식물에서 뿌리혹병(clubroot, CR)관련 유전자나 유전자 좌위에 대한 연구는 유전지도와 병리검정 결과를 비교하여 QTL을 발견하였는데 *CRa* (Matsumoto 등, 1998), *Crr1* (Suwabe 등, 2003), *Crr2* (Suwabe 등, 2003), *Crr3* (Hirai 등, 2004), *Crb* (Piao 등, 2004) 등의 중요 유전자가 보고됨
- 배추과 작물의 CMS유형에는 5가지 형태가 있는데 이러한 CMS의 구분 분자마커로는 CMS와 MF의 구분 특이적 마커로는 *atpA*, *orf324/orf305*가, Ogura type 특이적 마커는 *orf138*, *trnFM/orfB2*, Polima type 특이적 마커는 *orf256*, *orf220*, *orf222*, *orf220/222*, Komatsuna type 특이적 마커는 *trnFM/del*, *trnFM/atpA2* 등이 개발되어 있음. 한편 국내 대부분의 배추과의 CMS가 Ogura type에 편중되어 있는 것으로 보고됨
- 양배추의 자가불화합성 인자의 조기동정 마커를 육종에 적용시킬 경우 육종연한이 단축되는데 세계적으로 포자체형 자가불화합성 연구의 재료는 배추과 식물, 특히 배추 (*B. rapa*)를 재료로 해서 많은 연구가 진전이 되어 있으며 양배추(*B. oleracea*)를 이용한 자가불화합성 연구도 진전되고 있음. 양배추 및 배추의 자가불화합성 주도측 유전자인 *SLG* 및 *SRK*, 화분측 유전자인 *SCR/SP11*가 많이 동정되어 유전자 은행에 등록되어 있기 때문에 자가불화합성 유전자형 동정 활용에 용이하여 마커개발에 유리함

- 양배추는 19개 이상의 복합내병성, 기능성, 수량관련 형질들에 대한 분자표지가 개발되었고, 일부 종자회사나 정부 연구기관에서는 MAS를 이용한 선발이 이루어지고 있음

## □ 양파 분자표지기술 현황 및 문제점

- 국내의 양파 품종 개발은 선진국에 비해 육종역사가 짧고 소수 종묘회사와 개인 육종가에 의존하고 있어 육종기반이 매우 빈약한 실정임. 더욱이 양파는 2년생 작물이기 때문에 일반 1년생 작물에 비해서 육종 기간이 2배 이상 소요되어 1품종을 개발하는데 적어도 20년이 소요되는 단점이 있음. 따라서 양파는 품종 출시기간을 단축시키면 빠른 시장 선점이 가능하기 때문에 분자표지 및 이를 이용한 세대단축기술이 절실히 요구됨
- 양파 응성불임은 2종류( CMS-S, CMS-T)가 존재하는 것으로 보고되었으며 (Jones and Emsweller 1936; Havey 2000), 응성불임의 종류를 쉽게 단기간 내에 판별할 수 있는 분자표지를 개발하려는 노력들이 꾸준히 이루어져 왔음(Havey 1995; Sato 1998; Engelke et al. 2003; Kim et al. 2009). 최근 김성길 교수팀에서 정상 및 2종류의 세포질을 판별할 수 있는 분자표지를 개발하여 응성불임 종류를 판별하는 정확도와 효율을 높인 바가 있음
- 응성불임을 회복시키는 회복유전자의 유전자형은 다양한 유지친 계통을 단기간 내에 개발하기 위해서는 반드시 필요하고, 자식검정을 통해서 유전자형을 확인하는 데는 오랜 시간과 수많은 검정교배 자식세대를 포장에서 키워야 하므로 많은 공간과 노력이 소요되기 때문에 회복유전자 선별용 분자표지는 양파 F1품종 육종에서 가장 중요한 도구가 된다고 할 수 있음
- 회복유전자(Ms)에 대한 분자표지는 연관된 RFLP marker가 개발되어 SSCP(single-strand conformation polymorphism) marker로 전환시킨 보고가 있으나(Gökçe et al. 2002; Martin et al. 2005), RFLP와 SSCP는 대량의 육종계통을 대상으로 이용하기 어렵다는 단점을 보완한 simple PCR marker가 개발되었음(Bang et al. 2011)
- 이외에 NGS (next generation sequencing; 차세대 염기서열 분석) 기술에 의해 양파에서 대량의 SSR, EST, SNP 정보가 수집으로 내병성 및 다양한 형질판별 마커개발이 이루어져야 하며, 또한 이러한 정보를 이용하여 순도검정 및 여교잡 세대단축 적용 및 유전형 분석을 위한 분자마커의 개량 및 개발이 필요함. 특히 내병성 분자표지와 유전체 정보를 활용한 MAB (Marker Assisted Breeding) 체계의 확립이 절대적으로 요구되는 시점임

## [제 1 세부 위탁]

- 채소 신품종 육종에 있어 가장 큰 핵심요소는 내병성 육종으로, 선진국에서는 *in vivo* 병리

검정 스크리닝과 마커 검정을 지원해 주는 전문회사 또는 연구기관이 활성화 되어 있음. 내병성 육종을 위한 병리검정은 기존에는 *in vivo* 병리검정이 주된 방법이었으나, 분자마커를 이용한 선발 기술을 이용하면 품종개발 연한을 단축하고 우량개체 선발의 효율이 극대화되므로 이 분자마커를 활용한 선발기술의 중요성이 크게 부각되고 있음

- 최근에는 유전공학의 발달로 내병성 관련 분자마커가 많이 개발되었는데, 다국적 종자회사들을 중심으로 자체 마커 개발 기술과 High-throughput(HT)-MAS(marker assisted selection) system 확립에 많은 투자가 이루어지고 있음. 네덜란드의 경우에는 민간 육종회사들이 육종 효율을 극대화하기 위하여 Keygene이라는 분자마커 개발 전문회사를 설립하고 성공적으로 운영하고 있음. 현재 프랑스와 일본의 육종회사도 공동 투자하여 분자마커를 개발하고 활용하고 있음
- 우리나라의 경우, 무(일본), 배추(중국) 및 고추(인도, 인도네시아) 등은 종자를 수출하고 있지만, 토마토, 양파 및 시금치는 일본에서 수입하고 있는 실정임. 우리 채소종자 산업의 2007년도 종자 수출액은 2,000만 달러를 넘었고, 수입은 약 500만 달러 수준으로 수출초과가 1,500만 달러에 이르고 있음. 우리 정부에서는 2015년의 종자 수출을 1억 달러로 목표를 정하고, 이 가운데 80%인 8,000만 달러를 채소종자 수출로 달성하기 위한 장기 계획을 수립하고 있다. 하지만 세계 종자 시장에서 수출을 확대하기 위해서는 세계적으로 많이 선호하는 작물인 토마토, 브로콜리, 양파 등의 종자 시장에서 경쟁력을 갖추거나, 우수한 내병성 품종의 종자를 개발하는 것이 필요함
- 육종 단계별로 볼 때 유전자원의 확보가 무엇보다도 중요하지만, 내병성 채소 품종을 개발하는데 있어 가장 많은 시간과 경비가 소요되는 단계는 다양한 개체 중에서 우수한 저항성 개체를 선발하는 스크리닝 과정임. 그런데 우리나라 종자회사 중 신젠타종묘, 몬산토코리아, 동부팜한농, 농우바이오, 농협NH종묘센터, 바이엘크롭사이언스 등 비교적 규모가 큰 종자회사의 경우 자체적으로 다양한 식물병 스크리닝 시스템을 보유하고 있을 정도로 인력이 충분히 있는 것으로 판단됨. 하지만 대부분의 중소기업체들과 대학 및 연구소의 경우 자체적으로 표준 식물병원균 및 발병 기술을 보유하기는 어려운 실정이므로 내병성 신품종이 개발되고 있으나 병리검정이 전문적으로 이루어지지 못하고 있음
- 한국화학연구원에서는 1988년부터 신농약 살균제 개발을 위한 스크리닝 체계를 확립하고 이를 이용하여 1년에 4,000개의 화합물, 천연물 및 미생물에 대한 *in vivo* 살균 활성을 조사하여 여러 개의 살균제 후보물을 도출하고 사업화하여 왔다. 그리고 이 경험을 바탕으로 2009년부터 농림축산식품부가 지원하는 ‘채소병리검정지원사업단(주관: 한국화학연구원)’ 과제를 수행하여 효율적인 병리검정 체계를 확립하고 육종가를 지원하여 왔으며, 육종가로부터 효율적인 병리검정 시스템을 구축하여 질 좋은 병리검정 결과를 제공하였다고 평가받고 있음

## [제 2 세부]

### □ 우리나라 종자산업의 수출입 현황

- 우리나라의 종자 수출에 대한 연구는 매우 미진한 편이며, 최근에는 정부가 추진하고 있는 GSP사업에 따라 종자산업의 중요성과 종자산업 육성을 위한 연구가 시작되었지만 종자 수출에 관한 학문적 연구는 거의 없는 실정이고 종자업체 소수의 전문가가 수출에 대한 노하우를 독점하여 파급효과가 미약함
  - 최근 연구는 박기환(2013), 「종자산업 도약을 위한 과제」, 한국농촌경제연구원. 신종수(2010), 「종자강국 세계시장에서 답을 찾다」, 농촌진흥청. 정승룡(2010), 「채소종자산업 현황과 경쟁력 제고 방안」 등이 있음
- 품종개발은 짧게는 몇 년, 길게는 10년 이상 걸리고, 금은 1g에 6만 원 정도지만 토마토와 파프리카 종자는 g당 13만 원임. 10대 다국적 기업이 70% 이상 장악한 세계 종자시장 규모는 현재 700억 달러규모이며 2020년엔 두 배 이상 커질 전망이다
- 토마토의 전 세계 시장규모는 70조원이지만 국내 토마토의 수출비중은 생산량 대비 0.4%에 불과하며, 매년 100만 달러(11억원) 이상 토마토를 수출하는 농가가 없으며 특히, 종자는 큰 수출 부가가치가 있지만 종자 수출에 대한 학문적 연구는 거의 전무한 실정임. 토마토, 양배추, 양파의 종자 수출에 관한 품목별 품종별 연구뿐만 아니라 지역별 수출 및 수입에 관한 연구는 시작 단계에 불과한 실정이며, 종자 수출 마케팅과 수출 지원 시스템은 구축되어 있지 않은 상황임
- 미국은 2012년 11월까지 채소종자의 수출액은 4억 7,184만 달러, 수입액은 3억 2,903만 6천 달러임. 미국의 수출량은 멕시코, 네덜란드, 캐나다, 브라질 순으로 많고, 수입은 중국, 칠레, 네덜란드, 이스라엘 순으로 많고 미국이나 일본 등 다국적 메이저 종자 기업은 나라별 지역별 특성에 맞는 수출 마케팅과 로열티를 획득하고 있음
- '12 우리나라의 상반기 채소종자 국가별 수출현황 비중을 살펴보면 중국이 26.2%로 가장 높고, 다음으로 미국이 16.1%이며, 일본, 인도, 호주가 10% 초반대의 비중을 보이고 있음. 이 밖에도 파키스탄, 홍콩, 필리핀이 약 2%내외의 비중을 나타내고 있음
- 국내의 대중국 주력 수출업체는 5개 업체 내외이며, 주요 수출 품목은 고추, 양배추, 토마토, 무, 파, 기타 채소종자 등임
- 수출 애로사항은 중국 내 자국 종자산업 보호추세 및 검역검사의 일시적 강화 등으로 인한 수출중단 사례 등이 발생하고 있음

- 채소 종자 수입은 순수입과 해외 채종 수입으로 구성되고 양파추, 양파, 토마토 종자수입은 전체 수입금액의 36%를 차지하고 있음
- 양배추, 토마토, 양파의 종자 수출은 2012년 채소 종자 전체 수출 금액의 15%를 차지하고 있으며 2011년 대비 약간 감소한 상황임

#### □ 한국농수산물유통공사 수출지원 시스템 현황

- 안전관리, 시장개척, 물류지원, 금융보험
  - 수출실무, 주요국환율변동추이, 환율변동보험, 정보수출실무지식, 무역실무영어회화, 해외진출 매뉴얼지원
  - 지원조직, 수출국 해외공관관련유관기관 및 단체지원, 사업공고, 수출종합지원공고
  - 수출지원 사업공고
  - 수출상담, 수출실무상담, 수출정보SOS, 해외시장미니조사 등의 분야로 나누어 지원함
- 수출유망 고부가상품 발굴을 통해 해외시장 개척으로 수출증대에 기여할 목적으로 국내 제조 및 수출업체, 농·축산물 및 가공식품에 한정하여 유망 상품개발/ 수출상담 활동/ 해외 마케팅 등에 지원하고 있으나 종자 관련 지원 항목이 없는 상황임
  - 수출 전문인력 양성을 위해 선도 농가에 대한 선진기관 현장교육, 해외전문가 및 국내맞춤 컨설팅 지원으로 선진농업기술 조기정착 도모
    - 목적으로 농식품 수출 선도농가 (선도조직, 원예전문생산단지), 해외 선진농업기관(네덜란드 PTC+) 현장교육 지원으로 수출전문 선도 농가 육성(3회), 교육자 항공료, 교육비, 체제비의 70% 지원(운영전문가 소요비용 제외)

#### □ 한국종자협회 수출지원 시스템

- 종자협회(사단법인)는 조직과 업무 소개, 회원사 안내, 공지사항, 새소식, 종자소식, 수출입 안내, 국내 생산 및 매출, 수입관련 적응요령, 종자관련 단순 정보 등을 제공하고 있으나 직접 수출에 대한 지원 시스템을 구축하지 못하고 있음
- 종자협회 50여개 회원사들은 각 인터넷 사이트를 만들어 자사의 홍보와 새로 개발한 품목별 상품소개, 연구개발 정보 등을 하고 있음
- 수출 선도 농가에 대한 선진기관 현장교육, 해외전문가 및 국내맞춤 컨설팅 지원으로 선진 농업기술 조기정착을 유도하고 있음

□ 한국무역협회 수출지원 시스템

- 한국무역협회는 명실공히 우리나라 수출입에 관련한 모든 조사 및 연구, 정보제공 및 자료의 간행, 해외 시장 개척 및 전시, 하주권익, 대정부 건의 및 답신, 무역센터 운영 등의 업무를 수행하는 기관이고 회원사의 권익 옹호, 정부 수입업무, 상담, 거래알선 및 대행업무, 통상협력 및 홍보, 교육훈련 및 연구 자료를 제공하고 있으나 원예종자에 대한 수출지원 업무는 전무함

# 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

## 제 1 절 분자마커 활용성 검토 및 서비스

### 1. 토마토 분자마커 활용성 검토 및 서비스

#### 가. 분자마커 정보 확보 및 마커의 분석시스템 체계 확립

토마토 신품종 육종에 있어 가장 큰 핵심요소는 내병성 육종으로 분자마커를 이용한 선발 기술을 이용하면 품종개발 연한을 단축하고 우량개체 선발의 효율이 극대화되므로 이 분자마커를 활용한 선발기술의 중요성이 크게 부각되고 있다. 또한 분자지표를 이용하여 육종재료가 지니는 내병성 유전인자의 종류와 각 유전인자의 유전자형을 정확히 파악함으로써 결과예측이 가능한 효율적인 교배조합 작성과 후대검정 규모의 예상이 가능하게 되었다.

국내에서 MAS가 가능하여 일상 활용되는 병은 ToMV (선발유전자: *Tm2a*), TYLCV (*Ty-1,2,3*), 시들음병 (*I2, 3*), 반신위조병 (*Ve1, 2*)이 있고, 분자표지는 해외에서 개발 보고되어 있으나, 국내 육종소재 적용 가능성 검토가 필요한 병은 TSWV (*Sw-5*), 잎곰팡이 (*Cf5, 9*), 잎마름역병 (*Ph-3*), 고구마뿌리혹병 (*MIL2,3*)이 있다. 하지만 대부분 이용되고 있는 분자마커가 CAPS, SSR 또는 PCR 마커로 PCR 반응 후에 제한효소 반응과 전기영동 등 여러 가지 과정을 거치므로 대량의 시료를 처리하기에 부적합하여 본 연구 과제에서는 HRM(High-resolution melting) 분석 방법을 모색하였다.

지금까지 토마토 병 관련 SNP마커 몇 종이 보고되어 본 연구과제에서 공개된 SNP 마커의 활용성을 검토한 결과, 마커로 활용하기 부적합하였다. 선진국의 경우 토마토 마커개발은 민간종자회사를 주축으로 하여 대부분의 분자마커를 SNP 마커형태로 전환하여 사용하고 있으며, 현재 일부 회사에서는 제품화하여 시판 중에 있다. 따라서 본 연구과제에서는 1차년도에는 먼저 이러한 시판용 SNP 마커를 확보하고 그 활용성을 검토한 결과 HRM 분석을 통하여 각각의 병에 대한 유전자형 (susceptible, resistant, heterozygous) 을 명확하게 확인할 수 있었다(그림 1, 2). 2차년도에는 확보된 마커뿐만 아니라 새로 개발된 마커의 실증시험을 거쳐 분자마커 서비스 시스템을 확립하였다. 3차년도 및 4차년도 역시 기존의 개발된 마커를 이용한 분자마커 서비스 및 분자마커의 실증시험, 보완, 수정을 거쳐 각 병 및 형질에 대한 유전자형을 명확하게 구분하여 분자마커 서비스를 수행하였다.

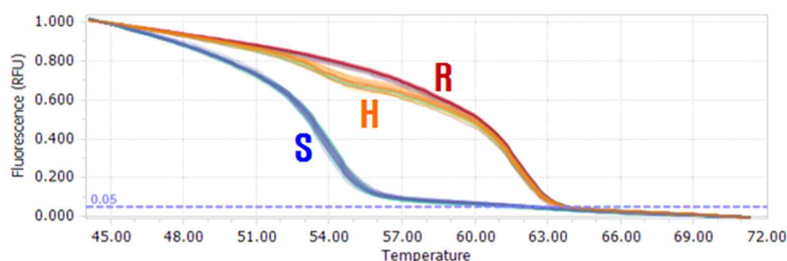


그림 1. 시판중인 Ty1에 대한 HRM curve profiles. S: susceptible, R: resistant, H: heterozygous



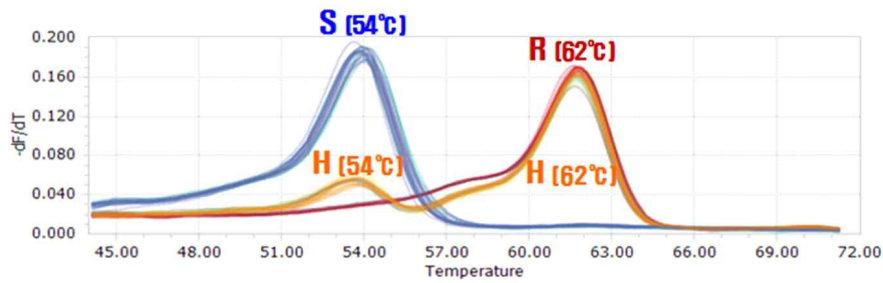


그림 2. 시판중인 Ty1에 대한 HRM peak profiles. S: susceptible, R: resistant, H: heterozygous

또한 2차년도에 GSP사업단에서 개발된 토마토 병 관련 SNP마커로 황화잎말림바이러스 저항성 유전자인 Ty1과 Ty3, 근부위조병 저항성 유전자인 J3 및 토마토 형질 관련 SNP마커로 과실의 숙기에 관여하는 *rin* 유전자에 대하여 의뢰받은 회사 및 대학의 샘플을 가지고 HRM 분석을 통하여 각각의 병에 대한 유전자형(susceptible, resistant, heterozygous) 및 형질(normal, *rin*)을 명확하게 구분해 낼 수 있었다(그림 3).

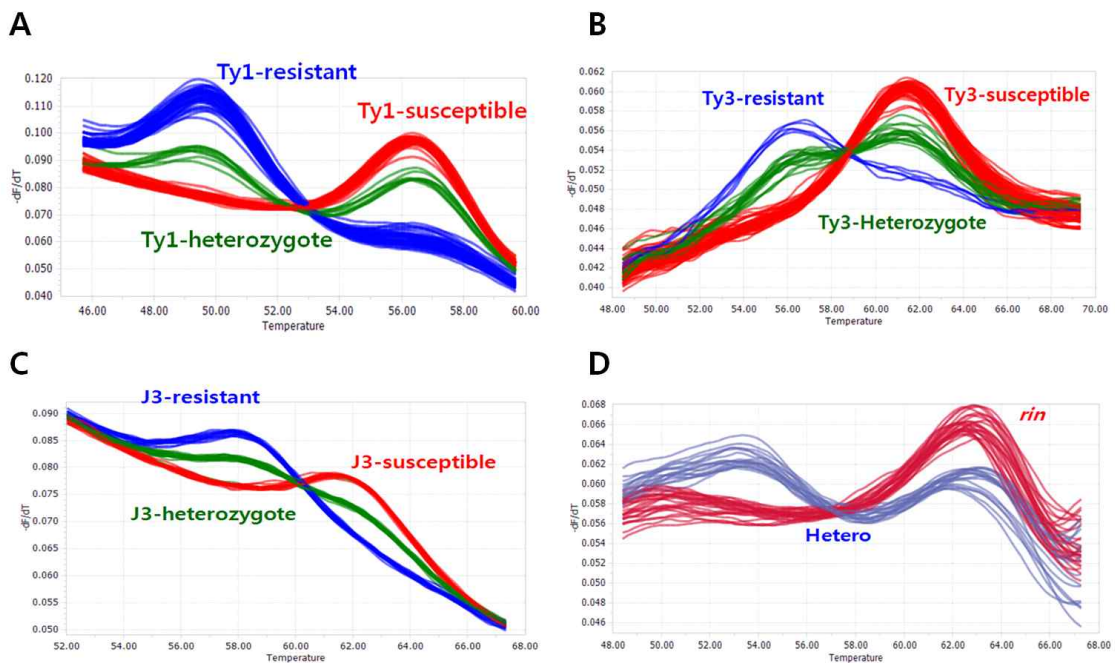


그림 3. 사업단에서 개발한 마커에 대한 HRM peak profiles.

(A: Ty1, B: Ty3, C: J3, D: *rin*)

3차년도에는 Kim 등 (2015)이 보고한 HRM마커인 토마토 근부위조병 (Fusarium crown and root rot(J3/Fr)) 저항성 판별 마커, 그 외에 토마토 화서 (Self Pruning(SP)) 판별 마커, 토마토 응성불임성 (Male sterility(PS)) 판별 마커, 토마토 과육색 (노랑) (Fleshy fruit color-yellow) 판별 마커에 대하여 실증시험을 실시하여 명확하게 유전자형을 판별할 수 있었다(그림 4, 5, 6, 7)

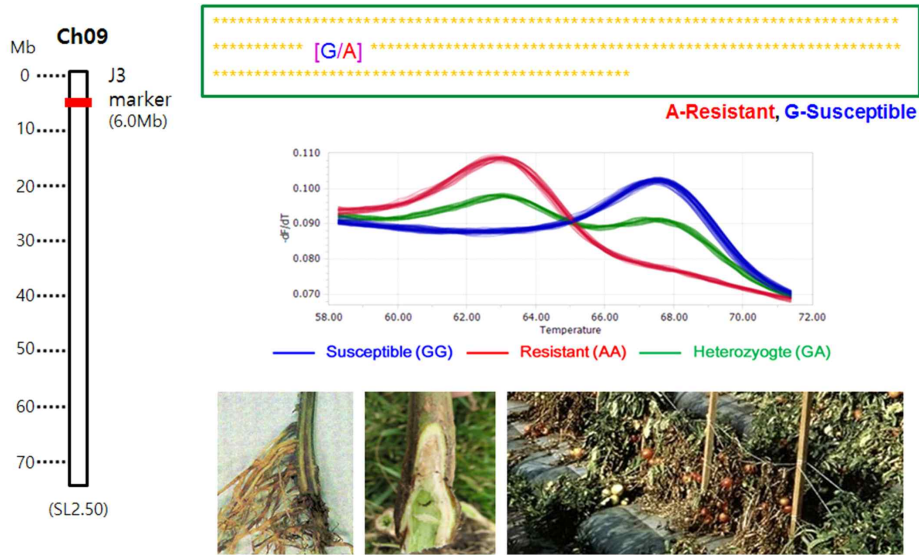


그림 4. 토마토 근부위조병 판별용 마커에 대한 실증시험 결과

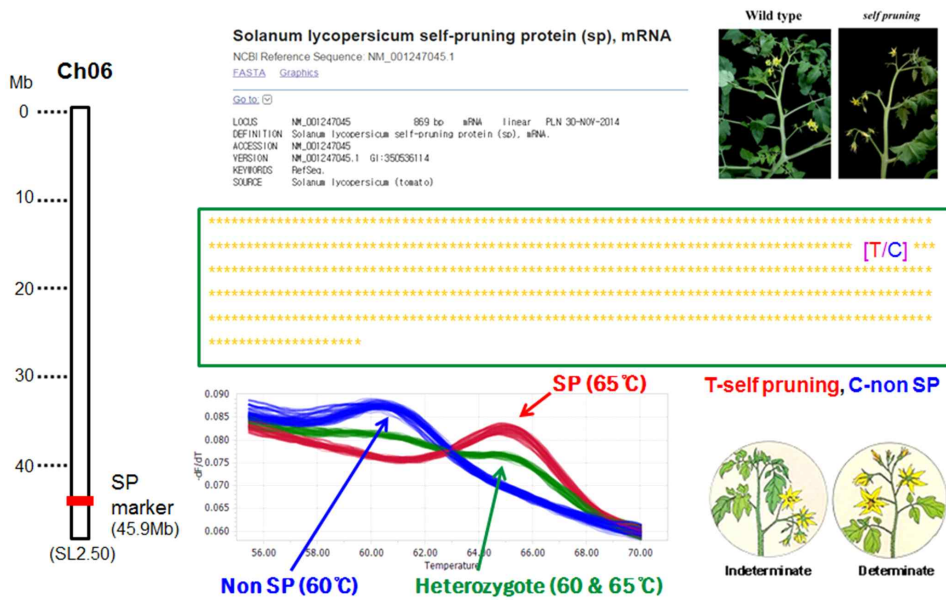


그림 5. 토마토 화서 판별용 마커에 대한 실증시험 결과

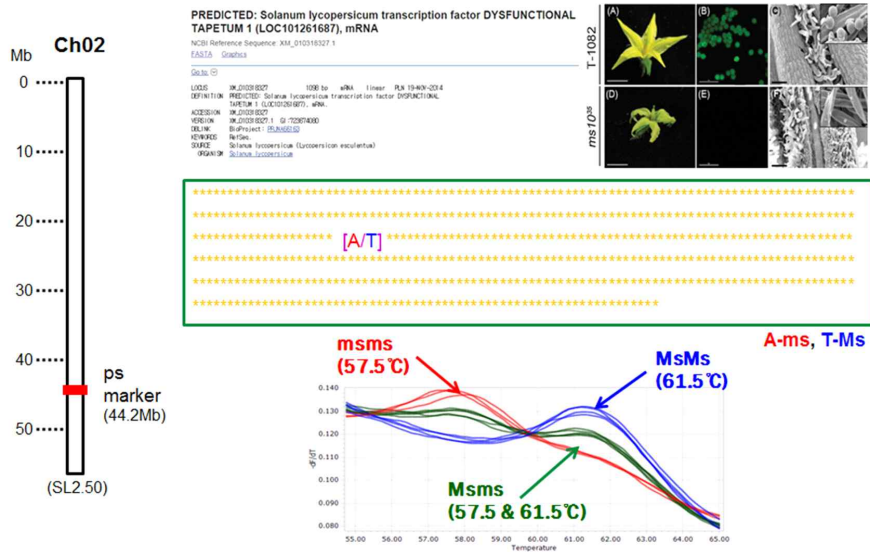


그림 6. 토마토 응성불임성 판별용 마커에 대한 실증시험 결과

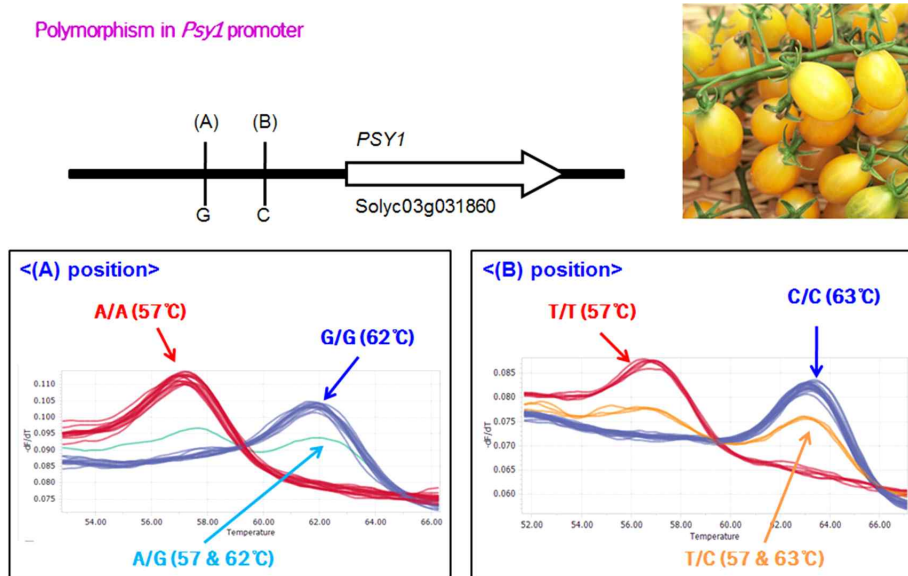


그림 7. 토마토 노랑 과육색 판별용 마커에 대한 실증시험 결과

4차년도에는 토마토 형질 중 과육색을 판별하여 핑크 토마토의 유전자형을 판별하기 위하여 기존에 Lin 등 (2014)이 보고한 3개의 mutation으로는 모든 핑크 토마토에 대하여 판별이 어려워 새로운 2개의 위치에 대하여 실증시험을 통해 분자마커로서 핑크과육색을 확실하게 구분할 수 있었다(그림 8). 또한 토마토 응성불임 유전자형을 판별할 수 있는 기보유 중인 마커와 최근에 2016년 Zhang 등에 의해 보고된 SCAR 마커와 서로 비교하여 표현형과 일치시켜 본 결과 최근에 보고된 SCAR 마커가 더욱 더 정확하게 분자마커 서비스를 수행하기에 적합함을 확인하였다(그림 9).

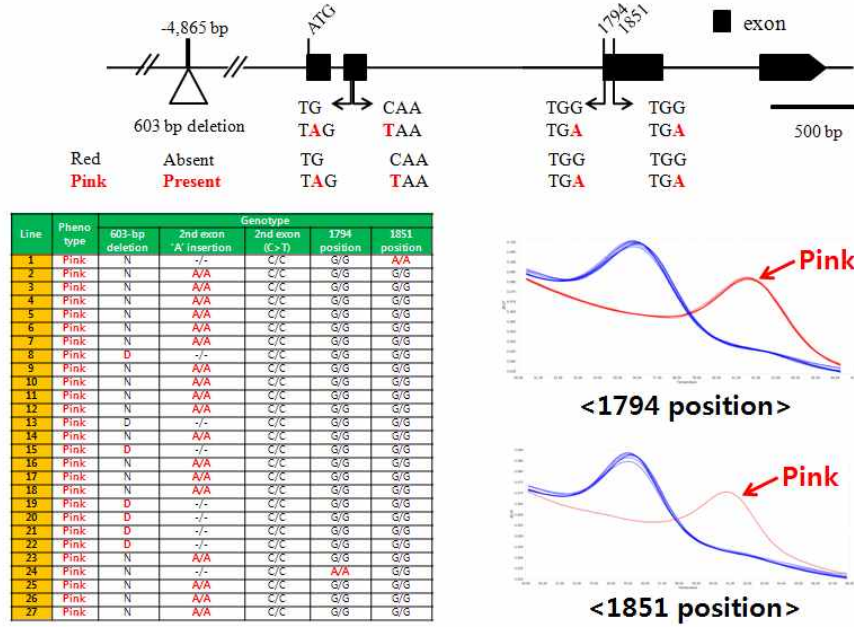
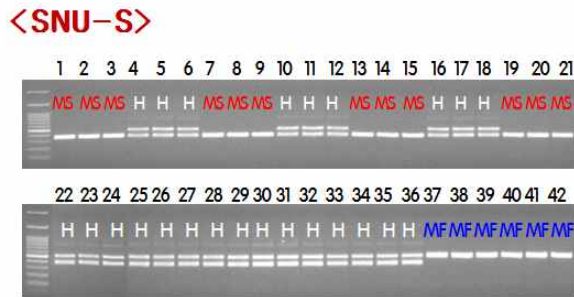
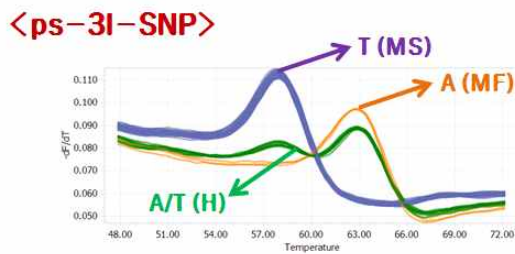


그림 8. 토마토 핑크 과색을 판별할 수 있는 새로운 2개 위치에 대한 활용성 검토 결과



Zhang et al. (2016) Mol Breeding

No.	BN	표현형	ps-3I-SNP	SNU-S	비고
1	3134-1	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
2	3134-2	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
3	3134-3	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
4	3134-101	MF (B)	H (MF)	H (MF)	
5	3134-102	MF (B)	H (MF)	H (MF)	
6	3134-103	MF (B)	H (MF)	H (MF)	
7	3138-1	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
8	3138-2	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
9	3138-3	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
10	3138-103	MF (B)	T (MS)	H (MF)	
11	3138-104	MF (B)	T (MS)	H (MF)	
12	3138-105	MF (B)	T (MS)	H (MF)	
13	3860-1	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
14	3860-2	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
15	3860-3	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
16	3860-101	MF (B)	H (MF)	H (MF)	
17	3860-102	MF (B)	H (MF)	H (MF)	
18	3860-103	MF (B)	H (MF)	H (MF)	
19	3865-1	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
20	3865-2	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
21	3865-3	MS (A)	T (MS)	aa (MS)	
22	3865-101	MF (B)	T (MS)	H (MF)	
23	3865-102	MF (B)	T (MS)	H (MF)	
24	3865-103	MF (B)	T (MS)	H (MF)	
25	3009-1	MS-F1	T (MS)	H (MF)	
26	3009-2	MS-F1	T (MS)	H (MF)	
27	3009-3	MS-F1	T (MS)	H (MF)	
28	3022-1	MS-F1	T (MS)	H (MF)	
29	3022-2	MS-F1	T (MS)	H (MF)	
30	3022-3	MS-F1	T (MS)	H (MF)	
31	3077-1	MS-F1	H (MF)	H (MF)	
32	3077-2	MS-F1	H (MF)	H (MF)	
33	3077-3	MS-F1	H (MF)	H (MF)	
34	3079-1	MS-F1	H (MF)	H (MF)	
35	3079-2	MS-F1	H (MF)	H (MF)	
36	3079-3	MS-F1	H (MF)	H (MF)	
37	3173-1	일반적 품종	T (MS)	AA (MF)	배육 적색
38	3173-2	일반적 품종	T (MS)	AA (MF)	배육 적색
39	3173-3	일반적 품종	T (MS)	AA (MF)	배육 적색
40	3735-1	일반적 품종	A (MF)	AA (MF)	
41	3735-2	일반적 품종	A (MF)	AA (MF)	
42	3735-3	일반적 품종	A (MF)	AA (MF)	

ps-3I-SNP 마커 64% 일치, SNU-S 100% 일치

그림 9. 토마토 응성불임 유형을 판별할 수 있는 새로운 SCAR 마커에 대한 활용성 검토 결과

또한, 4차년도부터는 본격적으로 대용량 분석 시스템을 분자마커 지원에 적용하였는데, 특히 토마토에서는 2013년 Shirasawa 등이 대량으로 발굴한 SNP 정보에 대하여 F1 순도를 검정할 수 있는 24개 SNP를 선별하여 chip의 형태로 활용성을 검토한 결과 F1 순도를 판별하기에 아주 유용하였다(그림 10).



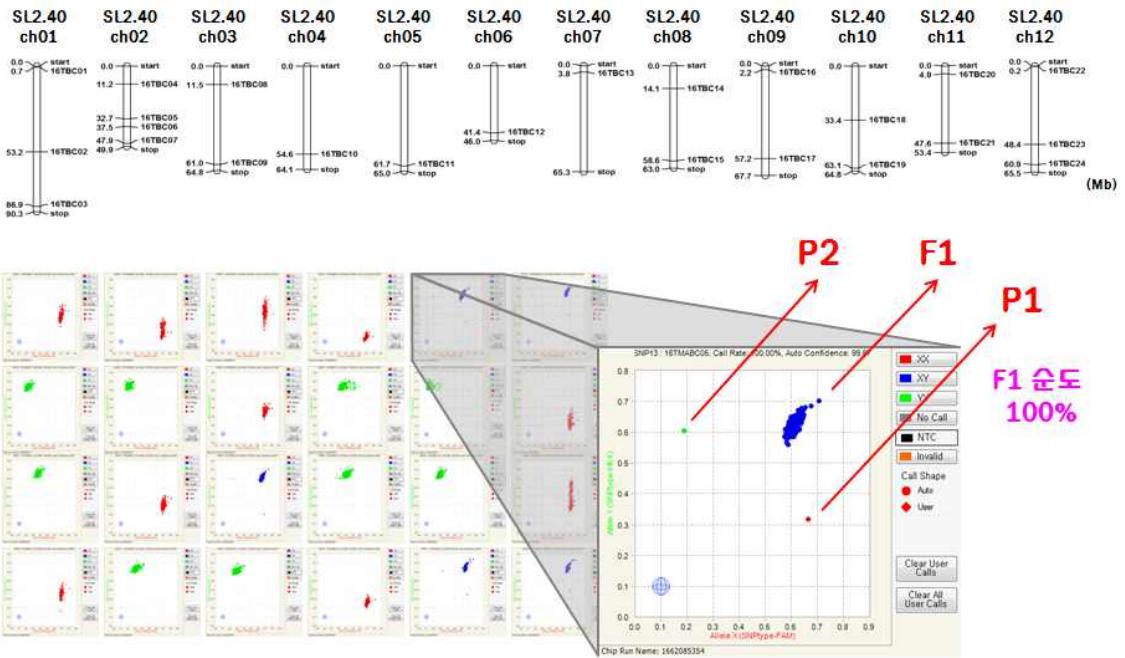


그림 10. 토마토 F1 품종의 순도 판별 마커에 대한 활용성 검토 결과

#### 나. 의뢰된 시료의 마커분석 서비스

시판되고 있는 토마토 SNP 마커의 활용성 검토가 이루어진 후 1차년도에 각 업체로부터 의뢰 받은 시료에 대해 토마토 병저항성 관련 유전자형의 분자마커 분석서비스를 실시하였으며 의뢰 업체는 토마토생명과학연구소와 대연육종연구소로 총 2곳이었다. 2차년도에는 토마토 병 저항성 및 형질 관련 분자마커 분석 서비스를 실시하였으며 의뢰업체는 토마토생명과학연구소, 아시아종묘, 한경대학교로 총 3곳이었다. 3차년도의 분자마커 분석서비스 의뢰업체는 총 10곳으로 토마토생명과학연구소, 아시아종묘, 가나종묘, 대연육종연구소, 현대종묘, 부농종묘, 한경대학교, 전남대학교, 농업유전자원센터, GSP중앙전시포(수원)이었다. 4차년도의 분자마커 분석서비스 의뢰 업체는 총 8곳으로 삼성종묘, 현대종묘, 농우바이오, 부농종묘, 대연육종연구소, 가나종묘, 한경대학교, 토마토생명과학연구소이었다.

#### (1) 토마토생명과학연구소

토마토생명과학연구소로부터 1차년도에 총 243점의 시료에 대해 6종의 병해마커(Ty1, Ty3, Sw5, Mi23, Tm2a, Ve)에 대한 분석을 의뢰받아 HRM분석을 실시한 결과는 다음과 같다(표 1, 그림 11).

표 1. 1차년도 토마토 6종의 병해마커에 대한 의뢰시료의 HRM분석 결과

No	BN	분자마커 종류					
		Ty1	Ty3	mi23	Ve	Tm2a	Sw5
1	401-1	S	S	S	H	R	S
2	401-2	S	S	S	H	R	S
3	401-3	S	S	S	H	R	S

No	BN	분자마커 종류					
		Ty1	Ty3	mi23	Ve	Tm2a	Sw5
123	446-3	R	R	S	S	R	S
124	447-1	S	S	-	R	R	S
125	447-2	S	S	R	H	R	S

No	BN	분자마커 종류					
		Ty1	Ty3	mi23	Ve	Tm2a	Sw5
4	402-1	S	S	S	R	R	S
5	403-1	S	S	-	H	S	S
6	403-2	S	S	S	R	R	S
7	403-3	S	S	S	H	R	S
8	404-1	S	S	S	H	R	S
9	404-2	S	S	S	H	R	S
10	405-1	S	S	S	S	R	S
11	405-2	S	S	S	S	R	S
12	405-3	S	S	S	R	R	S
13	406-1	R	S	R	S	R	S
14	406-2	R	S	R	H	R	S
15	406-3	R	S	R	S	R	S
16	407-1	R	S	R	S	R	S
17	407-2	H	S	R	S	R	S
18	407-3	S	S	R	S	R	S
19	408-1	S	S	S	S	S	S
20	408-2	S	S	S	S	S	S
21	408-3	S	S	S	H	S	S
22	409-1	S	S	S	H	S	S
23	409-2	S	H	-	S	S	S
24	409-3	S	H	S	S	S	S
25	410-1	R	R	R	R	S	S
26	410-2	R	R	R	R	-	S
27	410-3	R	H	-	H	-	S
28	412-1	S	S	H	H	S	S
29	412-2	S	S	R	S	S	S
30	412-3	S	S	R	S	S	S
31	414-1	R	S	R	H	-	S
32	414-2	R	R	R	S	-	S
33	414-3	R	R	R	H	S	S
34	415-1	H	H	-	R	R	R
35	415-2	H	H	H	R	R	H
36	415-3	H	H	S	R	R	H
37	416-1	H	H	H	H	R	S
38	416-2	H	H	H	S	R	S
39	416-3	H	H	H	S	R	S
40	417-1	S	S	H	S	R	S
41	417-2	S	S	-	R	R	S
42	417-3	S	S	-	H	R	S
43	418-1	S	S	H	H	R	S
44	418-2	S	S	-	H	R	S
45	418-3	S	S	H	R	R	S
46	419-1	S	S	-	R	R	S
47	419-2	S	S	H	R	R	S
48	419-3	S	S	H	R	R	S
49	420-1	S	S	H	H	-	S
50	420-2	S	S	H	H	-	S
51	420-3	S	S	H	R	-	S
52	421-1	S	S	-	R	-	S
53	421-2	S	S	-	S	S	S

No	BN	분자마커 종류					
		Ty1	Ty3	mi23	Ve	Tm2a	Sw5
126	448-1	R	H	S	S	R	S
127	448-2	H	H	S	S	R	S
128	448-3	H	H	S	S	R	S
129	448-4	H	H	S	S	R	-
130	448-5	R	R	S	S	R	S
131	448-6	R	R	S	S	R	H
132	448-7	S	S	-	H	R	H
133	448-8	R	R	S	S	R	S
134	448-9	H	H	S	S	R	H
135	448-10	H	H	S	S	R	H
136	448-11	H	H	S	S	R	H
137	448-12	S	S	-	H	R	S
138	448-13	R	R	S	H	R	H
139	448-14	H	H	S	S	R	-
140	448-15	S	S	S	S	R	H
141	448-16	H	H	S	S	R	R
142	448-17	H	H	S	H	R	R
143	448-18	H	H	S	S	R	R
144	448-19	S	S	S	S	R	H
145	448-20	H	H	S	S	R	H
146	448-21	H	H	S	S	R	H
147	448-22	R	R	S	S	R	H
148	448-23	S	H	S	S	R	S
149	448-24	S	S	-	H	R	R
150	448-25	R	R	S	S	R	S
151	448-26	R	R	S	S	R	S
152	448-27	H	H	S	S	R	H
153	448-28	H	H	-	H	R	S
154	448-29	R	R	S	S	R	S
155	448-30	S	S	S	S	R	S
156	451-1	R	S	-	S	S	S
157	451-2	R	S	-	S	S	S
158	451-3	R	S	-	S	S	S
159	452-1	H	S	-	S	-	S
160	452-2	H	S	-	S	-	S
161	452-3	H	S	-	S	-	S
162	453-1	R	S	-	H	R	S
163	453-2	R	S	-	S	R	S
164	453-3	R	S	-	S	R	S
165	454-1	H	H	-	H	S	H
166	454-2	H	H	-	S	S	H
167	454-3	H	H	-	S	S	H
168	456-1	S	H	-	H	-	H
169	456-2	H	H	-	S	-	H
170	456-3	S	H	-	H	-	H
171	457-1	S	S	S	H	-	S
172	457-2	S	S	S	H	-	S
173	457-3	S	S	S	S	-	S
174	458-1	H	H	S	H	-	S
175	458-2	H	H	S	H	-	S

No	BN	분자마커 종류					
		Ty1	Ty3	mi23	Ve	Tm2a	Sw5
54	421-3	S	S	-	S	S	S
55	422-1	S	S	S	S	S	S
56	422-2	S	S	H	H	S	S
57	422-3	S	S	S	H	S	S
58	423-1	S	S	H	S	S	S
59	423-2	S	S	H	S	S	S
60	423-3	S	S	H	R	S	S
61	425-1	S	S	-	S	S	S
62	425-2	S	S	H	S	S	S
63	425-3	S	S	H	R	S	S
64	426-1	S	S	-	-	S	S
65	426-2	S	S	H	R	S	S
66	426-3	S	S	H	H	S	S
67	427-1	S	S	S	S	S	S
68	427-2	S	S	H	S	S	S
69	427-3	S	S	H	H	S	S
70	428-1	S	S	-	S	S	S
71	428-2	S	S	H	S	S	S
72	428-3	S	S	H	H	S	S
73	430-1	S	R	S	H	S	S
74	430-2	S	R	S	H	S	S
75	430-3	S	R	S	H	S	S
76	431-1	S	S	S	S	S	S
77	431-2	S	S	S	H	S	S
78	431-3	S	S	R	R	S	S
79	432-1	S	R	H	R	S	S
80	432-2	S	S	S	H	S	S
81	432-3	S	S	S	H	S	S
82	433-1	S	S	S	H	S	S
83	433-2	S	H	S	H	S	S
84	433-3	S	H	S	H	S	S
85	434-1	S	R	S	H	S	S
86	434-2	S	R	S	S	S	S
87	434-3	S	R	S	H	S	S
88	435-1	S	S	S	S	S	S
89	435-2	S	S	S	H	S	S
90	435-3	S	S	S	S	S	S
91	436-1	S	S	S	R	S	S
92	436-2	S	S	S	R	S	S
93	436-3	S	S	S	R	S	S
94	437-1	S	S	S	S	S	S
95	437-2	S	S	S	H	S	S
96	437-3	S	S	S	S	S	S
97	438-1	S	H	S	H	S	S
98	438-2	S	H	S	H	S	S
99	438-3	S	R	S	H	S	S
100	439-1	S	S	S	H	S	S
101	439-2	S	S	-	R	S	S
102	439-3	S	S	S	H	S	S
103	440-1	S	S	-	H	S	S

No	BN	분자마커 종류					
		Ty1	Ty3	mi23	Ve	Tm2a	Sw5
176	458-3	H	H	S	H	-	S
177	459-1	H	H	S	H	-	S
178	459-2	H	H	S	H	-	S
179	459-3	H	H	S	H	R	S
180	460-1	H	H	S	H	R	S
181	460-2	H	H	S	H	R	S
182	460-3	H	H	S	H	R	S
183	461-1	H	H	H	H	R	S
184	461-2	H	H	S	S	R	S
185	461-3	H	H	S	S	R	S
186	462-1	S	R	H	H	S	S
187	462-2	H	H	S	S	R	S
188	462-3	S	R	H	H	S	S
189	463-1	H	S	-	H	-	S
190	463-2	S	S	-	H	-	S
191	463-3	H	S	S	S	-	S
192	464-1	H	H	-	H	R	H
193	464-2	H	H	S	S	R	H
194	464-3	H	H	S	S	R	H
195	471-1	H	H	S	S	R	S
196	471-2	H	H	S	S	R	S
197	471-3	H	H	S	S	R	S
198	475-1	H	H	H	H	S	H
199	475-2	H	H	H	H	S	H
200	475-3	H	R	H	H	S	H
201	476-1	H	H	H	H	-	S
202	476-2	H	R	H	H	R	S
203	476-3	H	H	H	H	-	S
204	480-1	H	S	-	S	R	S
205	480-2	H	S	-	H	-	S
206	480-3	H	S	-	S	R	S
207	482-1	H	S	-	S	-	S
208	482-2	H	S	-	H	-	S
209	482-3	H	S	-	S	S	S
210	483-1	H	S	-	S	-	S
211	483-2	H	S	R	S	-	S
212	483-3	H	S	R	S	-	S
213	484-1	H	S	R	H	S	S
214	484-2	H	S	-	S	S	S
215	484-3	H	S	R	S	S	S
216	485-1	S	S	H	H	S	S
217	485-2	H	S	R	S	S	S
218	485-3	S	S	H	S	S	S
219	486-1	S	S	R	S	S	S
220	486-2	S	S	R	H	S	S
221	486-3	S	S	R	S	S	S
222	487-1	S	S	S	H	R	S
223	487-2	S	S	S	R	R	S
224	487-3	S	S	S	H	R	S
225	489-1	S	R	-	H	S	S

No	BN	분자마커 종류					
		Ty1	Ty3	mi23	Ve	Tm2a	Sw5
104	440-2	S	S	S	S	S	S
105	440-3	S	S	R	H	S	S
106	441-1	S	S	S	H	S	S
107	441-2	S	S	S	S	S	S
108	441-3	S	S	-	H	S	S
109	442-1	S	S	-	H	S	S
110	442-2	S	S	S	S	S	S
111	442-3	S	S	R	R	S	S
112	443-1	S	S	-	R	S	S
113	443-2	S	S	-	-	S	S
114	443-3	S	S	-	R	S	S
115	444-1	S	S	-	-	S	S
116	444-2	S	S	S	H	S	S
117	444-2	S	S	S	S	S	S
118	445-1	S	S	-	H	S	S
119	445-2	S	S	-	R	S	S
120	445-3	S	S	S	R	S	S
121	446-1	S	S	S	R	R	S
122	446-2	H	H	S	H	R	S

No	BN	분자마커 종류					
		Ty1	Ty3	mi23	Ve	Tm2a	Sw5
226	489-2	S	R	S	S	S	S
227	489-3	S	R	S	S	S	S
228	501-1	H	H	S	H	R	S
229	501-2	H	H	S	S	R	S
230	501-3	H	H	S	H	R	S
231	501-4	H	H	S	H	R	S
232	501-5	H	H	S	H	R	S
233	506-1	H	H	-	H	R	S
234	506-2	H	R	S	R	R	S
235	506-3	S	R	S	H	R	S
236	506-4	S	H	-	R	-	S
237	506-5	H	H	-	H	-	S
238	518-1	S	R	S	S	S	S
239	518-2	S	R	S	S	S	-
240	518-3	S	R	S	S	S	S
241	519-1	S	R	H	H	S	S
242	519-2	S	H	-	S	S	S
243	519-3	S	R	S	R	S	S

S: susceptible, R: Resistant, H: heterozygous

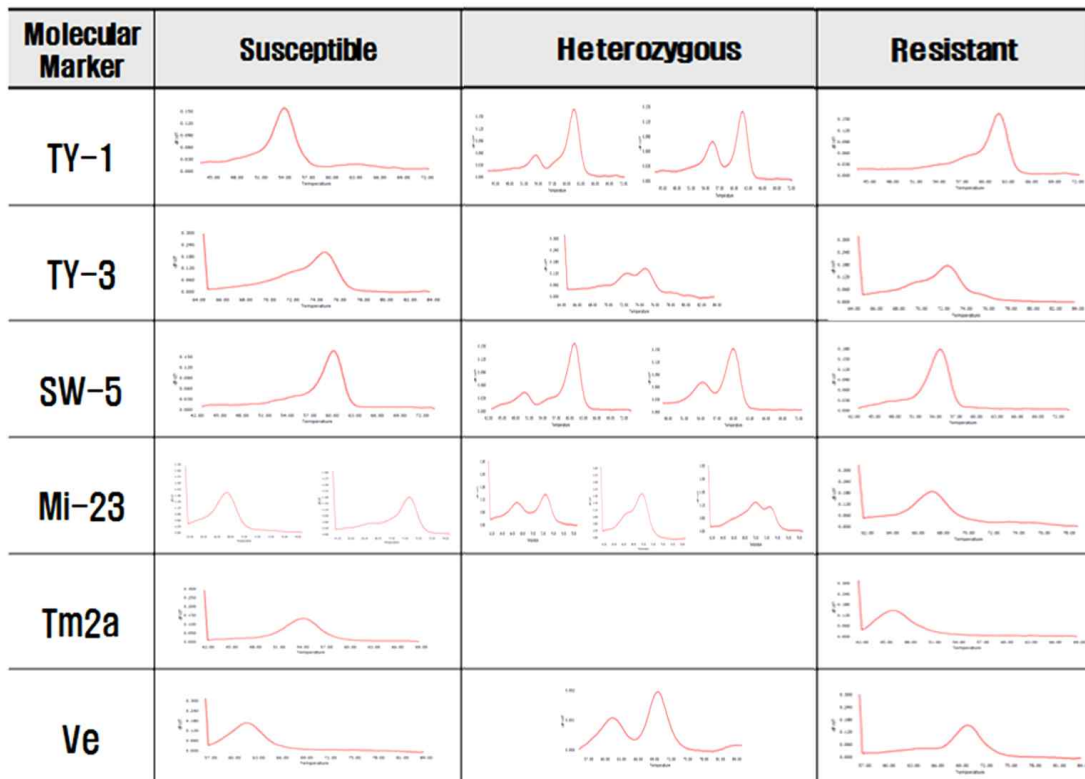


그림 11. 1차년도 토마토 6종의 병해에 대한 HRM 분석에 따른 melting peak 유형

1차년도 HRM 분석결과 Ty1의 경우 resistant를 보이는 개체는 26개체, susceptible를 나타내는 개체는 140개체 그리고 heterozygous를 나타내는 개체는 77개체였다. Ty3의 경우 resistant를 보이는



개체는 35개체, susceptible를 나타내는 개체는 140개체 그리고 heterozygous를 나타내는 개체는 68개체였다. Ve의 경우 resistant를 보이는 개체는 25개체, susceptible를 나타내는 개체는 120개체 그리고 heterozygous를 나타내는 개체는 38개체였으며 총 분석한 243개의 개체 중 60개체는 negative를 나타내어 추후 마커활용 안정성 실험이 더 요구된다. Tm2a의 경우 resistant를 보이는 개체는 35개체, susceptible를 나타내는 개체는 104개체 그리고 heterozygous를 나타내는 개체는 101개체였다. SW5의 경우 resistant를 보이는 개체는 98개체, susceptible를 나타내는 개체는 110개체인 반면 heterozygous를 나타내는 개체는 없었다. Mi23의 경우 resistant를 보이는 개체는 5개체, susceptible를 나타내는 개체는 209개체 그리고 heterozygous를 나타내는 개체는 26개체였다(표 2).

표 2. 1차년도 토마토 6종의 병해의 분자 마커별 HRM분석 결과 (토마토 생명공학 연구소)

마커종류	의뢰된 Sample 수	Genotype			Positive (ea)	Negative (%)
		Resistant (RR)	Susceptible (SS)	Heterozygous (RS)		
Ty1	243	26	140	77	243	0(0)
Ty3	243	35	140	68	243	0(0)
Ve	243	25	120	38	183	60(25)
Tm2a	243	35	104	101	240	3(1.2)
SW5	243	98	110	0	208	35(14)
Mi-23	243	5	209	26	240	3(1.2)

2차년도에도 토마토 생명공학 연구소로부터 총 338점의 시료를 의뢰 받아 3종의 병해마커(Ty1, Ty3, J3)에 대하여 HRM분석을 실시하였다(표 3).

표 3. 2차년도 토마토 3종의 병해마커에 대한 의뢰시료의 HRM분석 결과

No	BN	분자마커 종류			No	BN	분자마커 종류			No	BN	분자마커 종류		
		Ty1	Ty3	J3			Ty1	Ty3	J3			Ty1	Ty3	J3
1	901-1	S	S	R	114	943-2	H	S	R	227	959-7	R	H	S
2	901-2	S	S	R	115	943-3	R	S	R	228	959-8	R	H	S
3	902-1	S	S	R	116	944-1	R	S	R	229	960-1	S	S	S
4	902-2	H	S	R	117	944-2	H	S	R	230	960-2	S	S	H
5	902-3	H	S	R	118	944-3	H	S	R	231	960-3	N/A	S	R
6	902-4	H	S	R	119	945-1	S	S	H	232	960-4	S	S	H
7	902-5	S	S	R	120	945-2	S	S	R	233	960-5	S	S	R
8	902-6	H	S	R	121	945-3	S	S	R	234	960-6	S	S	H
9	902-7	H	S	R	122	945-4	S	S	R	235	960-7	S	S	H
10	902-8	S	S	R	123	945-5	S	S	R	236	960-8	S	S	H
11	902-9	R	S	R	124	945-6	S	S	R	237	960-9	S	S	H
12	902-10	H	S	R	125	945-7	S	S	R	238	960-10	N/A	S	H
13	904-1	S	S	R	126	945-8	S	S	R	239	961-1	R	S	R
14	904-2	S	S	R	127	946-1	N/A	S	H	240	961-2	H	S	R
15	908-1	S	S	R	128	946-2	S	S	H	241	961-3	R	S	R
16	909-1	S	S	R	129	947-1	N/A	S	S	242	961-4	H	S	R
17	909-2	S	S	R	130	947-2	N/A	S	S	243	961-5	R	S	R

No	BN	분자마커 종류		
		Ty1	Ty3	J3
18	910-1	S	S	R
19	910-2	S	S	R
20	911-1	S	S	R
21	911-2	S	S	R
22	912-1	S	S	S
23	912-2	S	S	S
24	913-1	S	S	S
25	913-2	S	S	S
26	915-1	S	S	S
27	916-1	S	S	S
28	916-2	S	S	S
29	917-1	S	S	S
30	917-2	S	S	S
31	918-1	S	S	S
32	918-2	S	S	S
33	919-1	S	S	S
34	919-2	S	S	R
35	920-1	S	S	R
36	920-2	S	S	R
37	921-1	R	S	R
38	921-2	R	S	R
39	922-1	R	S	R
40	922-2	R	S	R
41	923-1	R	S	R
42	923-2	R	S	R
43	924-1	R	R	R
44	924-2	R	R	R
45	925-1	R	R	R
46	925-2	R	R	R
47	926-1	R	S	R
48	926-2	R	S	R
49	926-3	R	S	R
50	926-4	R	S	R
51	926-5	R	S	R
52	926-6	R	S	R
53	926-7	R	S	R
54	927-1	S	S	R
55	927-2	S	S	R
56	927-3	S	S	R
57	928-1	H	S	R
58	928-2	S	S	R
59	928-3	R	S	R
60	928-4	H	S	R
61	928-5	R	S	R
62	928-6	H	S	R
63	928-7	S	S	R
64	928-9	H	S	R
65	929-1	N/A	S	R
66	929-2	N/A	S	R

No	BN	분자마커 종류		
		Ty1	Ty3	J3
131	948-1	H	H	R
132	948-2	S	S	R
133	948-3	S	S	H
134	948-4	R	R	S
135	948-5	R	R	R
136	948-6	H	H	R
137	949-1	S	S	H
138	949-2	S	S	R
139	949-3	S	S	R
140	949-4	S	S	H
141	949-5	S	S	S
142	949-6	S	S	R
143	949-7	N/A	S	H
144	950-1	H	S	S
145	950-2	H	S	H
146	950-3	H	S	H
147	950-4	H	S	H
148	950-5	H	S	H
149	950-6	R	S	H
150	950-7	H	S	H
151	950-8	S	S	R
152	951-1	R	R	S
153	951-2	H	H	H
154	951-3	H	H	S
155	951-4	H	H	S
156	951-5	H	H	S
157	951-6	S	S	H
158	951-7	H	H	H
159	952-1	H	H	R
160	952-2	S	S	H
161	952-3	S	S	R
162	952-4	H	H	S
163	952-5	S	S	S
164	952-6	R	R	H
165	952-7	S	S	R
166	952-8	S	S	R
167	952-9	S	S	H
168	952-10	H	H	R
169	953-1	S	S	H
170	953-2	S	S	H
171	953-3	H	H	H
172	953-4	R	R	H
173	953-5	S	S	H
174	953-6	H	H	R
175	953-7	R	R	S
176	953-8	S	S	S
177	953-9	H	H	S
178	954-1	S	S	R
179	954-2	H	H	R

No	BN	분자마커 종류		
		Ty1	Ty3	J3
244	961-6	S	S	R
245	961-7	H	S	R
246	961-8	R	S	R
247	961-9	H	S	R
248	962-1	R	S	R
249	962-2	H	S	R
250	962-3	S	S	R
251	962-4	S	S	R
252	962-5	H	S	R
253	962-6	H	S	R
254	962-7	R	S	R
255	962-8	H	S	R
256	963-1	S	S	R
257	963-2	H	S	R
258	963-3	H	S	R
259	963-4	S	S	R
260	963-5	H	S	R
261	963-6	H	S	H
262	963-7	R	S	R
263	963-8	H	S	R
264	963-9	H	S	R
265	964-1	R	S	R
266	964-2	R	S	R
267	964-3	R	S	R
268	964-4	R	S	R
269	964-5	S	S	R
270	964-6	H	S	R
271	964-7	H	S	H
272	964-8	R	S	R
273	965-1	S	S	H
274	965-2	N/A	S	S
275	965-3	N/A	S	H
276	966-1	S	S	H
277	966-2	S	S	R
278	967-1	S	S	S
279	967-2	S	S	S
280	967-3	S	S	S
281	967-4	S	S	S
282	967-5	S	S	S
283	969-1	N/A	R	R
284	970-1	H	S	H
285	970-2	H	S	S
286	970-3	S	S	S
287	971-1	H	H	H
288	971-2	S	S	H
289	971-3	R	R	S
290	971-4	S	S	H
291	971-5	H	H	R
292	971-6	S	H	H

No	BN	분자마커 종류		
		Ty1	Ty3	J3
67	929-3	N/A	S	R
68	929-4	N/A	S	R
69	929-5	N/A	S	R
70	929-6	N/A	H	R
71	929-7	N/A	S	R
72	929-8	N/A	S	R
73	930-1	N/A	S	R
74	930-2	R	R	R
75	930-3	R	H	R
76	930-4	R	R	R
77	930-5	R	H	R
78	930-6	N/A	S	R
79	930-7	R	R	R
80	930-8	R	R	R
81	930-9	N/A	S	R
82	931-1	R	R	R
83	931-2	R	R	R
84	931-3	R	R	R
85	932-1	N/A	R	R
86	932-2	R	H	R
87	932-3	R	H	R
88	932-4	R	R	R
89	933-1	R	R	R
90	933-2	R	R	R
91	933-3	R	R	R
92	933-4	R	R	R
93	933-5	R	R	R
94	933-6	R	R	R
95	934-1	R	S	R
96	934-2	R	S	R
97	935-1	R	S	R
98	935-2	R	S	R
99	936-1	N/A	S	H
100	936-2	N/A	S	H
101	937-1	S	S	S
102	937-2	S	S	S
103	938-1	S	S	S
104	938-2	S	S	S
105	939-1	N/A	S	S
106	939-2	N/A	S	S
107	940-1	R	S	R
108	940-2	R	S	R
109	941-1	S	S	R
110	941-2	S	S	R
111	942-1	S	S	S
112	942-2	S	S	S
113	943-1	S	S	R

No	BN	분자마커 종류		
		Ty1	Ty3	J3
180	954-3	R	R	R
181	954-4	S	S	R
182	954-5	H	H	R
183	954-6	S	S	R
184	954-7	S	S	R
185	954-8	H	H	R
186	955-1	H	H	R
187	955-2	H	H	R
188	955-3	H	H	R
189	955-4	H	H	R
190	955-5	H	H	R
191	955-6	R	R	R
192	955-7	H	H	R
193	955-8	S	S	R
194	955-9	R	R	R
195	956-1	R	R	S
196	956-2	R	R	S
197	956-3	N/A	N/A	N/A
198	956-4	R	H	S
199	956-5	N/A	S	S
200	956-6	R	H	R
201	956-7	N/A	H	S
202	956-8	R	R	R
203	956-9	N/A	S	S
204	957-1	R	R	S
205	957-2	R	R	H
206	957-3	R	R	S
207	957-4	R	R	S
208	957-5	R	R	S
209	957-6	R	R	S
210	957-7	R	R	H
211	957-8	S	S	S
212	958-1	R	S	R
213	958-2	R	S	R
214	958-3	R	S	R
215	958-4	R	S	R
216	958-5	R	S	R
217	958-6	R	S	R
218	958-7	R	S	R
219	958-8	N/A	S	R
220	958-9	N/A	S	R
221	959-1	N/A	S	S
222	959-2	R	H	S
223	959-3	R	H	S
224	959-4	R	H	S
225	959-5	R	H	S
226	959-6	R	H	S

No	BN	분자마커 종류		
		Ty1	Ty3	J3
293	971-7	S	S	R
294	972-1	N/A	S	S
295	972-2	N/A	S	S
296	972-3	S	S	S
297	972-4	N/A	S	S
298	972-5	N/A	S	R
299	972-6	N/A	S	R
300	972-7	N/A	S	S
301	972-8	N/A	S	H
302	972-9	N/A	S	H
303	972-10	N/A	S	H
304	973-1	S	S	S
305	973-2	S	S	R
306	973-3	H	H	H
307	985-1	H	H	S
308	985-2	H	H	R
309	985-3	H	H	S
310	985-4	H	H	S
311	985-5	H	H	R
312	985-6	R	R	H
313	985-7	H	H	R
314	985-8	H	H	S
315	985-9	H	H	R
316	985-10	S	S	H
317	985-11	N/A	S	H
318	985-12	H	H	H
319	985-13	H	H	H
320	985-14	H	H	H
321	985-15	S	S	R
322	985G-1	R	R	S
323	985G-2	H	H	S
324	986-1	H	H	R
325	986-2	R	R	H
326	986-3	H	H	H
327	986-4	H	H	H
328	986-5	H	H	H
329	986-6	S	S	H
330	986-7	S	S	H
331	986-8	R	R	S
332	986-9	H	S	R
333	986-10	R	R	H
334	986-11	S	S	R
335	986G-1	S	S	R
336	986G-2	S	S	H
337	986G-3	R	R	S
338	986G-4	S	S	H

S: susceptible, R: Resistant, H: heterozygous

2차년도 HRM 분석결과 Ty1의 경우 resistant를 보이는 개체는 101개체, susceptible을 나타내는 개체는 116개체, heterozygous를 나타내는 개체는 79개체이었고, 41개체는 결과가 좋지 못해 더 검토 해보아야 한다. Ty3의 경우 resistant를 보이는 개체는 46개체, susceptible을 나타내는 개체는 234개체, heterozygous를 나타내는 개체는 57개체이었다. J3의 경우 resistant를 보이는 개체는 195개체, susceptible을 나타내는 개체는 78개체, heterozygous를 나타내는 개체는 64개체 이었다(표 4).

표 4. 2차년도 토마토 3종의 병해의 분자 마커별 HRM분석 결과 (토마토 생명공학 연구소)

마커 종류	의뢰된 Sample 수	마커 서비스 Sample 수	Genotype			Positive (ea)	Negative (%)
			Resistant (RR)	Susceptible (SS)	Heterozygous (RS)		
Ty1	338	337	101	116	79	296	41(12.2)
Ty3	338	337	46	234	57	337	1(0.29)
J3	338	337	195	78	64	337	1(0.29)

3차년도에는 토마토 생명과학연구소로부터 총 237점의 시료를 받아 3번의 서비스를 진행 하였다. 처음 60점의 시료에 대해서는 병관련 10종의 마커와 형질관련 13종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 5). 두 번째 52점의 시료에 대해서 병관련 12종의 마커와 형질관련 20종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 6). 마지막 125점의 시료에 대해서 병관련 5종의 마커와 형질관련 15종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 7). 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다 (표 5, 6, 7).

표 5. 토마토 생명과학연구소 60점의 시료에 대해 병관련 10종의 마커와 형질관련 13종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Ty1-p3	Ty1-seminis	Ty2	Ty3	ty5-pl	Mi-Re x	Sw5	Ve2	Tm2a	J3	Nor	RIN	Psy1-5	Psy1-1P1	pro Psy1 177 <sup>b)</sup>	pro Psy1 745 <sup>b)</sup>	Beta 77 <sup>3)</sup>	SGR 1	SGR 3	SGR 4	MYB12 603del	MYB12 1P7 <sup>4)</sup>	MYB12 2P1
1	R	R	S	Ra	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
2	R	R	S	Ra	S	S	R	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
3	R	R	S	Ra	S	S	H	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
4	R	R	S	Ra	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
5	R	R	S	Ra	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
6	R	R	S	Ra	S	S	H	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
7	R	R	S	Ra	S	S	R	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
8	R	R	S	Ra	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
9	R	R	S	Ra	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
10	R	R	S	Ra	S	S	H	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
11	R	R	S	Ra	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
12	R	R	S	Ra	S	S	H	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
13	R	R	S	Ra	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
14	R	R	S	Ra	S	S	H	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
15	R	R	S	Ra	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
16	R	R	S	S	S	S	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N

No.	Ty1-p3	Ty1-semis	Ty2	Ty3	ty5-pl	Mi-Re <sub>x</sub>	Sw5	Ve2	Tm2a	J3	Nor	RIN	Psy1-5 <sup>1)</sup>	Psy1-1P1	pro Psy1 177 <sup>b)</sup>	pro Psy1 745 <sup>2)</sup>	Beta 77 <sup>3)</sup>	SGR 1	SGR 3	SGR 4	MYB12 603del	MYB12 1P7 <sup>4)</sup>	MYB12 2P1
17	R	R	S	S	S	S	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
18	R	R	S	Ra	S	S	S	R	S	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	N	A	N
19	S	-	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	N	A	N
20	H	H	S	S	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	-	-/A	N
21	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	-	-	N
22	R	R	S	S	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	-	-	N
23	R	R	S	Ra	S	R	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	N	A	N
24	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
25	R	R	S	S	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
26	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
27	R	R	S	S	S	S	S	S	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
28	H	H	S	H	S	S	H	S	S	S	N	N	N	N	G	T	G	N	N	N	N	-	N
29	H	H	S	S	S	S	S	R	H	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
30	H	H	S	H	S	S	S	R	H	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	N	-	N
31	H	H	S	H	S	S	S	S	R	S	N	N	N	N	G	C	G/T	N	N	N	N	-	N
32	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	N	A	N
33	S	-	S	S	S	R	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
34	H	R	S	H	S	H	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
35	R	R	S	Ra	S	S	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
36	H	R	S	H	S	H	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
37	H	R	S	H	S	H	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
38	S	-	S	S	S	R	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
39	H	R	S	H	S	H	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N
40	S	-	S	S	S	R	S	S	R	R	N	N	N	N	A	C	G	N	N	N	D	-	N

<sup>1)</sup>Yellow: G, normal: A, <sup>2)</sup>Yellow: C, normal: T, <sup>3)</sup>Orange:T, Normal: G, <sup>4)</sup>Pink: A, don't know: -

표 6. 토마토 생명과학연구소 52점의 시료에 대해 병관련 12종의 마커와 형질관련 20종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	BN	Ty1-aF2	Ty-semis	Ty2	Ty3	Ty5	Mi1	Sw5	Ve-4/5	Ve2-aF1	Tm2a	For(J3)	Ph3
1	152-1	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S
2	152-2	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S
3	152-3	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S
4	152-4	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S
5	152-5	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S
6	152-6	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S
7	152-7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8	152-8	R	R	S	R	S	S	S	S	S	R	R	S
9	152-9	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S
10	152-10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11	152r-1	R	R	S	R	S	S	S	S	S	N/A	R	S
12	152r-2	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S
13	152r-3	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S
14	152r-4	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S
15	152r-5	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S
16	152r-6	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S
17	152r-7	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	R	S
18	153-1	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	S	R	S

No.	BN	Ty1-aF2	Ty-semisis	Ty2	Ty3	Ty5	Mi1	Sw5	Ve-4/5	Ve2-aF1	Tm2a	For1(J3)	Ph3
19	153-2	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R	S
20	153-3	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R	S
21	153-4	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S
22	153-5	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	R	R	S	R	S
23	153-6	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R	S
24	153-7	R(H)	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R	S
25	154-1	R	R	S	R	S	S	S	R	R	R(H)	S	S
26	155-1	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
27	155-2	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
28	155-3	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
29	155-4	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
30	156-1	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
31	156-2	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
32	156-3	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
33	156-4	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
34	158-1	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	R
35	161-1	R	R	S	R	S	S	S	S	S	S	S	R
36	146-1	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R
37	147-1	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	R
38	301-1	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	R
39	302-1	R	R	S	R	S	S	S	S	S	R	S	S
40	303-1	R	R	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R
41	304-1	S	S	S	S	S	R(H)	S	R	R	R	S	S
42	305-1	R	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S	S
43	306-1	R	R	S	R	S	S	S	R	R	S	S	S
44	306-2	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R(H)	S	R
45	310G-1	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R
46	310P-1	R	R	S	R	S	S	S	R	R	S	S	S
47	328-1	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
48	328-2	S	S	S	S	N/A	R	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)
49	328-3	S	S	S	S	S	R	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
50	DF-1	N/A	R(H)	S	S	N/A	R(H)	S	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
51	DF-2	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	S	R	R	R(H)	S	S
52	DF-3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

No.	BN	Yellow					Deep Red			Orange				
		Psy1 CDSF	Psy1 F9	proPsy1 -177	proPsy1 -745	Result	Bogc F1	Bog F2	Result	Bpro SNP1F	Bpro -401	Bpro -506	Bpro -837	Result
1	152-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
2	152-2	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
3	152-3	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
4	152-4	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
5	152-5	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
6	152-6	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
7	152-7	N/A	N/A	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	N/A	N/A	-
8	152-8	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
9	152-9	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
10	152-10	N/A	N/A	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	N/A	N/A	-
11	152r-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
12	152r-2	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
13	152r-3	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
14	152r-4	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
15	152r-5	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
16	152r-6	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
17	152r-7	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
18	153-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
19	153-2	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
20	153-3	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red

No.	BN	Yellow					Deep Red			Orange				
		Psy1 CDSF	Psy1 F9	proPsy1 -177	proPsy1 -745	Result	Bogc F1	Bog F2	Result	Bpro SNP1F	Bpro -401	Bpro -506	Bpro -837	Result
21	153-4	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
22	153-5	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
23	153-6	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
24	153-7	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
25	154-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
26	155-1	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
27	155-2	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
28	155-3	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
29	155-4	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
30	156-1	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
31	156-2	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
32	156-3	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
33	156-4	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
34	158-1	N	N	Yellow	Normal	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
35	161-1	N	N	Yellow	Yellow	Yellow	N	N	Red	N	N	N	N	Red
36	146-1	N	N	Yellow	Yellow	Yellow	N	N	Red	N	N	N	N	Red
37	147-1	N	N	Yellow	Yellow	Yellow	N	N	Red	Orange?	N	Orange(H)	Orange(H)	Orange
38	301-1	N	N	Yellow	N	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
39	302-1	N	N	Yellow	N	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
40	303-1	N	N	Yellow	N	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
41	304-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
42	305-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
43	306-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
44	306-2	N	N	Yellow	N	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
45	310G-1	N	N	Yellow	N	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
46	310P-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
47	328-1	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
48	328-2	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
49	328-3	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
50	DF-1	N	N/A	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N	N	N	Red
51	DF-2	N	N	N	Yellow	Red	N	N	Red	N	N	N	N	Red
52	DF-3	N/A	N/A	N/A	N/A	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A	N/A	N/A	-

No.	BN	Brown						Pink					
		SGR1 F1	SGR1 F3	SGR1 F4	SGR -2bpDel	SGR-Adding	Result	MYB12 -603del -aF6	MYB12 -603del -aR5	MYB12 F3	MYB12 F4	MYB12 -i2-aF1	Result
1	152-1	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
2	152-2	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
3	152-3	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
4	152-4	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
5	152-5	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
6	152-6	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
7	152-7	N/A	N/A	N	N	N	-	N/A	N/A	N	N	N	-
8	152-8	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
9	152-9	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
10	152-10	N/A	N/A	N	N	N	-	N/A	N/A	N	N	N	-
11	152r-1	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
12	152r-2	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
13	152r-3	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
14	152r-4	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
15	152r-5	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
16	152r-6	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
17	152r-7	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
18	153-1	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
19	153-2	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink

No.	BN	Brown						Pink					
		SGR1 F1	SGR1 F3	SGR1 F4	SGR -2bpDel	SGR-Aadding	Result	MYB12 -603del -aF6	MYB12 -603del -aR5	MYB12 F3	MYB12 F4	MYB12 -i2-aF1	Result
20	153-3	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
21	153-4	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
22	153-5	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
23	153-6	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
24	153-7	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
25	154-1	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
26	155-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
27	155-2	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
28	155-3	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
29	155-4	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
30	156-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
31	156-2	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
32	156-3	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
33	156-4	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
34	158-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
35	161-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
36	146-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
37	147-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
38	301-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
39	302-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
40	303-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
41	304-1	N	N	N	N	N	Red	Pink	N	N	N	N	Red
42	305-1	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
43	306-1	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
44	306-2	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
45	310G-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
46	310P-1	N	N	N	N	N	Red	Pink	Pink	N	N	N	Pink
47	328-1	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
48	328-2	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
49	328-3	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
50	DF-1	N/A	N/A	N	N	N	-	N/A	Pink	N/A	N/A	N	-
51	DF-2	N	N	N	N	N	Red	N	N	N	N	N	Red
52	DF-3	N/A	N/A	N/A	N	N	-	N/A	N/A	N/A	N/A	N	-

표 7. 토마토 생명과학연구소 125점의 시료에 대해 병관련 5종의 마커와 형질관련 15종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	BN	Ty1/3 -616	Ty2	ty5	Mil	Sw5	Orange		Yellow					
							bpro-1	Result	proPsy1 -177	proPsy1 -745	pro Psy1	psy CDS	psy1 -1P7	Result
1	205-1	S	S	S	S	S	G		AG	C		N	T	
2	212-1	S	S	S	S	S	G		AG	TC		N	T	
3	212-2	S	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
4	213-3	R	S	S	S	S	GT	Orange	G	T		N	A	Yellow
5	213-5	R	S	S	S	S	GT	Orange	G	T		N	A	Yellow
6	213-6	R	H	S	S	S	T	Orange	G	T		N	A	Yellow
7	215-1	R(H)	H	S	S	S	GT	Orange	AG	TC		N	TA	Yellow
8	216-1	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	TC		N	T	
9	216-2	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	T		N	T	
10	217-1	S	S	S	S	S	T	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
11	217-2	S	S	S	S	S	T	Orange	G	T		N	T	
12	217-3	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
13	217-4	S	S	S	S	S	G		G	TC		N	T	



No.	BN	Ty1/3-616	Ty2	ty5	Mil	Sw5	Orange		Yellow					
							bpro-1	Result	proPsy1-177	proPsy1-745	proPsy1	psy CDS	psy1-1P7	Result
14	218-1	S	S	S	S	S	T	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
15	218-2	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
16	218-3	S	S	S	S	S	G		G	C	GC	N	T	Yellow
17	218-4	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
18	219-1	R(H)	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
19	220-1	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
20	221-1	S	S	S	S	-	GT	Orange	G	TC		N	T	
21	221-2	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	T		N	T	
22	221-3	S	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
23	224-1	S	S	S	R	S	G		A	C		N	T	
24	226-1	R	S	S	S	H	G		A	C		N	T	
25	226-3	R	S	S	S	R	G		A	C		N	T	
26	226-4	R	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
27	227-3	S	S	S	R	S	G		G	T		N	T	
28	227-5	R(H)	H	S	R(H)	S	G		AG	TC		N	T	
29	228-1	R	R	S	S	S	G		G	T		N	T	
30	228-2	R	H	S	S	S	G		G	T		N	T	
31	228-4	R(H)	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
32	228-5	R(H)	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
33	229-1	R(H)	H	S	S	S	G		G	T		N	T	
34	229-3	S	H	S	R	S	G		G	T		N	T	
35	229-4	R(H)	H	S	R(H)	S	G		G	T		N	T	
36	230-2	R(H)	S	S	S	S	T	Orange	AG	TC		N	TA	Yellow
37	230-4	R(H)	H	S	S	S	T	Orange	AG	TC		N	TA	Yellow
38	231-1	S	R	S	S	S	T	Orange	AG	TC		N	TA	Yellow
39	231-2	R(H)	S	S	S	S	GT	Orange	G	T		N	A	Yellow
40	232-1	R(H)	H	S	S	S	G		A	C		N	T	
41	236-1	S	S	S	S	S	T	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
42	236-2	S	S	S	S	S	T	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
43	236-3	S	S	S	S	S	T	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
44	238-1	R(H)	S	S	S	S	G		G	TC		N	T	
45	239-1	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	TC		N	T	
46	240-1	S	S	S	S	H	GT	Orange	A	C		N	T	
47	241-1	S	S	S	S	S	G		G	TC		N	T	
48	241-2	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	TC		N	T	
49	242-1	R(H)	S	S	S	S	T	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
50	242-2	R	S	S	S	S	T	Orange	AG	C		N	T	
51	243-1	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	TC		N	T	
52	244-1	S	S	S	S	S	T	Orange	G	TC		N	T	
53	244-2	S	S	S	S	S	T	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
54	248-1	S	S	S	S	S	T	Orange	AG	TC		N	T	
55	249-4	R(H)	S	S	S	S	GT	Orange	AG	TC		N	T	
56	250-4	S	S	S	S	S	GT	Orange	AG	TC		N	T	
57	251-1	S	S	S	S	S	NotAm p		A	C		N	T	
58	252-1	S	S	S	S	S	T	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
59	261-1	S	S	S	R	S	G		G	T		N	T	
60	264-1	S	S	S	R(H)	S	G		G	T		N	T	
61	269-1	R(H)	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
62	269-2	R(H)	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
63	270-1	S	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
64	271-1	S	S	S	R(H)	S	G		G	T		N	T	

No.	BN	Ty1/3-616	Ty2	ty5	Mi1	Sw5	Orange		Yellow					
							bpro-1	Result	proPsy1-177	proPsy1-745	proPsy1	psy CDS	psy1-1P7	Result
65	273-2	R(H)	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
66	273-3	R(H)	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
67	274-5	S	S	S	S	S	G		AG	TC		N	T	
68	275-6	S	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
69	277-3	S	S	S	S	S	G		G	C	GC	N	T	Yellow
70	278-7	S	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
71	279-1	S	S	S	R	S	G		A	C		N	T	
72	280-4	R(H)	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
73	281-6	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
74	283-4	R(H)	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
75	284-4	R(H)	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
76	285-2	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
77	286-1	S	S	S	R	S	G		A	C		N	T	
78	287-2	R(H)	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
79	288-2	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
80	289-2	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
81	292-0	S	S	S	S	S	GT	Orange	G	C	GC	N	T	Yellow
82	295-0	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
83	341-6	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
84	342-1	S	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
85	343-1	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
86	344-1	S	S	S	R(H)	H	G		A	C		N	T	
87	345-1	R(H)	S	S	R(H)	S	G		AG	TC		N	T	
88	346-1	R(H)	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
89	347-1	S	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
90	348-1	R(H)	S	S	S	S	G		AG	TC		N	T	
91	349-1	S	S	S	R(H)	H	G		A	C		N	T	
92	350-1	S	S	S	S	S	G		AG	TC		N	T	
93	351-1	S	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
94	351-2	S	S	S	R	S	G		A	C		N	T	
95	351-3	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
96	352-1	S	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
97	352-4	S	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
98	352-6	S	S	S	R	S	G		AG	TC		N	T	
99	356-1	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
100	356-3	S	S	S	S	S	G		AG	TC		N	T	
101	357-1	S	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
102	358-4	R(H)	S	S	S	S	G		AG	TC		N	T	
103	359-7	S	S	S	R	S	G		A	C		N	T	
104	360-1	R	?	S	S	S	G		A	C		N	T	
105	361-2	S	S	S	R	S	G		A	C		N	T	
106	362-5	R(H)	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
107	363-1	R(H)	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
108	363-4	R(H)	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
109	363-5	R(H)	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
110	363-6	R(H)	S	S	R(H)	S	G		A	C		N	T	
111	365-4	S	S	S	R	S	G		G	T		N	T	
112	369-4	R(H)	S	S	S	S	G		G	T		N	T	
113	370-3	R(H)	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
114	371-1	S	S	S	R	S	G		G	T		N	T	
115	374-1	S	S	S	R	S	G		A	C		N	T	

No.	BN	Ty1/3 -616	Ty2	ty5	Mi1	Sw5	Orange		Yellow					
							bpro-1	Result	proPsy1 -177	proPsy1 -745	pro Psy1	psy CDS	psy1 -1P7	Result
116	376-1	S	S	S	S	S	G		A	C		N	T	
117	389-2	S	S	S	S	S	G		AG	TC		N	T	
118	391-1	S	S	S	R(H)	S	G		AG	TC		N	T	
119	391-2	S	S	S	S	S	G		AG	TC		N	T	
120	396-1	S	S	S	S	S	G		G	TC		N	T	
121	396-2	S	S	S	S	S	G		G	C	GC	N	T	Yellow
122	396-3	S	S	S	S	S	G		G	TC		N	T	
123	396-4	S	S	S	S	S	G		G	TC		N	T	
124	396-5	S	S	S	S	S	G		G	TC		N	T	
125	396-6	S	S	S	S	S	G		G	C	GC	N	T	Yellow

No.	BN	Brown						Pink					Color 종합
		SGR -p1	SGR -p3	SGR -p4	SGR -adding	SGR -2bp	Result	Myb12 -p7	MYB12 -603	MYB12 Probe2P1	MYB12 -i2-pF2	Result	
1	205-1	C	A	T	-	AT		-	DN	C	G		Red
2	212-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
3	212-2	C	A	T	-	AT		-	N?	C	G		Red
4	213-3	C	A	T	-	AT		-	N?	C	G		Yellow (Orange-Hetero)
5	213-5	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange-Hetero)
6	213-6	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange)
7	215-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange-Hetero) ?
8	216-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange-Hetero
9	216-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange-Hetero
10	217-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange)
11	217-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange
12	217-3	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange-Hetero)
13	217-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
14	218-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange)
15	218-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange-Hetero)
16	218-3	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow
17	218-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange-Hetero)
18	219-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
19	220-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange-Hetero)
20	221-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange-Hetero
21	221-2	C	A	T	-	AT		-	DN	C	G		Orange-Hetero
22	221-3	C	A	T	-	AT		-	DN	C	G		Red
23	224-1	C	A	T	-	AT		-	DD???	C	G	Pink ?	Pink ?
24	226-1	C	A	T	-	AT		-	D	C	G	Pink	Pink
25	226-3	C	A	T	-	AT		-	DD???	C	G	Pink ?	Pink ?
26	226-4	C	A	T	-	AT		-	D	C	G	Pink	Pink
27	227-3	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
28	227-5	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
29	228-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
30	228-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
31	228-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
32	228-5	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
33	229-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
34	229-3	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
35	229-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
36	230-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange) ?
37	230-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange) ?
38	231-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange) ?

No.	BN	Brown						Pink					Color 종합
		SGR -p1	SGR -p3	SGR -p4	SGR -adding	SGR -2bp	Result	Myb12 -p7	MYB12 -603	MYB12 Probe2P1	MYB12 -i2-pF2	Result	
39	231-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange-Hetero)
40	232-1	C	A	T	-	AT		?	DN	C	G		Red
41	236-1	C	A	T	-	AT		-	DD???	C	G	Pink???	Light yellow (Orange)
42	236-2	C	A	T	-	AT		-	D	C	G	Pink	Light yellow (Orange)
43	236-3	C	A	T	-	AT		-	DD???	C	G	Pink???	Light yellow (Orange)
44	238-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
45	239-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange-Hetero
46	240-1	C	A	T	-	AT		-	D	C	G	Pink	Light orange-Hetero
47	241-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
48	241-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange-Hetero
49	242-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange)
50	242-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange
51	243-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange-Hetero
52	244-1	C	A	T	-	AT		-	DN	C	G		Orange
53	244-2	C	A	T	-	AT		-	DN	C	G		Yellow (Orange)
54	248-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange
55	249-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange-Hetero
56	250-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Orange-Hetero
57	251-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red ?
58	252-1	C	A	T	-	AT		-	N/??	C	G		Yellow (Orange)
59	261-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
60	264-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
61	269-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
62	269-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
63	270-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
64	271-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
65	273-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
66	273-3	C	A	T	-	AT		-/?	DN	C	G		Red
67	274-5	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
68	275-6	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
69	277-3	C	A	T	-	AT		-/?	DN	C	G		Yellow
70	278-7	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
71	279-1	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
72	280-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
73	281-6	C	A	T	-	AT		-	DN	C	G		Red
74	283-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
75	284-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
76	285-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
77	286-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
78	287-2	C	A	T	-	AT		A/-	N	C	G		Red
79	288-2	C	A	T	-	AT		-	D	C	G	Pink	Pink
80	289-2	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
81	292-0	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Yellow (Orange-Hetero)
82	295-0	C	A	T	-	AT		-	D	C	G	Pink	Pink
83	341-6	T	A	T	-	AT	Brown	-	DN	C	G		Brown
84	342-1	C	A	T	A	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
85	343-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
86	344-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
87	345-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
88	346-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
89	347-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red

No.	BN	Brown						Pink					Color 종합
		SGR -p1	SGR -p3	SGR -p4	SGR -adding	SGR -2bp	Result	Myb12 -p7	MYB12 -603	MYB12 Probe2P1	MYB12 -i2-pF2	Result	
90	348-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
91	349-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
92	350-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
93	351-1	C	A	T	-	AT		-/?	DD???	C	G	Pink???	Pink???
94	351-2	C	A	T	-	AT		-/?	DD???	C	G	Pink???	Pink???
95	351-3	C	A	T	-	AT		-/?	DD???	C	G	Pink???	Pink???
96	352-1	C	A	T	-	AT		-	D	C	G	Pink	Pink
97	352-4	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
98	352-6	C	A	T	-	AT		-	D	C	G	Pink	Pink
99	356-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
100	356-3	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
101	357-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
102	358-4	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
103	359-7	C	AT	T	-	AT		-	N	C	G		Red
104	360-1	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
105	361-2	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
106	362-5	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
107	363-1	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
108	363-4	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
109	363-5	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
110	363-6	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
111	365-4	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
112	369-4	C	T	T	-	AT	Brown	?	D	C	G	Pink	Pink brown
113	370-3	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
114	371-1	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
115	374-1	C	T	T	-	AT	Brown	-	D	C	G	Pink	Pink brown
116	376-1	C	A	T	-	AT		-	N	C	G		Red
117	389-2	C	T	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
118	391-1	T	A	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
119	391-2	T	A	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Brown
120	396-1	T	A	T	-	AT	Brown	-	D	C	G	Pink	Pink brown
121	396-2	T	A	T	-	AT	Brown	-	DN	C	G		Green (Yellow ?)
122	396-3	T	A	T	-	AT	Brown	-	D	C	G	Pink	Pink brown
123	396-4	T	A	T	-	AT	Brown	-	DN	C	G		Brown
124	396-5	T	A	T	-	AT	Brown	-	D	C	G	Pink	Pink brown
125	396-6	T	A	T	-	AT	Brown	-	N	C	G		Green (Yellow ?)

4차년도에 토마토생명과학연구소로부터 의뢰받은 174시료에 대하여 9가지 병 마커에 대하여 서비스하였다(표 8).

표 8. 4차년도에 토마토생명과학연구소로부터 의뢰받은 174시료에 대한 병 마커 검정 결과

No.	16BN	Ty 1/3	Ty2	Fr (J3)	Mi1	Sw5	I2	V2	Tm2 a	Ph3	No.	16BN	Ty 1/3	Ty2	Fr (J3)	Mi1	Sw5	I2	V2	Tm2 a	Ph3
1	106-1	H	S	R	H	S	S	S	S	S	88	BDF_C-3	S	S	H	S	S	S	R	H	S
2	106-2	H	S	R	H	S	S	S	S	S	89	301-1	S	S	S	R	S	R	R	S	S
3	106-3	R	S	R	S	S	S	S	S	S	90	301-2	S	S	S	R	S	R	R	S	S
4	107-1	H	S	R	S	S	R	R	S	R	91	304-1	S	S	S	R	H	R	S	R	H
5	107-2	H	S	R	S	S	R	R	S	R	92	304-2	S	S	S	R	H	R	R	R	H

6	107-3	S	S	R	S	S	R	R	S	R
7	110-1	R	S	R	S	S	S	S	R	S
8	110-2	R	S	R	S	S	S	S	R	S
9	110-3	R	S	R	S	S	S	S	R	S
10	112-1	R	S	R	S	S	S	S	S	S
11	112-2	R	S	R	S	S	S	S	S	S
12	113-1	R	S	S	S	S	R	R	H	S
13	113-2	R	S	S	S	S	R	R	H	S
14	113-3	R	S	S	S	S	R	R	S	S
15	115-1	R	S	R	S	S	R	S	R	S
16	115-2	R	S	R	S	S	R	S	R	S
17	117-1	R	S	S	S	S	R	S	S	S
18	117-2	R	S	S	S	S	R	S	S	S
19	126-1	S	S	S	R	S	R	S	R	S
20	126-2(4)	H	S	H	H	S	R	S	H	S
21	126-3(12)	H	S	S	H	S	R	S	R	S
22	127-4	H	S	S	R	S	R	R	S	S
23	129-1	S	S	H	S	S	S	R	H	S
24	131-1	S	S	H	S	S	R	R	H	S
25	133-1	S	S	R	R	S	S	S	R	S
26	133-2	S	S	R	R	S	S	S	R	S
27	140-1	S	S	S	S	S	R	R	R	S
28	140-2	S	S	S	S	S	R	R	R	S
29	141-1	H	S	S	S	S	S	R	S	S
30	141-2	S	S	S	S	S	S	R	S	S
31	145-1	S	S	S	S	S	S	R	R	S
32	151-3	R	S	S	R	S	R	R	S	S
33	151-4	R	S	S	R	S	R	R	S	S
34	155-6	S	S	R	S	S	S	S	S	S
35	159-2	S	S	S	S	S	R	S	S	S
36	165-2	R	S	S	S	S	R	S	S	S
37	166-1	H	S	S	S	S	S	S	S	S
38	166-2(3)	H	S	S	S	S	S	S	S	S
39	166-3(4)	S	S	S	S	S	S	S	S	S
40	167-1	S	S	S	S	S	S	S	S	S
41	172-1(2)	R	S	S	S	S	R	S	R	S
42	172-2(5)	R	S	S	S	S	R	S	R	S
43	175-1(4)	S	S	S	S	S	S	R	R	S
44	176-1(3)	S	S	R	H	S	R	R	R	H
45	177-1	R	S	S	S	S	R	R	H	S
46	179-1	S	S	S	S	S	R	S	R	S
47	181-3	R	S	S	S	S	R	R	R	S

93	307-1	S	S	S	S	S	S	S	S	S
94	307-2	S	S	S	S	S	S	S	S	S
95	308-1	R	S	S	S	S	S	R	S	S
96	308-2	R	S	S	S	S	S	R	S	S
97	309-1	R	S	S	S	S	S	S	S	S
98	309-2	R	S	S	S	S	S	S	S	S
99	310-1	S	S	S	S	S	R	S	R	S
100	310-2	S	S	S	S	S	R	R	R	S
101	316-1	S	S	R	R	S	R	S	R	S
102	316-2	S	S	R	R	S	R	S	R	S
103	317-1	S	S	H	R	S	R	H	H	S
104	317-2	S	S	S	R	S	R	R	S	S
105	318g-1	R	S	R	S	S	R	R	R	S
106	318g-2	R	S	R	S	S	R	S	R	S
107	318p-1	H	S	H	H	S	R	H	H	S
108	318p-2	S	S	S	R	S	R	S	S	S
109	319-1	H	S	H	H	S	R	S	H	S
110	319-2	H	S	H	H	S	R	S	H	S
111	320-1	S	S	S	R	S	R	R	S	S
112	320-2	S	S	S	R	S	R	R	S	S
113	321-1	S	S	H	S	S	S	R	H	S
114	321-2	S	S	R	S	S	S	R	R	S
115	322-1	S	S	S	R	S	R	R	S	S
116	322-2	S	S	S	R	S	R	R	S	S
117	323-1	H	S	R	H	S	R	S	R	S
118	323-2	H	S	S	H	S	R	S	S	S
119	324g-1	H	S	R	H	S	R	S	R	S
120	324g-2	S	S	R	R	S	R	S	R	S
121	325-1	S	S	S	R	S	R	S	S	S
122	325-2	S	S	S	R	S	R	S	H	S
123	326-1	S	S	R	R	S	S	R	S	S
124	326-2	S	S	R	R	S	S	H	H	S
125	327-1	S	S	R	H	S	R	S	R	S
126	327-2	S	S	R	R	S	R	S	R	S
127	328-1	S	S	R	R	S	R	S	R	S
128	328-2	S	S	R	R	S	R	S	R	S
129	329-1	S	S	R	S	S	R	R	S	S
130	329-2	S	S	R	S	S	R	R	S	S
131	330-1	S	S	R	S	S	R	R	R	S
132	330-2	S	S	H	S	S	R	R	R	S
133	331-1	S	S	S	S	S	R	R	R	S
134	331-2	S	S	S	S	S	R	R	R	S

48	187-1	S	S	R	S	S	R	R	S	R
49	190-7	S	S	S	S	S	H	R	S	S
50	192-3	S	S	S	S	S	R	R	S	R
51	203-1	S	S	S	S	S	H	R	S	S
52	204-1	S	S	S	H	S	S	R	S	R
53	206-1	S	S	R	S	S	R	H	S	S
54	207-1	S	S	S	S	S	S	R	S	R
55	210-1	S	S	S	S	S	R	R	R	S
56	453-1	H	S	H	H	S	R	S	H	S
57	453-2	H	S	S	H	S	R	S	R	S
58	453-3	H	S	H	H	S	R	S	H	S
59	641-1	H	S	H	H	S	R	R	R	S
60	641-2	H	S	R	H	S	R	R	R	S
61	641-3	R	S	H	R	S	R	R	R	S
62	616g-1(3)	H	S	S	H	S	R	S	H	H
63	616g-2(4)	S	S	S	H	S	R	S	H	H
64	616g-3(5)	S	S	S	H	S	R	S	H	H
65	616p-1(2)	H	S	S	H	H	R	S	H	S
66	616p-2(3)	S	S	S	H	H	R	S	H	S
67	616p-3(4)	S	S	S	H	H	R	S	H	S
68	621-1	S	S	S	S	S	R	S	H	R
69	621-2	S	S	S	S	S	R	S	H	R
70	621-3	S	S	S	S	S	R	S	S	R
71	621-4	S	S	S	S	S	R	S	S	R
72	622-1	S	S	S	S	S	R	S	H	R
73	622-2	S	S	S	S	S	R	S	H	R
74	622-3	S	S	S	S	S	R	S	S	R
75	622-4	S	S	S	S	S	R	S	H	R
76	642g-1	S	S	S	S	S	R	S	R	R
77	642g-2	S	S	S	S	S	R	S	R	R
78	642g-3	S	S	S	S	S	R	S	R	R
79	642p-1	S	S	S	S	S	R	S	R	R
80	642p-2	S	S	S	S	S	R	S	R	R
81	642p-3	S	S	S	S	S	R	S	R	R
82	259-1	H	S	H	H	S	H	-	S	S
83	259-2	H	S	S	H	S	H	R	H	S
84	260-1	H	S	R	H	S	S	H	S	S
85	260-2	H	S	H	H	S	S	H	H	S
86	BDF_C-1	S	S	H	S	S	S	R	H	S
87	BDF_C-2	S	S	H	S	S	S	R	H	S

135	332-1	S	S	S	S	S	R	R	R	S
136	332-2	S	S	S	S	S	R	R	R	S
137	333-1	S	S	S	H	S	R	R	H	S
138	333-2	S	S	S	H	S	R	R	S	S
139	334-1	S	S	S	S	S	S	S	S	R
140	334-2	S	S	S	S	S	S	S	S	R
141	335-1	S	S	S	S	S	R	R	S	S
142	335-2	S	S	S	S	S	R	R	S	S
143	336-1	R	S	R	S	S	R	S	R	S
144	336-2	R	S	R	S	S	R	S	R	S
145	337-1	S	S	R	R	S	R	R	R	S
146	337-2	S	S	R	R	S	R	R	R	S
147	338-1	S	S	R	R	S	R	R	R	S
148	338-2	S	S	R	R	S	R	R	R	S
149	339-1	S	S	R	H	S	S	S	R	R
150	339-2	S	S	R	H	S	S	S	R	R
151	340-1	S	S	R	R	S	R	R	R	S
152	340-2	S	S	R	R	S	R	R	R	S
153	341-1	S	S	R	R	S	R	S	R	S
154	341-2	S	S	R	R	S	R	S	R	S
155	342-1	S	S	R	R	S	R	R	R	S
156	342-2	S	S	R	R	S	R	R	R	S
157	343-1	S	S	R	R	S	R	R	R	S
158	343-2	S	S	R	R	S	R	H	R	S
159	344-1	S	S	R	H	S	R	R	R	R
160	344-2	S	S	H	R	S	S	R	H	R
161	353-1	R	S	S	S	S	R	S	R	S
162	353-2	R	S	S	S	S	R	S	R	S
163	355-1	R	S	S	S	S	R	S	S	R
164	355-2	R	S	S	S	S	R	S	S	R
165	356-1	S	S	S	R	S	R	S	R	R
166	356-2	S	S	S	R	S	R	S	R	R
167	357-1	S	S	S	H	S	R	S	S	R
168	357-2	S	S	S	H	S	R	S	S	R
169	358-1	S	S	S	H	S	R	S	S	R
170	358-2	S	S	S	S	S	R	S	S	R
171	359-1	H	S	S	S	S	R	S	R	R
172	359-2	H	S	S	S	S	R	S	R	R
173	360-1	R	S	S	S	S	R	R	S	S
174	360-2	R	S	S	S	S	R	R	S	S

(2) 대연육종 연구소

경남 하동의 대연육종연구소로부터 1차년도에 총 50점의 토마토 대목 시료를 의뢰받아 3종의 병해마커(Mi-1, I3) 에 대한 분석을 의뢰받아 HRM(Mi-1, I3) 및 PCR-CAP 분석(I2)을 실시한 결과는 아래 그림 12, 13, 14 및 표 9와 같다.

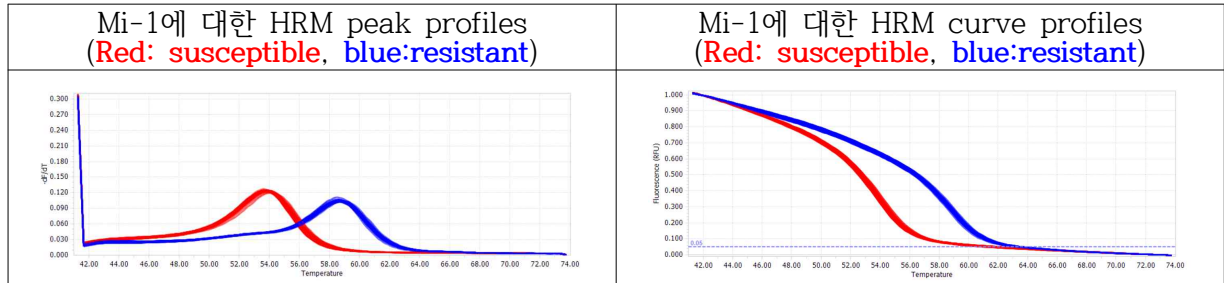


그림 12. 1차년도 Mi-1에 대한 HRM peak and curve profiles

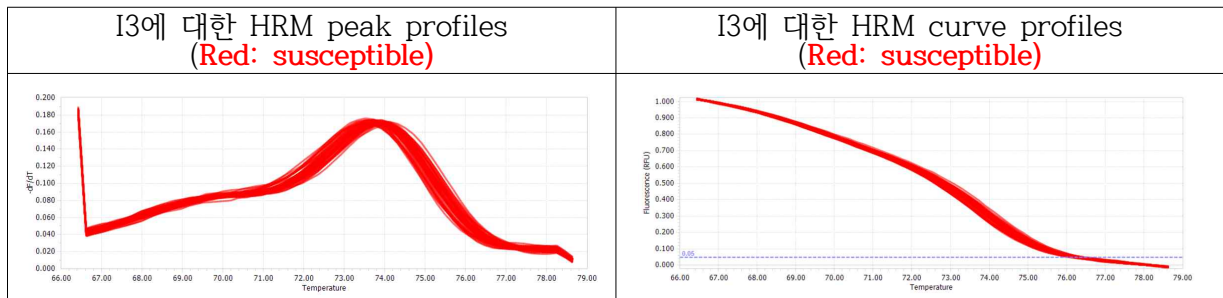


그림 13. 1차년도 I3에 대한 HRM peak and curve profiles

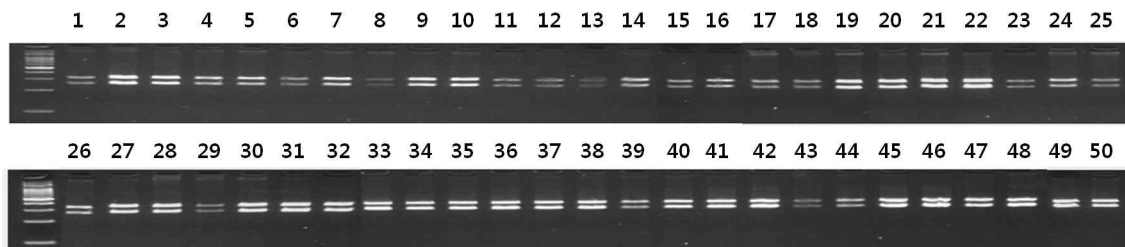


그림 14. 1차년도 I2 CAP마커에 의한 시료의 분석결과  
(I2 (*Hha* I) enzyme 처리, S: 600 bp, R: 332/270 bp)

표 9. 1차년도 대목용 토마토 3종의 병해마커에 대한 의뢰시료의 HRM분석 결과

No	분자마커 종류			No	분자마커 종류			No	분자마커 종류		
	Mi-1	I3	I2		Mi-1	I3	I2		Mi-1	I3	I2
1	S	S	R	26	R	S	R	1	S	S	R
2	S	S	R	27	R	S	R	2	S	S	R
3	S	S	R	28	R	S	R	3	S	S	R
4	S	S	R	29	R	S	R	4	S	S	R
5	S	S	R	30	R	S	R	5	S	S	R
6	S	S	R	31	R	S	R	6	S	S	R
7	S	S	R	32	R	S	R	7	S	S	R
8	S	S	R	33	R	S	R	8	S	S	R



No	분자마커 종류			No	분자마커 종류			No	분자마커 종류		
	Mi-1	I3	I2		Mi-1	I3	I2		Mi-1	I3	I2
9	S	S	R	34	R	S	R	9	S	S	R
10	S	S	R	35	R	S	R	10	S	S	R
11	S	S	R	36	R	S	R	11	S	S	R
12	S	S	R	37	R	S	R	12	S	S	R
13	S	S	R	38	R	S	R	13	S	S	R
14	S	S	R	39	R	S	R	14	S	S	R
15	S	S	R	40	R	S	R	15	S	S	R
16	S	S	R	41	R	S	R	16	S	S	R
17	S	S	R	42	R	S	R	17	S	S	R
18	S	S	R	43	R	S	R	18	S	S	R
19	S	S	R	44	R	S	R	19	S	S	R
20	S	S	R	45	R	S	R	20	S	S	R
21	S	S	R	46	R	S	R	21	S	S	R
22	S	S	R	47	R	S	R	22	S	S	R
23	S	S	R	48	R	S	R	23	S	S	R
24	S	S	R	49	R	S	R	24	S	S	R
25	S	S	R	50	R	S	R	25	S	S	R

HRM 분석결과 M1-1 의 경우 resistant를 보이는 개체는 25개체, susceptible를 나타내는 개체는 25개체 그리고 heterozygous를 나타내는 개체는 없었다. I3의 경우 의뢰된 50개체 모두에서 resistant를 보였다. I2의 경우 CAPS 분석을 통해 50개체 모두에서 resistant를 나타내는 것을 알 수 있었다(표 10).

표 10. 1차년도 토마토 3종의 병해의 분자 마커별 HRM 분석 결과

마커종류	의뢰된 Sample 수	Genotype			Positive (ea)	Negative (%)
		Resistant (RR)	Susceptible (SS)	Heterozygous (RS)		
Mi-1	50	25	25	0	50	0
I3	50	0	50	0	50	0
I2	50	50	0	0	50	0

3차년도에 대연육종연구소로부터 총 177점의 시료를 받아 2번의 서비스를 진행하였다. 처음 17점의 시료에 대해서는 병관련 4종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 11). 두 번째는 160점의 시료에 대해서 병관련 5종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 12). 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 11, 12).

표 11. 대연육종 연구소 17점의 시료에 대해 병관련 4종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	품종명	병 저항성	J3 표현형	CD3 HRM	CD3 CAPS	J3-D4 HRM	D4 CAPS
15 D 1	스파이크23	위조병(F1, F2), 근부위조병(J3) 반신위조병(V), 선충(N), 갈색근부병(K)	R	RS	RS	RR	RR
15 D 2	블럭	위조병(F1, F2, F3), 근부위조병(J3) 반신위조병(V), 선충(N), 갈색근부병(K)	R	RS	RS	RS	RS

No.	품종명	병 저항성	J3 표현형	CD3 HRM	CD3 CAPS	J3-D4 HRM	D4 CAPS
15 D 3	그린세이브	위조병(F1, F2, F3), 근부위조병(J3) 반신위조병(V), 선충(N), 갈색근부병(K)	R	RS	RS	RR	RR
15 D 4	비블로킹	위조병(F1, F2), 근부위조병(J3) 반신위조병(V), 선충(N), 갈색근부병(K)	R	RR	RS	RS	RS
15 D 5	AS 6 (계통)	위조병(F3)	S	RS	RS	SS	SS
15 D 6	AS 7 (계통)	근부위조병(J3), 반신위조병(V)	R	RR	RR	RR	RR
15 D 7	드림900 (F1)	Cf9	S	RS	RS	SS	SS
15 D 8	마루네썸 (F1)	TY(1,3), Cf9	S	RR	RR	SS	SS
9	육성중(계통)	-	S	RR	RR	SS	SS
10	육성중(계통)	-	S	RS	RS	SS	SS
11	육성중(계통)	-	-	RR	RR	RR	RR
12	육성중(계통)	-	-	RS	RS	RS	RS
13	육성중(계통)	-	-	RR	RS	RS	RS
14	육성중(계통)	-	-	RS	RS	RR	RR
15	육성중(계통)	-	-	RS	RS	RS	RS
16	육성중(계통)	-	-	RS	RS	RR	RR
17	육성중(계통)	-	-	RS	RS	RR	RR

표 12. 대연육종 연구소 160점의 시료에 대해 병관련 5종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Sample Name	I2 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF4	J3 -D4 -aF4	Mi -Rex -aF2	No.	Sample Name	I2 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF4	J3 -D4 -aF4	Mi -Rex -aF2
1	1	R	R	R	R(H)	R	81	150	R	R	R	R(H)	R
2	2	R	R	R	S	R	82	153	R	R	R	R(H)	R
3	3	R(H)	S	S	R	R	83	154	R	R	R	R(H)	R
4	4	R(H)	R(H)	N/A	R	R	84	157	R	R	R	S	R
5	5	S	R(H)	R(H)	R	R	85	158	R	R	R	S	R
6	6	S	S	S	R	R	86	159	R	R	R	S	R
7	7	S	S	S	R	R	87	160	R	R(H)	R(H)	R	R
8	8	S	S	S	R	R	88	161	R	R	R	R	R
9	9	S	S	S	R	R	89	162	R(H)	S	S	R	R
10	10	S	R(H)	R(H)	R	R	90	163	R	S	S	R	R
11	11	S	R(H)	R(H)	R	R	91	164	R	R	R	R	R
12	12	R	S	S	R	R	92	165	R	R(H)	R(H)	R	R
13	13	R(H)	S	S	R	R	93	166	R(H)	R(H)	R(H)	R	R
14	14	R	S	S	R	R	94	167	R	R(H)	R(H)	R	R
15	15	R(H)	S	S	R	R	95	168	R(H)	S	S	R	R
16	17	S	S	S	R	R	96	171	R(H)	R(H)	R(H)	R	R
17	18	S	S	S	R	R	97	172	R	R	R	R	R
18	19	S	S	S	R	R	98	173	S	R(H)	R(H)	R	R
19	20	S	S	S	R	R	99	174	S	R	R	R	R
20	21	S	S	S	R	R	100	175	R(H)	R(H)	R(H)	R	R
21	23	S	S	S	R	R	101	178	R(H)	R(H)	R(H)	R	R
22	25	S	S	S	S	R	102	179	R	R(H)	R(H)	R	R
23	26	S	S	S	S	R	103	180	S	R(H)	R(H)	R	R
24	29	S	S	S	R	R	104	181	R	R	R	R	R
25	31	S	S	S	R(H)	R	105	182	R(H)	R(H)	R(H)	R	R
26	32	S	S	S	S	R	106	183	R(H)	R(H)	R(H)	R	R
27	33	S	S	S	S	R	107	184	R	R(H)	R(H)	R	R

No.	Sample Name	I2 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF4	J3 -D4 -aF4	Mi -Rex -aF2
28	34	S	S	S	S	R
29	35	S	S	S	S	R
30	36	S	S	S	S	R
31	37	S	S	S	S	R
32	39	S	S	S	S	R
33	41	S	S	S	S	R
34	42	S	S	S	S	R
35	43	S	S	S	S	R
36	44	S	S	S	S	R
37	45	R	R	R	R(H)	R
38	48	R	R	R	R(H)	R
39	57	R	R	R	S	R
40	58	R	R	R	R(H)	R
41	59	R	R	R	R(H)	R
42	61	R	R	R	R	R
43	62	R	R	R	R(H)	R
44	63	R	R	R	R(H)	R
45	64	R	R	R	R	R
46	65	R	R	R	R	R
47	66	R	R	R	R(H)	R
48	73	R	R	R	R(H)	R
49	80	R	R	R	R(H)	R
50	85	R	R	R	R	R
51	86	R	R	R	R	R
52	87	R	R	R	R(H)	R
53	88	R	R	R	R	R
54	89	R	R	N/A	R(H)	R
55	90	R	R	R	R	R
56	93	R	R	R	R(H)	R
57	103	R	R	R	R	R
58	105	R	R	R	R(H)	R
59	111	R	R	R	R(H)	R
60	116	R	R	R	R(H)	R
61	117	R	R	R	R(H)	R
62	119	R	R	R	R(H)	R
63	125	R	R	R	R	R
64	126	R	R	R	R	R
65	127	R	R	R	S	R
66	128	R	R	R	R	R
67	130	R	R	R	R(H)	R
68	132	R	R	R	R(H)	R
69	134	R	R	R	R(H)	R
70	136	R	R	R	R(H)	R
71	139	R	R	R	R(H)	R
72	140	R	R	R	R(H)	R
73	141	R	R	R	S	R
74	142	R	R	R	R	R
75	143	R	R	R	S	R
76	145	R	R	R	R	R
77	146	R	R	R	S	R
78	147	R	R	R	S	R

No.	Sample Name	I2 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF4	J3 -D4 -aF4	Mi -Rex -aF2
108	185	S	R(H)	R(H)	R	R
109	188	R	R	R	R	R
110	189	R	R	R	R	R
111	190	R	R	R	R	R
112	191	R	R	R	R	R
113	192	R	R	R	R	R
114	193	R	R	R	R	R
115	194	R	R	R	R	R
116	195	R	R	R	R	R
117	196	R	R	R	R	R
118	197	R	R	R	R	R
119	199	R	R	R	R	R
120	200	R	R	R	R	R
121	201	R	R	R	R	R
122	202	R	R	R	R	R
123	204	R	R	R	R	R
124	205	R	R	R	R	R
125	206	R	R	R	R	R
126	208	R	R	R	R	R
127	210	R	R	R	R	R
128	213	R	R	R	R	R
129	216	R	R	R	R	R
130	217	R	R	R	R	R
131	218	R	R	R	R	R
132	219	R	R	R	R	R
133	220	R	R	R	R	R
134	221	R	R	R	R	R
135	222	R	R	R	R	R
136	223	R	R	R	R	R
137	225	R	R	R	R	R
138	226	R	R	R	R	R
139	227	R	R	R	R	R
140	228	R	R	R	R	R
141	229	R	R	R	R	R
142	236	R	R	R	R	R
143	238	R	R	R	R	R
144	240	R	R	R	R	R
145	241	R	R	R	R	R
146	242	R	R	R	R	R
147	243	R	R	R	R	R
148	243	R	R	R	R	R
149	244	S	S	S	R(H)	R
150	245	R	R	R	R	R
151	246	S	S	S	R(H)	R
152	247	S	S	S	R(H)	R
153	248	S	S	S	R(H)	R
154	249	S	S	S	R(H)	R
155	250	S	S	S	R(H)	R
156	251	S	S	S	R(H)	R
157	252	S	S	S	R(H)	R
158	254	S	S	S	R(H)	R

No.	Sample Name	I2 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF4	J3 -D4 -aF4	Mi -Rex -aF2
79	148	R	R	R	S	R
80	149	R	R	R	R(H)	R

No.	Sample Name	I2 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF1	I3 -HRM -pF4	J3 -D4 -aF4	Mi -Rex -aF2
159	255	S	S	S	R(H)	R
160	256	S	S	S	R(H)	R

4차년도에 대연육종연구소로부터 총 371점 시료를 의뢰받아 마커검정을 수행하였다. 첫 번째 331점의 시료에 대하여 병 관련 마커 5개를 진행하였다(표 13). 두 번째 40점의 시료에 대해서도 동일한 병 관련 마커 5개를 진행하였다(표 14).

표 13. 4차년도에 대연육종연구소로부터 의뢰받은 331점의 시료에 대한 병 마커 검정 결과

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
1	H	S	R	R	S
2	S	S	R	R	S
3	S	S	R	R	S
4	S	S	R	R	S
5	S	S	R	R	S
6	H	S	R	R	S
7	S	S	R	R	S
8	H	S	R	R	S
9	S	S	R	R	S
10	H	S	R	R	S
11	H	S	R	R	S
12	H	S	R	R	S
13	H	S	R	R	S
14	S	S	R	R	S
15	H	S	R	R	S
16	R	S	R	R	S
17	H	S	R	R	S
18	H	S	R	R	S
19	R	S	R	R	S
20	H	S	R	R	S
21	R	S	R	R	S
22	R	S	R	R	S
23	H	R	R	R	S
24	H	R	R	R	S
25	H	R	R	R	S
26	H	R	R	R	S
27	S	R	R	R	S
28	H	R	R	R	S
29	H	R	R	R	S
30	S	S	R	R	S
31	S	S	R	R	S
32	S	S	R	R	S

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
167	H	R	R	R	S
168	R	R	R	R	S
169	S	R	R	R	S
170	H	R	R	R	S
171	R	R	H	H	S
172	R	R	H	H	-
173	R	R	S	H	S
174	R	R	H	H	S
175	R	R	S	S	S
176	R	R	S	S	S
177	R	R	S	S	S
178	R	R	S	H	S
179	R	R	S	S	S
180	R	R	S	H	S
181	R	R	S	H	S
182	R	R	S	S	S
183	R	R	S	S	S
184	R	R	S	S	S
185	R	R	S	S	S
186	R	R	S	S	S
187	R	R	S	S	S
188	R	R	S	S	S
189	R	R	S	S	S
190	R	R	S	S	S
191	R	R	S	S	S
192	R	R	S	S	S
193	R	R	S	S	S
194	R	R	S	S	S
195	R	R	S	S	S
196	R	R	S	S	S
197	R	R	S	S	S
198	R	R	S	S	S

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
33	S	S	R	R	S
34	S	S	R	R	S
35	S	S	R	R	S
36	S	S	R	R	S
37	S	S	R	R	S
38	S	S	R	R	S
39	S	S	R	R	S
40	S	S	R	R	S
41	S	S	R	R	S
42	S	S	R	R	S
43	H	R	R	R	S
44	H	R	R	R	S
45	R	R	R	R	S
46	H	R	R	R	S
47	R	R	R	R	S
48	S	R	R	R	S
49	R	R	R	R	S
50	H	R	R	R	S
51	H	R	R	R	S
52	S	S	R	R	S
53	S	S	R	R	S
54	S	R	R	R	S
55	S	R	R	R	S
56	H	R	R	R	S
57	H	R	R	R	S
58	S	R	R	R	S
59	H	R	R	R	S
60	H	R	R	R	S
61	H	R	R	R	S
62	H	R	R	R	S
63	R	R	R	R	S
64	R	R	R	R	S
65	R	R	R	R	S
66	R	R	R	R	S
67	R	R	R	R	S
68	R	R	R	R	S
69	H	R	R	R	S
70	H	R	R	R	S
71	R	R	R	R	S
72	R	R	R	R	S
73	S	R	R	R	S
74	S	R	R	R	S
75	S	R	R	R	S

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
199	R	R	S	S	S
200	R	R	S	S	S
201	R	R	S	S	S
202	R	R	S	S	S
203	R	R	S	S	S
204	R	R	S	S	S
205	R	R	S	S	S
206	R	R	S	S	S
207	R	R	S	-	S
208	R	R	S	S	S
209	R	R	S	S	-
210	R	R	S	S	S
211	R	R	S	S	S
212	R	R	S	S	S
213	R	R	S	S	S
214	R	R	S	S	S
215	R	R	S	S	S
216	R	R	S	S	S
217	R	R	S	S	S
218	R	R	S	S	S
219	R	R	S	S	S
220	R	R	S	S	S
221	R	R	S	S	S
222	R	R	S	S	S
223	R	R	S	S	S
224	R	R	S	R	S
225	R	R	S	S	S
226	R	R	S	H	S
227	R	R	S	S	S
228	R	R	S	S	S
229	R	R	S	H	S
230	R	R	S	R	S
231	R	R	S	H	S
232	R	R	S	R	S
233	R	R	S	H	S
234	R	R	S	H	S
235	R	R	S	S	S
236	R	R	S	H	S
237	R	R	S	H	S
238	R	R	S	H	S
239	R	R	S	S	S
240	R	R	S	S	S
241	R	R	S	H	S

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
76	S	R	R	R	S
77	S	R	R	R	S
78	S	R	R	R	S
79	H	R	R	R	S
80	H	R	R	R	S
81	S	R	R	R	S
82	R	R	R	R	S
83	R	R	R	R	S
84	R	R	R	R	S
85	H	R	R	R	S
86	H	R	R	R	S
87	S	R	R	R	S
88	S	R	R	R	S
89	R	R	R	R	S
90	R	R	R	R	S
91	S	R	R	R	S
92	S	R	R	R	S
93	S	R	R	R	S
94	S	R	R	R	S
95	S	R	R	R	S
96	S	R	R	R	S
97	S	R	R	R	S
98	S	R	R	R	S
99	S	R	R	R	S
100	S	R	R	R	S
101	S	R	R	R	S
102	S	R	R	R	S
103	S	R	R	R	S
104	S	R	R	R	S
105	S	R	R	R	S
106	H	R	R	R	S
107	S	R	R	R	S
108	S	R	R	R	S
109	S	R	R	R	S
110	H	R	R	R	S
111	H	R	R	R	S
112	H	R	R	R	S
113	S	R	R	R	S
114	S	R	R	R	S
115	H	R	R	R	S
116	H	R	R	R	S
117	H	R	R	R	S
118	S	R	R	R	S

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
242	R	R	S	H	S
243	R	R	S	H	S
244	R	R	S	H	S
245	R	R	R	R	S
246	R	R	R	R	R
247	R	R	R	R	R
248	R	R	R	R	R
249	R	R	R	R	R
250	R	R	R	R	R
251	R	R	R	R	R
252	R	R	R	R	R
253	R	R	R	R	R
254	R	R	R	R	R
255	R	R	R	R	R
256	R	R	R	R	R
257	R	R	R	R	R
258	R	R	R	R	R
259	R	R	R	R	R
260	R	R	R	R	R
261	R	R	R	R	R
262	R	R	R	R	R
263	R	R	R	R	R
264	R	R	R	R	R
265	R	R	R	R	R
266	R	R	R	R	R
267	R	R	R	R	R
268	R	R	R	R	R
269	R	R	R	R	R
270	R	R	R	R	R
271	R	R	R	R	R
272	R	R	R	R	R
273	R	R	R	R	R
274	R	R	R	R	R
275	R	R	R	R	R
276	R	R	R	R	R
277	R	R	R	R	R
278	R	R	R	R	R
279	R	R	R	R	R
280	R	R	R	R	R
281	R	R	R	R	R
282	R	R	R	R	R
283	R	R	R	R	R
284	R	-	R	R	R

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
119	S	R	R	R	S
120	H	R	R	R	S
121	H	R	R	R	S
122	S	R	R	R	S
123	H	R	R	R	S
124	S	R	R	R	S
125	H	R	R	R	S
126	H	R	R	R	S
127	S	R	R	R	S
128	S	R	R	R	S
129	H	R	R	R	S
130	S	R	R	R	S
131	H	R	R	R	S
132	H	R	R	R	-
133	H	R	R	R	S
134	H	R	R	R	S
135	S	R	R	R	S
136	H	R	R	R	S
137	H	R	R	R	S
138	H	R	R	R	S
139	H	R	R	R	S
140	H	R	R	R	S
141	H	R	R	R	S
142	S	R	R	R	S
143	S	R	R	R	S
144	H	R	R	R	S
145	H	R	R	R	S
146	H	R	R	R	S
147	S	R	R	R	S
148	S	R	R	R	S
149	S	R	R	R	S
150	S	R	R	R	S
151	S	R	R	R	S
152	S	R	R	R	S
153	S	R	R	R	S
154	S	R	R	R	S
155	S	R	R	R	S
156	S	R	R	R	S
157	S	R	R	R	S
158	S	R	R	R	S
159	H	R	R	R	S
160	R	R	R	R	S
161	R	R	R	R	S

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
285	R	R	R	R	R
286	R	R	R	R	R
287	R	R	R	R	R
288	R	R	R	R	R
289	R	R	R	R	R
290	R	R	R	R	R
291	R	R	R	R	R
292	R	R	R	R	R
293	R	R	R	R	R
294	-	R	R	R	R
295	R	R	R	R	R
296	R	R	R	R	R
297	R	R	R	R	R
298	R	R	R	R	R
299	R	R	R	R	R
300	R	R	R	R	R
301	R	R	R	R	R
302	R	R	R	R	R
303	R	R	R	R	R
304	R	R	R	R	R
305	R	R	R	R	R
306	R	R	R	R	R
307	R	R	R	R	R
308	R	R	R	R	R
309	R	R	R	R	R
310	R	R	R	R	R
311	R	R	R	R	R
312	R	R	R	R	R
313	R	R	R	R	R
314	R	R	R	R	R
315	R	R	R	R	R
316	R	R	R	R	R
317	R	R	R	R	R
318	R	R	R	R	R
319	R	R	R	R	R
320	H	H	S	S	H
321	H	H	S	S	H
322	H	H	S	S	H
323	H	H	S	S	H
324	H	H	S	S	H
325	H	H	S	S	H
326	H	H	S	S	H
327	H	H	S	S	H

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
162	R	-	R	R	S
163	R	R	R	R	S
164	R	R	R	R	S
165	H	R	R	R	S
166	H	R	R	R	S

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
328	H	H	S	S	H
329	H	H	S	S	H
330	R	R	R	R	R
331	R	R	R	R	R

표 14. 4차년도에 대연육종연구소로부터 의뢰받은 40점의 시료에 대한 병 마커 검정 결과

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
1	H	S	R	R	S
2	R	R	H	H	S
3	H	R	R	R	S
4	R	R	H	H	S
5	H	R	R	R	S
6	R	R	S	S	S
7	R	R	R	R	S
8	R	R	S	S	S
9	R	R	R	R	S
10	R	R	S	S	S
11	S	R	R	R	S
12	R	R	S	S	S
13	H	R	R	R	S
14	R	R	S	S	S
15	S	R	R	R	S
16	R	R	S	S	S
17	H	R	R	R	S
18	R	R	S	S	S
19	S	R	R	R	S
20	R	R	S	S	S

No.	J3	Mi-Rex	I2	I3	Bw12
22	R	R	S	S	S
23	H	R	R	R	S
24	R	R	S	H	S
25	H	R	R	R	S
26	R	R	S	S	S
27	H	R	R	R	S
28	R	R	R	R	R
29	R	R	R	R	S
30	R	R	R	R	R
31	H	S	R	R	S
32	R	R	R	R	R
33	S	S	R	S	S
34	R	R	R	R	R
35	H	R	S	S	S
36	R	R	R	R	R
37	H	R	H	S	S
38	H	R	H	S	S
39	H	H	H	S	R
40	S	H	R	S	H

### (3) 아시아종묘

아시아종묘로부터 2차년도에 총 160점의 시료에 대해 2종의 병해마커(Ty1, Ty3)에 대한 분석을 의뢰받아 HRM분석을 실시한 결과는 다음과 같다(표 15).

표 15. 2차년도 토마토 2종의 병해마커(Ty1, Ty3)에 대한 의뢰시료의 HRM분석 결과

No	분자마커 종류	
	Ty1	Ty3
1	R	S
2	R	S
3	R	S
4	R	S
5	R	S

No	분자마커 종류	
	Ty1	Ty3
41	S	S
42	S	S
43	S	S
44	S	S
45	S	S

No	분자마커 종류	
	Ty1	Ty3
81	S	S
82	S	S
83	S	S
84	S	S
85	S	S

No	분자마커 종류	
	Ty1	Ty3
121	H	H
122	H	H
123	H	H
124	H	H
125	H	H



No	분자마커 종류	
	Ty1	Ty3
6	S	R
7	S	R
8	S	R
9	S	R
10	S	R
11	H	H
12	H	H
13	H	H
14	H	H
15	H	H
16	S	S
17	S	S
18	S	S
19	S	S
20	S	S
21	S	S
22	S	S
23	S	S
24	S	S
25	S	S
26	R	R
27	R	R
28	S	S
29	S	S
30	S	R
31	S	R
32	S	R
33	S	R
34	S	R
35	H	S
36	H	S
37	H	S
38	H	S
39	H	S
40	S	S

No	분자마커 종류	
	Ty1	Ty3
46	S	S
47	S	S
48	S	S
49	S	S
50	H	S
51	S	S
52	S	S
53	S	S
54	H	S
55	H	S
56	H	S
57	H	S
58	H	S
59	S	S
60	S	S
61	S	S
62	S	S
63	S	S
64	H	S
65	H	S
66	H	S
67	H	S
68	H	S
69	H	S
70	H	S
71	H	S
72	H	S
73	H	S
74	H	S
75	H	S
76	H	S
77	H	S
78	H	S
79	S	S
80	S	S

No	분자마커 종류	
	Ty1	Ty3
86	S	S
87	S	S
88	S	S
89	H	H
90	H	H
91	H	H
92	H	H
93	H	S
94	S	S
95	S	S
96	S	S
97	S	S
98	S	S
99	S	S
100	S	S
101	S	S
102	S	S
103	S	S
104	S	S
105	S	S
106	H	R
107	H	R
108	H	R
109	H	R
110	H	R
111	R	H
112	R	H
113	R	H
114	R	H
115	R	H
116	R	S
117	R	S
118	R	S
119	R	S
120	R	S

No	분자마커 종류	
	Ty1	Ty3
126	S	S
127	S	S
128	S	S
129	S	S
130	S	S
131	S	S
132	S	S
133	S	S
134	S	S
135	S	S
136	R	S
137	R	S
138	R	S
139	R	S
140	R	S
141	R	H
142	R	H
143	R	H
144	R	H
145	S	S
146	S	S
147	S	S
148	S	S
149	S	S
150	S	S
151	S	S
152	S	S
153	S	S
154	S	S
155	S	S
156	S	S
157	S	S
158	S	S
159	S	S
160	S	S

S: susceptible, R: Resistant, H: heterozygous

2차년도 HRM 분석결과 Ty1의 경우 resistant를 보이는 개체는 26개체, susceptible을 나타내는 개체는 88개체, heterozygous를 나타내는 개체는 46개체이었다. Ty3의 경우 resistant를 보이는 개체는 17개체, susceptible을 나타내는 개체는 120개체, heterozygous를 나타내는 개체는 23개체 이었다(표 16).

표 16. 2차년도 토마토 2종의 병해의 분자 마커별 HRM분석 결과

마커 종류	의뢰된 Sample 수	Genotype			Positive (ea)	Negative (%)
		Resistant (RR)	Susceptible (SS)	Heterozygous (RS)		
Ty1	160	26	88	46	160	0(0)
Ty3	160	17	120	23	160	0(0)

3차년도에는 아시아종묘로부터 총 480점의 시료를 받아 3번의 서비스를 진행하였다. 처음 96점의 시료에 대해서는 병관련 10종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 17). 두 번째는 192점의 시료에 대해서 병관련 10종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 18). 마지막으로 192점의 시료에 대해서 병관련 10종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 19). 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 17, 18, 19).

표 17. 아시아종묘 96점의 시료에 대해 병관련 10종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
1	C1-1	R	S	S	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)	S
2	C1-2	R	S	S	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)	S
3	C1-3	R	S	S	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)	S
4	C1-4	R	S	S	R(H)	-	-	S	S	R(H)	S
5	C1-5	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
6	C2-1	R	S	R	S	S	S	S	S	R	S
7	C2-2	R	S	R	S	-	S	S	S	R	S
8	C2-3	R	S	R	S	S	S	S	S	R	S
9	C2-4	R	S	R	S	-	S	S	S	R	S
10	C2-5	R	S	R	S	-	S	S	S	R	S
11	C3-1	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
12	C3-2	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
13	C3-3	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
14	C3-4	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
15	C3-5	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
16	C4-1	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)
17	C4-2	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)
18	C4-3	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)
19	C4-4	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)
20	C4-5	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)
21	C5-1	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
22	C5-2	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
23	C5-3	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
24	C5-4	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
25	C5-5	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
26	1-1	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)
27	1-2	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)
28	1-3	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)
29	1-4	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)
30	1-5	R(H)	S	S	S	-	S	S	R(H)	S	R(H)
31	2-1	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S
32	2-2	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S
33	2-3	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S
34	2-4	S	S	R	S	S	S	R(H)	S	R	S

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
35	2-5	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S
36	3-1	R	S	S	S	-	S	R	S	S	S
37	3-2	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
38	3-3	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
39	3-4	-	-	-	N/A	-	-	N/A	-	-	-
40	3-5	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
41	4-1	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
42	4-2	R	S	S	S	S	-	R	S	S	S
43	4-3	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
44	4-4	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
45	4-5	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
46	5-1	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
47	5-2	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
48	5-3	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
49	5-4	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
50	5-5	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
51	6-1	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
52	6-2	R	S	S	S	-	S	R	S	S	S
53	6-3	R	S	S	S	S	-	R(H)	S	S	S
54	6-4	R	S	S	S	-	S	R	S	S	S
55	6-5	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
56	7-1	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
57	7-2	R	S	S	S	S	-	R(H)	S	S	S
58	7-3	R	S	S	S	-	S	R	S	S	S
59	7-4	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
60	7-5	R	S	S	S	S	-	R(H)	S	S	S
61	8-1	R	S	S	S	-	S	R	S	S	S
62	8-2	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
63	8-3	R	S	S	S	-	S	R	S	S	S
64	8-4	R	S	N/A	S	-	S	R	S	S	S
65	8-5	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
66	9-1	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
67	9-2	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
68	9-3	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
69	9-4	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
70	9-5	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
71	10-1	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
72	10-2	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
73	10-3	R	S	S	N/A	S	-	R	S	S	S
74	10-4	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
75	10-5	R	S	S	S	S	S	R	S	S	S
76	11-1	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S
77	11-2	R	S	S	S	-	S	R	S	R	S
78	11-3	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S
79	11-4	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S
80	11-5	R	S	S	S	-	S	R	S	R	S
81	12-1	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)	S
82	12-2	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	S
83	12-3	R	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
84	12-4	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
85	12-5	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)	S
86	13-1	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	R	R(H)

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
87	13-2	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	R	R(H)
88	13-3	R(H)	S	S	S	-	-	S	R	R	R(H)
89	13-4	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	R	R(H)
90	13-5	R(H)	S	S	S	R(H)	S	S	R	R	R(H)
91	14-1	R	S	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	R(H)
92	14-2	R	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)
93	14-3	R	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	R(H)
94	14-4	R	S	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	R(H)
95	14-5	R	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	R(H)
96	?	R	S	S	N/A	S	-	N/A	S	R	R(H)

표 18. 아시아종묘 192점의 시료에 대해 병관련 10종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
1	15-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
2	15-2	R	S	S	R(H)	S	S	R	S	R	S
3	15-3	R	S	S	R(H)	S	S	R	S	R	S
4	15-4	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
5	15-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	S
6	16-1	R	S	R(H)	S	S	S	S	R	S	R(H)
7	16-2	R	S	R(H)	S	S	S	S	R	S	R(H)
8	16-3	R	S	R(H)	S	S	S	S	R	S	R(H)
9	16-4	R	S	R(H)	S	S	S	S	R	S	R(H)
10	16-5	R	S	R(H)	S	S	S	S	R	S	R(H)
11	17-1	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
12	17-2	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
13	17-3	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
14	17-4	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
15	17-5	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
16	18-1	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
17	18-2	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
18	18-3	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
19	18-4	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	S	S
20	18-5	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
21	19-1	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R	R	S	S
22	19-2	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R	R	S	S
23	19-3	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	S
24	19-4	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R	R	S	S
25	19-5	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R	R	S	S
26	20-1	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
27	20-2	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
28	20-3	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
29	20-4	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
30	20-5	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
31	21-1	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)
32	21-2	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R
33	21-3	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R
34	21-4	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)
35	21-5	S	S	S	S	S	S	S	R	S	R
36	22-1	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
37	22-2	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
38	22-3	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
39	22-4	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
40	22-5	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
41	23-1	R	S	S	S	-	-	R(H)	-	S	S
42	23-2	R	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
43	23-3	R	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
44	23-4	R	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
45	23-5	R	S	S	S	-	S	R(H)	R(H)	S	S
46	24-1	R(H)	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
47	24-2	R(H)	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
48	24-3	R(H)	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
49	24-4	R(H)	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
50	24-5	R(H)	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
51	26-1	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S	R
52	26-2	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S	R
53	26-3	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S
54	26-4	S	S	S	S	S	S	R(H)	R	S	S
55	26-5	R(H)	S	S	S	S	S	S	R	S	R
56	27-1	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	R(H)	R(H)
57	27-2	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R(H)
58	27-3	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R(H)
59	27-4	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R(H)
60	27-5	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R(H)
61	28-1	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)	S
62	28-2	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)
63	28-3	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)
64	28-4	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)	S
65	28-5	R(H)	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)
66	30-1	R	S	S	R(H)	-	S	N	-	R(H)	R(H)?
67	30-2	R(H)	N/A	S	R(H)	-	-	-	-	R(H)	R(H)?
68	30-3	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)	S
69	30-4	R	S	S	S	-	-	-	-	R(H)	R(H)?
70	30-5	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)	S
71	31-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
72	31-2	R	S	R(H)	S	-	S	-	-	R(H)	R(H)?
73	31-3	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
74	31-4	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
75	31-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
76	32-1	R	S	S	S	S	-	-	-	R(H)	R(H)?
77	32-2	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
78	32-3	R(H)	S	S	R ?	-	-	-	-	R(H)	S
79	32-4	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
80	32-5	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
81	33-1	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	S
82	33-2	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	S
83	33-3	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	S
84	33-4	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	S
85	33-5	S	S	S	S	-	S	-	S	R	R(H)
86	34-1	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
87	34-2	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
88	34-3	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
89	34-4	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
90	34-5	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
91	35-1	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
92	35-2	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
93	35-3	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
94	35-4	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
95	35-5	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
96	??	N/A	S	S	S	-	S	N/A	-	R	S
97	36-1	-	S	S	S	S	S	N/A	R(H)	R	R(H)
98	36-2	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
99	36-3	S	S	S	S	S	S	-	S	-	S
100	36-4	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
101	36-5	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
102	37-1	S	S	S	S	-	S	R	S	R	S
103	37-2	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
104	37-3	S	S	S	S	S	S	R	R	R	S
105	37-4	S	S	S	S	S	S	R	R	R	S
106	37-5	S	S	S	S	S	S	-	S	R(H)	S
107	38-1	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
108	38-2	S	S	S	S	-	S	-	S	R(H)	S
109	38-3	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
110	38-4	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
111	38-5	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
112	39-1	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
113	39-2	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
114	39-3	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
115	39-4	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
116	39-5	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
117	40-1	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
118	40-2	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
119	40-3	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
120	40-4	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
121	40-5	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
122	41-1	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
123	41-2	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
124	41-3	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
125	41-4	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
126	41-5	R	S	R(H)	R(H)	-	-	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
127	42-1	R	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
128	42-2	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
129	42-3	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
130	42-4	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
131	42-5	R	S	R(H)	R(H)	-	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
132	43-1	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
133	43-2	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
134	43-3	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
135	43-4	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
136	43-5	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
137	44-1	R	S	R	S	S	S	R(H)	R	S	R(H)
138	44-2	R	S	R	S	S	S	R(H)	R	S	R(H)
139	44-3	R	S	R	S	S	S	R(H)	R	S	R(H)
140	44-4	R	S	R	S	S	S	R(H)	R	S	R(H)
141	44-5	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	R	S	R
142	45-1	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	R(H)

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
143	45-2	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	R(H)
144	45-3	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	R(H)
145	45-4	R	S	R(H)	S	S	S	-	R	S	R
146	45-5	R	S	R(H)	S	S	S	S	R	S	R
147	46-1	R	N/A	N/A	S	-	S	N/A	N/A	S	R(H)
148	46-2	R(H)	S	S	S	S	S	S	S	R(H)	S
149	46-3	R(H)	S	S	S	S	S	S	S	R	S
150	46-4	R(H)	S	S	S	-	-	S	S	R	S
151	46-5	R(H)	S	S	S	-	S	S	S	R	S
152	47-1	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R	S
153	47-2	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R	S
154	47-3	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R	S
155	47-4	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R	S
156	47-5	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R	S
157	48-1	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R	S
158	48-2	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R	S
159	48-3	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R	S
160	48-4	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R	S
161	48-5	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	R	S
162	49-1	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	R	S
163	49-2	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	R	S
164	49-3	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	R	S
165	49-4	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	R	S
166	49-5	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	R	S
167	50-1	R	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
168	50-2	R	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
169	50-3	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S
170	50-4	R	S	R(H)	S	-	-	R(H)	S	S	S
171	50-5	R	S	S	S	-	-	R(H)	S	S	S
172	51-1	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	S
173	51-2	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	S
174	51-3	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	S
175	51-4	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	S
176	51-5	R(H)	S	R(H)	S	S	S	S	S	S	S
177	52-1	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	S	R(H)
178	52-2	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	S	R(H)
179	52-3	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	S	R(H)
180	52-4	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	S	R(H)
181	52-5	R	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	S	R(H)
182	53-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
183	53-2	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
184	53-3	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	S
185	53-4	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
186	53-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	S
187	54-1	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
188	54-2	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
189	54-3	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
190	54-4	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
191	54-5	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
192	??	R	S	S	-	S	S	R(H)	R	-	S

표 19. 아시아종묘 192점의 시료에 대해 병관련 10종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
1	55-1	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
2	55-2	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
3	55-3	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S
4	55-4	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
5	55-5	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
6	56-1	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
7	56-2	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
8	56-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	56-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	56-5	R(H)	S	S	S	S	S	R	R	S	S
11	57-1	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)
12	57-2	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)
13	57-3	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)
14	57-4	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)
15	57-5	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)
16	58-1	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
17	58-2	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
18	58-3	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
19	58-4	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
20	58-5	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
21	59-1	R(H)	S	S	S	S	S	R	R(H)	R(H)	S
22	59-2	R(H)	S	S	S	S	S	R	R(H)	R(H)	S
23	59-3	R(H)	S	S	S	S	S	R	R(H)	R(H)	S
24	59-4	R(H)	S	S	S	S	S	R	R(H)	R(H)	S
25	59-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	60-1	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)
27	60-2	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)
28	60-3	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)
29	60-4	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)
30	60-5	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)
31	61-1	S	S	S	S	S	S	R	R	R(H)	S
32	61-2	S	S	S	S	S	S	R	R	R(H)	S
33	61-3	S	S	S	S	S	S	R	R	R(H)	S
34	61-4	S	S	S	S	S	S	R	R	R(H)	S
35	61-5	S	S	S	S	S	S	R	R	R	S
36	62-1	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)
37	62-2	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)
38	62-3	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)
39	62-4	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)
40	62-5	R	S	S	S	R	S	S	S	S	R
41	63-1	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S
42	63-2	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S
43	63-3	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S
44	63-4	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S
45	63-5	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S
46	65-1	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
47	65-2	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
48	65-3	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
49	65-4	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S
50	65-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	66-1	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S



No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
52	66-2	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
53	66-3	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
54	66-4	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
55	66-5	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
56	67-1	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
57	67-2	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
58	67-3	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
59	67-4	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
60	67-5	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
61	68-1	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
62	68-2	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
63	68-3	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
64	68-4	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
65	68-5	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
66	69-1	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
67	69-2	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
68	69-3	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
69	69-4	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
70	69-5	S	S	S	S	S	S	R	S	R	S
71	70-1	S	S	R	S	S	S	R	S	R	S
72	70-2	S	S	R	S	S	S	R(H)	R	R	S
73	70-3	S	S	R	S	S	S	R	S	R	S
74	70-4	S	S	R	S	S	S	R	S	R	S
75	70-5	S	S	R	S	S	S	R(H)	R	R	S
76	71-1	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
77	71-2	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
78	71-3	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
79	71-4	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
80	71-5	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
81	72-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)
82	72-2	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)
83	72-3	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)
84	72-4	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)
85	72-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)
86	73-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
87	73-2	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
88	73-3	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)	R(H)
89	73-4	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)
90	73-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S	-
91	74-1	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
92	74-2	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
93	74-3	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
94	74-4	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
95	74-5	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
96	??	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97	75-1	R	S	S	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
98	75-2	R	S	S	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
99	75-3	R	S	S	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
100	75-4	R	S	S	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
101	75-5	R	S	S	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)
102	76-1	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)
103	76-2	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
104	76-3	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)
105	76-4	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)
106	76-5	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)
107	78-1	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	S	R	R(H)
108	78-2	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	S	R	R(H)
109	78-3	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	S	R	R(H)
110	78-4	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	S	R	R(H)
111	78-5	R(H)	S	S	S	S	S	R(H)	S	R	R(H)
112	79-1	R	S	S	R(H)	S	S	R	R(H)	R	S
113	79-2	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
114	79-3	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
115	79-4	R	S	S	R(H)	S	S	R	R(H)	R	S
116	79-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
117	80-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
118	80-2	R	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)
119	80-3	R	S	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	R(H)
120	80-4	R	S	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)
121	80-5	R	S	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R(H)
122	81-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
123	81-2	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
124	81-3	R	S	S	R(H)	S	S	R	S	R	S
125	81-4	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	S
126	81-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S
127	82-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	S
128	82-2	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	S
129	82-3	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	S
130	82-4	R	S	S	R(H)	S	S	R	S	R	S
131	82-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	S
132	83-1	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
133	83-2	R	S	S	S	-	S	R	R	S	S
134	83-3	R	S	S	S	-	-	R	R	S	S
135	83-4	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
136	83-5	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
137	84-1	R(H)	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S
138	84-2	R(H)	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S
139	84-3	R(H)	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S
140	84-4	R(H)	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S
141	84-5	R(H)	S	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R(H)	S
142	85-1	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S
143	85-2	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S
144	85-3	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S
145	85-4	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S
146	85-5	R	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S
147	87-1	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
148	87-2	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S
149	88-1	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
150	88-2	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
151	88-3	R	R	S	S	S	S	R	R	S	S
152	88-4	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
153	88-5	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
154	89-1	R(H)	S	S	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
155	89-2	R(H)	S	S	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S

No.	Sample Name	I2	I3	Rex	Ty1/3	Ty2	Sw5	Tm2a	Ve	Ph3	J3
156	89-3	R(H)	S	S	S	-	R(H)	R	R	R(H)	S
157	89-4	R(H)	S	S	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
158	89-5	R(H)	S	S	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
159	90-1	R	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
160	90-2	R	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
161	90-3	R	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
162	90-4	R	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
163	90-5	R	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S
164	91-1	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R	S
165	91-2	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R	S
166	91-3	R	S	R(H)	R(H)	-	R(H)	R(H)	R	R	S
167	91-4	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R(H)	S
168	91-5	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R	S
169	92-1	R	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
170	92-2	R	R(H)	S	R(H)	-	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
171	92-3	R	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
172	92-4	R	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
173	92-5	R	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
174	93-1	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
175	93-2	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
176	93-3	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
177	93-4	R	S	S	S	-	S	R	R	S	S
178	93-5	R	S	S	S	S	S	R	R	S	S
179	94-1?	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	R(H)	S
180	94-2?	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	R(H)	S
181	94-3?	R	S	S	S	S	S	R	R	R(H)	S
182	94-4?	R	S	S	S	S	S	S	R	R(H)	S
183	94-5?	R	S	S	S	S	S	R	R	R(H)	S
184	95-1	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
185	95-2	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
186	95-3	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
187	95-4	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
188	95-5	R	S	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
189	??	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	??	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
191	??	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
192	??	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### (4) 한경대학교

한경대학교로부터 2차년도에 총 81점의 시료에 대해 형질관련 마커 *rin*에 대한 분석을 의뢰 받아 HRM분석을 실시한 결과는 다음과 같다(표 20).

표 20. 2차년도 토마토 형질 마커(*rin*)에 대한 의뢰시료의 HRM분석 결과

No	<i>rin</i> 마커 판정결과	No	<i>rin</i> 마커 판정결과	No	<i>rin</i> 마커 판정결과	No	<i>rin</i> 마커 판정결과
1	Hetero	23	Hetero	43	<i>rin</i>	63	<i>rin</i>
2	<i>rin</i>	24	Hetero	44	<i>rin</i>	64	<i>rin</i>
3	Hetero	25	Hetero	45	<i>rin</i>	65	Hetero
4	Hetero	26	Hetero	46	Hetero	66	Hetero

No	<i>rin</i> 마커 판정결과	No	<i>rin</i> 마커 판정결과	No	<i>rin</i> 마커 판정결과	No	<i>rin</i> 마커 판정결과
5	Hetero	27	<i>rin</i>	47	<i>rin</i>	67	Hetero
6	<i>rin</i>	28	<i>rin</i>	48	Hetero	68	<i>rin</i>
7	<i>rin</i>	29	<i>rin</i>	49	<i>rin</i>	69	Hetero
8	<i>rin</i>	30	<i>rin</i>	50	Hetero	70	<i>rin</i>
9	Hetero	31	<i>rin</i>	51	<i>rin</i>	71	Hetero
10	Hetero	32	Hetero	52	Hetero	72	<i>rin</i>
12	<i>rin</i>	33	<i>rin</i>	53	Hetero	73	Hetero
13	<i>rin</i>	34	Hetero	54	Hetero	74	Hetero
14	<i>rin</i>	35	Hetero	55	Hetero	75	Hetero
15	Hetero	36	<i>rin</i>	56	<i>rin</i>	76	Hetero
16	<i>rin</i>	37	Hetero	57	<i>rin</i>	77	<i>rin</i>
17	<i>rin</i>	38	<i>rin</i>	58	<i>rin</i>	78	Hetero
18	Hetero	39	<i>rin</i>	59	Hetero	79	<i>rin</i>
19	Hetero	40	Hetero	60	Hetero	80	Hetero
20	<i>rin</i>	41	<i>rin</i>	61	Hetero	81	Hetero
21	<i>rin</i>	42	<i>rin</i>	62	<i>rin</i>	82	<i>rin</i>
22	<i>rin</i>						

11번 시료 없음

2차년도 HRM 분석결과 *rin*의 경우 *rin*을 보이는 개체는 41개체, heterozygous를 나타내는 개체는 40개체이었고, normal인 시료는 없었다(표 21).

표 21. 2차년도 토마토 형질관련 마커의 HRM 분석 결과

마커 종류	의뢰된 Sample 수	Genotype			Positive (ea)	Negative (%)
		normal	<i>rin</i>	Heterozygous		
<i>rin</i>	81	0	41	40	81	0(0)

3차년도에 한경대학교로부터 483점의 시료를 받아 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 483점의 시료에 대해서는 병관련 3종의 마커로 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 22).

표 22. 한경대학교 483점의 시료에 대한 병관련 3종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4	No.	Mi-Rex	I2	J3-D4	No.	Mi-Rex	I2	J3-D4	No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
1	RS	RR	RS	122	RS	RR	RR	243	RR	RR	RR	364	RS	RR	RR
2	RR	RR	RS	123	RS	RR	RR	244	RS	RS	RR	365	RS	RS	RS
3	RR	RS	RS	124	RR	RR	RS	245	RS	RR	RS	366	RR	RR	RR
4	RR	RR	RR	125	RR	RS	RS	246	RS	RR	RS	367	RR	RR	RR
5	RR	RS	RS	126	RR	RR	RS	247	RR	RS	RR	368	RR	RS	RR
6	RS	RR	RR	127	RS	RS	RR	248	RS	RR	RS	369	RS	RR	RS
7	RS	RR	RR	128	RS	RR	RS	249	RS	RR	RS	370	RR	RR	RR
8	RS	RR	RS?	129	RS	RS	RS?	250	RR	RR	RS	371	RR	RS	RR
9	RR	RR	RS	130	RS	RS	RS	251	RR	RR	RR	372	RS	RS	RR
10	RS	RR	RR	131	RR	RR	RS	252	RR	RR	RS	373	RR	RS	RR
11	RR	RR	RR	132	RR	RS	RS	253	RS	RR	RR	374	RR	RS	RR

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
12	RR	RS	RS
13	RR	RS	RR?(RS)
14	RR	RS	RS
15	RR	RS	RS
16	RR	RS	RR
17	RR	RS	RS
18	RR	RR	RS
19	RR	RR	RS
20	RR	RS	RS
21	RR	RS	RS
22	RR	RR	RS
23	RS	RR	RS
24	RS	N/A	RR
25	RR	RR	RS?
26	RR	RR	RR?
27	RR	RS	RR
28	RR	N/A	RS?
29	RR	RS	RS
30	RR	RR	RR
31	RR	RR	RS
32	RS	RS	RR
33	RR	RR	RS?
34	RR	RR	RS
35	RS	RR	RS
36	RS	RS	RR
37	RS	RR	RR
38	RR	RS	RR
39	RR	RR	RS
40	RS	RR	RS
41	RS	RR	RR?
42	RS	RR	RR
43	RR	RS	RS
44	RR	RR	RS
45	RS	RR	RR
46	RR	RR	RR
47	RR	RR	RR
48	RS	RS	RR
49	RS	RS	RS
50	RR	RS	RR
51	RR	RS	RS
52	RR	RS	RS
53	RR	RR	RR

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
133	RS	RR	RR
134	RS	RR	RR
135	RR	RS	RR
136	RR	RS	RR
137	RS	RR	RS
138	RR	RR	RR
139	RR	RS	RR
140	RS	RS	RS
141	RS	RS	RR
142	RR	RR	RR
143	RR	RR	RS
144	RR	RR	RS
145	RR	RR	RR
146	RS	RR	RS
147	RR	RR	RS
148	RS	RS	RR
149	RS	RS	RS
150	RS	RR	RS
151	RR	RR	RR
152	RR	RS	RR
153	RS	RS	RS
154	RS	RS	RR
155	RS	RR	RS
156	RS	RS	RS
157	RR	RS	RR
158	RS	RS	RS
159	RR	RS	RS
160	RR	RR	RR
161	RR	RR	RS
162	RS	RS	RR
163	RS	RR	RS
164	RR	RR	RR
165	RS	RS	RS
166	RR	RR	RS
167	RR	RS	RR
168	RS	RS	RR
169	RR	RS	RR
170	RR	RS	RS
171	RR	RR	RS
172	RR	RR	RR
173	RS	RS	RS
174	RS	RR	RS

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
254	RS	RS	RS
255	RR	RR	RS
256	RS	RR	RS
257	RS	RS	RS
258	RS	RS	RR
259	RS	RS	RS
260	RS	RR	RS
261	RS	RS	RR
262	RR	RS	RR
263	RR	RR	RR
264	RR	RS	RR
265	RR	RR	RS
266	RS	RR	RS
267	RR	RR	RR
268	RR	RR	RS
269	RR	RR	RR
270	RS	RS	RS
271	RS	RS	RS
272	RR	RR	RR
273	RR	RS	RR
274	RS	RR	RS
275	RS	RS	RS
276	RR	RS	RS
277	RS	RS	RS
278	RS	RR	RS
279	RS	RS	RR
280	RS	RS	RR
281	RS	RS	RR
282	RR	RR	RR
283	RR	RS	RR
284	RS	RR	RR
285	RS	RR	RS
286	RS	RR	RR
287	RR	RR	RS
288	RS	RR	RS
289	RS	RS	RR
290	RS	RR	RS
291	RS	RS	RS
292	RS	RS	RR
293	RR	RS	RR
294	RR	RR	RS
295	RS	RS	RR

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
375	RS	RR	RS
376	RR	RR	RR
377	RS	RS	RR
378	RR	RS	RR
379	RS	RS	RR
380	RS	RS	RR
381	RR	RS	RS
382	RS	RS	RR
383	RS	RR	RR
384	RS	RS	RR
385	RS	RS	RS
386	RR	RS	RR
387	RS	RS	RS
388	RR	RR	RR
389	RS	RS	RR?
390	RR	RS	RS
391	RS	RR	RR
392	RR	RR	RR
393	RS	RR	RS
394	RS	RS	RR
395	RS	RR	RR
396	RR	RS	RR
397	RR	RR	RR
398	RR	RR	RS
399	RS	RR	RS
400	RS	RS	RR
401	RR	RS	RS
402	RR	RR	RS
403	RS	RS	RR
404	RR	RS	RS
405	RS	RS	RS
406	RS	RR	RR
407	RR	RR	RS
408	RR	RR	RS
409	RS	RR	RS
410	RR	RR	RR
411	RS	RS	RS
412	RS	RR	RR
413	RS	RR	RS
414	RS	RS	RR
415	RS	RS	RS
416	RS	RS	RR

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
54	RR	RR	RS
55	RS	RS	RR
56	RS	RS	RR
57	RR	RR	RR?
58	RR	RR	RS
59	RR	RR	RR
60	RR	RR	RR
61	RS	RR	RS
62	RS	RS	RR
63	RS	RS	RS
64	RR	RS	RS
65	RS	RR	RS
66	RR	RS	RR
67	RS	RR	RS
68	RS	RS	RR
69	RR	RR	RS
70	RS	RR	RR
71	RR	RS	RS
72	RS	RS	RS
73	RR	RR	RR?
74	RS	RR	RS
75	RS	RR	RR
76	RS	RS	RS
77	RR	RS	RS
78	RR	RR	RR
79	RR	RS	RR
80	RS	RR	RR
81	RR	RS	RS?
82	RS	RR	RR
83	RS	RS	RS
84	RS	RS	RS
85	RR	RS	RR
86	RS	RS	RR
87	RS	RS	RS
88	RS	RS	RR
89	RS	RR	RS
90	RS	RR	RS
91	RS	RR	RS
92	RR	RS	RS
93	RS	RR	RR
94	RR	RS	RS
95	RR	RS	RR
96	RS	RR	RS

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
175	RS	RR	RS
176	RS	RS	RR
177	RS	RR	RR
178	RS	RS	RS
179	RR	RR	RR
180	RR	RS	RR
181	RS	RR	RS
182	RR	RS	RR
183	RS	RS	RS
184	RR	RS	RR
185	RR	RR	RS?
186	RR	RR	RR
187	RR	RS	RR
188	RS	RS	RS
189	RS	RS	RS
190	RS	RS	RR
191	RR	RR	RR
192	RR	RR	RR
193	RR	RS	RS
194	RR	RS	RS
195	RR	RS	RS
196	RR	RR	RS
197	RR	RR	RS
198	RR	RR	RS
199	RR	RR	RR
200	RS	RR	RR
201	RS	RS	RR
202	RS	RR	RR
203	RS	RR	RS
204	RR	RS	RS
205	RS	RR	RS
206	RR	RR	RS
207	RS	RR	RR
208	RR	RS	RR
209	RR	RS	RS
210	RS	RR	RS
211	RS	RR	RS
212	RS	RR	RS
213	RR	RR	RS
214	RS	RR	RR
215	RS	RR	RS
216	RR	RS	RS
217	RS	RS	RR

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
296	RS	RR	RR
297	RS	RS	RR
298	RR	RR	RR
299	RR	RR	RR
300	RR	RR	RS
301	RS	RR	RR
302	RR	RR	RS
303	RR	RR	RR
304	RR	RS	RS
305	RS	RR	RS
306	RR	RR	RS
307	RS	RR	RR
308	RS	RS	RR
309	RR	RR	RR?
310	RR	RS	RS
311	RR	RS	RS
312	RR	RR	RS
313	RS	RR	RS
314	RS	RR	RR
315	RS	RR	RR
316	RR	RS	RR
317	RR	RR	RR?
318	RS	RS	RS
319	RR	RR	RR
320	RS	RS	RR
321	RR	RR	RR
322	RS	RS	RR
323	RR	RR	RS
324	RS	RS	RS
325	RS	RS	RR
326	RR	RR	RS
327	RR	RR	RR
328	RS	RS	RR
329	RR	RS	RR
330	RR	RS	RS
331	RS	RS	RS
332	RS	RR	RS
333	RR	RR	RR
334	RR	RR	RR
335	RR	RR	RS
336	RS	RS	RR
337	RS	RR	RS
338	RR	RR	RS

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
417	RR	RS	RR
418	RS	RS	RR
419	RS	RS	RS
420	RR	RR	RS
421	RR	RR	RR
422	RS	RS	RS
423	RS	RS	RR
424	RS	RR	RR
425	RS	RS	RS
426	RR	RR	RR
427	RS	RR	RS
428	RR	RS	RS
429	RS	RR	RS
430	RS	RS	RS
431	RS	RS	RR
432	RR	RR	RS
433	RS	RR	RS
434	RR	RR	RS
435	RR	RR	RS
436	RR	RS	RS
437	RR	RR	RR?
438	RR	RS	RS
439	RS	RR	RR
440	RS	RR	RS
441	RS	RR	RR
442	RR	RR	RS
443	RS	RR	RS
444	RR	RR	RS
445	RR	RS	RS
446	RR	RR	RR
447	RR	RR	RR
448	RS	RR	RR
449	RR	RS	RS
450	RR	RR	RS
451	RS	RR	RR
452	RS	RR	RR
453	RR	RS	RS
454	RR	RR	RR
455	RR	RR	RS
456	RR	RS	RS
457	RR	RR	RR
458	RR	RR	RS
459	RR	RR	RR

No.	Mi-Rex	I2	J3-D4	No.	Mi-Rex	I2	J3-D4	No.	Mi-Rex	I2	J3-D4	No.	Mi-Rex	I2	J3-D4
97	RR	RR	RR	218	RS	RS	RS	339	RS	RR	RR	460	RR	RR	RS
98	RS	RS	RS	219	RR	RR	RS	340	RS	RR	RR	461	RS	RS	RS
99	RS	RR	RS	220	RS	RS	RR	341	RR	RS	RS	462	RS	RS	RS
100	RS	RR	RS	221	RS	RR	RR	342	RS	RS	RS	463	RR	RR	RR
101	RR	RS	RS	222	RS	RS	RR	343	RR	RR	RS	464	RS	RS	RS
102	RR	RR	RS	223	RR	RS	RR	344	RS	RS	RS	465	RS	RR	RR
103	RS	RS	RR	224	RS	RS	RS	345	RR	RS	RS	466	RR	RR	RR
104	RR	RR	RR	225	RS	RS	RS	346	RR	RS	RS	467	RR	RS	RR
105	RR	RS	RR	226	RS	RS	RS	347	RR	RR	RS	468	RS	RR	RR
106	RS	RS	RS	227	RS	RR	RS	348	RS	RR	RR	469	RR	RR	RR
107	RS	RS	RS	228	RS	RS	RR	349	RS	RS	RS	470	RS	RR	RR
108	RS	RS	RS	229	RR	RS	RS	350	RS	RS	RS	471	RS	RS	RR
109	RR	RS	RS	230	RS	RS	RS	351	RS	RS	RR	472	RS	RR	RR
110	RS	RS	RS	231	RR	RS	RS	352	RS	RR	RR	473	RR	RS	RR
111	RR	RS	RS	232	RR	RR	RR	353	RR	RR	RR	474	RR	RS	RS
112	RS	RR	RS	233	RS	RR	RS	354	RS	RS	RR	475	RS	RS	RR
113	RS	RS	RS	234	RS	RR	RS	355	RS	RS	RS	476	RR	RS	RS
114	RS	RR	RS	235	RR	RR	RR	356	RS	RR	RR	477	RS	RS	RR
115	RS	RR	RR	236	RR	RS	RR	357	RS	RS	RR	478	RS	RS	RS
116	RS	RR	RR	237	RR	RR	RS	358	RS	RR	RR	479	RS	RR	RS
117	RR	RS	RR	238	RS	RR	RR	359	RR	RR	RS	480	RR	RR	RR
118	RS	RS	RR	239	RR	RS	RS	360	RS	RR	RS	481	RS	RS	RR
119	RS	RS	RR	240	RR	RR	RR	361	RS	RS	RR	482	RS	RS	RR
120	RS	RR	RR	241	RR	RS	RR	362	RS	RS	RR	483	RS	RS	RS
121	RR	RS	RR?	242	RR	RS	RR	363	RR	RR	RR				

RR : Resistance, SS : Susceptible, RS : Resistance (Hetero)

4차년도에 한경대학교로부터 의뢰받은 124점의 시료에 대하여 응성불임 유전자형 판별 마커에 대하여 검정하였다(표 23).

표 23. 4차년도에 한경대학교로부터 의뢰받은 124점에 대한 마커 검정 결과

No.	Sample name	ms	No.	Sample name	ms	No.	Sample name	ms	No.	Sample name	ms
1	BC1-1	MsMs	32	BC1-32	MsMs	63	BC2-10	MsMs	94	BC2-41	MsMs
2	BC1-2	MsMs	33	BC1-33	MsMs	64	BC2-11	MsMs	95	BC2-42	MsMs
3	BC1-3	MsMs	34	BC1-34	MsMs	65	BC2-12	MsMs	96	BC2-43	MsMs
4	BC1-4	MsMs	35	BC1-35	MsMs	66	BC2-13	MsMs	97	BC2-44	MsMs
5	BC1-5	MsMs	36	BC1-36	MsMs	67	BC2-14	MsMs	98	BC2-45	MsMs
6	BC1-6	MsMs	37	BC1-37	MsMs	68	BC2-15	MsMs	99	BC2-46	MsMs
7	BC1-7	MsMs	38	BC1-38	MsMs	69	BC2-16	MsMs	100	F2-1	MsMs
8	BC1-8	MsMs	39	BC1-39	MsMs	70	BC2-17	MsMs	101	F2-2	MsMs
9	BC1-9	MsMs	40	BC1-40	MsMs	71	BC2-18	MsMs	102	F2-3	MsMs

10	BC1-10	MsMs	41	BC1-41	MsMs	72	BC2-19	MsMs	103	F2-4	MsMs
11	BC1-11	MsMs	42	BC1-42	MsMs	73	BC2-20	MsMs	104	F2-5	MsMs
12	BC1-12	MsMs	43	BC1-43	MsMs	74	BC2-21	MsMs	105	F2-6	MsMs
13	BC1-13	MsMs	44	BC1-44	MsMs	75	BC2-22	MsMs	106	F2-7	MsMs
14	BC1-14	MsMs	45	BC1-45	MsMs	76	BC2-23	MsMs	107	F2-8	MsMs
15	BC1-15	MsMs	46	BC1-46	MsMs	77	BC2-24	MsMs	108	F2-9	MsMs
16	BC1-16	MsMs	47	BC1-47	MsMs	78	BC2-25	MsMs	109	F2-10	MsMs
17	BC1-17	MsMs	48	BC1-48	MsMs	79	BC2-26	MsMs	110	F2-11	MsMs
18	BC1-18	MsMs	49	BC1-49	MsMs	80	BC2-27	MsMs	111	F2-12	MsMs
19	BC1-19	MsMs	50	BC1-50	MsMs	81	BC2-28	MsMs	112	F2-13	MsMs
20	BC1-20	MsMs	51	BC1-51	MsMs	82	BC2-29	MsMs	113	F2-14	MsMs
21	BC1-21	MsMs	52	BC1-52	MsMs	83	BC2-30	MsMs	114	F2-15	MsMs
22	BC1-22	MsMs	53	BC1-53	MsMs	84	BC2-31	MsMs	115	F2-16	MsMs
23	BC1-23	MsMs	54	BC2-1	MsMs	85	BC2-32	MsMs	116	F2-17	MsMs
24	BC1-24	MsMs	55	BC2-2	MsMs	86	BC2-33	MsMs	117	F2-18	MsMs
25	BC1-25	MsMs	56	BC2-3	MsMs	87	BC2-34	MsMs	118	F2-19	MsMs
26	BC1-26	MsMs	57	BC2-4	MsMs	88	BC2-35	MsMs	119	F2-20	MsMs
27	BC1-27	MsMs	58	BC2-5	MsMs	89	BC2-36	MsMs	120	F2-21	MsMs
28	BC1-28	MsMs	59	BC2-6	MsMs	90	BC2-37	MsMs	121	F2-22	MsMs
29	BC1-29	MsMs	60	BC2-7	MsMs	91	BC2-38	MsMs	122	F2-23	MsMs
30	BC1-30	MsMs	61	BC2-8	MsMs	92	BC2-39	MsMs	123	F2-24	MsMs
31	BC1-31	MsMs	62	BC2-9	MsMs	93	BC2-40	MsMs	124	F2-25	MsMs

(5) 현대종묘

3차년도에 현대종묘로부터 총 100점의 시료를 받아 서비스를 진행하였다. 100점의 시료에 대해서 병관련 7종의 마커로 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 24).

표 24. 현대종묘 100점의 시료에 대해 병관련 7종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	BN	Ph3	I2	Mi-Rex	J3	Ty1/3	Tm2a	Sw5	No.	BN	Ph3	I2	Mi-Rex	J3	Ty1/3	Tm2a	Sw5
1	1A1	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	51	3C5	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
2	1A2	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	52	3D1	S	R	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S
3	1A3	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	53	3D2	S	R	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
4	1A4	S	S	R(H)	R(H)	R	S	S	54	3D3	S	R	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S
5	1A5	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	55	3D4	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S
6	1B1	S	R(H)	R(H)	R(H)	R	R(H)	S	56	3D5	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	S
7	1B2	S	R(H)	R(H)	R(H)	R	S	S	57	4A1	R(H)	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)
8	1B4	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	58	4A2	R(H)	R(H)	S	S	R	R(H)	R(H)
9	1C1	S	R(H)	R(H)	R(H)	R	R(H)	S	59	4A3	R(H)	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)
10	1C2	S	S	R(H)	R(H)	R	S	S	60	4A4	S	R(H)	S	S	R	S	S
11	1C5	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	61	4B1	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S
12	1D1	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	62	4B2	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)



No.	BN	Ph3	I2	Mi-Rex	J3	Ty1/3	Tm2a	Sw5
13	1D2	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S	S
14	1D3	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	S
15	1D4	S	R(H)	R(H)	R(H)	R	R(H)	S
16	1D5	S	S	R(H)	R(H)	R	R(H)	S
17	2A1	S	R	S	S	R(H)	R(H)	S
18	2A2	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S
19	2A3	S	R(H)	S	S	R	R(H)	S
20	2A4	S	R(H)	S	S	R	S	S
21	2A5	S	R	S	S	R	R(H)	S
22	2B1	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S
23	2B2	S	R	S	S	R	S	S
24	2B3	S	R(H)	S	S	R	R(H)	S
25	2B4	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S
26	2B5	S	R(H)	S	S	R	S	S
27	2C1	S	R	S	S	R	S	S
28	2C2	S	R	S	S	R(H)	R(H)	S
29	2C3	S	R(H)	S	S	R	R(H)	S
30	2C4	S	R(H)	S	S	R	R(H)	S
31	2C5	S	R	S	S	R	S	S
32	2D1	S	R(H)	S	S	R ??	S	S
33	2D2	S	R	S	S	R(H)	S	S
34	2D3	S	R(H)	S	S	R	R(H)	S
35	2D4	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S
36	2D5	S	R	S	S	R	S	S
37	3A1	S	R	S	S	R(H)	S	S
38	3A2	S	R(H)	N/A	R(H)	R(H)	R(H)	S
39	3A3	S	R	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S
40	3A4	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	S
41	3A5	S	R(H)	S	S	R(H)	S	S
42	3B1	S	R	S	S	R(H)	S	S
43	3B2	S	R	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
44	3B3	S	R	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S
45	3B4	S	R	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
46	3B5	S	R	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
47	3C1	S	N/A	S	R(H)	R(H)?	N/A	S
48	3C2	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	S
49	3C3	S	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	S
50	3C4	S	R	S	S	R(H)	S	S

No.	BN	Ph3	I2	Mi-Rex	J3	Ty1/3	Tm2a	Sw5
63	4B3	S	R(H)	S	S	R	R	S
64	4B4	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	S
65	4B5	S	R(H)	R(H)	S	S	R	S
66	4C1	R(H)	R(H)	S	S	R	R	R(H)
67	4C2	R(H)	R(H)	S	S	R	R(H)	R(H)
68	4C3	S	R(H)	S	S	R(H)	R	S
69	4C4	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	S
70	4C5	S	R(H)	S	S	R	S	S
71	4D1	S	R(H)	R(H)	S	S	S	S
72	4D2	R(H)	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)
73	4D3	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)
74	4D4	S	R(H)	S	S	R	R	S
75	4D5	S	R(H)	S	S	R(H)?	R(H)	S
76	T006	S	R	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)
77	T007	S	R	R	R	S	S	R
78	T015	S	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	S
79	T016	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S
80	T017	S	S	R	R(H)	S	R	S
81	T018	S	R	R	R	S	S	S
82	T019	S	R(H)	R	R	S?	N/A	S
83	T020	S	R(H)	R	S	S?	N/A	S
84	T021	S	S	R	R	S	R	S
85	T022	S	S	R	R	S	R	S
86	T023	S	S	R	S	S	R	S
87	T024	S	S	R	R	S	R	S
88	T025	S	R	S	R	R	R(H)	S
89	T026	S	R	S	R	S	R	S
90	T027	S	R	R	R(H)	S	S	S
91	T028	S	R	S	S	R	S	S
92	34A1	S	S	S	S	R	R	S
93	34A2	S	S	S	S	R	R	S
94	34A3	S	S	S	S	R	R	S
95	34A4	S	S	S	S	R	R	S
96	34A5	S	S	S	S	R	R	S
97	88A1	S	R	R	S	S	S	S
98	88A2	S	R	R	S	S	S	S
99	89A1	R	S	S	S	S	S	S
100	89A2	R	S	S	S	S	S	S

4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 샘플에 대하여 병 관련 마커 검정을 수행하였다. 첫 번째 58점의 시료에 대하여 병마커 I2에 대하여 검정하였으며(표 25), 두 번째 76점의 시료에 대하여 병 마커 Ph3에 대하여 검정하였으며(표 26), 세 번째 36점의 시료에 대하여 병마커 Sw5에 대하여 검정하였으며(표 27), 네 번째 22점의 시료에 대하여 4가지 병마커(Mi, Ve, J3, Tm2a)에 대하여

검정하였다(표 28). 다섯 번째 45점의 시료에 대하여 8가지 병마커(I2, Ve, Mi, Tm2a, Sw5, Ty1/3, J3, Ph3)에 대하여 검정하였다(표 29). 또한, 여섯 번째 347점의 시료에 대하여 병 마커 (Tm2a)에 대하여 분자마커 서비스를 실시하였고(표 30), 일곱 번째 304점의 시료에 대하여 7가지 병마커(I2, Ve2, Mi-rex, Sw5, Ty1/3, J3-D4, Ph-3)에 대하여 분자마커 서비스를 실시하였다(표 31).

표 25. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 58점의 시료에 대하여 I2 검정 결과

No.	I2	No.	I2	No.	I2	No.	I2	No.	I2	No.	I2
1	S	11	S	21	R	31	R	41	S	51	S
2	S	12	S	22	R	32	R	42	S	52	S
3	S	13	S	23	R	33	R	43	S	53	S
4	S	14	S	24	R	34	R	44	S	54	S
5	S	15	S	25	R	35	R	45	S	55	S
6	S	16	S	26	R	36	R	46	S	56	S
7	S	17	S	27	R	37	R	47	S	57	S
8	S	18	S	28	R	38	R	48	S	58	S
9	S	19	R	29	R	39	R	49	S		
10	S	20	R	30	R	40	R	50	S		

표 26. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 76점의 시료에 대하여 Ph3 검정 결과

No.	Ph3	No.	Ph3	No.	Ph3	No.	Ph3	No.	Ph3	No.	Ph3
1	S	14	S	27	R	40	S	53	S	66	S
2	S	15	S	28	S	41	S	54	S	67	S
3	S	16	S	29	H	42	S	55	R	68	S
4	S	17	S	30	H	43	R	56	S	69	S
5	S	18	S	31	H	44	R	57	H	70	S
6	S	19	S	32	S	45	R	58	R	71	S
7	S	20	H	33	R	46	R	59	S	72	S
8	S	21	H	34	H	47	S	60	S	73	S
9	S	22	H	35	H	48	H	61	S	74	S
10	S	23	S	36	H	49	R	62	S	75	S
11	S	24	S	37	S	50	H	63	S	76	S
12	S	25	H	38	H	51	R	64	S		
13	S	26	H	39	S	52	H	65	S		

표 27. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 36점의 시료에 대하여 Sw5 검정 결과

No.	Sw5	No.	Sw5	No.	Sw5	No.	Sw5	No.	Sw5	No.	Sw5
1	S	7	H	13	H	19	S	25	R	31	S
2	H	8	H	14	S	20	H	26	R	32	S
3	H	9	R	15	R	21	S	27	R	33	R
4	H	10	S	16	H	22	S	28	R	34	S
5	S	11	H	17	H	23	S	29	R	35	H

No.	Sw5
6	S

No.	Sw5
12	H

No.	Sw5
18	H

No.	Sw5
24	S

No.	Sw5
30	H

No.	Sw5
36	R

표 28. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 22점의 시료에 대하여 Mi, Ve, J3, Tm2a 검정 결과

No.	Mi	Ve	J3	Tm
1	S	S	R	R
2	S	S	R	R
3	S	S	R	R
4	S	S	R	R
5	S	S	R	R
6	S	S	R	R
7	S	S	R	R
8	S	S	R	R

No.	Mi	Ve	J3	Tm
9	S	S	R	R
10	S	S	R	R
11	S	S	R	R
12	S	S	R	R
13	S	S	R	R
14	S	S	R	R
15	S	S	R	R

No.	Mi	Ve	J3	Tm
16	S	S	R	R
17	S	S	R	R
18	S	S	R	R
19	S	S	R	R
20	S	S	R	R
21	S	S	R	R
22	S	S	R	R

표 29. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 45점의 시료에 대하여 8가지 병마커 검정 결과

No.	I2	Ve	Mi	Tm2a	Sw5	Ty1/3	J3	Ph3
1	R	S	S	S	S	S	R	R
2	R	S	S	S	S	S	R	R
3	R	S	S	S	S	S	R	R
4	R	S	S	S	S	S	R	R
5	R	S	S	S	S	S	R	R
6	R	S	S	S	S	S	R	R
7	R	S	S	S	S	S	R	R
8	R	S	S	S	S	S	R	R
9	R	S	S	S	S	S	R	R
10	R	S	S	S	S	R	R	R
11	R	S	S	S	S	S	R	H
12	R	S	S	S	S	S	R	H
13	R	S	S	S	S	H	R	S
14	R	S	S	S	S	S	R	H
15	R	S	S	S	S	H	R	H
16	R	S	S	S	S	R	R	R
17	R	S	S	S	S	S	S	R
18	R	S	S	H	S	S	S	R
19	R	S	S	R	S	S	S	R
20	R	S	S	R	S	S	S	R
21	R	S	S	R	S	S	S	R
22	R	S	S	H	S	S	S	R
23	R	S	S	H	S	S	S	R

No.	I2	Ve	Mi	Tm2a	Sw5	Ty1/3	J3	Ph3
24	R	S	S	S	S	S	S	R
25	R	S	S	R	S	S	S	R
26	R	S	S	H	S	S	S	R
27	R	S	S	H	S	S	S	R
28	R	S	S	H	S	S	S	R
29	R	S	S	H	S	S	S	R
30	R	S	S	H	S	S	S	R
31	R	S	S	S	S	S	S	R
32	R	S	S	H	S	S	S	R
33	R	S	S	S	S	S	S	R
34	R	S	S	S	S	S	S	R
35	R	S	S	R	S	S	S	R
36	R	S	S	H	S	S	S	R
37	R	S	S	S	S	S	S	R
38	R	S	S	H	S	S	S	R
39	R	S	S	S	S	S	S	R
40	R	S	S	H	S	S	S	R
41	R	S	S	H	S	S	S	R
42	R	S	S	H	S	S	S	R
43	R	S	S	R	S	S	S	R
44	R	S	S	R	S	S	S	R
45	R	S	S	S	S	S	S	R

표 30. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 347점의 시료에 대한 Tm2a 분자마커 검정 결과

No.	Tm2a
-----	------

No.	Tm2a
-----	------

No.	Tm2a
-----	------

No.	Tm2a
-----	------

No.	Tm2a
-----	------

No.	Tm2a
-----	------

No.	Tm2a	No.	Tm2a	No.	Tm2a	No.	Tm2a	No.	Tm2a	No.	Tm2a
1	H	59	H	117	H	175	S	233	S	291	H
2	H	60	S	118	H	176	S	234	R	292	H
3	H	61	R	119	S	177	S	235	H	293	R
4	H	62	S	120	R	178	S	236	H	294	R
5	S	63	R	121	R	179	S	237	S	295	R
6	H	64	S	122	S	180	S	238	H	296	R
7	H	65	H	123	H	181	S	239	R	297	R
8	H	66	H	124	H	182	S	240	H	298	R
9	S	67	S	125	H	183	S	241	S	299	R
10	H	68	H	126	S	184	S	242	R	300	R
11	H	69	R	127	S	185	S	243	H	301	R
12	H	70	H	128	R	186	S	244	H	302	R
13	H	71	S	129	R	187	S	245	R	303	R
14	H	72	R	130	H	188	S	246	H	304	R
15	S	73	R	131	R	189	S	247	R	305	-
16	H	74	S	132	R	190	S	248	H	306	R
17	H	75	R	133	H	191	S	249	S	307	R
18	H	76	S	134	R	192	S	250	R	308	R
19	R	77	H	135	S	193	H	251	S	309	R
20	S	78	H	136	S	194	H	252	H	310	R
21	H	79	S	137	H	195	H	253	H	311	-
22	R	80	H	138	H	196	H	254	R	312	R
23	R	81	S	139	S	197	S	255	H	313	R
24	S	82	H	140	S	198	H	256	H	314	R
25	R	83	S	141	H	199	H	257	R	315	R
26	S	84	H	142	H	200	R	258	H	316	R
27	R	85	R	143	H	201	S	259	R	317	R
28	H	86	S	144	H	202	H	260	H	318	R
29	S	87	H	145	H	203	H	261	R	319	R
30	S	88	S	146	R	204	R	262	S	320	R
31	S	89	R	147	H	205	S	263	S	321	R
32	S	90	H	148	H	206	H	264	R	322	R
33	H	91	H	149	H	207	R	265	H	323	R
34	S	92	H	150	R	208	H	266	H	324	R
35	S	93	R	151	H	209	R	267	S	325	R
36	S	94	R	152	H	210	R	268	R	326	R
37	S	95	H	153	H	211	S	269	S	327	R
38	R	96	R	154	H	212	S	270	H	328	S
39	R	97	R	155	S	213	S	271	S	329	S
40	S	98	R	156	H	214	H	272	H	330	S
41	H	99	R	157	R	215	R	273	R	331	S
42	R	100	H	158	S	216	H	274	R	332	S
43	S	101	R	159	R	217	R	275	H	333	R
44	R	102	H	160	H	218	H	276	H	334	R
45	H	103	H	161	H	219	H	277	H	335	-
46	H	104	H	162	R	220	R	278	H	336	S
47	H	105	S	163	H	221	H	279	H	337	S
48	H	106	R	164	H	222	R	280	H	338	R
49	S	107	S	165	R	223	R	281	R	339	S
50	S	108	H	166	R	224	H	282	R	340	S

No.	Tm2a	No.	Tm2a	No.	Tm2a	No.	Tm2a	No.	Tm2a	No.	Tm2a
51	H	109	H	167	R	225	H	283	R	341	R
52	H	110	H	168	H	226	H	284	R	342	S
53	S	111	S	169	H	227	H	285	H	343	R
54	R	112	H	170	H	228	S	286	R	344	R
55	H	113	S	171	S	229	H	287	R	345	-
56	R	114	R	172	S	230	H	288	R	346	R
57	H	115	R	173	S	231	S	289	S	347	R
58	H	116	H	174	S	232	S	290	H		

표 31. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 304점의 시료에 대한 7가지 병마커 검정 결과

No.	I2	Ve2	Mi-rex	Tm2a	Sw5	Ty 1/3	J3-D4	Ph-3	No.	I2	Ve2	Mi-rex	Tm2a	Sw5	Ty 1/3	J3-D4	Ph-3
1	H	H	S	H	S	H	S	S	153	S	R	S	H	S	S	S	R
2	R	R	S	H	S	H	S	S	154	S	R	S	S	S	S	S	R
3	R	R	H	H	S	H	S	S	155	S	R	S	H	S	S	S	R
4	H	R	S	H	S	H	H	S	156	S	R	S	H	S	S	S	R
5	R	R	H	S	S	H	S	S	157	S	R	S	R	S	S	S	R
6	H	R	S	H	S	H	S	S	158	S	R	S	S	S	S	S	R
7	H	R	S	H	H	H	S	H	159	S	R	S	H	S	S	S	R
8	R	R	S	H	S	H	H	S	160	S	R	S	H	S	S	S	R
9	R	R	S	H	S	R	H	S	161	S	R	S	R	S	S	S	R
10	R	R	H	S	S	H	R	S	162	S	R	S	S	S	S	S	R
11	R	R	R	R	S	S	S	S	163	S	R	S	H	S	S	S	R
12	R	R	R	H	S	S	H	S	164	S	R	S	R	S	S	S	R
13	R	R	R	R	H	S	S	S	165	S	R	S	H	S	S	S	R
14	R	R	R	H	S	S	H	S	166	S	R	S	R	S	S	S	R
15	R	R	R	H	H	S	H	S	167	S	R	S	R	S	S	S	R
16	R	R	H	H	R	H	H	S	168	S	R	S	S	S	S	S	R
17	S	R	S	S	S	R	S	S	169	S	R	S	S	S	S	S	R
18	R	R	H	R	H	H	S	S	170	S	R	S	S	S	S	S	R
19	R	R	H	S	H	H	R	S	171	S	R	S	H	S	S	S	R
20	R	R	S	R	S	S	S	R	172	S	R	S	R	S	S	S	R
21	R	R	S	S	H	R	R	S	173	S	R	S	H	S	S	S	R
22	R	R	S	H	S	R	H	S	174	S	R	S	R	S	S	S	R
23	R	R	S	H	S	R	H	S	175	S	R	S	H	S	S	S	R
24	R	R	H	S	R	H	H	S	176	S	R	S	H	S	S	S	R
25	R	S	S	H	H	R	H	S	177	S	R	S	R	S	S	S	R
26	R	R	H	R	H	H	H	S	178	S	R	S	H	S	S	S	R
27	R	R	H	H	R	H	H	S	179	S	R	S	R	S	S	S	R
28	R	S	S	S	R	R	R	S	180	S	R	S	R	S	S	S	R
29	R	R	H	R	R	H	S	S	181	S	R	S	H	S	S	S	R
30	R	R	H	R	S	H	S	S	182	S	R	S	H	S	S	S	R
31	R	R	H	S	H	H	R	S	183	S	R	S	H	S	S	S	R
32	R	R	H	R	H	H	S	S	184	S	R	S	H	S	S	S	R
33	R	R	S	S	H	R	R	S	185	S	R	S	S	S	S	S	R
34	R	R	H	H	R	H	H	S	186	S	R	S	H	S	S	S	R
35	R	R	S	H	H	R	H	S	187	S	R	S	H	S	S	S	R
36	R	R	S	S	S	R	R	S	188	S	R	S	S	S	S	S	R
37	R	R	H	H	H	H	H	S	189	S	R	S	S	S	S	S	R
38	R	R	H	S	R	H	R	S	190	S	R	S	S	S	S	S	R

No.	I2	Ve2	Mi- rex	Tm2 a	Sw5	Ty 1/3	J3- D4	Ph-3
39	R	R	R	H	S	H	H	S
40	R	R	R	S	R	S	R	S
41	R	R	H	H	H	H	H	S
42	R	R	R	R	H	S	S	S
43	R	R	H	S	H	H	R	S
44	R	R	H	H	R	H	H	S
45	R	R	S	S	S	R	R	S
46	R	R	H	R	H	H	S	S
47	R	R	H	H	H	H	H	S
48	R	R	H	H	H	H	H	S
49	R	R	H	H	S	H	H	S
50	R	R	H	R	R	H	S	S
51	R	R	S	R	H	H	S	S
52	R	R	H	H	H	H	H	S
53	R	R	S	R	R	R	S	S
54	R	R	S	R	H	R	S	S
55	R	R	H	R	H	H	S	S
56	R	R	S	R	R	R	S	R
57	R	R	R	H	R	H	S	R
58	R	R	S	R	H	R	S	H
59	R	R	H	H	S	H	S	H
60	R	R	S	H	R	R	S	R
61	R	R	H	H	S	R	S	S
62	R	R	H	S	R	R	S	S
63	R	R	S	R	H	R	S	S
64	H	R	S	S	S	R	S	R
65	R	R	S	H	H	H	S	R
66	R	R	S	H	H	H	S	H
67	R	R	S	H	R	S	S	H
68	R	R	S	S	H	S	S	R
69	R	R	S	H	S	S	S	S
70	R	R	H	S	R	H	S	R
71	H	R	S	R	S	S	S	H
72	H	H	S	R	S	H	S	S
73	R	R	S	H	S	S	S	S
74	S	R	S	H	S	H	S	H
75	R	R	S	H	S	S	S	R
76	S	R	S	S	S	-	S	H
77	S	R	S	R	S	R	S	S
78	H	R	S	R	S	S	S	R
79	R	R	S	S	S	R	S	S
80	R	R	S	H	S	R	S	S
81	S	R	S	H	S	H	S	S
82	H	R	S	H	S	H	S	S
83	H	R	S	S	S	H	S	S
84	H	R	S	S	S	R	S	S
85	R	R	S	R	S	R	S	S
86	S	R	S	R	S	H	S	S
87	H	R	S	H	S	R	S	S
88	H	R	S	R	S	H	S	S

No.	I2	Ve2	Mi- rex	Tm2 a	Sw5	Ty 1/3	J3- D4	Ph-3
191	S	R	S	R	S	S	S	R
192	S	R	S	H	S	S	S	R
193	S	R	S	H	S	S	S	R
194	S	R	S	S	S	S	S	R
195	S	R	S	H	S	S	S	R
196	S	R	S	R	S	S	S	R
197	S	R	S	H	S	S	S	R
198	S	R	S	S	S	S	S	R
199	S	R	S	R	S	S	S	R
200	S	R	S	H	S	S	S	R
201	S	R	S	H	S	S	S	R
202	S	R	S	R	S	S	S	R
203	S	R	S	H	S	S	S	R
204	S	R	S	R	S	S	S	R
205	S	R	S	H	S	S	S	R
206	S	R	S	S	S	S	S	R
207	S	R	S	R	S	S	S	R
208	S	R	S	S	S	S	S	R
209	S	R	S	H	S	S	S	R
210	S	R	S	H	S	S	S	R
211	S	R	S	R	S	S	S	R
212	S	R	S	H	S	S	S	R
213	S	R	S	H	S	S	S	R
214	S	R	S	R	S	S	S	R
215	S	R	S	H	S	S	S	R
216	S	R	S	R	S	S	S	R
217	S	R	S	H	S	S	S	R
218	S	R	S	R	S	S	S	R
219	S	R	S	S	S	S	S	R
220	S	R	S	S	S	S	S	R
221	S	R	S	R	S	S	S	R
222	S	R	S	H	S	S	S	R
223	S	R	S	H	S	S	S	R
224	S	R	S	S	S	S	S	R
225	S	R	S	R	S	S	S	R
226	S	R	S	S	S	S	S	R
227	S	R	S	H	S	S	S	R
228	S	R	S	S	S	S	S	R
229	S	R	S	H	S	S	S	R
230	S	R	S	R	S	S	S	R
231	S	R	S	R	S	S	S	R
232	S	R	S	H	S	S	S	R
233	S	R	S	H	S	S	S	R
234	S	R	S	H	S	S	S	R
235	S	R	S	H	S	S	S	R
236	S	R	S	H	S	S	S	R
237	S	R	S	H	S	S	S	R
238	S	R	S	R	S	S	S	R
239	S	R	S	R	S	S	S	R
240	S	R	S	R	S	S	S	R

No.	I2	Ve2	Mi- rex	Tm2 a	Sw5	Ty 1/3	J3- D4	Ph-3
89	S	R	S	R	S	S	S	S
90	R	R	H	H	H	H	S	H
91	R	R	S	R	R	R	S	R
92	R	R	H	S	H	H	S	H
93	R	R	S	S	H	R	S	H
94	R	R	R	H	H	S	S	H
95	R	R	R	H	H	S	S	H
96	R	R	R	S	H	S	S	H
97	R	R	S	S	S	R	S	S
98	R	R	S	H	R	R	S	H
99	R	R	S	H	H	R	S	H
100	R	R	S	H	H	R	S	H
101	R	R	R	H	R	S	S	R
102	R	R	S	H	H	R	S	H
103	R	R	R	R	H	S	S	H
104	R	R	H	H	S	H	S	S
105	R	R	S	H	H	R	S	H
106	R	R	H	H	H	H	S	H
107	R	R	S	R	S	R	S	S
108	R	R	S	H	H	R	S	H
109	R	R	S	H	H	R	S	H
110	R	R	H	H	S	H	S	S
111	R	R	R	H	H	S	S	R
112	R	R	S	S	R	R	S	R
113	R	R	S	H	H	R	S	H
114	R	R	S	R	H	R	S	H
115	R	R	R	S	R	S	S	R
116	R	R	S	R	S	R	S	S
117	R	R	S	H	R	R	S	R
118	R	R	R	H	S	S	S	S
119	R	R	H	R	R	H	S	R
120	R	R	H	H	H	H	S	H
121	R	R	H	H	R	H	S	R
122	-	R	R	R	R	S	S	R
123	R	R	H	R	S	H	S	H
124	R	R	H	R	H	H	S	H
125	R	R	H	H	H	H	S	H
126	R	R	S	H	H	R	S	H
127	R	R	S	H	S	H	S	S
128	R	R	R	S	H	S	S	H
129	R	R	H	S	S	S	R	S
130	H	R	R	S	S	S	R	S
131	S	R	H	S	S	S	-	S
132	R	R	H	S	S	S	R	S
133	S	R	R	S	S	S	R	S
134	S	S	R	S	S	S	R	S
135	S	S	H	S	S	S	R	S
136	H	S	H	S	S	S	R	S
137	R	S	H	S	S	S	R	S
138	H	S	S	S	S	S	R	S

No.	I2	Ve2	Mi- rex	Tm2 a	Sw5	Ty 1/3	J3- D4	Ph-3
241	S	R	S	R	S	S	S	R
242	S	R	S	H	S	S	S	R
243	S	R	S	R	S	S	S	R
244	S	R	S	R	S	S	S	R
245	S	R	S	R	S	S	S	R
246	S	R	S	S	S	S	S	R
247	S	R	S	H	S	S	S	R
248	S	R	S	H	S	S	S	R
249	S	R	S	H	S	S	S	R
250	R	S	R	R	S	S	S	S
251	R	R	S	R	S	S	S	S
252	R	R	H	R	S	S	S	S
253	R	H	S	R	S	S	S	S
254	R	H	R	R	S	S	S	S
255	R	R	S	R	S	S	S	S
256	R	H	H	R	S	S	S	S
257	R	H	H	R	S	S	S	S
258	R	H	-	R	S	S	S	S
259	R	R	S	R	S	S	S	S
260	R	R	R	R	S	S	S	S
261	R	R	R	R	S	S	S	S
262	R	-	H	-	S	S	S	-
263	R	H	S	R	S	S	S	S
264	R	H	H	R	S	S	S	S
265	R	H	H	R	S	S	S	S
266	S	R	S	R	S	S	S	R
267	R	R	H	R	S	S	S	S
268	R	H	H	-	S	S	S	S
269	R	S	R	R	S	S	S	S
270	R	S	H	R	S	S	S	S
271	R	H	H	R	S	S	S	S
272	R	H	H	R	S	S	S	S
273	R	S	R	R	S	S	S	S
274	R	S	S	R	S	S	S	S
275	R	R	S	R	S	S	S	S
276	R	R	R	R	S	S	S	S
277	R	S	H	R	S	S	S	S
278	R	S	H	R	S	S	S	S
279	R	H	R	R	S	S	S	S
280	R	S	S	R	S	S	S	S
281	R	S	H	R	S	S	S	S
282	S	S	H	R	S	S	S	S
283	S	S	S	R	S	S	S	S
284	S	S	H	R	S	S	S	S
285	S	S	R	S	S	S	R	R
286	S	S	S	S	S	R	S	S
287	S	S	S	S	S	S	R	R
288	S	S	S	S	S	S	R	R
289	S	S	H	S	S	S	R	R
290	S	S	S	R	S	S	S	S

No.	I2	Ve2	Mi-rex	Tm2 <sub>a</sub>	Sw5	Ty 1/3	J3-D4	Ph-3
139	H	S	H	S	S	S	R	S
140	S	S	S	S	S	S	R	S
141	H	S	S	S	S	S	R	S
142	R	S	H	S	S	S	R	S
143	S	S	S	S	S	S	R	S
144	H	S	H	S	S	S	R	S
145	H	S	R	S	S	S	R	S
146	S	S	H	S	S	S	R	S
147	H	S	H	S	S	S	R	S
148	H	S	H	S	S	S	R	S
149	S	S	R	S	S	S	R	S
150	S	R	S	H	S	S	S	R
151	S	R	S	H	S	S	S	R
152	S	R	S	H	S	S	S	R

No.	I2	Ve2	Mi-rex	Tm2 <sub>a</sub>	Sw5	Ty 1/3	J3-D4	Ph-3
291	S	S	H	R	S	S	S	S
292	S	S	H	-	S	S	S	S
293	S	S	H	S	S	S	R	R
294	S	S	H	S	S	S	R	R
295	S	S	R	R	S	S	S	S
296	S	S	H	S	S	S	R	S
297	S	S	H	S	S	S	R	H
298	S	S	S	R	S	S	S	S
299	S	S	R	S	S	S	R	S
300	S	R	R	R	S	S	S	S
301	S	R	R	R	S	S	S	S
302	S	R	R	-	S	S	S	S
303	S	R	R	R	S	S	S	S
304	S	R	R	R	S	S	S	S

4차년도에 현대종묘로부터 192점의 시료를 의뢰 받아 24chip을 이용하여 토마토 F1 순도 검정을 수행하였으며(그림 15), 앞서 검정한 24chip 안에 포함된 조합에 대하여 403점의 시료를 의뢰받아 SNP 2개 위치를 선별하여 토마토 F1 순도 검정을 수행하였다(표 32).

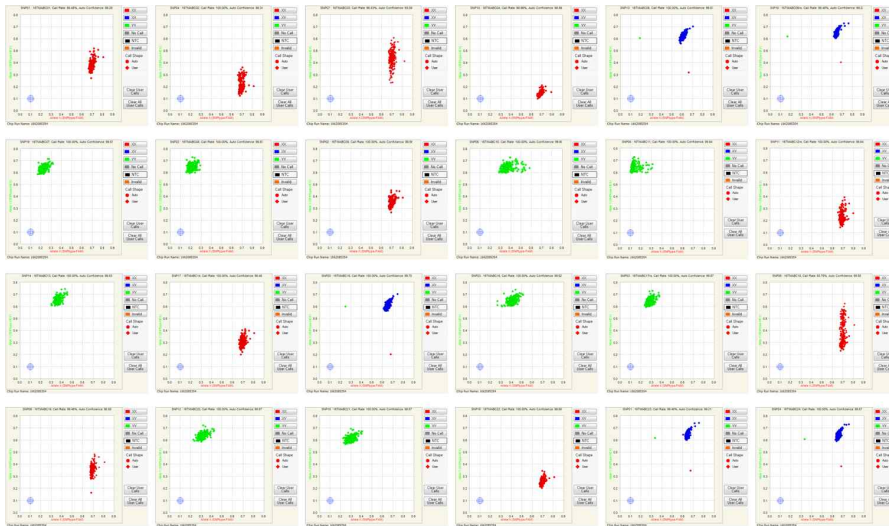


그림 15. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 192점에 대한 토마토 F1 순도검정 결과

표 32. 4차년도에 현대종묘로부터 의뢰받은 403점의 시료에 대하여 F1 순도검정 결과

No.	Sets	SNP1	SNP2	No.	Sets	SNP1	SNP2	No.	Sets	SNP1	SNP2	No.	Sets	SNP1	SNP2
1	A-1	H	H	102	A-3	H	H	203	B-1	H	H	304	B-3	H	H
2	A-1	H	H	103	A-3	H	H	204	B-1	H	H	305	B-3	H	H
3	A-1	H	H	104	A-3	H	H	205	B-1	H	H	306	B-3	H	H
4	A-1	H	H	105	A-3	H	H	206	B-1	H	H	307	B-3	H	H
5	A-1	H	H	106	A-3	H	H	207	B-1	H	H	308	B-3	H	H
6	A-1	H	H	107	A-3	H	H	208	B-1	H	H	309	B-3	H	H
7	A-1	H	H	108	A-3	H	H	209	B-1	H	H	310	B-3	P1	P1
8	A-1	H	H	109	A-3	H	H	210	B-1	H	H	311	B-3	H	H
9	A-1	H	H	110	A-3	H	H	211	B-1	H	H	312	B-3	H	H
10	A-1	H	H	111	A-3	H	H	212	B-1	H	H	313	B-3	H	H



No.	Sets	SNP1	SNP2
11	A-1	H	H
12	A-1	H	H
13	A-1	H	H
14	A-1	H	H
15	A-1	H	H
16	A-1	H	H
17	A-1	H	H
18	A-1	H	H
19	A-1	H	H
20	A-1	H	H
21	A-1	H	H
22	A-1	H	H
23	A-1	H	H
24	A-1	H	H
25	A-1	H	H
26	A-1	H	H
27	A-1	H	H
28	A-1	H	H
29	A-1	H	H
30	A-1	H	H
31	A-1	H	H
32	A-1	H	H
33	A-1	H	H
34	A-1	H	H
35	A-1	H	H
36	A-1	H	H
37	A-1	H	H
38	A-1	H	H
39	A-1	H	H
40	A-1	H	H
41	A-1	H	H
42	A-1	H	H
43	A-1	H	H
44	A-1	H	H
45	A-1	H	H
46	A-1	H	H
47	A-1	H	H
48	A-1	H	H
49	A-1	H	H
50	A-1	H	H
51	A-2	H	H
52	A-2	H	H
53	A-2	H	H
54	A-2	H	H
55	A-2	H	H
56	A-2	H	H
57	A-2	H	H
58	A-2	H	H
59	A-2	H	H
60	A-2	H	H
61	A-2	H	H
62	A-2	H	H
63	A-2	H	H

No.	Sets	SNP1	SNP2
112	A-3	H	H
113	A-3	H	H
114	A-3	H	H
115	A-3	H	H
116	A-3	H	H
117	A-3	H	H
118	A-3	H	H
119	A-3	H	H
120	A-3	H	H
121	A-3	H	H
122	A-3	H	H
123	A-3	H	H
124	A-3	H	H
125	A-3	H	H
126	A-3	H	H
127	A-3	H	H
128	A-3	H	H
129	A-3	H	H
130	A-3	H	H
131	A-3	H	H
132	A-3	H	H
133	A-3	H	H
134	A-3	H	H
135	A-3	H	H
136	A-3	H	H
137	A-3	H	H
138	A-3	H	H
139	A-3	H	H
140	A-3	H	H
141	A-3	H	H
142	A-3	H	H
143	A-3	H	H
144	A-3	H	H
145	A-3	H	H
146	A-3	H	H
147	A-3	H	H
148	A-3	H	H
149	A-3	H	H
150	A-3	H	H
151	A-4	H	H
152	A-4	H	H
153	A-4	H	H
154	A-4	H	H
155	A-4	H	H
156	A-4	H	H
157	A-4	H	H
158	A-4	H	H
159	A-4	H	H
160	A-4	H	H
161	A-4	H	H
162	A-4	H	H
163	A-4	H	H
164	A-4	H	H

No.	Sets	SNP1	SNP2
213	B-1	H	H
214	B-1	H	H
215	B-1	P1	P1
216	B-1	H	H
217	B-1	H	H
218	B-1	H	H
219	B-1	H	H
220	B-1	H	H
221	B-1	H	H
222	B-1	H	H
223	B-1	H	H
224	B-1	H	H
225	B-1	H	H
226	B-1	H	H
227	B-1	H	H
228	B-1	H	H
229	B-1	H	H
230	B-1	H	H
231	B-1	H	H
232	B-1	H	H
233	B-1	H	H
234	B-1	H	H
235	B-1	H	H
236	B-1	H	H
237	B-1	P1	P1
238	B-1	H	H
239	B-1	H	H
240	B-1	H	H
241	B-1	H	H
242	B-1	H	H
243	B-1	H	H
244	B-1	H	H
245	B-1	H	H
246	B-1	H	H
247	B-1	H	H
248	B-1	H	H
249	B-1	H	H
250	B-1	H	H
251	B-1	H	H
252	B-1	H	H
253	B-1	H	H
254	B-2	H	H
255	B-2	H	H
256	B-2	H	H
257	B-2	H	H
258	B-2	H	H
259	B-2	H	H
260	B-2	H	H
261	B-2	H	H
262	B-2	H	H
263	B-2	H	H
264	B-2	P1	P1
265	B-2	H	H

No.	Sets	SNP1	SNP2
314	B-3	H	H
315	B-3	H	H
316	B-3	H	H
317	B-3	H	H
318	B-3	H	H
319	B-3	H	H
320	B-3	H	H
321	B-3	H	H
322	B-3	P1	P1
323	B-3	H	H
324	B-3	H	H
325	B-3	H	H
326	B-3	H	H
327	B-3	H	H
328	B-3	H	H
329	B-3	H	H
330	B-3	H	H
331	B-3	H	H
332	B-3	H	H
333	B-3	H	H
334	B-3	H	H
335	B-3	H	H
336	B-3	H	H
337	B-3	H	H
338	B-3	H	H
339	B-3	H	H
340	B-3	H	H
341	B-3	H	H
342	B-3	H	H
343	B-3	H	H
344	B-3	H	H
345	B-3	H	H
346	B-3	H	H
347	B-3	H	H
348	B-3	H	H
349	B-3	H	H
350	B-3	H	H
351	B-3	H	H
352	B-3	H	H
353	B-3	H	H
354	B-4	H	H
355	B-4	H	H
356	B-4	H	H
357	B-4	H	H
358	B-4	H	H
359	B-4	H	H
360	B-4	H	H
361	B-4	H	H
362	B-4	H	H
363	B-4	H	H
364	B-4	H	H
365	B-4	H	H
366	B-4	P1	P1

No.	Sets	SNP1	SNP2	No.	Sets	SNP1	SNP2	No.	Sets	SNP1	SNP2	No.	Sets	SNP1	SNP2
64	A-2	H	H	165	A-4	H	H	266	B-2	H	H	367	B-4	H	H
65	A-2	H	H	166	A-4	H	H	267	B-2	H	H	368	B-4	H	H
66	A-2	H	H	167	A-4	H	H	268	B-2	H	H	369	B-4	H	H
67	A-2	H	H	168	A-4	H	H	269	B-2	H	H	370	B-4	H	H
68	A-2	H	H	169	A-4	H	H	270	B-2	H	H	371	B-4	H	H
69	A-2	H	H	170	A-4	H	H	271	B-2	H	H	372	B-4	H	H
70	A-2	H	H	171	A-4	H	H	272	B-2	H	H	373	B-4	H	H
71	A-2	H	H	172	A-4	H	H	273	B-2	H	H	374	B-4	H	H
72	A-2	H	H	173	A-4	H	H	274	B-2	H	H	375	B-4	H	H
73	A-2	H	H	174	A-4	H	H	275	B-2	H	H	376	B-4	H	H
74	A-2	H	H	175	A-4	H	H	276	B-2	H	H	377	B-4	H	H
75	A-2	H	H	176	A-4	H	H	277	B-2	H	H	378	B-4	H	H
76	A-2	H	H	177	A-4	H	H	278	B-2	H	H	379	B-4	H	H
77	A-2	H	H	178	A-4	H	H	279	B-2	H	H	380	B-4	H	H
78	A-2	H	H	179	A-4	H	H	280	B-2	P1	P1	381	B-4	H	H
79	A-2	H	H	180	A-4	H	H	281	B-2	H	H	382	B-4	H	H
80	A-2	H	H	181	A-4	H	H	282	B-2	H	H	383	B-4	H	H
81	A-2	H	H	182	A-4	H	H	283	B-2	H	H	384	B-4	H	H
82	A-2	H	H	183	A-4	H	H	284	B-2	H	H	385	B-4	H	H
83	A-2	H	H	184	A-4	H	H	285	B-2	H	H	386	B-4	H	H
84	A-2	H	H	185	A-4	H	H	286	B-2	H	H	387	B-4	H	H
85	A-2	H	H	186	A-4	H	H	287	B-2	H	H	388	B-4	H	H
86	A-2	H	H	187	A-4	H	H	288	B-2	H	H	389	B-4	H	H
87	A-2	H	H	188	A-4	H	H	289	B-2	H	H	390	B-4	H	H
88	A-2	H	H	189	A-4	H	H	290	B-2	H	H	391	B-4	P1	P1
89	A-2	H	H	190	A-4	H	H	291	B-2	H	H	392	B-4	H	H
90	A-2	H	H	191	A-4	H	H	292	B-2	H	H	393	B-4	H	H
91	A-2	H	H	192	A-4	H	H	293	B-2	H	H	394	B-4	H	H
92	A-2	H	H	193	A-4	H	H	294	B-2	H	H	395	B-4	H	H
93	A-2	H	H	194	A-4	H	H	295	B-2	H	H	396	B-4	H	H
94	A-2	H	H	195	A-4	H	H	296	B-2	H	H	397	B-4	H	H
95	A-2	H	H	196	A-4	H	H	297	B-2	H	H	398	B-4	H	H
96	A-2	H	H	197	A-4	H	H	298	B-2	H	H	399	B-4	H	H
97	A-2	H	H	198	A-4	H	H	299	B-2	H	H	400	B-4	H	H
98	A-2	H	H	199	A-4	H	H	300	B-2	H	H	401	B-4	H	H
99	A-2	H	H	200	A-4	H	H	301	B-2	H	H	402	B-4	H	H
100	A-2	H	H	201	B-1	H	H	302	B-2	H	H	403	B-4	H	H
101	A-3	H	H	202	B-1	H	H	303	B-2	H	H				

**(6) 부농종묘**

3차년도에 부농종묘로부터 총 135점의 시료를 받아 서비스를 진행하였다. 135점의 시료에 대해서 형질관련 1종의 마커로 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 33).

표 33 부농종묘 135점의 시료에 대해 형질관련(오렌지 컬러) 1종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	BProSNP1F	No.	BProSNP1F	No.	BProSNP1F	No.	BProSNP1F	No.	BProSNP1F
1	Orange(H)	28	Orange(H)	55	Orange(H)	82	Normal	109	Normal
2	Orange(H)	29	Orange(H)	56	Orange(H)	83	Orange(H)	110	Normal

No.	BProSNP1F	No.	BProSNP1F	No.	BProSNP1F	No.	BProSNP1F	No.	BProSNP1F
3	Orange(H)	30	Normal	57	Orange	84	Orange	111	Orange(H)
4	Orange(H)	31	Orange(H)	58	Orange(H)	85	Normal	112	Normal
5	Orange	32	Orange(H)	59	Normal	86	Orange	113	Orange(H)
6	Orange(H)	33	Orange(H)	60	Orange(H)	87	Orange	114	Normal
7	Normal	34	Orange(H)	61	Orange(H)	88	Normal	115	Normal
8	Orange(H)	35	Orange(H)	62	Normal	89	Orange	116	Normal
9	Orange(H)	36	Normal	63	Orange(H)	90	Normal	117	Orange(H)
10	Orange(H)	37	Orange(H)	64	Orange(H)	91	Orange(H)	118	Normal
11	Orange	38	Orange(H)	65	Orange	92	Orange(H)	119	Normal
12	Orange	39	Normal	66	Orange	93	Normal	120	Orange
13	Orange(H)	40	Orange	67	Normal	94	Orange	121	Orange(H)
14	Orange(H)	41	Orange	68	Normal	95	Orange(H)	122	Orange
15	Orange(H)	42	Normal	69	Orange(H)	96	Orange(H)	123	Orange(H)
16	Orange	43	Orange	70	Normal	97	Orange(H)	124	Normal
17	Normal	44	Normal	71	Normal	98	Normal	125	Orange(H)
18	Normal	45	Orange(H)	72	Orange(H)	99	Orange(H)	126	Orange(H)
19	Orange(H)	46	Orange	73	Orange(H)	100	Orange	127	Normal
20	Orange(H)	47	Normal	74	Orange(H)	101	Normal	128	Normal
21	Orange	48	Orange(H)	75	Orange(H)	102	Orange(H)	129	Orange(H)
22	Orange	49	Orange	76	Orange(H)	103	Normal	130	Orange(H)
23	Orange	50	Orange(H)	77	Normal	104	Orange(H)	131	Orange(H)
24	Orange(H)	51	Orange	78	Orange(H)	105	Orange(H)	132	Normal
25	Orange(H)	52	Orange(H)	79	Orange	106	Orange	133	Normal
26	Normal	53	Normal	80	Orange(H)	107	Orange(H)	134	Orange
27	Orange(H)	54	Orange(H)	81	Orange(H)	108	Orange	135	Orange

4차년도에는 부농종묘로부터 3차례에 걸쳐 분자마커 분석 서비스를 의뢰받았다. 첫 번째로 293점의 시료에 대하여 7개의 병 마커(Ty1/3, Ty2, ty5, Bw12, J3-D4, Mi-rer, Tm2a)에 대하여 검정하였다(표 34). 두 번째로 140점의 시료에 대하여 첫 번째와 동일한 7개의 병 마커에 대하여 검정하였다(표 35). 세 번째로 192점의 시료에 대하여 8개의 병 마커(Ty1/3, Ty2, J3, Mi-rer, Sw5, I2, Tm2a, Ph3)에 대하여 검정하였다(표 36).

표 34. 4차년도에 부농종묘로부터 의뢰받은 293점의 시료에 대한 7개의 병 마커 검정 결과

No.	Ty 1/3	Ty2	ty5	Bw 12	J3-D4	Mi-Rex	Tm2 a	No.	Ty 1/3	Ty2	ty5	Bw 12	J3-D4	Mi-Rex	Tm2 a
1	S	S	S	R	S	S	S	148	S	S	S	R	S	S	S
2	S	S	S	R	S	S	-	149	H	S	S	R	S	S	R
3	S	S	S	R	S	S	S	150	S	S	S	S	S	S	S
4	S	S	S	R	S	S	S	151	S	S	S	H	S	S	S
5	S	S	S	R	S	S	S	152	H	S	S	R	S	S	R
6	S	S	S	R	S	S	S	153	S	S	S	S	S	R	R
7	S	S	S	R	S	S	S	154	S	S	S	S	S	R	R
8	S	S	S	R	S	S	S	155	S	S	S	S	S	R	R
9	S	S	S	R	S	S	S	156	S	S	S	S	S	R	R

No.	Ty 1/3	Ty2	ty5	Bw 12	J3- D4	Mi- Rex	Tm2 a
10	S	S	S	R	S	S	S
11	S	S	S	R	S	S	S
12	S	S	S	R	S	S	S
13	S	S	S	R	S	S	S
14	S	S	S	R	S	S	S
15	S	S	S	R	S	S	S
16	S	S	S	R	S	S	S
17	S	S	S	R	S	S	S
18	S	S	S	R	S	S	S
19	S	S	S	R	S	S	S
20	S	S	S	R	S	S	S
21	S	S	S	R	S	S	S
22	S	S	S	R	S	S	S
23	S	S	S	R	S	S	S
24	S	S	S	R	S	S	S
25	S	S	S	R	S	S	S
26	S	S	S	R	S	S	S
27	S	S	S	R	S	S	S
28	S	S	S	R	S	S	S
29	S	S	S	R	S	S	S
30	S	S	S	R	S	S	S
31	S	S	S	R	S	S	S
32	S	S	S	R	S	S	S
33	S	S	S	R	S	S	S
34	S	S	S	R	S	S	S
35	S	S	S	R	S	S	S
36	S	S	S	R	S	S	S
37	S	S	S	R	S	S	S
38	S	S	S	R	S	S	S
39	S	S	S	S	S	S	S
40	S	S	S	S	S	S	S
41	S	S	S	S	S	S	S
42	S	S	S	S	S	S	S
43	S	S	S	S	S	S	S
44	S	S	S	S	S	S	S
45	S	S	S	S	S	S	S
46	S	S	S	S	S	S	S
47	S	S	S	S	S	S	S
48	S	S	S	S	S	S	S
49	S	S	S	S	S	S	S
50	S	S	S	S	S	S	S
51	S	S	S	S	S	S	S
52	S	S	S	S	S	S	S
53	S	S	S	S	S	S	S
54	S	S	S	S	S	S	S
55	S	S	S	S	S	S	S
56	S	S	S	S	S	S	S
57	S	S	S	S	S	S	S
58	S	S	S	S	S	S	S
59	S	S	S	S	S	S	S
60	S	S	S	S	S	S	S
61	S	S	S	S	S	S	S

No.	Ty 1/3	Ty2	ty5	Bw 12	J3- D4	Mi- Rex	Tm2 a
157	S	S	S	S	S	R	R
158	S	S	S	S	S	R	R
159	S	S	S	S	S	R	R
160	S	S	S	S	S	R	R
161	S	S	S	S	S	R	R
162	S	S	S	S	S	R	R
163	S	S	S	S	S	R	R
164	S	S	S	S	S	R	R
165	S	S	S	S	S	R	R
166	S	S	S	S	S	R	R
167	S	S	S	S	S	R	R
168	S	S	S	S	S	R	R
169	S	S	S	S	S	R	R
170	S	S	S	S	S	R	R
171	S	S	S	S	S	S	R
172	S	S	S	S	S	S	R
173	S	S	S	S	H	S	H
174	S	S	S	S	S	S	R
175	S	S	S	S	R	S	S
176	S	S	S	R	S	S	R
177	S	S	S	R	S	S	R
178	S	S	S	R	H	S	H
179	S	S	S	R	S	S	R
180	S	S	S	R	H	S	H
181	S	S	S	R	H	S	H
182	S	S	S	R	H	S	H
183	S	S	S	R	H	S	H
184	S	S	S	R	H	S	H
185	S	S	S	R	S	S	S
186	S	S	S	R	S	S	S
187	S	S	S	R	S	S	S
188	S	S	S	R	S	S	S
189	S	S	S	R	S	S	S
190	S	S	S	R	S	S	S
191	S	S	S	R	S	S	S
192	S	S	S	R	S	S	S
193	S	S	S	R	S	S	S
194	S	S	S	R	S	S	S
195	S	S	S	R	S	S	S
196	S	S	S	R	S	S	S
197	S	S	S	R	S	S	S
198	S	S	S	R	S	S	S
199	S	S	S	R	S	S	S
200	S	S	S	R	S	S	S
201	S	S	S	R	S	S	S
202	S	S	S	R	S	S	S
203	S	S	S	R	S	S	S
204	S	S	S	R	S	S	S
205	S	S	S	R	S	S	S
206	S	S	S	R	S	S	S
207	S	S	S	R	S	S	S
208	S	S	S	R	S	S	S

No.	Ty 1/3	Ty2	ty5	Bw 12	J3- D4	Mi- Rex	Tm2 a
62	S	S	S	S	S	S	S
63	S	S	S	S	S	S	S
64	S	S	S	S	S	S	S
65	S	S	S	S	S	S	S
66	S	S	S	S	S	S	S
67	S	S	S	S	S	S	S
68	S	S	S	S	S	S	S
69	S	S	S	S	S	S	S
70	S	S	S	S	S	S	S
71	S	S	S	S	S	S	S
72	S	S	S	S	S	S	S
73	S	S	S	S	S	S	S
74	S	S	S	S	S	S	S
75	S	S	S	S	S	S	S
76	S	S	S	S	S	S	S
77	S	S	S	S	S	S	S
78	S	S	S	S	S	S	S
79	S	S	S	S	S	S	S
80	S	S	S	S	S	S	S
81	S	S	S	S	S	S	S
82	S	S	S	S	S	S	S
83	S	S	S	S	S	S	S
84	S	S	S	S	S	S	S
85	S	S	S	S	S	S	S
86	S	S	S	S	S	S	S
87	S	S	S	S	S	S	S
88	S	S	S	S	S	S	S
89	S	S	S	S	S	S	S
90	S	S	S	S	S	S	S
91	S	S	S	S	S	S	S
92	S	S	S	S	S	S	S
93	S	S	S	S	S	S	S
94	S	S	S	S	S	S	S
95	S	S	S	S	S	S	S
96	S	S	S	S	S	S	S
97	S	S	S	S	S	S	S
98	S	S	S	S	S	S	S
99	S	S	S	S	S	S	S
100	S	S	S	S	S	S	S
101	S	S	S	S	S	S	S
102	S	S	S	S	S	S	S
103	S	S	S	S	S	S	S
104	S	S	S	S	S	S	S
105	S	S	S	S	S	S	S
106	S	S	S	S	S	S	S
107	S	S	S	S	S	S	R
108	S	S	S	S	S	S	H
109	S	S	S	S	S	S	S
110	S	S	S	S	S	S	S
111	S	S	S	S	S	S	R
112	S	S	S	S	S	S	R
113	S	S	S	S	S	S	H

No.	Ty 1/3	Ty2	ty5	Bw 12	J3- D4	Mi- Rex	Tm2 a
209	S	S	S	R	S	S	S
210	S	S	S	R	S	S	S
211	S	S	S	R	S	S	S
212	S	S	S	R	S	S	S
213	S	S	S	R	S	S	S
214	S	S	S	R	S	S	S
215	S	S	S	R	S	S	S
216	S	S	S	R	S	S	S
217	S	S	S	R	S	S	S
218	S	S	S	R	S	S	S
219	S	S	S	R	S	S	S
220	S	S	S	R	S	S	S
221	S	S	S	R	S	S	S
222	S	S	S	R	S	S	S
223	S	S	S	R	S	S	S
224	S	S	S	R	S	S	S
225	S	S	S	R	S	S	S
226	S	S	S	R	S	S	S
227	S	S	S	R	S	S	S
228	S	S	S	R	S	S	S
229	S	S	S	R	S	S	S
230	S	S	S	R	S	S	S
231	S	S	S	R	S	S	S
232	S	S	S	R	S	S	S
233	S	S	S	R	S	S	S
234	S	S	S	R	S	S	S
235	S	S	S	R	S	S	S
236	S	S	S	R	S	S	S
237	S	S	S	R	S	S	S
238	S	S	S	R	S	S	S
239	S	S	S	R	S	S	S
240	S	S	S	R	S	S	S
241	S	S	S	R	S	S	S
242	S	S	S	R	S	S	S
243	S	S	S	R	S	S	S
244	S	S	S	R	S	S	S
245	S	S	S	R	S	S	S
246	S	S	S	R	S	S	S
247	S	S	S	R	S	S	S
248	S	S	S	R	S	S	S
249	S	S	S	R	S	S	S
250	S	S	S	R	S	S	S
251	S	S	S	R	S	S	S
252	S	S	S	R	S	S	S
253	S	S	S	R	S	S	S
254	S	S	S	R	S	S	S
255	S	S	S	R	S	S	S
256	S	S	S	R	S	S	S
257	S	S	S	R	S	S	S
258	S	S	S	R	S	S	S
259	S	S	S	R	S	S	S
260	S	S	S	R	S	S	S

No.	Ty1/3	Ty2	ty5	Bw12	J3-D4	Mi-Rex	Tm2a
114	S	S	S	S	S	S	H
115	S	S	S	S	S	S	H
116	H	S	S	H	S	S	R
117	H	S	S	H	S	S	H
118	R	S	S	H	S	S	R
119	S	S	S	H	S	S	H
120	H	S	S	R	S	S	H
121	H	S	S	H	S	S	S
122	H	S	S	H	S	S	R
123	S	S	S	S	S	S	H
124	H	S	S	H	S	S	R
125	H	S	S	H	S	S	R
126	S	S	S	S	S	S	H
127	H	S	S	H	S	S	S
128	H	S	S	H	S	S	S
129	H	S	S	R	S	S	S
130	H	S	S	R	S	S	H
131	S	S	S	H	S	S	R
132	S	S	S	H	S	S	H
133	R	S	S	R	S	S	S
134	S	S	S	S	S	S	S
135	H	S	S	H	S	S	H
136	H	S	S	S	S	S	R
137	H	S	S	S	S	S	H
138	H	S	S	H	S	S	H
139	R	S	S	R	S	S	H
140	S	S	S	R	S	S	S
141	S	S	S	H	S	S	S
142	H	S	S	H	S	S	H
143	H	S	S	H	S	S	S
144	H	S	S	H	S	S	H
145	H	S	S	S	S	S	R
146	R	S	S	R	S	S	H
147	H	S	S	H	S	S	S

No.	Ty1/3	Ty2	ty5	Bw12	J3-D4	Mi-Rex	Tm2a
261	S	S	S	R	S	S	S
262	S	S	S	S	S	S	R
263	S	S	S	S	S	S	R
264	S	S	S	S	S	S	R
265	S	S	S	S	S	S	R
266	S	S	S	S	S	S	R
267	S	S	S	S	S	S	R
268	S	S	S	S	S	S	R
269	S	S	S	S	S	S	R
270	S	S	S	S	S	S	R
271	S	S	S	S	S	S	R
272	S	S	-	S	S	S	R
273	S	S	S	S	S	S	R
274	S	S	S	S	S	S	R
275	S	S	S	S	S	S	R
276	S	S	S	S	S	S	R
277	S	S	S	S	S	S	R
278	S	S	S	S	S	S	R
279	S	S	S	S	S	S	R
280	S	S	S	S	S	S	R
281	S	S	S	S	S	S	R
282	S	S	S	S	S	S	R
283	S	S	S	S	S	S	R
284	S	S	S	S	S	S	R
285	S	S	S	S	S	S	R
286	S	S	S	S	S	S	R
287	S	S	S	S	S	S	R
288	S	S	S	S	S	S	R
289	S	S	S	S	S	S	R
290	S	S	S	S	S	S	R
291	S	S	S	S	S	S	R
292	S	S	S	S	S	S	R
293	S	S	S	S	S	S	R

표 35. 4차년도에 부농종묘로부터 의뢰받은 140점의 시료에 대한 7개의 병 마커 검정 결과

No.	Ty1/3	Ty2	ty5	Bw12	J3-D4	Mi-Rex	Tm2a
1	H	S	S	S	H	H	H
2	R	S	S	S	H	H	H
3	H	S	S	S	S	H	H
4	H	S	S	S	S	H	H
5	H	S	S	S	H	H	S
6	H	S	S	S	H	H	S
7	H	S	S	H	H	S	S
8	R	S	S	H	H	S	-
9	H	S	S	H	S	S	H
10	H	S	S	H	S	S	H
11	H	S	S	H	S	H	S
12	H	S	S	H	S	H	S
13	H	S	S	S	S	H	R
14	H	S	S	S	S	H	R

No.	Ty1/3	Ty2	ty5	Bw12	J3-D4	Mi-Rex	Tm2a
71	R	S	S	H	S	S	H
72	H	S	S	H	S	S	H
73	S	S	S	R	S	R	S
74	S	S	S	R	S	R	S
75	S	S	S	R	S	S	R
76	S	S	S	R	S	S	R
77	H	S	S	H	S	H	H
78	H	S	S	H	S	H	H
79	H	S	S	R	S	H	S
80	H	S	S	R	S	H	S
81	H	S	S	H	S	S	R
82	H	S	S	S	S	S	R
83	H	S	S	H	S	S	R
84	H	S	S	S	S	S	R

No.	Ty1/ 3	Ty2	ty5	Bw 12	J3- D4	Mi- Rex	Tm2 a
15	H	S	S	H	S	H	H
16	H	S	S	H	S	H	H
17	H	S	S	H	S	H	H
18	H	S	S	H	S	H	H
19	H	S	S	S	S	S	H
20	H	S	S	S	S	S	H
21	H	S	S	S	H	S	H
22	H	S	S	S	H	S	H
23	H	S	S	S	S	S	H
24	H	S	S	S	S	S	H
25	S	S	S	R	R	H	S
26	S	S	S	H	R	H	S
27	H	S	S	S	S	H	H
28	H	S	S	S	S	H	H
29	S	S	S	S	S	S	H
30	H	S	S	S	H	S	H
31	H	S	S	S	H	S	H
32	H	S	S	S	H	-	R
33	H	S	S	S	S	S	R
34	H	S	S	S	S	S	R
35	H	S	S	S	H	S	H
36	H	S	S	S	H	S	H
37	R	S	S	H	H	S	H
38	R	S	S	H	H	S	H
39	H	S	S	S	S	S	H
40	H	S	S	S	S	S	R
41	H	S	S	H	S	S	S
42	H	S	S	H	S	S	S
43	S	S	S	H	R	R	H
44	S	S	S	H	R	R	H
45	S	S	S	S	R	R	H
46	S	S	S	S	R	R	H
47	S	S	S	S	H	R	H
48	S	S	S	S	H	R	H
49	H	S	S	H	H	H	H
50	H	S	S	H	H	H	H
51	H	S	S	H	H	H	H
52	H	S	S	H	H	H	H
53	S	S	S	R	H	H	H
54	S	S	S	R	H	H	H
55	H	S	S	H	H	H	H
56	H	S	S	H	H	S	H
57	S	S	S	R	H	H	S
58	S	S	S	R	H	H	S
59	H	S	S	H	S	S	R
60	H	S	S	-	S	S	R
61	H	S	S	H	S	H	H
62	S	S	S	H	S	H	H
63	H	S	S	H	S	S	S
64	H	S	S	H	S	S	S
65	S	S	S	S	S	S	H
66	S	S	S	S	S	S	H

No.	Ty1/ 3	Ty2	ty5	Bw 12	J3- D4	Mi- Rex	Tm2 a
85	H	S	S	H	S	S	S
86	S	S	S	R	S	S	S
87	S	S	S	H	S	H	S
88	S	S	S	H	S	H	S
89	S	S	S	S	S	S	R
90	S	S	S	S	S	S	R
91	S	S	S	H	S	S	R
92	S	S	S	H	S	S	R
93	S	S	S	H	S	H	S
94	S	S	S	H	S	H	S
95	S	S	S	H	S	H	S
96	S	S	S	H	S	H	S
97	S	S	S	R	H	S	H
98	S	S	S	R	H	S	H
99	S	S	S	H	S	S	R
100	S	S	S	H	S	S	R
101	S	S	S	H	S	S	S
102	S	S	S	H	S	S	S
103	S	S	S	S	H	R	H
104	S	S	S	S	H	R	H
105	H	S	S	H	S	H	H
106	S	S	S	H	S	R	H
107	S	S	S	S	S	S	S
108	S	S	S	S	S	S	S
109	S	S	S	S	S	S	H
110	S	S	S	S	S	S	H
111	S	S	S	S	S	S	S
112	S	S	S	S	S	S	S
113	H	S	S	S	H	H	R
114	H	S	S	H	H	H	R
115	H	S	S	H	H	R	H
116	H	S	S	H	H	R	H
117	H	S	S	R	H	R	H
118	H	S	S	R	H	R	H
119	S	S	S	H	H	R	S
120	S	S	S	H	H	R	S
121	S	S	S	H	H	S	H
122	S	S	S	H	H	H	H
123	S	S	S	S	R	H	S
124	S	S	S	S	R	H	S
125	S	S	S	S	S	R	R
126	S	S	S	S	S	R	R
127	S	S	S	R	R	R	S
128	S	S	S	-	R	R	S
129	S	S	S	S	R	R	S
130	S	S	S	S	R	R	S
131	S	S	S	S	S	R	R
132	S	S	S	S	S	R	R
133	S	S	S	S	S	R	S
134	S	S	S	S	S	R	S
135	S	S	S	H	S	H	S
136	S	S	S	H	S	H	S

No.	Ty1/3	Ty2	ty5	Bw12	J3-D4	Mi-Rex	Tm2a
67	H	S	S	S	S	S	S
68	S	S	S	H	H	R	S
69	H	S	S	H	S	S	S
70	H	S	S	H	S	S	S

No.	Ty1/3	Ty2	ty5	Bw12	J3-D4	Mi-Rex	Tm2a
137	S	S	S	S	S	S	H
138	S	S	S	S	S	S	H
139	S	S	S	S	S	S	H
140	S	S	S	S	S	S	H

표 36. 4차년도에 부농종묘로부터 의뢰받은 192점의 시료에 대한 8개의 병 마커 검정 결과

No.	Ty1/3	Ty2	J3	Mi-rer	Sw5	I2	Tm2a	Ph3
1	S	S	S	S	S	R	R	R
2	S	S	S	S	S	R	R	R
3	S	S	S	S	S	R	R	R
4	S	S	S	S	S	R	R	R
5	S	S	S	S	S	R	R	R
6	S	S	S	S	S	R	R	R
7	S	S	S	S	S	R	R	R
8	S	S	S	S	S	R	R	R
9	S	S	S	S	S	R	R	R
10	S	S	S	S	S	R	R	R
11	S	S	S	S	S	R	R	R
12	S	S	S	S	S	R	R	R
13	S	S	S	S	S	R	R	R
14	S	S	S	S	S	R	R	R
15	S	S	S	S	S	R	R	R
16	S	S	S	S	S	R	R	R
17	S	S	S	S	S	R	R	R
18	S	S	S	S	S	R	R	R
19	S	S	S	S	S	R	R	R
20	S	S	S	S	S	R	R	R
21	S	S	S	S	S	R	R	R
22	S	S	S	S	S	R	R	R
23	S	S	S	S	S	R	R	R
24	S	S	S	S	S	R	R	R
25	S	S	S	S	S	R	R	R
26	S	S	S	S	S	R	R	R
27	S	S	S	S	S	R	R	R
28	S	S	S	S	S	R	R	R
29	S	S	S	S	S	R	R	R
30	S	S	S	S	S	R	R	R
31	S	S	S	S	S	R	R	R
32	S	S	S	S	S	R	R	R
33	S	S	S	S	S	R	R	R
34	S	S	S	S	S	R	R	R
35	S	S	S	S	S	R	R	R
36	S	S	S	S	S	R	R	R
37	S	S	S	S	S	R	R	R
38	S	S	S	S	S	R	R	R
39	S	S	S	S	S	R	R	R
40	S	S	S	S	S	R	R	R
41	S	S	S	S	S	R	R	R
42	S	S	S	S	S	R	R	R
43	S	S	S	S	S	R	R	R
44	S	S	S	S	S	R	R	R

No.	Ty1/3	Ty2	J3	Mi-rer	Sw5	I2	Tm2a	Ph3
97	S	S	S	S	S	R	R	R
98	S	S	S	S	S	R	R	R
99	S	S	S	S	S	R	R	R
100	S	S	S	S	S	R	R	R
101	S	S	S	S	S	R	R	R
102	S	S	S	S	S	R	R	R
103	S	S	S	S	S	R	R	R
104	S	S	S	S	S	R	R	R
105	S	S	S	S	S	R	R	R
106	S	S	S	S	S	R	R	R
107	S	S	S	S	S	R	R	R
108	S	S	S	S	S	R	R	R
109	S	S	S	S	S	R	R	R
110	S	S	S	S	S	R	R	R
111	S	S	S	S	S	R	R	R
112	S	S	S	S	S	R	R	R
113	S	S	S	S	S	R	R	R
114	S	S	S	S	S	R	R	R
115	S	S	S	S	S	R	R	R
116	S	S	S	S	S	R	R	R
117	S	S	S	S	S	R	R	R
118	S	S	S	S	S	R	R	R
119	S	S	S	S	S	R	R	R
120	S	S	S	S	S	R	R	R
121	S	S	S	S	S	R	R	R
122	S	S	S	S	S	R	R	R
123	S	S	S	S	S	R	R	R
124	S	S	S	S	S	R	R	R
125	S	S	S	S	S	R	R	R
126	S	S	S	S	S	R	R	R
127	S	S	S	S	S	R	R	R
128	S	S	S	S	S	R	R	R
129	S	S	S	S	S	R	R	R
130	S	S	S	S	S	R	R	R
131	S	S	S	S	S	R	R	R
132	S	S	S	S	S	R	H	R
133	S	S	S	S	S	S	R	R
134	S	S	S	S	S	S	R	R
135	S	S	S	S	S	S	R	R
136	S	S	S	S	S	S	R	R
137	S	S	S	S	S	S	R	R
138	S	S	S	S	S	S	R	R
139	S	S	S	S	S	S	R	R
140	S	S	S	S	S	S	R	R



No.	Ty1/3	Ty2	J3	Mi-rex	Sw5	I2	Tm2a	Ph3
45	S	S	S	S	S	R	H	R
46	S	S	S	S	S	R	H	R
47	S	S	S	S	S	R	R	R
48	S	S	S	S	S	R	R	R
49	S	S	S	S	S	R	R	R
50	S	S	S	S	S	R	R	R
51	S	S	S	S	S	R	R	R
52	S	S	S	S	S	R	R	R
53	S	S	S	S	S	R	R	R
54	S	S	S	S	S	R	R	R
55	S	S	S	S	S	R	R	R
56	S	S	S	S	S	R	R	R
57	S	S	S	S	S	R	R	R
58	S	S	S	S	S	R	R	R
59	S	S	S	S	S	R	R	R
60	S	S	S	S	S	R	R	R
61	S	S	S	S	S	R	R	R
62	S	S	S	S	S	R	R	R
63	S	S	S	S	S	R	R	R
64	S	S	S	S	S	R	R	R
65	S	S	S	S	S	R	R	R
66	S	S	S	S	S	R	R	R
67	S	S	S	S	S	R	R	R
68	S	S	S	S	S	R	R	R
69	S	S	S	S	S	R	R	R
70	S	S	S	S	S	R	R	R
71	S	S	S	S	S	R	R	R
72	S	S	S	S	S	R	R	R
73	S	S	S	S	S	R	R	R
74	S	S	S	S	S	R	R	R
75	S	S	S	S	S	R	R	R
76	S	S	S	S	S	R	R	R
77	S	S	S	S	S	R	R	R
78	S	S	S	S	S	R	R	R
79	S	S	S	S	S	R	R	R
80	S	S	S	S	S	R	R	R
81	S	S	S	S	S	R	R	R
82	S	S	S	S	S	R	R	R
83	S	S	S	S	S	R	R	R
84	S	S	S	S	S	R	R	R
85	S	S	S	S	S	R	R	R
86	S	S	S	S	S	R	R	R
87	S	S	S	S	S	R	R	R
88	S	S	S	S	S	R	R	R
89	S	S	S	S	S	R	R	R
90	S	S	S	S	S	R	R	R
91	S	S	S	S	S	R	R	R
92	S	S	S	S	S	R	R	R
93	S	S	S	S	S	R	R	R
94	S	S	S	S	S	R	R	R
95	S	S	S	S	S	R	R	R
96	S	S	S	S	S	R	R	R

No.	Ty1/3	Ty2	J3	Mi-rex	Sw5	I2	Tm2a	Ph3
141	S	S	S	S	S	S	R	R
142	S	S	S	S	S	S	R	R
143	S	S	S	S	S	S	R	R
144	S	S	S	S	S	S	R	R
145	S	S	S	S	S	S	R	R
146	S	S	S	S	S	S	R	R
147	S	S	S	S	S	S	H	S
148	S	S	S	S	S	H	S	S
149	S	S	S	S	S	R	H	S
150	S	S	S	S	S	S	H	S
151	S	S	S	S	S	S	S	S
152	S	S	S	S	S	S	S	S
153	S	S	S	S	S	H	H	S
154	S	S	S	S	S	H	R	S
155	S	S	S	S	S	S	S	S
156	R	S	S	S	S	R	H	R
157	R	S	S	S	S	R	H	H
158	R	S	S	S	S	R	S	S
159	R	S	S	S	S	R	H	H
160	R	S	S	S	S	R	H	R
161	R	S	S	S	S	R	R	H
162	H	S	S	S	S	R	R	H
163	S	S	S	S	S	R	R	S
164	S	S	S	S	S	R	R	H
165	H	S	S	S	S	R	R	S
166	S	S	S	S	S	R	R	H
167	H	S	S	S	S	R	R	S
168	H	S	S	S	S	R	R	R
169	R	S	S	S	S	R	H	H
170	H	S	S	S	S	R	H	H
171	S	S	S	S	S	R	S	R
172	H	S	S	S	S	R	R	S
173	H	S	S	S	S	R	H	S
174	S	S	S	H	S	H	R	R
175	S	S	S	R	S	R	R	R
176	S	S	S	H	S	S	R	H
177	S	S	S	H	S	R	R	H
178	S	S	S	S	S	R	R	H
179	S	S	S	H	S	H	R	H
180	S	S	S	H	S	H	R	H
181	S	S	S	R	S	H	R	H
182	S	S	S	S	S	H	R	S
183	S	S	S	H	S	R	R	S
184	S	S	R	S	S	R	R	R
185	S	S	R	S	S	R	R	R
186	S	S	R	S	S	R	R	R
187	S	S	R	S	S	R	R	R
188	S	S	R	S	S	R	R	R
189	S	S	R	S	S	R	R	R
190	S	S	R	S	S	R	R	R
191	S	S	R	S	S	R	R	R
192	S	S	R	S	S	R	R	R

(7) 가나중요

3차년도에 가나중요로부터 총 118점의 시료를 받아 서비스를 진행하였다. 처음 의뢰받은 69점의 시료에 대해서는 병관련 4종의 마커와 형질관련 15종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 37). 두 번째 의뢰받은 49점의 시료에 대해서는 병관련 4종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 38). 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 37, 38).

표 37. 가나중요 69점의 시료에 대한 병관련 4종의 마커와 형질관련 15종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Ty1	J3-D4	Lv	Ph3	RIN	Psy1 CDS F	Psy1 IP1	pro Psy1 177 <sup>1)</sup>	pro Psy1 745 <sup>2)</sup>	B ogc	Bog	Beta <sub>3</sub> (-77) <sup>3)</sup>	SGR 1 <sup>4)</sup>	SGR 3 <sup>5)</sup>	SGR 4 <sup>6)</sup>	MYB12 603 -a6	MYB12 603 -a5	MYB 12-1P7	MYB 12-2P1	과색 결정
1	S	S	S	H	N	N	N	AG	TC	N	N	G	C	A	T	D	N	N	N	빨강
2	S	H	S	R	N	N	N	G	TC	N	N	GT	C	A	T	N	N	N	N	오렌지
3	S	S	S	H	N	N	N	G	TC	N	N	GT	C	A	T	D	N	N	N	오렌지
4	S	S	S	H	N	N	N	G	TC	ND	N	G	CT	A	T	D	N	N	N	빨강
5	S	S	S	S	-	N	N	G	TC	ND	N	GT	CT	A	T	D	N	N	N	오렌지
6	S	S	S	S	N	N	N	G	TC	ND	N	G	T	A	T	D	N	N	N	갈색
7	S	S	S	H	N	N	N	G	TC	N	N	GT	C	A	T	N	N	N	N	오렌지
8	S	H	S	S	N	N	N	AG	C	ND	N	G	CT	AT	T	D	N	N	N	갈색
9	S	H	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	AT	T	D	N	N	N	빨강
10	S	S	S	H	N	N	N	G	TC	N	N	G	T	A	T	D	N	N	N	갈색
11	S	S	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
12	S	S	S	S	N	N	N	G	T	N	N	G	T	A	T	N	N	N	N	갈색
13	S	S	S	S	N	N	N	G	T	DD	N	G	T	A	T	N	N	N	N	진한갈색?
14	S	S	S	R	N	N	N	G	T	DD	N	G	C	T	T	N	N	N	N	진한갈색?
15	S	S	S	S	N	N	N	G	T	N	N	T	C	A	T	N	N	N	N	오렌지
16	S	R	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	T	T	N	N	N	N	갈색
17	S	S	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
18	S	S	S	S	N	N	N	G	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	노랑
19	S	S	S	R	N	N	N	G	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	노랑
20	S	S	S	R	N	N	N	G	1peak?	N	N	G	T	A	T	D	D	N	N	갈색(핑크)
21	S	S	S	R	N	N	N	G	2peak?	N	N	G	T	A	T	D	D	N	N	갈색(핑크)
22	S	R	S	R	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
23	S	S	S	R	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
24	S	S	S	R	N	N	N	G	T	N	N	G	T	A	T	N	N	N	N	오렌지
25	S	S	S	S	N	N	N	G	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	연한노랑
26	S	S	S	R	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
27	S	S	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
28	S	S	S	R	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
29	S	S	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
30	S	S	S	S	N	M	N	G	T	N	N	G	C	A	C	D	D	N	N	녹색
31	S	S	S	R	N	M	N	G	T	N	N	G	C	T	T	D	D	N	N	녹색
32	S	S	S	R	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
33	R	R	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강

No.	Ty1	J3-D4	Lv	Ph3	RIN	Psy1 CDS F	Psy1 IP1	pro Psy1 177 <sup>1)</sup>	pro Psy1 745 <sup>2)</sup>	B ogc	Bog	Beta <sub>3</sub> (-77)	SGR 1 <sup>4)</sup>	SGR 3 <sup>5)</sup>	SGR 4 <sup>6)</sup>	MYB12 603 -a6	MYB12 603 -a5	MYB 12-1P7	MYB 12-2P1	과 색 결 정
34	R	R	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	2peak?	N	빨강
35	S	R	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	1peak?	N	핑크
36	S	S	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
37	R	R	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
38	S	R	S	S	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
39	S	S	S	R	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
40	S	S	S	R	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
41	S	S	S	R	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
42	S	S	S	R	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
43	S	R	S	R	N	N	N	G	T	N	N	T	C	A	T	N	N	N	N	오렌지
44	S	S	S	R	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
45	AG	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
46	A	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
47	AG	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
48	A	G	A	AG	N	N	N	G	T	N	N	T	C	A	T	N	N	N	N	오렌지
49	A	G	A	G	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
50	A	G	A	AG	N	N	N	G	T	N	N	G	T	A	T	N	N	N	N	갈색
51	A	G	A	G	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
52	A	G	A	G	N	N	N	G	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	노랑
53	AG	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	T	T	D	D	N	N	갈색(핑크)
54	A	A	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
55	A	G	A	G	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
56	A	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
57	A	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
58	AG	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
59	A	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
60	AG	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
61	A	G	A	G	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
62	A	G	A	G	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
63	AG	G	A	A	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	D	D	N	N	핑크
64	A	G	A	G	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	?	빨강
65	A	G	A	G	N	N	N	A	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
66	A	A	A	G	N	N	N	G	T	N	N	T	C	A	T	N	N	N	N	오렌지
67	A	G	A	G	N	N	N	G	T	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	빨강
68	A	G	A	G	N	N	N	G	C	N	N	G	C	A	T	N	N	N	N	노랑
69	A	GA	A	G	N	N	N	G	C	N	N	T	C	A	T	N	N	N	N	노랑오렌지

<sup>1)</sup>G-yellow, <sup>2)</sup>C-yellow, <sup>3)</sup>T-orange, <sup>4)</sup>T-brown, <sup>5)</sup>T-brown, <sup>6)</sup>C-brown

표 38. 가나종묘 49점의 시료에 대한 병관련 4종의 마커를 이용한 서비스 결과

순서	이름	특징	과색	Bw12	Ty1/3	ty5	Ty2 TO302
1	AP-R-1(유)			S	S	S	S

순서	이름	특징		과색	Bw12	Ty1/3	ty5	Ty2 TO302
2	AP-R-30				R(H)	S	S	S
3	AP-R-무-G				S	S	S	S
4	AP-R-무-W				S	S	S	S
5	AP-R-유				R	S	S	S
6	BE-T-1-35				S	S	S	S
7	C-200-12				S	S	S	S
8	DK-SIK				S	S	S	S
9	JICO-노-무				S	S	S	R
10	JICO-오렌지-무				S	S	S	S
11	JICO-적-무				R	S	S	S
12	KAO-PINK-노-무				S	S	S	S
13	KAO-PINK-무	노란색, PINK확인		노랑, 빨강	S	S	S	S
14	KAO-PINK-무-노랑				S	S	S	S
15	KAO-PINK-무-빨강				S	S	S	S
16	KAO-노-유				S	S	S	S
17	KAO-노-황-유				S	S	S	S
18	KAO-형광노-무			노랑, 핑크	S	S	S	S
19	KSP2-3				S	R(H)	S	S
20	NW가공				S	S	S	R
21	NW가공-Ty-무				S	R	S	S
22	OK-B-무				S	S	S	S
23	OK-B-유				S	S	S	S
24	Pu-RIN-YU-46				R(H)	S	S	S
25	SANA-3				R(H)	S	S	H
26	SHI-노-2			노랑	S	S	S	S
27	SHI-노-무			노랑	S	S	S	S
28	TH-05-1-1				S	S	S	S
29	TH-1619.13-30				R(H)	S	S	S
30	TH1619-13-31				R(H)	S	S	S
31	TH-1619-MU-55	꽃마름병 강			R(H)	S	S	S
32	TH-1619-TY1/3				R	S	S	S
33	TH-B-1-45				S	S	S	S
34	TH-B-SUN-25	꽃마름병 강			S	S	S	S
35	TH-B-SUN-27	꽃마름병 약			S	S	S	S
36	TK-200-54				R(H)	S	S	S
37	TOPU-적-유				R(H)	S	S	S
38	ToTo-R-DA-41	꽃마름병 강		빨강	R	S	S	S
39	간조-대				S	S	S	S
40	간조-대-2				S	S	S	S
41	노랑대추				S	S	S	R
42	노랑방울-무			노랑	R(H)	S	S	S
43	독일노랑-그린				R	S	S	S
44	베타티니	꽃마름병 강	품종		S	S	S	S

순서	이름	특징		과색	Bw12	Ty1/3	ty5	Ty2 TO302
45	보라?			노랑	R(H)	S	S	S
46	신후수	꽃마름병 약	품종		R	R(H)	S	S
47	청대추-J				S	S	S	S
48	청대추-유				S	S	S	S
49	청방울-유				S	S	S	S

4차년도에 가나종묘로부터 4차례에 걸쳐 병 및 주요 형질에 대한 분자마커 검정을 수행하였다. 첫 번째 101개의 시료에 대하여 13개의 병 및 형질에 대한 분자마커 검정을 수행하였고(표 39), 두 번째 295개의 시료에 대하여 8개의 병 마커에 대한 분자마커 검정을 수행하였고(표 40), 세 번째 37개의 시료에 대하여 20개의 병 및 형질 마커에 대한 분자마커 검정을 수행하였다(표 41). 마지막으로 33개의 시료에 대하여 8개의 병 및 형질 마커에 대한 분자마커 검정을 수행하였다(표 42).

표 39. 4차년도 가나종묘로부터 의뢰받은 101개 시료에 대한 13개의 병 및 형질에 대한 분자마커 검정 결과

No.	Ty1/3	Ty2	Ty5	Bw12	I2	I3	Ve1	Ve2	J3	Mi-Rex	Tm2a	Beta	603bp del
1	S	H	S	H	R	S	S	S	H	S	H	Orange	N
2	S	S	S	H	R	S	S	S	H	S	H	Orange	N
3	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	R	Orange	N
4	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	R	Orange	N
5	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	Orange	N
6	S	S	S	S	R	S	H	H	S	S	H	N	N
7	S	S	S	S	H	S	S	S	S	S	S	N	N
8	S	S	S	S	H	S	R	R	H	S	H	N	N
9	S	S	-	H	R	S	S	S	H	S	H	N	N
10	H	S	S	S	S	S	R	R	R	R	R	N	N
11	H	S	S	H	R	S	R	R	S	H	H	N	N
12	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	Pink
13	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	H	N	N
14	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	N
15	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	R	Orange	N
16	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	R	N	N
17	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	R	N	N
18	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	R	N	N
19	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N
20	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	N
21	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	N
22	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	Pink
23	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	Pink
24	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	N
25	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
26	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	N
27	S	S	S	S	H	S	S	S	S	S	S	N	N
28	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	N	N

No.	Ty1/3	Ty2	Ty5	Bw12	I2	I3	Ve1	Ve2	J3	Mi-Rex	Tm2a	Beta	603bp del
29	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	N	N
30	S	R	S	S	R	S	S	S	H	S	H	Orange	N
31	S	S	S	R	R	S	H	H	S	S	R	N	N
32	S	S	S	H	R	S	H	H	S	S	R	N	Pink
33	S	S	S	S	R	S	R	R	S	S	R	Orange	N
34	S	S	S	S	S	H	H	H	S	S	R	N	N
35	S	S	S	S	H	S	S	S	S	S	R	N	N
36	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	Pink
37	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	Pink
38	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
39	S	S	S	R	R	S	R	R	S	S	R	N	N
40	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	Pink
41	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	Pink
42	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	Pink
43	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
44	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	Pink
45	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	N
46	S	H	S	H	R	S	S	S	S	S	S	N	N
47	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
48	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
49	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	Pink
50	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	Pink
51	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	Pink
52	S	R	S	S	R	S	S	S	R	S	S	N	N
53	S	R	S	S	R	S	S	S	R	S	S	N	N
54	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	S	N	N
55	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
56	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	N
57	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	N
58	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
59	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	S	N	N
60	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	R	N	N
61	S	S	S	H	R	S	S	S	S	S	R	N	N
62	S	S	S	H	R	S	R	R	H	S	H	N	N
63	H	S	S	H	R	S	R	R	S	R	H	N	Pink
64	H	S	S	R	R	S	R	R	S	S	H	N	N
65	H	S	S	S	R	S	R	R	S	H	S	N	N
66	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	Pink
67	S	S	S	S	R	S	R	R	S	S	R	N	Pink
68	S	S	S	S	S	S	R	R	H	S	H	N	Pink
69	H	S	S	S	H	S	R	R	R	H	S	N	Pink
70	S	S	S	R	R	S	R	R	R	H	R	N	Pink
71	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	N	N
72	S	S	S	S	S	S	S	S	S	H	R	N	N
73	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	N	Pink
74	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	R	N	N
75	S	S	S	S	S	S	R	R	S	S	R	N	N
76	S	S	S	S	R	S	R	R	S	S	R	N	N

No.	Ty1/3	Ty2	Ty5	Bw12	I2	I3	Ve1	Ve2	J3	Mi-Rex	Tm2a	Beta	603bp del
77	R	S	S	S	R	S	H	H	H	S	S	N	N
78	S	R	S	S	R	S	S	S	R	R	S	N	N
79	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
80	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	Orange	N
81	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	Orange	N
82	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	Orange	N
83	S	R	S	S	R	S	S	S	S	S	R	Orange	N
84	S	S	S	S	R	S	R	R	S	R	R	N	Pink
85	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R	S	N	N
86	S	S	S	S	R	S	R	R	S	R	S	N	Pink
87	S	S	S	R	R	S	R	R	S	R	R	N	Pink
88	S	S	S	R	R	S	R	R	S	R	R	N	Pink
89	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	N	Pink
90	S	S	S	S	H	S	R	-	R	R	R	N	N
91	S	S	S	S	H	S	R	-	R	R	H	N	N
92	S	S	S	S	R	H	R	R	H	S	H	N	N
93	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	N
94	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S	R	N	N
95	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S	S	Orange	N
96	S	S	S	R	R	S	S	S	S	S	R	N	N
97	S	S	S	R	H	S	R	R	S	S	S	N	N
98	S	S	S	R	S	S	H	H	S	S	S	N	N
99	H	S	S	R	R	S	R	R	S	S	S	N	N
100	S	S	S	S	S	S	S	S	H	R	S	N	N
101	S	S	S	S	S	S	S	S	H	R	S	N	N

표 40. 4차년도 가나종묘로부터 의뢰받은 295개 시료에 대한 8개의 병에 대한 분자마커 검정 결과

No.	TY1/3	TY2	TY5	Bw	Mi-Rex	J3	Tm2a	Sw5	No.	TY1/3	TY2	TY5	Bw	Mi-Rex	J3	Tm2a	Sw5
1	H	S	S	R	S	S	R	S	149	H	S	S	H	H	S	H	H
2	S	S	S	R	S	S	R	S	150	S	S	S	R	R	S	H	H
3	H	S	S	R	S	S	R	S	151	H	S	S	R	H	S	S	H
4	H	S	S	R	S	S	R	S	152	R	S	S	H	S	S	H	H
5	H	S	S	R	S	S	R	S	153	H	S	S	R	H	S	S	S
6	H	S	S	R	S	S	R	S	154	H	S	S	H	H	S	H	S
7	H	S	S	R	S	S	R	S	155	H	S	S	H	H	S	S	S
8	R	S	S	R	S	S	R	S	156	H	S	S	R	H	S	S	H
9	R	S	S	R	S	S	R	S	157	S	S	S	H	R	S	H	H
10	S	S	S	R	S	S	R	S	158	R	S	S	H	S	S	H	S
11	H	S	S	R	S	S	R	S	159	H	S	S	S	H	S	H	S
12	H	S	S	R	S	S	R	S	160	R	S	S	H	S	S	S	H
13	R	S	S	R	S	S	R	S	161	R	S	S	R	S	S	H	S
14	H	S	S	R	S	S	R	S	162	H	S	S	H	H	S	S	S
15	S	S	S	R	S	S	R	S	163	H	S	S	H	H	S	H	H
16	R	S	S	R	S	S	R	S	164	H	S	S	H	H	S	H	H
17	R	S	S	R	S	S	R	S	165	S	S	S	H	H	S	R	H
18	H	S	S	R	S	S	R	S	166	R	S	S	S	S	S	R	H

No.	TY1/3	TY2	TY5	Bw	Mi -Rex	J3	Tm2a	Sw5
19	H	S	S	R	S	S	R	S
20	S	S	S	R	S	S	R	S
21	H	S	S	R	S	S	R	S
22	H	S	S	R	S	S	R	S
23	H	S	S	R	S	S	R	S
24	H	S	S	R	S	S	R	S
25	S	S	S	R	S	S	R	S
26	H	S	S	R	S	S	R	S
27	S	S	S	R	S	S	R	S
28	H	S	S	R	S	S	R	S
29	H	S	S	R	S	S	R	S
30	R	S	S	R	S	S	R	S
31	R	S	S	R	S	S	R	S
32	H	S	S	R	S	S	R	S
33	R	S	S	R	S	S	R	S
34	H	S	S	R	S	S	R	S
35	R	S	S	R	S	S	R	S
36	H	S	S	R	S	S	R	S
37	H	S	S	R	S	S	H	S
38	R	S	S	R	S	S	H	S
39	R	S	S	R	S	S	S	S
40	H	S	S	R	S	S	R	S
41	H	S	S	R	S	S	R	S
42	H	S	S	R	S	S	H	S
43	H	S	S	R	S	S	H	S
44	R	S	S	R	S	S	H	S
45	R	S	S	R	S	S	R	S
46	H	S	S	R	S	S	S	S
47	H	S	S	R	S	S	S	S
48	S	S	S	R	S	S	H	S
49	R	S	S	R	S	S	H	S
50	H	S	S	R	S	S	R	S
51	H	S	S	R	S	S	H	S
52	H	S	S	R	S	S	S	S
53	H	S	S	R	S	S	S	S
54	S	S	S	R	S	S	R	S
55	S	S	S	R	S	S	R	S
56	S	S	S	R	S	S	S	S
57	S	S	S	R	S	S	R	S
58	S	S	S	R	S	S	H	S
59	R	S	S	R	S	S	R	S
60	H	S	S	R	S	S	R	S
61	R	S	S	R	S	S	H	S
62	R	S	S	R	S	S	H	S
63	H	S	S	R	S	S	R	S
64	H	S	S	R	S	S	S	S

No.	TY1/3	TY2	TY5	Bw	Mi -Rex	J3	Tm2a	Sw5
167	S	S	S	H	R	S	H	S
168	H	S	S	H	H	S	R	S
169	H	S	S	S	H	S	S	R
170	H	S	S	H	H	S	H	R
171	H	S	S	S	H	S	H	H
172	H	S	S	H	R	S	R	H
173	S	S	S	R	R	S	H	R
174	S	S	S	H	R	S	R	H
175	S	S	S	H	R	S	S	H
176	H	S	S	S	H	S	S	H
177	S	S	S	R	R	S	H	H
178	S	S	S	S	R	S	H	H
179	H	S	S	H	H	S	H	H
180	S	S	S	H	R	S	H	S
181	S	S	S	S	S	S	S	S
182	S	S	S	S	S	H	H	S
183	S	S	S	S	S	S	S	S
184	S	S	S	S	S	H	H	S
185	S	S	S	S	S	H	H	S
186	S	S	S	S	S	H	H	S
187	S	S	S	S	S	H	H	S
188	S	S	S	S	S	S	S	S
189	S	S	S	S	S	R	R	S
190	S	S	S	S	S	S	S	S
191	S	S	S	S	S	H	H	S
192	S	S	S	S	S	S	S	S
193	S	S	S	S	S	H	H	S
194	S	S	S	S	S	H	H	S
195	S	S	S	S	S	S	S	S
196	S	S	S	S	S	S	S	S
197	S	S	S	S	S	H	H	S
198	S	S	S	S	S	S	S	S
199	S	S	S	S	S	H	H	S
200	S	S	S	S	S	R	R	S
201	S	S	S	S	S	S	S	S
202	S	S	S	S	S	S	S	S
203	S	S	S	S	S	H	H	S
204	S	S	S	S	S	H	H	S
205	S	S	S	S	S	H	H	S
206	S	S	S	S	S	H	H	S
207	S	S	S	S	S	S	S	S
208	S	S	S	S	S	S	S	S
209	S	S	S	S	S	R	R	S
210	S	S	S	S	S	S	S	S
211	S	S	S	S	S	S	S	S
212	S	S	S	S	S	R	R	S



No.	TY1/3	TY2	TY5	Bw	Mi -Rex	J3	Tm2a	Sw5
65	H	S	S	R	S	S	H	S
66	H	S	S	R	S	S	S	S
67	H	S	S	R	S	S	S	S
68	H	S	S	R	S	S	S	S
69	R	S	S	R	S	S	S	S
70	H	S	S	R	S	S	R	S
71	H	S	S	R	S	S	R	S
72	R	S	S	R	S	S	R	S
73	H	S	S	R	S	S	R	S
74	R	S	S	R	S	S	R	S
75	R	S	S	R	S	S	H	S
76	H	S	S	R	S	S	H	S
77	R	S	S	S	S	S	R	S
78	R	S	S	S	S	S	R	S
79	R	S	S	S	S	S	R	S
80	S	S	S	S	R	S	R	S
81	R	S	S	S	S	S	R	S
82	H	S	S	S	H	S	R	S
83	R	S	S	S	S	S	R	S
84	R	S	S	S	S	S	R	S
85	H	S	S	S	H	S	R	S
86	S	S	S	S	R	S	R	S
87	S	S	S	S	R	S	R	S
88	R	S	S	S	S	S	R	S
89	H	S	S	S	H	S	R	S
90	R	S	S	S	S	S	R	S
91	R	S	S	S	H	S	R	S
92	H	S	S	S	H	S	R	S
93	S	S	S	S	R	S	R	S
94	H	S	S	S	H	S	R	S
95	H	S	S	S	H	S	R	S
96	H	S	S	S	H	S	R	S
97	H	S	S	S	H	S	R	S
98	R	S	S	S	S	S	R	S
99	R	S	S	S	S	S	R	S
100	H	S	S	S	H	S	R	S
101	H	S	S	S	H	S	R	S
102	S	S	S	S	R	S	R	S
103	H	S	S	S	H	S	R	S
104	S	S	S	S	R	S	R	S
105	R	S	S	H	S	S	R	S
106	S	S	S	R	R	S	R	S
107	H	S	S	S	H	S	H	S
108	S	S	S	H	R	S	H	S
109	H	S	S	S	H	S	S	S
110	H	S	S	H	H	S	S	S

No.	TY1/3	TY2	TY5	Bw	Mi -Rex	J3	Tm2a	Sw5
213	S	S	S	S	S	R	R	S
214	S	S	S	S	S	H	H	S
215	S	S	S	S	S	S	S	S
216	S	S	S	S	S	H	H	S
217	S	S	S	S	S	H	H	S
218	S	S	S	S	S	R	R	S
219	S	S	S	S	S	H	H	S
220	S	S	S	S	S	R	R	S
221	S	S	S	S	S	R	R	S
222	S	S	S	S	S	R	R	S
223	H	S	S	S	H	R	R	S
224	H	S	S	S	H	R	R	S
225	R	S	S	S	R	R	R	S
226	S	S	S	S	S	R	R	S
227	H	S	S	S	H	R	R	S
228	S	S	S	S	S	R	R	S
229	S	S	S	S	S	R	R	S
230	S	S	S	S	S	R	R	S
231	S	S	S	S	S	R	R	S
232	R	S	S	S	R	R	R	S
233	S	S	S	S	S	R	R	S
234	H	S	S	S	H	R	R	S
235	S	S	S	S	S	R	R	S
236	S	S	S	S	S	R	R	S
237	S	S	S	S	S	R	R	S
238	S	S	S	S	S	R	R	S
239	H	S	S	S	H	R	R	S
240	H	S	S	S	H	R	R	S
241	R	S	S	S	R	R	R	S
242	H	S	S	S	H	R	R	S
243	H	S	S	S	H	R	R	S
244	H	S	S	S	H	R	R	S
245	H	S	S	S	H	R	R	S
246	S	S	S	S	S	R	R	S
247	H	S	S	S	H	R	R	S
248	H	S	S	S	H	R	R	S
249	H	S	S	S	H	R	R	S
250	H	S	S	S	H	R	R	S
251	H	S	S	S	S	R	R	S
252	H	S	S	S	H	R	R	S
253	R	S	S	S	R	R	R	S
254	S	S	S	S	H	R	R	S
255	H	S	S	S	H	R	R	S
256	H	S	S	S	H	R	R	S
257	H	S	S	S	H	R	R	S
258	H	S	S	S	R	R	R	S

No.	TY1/3	TY2	TY5	Bw	Mi-Rex	J3	Tm2a	Sw5
111	H	S	S	S	H	S	H	S
112	H	S	S	H	H	S	H	S
113	H	S	S	S	H	S	H	S
114	H	S	S	H	H	S	H	S
115	S	S	S	H	R	S	S	S
116	R	S	S	H	S	S	R	S
117	H	S	S	R	H	S	H	S
118	H	S	S	R	H	S	H	S
119	H	S	S	H	H	S	H	S
120	S	S	S	H	R	S	H	S
121	S	S	S	H	R	S	S	S
122	S	S	S	H	R	S	H	S
123	S	S	S	H	R	S	R	S
124	H	S	S	H	H	S	H	S
125	S	S	S	S	R	S	H	S
126	R	S	S	H	H	S	S	S
127	H	S	S	S	H	S	H	S
128	S	S	S	S	R	S	H	S
129	H	S	S	H	R	S	H	S
130	S	S	S	H	R	S	H	S
131	H	S	S	H	H	S	H	S
132	R	S	S	H	S	S	R	S
133	H	S	S	H	H	S	H	S
134	H	S	S	S	H	S	H	S
135	H	S	S	H	H	S	H	S
136	S	S	S	H	R	S	H	S
137	H	S	S	H	H	S	S	S
138	S	S	S	R	R	S	S	S
139	H	S	S	H	H	S	H	S
140	R	S	S	H	S	S	H	S
141	H	S	S	R	H	S	S	S
142	S	S	S	H	R	S	R	S
143	H	S	S	S	H	S	R	S
144	H	S	S	H	H	S	H	S
145	H	S	S	R	H	S	H	S
146	H	S	S	S	H	S	S	H
147	S	S	S	H	R	S	S	S
148	H	S	S	H	H	S	H	S

No.	TY1/3	TY2	TY5	Bw	Mi-Rex	J3	Tm2a	Sw5
259	H	S	S	S	R	R	R	S
260	H	S	S	S	R	R	R	S
261	H	S	S	S	R	R	R	S
262	R	S	S	S	R	R	R	S
263	R	S	S	S	R	R	R	S
264	H	S	S	S	R	R	R	S
265	R	S	S	S	R	R	R	S
266	H	S	S	S	R	R	R	S
267	S	S	S	S	R	R	R	S
268	S	S	S	S	R	R	R	S
269	H	S	S	S	R	R	R	S
270	H	S	S	S	R	R	R	S
271	S	S	S	S	R	R	R	S
272	S	S	S	S	R	R	R	S
273	H	S	S	S	R	R	R	S
274	H	S	S	S	R	R	R	S
275	R	S	S	S	R	R	R	S
276	H	S	S	S	R	R	R	S
277	R	S	S	S	R	R	R	S
278	S	S	S	S	R	R	R	S
279	S	S	S	S	R	R	R	S
280	R	S	S	S	R	R	R	S
281	S	S	S	S	R	R	R	S
282	H	S	S	S	R	R	R	S
283	R	S	S	S	R	R	R	S
284	H	S	S	S	R	R	R	S
285	H	S	S	S	R	R	R	S
286	H	S	S	S	R	R	R	S
287	R	S	S	S	R	R	R	S
288	S	S	S	S	R	R	R	S
289	S	S	S	S	R	R	R	S
290	H	S	S	S	R	R	R	S
291	H	S	S	S	R	R	R	S
292	H	S	S	S	R	R	R	S
293	H	S	S	S	R	R	R	S
294	H	S	S	S	R	R	R	S
295	H	S	S	S	R	R	R	S

표 41. 4차년도 가나중묘로부터 의뢰받은 37개 시료에 대한 20개의 병 및 형질에 대한 분자마커 검정 결과

No.	TY 1/3	TY 2	TY 5	bpro -1	pro Psy1 -177	pro Psy1 -745	pro Psy1 -148	psy CDS	psy1 -F9	SGR -p1	SGR -p3	SGR -p4	SGR -ad ding -2bp	SGR -p7	MYB 12 -aR6	MYB 12 -aR5	MYB 12 -2P1	MYB 12 -267	MYB 12 -324
1	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

No.	TY 1/3	TY 2	TY 5	bpro -1	pro Psy1 -177	pro Psy1 -745	pro Psy1 -148	psy CDS	psy1 -F9	SGR -p1	SGR -p3	SGR -p4	SGR -ad ding	SGR -2bp	MYB 12 -p7	MYB 12 -aR6	MYB 12 -aR5	MYB 12 -2P1	MYB 12 -267	MYB 12 -324
3	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
5	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
6	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
7	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
8	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
9	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
11	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
16	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
17	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
18	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
20	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
21	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
22	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
23	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
24	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
25	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
26	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
27	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
28	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
29	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
30	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
31	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
32	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
33	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
34	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
35	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
36	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
37	S	R	S	N	Yellow	Yellow	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

표 42. 4차년도 가나종묘로부터 의뢰받은 33개 시료에 대한 8개의 병 및 형질에 대한 분자마커  
검정 결과

No.	TY1/3	TY2	TY5	SGR -p1	SGR -p3	SGR -p4	SGR -adding	SGR -2bp
1	S	S	S	Brown	N	N	N	N
2	S	S	S	Brown	N	N	N	N
3	S	S	S	Brown	N	N	N	N
4	S	S	S	Brown	N	N	N	N
5	S	S	S	Brown	N	N	N	N
6	S	S	S	Brown	N	N	N	N
7	S	S	S	Brown	N	N	N	N
8	S	S	S	Brown	N	N	N	N
9	S	S	S	Brown	N	N	N	N
10	S	S	S	Brown	N	N	N	N
11	S	S	S	Brown	N	N	N	N
12	S	S	S	Brown	N	N	N	N
13	S	S	S	Brown	N	N	N	N
14	S	S	S	Brown	N	N	N	N
15	S	S	S	Brown	N	N	N	N
16	S	S	S	Brown	N	N	N	N
17	S	S	S	Brown	N	N	N	N

No.	TY1/3	TY2	TY5	SGR -p1	SGR -p3	SGR -p4	SGR -adding	SGR -2bp
18	S	S	S	Brown	N	N	N	N
19	S	S	S	Brown	N	N	N	N
20	S	S	S	Brown	N	N	N	N
21	S	S	S	Brown	N	N	N	N
22	S	S	S	Brown	N	N	N	N
23	S	S	S	Brown	N	N	N	N
24	S	S	S	Brown	N	N	N	N
25	S	S	S	Brown	N	N	N	N
26	S	S	S	Brown	N	N	N	N
27	S	S	S	Brown	N	N	N	N
28	S	S	S	Brown	N	N	N	N
29	S	S	S	Brown	N	N	N	N
30	S	S	S	Brown	N	N	N	N
31	S	S	S	Brown	N	N	N	N
32	S	S	S	Brown	N	N	N	N
33	S	S	S	Brown	N	N	N	N

**(8) 농업유전자원센터**

3차년도에 농업유전자원센터로부터 24점의 시료를 받아 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 24점의 시료에 대해서는 병관련 1종의 마커로 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 43).

표 43 농업유전자원센터 24점의 시료에 대한 병관련 1종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Sample Name (2015과중순번)	IT번호	Bwr12
1	c.1-1	씨포트	RS
2	c.1-2		RS
3	c.2-1	FBR	RS
4	c.2-2		RS
5	c.3-1	B.블로킹	SS
6	c.3-2		SS
7	c.4-1	스페셜	RS
8	c.4-2		RS
9	c.5-1	슈퍼도태량	SS
10	c.5-2		SS
11	14-2	32899	RR
12	14-7		RR

No.	Sample Name (2015과중순번)	IT번호	Bwr12
13	28-4	32919	RR
14	28-8		RR
15	33-1	32929	RR
16	33-6		RR
17	39-2	32935	RR
18	39-9		RR
19	50-2	32946	RR
20	50-4		RR
21	59-3	32955	RR
22	59-7		RS
23	320-3	32918	RR
24	320-8		RR

(9) GSP중양전시포(수원)

3차년도에 GSP중양전시포(수원)로부터 총 102점의 시료를 받아 서비스를 진행하였다. 처음 의뢰받은 51점의 시료에 대해서는 병관련 6종의 마커와 형질관련 4종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 44). 두 번째로 의뢰받은 51점의 시료에 대해서 병관련 14종의 마커로 서비스를 진행하였다(표 45). 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 44, 45).

표 44. GSP중양전시포(수원) 51점의 시료에 대한 병관련 6종의 마커와 형질관련 4종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	MYB12 -1P6	MYB12 -2P1	MYB12 -603del (F1+R3)	MYB12 -603del (F1+R5)	Ty1 pF	Ty1 seminis	Ty2	Ty3	ty5	D4
1	-/-	NN	D	D	RS	R	S	S	S	RS
2	-/A	NN	D	N	RS	RS	S	S	S	R
3	-/A	NN	D	N	RS	RS	S	R	S	R
4	-/A	NN	D	N	S	S	S	S	S	RS
5	-/-	NN	D	N	S	S	S	S	S	RS
6	-/A	NN	D	N	S	S	S	S	S	RS
7	-/A	NN	D	N	RS	RS	S	S	S	RS
8	-/A	NN	D	N	S	S	S	S	S	RS
9	-/-	NN	D	N	RS	RS	S	R	S	RS
10	-/-	NN	D	N	RS	RS	S	R	S	RS
11	-/-	NN	D	N	RS	RS	S	R	S	RS
12	-/-	NN	D	D	S	S	S	S	S	RS
13	-/-	NN	D	D	RS	RS	S	S	S	RS
14	-/-	NN	D	D	RS	RS	S	S	S	R
15	-/A	NN	D	N	RS	RS	S	S	S	R
16	-/-	NN	D	N	S	S	S	S	S	RS
17	-/-	NN	D	D	S	S	S	S	S	RS
18	-/-	NN	D	D	S	S	S	S	S	RS
19	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
20	-/-	NN	D	N	S	S	S	S	S	R
21	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
22	-/-	NN	D	N	RS	RS	S	S	S	R
23	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	RS
24	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
25	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
26	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
27	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
28	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	R
29	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	R
30	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	R
31	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
32	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	R
33	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	R

No.	MYB12 -1P6	MYB12 -2P1	MYB12 -603del (F1+R3)	MYB12 -603del (F1+R5)	Ty1 pF	Ty1 seminis	Ty2	Ty3	ty5	D4
34	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	R
35	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
36	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
37	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
38	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
39	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
40	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
41	-/-	NN	D	N	RS	RS	S	R	S	R
42	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	R
43	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	R
44	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	RS
45	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	S
46	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	RS
47	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	R
48	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	S
49	-/-	NN	N	N	RS	RS	S	R	S	S
50	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	S
51	-/-	NN	N	N	S	S	S	S	S	S

표 45. GSP 중앙전시포(수원) 51점의 시료에 대한 병관련 14종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Ty5	Ty1 aF2	Ty1 616	Mi23	Ph3	Tm2a	J3-D4	Pto	Bw12	I2	Ve2	Ol2- U32	Lv	Mi-rex
1	S	R(H)	R(H)	S	S	R	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	R(H)
2	S	R(H)	R(H)	S	S	R	S	S	S	R(H)	R	R	S	S
3	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R(H)	S	R(H)
4	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	R	S	R(H)
5	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R	R	S	R(H)
6	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	R(H)
7	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R(H)	R	S	S
8	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	R(H)
9	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	R(H)
10	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	R(H)
11	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	R	S	R(H)
12	S	S	S	-	S	R(H)	R(H)	S	R	R	S	R	S	R
13	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R	R	S	R(H)
14	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	S	S	S	R	R	R	S	S
15	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	S
16	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	R(H)
17	S	S	S	-	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	R(H)	R	S	R
18	S	S	S	S	S	S	R(H)	S	R	R(H)	S	R	S	R(H)
19	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	R	S	S
20	S	S	S	S	S	R(H)	S	S	R	R(H)	R	R(H)	S	R(H)

No.	Ty5	Ty1 aF2	Ty1 616	Mi23	Ph3	Tm2a	J3-D4	Pto	Bw12	I2	Ve2	O12- U32	Lv	Mi-rex
21	S	R(H)	R(H)	S	S	R	S	S	R(H)	R(H)	R	R	S	S
22	S	R(H)	R(H)	S	S	R	S	S	S	R(H)	R	R	S	S
23	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)	R	S	R(H)
24	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R	S	R(H)
25	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	R	S	S
26	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	R	S	S
27	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	R	S	R(H)
28	S	S	S	-	R(H)	S	S	R(H)	-	R	S	S	S	R
29	S	S	S	-	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	S	S	R
30	S	S	S	-	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	S	S	R
31	S	R(H)	R(H)	S	R	S	S	R(H)	R	R	S	S	S	R(H)
32	S	S	S	-	R	S	S	R(H)	R	R	S	S	S	R
33	S	S	S	-	R	S	S	R(H)	R	R	S	S	S	R
34	S	S	S	-	R	R(H)	S	R(H)	R	R	S	S	S	R
35	S	R(H)	R(H)	S	R	S	S	R(H)	R	R	S	S	S	R(H)
36	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	S	S	S	R	S	S	S	S
37	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	S	R	S	R	S	S	S	S
38	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	S	R	R(H)	R	S	S	S	S
39	S	R(H)	R(H)	S	R	S	S	S	S	R	S	S	S	S
40	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	R	-	S	S	R(H)
41	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	S	S	S	R	R(H)	S	S	S
42	S	S	S	S	R	R(H)	S	S	S	R	S	S	S	S
43	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	S	R	S	R	S	S	S	S
44	S	S	S	S	R	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	S
45	S	S	S	S	R	S	R	S	R(H)	R	S	S	S	S
46	S	S	S	S	R	R(H)	R(H)	R	S	R	S	S	S	S
47	S	S	S	S	R	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)	S	S
48	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R	S	S	R	S	R(H)
49	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R	S	R(H)	S	S	R	S	R(H)
50	S	S	S	S	S	S	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)
51	S	S	S	S	S	S	R	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	R(H)

**(10) 전남대학교**

전남대학교로부터 총 34점의 시료를 받아 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 34점의 시료에 대해서는 병관련 14종의 마커로 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표와 같다(표 46).

표 46. 전남대학교 34점의 시료에 대한 병관련 14종의 마커를 이용한 서비스 결과

No.	Sample Name	Ty5	Ty1 aF2	Ty1 616V	Mi23	Ph3	Tm2a	J3-D4	Pto	Bw12	I2	Ve2	O12- U32	Lv	Mi-rex
1	대ENZ10	S	R(H)	R(H)	S	S	R	S	S	S	R	R	R	R(H)	R(H)

No.	Sample Name	Ty5	Ty1 aF2	Ty1 616V	Mi23	Ph3	Tm2a	J3-D4	Pto	Bw12	I2	Ve2	O12-U32	Lv	Mi-rex
2	E15A40364	S	R(H)	R(H)	S	S	S	R(H)	S	R	R(H)	R(H)	R(H)	S	R(H)
3	E15C40675	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	S	S	R(H)	R	S	R(H)	S	R(H)
4	E2234745	S	R(H)	R(H)	S	S	S	S	R	R(H)	R	R(H)	R(H)	S	R(H)
5	E2634103	S	R(H)	R(H)	S	S	R	S	S	S	R	R	R(H)	R(H)	R(H)
6	SAVARONA	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	R(H)	S	S	R	R(H)	R	R(H)	R(H)
7	SUNSTREAM	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	R	S	R	S	S	S	S
8	MCDREAMY	S	S	S	S	R(H)	S	S	R(H)	S	R	S	S	S	S
9	FIZUMK	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	S	S	R	R(H)	R	S	S
10	블랙키스 200	S	S	S	S	S	S	R	S	R	R	S	R	S	S
11	블랙초코	S	S	S	S	S	R	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	R	S	S
12	지코오렌지	S	S	S	S	R	R(H)	R(H)	R	S	R	S	S	S	S
13	지코노랑	S	S	S	S	R(H)	R	S	R	S	R(H)	S	S	S	S
14	골드조이	S	S	S	S	S	R	S	R(H)	R	R	S	R	S	S
15	레드조이	S	S	S	S	R(H)	R	S	R	R(H)	R	S	R	S	S
16	블랙조이	S	S	S	S	S	R(H)	S	R	R(H)	R	R(H)	R(H)	S	S
17	그린조이	S	S	S	S	R	S	S	R	S	R	S	R	S	S
18	블랙키스 50	S	S	S	S	S	R(H)	R(H)	R	R(H)	R	S	R	S	S
19	도토리골드	S	S	S	S	R(H)	R	S	R	R(H)	R	S	R(H)	S	S
20	유니콘	S	S	S	-	R	S	S	R(H)	R	R	S	S	S	R
21	랩소디	S	S	S	S	S	R(H)	R	S	S	R	R(H)	R	S	S
22	박커스	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	R	R	S	R(H)
23	Campari	S	S	S	S	R(H)	S	R(H)	R	S	R	R(H)	R(H)	S	R(H)
24	LEZAFORTA	S	S	S	S	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	R	R	R	S	R(H)
25	HARADONA	S	R(H)	R(H)	S	R	S	R	S	S	R(H)	R(H)	R	S	R(H)
26	E2634096	S	R(H)	-	S	S	R	S	S	S	R(H)	R	R	R(H)	R(H)
27	Jennita	S	S	S	S	R	S	R(H)	R(H)	R	R	R(H)	S	S	R(H)
28	DRC505	S	S	S	-	R	S	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	R(H)	S	S	R
29	Zoraydy	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	S	S	R(H)	-	R	S	S	S	S
30	E15C50178	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	R(H)	S	R(H)	-	R	S	S	S	R(H)
31	VALKYRIE	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	S	R(H)	-	R	S	S	S	S
32	TESSERA	S	R(H)	R(H)	S	R	R(H)	R(H)	S	S	R	R	R	R(H)	R(H)
33	19474	S	R(H)	R(H)	S	S	R(H)	S	S	S	R	R	R	S	S
34	SANTASIAN	S	S	S	S	R	R(H)	R(H)	R	R(H)	R	S	S	S	S



(11) 농우바이오

4차년도에 농우바이오로부터 두 차례에 걸쳐 토마토 과피색 판별 분자마커 검정을 수행하였다. 첫 번째에는 96개의 시료에 대하여 4개의 과피색 관련 분자마커로 검정하였으며(표 47), 두 번째에는 96개의 시료에 대하여 7개의 과피색 관련 분자마커로 검정하였다(표 48).

표 47. 4차년도에 농우바이오로부터 의뢰받은 96개의 시료에 대한 4개의 과피색 관련 분자마커 검정 결과

No.	Primer1	Primer2	Primer3	Primer4	Result	실제 표현형
1	N	N	N	N	N	Pink
2	N	N	Pink	N	Pink	Pink
3	N	N	Pink	N	Pink	Pink
4	N	N	Pink	N	Pink	Pink
5	N	N	Pink	N	Pink	Pink
6	N	N	Pink	N	Pink	Pink
7	N	N	Pink	N	Pink	Pink
8	Pink	N	N	N	Pink	Pink
9	N	N	Pink	N	Pink	Pink
10	N	N	Pink	N	Pink	Pink
11	N	N	Pink	N	Pink	Pink
12	N	N	Pink	N	Pink	Pink
13	Pink	N	N	N	Pink	Pink
14	N	N	Pink	N	Pink	Pink
15	Pink	N	N	N	Pink	Pink
16	N	N	Pink	N	Pink	Pink
17	N	N	Pink	N	Pink	Pink
18	N	N	Pink	N	Pink	Pink
19	Pink	N	N	N	Pink	Pink
20	Pink	N	N	N	Pink	Pink
21	Pink	N	N	N	Pink	Pink
22	Pink	N	N	N	Pink	Pink
23	N	N	Pink	N	Pink	Pink
24	N	N	N	N	N	Pink
25	N	N	Pink	N	Pink	Pink
26	Pink	N	Pink	N	Pink	Pink
27	Pink	N	Pink	N	Pink	Pink
28	N	N	N	N	N	Pink
29	N	N	N	N	N	Pink
30	N	N	N	N	N	Pink
31	Pink	N	N	N	Pink	Pink
49	Pink	N	N	N	Pink	Pink
50	N	Pink	N	N	Pink	Pink
51	N	Pink	N	N	Pink	Pink
52	N	Pink	N	N	Pink	Pink
53	N	Pink	N	N	Pink	Pink
54	N	Pink	N	N	Pink	Pink
55	Pink	N	N	N	Pink	Pink
56	Pink	N	N	N	Pink	Pink
57	Pink	N	N	N	Pink	Pink
58	Pink	N	N	N	Pink	Pink
59	Pink	N	N	N	Pink	Pink
60	Pink	N	N	N	Pink	Pink
61	Pink	N	N	N	Pink	Pink
62	Pink	N	N	N	Pink	Pink
63	Pink	N	N	N	Pink	Pink
64	Pink	N	N	N	Pink	Pink
65	Pink	N	N	N	Pink	Pink
66	Pink	N	N	N	Pink	Pink
67	Pink	N	N	N	Pink	Pink
68	Pink	N	N	N	Pink	Pink
69	Pink	N	N	N	Pink	Pink
70	Pink	N	N	N	Pink	Pink
71	Pink	N	N	N	Pink	Pink
72	Pink	N	N	N	Pink	Pink
73	Pink	N	N	N	Pink	Pink
74	Pink	N	N	N	Pink	Pink
75	Pink	N	N	N	Pink	Pink
76	Pink	N	N	N	Pink	Pink
77	Pink	N	N	N	Pink	Pink
78	Pink	N	N	N	Pink	Pink
79	Pink	N	N	N	Pink	Pink

No.	Primer1	Primer2	Primer3	Primer4	Result	실제 표현형
32	Pink	-	N	N	Pink	Pink
33	N	N	Pink	N	Pink	Pink
34	Pink	N	N	N	Pink	Pink
35	N	N	N	N	N	Pink
36	N	N	Pink	N	Pink	Pink
37	N	N	Pink	N	Pink	Pink
38	N	N	Pink	N	Pink	Pink
39	Pink	N	N	N	Pink	Pink
40	N	N	Pink	N	Pink	Pink
41	Pink	N	N	N	Pink	Pink
42	N	N	Pink	N	Pink	Pink
43	N	N	Pink	N	Pink	Pink
44	N	Pink	N	N	Pink	Pink
45	N	Pink	N	N	Pink	Pink
46	N	N	Pink	N	Pink	Pink
47	Pink	N	N	N	Pink	Pink
48	Pink	N	N	N	Pink	Pink

No.	Primer1	Primer2	Primer3	Primer4	Result	실제 표현형
80	Pink	N	N	N	Pink	Pink
81	Pink	N	N	N	Pink	Pink
82	Pink	N	N	N	Pink	Pink
83	Pink	N	N	N	Pink	Pink
84	Pink	N	N	N	Pink	Pink
85	Pink	N	N	N	Pink	Pink
86	Pink	N	N	N	Pink	Pink
87	Pink	N	N	N	Pink	Pink
88	N	N	Pink	N	Pink	Pink
89	Pink	N	N	N	Pink	Pink
90	N	N	Pink	N	Pink	Pink
91	Pink	-	-	N	Pink	Pink
92	N	N	Pink	N	Pink	Pink
93	Pink	N	N	N	Pink	Pink
94	Pink	N	N	N	Pink	Pink
95	N	N	N	N	N	Red
96	N	N	N	N	N	Red

표 48. 4차년도에 농우바이오로부터 의뢰받은 96개의 시료에 대한 7개의 과피색 관련 분자마커 검정 결과

No.	del-aR5	del-aR6	i2	F3	F4	F5-267	F5-324	Result
1	N	N	N	N	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	PINK	PINK
4	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
5	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
6	N	D	N	PINK	N	-	N	PINK
7	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
8	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
9	D	D	N	N	N	N	N	PINK
10	D	D	N	N	N	N	N	PINK
11	N	D	N	PINK	N	N	N	PINK
12	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
13	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
14	N	D	N	N	N	N	N	PINK
15	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
16	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
17	N	N	N	N	N	PINK	N	PINK

No.	del-aR5	del-aR6	i2	F3	F4	F5-267	F5-324	Result
49	N	N	PINK	N	N	N	N	PINK
50	D	D	N	N	N	N	N	PINK
51	D	D	N	N	N	N	N	PINK
52	D	D	N	N	N	N	N	PINK
53	?	D	N	N	N	N	N	PINK
54	D	D	N	-	N	N	N	PINK
55	D	D	N	-	N	N	N	PINK
56	D	D	N	-	N	N	N	PINK
57	D	D	N	-	N	N	N	PINK
58	D	D	N	-	N	N	N	PINK
59	?	D	N	-	?	N	N	PINK
60	D	D	N	N	N	N	N	PINK
61	D	D	N	N	N	N	N	PINK
62	D	D	N	-	N	N	N	PINK
63	D	D	N	N	N	N	N	PINK
64	D	D	N	N	N	N	N	PINK
65	D	D	N	-	N	N	N	PINK

No.	del-aR5	del-aR6	i2	F3	F4	F5-267	F5-324	Result
18	N	N	N	N	N	PINK	N	PINK
19	N	N	N	N	N	PINK	N	PINK
20	N	N	N	N	N	PINK	N	PINK
21	N	N	N	N	N	PINK	N	PINK
22	N	N	N	N	N	PINK	N	PINK
23	D	D	N	N	N	N	N	PINK
24	-	-	PINK	-	-	N	-	PINK
25	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
26	N	D	N	PINK	N	N	N	PINK
27	N	N	N	N	N	PINK	N	PINK
28	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
29	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
30	D	D	N	N	N	N	N	PINK
31	N	N	H	N	N	N	N	N
32	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
33	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
34	N	-	N	PINK	N	N	N	PINK
35	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
36	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
37	D	D	N	N	N	N	N	PINK
38	N	-	N	PINK	N	N	N	PINK
39	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
40	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
41	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
42	D	D	N	N	N	N	N	PINK
43	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
44	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
45	N	N	PINK	N	N	N	N	PINK
46	?	D	N	N	N	N	N	PINK
47	N	N	PINK	N	N	N	N	PINK
48	N	N	PINK	N	N	N	N	PINK

No.	del-aR5	del-aR6	i2	F3	F4	F5-267	F5-324	Result
66	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
67	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
68	N	H	N	PINK	N	N	N	PINK
69	N	H	N	N	N	PINK	N	PINK
70	N	H	N	N	N	PINK	N	PINK
71	D	D	N	N	N	N	N	PINK
72	D	D	N	N	N	N	N	PINK
73	D	D	N	N	N	N	N	PINK
74	D	D	N	N	N	N	N	PINK
75	D	D	N	N	N	N	N	PINK
76	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
77	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
78	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
79	D	D	N	N	N	N	N	PINK
80	D	D	N	N	N	N	N	PINK
81	D	D	N	N	N	N	N	PINK
82	D	D	N	N	N	N	N	PINK
83	D	D	N	N	N	N	N	PINK
84	D	D	N	N	N	N	N	PINK
85	D	D	N	N	N	N	N	PINK
86	D	D	N	N	N	N	N	PINK
87	D	D	N	N	N	N	N	PINK
88	D	D	N	N	N	N	N	PINK
89	D	D	N	N	N	N	N	PINK
90	D	D	N	N	N	N	N	PINK
91	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
92	N	N	N	N	N	PINK	N	PINK
93	?	D	N	N	N	N	N	PINK
94	N	N	N	PINK	N	N	N	PINK
95	N	N	N	N	N	N	N	N
96	N	N	N	N	N	N	N	N

(12) 삼성종묘

4차년도에 삼성종묘로부터 24점의 시료를 의뢰받아 28개의 토마토 병 및 형질 관련 분자 마커에 대하여 검정하였다(표 49).

표 49. 4차년도에 삼성중묘로부터 의뢰받은 24점의 시료에 대하여 병 및 형질 관련 분자마커 검정 결과

No.	Ty1	Ty2	ty5	Ve2	J3	Mi-rex	Pto	Ph-3	Bwr-12	I2	I3	Tm2a	Sw5	Psy1F9
1	H	S	S	R	S	S	S	S	S	H	S	R	S	N
2	H	S	S	R	S	S	S	S	S	H	S	R	S	N
3	H	S	S	R	S	-	S	S	S	H	S	R	S	N
4	H	S	S	R	S	S	S	S	S	H	S	R	S	N
5	H	S	S	R	S	S	S	S	S	H	S	R	S	N
6	H	S	S	R	S	S	S	S	S	H	S	R	S	N
7	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
8	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
9	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
10	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
11	H	S	S	R	S	S	S	S	S	H	S	R	S	N
12	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
13	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
14	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
15	H	S	S	H	S	S	S	S	S	S	S	R	S	N
16	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
17	H	S	S	R	S	S	S	S	S	R	S	R	S	N
18	H	S	S	H	S	S	S	S	S	S	S	R	S	N
19	S	S	S	H	H	R	S	S	S	H	S	R	S	N
20	S	S	S	H	H	R	S	S	S	H	S	R	S	N
21	S	S	S	H	H	R	S	S	S	H	S	R	S	N
22	S	S	S	H	H	R	S	S	S	H	S	R	S	N
23	S	S	S	H	H	R	S	S	S	H	S	R	S	N
24	S	S	S	H	H	R	S	S	S	H	S	R	S	N

No.	pro Psy1 -177	pro Psy1 -745	Psy1 CDS	BPro SNP 1F	SGR1 F1	SGR1 F3	SGR1 F4	SGR -2bp DEL	SGR -A adding	MYB 12 F3	MYB 12 F4	MYB12 -i2	MYB 12 -aR6	MYB 12 -aR5
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Pink	N	N	N	N
2	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Pink	N	N	N	N
3	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Pink	N	N	N	N
4	N	N	N	N	N	N	N	N	N	-	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Pink	-	N	N	N
6	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Pink	N	N	N	N
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	H	N
8	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	H	N
9	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	H	N
10	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	H	N
11	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Pink	N	N	N	N
12	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	-	N	H	N
13	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	H	N
14	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	H	N
15	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
16	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	H	N
17	N	N	N	N	N	N	N	N	N	H	N	N	H	N
18	N	N	N	-	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
19	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	D	D
20	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	D	D
21	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	D	D
22	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	D	D
23	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	D	D
24	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	D	D

## 2. 양배추 분자마커 활용성 검토 및 서비스

### 가. 분자마커 정보 확보 및 마커의 분석시스템 체계 확립

#### (1) 자가불화합성 S-유전자형 판별

양배추의 경우 국내 종묘회사에서 많은 유전자원을 보유 중인 반면 자가불화합성 유전자형이 정확히 분류되어 있지 않기 때문에 육종현장에서는 육종가가 관행적으로 교배조합을 작성하고 있으므로 교배조합의 범위가 매우 좁은 것이 현실이다. 따라서 자가불화합성 유전자형 동정 마커 개발을 통하여 양배추 유전자원의 자가불화합성 유전자형 구분이 반드시 필요하다.

따라서 양배추 자가불화합성 인자의 조기 동정마커를 육종에 적용시킬 경우 육종연한을 현저하게 단축시킬 수 있으며, 특히 S-유전자형 동정은 정확하고 신속하므로 교배 시에 발생하는 환경요인에 의한 장애요인을 제거할 수 있다. 즉, 육묘기 때 S-유전자형이 동정되면 개화기까지 작물을 재배하는데 필요한 비용과 교배 노력이 절감되어 현장에서 육종효율이 향상될 것이다. 본 연구과제는 자가불화합성 유전자형 class I 및 II로 구분할 수 있는 마커(KD5+KD8, KD4+KD7)를 확보한 후 자가불화합성의 유형이 밝혀진 유전자원을 이용하여 활용성 검토를 한 결과 정확한 판별이 가능하였다(그림 16).

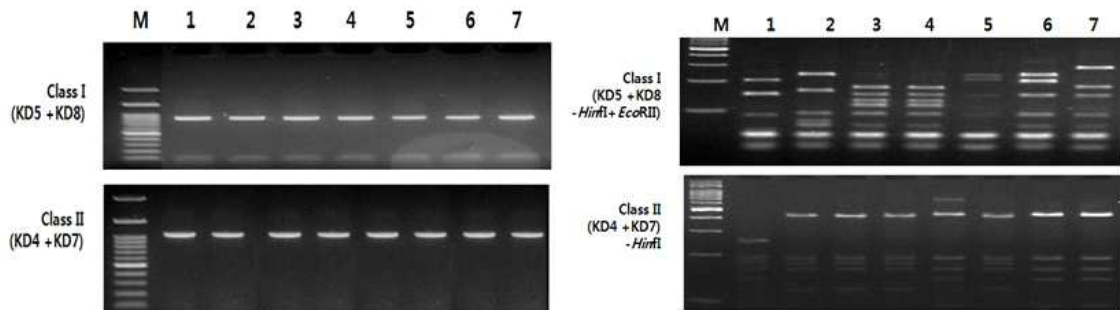


그림 16. Class I 과 Class II 구분마커로 양배추 7sample에 대한 PCR(좌) 및 Class I 과 Class II 그룹 내 S-유전자형 구별을 위한 제한효소 처리(우)

2차년도에는 GSP사업단에서 개발한 PCR-CAPS에 의해 class I의 S-genotype을 16종으로 구분할 수 있었으며, 양배추 class I 증폭 마커인 KD5+KD8로 증폭한 후 제한효소를 처리하여 마커의 활용성을 검토한 결과 명확히 구분해 낼 수 있었다(그림 17).

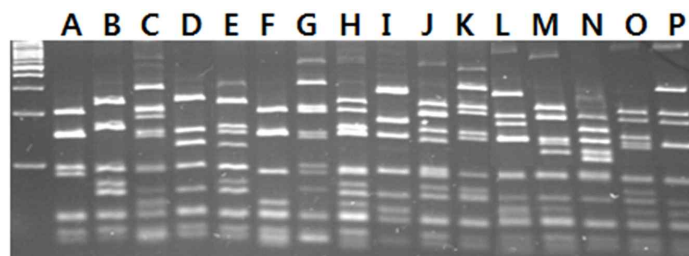


그림 17. PCR-CAPS에 의한 class I의 S-genotype 종류

2차년도에는 GSP사업단에서 개발한 HRM 방법을 사용하여 양배추 자가불화성 class II의 S-유전자형인 S2, S5, S15를 구분하였으며, 마커의 활용성을 검토한 결과 명확히 3종을 구분해 낼 수 있었다(그림 18).

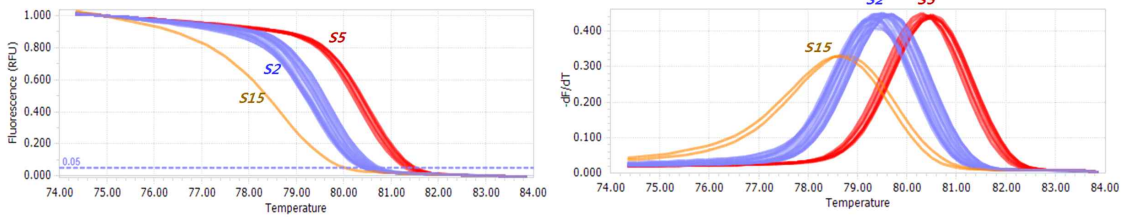


그림 18. 양배추 class II의 S-유전자형 판별  
(좌: Normalized Melting Curves, 우: Normalized Melting Peaks)

지금까지 밝혀진 양배추의 자가불화합성 유전자형 판별마커는 대부분 CAP, SSR 또는 PCR 마커로서 먼저 PCR과정과 gel 전기영동을 거쳐 Class I, II를 구분해야 하고 다시 제한효소를 처리한 후 다시 전기영동과정 등을 거치므로 대량의 시료를 처리하기에 부적합하여 본 연구과제에서는 HRM(High-resolution melting) 분석 방법을 모색하였다.

먼저 지금까지 밝혀진 Class II 그룹은 3가지 유전자형(S2, S5, S15)이 알려져 있으며, 이들 유전자형의 SRK영역의 염기서열이 밝혀져 있어 이를 바탕으로 10종의 HRM분석용 마커를 design하여 HRM(High-resolution melting) 분석 방법을 모색하였다(그림 19). 이중 3종의 마커는 Class II그룹의 3가지 유전자형(S2, S5, S15)을 명확하게 구별할 수 있었다(그림 20).

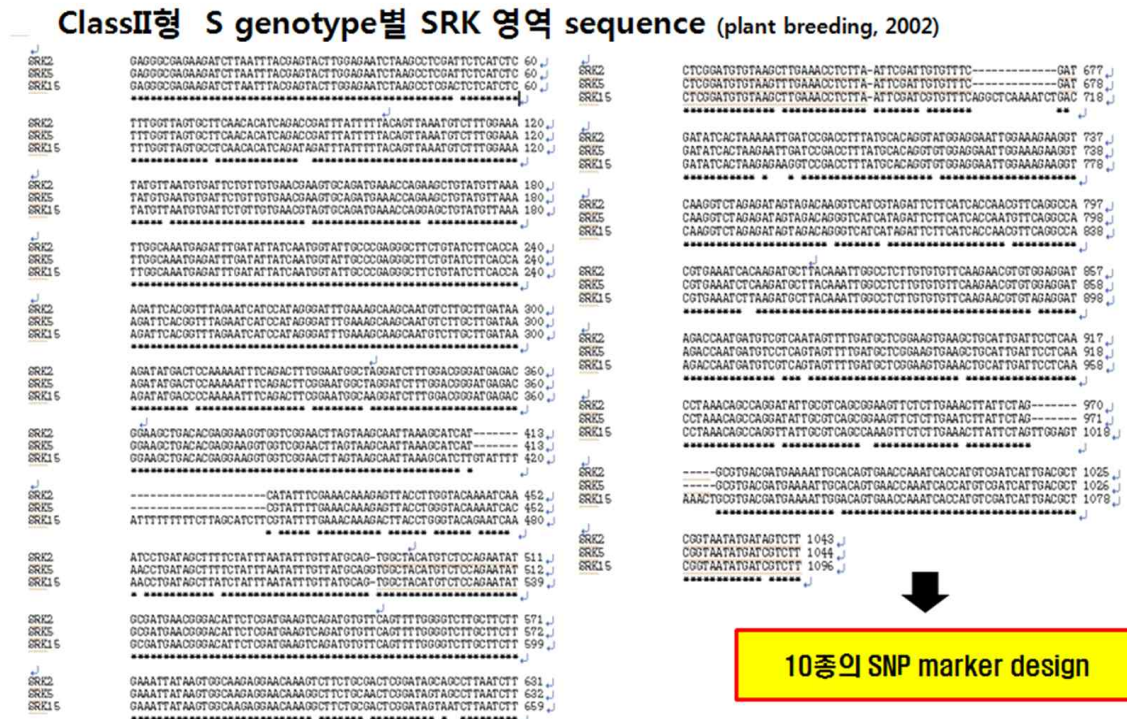


그림 19. 10종의 HRM분석용 마커 design



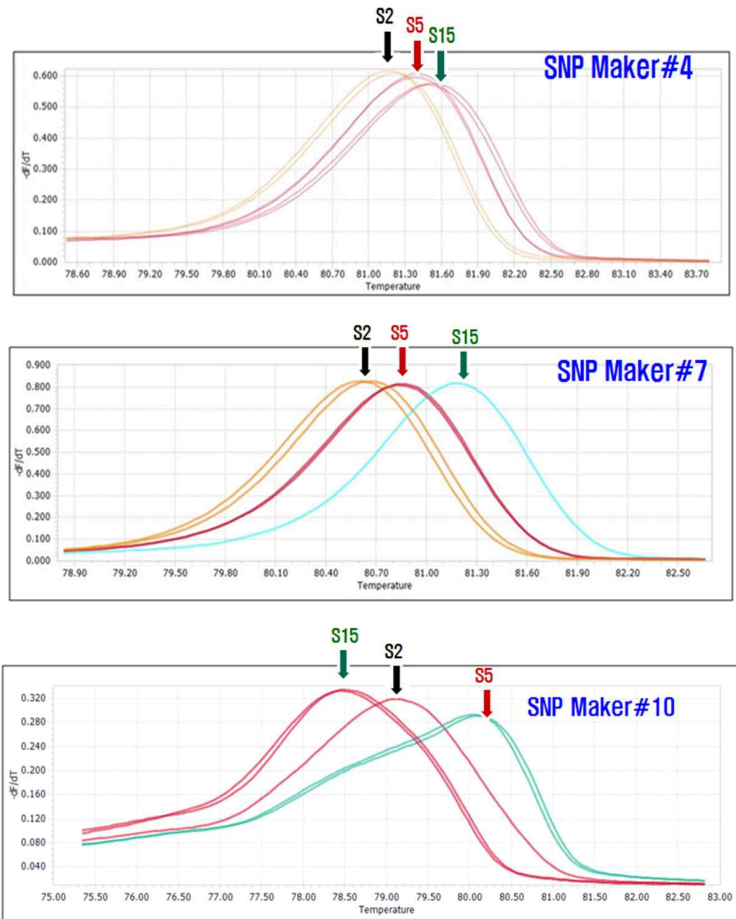


그림 20. HRM 분석에 의한 Class II 형 S-genotyping 개발

Class I 그룹의 경우 S-유전자형이 일부 밝혀져 있으며, 이들 유전자형의 염기서열 또한 부분적으로 일부만 밝혀져 있어 본 과제에서는 먼저 Class I 그룹의 HRM분석을 위해 본 과제에서 확보된 10종의 다른 유전자형의 SRK영역 중 3종류의 S-유전자형 SRK영역의 일부를 클로닝하여 염기서열을 확보하였다(표 50).

표 50. HRM 분석을 위한 Class I의 S-유전자형의 SRK영역 염기서열

	Class I형 S genotype별 SRK 영역 sequence
<i>SRK-7</i>	TGGAAGGAGAGATTTCGACATTACAAATGGTGTGCTCGAGGGCTTTTATATCTTCATCAA GACTCACGGTTTAGGATAATCCACAGGGATATGAAACCAAGTAACATTTTGCTTGATAAA TATATGATCCCAAAGATCTCGGATTTTGGGATGGCCAGAATCTTTGCAAGGGACGAAAC TCAAGCTAGGACAGACAATGCGGTTGGAACCTTAgtaagcaagtctctgaagatatttaccataactct atagaactcatgacctcaagttcattttttgctactcagCGGCTACATGTCTCCGGAGTACGCAATGGAT GGCGTAATCTCGGAAAAACAGATGTTTTTCAGTTTTGGAGTCATAGTTCTTGAAATTGTT AGTGGA AAAAGGAATAGAGGATTCTACCAGGTGAACCCGGAACAATCTTCCAAGCTA Tgtaagttaagataagaaccaataatattctactctcgagattgctaaaacacttttttgaacaacgctaaaacaatt aatgcctttttatataaacagGCATGGACTCATTGGGCGGAGGGAAGAGCGCTAGAAATCGTA GATCCAGTCATCGTAGATTTCATCGTCATCTGCCATCAACATTTCAACAAAAGAAGTC CTAAAATGCATACAAATTGGTCTATTGTGTATTCAAGAACGTGCGGAGCACAGACCAAC GATGTCGTCGGTGGTTTTGGATGCTTGAAGTGAAGCAACAGAGATTCTCAGCCTAAAC CGCCAGTTTATTGTCTCATAGCAAGTTATTATGCAAATAATCCTTCTCAAGTAGGCAAT TCGACGACGATGAATCCTGGACGGTGAACAAGTACACCTGCTCAGTCATCGATGCCCGG TAATATGAAAGC
<i>SRK-23</i>	TGGAAGGAGAGATTTCGACATTACCAATGGTGTGCTCGAGGGCTTTTATATCTTCATCAA GACTCACGGTTTAGGATAATCCACAGAGATTTGAAAGTAAGTAACATTTTGCTTGATAAA

	<p>AATATGATCCCAAAGATCTCGGATTTTGGGATGGCCAGGATATTCGCAAGGGACGAGAC  CGAAGCTAACACAATGAAGGTGGTCGGAACCTTAgtagcaatcaaatatcacgaacatcagtatctttaa  gaatataataaatatgtgtcctaaccgtaactttagaaagttataacttttaagtttaattttctttactcagCGGCTACAT  GTCCCCGGAGTACGCAATGGGTGGGATATTTTCAGAAAAATCAGATGTTTTTCAGTTTTG  GAGTCATAGTTCTTGAAATTGTTACTGGAAAGAGGAACAGAGGATTCTACAATTTGTCCT  ACGAATACAGTCTTCTAAGCTATgtaagtataagaaccaataattcgatattgctttcaaaatttctgaaaacacttt  aaatgcttttatcctaataaacagGCATGGAGTAACTGGAAAGGAAGGAAGGGCACTAGAAATTGTA  GATTCAGTACTCGTAGATTTCATTGTCACCACTGTCATCAACATTTCAACCACAAGAAGTC  CTAAAATGCATACAGATTGGTCTCTTGTGTGTCCAGGAACTTGCAGAGCACAGACCAAC  GATGTCGTCTGTGGTTTTGGATGCTTGGAAAGTGAAGCAACAGAGATTCCTCATCCTAAAC  CGCCAGGTAATTGCGTCCGAAGAAGTCCTTATGAACTTGATCCTTCATCAAGTAGGCAAT  ACGAGGACGATGAATCCTGGACTGTGAACCAATACACTTGCTCAGTCATCGATGCCCGG  TAATATGAAAGC</p>
<p><b>SRK-68</b></p>	<p>TGGAAGGAGAGATTTCGACATTACAAATGGTGTGCTCGAGGGCTTTTATATCTTCATCAA  GACTCACGGTTTAGGATAATCCACAGGGATATGAAACCAAGTAACATTTTGCTTGATAAA  TATATGATCCCAAAGATCTCGGATTTTGGGATGGCCAGAATCTTTGCAAGGGACGAAAC  TGAAGCTAGCACAGACAATGCGGTGCGGAACCTTAgtagcaagtctttgaagatattttcttaccataactc  tatagaactcatgaccttaagttcattttgtgctactcagCGGCTACATGTCTCCGGAGTACGCAATGGAT  GGGGTAATCTCGGAAAAAACAAGATGTTTTTCAGTTTTTGGAGTCATAGTTCTTGAAATTGTT  AGTGGAAAAAAGGAATAGAGGATTCTACCAGGTGAACCCCTGAAAAACAATCTTCTAAGCTA  Cgtaagtttaagaaccaataatattcttactctcgagattgctaaaacacttctttttttaacaacgctaaacaatttaaatgct  tttattttataaacagGCATGGAGTCATTGGGCGGAGGGGAAGAGCGCTAGAAATCGTAGATCCA  GTCATCGTAGATTTGTTGTCATCTCTGCCATCGACATTTCAACGAAAAGAAGTCCTAAAA  TGCATACAAATTGGTCTATTGTGTATTCAAGAACGTGCGGAGCACAGACCAACGATGTC  GTCGGTGGTTTTGGATGCTTGGAAAGTGAAGCAACAGAGATTCCTCAGCCTAAACCGCCAG  TTTATTGTCTCATGGCAAGTTATTATGCAAATAATCCTTCTCCTCAAGTAGGCAATTCGACG  ACGATGAATCCTGGACGGTGAACCAAGTACACCTGCTCAGTCATCGATGCCCGGTAATAT  GAAAGC</p>

**(2) 양배추 응성불임성유형 판별**

배추과 작물의 세포질 응성불임성(CMS)계통은 육종 소재 활용도가 높고 동일한 유전기작의 응성 불임성은 한 개체만 있어도 다양한 응성불임성 계통을 육성할 수 있으므로 유전기작이 다양한 응성불임성 획득 및 판별이 필요하다. 따라서 본 연구개발 과제를 통해 육종회사나 개인 육종가 등이 보유한 육종소재 또는 유전자원의 CMS 유형을 정확히 판별하여 정보를 제공함으로써 육종 연한 단축 및 육종비용을 절감할 수 있을 것이다.

지금까지 배추과 작물의 CMS유형 구분을 위한 분자마커 개발에 관한 연구가 활발이 이루어져 있으며, 현재까지 밝혀진 CMS와 MF의 구분 특이적 마커로는 atpA, BramsA, BramsB1, BramsB2가, Ogura type 특이적 마커는 BramsC, Polima type 특이적 마커는 BramsF Ogura-like type 특이적 마커는 BramsH1 등의 마커가 개발되어 활용되고 있어 본 과제에서는 이들 마커들을 확보하여 보유하고 있는 배추과 유전자원을 대상으로 활용성 검토를 실시하였다 (그림 21).

CMS와 MF의 구분 특이적 마커인 atpA, BramsA, BramsB1, BramsB2 3종의 분자마커를 이용하여 배추과인 양배추, 브로콜리, 배추, 갓 등을 대상으로 PCR을 실시한 결과 이들 마커 모두 배추와 갓에서는 CMS와 MF를 명확하게 구분할 수 있었으나 양배추류인 양배추와 브로콜리에서는 이들 마커가 적합하지 않았다. 또한 CMS유형을 구분하는 마커인 BramsC, BramsF 마커의 활용성 검토 결과 양배추와 브로콜리를 적용에는 부적합하였다.



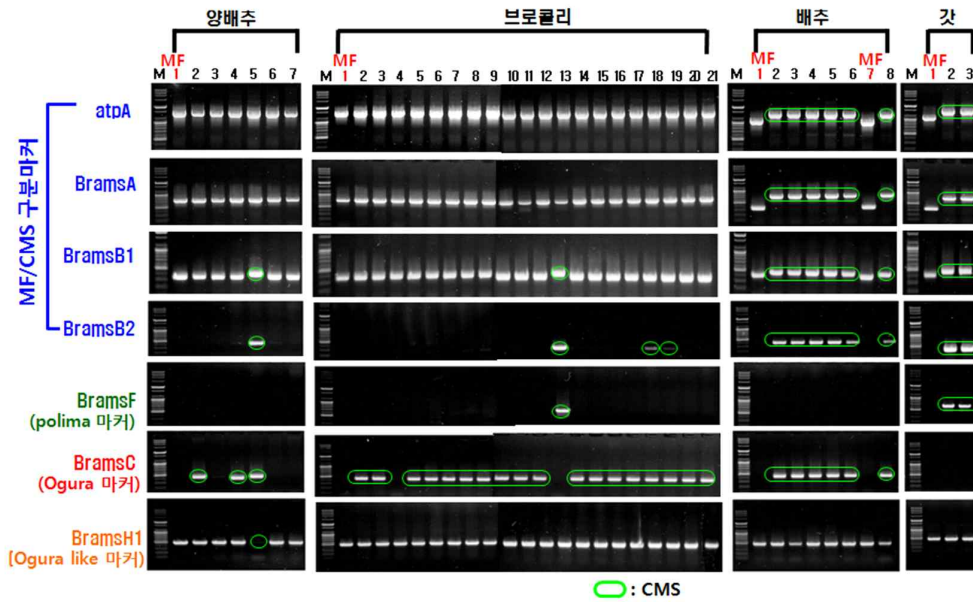


그림 21. 배추과 작물의 CMS유형 판별

국내 대부분의 배추과의 CMS는 Ogura type에 편중되어 있는 것으로 보고가 되어 있어 본 연구과제에서는 우선 Ogura type을 구별할 수 있는 2종류의 마커를 확보하여 보유하고 있는 유전자원을 대상으로 마커의 활용성 검토를 실시한 결과 Ogura type과 Ogura type이 아닌 개체를 명확하게 구별할 수 있어 의뢰된 시료를 대상으로 서비스를 실시하였다(그림 22).

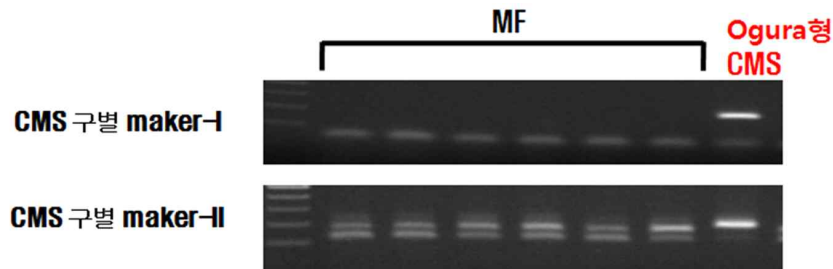


그림 22. Ogura type을 구별할 수 있는 마커검정

### (3) 양배추 시들음병 저항성 판별

양배추를 재배하는 데 있어서 발병하여 문제가 되는 병으로 시들음병이 있어 이에 저항성인 개체를 분자마커로 선발하면, 위황병 저항성 검정을 하지 않고 조기에 있어 선발할 수 있어 훨씬 용이하여 양배추 육종에 있어 유리하다. GSP사업단에서 개발한 시들음병 저항성 유전자에 대한 마커를 확보하여 보유하고 있는 유전자원을 대상으로 마커의 활용성 검토를 실시한 결과 resistant와 susceptible을 확실하게 구분해 낼 수 있었으며, 이를 양배추 시범포에 운영되고 있는 양배추 15품종에 대하여 활용성 검토를 한 결과 모두 시들음병 저항성 유전자를 가지고 있었다(그림 23, 24). 하지만, 실제 시들음병에 대한 표현형 검정 결과 유전형이 저항성을 나타내에도 시들음병에 감수성 개체가 확인되었다. 이에 3차년도에 시들음병 유전자로 밝혀진 FocBo1 유전자에 대해 genotype과 phenotype이 다른 개체들을 대상으로 분석한 결과 저항성과 감수성을

나타내는 새로운 region을 동정하였다. 이로써 좀 더 정확한 시들음병 판별이 가능해졌으며, 이들 마커를 사용하여 서비스를 진행하였다(그림 25, 26, 27, 28).

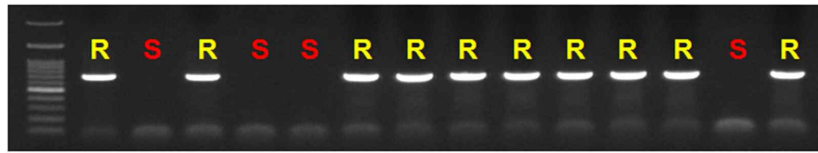


그림 23. 시들음병 저항성 마커 활용성 검정

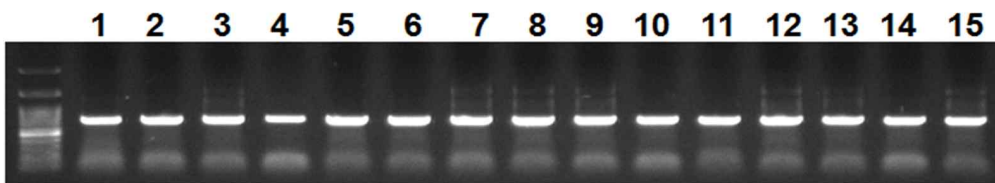


그림 24. 양배추 시범포 품종에 대한 시들음병 마커 검정

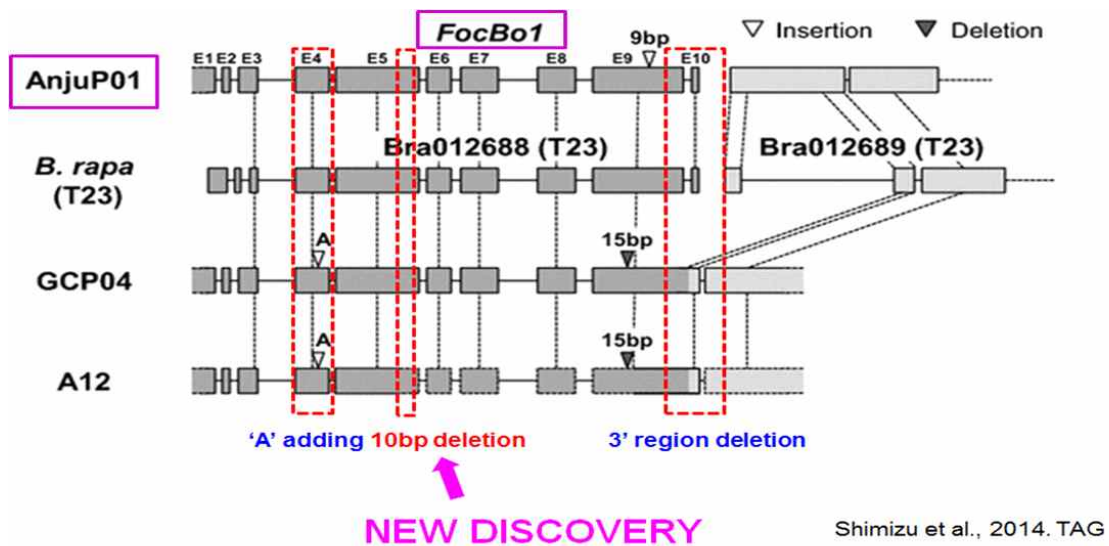


그림 25. 양배추 시들음병에 저항성을 나타내는 FocBo1 유전자의 모식도. 위의 그림에서 보는 것처럼 기존에는 두 영역 ('A' adding, 3' region deletion)에 대해서만 변이가 일어났을 시 시들음병에 대해 감수성을 나타내었다. 하지만, 본 연구를 통해 exon 5 region에 10 bp deletion이 일어날 경우 감수성을 나타낸다는 것을 추가로 발견하였다.

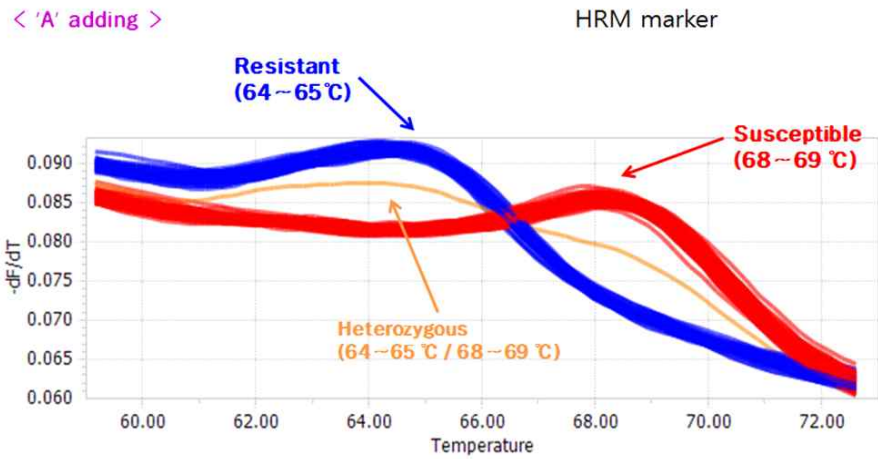


그림 26. 양배추 시들음병 저항성 유전자인 FocBo1의 'A' adding을 이용한 HRM용 마커를 개발하여 저항성과 감수성을 구분할 수 있는 분자마커를 개발하였다.

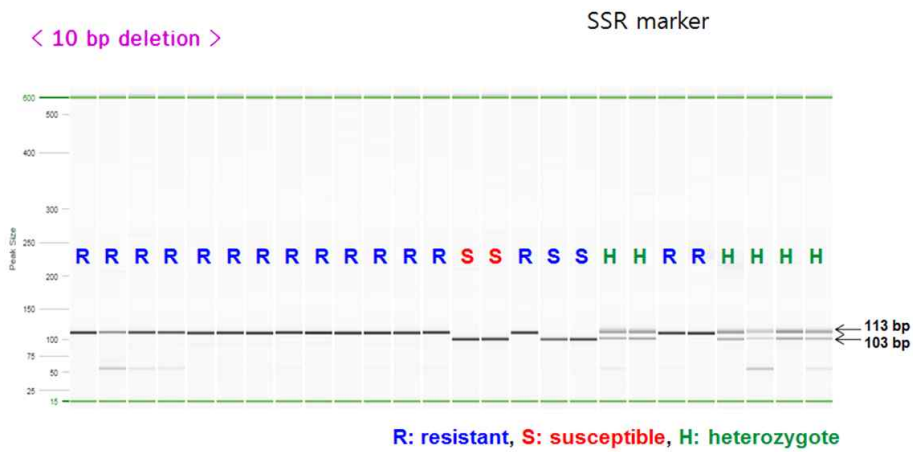


그림 27. 양배추 시들음병 저항성 유전자인 FocBo1에서 새롭게 발견된 10bp deletion을 이용해 시들음병에 대한 저항성과 감수성을 판별 할 수 있는 분자마커를 개발하였다.

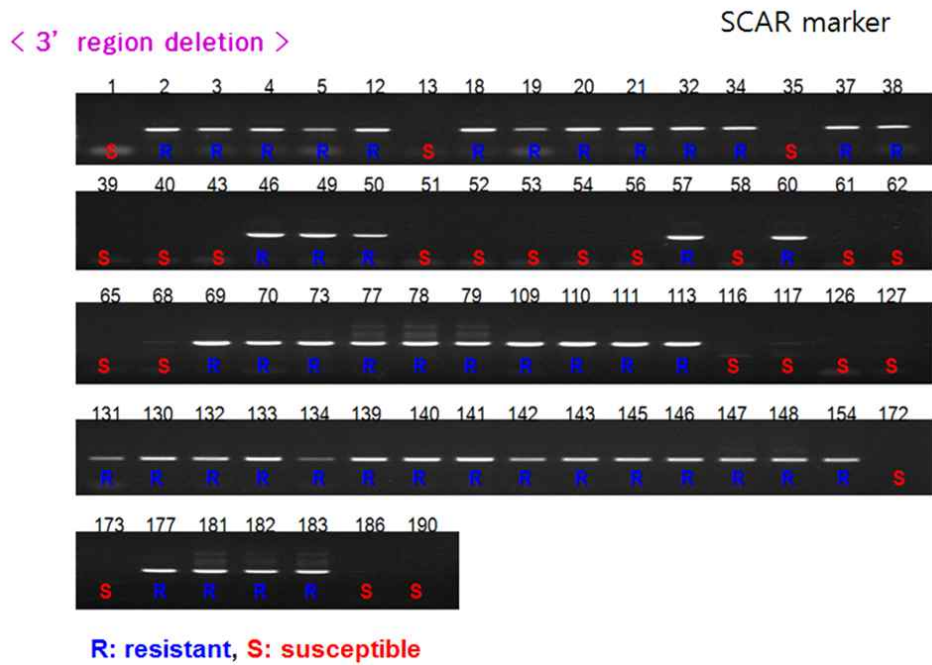
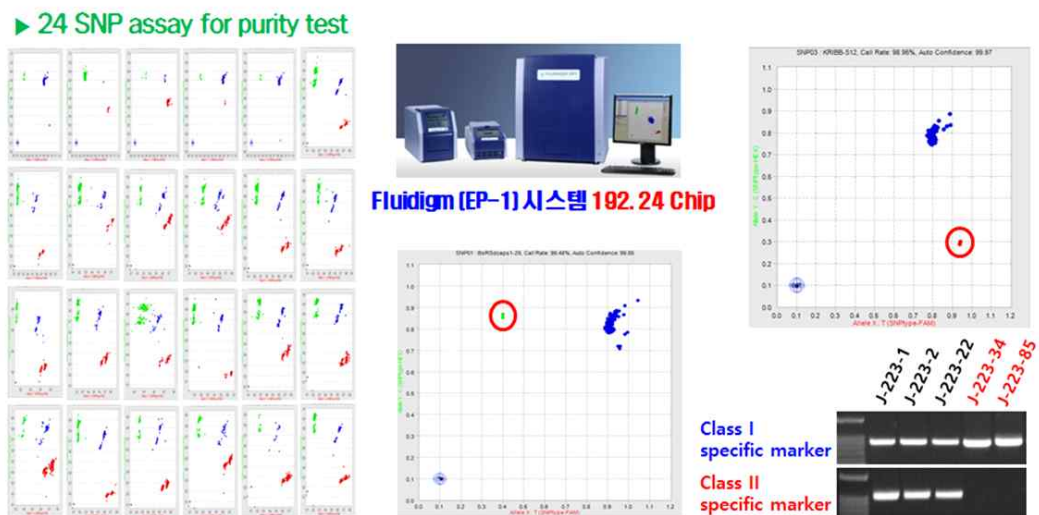


그림 28. 양배추 시들음병 저항성 유전자인 FocBo1의 3' region deletion을 이용한 마커 검정 결과 저항성과 감수성을 판별할 수 있다.

#### (4) 양배추 순도검정 24 Chip



192 F1중 2개체가 non-F1

그림 29. 24개의 순도검정용 SNP 마커를 이용하여 양배추의 F1 순도를 검정한 결과. 그림에서 보듯이 192개의 F1을 확인한 결과 2개의 lines에 대해 F1이 아님을 알 수 있었다.

## 나. 의뢰된 시료의 마커분석 서비스

### (1) 아시아종묘

1차년도에 아시아종묘로부터 자가불화합성 유형 및 S-유전자형 판별을 위해 158계통을 의뢰받아 PCR을 실시한 결과는 아래 표 51과 같다. 아시아종묘로부터 의뢰받은 158계통 중 Class I 그룹은 97계통 그리고 7종류의 다른 S-유전자형을 확인할 수 있었으며, Class II 그룹의 경우 59계통으로 3종류의 다른 S-유전자형을 확인할 수 있었으며 2계통은 Class I과 II가 존재하여 원종이 아님을 알 수 있었다.

표 51. 1차년도 아시아종묘 양배추 원종의 S-genotyping

업체명	총 Sample수	Class 구별		S-genotype 종류	비고
아시아종묘	158	Class I	97	7	Class I + II =2
		Class II	59	3	

2차년도에는 아시아종묘로부터 자가불화합성 유형 및 S-유전자형 판별을 위해 198점의 계통을 의뢰받아 PCR을 실시하였다(표 52 및 그림 30).

표 52. 2차년도에 아시아종묘로부터 의뢰받은 시료에 대한 마커 검정 결과

No.	Class-I (KD5+KD8)	Class-II (KD4+KD7)	No.	Class-I (KD5+KD8)	Class-II (KD4+KD7)
1	detected	non-detected	100	detected	detected
2	detected	non-detected	101	non-detected	detected
3	detected	non-detected	102	non-detected	detected
4	detected	non-detected	103	non-detected	detected
5	detected	non-detected	104	detected	detected
6	non-detected	detected	105	detected	detected
7	non-detected	detected	106	detected	detected
8	non-detected	detected	107	non-detected	detected
9	non-detected	detected	108	detected	detected
10	non-detected	detected	109	detected	non-detected
11	non-detected	detected	110	detected	non-detected
12	detected	non-detected	111	detected	non-detected
13	detected	non-detected	112	detected	detected
14	non-detected	detected	113	detected	non-detected
15	non-detected	detected	114	detected	detected
16	non-detected	detected	115	non-detected	detected
17	non-detected	detected	116	detected	non-detected
18	detected	non-detected	117	detected	non-detected
19	detected	non-detected	118	non-detected	detected
20	detected	non-detected	119	non-detected	detected
21	detected	non-detected	120	non-detected	detected
22	non-detected	detected	121	detected	detected

No.	Class-I (KD5+KD8)	Class-II (KD4+KD7)
23	non-detected	detected
24	non-detected	detected
25	non-detected	detected
26	non-detected	detected
27	non-detected	detected
28	non-detected	detected
29	non-detected	detected
30	non-detected	detected
31	non-detected	detected
32	detected	non-detected
33	non-detected	detected
34	detected	non-detected
35	detected	non-detected
36	non-detected	detected
37	detected	non-detected
38	detected	non-detected
39	detected	non-detected
40	detected	non-detected
41	non-detected	detected
42	non-detected	detected
43	detected	non-detected
44	non-detected	detected
45	non-detected	detected
46	detected	non-detected
47	non-detected	detected
48	non-detected	detected
49	detected	non-detected
50	detected	non-detected
51	detected	non-detected
52	detected	non-detected
53	detected	non-detected
54	detected	non-detected
55	detected	detected
56	detected	non-detected
57	detected	non-detected
58	detected	non-detected
59	detected	detected
60	detected	non-detected
61	detected	non-detected
62	detected	non-detected
63	N/A	N/A
64	N/A	N/A

No.	Class-I (KD5+KD8)	Class-II (KD4+KD7)
122	non-detected	detected
123	non-detected	detected
124	non-detected	detected
125	detected	detected
126	detected	non-detected
127	detected	non-detected
128	non-detected	detected
129	non-detected	detected
130	detected	non-detected
131	detected	non-detected
132	detected	non-detected
133	detected	non-detected
134	detected	non-detected
135	detected	detected
136	detected	detected
137	non-detected	detected
138	detected	detected
139	detected	non-detected
140	detected	non-detected
141	detected	non-detected
142	detected	non-detected
143	detected	non-detected
144	detected	detected
145	detected	non-detected
146	detected	non-detected
147	detected	non-detected
148	detected	non-detected
149	detected	detected
150	detected	detected
151	detected	detected
152	detected	detected
153	non-detected	detected
154	detected	non-detected
155	detected	detected
156	non-detected	detected
157	non-detected	detected
158	detected	detected
159	non-detected	detected
160	non-detected	detected
161	non-detected	detected
162	detected	detected
163	detected	detected



No.	Class-I (KD5+KD8)	Class-II (KD4+KD7)
65	detected	non-detected
66	non-detected	detected
67	non-detected	detected
68	detected	non-detected
69	detected	non-detected
70	detected	non-detected
71	detected	detected
72	detected	detected
73	detected	non-detected
74	detected	detected
75	detected	detected
76	detected	detected
77	detected	non-detected
78	detected	non-detected
79	detected	non-detected
80	detected	detected
81	detected	detected
82	detected	detected
83	detected	detected
84	non-detected	detected
85	detected	detected
86	detected	detected
87	detected	detected
88	non-detected	detected
89	non-detected	detected
90	non-detected	detected
91	detected	detected
92	detected	detected
93	detected	detected
94	detected	detected
95	detected	detected
96	detected	detected
97	detected	detected
98	detected	detected
99	detected	detected

No.	Class-I (KD5+KD8)	Class-II (KD4+KD7)
164	detected	detected
165	detected	detected
166	detected	detected
167	detected	detected
168	detected	detected
169	detected	detected
170	non-detected	detected
171	non-detected	detected
172	detected	non-detected
173	detected	non-detected
174	detected	detected
175	detected	detected
176	detected	detected
177	detected	non-detected
178	detected	detected
179	detected	detected
180	detected	detected
181	detected	non-detected
182	detected	non-detected
183	detected	non-detected
184	detected	detected
185	detected	non-detected
186	detected	non-detected
187	detected	detected
188	detected	detected
189	detected	detected
190	detected	non-detected
191	detected	detected
192	detected	detected
193	detected	detected
194	detected	detected
195	detected	non-detected
196	non-detected	detected
197	detected	detected
198	detected	detected

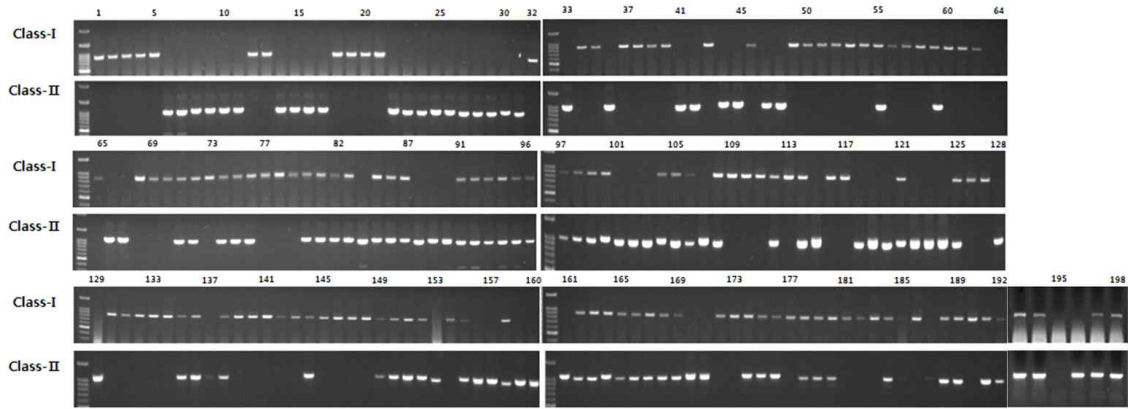


그림 30. 2차년도에 아시아종묘로부터 의뢰받은 시료에 대한 PCR (KD5+KD8, KD4+KD7)

아시아종묘의 자가불화합성 유형 판별 결과 KD5+KD8마커에서 시료는 총 198개로 이 중 139개가 detected되었고, 57개가 non-detected이었으며 2개의 시료는 DNA가 불량하여 더 검토 해보아야 하며, KD4+KD7마커에서 123개가 detected되었고, 73개가 non-detected되었으며, 2개 시료는 DNA가 불량하여 더 검토 해보아야 한다(표 53).

표 53. 2차년도 양배추 자가불화합성 유형 판별 결과

서비스 마커	의뢰업체	의뢰된 Sample 수	Detected sample 수	Non-detected sample 수	NotAvailable sample 수
KD5+KD8	아시아종묘	198	139	57	2
KD4+KD7		198	123	73	2

2차년도에 아시아종묘 시료에 대하여 자가불화합 유전자에 대하여 class I과 II를 구분한 다음 각 각에 대하여 S-genotype을 구분하기 위해 마커를 검정하였다(표 54, 55 및 그림 31).

표 54. 2차년도 아시아종묘 시료에 대한 자가불화합 유전자 class I의 PCR-CAPS에 대한 class I 그룹핑

No.	Sample No.	Class-I group	No.	Sample No.	Class-I group	No.	Sample No.	Class-I group	No.	Sample No.	Class-I group
1	1	A	19	43	I	37	73	F	55	140	G
2	2	B	20	46	F	38	77	I	56	141	F
3	3	B	21	49	F	39	78	A	57	142	J
4	4	B	22	50	D	40	79	K	58	143	J
5	5	B	23	51	F	41	109	B	59	145	J
6	12	B	24	52	F	42	110	B	60	146	J
7	13	F	25	53	F	43	111	H	61	147	E
8	18	F	26	54	A	44	113	H	62	148	E
9	19	F	27	56	A	45	116	N	63	154	H
10	20	F	28	57	H	46	117	R(hetero)	64	172	F
11	21	F	29	58	F	47	126	C	65	173	F
12	32	B	30	60	D	48	127	L	66	177	A



No.	Sample No.	Class-I group	No.	Sample No.	Class-I group	No.	Sample No.	Class-I group	No.	Sample No.	Class-I group
13	34	D	31	61	F	49	130	M	67	181	G
14	35	F	32	62	F	50	131	O	68	182	G
15	37	D	33	65	F	51	132	D	69	183	K
16	38	D	34	68	F	52	133	D	70	186	M
17	39	F	35	69	P	53	134	J	71	190	C
18	40	F	36	70	P	54	139	G			

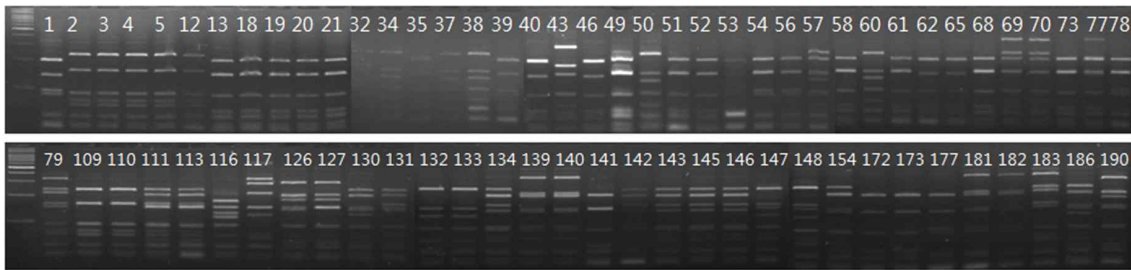


그림 31. 2차년도 아시아종묘 시료에 대한 자가불화합 유전자 class I의 PCR-CAPS 결과

표 55. 2차년도 아시아종묘 시료에 대한 자가불화합 유전자 class II의 S-genotyping

No.	Sample No.	Class-II genotyping	No.	Sample No.	Class-II genotyping	No.	Sample No.	Class-II genotyping	No.	Sample No.	Class-II genotyping
1	6	S2	7	24	S2	13	41	S5	19	120	S2
2	7	S2	8	27	S2	14	42	S5	20	128	S2
3	8	S2	9	29	S2	15	47	S5	21	137	S2
4	9	S2	10	31	S2	16	48	S5	22	196	S5
5	11	S2	11	33	S5	17	89	S15			
6	23	S2	12	36	S2	18	118	S2			

2차년도에 의뢰받은 양배추 시료에 대한 자가불화합성 유전자의 class-I grouping은 아시아종묘에서 받은 71점 시료에 대하여 16종이 나왔으며 그 외 hetero로 1종이 나왔으며, Class-II genotyping 결과 아시아종묘에서 받은 22점 시료에 대하여 S2가 15개, S5가 6개, S15가 1개 나왔다 (표 56).

표 56. 2차년도에 아시아종묘로부터 의뢰받은 양배추 시료에 대한 자가불화합성 S-genotyping 결과

마커 종류	의뢰 업체	마커 서비스 Sample수	마커 검정 결과 (ea)
Class-I grouping	아시아종묘	71	A(5), B(8), C(2), D(7), E(2), F(22), G(4), H(4), I(2), J(5), K(2), L(1), M(2), N(1), O(1), P(2), R hetero(1)
Class-II genotyping		22	S2(15), S5(6), S15(1)

3차년도에 아시아종묘로부터 198점에 대해 시들음병을 검정하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표 57와 같다.

표 57. 아시아종묘로부터 의뢰받은 198점의 시료에 대한 시들음병 마커 검정 결과

연번	FocBo1 F3	FocBo1 -e9-F4	addi tion	dele tion
1	S	S	S	R
2	R	S	R	S
3	R	S	R	S
4	R	S	R	S
5	R	S	R	S
6	R	NA	R	R
7	S	NA	R	R
8	S	NA	R	R
9	S	NA	R	R
10	S	NA	R	R
11	S	NA	R	R
12	R	S	R	S
13	S	NA	R	R
14	R	S	R	S
15	R	S	R	S
16	R	S	R	S
17	R	S	R	S
18	R	S	R	S
19	R	S	R	S
20	R	S	R	S
21	R	S	R	S
22	R	S	R	S
23	R	NA	R	R
24	R	NA	R	R
25	R	S	R	S
26	R	S	R	S
27	R	NA	R	R
28	R	NA	R	R
29	R	NA	R	R
30	R	S	R	S
31	R	NA	R	R
32	R	NA	R	S
33	S	NA	R	R
34	R	NA	R	R
35	S	S	S	R
36	R	NA	S	R
37	R	NA	R	R
38	R	NA	R	R
39	S	S	S	R
40	S	S	S	R
41	R	NA	R	R
42	R	NA	R	R
43	S	S	S	R
44	S	S	S	R
45	S	S	S	R

연번	FocBo1 F3	FocBo1 -e9-F4	addi tion	dele tion
67	R	S	R	S
68	S	S	S	R
69	R	S	R	S
70	R	S	R	S
71	R	S	H	H
72	R	S	H	H
73	R	NA	R	H
74	S	S	H	R
75	S	S	H	R
76	R	S	R	H
77	R	S	R	H
78	R	S	R	H
79	R	NA	R	H
80	R	S	H	H
81	S	S	H	H
82	R	S	H	H
83	R	S	H	H
84	R	S	H	R
85	R	S	H	H
86	R	S	H	H
87	R	S	H	H
88	R	S	H	R
89	R	S	R	S
90	R	S	R	S
91	R	S	R	H
92	R	NA	R	H
93	R	NA	R	R
94	R	NA	R	R
95	R	NA	R	R
96	S	NA	R	R
97	R	NA	R	H
98	R	S	R	H
99	R	S	H	H
100	R	NA	R	R
101	R	S	H	R
102	R	S	H	R
103	R	S	H	R
104	R	S	H	H
105	R	S	R	H
106	R	NA	R	H
107	R	S	R	S
108	R	S	H	R
109	R	S	R	S
110	R	S	R	S
111	R	S	R	H

연번	FocBo1 F3	FocBo1 -e9-F4	addi tion	dele tion
133	R	NA	R	R
134	R	S	H	H
135	R	S	R	H
136	R	NA	R	H
137	R	S	H	R
138	R	NA	R	R
139	R	S	H	R
140	R	S	H	R
141	R	NA	R	H
142	R	S	H	H
143	R	S	H	H
144	R	NA	R	H
145	R	S	H	H
146	R	S	H	H
147	R	NA	R	H
148	R	NA	R	H
149	S	S	H	R
150	S	S	H	R
151	S	S	H	R
152	S	S	H	H
153	R	S	H	R
154	R	S	H	R
155	R	NA	R	R
156	R	NA	R	R
157	R	NA	R	R
158	S	S	H	R
159	S	S	S	R
160	R	S	H	R
161	S	S	S	R
162	R	S	H	H
163	R	S	H	H
164	R	S	H	R
165	R	NA	R	H
166	R	S	H	R
167	R	S	H	R
168	S	S	S	R
169	S	S	S	R
170	R?	NA	R	S
171	R	NA	R	S
172	S	S	S	R
173	S	S	S	R
174	R	NA	R	R
175	R	NA	R	R
176	R	NA	R	R
177	R?	NA	R	S

연번	FocBo1 F3	FocBo1 -e9-F4	addition	deletion
46	R	NA	R	R
47	S	S	S	R
48	R	NA	R	R
49	R	NA	R	R
50	R	NA	R	R
51	S	S	S	R
52	S	S	S	R
53	S	S	S	R
54	S	S	S	R
55	S	S	S	R
56	S	S	S	R
57	R	NA	R	R
58	S	S	S	R
59	S	S	S	R
60	R	NA	R	R
61	S	S	S	R
62	S	S	S	R
63	R	NA	R	R
64	R	NA	R	R
65	S	S	S	R
66	R	S	R	S

연번	FocBo1 F3	FocBo1 -e9-F4	addition	deletion
112	R	NA	R	R
113	R	S	R	H
114	R	NA	R	R
115	R	S	H	H
116	S	S	S	R
117	S	S	S	R
118	R	S	S	R
119	R	S	R	S
120	R	NA	R	S
121	R	S	H	H
122	R	S	R	H
123	R	S	R	H
124	R	S	R	H
125	R	S	R	H
126	S	S	S	R
127	S	S	S	R
128	R	NA	R	R
129	R	S	S	R
130	R	S	H	R
131	R	S	H	H
132	R	NA	R	R

연번	FocBo1 F3	FocBo1 -e9-F4	addition	deletion
178	R	NA	R	H
179	R	NA	R	H
180	R	NA	R	H
181	R	S	R	H
182	R	NA	R	H
183	R	NA	R	H
184	R	NA	R	R
185	R	S	H	R
186	S	S	S	R
187	S	S	S	R
188	S	S	S	R
189	S	S	S	R
190	S	S	S	R
191	R	S	H	R
192	R	S	H	R
193	R	S	H	R
194	R?	S	H	R
195	R?	NA	R	R
196	S	S	S	R
197	R?	NA	R	H
198	R	S	R	H

4차년도에 아시아종묘로부터 130개의 시료를 의뢰받아 4개의 시들음병 판별 분자마커를 검정 하였다(표 58).

표 58. 4차년도에 아시아종묘로부터 의뢰받은 130개의 시료에 대한 시들음병 판별 결과

No.	B.N	FocBo1 -296bp -pF2	FocBo1 -10bp	FocBo1 MTK -C-R1	FocBo1 -e9-F4
1	BN330	H	-	R	S
2	BN335	R	H	R	R
3	BN348	R	H	R	R
4	BN350	R	S	R	R
5	BN351	R	H	R	R
6	BN352	R	H	R	R
7	BN353	R	S	R	S
8	BN354	R	S	R	R
9	BN355	R	R	R	R
10	BN356	R	H	R	R
11	BN357	R	S	R	R
12	BN358	H	H	R	S
13	BN359	R	H	R	R
14	BN360	R	R	R	R
15	BN361	H	H	R	S
16	BN362	H	R	R	S
17	BN363	H	R	R	S
18	BN364	R	S	R	R
19	BN365	R	H	R	R
20	BN366	R	H	R	R

No.	B.N	FocBo1 -296bp -pF2	FocBo1 -10bp	FocBo1 MTK -C-R1	FocBo1 -e9-F4
66	BN456	R	H	R	R
67	BN458	R	H	R	R
68	BN516	S	R	S	S
69	BN517	R	H	R	R
70	BN518	R	R	R	R
71	BN519	R	H	R	R
72	BN524	S	R	S	S
73	BN529	S	R	S	S
74	BN531	S	R	S	S
75	BN554	H	R	R	S
76	BN555	H	R	R	S
77	BN702	H	R	R	S
78	BN703	R	R	R	R
79	BN704	R	R	R	R
80	BN706	S	R	S	S
81	BN722	R	R	R	R
82	BN724	R	R	R	R
83	BN728	H	R	R	S
84	BN730	S	R	S	S
85	BN737	H	R	R	S

No.	B.N	FocBo1 -296bp -pF2	FocBo1 -10bp	FocBo1 MTK -C-R1	FocBo1 -e9-F4
21	BN367	R	R	R	R
22	BN368	R	H	R	R
23	BN369	R	H	R	R
24	BN370	R	H	R	R
25	BN371	R	H	R	R
26	BN372	R	H	R	R
27	BN375	S	R	S	S
28	BN381	R	H	R	R
29	BN382	R	H	R	R
30	BN383	R	S	R	R
31	BN384	R	S	R	S
32	BN385	R	H	R	R
33	BN386	R	H	R	R
34	BN389	R	H	R	R
35	BN390	S	R	S	S
36	BN391	R	H	R	R
37	BN392	R	R	R	R
38	BN393	R	S	R	R
39	BN394	R	H	R	R
40	BN395	R	H	R	S
41	BN396	R	H	R	R
42	BN397	R	H	R	R
43	BN399	H	H	R	S
44	BN400	R	H	R	R
45	BN401	H	H	R	R
46	BN402	H	H	R	S
47	BN403	R	H	R	R
48	BN404	R	H	R	R
49	BN405	R	S	R	R
50	BN406	H	H	R	S
51	BN422	R	R	R	R
52	BN430	R	S	R	R
53	BN431	R	S	R	R
54	BN432	R	S	R	R
55	BN434	S	R	S	S
56	BN435	R	S	R	S
57	BN439	R	H	R	R
58	BN444	R	S	R	S
59	BN445	H	H	R	S
60	BN446	H	H	R	R
61	BN447	R	H	R	R
62	BN448	R	H	R	R
63	BN449	H	H	R	S
64	BN450	R	H	R	R
65	BN455	R	H	R	R

No.	B.N	FocBo1 -296bp -pF2	FocBo1 -10bp	FocBo1 MTK -C-R1	FocBo1 -e9-F4
86	BN738	S	R	S	S
87	BN739	R	H	R	R
88	BN740	R	R	R	R
89	BN741	R	H	R	R
90	BN744	H	R	R	S
91	BN747	R	R	R	R
92	BN749	S	R	S	S
93	BN750	H	R	R	S
94	BN752	S	R	R	S
95	BN753	H	R	R	S
96	BN755	R	H	R	R
97	BN764	R	R	R	R
98	BN906	R	R	R	R
99	BN907	S	R	S	S
100	BN908	S	R	S	S
101	BN909	H	R	R	S
102	BN910	S	R	S	S
103	BN911	H	R	R	S
104	BN912	H	R	R	S
105	BN913	S	R	S	S
106	BN914	S	R	S	S
107	BN915	H	R	R	S
108	BN917	R	H	R	R
109	BN923	S	R	S	S
110	BN924	S	R	S	S
111	BN925	H	R	R	S
112	BN926	H	R	R	S
113	BN927	R	H	R	R
114	BN928	H	R	R	S
115	BN933	H	R	S	S
116	BN935	H	R	S	S
117	BN950	S	R	S	S
118	BN951	H	R	R	S
119	BN957	H	R	R	S
120	BN958	R	H	R	R
121	BN961	-	R	R	S
122	BN962	H	R	R	S
123	BN963	-	R	R	R
124	BN970	H	R	R	S
125	BN971	S	R	S	S
126	BN972	S	R	S	S
127	BN973	R	R	R	R
128	BN976	S	R	S	S
129	BN977	S	R	S	S
130	BN978	S	R	S	S

(2) 조은종묘

1차년도에 조은종묘로부터 자가불화합성 유형 및 S-유전자형 판별을 위해 148 계통을 의뢰받아 PCR을 실시한 결과는 아래 표 59과 같다. 조은종묘로부터 의뢰받은 148계통 중 Class I 그룹은 83계통 그리고 10종류의 다른 S-유전자형을 확인할 수 있었으며, Class II 그룹의 경우 53계통으로 3종류의 다른 S-유전자형을 확인할 수 있었으며 12계통은 Class I과 II가 존재하여 원종이 아님을 알 수 있었다.

표 59. 1차년도 조은종묘 양배추 원종의 S-genotyping

업체명	총 Sample수	Class 구별		S-genotype 종류	비고
조은종묘	148	Class I	83	10	Class I + II =12
		Class II	53	3	

이러한 결과를 토대로 의뢰받은 계통 중 전체 Class I 그룹에서 S-유전자형의 종류를 확인한 결과 전체적으로 10종류의 S-유전자형을 확인할 수 있었으며, Class II 그룹의 경우 문헌을 통해 밝혀졌듯이 3종류의 S-유전자형(S2, S5, S15)을 확인할 수 있었다(그림 32).

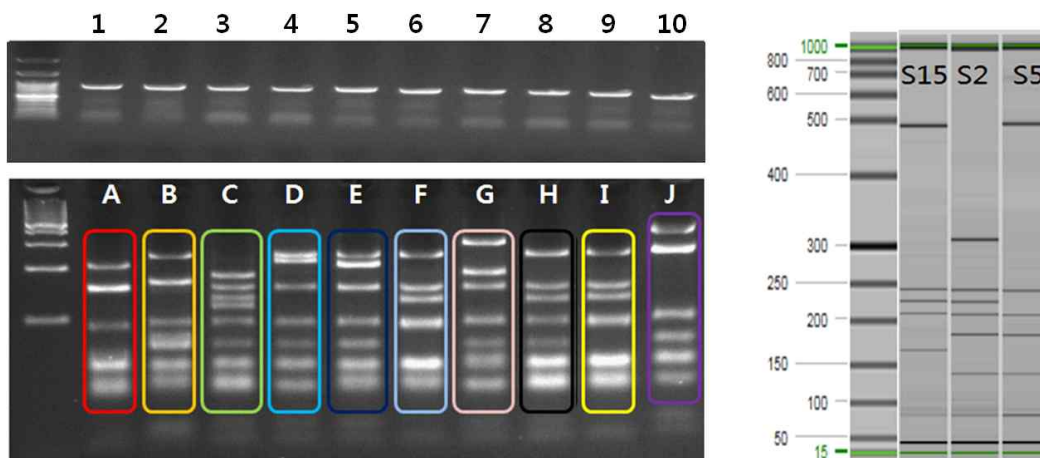


그림 32. CAPs PCR을 통해 확인한 Class I 그룹 내의 10종류의 S-유전자형(좌) 및 Class II 그룹 내의 3종류의 S-유전자형(우)

4차년도에 조은종묘로부터 의뢰받은 79개의 시료에 대하여 4개의 시들음병 저항성 판별 분자마커를 검정하였다(표 60).

표 60. 4차년도에 조은종묘로부터 의뢰받은 79개의 시료에 대한 시들음병 저항성 판별 결과

No.	FocBo1 F3	FocBo1-e9-F4	10bp deletion	'A' adding
1	o	x	S	R
2	x	o	R	S
3	x	o	R	S
4	x	o	R	S

No.	FocBo1 F3	FocBo1-e9-F4	10bp deletion	'A' adding
41	x	o	R	S
42	o	x	R	R
43	x	o	R	S
44	o	x	S	R

No.	FocBo1 F3	FocBo1-e9-F4	10bp deletion	'A' adding
5	o	x	R	R
6	o	x	R	R
7	o	x	R	R
8	o	x	R	R
9	x	o	R	S
10	x	o	R	S
11	o	x	R	R
12	x	o	R	S
13	x	o	R	S
14	x	o	R	S
15	o	x	S	R
16	x	o	R	S
17	x	o	R	S
18	x	o	R	S
19	x	o	R	S
20	x	o	R	S
21	x	o	R	S
22	x	o	R	H
23	o	x	R	R
24	x	o	R	S
25	x	o	R	S
26	x	o	R	S
27	o	x	R	R
28	o	x	S	R
29	-	-	R	S
30	o	x	R	R
31	-	-	R	R
32	x	o	R	S
33	o	x	R	R
34	o	x	H	R
35	x	o	R	-
36	o	x	S	R
37	o	x	S	-
38	-	-	R	R
39	o	x	R	-
40	-	-	S	-

No.	FocBo1 F3	FocBo1-e9-F4	10bp deletion	'A' adding
45	o	x	H	R
46	o	x	S	R
47	o	x	S	-
48	o	x	S	R
49	o	x	R	R
50	o	x	R	R
51	o	x	H	R
52	o	x	H	R
53	o	x	H	R
54	o	x	R	R
55	x	o	R	S
56	x	o	R	S
57	x	o	R	S
58	o	o	R	H
59	o	x	S	R
60	o	x	R	R
61	x	o	R	S
62	o	o	R	R
63	x	o	R	S
64	o	x	R	R
65	x	o	R	S
66	x	o	R	S
67	x	o	R	S
68	x	o	R	S
69	x	o	R	S
70	x	o	R	S
71	x	o	R	S
72	x	o	R	-
73	x	o	R	S
74	x	o	R	S
75	x	o	R	S
76	o	x	R	R
77	x	o	R	S
78	o	x	R	R
79	o	o	R	R

### (3) 국립원예특작과학원

1차년도에 국립원예특작과학원로부터 응성불임의 유무 및 유형 판별을 위해 94점을 의뢰받아 PCR을 실시한 결과는 아래그림과 같다. 그림에서와 같이 총 94점에 대하여 마커를 이용해서 응성불임 유형 중 Ogura type 14개체와 가임개체 80개체를 명확하게 구별할 수 있었다(그림 33 및 표 61)

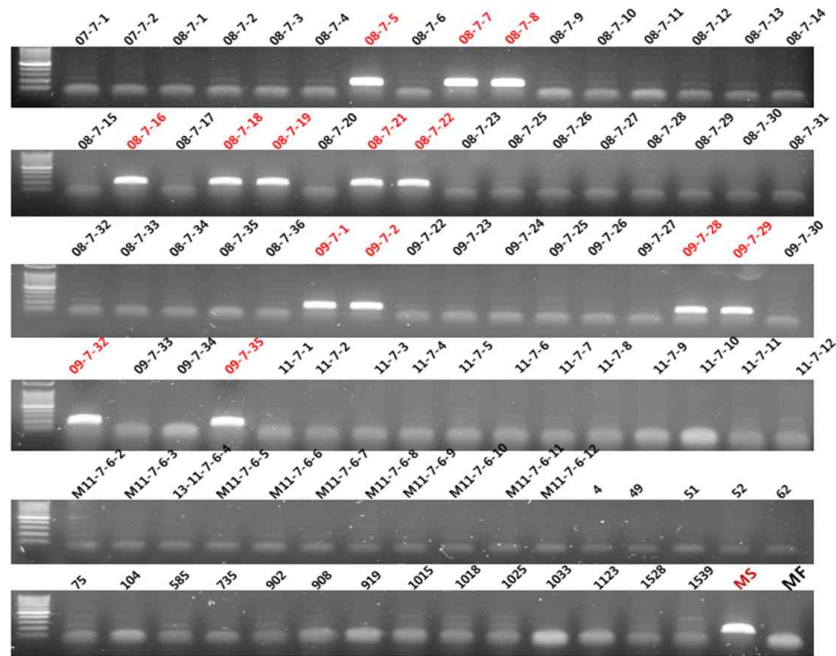


그림 33. 1차년도 CMS구별 마커를 이용한 CMS 유형판별

표 61. 1차년도 국립원예특작과학원에서 의뢰한 MF 및 CMS 유형 판별

의뢰업체	총 sample 수	MF	CMS유형	비고
			Ogura	
국립원예특작과학원	94	80	14	

#### (4) 일본수집 품종

1차년도에 일본수집 품종 80개체에 대해서 응성불임의 유무 및 유형 판별을 한 결과 이들 개체에 대해서 PCR 마커를 이용해서 Ogura type 6개체와 가임개체 74개체를 명확하게 구별할 수 있었다 (표 62).

표 62. 1차년도 일본수집 품종에 대한 MF 및 CMS 유형 판별

의뢰업체	총 sample 수	MF	CMS유형	비고
			Ogura	
일본수집품종	80	74	6	

#### (5) 한국종묘

2차년도에 한국종묘로부터 자가불화합성 유형 및 S-유전자형 판별을 위해 82점의 계통을 의뢰 받아 PCR을 실시하였다(표 63 및 그림 34).



표 63. 2차년도에 한국종묘로부터 의뢰받은 시료에 대한 마커 검정 결과

No.	Sample name	Class-I (KD5+KD8)	Class-II (KD4+KD7)
1	B-2	detected	non-detected
2	B-3	non-detected	detected
3	B-5	detected	non-detected
4	B-7	non-detected	detected
5	B-9	detected	non-detected
6	B-12	detected	non-detected
7	B-18	detected	non-detected
8	B-19	detected	non-detected
9	B-20	detected	non-detected
10	B-22	detected	non-detected
11	B-25	non-detected	detected
12	B-27	detected	non-detected
13	B-29	detected	non-detected
14	B-31	non-detected	detected
15	B-34	detected	non-detected
16	B-35	detected	non-detected
17	B-36	detected	non-detected
18	B-37	detected	non-detected
19	B-38	non-detected	detected
20	B-40	detected	non-detected
21	B-41	detected	detected
22	B-42	detected	non-detected
23	B-43	detected	non-detected
24	B-44	detected	non-detected
25	B-47	non-detected	detected
26	B-49	non-detected	detected
27	B-52	detected	detected
28	B-53	non-detected	detected
29	B-54	non-detected	detected
30	B-58	detected	non-detected
31	B-59	non-detected	detected
32	B-61	detected	non-detected
33	B-62	detected	non-detected
34	B-65	detected	detected
35	B-67	non-detected	detected
36	B-68	detected	non-detected
37	B-69	non-detected	detected
38	B-70	detected	non-detected
39	B-71	non-detected	detected
40	B-72	non-detected	detected
41	B-73	detected	non-detected

No.	Sample name	Class-I (KD5+KD8)	Class-II (KD4+KD7)
42	B-74	non-detected	detected
43	B-75	non-detected	detected
44	B-76	non-detected	detected
45	B-78	detected	non-detected
46	B-80	non-detected	detected
47	B-81	detected	non-detected
48	B-82	detected	detected
49	B-83	non-detected	detected
50	B-84	detected	non-detected
51	B-85	non-detected	detected
52	B-86	detected	detected
53	B-87	detected	non-detected
54	B-88	detected	non-detected
55	B-89	non-detected	detected
56	B-90	non-detected	detected
57	B-91	non-detected	detected
58	B-92	detected	non-detected
59	B-93	detected	detected
60	B-94	non-detected	detected
61	B-95	detected	detected
62	B-96	non-detected	detected
63	B-97	non-detected	detected
64	B-98	non-detected	detected
65	B-99	N/A	N/A
66	B-100	non-detected	detected
67	B-101	non-detected	detected
68	D-51	detected	non-detected
69	D-52	non-detected	detected
70	D-53	detected	non-detected
71	D-54	non-detected	detected
72	D-55	detected	non-detected
73	D-56	non-detected	detected
74	D-57	detected	non-detected
75	D-58	detected	non-detected
76	D-59	detected	non-detected
77	D-60	non-detected	detected
78	D-61	detected	non-detected
79	D-62	detected	non-detected
80	D-63	non-detected	detected
81	D-64	detected	non-detected
82	D-65	non-detected	detected



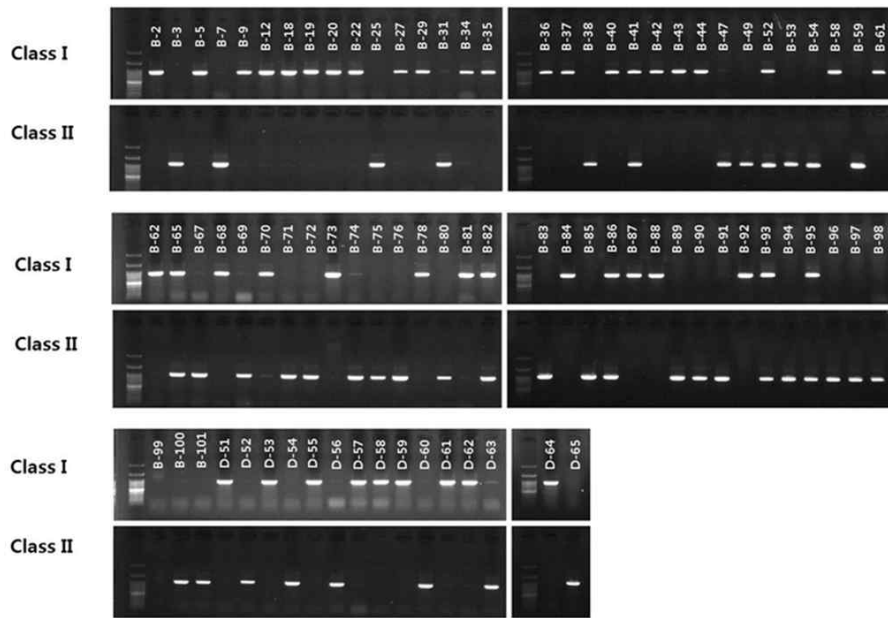


그림 34. 2차년도에 한국종묘로부터 의뢰받은 시료에 대한 PCR (KD5+KD8, KD4+KD7)

한국종묘의 자가불화합성 유형 판별 결과 KD5+KD8마커에서 시료는 총 82개로 이 중 46개가 detected되었고, 35개가 non-detected이었으며 1개의 시료는 DNA가 불량하여 더 검토 해보아야 한다. 한국종묘 시료는 42개가 detected되었고 39개가 non-detected되었으며, 1개 시료는 DNA가 불량하여 더 검토 해보아야 한다(표 64).

표 64. 2차년도 양배추 자가불화합성 유형 판별 결과

서비스 마커	의뢰업체	의뢰된 Sample 수	Detected sample 수	Non-detected sample 수	NotAvailable sample 수
KD5+KD8	한국종묘	82	46	35	1
KD4+KD7		82	42	39	1

2차년도에 한국종묘의 시료에 대하여 자가불화합 유전자에 대하여 class I과 II를 구분한 다음 각각에 대하여 S-genotype을 구분하기 위해 마커를 검정하였다(표 65, 66 및 그림 35).

표 65. 2차년도 한국종묘 시료에 대한 자가불화합 유전자 class I의 PCR-CAPS에 대한 class I 그룹핑

No.	Sample No.	Class-I group	No.	Sample No.	Class-I group	No.	Sample No.	Class-I group
1	B-36	B	14	B-34	A	27	B-78	C
2	B-84	G(hetero)	15	B-35	B	28	B-81	A
3	D-61	F(hetero)	16	B-37	B	29	B-87	G(hetero)
4	B-02	A	17	B-40	A	30	B-88	G(hetero)
5	B-05	A	18	B-42	B	31	B-92	G(hetero)
6	B-09	B	19	B-43	F(hetero)	32	D-51	B

No.	Sample No.	Class-I group
7	B-12	A
8	B-18	B
9	B-19	A
10	B-20	D
11	B-20	E
12	B-22	A
13	B-27	B

No.	Sample No.	Class-I group
20	B-44	B
21	B-58	F(hetero)
22	B-61	C
23	B-62	A
24	B-68	G(hetero)
25	B-70	G(hetero)
26	B-73	F(hetero)

No.	Sample No.	Class-I group
33	D-53	A
34	D-55	B
35	D-57	F(hetero)
36	D-58	B
37	D-59	G(hetero)
38	D-64	A
39	D-79	G(hetero)

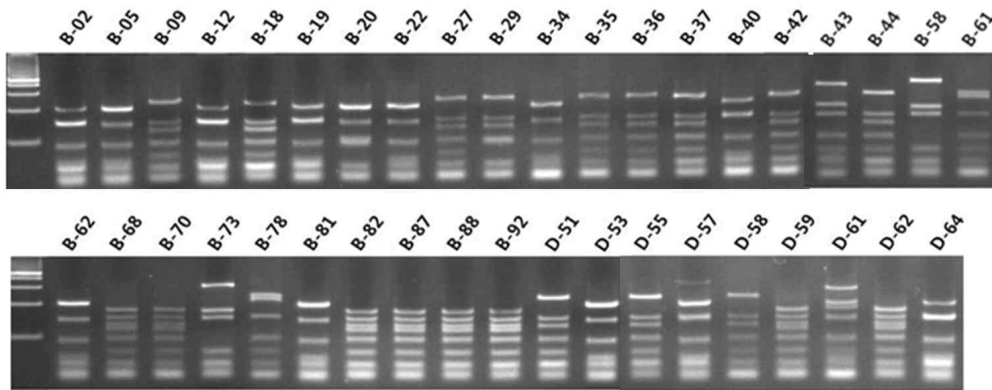


그림 35. 2차년도 한국종묘 시료에 대한 자가불화합 유전자 class I의 PCR-CAPS 결과

표 66. 2차년도 한국종묘 시료에 대한 자가불화합 유전자 class II의 S-genotyping

No.	Sample No.	Class-II genotyping
1	B-03	S15
2	B-07	S15
3	B-25	S2
4	B-31	S2
5	B-38	S15
6	B-47	S15
7	B-49	S15
8	B-53	S15
9	B-54	S2
10	B-59	S5
11	B-67	S2
12	B-69	S2

No.	Sample No.	Class-II genotyping
13	B-71	S2
14	B-72	S2
15	B-74	S2
16	B-75	S2
17	B-76	S2
18	B-80	S2
19	B-83	S2
20	B-85	S2
21	B-89	S2
22	B-90	S2
23	B-91	S2
24	B-94	S2

No.	Sample No.	Class-II genotyping
25	B-96	S2
26	B-97	S2
27	B-98	S2
28	B-100	S2
29	B-101	S2
30	D-52	S15
31	D-56	S5
32	D-60	S5
33	D-63	S5
34	D-65	S2
35	D-54	S15

2차년도에 의뢰받은 양배추 시료에 대한 자가불화합성 유전자의 class-I grouping은 한국종묘에서 받은 39점 시료에 대하여 5종이 나왔으며 그 외 hetero로 2종이 나왔다. Class-II genotyping 결과 한국종묘에서 받은 35점 시료에 대하여 S2가 23개, S5가 4개, S15가 8개가 나왔다(표 67).

표 67. 2차년도에 한국종묘로부터 의뢰받은 양배추 시료에 대한 자가불화합성 S-genotyping 결과

마커 종류	의뢰 업체	마커 서비스 Sample수	마커 검정 결과 (ea)
Class-I grouping	한국종묘	39	A(11), B(11), C(2), D(1), E(1), F hetero(5), G hetero(8)
Class-II genotyping		35	S <del>2</del> (23), S <del>5</del> (4), S <del>15</del> (8)

2차년도에 한국종묘로부터 의뢰 받은 82점의 시료에 대하여 시들음병 저항성 유전자를 이용한 마커를 분석하였다(표 68 및 그림 36).

표 68. 2차년도 한국종묘로부터 의뢰받은 시료에 대한 시들음병 마커 서비스

No.	계통	위황병 판별 결과	No.	계통	위황병 판별 결과	No.	계통	위황병 판별 결과	No.	계통	위황병 판별 결과
1	B-002	S	22	B-042	S	43	B-075	S	63	B-097	S
2	B-003	S	23	B-043	S	44	B-076	R	64	B-098	S
3	B-005	S	24	B-044	S	45	B-078	S	65	B-099	R
4	B-007	S	25	B-047	S	46	B-080	R	66	B-100	R
5	B-009	R	26	B-049	R	47	B-081	R	67	B-101	S
6	B-012	R	27	B-052	R	48	B-082	S	68	D-051	R
7	B-018	R	28	B-053	S	49	B-083	S	69	D-052	R
8	B-019	S	29	B-054	S	50	B-084	S	70	D-053	R
9	B-020	S	30	B-058	S	51	B-085	S	71	D-054	S
10	B-022	S	31	B-059	S	52	B-086	S	72	D-055	S
11	B-025	S	32	B-061	S	53	B-087	S	73	D-056	R
12	B-027	R	33	B-062	S	54	B-088	S	74	D-057	R
13	B-029	S	34	B-065	S	55	B-089	S	75	D-058	S
14	B-031	R	35	B-067	R	56	B-090	S	76	D-059	S
15	B-034	S	36	B-068	S	57	B-091	R	77	D-060	S
16	B-035	S	37	B-069	S	58	B-092	R	78	D-061	S
17	B-036	S	38	B-070	S	59	B-093	S	79	D-062	R
18	B-037	S	39	B-071	S	60	B-094	S	80	D-063	R
19	B-038	S	40	B-072	S	61	B-095	S	81	D-064	S
20	B-040	R	41	B-073	S	62	B-096	S	82	D-065	S
21	B-041	S	42	B-074	S						

R: resistant, S: susceptible

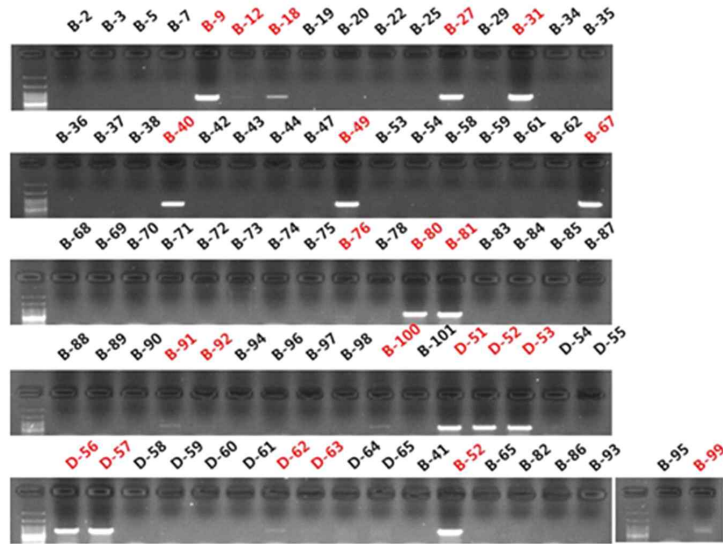


그림 36. 2차년도 한국종묘 시료에 대한 시들음병 마커 검정

한국종묘로부터 받은 82점에 대하여 시들음병 마커로 검정한 결과 23개의 시료는 resistant를 나타내었고, 59개의 시료는 susceptible을 나타내었다(표 69).

표 69. 2차년도 한국종묘 시료에 대한 위황병 마커 서비스 결과

마커 종류	의뢰된 Sample 수	Genotype	
		Resistant	Susceptible
시들음병	82	23	59

### (6) 한국생명공학연구원

3차년도에 한국생명공학연구원으로부터 의뢰받은 113점에 대해 시들음병을 검정하였다. 의뢰 받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표 70와 같다.

표 70. 한국생명공학연구원으로부터 의뢰받은 113점의 시료에 대한 시들음병 마커 검정 결과

No.	시들음병1	시들음병 addition	10bp deletion	Decision	No.	시들음병1	시들음병 addition	10bp deletion	Decision	No.	시들음병1	시들음병 addition	10bp deletion	Decision
1	S	S	NN	S	39	S	S	NN	S	77	S	S	NN	S
2	H	S	NN	S	40	H	S	NN	S	78	H	R	NN	R
3	H	S	NN	S	41	S	S	NN	S	79	S	S	NN	S
4	S	R	NN	S	42	S	S	NN	S	80	S	S	NN	S
5	H	S	NN	S	43	S	S	NN	S	81	S	S	NN	S
6	H	S	NN	S	44	S	S	NN	S	82	S	S	NN	S
7	R	R	NN	R	45	S	S	NN	S	83	S	S	NN	S
8	S	S	NN	S	46	H	R	NN	R	84	H	R	NN	R
9	R	R	NN	R	47	H	R	NN	R	85	S	S	NN	S

No.	시들음병1	시들음병 addition	10bp deletion	Decision
10	H	R	DD	R
11	H	R	DD	R
12	H	R	DD	R
13	H	R	DD	R
14	S	S	NN	S
15	H	H	NN	-
16	S	S	NN	S
17	H	R	DD	R
18	S	S	NN	S
19	H	R	NN	R
20	H	R	NN	R
21	S	S	NN	S
22	H	S	NN	S
23	S	S	NN	S
24	S	S	NN	S
25	S	S	NN	S
26	S	S	NN	S
27	S	S	NN	S
28	S	S	NN	S
29	H	R	NN	R
30	S	S	NN	S
31	S	S	NN	S
32	H	S	NN	S
33	S	S	NN	S
34	S	S	NN	S
35	S	S	NN	S
36	S	S	NN	S
37	S	S	NN	S
38	H	S	NN	S

No.	시들음병1	시들음병 addition	10bp deletion	Decision
48	H	R	NN	R
49	H	R	NN	R
50	S	S	NN	S
51	H	R	NN	R
52	H	R	NN	R
53	S	S	NN	S
54	S	S	NN	S
55	S	S	NN	S
56	S	S	NN	S
57	S	S	NN	S
58	H	R	NN	R
59	S	S	NN	S
60	S	S	NN	S
61	S	S	NN	S
62	S	S	NN	S
63	S	S	NN	S
64	S	S	NN	S
65	H	R	NN	R
66	H	R	NN	R
67	S	S	NN	S
68	S	S	NN	S
69	H	R	NN	R
70	S	S	NN	S
71	S	S	NN	S
72	H	R	DD	R
73	H	R	DD	R
74	S	S	NN	S
75	S	S	NN	S
76	S	S	NN	S

No.	시들음병1	시들음병 addition	10bp deletion	Decision
86	H	R	NN	R
87	S	S	NN	S
88	H	R	NN	R
89	H	R	NN	R
90	S	S	NN	S
91	S	S	NN	S
92	H	R	NN	R
93	S	S	NN	S
94	S	S	NN	S
95	H	R	NN	R
96	H	R	NN	R
97	H	R	NN	R
98	H	R	DD	R
99	S	S	NN	S
100	H	S	NN	S
101	S	S	NN	S
102	H	R	NN	R
103	S	S	NN	S
104	H	R	DD	R
105	S	S	NN	S
106	S	S	NN	S
107	S	S	NN	S
108	S	S	NN	S
109	H	R	NN	R
110	S	S	NN	S
111	S	S	NN	S
112	H	R	NN	R
113	H	R	NN	R

(7) 코레곤

3차년도에 코레곤으로부터 35점의 시료에 대해 자가불화합성 Class I/Class II 판별 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 서비스 결과는 아래의 그림 37과 표 71와 같다.

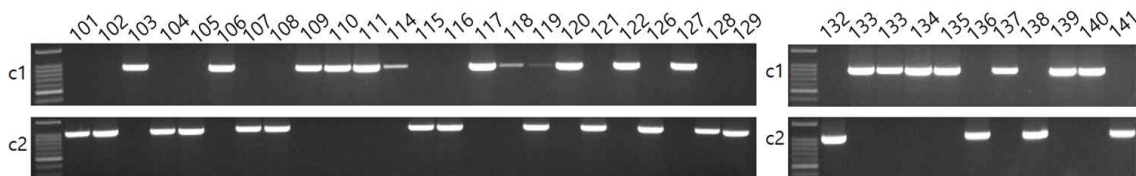


그림 37. 코레곤 35시료에 대한 자가불화합성 Class I(C1)/Class II(C2) 판별

표 37. 코레곤으로부터 의뢰받은 35점의 시료에 대한 자가불화합성 유전자형 판별 마커 검정 결과

No.	Sample Name	자가불화합성	No.	Sample Name	자가불화합성	No.	Sample Name	자가불화합성	No.	Sample Name	자가불화합성
1	101	C2	10	110	C1	19	121	C2	28	134	C1
2	102	C2	11	111	C1	20	122	C1	29	135	C1
3	103	C1	12	114	C1	21	126	C2	30	136	C2
4	104	C2	13	115	C2	22	127	C1	31	137	C1
5	105	C2	14	116	C2	23	128	C2	32	138	C2
6	106	C1	15	117	C1	24	129	C2	33	139	C1
7	107	C2	16	118	C1	25	132	C2	34	140	C1
8	108	C2	17	119	C1-C2	26	133	C1	35	141	C2
9	109	C1	18	120	C1	27	133	C1			

3차년도에 코레곤 종묘로부터 총 74점의 시료에 대해 CMS 판별 서비스를 진행하였다. 처음 24점과 두 번째 50점의 시료에 대해 서비스를 진행하였다. 의뢰받은 서비스 결과는 아래의 그림 38과 표 72와 같다.

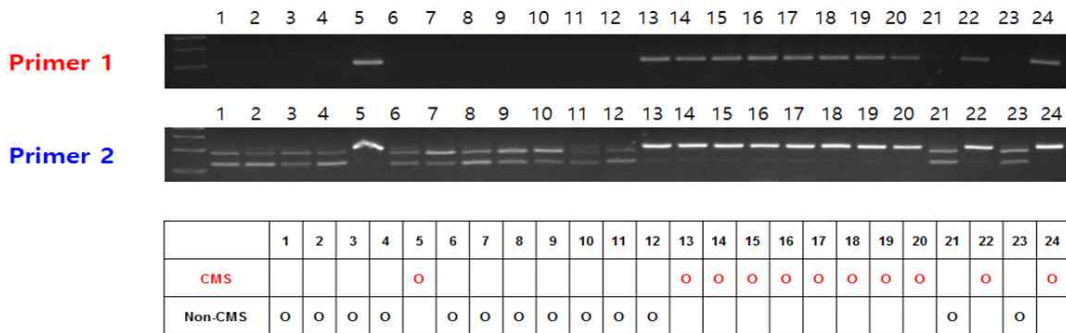


그림 38 . 코레곤 종묘의 24계통의 양배추에 대한 CMS 판별

표 72. 코레곤으로부터 의뢰받은 50점의 시료에 대한 세포질 응성불임 판별 마커 검정 결과

No.	Sample Name	CMS 판별	No.	Sample Name	CMS 판별	No.	Sample Name	CMS 판별	No.	Sample Name	CMS 판별
1	101	×	14	116	×	27	133	×	39	2014	×
2	102	×	15	117	×	28	134	×	40	2018	×
3	103	×	16	118	×	29	135	×	41	2071	×
4	104	×	17	119	×	30	136	×	42	2072	×
5	105	×	18	120	×	31	137	×	43	2111	×
6	106	×	19	121	×	32	138	×	44	2112	×
7	107	×	20	122	×	33	139	×	45	2120	×
8	108	×	21	126	×	34	140	×	46	2121	×
9	109	×	22	127	×	35	141	×	47	2061	×
10	110	×	23	128	×	36	2011	×	48	2062	×
11	111	×	24	129	×	37	2012	×	49	2063	×
12	114	×	25	132	×	38	2013	×	50	2064	×
13	115	×	26	133	×						

3차년도에 코레곤으로부터 시들음병 검정을 위해 총 84점을 의뢰받았다. 첫 번째로 34점의 시료에 대하여 시들음병을 검정하였다(표 73). 두 번째로 50점의 시료에 대하여 시들음병을 검정하였다(표 74). 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표 73, 74와 같다.

표 73. 3차년도에 코레곤으로부터 의뢰받은 34점의 시료에 대한 시들음병 마커 검정 결과

No.	샘플명 (브로콜리)	시들음병 (3' fragment)	시들음병 (A addition)	10bp deletion
1	6001	H	H	NN
2	6002	H	H	NN
3	6003	H	H	NN
4	6004	H	H	NN
5	6005	H	H	NN
6	6006	H	H	NN
7	6007	H	H	NN
8	6008	S	S	NN
9	6009	S	S	NN
10	6010	S	S	NN
11	6011	H	S	ND
12	6012	H	H	NN
13	6013	H	H	NN
14	6014	H	H	NN
15	6015	H	H	NN
16	6016	S	H	NN
17	6017	H	R	NN

No.	샘플명 (브로콜리)	시들음병 (3' fragment)	시들음병 (A addition)	10bp deletion
18	7001	H	H	NN
19	7002	H	H	NN
20	7003	H	H	NN
21	7004	S	S	NN
22	7005	H	H	NN
23	7006	H	H	NN
24	7007	H	R	NN
25	7008	S	S	NN
26	7009	S	S	NN
27	7010	S	S	NN
28	7011	H	R	NN
29	7012	H	S	NN
30	7013	H	H	NN
31	7014	H	H	NN
32	7015	H	R	NN
33	7016	H	H	NN
34	7017	H	R	NN

표 74. 3차년도에 코레곤으로부터 의뢰받은 50점의 시료에 대한 시들음병 마커 검정 결과

No.	'A' adding 296bp	F3+ MTK-C-R1	e9-F4+ 3frag-S-R1	10bp del
1	-	R	N/A	?
2	-	R	N/A	?
3	A	S	S	?
4	-	R	N/A	103
5	-	R	N/A	?
6	-	R	N/A	103
7	A	S	S	?
8	A	S	S	?
9	-	R	N/A	102
10	-	S	N/A	?
11	-	S	N/A	114
12	-	R	N/A	114
13	-	R	N/A	114
14	-	R	N/A	?
15	A	R	N/A	?
16	-	R	N/A	114
17	-	R	N/A	114
18	-	R	N/A	104
19	A	R	N/A	?
20	-	R	N/A	103
21	A	R	N/A	115
22	A	S	S	114

No.	'A' adding 296bp	F3+ MTK-C-R1	e9-F4+ 3frag-S-R1	10bp del
26	A	S	S	?
27	A	S	S	113
28	A	S	S	113
29	A	S	S	114
30	-	S	N/A	114
31	-	S	N/A	114
32	-	R	N/A	103
33	A	S	S	114
34	A	S	S	114
35	-	R	N/A	103
36	-	R	N/A	104/115
37	-/A	R	S	104/114
38	A	R	S	111
39	-	R	N/A	104/114
40	-	R	N/A	102
41	-	R	N/A	113
42	-/A	R	S	114
43	A	S	S	114
44	-/A	R	S	114
45	A	S	S	114
46	A	S	S	113
47	-/A	R	S	104/114



No.	'A' adding 296bp	F3+ MTK-C-R1	e9-F4+ 3frag-S-R1	10bp del	No.	'A' adding 296bp	F3+ MTK-C-R1	e9-F4+ 3frag-S-R1	10bp del
23	-	R	N/A	103	48	-	R	N/A	103
24	-	R	N/A	103	49	-/A	R	S	104/115
25	-	R	N/A	114	50	-/A	R	S	112

3차년도에 코레콘으로부터 50점의 시료에 대해 노균병을 검정하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표 75와 같다.

표 75. 코레콘으로부터 의뢰받은 50점의 시료에 대한 노균병 마커 검정 결과

No.	Sample Name	노균병	No.	Sample Name	노균병	No.	Sample Name	노균병	No.	Sample Name	노균병
1	101	S	14	116	S	27	133	S	39	2014	S
2	102	S	15	117	S	28	134	S	40	2018	S
3	103	S	16	118	S	29	135	R	41	2071	S
4	104	S	17	119	S	30	136	S	42	2072	H
5	105	S	18	120	S	31	137	S	43	2111	H
6	106	S	19	121	S	32	138	S	44	2112	S
7	107	S	20	122	S	33	139	R	45	2120	S
8	108	S	21	126	S	34	140	S	46	2121	H
9	109	R	22	127	S	35	141	S	47	2061	S
10	110	S	23	128	S	36	2011	H	48	2062	S
11	111	S	24	129	S	37	2012	S	49	2063	S
12	114	S	25	132	R	38	2013	H	50	2064	S
13	115	S	26	133	S						

### (8) 평창전시포

3차년도에 GSP 평창전시포 15점에 대해 시들음병을 검정하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표 76와 같다.

표 76. GSP 평창전시포로부터 의뢰받은 15점의 시료에 대한 시들음병 마커 검정 결과

No.	FocBo1F3 +MTK-C-R1	FocBo1-e9-F4 +FocBo1-3frag-S-R1	FocBo1 10bp del	No.	FocBo1F3 +MTK-C-R1	FocBo1-e9-F4 +FocBo1-3frag-S-R1	FocBo1 10bp del
1	R	NotAmp	H?	9	R	NotAmp	D?
2	R	NotAmp	H?	10	R	NotAmp	D?
3	R	NotAmp	H?	11	R	NotAmp	H?
4	R	NotAmp	H?	12	R	NotAmp	H?
5	R	NotAmp	H?	13	R	NotAmp	H?
6	R	NotAmp	H?	14	R	NotAmp	H?
7	R	NotAmp	D?	15	R	NotAmp	H?
8	R	NotAmp	D?				

### (9) 해남전시포

3차년도에 GSP 해남전시포 70점에 대해 시들음병을 검정하였다. 의뢰받은 시료들에 대한 서비스 결과는 아래의 표 77와 같다.



표 77. 3차년도에 GSP 해남전시포로부터 의뢰받은 70점의 시료에 대한 시들음병 마커 검정 결과

No.	FocBo1 F3	FocBo1 -e9-F4	FocBo1 -296bp-aF1	FocBo1 -10bp-dF1
1	S	R	R	H
2	R	R	R	H
3	R	S	R	H
4	S	R	R	H
5	R	S	?	R
6	R	S	?	R
7	R	R	R	H
8	R	R	R	H
9	R	R	R	R
10	R	R	R	R
11	R	R	R	H
12	R	S	R	H
13	R	R	R	S
14	R	R	R	S
15	R	R	R	S
16	R	R	R	S
17	R	R	R	H
18	R	R	R	H
19	R	S	?	H
20	R	S	?	H
21	R	R	R	H
22	R	S	R	H
23	R	R	R	H
24	R	R	R	H
25	R	R	R	R
26	R	S	R	H
27	R	R	R	R
28	R	S	R	H
29	R	R	R	R
30	R	R	R	H
31	R	S	R	H
32	R	R	R	H
33	R	R	R	S
34	R	S	R	S
35	R	S	R	H

No.	FocBo1 F3	FocBo1 -e9-F4	FocBo1 -296bp-aF1	FocBo1 -10bp-dF1
36	R	S	R	H
37	R	S	R	H
38	R	R	R	H
39	R	S	R	H
40	R	S	R	H
41	S	R	R	H
42	R	R	R	H
43	R	R	R	H
44	R	R	R	H
45	R	R	R	R
46	S	R	R	R
47	R	R	R	R
48	R	R	R	H
49	R	R	R	H
50	R	R	R	H
51	R	R	R	H
52	R	R	R	S
53	R	R	R	H
54	R	R	R	S
55	R	R	R	H
56	R	R	R	R
57	S	S	S	R
58	S	S	S	R
59	S	S	S	R
60	S	S	S	R
61	S	S	S	R
62	S	S	S	R
63	S	S	S	R
64	S	S	S	R
65	S	S	?	R
66	S	S	?	R
67	S	S	S	R
68	S	S	S	R
69	S	S	S	R
70	S	S	S	R

### 3. 양파 분자마커 활용성 검토 및 서비스

#### 가. 분자마커 정보 확보 및 마커의 분석시스템 체계 확립

##### (1) 양파 응성불임의 유무 및 유형 판별

양파는 2년생 작물이므로 임성조사 및 자식검정을 통해서 응성불임의 종류를 판별하는데 짧게는 4년에서 길게는 8년까지 소요되어 F<sub>1</sub>품종 개발에 가장 큰 장애요인이 되고 있기 때문에, 응성불임의 유무 및 종류를 쉽게 단기간 내에 판별할 수 있는 분자표지를 개발하려는 노력들이 꾸준히 이루어져 왔는데, 특히 전남대 김성길 교수 연구팀에서 단 한번의 PCR로 정상 및 2종류의 세포질을 판별할 수 있는 분자표지를 개발하여 응성불임 종류를 판별하는 정확도와 효율을 높인 바가 있다. 따라서 본 연구과제에서 김성길 교수팀으로부터 응성불임의 유무 및 유형을 판별할 수 있는 orf725마커 정보를 확보하여 응성불임의 유무 및 유형이 밝혀진 유전자원을 이용하여 활용성 검토를 한 결과 아래 그림과 같이 정확한 판별이 가능하였다(그림 39).

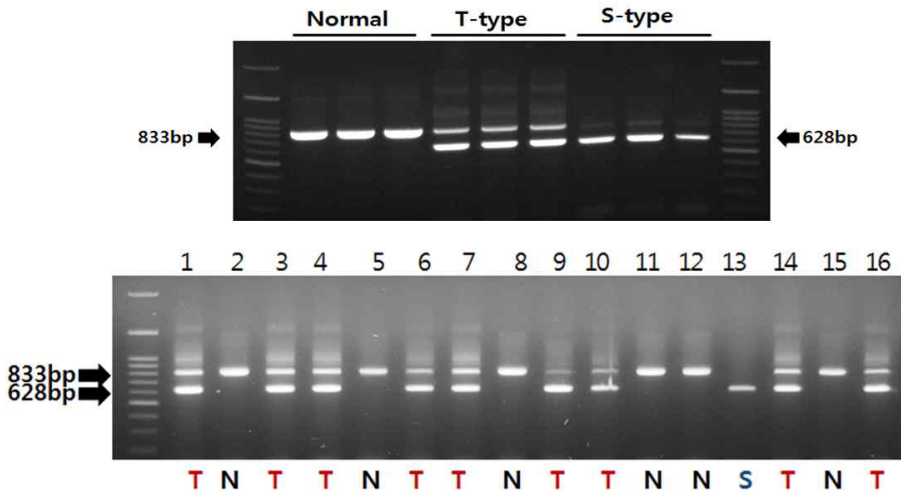


그림 39. PCR을 통한 orf725 마커의 활용성 검토

양파의 가임 및 응성불임 유형판별을 위해서는 김성길 교수팀에 의해 개발된 orf725 분자마커를 통해 간단한 PCR방법으로 응성불임 유무 및 유형 판별이 가능하였다. 그 외에 최근 양파의 가임 및 불임을 판별할 수 있는 SCAR 마커가 중국연구팀(Yang et al. Euphytica (2013) 190: 267-277)에 의해 개발되어 이를 바탕으로 본 연구팀에서 확보된 가임과 불임계통 16개체를 대상으로 마커의 활용성을 검토하였다. 하지만 이들 SCAR마커를 이용해서 명확하게 가임과 불임계통을 구별하기 어려웠다(그림 40).

FN1→

```

F1527 ACGTCATCAACCGTTCATCAAATTCTAAAATTACAGATTTGTTTATCTTCTTCTTCT 420
S1546 ACGTCATCAACCGTTCATCAAATTCTAAAATTGCAGAATTGTTTATCTTCTTCTTCTAC- 419
*****

F1527 TCCTTTTTACTTTTCAGGATTGAAGCGGAGATGAAGCCAAA-GAGCTCATGTACAAAATTA 479
S1546 --CTTTTTACTTTTCAGGATTGAAGCGGAGATGAAGCCAAAAGAGCTCATGTACAAAATTA 477
*****
    
```

F1527 GTTAGTGCTGATTTTTCAAGCAGGGAAGGCCAATTGACTTCCATATTGCTATTCTTTTGT 539  
S1546 GTTAGTGCTGATTTTTCAAGCAGGGAAGGCCAATTGACTTCCATATTGCTATTCTTTTGT 537  
\*\*\*\*\*

F1527 CCCTGAATTCTTGAAGATTTTGACATTGAAATAGTTTCACAGTAAACCAAATTTGGGATT 599  
S1546 CCCAGAATTCTTGAAGAATTTGGCATTGAAATAGTTTCACAGTAAACCAAATTTGGGATT 597  
\*\*\* \*\*\*\*\*

F1527 TTTGCTGGTAAAAAGAAAGAAAAGCTTGGTCTACACTTTAGTCTTTTATGGTCACCTTT 659  
S1546 TTTGCTGGTAAAAAGAAAGAAAAGCTTGGTCTACACTTTAGTCTTTTATGGTCACCTTT 657  
\*\*\*\*\*

F1527 TACTTGCATCTGGTTTATTTTATTTTATTTT-CAGTTTTTATCTAATTTGCTAGGTTG 718  
S1546 TACTTGCATCTGGTTTATTTTATTTTATTTTTCAGTTTTGATCTAATTTGCTAGGTTA 717  
\*\*\*\*\*

F1527 TATATATGAAAATTAATAATGCTGAAATAGTTATATATGAACACACGTACACAAAAACAGA 778  
S1546 TATATATGAAAATTAATAATGCTGAAATAGTTATATATGAACACACATACACAAAAACAGA 777  
\*\*\*\*\*

F1527 AGTCAGAACACCAAATAGTTATATGAAAATTAATAATGCTGAAATGATACATAAATTTAAT 838  
S1546 AGTCAGAACACCAAATAGTTATATGAAAATTAATAATGCTGAAATGATACATAAATTTAAT 837  
\*\*\*\*\*

F3S2→

F1527 AATGCACGTTTATTATGGGAGGAAATTTTCAGTATCTATAGAA----TTACTGAAAATTGA 894  
S1546 AACGTACATTTATTATGGGAGGAAATTTTCAGTATCAATAGAAGGAATCACTGAAAATTGA 897  
\*\* \* \*\* \*\*\*\*\*

←RN1

F1527 TAAAAAATTTCCAAGTGAATAAATTTGGCTAAACCTGGGT----AAGAGTACATCCTAAC 950  
S1546 TAAATTTTTTTCCAAGTGAATAAATTTGGCTAAACCTAGGTTTACAAGAGTATATCCTAAC 957  
\*\*\*\*\*

F1527 AAATGAAAA-TCAATTTTGTACATGATTTAGCTGGCTAATATTGGTAAAAATATCGATAGC 1009  
S1546 AAATGAAAAATCAATTTTGTACATGGTTTAGCTGGTTAATATTGGTAAAAATATGGATAGC 1017  
\*\*\*\*\*

F1527 GGATCAGTATGCAATATTGGGACAATGGAAGACG-TAAATGTTTTTTGTTATCACGTTAA 1068  
S1546 GGATCAGTATGCAATATTGGGACAATGGAAGACGGTAAATGTTTTTTGTTATCACGTTAA 1077  
\*\*\*\*\*

F1527 CTGATTCTTCTGTTTAGTAATAT--GTATCAATATGAAAGATTTGTGTATGTACTATAAA 1126  
S1546 CTGATTCTTCTTTTLAGTAATATATGTATCAATATGAAAGATTTGTGTATGTACTATAAA 1137  
\*\*\*\*\*

F1527 TGTTAGATATTTTATATGCTTTTTTCTATAAATGGTTACATTTTGACTATTCTAACCAATAT 1186  
S1546 TGTTAGATATTTTATATGCTTTTTTCTATAAATGGTTACATTTTGACTATTCTAACCAATAT 1197  
\*\*\*\*\*

←R3S2

F1527 TTGCATCAAGTACCAATGGTATATCGGCAAAAATAAATTTGATAGTTTAAATAATAACT 1246  
S1546 TTGCATCAAGTACCAATGGTATA-CGGCAAAAATAAATTTGATAGTTTATCAATAAATACT 1256  
\*\*\*\*\*

<양파 가임 및 불임 특이적 염기서열 (가임마커: FN1+RN1, 불임검정 마커: F3S2+R3S2) >

<양파 가임 및 불임 판별용 SCAR 마커를 이용한 검정결과>

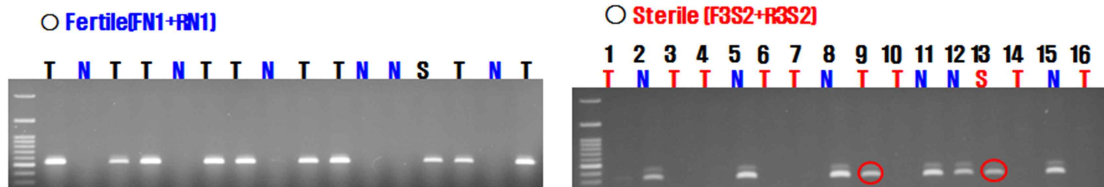


그림 40. SCAR마커를 이용한 가임과 불임계통 판별

양파의 가임 및 응성불임 유형판별을 위해 개발된 PCR마커의 SNP화를 위해 양파 가임 및 불임 특이적 염기서열을 바탕으로 2종류의 마커를 개발하여 HRM을 실시한 결과는 아래 그림과 같다. 그림에서 보는 바와 같이 2종류의 마커 모두에서 불임과 가임(N/T,S)는 명확히 구별이 가능하나 응성불임의 유형인 T-type과 S-type의 구별은 명확하지 않아 이를 명확하게 구별할 수 있는 마커를 개발하였다(그림 41).

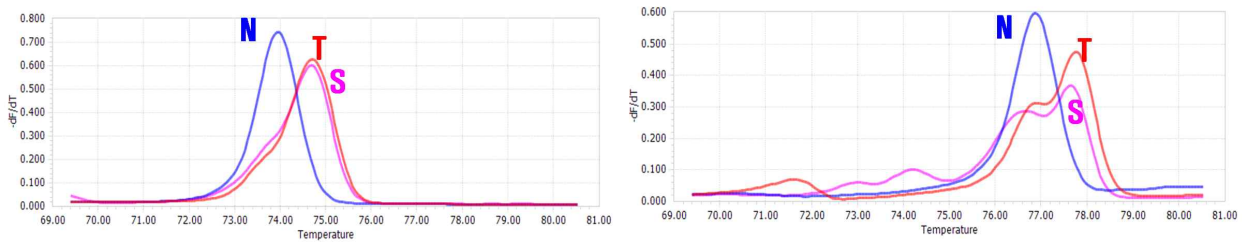


그림 41. 양파 가임 및 응성불임에 대한 HRM curve profiles. N: Normal, T: T-type, S: S-type

## (2) 양파 응성불임 회복 유전자의 판별

응성불임을 회복시키는 회복유전자의 유전자형은 다양한 유지친 계통을 단기간 내에 개발하기 위해서는 반드시 필요하고, 자식검정을 통해서 유전자형을 확인하는 데는 오랜 시간과 수많은 검정교배 자식세대를 포장에서 키워야 하므로 많은 공간과 노력이 소요되기 때문에 회복 유전자 선별용 분자표지는 양파 F1품종 육종에서 가장 중요한 도구가 된다고 할 수 있는데, 본 연구과제에서 김성길 교수팀으로부터 응성불임 회복 유전자를 판별할 수 있는 마커 2종류(OPT, Psa0)를 확보하여 활용성 검토를 한 결과 OPT 마커를 적용할 경우 아래 그림 29에서와 같이 정확한 판별이 가능하였다(그림 42).

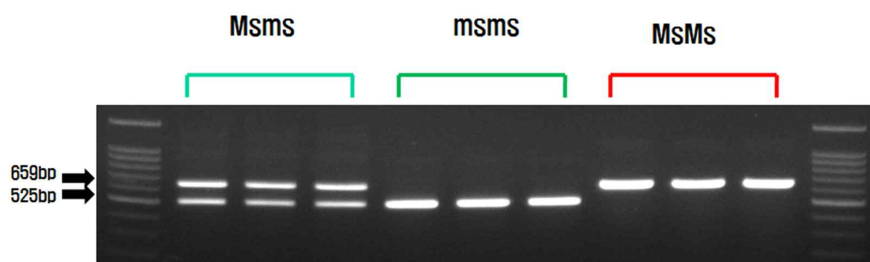


그림 42. PCR을 통한 OPT 마커의 활용성 검토

또한 OPT 마커에 이어서 이 보다 더 정확한 마커로 김성길 교수팀으로부터 Jnurf13를 확보하여 활용성 검토를 한 결과 그림 43과 같이 정확한 것을 확인할 수 있었다.

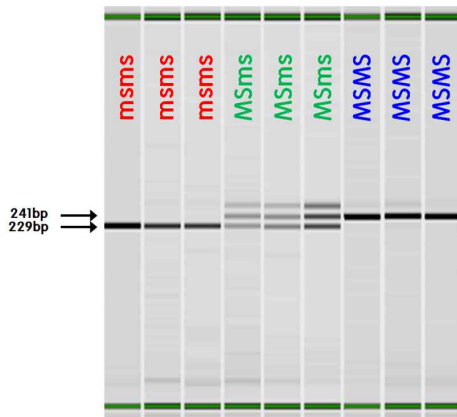


그림 43. PCR 및 QIAxcel을 통한 jnurfl3 마커의 활용성 검토

3차년도에는 중국과 한국에서 옹성불임 회복유전자 판별 마커가 보고되어, 이를 이용하여 HRM용 마커로 개발하여 실증시험을 거쳐 옹성불임 회복유전자 판별을 위한 서비스를 진행하였다(그림 44, 45, 46). 또한 최근 전남대학교 김성길 교수팀에서 보고한 옹성불임회복친 유전자에 대한 AcRfGM 마커를 이용하여 기존에 개발된 마커들과 비교하였다(그림 47).

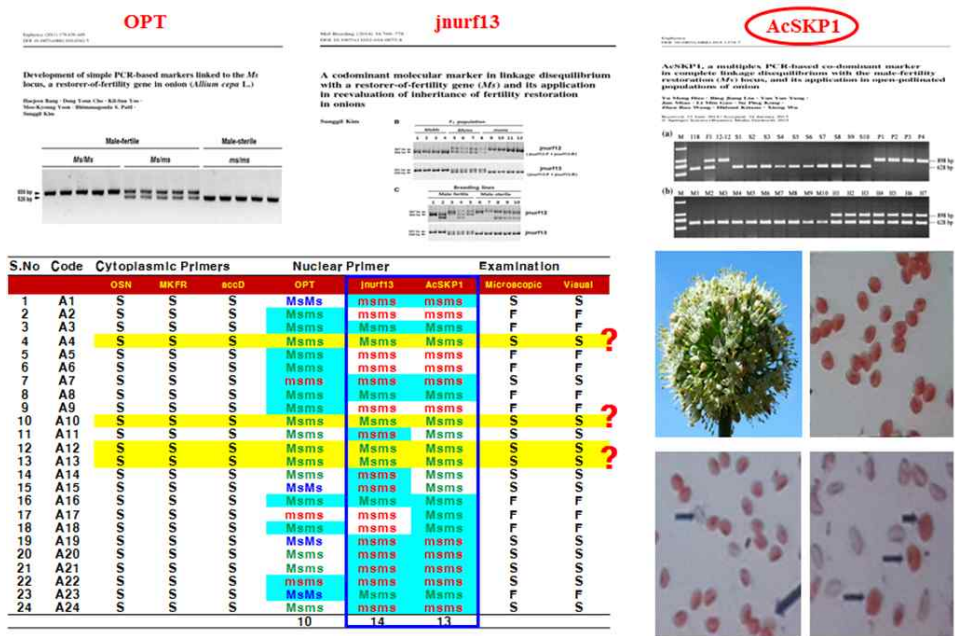


그림 44. 양과의 옹성불임회복친 유전자에 대해 중국에서 보고된 AcSKP1 마커에 대해 재분석하여 기존에 개발된 마커들과 비교를 통해 좀 더 정확한 옹성불임회복친 마커를 개발하고자 수행되었다.



No.	Sample Name	MKFR	OPT	Jnur13	AcSKP1	No.	Sample Name	MKFR	OPT	Jnur13	AcSKP1	No.	Sample Name	MKFR	OPT	Jnur13	AcSKP1
1	S-01	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	51	AB-25	Normal	MeMa	mama	mama	101	QN-20	Normal	MeMa	mama	mama
2	S-02	S-type	Mama	Mama	Mama	52	AK-01	Normal	MeMa	mama	mama	102	QN-21	Normal	Mama	Mama	Mama
3	S-03	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	53	AK-02	Normal	Mama	mama	mama	103	QN-22	Normal	Mama	mama	mama
4	S-04	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	54	AK-03	Normal	Mama	MeMa	MeMa	104	QN-23	Normal	Mama	Mama	MeMa
5	S-05	Normal	Mama	mama	mama	55	AK-04	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	105	QN-24	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
6	S-06	Normal	MeMa	mama	mama	56	AK-05	Normal	MeMa	mama	mama	106	QN-25	S-type	MeMa	MeMa	MeMa
7	S-07	S-type	Mama	mama	mama	57	AK-06	Normal	mama	MeMa	MeMa	107	QN-26	S-type	MeMa	MeMa	MeMa
8	S-08	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	58	AK-07	Normal	MeMa	Mama	Mama	108	QN-27	S-type	MeMa	MeMa	MeMa
9	S-09	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	59	AK-08	Normal	MeMa	Mama	MeMa	109	QN-28	Normal	Mama	Mama	Mama
10	S-10	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	60	AK-09	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	110	QN-29	Normal	MeMa	Mama	Mama
11	S-11	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	61	AK-10	Normal	Mama	Mama	Mama	111	QN-30	Normal	Mama	Mama	Mama
12	S-12	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	62	AK-11	Normal	Mama	MeMa	MeMa	112	M-01	S-type	Mama	Mama	Mama
13	S-13	S-type	Mama	MeMa	MeMa	63	AK-12	Normal	Mama	Mama	Mama	113	M-02	S-type	MeMa	Mama	Mama
14	S-14	S-type	MeMa	Mama	Mama	64	AK-13	Normal	MeMa	Mama	Mama	114	M-03	S-type	mama	MeMa	MeMa
15	S-15	S-type	mama	MeMa	MeMa	65	AK-14	Normal	MeMa	Mama	Mama	115	M-04	S-type	Mama	Mama	Mama
16	S-16	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	66	AK-15	Normal	Mama	mama	mama	116	M-05	S-type	MeMa	MeMa	MeMa
17	S-17	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	67	AK-16	Normal	MeMa	Mama	Mama	117	M-06	Normal	Mama	Mama	Mama
18	S-18	Normal	Mama	mama	mama	68	AK-17	Normal	MeMa	Mama	Mama	118	M-07	T-type	MeMa	mama	mama
19	S-19	Normal	Mama	mama	mama	69	AK-18	T-type	Mama	mama	mama	119	M-08	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
20	S-20	Normal	mama	mama	mama	70	AK-19	Normal	Mama	MeMa	MeMa	120	M-09	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
21	S-21	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	71	AK-20	Normal	MeMa	Mama	Mama	121	M-10	Normal	Mama	Mama	Mama
22	S-22	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	72	AK-21	Normal	MeMa	mama	mama	122	M-11	T-type	MeMa	Mama	Mama
23	S-23	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	73	AK-22	Normal	MeMa	Mama	Mama	123	M-12	T-type	MeMa	mama	mama
24	S-24	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	74	AK-23	Normal	Mama	Mama	Mama	124	M-13	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
25	S-25	S-type	MeMa	MeMa	MeMa	75	AK-24	Normal	Mama	Mama	Mama	125	M-14	Normal	MeMa	mama	mama
26	AB-01	Normal	MeMa	mama	mama	76	AK-25	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	126	M-15	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
27	AB-02	Normal	Mama	MeMa	MeMa	77	AK-26	Normal	mama	MeMa	MeMa	127	M-16	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
28	AB-03	Normal	Mama	Mama	Mama	78	AK-27	Normal	mama	Mama	Mama	128	M-17	Normal	MeMa	Mama	Mama
29	AB-04	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	79	AK-28	Normal	Mama	Mama	Mama	129	M-18	T-type	Mama	Mama	Mama
30	AB-05	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	80	AK-29	T-type	Mama	mama	mama	130	M-19	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
31	AB-06	Normal	Mama	Mama	Mama	81	AK-30	Normal	Mama	mama	mama	131	M-20	T-type	MeMa	mama	mama
32	AB-07	Normal	Mama	Mama	Mama	82	QN-01	Normal	Mama	mama	mama	132	AR-01	S-type	mama	MeMa	MeMa
33	AB-08	Normal	Mama	MeMa	MeMa	83	QN-02	Normal	mama	mama	mama	133	AR-02	S-type	mama	MeMa	MeMa
34	AB-09	Normal	MeMa	mama	mama	84	QN-03	Normal	mama	mama	mama	134	AR-03	S-type	Mama	Mama	Mama
35	AB-10	Normal	MeMa	mama	mama	85	QN-04	Normal	mama	Mama	Mama	135	AR-04	S-type	Mama	MeMa	MeMa
36	AB-11	Normal	Mama	Mama	Mama	86	QN-05	Normal	mama	Mama	Mama	136	AR-05	S-type	mama	Mama	Mama
37	AB-12	Normal	Mama	MeMa	MeMa	87	QN-06	Normal	mama	mama	mama	137	AR-06	S-type	MeMa	Mama	Mama
38	AB-13	Normal	Mama	MeMa	MeMa	88	QN-07	S-type	mama	Mama	Mama	138	AR-07	S-type	Mama	MeMa	MeMa
39	AB-14	Normal	Mama	Mama	Mama	89	QN-08	Normal	MeMa	Mama	Mama	139	AR-08	S-type	Mama	MeMa	MeMa
40	AB-15	Normal	MeMa	Mama	Mama	90	QN-09	Normal	Mama	MeMa	MeMa	140	AR-09	S-type	MeMa	mama	mama
41	AB-16	Normal	Mama	MeMa	MeMa	91	QN-10	Normal	Mama	Mama	Mama	141	AR-10	S-type	Mama	Mama	Mama
42	AB-17	Normal	Mama	Mama	Mama	92	QN-11	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	142	AR-11	S-type	mama	MeMa	MeMa
43	AB-18	Normal	Mama	MeMa	MeMa	93	QN-12	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	143	AR-12	S-type	mama	MeMa	MeMa
44	AB-19	Normal	Mama	MeMa	MeMa	94	QN-13	Normal	Mama	mama	mama	144	AR-13	S-type	MeMa	Mama	Mama
45	AB-20	Normal	Mama	Mama	Mama	95	QN-14	S-type	Mama	mama	mama	145	AR-14	S-type	mama	MeMa	MeMa
46	AB-21	Normal	Mama	MeMa	MeMa	96	QN-15	Normal	MeMa	Mama	Mama	146	AR-15	S-type	Mama	Mama	Mama
47	AB-22	Normal	Mama	Mama	Mama	97	QN-16	S-type	Mama	mama	mama	147	AR-16	S-type	Mama	Mama	Mama
48	AB-23	Normal	Mama	Mama	Mama	98	QN-17	Normal	Mama	MeMa	MeMa	148	AR-17	S-type	Mama	Mama	Mama
49	AB-24	T-type	MeMa	mama	mama	99	QN-18	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	149	AR-18	S-type	Mama	Mama	Mama
						100	QN-19	Normal	mama	Mama	Mama	150	AR-19	S-type	Mama	MeMa	MeMa
												151	AR-20	S-type	MeMa	Mama	Mama

그림 45. 중국에서 개발된 음성불임회복친 마커와 기존에 개발된 마커의 비교를 통해 검정하였다.

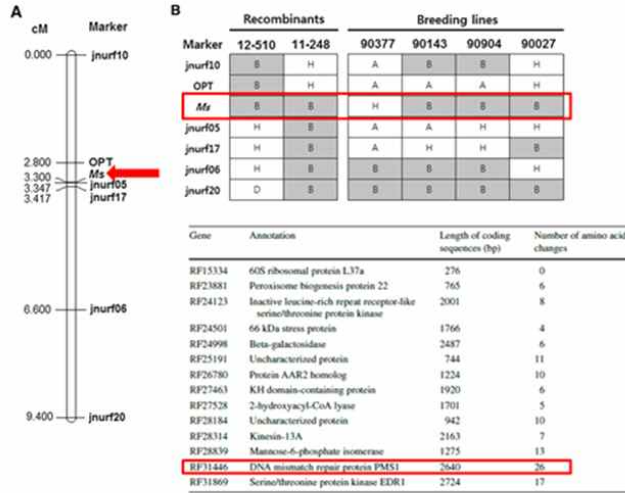
Sample No.	MKFR	OPT	Jnur13	AcSKP1	Sample No.	MKFR	OPT	Jnur13	AcSKP1
1	Normal	Mama	mama	mama	51	Normal	Mama	MeMa	MeMa
2	Normal	MeMa	Mama	Mama	52	Normal	Mama	Mama	Mama
3	Normal	MeMa	Mama	Mama	53	Normal	MeMa	mama	mama
4	Normal	Mama	mama	mama	54	Normal	Mama	Mama	Mama
5	Normal	Mama	Mama	Mama	55	Normal	Mama	MeMa	MeMa
6	Normal	mama	mama	mama	56	Normal	Mama	mama	mama
7	S-type	Mama	Mama	Mama	57	Normal	MeMa	Mama	Mama
8	Normal	mama	MeMa	MeMa	58	Normal	Mama	Mama	Mama
9	S-type	Mama	Mama	Mama	59	Normal	MeMa	Mama	Mama
10	Normal	Mama	Mama	Mama	60	Normal	Mama	Mama	Mama
11	Normal	Mama	Mama	Mama	61	Normal	Mama	MeMa	MeMa
12	Normal	Mama	Mama	Mama	62	Normal	mama	Mama	Mama
13	Normal	Mama	MeMa	MeMa	63	Normal	mama	MeMa	MeMa
14	Normal	Mama	MeMa	MeMa	64	Normal	Mama	Mama	Mama
15	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	65	Normal	Mama	MeMa	MeMa
16	Normal	Mama	Mama	Mama	66	Normal	Mama	Mama	Mama
17	Normal	mama	MeMa	MeMa	67	Normal	MeMa	Mama	MeMa
18	Normal	mama	Mama	Mama	68	Normal	Mama	Mama	Mama
19	S-type	mama	Mama	Mama	69	Normal	Mama	Mama	Mama
20	Normal	mama	Mama	Mama	70	Normal	mama	MeMa	MeMa
21	Normal	MeMa	Mama	Mama	71	Normal	Mama	Mama	Mama
22	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	72	Normal	Mama	MeMa	MeMa
23	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	73	Normal	Mama	MeMa	MeMa
24	Normal	Mama	mama	mama	74	Normal	Mama	Mama	Mama
25	Normal	Mama	MeMa	MeMa	75	Normal	Mama	MeMa	MeMa
26	S-type	Mama	MeMa	MeMa	76	Normal	Mama	Mama	Mama
27	Normal	Mama	mama	mama	77	Normal	Mama	MeMa	MeMa
28	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	78	Normal	Mama	Mama	Mama
29	Normal	Mama	MeMa	MeMa	79	Normal	MeMa	Mama	Mama
30	S-type	Mama	MeMa	MeMa	80	Normal	Mama	Mama	Mama
31	Normal	Mama	mama	mama	81	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
32	Normal	Mama	Mama	Mama	82	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
33	Normal	Mama	Mama	Mama	83	Normal	Mama	MeMa	MeMa
34	Normal	Mama	Mama	Mama	84	Normal	Mama	MeMa	MeMa
35	Normal	MeMa	Mama	Mama	85	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
36	Normal	MeMa	Mama	Mama	86	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
37	Normal	mama	Mama	Mama	87	Normal	MeMa	Mama	Mama
38	Normal	MeMa	MeMa	MeMa	88	Normal	MeMa	Mama	Mama
39	Normal	Mama	Mama	Mama	89	Normal	Mama	Mama	Mama
40	Normal	Mama	MeMa	MeMa	90	Normal	Mama	Mama	Mama
41	Normal	MeMa	Mama	Mama	91	Normal	Mama	MeMa	MeMa
42	Normal	MeMa	Mama	Mama	92	Normal	MeMa	MeMa	MeMa
43	Normal	Mama	Mama	Mama	93	Normal	Mama	mama	mama
44	Normal	Mama	Mama	Mama	94	Normal	Mama	MeMa	MeMa
45	Normal	Mama	MeMa	MeMa	95	Normal	Mama	MeMa	MeMa
46	Normal	mama	Mama	Mama	96	Normal	Mama	Mama	Mama
47	Normal	Mama	MeMa	MeMa					
48	Normal	Mama	mama	mama					
49	Normal	MeMa	MeMa	MeMa					
50	Normal	Mama	Mama	Mama					

그림 46. 중국에서 개발된 음성불임회복친 유전자와 기존에 개발된 마커를 좀 더 많은 다양한 시료를 이용하여 검정하였다.

**Rf31446**

**Identification of candidate genes associated with fertility restoration of cytoplasmic male-sterility in onion (*Allium cepa* L.) using a combination of bulked segregant analysis and RNA-seq**

Sunggil Kim<sup>1</sup> · Cheol-Woo Kim<sup>2</sup> · Minkyu Park<sup>3</sup> · Doil Choi<sup>3</sup>



No.	MKFR	OPT(re)	Jnur13	AcSKP1	AcRfGB-SNP1-pF	AcRfGB-SNP2-pF
1	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
2	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
3	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
4	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
5	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms
6	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms
7	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
8	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
9	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
10	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
11	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
12	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
13	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
14	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
15	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
16	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
17	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
18	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms
19	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms
20	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms
21	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
22	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
23	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
24	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
25	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
26	S-type	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
27	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms
28	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
29	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
30	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
31	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
32	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
33	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
34	Normal	MeMe?	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
35	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms
36	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
37	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
38	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
39	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
40	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
41	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
42	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
43	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
44	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
45	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
46	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms
47	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
48	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
49	Normal	MeMe	MeMe	MeMe	MsMs	MsMs
50	T-type	MeMe	MeMe	MeMe	msms	msms

그림 47. AcRfGM 마커를 이용하여 기존에 개발된 마커들과 비교한 결과 대부분이 일치하는 것을 보였으나, 몇몇 라인들에서는 차이를 나타내었다. 이들 개체들에 대해 시료를 공급해준 업체로부터 표현형에 대한 피드백이 절실히 요구되어진다.

(3) 양파 노균병 저항성 판별용 SCAR 마커

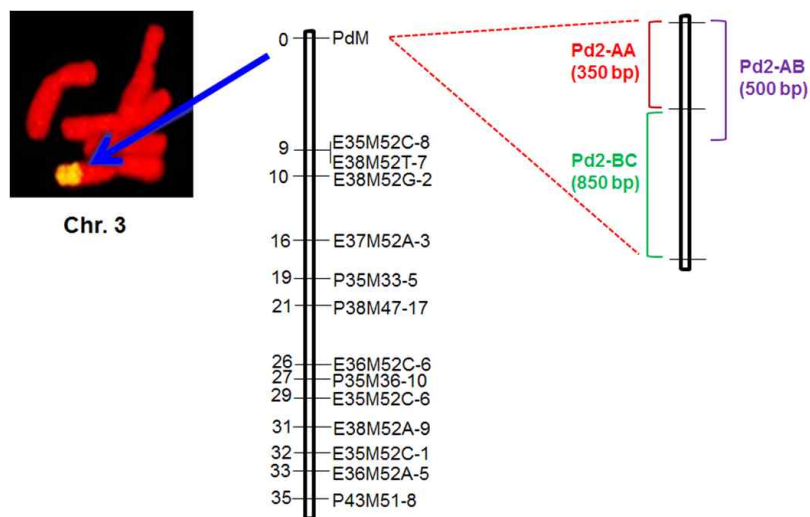


그림 6. 양파의 노균병 저항성을 나타내는 유전자의 Locus.



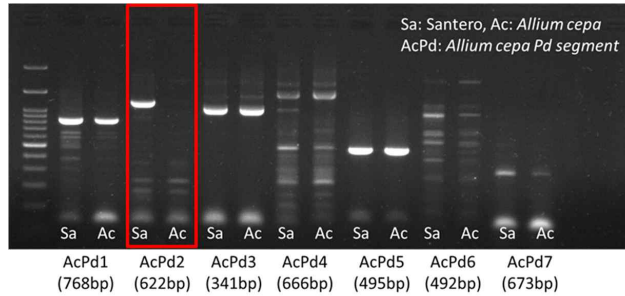


그림 48. 양파의 노균병 저항성을 나타내는 유전자의 locus로부터 개발된 마커 검정. 붉은색 박스로 표시된 부분에서 보듯이 노균병에 대한 저항성 개체와 감수성 개체의 구분이 가능함을 확인하였다.

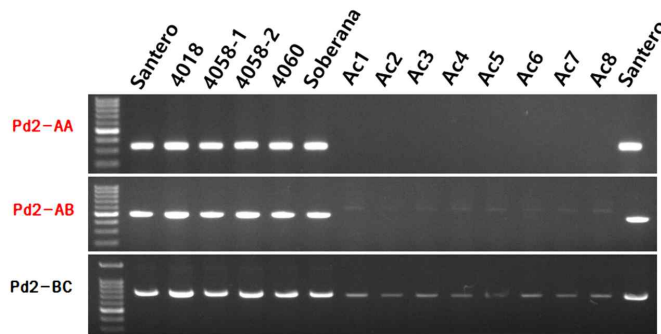
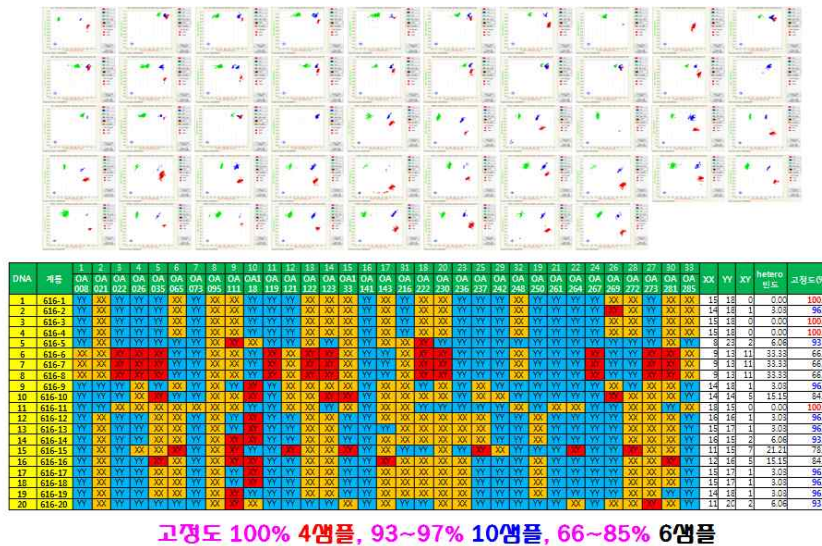


그림 49. 노균병 저항성 유전자의 locus에서 개발된 마커들을 F2 집단들에서 검정한 결과이다.

#### (4) 양파 계통 고정도 확인용 48 chip

양파의 경우 한 세대가 2년으로 양파 육종을 하기에 매우 오랜 시간이 걸리며, 특히 양파는 지놈 사이즈가 16 GB로 매우 큰 작물로 고정된 계통을 얻기가 불가능하다. 따라서 분자마커를 활용함으로써 여러 개체 중 고정도가 높은 개체를 조기에 선발함으로써 육종 노력과 시간을 절약할 수 있다. 대용량 시스템을 본격적으로 활용하기 시작한 4차년도에 48개의 SNP로 구성된 chip을 활용하여 유용성을 검토한 결과 양파 계통의 고정도를 확인하기에 적합하였다(그림 50).



고정도 100% 4샘플, 93~97% 10샘플, 66~85% 6샘플

그림 50. 양파 계통의 고정도 확인 마커에 대한 실증시험 결과



## 나. 의뢰된 시료의 마커분석 서비스

1, 2차년도에는 응성불임 유무 및 유형 판별을 위해 Orf725를 사용하여 판별을 하였다. 또한 응성불임 회복유전자의 유형판별을 위해 OPT/Jnurfl3 마커를 사용하여 분석을 진행하였다. 3차년도에는 응성불임 회복유전자의 유형 판별을 위해 중국과 한국에서 보고한 응성불임 회복유전자 region을 재분석하여 분자마커를 제작하였다. 이렇게 디자인된 AcSKP1과 AcRfGB 마커를 이용하여 응성불임 회복유전자의 유형 판별을 진행하였으며, 4차년도 역시 응성불임 유무 및 유형 판별, 응성불임 회복유전자의 유형 판별에 관한 분자마커 분석 서비스를 실시하였다.

### (1) 농우바이오

1차년도에 농우바이오 양과연구소로부터 응성불임의 유무 및 유형 판별을 위해 224점을 의뢰를 받아 orf725마커를 이용하여 PCR을 실시한 결과는 아래 그림 51과 같다.

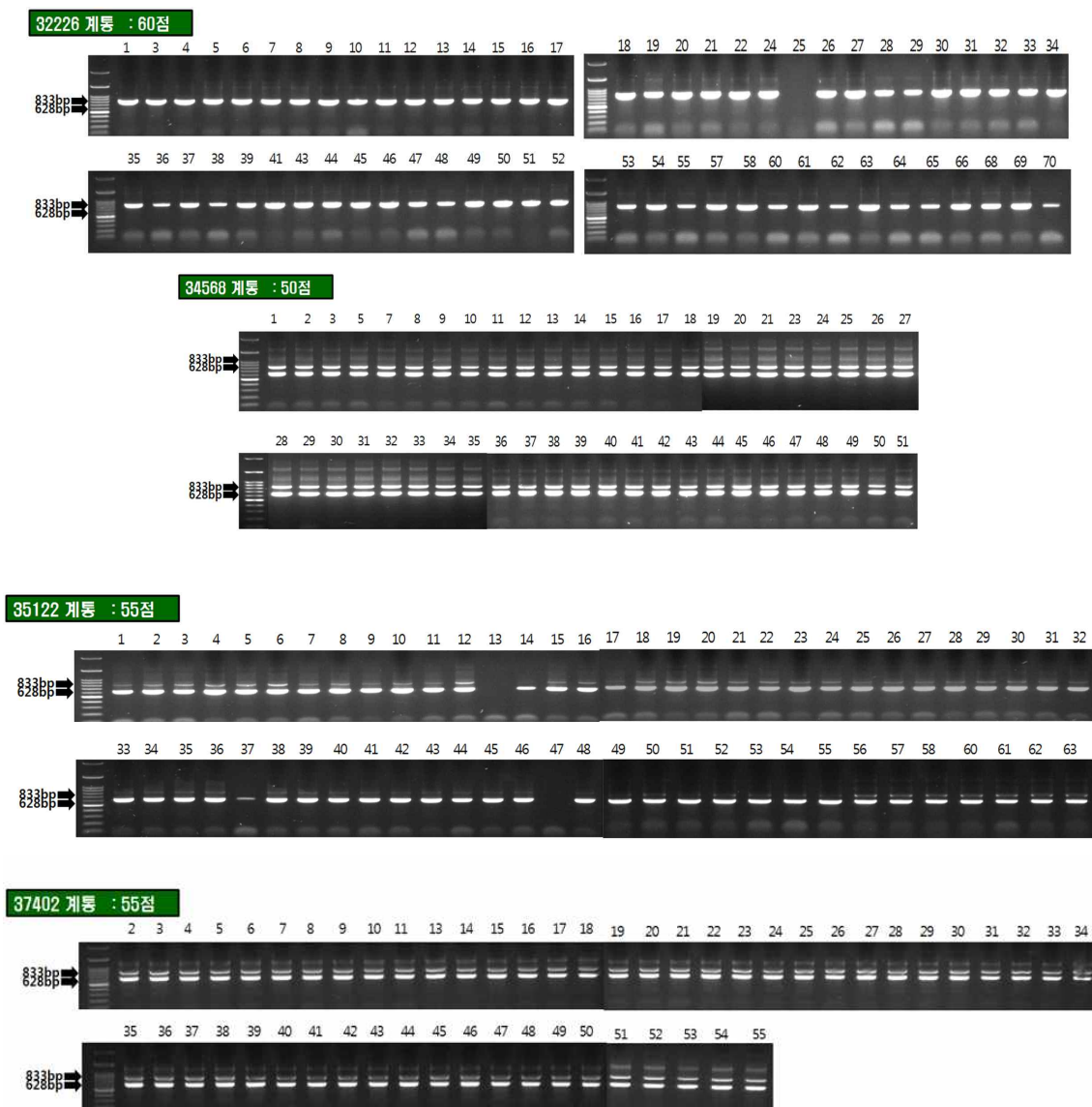


그림 51. 1차년도 Orf725 분자마커를 이용한 계통별 PCR결과(농우바이오)

분석한 시료 중 가임개체는 54개체였으며 이중 시료가 좋지 못한 10개에 대해서 다시 한번 마커 검정을 수행하였으며, 음성불임 중 T-type 115개체로 나뉘었으며, S-type 개체는 55개로 나타났다(표 78).

표 78. 1차년도 Orf725 분자마커를 이용한 의뢰시료의 검정결과(농우바이오)

마커 종류	총 sample수	검정결과		
		Normal	T-type	S-type
ORF725	224	64 (10 repeat)	115	55

1차년도에 농우바이오 양과연구소로부터 음성불임 회복유전자의 유형 판별을 위해 173점을 의뢰를 받아 이 중 50점은 반복 수행을 해 총 223개에 대해 OPT마커를 이용하여 PCR을 실시한 결과는 아래 그림 52와 같다.

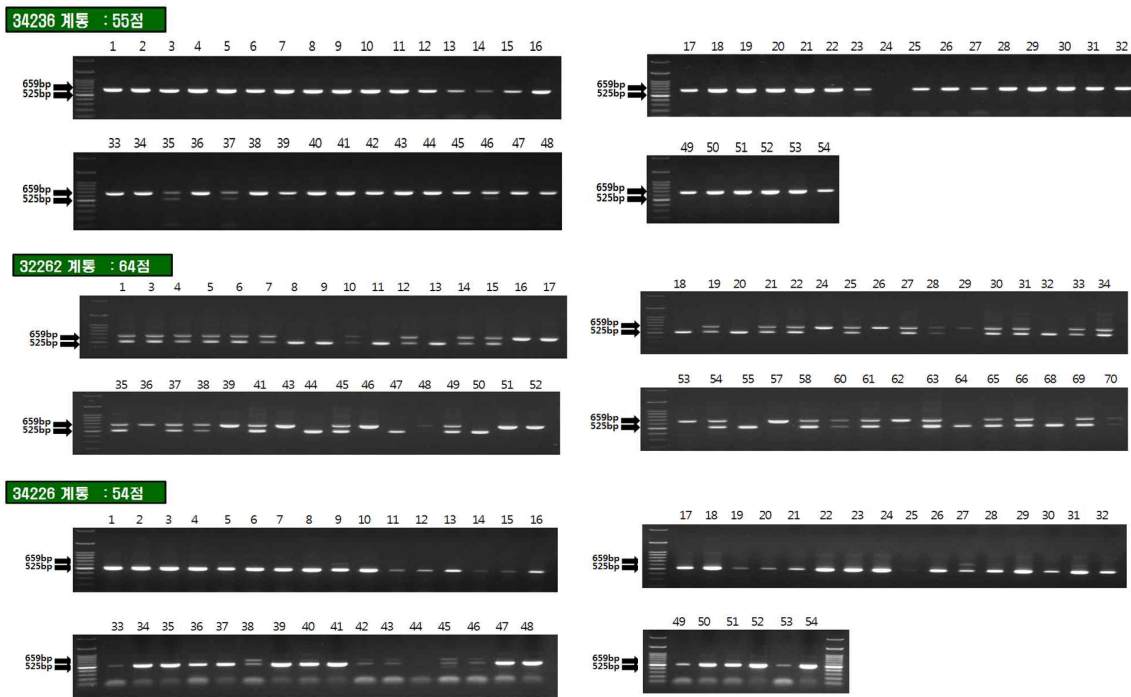


그림 52. 1차년도 OPT 분자마커를 이용한 계통별 PCR결과(농우바이오)

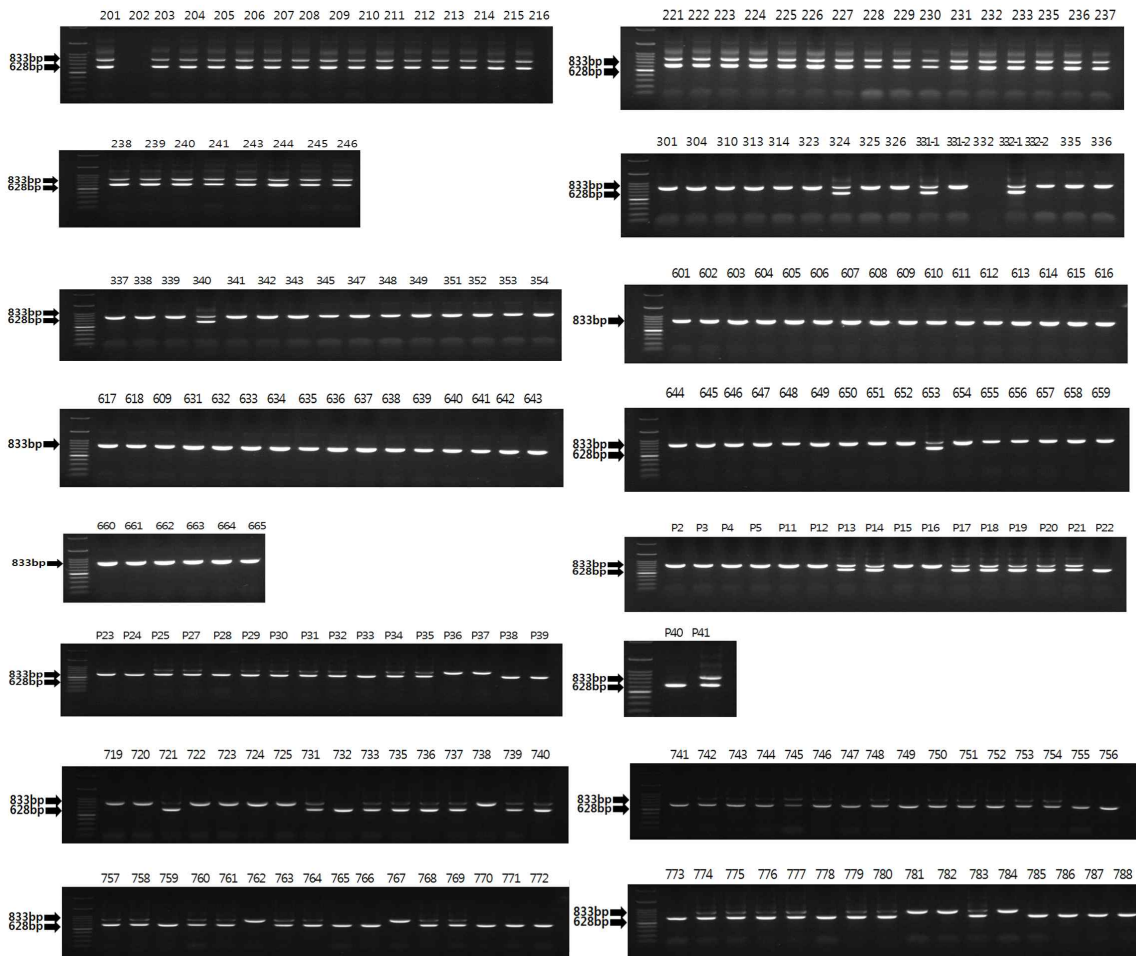
분석한 시료 중 MsMs형 회복친을 가진 개체는 55개체였으며, Msms형 회복친을 가진 개체는 64개, 그리고 msms형 회복친은 54개체이었고 이중 50개를 다시한번 검정하였다(표 79).

표 79. 1차년도 OPT 분자마커를 이용한 의뢰시료의 검정결과(농우바이오)

마커 종류	총 sample수	검정결과				총 검정 갯수
		MsMs	Msms	msms	Recheck	
OPT	173	55	64	54	50	223

(2) 농협종묘

1차년도에 농협종묘센터(영암연구소)로부터 음성불임의 유무 및 유형 판별을 위해 315점을 의뢰를 받아 orf725마커를 이용하여 PCR을 실시한 결과는 아래의 그림 53 및 표 80와 같다. orf725 마커를 이용해서 314점에 대해 정확하게 밴드의 크기를 확인할 수 있었다.



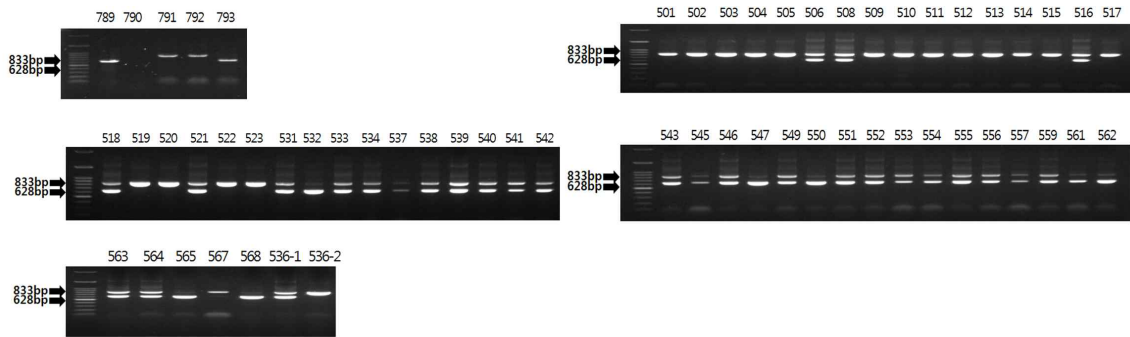


그림 53. 1차년도 Orf725 분자마커를 이용한 계통별 PCR결과(농협종묘)

표 80. 1차년도 PCR 실시 후 개체별 orf725 마커 검정 결과(농협종묘)

NO	BN	친별	ORF725	NO	BN	친별	ORF725	NO	BN	친별	ORF725
1	14-201	A	T	106	14-612	B	N	211	14-787	C	S
2	14-202	A	T	107	14-613	B	N	212	14-788	C	S
3	14-203	A	T	108	14-614	B	N	213	14-789	C	S
4	14-204	A	T	109	14-615	B	N	214	14-790	C	-
5	14-205	A	T	110	14-616	B	N	215	14-791	C	N
6	14-206	A	T	111	14-617	B	N	216	14-792	C	N
7	14-207	A	T	112	14-618	B	N	217	14-793	C	S
8	14-208	A	T	113	14-619	B	N	218	501	C	N
9	14-209	A	T	114	14-631	B	N	219	502	C	N
10	14-210	A	T	115	14-632	B	N	220	503	C	N
11	14-211	A	T	116	14-633	B	N	221	504	C	N
12	14-212	A	T	117	14-634	B	N	222	505	C	N
13	14-213	A	T	118	14-635	B	N	223	506	C	T
14	14-214	A	T	119	14-636	B	N	224	508	C	T
15	14-215	A	T	120	14-637	B	N	225	509	C	N
16	14-216	A	T	121	14-638	B	N	226	510	C	N
17	14-221	A	T	122	14-639	B	N	227	511	C	N
18	14-222	A	T	123	14-640	B	N	228	512	C	N
19	14-223	A	T	124	14-641	B	N	229	513	C	N
20	14-224	A	T	125	14-642	B	N	230	514	C	N
21	14-225	A	T	126	14-643	B	N	231	515	C	N
22	14-226	A	T	127	14-644	B	N	232	516	C	T
23	14-227	A	T	128	14-645	B	N	233	517	C	N
24	14-228	A	T	129	14-646	B	N	234	518	C	T
25	14-229	A	T	130	14-647	B	N	235	519	C	N
26	14-230	A	T	131	14-648	B	N	236	520	C	N
27	14-231	A	T	132	14-649	B	N	237	521	C	T
28	14-232	A	T	133	14-650	B	N	238	522	C	N
29	14-233	A	T	134	14-651	B	N	239	523	C	N
30	14-235	A	T	135	14-652	B	N	240	531	C	T
31	14-236	A	T	136	14-653	B	T	241	532	C	S
32	14-237	A	T	137	14-654	B	N	242	533	C	T
33	14-238	A	T	138	14-655	B	N	243	534	C	T
34	14-239	A	T	139	14-656	B	N	244	537	C	T
35	14-240	A	T	140	14-657	B	N	245	538	C	T
36	14-241	A	T	141	14-658	B	N	246	539	C	T
37	14-243	A	T	142	14-659	B	N	247	540	C	T

NO	BN	친별	ORF725
38	14-244	A	T
39	14-245	A	T
40	14-246	A	T
41	14-301	B	N
42	14-304	B	N
43	14-310	B	N
44	14-313	B	N
45	14-314	B	N
46	14-323	B	N
47	14-324	B	T
48	14-325	B	N
49	14-326	B	N
50	14-340	B	T
51	14-341	B	N
52	14-342	B	N
53	14-343	B	N
54	14-345	B	N
55	14-347	B	N
56	14-348	B	N
57	14-349	B	N
58	14-351	B	N
59	14-352	B	N
60	14-353	B	N
61	14-354	B	N
62	14-531	A	T
63	14-532	A	T
64	14-533	A	T
65	14-534	A	T
66	14-535	A	T
67	14-536	A	T
68	14-537	A	T
69	14-538	A	T
70	14-539	A	T
71	14-540	A	T
72	14-541	A	T
73	14-542	A	T
74	14-543	A	T
75	14-544	A	T
76	14-545	A	T
77	14-546	A	T
78	14-547	A	T
79	14-548	A	T
80	14-549	A	T
81	14-550	A	T
82	14-551	A	T
83	14-552	A	T
84	14-553	A	T
85	14-554	A	T
86	14-555	A	T
87	14-556	A	T
88	14-557	A	T

NO	BN	친별	ORF725
143	14-660	B	N
144	14-661	B	N
145	14-662	B	N
146	14-663	B	N
147	14-664	B	N
148	14-665	B	N
149	14-719	C	N
150	14-720	C	N
151	14-721	C	T
152	14-722	C	N
153	14-723	C	N
154	14-724	C	N
155	14-725	C	N
156	14-731	C	T
157	14-732	C	S
158	14-733	C	T
159	14-735	C	T
160	14-736	C	T
161	14-737	C	T
162	14-738	C	N
163	14-739	C	T
164	14-740	C	T
165	14-741	C	S
166	14-742	C	T
167	14-743	C	T
168	14-744	C	T
169	14-745	C	T
170	14-746	C	T
171	14-747	C	S
172	14-748	C	T
173	14-749	C	S
174	14-750	C	T
175	14-751	C	T
176	14-752	C	T
177	14-753	C	T
178	14-754	C	T
179	14-755	C	S
180	14-756	C	S
181	14-757	C	T
182	14-758	C	T
183	14-759	C	S
184	14-760	C	T
185	14-761	C	T
186	14-762	C	N
187	14-763	C	T
188	14-764	C	T
189	14-765	C	S
190	14-766	C	S
191	14-767	C	N
192	14-768	C	T
193	14-769	C	T

NO	BN	친별	ORF725
248	541	C	T
249	542	C	T
250	543	C	T
251	545	C	T
252	546	C	T
253	547	C	T
254	549	C	T
255	550	C	T
256	551	C	T
257	552	C	T
258	553	C	T
259	554	C	T
260	555	C	T
261	556	C	T
262	557	C	T
263	559	C	T
264	561	C	T
265	562	C	T
266	563	C	T
267	564	C	T
268	565	C	T
269	567	C	N
270	568	C	S
271	336		N
272	331-1		T
273	331-2		N
274	332-1		T
275	332-2		N
276	332		T
277	335		N
278	337		N
279	339		N
280	536-1		T
281	536-2		N
282	P-2	C	N
283	P-3	C	N
284	P-4	C	N
285	P-5	C	N
286	P-11	C	N
287	P-12	C	N
288	P-13	C	T
289	P-14	C	T
290	P-15	C	N
291	P-16	C	N
292	P-17	C	T
293	P-18	C	T
294	P-19	C	T
295	P-20	C	T
296	P-21	C	T
297	P-22	C	S
298	P-23	C	S

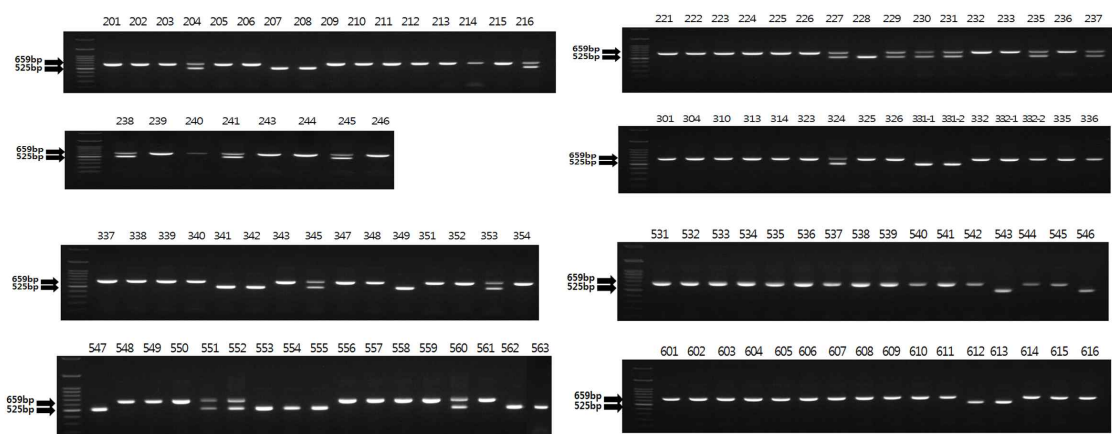
NO	BN	친별	ORF725	NO	BN	친별	ORF725	NO	BN	친별	ORF725
89	14-558	A	T	194	14-770	C	S	299	P-24	C	S
90	14-559	A	T	195	14-771	C	S	300	P-25	C	T
91	14-560	A	T	196	14-772	C	S	301	P-27	C	T
92	14-561	A	S	197	14-773	C	S	302	P-28	C	S
93	14-562	A	T	198	14-774	C	T	303	P-29	C	T
94	14-563	A	T	199	14-775	C	T	304	P-30	C	T
95	14-601	B	N	200	14-776	C	T	305	P-31	C	T
96	14-602	B	N	201	14-777	C	T	306	P-32	C	T
97	14-603	B	N	202	14-778	C	S	307	P-33	C	S
98	14-604	B	N	203	14-779	C	T	308	P-34	C	T
99	14-605	B	N	204	14-780	C	T	309	P-35	C	T
100	14-606	B	N	205	14-781	C	S	310	P-36	C	N
101	14-607	B	N	206	14-782	C	S	311	P-37	C	N
102	14-608	B	N	207	14-783	C	N	312	P-38	C	S
103	14-609	B	N	208	14-784	C	T	313	P-39	C	S
104	14-610	B	N	209	14-785	C	T	314	P-40	C	S
105	14-611	B	N	210	14-786	C	S	315	P-41	C	T

분석한 시료 중 가임개체는 119개체였으며, 음성불임 중 T-type 163개체 이었으며, S-type 개체는 32개로 나타났다(표 81).

표 81. 1차년도 Orf725 분자마커를 이용한 의뢰시료의 검정결과(농협종묘)

마커 종류	총 sample수	검정결과		
		Normal	T-type	S-type
ORF725	314	119	163	32

1차년도에 농협종묘센터(영암연구소)로부터 음성불임 회복유전자의 유형 판별을 위해 315점을 의뢰를 받아 OPT마커를 이용하여 PCR을 실시한 결과는 아래의 그림 54 및 표 82와 같다.





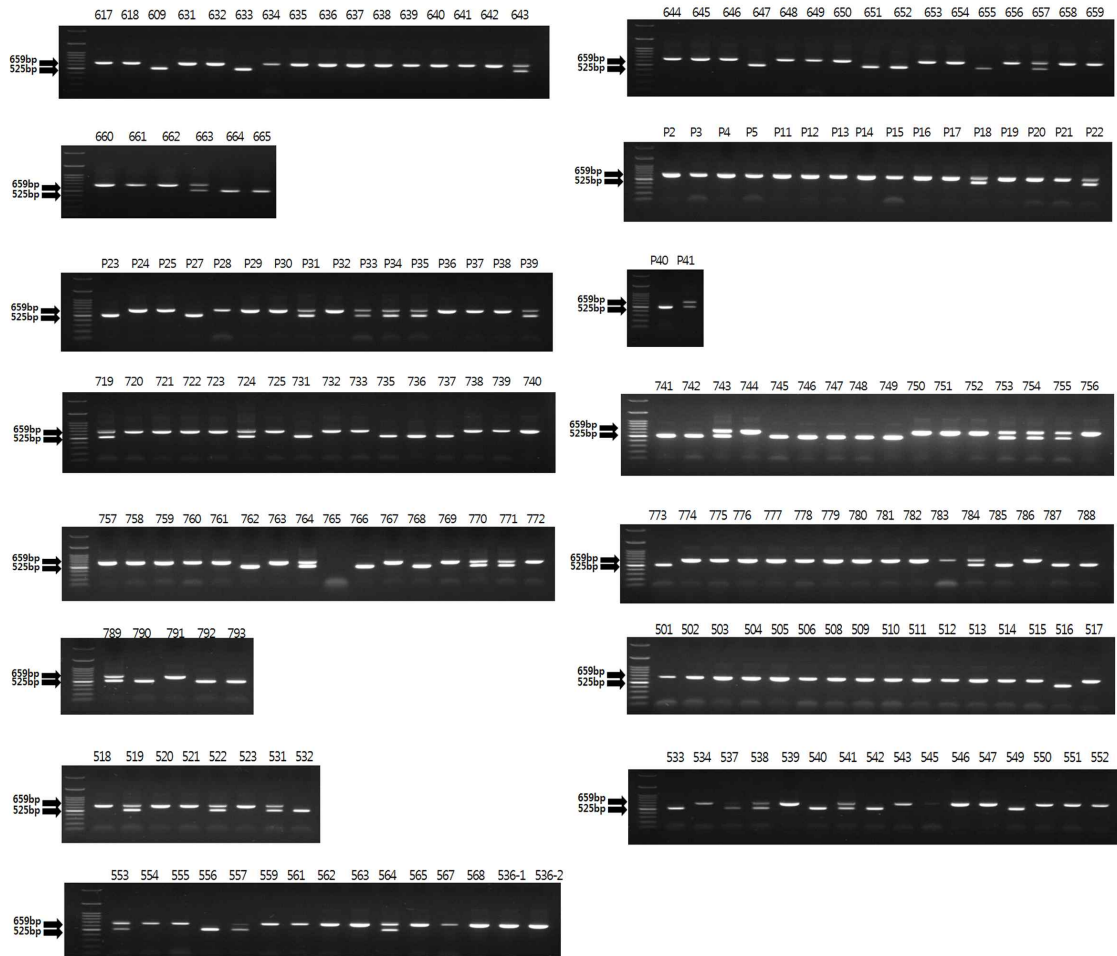


그림 54. 1차년도 OPT 분자마커를 이용한 계통별 PCR결과(농협종묘)

표 82. 1차년도 PCR 실시 후 개체별 OPT마커 검정 결과(농협종묘)

NO	BN	친별	OPT마커검정	NO	BN	친별	OPT마커검정	NO	BN	친별	OPT마커검정
1	14-201	A	MsMs	106	14-612	B	msms	211	14-787	C	msms
2	14-202	A	MsMs	107	14-613	B	msms	212	14-788	C	msms
3	14-203	A	MsMs	108	14-614	B	MsMs	213	14-789	C	Msms
4	14-204	A	Msms	109	14-615	B	MsMs	214	14-790	C	msms
5	14-205	A	MsMs	110	14-616	B	MsMs	215	14-791	C	MsMs
6	14-206	A	MsMs	111	14-617	B	MsMs	216	14-792	C	msms
7	14-207	A	msms	112	14-618	B	MsMs	217	14-793	C	msms
8	14-208	A	msms	113	14-619	B	msms	218	501	C	MsMs
9	14-209	A	MsMs	114	14-631	B	MsMs	219	502	C	MsMs
10	14-210	A	MsMs	115	14-632	B	MsMs	220	503	C	MsMs
11	14-211	A	MsMs	116	14-633	B	msms	221	504	C	MsMs
12	14-212	A	MsMs	117	14-634	B	MsMs	222	505	C	MsMs
13	14-213	A	MsMs	118	14-635	B	MsMs	223	506	C	MsMs
14	14-214	A	MsMs	119	14-636	B	MsMs	224	508	C	MsMs
15	14-215	A	MsMs	120	14-637	B	MsMs	225	509	C	MsMs
16	14-216	A	Msms	121	14-638	B	MsMs	226	510	C	MsMs
17	14-221	A	MsMs	122	14-639	B	MsMs	227	511	C	MsMs

NO	BN	친 별	OPT마커검정
18	14-222	A	MsMs
19	14-223	A	MsMs
20	14-224	A	MsMs
21	14-225	A	MsMs
22	14-226	A	MsMs
23	14-227	A	Msms
24	14-228	A	msms
25	14-229	A	Msms
26	14-230	A	Msms
27	14-231	A	Msms
28	14-232	A	MsMs
29	14-233	A	MsMs
30	14-235	A	Msms
31	14-236	A	MsMs
32	14-237	A	Msms
33	14-238	A	Msms
34	14-239	A	MsMs
35	14-240	A	MsMs
36	14-241	A	Msms
37	14-243	A	MsMs
38	14-244	A	MsMs
39	14-245	A	Msms
40	14-246	A	MsMs
41	14-301	B	MsMs
42	14-304	B	MsMs
43	14-310	B	MsMs
44	14-313	B	MsMs
45	14-314	B	MsMs
46	14-323	B	MsMs
47	14-324	B	Msms
48	14-325	B	MsMs
49	14-326	B	MsMs
50	14-340	B	MsMs
51	14-341	B	msms
52	14-342	B	msms
53	14-343	B	MsMs
54	14-345	B	Msms
55	14-347	B	MsMs
56	14-348	B	MsMs
57	14-349	B	msms
58	14-351	B	MsMs
59	14-352	B	MsMs
60	14-353	B	Msms
61	14-354	B	MsMs
62	14-531	A	MsMs
63	14-532	A	MsMs

NO	BN	친 별	OPT마커검정
123	14-640	B	MsMs
124	14-641	B	MsMs
125	14-642	B	MsMs
126	14-643	B	Msms
127	14-644	B	MsMs
128	14-645	B	MsMs
129	14-646	B	MsMs
130	14-647	B	msms
131	14-648	B	MsMs
132	14-649	B	MsMs
133	14-650	B	MsMs
134	14-651	B	msms
135	14-652	B	msms
136	14-653	B	MsMs
137	14-654	B	MsMs
138	14-655	B	msms
139	14-656	B	MsMs
140	14-657	B	Msms
141	14-658	B	MsMs
142	14-659	B	MsMs
143	14-660	B	MsMs
144	14-661	B	MsMs
145	14-662	B	MsMs
146	14-663	B	Msms
147	14-664	B	msms
148	14-665	B	msms
149	14-719	C	Msms
150	14-720	C	MsMs
151	14-721	C	MsMs
152	14-722	C	MsMs
153	14-723	C	MsMs
154	14-724	C	Msms
155	14-725	C	MsMs
156	14-731	C	msms
157	14-732	C	MsMs
158	14-733	C	MsMs
159	14-735	C	msms
160	14-736	C	msms
161	14-737	C	msms
162	14-738	C	MsMs
163	14-739	C	MsMs
164	14-740	C	MsMs
165	14-741	C	msms
166	14-742	C	msms
167	14-743	C	Msms
168	14-744	C	MsMs

NO	BN	친 별	OPT마커검정
228	512	C	MsMs
229	513	C	MsMs
230	514	C	MsMs
231	515	C	MsMs
232	516	C	msms
233	517	C	MsMs
234	518	C	MsMs
235	519	C	Msms
236	520	C	MsMs
237	521	C	MsMs
238	522	C	Msms
239	523	C	MsMs
240	531	C	Msms
241	532	C	msms
242	533	C	msms
243	534	C	MsMs
244	537	C	msms
245	538	C	Msms
246	539	C	MsMs
247	540	C	msms
248	541	C	Msms
249	542	C	msms
250	543	C	MsMs
251	545	C	MsMs
252	546	C	MsMs
253	547	C	MsMs
254	549	C	msms
255	550	C	MsMs
256	551	C	MsMs
257	552	C	MsMs
258	553	C	Msms
259	554	C	MsMs
260	555	C	MsMs
261	556	C	msms
262	557	C	Msms
263	559	C	MsMs
264	561	C	MsMs
265	562	C	MsMs
266	563	C	MsMs
267	564	C	Msms
268	565	C	MsMs
269	567	C	MsMs
270	568	C	MsMs
271	336		MsMs
272	331-1		msms
273	331-2		msms



NO	BN	친 별	OPT마커검정
64	14-533	A	MsMs
65	14-534	A	MsMs
66	14-535	A	MsMs
67	14-536	A	MsMs
68	14-537	A	MsMs
69	14-538	A	MsMs
70	14-539	A	MsMs
71	14-540	A	MsMs
72	14-541	A	MsMs
73	14-542	A	MsMs
74	14-543	A	msms
75	14-544	A	MsMs
76	14-545	A	MsMs
77	14-546	A	msms
78	14-547	A	msms
79	14-548	A	MsMs
80	14-549	A	MsMs
81	14-550	A	MsMs
82	14-551	A	Msms
83	14-552	A	Msms
84	14-553	A	msms
85	14-554	A	msms
86	14-555	A	msms
87	14-556	A	MsMs
88	14-557	A	MsMs
89	14-558	A	MsMs
90	14-559	A	MsMs
91	14-560	A	Msms
92	14-561	A	MsMs
93	14-562	A	msms
94	14-563	A	msms
95	14-601	B	MsMs
96	14-602	B	MsMs
97	14-603	B	MsMs
98	14-604	B	MsMs
99	14-605	B	MsMs
100	14-606	B	MsMs
101	14-607	B	MsMs
102	14-608	B	MsMs
103	14-609	B	MsMs
104	14-610	B	MsMs
105	14-611	B	MsMs

NO	BN	친 별	OPT마커검정
169	14-745	C	msms
170	14-746	C	msms
171	14-747	C	msms
172	14-748	C	msms
173	14-749	C	msms
174	14-750	C	MsMs
175	14-751	C	MsMs
176	14-752	C	MsMs
177	14-753	C	Msms
178	14-754	C	Msms
179	14-755	C	Msms
180	14-756	C	MsMs
181	14-757	C	MsMs
182	14-758	C	MsMs
183	14-759	C	MsMs
184	14-760	C	MsMs
185	14-761	C	MsMs
186	14-762	C	msms
187	14-763	C	MsMs
188	14-764	C	Msms
189	14-765	C	msms
190	14-766	C	msms
191	14-767	C	MsMs
192	14-768	C	msms
193	14-769	C	MsMs
194	14-770	C	Msms
195	14-771	C	Msms
196	14-772	C	MsMs
197	14-773	C	msms
198	14-774	C	MsMs
199	14-775	C	MsMs
200	14-776	C	MsMs
201	14-777	C	MsMs
202	14-778	C	MsMs
203	14-779	C	MsMs
204	14-780	C	MsMs
205	14-781	C	MsMs
206	14-782	C	MsMs
207	14-783	C	MsMs
208	14-784	C	Msms
209	14-785	C	msms
210	14-786	C	MsMs

NO	BN	친 별	OPT마커검정
274	332-1		MsMs
275	332-2		MsMs
276	332		MsMs
277	335		MsMs
278	337		MsMs
279	339		MsMs
280	536-1		MsMs
281	536-2		MsMs
282	P-2	C	MsMs
283	P-3	C	MsMs
284	P-4	C	MsMs
285	P-5	C	MsMs
286	P-11	C	MsMs
287	P-12	C	MsMs
288	P-13	C	MsMs
289	P-14	C	MsMs
290	P-15	C	MsMs
291	P-16	C	MsMs
292	P-17	C	MsMs
293	P-18	C	Msms
294	P-19	C	MsMs
295	P-20	C	MsMs
296	P-21	C	MsMs
297	P-22	C	Msms
298	P-23	C	msms
299	P-24	C	MsMs
300	P-25	C	MsMs
301	P-27	C	msms
302	P-28	C	MsMs
303	P-29	C	MsMs
304	P-30	C	MsMs
305	P-31	C	Msms
306	P-32	C	MsMs
307	P-33	C	Msms
308	P-34	C	Msms
309	P-35	C	Msms
310	P-36	C	MsMs
311	P-37	C	MsMs
312	P-38	C	MsMs
313	P-39	C	Msms
314	P-40	C	msms
315	P-41	C	Msms

분석한 시료 중 MsMs형 회복친을 가진 개체는 209개체였으며, Msms형 회복친을 가진 개체는 47개, 그리고 msms형은 59개체로 나타났다(표 83).

표 83. 1차년도 OPT 분자마커를 이용한 의뢰시료의 검정결과(농협종묘)

마커 종류	총 sample수	검정결과		
		MsMs	Msms	msms
OPT	315	209	47	59

2차년도에 NH농협(영암)으로부터 246점을 의뢰받아 Orf725 분자마커로 서비스를 실시하였다 (표 84 및 그림 55).

표 84. 2차년도 Orf725 분자마커 검정결과(NH농협 영암)

No.	세포질 유형	No.	세포질 유형	No.	세포질 유형	No.	세포질 유형
1	T-type	63	Normal	125	Normal	187	S-type
2	T-type	64	N/A	126	Normal	188	T-type
3	T-type	65	Normal	127	Normal	189	T-type
4	T-type	66	Normal	128	N/A	190	N/A
5	N/A	67	N/A	129	N/A	191	T-type
6	T-type	68	Normal	130	N/A	192	T-type
7	T-type	69	Normal	131	Normal	193	T-type
8	T-type	70	Normal	132	Normal	194	Normal
9	T-type	71	Normal	133	N/A	195	Normal
10	T-type	72	T-type	134	Normal	196	T-type
11	T-type	73	T-type	135	T-type	197	Normal
12	T-type	74	T-type	136	N/A	198	S-type
13	T-type	75	T-type	137	Normal	199	S-type
14	N/A	76	T-type	138	Normal	200	S-type
15	T-type	77	T-type	139	Normal	201	S-type
16	T-type	78	T-type	140	Normal	202	S-type
17	N/A	79	T-type	141	Normal	203	S-type
18	T-type	80	T-type	142	N/A	204	Normal
19	N/A	81	T-type	143	N/A	205	Normal
20	N/A	82	T-type	144	Normal	206	Normal
21	T-type	83	T-type	145	Normal	207	S-type
22	T-type	84	N/A	146	Normal	208	S-type
23	T-type	85	T-type	147	Normal	209	Normal
24	N/A	86	T-type	148	Normal	210	Normal
25	N/A	87	T-type	149	T-type	211	Normal
26	Normal	88	T-type	150	N/A	212	Normal
27	Normal	89	T-type	151	T-type	213	T-type
28	Normal	90	T-type	152	T-type	214	Normal
29	Normal	91	T-type	153	T-type	215	T-type
30	Normal	92	T-type	154	T-type	216	T-type
31	Normal	93	T-type	155	T-type	217	T-type
32	Normal	94	T-type	156	T-type	218	T-type
33	Normal	95	T-type	157	T-type	219	T-type
34	Normal	96	N/A	158	T-type	220	S-type
35	Normal	97	T-type	159	T-type	221	S-type
36	Normal	98	Normal	160	T-type	222	S-type
37	Normal	99	T-type	161	T-type	223	S-type
38	Normal	100	T-type	162	T-type	224	T-type

No.	세포질 유형
39	Normal
40	Normal
41	Normal
42	결번
43	N/A
44	T-type
45	T-type
46	T-type
47	Normal
48	T-type
49	T-type
50	Normal
51	Normal
52	Normal
53	Normal
54	T-type
55	Normal
56	N/A
57	T-type
58	N/A
59	Normal
60	T-type
61	Normal
62	N/A

No.	세포질 유형
101	T-type
102	S-type
103	T-type
104	T-type
105	T-type
106	T-type
107	T-type
108	T-type
109	T-type
110	T-type
111	N/A
112	T-type
113	Normal
114	Normal
115	Normal
116	Normal
117	Normal
118	Normal
119	Normal
120	Normal
121	Normal
122	Normal
123	Normal
124	Normal

No.	세포질 유형
163	T-type
164	N/A
165	T-type
166	N/A
167	N/A
168	T-type
169	T-type
170	T-type
171	T-type
172	T-type
173	N/A
174	N/A
175	N/A
176	N/A
177	T-type
178	T-type
179	N/A
180	T-type
181	N/A
182	N/A
183	T-type
184	S-type
185	S-type
186	S-type

No.	세포질 유형
225	T-type
226	Normal
227	Normal
228	Normal
229	Normal
230	S-type
231	Normal
232	S-type
233	S-type
234	T-type
235	S-type
236	N/A
237	T-type
238	T-type
239	T-type
240	T-type
241	Normal
242	T-type
243	S-type
244	Normal
245	Normal
246	T-type
247	Normal

42번 결번

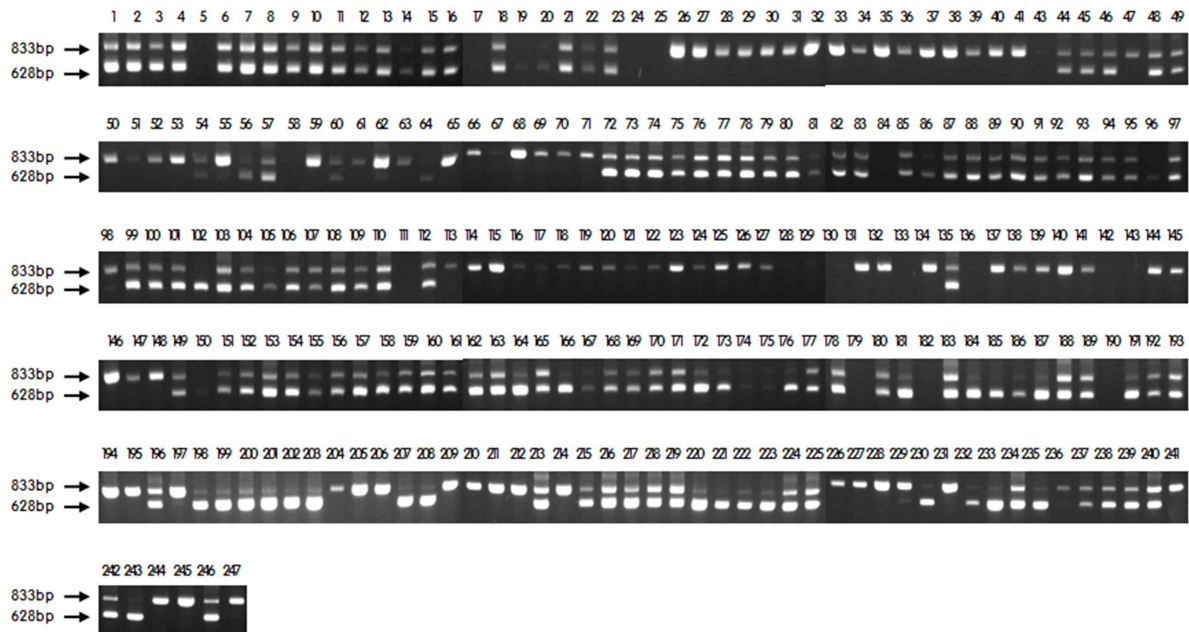


그림 55. 2차년도 Orf725 분자마커 검정결과(NH농협 영암)

2차년도에 NH농협(영암)의 Orf725 마커로 서비스를 실시한 결과 세포질의 유형이 normal인 경우 80개, T-type인 경우 108개, S-type인 경우 22개이었으며, 결과가 좋지 못해 더 검토해야 할 시료가 36개이었다(표 85).

표 85. 2차년도 Orf725 분자마커 검정결과(NH농협 영암)

마커 종류	총 sample수	검정결과			NotAvailable
		Normal	T-type	S-type	
Orf725	246	80	108	22	36

2차년도에 NH농협(영암)으로부터 246점을 의뢰받아 Jnurf13 분자마커로 서비스를 실시하였다 (표 86 및 그림 56).

표 86. 2차년도 Jnurf13 분자마커 검정결과(NH농협 영암)

No.	핵형	No.	핵형	No.	핵형	No.	핵형	No.	핵형
1	msms	51	msms	101	msms	151	MSms	201	MSms
2	msms	52	msms	102	msms	152	MSms	202	MSms
3	msms	53	msms	103	msms	153	MSms	203	MSms
4	msms	54	msms	104	msms	154	MSMS	204	MSms
5	msms	55	msms	105	msms	155	MSms	205	msms
6	msms	56	msms	106	msms	156	msms	206	msms
7	msms	57	msms	107	msms	157	MSms	207	MSms
8	msms	58	msms	108	msms	158	MSMS	208	MSms
9	msms	59	MSms	109	msms	159	MSms	209	msms
10	msms	60	msms	110	msms	160	MSMS	210	msms
11	msms	61	MSms	111	msms	161	msms	211	msms
12	msms	62	msms	112	msms	162	MSms	212	msms
13	msms	63	MSMS	113	msms	163	MSMS	213	MSMS
14	msms	64	MSms	114	msms	164	MSMS	214	MSms
15	msms	65	msms	115	msms	165	MSMS	215	msms
16	msms	66	msms	116	msms	166	MSMS	216	msms
17	msms	67	msms	117	msms	167	MSms	217	MSms
18	msms	68	msms	118	msms	168	MSms	218	MSms
19	msms	69	msms	119	msms	169	MSMS	219	MSMS
20	msms	70	MSms	120	MSms	170	MSMS	220	MSms
21	msms	71	msms	121	MSms	171	MSMS	221	MSMS
22	msms	72	msms	122	msms	172	msms	222	MSMS
23	msms	73	msms	123	msms	173	MSMS	223	MSMS
24	MSms	74	msms	124	N/A	174	MSMS	224	MSMS
25	msms	75	msms	125	msms	175	MSms	225	MSms
26	msms	76	msms	126	msms	176	MSMS	226	MSms
27	msms	77	msms	127	msms	177	MSms	227	MSms
28	msms	78	msms	128	msms	178	MSMS	228	msms
29	msms	79	msms	129	msms	179	msms	229	MSms
30	msms	80	msms	130	msms	180	MSms	230	MSms
31	msms	81	msms	131	msms	181	MSMS	231	MSms
32	msms	82	msms	132	msms	182	msms	232	MSMS
33	msms	83	msms	133	msms	183	MSMS	233	msms
34	msms	84	msms	134	msms	184	MSms	234	msms
35	MSMS	85	msms	135	MSms	185	msms	235	msms
36	msms	86	msms	136	msms	186	MSMS	236	MSms
37	msms	87	msms	137	msms	187	N/A	237	MSms

No.	핵형
38	MSMS
39	msms
40	msms
41	msms
42	결번
43	msms
44	msms
45	MSms
46	msms
47	msms
48	msms
49	msms
50	MSms

No.	핵형
88	msms
89	msms
90	msms
91	msms
92	msms
93	msms
94	msms
95	msms
96	msms
97	msms
98	msms
99	msms
100	msms

No.	핵형
138	msms
139	msms
140	msms
141	msms
142	msms
143	msms
144	msms
145	msms
146	msms
147	msms
148	msms
149	MSms
150	msms

No.	핵형
188	MSMS
189	msms
190	msms
191	MSms
192	msms
193	MSMS
194	MSMS
195	MSms
196	MSMS
197	MSMS
198	MSMS
199	MSMS
200	MSms

No.	핵형
238	N/A
239	msms
240	MSMS
241	MSms
242	MSms
243	MSMS
244	MSMS
245	MSMS
246	msms
247	msms

42번 결번

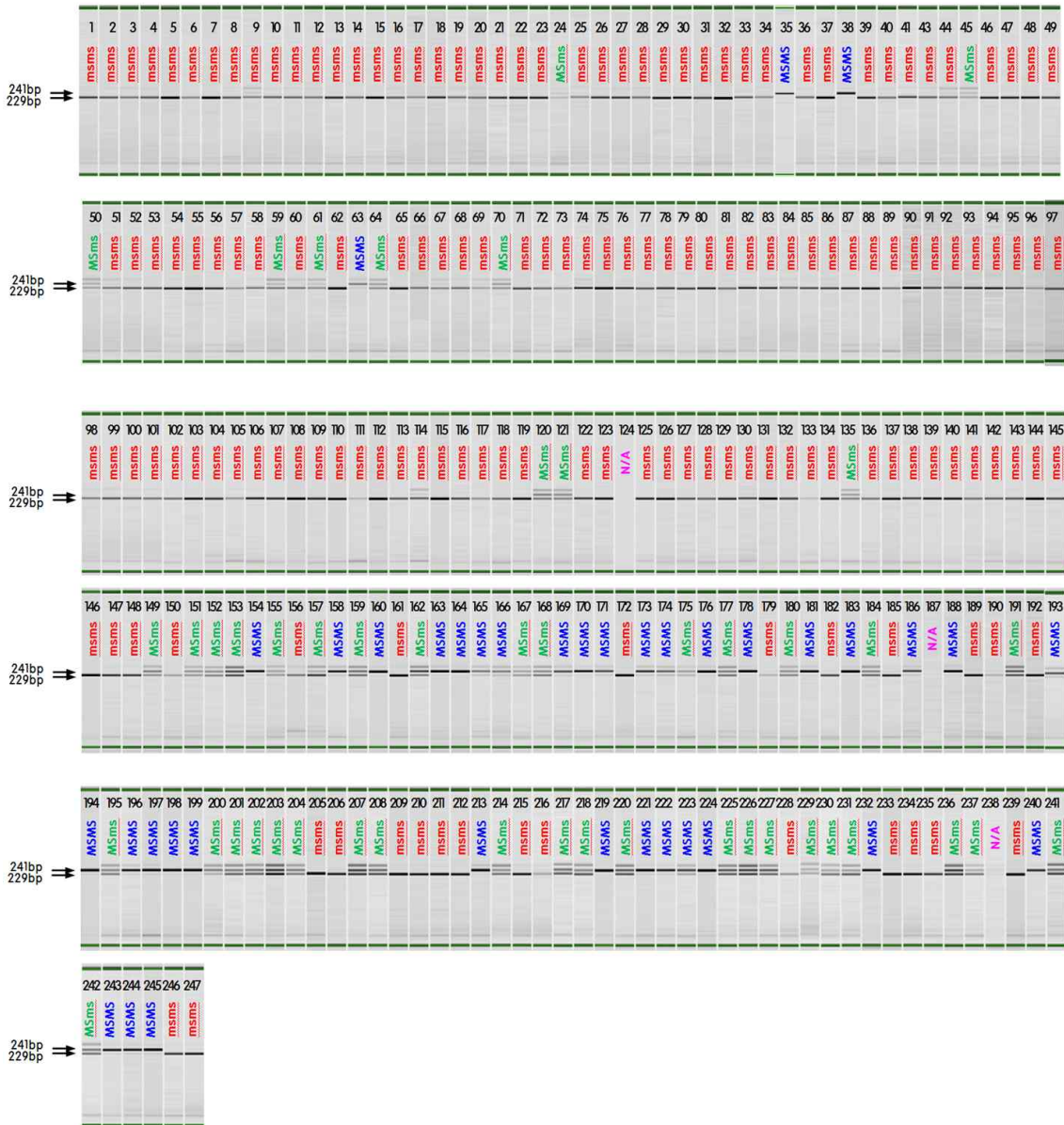


그림 56. 2차년도 Jnurf13 분자마커 검정결과(NH농협 영암)



2차년도에 NH농협(영암)에서 의뢰한 246점에 대하여 Jnurfl3 마커로 서비스한 결과 MsMs가 38점, Msms가 47점, msms가 158점으로 나왔으며, 그 중에 결과가 좋지 못해 다시 한번 확인해 봐야할 것이 3점으로 나왔다(표 87).

표 87. 2차년도 Jnurfl3 분자마커 검정결과(NH농협 영암)

마커 종류	총 sample수	검정결과			
		MsMs	Msms	msms	NotAvailable
Jnurfl3	246	38	47	158	3

4차년도에 농협종묘로부터 두 차례에 걸쳐 양과 계통 고정도 확인을 위한 분자마커 서비스를 수행하였다. 첫 번째로 의뢰받은 547개의 시료를 24chip으로 계통 고정도를 확인하였다(그림 57). 두 번째로 의뢰받은 174개의 시료에 대해서는 48chip으로 계통 고정도를 확인하였다(그림 58).

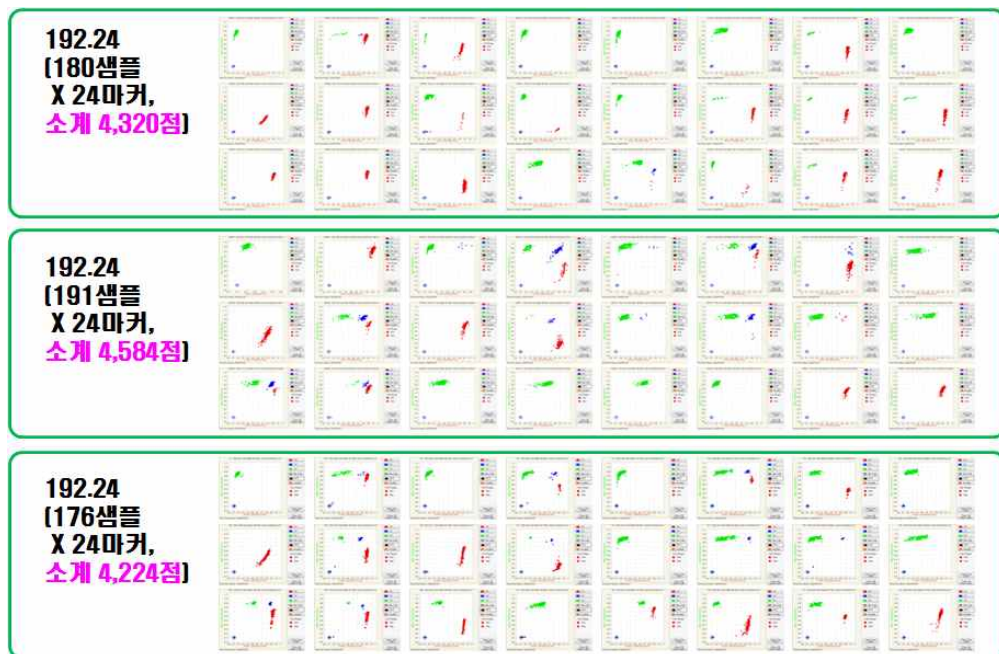


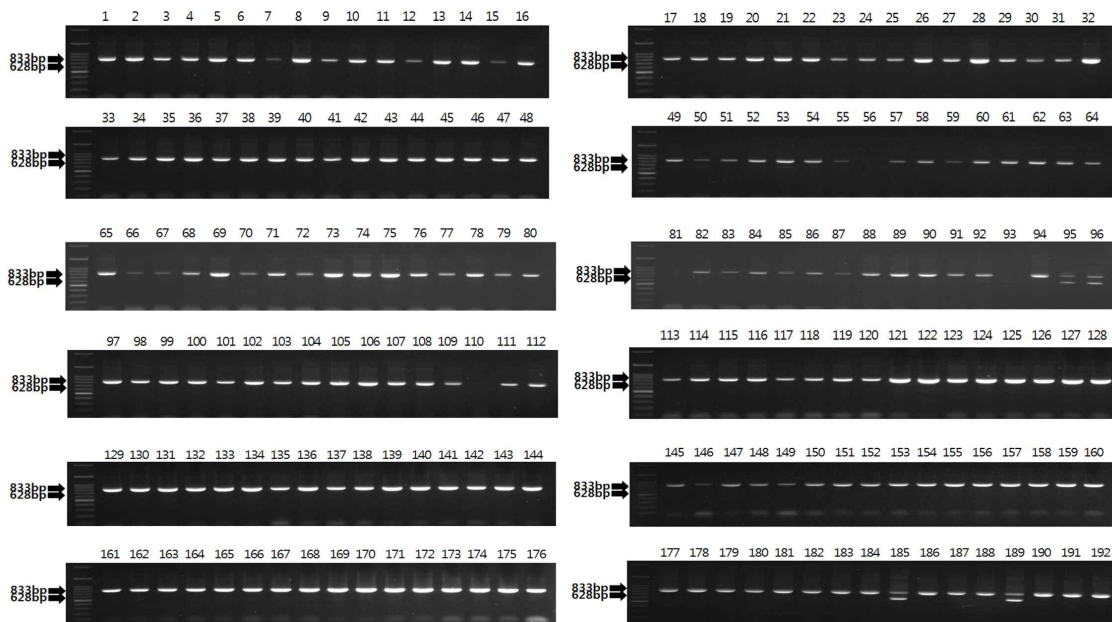
그림 57. 4차년도에 농협종묘로부터 의뢰받은 547개의 시료에 대한 계통 고정도 확인



그림 58. 4차년도에 농협종묘로부터 외뢰받은 174개의 시료에 대한 계통 고정도 확인

### (3) 경남농업기술원

1차년도에 경남농업기술원 창녕양파시험장으로부터 응성불임의 유무 및 유형 판별을 위해 302점을 의뢰를 받아 orf725마커를 이용하여 PCR을 실시한 결과는 아래의 그림 59 및 표 88와 같다. orf725 마커를 이용해서 302점에 대해 정확하게 밴드의 크기를 확인할 수 있었다.



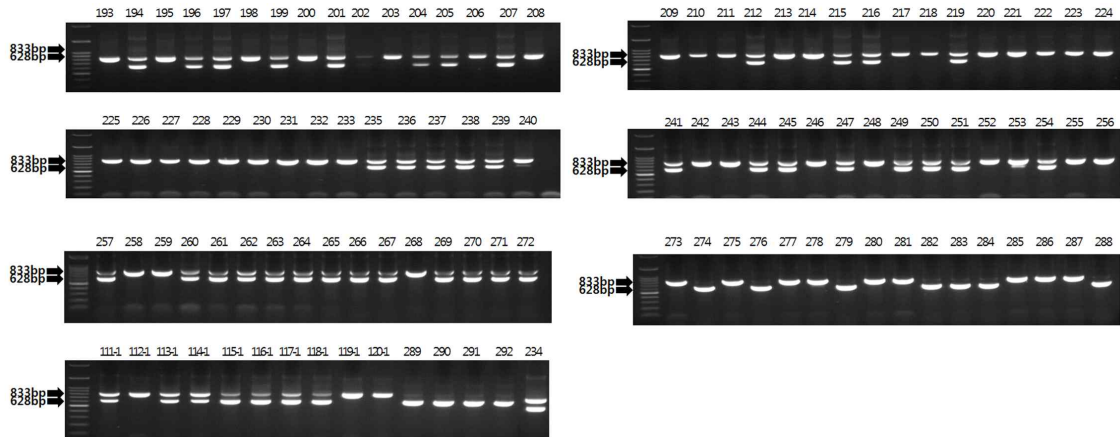


그림 59. 1차년도 Orf725 분자마커를 이용한 계통별 PCR결과(경남도기술원 창녕양파시험장)

표 88. 1차년도 PCR 실시 후 개체별 orf725 마커 검정 결과(경남도기술원 창녕양파시험장)

NO	BN	ORF725	NO	BN	ORF725	NO	BN	ORF725
1	J45	N	102	J4	N	203	J131	N
2	J45	N	103	J4	N	204	J131	T
3	J45	N	104	J4	N	205	J131	T
4	J45	N	105	J5	N	206	J131	N
5	J45	N	106	J5	N	207	J131	T
6	J45	N	107	J5	N	208	J131	N
7	J45	N	108	J5	N	209	J131	N
8	J45	N	109	J5	N	210	J131	N
9	J46	N	110	J5	N	211	J131	N
10	J46	N	111	J6	N	212	J131	T
11	J46	N	112	J6	N	213	J96	N
12	J46	N	113	J6	N	214	J96	N
13	J46	N	114	J6	N	215	J96	T
14	J46	N	115	J6	N	216	J96	T
15	J46	N	116	J6	N	217	J96	N
16	J46	N	117	J6	N	218	J96	N
17	J46	N	118	J6	N	219	J96	T
18	J46	N	119	J6	N	220	J96	N
19	J46	N	120	J6	N	221	J96	N
20	J46	N	121	Ms24	N	222	J96	N
21	J47	N	122	Ms24	N	223	J96	N
22	J47	N	123	Ms24	N	224	J96	N
23	J47	N	124	Ms24	N	225	J96	N
24	J47	N	125	Ms24	N	226	J96	N
25	J47	N	126	Ms24	N	227	J96	N
26	J47	N	127	Ms24	N	228	J96	N
27	J47	N	128	Ms24	N	229	J96	N
28	J47	N	129	Ms26	N	230	J96	N
29	J47	N	130	Ms26	N	231	J96	N
30	J47	N	131	Ms26	N	232	J96	N
31	J47	N	132	Ms26	N	233	J98	N
32	J47	N	133	Ms26	N	234	J98	N
33	J48	N	134	Ms26	N	235	J98	T
34	J48	N	135	Ms26	N	236	J98	T



NO	BN	ORF725
35	J48	N
36	J48	N
37	J48	N
38	J48	N
39	J48	N
40	J48	N
41	J48	N
42	J48	N
43	J48	N
44	J48	N
45	J35	N
46	J35	N
47	J35	N
48	J35	N
49	J34	N
50	J34	N
51	J34	N
52	J34	N
53	J34	N
54	J34	N
55	J34	N
56	J34	N
57	J36	N
58	J36	N
59	J36	N
60	J36	N
61	J36	N
62	J36	N
63	J36	N
64	J36	N
65	J37	N
66	J37	N
67	J37	N
68	J37	N
69	J37	N
70	J37	N
71	J38	N
72	J38	N
73	J38	N
74	J38	N
75	J39	N
76	J39	N
77	J39	N
78	J39	N
79	J39	N
80	J39	N
81	J39	N
82	J39	N
83	J40	N
84	J40	N

NO	BN	ORF725
136	Ms26	N
137	Ms28	N
138	Ms28	N
139	Ms28	N
140	Ms28	N
141	Ms28	N
142	Ms28	N
143	Ms28	N
144	Ms28	N
145	Ms30	N
146	Ms30	N
147	Ms30	N
148	Ms30	N
149	Ms30	N
150	Ms30	N
151	Ms30	N
152	Ms30	N
153	J111	N
154	J111	N
155	J111	N
156	J111	N
157	J111	N
158	J111	N
159	J111	N
160	J111	N
161	J111	N
162	J111	N
163	J111	N
164	J111	N
165	J111	N
166	J111	N
167	J111	N
168	J111	N
169	J111	N
170	J111	N
171	J111	N
172	J111	N
173	J124	N
174	J124	N
175	J124	N
176	J124	N
177	J124	N
178	J124	N
179	J124	N
180	J124	N
181	J124	N
182	J124	N
183	J124	N
184	J124	N
185	J124	T

NO	BN	ORF725
237	J98	T
238	J98	T
239	J98	T
240	J98	N
241	J98	T
242	J98	N
243	J98	N
244	J98	T
245	J98	T
246	J98	N
247	J98	T
248	J98	N
249	J98	T
250	J98	T
251	J98	T
252	J98	N
253	J98	N
254	J98	T
255	J98	N
256	J98	N
257	J98	T
258	J98	N
259	J98	N
260	J98	T
261	J98	T
262	J98	T
263	J98	T
264	J98	T
265	J98	T
266	J98	T
267	J98	T
268	J98	N
269	J98	T
270	J98	T
271	J98	T
272	J98	T
273	J136	N
274	J136	S
275	J136	N
276	J136	S
277	J136	N
278	J136	N
279	J136	S
280	J136	N
281	J136	N
282	J136	S
283	J136	S
284	J136	S
285	J136	N
286	J136	N

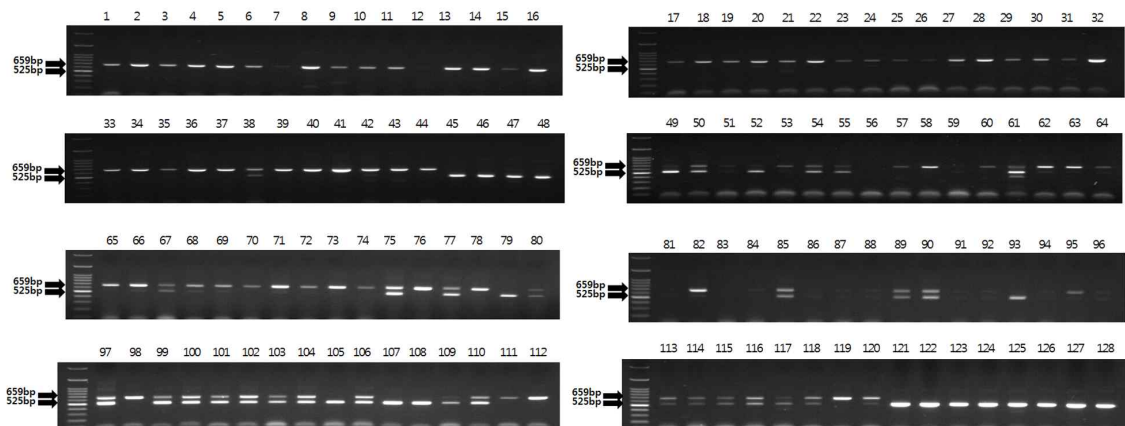
NO	BN	ORF725	NO	BN	ORF725	NO	BN	ORF725
85	J40	N	186	J124	N	287	J136	N
86	J40	N	187	J124	N	288	J136	S
87	J40	N	188	J124	N	289	J136	S
88	J40	N	189	J124	T	290	J136	S
89	J40	N	190	J124	N	291	J136	S
90	J40	N	191	J124	N	292	J136	S
91	J40	N	192	J124	N	293	H68-1 (111-1)	T
92	J40	N	193	J131	N	294	H68-1 (112-1)	N
93	J40	N	194	J131	T	295	H68-1 (113-1)	T
94	J40	N	195	J131	N	296	H68-1 (114-1)	T
95	H14	T	196	J131	T	297	Ms21 (115-1)	T
96	H14	T	197	J131	T	298	Ms21 (116-1)	T
97	J4	N	198	J131	N	299	Ms21 (117-1)	T
98	J4	N	199	J131	T	300	Ms21 (118-1)	T
99	J4	N	200	J131	N	301	Ms24 (119-1)	N
100	J4	N	201	J131	T	302	Ms24 (120-1)	N
101	J4	N	202	J131	N			

분석한 시료 중 가임개체는 242개체였으며, 음성불임 중 T-type 49개체 이었으며, S-type 개체는 11개로 나타났다(표 89).

표 89. 1차년도 Orf725 분자마커를 이용한 의뢰시료의 검정결과(경남도기술원 창녕양파시험장)

마커 종류	총 sample수	검정결과		
		Normal	T-type	S-type
Orf725	302	242	49	11

1차년도에 경남도농업기술원 창녕양파시험장으로부터 음성불임 회복유전자의 유형 판별을 위해 302점을 의뢰를 받아 OPT마커를 이용하여 PCR을 실시한 결과는 아래의 그림 60 및 표 90과 같다. OPT 마커를 이용해서 302점에 대해 정확하게 밴드의 크기를 확인할 수 있었다.



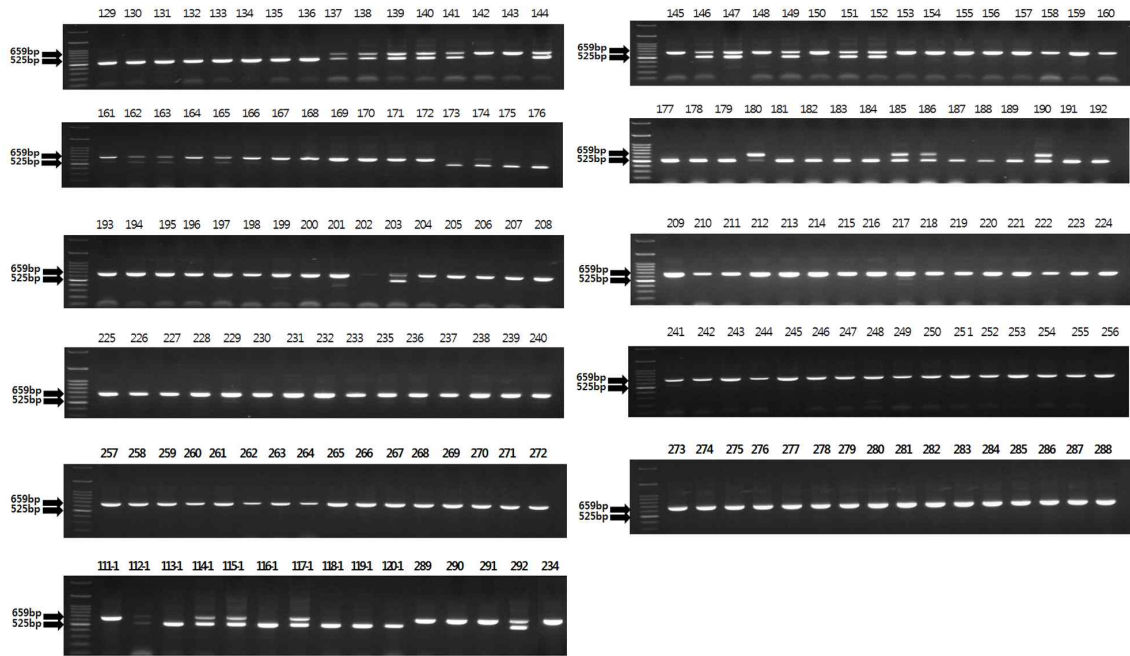


그림 60. 1차년도 OPT 분자마커를 이용한 계통별 PCR결과(경남기술원 창녕양과시험장)

표 90. 1차년도 PCR 실시 후 개체별 OPT마커 검정 결과(경남기술원 창녕양과시험장)

NO	BN	OPT마커	NO	BN	OPT마커	NO	BN	OPT마커
1	J45	MsMs	102	J4	Msms	203	J131	Msms
2	J45	MsMs	103	J4	Msms	204	J131	MsMs
3	J45	MsMs	104	J4	Msms	205	J131	MsMs
4	J45	MsMs	105	J5	msms	206	J131	MsMs
5	J45	MsMs	106	J5	Msms	207	J131	MsMs
6	J45	MsMs	107	J5	msms	208	J131	MsMs
7	J45	MsMs	108	J5	msms	209	J131	MsMs
8	J45	MsMs	109	J5	msms	210	J131	MsMs
9	J46	MsMs	110	J5	Msms	211	J131	MsMs
10	J46	MsMs	111	J6	Msms	212	J131	MsMs
11	J46	MsMs	112	J6	Msms	213	J96	MsMs
12	J46	MsMs	113	J6	Msms	214	J96	MsMs
13	J46	MsMs	114	J6	Msms	215	J96	MsMs
14	J46	MsMs	115	J6	Msms	216	J96	MsMs
15	J46	MsMs	116	J6	Msms	217	J96	MsMs
16	J46	MsMs	117	J6	Msms	218	J96	MsMs
17	J46	MsMs	118	J6	Msms	219	J96	MsMs
18	J46	MsMs	119	J6	Msms	220	J96	MsMs
19	J46	MsMs	120	J6	Msms	221	J96	MsMs
20	J46	MsMs	121	Ms24	msms	222	J96	MsMs
21	J47	MsMs	122	Ms24	msms	223	J96	MsMs
22	J47	MsMs	123	Ms24	msms	224	J96	MsMs
23	J47	MsMs	124	Ms24	msms	225	J96	MsMs
24	J47	MsMs	125	Ms24	msms	226	J96	MsMs
25	J47	MsMs	126	Ms24	msms	227	J96	MsMs
26	J47	MsMs	127	Ms24	msms	228	J96	MsMs

NO	BN	OPT마크
27	J47	MsMs
28	J47	MsMs
29	J47	MsMs
30	J47	MsMs
31	J47	MsMs
32	J47	MsMs
33	J48	MsMs
34	J48	MsMs
35	J48	MsMs
36	J48	MsMs
37	J48	MsMs
38	J48	Msms
39	J48	MsMs
40	J48	MsMs
41	J48	MsMs
42	J48	MsMs
43	J48	MsMs
44	J48	MsMs
45	J35	msms
46	J35	msms
47	J35	msms
48	J35	msms
49	J34	Msms
50	J34	Msms
51	J34	Msms
52	J34	Msms
53	J34	Msms
54	J34	Msms
55	J34	Msms
56	J34	N/A
57	J36	MsMs
58	J36	MsMs
59	J36	Msms
60	J36	MsMs
61	J36	Msms
62	J36	Msms
63	J36	Msms
64	J36	Msms
65	J37	Msms
66	J37	Msms
67	J37	Msms
68	J37	Msms
69	J37	Msms
70	J37	MsMs
71	J38	MsMs
72	J38	MsMs
73	J38	Msms
74	J38	MsMs
75	J39	Msms

NO	BN	OPT마크
128	Ms24	msms
129	Ms26	msms
130	Ms26	msms
131	Ms26	msms
132	Ms26	msms
133	Ms26	msms
134	Ms26	msms
135	Ms26	msms
136	Ms26	msms
137	Ms28	Msms
138	Ms28	Msms
139	Ms28	Msms
140	Ms28	Msms
141	Ms28	Msms
142	Ms28	MsMs
143	Ms28	MsMs
144	Ms28	Msms
145	Ms30	MsMs
146	Ms30	Msms
147	Ms30	Msms
148	Ms30	MsMs
149	Ms30	Msms
150	Ms30	MsMs
151	Ms30	Msms
152	Ms30	Msms
153	J111	MsMs
154	J111	MsMs
155	J111	MsMs
156	J111	MsMs
157	J111	MsMs
158	J111	MsMs
159	J111	MsMs
160	J111	MsMs
161	J111	Msms
162	J111	Msms
163	J111	Msms
164	J111	Msms
165	J111	Msms
166	J111	Msms
167	J111	Msms
168	J111	Msms
169	J111	MsMs
170	J111	MsMs
171	J111	MsMs
172	J111	MsMs
173	J124	msms
174	J124	Msms
175	J124	msms
176	J124	msms

NO	BN	OPT마크
229	J96	MsMs
230	J96	MsMs
231	J96	MsMs
232	J96	MsMs
233	J98	MsMs
234	J98	Msms
235	J98	MsMs
236	J98	MsMs
237	J98	MsMs
238	J98	MsMs
239	J98	MsMs
240	J98	MsMs
241	J98	MsMs
242	J98	MsMs
243	J98	MsMs
244	J98	MsMs
245	J98	MsMs
246	J98	MsMs
247	J98	MsMs
248	J98	MsMs
249	J98	MsMs
250	J98	MsMs
251	J98	MsMs
252	J98	MsMs
253	J98	MsMs
254	J98	MsMs
255	J98	MsMs
256	J98	MsMs
257	J98	MsMs
258	J98	MsMs
259	J98	MsMs
260	J98	MsMs
261	J98	MsMs
262	J98	MsMs
263	J98	MsMs
264	J98	MsMs
265	J98	MsMs
266	J98	MsMs
267	J98	MsMs
268	J98	MsMs
269	J98	MsMs
270	J98	MsMs
271	J98	MsMs
272	J98	MsMs
273	J136	MsMs
274	J136	MsMs
275	J136	MsMs
276	J136	MsMs
277	J136	MsMs

NO	BN	OPT마커	NO	BN	OPT마커	NO	BN	OPT마커
76	J39	Msms	177	J124	msms	278	J136	MsMs
77	J39	Msms	178	J124	msms	279	J136	MsMs
78	J39	Msms	179	J124	msms	280	J136	MsMs
79	J39	msms	180	J124	Msms	281	J136	MsMs
80	J39	Msms	181	J124	msms	282	J136	MsMs
81	J39	Msms	182	J124	msms	283	J136	MsMs
82	J39	Msms	183	J124	msms	284	J136	MsMs
83	J40	Msms	184	J124	msms	285	J136	MsMs
84	J40	Msms	185	J124	Msms	286	J136	MsMs
85	J40	Msms	186	J124	Msms	287	J136	MsMs
86	J40	Msms	187	J124	msms	288	J136	MsMs
87	J40	Msms	188	J124	msms	289	J136	MsMs
88	J40	Msms	189	J124	msms	290	J136	MsMs
89	J40	Msms	190	J124	Msms	291	J136	MsMs
90	J40	Msms	191	J124	msms	292	J136	Msms
91	J40	Msms	192	J124	msms	293	H68-1 (111-1)	MsMs
92	J40	Msms	193	J131	MsMs	294	H68-1 (112-1)	Msms
93	J40	Msms	194	J131	MsMs	295	H68-1 (113-1)	msms
94	J40	Msms	195	J131	MsMs	296	H68-1 (114-1)	Msms
95	H14	Msms	196	J131	MsMs	297	Ms21 (115-1)	Msms
96	H14	Msms	197	J131	MsMs	298	Ms21 (116-1)	msms
97	J4	Msms	198	J131	MsMs	299	Ms21 (117-1)	Msms
98	J4	MsMs	199	J131	MsMs	300	Ms21 (118-1)	msms
99	J4	Msms	200	J131	MsMs	301	Ms24 (119-1)	msms
100	J4	Msms	201	J131	MsMs	302	Ms24 (120-1)	msms
101	J4	Msms	202	J131	MsMs			

분석한 시료 중 MsMs형 회복친을 가진 개체는 168개체로 이중 시료가 좋지 못한 1개에 대해서 다시 한번 마커 검정을 수행하였으며, Msms형 회복친을 가진 개체는 89개, 그리고 msms형은 45개체로 나타났다(표 91).

표 91. 1차년도 OPT 분자마커를 이용한 의뢰시료의 검정결과(경남기술원 창녕양과시험장)

마커 종류	총 sample수	검정결과		
		MsMs	Msms	msms
OPT	302	169 (1 repeat)	89	45

2차년도에 양과연구소(창녕)로부터 289점을 의뢰받아 Orf725마커로 서비스를 실시하였다(표 92 및 그림 61).

표 92. 2차년도 Orf725 분자마커 검정결과(양과연구소 창녕)

No. 세포질 유형	No. 세포질 유형	No. 세포질 유형	No. 세포질 유형	No. 세포질 유형
1 Normal	66 Normal	131 Normal	196 Normal	261 T-type
2 Normal	67 Normal	132 Normal	197 Normal	262 Normal

No.	세포질 유형	No.	세포질 유형	No.	세포질 유형	No.	세포질 유형	No.	세포질 유형
3	Normal	68	Normal	133	Normal	198	Normal	263	S-type
4	Normal	69	Normal	134	Normal	199	Normal	264	S-type
5	Normal	70	Normal	135	Normal	200	결번	265	S-type
6	Normal	71	Normal	136	Normal	201	결번	266	Normal
7	S-type	72	Normal	137	Normal	202	결번	267	S-type
8	Normal	73	Normal	138	Normal	203	결번	268	Normal
9	S-type	74	Normal	139	Normal	204	결번	269	S-type
10	Normal	75	Normal	140	Normal	205	Normal	270	Normal
11	Normal	76	Normal	141	Normal	206	Normal	271	Normal
12	Normal	77	Normal	142	Normal	207	결번	272	Normal
13	Normal	78	Normal	143	Normal	208	Normal	273	Normal
14	Normal	79	Normal	144	Normal	209	Normal	274	Normal
15	Normal	80	Normal	145	Normal	210	결번	275	Normal
16	N/A	81	Normal	146	Normal	211	Normal	276	Normal
17	Normal	82	Normal	147	Normal	212	Normal	277	Normal
18	Normal	83	Normal	148	Normal	213	결번	278	Normal
19	S-type	84	Normal	149	Normal	214	Normal	279	Normal
20	Normal	85	Normal	150	Normal	215	결번	280	Normal
21	Normal	86	Normal	151	Normal	216	결번	281	Normal
22	Normal	87	Normal	152	Normal	217	Normal	282	Normal
23	Normal	88	Normal	153	Normal	218	Normal	283	Normal
24	Normal	89	Normal	154	Normal	219	결번	284	Normal
25	Normal	90	Normal	155	Normal	220	Normal	285	Normal
26	S-type	91	Normal	156	Normal	221	결번	286	Normal
27	Normal	92	Normal	157	N/A	222	결번	287	Normal
28	Normal	93	Normal	158	N/A	223	Normal	288	Normal
29	Normal	94	Normal	159	S-type	224	결번	289	Normal
30	S-type	95	Normal	160	S-type	225	Normal	290	Normal
31	Normal	96	Normal	161	S-type	226	Normal	291	Normal
32	Normal	97	Normal	162	S-type	227	Normal	292	결번
33	Normal	98	Normal	163	S-type	228	Normal	293	Normal
34	Normal	99	Normal	164	S-type	229	Normal	294	Normal
35	Normal	100	Normal	165	S-type	230	결번	295	Normal
36	Normal	101	Normal	166	S-type	231	결번	296	S-type
37	Normal	102	Normal	167	S-type	232	Normal	297	Normal
38	Normal	103	Normal	168	S-type	233	Normal	298	Normal
39	Normal	104	Normal	169	S-type	234	결번	299	S-type
40	Normal	105	Normal	170	S-type	235	결번	300	Normal
41	N/A	106	Normal	171	S-type	236	T-type	301	Normal
42	Normal	107	Normal	172	S-type	237	T-type	302	Normal
43	Normal	108	Normal	173	S-type	238	T-type	303	S-type
44	Normal	109	Normal	174	S-type	239	T-type	304	Normal
45	Normal	110	Normal	175	S-type	240	T-type	305	Normal

No.	세포질 유형	No.	세포질 유형	No.	세포질 유형	No.	세포질 유형	No.	세포질 유형
46	Normal	111	Normal	176	S-type	241	T-type	306	S-type
47	Normal	112	Normal	177	S-type	242	S-type	307	Normal
48	Normal	113	Normal	178	S-type	243	S-type	308	결번
49	Normal	114	Normal	179	S-type	244	S-type	309	결번
50	Normal	115	Normal	180	S-type	245	T-type	310	결번
51	Normal	116	S-type	181	결번	246	S-type	311	결번
52	Normal	117	Normal	182	결번	247	S-type	312	결번
53	Normal	118	Normal	183	결번	248	Normal	313	결번
54	Normal	119	Normal	184	결번	249	Normal	314	Normal
55	Normal	120	Normal	185	Normal	250	S-type	315	결번
56	Normal	121	Normal	186	Normal	251	S-type	316	결번
57	Normal	122	Normal	187	Normal	252	S-type	317	Normal
58	Normal	123	Normal	188	Normal	253	S-type	318	Normal
59	Normal	124	Normal	189	Normal	254	Normal	319	결번
60	Normal	125	Normal	190	Normal	255	T-type	320	Normal
61	Normal	126	Normal	191	Normal	256	T-type	321	결번
62	Normal	127	Normal	192	Normal	257	T-type	322	결번
63	Normal	128	Normal	193	Normal	258	T-type	323	Normal
64	Normal	129	Normal	194	Normal	259	T-type	324	결번
65	Normal	130	Normal	195	Normal	260	T-type		

결번: 35개 시료

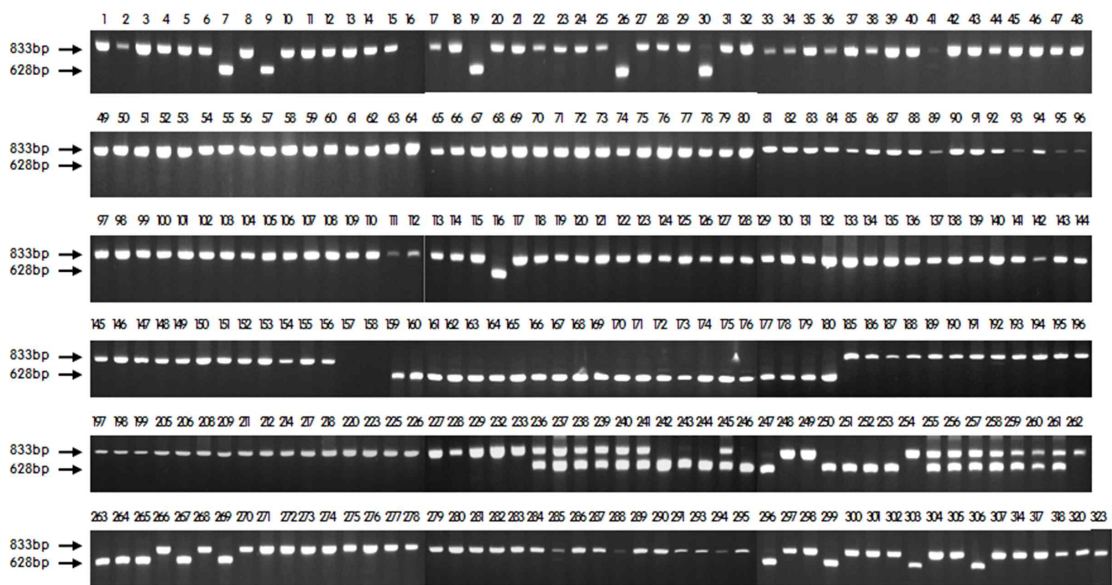


그림 61. 2차년도 Orf725 분자마커 검정결과(양파연구소 창녕)

양파연구소(창녕)의 Orf725 마커로 서비스를 실시한 결과 세포질의 유형이 normal인 경우 225개, T-type인 경우 14개, S-type인 경우 46개이었으며, 결과가 좋지 못해 더 검토해야 할 시료가 4개이었다(표 93).



표 93. 2차년도 Orf725 분자마커 검정결과(양파연구소 창녕)

마커 종류	총 sample수	검정결과			NotAvailable
		Normal	T-type	S-type	
Orf725	289	225	14	46	4

2차년도에 양파연구소(창녕)으로부터 289점을 의뢰받아 Jnurfl3 분자마커로 서비스를 실시하였다(표 94 및 그림 62).

표 94. 2차년도 Jnurfl3 분자마커 검정결과(양파연구소 창녕)

No. 1	msms	No. 66	msms	No. 131	msms	No. 196	msms	No. 261	Msms
2	msms	67	msms	132	msms	197	msms	262	msms
3	msms	68	Msms	133	msms	198	msms	263	msms
4	msms	69	msms	134	msms	199	msms	264	msms
5	msms	70	msms	135	msms	200	결번	265	Msms
6	msms	71	msms	136	msms	201	결번	266	Msms
7	msms	72	Msms	137	msms	202	결번	267	msms
8	msms	73	msms	138	msms	203	결번	268	msms
9	msms	74	msms	139	msms	204	결번	269	msms
10	msms	75	msms	140	msms	205	Msms	270	msms
11	msms	76	msms	141	msms	206	msms	271	msms
12	msms	77	msms	142	msms	207	결번	272	msms
13	msms	78	msms	143	msms	208	MsMs	273	msms
14	msms	79	msms	144	msms	209	Msms	274	msms
15	msms	80	Msms	145	msms	210	결번	275	msms
16	msms	81	msms	146	msms	211	msms	276	msms
17	msms	82	msms	147	msms	212	msms	277	Msms
18	msms	83	Msms	148	msms	213	결번	278	msms
19	Msms	84	msms	149	msms	214	Msms	279	Msms
20	Msms	85	msms	150	msms	215	결번	280	msms
21	msms	86	Msms	151	msms	216	결번	281	Msms
22	msms	87	msms	152	msms	217	msms	282	Msms
23	msms	88	msms	153	msms	218	Msms	283	msms
24	msms	89	Msms	154	msms	219	결번	284	msms
25	msms	90	msms	155	msms	220	Msms	285	MSMS
26	msms	91	msms	156	msms	221	결번	286	msms
27	msms	92	msms	157	msms	222	결번	287	msms
28	msms	93	msms	158	msms	223	msms	288	msms
29	N/A	94	MSMS	159	msms	224	결번	289	msms
30	MSMS	95	msms	160	msms	225	Msms	290	msms
31	msms	96	msms	161	msms	226	msms	291	msms
32	msms	97	msms	162	msms	227	msms	292	결번
33	N/A	98	msms	163	msms	228	msms	293	msms
34	msms	99	msms	164	msms	229	msms	294	Msms
35	msms	100	msms	165	msms	230	결번	295	msms
36	msms	101	msms	166	msms	231	결번	296	msms
37	msms	102	Msms	167	msms	232	msms	297	msms
38	msms	103	msms	168	msms	233	msms	298	msms



No.	핵형
39	Msms
40	msms
41	msms
42	Msms
43	msms
44	msms
45	msms
46	msms
47	msms
48	msms
49	msms
50	msms
51	msms
52	msms
53	msms
54	msms
55	msms
56	msms
57	msms
58	msms
59	msms
60	msms
61	Msms
62	msms
63	msms
64	Msms
65	msms

No.	핵형
104	MSMS
105	msms
106	msms
107	Msms
108	Msms
109	msms
110	msms
111	msms
112	msms
113	msms
114	msms
115	msms
116	msms
117	msms
118	msms
119	msms
120	msms
121	msms
122	msms
123	msms
124	msms
125	msms
126	msms
127	msms
128	msms
129	msms
130	msms

No.	핵형
169	msms
170	msms
171	msms
172	msms
173	msms
174	msms
175	msms
176	msms
177	msms
178	msms
179	msms
180	msms
181	결번
182	결번
183	결번
184	결번
185	msms
186	msms
187	msms
188	msms
189	msms
190	msms
191	msms
192	msms
193	msms
194	Msms
195	msms

No.	핵형
234	결번
235	결번
236	msms
237	MsMs
238	msms
239	msms
240	msms
241	msms
242	msms
243	msms
244	msms
245	msms
246	msms
247	msms
248	msms
249	MSMS
250	msms
251	msms
252	Msms
253	msms
254	Msms
255	msms
256	Msms
257	msms
258	msms
259	msms
260	msms

No.	핵형
299	msms
300	msms
301	Msms
302	msms
303	Msms
304	msms
305	msms
306	msms
307	Msms
308	결번
309	결번
310	결번
311	결번
312	결번
313	결번
314	msms
315	결번
316	결번
317	msms
318	msms
319	결번
320	msms
321	결번
322	결번
323	msms
324	결번

결번: 35개 시료



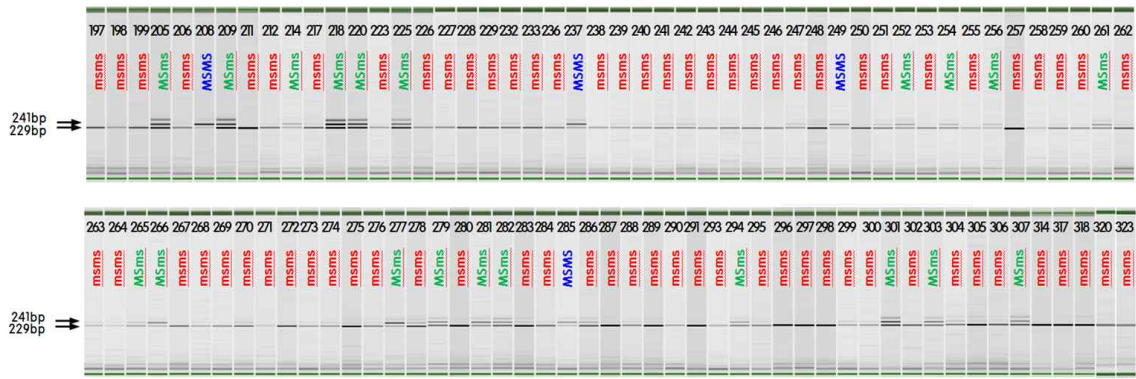


그림 62. 2차년도 Jnurfl3 분자마커 검정결과(양과연구소 창녕)

2차년도에 양과연구소(창녕)에서 의뢰한 289점에 대하여 Jnurfl3 마커로 서비스한 결과 MsMs가 7점, Msms가 36점, msms가 244점으로 나왔으며, 그 중에 결과가 좋지 못해 다시 한번 확인해 봐야할 것이 2점으로 나왔다(표 95).

표 95. 2차년도 Jnurfl3 분자마커 검정결과(양과연구소 창녕)

마커 종류	총 sample 수	검정결과			
		MsMs	Msms	msms	NotAvailable
Jnurfl3	289	7	36	244	2

3차년도에 경남농업기술원 창녕 양과연구소에서 289개의 시료에 대해 응성불임 유무 및 유형 판별, 응성불임 회복유전자 유형 판별을 위해 4개의 분자마커로 검정하였다(표 96).

표 96. 경남농업기술원 창녕 양과연구소에서 의뢰받은 289개 시료에 대한 분자마커 검정 결과

No.	MKFR	OPT	Jnurfl3	Ac SKP1	AcRfGB-SNP1	AcRfGB-SNP2
1	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
2	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	NMsMs
3	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
4	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
5	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
6	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
7	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
8	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
9	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
10	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
11	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
12	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
13	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
14	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
146	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
147	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
148	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
149	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
150	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
151	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
152	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
153	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
154	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
155	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
156	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
157	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
158	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms
159	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms

No.	MKFR	OPT	Jnurf 13	Ac SKP1	AcRfGB -SNP1	AcRfGB -SNP2
15	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
16	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	MsMs
17	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
18	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
19	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
20	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
21	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
22	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
23	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
24	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
25	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
26	S-type	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
27	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
28	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
29	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
30	S-type	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
31	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
32	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
33	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
34	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
35	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
36	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
37	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
38	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
39	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
40	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
41	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
42	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
43	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
44	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
45	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
46	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
47	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
48	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
49	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
50	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
51	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
52	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
53	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
54	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
55	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
56	Normal	msms	msms	msms	msms	msms

No.	MKFR	OPT	Jnurf 13	Ac SKP1	AcRfGB -SNP1	AcRfGB -SNP2
160	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
161	S-type	msms	msms	msms	msms	msms
162	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
163	S-type	MsMs	msms	msms	msms	msms
164	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
165	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
166	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms
167	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
168	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
169	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
170	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
171	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
172	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms
173	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
174	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
175	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms
176	S-type	MsMs	msms	msms	msms	msms
177	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
178	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
179	S-type	MsMs?	msms	NA	msms	msms
180	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
181	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
182	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
183	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
184	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
185	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
186	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
187	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
188	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
189	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
190	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
191	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
192	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
193	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	Msms	MsMs
194	Normal	Msms	msms	msms	MsMs	msms
195	Normal	Msms	MsMs	MsMs	msms	MsMs
196	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
197	Normal	MsMs	Msms	Msms	MsMs	Msms
198	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	msms	MsMs
199	Normal	MsMs	Msms	Msms	MsMs	Msms
200	Normal	MsMs	msms	msms	Msms	msms
201	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	Msms	MsMs

No.	MKFR	OPT	Jnurf 13	Ac SKP1	AcRfGB -SNP1	AcRfGB -SNP2
57	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
58	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
59	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
60	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
61	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
62	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
63	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
64	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
65	Normal	Msms	MsMs	??	MsMs	MsMs
66	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
67	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
68	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
69	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	MsMs
70	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
71	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
72	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
73	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
74	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
75	Normal	Msms	MsMs	??	MsMs	MsMs
76	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
77	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
78	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
79	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
80	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	NsMs
81	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
82	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
83	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
84	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
85	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
86	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
87	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
88	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
89	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
90	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
91	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
92	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
93	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
94	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
95	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
96	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
97	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
98	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms

No.	MKFR	OPT	Jnurf 13	Ac SKP1	AcRfGB -SNP1	AcRfGB -SNP2
202	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
203	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
204	Normal	MsMs	Msms	Msms	msms	Msms
205	Normal	MsMs	Msms	NA	MsMs	Msms
206	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
207	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
208	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	Msms	MsMs
209	Normal	MsMs	msms	msms	Msms	msms
210	Normal	MsMs	msms	msms	MsMs	msms
211	Normal	MsMs	msms	msms	Msms	msms
212	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
213	Normal	MsMs	Msms	Msms	msms	Msms
214	T-type	Msms	MsMs	MsMs	msms	MsMs
215	T-type	MsMs	MsMs	MsMs	msms	MsMs
216	T-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
217	T-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
218	T-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
219	T-type	MsMs	Msms	Msms	MsMs	Msms
220	T-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
221	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	Msms	MsMs
222	S-type	MsMs	Msms	Msms	MsMs	Msms
223	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
224	T-type	MsMs	Msms	Msms	MsMs	Msms
225	S-type	Msms	Msms	Msms	msms	Msms
226	T-type	MsMs	MsMs	MsMs	Msms	MsMs
227	T-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
228	T-type	MsMs	Msms	Msms	msms	Msms
229	T-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
230	T-type	MsMs	MsMs	MsMs	Msms	MsMs
231	T-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
232	Normal	msms	Msms	Msms	MsMs	Msms
233	S-type	Msms	msms	msms	Msms	msms
234	Normal	msms	MsMs	MsMs	msms	MsMs
235	Normal	msms	msms	msms	MsMs	msms
236	S-type	msms	msms	msms	MsMs	msms
237	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
238	S-type	Msms	msms	msms	Msms	msms
239	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
240	Normal	Msms	Msms	Msms	MsMs	Msms
241	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
242	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms
243	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms

No.	MKFR	OPT	Jnurf 13	Ac SKP1	AcRfGB -SNP1	AcRfGB -SNP2
99	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
100	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
101	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
102	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
103	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
104	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
105	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
106	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
107	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
108	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
109	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
110	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
111	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
112	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
113	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
114	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
115	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
116	S-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
117	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
118	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
119	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
120	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
121	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
122	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
123	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
124	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
125	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
126	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
127	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
128	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
129	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
130	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
131	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
132	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
133	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
134	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
135	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
136	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
137	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
138	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
139	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
140	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms

No.	MKFR	OPT	Jnurf 13	Ac SKP1	AcRfGB -SNP1	AcRfGB -SNP2
244	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
245	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
246	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
247	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms
248	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
249	Normal	MsMs	msms	msms	msms	MsMs
250	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	MsMs
251	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	MsMs
252	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
253	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
254	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
255	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
256	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
257	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
258	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
259	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
260	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
261	Normal	MsMs	Msms	MsMs	MsMs	MsMs
262	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
263	Normal	Msms	Msms	MsMs	Msms	MsMs
264	Normal	Msms	msms	MsMs	MsMs	MsMs
265	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
266	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
267	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
268	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
269	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
270	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
271	Normal	msms	Msms	Msms	MsMs	Msms
272	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
273	S-type	msms	msms	msms	msms	msms
274	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
275	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
276	S-type	Msms	MsMs	NA	MsMs	MsMs
277	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
278	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
279	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
280	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
281	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
282	Normal	Msms	msms	msms	Msms	msms
283	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
284	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
285	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms

No.	MKFR	OPT	Jnurf 13	Ac SKP1	AcRfGB -SNP1	AcRfGB -SNP2
141	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
142	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
143	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
144	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
145	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms

No.	MKFR	OPT	Jnurf 13	Ac SKP1	AcRfGB -SNP1	AcRfGB -SNP2
286	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
287	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
288	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
289	Normal	-	msms	-	msms	-

#### (4) 오니온씨드

2차년도에 오니온씨드로부터 123점의 시료를 의뢰받아 Orf725 마커로 서비스를 실시하였다 (표 97).

표 97. 2차년도 Orf725 분자마커 검정결과(오니온씨드)

No.	Sample Name	세포질 유형	No.	Sample Name	세포질 유형	No.	Sample Name	세포질 유형	No.	Sample Name	세포질 유형
1	R01	S	32	R32	N	63	R63	N	94	11	N
2	R02	N	33	R33	N	64	R64	N	95	12	N
3	R03	N	34	R34	N	65	R65	N	96	13	N
4	R04	N	35	R35	N	66	R66	N	97	14	T
5	R05	N	36	R36	N	67	R67	N	98	15	N
6	R06	N	37	R37	N	68	R68	N	99	16	N
7	R07	N	38	R38	N	69	R69	N	100	17	N
8	R08	N	39	R39	N	70	R70	N	101	18	T
9	R09	N	40	R40	N	71	R71	N	102	19	N
10	R10	N	41	R41	N	72	R72	N	103	20	N
11	R11	N	42	R42	N	73	R73	N	104	21	N
12	R12	N	43	R43	N	74	R74	N	105	22	N
13	R13	N	44	R44	S	75	R75	N	106	23	N
14	R14	N	45	R45	S	76	R76	N	107	24	N
15	R15	T	46	R46	N	77	R77	N	108	25	N
16	R16	N	47	R47	S	78	R78	N	109	26	T
17	R17	N	48	R48	N	79	R79	N	110	27	T
18	R18	N	49	R49	N	80	R80	N	111	28	N
19	R19	N	50	R50	S	81	R81	S	112	29	T
20	R20	N	51	R51	N	82	R82	N	113	30	T
21	R21	T	52	R52	N	83	R83	S	114	31	N
22	R22	N	53	R53	N	84	1	N	115	32	T
23	R23	N	54	R54	N	85	2	N	116	33	N
24	R24	N	55	R55	N	86	3	N	117	34	N
25	R25	N	56	R56	N	87	4	N	118	35	T
26	R26	N	57	R57	N	88	5	N	119	36	N
27	R27	N	58	R58	N	89	6	N	120	37	T
28	R28	N	59	R59	N	90	7	N	121	38	N
29	R29	N	60	R60	N	91	8	N	122	39	T
30	R30	N	61	R61	N	92	9	N	123	40	T
31	R31	N	62	R62	N	93	10	N			



오니온씨드로의 Orf725 마커로 서비스를 실시한 결과 세포질의 유형이 normal인 경우 103개, T-type인 경우 13개, S-type인 경우 7개 이었다.(표 98).

표 98. 2차년도 Orf725 분자마커 검정결과(오니온씨드)

마커 종류	총 sample수	검정결과		
		Normal	T-type	S-type
Orf725	123	103	13	7

2차년도에 오니온씨드로부터 123점을 의뢰받아 MsMs, Msms, msms를 구분하는 마커인 Jnurf13을 가지고 마커 서비스를 수행하였다(표 99 및 그림 63, 64).

표 99. 2차년도 Jnurf13 마커 서비스 결과(오니온씨드)

No.	Sample Name	핵형	No.	Sample Name	핵형	No.	Sample Name	핵형	No.	Sample Name	핵형
1	R01	Msms	32	R32	MsMs	63	R63	MsMs	94	11	msms
2	R02	msms	33	R33	MsMs	64	R64	MsMs	95	12	msms
3	R03	Msms	34	R34	Msms	65	R65	Msms	96	13	msms
4	R04	Msms	35	R35	msms	66	R66	MsMs	97	14	msms
5	R05	MsMs	36	R36	MsMs	67	R67	MsMs	98	15	msms
6	R06	msms	37	R37	MsMs	68	R68	Msms	99	16	msms
7	R07	MsMs	38	R38	msms	69	R69	Msms	100	17	msms
8	R08	Msms	39	R39	MsMs	70	R70	Msms	101	18	msms
9	R09	Msms	40	R40	Msms	71	R71	MsMs	102	19	msms
10	R10	Msms	41	R41	Msms	72	R72	Msms	103	20	msms
11	R11	msms	42	R42	MsMs	73	R73	MsMs	104	21	Msms
12	R12	Msms	43	R43	msms	74	R74	msms	105	22	msms
13	R13	Msms	44	R44	Msms	75	R75	MsMs	106	23	MsMs
14	R14	msms	45	R45	Msms	76	R76	Msms	107	24	MsMs
15	R15	msms	46	R46	msms	77	R77	Msms	108	25	msms
16	R16	msms	47	R47	msms	78	R78	Msms	109	26	Msms
17	R17	msms	48	R48	msms	79	R79	Msms	110	27	msms
18	R18	MsMs	49	R49	msms	80	R80	Msms	111	28	MsMs
19	R19	MsMs	50	R50	Msms	81	R81	Msms	112	29	MsMs
20	R20	MsMs	51	R51	MsMs	82	R82	Msms	113	30	Msms
21	R21	msms	52	R52	Msms	83	R83	MsMs	114	31	MsMs
22	R22	MsMs	53	R53	msms	84	1	msms	115	32	msms
23	R23	Msms	54	R54	Msms	85	2	msms	116	33	MsMs
24	R24	Msms	55	R55	Msms	86	3	msms	117	34	Msms
25	R25	Msms	56	R56	Msms	87	4	msms	118	35	msms
26	R26	MsMs	57	R57	Msms	88	5	msms	119	36	msms
27	R27	MsMs	58	R58	msms	89	6	msms	120	37	MsMs
28	R28	MsMs	59	R59	Msms	90	7	msms	121	38	Msms
29	R29	MsMs	60	R60	Msms	91	8	msms	122	39	MsMs
30	R30	MsMs	61	R61	Msms	92	9	msms	123	40	msms
31	R31	Msms	62	R62	msms	93	10	msms			

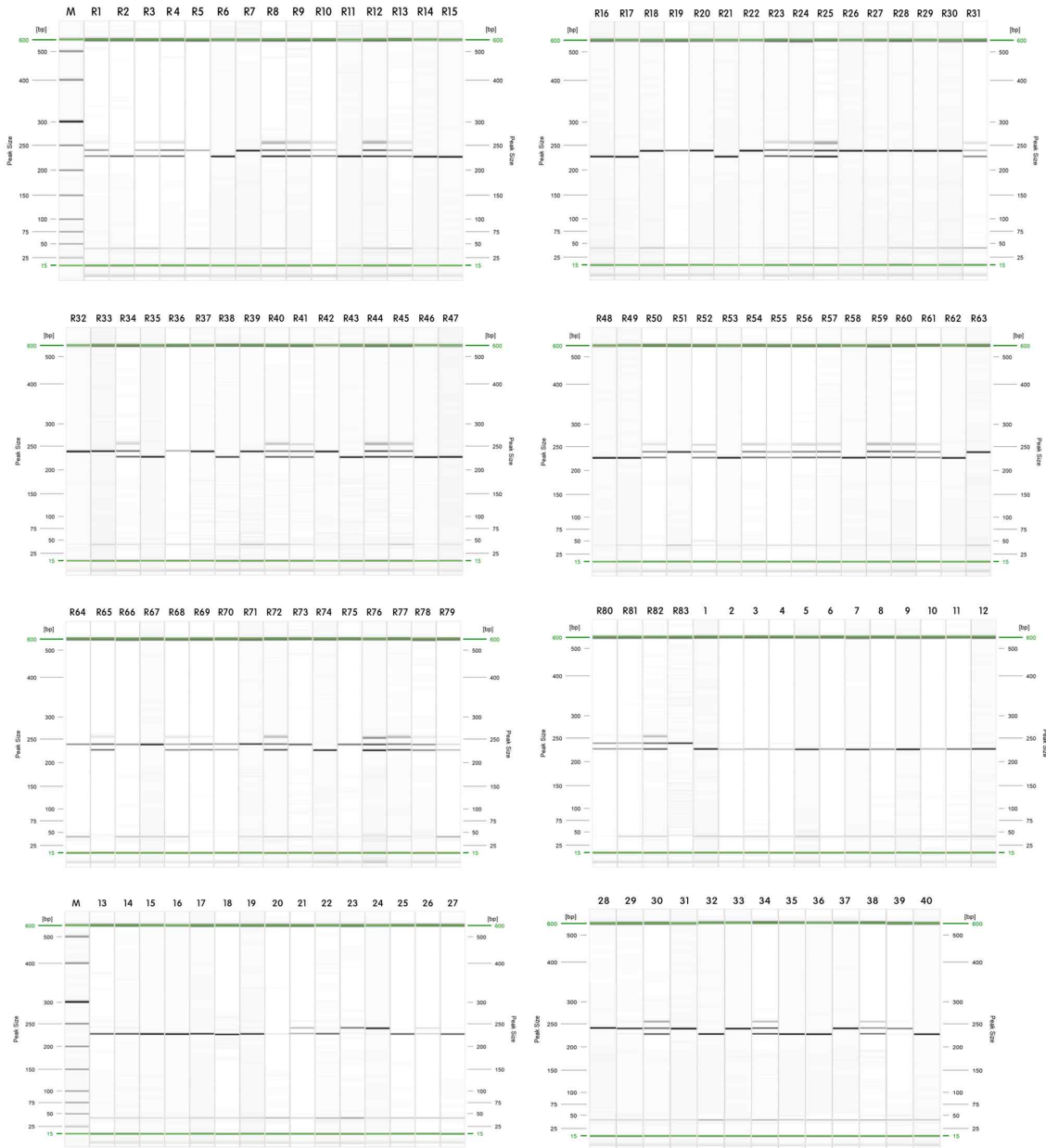


그림 63. 2차년도 Jnurf13 마커 서비스 QIAxcel 결과(오니온씨드)

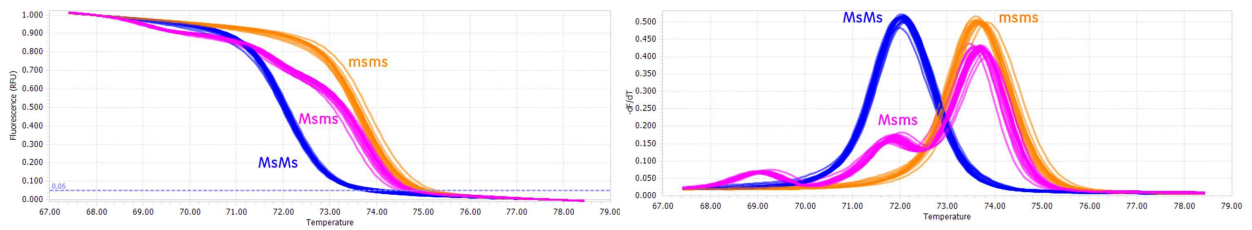


그림 64. 2차년도 Jnurf13 마커 서비스 HRM 결과(오니온씨드)

오니온씨드에서 의뢰한 123점에 대하여 Jnurf13 마커로 서비스한 결과 MsMs가 34점, Msms가 43점, msms가 46점으로 나왔다(표 100).



표 100. 2차년도 Jnurfl3 마커 서비스 결과(오니온씨드)

마커 종류	총 sample수	검정결과		
		MsMs	Msms	msms
Jnurfl3	123	34	43	46

3차년도에 오니온씨드로부터 의뢰받은 151점의 시료에 대해 6종의 분자마커를 이용하여 옹성 불임 유무 및 유형과 옹성불임 회복 유전자의 유형을 판별하였다(표 101).

표 101. 3차년도에 오니온씨드로부터 의뢰받은 151점에 대한 6종의 분자마커 검정 결과

No.	MKFR	OPT (re)	Jnurfl3	AcSKP1	AcRfGB-SNP1-pF1	AcRfGB-SNP2-pF1	No.	MKFR	OPT (re)	Jnurfl3	AcSKP1	AcRfGB-SNP1-pF1	AcRfGB-SNP2-pF1
1	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	77	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
2	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms	78	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
3	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	79	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
4	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	80	T-type	Msms	msms	msms	Msms	msms
5	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms	81	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
6	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms	82	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
7	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms	83	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
8	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	84	Normal	Msms?	msms	msms	msms	msms
9	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	85	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
10	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	86	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
11	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	87	Normal	msms	msms	msms	msms	msms
12	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	88	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
13	S-type	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	89	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
14	S-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms	90	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
15	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	91	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
16	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	92	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
17	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	93	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
18	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms	94	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
19	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms	95	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms
20	Normal	msms	msms	msms	msms	msms	96	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
21	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	97	S-type	Msms	msms	msms	msms	msms
22	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	98	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
23	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	99	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
24	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	100	Normal	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
25	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	101	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
26	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	102	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
27	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms	103	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
28	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	104	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
29	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms	105	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
30	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	106	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs

No.	MKFR	OPT (re)	Jnurfl3	AcSKP1	AcRfGB-SNP1-pF1	AcRfGB-SNP2-pF1
31	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
32	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
33	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
34	Normal	Msms?	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
35	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
36	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
37	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
38	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
39	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
40	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
41	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
42	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
43	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
44	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
45	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
46	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
47	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
48	Normal	Msms?	Msms	Msms	Msms	Msms
49	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
50	T-type	MsMs	msms	msms	msms	msms
51	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
52	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
53	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
54	Normal	Msms?	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
55	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
56	Normal	MsMs	msms	msms	NA	msms
57	Normal	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
58	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
59	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
60	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
61	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
62	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
63	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
64	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
65	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
66	Normal	Msms	msms	msms	msms	msms
67	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
68	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
69	T-type	Msms	msms	msms	msms	msms
70	Normal	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
71	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms

No.	MKFR	OPT (re)	Jnurfl3	AcSKP1	AcRfGB-SNP1-pF1	AcRfGB-SNP2-pF1
107	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
108	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
109	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
110	Normal	MsMs	Msms	Msms	MsMs	MsMs
111	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
112	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
113	S-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
114	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
115	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
116	S-type	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
117	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
118	T-type	MsMs	msms	msms	msms	msms
119	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
120	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	NA
121	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
122	T-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
123	T-type	MsMs	msms	msms	msms	msms
124	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
125	Normal	MsMs	msms	msms?	msms	msms
126	Normal	MsMs	MsMs	MsMs?	MsMs	MsMs
127	Normal	MsMs	MsMs	MsMs?	MsMs	MsMs
128	Normal	MsMs?	Msms	Msms	Msms	Msms
129	T-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
130	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
131	T-type	MsMs	msms	msms	msms	msms
132	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
133	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
134	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
135	S-type	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
136	S-type	msms	Msms	Msms	Msms	Msms
137	S-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
138	S-type	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
139	S-type	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
140	S-type	MsMs	msms	msms	msms	msms
141	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
142	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
143	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
144	S-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
145	S-type	msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
146	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
147	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms

No.	MKFR	OPT (re)	Jnurfl3	AcSKP1	AcRfGB-SNP1-pF1	AcRfGB-SNP2-pF1
72	Normal	MsMs	msms	msms	msms	msms
73	Normal	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
74	Normal	Msms?	Msms	Msms	Msms	Msms
75	Normal	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
76	Normal	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs

No.	MKFR	OPT (re)	Jnurfl3	AcSKP1	AcRfGB-SNP1-pF1	AcRfGB-SNP2-pF1
148	S-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms
149	S-type	Msms	Msms	Msms	Msms	Msms
150	S-type	Msms	MsMs	MsMs	MsMs	MsMs
151	S-type	MsMs	Msms	Msms	Msms	Msms

4차년도에 오니온씨드로부터 의뢰받은 300개의 시료에 대하여 응성불임 유무 및 유형, 응성 불임 회복 유전자형 판별 검정을 수행하였다(표 102).

표 102. 4차년도 오니온씨드로부터 의뢰받은 300개의 시료에 대한 2가지 응성불임 관련 분자마커 검정 결과

No.	Nuclear type	Cytoplasm type	No.	Nuclear type	Cytoplasm type	No.	Nuclear type	Cytoplasm type	No.	Nuclear type	Cytoplasm type
1	Msms	T-type	76	msms	T-type	151	msms	T-type	226	msms	T-type
2	Msms	T-type	77	msms	T-type	152	msms	T-type	227	msms	T-type
3	Msms	T-type	78	msms	T-type	153	Msms	T-type	228	msms	T-type
4	Msms	T-type	79	msms	T-type	154	msms	T-type	229	msms	T-type
5	Msms	T-type	80	msms	T-type	155	msms	T-type	230	msms	N-type
6	MsMs	T-type	81	msms	T-type	156	Msms	T-type	231	msms	N-type
7	MsMs	T-type	82	msms	T-type	157	Msms	T-type	232	msms	N-type
8	MsMs	T-type	83	msms	T-type	158	msms	T-type	233	msms	N-type
9	MsMs	T-type	84	msms	T-type	159	msms	T-type	234	msms	N-type
10	MsMs	T-type	85	msms	T-type	160	Msms	T-type	235	msms	N-type
11	MsMs	T-type	86	msms	T-type	161	Msms	T-type	236	msms	N-type
12	MsMs	T-type	87	msms	N-type	162	Msms	T-type	237	msms	T-type
13	MsMs	T-type	88	msms	N-type	163	Msms	T-type	238	msms	N-type
14	Msms	T-type	89	msms	N-type	164	Msms	T-type	239	msms	N-type
15	Msms	T-type	90	msms	N-type	165	Msms	T-type	240	msms	N-type
16	Msms	T-type	91	msms	N-type	166	Msms	T-type	241	msms	N-type
17	msms	N-type	92	msms	N-type	167	Msms	T-type	242	msms	N-type
18	msms	N-type	93	msms	N-type	168	Msms	T-type	243	msms	N-type
19	msms	N-type	94	msms	N-type	169	Msms	T-type	244	msms	T-type
20	msms	N-type	95	msms	N-type	170	Msms	T-type	245	msms	T-type
21	msms	N-type	96	msms	N-type	171	msms	T-type	246	msms	T-type
22	msms	N-type	97	msms	N-type	172	msms	T-type	247	msms	T-type
23	msms	T-type	98	msms	N-type	173	msms	T-type	248	msms	T-type
24	msms	T-type	99	msms	N-type	174	msms	T-type	249	msms	T-type
25	msms	T-type	100	msms	N-type	175	Msms	T-type	250	msms	T-type
26	msms	T-type	101	msms	N-type	176	msms	T-type	251	msms	T-type
27	msms	T-type	102	msms	N-type	177	msms	T-type	252	msms	T-type
28	msms	T-type	103	msms	T-type	178	Msms	T-type	253	msms	T-type

No.	Nuclear type	Cytoplasm type
29	msms	T-type
30	msms	T-type
31	msms	T-type
32	msms	T-type
33	Msms	T-type
34	msms	T-type
35	msms	T-type
36	Msms	T-type
37	msms	T-type
38	msms	T-type
39	msms	T-type
40	msms	T-type
41	msms	T-type
42	msms	T-type
43	msms	T-type
44	msms	T-type
45	msms	T-type
46	msms	T-type
47	msms	T-type
48	msms	T-type
49	msms	T-type
50	msms	T-type
51	msms	T-type
52	msms	T-type
53	msms	T-type
54	msms	T-type
55	msms	T-type
56	msms	T-type
57	msms	T-type
58	msms	T-type
59	msms	T-type
60	msms	T-type
61	msms	T-type
62	msms	T-type
63	msms	T-type
64	msms	T-type
65	msms	T-type
66	msms	T-type
67	msms	T-type
68	msms	T-type
69	msms	T-type
70	msms	T-type

No.	Nuclear type	Cytoplasm type
104	msms	N-type
105	Msms	N-type
106	msms	N-type
107	msms	N-type
108	msms	N-type
109	msms	N-type
110	msms	N-type
111	msms	N-type
112	msms	N-type
113	msms	N-type
114	Msms	N-type
115	msms	N-type
116	MsMs	N-type
117	msms	N-type
118	MsMs	N-type
119	MsMs	N-type
120	Msms	N-type
121	Msms	N-type
122	Msms	N-type
123	Msms	N-type
124	msms	T-type
125	msms	T-type
126	msms	N-type
127	msms	T-type
128	msms	N-type
129	msms	T-type
130	msms	T-type
131	msms	T-type
132	msms	T-type
133	msms	N-type
134	msms	N-type
135	msms	N-type
136	msms	N-type
137	msms	N-type
138	msms	N-type
139	msms	N-type
140	msms	N-type
141	msms	N-type
142	msms	N-type
143	msms	N-type
144	msms	N-type
145	msms	T-type

No.	Nuclear type	Cytoplasm type
179	msms	T-type
180	msms	T-type
181	msms	T-type
182	msms	T-type
183	msms	T-type
184	msms	T-type
185	msms	T-type
186	msms	T-type
187	msms	T-type
188	msms	T-type
189	msms	T-type
190	msms	T-type
191	msms	T-type
192	msms	T-type
193	msms	T-type
194	msms	T-type
195	msms	T-type
196	msms	T-type
197	msms	T-type
198	msms	T-type
199	-	T-type
200	msms	T-type
201	msms	T-type
202	msms	T-type
203	msms	T-type
204	msms	T-type
205	msms	T-type
206	msms	T-type
207	msms	T-type
208	msms	T-type
209	msms	T-type
210	msms	T-type
211	msms	T-type
212	msms	S-type
213	msms	T-type
214	msms	T-type
215	msms	T-type
216	msms	T-type
217	msms	T-type
218	msms	T-type
219	msms	T-type
220	msms	T-type

No.	Nuclear type	Cytoplasm type
254	msms	T-type
255	msms	T-type
256	msms	T-type
257	msms	T-type
258	msms	T-type
259	msms	T-type
260	msms	T-type
261	msms	T-type
262	msms	T-type
263	msms	T-type
264	msms	T-type
265	msms	T-type
266	msms	T-type
267	Msms	T-type
268	Msms	T-type
269	msms	T-type
270	Msms	T-type
271	msms	T-type
272	Msms	T-type
273	Msms	T-type
274	msms	T-type
275	Msms	T-type
276	msms	T-type
277	msms	T-type
278	Msms	T-type
279	msms	T-type
280	msms	T-type
281	msms	T-type
282	msms	T-type
283	Msms	T-type
284	msms	T-type
285	msms	T-type
286	msms	T-type
287	msms	T-type
288	msms	T-type
289	msms	T-type
290	msms	T-type
291	msms	T-type
292	msms	T-type
293	msms	T-type
294	msms	T-type
295	msms	T-type

No.	Nuclear type	Cytoplasm type
71	msms	T-type
72	Msms	T-type
73	msms	T-type
74	msms	T-type
75	Msms	T-type

No.	Nuclear type	Cytoplasm type
146	Msms	T-type
147	Msms	T-type
148	Msms	T-type
149	Msms	T-type
150	msms	T-type

No.	Nuclear type	Cytoplasm type
221	msms	T-type
222	msms	T-type
223	msms	T-type
224	msms	T-type
225	msms	T-type

No.	Nuclear type	Cytoplasm type
296	msms	T-type
297	msms	T-type
298	msms	T-type
299	msms	T-type
300	msms	T-type

**(5) 씨앗과사람들**

4차년도에 씨앗과사람들로부터 두 차례에 걸쳐 음성불임 유무 및 유형, 음성불임 회복 유전자형 판별 검정을 수행하였다. 첫 번째는 680개의 시료에 대하여 검정하였으며(표 103), 두 번째로는 390개의 시료에 대하여 검정하였다(표 104).

표 103. 4차년도 씨앗과사람들로부터 의뢰받은 680개의 시료에 대한 2가지 음성불임 관련 분자마커 검정 결과

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
1	T-type	msms
2	T-type	msms
3	T-type	Msms
4	T-type	msms
5	T-type	msms
6	T-type	msms
7	T-type	msms
8	T-type	msms
9	T-type	msms
10	T-type	msms
11	T-type	Msms
12	T-type	msms
13	T-type	Msms
14	T-type	msms
15	T-type	msms
16	T-type	msms
17	T-type	msms
18	T-type	msms
19	T-type	msms
20	T-type	msms
21	T-type	msms
22	T-type	msms
23	T-type	msms
24	T-type	msms
25	T-type	msms
26	T-type	Msms
27	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
171	T-type	msms
172	T-type	msms
173	T-type	Msms
174	T-type	msms
175	T-type	Msms
176	T-type	msms
177	T-type	msms
178	T-type	msms
179	T-type	Msms
180	T-type	msms
181	T-type	msms
182	T-type	msms
183	T-type	msms
184	T-type	msms
185	T-type	msms
186	T-type	Msms
187	T-type	Msms
188	T-type	Msms
189	T-type	Msms
190	T-type	msms
191	T-type	msms
192	T-type	msms
193	T-type	msms
194	T-type	msms
195	T-type	Msms
196	T-type	msms
197	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
341	T-type	msms
342	T-type	msms
343	T-type	msms
344	T-type	msms
345	T-type	msms
346	T-type	msms
347	T-type	msms
348	T-type	msms
349	T-type	msms
350	T-type	msms
351	T-type	msms
352	T-type	Msms
353	T-type	msms
354	T-type	msms
355	T-type	Msms
356	T-type	Msms
357	T-type	msms
358	T-type	msms
359	T-type	msms
360	T-type	msms
361	T-type	msms
362	T-type	msms
363	T-type	msms
364	T-type	msms
365	T-type	Msms
366	T-type	msms
367	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
511	T-type	msms
512	T-type	msms
513	T-type	Msms
514	T-type	msms
515	T-type	msms
516	T-type	Msms
517	T-type	msms
518	T-type	Msms
519	T-type	msms
520	T-type	msms
521	T-type	msms
522	T-type	msms
523	T-type	Msms
524	T-type	msms
525	T-type	msms
526	T-type	msms
527	T-type	msms
528	T-type	msms
529	T-type	msms
530	T-type	msms
531	T-type	msms
532	T-type	msms
533	T-type	msms
534	T-type	msms
535	T-type	msms
536	T-type	msms
537	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
28	T-type	msms
29	T-type	msms
30	T-type	Msms
31	T-type	msms
32	T-type	msms
33	T-type	msms
34	T-type	msms
35	T-type	msms
36	T-type	Msms
37	T-type	msms
38	T-type	msms
39	T-type	msms
40	T-type	msms
41	T-type	msms
42	T-type	msms
43	T-type	msms
44	T-type	msms
45	T-type	msms
46	S-type	msms
47	T-type	msms
48	T-type	msms
49	T-type	msms
50	T-type	msms
51	T-type	msms
52	T-type	Msms
53	T-type	msms
54	T-type	msms
55	T-type	Msms
56	T-type	msms
57	T-type	msms
58	T-type	msms
59	T-type	msms
60	T-type	msms
61	T-type	msms
62	T-type	msms
63	T-type	msms
64	T-type	Msms
65	T-type	msms
66	T-type	msms
67	T-type	Msms
68	T-type	msms
69	T-type	msms
70	T-type	msms
71	T-type	msms
72	T-type	msms
73	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
198	T-type	msms
199	T-type	msms
200	T-type	msms
201	T-type	msms
202	T-type	msms
203	T-type	msms
204	T-type	msms
205	T-type	Msms
206	T-type	msms
207	T-type	Msms
208	T-type	msms
209	T-type	msms
210	T-type	msms
211	T-type	Msms
212	T-type	Msms
213	T-type	msms
214	T-type	msms
215	T-type	msms
216	T-type	msms
217	T-type	msms
218	T-type	Msms
219	T-type	msms
220	T-type	msms
221	T-type	msms
222	T-type	Msms
223	T-type	Msms
224	T-type	msms
225	T-type	msms
226	T-type	msms
227	T-type	Msms
228	T-type	msms
229	T-type	msms
230	T-type	msms
231	T-type	Msms
232	T-type	msms
233	T-type	msms
234	T-type	msms
235	T-type	msms
236	T-type	msms
237	T-type	msms
238	T-type	msms
239	T-type	msms
240	T-type	msms
241	T-type	msms
242	T-type	Msms
243	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
368	T-type	msms
369	T-type	msms
370	T-type	Msms
371	T-type	msms
372	T-type	msms
373	T-type	msms
374	T-type	msms
375	T-type	Msms
376	T-type	msms
377	T-type	msms
378	T-type	msms
379	T-type	msms
380	T-type	msms
381	T-type	Msms
382	T-type	Msms
383	T-type	msms
384	T-type	msms
385	T-type	msms
386	T-type	msms
387	T-type	Msms
388	T-type	msms
389	T-type	msms
390	T-type	msms
391	T-type	msms
392	T-type	msms
393	T-type	msms
394	T-type	msms
395	T-type	msms
396	T-type	msms
397	T-type	msms
398	T-type	msms
399	T-type	msms
400	T-type	msms
401	T-type	msms
402	T-type	msms
403	T-type	msms
404	T-type	Msms
405	T-type	msms
406	T-type	msms
407	T-type	msms
408	T-type	msms
409	T-type	msms
410	T-type	msms
411	T-type	msms
412	T-type	msms
413	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
538	T-type	Msms
539	T-type	msms
540	T-type	msms
541	T-type	Msms
542	T-type	msms
543	T-type	Msms
544	T-type	msms
545	T-type	msms
546	T-type	msms
547	T-type	msms
548	T-type	msms
549	T-type	msms
550	T-type	msms
551	T-type	msms
552	T-type	msms
553	T-type	msms
554	T-type	msms
555	T-type	Msms
556	T-type	msms
557	T-type	Msms
558	T-type	Msms
559	T-type	msms
560	T-type	msms
561	T-type	msms
562	T-type	msms
563	T-type	msms
564	T-type	msms
565	T-type	msms
566	T-type	msms
567	T-type	msms
568	T-type	msms
569	T-type	msms
570	T-type	msms
571	T-type	msms
572	T-type	Msms
573	T-type	msms
574	T-type	msms
575	T-type	msms
576	T-type	msms
577	T-type	msms
578	T-type	msms
579	T-type	msms
580	T-type	msms
581	T-type	Msms
582	T-type	msms
583	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
74	T-type	msms
75	T-type	msms
76	T-type	msms
77	T-type	msms
78	T-type	msms
79	T-type	Msms
80	T-type	msms
81	T-type	msms
82	T-type	msms
83	T-type	msms
84	T-type	msms
85	T-type	Msms
86	T-type	msms
87	T-type	msms
88	T-type	msms
89	T-type	msms
90	T-type	msms
91	T-type	msms
92	T-type	Msms
93	T-type	msms
94	T-type	msms
95	T-type	msms
96	T-type	msms
97	T-type	msms
98	T-type	Msms
99	T-type	msms
100	T-type	msms
101	T-type	msms
102	T-type	msms
103	T-type	msms
104	T-type	msms
105	T-type	msms
106	T-type	msms
107	T-type	msms
108	T-type	msms
109	T-type	msms
110	T-type	msms
111	T-type	msms
112	T-type	msms
113	T-type	msms
114	T-type	msms
115	T-type	msms
116	T-type	msms
117	T-type	Msms
118	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
244	T-type	msms
245	T-type	msms
246	T-type	msms
247	T-type	msms
248	T-type	msms
249	T-type	msms
250	T-type	msms
251	T-type	msms
252	T-type	msms
253	T-type	msms
254	T-type	msms
255	T-type	Msms
256	T-type	msms
257	T-type	msms
258	T-type	msms
259	T-type	msms
260	T-type	msms
261	T-type	msms
262	T-type	msms
263	T-type	msms
264	T-type	msms
265	T-type	msms
266	T-type	msms
267	T-type	msms
268	T-type	msms
269	T-type	msms
270	T-type	msms
271	T-type	msms
272	T-type	msms
273	T-type	msms
274	T-type	Msms
275	T-type	msms
276	T-type	msms
277	T-type	Msms
278	T-type	Msms
279	T-type	msms
280	T-type	msms
281	T-type	msms
282	T-type	msms
283	T-type	msms
284	T-type	msms
285	T-type	msms
286	T-type	msms
287	T-type	msms
288	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
414	T-type	msms
415	T-type	Msms
416	T-type	msms
417	T-type	msms
418	T-type	Msms
419	T-type	msms
420	T-type	msms
421	T-type	msms
422	T-type	Msms
423	T-type	msms
424	T-type	msms
425	T-type	Msms
426	T-type	Msms
427	T-type	Msms
428	T-type	msms
429	T-type	msms
430	T-type	msms
431	T-type	msms
432	T-type	msms
433	T-type	msms
434	T-type	msms
435	T-type	msms
436	T-type	msms
437	T-type	msms
438	T-type	msms
439	T-type	msms
440	T-type	msms
441	T-type	msms
442	T-type	msms
443	T-type	msms
444	T-type	msms
445	T-type	msms
446	T-type	msms
447	T-type	Msms
448	T-type	msms
449	T-type	msms
450	T-type	msms
451	T-type	msms
452	T-type	msms
453	T-type	Msms
454	T-type	msms
455	T-type	msms
456	T-type	msms
457	T-type	msms
458	T-type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
584	T-type	msms
585	T-type	msms
586	T-type	msms
587	T-type	msms
588	T-type	msms
589	T-type	msms
590	T-type	msms
591	T-type	msms
592	T-type	msms
593	T-type	msms
594	T-type	msms
595	T-type	msms
596	T-type	msms
597	T-type	Msms
598	T-type	Msms
599	T-type	msms
600	T-type	Msms
601	T-type	msms
602	T-type	msms
603	T-type	msms
604	T-type	msms
605	T-type	Msms
606	T-type	Msms
607	T-type	msms
608	T-type	msms
609	T-type	Msms
610	T-type	msms
611	T-type	msms
612	T-type	msms
613	T-type	Msms
614	T-type	msms
615	T-type	msms
616	T-type	msms
617	T-type	msms
618	T-type	msms
619	T-type	Msms
620	T-type	Msms
621	T-type	msms
622	T-type	msms
623	T-type	msms
624	T-type	msms
625	T-type	msms
626	T-type	msms
627	T-type	msms
628	T-type	Msms



No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type
119	T-type	msms	289	T-type	msms	459	T-type	msms	629	T-type	msms
120	T-type	msms	290	T-type	msms	460	T-type	Msms	630	T-type	msms
121	T-type	msms	291	T-type	msms	461	T-type	Msms	631	T-type	msms
122	T-type	msms	292	T-type	msms	462	T-type	Msms	632	T-type	msms
123	T-type	msms	293	T-type	msms	463	T-type	msms	633	T-type	msms
124	T-type	msms	294	T-type	msms	464	T-type	msms	634	T-type	msms
125	T-type	msms	295	T-type	msms	465	T-type	msms	635	T-type	msms
126	T-type	msms	296	T-type	msms	466	T-type	msms	636	T-type	msms
127	T-type	msms	297	T-type	msms	467	T-type	Msms	637	T-type	msms
128	T-type	msms	298	T-type	msms	468	T-type	msms	638	T-type	msms
129	T-type	msms	299	T-type	msms	469	T-type	msms	639	T-type	msms
130	T-type	msms	300	T-type	msms	470	T-type	msms	640	T-type	msms
131	T-type	msms	301	T-type	Msms	471	T-type	msms	641	T-type	msms
132	T-type	msms	302	T-type	msms	472	T-type	msms	642	T-type	msms
133	T-type	msms	303	T-type	msms	473	T-type	msms	643	T-type	msms
134	T-type	msms	304	T-type	msms	474	T-type	msms	644	T-type	msms
135	T-type	msms	305	T-type	msms	475	T-type	msms	645	T-type	msms
136	T-type	msms	306	T-type	msms	476	T-type	msms	646	T-type	msms
137	T-type	msms	307	T-type	msms	477	T-type	msms	647	T-type	Msms
138	T-type	msms	308	T-type	Msms	478	T-type	msms	648	T-type	msms
139	T-type	msms	309	T-type	msms	479	T-type	Msms	649	T-type	Msms
140	T-type	Msms	310	T-type	msms	480	T-type	msms	650	T-type	Msms
141	T-type	msms	311	T-type	msms	481	T-type	msms	651	T-type	msms
142	T-type	Msms	312	T-type	msms	482	T-type	msms	652	T-type	msms
143	T-type	msms	313	T-type	msms	483	T-type	Msms	653	T-type	msms
144	T-type	msms	314	T-type	msms	484	T-type	msms	654	T-type	msms
145	T-type	msms	315	T-type	msms	485	T-type	msms	655	T-type	msms
146	T-type	msms	316	T-type	msms	486	T-type	msms	656	T-type	msms
147	T-type	Msms	317	T-type	msms	487	T-type	msms	657	T-type	msms
148	T-type	Msms	318	T-type	msms	488	T-type	msms	658	T-type	msms
149	T-type	msms	319	T-type	msms	489	T-type	msms	659	T-type	msms
150	T-type	msms	320	T-type	msms	490	T-type	msms	660	T-type	Msms
151	T-type	msms	321	T-type	msms	491	T-type	msms	661	T-type	msms
152	T-type	msms	322	T-type	Msms	492	T-type	msms	662	T-type	msms
153	T-type	msms	323	T-type	msms	493	T-type	msms	663	T-type	Msms
154	T-type	msms	324	T-type	msms	494	T-type	msms	664	T-type	msms
155	T-type	msms	325	T-type	msms	495	T-type	Msms	665	T-type	msms
156	T-type	Msms	326	T-type	msms	496	T-type	msms	666	T-type	msms
157	T-type	msms	327	T-type	msms	497	T-type	msms	667	T-type	msms
158	T-type	msms	328	T-type	msms	498	T-type	msms	668	T-type	msms
159	T-type	msms	329	T-type	Msms	499	T-type	msms	669	T-type	msms
160	T-type	msms	330	T-type	msms	500	T-type	msms	670	T-type	msms
161	T-type	msms	331	T-type	msms	501	T-type	msms	671	T-type	msms
162	T-type	Msms	332	T-type	msms	502	T-type	Msms	672	T-type	Msms
163	T-type	msms	333	T-type	Msms	503	T-type	msms	673	T-type	msms
164	T-type	Msms	334	T-type	msms	504	T-type	msms	674	T-type	msms



No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type
165	T-type	Msms	335	T-type	msms	505	T-type	msms	675	T-type	msms
166	T-type	msms	336	T-type	msms	506	T-type	msms	676	T-type	Msms
167	T-type	msms	337	T-type	msms	507	T-type	msms	677	T-type	msms
168	T-type	msms	338	T-type	msms	508	T-type	msms	678	T-type	msms
169	T-type	msms	339	T-type	msms	509	T-type	msms	679	T-type	msms
170	T-type	msms	340	T-type	msms	510	T-type	msms	680	T-type	msms

표 104. 4차년도 씨앗과사람들로부터 의뢰받은 390개의 시료에 대한 2가지 음성불임 관련 분자마커 검정 결과

No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type	No.	Cytoplasm type	Nuclear type
1	N type	msms	99	N type	msms	197	T type	msms	294	N type	msms
2	N type	msms	100	N type	msms	198	T type	msms	295	N type	msms
3	N type	msms	101	N type	msms	199	T type	msms	296	N type	msms
4	T type	Msms	102	N type	msms	200	T type	msms	297	N type	msms
5	N type	msms	103	N type	msms	201	T type	msms	298	N type	msms
6	N type	msms	104	N type	msms	202	T type	msms	299	N type	msms
7	N type	msms	105	N type	msms	203	T type	msms	300	N type	msms
8	T type	Msms	106	N type	msms	204	T type	msms	301	N type	msms
9	N type	msms	107	N type	msms	205	T type	msms	302	N type	msms
10	N type	msms	108	N type	msms	206	N type	msms	303	N type	msms
11	N type	msms	109	N type	msms	207	N type	msms	304	N type	msms
12	N type	msms	110	N type	msms	208	N type	msms	305	N type	msms
13	N type	msms	111	N type	msms	209	N type	msms	306	N type	msms
14	N type	msms	112	N type	msms	210	N type	msms	307	N type	msms
15	T type	msms	113	N type	msms	211	N type	msms	308	N type	msms
16	N type	msms	114	N type	msms	212	N type	msms	309	N type	msms
17	N type	msms	115	N type	msms	213	N type	msms	310	N type	msms
18	T type	msms	116	N type	msms	214	N type	msms	311	T type	msms
19	N type	msms	117	N type	msms	215	N type	msms	312	T type	Msms
20	N type	msms	118	N type	msms	216	N type	msms	313	T type	msms
21	N type	msms	119	N type	msms	217	N type	msms	314	T type	Msms
22	N type	msms	120	N type	msms	218	N type	msms	315	T type	msms
23	N type	msms	121	N type	msms	219	N type	msms	316	T type	msms
24	N type	msms	122	N type	msms	220	N type	msms	317	N type	msms
25	N type	msms	123	N type	msms	221	N type	msms	318	T type	msms
26	N type	msms	124	N type	msms	222	N type	msms	319	N type	msms
27	N type	msms	125	N type	msms	223	N type	msms	320	N type	msms
28	N type	msms	126	N type	msms	224	N type	msms	321	N type	msms
29	N type	Msms	127	N type	msms	225	N type	msms	322	T type	msms
30	N type	msms	128	N type	msms	226	N type	msms	323	T type	msms
31	N type	msms	129	N type	msms	227	N type	msms	324	T type	msms
32	N type	msms	130	N type	msms	228	N type	msms	325	T type	msms
33	N type	msms	131	T type	msms	229	N type	msms	326	T type	msms
34	N type	msms	132	N type	msms	230	N type	msms	327	T type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
35	N type	msms
36	N type	Msms
37	N type	msms
38	T type	msms
39	N type	msms
40	N type	msms
41	N type	msms
42	N type	msms
43	N type	msms
44	N type	msms
45	N type	msms
46	N type	msms
47	N type	msms
48	N type	msms
49	N type	msms
50	N type	msms
51	N type	msms
52	N type	msms
53	N type	msms
54	N type	msms
55	N type	Msms
56	N type	msms
57	N type	msms
58	N type	msms
59	N type	msms
60	N type	msms
61	N type	msms
62	N type	msms
63	N type	msms
64	N type	msms
65	N type	msms
66	N type	msms
67	N type	msms
68	N type	msms
69	N type	msms
70	N type	msms
71	N type	msms
72	N type	msms
73	N type	msms
74	N type	msms
75	N type	msms
76	N type	msms
77	N type	msms
78	N type	msms
79	N type	msms
80	N type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
133	N type	msms
134	N type	msms
135	N type	msms
136	N type	msms
137	T type	msms
138	N type	msms
139	N type	msms
140	N type	msms
141	T type	msms
142	N type	msms
143	N type	msms
144	N type	msms
145	N type	msms
146	N type	msms
147	N type	msms
148	N type	msms
149	N type	msms
150	N type	msms
151	T type	msms
152	T type	msms
153	T type	msms
154	T type	msms
155	T type	msms
156	T type	msms
157	T type	msms
158	T type	msms
159	T type	msms
160	T type	msms
161	T type	msms
162	T type	msms
163	T type	msms
164	T type	msms
165	T type	msms
166	T type	msms
167	T type	msms
168	T type	msms
169	T type	msms
170	T type	msms
171	T type	msms
172	T type	msms
173	T type	msms
174	T type	msms
175	T type	msms
176	T type	msms
177	T type	msms
178	T type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
231	N type	msms
232	N type	msms
233	N type	msms
234	N type	msms
235	N type	msms
236	N type	msms
237	N type	msms
238	N type	msms
239	N type	msms
240	N type	msms
241	N type	msms
242	N type	msms
243	N type	msms
244	N type	msms
245	N type	msms
246	N type	msms
247	N type	msms
248	N type	msms
249	N type	msms
250	N type	msms
251	N type	msms
252	N type	msms
253	N type	msms
254	N type	msms
255	N type	msms
256	N type	msms
257	N type	msms
258	N type	msms
259	N type	msms
260	N type	msms
261	N type	msms
262	N type	msms
263	N type	msms
264	N type	msms
265	N type	msms
266	N type	msms
267	N type	msms
268	N type	msms
269	N type	msms
270	N type	msms
271	N type	msms
272	N type	msms
273	N type	msms
274	N type	msms
275	N type	msms
276	N type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
328	T type	msms
329	T type	Msms
330	T type	msms
331	T type	msms
332	T type	msms
333	N type	msms
334	N type	msms
335	N type	msms
336	N type	msms
337	N type	msms
338	N type	msms
339	T type	msms
340	T type	msms
341	N type	msms
342	N type	msms
343	N type	msms
344	N type	msms
345	N type	msms
346	N type	msms
347	N type	msms
348	N type	msms
349	N type	msms
350	N type	msms
351	N type	msms
352	T type	msms
353	N type	msms
354	N type	msms
355	N type	msms
356	N type	msms
357	T type	msms
358	T type	Msms
359	T type	msms
360	T type	msms
361	T type	msms
362	T type	msms
363	T type	msms
364	T type	Msms
365	T type	msms
366	T type	msms
367	T type	msms
368	T type	msms
369	T type	Msms
370	T type	Msms
371	T type	Msms
372	T type	msms
373	T type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
81	N type	msms
82	N type	msms
83	T type	msms
84	N type	msms
85	N type	msms
86	N type	msms
87	N type	msms
88	N type	msms
89	N type	msms
90	N type	msms
91	N type	msms
92	N type	msms
93	N type	msms
94	N type	msms
95	N type	msms
96	N type	msms
97	N type	msms
98	N type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
179	T type	msms
180	T type	msms
181	T type	msms
182	T type	msms
183	T type	msms
184	T type	msms
185	T type	msms
186	T type	msms
187	T type	msms
188	T type	msms
189	T type	msms
190	T type	msms
191	T type	msms
192	T type	msms
193	T type	msms
194	T type	msms
195	T type	msms
196	T type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
277	N type	msms
278	N type	msms
279	N type	msms
280	N type	msms
281	N type	msms
282	N type	msms
283	N type	msms
284	N type	msms
285	N type	msms
286	N type	msms
287	N type	msms
288	N type	msms
289	N type	msms
290	N type	msms
291	N type	msms
292	N type	msms
293	N type	msms

No.	Cytoplasm type	Nuclear type
374	T type	msms
375	T type	msms
376	T type	Msms
377	T type	Msms
378	T type	msms
379	T type	msms
380	T type	Msms
381	N type	msms
382	N type	msms
383	N type	msms
384	N type	msms
385	N type	msms
386	T type	msms
387	N type	msms
388	N type	msms
389	T type	msms
390	N type	msms

#### 4. 분자마커 서비스 종합 결과

년차	품목	업체명	시료수	마커수	분자마커 서비스 점수	
1차년도	토마토	토마토생명과학연구소	243	6	1,458	
		대연육종연구소	50	3	150	
		소계				1,608
	양배추	아시아종묘	158	1	158	
		조은종묘	148	1	148	
		국립원예특작과학원	94	1	94	
		일본수집품종	80	1	80	
		소계				480
	양파	농우바이오	224	1	224	
		농우바이오	223	1	223	
		농협종묘	314	1	314	
		농협종묘	315	1	315	
		경남농업기술원	302	2	604	
		소계				1,680
	총계					<b>3,768</b>

년차	품목	업체명	시료수	마커수	분자마커 서비스 접수
2차년도	토마토	토마토생명공학연구소	338	3	1,014
		아시아종묘	160	2	320
		한경대학교	81	1	81
		소계			1,415
	양배추	아시아종묘	198	2	396
		아시아종묘	71	1	71
		아시아종묘	22	1	22
		한국종묘	82	3	246
		한국종묘	39	1	39
		한국종묘	35	1	35
		소계			809
	양파	농협종묘	246	2	492
		경남농업기술원	289	2	578
		오니온씨드	123	2	246
		소계			1,316
	총계				

년차	품목	업체명	시료수	마커수	분자마커 서비스 접수
3차년도	토마토	토마토 생명과학연구소	60	23	1,380
		토마토 생명과학연구소	52	32	1,664
		토마토 생명과학연구소	125	20	2,500
		대연육종연구소	17	4	68
		대연육종연구소	160	5	800
		아시아종묘	96	10	960
		아시아종묘	192	10	1,920
		아시아종묘	192	10	1,920
		한경대학교	483	3	1,449
		현대종묘	100	7	700
		부농종묘	135	1	135
		가나종묘	69	19	1,311
		가나종묘	49	4	196
		농업유전자원센터	24	1	24
		GSP중앙전시포(수원)	51	10	510
		GSP중앙전시포(수원)	51	14	714
		전남대학교	34	14	476
		소계			16,727
	양배추	아시아종묘	198	4	792
		한국생명공학연구원	113	3	339
		코레곤	35	1	35
코레곤		24	2	48	

		코레곤	50	1	50
		코레곤	34	3	102
		코레곤	50	4	200
		코레곤	35	1	35
		평창전시포	15	3	45
		해남전시포	70	4	280
		소계			1,926
	양과	경남농업기술원	289	4	1,156
		오니온씨드	151	6	906
		소계			2,062
	총계				<b>20,715</b>

년차	품목	업체명	시료수	마커수	분자마커 서비스 접수	
4차년도	토마토	토마토생명과학연구소	174	9	1,566	
		대연육종연구소	331	5	1,655	
		대연육종연구소	40	5	200	
		한경대학교	124	1	124	
		현대종묘	58	1	58	
		현대종묘	76	1	76	
		현대종묘	36	1	36	
		현대종묘	22	4	88	
		현대종묘	45	8	360	
		현대종묘	347	1	347	
		현대종묘	304	7	2,128	
		현대종묘	192	24	4,608	
		현대종묘	403	2	806	
		부농종묘	293	7	2,051	
		부농종묘	140	7	980	
		부농종묘	192	8	1,536	
		가나종묘	101	13	1,313	
		가나종묘	295	8	2,360	
		가나종묘	37	20	740	
		가나종묘	33	8	264	
		농우바이오	96	4	384	
		농우바이오	96	7	672	
		삼성종묘	24	28	672	
		소계				23,024
		양배추	아시아종묘	130	4	520
			조은종묘	79	4	316
			소계			836
		양과	농협종묘	547	24	13,128

		농협종묘	174	48	8,352
		오니온씨드	300	2	600
		씨앗과사람들	680	2	1,360
		씨앗과사람들	390	2	780
		소계			24,220
		총계			<b>48,080</b>

### 5. 분자마커 종류별 분석비용 및 소요시간

DNA추출		분자마커 서비스			비고 (총 비용, 원/rxn)
비용 (원/rxn)	소요시간 (hr)	분자마커 종류	분석비용 (원/rxn)	소요시간 (hr)	
500원	1.5	단순 PCR	1,000	2.5	1,500
		PCR-CAPS	1,500	3.5	2,000
		SSR (QIAxcel)	1,900	2.5	2,400
		HRM (LC96)	500	1.5	1,000
		EP-1 시스템	200	4.0	700
		SNPline 시스템	200	2.5	700

※ 골든씨드 품종 개발 목표를 달성하기 위한 분자마커 서비스에 중점을 두어 무상으로 분자마커 서비스를 실시하였음

## 제 2 절 병리검정 체계 확립 및 서비스

### 1. 토마토 풋마름병 병리검정 체계 확립

#### 가. 서언

*Ralstonia solanacearum*은 세계적으로 다수의 주요 작물에 심각한 손실을 발생시키는 식물 병원균으로 토마토, 감자, 고추, 가지 등 가지과 작물을 포함하여 50과 200종 이상의 작물에 치명적인 풋마름병을 일으킨다(Hayward, 1991). 이 병원균은 곁뿌리가 발생하는 지점이나 근단을 통해 식물체에 침입 후 물관으로 이동하여 식물체 전체로 확산되고(Kelman과 Sequeira, 1965; Schmit, 1978; Vasse 등, 1995), 외피다당류(exopolysaccharide)와 단백질을 분비하여 물관을 막아 시들음 증상을 일으키다가 마침내 고사하게 만든다(Buddenhagen과 Kelman, 1964).

풋마름병균은 생리·생화학 및 유전적 특성이 다양하지만 크게 기주 식물에 대한 병원성에 따라 5개의 race와 생화학적인 특성에 따라 5개의 biovar로 나뉜다(Buddenhagen 등, 1962; Hayward, 1991; He 등, 1983). 현재 우리나라에는 기주 범위가 상당히 광범위하여 대부분의 가지과 작물에 침입이 가능한 race 1과 기주 범위가 제한된 race 3 그리고 biovar 1, 2, 3 및 4의 균주가 존재하며, 국내 토마토와 고추에 발생하는 풋마름병균은 race 1과 biovar 3, 4에 속한다고 알려져 있다(Jeong 등, 2007; Park 등, 2007; Seo 등, 2007).

세균에 의해 발생하는 풋마름병은 화학적 방제 및 생물학적 방제가 어려워 윤작이나 저항성 품종을 재배하는 것이 기본적인 방제 방법으로 알려져 있다(Han 등, 2009; Lee 등, 2011). 토마토에서는 저항성 대목을 사용하여 접목한 묘를 재배하는 방법을 사용하고 있지만 대목 품종에서도 풋마름병이 발생하고 있어 피해를 완전히 막을 수 없는 실정이다(Han 등, 2009). 따라서 저항성 토마토 품종을 사용하여 풋마름병 발생을 억제하는 것이 가장 효과적이며 환경 친화적인 방제 방법이다(Carmeille 등, 2006). 풋마름병 저항성 품종 육종을 위해 노스캐롤라이나주, 하와이, 푸에르토리코, 필리핀 등에서 대규모 과제를 진행하며 연구한 바 있으나, 다양한 연구에도 일정 수준 이상의 저항성을 유지하며 상업적인 과수의 크기나 상품성을 만족시킬 수 있는 수준의 저항성 품종의 개발은 매우 어려운 현실이다(Acosta 등, 1964; Walker, 1967).

저항성 품종 육종에는 저항성의 유전 양식에 관한 정보가 매우 중요한데(Monma와 Sakata, 1993), 풋마름병 저항성의 유전 양식에 대하여 열성과 다인자(Anon, 1975; Singh, 1961); 생육 단계의 부분 우성과 성체 열성(Acosta 등, 1964); 수직 저항성, 수평 저항성, 중간체(Mew와 Ho, 1976); 상보적 우성(Sceelathakumary와 Peter, 1984) 등이 보고되었고, race 1 균주의 저항성이 비교적 광범위한 연구에 사용되었는데 이 저항성은 다인자에 의한 것으로 알려졌다(Acosta 등, 1964; Anand 등, 1993; Monma와 Sakata, 1993). 현재 토마토의 풋마름병에 대한 저항성은 QTL (Quantitative trait loci)에 의하여 조절되는 것으로 보고되어 있으며, 각각 다른 저항성 유전자로부터 조절되는 다수의 QTL이 확인되었다(Danesh 등, 1994; Thoquet 등, 1996a; 1996b; Wang 등, 2000). 하지만 토마토 염색체의 저항성 부위의 대략적인 위치는 알려져 있지만 현재까지 유전자는 정확히 규명하지 못하고 있다(Lee 등, 2011). 이들 저항성 유전자의 규명, 분자 마커 개발 그리고 새로운 저항성 유전자원 탐색 등의 연구를 위하여는 토마토 풋마름병에 대한 효율적인 저항성 검정법이 필요하다.

본 연구에서는 감수성 및 저항성 토마토 9개 품종을 사용하여 접종 방법, 접종 시 토마토의

생육 시기, 접종 농도 및 접종 후 재배 온도 등의 다양한 발병 조건에 따른 토마토 품종들의 풋마름병 발생을 조사하여 저항성 품종은 저항성을 즉 낮은 발병도를 그리고 감수성 품종은 높은 풋마름병이 발생하는 조건을 선별하여 토마토 풋마름병에 대한 효율적인 저항성 검정 체계를 확립하였다.

## 나. 재료 및 방법

### (1) 토마토 재배

풋마름병 저항성 순계 토마토인 'Hawaii7996'은 동아대학교에서 분양받아 증식하여 사용하였으며, 종자 회사에서 풋마름병 저항성으로 공시한 5개 토마토 품종 '첼린지틴틴(코레곤)', '마이로꾸(사카타코리아)', '도태랑레굴리(다끼이종묘)', '도태랑골드(다끼이종묘)' 및 '도태랑마스터(다끼이종묘)' 그리고 풋마름병에 대한 저항성을 공시하지 않은 일반 품종 3개 '첼린지스페셜(코레곤)', '서광(몬산토코리아)' 및 '도태랑챔피온(다끼이종묘)' 등 8개 품종은 시중에서 구입하여 실험에 사용하였다.

접종 시 토마토의 생육 정도에 따른 풋마름병 발생 실험을 제외한 모든 실험은 6 × 12 육묘용 연결포트(40 ml/pot, 범농사)에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 파종하고 온실(25 ± 5°C)에서 2-3주일 동안 재배하였다. 그리고 이 토마토 유묘를 새로운 플라스틱 포트(직경 6.5 cm, 토양 200 ml)에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 이식하여 재배하였으며, 접종 일주일 전에 다시 새로운 포트(직경 9 cm, 토양 400 ml)로 이식하여 재배한 8엽기의 토마토 유묘를 실험에 사용하였다.

그리고 토마토 유묘의 생육 시기에 따른 풋마름병 발생 실험에서는 8엽기와 10엽기 유묘는 앞에서와 동일한 방법으로 재배하였으며, 3엽기와 6엽기 유묘는 6 × 12 육묘용 연결포트(40 ml/pot, 범농사)에 파종하여 온실에서 재배하고 접종 일주일 전에 토마토 유묘를 플라스틱 포트(직경 6.5 cm, 토양 200 ml)로 이식하여 재배한 유묘를 실험에 사용하였다.

### (2) 접종원 준비 및 병원균 접종

동아대학교로부터 분양받은 담배로부터 분리한 *R. solanacearum* SL1944 균주(race 1, biovar 4) (Lee 등, 2011)를 CPG broth(casamino acid 1 g, peptone 10 g, glucose 5 g, 증류수 1 l) 배지에 접종하고 30°C, 150 rpm에서 18-24시간 동안 전배양 하였다(Schaad 등, 2001). 전배양한 병원균을 새로운 CPG broth 배지에 1%(v/v)가 되도록 접종하고 30°C, 150 rpm에서 24시간 동안 진탕배양 하였다. 세균 배양액을 상온에서 8,000 rpm, 10분간 원심분리한 후, 상층액을 제거하고 회수한 세균 pellet에 멸균수를 넣고 잘 희석하여 세균 현탁액을 만들었다.

접종원 농도에 따른 토마토 풋마름병 발생 실험을 제외한 모든 실험에서는 DU<sup>®</sup>800 UV/Visible Spectrophotometer(Beckman Coulter Inc., Fullerton)를 사용하여 흡광도(OD, optical density)를 측정하고 멸균수로 희석하여 풋마름병균 현탁액의 농도를 OD<sub>600</sub>=0.4(3-4 × 10<sup>8</sup> cfu/ml)가 되도록 조정하여 접종원을 준비하였다. 접종원 농도에 따른 토마토 풋마름병 발생 실험을 위해서는 OD<sub>600</sub>=0.1, 0.2 및 0.4의 세균 현탁액을 준비하였다.

모든 실험은 온실에서 재배한 토마토 유묘에 준비한 풋마름병균 현탁액을 토양 리터 당 50 ml씩 관주하여 접종하였으며, 인위적인 뿌리 상처 유무에 따른 풋마름병의 발생 실험에서는 2 cm 너비의 scalpel을 사용하여 지제부에서 2 cm 떨어진 곳에서 30° 각도로 깊이 5 cm를 찢어서



뿌리에 상처를 주는 방법과 인위적인 상처없이 토양에 관주하여 접종하는 방법을 사용하였다.

### (3) 발병 및 병조사

접종 후 재배 온도에 따른 토마토 풋마름병 발생 실험을 제외한 모든 실험에서는 접종한 토마토를 30℃ 항온실에서 하루 12시간 광을 조사하면서 12-13일 재배한 후에 병조사를 수행하였으며, 재배 온도에 따른 병 발생 실험은 접종한 토마토를 각각 25, 30, 35℃ 항온실에서 동일한 방법으로 재배하여 실험하였다.

병조사는 이병엽율에 따라 발병 정도를 0 = 풋마름병 증상 없음, 1 = 전체 잎의 1-25% 시들음 증상, 2 = 전체 잎의 26-50% 시들음 증상, 3 = 전체 잎의 51-75% 시들음 증상, 4 = 전체 잎의 76-100% 시들음 증상 등 5단계로 하였다(Roberts 등, 1988).

평균 발병도가 1.0 이하인 경우 저항성, 1.0 초과 2.0 이하는 중도저항성, 2.0 초과는 감수성으로 판정하였고, 모든 실험은 5반복으로 2회 실시하였다. 통계 분석은 SAS(SAS Institute, Inc., 1989) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 하였으며, 처리 평균간 비교를 위하여 Duncan's multiple range test( $P = 0.05$ )를 실시하였다.

## 다. 결과 및 고찰

### (1) 뿌리 상처 유무에 따른 토마토 풋마름병 발생

Scalpel로 토마토 뿌리에 상처를 준 후에 풋마름병균 현탁액을 관주하는 방법과 인위적인 상처 없이 세균 현탁액을 토양에 관주하는 방법으로 접종하여 뿌리 상처 유무에 따른 토마토의 풋마름병 발생을 조사한 결과, 인위적인 상처 없이 토양에 관주하여 접종하였을 경우에 저항성 순계 토마토인 'Hawaii7996'에서 발병도 0.5의 고도의 저항성을 보였다(Figs. 1,2). 그리고 일반 품종인 '첼린지스페셜', '서광' 및 '도태랑챔피언' 3개 품종은 발병도 3.2 이상의 높은 감수성을 보였다(Fig. 1,2). 하지만 종자회사에서 풋마름병 저항성으로 공시한 '첼린지틴틴', '마이로꾸', '도태랑레굴러', '도태랑골드' 및 '도태랑마스터' 5개 품종에서는 발병도 3.2 이상을 보여 이 품종들이 *R. solanacearum* 1944에 대한 저항성을 나타내지 않음을 알 수 있었다(Fig. 1).

Scalpel로 뿌리에 인위적인 상처가 가해졌을 경우에는 토마토 풋마름병에 대한 저항성 순계 품종인 'Hawaii7996'에서도 발병도 2.0으로 무상처 접종보다 높은 풋마름병 발생을 보였다(Fig. 1). 그리고 감수성 3개 품종과 종자회사에서 저항성으로 공시한 5개 품종은 모두 scalpel 상처 접종에 의해 3.9 이상의 높은 발병도를 나타냈다(Fig. 1).

많은 연구자들이 뿌리 측면을 절단한 후에 풋마름병균 현탁액을 관주하여 접종하는 방법을 사용하거나(Lee 등, 2011; Park 등, 2007), 다른 처리없이 세균 현탁액을 직접 토양에 관주하여 접종하는 방법(Grimault 등, 1994; Han 등, 2011) 등을 이용하여 토마토 풋마름병에 대한 저항성 연구를 수행하고 있다. 하지만 본 연구의 뿌리 상처 유무에 따른 토마토의 풋마름병 저항성 차이에 따르면 뿌리에 상처를 주고 관주하여 병원균을 접종하는 방법보다 상처 없이 토양에 관주하여 접종하는 방법이 토마토의 저항성을 검정하기에 더 효과적인 방법으로 생각되었다.

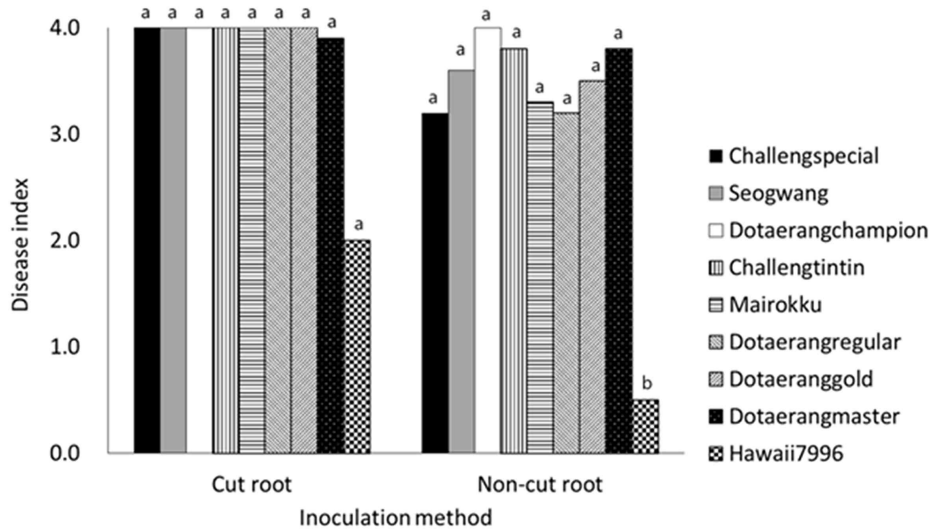


Fig. 1. Development of bacterial wilt on seedlings of nine tomato cultivars inoculated with *Ralstonia solanacearum* by drenching the cut and non-cut roots with a bacterial suspension. One week after transplanting, the potted seedlings of eight-leaf stage were inoculated with *R. solanacearum* SL1944 by drenching the cut and non-cut roots with a bacterial suspension ( $OD_{600}=0.4$ ) to give inoculum volume of 50 ml/soil. The plants were incubated in a growth room at 30°C with 12-hour light a day. After 12 days, disease severity of the plants was investigated. Each value represents the mean of two runs with five replicates each. Values in the labeled with the same letter within each inoculation method are not significantly different in Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .



Fig. 2. Resistance of nine tomato cultivars to bacterial wilt. A, Challengespecial; B, Seogwang; C, Dotaerangchampion; D, Challengtintin; E, Mairokku; F, Dotaerangregular; G, Dotaeranggold; H, Dotaerangmaster; I, Hawaii7996. One week after transplanting, the potted seedlings of eight-leaf stage were inoculated with *Ralstonia solanacearum* SL1944 by drenching the roots with a bacterial suspensions ( $OD_{600}=0.4$ ) to give inoculum volume of 50 ml/soil.

## (2) 유묘의 생육 시기에 따른 토마토 풋마름병 발생

토마토 풋마름병에 대한 저항성 검정에서 접종을 위한 토마토의 생육 시기를 결정하기 위하여 온실에서 재배한 3, 6, 8 및 10엽기 토마토의 풋마름병 발생을 조사한 결과, 풋마름병 저항성 토마토인 'Hawaii7996'은 실험한 모든 생육 시기에서 발병도 0.6 이하의 높은 저항성을 나타냈다 (Fig. 3). 그리고 감수성 품종들(첼린지스페셜, 서광, 도태랑챔피온)은 3, 6, 8 및 10엽기의 토마토 유묘에서의 3개 품종의 평균 발병도가 각각 2.1, 3.7, 3.9 및 0.5를 보여 6엽과 8엽에 비하여 3엽기와 10엽기의 토마토에서 풋마름병 발생이 낮음을 알 수 있었다(Fig. 3). 또한 종자회사에서 저항성으로 공시한 5개 품종에서도 3, 6, 8 및 10엽기의 토마토 유묘에서의 평균 발병도가 각각 1.8, 3.8, 3.5 및 1.2로 3엽기와 10엽기의 토마토보다 6엽과 8엽기의 토마토에서 풋마름병 발생이 높았다(Fig. 3).

풋마름병에 대한 저항성 토마토를 선발하기 위해서는 감수성 토마토는 높은 풋마름병 발생을 나타내고 저항성 토마토는 낮은 발병도를 나타내는 생육 시기에 접종하는 것이 필요하다. Winstead와 Kelman(1952)은 토마토에 풋마름병균을 접종할 때 어린 묘에 접종하기보다 24일 재배한 유묘에 접종하는 것이 저항성 수준을 평가하는데 유리하다고 보고하였으며, Nakaho와 Takaya(1993)은 저항성 토마토 대목의 경우 생육 시기가 어릴수록 풋마름병 발생률이 증가한다고 하였다. 따라서 너무 어리거나 노화되지 않은 적정 생육 시기의 선발이 중요하며, 본 연구에서 저항성과 감수성 품종 간에 가장 큰 발병도 차이를 나타낸 8엽기의 토마토 식물체가 풋마름병 저항성 검정에 있어 최적의 생육 시기로 생각되었다.

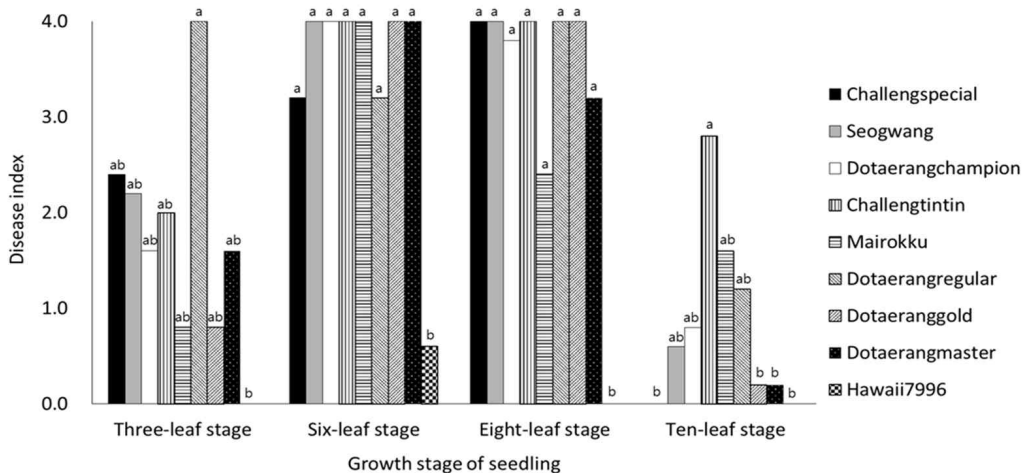


Fig. 3. Bacterial wilt development on nine tomato cultivars inoculated with *Ralstonia solanacearum* at four growth stages. One week after transplanting, the potted seedlings of three-, six-, eight-, and ten-leaf stages were inoculated with *R. solanacearum* SL1944 by drenching the roots with a bacterial suspensions ( $OD_{600}=0.4$ ) to give inoculum volume of 50 ml/soil. The plants were incubated in a growth room at 30°C with 12-hour light a day. After 12 days, disease severity of the plants was investigated. Each value represents the mean of two runs with five replicates each. Values in the labeled with the same letter within each growth stage of seedlings are not significantly different in Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

### (3) 재배 온도에 따른 토마토 풋마름병 발생

접종 후의 재배 온도에 따른 9종 토마토 품종의 풋마름병 발생을 조사한 결과, 25°C에서 재배하였을 때에는 저항성뿐만 아니라 감수성 토마토에서도 풋마름병이 잘 발생하지 않아 실험한 모든 품종에서 0.8 이하의 발병도를 보였다(Fig. 4). 그러나 30°C에서 재배하였을 경우에는 '첼린지 스페셜', '서광', '도태랑챔피온', '첼린지틴틴', '마이로꾸', '도태랑레굴러', '도태랑골드' 및 '도태랑마스터'는 각각 3.1, 3.8, 3.7, 3.0, 3.0, 2.5, 3.5 및 2.9의 발병도를 그리고 35°C에서는 각각 2.9, 4.0, 3.3, 4.0, 3.2, 2.8, 3.6 및 3.6의 발병도를 보여 두 온도 모두에서 높은 풋마름병 발생을 나타냈다. 그리고 저항성 토마토인 'Hawaii7996'은 30°C와 35°C 모두에서 저항성을 보였으나 30°C에서 더 낮은 발병도를 보였다(Fig. 4).

토마토 풋마름병 저항성 계통 '7580'과 '1169'은 26.6°C에서는 안정적으로 저항성을 보이다가 32.2°C의 고온에서 저항성의 무너진다고 보고되었다(Krausz과 Thurston, 1975). 그리고 본 연구에서 사용된 'Hawaii7996'을 비롯한 'B-blocking', 'Hawaii7998'의 경우에도 고온에 노출될수록 저항성이 붕괴되는 것 같다고 보고된 바 있다(Lee 등, 2011). 하지만 본 연구에서는 접종 후 30°C에서 재배하는 것이 저항성 검정에 효과적이거나 35°C에서도 풋마름병에 대한 'Hawaii7996'의 저항성은 유지되고 있었다.

### (4) 접종원 농도에 따른 토마토 풋마름병 발생

토마토 유묘의 지제부에 세 가지 농도( $OD_{600}=0.1, 0.2, 0.4$ )의 세균 현탁액을 관주하여 접종하고 풋마름병 발생을 조사한 결과, 저항성 토마토 'Hawaii7996'은 접종원 농도와 상관없이 실험한 모든 농도에서 발병도 0.8 이하의 높은 저항성을 나타냈다(Fig. 5). 그리고 '서광', '도태랑챔피온' 및 '마이로꾸'는 실험한 모든 농도에서 발병도 4.0의 높은 감수성을 보였다(Fig. 4). 그리고 '첼린지 스페셜'과 '도태랑마스터'는 접종 농도가 증가함에 따라 풋마름병 발생이 다소 증가하였지만, 나머지 3개 품종은 접종 농도에 관계없이 풋마름병이 발생하였다. 감수성 3개 품종의 평균 발병도는 접종 농도 0.1, 0.2, 0.4에서 각각 3.6, 3.7, 4.0 이었고, 저항성으로 공시된 5개 품종의 평균 발병도는 각각 3.5, 2.9, 3.7 이었다.

Nakaho와 Takaya(1993)은 저항성 토마토 대목의 경우 접종원 농도가 높아질수록 풋마름병 발생량이 높아진다고 하였으나 본 연구에서는 실험한 접종원 농도( $OD_{600}=0.1, 0.2, 0.4$ )모두에서 'Hawaii7996'은 저항성을 보였다. 그리고 나머지 8개 토마토 품종은 접종원 농도에 관계없이 높은 감수성을 나타내므로 토마토 풋마름병 저항성 검정에서 접종원 농도는  $OD_{600}=0.1-0.4$  모두 가능한 것으로 생각되며 안정적인 풋마름병 발생을 위해  $OD_{600}=0.4$  농도로 접종하는 것이 바람직하다고 생각되었다.

이상의 결과로부터 *R. solanacearum*에 의한 토마토 풋마름병의 저항성 검정법은 접종 1주일 전에 새로운 포트에 이식하여 온실( $25 \pm 5^\circ\text{C}$ )에서 재배한 8엽기 토마토 유묘에  $OD_{600}=0.4$  농도의 세균 현탁액을 토양 리터 당 50 ml씩 관주하여 접종하고, 접종한 토마토를 30°C 생육상에서 하루 12시간씩 광을 처리하면서 12-13일 동안 재배하여 풋마름병 발생을 조사하는 것이 가장 효율적이라고 생각된다. 본 연구에서 확립한 토마토 풋마름병의 효율적인 저항성 검정 방법은 저항성 품종 육성 외에도 병 저항성관련 분자 마커 개발, 저항성 유전자 탐색 및 메커니즘 분석 등에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

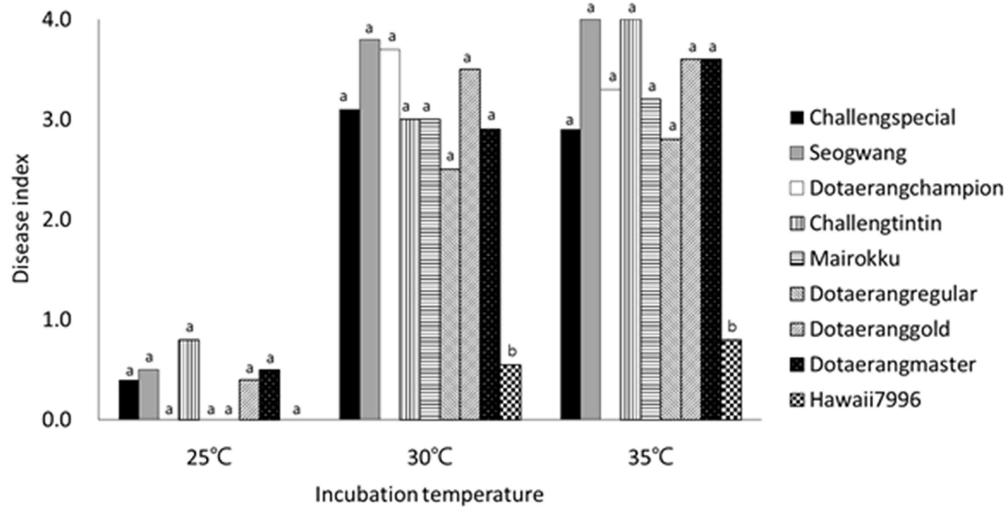


Fig. 4. Development of bacterial wilt on tomato seedlings of nine cultivars according to incubating temperature after inoculation. One week after transplanting, the eight-leaf stage seedlings were inoculated with *Ralstonia solanacearum* SL1944 by drenching the roots with a bacterial suspensions ( $OD_{600}=0.4$ ) to give inoculum volume of 50 ml/soil. The plants were incubated in a growth room at 25, 30, and 35°C with 12-hour light a day. After 13 days, disease severity of the plants was investigated. Each value represents the mean of two runs with five replicates each. Values in the labeled with the same letter within each incubation temperature are not significantly different in Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

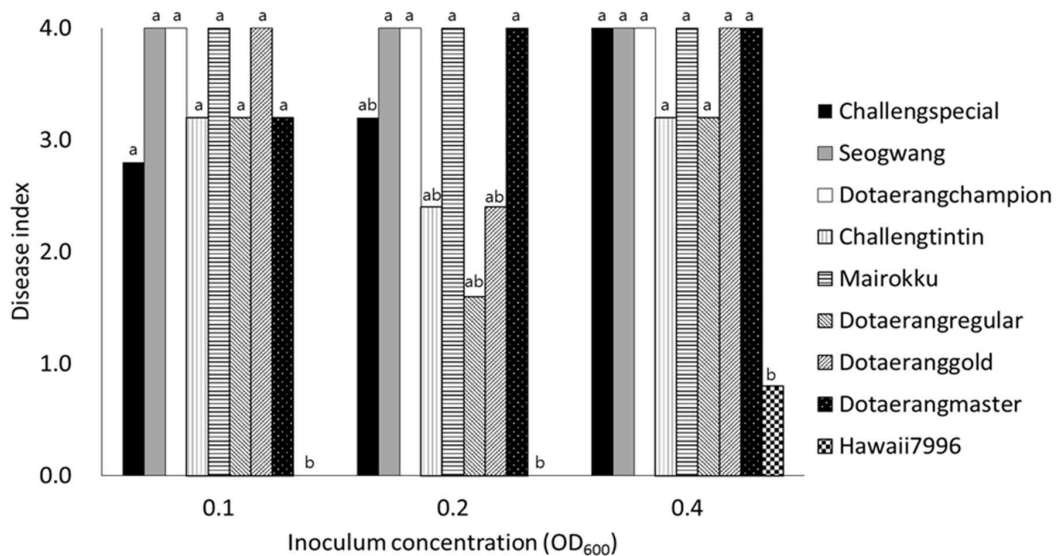


Fig. 5. Occurrence of bacterial wilt on seedlings of nine tomato cultivars according to inoculum concentration. One week after transplanting, the eight-leaf stage seedlings were inoculated with *Ralstonia solanacearum* SL1944 by drenching the roots with bacterial suspensions ( $OD_{600}=0.1, 0.2,$  and  $0.4$ ) to give inoculum volume of 50 ml/soil. The plants were incubated in a growth room at 30°C with 12-hour light a day. After 12 days, disease severity of the plants was investigated. Each value represents the mean of two runs with five

replicates each. Values in the labeled with the same letter within each inoculum concentration are not significantly different in Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

## 2. 양배추(유채) 균핵병 병리검정 체계 확립

### 가. 서언

Brassicaceae를 포함한 다수의 주요 식량 작물에 심각한 피해를 주는 *Sclerotinia sclerotiorum*(Boland와 Hall, 1994; Saharan와 Mehta, 2008)은 400종이 넘는 식물체에 감염하고 (Bonald와 Hall, 1994; Purdy, 1979), 유묘, 성숙한 식물체, 수확물 등 생육기 전반에 걸쳐서 침입하며 피해를 주고 있다(Agrios, 2005).

*S. sclerotiorum*은 병든 조직의 내, 외부에 형성된 균핵이나 지면에서 떨어진 균핵 또는 병든 식물의 잔재 속이나 살아있는 식물에서 균사로 월동하다가 이후 봄이나 초여름에 균핵이 발아하여 자낭반을 형성하고 자낭반에서 자낭포자를 형성하여 공기 중으로 수많은 자낭포자를 방출한다(Agrios, 2005). 유채(canola)의 경우 비산된 포자는 건강한 줄기나 잎에 대한 직접 감염이 드물고 유채 꽃에 더 쉽게 감염이 이루어지며 감염된 꽃이 떨어져 잎겨드랑이에 붙거나 꽃잎을 영양분 삼아 식물체의 건전 부위를 침입함으로써 줄기나 잎에 감염을 일으킨다(Khangura와 MacLeod, 2012).

균핵병의 방제는 경종적 방법이나 약제 살포에 의존한다(Agrios, 2005). 하지만 4-5년 동안 균핵으로 토양에서 생존이 가능하고(Adams와 Ayers, 1979), 기주 범위도 넓기 때문에 윤작으로 방제하는 것에 어려움이 있다(Boland와 Hall, 1994). 또한 농약 적용 타이밍에 어려움이 있어 일반적으로 화학적 방제가 효율적이지도 않고 경제적이지도 않다(Luo와 Zhou 1994). 따라서 가장 경제적이고 효과적인 방법은 저항성 품종을 이용한 방제이다.

연구된 식물의 종과 대상에 따라 *Sclerotinia*의 저항성은 단일 또는 다인자 유전자에 의한 것이라고 보고된 바 있다(Abawi 등, 1978; Baswana 등, 1991). 그리고 일부 미세효과 저항성을 가진 quantitative trait loci (QTLs)가 발견되어 왔다(Chen, 1998; Liu 등, 2000; Zhao와 Meng, 2003; Zhao 등, 2006). *Sclerotinia*에 관한 저항성의 유전적 기초 연구는 환경과 경제에 효과적인 저항성 품종의 개발에 도움이 될 것이다(Zhao와 Meng, 2003). 하지만 *S. sclerotiorum*에 대한 고도의 저항성 유전자원이 아직 보고되지 못하여 저항성 유전자원의 도입은 여전히 유채 육종에 큰 과제로 남아있다.

*S. sclerotiorum*에 대한 유채의 저항성 검정을 위하여 떡잎 접종(Garg 등, 2008), 절단엽 접종(Bailey, 1987; Bradley 등, 2006), 잘린 잎자루 접종(Zhao 등, 2004; Bradley 등, 2006), 옥살산 검정(Bradley 등, 2006) 그리고 줄기 접종(Li 등, 2004; 2006; Buchwaldt 등, 2005)과 같은 다양한 방법이 사용되고 있으나, 앞으로 *Sclerotinia*병에 대한 저항성 연구와 새로운 저항성 육종 소재의 발굴이 수행되기 위해서는 효율적이고 신뢰할 수 있는 병 저항성 검정법의 확립이 필수적으로 요구된다.

본 연구에서는 효율적인 균핵병 저항성 검정법을 확립하고자 *S. sclerotiorum* KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, KACC 4577 등을 포함한 4균주의 병원성을 검정하고 유채와 양배추에 대한 습실상 처리 기간에 따른 4균주의 병 발생을 조사하여 적절한 습실상 처리 기간과 효과

적인 저항성 검정이 가능한 균주를 선발하였다. 선발된 균주에 대하여 접종 방법, 접종 후 재배 온도, 그리고 시판 중인 양배추 25품종에 대한 접종 위치에 따른 균핵병의 발생 정도를 조사하였다.

## 나. 재료 및 방법

### (1) *S. sclerotiorum* 균주의 병원성 검정

균핵병을 일으키는 *S. sclerotiorum* 4균주 (KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, KACC 45771)를 농촌진흥청 농업유전자원센터(KACC)로부터 분양받아 실험에 사용하였다. 분양받은 4균주를 potato dextrose agar(PDA; Becton, Dickinson and Co.) 배지에 3일 내외로 배지의 절반 정도로 25℃에서 배양하였다. 일반적인 온실 환경에서 3주 내외로 재배된 토마토 서광(몬산토 코리아) 품종의 1, 2엽에 7 mm의 cork borer로 자른 균사 말단 조각을 배지면이 앞에 닿도록 1엽당 한 조각씩 치상하였다. 균주가 치상되어 접종된 식물체를 20℃ 습실상에 저면관수하여 넣어주고 병이 충분히 진전될 때까지 2일 동안 재배하였다. 접종 2일 후 7 mm 지름의 cork borer 길이를 포함하여 세로(장축) 측의 병반 길이(mm)를 측정하였다.

### (2) *S. sclerotiorum* 4균주의 병원성 검정 및 습실상 처리 기간에 따른 균핵병의 발생정도

*S. sclerotiorum* KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, 그리고 KACC 45771 등을 포함한 4균주의 양배추와 유채에 대한 병원성 및 습실상 처리 기간에 따른 병 발생을 검정하고자 5 × 8 육묘용 연결 포트(80 ml/pot, 범농사)에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 양배추 2품종(YR호남, 꼬꼬마골드)과 유채 2품종(아람씨앗 유채, 아시아종묘 유채)을 포함한 총 4품종의 종자를 5포트 씩 그리고 포트 당 2립씩 파종하였다. 종자가 발아한 후에 생장이 고른 개체로 포트 당 1주씩 남기고 솟아 주었으며, 파종 후 18일 동안 재배한 유묘를 실험에 사용하였다.

PDA배지에 접종하고 25℃ 암상태에서 2일 동안 배양된 4균주(KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, 그리고 KACC 45771)의 말단을 5 mm의 cork borer로 잘라 배지면이 앞에 닿게 재배된 유묘의 1, 2엽에 엽 당 1조각씩 치상하여 접종하였다. 접종된 식물체는 20℃ 습실상에서 저면관수하면서 1일 또는 3일 동안 재배하였고, 1일 재배된 식물체는 20℃ 항온실로 이동하여 하루 12시간씩 광을 처리하면서 병조사가 수행될 때까지 2일 동안 재배하였다. 그리고 3일 동안 습실상에서 재배된 식물체는 습실상에서 재배된 후 바로 병조사를 수행하였다. 접종 3일 후 5 mm 지름의 cork borer 길이 포함한 병반의 장축, 단축 길이(mm)를 측정하여 발병도를 조사하였다.

### (3) 접종 방법에 따른 균핵병의 발생정도

접종 방법에 따른 균핵병 발생정도를 조사하고자 플라스틱 포트(직경 5 cm, 토양 90 mL)에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 아시아종묘 유채 종자를 1포트 당 1립씩 파종하였다. 15일 동안 재배된 유묘의 1, 2엽에 PDA배지에 접종되어 2일(25℃, 암상태) 동안 배양된 KACC 41064 균주의 말단을 5 mm의 cork borer로 자른 조각을 균총면과 배지면이 엽면에 닿도록 엽 당 1 조각씩 치상하여 접종하였다. 접종된 식물체는 20℃ 습실상에서 저면관수하면서 병이 충분히 진전될 때까지 재배되었고, 접종 3일 후 5 mm 지름의 cork borer 길이 포함한 병반의 장축, 단축 길이(mm)를 측정하여 발병도를 조사하였다.

### (4) 재배 온도에 따른 균핵병의 발생정도

재배 온도에 따른 균핵병의 발생정도를 확인하고자 플라스틱 포트(직경 5 cm, 토양 90 mL)에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 양배추 2품종(YR호남, 꼬꼬마골드)과 유채 2품종(아람씨앗 유채, 아시아종묘 유채)을 포함한 총 4품종의 종자를 1포트 당 1립씩 파종하여 일반적인 온실환경에서 재배된 3엽기 유묘를 실험에 사용하였다. 3엽기 유묘의 1, 2엽에 PDA배지에 접종하고 25°C 암상태에서 2일 동안 배양된 KACC 41064 균주의 말단을 5 mm의 cork borer로 잘라 균총면이 옆면에 닿도록 엽 당 1조각씩 치상하여 접종하였다. 접종된 식물체는 20, 25, 30°C 습실상에서 저면관수하면서 병이 충분히 진전될 때까지 재배되었다. 접종 2일 후 5 mm 지름의 cork borer 길이 포함한 병반의 장축, 단축 길이(mm)를 측정하고 평균값을 계산하였다.

#### (5) 접종 위치 따른 양배추 25품종의 균핵병 저항성 검정

플라스틱 포트(직경 5 cm, 토양 90 mL)에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 시판 중인 양배추 25품종의 종자를 1포트 당 1립씩 파종하여 일반적인 온실환경에서 재배된 3엽기 유묘와 플라스틱 포트(직경 5 cm, 토양 90 mL)에 파종하여 온실에서 재배하고 다시 새로운 포트(직경 11 cm, 토양 600 mL)로 이식하여 재배한 13-15엽기 유묘를 실험에 사용하였다.

접종 위치에 따른 균핵병의 발생 정도를 확인하고자 3엽기 유묘의 1, 2엽에 PDA배지에 접종하고 25°C 암상태에서 2일 동안 배양된 KACC 41064 균주의 말단을 5 mm의 cork borer로 잘라 균총면이 옆면에 닿도록 엽 당 1 조각씩 치상하여 접종하는 방법과 13-15엽기 유묘의 상위 5, 6엽의 잎겨드랑이에 PDA배지에 접종하고 25°C 암상태에서 2일 동안 배양된 KACC 41064 균주의 말단을 5 mm의 cork borer로 잘라 균총면이 식물체에 닿도록 조각을 올려주고 랩으로 가볍게 말아주는 방법을 사용하였다. 접종된 식물체는 20°C 습실상에서 저면관수하면서 병이 충분히 진전될 때까지 재배되었다.

옆면에 접종된 식물체는 접종 2일 후 5 mm 지름의 cork borer 길이 포함한 병반의 장축, 단축 길이(mm)를 측정하였으며, 잎겨드랑이에 접종된 식물체는 접종 6일 후 병반의 길이(mm)를 측정하여 발병도를 조사하였다.

### 다. 결과 및 고찰

#### (1) *S. sclerotiorum* 균주 확보 및 병원성 검정

농촌진흥청 농업유전자원센터(KACC)로부터 *S. sclerotiorum* KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, KACC 4577 등을 포함한 4균주를 분양받아 병원성을 확인하고자 토마토 1, 2엽에 균주를 접종하였고, 그 결과 KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, KACC 4577 균주에서 각각 36.8, 32.0, 35.3, 46.5의 병반길이(mm)를 보이며 4균주 모두 높은 병원성을 가지고 있음이 확인되었다 (Table 1).

Table 1. *Sclerotinia sclerotiorum* 4균주의 병원성 검정\*.

균주명	분리기주	병반길이 (mm)
KACC 40457	상추 ( <i>Lactuca sativa</i> )	36.8 ± 1.1
KACC 41064	유채 ( <i>Brassica napus</i> )	32.0 ± 0.7



KACC 45153	케일 ( <i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i> )	35.3 ± 1.8
KACC 45771	상추 ( <i>Lactuca sativa</i> )	46.5 ± 4.2

\* 3주 재배한 토마토 1,2엽에 *S. sclerotiorum* KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, KACC 45771 균주의 균사 말단 조각(7 mm의 cork borer)을 배지면이 엽면에 닿도록 치상하여 접종하고 20°C 습실상에서 2일간 재배한 후에 7mm 지름의 cork borer 길이를 포함하여 장축의 병반길이(mm)를 조사.

(2) *S. sclerotiorum* 4균주의 병원성 검정 및 습실상 처리기간에 따른 균핵병의 발생정도

*S. sclerotiorum* KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, KACC 45771 균주의 양배추, 유채에 대한 병원성 검정 및 습실상 처리기간에 따른 병발생을 조사하고자 양배추(YR호남, 꼬꼬마골드) 2품종과 유채(아람씨앗 유채, 아시아종묘 유채) 2품종에 대하여 엽면에 접종하여 병원성을 확인하였고 그 결과 모든 균주에서 병원성이 확인되었으며, 습실상 처리 기간에 따른 병 발생 정도는 1일 동안 습실상 처리의 경우 4균주의 4품종에 대한 7.9 mm의 평균 병반길이를 보였고 병조사가 기간까지 3일 동안 습실상 처리를 할 경우 24.6 mm의 평균 병반길이를 나타내었다 (Table 2). 그리고 3일 동안 습실상 처리를 할 경우 KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, KACC 45771 균주는 양배추(YR호남, 꼬꼬마골드) 2품종과 유채(아람씨앗 유채, 아시아종묘 유채) 2품종을 포함한 4품종의 평균 병반길이가 각각 15.7, 32.9, 28.1, 21.7 mm를 나타내었다(Table 2).

따라서 효과적인 균핵병의 발생을 위해서는 접종 후 병조사를 수행하기 전까지 지속적으로 습실상 처리를 해주는 것이 적당한 것으로 판단되었고, 효과적인 양배추, 유채 균핵병의 저항성 검정법을 확립하기 위하여 4균주 중 가장 높은 병원성이 확인된 KACC 41064 균주를 사용하고자 한다.

Table 2. 양배추, 유채에 대한 *Sclerotinia sclerotiorum* 4균주의 병원성 검정 및 습실상 처리기간에 따른 균핵병의 발생정도\*.

습실상 처리기간	균주명 (KACC)	접종 위치	양배추		유채		평균
			YR호남	꼬꼬마골드	아람씨앗	아시아종묘	
1일	40457	1엽	18.2 ± 6.2	19.9 ± 12	15.4 ± 5.8	10.5 ± 17	16.0
		2엽	9.5 ± 13	14.1 ± 13	16.3 ± 12	9.7 ± 8.6	12.4
	41064	1엽	4.9 ± 7.8	11.9 ± 11	0.9 ± 1.8	6.3 ± 14	6.0
		2엽	1.6 ± 2.3	1.0 ± 2.2	1.5 ± 3.0	11.0 ± 16	3.8
	45153	1엽	0.0 ± 0.0	8.3 ± 8.5	7.8 ± 12	5.2 ± 7.5	5.3
		2엽	0.0 ± 0.0	4.5 ± 10	2.1 ± 2.9	0.0 ± 0.0	1.7
	45771	1엽	5.3 ± 7.5	23.1 ± 21	13.9 ± 13	4.9 ± 5.4	11.8
		2엽	0.0 ± 0.0	20.5 ± 14	1.9 ± 4.2	2.0 ± 2.7	6.1
3일	40457	1엽	17.0 ± 11	14.4 ± 13	31.8 ± 13	1.4 ± 3.1	16.2

	2엽	7.1 ± 5.3	7.9 ± 7.9	25.2 ± 25	20.8 ± 15	15.2
41064	1엽	27.3 ± 5.5	43.5 ± 8.6	18.6 ± 22	40.6 ± 4.6	32.5
	2엽	14.9 ± 13	32.3 ± 11	34.1 ± 18	51.9 ± 11	33.3
45153	1엽	8.9 ± 11	23.8 ± 8.3	21.8 ± 11	32.6 ± 8.5	21.8
	2엽	17.7 ± 15	32.5 ± 4.3	46.3 ± 6.8	40.8 ± 29	34.3
45771	1엽	13.8 ± 15	8.1 ± 7.6	8.6 ± 17	36.3 ± 13	16.7
	2엽	15.2 ± 18	18.6 ± 15	34.2 ± 20	38.6 ± 19	26.7

\* 18일 재배한 유묘의 1,2엽에 *S. sclerotiorum* KACC 40457, KACC 41064, KACC 45153, KACC 45771 균주의 균사 말단 조각(5mm의 cork borer)을 배지면이 엽면에 닿도록 치상하여 접종하고 20°C 습실상에서 1일 또는 3일간 재배한 후에 5 mm 지름의 cork borer 길이를 포함하여 장축과 단축의 평균 병반길이(mm)를 조사.

### (3) 접종 방법에 따른 균핵병의 발생정도

접종 방법에 따라 균핵병의 발생정도의 차이를 확인하고자 아시아종묘 유채 유묘의 1,2엽에 대하여 균총면을 엽면에 부착하는 방법과 배지면을 부착하는 방법에 따른 균핵병의 발생을 조사하였고 균총면을 부착할 경우 50.5 ± 3.9 mm의 1, 2엽의 평균 병반길이를 나타내고 배지면을 부착할 경우 41.0 ± 9.1 mm의 1,2엽의 평균 병반길이를 보였다(Table 3). 배지면을 부착하는 것보다 균총면을 접종하였을 때 효과적으로 병이 진전되고 낮은 수치의 표준편차를 보이며 높은 개체간의 안정성 또한 확인되었다.

따라서 균핵병 저항성 검정을 위해 병원균을 엽면에 치상하고자 할 경우 균총면을 엽면에 부착하는 것이 배지면을 부착하는 것보다 효과적인 것으로 판단된다.

Table 3. 접종 방법에 따른 균핵병의 발생정도\*.

접종방법	병반길이 (mm)		
	1엽	2엽	평균
균총면 부착	43.3 ± 6.4	57.7 ± 2.5	50.5 ± 3.9
배지면 부착	36.5 ± 4.9	45.5 ± 14	41.0 ± 9.1

\* 15일 재배한 아시아종묘 유채 유묘의 1, 2엽에 *Sclerotinia sclerotiorum* KACC 41064 균주의 균사 말단 조각(5 mm의 cork borer)을 균총면 또는 배지면이 엽면에 닿도록 치상하여 접종하고 20°C 습실상에서 3일간 재배한 후에 5 mm 지름의 cork borer 길이를 포함하여 장축과 단축의 평균 병반길이(mm)를 조사.

### (4) 재배 온도에 따른 균핵병의 발생정도

균핵병에 접종된 양배추와 유채의 재배온도에 따른 병 발생의 차이를 확인하기 위해 20°C, 25°C 및 30°C의 생육상에서 병 발생을 조사한 결과, 양배추(YR호남, 꼬꼬마골드) 두 품종의 평균 병반길이(mm)가 20, 25, 30°C에서 각각 29.6, 23.8, 0.6을 보였고 유채(아람씨앗유채, 아시아

종묘유채) 두 품종의 평균 병반길이(mm)는 20, 25, 30°C 에서 각각 35.2, 27.3, 0.5를 나타내었다 (Table 4).

스냅빈과 드라이빈(snap/dry bean)에 10-25°C (최적 20-25°C)이고 5°C 또는 30°C에서는 감염 되지 않으며, 흰콩(white bean)은 15°C (최적 20°C), 유채(oilseed rape)의 경우는 7-26°C (최적 16-22°C)로 보고된 것처럼(Abawi와 Grogan, 1979; Boland와 Hall, 1987; Koch 등, 2007; Phillips, 1994), *S. sclerotiorum*의 감염과 병 진전하는 온도의 범위가 넓다고 연구되었다. 본 실험에서 접종 후 재배온도에 따른 균핵병 발생 정도를 확인한 결과, 30°C에서는 병이 거의 발생되지 못하고 20, 25°C에서는 병의 발생이 순조롭게 이루어지나 20°C에서 재배하였을 때 25°C에서 재배하는 것 보다 효과적으로 병이 발생하므로 균핵병 저항성 정도를 조사하기 위해서는 접종 후 20°C에서 재배하는 것이 적당하리라 생각된다.

Table 4. 접종 후 재배 온도에 따른 균핵병의 발생정도\*.

온도	접종 위치	양배추		유채	
		YR호남	꼬꼬마골드	아람씨앗	아시아종묘
20°C	1엽	30.0 ± 2.2	26.7 ± 2.5	34.7 ± 2.4	34.6 ± 2.8
	2엽	31.3 ± 2.7	30.5 ± 1.9	36.9 ± 3.0	34.4 ± 3.6
	1,2엽 평균	30.6 ± 2.2	28.6 ± 2.0	35.8 ± 1.7	34.5 ± 2.7
25°C	1엽	26.5 ± 3.1	20.2 ± 4.5	28.5 ± 5.1	23.5 ± 5.5
	2엽	25.8 ± 3.3	22.8 ± 2.9	28.9 ± 8.3	28.2 ± 7.1
	1,2엽 평균	26.1 ± 2.3	21.5 ± 3.5	28.7 ± 6.6	25.9 ± 5.2
30°C	1엽	0.9 ± 1.4	0.9 ± 1.3	0.2 ± 0.4	1.0 ± 1.4
	2엽	0.7 ± 1.5	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.0 ± 2.1
	1,2엽 평균	0.8 ± 0.8	0.5 ± 0.6	0.1 ± 0.2	1.0 ± 2.1

\* 3엽기 유묘의 1,2엽에 *Sclerotinia sclerotiorum* KACC 41064 균주의 균사 말단 조각(5 mm의 cork borer)을 균층면이 엽면에 닿도록 치상하여 접종하고 20, 25, 30°C 습실상에서 2일간 재배한 후에 5 mm 지름의 cork borer 길이를 포함하여 장축과 단축의 평균 병반길이(mm)를 조사.

#### (5) 생육 시기에 따른 양배추 25품종의 균핵병 저항성

회사로부터 균핵병 저항성 품종으로 공시된 양배추 2품종과 공시되지 않은 양배추 23품종을 포함한 시판 중인 양배추 25품종에 대하여 접종 위치에 따른 균핵병 저항성 검정을 수행하였다. 파종하고 3주 동안 재배한 양배추 유묘의 1, 2엽 엽면에 접종하는 방법으로 저항성 검정을 수행하였을 경우, 회사로부터 균핵병 저항성이 공시된 'YR동친방', 'YR추조생' 품종에서 각각 28.3, 29.9의 1, 2엽 평균 병반길이(mm)를 보였고 나머지 품종에서도 22.8 mm 이상의 1, 2엽 평균 병반길이(mm)를 나타냈다(Table 5). 따라서 엽면에 접종하는 방법을 이용한 균핵병 저항성 검정에서는 양배추 25품종 균핵병이 강하게 진전됨에 따라 모든 품종에서 균핵병에 저항성이 없는 것으로 판단된다(Table 5).

13-15엽기인 양배추의 잎겨드랑이에 접종하는 방법으로 저항성 검정을 수행한 결과, 회사로부터 저항성이 공시된 'YR동친방', 'YR추조생' 품종에서 각각 22.2, 33.3의 상위 5, 6엽의 평균 병반길이(mm)를 나타내며 'YR추조생'은 병이 충분히 진전되었고 'YR동친방'의 경우 상위 5번째로

적은 병 발생을 나타내었으나 수치상 강한 저항성 특성을 보이지 못하는 것으로 판단되었다. 그리고 붉은색 양배추(6품종)와 일반 양배추(19품종)에서 각각 19.5, 48.4의 상위 5, 6엽의 평균 병반길이(mm)를 나타내었다(Table 6). 시판 중인 25품종의 양배추 중 'CMS레드선'(붉은색), '레드마트'(붉은색), '루비퀸'(붉은색), '루비아'(붉은색) 품종에서 9.6, 10.1, 15.4, 20.7의 상위 5,6엽의 평균 병반길이(mm)를 보이며 시판 품종 중 상위의 저항성이 확인되었으며 'YR호걸'(녹색), '꼬꼬마골드'(녹색), '꼬꼬마'(녹색) 품종에서 74.4, 75.8, 87.9의 상위 5, 6엽의 평균 병반길이(mm)를 나타냄에 따라 시판 품종 중 가장 높은 감수성이 확인되었다. 다수의 붉은색 양배추에서 비교적 낮은 병반길이(mm)를 보이며 병 발생이 적은 품종이 붉은색 양배추를 대상으로 확인되는 바 이는 유전적, 생리적 요인에 의한 것인지 차후 연구를 통한 확인이 필요하다고 판단되었다.

Table 5. 엽면 접촉에 의한 양배추 25품종의 균핵병 저항성\*

품종	색상	특성	병반길이 (mm)		
			1엽	2엽	1,2엽 평균
오조라	녹색		21.8 ± 7.4	23.9 ± 4.5	22.8 ± 4.8
그랜드마트	녹색		23.4 ± 3.5	25.1 ± 5.3	24.2 ± 2.5
YR호남	녹색		23.8 ± 3.5	24.8 ± 4.9	24.3 ± 3.9
YR에코플러스	녹색		21.9 ± 5.1	27.0 ± 3.2	24.5 ± 4.0
서프라이즈	녹색		25.9 ± 0.9	25.9 ± 1.3	25.9 ± 1.1
CMS레드선	붉은색		26.0 ± 2.9	26.4 ± 2.2	26.2 ± 2.4
루비아	붉은색		25.0 ± 4.0	28.5 ± 5.7	26.7 ± 3.0
YR온누리	녹색		25.5 ± 1.9	28.7 ± 3.3	27.1 ± 1.2
YR옴파로스	녹색		28.3 ± 4.4	26.5 ± 4.6	27.4 ± 2.2
그린햇	녹색		28.7 ± 1.7	27.1 ± 5.2	27.9 ± 2.9
오가네	녹색		26.9 ± 7.3	29.3 ± 3.7	28.1 ± 4.2
YR동친방	녹색	R	30.0 ± 2.1	26.5 ± 5.5	28.3 ± 3.1
아시아볼	녹색		27.7 ± 3.3	29.2 ± 2.2	28.4 ± 2.0
조은에이스	녹색		28.1 ± 7.9	29.8 ± 2.8	28.9 ± 3.4
꼬꼬마	녹색		29.1 ± 2.1	29.3 ± 4.3	29.2 ± 3.2
레드마트	붉은색		30.0 ± 0.3	28.7 ± 0.0	29.3 ± 0.8
대박나	녹색		29.3 ± 5.3	29.8 ± 4.1	29.6 ± 4.0
YR추조생	녹색	R	30.2 ± 1.0	29.7 ± 7.7	29.9 ± 2.3
로얄적	붉은색		27.4 ± 2.4	32.4 ± 3.1	29.9 ± 2.4
꼬꼬마골드	녹색		32.4 ± 1.2	27.9 ± 6.0	30.1 ± 5.9
YR호걸	녹색		29.7 ± 4.8	31.3 ± 5.8	30.5 ± 5.2
킹오브필드	녹색		30.3 ± 1.9	31.4 ± 0.8	30.8 ± 0.8
루비퀸	붉은색		32.3 ± 1.2	31.3 ± 2.4	31.8 ± 1.7
Green space	녹색		33.8 ± 1.9	33.9 ± 2.7	33.9 ± 1.2
중생루비아	붉은색		40.7 ± 32	28.4 ± 0.2	34.5 ± 16

\* 3엽기 유묘의 1, 2엽에 *Sclerotinia sclerotiorum* KACC 41064 균주의 균사 말단 조각(5 mm의 cork borer)을 균총면이 엽면에 닿도록 치상하여 접종하고 20°C 습실상에서 2일간 재배한 후에 5 mm 지름의 cork borer 길이를 포함하여 장축과 단축의 평균 병반길이(mm)를 조사.

Table 6. 잎겨드랑이 접종에 따른 13-15엽기 양배추 25품종의 균핵병 저항성\*

품종	색상	특성	병반길이 (mm)		
			상위 5번째 엽	상위 6번째 엽	평균
CMS레드선	붉은색		10.4 ± 5.4	8.9 ± 2.8	9.6 ± 3.3
레드마트	붉은색		10.2 ± 4.5	10.0 ± 2.6	10.1 ± 2.9
루비퀸	붉은색		16.2 ± 4.2	14.6 ± 3.0	15.4 ± 3.4
루비아	붉은색		14.4 ± 9.8	27.0 ± 30	20.7 ± 16
YR동친방	녹색	R	26.4 ± 13	17.9 ± 2.0	22.2 ± 6.3
YR온누리	녹색		28.2 ± 17	20.2 ± 13	24.2 ± 15
YR에코플러스	녹색		31.5 ± 21	19.0 ± 4.6	25.2 ± 13
오조라	녹색		27.2 ± 14	24.0 ± 7.6	25.6 ± 3.6
중생루비아	붉은색		38.5 ± 23	16.9 ± 7.3	27.7 ± 15
YR호남	녹색		20.7 ± 7.7	44.0 ± 28	32.3 ± 15
YR옴파로스	녹색		35.6 ± 14	30.3 ± 17	32.9 ± 13
YR추조생	녹색	R	42.0 ± 15	24.6 ± 17	33.3 ± 1.7
로얄적	붉은색		44.7 ± 34	22.0 ± 12	33.4 ± 21
그랜드마트	녹색		50.7 ± 16	21.0 ± 2.6	35.8 ± 9.4
대박나	녹색		43.8 ± 18	34.6 ± 18	39.2 ± 15
오가네	녹색		57.2 ± 15	28.0 ± 10	42.6 ± 8.0
조은에이스	녹색		48.0 ± 15	50.8 ± 23	49.4 ± 18
그린햇	녹색		60.2 ± 7.9	41.3 ± 23	50.8 ± 15
Green space	녹색		62.5 ± 10	61.1 ± 9.8	61.8 ± 8.1
킹오브필드	녹색		74.1 ± 6.5	60.2 ± 41	67.2 ± 22
아시아볼	녹색		68.1 ± 5.0	67.4 ± 10	67.7 ± 5.8
서프라이즈	녹색		72.8 ± 6.0	68.8 ± 7.0	70.8 ± 3.0
YR호걸	녹색		64.1 ± 28	84.6 ± 11	74.4 ± 17
꼬꼬마골드	녹색		66.1 ± 10	85.6 ± 13	75.8 ± 12
꼬꼬마	녹색		85.6 ± 7.9	90.3 ± 1.8	87.9 ± 4.0

\* 13-15엽기 양배추묘의 위로부터 5, 6번째 잎의 잎겨드랑이에 *Sclerotinia sclerotiorum* KACC 41064 균주의 균사 말단 조각(5 mm의 cork borer)을 균총면이 줄기에 닿도록 치상하고 랩으로 가볍게 말아 고정하여 접종하고 접종한 식물체는 20℃ 습실상에서 6일간 재배한 후 병반의 길이(mm)를 조사.

1-13엽기의 양배추에 대하여 잎겨드랑이를 접종하는 방법으로 저항성 검정을 수행한 결과, 회사로부터 저항성이 공시된 'YR동친방', 'YR추조생' 품종에서 각각 35.7, 61.4의 상위 5, 6엽의 평균 병반길이(mm)를 나타내며 'YR추조생'의 경우 높은 병 발생을 나타내었으나 'YR동친방'의 경우 26품종 중 상위 4번째의 적은 병 발생이 확인되었다(Table 7). 붉은색 양배추(7품종)와 녹색 양배추(19품종)에서 각각 47.6, 61.9의 상위 5,6엽의 평균 병반길이(mm)를 나타냄에 따라 11-13

엽기의 붉은색 양배추에서도 병이 충분히 발생됨에 따라 붉은색 양배추의 특성으로 판단하기는 어려울 것으로 보이나 13-15엽기의 양배추에 균핵병 접종시 붉은색 양배추 다수에서 병 발생이 효과적으로 이루어지지 않았던 것처럼 루비퀸, 레드마트 등 다수의 붉은색 양배추에서 비교적 낮은 병반 길이를 보였다(Table 7). 시판 중인 26품종의 양배추 중 '루비퀸'(붉은색), '그랜드마트'(녹색), '레드마트'(붉은색) 품종에서 26.9, 29.2, 35.1의 상위 5, 6엽의 평균 병반길이(mm)를 보이며 시판 품종 중 상위의 저항성이 확인되었고, YR호걸, 꼬꼬마, 꼬꼬마골드 품종에서 82.4, 95.2, 96.9의 상위 5,6엽의 평균 병반길이(mm)를 나타냄에 따라 시판 품종 중 가장 높은 감수성이 확인되었다.

균핵병 저항성 검정을 위하여 옆면에 접종할 경우, 가장 저항성으로 판단된 '오조라'와 가장 감수성으로 판단된 '중생루비아' 두 품종이 11.7 mm의 적은 차이를 보이므로 품종 간의 차이가 효과적으로 나타나지 않으나 강한 저항성 품종이 확인되지 않은 상태이므로 어린 유묘의 사용이 가능하며 상대적으로 간편한 접종 방법을 이용하여 효과적으로 균핵병의 발생을 유도할 수 있다는 점에서 효율적인 접종 방법이라고 판단된다(Table 5). 그리고 잎겨드랑이에 접종하는 13-15엽기의 양배추보다 어린 11-13엽기의 양배추에 대하여 잎겨드랑이에 접종을 수행한 결과 13-15엽기 양배추 25품종의 평균병반길이가 41.4 mm이며 11-13엽기 양배추 26품종의 평균 병반길이는 58.0 mm로 나타났다(Table 6, 7). 따라서 잎겨드랑이에 접종하는 방법으로 균핵병 저항성 검정을 수행할 경우 13-15엽기의 양배추보다 11-13엽기의 양배추에 접종하는 것이 더 병이 효율적으로 발생 가능하나 13-15엽기의 양배추를 사용할 경우에는 품종 간에 병반길이의 큰 차이를 보이며 품종 간의 특성을 효과적으로 나타낼 수 있다.

Table 7. 잎겨드랑이 접종에 따른 11-13엽기 양배추 26품종의 균핵병 저항성 검정\*

품종명	색상	회사명	특성	병반길이 (mm)		
				상위 5엽	상위 6엽	상위 5,6엽 평균
루비퀸	붉은색	제일종묘		22.3 ± 6.0	31.4 ± 0.6	26.9 ± 2.9
그랜드마트	녹색	아시아종묘		34.9 ± 18	23.5 ± 7.8	29.2 ± 19
레드마트	붉은색	아시아종묘		28.4 ± 17	41.7 ± 14	35.1 ± 2.8
YR동친방	녹색	마쓰다	R	34.1 ± 18	37.3 ± 15	35.7 ± 15
YR온누리	녹색	농우바이오		28.3 ± 15	48.2 ± 3.9	38.2 ± 7.9
레드볼	붉은색	제일종묘		36.3 ± 5.9	41.5 ± 7.6	38.9 ± 2.1
CMS레드선	붉은색	몬산토코리아		35.3 ± 18	50.5 ± 12	42.9 ± 11
서프라이즈	녹색	농우바이오		52.8 ± 7.3	41.5 ± 31	47.2 ± 17
YR호남	녹색	아시아종묘		44.1 ± 18	52.5 ± 4.2	48.3 ± 8.2
그린햇	녹색	아시아종묘		56.3 ± 30	49.5 ± 26	52.9 ± 28
로얄적	붉은색	아시아종묘		52.3 ± 14	54.7 ± 8.4	53.5 ± 11
Green space	녹색	조은종묘		54.2 ± 7.3	56.7 ± 12	55.5 ± 8.2
킹오브필드	녹색	제일종묘		54.9 ± 22	57.6 ± 34	56.3 ± 28
YR추조생	녹색	마쓰다	R	56.4 ± 2.5	66.4 ± 4.7	61.4 ± 3.6
중생루비아	붉은색	한국다끼이		44.0 ± 14	79.2 ± 9.0	61.6 ± 8.6
아시아볼	녹색	아시아종묘		57.1 ± 13	67.4 ± 23	62.2 ± 15

오조라	녹색	사카타코리아	66.2 ± 3.1	64.9 ± 1.0	65.6 ± 1.2
대박나	녹색	아시아종묘	65.6 ± 11	66.1 ± 27	65.9 ± 18
YR옴파로스	녹색	몬산토코리아	62.8 ± 7.3	71.7 ± 7.0	67.2 ± 0.6
YR에코플러스	녹색	한국다끼이	67.5 ± 20	68.8 ± 9.6	68.2 ± 15
조은에이스	녹색	조은종묘	71.3 ± 3.4	75.0 ± 9.3	73.2 ± 4.7
루비아	붉은색	한국다끼이	64.3 ± 9.2	84.8 ± 8.1	74.6 ± 5.9
오가네	녹색	코레곤종묘	81.2 ± 6.6	69.9 ± 4.3	75.6 ± 4.8
YR호걸	녹색	코레곤종묘	82.5 ± 4.0	82.4 ± 5.2	82.4 ± 2.4
꼬꼬마	녹색	아시아종묘	96.7 ± 6.3	93.7 ± 19	95.2 ± 13
꼬꼬마골드	녹색	아시아종묘	92.7 ± 10	101.2 ± 1.9	96.9 ± 4.6

\* 11-13엽기 유묘의 상위 5, 6엽의 잎겨드랑이에 *Sclerotinia sclerotiorum* KACC 41064 균주의 균사 말단 조각(5 mm의 cork borer)을 균총면이 줄기에 닿도록 치상하고 랩으로 가볍게 말아 고정하여 접종하고 접종한 식물체는 20°C 습실상에서 4일간 재배한 후 병반의 길이(mm)를 조사.

## 라. 실험 매뉴얼

### (1) 균핵병 - 잎 접종법

#### ① 식물 재배

- 소주컵(90ml)에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 실험 종자를 1-2립씩 파종하고 온실에서 재배한다(최종 5반복 실험 수행 준비). 종자가 발아한 후 생장이 고른 개체로 포트 당 1주씩 남기고 솟아내어 재배하고 2엽까지 충분히 발달한 유묘(3엽기) 단계에 식물체를 실험에 사용한다.
- 모든 실험에는 대조 품종도 함께 파종하도록 한다.
  - 감수성 품종: YR호걸(코레곤종묘)

#### ② 접종원 준비

- 접종 5일 전 potato dextrose agar (PDA; Becton, Dickinson and Co.) 사면배지에서 냉장보관(4°C) 중인 *Sclerotinia sclerotiorum* KACC 41064 균주를 PDA 배지에 접종하고 25°C 에서 전배양(2-3일 동안)한다.
- 접종 2일 전 전배양한 균사 말단 조각을 PDA 배지에 접종하여 2일 내외(1.5일 배양시 최적)로 배지의 절반 정도로 자랄 때까지 25°C 암상태에서 키운다(균사의 생장이 빠르므로 배양 시간에 주의가 필요함).

#### ③ 접종 및 접종 후 관리

- 5 mm 지름의 cork borer로 균사 말단을 자르고 자른 조각을 식물체의 1엽과 2엽에 잎 당 한 조각씩 균총면이 잎에 닿게 치상한다.
- 접종 후 바로 20°C dew chamber에 저면관수하여 배양한다.
- dew chamber 안에 지속적으로 처리 후 바로 꺼내어 병조사를 수행한다.

#### ④ 병조사

- 접종 2일 후, 5 mm 지름의 cork borer 길이 포함된 병반의 장축, 단축(세로, 가로) 길이 (mm)를 측정하여 발병도를 조사한다.
- 측정된 장축과 단축의 평균 병반 길이로 저항성 검정을 수행한다.

### (2) 균핵병 - 잎겨드랑이 접종법

#### ① 식물 재배

- 소주컵(90 ml)에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 실험품종을 1-2립씩 파종하고 종자가 발아한 후 생장이 고른 개체로 포트 당 1주씩 남기고 솟아내어 재배한다(최종 3반복 이상 실험 수행 준비).
- 온실에서 충분한 물을 공급하며 재배하였고, 적절한 시기에 큰 포트(600 ml)로 이식하여 재배하다가 11-13엽기의 유묘를 대상으로 실험에 사용한다(7-8주 내외 재배).
- 모든 실험에는 대조 품종도 함께 파종하도록 한다.
  - 중도저항성 품종: 루비퀸(제일종묘), 그랜드마트(아시아종묘)
  - 감수성 품종: YR호걸(코레곤종묘)

#### ② 접종원 준비

- 접종 5일 전 potato dextrose agar (PDA; Becton, Dickinson and Co.) 사면배지에서 냉장보관 (4℃) 중인 *Sclerotinia sclerotiorum* KACC 41064 균주를 PDA 배지에 접종하고 25℃ 에서 전 배양(2-3일 동안)한다.
- 접종 2일 전 전배양한 균사 말단 조각을 PDA 배지에 접종하여 2일 내외(1.5일 배양시 최적)로 배지의 절반 정도로 자랄 때까지 25℃ 암상태에서 키운다(균사의 생장이 빠르므로 배양 시간에 주의가 필요함).

#### ③ 접종 및 접종 후 관리

- 5 mm 지름의 cork borer로 균사 말단을 자르고 자른 조각을 균총면이 앞에 닿게 잎겨드랑이(leaf axil)에서 5 mm 떨어진 부위에 균사조각을 올려주고 랩으로 가볍게 말아준다.



<잎 겨드랑이(leaf axil) 모습>



- 상위 잎부터 5번째, 6번째 잎을 대상으로 접종한다.



<접종 후 모습>

- 접종 후 20℃ dew chamber에 저면관수하여 배양한다.
- Dew chamber 안에 4-6일 처리 후 바로 꺼내어 병조사를 수행한다.

#### ④ 병조사

- 접종된 부위에 발생된 병반의 길이(mm)를 측정하여 발병도를 조사한다.

### 3. 양배추 뿌리혹병 병리검정 방법 업그레이드: 뿌리혹병균(*Plasmodiophora brassicae*)에 대한 양배추의 저항성

#### 가. 서언

양배추(*Brassica oleracea* ssp. *capitata*)에는 항산화 및 항암 효능을 나타내는 다양한 생리활성 물질이 함유되어 있다(Fenwick et al., 1983; van Poppel et al., 1999). 그리고 양배추는 우리나라 뿐만 아니라 중국과 일본 등에서 널리 재배되는 작물이다. 양배추에 발생하는 주요 병해로는 검은썩음병, 시들음병 및 뿌리혹병 등이 알려져 있는데(KSPP, 2009), 특히 *Plasmodiophora brassicae* Woron.에 의한 뿌리혹병(clubroot)은 *B. rapa*, *B. napus*, *B. oleracea* 등의 *Brassica* 채소에 발생하여 작물의 생산량과 질을 저하시켜 경제적으로 심각한 손실을 일으키는 병해이다(Hirai, 2006).

뿌리혹병균(*P. brassicae*)은 휴면 포자로 토양에 존재하며, 환경이 적합하면 수 년 동안 생존이 가능하여 뿌리혹병이 발생한 재배 포장에서는 병원균이 오랫동안 남아 있다. 이 병원균에 감염된 식물체를 뽑아서 뿌리를 살펴보면 잔뿌리가 없어지고 주근에 흑이 생성되어 수분과 양분의 흡수가 억제되어 생육이 저해되며 한낮의 무더운 시간에는 시들음 증상을 보이다가 밤에는 회복 되기를 반복하다 결국 고사하게 된다(Voorrips, 1995).

뿌리혹병을 방제하기 위하여 토양의 pH를 조절하거나 배추과 작물 이외의 작물과의 윤작을 하는 등의 경종적 방제와 fluazinam, flusulfamide 및 cyazofamid 등의 살균제를 이용한 화학적 방제 방법이 널리 이용되고 있다(Komyoji et al., 1995; Mitani et al., 2003). 오늘날에는 안전한

농산물에 대한 관심이 높아지면서 길항 미생물을 이용한 생물학적 방제와 내병성 품종을 이용한 재배 등의 방제 방법이 주목 받고 있다(Cheah et al., 2000; Jang et al., 2001; Lahlali et al., 2012).

*B. rapa*에 속하는 배추의 경우에는 European fodder turnip인 'Gelia R', 'Siloga', 'Debra' 및 'Milan White'로부터 CR(clubroot resistance) 유전자를 도입하여 뿌리혹병에 대한 저항성 품종을 개발하였고(Hirai, 2006; Piao et al., 2009), 배추의 뿌리혹병 저항성은 단인자 우성인 것으로 알려져 있다(James and Williams, 1980; Kuginuki et al., 1999; Yoshikawa, 1993). 이와 달리 브로콜리, 양배추, 케일 등을 포함하는 *B. oleracea* 작물은 뿌리혹병 저항성이 질적 형질이라는 견해도 있으나(Chiang and Crete, 1970; Yoshikawa, 1983), 많은 연구자들은 QTL(quantitative trait loci) 분석을 통하여 *B. oleracea*의 CR이 양적 형질, 즉 하나 혹은 두 개의 주동 QTLs와 일부 미동 QTLs에 의해 지배된다고 하였다(Figdore et al., 1993; Grandclement and Thomas, 1996; Landry et al., 1992; Moriguchi et al., 1999; Nomura et al., 2005; Rocherieux et al., 2004; Voorrips et al., 1997). 그러나 이들을 검정할 수 있는 특이적인 프라이머와 RFLP(restriction fragment length polymorphism) 마커 등의 정보 부족, 다인자에 의한 복잡한 CR 유전 및 저항성 유전 자원 부족 등으로 양배추의 CR 품종 개발은 많은 어려움을 겪고 있다(Hirai, 2006).

일본에서는 CR 양배추 품종이 일부 개발되어 판매되고 있으나, 국내에서는 아직 시판되고 있지 않다. 최근에는 우리 정부에서도 종자산업의 중요성을 인지하여 Golden Seed 프로젝트를 통하여 생명공학기술개발, 우수한 품종 육성 및 종자 생산 등에 많은 지원을 하고 있으며, 양배추, 배추 및 무 등의 CR 품종을 개발하기 위한 연구도 활발히 진행되고 있다. 뿌리혹병 저항성 양배추 품종을 효과적으로 개발하기 위해서는 반드시 양배추의 뿌리혹병 저항성에 대한 뿌리혹병균의 레이스 분화 연구가 필요하다. 하지만 양배추의 뿌리혹병 저항성에 대한 뿌리혹병균의 레이스 분화에 대해서는 거의 보고된 바 없다.

본 연구에서는 CR 양배추 품종 개발을 위한 효율적인 양배추 뿌리혹병 병리검정 체계 확립의 일환으로 양배추의 저항성에 대한 뿌리혹병균의 레이스 분화를 조사하기 위하여 연구하였다. 이를 위해 우리나라에서 시판 중인 양배추 16종에서 뿌리혹병균 4균주의 뿌리혹병 발생 정도를 조사하여 실험한 뿌리혹병균들의 병원력 차이를 조사하였다. 그리고 종자회사로부터 분양 받은 CR 양배추 계통 'YCR478'과 일본에서 구입한 CR 양배추 2품종의 12개 뿌리혹병균에 대한 저항성 정도를 확인하였으며, 'YCR478'과 뿌리혹병 감수성 계통('C1176')을 교배하여 F<sub>3</sub> 107종을 확보하고 병원력이 서로 다른 뿌리혹병균 3개 균주에 대한 이들의 저항성 차이를 조사하였다.

## 나. 재료 및 방법

### (1) 식물 재배

국내에서 시판 중인 양배추 품종 16개('오가네', 'YR온누리', '대박나', 'YR호남', 'YR옴파로스', '중생루비아', 'YR호걸', '레드마트', 'YR에코플러스', '아시아볼', '꼬꼬마', 'CMS레드선', '그랜드마트', '루비아', '그린햇', '오조라')와 일본에서 판매중인 CR 양배추 2품종('YCR GEKKO', NORIN사; 'YCR TAE', NORIN사)을 구입하여 실험에 사용하였다. 그리고 양배추 저항성 계통인 'YCR478' 그리고 이 계통을 감수성 품종('C1176')과 교배하여 얻은 F<sub>3</sub>107계통은 조은종묘로부터

분양 받아서 실험에 사용하였다. 모든 실험에는 뿌리혹병 발생 정도를 확인하기 위하여 대조 품종으로 배추인 '노랑김장'(몬산토코리아)을 함께 실험하였다.

양배추 품종들은 5 × 8 연결 포트(80 mL/pot, 범농사)에 원예용상토 5호(부농)를 넣고 양배추 종자를 포트당 1립씩 그리고 품종당 10립씩을 파종하여 온실(25 ± 5°C)에서 14일 동안 재배 하였다. 배추도 양배추와 동일한 방법으로 파종하여 10일 동안 재배한 유묘를 실험에 사용하였다.

## (2) 뿌리혹병균 균주 및 접종원 준비

2009년부터 2013년까지 대전광역시(DJ), 충청남도 서산시(SS)와 금산군(KS), 충청북도 괴산군(GS), 경기도 연천군(YC), 전라남도 해남군(HN1, HN2) 그리고 강원도 강릉시(GN1, GN2), 정선군(JS), 횡성군(HS) 및 평창군(PC)에서 전형적인 뿌리혹병을 나타내는 뿌리를 채집하여 -80°C 초저온냉동고에 보관하였다(Table 8). 각 지역에서 수집한 뿌리혹 1g을 취하여 포자 현탁액을 만들고 이를 배추('노랑김장', 몬산토코리아) 100포기에 접종하고 온실(20 ± 5°C)에서 60일 동안 재배하여 증식하였다. 이들 배추의 뿌리혹을 수확하여 깨끗하게 씻고 -80°C 초저온냉동고에 보관 하면서 실험에 사용하였다.

뿌리혹병균 접종원을 준비하기 위해서는 -80°C 초저온냉동고에 보관 중인 뿌리혹병균 균주를 꺼내어 증류수로 깨끗하게 씻어서 뿌리 표면에 붙은 이물질을 제거하였다. 이를 Waring blender에 넣고 멸균수를 첨가하여 마쇄하고, 4겹의 가제로 여과하여 식물 조직을 제거한 포자 현탁액을 만들었다. 그리고 광학현미경 하(300배)에서 hemocytometer를 이용하여 휴면 포자의 농도를 조정하였는데, 뿌리혹병균 4균주에 대한 양배추 일반 품종 16종의 뿌리혹병 발생 실험에서는  $4.0 \times 10^7$  spores · mL<sup>-1</sup>으로, 12종 뿌리혹병균에 대한 CR 양배추 계통 'YCR478'과 CR 양배추 2품종은  $4.0 \times 10^7$  spores · mL<sup>-1</sup>으로, 뿌리혹병균 3종에 대한 F<sub>3</sub>계통 107점의 실험은  $1.0 \times 10^8$  spores · mL<sup>-1</sup>로 준비하였다.

Table 8. Twelve isolates of *Plasmodiophora brassicae* used in this study.

Isolate	Districts of collection	Year	Williams race <sup>z</sup>
GN1	Gangneung, Gangwon-do	2009	9
GN2	Gangneung, Gangwon-do	2009	1
GS	Goesan, Chungcheongbuk-do	2009	9
JS	Jeongseon, Gangwon-do	2009	9
HS	Hoengseong, Gangwon-do	2010	2
DJ	Daejeon	2009	5
KS	Geumsan, Chungcheongnam-do	2013	5
HN1	Haenam, Jeollnam-do	2010	4
PC	Pyeongchang, Gangwon-do	2010	9
YC	Yeoncheon, Gyeonggi-do	2009	2
HN2	Haenam, Jeollanam-do	2010	4

<sup>2</sup>Source from Jo et al., 2011.

### (3) 접종 및 병 발생 조사

온실에서 재배한 양배추 유묘에 준비한 포자 현탁액을 포트당 5mL씩 토양 관주하여 접종하였다. 뿌리혹병 발생을 위하여 접종한 유묘를 20°C 생육실로 옮긴 후 하루에 14시간씩 광을 조사하면서 7일 동안 배양한 후에 온실(20 ± 5°C)로 이동하여 재배하였다. 뿌리혹병 발생 정도를 확인하기 위한 대조구인 배추(‘노랑김장’) 유묘도 동일한 방법으로 접종하고 관리하였다. 접종 6주 후에 대조품종 배추에 뿌리혹병이 충분히 발생한 것을 확인하고 양배추 식물체의 뿌리를 뽑아서 흙을 털어내고 수돗물로 깨끗이 씻은 뒤에 병 발생 정도를 아래와 같은 기준에 따라 조사하였다.

병 발생 조사 기준은 0 = 뿌리혹병 발생이 없음, 1 = 측근에 흑이 착생되어 비대 정도가 적고 서로 독립하여 존재, 2 = 측근에 흑이 착생되며 비대 정도가 비교적 큼, 3 = 주근에 흑이 착생되며 서로 접합되고 비대 정도가 큼, 4 = 주근에 흑이 착생되며 서로 접합되고 비대 정도가 매우 큼 등의 5단계로 하였다. 평균 발병도가 1.0 이하인 경우에는 저항성, 1.1 이상에서 2.0 이하는 중도저항성 그리고 2.1 이상은 감수성으로 판정하였다.

‘YCR478’ × ‘C1176’의 F<sub>3</sub> 계통의 양배추 뿌리혹병 저항성 실험을 제외한 모든 실험은 10반복으로 2회 수행하였다. 그리고 SAS(SAS Institute, Inc., 1989, Cary, NC) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 하였으며, 처리 평균간 비교를 위하여 Duncan’s multiple range test( $P = 0.05$ )를 실시하였다.

## 다. 결과 및 고찰

### (1) 국내 시판 양배추 품종들에서 뿌리혹병 발생

뿌리혹병 균주들의 양배추에서의 병원력 차이를 조사하기 위하여 뿌리혹병 저항성이 아닌 일반 양배추 품종 16종에 4개의 뿌리혹병균 균주(DJ, HN1, GN1 및 YC 균주)를 접종하고 이들의 뿌리혹병 발생을 조사한 결과, 뿌리혹병균 4개 균주에 의한 뿌리혹병 발생은 균주에 따라 차이가 있었다(Table 9).

배추에서 뿌리혹병균 DJ, HN1, GN1 및 YC 균주에 의한 뿌리혹병 발병도는 각각 3.7, 4.0, 4.0, 4.0으로 균주 간에 거의 차이가 없었으나, 실험한 양배추 품종들의 뿌리혹병 평균 발병도는 각각 0.5, 1.2, 2.5 및 4.0으로 뿌리혹병균 균주 간에 차이가 있었다(Table 9). 따라서 양배추에 대해서는 뿌리혹병균 간의 병원력에 차이가 있었으며, 실험한 균주 중 병원력이 가장 강한 균주는 YC이었으며 그 다음은 GN1, HN1, DJ순이었다.

병원력이 가장 강한 YC 균주는 실험한 모든 양배추 품종에서 발병도 4.0을 나타냈으나, 병원력이 가장 낮은 DJ 균주는 14개 품종에서 1.0 이하의 발병도를 보였다(Table 9). 그리고 다음으로 병원력이 낮은 HN1 균주의 경우에는 11개 품종이 1.0 이하의 발병도를 보였으며, GN1 균주는 1.0 이하의 발병도를 나타내는 품종은 없었으며 모든 품종에서 1.4 이상의 발병도를 보였다.

Table 9. Clubroot development on sixteen cabbage cultivars caused by *Plasmodiophora brassicae* isolates<sup>z</sup>.

Crop	Cultivar	DJ	HN1	GN1	YC	Mean
Chinese cabbage	Norangkimjang	3.7 ± 0.5 <sup>y</sup>	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	3.9
Cabbage	Ohgane	0.0 ± 0.0	0.8 ± 1.4	1.4 ± 1.0	4.0 ± 0.0	1.6
Cabbage	YR-Onnuri	0.0 ± 0.0	0.7 ± 0.5	1.8 ± 1.0	4.0 ± 0.0	1.6
Cabbage	Daebakna	0.0 ± 0.0	1.0 ± 1.6	2.0 ± 0.7	4.0 ± 0.0	1.8
Cabbage	Asiaball	0.3 ± 0.5	0.6 ± 0.7	2.5 ± 0.6	4.0 ± 0.0	1.9
Cabbage	Jungsaengrubia	0.1 ± 0.3	1.0 ± 1.2	2.4 ± 0.8	4.0 ± 0.0	1.9
Cabbage	YR-Honam	0.5 ± 0.7	1.0 ± 1.1	2.1 ± 1.0	4.0 ± 0.0	1.9
Cabbage	Kkokkoma	0.2 ± 0.4	0.8 ± 0.9	2.6 ± 0.6	4.0 ± 0.0	1.9
Cabbage	Redmart	0.6 ± 0.5	0.9 ± 0.7	2.3 ± 0.8	4.0 ± 0.0	2.0
Cabbage	YR-Ecoplus	0.2 ± 0.4	1.0 ± 0.9	2.8 ± 0.8	4.0 ± 0.0	2.0
Cabbage	YR-Hogeol	0.7 ± 0.5	0.8 ± 0.9	2.6 ± 0.9	4.0 ± 0.0	2.0
Cabbage	Grandmart	0.0 ± 0.0	1.4 ± 0.5	2.8 ± 0.9	4.0 ± 0.0	2.1
Cabbage	YR-Omphalos	0.5 ± 0.5	1.9 ± 1.5	2.3 ± 1.2	4.0 ± 0.0	2.2
Cabbage	Greenhot	0.2 ± 0.4	1.4 ± 1.4	3.1 ± 0.7	4.0 ± 0.0	2.2
Cabbage	Rubia	0.5 ± 1.3	1.6 ± 1.0	2.9 ± 0.9	4.0 ± 0.0	2.3
Cabbage	Redsun	1.6 ± 0.7	1.0 ± 1.3	2.8 ± 0.8	4.0 ± 0.0	2.4
Cabbage	Ohjora	1.8 ± 1.2	2.8 ± 0.9	3.6 ± 0.5	4.0 ± 0.0	3.1
	Mean <sup>x</sup>	0.5	1.2	2.5	4.0	

<sup>z</sup>Fourteen-day-old seedlings of cabbage and 10-day-old plants of Chinese cabbage were inoculated with *P. brassicae* by drenching the roots with the spore suspension of each isolate to give inoculum density of  $2.0 \times 10^8$  spores/pot. The plants were incubated in a growth chamber at 20°C for 3 days with 14 h light a day and then transferred to a greenhouse (20 ± 5°C). Six weeks after inoculation, disease severity of the seedlings was rated on a scale 0 to 4. 0, no symptoms; 1, a few very small, separate globular clubs on lateral roots; 2, medium, separate globular clubs on lateral roots; 3, intermediate symptoms on main roots; and 4, severe clubs on main roots.

<sup>y</sup>Each value represents the mean disease index ± standard deviation of two runs with ten replicates each.

<sup>x</sup>Each value represents the mean disease index of 16 cabbage cultivars.

뿌리혹병균은 기주의 종 및 계통에 따라서 다양한 병원성 반응을 나타낸다고 알려져 있다 (Buczacki et al., 1975; Williams, 1966). 배추의 경우에는 품종과 뿌리혹병균 균주 간에 특이적

인 레이스 분화가 존재하나(Hatakeyama et al., 2004; Jo et al., 2011; Kuginuki et al., 1999), 감수성 품종에서의 뿌리혹병 발생은 거의 차이가 없다고 하였다(Jo et al., 2011). 본 연구에서도 배추에서의 뿌리혹병균의 병원력은 Jo et al.(2011)과 마찬가지로 거의 차이가 없었으나, 양배추에서는 뿌리혹병균 균주 간의 병원력 차이는 뚜렷하였다(Table 9).

## (2) 다양한 뿌리혹병균에 대한 CR 양배추들의 저항성

조은종묘로부터 분양 받은 CR 양배추 계통 'YCR478'과 일본에서 구입한 CR 양배추 2품종 'YCR GEKKO', 'YCR TAE'의 다양한 Williams race(race 1, 2, 4, 5, 9)의 뿌리혹병균 12개 균주(Table 8)에 대한 저항성 차이를 조사한 결과(Jo et al., 2011), CR 계통인 'YCR478'은 실험한 모든 뿌리혹병 균주에 의해 뿌리혹병이 거의 발생하지 않았다. 그리고 CR 품종인 'YCR GEKKO'와 'YCR TAE'도 뿌리혹병균 12균주에 대한 저항성은 거의 차이가 없었으며, 모두 0.7 이하의 낮은 발병도를 보였다(Table 10). 따라서 'YCR487', 'YCR GEKKO' 및 'YCR TAE'는 실험한 모든 뿌리혹병균에 대하여 고도의 저항성임을 알 수 있었다.

배추(*B. rapa* subsp. *pekinensis*)의 뿌리혹병 저항성(CR) 품종은 1984년에 일본에서 처음 판매되기 시작하여 이후에 많은 저항성 품종들이 개발되었는데, 이들의 저항성은 European turnip(*B. rapa*)인 'Siloga', 'Gelria R', 'Milan White', 'Debra'로부터 도입되었으며, 이들 배추 품종의 저항성은 단인자 우성 유전을 한다고 보고되었다(Kuginuki et al., 1999; James and Williams, 1980; Yoshikawa, 1993). 그리고 이후 일본의 CR 배추 품종들 대부분은 포장에서 저항성이 무너졌다고 보고되었다(Kuginuki et al., 1999; Tanaka et al., 1998). 한편, 2005년에 배추(*B. rapa* cv. Parkin)로부터 뿌리혹병 저항성이 도입된 일부 양배추 품종('Kilaton', 'Tekila')이 출시되었는데, 배추('Parkin')에서와 마찬가지로 독일, 폴란드, 프랑스 등의 일부 지역에서 저항성이 무너졌다(Diederichsen et al., 2009).

이와 달리 양배추의 저항성 유전에 대해서는 다양한 의견이 존재하는데, 소수의 열성 유전자가 지배한다는 보고 즉 질적 저항성이라는 보고도 있으나, 2개 이상의 유전자가 관여하는 양적 저항성이라는 것이 지배적이다. 뿌리혹병에 대한 *B. oleracea*의 저항성 유전자는 지금까지 약 22개의 QTLs이 있다고 알려져 있다(Piao et al., 2009). 스웨덴 순무 'Wilhelmsburger'에서 뿌리혹병균 race 2에 저항성을 보이는 2개의 QTLs, *CR2a*와 *CR2b*(Landry et al., 1992), 브로콜리에서 race 7에 저항성을 보이는 3개의 QTLs(Figdore et al., 1993), 'Bindsachsener'에서 찾은 2개의 주동 QTLs과 1개의 미동 QTLs 등이 있다(Voorrips et al., 1997). 따라서 *B. oleracea*의 뿌리혹병 저항성은 2개 이상의 다인자에 의해 결정되는 QTL 저항성이므로, 질적 저항성인 배추 CR 품종에서와 같이 저항성이 무너지는 현상 즉 뿌리혹병 저항성에 대한 병원균의 레이스 분화는 일어나지 않아서 실험한 12개 뿌리혹병균에 대한 저항성 차이는 없는 것으로 생각되었다.

Table 10. Resistance degree of clubroot-resistant cabbage cultivars to twelve isolates of *Plasmodiophora brassicae*<sup>2</sup>.

Cultivar	GN1	GN2	GS	JS	HS	DJ	KS	HN1	PC	YC	HN2	SS
YCR487 <sup>y</sup>	0.0 b <sup>x</sup>	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.1 b	0.1 b	0.0 c	0.0 b	0.0 b

YCR GEKKO <sup>w</sup>	0.1 b	0.1 b	0.0 b	0.0 b	0.7 b	0.1 b	0.0 b	0.7 b	0.5 b	0.7 b	0.0 b	0.7 b
YCR TAE <sup>w</sup>	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 b	0.0 c	0.0 b	0.0 b	0.1 b	0.4 b	0.2 bc	0.1 b	0.4 b
Norangkimjang <sup>v</sup>	4.0 a	4.0 a	4.0 a	4.0 a	3.9 a	3.7 a	4.0 a	4.0 a	4.0 a	4.0 a	4.0 a	4.0 a

<sup>z</sup>Fourteen-day-old seedlings of cabbage and 10-day-old plants of Chinese cabbage were inoculated with *P. brassicae* by drenching the roots with the spore suspension of each isolate to give inoculum density of  $2.0 \times 10^8$  spores/pot. The plants were incubated in a growth chamber at 20°C for 3 days with 14 h light a day and then transferred to a greenhouse (20 ± 5°C). Five weeks after inoculation, disease severity of the seedlings was rated on a scale 0 to 4. 0, no symptoms; 1, a few very small, separate globular clubs on lateral roots; 2, medium, separate globular clubs on lateral roots; 3, intermediate symptoms on main roots; and 4, severe clubs on main roots.

<sup>y</sup>Clubroot resistant (CR) cabbage line

<sup>x</sup>Values labeled with the same letter within each column are not significantly different based on Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

<sup>w</sup>Commercial CR cabbage cultivar

<sup>v</sup>Commercial non-CR Chinese cabbage cultivar

### (3) CR 양배추 F<sub>3</sub>계통의 뿌리혹병 저항성

뿌리혹병 저항성 양배추 계통 'YCR478'과 감수성 계통 'C1176'을 교배하여 만든 F<sub>3</sub>계통 107점의 뿌리혹병 저항성을 병원력 정도가 서로 다른 3개 균주에 대하여 조사한 결과, YC, GN1 및 DJ 균주에 의한 양배추 F<sub>3</sub>107계통의 평균 발병도는 각각 3.1, 1.6 및 0.9이었다(Table 11). 따라서 양배추 일반 품종 16종에서의 뿌리혹병 발생에서와 마찬가지로 F<sub>3</sub> 107종에 대해서도 병원력이 가장 강한 YC 균주는 가장 높은 발병도를 그리고 병원력이 가장 낮은 DJ 균주는 가장 낮은 발병도를 나타냈다(Table 11).

이들 3개 *P. brassicae* 균주들에 대한 'YCR478' × 'C1176' 교배의 107개 F<sub>3</sub> 계통의 저항성은 이들 균주의 병원력(virulence)에 따라 다른 결과를 나타내었다(Table 11). 즉 병원력이 가장 강한 YC 균주에 대하여 저항성을 나타내는 F<sub>3</sub>는 6개로 3균주 중 가장 적었으며, 중도저항성과 감수성을 보이는 F<sub>3</sub>는 각각 12개와 89개이었다. 이와 달리 병원력이 가장 낮은 DJ 균주에 대해서는 저항성 F<sub>3</sub>가 67개로 가장 많았으며, 중도저항성과 감수성 반응을 보이는 F<sub>3</sub>는 각각 34개와 6개이었다. 중간 정도의 병원력을 지니는 GN1 균주에 대해서는 저항성이 36개, 중도저항성이 38개, 감수성이 33개로 저항성 F<sub>3</sub>의 수가 중간이었다.

그리고 실험한 'YCR478' × 'C1176' 교배의 F<sub>3</sub> 107계통의 3가지 뿌리혹병균에 대한 저항성 차이를 조사하기 위하여 Table 4에서와 같이 병원력이 높은 균주순 즉 YC, GN1, DJ 균주 순서로 이들 균주에 의한 뿌리혹병 발병도를 정리하면, 실험한 F<sub>3</sub> 중 102계통은 균주의 병원력이 증가할수록 저항성이 감소하였다(Table 11). 그리고 나머지 5개 F<sub>3</sub>(20, 32, 78, 91, 97)만이 GN1 균주와 DJ 균주 간에 대한 반응이 앞서서와 달리 상대적으로 병원력이 강한 GN1 균주에는 발병도가 낮게, 병원력이 낮은 DJ 균주에는 발병도가 높게 나왔다. 하지만 이들 F<sub>3</sub>에서의 두

균주에 의한 뿌리혹병 발병도는 차이가 크지 않으므로 이들이 두 균주에 대하여 특이적으로 저항성 반응을 나타낸 것으로 생각되지는 않았다.

Jo et al.(2014)은 고추의 역병 저항성은 양적 저항성이고, 고추 품종들의 역병균에 대한 저항성은 *P. capsici* 균주와 고추 품종 간에 특이적인 저항성 반응이 존재하지 않고, 고추 품종에 우수한 역병 저항성 유전자를 얼마나 많이 도입하였느냐에 따라 균주의 병원력에 반비례하여 고추 품종들의 역병에 대한 저항성에 차이를 보인다고 하였다.

배추의 뿌리혹병균에 대한 저항성과 같이 질적 저항성을 나타내며 특이적인 race 분화가 존재하는 것과 달리, 양배추의 뿌리혹병 저항성은 고추의 역병 저항성과 마찬가지로 양적 저항성 (QTL) 유전을 하고 *P. brassicae* 균주의 병원력과 반대로 'YCR478' × 'C1176'의 F<sub>3</sub>에 저항성 유전자가 많이 집적되어 있는 F<sub>3</sub> 계통은 병원력이 더 강한 균주에도 저항성을 나타내고, 저항성 유전자가 적게 들어 있는 F<sub>3</sub> 계통은 병원력이 약한 균주에만 저항성을 보이는 것으로 생각되었다.

따라서 뿌리혹병 저항성 양배추 품종을 개발하기 위한 병리 검정 전략은 고도의 저항성 품종을 육종하기 위해서는 YC 균주와 같이 병원력이 강한 균주를 사용하여 뿌리혹병 저항성을 선발하는 것이 필요하고, 보통의 저항성 품종을 위해서는 GN1 균주와 같이 중간 정도의 병원력을 가지는 뿌리혹병균을 사용하여 병리 검정을 수행하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

Table 11. Resistance degree of 107 F<sub>3</sub> lines from a cross between a clubroot-resistant cabbage line 'YCR478' and a clubroot-susceptible line 'C1176' to three isolates of *Plasmodiophora brassicae*.

Cultivar	YC		GN1		DJ		Mean
Norangkimjang	4.0 ± 0.0 <sup>y</sup> a <sup>x</sup>	S <sup>w</sup>	4.0 ± 0.0 a	S	4.0 ± 0.0 a	S	4.0
103	0.1 ± 0.3 a	R	0.0 ± 0.0 a	R	0.0 ± 0.0 a	R	0.0
62	0.9 ± 0.3 a	R	0.0 ± 0.0 b	R	0.2 ± 0.4 b	R	0.4
54-1	0.6 ± 0.7 a	R	0.3 ± 0.5 a	R	0.2 ± 0.4 a	R	0.4
104	0.7 ± 0.5 a	R	0.7 ± 0.7 a	R	0.0 ± 0.0 b	R	0.5
102	1.0 ± 0.0 a	R	0.8 ± 0.9 ab	R	0.0 ± 0.0 b	R	0.6
65	1.2 ± 0.6 a	MR	0.6 ± 0.7 ab	R	0.1 ± 0.3 b	R	0.6
8	1.0 ± 0.0 a	R	1.0 ± 0.0 a	R	0.0 ± 0.0 a	R	0.7
26	1.6 ± 1.1 a	MR	0.5 ± 0.5 ab	R	0.0 ± 0.0 b	R	0.7
65-1	1.9 ± 1.0 a	MR	0.1 ± 0.3 b	R	0.1 ± 0.3 b	R	0.7
13	1.1 ± 0.7 a	MR	0.7 ± 1.3 a	R	0.5 ± 0.5 a	R	0.8
27	1.6 ± 0.7 a	MR	0.4 ± 0.5 b	R	0.3 ± 0.5 b	R	0.8
57	1.1 ± 0.4 a	MR	1.3 ± 0.5 a	MR	0.1 ± 0.3 b	R	0.8
60	1.4 ± 0.7 a	MR	0.9 ± 0.7 ab	R	0.2 ± 0.4 b	R	0.8
10-1	1.3 ± 0.5 a	MR	0.5 ± 0.7 a	R	0.7 ± 0.5 a	R	0.8
64	2.0 ± 1.5 a	MR	0.5 ± 0.5 a	R	0.5 ± 0.5 a	R	1.0
17	2.2 ± 0.9 a	S	0.5 ± 0.8 b	R	0.4 ± 0.5 b	R	1.0
39	2.0 ± 0.8 a	MR	0.8 ± 0.9 b	R	0.3 ± 0.5 b	R	1.0
33	2.4 ± 1.4 a	S	0.5 ± 0.5 b	R	0.3 ± 0.7 b	R	1.1
37	1.8 ± 0.8 a	MR	1.2 ± 1.1 ab	MR	0.2 ± 0.4 b	R	1.1
95-1	2.3 ± 0.9 a	S	0.7 ± 0.5 b	R	0.2 ± 0.4 b	R	1.1



10	2.6 ± 1.2 a	S	0.5 ± 0.5 b	R	0.3 ± 0.5 b	R	1.1
11	2.3 ± 1.4 a	S	1.1 ± 1.0 ab	MR	0.0 ± 0.0 b	R	1.1
69	2.4 ± 0.7 a	S	0.9 ± 1.3 b	R	0.2 ± 0.6 b	R	1.2
97	2.4 ± 1.0 a	S	0.2 ± 0.4 b	R	1.2 ± 0.8 b	MR	1.3
79	1.8 ± 0.9 a	MR	1.4 ± 0.7 a	MR	0.7 ± 0.9 a	R	1.3
3	2.6 ± 1.1 a	S	1.0 ± 0.8 ab	R	0.5 ± 1.3 b	R	1.4
4	2.8 ± 1.1 a	S	0.5 ± 0.7 b	R	0.8 ± 1.1 b	R	1.4
93	2.2 ± 0.9 a	S	1.9 ± 1.2 a	MR	0.0 ± 0.0 b	R	1.4
63	2.7 ± 0.5 a	S	1.0 ± 1.0 b	R	0.5 ± 0.5 b	R	1.4
73	2.6 ± 1.3 a	S	1.4 ± 1.1 ab	MR	0.2 ± 0.6 b	R	1.4
16	3.6 ± 1.0 a	S	0.7 ± 1.3 b	R	0.4 ± 0.5 b	R	1.6
71	3.6 ± 0.7 a	S	0.8 ± 0.9 b	R	0.4 ± 0.8 b	R	1.6
28	3.2 ± 0.9 a	S	1.5 ± 0.5 b	MR	0.2 ± 0.4 c	R	1.6
25	3.5 ± 0.8 a	S	0.9 ± 0.3 b	R	0.6 ± 0.8 b	R	1.7
59	2.8 ± 1.3 a	S	1.4 ± 1.1 ab	MR	0.8 ± 0.4 b	R	1.7
82	3.4 ± 0.7 a	S	1.0 ± 0.7 b	R	0.6 ± 1.0 b	R	1.7
90	3.4 ± 0.8 a	S	1.0 ± 0.9 b	R	0.6 ± 0.7 b	R	1.7
95	3.3 ± 1.2 a	S	0.7 ± 0.7 b	R	1.0 ± 1.2 b	R	1.7
12	3.2 ± 0.8 a	S	1.3 ± 1.3 b	MR	0.7 ± 0.5 b	R	1.7
53	3.8 ± 0.4 a	S	1.0 ± 0.7 b	R	0.4 ± 0.5 b	R	1.7
23	2.9 ± 1.0 a	S	1.7 ± 0.7 ab	MR	0.8 ± 0.6 b	R	1.8
75	3.9 ± 0.3 a	S	1.2 ± 0.9 b	MR	0.3 ± 0.5 b	R	1.8
86	3.6 ± 1.0 a	S	0.8 ± 0.4 b	R	1.0 ± 0.5 b	R	1.8
78	3.5 ± 0.8 a	S	0.7 ± 0.9 b	R	1.3 ± 1.2 b	MR	1.8
30	3.6 ± 1.0 a	S	1.9 ± 1.2 b	MR	0.1 ± 0.3 c	R	1.9
44	2.8 ± 1.0 a	S	1.7 ± 1.1 a	MR	1.1 ± 1.3 a	MR	1.9
89	3.3 ± 0.7 a	S	1.8 ± 1.5 ab	MR	0.5 ± 0.7 b	R	1.9
100	3.7 ± 0.7 a	S	1.0 ± 0.5 b	R	0.9 ± 0.6 b	R	1.9
45	3.8 ± 0.4 a	S	1.5 ± 1.2 b	MR	0.4 ± 0.5 b	R	1.9
72	3.5 ± 0.8 a	S	1.6 ± 1.4 b	MR	0.6 ± 1.0 b	R	1.9
85	3.7 ± 0.5 a	S	1.3 ± 1.3 b	MR	1.0 ± 1.2 b	R	2.0
6	3.8 ± 0.6 a	S	1.5 ± 1.5 b	MR	0.8 ± 1.3 b	R	2.0
20	3.7 ± 0.7 a	S	1.0 ± 1.2 b	R	1.4 ± 1.4 b	MR	2.0
61	3.9 ± 0.3 a	S	1.5 ± 0.7 b	MR	0.7 ± 0.8 b	R	2.0
84	3.6 ± 0.5 a	S	1.9 ± 1.0 b	MR	0.6 ± 1.1 b	R	2.0
98	3.2 ± 1.3 a	S	1.6 ± 1.2 ab	MR	1.3 ± 0.7 b	MR	2.0
66	4.0 ± 0.0 a	S	1.2 ± 0.6 b	MR	1.0 ± 1.2 b	R	2.1
96	3.7 ± 0.5 a	S	1.2 ± 0.8 b	MR	1.3 ± 0.7 b	MR	2.1
34	3.5 ± 1.1 a	S	2.3 ± 0.7 a	S	0.5 ± 1.0 b	R	2.1
58	3.9 ± 0.3 a	S	1.6 ± 1.1 b	MR	0.8 ± 0.8 b	R	2.1
14	3.6 ± 0.7 a	S	1.9 ± 1.6 b	MR	0.9 ± 1.4 b	R	2.1
48	3.6 ± 0.7 a	S	1.4 ± 0.5 b	MR	1.4 ± 1.1 b	MR	2.1
50	3.0 ± 1.2 a	S	2.3 ± 1.3 a	S	1.1 ± 1.4 a	MR	2.1
74	4.0 ± 0.0 a	S	1.3 ± 1.1 b	MR	1.1 ± 0.7 b	MR	2.1
83	3.6 ± 1.0 a	S	2.3 ± 1.4 ab	S	0.5 ± 0.7 b	R	2.1
94	3.9 ± 0.3 a	S	1.4 ± 0.5 b	MR	1.1 ± 1.1 b	MR	2.1
9	3.7 ± 0.7 a	S	1.7 ± 0.7 b	MR	1.1 ± 0.9 b	MR	2.2
101	3.3 ± 0.5 a	S	1.7 ± 1.4 ab	MR	1.5 ± 0.8 b	MR	2.2
22	3.7 ± 0.5 a	S	1.7 ± 1.5 ab	MR	1.2 ± 1.6 b	MR	2.2

38	3.9 ± 0.3 a	S	2.2 ± 1.4 b	S	0.5 ± 0.5 c	R	2.2
43	4.0 ± 0.0 a	S	1.4 ± 0.5 b	MR	1.2 ± 1.6 b	MR	2.2
99	3.9 ± 0.3 a	S	1.6 ± 1.0 b	MR	1.1 ± 0.6 b	MR	2.2
21	3.8 ± 0.4 a	S	1.6 ± 1.5 b	MR	1.3 ± 1.5 b	MR	2.2
32	4.0 ± 0.0 a	S	1.0 ± 0.5 b	R	1.7 ± 1.7 b	MR	2.2
51	3.4 ± 0.8 a	S	2.2 ± 1.2 ab	S	1.1 ± 0.3 b	MR	2.2
52	3.6 ± 0.7 a	S	1.4 ± 1.2 b	MR	1.7 ± 0.5 b	MR	2.2
54	3.1 ± 0.6 a	S	3.4 ± 0.7 a	S	0.3 ± 0.7 b	R	2.3
35	2.9 ± 1.4 a	S	3.1 ± 0.6 a	S	0.9 ± 0.6 b	R	2.3
40	3.6 ± 1.0 a	S	2.4 ± 1.3 ab	S	1.0 ± 1.2 b	R	2.3
29	3.5 ± 0.6 a	S	3.2 ± 0.4 a	S	0.6 ± 0.5 b	R	2.4
87	3.7 ± 0.7 a	S	1.9 ± 1.4 ab	MR	1.7 ± 1.3 b	MR	2.4
15	4.0 ± 0.0 a	S	2.7 ± 1.1 b	S	0.7 ± 0.5 c	R	2.5
55	3.1 ± 0.9 a	S	3.1 ± 1.0 a	S	1.2 ± 0.6 b	MR	2.5
67	3.8 ± 0.4 a	S	3.3 ± 0.9 a	S	0.3 ± 0.5 b	R	2.5
68	3.5 ± 0.8 a	S	2.5 ± 1.6 ab	S	1.4 ± 1.7 b	MR	2.5
2	4.0 ± 0.0 a	S	2.6 ± 1.7 ab	S	0.9 ± 1.0 b	R	2.5
76	3.6 ± 0.9 a	S	2.2 ± 1.0 a	S	1.7 ± 1.7 a	MR	2.5
92	4.0 ± 0.0 a	S	2.6 ± 1.3 a	S	0.9 ± 1.3 b	R	2.5
1	3.3 ± 0.9 a	S	2.8 ± 1.2 ab	S	1.5 ± 1.2 b	MR	2.5
31	3.9 ± 0.3 a	S	1.9 ± 1.2 b	MR	1.8 ± 1.1 b	MR	2.5
7-1	4.0 ± 0.0 a	S	2.2 ± 1.3 ab	S	1.4 ± 1.4 b	MR	2.5
36	4.0 ± 0.0 a	S	2.6 ± 1.1 b	S	1.1 ± 0.6 c	MR	2.6
49	3.8 ± 0.6 a	S	3.1 ± 1.2 a	S	1.1 ± 0.9 b	MR	2.7
91	3.9 ± 0.3 a	S	1.4 ± 1.3 b	MR	2.7 ± 1.7 ab	S	2.7
5	4.0 ± 0.0 a	S	2.9 ± 1.7 a	S	1.2 ± 1.1 b	MR	2.7
19	4.0 ± 0.0 a	S	3.3 ± 0.8 a	S	0.8 ± 0.8 b	R	2.7
24	4.0 ± 0.0 a	S	3.3 ± 1.3 a	S	1.0 ± 0.6 b	R	2.8
47	4.0 ± 0.0 a	S	3.0 ± 1.1 a	S	1.4 ± 1.4 b	MR	2.8
88	3.8 ± 0.4 a	S	2.2 ± 1.2 b	S	2.4 ± 1.6 ab	S	2.8
56	3.9 ± 0.4 a	S	3.2 ± 0.4 a	S	1.4 ± 1.3 b	MR	2.8
18	3.9 ± 0.3 a	S	2.9 ± 1.6 ab	S	1.8 ± 1.3 b	MR	2.9
77	4.0 ± 0.0 a	S	2.8 ± 1.4 ab	S	2.1 ± 1.4 b	S	3.0
81	3.9 ± 0.3 a	S	3.2 ± 1.1 ab	S	2.0 ± 1.4 b	S	3.0
7	4.0 ± 0.0 a	S	3.1 ± 1.3 a	S	2.5 ± 0.8 a	S	3.2
46	4.0 ± 0.0 a	S	3.8 ± 0.6 a	S	1.9 ± 1.4 b	MR	3.2
70	4.0 ± 0.0 a	S	2.6 ± 1.0 b	S	3.1 ± 0.7 ab	S	3.2
80	4.0 ± 0.0 a	S	4.0 ± 0.0 a	S	3.1 ± 1.1 a	S	3.7
Mean <sup>v</sup>	3.1		1.6		0.9		

<sup>z</sup>Fourteen-day-old seedlings of 107 F<sub>3</sub>lines and 10-day-old plants of Chinese cabbage 'Norangkimjang' were inoculated with *P. brassicae* by drenching the roots with the spore suspension of each isolate to give inoculum density of  $5.0 \times 10^8$  spores/pot. The plants were incubated in a growth chamber at 20°C for 3 days with 14 h light a day and then transferred to a greenhouse (20 ± 5°C). Six weeks after inoculation, disease severity of the seedlings was rated on a scale 0 to 4. 0, no symptoms; 1, a few very small, separate globular clubs on lateral roots; 2, medium, separate globular clubs on lateral roots; 3, intermediate symptoms on main roots; and 4, severe clubs on main roots.

<sup>y</sup>Each value represents the mean disease index ( $\pm$  standard deviation) of ten replicates.

<sup>x</sup>Values labeled with the same letter within each line are not significantly different based on Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .

<sup>w</sup>Resistance response, R = resistant (disease index  $\leq 1.0$ ); MR = moderately resistant ( $1.0 <$  disease index  $\leq 2.0$ ); S = susceptible (disease index  $> 2.0$ ).

<sup>v</sup>Each value represents the mean disease index of 107 F<sub>3</sub> lines.

#### 4. 양파 검은무늬병 병리검정 체계 확립

##### 가. 서언

검은무늬병은 *Alternaria porri*에 의해 발생하는 병으로, 유성생식 단계는 알려지지 않았으며, 기주식물은 양파(*Allium cepa*), 마늘(*A. sativum*), Egyptian onion(*A. proliferum*), Welsh onion(*A. fistulosum*), leek(*A. ampeloprasum*) 등의 *Allium* spp.이다. 병원균은 병든 조직 속에 균사나 분생자로 월동하다가 부착기를 형성하여 기공을 침입하거나, 직접 표피를 관통하여 침입하며, 또한 상처를 통해서 침입을 하여 병 발생을 증가시킨다. 발생초기에는 잎 또는 꽃대에서 작은 수침상 병반이 나타나며, 중앙이 빠르게 흰색으로 발달된다. 병반이 점점 커질수록 띠 모양의 무늬가 생기고, 갈색에서 보라색으로 변한다. 병반의 가장자리는 빨간색 또는 보라색으로 음영이 지고, 위 아래로 노란 원형의 형태로 확대된다. 큰 병반들은 형성이 된 후에 합쳐지고, 2차로 *Stemphylium vesicarium*이 침입하여 심하게 감염된 엽은 잎마름병 증상을 나타낸다. 구근은 수확기에 주로 감염되는데, 부패된 곳은 노란색에서 빨간색으로 나타나므로 특히 눈에 잘 띈다. 감염된 조직은 진한 노란색에서 점차 붉은 포도주색으로 변하고, 오래되고 부패된 조직은 어두운 갈색에서 검은색으로 변하게 되며, 조직이 건조할수록 감염된 껍질은 얇고 건조한 종이와 같은 질감으로 건조된다. *A. porri*는 6-34°C의 온도에서 성장할 수 있지만, 성장 최적온도는 25°C이며, 13°C 이하의 온도에서는 생장이 더디다. 포자를 형성하기 위해서는 90% 또는 그 이상의 비교적 높은 습도를 필요로 한다.

양파 검은무늬병 방제법으로 병든 식물의 잔재를 제거하여 1차 전염원을 제거하거나 2-3년 돌려짓는 방법, 그리고 무병종자 또는 소독한 종자를 사용하거나 질소비료를 적절하게 사용하는 방제법이 있지만 경제성 때문에 적용이 힘들고, chlorothalonil, maneb, captafol, mancozeb 등 살균제를 사용하는 것은 환경오염 등의 우려로 사용에 한계가 있다. 몇몇 중복기생성 균이 여러 종의 *Alternaria* spp.를 침해하는 것으로 알려져 있지만 이들을 이용한 생물학적 방제 방법은 아직까지 효과적으로 개발되지 못하여 사용하기 어렵다. 그러므로 오늘날에는 친환경 농업에서도 사용할 수 있는 저항성 품종이 요구되고 있다.

양파의 종류에 따라 저항성의 차이가 있는데, 세계적으로 품종 대부분을 차지하고 있는 장일계 양파(long-day onion type)는 대부분이 감수성이며, 단일계 양파(short-day onion type)는 개발된 저항성 품종은 없지만 높은 저항성을 보이는 육종 계통이 브라질 교배육종 라인에 보고된 바가 있다. 즉, 저항성 품종은 아직 존재하지 않는다. 이처럼 필요성은 높지만 아직 개발되지 않은, 저항성 품종의 연구와 새로운 저항성 육종 소재를 발굴하기 위해서는 효율적인 저항성 검정

방법이 반드시 필요한 실정이다.

본 연구는 양파에 검은무늬병을 일으키는 *A. porri* 균주를 가지고 효과적인 포자형성조건을 알아보고, 양파의 저항성 품종을 개발하기 위해 효율적인 양파 검은무늬병의 병리검정방법을 확립하고자 하였다.

## 나. 균주 선발

양파 검은무늬병의 병리검정 조건을 확립하기 위해서 KACC로부터 6개의 균주(KACC 40568, KACC 42998, KACC 42999, KACC 43000, KACC 43001, KACC 43771)를 확보하였으며, 이 중 가장 포자형성량이 많고, 병원력도 좋은 균주를 선발하였으나, 병리 검정에 사용하기에 포자 형성이 용이하지 못하여 포자가 잘 형성되는 조건을 찾아 포자형성량을 일정하고 안정적으로 확보하고자 하였다.

### (1) 재료 및 방법

#### ① 식물 재배

- 72원형 플러그 포트에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 '스피드업', '레드윈볼 1115' 각 식물체를 두 립씩 파종한 뒤 가온배드 위에서 재배하였다.
- 파종한지 5일이 지난 후, 식물체가 발아하면 온실 상에서 재배하고, 파종 후 19일이 지나면 솟아낸 다음, 충분히 자랄 때까지 재배하였다.
- 72원형 플러그 포트를 6반복이 되도록 일렬로 자른 후 식물체의 줄기와 잎이 쓰러지지 않도록 지지대와 철사를 이용하여 고정시킨 후 실험에 사용하였다.

#### ② 접종원 준비

- Potato dextrose agar(PDA; Becton, Dickinson and company) 배지에서 7일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 juice agar(V8 juice 200 mL, CaCO<sub>3</sub> 3.0 g)배지 10 plate에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.
- 배양된 균주의 Petri dish 뚜껑을 열어 항온항습실(RH 80%, 광:암=12 h:12 h)에서 2일 동안 포자를 유도하였다.
- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 부어 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 다음 4겹의 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하여  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$  spores/mL 농도의 포자현탁액을 만들어야 하는데, *A. porri* 6균주 중에서 KACC 43001은 포자가 관찰되지 않았으며, 나머지 5개의 균주도 포자량이 적어서 8000 rpm, 4°C의 조건에서 10분 동안 원심분리를 두 번 하여 포자를 수거하고, KACC 40568은  $5.0 \times 10^4$  spores/mL, KACC 42998은  $1.7 \times 10^5$  spores/mL, KACC 42999는  $2.8 \times 10^5$  spores/mL, KACC 43000은  $1.3 \times 10^5$  spores/mL, KACC 43771은  $2.0 \times 10^4$  spores/mL의 포자현탁액을 준비하였다.

#### ③ 접종 및 접종 후 관리

- 포자현탁액이 식물체의 잎에서 흘러내리지 않도록 Tween 20 용액을 완성된 포자현탁액에

각각 최종 농도가 250 ppm이 되도록 추가하여 분무 접종하였다.

- 접종한 유묘는 dew chamber(25°C)에서 48시간 동안 습실 처리하였다.
- 항온항습실(25°C, RH 80%)로 이동하여 하루에 12시간씩 광을 처리하고 저면관수하여 병을 관찰하고 접종 후 3일, 5일에 결과를 확인하였다.

#### ④ 병조사

- 접종 후 2엽을 대상으로 병반면적율(%)을 조사하였다.

### (2) 결과 및 고찰

- *A. porri* 균주의 종류에 따른 양과 검은무늬병의 발병 정도를 조사한 결과, 다섯 가지 균주를 접종한 식물체 모두 병이 발생하였고, 대체적으로 고농도의 포자현탁액을 분무한 식물체의 발병도가 높고, 저농도로 갈수록 발병도가 낮았다. 식물체 두 품종 간의 큰 차이는 없는 것으로 판단되었고, 접종 5일 후에 *A. porri* KACC 40568을 접종한 식물체에서의 발병도 수치가 높았지만, 포자 수확이 힘든 것으로 보아 앞으로의 실험에 사용하기에는 적절하지 않다고 판단하였다. *A. porri* KACC 42999는 포자형성량이 균일하지 못하므로, 위의 실험결과로부터 다른 균주들보다 포자 수확량이 비교적 많고, 발병도 수치도 안정적인 *A. porri* KACC 42998을 선발하였다(Fig. 6).

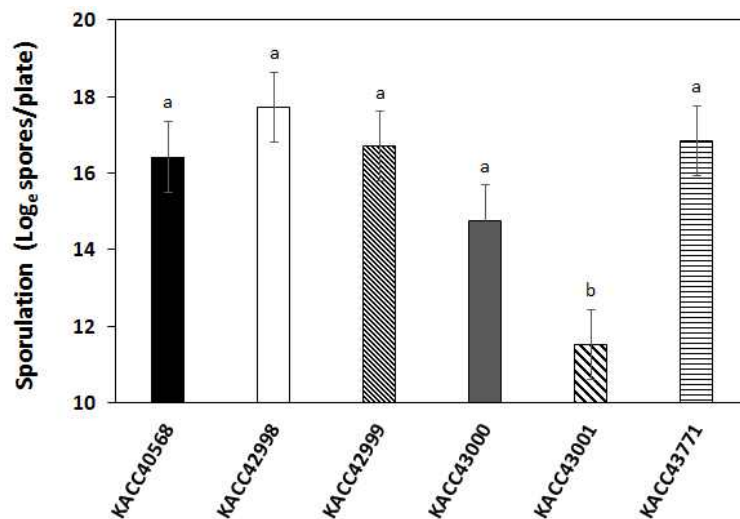


Fig. 6. Spore production of *Alternaria porri* 6 isolates

### 다. 접종원 대량생산 방법

#### (1) 상처 종류에 따른 포자 형성량

양과 검은무늬병의 병리검정법을 확립하기에는 실험에 사용할 *A. porri* KACC 42998 균주의 포자 형성량이 부족하므로, 우선 접종원의 포자 형성량을 높이기 위해 배지 종류, 배지의 pH, 접종원의 배양기간, 접종원에 영향을 주는 습도 조건, 그리고 포자유도를 하기 전 조건을 달리 하여 그에 따른 접종원의 포자 형성량을 비교해보고 가장 효과적인 접종원 대량생산 방법을 알아보려고 하였다.

## ① 재료 및 방법

### (가) 배지 만들기

- PDA : PDA(Becton, Dickinson and Company) 39 g, distilled water(DW) 1 L
- V8 juice agar(V8, pH 7.5) : V8 juice(Campbell Soup Company) 160 mL, agar(Junsei Chemical) 12 g, DW 640 mL

### (나) 접종

- *A. porri* KACC 42998을 PDA 배지에 8일 동안 전배양하고, 균주의 선단부를 중심으로 7 mm cork borer를 이용하여 분리한 후, V8 배지(직경 : 8.5 cm)에 3조각씩 치상하여 25°C 에서 배양하였다.

### (다) 포자유도 전 처리

- A 조건은 균층을 비스듬히 세운 칼로 살살 긁어 제거하고, B 조건은 멸균된 붓으로 균층을 살살 긁어 제거하며, C 조건은 배지 윗부분을 살짝 가로, 세로 두 방향 모두 칼로 2 mm 정도의 간격으로 잘랐다. 그리고 D 조건은 C 조건과 같지만 칼로 자르는 간격을 5 mm 정도로 하여 처리하였다.

### (라) 광 처리

- 도열병 방에 plate의 sealing을 풀고 뚜껑을 1/2 정도 열어두고 하루에 12시간씩 광을 처리 하면서 2일 동안 포자를 유도하였다(25°C, RH 80%).

### (마) 포자 수 조사

- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 넣고 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 후, 네 겹 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자 현탁액을 준비 하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하였다.

## ② 결과 및 고찰

- 각 반복별로 차이가 조금씩 있긴 하지만, 네 가지의 모든 조건들이 대조군보다 포자생산량이 많았으며, 이 조건들 중에서도 특히 칼을 비스듬히 하여 균사를 긁어 제거한 A 조건의 포자 생산량이 가장 많았고, 붓으로 균사를 긁어 제거한 B 조건이 그 다음으로 포자생산량이 많았다(Table 12, Fig. 7). 즉, A 조건을 사용하여 포자를 유도해 실험에 사용하는 것이 가장 효과적이라고 판단하였다.

Table 12. Spore production of *Alternaria porri* KACC 42998 according to wound treatment

Treatment	Production (spores/plate)
No treatment	$3.2 \times 10^6$

Scratching hyphae with a knife	$4.0 \times 10^7$
Scratching hyphae with a brush	$2.7 \times 10^7$
Cutting with a knife (2 mm interval)	$1.5 \times 10^7$
Cutting with a knife (5 mm interval)	$8.5 \times 10^6$

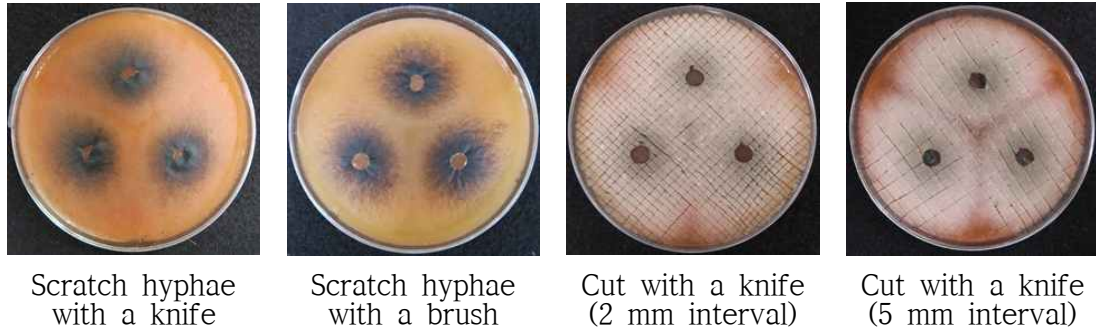


Fig. 7. Wound treatment of *Alternaria porri* KACC 42998 to induce spore production.

## (2) 배지의 종류에 따른 포자 형성량

### ① 재료 및 방법

#### (가) 배지 만들기

- PDA : PDA(Becton, Dickinson and Company) 39 g, DW 1 L
- V8 : V8 juice(Campbell Soup Company) 160 mL, agar(Junsei Chemical) 14.4 g, CaCO<sub>3</sub> (Junsei Chemical) 1.2 g, DW 640 mL
- Oatmeal : Oatmeal agar(Becton, Dickinson and Company) 72.5 g, DW 1 L
- Malt extract agar(MEA; Becton, Dickinson and Company) : Malt extract broth(MEB; Becton, Dickinson and Company) 15 g, agar(Junsei Chemical) 1.5%, DW 1 L
- Carboxymethyl cellulose agar(CMC; Sigma-Aldrich, Inc) : CMC 15 g, yeast extract (Becton, Dickinson and Company) 1 g, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub> O(Duksan Pure Chemicals) 0.5 g, NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub> (DC Chemical Co. Ltd) 1 g, KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub> (OCI Company Ltd) 1 g, agar(Junsei Chemical) 2%, DW 1 L

#### (나) 접종

- PDA 배지에서 8일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 배지에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.

#### (다) 광 처리

- 배양된 균주의 포자를 유도하기 전에 균층을 멸균된 칼로 살살 긁은 후에 도열병 방에 plate의 sealing을 푼 상태로 뚜껑을 1/2 정도 열어두고 하루에 12시간씩 광을 처리하면서 2일 동안 포자를 유도하였다(25°C, RH 80%).

(라) 포자 수 조사

- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 넣고 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 후, 네 겹 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자 현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하였다.

② 결과 및 고찰

- 포자는 V8 배지에 본배양을 하였을 때 가장 많이 생산되었으며, PDA 배지, oatmeal 배지, CMC 배지, MEA 배지 순서대로 생산량이 많았다(Table 13). 하지만 CMC 배지와, MEA 배지는 포자생산량이 너무 적었고, oatmeal 배지는 반복별로 편차가 크므로, 가장 포자가 많이 생산되는 V8 배지에 본배양을 하여 실험을 하는 것이 가장 효과적이라고 판단하였다.

Table 13. Spore production of *Alternaria porri* KACC 42998 depending on 5 incubation media

Medium	Production (spores/plate)
Carboxymethyl cellulose agar	$6.7 \times 10^5$
Potato dextrose agar	$3.5 \times 10^6$
V8 juice agar	$5.9 \times 10^6$
Oatmeal agar	$1.1 \times 10^6$
Malt extract agar	$1.3 \times 10^5$

(3) 습도 조건에 따른 포자 형성량

① 재료 및 방법

(가) 배지 만들기

- PDA : PDA(Becton, Dickinson and Company) 39 g, distilled water(DW) 1 L
- V8 juice agar(pH 7.5) : V8 juice(Campbell Soup Company) 160 mL, agar(Junsei Chemical) 12 g, DW 640 mL

(나) 접종

- PDA 배지에서 8일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 배지에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.

(다) 광 처리

- 배양된 균주의 포자를 유도하기 전에 균총을 멸균된 칼로 살살 긁은 후에 도열병 방에 조건별로 setting한 후 하루에 12시간씩 광을 처리하면서 2일 동안 포자를 유도하였다 (25°C, RH 80%). a 조건은 광처리를 하지 않고, sealing을 한 상태로 배양기에 2일 동안 배양하였고, b 조건은 sealing을 한 상태로 광 처리를 하며, c 조건은 sealing을 하지 않은 상태로



Petri dish의 뚜껑은 덮어두고 광 처리를 하였다. d 조건은 sealing을 하지 않은 상태로 Petri dish의 뚜껑을 열어두고 광 처리를 하여 포자를 유도하였다.

(라) 포자 수 조사

- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 넣고 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 후, 네 겹 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자 현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하였다.

② 결과 및 고찰

- 광으로 이동하지 않은 a 조건, sealing을 풀지 않고 plate의 뚜껑을 닫아놓은 상태로 광처리를 한 b 조건에서는 포자를 관찰할 수 없었다. 즉, 광의 조건이 없거나, 습도의 영향을 받지 못하면 포자가 형성되지 않는다는 것을 알 수 있었다. 그에 비해서 sealing을 풀고 plate의 뚜껑을 덮어놓았던 c 조건과 sealing을 풀고 plate의 뚜껑을 완전히 열어놓은 d 조건은 포자가 생산되었으며, 이 중에서도 d 조건의 포자생산이 가장 증가하였다(Table 14). 결론적으로 포자가 형성되기 위해서 plate의 sealing을 풀고, 뚜껑은 완전히 열어서 광 조건과, 습도 조건을 충분히 공급하여 포자유도를 하는 것이 효과적이라고 판단하였다.

Table 14. Spore suspension of *Alternaria porri* KACC 42998 by humidity and lighting

Treatment	Production (spores/plate)
No lighting, parafilm sealing, lid	-
Lighting, parafilm sealing, lid	-
Lighting, no sealing, lid	$1.3 \times 10^6$
Lighting, no sealing, no lid	$1.8 \times 10^7$

- : Not detected.

(4) 배지의 pH에 따른 포자 형성량

① 재료 및 방법

(가) 배지 만들기

- PDA : PDA(Becton, Dickinson and Company) 39 g, distilled water(DW) 1 L
- V8 juice agar : V8 juice(Campbell Soup Company) 160 mL, agar(Junsei Chemical) 12 g, DW 640 mL

(나) pH 조정하기

- pH 5.5, pH 6.5, pH 7.5, pH 8.5, pH 9.5, pH 10.5로 배지의 pH를 조정하여 사용하였다.
- V8 배지를 만들 때 증류수 정량을 다 넣지 않고, 100 mL 정도를 제외한 상태에서 pH를 조정한 후, 100 mL 값에서 pH를 조정할 때 사용한 NaOH 또는 HCl 양을 제외한 양의 증류수를 넣어주었다.

- 멸균 전 후 pH의 변화 정도를 알아보기 위해 agar를 넣지 않은 배지의 일부(100 mL)는 autoclave로 멸균을 한 후 pH를 측정하였다.

(다) 접종

- PDA 배지에서 8일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 juice agar 배지에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.

(라) 광 처리

- 배양된 균주의 포자를 유도하기 전에 균층을 멸균된 칼로 살살 긁은 후에 도열병 방에 plate의 sealing을 푼 상태로 뚜껑을 1/2 정도 열어두고 하루에 12시간씩 광을 처리하면서 2일 동안 포자를 유도하였다(25°C, RH 80%).

(마) 포자 수 조사

- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 넣고 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 후, 네 겹 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자 현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하였다.

③ 결과 및 고찰

- 멸균 전 pH 9.5, 멸균 후 pH 6.6의 조건을 가진 배지에서 포자생산량이 가장 많았으며, 멸균 전 pH 8.5, 멸균 후 pH 6.5 그리고 멸균 전 pH 7.5, 멸균 후 pH 6.3 조건의 순서대로 포자생산량이 많았다. 결과적으로 멸균 전 pH를 9.5로 조정된 V8 juice agar 배지를 실험에 사용하는 것이 포자를 많이 생산하기 위한 가장 좋은 조건이라는 것을 알 수 있었지만, 대조구와 포자량 차이가 크게 나지 않으므로 배지의 pH를 조정하는 것이 포자생산량에 큰 영향을 준다고 보기 힘들다고 판단하였다(Table 15).

Table 15. Spore production of *Alternaria porri* KACC 42998 in V8 juice agar medium of several pH

CaCO <sub>3</sub>	pH before autoclaving	pH after autoclaving	Production (spores/plate)
With	(R) pH 6.6	(R) pH 6.9	$1.5 \times 10^7$
Without	pH 5.5	pH 5.4	$8.8 \times 10^6$
Without	pH 6.5	pH 6.0	$1.6 \times 10^7$
Without	pH 7.5	pH 6.3	$2.1 \times 10^7$
Without	pH 8.5	pH 6.5	$2.6 \times 10^7$
Without	pH 9.5	pH 6.6	$2.7 \times 10^7$
Without	pH 10.5	pH 6.7	$1.5 \times 10^7$

## (5) 배양기간에 따른 포자 형성량

### ① 재료 및 방법

#### (가) 배지 만들기

- PDA : PDA(Becton, Dickinson and Company) 39 g, distilled water(DW) 1 L
- V8 juice agar(V8, pH 7.5) : V8 juice(Campbell Soup Company) 160 mL, agar(Junsei Chemical) 12 g, DW 640 mL

#### (나) 접종

- PDA 배지에서 8일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 배지에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.

#### (다) 광 처리

- 배양된 균주의 포자를 유도하기 전에 균층을 멸균된 칼로 살살 긁은 후에 도열병 방에 plate의 sealing을 푼 상태로 뚜껑을 1/2 정도 열어두고 하루에 12시간씩 광을 처리하면서 2일 동안 포자를 유도하였다(25°C, RH 80%).

#### (라) 포자 수 조사

- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 넣고 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 후, 네 겹 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자 현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하였다.

### ② 결과 및 고찰

- 배양기간이 점차 길어질수록 평균적인 포자생산량이 감소되는 것을 알 수 있었다. 또한 7일 동안 배양하거나, 9일 동안 배양하였을 때 네 조건 중에서 포자생산량이 많고, 그 정도도 비슷하므로, 접종원을 7일 또는 9일 동안 배양한 후 사용하는 것이 효과적이라고 판단하였다 (Table 16, Figs 8,9).

Table 16. Spore production of *Alternaria porri* KACC 42998 according to incubation period

	Incubation period			
	7 days	9 days	11 days	13 days
Production (spores/plate)	$1.4 \times 10^7$	$1.2 \times 10^7$	$9.7 \times 10^6$	$5.2 \times 10^6$

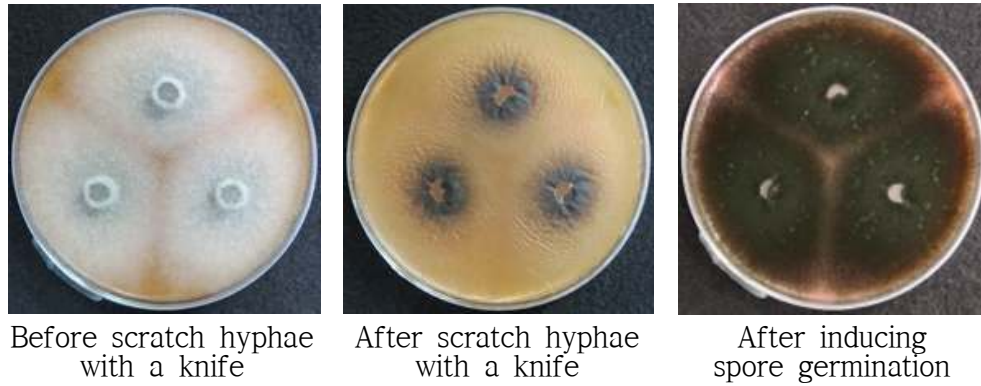


Fig. 8. Vegetative growth of *Alternaria porri* KACC 42998.



Fig. 9. Spores of *Alternaria porri* KACC 42998.

#### 라. 양파 검은무늬병 병리검정 체계 확립

양파 검은무늬병은 여러 가지 조건에 따라서 발병 정도가 다르므로, 접종할 식물체의 생육시기, 포자현탁액의 농도, 접종한 식물체가 위치한 습실의 온도, 접종한 식물체의 습실 처리 기간을 달리하여 검은무늬병이 가장 잘 발병하는 조건을 알아보고, 병리검정 조건을 확립하고자 하였다.

##### (1) 생육시기별 조건에 따른 양파 검은무늬병 발생

###### ① 재료 및 방법

###### (가) 식물 재배

- 72원형 플러그 포트에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 '스피드업', '레드윈볼 1115' 품종을 각각 두 립씩 파종한 뒤 가운데배드 위에서 재배하였다.
- 파종한지 5일이 지난 후, 식물체가 발아하면 온실 상에서 재배하고, 파종 후 15일이 지나면 솟아낸 다음, 충분히 자랄 때까지 재배하였다.
- 5엽까지 전개된 식물은 음료수컵으로 이식하여 재배한 후 실험에 사용하였다.
- 4엽까지 전개된 식물과, 3엽까지 전개된 식물은 72원형 플러그 포트를 6반복이 되도록 일렬로 자른 후 식물체의 줄기와 잎이 쓰러지지 않도록 지지대와 철사를 이용하여 고정시킨 후 실험에 사용하였다.

(나) 접종원 준비

- PDA 배지에서 9일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 juice agar 배지 15 plate에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.
- 배양된 균주의 Petri dish 뚜껑을 열어 항온항습실(RH 80%, 광:암=12 h:12 h)에서 2일 동안 포자를 유도하였다.
- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 부어 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 다음 4겹의 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하여  $7.0 \times 10^4$  spores/mL 농도의 포자현탁액을 준비하였다.

(다) 접종 및 접종 후 관리

- 포자현탁액이 식물체의 앞에서 흘러내리지 않도록 Tween 20 용액을 완성된 포자현탁액에 최종 농도가 250 ppm이 되도록 추가하여 분무 접종하였다.
- 접종한 유묘는 dew chamber(25°C)에서 48 h 동안 습실 처리하였다.
- 항온항습실(25°C, RH 80%)로 이동하여 하루에 12시간씩 광을 처리하고 저면관수하여 병을 관찰하였다.

(라) 병조사

- 접종 후 3일, 5일에 2엽을 대상으로 병반면적율(%)을 조사하였다.

② 결과 및 고찰

- 접종한 두 품종의 식물체 모두 병이 발생하였고, '레드윈볼 1115' 품종에 비해서 '스피드업' 품종에서 병 발생이 더 크게 나타났다. 또한 5엽까지 전개된 식물체가 3엽, 4엽까지 전개된 식물체보다 발병도가 높았으며, '레드윈볼 1115' 품종에서는 3엽까지 전개된 식물체의 발병도가 4엽까지 전개된 식물체보다 더 높았다(Table 6). 따라서 3, 4엽까지 전개되었을 때의 결과가 두 품종간 약간의 차이가 있지만, 전체적으로 비교하였을 때, 5엽까지 전개된 식물체, 4엽까지 전개된 식물체, 3엽까지 전개된 식물체 순으로 발병도가 높다고 판단하였다 (Fig. 10).

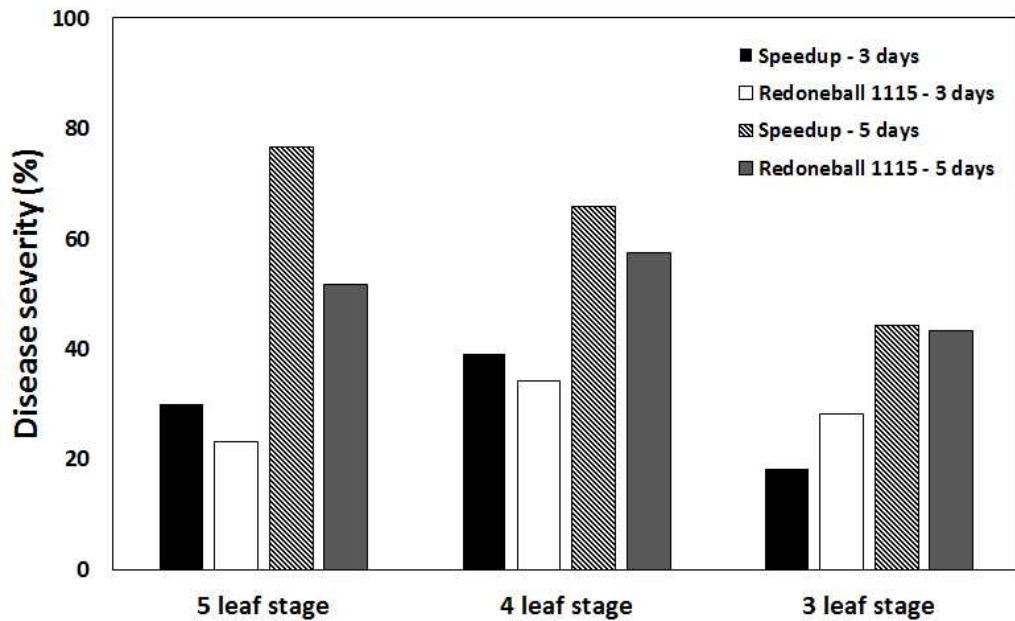


Fig. 10. Development of onion black spot according to growth stage of plant.

## (2) 온도별 조건에 따른 양파 검은무늬병 발생

### ① 재료 및 방법

#### (가) 식물 재배

- 72원형 플러그 포트에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 '스피드업', '레드원볼 1115' 품종을 각각 두 립씩 파종한 뒤 가온배드 위에서 재배하였다.
- 파종한지 7일이 지난 후, 식물체가 발아하면 온실 상에서 재배하고, 파종 후 15일이 지나면 솟아낸 다음, 충분히 자랄 때까지 재배하였다.
- 3엽까지 전개된 식물은 72원형 플러그 포트를 5반복이 되도록 일렬로 자른 후 식물체의 줄기와 잎이 쓰러지지 않도록 지지대와 철사를 이용하여 고정시킨 후 실험에 사용하였다.

#### (나) 접종원 준비

- PDA 배지에서 9일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 juice agar 배지 15 plate에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.
- 배양된 균주의 균총을 멸균된 칼로 살살 긁어낸 후, Petri dish 뚜껑을 열어 항온항습실(RH 80%, 광:암=12 h:12 h)에서 2일 동안 포자를 유도하였다.
- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 부어 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 다음 4겹의 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하여  $1 \times 10^5$  spores/mL 농도의 포자현탁액을 70 mL 준비하였다.

#### (다) 접종 및 접종 후 관리

- 포자현탁액이 식물체의 잎에서 흘러내리지 않도록 Tween 20 용액을 완성된 포자현탁액에 각각 최종 농도가 250 ppm이 되도록 추가하여 분무 접종하였다.

- 접종한 유묘는 dew chamber(17°C, 20°C, 25°C)에서 48 h 동안 습실 처리하였다.
- 각 온도별(17°C, 20°C, 25°C)로 습실 처리한 식물체는 각각 습실 처리시에 사용하였던 온도로 조건이 맞추어진 항온항습실(RH 75-80%)로 이동하여 하루에 12시간씩 광을 처리하며 저면 관수하여 병을 관찰하였다.

(라) 병조사

- 접종 후 3일, 5일에 2엽을 대상으로 병반면적율(%)을 조사하였다.

② 결과 및 고찰

- *A. porri* KACC 42998 균주를 사용하여 17°C, 20°C, 25°C, 세 가지 온도별 양파 검은무늬병의 발병 정도를 조사한 결과 25°C가 가장 병 발생율이 높을 것이라 생각했지만 예상과는 약간 다른 결과로서 ‘스피드업’ 과 ‘레드원볼 1115’ 두 품종 모두 20°C의 조건에 두었을 때 병 발생이 가장 크게 나타났으며, 25°C는 20°C보다 발병도가 약간 낮았다. 그리고 17°C 그리고 30°C에 두었던 접종된 양파에서는 병 발생을 거의 관찰할 수 없었다(Fig. 11). 따라서 검은무늬병이 발병하기에 적합한 온도는 20°C-25°C인 것으로 판단하였다.

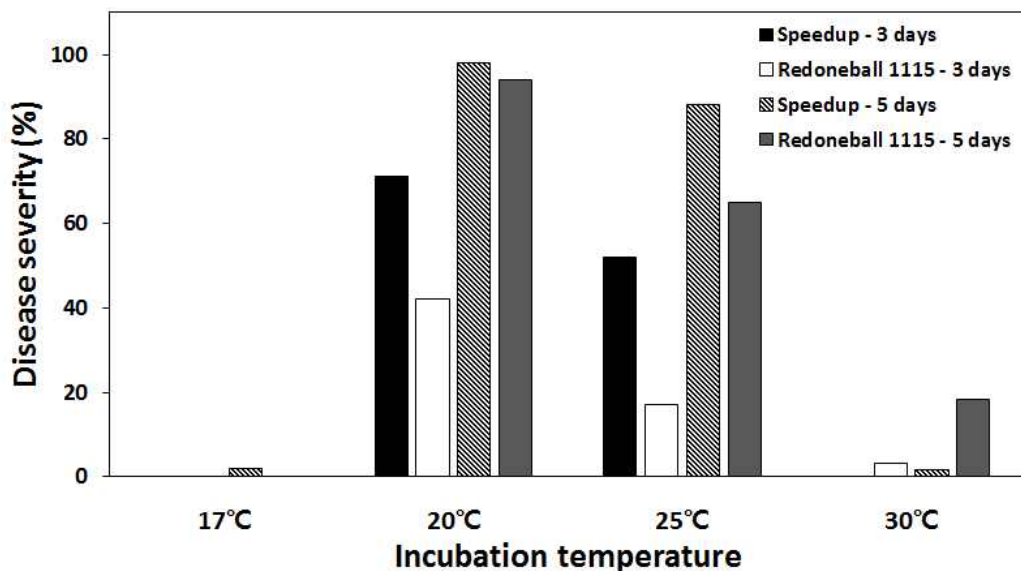


Fig. 11. Development of onion black spot according to incubation temperature.

(3) 접종원 농도에 따른 양파 검은무늬병 발생

① 재료 및 방법

(가) 식물 재배

- 72원형 플러그 포트에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 ‘스피드업’, ‘레드원볼 1115’ 품종을 각각 두 립씩 파종한 뒤 온실에서 재배하였다.
- 파종 후 15일이 지나면 솟아난 다음, 충분히 자랄 때까지 재배하였다.
- 3엽까지 전개된 식물은 72원형 플러그 포트를 5반복이 되도록 일렬로 자른 후 식물체의 줄기와 잎이 쓰러지지 않도록 지지대와 철사를 이용하여 고정시킨 후 실험에 사용하였다.

(나) 접종원 준비

- PDA 배지에서 7일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 juice agar 배지 10 plate에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.
- 배양된 균주의 균총을 멸균된 칼로 살살 긁어낸 후, Petri dish 뚜껑을 열어 항온항습실(RH 80%, 광:암=12 h:12 h)에서 2일 동안 포자를 유도하였다.
- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 부어 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 다음 4겹의 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하여 우선  $5 \times 10^5$  spores/mL 농도의 포자현탁액을 25 mL 준비 한 후, 5배씩 희석하여  $1 \times 10^5$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $4 \times 10^3$  spores/mL 농도의 포자현탁액을 각각 25 mL씩 준비하였다.

(다) 접종 및 접종 후 관리

- 포자현탁액이 식물체의 앞에서 흘러내리지 않도록 Tween 20 용액을 완성된 포자현탁액에 각각 최종 농도가 250 ppm이 되도록 추가하여 분무 접종하였다.
- 접종한 유묘는 dew chamber(25°C)에서 48 h 동안 습실 처리하였다.
- 항온항습실(25°C, RH 80%)로 이동하여 하루에 12시간씩 광을 처리하며 저면관수하여 병을 관찰하였다.

(라) 병조사

- 접종 후 3일, 5일에 2엽을 대상으로 병반면적율(%)을 조사하였다.

② 결과 및 고찰

- 네 가지 농도( $4 \times 10^3$ ,  $2 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$  spores/mL)에 따른 양파 검은무늬병의 발병 정도를 조사한 결과, 네 농도의 포자현탁액을 분무한 식물체 모두에서 병을 관찰할 수 있었으며, 접종한 후 5일이 지나면  $2 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$  spores/mL, 세 농도간 발병 정도의 차이는 많이 나지 않지만,  $5 \times 10^5$  spores/mL 농도를 접종한 식물체에서 가장 발병도가 높으므로, 대체적으로 저농도에서 고농도의 포자현탁액을 분무했을 경우에 발병 정도도 높아진다는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 12).



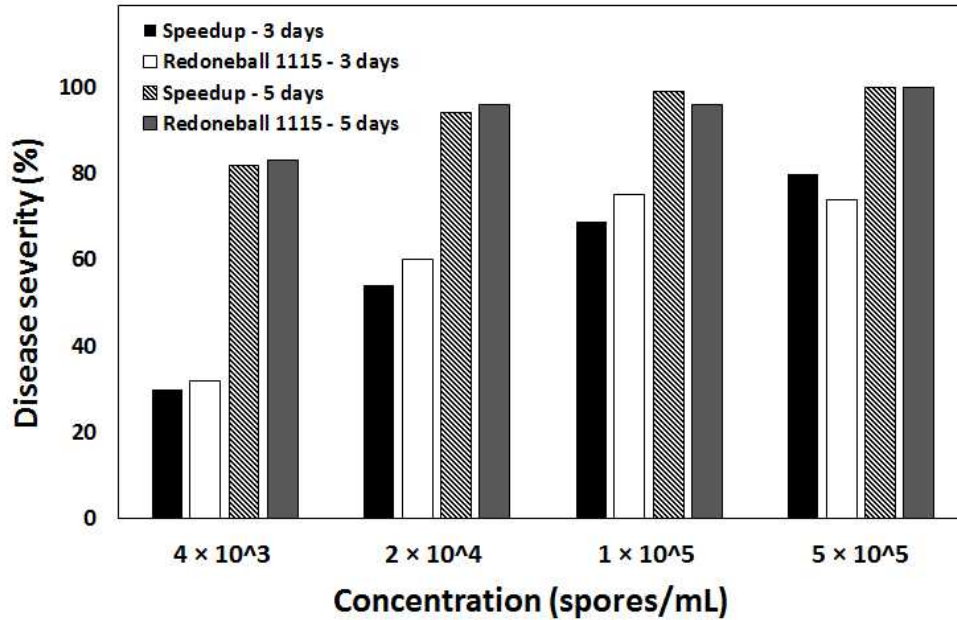


Fig. 12. Development of onion black spot according to concentration of spore suspension.

#### (4) 습실처리 기간에 따른 양파 검은무늬병 발생

##### ① 재료 및 방법

###### (가) 식물 재배

- 72원형 플러그 포트에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 '스피드업', '레드윈볼 1115' 품종을 각각 두 립씩 파종한 뒤 온실에서 재배하였다.
- 파종 후 18일이 지나면 솟아난 다음, 충분히 자랄 때까지 재배하였다.
- 3엽까지 전개된 식물은 72원형 플러그 포트를 5반복이 되도록 일렬로 자른 후 식물체의 줄기와 잎이 쓰러지지 않도록 지지대와 철사를 이용하여 고정시킨 후 실험에 사용하였다.

###### (나) 접종원 준비

- PDA 배지에서 7일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 juice agar 배지 6 plate에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양한다.
- 배양된 균주의 균총을 멸균된 칼로 살살 긁어낸 후, Petri dish 뚜껑을 열어 항온항습실(RH 80%, 광:암=12 h:12 h)에서 2일 동안 포자를 유도하였다.
- 2일 동안 뚜껑을 열어두어 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 부어 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 다음 4겹의 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하여  $1 \times 10^5$  spores/mL 농도의 포자현탁액을 25 mL 준비하였다.

###### (다) 접종 및 접종 후 관리

- 포자현탁액이 식물체의 앞에서 흘러내리지 않도록 Tween 20 용액을 완성된 포자현탁액에

각각 최종 농도가 250 ppm이 되도록 추가하여 분무 접종하였다.

- 접종한 유묘는 dew chamber(25℃)에서 각각 24 h, 48 h 동안 습실 처리하였다.
- 항온항습실(25℃, RH 80%)로 이동하여 하루에 12시간씩 광을 처리하며 저면관수하여 병을 관찰하였다.

(라) 병조사

- 접종 후 3일, 4일에 2엽을 대상으로 병반면적율(%)을 조사하였다.

② 결과 및 고찰

- 두 품종 모두 24시간동안 습실처리를 하였을 때보다 48시간동안 습실 처리를 한 식물체에 발병정도가 조금 더 많이 진전되었다는 것을 알 수 있었다. 하지만 습실 처리를 24시간 하는 경우와, 48시간 하는 경우 둘 다 발병 정도에 큰 차이가 없으므로 습실 처리기간은 검은 무늬병 발병에 큰 차이가 없다는 것으로 판단되었다(Fig. 13).

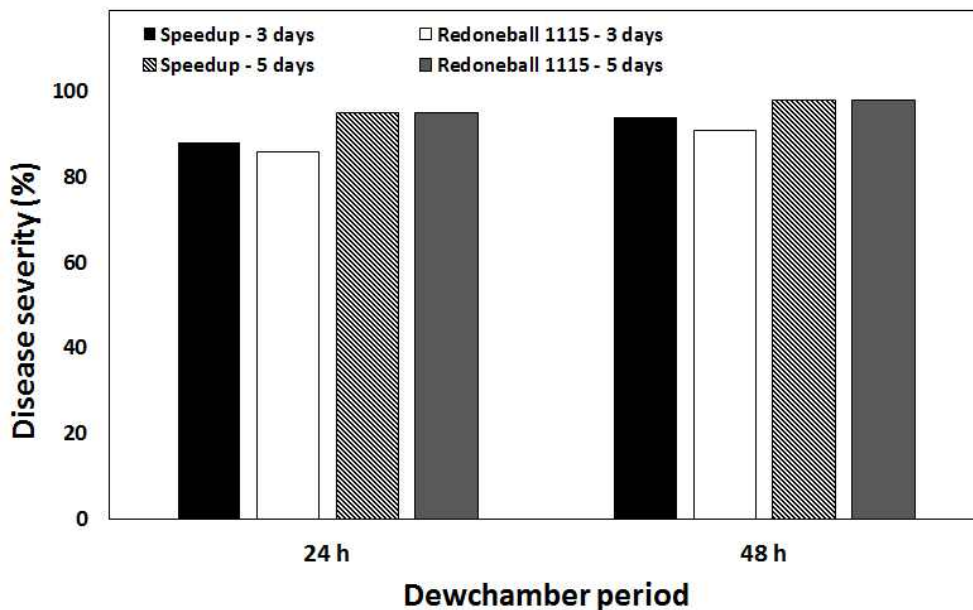


Fig. 13. Development of onion black spot according to incubation period in a dew chamber.

(5) 식물체의 품종에 따른 양파 검은무늬병 발생

① 재료 및 방법

(가) 식물 재배

- 72원형 플러그 포트에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 36가지의 품종을 각각 두 립씩 파종한 뒤 온실에서 재배하였다.
- 파종 후 18일이 지나면 슈아넨 다음, 충분히 자랄 때까지 재배하였다.
- 3엽까지 전개된 식물은 72원형 플러그 포트를 5반복이 되도록 일렬로 자른 후 식물체의 줄기와 잎이 쓰러지지 않도록 지지대와 철사를 이용하여 고정시킨 후 실험에 사용하였다.

(나) 접종원 준비

- PDA 배지에서 7일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 juice agar 배지 10 plate에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양하였다.
- 배양된 균주의 균총을 멸균된 칼로 살살 긁어낸 후, Petri dish 뚜껑을 열어 항온항습실(RH 80%, 광:암=12 h:12 h)에서 2일 동안 포자를 유도하였다.
- 2일 동안 뚜껑을 열어두어 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 부어 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 다음 4겹의 거즈에 여과시켜 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하여 포자현탁액을 준비하였다.
- 포자현탁액이 만들어지면 광학현미경 하에서 포자수를 측정하여  $1 \times 10^5$  spores/mL 농도의 포자현탁액을 준비하였다.

(다) 접종 및 접종 후 관리

- 포자현탁액이 식물체의 잎에서 흘러내리지 않도록 Tween 20 용액을 완성된 포자현탁액에 각각 최종 농도가 250 ppm이 되도록 추가하여 분무 접종하였다.
- 접종한 유묘는 dew chamber(25°C)에서 각각 48 h 동안 습실 처리하였다.
- 항온항습실(25°C, RH 80%)로 이동하여 하루에 12시간씩 광을 처리하며 저면관수하여 병을 관찰하였다.

(라) 병조사

- 접종 후 3일, 5일에 2엽을 대상으로 병반면적율(%)을 조사하였다.

② 결과 및 고찰

- 36가지의 품종에 따른 양파 검은무늬병의 발병 정도를 조사한 결과 36가지 품종에서 모두 병이 관찰되었고, 접종 3일 후 병조사와 5일 후 병조사를 하였을 때 둘 다 높은 발병도를 나타내었으므로 현재 시판중인 양파 품종에서는 저항성 품종이 없다고 판단되었다(Fig. 14).

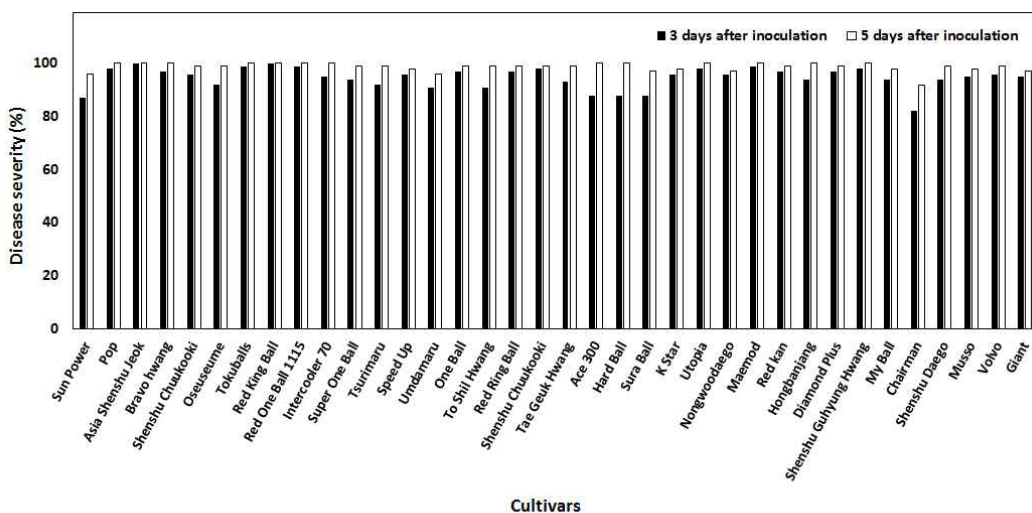


Fig. 14. Development of onion black spot according to commercial onion cultivars.

#### 마. 확립된 병리검정법

양파 검은무늬병에 대한 검정을 좀 더 효율적으로 실시하기 위해서 병리검정법을 확립하였다.

##### ① 식물 재배

- 72원형 플러그 포트에 원예용상토 5호(부농사)를 넣고 실험 종자를 한 포트당 1-2립씩 파종한 뒤 온실 상에서 충분한 물을 공급하며 재배한다.
- 종자가 발아한 후 생장이 고른 개체로 포트 당 1주씩 남기고 솟아주고 파종 후 약 28일 동안 재배한 유묘(2엽 충분히 발달, 3엽 1/2 발달)를 사용한다.
- 72원형 플러그 포트를 세로 방향으로 일렬로 자른 후, 식물체의 줄기와 잎이 쓰러지지 않도록 지지대와 철사를 이용하여 고정시킨 후 실험에 사용한다(Fig. 15).

##### ② 접종원 준비

- PDA 배지에서 7일 동안 25°C의 조건에서 배양한 *A. porri* KACC 42998 균주를 직경 8.6 cm Petri dish의 V8 juice agar 배지 10 plate에 7 mm 지름의 cork borer로 3조각씩 치상하고 25°C에서 7일 동안 배양한다.
- 배양한 균주의 균총을 멸균된 칼로 살살 긁어낸 후, Petri dish 뚜껑을 열어 25°C 항온항습실(RH 80%, 광:암=12 h:12 h)에서 2일 동안 배양하여 포자를 유도한다.
- 포자가 유도된 균주에 멸균수를 10 mL 붓고 멸균된 붓으로 포자를 살살 긁어 수확한 다음, 포자 이외에 균사 등의 이물질을 제거하기 위해 4겹의 거즈로 여과시켜 준다.
- 광학현미경 하에서 hemocytometer를 이용하여 포자수를 측정하고, 수거된 포자를 멸균수로 희석하여  $1 \times 10^5$  spores/mL 농도의 포자현탁액을 준비한다.

##### ③ 접종 및 접종 후 관리

- 포자현탁액이 식물체의 잎에서 흘러내리지 않도록 Tween 20 용액을 완성된 포자현탁액에 각각 최종 농도가 250 ppm이 되도록 첨가하여 분무 접종한다.
- 접종한 유묘는 dew chamber(25°C)로 옮기고 24 h 동안 습실처리한다.
- 항온항습실(25°C, RH 80%)로 이동하여 하루에 12시간씩 광을 처리하고 저면관수하여 병 발생을 관찰한다.

##### ④ 병조사

- 접종 후 3일, 5일에 2엽을 대상으로 병반면적율(%)을 조사한다.



Fig. 15. Planted onion fixed by wire and stick.

## 5. 병리검정 서비스

Table 1. 연차별 병리검정 서비스내역

구 분	의뢰 건수(건)	의뢰 기관 수(개)	병리검정 표(주)	병리검정(주)
2차년도	5	1	2,000	2,823
3차년도	9	4	4,000	5,310
4차년도	8	3	4,000	5,340
합계	22		10,000	13,473

Table 2. 병리검정 의뢰내역

번호	의뢰일	의뢰기관	작물	시료	수량(주)	대상 식물병	연차별 합계
1	14-09-23	코레곤	브로콜리	종자	920	시들음병	2,823
2	14-09-23	코레곤	브로콜리	종자	920	뿌리혹병	
3	14-11-27	코레곤	양배추	종자	460	뿌리혹병	
4	14-11-27	코레곤	양배추	종자	460	시들음병	
5	15-01-22	순천대	백합	식물	63	잎마름병	
6	15-02-05	조은종묘	양배추	종자	3,110	뿌리혹병	5,310
7	15-02-05	조은종묘	양배추	종자	810	시들음병	
8	15-06-16	순천대	양배추	종자	190	균핵병	
9	15-07-31	순천대	양배추	종자	20	균핵병	

10	15-11-09	한국종묘	양배추	종자	200	뿌리혹병	
11	15-11-09	한국종묘	양배추	종자	200	검은썩음병	
12	15-11-10	코레곤	양배추	종자	360	검은썩음병	
13	15-11-10	코레곤	양배추	종자	360	뿌리혹병	
14	15-12-22	순천대	양배추	종자	60	균핵병	
15	16-08-25	코레곤	양배추	종자	400	시들음병	5,340
16	16-08-25	코레곤	양배추	종자	400	흑부병	
17	16-08-25	코레곤	양배추	종자	400	뿌리혹병	
18	16-09-06	한국종묘	양배추	종자	200	뿌리혹병	
19	16-09-06	한국종묘	양배추	종자	200	검은썩음병	
20	16-09-28	조은종묘	양배추	종자	3,260	뿌리혹병	
21	16-09-28	조은종묘	양배추	종자	240	검은썩음병	
22	16-09-28	조은종묘	양배추	종자	240	시들음병	

## 제 3 절 수출마케팅 및 지원시스템 구축

### 1. 세계 및 한국 원예 종자 산업의 현황

#### 가. 세계 종자 산업 동향

##### (1) 세계 종자산업 규모는 약 700억 달러로 지속적인 시장 성장세

- 지속적인 소득(GDP) 증가와 인구 증가로 인한 채소 소비 증가
- 종자가격 상승 : 1대교잡종 재배면적의 증가와 신품종 출시
- 고품질 종자 요구도 증가 : 직파 비중이 줄고 정식되는 비중 증가
- 차별화된 소비자 요구: 풍미/영양/신선도 반영한 시장 확대

##### (2) 세계 종자 시장 미국, 네덜란드, 스위스, 일본 등 기업 장악

##### (3) 다국적 종자회사의 대형화 및 시장 확대

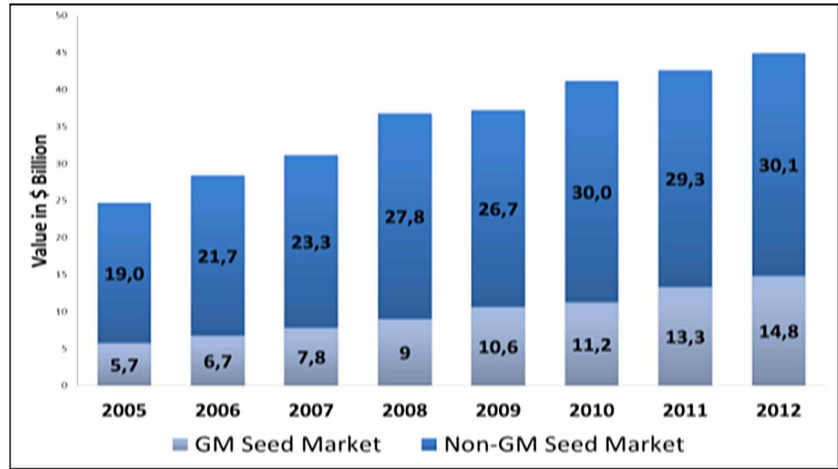
- 지속적인 인수합병 : 매출 증가 + 선택과 집중을 통해 효율성 제고
- 상위 Top 11 전체시장의 74% 차지(매년 30건 인수합병)
- 인도, 중국, 아프리카의 인구 증가로 채소종자 소비 증가
- 세계 인구 약70억, 2050년에는 현재 인구의 두 배 증가 예정
- 종자 단가 인상되는 요인도 시장성장의 원인
- 종자가격 상승 요인
  - ① 1. 종자 단가 인상
  - ② OP종에서 F1시장(교잡종)으로 시장변화
  - ③ 새로운 특성을 가진 품종이 나올 때
  - ④ 직파에서 육묘로 변화
  - ⑤ 생산자 및 소비자 고품질 요구도 증가
  - ⑥ 소비자들의 차별화(맛, 영양, 신선도)된 요구도 증가

##### (4) 유전자 조작(GMO) 농산물의 세계 지배와 세계인의 우려(곡물종자 위주)

##### (5) 신품종 출현으로 재래종이 소멸하는 유전자 침식 심화

#### 나. 세계 종자시장 규모

세계 종자의 품질향상과 GMS 농작물의 생산량이 증가하였음. 세계 주요국 농산물 종자 시장 규모는 2013년 기준 44,925백만 달러이며, 국가별로 살펴보면 미국 12,000백만 달러, 중국 9,950백만 달러, 프랑스 2,800백만 달러 순임. 한국의 종자 시장 규모는 세계 시장의 0.89%인 약 400백만 달러 수준임



자료 : Elaboration by EP PolDep B(ISF, ISAAA)

그림 1. 세계 종자시장 규모

표 1. 주요 국가별 종자 시장 규모(US\$ Billion)

Country	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Market share (2012)
USA	4,582	5,575	6,202	8,159	8,603	9,052	8,621	9,340	27%
China	2,411	3,584	2,919	4,079	4,302	7,166	6,490	7,744	22%
EU	4,903	4,972	5,839	5,849	6,511	6,974	6,968	7,106	20%
Brazil	965	1,195	1,459	1,360	1,434	1,509	1,886	2,043	6%
Canada	442	438	401	374	394	415	395	1,650	5%
India	482	1,035	1,094	1,020	1,075	1,509	1,437	1,557	4%
Japan	2,009	1,991	1,094	816	896	1,056	1,114	1,051	3%
Argentina	748	741	693	501	498	453	542	771	2%
Turkey	137	199	255	255	287	302	287	584	2%
Rest of the world	3,148	2,870	2,752	2,599	2,709	2,619	2,888	3,121	9%
Total	19,827	22,600	22,711	25,012	26,710	31,054	30,626	34,967	100%

자료 : PolDep B (국제 종자 협회 등)

표 2. 주요 국가 종자 시장 규모(2013년)

(단위 : 백만 달러)

순위	국가	시장 규모	종자 시장 점유율
1	미국	12,000	26.71
2	중국	9,950	22.15
3	프랑스	2,800	6.23
4	브라질	2,625	5.84
5	캐나다	2,120	4.72
6	인도	2,000	4.45
7	일본	1,350	3.01
8	독일	1,170	2.60
9	아르헨티나	990	2.20
10	이탈리아	767	1.71

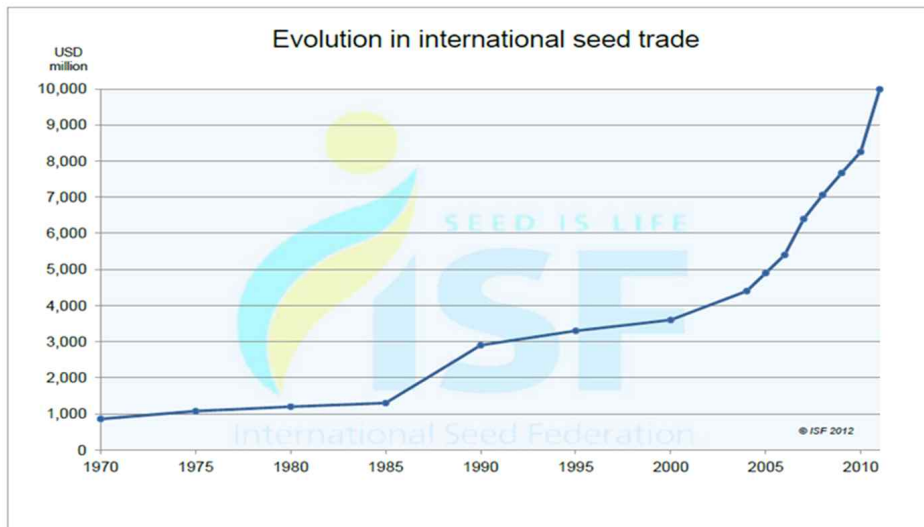


11	스페인	750	1.67
12	네덜란드	660	1.47
13	러시아	590	1.31
14	영국	500	1.11
15	남아프리카	450	1.00
16	호주	428	0.95
17	<b>한국</b>	<b>400</b>	<b>0.89</b>
<b>계</b>		<b>39,150</b>	<b>87.13</b>
총 종자시장 규모*		44,925	100

주: \*는 총 종자시장 규모는 상위 17개 이외 국가의 시장 규모를 포함함.

자료 : International Seed Federation(ISF, 2013. 6).

국제시장 종자 교역량은 1970년부터 2011년까지 꾸준히 증가하는 추세임. 1995년 약 33억 달러에서 2005년 50억 달러, 2011년은 100억 달러로 짧은 기간 동안 급증함



자료 : International Seed Federation(ISF, 2012).

그림 2. 연도별 국제 종자 교역량(1970년~2011년)

국가별 종자 수출액을 살펴보면, 프랑스가 2012년 기준 1,804백만 달러로 가장 많은 종자 수출액을 나타내고 다음은 네덜란드이며, 네덜란드는 원예 종자의 수출액이 가장 많은 것으로 나타남. 중국의 경우도 네덜란드와 마찬가지로 곡물이나 화훼 보다 원예 종자의 수출이 더 많았으며, 한국은 곡물 10백만 달러, 원예 40백만 달러로 총 50백만 달러의 수출액을 나타내고 있음

표 3. 상위 30개 국가 종자 수출액(2012년)

(단위 : 백만 달러)

순위	국가	곡물	원예	화훼	합계
1	프랑스	1,437	349	18	1,804
2	네덜란드	256	1,255	72	1,583
3	미국	930	529	72	1,531

4	독일	638	58	31	727
5	칠레	218	150	20	388
6	헝가리	374	11	-	385
7	캐나다	317	6	-	323
8	이탈리아	198	116	1	315
9	덴마크	221	42	2	265
10	중국	79	158	14	251
11	루마니아	217	1	-	218
12	벨기에	203	3	2	208
13	멕시코	175	27	1	203
14	브라질	151	14	-	165
15	영국	120	21	10	151
16	아르헨티나	135	15	-	150
17	일본	33	91	21	145
18	스페인	94	51	-	145
19	이스라엘	21	105	-	126
20	오스트리아	116	2	-	118
21	뉴질랜드	54	57	-	111
22	오스트레일리아	84	24	-	108
23	슬로바키아	94	-	-	94
24	태국	7	73	-	80
25	남아프리카공화국	52	26	-	78
26	인도	30	36	1	67
27	터키	41	12	2	55
28	한국	10	40	-	50
29	체코	42	5	-	47
30	페루	9	37	-	46
총계		6,792	3,447	304	10,543

주: 총계는 상위 30개 이외 국가의 수출액 포함함.  
 자료 : International Seed Federation(ISF, 2012).

국가별 종자 수입액을 살펴보면, 미국이 2012년 기준 1,312백만 달러로 가장 많은 종자 수입액을 나타냄. 이어서 독일, 프랑스, 네덜란드, 이탈리아 순으로 종자를 많이 수입하는 국가이며, 한국은 곡물 종자 31백만 달러, 원예 종자 73백만 달러, 화훼 종자 7백만 달러로 총 111백만 달러를 수입하였음

표 4. 상위 30개 국가 종자 수입액(2012년)

(단위 : 백만 달러)

순위	국가	곡물	원예	화훼	합계
1	미국	870	369	70	1,312
2	독일	590	90	20	700
3	프랑스	540	137	10	687
4	네덜란드	263	373	49	685
5	이탈리아	242	170	10	422

6	스페인	176	197	1	374
7	러시아	310	58	5	373
8	멕시코	133	221	1	355
9	영국	202	70	15	287
10	중국	143	111	14	268
11	우크라이나	238	30	-	268
12	일본	98	113	20	231
13	벨기에	195	31	2	228
14	캐나다	133	75	15	223
15	터키	64	122	2	188
16	폴란드	122	50	3	175
17	루마니아	129	16	2	147
18	헝가리	125	14	-	139
19	브라질	50	67	3	120
20	호주	57	53	3	113
<b>21</b>	<b>한국</b>	<b>31</b>	<b>73</b>	<b>7</b>	<b>111</b>
22	오스트리아	97	13	1	111
23	덴마크	81	24	1	106
24	남아프리카공화국	68	32	1	101
25	아르헨티나	77	18	-	95
26	모로코	46	47	-	93
27	체코	83	8	-	91
28	인도	23	52	9	84
29	포르투갈	42	29	-	71
30	불가리아	62	7	-	69
<b>총계</b>		<b>6,792</b>	<b>3,447</b>	<b>304</b>	<b>10,543</b>

주: 총계는 상위 30개 이외 국가의 수입액 포함함.  
 자료 : International Seed Federation(ISF, 2012).

몬산토는 1년에 3개의 회사에서 자료 받아 종자 시장 규모 추정하는데, 회사마다 관점에 따라 시장크기 차이가 있어 정확하게 파악하기 어려움

표 5. 세계 주요 채소 종자 시장 규모

작물	2014(M \$)	2015(M \$)
토마토	2,039	2,246
멜론/수박	747	822
십자화과	910	1,005
고추	822	903
상추	240	262

양파	380	422
당근	96	104
기타	2,281	2,467
계	7,521	8,234

자료 : 용역보고서 자료

2009년 세계의 다국적 종자 기업인 몬산토는 7,297백만 달러의 매출액을 나타내며 전체의 27%로 가장 높은 점유율을 보임. 다음은 듀폰 17%, 신젠타 9% 순으로 이어졌으며, 상위 10대 종자 기업이 74%의 시장점유율을 차지함으로써 이들 다국적 기업이 세계 종자 시장을 장악하고 있음.

표 6. 세계 10대 종자 기업 시장점유율 현황(2009년)

(단위 : 백만 달러, %)

순위	기업명(국가)	종자 매출액	종자 시장 점유율
1	Monsanto(미국)	7,297	27
2	Dupont(미국)	4,641	17
3	Syngenta(스위스)	2,564	9
4	Groupe Limagrain(프랑스)	1,252	5
5	Land O' Lakes (미국)	1,100	4
6	KWS AG (독일)	997	4
7	Bayer Crop Science (미국)	700	3
8	Dow Agro Sciences (미국)	635	2
9	Sakata (일본)	491	2
10	DLF-Trifolium A/S (덴마크)	385	1
상위 10개 기업 합계		20,062	74

자료 : ETC Group, Action Group on Erosion, Technology and Concentration(2009).

표 7. 다국적 종자회사별 종자 매출

순위	회사	국적	2013년 (백만 달러)	2014년 (백만 달러)	주요 작물
1	몬산토	미국	10,261	10,685	옥수수 > 대두 > 채소 > 목화
2	듀폰 파이오니아	미국	8,181	7,614	옥수수 > 대두
3	신젠타	스위스	3,204	3,155	옥수수 > 채소 > 대두
4	빌모린	프랑스	1,904	2,038	채소 > 옥수수
5	다우	미국	1,614	1,604	옥수수 > 목화 > 대두
6	KWS	독일	1,484	1,601	옥수수 > 목화 > 대두
7	바이엘	독일	1,293	1,466	채소 > 목화 > 대두
8	AgReliant Genetics	미국	695	692	옥수수 > 대두
9	DLF Trifolium	덴마크	463	591	기타 작물
10	다키이	일본	474	454	채소 > 화훼
11	사카타	일본	392	399	채소 > 화훼

표 8. 세계 종자 회사 연도별 시장 점유율

1985	\$M	% of global seed marker	1996	\$M	% of global seed marker	2009	\$M	% of global seed marker	2012	\$M	% of global seed marker
Company	Net sales		Company	Net sales		Company	Net sales		Company	Net sales	
PIONEER	735	4.1	PIONEER	1500	5.0	MONSANTO	7297	17.4	MONSANTO(USA)	9800	21.8
SANDOZ	290	1.6	NOVARTIS	900	3.0	DOUPNT-PIONEER	4700	11.2	DUPONT-PIONEER(USA)	7000	15.5
DEKALB	201	1.1	LIMAGRAIN	650	2.2	SYNGENTA	2564	6.1	SYNGENTA (SWITZERLAND)	3200	7.1
UPJOHN-ASGROW	200	1.1	ADVANTA	460	1.5	LIMAGRAIN	1155	2.8	LIMAGRAIN (FANCE)	1700	3.8
LIMAG-RAIN	180	1.0	SEMINIS	375	1.3	KWS	920	2.2	WINFIELD (USA)	1300	3.5
SHELL NICKERSON	175	1.0	TAKII	320	1.1	BAYER	645	1.5	KWS (DENMARK)	1300	2.9
TAKII	175	1.0	SAKATA	300	1.0	DOW	635	1.5	DOW(USA)	1000	2.9
CIBAGEIGY	152	0.8	KWS	255	0.9	SAKATA	485	1.2	BAYER (GERMANY)	0.4	2.2
VANDERHAVE	150	0.8	DEKALB	250	0.8	LAND O'LAKES	?	?	SAKATA (JAPAN)	0.4	1
Share in Global Seed Market (GSM)		12.5%			16.7%			>4.4%			62%

표 9. 세계 채소 종자 회사별 시장 점유율(2012)

Company	Country	Turnover (Vegetable seeds, in € million)	Estimated global market share	Cumulated market shares
MONSANTO	USA	655	14%	14%
VILMORIN (Limagrain group)	France	527	11%	25%
SYNGENTA	Switzerland	468	10%	35%
NUNHEMS (Bayer Crop Science)	Germany	299	6%	41%
RIJK ZWAAN	Netherlands	299	5%	46%
SAKATA	Japan	220	5%	51%
Other companies*		2400		
Total world market for vegetable seeds*		4800		

나. 한국 원예 종자 수출입 동향

국내 주요 원예 종자 수출액은 2013년에는 4,028만 달러이며, 무 종자(922만 달러)가 원예 종자 수출에서 가장 큰 비중을 차지함. 이어서 고추(912만 달러), 양배추(387만 달러), 토마토(272만 달러) 종자 순으로 수출하는 것으로 나타남

표 10. 우리나라 원예 종자 수출 동향

(단위 : 톤, 만 달러)

구분	2012년		2013년	
	중량	금액	중량	금액
양배추	32.0	428.2	34.8	387.4
토마토	5.1	330.4	6.7	272.5
양파	8.8	99.2	34.3	187.0
무	164.5	556.6	261.8	922.3
고추	16.0	1,010.2	12.4	912.1
기타(과속종자)	27.7	58.9	23.1	40.8
기타(채소종자)	222.6	1,558.8	257.0	1,306.5
총계	476.7	4,042.2	630.2	4,028.6

자료 : 한국농수산물유통공사, 농수산물수출지원정보 수출입통계.

국내 원예 종자 수입액은 2013년에는 8,167만 달러였으며, 무 종자(1,389만 달러)가 가장 많이 수입 됨. 다음은 양파(1,363만달러), 고추(1,352만달러), 토마토(871만달러) 종자 순으로 수입이 이루어짐

표 11. 우리나라 원예 종자 수입 동향

(단위 : 톤, 만 달러)

구분	2012년		2013년	
	중량	금액	중량	금액
양배추	68.5	267.1	45.6	237.8
토마토	3.7	654.6	5.7	871.7
양파	53.4	1,297.4	55.3	1,363.5
무	966.4	971.0	1,250.1	1,389.5
고추	44.3	1,031.9	38.9	1,352.4
기타(과속종자)	134.6	274.1	279.8	416.5
기타(채소종자)	1,334.7	2,818.4	1,293.6	2,535.8
총계	2,605.5	7,314.6	2,968.9	8,167.3

자료 : 한국농수산물유통공사, 농수산물수출지원정보, 수출입통계.

한국 채소종자의 중국 수출 통계를 살펴보면, 2012년 7,645천 달러에서 2013년 8,054천 달러로 약간 증가하였으며 특히 무, 양배추 종자가 중국에 가장 많이 수출됨

표 12. 한국 채소종자 중국 수출 동향

(단위 : 톤, 천 달러)

구분	2012년		2013년	
	중량	금액	중량	금액
양배추	12.49	1,177.63	12.82	1,284.42
토마토	0.42	979.45	0.01	17.99

양파	0.56	64.03	2.08	132.79
무	17.80	1,524.15	49.91	3,655.08
고추	1.71	270.66	2.50	660.18
기타(파속종자)	2.81	139.84	1.12	88.18
기타(채소종자)	49.44	3,789.45	35.09	2,216.14
총계	85.23	7,945.20	103.51	8,054.77

자료 : 한국농수산물유통공사, 농수산물수출지원정보, 수출입통계.

반면, 중국 채소종자의 한국 수출 통계를 살펴보면, 2013년 19,249천 달러로 한국 종자의 수출액에 비해 2배 이상 많이 수출하는 것으로 나타남. 특히 무, 고추, 양파 종자가 한국으로 가장 많이 수출됨

표 13. 한국 채소종자 중국 수출 동향

(단위 : 톤, 천 달러)

구분	2012년		2013년	
	중량	금액	중량	금액
양배추	1.43	62.12	0.24	14.77
토마토	2.22	1,133.63	2.43	1,244.04
양파	2.93	528.01	13.47	3,154.65
무	193.66	3,466.97	235.00	4,346.45
고추	33.94	2,903.89	27.78	3,563.30
기타(파속종자)	19.24	18.63	116.75	132.26
기타(채소종자)	490.10	8,376.65	408.19	6,793.90
총계	743.50	16,489.90	803.85	19,249.37

자료 : 한국농수산물유통공사, 농수산물수출지원정보, 수출입통계.

## 2. 원예종자의 중국 수출 마케팅 전략 및 지원시스템 구축

### 가. 중국 원예 종자 산업의 현황

원예 분야에 있어 중국은 세계 최대 생산국으로서 WTO 가입 이후 뚜렷한 증가세를 보임. 2010년 기준 중국의 채소 종자 시장은 약 3억 6,000만 달러 수준이며, 주요 품목 가운데 고추의 비율이 14.8%, 토마토 12.4%, 오이 12.3%, 양배추 10.2% 순임

수출입 현황을 살펴보면, 먼저 수출량은 2004년을 기준으로 감소하고 있으나 금액은 매년 늘어나 2013년 14,649만 달러정도이며, 수입액 역시 수입량의 증감에 관계없이 매년 증가하고 있는 점에서 해마다 종자 가격이 상승하고 있음을 예측할 수 있음

표 14. 중국의 채소 종자 연도별 수출입 동향

(단위 : 톤, 만 달러)

연도	수출		수입		합계	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액
2004	6,072	2,872	6,087	3,908	12,159	6,781
2005	5,612	3,520	7,472	4,277	13,084	7,798
2006	5,086	3,692	4,610	5,237	9,696	8,930
2007	4,883	4,658	5,224	5,476	10,107	10,134
2008	4,033	5,375	7,200	6,819	11,234	12,195
2009	4,130	6,801	6,888	7,351	11,019	14,152
2010	3,745	7,416	7,775	10,628	11,520	18,044
2011	3,852	10,509	7,887	11,467	11,740	21,977
2012	6,130	15,865	7,714	11,424	13,845	27,289
2013	6,119	14,649	7,829	12,537	13,948	27,186

자료 : 중국해관총서(<http://www.customs.gov.cn/>) 자료를 재정리함

국가별 수출입 현황을 보면 최대 수출 대상국은 미국이나, 한국 시장도 높은 증가율을 보임

표 15. 중국의 채소 종자 국가별 수출 현황

(단위 : 만 달러, %)

순위	국가명	2012		2013	
		금액	증가율	금액	증가율
1	미국	6,821	82.6	5,339	-21.7
2	네덜란드	3,059	58.1	2,975	-2.7
3	한국	1,304	37.3	1,511	15.8
4	일본	905	57.3	925	2.2
5	이탈리아	595	-2.5	750	25.9
6	프랑스	606	33.5	627	3.4
7	인도	365	-40.7	288	-21.3
8	스페인	250	103.1	240	-4
9	태국	284	30.7	239	-15.9
10	홍콩	185	20.3	219	18.3

출처 : 중국해관총서

최대 수입국은 일본이며, 2002~2008년 사이 2.5배 증가하여 2013년 3,713만 달러 정도임. 상위 10위 수입국의 총 수입액은 2002년 약 2,691만 달러에서 2013년 9,070만 달러로 3.3배 증가하여 중국의 종자 시장이 확대되고 있음을 알 수 있음



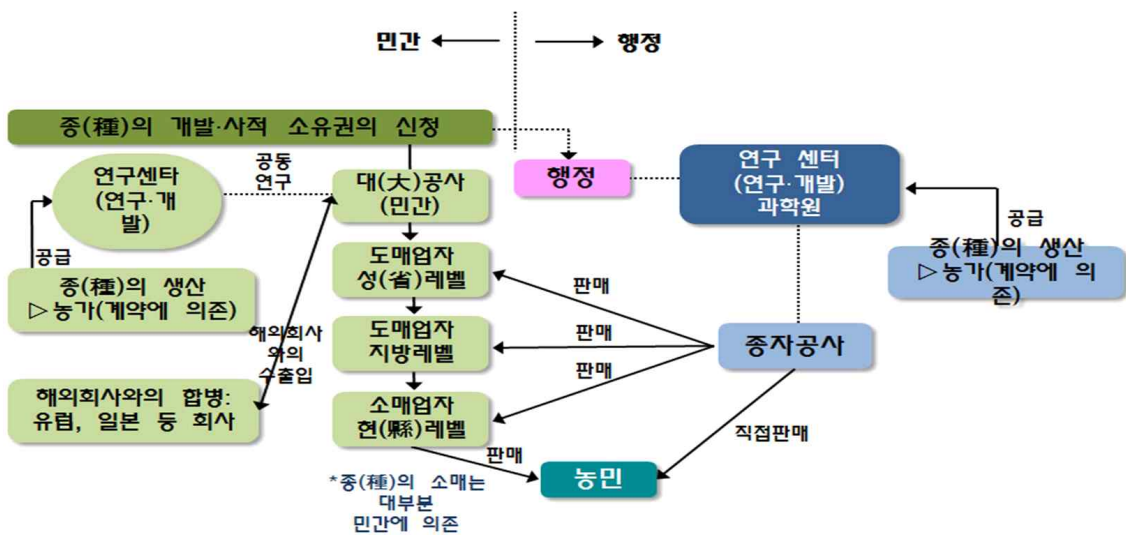
표 16. 중국의 채소 종자 국가별 수입 현황

(단위 : 만달러, %)

순위	국가명	2012		2013	
		금액	증가율	금액	증가율
1	일본	3,163	-13	3,713	17.4
2	태국	1,101	11.4	1,439	30.7
3	미국	1,663	9.6	1,333	-19.8
4	칠레	687	-0.1	757	10.1
5	한국	696	108.7	726	4.3
6	이탈리아	470	-50	699	48.6
7	이스라엘	431	-15.8	624	44.8
8	인도네시아	404	102.3	452	12.1
9	네덜란드	120	-54.3	376	211.5
10	프랑스	332	-22.1	298	-10

출처 : 중국해관총서

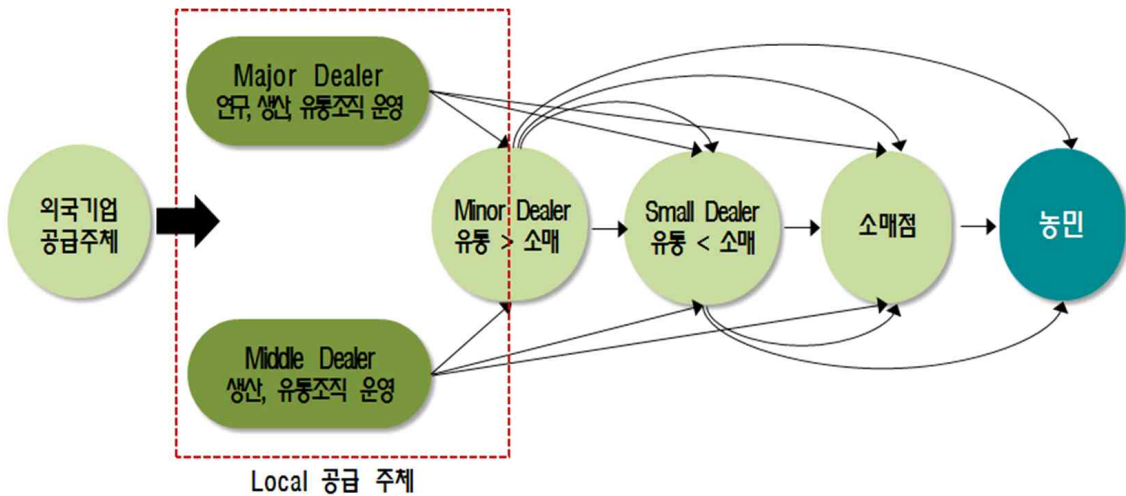
중국 종자 유통조직은 크게 민간과 행정으로 나누어지며, 아래와 같은 유통 구조를 가짐. 계약에 의해 농가에서 종자를 생산하게 되면 연구 센터에서 종자공사로 이행되어 종자공사가 개별 농민이나 도·소매업자, 대공사 등에게 판매가 이루어지고 대공사에서 해외회사와의 합병을 통해 종자의 수출입 등이 가능해지게 됨



자료 : 농축산업진흥기구 홈페이지

그림 2. 중국 종자 유통 조직

- 외국산 종자의 유통경로는 크게 Major Dealer와 Middle Dealer가 연구, 생산, 유통조직의 운영을 하며 Minor Dealer, Small Dealer, 소매점, 농민으로 공급이 이어짐



자료 : 김용희, 『중국 채소종자 시장개척 및 향후 대응 전략』, 농촌진흥청원예연구소, 2007.

그림 3. 외국산 종자의 유통경로

### (1) 양배추

중국의 양배추 재배면적 70-100만ha, 종자 소요량 150~200톤 가장 큰 주요 시장임. 중국 저가 로컬 품종을 제외한 종자 시장규모는 252억 원, 재배면적과 종자가격이 꾸준히 상승하는 추세임. 종자의 시장가격은 약 100 달러/kg 수준으로 대부분 저가임. 해외 수입 양배추 종자는 내병성과 환경 저항성이 우수하여 농가 및 거래처의 관심이 상승 중이며, 수입종 비율이 점진적으로 높아지고 있음. 각 지역에서 주로 요구되는 특성은 내재해성(내서성, 내한성)과 병충해 저항성(시들음병, 뿌리혹병, 검은 썩음병, 연부병), 뿌리혹병 내병계 품종의 종자 가격 일반계보다 2배임. 기후 변화와 핵가족화 등으로 인해 구중 1-1.5kg 수준의 원형계 극조생 및 조생 품종의 비중이 가장 높고, 계속 증가할 것으로 보임. 국내 기업 중 일부는 시장선도 제품을 보유하고, 중국 진출이 활발하게 이루어짐. 양배추의 성별 재배면적은 광둥성이 8.5만ha로 중국 전체 양배추 재배면적에서 9.1%를 점유하고 있으며, 다음은 호북성이 7.8만ha(8.3%), 하북성 7.5만ha(8.0%), 호남성 6.8만ha(7.3%) 순임

표 17. 중국의 주요 성별 양배추 재배면적

			(단위 : 만ha, %)		
주요성	재배면적(만ha)	비율(%)	주요성	재배면적(만ha)	비율(%)
광둥성	8.5	9.1	복건성	6.0	6.4
호북성	7.8	8.3	하남성	5.7	6.1
하북성	7.5	8.0	광서성	5.2	5.5
호남성	6.8	7.3	강소성	4.7	5.0
사천성	6.3	6.7	산둥성	4.2	4.5
전국	93.7	100			

자료 : 중국농업부(2007)

현재 중국의 채소 재배면적은 배추 > 무 > 토마토 > 고추 > 양배추 순이며 양배추의 재배면적은 상대적으로 적지만, 앞으로 양배추 시장규모는 커질 것으로 예상됨. 중국의 양배추 시장은

원형 조생계가 재배면적 394,000ha, 종자소요량 296,000kg으로 가장 많은 시장을 장악하고 있으며 다음으로 편형계가 재배면적 220,000ha, 종자소요량 99,000kg으로 두 타입의 시장이 대부분임. 중국 내 품종 구성은 대부분 저가의 Local F1품종이 90%이상 점유하고, 고가의 해외 수입품종의 비율은 10%미만임.

표 18. 중국의 양배추 시장 특성 분석

타입	재배면적 (ha)	종자소요량 (kg)	시장크기 (MM USD)	주요 재배품종	주요 시장요구도
원형 조생계	394,000	296,000	8.3	Zhonggan series, 8398, Xiwang(Sakata)	조숙성, 원형, 내열구성, 내추대성, 녹색 구색, 맛, 내병성(흑부병, 뿌리혹병, 연부병)
원형 중조생계	14,000	6,000	1.2	Rareball(Kaneko), Saint(Seminis)	원형, 내열구성, 내습성, 내병성(흑부병, 뿌리혹병, 연부병)
원형 중만생계	4,000	2,000	1.0	1039(Bejo), Rinda(Seminis)	원형, 내열구성, 내한성, 녹색 구색, 구건도 강할 것, 수송성
편형 중만생계	4,000	2,000	0.4	Hanchun No.5(Japan)	편원형, 내열구성, 내한성, 녹색 구색, 내병성(흑부병, 연부병, 위황병), 내충성
편형계	220,000	99,000	4.8	Jingfeng No.1(IVF)	편형-편원형, 내서성, 고온결구력, 녹색 구색, 내병성(흑부병, 연부병), 내충성
레드계	100	50	0.0	Tailuo(Bejo)	원형, 내추대성, 구 내부색 자색 발현 우수, 내병성(흑부병)
포인트 양배추	15,000	7,000	0.3	Niuxin	포인트형, 내추대성, 내열구성, 녹색 구색, 맛, 내병성(흑부병, 연부병)
계	651,000	411,000	16.0		

자료 : 이상길, 중국원예종자 수출마케팅 강화방안 및 전략, 2014.1. 이하

중국의 한국산 종자의 단가는 kg당 139.24달러/천립로 양배추 전체 평균단가와 비교하여 7.74 배나 높고, 점유율은 매우 미미함. 일본계 종자회사 '다끼이'의 품종과 비교하면 45%정도 저렴한 것으로 보이며, '신젠타'의 품종과 비교해서도 45%정도 저렴함. 한국산과 일본산 모두 중국회사들의 낮은 가격으로 인한 가격 경쟁력 약화로 낮은 점유율 수준을 나타냄

표 19. 양배추 종자 가격 비교

(단위: 달러/kg)

구분	전체평균 단가(A)	한국계 단가(B)	일본계 단가(C)	기타국가 단가(D)	B/A	B/C	B/D
원형	18.0	139.24	253.16 (다끼이)	253.64 (신젠타)	7.74	0.55	0.55
편구형	25.0	-					
심장형	20.0	-					

자료 : 북경세농종묘유한공사 및 세미니스차이나

양배추 품종 외국계 시장 규모는 편구형만생 유형으로 가네꼬의 M-3 품종이 판매량 2,300kg, 금액이 5,750,000으로 가장 큰 시장규모를 형성하고 있음. 다음으로 편구형극만생 유형인 노자끼의 冬升 품종의 금액이 4,800,000으로 높았으며, 원형조생 유형인 사카다의 希望 품종도 3,500,000으로 높은 점유율을 나타냄. 고품질 종자인 유럽계 유형의 경우 판매량이 150kg, 250kg으로 시장 규모나 금액이 상대적으로 낮게 나타남

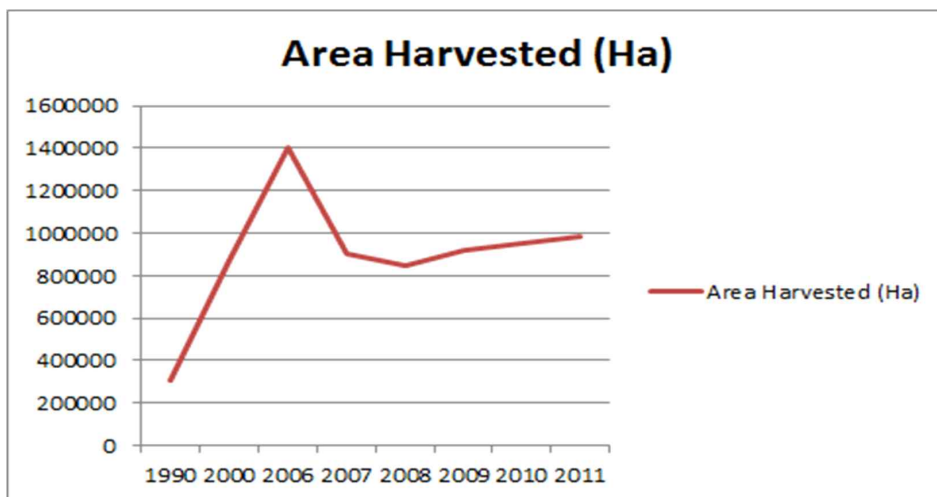
표 20. 양배추 품종 외국계 시장 시장규모

(단위: 위안)

유형	회사명	품종명	판매량(Kg)	단가/kg당	금액
원형조생	미카도	美味早生	1,200	1,800	2,160,000
	사카다	希望	1,000	3,500	3,500,000
원형중생	도끼다	曙光	1,000	2,000	2,000,000
	신젠타	先甘336	180	8,000	1,440,000
편구형조생	고바야시	强力50	1,000	800	800,000
편구형중생	다끼이	奥奇娜	200	2,400	480,000
편구형만생	가네꼬	M-3	2,300	2,500	5,750,000
	다끼이	寒将军	750	3,500	2,625,000
편구형극만생	노자끼	冬升	1,200	4,000	4,800,000
유럽계	bejo	1039	150	8,000	1,200,000
	bejo	1038	250	7,500	1,875,000

## (2) 토마토

중국 토마토 재배면적은 2000년 이후 86만 ha로 꾸준히 증가하다가 2006년 140만 ha를 기점으로 공급과잉으로 인해 면적이 줄었으나 다시 조금씩 증가 추세로 2012년 100만 ha(2012, FAO)로 세계 최대임



자료 : FAO 홈페이지

그림 4. 연도별 중국 토마토 재배면적 추이

중국은 세계 3위 토마토 생산국이며, 전 세계 토마토 수출량의 30%를 차지함. 주요 산지는 산둥, 요령, 하북, 산서, 신강(新疆) 자치구, 내몽골, 감숙(甘肅), 영하(寧夏), 흑룡강(黑龍江)성 등에 집중됨

표 21. 연도별 토마토 재배면적 및 생산량

(단위 : t, ha)

년도	수확면적	생산량
2008	850,933	39,938,708
2009	920,803	45,365,543
2010	924,735	47,116,084
2011	985,817	48,572,921
2012	1,005,003	50,125,055

자료 : FAO 홈페이지

주요 토마토 재배지역으로는 하남, 산둥, 하북, 산시, 강소, 호북 등으로 하남성이 12.3만ha로 중국 전체 토마토 재배면적에서 14%를 점유하고 있으며, 다음은 산둥성이 10만ha(11%), 하북성 8.71만ha(10%), 산시성 6.63만ha(7%), 강소성 5.04만ha(5%) 순임

표 22. 중국의 주요 성별 토마토 재배면적

(단위 : 만ha, %)

주요성	재배면적	비율
하남성	12.32	14
산둥성	10.0	11
하북성	8.71	10
산시성	6.63	7
강소성	5.04	5
호북성	4.5	5
기타	43.1	48
총 재배면적	90.0	100

자료 : 농촌진흥청 홈페이지

중국의 토마토 종자시장은 로컬 기업이 시장의 90%이상을 차지하며, 무한성장형 Pink계, 무한성장형 Red계, 방울토마토, 유한 성장형 Red계, 가공용 토마토로 5종류로 분류됨. 주요 품종은 대과(90%), 미니(5% 이내)로 나타나며, 과색은 Pink계통(50%)과 Red계통(50%)임. 유럽과 미국 기업이 고가품종 시장의 약 10% 정도를 차지하고 있음

표 23. 중국 토마토 시장 특성 분석

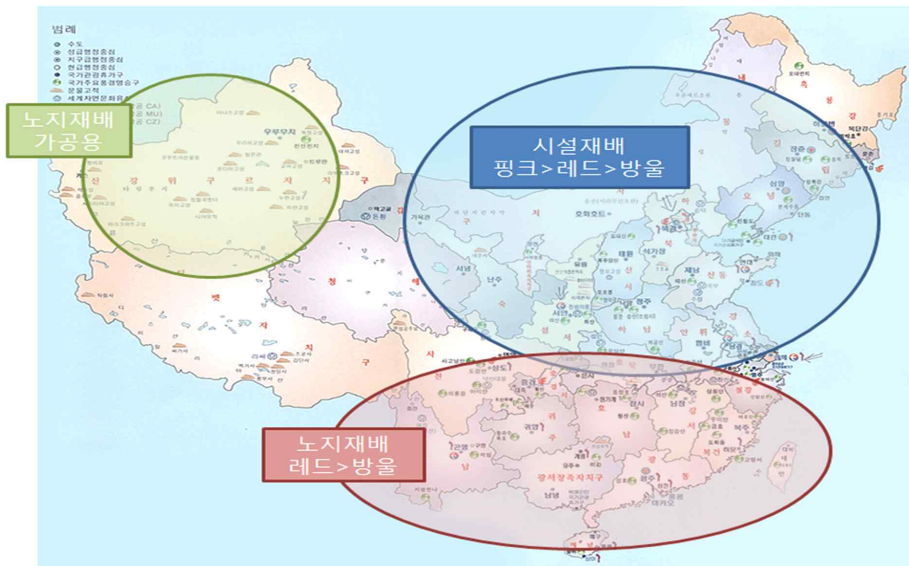
구분	타입	재배 형태	재배면적 (ha)	종자소요량 (kg)	시장크기 (USD)	주요 재배품종
F1	방울	시설	17,690	1,946	11,691,267	Oianxi, Havest
	핑크	시설	172,412	20,689	13,805,333	Jinpeng, Baoguan
		노지	226,733	51,015	20,244,760	L402, Jinpeng
	가공용	노지	101,967	104,405	6,922,970	TUGE Series, Shifa
	Round	노지	164,835	38,559	7,757,363	Hezuo903, Dahong
	LSL	시설	14,536	1,614	20,852,281	832, 1420, Provence

OP	Round	노지	104,300	26,075	3,409,830	Zhenxing Series
합계			802,472	244,303	84,683,804	

주: OP 중만생저장성품종

자료 : 이상길, 중국원예종자 수출마케팅 강화방안 및 전략, 2014.1. 이하

크기와 색상별로 분류해 보면 크기는 대과(200g 이상), 송이(80~150g), 방울(10~30g)로, 색상은 빨강, 분홍, 노랑, 주황, 담황, 갈색 등이 있음. 중국의 토마토 생산은 생식용 토마토 위주이나, 가공용 토마토 시장도 세계 2위 수준으로, 지속적으로 규모가 확대되고 있어 향후 수요가 크게 증가할 것으로 전망됨. 상용 종자의 비율은 농가에서 자가 채종을 얇고 시판종자를 구입하는 비율이며 2002년 51.2%에서 2008년에는 61.9%수준으로 증가함. 또한 토마토 종자비 역시 2002년 이후 꾸준히 증가하였음. 중국 토마토의 평균 종자 가격수준은 약 500~1,000불/kg 수준이지만 저가형 품종이 주를 이루고 있으며 점진적인 품질 개선으로 인해 종자가격이 상승하고 있으며, 중국 내 고가 시장은 주로 유럽과 미국기업의 종자를 중심으로 형성이 되어 있고 종자의 가격은 많게는 10,000~20,000불/kg수준까지 차이를 나타냄. 중국 토마토 재배지역에 따라 산동성, 하남성, 하북성 등 중국 내륙 북부 지역에서 주로 시설재배가 이루어지며 핑크토마토, 레드토마토, 방울 토마토 순으로 재배됨. 광둥성을 중심으로 한 남부지역에서는 노지재배가 주를 이루며 레드와 방울 토마토가 재배됨. 신강성, 감숙성 등 중국 서부지방은 노지 가공용 토마토 재배가 주를 이룸



자료 : 종자업체자료

그림 5. 중국에서 재배되는 토마토의 지역별 재배단지와 품종 현황

토마토 품종 외국계 시장규모는 red계 유형으로 신젠타의 齐达利 품종이 판매량 100kg인 총 금액 16,200,000으로 가장 큰 시장규모를 형성함. 다음으로 신젠타의 艾比利 품종이 16,000,000 금액으로 뒤를 이었으며, pink계 유형의 세미니스 欧盾 품종도 높은 판매량으로 그 뒤를 이음



표 24. 토마토 품종 외국계 시장 시장규모

(단위 : 위안)

유형	회사명	품종명	판매량(kg)	단가/kg당	총액
pink	세미니스	欧盾	250	50,000	12,500,000
	세미니스	普罗旺斯	60	150,000	9,000,000
	신젠타	迪芬尼	10	100,000	1,000,000
red	신젠타	齐达利	100	162,000	16,200,000
	신젠타	倍盈	100	80,000	8,000,000
	신젠타	拉比	60	110,000	6,600,000
	신젠타	艾比利	100	160,000	16,000,000
	리커즈완	百丽	230	42,000	9,660,000
	리커즈완	格雷	50	45,000	2,250,000
	세미니스	7728	30	110,000	3,300,000
미니분홍	대만농우	千禧	60	60,000	3,600,000
	대만농우	粉娘	60	6,400	384,000
	대만농우	碧娇	40	6,400	256,000
미니대홍	대만裕友	冬红1号	30	70,000	2,100,000
	대만长胜	夏红宝	20	60,000	1,200,000
미니대홍(串收)	리커즈완	佳西娜(112)	10	240,000	2,400,000

### (3) 양파

중국 양파 재배면적은 중국 내 통계자료와 다국적 기업의 미공개 내부문서와 9.3배의 큰 차이를 보임. 중국 정부 행정통계는 약 90만ha인 반면, 다국적 기업 내부문서는 96,565ha임. 중국 양파 재배면적의 통계차이에 대한 원인은 자가 채종 제외 외 다른 이유 명확히 이유 알 수 없으나 중국 통계의 불확실성으로 추측됨. 그러나 재배품종은 황피, 홍피, 백피, 가공용 양파 외에도 내수를 위한 소형계 황피 및 홍피, 샐러드 생산되며, 지역별로 장일계와 단일계, 중일계 등이 모두 재배되고 있어서 '양파강국'이라고 말할 수 있음. 또한 중국은 경제성장과 건강식품(고혈압 등)에 대한 수요증가로, 수출뿐 아니라 중국내 소비가 빠르게 성장하고 있으며, 수출은 주로 저장용이 일본과 한국에, 가공용은 주로 미국에 수출되고 있어서, 중국의 양파 종자시장은 상당한 폭으로 확대될 것으로 전망됨. 중국 양파 주산지는 산둥성, 내몽고, 감숙성, 동북 3성, 운남성, 복건성 등이며, 품종은 장일성 품종이 60% 차지함. 서북부지역은 장일성 및 중일성 품종을 산둥성과 강소성 등 중부지역은 단일성 월동품종을 주로 사용. 중국의 양파종자 시장가격은 60 불/kg 수준(고가 제품의 경우 200불/kg이상)이며, 종자 시장 규모는 1,674억 원 정도로 추측

표 25. 중국 양과 시장 특성 분석

구분	타입	구피색	재배면적 (ha)	종자 소요량 (kg)	시장크기 (USD)	주요 품종(회사)
F1	Long Day	Red	3,138	7,061	2,416,724	Salsa(Nunhems), Hongmeil(Bejo), Baidule(Local), Eagle W-2(A.Eagel), Vaquero(Nunhems), Granero(Nunhems)
		White	700	2,363	435,775	
		Yellow	13,680	35,189	9,601,576	
	Mid day	Red	400	900	308,059	Local, Jingqiu(Kaneko)
		Yellow	1,250	2,813	962,685	
	Short Day	Red	282	564	144,788	Matahari(Nunhems), Lajoya(Monsanto), Super502(Nunhems)
White		145	290	53,768		
Yellow		5,400	10,650	2,825,302		
OP	Long Day	Red	10,080	60,480	5,175,395	Local, Baibilun(Celestial Seed), Local
		White	4,800	28,800	2,053,728	
		Yellow	16,000	52,800	4,518,202	
	Mid Day	Red	14,000	31,500	5,391,036	Chiyu(Japan), Huangjindayucong(Musashino)
		Yellow	18,690	42,053	7,197,033	
Short Day	Red	8,000	16,000	1,369,152	Local	
합계			96,565	291,461	42,453,223	

자료 : 이상길, 중국원예종자 수출마케팅 강화방안 및 전략, 2014.1. 이하

양과는 Local회사의 Local품종이 대부분을 점유하고 있으나, 중일형의 경우는 일본 「도끼다」의 '천주중고황' 품종이 약 70%의 높은 점유율을 나타냄. 단일형 중에서도 「SUN SEEDS」사의 'Yellow Granex'와 'America No.6', 'Gold Rush(OP)', 'SUNUP' 등은 일정 점유율을 유지함. 중국은 지역별로 재배하는 품종에 차이가 있는 바, 서북부 지역은 장일성(Long Day) 및 중일성(Intermediate) 품종들이 재배되고, 우리나라와 비슷한 위도의 산동성과 강소성의 중부지역은 단일성 월동(Over winter Short-day) 품종이 남부와 서남부 지역은 단일성(Short-Day) 품종이 주로 재배되지만, 장일성 품종이 전체 양과재배면적의 60%를 차지하고 있고 수출을 주도하고 있음. 장일성 양과는 미국계 품종이 대부분을 차지하고 있고, 원형(圓形)계 대구(大球)형 품종의 재배면적이 장일성 재배면적의 70% 가량을 차지함

표 26. 장일성 양과 (Long Day)

No.	품종명 (색상)	종자수입가 (US\$)	종자업체	면적	주요특성
1	VISION (黃)	200	SEMINIS(미)	20%	수량성
2	VAQUERO (黃)	220	NUNHEAM(미)	20%	균일성, 수량성
3	PANDORA (黃)	220	NUNHEAM(미)	10%	고품질
4	SWARE (黃)	220	SEMINIS(미)	5%	수량성, 균일성
5	BABARO (黃)	220	SEMINIS(미)	5%	수량성, 균일성
6	FOTRESS (黃)	180	SEMINIS(미)	5%	중형계, 저장성
7	SALSA (紅)	280	NUNHEAM(미)	5%	스페인계



8	STERING (白)	170	SEMINIS(미)	5%	수량성
9	가무이 (黃)	220	Takii(일)	10%	내병성, 저장성
10	복성 (黃)	200	Takii(일)	10%	내병성, 저장성
11	노부-153 (黃)	220	Takii(일)	10%	내병성, 저장성
12	빠싸이 (黃)	190	NUNHEAM(미)	5%	고품질
13	Chrismatic (黃)	240	SEMINIS(미)	5%	고품질

자료 : (주)농우바이오, 2012

양파 품종 외국계 시장 규모를 살펴보면, 장일황피 유형의 세미니스 福星 품종이 15,860kg인 높은 판매량으로 총 금액 39,650,000위안으로 월등히 높은 시장규모를 나타냈으며 장일홍피 유형의 누넬 紅福 품종은 kg당 높은 위안가를 형성하여 그 뒤를 이었음. 중일황피 유형의 세농 珠玉黃 품종이 판매량이 상대적으로 적어 가장 낮은 시장규모를 나타냄

표 27. 중국내 외국계 양파 품종 및 유통 현황

(단위: 위안)

유형	회사명	품종명	판매량(kg)	단가/kg당	금액
장일황피	누넬	潘多拉	1,800	2,200	3,960,000
	누넬	牧童	6,200	2,600	16,120,000
	누넬	格林	1,500	3,000	4,500,000
	세미니스	福星	15,860	2,500	39,650,000
	다끼이	长福	400	1,800	720,000
	다끼이	福星	900	1,400	1,260,000
	다끼이	卡木依	900	1,600	1,440,000
	세농	欧洲豹1号	1,000	2,400	2,400,000
장일홍피	누넬	紅福	5,000	6,000	30,000,000
중일황피	도끼다	中甲高黃	4,000	800	3,200,000
	무사시노	凤凰大玉葱	3,000	800	2,400,000
	다끼이	地球	900	3,000	2,700,000
	세농	珠玉黃	450	1,500	675,000
단일황피	누넬	太阳一号	1,600	3,200	5,120,000
	누넬	戈彼	1,200	3,300	3,960,000
	누넬	黃劍	800	3,500	2,800,000
	누넬	紅冠	1,500	800	1,200,000

단일성 월동(Over winter Short-day) 품종은 전체 양파재배면적의 30% 가량을 차지하는데, 황피(黃皮)는 주로 수출용으로 홍피(紅皮)계는 주로 내수용으로 재배되고 있으며 일본계 품종이 주를 이룸. 단일성 양파는 광범위한 지역에서 널리 재배되고 있으나 전체 양파재배면적의 10% 가량을 차지하며, 홍피계와 황피계의 재배면적이 증가하고 있고 주로 미국계 품종이 재배됨

표 28. 중국내 단일성 양파(Short Day) 특성

No.	품종명 (색상)	종자가격(US\$)	종자업체		면적	주요특성
1	太阳一号 (黄)	210	NUNHEAM(미)		10%	조숙계, 내병성
2	太阳二号 (黄)	210	NUNHEAM(미)		10%	조숙계, 내병성
3	萨维那 (黄)	210	SEMINIS(미)		5%	편형계, 조숙계
4	红冠 (红)	180	NUNHEAM(미)		5%	편형계, 만생종
5	自留种 (红)	50	F2	중국	50%	
6	科葱红系列	110	중국	과충	40%	내병성, 내포장성
7	농민자체생산	50	F2	중국	50%	
8	美洲狮 (黄)	170	SEMINIS(미)		40%	중숙계
9	美洲豹 (黄)	170	SEMINIS(미)		30%	
10	黄金 (白)	180	SEMINIS(미)		10%	

자료 : (주)농우바이오, 2012

## 나. 중국 양배추, 토마토, 양파 선호 품종 특성 및 육성 포인트

### (1) 양배추

중국이 선호하는 양배추 특성은 원형이면서 1kg 내외의 소구, 조생종, 선명한 녹색, 내한성 및 내서성을 가진 품종 등임. 내병성 중 흠부, 근류병은 토양으로 전염되는데, 1년에 양배추를 두 번 이상 생산하는 중국의 경우 근류병에 대한 문제를 해결할 종자가 개발된다면 큰 강점이 될 수 있음

형태/구종	원형 선호, 1kg 내외 소구
숙기	조생종 선호
엽색	녹색선호(외록색 매우 싫어함, 무름도 기피)
균일도	품종 선택 시 주요 고려사항임
수대문제	대부분의 작영에서 문제가 안됨
내병성	육부병, 근류병

그림 6. 양배추 수출품종 육성포인트

### (2) 토마토

중국에서 선호하는 토마토 특성은 '맛'보다도 '수송성과 신선도'가 가장 중요함. 맛 좋은 것은 장점이 될 수 있으나, 우선순위에서 후 순위임.

수량	작과 잘되고 외방 내 균일도 좋을 것
모양	예쁘고 균일할 것
수송성	과가 단단해서 장거리 수송에 잘 견딜 것
긱받심	서지 않고 평평할 것(긱받심 없으면 신선도악함)
과색	선용색으로 진아고 광택이 있을 것
병애증	병애 강아고 기영과 발생이 적을 것(TYLCV)

그림 7. 토마토 수출품종 육성포인트

### (3) 양파

중국이 선호하는 양파 특성은 높은 경도, 평원형, 재배용이, 병애 강한 품종, 특히 단단하고 저장성이 좋은 품종을 선호함

수량, 균일도	많이 생산되고, 균일한 경도
저장성, 품종	경도(단단함), 단일포(short day type)
구영	내수 품종은 평원형, 수출용은 고구영을 선호
구피색	특이 수출품에서 중요
맛	익여먹어 크게 중요아지 않음
재배용이도, 내병성	재배아기 쉽고, 병애 강한 품종

그림 8. 양파 수출품종 육성포인트

### 다. 원예 종자 수출 경쟁력 분석

#### (1) RCA 분석결과

종자 시장규모 상위 20개 국가 가운데 한국과 네덜란드는 2008년부터 2012년 까지 지속적으로 2이상의 RCA지수를 나타내면서 원예 종자의 비교우위 정도가 다른 국가에 비해 높은 것으로 나타남. 미국, 중국, 일본, 이탈리아, 스페인, 남아프리카공화국 역시 RCA지수가 1이상으로 높은 비교우위를 나타내고 있음. 중국은 2008년부터 RCA지수가 점진적으로 증가하는 형태로 비교우위가 높아지는 추세임

표 29. 세계 주요국 원예 종자의 RCA 분석결과

국가	2008	2009	2010	2011	2012
한국	2.24	2.15	2.07	2.24	2.45
네덜란드	2.33	2.27	2.23	2.34	2.42
중국	1.14	1.35	1.52	1.63	1.93
일본	1.92	2.07	1.94	2.13	1.92

대만	2.24	2.05	1.87	1.81	1.75
인도	1.03	1.44	1.55	1.48	1.64
이탈리아	1.13	1.21	1.24	1.12	1.13
스페인	1.05	1.20	1.08	1.19	1.08
미국	1.11	1.02	1.12	1.10	1.06
남아프리카공화국	0.60	0.59	0.72	0.87	1.02
호주	0.47	0.60	0.71	0.70	0.68
프랑스	0.70	0.67	0.70	0.68	0.59
영국	0.89	0.96	0.55	0.49	0.43
멕시코	0.19	0.12	0.20	0.30	0.41
체코	0.43	0.25	0.25	0.37	0.33
아르헨티나	0.52	0.15	0.17	0.27	0.31
브라질	0.47	0.41	0.17	0.19	0.26
독일	0.27	0.26	0.26	0.30	0.24
헝가리	0.43	0.17	0.19	0.14	0.09
캐나다	0.70	0.64	0.01	0.03	0.06

주 : 2012년 기준 RCA지수가 높은 국가 순으로 배열

## (2) TSI 분석결과

네덜란드의 경우 TSI지수가 2008년 0.63에서 2013년 0.54로 분석 기간인 5년 동안 수출특화 수준이 약간 낮아졌음에도 불구하고 세계에서 수출특화 지수가 가장 높아 국제 경쟁력이 있는 것으로 나타남. 특히 중국은 2008년에서 2011년까지 음(-)의 값을 나타내며 원예 종자의 수입특화 상태를 보였지만, 2012년 0.17로 수출 경쟁력이 다소 높아진 것으로 나타남. 한국의 경우 2008년 이후부터 줄곧 음(-)의 값을 보이며, 수입특화 상태를 나타냄. 수출액과 수입액을 비교해 보았을 때 원예 종자에 있어 수출보다 수입이 월등히 이루어졌으며, TSI지수를 기준으로 수출 경쟁력이 다소 낮게 분석됨

표 30. 세계 주요국 원예 종자의 TSI 분석결과

국가	2008	2009	2010	2011	2012
네덜란드	0.63	0.55	0.54	0.55	0.54
프랑스	0.32	0.44	0.44	0.42	0.44
남아프리카공화국	-0.33	-0.21	-0.15	-0.16	0.18
미국	0.24	0.18	0.27	0.23	0.18
<b>중국</b>	<b>-0.17</b>	<b>-0.04</b>	<b>-0.09</b>	<b>-0.04</b>	<b>0.17</b>
아르헨티나	0.47	-0.18	-0.20	0.03	-0.09
일본	0.05	0.05	0.06	0.08	-0.11
헝가리	0.36	-0.10	-0.11	-0.05	-0.12
대만	-0.21	-0.21	-0.21	-0.17	-0.14
인도	-0.36	-0.37	-0.30	-0.24	-0.18
이탈리아	-0.25	-0.27	-0.18	-0.20	-0.19

독일	-0.21	-0.20	-0.19	-0.14	-0.22
체코	-0.07	-0.20	-0.20	-0.20	-0.23
<b>한국</b>	<b>-0.16</b>	<b>-0.34</b>	<b>-0.33</b>	<b>-0.35</b>	<b>-0.29</b>
호주	-0.13	-0.27	-0.34	-0.41	-0.38
영국	-0.26	-0.55	-0.79	-0.57	-0.54
스페인	-0.72	-0.62	-0.54	-0.51	-0.59
브라질	-0.28	-0.67	-0.70	-0.71	-0.65
멕시코	-0.86	-0.88	-0.88	-0.84	-0.78
캐나다	0.09	0.16	-0.97	-0.93	-0.85

주 : 2012년 기준 RCA지수가 높은 국가 순으로 배열

한국 원예 종자의 각 품목별 TSI 분석 결과로, 원예 종자 시장이 2008년부터 2012년까지 지속적으로 수입특화 상대임을 알 수 있음. 그러나 분석 대상인 15개 품목 중에서 양배추, 고추, 배추는 2008년 이후 수출특화 상태로 수출 경쟁력을 갖춘 품목인 것으로 나타남. 한편, 상추, 양파, 파 등의 경우 -1에 가까운 TSI지수를 나타내며 높은 수입특화 수준이 높은 품목으로 분석됨

표 31. 국내 품목별 원예 종자 TSI 분석 결과

품목	2008	2009	2010	2011	2012
고 추	0.33	0.47	0.28	0.38	0.20
당 근	-0.30	-0.24	0.11	-0.36	-0.19
무	0.01	-0.01	-0.28	-0.13	-0.19
배 추	0.74	0.71	0.54	0.39	0.62
상 추	-0.96	-0.84	-0.79	-0.68	-0.68
수 박	-0.90	-0.75	-0.75	-0.26	-0.58
시금치	-0.92	-0.99	0.06	-0.20	-0.46
양배추	0.01	0.13	0.36	0.12	0.21
양 파	-0.94	-0.94	-0.93	-0.94	-0.92
오 이	-0.02	0.09	0.24	0.05	-0.13
참 외	-0.64	-0.58	-0.44	-0.44	-0.84
토마토	-0.80	-0.62	-0.71	-0.32	-0.46
파	-0.94	-0.79	-0.78	-0.88	-0.91
호 박	-0.73	-0.67	-0.69	-0.74	-0.67
기 타	-0.09	0.08	0.09	0.01	-0.29
계	-0.31	-0.26	-0.22	-0.21	-0.28

주 : 기타는 브로콜리, 단고추, 콜라비, 꽃양배추 등을 포함.

### (3) AHP 분석결과

국내 및 중국 종자 수출업체 대상 설문조사를 실시하여, 중국 수출을 위한 한국산 종자의 특성들을 분석함. 선행연구 검토를 통해 종자특성 요인을 정리한 다음, 육종 및 종자개발 관련 전문가와 브레인스토밍 및 델파이 기법을 통해 평가지표를 최종 선정함. 지표 선정과정에서 이해관계자의 의견을 수렴하고, 이에 대한 피드백을 주고 다시 의견을 수렴하는 방식으로 반복적으로 반영하여,

최종 결정하는 델파이(Delphi)방식을 활용함. 먼저 국내 종자 수출업체를 대상으로 가중치를 도출한 결과, 양배추의 경우 수량성/수익성이 0.25로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 내병성/저항성, 내서성/내한성의 순으로 분석됨. 즉 중국 수출용 양배추 종자는 수량성이 뛰어나면서 내병성과 저장성/유통성을 갖춘 품종이 선호된다는 것을 알 수 있음. 토마토의 경우 내병성/저항성이 0.33으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 수량성/수익성, 저장성/유통성의 순으로 분석됨. 즉 중국 수출용 토마토 종자는 내병성과 수량성이 뛰어나면서 저장성/유통성을 갖춘 품종이 선호된다는 것을 알 수 있음. 양과의 경우 수량성/수익성이 0.40으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 과형/크기, 내병성/저항성, 저장성/유통성의 순으로 분석됨. 즉 중국 수출용 양과종자는 수량성이 뛰어나고 내병성을 갖춘 품종이 개발되어야 한다는 것을 알 수 있음. 다음은 중국 현지 종자 관련 전문가를 대상으로 가중치를 도출한 결과, 양배추는 과형/크기가 0.243으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 내병성/저항성, 수량성/수익성, 내서성/내한성, 저장성/유통성, 가격, 식미/영양의 순으로 분석됨. 즉 중국 수출용 양배추 종자는 과형과 크기가 우수하면서 내병성과 저항성을 갖춘 품종이 선호된다는 것을 알 수 있음. 이는 중국 현지에서 양배추가 크고 단단하며, 선명한 녹색을 띠는 품종이 선호된다는 점을 반영함. 토마토의 경우 저장성/유통성과 내서성/내한성이 0.178로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 수량성/수익성과 내병성/저항성이 동일하게 나타났으며 가격, 과형/크기, 식미/영양의 순으로 분석됨. 즉 중국 수출용 토마토 종자는 저장성과 유통성이 뛰어나면서 내서성과 내한성을 갖춘 품종이 선호된다는 것을 알 수 있음. 양과의 경우 저장성/유통성이 0.235로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 내병성/저항성, 과형/크기, 내서성/내한성, 수량성/수익성의 순으로 분석됨. 중국 전문가들은 중국 수출용 양과 종자가 저장성과 유통성, 내병성과 저항성을 갖추어야 한다고 강조하였음. 이는 중국 현지에서의 양과 식용방법과 관련하여 볼 수 있는데, 주로 양과를 튀기거나 볶음으로 먹는 중국인들의 특성이 반영된 것으로 보임

## 라. 수출 전문가 자문 결과

### (1) 업체개황

자본금은 약 300억 원, 종업원 수 314명, 수출 경력 약 15년, 중국 거래업체 수 15개임 주요 수출 종자 품목은 배추, 양배추, 고추, 양파, 무, 당근, 브로콜리, 콜라비 등임. 양배추, 양파, 토마토 중 수출액 순위는 양배추 > 양파 > 토마토 순이며, 주요수출형태는 국내+국외 채종 수출, 국외 채종이 대부분임. 주요 거래처는 종자회사, 수입유통업체, 도소매상인 순임

### (2) 중국인의 한국산 품목별 품질 평가

양배추는 전체적으로 낮은 평가를 받았으며, 병해충/저항성 > 기후변화/적응성 > 맛/당도 = 과형/크기 = 가격수준 > 저장성 생산/수량 순으로 낮아짐. 토마토는 전체적으로 중간 수준으로 평가 받았으며, 맛/당도 > 가격수준 > 과형/크기 = 생산/수량 = 병해충/저항성 > 기후변화/적응 > 저장/수송 순으로 낮아짐. 양과는 다른 품목과 비교 했을 때 상당히 낮은 평가를 받았으며, 맛/당도 = 가격수준 = 과형/크기 = 생산/수량 = 병해충/저항성 = 저장/수송 = 기후변화/적응 모두 동일 수준으로 평가됨

### (3) 전문가 원예 종자 수출 전망

- 향후 수출 전망은 지금과 비슷할 것으로 예상함
- 한·중 FTA의 영향으로는 지금보다 약간 좋아질 것으로 예상함

- GSP사업의 영향으로는 지금보다 매우 좋아질 것으로 예상함

**(4) 중국 수출 마케팅 전략 중요도**

- 양배추는 광고/홍보, 가격, 수출경로, 품질 순으로 중요도가 높음
- 토마토는 가격, 수출경로, 광고/홍보, 품질 순으로 중요도가 높음
- 양파는 광고/홍보, 수출경로, 가격, 품질 순으로 중요도가 높게 나타나 세 가지 품목별로 각기 다른 부분이 마케팅에 있어서 중요하게 분석됨

**(5) 중국 수출과정 애로사항**

수출과정 시 통관검역복잡과 우량품종부족이 가장 큰 애로사항으로 꼽혔으며, 다음은 수출절차 복잡과 수출자금부족, 수출정보부족 순임. 비즈니스 활동 접근도는 까다롭다는 의견이 대부분임. 수입규제 애로사항으로 수입쿼터가 가장 많았으며, 수입금지, 관세쿼터, 반덤핑 순으로 이어짐. 위생검사 검역제도에서는 검역기준 및 제도가 가장 큰 애로사항으로 꼽혔으며, 통관절차에서는 과도한 통관 절차 및 불투명성이 기술 장벽에서는 중국 표준 및 기술규정 적용과 강제검사 및 중복검사가 가장 큰 애로사항으로 나타남. 상관행 투명성에서는 중국정부진입규제와 특정기업 및 품목 중국기업 담합 부분이 가장 큰 애로사항으로 나타났으며, 과도한 관세부과(종자 13%)과 자국보호주의 마케팅 제한 같은 부분이 가장 불공정한 애로사항으로 뽑힘. 지적재산권 침해에서는 Made in Korea로 둔갑 표기하는 경우를 투자에서는 소수 수입업자 허가 지정 및 투자지분 제한(100%→49%, 인니 30%)을 가장 큰 애로사항으로 꼽았으며, 이외에도 까다로운 원산지 규제, 정부 조달 참여제한 등이 수출 시 가장 어려운 사항으로 나타남

**(6) 개선 요망 사항**

개선 요망 사항으로는 수출업체 금융지원, 유능한 인력 양성, 가격 경쟁력 제고, 국내 수출업체 과다 경쟁 방지, 제도개선 및 수출 지원 체계 구축, 정보 및 홍보 활동 강화 등 임

**(7) 중국 종자 수출 현황 평가(5점 척도)**

내 용	평가
① 중국의 종자 수입업자는 대금결제나 계약사항을 잘 이행하고 있다	4
② 중국의 원예종자 시장정보, 수출입정보, 기타 관련된 유용한 정보를 제공받고 있다	3.5
③ 중국 수출할 때 클레임이나 법적 문제 발생 시 귀 업체 스스로 해결하고 있다	4
④ 중국 바이어 수출협상이나 가격결정 방법에 만족한다	3.5
⑤ 수출용 원예종자의 품질관리와 중국 현지 재배과정을 체크하는 등 현장 지도를 하고 있다	3.75
⑥ 수출용 원예종자의 수요촉진을 위해 중국시장에 대한 홍보와 이벤트 행사를 시행하고 있다	3.25
⑦ 중국 원예종자 시장과 소비동향을 분석하고 있다	4
⑧ 중국 수입상과의 신뢰구축을 통해 안정적인 공급선을 확보하고 있다	4.25
⑨ 중국수출을 위해서는 국내 수출전문 원예종자 생산 단지를 조성하고 확대해야 한다.	3.75
⑩ 중국 수출을 위해서 수출지원센터(수출 금융 및 물류 지원, 시장과 기술 정보 제공, 무역 분쟁 해결 등 수출 업무 지원)의 설립 필요성이 있다	4.5

### (8) 문제점, 개선요망 사항, 정책지원 개선방안

중국 시장은 인도 시장과 더불어 세계 최대 시장 급성장 시장임. 한국기업은 1990년 말에서 2000년 초까지는 일본 기업들 능가했었음. 현재 일본 제품들의 중국 시장 점유율 월등한 상태이며, 일본브랜드가 고급 브랜드, 한국 브랜드는 중저가 브랜드로 자리매김함. 수출 시장에 대한 정보는 부족한 편이며, 중국 실정에 맞는 품종의 현지 육종 및 전시포 홍보, 수출시장의 품종 선호도 및 시장현황 정보의 계속적 조사 및 제공이 필요함. 개발된 품종의 국내외 전시포 운영 및 재정지원 요망. 국립종자원의 수출 종자 가격 경쟁력 확보와 유전자원 유출 방지를 위한 국내 채종 지원사업을 모든 수출 종자까지 지원 확대 필요

- 성공적 수출 확대를 위한 제도 및 지원 건의사항
  - 수출 경영 마케팅 비즈니스의 중요성 인식 필요
  - 현지 핵심 농민 및 유통업자 욕구 변화 적극 수용
  - 브랜드 가치 구축(brand value building) 중요성 인식
  - 다국적 거대 종자기업 공식 비공식 관련정보 획득 공유 중요
  - 수출 품종 유통업자, 식품회사 연결 광고/홍보의 중요성 인식
  - 국내 기업들의 경쟁력 있는 GSP 사업 참여와 우수품종 개발 시급
  - 일본 브랜드 품종 극복 개발만큼 고품질의 종자 공급이 절대적임
  - 한중 FTA 등을 통한 종자 수출입 규제 축소 및 무역장벽 해소
  - 국내 품종들의 홍보, 시험 전시포 사업, APSA(Asia & Pacific Seed Association) 혹은 ISF 참가비 지원

### 마. 중국 원예 종자 시장 수출 전략

#### (1) 한국 원예 종자 중국 수출 SWOT분석

국내 원예 종자산업의 강점 요인은 우수한 연구 인력 및 기술 보유, 일부 국내 기업 시장 선도 품종 보유 등임. 반면, 약점 요인은 가격 경쟁력 열위, 영세한 연구 개발비, 기업 간 지나친 수출 경쟁, 경쟁우위 대표 산업 및 선도 품종 부재, 종자 보급 기반시설 및 환경의 열악성 등을 들 수 있음. 외부 기회 요인은 건강식품 수요 확대와 한류 식품에 대한 선호도가 높아졌다는 점임. 위협 요인은 종자 시장의 치열한 경쟁과 장기적 투자 및 자국 산업 보호주의 경향이라고 할 수 있음





그림 9. 한국의 원예종자 중국 수출 강약점 분석

## (2) 한국 원예 종자 중국 수출 STP전략

중국의 경우 광활한 면적을 가지고 있기 때문에, 먼저 지리적으로 시장을 세분화할 필요가 있음. 첫째 표적시장은 중동부, 서남부 지역으로 선정하는데, 중동부 지역은 산동성, 하북성, 강소성 즉, 한국, 일본을 수출 전략기지로 하는 지역을 포함함. 서남부 지역은 광둥성, 하남성을 포함하며, 이 지역은 동남아 수출 전략기지임. 두 번째 표적시장은 서북부, 동북부 지역으로 서북부는 서북 지역 수출 전략기지인 신장 위그르를 말하며, 동북부는 몽골, 동부 러시아를 수출 전략기지로 하는 길림성, 요녕성, 헤이룽장성 등을 포함함

표 32. 중국의 지리적 시장 세분화

구분	지역	내용
표적시장 1	중동부	· 산동성, 하북성, 강소성 · 한국, 일본 수출 전략기지
	서남부	· 광둥성, 하남성 · 동남아 수출 전략기지
표적시장 2	서북부	· 신장위그르 · 서북지역 수출 전략기지
	동북부	· 길림성, 요녕성, 헤이룽장성 · 몽고르 동부 러시아 전략기지

원예 종자 중국 수출에 있어 시장 개척 기본 방향은 첫째, 현지화 관리조직으로 생산 및 수출입의 거점화임. 둘째, 단일 프리미엄 브랜드 육성으로 유력 품목의 집중 육성이 필요함. 셋째, 고부가 가치, 고가격, 이미지제고, 광고 및 홍보에 집중해야 한다. 넷째, 중저가 위주로 고부가가치 프리미엄 시장을 지향해야 함. 마지막으로 원예 종자 수출에 있어 정책적 지원과 조직화가 필요함. 이와 같은 중국의 지리적 시장 세분화와 수출 시장 개척의 기본 방향에 따라서 원예 종자 수출의

STP전략을 세워볼 수 있음. 먼저, 시장세분화(Segmenting)는 지리적으로 중동부(산동성, 하북성, 강소성), 서남부(광둥성, 강서성, 복건성), 서북부(신장성), 동북부(길림성, 요녕성, 헤이룽장성)으로 세분화 할 수 있음. 상품육성과 시장 전략에 있어서는 1차 표적인 중동부, 서남부 지역에 20~30대 고소득의 가계 소비자층을 주 대상으로 선정할 수 있으며, 2차 표적인 동북부, 서북부 지역에서도 20~30대의 도시 고소득 가계를 주 대상으로 시장 전략을 세울 수 있음. 다음은 주 표적 시장 선정(Targeting)으로, 지리적으로는 크게 중동부와 서남부 지역으로 나눌 수 있으며, 전문가 자문을 통해 얻은 결과를 토대로 지역별로 상품을 육성할 필요가 있음. 양배추에서는 수량성/수익성, 내병성/저항성, 내서성/내한성에 특화된 종자를 육성하여 시장에 판매해야하고, 토마토는 내병성/저항성, 수량성/수익성, 저장성/수송성에 특화된 종자를, 양과는 수량성/수익성, 과형/크기, 저장/유통성에 특화된 종자를 육성하여 시장에 판매하는 전략을 세울 수 있음. 위상정립(Positioning)으로는 새로운 소비 트렌드 개발, 중저가 상품에서 고부가가치 틈새시장 개척, 고부가가치 프리미엄 제품 위상 정립, 종자기업과 유통업체의 상생 협력을 통해서 종자기업의 글로벌화·메이저화가 이루어져야 함

표 33. 원예 종자 수출 STP전략

전략	지리적 세분화	상품육성과 시장전략
시장 세분화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중동부 (산동성, 하북성, 강소성)</li> <li>· 서남부 (광둥성, 강서성, 복건성)</li> <li>· 서북부 (신장성)</li> <li>· 동북부 (길림성, 요녕성, 헤이룽장성)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중동부, 서남부(1차 표적) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20~30대 고소득 가계 소비자층</li> </ul> </li> <li>· 동북부, 서북부(2차 표적) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20~30대 도시 고소득 가계</li> </ul> </li> </ul>
주 표적 시장 선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중동부 시장 (산동성, 하북성 등)</li> <li>· 서남부 (광둥성, 하남성)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 양배추 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수량성/수익성, 내병성/저항성, 내서성/내한성</li> </ul> </li> <li>· 토마토 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 내병성/저항성, 수량성/수익성, 저장성/수송성</li> </ul> </li> <li>· 양과 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수량성/수익성, 과형/크기, 저장/유통성</li> </ul> </li> </ul>
위상정립	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 새로운 소비 트렌드 개발</li> <li>· 중저가 상품→고부가 틈새시장 개척</li> <li>· 고부가가치 프리미엄 제품 위상 정립</li> <li>· 종자기업, 유통업체 상생협력</li> </ul>	글로벌화 및 메이저화

### (3) 원예 종자 중국 수출 마케팅 MIX(4P)전략

중국에 원예 종자 수출을 위한 마케팅 MIX전략은 상품화 전략, 가격 전략, 촉진(광고 및 홍보) 전략, 유통경로 전략으로 나누어 세울 수 있음. 상품화 전략은 중국 현지 시장을 선도 할 수 있는 품종 개발이 이루어져야 하며, 특히 각 품목마다 중국인이 선호하는 특징에 맞는 품종이 개발 되어야 함. 양배추의 경우는 수량성과 수익성이 우수한 품종, 토마토는 내병성과 저항성이 우수한 품종, 양과는 양배추와 마찬가지로 수량성과 수익성이 우수한 품종이 유리함. 가격 전략은 중저가의 보편적인 품종에서 저항성 또는 상품성을 지닌 고부가가치 고가격 전략을 세워 볼 수 있음. 촉진 전략은 기업과 종자 브랜드 개발을 우선적으로 하여, 광고 및 홍보 강화를 통한 브랜드 위상 정립이 필요함. 마지막으로 유통경로 전략은 고품질의 종자 개발과 더불어 현지 시장의 파급력 있는 브리더(Breeder)나 농민과의 관계를 잘 형성하여야 함. 또한 유통경로의 조직화와 현지 채종(재배)을 통한 수출 전략도 강화해야 함



그림 10. Marketing MIX 전략

① 상품화 전략 (product strategy)

중국이 선호하면서 높은 품질의 종자를 개발하기 위해서는 다각적인 상품화 전략이 요구됨. 종자 생산에 있어서는 종자생산관리협회를 설립한 후 품질 개선 프로그램 운영을 통하여 고부가가치 품종을 개발할 수 있도록 지원해야 하며 아울러 상품성 관리, 유통 경로 관리 까지 포함시켜야 함. 또한 소비패턴에 있어 브랜드 가치가 높아진 만큼 영세한 종자기업과 민간 육종가를 위한 브랜드 육성과 수출 시장에 대한 정확한 정보를 제공해주는 시스템이 구축되어야 함

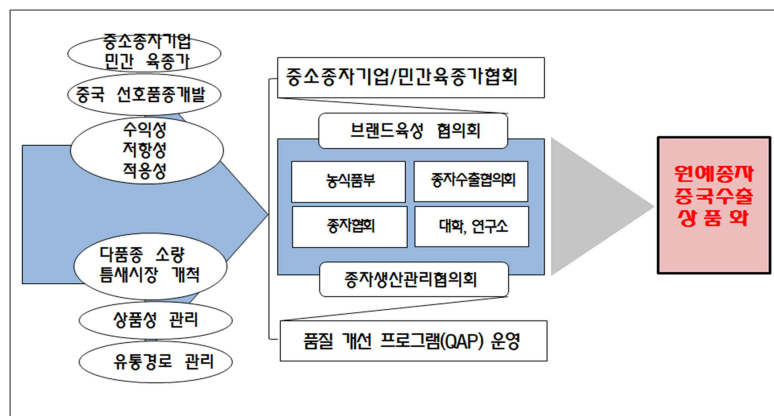


그림 11. 상품화 전략



그림 12. 원예종자 상품화 품종 특성 지표

한국산 종자의 중국 수출용 종자가 가져야할 특성은 중국의 생산자, 유통업자, 수입업자의 입장에서 원예종자가 갖추어야 할 가장 기본적이고 중요한 요소라고 판단되는 지표를 전문가들의 토론을 통해서 구성하였음. 이 가운데 식미/영양은 피 조사자들이 소비자들의 요구와 시장수요 특성을 그대로 반영한 것이라 볼 수 있음. 지표는 식미/영양, 과형/크기, 수량성/수익성, 내병성/저항성, 저장성/유통성, 내서성/내한성, 종자가격 7가지 특성 지표로 구성하였음

표 34. 한국과 중국의 수출입전문가 양배추 선호 특성 및 순위

수출전문가			중국 수입전문가		
중분류	중요도	순위	중분류	중요도	순위
수량성/수익성	0.25	1	과형/크기	0.24	1
내병성/저항성	0.20	2	내병성/저항성	0.22	2
내서성/내한성	0.16	3	수량성/수익성	0.17	3
과형/크기	0.15	4	내서성/내한성	0.12	4
저장성/유통성	0.12	5	저장성/유통성	0.11	5
종자가격	0.07	6	종자가격	0.10	6
식미/영양	0.04	7	식미/영양	0.03	7

한국산 종자의 중국 수출용 특성에 대한 AHP분석 기법은 고유 벡터법을 적용하여 7개 평가 속성에 대하여 상대적 중요도인 선호도 가중치를 도출하였음. 한국 수출전문가는 양배추의 경우 수량성/수익성이 0.25로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 내병성/저항성, 내서성/내한성의 순으로 분석되었음

표 35. 한국과 중국의 수출입전문가 토마토 선호 특성 및 순위

수출전문가			중국 수입전문가		
중분류	중요도	순위	중분류	중요도	순위
내병성/저항성	0.33	1	저장성/유통성	0.18	1
수량성/수익성	0.25	2	내서성/내한성	0.18	1
저장성/유통성	0.18	3	수량성/수익성	0.17	3
내서성/내한성	0.08	4	내병성/저항성	0.17	3
과형/크기	0.07	5	종자가격	0.16	5
종자가격	0.07	5	과형/크기	0.12	6
식미/영양	0.03	7	식미/영양	0.02	7

한국의 수출 전문가는 토마토의 경우 내병성/저항성이 0.33으로 가장 높게 나타났고, 그 다음은 수량성/수익성, 저장성/유통성의 순으로 분석되었음. 반면, 중국 수입 전문가들은 토마토가 저장성/유통성과 내서성/내한성이 0.18로 높게 나타났음. 그 다음은 수량성/수익성과 내병성/저항성이 동일하게 나타났으며 종자가격, 과형/크기, 식미/영양은 큰 차이를 보이지 않았음

표 36. 한국과 중국의 수출입전문가 양파 선호특성 및 순위

한국 수출전문가			중국 수입전문가		
중분류	중요도	순위	중분류	중요도	순위
수량성/수익성	0.40	1	저장성/유통성	0.24	1
내병성/저항성	0.15	2	내병성/저항성	0.20	2
과형/크기	0.15	2	과형/크기	0.19	3
저장성/유통성	0.12	4	내서성/내한성	0.13	4
종자가격	0.07	5	수량성/수익성	0.12	5
내서성/내한성	0.06	6	종자가격	0.11	6
식미/영양	0.03	7	식미/영양	0.02	7

한국의 전문가는 양파의 경우 수량성/수익성이 0.40으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 과형/크기, 내병성/저항성, 저장성/유통성 등이 비슷하게 나타났음

## ② 가격 전략 (price strategy)

가격 전략으로 수출업체는 기존의 낮은 가격을 통한 전략 보다 고품질의 높은 가격을 제시하는 형태의 전략이 요구됨. 가격 전략 방향은 차별적 가격 전략으로 수출 초기에는 낮은 가격으로 현지 시장에 침투하는 형태라면 후기에는 중간에서 높은 가격 수준까지 가격대의 종자를 제시해야 함. 또한 on-off line에서 개인화 서비스, 온라인 홍보 강화, 차별성을 통해 가격 전략을 세울



수 있음. 가격 측면에서의 수출 지원은 수출업체에 대한 손실보조금 제도, 자조금 및 기금 조성 등이 우선적으로 필요함

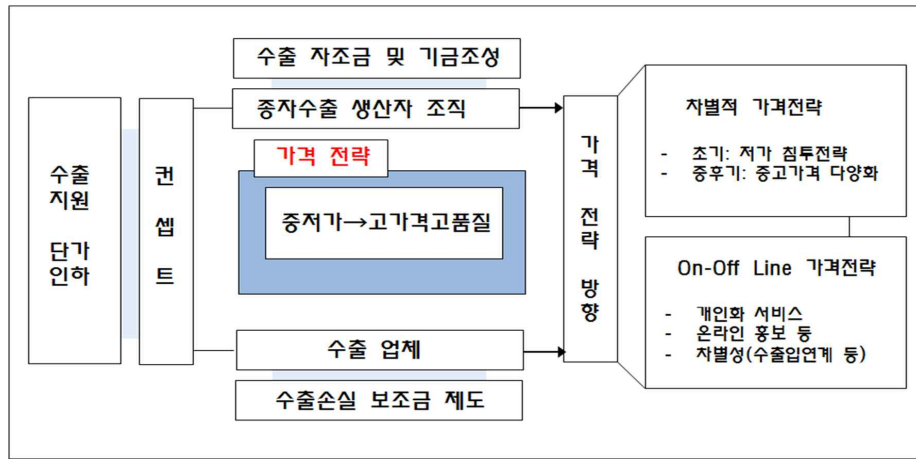


그림 13. 가격 전략

③ 유통 전략 (place strategy)

유통 전략에서는 무엇보다도 정책적 지원이 가장 요구 됨. 먼저, 수출 시 애로사항으로 꼽히는 검역 문제에 대한 해결방안으로 신속한 통관 및 검역 시스템을 확립해야 하며, 검역 인센티브 제도가 대안이 될 수 있음. 이를 위해서 한국과 중국 간의 수출입 업체끼리 유대관계 형성이 필요하며, 통관 및 검역에 있어 상호간 협의가 이루어져야 함. 더불어 중자 수출이 연중 공급할 수 있는 시스템 확보와 최근 대두되고 있는 인터넷 무역 시스템의 체계화가 필요함

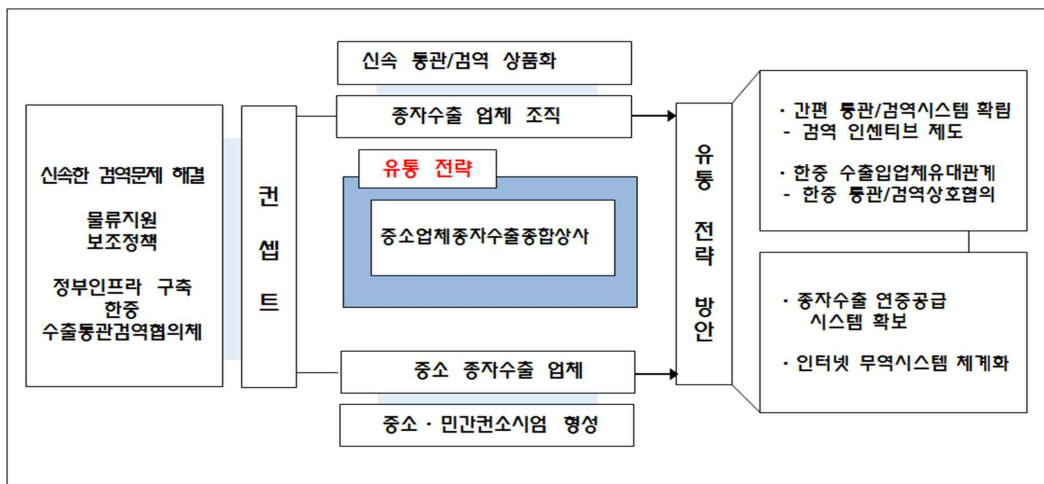


그림 14. 유통경로 전략

④ 촉진(광고, 홍보) 전략 (promotion strategy)

촉진 전략으로 한국 중자 전시회 및 박람회 개최, 해외 중자 전시회 및 박람회 개최, 국제 행사 참여 지원 판촉 행사 등을 들 수 있음. 중자 관련 전시회 또는 박람회를 개최하고, 이를 지원한다면 품종 개발에 대한 정보 공유와 수출 시장에 대한 정보 들을 교류 할 수 있게 됨. 또한 인터넷 마케팅 체제가 확립이 필요한데, 인터넷을 통해 한국 원예 중자에 대한 안전성과 효과성에

대한 정보를 제공할 수 있게 되고 이는 자연스럽게 홍보로 이어지게 됨

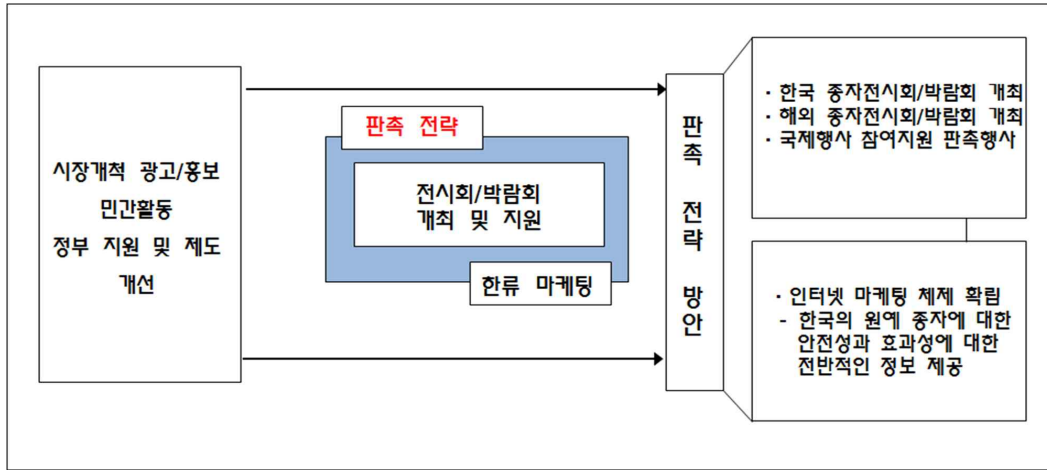


그림 15. 촉진(광고, 홍보) 전략

바. 원예 종자 수출 지원 시스템 구축

(1) 종자 수출 촉진 조직화 전략

종자수출 조직화(integration)는 통합화라고도 하고 생산과 저장 및 수송, 판매 및 수출을 일관된 시스템으로 통합해 품질관리의 표준화와 경영의 효율성을 추구하자는 것이며, 이는 수직적 조직화(vertical integration)와 수평적 조직화(horizontal integration)로 나눌 수 있으나 본 연구에서는 수출에 참여하는 농가를 기점으로 소비자에 이르는 수평적 조직화와 수직적 조직화로 조직화하는 것임. 수출촉진을 위한 수직적 조직화 조직은 수평적으로 조직화된 종자 기업이나 민간육종가가 품종의 육성과 보급→재배기술(병해충 방지, 재해 및 생리장해 방지)→수확 후 관리(수확, 저장 전 처리, 선별, 저장장해 방지 등)→상품화(선별, 포장, 브랜드화)→수출(가격 및 상품의 계약, 운송, 상품 인도 및 결제조건)→도소매판매(도소매업자 배송, 판매, 신뢰도 제고)→소비자(홍보 및 광고)에 이르기까지 하나의 수직적 조직으로 연결하고 피드백을 통해서 문제점을 해결하자는 것임. 수평적 조직화 조직은 종자 수출업체는 물론, 장차 수입업자들의 수평적 조직화로 각 주체간의 지나친 경쟁을 자제하고 공정한 룰에 의한 공정가격 형성 및 물량의 조절과 수출경쟁력 강화를 위한 효율성 도모하자는 것임. 이러한 모형은 미국의 선키스트, 일본의 JA전농 및 돗토리현 배, 아오모리현 사과 수출조직, 호주나 캐나다의 마케팅보드일 수도 있으며, 한국의 참다래유통사업단이나 파프리카를 수출하는 전북의 농산무역과 같은 개별 조직이 하나의 더 큰 연합 조직화하여 일정한 범위와 룰 안에서 공정한 경쟁을 유도하여 궁극적으로는 수입업자나 소비자에게도 유리한 조건을 형성 하도록 함. 수출 조직화 조직에 참여하는 주체는 초기에는 각각의 주체가 회원으로서 독립된 역할을 하면서 종자수출종합상사와 종자수출입협의회라는 연합조직에 의한 경영의 효율성을 추구하고 시장 점유율과 영향력을 높여 공동의 수익성 극대화라는 공동 목표를 추구하는 것이며, 궁극적으로는 기존의 국내 생산자 단체, 수출업자 외 바이어까지 수출물류센터를 중심으로 단일한 수출과 유통 시스템으로 조직화 하는 것임. 종자수출입협의회와 수출물류센터는 off line과 on line을 동시에 가동하여야 하며, 종자수출종합상사는 군소업체의 물적 유통기능(하드웨어 중심의 물류 위주 선별, 포장, 저장, 수송, 훈증, 검역, 통관) 등을 대행하고, 종자수출입협의회는

상적 기능(소프트웨어 중심의 가격의 조정, 정책적 자금지원과 관리, 해외시장 개척 및 바이어 유치, 계약과 보증, 브랜드화 및 보증, 홍보 및 광고, 각종 정보제공, 인센티브와 페널티 운용, claim의 해결과 일부 정산 업무)을 할 수 있으며 수출업자와 수입업자의 종합센터로서의 역할 수행해야 함. 현재 종자수출입협의회는 독립된 법인체로 조직과 기구를 민간 육종가 까지 확대 개편해야 하고 회원은 수출입업자(외국 바이어 포함), 수출종자 채종단지, 농협 및 농민단체 등이 회원으로 참여하도록 하고 이들 종자회사나 수출업자가 개별적으로 외국 바이어와 직접 거래할 수도 있고 종자수출종합상사를 통해 도소매업자와의 직접 거래도 가능하도록 하는 것임. 종자수출 종합상사와 종자수출입협회 회원은 특정 시장만을 목표로 할 필요는 없고 중국의 다양한 지역에 다양한 품목을 수출하기 위해서는 장기적으로는 각 품목별 혹은 주산지 지역 및 단체별로 조직화할 필요가 있으며 초기에는 이들 조직을 통한 수출조직으로 만들어 나가야 함. 종자수출 물류센터는 선별, 포장, 가공, 저장, 수송, 물류 중심 시설의 현대화와 운용이 중요하고 특히, 계절적 수요를 고려하여 대규모 저온저장고, 선별 및 포장센터의 확충이 필요하고 종자의 재고 관리를 위해 이를 직영하거나 임대할 수 있도록 하여 수익성을 확보해야 함

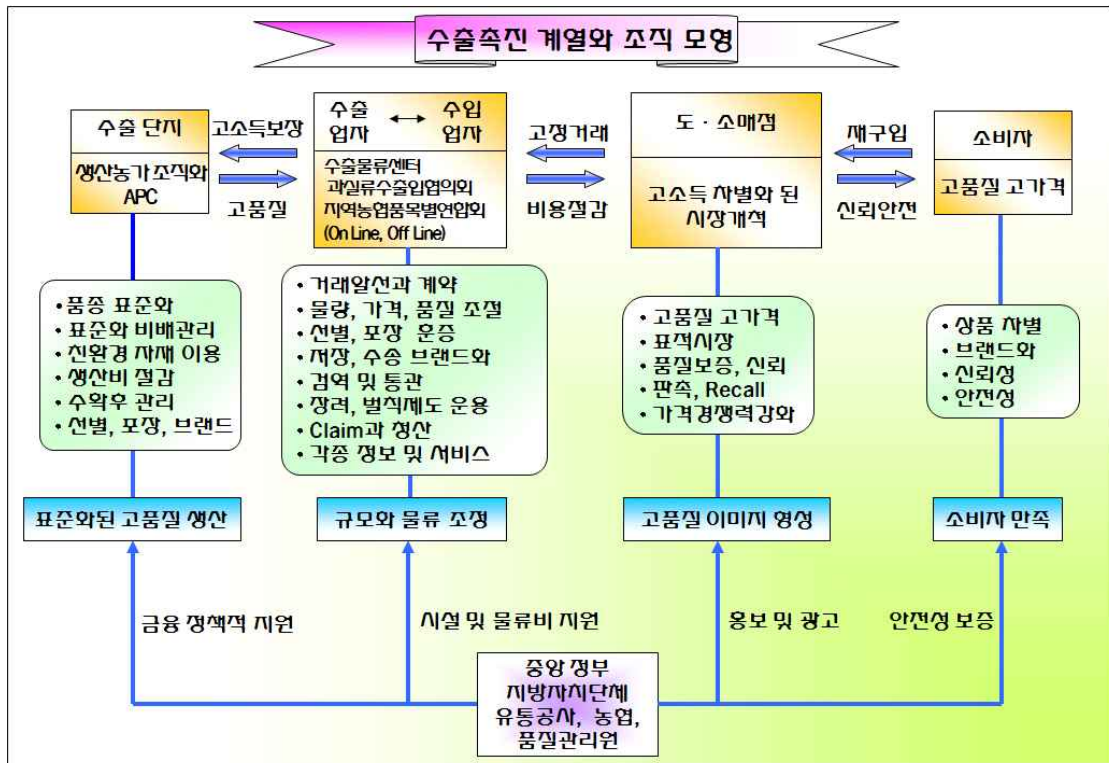


그림 16. 종자수출촉진을 위한 조직화 조직 모형

## (2) 수출종자 채종농가 및 수출단지 조직과 관리

### ① 수출종자 농가

수출종자 채종농가와 수출단지가 규모화 되어야 경제성이 있고, 연중 수출이 가능하며 수출 규격에 맞춘 상품화율 향상을 위해서 일정 품질유지를 위한 요건을 갖춘 표준화된 생산 조건에 맞추어야 할 것임. 종자수출에 참여하는 농가는 단지별 회원제로 운영하는 것이 바람직하며 소정의 출자금이나 수출 자조금을 징수하여 연중 경영과 소득의 안정을 도모해야 하고 가능한 한 공동 계산제를 목표로 운영되는 것이 바람직함. 수출종자 채종농가는 가장 중요한 기초조직으로 품종과



품질이 수출조건에 맞아야 하기 때문에 특정 품목이나 품종 육성과 보급이 조직적으로 이루어져야 하고 생산자는 작목반이나 영농조합법인은 수출품을 표준화하고 철저한 규격화와 등급화에 의한 차별화를 도모해야 함. 수출종자 채종농가들은 생산지역에 맞게 품목이나 품종을 육성하고 수출지역 소비 특성에 맞게 비배관리, INM, IPM에 의한 농약과 비료의 살포, 채종포의 관리 등 일정한 표준화된 생산 조건에 따라야 함. 특히 국가별로 금지된 농약이나 바이러스 등의 오염을 엄격히 관리될 수 있도록 하고 생산이력이나 안전성에 관한 상세한 정보를 제공해야 함. 수확된 종자는 농가별로 검사를 받고 중량과 농가 명, 채종포의 번호가 표시되어야 하고 농가별 수확 계획을 계약업체와 협의하여 수확 일자별로 식물검역소 지소·출장소에 통보해 사전 검역을 할 수 있도록 해야 함. 생산된 종자는 표준화된 선별 및 포장에 필요하기 때문에 종자수출물류센터나 포장센터를 운영해야 하고 훈증이나 검역은 종자수출물류센터에서 이루어지는 것이 바람직하지만 상품성 보전과 비용을 고려하여 수확 및 선별과정에서 철저한 관리가 필요함. 초기에는 수출입협의회와 수출물류센터를 중심으로 수출에 참여하는 민간 종자 생산자나 수출업체가 몇 개의 광역 공동 브랜드화 하여 수출단지별 공동 브랜드로 출하되지만 점차 중국 개별 브랜드화로 수출하는 것이 바람직함

## ② 종자 생산자 조직(농협, 영농조합법인)

중국의 종자별 표적시장을 정하고 수출품목을 전략적으로 특화 육성하여야 하며 고급화를 하여 해외 시장의 소비자들이 요구하는 상품의 선호도와 시장 및 가격 동향을 지속적으로 파악 홍보하고 항시적으로 물량을 조달할 수 있는 규모의 조직을 유지해야 함. 종자별 생산자 단체나 수출 협의체 구성 및 생산자간 생산 조직화를 통해 거래품목과 각종 정보를 회원들에게 제공하고 수출 마케팅에 적극 활용할 수 있는 지도자를 길러야 함. 또한 해외 박람회나 설문조사 등을 활용한 해외 소비자 수요패턴 조사나 선호도 조사 및 품질 만족도, 고객의 불만사항 등을 수시로 파악하고 변화하는 수출 및 유통환경에 적응하여야 함. 거래가 성사되거나 이를 유지하기 위해서는 무엇보다도 해외 소비자의 신뢰를 얻는 것이 중요하므로 지속적인 고객관리와 바이어 관리 및 품질과 거래의 신뢰성을 개선하여 나간다면 고객을 현장 초청을 통한 구전 및 여타 홍보효과도 동시에 이룰 수 있을 것임. 국내외 인터넷 사이트를 적극적으로 활용하여야 하며 이를 위해 농수산물유통공사, KOTRA 등 농산물 수출관련 기관 및 수출 대상국의 수출입 관련기관 홈페이지에 링크 및 어필리에이팅을 통한 홍보활동을 지속적으로 전개하여야 함. 종자 생산자 단체는 수출의 중단 등 여러 가지 문제에 대응하여 전자상거래를 통한 판로모색 및 인터넷 정보수집과 전파, 국내외 새로운 유통체계 구축에 참여하도록 해야 함

## 사. 원예 종자 수출 제도개선과 정책 지원 방안

수출지원정책이란 중앙정부 또는 공공기관이 수출증대라는 정책목표를 달성하기 위해 특정 산업이나 기업 또는 개인에게 제공하는 각종 법적 제도적 조치나 활동이라고 정의할 수 있으며 수출애로 요인을 해소하기 위한 여러 가지 활동임. 효과적인 수출 증대를 위해서는 수출애로 사항의 제거 또는 완화에 집중되어야 하며, 수출 애로요인의 성격에 따라 지원대상도 경제전반의 하부구조와 산업 또는 기업 등으로 달라지기 때문에 그에 따른 적절한 수출지원 정책수단을 선택할 수 있을 것임. 수출가능성을 결정하는 요인은 외국의 무역정책 등 해외시장의 여건뿐만 아니라 국내경제의 상황과 거시정책 등 내부적 여건도 중요한 역할을 하게 됨. 따라서 수출 지원

정책은 “선택과 집중“원칙을 적용, 유망 우수종자 품목과 품종을 위주로 지원하면서 지원방식을 수요자 중심으로 개선하여야 함

### (1) 고품질·안전 수출종자 생산·공급체계 구축

종자는 생산기술, 유통시설, 자금지원 등에서 일반 농산물보다 정책적 지원이 열악하므로 다른 농산물보다 우선 지원하는 육성방향을 마련하고, 안정성과 품질을 확보할 수 있는 광역화·전문화·계열화된 종자 산지유통전문조직을 집중 육성하여야 함. 중국의 종자시장 변화에 신속한 대응을 위해 종자의 신품종 개발, 보급, 재배방법 개선에 대한 지원을 확대하고 신선도 유지를 위한 포장재, 수분유지를 위한 패드, 종자 선박 수출시 안전도 유지방법 등의 개발 및 보급을 적극 지원하여야 함

### (2) 공동선별·공동브랜드 수출 촉진

종자의 공동브랜드 회원제 유통을 촉진하되, 1단계로 품목별 전국 조직 자조금 사업을 활성화 시켜야 하고, 2단계로는 선도 종자농가가 공동브랜드 회원으로 가입한 후 공동브랜드 지정 수출 물류센터로 출하하도록 해야 함. 선도 종자농가 중심으로 현대화된 시설을 지원하고 영농 규모화 사업을 추진해야 함. 집단화된 전문 종자단지의 생산기반을 정비하고, 생산자 조직 중심으로 품목별 기술 보급을 촉진하며, 연합수출마케팅 체계를 구축하는 것이 바람직하지만, 연합마케팅의 전제조건은 조합이 공동선별, 공동계산제 등을 통해 품질관리를 철저히 수행해야 할 것임

### (3) 종자수출 물류시설 현대화

상당수 수출 농산물의 경우 검역단계에서 훈증 소독 등을 요구받는 경우가 많고 우리나라의 경우 전남 광양지역과 마산지역에 건설하였으나 활성화에 실패했고, 기존시설은 수출대상국의 기준을 맞출 수 없는 수준인 실정이고 그로인해 수출대상국에 도착한 후 수출국의 시설을 이용할 수밖에 없어 비싼 사용료와 클레임으로 인해 수출경쟁력이 저하되는 문제가 발생하고 있음. 따라서 종자수출물류센터나 인접 지역에 국제적 기준에 적합한 시설확충이 시급한 실정이며, 수출 물류의 효율성 제고를 위한 항만과 공항에 농산물 수출전용터미널, 저온저장시설, 농산물 수출전용 냉장 컨테이너 등의 도입이 필요하고, 수출전용 화물기를 편성하여 주요 지역을 운항케 함과 동시에 물류비에 대한 지원이 필요함. 종자 수출시 수입국에 도착해 검품 후 재선별 판매하는 경우 수입업체는 감모율, 재선별 및 재포장비 등을 감안한 수입가격을 제시하거나 상품성이 훼손된 상품을 저가로 유통시키고 있어 적자 수출로 이어지거나 한국산 종자에 대한 이미지가 저하되는 현상이 발생하고 있음

### (4) 종자 수출물류 및 수출 검역지원

각종 농산물 등 식품류를 수출하고자 할 때는 당해 농산물과 식품에 대한 수입국의 요구사항에 적합하여야 하며 검사결과 불합격 처리된 상품에 대해서는 수출을 철저히 관리하여야 함. 수출되는 종자류에 대한 철저한 검역은 병해충이 없고 품질이 우수한 종자를 생산, 수출하게 함으로써 중국의 종자류 시장에서 우리 종자의 경쟁력과 신뢰도를 높이며 지속적인 수출증대와 농가소득 증대를 도모할 수 있음. 중국의 수입검역요건을 준수하여 중국 종자시장에서 우려되는 병해충이 발생하지 않은 종자류를 생산 수출하여야 하며 이때에는 수출이 가능한 품목, 생육중 재배지 검사 요구품목, 위생증에 특정사항 부기를 요구하는 품목, 검역병해충 등 수출하고자 하는 종자류에 대한 검역요건 등을 식물검역소나, 중국 바이어를 통해 세밀히 파악하고 이에 대처하여야 함.

최근 중국시장 내에서도 생과채류 등의 수입 시 농약 잔류성 검사 및 규제를 크게 강화하고 있으므로 농약의 안전사용에 세심한 주의를 기울여야 함. 또한 재배기간 중 사용한 농약이 중국이 금지하고 있는 농약인지 여부를 확인하고 농약 잔류방지를 위해 안전사용 기간을 준수하여야 하므로 시군 농업기술센터 등 전문기관과 협의하거나 수출 전 농산물품질관리원에 의뢰하여 수출 종자의 농약잔류 여부를 확인하는 절차를 거쳐야 함

**(5) 종자 품질관리 및 수출마케팅지원 정책**

**① 수확 후 관리기술과 상품성 제고**

소비자의 요구를 충족시키기 위하여 산지에서는 수확 후 고품질 상품화, 차별화 필요성이 증대되고 특히 수출을 위한 종자류는 수확 후 관리 기술이 상품성에 영향을 미치고 있음. 수확 후 관리기술은 수확된 종자의 내적인 특성(생리)과 주변 환경과의 상호작용을 이해하고, 이를 토대로 최적의 품질을 유지하는데 필요한 제반 기술을 말함. 종자의 수확후의 관리에서 우선 고려해야 할 것은 수확된 종자는 '살아있는 상품이다'라는 점임. 또한 수확된 종자가 생산자의 손을 떠나 최종 소비자에게 도달되는 전 과정에서 신선도를 유지하고 부패를 방지함으로써 품질을 높이고 손실을 줄이며, 유통판매기간(shelf life)을 연장시키기 위한 목적으로 수행하는 각종 조치들이며, 수확 후 검사, 선별, 포장, 저장, 운반 등의 작업 등 종자의 특성에 따른 적합한 '수확 후 관리 기술(postharvest technology)'의 선택이 필수적임. 수확 후 관리기술의 적용은 종자의 품질관리를 통하여 소비자 유통업체와 통명거래, 예약거래 등이 가능하며, 산지와 소비자와의 직거래를 가능하게 함. 따라서 안정되고, 예측 가능한 유통정책의 수행이 가능하며, 유통비용의 절감을 가져올 수 있음. 수확작업 시 주의할 사항은 수확도중에 산물에 명이나 상처가 생기지 않도록 해야 함. 그 이유는 상처나 물리적인 압상에 의해 변질과 부패의 원인이 되며, 에틸렌이 발생하면 다른 산물의 변질을 촉진하므로 유의해야 함. 포장상자가 지녀야할 조건은, 저온, 저습, 과습에 견딜 수 있고, 다단으로 적재해도 압력을 견딜 수 있어야 함. 또한 공기의 출입이 가능하도록 적절한 환기구를 보유하며 팔레트의 이용효율을 극대화하도록 상자의 규모가 설정되어야 함

종자수출 기술지원	품질관리 및 수출 마케팅 지원
<ul style="list-style-type: none"> <li>-우수 유전자원 확보</li> <li>-우수 유전자원 보호 지원</li> <li>-민간 육종가 조직화</li> <li>-중소 종자기업 종자수출증압상사</li> <li>-공동 브랜드 출아 촉진</li> <li>-수출 물류시설 연대와</li> <li>-수출 통관 검역 지원</li> <li>-고품질 우수 종자 생산/공급/수출 체계 구축</li> <li>-연지 시험재배 및 재종포 수출전진 기지구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-수확 후 관리기술과 상품성 제고</li> <li>-인증과 품질관리제도 활성화</li> <li>-종자 유통 참여자 신용평가</li> <li>-종자 유통 정보화 추진</li> <li>-종자 수출 싸소금 제도 도입</li> </ul>

그림 17. 원예종자 수출지원 정책

**아. 연구수행결과**

농식품부가 앞으로 10년간 8천억 원예종자 로열티 지불할 것으로 예상하고 있는 상황에서 한국은

경쟁력 지수 높지만 수입특화 상태에 있으므로 정부의 강력한 연구 및 수출 지원 정책이 매우 필요함. 문헌 조사, 계량 분석(RCA, TSI, AHP 등), 전문가 대상 설문 조사, 마케팅 등 다양한 기법을 통하여 국내 원예 종자의 중국 수출을 위한 연구 결과를 제시하였음. 분석된 연구 결과를 토대로, 중국 각 지역에 대한 양배추, 토마토, 양파의 선호도, 유망 품종, 수출 시장 개척, 원예 종자 마케팅 전략, 국내 원예 종자 수출 경쟁력 등을 파악함. 국내 원예 종자의 대중국 수출의 위한 마케팅 전략과 마련되어야 할 정부의 수출지원 방안은 다음과 같음

첫째, 우수한 품종개발이 이루어지기 위한 지속적 연구개발 지원(R&D)이 필요하며, 국내 원예 종자의 수출과 더불어 중국 지역 선호도에 적합한 신품종 개발에 주력해야 함. 둘째, 정부차원에서 종자업체 육성, 시험재배 및 수출 유통체계 확립, 수출 물류비 및 보험료 지원 등 제도적, 정책적 지원이 필요함. 국내 일부 원예 종자는 국제 종자시장에서 비교우위가 있어 수출 촉진을 위한 제도가 갖춰진다면 수출 확대가 이루어질 것임. 셋째, 복잡하고 다양한 중국 원예 종자 수출 시장을 세분화하여 표적시장을 선정하고, 지역에 맞는 마케팅 전략과 위상정립 전략을 수립해야 함. 넷째, 수출 마케팅 시스템을 구축하기 위해서 법적 정책적 지원이 필요하며, 중국에 대한 수출 마케팅 전략을 종합적으로 수행할 수 있는 조직이 만들어져야 함

**자. 중국 출장 사진**



**3. 원예종자의 인도 수출 마케팅 전략 및 지원시스템 구축**

인도는 중국에 이어 세계에서 두 번째로 큰 규모의 채소 생산국임. 채소, 과수, 화훼를 아우르는 원예작물의 생산면적과 생산량은 꾸준히 증가 중임(1990년 면적 1,277만 ha, 생산량 9,656만 톤→2010년 면적 2,088만 ha, 생산량 22,309만 톤으로 증가). 국가별 종자 시장 규모를 비교해 보면, 2012년 기준 미국이 12,000백만 달러로 가장 규모가 크며 다음은 중국이 9,950백만 달러, 프랑스 2,800백만 달러 순임. 인도의 경우 시장 규모가 2,000백만 달러로 여섯 번째로 규모가 크며, 전체의 4.45%의 시장 점유율을 보임

**가. 인도 채소 종자 산업의 현황**

**(1) 인도의 채소 종자 시장 현황과 동향**

인도의 채소 교배종(F1 Hybrid) 시장은 1988년 종자시장의 개방과 더불어 큰 변화를 보여 왔음.

개방과 함께 모여든 세계의 다국적 기업의 우량품종이 시장에 공급되면서, 경쟁관계의 인도 국내 회사의 품종육성 관련 연구투자의 확대에 의해 그 수준과 규모가 확대됨. 현재 인도 채소 일대 잡종 품종의 시장규모는 약 2억 불 수준으로 추산되며 재래종 종자 시장까지 포함할 경우 약 3.5억 불 규모임. 현재 인도 채소종자 시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 작물은 토마토로 전체 약 35.5백만 불 규모임. 토마토의 경우 내병 바이러스계인 TYLCV와 산도 (Acid) 등에 의해 다양한 시장군을 형성 하고 있으며 인도 특유의 산도가 있으면서 TYLCV 저항성 계열의 토마토가 가장 선호 됨

표 37. 인도 주요 채소종자 소요량 및 시장규모

(단위: kg, Crore, Million \$)

작물	종자 소요량	Indian 루피	US \$
토마토(TYLCV)	12,000	65	12.5
토마토(non TYLCV)	20,000	60	11.5
토마토(Acidic+TYLCV)	25,000	50	9.6
토마토(non Acidic+TYCLV)	10,000	10	1.9
양배추	50,000	55	10.6
합계	2,476,000	866	166

주 : 1) 인도 루피는 2015년 2월 기준 1루피 당 17.62원임.  
2) 1 Crore는 천 만루피임.

(2) 인도 주요 채소종자 종자 시장의 가치

인도 채소 종자 시장 가치는 3억 5천만\$이며, 채소 종자 시장은 약 9개의 회사가 60% 정도 차지함

표 38. 인도 채소 종자 시장 가치

(단위: kg, Crore, Million \$)

Description	US\$	Rupee/Crore
F1	200M\$	1000
OP	150M\$	750
TOTAL	3억5천만	1750

표 39. 품목별 인도 채소 종자 시장 가치

작물 명	F1 Hybrid / Kg	OP /Kg	Total / 1,000kg
양배추	65,000	80,000	145
토마토	85,000	250,000	335
양파	7,000	4,000,000	4,007

자료 : open market(2012)

### (3) 인도 주요 종자 회사

200여개의 종자 기업들 중 다국적 기업들이 인도 종자 시장 점유율의 60%를 차지하고 있음. 여기서 Monsanto의 경우 곡물 위주의 기업이며, Kaveri의 경우 면화로 인해 기업 이익이 2010년 200MS 에서 2013년 600MS으로 성장함

Company	FY10 Seeds Revenue* (Rs Cr)	Market Share	Focus Crops	Key Strengths
Nuziveedu	650	13%	Cotton	World's 3 <sup>rd</sup> largest producer of Bt Cotton
Mahyco	400	8%	Cotton, Maize	Early mover advantage in GM crops, established brand and presence
Monsanto	400	8%	Maize, Cotton	Strong R&D capability for Maize (20-25% share) and other crops, First movers advantage in GM hybrids for non-cotton crops
Pioneer	350	7%	Maize, Paddy	Strong presence in Maize (20% share) and Paddy (20-25% share), Global R&D
Rasi seeds	275	6%	Cotton, Paddy	Early mover advantage in Cotton
Bayer	275	6%	Paddy	Strong hybrids in Rice with more than 40-45% share, Global R&D
Syngenta	225	5%	Maize, Paddy	Strong network in India, Global R&D
Kaveri	200	4%	Cotton	Strong product in Cotton
Advanta	125	3%	Cotton, Paddy	Strong product portfolio in Rice
<b>Top 9 Total</b>	<b>2900</b>	<b>60%</b>		

그림 18. 인도의 주요 종자 회사

### (4) 인도의 유통 구조

- 4대 권역 : 델리, 뭄바이, 첸나이, 캘커타를 중심으로 하는 4대 권역으로 나뉨. 권역별 특징이 달라 균질화된 마케팅을 하기가 힘들. 인도 소비자들은 가격에 민감하여 가격 위주로 시장이 편재됨. 최근 젊은 층을 중심으로 고가 제품의 판매도 일부 증가
- 낙후된 소매 유통 채널 : 인도의 1,200만 개에 달하는 소매점 중에 97%가 구멍 가게 수준으로 추정. 이에 따라 신흥 중산층의 세련된 욕구를 채워주지 못함. 하지만 최근 월마트 등 글로벌 유통 기업들이 대거 진출함에 따라 유통 구조의 현대화가 진행됨
- 큰 유통시장규모 : 인도는 엄청난 유통 시장 규모(2,800억 달러)를 가지고 있으며, 젊은 소비층이 지속적으로 증가함. 세계적 기업들이 인도 기업과 협업을 통해 인도 시장에 진출할 계획 중임

## 나. 인도 원예 종자 산업의 현황

### (1) 양배추

#### ① 양배추 생산 동향

양배추 재배면적은 2007년 249,000ha에서 2010년 331,020ha로 매년 꾸준한 증가세임. 2007년



대비 2010년 재배면적은 약 33%가 증가하였으며, 생산량은 2007년 5,583,600톤에서 2010년 7,281,500톤으로 약 30% 가량 늘어남. 교배종 양배추 시장이 꾸준히 증가함에 따라 교배종 F1 종자 시장규모는 11~14 Million US\$ (115~150억 원)이고 종자 소요량은 50,000~60,000kg임. 일반 종도 아직 80톤 정도 판매되고 있는 실정

표 40. 연도별 양배추 생산 동향

(단위: 1,000ha, 1,000MT)

연도	재배면적	생산량
2006~2007	249	5,584
2007~2008	266	5,910
2008~2009	310	6,870
2009~2010	331	7,282

② 양배추 주 재배지역과 표적시장

- 중부지역 : West Bengal, Gujarat, Orissa, Maharashtra

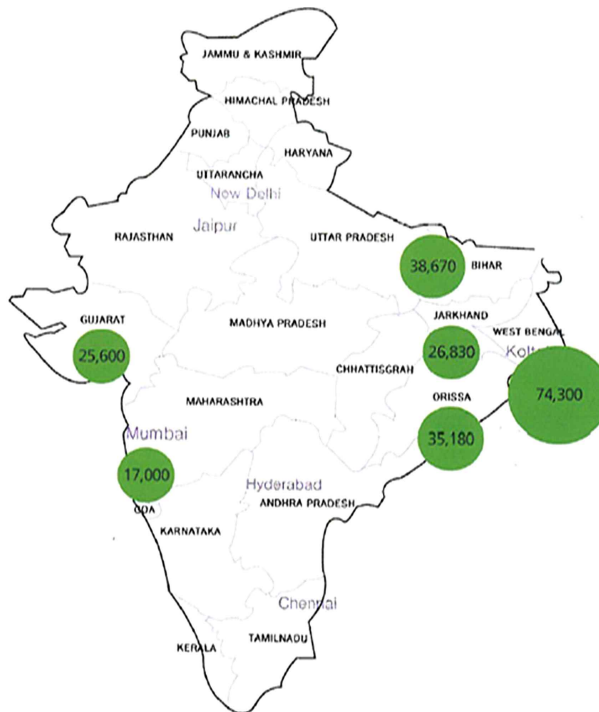


그림 19. 각 주별 양배추 재배면적

③ 각 주별 양배추 재배면적(교배종+일반종 포함)

표 41. 인도 각 주별 양배추 재배면적

(단위: 1,000ha, 1,000MT)

State(주)	재배면적	%	생산량	%	생산성지수
West Bengal	74.30	22	2,059.00	28	27.71
Bihar	38.67	12	689.93	9	17.84
Orissa	35.81	11	999.94	14	27.92
Assam	29.77	9	614.16	8	20.63
Jharkhand	26.83	8	429.34	6	16.00
Gujarat	25.60	8	473.80	7	18.51
Maharashtra	17.00	5	442.00	6	26.00
Chhattisgarh	13.66	4	227.84	3	16.68
Haryana	12.23	4	218.26	3	17.85
Andhra Pradesh	9.07	3	136.05	2	15.00

표 42. 각 주별 교배종 양배추 종자 소요량

(단위 : kg)

State(주)	종자 소요량	주 재배지역
Karnataka	6,500~7,000	Belgaum, Bellary, Hassan, Mysore, Dhawad
Maharashtra	6,000~6,500	Nashik, Pune, Kolapur, Sangli, Satara, Nagpur
West Bengal	3,500~4,000	North and South West Bengal
Utta Pradesh	3,500~4,000	Hapur, North and West UP
Gujarat	2,500~3,000	Mehsana, Khera, Boroda, Ghandi Nagar
Himachal Pradesh	2,500~3,000	Solan, Kullu, Bilaspur, Shimla, Kangra, Mandi
Tamil Nadu	2,500~3,000	Ooty
Madhya Pradesh	2,000~2,500	Betul, Multai
Andhra Pradesh	1,800~2,300	Vijayawada, Krishna, Guntur, Eluru, Srikakulam, Costal Areas
Jharkhand	1,500~2,000	Ranchi, Koderma, Giridih, Dhanbad, Bokaro
Orissa	1,000~1,500	Baleswar, Balangir, Cuttak, Dhankanan, Ganjam
Bihar	1,000~1,500	Patna, Muzzafarpur, Vaishali, Madhubani
Chhattisgagh	1,000~1,500	Raipur, Bilaspur, Durg, Jashpur, Ambikapur
Rajasthan	1,000~1,500	Jaipur, Sikara, Alwar, Shri Ganganagar
Eastern India	7,000~9,000	Assam, Manipur, Arunachal, Nagaland, Mizoram
Other states	2,000~2,500	Jammu & Kashmir, Kerala,
TOTAL	45,300~54,600	

④ 주요 양배추 품종 현황 - 양배추 품종 군

- 극/조생 원형계 : Seminis-Millennium111 품종이 확대 → 기후에 덜 민감, 적응성 높음
- 중생 원형계 : 많이 확대됨
- 월동형 품종 개발



표 43. 주요 양배추 품종

(단위 : kg)

구분	주요 품종	교배종 예상수량
조생원형계	1) Takii: T-621, Golden Cross 2) Mahyco: Kranti 3) Seminis: Millenium 111 4) Sakata: Green Express	10,000~12,000
조중생 원형계	1) Golden: GC-50, GC-65 2) Sungro: S-92 Improved 3) Syngenta: BC-90 4) Namdhari: Saurabh	8,000~10,000
중생 원형계	1) Seminis: Saint 2) Seminis: Green Challenger, Indu 3) Golden: GC-65	15,000~16,000
중생 편구형계	1) Kaneko: Rare Ball 2) Syngenta: BC-76	5,000~6,000
중만생원형계	1) Syngenta: Quizer, Quisto, Tequila	2,500~3,000
중만생편형계	1) Sakata: Green Coronet 2) Pahuja: Maharani 3) Indam: :Krishina 4) Mahyco: Hari Rani 5) Nunhems: Unatti	2,000~3,000
조중생 편형계	1) Syngenta: Summer Queen 2) Takii: KK Cross	5,500
기타	1) Namdhari: NS-43 2) Seminis: Zenith	800~1,000
합계		48,800~56,500

⑤ Maharashtra주의 양배추 재배단지 현황

표 44. 양배추 재배면적

(단위: ha, 1,000M/T)

주명	재배면적	생산량	비고
Maharashtra	17,000	442	- 인도 전체 면적대비 5% - 인도 총 생산량대비 6%

표 45. 교배종 양배추 종자 소요량

(단위: kg, US\$170/KG)

종자 소요량	시장규모	주요 재배지역
6,000~6,500	1.0~1.1 M\$	- Nashik, Pune, Kolapur, Sangli - Satara, Nagpur, Amrawati

표 46. 양배추 품종 군에 따른 시장

(단위: kg, %)

품종군	종자 소요량	비율
Round, 50~55일	2,000	25
Round, 55~65일	5,000	62
일반종 Open Pollinated	1,000	13
합계	8,000	100

- 교배종 양배추(F1 Hybrid) 가격분포 : US\$160~250/kg

표 47. 주요 양배추 품종군

품종군	주요 품종	주요 특성
원형 50~55일	1) Mahyco: Kranti 2) Sungro: S-92 Improved 3) East West: Asha	- 조생50~55일, 0.9~1.1kg구중, bluish green, - very compact, FHC 25일, 밀식재배 가능 - 5~6월, 8~10월 파종
원형 55~65일	1) Seminis: Saint 2) Golden: GC-65 3) Namdhari: NS-25	- 중생 65일, 흑부병 저항성, 1.2~1.5kg구중, - FHC 30일 이상, bluish green - 5~6월, 8~9월, 1~3월 파종
원형 65일 이상	1) Seminis: G. Challenger, G. Voyager 2) Syngenta: BC-79, 300	- 중만생65~70일, bluish green, 1.3~1.5kg구중 - 흑부병및 DBM 저항성, 우기 저항성, 내서성 - 5~6월, 8~9월, 1~3월 파종

표 48. 주요 양배추 품종 특성표

(단위 : 일, kg)

품종	숙기	구형	구중	엽색	비고
Kranti	55	Round	0.8~1.0	Deep green	흑부병에 약함
BC-300	55	Round	0.8~1.0	Green	Dry season
S-92 Imp.	55	Round	1.0~1.2	Bluish green	조중생, FHC 30일
NS-25	55~60	Round	1.0~1.2	Bluish green	
Saint	65	Round	1.3~1.5	Bluish green	중생, FHC 30일
Green Challenger	65~70	Round	1.5	Bluish green	FHC 15~20일 Waxy, 우기&내서성
BC-79	65~70	Round	1.5~1.8	Deep green	Cool & dry season

⑥ Nashika 지역의 양배추 재배단지(Maharashtra 주) 현황

표 49. Nashika지역 양배추 재배 현황

(단위 : kg, %)

지역	종자 소요량	점유율
Nashik	3,200	91.0
Ahmednagar	200	6.0
Jalgaon	50	1.5
Dhule &Nandurbar	50	1.5
TOTAL	3,500	100

표 50. Nashika지역 주요 양배추 품종

(단위 : kg)

품종군	종자 소요량	주요 품종명	주요 재배지역
Round, 50~55일	1,500	Kranti, S-92 Imp	Nashik, Ahmednagar
Round, 55~65일	1,400	Saint	Nashik, Ahmednagar
Round, 65일 이상	700	GC, Border, Euro II	Nashik, Dindori, Sinner
TOTAL	3,600		

표 51. 조생 원형계 양배추 재배현황

구분	비고
품종명	Kranti
평균 재배면적	1 acre
파종량	150g/acre
파종기	5~8월
육묘일	25일
정식시기	7~9월
첫 수확시기	정식 후 50일 이후
수확기	8~11월
수량성	15~22톤/acre
재배지역	Nashik, Sinnar, Kalawan, Tangaon
주 판매 소비지역	Mumbai, Pune, 대도시 및 지역 자체소비
주요 병해충	Black rot, Fusarium yellows
품종 요구도	Black rot 저항성, 열구 저항성

표 52. Saint 계열 양배추 재배현황

구분	비고
품종명	Saint
평균 재배면적	1 acre
과종량	150g
과종시기	연중재배
육묘일수	25일
정식시기	연중
첫 수확시기	정식 후 60일 이후
수량성	15~24톤/acre
재배지역	Sangli, Kolapur, Satara, Nashik, Ahmednagar
주 판매 소비지역	Mumbai, Pune, 대도시 및 지역 자체소비
주요 병해충	Black rot, Fusarium yellows
품종 요구도	Black rot 저항성 열구 저항성, 내서성

표 53. Green Challenger 계열 양배추 재배현황

구분	비고
품종 명	Green Challenger/ Green Voyager
평균 재배면적	1 acre
과종량	150g/acre
과종시기	6~8월, 9~1월
육묘일수	25일
정식시기	7~9월
첫 수확시기	정식 후 65일
수량성	20~30톤/acre
재배지역	Ahmednagar, Narayangaon, Chakan, Nagpur
주 판매 소비지역	Mumbai, Pune, 대도시 및 지역 자체소비
주요 병해충	Black rot, Diamond Back Moth
품종 요구도	Black rot 저항성, DBM 저항성, 내서성

⑦ West Bengal 주의 양배추 재배단지 현황

인도 동부의 양배추 주 재배역인 West Bengal 주는 인도의 가장 큰 양배추 재배단지이나 변화가 느리고 타 지역 대비 저가의 품종이 주를 이루고 있음. 특히 이 지역은 비가 많이 오는 특징으로 우기 저항성을 가진 품종들이 주를 이룸. Takii사의 KK Cross는 조중생 편형계로서 오랫동안 여름 작형에 재배되어 왔고 Kaneko사의 Rare Ball은 우기에 맞는 특성으로 널리 재배되어 왔으나, 현재 우기에 더욱 강한 저항성을 보이는 Namdhari사의 NS-43이 시장을 선점해 나감. 조생 원형계 시장은 오랫동안 이 지역을 점유해오던 50일 조생인 Sakata사의 Green Express

계열이 고온다습에 적응하지 못하여 Takii사의 T-621과 Seminis사의 Millenium 111이 그 품종을 대신하여 시장을 차지하고 있음. 전체적으로 인도 동부의 양배추 시장은 고온 다습에 강하며 내병성을 가진 품종이어야 살아남는 것이 가능함

표 54. 양배추 재배현황

구분	비고
평균 재배면적	1~5acre/농가당
육묘일수	25~30일
주 판매 소비시장	Kolkata, local
주요 병해충	Black rot, DBM(Diamond Back Moth), Alternaria
시장 요구도	고온/ 다습에 강한 품종, 흑부병DBM 저항성

표 55. 양배추 시장구분과 시장 요구도

품종구분	주요품종	시장 요구도
조생 편형	Syngenta: Summer Queen Takii: KK Cross	- 고온 다습에 강한 품종 - 평균 구중 600g이상
조생 원형	Takii: T-621 Seminis: Millenium 111	- Black rot, DBM 저항성 - 내열구성 1~1.5kg 구중
중생 원형	Kaneko: Rare Ball Seminis: Varun	- 우기 저항성, easy grower - 평균구중 1.5kg
중생 편원형	Namdhari: NS-43	- 우기 저항성 - 평균구중 1.5~1.8kg
중조생 편형	KK Cross, NS-43, Summer Queen	- South Bengal
조생 원형	T-621, Zenith	- South &North Bengal
	Millenium 111	- South &North Bengal
	Green Express	- North Bengal
중생 원형	Rare Ball	- North &South Bengal
	Green Challenger	- South Bengal
기타	Maharani	- South Bengal

표 56. 양배추 품종군에 따른 종자 소요량

(단위 : kg)

품종구분	종자 소요량	비고
중조생 편형	1,000~1,200	South Bengal, 고온 다습에 강한 품종
조생 원형	1,700~2,000	West Bengal 전지역, 열구와 내병성 품종
중생 원형	2,500~3,000	West Bengal 전지역, 고온 다습에 강한 품종
합계	5,200~6,200	

표 57. 양배추 품종 특성표

(단위 : 일, kg)

품명	숙기	구중	구형	구색
Green Express	50	0.8~1.0	Round	Light green
Millenium 111	60	1.0~1.2	Round	Green
T-621	60	1.0~1.5	Round	Green
KK Cross	65	0.8~1.0	Semi-flat	Light green
Summer Queen	65	0.8~1.0	Flat	Green
Rare Ball	65	1.5	Round	Deep green
Varun	65	1.5	Round	Deep green

⑧ Vijayawada District/ Andhra Pradesh주의 양배추 재배단지 현황

표 58. 양배추 재배정보

주요 품종	파종기	시장규모
Maharani/ Pahuja Krishna/ Indam Vima/ UPL(Golden Advanta)	8~11월	- 종자 시장규모: 약 250kg - 중만생, 편형계

표 59. 양배추 재배현황

구분	비고
시장규모	250kg
평균 재배면적	1~5acre
종자 소요량	100~150g/acre
파종 및 정식	8~11월
수확	정식 후 약 80일
육묘일수	30일
수량성	18~20톤/acre
주요 병충해	Black rot, DBM, Borer
시장 요구도	내병성, 내열구성

⑨ Betul District/ Madhya Pradesh 주의 양배추 재배단지 현황

표 60. 양배추 종자 시장규모 및 품종

주요 품종	시장규모
Green Challenger Bahar	*MP 전체 시장규모: 약 5,000kg *Green Challenger타입: 2,500kg

표 61. 양배추 재배현황

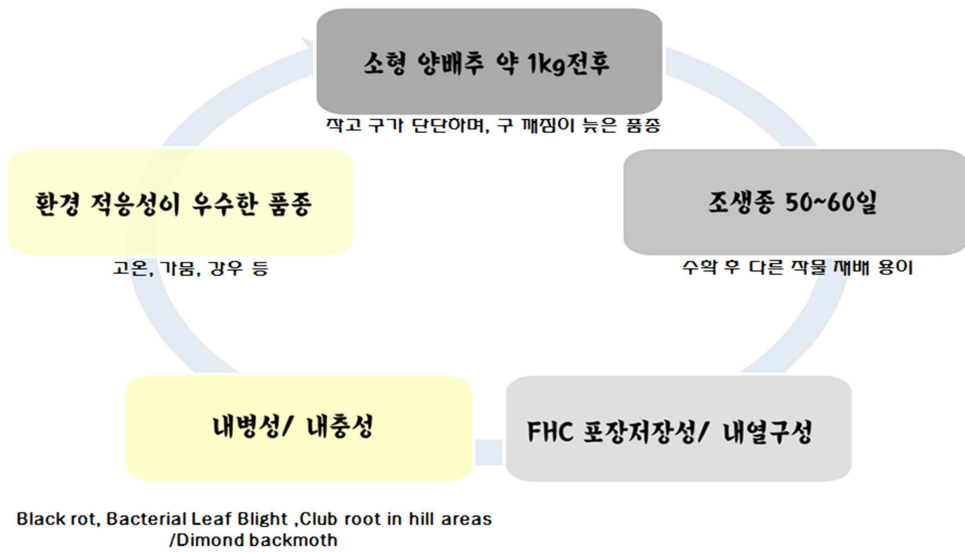
구분	비고
평균 재배면적	1~5acre
종자 소요량	120~150g/acre
파종 및 정식	6~7월, 10~12월
수확	정식 후 약 65~70일
육묘일수	25일
주 판매 소비시장	Bopal, 지역 자체소비

⑩ 인도 양배추의 질병

· 인도 양배추의 질병

<p><b>검은무늬병 (잎 그슬림병)</b></p> <p><b>특히 검은무늬병, 배추좀나방에 강한 품종 개발이 요구됨</b></p>	<p><b>배추좀나방</b></p>	<p><b>기타 질병</b></p> <p>Black rot Bacterial Leaf Blight Black leg Club root White rusts Diamondback moth Leaf Webber Cabbage Borer Cabbage butterfly Cabbage Aphids</p>
---	---------------------	--

⑪ 인도 양배추 선도품종 필요조건



(2) 토마토

① 토마토 시장규모와 재배면적

인도 토마토 재배면적은 꾸준한 증가세를 보임. 이는 인구의 증가와 함께 지속적인 경제발전으로 소득수준이 향상되면서 소비가 증가하기 때문으로 판단되며, 또한 앞으로도 이러한 토마토 재배면적의 증가추세는 계속 될 것으로 예상됨. 토마토 종자 총 소요량은 교배종 종자 약 85톤, 일반종 종자 약 250톤으로 추정하고 있으며 매년 교배종의 점유율이 상승함. 특히, TYLCV 발생의 확대로 인해 TYLCV 내병성계 품종의 개발 및 보급이 절실히 요청되고 있으며 산도가 높은 Acidic Tomato 품종이 남부인도를 중심으로 전국적으로 확대 재배

표 62 연도별 토마토 재배면적 및 생산량

(단위: ha, M/T, kg/ha)

연도	재배면적	생산량	수량성
2001	460,000	7,240,000	157,391
2002	458,100	7,462,300	162,896
2003	478,800	7,616,700	159,078
2004	502,800	8,125,600	161,607
2005	505,400	8,825,400	174,622
2006	546,100	9,820,400	179,827
2007	596,000	10,055,000	168,708
2008	566,000	10,303,000	182,031
2009	599,100	11,148,800	186,092
2010	619,800	11,979,700	193,283



인도의 토마토 재배면적이 1961년 50,000ha에서 2010년 619,800ha로 증가함. 토마토의 수요 또한 증가함

② 토마토 주 재배지역과 표적시장

- 중부지역 : Gujarat, Orissa, Maharashtra, West Bengal, Chattisgrah

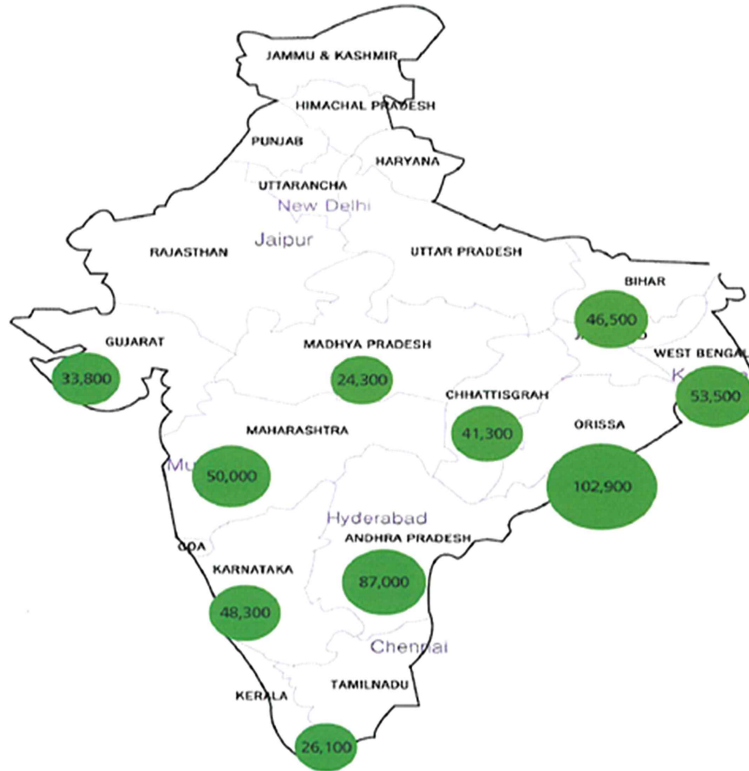


그림 20. 각 주별 토마토 재배면적

표 63. 세계 토마토 재배면적과 생산량

(단위: 1,000ha, 1,000톤, 톤/ha, %)

국가	재배면적	생산량	수량성	점유율
중국	1,305	31,626	24.23	24.71
인도	535	9,362	17.5	7.31
터키	260	10,050	38.65	7.85
이집트	195	7,600	38.97	5.94
미국	167	11,043	66.13	8.62
이란	139	4,781	34.4	3.74
멕시코	119	2,800	23.53	2.19
스페인	71	4,810	66.81	3.76
브라질	61	3,453	56.61	2.7
기타	1,624	35,281	21.72	27.56
합계	4,616	127,993	27.73	100

표 64. 주별 토마토 재배면적

(단위: 1,000ha, %, 1,000M/T)

주(State)	재배면적	점유율	생산량	생산성
Orissa	102.90	16	1,394.7	13.60
Andhra Pradesh	87.00	14	1,652.1	19.00
West Bengal	53.50	8	1,050	19.60
Maharashtra	50.00	8	1,112.5	22.30
Karnataka	48.30	8	1,580	32.70
Bihar	46.50	7	1,043.7	22.40
Chhattisgarh	41.30	7	600.6	14.50
Gujarat	33.80	5	841.3	24.90
Tamil Nadu	26.10	4	519.1	19.90
Madhya Pradesh	24.30	4	291.6	12.00
Haryana	22.60	4	379.8	16.80
Jharkand	21.80	3	436.2	20.00
Assam	16.30	3	379.5	23.30
Rajasthan	13.50	2	37.5	2.80
Himachal Pradesh	10.10	2	383.8	37.90
Others	36.50	6	730.7	20.02
TOTAL	634.50	100	12,433.1	

③ 토마토 종자 소요량

인도 토마토 종자 시장의 규모는 약 400억 원으로 채소작물 중 가장 큰 부분을 차지함. 종자 소요량은 교배종 약85톤, 일반종 약 250톤으로 총합 335톤으로 추정되며 매년 교배종의 점유율이 증가하고 있는 추세임. 농민들과 상인들이 요구하는 토마토의 유형은 유한화서형(Determinate 혹은 Semi-determinate)으로 조생이고, 타원형(Oval 혹은 Square round)이며 매우 단단한 100g 전후의 수송성이 강한 품종이 시장을 선도중임. 또한 TYLCV(Tomato Yellow Leaf Curl Virus) 발병이 문제시 되면서 많은 다국적 회사나 인도의 회사가 TYLCV 내병계 품종을 출시하여 재배 폭이 넓어지고 교배종 시장이 폭발적으로 성장 중임. TYLCV 토마토는 여름재배가 어려운 토마토를 재배 가능하게 하였고, 기존의 non-TYLCV 품종에 비해 2배 이상의 수익성을 보장하게 되었음. 지난 수년 동안 PKM type Acidic 토마토의 재배가 확대되면서 TYLCV Acidic 토마토 종자의 공급이 절실해지고 있는데 현재 이 시장이 매년 25톤까지 성장 확대 되고 있음

④ 토마토 시장규모와 재배면적

표 65. 토마토 종자 소요량

(단위 : kg, Million US\$)

구분	종자 소요량	금액
TYLCV	12,000	12.50
Non TYLCV	20,000	11.50
Acidic TYLCV	25,000	9.60
Non Acidic, TYLCV	10,000	1.90

표 66. 주요 토마토 재배지역

주(State)	지역(District)
Himachal Pradesh	Shimla, Kullu, Solan
Punjab	Amritsar, Ropar, Jalandhar, Hoshiarpur
Haryana	Rohtak, Sonapat, Jhajarr, Faridabad, Karnal
Rajasthan	Jaipur, Dholpur, Alwar, Tonk, Bharatpur
Utta Pradesh	Varanasi, Mirzapur
Madhya Pradesh	Satna, Sagar, Jabalpur
Gujarat	Surat, Valsad, Navsari, Baroda, Ahmednagar, Gandhinagar
Maharashtra	Nashik, Pune, Nagpur, Solapur, Satara, Sangli
Bihar	Vaishali, Sitamarthi, Bhagalpur, Patna, Malanda, Bhojpur
West Bengal	Puralia, Nadia, Bankura, Burdhan
Jharkhand	Ranchi, Lohardaga, Hazaribagh, Godda
Chhattisgarh	Raipur, Durg, Bastar, Bilaspur, Raigarh, Surguja
Orissa	Bolangir, Kendrapada, Dhenkanal, Ganjam, Mayurbhanj
Andhra Pradesh	Rangareddy, Mehabubnagar, Prakasam, Kurnool, Chittoor
Karnataka	Kolar, Bangalore, Bellary, Dharwad, Belgaum
Tamil Nadu	Thiruvannamalai, Salem, Dharmapur, Coimbatore, Erode, Madurai

⑤ 토마토 품종과 재배시기

표 67. 주 별 토마토 수확시기

수확시기	주(State)
1~3월	Bihar, UP, MP, Orissa, hills of Uttarakhand, AP, Assam
4~5월	Haryana, Punjab, Karnataka, Rajasthan
6~7월	HP, Uttarakhan, Tamil Nadu, Punjab, Gujarat
8~9월	AP, HP, Uttarakhand, Maharashtra, Gujarat
10~11월	Chattisgarh, Tamil Nadu
12월	AP, Rajasthan, Chattisgarh, MP, Orissa, Rajasthan

\*참고 : UP(Utta Pradesh), MP(Madhya Pradesh), HP(Himachal Pradesh), AP(Andhra Pradesh)

표 68. 주요 토마토 품종군

품종군	주요 품종
ToLCV Semi-determinate 타입 (Tomato Leaf Curl Virus)	1) Syngenta: Abhinav, Avinash II 2) Namdhari: Shaktiman, Samrat, NS 501 3) Seminis: Vijeta
BW tolerance 타입 (Bacterial Wilt)	1) Namdhari: Swaraksha, NS 7710 2) Indam: Rakshitha, 1116, 535 3) Seminis: Nidhi, Sahara, Amber

White Flat Round 타입 (Acidict Tomato)	1) Nunhems: Lakshmi, Rudra 2) US Agri: US 3140 3) Namdhari: NS 585
Flat Round/ Green Shoulder	1) US Agri: US 618, US 1196
Semi-determinate(SD) 유한화서형	1) Indus: Devi II 2) Indam: 9501, 9502
일반품종	1) Namdhari: NS 2535, NS 815, Utsav 2) Syngenta: Rocky, 1389
Indeterminate(ID) 무한화서형	1) Syngenta: Heem Sohna 2) Indam: Naveen, 2000 3) Nunhems: Dev, 7710 4) Seminis: Kamini

표 69. 주요 토마토 품종 특성표

품종	특성
#1389/ S&G	Determinate, 70~90g과중, Square round, Ty저항성, 정식후 55일 수확
NS2535/NS	Determinate, 80~90g과중, oval shape, firm, 다수확품종
Shaktiman/NS	SD, oval, 90~100g과중, TYLCV저항성, 여름재배 가능
Utsav/NS	Determinate, oval, 80~90g과중, 열과에 강함
Abhinav/S&G	SD, 다수확품종, 여름재배 가능, TYLCV저항성, 80~100g과중, 수송성
Avinash II/S&G	SD, 다수확품종, 여름재배 가능, TYLCV저항성, 80~100g과중
Laxmi/Nunhems	Determinate, TYLCV저항성, acidic, flat-round, 80~90g과중
US3140/US Agri	Determinate, TYLCV저항성, 고온재배 가능, flat-round, 80~90g과중
Heem Sohna/S&G	Indeterminate, 편원형, 90~100g과중, firm, 장기수확 가능

표 70. 토마토 주요 병충해

구분	주요 병충해
Pest	* Fruit borer ( <i>Helicoverpa armigera</i> ) * Serpentine leaf mine ( <i>Liriomyza trifolii</i> ) * Leaf eating caterpillar ( <i>Spodoptera litura</i> ) * Whitefly ( <i>Bemisia tabaci</i> ) * Thrips ( <i>Thrips tabaci</i> F. <i>rankliniella</i> ) * Striped mealybug ( <i>Ferrisia virgata</i> ) * Red spider mite ( <i>Tetranychus</i> spp.)
Disease	* Damping Off ( <i>Pythium aphanidermatum</i> ) * Early Blight ( <i>Alternaria solani</i> ) * Fusarium Wilt ( <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> ) * Septoria Leaf Spot ( <i>Septoria lycopersici</i> ) * Bacterial Wilt ( <i>Burkholderia solanacearum</i> ) * Tomato Mosaic Virus (TMV) * Tomato Leaf Curl Virus (TLCV) * Tomato Spotted Wilt Disease (TSWV) * Bacterial Leaf Spot ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>versicatoria</i> )
Post Harvest Disease	* Gray Mold ( <i>Botrytis cinerea</i> ) * Rhizopus rot ( <i>Rhizopus stolonifer</i> ) * Anthracnose ( <i>Colletotrichum coccoid</i> Wes C. <i>gloeosporoides</i> ) * Early Blight ( <i>Alternaria solani</i> ) * Bacterial Soft Rot and Hollow Stem ( <i>Erwinia carotovora</i> ) * Phoma rot ( <i>Phoma destructiva</i> ) * Southern Blight ( <i>Sclerotium rolfsii</i> ) * Fusarium Rot ( <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> race 1-3)

⑥ 토마토 재배단지별 현황 - Maharashtra 주 토마토 재배단지

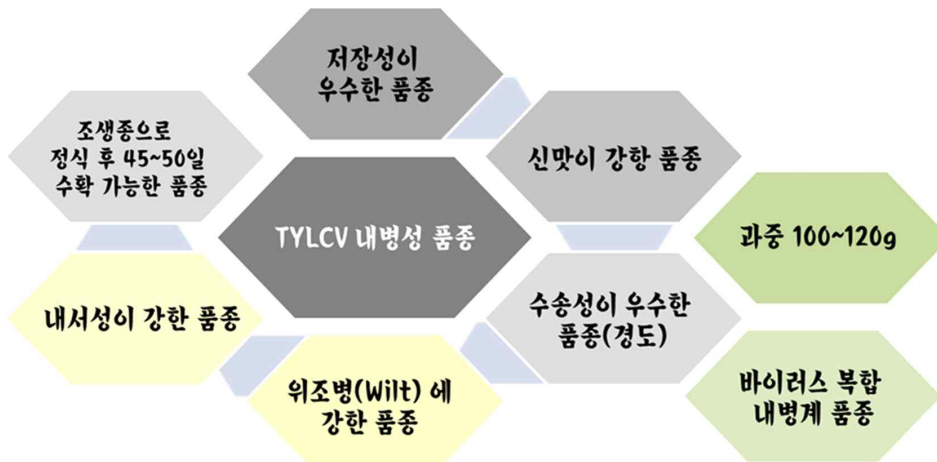
- 주 토마토 시장

Maharashtra 주는 인도의 경제 수도인 Mumbai가 속해 있는 주로 지리적으로 인도에서 2번째로 큰 주이며 농업분야에서 가장 발전된 주라고 할 수 있음

- 기후

- 6월~10월 : 우기 Rainy/Kharif/Monsoon Season
- 10월~2월 : 건기 Winter/Rabi/Cool Season
- 3월~6월 : 여름 Summer Season

⑦ 인도 토마토 선도품종 필요조건



⑧ Maharashtra 주 토마토 재배단지 현황

표 71. 파종기 종자 소요량 주요품종

파종기	종자 소요량(kg)	주요품종	비고
여름 (12~3월)	5,000~6,000	Abhinav, Shaktiman	여름재배용 TYLCV 내서성
우기 (5~6월)	10,000~12,000	No.1389, NS2535	가공용 토마토
기타 시즌	5,000~8,000	Laxmi	Acidic(신맛)
기타	1,000~1,500	Wiraj, Akshay, 일반종	

표 72. Sangli District/Maharashtra 주 토마토 재배단지

구분	내용
품종	* No.1389/Syngenta
파종 및 정식	* 주 파종시기: 5월, 10월, 1월

	* 5월 파종: NS2535, Samrat, NS501, NS510 * 10월 파종: No.1389, Vaibhav, Shaktiman * 1월 파종: Abhinav
재식주수	* 10,000주/acre
첫 수확시기	* 정식 후 80일
수확	* 수확횟수: 30~35회(2~3일 간격) * 주당 약 150과 수확 * 파종: 80g
수량성	* 30~35톤/acre
주 판매 소비지역	* Mumbai, Delhi, Pune 대도시 및 지역 자체소비
주요 병충해	* Leaf Blight, Leaf minor, Whitefly, TYLCV, Aphids

- Nashik 지역/Maharashtra 주 토마토 재배단지

표 73. 주변지역 토마토 종자 시장규모

District	예상 판매량(kg)	지역
Nashik	4,500~5,000	Dindori, Pimpalgaon, Basvant, Nashik주변
Ahmednagar	700~800	Sangamner, Akole
Jalgaon	60	Pachora, Jalgaon주변, Pahur
Dhule, Nandurbar	150	Sakri, Pimpalner, Ner, Kusumbha
합계	6,000	

표 74. 토마토 품종군에 따른 시장규모

품종군	예상 판매량(kg)	파종	주요 지역
D-type, general	3,000	Kharif season	Nashik, Ahmednagar
D-type, TYLCV	1,500	11~2월	Nashik, Ahmednagar, Dhule
SD, TYLCV	1,450	12~3월	Ahmednagar, Sangmaner, Dhule
일반종(OP)	50		Nandurbar, Dhule
합계	6,000		

표 75. 토마토 품종군에 따른 시장규모

품종	예상 판매량(kg)	도매가(US\$/10g)	지역
No.1389	1,200	5.2~6.0	Nashik, Pimpalgaon, Dindori, Sinner, Sangamner
Shaktiman, Samrat	300	10~12	Nashik, Dindori, Basavant
NS2535, Utsav NS510, Prasun	3,000	4.0~5.0	Nashik, Dindori, Pimpalgaon
Abhinav, NS501	1,450	12~14	Sangmaner, Akole, Nashik, Dindori, Pimpalgaon

표 76. Determinate 토마토 재배 현황

구분	비고
품종명	* Abhivan/S&G, Shaktiman/Namdhari

평균 재배면적	* 1acre
종자 소요량	* 50g/acre
파종시기	* 12~3월
수확시기	* 주 수확시기: 3~6월 * 4~6일 간격으로 총 25~35회 수확가능
재식주수	* 10,000주/acre
수량성	* 30톤/acre
주요 병해충	* TYLCV, TOSPO, Anthracnose, Downey Mildew

- Andhra Pradesh 지역 토마토 재배단지

표 77. 토마토 시장규모 및 주요품종

주요품종	종자 소요량(kg)	비고
Laxmi/Nunhems	5,000~6,000	Acidic Tomato (신맛)
US3140/US Agri		Acidic Tomato (신맛)
기타 Acidic Tomato		Acidic Tomato (신맛)
Heem Sohna/Syngenta	600~1,000	무한화서형

- 산도가 강한 토마토가 전체 면적의 90% 이상 재배되고 있으며 6~10월에는 어깨 녹색 (Green Shoulder)과 적색, 무한화서형의 토마토가 재배되고 있음

표 78. 토마토 파종시기 및 재배지역

품종명	파종시기	도매가(US\$/kg)	재배지역
Laxmi, US3140	1~3월	520~600	Madanpalle
Heem Sohna, US800	6~8월		Madanpalle

표 79. 토마토 재배 현황

구분	내용
평균 재배면적	* 3~4acre
종자 소요량	* 100g/acre
파종시기	* 주 파종시기: 1~3월      * 2차 파종시기: 6~8월
수확	* 2~3월 파종 후 5~7월 수확이 시장가격이 우수 * 12~15회 수확
재식주수	* 8,000~9,000주/acre
수량성	* 20톤/acre
주 판매 소비지역	* Chennai, Hyderabad, 해안지역, 인도남부
주요 병충해	* Tomato Spotted Wilt Virus, Downy Mildew, Powdery Mildew

### (3) 양파

1980년 이후 양파값 폭등으로 자리를 내놓은 총리만 2명일 정도로, 인도의 양파 가격은 정치에도 영향을 미칠 만큼 인도인들에게 중요함. 그 이유는 인도에서는 양파 없이 커리를 만들 수 없을 만큼 중요한 작물이기 때문임

#### ① 양파 주 재배지역과 표적시장

- 중부지역 : Maharashtra, Gujarat, Karnataka

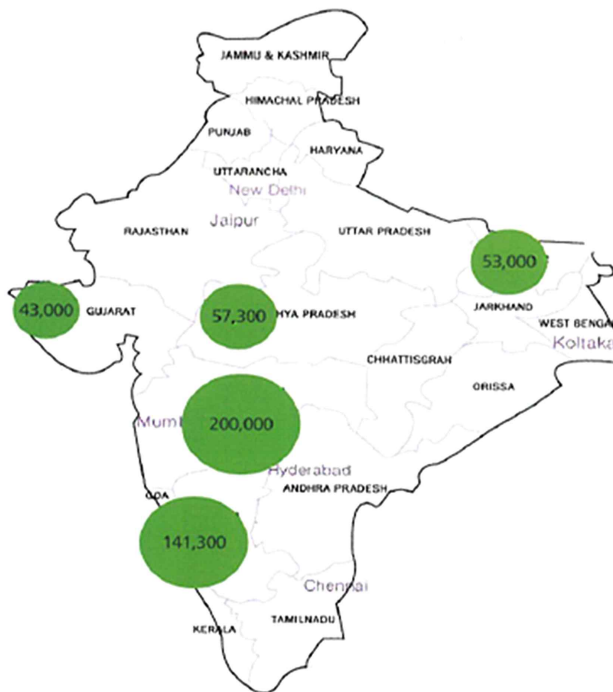


그림 5 각 주별 양파 재배면적

#### ② 양파 종자시장 개요 및 규모

표 80. 양파 재배면적

(단위 : 1,000ha, Million Tons)

연도	재배면적	생산량
2006~2007	768	10.85
2007~2008	821	13.90
2008~2009	834	13.57
2009~2010	756	12.15
2010~2011	863	13.45

인도 전체 양파 재배면적을 보면, 2009~2010년에는 756,000ha에서 2010년 2011년에는 863,500ha로 14% 가량 증가함. 또한, 최대 양파산지인 Maharashtra 주는 2009~2010년 200,000ha



에서 2010~2011년에는 270,000ha로 Gujarat 주는 2009~2010년 43,400ha에서 2010~2011년 72,100ha로 각각 증가함

표 81. 양파 종자시장 규모

OP	F1 Hybrid	비고
4,000 tons	7 tons	매년 교배종 양파 재배면적 증가추세

표 82. 인도의 양파 품종

Description	Breeding	Companies	Remarks
OP	Local OP	Local	Rs350/kg
Synthetic hybrid	Selection/Purification	IAHS, Mahyco, Panch Ganga Seed	Mostly, Rs1200/kg
F1 hybrid	Hybrid	East-West, bejo, Jindal-India	Not confirmed Rs1800/kg

③ 양파 종자시장 개요 및 규모

표 83. 세계 주요 양파 생산국

순위	국가	생산량(M/T)
1	중국	20,507,759
2	인도	13,372,100
3	미국	3,320,870
4	이집트	2,208,080
5	이란	1,922,970
6	터키	1,900,000
7	파키스탄	1,701,100
8	브라질	1,556,000
9	러시아	1,536,300
10	대한민국	1,411,650

④ 양파 수출

과거 인도정부에 의해 수출금지 품목으로 지정된 적이 있었는데, 양파의 수급에 차질이 생겨 공급 부족 사태가 발생하면 그 정치적 파장이 너무 크고 심지어 정권이 교체될 수 밖에 없는 상황이 생기는 경우도 있었음. 위의 이유로 그 동안 양파 시장의 수출 가능성에 대하여 알지 못하였으나 200년에 양파 수출 시장이 개방화되면서 “No Objection Certificate“와 함께 2004년부터 수출이 시작되어 1억 6천만 불에서 2010년에는 3억 7천만 불로 수출 실적이 증가함

표 84. 각 주별 양파 재배면적

(단위 : 1,000ha, 100,000Tons)

주	재배면적	생산량
Maharashtra	200.00	31.46
Karnataka	141.30	22.66
Madhya Pradesh	57.30	9.52
Bihar	53.00	9.72
Gujarat	43.00	10.78
Others	261.54	37.44
합계	756.14	121.58

표 85. 양파 파종 및 수확시기

주(State)	계절(Season)	파종시기	정식시기	수확시기
Maharashtra/ Gujarat	Kharif	5~6월	7~8월	9~12월
	Early Rabi or late Kharif	8~9월	9~10월	1~3월
	Rabi	10~11월	12~1월	4~5월
Tamil Nadu/ Karnataka/ AP	Early Kharif	3~4월	4~5월	7~8월
	Kharif	5~6월	7~8월	10~11월
	Rabi	9~10월	11~12월	3~4월
Rajasthan/Punjab Haryana/ UP	Kharif	5~6월	7~8월	11~12월
	Rabi	10~11월	12~1월	5~6월
West Bengal/ Orissa	Kharif	6~7월	8~9월	11~12월
	Late Kharif	8~9월	10~12월	2~3월

Maharashtra 주의 양파 재배면적은 이전에 비해 크게 늘어났으며, 주 재배지역은 Maharashtra 서부의 Nashik, Pune, Satara, Ahmednagar, Dhule, Solapur 등임. 주요 품종 특성은 조생계 단일조 (Short Day Onion)으로, 파종으로부터 약 65~70일에 수확하는 품종으로서, 몬순(우기) 기간동안 우기저항성, 가뭄 그리고 녹병(Rust)에 강한 품종이 요구됨. 수량성이 타 지역보다 조금 낮은 편이지만 이는 토양이 척박한 편이고 재배법과 품종선택 등의 개선여지가 많으며 기후적으로 큰 변화가 있기 때문임. 몬순기후 이면서 과거보다 더욱 불규칙적이고 비 정기적으로 비가 내리거나, 갑자기 더워지는 현상, 장기간에 걸쳐 구름 낀 날씨, 안개 등이 더욱 수량성을 떨어뜨리는 요인이 됨. 주요 병해는 purple blotch와 colletotrichum이 있는데 이 병들은 양파 재배의 30~50%의 수량을 감소시키는 요인임

⑤ Maharashtra 지역의 양파

인도는 세계에서 중국 다음으로 양파를 많이 생산하며, 생산량은 지난 20년 동안 2배 증가함. 특히 Nashik 지역의 양파가 최상품인데, 매운맛, 풍미, 색깔, 긴 유통기한에 강한 특징이 있음

⑥ 양파 재배단지 현황

표 86. Maharashtra 주 연도별 양파 재배면적

(단위 : 1,000ha, 1,000M/T, T/ha)

연도	재배면적	생산량	수량
1984~1985	51.30	774.8	14.34
1994~1995	93.70	1,206.7	12.88
2004~2005	134.00	1,645.0	12.28
2006~2007	229.84	2,812.4	12.24
2009~2010	170.00	2,800.0	16.47

표 87. Maharashtra 주 양파 재배시기 및 상품가치

계절	파종시기	수확시기	저장성	수출
우기/Kharif	6~8월	8~9월	약 1개월	10%
Late Kharif	9~11월	11~12월	약 1개월	30~40%
겨울/Rabi	12~2월	2~3월	약 4~5개월	50~60%

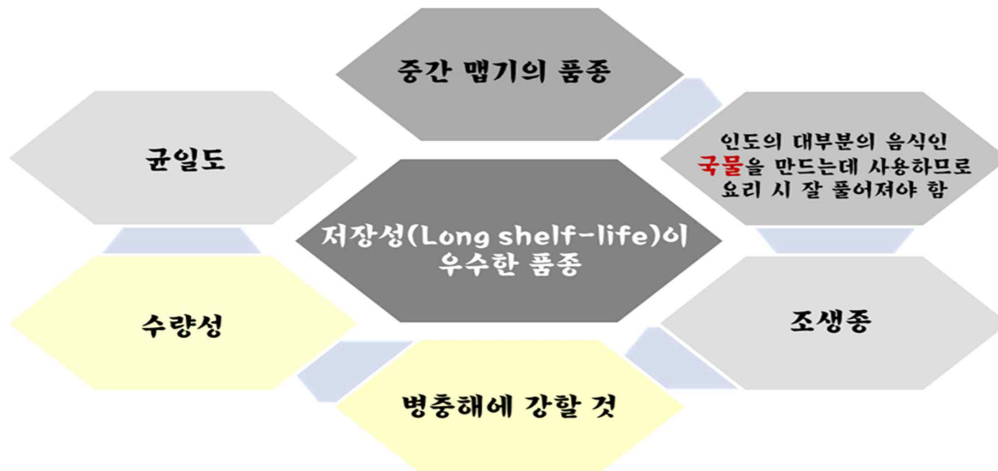
표 88. Maharashtra 주 양파 주요 재배품종

품종	계절	구색	비고
N-53	Kharif	Red	저장성 양호, 20~25톤/ha
Baswant 780	Kharif	Red	저장성 양호, 100~110일종
N2-4-1	Rabi	Red	저장성 양호, 120일종
N-257-9-1	Rabi	White	저장성 양호
Phule Safed	All year round	White	건조용 적합
Phule Suvarna	Late Kharif, Rabi	Yellow Red	유럽수출에 적합
AFDR	Late Kharif, Rabi	Dark Red	저장성 양호
AFLR	Rabi	Light Red	저장성 양호

해충 (Onion Pests)	병해 (Diseases)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Onion Thrips (<i>Thrips tabaci</i>)</li> <li>- Head borer (<i>Heliothis armigera</i>)</li> <li>- Onion fly (<i>Delia antiqua</i>)</li> <li>- Ear wig (<i>Euborellia annulipes</i>)</li> <li>- Onion maggot (<i>Hylemia antiqua</i>)</li> <li>- Cut worms (<i>Agrotis ipsilon</i>)</li> <li>- Mites (<i>Rhizoglyphus sp.</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basal rot (<i>Fusarium oxysporum sp. Cepae</i>)</li> <li>- Downy Mildew (<i>Perenospora destructor(Berk) casp.</i>)</li> <li>- Leaf Blight (<i>Botrytis spp.</i>)</li> <li>- Pythium root rot</li> <li>- Smut (<i>Urocystis cephalae</i>)</li> <li>- White rot (<i>Sclerotium cepivorum</i>)</li> <li>- Purple Blotch (<i>Alternaria porri L.</i>)</li> <li>- Colltrotichum blight (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)</li> <li>- Onion Smudge (<i>Colletotrichum circinans</i>)</li> <li>- Purple Anthracnose</li> <li>- Stemphylium blight (<i>Stemphylium vesicarium</i>)</li> <li>- Bult rot (<i>Fusarium oxysporum sp. Cepae</i>)</li> <li>- Seedling blight of onion (<i>Pseudomonas siccata</i>)</li> <li>- Soft rot (<i>Pseudomonas marginalis Pv. Allicola</i>)</li> <li>- Bacterial stalk rot (<i>Pseudomonas gladioli Pv. Allicola</i>)</li> <li>- Bacterial brown rot (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)</li> <li>- Onion yellow dwarf (<i>onion yellow dwarf virus</i>)</li> </ul>

그림 7. 양파 병해충

⑦ 인도 양파 선도품종 필요조건



다. 인도 종자 수출 마케팅

표 89. SWOT 분석

작물	강점	약점	기회	위협
양배추	Strong	질병에 취약, 유전자원, 종자 생산, 판매망	Cold, Extra early, 다국적 기업의 품종개발과 육종이 멈춤	중국 상품이 언제 들어올지 모름, 가격경쟁
토마토	No ideas	질병에 취약, 유전자원, 종자 생산, 판매망	무궁무진함	다국적 기업과 로컬회사의 브랜드 능력이 높음
양파	No ideas	품종개발, 육종, 종자 생산, 판매망	잠재적 시장	가격

표 90. 종자 수출의 어려운 점

구분	내용	비고
종자분쟁	발생유형 다양	대응 인력, 지식등 부족
생산 단가	매년 증가	수출가 증가 속도보다 빠름
생산능력	해외생산	생산지 확보가 어려움
재배지 검사	생산지 병 발생 유무	비용증가( Additional Declaration)
수입 및 수출	해외에서 생산된 종자 한국으로 수입 그리고 수출	절차, 비용 증가
종자 처리능력	중소 규모회사 능력부족	비용증가
수출 통계	삼각무역 불가능	한국 수입 후 수출만이 통계처리 됨
개발기간	장기간 소요되는 현지 시험 재배, 선발, 개발, 영업개발	비용 및 인력 부족으로 한계가 있음
국제환율 변동	수입단가에 큰 부담	현지에서 생산/판매 시스템 구축필요

**라. 인도 종자 시장 진출 전략**

- (1) 색깔과 향기 시장 개척 : 인도인들은 '종교적 청정' 이유로 기름(가장 청정하다고 인식)에 튀긴 것과 채식을 즐겨 먹는 경향이 있음
- (2) 현지 맞춤형 종자개발 : 인도의 문화(채식주의), 기후, 토질에 맞는 종자 개발(양배추, 토마토, 양파, 허브류 등)
- (3) 채소 유통라인 구축 : 채소 유통라인이 현재는 재래시장의 직거래형태이나, 향후 유통라인을 형성하여 공정 거래시장 구축을 목표로 추진예정

**마. 인도 종자 시장 개척 추진방안**

- (1) 철저히 현지화한 관리시스템 실현
- (2) 브랜드 단일화
  - 브랜드 하나만 사용하도록 관리
  - 기술과 품질에 있어서 반드시 글로벌 품질관리 기준에 도달해야 한다는 자체 목표 운용
- (3) 기술제일주의를 추진(전략적 원칙 고수)
  - 현지화 추진으로 인도사업의 정상궤도에 진입
  - 인도 종자산업의 리더가 되는 것이 목표
  - 고부가가치, 고품질로 종자의 고급 이미지와 가격 우위를 유지
  - 품질제일주의를 추구하며, 절대적으로 판매량과 시장 점유율을 위해 품질의 희생 불허
  - “한국 종묘 씨앗 = 프리미엄 제품“이라는 확고한 이미지 구축

바. 인도의 종자시장 진출에 대한 기대효과

(1) 인도 채소시장에 대한 장, 단점 비교

① 장점

- 일본이나 유럽종자 대비 가격, 품질의 경쟁력에서 비교우위 점유 유리
- 지리적 이점 충분히 활용 가능
- 인도의 국민정서는 육식보다 채식위주
- 정부의 종자산업을 수출산업으로 육성하려는 정책

② 단점

- 한국 종자업체의 유통질서 혼탁
- 인도네시아, 베트남 등 동남아 국가들의 인도 진출 확대
- 글로벌 종자회사들의 적극적인 인도 진출

(2) 기대효과

- 인도 국민의 소비자 성향에 따라 채소품종의 시장진출 세분화 필요
- 외국 종자회사 간 경쟁시장이므로 고부가가치의 중고가 품종가격의 상품개발필요
- 종자시장은 개방화된 형태를 취하고 있어 발전 잠재력 및 시장 확대 여지가 큼

4. 원예종자의 동서유럽 수출 마케팅 전략 및 지원시스템 구축

가. 유럽 종자 시장 동향

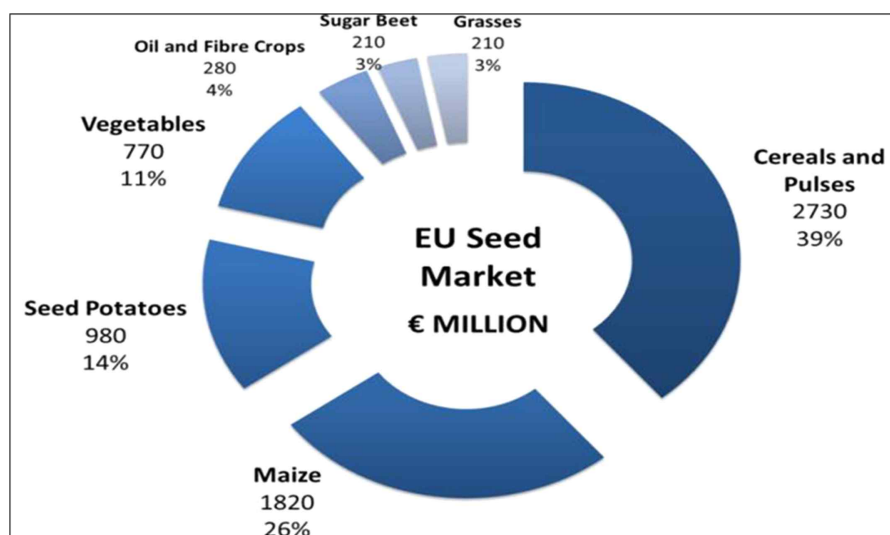
표 91. 유럽 주요 국가 채소 생산 통계자료

국가	생산량(톤)	면적(ha)
러시아	3,309,315	112,900
우크라이나	1,922,400	78,400
폴란드	1,198,726	27,973
루마니아	990,154	49,266
독일	802,918	14,076
벨라루스	380,470	11,629
이탈리아	311,938	15,665
영국	267,600	10,529
세르비아	266,330	20,441
기타	1,982,404	72,296
계	11,432,255	413,175

표 92. 유럽 국가별 종자 시장 점유율

Member Sates	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Share of EU market (2012)
France	1,101	1,537	1,532	2,040	2,294	2,338	2,586	2,179	31%
Germany	804	796	673	628	811	951	841	911	13%
Italy	522	621	730	510	513	588	514	597	8%
Spain	241	239	328	306	323	339	323	514	7%
Netherlands	241	166	219	204	384	441	420	459	6%
United Kingdom	458	205	292	272	287	302	323	350	5%
Czech Reublic	121	159	219	204	215	226	219	237	3%
Hungary	161	159	219	204	215	226	216	233	3%
Poland	322	207	255	238	186	196	187	218	3%
Sweden	161	123	175	163	172	181	180	195	3%
Romania	-	-	161	150	158	166	158	171	2%
Denmark	161	135	182	136	118	140	165	170	2%
Greece	113	112	175	163	172	181	172	156	2%
Belgium	104	104	139	129	133	140	133	144	2%
Finland	64	82	117	109	115	121	115	125	2%
Austria	137	135	109	102	108	113	108	113	2%
Bulgaria	-	-	88	82	86	91	86	93	1%
Slovakia	72	72	80	75	79	83	79	86	1%
Ireland	48	48	58	54	57	60	57	62	1%
Portugal	48	48	58	54	57	60	57	62	1%
Slovenia	24	24	29	27	29	30	29	31	0%
Total EU	4,903	4,972	5,839	5,849	6,511	6,974	6,968	7,106	100%

자료 : : PolDep B (국제 종자 협회 등)



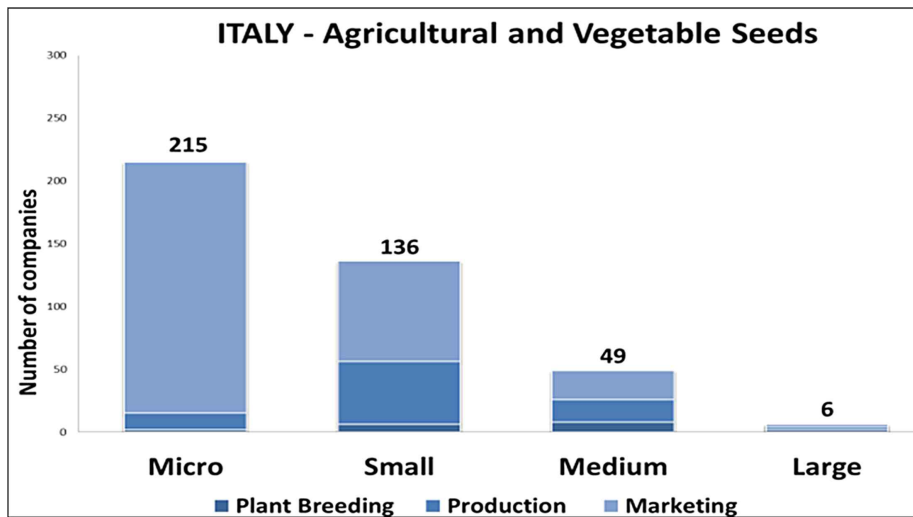
자료 : Elaboration by EP PolDep B(유럽 종자 단체 자료)

그림 21. EU 부류별 종자시장 점유율

표 93. 나라별 종자 회사 수

가입국가	종자 회사 수
폴란드, 루마니아	약 2,000개
헝가리	약 800개
영국	약 600개
프랑스, 이탈리아, 독일, 네덜란드, 슬로바키아	약 120 ~ 350개 사이
기타	60개 이하

자료 : Elaboration by EP PolDep B(유럽 종자 단체 자료), 2013



자료 : Elaboration by EP PolDep B(종자 산업 자료)

그림 22. 이탈리아 규모별 종자회사 수

## 나. 동서유럽 종자 시장 현황

### (1) 동서유럽 종자시장 특징과 전망

- 인구와 경제 및 구매력 안정적 성장
- 한/EU FTA 등으로 수출 장벽은 별로 없음
- 동유럽 경제발전과 남유럽의 서유럽 농산물 공급 기지 역할
- 서유럽 종자시장은 네덜란드 등 선진국 다국적 기업 시장 점유 고착화
- 동유럽 종자시장 개척과 성장 가능성 높고 한국 종자기업 진출 가능성 높음
- 초기 런칭 전략 : 소량 저가판매시장 → 소량 고가판매 틈새 시장 개척
  - 다국적 기업 장벽과 경쟁으로 초기 양배추 집중
  - 토마토, 양파 등 역량 강화 후 시장 진출
- 풍부한 유전자원 보유 선진 유럽, 신품종 개발 잠재력 높은 나라와 공동 참여기회
- 한국의 동유럽 미개척 시장에 대한 적극적 홍보와 인지도 개선
- 농우바이오(피클오이, 토마토), 아시아종묘 외 민간 중소 육종가 및 중소 업체 기반 구축
- 동유럽의 최근 동향
  - 나라에 따라 차이가 많으며 터키 등 동유럽국가들은 EU 가입을 원함



- 유럽 농산물은 최근 러시아 수입 금지로 인하여 평상시보다 식료품 하락했지만 평상시 가격은 비교적 안정적인
- 양배추, 양파, 토마토 가격은 지역에 따라 차이가 있지만 우리나라보다 약간 높거나 낮아 비슷한 상황임
- 식품 공급 여건
  - 광활하고 토지 양호한 생산과 유통 조건 있으나 정부와 EU의 농촌지원 의존
  - 유럽에서는 농산물 저장 창고 등 인프라가 아직 미비하나 유통과 소비 안정적
  - 동부나 남부에서 서유럽 장거리 수송하여 채소 수송성과 저장성 중요
  - 도로정비 지연에 따라 서유럽 및 러시아 운송비 상승은 채소 값에 반영

## (2) 동서유럽 종자 생산과 유통구조 특징

### ① 4대 권역

- 서유럽, 동유럽, 남유럽, 북유럽중심으로 하는 4대 권역이고 유럽은 단일 시장이 아님
- 권역별 자연조건, 수요특징특징이 달라 단일 마케팅 전략보다 차별화 마케팅 필요
- 동유럽과 남유럽 소비자들은 가격에 민감하여 가격 위주로 시장 개척 가능성
- 서유럽은 양은 적지만 고가 제품의 매출로 큰 규모

### ② 생산 및 유통채널

- 태풍, 강우 등 자연재해가 비교적 적고 토양이 좋으나 봄 가을 2-3회 우박 피해 발생
- 경제 및 수요 안정으로 농산물과 종자가격수준이 매우 안정적임
- 동서유럽지역 소비발달과 종자유통구조 안정정임
- 코스트코, 월마트 등 글로벌 유통 기업 다수 진출로 유통 구조의 현대화와 경쟁격화

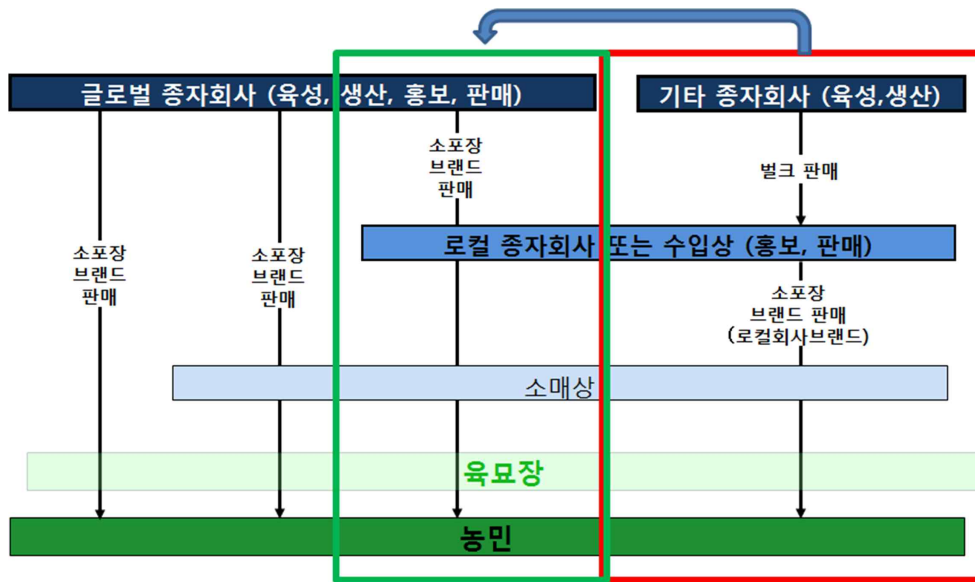
### ③ 큰 유통시장 규모

- 아시아 중국 인도 재배 면적 넓지만 유럽은 면적(20%) 작으나 종자가격이 높아 유통 시장 규모가 큼
- 세계 다국적 기업들의 안정적 시장지배로 동유럽의 미개척 틈새시장 진출이 필요
- 서유럽 채소는 주로 스페인, 일제리, 모로코 등 유럽남부와 동유럽지역에서 공급됨

## (3) 동서유럽 채소 종자 시장 현황과 동향

- 서유럽의 채소 교배종(F1 Hybrid) 시장이 주류, 동유럽 남유럽은 개방과 더불어 다국적 기업의 진출로 대부분 F1과 일반종이 경쟁하고 있음
- 동유럽은 개방과 함께 세계의 다국적 기업의 우량품종이 시장에 공급되면서, 동유럽 국내 회사의 품종육성 관련 연구투자의 확대로 그 수준과 규모가 확대
- 현재 동유럽 채소 일대잡종 품종의 시장규모는 약 2억 불 수준으로 추산되며 재래종 종자시장 까지 포함할 경우 약 3.5억 불 규모
- 현재 유럽 채소종자 시장에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 작물은 토마토로 전체 약 35.5백 만 불 규모이지만 선진 다국적 기업이 선점한 상황임
- 토마토의 경우 내병 바이러스계인 TYLCV와 산도 (Acid) 등에 의해 다양한 시장군을 형성하고 있으며 유럽 특유의 산도가 있으면서 TYLCV 저항성 계열의 토마토가 가장 선호 됨

(4) 동서유럽 종자 유통경로

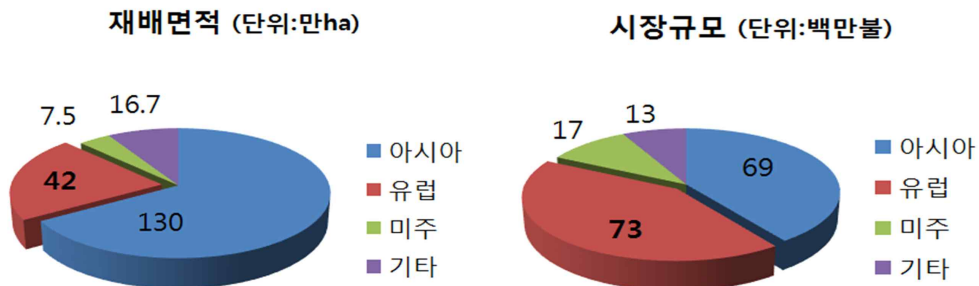


자료 : 조은종묘 내부자료

그림 23. 동서유럽 종자 유통경로

다. 동서유럽 원예 종자 산업의 현황

(1) 양배추



자료 : FAO(2010년), 종자소요량 및 기준단가 종자회사 추정치 적용. 소매가 기준

그림 24. 세계 양배추 종자 시장 규모

표 95. 한국의 양배추 종자 수출(액) 주요 국가 순위(2011년)

순위	국가	수출액(만불)	비율(%)
1	중국	283	50.5
2	인도	152	27.2
3	인도네시아	30	5.4
4	동남아시아(태국, 베트남 등)	30	5.4
5	네덜란드	20	3.6
6	파키스탄	10	1.7
7	러시아	5	0.9

자료 : 국내 양배추 종자 수출 회사 제출 자료, 조은종묘

참고 : 1. 한국의 동서유럽 수출실적 거의 없음

2. 2013년 증가 예)인도 수출액 농우바이오 30억 원, 아시아종묘 15억 원 기록

표 96. 유럽 주요 국가 양배추 재배 면적(2010)

지역	국가	재배면적(ha)	인구(천명)	천명당 면적(ha)
동유럽	Russian Federation	115,600	142,518	0.81
동유럽	Ukraine	70,700	44,854	1.58
동유럽	Romania	47,227	21,849	2.16
동유럽	Poland	33,079	38,415	0.86
동유럽	Serbia	20,891	7,277	2.87
서유럽	Italy	17,824	61,261	0.29
동유럽	Belarus	17,580	9,644	1.82
동유럽	Kazakhstan	17,300	17,522	0.99
서유럽	Germany	14,471	81,306	0.18
서유럽	United Kingdom	9,818	63,047	0.16
기타	Republic of Korea(배추)	35,000	48,861	0.72

주 : 유럽 10대 양배추 재배 국가의 양배추 재배면적 및 단위인구당 면적(1,000명)

재배면적 : FAO 2010기준, 인구 : 미국 CIA 홈페이지 자료, 2012 기준

자료 : 조은종묘

표 97. 양배추 종자시장 동서유럽 비교

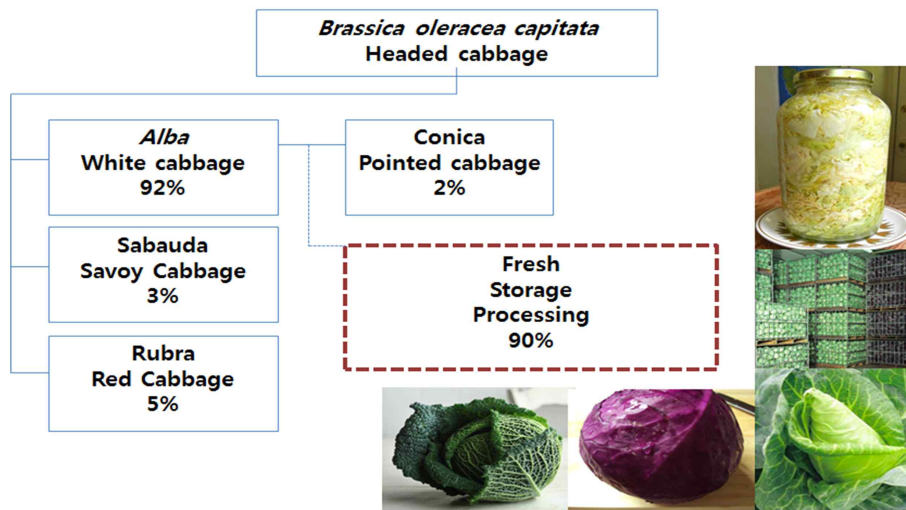
구분	동유럽(중앙아시아 포함)	서유럽
인구 a	4.1억	4.2억
재배면적(ha)	358,000	62,000
생산량 b	9,522 천톤	2,845 천톤
1인당 소비량 b/a	23 kg	7 kg
종자소요량	43 ton	9 ton
종자단가	\$1,200/kg	\$2,400/kg
시장규모	52백만 불 (약 570억 원)	21백만 불 (약 230억 원)
주요타입	Fresh, Processing, Storage	Fresh, Savoy, Pointed, Red
주요국가	러시아, 우크라이나, 폴란드, 우즈베키스탄	영국, 독일, 이태리

재배면적, 생산량 자료 : FAO(2010년)

표 98. 폴란드 양배추 종자 소매 가격

품종 명	한화(원)	10g(PLN)	제조사
KAPUSTA BRAVO	22,973	80.00	- HM. CLAUSE(BLALA 계열)
KAPUSTA LEGION	31,588	110.00	- HM. CLAUSE(BLALA 계열)
KAPUSTA MARABOU	33,023	115.00	- HM. CLAUSE(BLALA 계열)
KAPUSTA GARANCE	33,023	115.00	- HM. CLAUSE(CZERWONA 계열)
KAPUSTA CZERN	33,023	115.00	- HM. CLAUSE(CZERWONA 계열)

KAPUSTA BRIGADIER	31,588	110.00	- HM. CLAUSE(BLALA 계열)
KAPUSTA CENTU	31,588	110.00	- HM. CLAUSE(BLALA 계열)
KAPUSTA GAZELLE	25,844	90.00	- Bejo Zaden(BLALA 계열)
KAPUSTA LANDINI	34,459	120.00	- Nickerson Zwaan - Hasera(BLALA 계열)
KAPUSTA DELIGHT BALL	31,588	110.00	- Nickerson Zwaan - Hasera(BLALA 계열)
KAPUSTA CZERWONA(적색양배추)	31,588	110.00	- Clause vegetable seeds
KAPUSTA BIALA(적색양배추)	28,716	100.00	- HM. CLAUSE
평균 가격(PLN)	30,726	107.08	참고 1 PLN : 약 315원(15/8/18) 2,000~2,500립/1봉지/10g



자료 : 조은종묘

그림 25. 유럽 양배추 주요 타입

표 99. 유럽 양배추 타입별 분석

타입	Fresh	Storage	Processing
비율	40%	25%	25%
면적	161천 ha	90천 ha	90천 ha
시장 규모	30백만 불	18백만 불	18백만 불
주요 품종	Jetma (R) Nozomi (Sk) Pandion (Sm)	Counter (B) Expect (B) Galaxy (Sm)	Megaton (B) Rinda (Sm) Burton (N)
파종	11~4월 (일부는 하우스 작형)	4~5월	4~5월
수확	4~8월 (정식 후 50일~85일)	9~10월 (정식 후 90일~150일)	8~9월 (정식 후 80~120일)
무게	0.8~2.5kg	2~5kg	3~7kg
핵심 요구특성	숙기, 내한성(초기), 재포성	저장성 (3~6개월), 내한성(후기)	수량성, 품질
주요 내병성	시들음병, 검은썩음병, 뿌리혹병	시들음병, 검은썩음병, 뿌리혹병	시들음병, 검은썩음병, 뿌리혹병

B(Bejo Zaden), Sm(Seminis), SK(Sakata), N(Nickerson Zwaan), R(Rijk Zwaan)

표 100. 주요 품종 특성 Fresh




품종 명	특성	사진	육성회사
Parel	숙기 50~60일, 구중 1.3~1.5kg, 밀식에 유리		Bejo
Nozomi	숙기 45~50일, 구중 0.8~1.3kg, 조숙, 재포성 우수, 진녹색		Sakata
Pandion	숙기 50~55일, 구중 1.3~1.5kg, Globular head 조숙, 열구가 빠름, 녹색		Seminis

표 101. 주요 품종 특성 Storage







품종 명	특성	사진	육성회사
Counter	숙기 145일, 구중 3~4kg, 긴도 우수		bejo
Expect	숙기 145일, 구중 3~4kg, 구모양 우수		bejo
Galaxy	숙기 160일, 구중 4~6kg, 후기 내한성 우수 조직이 단단> 장기 저장에 적합(~180일)		Seminis

표 102. 주요 품종 특성 Processing

품종 명	특성	사진	육성회사
Megaton	숙기 105일, 구중 4~6kg, 수량성 매우 우수		Bejo
Rinda	숙기 95일, 구중 3~4kg, 조숙, 수량성 우수 High round 구형, 위황병 약		Seminis
Burton	숙기 120일, 구중 4~6kg, 수량성 우수 Flat Round 구형, 위황병 저항성		Nickerson

(2) 토마토

① EMEA(Europe, the Middle East and Africa)내 지역별 토마토 시장 규모

터키는 단일국가로는 가장 큰 시장으로 종자가격만으로 계산했을 때 1위를 차지하였음. CEE (동유럽과 중앙유럽)의 경우 면적에 비해 종자단가가 낮은 것으로 나타났으며, 유럽시장은 1,000립을 기본 단위로 하여 거래가 이루어짐

표 103. EMEA(Europe, the Middle East and Africa)내 지역별 토마토 시장 규모

Area	Market value(M \$)	Acreage(천 Ha)
터키	94	139
IBERICA	73	73
이태리	66	85
CEE	65	139
중동	54	270
MAGHREB	33	93
베네룩스	29	4
이집트	20	126
아프리카	19	280
계	494	1,228

자료 : 다국적 기업 내부자료

EMEA의 주요 토마토 판매 회사로 MONSANTO 마켓이 점유율이 27%(1,900억), SYNGENTA가 17%, LIMAGRAN, ENZA ZADEN, RIJK ZWAAN, NUNHEMS가 6-11%, BEJO가 0.1%임. EMEA의 토마토 시장의 소비는 매년 2%씩 증가하고 있는 추세이며, 소매가는 지난 몇 년 동안 안정적인. 최근 토마토의 생식이 늘어나면서 방울토마토의 소비가 증가하고 있으며, 고품질이나 품미 요구도가 증가하는 추세임. 대형회사(체인점)들이 품종 선택에 대해서도 관여하기 시작함. 노동집약적, 고품질을 위한 개발들이 계속되고 있음. 초세를 좋게 해서 수량을 늘리거나, 토양병에 대한 저항성을 높이기 위한 대목시장이 늘어나고 있음

표 104. EMEA 토마토 시장 동향

소비	생산	정치/경제
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumption is increasing @ 2% per year in volume, retail price stable</li> <li>- Demand for better quality and flavor leads to increasing share of protected production</li> <li>- Growth in smaller types (e.g. cherry) in several markets</li> <li>- Flavor gets more attention</li> <li>- Retailers play key role in variety selection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Overall upgrading of tomato quality and less use pesticides leads to a continuous move upward of production methods:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Open field=&gt; protected</li> <li>· Open field technification</li> <li>· Glasshouse to higher tech</li> <li>· Greenhouse to higher tech</li> <li>· Direct sowing to transplanting</li> </ul> </li> <li>· Continued adoption of grafting in South of Europe and East Europe</li> <li>· Use of biologicals</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Europe peaked in the economic crisis in 2012, 2014 was a more stable year</li> <li>- Political instability continues in Middle East and CEE area</li> <li>- Russia, Turkey fastest growth in the region</li> <li>- Tomato prices low overall, shrink acreage</li> </ul>

② 터키의 토마토 작형별 시장 규모

터키 토마토 시장의 년 성장률은 10%임. 무한성장형 라운드 타입(Indeterminate round-GRH-Large-Loose) 그린(플라스틱) 하우스 크기로 수확함. 병 저항성 TYLCV가 필요함

표 105. 터키 토마토 작형별 시장 규모

Type	Market value(M \$)
Indeterminate round-GRH-Large-Loose(5)	54
Determinate round-Open-Large	14
Processing-Open-multi use(2)	7
Rootstock	6
Indeterminate round-Open-Large	5
Indeterminate round-GLS-Medium-Truss	3
Cherry/cocktail(plum+round)	3
Etc	2
Total	94

③ IBERICA(스페인, 포르투갈, 남부 프랑스)의 토마토 작형별 시장 규모

IBERICA(스페인, 포르투갈, 남부 프랑스)의 토마토 시장의 년 성장률은 2%임. 몬산토 시장 지배적 위상이 상실한 상태임(시장 뺏기는 어려워도 잃는 건 순식간). 가공용 토마토는 일반 노지에서 지주 없이 일시 수확함(요구도 : 당도가 높아야 함). 살사소스(나쵸)에 가공용 토마토가 많이 들어있음. 대부분 야생종이 대목으로 개발되고 있음

표 106. IBERICA 토마토 작형별 시장 규모

Type	Market value(M \$)
Rootstock	11
Indeterminate round-GRH(6)	30
Processing-Open-multi use(2)	8
Indeterminate elongated-GRH(2)	7
Cherry/cocktail(plum+round)(2)	5
Etc	12
Total	73

④ 이탈리아의 토마토 작형별 시장 규모

이탈리아 토마토 시장의 년 성장률은 2%임. 형태나 색깔이 다양함. 시장면적 면에서 시장이 정체되어 있음. 가공용 토마토는 요구도가 다름(당도, 산도, 형태적으로도 다름). 과육이 없는 형태로 기계수확이 유리한 가공용 토마토를 생산함

표 107. 이탈리아 토마토 작형별 시장 규모

Type	Market value(M \$)
Cherry/cocktail(plum+round)(4)	21
Processing-Open(4)	20
Indeterminate elongated-GRH(2)	5

Indeterminate round-GRH(2)	4
Etc	16
Total	66

⑤ CEE(동유럽과 중앙유럽)의 토마토 작형별 시장 규모

CEE(동유럽과 중앙유럽) 토마토 시장의 년 성장률은 9%임. Pink가 Red에 비해서 경도가 떨어지고 수량이 떨어지고 병에 대해서 약함. Red 토마토는 맛이 떨어짐. 미국이나 러시아, 동유럽 쪽은 Pink 토마토에 대한 요구도가 있음(한국 요구도와 같음)

표 108. CEE 토마토 작형별 시장 규모

Type	Market value(M \$)
Indeterminate round-GRH(4)	21
Indeterminate round-GLS(3)	15
Indeterminate pink round-GRH	5
Determinate round-Open(2)	5
Determinate round-GRH	4
Processing-Open(2)	4
Rootstock	3
Etc	8
Total	65

⑥ 중동+이집트의 토마토 작형별 시장 규모

중동+이집트 토마토 시장의 년 성장률은 14%임. 문화권이 비슷하고 재배작형이 비슷(종자 단가가 같음). 무한생장형은 대부분 유리온실이거나 시설 내에서 고비용이 투자되는 곳에서 자라는 토마토 형태임. 무한생장형도 지주를 세워서 수량을 높이는 게 늘어남. 저항성 위주로 육성이 되는 경우가 많음

표 109. 중동·이집트 토마토 작형별 시장 규모

Type	Market value(M \$)
Determinate round-Open(7)	31
Indeterminate round-GRH(3)	17
Determinate elongated-Open(4)	16
Etc	10
Total	74



⑦ 토마토 형태 타입

- 토마토 수확할 때 하나씩 수확하는지, 통으로 수확하는지에 따라서 낱개(Loose harvest), 송이(Truss harvest)로 나눌 수 있음
- 예전에는 전부 하나씩 수확했는데 통으로 개별 포장하는 소비가 늘고 있음
- Truss 형태로 가려면, 토마토 숙기가 같아야 함, 식미가 좋아야 함, 가격이 2~3배정도 높음

⑧ 토마토 마케팅 전략

- 제일 잘 팔리는 품종이 제일 좋은 품종임
- 우량 품종에 보다 마케팅이 성패를 좌우함
- 생산과 수출에 앞서 판매 시장분석이 선행되어야 함
- 현지 상황에 맞는 시장개발 전략이 매우 중요함
- 각개 회사별 판매보다 종합 판매전문회사를 만들어야 함
- 가능성 있는 모든 방법 동원해 시장을 파고 들어 경쟁력을 길러야 함

라. 한국 원예종자 유럽 수출입 현황

(1) 한국 원예종자 유럽 수출 현황

표 110. 우리나라 연도별 원예종자 수출액

(단위: US\$)

연도	양배추	양파	토마토	기타	계
1990	27,984	3,012	52,072	6,011,480	6,094,548
1995	178,681	4,200	6,995	7,198,463	7,388,339
2000	1,604,698	299,103	59,556	16,038,822	18,002,179
2005	1,795,976	134,342	175,952	13,170,275	15,276,545
2010	3,300,122	346,850	918,252	18,451,749	23,016,974
2014	4,107,838	811,565	2,209,158	32,686,977	39,815,537

표 111. 우리나라 연도별 원예종자 유럽수출

(단위: kg, 1,000 USD)

작물	2014년도			2013년도		대비(%)	
	수량(A)	금액(X)	%	수량(B)	금액(Y)	수량(A/B)	금액(X/Y)
양배추	33,393	4,108	10	30,582	3,758	109	109
토마토	2,064	2,209	6	1,722	3,217	120	69
양파	5,100	812	2	2,608	582	196	139
기타	25,819	557	1	18,247	367	141	152
계	567,931	39,816	100	638,275	40,507	89	98

표 112. 연도별 국가별 원예종자 수출

(단위: kg, 1,000 USD)

국가	2014년도			2013년도		대비(%)	
	수량(A)	금액(X)	%	수량(B)	금액(Y)	수량(A/B)	금액(X/Y)
스페인	5,822	725	2	4,062	578	143	125
터키	4,094	440	1	91	220	4,510	201
프랑스	6,710	369	1	6,468	446	104	83
영국	6,389	365	1	7,257	387	88	94
이태리	2,289	266	1	1,373	138	167	193
독일	1,151	210	1	1,349	241	85	87
네덜란드	1,027	142	0	2,572	932	40	15
러시아	482	136	0	391	62	123	218
계	27,965	2,655		23,562	3,004	119	88

① 양배추

표 113. 양배추 수출국 현황(2014)

국가 명	수출량 (KG)	수출액 (USD)	금액 (%)
독일	158	34,850	1
러시아	35	18,217	0
루마니아	1	934	0
마케도니아	18	5,420	0
세르비아	8	4,377	0
스페인	9	10,130	0
영국	2	900	0
이태리	0	150	0
터키	7	8,051	0
폴란드	2	1,708	0
헝가리	1	461	0
기타	33,153	4,022,640	98
계	33,393	4,107,838	10

② 토마토

표 114. 토마토 수출국 현황(2014)

국가 명	수출량 (KG)	수출액 (USD)	금액비 (%)
네덜란드	36	35,850	2
러시아	11	25,644	1

루마니아	0	843	0
마케도니아	8	38,118	2
세르비아	0	1,546	0
스페인	5	22,995	1
우크라이나	0	1,375	0
이태리	4	20,417	1
터키	32	199,426	9
폴란드	0	7,166	0
기타	1,968	1,855,777	84
계	2,064	2,209,158	6

(2) 한국 원예종자 유럽 수입 현황

표 115. 한국 작물별 원예종자 수입(2014)

(단위: kg, 1,000 USD)

작물	총수입			순수입			해외 채종		
	수량	금액	%	수량	금액	%	수량	금액	%
양배추	47,667	1,916	3	91	41	0	47,576	1,874	3
토마토	4,846	9,678	14	237	2,927	18	4,609	6,750	12
양파	60,083	13,142	18	10,442	2,660	17	49,641	10,482	19
기타	1,948,931	46,801	65	227,678	10,368	65	1,721,253	36,434	66
계	2,061,527	71,537	100	238,448	15,997	100	1,823,078	55,540	100

표 116. 한국 국가별 원예종자 수입(2014)

(단위: kg, 1,000 USD)

국가	총수입			순 수입			해외 채종		
	수량	금액	%	수량	금액	%	수량	금액	%
네덜란드	24,571	7,245	10	24,445	6,772	42	125	473	1
덴마크	120,422	1,071	1	3,000	9	0	117,422	1,062	2
스페인	36	185	0	6	184	1	30	0	0
슬로베니아	5,200	109	0	5,200	109	1	0	0	0
이태리	306,890	5,444	8	28,260	87	1	278,630	5,357	10
체코	16	2	0	0	0	0	16	2	0
터키	2,005	199	0	0	0	0	2,005	199	0
프랑스	4,072	512	1	2,009	37	0	2,063	475	1
헝가리	2	0	0	0	0	0	2	0	0
기타	1,598,313	56,772	79	175,528	8,799	55	1,422,785	47,972	86
계(32개국)	2,061,527	71,537	100	238,448	15,997	100	1,823,078	55,540	100

표 117. 한국의 연도별 원예종자 총수입 금액

(단위: US\$)

연도	양배추	양파	토마토	기타	계
1990	362,896	277,557	0	1,756,601	2,397,054
1995	580,900	2,043,411	1,235,176	13,830,095	17,689,582
2000	1,070,240	8,935,633	1,493,321	13,764,684	25,263,878
2005	1,976,000	7,502,376	4,376,869	16,415,421	30,270,666
2010	2,536,807	11,545,527	3,938,302	20,754,228	38,774,864
2014	1,915,532	13,141,751	9,677,884	46,801,423	71,536,590

표 118. 한국의 연도별 원예종자 순수입 금액

(단위: US\$)

연도	양배추	양파	토마토	기타	계
1990	362,896	277,557	0	1,756,601	2,397,054
1995	530,433	1,723,692	1,195,618	4,385,449	7,835,192
2000	415,819	6,464,106	1,205,984	3,435,485	11,521,394
2005	62,615	1,771,357	742,301	3,133,378	5,709,651
2010	77,302	2,371,658	1,693,010	5,587,526	9,729,496
2014	41,349	2,660,104	2,927,499	10,367,919	15,996,871

표 119. 한국의 연도별 원예종자 해외채종 금액

(단위: US\$)

연도	양배추	양파	토마토	기타	계
1990	0	0	0	0	0
1995	50,467	319,719	39,558	9,444,646	9,854,390
2000	654,421	2,471,527	287,337	10,329,199	13,742,484
2005	1,913,385	5,731,019	3,634,568	13,282,043	24,561,015
2010	2,459,505	9,173,869	2,245,293	15,166,702	29,045,369
2014	1,874,184	10,481,646	6,750,385	36,433,504	55,539,719

① 양배추

표 120. 한국의 양배추 종자 총수입 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
네덜란드	31	35,453	2
이태리	21,442	1,055,879	55
체코	7	1,319	0
프랑스	62	2,120	0
기타	26,124	820,762	43
계	47,667	1,915,532	3

표 121. 한국의 양배추 종자 순수입 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
네덜란드	26	27,840	67
기타	65	13,509	33
계	91	41,349	0

표 123. 한국의 양배추 종자 해외채종 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
네덜란드	5	7,613	0
이태리	21,442	1,055,879	56
체코	7	1,319	0
프랑스	62	2,120	0
기타	26,059	807,254	43
계	47,576	1,874,184	3

② 토마토

표 124. 한국의 토마토 종자 총수입 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
네덜란드	54	1,137,456	12
스페인	6	184,198	2
이태리	0	0	0
체코	0	135	0
터키	2	122,422	1
프랑스	1	26,768	0
기타	4,783	8,206,905	85
계	4,846	9,677,884	14

표 125. 한국의 토마토 종자 순수입 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
네덜란드	53	1,101,882	38
스페인	6	184,198	6
기타	179	1,641,419	56
계	237	2,927,499	18

표 126. 한국의 토마토 종자 해외채종 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
네덜란드	1	35,574	1
이태리	0	0	0
체코	0	135	0
터키	2	122,422	2
프랑스	1	26,768	0
기타	4,604	6,565,486	97
계	4,609	6,750,385	12

③ 양파

표 127 한국의 양파 종자 총수입 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
네덜란드	275	102,383	1
스페인	30	398	0
이태리	21,589	2,187,170	17
체코	0	25	0
터키	2,000	50,908	0
프랑스	1,662	424,552	3
헝가리	2	1	0
기타	34,526	10,376,314	79
계	60,083	13,141,751	18

표 128. 한국의 양파 종자 순수입 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
네덜란드	275	102,383	4
기타	10,167	2,557,722	96
계	10,442	2,660,104	17

표 129. 한국의 양파 종자 해외채종 국가 현황(2014)

국가 명	수량 (KG)	금액 (USD)	금액 (%)
스페인	30	398	0
이태리	21,589	2,187,170	21
체코	0	25	0
터키	2,000	50,908	0
프랑스	1,662	424,552	4

헝가리	2	1	0
기타	24,359	7,818,592	75
계	49,641	10,481,646	19

**마. 동유럽 현지 조사 결과**

- 2015년 7월 30일 ~ 8월 6일 동유럽 현지 조사 실시
- 폴란드, 터키 현지 시험재배 농가 유통 면담 및 자료수집(유재홍 차장)
- 폴란드 애그로파프릭스 종자 식품유통회사 방문 재배 농가 및 유럽 전문가 면담 및 현장 조사
- 터키 2위 종자기업 안탈야 멀티토움 CEO와 수출입 전문가 15개 시험재배 농가 면담
- 다국적 종자기업 및 우리나라 농우바이오 등 재배 현황 및 현지 양배추 수집 유통 현황
- 안탈야 지역 종자 도소매상 및 재배농민 면접 조사 농우와 아시아의 적극적 투자 성과 기대
- 동유럽 폴란드 Agro Paprix 5명, 터키 Multi Tohum 10명 전문가 면담



그림 26. 동유럽 조은종묘 현지 농가 시험재배 현장 조사(양호한 토지, 기후)  
(좌: 폴란드 바르샤바 근교 시험 재배 농가, 우: 시험재배 농가 상품성 조사)



그림 27. 폴란드 바르샤바 근교 조은종묘 시험 재배지



그림 28. 폴란드 우박피해 수확 및 가공





그림 29. 폴란드 농산물과 종자업체 Agro Paprix 종합유통 시설



그림 30. 터키 산지 농가와 종자 소매상 및 농산물 판매장



그림 31. 터키 안탈야 노지 및 하우스 현지 조사

터키의 안탈야 Multi Tohum(멀티토움) 회사 터키 2위 종자 회사로 16개국과 거래하고 있으며, 60 ha의 온실을 보유하고 있고, 250명 근무하고 있으며, 한국의 양배추 콜리플라워에 관심을 보이고 있음



그림 32. 안탈야 Multi Tohum 회사의 종자 생산 및 처리장

터키 안탈야 농산물 도매시장은 터키 최대의 시장으로 이스탄불, 앙카라, 러시아 등에 수출입하며, 무 경매 위탁회사가 140개 있음





그림 33. 터키 안탈야 농산물 도매시장



그림 34. 터키 안탈야 대형 농식품수퍼마켓

바. 동유럽 종자 수출 마케팅

(1) 주요 국가 양배추 육성 경쟁력 비교










구분	네덜란드			일본			한국		
주요회사									
시장점유율 (추정)	80%			10%			< 1%		
주요 타입	Fresh	Process-ing	Storage	Fresh	Process-ing	Storage	Fresh	Process-ing	Storage
	○	○	○	○	△	△	○	△x	△x
병저항성 연구수준	시들음병	뿌리혹병	검은 썩음병	시들음병	뿌리혹병	검은 썩음병	시들음병	뿌리혹병	검은 썩음병
	○	○	△	○	△	△	△	△	△

그림 35. 국가별 양배추 육성 경쟁력 비교

TYPE	Asia (overall)	Europe (overall)	Korea	remarks
FRESH ROUND (early)				
FRESH ROUND (mid-early)				
PROCESSING (round shape)				
STORAGE (round shape)				
SEMI FLAT				
FLAT				for tropical area
SAVOY				
POINTED				
RED				

Disease (common name)	Asia (overall)	Europe (overall)	Korea	remarks
Black Rot				
Fusarium Yellows				
Club Root				

그림 36. 국가별 양배추 육성 경쟁력 비교

## (2) 양배추 육성/개발/마케팅 환경 분석

### ① 정치/경제/사회적 측면

- 동부유럽 경제력 상승으로 인한 구매력 증가 추세
- 종자 단가 상승 및 일반종의 지속적인 교배종 전환으로 인한 양배추 종자시장 규모 확대

### ② 기술/연구/육성적 측면

- Takii/Sataka/Mikado Kyowa사 등 일본회사의 품종 다양화로 인해 시장 지배력 증가 추세
- 중국 채소종자회사 및 연구소 양배추 육성 투자 및 적극적인 마케팅 활동으로 유럽시장 진입 시작
- Fresh Early 타입

### ③ 영업 및 마케팅적 측면

- Seminis사 양배추 육성 중단 등 네덜란드 회사들의 시장 영향력 감소 추세
- 통신과 교통의 발달로 인해 육성회사와 판매회사간의 유통간격 감소
- ISF 외 지역 종자 무역 회의 활동 강화 및 무역량 증가

\*APSA(Asia Pacific Seed Association), AFSTA(African Seed Trade Association), ESA(European Seed Association) 등

### (3) 한국 양배추 종자 수출 마케팅 SWOT 분석

표 130. SWOT 분석

강점	약점
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우수한 육성 능력 및 품종경쟁력</li> <li>- 정부의 적극적 GSP연구 지원책</li> <li>- 효율적인 산학연 협력체제 구축</li> <li>- 한국의 국가 이미지 개선 효과</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세일즈 네트워크 상대적 취약</li> <li>- 미약한 자체 브랜드력</li> <li>- 수확 후 처리 등 종자품질력 상대적 약세</li> </ul>
기회	위협
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 동유럽 시장 증가 추세</li> <li>- 기존 네덜란드 회사들의 영향력 감소 추세</li> <li>- 한국 국가 브랜드 상승</li> <li>- ISF, APSA, ESA 등 종자관련 국제 무역 회의 활성화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일본 회사 등 시장 점유율 증가</li> <li>- 중국 등 후발 업체의 추격</li> <li>- 유전 자원 유출</li> <li>- 다국적 기업의 시장 지배력</li> </ul>

① 미래 잠재·거점 시장 개척에 대한 수출지원 및 시장확대 전략 필요

② 양배추 수출마케팅 차별화 전략

- 맛, 기능성, 컬러 등 특성 차별화
  - 동유럽인의 컬러 선호, 긴 겨울 저장 및 가공 식품
- 현지 맞춤형 종자개발
  - 아직 미성숙된 종자시장-다양한 신품종 개발 및 보급 필요
  - 동유럽의 문화, 기후, 토질에 맞는 종자 개발(양배추, 토마토, 양파)
- 종자 유통경로 구축
  - 신상품과 브랜드 홍보 및 광고
  - 종자 도소매상의 직거래 형태 혹은 수입업자 벌크 등 유통경로 구축과 침투
- 철저한 현지화 관리시스템 실현
  - 현지화 고용 및 관리(농우바이오, 아시아종묘)
  - 수입업자 상대 단순 벌크 판매의 한계 극복
  - 현지 시험 전시포 운용 및 종자 유통조직 구축 필요
- 브랜드 단일화
  - 브랜드 하나만 사용하도록 관리
  - 기술과 품질의 글로벌 품질관리 기준 목표 운용
  - 브랜드 인지도 상승을 위한 광고 홍보 활동 강화 필요
- 기술제일주의를 추진 (전략적 원칙 고수)
  - 현지화 추진으로 동유럽사업 정상궤도 진입
  - 동유럽 종자산업의 리더가 되는 것을 목표
  - 고부가가치, 고품질로 종자의 고급 이미지와 가격 우위를 유지
  - 품질제일주의 추구 중요, 판매량과 시장 점유율에 연연 품질 저하 곤란
  - “한국 종묘 씨앗 = 신뢰 = 프리미엄 제품“이라는 확고한 이미지 구축

③ 동유럽 채소시장에 대한 한국 종자 기회/위협 요인 비교

표 131. 한국 원예종자 산업의 기회/위협 요인

기회	위협
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일본 유럽 종자 대비 가격경쟁력</li> <li>- 지리적 거점화와 활용 가능성</li> <li>- 동유럽의 포용적 국민정서 접근 용이</li> <li>- 정부의 종자산업 수출 산업화 의지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선진국의 종자업체 경쟁력</li> <li>- 일본, 중국업체의 동유럽 진출 강화</li> <li>- 글로벌 종자회사들의 동유럽 시장점유율</li> <li>- 산지 농민, 도소매시장, 소비자 저 인지도</li> </ul>

④ 동유럽의 종자시장 진출 전략

- 첫째, 동유럽 국민의 소비자 성향에 따라 전략 품목 품종 세분화 필요
- 둘째, 종자회사 간 저가 경쟁 극복을 위한 고부가가치 중고가 품종 개발필요
- 셋째, 동유럽에 한류 없으나 자동차와 전자제품에 대한 이미지 및 경쟁력 좋아져 활용 가능성
- 넷째, 종자시장은 개방화된 형태를 취하고 있어 발전 잠재력 및 시장 확대 여지가 큼

(4) 양배추 품종 육성 경쟁력 강화 전략

구분		네덜란드	일본	조은종묘	1차 목표 (~2016)	2차 목표 (~2021)	비고 (조은종묘)
유전자원	R&D	5	4	4	4	5	내열구성, 조숙성 계통 추가 확보 내병성 계통 추가 확보
육성경험 및 능력	R&D	5	5	4	5	5	기존 연구인력 글로벌회사 육성경력 선임급 연구원 추가 확보 예정 병리 검정 외부 기관 의뢰
연구시설	R&D	5	4	3	4	4	준화처리용 저온처리시설 확보 농장 연구 시설 추가 확보 예정
품종개발 및 홍보력	마케팅	5	4	3	4	5	1차 현지 업체 위탁개발 2차 직접 홍보 및 개발
브랜드력	마케팅	5	4	2	3	4	1차 현지 협력업체 브랜드 판매 2차 조은종묘 브랜드 판매
종자 품질 (순도, 병리 검정, 사이징 등)	품질 관리	5	5	3	4	5	1차 국내 전문업체 위탁 2차 내부 품질 보증
평균		5	4.3	3.2	4.0	4.7	

주 : 1 매우 낮음, 5 매우 높음 (네덜란드 회사를 기준 5로 하여 자체 평가)

그림 37. 조은종묘 양배추 품종 경쟁력 강화 목표(사례)

(5) 한국 원예종자의 동서유럽 수출 STP전략

동서유럽은 중국이나 인도처럼 광활한 면적을 가지고 있고 50여 개 국가나 되기 때문에, 먼저 지리적으로 시장을 동서남북 유럽으로 세분화할 필요가 있으나 북유럽은 여건상 수출이 어려운 상황임. 서유럽은 네덜란드, 프랑스 중심으로 해야 하지만 종자 강국들은 이므로 우리 종자를 직접 수출하는 데는 어려움이 있음. 따라서 동유럽 폴란드, 러시아, 남유럽 스페인, 이탈리아, 터키를 주 표적시장으로 선정해야 할 것임

표 38. 동서유럽의 지리적 시장 세분화

구분	지역	내용
표적시장 1	중동부	· 폴란드 · 우크라이나, 러시아
	서남부	· 스페인
표적시장 2	중서부	· 네덜란드, 프랑스
	중남부	· 이탈리아
	동남부	· 터키

원예종자 유럽 수출에 있어 시장 개척 기본 방향은 첫째, 현지화 관리조직으로 생산 및 수출입의 거점화임. 둘째, 단일 프리미엄 브랜드 육성으로 유력 품목의 집중 육성이 필요함. 셋째, 초기 저가시장인 폴란드, 터키 등에서 고부가가치, 고가격, 이미지제고, 광고 및 홍보에 집중할 필요가 있음. 넷째, 중저가 위주로 고부가가치 프리미엄 시장을 지향해야 하고 초기 런칭을 위한 정책적 지원과 조직화가 필요함. 주 표적시장 중동부와 동남부 시장을 중심으로 양배추는 수량성/수익성, 내병성/저항성, 내서성/내한성에 특화된 종자를 육성하여 시장에 판매해야 하고, 토마토는 내병성/저항성, 수량성/수익성, 저장성/수송성에 특화된 종자를, 양파는 수량성/수익성, 과형/크기, 저장/유통성에 특화된 종자를 육성할 필요가 있음. 유럽시장의 위상정립(Positioning)은 새로운 소비 트렌드에 따른 중저가 상품에서 고부가가치 틈새시장 개척, 고부가가치 프리미엄 제품 위상정립, 종자기업과 유통업체의 상생 협력을 통해서 한국 종자기업의 글로벌화·메이저화가 이루어져야 함

(6) 한국 원예종자의 수출 마케팅 비전과 목표

① 한국 원예종자 수출 비전과 성공 조건

- Golden Seed → Diamond Seed(반도체, 자동차, 선박, 전자제품 등의 성공 사례)
- 목표: 수입대체 → 수출확대(개도국→미국, 스위스, 네덜란드, 일본 등 따라잡기 전략)
- 정부의 GSP사업 지원에 의한 산학연 협동 연구 조직 강화 필요
- 원예종자 성공을 위한 GSP연구 지원은 최소 10년 이상의 장기간 지원이 필수적임
- 실용적 R&D, 마케팅, 제품 개발, 판매망 구축(목표시장 설정)까지 정책적으로 지원되어야 함

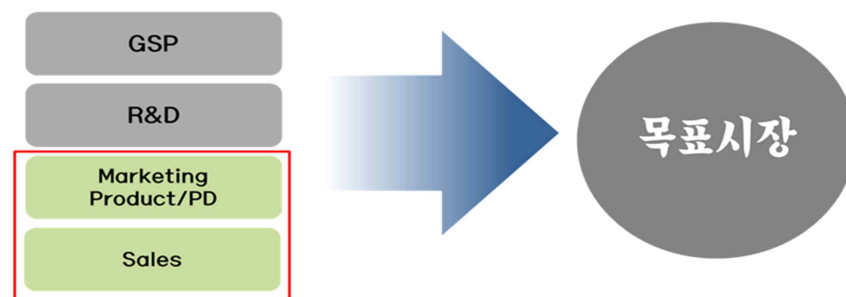


그림 39. 한국 원예종자 수출 비전과 성공 조건

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 목표달성도

#### [제 1 세부]

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도 (%)
1차년도 (2013)	○ 토마토 내병성 분자유종을 위한 마커분석 체계 확립 및 지원	○ 병해관련 분자마커 정보확보 및 마커분석시스템 확립 - 제품화되어 시판중인 SNP 마커 확보 및 활용성 검토(Ty1, Ty3, Mi23, Tm2a, Ve, Sw5) ○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시 - 병해관련 마커 1,608점	100
	○ 양배추 주요형질 판별을 위한 마커 지원 체계 확립 및 지원	○ 자가불화합성 유전자형 판별분자마커 정보확보 및 분석시스템 확립 ○ 자가불화합성 유전자형의 HRM 분석방법 연구 및 활용성 검토 ○ 옹성불임성 유무 및 유형 판별을 위한 마커 정보 확보 및 분석시스템 확립 ○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시 - 자가불화합성 유전자형 판별: 306점 - 옹성불임성 유무 및 유형판별: 174점	100
	○ 양파 주요형질 판별을 위한 마커 지원 체계 확립 및 지원	○ 옹성불임 유무 및 유형 판별 분자마커 정보 확보 및 분석시스템 확립(Orf725) ○ 옹성불임 회복유전자 판별 분자마커 정보 확보 및 분석시스템 확립(OPT) ○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시 - 옹성불임 유무 및 유형 판별: 840점 - 옹성불임 회복유전자 판별: 840점 ○ 옹성불임 유무 SSR 마커의 활용성 검토 및 HRM 분석 시스템 활용성 검토	100
2차년도 (2014)	○ 토마토 내병성 및 주요형질 분자유종을 위한 마커분석 체계 확립 및 지원	○ 병해관련 분자마커 정보확보 및 마커분석시스템 확립 - GSP사업단에서 개발한 SNP마커 3종(Ty1, Ty3, J3) 확보 ○ 주요형질관련 분자마커 정보확보 및 마커분석시스템 확립 - GSP사업단에서 개발한 SNP마커 1종( <i>rin</i> ) 확보 - 토마토 심실수 판별마커 ○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시 - 병해관련 마커 1,334점 - 주요형질관련 마커 81점	100
	○ 양배추 내병성 및 주요형질 판별을 위한 마커 지원 체계 확립 및 지원	○ 시들음병 판별분자마커 정보확보 및 분석시스템 확립(Exon9의 3'UTR SCAR마커) ○ 자가불화합성 유전자형 Class-I 판별분자마커 정보확보 및 분석시스템 확립(PCR-CAPS에 의한 Class-I S-genotype 구분마커) ○ 자가불화합성 유전자형 Class-II 판별분자마커	100

		<p>정보확보 및 분석시스템 확립(HRM에 의한 Class-II S-genotype 구분마커)</p> <p>○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 병해관련 마커 82점</li> <li>- 자가불화합성 유전자형 판별: 727점</li> </ul>	
	○ 양파 주요형질 판별을 위한 마커 지원 체계 확립 및 지원	<p>○ 음성불임 회복유전자 판별 분자마커 정보 확보 및 분석시스템 확립(Jnurfl3)</p> <p>○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 음성불임 유무 및 유형 판별: 658점</li> <li>- 음성불임 회복유전자 판별: 658점</li> </ul>	100
3차년도 (2015)	○ 토마토 내병성 및 주요형질 분자유종을 위한 마커분석 체계 확립 및 지원	<p>○ 병해관련 분자마커 정보확보 및 마커분석시스템 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- GSP사업단에서 개발한 SNP 마커 1종 확보(J3)</li> </ul> <p>○ 주요형질관련 분자마커 정보확보 및 마커분석시스템 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- GSP사업단에서 개발한 SNP 마커 확보(생장형, 음성불임성, 노랑 과육색)</li> </ul> <p>○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 병해관련 : 11,658점</li> <li>- 주요형질관련 : 5,069점</li> </ul>	100
	○ 양배추 내병성 및 주요형질 판별을 위한 마커 지원 체계 확립 및 지원	<p>○ 시들음병 판별 분자마커 정보확보 및 분석시스템 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시들음병 판별위한 분자마커 1종 추가확보(10bp deletion)</li> </ul> <p>○ 순도검정용 24 chip 정보확보 및 분석시스템 확립</p> <p>○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 병해관련 : 1,808점</li> <li>- 주요형질관련 : 118점</li> </ul>	100
	○ 양파 주요형질 판별을 위한 마커 지원 체계 확립 및 지원	<p>○ 음성불임 회복유전자 판별 분자마커 정보 확보 및 분석시스템 확립(AcSKP1-중국, AcRfGB-한국)</p> <p>○ 노균병 판별 분자마커 정보확보(SCAR)</p> <p>○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요형질관련 : 2,062점</li> </ul>	100
4차년도 (2016)	○ 토마토 병해 및 주요형질 관련 분자유종을 위한 마커 실증 시험 및 지원	<p>○ 토마토 병해 및 주요 형질관련 개발된 분자마커 정보 확보 및 마커 실증시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 핑크색 과색 및 토마토 F1 순도검정 마커 확보, 음성불임성 판별에 대한 실증시험 수행 및 마커분석 서비스시스템 확립</li> </ul> <p>○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 병해관련 : 15,074점</li> <li>- 주요형질관련 : 7,950점</li> </ul>	100
	○ 양배추 주요 병해 및 주요형질 관련 마커 실증시험 및 지원	<p>○ 개발된 분자마커 정보 확보 및 마커 실증시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자가불화합성, 음성불임성 판별, 시들음병, 순도 검정용 24 chip</li> </ul> <p>○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 병해관련 분자마커 서비스 836점</li> </ul>	100
	○ 양파 주요 병해 및 주요형질 관련 마커 실증시험 및 지원	<p>○ 개발된 분자마커 정보 확보 및 마커 실증시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양파 계통 고정도 확인 분자마커 [48마커 EP1 시스템 이용]</li> </ul>	100



	○ 의뢰된 시료의 분자마커 서비스 - 세포질염색불입성 유무 및 유형판별 1,370점 - 염색불입회복친판별 1,370점 - 양과 계통 고정도 확인 21,480점	
--	---	--

### [제 1 세부 위탁]

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도 (%)
2년차 (2014)	○ 병리검정 체계 확립	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 토마토로부터 분리한 풋마름병균인 <i>Ralstonia solanacearum</i> SL1944 (race 1, biovar 3) 균주를 확보하였음</li> <li>○ 접종원 대량 증식 방법 확립: 병원성이 확인된 균주는 -80C deep freezer에 보관하면서 사용하고 실험직전에 꺼내어 CPG broth 배지에 접종하고 30C에서 18-24시간 동안 150rpm으로 전배양하고 다시 이를 1%가 되도록 CPG broth 배지에 접종하고 30C에서 18-24시간 동안 150rpm으로 본배양하였음. -80C deep freezer에서 꺼낸 균주는 동시에 TZC(tetrazolium chloride) 배지에 접종하여 칼라 반응으로 병원성을 확인.</li> <li>○ 대비 품종 확보 및 증식: 저항성 계통 ‘Hawaii 7996’ 과 감수성 계통 ‘Bonny best’ 을 확보하고 증식하여 실험에 대조 품종으로 사용하였음. 감수성 F1 품종으로는 ‘서광’ 을 선정하였음</li> <li>○ 효율적인 토마토 풋마름병 저항성 검정 방법을 확립하기 위한 실험을 위하여 시판 품종 중 저항성으로 판매되고 있는 5개 품종과 감수성 3개 품종 그리고 저항성 계통 ‘Hawaii 7996’ 총 9개 품종을 선발하였음</li> <li>○ 선발된 F1 품종 8개와 1개 계통을 이용하여 접종 방법, 접종원 농도, 식물 생육 시기, 발병 환경 등에 따른 이들 품종의 풋마름병 저항성 차이를 조사하여 감수성 품종은 감수성을 저항성 품종은 저항성을 보이는 최적 조건을 선정하였음</li> <li>○ 이들 결과를 바탕으로 효율적인 토마토 풋마름병 <i>in vivo</i> 병리검정 체계를 확립하였음</li> </ul>	100
	○ 병리검정 기술의 업그레이드	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 우리나라 여러 지역으로부터 채집하여 증식한 뿌리혹병 균주 5개 균주에 대한 양배추 16개 품종들의 뿌리혹병 저항성 차이를 조사하였음</li> <li>- 뿌리혹병균 5종의 16개 양배추 품종들의 평균 발병도 즉 병원력을 비교하면 해남1, 강릉, 강릉2, 괴산, 연천 균주 순으로 각각 1.2, 2.3, 2.7, 2.8, 4.0 이었음</li> <li>- 병원력이 가장 낮은 해남1 균주를 제외하고 나머지 5균주에 대해서는 16개 품종 중 고도의 저항성을 나타내는 품종은 없었음. 해남1 균주에 대해서는 11개 품종이 고도의 저항성을 보였음</li> <li>- 16개 양배추 품종들은 배추에서와 같은 특이적인 저항성 차이는 보이지 않았으며, 균주들의 병원력에 따라 병원력이 높은 연천균주는 모든 품종에서</li> </ul>	100



		<p>고도의 감수성을 보였으며, 양배추에 대해 병원력이 가장 낮은 해남1 균주에서는 1개 품종만이 감수성을 나타냈고 대부분이 고도 혹은 중도 저항성을 보임</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 종자회사로부터 분양받은 양배추 저항성 계통은 다양한 Williams race의 뿌리혹병균12개 균주(race 1, 2, 4, 5, 9)에 대하여 모두 저항성을 보였음</li> <li>○ 이 저항성 계통의 F3 107개 계통의 뿌리혹병균 3개 균주에 대한 저항성 차이를 조사하였음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 뿌리혹병균 3개 균주의 병원력은 대전 균주, 강릉 균주, 연천 균주 순으로 강하였음</li> <li>- 병원력이 가장 약한 대전 균주는 67계통이 저항성, 34개가 중도저항성, 6개가 감수성을 보였음</li> <li>- 병원력이 중간인 강릉균주에 대해서는 36개가 저항성, 38개가 중도저항성, 33개가 감수성을 보였음</li> <li>- 병원력이 가장 강한 연천균주에 대해서는 6개만이 저항성을 그리고 12개는 중도저항성을 89개는 감수성을 나타냈음</li> </ul> </li> <li>○ 이상의 결과로부터 양배추 뿌리혹병 저항성은 배추 뿌리혹병과 같이 질적 저항성을 하여 특이적인 race 분화가 존재하는 것과 달리 양적저항성(QTL)을 하는 것으로 판단됨</li> <li>○ 따라서 병리검정은 아주 고도의 저항성 품종을 육종하기 위해서는 연천균주로 스크리닝하는 것이 바람직 하고 일반적인 저항성 품종은 강릉 균주를 사용하여 병리검정하는 것이 필요함</li> </ul>	
	○ 병리검정 서비스(2,000주)	○ 의뢰된 4건의 병리검정(양배추 뿌리혹병 1,380주, 양배추 시들음병 1,380주, 백합 잎마름병 63주)의 총 2,823주에 대하여 병리검정을 수행하였음	100
3차년도 (2015)	○ 병리검정 체계 확립	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 균핵병균 4개 균주를 확보하고 이들의 병원성을 조사하여 유채로부터 분리한 균핵병균인 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> KACC 41064 균주를 선발하였음</li> <li>○ 접종원 종류 결정: 포장에서 자낭포자가 꽃잎을 감염하고 이 감염된 꽃잎 즉 균사체가 일, 줄기 등에 떨어져 균핵병을 일으키므로 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>의 균사체를 접종원으로 선발</li> <li>○ 접종원 대량 증식 방법 확립: 병원성이 확인된 균주는 -80℃ deep freezer에 보관하면서 사용하고 실험직전에 꺼내어 PDA 배지에 접종하고 25℃에서 3일 동안 배양함. Cork borer를 사용하여 균총의 선단 부위로부터 직경 5mm의 agar disc를 떼어 이를 접종원으로 사용</li> <li>○ 효율적인 양배추 균핵병 저항성 검정 방법을 확립하기 위한 실험을 위하여 시판 양배추 품종 2종과 유채 품종 2종을 선발하였음</li> <li>○ 선발 품종을 이용하여 발병 조건에 따른 균핵병 발생을 실험하여 효율적인 토마토 풋마름병 <i>in vivo</i> 병리검정 체계를 확립하였음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식물 생육 시기는 3엽기 양배추 및 유채 유묘</li> <li>- 접종 방법은 준비한 균사조각을 본엽 1엽과 2엽에 균사가 존재하는 면이 맞닿도록 치상함</li> </ul> </li> </ul>	100

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 접종 후 재배 온도는 25℃, 습실상 습실처리 시간은 3-7일로 발병 기간 전부를 습실상에 두어 균핵병 발생 유도</li> <li>- 병조사 방법은 병반의 장경과 단경을 측정하고 이들의 평균값을 계산함.</li> <li>o 2차 검정 방법으로 잎겨드랑이 접종법을 확립 하였음</li> <li>- 식물 생육 시기: 11-13엽기</li> <li>- 접종 부위 : 위로부터 5번, 6번째 잎의 잎겨드랑이에 앞에서와 같은 방법으로 접종</li> <li>- 병조사: 형성된 병반 길이를 조사</li> <li>o 확립한 조건을 사용하여 시판 품종 25종 양배추를 구입하여 유묘기, 11-13엽기와 13-15엽기의 균핵병 발생을 조사</li> <li>- 유묘기 잎 접종: 양배추 25종 품종들은 균핵병 발생에 거의 차이가 없었음.</li> <li>- 13-15엽기 잎겨드랑이 접종: 실험한 품종 중 저항성 품종은 없었으나 ‘CMS레드썬’, ‘레드마트’, ‘루비퀸’ 이 상대적으로 낮은 균핵병 발생을 보였음</li> <li>- 11-13엽기 잎겨드랑이 접종: ‘그랜드마트’, ‘레드마트’, ‘루비퀸’ 이 상대적으로 낮은 균핵병 발생을 보였음</li> <li>o 대조 품종 선발: 유묘기 실험에서는 양배추 감수성 대조 품종으로 ‘YR호걸’ 을 선발하였으며, 11-13엽기 양배추를 이용한 잎겨드랑이 실험에서는 감수성 품종은 유묘기와 동일한 ‘YR호걸’ 을 그리고 중도저항성 품종으로 ‘루비퀸’ 과 ‘그랜드마트’ 를 선발하였음</li> </ul>	
	o 병리검정 서비스(4,000주)	o 의뢰된 8건의 병리검정(양배추 뿌리혹병 3,670주, 양배추 시들음병 810주, 양배추 균핵병 210주, 양배추 검은썩음병 560주)의 총 5,250주에 대하여 병리검정을 수행하였음	100
4차년도 (2016)	-양파 검은무늬병에 대한 효율적인 병리검정 체계 확립	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 확보한 <i>Alternaria porri</i> 6균주 중 2균주는 포자 형성이 적어 병원성 조사에 사용하지 못 하였으며, 나머지 4균주는 모두 양파에 높은 병원력을 나타내므로 어느 균주를 사용해도 관계없음. 실험한 많은 균주들의 포자 형성량이 매우 낮아 대량포자 형성 방법에 대한 연구가 필요하다고 판단되어 수행하였음</li> <li>o 포자 대량생산 방법 개발</li> <li>- 실험한 5종 배지 중 V8 juice agar 배지에서 가장 많은 포자를 형성하였음</li> <li>- 배지에서 7일 동안 배양한 한 후에 처리한 4가지 상처는 모두 무상처 처리구보다 많은 포자를 생산하였으며, 실험한 상처 방법 중 칼로 균사를 긁어 주는 방법이 가장 효과적이었음</li> <li>- 실험한 4가지 광처리 조건 중 뚜껑을 열고 광처리를 하는 실험구에서 가장 많은 포자를 형성하였음</li> <li>- 실험한 배지의 pH 중 pH6.3-6.6이 가장 좋았으나 배지의 pH에 따른 포자 형성량은 큰 차이가 없음을</li> </ul>	100

		<p>알 수 있었음</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광처리 전 인큐베이터에서 배양하는 시간에 따른 포자형성량을 조사한 결과, 암상태에서 7일 배양하고 광처리하였을 때 가장 많은 포자를 형성하였음</li> <li>o 확립한 포자 형성 방법에 따라 <i>A. porri</i> 6균주의 포자형성량을 조사한 결과 KACC 42998이 가장 많은 포자를 형성하였음</li> <li>o <i>A. porri</i> 6균주 중 포자형성이 적은 KACC 43001을 제외한 5균주를 <math>1 \times 10^5</math> spores/ml 농도의 포자현탁액을 양파 유묘에 접종하여 검은무늬병 발생을 조사한 결과, KACC 42999, 43771, 42998에서 병반면적율(%)이 높았음</li> <li>o 포자형성량도 많고 병원력도 좋은 KACC 42998 균주를 선발하였음</li> <li>o 발병조건에 따라 양파 검은무늬병 발생 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생육 시기 : 실험한 양파 유묘의 3, 4, 5엽기 생육시기 중 5엽기에서 가장 많은 병이 발생하였음. 하지만 실험 기간의 단축을 위해 5엽기의 검은무늬병 발생량과 차이가 적은 4엽기 유묘로 결정하였음</li> <li>- 접종 후 재배온도 : 실험한 접종 후 재배온도 4가지 중 20℃와 25℃에서 높은 검은무늬병 발생을 보였음</li> <li>- 접종 후 습식처리 시간 : 양파 유묘에 병원균을 접종하고 24시간, 48시간 동안 습식처리하고 검은무늬병 발생을 비교한 결과, 실험한 모든 처리구에서 높은 병 발생이 있었음. 따라서 24시간 습식처리하는 것을 선발하였음</li> <li>- 접종 농도 : 포자 농도가 증가할수록 병 발생이 많았음. 실험한 4가지 포자 농도 중 <math>1 \times 10^5</math> spores/ml 농도의 포자현탁액을 양파 유묘에 접종하는 것이 양파 검은무늬병 발생에 가장 효율적임</li> </ul> </li> <li>o 확립한 양파 검은무늬병에 대한 저항성 검정 방법으로 시판중인 양파 36품종의 <i>A. porri</i> 42998에 대한 저항성을 조사한 결과, 저항성 품종은 없었음. 감수성 대조품종으로 '레드원볼1115'를 선발하였음</li> </ul>	
	-병리검정 서비스(4,000주)	o 의뢰된 8건의 병리검정(양배추 뿌리혹병 3,860주, 양배추 시들음병 640주, 양배추 검은썩음병 840주)의 총 5,340주에 대하여 병리검정을 수행하였음	100

## [제 2 세부]

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도 (%)
1차년도 (2013)	o 국내·외 양배추, 토마토, 양파 품종특성 파악 및 중국 지역별 품종 선호도 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양배추, 토마토, 양파 및 수출 유망 품종을 대상으로 중국 지역별 선호도조사</li> <li>- 종자 수출 관련 전문가 자문을 활용하여 품목별 선호도 조사 및 수출 유망 품종조사</li> <li>- 수출업체별 수출유망 품종조사</li> </ul>	100

	○ 국가별 원예종자 경쟁력 분석	- RCA분석을 활용하여 국가별 원예 종자 수출 경쟁력 분석 - TSI, AHP 분석을 활용하여 국내 원예 종자 품목별 수출경쟁력 분석	100
	○ 중국 지역별 수출시장 개척	- 국내 및 중국 종자 수출업체를 대상으로 설문조사 실시·분석하여 수출현황 파악, 수출시장 개척을 위한 전략 마련 - 중국 종자 수출 관련 전문가를 활용하여 현지 농민 및 브리더 접촉	100
	○ 중국 수출 지원 시스템 구축	- 품종별, 국가(지역별) promotion 및 launching 전략 구축 - 대규모 및 중소기업 수출지원 방안 마련	100
	○ 차년도 인도 양배추, 토마토, 양파 수출 기초조사	- 문헌 및 탐색연구를 통한 인도 종자 시장 관련 자료 수집 - 종자 수출 관련 세미나를 통한 인도 종자 시장 및 마케팅 전략 자료 수집	100
2차년도 (2014)	○ 국내·외 양배추, 토마토, 양파 품종특성 파악 및 인도 지역별 품종 선호도 조사	- 양배추, 토마토, 양파 및 수출 유망 품종을 대상으로 인도 지역별 선호도조사 - 종자 수출 관련 전문가 자문을 활용하여 품목별 선호도 조사 및 수출 유망 품종조사 - 수출업체별 수출유망 품종조사	100
	○ 한국 원예종자 인도 시장 (무역) 경쟁력 분석	- TSI분석 : 수출경쟁력분석 및 파악 - CACI분석 : 지역별 비교우위분석을 통해 인도시장에서 한국의 원예종자 수출경쟁력 분석 - MCAI분석 : 인도 수입시장에서의 한국 원예종자 경쟁력 파악 - 한국 원예종자의 대인도 산업내무역지수 산정	70
	○ 인도 지역별 수출시장 조사	- 국내 및 인도 종자 수출업체를 대상으로 설문조사 실시·분석하여 수출현황 파악, 수출시장 개척을 위한 전략 마련 - 인도 종자 수출 관련 전문가를 활용하여 현지 농민 및 브리더 접촉	90
	○ 인도 수출 지원 시스템 구축	- 품종별, 국가(지역별) promotion 및 launching 전략 구축 - 대규모 및 중소기업 수출지원 방안 마련	80
	○ 차년도 동·서유럽(네덜란드, 프랑스, 독일, 폴란드, 헝가리) 양배추, 토마토, 양파 수출 기초조사	- 문헌 및 탐색연구를 통한 동·서유럽(네덜란드, 프랑스, 독일, 폴란드, 헝가리) 종자 시장 관련 자료 수집 - 종자 수출 관련 세미나를 통한 동·서유럽 종자 시장 및 마케팅 전략 자료 수집	50
3차년도 (2015)	○ 국내·외 원예종자 시장현황 및 수출입 현황 조사	- 국내·외 원예종자 시장현황 품목별 및 국가별 자료 구축 - 국내·외 원예종자 수출입 현황 자료 구축 - 세계 원예종자 시장 현황 및 변화양상 파악	100
	○ 동·서유럽 양배추, 토마토, 양파 품종특성 파악 및 지역별 품종 선호도 조사	- 양배추, 토마토, 양파 품종을 중심으로 동·서유럽 지역별 선호도조사 - 종자 수출 관련 전문가 자문을 활용하여 품목별 선호도 조사 및 수출 유망 품종조사 - 수출업체별 수출유망 품종조사	100
	○ 동·서유럽 지역별 수출시장 현지조사	- 국내 및 동·서유럽 종자 수출업체를 대상으로 설문조사 실시·분석하여 수출현황 파악, 수출시장 개척을 위한 전략 마련 - 동·서유럽 종자 수출 관련 전문가를 활용하여 현지	100

		농민 및 브리더 접촉	
○ 동·서유럽 수출시장 마케팅 전략 구축		- 문헌조사, 현지조사, 전문가 조사 등을 통해 수집한 자료를 활용하여 동서유럽 시장 진출을 위한 마케팅 전략 구축 - SWOT분석, Marketing Mix 전략, 조직화 전략 등 마케팅 기법을 활용한 원예종자 수출 전략 제시	100
○ 동·서유럽 수출 지원 시스템 구축		- 품종별, 국가(지역별) promotion 및 launching 전략 구축 - 대규모 및 중소기업체 수출지원 방안 마련	70
○ 차년도 중남미 지역 양배추, 토마토, 양파 수출 기초조사		- 문헌 및 탐색연구를 통한 중남미 종자 시장 관련 자료 수집 - 종자 수출 관련 세미나를 통한 동·서유럽 종자 시장 및 마케팅 전략 자료 수집	50

## 제 2 절 관련분야에의 기여도

MAS로 대부분 이용되고 있는 분자마커가 CAP, SSR 또는 PCR 마커로 PCR 반응 후에 제한효소 반응과 전기영동 등 여러 가지 과정을 거치므로 대량의 시료를 처리하기에 부적합하여 HRM(High Resolution Melting) 방법을 모색하여 분자마커의 대량분석 시스템을 확립함으로써 앞으로 분자마커의 개발 및 서비스 과정에서 중요한 기본 자료로 기여할 것임

- 본 과제수행에서 개발 및 확보된 분자마커는 우리나라 재배품종 및 계통에 적합한지 여부를 알아보기 위해 분자마커의 활용성 검토를 거쳐 정확도를 높였으며, 아래 표는 현장에 적용하여 서비스가 가능한 분자마커 종류들이다. 2단계 과제에서는 1단계에서 확보된 분자마커를 기본으로 하여 GSP 2단계 과제에서 개발예정 마커를 더하여 좀 더 업드레이드 된 마커 대량지원 시스템을 개발하고 맞춤형 신속 정확한 분자마커 서비스를 제공할 것임

<본 과제를 수행 후 현재까지 서비스 가능한 분자마커의 종류>

품목	구분	병 및 형질 종류	마커종류	비고
토마토	병저항성 관별마커	역병 (Late blight)	Ph-3	
		잎곰팡이병(Leaf mould)	Cf-9	
		꽃마름병(Bacterial wilt)	Bwr-12	
		시들음병(Fusarium wilt)	I-2 (F2)	
		반쪽시들음병(Verticillium wilt)	Ve-2	
		근부위조병(Fusarium crown and root rot)	J3 (Fr1)	
		흰가루병(Powery mildew)	Ol-2, Lv	
		고구마선충뿌리혹병(Nematoda root knot)	Mi-REX	
		반점위조바이러스병(Tomato spotted wilt virus)	Sw-5	

		모자이크바이러스병(Tomato mosaic virus)	Tm-2a	
		황화잎말림바이러스병(Tomato yellow leaf curl virus)	Ty1, Ty2, ty5	
	형질 판별마커	유무한생장형(non-self pruning/self pruning)	SP	
		웅성불임성(GMS)	ps	
		심실수	Lc	
		과실숙기 NOR(fast ripening) / nor(non ripening), RIN(fast ripening) / rin(ripening inhibitor)	NOR, RIN	
		Yellow 과피색	Psy1 (5종마커)	
		Orange과피색	CYC-B	
		Brown과피색	SGR (5종마커)	
Pink과피색	MYB12 (6종마커)			
MABC용	여교잡세대단축(MABC)용 384chip(F1 순도검정 가능)	384chip	(EP1 )	
양배추	병저항성 판별 마커	시들음병 (Yellows)	FocBo1 (4종마커)	
	형질판별마커	웅성불임성 (오구라 CMS판별)	1종 PCR 마커	
		자가불화합성 (Self-incompatibility)	5종 마커	
MABC용	여교잡세대단축(MABC)용 384chip (F1 순도검정 가능)	384chip	(EP1 시스템)	
양파	형질판별마커	웅성불임 유무 및 유형 (Cytoplasmic male sterility)	orf725	
		웅성불임 회복유전자 (Male sterility restorer)	Jnurfl3	
	MABC용	여교잡세대단축(MABC)용 48chip (계통 고정도 검정 가능)	48chip	(EP1 시스템)

- 토마토, 양배추, 양파에 발생하는 주요 식물병 3종에 대한 효율적인 in vivo 병리검정 체계를 확립하여 종자회사의 병리검정을 지원할 수 있는 내병성 육종 기반을 갖추었다고 판됨.
- 과제에서 확립한 병리검정 기술은 논문으로 발표하여 후학들이 이용할 수 있도록 하여 우리나라 종자기업의 국가 경쟁력 강화에 기여함
- 주요 원예작물의 주요 수출 시장(중국, 인도, 동서유럽) 현황, 수출관련 각종 제도와 정책에 대해 연구 및, 품목별 마케팅 경쟁력 분석과 단계별 수출확대 및 경쟁력 강화 방안을 제시하여 법적, 제도적, 정책적 측면에서 수출 지원 시스템을 구축에 관한 기본자료를 제공함

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제 1 절 연차별 연구성과 목표

#### 가. 연구개발 성과목표 대비 실적

구분	목표/달성	논문		학회발표		분자마커 실증시험	분자마커 지원 (점)	병리 검정	정책조사 보고서	시장조사 보고서	인력 양성
		SCI	비SCI	국내	국제						
1차년도	목표		1			3	800			1	
	실적		1		1	3	3,768			1	
2차년도	목표	1	2			3	1,000	2,000	1		1
	실적		3			3	3,540	2,823	1		2
3차년도	목표	1	2			3	1,000	4,000		1	
	실적	3	2	5		9	20,715	5,310		1	1
4차년도	목표	1	1			3	1,000	4,000			
	실적	3			3	4	48,080	5,340			
1단계	목표	3	6			12	3,800	10,000	1	2	1
	실적	6	6	5	4	19	76,103	13,473	1	2	3
달성율 (%)		200	100	500	400	158	2003	135	100	100	300

#### 나. 논문

번호	논문명	학술지명	주저 자명	호	국명	발행 기관	SCI여부
1	한국 원예 종자의 수출 경쟁력 분석	무역연구	김병무	10(2)	대한 민국	한국무역연구원	비SCI
2	원예종자의 중국수출 마케팅 전략 과 조직화 방안	식품유통연구	김병무	32(1)	대한 민국	한국식품유통학회	비SCI
3	오이 뿌리혹선충병에 대한 효율적인 저항성 검정법 확립	식물병연구	황성민	20(2)	대한 민국	한국식물병리학회	비SCI
4	뿌리혹병 및 시들음병에 대한 저항성 양배추와 브로콜리 유전자원 탐색	식물병연구	이지현	20(4)	대한 민국	한국식물병리학회	비SCI
5	한국 원예종자 중국 수출과 선호 분석	한국지역경제 학회지	김병무	14(2)	대한 민국	한국지역경제학회	비SCI
6	멜론 덩굴쪄김병에 대한 효율적인 저항성 검정법 개발	원예과학기술 지	이원정	33(1)	대한 민국	한국원예학회	SCI
7	토마토 풋마름병에 대한 효율적인 저항성 검정 방법 개발	식물병연구	이지현	21(4)	대한 민국	한국식물병리학회	비SCI
8	The complete chloroplast genome of Korean popular Citrus hybrid	mitochondrial DNA	Kiwoung Yang	1(1)	영국	TAYLOR &FRANCIS LTD	SCI

	Hallabong mandarin [( <i>Citrus unshiu</i> x <i>C. sinensis</i> ) x <i>C. reticulata</i> ] (Rutaceae)						
9	Characterization and abiotic stress-responsive expression analysis of <i>SGT1</i> genes in <i>Brassica oleracea</i>	Genome	Ashokraj Shanmugam	59(4)	캐나다	CANADIAN SCIENCE PUBLISHING, NRC RESEARCH PRESS	SCI
10	뿌리혹병균( <i>Plasmodiophora brassicae</i> )에 대한 양배추의 저항성	원예과학기술지	조은주	34(3)	대한민국	한국원예학회	SCI
11	Genome-wide identification, characterization and expression profiling of LIM family genes in <i>Solanum lycopersicum</i> l.	Plant Physiology and Biochemistry	Khadiza Khatun	108 (2016)	프랑스	ELSEVIER FRANCE	SCI
12	Genome-wide identification, characterization and expression profiling of ADF family genes in <i>Solanum lycopersicum</i> L.	Genes	Khadiza Khatun	7(10)	스위스	MDPI AG	SCI

#### 다. 학술발표

연번	발표일	학회명	발표장소	국내/국제	발표 제목	비고
1	2014.01.13	Plant & Animal Genome XXII	San Diego, 미국	국제	MADS-box Family Genes: Genome-Wide Identification, Characterization and Expression Profiling Under Stresses in <i>Brassica</i>	1차년도
2	2015.05.20	한국원예학회	농촌진흥청, 전주	국내	Characterization and Expression Analysis of <i>SGT1</i> Genes in <i>Brassica oleracea</i> Against Abiotic Stresses	3차년도
3	2015.10.28	한국원예학회	2012여수세계박람회, 여수	국내	Molecular Marker Development and Conventional service System in Horticultural crops	3차년도
4	2015.10.28	한국원예학회	2012여수세계박람회, 여수	국내	Orange Color is Associated with <i>CYC-B</i> Expression in Tomato Fleshy Fruit	3차년도
5	2015.10.28	한국원예학회	2012여수세계박람회, 여수	국내	Expression Profiling of <i>Brassica</i> MCM Protein Complex During DNA Replication, Salt and Cold	3차년도
6	2015.10.28	한국원예학회	2012여수세계박람회, 여수	국내	RNA Sequencing of Two Contrasting Genotypes ( <i>B. oleracea</i> var. <i>Capitata</i> L.) Treated with Sinigrin and Epibranssinolide	3차년도
7	2016.10.01	Brassica 2016 Conference	멜버른, 오스트레일리아	국제	Confirmation of the existence of blackleg disease resistance in <i>Brassica oleracea</i> and microsatellite marker based screening for resistance	4차년도
8	2016.10.01	Brassica 2016 Conference	멜버른, 오스트레일리아	국제	Transcriptional regulation of carotenoid metabolism and biosynthesis orange chinese cabbage	4차년도
9	2016.10.01	Brassica 2016 Conference	멜버른, 오스트레일리아	국제	Development of molecular marker for classification of <i>S</i> -haplotype using Hyprobe in chinese cabbage	4차년도



라. 분자마커 실증시험

번호	특성 (병중 및 형질)	활용년도
1	배추과 작물 불임 유무 및 CMS 유형 판별	1차년도
2	양파 응성불임 유무 및 유형 판별(Orf725마커)	1차년도
3	양파 응성불임 회복유전자 판별(OPT마커)	1차년도
4	양배추 시들음병 저항성 판별(SCAR)	2차년도
5	양배추 자가불화합 Class I 판별(PCR-CAPS)	2차년도
6	양배추 자가불화합 Class II 판별(HRM)	2차년도
7	토마토 근부위조병 저항성 판별(J3/Fr1)	3차년도
8	토마토 생장형 판별(SP, Self pruning)	3차년도
9	토마토 응성불임성 판별(ps)	3차년도
10	토마토 노랑 과육색 판별(Psy1의 promoter)	3차년도
11	양배추 시들음병 저항성 판별(10bp deletion)	3차년도
12	양배추 순도검정용 24 chip	3차년도
13	양파 응성불임회복친 유전자 판별(AcSKP1-중국)	3차년도
14	양파 응성불임회복친 유전자 판별(AcRfGB-한국)	3차년도
15	양파 노균병 저항성 판별용 SCAR 마커	3차년도
16	토마토 핑크 과피색 판별(2 position의 HRM마커)	4차년도
17	토마토 F1 순도검정용 24 chip	4차년도
18	양파 계통 고정 확인용 48 chip	4차년도
19	토마토 응성불임 유전자형 판별(SCAR마커)	4차년도

마. 분자마커 서비스

품목	의뢰업체 수	분자마커 서비스 점수				합계
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	
토마토	12곳	1,608	1,415	16,727	23,024	76,103
양배추	9곳	480	809	1,926	836	
양파	5곳	1,680	1,316	2,062	24,220	
<b>총계</b>		<b>3,768</b>	<b>3,540</b>	<b>20,715</b>	<b>48,080</b>	

바. 병리검정 서비스

품목	병명	병리검정 서비스 접수			합계
		2차년도	3차년도	4차년도	
양배추	시들음병	1,380	810	640	13,473
	뿌리혹병	1,380	3,670	3,860	
	검은썩음병	0	560	840	
	균핵병	0	270	0	
백합	잎마름병	63	0	0	
총계		2,823	5,310	5,340	

사. 시장조사 및 정책조사 보고서

번호	일자	활용명칭	활용내역
1	2014. 04. 10.	원예종자의 중국 수출마케팅 전략 및 지원시스템 구축 -양배추, 토마토, 양파를 중심으로-	시장조사 보고서 단행본 발간
2	2015. 04. 29.	원예종자의 인도 수출마케팅 전략 및 지원시스템 구축 -양배추, 토마토, 양파를 중심으로-	정책조사 보고서 단행본 발간
3	2016. 02. 28.	원예종자의 동서유럽 수출마케팅 전략 및 지원시스템 구축 -양배추, 토마토, 양파를 중심으로-	시장조사 보고서 단행본 발간

아. 연구인력 활용/양성 성과

번호	분류	기준 년도	인력양성 현황										
			학위별				성별		지역별				
1	석사연구원 배출	2015	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
				2				2				2	
2	석사연구원 배출	2016	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
				1				1		1			

## 제 2 절 연구개발 성과의 활용방안 및 기대효과

### 1. 연구개발결과의 활용방안

- PCR시스템, Qiaxcel 시스템 , HRM분석시스템, 염기서열분석장치, DNA대량추출장치, EP1 분석장치, SNPline 분석 장비 등 대용량 분자마커 서비스를 위한 분석장비 인프라 구축이 1단계 과제에서 확립됨. 이를 바탕으로 2단계 과제수행에서 장비인프라 업그레이드에 적극 활용할 계획임
- 국내에서 MAS용 분자마커 서비스에 이용되는 대부분의 마커는 CAP, SSR 또는 PCR, PCR-CAPs 마커로 대량분석이 어려워 이를 해결하기 위해 SNP마커로 전환하여 HRM(High Resolution Melting)분석 시스템으로 전환함. 이는 앞으로 2단계 분자마커 대량지원 시스템 개발 및 서비스 과제수행 과정에서 보다 업그레이드된 고품질의 분자마커 서비스를 제공할 수 있도록 활용될 것임.
- 기 개발된 분자마커는 육종현장에 적용가능한지 국내품종 및 계통을 대상으로 활용성 검토를 실시 함으로서 분자마커 정확도를 높여 고품질의서비스를 제공함으로서 현장육종가의 신로도가 높아짐으로서 향후 2단계 과제수행에도 1단계 과제와 연계되어 육종기술의 효율성을 높여줄 수 있을 것으로 기대됨
- 내병성 육종을 위해서는 대량의 시료에 대하여 병 저항성을 정확하게 검정할 수 있는 효율적인 *in vivo* 병리검정 체계를 구축하는 것이 필요하다. 사업단의 주요 대상 작물인 양배추, 양파, 토마토에 발생하는 주요 식물병에 대한 병리검정 기술을 확립(대량 검정 체계를 구축하기 위해서 접종원 종류 결정, 접종원 대량생산 방법, 접종 방법, 접종하는 식물의 생육 시기 및 발병 환경 그리고 병조사 방법 및 저항성 기준 등을 확립하였으며, 확립된 병리검정 기술은 GSP 원예종자사업단 과제에 참여하는 종자회사의 내병성 품종 개발을 위한 병리검정 서비스를 수행하고 그 결과를 제공할 예정임
- 중국, 인도, 동서유럽 시장조사와 DB 활용 및 수출 시장 개척, 원예종자 시장조사와 DB 구축 및 수출 시스템 구축, 시장 품질과 가격 경쟁력 조사와 DB 구축 및 수출전략 수립을 통하여 경쟁력이 강화될 것임. 중소 원예종자 기업의 경쟁력 강화와 수입 대체 및 수출 확대가 기대됨

## 2. 기대효과

### 가. 기술적 측면

- PCR시스템, Qiaxcel 시스템, HRM분석시스템, 염기서열분석장치, DNA대량추출장치, EP1 분석장치, SNPline 분석 장비 등 대용량 분석시스템이 확립되어 신속, 정확한 서비스가 이루어 질것으로 기대되며, 원예작물 분자유종 기술 체계 확립을 위한 기초 인프라 구축 및 확장 기반 마련될 것으로 기대됨
- 기 개발된 분자마커의 활용성 검토를 통한 정확한 분자마커 서비스를 통해 신품종 육종 전문가와 신뢰 및 정보 네트워크 형성되어 분자유종을 바탕으로 하는 국내환경에 알맞은 고품질 원예 품종개발 기반구축으로 종자산업 경쟁력 향상될 것으로 기대됨
- 분자마커 대용량 분석 시스템이 확립됨으로서 분자마커의 현장적용 및 활용화가 확대될 것이며 타 작물의 분자마커 이용 육종기술 기반 구축을 위한 모델시스템으로 활용될 것임

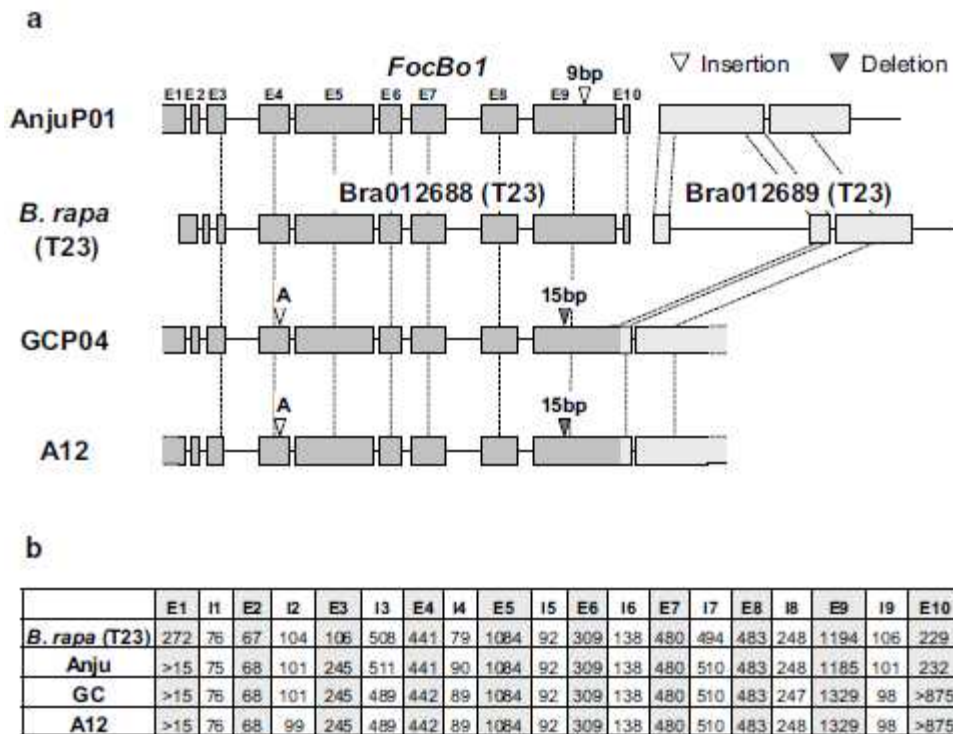
### 나. 경제적·산업적 측면

- 본 연구과제는 4년간 병해 또는 형질관련 분자마커를 이용하여 품목별로 토마토 총 42,774점, 양배추 총 4,051점, 양파 총 29,278점의 분자마커 서비스를 실시하였으며, 이러한 분자마커 지원을 통한 영세 육종회사의 육종 능력 향상시키고, 육종기간 단축, 시험포장 면적의 축소, 다양한 우수한 육종소재의 확보의 용이성 등으로 민간종자업체 및 개인육종가의 경제적 이익과 경쟁력 상승할 것으로 기대됨
- GSP사업의 품종개발 참여 기업 중 분자마커 검정 기술 기반이 열악한 영세 민간육종 기업에 무상으로 분자마커 서비스를 해줌으로서 비용적인 문제에 직접적인 도움을 주었으며, 경제적으로 우수한 품질과 내병성이 강한 신품종의 개발을 위한 육종 연한을 단축하고 선발 효율을 증대시켜 국내 종자산업 발전에 기여할 것으로 기대됨
- 국내에서 다양한 작물과 다양한 마커를 대상으로(특정작물 및 마커에 한정 하지 않음) 분자마커를 지원하는 기관이 거의 전무한 실정에서 본과제는 대용량으로 신속하게 분자마커 서비스를 실시할 수 있는 software와 hard ware부분 모두 시스템을 확립하였는데 이 과정에서 유·무형의 기술력 및 노하우와 경험들은 2단계 과제에서는 좀 더 안정적이고 실용적인 분자마커 서비스가 이루어질 것으로 기대됨
- 본 연구과제는 GSP 원예작물의 육종회사에 신속하고 신뢰할 수 있는 병 저항성 검정 결과를 제공함으로써 품종 개발 연한을 단축하고 우량개체 선발효율의 극대화를 이룩하여 소비자가

요구하는 내병성 종자를 개발하도록 지원함으로써 우수한 형질의 내병성 원예 종자를 개발하여 보급하게 되면 합성살균제를 사용하지 않고도 채소를 생산할 수 있으므로 세계적으로 요구되는 친환경 농산물의 생산이 가능해져 원예 산업이 세계적인 경쟁력을 갖추게 될 것이며 이를 통한 육종가 및 민간 종묘회사들은 지속적으로 경쟁력 있는 원예 종자를 개발하게 되고 세계 종자 시장에서 점유율이 확대될 것임

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 시들음병(fusarium yellows wilt)에 대해 저항성을 가지는 *Brassica oleracea*의 FocBo1 locus를 기반으로 *Brassica oleracea*의 시들음병 저항성을 나타내는 후보유전자를 밝혀낸 논문에 관한 것으로, 구체적으로 시들음병에 대해 저항성을 가지는 양배추(AnjuP01)와 이병성을 가지는 브로콜리(GCP04)로부터 A 타입의 시들음병 저항성에 관여하는 유전체로 밝혀진 FocBo1 locus의 서열을 분석하고, 인 이종 상동성을 나타내는 중국 양배추(*B. rapa*; T23)와 케일(A12)의 FocBo1 locus의 유전자와 비교한 결과, 이병성을 가지는 브로콜리(GCP04) 및 케일(A12)는 저항성을 가지는 양배추(AnjuP01)와 세계의 엑손(CDS) 서열이 상이함을 개시하고 있음



- 일본 공개특허 제2011-525804호에 의하면 토마토의 무색의 과피 표현형(분홍외관)과 관련된 변이형 SIMYB12 전사인자, 상기 SIMYB12 전사인자의 하향조절에 따른 무색의 과피 표현형을 가지는 토마토의 품종 개량, 및 플라보노이드 함유량이 변경된 형질전환 초목의 생산에 유용한 유전자 마커에 관한 것으로, 상기 변이형 SIMYB12 전사인자는 야생형 SIMYB12 유전자 인자를 코딩하는 핵산서열 중 프로모터 영역, 인트론 1, 인트론 2, 엑손 3 또는 상기 조합 중 어느 하나의 변경, 구체적으로 시작코돈(1)을 기점으로 905~994번째에 존재하는 핵산서열 또는 1,474~1,728번째에 존재하는 핵산서열이 변경된 핵산서열로 이루어져 있으며, 상기 변이형 SIMYB12 전사인자를 포함하는 토마토는 과실이 무색의 과피 표현형을 나타낸다고 개시되어 있음

## 제 7 장 참고문헌

- Abawi, G.S. and Grogan, R.G. 1979. Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. *Phytopathology* 69:899—904
- Acosta, J. C., Gilbert, J. C. and Quinon, V. L. 1964. Heritability of bacterial wilt resistance in tomato. *P. Am. Soc. Hortic. Sci.* 84: 455-462
- Adams, P.B. and Ayers, W.A., 1979. Ecology of *Sclerotinia* species. *Phytopathology*. 69:896—899
- Agrios, G.N. 2005. Plant diseases caused by fungi. In: *Plant Pathology*. 5th ed. pp. 385—614. Academic Press Ltd., San Diego, CA, USA
- Anand, N., Sadashiva, A. T., Tikoo, S. K., Ramkishun, M. and Reddy, K. 1993. Resistance to bacterial wilt in tomato: gene dosage effects. In: *Bacterial Wilt*, eds. by G. L. Hartman and A. C. Hayward, pp. 142-148. Hayward ACIAR Proc. 45, Kaoshiung, Taiwan
- Anon. 1975. The Asian Vegetable Research and Development Center. Tomato Report for 1975. pp. 25-28
- Bailey, D.J. 1987. Screening for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in oilseed rape using detached leaves. *Tests Agrochem. Cult.* 8:152—153
- Bang H, Cho DY, Yoo K, Yoon M, Patil BS, Kim S (2011) Development of simple PCR-based markers linked to the *Ms* locus, a restorer-of-fertility gene in onion (*Allium cepa* L.). *Euphytica* 179: 439-449
- Baswana, K.S., Rastogi, K.B. and Sharma, P.P. 1991. Inheritance of stalk rot resistance in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.) *Euphytica* 57:93—96
- Bernet GP, Margaix C, Jacas J, Carbonell EA, Asins MJ(2005) Genetic analysis of citrus leafminer susceptibility. *Theor Appl Genet* 110:1393-1400
- Berninger E (1965) Contribution à l' étude de la sterilité mâle de l' oignon (*Allium cepa* L.). *Ann Amélior Plant* 15:183-199
- Boland, G.J. and Hall, R. 1987. Epidemiology of white mold of white bean in Ontario. *Can. J. Plant Pathol.* 9:218—224
- Bradley, C.A., Henson, R.A., Porter, P.M., LeGare, D.G., del Río, L.E. and Khot, S.D. 2006. Response of canola cultivars to *Sclerotinia sclerotiorum* in controlled and field environment. *Plant Dis.* 90:215—219
- Brouwer, D. J. and St. Clair, D. A.(2004) “Fine mapping of three quantitative trait loci for late blight resistance in tomato using near isogenic lines (NILs) and sub-NILs,” *Theoretical and Applied Genetics*, 108(4): 628-38
- Buchwaldt, L., Li, R., Hegedus, D.D. and Rimmer, S. 2005. Pathogenesis of *Sclerotinia sclerotiorum* in relation to screening for resistance. In: *Proceedings of the 13th International Sclerotinia Workshop*, Monterey, CA, USA, pp. 22
- Buczaki, S.T., H. Toxopeus, P. Mattusch, T.D. Johnston, G.R. Dixon, and L.A. Hobolth. 1975.

- Study of physiologic specialization in *Plasmodiophora brassicae*: Proposals for attempted rationalization through an international approach. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 65:295-303
- Buddenhagen, I. and Kelman, A. 1964. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 2:203-230
- Buddenhagen, I., Sequeira, L. and Kelman, A. 1962. Designation of races in *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology.* 52:726
- Cai Q, Guy CL, Moore GA (1994) Extension of the genetic linkage map in Citrus using random amplified polymorphic DNA(RAPD) markers and RFLP mapping of cold-acclimation responsive loci. *Theor Appl Genet* 89:606-614
- Carmeille, A., Caranta, C., Dintinger, J., Prior, P., Luisetti, J. and Besse, P. 2006. Identification of QTLs for *Ralstonia solanacearum* race 3-phylo-type II resistance in tomato. *Theor. Appl. Genet.* 113:110-121
- Chavez DJ and Chaparro JX (2011) Identification of Markers Linked to Seedlessness in *Citrus kinokuni* hort. ex Tanaka and Its Progeny Using Bulk Segregant Analysis *Hort Science* 46:693-697
- Cheah, L.H., S. Veerakone, and G. Kent. 2000. Biological control of clubroot on cauliflower with *Trichoderma* and *Streptomyces* spp. *N. Z. Plant Prot.* 53:18-21
- Chen, A. 1998. Preliminary Studies on the Disease Resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in *Brassica napus* L. Huazhong Agricultural University, Wuhan.
- Cheng FS, Roose ML (1995) Origin and inheritance of dwarfing by citrus rootstock Poncirus trifoliata ‘Flying Dragon’’. *J Am Soc Hortic Sci* 120:286-291
- Chiang, M.S. and R. Crete. 1970. Inheritance of clubroot resistance in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.). *Can. J. Genet. Cytol.* 12:253-256
- Choi YA, Chen C, Huang S, Gmitter FG Jr (2005) Quantitative trait linkage (QTL) mapping for resistance to citrus canker within Citrus. The 2nd International Canker/Huanlongbin Workshop, Orlando, FL, USA, Poster 10
- Coaker GL and Francis DM “apping, genetic effects, and epistatic interaction of two bacterial canker resistance QTLs from *Lycopersicon hirsutum*,” *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 108, no. 6, pp. 1047-055, 2004
- Danesh, D., Aarons. S., McGill, G. E. and Young, N. D. 1994. Genetic dissection of oligogenic resistance to bacterial wilt in tomato. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 7:464-471
- de Oliveira RP, Cristofani M, Machado MA (2002) Genetic mapping for citrus variegated chlorosis resistance. *Laranja* 23:247-261
- Diederichsen, E., M. Frauen, E.G.A. Linders, K. Hatakeyama, and M. Hirai. 2009. Status and perspectives of clubroot resistance breeding in crucifer crops. *J. Plant Growth Regul.* 28:265-281
- El-Shafie MW, Davis GN (1967) Inheritance of bulb color in the onion (*Allium cepa* L.).



Hilgardia 38:607-622

- Engelke T, Terefe D, Tatlioglu T (2003) A PCR-based marker system monitoring CMS-(S), CMS-(T) and (N)-cytoplasm in the onion (*Allium cepa* L.). Theor Appl Genet 107:162-167
- Fang DQ, Federici CT, Roose ML (1997) Development of molecular markers linked to a gene controlling fruit acidity in citrus. Genome 40:841-849
- Fenwick, G.R., N.M. Griffiths, and R.K. Heaney. 1983. Bitterness in Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*): The role of 126 glucosinolates and their breakdown products. J. Sci. Food Agric. 34:73-80
- Figdore, S.S., M.E. Ferrerira, M.K. Slocum, and P.H. Williams. 1993. Association of RFLP markers with trait loci affecting clubroot resistance and morphological characters in *Brassica oleracea* L. Euphytica 69:33-44
- Garcia R, Asins MJ, Carbonell EA (2000) QTL analysis of yield and seed number in Citrus. Theor Appl Genet 101:487-493
- Garcia R, Asins MJ, Forner J, Carbonell EA (1999) Genetic analysis of apomixis in Citrus and Poncirus by molecular markers. Theor Appl Genet 99:511-518
- Garg, H., Sivasithamparam, K., Banga, S.S. and Barbetti, M.J. 2008. Cotyledon assay as a rapid and reliable method of screening for resistance against *Sclerotinia sclerotiorum* in *Brassica napus* genotypes. Australas. Plant Pathol. 37:106-111
- Gmitter FG Jr (1994) Contemporary approaches to improving citrus cultivars. HortTechnology 4: 206-210
- Gökçe AF, Havey MJ (2002) Linkage equilibrium among tightly linked RFLPs and the Ms locus in open-pollinated onion populations. J Amer Soc Hort Sci 127:944-946
- Grandclement, C. and G. Thomas. 1996. Detection and analysis of QTLs based on RAPD markers for polygenic resistance to *Plasmiodiophora brassicae* Woron. in *Brassica oleracea* L. Theor. Appl. Genet. 93:86-90
- Grimault, V., Gélie, B., Lamattre, M., Prior, P. and Schmidt, J. 1994. Comparative histology of resistant and susceptible tomato cultivars infected by *Pseudomonas solanacearum*. Physiol. Mol. Pathol. 44:105-123
- Han, Y., Min, J., Park, J., Han, K., Kim, D., Lee, J. and Kim, H. 2009. Screening of tomato cultivars resistant to bacterial wilts. Res. Plant Dis. 15:198-201. (In Korean)
- Han, Y.-K., Han, K.-S., Lee, S.-C. and Kim, S. 2011. Control of bacterial wilt of tomato using copper hydroxide. Korean J. Pestic. Sci. 15:298-302. (In Korean)
- Hang TTM, Shigyo M, Yaguchi S, Yamauchi N, Tashiro Y (2004) Effect of single alien chromosome from shallot (*Allium cepa* L. Aggregatum group) on carbohydrate production in leaf blade of bunching onion (*A. fistulosum* L.). Genes Genet Syst 79:345-350
- Hatakeyama, K., M. Fujimura, M. Ishida, and T. Suzuki. 2004. New classification method for *Plasmiodiophora brassicae* field isolates in Japan based on resistance of F<sub>1</sub> cultivars of

- Chinese cabbage(*Brassica rapa* L.) to clubroot. *Breed. Sci.* 54:197-201
- Havey MJ (1995) Identification of cytoplasm using the polymerase chain reaction to aid in the extraction of maintainer lines from open-pollinated populations of onion. *Theor Appl Genet* 90:263-268
- Havey MJ (2000) Diversity among male-sterility-inducing and male-fertile cytoplasm of onion. *Theor Appl Genet* 101:778-782
- Hayward, A. C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 29:6587
- He, L. Y., Sequeira, L. and Kelman, A. 1983. Characteristics of strains of *Pseudomonas solanacearum* from China. *Plant Dis.* 67:1357-1361
- Hirai M, Harada T, Kubo N, Tsukada M, Suwabe K, Matsumoto S (2004) A novel locus for clubroot resistance in *Brassica rapa* and its linkage markers. *Theor Appl Genet* 108:639-643
- Hirai, M. 2006. Genetic analysis of clubroot resistance in *Brassica* crops. *Breed. Sci.* 56:223-229
- Jakse J, Meyer JDF, Suzuki G, McCallum J, Cheung F, Town CD, Havey MJ (2008) Pilot sequencing of onion genomic DNA reveals fragments of transposable elements, low gene densities, and significant gene enrichment after methyl filtration. *Mol Genet Genomics* 280:287-292
- James, R.V. and P.H. Williams. 1980. Clubroot resistance and linkage in *Brassica campestris*. *Phytopathology.* 70:776-779
- Jang, C.S., Z. Piao, Y.J. Park, and Y.P. Lim. 2001. Development of anther-derived lines resistant to clubroot disease in Chinese cabbage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42:689-694. (In Korean)
- Jeong, Y., Kim, J., Kang, Y., Lee, S. and Hwang, I. 2007. Genetic diversity and distribution of Korea isolates of *Ralstonia solanacearum*. *Plant Dis.* 91:1277-1287
- Jo, S.-J., S.-A. Shim, K.S. Jang, Y.H. Choi, J.-C. Kim, and G.J. Choi. 2011. Resistance of cultivars of Chinese cabbage to *Plasmodiophora brassicae* isolates of several races collected in Korea. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29:610-616. (In Korean)
- Jones HA, Emsweller SL (1936) A male-sterile onion. *Proc Am Soc Hort Sci* 34:582-585
- Kelman, A. and Sequeira, L. 1965. Root to root spread of *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology.* 55:304-309
- Khangura, R. and MacLeod, W.J. 2012. Managing the risk of Sclerotinia stem rot in canola. *Farm note* 546. Western Australia: Department of Agriculture and Food
- Kim S, Baek D, Cho DY, Yoon M (2009c) Identification of two novel inactive *DFR-A* allele responsible for failure to produce anthocyanin and development of a simple PCR-based molecular marker for bulb color selection in onion (*Allium cepa* L.) *Theor Appl Genet* 118:1391-1399

- Kim S, Binzel M, Yoo K, Park S, Pike LM (2004a) Inactivation of DFR (Dihydroflavonol 4-reductase) gene transcription results in blockage of anthocyanin production in yellow onions (*Allium cepa*). *Mol Breed* 14:253-263
- Kim S, Binzel M, Yoo K, Park S, Pike LM (2004b) *Pink(P)*, a new locus responsible for a pink trait in onions(*Allium cepa*) resulting from natural mutations of anthocyanidin synthase. *Mol Gen Genomics* 272:18-27
- Kim S, Jones R, Yoo K, Pike LM (2004c) Gold color in onions (*Allium cepa*): a natural mutation of the chalcone isomerase gene resulting in a premature stop codon. *Mol Gen Genomics* 272:411-419
- Kim S, Jones R, Yoo K, Pike LM (2005a). The *L* locus, one of complementary genes required for anthocyanin production in onions(*Allium cepa*), encodes anthocyanidin synthase. *Theor Appl Genet* 111:120-127
- Kim S, Lee E, Cho DY, Han T, Bang H, Patil BS, Ahn YK, Yoon M (2009a) Identification of a novel chimeric gene, *orf725*, and its use in development of a molecular marker for distinguishing three cytoplasm types in onion (*Allium cepa* L.). *Theor Appl Genet* 118:433-441
- Kim S, Lee E, Kim C, Yoon M (2009b) Distribution of three cytoplasm types in onion (*Allium cepa* L.) cultivars bred in Korea and Japan. *Kor J Hort Sci Technol* 27:275-279
- Kim S, Yoo K, Pike LM (2005a) Development of a PCR-based marker utilizing a deletion mutation in the DFR (dihydroflavonol 4-reductase) gene responsible for the lack of anthocyanin production in yellow onions (*Allium cepa*). *Theor Appl Genet* 110:588-595
- Kim S, Yoo K, Pike LM (2005c) The basic color factor, the C locus, encodes a regulatory gene controlling transcription of chalcone synthase genes in onions (*Allium cepa*). *Euphytica* 142:273-282
- Kim, B., Kim, N., Kim, J. Y., Kim, B. S., Jung, H. J., Hwang, I., ... & Park, Y. (2015). Development of a high-resolution melting marker for selecting Fusarium crown and root rot resistance in tomato. *Genome*, 59(3), 173-183
- King JJ, Bradeen JM, Bark O, McCallum JA, Havey MJ (1998) A low-density genetic map of onion reveals a role for tandem duplication in the evolution of an extremely large diploid genome. *Theor Appl Genet* 96:52-62
- Koch, S., Dunker, S., Kleinhenz, B., Roehrig, M. and von Tiedemann, A. 2007. A crop loss-related forecasting model for Sclerotinia stem rot in winter oilseed rape. *Phytopathology*. 97:1186-1194
- Komyoji, T., K. Sugimoto, S. Mitani, N. Matsuo, and K. Suzuki. 1995. Biological properties of a new fungicide, fluazinam. *J. Pestic. Sci.* 20:129-135
- Koops AJ, Hall RD, Kik C (1991) Bolkleurvorming bij de ui: een biochemisch genetisch model. *Prophyta* 6:20-22
- Krausz, J. P. and Thurston, H. D. 1975. Breakdown of resistance to *Ralstonia solanacearum* in

- tomato. *Phytopathology*. 34:443-458
- Kuginuki, Y., H. Yoshikawa, and M. Hirai. 1999. Variation in virulence of *Plasmodiophora brassicae* in Japan tested with clubroot resistance cultivars of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). *Eur. J. Plant Pathol.* 105:327-332
- Lahlali, R., G. Peng, B.D. Gossen, L. McGregor, F.Q. Yu, R.K. Hynes, S.F. Hwang, M.R. McDonald, and S.M. Boyetchko. 2012. Evidence that the biofungicide Serenade (*Bacillus subtilis*) suppresses clubroot on canola via antibiosis and induced host resistance. *Phytopathology*. 103:245-254
- Landry, B.S., S.E. Lincoln, and T. Etoh. 1992. A genetic map for *Brassica oleracea* based on RFLP markers detected with expressed DNA sequences and mapping of resistance genes to race 2 of *Plasmodiophora brassicae* (Woronin). *Genome*. 35:409-420
- Lee, H. J., Jo, E. J., Kim, N. H., Chae, Y. and Lee, S. W. 2011. Disease responses of tomato pure lines against *Ralstonia solanacearum* strains from Korea and susceptibility at high temperature. *Res. Plant Dis.* 17:326-333. (In Korean)
- Li, C.X., Li, H., Sivasithamparam, K., Fu, T.D., Li, Y.C., Liu, S.Y. and Barbetti, M.J. 2006. Expression of field resistance under Western Australian conditions to *Sclerotinia sclerotiorum* in Chinese and Australian *Brassica napus* and *Brassica juncea* germplasm and its relation with stem diameter. *Aust. J. Agric. Res.* 57:1131-1135
- Li, R., Rimmer, R., Buchwaldt, L., Sharpe, A.G., Seguin-Swartz, G., Coutu, C. and Hegedus, D.D. 2004. Interaction of *Sclerotinia sclerotiorum* with a resistant *Brassica napus* cultivar: expressed sequence tag analysis identifies genes associated with fungal pathogenesis. *Fungal Genet. Biol.* 41:735-753
- Lin, T., Zhu, G., Zhang, J., Xu, X., Yu, Q., Zheng, Z., ... & Huang, Z. (2014). Genomic analyses provide insights into the history of tomato breeding. *Nature genetics*, 46(11), 1220-1226
- Ling P, Duncan LW, Deng Z, Dunn D, Xu X, Huang S, Gmitter Jr FG (2000) Inheritance of citrus nematode resistance and its linkage with molecular markers. *Theor Appl Genet* 101:1010-1017
- Liu, C.L., Guan, C.Y., Li, X., Ruan, Y., Liao, X.L., Xiong, X.H., Zhou, X.Y., Wang, G.H. and Chen, S.Y. 2000. Construction of linkage map and mapping resistance gene of *Sclerotinia sclerotiorum* in *Brassica napus*. *Acta Genet. Sin.* 27:918-924
- Luo, K. and Zhou, B. 1994. *Disease Management in Oilseed Rape*. Chemical Industry Press, Beijing
- Martin WJ, McCallum J, Shigyo M, Jakse J, Kuhl JC, Yamane N, Pither-Joyce M, Gokce AF, Sink KC, Town CD, Havey MJ (2005) Genetic mapping of expressed sequences in onion and in silico comparisons with rice show scant colinearity. *Mol Gen Genomics* 274:197-204
- Matsumoto E, Yasui C, Ohi M, Tsukada M (1998) Linkage analysis of RFLP markers for clubroot resistance and pigmentation in Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*).

Euphytica 104: 79–86

- McCallum J, Pither–Joyce M, Shaw M, Kenel F, Davis S, Butler R, Scheffer J, Jakse J, Havey MJ (2007) Genetic mapping of sulfur assimilation genes reveals a QTL for onion bulb pungency. *Theor Appl Genet* 114:815–822
- Mew, T. W. and Ho, W. C. 1976. Varietal resistance to bacterial wilt in tomato. *Plant Dis. Rep.* 60:264–268
- Mitani, S., K. Sugimoto, H. Hayashi, Y. Takii, T. Ohshima, and N. Matsuo. 2003. Effects of cyazofamid against *Plasmodiophora brassicae* Woronin on Chinese cabbage. *Pest Manag. Sci.* 59:287–293
- Monma, S. and Sakata, Y. 1993. Inheritance of resistance to bacterial wilt in tomato. In: *Bacterial Wilt*, eds. by G. L. Hartman and A. C. Hayward, pp. 149–153. Hayward ACIAR Proc. 45. Kaoshiung, Taiwan
- Moriguchi, K., C. Takagi, K. Ishii, and K. Nomura. 1999. A genetic map based RAPD, RFLP, isozyme, morphological markers and QTL analysis for clubroot resistance in *Brassica oleracea*. *Breed. Sci.* 49:257–265
- Nakaho, K. and Takaya, S. 1993. Resistance of tomato rootstock cultivars to *Pseudomonas solanacearum* evaluated by infection rate under different testing conditions. In: *Bacterial Wilt*, eds. by G. L. Hartman and A. C. Hayward, pp. 138–141. Hayward ACIAR Proc. 45, Kaoshiung, Taiwan
- Nakano M, Shimizu T, Kuniga T, Nesumi H, Omura M (2008) Mapping and haplotyping of the flanking region of the polyembryony locus in Citrus unshiu Marcow. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 77: 109–114
- Nomura, K., Y. Minegishi, C. Kimizuka–Takagi, T. Fujioka, K. Moriguchi, R. Shishido, and H. Ikehashi. 2005. Evaluation of F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> plants introgressed with QTLs for clubroot resistance in cabbage developed by using SCAR markers. *Plant Breed.* 124:371–375
- Park, E. J., Lee, S. D., Chung, E. J., Lee, M. H., Um, H. Y., Murugaiyan, S., Moon, B. J. and Lee, S. –W. 2007. MicroTom–A model plant system to study bacterial wilt by *Ralstonia solanacearum*. *Plant Pathology J.* 23:239–244
- Phillips, A.J.L. 1994. Influence of fluctuating temperatures and interrupted periods of plant surface wetness on infection of bean leaves by ascospores of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Ann. Appl. Biol.* 124:413–427
- Piao ZY, Deng YQ, Choi SR, Park YJ, Lim YP (2004) SCAR and CAPS mapping of *CRb*, a gene conferring resistance to *Plasmodiophora brassicae* in Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*). *Theor Appl Genet* 108:1458–1465
- Piao, Z., N. Ramchiary, and Y.P. Lim. 2009. Genetics of clubroot resistance in *Brassica* species. *J. Plant Growth Regul.* 28:252–264.
- Purdy, L. H. 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. *Phytopathology.* 69:875–880

- Robert VJM, West MAL, Inai S et al.(2001) “Marker-assisted introgression of black mold resistance QTL alleles from wild *Lycopersicon cheesmanii* to cultivated tomato (*L. esculentum*) and evaluation of QTL phenotypic effects,” *Molecular Breeding*, 8(3): 217-33
- Roberts, P. D., Denny, T. P. and Schell, M. A. 1988. Cloning of the *egl* gene of *Pseudomonas solanacearum* and analysis of its role in phytopathogenicity. *J. Bacteriol.* 170:1445-1451
- Rocherieux, J., P. Glory, A. Giboulot, S. Boury, G. Barbeyron, G. Thomas, and M.J. Manzaneres-Dauleux. 2004. Isolate-specific and broad spectrum QTLs are involved in the control in *Brassica oleracea*. *Theor. Appl. Genet.* 108:1555-1563
- Saharan, G.S. and Mehta, N. 2008. *Sclerotinia Diseases of Crop plants: Biology, Ecology and Disease Management*. Springer, Heidelberg
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT user' guide, version 6.4th ed. SAS Institute Inc., Gary, N. C.
- Sato Y (1998) PCR amplification of CMS-specific mitochondrial nucleotide sequences to identify cytoplasmic genotypes of onion (*Allium cepa* L.). *Theor Appl Genet* 96:367-370
- Sceelathakumary, L. A. and Peter, K. V. 1984. Inheritance of combined wilt resistance in tomato. *Tomato Genet. Coop. Rep.* 34:16
- Schaad, N. W., Jones, J. B. and Chun, W. 2001. *Laboratory, Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. 3rd ed. APS Press, St. Paul, USA
- Schmit, J. 1978. Microscopic study of early stages of infection by *Pseudomonas solanacearum* E. F. S. on “*in vitro*” grown tomato seedlings. *Proc. 4th Int. Conf. Plant Pathol. Bacteriol.* pp. 841-856
- Schweigsuth B (1973) Étude d' un nouveau type de stérilité male chez l' oignon, *Allium cepa* L. *Ann Amélior Plant* 23:221-233
- Seo, S. T., Park, J. H., Han, K. S., Cheong, S. R. and Lee, S. 2007. Genetic diversity of *Ralstonia solanacearum* strain isolated from pepper and tomato plants in Korea. *Res. Plant Dis.* 13:24-29. (In Korean)
- Shimizu, M., Pu, Z. J., Kawanabe, T., Kitashiba, H., Matsumoto, S., Ebe, Y., ... & Okazaki, K. (2015). Map-based cloning of a candidate gene conferring Fusarium yellows resistance in *Brassica oleracea*. *Theoretical and applied genetics*, 128(1), 119-130
- Shirasawa, K., Fukuoka, H., Matsunaga, H., Kobayashi, Y., Kobayashi, I., Hirakawa, H., ... & Tabata, S. (2013). Genome-wide association studies using single nucleotide polymorphism markers developed by re-sequencing of the genomes of cultivated tomato. *DNA research*, 20(6), 593-603
- Singh, K. 1961. Inheritance of North Carolina type of bacterial wilt resistance in tomato *Lycopersicon esculentum* L.M.S. Thesis. University of Hawaii, Honolulu.
- Siviero A, Cristofani M, Machado M-A (2003) QTL mapping associated with rooting of stem cuttings from Citrus sunki x Poncirus trifoliata hybrids. *Crop Breed Appl Biotech* 3:83-88
- Suwabe K, Tsukazaki H, Iketani H, Hatakeyama K, Fujimura M, Nunome T, Fukuoka H,

- Matsumoto S, Hirai M (2003) Identification of two loci for resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) in *Brassica rapa* L. Theor Appl Genet 107:997-1002
- Suzuki G, Ura A, Saito N, Do G, So B, Yamamoto M, Mukai Y (2001) BAC FISH analysis in *Allium cepa*. Genes Genet Syst 76:251-255
- Tanaka, S., S. Fujiyama, S. Shigemori, A. Nakayama, S. Ito, and M. Kameyama-Iwaki. 1998. Pathogenesis of isolates of *Plasmodiophora brassicae* from Japan. (1) Race and pathogenesis in clubroot resistant cultivars. Kyushu Pl. Prot. Res. 44:15-19
- Taylor A, Massiah AJ, Thomas B (2010) Conservation of *Arabidopsis thaliana* photoperiodic flowering time genes in onion (*Allium cepa* L.) Plant Cell Physiol 51:1638-1647
- Thoquet, P., Olivier, J., Sperisen, C., Rogowsky, P., Laterrot, H. and Grimsley, N. 1996a. Quantitative trait loci determining resistance to bacterial wilt in tomato cultivar Hawaii7996. Mol. Plant-Microbe Interact. 9:826-836
- Thoquet, P., Olivier, J., Sperisen, C., Rogowsky, P., Prior, P., Anaïs, G., Mangin, B., Bazin, B., Nazer, R. and Grimsley, N. 1996b. Polygenic resistance of tomato plants to bacterial wilt in the French West Indies. Mol. Plant-Microbe Interact. 9:837-842
- Tozlu I, Guy CL, Moore GA (1999a) QTL analysis of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> accumulation related traits in an intergeneric BC1 progeny of Citrus and Poncirus under saline and nonsaline environments. Genome 42:692-705
- Van Poppel, G., D.T. Verhoeven, H. Verhagen, and R.A. Goldbohm. 1999. Brassica vegetables and cancer prevention. Epidemiology and mechanisms. Adv. Exp. Med. Biol. 472:159-168
- Vasse, J., Frey, P. and Trigalet, A. 1995. Microscopic studies of intercellular infection and protoxylem invasion of tomato roots by *Pseudomonas solanacearum*. Mol. Plant-Microbe Interact. 8:241-251
- Voorrips, R.E. 1995. *Plasmodiophora brassicae*: Aspects of pathogenesis and resistance in *Brassica oleracea*. Euphytica 83:139-146
- Voorrips, R.E., M.C. Jongerious, and H.J. Kanne. 1997. Mapping of two genes for resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) in a population of doubled haploid lines of *Brassica oleracea* by means of RFLP and AFLP markers. Theor. Appl. Genet. 94:75-82
- Walker, J. M. 1967. Hereditary resistance to disease in *Pseudomonas solanacearum*. Phytopathology. 42:628-634
- Wang, J. -F., Olivier, J., Thoquet, P., Mangin, B., Sauviac, L. and Grimsley, N. H. 2000. Resistance of tomato line Hawaii7996 to *Ralstonia solanacearum* Pss4 in Taiwan is controlled mainly by a major strain-specific locus. Mol. Plant-Microbe Interact. 13:6-13
- Weber CA, Moore GA, Deng Z, Gmitter FG Jr (2003) Mapping freeze tolerance quantitative trait loci in a Citrus grandis X Poncirus trifoliata F1 pseudo-testcross using molecular markers. J Am Soc Hortic Sci 128:508-514
- Williams, P.H. 1966. A system for the determination of races of *Plasmodiophora brassicae* that infect cabbage and rutabaga. Phytopathology. 56:624-626

- Winstead, N. N. and Kelman, A. 1952. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology*. 42: 628-634
- Yaguchi S, McCallum J, Shaw M, Pither-Joyce M, Onodera S, Shiomi N, Yamauchi N, Shigyo M (2008) Biochemical and genetic analysis of carbohydrate accumulation in *Allium cepa* L. *Plant Cell Physiol* 49:730-739
- Yang W and Francis DM (2005) “marker-assisted selection for combining resistance to bacterial spot and bacterial speck in tomato,” *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 130, no. 5, pp. 716-21
- Yoshikawa, H. 1983. Breeding for clubroot resistance of crucifer crops in Japan. *Jpn. Agr. Res. Quart.* 17:6-11
- Yoshikawa, H. 1993. Studies on breeding of clubroot resistance in cole (Cruciferae) crop. *Bull. Natl. Res. Inst. Veg. Ornam. Plants Tea Japan, Ser. A, No. 7:1-165*
- Zhang, L., Huang, Z., Wang, X., Gao, J., Guo, Y., Du, Y., & Hu, H. (2016). Fine mapping and molecular marker development of anthocyanin absent. *Molecular Breeding*, 36(8), 1-10
- Zhao, J. and Meng, J. 2003. Genetic analysis of loci associated with partial resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Theor. Appl. Genet.* 106:759-764
- Zhao, J., Peltier, A.J., Meng, J., Osborn, T.C. and Grau, C.R. 2004. Evaluation of *Sclerotinia* stem rot resistance in oilseed *Brassica napus* using a petiole inoculation technique under greenhouse conditions. *Plant Dis.* 88:1033-1039
- Zhao, J.W., Udall, J.A., Quijada, P.A., Grau, C.R., Meng, J.L. and Osborn, T.C. 2006. Quantitative trait loci for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* and its association with a homeologous non-reciprocal transposition in *Brassica napus* L. *Theor. Appl. Genet.* 112:509-516
- (2001) “품종육성활성화를 위한 제도개선 방안에 관한 연구.” 중앙대 석사학위 논문
- 김재수(2000) “한국 채소종자산업의 구조와 행위 분석.” 중앙대 산업경제학과 박사학위논문
- 박기환, 박현태, 정정길, 유일웅, 신종수(2010) 「종자산업의 동향과 국내 종자기업 육성 방안」, 한국 농촌경제연구원 정책연구보고
- 박현태 외(2001) 21세기 종자산업의 발전방향. C2001-19. 한국농촌경제연구원
- 박현태, 고관달(2009) “원예작물의 로열티 추정과 품종개발 방향”, 「농촌경제」 32(4):17-33
- 박현태, 박기환(2013) 「종자산업의 도약을 위한 과제」, 한국농촌경제연구원 제46호 농정포커스
- 박현태, 이두순(2002) “채소종자의 시장동향과 수출 활성화 방안”, 「농촌경제」 25(2):1-19
- 박효근 외(1992) 「종묘 수출시장 확대를 위한 현황분석 및 첨단 육종방법 개발 연구」. 제2차년도 보고서, 농촌진흥청
- 오대근(2000) “세계 채소 종자시장의 현황과 전망.” 「종자시장 변화에 따른 채소육종 연구방향」. 농촌진흥청
- 이두순(1995) “종자관리제도의 개선방향.” 「농촌경제」 18(3): 1-21
- 정승룡(2010) “채소종자산업 현황과 경쟁력 제고 방안”, 종자산업 발전을 위한 여건. 조성, 무엇이 필요한가?, 종자산업 심포지엄 자료집, 전북대학교
- 조영환(1995) “우리나라 종묘업계의 육종사업 현황과 전망(Ⅰ).” 「최신원예」: 13-17



## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 GSP사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 GSP사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.