

213009-0
5-5-CG700

열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성

2022

농림축산식품부
농촌진흥청
농림식품기술기획평가원

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

발간등록번호

11-1543000-003973-01

열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성

2022. 3. 25

프로젝트연구개발기관 / 아시아종묘(주)
세부프로젝트연구개발기관 / 식량과학원

농림축산식품부, 농촌진흥청
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

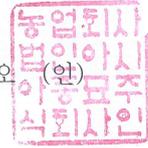
농림축산식품부 장관, 농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성”(개발기간 : 2017. 01. ~ 2021. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 03. 25.

프로젝트연구개발기관명 : 아시아종묘(주)

류 경 오 (인)



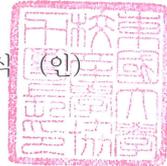
세부프로젝트연구개발기관명 : 국립식량과학원

윤 중 철 (인)



참여기업명 : 동국대학교 산학협력단장

정 영 식 (인)



프로젝트연구책임자 : 이 상 규

세부프로젝트연구책임자 : 신 성 휴

참여기업책임자 : 이 병 무

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	213009-05-5- CG700	해당단계 연구기간	2017. 01. 01. ~ 2021. 12. 31. 6개월	단계구분	2/2
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP식량종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성			
	세부프로젝트명	(제1세부) 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발 (제2세부) 품종개발(열대지역) 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척			
프로젝트책임자	이 상 규	해당단계 참여연구원 수	총: 177명 내부: 140명 외부: 37명	해당단계 연구개발비	정부: 2,750,000천원 민간: 452,500천원 계: 3,202,500천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 177명 내부: 140명 외부: 37명	총 연구개발비	정부: 2,750,000천원 민간: 452,500천원 계: 3,202,500천원
연구기관명 및 소속부서명	아시아종묘(주), 극립식량과학원			참여기업명 아시아종묘(주)	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 동국대학교 산학협력단			연구책임자: 이병무	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록·기탁 번호	Frontiers Media 8호 등 11건	10-19499 03 등 3건								출원: 케이엠1 (2017-146) 등 7건, 등록: 케이엠1 (7507) 등 2건	

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약

- 열대지역 적응 자식계통 103점과 교잡계 10점을 종자은행에 기탁
- 우량 자식계통 134계통을 육성하고 신규 교잡계 969조합을 양성
- 우량 교잡계 43계통을 선발하고 지역적응시험을 실시하여 우량 교잡계 8개 선발
- 선발한 우량 교잡계를 케이엠1~케이엠7 으로 품종출원 완료
* 케이엠1은 베트남에도 품종출원 완료하였음(18.3.9.)
- 케이엠3, 케이엠5, 케이엠6, 케이엠7은 아시아종묘에서 통상 실시하여 동남아 국가 수출 품종으로 활용
- 육성 거점 및 대표사무소(베트남 동치우)를 확보하여 품종육성과 마케팅에 활용
- 종자 판매 전략 수립, 종자처리 및 가공기술 확립: 수출예상 마켓 포지셔닝 설정 등
- 수출용 옥수수 개발 품종의 채종 안정성 및 종자공급체계 구축
- 수출인프라 및 마케팅 연구: 전시포 운영, 박람회 참석, 홍보책자, MOU체결 등
- 마케팅 인프라 88개소 확보 및 종자수출 (53개소 430, 830 \$)
- 내건성 관련 분자마커 및 발현마커 평가: 5개 마커
- B73 RNA-seq data module 분석을 통한 내건성 관련 유전자 발굴: 내건성 관련 module 6개 선발, 내건성에 관여하는 유전자 7개 선발
- 노균병 저항성 관련 QTL마커 분석: Y2H library를 구축하여 38개 후보유전자 선발(최종 5개 선발)
- 옥수수 내건성 판별/ 노균병 저항성 관련 특허 3건 출원 및 등록

보고서 면수:

513

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>■ 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 열대지역 재래종 등 유전자원 수집 및 특성평가와 유용 옥수수 유전자원 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 내건성, 노균병 저항성, 조숙성, 현지 소비기호 특성, 종실 특성 등 ○ 열대지역 적응 사료용 및 식가공용 옥수수 품종 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수의 용도별 유망 유전자원 등을 활용한 자식계통 육성 - 옥수수 우량 자식계통의 조합능력 및 교잡계 생산력 검정시험 ○ 열대지역 적응 우량 계통 및 품종 선발을 위한 지역적응성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 동남아 지역 3개소(베트남, 캄보디아, 인도네시아 등) ○ 현지 개발 우량 교잡계의 채종안정성, 종자 생산성 검정 및 기술 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 모·부분의 개화기 일치, 부분의 화분특성, 모본의 이삭크기, 수량성 등 ○ 개발 품종의 시장 보급 확대를 위한 육종기술 이전 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 열대지역 적응 옥수수 우량 교잡계 품종 출원 및 등록 - 육종기술 및 종자생산 기술 이전 및 지원 <p>■ 열대지역 옥수수 종자시장 개척 및 상품화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 육성거점 및 해외 법인(사무소)운영 ○ 개발 품종 및 현지 리딩 품종의 지역 적응성 검정 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 개발품종 및 현지 리딩 품종의 지역별 적응성 및 호응도 평가 ○ 수출용 옥수수 개발 품종의 종자 생산성 검정 및 종자생산 <ul style="list-style-type: none"> - 사료용 및 식가공용 옥수수 개발 품종의 채종 안정성 및 종자공급체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> · 종자생산을 위한 생산기지 확보 · 베트남 등 해외 옥수수 시장 진출을 위한 채종회사 탐색 ○ 열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케팅 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 종자 시장 수출(판매) 증대를 위한 마케팅 전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> · 소비자 특성 분석, 품종 홍보 소개 자료 제작, 전시포 운영 등 - 수출예상지역별 마켓 포지셔닝 설정 자료를 기반으로 가격, 기술 및 품질 경쟁력 강화를 통한 종자판매 전략 수립 - 현지 딜러, 거래처 등의 인적인프라 확대를 통한 품종 홍보 전략 강화 <ul style="list-style-type: none"> · 종자 박람회, 종자총회 등의 참석을 통한 수출 가능 거래선의 직접 연결
----------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> - 국가별 종자 판매 업체 확보 및 수출 <ul style="list-style-type: none"> · 베트남 법인을 이용한 종자판매업체 확보 <p>■내재해성 및 내병성 분자마커 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 분자마커 개발을 위한 RIL 집단 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 열대지역 유래 유전자원을 이용한 RIL(F6) 집단 육성 ○ 내건성 및 노균병 저항성 선발을 위한 분자마커 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 내건성 관련 분자마커 및 발현마커의 적용 및 평가 - RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발 - 노균병 저항성 관련 발현마커의 선발
<p>연구개발 성과</p>	<p><제1세부> 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 열대지역 적응 유전자원 및 육성자원 499계통에 대하여 생육특성 등을 조사하였고, 육성한 자식계통 103점과 교잡계 10점을 종자은행에 기탁하였음 ○ 열대지역 적응 우량 자식계통 134계통을 육성하고 신규 교잡계 969계통을 양성하여 교잡계 품종 개발에 활용하였음 ○ 교잡계를 생산력검정시험하여 우량 교잡계 43 계통을 선발하고 지역 적응시험을 실시하여 아세7호, 아세9호, 아세13호, 아세12호, 아세25호, 아세24호, 아세46호, 아세57호를 우량 교잡계로 선발하였음 ○ 선발한 우량 교잡계를 케이엠1(아세7호), 케이엠2(아세9호), 케이엠3(아세13호), 케이엠5(아세25호), 케이엠6(아세24호), 케이엠7(아세46호)으로 한국에 품종출원 완료하였음 <ul style="list-style-type: none"> - 케이엠1은 베트남에도 품종출원 완료하였음('18.3.9.) ○ 케이엠3, 케이엠5, 케이엠6, 케이엠7은 아시아종묘에 통상 실시함 <p><제2세부> 품종개발 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 품종 육성 거점 확보 및 대표사무소 운영 <ul style="list-style-type: none"> -열대 적응형 품종개발하기 위한 포장 확보: 베트남 동치우 -베트남 대표사무소 운영 ○ 종자 생산을 위한 생산기지 확보 <ul style="list-style-type: none"> -여러 지역을 확보하여 종자 채종의 안정성과 채종 risk 감소 -말레이시아 조호바루 주: 토지, 건조시설, 저장창고 등 -베트남 대표사무소 인근 채종 전문회사 확보 ○ 열대지역 현지의 옥수수 시장 현황 조사 및 분석 <ul style="list-style-type: none"> -수출 타깃 지역 국가들의 옥수수 재배면적, 수출입 현황, 소비 및 제

고 등의 자료 조사 및 분석

- 시장 조사 결과를 분석하여 지역별 마켓 포지셔닝 설정
 - 수출예상 국가의 제도 및 법규, 마켓 포지셔닝 분석을 통해 육종 방향 설정
 - 현지 딜러들의 품종 선호도 체크: 옥수수 교잡계 선발 및 시장 진입 방향 설정
- 개발품종의 판매 및 점유율 확대 방안
 - 국내외 전시(시험)포 운영: 2017년 국내 1개소 / 2018년 국내1개소, 해외1개소 / 2019년 국내 1개소, 해외 2개소 / 2020년 국내1개소, 해외 6개소 / 2021년 해외 2개소
 - 현지 품종 평가회: 2018년 1회, 2020년 1회
 - 바이어 초청: 2017년 15회, 2018년 11회, 2019년 9회
 - 종자판매를 위한 유관기관과의 협력 프로젝트 추진
 - 종자교역회 참가: 2017년 2회, 2018년 2회, 2019년 3회, 2020년 1회, 2021년 2회
 - MOU체결(2018년): 품종개발, 종자생산·판매, 종자활용 및 기술 확산 등 3개 기관(식량종자사업단, 코웰메트라, 아시아종묘)의 3개 기능이 협업하여 종자수출 활성화
 - 홍보책자발간: 2018년 1건, 2020년 1건
 - 홍보: MOU체결 관련 보도매체 기사 4건, 해외 현장평가회 관련 보도매체 기사 5건(2018년), 사업 홍보 마케팅 기사 1건(2019년)
 - 기술이전: 현지 적응형 개발 품종의 판매를 위한 기술 이전 5건
- 마케팅 인적 인프라 구축
 - 열대지역을 중심으로 누적 88개소 확보
- 국가별 종자 판매권 확보 및 수출
 - 판매 업체 53개소 이상 확보 및 종자 판매 430,830\$

<위탁> 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 육종 효율 증진

- 분자마커 개발을 위한 RIL 집단 육성
- 내건성 관련 분자마커 및 발현마커 적용 및 평가
 - 5개 발굴: transcrip_1, 12, 34, 35, 40
- RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커의 유전자 기능 평가
- B73 RNA-seq data module 분석을 통한 내건성 관련 유전자 발굴
 - B73 RNA-seq data 144개 수집, module을 분석
 - 내건성 관련 module 6개 선발, 내건성에 관여하는 유전자 7개 선발
- 실내에서 옥수수 한발 스트레스 평가를 위한 실내 검정지표 설정

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 노균병 저항성 관련 QTL 마커 분석 <ul style="list-style-type: none"> -RIL 집단을 이용한 QTL 유전자 지도 작성 및 전사체 수집 ○ 노균병 저항성 발현양상 분석 <ul style="list-style-type: none"> -Y2H library를 구축: 후보 유전자 38개 선발 및 발현마커 제작 -후보유전자 5개 선발 ○ 논문 게재 <ul style="list-style-type: none"> -SCI 4편: Transcriptome analysis of flowering time genes under drought stress in maize leaves(Frontiers Media) 등 -비SCI 5편: Evaluation of drought tolerance using anthesis-silking interval in maize(한국작물학회지) 등 ○ 특허 6건(출원: 3건, 등록:3건) <ul style="list-style-type: none"> -옥수수 노균병 저항성 개체 선별용 마커 및 이를 이용한 선별방법(출원: 10-2017-0083636, 등록: 10-1949903) -옥수수 내건성 판별방법(출원: 10-2018-0117599, 등록: 10-2019041) -옥수수 노균병 저항성 개체 선별용 조성물 및 이를 이용한 선별방법 (출원:10-2020-00355372, 등록: 10-2175452) ○ 학술발표 7건 <ul style="list-style-type: none"> -Transcriptomic profiling of the maize (<i>Zea mays</i> L.) to drought stress at the seedling stage(Asian Crop Science Association) 등 ○ 인력양성 4명: 박사 2명, 석사 2명
<p style="text-align: center;">연구개발 성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>■ 연구개발 성과의 활용 방안</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 학술적 우수 연구 결과는 국내외 주요 학술지 우선 기고를 통하여 관련 분야 학문 발전에 기여 ○ 생물자원 등록 등 특성 성과지표 해당 성과는 신속한 피드백을 통한 연구과제 완성도 제고에 활용 ○ 개발 품종의 현지 적응성 검증, Pilot 규모 시범재배를 통한 품종 홍보 및 local 회사와의 MOU 체결 등을 통한 품종 판매 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 현지 연구농장, 생산기지, 영업거점 확보를 통한 수출 확대 기반 시설을 구축 - 기업 자체 보유한 현지 농장을 활용한 현지 시험포 운영을 통한 목표 지역 선도 품종 대비 개발 품종의 경쟁력 확보 ○ 개발된 수출용 품종은 기술이전 혹은 자체 사업화를 통하여 동남아시아 지역 이외의 국가로도 확산시켜 종자수출 역량 확대 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 목표 지역 외 중남미, 아프리카 등 해외에 산재해 있는 국내 종자회사의 현지 법인을 통한 종자수출 확대 - 아열대, 열대형 등 개발된 품종의 생태형을 고려 수출 국가 확대

■ 기대효과

- 우리나라 옥수수 품종육성의 효율을 높일 수 있는 분자유전학적 기초 기술 개발
 - 옥수수 품종 육성의 효율을 증진시킬 수 있는 MAS 기술 개발
 - 유용형질을 다양하게 가지고 있는 옥수수 유전 분석 집단 창출
- 동남아 현지 품종개발 거점 구축을 통한 민간 종묘회사의 옥수수 종자수출 활성화 기반 구축
 - 동남아 지역 옥수수 생산여건 및 소비패턴 맞춤형 품종 개발 기반 구축
 - 동남아 현지 연구농장, 종자생산기지, 영업거점 확보 등으로 옥수수 종자 해외 수출기반 구축
- 국가 옥수수 품종개발 기술의 지식공유를 통하여 민간 종묘회사의 옥수수 품종개발 기술 선진화
 - 국가의 옥수수 품종개발 기술지원을 통한 민간 종묘회사의 옥수수 품종 개발기술 선진화
 - 옥수수의 해외 육종 기술 체계 확립과 수출 전용 품종 개발, 첨단 육종기술 실용화 촉진으로 세계 종자 시장의 중심국으로 진입
- 수출 경쟁력을 갖춘 품종 육성을 통한 종자 주권 확보
 - 식량 안보 및 주권 확보뿐만 아니라 나아가 목표 국가 형질에 부합하는 내병성, 내재해성 품종 개발을 통한 재배 안정성 확충으로 식량위기 대응 역량 강화
- 민간 종묘회사의 현지 밀착형 옥수수 수출종자 브랜드화를 통한 옥수수 종자 수출시장 개척
 - 해외 현지 품종개발-종자생산-포장-유통-판매망 구축을 통한 민간 종묘회사의 옥수수 수출종자의 경쟁력 제고
 - 국립식량과학원+대학+민간종묘회사 협력을 통한 옥수수 수출품종 원천기술 확보와 브랜드화로 옥수수 종자 수출국 대열 진입
- 2021년 세계 옥수수 종자시장에 진입하여 열대지역을 대상으로 옥수수 종자 수출 목표를 달성함으로써 세계 종자 강국 대열에 합류
- 종자 가치 증대를 통한 시장 확보
 - 종자뿐만 아니라 기반 역량 강화를 위한 다양한 분야와 동반 진출함으로써 수출목표 국가에서의 가치 창출
 - 가치 창출을 통해 수출목표 국가의 시장을 확보·선점하고 해당 국가에서의 가치 전유를 통한 경제적 성과 창출

국문핵심어	옥수수	품종	열대	동남아시아	수출
-------	-----	----	----	-------	----

< 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 1 절 연구개발 목적	1
제 2 절 연구개발의 필요성	2
제 3 절 연구개발 범위	3
제 2 장 연구수행 내용 및 결과	6
제 1 절 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발	6
제 2 절 품종개발 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척	265
제 3 절 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발을 위한 육종효율 증진 ...	345
제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	477
제 1 절 목표	477
제 2 절 목표달성 여부	477
제 3 절 목표 미달성 시 원인 및 차후대책	498
제 4 장 연구결과의 활용 계획 등	500
붙임. 참고 문헌	502

<별첨 1> 연구개발보고서 초록, 자체평가 보고서

<별첨 2> 연구성과 활용계획서

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발 목적

옥수수는 세계 3대 식량 작물로서 생산량은 연간 885백만 톤으로 부동의 1위를 지키고 있으며, 재배면적은 172백만ha로서 밀에 이어 2위를 점하는 중요한 작물이다. 오늘날 거의 모든 국가에서 재배되는 옥수수의 영양 가치는 사료용으로 뿐만 아니라 식용으로도 오래 전부터 널리 알려져 왔다. 2010년 기준 세계 옥수수 종자시장 규모는 76억 달러로 종자량으로는 약 800만 톤이 생산되어 단일품목으로 가장 큰 규모를 자랑한다. 중국, 인도 등 인구 대국의 경제 성장에 따른 육류 소비 증가와 옥수수를 이용한 화석연료 대체용 바이오 에탄올 생산량 증가 등으로 옥수수 소비는 지속적으로 증가할 전망이다.

동남아시아를 포함한 열대지역 국가들도 대체로 소득증가와 음식문화의 서구화로 인하여 육류 수요가 증가하면서 식량 자원 중에서도 옥수수에 대한 관심이 높다. 동남아시아에서는 인도네시아의 재배 면적이 가장 많고 필리핀, 태국, 베트남이 뒤를 잇는다(MAFRA, 2014). 인도네시아의 경우 2011년 처음으로 옥수수 수입이 3백만톤을 넘어섰으며(AFSIS, 2014) 향후 수입량은 더욱 증가할 전망이다. 따라서 옥수수 생산성 향상을 위한 1차적 수단인 우량한 옥수수 품종에 대한 수요가 지속될 것으로 보인다.

옥수수의 넓은 용도와 함께 옥수수 재배면적의 확대는 타작물에 비하여 종자시장 규모와 종자교역액의 성장세로 이어져 새로운 품종을 개발하고 종자 판매 마케팅 전략을 수립하는 것이 국제화 시대에 부응하는 매우 중요한 요건이 되었다. 세계 종자 시장은 여전히 일부 다국적 기업의 독점화로 시장 진입이 어려운 실정이다. 우리나라와 같은 옥수수 수입국에서는, 수출 국가들의 곡물 생산 및 수출 제한으로 인한 어려움을 하루 빨리 극복하기 위해, 전략적으로 종자시장의 수출입 동향과 미래 종자 산업 전망을 분석하고 해외 시장을 겨냥한 종자개발을 통해 옥수수 종자 산업을 세계적 수준으로 육성할 필요성이 커지고 있다.

지금까지 국내 옥수수 품종개발은 주로 국내 시장에 공급하기 위하여 국내 적응형 품종을 개발하여 보급하는 데에 중점을 두었다. 그러나 정부 주도였던 국내 옥수수 품종개발 및 보급 기능이 민간으로 점차 확대되고, 품종 개발 기술이 발전함에 따라 협소한 국내 종자시장 보다는 해외시장에 진출하기 위한 움직임이 일고 있다. 이러한 시대적인 요구에 부응하여 열대 지역에 적응하는 우수한 옥수수 품종을 개발하여 현지 종자시장에 진입함으로써 세계 종자 강국 대열에 합류할 수 있도록 종자개발 및 마케팅 관련 과제를 수행하게 되었다.

따라서 본 프로젝트는 ① 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발 ② 품종개발(열대지역) 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척을 통하여 열대지역을 포함한 타깃 지역에 500만\$의 옥수수 종자수출(판매) 목표를 달성하기 위한 세부프로젝트로 구성되어 수행되었다.

제 2 절 연구개발의 필요성

- 옥수수(Zea mays L.)는 탄수화물 작물로서 인류의 주요 에너지원 작물로, 사료, 전분, 시럽, 바이오 에탄올 등 다양한 산업 재료로도 사용되고 있다. 2010년 기준 세계 옥수수 종자시장 규모는 약 8조4천억원(76억불)이며, 아시아 옥수수 종자 시장 규모는 약 2조3천억원(23억불) 정도이고, 장기적으로 세계 옥수수 생산량과 소비량은 증가할 것으로 예측되므로 옥수수 종자시장 규모도 지속적으로 성장하여 2025년까지는 32조원까지 성장할 것으로 기대된다(Lee et al. 2017).
- 국내 옥수수 품종 개발은 주로 국내 시장 공급을 목적으로 품종을 개발·보급하여 왔으나 우리나라가 식량작물 종자 강국의 대열에 합류하기 위해서는 그 동안 축적된 기술을 바탕으로 해외시장을 타겟으로 하는 품종 개발 연구로의 전환이 시급하다.
- 우리나라에서는 농촌진흥청 국립식량과학원을 중심으로 non-GMO 종실 옥수수 1대 교잡계 품종을 개발하고 있고 종실 수량이 8톤/ha 이상인 광평옥, 신흥옥, 황다옥 등 다양한 1대 교잡계 옥수수 품종을 개발하였음(National Institute of Crop Science, 2019)
- 국내 옥수수 품종 개발은 주로 국내 시장 공급을 목적으로 품종을 개발·보급하여 왔으나 종자 강국의 대열에 합류하기 위해서는 그 동안 축적된 기술을 바탕으로 해외 시장을 타겟으로 하는 품종 개발 연구로의 전환이 시급함
- GSP프로젝트 1단계에서 개발된 우량 계통들을 활용한 우량교잡계의 품종화를 통해, 고부가가치의 수출용 종자를, 한국 기업에 비교적 우호적이고 외국 투자 유치를 자국 경제 발전의 원동력으로 삼는 열대지역의 옥수수 종자시장 진입하여 판매하는 것이 유리할 것으로 판단된다.
- 열대 지역은 대체로 가축 사육 증가로 옥수수 소비가 지속적으로 증가하고 있으나 옥수수 재배 농가의 재래종 사용으로 단위면적당 생산성이 낮다. 동남아시아는 옥수수 종자시장의 성장 가능성에 비해 옥수수에 대한 연구는 미비한 실정이나, 최근 몬산토 등 다국적 종자회사들의 진출로 고품질 다수성 교잡종에 대한 관심이 높아지고 있다. 인도네시아를 비롯한 옥수수 수입국들을 중심으로 옥수수 생산성 향상을 위한 1차적 수단인 우량한 옥수수 품종에 대한 수요가 지속적으로 증가할 것으로 보인다.
- 열대지역의 경우 재해 및 병해충에 의해 보급된 품종의 잠재 수량성에 비하여 농가 수확량이 낮으며, 관개 시설 등 농업적 인프라가 미흡하므로 한발과 병해충 등으로 매년 막대한 손실을 입고 있다. 따라서 한발 및 노균병에 강한 품종만이 종자시장에서 경쟁력을 가질 수 있다. 하지만 국내에는 동남아시아 유래 옥수수 노균병에 대한 정보가 전무한 상황이며, 한발에 대한 특성평가도 미비한 실정이다.
- 열대지역의 옥수수 종자 수출을 위해서는 현지 환경에 맞는 내재해성, 내병성 품종의 개발

이 필수적이며, 이를 위해 적합한 표현형 및 유전자형을 보유 하는 것이 수출 경쟁력에 큰 힘이 될 것이다. 내재해성, 내병성 선발지표의 확립과 이를 이용한 검정체계를 구축하여, 육종 효율을 증진시키는 것이 필요하다.

- 아시아 지역에서 옥수수를 가해하는 주요 병해충은 노균병, 깨씨무늬병, 조명나방 등이 고 척박한 토양과 건기 가뭄 피해가 크기 때문에 동남아시아 지역 적응 옥수수 품종은 습해, 가뭄, 노균병, 녹병에 강한 특성이 필요함 (Gerpacio & Pingali. 2007; Baek et al. 2015).
- 또한 옥수수의 경우 타식성의 특징 및 복잡한 유전형질에 의해 육종 연한이 다른 곡류 작물에 비해 길다. 이를 줄이고 우수 유전형질을 갖는 신품종을 육성해야 하는 본 과제의 특성상 분자마커의 개발은 신품종 육종 연안을 획기적으로 단축시킬 수 있을 것으로 생각한다
- 열대지역의 종자시장 규모는 약 78,000만 불로 큰 잠재력을 갖고 있다. 우리나라가 종자 강국으로 발돋움하기 위해서는 수출용 옥수수 품종을 개발하여 종자시장에 진입하는 것이 반드시 필요하며 개발 품종에 대한 판매 마케팅 전략을 체계화 하는 것이 시급하다.

제 3 절 연구개발 범위

1. 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발

가. 열대지역 재래종 등 유전자원 수집 및 특성평가와 유용 옥수수 유전자원 선발

- 내건성, 노균병 저항성, 조숙성, 현지 소비기호 특성, 종실 특성 등

나. 열대지역 적응 사료용 및 식가공용 옥수수 품종 개발

- 옥수수의 용도별 유망 유전자원 등을 활용한 자식계통 육성
- 옥수수 우량 자식계통의 조합능력 및 교잡계 생산력 검정시험

다. 열대지역 적응 우량 계통 및 품종 선발을 위한 지역적응성 검정

- 동남아 지역 3개소(베트남, 캄보디아, 인도네시아 등)

라. 현지 개발 우량 교잡계의 채종안정성, 종자 생산성 검정 및 기술 지원

- 모·부본의 개화기 일치, 부분의 화분특성, 모본의 이삭크기, 수량성 등

마. 개발 품종의 시장 보급 확대를 위한 육종기술 이전 및 지원

- 열대지역 적응 옥수수 우량 교잡계 품종 출원 및 등록
- 육종기술 및 종자생산 기술 이전 및 지원

2. 품종개발 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척

가. 육성 거점 운영 및 지역적응성 검정 지원

- 베트남 현지 육성거점 및 대표사무소 운영
 - 열대지역 적응 우수 품종 개발을 위한 육성 거점 및 현지 대표사무소를 운영하여 신 품종 개발을 지원
- 개발품종 및 현지 리딩 품종의 지역적응성 검정 지원
 - 베트남, 캄보디아, 인도네시아, 말레이시아

나. 수출용 옥수수 개발품종의 종자생산성 확대

- 종자 생산·가공 관리체계 구축
 - 현지 종자 선별 기술, 종자 소독처리, 종자 건조 등의 종자생산 처리 기술 분석
- 종자생산을 위한 생산기지 확보
 - 말레이시아, 베트남 외에 채종risk 방지를 목적으로 종자 생산지 확대
 - 베트남 등 해외 옥수수 시장 진출을 위한 채종회사 탐색
- 개발품종의 채종안정성 검정
- F1 종자생산

다. 열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케팅 연구

- 현지 시장 현황 조사 및 분석
 - 타깃 지역별 현지 시장 현황 조사
 - 열대지역 국가들의 옥수수 수출입 현황 분석
- 수출예상지역별 마켓 포지셔닝 설정 자료를 기반으로 한 종자판매 전략 수립
 - 타깃 지역별 고객의 수요 및 니즈 분석: 현지 딜러의 선호도 check
 - 열대지역 국가의 수출시장 진입 위한 시교사업 확충을 통한 시장 확대
 - 가격, 기술 및 품질 경쟁력을 강화하여 종자판매 점유율 확대
- 개발품종의 판매 및 점유율 확대 방안 마련
 - 국내외 시험/전시포 운영
 - 외국 바이어 초청
 - 종자판매를 위한 유관기관과의 협력 프로젝트 추진
 - 종자 교역회 참가: 2019년 3회, 2020년 1회
 - 기술 이전 및 홍보 마케팅
- 마케팅 인적 인프라 구축 및 종자 판매
 - 수출 확대를 위한 유통 및 마케팅 인프라 구축
 - 국가별 종자 판매권 확보 및 수출

3. 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 육종 효율 증진

가. 분자마커 개발을 위한 RIL 집단 육성

- 열대지역 유래 유전자원을 이용한 RIL 집단 육성
 - SSD(single seed descent, 1개체 1계통 육종) 방법을 이용

나. 내건성 선발을 위한 분자마커 개발

- 내건성 관련 분자마커 및 발현마커 적용 및 평가
 - *de novo* marker 분석: transcript_1, 12, 34, 35, 40 발굴
- RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발
 - Ki11의 silk 및 tassel에서 발현량이 증가하는 발현마커 선발
 - Ki11을 기준으로 조직별 발현량 분석 및 유전자 선발
 - V7과 V9 stage와 생식생장기에 한발 스트레스 처리와 선발 마커 적용 및 평가
 - 내건성에 관여하는 유전자 선발
- B73 RNA-seq data module 분석을 이용한 내건성 관련 유전자 발굴
 - NCBI database에서 B73 RNA-seq data 수집
 - BBDUK tool, STAR tool, HTSeq software, WGCNA tool을 이용하여 module을 분석
 - salmon4 module에서 내건성에 관여하는 유전자 선발

다. 노균병 저항성 관련 QTL 마커 분석

- RIL 집단을 이용한 QTL 유전자 지도 작성
 - B73 x Ki11 F7 192 line을 이용하여 노균병 저항성 관련 QTL 분석
 - 노균병 저항성과 관련 있을 후보 유전자 선발
- 노균병 저항성 후보 유전자 선발
 - 노균병 저항성 QTL 분석을 통해 QTL 발굴 및 전사체를 선발하여 qRT-PCR 분석
 - 수집된 62개 전사체의 서열정보를 이용하여 Pfam domain을 분석 및 전사체 선발

라. 노균병 저항성 발현양상 분석

- 노균병 저항성 여부 및 활용도 검정
 - 노균병 저항성 관련 유전자라고 판단되는 *Bak1*을 이용한 Y2H library를 구축
 - 노균병 저항성 QTL 분석을 통해 6번 염색체 지역 선정: 해당 부위에 존재하는 후보 유전자 선발 및 발현마커 제작
- SNP 분석을 통한 population에서 마커 검정
 - gene-based 마커 개발 위해 전사체 *OFP*와 *Ppr*에 대한 full length gene을 발굴
 - *Bak1*, *Ppr*, *SLC35F1* 노균성 후보 유전자들의 특이적 SNP 탐색 및 HRM 수행
- Yeast two hybrid를 통한 상호작용 유전자 발굴 및 노균병 저항성 메커니즘 검정
 - 노균병 저항성 후보 전사체 *Bak1*의 상호작용을 하는 유전자군을 발굴 위해 yeast two hybrid 수행
 - 노균병 마커 개발 중인 *Ppr*을 이용하여 pGBT9 벡터에 subcloning 수행 및 벡터 구축

제 2 장 연구수행 내용 및 결과

제 1 절 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발

〈 연구수행 결과 요약 〉

○ 열대지역 적응 유전자원 수집 및 특성조사 : 499계통

- (2017) 국립식량과학원 육성 자원 213계통의 생육 특성을 조사 완료하고 육종재료로 활용
- (2018) 열대 적응 육성 자원 69계통의 생육 특성을 조사 완료하고 육종재료로 활용
- (2019) 열대 적응 육성 자원 87계통의 생육 특성을 조사 완료하고 육종재료로 활용
- (2020) 열대 적응 육성 자원 130계통의 생육 특성을 조사 완료하고 육종재료로 활용
- (2021) 열대 적응 육성 자원 116 고세대 자식계통의 한국 적응성 평가하고 육종재료로 활용

○ 육성 자원의 종자은행 기탁 : 113점

- (2017) 17V1S6003 등 육성자원 40점을 농촌진흥청 종자은행에 기탁('17.9.13) : inbred 30점, hybrid 10점
- (2019) 18VL01 등 육성자원 73점을 농촌진흥청 종자은행에 기탁('19.7.9) : inbred 73점

○ 유망자원 및 계통 선발 : 우량 자식계통 134, 신규 교잡계 969 양성

- (2017) 분리세대 305 집단 648계통을 공시하여 263집단 847계통을 선발 → inbred 47
(2018) 분리세대 175 집단 509계통을 공시하여 148집단 399계통을 선발 → inbred 34
(2019) 분리세대 33 집단 118계통을 공시하여 32집단 40계통을 선발 → inbred 40
(2020) 유전자원 고세대 자식계통 130계통을 공시하여 13계통을 선발 → inbred 13
(2021) 유전자원 고세대 자식계통 116계통을 공시하여 한국 적응성 계통 11계통을 선발
- (2017) 생예 공시용 신규 교잡계 양성 : 14VK01 등 287 교잡계
(2018) 생예 공시용 신규 교잡계 양성 : CL2/14K26 등 279 교잡계
(2019) 생예 공시용 신규 교잡계 양성 : 14K8/14K26 등 280 교잡계
(2020) 생예 공시용 신규 교잡계 양성 : 17VL33/14K8 등 123 교잡계

○ 생산력검정시험 : 43 우량 교잡계 선발

- (2017) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세22호~아세28호 등 7 교잡계 선발
- (2018) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세29호~아세41호 등 13 교잡계 선발
- (2019) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세42호~아세53호 등 12 교잡계 선발
- (2020) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세54호~아세60호 등 7 교잡계 선발
- (2021) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세61호~아세64호 등 4 교잡계 선발

* 베트남, 캄보디아, 인도네시아, 말레이시아 등 4개국에서 적응성시험

○ 지역적응시험 : KM1~KM7 등 7품종을 개발 및 출원(출원 : 국립종자원7, 베트남 1)

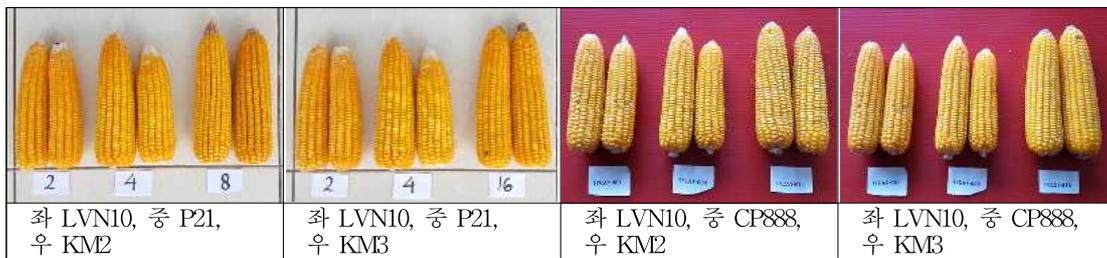
- (2017) 식가공 및 사료용 '아세9호'(인도네시아)와 '아세13호'(캄보디아)를 선발.
· 아세9호와 아세13호는 각각 'KM2' 및 'KM3'로 명명하여 국립종자원에 출원(2018. 3. 21)
- * 2016년 선발한 '아세7호'는 'KM1'으로 국·내외 품종출원을 완료함(국립종자원 17.3.9, 베트남 '18.3.9)

<KM2와 KM3의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			수량(kg/10a)		도복 (1-9)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	적응국가
				길이 (cm)	착립장률 (%)	직경 (cm)	총실중	지수				
P21 [↓]	54	288	43	18.5	96	5.4	687	100	1	1	0	인도네시아
KM2	52	279	36	20.2	93	5.3	784	114	1	2	1	
ts	0.87 ^{ns}	1.14 ^{ns}	1.79 ^{ns}	5.65 ^{***}	2.47 [*]	1.75 ^{ns}	1.86 ^{ns}	-	-	-	-	
CP888 [↓]	53	220	60	17.9	90	4.4	724	100	1	1	0	캄보디아
KM3	51	217	54	19.5	90	5.1	913	126	1	1	0	
ts	1.76 ^{ns}	0.44 ^{ns}	5.48 ^{***}	2.68 [*]	0.06	13.39 ^{***}	3.18 [*]	-	-	-	-	

[↓] P21 : 인도네시아 선도품종, [↓] CP888 : 캄보디아 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(*** : P < 0.001, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



<인도네시아(건기)>

<캄보디아(우기)>

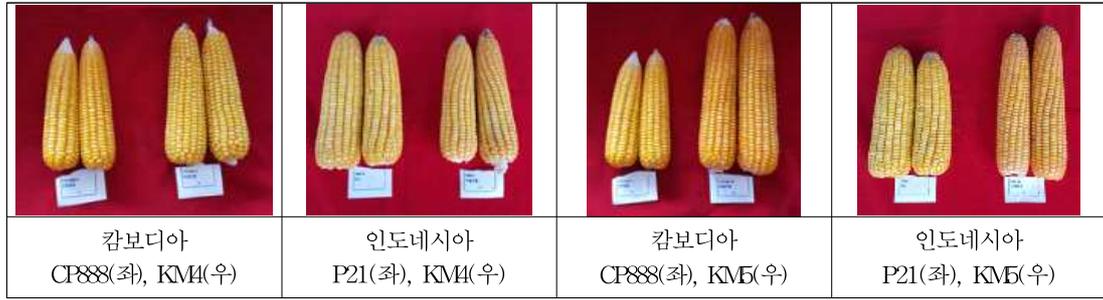
- (2018) 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 '아세12호'와 '아세 25호'를 선발하여 각각 'KM4'와 'KM5'로 명명함

<KM4와 KM5의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			수량(kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	조단 백질 (%)	총전분 (%)	적응 국가
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	총실중	지수							
P21 [↓]	54	292	43	18.6	95.1	5.2	652	100	2	1	4	1	8.6	71.5	인도네시아
KM4	53	283	41	19.2	94.5	4.8	721	110	1	1	2	1	8.9	68.6	
ts	0.60 ^{ns}	1.34 ^{ns}	0.66 ^{ns}	1.54 ^{ns}	0.72 ^{ns}	6.81 ^{**}	0.87 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	
CP888 [↓]	59	230	60	17.8	91.8	4.3	606	100	0	1	-	1	9.1	65.2	캄보디아
KM4	57	216	52	18.4	92.6	4.9	684	113	0	1	-	1	10.2	66.4	
ts	1.33 ^{ns}	2.34 [*]	8.84 ^{**}	0.85 ^{ns}	0.56 ^{ns}	5.17 ^{**}	1.02 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	
LCH9 [↕]	74	186	50	18.4	94.5	4.8	680	100	-	-	-	1	7.4	68.5	베트남
KM5	74	195	52	18.7	96.9	4.8	695	102	-	-	-	1	7.2	68.0	
ts	0.00 ^{ns}	1.02 ^{ns}	1.01 ^{ns}	0.43 ^{ns}	1.87 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.35 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	
P21 [↓]	56	281	47	17.9	94.6	5.3	634	100	3	1	3	1	8.2	69.9	인도네시아
KM5	59	302	51	21.0	94.2	4.9	678	108	2	2	2	1	7.8	68.6	
ts	1.52 ^{ns}	2.70 [*]	1.43 ^{ns}	5.51 ^{**}	0.25 ^{ns}	3.66 ^{**}	0.98 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	
CP888 [↓]	57	210	60	16.5	92.3	4.3	599	100	1	1	-	1	9.0	68.1	캄보디아
KM5	55	223	56	20.6	95.7	5.0	764	127	1	1	-	1	9.7	67.1	
ts	0.78 ^{ns}	1.00 ^{ns}	4.59 ^{**}	8.21 ^{**}	2.41 [*]	7.92 ^{**}	2.23 [*]	-	-	-	-	-	-	-	

[↓] P21 : 인도네시아 선도품종, [↓] CP888 : 캄보디아 선도품종, [↕] LCH9 : 베트남 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(*** : P < 0.001, ** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



- (2019) 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세24호’를 선발하여 ‘KM6’로 명명함(2019. 11월 국립종자원 출원)

<KM6의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			수량(kg/10a)		백립 중 (g)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	조단 백질 (%)	총진분 (%)	비 고
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수								
LCH9 ¹	67	184	52	18.0	94.8	4.8	716	100	35.6	-	-	-	1	7.4	68.5	베트남
KM6	68	174	47	18.0	94.4	5.0	699	98	38.8	-	-	-	2	7.4	69.4	
ts	1.35 ^{ns}	1.27 ^{ns}	3.88 ^{**}	0.15 ^{ns}	0.22 ^{ns}	3.51 ^{**}	0.51 ^{ns}		2.87 [*]							
CP888 ²	55	201	58	16.9	92.7	4.4	721	100		2	0		1	8.3	65.6	캄보디아
KM6	54	196	54	20.3	91.9	5.0	755	105		1	1		1	8.4	66.5	
ts	2.36 [*]	0.92 ^{ns}	3.67 ^{**}	15.4 ^{**}	0.69 ^{ns}	8.79 ^{**}	0.80 ^{ns}									
P21 ³	58	298	45	18.4	95.8	5.5	659	100		3	0	2	1	8.9	69.4	인도네시아
KM6	58	307	44	21.9	94.2	4.9	718	109		3	0	2	1	9.4	66.4	
ts	0.20 ^{ns}	1.58 ^{ns}	0.46 ^{ns}	8.5 ^{**}	4.63 ^{**}	2.39 [*]	2.04 ^{ns}									

¹ LCH9 : 베트남 선도품종, ² CP888 : 캄보디아 선도품종, ³ P21 : 인도네시아 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



- (2020) 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세46호’를 선발하여 ‘KM7’로 명명 예정(2021. 14월 국립종자원 출원)

<KM7(아세46호)의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			백립 중 (g)	수량(kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	도복 (1-9)	비 고
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)		종실중	지수				
LCH9 ¹	61	201	53.4	19.3	95.8	4.8	36.0	666	100	-	-	1	베트남
아세46호	62	191	52.7	21.5	95.6	4.8	40.6	842	126	-	-	1	
ts	0.50 ^{ns}	1.44 ^{ns}	0.45 ^{ns}	5.49 ^{**}	0.16 ^{ns}	0.16 ^{ns}	2.12 [*]	2.33 [*]	-	-	-	-	
CP888 ²	57	200	54.9	18.9	96.3	4.6	24.9	650	100	4	0	1	캄보디아
아세46호	57	194	52.8	22.9	96.2	4.8	33.1	831	128	3	0	2	
ts	0.15 ^{ns}	0.56 ^{ns}	1.11 ^{ns}	8.01 ^{**}	0.22 ^{**}	2.41 [*]	4.99 ^{**}	2.27 [*]	-	-	-	-	
P21 ³	60	289	48.0	19.1	92.8	4.7	-	608	100	-	2	1	인도네시아
아세46호	59	288	44.9	20.9	98.2	5.3	-	950	156	-	2	1	
ts	0.20 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.17 ^{ns}	4.45 ^{**}	4.29 ^{**}	5.40 ^{**}	-	3.31 ^{**}	-	-	-	-	

¹ LCH9 : 베트남 선도품종, ² CP888 : 캄보디아 선도품종, ³ P21 : 인도네시아 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



<LCH9> <아세46호>
베트남



<CP888> <아세46호>
캄보디아



<P21> <아세46호>
인도네시아

- (2021) 베트남, 말레이시아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종으로 유망한 ‘아세57호’를 선발함

<아세57호의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			백립 중 (g)	수량(kg/10a)		도복 (1-9)	비 고
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)		종실중	지수		
LCH9 [↓]	57	191	42.7	18.9	93.5	5.2	37.9	799	100	1	베트남
아세57호	56	188	42.1	18.2	93.9	6.2	45.4	1,089	136	1	
ts	∞**	0.28 ^{ns}	0.35 ^{ns}	2.12 ^{ns}	0.23 ^{ns}	6.36**	2.37 ^{ns}	2.90*	-	-	
GWG111 [↗]	49	181	61.5	15.1	-	5.4	37.3	718	100	1	말레이시아
아세57호	51	221	54.3	16.8	-	5.4	31.3	982	137	1	
ts	2.36 ^{ns}	4.52*	3.08 ^{ns}	2.98 ^{ns}	0.22**	0.05*	3.34 ^{ns}	2.77 ^{ns}	-	-	

[↓] LCH9 : 베트남 선도품종, [↗] GWG111 : 말레이시아 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



<LCH9> <아세57호>
베트남

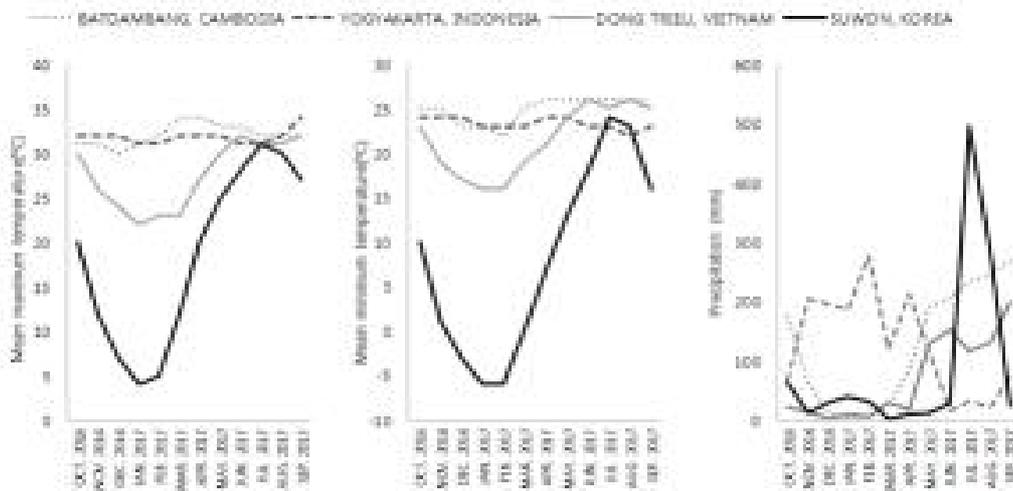


<GWG111> <아세57호>
말레이시아

1. 1차년도 (2017년) 연구수행 내용 및 결과

가. 시험지 및 시험기간 중의 기상

- 캄보디아 바탐방 : 최고기온은 연중 30-35℃ 범위였으나 5-7월경이 가장 높았으며, 최저기온은 연중 25℃ 내외이나 2월이 가장 낮았음. 우기와 건기가 뚜렷하여 강우량은 11-4월이 적었고, 5-12월이 많았음
- 인도네시아 요그야카르타 : 최고기온은 연중 30-35℃ 범위였으나 8-9월경이 가장 높았으며, 최저기온은 8-9월경이 가장 낮았으나 월별 차이는 크지 않았음. 우기와 건기가 뚜렷하였으나 캄보디아와는 반대로 강우량은 11-4월이 많았고, 5-12월이 적었음
- 베트남 동치우 : 최고기온은 5-10월경이 가장 높았으며, 최저기온은 11-4월경이 가장 낮았음. 강우량은 5-9월이 많았고, 10-4월이 적었음
- 한국 수원 : 최고기온과 최저기온의 월별 차이가 가장 컸으며, 강우량은 7-8월에 집중되었음



< 2017년 시험지별 연간 기상 >

나. 유전자원 특성조사 및 수집자원 종자은행 기탁

(1) 유전자원 생육특성 조사

(가) 시험재료 파종

- 시험재료 : 열대지역 적응 자원(수집 및 육성자원) 213 계통
- 시험장소 : 베트남 동치우 소재 옥수수 육종 포장(아시아종묘(주))
- 파종일자 : 2017. 2. 15.
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

(나) 시험결과

- 출사일수는 64-83일의 범위였음
- 간장은 63-205cm, 착수고율은 9-79%, 이삭길이는 6.0-19.7cm로 변이가 큰 편이었음.
- 립색은 orange yellow가 주종을 이루고, 립형은 대부분 flint형이었음
- 생육 특성이 양호한 14K4등의 계통은 신규 교잡계 양성 등을 위한 육종 재료로 활용하였음

< 2017년 유전자원 생육특성 요약 >

구 분	범 위	평균
출사일수(일)	64 - 83	74
간장(cm)	63 - 205	125
착수고율(%)	9 - 79	39
이삭길이(cm)	6.0 - 19.7	13.0

< 2017년 유전자원 생육특성 >

계통명	출용기 (월.일)	출용일수 (일)	출사기 (월.일)	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	이삭길이 (cm)	이삭색 (W/Y/O)	립형 (D-F)	비고
14K1	5.04	78	5.05	79	147	36	24	-	-	-	생육불량
14K2	4.29	73	4.29	73	205	100	49	12.0	OY	F	
14K3	5.02	76	5.02	76	130	77	59	10.3	Y	F	생육불량
14K4	5.01	75	5.02	76	160	55	34	13.3	OY	F	생육우수
14K5	4.30	74	4.30	74	158	75	47	13.7	Y	I	
14K7	4.26	70	4.28	72	121	40	33	11.3	Y	F	생육불량
14K8	4.28	72	4.28	72	155	72	46	14.0	Y	F	녹병(약)
14K9	4.29	73	4.30	74	150	70	47	14.3	Y	F	
14K10	5.01	75	5.02	76	153	55	36	10.3	OY	SF	앞마름병
14K11	4.28	72	5.02	76	157	51	32	14.3	OY	F	앞마름병
14K12	4.26	70	4.28	72	178	56	31	12.3	OY	F	
14K13	5.02	76	5.02	76	126	52	41	14.7	OY	SF	
14K15	5.02	76	5.03	77	180	73	41	7.0	OY	D	
14K16	4.28	72	4.28	72	149	58	39	13.0	OY	F	
14K17	4.28	72	4.29	73	131	59	45	13.3	Y	F	앞주름(약)
14K18	5.02	76	5.04	78	143	47	33	15.3	OY	F	앞마름병
14K19(O)	4.28	72	4.29	73	126	51	40	15.3	O	F	앞주름심함
14K19(LO)	4.28	72	4.29	73	125	74	59	14.0	Y	F	조명피해(약)
14K20	5.01	75	5.03	77	111	34	31	10.0	Y	F	생육저조
14K21	4.30	74	5.01	75	106	63	59	13.7	OY	D	조명피해(약)
14K22	5.02	76	5.04	78	129	52	40	15.0	OY	F	
14K23	5.01	75	5.02	76	137	61	45	18.0	O	F	
14K24	4.30	74	5.02	76	127	66	52	15.0	OY	SF	생육불균일
14K25	5.01	75	5.02	76	134	55	41	16.0	OY	F	
14K26	5.03	77	5.02	76	127	64	50	12.7	OY	SF	조명피해(약)

계통명	출용기 (월.일)	출용일수 (일)	출사기 (월.일)	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭색 (W/Y/O)	립형 (D-F)	비고
14K27	4.28	72	4.30	74	153	63	41	15.3	O	F	조명피해(중),앞주름
14K28	4.28	72	4.29	73	148	61	41	16.0	O	F	앞주름
14K29	5.01	75	5.01	75	133	79	59	14.0	OY	F	
14K30	4.29	73	5.01	75	140	74	53	-	-	-	
14K31	4.28	72	4.28	72	143	59	41	14.3	O	F	조명피해(중)
14K32	5.02	76	5.03	77	155	47	30	15.7	OY	F	조명피해(중)
CL1	4.26	70	4.28	72	169	62	37	15.7	O	I	
CL2	5.01	75	5.02	76	162	75	46	14.0	Y	F	
CL3	5.01	75	5.02	76	149	68	46	14.7	OY	F	
CL5	5.02	76	5.02	76	141	65	46	13.7	O	F	
CL6	4.26	70	4.28	72	132	71	54	12.3	OY	F	녹병
CL9	5.02	76	5.02	76	119	59	50	11.7	OY	F	
CL10	5.01	75	5.02	76	128	56	44	-	-	-	조명피해(중)
CL11	5.01	75	5.01	75	169	75	44	12.7	O	F	
CL12	4.28	72	4.29	73	108	44	41	15.7	OY	F	조명피해(중)
CL13	5.02	76	5.02	76	139	61	44	13.3	O	F	조명피해(중)
CL14	5.03	77	5.02	76	107	53	50	13.3	Y	F	
CL15	4.26	70	4.26	70	138	70	51	13.7	Y	F	
CL16	4.28	72	4.29	73	134	57	43	14.3	Y	F	앞얼룩무늬
CL18	4.26	70	4.29	73	151	63	42	15.0	OY	F	앞주름,앞마름
CL19	4.26	70	4.28	72	130	68	52	11.3	OY	F	
CL22	5.01	75	5.01	75	173	86	50	13.3	O	F	
CL27	5.01	75	5.01	75	113	28	25	7.7	Y	F	발아불량
CL28	5.01	75	5.02	76	160	55	34	15.3	OY	F	
CL29	5.03	77	5.03	77	139	69	50	12.3	OY	F	흰색반점
CL30	4.30	74	4.30	74	126	66	52	8.0	O	F	생육저조
CL31	5.02	76	5.03	77	170	89	52	12.7	OY	F	
CL32	5.04	78	5.06	80	110	50	45	15.7	Y	F	앞마름병
CL33	5.03	77	5.03	77	108	40	37	13.3	OY	F	발아/생육저조
CL35	4.30	74	5.01	75	119	60	50	12.0	OY	F	생육저조
CL36	5.05	79	5.08	82	72	15	21	-	Y	F	생육저조
CL37	5.05	79	5.08	82	86	33	38	15.0	OY	F	앞마름
CL38	5.05	79	5.08	82	77	24	31	9.3	OY	F	앞마름,생육저조
CL39	5.01	75	5.02	76	96	20	21	8.0	O	F	앞마름,생육저조
CL40	5.02	76	5.03	77	108	48	44	15.3	O	F	생육저조
CL42	5.05	79	5.07	81	103	58	56	13.3	O	F	흰색반점
CL43	5.01	75	5.02	76	130	33	25	15.7	OY	F	생육저조
CL45	5.05	79	5.08	82	81	7	9	9.3	OY	F	생육저조
CL46	4.28	72	5.02	76	119	47	39	14.3	OY	F	
CL47	4.28	72	4.28	72	142	44	31	13.7	OY	F	
CL48	5.01	75	5.02	76	113	38	34	11.7	Y	F	생육저조
CL49	5.05	79	5.07	81	123	45	37	-	-	-	생육저조
CL50	5.06	80	5.05	79	112	56	50	13.7	O	F	
CL51	5.02	76	5.03	77	126	56	44	6.7	O	F	앞마름
CL52	5.04	78	5.06	80	130	62	48	15.0	O	F	조명나방(약)
CL54	5.06	80	5.08	82	145	70	48	14.0	Y	F	앞마름
CL55	5.06	80	5.08	82	152	71	47	14.0	OY	F	조명나방(중)
CL56	5.04	78	5.05	79	133	49	37	10.0	O	F	앞마름

계통명	출용기 (월.일)	출용일수 (일)	출사기 (월.일)	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭색 (W/Y/O)	립형 (D-F)	비고
CL57	5.06	80	5.08	82	94	57	61	10.0	OY	F	
CL59	4.28	72	5.01	75	131	66	50	12.7	O	F	
CL60	5.05	79	5.05	79	117	54	46	13.3	O	F	
CL63	4.28	72	4.28	72	124	34	27	14.0	OY	F	
CL64	4.28	72	5.02	76	143	36	25	16.0	OY	F	하위옆고사
CL65	5.05	79	5.06	80	122	71	58	19.7	OY	I	
CL70	4.27	71	4.28	72	150	41	27	13.3	Y	F	
CL73	5.01	75	5.03	77	80	12	15	7.3	Y	F	
CL74	5.02	76	5.03	77	147	42	29	16.0	O	F	앞마름
CL75	4.26	70	4.28	72	122	24	20	14.0	O	F	
CL76	5.07	81	5.08	82	76	21	28	-	-	-	생육저조
CL77	5.04	78	5.03	77	83	54	65	4.3	OY	F	생육저조
CL79	5.02	76	5.03	77	126	44	35	15.0	OY	F	
CL80	5.06	80	5.08	82	80	44	55	13.3	Y	F	생육저조,하위옆고사
CL81	5.06	80	5.08	82	87	35	40	11.7	Y	F	하위옆고사
CL82	5.05	79	5.07	81	90	48	53	14.0	Y	F	
CL84	5.03	77	5.05	79	127	60	47	11.7	O	F	하위옆고사
CL87	5.06	80	5.07	81	123	65	53	13.7	O	F	생육저조
CL89	5.08	82	5.09	83	93	41	44	-	Y	F	
CL90	5.04	78	5.03	77	104	49	47	13.0	OY	I	생육저조
CL91	5.01	75	5.01	75	115	34	30	11.7	OY	F	
CL92	5.01	75	5.02	76	152	66	43	16.0	Y	F	조명나방(중)
CL93	4.27	71	4.28	72	130	55	42	13.0	OY	F	
CL94	5.01	75	5.02	76	134	54	40	13.3	OY	SF	조명나방(중)
CL96	5.01	75	5.02	76	153	86	56	14.7	OY	F	앞마름
CL98	5.06	80	5.07	81	73	26	36	-	O	F	생육저조
CL99	4.27	71	4.27	71	126	52	41	13.7	O	F	
CL101	4.27	71	4.28	72	147	58	39	14.3	OY	SF	
CL102	4.26	70	4.27	71	132	60	45	10.0	OY	F	앞마름
CL104	4.28	72	4.28	72	135	44	33	16.0	OY	F	앞마름
CL105	5.01	75	5.02	76	138	48	35	15.3	OY	F	
CL106	5.02	76	5.03	77	151	62	41	9.3	OY	SF	
CL108	5.02	76	5.03	77	115	40	35	11.7	O	F	생육불균형
CL109	5.05	79	5.06	80	105	25	24	16.0	OY	F	
CL110	4.28	72	4.29	73	79	23	29	12.7	OY	F	생육저조
CL111	4.24	68	4.26	70	95	42	44	10.0	OY	F	녹병,조명나방,앞마름
CL112	4.24	68	4.24	68	104	32	31	8.7	OY	F	앞마름
CL113	4.23	67	4.24	68	132	58	44	11.0	O	F	앞마름
CL114	4.23	67	4.24	68	131	39	30	12.7	OY	F	생육저조
CL116	4.26	70	4.28	72	103	35	34	11.7	OY	F	
CL117	5.05	79	5.02	76	113	62	55	12.7	O	F	
15VL001	5.01	75	5.03	77	70	15	21	14.3	OY	F	
15VL003	4.24	68	4.25	69	92	10	11	14.0	OY	F	하위옆고사,조명나방
15VL006	5.02	76	5.03	77	122	96	79	12.3	OY	F	앞마름
15VL007(Y)	4.28	72	4.28	72	160	49	31	13.0	Y	F	생육저조
15VL007(O)	4.28	72	4.28	72	169	65	38	14.3	OY	SF	조명피해
15VL008	5.01	75	5.02	76	159	61	38	12.0	OY	F	
15VL010(LO)	4.27	71	4.28	72	110	28	25	15.7	OY	F	

계통명	출용기 (월.일)	출용일수 (일)	출사기 (월.일)	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭색 (W/Y/O)	립형 (D-F)	비고
15VL010(O)	4.26	70	4.26	70	125	47	38	13.3	OY	F	
15VL013a	4.28	72	4.28	72	124	47	38	11.0	O	F	앞끝마름
15VL013b	4.27	71	4.27	71	146	46	32	-	-	-	생육저조
15VL014	4.27	71	4.27	71	144	58	40	12.7	OY	F	
15VL015	4.23	67	4.20	64	107	25	23	11.3	OY	F	앞마름
15VL016	4.26	70	4.28	72	150	51	34	15.0	OY	F	
15VL017	4.28	72	5.02	76	101	25	25	13.3	W	F	생육저조, 앞마름
15VL018	4.27	71	4.27	71	1129	41	4	11.3	OY	F	
15VL019	4.25	69	4.24	68	126	53	42	11.3	Y	F	
15VL022	4.24	68	4.25	69	117	41	35	13.7	OY	SF	
15VL023	5.01	75	5.02	76	120	37	31	-	Y	F	생육불량
15VL027	4.29	73	4.29	73	138	31	22	15.3	OY	F	
15VL028	4.24	68	4.25	69	119	28	24	13.7	Y	F	
15VL029	4.26	70	4.27	71	130	38	29	13.3	OY	F	
15VL030	4.29	73	4.29	73	102	42	41	13.0	OY	F	앞끝마름, 생육저조
15VL031	4.27	71	4.29	73	102	33	32	10.7	Y	F	생육저조
15VL032	5.04	78	5.06	80	99	33	33	11.7	W	SF	생육저조
15VL033	4.27	71	4.29	73	148	37	25	12.7	OY	F	
15VL034(O)	4.26	70	4.26	70	124	48	39	12.7	OY	F	앞끝마름
15VL034(Y)	4.27	71	4.29	73	142	62	44	13.7	OY	F	생육저조, 앞끝마름
15VL035	4.27	71	4.27	71	160	35	22	12.0	Y	I	
15VL036	4.24	68	4.26	70	111	34	31	13.3	Y	I	
15VL037	4.27	71	4.27	71	157	66	42	14.7	W	F	
15VL038	4.24	68	4.24	68	148	65	44	13.7	OY	F	
15VL039	4.24	68	4.24	68	139	50	36	14.3	W	I	
15VL040	4.27	71	4.27	71	135	46	34	17.3	OY	SD	
15VL041	4.29	73	4.29	73	156	77	49	-	-	-	
15VL042	4.25	69	4.25	69	158	90	57	-	-	-	앞주름
15VL043	4.29	73	4.29	73	166	73	44	13.0	OY	I	
15VL044	4.29	73	4.29	73	133	54	41	12.0	OY	F	앞마름
15VL045	4.29	73	4.29	73	138	56	41	7.3	Y	F	앞끝마름
15VL046	4.26	70	4.29	73	103	43	42	-	-	-	생육불균일
15VL047	4.29	73	4.30	74	76	27	36	12.7	OY	F	
15VL048	5.02	76	5.05	79	94	32	34	-	-	-	생육저조
15VL049	4.27	71	4.27	71	86	28	33	-	-	-	앞마름
15VL050	5.05	79	5.06	80	119	59	50	14.3	OY	F	생육저조
15VL051	4.23	67	4.23	67	87	27	31	-	-	-	앞마름, 조명나방
15VL052	4.24	68	4.25	69	104	42	40	14.0	W	F	앞마름
15VL054	4.29	73	4.30	74	110	37	34	6.3	Y	F	생육불량
15VL055	4.26	70	4.26	70	119	42	35	8.7	OY	SF	조명나방(중)
15VL056	4.29	73	4.29	73	106	34	32	12.7	Y	F	
15VL057	4.23	67	4.24	68	92	33	36	-	-	-	앞마름심함
15VL059	4.26	70	4.28	72	127	55	43	-	-	-	
15VL060	4.28	72	4.29	73	116	34	29	-	-	-	생육불균일
15VL061	4.29	73	4.29	73	85	15	18	14.7	OY	F	생육저조
15VL062	4.29	73	4.29	73	124	47	38	-	-	-	
15VL063	4.29	73	4.30	74	119	41	34	-	-	-	
15VL064	4.27	71	4.27	71	110	54	49	13.7	OY	F	

계통명	출용기 (월.일)	출용일수 (일)	출사기 (월.일)	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭색 (W/Y/O)	립형 (D-F)	비고
15VL065	4.27	71	4.27	71	107	36	34	-	-	-	조명피해
15VL066	4.29	73	4.29	73	112	47	42	13.3	OY	F	
15VL067	4.29	73	4.29	73	106	28	26	12.3	Y	F	앞마름
15VL068	4.24	68	4.24	68	92	38	41	13.7	O	F	
15VL069	4.22	66	4.22	66	129	54	42	14.3	OY	F	
15VL070	4.24	68	4.24	68	133	54	41	14.7	OY	I	
15VL071	4.27	71	4.29	73	132	51	39	16.7	OY	SF	
15VL072	4.22	66	4.23	67	126	41	33	-	-	-	
15VL073	5.02	76	5.03	77	107	42	39	-	-	-	
15VL074	4.24	68	4.24	68	120	44	37	11.3	OY	F	녹병/깨씨무늬
15VL075	4.24	68	4.24	68	92	36	39	-	-	-	녹병/깨씨무늬
15VL076	5.04	78	5.05	79	149	34	23	-	-	-	조명나방
15VL077	5.05	79	5.06	80	137	81	59	9.3	OY	SF	조명나방
15VL078	4.30	74	4.30	74	130	45	35	12.0	OY	F	
15VL079	4.27	71	4.29	73	103	35	34	10.3	O	F	
15VL080	5.04	78	5.02	76	63	9	14	-	-	-	생육저조
15VL081	5.02	76	5.05	79	124	44	35	-	W	F	생육저조,하위옆고사
16VL001	5.01	75	5.02	76	98	34	35	-	-	-	
16VL002	4.26	70	4.27	71	93	39	42	13.0	OY	F	
16VL003	4.27	71	4.28	72	110	38	35	14.0	OY	F	
16VL004	5.02	76	5.02	76	112	37	33	13.7	Y	F	
16VL005	5.02	76	5.02	76	128	42	33	-	-	-	생육저조
16VL006	4.29	73	4.29	73	137	55	40	-	-	-	
16VL008	4.25	69	4.25	69	119	43	36	14.3	OY	F	
16VL009	4.23	67	4.23	67	120	42	35	12.7	OY	F	응수길이 짧음
16VL010	4.24	68	4.24	68	131	44	34	13.7	O	F	
16VL011	4.26	70	4.26	70	138	49	36	-	-	-	
16VL012	4.27	71	4.28	72	134	69	51	-	OY	I	
16VL0013	4.23	67	4.23	67	130	65	50	12.7	OY	SF	
16VL0014	4.29	73	4.29	73	149	48	32	15.0	O	F	생육불균형
16VL0015	5.01	75	5.02	76	104	41	39	8.0	Y	F	생육저조,연두색줄무늬
16VL0016	5.05	79	5.07	81	93	46	49	10.0	Y	F	생육저조
16VL0017	5.01	75	5.03	77	114	33	29	14.7	O	F	생육저조
16VL0018	4.27	71	4.28	72	91	28	31	13.3	O	F	생육저조,연두색줄무늬
16VL0019	5.06	80	5.08	82	104	59	57	-	-	-	생육저조
16VL0020	5.06	80	5.08	82	127	60	47	6.0	OY	F	생육저조
16VL0021	5.02	76	5.03	77	119	32	27	11.3	OY	F	생육저조
16VL0022	4.29	73	4.29	73	169	81	48	14.0	OY	F	
16VL0023	4.27	71	4.28	72	175	63	36	29.0	OY	I	
16VL0024	4.24	68	4.25	69	114	65	57	12.3	OY	SF	앞마름
15V2S7059	4.24	68	4.26	70	122	40	33	13.3	OY	F	
15V2S7070	4.26	70	4.27	71	115	37	32	14.3	OY	SF	
KS155	4.29	73	4.29	73	134	35	26	13.0	OY	D	
CL103	4.27	71	4.28	72	148	49	33	13.0	OY	F	조명나방/깨씨무늬

* 립색 : W(white), Y(yellow), O(orange)

* 립형 : D(dent), SD(semi-dent), I(Intermediate), SF(semi-flint), F(flint)

(2) 육성 자원의 종자은행 기탁

- 40점의 옥수수 육성 유전자원을 농촌진흥청 종자은행에 기탁함(2017. 9. 13)
 - 육성 자식계통(inbred) : 17V1S6003 등 30 계통
 - 열대지역 적응 육성 교잡계 : 아세2호 등 10 교잡계
- 종자은행 기탁자원은 본 프로젝트의 육종 재료로 활용 예정
- * 종자은행 기탁 자원 목록 : 연구성과의 종자은행 기탁 목록 참조

다. 열대지역 적응 옥수수 계통 선발

(1) 시험재료 파종

- 시험재료 : 197 집단 726 계통('17. 1월 수확), 305 집단 648 계통('17. 7월 수확)
- 시험장소 : 베트남 동치우 소재 옥수수 육종 포장(아시아종묘(주))
- 파종일자 : 2016. 9. 24('17. 1월 수확), 2017. 2. 15('17. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

(2) 분리세대 진전 및 계통 선발

- 분리세대의 생육특성 및 이삭특성 조사
 - ('17. 1월 수확) 분리세대 197 집단 726계통을 공시하여 157집단 500계통을 선발
 - ('17. 7월 수확) 분리세대 305 집단 648계통을 공시하여 263집단 847계통을 선발
- '17. 9월 파종 S₀세대 공시용 교배조합 작성 : 50 조합

< 2017년 분리세대 선발 내역 >

분리집단	1월 수확				7월 수확			
	시험계통		선발계통		시험계통		선발계통	
	집단수	계통수	집단수	계통수	집단수	계통수	집단수	계통수
분리0세대(S ₀)	45	45	39	87	148	148	139	383
분리1세대(S ₁)	53	161	53	159	39	87	29	100
분리2세대(S ₂)	-	-	-	-	53	159	42	150
분리3세대(S ₃)	25	118	16	56	-	-	-	-
분리4세대(S ₄)	36	217	28	121	16	56	10	45
분리5세대(S ₅)	38	185	21	77	28	121	24	122
분리6세대(S ₆)	-	-	-	-	21	77	19	47
계	197	726	157	500	305	648	263	847

(3) 우량 자식계통 육성

- 생육이 균일하고 이삭특성이 양호한 S6세대 자식계통 선발 : 47계통
- 선발 계통에 대해 중간계통명 부여 : 17VL01 ~ 17VL47
- 선발 계통은 종자은행에 기탁하고, 2017 이후 유전자원으로 관리 및 교배모본으로 활용 예정

< 2017년 고세대 우량 자식계통 선발 내역 >

시험번호 (17V1-)	Origin	Pedigree								이삭특성			알곡 특성		중간 계통명
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	길이 (cm)	착립장 (cm)	직경 (cm)	색 ¹⁾	립형 ²⁾		
S6003	중국/한국자원 OP10	14VN0010	1	1	1	2	2	1	14	13	4	O	F	17VL01	
S6004	중국/한국자원 OP10	14VN0010	1	1	1	3	2	1	17	16	4.5	O	SF	17VL02	
S6005	중국/한국자원 OP26	14VN0026	1	1	1	1	1	1	17	15	4	Y	F	17VL03	
S6007	중국/한국자원 OP26	14VN0026	1	1	1	1	2	2	18	16	4	YO	SF	17VL04	
S6009	중국/한국자원 OP81	14VN0081	1	1	1	2	1	1	13	9	4.5	O	F	17VL05	
S6010	중국/한국자원 OP88	14VN0088	3	1	1	3	2	1	15	10	4.5	Y	D	17VL06	
S6011	중국/한국자원 OP88	14VN0088	3	1	1	3	2	2	15	12	4.5	YO	D	17VL07	
S6012	중국/한국자원 OP105	14VN0105	1	1	1	1	1	1	14	13	3.5	O	F	17VL08	
S6013	중국/한국자원 OP105	14VN0105	1	1	1	1	2	1	17	14	5	OY	F	17VL09	
S6015	중국/한국자원 OP132	14VN0132	1	1	1	1	1	1	16	9	4	YO	F	17VL10	
S6016	중국/한국자원 OP148	14VN0148	1	1	1	1	1	1	15	14	3	O	F	17VL11	
S6017	중국/한국자원 OP148	14VN0148	1	1	1	1	3	1	15	12	3	YO	F	17VL12	

시험번호 (17V1-)	Origin	Pedigree								이삭특성			알곡 특성		중간 계통명
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	길이 (cm)	착립장 (cm)	직경 (cm)	색 ¹⁾	립형 ²⁾		
S6019	중국/한국자원 OP249	14VN0249	1	1	1	1	1	1	17	11	4	Y	F	17VL13	
S6020	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	1	1	12	9	5	Y	F	17VL14	
S6021	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	2	1	14	12	4.5	Y	F	17VL15	
S6022	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	2	2	14	12	4	Y	F	17VL16	
S6025	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	3	2	12	11	4.5	YO	F	17VL17	
S6028	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	1	1	17	12	4.5	YO	F	17VL18	
S6031	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	2	1	18	15	4.5	YO	F	17VL19	
S6032	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	2	2	15	13	4	O	F	17VL20	
S6033	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	4	1	1	15	12	5	YO	SF	17VL21	
S6034	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	5	1	2	15	14	4	O	F	17VL22	
S6035	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	5	2	1	17	13	4.5	O	F	17VL23	
S6038	중국/한국자원 OP304	14VN0304	1	1	1	2	1	2	17	12	4.5	Y	F	17VL24	
S6041	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	1	1	1	12	12	4	YO	F	17VL25	
S6043	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	1	3	1	15	13	4.5	Y	D	17VL26	
S6044	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	3	2	1	18	16	5	YO	D	17VL27	
S6046	DK9955	14VN1660	2	1	1	1	2	1	14	13	4	YO	SD	17VL28	
S6047	DK9955	14VN1660	2	1	1	1	3	1	14	13	4.5	O	F	17VL29	
S6050	DK9955	14VN1660	2	1	1	2	3	2	13	12	4	YO	F	17VL30	
S6051	DK6919	14VN1671	1	1	1	3	3	1	15	14	4.5	Y	SF	17VL31	
S6052	DK6919	14VN1671	1	1	1	4	2	1	18	16	5.5	YO	F	17VL32	
S6053	DK6919	14VN1671	1	1	1	4	2	2	15	15	5.5	Y	SF	17VL33	
S6055	DK6919	14VN1671	2	1	1	2	3	1	16	15	5	YO	F	17VL34	
S6056	DK6919	14VN1671	4	1	1	2	1	1	15	14	4.5	YO	F	17VL35	
S6058	DK8868	14VN1672	4	1	1	1	1	1	14	12	4.5	YO	F	17VL36	
S6059	DK8869	14VN1673	4	1	1	1	1	2	17	16	4	O	F	17VL37	
S6061	DK8868	14VN1672	4	1	1	1	3	1	17	16	4.5	O	F	17VL38	
S6062	DK8868	14VN1672	5	1	1	1	2	1	14	11	4.5	YO	F	17VL39	
S6065	D9901	14VN1673	3	1	1	2	1	1	15	14	4	YO	F	17VL40	
S6067	D9902	14VN1674	4	1	1	1	1	2	15	14	4.5	YO	F	17VL41	
S6068	D9901	14VN1673	4	1	1	1	3	1	17	14	4.5	YO	F	17VL42	
S6069	D9901	14VN1673	4	1	1	2	2	1	15	14	4.5	YO	F	17VL43	
S6073	TF222	14VN1674	3	1	1	1	2	1	13	12	5	YO	F	17VL44	
S6074	TF222	14VN1674	3	1	1	1	3	1	14	11	4	YO	F	17VL45	
S6075	TF222	14VN1674	3	1	1	4	2	1	14	10	4	YO	SF	17VL46	
S6076	TF222	14VN1674	4	1	1	3	2	1	15	12	4.5	YO	F	17VL47	

¹⁾ Y : Yellow, O : Orange, YO : Yellow orange, ²⁾ D : Dent형, F : Flint형, SF : Semi-flint형

(3) 교잡계 양성

- 모본과 부분의 개화기 일치 여부를 우선적으로 고려하여 생산력검정 예비시험 공시용 교잡계 양성 : 278교잡계
 - ('17. 1월 수확) 15VL013/14K23 등 148 교잡계
 - ('17. 7월 수확) CP511/15VL003 등 50 교잡계



<중자정선 및 선발>



<과중용 종자준비>



<육중재료 파종>

라. 생산력검정시험

(1) 캄보디아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 캄보디아 바탐방
- 파종일 : 2016. 11. 27('17. 3월 수확), 2017. 5. 30('17. 9월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종
 - '17. 3월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 157 교잡계
 - '17. 9월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 111 교잡계

(나) 시험결과

- 캄보디아 생산력검정예비시험('17. 3월 수확) 선발 교잡계의 생육특성
 - 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 같거나 빠른 경향이었으며 14K4/CL117는 57일로 1일 늦었음.
 - 간장은 16VL010/15VL043가 247cm로 가장 컸으며 16VL010/CL50가 가장 단간이었고 도복은 없었음
 - 착수고율은 육성 교잡계가 32 - 67% 로 변이가 큰 편이었음.
 - 수량성은 16VL004/16VL001가 1,125kg/10a로 가장 많아 CP88보다 42% 증수되었음
 - 수량성의 범위는 545 - 1,125kg/10a 이었음
 - 선발 교잡계는 차기 생산력검정본시험에 공시코자 함

< 캄보디아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(1) ('17. 3월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)
										종실중	지수	
CP888(대비품중)	1.19	53	1.22	56	244	63	18.1	4.5	91.0	794	100	1
14K22/15VL043	1.17	51	1.20	54	241	56	19.3	4.7	95.3	941	118	0
14K22/16VL006	1.15	49	1.18	52	234	41	20.4	5.6	87.3	1,020	128	0
14K22/CL60	1.17	51	1.20	54	220	56	18.2	4.9	92.9	853	107	0
14K23/14K22	1.20	54	1.22	56	228	57	21.6	5.0	85.2	738	93	0
14K23/15VL043	1.15	49	1.18	52	226	51	22.2	4.8	91.9	870	110	0
14K23/CL19	1.18	52	1.22	56	211	50	20.7	5.3	85.2	545	69	0
14K23/CL60	1.21	55	1.22	56	221	59	21.4	4.9	91.6	813	102	0
14K4/CL117	1.20	54	1.23	57	221	50	19.6	5.1	83.7	589	74	0
15VL043/CL59	1.16	50	1.18	52	224	57	17.2	4.7	93.0	778	98	0
15VL043/CL60	1.18	52	1.20	54	231	58	18.2	4.7	98.4	835	105	0
16VL001/14K23	1.16	50	1.18	52	218	54	20.8	5.1	89.4	642	81	0
16VL002/14K22	1.14	48	1.17	51	215	42	21.2	5.1	92.5	765	96	0
16VL002/14K23	1.16	50	1.19	53	199	57	20.8	4.8	88.5	862	109	0
16VL002/16VL004	1.14	48	1.15	49	211	32	19.8	5.7	93.9	927	117	0
16VL002/16VL006	1.13	47	1.15	49	223	42	18.2	5.1	93.4	809	102	3
16VL002/CL4	1.14	48	1.15	49	222	52	19.6	4.8	92.9	756	95	0
16VL002/CL59	1.17	51	1.19	53	214	43	19.0	4.8	93.7	615	78	0
16VL002/CL9	1.17	51	1.17	51	201	50	18.2	4.6	91.2	695	87	0
16VL004/16VL001	1.14	48	1.14	48	213	41	19.6	5.1	94.9	1,125	142	0
16VL004/16VL010	1.14	48	1.14	48	211	37	18.2	5.2	97.8	1,029	130	0
16VL004/CL59	1.17	51	1.18	52	217	37	18.0	5.4	94.4	897	113	0
16VL004/CL9	1.17	51	1.17	51	213	50	18.6	5.0	92.5	923	116	0
16VL005/16VL002	1.15	49	1.17	51	216	48	21.0	5.6	88.6	976	123	0
16VL009/CL50	1.15	49	1.15	49	211	50	19.6	4.8	91.8	756	95	0
16VL009/CL9	1.17	51	1.18	52	215	52	19.4	4.6	90.7	756	95	0
16VL010/14K23	1.18	52	1.19	53	234	50	22.0	5.1	90.9	844	106	0
16VL010/15VL043	1.15	49	1.16	50	249	59	18.2	4.5	95.6	840	106	3
16VL010/CL117	1.18	52	1.18	52	214	47	20.0	4.8	91.5	774	97	0
16VL010/CL50	1.19	53	1.17	51	194	43	19.2	4.4	86.5	580	73	3
CL12/16VL001	1.14	48	1.16	50	214	56	18.4	5.0	95.7	782	99	0
CL12/16VL002	1.15	49	1.17	51	220	55	19.0	4.8	91.6	747	94	0
CL13/15VL043	1.17	51	1.18	52	227	58	18.8	4.6	97.9	1,011	127	0
CL13/CL4	1.19	53	1.20	54	226	56	18.8	4.8	96.8	862	109	3
CL19/CL4	1.16	50	1.18	52	223	52	18.0	4.9	94.4	796	100	3
CL19/CL60	1.19	53	1.21	55	232	61	17.0	4.8	92.9	734	92	0
CL59/CL4	1.17	51	1.19	53	218	58	17.2	4.7	94.2	695	87	3
CL9/16VL001	1.16	50	1.18	52	208	48	17.2	4.7	94.2	695	87	0
CL9/16VL006	1.17	51	1.17	51	220	54	18.5	5.0	94.1	914	115	0

○ 캄보디아 생산력검정예비시험('17. 9월 수확) 선발 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 같거나 빠른 경향이었으며 14K5/CL35가 45일로 가장 빨랐음.
- 간장은 CL13/14K5가 219cm로 가장 컸으며 14K19/CL12가 가장 단간이었고 도복은 없었음
- 착수고율은 육성 교잡계가 47 - 63% 로 변이가 큰 편이었음.
- 수량성은 CL101/14K23가 1,209kg/10a로 가장 많아 CP88보다 94% 증수되었음
- 수량성의 범위는 615 - 1,209kg/10a 이었음
- 선발 교잡계는 모두 차기 생산력검정본시험에 공시코자 함

< 캄보디아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(2) ('17. 9월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수			
CP888(대비품종)	7.19	50	7.21	52	204	58	16.3	92.7	4.7	624	100	3	0	1
14K4/16VL022	7.15	46	7.16	47	210	53	16.4	92.7	4.8	677	108	1	0	1
14K5/14K8	7.15	46	7.16	47	212	63	18.0	92.2	5.4	1046	168	1	0	1
14K5/14K28	7.16	47	7.18	49	208	55	19.2	81.3	5.7	985	158	1	0	1
14K5/CL12	7.16	47	7.18	49	211	47	18.8	83.0	5.9	879	141	1	0	1
14K5/CL35	7.14	45	7.16	47	211	56	16.8	96.4	5.3	905	145	?	0	1
14K5/CL101	7.15	46	7.17	48	208	61	17.0	88.2	5.9	1077	173	1	0	1
14K22/CL81	7.19	50	7.19	50	206	54	18.2	98.9	5.2	651	104	0	0	1
15VL043/CL60	7.17	48	7.18	49	217	59	17.2	90.7	4.4	791	127			1
CL12/CL101	7.16	47	7.18	49	198	60	16.6	94.0	5.2	888	142	1	0	1
CL13/14K5	7.18	49	7.20	51	219	55	23.0	93.9	4.8	870	139	1	0	1
CL47/16VL016	7.14	45	7.15	46	205	57	17.2	95.3	4.7	884	142	3	0	1
CL81/14K28	7.18	49	7.19	50	212	59	17.8	87.6	5.0	800	128	1	0	1
CL81/CL87	7.19	50	7.19	50	-	-	19.4	86.6	5.0	923	148	1	0	1
CL101/14K23	7.16	47	7.19	50	217	59	20.0	93.0	5.2	1209	194	1	0	1
CL101/14K28	7.16	47	7.19	50	205	58	19.0	84.2	5.5	919	147	1	0	1
CL109/CL101	7.15	46	7.17	48	202	52	17.4	86.2	4.8	615	99	3	0	1
16VL015/CL101	7.15	46	7.17	48	218	56	16.6	88.0	5.4	879	141	3	0	1
16VL016/CL101	7.16	47	7.17	48	215	60	18.2	86.8	5.4	901	144	3	0	1
16VL018/14K5	7.14	45	7.16	47	181	52	16.4	93.9	5.4	862	138	1	0	1
16VL023/14K23	7.16	47	7.17	48	184	52	17.0	94.1	4.3	668	107	1	0	1
16VL023/CL101	7.17	48	7.19	50	205	63	15.6	92.3	4.8	1051	168	1	0	1
14K19/CL12	7.15	46	7.18	49	178	53	18.0	85.6	5.0	677	108	1	0	1

- 캄보디아 생산력검정본시험('17. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성
 - 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 빠른 경향이였으며 육성 교잡계중 가장 늦은 교잡계는 14K22/CL19 등 3교잡계가 55일로 1일 늦었음.
 - 간장은 CL35/14K30 등 3교잡계가 CP888보다 장간이었으며 15VL069/15VL003 등 3교잡계가 205cm로 가장 단간이었음. 도복은 없었음
 - 착수고율은 육성 교잡계가 모두 38 - 59% 로 변이가 큰 편이었음.
 - 수량성은 CP888보다 증수된 교잡계는 15VL069/15VL003 등 9교잡계이었음

< 캄보디아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성(1) ('17. 3월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)
										중실중	지수	
CP888(대비품종)	1.19	53	1.22	56	244	63	18.1	4.5	91.0	794	100	0
15VL069/15VL003	1.11	45	1.12	46	205	42	19.0	5.0	92.1	963	121	0
15VL069/15VL014	1.11	45	1.12	46	205	38	19.6	4.9	91.8	888	112	0
15VL074/15VL041	1.15	49	1.15	49	218	49	19.2	4.9	89.6	756	95	0
15VL074/15VL045	1.14	48	1.15	49	234	51	17.6	4.9	93.2	958	121	0
14K4/CL18	1.16	50	1.18	52	-	-	-	-	-	114	14	-
14K4/CL59	1.17	51	1.18	52	231	54	18.6	5.0	91.9	703	89	0
14K5/CL20	1.17	51	1.17	51	234	51	17.5	6.0	94.9	914	115	0
14K19/14K2	1.16	50	1.17	51	225	54	20.0	5.4	97.0	914	115	0
14K19/CL20	1.16	50	1.14	48	205	43	21.6	5.0	90.7	826	104	0
14K22/CL19	1.18	52	1.21	55	208	49	18.7	4.9	92.5	935	118	0
14K22/CL6	1.18	52	1.19	53	207	56	19.4	5.2	91.8	954	120	0
14K26/15VL027	1.18	52	1.19	53	208	46	20.6	4.8	83.5	365	46	0
14K26/15VL029	1.17	51	1.19	53	222	54	20.3	5.5	87.7	1,046	132	0
CL4/14K2	1.15	49	1.16	50	250	50	17.6	4.5	96.6	774	97	0
CL4/CL46	1.17	51	1.20	54	234	58	17.5	4.4	91.4	677	85	0
CL4/CL59	1.17	51	1.19	53	230	59	17.8	4.8	91.0	769	97	0
CL35/14K23	1.17	51	1.21	55	251	52	20.0	4.6	99.0	642	81	3
CL35/14K30	1.15	49	1.20	54	252	56	19.2	4.6	99.0	563	71	3
CL80/14K23	1.18	52	1.21	55	239	55	21.8	4.8	89.9	554	70	0

○ 캄보디아 생산력검정본시험('17. 9월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 대체로 빠른 경향이였으며 육성 교잡계중 가장 늦은 교잡계는 CL101/CL59로 51일이였으며 CP888과 같았음.
- 간장은 CL101/14K5가 LVN10과 CP888보다 장간이였으며 14K23/CL93가 186cm로 가장 단간이였음. 일부 교잡계에서 도복이 있었음
- 착수고율은 육성 교잡계가 모두 53 - 59% 로 높은 편이였음.
- 착립장률은 14K23/CL59 등 3교잡계가 95%이상으로 높았음
- 수량성은 CL101/14K5를 제외하고는 LVN10보다 모두 높았으며, CP888보다 증수된 교잡계도 CL80/14K25 등 14교잡계이였음

< 캄보디아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성(2) ('17. 9월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
											종실중	지수 LVN10	지수 CP888			
LVN10 (표준품종)	1	7.20	51	7.22	53	219	58	17.2	88.4	4.6	505			5	1	1
	2	7.19	50	7.21	52	219	58	16.4	93.9	4.6	673			5	0	1
	3	7.20	51	7.22	53	214	56	15.8	93.7	4.8	633			3	0	1
	평균	7.20	51	7.22	53	217	57	16.5	92.0	4.7	604	100	89	4	0	1
CP888 (대비품종)	1	7.18	49	7.19	50	222	60	16.6	92.8	4.4	782			3	1	1
	2	7.20	51	7.21	52	158	60	15.8	93.7	4.4	554			1	0	1
	3	7.19	50	7.21	52	196	58	16.4	87.8	4.4	703			1	0	1
	평균	7.19	50	7.20	51	192	59	16.3	91.4	4.4	680	113	100	2	0	1
CL80/14K25	1	7.15	46	7.16	47	223	60	22.6	91.2	5.2	923			3	1	1
	2	7.15	46	7.16	47	209	58	21.0	95.2	4.8	870			3	0	3
	3	7.17	48	7.19	50	185	51	19.6	91.8	4.6	730			1	0	1
	평균	7.16	47	7.17	48	206	56	21.1	92.7	4.9	841	139	124	2	0	2
CL80/CL1	1	7.15	46	7.16	47	223	59	20.2	95.0	5.4	879			3	1	1
	2	7.15	46	7.18	49	224	55	18.0	94.4	4.6	738			3	0	3
	3	7.15	46	7.18	49	198	60	17.4	97.7	4.9	993			1	0	1
	평균	7.15	46	7.17	48	215	58	18.5	95.7	5.0	870	144	128	2	0	2
14K8/CL13	1	7.18	49	7.19	50	214	60	18.6	92.5	4.8	765			3	1	1
	2	7.20	51	7.21	52	158	53	15.6	85.9	4.4	325			1	0	1
	3	7.19	50	7.19	50	194	59	17.6	95.5	4.8	765			1	0	1
	평균	7.19	50	7.20	51	189	57	17.3	91.3	4.7	618	102	91	2	0	1
14K21/14K8	1	7.15	46	7.16	47	206	56	18.6	94.6	5.2	897			3	1	1
	2	7.14	45	7.15	46	209	54	18.0	93.3	5.2	844			3	0	1
	3	7.13	44	7.14	45	187	56	17.8	93.3	5.2	853			1	0	1
	평균	7.14	45	7.15	46	201	56	18.1	93.7	5.2	864	143	127	2	0	1
14K23/CL93	1	7.17	48	7.18	49	193	52	20.6	92.2	5.2	800			1	1	1
	2	7.17	48	7.18	49	174	53	18.8	87.2	4.6	514			1	0	1
	3	7.18	49	7.18	49	192	54	19.0	87.4	5.0	853			1	0	1
	평균	7.17	48	7.18	49	186	53	19.5	88.9	4.9	722	120	106	1	0	1
14K23/CL59	1	7.17	48	7.18	49	217	56	20.8	94.2	5.1	976			3	1	1
	2	7.18	49	7.20	51	220	56	19.0	93.7	4.7	769			1	0	1
	3	7.17	48	7.19	50	210	56	19.4	100	5.2	873			3	0	3
	평균	7.17	48	7.19	50	216	56	19.7	96.0	5.0	873	145	128	2	0	2

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
											종실중	지수 LVN10	지수 CP888			
14K28/CL104	1	7.15	46	7.16	47	215	55	20.4	81.4	5.2	870			3	1	1
	2	7.15	46	7.16	47	208	54	20.4	76.5	5.1	844			3	0	1
	3	7.15	46	7.16	47	208	54	20.0	79.0	5.0	760			3	0	1
	평균	7.15	46	7.16	47	210	54	20.3	78.9	5.1	825	137	121	3	0	1
14K28/CL50	1	7.18	49	7.19	50	215	57	19.4	84.5	4.8	642			3	1	1
	2	7.16	47	7.17	48	210	55	18.4	90.2	5.0	703			3	0	1
	3	7.19	50	7.19	50	198	53	17.8	83.1	4.6	563			1	0	1
	평균	7.18	49	7.18	49	208	55	18.5	86.0	4.8	636	105	94	2	0	1
14K28/ 15VL044	1	7.15	46	7.17	48	210	59	17.4	92.0	5.2	708			5	1	1
	2	7.17	48	7.19	50	213	57	15.8	89.9	4.7	620			3	0	3
	3	7.15	46	7.17	48	218	56	18.6	89.2	5.2	862			3	0	1
	평균	7.16	47	7.18	49	214	57	17.3	90.4	5.0	730	121	107	4	0	2
15VL010/ 14K23	1	7.14	45	7.15	46	214	55	21.0	89.5	4.8	844			3	1	1
	2	7.14	45	7.15	46	213	57	18.0	94.4	4.8	756			3	0	1
	3	7.15	46	7.16	47	198	56	17.6	89.8	4.4	607			3	0	1
	평균	7.14	45	7.15	46	208	56	18.9	91.2	4.7	736	122	108	3	0	1
15VL068/ 15VL044	1	7.16	47	7.16	47	218	53	18.0	88.9	5.4	721			3	1	1
	2	7.14	45	7.15	46	195	55	17.4	95.4	4.4	659			3	0	1
	3	7.13	44	7.14	45	183	50	18.0	95.6	4.6	637			5	0	1
	평균	7.14	45	7.15	46	199	53	17.8	93.3	4.8	673	111	99	4	0	1
CL13/14K26	1	7.13	44	7.14	45	188	56	18.8	91.5	4.7	756			5	1	1
	2	7.18	49	7.18	49	209	59	17.4	90.8	5.4	826			1	0	1
	3	7.19	50	7.19	50	208	54	17.2	91.9	5.2	844			1	0	1
	평균	7.17	48	7.17	48	202	56	17.8	91.4	5.1	809	134	119	2	0	1
CL13/14K5	1	7.16	47	7.17	48	216	60	17.6	93.2	5.3	941			3	1	1
	2	7.18	49	7.19	50	220	57	17.2	91.9	5.4	738			3	0	1
	3	7.19	50	7.20	51	204	51	16.0	92.5	5.0	646			1	0	1
	평균	7.18	49	7.19	50	213	56	16.9	92.5	5.2	775	128	114	2	0	1
CL81/CL50	1	7.16	47	7.17	48	208	61	17.8	93.3	4.7	769			3	1	1
	2	7.16	47	7.17	48	203	57	18.4	94.6	4.7	703			3	0	1
	3	7.20	51	7.19	50	190	56	16.6	91.6	4.6	620			1	0	1
	평균	7.17	48	7.18	49	200	58	17.6	93.1	4.7	697	116	103	2	0	1
CL93/CL104	1	7.16	47	7.17	48	230	53	18.0	88.9	5.1	901			3	1	1
	2	7.16	47	7.17	48	212	55	18.0	91.1	5.2	822			3	0	1
	3	7.19	50	7.19	50	197	51	17.2	83.7	4.8	686			1	0	1
	평균	7.17	48	7.18	49	213	53	17.7	87.9	5.0	803	133	118	2	0	1
CL101/CL59	1	7.17	48	7.19	50	230	60	17.0	98.8	4.9	967			3	1	1
	2	7.20	51	7.21	52	191	56	15.4	93.5	4.6	510			1	0	1
	3	7.18	49	7.20	51	218	59	17.4	95.4	5.0	879			1	0	1
	평균	7.18	49	7.20	51	213	58	16.6	95.9	4.8	785	130	116	2	0	1
CL101/14K5	1	7.17	48	7.19	50	228	57	21.4	86.9	5.4	818			3	1	1
	2	7.16	47	7.18	49	222	58	18.6	91.4	5.5	114			3	0	1
	3	7.16	47	7.19	50	217	56	18.4	91.3	5.2	835			3	0	1
	평균	7.16	47	7.19	50	222	57	19.5	89.9	5.4	589	98	87	3	0	1
CL101/14K8	1	7.15	46	7.18	49	215	61	17.2	89.5	5.0	800			1	1	1
	2	7.17	48	7.19	50	209	55	16.8	90.5	5.0	747			1	0	1
	3	7.16	47	7.19	50	208	61	16.0	87.5	5.2	791			1	0	1
	평균	7.16	47	7.19	50	211	59	16.7	89.2	5.1	779	129	115	1	0	1

(2) 인도네시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 인도네시아 족자카르타
- 파종일 : 2016. 12. 5('17. 3월 수확), 2017. 5. 31('17. 9월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm('17. 3월 수확), 75×25cm('17. 9월 수확)
- 시비량 : N-P2O5-K2O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종 : 현지 재배 품종 P21, BISI-2 등 157 교잡계
 - '17. 9월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 111 교잡계

(나) 시험결과

- 인도네시아 생산력검정예비시험('17. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 49-57일로 P21과 비슷한 경향을 보였으며 육성 교잡계중 CL12/16VL009이 57일로 가장 늦었음.
 - 간장은 14K22/15VL043이 가장 장간이었으며 116VL009/16VL010가 225cm로 가장 단간이었음. 도복은 없었음
 - 착수고율은 육성 교잡계가 모두 31 - 47% 로 낮은 편이었음.
 - 착립장률은 16VL002/CL4 등 2교잡계가 100%를 보였음
 - 수량성은 16VL009/15VL043 등 2교잡계가 P21보다 30% 이상의 증수율을 보임

< 인도네시아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(1)('17. 3월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
										종실중	지수		
P21(대비품종)	1.25	51	1.27	53	289	40	19.5	5.2	96.6	755	100	4	2
14K22/15VL043	1.30	56	1.30	56	297	34	20.0	4.6	94.0	973	129	5	0
14K22/CL117	1.26	52	1.29	55	260	31	21.4	4.5	96.3	675	89	5	0
14K22/CL4	1.26	52	1.30	56	273	32	18.6	4.2	93.5	906	120	3	0
14K23/14K22	1.30	56	1.30	56	281	32	24.8	4.6	94.4	721	96	3	0
14K23/CL19	1.26	52	1.30	56	271	37	25.1	5.3	91.6	883	117	1	0
14K23/CL60	1.30	56	1.30	56	283	33	25.2	4.4	94.4	742	98	3	0
15VL043/CL59	1.26	52	1.29	55	288	31	18.8	4.7	98.9	692	92	5	0
16VL002/CL4	1.23	49	1.24	50	284	39	20.6	4.7	100	800	106	3	0
16VL002/CL50	1.24	50	1.26	52	285	40	20.0	4.5	96.0	606	80	5	0
16VL009/15VL043	1.24	50	1.24	50	290	38	18.5	4.3	98.4	1004	133	5	0
16VL009/16VL010	1.24	50	1.24	50	225	36	15.9	4.0	88.1	517	68	3	0
16VL010/14K23	1.26	52	1.26	52	270	46	23.7	5.0	94.9	864	114	5	0
16VL010/15VL043	1.26	52	1.26	52	275	34	18.0	4.0	93.3	345	46	5	0
16VL010/16VL002	1.23	49	1.23	49	285	32	19.1	4.6	94.8	788	104	5	0

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
										종실중	지수		
CL12/14K4	1.25	51	1.26	52	270	41	18.4	4.4	98.9	1046	139	5	0
CL12/16VL006	1.30	56	1.26	52	256	35	19.7	4.9	67.0	619	82	3	0
CL12/16VL008	1.24	50	1.24	50	255	35	19.6	4.9	98.7	821	109	1	0
CL12/16VL009	1.31	57	1.31	57	250	38	19.8	4.8	95.5	720	95	3	0
CL13/CL117	1.26	52	1.26	52	278	31	20.5	4.6	97.6	760	101	3	0
CL13/CL19	1.30	56	1.26	52	276	47	20.8	4.3	97.6	735	97	3	0
CL13/CL4	1.24	50	1.26	52	270	41	19.2	4.8	91.7	845	112	3	0
CL50/CL19	1.26	52	1.26	52	270	32	20.8	8.9	97.1	914	121	3	0
CL50/CL4	1.26	52	1.26	52	270	47	20.6	4.4	100	793	105	3	0
CL59/CL4	1.26	52	1.26	52	290	44	19.8	4.4	96.7	824	109	5	3
CL9/CL19	1.29	55	1.26	52	245	44	17.8	4.5	92.1	719	95	3	0

○ 인도네시아 생산력검정예비시험('17. 9월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 57-64일로 P21과 비슷한 경향을 보였으며 육성 교잡계중 16VL023/16VL015이 57일로 가장 빨랐음.
- 간장은 14K5/CL47이 가장 장간이었으며 14K19/CL11가 200cm로 가장 단간이었음. 도복은 없었음
- 착수고율은 26 - 55%의 수준이었음.
- 수량성은 14K5/CL12가 1,120kg/10a로 P21보다 100% 이상의 증수율을 보임

< 인도네시아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(2)('17. 9월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
										종실중	지수			
P21(대비품중)	7.30	60	8.01	62	274	31	17.7	93.7	5.4	544	100	1	1	0
14K4/14K22	7.28	58	7.31	61	276	33	-	-	-	-	0	3	3	0
14K4/14K23	7.28	58	8.01	62	260	38	18.2	87.9	5.2	574	106	1	1	0
14K5/14K23	7.28	58	7.30	60	290	46	17.2	93.0	5.0	502	92	3	1	0
14K5/14K28	7.26	56	7.29	59	278	51	19.6	85.7	6.1	825	152	1	1	0
14K5/CL12	7.28	58	7.30	60	265	49	17.8	92.1	5.8	1120	206	1	1	0
14K5/CL35	7.28	58	7.31	61	270	37	15.4	96.1	5.9	705	130	1	1	3
14K5/CL47	7.28	58	7.30	60	300	45	18.6	94.6	5.5	750	138	1	1	0
14K5/CL101	7.28	58	7.30	60	289	42	18.0	96.7	6.1	808	149	1	1	0
14K5/CL109	7.27	57	7.31	61	290	41	19.6	93.9	5.4	661	122	1	1	0
14K5/15VL043	7.27	57	7.29	59	283	54	18.4	96.7	5.5	822	151	1	1	0
14K5/16VL013	7.27	57	7.30	60	268	37	17.6	94.3	5.8	665	122	3	1	0
CL9/CL81	7.29	59	7.31	61	277	44	19.0	92.6	4.7	583	107	3	1	0
CL12/14K4	7.26	56	7.30	60	270	37	18.6	91.4	5.3	574	106	3	1	0
CL12/CL101	7.27	57	7.31	61	270	55	17.8	95.5	5.5	598	110	3	1	0

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
										종실중	지수			
CL12/16VL015	7.28	58	7.31	61	274	36	18.0	87.8	5.2	572	105	3	1	0
CL47/16VL016	7.29	59	7.31	61	285	35	17.4	95.4	5.0	651	120	3	1	0
CL101/16VL015	7.27	57	8.01	62	288	35	18.0	85.6	5.4	565	104	3	1	0
CL109/CL101	7.28	58	7.29	59	266	31	19.6	82.7	5.0	466	86	3	1	0
CL117/16VL013	7.29	59	7.31	61	259	41	15.8	91.1	4.5	304	56	1	1	0
16VL014/CL101	7.29	59	7.31	61	269	33	18.0	92.2	5.1	567	104	1	1	0
16VL015/14K5	7.27	57	7.29	59	274	39	17.8	87.6	6.0	716	132	1	1	0
16VL015/14K23	7.29	59	8.01	62	280	41	20.2	89.1	5.1	727	134	1	1	0
16VL015/CL93	7.28	58	7.31	61	267	36	17.6	84.1	5.6	699	129	3	3	0
16VL015/CL101	7.27	57	7.28	58	274	32	19.6	83.7	5.3	629	116	3	1	0
16VL021/14K23	7.27	57	7.28	58	272	40	17.8	93.3	4.8	507	93	1	1	0
16VL023/14K5	7.27	57	7.28	58	270	40	17.2	94.2	5.6	778	143	1	1	0
16VL023/14K23	7.29	59	8.01	62	289	39	17.0	97.6	4.6	459	84	1	3	0
16VL023/16VL015	7.26	56	7.27	57	275	33	19.0	92.6	5.3	661	122	1	1	0
14K19/CL11	8.01	62	8.03	64	200	29	14.6	75.3	4.4	234	43	1	1	0
CL93/14K4	7.27	57	7.29	59	268	32	19.0	85.3	5.4	515	95	1	1	0
CL93/16VL022	7.27	57	7.29	59	260	32	17.8	89.9	5.3	566	104	1	1	0

○ 인도네시아 생산력검정본시험('17. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 P21보다 대체로 빠른 경향이였으며 육성 교잡계중 5교잡계는 P21보다 늦었으며, 가장 늦은 교잡계는 CL4/CL59로 P21 보다 3일 늦어 56일이었음.
- 간장은 245-308cm의 범위였고, CL35/14K23이 가장 장간이었으며 15VL069/15VL003가 245cm로 가장 단간이었음. 도복은 없었음
- 착수고율은 육성 교잡계가 모두 22 - 47% 로 낮은 편이었음.
- 착립장률은 15VL074/15VL045를 제외하고는 모두 90%이상으로 높았음
- 수량성은 14K22/CL6이 1,215kg/10a로 P21보다 61% 증수되었으며 13 교잡계가 P21보다 많았음

< 인도네시아 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(1)('17. 3월 수확) >

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
										종실중	지수		
P21(대비품종)	1.25	51	1.27	53	289	40	19.5	5.2	96.6	755	100	4	2
15VL069/15VL003	1.21	47	1.21	47	245	26	19.8	4.6	97.0	825	109	7	0
15VL069/15VL014	1.21	47	1.21	47	273	26	19.0	4.6	92.6	849	112	7	0
15VL074/15VL041	1.23	49	1.23	49	266	28	20.2	5.1	93.1	665	88	5	0
15VL074/15VL045	1.23	49	1.23	49	275	34	17.4	5.0	87.9	1080	143	7	3
14K4/CL18	1.26	52	1.29	55	288	41	20.4	4.7	93.7	340	45	3	0

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
										종실중	지수		
14K4/CL59	1.25	51	1.25	51	283	35	18.8	4.6	94.7	768	102	3	0
14K5/CL20	1.24	50	1.25	51	296	30	19.2	5.6	97.4	1028	136	3	0
14K19/14K2	1.25	51	1.25	51	286	31	20.4	4.9	98.0	889	118	3	0
14K19/CL20	1.25	51	1.25	51	297	25	22.6	5.0	91.2	939	124	5	0
14K22/CL19	1.26	52	1.29	55	289	36	19.4	4.8	95.9	965	128	1	0
14K22/CL6	1.24	50	1.25	51	285	35	21.0	5.0	94.3	1215	161	3	0
14K26/15VL027	1.24	50	1.25	51	300	22	23.0	4.7	91.3	413	55	3	0
14K26/15VL029	1.24	50	1.26	52	304	27	21.2	5.4	91.5	973	129	3	0
CL4/14K2	1.24	50	1.24	50	299	32	18.8	4.7	97.9	904	120	5	0
CL4/CL46	1.29	55	1.29	55	298	35	18.8	4.4	97.9	798	106	1	3
CL4/CL59	1.26	52	1.30	56	290	34	18.6	4.5	96.8	794	105	1	0
CL35/14K23	1.26	52	1.29	55	308	30	20.8	4.6	99.0	527	70	1	3
CL35/14K30	1.24	50	1.26	52	306	30	20.0	4.7	98.5	622	82	1	3
CL80/14K23	1.26	52	1.29	55	285	47	22.4	4.8	94.2	326	43	1	0

○ 인도네시아 생산력검정본시험('17. 9월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 LVN10 및 P21과 비슷한 경향이었으며, 육성 교잡계중 가장 늦은 교잡계는 14K23/CL59로 P21 보다 2일 늦었음.
- 간장은 245-309cm의 범위였고, CL101/CL59가 가장 장간이었으며 CL93/CL104가 245cm로 가장 단간이었음. 도복은 없었음
- 착수고율은 육성 교잡계가 45 - 63% 수준이었음.
- 착립장률은 P21이 가장 높았고 14K21/14K8가 뒤를 이었음
- 수량은 CL80/14K25 등 5교잡계가 P21보다 증수되었음

< 인도네시아 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(2)('17. 9월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			개씨 무늬병 (0-9)	녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
											종실중	지수 LVN10	지수 P21			
LVN10 (표준품종)	1	7.26	56	8.01	62	300	59	17.0	88.2	4.7	316			3	1	3
	2	7.27	57	8.01	62	260	50	17.2	83.7	4.4	235			3	3	0
	3	7.28	58	7.2	50	287	49	18.4	79.3	4.7	379			3	1	0
	평균	7.27	57	7.28	58	282	53	17.5	83.8	4.6	310	100	46	3	2	1
P21 (대비품종)	1	7.23	53	7.24	54	278	54	18.8	97.9	5.6	830			3	1	0
	2	7.27	57	7.3	60	280	45	16.8	90.5	5.2	557			3	1	0
	3	7.28	58	7.29	59	260	40	17.0	97.6	5.3	647			3	1	0
	평균	7.26	56	7.28	58	273	46	17.5	95.3	5.4	678	219	100	3	1	0
CL80/14K25	1	7.22	52	7.27	57	288	55	21.6	87	5.2	718			3	1	0
	2	7.24	54	7.27	57	300	53	23.0	95.7	5.4	955			1	1	0
	3	7.28	58	7.3	60	268	47	22.0	91.8	5.2	765			1	1	0
	평균	7.25	55	7.28	58	285	52	22.2	91.5	5.3	813	262	120	2	1	0

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			깨씨 무늬병 (0-9)	녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
											종실중	지수 LVN10	지수 P21			
CL80/CL1	1	7.25	55	7.28	58	287	63	19.4	93.8	5.5	795			3	1	0
	2	7.27	57	7.3	60	305	55	19.6	95.9	5.6	802			3	1	0
	3	7.19	49	7.22	52	290	55	18.6	94.6	5.4	724			3	1	0
	평균	7.24	54	7.27	57	294	57	19.2	94.8	5.5	773	249	114	3	1	0
14K8/CL13	1	7.24	54	7.27	57	265	53	18.8	93.6	5.0	622			1	1	0
	2	7.26	56	7.28	58	280	53	17.8	92.1	4.8	553			3	1	0
	3	7.28	58	7.3	60	273	57	-	-	-	457			1	1	0
	평균	7.26	56	7.28	58	273	54	18.3	92.9	4.9	544	175	80	2	1	0
14K21/14K8	1	7.31	61	7.27	57	278	47	20.4	96.1	5.5	754			1	1	0
	2	7.26	56	7.28	58	268	56	20.4	95.1	5.7	848			1	1	0
	3	7.23	53	7.26	56	278	50	20	94	5.5	752			1	1	0
	평균	7.27	57	7.27	57	275	51	20.3	95.1	5.6	785	253	116	1	1	0
14K23/CL93	1	7.24	54	7.25	55	295	44	20.6	87.4	5.4	764			1	1	0
	2	7.27	57	7.29	59	279	43	20.8	86.5	5.3	606			3	1	0
	3	7.25	55	7.28	58	279	56	19.4	94.8	5.1	555			1	1	0
	평균	7.25	55	7.27	57	284	48	20.3	89.6	5.3	642	207	95	2	1	0
14K23/CL59	1	7.24	54	7.29	59	300	53	20.4	91.2	5.0	695			1	1	3
	2	7.28	58	8.01	62	294	57	20.0	94.0	5.0	605			3	1	0
	3	7.27	57	7.3	60	280	51	20.2	94.1	5.0	722			1	1	0
	평균	7.26	56	7.3	60	291	54	20.2	93.1	5.0	674	217	99	2	1	1
14K28/CL104	1	7.24	54	7.23	53	287	51	20.6	80.6	5.5	711			3	1	0
	2	7.2	50	7.25	55	287	48	20.2	86.1	5.3	732			1	1	0
	3	7.22	52	7.25	55	296	37	20.4	75.5	5.4	602			1	1	0
	평균	7.22	52	7.24	54	290	45	20.4	80.7	5.4	682	220	101	2	1	0
14K28/CL50	1	7.25	55	7.3	60	288	55	20.0	88.0	5.0	625			3	3	0
	2	7.26	56	7.28	58	290	46	18.4	81.5	4.8	587			1	1	0
	3	7.23	53	7.26	56	276	43	20.0	91.0	5.1	736			3	1	0
	평균	7.25	55	7.28	58	285	48	19.5	86.8	5.0	650	210	96	2	2	0
14K28/15VL044	1	7.26	56	7.27	57	290	41	-	-	-	-	-	-	5	5	0
	2	7.25	55	7.28	58	300	53	-	-	-	-	-	-	5	5	0
	3	7.28	58	7.3	60	300	42	-	-	-	-	-	-	3	3	0
	평균	7.26	56	7.28	58	297	46	-	-	-	-	-	-	4	4	0
15VL010/14K23	1	7.22	52	7.27	57	300	47	20.0	92	-	677			3	3	3
	2	7.26	56	7.28	58	284	45	19.4	94.8	5.2	722			3	1	3
	3	7.26	56	7.3	60	281	52	17.4	92	4.8	539			3	1	0
	평균	7.25	55	7.28	58	288	48	18.9	92.9	5.0	646	208	95	3	2	2
15VL068/15VL044	1	7.18	48	7.23	53	285	53	-	-	-	-	-	-	5	5	0
	2	7.18	48	7.3	60	273	40	-	-	-	-	-	-	5	5	0
	3	7.26	56	7.29	59	270	44	-	-	-	-	-	-	3	3	0
	평균	7.21	51	7.27	57	276	46	-	-	-	-	-	-	4	4	0

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			깨씨 무너병 (0-9)	녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
											종실중	지수 LVN10	지수 P21			
CL13/14K26	1	7.26	56	7.28	58	276	54	18.8	93.6	5.7	817			1	1	0
	2	7.27	57	7.29	59	280	51	18.4	91.3	5.7	802			1	1	0
	3	7.26	56	7.29	59	268	42	17.8	80.9	5.5	650			1	1	0
	평균	7.26	56	7.29	59	275	49	18.3	88.6	5.6	756	244	112	1	1	0
CL13/14K5	1	7.24	54	7.29	59	276	53	18.4	90.2	5.7	750			1	1	0
	2	7.26	56	7.28	58	273	47	18.4	87.0	5.5	758			3	1	0
	3	7.26	56	7.28	58	270	50	17.0	87.1	5.4	555			1	1	0
	평균	7.25	55	7.28	58	273	50	17.9	88.1	5.5	687	222	101	2	1	0
CL81/CL50	1	7.24	54	7.29	59	287	52	17.8	93.3	4.8	598			1	1	0
	2	7.23	53	7.28	58	287	54	17.0	90.6	4.7	527			1	1	0
	3	7.28	58	7.3	60	267	49	17.6	90.9	4.6	451			1	1	0
	평균	7.25	55	7.29	59	280	52	17.5	91.6	4.7	526	170	77	1	1	0
CL93/CL104	1	7.25	55	7.29	59	300	53	17.4	80.5	5.1	584			1	1	0
	2	7.24	54	7.26	56	263	46	19.0	97.9	5.5	634			1	1	0
	3	7.28	58	7.31	61	173	53	17.4	83.9	5.2	538			1	1	0
	평균	7.26	56	7.29	59	245	51	17.9	87.4	5.3	586	189	86	1	1	0
CL101/CL59	1	7.25	55	7.28	58	305	56	17.0	92.9	5.3	569			1	1	0
	2	7.27	57	7.3	60	307	48	16.2	95.1	5.2	619			1	1	0
	3	7.28	58	7.3	60	315	54	15.4	94.8	5.0	445			3	1	0
	평균	7.27	57	7.29	59	309	53	16.2	94.3	5.2	544	176	80	2	1	0
CL101/14K5	1	7.24	54	7.29	59	300	57	20.4	91.2	5.2	608			3	1	0
	2	7.26	56	7.29	59	300	92	20.6	89.3	5.3	669			3	1	0
	3	7.26	56	7.28	58	310	39	19.2	84.4	5.5	600			1	1	0
	평균	7.25	55	7.29	59	303	63	20.1	88.3	5.3	626	202	92	2	1	0
CL101/14K8	1	7.25	55	7.28	58	300	50	-	-	-	-	-	-	3	1	0
	2	7.25	55	7.28	58	300	53	-	-	-	-	-	-	3	1	0
	3	7.19	49	7.22	52	307	53	-	-	-	-	-	-	3	1	3
	평균	7.23	53	7.26	56	302	52	-	-	-	-	-	-	3	1	1

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우
- 파종일 : 2016. 9. 24('17. 1월 수확), 2017. 2. 15('17. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a

- 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

○ 시험재료

- '17. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 159 교잡계
- '17. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 207 교잡계

(나) 시험결과

○ 베트남 생산력검정예비시험('17. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 57-72일로 변이가 큰 경향을 보였으며, 16VL005/14K23이 57일로 가장 빨랐음.
- 간장은 74-167cm의 범위로 전반적으로 생육이 부진하였음.
- 착수고율은 26 - 55%의 수준이었음.
- 수량성은 16VL010/16VL006이 772kg/10a로 가장 많았음
- 생산력검정예비시험은 전반적으로 출현율이 낮고 생육이 부진하여 일부 교잡계는 차후 재시험이 요구됨

< 베트남 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(1)('17. 1월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
LVN10(표준품종)	11.26	63	11.27	11.28	65	123	33	14.5	12.6	4.3	292	100	33.6	1
14K22/15VL043	11.24	61	11.25	11.26	63	126	37	14.8	14.0	4.4	354	121	36.1	1
14K22/16VL006	11.24	61	11.25	11.24	61	135	28	17.8	17.0	5.2	620	213	23.9	1
14K22/CL117	11.23	60	11.24	11.23	60	147	26	17.5	17.0	5.0	130	45	38.5	1
14K22/CL12	11.23	60	11.24	11.24	61	129	37	16.2	14.8	4.6	359	123	34.0	1
14K22/CL4	11.24	61	11.25	11.25	62	132	30	16.3	15.0	5.3	178	61	40.1	1
14K22/CL60	11.26	63	11.28	11.28	65	135	38	16.0	15.0	5.0	110	38	32.4	1
14K23/14K22	11.24	61	11.26	11.25	62	124	16	18.4	15.0	4.6	512	176	36.1	1
14K23/15VL043	11.24	61	11.25	11.24	61	140	43	18.4	17.0	4.4	505	173	40.5	1
14K23/CL117	11.24	61	11.26	11.26	63	144	53	20.5	20.0	5.5	134	46	41.2	1
14K23/CL19	11.24	61	11.25	11.25	62	112	52	16.6	15.0	4.8	467	160	38.3	1
14K23/CL60	11.24	61	11.25	11.24	61	147	37	18.0	16.6	4.4	508	174	40.1	1
14K4/14K22	11.25	62	11.27	11.26	63	145	33	17.0	13.8	4.8	570	195	33.4	1
14K4/15VL043	11.26	63	11.28	11.27	64	155	45	13.8	12.0	4.2	248	85	32.7	1
14K4/16VL004	11.22	59	11.24	11.23	60	167	38	15.6	14.2	4.8	529	182	32.8	1
14K4/16VL006	11.22	59	11.24	11.23	60	149	26	15.0	13.8	5.0	435	149	37.1	1
14K4/16VL011	11.22	59	11.24	11.23	60	134	34	12.4	11.6	3.8	228	78	31.8	1
14K4/CL117	11.24	61	11.25	11.24	61	158	43	18.3	16.3	5.3	216	74	39.2	1
14K4/CL13	11.25	62	11.27	11.25	62	122	41	18.0	16.0	6.0	74	25	36.5	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
14K4/CL9	11.22	59	11.24	11.23	60	128	38	15.2	13.0	4.8	363	125	31.7	1
15VL043/CL50	11.25	62	11.27	11.26	63	90	42	14.0	12.7	4.0	108	37	33.2	1
15VL043/CL59	11.24	61	11.26	11.25	62	104	47	12.0	10.0	4.5	73	25	34.1	1
16VL001/14K23	12.02	69	12.04	12.04	71	84	30	12.0	9.0	5.0	19	6	24.3	1
16VL001/14K4	11.24	61	11.26	11.25	62	104	25	16.0	13.0	6.0	60	20	35.9	1
16VL001/CK117	11.24	61	11.25	11.24	61	116	37	17.0	17.0	6.0	70	24	34.0	1
16VL001/CL13	11.23	60	11.25	11.25	62	113	45	15.8	15.0	4.4	419	144	33.6	1
16VL001/CL50	11.28	65	11.29	-	-	88	38	11.0	10.0	5.0	39	13	30.3	1
16VL002/14K22	11.23	60	11.24	11.24	61	118	22	16.5	15.0	4.5	242	83	34.8	1
16VL002/14K23	11.23	60	11.25	11.24	61	88	38	18.0	16.0	6.0	51	18	29.8	1
16VL002/15VL043	11.23	60	11.24	11.24	61	135	31	15.5	15.0	5.0	120	41	38.3	1
16VL002/16VL004	11.23	60	11.25	11.26	63	105	30	11.8	10.5	4.3	170	58	30.9	1
16VL002/16VL006	11.23	60	11.25	11.24	61	129	28	13.6	12.4	4.6	284	97	34.1	1
16VL002/CL4	11.20	57	11.21	11.22	59	120	25	15.0	14.0	4.4	502	172	34.2	1
16VL002/CL50	11.21	58	11.22	11.23	60	111	43	14.0	12.4	4.2	514	176	34.9	1
16VL002/CL59	11.21	58	11.23	11.23	60	137	34	15.4	15.0	4.6	363	125	37.4	1
16VL002/CL60	11.22	59	11.23	11.23	60	141	38	13.4	12.2	3.6	251	86	41.6	1
16VL002/CL9	11.22	59	11.23	11.22	59	124	47	14.6	14.0	4.4	409	140	32.0	1
16VL004/15VL043	11.21	58	11.23	11.22	59	150	38	13.6	12.6	4.2	524	180	31.2	1
16VL004/16VL001	11.22	59	11.23	11.23	60	120	27	13.0	12.2	4.0	346	119	22.6	1
16VL004/16VL006	12.03	70	12.04	12.05	72	108	38	9.0	8.0	4.2	107	37	27.3	1
16VL004/16VL010	11.23	60	11.24	11.24	61	143	37	15.2	14.8	4.8	662	227	33.2	3
16VL004/CL13	11.23	60	11.25	11.25	62	160	43	17.0	16.6	4.8	755	259	31.8	1
16VL004/CL59	11.22	59	11.24	11.24	61	154	42	14.6	14.4	4.8	728	250	39.1	1
16VL004/CL9	11.21	58	11.23	11.23	60	158	39	16.6	16.0	4.8	679	233	42.8	1
16VL005/14K22	11.21	58	11.23	11.23	60	156	37	17.8	17.0	5.3	371	127	35.4	1
16VL005/14K23	11.19	56	11.20	11.20	57	137	44	17.4	16.4	4.8	684	235	42.0	1
16VL005/14K4	11.23	60	11.24	11.24	61	144	34	15.4	12.6	5.0	629	216	38.6	1
16VL005/16VL001	11.23	60	11.25	11.25	62	139	37	14.2	13.0	4.6	439	150	44.3	1
16VL005/16VL002	11.24	61	11.26	11.25	62	134	34	13.8	11.0	5.0	285	98	33.9	3
16VL005/16VL006	12.01	68	12.02	12.04	71	104	37	8.0	7.0	5.0	30	10	29.9	1
16VL005/16VL010	12.02	69	12.03	12.03	70	102	31	9.0	7.0	4.5	58	20	26.6	1
16VL005/CL117	11.26	63	11.28	11.26	63	113	47	17.0	16.0	4.5	130	44	34.2	1
16VL005/CL13	11.24	61	11.26	11.24	61	122	43	15.2	13.6	4.8	425	146	32.7	1
16VL005/CL60	11.24	61	11.25	11.26	63	121	36	15.2	14.2	4.8	352	121	30.6	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
16VL005/CL9	11.30	67	12.01	12.01	68	123	34	12.0	9.4	4.4	391	134	33.7	1
16VL008/14K23	11.25	62	11.26	11.26	63	91	40	10.6	8.0	4.2	140	48	33.1	1
16VL008/15VL043	11.22	59	11.24	11.24	61	100	44	13.4	11.4	4.2	335	115	33.4	1
16VL008/16VL001	11.25	62	11.26	11.26	63	98	31	3.0	2.6	1.2	40	14	33.8	1
16VL008/16VL002	11.24	61	11.25	11.26	63	91	42	8.4	6.0	4.0	108	37	27.7	1
16VL008/16VL006	11.23	60	11.25	11.24	61	100	30	12.8	10.0	4.8	186	64	38.6	1
16VL008/16VL010	11.25	62	11.26	11.25	62	106	22	11.0	9.6	4.0	171	59	28.8	1
16VL008/CL117	11.21	58	11.23	11.23	60	118	35	14.6	13.6	6.6	492	169	36.2	1
16VL008/CL13	11.22	59	11.24	11.24	61	101	30	16.4	14.8	4.8	595	204	37.0	1
16VL008/CL4	11.24	61	11.25	11.25	62	116	28	14.5	13.3	4.8	194	66	70.1	1
16VL008/CL59	11.22	59	11.24	11.25	62	113	29	15.8	13.0	4.8	417	143	35.8	1
16VL008/CL60	11.24	61	11.25	11.26	63	100	40	13.0	12.3	4.5	156	54	39.1	1
16VL008/CL9	11.24	61	11.26	11.26	63	90	36	13.4	11.0	4.6	291	100	31.5	1
16VL009/15VL043	11.22	59	11.23	11.23	60	113	39	14.4	13.6	4.4	555	190	31.4	1
16VL009/16VL002	11.22	59	11.23	11.23	60	100	27	13.0	10.6	4.2	390	134	29.5	1
16VL009/16VL004	11.23	60	11.24	11.25	62	95	35	13.6	12.0	4.4	314	108	29.3	1
16VL009/16VL010	11.22	59	11.23	11.23	60	74	16	11.8	10.2	4.0	249	85	30.6	1
16VL009/CL50	11.20	57	11.22	11.22	59	104	43	14.6	13.0	4.4	487	167	34.6	1
16VL009/CL9	11.22	59	11.23	11.23	60	106	42	14.0	13.0	4.4	444	152	36.4	1
16VL010/14K23	11.24	61	11.25	11.25	62	106	39	16.4	15.4	4.6	480	165	36.6	1
16VL010/14K4	11.23	60	11.24	11.25	62	117	25	12.8	11.0	5.0	320	110	37.8	1
16VL010/15VL043	11.21	58	11.22	11.22	59	140	34	15.4	14.2	4.4	250	86	33.4	1
16VL010/16VL001	11.21	58	11.22	11.22	59	144	29	15.0	14.6	4.4	511	175	34.9	1
16VL010/16VL002	11.21	58	11.22	11.23	60	143	44	15.2	14.0	4.4	566	194	34.1	1
16VL010/16VL006	11.21	58	11.22	11.23	60	148	32	16.4	15.6	5.2	772	265	37.8	1
16VL010/CL117	11.22	59	11.23	11.24	61	125	24	15.4	14.0	5.0	321	110	39.3	1
16VL010/CL13	11.23	60	11.25	11.25	62	121	34	17.4	15.6	4.8	431	148	40.9	1
16VL010/CL50	11.22	59	11.23	11.23	60	130	48	15.6	14.8	4.4	500	171	37.9	1
16VL011/16VL001	11.20	57	11.21	11.22	59	143	39	15.6	14.6	4.4	436	150	35.3	1
16VL011/16VL009	11.21	58	11.22	11.23	60	120	41	13.2	12.0	4.4	210	72	34.1	1
16VL011/16VL010	11.22	59	11.23	11.24	61	106	32	12.0	11.0	12.2	357	123	26.8	1
CL12/14K4	11.23	60	11.25	11.25	62	121	31	14.4	13.0	5.0	465	160	31.3	1
CL12/15VL043	11.24	61	11.25	11.25	62	133	44	14.8	13.4	4.8	457	157	36.8	1
CL12/16VL001	11.24	61	11.25	11.25	62	112	29	13.8	13.0	4.6	412	141	29.1	1
CL12/16VL002	11.23	60	11.24	11.25	62	121	39	15.0	13.6	4.6	492	169	35.8	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
CL12/16VL006	11.22	59	11.23	11.23	60	119	40	15.6	13.4	5.2	647	222	35.6	1
CL12/16VL008	11.22	59	11.23	11.23	60	100	40	14.0	12.4	5.0	556	191	36.3	1
CL12/16VL009	11.20	57	11.22	11.22	59	113	34	16.4	15.0	4.6	587	201	33.7	1
CL12/16VL010	11.20	57	11.22	11.23	60	115	45	14.4	13.6	4.6	634	217	35.7	1
CL12/CL50	11.29	66	11.30	12.01	68	97	47	13.2	11.8	4.2	285	98	27.0	1
CL12/CL9	11.28	65	11.29	12.01	68	99	44	13.2	12.6	4.4	361	124	29.1	1
CL13/15VL043	11.24	61	11.25	11.25	62	137	51	16.6	15.4	4.4	449	154	34.0	1
CL13/16VL006	11.24	61	11.25	11.25	62	101	45	15.8	14.2	5.0	479	164	24.0	1
CL13/CL117	11.29	66	11.30	12.01	68	91	38	12.0	10.7	4.0	68	23	14.3	1
CL13/CL19	11.24	61	11.25	11.26	63	112	42	14.6	13.6	4.8	290	99	35.0	1
CL13/CL4	11.28	65	11.29	11.29	66	111	54	15.0	14.4	4.4	337	116	31.3	1
CL19/CL4	11.25	62	11.26	11.25	62	105	35	11.8	10.4	4.2	166	57	37.1	1
CL50/16VL005	11.22	59	11.24	11.24	61	132	40	15.2	13.6	5.0	623	214	36.3	1
CL50/16VL006	11.23	60	11.24	11.24	61	96	54	15.8	13.8	5.3	265	91	37.6	1
CL50/16VL008	11.23	60	11.24	11.24	61	119	39	14.8	13.6	4.6	408	140	35.2	1
CL50/CL19	11.24	61	11.25	11.25	62	101	37	11.0	9.4	4.6	453	155	29.1	1
CL50/CL4	11.28	65	11.29	11.29	66	125	47	17.4	16.8	5.0	334	115	39.6	1
CL50/CL60	12.03	70	12.05	12.04	71	87	23	10.0	8.8	3.8	66	22	29.2	1
CL59/16VL009	11.22	59	11.23	11.23	60	135	41	16.4	15.6	4.8	596	204	36.3	1
CL59/CL114	11.27	64	11.29	11.28	65	123	42	15.0	14.5	5.5	104	36	35.6	1
CL59/CL19	11.25	62	11.26	11.26	63	113	29	14.0	13.7	5.7	188	64	35.2	1
CL59/CL4	11.23	60	11.25	11.24	61	132	47	14.0	13.0	4.6	442	151	42.3	1
CL60/16VL006	11.23	60	11.25	11.24	61	133	48	16.2	15.0	5.0	526	181	34.7	1
CL60/CL4	11.26	63	11.27	11.27	64	137	56	16.4	16.0	5.0	570	195	37.7	1
CL9/15VL043	11.24	61	11.25	11.25	62	151	49	14.8	13.0	4.4	373	128	41.3	1
CL9/16VL001	11.24	61	11.25	11.25	62	120	35	15.2	14.8	4.6	453	155	35.1	1
CL9/16VL006	11.24	61	11.25	11.25	62	160	48	15.2	13.6	5.0	652	224	39.4	1
CL9/16VL010	11.23	60	11.24	11.24	61	124	50	15.4	15.0	4.6	700	240	35.5	1
CL9/16VL011	11.22	59	11.23	11.24	61	123	49	16.0	15.6	4.8	715	245	36.2	1
CL9/CL19	11.22	59	11.24	11.24	61	122	34	16.6	15.8	5.2	576	198	36.6	1
CL9/CL4	11.25	62	11.26	11.25	62	122	48	16.4	15.2	4.8	447	153	36.2	1

○ 베트남 생산력검정예비시험('17. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 67-82일이었으며, 16VL010/16VL001 등 4교잡계가 가장 빨랐음
- 간장은 111-225cm의 범위였으며, CL1/14K28등 2교잡계가 가장 장간이었음
- 착수고율은 30 - 80%의 수준으로 변이폭이 심하였음.
- 수량성은 16VL023/16VL015 등 4교잡계가 1,000kg/10a 이상의 수량성을 보였음

< 베트남 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성(2)('17. 7월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	비고
										종실중	지수		
LVN10(표준품종)	5.02	76	5.03	77	171	48	17.3	90.3	4.3	314	100	38.1	
14K22/15VL043	5.01	75	5.02	76	172	41	17.0	92.2	4.3	578	184	41.2	
14K22/CL117	5.02	76	5.05	79	134	43	17.7	94.3	4.3	289	92	32.3	
14K22/CL12	5.02	76	5.05	79	147	42	18.7	96.4	4.3	457	146	32.0	
14K22/CL60	5.02	76	5.05	79	172	41	18.5	93.7	4.5	409	130	32.4	
14K23/15VL043	4.30	74	5.01	75	142	56	16.7	94.0	4.2	533	170	42.8	
14K23/CL117	5.04	78	5.06	80	125	62	18.2	88.1	4.0	163	52	29.7	발아불량
14K23/CL19	5.02	76	5.02	76	152	43	17.3	90.4	4.7	374	119	39.3	
14K23/CL60	5.03	77	5.03	77	154	50	17.3	96.2	4.0	518	165	35.1	
14K4/15VL043	4.29	73	4.30	74	162	36	16.3	95.9	4.7	368	117	35.3	생육불균일
14K4/16VL006	5.01	75	5.02	76	159	32	16.7	93.0	4.8	459	146	39.6	
14K4/16VL011	5.02	76	5.02	76	155	41	18.0	88.9	4.3	245	78	35.6	
14K4/CL117	5.02	76	5.05	79	156	52	15.7	97.9	4.7	451	143	32.6	
14K4/CL13	5.02	76	5.05	79	160	45	16.0	93.8	4.7	433	138	32.1	
14K4/CL9	5.01	75	5.01	75	143	48	16.3	89.8	4.7	300	96	34.9	
15VL043/CL59	5.01	75	5.02	76	157	51	14.7	93.2	4.0	203	65	39.7	발아불량
15VL043/CL60	4.29	73	4.30	74	156	46	16.0	92.7	4.3	360	115	37.8	
16VL001/14K23	5.01	75	5.01	75	151	48	13.3	87.5	3.3	109	35	35.0	발아불량
16VL001/14K4	5.01	75	5.02	76	150	31	13.7	90.2	4.3	201	64	35.5	발아불량
16VL001/CL117	5.02	76	5.04	78	150	46	17.0	92.2	4.2	260	83	31.2	
16VL001/CL13	4.29	73	4.30	74	163	48	15.3	97.8	4.5	558	177	35.4	
16VL001/CL50	5.01	75	5.02	76	159	48	15.5	96.8	4.2	322	103	31.6	
16VL002/14K22	4.29	73	4.30	74	166	36	17.3	94.2	4.8	679	216	34.6	
16VL002/14K4	5.02	76	5.05	79	113	80	14.3	88.4	3.5	60	19	34.1	발아불량
16VL002/15VL043	4.26	70	4.26	70	165	41	15.3	93.5	4.3	435	139	37.7	
16VL002/16VL006	4.26	70	4.26	70	170	30	15.3	97.8	4.7	603	192	35.7	
16VL002/CL50	4.29	73	4.29	73	180	47	16.7	98.0	4.3	604	192	32.2	조명나방피해
16VL002/CL60	4.26	70	4.29	73	186	46	11.0	97.0	3.0	134	42	32.5	발아불량
16VL002/CL9	4.29	73	4.29	73	182	46	16.3	95.9	4.3	696	222	36.0	
16VL004/15VL043	4.26	70	4.26	70	186	37	16.7	98.0	5.0	841	268	37.5	
16VL004/16VL001	4.27	71	4.28	72	186	40	16.0	97.9	4.7	632	201	34.1	

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		백립 중 (g)	비고
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수		
16VL004/16VL006	5.01	75	5.02	76	149	40	12.7	94.7	4.3	186	59	38.0	
16VL004/16VL010	4.26	70	4.26	70	198	41	15.7	97.9	4.7	824	262	38.5	
16VL004/CL13	4.27	71	4.27	71	217	46	17.7	96.2	4.8	765	243	37.6	
16VL004/CL59	4.27	71	4.28	72	185	36	15.3	97.8	5.0	874	278	38.7	조명나방피해
16VL004/CL9	4.27	71	4.27	71	184	52	16.0	93.8	4.7	877	279	35.7	
16VL005/14K23	4.28	72	4.28	72	203	42	17.7	97.2	4.8	842	268	38.1	
16VL005/14K4	4.28	72	4.28	72	212	42	15.8	94.7	5.3	775	247	40.9	
16VL005/16VL001	4.27	71	4.27	71	196	39	16.0	97.9	5.0	660	210	36.2	
16VL005/16VL002	4.26	70	4.26	70	209	42	17.0	98.0	4.8	808	257	32.2	
16VL005/CL13	4.29	73	4.29	73	181	51	17.0	98.0	5.0	888	283	37.8	
16VL005/CL60	4.29	73	4.29	73	216	49	17.3	97.1	5.2	639	203	36.4	
16VL005/CL9	4.27	71	4.26	70	193	47	15.3	97.8	4.8	900	286	36.4	
16VL008/14K23	4.27	71	4.27	71	176	43	17.2	93.2	4.7	663	211	39.0	
16VL008/15VL043	4.24	68	4.24	68	171	44	17.3	90.4	4.3	701	223	38.1	
16VL008/16VL001	4.27	71	4.27	71	159	40	5.8	91.4	1.6	73	23	32.0	
16VL008/16VL006	4.25	69	4.25	69	150	31	16.0	86.5	5.0	836	266	33.1	
16VL008/16VL009	4.27	71	4.27	71	138	37	8.7	80.8	2.7	78	25	32.7	
16VL008/CL117	4.27	71	4.27	71	160	41	16.5	93.9	4.5	329	105	34.9	
16VL008/CL13	4.27	71	4.27	71	165	41	16.3	98.0	4.3	457	146	33.3	
16VL008/CL4	4.27	71	4.26	70	158	35	17.3	90.4	4.7	390	124	36.5	
16VL008/CL60	4.25	69	4.25	69	150	57	17.3	92.3	4.3	574	183	34.0	
16VL008/CL9	4.26	70	4.25	69	157	43	15.7	95.7	4.7	511	163	33.0	
16VL010/14K23	4.26	70	4.25	69	175	45	18.7	96.4	4.7	659	210	37.2	
16VL010/16VL004	4.26	70	4.25	69	166	32	16.0	97.9	4.5	290	92	37.0	조명나방피해
16VL010/16VL001	4.23	67	4.23	67	181	41	15.3	97.8	4.2	611	195	32.5	
16VL010/16VL006	5.02	76	5.03	77	150	53	13.7	95.1	4.0	41	13	26.2	
16VL010/CL50	4.26	70	4.26	70	182	49	16.7	98.0	4.3	658	209	29.0	
CL12/14K4	4.25	69	4.25	69	186	48	16.7	98.0	5.3	758	241	37.9	이삭돌출
CL12/15VL043	4.23	67	4.23	67	178	46	15.7	96.8	4.7	773	246	39.4	겹이삭
CL12/16VL006	4.24	68	4.24	68	173	43	16.7	96.0	5.5	849	270	35.7	
CL12/14K23	4.29	73	4.29	73	174	48	17.7	98.1	5.0	654	208	40.8	
CL12/16VL009	4.26	70	4.25	69	166	44	17.3	92.3	4.3	621	198	36.5	
CL12/CL50	4.29	73	4.29	73	111	50	15.0	91.1	3.8	225	72	28.7	
CL12/CL9	4.29	73	4.29	73	128	52	14.3	93.0	4.3	222	71	31.6	
CL13/CL117	5.04	78	5.05	79	137	61	12.0	86.1	3.7	74	24	27.3	
CL13/CL19	4.28	72	4.28	72	158	40	14.7	97.7	4.7	527	168	31.1	겹이삭
CL13/CL4	4.28	72	4.28	72	154	55	17.7	92.5	4.3	550	175	33.9	
CL19/CL4	4.26	70	4.26	70	142	47	14.2	96.5	3.8	389	124	33.8	

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	비고
	(월.일) 일수	일수	(월.일) 일수	일수						종실중	지수		
CL50/16VL005	4.29	73	4.29	73	161	46	16.0	97.9	4.7	834	266	35.3	
CL50/16VL006	4.29	73	4.29	73	190	47	16.7	90.0	4.7	253	81	34.9	
CL50/16VL008	4.26	70	4.24	68	153	42	16.0	95.8	4.3	625	199	33.3	겹이삭
CL50/CL4	4.28	72	4.27	71	174	54	16.7	96.0	4.3	666	212	32.6	
CL50/CL60	5.02	76	5.04	78	144	57	11.0	87.9	3.3	132	42	26.1	
CL59/16VL009	4.24	68	4.23	67	155	45	17.3	92.3	4.3	797	254	33.8	
CL59/CL114	5.01	75	5.02	76	164	54	13.0	97.4	4.0	287	91	31.7	
CL59/CL19	4.26	70	4.26	70	160	41	14.5	96.6	4.8	813	259	33.4	
CL60/16VL006	4.26	70	4.26	70	170	44	15.5	98.9	5.2	988	315	36.5	
CL60/CL4	4.26	70	4.26	70	161	55	17.0	96.1	4.3	592	188	32.7	
CL9/16VL001	4.26	70	4.26	70	159	47	15.8	96.8	4.3	671	213	40.3	
CL9/16VL008	4.24	68	4.23	67	168	52	15.3	96.7	4.5	642	204	34.3	
CL9/16VL006	4.25	69	4.24	68	174	43	15.7	97.9	4.0	798	254	36.1	
CL9/16VL010	4.27	71	4.26	70	154	47	15.7	97.9	4.3	842	268	34.7	
CL9/16VL011	4.26	70	4.25	69	162	48	16.0	97.9	4.7	721	230	34.1	
CL9/CL19	4.28	72	4.28	72	154	39	15.2	98.9	4.7	710	226	36.4	
14K4/14K22	4.28	72	4.28	72	170	38	17.3	98.1	5.0	875	278	41.1	이삭돌출
14K4/14K23	4.28	72	4.28	72	173	47	15.8	96.8	5.0	597	190	38.1	
14K4/15VL014	4.27	71	4.26	70	174	50	16.2	96.9	4.5	639	203	32.6	
14K4/16VL019	4.27	71	4.27	71	171	41	15.7	94.7	4.7	670	213	36.3	
14K4/16VL022	4.26	70	4.26	70	170	40	15.2	96.7	4.7	586	186	36.5	
14K5/14K8	5.01	75	5.01	75	167	47	16.3	90.8	4.7	435	138	39.8	
14K5/14K23	5.01	75	5.02	76	160	48	14.3	97.7	4.5	336	107	38.0	
14K5/14K28	4.29	73	4.29	73	157	44	17.0	86.3	5.0	423	135	40.8	
14K5/CL12	4.28	72	4.28	72	156	47	16.3	86.7	5.5	558	177	37.6	
14K5/CL35	4.28	72	4.28	72	174	43	13.0	92.3	4.7	257	82	33.7	
14K5/CL47	4.26	70	4.26	70	166	55	17.0	96.1	5.2	542	173	36.1	
14K5/CL101	4.26	70	4.26	70	151	34	16.0	97.9	5.3	502	160	37.0	
14K5/CL109	4.27	71	4.27	71	177	46	15.7	89.4	4.8	508	162	38.1	
14K5/15VL043	4.28	72	4.28	72	193	48	15.3	80.4	4.7	595	189	41.1	
14K5/16VL013	4.26	70	4.26	70	175	38	14.7	95.5	5.0	489	156	40.0	
14K5/16VL014	4.27	71	4.27	71	172	40	15.7	91.5	4.7	658	209	34.5	
14K5/16VL016	4.28	72	4.28	72	173	42	15.0	84.4	4.7	421	134	34.2	
14K5/16VL019	5.01	75	5.02	76	156	53	16.3	83.7	5.0	266	85	38.1	
14K5/16VL022	4.30	74	4.30	74	142	39	16.0	87.5	4.8	247	78	38.7	
14K22/CL81	5.01	75	5.02	76	151	44	17.0	92.2	4.7	431	137	39.4	
14K28/CL13	5.01	75	5.02	76	130	45	15.7	91.5	4.7	363	116	36.8	
15VL043/14K4	5.01	75	5.02	76	159	48	15.7	97.9	4.3	370	118	37.3	

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		백립 중 (g)	비고
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수		
15VL043/CL60	4.29	73	4.30	74	165	47	16.0	97.9	4.3	527	168	41.6	
15VL043/16VL018	4.30	74	4.30	74	156	46	16.3	87.8	3.7	395	126	41.1	
CL9/CL81	5.03	77	5.05	79	138	60	16.7	88.0	4.3	296	94	35.2	
CL12/14K4	5.01	75	5.02	76	131	38	16.7	92.0	4.7	380	121	37.0	
CL12/CL101	5.01	75	5.02	76	115	52	16.7	94.0	4.7	358	114	33.7	
CL12/16VL015	5.01	75	5.01	75	124	38	15.7	91.5	4.7	299	95	32.5	
CL13/14K4	5.02	76	5.05	79	119	44	15.0	95.6	4.3	260	83	32.4	
CL13/14K5	5.04	78	5.06	80	135	62	18.3	96.4	4.3	383	122	31.9	
CL13/14K22	5.05	79	5.07	81	135	39	15.7	91.5	3.7	204	65	31.4	
CL47/16VL016	4.30	74	4.30	74	146	45	16.0	93.8	4.3	277	88	37.1	
CL47/16VL018	5.01	75	5.02	76	151	36	17.7	92.5	4.3	412	131	31.1	
CL81/14K28	5.02	76	5.03	77	147	37	15.7	93.6	4.7	273	87	34.1	
CL81/CL87	5.02	76	5.03	77	147	48	19.0	86.0	4.7	431	137	30.1	
CL81/16VL013	4.26	70	4.25	69	152	39	15.7	97.9	4.7	468	149	32.7	겹이삭
CL81/16VL022	5.01	75	5.02	76	159	47	18.0	92.6	4.3	236	75	32.9	
CL101/14K23	5.02	76	5.02	76	159	44	17.0	92.2	5.0	472	150	35.1	
CL101/14K28	4.26	70	4.28	72	159	38	16.7	96.0	5.0	456	145	40.0	
CL101/CL47	4.27	71	4.28	72	186	38	15.7	95.7	4.7	464	148	32.2	초형불량
CL101/CL87	4.30	74	5.01	75	157	49	16.3	91.8	4.2	316	100	35.6	
CL101/15VL043	5.01	75	5.02	76	146	41	15.5	90.3	3.8	383	122	37.9	
CL101/16VL013	4.27	71	4.29	73	175	49	15.3	97.8	4.7	414	132	35.8	생육불균일
CL101/16VL015	4.26	70	4.29	73	156	45	14.3	93.0	5.0	605	193	35.3	
CL101/16VL017	4.29	73	4.30	74	155	40	16.0	95.8	4.7	513	163	37.0	
CL101/16VL018	4.26	70	4.28	72	142	35	15.3	97.8	4.7	427	136	32.4	
CL109/CL101	5.02	76	5.04	78	138	51	16.7	86.0	4.0	216	69	28.5	
CL109/16VL023	4.30	74	5.01	75	126	32	16.7	86.0	4.3	437	139	32.0	
CL117/14K28	4.29	73	4.29	73	181	46	16.3	95.9	4.7	542	172	39.1	
CL117/CL101	4.29	73	4.29	73	195	54	15.7	98.9	4.3	698	222	35.0	
CL117/16VL013	4.28	72	4.28	72	180	50	15.0	94.4	4.2	507	161	37.7	
CL117/16VL014	4.28	72	4.28	72	197	50	17.0	96.1	4.3	598	190	37.9	
CL117/16VL017	4.29	73	4.29	73	190	47	17.3	98.1	4.7	799	254	36.9	
16VL014/14K8	4.26	70	4.27	71	182	42	16.0	97.9	4.3	725	231	34.6	
16VL014/14K23	4.26	70	4.28	72	208	46	18.0	94.4	4.7	834	266	36.0	
16VL014/CL12	4.26	70	4.26	70	180	41	16.3	95.9	4.5	741	236	35.9	
16VL014/CL101	4.28	72	4.29	73	214	46	17.3	96.2	5.0	1001	319	37.9	
16VL015/14K5	4.26	70	4.27	71	200	43	16.3	95.9	5.3	679	216	40.2	
16VL015/14K23	4.28	72	4.28	72	208	43	16.7	90.0	4.7	766	244	35.5	
16VL015/14K28	4.28	72	4.28	72	170	47	17.0	86.3	5.3	793	252	36.5	

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		백립 중 (g)	비고
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수		
16VL015/CL81	4.28	72	4.28	72	177	50	15.0	97.8	4.7	687	219	29.4	
16VL015/CL93	4.28	72	4.28	72	174	45	15.7	87.2	5.3	769	245	37.2	
16VL015/CL101	4.28	72	4.29	73	208	47	15.7	97.9	5.0	1017	324	31.9	
16VL016/CL81	4.28	72	4.28	72	182	51	16.3	98.0	4.7	705	224	27.9	
16VL016/CL93	4.28	72	4.26	70	204	51	15.7	90.4	5.0	950	302	37.8	
16VL016/CL101	4.26	70	4.26	70	203	50	15.8	93.7	4.5	856	272	30.1	
16VL017/14K5	4.26	70	4.26	70	206	37	16.0	95.8	5.3	768	245	39.3	
16VL017/14K23	4.29	73	4.28	72	200	43	18.7	94.6	5.0	767	244	39.9	
16VL017/CL13	4.29	73	4.28	72	198	51	17.0	98.0	4.7	884	281	37.5	
16VL018/14K5	4.26	70	4.26	70	186	41	15.3	97.8	5.3	907	289	31.5	
16VL018/14K8	4.26	70	4.26	70	165	45	15.3	95.7	4.5	725	231	34.0	
16VL018/14K23	4.27	71	4.28	72	180	40	19.3	94.8	4.7	774	246	35.6	
16VL021/14K23	4.24	68	4.23	67	202	41	17.0	98.0	4.3	607	193	37.5	
16VL021/CL81	4.27	71	4.26	70	189	52	16.7	94.0	4.7	768	244	38.0	
16VL023/14K5	4.26	70	4.26	70	225	47	16.0	93.8	5.3	964	307	41.2	
16VL023/14K23	4.30	74	4.29	73	169	51	14.5	95.4	4.0	586	186	34.7	잎말림 심함
16VL023/CL101	4.26	70	4.26	70	210	49	15.7	98.9	4.7	807	257	34.8	
16VL023/16VL015	4.26	70	4.26	70	198	43	16.7	94.0	5.0	1060	338	37.4	
16VL024/14K23	4.27	71	4.27	71	168	46	17.7	95.3	4.3	720	229	36.6	
16VL024/CL101	4.28	72	4.28	72	197	45	16.7	96.0	4.7	882	281	34.8	
16VL024/CL109	4.26	70	4.26	70	161	42	16.7	94.0	4.3	581	185	32.5	
16VL024/16VL015	4.26	70	4.26	70	180	37	14.0	94.0	5.0	846	269	29.0	
14K19/14K5	4.27	71	4.28	72	197	39	17.0	86.3	4.0	718	229	48.1	
14K19/CL11	4.28	72	4.28	72	194	46	15.7	95.7	5.0	761	242	39.9	
14K19/CL12	4.27	71	4.27	71	185	46	16.2	93.8	5.0	773	246	42.4	
14K19/CL13	4.28	72	4.28	72	215	51	18.3	92.7	4.5	933	297	38.5	
14K19/15VL043	4.26	70	4.27	71	201	46	16.7	92.0	4.7	866	275	39.5	
CL1/14K23	5.01	75	5.02	76	220	48	17.3	94.2	4.3	455	145	39.6	
CL1/14K28	4.25	69	4.26	70	223	37	16.7	98.0	5.0	925	294	40.1	도복3
CL93/14K4	4.24	68	4.24	68	193	39	16.5	97.0	5.2	1005	320	39.1	엽형불량
CL93/14K5	4.26	70	4.25	69	210	43	14.8	97.8	5.7	917	292	43.4	도복3
CL93/14K23	4.28	72	4.28	72	199	51	16.3	95.9	5.0	794	253	41.9	조명나방심
CL93/14K28	4.26	70	4.26	70	175	48	16.7	92.0	5.3	634	202	42.4	조명나방심
CL93/CL13	4.28	72	4.28	72	210	50	16.7	96.0	4.7	838	267	40.1	
CL93/CL35	4.26	70	4.25	69	214	46	16.7	96.0	5.0	795	253	34.5	
CL93/CL81	4.26	70	4.26	70	185	52	16.3	95.9	5.0	867	276	39.6	
CL93/16VL015	4.26	70	4.26	70	196	45	15.7	93.6	5.3	980	312	35.6	
CL93/16VL022	4.26	70	4.26	70	196	46	16.3	98.0	5.0	889	283	35.0	

○ 베트남 생산력검정본시험('17. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 LVN10 및 LCH9과 비슷한 경향이였으며, 육성 교잡계중 가장 빠른 교잡계는 15VL069/15VL003로 LVN10 보다 5일 빨랐음.
- 간장은 113-142cm의 범위로 전반적으로 생육이 부진하였음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 24 - 48% 수준으로 낮았음.
- 수량성은 15VL069/15VL003이 696kg/10a로 가장 많았으며, 수량 등 생육 특성이 우수한 5교잡계를 지역적응시험에 공시코자 선발함.

< 베트남 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(1)('17. 1월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	도복 (1-9)	비고
											중실중	지수			
LVN10(표준품종)	11.25	61	11.26	11.27	63	160	51.3	15.6	87.0	4.5	424	100	28.8	2	
LCH9(대비품종)	11.23	59	11.24	11.24	60	121	37.2	16.9	88.0	4.7	500	118	31.9	1	
15VL069/15VL003	11.20	56	11.22	11.22	58	113	31.8	14.6	89.4	4.6	696	164	32.0	1	
15VL069/15VL014	11.21	57	11.22	11.23	59	118	23.5	13.9	91.6	4.4	533	126	34.9	1	아세16호
15VL074/15VL041	11.23	59	11.24	11.24	60	123	39.0	15.0	90.7	5.0	348	82	30.3	1	
15VL074/15VL041	11.23	59	11.24	11.24	60	123	39.0	15.0	90.7	5.0	348	82	30.3	1	
15VL074/15VL045	11.23	58	11.24	11.24	60	123	33.0	13.6	87.0	4.5	523	123	27.2	1	아세17호
14K4/CL18	11.22	58	11.23	11.24	60	123	25.8	17.0	82.4	4.8	469	111	32.3	1	
14K4/CL59	11.24	60	11.26	11.25	62	120	34.9	13.9	90.2	4.7	411	97	28.3	1	아세18호
14K5/CL20	11.23	59	11.24	11.24	60	139	40.3	14.2	90.1	5.5	581	137	37.4	1	
14K19/14K2	11.24	60	11.25	11.25	61	142	41.0	16.8	92.4	4.8	649	153	33.4	2	아세19호
14K19/CL11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14K19/CL20	11.23	59	11.24	11.24	60	129	30.7	17.0	90.2	4.9	649	153	32.8	1	
14K22/CL19	11.25	61	11.26	11.26	62	124	27.4	14.2	88.6	4.9	313	74	31.0	1	
14K22/CL6	11.23	59	11.25	11.25	61	128	43.0	17.4	96.6	5.2	472	111	33.7	1	
14K26/15VL027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	발아불량
14K26/15VL029	11.23	59	11.24	11.24	60	123	36.1	16.8	89.8	5.0	425	100	32.8	3	아세20호
CL4/14K2	11.23	59	11.24	11.24	60	138	42.6	14.8	92.8	4.5	617	146	28.1	2	
CL4/CL46	11.26	62	11.26	11.27	64	120	47.9	14.1	91.1	4.6	374	88	31.3	1	
CL4/CL59	11.26	62	11.51	11.50	63	131	38.3	14.8	92.4	4.6	625	147	30.0	1	
CL35/14K23	11.24	60	11.25	11.26	62	124	36.5	14.7	89.2	4.5	432	102	27.8	1	
CL35/14K30	11.25	61	11.26	11.27	63	124	41.8	13.9	93.3	4.3	369	87	29.7	1	
CL80/14K23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	발아불량

○ 베트남 생산력검정본시험('17. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 LVN10와 LCH9보다 다소 빠른 경향이였으며, 육성 교잡계 중 가장 빠른 교잡계는 15VL010/14K23로 LVN10 보다 11일 빨랐음.
- 간장은 170-214cm의 범위였으며, CL101/CL59가 가장 장간이었음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 41 - 58% 수준이었음.
- 수량성은 CL101/CL59이 798kg/10a로 가장 많았으며, 수량 등 생육 특성이 우수한 7 교잡계를 지역적응시험에 공시코자 선발함.

< 베트남 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(2)('17. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			백립 중 (g)	비 고
											종실중	지수 LVN10	지수 LCH9		
LVN10	1	5.02	76	5.05	79	166	49	17.4	12.6	4.2	338			35.8	
	2	5.01	75	5.01	75	205	50	16.6	91.6	4.2	355			40.5	
	3	5.02	76	5.05	79	169	40	17.8	78.7	4.3	190			35.8	
	평균	5.02	76	5.04	78	180	47	17.3	61.0	4.2	294	100	43	37.4	
LCH9	1	4.27	71	4.29	73	173	49	17.8	96.6	4.8	683			37.7	
	2	4.27	71	4.28	72	196	48	17.2	98.8	4.8	711			38.4	
	3	4.27	71	4.3	74	186	49	18.8	92.6	4.6	662			39.1	
	평균	4.27	71	4.29	73	185	49	17.9	96.0	4.7	685	233	100	38.4	
CL80/14K25	1	4.27	71	4.3	74	173	48	19.2	84.4	4.8	692			40.4	
	2	4.27	71	4.27	71	186	47	19.8	98.0	5.0	785			41.8	
	3	4.26	70	4.28	72	183	50	20.2	97.0	4.6	781			33.9	
	평균	4.27	71	4.28	72	181	48	19.7	93.1	4.8	752	256	110	38.7	아세22호
CL80/CL1	1	4.3	74	4.3	74	182	52	17.8	98.9	5.0	602			35.6	
	2	4.29	73	4.3	74	189	51	17.6	98.9	4.8	506			37.4	
	3	4.26	70	4.27	71	194	47	17.6	98.9	4.8	720			39.5	
	평균	4.28	72	4.29	73	188	50	17.7	98.9	4.9	609	207	89	37.5	
14K8/CL13	1	4.27	71	4.28	72	184	54	17.6	95.5	4.8	676			35.5	
	2	4.27	71	4.28	72	188	51	16.2	98.8	4.6	716			34.8	
	3	4.27	71	4.28	72	178	52	15.8	96.2	4.6	592			27.5	
	평균	4.27	71	4.28	72	184	52	16.5	96.8	4.7	661	225	96	32.6	아세23호
14K21/14K8	1	4.26	70	4.27	71	186	49	17.6	96.6	4.8	666			42.4	
	2	4.23	67	4.24	68	205	49	16.8	94.0	4.8	659			41.8	
	3	4.23	67	4.24	68	170	49	17	95.3	4.8	615			40.6	
	평균	4.24	68	4.25	69	187	49	17.1	95.3	4.8	646	220	94	41.6	
14K23/CL93	1	4.3	74	4.3	74	175	45	18	95.6	5.0	769			42.5	
	2	4.27	71	4.28	72	185	44	18.4	95.7	4.8	581			42.4	
	3	4.26	70	4.27	71	151	40	18.2	93.4	4.9	688			42.6	
	평균	4.28	72	4.28	72	170	43	18.2	94.9	4.9	680	231	99	42.5	아세24호
14K23/CL59	1	4.26	70	4.27	71	223	47	20.4	99	5.0	-			39.6	
	2	4.27	71	4.28	72	205	50	18.6	98.9	4.6	846			42.6	
	3	4.3	74	5.01	75	169	53	18.6	94.6	4.7	633			36.8	
	평균	4.28	72	4.29	73	199	50	19.2	97.5	4.8	740	251	108	39.7	아세25호
14K28/CL104	1	4.23	67	4.24	68	188	45	17.8	94.4	4.8	690			35.9	
	2	4.26	70	4.25	69	185	43	17.2	90.7	4.8	661			37.4	
	3	4.26	70	4.27	71	175	41	17.2	94.2	4.8	506			35.1	
	평균	4.25	69	4.25	69	183	43	17.4	93.1	4.8	619	210	90	36.2	

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			백립 중 (g)	비 고
											중실중	지수 LVN10	지수 LCH9		
14K28/CL50	1	4.26	70	4.25	69	183	49	16.8	95.2	5.0	770			34.5	
	2	4.27	71	4.3	74	190	46	17.6	96.6	4.8	609			39.1	
	3	4.27	71	4.29	73	164	45	16.4	93.9	4.4	458			37.9	
	평균	4.27	71	4.28	72	179	47	16.9	95.2	4.7	612	208	89	37.1	
14K28/15VL044	1	4.24	68	4.24	68	249	43	17.6	92.0	4.8	726			34.3	
	2	4.29	73	4.3	74	213	49	16.8	97.6	4.8	662			34.5	
	3	4.29	73	5.01	75	170	36	16.0	93.1	4.7	442			35.3	
	평균	4.27	71	4.52	72	211	44	16.8	94.3	4.8	610	207	89	34.7	
15VL010/14K23	1	4.21	65	4.22	66	221	42	18.8	94.7	4.8	784			38.4	
	2	4.23	67	4.23	67	204	43	19.6	94.9	4.6	657			39	
	3	4.25	69	4.25	69	189	40	16.6	96.4	4.6	293			37.3	
	평균	4.23	67	4.23	67	204	41	18.3	95.3	4.7	578	196	84	38.3	
15VL068/15VL044	1	4.21	65	4.22	66	201	44	17.0	97.6	4.4	755			33.3	
	2	4.26	70	4.27	71	190	44	18.2	98.9	4.6	567			35.2	
	3	4.26	70	4.29	73	151	36	17.4	97.7	4.4	564			30.5	
	평균	4.24	68	4.26	70	181	42	17.5	98.1	4.5	629	214	92	33	
CL13/14K26	1	4.26	70	4.25	69	206	52	17.6	98.9	5.0	862			34.3	
	2	4.3	74	4.29	73	183	12	15.6	97.4	5.0	766			34.3	
	3	4.3	74	4.3	74	168	41	15.6	98.7	5.0	608			35.4	
	평균	4.29	73	4.28	72	186	48	16.3	98.3	5.0	745	253	109	34.7	아세26호
CL13/14K5	1	4.26	70	4.26	70	208	50	17.6	98.9	5.4	829			34.7	
	2	4.3	74	4.3	74	183	46	16.2	96.3	5.2	684			33.1	
	3	4.27	71	4.27	71	180	47	16.4	95.1	5.0	395			34.8	
	평균	4.28	72	4.28	72	191	48	16.7	96.8	5.2	636	216	93	34.2	
CL81/CL50	1	4.26	70	4.25	69	202	71	16.8	94.0	4.2	709			30.5	
	2	4.26	70	4.25	69	187	52	17.0	97.6	4.4	591			29.4	
	3	4.27	71	4.27	71	167	50	16.8	98.8	4.4	650			33.1	
	평균	4.26	70	4.26	70	185	58	16.9	96.8	4.3	650	221	95	31	
CL93/CL104	1	4.26	70	4.25	69	202	40	16.2	97.5	4.6	677			36.6	
	2	4.24	68	4.26	70	194	44	16.8	94.0	4.8	653			38.1	
	3	4.27	71	4.3	74	180	43	17.0	90.6	4.9	743			40.1	
	평균	4.26	70	4.27	71	192	42	16.7	94.1	4.8	691	235	101	38.3	
CL101/CL59	1	4.26	70	4.27	71	230	51	16.0	97.5	4.6	802			37	
	2	4.26	70	4.28	72	215	48	15.6	98.7	4.6	849			36.1	
	3	4.27	71	4.27	71	196	49	15.6	97.4	4.7	742			37.2	
	평균	4.26	70	4.27	71	214	49	15.7	97.9	4.6	798	271	116	36.7	아세27호
CL101/14K5	1	4.26	70	4.28	72	220	47	18.8	97.9	4.6	698			36.7	
	2	4.3	74	5.01	75	201	46	16.6	95.2	5.2	495			36.3	
	3	4.27	71	4.28	72	192	47	19.2	97.9	4.6	772			36.3	
	평균	4.28	72	4.29	73	204	46	18.2	97.0	4.8	655	222	96	36.4	아세28호
CL101/14K8	1	4.26	70	4.27	71	205	51	15.4	98.7	4.8	596			33.7	
	2	4.26	70	4.27	71	204	48	16.0	95	4.8	753			36.2	
	3	4.26	70	4.27	71	196	48	16.0	97.5	5.0	505			36.8	
	평균	4.26	70	4.27	71	202	49	15.8	97.1	4.9	618	210	90	35.6	

마. 지역적응시험(국가별 적응성시험)

(1) 캄보디아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 캄보디아 바탐방
- 파종일 : 2016. 11. 27('17. 3월 수확), 2017. 5. 30('17. 9월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종 :
 - '17. 3월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 및 11 교잡계
 - '17. 9월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 및 12 교잡계

(나) 시험결과

- 캄보디아 공시('17. 3월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 46~55일의 범위로 CP888의 56일 보다 모두 빨랐음. 육성 교잡계 중 아세15호의 출사일수가 가장 길었음
 - 착수고율은 37-56%의 범위로 CP888 보다 낮은 수준이었음
 - 수량성은 발아율이 좋지 않았던 아세11호를 제외하고는 CP888보다 모두 많았으며, 특히 아세9호와 아세5호, 13호가 월등히 많았음

< 캄보디아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(1) ('17. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성(kg/10a)		노균 병 (0-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수	
CP888	1	1.19	53	1.23	57	222	62	17.8	4.4	92.1	791		0
	2	1.18	52	1.21	55	231	59	19.6	4.4	86.7	484		0
	3	1.20	54	1.22	56	239	60	19.3	4.4	92.2	809		0
	평균	1.19	53	1.22	56	231	60	18.9	4.4	90.4	695	100	0
광평옥	1	1.14	48	1.16	50	227	34	17.4	4.9	90.8	782		0
	2	1.13	47	1.16	50	239	36	17.0	5.0	91.8	791		0
	3	1.13	47	1.15	49	235	38	15.2	5.0	92.1	862		0
	평균	1.13	47	1.16	50	234	36	16.5	5.0	91.6	812	117	0
B30	1	1.19	53	1.19	53	208	57	19.0	4.8	95.8	844		0
	2	1.18	52	1.19	53	220	59	19.8	4.8	92.9	800		0
	3	1.18	52	1.19	53	236	54	20.0	4.6	92.5	804		0
	평균	1.18	52	1.19	53	221	56	19.6	4.7	93.7	816	118	0
아세4호	1	1.14	48	1.14	48	213	47	17.6	4.5	98.9	791		0
	2	1.13	47	1.13	47	239	45	18.4	4.5	97.8	862		0

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성(kg/10a)		노균 병 (0-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수	
	3	1.14	48	1.14	48	234	44	18.8	4.4	98.9	730		0
	평균	1.14	48	1.14	48	229	45	18.3	4.5	98.5	794	114	0
아세5호	1	1.15	49	1.16	50	211	43	19.2	5.2	96.9	932		0
	2	1.14	48	1.15	49	221	41	18.4	4.8	90.2	791		0
	3	1.14	48	1.15	49	234	44	19.0	5.0	97.9	835		0
	평균	1.14	48	1.15	49	222	43	18.9	5.0	95.0	853	123	0
아세7호	1	1.11	45	1.12	46	206	36	18.4	4.8	95.1	914		0
	2	1.11	45	1.12	46	219	37	19.4	5.0	93.8	822		3
	3	1.11	45	1.12	46	210	37	18.2	4.9	90.1	651		0
	평균	1.11	45	1.12	46	212	37	18.7	4.9	93.0	796	115	1
아세9호	1	1.13	47	1.15	49	214	41	20.0	5.2	89.0	879		0
	2	1.13	47	1.15	49	216	38	18.8	5.1	91.5	914		0
	3	1.13	47	1.15	49	227	38	19.2	5.0	88.5	976		0
	평균	1.13	47	1.15	49	219	39	19.3	5.1	89.7	923	133	0
아세10호	1	1.11	45	1.12	46	177	45	18.8	4.9	92.6	905		0
	2	1.10	44	1.11	45	193	43	18.8	4.9	90.4	769		0
	3	1.11	45	1.12	46	206	41	18.8	4.9	90.4	747		0
	평균	1.11	45	1.12	46	192	43	18.8	4.9	91.1	807	116	0
아세11호	1	1.19	53	1.19	53	206	53	19.2	4.8	87.5	475		7
	2	1.20	54	1.21	55	-	-	-	-	-	105		9
	3	1.17	51	1.18	52	-	-	-	-	-	255		7
	평균	1.19	53	1.19	53	206	53	19.2	4.8	87.5	278	40	8
아세12호	1	1.18	52	1.21	55	221	51	18.1	5.0	90.6	686		0
	2	1.17	51	1.20	54	213	53	19.2	4.9	89.6	840		0
	3	1.17	51	1.19	53	221	53	19.4	5.1	92.8	791		0
	평균	1.17	51	1.20	54	218	52	18.9	5.0	91.0	772	111	0
아세13호	1	1.17	51	1.19	53	226	56	19.3	5.1	90.2	818		0
	2	1.17	51	1.19	53	216	55	19.0	5.0	90.5	901		0
	3	1.16	50	1.19	53	233	54	19.4	5.3	90.7	870		0
	평균	1.17	51	1.19	53	225	55	19.2	5.1	90.5	863	124	0
아세14호	1	1.18	52	1.20	54	209	57	17.6	4.8	90.9	633		3
	2	1.17	51	1.18	52	212	56	17.8	4.4	88.8	668		0
	3	1.17	51	1.19	53	226	57	19.1	4.8	92.7	703		0
	평균	1.17	51	1.19	53	215	56	18.2	4.7	90.8	668	96	1
아세15호	1	1.17	51	1.21	55	236	55	19.3	4.8	97.9	730		3
	2	1.17	51	1.20	54	246	56	19.4	4.8	99.0	818		0
	3	1.17	51	1.22	56	249	59	20.2	5.0	100.0	831		0
	평균	1.17	51	1.21	55	244	56	19.6	4.9	99.0	793	114	1
LSD(5%)										-----		163	
CV										-----		12.8	

○ 캄보디아 공시('17. 9월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 45~49일의 범위로 LVN10의 53일과 CP888의 52일 보다 모두 빨랐음.
- 착수고율은 44-59%의 범위로 LVN10과 CP888 보다 같거나 낮은 수준이었음
- 수량성은 아세13호가 963kg/10a로 가장 많았으며, 베트남 표준품종인 LVN10보다 모두 월등히 많았으며, 아세9호, 아세11호, 아세13호, 아세20호, 아세21호 등은 캄보디아 표준품종인 CP888보다 많았음

< 캄보디아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(2) ('17. 9월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성(kg/10a)			깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
											종실중	지수1	지수2			
LVN10	1	7.21	52	7.23	54	179	53	16.2	4.2	90.1	448			3	0	1
	2	7.20	51	7.22	53	207	55	17.3	4.4	79.6	312			3	0	1
	3	7.20	51	7.22	53	206	59	16.4	4.6	87.2	567			3	0	1
	평균	7.20	51	7.22	53	197	56	16.6	4.4	85.7	442	100	59	3	0	1
CP888	1	7.18	49	7.20	51	195	60	16.9	4.3	90.0	670			3	2	1
	2	7.18	49	7.20	51	210	58	17.0	4.5	86.5	769			1	1	1
	3	7.19	50	7.21	52	224	58	16.8	4.5	93.5	820			3	0	1
	평균	7.18	49	7.20	51	210	59	16.9	4.4	90.0	753	170	100	2	1	1
광평옥	1	7.15	46	7.19	50	195	49	16.4	4.5	90.2	464			5	0	1
	2	7.15	46	7.18	49	193	48	16.1	4.6	90.1	407			3	0	2
	3	7.15	46	7.17	48	225	52	16.1	4.6	93.2	400			5	0	1
	평균	7.15	46	7.18	49	204	50	16.2	4.5	91.2	423	96	56	4	0	1
아세9호	1	7.13	44	7.15	46	205	43	19.7	4.9	83.3	651			3	0	3
	2	7.14	45	7.15	46	214	43	19.0	5.0	84.7	971			3	0	1
	3	7.13	44	7.14	45	207	46	20.9	5.2	87.1	677			3	0	2
	평균	7.13	44	7.15	46	209	44	19.9	5.0	85.0	766	173	102	3	0	2
아세10호	1	7.13	44	7.14	45	174	51	16.6	4.7	91.5	470			3	2	3
	2	7.13	44	7.14	45	181	50	18.1	4.9	93.9	875			1	0	1
	3	7.13	44	7.14	45	195	60	17.0	4.8	95.9	774			3	0	1
	평균	7.13	44	7.14	45	183	54	17.2	4.8	93.8	706	160	94	2	1	2
아세11호	1	7.17	48	7.18	49	207	57	18.9	5.0	90.5	905			3	0	1
	2	7.16	47	7.17	48	206	56	19.7	5.1	86.8	820			1	0	1
	3	7.15	46	7.16	47	212	56	18.9	4.9	90.0	908			3	0	1
	평균	7.16	47	7.17	48	208	56	19.2	5.0	89.1	878	198	117	2	0	1
아세13호	1	7.16	47	7.18	49	213	50	20.0	5.1	89.0	941			3	0	1
	2	7.16	47	7.17	48	212	52	18.6	5.1	91.9	932			1	0	1
	3	7.16	47	7.17	48	201	54	20.4	5.0	88.2	1015			1	0	1
	평균	7.16	47	7.17	48	209	52	19.7	5.1	89.7	963	218	128	2	0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	이삭	착립	수량성(kg/10a)			깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	직경 (cm)		장률 (%)	중실중	지수1			
아세15호	1	7.16	47	7.18	49	227	50	19.8	4.7	96.5	747			3	0	6
	2	7.16	47	7.17	48	209	50	18.9	4.7	96.3	719			3	0	1
	3	7.15	46	7.16	47	226	53	19.2	4.6	93.7	686			3	0	3
	평균	7.16	47	7.17	48	221	51	19.3	4.7	95.5	717	162	95	3	0	3
아세16호	1	7.13	44	7.14	45	198	50	16.3	4.7	92.5	655			3	0	2
	2	7.14	45	7.15	46	192	54	16.3	4.8	93.9	692			3	0	1
	3	7.14	45	7.15	46	201	53	17.0	4.8	93.5	651			3	0	1
	평균	7.14	45	7.15	46	197	52	16.5	4.7	93.3	666	150	88	3	0	1
아세17호	1	7.14	45	7.16	47	211	57	15.1	4.8	90.8	626			3	0	2
	2	7.15	46	7.16	47	211	54	14.6	4.8	89.7	690			1	0	1
	3	7.14	45	7.15	46	215	56	15.5	4.8	90.9	923			1	0	1
	평균	7.14	45	7.16	47	212	56	15.1	4.8	90.5	747	169	99	2	0	1
아세18호	1	7.17	48	7.19	50	211	57	17.7	5.1	95.4	730			1	0	1
	2	7.18	49	7.19	50	202	57	17.9	5.0	93.9	747			1	0	1
	3	7.16	47	7.17	48	222	62	18.5	4.9	92.4	782			1	0	1
	평균	7.17	48	7.18	49	212	59	18.0	5.0	93.9	753	170	100	1	0	1
아세19호	1	7.13	44	7.15	46	187	57	16.9	4.7	89.9	633			3	0	1
	2	7.13	44	7.14	45	182	53	17.7	4.9	87.6	760			1	1	1
	3	7.13	44	7.14	45	183	54	17.5	4.8	89.1	738			5	0	1
	평균	7.13	44	7.14	45	184	55	17.4	4.8	88.9	711	161	94	3	0	1
아세20호	1	7.16	47	7.17	48	204	54	17.2	5.3	85.4	901			3	2	1
	2	7.16	47	7.17	48	203	50	17.8	5.4	85.4	855			1	0	1
	3	7.16	47	7.17	48	196	51	16.1	5.1	87.6	785			1	0	1
	평균	7.16	47	7.17	48	201	52	17.0	5.3	86.1	847	191	112	2	1	1
아세21호	1	7.17	48	7.19	50	207	58	18.5	5.0	87.0	747			3	0	1
	2	7.16	47	7.17	48	203	57	18.4	5.0	89.0	892			1	0	1
	3	7.16	47	7.17	48	201	56	19.0	5.1	92.1	908			3	0	1
	평균	7.16	47	7.18	49	204	57	18.6	5.0	89.4	849	192	113	2	0	1
LSD(5%)											164					
CV											13.4					



<캄보디아 지적공시 교잡계(17.3월 수확)> <캄보디아 지적공시 교잡계(17.9월 수확)>

(2). 인도네시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 인도네시아 족자카르타
- 파종일 : 2016. 11. 27('17. 3월 수확), 2017. 5. 30('17. 9월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm('17. 3월 수확), 75×25cm('17. 9월 수확)
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종 :
 - '17. 3월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 및 11 교잡계
 - '17. 9월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 및 12 교잡계

(나) 시험결과

- 인도네시아 공시('17. 3월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 47~56일의 범위로 P21의 53일과 비슷한 경향임. 육성 교잡계 중 아세7호의 출사일수가 가장 짧았음
 - 착수고율은 27-42%의 범위로 대체로 낮은 수준이었음
 - 수량성은 아세5호, 아세12호와 아세14호, 아세15호가 P21보다 많았으며, 특히 아세12호와 아세14호는 녹병과 노균병에도 강하여 유망시 되었음
 - 아세11호와 아세13호는 발아율 저하로 수량을 얻지 못하였음

< 인도네시아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(1) ('17. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성(kg/10a)		녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수		
P21	1	1.24	50	1.26	52	296	45	18.6	5.3	96.8	636		3	0
	2	1.24	50	1.25	51	293	32	19.2	5.3	95.8	821		5	0
	3	1.26	52	1.29	55	293	39	19.2	5.3	96.8	684		3	0
	평균	1.25	51	1.27	53	294	39	19.0	5.3	96.5	714	100	4	0
광평옥	1	1.24	50	1.27	53	283	43	14.0	4.4	95.7	315		3	0
	2	1.24	50	1.27	53	272	29	17.4	4.6	93.7	484		5	0
	3	1.21	47	1.23	49	296	28	16.2	4.4	95.1	-		7	0
	평균	1.23	49	1.26	52	284	33	15.9	4.5	94.8	399	56	5	0
BISI-2	1	1.28	54	1.28	54	297	48	18.9	4.2	92.6	774		3	0
	2	1.26	52	1.30	56	301	42	21.1	4.6	96.7	608		3	0
	3	1.31	57	1.30	56	308	36	20.0	4.6	92.0	713		5	0
	평균	1.28	54	1.29	55	302	42	20.0	4.5	93.8	698	98	4	0
아세4호	1	1.24	50	1.24	50	297	42	18.4	4.1	98.9	748		3	0
	2	1.26	52	1.28	54	300	29	18.8	4.2	97.3	542		7	0
	3	1.25	51	1.26	52	295	37	18.6	4.2	98.9	567		7	0
	평균	1.25	51	1.26	52	297	36	18.6	4.2	98.4	619	87	6	0
아세5호	1	1.21	47	1.21	47	278	23	20.3	4.6	98.5	615		3	0
	2	1.24	50	1.25	51	270	25	20.8	5.0	99.0	853		5	0
	3	1.23	49	1.26	52	263	33	20.4	4.8	7.8	892		5	0
	평균	1.23	49	1.24	50	270	27	20.5	4.8	68.5	787	110	4	0

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성(kg/10a)		녹병 (0-9)	노균 병 (0-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수		
아세7호	1	1.20	46	1.20	46	262	62	19.6	4.6	94.9	679		5	0
	2	1.22	48	1.22	48	248	29	19.4	4.9	94.3	1,014		5	0
	3	1.20	46	1.20	46	268	30	16.0	4.4	94.6	357		5	0
	평균	1.21	47	1.21	47	259	40	18.3	4.6	94.6	684	96	5	0
아세9호	1	1.23	49	1.23	49	257	31	20.6	5.3	96.1	728		5	0
	2	1.22	48	1.22	48	264	29	19.9	5.2	96.5	598		5	0
	3	1.22	48	1.23	49	276	34	20.6	5.2	93.2	847		7	0
	평균	1.22	48	1.23	49	266	31	20.4	5.2	95.3	724	101	6	0
아세10호	1	1.21	47	1.21	47	244	39	20.0	4.8	100.0	704		5	0
	2	1.22	48	1.22	48	241	32	19.8	4.4	94.9	582		5	0
	3	1.23	49	1.23	49	248	36	19.7	4.4	96.4	544		7	0
	평균	1.22	48	1.22	48	244	36	19.8	4.5	97.1	610	85	6	0
아세11호	1	2.03	60	1.30	56	293	35	-	-	-	120		1	0
	2	1.26	52	1.28	54	275	33	-	-	-	106		-	0
	3	2.02	59	2.02	59	285	33	-	-	-	50		-	0
	평균	1.31	57	1.30	56	284	34	-	-	-	92	13	1	0
아세12호	1	1.26	52	1.27	53	264	37	20.0	4.6	94.0	1,007		1	0
	2	1.26	52	1.20	46	263	42	19.1	4.7	95.3	771		3	0
	3	1.27	53	1.29	55	291	38	19.8	4.9	94.9	744		1	0
	평균	1.26	52	1.25	51	273	39	19.6	4.7	94.7	841	118	2	0
아세13호	1	1.29	55	1.29	55	256	29	20.2	4.8	91.6	170		3	0
	2	1.29	55	1.28	54	274	39	20.8	4.8	83.7	262		3	0
	3	1.29	55	1.29	55	274	37	21.6	4.8	90.7	418		3	3
	평균	1.29	55	1.29	55	268	35	20.9	4.8	88.7	283	40	3	1
아세14호	1	1.22	48	1.22	48	273	37	19.2	4.5	98.4	977		1	0
	2	1.26	52	1.29	55	275	42	18.3	4.3	96.7	1,210		1	0
	3	1.29	55	1.29	55	270	39	18.4	4.5	94.6	846		1	0
	평균	1.26	52	1.27	53	273	39	18.6	4.4	96.6	1,011	142	1	0
아세15호	1	1.26	52	1.27	53	288	37	19.8	4.8	99.0	781		1	0
	2	1.26	52	1.30	56	299	40	20.0	4.9	99.0	644		3	3
	3	1.21	47	1.21	47	306	35	20.3	4.7	98.9	766		3	0
	평균	1.24	50	1.26	52	298	37	20.0	4.8	99.0	730	102	2	1
LSD(5%)	-----										196			
CV	-----										19.2			

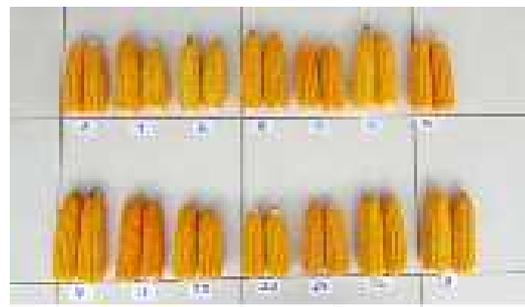
○ 인도네시아 공시('17. 9월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 53~57일의 범위로 LVN10 보다 모두 늦었으며, P21과 비슷한 경향임. 아세10호와 아세19호의 출사일수가 가장 짧았음
- 착수고율은 42-54%의 범위로 LVN10과 P21 비슷한 수준이었음
- 수량성은 아세9호가 843kg/10a로 가장 많았으며, 아세20호가 743kg/10a로 뒤를 이었음.
- 아세11호, 15호, 18호, 21호는 녹병에 강한 것으로 나타났으며, 아세15호는 노균병에 다소 약한 것으로 생각됨

< 인도네시아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(2) ('17. 9월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			깨씨 무늬병 (0-9)	녹병 (0-9)	노균 병 (1-9)
											종실중	지수 LVN10	지수 P21			
LVN10	1	7.27	57	7.30	60	297	44	18.8	86.7	4.7	499			3	3	0
	2	7.26	56	7.29	59	323	52	18.0	83.9	4.5	306			3	3	3
	3	7.24	54	7.26	56	326	53	18.2	86.3	4.6	467			3	5	0
	평균	7.25	55	7.28	58	315	50	18.3	85.6	4.6	424	100	64	3	4	1
P21	1	7.25	55	7.28	58	275	46	18.0	93.9	5.5	610			1	1	0
	2	7.20	50	7.23	53	296	49	17.7	96.6	5.5	687			1	1	0
	3	7.21	51	7.25	55	272	46	18.3	96.7	5.6	682			3	1	0
	평균	7.22	52	7.25	55	281	47	18.0	95.7	5.5	660	156	100	2	1	0
광평옥	1	7.20	50	7.24	54	298	43	17.6	91.4	5.1	630			5	7	0
	2	7.22	52	7.23	53	307	47	16.7	90.4	5.2	602			5	7	0
	3	7.22	52	7.24	54	294	46	17.5	91.4	5.1	679			7	7	0
	평균	7.21	51	7.23	53	300	45	17.3	91.1	5.1	637	150	96	6	7	0
아세9호	1	7.20	50	7.24	54	289	44	19.8	90.4	5.3	807			3	5	0
	2	7.21	51	7.27	57	283	41	20.3	89.1	5.4	846			3	5	0
	3	7.18	48	7.26	56	301	40	19.9	91.8	5.4	874			5	3	3
	평균	7.19	50	7.26	56	291	42	20.0	90.4	5.3	843	199	128	4	4	1
아세10호	1	7.18	48	7.23	53	274	45	17.0	89.4	5.2	668			3	1	0
	2	7.19	49	7.23	53	269	43	17.4	92.5	5.2	678			3	5	0
	3	7.20	50	7.22	52	262	42	17.4	92.0	5.2	691			5	3	0
	평균	7.19	49	7.23	53	268	43	17.3	91.3	5.2	679	160	103	4	3	0
아세11호	1	7.24	54	7.29	59	285	52	20.3	87.7	5.2	640			3	1	0
	2	7.23	53	7.25	55	307	49	20.4	86.8	5.2	635			3	1	0
	3	7.23	53	7.27	57	309	55	19.6	92.4	5.2	669			3	1	0
	평균	7.23	53	7.27	57	300	52	20.1	89.0	5.2	648	153	98	3	1	0
아세13호	1	7.22	52	7.25	55	286	44	19.9	86.4	5.2	710			1	1	0
	2	7.22	52	7.25	55	284	46	20.0	87.2	5.4	672			3	1	0
	3	7.22	52	7.26	56	297	46	19.5	86.7	5.2	724			3	3	0
	평균	7.22	52	7.25	55	289	45	19.8	86.8	5.2	702	166	106	2	2	0
아세15호	1	7.26	56	7.28	58	279	52	18.3	94.5	4.9	592			1	0	3
	2	7.22	52	7.25	55	305	48	18.7	94.1	5.1	591			1	1	0
	3	7.26	56	7.29	59	324	50	19.0	97.4	4.9	475			3	1	5
	평균	7.24	54	7.27	57	303	50	18.7	95.3	4.9	552	130	84	2	1	3
아세16호	1	7.17	47	7.23	53	267	45	16.6	95.2	5.2	630			3	3	0
	2	7.19	49	7.22	52	272	49	16.5	96.4	5.1	600			5	5	0
	3	7.23	53	7.27	57	289	42	16.0	96.9	5.1	617			5	3	0
	평균	7.19	50	7.24	54	276	45	16.4	96.1	5.1	616	145	93	4	4	0

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			깨씨 무늬병 (0-9)	녹병 (0-9)	노균 병 (1-9)
											중실중	지수 LVN10	지수 P21			
아세17호	1	7.20	50	7.25	55	281	49	17.0	91.8	5.1	638			1	3	0
	2	7.24	54	7.25	55	313	47	16.6	91.0	5.1	670			3	1	0
	3	7.23	53	7.26	56	297	65	17.5	93.2	5.1	736			5	5	0
	평균	7.22	52	7.25	55	297	54	17.0	92.0	5.1	681	161	103	3	3	0
아세18호	1	7.25	55	7.24	54	281	48	18.0	88.9	5.1	513			3	1	0
	2	7.22	52	7.26	56	276	48	18.6	91.9	5.2	663			3	1	0
	3	7.21	51	7.28	58	295	54	17.6	93.8	5.2	595			3	1	0
	평균	7.22	53	7.26	56	284	50	18.1	91.5	5.2	590	139	89	3	1	0
아세19호	1	7.19	49	7.23	53	277	44	18.6	87.6	5.2	717			3	3	0
	2	7.22	52	7.25	55	268	56	18.8	89.9	5.1	715			3	3	0
	3	7.17	47	7.22	52	273	53	17.9	87.7	5.1	699			3	5	0
	평균	7.19	49	7.23	53	273	51	18.4	88.4	5.1	710	167	108	3	4	0
아세20호	1	7.22	52	7.25	55	312	48	19.2	93.2	5.6	760			3	3	0
	2	7.20	50	7.24	54	316	52	18.5	94.0	5.5	749			1	1	0
	3	7.24	54	7.26	56	306	45	18.3	90.2	5.5	721			3	1	0
	평균	7.22	52	7.25	55	311	49	18.7	92.5	5.5	743	175	113	2	2	0
아세21호	1	7.21	51	7.26	56	313	52	18.8	88.8	5.3	629			1	1	0
	2	7.20	50	7.23	53	301	48	19.2	89.6	5.4	776			3	1	0
	3	7.26	56	7.28	58	308	50	19.3	90.1	5.3	700			3	1	0
	평균	7.22	52	7.26	56	307	50	19.1	89.5	5.3	702	165	106	2	1	0
LSD(5%) -----											85					
CV -----											7.8					



<인도네시아 지적공시 교잡계(17.3월 수확)> <인도네시아 지적공시 교잡계(17.9월 수확)>

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우
- 파종일 : 2016. 9. 24('17. 1월 수확), 2017. 2. 15('17. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 :
 - '17. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 및 11 교잡계
 - '17. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 및 12 교잡계

(나) 시험결과

- 베트남 공시('17. 1월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 57~67일의 범위로 LVN10의 68일 보다 빠른 경향임. 육성 교잡계 중 아세11의 출사일수가 가장 짧았음
 - 착수고율은 24-36%의 범위로 대체로 낮은 수준이었음
 - 착립장률은 대체로 낮았으나 아세4호는 96.2%를 보여 공시교잡계중 가장 높았음
 - 수량성은 아세9호, 아세7호와 아세10호의 순으로 많았음
 - 백립중은 대체로 30g을 밑돌았으나 아세13호가 32g으로 가장 많았음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(1)('17. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	도복 (1-9)
												중실중	지수		
LVN10	1	12.03	70	12.05	12.05	72	114	40	15.2	4.6	85.5	409		23.7	1
	2	11.30	67	12.01	12.01	68	138	54	16.6	4.6	90.4	603		26.7	1
	3	11.23	60	11.24	11.27	64	141	49	18.0	5.0	93.3	760		31.0	1
	평균	11.29	66	11.30	12.01	68	131	48	16.6	4.7	89.7	591	100	27.1	1
광평옥	1	11.21	58	11.23	11.24	61	155	20	14.4	4.8	83.3	565		29.0	1
	2	11.21	58	11.23	11.23	60	136	29	13.2	4.8	86.4	620		25.7	3
	3	11.21	58	11.23	11.24	61	118	22	13.6	4.6	85.3	496		29.3	1
	평균	11.21	58	11.23	11.24	61	136	24	13.7	4.7	85.0	560	95	28.0	2
LCH9	1	11.24	61	11.25	11.27	64	131	25	15.0	4.6	80.0	505		32.3	1
	2	11.21	58	11.23	11.23	60	122	32	18.4	5.0	93.5	930		33.0	1
	3	11.21	58	11.23	11.25	62	118	27	15.0	4.8	84.0	571		30.7	1
	평균	11.22	59	11.24	11.25	62	124	28	16.1	4.8	85.8	669	113	32.0	1
아세4호	1	11.21	58	11.23	11.23	60	127	17	15.4	4.2	94.8	514		27.3	1
	2	11.22	59	11.23	11.23	60	139	33	17.0	4.6	100	844		29.0	1

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	착립 장률 (%)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	도복 (1-9)
												종실중	지수		
	3	11.21	58	11.22	11.23	60	105	38	16.0	4.4	93.8	661		29.7	1
	평균	11.22	58	11.23	11.23	60	124	30	16.1	4.4	96.2	673	114	28.7	1
아세5호	1	11.22	59	11.24	11.25	62	105	20	13.2	4.2	81.8	457		24.7	1
	2	11.21	58	11.22	11.23	60	103	32	14.0	4.8	85.7	566		25.7	1
	3	11.22	59	11.23	11.23	60	109	33	14.4	4.4	88.9	423		26.7	1
	평균	11.22	59	11.23	11.24	61	106	28	13.9	4.5	85.5	482	82	25.7	1
아세7호	1	11.19	56	11.21	11.21	58	148	31	16.0	5.0	87.5	742		28.3	1
	2	11.19	56	11.21	11.21	58	132	30	15.6	4.8	92.3	785		32.3	3
	3	11.19	56	11.21	11.21	58	134	29	16.2	5.0	88.9	862		32.0	1
	평균	11.19	56	11.21	11.21	58	138	30	15.9	4.9	89.6	796	135	30.9	2
아세9호	1	11.19	56	11.21	11.20	57	139	40	14.4	5.0	90.3	845		30.3	1
	2	11.20	57	11.22	11.22	59	113	27	15.2	4.8	85.5	928		24.7	3
	3	11.19	56	11.20	11.20	57	138	38	15.6	5.0	92.3	972		28.3	1
	평균	11.19	56	11.21	11.21	58	130	35	15.1	4.9	89.4	915	155	27.8	2
아세10호	1	11.18	55	11.19	11.19	56	131	30	15.4	4.8	89.6	915		35.3	1
	2	11.21	58	11.22	11.22	59	99	14	14.6	4.4	90.4	703		28.7	1
	3	11.18	55	11.19	11.19	56	96	16	14.8	4.4	87.8	726		30.3	1
	평균	11.19	56	11.20	11.20	57	109	20	14.9	4.5	89.3	781	132	31.4	1
아세11호	1	11.24	61	11.24	11.26	63	141	31	16.0	4.8	90.0	731		30.7	1
	2	11.23	60	11.24	11.24	61	104	37	14.0	4.6	90.0	598		29.0	1
	3	11.22	59	11.23	11.24	61	141	40	17.4	4.6	82.8	652		29.7	1
	평균	11.23	60	11.24	11.25	62	129	36	15.8	4.7	87.6	661	112	29.8	1
아세12호	1	11.25	62	11.26	11.27	64	107	23	15.4	5.0	90.9	525		20.0	1
	2	11.22	59	11.24	11.24	61	135	25	16.0	5.2	93.8	950		33.7	1
	3	11.24	61	11.25	11.27	64	124	32	15.2	5.0	92.1	590		32.3	1
	평균	11.24	61	11.25	11.26	63	122	27	15.5	5.1	92.3	688	116	28.7	1
아세13호	1	12.01	68	12.02	12.02	69	54	19	-	-	-	-		-	1
	2	11.21	58	11.22	11.22	59	122	30	17.8	4.8	80.9	844		32.0	1
	3	11.24	61	11.25	11.24	61	98	20	14.8	4.5	78.0	632		32.0	1
	평균	11.25	62	11.26	11.26	63	91	23	16.3	4.7	79.4	738	125	32.0	1
아세14호	1	11.30	67	12.01	12.02	69	90	34	13.4	4.6	92.5	443		26.3	1
	2	11.24	61	11.25	11.26	63	112	40	13.6	4.6	88.2	651		30.0	1
	3	12.01	68	12.02	12.02	69	106	34	14.2	4.6	88.7	449		28.7	1
	평균	11.28	65	11.29	11.30	67	103	36	13.7	4.6	89.8	514	87	28.3	1
아세15호	1	12.01	68	12.03	12.03	70	106	36	14.8	4.6	87.8	506		24.0	1
	2	11.21	58	11.22	11.23	60	94	36	12.0	4.4	100	529		24.3	1
	3	12.01	68	12.02	12.02	69	82	33	14.0	4.4	82.9	421		25.3	1
	평균	11.28	65	11.29	11.29	66	94	35	13.6	4.5	90.2	485	82	24.6	1
LSD(5%) -----												203			
CV -----												18.3			

○ 베트남 공시('17. 7월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 66~73일의 범위로 LVN10의 78일 보다 빠른 경향임. 육성 교잡계 중 아세10의 출사일수가 가장 짧았음
- 착수고율은 38-51%의 범위로 대체로 낮은 수준이었음
- 수량성은 아세13호가 가장 많았고 아세20호와 아세11호의 순으로 많았음
- 착립장률은 대체로 높아 전 공시교잡계가 90% 이상을 보였음
- 백립중은 아세15호와 아세19호가 다소 낮고, 나머지는 30g 이상을 보였음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(2)('17. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			백립중 (0-9)
											종실중	지수 LVN10	지수 LCH9	
LVN10	1	5.02	76	5.05	79	196	50	16.8	89.3	4.0	306			36.9
	2	5.01	75	5.03	77	218	52	17.4	90.8	4.2	500			36.1
	3	5.02	76	5.05	79	183	51	17.8	96.6	4.2	453			36.8
	평균	5.02	76	5.04	78	199	51	17.3	92.2	4.1	420	100	57	36.6
광평옥	1	4.25	69	4.26	70	208	36	15.8	92.4	4.6	686			23.0
	2	4.29	73	4.29	73	191	37	15.2	97.4	4.8	612			34.2
	3	4.26	70	4.27	71	190	36	15.8	98.7	4.8	677			35.1
	평균	4.27	71	4.27	71	196	36	15.6	96.2	4.7	658	157	89	30.8
LCH9	1	4.25	69	4.26	70	204	47	18.8	94.7	4.8	804			36.9
	2	4.25	69	4.26	70	212	49	19.0	97.9	4.6	793			38.7
	3	4.26	70	4.28	72	164	50	17.8	95.5	4.8	623			37.9
	평균	4.25	69	4.27	71	193	49	18.5	96.0	4.7	740	176	100	37.8
아세9호	1	4.20	64	4.21	65	207	38	18.0	95.6	5.0	890			33.2
	2	4.24	68	4.25	69	216	42	18.0	94.4	4.8	495			31.8
	3	4.25	69	4.26	70	176	35	15.2	97.4	4.4	737			31.0
	평균	4.23	67	4.24	68	200	38	17.1	95.8	4.7	707	169	96	32.0
아세10호	1	4.19	63	4.20	64	162	41	16.8	95.2	4.4	766			31.8
	2	4.26	70	4.27	71	160	36	15.0	93.3	4.8	596			28.2
	3	4.20	64	4.20	64	158	38	14.4	94.4	4.4	525			36.8
	평균	4.22	66	4.22	66	160	38	15.4	94.3	4.5	629	150	85	32.2
아세11호	1	4.26	70	4.26	70	198	46	18.4	97.8	5.0	1055			39.8
	2	4.28	72	4.30	74	181	48	19.0	95.8	4.8	756			41.9
	3	4.26	70	4.27	71	181	48	17.6	95.5	4.8	613			36.2
	평균	4.27	71	4.28	72	187	47	18.3	96.4	4.9	808	193	109	39.3
아세13호	1	4.27	71	4.27	71	256	34	17.4	96.6	4.6	925			37.7
	2	4.27	71	4.27	71	190	41	17.2	94.2	4.8	791			35.8
	3	4.24	68	4.25	69	211	41	17.8	96.6	4.8	798			38.5
	평균	4.26	70	4.26	70	219	39	17.5	95.8	4.7	838	200	113	37.3

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			백립중 (0-9)
											종실중	지수 LVN10	지수 LCH9	
아세15호	1	4.27	71	4.30	74	204	48	18.4	96.7	4.6	566			29.2
	2	4.26	70	4.27	71	241	49	18.4	98.9	4.4	634			29.2
	3	4.30	74	5.01	75	174	55	17.0	91.8	4.2	505			29.7
	평균	4.28	72	4.29	73	207	51	17.9	95.8	4.4	569	136	77	29.4
아세16호	1	4.24	68	4.25	69	192	47	15.4	98.7	4.6	581			31.1
	2	4.24	68	4.23	67	206	48	15.4	96.1	4.6	662			40.4
	3	4.22	66	4.22	66	237	40	14.8	93.2	4.6	550			31.2
	평균	4.23	67	4.23	67	212	45	15.2	96.0	4.6	598	142	81	34.2
아세17호	1	4.27	71	4.29	73	185	48	15.2	98.7	4.8	758			32.9
	2	4.22	66	4.23	67	192	47	15.4	94.8	4.4	692			32.4
	3	4.26	70	4.26	70	192	49	14.8	97.3	4.6	721			33.1
	평균	4.25	69	4.26	70	190	48	15.1	96.9	4.6	723	172	98	32.8
아세18호	1	4.26	70	4.26	70	190	50	16.8	95.2	4.8	819			35.2
	2	4.28	72	4.29	73	204	46	16.2	98.8	5.0	749			34.7
	3	4.26	70	4.27	71	198	46	17.2	96.5	4.8	796			36.0
	평균	4.27	71	4.27	71	198	47	16.7	96.8	4.9	788	188	107	35.3
아세19호	1	4.27	71	4.29	73	153	39	15.4	94.8	4.6	639			27.4
	2	4.23	67	4.22	66	190	43	16.6	88.0	4.4	804			
	3	4.27	71	4.28	72	158	39	15.6	91.0	4.6	678			32.3
	평균	4.26	70	4.26	70	167	40	15.9	91.3	4.5	707	168	96	29.8
아세20호	1	4.30	74	5.01	75	207	46	15.2	88.2	4.6	605			40.5
	2	4.27	71	4.28	72	194	38	16.6	98.8	5.2	946			39.1
	3	4.23	67	4.23	67	213	41	18.0	97.8	4.8	883			40.1
	평균	4.27	71	4.27	71	205	42	16.6	94.9	4.9	811	193	110	39.9
아세21호	1	4.25	69	4.25	69	202	48	17.8	96.6	5.0	801			38.3
	2	4.29	73	4.30	74	212	47	16.0	95.0	5.0	723			37.4
	3	4.30	74	5.01	75	152	40	17.4	90.8	4.8	514			39.2
	평균	4.28	72	4.29	73	189	45	17.1	94.1	4.9	680	162	92	38.3
LSD(5%)	-----										199			
CV	-----										17.2			

(4) 한국

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2017. 4. 17
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : LVN10 등 14 교잡계

(나) 시험결과

- 수원 공시 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 82~97일의 범위로 LVN10의 105일 보다 빠르나, 국내 육성 품종인 장다옥과 광평옥에 비하여 모두 늦었음
 - 착수고율은 54-66%의 범위로 국내 육성 품종인 장다옥과 광평옥에 비하여 모두 높았음
 - 육성교잡계는 수원지역에서 생산성이 떨어지나, 아세20호는 장다옥과 대등한 수량성을 보였음.
 - 베트남 표준품종인 LVN10은 출사가 너무 늦어 정상 생육에 무리가 있었음
 - 착립장률은 대체로 높아 전 공시교잡계가 89.7% 이상을 보였음

< 한국 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 >

교잡계명	반복	출용기	출용	화분	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성(kg/10a)		백립	도복
		(월.일)	일수	비산기	(월.일)	일수						(cm)	고율		
LVN10	1	7.20	94	7.21	7.30	104	252	67	16.6	84.3	2.8	42		25.2	1
	2	7.21	95	7.21	-	-	270	-	-	-	-	-		-	-
	3	7.22	96	7.23	7.31	105	283	67	11.2	100.0	2.6	52		19.8	1
	평균	7.21	95	7.22	7.31	105	268	67	13.9	92.2	2.7	47	7	22.5	1
광평옥	1	7.03	77	7.03	7.04	78	241	52	16.6	95.2	4.8	655		26.8	1
	2	7.03	77	7.03	7.04	78	233	54	9.0	93.3	2.6				3
	3	7.03	77	7.04	7.05	79	208	52	16.8	100.0	4.8	797		29.7	1
	평균	7.03	77	7.03	7.04	78	227	53	14.1	96.2	4.1	726	111	28.2	2
장다옥	1	7.02	76	7.03	7.04	78	222	51	21.4	100.0	4.4	662		29.3	1
	2	7.01	75	7.02	7.04	78	216	49	16.4	100.0	4.2	483		20.7	1
	3	7.01	75	7.02	7.03	77	208	49	21.2	100.0	4.8	822		32.8	1
	평균	7.01	75	7.02	7.04	78	215	50	19.7	100.0	4.5	656	100	27.6	1
아세9호	1	7.08	82	7.08	7.08	82	257	55	19.0	100.0	4.6	873		21.6	3
	2	7.08	82	7.08	7.09	83	263	54	20.0	91.0	4.6	331		25.7	3
	3	7.08	82	7.08	7.08	82	259	54	18.0	88.9	4.4	337		19.6	1
	평균	7.08	82	7.08	7.08	82	260	54	19.0	93.3	4.5	514	78	22.3	2
아세10호	1	7.11	85	7.13	7.17	91	261	54	17.2	100.0	4.4	426		33.8	1
	2	7.11	85	7.12	7.18	92	260	54	14.0	91.4	4.0	202		29.5	1

교잡계명	반복	출용기	출용	화분	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성(kg/10a)		백립 중 (g)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	비산기 (월.일)	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중실중	지수		
	3	7.11	85	7.12	7.17	91	231	55	16.2	91.4	4.4	331		33.6	1
	평균	7.11	85	7.12	7.17	91	251	54	15.8	94.3	4.3	320	49	32.3	1
아세11호	1	7.15	89	7.18	7.22	96	301	65	15.2	100.0	4.6	314		34.2	1
	2	7.16	90	7.19	7.23	97	300	64	15.6	89.7	4.4	239		33.3	1
	3	7.17	91	7.18	7.23	97	281	68	15.4	90.9	4.8	363		36.6	1
	평균	7.16	90	7.18	7.23	97	294	66	15.4	93.6	4.6	305	47	34.7	1
아세13호	1	7.13	87	7.14	7.15	89	243	56	20.2	100.0	4.8	520		34.4	1
	2	7.12	86	7.13	7.14	88	245	59	19.0	95.8	4.4	479		32.0	1
	3	7.15	89	7.15	7.15	89	230	57	21.0	88.6	5.0	748		35.2	1
	평균	7.13	87	7.14	7.15	89	239	57	20.1	94.8	4.7	582	89	33.9	1
아세15호	1	7.15	89	7.16	7.19	93	241	69	21.0	100.0	4.8	361		23.9	1
	2	7.13	87	7.15	7.17	91	298	58	20.0	92.0	4.0	426		26.4	1
	3	7.13	87	7.14	7.19	93	258	62	20.8	90.4	4.0	276		23.2	1
	평균	7.14	88	7.15	7.18	92	265	63	20.6	94.1	4.3	354	54	24.5	1
아세16호	1	7.09	83	7.10	7.12	86	266	63	16.0	100.0	4.6	349		25.6	1
	2	7.09	83	7.10	7.10	84	266	61	15.0	90.7	4.4	372		24.6	1
	3	7.08	82	7.08	7.10	84	217	52	14.6	100.0	4.4	419		23.1	1
	평균	7.09	83	7.09	7.11	85	249	59	15.2	96.9	4.5	380	58	24.4	1
아세17호	1	7.15	89	7.17	7.22	96	283	64	16.2	100.0	4.2	414		26.7	1
	2	7.15	89	7.16	7.22	96	285	61	14.0	97.1	4.2	481		26.5	1
	3	7.15	89	7.17	7.22	96	270	61	15.6	92.3	4.6	555		32.6	1
	평균	7.15	89	7.17	7.22	96	279	62	15.3	96.5	4.3	483	74	28.6	1
아세18호	1	7.15	89	7.16	7.21	95	262	65	12.6	95.2	4.2	209		24.2	1
	2	7.15	89	7.15	7.20	94	261	63	15.0	78.7	4.8	222		31.7	1
	3	7.15	89	7.16	7.21	95	269	64	12.2	95.1	4.6	290		33.4	1
	평균	7.15	89	7.16	7.21	95	264	64	13.3	89.7	4.5	240	37	29.8	1
아세19호	1	7.09	83	7.10	7.12	86	209	62	16.4	107.3	4.4	708		33.5	1
	2	7.08	82	7.08	7.10	84	239	58	16.6	88.0	4.4	710		30.8	1
	3	7.08	82	7.08	7.11	85	218	61	16.2	91.4	4.4	324		29.6	1
	평균	7.08	82	7.09	7.11	85	222	60	16.4	95.5	4.4	581	89	31.3	1
아세20호	1	7.12	86	7.13	7.15	89	248	58	19.6	89.8	5.0	954		34.7	1
	2	7.12	86	7.13	7.15	89	279	53	18.0	100.0	4.8	499		30.6	1
	3	7.12	86	7.13	7.15	89	263	55	18.2	90.1	4.8	615		29.0	1
	평균	7.12	86	7.13	7.15	89	264	55	18.6	93.3	4.9	689	105	31.4	1
아세21호	1	7.15	89	7.18	7.22	96	285	66	21.8	100.0	4.4	331		32.8	1
	2	7.15	89	7.16	7.22	96	296	66	17.0	90.6	4.2	404		33.5	1
	3	7.17	91	7.20	7.23	97	271	63	21.4	86.9	4.8	418		30.9	1
	평균	7.16	90	7.18	7.22	96	284	65	20.1	92.5	4.5	384	59	32.4	1
LSD(5%)	-----											248			
CV	-----											32.7			

바. 식용팥옥수수 현지적응성 시험

(1) 시험재료 파종

- 시험목적 : 한국에서 육성된 찰옥수수 및 단옥수수 품종의 동남아시아 적응성 검정을 통해 식용 팥옥수수 품종의 수출 가능성을 검토
- 시험장소 : 동치우, 베트남
- 파종일 : 2017. 9.12.
- 재배방법 : 베트남 현지 팥옥수수 재배법에 준하여 재배
 - 재식거리 : 70×25cm(5,700주/10a)
 - 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - * 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : 14 품종 및 교잡계 (찰옥수수 6품종 1교잡계, 단옥수수 7품종)
 - 찰옥수수 : MX68(베트남), 일미찰, 찰옥4호, 얼룩찰1호, 흑진주찰, 황미찰, 수원찰77호(한국)
 - 단옥수수 : LS38(베트남), 고당옥, 고당옥1호, KR2091(한국), Ormataram, Orrangga(인도), 3511R(미국)

(2) 시험결과

- 찰옥수수
 - 국내 육성 찰옥수수 품종들은 출사일수가 43~48일로 베트남 대비품종 MX68에 비해 7~12일 빠르며, 수확일수도 81일인 MX68 대비 4~12일 빨랐음
 - 국내 육성 품종들은 수확시기가 빠름에도 불구하고 이삭길이는 흑진주찰을 제외하고 19~20cm로 베트남 품종과 비슷하며, 일미찰과 찰옥4호는 착립장율이 95% 이상으로 베트남 품종 83%에 비해 매우 높아 이삭상품성이 매우 우수한 것으로 나타남
 - 생육후기에 녹병이나 깨씨무늬병은 베트남 품종에 비해 약한 것으로 나타났으나, 팥옥수수에서는 생육후기의 병은 수량이나 상품성에 크게 영향을 주지 않음
 - 이삭 수량성에 있어서도 베트남 품종에 비해 일미찰과 찰옥4호는 50% 이상의 다수성을 나타내어 베트남 현지에서의 적응성이 우수한 것으로 판명됨, 추후 재배조건이 좋은 전기작에서의 재배시험, 채종시험 및 베트남 저위도지역, 캄보디아, 인도네시아 등지에서의 현지적응성 시험 등이 추가로 이루어져야 할 것임

< 찰옥수수 주요 생육특성 및 수량성(베트남) >

품종명	출사일수 (일)	수확일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	깨씨 무늬 병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	이삭특성			수량성			
								길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	이삭수 (개/10a)	지수	이삭중 (kg/10a)	지수
MX68 (베트남)	55	81	140	44	1	1	1	19.0	83	5.0	3,464	100	834	100
일미찰	43	69	122	39	3	3	1	20.3	95	5.0	5,196	150	889	107
찰옥4호	43	69	145	66	3	3	1	19.7	98	5.0	5,196	150	1,050	126
얼룩찰1호	48	69	124	47	2	2	1	20.7	90	4.7	5,196	150	941	113

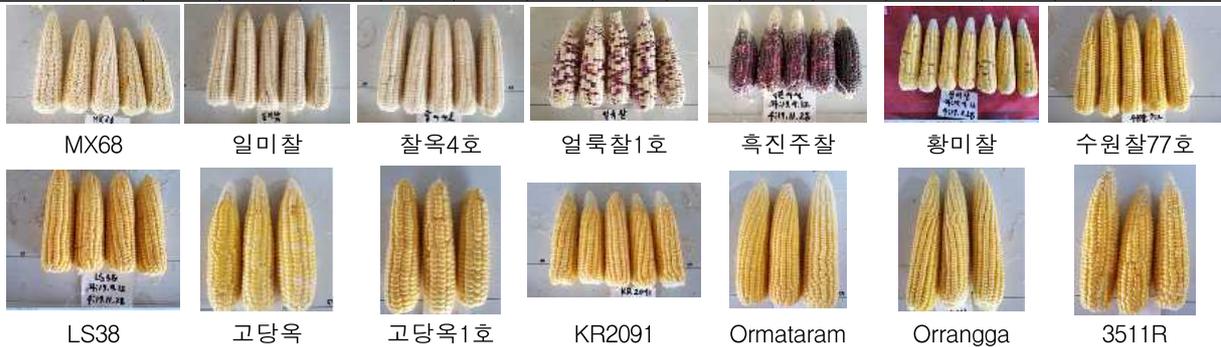
품종명	출사 일수 (일)	수확 일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	깨씨 무늬 병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	이삭특성			수량성			
								길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	이삭수 (개/10a)	지수	이삭중 (kg/10a)	지수
흑진주찰	48	77	86	32	2	2	1	13.4	78	4.0	4,114	119	313	38
황미찰	46	69	123	35	3	3	1	18.0	85	4.3	5,196	150	701	84
수원찰77호	48	69	158	68	3	3	1	19.3	92	4.3	5,196	150	722	87

○ 단·초당옥수수

- sugary enhancer 타입의 고당옥과 고당옥1호는 베트남 육성품종인 초당옥수수 LS38에 비해 수확일수는 12일 정도 빠르나 이삭길이와 직경이 15.7cm로 LS38의 18cm에 비해 작고 직경도 고당옥은 3cm 밖에 되지 않아 이삭수량이 LS38 대비 매우 낮게 나타났음
- 베트남 현지적응을 위해서는 국내에서 육성 시 shrunken 타입의 초당옥수수 중만숙종으로 품종을 개발하는 것이 현지적응성을 높이고 현지 소비자 기호에 맞출 수 있을 것으로 판단됨

< 단옥 및 초당옥수수 주요 생육특성 및 수량성(베트남) >

품종명	구분	출사 일수 (일)	수확 일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	이삭특성			수량성			
								길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	이삭수 (개/10a)	지수	이삭중 (kg/10a)	지수
LS38 (베트남)	초당	51	77	136	32	1	1	18.0	89	4.0	4,330	100	1,131	100
고당옥	단옥	43	65	125	23	2	1	15.7	89	3.0	3,897	90	416	37
고당옥1호	단옥	41	65	113	29	2	1	15.7	94	4.0	5,196	120	497	44
KR201	초당	55	77	142	33	1	1	18.2	86	4.0	4,330	100	878	78
Ormataram (인도)	초당	54	77	166	51	1	1	19.7	92	4.0	5,196	120	1,095	97
Orrangga (인도)	초당	50	77	175	54	1	1	22.3	84	4.0	5,196	120	665	59
3511R (미국)	초당	43	65	113	27	1	1	19.0	81	4.0	5,196	120	678	60



<국내육성 풋옥수수 베트남 현지적응시험 이삭형태>

사. 지역적응시험 교잡계의 품질 특성

- 2017년 1월 베트남 수확 교잡계의 품질특성은 다음과 같다. 조단백질의 범위는 7.8~10.1%의 범위였으며, 전분함량은 61.0~72.1%의 범위였음. 불포화 지방산 비율은 79.3~84.2% 범위였음.
- 2017년 3월 캄보디아 수확 교잡계의 품질특성은 조단백질이 9.3~13.3%의 범위였으며, 전분함량은 59.4~71.1%의 범위였음. 불포화 지방산 비율은 79.8~84.0% 범위였음
- 2017년 3월 인도네시아 수확 교잡계의 품질특성은 조단백질이 8.3~12.03%의 범위였으며, 전분함량은 63.5~76.8%의 범위였음. 불포화 지방산 비율은 79.8~83.4% 범위였음
- 2017년 9월 캄보디아 수확 교잡계의 품질특성은 조단백질이 9.3~12.2%의 범위였으며, 전분함량은 61.5~69.7%의 범위였음. 불포화 지방산 비율은 75.9~80.9% 범위였음
- 2017년 9월 인도네시아 수확 교잡계의 품질특성은 조단백질이 6.5~9.8%의 범위였으며, 전분함량은 66.9~79.3%의 범위였음. 불포화 지방산 비율은 80.2~83.3% 범위였음
- 지역별 수확시기별 품질 특성이 다른 경향을 보였으나, 대체로 단백질함량이 가장 높은 교잡계는 아세15호와 아세18호였으며, 전분함량은 아세5, 7, 9, 10, 12, 13호 등이 높았음. 불포화지방산은 아세7호와 아세9호가 가장 높았음

< 지역적응시험 공시 교잡계의 품질 특성 >

구분	교잡계명	조단백질 (%)	전 분 (%)	지방산 조성(%)	
				포 화	불포화
베트남 (‘17.1월수확)	LVN10	8.7	71.1	17.9	82.1
	광평옥	8.8	71.3	17.3	82.7
	LCH9	8.2	69.7	19.3	80.7
	아세4호	8.8	68.6	16.7	83.3
	아세5호	7.8	71.0	18.8	81.2
	아세7호	7.9	71.3	15.8	84.2
	아세9호	8.5	70.3	16.5	83.5
	아세10호	9.5	69.2	16.4	83.6
	아세11호	8.7	68.2	18.6	81.4
	아세12호	8.6	70.4	20.7	79.3
	아세13호	7.8	71.5	18.0	82.0
	아세14호	8.9	66.7	19.9	80.1
	아세15호	10.1	63.6	20.2	79.8

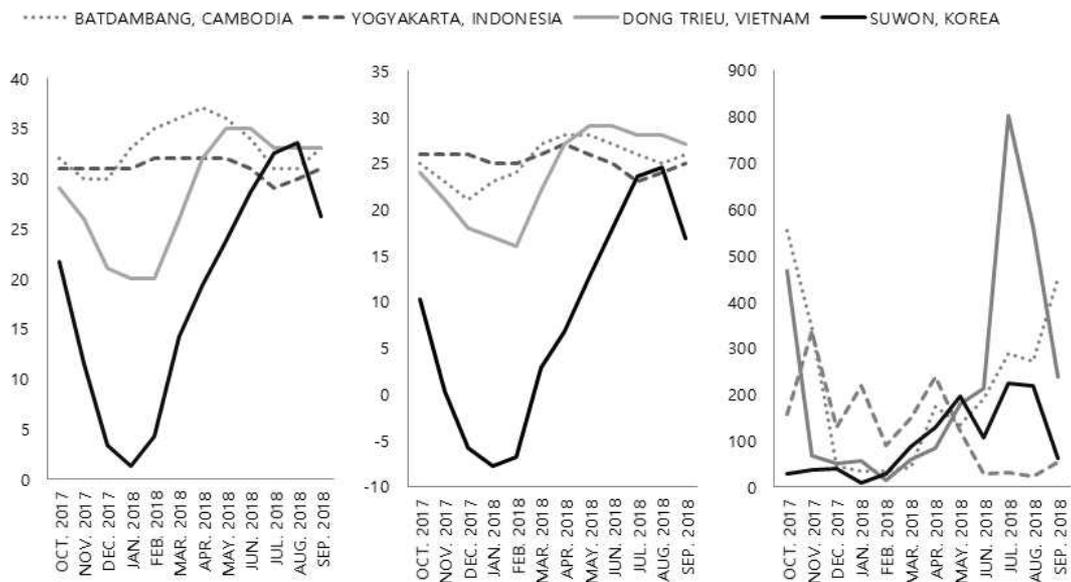
구분	교잡계명	조단백질 (%)	전 분 (%)	지방산 조성(%)	
				포 화	불포화
캄보디아 (‘17.3월수확)	CP888	9.3	62.2	18.5	81.5
	광평옥	9.7	68.6	17.0	83.0
	B30	12.5	61.2	17.6	82.4
	아세4호	10.5	66.2	18.1	81.9
	아세5호	11.4	71.1	17.5	82.5
	아세7호	10.0	69.1	16.0	84.0
	아세9호	11.0	69.2	16.9	83.1
	아세10호	12.3	67.8	18.3	81.7
	아세11호	12.9	65.5	19.1	80.9
	아세12호	11.7	65.3	20.2	79.8
	아세13호	11.8	63.8	17.3	82.7
	아세14호	13.3	64.1	19.2	80.8
	아세15호	13.2	59.4	19.0	81.0
인도네시아 (‘17.3월수확)	P21	9.0	73.1	19.2	80.8
	광평옥	9.5	74.8	20.2	79.8
	BISI-2	9.3	72.2	17.5	82.5
	아세4호	10.0	70.0	17.6	82.4
	아세5호	8.5	74.6	19.5	80.5
	아세7호	8.3	76.8	17.0	83.0
	아세9호	7.9	76.1	16.6	83.4
	아세10호	10.2	69.6	16.9	83.1
	아세11호	11.0	67.1	17.9	82.1
	아세12호	9.8	68.1	18.1	81.9
	아세13호	9.4	69.4	16.5	83.5
	아세14호	12.0	63.5	19.8	80.2
아세15호	9.2	71.0	19.1	80.9	
캄보디아 (‘17.9월수확)	LVN10	12.1	62.6	24.1	75.9
	CP888	11.1	64.1	22.2	77.8
	광평옥	9.3	69.7	20.7	79.3
	아세9호	10.0	66.8	19.1	80.9
	아세10호	10.1	66.6	19.2	80.8
	아세11호	11.1	62.6	21.3	78.7
	아세13호	10.0	68.2	20.4	79.6
	아세15호	12.2	61.6	20.8	79.2
	아세16호	11.3	65.8	21.2	78.8
	아세17호	9.6	67.6	19.8	80.2
	아세18호	12.2	62.3	20.7	79.3
	아세19호	9.9	68.8	19.3	80.7
	아세20호	10.4	68.0	20.9	79.1
아세21호	10.5	61.5	23.7	76.3	

구분	교잡계명	조단백질 (%)	전 분 (%)	지방산 조성(%)	
				포 화	불포화
인도네시아 ('17.9월수확)	LVN10	8.2	71.7	19.4	80.6
	P21	9.0	74.3	19.5	80.5
	광평옥	8.1	74.1	17.4	82.6
	아세9호	6.2	76.0	16.9	83.1
	아세10호	8.2	79.3	17.0	83.0
	아세11호	7.6	75.2	17.8	82.2
	아세13호	6.5	78.8	17.1	82.9
	아세15호	9.8	66.9	17.7	82.3
	아세16호	9.4	71.2	19.8	80.2
	아세17호	8.2	72.8	19.4	80.6
	아세18호	9.6	68.4	18.9	81.1
	아세19호	9.0	72.6	19.6	80.4
	아세20호	8.5	70.6	16.7	83.3
	아세21호	7.7	74.9	18.1	81.9

2. 2차년도 (2018년) 연구수행 내용 및 결과

가. 시험지 및 시험기간 중의 기상

- 캄보디아 바탐방 : 최고기온은 연중 30~37℃ 범위로 3~6월경이 가장 높았으며, 최저기온은 연중 25℃ 내외이나 11~1월이 가장 낮았음. 우기와 건기가 뚜렷하여 강우량은 12~5월이 적었고, 10~11월과 6월 이후가 많았음
- 인도네시아 요그야카르타 : 최고기온은 연중 29~32℃ 범위로 변화가 적었으나 7월이 가장 낮았으며, 최저기온은 8월경이 가장 낮았으나 최고기온과 마찬가지로 월별 차이는 크지 않았음. 우기와 건기가 뚜렷하였으나 캄보디아와는 반대로 강우량은 10~5월이 많았고, 6~9월이 적었음
- 베트남 동치우 : 최고기온은 20~35℃ 범위로 5~10월경이 가장 높았으며, 최저기온은 16~29℃ 범위로 11~4월경이 가장 낮았음. 강우량은 7~10월이 많아 특히, 8월에 집중되었고, 2월이 가장 적었음
- 한국 수원 : 최고기온과 최저기온의 월별 차이가 가장 컸으며, 강우량은 7~8월에 집중되었으나 평년 보다는 적은 경향이었음.



출처: <http://www.weather.go.kr/weather>, <https://www.worldweatheronline.com>

< 2018년 시험지별 연간 기상 >

나. 유전자원 특성조사

(1) 시험재료 파종

- 시험재료 : 열대지역 적응 육성 자원 69 계통
- 시험장소 : 베트남 동치우 소재 옥수수 육종 포장(아시아종묘(주))
- 파종일자 : 2017. 9. 12(2018. 1월 수확), 2018. 2. 6(2018. 7월 수확)

○ 재식거리 : 70×25cm

○ 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a

- 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

(2) 시험결과

○ 1월 수확 유전자원의 출사기는 11.05-11.12의 범위였으며, 7월 수확 자원은 4.25-5.08 범위였음

○ 1월 수확자원의 간장은 85-180cm, 7월 수확 자원은 63-153으로 7월 수확자원의 간장이 다소 짧았음

○ 착수고율과 이삭길이는 7월 수확자원이 다소 낮거나 짧은 경향이었음.

○ 립색은 orange yellow가 주종을 이루고, 립형은 대부분 flint형이었음

○ 생육 특성이 양호한 16VL003등의 계통은 신규 교잡계 양성 등을 위한 육종 재료로 활용하였음

< 2018년 유전자원 생육특성 요약 >

구 분	1월 수확		7월 수확	
	범위	평균	범위	평균
출사일(월.일)	11.05 - 11.12	-	4.25 - 5.08	-
간장(cm)	85 - 180	125	63 - 153	118
착수고율(%)	31 - 64	46	28 - 52	40
이삭길이(cm)	10.2 - 18.2	14.0	10.3 - 16.0	13.3

< 2018년 유전자원 생육특성 >

계통명	출용기 (월.일)		출사기 (월.일)		간장 (cm)		착수고율 (%)		이삭길이 (cm)		이삭색 (W/Y/O)		립형 (D/F)		비고
	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	
16VL001	11.07	-	11.09	-	85	-	39	-	-	-	-	-	-	-	
16VL002	11.05	4.24	11.07	4.26	100	104	37	41	13.8	13.3	O	OY	F	F	
16VL003	-	4.25	-	4.27	-	106	-	28	-	14.3	-	OY	-	F	양호
16VL004	11.07	5.02	11.09	5.05	137	119	38	34	11.6	12.3	Y	OY	F	F	
16VL005	-	4.30	-	5.02	-	116	-	31	-	13.3	-	Y	-	F	
16VL006	-	4.28	-	4.29	-	132	-	45	-	11.7	-	Y	-	I	
16VL008	11.05	4.23	11.07	4.25	107	95	46	38	13.4	13.3	O	OY	F	F	
16VL009	11.05	4.23	11.07	4.25	110	97	38	38	12.6	10.3	O	OY	F	F	
16VL010	11.05	4.28	11.07	4.30	93	63	47	37	10.2	-	Y	-	F		
16VL011	11.05	4.23	11.07	4.25	127	117	54	40	15.0	13.0	O	OY	F	F	
16VL012	11.04	4.28	11.06	4.30	129	103	50	47	13.6	12.3	O	OY	SF	I	

계통명	출용기 (월.일)		출사기 (월.일)		간장 (cm)		착수고율 (%)		이삭길이 (cm)		이삭색 (W/Y/O)		립형 (D/F)		비고
	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	
16VL0013	11.05	-	11.06	-	109	-	31	-	-	-	-	-	-	-	
16VL0014	11.05	4.28	11.06	4.30	99	139	49	35	11.2	12.7	O	OY	F	F	
16VL0015	11.07	4.28	11.08	4.30	85	128	35	41	13.8	13.0	Y	OY	F	F	
16VL0016	11.07	5.01	11.08	5.03	97	131	52	44	-	11.3	-	Y	-	F	수염색분리
16VL0017	11.07	5.03	11.09	5.05	119	146	39	38	13.6	16.0	O	OY	F	F	양호
16VL0018	11.05	4.25	11.06	4.27	89	90	37	38	13.2	12.3	O	OY	F	F	
16VL0020	11.09	5.05	11.11	5.08	138	109	64	35	18.2	13.3	O	Y	F	F	
16VL0021	11.05	4.29	11.08	5.01	130	114	46	39	13.4	12.0	O	OY	F	F	
16VL0022	11.04	4.30	11.06	5.02	157	145	57	48	13.6	12.7	O	OY	F	I	
16VL0023	11.06	-	11.07	-	178	-	47	-	-	-	-	-	-	-	
16VL0024	11.06	4.28	11.07	4.30	127	101	56	48	11.6	10.7	Y	OY	SF	F	
17VL01	11.08	4.26	11.09	4.28	149	126	42	40	14.0	15.0	O	OY	F	F	
17VL02	11.08	5.03	11.10	5.05	180	131	41	38	14.6	14.0	O	OY	SF	SF	
17VL03	11.10	-	11.12	-	155	-	52	-	-	-	-	-	-	-	
17VL04	11.07	4.26	11.08	4.28	113	109	54	39	12.8	11.7	O	OY	F	F	
17VL05	11.06	4.24	11.08	4.26	131	109	43	42	13.2	11.3	O	OY	F	F	양호
17VL06	11.06	4.26	11.08	4.28	129	126	44	48	13.2	13.0	Y	OY	F		
17VL07	11.05	4.26	11.06	4.28	110	130	43	35	17.3	11.3	Y	OY	SF		
17VL08	11.08	4.24	11.10	4.26	144	121	45	36	15.8	14.7	O	OY	F	F	양호
17VL09	11.05	4.26	11.07	4.28	170	140	53	37	16.6	14.0	O	OY	F	F	양호
17VL10	11.08	-	11.10	-	116	-	45	-	-	-	-	-	-	-	
17VL11	11.06	-	11.08	-	111	-	39	-	-	-	-	-	-	-	
17VL12	11.07	-	11.09	-	152	-	38	-	-	-	-	-	-	-	
17VL13	11.10	5.03	11.12	5.05	107	143	38	37	17.0	14.0	O	OY	F	F	
17VL14	11.08	-	11.09	-	124	-	48	-	-	-	-	-	-	-	
17VL15	11.08	-	11.10	-	122	-	44	-	-	-	-	-	-	-	
17VL16	11.08	5.03	11.10	5.05	115	127	40	111	12.0	13.3	Y	OY	F	F	
17VL17	11.08	-	11.10	-	106	-	49	-	-	-	-	-	-	-	
17VL18	11.03	4.27	11.05	4.28	113	111	35	32	14.4	15.7	O	OY	F	F	
17VL19	11.04	-	11.07	-	111	-	41	-	-	-	-	-	-	-	
17VL20	11.04	4.26	11.07	4.27	113	120	46	32	15.4	15.7	O	OY	F	SF	
17VL21	11.04	4.25	11.07	4.26	122	108	52	34	16.2	14.0	O	OY	F	SF	
17VL22	11.04	-	11.07	-	137	-	44	-	-	-	-	-	-	-	
17VL23	11.05	4.27	11.08	4.28	123	107	44	33	14.6	14.3	O	OY	F	F	양호
17VL24	11.06	4.30	11.08	5.02	119	120	42	40	11.6	13.7	O	OY	F	F	
17VL25	11.08	-	11.08	-	164	-	48	-	-	-	-	-	-	-	
17VL26	11.06	4.23	11.08	4.25	126	117	57	34	15.2	14.0	O	OY	F	-	
17VL27	11.06	-	11.08	-	172	-	58	-	-	-	-	-	-	-	
17VL28	11.06	-	11.08	-	157	-	52	-	-	-	-	-	-	-	
17VL29	11.05	4.25	11.07	4.27	129	125	39	41	15.2	14.0	O	OY	F	SF	양호

계통명	출용기 (월.일)		출사기 (월.일)		간장 (cm)		착수고율 (%)		이삭길이 (cm)		이삭색 (W/Y/O)		립형 (D/F)		비고
	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	1월 수확	7월 수확	
17VL30	11.05	4.26	11.07	4.28	127	112	45	38	14.4	12.3	O	OY	SF	SF	
17VL31	11.07	5.02	11.10	5.04	122	111	43	45	13.0	12.7	Y	OY	F	F	
17VL32	11.05	4.24	11.08	4.26	131	118	56	51	16.4	15.7	O	OY	F	F	분리
17VL33	11.07	5.01	11.10	5.03	145	130	46	52	14.4	14.7	O	Y	F	F	양호
17VL34	11.06	5.02	11.08	5.04	167	153	48	48	11.8	12.0	O	OY	F	F	양호
17VL35	11.06	4.30	11.08	5.02	140	131	51	50	15.2	13.3	O	OY	F	F	
17VL36	11.07	-	11.09	-	120	-	45	-	-	-	-	-	-	-	
17VL37	11.06	-	11.08	-	109	-	53	-	-	-	-	-	-	-	
17VL38	11.05	-	11.07	-	100	-	43	-	-	-	-	-	-	-	
17VL39	11.06	5.02	11.08	5.04	112	114	45	39	15.6	15.3	O	OY	F	F	
17VL40	11.04	-	11.06	-	140	-	47	-	-	-	-	-	-	-	
17VL41	11.07	5.05	11.09	5.07	99	103	57	52	13.8	14.0	O	OY	F	I	
17VL42	11.07	-	11.09	-	100	-	43	-	-	-	-	-	-	-	
17VL43	11.06	5.05	11.08	5.07	99	115	47	51	12.6	13.0	O	OY	F	SF	
17VL44	11.06	5.02	11.08	5.05	119	110	57	45	13.2	13.7	O	OY	F	F	양호
17VL45	11.07	4.25	11.09	4.27	143	121	45	41	13.0	12.7	O	OY	SF	SF	
17VL46	11.07	-	11.09	-	137	-	39	-	-	-	-	-	-	-	
17VL47	11.08	-	11.10	-	129	-	43	-	-	-	-	-	-	-	

* 립색 : W(white), Y(yellow), O(orange)

* 립형 : D(dent), SD(semi-dent), I(Intermediate), SF(semi-flint), F(flint)

* 1월 : 1월 수확(17년 후기작), 7월 : 7월 수확(18년 전기작)

다. 열대지역 적응 옥수수 계통 선발

(1) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우 소재 옥수수 육종 포장(아시아종묘(주))
- 파종일 : 2017. 9. 12('18. 1월 수확), 2018. 2. 6('18. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험 재료 : 567계통('18. 1월 수확), 509계통('18. 7월 수확).

(2) 분리세대 진전 및 계통 선발

- ('18. 1월 수확) 분리세대 189 집단 567계통을 공시하여 139집단 476계통을 선발
- ('18. 7월 수확) 분리세대 172 집단 509계통을 공시하여 148집단 399계통을 선발
- * 우량 교잡계 선발 및 적응성시험을 강화하기 위하여 선발계통 중 S₄ 세대의 89계통을 차세대에 공시하고 나머지 계통은 저장·보관함으로써 계통육성시험의 규모를 축소할 계획임

< 2018년 분리세대 선발 내역 >

분리집단	1월 수확				7월 수확				
	시험계통		선발계통		시험계통		선발계통		
	집단수	계통수	집단수	계통수	집단수	계통수	집단수	계통수	비고
분리0세대(S ₀)	50	50	9	25	33	33	26	78	저장
분리1세대(S ₁)	34	100	31	100	9	25	9	25	저장
분리2세대(S ₂)	29	100	28	84	31	100	28	81	저장
분리3세대(S ₃)	42	150	41	124	28	84	24	68	저장
분리4세대(S ₄)	-	-	-	-	41	124	33	89	차세대 공시
분리5세대(S ₅)	10	45	9	33	-	-	-	-	
분리6세대(S ₆)	24	122	21	110	9	33	9	24	저장
분리7세대(S ₇)	-	-	-	-	21	110	19	34	자원활용
계	189	567	139	476	172	509	148	399	

(3) 우량 자식계통 육성

- 생육이 균일하고 병해에 강한 이삭특성이 양호한 S7세대 자식계통 선발 : 34계통
- 선발 계통에 대해 중간계통명 부여 : 18VL01 ~ 18VL34
- 선발 계통은, 향후 유전자원으로 관리 및 교배모본으로 활용 예정

< 2018년 고세대 우량 자식계통 선발 내역 >

시험번호 (18V1-)	Origin	Pedigree									중간 계통명
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7		
S7001	LVN10/NK6326	14V2S001	1	1	1	1	2	3	1	18VL01	
S7004	LVN10/NK6326	14V2S001	1	1	1	3	2	1	1	18VL02	
S7008	LVN10/NK6326	14V2S001	1	3	3	3	1	1	1	18VL03	
S7010	LVN10/S00671	14V2S003	3	2	1	3	2	1	1	18VL04	
S7012	LVN10/S00750	14V2S005	2	1	1	1	1	1	1	18VL05	
S7013	LVN10/S00750	14V2S005	3	2	1	2	1	1	1	18VL06	
S7018	LVN10/S01151	14V2S010	2	2	2	1	3	1	1	18VL07	
S7021	LVN10/S01151	14V2S010	2	3	1	2	1	1	1	18VL08	
S7033	LVN10/S01276	14V2S012	2	3	2	3	1	2	1	18VL09	
S7036	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	1	2	1	2	1	18VL10	

시험번호 (18V1-)	Origin	Pedigree									중간 계통명
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7		
S7039	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	2	1	1	2	1	18VL11	
S7041	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	2	2	1	1	1	18VL12	
S7044	LVN10/S01662	14V2S016	1	1	2	2	2	2	1	18VL13	
S7047	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	2	3	2	2	1	18VL14	
S7050	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	4	1	1	2	1	18VL15	
S7053	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	4	2	1	2	1	18VL16	
S7056	LVN10/S01672	14V2S020	1	2	1	2	1	1	1	18VL17	
S7059	LVN10/S01672	14V2S020	1	3	1	2	1	1	1	18VL18	
S7061	NK7328/S00750	14V2S029	1	2	1	1	1	1	1	18VL19	
S7064	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	1	1	1	1	18VL20	
S7067	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	3	1	1	2	18VL21	
S7069	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	3	2	2	1	18VL22	
S7072	NK7328/S01660	14V2S032	3	1	4	2	2	1	1	18VL23	
S7075	NK7328/S01669	14V2S038	1	3	1	3	1	1	1	18VL24	
S7078	NK7328/S01673	14V2S041	3	1	1	3	1	2	1	18VL25	
S7081	NK7328/S6054	14V2S044	3	1	2	1	1	1	1	18VL26	
S7085	NK7328/S6054	14V2S044	3	1	2	2	1	1	2	18VL27	
S7087	NK7328/S6054	14V2S044	3	2	1	2	1	1	1	18VL28	
S7090	NK6326/LVN10	14V2S047	1	1	2	1	1	2	1	18VL29	
S7093	NK6326/S001660	14V2S048	1	2	5	2	1	1	1	18VL30	
S7096	NK6326/S01035	14V2S054	2	2	1	2	1	1	1	18VL31	
S7100	NK6326/S01149	14V2S056	2	2	1	3	1	2	2	18VL32	
S7105	NK6326/S01276	14V2S061	1	1	1	1	1	1	1	18VL33	
S7108	NK6326/S01297	14V2S062	2	1	4	3	1	2	1	18VL34	

다. 교잡계 양성

- 조합능력이 우수한 생산력검정 예비시험 공시용 교잡계 양성 : 279교잡계
 - ('18. 1월 수확) CL2/14K26 등 148 교잡계
 - ('18. 7월 수확) 14K5/17VL32 등 131 교잡계

라. 생산력검정시험

(1) 캄보디아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 캄보디아 바탐방
- 파종일 : 2017. 12. 6('18. 3월 수확), 2018. 6. 22('18. 10월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a

- 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

○ 시험품종

- 생산력검정예비시험
 - '18. 3월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 148 교잡계
 - '18. 10월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 157 교잡계
- 생산력검정본시험
 - '18. 10월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 17 교잡계
 - '18. 10월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 21 교잡계

(나) 시험결과

○ 캄보디아 생산력검정예비시험('18. 3월 수확) 선발 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 같거나 빠른 경향이였으며 14K2/16VL013는 54일로 7일 빨랐음.
- 간장은 CP888보다 모두 짧았으며, 노균병과 도복에 강하였음
- 착수고율은 육성 교잡계가 44 - 67% 로 변이가 큰 편이었으며, CL60/CL89를 제외하면 CP888보다 모두 낮았음
- 착립장률은 체크 품종을 포함하여 모두 90% 이상이였으며,
- 수량성의 범위는 633 - 782kg/10a 이었음. 베트남 재배종인 LCH9은 수량성이 CP888 대비 65% 수준이였음
- 우량 교잡계는 차기 생산력검정본시험에 공시코자 함

< 캄보디아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성 ('18. 3월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수		
CP888	2.02	59	2.05	61	246	64	17.8	96.6	4.3	659	100	0	1
KM1	1.28	53	1.29	55	221	42	20.4	92.1	4.7	804	122	0	1
LCH9	2.01	57	2.04	60	223	59	20.8	92.3	5.0	431	65	0	1
14K2/16VL013	1.27	52	1.29	54	206	49	17.2	96.5	5.0	721	109	0	1
14K2/CL59	1.31	56	2.01	57	213	58	16.4	92.7	4.8	651	99	0	1
14K30/CL32	2.03	59	2.04	60	220	55	20.4	96.1	4.8	774	117	0	1
CL32/14K23	2.03	59	2.04	60	208	58	21.6	99.1	4.8	721	109	0	1
CL32/16VL021	1.31	56	2.01	57	219	52	18.8	94.7	4.8	677	103	0	1
CL32/CL59	2.01	57	2.03	59	217	55	19.0	97.9	4.8	730	111	0	1
CL35/15VL065	1.28	53	1.31	56	226	51	19.0	94.7	4.6	712	108	0	1
CL37/14K23	2.03	59	2.03	59	206	62	20.0	96.0	4.4	699	106	0	1
CL37/CL104	2.01	57	2.03	59	220	44	20.2	93.1	4.6	633	96	0	1
CL47/14K23	2.01	57	2.04	60	210	56	21.4	95.3	5.0	769	117	0	1
CL59/16VL017	1.31	56	2.01	57	223	50	17.8	93.3	4.4	686	104	0	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수		
CL59/CL47	1.31	56	2.01	57	216	50	-	-	0.0	782	119	0	1
CL60/CL89	2.01	57	2.03	59	212	67	19.8	94.9	5.6	725	110	0	1
CL96/CL103	2.01	57	2.02	58	223	48	19.4	94.8	4.8	756	115	0	1
CL104/CL32	2.04	60	2.04	60	225	48	19.6	98.0	4.6	695	105	0	1

○ 캄보디아 생산력검정예비시험('18. 10월 수확) 선발 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 대체로 같거나 빠른 경향이었으며 CL2/14K9 등 3교잡계가 48일로 가장 빨랐음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 39 - 62% 로 변이가 큰 편이었음, 착립장률은 체크 품종을 제외하면 모두 90% 이상이었음
- 수량성의 범위는 791 - 1134kg/10a 이었고. CL6/14K22의 수량이 가장 많았음
- 노균병과 깨씨무늬병 등 병해에 강한 교잡계를 선발하였음. 도복은 발생하지 않았음
- 선발된 우량 교잡계는 차기 생산력검정본시험에 공시코자 함

< 캄보디아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성 ('18. 10월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	깨씨무 늬병 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수			
LVN10	8.13	52	8.15	55	195	56	17.8	94.1	4.6	688	79	1	2	1
CP888	8.11	51	8.13	53	185	56	17.1	91.8	4.5	869	100	0	2	1
CL2/14K8	8.09	48	8.12	51	170	58	17.2	98.8	5.0	936	108	0	1	1
CL2/14K5	8.11	50	8.12	51	171	57	17.4	98.9	5.6	1042	120	1	0	1
CL2/15VL069	8.08	47	8.10	49	154	48	21.2	93.4	4.8	826	95	0	1	1
CL2/14K9	8.08	47	8.09	48	154	62	18.6	98.9	5.2	1055	121	0	1	1
CL6/14K7	8.08	47	8.09	48	167	46	19.8	91.9	5.0	791	91	0	1	1
CL6/14K12	8.08	47	8.09	48	196	50	20.4	99.0	5.6	804	93	0	1	1
CL6/14K22	8.09	48	8.11	50	199	47	19.4	99.0	4.8	1134	130	0	1	1
CL11/14K28	8.13	52	8.13	52	174	54	19.8	98.0	5.4	888	102	0	3	1
CL15/14K5	8.11	50	8.12	51	179	45	21.0	95.2	5.8	888	102	0	1	1
CL15/14K8	8.11	50	8.13	52	169	50	20.0	99.0	5.2	1064	122	0	0	1
CL15/14K9	8.09	48	8.12	51	179	56	18.8	95.7	5.2	1042	120	0	1	1
CL15/14K12	8.09	48	8.12	51	191	57	19.0	97.9	5.2	809	93	0	1	1
CL15/14K25	8.09	48	8.12	51	157	48	22.4	90.2	4.6	822	95	0	1	1
CL18/14K16	8.09	48	8.11	50	179	45	20.6	91.3	5.0	923	106	0	3	1
CL19/14K12	8.11	50	8.12	51	199	45	18.0	97.8	5.4	826	95	0	3	1
CL19/14K25	8.11	50	8.13	52	170	47	22.2	90.1	5.2	1077	124	0	1	1
CL19/14K28	8.09	48	8.11	50	166	50	19.4	97.9	5.2	1108	127	0	1	1

교잡계명	출웅기	출웅	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	깨씨무 늪병 (0-9)	도복 (1-9)
	(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수			
CL19/16VL013	8.09	48	8.12	51	184	40	17.2	97.7	5.0	826	95	0	1	1
CL31/14K25	8.12	51	8.14	53	216	58	22.0	97.3	5.2	826	95	0	1	1
CL31/14K26	8.12	51	8.12	51	207	50	19.2	99.0	5.8	936	108	0	1	1
CL31/14K28	8.11	50	8.12	51	206	57	19.4	94.8	5.4	963	111	0	3	1
CL47/15VL069	8.11	50	8.12	51	180	47	22.4	92.0	5.0	932	107	0	3	1
CL59/14K5	8.13	52	8.15	54	174	39	19.6	91.8	19.6	954	110	0	0	1
CL63/14K5	8.10	49	8.12	51	198	54	18.8	95.7	5.4	1015	117	0	1	1
CL94/14K5	8.12	51	8.12	51	219	48	17.6	96.6	6.0	941	108	0	1	1
CL94/14K8	8.10	49	8.12	51	167	60	17.2	97.7	5.2	791	91	0	1	1
CL94/14K19	8.10	49	8.12	51	213	52	18.4	97.8	5.2	897	103	0	1	1
CL94/14K23	8.11	50	8.13	52	182	59	21.0	92.4	5.0	888	102	0	1	1
CL94/14K26	8.12	51	8.13	52	192	51	18.6	93.5	5.8	1033	119	0	3	1
CL94/15VL069	8.09	48	8.10	49	161	40	17.2	95.3	5.2	800	92	0	3	1
CL94/14K28	8.09	48	8.11	50	195	46	18.6	94.6	5.2	949	109	0	1	1

○ 캄보디아 생산력검정본시험('18. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 빠른 경향이었으며, CL12/16VL009가 54일로 가장 빨랐음.
- 간장은 CP888보다 모두 단간이었으며 CL12/16VL009가 200cm로 가장 단간이었음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 40 - 59%로 변이가 큰 편이었으나, CP888보다는 모두 낮았음.
- 수량성은 CP888보다 증수된 교잡계는 14K22/16VL006 등 9교잡계 이었음
- 노균병 이병정도는 CP888과 같거나 적은 경향이었으며, 도복은 없었음

< 캄보디아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 ('18. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출웅기	출웅	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수		
CP888	1	2.03	59	2.04	60	233	57	17.8	91.0	4.4	532		3	1
	2	2.03	59	2.06	62	239	58	17.8	92.1	4.4	536		0	1
	3	2.03	59	2.05	61	243	62	17.0	96.5	4.2	703		1	1
	평균	2.03	59	2.05	61	238	59	17.5	93.2	4.3	590	100	1.3	1
KM1	1	1.28	53	1.29	54	212	36	19.6	95.9	4.8	747		0	1
	2	1.28	53	1.29	54	217	44	19.8	90.9	4.8	387		0	1
	3	1.27	52	1.29	54	231	41	18.8	95.7	4.6	703		0	1
	평균	1.27	53	1.29	54	220	40	19.4	94.2	4.7	612	104	0	1
14K22/16VL006	1	1.31	56	2.02	58	223	44	19.6	89.8	5.2	686		0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중실중	지수		
	2	1.30	55	2.01	57	212	46	18.0	88.9	5.0	712		0	1
	3	1.31	56	2.01	57	222	52	20.2	88.1	5.4	747		0	1
	평균	1.30	56	2.01	57	219	47	19.3	88.9	5.2	715	121	0	1
14K23/14K22	1	2.01	57	2.05	61	239	53	23.8	94.1	4.8	580		0	1
	2	2.01	57	2.05	61	227	54	22.2	93.7	4.8	607		0	1
	3	2.01	57	2.05	61	230	57	22.2	97.3	4.6	527		0	1
	평균	2.01	57	2.05	61	232	55	22.7	95.0	4.7	571	97	0	1
14K23/15VL043	1	2.01	57	2.03	59	221	56	22.4	98.2	4.6	791		0	1
	2	1.30	55	2.02	58	218	59	20.2	98.0	4.4	721		0	1
	3	2.01	57	2.02	58	217	60	20.8	98.1	4.4	730		0	1
	평균	1.31	56	2.02	58	218	58	21.1	98.1	4.5	747	127	0	1
16VL002/CL50	1	1.30	55	1.30	55	214	54	19.4	93.8	4.4	633		0	1
	2	1.30	55	2.01	57	213	52	18.0	97.8	4.4	400		0	1
	3	1.30	55	2.01	57	210	50	18.4	98.9	4.6	549		0	1
	평균	1.30	55	1.31	56	212	52	18.6	96.8	4.5	527	89	0	1
16VL004/15VL043	1	1.31	56	2.01	57	212	56	18.0	95.6	4.6	607		0	1
	2	2.01	57	2.02	58	207	52	15.6	96.2	4.4	536		0	1
	3	1.31	56	2.01	57	216	50	16.2	96.3	4.4	396		3	1
	평균	1.31	56	2.01	57	212	53	16.6	96.0	4.5	513	87	1	1
16VL004/16VL010	1	1.30	55	2.01	57	205	49	16.8	94.0	4.8	576		0	1
	2	1.30	55	2.01	57	199	47	16.8	96.4	4.4	571		0	1
	3	1.29	54	1.31	56	205	42	18.4	90.2	4.4	659		0	1
	평균	1.29	55	1.31	57	203	46	17.3	93.6	4.5	602	102	0	1
16VL004/CL13	1	2.02	58	2.03	59	208	58	18.4	94.6	4.6	615		0	1
	2	2.03	59	2.03	59	213	54	18.4	93.5	5.0	580		0	1
	3	2.01	57	2.02	58	237	54	18.8	96.8	5.0	703		0	1
	평균	2.02	58	2.02	59	219	55	18.5	95.0	4.9	633	107	0	1
16VL004/CL59	1	1.31	56	2.01	57	233	49	17.8	94.4	5.0	571		1	1
	2	2.01	57	2.02	58	213	50	17.0	98.8	5.2	659		0	1
	3	1.31	56	2.01	57	230	50	17.2	98.8	5.0	580		0	1
	평균	1.31	56	2.01	57	225	49	17.3	97.3	5.1	604	102	0.3	1
16VL005/14K23	1	2.01	57	2.03	59	219	48	21.8	94.5	4.8	633		0	1
	2	2.01	57	2.02	58	200	46	21.4	91.6	4.8	624		0	1
	3	1.31	56	2.01	57	223	45	22.0	91.8	4.8	721		0	1
	평균	1.31	57	2.02	58	214	46	21.7	92.6	4.8	659	112	0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수		
16VL005/14K4	1	1.31	56	2.01	57	220	47	19.4	91.8	5.2	703		0	1
	2	2.01	57	2.01	57	192	44	17.8	94.4	5.2	536		0	1
	3	1.31	56	2.01	57	220	44	18.8	94.7	5.0	536		1	1
	평균	1.31	56	2.01	57	211	45	18.7	93.6	5.1	592	100	0.3	1
16VL008/CL13	1	2.01	57	2.03	59	207	50	-	-	-	563		0	1
	2	1.31	56	2.01	57	186	55	-	-	-	629		0	1
	3	2.01	57	2.02	58	211	51	19.6	83.7	4.4	391		0	1
	평균	1.31	57	2.02	58	202	52	19.6	83.7	4.4	527	89	0	1
16VL009/15VL043	1	1.29	54	2.01	57	212	54	16.8	98.8	4.0	585		0	1
	2	1.28	53	1.29	54	198	53	16.8	95.2	3.6	712		0	1
	3	1.28	53	1.29	54	221	61	-	-	-	905		0	1
	평균	1.28	53	1.30	55	211	56	16.8	97.0	3.8	734	124	0	1
16VL010/16VL006	1	1.29	54	1.30	55	205	48	18.0	96.7	5.0	862		0	1
	2	1.28	53	1.29	54	194	48	18.4	84.8	5.0	668		0	1
	3	1.29	54	1.30	55	222	45	18.2	86.8	5.0	681		0	1
	평균	1.28	54	1.29	55	207	47	18.2	89.4	5.0	737	125	0	1
CL12/16VL006	1	1.30	55	1.30	55	212	52	17.8	96.6	5.4	325		0	1
	2	1.29	54	1.30	55	196	57	18.8	85.1	5.4	642		0	1
	3	1.29	54	1.30	55	220	52	18.6	86.0	5.4	778		0	1
	평균	1.29	54	1.30	55	209	54	18.4	89.3	5.4	582	99	0	1
CL12/16VL009	1	1.29	54	1.30	55	206	50	19.2	93.8	4.6	589		0	1
	2	1.28	53	1.29	54	191	56	20.0	94.0	4.6	659		0	1
	3	1.27	52	1.29	54	203	51	19.2	97.9	4.6	730		0	1
	평균	1.28	53	1.29	54	200	52	19.5	95.2	4.6	659	112	0	1

○ 캄보디아 생산력검정본시험('18. 10월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 같거나 빠른 경향이었으며, CL50/CL19는 60일로 가장 늦었음.
- 간장은 149 - 191cm 이었으며 14K22/15VL043가 가장 장간이었음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 39 - 56%로 변이가 큰 편이었으나, CP888보다는 모두 낮았음.
- 수량성은 347 - 920kg/10a의 범위였으나 CP888보다 증수된 교잡계는 없었음
- 노균병에는 대체로 강한 편이었으나 CL50/CL19가 5.7로 약한 것으로 나타났으며, 깨씨무늬병에는 14K19/15VL043이 가장 강하였음. 도복은 16VL015/CL93가 비교적 약한 것으로 나타났음

< 캄보디아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 ('18. 10월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		노균	깨씨무	도복
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중실중	지수	병 (0-9)	늪병 (0-9)	(1-9)
LVN10	1	8.10	49	8.13	52	191	53	17.4	95.4	4.8	721		5	1	1
	2	8.12	51	8.14	53	176	60	18.0	97.8	4.8	888		0	3	1
	3	8.12	51	8.15	54	172	59	17.4	90.8	4.6	545		0	0	1
	평균	8.11	50	8.14	53	180	57	17.6	94.7	4.7	718	74	1.7	1.3	1.0
CP888	1	8.09	48	8.12	51	191	54	18.8	98.9	4.8	1213		0	3	1
	2	8.12	51	8.14	53	165	59	18.0	94.4	4.4	892		0	5	1
	3	8.12	51	8.15	54	191	58	17.4	96.6	4.6	809		0	7	1
	평균	8.11	50	8.13	53	182	57	18.1	96.6	4.6	971	100	0.0	5.0	1.0
14K22/15VL043	1	8.09	48	8.10	49	196	46	19.0	88.4	4.8	703		0	3	1
	2	8.09	48	8.12	51	191	44	18.6	94.6	4.8	677		0	0	1
	3	8.09	48	8.12	51	187	42	18.4	93.5	4.6	765		0	5	1
	평균	8.09	48	8.11	50	191	44	18.7	92.2	4.7	715	74	0.0	2.7	1.0
16VL010/14K23	1	8.10	49	8.12	51	179	48	22.0	95.5	5.0	747		0	5	1
	2	8.09	48	8.10	49	172	51	20.6	96.1	4.8	703		0	0	1
	3	8.11	50	8.12	51	169	49	21.4	98.1	5.0	976		0	0	1
	평균	8.10	49	8.11	50	173	50	21.3	96.6	4.9	809	83	0.0	1.7	1.0
CL12/14K4	1	8.10	49	8.12	51	166	35	21.0	85.7	5.2	884		0	5	1
	2	8.10	49	8.13	52	151	41	17.8	91.0	4.8	505		0	3	1
	3	8.12	51	8.17	56	155	41	18.8	85.1	5.2	505		0	5	1
	평균	8.10	50	8.14	53	158	39	19.2	87.3	5.1	632	65	0.0	4.3	1.0
CL50/CL19	1	8.16	55	8.19	58	133	43	18.4	89.1	4.8	356		7	1	1
	2	8.19	58	8.21	60	150	41	17.6	88.6	4.6	330		3	1	1
	3	8.19	58	8.22	61	166	45	18.2	92.3	4.6	356		7	3	1
	평균	8.18	57	8.20	60	149	43	18.1	90.0	4.7	347	36	5.7	1.7	1.0
CL117/16VL017	1	8.13	52	8.13	52	175	46	20.0	94.0	5.0	695		3	3	1
	2	8.15	54	8.16	55	167	42	18.6	93.5	4.6	308		0	3	1
	3	8.15	54	8.16	55	188	48	20.2	95.0	4.8	624		0	7	1
	평균	8.14	53	8.15	54	177	45	19.6	94.2	4.8	542	56	1.0	4.3	1.0
16VL014/14K23	1	8.10	49	8.13	52	165	43	21.0	87.6	5.0	730		3	3	1
	2	8.14	53	8.16	55	148	51	22.6	81.4	4.8	431		0	1	1
	3	8.09	48	8.13	52	173	44	20.0	84.0	4.6	404		0	5	1
	평균	8.11	50	8.14	53	162	46	21.2	84.3	4.8	522	54	1.0	3.0	1.0
16VL015/14K23	1	8.09	48	8.12	51	185	45	21.4	90.7	5.4	1116		0	5	1
	2	8.12	51	8.14	53	182	51	19.8	86.9	5.0	668		0	5	1
	3	8.10	49	8.12	51	181	46	19.6	89.8	5.2	897		0	7	3
	평균	8.10	49	8.12	52	183	47	20.3	89.1	5.2	894	92	0.0	5.7	1.7
16VL015/14K28	1	8.09	48	8.12	51	177	51	20.6	88.3	5.4	967		0	5	1
	2	8.09	48	8.12	51	172	45	18.4	85.9	5.2	809		0	7	1
	3	8.09	48	8.12	51	177	50	19.0	87.4	5.2	642		1	0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	깨씨무 늪병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수			
		평균	8.09	48	8.12						51	175			
16VL015/CL93	1	8.13	52	8.14	53	180	56	18.8	92.6	5.6	752		0	1	7
	2	8.09	48	8.11	50	178	48	18.6	82.8	5.2	1046		3	3	1
	3	8.12	51	8.13	52	170	47	18.4	84.8	5.4	756		0	3	1
	평균	8.11	50	8.12	52	176	50	18.6	86.7	5.4	851	88	1.0	2.3	3.0
16VL017/14K5	1	8.13	52	8.14	53	202	48	19.2	90.6	5.8	905		0	3	1
	2	8.11	50	8.12	51	179	43	17.2	95.3	6.0	897		0	1	1
	3	8.12	51	8.13	52	180	45	19.0	91.6	5.8	958		0	3	1
	평균	8.12	51	8.13	52	187	45	18.5	92.5	5.9	920	95	0.0	2.3	1.0
16VL017/14K23	1	8.14	53	8.16	55	175	52	22.0	93.6	4.8	659		1	5	1
	2	8.12	51	8.13	52	170	48	20.0	98.0	5.0	695		3	5	1
	3	8.13	52	8.14	53	183	51	17.8	97.8	4.4	659		0	7	1
	평균	8.13	52	8.14	53	176	50	19.9	96.5	4.7	671	69	1.3	5.7	1.0
16VL018/14K23	1	8.09	48	8.13	52	158	38	22.0	93.6	4.8	642		0	5	1
	2	8.12	51	8.14	53	138	46	23.2	94.8	4.8	659		0	5	1
	3	8.10	49	8.14	53	160	35	20.6	93.2	4.4	418		1	0	1
	평균	8.10	49	8.13	53	152	39	21.9	93.9	4.7	573	59	0.3	3.3	1.0
16VL024/CL101	1	8.07	46	8.09	48	167	49	18.4	98.9	4.8	818		0	5	1
	2	8.09	48	8.11	50	171	49	17.6	89.8	4.6	734		0	5	1
	3	8.08	47	8.10	49	174	49	19.4	94.8	5.0	945		0	5	1
	평균	8.08	47	8.10	49	171	49	18.5	94.5	4.8	832	86	0.0	5.0	1.0
14K19/CL11	1	8.10	49	8.11	50	171	47	19.2	97.9	5.0	835		0	0	1
	2	8.09	48	8.10	49	173	51	18.4	90.2	5.0	796		0	3	1
	3	8.11	50	8.12	51	179	50	17.8	94.4	5.2	760		0	0	1
	평균	8.10	49	8.11	50	174	50	18.5	94.2	5.1	797	82	0.0	1.0	1.0
14K19/CL12	1	8.09	48	8.12	51	154	42	19.4	93.8	4.8	747		0	1	1
	2	8.09	48	8.12	51	173	48	19.6	94.9	5.2	782		3	5	1
	3	8.12	51	8.13	52	179	52	20.2	95.0	5.4	835		0	5	1
	평균	8.10	49	8.12	51	169	47	19.7	94.6	5.1	788	81	1.0	3.7	1.0
14K19/15VL043	1	8.10	49	8.13	52	178	60	18.4	89.1	4.6	651		0	0	1
	2	8.10	49	8.13	52	165	56	17.0	89.4	4.2	580		0	0	1
	3	8.10	49	8.13	52	190	53	18.0	90.0	4.6	738		0	0	1
	평균	8.10	49	8.13	52	177	56	17.8	89.5	4.5	656	68	0.0	0.0	1.0
CL93/CL13	1	8.15	54	8.16	55	173	56	18.8	98.9	5.2	681		0	0	1
	2	8.15	54	8.16	55	178	51	18.6	97.8	5.0	673		0	1	1
	3	8.15	54	8.15	54	183	57	19.6	98.0	5.6	866		0	1	1
	평균	8.15	54	8.15	55	178	54	19.0	98.2	5.3	740	76	0.0	0.7	1.0
CL93/16VL015	1	8.11	50	8.13	52	172	50	16.8	79.8	5.4	703		0	0	3
	2	8.10	49	8.12	51	173	46	18.4	87.0	5.4	949		3	1	1
	3	8.09	48	8.12	51	176	52	18.4	84.8	5.4	840		0	3	1
	평균	8.10	49	8.12	51	174	49	17.9	83.8	5.4	831	86	1.0	1.3	1.7
CL93/16VL022	1	8.14	53	8.16	55	176	53	16.4	97.6	4.8	554		0	0	1
	2	8.10	49	8.12	51	165	42	17.0	95.3	5.0	712		0	5	1
	3	8.12	51	8.14	53	190	50	16.8	97.6	5.2	826		0	1	1
	평균	8.12	51	8.14	53	177	48	16.7	96.8	5.0	697	72	0.0	2.0	1.0

(2) 인도네시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 인도네시아 족자카르타
- 파종일 : 2017. 12. 4('18. 3월 수확), 2018. 6. 24('18. 10월 수확)
- 재식거리 : 75×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종
 - 생산력검정예비시험
 - '18. 3월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 148 교잡계
 - '18. 10월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 157 교잡계
 - 생산력검정본시험
 - '18. 10월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 17 교잡계
 - '18. 10월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 21 교잡계

(나) 시험결과

- 인도네시아 생산력검정예비시험('18. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 47-57일의 범위였으며, 육성 교잡계중 CL59/15VL049 등 3 교잡계가 57일로 가장 늦었음.
 - 간장은 333cm으로 CL47/14K23이 가장 장간이었으며 CL37/CL104이 265cm로 가장 단간이었음. 도복은 없었음
 - 착수고율은 28 - 56% 로 변이가 컸음.
 - 착립장률은 14K26/15VL065 등 5교잡계를 제외하고는 모두 90% 이상이였음
 - 수량성은 베트남 재배종인 LCH9가 P21 대비 44%를 보였으며, 육성 교잡계 중 14K30/CL32 등 4교잡계가 1000 kg/10a 이상의 수량을 보임
 - 우량 교잡계는 차년도 생산력검정본시험에 공시코자 함

< 인도네시아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('18. 3월 수확) >

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
	(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수				
P21	1.25	52	1.26	53	287	50	18.9	95.7	5.2	575	100	3	3	0	1
KM1	1.20	48	1.21	48	277	38	20.1	93.0	4.3	691	120	-	-	-	1
LCH9	1.26	53	1.29	56	297	46	17.4	88.5	4.4	252	44	3	3	5	1
14K2/16VL013	1.19	46	1.20	47	285	44	18.2	98.9	4.8	740	129	3	3	0	1
14K2/CL59	1.26	53	1.27	54	285	47	17.0	96.5	4.2	655	114	3	3	0	1
14K26/15VL061	1.25	52	1.26	53	289	48	16.6	78.3	5.4	684	119	3	5	0	1

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
	(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수				
14K26/15VL065	1.24	51	1.25	52	298	46	20.0	89.0	5.0	790	137	5	3	0	1
14K30/CL32	1.25	52	1.26	53	296	39	22.4	95.5	4.8	1032	180	3	3	0	1
15VL044/14K26	1.25	52	1.26	53	309	45	19.0	87.4	5.0	788	137	5	3	0	1
15VL049/CL113	1.25	52	1.26	53	310	40	20.0	92.0	5.0	838	146	3	5	0	1
CL32/14K23	1.27	54	1.29	56	296	39	22.0	99.1	5.0	774	135	3	3	0	1
CL32/16VL014	1.25	52	1.27	54	292	45	20.2	98.0	4.6	670	117	3	3	0	1
CL32/16VL021	1.25	52	1.26	53	301	42	19.6	99.0	4.6	1028	179	3	5	0	1
CL37/14K23	1.26	53	1.27	54	288	54	23.2	94.8	4.6	779	136	5	3	0	1
CL37/16VL021	1.24	51	1.25	52	308	42	20.4	91.2	4.2	667	116	3	3	0	1
CL37/CL104	1.27	54	1.29	56	265	48	20.4	90.2	4.6	673	117	3	3	0	1
CL37/CL59	1.28	55	1.29	56	285	47	19.2	95.8	4.4	611	106	3	3	0	1
CL37/CL89	1.25	52	1.29	56	282	56	20.4	91.2	5.0	651	113	3	3	0	1
CL47/14K23	1.25	52	1.26	53	333	49	22.4	92.0	4.6	688	120	3	3	0	1
CL50/14K23	1.27	54	1.29	56	282	54	22.6	91.2	4.4	547	95	5	3	0	1
CL50/CL89	1.28	55	1.29	56	305	44	20.8	98.1	5.2	765	133	5	3	0	1
CL59/14K30	1.26	53	1.27	54	292	49	21.6	98.1	4.8	759	132	3	3	0	1
CL59/15VL049	1.28	55	1.30	57	305	54	19.2	95.8	4.4	543	94	-	-	0	1
CL59/CL47	1.25	52	1.27	54	295	54	19.2	95.8	4.6	668	116	3	3	0	1
CL60/CL89	1.29	56	1.30	57	285	50	20.8	98.1	5.2	675	117	5	3	0	1
CL89/CL96	1.27	54	1.30	57	287	52	18.8	91.5	5.2	656	114	3	3	0	1
CL96/CL94	1.27	54	1.27	54	277	28	18.0	87.8	4.2	1029	179	5	3	0	1
CL104/14K30	1.26	53	1.27	54	287	41	23.0	91.3	4.6	853	148	3	3	0	1
CL104/CL32	1.27	54	1.29	56	276	42	20.4	96.1	4.6	844	147	3	3	0	1
CL113/CL59	1.24	51	1.25	52	277	36	18.2	93.4	4.8	1048	182	3	3	0	1

○ 인도네시아 생산력검정예비시험('18. 10월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 55-66일의 범위였으며, CL47/15VL003 등 2 교잡계가 가장 빨랐음.
- 간장은 380cm으로 CL11/14K25이 가장 장간이었으며 CL94/15VL069이 274cm로 가장 단간이었음. 도복은 발생하지 않았음
- 착수고율은 30 - 54% 로 변이가 컸으며, CL19/16VL013의 착수고율이 가장 낮았음
- 수량성은 육성 교잡계 중 CL18/14K26은 1202 kg/10a의 수량성을 보였음. 900 kg/10a 이상의 수량을 보인 교잡계는 모두 8교잡계이었음
- 이삭모양이 뒤틀리고 돌출하였거나 수발아에 약한 교잡계는 도태하였으며, 선발된 우량 교잡계는 차년도 생산력검정본시험에 공시코자 함.

< 인도네시아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('18. 10월 수확) >

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		노균병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중실중	지수			
LVN10(표준품종)	8.26	64	8.30	67	368	45	18.9	84.0	4.7	479	63	1	1	1
P21(대비품종)	8.22	59	8.23	60	348	42	19.8	97.5	5.9	759	100	0	0	1
CL2/14K26	8.22	59	8.22	59	322	52	20.0	95.0	6.6	875	115	0	0	1
CL2/14K22	8.23	60	8.23	60	292	35	20.4	93.1	6.0	786	103	0	0	1
CL2/14K7	8.22	59	8.22	59	304	43	19.8	98.0	5.6	770	101	0	0	1
CL2/14K12	8.20	57	8.20	57	335	40	19.6	99.0	6.2	892	118	0	0	1
CL2/14K5	8.22	59	8.22	59	320	53	22.0	86.4	6.8	875	115	0	0	1
CL6/14K26	8.22	59	8.22	59	345	48	20.4	93.1	6.0	715	94	0	0	1
CL6/15VL069	8.20	57	8.20	57	295	45	21.8	93.6	5.8	827	109	0	0	1
CL11/14K5	8.20	57	8.22	59	345	45	19.8	85.9	6.2	961	127	0	0	1
CL11/14K25	8.27	64	8.29	66	380	37	23.6	96.6	6.0	897	118	0	1	1
CL12/14K26	8.23	60	8.27	64	322	47	19.8	97.0	6.4	919	121	0	0	1
CL15/14K5	8.20	57	8.27	64	354	47	20.2	99.0	6.6	792	104	0	0	1
CL15/14K9	8.20	57	8.27	64	369	47	21.0	91.4	5.6	834	110	0	0	1
CL18/14K16	8.23	60	8.24	61	366	41	21.4	93.5	5.2	785	103	0	0	1
CL18/14K23	8.26	63	8.28	65	364	39	24.4	94.3	5.2	729	96	0	0	1
CL18/14K26	8.23	60	8.23	60	368	38	20.0	88.0	6.0	1202	158	0	0	1
CL19/14K12	8.22	59	8.22	59	336	34	20.4	92.2	6.0	749	99	0	0	1
CL19/14K25	8.22	59	8.24	61	340	42	22.6	92.0	6.0	785	103	0	0	1
CL19/15VL003	8.20	57	8.20	57	315	34	18.8	95.7	5.8	895	118	0	0	1
CL19/16VL013	8.18	55	8.20	57	332	30	20.0	99.0	5.6	895	118	0	0	1
CL28/14K22	8.24	61	8.24	61	367	35	21.2	95.3	5.4	757	100	0	0	1
CL28/16VL013	8.19	56	8.21	58	365	34	21.0	99.0	5.2	975	128	0	0	1
CL31/14K22	8.21	58	8.27	64	333	38	21.4	88.8	5.8	800	105	0	0	1
CL31/14K28	8.23	60	8.23	60	348	44	21.2	90.6	5.6	738	97	0	1	1
CL47/14K23	8.24	61	8.26	63	355	38	25.0	91.2	5.8	827	109	0	0	1
CL47/15VL003	8.18	55	8.18	55	323	33	23.8	95.8	5.6	830	109	0	0	1
CL47/15VL069	8.20	57	8.21	58	333	35	24.6	95.1	5.8	956	126	0	0	1
CL47/16VL009	8.21	58	8.21	58	327	41	21.0	93.3	5.4	797	105	0	1	1
CL47/16VL024	8.15	52	8.18	55	329	33	21.0	92.4	5.4	733	96	0	1	1
CL59/14K11	8.22	59	8.22	59	349	46	22.0	90.9	5.6	699	92	0	0	1
CL63/14K4	8.20	57	8.20	57	348	33	20.4	92.2	5.4	835	110	0	5	1
CL63/15VL069	8.19	56	8.19	56	294	37	21.6	95.4	5.6	871	115	0	0	1
CL63/16VL009	8.19	56	8.19	56	336	34	19.2	97.9	5.2	969	128	0	0	1
CL94/14K5	8.20	57	8.20	57	336	42	19.2	95.8	6.6	909	120	0	0	1
CL94/14K8	8.19	56	8.20	57	326	43	19.0	91.6	6.4	848	112	0	0	1
CL94/14K19	8.20	57	8.23	60	328	43	20.0	86.0	6.0	828	109	0	0	1
CL94/14K23	8.23	60	8.23	60	300	54	24.0	91.7	6.0	952	125	0	0	1
CL94/14K26	8.22	59	8.22	59	320	51	19.4	93.8	6.4	889	117	0	0	1
CL94/15VL003	8.20	57	8.21	58	305	48	20.0	88.0	5.6	856	113	0	0	1
CL94/15VL069	8.20	57	8.20	57	274	36	19.8	90.9	6.0	794	105	0	0	1
CL99/14K23	8.20	57	8.22	59	365	43	25.0	87.2	5.8	756	100	0	0	1
CL99/14K25	8.22	59	8.22	59	378	49	22.8	83.3	5.8	880	116	0	0	1

○ 인도네시아 생산력검정본시험('18. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 P21과 비슷한 경향이었으나 14K23/14K22 등 3교잡계는 다소 느렸고, 16VL009/15VL043 등 2교잡계는 다소 빨랐음.
- 간장은 267-326cm의 범위였고, 14K23/14K22이 가장 장간이었으며 나머지 교잡계는 P21보다 작았음. 도복은 없었음
- 착수고율은 육성 교잡계가 모두 38 - 50% 로 낮은 편이었음.
- 이삭길이는 14K23/14K22이 25.3cm으로 가장 길었고, 착립장률은 16VL009/15VL043가 98.2%로 가장 높았음.
- 수량성은 16VL009/15VL043이 822kg/10a로 P21보다 82% 증수되었으며 9 교잡계가 P21보다 많았음

< 인도네시아 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('18. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 병 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수				
P21	1	1.24	51	1.25	52	335	48	18.2	94.5	5.0	473		5	3	0	1
	2	1.26	53	1.27	54	308	45	19.0	92.6	5.0	416		5	3	3	1
	3	1.26	53	1.27	54	307	50	18.0	94.4	5.0	466		3	3	0	1
	평균	1.25	52	1.26	53	317	48	18.4	93.9	5.0	452	100	4.3	3	1	1
KM1	1	1.22	49	1.26	53	280	41	18.0	94.4	4.0	386		-	-	-	-
	2	1.23	50	1.26	53	296	37	18.0	93.3	4.0			-	-	-	1
	3	1.23	50	1.24	51	297	34	18.0	90.0	4.2	441		-	-	-	1
	평균	1.22	50	1.25	52	291	38	18.0	92.6	4.1	414	92	-	-	-	1
14K22/16VL006	1	1.25	52	1.26	53	292	43	17.4	86.2	4.6	417		5	3	0	1
	2	1.26	53	1.27	54	301	37	18.6	84.9	4.6	525		-	-	0	1
	3	1.27	54	1.29	56	296	35	18.4	78.3	4.6	297		-	-	0	1
	평균	1.26	53	1.27	54	296	38	18.1	83.1	4.6	413	91	5	3	0	1
14K23/14K22	1	1.27	54	1.31	58	325	41	25.6	85.9	4.8	434		5	3	0	1
	2	1.27	54	1.29	56	330	35	25.4	85.8	4.6	489		5	3	0	1
	3	1.28	55	1.31	58	322	48	25.0	94.4	4.6	499		3	3	0	1
	평균	1.27	54	1.30	57	326	41	25.3	88.7	4.7	474	105	4.3	3	0	1
14K23/15VL043	1	1.25	52	1.26	53	315	52	20.8	89.4	4.4	422		5	3	0	1
	2	1.25	52	1.26	53	298	49	22.8	96.5	4.6	659		5	3	3	1
	3	1.25	52	1.29	56	307	43	20.2	95.0	4.4	725		3	3	0	1
	평균	1.25	52	1.27	54	307	48	21.3	93.7	4.5	602	133	4.3	3	1	1
16VL002/CL50	1	1.20	47	1.22	49	275	42	18.8	95.7	4.0	478		5	3	0	1
	2	1.26	53	1.27	54	288	47	18.8	95.7	4.2	622		-	-	0	1
	3	1.26	53	1.27	54	293	36	19.0	94.7	4.4	574		3	3	0	1
	평균	1.24	51	1.25	52	286	42	18.9	95.4	4.2	558	123	4	3	0	1
16VL004/15VL043	1	1.26	53	1.27	54	295	46	16.4	91.5	4.0	378		-	-	-	1
	2	1.27	54	1.27	54	292	42	17.0	94.1	4.0	333		-	-	0	1
	3	1.26	53	1.27	54	288	44	15.8	92.4	3.8	301		-	-	-	1
	평균	1.26	53	1.27	54	292	44	16.4	92.7	3.9	337	75	-	-	0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		녹병	깨씨	노균	도복
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수	(0-9)	무늬병 (0-9)	병 (0-9)	(1-9)
16VL004/16VL010	1	1.25	52	1.26	53	295	36	18.6	96.8	4.6	628		5	3	0	1
	2	1.25	52	1.26	53	294	40	19.4	88.7	4.6	626		-	-	0	1
	3	1.25	52	1.26	53	212	59	17.4	93.1	4.4	533		-	-	-	1
	평균	1.25	52	1.26	53	267	45	18.5	92.8	4.5	596	132	5	3	0	1
16VL004/CL13	1	1.27	54	1.28	55	305	44	18.2	89.0	4.0	340		-	-	-	1
	2	1.28	55	1.30	57	292	43	17.6	86.4	4.2	349		-	-	0	1
	3	1.27	54	1.30	57	303	51	18.6	91.4	4.2	370		-	-	-	1
	평균	1.27	54	1.29	56	300	46	18.1	88.9	4.1	353	78	-	-	0	1
16VL004/CL59	1	1.27	54	1.30	57	333	62	17.8	98.9	4.6	562		-	-	-	1
	2	1.28	55	1.29	56	298	43	17.8	96.6	5.0	629		-	-	0	1
	3	1.27	54	1.30	57	290	46	17.8	92.1	4.6	572		-	-	-	1
	평균	1.27	54	1.29	57	307	50	17.8	95.9	4.7	587	130	-	-	0	1
16VL005/14K23	1	1.27	54	1.28	55	325	41	22.2	87.4	4.2	404		-	-	-	1
	2	1.27	54	1.29	56	302	36	20.4	88.2	4.2	297		7	3	0	1
	3	1.26	53	1.27	54	289	48	20.6	90.3	4.2	510		-	-	-	1
	평균	1.27	54	1.28	55	305	42	21.1	88.6	4.2	404	89	7	3	0	1
16VL005/14K4	1	1.26	53	1.26	53	328	37	18.0	91.1	4.8	489		-	-	-	1
	2	1.25	52	1.26	53	310	41	17.6	90.9	4.6	432		-	-	0	1
	3	1.24	31	1.25	52	305	39	19.6	89.8	4.8	603		-	-	-	1
	평균	1.25	52	1.26	53	314	39	18.4	90.6	4.7	508	112	-	-	0	1
16VL008/CL13	1	1.25	52	1.26	53	298	39	19.8	88.9	4.4	352		3	3	0	1
	2	1.26	53	1.30	57	292	42	20.0	90.0	4.2	302		5	3	0	1
	3	1.26	53	1.27	54	275	40	20.6	86.4	4.2	271		3	3	0	1
	평균	1.26	53	1.28	55	288	40	20.1	88.4	4.3	308	68	3.7	3	0	1
16VL009/15VL043	1	1.24	51	1.25	52	278	45	18.0	96.7	4.2	898		3	3	0	1
	2	1.19	46	1.20	47	277	45	18.4	98.9	4.2	863		3	3	0	1
	3	1.25	52	1.26	53	291	43	18.0	98.9	4.2	704		3	3	0	1
	평균	1.22	50	1.23	51	282	45	18.1	98.2	4.2	822	182	3	3	0	1
16VL010/16VL006	1	1.24	51	1.25	52	285	37	17.6	86.4	4.6	535		-	-	0	1
	2	1.25	52	1.25	52	285	43	16.8	85.7	4.8	544		-	-	0	1
	3	1.20	47	1.22	49	290	41	17.6	87.5	4.6	609		5	3	0	1
	평균	1.23	50	1.24	51	287	40	17.3	86.5	4.7	562	125	5	3	0	1
CL12/16VL006	1	1.25	52	1.25	52	275	45	17.2	80.2	4.8	342		-	-	0	1
	2	1.25	52	1.26	53	276	33	17.0	94.1	5.0	421		-	-	0	1
	3	1.26	53	1.27	54	265	52	18.0	82.2	4.8	380		-	-	-	1
	평균	1.25	52	1.26	53	272	44	17.4	85.5	4.9	381	84	-	-	0	1
CL12/16VL009	1	1.25	52	1.26	53	265	40	19.0	96.8	4.6	655		3	5	0	1
	2	1.25	52	1.26	53	268	39	19.0	94.7	4.6	603		3	3	0	1
	3	1.24	51	1.25	52	283	46	19.2	90.6	4.6	526		3	3	0	1
	평균	1.24	52	1.25	53	272	42	19.1	94.1	4.6	595	132	3	3.7	0	1

○ 인도네시아 생산력검정본시험('18. 10월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 CL117/16VL017 등 4교잡계는 64일로 다소 느렸고, 16VL024/CL101 등 2교잡계는 58일로 다소 빨랐음.
- 간장은 298-356cm의 범위였고, 16VL017/14K5이 가장 장간이었으며 CL12/14K4 교잡계가 가장 단간이었음. 도복은 발생되지 않았음
- 착수고율은 육성 교잡계가 모두 36 - 47% 로 비교적 낮은 편이었음.
- 이삭길이는 16VL018/14K23이 24.2cm으로 가장 길었고, 착립장률은 CL93/CL13가 97.4%로 가장 높았음.
- 수량성은 14K19/CL11이 883kg/10a로 P21보다 32% 증수되었으며 13 교잡계가 P21보다 많았음

< 인도네시아 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('18. 10월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균병 (0-9)	녹병 (0-9)
											종실중	지수		
LVN10	1	8.27	64	8.29	66	313	44	19.4	85.6	4.8	570		3	3
	2	8.24	61	8.24	61	340	47	19.2	94.8	4.8	852		0	1
	3	8.23	60	8.27	64	345	51	19.4	94.8	5.0	821		0	0
	평균	8.24	62	8.26	64	333	47	19.3	91.7	4.9	748	112	1.0	1.3
P21	1	8.23	60	8.24	61	315	48	19.0	93.7	6.0	620		0	1
	2	8.23	60	8.24	61	308	42	19.4	95.9	6.2	822		0	3
	3	8.19	56	8.19	56	349	39	17.6	94.3	6.0	561		0	1
	평균	8.21	59	8.22	59	324	43	18.7	94.6	6.1	668	100	0.0	1.7
14K22/15VL043	1	8.19	56	8.22	59	340	35	19.8	94.9	5.2	714		0	5
	2	8.21	58	8.21	58	350	41	22.0	84.5	5.6	792		3	1
	3	8.23	60	8.23	60	336	45	19.4	89.7	5.0	623		3	1
	평균	8.21	58	8.22	59	342	40	20.4	89.7	5.3	709	106	2.0	2.3
16VL010/14K23	1	8.19	56	8.22	59	310	33	24.0	97.5	5.4	900		0	0
	2	8.22	59	8.22	59	310	44	23.0	98.3	5.4	872		0	1
	3	8.21	58	8.22	59	351	41	23.6	86.4	5.6	869		0	0
	평균	8.20	58	8.22	59	324	39	23.5	94.1	5.5	880	132	0.0	0.3
CL12/14K4	1	8.22	59	8.22	59	292	39	19.2	94.8	5.4	591		0	0
	2	8.21	58	8.22	59	300	40	19.4	93.8	5.8	611		0	0
	3	8.23	60	8.28	65	301	39	19.6	87.8	5.6	613		0	1
	평균	8.22	59	8.24	61	298	39	19.4	92.1	5.6	605	91	0.0	0.3
CL50/CL19	1	8.22	59	8.22	59	307	36	19.2	97.9	5.4	692		0	1
	2	8.21	58	8.22	59	301	36	18.0	94.4	5.4	657		5	1
	3	8.22	59	8.22	59	318	48	19.0	97.9	5.6	806		0	0
	평균	8.21	59	8.22	59	309	40	18.7	96.8	5.5	718	108	1.7	0.7
CL117/16VL017	1	8.27	64	8.28	65	330	38	20.4	96.1	5.2	665		0	3
	2	8.26	63	8.27	64	322	37	20.0	97.0	5.4	654		0	5
	3	8.26	63	8.27	64	337	49	18.0	94.4	5.6	446		0	5

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립장	이삭	수량성		노균병	녹병
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율	길이	률	직경	(kg/10a)			
	평균	8.26	63	8.27	64	330	41	19.5	95.8	5.4	총실중	지수	(0-9)	(0-9)
16VL014/14K23	1	8.22	59	8.23	60	323	34	26.2	96.2	5.4	912		0	1
	2	8.21	58	8.28	65	315	33	22.8	87.7	5.8	810		0	7
	3	8.22	59	8.28	65	339	53	21.6	87.0	5.4	554		0	3
	평균	8.21	59	8.26	63	326	40	23.5	90.3	5.5	759	114	0.0	3.7
16VL015/14K23	1	8.22	59	8.22	59	355	42	21.6	95.4	6.0	993		0	0
	2	8.27	64	8.28	65	300	30	21.2	89.6	5.6	555		3	0
	3	8.22	59	8.22	59	335	42	22.2	82.9	5.6	672		0	0
	평균	8.23	61	8.24	61	330	38	21.7	89.3	5.7	740	111	1.0	0.0
16VL015/14K28	1	8.23	60	8.23	60	337	36	21.2	91.5	5.8	791		0	0
	2	8.21	58	8.24	61	349	43	22.8	96.5	5.8	844		0	7
	3	8.23	60	8.28	65	329	48	21.6	85.2	5.8	662		0	5
	평균	8.22	59	8.25	62	338	42	21.9	91.1	5.8	766	115	0.0	4.0
16VL015/CL93	1	8.23	60	8.29	66	286	36	18.0	84.4	5.6	676		1	0
	2	8.21	58	8.23	60	342	41	19.8	88.9	5.6	743		0	5
	3	8.27	64	8.28	65	326	47	18.8	83.0	6.0	755		0	5
	평균	8.23	61	8.26	64	318	41	18.9	85.4	5.7	725	108	0.3	3.3
16VL017/14K5	1	8.23	60	8.23	60	335	34	20.0	92.0	6.4	841		0	0
	2	8.24	61	8.24	61	362	46	20.0	91.0	7.0	783		3	5
	3	8.22	59	8.22	59	372	41	18.2	92.3	6.0	623		3	3
	평균	8.23	60	8.23	60	356	40	19.4	91.8	6.5	749	112	2.0	2.7
16VL017/14K23	1	8.27	64	8.28	65	307	33	24.6	91.1	6.0	684		3	3
	2	8.24	61	8.24	61	378	38	23.8	92.4	5.8	700		0	1
	3	8.23	60	8.29	66	325	36	21.2	86.8	5.6	435		0	1
	평균	8.24	62	8.27	64	337	36	23.2	90.1	5.8	606	91	1.0	1.7
16VL018/14K23	1	8.27	64	8.28	65	292	32	22.2	99.1	5.4	502		3	3
	2	8.22	59	8.24	61	297	34	24.6	94.3	5.6	630		3	5
	3	8.22	59	8.28	65	323	51	25.8	93.8	5.4	662		0	1
	평균	8.23	61	8.26	64	304	39	24.2	95.7	5.5	598	90	2.0	3.0
16VL024/CL101	1	8.19	56	8.21	58	308	34	19.0	85.3	5.4	764		0	0
	2	8.20	57	8.21	58	322	38	20.2	89.1	5.4	761		0	3
	3	8.22	59	8.22	59	351	36	19.0	90.5	5.2	667		0	0
	평균	8.20	57	8.21	58	327	36	19.4	88.3	5.3	731	109	0.0	1.0
14K19/CL11	1	8.23	60	8.23	60	320	42	21.0	98.1	5.8	948		0	0
	2	8.23	60	8.23	60	342	40	22.4	94.6	6.4	842		0	1
	3	8.28	65	8.29	66	348	48	22.0	93.6	6.0	857		0	7
	평균	8.24	62	8.25	62	337	43	21.8	95.5	6.1	883	132	0.0	2.7
14K19/CL12	1	8.21	58	8.23	60	315	37	19.4	92.8	5.6	689		0	0
	2	8.23	60	8.23	60	305	39	18.6	97.8	5.6	524		0	1
	3	8.23	60	8.23	60	295	48	19.0	92.6	5.8	763		0	0
	평균	8.22	59	8.23	60	305	42	19.0	94.4	5.7	659	99	0.0	0.3

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균병 (0-9)	녹병 (0-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수		
14K19/15VL043	1	8.23	60	8.28	65	318	53	21.4	92.5	5.6	844		0	0
	2	8.22	59	8.24	61	305	36	21.0	98.1	5.4	1035		0	0
	3	8.22	59	8.24	61	335	51	20.6	94.2	5.6	715		0	7
	평균	8.22	59	8.25	62	319	47	21.0	94.9	5.5	865	129	0.0	2.3
CL93/CL13	1	8.22	59	8.22	59	320	45	20.2	97.0	5.6	700		0	1
	2	8.23	60	8.23	60	296	39	20.0	98.0	5.8	667		0	5
	3	8.22	59	8.22	59	328	43	20.4	97.1	5.8	753		0	3
	평균	8.22	59	8.22	59	315	42	20.2	97.4	5.7	707	106	0.0	3.0
CL93/16VL015	1	8.21	58	8.21	58	319	38	20.0	88.0	5.6	805		0	1
	2	8.22	59	8.22	59	300	38	19.2	85.4	6.0	727		0	7
	3	8.20	57	8.21	58	315	42	19.0	83.2	6.0	716		3	3
	평균	8.21	58	8.21	58	311	39	19.4	85.5	5.9	749	112	1.0	3.7
CL93/16VL022	1	8.23	60	8.27	64	325	52	19.0	91.6	5.6	438		5	3
	2	8.23	60	8.28	65	373	41	18.0	91.1	5.8	568		0	3
	3	8.22	59	8.22	59	350	47	19.4	92.8	6.0	734		0	0
	평균	8.22	60	8.25	63	349	47	18.8	91.8	5.8	580	87	1.7	2.0

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우
- 파종일 : 2017. 9. 12('18. 1월 수확), 2018. 2. 6('18. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 :
 - 생산력검정예비시험
 - '18. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 139 교잡계
 - '18. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 150 교잡계
 - 생산력검정본시험
 - '18. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 17 교잡계
 - '18. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 21 교잡계

(나) 시험결과

- 베트남 생산력검정예비시험('18. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 48-65일로 변이가 큰 경향을 보였으며, 14K30/16VL015 등 2교잡계가 48일로 가장 빨랐음.
 - 간장은 139-207cm의 범위로 전반적으로 생육이 부진하였음.

- 착수고율은 33 - 68%의 수준으로 교잡계간 차이가 심했음.
- 이삭길이는 LVN10 보다 대체로 긴 경향이였으며, 15VL044/14K23 등 3교잡계는 20cm을 초과하였음
- 수량성은 16VL010/CL50 교잡계가 897kg/10a 으로 가장 많았음
- 백립중은 24.9-47.9g의 범위로 변이가 크고 대체로 LVN10보다 무거웠음

< 베트남 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(1)('18. 1월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
LVN10	11.16	66	11.18	11.19	69	190	62	16.0	87.9	4.0	632	100	23.4	1
14K2/16VL013	11.03	52	11.04	11.04	53	191	49	13.8	98.6	4.4	717	113	30.9	1
14K2/16VL015	11.03	52	11.04	11.04	53	190	54	15.2	89.5	4.6	743	117	25.2	1
14K2/16VL018	11.04	53	11.05	11.05	54	169	46	15.0	98.7	4.6	721	114	27.6	1
14K2/CL59	11.03	52	11.04	11.04	53	192	47	16.2	98.8	4.6	810	128	28.9	1
14K7/16VL014	11.03	52	11.04	11.04	53	157	40	14.8	85.1	4.6	623	98	33.6	1
14K7/16VL015	11.03	52	11.04	11.04	53	150	39	15.0	88.0	4.4	574	91	30.3	1
14K7/CL113	11.06	55	11.07	11.07	56	160	57	14.6	89.0	4.6	517	82	31.3	1
14K7/CL59	11.05	54	11.07	11.07	56	162	49	14.8	94.6	4.4	521	82	27.8	1
14K12/16VL015	11.06	55	11.07	11.08	57	159	48	14.0	81.4	5.0	689	109	32.5	1
14K19/15VL044	11.04	53	11.05	11.05	54	178	57	17.2	88.4	5.0	715	113	33.7	1
14K19/16VL014	11.03	52	11.04	11.04	53	149	52	17.0	84.7	4.4	662	105	37.9	1
14K19/16VL015	11.01	50	11.02	11.02	51	162	52	15.6	84.6	5.0	767	121	34.6	1
14K19/16VL018	11.03	52	11.04	11.04	53	139	37	15.2	85.5	4.4	733	116	31.4	1
14K19/CL47	11.03	52	11.04	11.04	53	191	42	16.6	88.0	4.6	843	133	37.6	1
14K23/16VL015	11.03	52	11.04	11.04	53	161	47	16.4	90.2	4.6	737	116	31.5	1
14K23/CL30	11.01	50	11.03	11.03	52	207	48	14.2	95.8	4.8	572	90	26.3	1
14K26/15VL061	11.03	52	11.04	11.04	53	164	50	13.8	87.0	5.2	736	116	31.9	1
14K26/15VL065	11.01	50	11.03	11.03	52	176	51	16.0	90.0	5.2	849	134	31.8	1
14K26/16VL014	11.01	50	11.03	11.03	52	170	44	15.0	84.0	5.0	799	126	35.7	1
14K26/16VL021	11.01	50	11.03	11.03	52	172	55	14.8	91.9	4.8	728	115	38.8	1
14K26/CL113	11.01	50	11.03	11.03	52	192	43	12.8	85.9	5.4	687	109	37.2	1
14K26/CL35	11.03	52	11.05	11.05	54	203	52	14.6	95.9	5.0	490	77	31.9	1
14K26/CL59	11.03	52	11.05	11.05	54	188	49	15.4	92.2	5.4	760	120	36.2	1
14K30/16VL013	10.29	47	10.30	10.30	48	184	48	15.4	94.8	4.2	751	119	37.8	1
14K30/16VL015	10.29	47	10.30	10.30	48	183	48	15.0	85.3	4.6	747	118	37.0	1
14K30/16VL022	11.03	52	11.05	11.05	54	192	56	17.2	95.3	4.6	717	113	38.8	1
14K30/CL32	11.03	52	11.05	11.05	54	177	54	18.0	95.6	4.4	793	125	37.1	1
15VL044/14K2	11.06	55	11.08	11.08	57	190	57	15.0	93.3	4.2	600	95	27.3	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											중실중	지수		
15VL044/14K23	11.06	55	11.08	11.08	57	176	53	20.2	95.0	4.2	868	137	32.3	1
15VL044/14K26	11.04	53	11.05	11.05	54	184	54	16.8	89.3	5.0	832	131	33.3	1
15VL044/16VL014	11.05	54	11.06	11.06	55	164	46	16.0	85.0	4.6	550	87	29.1	1
15VL044/CL104	11.08	57	11.10	11.10	59	170	40	15.0	82.7	4.4	525	83	25.6	1
15VL044/CL113	11.05	54	11.06	11.06	55	159	48	13.8	81.2	4.6	532	84	29.3	1
15VL044/CL94	11.08	57	11.10	11.11	60	165	51	17.0	94.1	4.4	659	104	32.2	1
15VL049/14K2	11.05	54	11.07	11.08	57	163	47	17.8	97.8	4.2	681	108	26.5	1
15VL049/14K23	11.13	62	11.15	11.15	64	161	35	18.8	93.6	4.0	567	90	26.1	1
15VL049/15VL044	11.06	55	11.07	11.08	57	149	42	17.0	82.4	4.4	667	105	26.0	1
15VL049/15VL060	11.06	55	11.07	11.08	57	151	33	16.8	96.4	4.4	673	106	29.9	1
15VL049/16VL013	11.03	52	11.05	11.05	54	148	45	17.6	93.2	4.8	557	88	35.3	1
15VL049/CL113	11.03	52	11.05	11.05	54	180	48	17.8	94.4	5.0	886	140	33.2	1
16VL013/14K23	11.01	50	11.03	11.03	52	166	44	16.2	93.8	4.6	707	112	33.7	1
16VL014/14K2	11.06	55	11.08	11.10	59	169	44	14.4	90.3	4.0	494	78	28.0	1
16VL014/CL104	11.04	53	11.06	11.08	57	156	39	16.8	91.7	4.4	539	85	28.3	1
16VL014/CL30	11.03	52	11.05	11.05	54	172	53	14.2	93.0	4.6	612	97	27.8	1
16VL014/CL35	11.03	52	11.05	11.05	54	170	53	13.4	88.1	4.4	528	83	27.7	1
16VL014/CL47	11.03	52	11.05	11.05	54	175	43	17.4	94.3	4.6	595	94	36.7	1
16VL014/CL59	11.02	51	11.04	11.04	53	170	54	15.8	89.9	4.4	651	103	35.3	1
16VL014/CL89	11.05	54	11.07	11.07	56	180	53	16.8	94.0	4.8	674	106	33.9	1
16VL015/CL103	11.02	51	11.04	11.04	53	176	43	14.8	85.1	4.6	677	107	34.6	1
16VL015/CL32	11.08	57	11.10	11.11	60	177	51	17.0	88.2	5.0	651	103	37.6	1
16VL015/CL35	11.04	53	11.05	11.07	56	185	52	17.0	72.9	4.8	677	107	27.6	1
16VL015/CL89	11.05	54	11.06	11.08	57	196	53	14.6	76.7	5.6	809	128	36.2	1
16VL015/CL96	11.05	54	11.06	11.08	57	171	54	16.4	87.8	4.8	755	119	29.9	1
16VL017/14K2	11.04	53	11.05	11.05	54	191	48	17.0	98.8	4.6	831	131	33.6	1
16VL017/14K23	11.04	53	11.05	11.05	54	180	51	19.8	99.0	4.6	897	142	38.4	1
16VL017/CL89	11.04	53	11.05	11.05	54	190	45	17.2	97.7	5.2	679	107	37.3	1
16VL018/14K30	11.02	51	11.03	11.04	53	151	33	18.0	95.6	4.6	767	121	38.5	1
16VL018/CL59	11.04	53	11.06	11.06	55	140	41	16.0	98.8	4.4	658	104	32.7	1
16VL021/14K30	11.05	54	11.07	11.07	56	164	49	15.8	96.2	4.4	683	108	38.9	1
16VL022/14K23	11.08	57	11.10	11.10	59	177	49	18.2	95.6	4.8	718	113	35.5	1
16VL022/CL30	11.08	57	11.10	11.10	59	171	56	15.8	96.2	4.4	451	71	34.0	1
16VL022/CL32	11.06	55	11.08	11.08	57	171	54	15.2	90.8	4.4	639	101	36.3	1
16VL022/CL59	11.09	58	11.10	11.11	60	180	50	16.0	97.5	4.6	634	100	35.2	1
16VL023/14K23	11.14	63	11.16	11.16	65	169	47	18.0	95.6	4.2	653	103	31.0	1
16VL023/14K30	11.07	56	11.08	11.08	57	166	45	16.8	98.8	4.4	587	93	35.9	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	회분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											중실중	지수		
16VL023/CL103	11.05	54	11.07	11.07	56	176	49	16.4	95.1	4.4	752	119	42.6	1
16VL023/CL47	11.08	57	11.10	11.10	59	177	50	15.2	98.7	4.2	590	93	29.8	1
16VL023/CL59	11.08	57	11.10	11.10	59	189	48	15.4	97.4	4.4	523	83	28.5	1
CL10/14K2	11.12	61	11.14	11.15	64	165	55	15.4	97.4	4.2	553	87	39.1	1
CL10/14K7	11.05	54	11.07	11.08	57	145	50	15.4	85.7	4.4	593	94	30.9	1
CL10/15VL044	11.05	54	11.07	11.08	57	156	60	16.6	98.8	4.4	744	117	34.9	1
CL10/16VL018	11.04	53	11.05	11.05	54	150	58	16.4	97.6	4.4	786	124	38.3	1
CL10/CL30	11.04	53	11.05	11.05	54	171	58	13.6	88.2	4.6	589	93	30.4	1
CL30/14K2	11.04	53	11.05	11.05	54	177	55	14.0	98.6	4.2	634	100	30.1	1
CL30/14K7	11.03	52	11.04	11.04	53	176	52	14.4	95.8	4.4	623	98	29.3	1
CL30/15VL060	11.01	50	11.03	11.03	52	189	48	13.4	94.0	4.4	637	101	28.2	1
CL30/16VL015	11.01	50	11.03	11.03	52	181	58	13.4	88.1	4.6	619	98	27.3	1
CL30/16VL017	11.01	50	11.03	11.03	52	197	45	13.6	97.1	4.6	740	117	30.8	1
CL30/16VL021	11.01	50	11.03	11.03	52	200	49	13.4	98.5	4.2	700	111	29.5	1
CL30/CL59	11.01	50	11.03	11.03	52	184	53	14.2	98.6	4.0	603	95	27.0	1
CL32/14K2	11.03	52	11.05	11.05	54	174	56	17.6	96.6	4.4	710	112	34.8	1
CL32/14K23	11.03	52	11.05	11.05	54	161	52	18.8	98.9	4.6	813	128	38.2	1
CL32/16VL014	11.05	54	11.07	11.07	56	180	44	16.4	91.5	4.6	712	112	31.4	1
CL32/16VL021	11.03	52	11.05	11.05	54	179	52	16.4	97.6	4.4	827	131	47.9	1
CL32/CL47	11.05	54	11.07	11.07	56	177	47	17.8	95.5	4.4	791	125	30.8	1
CL32/CL59	11.05	54	11.07	11.07	56	174	46	15.4	97.4	4.6	722	114	38.4	1
CL35/14K2	11.05	54	11.07	11.01	50	170	47	15.4	90.9	4.0	560	89	24.9	1
CL35/14K23	11.07	56	11.08	11.09	58	180	51	16.8	98.8	4.4	505	80	30.2	1
CL35/14K7	11.04	53	11.06	11.07	56	168	48	16.0	92.5	4.0	406	64	25.4	1
CL35/15VL044	11.06	55	11.07	11.08	57	154	49	14.2	93.0	4.6	425	67	29.9	1
CL35/15VL061	11.05	54	11.06	11.07	56	149	48	11.8	88.1	4.4	416	66	25.3	1
CL35/15VL065	11.05	54	11.06	11.07	56	162	44	15.2	92.1	4.0	592	93	25.0	1
CL35/16VL021	11.08	57	11.10	11.10	59	168	43	15.2	94.7	4.0	484	76	29.2	1
CL37/14K2	11.08	57	11.10	11.10	59	153	46	15.6	94.9	4.4	567	90	28.9	1
CL37/14K23	11.08	57	11.10	11.10	59	161	48	18.8	94.7	4.6	718	113	30.8	1
CL37/16VL021	11.07	56	11.08	11.09	58	145	52	14.8	90.5	4.2	549	87	33.5	1
CL37/CL104	11.10	59	11.11	11.11	60	150	47	15.6	93.6	4.4	672	106	32.4	1
CL37/CL30	11.07	56	11.08	11.09	58	166	49	12.8	98.4	4.4	568	90	25.7	1
CL37/CL35	11.05	54	11.06	11.06	55	163	60	14.8	89.2	4.0	574	91	29.9	1
CL37/CL59	11.06	55	11.08	11.09	58	173	50	16.4	98.8	4.2	613	97	29.1	1
CL37/CL89	11.05	54	11.06	11.06	55	160	68	17.0	97.6	5.0	685	108	33.3	1
CL37/CL94	11.04	53	11.05	11.05	54	154	63	15.8	93.7	4.4	817	129	42.7	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											총실중	지수		
CL47/14K2	11.04	53	11.05	11.05	54	190	58	17.2	96.5	4.2	806	127	33.8	1
CL47/14K23	11.02	51	11.03	11.03	52	172	51	18.6	94.6	4.6	881	139	36.3	1
CL47/15VL044	11.01	50	11.02	11.02	51	192	45	17.0	90.6	4.6	602	95	28.7	1
CL47/15VL060	11.02	51	11.03	11.03	52	189	52	15.6	92.3	4.6	596	94	34.6	1
CL47/15VL065	11.01	50	11.02	11.02	51	190	47	16.8	94.0	4.8	855	135	34.0	1
CL47/16VL015	11.03	52	11.05	11.05	54	176	41	15.4	84.4	5.0	745	118	32.0	1
CL47/16VL017	11.02	51	11.03	11.03	52	181	44	19.0	95.8	4.8	773	122	39.8	1
CL47/16VL018	11.03	52	11.04	11.04	53	185	46	18.4	91.3	4.8	641	101	35.1	1
CL50/14K23	11.06	55	11.08	11.08	57	179	57	20.2	98.0	4.6	791	125	38.3	1
CL50/16VL013	11.04	53	11.05	11.05	54	171	49	16.6	94.0	4.8	875	138	41.2	1
CL50/16VL015	11.06	55	11.07	11.07	56	168	50	18.0	93.3	4.6	671	106	33.5	1
CL50/16VL021	11.04	53	11.05	11.05	54	163	56	17.4	97.7	4.4	697	110	37.8	1
CL50/CL30	11.04	53	11.05	11.05	54	171	58	15.2	98.7	4.2	572	90	30.7	1
CL50/CL60	11.13	62	11.15	11.15	64	150	54	13.8	98.6	3.6	222	35	27.9	1
CL50/CL89	11.10	59	11.12	11.12	61	185	51	16.8	98.8	5.0	670	106	34.8	1
CL59/14K30	11.07	56	11.08	11.08	57	181	51	17.6	97.7	4.8	722	114	38.3	1
CL59/15VL044	11.07	56	11.08	11.08	57	157	49	15.6	98.7	4.6	711	112	32.5	1
CL59/15VL049	11.13	62	11.15	11.15	64	163	55	17.4	93.1	4.4	461	73	29.4	1
CL59/16VL015	11.05	54	11.07	11.07	56	154	58	14.4	94.4	4.4	421	66	30.8	1
CL59/16VL017	11.05	54	11.07	11.07	56	165	48	16.6	96.4	4.4	539	85	35.4	1
CL59/16VL021	11.03	52	11.05	11.05	54	173	51	15.2	90.8	4.4	632	100	34.8	1
CL59/CL47	11.05	54	11.07	11.07	56	176	58	16.2	98.8	4.6	527	83	32.8	1
CL59/CL60	11.14	63	11.15	11.15	64	167	45	14.6	98.6	4.0	285	45	26.4	1
CL60/CL89	11.11	60	11.12	11.12	61	184	54	17.2	98.8	5.0	541	85	33.3	1
CL89/CL104	11.14	63	11.16	11.16	65	196	53	16.8	96.4	5.0	592	94	34.7	1
CL89/CL59	11.11	60	11.12	11.12	61	180	52	15.6	97.4	5.2	686	108	33.8	1
CL89/CL96	11.07	56	11.08	11.08	57	172	52	16.0	97.5	5.2	851	134	34.5	1
CL96/16VL014	11.07	56	11.08	11.08	57	161	50	16.4	90.2	4.6	620	98	31.4	1
CL96/CL103	11.04	53	11.05	11.05	54	172	52	16.2	92.6	4.8	633	100	37.9	1
CL96/CL50	11.06	55	11.07	11.08	57	158	54	15.6	93.6	4.4	564	89	31.8	1
CL96/CL60	11.06	55	11.07	11.08	57	166	57	15.4	98.7	4.6	594	94	30.1	1
CL96/CL94	11.10	59	11.12	11.14	63	161	54	16.2	97.5	4.4	624	99	28.4	1
CL104/14K30	11.06	55	11.07	11.08	57	167	41	19.6	88.8	4.6	761	120	37.8	1
CL104/CL32	11.06	55	11.07	11.08	57	164	49	19.4	92.8	4.8	867	137	35.0	1
CL104/CL47	11.05	54	11.06	11.06	55	190	37	20.4	82.4	4.6	769	122	30.1	1
CL113/CL59	11.02	51	11.03	11.03	52	155	54	17.0	76.5	4.8	604	95	33.8	1

○ 베트남 생산력검정예비시험('18. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 71-85일이었으며, CL2/14K26 등 11교잡계가 71일로 가장 빨랐음.
- 간장은 144-252cm의 범위였으며, CL22/14K11 교잡계가 252cm으로 가장 장간이었음
- 착수고율은 40 - 61%의 수준으로 변이폭이 넓었음.
- 이삭길이는 CL15/14K25 등 4교잡계가 20cm 초과하였고,
- 수량성은 CL2/14K5 교잡계가 1074kg/10a 으로 가장 많았음

< 베트남 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성(2)('18. 7월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											중실중	지수		
LVN10	4.23	76	4.25	4.25	78	192	54	16.0	94.9	4.4	455	100	34	2
CL2/14K26	4.16	69	4.18	4.18	71	158	59	15.6	96.2	4.6	570	125	39	3
CL2/14K22	4.19	72	4.21	4.19	72	180	54	16.0	97.5	5.4	870	191	35	3
CL2/14K7	4.18	71	4.20	4.19	72	155	55	16.4	96.3	4.6	642	141	30	3
CL2/14K8	4.18	71	4.20	4.19	72	179	58	16.2	97.5	4.8	603	132	34	5
CL2/14K12	4.18	71	4.20	4.19	72	176	56	15.8	97.5	5.0	761	167	40	3
CL2/14K23	4.19	72	4.20	4.20	73	144	56	18.6	97.8	5.2	811	178	39	3
CL2/14K5	4.18	71	4.19	4.19	72	160	58	16.0	100.0	5.4	1,074	236	43	3
CL2/15VL039	4.17	70	4.18	4.18	71	160	56	16.0	95.0	4.8	514	113	40	1
CL2/15VL069	4.18	71	4.19	4.19	72	148	45	18.0	94.4	4.6	839	184	35	1
CL2/14K9	4.18	71	4.19	4.19	72	171	49	16.0	96.3	5.0	669	147	37	3
CL6/14K7	4.19	72	4.20	4.20	73	181	57	15.0	97.3	4.4	721	158	32	3
CL6/14K8	4.18	71	4.20	4.20	73	181	57	15.8	97.5	4.8	515	113	41	5
CL6/14K12	4.19	72	4.21	4.21	74	186	51	16.0	96.3	5.4	785	172	40	3
CL6/14K22	4.20	73	4.22	4.22	75	185	57	16.0	96.3	5.0	766	168	39	1
CL6/14K26	4.18	71	4.19	4.19	72	168	57	16.0	98.8	5.4	618	136	42	3
CL6/15VL039	4.17	70	4.18	4.18	71	171	54	15.8	96.2	4.6	586	129	31	1
CL6/15VL069	4.18	71	4.20	4.20	73	172	54	17.0	98.8	4.8	874	192	38	3
CL11/14K4	4.20	73	4.22	4.22	75	189	51	14.4	88.9	4.8	762	167	39	3
CL11/14K5	4.20	73	4.22	4.22	75	196	49	13.8	95.7	5.6	750	165	38	3
CL11/14K8	4.20	73	4.22	4.22	75	191	50	15.0	96.0	5.2	651	143	37	3
CL11/14K12	4.20	73	4.22	4.22	75	214	48	15.0	98.7	5.6	806	177	35	3
CL11/14K22	4.21	74	4.23	4.23	76	180	44	14.4	97.2	4.8	577	127	35	1
CL11/14K25	4.21	74	4.23	4.23	76	198	51	13.0	92.3	5.0	552	121	37	3
CL11/14K26	4.20	73	4.22	4.22	75	197	49	14.4	98.6	5.2	945	208	33	3
CL11/14K27	4.19	72	4.20	4.20	73	192	45	16.4	96.3	5.0	701	154	36	1
CL11/14K28	4.19	72	4.20	4.20	73	187	50	15.0	93.3	5.2	728	160	36	1
CL12/14K4	4.19	72	4.20	4.20	73	186	50	17.2	90.7	5.0	638	140	35	1
CL12/14K5	4.20	73	4.21	4.21	74	185	48	14.8	98.6	5.4	523	115	38	1
CL12/14K8	4.19	72	4.20	4.20	73	178	53	17.0	81.2	5.0	449	99	38	5

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	회분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
CL12/14K11	4.22	75	4.24	4.24	77	186	48	17.4	97.7	5.0	722	158	36	1
CL12/14K12	4.18	71	4.20	4.20	73	181	49	16.8	97.6	5.0	762	167	40	1
CL12/14K22	4.18	71	4.20	4.20	73	181	48	17.0	94.1	5.2	733	161	37	1
CL12/14K23	4.21	74	4.22	4.23	76	166	52	19.4	97.9	5.6	702	154	36	1
CL12/14K26	4.24	77	4.25	4.26	79	176	50	16.2	97.5	5.6	671	147	34	1
CL12/14K27	4.24	77	4.25	4.25	78	181	53	16.0	95.0	4.6	534	117	34	1
CL12/14K28	4.25	78	4.28	4.26	79	184	49	16.4	95.1	5.0	573	126	39	1
CL12/15VL016	4.22	75	4.23	4.23	76	185	44	16.4	97.6	4.8	498	109	33	1
CL15/14K4	4.24	77	4.26	4.26	79	198	52	16.6	92.8	4.4	652	143	34	1
CL15/14K5	4.22	75	4.24	4.24	77	187	54	16.0	97.5	5.4	745	164	41	3
CL15/14K8	4.24	77	4.26	4.26	79	180	53	16.2	95.1	4.6	613	135	34	1
CL15/14K9	4.20	73	4.22	4.22	75	195	60	15.6	96.2	5.0	651	143	35	1
CL15/14K11	4.26	79	4.28	4.27	80	200	49	19.4	92.8	5.0	747	164	37	1
CL15/14K12	4.26	79	4.28	4.27	80	185	50	18.4	97.8	5.2	738	162	39	3
CL15/14K19	4.26	79	4.29	4.27	80	174	52	16.4	95.1	4.8	483	106	38	5
CL15/14K22	4.26	79	4.27	4.27	80	195	50	16.6	95.2	5.0	703	154	36	1
CL15/14K25	4.26	79	4.27	4.27	80	173	57	20.0	92.0	4.8	756	166	35	1
CL15/14K26	4.24	77	4.25	4.25	78	170	51	17.2	98.8	5.6	835	183	38	3
CL15/14K27	4.20	73	4.21	4.21	74	172	47	16.6	97.6	5.0	643	141	37	5
CL15/14K28	4.21	74	4.23	4.23	76	174	56	15.8	96.2	4.8	447	98	40	9
CL15/14K30	4.21	74	4.22	4.24	77	190	50	17.4	97.7	4.6	552	121	41	3
CL18/14K4	4.20	73	4.21	4.21	74	171	60	17.2	90.7	4.6	612	134	39	3
CL18/14K9	4.20	73	4.21	4.21	74	177	50	18.0	88.9	4.8	480	105	41	5
CL18/14K12	4.26	79	4.28	4.28	81	174	59	18.0	92.2	4.6	398	87	51	3
CL18/14K16	4.27	80	4.29	4.29	82	190	46	16.8	95.2	4.4	393	86	27	5
CL18/14K19	4.26	79	4.27	4.27	80	178	43	18.2	93.4	4.8	380	83	37	7
CL18/14K22	4.20	73	4.22	4.23	76	197	41	17.0	80.0	4.6	575	126	38	1
CL18/14K23	4.25	78	4.27	4.27	80	187	57	21.4	96.3	4.6	591	130	36	3
CL18/14K25	4.23	76	4.24	4.25	78	185	55	20.2	95.0	4.4	719	158	39	5
CL18/14K26	4.23	76	4.25	4.24	77	184	51	16.2	98.8	5.2	647	142	35	5
CL18/14K27	4.20	73	4.21	4.21	74	175	48	17.2	96.5	4.4	342	75	35	7
CL18/14K28	4.19	72	4.20	4.20	73	183	50	20.2	94.1	5.0	747	164	40	1
CL18/16VL013	4.23	76	4.24	4.24	77	161	58	17.2	95.3	4.4	280	61	33	7
CL19/14K8	4.24	77	4.26	4.26	79	158	44	15.6	94.9	4.8	680	149	33	1
CL19/14K9	4.23	76	4.24	4.24	77	174	48	16.0	93.8	4.6	564	124	32	3
CL19/14K11	4.20	73	4.21	4.21	74	179	47	18.4	95.7	5.0	871	191	35	1
CL19/14K12	4.19	72	4.20	4.20	73	167	45	15.6	96.2	4.8	422	93	36	1
CL19/14K22	4.19	72	4.20	4.20	73	152	53	16.8	95.2	4.8	476	105	37	1
CL19/14K25	4.19	72	4.20	4.20	73	176	49	19.2	94.8	5.0	854	187	39	1
CL19/14K27	4.19	72	4.20	4.20	73	188	49	15.8	94.9	4.4	610	134	34	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	회분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
CL19/14K28	4.22	75	4.23	4.23	76	173	55	17.4	97.7	5.0	880	193	34	1
CL19/15VL003	4.22	75	4.23	4.23	76	151	40	17.8	95.5	4.6	929	204	34	1
CL19/15VL016	4.20	73	4.21	4.21	74	172	40	17.0	95.3	4.4	696	153	35	3
CL19/16VL013	4.24	77	4.26	4.26	79	188	56	15.6	96.2	4.4	460	101	33	5
CL22/14K4	4.24	77	4.26	4.26	79	217	46	16.2	97.5	5.4	619	136	37	3
CL22/14K5	4.26	79	4.27	4.27	80	211	48	16.0	97.5	5.6	507	111	40	1
CL22/14K11	4.26	79	4.27	4.27	80	252	49	20.0	91.0	5.0	714	157	37	1
CL22/14K22	4.24	77	4.25	4.26	79	211	47	18.2	96.7	5.2	798	175	35	1
CL22/14K27	4.25	78	4.26	4.27	80	215	46	17.0	94.1	4.8	583	128	35	1
CL22/14K28	4.22	75	4.24	4.24	77	213	46	18.0	93.3	4.6	535	117	37	5
CL28/14K4	4.26	79	4.28	4.30	83	191	46	16.4	97.6	5.0	572	126	34	1
CL28/14K5	4.19	72	4.20	4.20	73	184	47	16.8	89.3	4.6	294	65	31	1
CL28/14K7	4.20	73	4.21	4.21	74	180	46	16.6	91.6	4.6	460	101	37	3
CL28/14K19	4.26	79	4.28	4.30	83	197	47	18.2	93.4	4.6	554	122	36	1
CL28/14K22	4.27	80	4.29	4.30	83	213	40	17.8	97.8	5.0	789	173	36	1
CL28/14K26	4.25	78	4.27	4.27	80	214	43	16.4	93.9	5.0	566	124	36	1
CL28/14K27	4.27	80	4.29	4.30	83	208	48	19.4	96.9	4.8	657	144	34	3
CL28/15VL003	4.22	75	4.23	4.23	76	173	40	16.4	93.9	4.0	543	119	29	1
CL28/16VL013	4.19	72	4.20	4.20	73	186	44	16.2	95.1	4.2	461	101	27	1
CL31/14K7	4.19	72	4.20	4.20	73	169	51	16.2	96.3	4.6	585	128	30	3
CL31/14K8	4.22	75	4.23	4.23	76	175	47	16.4	95.1	5.0	619	136	34	3
CL31/14K16	4.25	78	4.27	4.27	80	185	49	16.8	95.2	5.0	639	140	37	1
CL31/14K22	4.29	82	4.30	5.02	85	216	46	18.0	94.4	5.2	614	135	34	1
CL31/14K25	4.26	79	4.28	4.28	81	193	59	19.2	97.9	5.0	625	137	35	1
CL31/14K26	4.26	79	4.28	4.28	81	205	55	16.2	98.8	1.4	528	116	36	5
CL31/14K27	4.22	75	4.24	4.24	77	181	45	17.0	91.8	4.6	487	107	34	5
CL31/14K28	4.25	78	4.26	4.26	79	197	49	18.6	97.8	4.8	455	100	34	1
CL31/14K21	4.29	82	4.30	5.01	84	209	53	17.4	95.4	5.0	714	157	35	3
CL47/14K5	4.24	77	4.26	4.26	79	194	43	17.0	94.1	5.2	432	95	33	7
CL47/14K7	4.27	80	4.29	4.29	82	165	61	16.8	90.5	4.4	583	128	29	3
CL47/14K9	4.27	80	4.29	4.29	82	167	50	18.4	92.4	4.8	539	118	30	3
CL47/14K23	4.22	75	4.23	4.23	76	197	47	16.2	96.3	4.6	453	99	34	1
CL47/14K25	4.22	75	4.23	4.23	76	195	56	16.8	94.0	4.6	578	127	35	1
CL47/14K28	4.20	73	4.21	4.21	74	193	52	14.2	97.2	4.8	540	119	31	1
CL47/15VL003	4.20	73	4.21	4.21	74	166	46	17.4	96.6	4.4	587	129	35	1
CL47/15VL069	4.20	73	4.21	4.21	74	185	40	18.2	97.8	4.4	765	168	39	1
CL47/15VL039	4.18	71	4.19	4.20	73	201	40	18.2	95.6	4.4	556	122	35	1
CL47/16VL009	4.18	71	4.19	4.20	73	169	56	16.4	97.6	4.4	562	123	35	3
CL47/16VL013	4.18	71	4.19	4.20	73	190	44	15.4	98.7	4.2	413	91	34	3
CL47/16VL024	4.18	71	4.19	4.19	72	173	49	15.4	97.4	4.4	564	124	32	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	회분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
CL59/14K5	4.17	70	4.18	4.18	71	194	48	16.4	96.3	5.4	897	197	37	1
CL59/14K8	4.17	70	4.18	4.18	71	180	51	15.8	93.7	4.6	628	138	32	1
CL59/14K9	4.18	71	4.19	4.19	72	191	54	15.0	89.3	4.6	704	155	38	1
CL59/14K11	4.20	73	4.22	4.22	75	213	47	18.2	94.5	4.8	771	169	33	1
CL59/14K12	4.20	73	4.22	4.22	75	199	53	15.2	98.7	4.8	600	132	37	3
CL59/15VL016	4.18	71	4.19	4.19	72	190	53	17.4	96.6	4.4	768	169	36	1
CL63/14K4	4.18	71	4.19	4.20	73	205	43	15.2	97.4	4.6	488	107	33	7
CL63/14K5	4.19	72	4.20	4.20	73	203	52	16.6	96.4	5.2	727	160	39	1
CL63/14K23	4.19	72	4.20	4.20	73	204	49	18.0	98.9	4.6	598	131	36	1
CL63/14K28	4.18	71	4.19	4.19	72	177	52	16.8	94.0	5.0	516	113	37	1
CL63/15VL003	4.18	71	4.19	4.19	72	162	45	19.0	91.6	4.8	704	155	35	1
CL63/15VL069	4.18	71	4.20	4.20	73	172	44	19.0	96.8	4.4	579	127	36	1
CL63/16VL009	4.18	71	4.20	4.20	73	167	51	15.0	98.7	4.2	410	90	35	7
CL63/16VL013	4.17	70	4.18	4.18	71	191	50	16.0	96.3	4.6	465	102	34	5
CL63/16VL024	4.17	70	4.18	4.18	71	181	53	15.8	96.2	4.6	485	106	37	5
CL94/14K5	4.20	73	4.21	4.21	74	203	45	14.8	97.3	5.6	648	142	45	1
CL94/14K8	4.20	73	4.21	4.21	74	173	53	13.0	92.3	4.8	296	65	40	9
CL94/14K9	4.21	74	4.22	4.22	75	178	52	11.2	69.6	3.8	114	25	38	9
CL94/14K19	4.21	74	4.22	4.22	75	180	51	14.6	82.2	4.6	263	58	41	9
CL94/14K23	4.21	74	4.22	4.22	75	200	46	17.8	96.6	5.2	532	117	42	5
CL94/14K25	4.21	74	4.22	4.22	75	195	57	19.8	89.9	5.4	508	112	48	5
CL94/14K26	4.20	73	4.21	4.21	74	204	52	14.8	98.6	5.6	591	130	46	3
CL94/14K27	4.20	73	4.21	4.21	74	190	50	15.6	96.2	5.2	500	110	38	3
CL94/15VL003	4.19	72	4.20	4.20	73	174	47	16.2	97.5	4.6	614	135	38	1
CL94/15VL069	4.20	73	4.21	4.21	74	159	45	14.8	91.9	3.4	95	21	43	3
CL94/16VL013	4.20	73	4.21	4.21	74	154	51	13.2	90.9	4.0	87	19	40	5
CL94/16VL024	4.18	71	4.20	4.20	73	177	50	14.8	94.6	4.4	220	48	40	1
CL94/14K28	4.20	73	4.21	4.21	74	186	46	17.0	94.1	4.4	356	78	44	3
CL99/14K5	4.18	71	4.20	4.20	73	180	56	16.0	96.3	4.8	539	118	38	3
CL99/14K8	4.18	71	4.20	4.20	73	187	52	16.4	87.8	4.6	538	118	31	1
CL99/14K9	4.17	70	4.18	4.18	71	181	54	16.8	92.9	4.6	535	118	31	1
CL99/14K22	4.17	70	4.18	4.18	71	187	45	17.2	95.3	4.8	768	169	33	3
CL99/14K23	4.18	71	4.19	4.19	72	190	46	16.6	94.0	4.8	558	123	34	3
CL99/14K25	4.18	71	4.20	4.20	73	182	49	17.4	92.0	5.0	668	147	36	1
CL99/14K26	4.18	71	4.20	4.20	73	181	52	15.4	97.4	5.2	715	157	37	3
CL99/14K28	4.18	71	4.20	4.20	73	185	42	17.2	96.5	4.8	706	155	35	1
CL99/15VL003	4.18	71	4.20	4.20	73	165	43	18.0	94.4	4.6	428	94	35	1
CL99/16VL013	4.18	71	4.20	4.20	73	180	50	17.0	96.5	4.6	584	128	35	1
CL99/16VL024	4.17	70	4.18	4.18	71	173	53	17.2	93.0	4.4	228	50	30	3
CL113/16VL013	4.17	70	4.18	4.18	71	168	54	19.0	100.0	4.6	534	117	35	1

○ 베트남 생산력검정본시험('18. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 LVN10과 LCH9 보다 빨랐으며, 육성 교잡계중 가장 빠른 교잡계는 16VL009/15VL043 이었음.
- 간장은 151-184cm의 범위로 LVN10과 LCH9 보다 짧았음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 LVN10과 LCH9 보다 낮아 47 - 58% 수준을 보였음.
- 수량성은 16VL005/14K23이 940kg/10a로 가장 많았으며, 수량 등 생육 특성이 우수한 5교잡계를 지역적응시험에 공시코자 선발함.
- 백립중은 14K23/15VL043이 37.5g으로 가장 무거웠으며, 전 교잡계에서 도복은 발생되지 않았음

< 베트남 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(1)('18. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			백립 중 (g)	비고
												중실중	지수1	지수2		
LVN10	1	11.17	66	11.18	11.22	71	208	58	16.6	94.0	4.2	692			20.9	
	2	11.16	65	11.18	11.19	68	186	65	16.2	87.7	4.0	574			21.0	
	3	11.18	67	11.19	11.21	70	201	60	15.8	87.3	4.0	724			20.1	
	평균	11.17	66	11.18	11.20	70	199	61	16.2	89.7	4.1	663	100	92	20.7	
LCH9	1	11.06	55	11.07	11.07	56	187	61	18.2	91.2	4.8	611			33.9	
	2	11.05	54	11.06	11.06	55	184	61	18.2	96.7	4.8	768			35.5	
	3	11.05	54	11.07	11.07	56	196	60	17.4	94.3	4.4	785			36.5	
	평균	11.05	54	11.06	11.06	56	189	61	17.9	94.1	4.7	721	109	100	35.3	
14K22/16VL006	1	11.02	51	11.04	11.04	53	197	47	17.6	79.5	5.6	842			32.9	
	2	11.03	52	11.05	11.05	54	169	45	15.2	88.2	5.0	732			33.2	
	3	11.03	52	11.05	11.05	54	171	49	16.2	86.4	5.0	677			31.3	
	평균	11.02	52	11.04	11.04	54	179	47	16.3	84.7	5.2	750	113	104	32.4	
14K23/14K22	1	11.03	52	11.04	11.04	53	179	48	20.4	94.1	4.6	705			35.7	
	2	11.07	56	11.08	11.08	57	164	55	19.0	96.8	4.6	682			30.1	
	3	11.03	52	11.04	11.05	54	200	50	21.0	96.2	4.6	943			36.8	
	평균	11.04	53	11.05	11.05	55	181	51	20.1	95.7	4.6	777	117	108	34.2	아세32호
14K23/15VL043	1	11.03	52	11.04	11.04	53	190	56	20.4	97.1	4.8	863			37.2	
	2	11.03	52	11.04	11.04	53	172	60	17.8	97.8	4.6	840			37.0	
	3	11.03	52	11.05	11.05	54	171	58	18.8	96.8	4.4	798			38.4	
	평균	11.03	52	11.04	11.04	53	178	58	19.0	97.2	4.6	833	126	116	37.5	아세33호
16VL002/CL50	1	11.02	51	11.04	11.04	53	183	50	17.2	97.7	4.6	738			37.5	
	2	11.04	53	11.05	11.05	54	148	50	15.6	98.7	4.4	499			31.2	
	3	11.02	51	11.04	11.04	53	149	54	16.4	97.6	4.4	609			33.2	
	평균	11.02	52	11.04	11.04	53	160	51	16.4	98.0	4.5	615	93	85	34.0	
16VL004/15VL043	1	11.03	52	11.05	11.05	54	176	58	14.8	95.9	4.8	568			30.4	
	2	11.03	52	11.05	11.05	54	182	53	14.2	94.4	4.4	570			31.3	
	3	11.03	52	11.04	11.04	53	183	51	14.6	95.9	4.6	688			35.6	

교잡계명	반복	출용기	출용	화분	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성(kg/10a)			백립 중 (g)	비고
		(월.일)	일수	비산기 (월.일)	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중실중	지수1	지수2		
	평균	11.03	52	11.04	11.04	54	180	54	14.5	95.4	4.6	608	92	84	32.4	
16VL004/16VL010	1	11.02	51	11.04	11.04	53	177	48	16.0	95.0	4.8	803			35.4	
	2	11.04	53	11.06	11.06	55	161	48	15.6	96.2	4.6	774			31.5	
	3	11.03	52	11.05	11.05	54	175	44	14.8	97.3	4.4	765			32.5	
	평균	11.03	52	11.05	11.05	54	171	47	15.5	96.2	4.6	781	118	108	33.2	
16VL004/CL13	1	11.02	51	11.04	11.04	53	184	49	17.2	94.2	5.0	818			35.3	
	2	11.05	54	11.06	11.06	55	172	47	15.8	91.1	4.4	684			31.9	
	3	11.03	52	11.05	11.05	54	190	49	16.2	93.8	4.6	774			36.3	
	평균	11.03	52	11.05	11.05	54	182	49	16.4	93.1	4.7	758	114	105	34.5	
16VL004/CL59	1	11.01	50	11.03	11.03	52	188	52	16.4	92.7	5.0	756			34.0	
	2	11.02	51	11.03	11.03	52	176	47	14.8	95.9	4.6	642			29.6	
	3	11.01	50	11.03	11.03	52	168	45	16.2	97.5	4.8	576			35.1	
	평균	11.01	50	11.03	11.03	52	177	48	15.8	95.4	4.8	658	99	91	32.9	아세35호
16VL005/14K23	1	11.02	51	11.04	11.04	53	181	50	20.2	86.1	4.6	739			36.7	
	2	11.03	52	11.05	11.05	54	169	54	19.2	93.8	4.4	986			37.4	
	3	11.01	50	11.03	11.03	52	202	46	20.2	95.0	4.6	1096			33.8	
	평균	11.02	51	11.04	11.04	53	184	50	19.9	91.6	4.5	940	142	130	35.9	아세34호
16VL005/14K4	1	11.01	50	11.03	11.03	52	191	46	17.4	83.9	4.6	761			35.7	
	2	11.01	50	11.03	11.03	52	185	52	16.4	85.4	5.0	751			34.1	
	3	11.01	50	11.03	11.03	52	176	49	16.8	85.7	5.2	574			35.6	
	평균	11.01	50	11.03	11.03	52	184	49	16.9	85.0	4.9	695	105	96	35.1	
16VL008/CL13	1	11.02	51	11.04	11.04	53	159	48	17.2	87.2	4.8	559			34.2	
	2	11.05	54	11.06	11.06	55	160	53	15.0	88.0	4.2	524			33.9	
	3	11.02	51	11.04	11.04	53	179	53	15.6	79.5	4.8	634			36.2	
	평균	11.03	52	11.04	11.04	54	166	52	15.9	84.9	4.6	573	86	79	34.8	
16VL009/15VL043	1	10.30	48	11.01	11.01	50	163	53	15.4	92.2	4.0	776			33.4	
	2	11.01	50	11.02	11.02	51	163	56	16.0	96.3	4.0	640			34.4	
	3	10.30	48	11.01	11.01	50	165	57	16.0	97.5	4.4	682			35.3	
	평균	10.30	49	11.01	11.01	50	164	55	15.8	95.3	4.1	699	105	97	34.4	
16VL010/16VL006	1	11.01	50	11.03	11.03	52	180	47	14.8	87.8	4.8	822			34.2	
	2	11.04	53	11.05	11.05	54	136	50	13.2	86.4	4.8	590			31.5	
	3	11.01	50	11.03	11.03	52	189	49	15.0	86.7	5.0	765			34.1	
	평균	11.02	51	11.03	11.03	53	169	49	14.3	87.0	4.9	726	109	101	33.3	
CL12/16VL006	1	11.05	54	11.06	11.06	55	180	52	14.8	87.8	5.2	684			36.7	
	2	11.05	54	11.06	11.06	55	163	51	14.8	89.2	5.2	650			34.0	
	3	11.03	52	11.05	11.05	54	187	48	14.4	77.8	4.8	618			28.8	
	평균	11.04	53	11.05	11.05	55	177	50	14.7	84.9	5.1	651	98	90	33.2	
CL12/16VL009	1	11.01	50	11.03	11.03	52	159	46	16.6	96.4	4.2	556			32.0	
	2	11.03	52	11.05	11.05	54	140	56	15.6	96.2	4.4	461			29.8	
	3	11.01	50	11.03	11.03	52	153	51	17.0	97.6	4.4	625			38.6	
	평균	11.01	51	11.03	11.03	53	151	51	16.4	96.7	4.3	547	83	76	33.5	아세36호

○ 베트남 생산력검정본시험('18. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 16VL017/14K23를 제외하고 LVN10과 LCH9보다 다소 빠른 경향이였으며, 육성 교잡계중 가장 빠른 교잡계는 14K22/15VL043 등 2교잡계로 LVN10 보다 7일 빨랐음.
- 간장은 151-198cm의 범위였으며, 16VL018/14K23이 가장 단간이었음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 43 - 56% 수준이었음.
- 수량성은 16VL017/14K5가 840kg/10a로 가장 많았으며, 수량 등 생육 특성이 우수한 5교잡계를 지역적응시험에 공시코자 선발함

< 베트남 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성(2)('18. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)	비고
												종실중	지수 1	지수 2			
LVN10	1	4.23	76	4.25	4.25	78	183	54	15.6	96.2	4.4	445			35.7	1	
	2	4.23	76	4.24	4.25	78	201	53	15.8	97.5	4.8	354			33.0	1	
	3	4.23	76	4.25	4.25	78	189	53	16.2	96.3	4.6	498			32.7	3	
	평균	4.23	76	4.25	4.25	78	191	53	15.9	96.6	4.6	433	100	75	33.8	1.7	
LCH9	1	4.22	75	4.23	4.23	76	188	54	18.0	93.3	4.8	450			34.0	1	
	2	4.22	75	4.23	4.23	76	191	50	18.0	94.4	4.6	703			38.3	1	
	3	4.22	75	4.24	4.24	77	195	53	15.6	96.2	4.2	587			34.0	1	
	평균	4.22	75	4.23	4.23	76	191	52	17.2	94.6	4.5	580	134	100	35.4	1.0	
14K22/15VL043	1	4.16	69	4.18	4.18	71	193	47	17.0	97.6	4.6	705			35.7	1	
	2	4.18	71	4.19	4.18	71	196	51	17.2	98.8	4.8	690			35.7	1	
	3	4.17	70	4.18	4.19	72	178	58	16.0	97.5	5.0	774			38.0	3	
	평균	4.17	70	4.18	4.18	71	189	52	16.7	98.0	4.8	723	167	125	36.4	1.7	아세37호
16VL010/14K23	1	4.16	69	4.18	4.18	71	166	53	16.8	92.9	4.8	593			36.7	1	
	2	4.16	69	4.18	4.18	71	160	49	17.4	94.3	4.2	338			35.0	1	
	3	4.20	73	4.21	4.22	75	180	50	18.0	97.8	4.6	552			33.7	3	
	평균	4.17	70	4.19	4.19	72	169	51	17.4	95.0	4.5	494	114	85	35.1	1.7	
CL12/14K4	1	4.17	70	4.19	4.19	72	168	47	17.2	90.7	4.8	716			37.3	3	
	2	4.18	71	4.20	4.20	73	174	52	15.8	93.7	5.0	722			35.3	1	
	3	4.19	72	4.20	4.22	75	179	45	15.0	93.3	4.8	640			36.3	1	
	평균	4.18	71	4.20	4.20	73	174	48	16.0	92.6	4.9	693	160	119	36.3	1.7	
CL50/CL19	1	4.20	73	4.22	4.21	74	176	56	14.6	98.6	4.8	758			31.7	1	
	2	4.22	75	4.23	4.23	76	175	52	15.4	100	5.0	749			31.0	1	
	3	4.22	75	4.24	4.25	78	184	59	16.8	95.2	5.0	640			31.0	1	
	평균	4.21	74	4.23	4.23	76	178	56	15.6	98.0	4.9	716	165	123	31.2	1.0	
CL117/16VL017	1	4.22	75	4.24	4.24	77	189	47	17.4	96.6	4.6	636			34.0	1	
	2	4.21	74	4.23	4.23	76	192	48	17.0	96.5	4.6	618			37.7	1	
	3	4.24	77	4.26	4.26	79	202	50	17.6	95.5	4.6	630			32.3	1	
	평균	4.22	75	4.24	4.24	77	194	48	17.3	96.2	4.6	628	145	108	34.7	1.0	
16VL014/14K23	1	4.19	72	4.21	4.21	74	194	52	17.0	98.8	4.8	794			35.0	1	

교잡계명	반복	출용기	출용	화분	출사기	출사	간장	착수	이삭	작립	이삭	수량성(kg/10a)			백립	도복	비고
		(월.일)	일수	비산기 (월.일)	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	총실중	지수 1	지수 2	중 (g)	(1-9)	
	2	4.19	72	4.21	4.23	76	187	50	18.4	97.8	4.8	689			39.3	1	아세38호
	3	4.20	73	4.21	4.23	76	194	55	18.8	98.9	4.6	670			36.7	3	
	평균	4.19	72	4.21	4.22	75	192	52	18.1	98.5	4.7	718	166	124	37.0	1.7	
16VL015/14K23	1	4.19	72	4.21	4.22	75	180	52	17.0	94.1	5.4	753			34.7	3	
	2	4.20	73	4.21	4.22	75	159	49	18.0	91.1	4.8	711			33.0	1	
	3	4.21	74	4.24	4.25	78	183	50	18.4	92.4	4.8	554			28.7	3	
	평균	4.20	73	4.22	4.23	76	174	50	17.8	92.5	5.0	673	156	116	32.1	2.3	
16VL015/14K28	1	4.18	71	4.20	4.20	73	181	51	19.2	85.4	5.2	493			33.7	5	
	2	4.20	73	4.22	4.23	76	174	49	19.4	81.4	5.4	542			34.7	7	
	3	4.19	72	4.21	4.19	72	182	48	20.2	79.2	5.2	247			35.7	7	
	평균	4.19	72	4.21	4.21	74	179	50	19.6	82.0	5.3	427	99	74	34.7	6	
16VL015/CL93	1	4.19	72	4.21	4.20	73	174	52	15.2	93.4	5.4	612			33.3	5	
	2	4.22	75	4.24	4.24	77	155	49	15.0	97.3	5.6	532			33.3	7	
	3	4.21	74	4.24	4.24	77	188	55	14.6	93.2	5.2	471			31.3	7	
	평균	4.21	74	4.23	4.23	76	172	52	14.9	94.6	5.4	538	124	93	32.7	6.3	
16VL017/14K5	1	4.18	71	4.20	4.20	73	199	46	16.0	97.5	5.6	889			38.0	3	
	2	4.18	71	4.20	4.19	72	199	46	14.4	100	4.8	813			41.3	1	
	3	4.19	72	4.20	4.20	73	196	44	15.4	96.1	5.8	817			36.7	5	
	평균	4.18	71	4.20	4.20	73	198	46	15.3	97.9	5.4	840	194	145	38.7	3.0	
16VL017/14K23	1	4.23	76	4.25	4.25	78	189	52	18.8	98.9	5.2	675			39.7	3	
	2	4.25	78	4.26	4.27	80	176	47	18.2	98.9	4.8	722			38.3	1	
	3	4.25	78	4.27	4.27	80	206	49	19.4	96.9	5.0	656			39.3	1	
	평균	4.24	77	4.26	4.26	79	190	49	18.8	98.2	5.0	685	158	118	39.1	1.7	
16VL018/14K23	1	4.20	73	4.22	4.24	77	155	45	18.4	97.8	4.8	599			33.3	1	
	2	4.20	73	4.22	4.23	76	154	41	17.8	97.8	4.6	634			34.3	1	
	3	4.19	72	4.21	4.24	77	144	44	20.2	96.0	4.8	496			32.0	1	
	평균	4.20	73	4.22	4.24	77	151	43	18.8	97.2	4.7	576	133	99	33.2	1.0	
16VL024/CL101	1	4.15	68	4.17	4.17	70	193	51	16.0	97.5	4.8	650			31.3	3	
	2	4.16	69	4.17	4.17	70	192	46	16.0	96.3	4.6	674			30.3	1	
	3	4.17	70	4.18	4.19	72	189	50	17.0	94.1	4.8	488			30.3	3	
	평균	4.16	69	4.17	4.18	71	192	49	16.3	96.0	4.7	604	140	104	30.7	2.3	
14K19/CL11	1	4.17	70	4.20	4.20	73	191	50	16.4	95.1	5.2	855			37.7	1	
	2	4.21	74	4.22	4.21	74	185	51	16.0	93.8	5.2	879			36.3	1	
	3	4.20	73	4.23	4.22	75	192	49	18.0	94.4	5.0	644			36.3	1	
	평균	4.19	72	4.22	4.21	74	189	50	16.8	94.4	5.1	793	183	137	36.8	1.0	
14K19/CL12	1	4.18	71	4.21	4.20	73	170	51	16.4	91.5	4.8	719			41.7	1	
	2	4.20	73	4.22	4.20	73	167	40	16.2	96.3	5.0	624			41.3	1	
	3	4.20	73	4.22	4.21	74	180	48	17.6	93.2	4.8	500			37.0	1	

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)	비고
												중실중	지수 1	지수 2			
	평균	4.19	72	4.22	4.20	73	172	46	16.7	93.6	4.9	614	142	106	40.0	1.0	아세41호
14K19/15VL043	1	4.20	73	4.21	4.21	74	201	55	18.6	93.5	5.0	747			36.3	3	
	2	4.21	74	4.22	4.22	75	201	53	17.6	93.2	5.2	663			39.0	5	
	3	4.18	71	4.20	4.19	72	181	53	17.8	92.1	4.6	376			39.7	1	
	평균	4.20	73	4.21	4.21	74	194	54	18.0	93.0	4.9	595	138	103	38.3	3.0	
CL93/CL13	1	4.21	74	4.23	4.23	76	189	55	16.0	98.8	5.2	696			33.0	1	
	2	4.24	77	4.26	4.26	79	184	52	16.2	97.5	4.8	763			34.3	1	
	3	4.24	77	4.26	4.26	79	194	56	15.8	97.5	4.8	576			34.0	1	
	평균	4.23	76	4.25	4.25	78	189	55	16.0	97.9	4.9	678	157	117	33.8	1.0	
CL93/16VL015	1	4.22	75	4.24	4.23	76	185	52	15.6	93.6	5.4	448			33.0	7	
	2	4.21	74	4.23	4.23	76	173	52	14.8	93.2	5.6	635			36.7	3	
	3	4.22	75	4.25	4.25	78	187	55	15.8	94.9	5.2	742			32.7	3	
	평균	4.22	75	4.24	4.24	77	182	53	15.4	93.9	5.4	608	141	105	34.1	4.3	
CL93/16VL022	1	4.20	73	4.21	4.22	75	191	49	15.4	96.1	5.2	468			36.7	5	
	2	4.23	76	4.24	4.25	78	174	44	15.2	97.4	5.0	524			41.3	3	
	3	4.24	77	4.26	4.26	79	210	50	15.0	93.3	4.8	485			32.7	1	
	평균	4.22	75	4.24	4.24	77	192	48	15.2	95.6	5.0	492	114	85	36.9	3.0	

(4) 한국

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2018. 4. 17
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : LVN10 등 생산력검정본시험 21 교잡계

(나) 시험결과

- 수원 생산력검정본시험('18. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 대체로 LVN10 보다 빨랐으나 CL12/14K4과 14K19/CL11 교잡계는 110일로 LVN10 보다 1일이 늦었음. 국내 품종인 장다옥보다 빠른 교잡계는 없었음
 - 간장은 262-322cm의 범위였며, 장다옥 216보다 단간인 교잡계는 없었음.
 - 착수고율은 육성 교잡계가 56 - 69% 수준이었음.
 - 수량성은 16VL024/CL101가 장다옥 대비 99%의 수량성을 보여 가장 많았으나 332kg/10a에 불과하였으며, LVN10을 비롯하여 4교잡계는 수량을 얻지 못하였음

< 한국 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
LVN10	1	7.25	99	8.04	109	297	65	-	-	-	-	-	-	1
	2	7.24	98	-	-	276	66	-	-	-	-	-	-	1
	3	7.23	97	8.03	108	310	68	-	-	-	-	-	-	1
	평균	7.24	98	8.04	109	294	67	-	-	-	-	-	-	1
장다옥	1	7.07	81	7.10	84	211	50	16.8	91.7	3.8	319	-	17.5	1
	2	7.07	81	7.10	84	204	49	16.6	91.6	3.6	278	-	17.1	1
	3	7.07	81	7.10	84	232	54	17.8	95.5	3.8	415	-	17.2	1
	평균	7.07	81	7.10	84	216	51	17.1	92.9	3.7	337	100	17.3	1
14K22/15VL043	1	7.15	89	7.19	93	268	65	14.0	88.6	3.8	328	-	21.1	1
	2	7.17	91	7.22	96	298	59	11.6	74.1	2.8	71	-	17.4	1
	3	7.17	91	7.21	95	305	62	15.8	89.9	3.4	180	-	17.8	1
	평균	7.16	90	7.21	95	290	62	13.8	84.2	3.3	193	57	18.8	1
16VL010/14K23	1	7.23	97	-	-	285	66	10.6	90.6	3.0	92	-	16.3	1
	2	7.22	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	3	7.21	95	7.22	96	293	61	14.2	91.5	3.2	191	-	18.3	1
	평균	7.22	96	7.22	96	289	63	12.4	91.1	3.1	142	42	17	1
CL12/14K4	1	7.22	96	8.06	111	267	62	-	-	-	-	-	-	1
	2	7.24	98	8.08	113	266	61	-	-	-	-	-	-	1
	3	7.20	94	7.31	105	269	65	-	-	-	-	-	-	1
	평균	7.22	96	7.82	110	267	63	-	-	-	-	-	-	1
CL50/CL19	1	7.20	94	7.26	100	271	61	11.2	85.7	2.8	92	-	12.1	1
	2	7.23	97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	3	7.23	97	8.01	106	272	66	7.6	78.9	1.6	33	-	12.7	1
	평균	7.22	96	7.64	103	272	63	9.4	82.3	2.2	63	19	12.4	1
CL117/16VL017	1	7.21	95	7.26	100	303	58	12.0	86.7	2.6	109	-	15.6	1
	2	7.24	98	8.03	108	269	61	-	-	-	-	-	-	1
	3	7.21	95	7.24	98	279	61	20.6	66.0	3.0	165	-	18.3	1
	평균	7.22	96	7.51	102	284	60	16.3	76.3	2.8	137	41	17.0	1
16VL014/14K23	1	7.16	90	7.22	96	281	63	17.2	83.7	3.6	229	-	18.9	1
	2	7.15	89	7.20	94	273	61	19.4	92.8	4.0	414	-	23.8	1
	3	7.15	89	7.20	94	281	60	17.6	79.5	3.8	284	-	17.8	1
	평균	7.15	89	7.21	95	278	62	18.1	85.3	3.8	309	92	20.2	1
16VL015/14K23	1	7.16	90	7.21	95	285	62	18.0	80.0	4.0	334	-	14.3	1
	2	7.18	92	7.24	98	268	62	16.4	79.3	3.6	223	-	15.5	1
	3	7.18	92	7.23	97	296	61	18.8	86.2	4.2	377	-	17.9	1
	평균	7.17	91	7.23	97	283	62	17.7	81.8	3.9	311	92	15.9	1
16VL015/14K28	1	7.16	90	7.20	94	285	62	16.6	81.9	3.8	179	-	15.8	1
	2	7.17	91	7.21	95	252	58	16.4	70.7	3.8	197	-	16.3	1
	3	7.15	89	7.19	93	270	62	17.4	88.5	3.8	190	-	15.4	1
	평균	7.16	90	7.20	94	269	60	16.8	80.4	3.8	189	56	15.8	1
16VL015/CL93	1	7.18	92	7.22	96	287	61	11.8	79.7	3.6	136	-	17.2	3

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수		
	2	7.18	92	7.24	98	248	54	11.6	75.9	3.0	92		15.5	1
	3	7.16	90	7.22	96	262	61	14.0	90.0	4.0	219		18.7	1
	평균	7.17	91	7.23	97	265	59	12.5	81.8	3.5	149	44	17.2	1.7
16VL017/14K5	1	7.26	100	8.04	109	321	60	-	-	-	-		-	5
	2	7.31	105	-	-	-	-	-	-	-	-		-	1
	3	7.26	100	-	-	-	-	-	-	-	-		-	1
	평균	7.28	102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3
16VL017/14K23	1	7.22	96	7.28	102	324	63	15.2	55.3	3.0	54		18.1	1
	2	7.31	105	-	-	-	-	-	-	-	-		-	1
	3	7.23	97	7.30	104	319	58	16.4	62.2	2.8	71		17.5	1
	평균	7.25	99	7.29	103	322	60	15.8	58.7	2.9	62	19	17.8	1
16VL018/14K23	1	7.18	92	7.24	98	279	54	13.6	95.6	3.2	137		17.1	1
	2	7.21	95	7.28	102	260	56	19.2	86.5	3.4	207		15.7	1
	3	7.22	96	7.26	100	275	57	18.8	85.1	3.4	164		16.8	1
	평균	7.20	94	7.26	100	272	56	17.2	89.1	3.3	169	50	16.5	1
16VL024/CL101	1	7.16	90	7.19	93	303	66	15.4	81.8	3.6	267		13.7	1
	2	7.15	89	7.17	91	286	68	18.0	83.3	3.8	438		20.1	1
	3	7.15	89	7.18	92	286	67	16.0	85.0	3.4	293		15.9	1
	평균	7.15	89	7.18	92	291	67	16.5	83.4	3.6	332	99	16.6	1
14K19/CL11	1	7.26	100	8.08	113	307	68	-	-	-	-		-	1
	2	7.24	98	-	-	-	-	-	-	-	-		-	1
	3	7.23	97	8.02	107	314	53	-	-	-	-		-	1
	평균	7.24	98	8.05	110	310	61	-	-	-	-	-	-	1
14K19/CL12	1	7.18	92	7.23	97	275	63	8.2	51.2	2.0	22		14.3	1
	2	7.18	92	7.23	97	252	66	17.8	73.0	3.2	65		20.3	1
	3	7.18	92	7.24	98	275	64	18.0	86.7	3.6	239		18.2	1
	평균	7.18	92	7.23	97	267	64	14.7	70.3	2.9	109	32	17.6	1
14K19/15VL043	1	7.16	90	7.19	93	294	71	16.4	87.8	3.4	282		15.2	1
	2	7.16	90	7.19	93	297	69	16.4	87.8	3.6	277		16.1	1
	3	7.16	90	7.19	93	287	67	19.2	89.6	4.0	421		20.0	1
	평균	7.16	90	7.19	93	293	69	17.3	88.4	3.7	327	97	17.1	1
CL93/CL13	1	7.19	93	7.22	96	284	62	16.2	76.5	3.2	339		18.2	1
	2	7.24	98	7.26	100	266	69	-	-	-	-		-	1
	3	7.20	94	7.25	99	267	61	12.6	87.3	3.0	164		17.6	1
	평균	7.21	95	7.24	98	272	64	14.4	81.9	3.1	252	75	17.9	1
CL93/16VL015	1	7.16	90	7.22	96	267	58	13.0	64.6	4.0	222		19.4	1
	2	7.22	96	-	-	252	55	-	-	-	-		-	1
	3	7.16	90	7.20	94	267	57	10.6	88.7	4.0	185		19.0	1
	평균	7.18	92	7.21	95	262	57	11.8	76.6	4.0	203	60	19.2	1
CL93/16CL022	1	7.18	92	7.30	104	278	61	-	-	-	-		-	1
	2	7.23	97	7.25	99	249	69	15.8	65.8	3.4	98		20.9	1
	3	7.21	95	7.25	99	289	60	8.6	74.4	2.6	60		16.4	1
	평균	7.21	95	7.27	101	272	63	12.2	70.1	3.0	79	23	18.6	1

마. 지역적응시험(국가별 적응성시험)

(1) 캄보디아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 캄보디아 바탐방
- 파종일 : 2017. 12. 6('18. 3월 수확), 2018. 6. 22('18. 10월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종 :
 - '18. 3월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 등 14 교잡계
 - '18. 10월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 등 13 교잡계

(나) 시험결과

- 육성교잡계의 출사일수는 56~61일의 범위로 CP888의 63일 보다 모두 빨랐음. 육성 교잡계 중 아세24호의 출사일수가 가장 길었음
- 간장은 207-238cm의 범위로, 아세28호가 가장 길었음
- 착수고율은 41-57%의 범위로 CP888의 60보다 낮은 수준이었음
- 이삭길이는 아세22호가 가장 길었으나, 착립장률은 적었음. 아세22호를 제외한 모든 교잡계의 착립장률은 90% 이상이었음. 이삭직경은 아세28호가 가장 넓었음
- 수량성은 아세18호와 아세26호를 제외하고는 CP888보다 모두 많았으며, 특히 아세19호와 아세25호, 26호 및 28호가 월등히 많았음

< 캄보디아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('18. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수		
CP888	1	2.03	59	2.06	63	212	57	16.4	93.3	4.2	488		0	1
	2	2.04	61	2.07	63	239	61	16.7	91.6	4.2	497		0.5	1
	3	2.04	60	2.07	63	236	62	17.0	94.7	4.1	567		0	1
	평균	2.03	60	2.06	63	229	60	16.7	93.2	4.2	517	100	0.2	1
KM1	1	1.28	53	1.30	55	182	40	19.5	90.3	4.8	668		3.0	1
	2	1.29	54	1.30	55	210	40	19.1	91.7	4.6	503		0.5	1
	3	1.29	54	1.30	55	228	42	19.0	94.2	4.5	659		0	1
	평균	1.28	54	1.30	55	207	41	19.2	92.1	4.6	610	118	1.2	1
아세12호	1	1.30	56	2.03	60	204	52	17.4	95.4	4.9	615		0	1
	2	1.31	56	2.03	59	208	51	18.3	91.9	4.4	567		0.5	1
	3	2.01	57	2.04	60	229	49	17.7	95.5	4.9	607		0	1
	평균	1.31	56	2.03	60	214	51	17.8	94.3	4.7	596	115	0.2	1
아세17호	1	1.30	55	1.31	56	197	54	16.3	91.4	4.7	607		0	1
	2	1.29	54	1.31	56	214	54	16.4	91.0	4.7	598		0	1
	3	1.27	52	1.30	55	220	51	16.4	93.3	4.7	664		0	1
	평균	1.28	54	1.30	56	211	53	16.4	91.9	4.7	623	120	0	1
아세18호	1	1.30	55	2.01	57	217	49	16.6	95.2	4.9	497		0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	(kg/10a)	지수		
	2	1.31	56	2.01	57	217	51	18.1	91.2	4.9	497		0	1
	3	2.01	57	2.02	58	224	52	17.4	96.0	4.4	492		0	1
	평균	1.31	56	2.01	57	219	51	17.4	94.1	4.7	495	96	0	1
아세19호	1	1.29	55	2.01	57	222	53	19.4	91.2	4.8	578		0	1
	2	1.30	55	2.03	59	233	51	19.0	93.2	4.8	633		0	1
	3	1.28	53	1.31	56	234	54	19.3	94.3	5.0	730		0	1
	평균	1.29	54	2.01	57	230	53	19.2	92.9	4.9	647	125	0	1
아세20호	1	1.30	55	2.01	57	233	49	18.2	95.6	5.0	492		0	1
	2	1.31	56	2.01	58	235	51	18.4	96.7	5.0	607		0	1
	3	1.30	55	1.31	56	237	52	19.6	92.9	5.3	714		0	1
	평균	1.30	55	1.31	57	235	51	18.7	95.1	5.1	604	117	0	1
아세22호	1	1.31	56	2.01	57	208	57	23.0	91.7	5.0	356		1.5	2
	2	1.30	55	2.03	59	224	56	22.6	54.2	4.8	635		0	1
	3	1.30	55	2.01	57	218	55	23.4	94.4	5.0	719		0	1
	평균	1.30	55	2.01	58	217	56	23.0	80.1	4.9	570	110	0.5	1
아세23호	1	2.01	57	2.03	59	218	57	18.6	91.4	5.2	453		1.5	1
	2	1.31	56	2.02	58	207	51	18.7	90.9	4.6	437		0	1
	3	1.31	56	2.02	58	233	55	18.1	97.2	4.9	593		0	1
	평균	1.31	56	2.02	58	219	54	18.5	93.2	4.9	495	96	0.5	1
아세24호	1	1.30	55	2.04	60	222	55	20.4	92.1	4.8	633		0	1
	2	2.01	57	2.05	61	222	55	19.8	94.9	4.7	620		0	1
	3	2.03	59	2.05	62	222	56	20.0	93.5	4.9	602		0	2
	평균	2.01	57	2.04	61	222	55	20.1	93.5	4.8	618	120	0	1
아세25호	1	1.31	56	2.03	59	219	57	21.9	96.3	5.1	655		0.5	1
	2	1.31	56	2.04	60	234	55	21.3	93.9	4.9	673		0	1
	3	1.30	55	2.02	58	240	54	21.4	95.8	5.1	637		0	1
	평균	1.30	56	2.03	59	231	55	21.5	95.4	5.0	655	127	0.2	1
아세26호	1	1.29	54	2.02	58	228	56	22.0	97.3	5.3	607		0	1
	2	1.30	55	2.01	57	228	58	20.9	94.4	5.3	565		0	1
	3	1.31	56	2.04	60	221	59	21.1	97.6	5.4	826		0	1
	평균	1.30	55	2.02	58	225	57	21.3	96.4	5.3	666	129	0	1
아세27호	1	1.30	55	2.01	57	226	57	17.1	95.9	5.0	642		0	1
	2	2.01	57	2.05	61	225	56	16.9	94.7	4.9	569		0	1
	3	1.31	56	2.02	58	240	53	17.5	94.3	5.0	598		0	1
	평균	1.31	56	2.02	59	231	55	17.2	95.0	5.0	603	117	0	1
아세28호	1	1.30	55	2.01	57	233	53	19.0	94.3	5.6	602		0	1
	2	1.31	56	2.02	58	230	52	17.6	90.6	5.7	666		0	1
	3	1.30	55	2.01	57	250	52	18.7	90.3	5.7	758		0	1
	평균	1.30	55	2.01	57	238	52	18.4	91.7	5.7	675	131	0	1
LSD(5%)											121			
CV											12.1			

○ 캄보디아 공시('18. 10월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 48~55일의 범위였으며, 아세31호의 출사일수가 가장 짧았음
- 간장은 158-199cm의 범위로, 아세19호가 가장 길었음
- 착수고율은 33-55%의 범위로 아세33호가 가장 낮은 수준을 보였음
- 이삭길이는 아세32호가 가장 길었으며, CP888보다 모드 길었음. 아세32호를 제외한 모든 교잡계의 착립장률은 90% 이상이었음. 이삭직경은 아세30호가 가장 넓었음
- 수량성은 아세30호와 아세19호가 각각 1122, 1021 kg/10a로 가장 높았으나, 나머지는 모두 낮은 수준이었음

< 캄보디아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('18. 10월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	깨씨 무늬병 (0-9)	도복 (1-9)
											종실중	지수			
LVN10	1	8.12	51	8.14	53	168	54	18.5	81.3	4.5	558		0	1	1
	2	8.10	49	8.13	53	146	43	18.3	97.2	4.8	563		5	2	1
	3	8.11	50	8.12	52	178	56	17.4	93.3	4.7	985		0	1	1
	평균	8.11	50	8.13	52	164	51	18.1	90.6	4.7	702	73	1.7	1.3	1.0
KM1	1	8.05	44	8.07	46	168	40	19.1	91.1	4.5	569		2	3	1
	2	8.04	44	8.06	46	164	39	19.6	96.9	4.7	782		2	0	1
	3	8.06	45	8.07	47	169	35	20.2	94.1	4.9	756		3	0	1
	평균	8.05	44	8.07	46	167	38	19.6	94.0	4.7	703	73	2.2	1.0	1.0
CP888	1	8.09	49	8.12	52	184	53	18.6	90.9	4.5	1,020		0	6	1
	2	8.11	51	8.14	53	174	52	17.6	91.5	4.8	796		1	1	1
	3	8.10	49	8.12	51	186	54	17.3	97.7	4.7	1,079		0	3	1
	평균	8.10	49	8.12	52	181	53	17.8	93.3	4.7	965	100	0.2	3.3	1.0
아세19호	1	8.08	47	8.10	49	185	49	19.3	91.3	5.2	1,020		0	3	1
	2	8.09	49	8.11	50	203	53	19.0	92.2	5.1	1,095		0	3	1
	3	8.09	48	8.11	50	211	53	18.3	94.0	5.0	947		2	2	1
	평균	8.08	48	8.10	50	199	52	18.9	92.5	5.1	1,021	106	0.5	2.7	1.0
아세20호	1	8.09	49	8.11	51	189	45	17.4	92.0	5.2	796		0	3	1
	2	8.09	49	8.11	51	181	42	18.1	95.7	5.4	743		5	5	1
	3	8.10	49	8.11	50	187	44	20.2	91.6	5.6	611		4	5	1
	평균	8.09	49	8.11	50	185	44	18.6	93.1	5.4	716	74	3.0	4.3	1.0
아세22호	1	8.10	49	8.12	51	187	56	22.1	92.3	5.1	908		2	2	1
	2	8.11	50	8.12	51	180	55	22.4	90.2	4.9	782		2	1	1
	3	8.09	49	8.11	51	189	55	22.6	94.7	4.9	899		0	1	2
	평균	8.10	49	8.11	51	185	55	22.4	92.4	5.0	863	89	1.0	1.2	1.3
아세24호	1	8.11	50	8.12	51	182	53	21.2	93.4	5.4	987		2	1	1
	2	8.12	52	8.13	53	170	52	20.9	93.8	5.3	943		1	1	1
	3	8.12	51	8.13	53	190	53	21.7	92.6	5.3	840		2	2	2
	평균	8.11	51	8.13	52	181	53	21.3	93.3	5.3	923	96	1.2	1.3	1.3

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	깨씨 무늬병 (0-9)	도복 (1-9)	
											종실중	지수				
아세29호	1	8.12	51	8.13	53	178	52	19.3	93.4	5.1	895		0	3	1	
	2	8.12	52	8.13	53	171	52	19.3	95.5	5.0	1,020		0	1	1	
	3	8.13	52	8.14	54	190	53	19.3	96.9	5.1	890		2	1	1	
	평균	8.12	52	8.13	53	180	52	19.3	95.2	5.1	935	97	0.5	1.7	1.0	
아세30호	1	8.08	47	8.11	50	196	52	21.1	98.6	5.6	820		2	2	1	
	2	8.07	47	8.11	51	195	55	21.3	98.1	5.5	1,209		1	3	1	
	3	8.08	47	8.11	50	195	57	21.7	97.7	5.7	1,338		0	1	1	
	평균	8.07	47	8.11	50	196	54	21.4	98.1	5.6	1,122	116	0.7	2.0	1.0	
아세31호	1	8.08	47	8.09	49	189	51	19.0	97.4	5.1	844		0	3	2	
	2	8.07	46	8.09	49	172	51	18.6	97.8	5.1	903		1	2	1	
	3	8.08	47	8.09	48	193	51	18.5	98.9	5.1	787		0	1	1	
	평균	8.07	47	8.09	48	184	51	18.7	98.0	5.1	845	88	0.2	1.8	1.3	
아세32호	1	8.12	52	8.14	54	181	44	22.4	92.4	4.9	778		5	3	1	
	2	8.13	53	8.15	54	175	43	23.4	94.1	5.1	815		2	1	1	
	3	8.13	52	8.14	53	175	48	21.9	96.8	4.9	886		1	1	1	
	평균	8.13	52	8.14	54	177	45	22.6	94.4	5.0	826	86	2.7	1.7	1.0	
아세33호	1	8.10	49	8.11	51	174	49	22.1	95.0	4.7	844		0	4	2	
	2	8.09	48	8.11	50	178	52	21.0	96.2	4.8	916		4	0	2	
	3	8.12	51	8.13	52	170	56	20.4	97.0	4.7	662		0	5	1	
	평균	8.10	49	8.11	51	174	52	21.2	96.1	4.7	807	84	1.3	3.0	1.7	
아세34호	1	8.15	54	8.17	57	157	36	21.5	86.4	4.7	402		6	5	1	
	2	8.14	54	8.16	56	154	28	21.3	86.9	5.0	402		5	5	1	
	3	8.12	51	8.15	54	164	36	20.7	89.8	4.9	459		7	6	1	
	평균	8.13	53	8.16	55	158	33	21.2	87.7	4.9	421	44	6.0	5.3	1.0	
LSD(5%)											-----					
CV											-----					

(2) 인도네시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 인도네시아 족자카르타
- 파종일 : 2017. 12. 4('18. 3월 수확), 2018. 6. 24('18. 10월 수확)
- 재식거리 : 75×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종
 - '17. 3월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 등 14 교잡계
 - '18. 10월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 등 13 교잡계

(나) 시험결과

○ 인도네시아 공시('18. 3월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 51~57일의 범위로 P21의 55일과 비슷한 경향이며, 육성 교잡계 중 아세17, 18호가 51일로 가장 빨랐음
- 간장은 289-320cm 범위였으며, 착수고율은 43-55%의 범위였음
- 수량성은 아세12호, 아세19호와 아세20호, 아세22, 24, 25, 28호 등 대부분의 육성 교잡계가 P21보다 많았음
- 녹병에는 아세17, 18호를 제외하고는 P21과 같거나 강하였음. 깨씨무늬병에는 아세18호가 다소 약하였으며, 노균병에는 전 교잡계가 강한 것으로 나타남

< 인도네시아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('18. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수				
P21	1	1.24	51	1.26	54	286	50	19.3	93.3	5.2	616		3	3	1	1
	2	1.26	53	1.27	54	297	50	17.8	94.9	5.2	608		5	3	0	1
	3	1.26	54	1.30	57	286	43	17.6	93.3	5.0	544		4	3	0	1
	평균	1.25	53	1.27	55	290	48	18.2	93.8	5.1	589	100	4	3	0.3	1
KM1	1	1.22	50	1.21	49	287	37	18.5	91.3	4.1	259		3	-	1	1
	2	1.23	50	1.26	54	294	42	16.7	87.7	4.1	333		-	-	-	1
	3	1.19	47	1.21	49	283	43	16.9	90.0	3.8	322		-	-	-	1
	평균	1.21	49	1.23	50	288	41	17.4	89.7	4.0	305	52	3	-	1	1
아세12호	1	1.25	52	1.26	53	301	42	19.0	95.8	4.9	597		2	2	1	1
	2	1.26	54	1.27	54	294	46	18.7	91.9	4.7	509		3	3	0	1
	3	1.27	54	1.28	56	285	42	18.7	95.2	4.7	699		4	3	0	1
	평균	1.26	53	1.27	54	293	43	18.8	94.3	4.8	602	102	3	2.7	0.3	1
아세17호	1	1.21	49	1.24	52	295	41	16.2	92.0	4.4	563		-	-	1	1
	2	1.25	52	1.22	49	288	48	15.4	90.2	4.4	574		5	3	0	1
	3	1.20	48	1.26	53	285	49	15.2	88.8	4.4	498		-	-	0	1
	평균	1.22	49	1.24	51	289	46	15.6	90.3	4.4	545	92	5	3	0.3	1
아세18호	1	1.25	53	1.26	54	291	46	17.9	89.9	4.6	510		3	5	0	1
	2	1.26	54	1.27	54	289	49	17.3	91.8	4.6	553		3	7	0	1
	3	1.27	54	1.18	45	296	45	18.6	94.6	4.8	632		3	5	0	1
	평균	1.26	53	1.23	51	292	47	17.9	92.1	4.7	565	96	3	5.7	0	1
아세19호	1	1.21	49	1.22	50	318	47	20.0	91.0	4.7	656		4	3	0	1
	2	1.23	50	1.26	53	302	53	19.0	89.5	4.8	695		5	3	0	1
	3	1.23	51	1.26	54	291	55	19.8	88.9	4.8	734		4	3	0	1
	평균	1.22	50	1.25	52	304	52	19.6	89.8	4.8	695	118	4.3	3	0	1
아세20호	1	1.23	51	1.22	50	302	47	18.5	90.8	4.9	672		4	3	0	1
	2	1.23	51	1.25	52	304	49	18.7	93.1	4.9	484		4	3	0	1
	3	1.25	52	1.26	53	320	49	19.2	96.9	5.0	674		5	3	0	1
	평균	1.24	51	1.24	52	309	48	18.8	93.6	4.9	610	104	4.3	3	0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		녹병 (0-9)	끼찌 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)	
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수					
아세22호	1	1.23	51	1.27	54	303	48	22.8	89.3	4.7	729		3	3	0	3	
	2	1.26	53	1.26	54	298	48	24.0	90.1	4.7	588		5	3	0	2	
	3	1.24	51	1.28	56	309	52	25.0	91.6	4.8	592		4	3	0	1	
	평균	1.24	52	1.27	54	303	49	23.9	90.3	4.7	636	108	4	3	0	2	
아세23호	1	1.26	54	1.28	55	285	47	17.4	86.2	4.2	413		3	3	0	1	
	2	1.26	54	1.28	56	297	49	19.1	92.0	4.5	489		3	3	1.5	1	
	3	1.26	54	1.30	58	300	46	19.5	92.8	4.7	473		5	3	0	1	
	평균	1.26	54	1.29	56	294	48	18.7	90.3	4.5	458	78	3.7	3	0.5	1	
아세24호	1	1.26	53	1.30	57	312	41	21.1	86.1	4.7	698		3	3	0	1	
	2	1.26	53	1.29	56	299	49	21.9	89.2	4.9	731		5	3	0	1	
	3	1.27	54	1.29	57	311	47	22.7	92.9	5.0	719		3	4	0	1	
	평균	1.26	53	1.29	57	307	46	21.9	89.4	4.9	716	122	3.7	3.3	0	1	
아세25호	1	1.25	53	1.29	56	321	54	21.9	95.0	4.8	699		3	3	0	1	
	2	1.27	54	1.30	57	311	46	22.4	96.0	4.8	663		4	3	0	1	
	3	1.27	54	1.30	57	306	45	21.2	95.2	4.6	684		3	3	0	1	
	평균	1.26	54	1.29	57	313	48	21.8	95.4	4.7	682	116	3.3	3	0	1	
아세26호	1	1.25	53	1.28	55	331	54	21.5	94.4	5.1	754		2	2	0	1	
	2	1.26	53	1.30	57	321	55	21.6	93.5	4.8	681		3	3	0	1	
	3	1.26	54	1.31	59	307	56	21.4	86.5	4.9	580		4	3	0	3	
	평균	1.26	53	1.29	57	320	55	21.5	91.5	4.9	672	114	3	2.7	0	1.7	
아세27호	1	1.28	55	1.28	56	308	59	17.9	92.7	4.7	561		3	3	0	1	
	2	1.26	53	1.30	57	300	40	18.0	92.8	4.8	485		3	3	0	3	
	3	1.27	54	1.29	57	298	52	18.0	90.9	4.8	571		4	3	0	1	
	평균	1.27	54	1.29	56	302	50	18.0	92.1	4.8	539	91	3.3	3	0	1.7	
아세28호	1	1.26	53	1.28	56	318	54	18.1	89.5	5.4	624		3	5	1.5	1	
	2	1.26	54	1.28	55	296	53	17.8	91.0	5.4	668		3	3	0	1	
	3	1.26	54	1.28	55	305	52	17.7	88.2	5.6	627		5	3	0	1	
	평균	1.26	53	1.28	55	306	53	17.9	89.6	5.5	640	109	3.7	3.7	0.5	1	
LSD(5%)	-----											102					
CV	-----											10.3					

○ 인도네시아 공시('18. 10월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 57~64일의 범위로 P21의 63일과 비슷하거나 빠른 경향이
며, 육성 교잡계 중 아세31호가 가장 빨랐음
- 간장은 302-333cm 범위였으며, 착수고율은 35-46%의 범위로 비교적 낮았음. 도복 피
해는 없었음
- 수량성은 아세20호와 아세32호를 제외한 모든 교잡계가 P21보다 많았음
- 아세30호, 31호, 32호 등이 노균병에 다소 강하였음. 아세29호 등 4교잡계는 녹병에 강
하였음.

< 인도네시아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('18. 10월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균병 (0-9)	녹병 (0-9)
											종실중	지수		
LVN10	1	8.23	60	8.28	65	326	36	18.4	89.1	4.8	737		0	5
	2	8.25	62	8.28	65	316	35	19.0	90.0	4.9	747		0	4
	3	8.29	67	9.05	73	339	41	19.7	90.3	4.7	437		2	0
	평균	8.25	63	8.30	68	327	37	19.0	89.8	4.8	640	90	0.5	3.0
KM1	1	8.19	56	8.19	56	325	29	20.9	90.5	5.3	902		0	7
	2	8.19	56	8.19	56	306	33	20.6	96.6	5.6	964		0	7
	3	8.22	59	8.24	62	325	32	20.4	97.5	5.4	804		0	7
	평균	8.20	57	8.20	58	319	32	20.6	94.9	5.4	890	125	0.0	7.0
P21	1	8.21	59	8.23	60	314	39	19.6	99.0	6.1	763		0	0
	2	8.21	59	8.25	62	342	41	19.3	97.9	6.0	794		0	0
	3	8.25	62	8.29	66	340	44	19.7	97.5	5.8	573		1	0
	평균	8.22	60	8.25	63	332	41	19.5	98.1	6.0	710	100	0.2	0.0
아세19호	1	8.23	60	8.23	60	354	40	21.3	92.4	5.7	843		1	3
	2	8.22	60	8.23	60	323	41	21.5	92.5	5.5	697		2	0
	3	8.25	62	8.28	65	321	39	20.7	87.0	5.4	667		2	1
	평균	8.23	61	8.24	62	333	40	21.2	90.7	5.5	735	104	1.3	1.2
아세20호	1	8.23	60	8.23	60	310	37	20.3	95.1	6.0	642		1	6
	2	8.22	59	8.24	62	305	37	20.5	92.2	5.9	537		5	0
	3	8.23	61	8.25	62	329	42	20.6	94.7	5.8	570		2	0
	평균	8.22	60	8.24	61	315	39	20.5	94.0	5.9	583	82	2.5	2.0
아세22호	1	8.19	57	8.22	59	363	43	26.1	93.5	5.8	819		0	3
	2	8.22	59	8.22	59	325	45	25.1	96.0	5.8	914		0	0
	3	8.24	61	8.25	63	311	46	22.5	91.1	5.3	780		2	0
	평균	8.21	59	8.23	60	333	45	24.6	93.5	5.6	838	118	0.5	1.0
아세24호	1	8.23	60	8.24	61	334	36	24.0	92.5	6.0	834		1	1
	2	8.22	60	8.23	60	330	40	23.9	96.7	5.9	877		0	0
	3	8.23	60	8.24	61	322	39	23.0	92.2	5.8	674		2	4
	평균	8.22	60	8.23	61	329	39	23.6	93.8	5.9	795	112	0.7	1.7
아세29호	1	8.20	57	8.20	57	299	43	20.2	97.1	5.7	939		0	0
	2	8.22	59	8.20	58	291	38	20.4	95.5	5.9	913		0	0
	3	8.24	62	8.25	62	317	45	20.1	91.0	5.4	733		3	0
	평균	8.22	59	8.21	59	302	42	20.2	94.5	5.7	861	121	0.8	0.0
아세30호	1	8.22	60	8.23	61	353	46	22.2	96.8	5.8	838		0	0
	2	8.21	59	8.22	60	326	48	22.4	94.6	6.3	774		1	0

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균병 (0-9)	녹병 (0-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수		
	3	8.24	62	8.28	65	321	46	21.9	92.7	5.9	669		1	0
	평균	8.22	60	8.24	62	333	46	22.2	94.7	6.0	761	107	0.3	0.0
아세31호	1	8.19	56	8.19	56	344	39	21.8	95.9	6.0	901		0	0
	2	8.20	57	8.21	58	322	39	23.4	92.2	5.7	738		1	0
	3	8.17	55	8.21	58	298	42	20.7	92.3	5.5	690		0	0
	평균	8.18	56	8.20	57	322	40	22.0	93.4	5.7	776	109	0.2	0.0
아세32호	1	8.23	60	8.25	63	357	36	24.5	87.7	5.5	872		0	0
	2	8.23	60	8.25	63	303	40	25.0	94.0	5.5	496		1	0
	3	8.28	65	8.28	66	326	34	23.4	84.6	5.3	589		0	0
	평균	8.24	62	8.26	64	328	37	24.3	88.8	5.4	652	92	0.2	0.0
아세33호	1	8.23	60	8.23	60	321	47	23.8	93.7	5.4	1,018		0	3
	2	8.25	62	8.25	63	322	41	23.7	95.8	5.5	908		0	2
	3	8.24	62	8.27	64	327	46	23.2	94.3	5.3	679		2	0
	평균	8.24	61	8.25	62	323	45	23.6	94.6	5.4	868	122	0.7	1.5
아세34호	1	8.23	60	8.20	57	340	32	23.6	91.5	6.2	1,040		0	6
	2	8.22	59	8.19	57	313	34	23.1	93.1	5.7	1,062		0	7
	3	8.28	66	8.29	66	338	38	23.1	94.8	5.8	760		2	0
	평균	8.24	62	8.22	60	330	35	23.3	93.1	5.9	954	134	0.7	4.3
LSD(5%) -----											137			
CV -----											10.5			

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

○ 시험장소 : 베트남 동치우

○ 파종일 : 2017. 9. 12('18. 1월 수확), 2018. 2. 6('18. 7월 수확).

○ 재식거리 : 70×25cm

○ 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a

- 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

○ 시험재료 :

- '18. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 및 15 교잡계

- '18. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 및 15 교잡계

(나) 시험결과

○ 베트남 공시('18. 1월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 51~57일의 범위로 LVN10의 70일 보다 빠른 경향임. 육성 교잡계 중 아세17, 19호의 출사일수가 가장 짧았음
- 착수고율은 36-62%의 범위로 비교적 변이가 컸으며,
- 착립장률은 대체로 높아 90%이상이었으며, 아세12호는 97.6%를 보여 공시교잡계중 가장 높았음
- 수량성은 아세19호, 아세20호가 각각 860, 806kg/10a로 가장 많았음
- 백립중은 아세27, 28호를 제외하고 모두 대체로 30g 이상이었음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(1)('18. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)
												중실중	지수1	지수2		
LVN10	1	11.21	70	11.22	11.24	73	199	53	16.0	87.5	3.8	731			32.0	1
	2	11.16	65	11.18	11.18	67	194	53	16.8	86.9	4.0	664			30.8	1
	3	11.17	66	11.18	11.22	71	170	56	15.0	97.3	4.2	595			31.4	1
	평균	11.18	67	11.19	11.21	70	187	54	15.9	90.4	4.0	663	100	84	31.4	1
LCH9	1	11.03	52	11.05	11.05	54	208	45	17.8	92.1	4.6	787			33.5	1
	2	11.03	52	11.05	11.05	54	158	63	16.6	96.4	4.8	795			37.6	1
	3	11.04	53	11.05	11.05	54	177	59	16.8	97.6	4.6	777			33.8	1
	평균	11.03	52	11.05	11.05	54	181	56	17.1	95.3	4.7	786	119	100	35.0	1
KM1	1	10.30	48	11.02	11.02	51	190	33	15.8	94.9	4.4	729			27.2	1
	2	11.01	50	11.02	11.02	51	176	38	17.4	93.1	4.8	695			29.4	1
	3	11.04	53	11.05	11.05	54	158	37	17.8	93.3	4.6	692			28.4	1
	평균	11.01	50	11.03	11.03	52	175	36	17.0	93.7	4.6	705	106	90	28.4	1
아세12호	1	11.02	51	11.03	11.04	53	181	52	16.2	97.5	4.8	805			31.6	1
	2	11.04	53	11.06	11.06	55	163	44	17.2	97.7	5.0	760			30.5	1
	3	11.09	58	11.10	11.11	60	144	41	15.6	97.4	4.8	622			29.9	1
	평균	11.05	54	11.06	11.07	56	163	46	16.3	97.6	4.9	729	110	93	30.7	1
아세17호	1	10.28	46	10.30	11.01	50	175	38	13.6	86.8	4.6	549			33.5	1
	2	10.30	48	11.02	11.02	51	174	48	13.8	89.9	4.6	714			33.6	1
	3	10.30	48	11.02	11.02	51	170	50	14.4	93.1	4.8	631			33.9	1
	평균	10.29	47	11.01	11.01	51	173	45	13.9	90.0	4.7	631	95	80	33.7	1
아세18호	1	10.30	48	11.01	11.01	50	173	54	16.0	92.5	4.8	586			33.4	1
	2	11.01	50	11.03	11.03	52	163	47	15.2	93.4	4.4	569			31.7	1
	3	11.04	53	11.06	11.04	53	167	53	15.6	93.6	4.8	561			33.9	1
	평균	11.01	50	11.03	11.02	52	168	51	15.6	93.2	4.7	572	86	73	33.0	1

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)
												중실중	지수1	지수2		
아세19호	1	10.01	19	11.02	11.02	51	200	47	16.4	97.6	4.8	810			28.0	1
	2	11.02	51	11.03	11.03	52	193	54	19.2	90.6	5.0	849			32.8	1
	3	11.01	50	11.02	11.02	51	182	62	17.8	96.6	5.0	921			32.6	1
	평균	10.22	40	11.02	11.02	51	192	54	17.8	94.8	4.9	860	130	109	31.1	1
아세20호	1	11.03	52	11.05	11.05	54	183	49	15.6	94.9	5.0	738			33.4	1
	2	11.02	51	11.03	11.03	52	204	52	15.6	97.4	5.0	883			34.4	1
	3	11.02	51	11.03	11.03	52	192	51	16.2	96.3	5.2	798			33.9	1
	평균	11.02	51	11.03	11.03	53	193	51	15.8	96.2	5.1	806	122	103	33.9	1
아세22호	1	11.03	52	11.05	11.05	54	174	62	16.8	96.4	4.6	767			36.4	1
	2	11.03	52	11.05	11.05	54	178	54	19.2	93.8	4.8	807			35.8	1
	3	11.03	52	11.05	11.05	54	177	61	18.4	94.6	4.8	700			37.6	1
	평균	11.03	52	11.05	11.05	54	176	59	18.1	94.9	4.7	758	114	96	36.6	1
아세23호	1	11.04	53	11.06	11.07	56	166	55	17.4	97.7	4.6	494			30.2	1
	2	11.02	51	11.04	11.05	54	172	57	16.4	93.9	4.4	746			32.7	1
	3	11.04	53	11.06	11.07	56	174	57	17.0	95.3	4.6	635			33.3	1
	평균	11.03	52	11.05	11.06	55	171	56	16.9	95.7	4.5	625	94	80	32.1	1
아세24호	1	11.07	56	11.08	11.08	57	153	42	14.8	95.9	4.8	643			34.4	1
	2	11.06	55	11.08	11.08	57	193	53	17.6	86.4	5.0	722			38.1	1
	3	11.05	54	11.07	11.06	55	173	55	17.6	89.8	5.2	742			41.8	1
	평균	11.06	55	11.07	11.07	56	173	50	16.7	90.4	5.0	702	106	89	38.1	1
아세25호	1	11.07	56	11.08	11.08	57	163	49	17.4	96.6	4.6	684			31.6	1
	2	11.04	53	11.06	11.05	54	200	56	20.0	97.0	4.8	819			35.9	1
	3	11.05	54	11.07	11.06	55	180	64	16.8	95.2	4.6	772			32.3	1
	평균	11.05	54	11.07	11.06	55	181	56	18.1	96.3	4.7	758	114	96	33.3	1
아세26호	1	11.07	56	11.08	11.08	57	167	59	16.4	91.5	5.0	539			29.6	1
	2	11.04	53	11.05	11.05	54	187	59	17.0	87.1	5.2	849			35.4	1
	3	11.04	53	11.06	11.06	55	186	67	14.8	98.6	5.0	709			32.9	1
	평균	11.05	54	11.06	11.06	55	180	62	16.1	92.1	5.1	699	105	89	32.6	1
아세27호	1	11.07	56	11.08	11.08	57	183	47	15.0	97.3	5.0	581			26.9	1
	2	11.08	57	11.10	11.10	59	189	54	14.8	97.3	4.6	601			24.0	1
	3	11.05	54	11.06	11.06	55	201	60	15.6	96.2	5.0	641			31.9	1
	평균	11.06	56	11.08	11.08	57	191	54	15.1	96.9	4.9	608	92	77	27.6	1
아세28호	1	11.03	52	11.05	11.05	54	187	58	13.6	94.1	5.4	747			27.1	1
	2	11.03	52	11.05	11.05	54	179	55	14.0	98.6	5.4	692			28.5	1
	3	11.06	55	11.08	11.08	57	163	56	13.6	94.1	5.4	752			28.6	1
	평균	11.04	53	11.06	11.06	55	176	56	13.7	95.6	5.4	730	110	93	28.1	1
LSD(5%) -----												115				
CV -----												9.7				

○ 베트남 공시('18. 7월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 74~80일의 범위였으며 육성교잡계 중 아세20호와 34호의 출사일수가 가장 짧았음
- 간장은 159-199cm의 범위로 아세32호가 LVN10과 같고, 나머지 교잡계는 모두 짧았음
- 착수고율은 45-55%의 범위로 LVN10의 56% 보다 모두 낮았음
- 이삭길이는 아세12호를 제외하고 모두 LVN10 보다 길었음
- 가장 낮은 공시 교잡계가 93.8%를 보여, 착립장률은 대체로 높은 경향이었음
- 수량성은 아세33호가 가장 많았고 아세20호의 순으로 많았음
- 백립중은 아세20호와 아세33호가 각각 39.4g, 38.4g으로 가장 높았음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(2)('18. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)
												총실중	지수1	지수2		
LVN10	1	4.20	73	4.22	4.24	77	197	56	16.2	96.3	4.6	587			32.3	1
	2	4.22	75	4.24	4.24	77	199	55	16.4	95.1	4.4	470			31.7	1
	3	4.21	74	4.22	4.24	77	202	56	15.8	97.5	4.4	588			32.7	1
	평균	4.21	74	4.23	4.24	77	199	56	16.1	96.3	4.5	548	100	81	32.2	1.0
LCH9	1	4.19	72	4.22	4.23	76	199	53	18.2	92.3	4.8	687			35.7	1
	2	4.20	73	4.22	4.22	75	172	46	20.6	92.2	5.2	621			32.3	1
	3	4.19	72	4.20	4.20	73	191	54	18.0	94.4	4.8	719			32.7	1
	평균	4.19	72.3	4.21	4.22	75	187	51	18.9	93.0	4.9	676	123	100	33.6	1.0
KM1	1	4.17	70	4.18	4.18	71	189	48	18.6	96.8	4.4	617			35.3	1
	2	4.18	71	4.19	4.19	72	144	59	16.8	97.6	4.8	689			34.3	1
	3	4.17	70	4.18	4.18	71	190	43	18.2	97.8	4.8	838			34.3	1
	평균	4.17	70.3	4.18	4.18	71	174	50	17.9	97.4	4.7	715	130	106	34.7	1.0
아세12호	1	4.21	74	4.24	4.24	77	174	49	15.6	98.7	5.0	747			33.0	1
	2	4.22	75	4.25	4.25	78	172	43	15.6	98.7	4.8	713			31.3	1
	3	4.21	74	4.23	4.24	77	164	49	15.8	97.5	4.8	793			34.7	1
	평균	4.21	74.3	4.24	4.24	77	170	47	15.7	98.3	4.9	751	137	111	33.0	1.0
아세19호	1	4.23	76	4.25	4.25	78	204	50	18.4	95.7	5.0	699			32.7	5
	2	4.23	76	4.25	4.25	78	188	48	17.2	96.5	4.8	693			31.7	3
	3	4.20	73	4.22	4.22	75	195	51	19.2	96.9	5.0	874			32.0	7
	평균	4.22	75	4.24	4.24	77	196	49	18.3	96.3	4.9	755	138	112	32.1	5.0
아세20호	1	4.20	73	4.22	4.22	75	171	60	16.2	97.5	5.2	795			39.3	1
	2	4.20	73	4.22	4.22	75	199	48	15.6	96.2	4.8	821			39.3	3
	3	4.18	71	4.20	4.20	73	191	46	17.8	87.6	5.4	786			39.7	1
	평균	4.19	72.3	4.21	4.21	74	187	51	16.5	93.8	5.1	801	146	119	39.4	1.7
아세22호	1	4.20	73	4.22	4.24	77	184	57	17.0	97.6	4.8	699			33.7	7
	2	4.21	74	4.23	4.23	76	176	48	19.8	98.0	4.6	972			33.7	7
	3	4.19	72	4.21	4.21	74	164	56	18.6	96.8	4.8	575			34.7	5
	평균	4.20	73	4.22	4.23	76	175	54	18.5	97.5	4.7	748	136	111	34.0	6.3

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)
												종실중	지수1	지수2		
아세24호	1	4.23	76	4.25	4.25	78	192	51	19.2	97.9	5.2	698			33.3	7
	2	4.20	73	4.21	4.21	74	168	47	20.0	98.0	5.0	772			34.3	3
	3	4.20	73	4.21	4.22	75	162	50	18.6	96.8	5.2	678			40.0	5
	평균	4.21	74	4.22	4.23	76	174	49	19.3	97.6	5.1	716	131	106	35.9	5.0
아세25호	1	4.19	72	4.21	4.24	77	181	53	18.8	95.7	4.8	607			31.3	1
	2	4.19	72	4.21	4.22	75	199	54	18.2	96.7	4.6	613			31.3	1
	3	4.19	72	4.21	4.20	73	194	52	17.6	96.6	4.8	732			33.0	3
	평균	4.19	72	4.21	4.22	75	191	53	18.2	96.3	4.7	651	119	96	31.9	1.7
아세29호	1	4.24	77	4.26	4.27	80	192	51	17.2	97.7	5.2	716			34.3	1
	2	4.22	75	4.25	4.25	78	188	54	16.4	97.6	5.0	702			38.3	3
	3	4.22	75	4.23	4.24	77	180	56	17.4	95.4	4.6	778			39.0	5
	평균	4.23	75.7	4.25	4.25	78	187	54	17.0	96.9	4.9	732	134	108	37.2	3.0
아세30호	1	4.23	76	4.25	4.26	79	169	44	18.4	97.8	5.0	554			33.3	9
	2	4.23	76	4.25	4.26	79	202	46	18.0	98.9	4.8	866			33.0	9
	3	4.18	71	4.20	4.20	73	189	50	17.0	97.6	5.0	699			35.3	9
	평균	4.21	74.3	4.23	4.24	77	187	46	17.8	98.1	4.9	706	129	104	33.9	9.0
아세31호	1	4.25	78	4.26	4.27	80	153	46	17.2	93.0	5.2	431			36.0	3
	2	4.25	78	4.26	4.27	80	165	47	16.8	95.2	4.8	486			37.0	1
	3	4.17	70	4.19	4.19	72	159	48	17.4	94.3	4.8	562			40.3	9
	평균	4.22	75.3	4.24	4.24	77	159	47	17.1	94.2	4.9	493	90	73	37.8	4.3
아세32호	1	4.25	78	4.27	4.27	80	198	47	19.4	97.9	4.8	607			27.3	1
	2	4.23	76	4.25	4.26	79	217	54	19.6	98.0	4.8	454			33.0	1
	3	4.24	77	4.26	4.27	80	181	49	19.6	98.0	4.4	459			29.7	1
	평균	4.24	77	4.26	4.27	80	199	50	19.5	98.0	4.7	506	92	75	30.0	1.0
아세33호	1	4.20	73	4.22	4.22	75	175	57	21.4	98.1	5.0	791			34.0	1
	2	4.21	74	4.23	4.24	77	184	55	19.4	94.8	4.8	754			40.7	1
	3	4.19	72	4.21	4.21	74	192	53	18.4	96.7	5.0	884			40.7	1
	평균	4.20	73	4.22	4.22	75	184	55	19.7	96.6	4.9	810	148	120	38.4	1.0
아세34호	1	4.19	72	4.21	4.21	74	175	41	19.0	94.7	4.8	705			32.0	1
	2	4.19	72	4.21	4.21	74	188	44	19.2	92.7	4.8	699			33.3	1
	3	4.18	71	4.20	4.20	73	195	48	17.4	96.6	5.2	876			33.3	3
	평균	4.19	71.7	4.21	4.21	74	186	45	18.5	94.7	4.9	760	139	112	32.9	1.7
LSD(5%) -----												155				
CV -----												13.4				



<캄보디아 지역 교잡계(18.3수확)>



<인도네시아 지역 교잡계(18.3수확)>



<베트남 지역 교잡계(18.7수확)>

(4) 한국

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2018. 4. 17
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : LVN10 등 15 교잡계

(나) 시험결과

- 수원 공시 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 88~108일의 범위로 LVN10 보다 모두 늦었음. 육성교잡계 중 아세20호와 34호의 출사일수가 가장 짧았음
 - 간장은 273-309cm의 범위로 LVN10 보다 모두 짧았음
 - 착수고율은 55-66%의 범위로 대체로 높은 경향이였으며 LVN10의 66%와 같거나 낮았음
 - 이삭길이는 아세34호가 가장 길었고 아세29호가 가장 짧았음
 - 수량성은 아세20호가 가장 높았으나 장다옥 대비 75% 수준에 머물렀으며, 베트남 재배종 LVN10을 포함하여 아세12호와 아세30호는 수량을 얻지 못하였음
 - 가뭄 영향으로 백립중은 14.4-22.0g의 저조한 성적을 보였음

< 한국(수원) 지역적용시험 교잡계의 주요 생육특성 >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	도복 (1-9)
											중실중	지수		
LVN10	1	7.25	99	8.03	108	315	64	-	-	-	-	-	-	1
	2	7.23	97	8.05	110	325	68	-	-	-	-	-	-	1
	3	7.23	97	8.04	109	315	65	-	-	-	-	-	-	1
	평균	7.23	98	8.04	109	318	66	-	-	-	-	-	-	1
장다옥	1	7.06	80	7.09	83	233	51	21.6	100.0	4.4	571	-	21.5	1
	2	7.07	81	7.10	84	231	49	20.4	98.0	4.2	574	-	20.0	1
	3	7.07	81	7.10	84	211	50	19.4	99.0	4.2	494	-	19.0	1
	평균	7.06	81	7.09	84	225	50	20.5	99.0	4.3	546	100	20.2	1
KM1	1	7.12	86	7.14	88	261	53	18.8	97.9	4.4	577	-	21.9	1
	2	7.13	87	7.15	89	261	57	18.0	95.6	4.2	523	-	18.7	1
	3	7.11	85	7.12	86	247	52	18.8	97.9	4.0	429	-	16.1	1
	평균	7.12	86	7.13	88	256	54	18.5	97.1	4.2	510	93	18.9	1
아세12호	1	7.22	96	8.03	108	290	57	-	-	-	-	-	-	-
	2	7.22	96	8.03	108	268	60	-	-	-	-	-	-	-
	3	7.21	95	8.03	108	259	59	-	-	-	-	-	-	-
	평균	7.21	96	8.03	108	273	59	-	-	-	-	-	-	-
아세19호	1	7.17	91	7.20	94	309	63	18.2	84.6	4.0	286	-	16.9	1
	2	7.17	91	7.20	94	298	64	17.8	84.3	3.8	280	-	15.7	1

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
	3 평균	7.15 7.16	89 90	7.19 7.19	93 94	296 301	63 64	18.6 18.2	87.1 85.3	3.8 3.9	300 289	53	16.8 16.5	1 1
아세20호	1	7.17	91	7.19	93	302	60	17.2	95.3	4.4	431		17.4	1
	2	7.15	89	7.18	92	304	57	18.8	95.7	4.8	398		23.2	1
	3	7.14	88	7.18	92	300	60	18.4	90.2	4.0	399		17.5	1
	평균	7.15	89	7.18	92	302	59	18.1	93.8	4.4	409	75	19.4	1
아세22호	1	7.16	90	7.21	95	276	67	14.2	95.8	3.2	164		19.5	1
	2	7.16	90	7.21	95	284	65	19.2	84.4	4.0	309		24.8	3
	3	7.15	89	7.19	93	289	66	19.4	90.7	3.6	266		21.1	1
	평균	7.15	90	7.20	94	283	66	17.6	90.3	3.6	246	45	21.8	1.7
아세24호	1	7.18	92	7.23	97	290	60	12.8	85.9	3.2	96		18.7	1
	2	7.20	94	7.22	96	284	62	16.0	95.0	3.6	230		20.1	1
	3	7.21	95	7.24	98	283	62	18.2	82.4	3.2	202		21.0	1
	평균	7.19	94	7.23	97	285	62	15.7	87.8	3.3	176	32	19.9	1
아세25호	1	7.18	92	7.23	97	289	62	16.8	95.2	3.4	211		18.3	1
	2	7.19	93	7.22	96	296	63	19.6	88.8	3.4	266		18.1	1
	3	7.16	90	7.21	95	289	61	17.8	93.3	3.4	218		70.5	1
	평균	7.17	92	7.22	96	291	62	18.1	92.4	3.4	232	42	35.6	1
아세29호	1	7.16	90	7.23	97	299	64	11.6	94.8	3.4	119		21.2	1
	2	7.19	93	7.22	96	303	63	12.0	91.7	3.6	115		21.8	1
	3	7.16	90	7.22	96	274	62	12.6	82.5	3.6	151		23.0	1
	평균	7.17	91	7.22	96	292	63	12.1	89.7	3.5	128	24	22.0	1
아세30호	1	7.22	96	7.24	98	319	64	-	-	-	-		-	5
	2	7.21	95	7.26	100	307	62	-	-	-	-		-	5
	3	7.18	92	7.26	100	301	66	-	-	-	-		-	3
	평균	7.20	94	7.25	99	309	64	-	-	-	-	-	-	4.3
아세31호	1	7.17	91	7.24	98	293	60	13.4	89.6	3.2	36		15.8	1
	2	7.16	90	7.22	96	290	63	17.4	89.7	3.8	143		19.0	1
	3	7.15	89	7.22	96	292	61	15.6	80.8	3.2	96		18.7	1
	평균	7.16	90	7.22	97	291	61	15.5	86.7	3.4	91	17	17.8	1
아세32호	1	7.21	95	7.30	104	299	58	-	-	-	-		-	1
	2	7.21	95	7.27	101	331	58	15.2	81.6	2.8	81		13.9	1
	3	7.22	96	7.31	105	295	59	15.6	80.8	2.8	66		14.8	1
	평균	7.21	95	7.29	103	308	58	15.4	81.2	2.8	73	13	14.4	1
아세33호	1	7.20	94	7.22	96	274	67	13.0	92.3	3.0	114		15.4	1
	2	7.20	94	7.22	96	309	63	22.0	79.1	3.4	301		16.6	1
	3	7.18	92	7.21	95	299	65	18.0	91.1	3.4	208		16.9	1
	평균	7.19	93	7.21	96	294	65	17.7	87.5	3.3	208	38	16.3	1
아세34호	1	7.16	90	7.18	92	277	54	17.8	82.0	4.0	332		16.0	1
	2	7.18	92	7.20	94	293	57	18.4	87.0	4.0	286		16.6	1
	3	7.14	88	7.16	90	277	54	22.0	81.8	4.0	309		16.2	1
	평균	7.16	90	7.18	92	282	55	19.4	83.6	4.0	309	57	16.3	1
LSD(5%) -----											85			
CV -----											18.3			

바. 생산력검정시험 및 지역적응시험 교잡계의 품질 특성

○ 2018년 1월 베트남 수확 생산력검정본시험 교잡계의 품질 특성은 다음과 같음. 조단백질 함량의 범위는 6.5~9.5%였으며, CL12/16VL009의 조단백질 함량이 가장 높았음. 전분함량은 62.8~69.5%의 범위였으며, 16VL004/15VL043이 가장 높았음.

< 생본 및 지역적응시험 공시 교잡계의 품질 특성 >

구 분	교잡계명	조단백질 (%)	총전분 (%)	구 분	교잡계명	조단백질 (%)	총전분 (%)
베트남 생본 (‘18. 1월 수확)	LVN10	8.9	64.4	베트남 지적 (‘18. 1월 수확)	LVN10	8.6	63.2
	LCH9	7.9	67.5		LCH9	7.4	68.5
	14K22/16VL006	6.7	68.0		KM1	6.7	71.6
	14K23/14K22	7.5	66.5		아세12호	7.1	69.4
	14K23/15VL043	7.0	69.2		아세17호	8.0	68.9
	16VL002/CL50	8.1	68.7		아세18호	8.7	64.6
	16VL004/15VL043	7.0	69.5		아세19호	7.1	69.3
	16VL004/16VL010	7.7	67.0		아세20호	7.0	64.6
	16VL004/CL13	7.0	68.9		아세22호	7.8	66.5
	16VL004/CL59	6.8	69.4		아세23호	8.2	68.7
	16VL005/14K23	6.6	69.5		아세24호	7.4	69.4
	16VL005/14K4	7.0	66.8		아세25호	7.2	68.0
	16VL008/CL13	8.7	68.9		아세26호	6.4	62.7
	16VL009/15VL043	8.2	68.0		아세27호	8.1	68.4
	16VL010/16VL006	6.5	67.1		아세28호	7.7	68.5
	CL12/16VL006	6.5	68.8		-	-	-
CL12/16VL009	9.5	62.8	-	-	-		
캄보디아 지적 (‘18. 3월 수확)	CP888	9.0	68.1	인도네시아 지적 (‘18. 3월 수확)	P21	8.2	69.9
	KM1	8.8	66.6		KM1	6.9	71.6
	아세12호	8.7	67.6		아세12호	8.1	69.1
	아세17호	8.3	65.8		아세17호	8.9	66.3
	아세18호	9.9	64.0		아세18호	7.2	71.5
	아세19호	9.4	66.5		아세19호	7.1	70.6
	아세20호	8.7	64.9		아세20호	7.1	69.0
	아세22호	10.2	67.1		아세22호	7.2	70.8
	아세23호	9.7	65.8		아세23호	7.4	67.3
	아세24호	8.2	67.1		아세24호	9.8	63.6
	아세25호	9.7	67.1		아세25호	7.8	68.6
	아세26호	8.9	70.0		아세26호	7.5	69.6
	아세27호	9.9	66.6		아세27호	8.0	70.8
	아세28호	10.5	60.8		아세28호	8.3	67.3

구 분	교잡계명	조단백질 (%)	총전분 (%)	구 분	교잡계명	조단백질 (%)	총전분 (%)
캄보디아 지적 (‘18. 10월 수확)	LVN10	10.7	55.9	인도네시아 지적 (‘18. 10월 수확)	LVN10	10.2	62.1
	KM1	7.2	59.7		KM1	7.8	66.2
	CP888	7.7	63.0		P21	9.6	68.9
	아세19호	8.2	66.2		아세19호	9.6	70.3
	아세20호	7.6	65.4		아세20호	8.9	69.1
	아세22호	8.3	64.5		아세22호	9.5	68.9
	아세24호	8.6	65.9		아세24호	9.0	69.2
	아세29호	8.6	67.7		아세29호	8.2	68.8
	아세30호	8.0	65.7		아세30호	8.5	68.6
	아세31호	9.2	64.4		아세31호	9.1	68.3
	아세32호	9.4	62.6		아세32호	8.6	67.8
	아세33호	7.7	63.4		아세33호	8.1	67.7
	아세34호	8.8	63.7		아세34호	8.1	68.3

- 2018년 1월 베트남 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은, 조단백질 함량의 범위는 6.4~8.7%였으며, 아세18호의 조단백질 함량이 가장 높았음. 전분함량은 62.7~71.6%의 범위였으며, 육성 교잡계 중에서 아세12호와 아세24호가 가장 높았음.
- 2018년 3월 캄보디아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은 다음과 같음. 조단백질 함량의 범위는 8.2~10.5%였으며, 아세28호의 조단백질 함량이 가장 높았음. 전분함량은 60.8~70.0%의 범위였으며, 육성 교잡계 중에서 아세16호가 가장 높았음.
- 2018년 3월 인도네시아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은 다음과 같음. 조단백질 함량의 범위는 7.1~9.8%의 범위였으며, 아세24호의 조단백질 함량이 가장 높았음. 전분함량은 63.6~71.5%의 범위였으며, 육성 교잡계 중에서 아세18호가 가장 높았음.
- 2018년 10월 캄보디아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은 다음과 같음. 조단백질 함량의 범위는 7.6~9.4%였으며, 아세32호의 조단백질 함량이 가장 높았음. 전분함량은 62.6~67.7%의 범위였으며, 육성 교잡계 중에서 아세29호가 가장 높았음.
- 2018년 10월 인도네시아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은 다음과 같음. 조단백질 함량의 범위는 8.1~9.6%였으며, 아세19호의 조단백질 함량이 가장 높았음. 전분함량은 67.7~70.3%의 범위였으며, 육성 교잡계 중에서 아세19호가 가장 높았음.
- 지역적응시험에서 지역별 수확시기별 품질 특성이 다소 다른 경향을 보였으나, 대체로 단백질함량이 높은 교잡계는 아세17, 18호와 아세24, 28호 등 이었으며, 전분함량은 아세12, 19, 26호 등이 높았음.

사. 신제품 개발

- 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세12호’와 ‘아세25호’를 선발하여 각각 ‘KM4’와 ‘KM5’로 명명함
- KM4(케이엠4)

- 캄보디아에서 케이엠4는 CP888보다 간장이 짧으며, 착수고율이 낮고, 이삭직경은 넓었음. 인도네시아에서는 P21에 비하여 간장, 착수고, 이삭길이 등은 비슷하나 이삭직경은 다소 좁았음. 케이엠4는 깨씨무늬병과 녹병 및 동남아 등 열대지방에서 피해가 심한 노균병에 강하였으며, 도복에도 강하였음. 캄보디아에서 2년간 실시한 수량성 검정 결과 종실수량은 684 kg/10a로 대비 품종인 CP888 보다 13% 증수되었음. 인도네시아에서 종실수량은 721kg/10a로 대비 품종인 P21보다 10% 증수되었음

○ KM5(케이엠5)

- 베트남에서 케이엠5는 LCH9과 유사한 특성을 보였음. 캄보디아에서는 CP888보다 착수고율이 낮고, 이삭길이가 길고 이삭직경은 넓으며 착립장률이 95.7%로 높았음. 인도네시아에서 케이엠5는 P21에 비하여 간장과 이삭길이가 길지만 이삭직경은 다소 좁았음. 케이엠5는 깨씨무늬병과 녹병 및 동남아 등 열대지방에서 피해가 심한 노균병에 강하였으며 도복에도 강하였음. 베트남에서 2년간 실시한 수량성 검정 결과 종실수량은 695 kg/10a로 대비 품종인 LCH9 보다 2% 증수되었으며, 캄보디아에서 종실수량은 764 kg/10a로 대비 품종인 CP888 보다 27% 증수되었고, 인도네시아에서 678kg/10a로 대비 품종인 P21보다 8% 증수되었음.

<KM4와 KM5의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			수량(kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	조단 백질 (%)	총전분 (%)	적응 국가
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수							
P21 [↓]	54	292	43	18.6	95.1	5.2	652	100	2	1	4	1	8.6	71.5	인도네시아
KM4	53	283	41	19.2	94.5	4.8	721	110	1	1	2	1	8.9	68.6	
ts	0.60 ^{ns}	1.34 ^{ns}	0.66 ^{ns}	1.54 ^{ns}	0.72 ^{ns}	6.81 ^{**}	0.87 ^{ns}								
CP888 [♯]	59	230	60	17.8	91.8	4.3	606	100	0	1	-	1	9.1	65.2	캄보디아
KM4	57	216	52	18.4	92.6	4.9	684	113	0	1	-	1	10.2	66.4	
ts	1.33 ^{ns}	2.34 [*]	8.84 ^{**}	0.85 ^{ns}	0.56 ^{ns}	5.17 ^{**}	1.02 ^{ns}								
LCH9 [♯]	74	186	50	18.4	94.5	4.8	680	100	-	-	-	1	7.4	68.5	베트남
KM5	74	195	52	18.7	96.9	4.8	695	102	-	-	-	1	7.2	68.0	
ts	0.00 ^{ns}	1.02 ^{ns}	1.01 ^{ns}	0.43 ^{ns}	1.87 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.35 ^{ns}								
P21 [↓]	56	281	47	17.9	94.6	5.3	634	100	3	1	3	1	8.2	69.9	인도네시아
KM5	59	302	51	21.0	94.2	4.9	678	108	2	2	2	1	7.8	68.6	
ts	1.52 ^{ns}	2.70 [*]	1.43 ^{ns}	5.51 ^{**}	0.25 ^{ns}	3.66 ^{**}	0.98 ^{ns}								
CP888 [♯]	57	210	60	16.5	92.3	4.3	599	100	1	1	-	1	9.0	68.1	캄보디아
KM5	55	223	56	20.6	95.7	5.0	764	127	1	1	-	1	9.7	67.1	
ts	0.78 ^{ns}	1.00 ^{ns}	4.59 ^{**}	8.21 ^{**}	2.41 [*]	7.92 ^{**}	2.23 [*]								

[↓] P21 : 인도네시아 선도품종, [♯] CP888 : 캄보디아 선도품종, [♯] LCH9 : 베트남 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(***: P < 0.001, **: P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)

			
캄보디아 CP888(좌), KM4(우)	인도네시아 P21(좌), KM4(우)	캄보디아 CP888(좌), KM5(우)	인도네시아 P21(좌), KM5(우)

아. 시험 계통 및 교잡계의 GMO 판별 검사

- 2018년 7월 수확한 시험재료에 대하여 GMO 판별 검사를 한 결과, 보유 유전자원을 비롯한 육성 교잡계에서 GM반응은 탐지되지 않았음.
 - 조사 자원
 - 유전자원 16VL001 등 190계통 및 분리세대 선발계통 399 계통
 - 생산력검정시험 및 지역적응시험 공시 교잡계 193 등
 - 조사 방법 : 옥수수 GMO Testing Kits(EnviroLogix) 이용 조사
 - * 제초제(RR, LL pat, Cry34), 해충(Cry1Ab, Cry3Bb, Cry1F, mCry3A)
 - 조사 결과 : GMO 반응을 보인 자원 없음

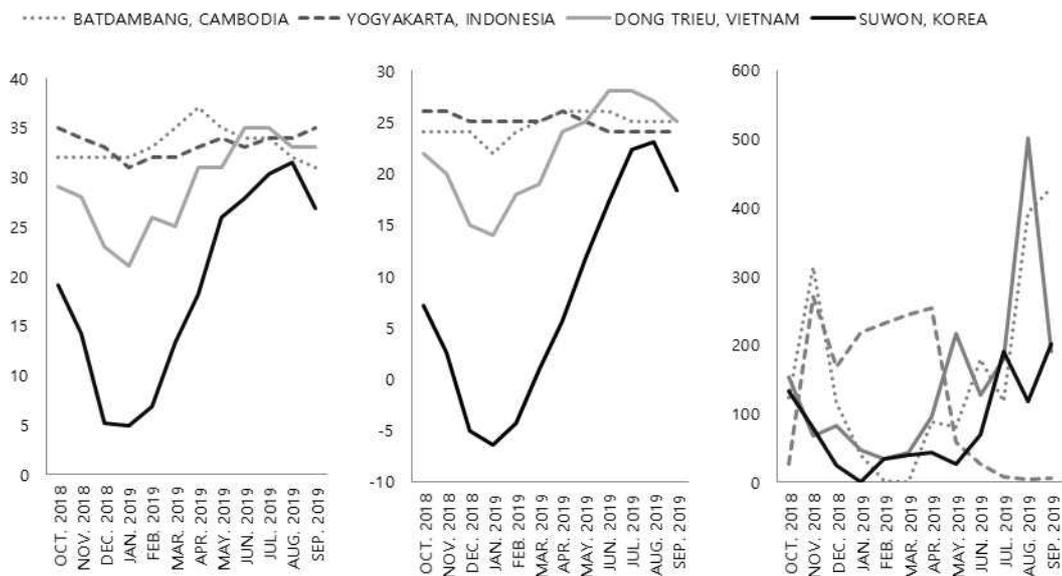


< 옥수수 GMO Testing Kits 이용 검사 >

3. 3차년도 (2019년) 연구수행 내용 및 결과

가. 시험지 및 시험기간 중의 기상

- 캄보디아 바탐방 : 최고기온은 연중 31~37℃ 범위로 3~5월경이 가장 높았으며, 최저기온은 연중 25℃ 내외이나 1월이 22℃로 가장 낮았음. 우기와 건기가 뚜렷하여 강우량은 1~5월이 월별 100mm 이하로 적었고, 8~9, 11월은 300mm 이상으로 많았음
- 인도네시아 요그야카르타 : 최고기온은 연중 31~35℃ 범위로 변화가 적었으나 1월이 가장 낮았으며, 최저기온은 6~9월경이 가장 낮았으나 최고기온과 마찬가지로 월별 차이는 크지 않았음. 우기와 건기가 뚜렷하였으나 캄보디아와는 반대로 강우량은 11~4월이 많았고, 5~10월은 적었음
- 베트남 동치우 : 최고기온은 21~35℃ 범위로 6~7월경이 가장 높았으며, 최저기온은 14~28℃ 범위였고 12~3월경이 20℃ 이하로 가장 낮았음. 강우량은 5~10월이 많았는데 특히, 8월에 집중되었고, 2~3월이 가장 적었음
- 한국 수원 : 최고기온과 최저기온의 월별 차이가 가장 컸으며, 강우량은 7~10월에 집중되어 월 100mm 이상의 강우를 보였음.



출처: <http://www.weather.go.kr/weather>, <https://www.worldweatheronline.com>

< 2019년 시험지별 연간 기상 >

나. 유전자원 특성조사

(1) 시험재료 파종

- 시험재료 : 열대지역 적응 자원 87 계통
- 시험장소
 - 베트남 동치우 소재 옥수수 육종 포장(아시아종묘(주))

- 캄보디아 바탐방
- 인도네시아 요그야카르타

○ 과중일자

- 베트남 : 2019.2.20.
- 캄보디아 : 2019.5.23.
- 인도네시아 : 2019.5.20.

○ 재식거리 : 70×25cm

○ 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a

- 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

(2) 시험결과

- 베트남에서 유전자원의 출사일수는 63-75일의 범위였으며, 간장은 110-175cm의 범위였음. 착수고율은 30-59% 이었으며, 이삭길이는 9.0-17.0cm으로 변이가 컸음. 립색은 황색(Yellow)이 주종을 이루고, 립형은 대부분 flint형이었음. 14K12 등 생육 특성이 매우 양호한 17 계통을 선발하였음.
- 캄보디아에서는 출사일수는 53-64일의 범위였음 간장은 63-181cm의 범위로 베트남보다 변이가 컸음. 착수고율은 29-65% 이었음. 14K2 등 생육 특성이 양호한 11 계통을 선발하였음.
- 인도네시아에서는 출사일수는 54-74일의 범위였음. 간장은 150-342cm의 범위로 3 공시 지역 중 가장 변이가 컸음. 착수고율은 27-53% 이었음. 14K2 등 생육 특성이 매우 양호한 5 계통을 선발하였음.

< 2019년 유전자원 생육특성(베트남) >

계통명	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	립형	립색	생육정도
14K2	4/24	63	4/26	65	175	45	11.7	F	Y	O
14K5	4/23	62	4/25	64	163	54	15.0	FL	Y	O
14K8	4/23	62	4/25	64	152	47	13.0	F	Y	O
14K9	4/24	63	4/25	64	147	55	12.7	F	Y	O
14K12	4/23	62	4/25	64	159	40	11.7	F	Y	☆
14K15	4/24	63	4/26	65	164	41	14.3	F	Y	O
14K16	4/23	62	4/25	64	174	38	13.3	F	O	☆
14K17	4/24	63	4/26	65	144	53	11.7	F	Y	O
14K27	4/26	65	4/27	66	166	39	15.0	F	O	☆
14K28	4/26	65	4/27	66	138	46	15.3	F	Y	O
CL2	4/25	64	4/27	66	122	52	12.3	F	Y	☆
CL5	4/25	64	4/27	66	142	56	12.3	F	Y	O
CL6	4/27	66	4/28	67	135	50	12.7	F	Y	O

계통명	출웅기 (월/일)	출웅 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	립형	립색	생육정도
CL11	4/27	66	4/28	67	130	50	-	-	-	O
CL12	4/28	67	4/30	69	116	54	15.3	F	Y	☆
CL15	5/1	70	5/3	72	157	51	14.0	F	Y	☆
CL16	4/29	68	5/1	70	128	55	13.0	F	Y	☆
CL31	4/28	67	4/30	69	164	52	13.7	F	Y	O
CL32	4/29	68	5/1	70	133	55	15.0	FL	Y	O
CL40	4/28	67	5/1	70	157	53	15.3	F	Y	O
CL42	4/27	66	4/29	68	153	55	13.0	F	Y	O
CL43	4/27	66	4/29	68	148	41	9.0	F	Y	O
CL45	5/2	71	5/3	72	142	49	12.0	F	Y	☆
CL47	4/28	67	4/30	69	154	45	12.7	F	Y	O
CL51	5/3	72	5/5	74	155	44	12.0	F	Y	O
CL55	5/1	70	5/3	72	142	50	12.0	F	Y	O
CL56	4/28	67	4/30	69	127	57	13.0	F	Y	☆
CL60	4/29	68	5/1	70	153	54	12.7	F	Y	O
CL63	5/3	72	5/5	74	142	44	13.0	F	Y	☆
CL64	4/30	69	5/2	71	157	41	15.0	F	Y	O
CL65	4/30	69	5/2	71	146	56	15.3	F	Y	O
CL79	5/5	74	5/6	75	149	56	15.3	F	Y	O
CL80	4/30	69	5/1	70	139	51	14.7	F	Y	O
CL81	4/28	67	4/30	69	136	48	10.3	F	Y	O
CL82	4/30	69	5/2	71	122	55	13.3	F	Y	☆
CL84	5/1	70	5/3	72	130	49	12.3	F	Y	O
CL87	4/29	68	5/1	70	142	44	13.0	F	O	O
CL99	5/1	70	5/2	71	121	30	13.3	F	O	O
CL104	4/30	69	5/2	71	135	39	14.0	F	Y	O
CL105	4/30	69	5/2	71	148	39	13.7	F	Y	☆
15VL010	4/24	63	4/26	65	147	47	15.0	F	Y	O
15VL019	4/23	62	4/25	64	141	43	14.0	F	Y	O
15VL068	4/24	63	4/25	64	125	54	12.0	F	Y	O
15VL069	4/26	65	4/27	66	119	44	14.3	F	Y	O
15VL074	4/23	62	4/25	64	130	45	12.0	F	Y	O
15VL075	4/23	62	4/25	64	-	-	-	-	-	-
15VL078	4/25	64	4/26	65	174	49	11.3	F	Y	O
16VL002	4/27	66	4/29	68	128	50	13.3	F	Y	O
16VL003	4/28	67	5/1	70	128	48	13.0	F	Y	O
16VL008	4/30	69	5/2	71	129	45	13.0	F	Y	O
16VL016	4/30	69	5/2	71	137	54	13.0	F	O	O

계통명	출웅기 (월/일)	출웅 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	립형	립색	생육정도
16VL017	4/27	66	4/29	68	158	45	13.7	F	O	O
17VL01	5/2	71	5/3	72	133	46	13.7	F	O	☆
17VL02	5/1	70	5/2	71	133	56	13.3	F	O	O
17VL05	4/30	69	5/2	71	142	46	12.0	F	Y	O
17VL08	4/29	68	5/1	70	125	54	14.7	F	O	☆
17VL18	5/1	70	5/3	72	130	45	15.0	F	Y	O
17VL23	5/1	70	5/3	72	122	50	17.0	F	Y	O
17VL29	4/29	68	5/1	70	138	51	15.0	F	O	O
17VL32	4/28	67	4/30	69	119	59	14.7	F	Y	☆
17VL33	5/1	70	5/3	72	135	50	13.3	F	Y	O
17VL34	5/2	71	5/4	73	155	50	13.0	F	O	☆
17VL35	4/29	68	5/1	70	142	50	15.5	F	Y	O
17VL44	4/29	68	5/1	70	124	58	14.7	F	Y	☆
18VL01	4/28	67	5/1	70	112	49	15.0	F	Y	△
18VL05	5/1	70	5/3	72	156	47	13.7	F	Y	O
18VL10	4/27	66	4/29	68	160	49	12.7	F	O	O
18VL15	4/29	68	5/1	70	116	51	12.7	FL	Y	O
18VL18	5/3	72	5/5	74	136	59	12.3	F	Y	O
18VL26	5/2	71	5/4	73	147	54	12.0	F	Y	O
18VL31	5/2	71	5/4	73	134	36	12.3	F	O	O
14K26	4/25	64	4/27	66	158	53	14.7	DL	Y	O
CL13	4/29	68	5/1	70	150	53	13.0	F	Y	O
CL50	4/28	67	4/30	69	141	55	12.3	F	O	O
CL94	4/27	66	4/29	68	141	50	11.0	F	Y	O
15VL027	4/23	62	4/25	64	133	44	12.7	F	Y	-
15VL060	4/24	63	4/26	65	110	51	11.3	F	Y	-
15VL065	4/25	64	4/27	66	140	56	12.7	F	Y	-
16VL005	4/29	68	5/1	70	138	43	14.7	F	Y	-
16VL014	4/28	67	4/30	69	146	49	12.7	F	Y	-
ks155	4/22	61	4/24	63	126	36	13.7	DL	Y	-
14K22	4/25	64	4/26	65	131	44	11.3	F	Y	-
CL93	4/28	67	4/30	69	140	42	12.0	F	Y	O
15VL043	4/25	64	4/27	66	145	48	12.3	FL	Y	-
14K23	4/24	63	4/26	65	142	48	16.0	F	O	-
CL4	4/29	68	5/1	70	127	46	13.0	F	Y	-
CL59	4/29	68	5/1	70	127	51	11.3	F	Y	O

* 립형 : F(Flint), FL(Flint-like), DL(Dent-like), 립색 : Y(Yellow), O(Orange)

* 생육정도 : ☆(매우양호), ○(양), △(중)

< 2019년 유전자원 생육특성(캄보디아, 인도네시아) >

교잡계명	캄보디아 바탐방						인도네시아 요그야카르타						
	출웅 일수	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	생육 정도	비고	출웅 일수	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	생육 정도	노균 병 (0-9)	비고
14K2	57	57	168	61	○		71	72	253	48	○	3	
14K5	57	57	145	52	-		72	74	281	45	○	0	
14K8	55	55	156	49	○		57	70	258	48	○	1	
14K9	58	58	159	51	-		64	66	278	37	☆	0	
14K12	53	53	180	62	-		64	67	310	40	○	1	
14K15	56	56	171	29	○		65	66	262	41	○	3	
14K16	55	55	152	40	X		68	70	235	41	○	0	
14K17	55	55	132	55	X		67	69	225	40	△	0	
14K27	55	55	145	50	△		70	73	238	37	△	0	
14K28	56	56	136	50	△		65	68	228	47	○	0	
CL2	59	59	120	62	X		68	70	268	42	○	0	
CL5	64	64	128	54	X		66	67	245	44	△	0	
CL6	59	59	130	55	X		66	69	208	52	○	0	
CL11	57	57	152	55	△		72	74	242	45	△	0	
CL12	60	60	107	63	○		71	72	253	37	○	0	
CL15	55	55	136	62	X		57	72	230	46	○	0	
CL16	57	57	131	55	X		65	66	250	48	○	0	
CL31	59	59	147	59	△		70	71	292	42	○	0	
CL32	63	63	116	52	X		71	72	232	42	○	0	
CL40	61	61	151	43	X		58	74	282	47	X	0	
CL42	62	62	128	55	△		70	71	203	53	△	0	
CL43	56	56	122	41	△		72	74	242	44	△	0	
CL45	61	61	123	46	△		64	65	258	41	○	0	
CL47	55	55	181	34	○		69	72	270	46	○	0	
CL51	56	56	143	52	△		69	71	278	46	○	0	
CL55	59	59	111	47	X		71	71	244	40	○	0	
CL56	63	63	119	38	△		72	72	225	40	○	0	
CL60	62	62	108	33	X		69	70	205	46	△	0	
CL63	56	56	132	39	△		70	72	250	36	X	5	
CL64	60	60	153	45	△		66	67	260	42	△	0	
CL65	57	57	155	60	△		72	74	342	50	△	0	
CL79	59	59	125	38	X		70	72	233	34	△	0	
CL80	55	55	120	43	△		67	69	263	41	○	0	
CL81	57	57	140	33	○		68	69	227	40	☆	0	
CL82	56	56	116	47	△		71	72	213	46	○	0	
CL84	60	60	124	56	△		67	69	210	49	△	0	
CL87	55	55	135	60	△		68	70	230	45	○	1	
CL99	56	56	137	45	△		66	68	203	41	X	5	
CL104	59	59	131	43	△		64	66	210	38	△	3	
CL105	57	57	135	47	△		61	62	244	40	☆	0	
15VL010	56	56	103	58	X		58	57	242	36	X	5	
15VL019	56	56	107	32	X		55	55	157	36	X	0	
15VL068	56	56	94	45	△		57	57	173	36	△	0	

교잡계명	캄보디아 바탐방						인도네시아 요그야카르타						
	출웅 일수	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	생육 정도	비고	출웅 일수	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	생육 정도	노균 병 (0-9)	비고
15VL069	56	56	96	31	△		55	55	208	43	△	0	
15VL074	55	55	115	47	X		55	55	258	43	○	0	
15VL075	60	60	63	43	X		58	58	253	33	△	0	
15VL078	55	55	122	38	X		65	67	278	40	○	0	
16VL002	53	53	99	45	△		53	54	220	43	△	0	
16VL003	55	55	108	50	△		56	70	205	46	X	0	
16VL008	57	57	95	44	△		56	68	207	27	X	7	
16VL0016	56	56	93	54	△		58	69	222	51	△	0	속대 돌출
16VL0017	59	59	115	43	X		67	70	242	37	△	0	속대 돌출
17VL01	61	61	118	31	X		65	67	263	38	○	0	
17VL02	63	63	111	45	X		58	70	258	34	△	0	속대 돌출
17VL05	59	59	120	43	△		71	73	208	34	△	0	속대 돌출
17VL08	57	57	105	42	△		57	71	228	36	△	3	
17VL18	55	55	110	42	△		70	71	212	34	○	0	
17VL23	54	54	112	43	△	겹이삭	65	65	215	36	○	0	
17VL29	55	55	133	56	△	겹이삭	63	64	215	50	○	0	
17VL32	56	56	134	65	△	겹이삭	58	58	255	41	△	3	겹이삭
17VL33	55	55	148	51	○		70	71	208	48	○	0	겹이삭
17VL34	57	57	158	46	△	겹이삭	68	71	258	41	○	0	겹이삭
17VL35	56	56	150	55	○	겹이삭	66	69	258	34	△	0	
17VL44	54	54	120	57	△		69	70	225	46	○	0	
18VL01	57	57	100	59	△	겹이삭	67	68	212	46	△	0	겹이삭
18VL05	57	57	142	45	X	겹이삭	70	72	230	44	△	3	겹이삭
18VL10	57	57	106	33	△	겹이삭	74	74	185	41	X	7	
18VL15	56	56	124	61	△		74	74	245	53	△	3	
18VL18	54	54	130	58	○		58	70	248	42	△	0	속대 돌출
18VL26	57	57	103	40	△		63	65	245	34	△	0	
18VL31	53	53	142	53	△		63	65	259	44	○	0	
14K26	58	58	137	50	○	착립률 중	65	68	255	45	☆	0	
CL13	60	60	134	52	-	착립률 하	68	72	230	49	○	0	
CL50	62	62	115	54	△	겹이삭	66	68	208	44	○	0	겹이삭
CL94	57	57	108	56	X	겹이삭	65	66	207	48	☆	0	
15VL027	59	59	106	52	X		68	71	213	34	X	0	
15VL060	56	56	81	47	X		54	55	220	36	△	0	
15VL065	57	57	133	40	○		57	70	229	36	○	3	
16VL005	60	60	103	44	△		62	63	236	40	△	3	
16VL014	-	-	-	-	-		58	73	247	35	△	0	
KS155	59	59	104	31	-		74	74	150	36	X	7	
14K22	57	57	120	40	△	착립률 중하	69	71	244	40	△	0	
CL93	57	57	127	47	X		65	67	210	36	○	0	겹이삭
15VL043	57	57	119	53	-	착립률 중하	70	72	262	46	X	0	
14K23	61	61	117	45	△	착립률 중	69	71	253	43	△	5	
CL4	56	56	121	69	-	착립률 하	70	72	265	51	△	0	
CL59	60	60	123	49	-	착립률 하	71	73	200	52	○	0	

* 생육정도 : ☆(매우양호), ○(양), △(중), X(불량)

다. 열대지역 적응 옥수수 계통 선발

(1) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우 소재 옥수수 육종 포장(아시아종묘(주))
- 파종일 : 2018. 9. 12('19. 1월 수확), 2019. 2. 20('19. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험 재료 : 89계통('19. 1월 수확), 118계통('19. 7월 수확).

(2) 분리세대 진전 및 계통 선발

- ('19. 1월 수확) 분리세대 33 집단 89계통을 공시하여 33집단 118계통을 선발
- ('19. 7월 수확) 분리세대 33 집단 118계통을 공시하여 32집단 40계통을 선발
- 분리 6세대에서 선발된 40 계통은 종자은행에 기탁함

< 2019년 분리세대 선발 내역 >

분리집단	1월 수확				7월 수확				
	시험계통		선발계통		시험계통		선발계통		
	집단 수	계통 수	집단 수	계통 수	집단 수	계통 수	집단 수	계통 수	비고
분리5세대(S ₅)	33	89	33	118	-	-	-	-	-
분리6세대(S ₆)	-	-	-	-	33	118	32	40	종자은행 기탁

(3) 우량 자식계통 육성

- 생육이 균일하고 병해에 강한 이삭특성이 양호한 S6세대 자식계통 선발 : 40계통
- 선발 계통에 대해 중간계통명 부여 : 19VL01 ~ 19VL40
- 선발 계통은, 향후 유전자원으로 관리 및 교배모본으로 활용 예정

< 2019년 고세대 우량 자식계통 선발 내역 >

시험번호	교배조합	-Pedigree								중간 계통명
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6		
19V1S6001	14K23/14K5	16V1001	2	1	1	1	3	1	19VL01	
19V1S6004	14K23/14K26	16V1002	1	1	1	1	1	1	19VL02	
19V1S6007	14K28/15VL019	16V1003	1	2	2	1	1	1	19VL03	
19V1S6010	15VL010/15VL019	16V1004	2	2	1	2	1	1	19VL04	
19V1S6013	15VL010/14K21	16V1005	1	2	1	3	3	1	19VL05	
19V1S6016	15VL019/14K23	16V1010	1	1	2	3	1	1	19VL06	

시험번호	교배조합	-Pedigree							중간 계통명
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
19V1S6019	15VL019/14K23	16V1010	2	1	1	1	2	1	19VL07
19V1S6022	15VL019/14K23	16V1010	3	1	2	1	1	1	19VL08
19V1S6025	15VL019/CL50	16V1011	3	1	1	1	1	1	19VL09
19V1S6028	15VL019/CL104	16V1012	2	1	1	3	1	1	19VL10
19V1S6031	15VL019/CL104	16V1012	3	1	1	2	2	1	19VL11
19V1S6034	15VL019/CL59	16V1013	1	1	1	3	1	1	19VL12
19V1S6037	15VL019/CL59	16V1013	3	1	3	2	1	1	19VL13
19V1S6040	15VL019/CL13	16V1014	1	1	1	1	3	1	19VL14
19V1S6043	15VL068/CL1	16V1015	1	1	1	3	1	1	19VL15
19V1S6046	15VL068/CL1	16V1015	1	1	1	3	3	1	19VL16
19V1S6049	CL1/14K8	16V1016	3	1	1	1	1	1	19VL17
19V1S6052	CL1/CL9	16V1018	3	1	1	2	1	1	19VL18
19V1S6055	CL1/CL87	16V1020	1	2	1	2	2	1	19VL19
19V1S6058	CL1/CL50	16V1021	2	2	1	3	1	1	19VL20
19V1S6059	CL1/CL59	16V1023	3	1	1	1	1	1	19VL21
19V1S6062	CL9/14K23	16V1027	2	1	1	1	2	1	19VL22
19V1S6065	CL50/14K23	16V1030	1	2	1	3	2	1	19VL23
19V1S6068	CL50/14K23	16V1030	3	2	2	1	1	1	19VL24
19V1S6071	CL59/CL50	16V1033	1	1	1	1	1	1	19VL25
19V1S6074	CL59/CL9	16V1034	2	1	1	1	2	1	19VL26
19V1S6077	CL59/CL13	16V1035	2	1	1	1	1	1	19VL27
19V1S6080	CL59/14K5	16V1036	1	3	3	1	2	1	19VL28
19V1S6083	CL87/CL9	16V1037	2	2	1	1	1	1	19VL29
19V1S6086	CL87/CL13	16V1038	1	1	2	1	1	1	19VL30
19V1S6089	CL93/14K12	16V1039	2	1	1	3	2	1	19VL31
19V1S6092	CL93/CL87	16V1042	3	1	1	1	2	1	19VL32
19V1S6095	CL93/CL59	16V1043	2	2	2	3	1	1	19VL33
19V1S6098	CL101/14K26	16V1044	1	2	1	1	1	1	19VL34
19V1S6101	CL101/14K26	16V1044	1	2	1	1	2	1	19VL35
19V1S6104	CL101/CL5	16V1045	1	1	1	1	1	1	19VL36
19V1S6107	CL101/CL9	16V1046	3	1	1	2	1	1	19VL37
19V1S6110	CL101/CL12	16V1047	3	1	2	3	1	1	19VL38
19V1S6113	CL101/CL13	16V1048	3	1	1	1	2	1	19VL39
19V1S6116	CL101/CL50	16V1050	2	1	1	2	1	1	19VL40

(4) 교잡계 양성

- 조합능력이 우수한 생산력검정 예비시험 공시용 교잡계 양성 : 280교잡계
 - ('19. 1월 수확) 14K2/CL2 등 132 교잡계
 - ('19. 7월 수확) 14K8/14K26 등 148 교잡계

라. 생산력검정시험

(1) 캄보디아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 캄보디아 바탐방
- 파종일 : 2018. 11. 12('19. 2월 수확), 2019. 5. 23('19. 8월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종
 - 생산력검정예비시험
 - '19. 2월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 138 교잡계
 - '19. 8월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 139 교잡계
 - 생산력검정본시험
 - '19. 2월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 12 교잡계
 - '19. 8월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 17 교잡계

(나) 시험결과

- 캄보디아 생산력검정예비시험('18. 3월 수확) 선발 교잡계의 생육특성
 - 출사일수는 육성 교잡계가 CP888보다 빠른 경향이였으며 15VL068/15VL027는 48일로 10일 빨랐음.
 - 간장은 128-194cm으로 변이폭이 컸음. 등숙 후기 돌풍으로 시험구 대부분이 도복 피해를 입었으나 CL12/CL65 등 4교잡계는 도복정도 1로서 도복에 매우 강하였음
 - 착수고율은 육성 교잡계가 41 - 63% 로 변이가 큰 편이였으며, 착립장률은 1교잡계를 제외하고는 모두 90% 이상이였음
 - 수량성의 범위는 633 - 1,213kg/10a 이었음. 베트남 재배종인 LVN10은 수량성이 CP888 대비 48% 수준이였음
 - 우량 교잡계는 차기 생산력검정본시험에 공시코자 함

< 캄보디아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성 ('19. 2월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
										중실중	지수	
LVN10	1.08	58	1.11	62	145	57	16.0	90.0	4.2	320	48	8
CP888	1.03	54	1.07	58	170	52	16.9	88.9	4.1	664	100	9

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
										중실중	지수	
14K8/CL9	1.01	52	1.01	52	161	53	17.2	96.5	4.8	686	103	3
14K26/14K22	1.04	55	1.05	56	158	46	16.2	95.1	4.8	716	108	9
CL10/17VL29	12.31	51	1.01	52	168	54	18.2	94.5	4.6	633	95	3
CL10/17VL32	12.31	51	1.04	55	169	61	16.6	90.4	4.8	703	106	3
CL12/17VL34	1.02	53	1.06	57	176	55	19.6	95.9	4.8	646	97	3
CL12/17VL23	12.31	51	1.04	55	153	54	19.0	97.9	4.6	853	128	3
CL12/CL65	1.02	53	1.05	56	165	58	18.4	93.5	4.8	760	115	1
CL50/CL93	1.03	54	1.03	54	170	53	19.0	97.9	4.6	730	110	1
CL50/14K5	1.05	56	1.05	56	190	59	18.2	92.3	5.4	651	98	3
CL59/CL35	1.01	52	1.03	54	186	55	18.4	94.6	4.8	646	97	3
CL59/17VL32	1.02	53	1.04	55	172	55	17.0	98.8	5.0	853	128	9
CL59/17VL44	1.02	53	1.04	55	187	55	16.8	97.6	4.6	818	123	7
CL87/14K28	1.02	53	1.04	55	184	55	19.6	91.8	5.0	809	122	7
CL87/CL93	1.05	56	1.04	55	194	52	19.2	96.9	5.2	782	118	9
CL87/15VL068	12.30	50	1.01	52	162	49	19.8	97.0	5.2	835	126	7
CL93/CL2	1.05	56	1.05	56	167	54	18.0	96.7	5.0	800	121	7
CL93/14K28	1.05	56	1.06	57	152	59	19.2	94.8	5.0	747	113	7
CL93/CL35	1.03	54	1.04	55	179	60	17.8	97.8	4.6	747	113	7
CL94/CL87	1.04	55	1.06	57	175	60	19.0	94.7	5.0	730	110	9
CL94/14K28	1.04	55	1.05	56	143	62	19.2	91.7	5.0	809	122	9
15VL048/14K25	1.02	53	1.06	57	187	55	21.2	89.6	4.6	800	121	7
16VL005/17VL34	12.30	50	1.01	52	158	51	17.6	93.2	4.8	901	136	9
15VL064/14K22	1.02	53	1.05	56	143	56	20.4	95.1	4.6	897	135	5
15VL068/CL35	12.28	48	12.29	49	150	51	15.6	97.4	4.4	651	98	1
15VL068/15VL027	12.28	48	12.28	48	145	41	18.0	93.3	4.6	796	120	1
16VL004/15VL064	1.01	52	1.02	53	165	50	19.8	93.9	5.2	853	128	7
17VL23/CL2	1.01	52	1.03	54	128	59	19.0	97.9	4.8	844	127	7
17VL32/16VL004	1.04	55	1.05	56	179	55	16.0	92.5	4.8	721	109	9
17VL34/16VL005	12.30	50	1.01	52	178	56	18.4	96.7	5.2	818	123	7
17VL44/14K23	1.01	52	1.04	55	153	63	19.2	97.9	4.6	1,213	183	5
17VL44/14K22	1.02	53	1.06	57	172	60	18.2	97.8	5.0	958	144	5

○ 캄보디아 생산력검정예비시험('19. 8월 수확) 선발 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 49 - 56 일의 범위였으며, 14K2/18VL18가 49일로 가장 빨랐음
- 착수고율은 육성 교잡계가 49 - 61% 로 변이가 큰 편이었으나 CP888에 비하여 낮은 경향이었음. 착립장률은 14K26/18VL15과 CL105/18VL29를 제외하면 모두 90% 이상이었음
- 수량성의 범위는 633 - 914kg/10a 이었고. 16VL008/CL2의 수량이 가장 많았음
- 주로 깨씨무늬병, 노균병 등에 강한 내병성 교잡계와, 도복에 강한 내재해성 교잡계를 위주로 선발하였으며 선발된 16 교잡계는 각 국별로 생산력을 검토, 비교하여 차기 생산력검정본시험에 공시코자 함

< 캄보디아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성 ('19. 8월 수확) >

교잡계명	출송기 (월.일)	출송 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨무 늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
										중실중	지수			
CP888	7.15	53	7.16	53	190	61	18.7	96.8	4.6	794	100	3	0	1
14K2/18VL23	7.13	51	7.14	51	214	60	-	-	-	633	80	1	0	1
14K2/18VL15	7.12	50	7.13	50	203	61	16.0	95.0	4.7	668	84	1	0	1
14K2/18VL18	7.11	49	7.13	49	214	58	17.4	98.9	4.4	787	99	1	0	1
14K15/CL50	7.16	54	7.17	54	208	58	19.6	96.9	4.8	791	100	3	0	1
14K26/18VL15	7.13	51	7.15	51	196	60	16.8	89.3	5.0	716	90	1	0	1
14K26/CL50	7.17	55	7.17	55	198	59	16.4	96.3	4.8	646	81	1	0	1
14K27/CL19	7.17	55	7.18	55	181	55	18.0	95.6	5.0	695	87	1	0	1
14K27/14K5	7.15	53	7.16	53	199	55	17.8	95.5	5.2	778	98	1	0	1
14K27/18VL26	7.13	51	7.15	51	202	49	18.0	94.4	4.8	664	84	3	0	1
14K28/CL4	7.14	52	7.16	52	176	61	18.6	93.5	4.6	690	87	3	0	1
CL2/14K15	7.14	52	7.15	52	175	61	17.8	94.4	5.2	809	102	3	0	1
CL4/18VL29	7.15	53	7.17	53	174	52	18.0	93.3	4.6	681	86	3	0	1
CL105/18VL29	7.16	54	7.17	54	183	53	19.2	86.5	4.9	677	85	3	0	1
CL105/CL2	7.15	53	7.15	53	180	52	20.4	97.1	5.0	747	94	1	0	1
16VL008/CL2	7.14	52	7.16	52	174	55	19.0	94.7	4.9	914	115	3	0	1
17VL34/18VL15	7.13	51	7.16	51	197	56	17.0	97.6	4.8	686	86	1	0	1

○ 캄보디아 생산력검정본시험('19. 2월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 CP888과 같거나 빠른 경향이었으며, CL47/16VL016가 52일로 가장 빨랐음.
- 간장은 152-192cm의 범위였음. 등숙 후기 돌풍으로 시험구 대부분이 도복 피해를 크게 받았으나, CL101/14K23와 CL47/14K23 등 2교잡계가 상대적으로 강하였음
- 착수고율은 육성 교잡계가 48 - 58%로 비교적 높은 수준이었으나, CP888보다는 낮은 교잡계가 많았음.
- 수량성은 576-872 kg/10a의 범위로 CL47/16VL016를 제외하고는 CP888보다 같거나 증수되었음

< 캄보디아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 ('19. 2월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											중실중	지수	
LVN10	1	1.08	59	1.11	62	163	65	17.0	81.2	4.6	404		9
	2	1.10	61	1.13	64	160	64	15.4	85.7	4.2	264		7
	3	1.10	61	1.11	62	-	-	14.8	82.4	4.0	264		9
	평균	1.09	60	1.12	63	162	64	15.7	83.1	4.3	311	49	8.3
CP888	1	1.04	55	1.07	58	182	57	17.2	91.9	4.2	716		9
	2	1.02	53	1.07	58	184	56	18.0	90.0	4.4	747		7
	3	1.05	56	1.07	58	-	-	16.0	83.8	4.0	440		9
	평균	1.04	55	1.07	58	183	56	17.1	88.5	4.2	634	100	8.3
14K5/CL12	1	1.03	54	1.03	54	174	51	17.0	83.5	5.6	756		9
	2	1.03	54	1.04	55	175	50	17.0	92.9	5.2	703		9
	3	1.04	55	1.04	55	-	-	15.4	84.4	5.2	607		9
	평균	1.03	54	1.04	55	175	51	16.5	87.0	5.3	689	109	9.0
14K5/CL35	1	12.30	50	1.01	52	189	56	15.0	97.3	5.2	765		9
	2	1.02	53	1.05	56	185	57	14.0	94.3	4.6	479		7
	3	12.30	50	1.01	52	-	-	15.6	94.9	5.0	681		9
	평균	12.31	51	1.02	53	187	57	14.9	95.5	4.9	642	101	8.3
14K5/CL101	1	12.31	51	1.04	55	192	55	17.2	96.5	5.4	870		9
	2	1.02	53	1.05	56	191	54	16.6	95.2	5.2	677		7
	3	1.02	53	1.05	56	-	-	16.0	95.0	5.6	703		9
	평균	1.01	52	1.05	56	192	55	16.6	95.6	5.4	750	118	8.3

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											종실중	지수	
14K22/CL81	1	1.04	55	1.06	57	187	55	18.0	95.6	4.8	712		9
	2	1.06	57	1.06	57	186	52	18.8	96.8	5.4	721		7
	3	1.06	57	1.07	58	-	-	16.2	96.3	4.8	462		9
	평균	1.05	56	1.06	57	187	54	17.7	96.2	5.0	632	100	8.3
CL12/CL101	1	1.05	56	1.07	58	189	57	17.8	92.1	5.0	774		9
	2	1.03	54	1.07	58	188	58	18.6	92.5	5.0	809		7
	3	1.05	56	1.08	59	-	-	16.8	92.9	4.6	558		9
	평균	1.04	55	1.07	58	189	58	17.7	92.5	4.9	714	112	8.3
CL47/16VL016	1	12.30	50	12.31	51	178	49	16.8	95.2	4.4	695		7
	2	12.30	50	1.01	52	176	55	17.6	78.4	4.6	576		7
	3	12.31	51	1.02	53	177	52	15.4	93.5	4.6	457		9
	평균	12.30	50	1.01	52	177	52	16.6	89.1	4.5	576	91	7.7
CL101/14K23	1	1.02	53	1.05	56	190	53	20.2	96.0	5.0	1,064		7
	2	1.02	53	1.06	57	190	51	19.8	86.9	5.2	813		5
	3	1.03	54	1.06	57	-	-	20.0	94.0	4.8	738		7
	평균	1.02	53	1.06	57	190	52	20.0	92.3	5.0	872	137	6.3
CL32/14K23	1	1.05	56	1.05	56	153	58	21.6	94.4	4.8	949		5
	2	1.05	56	1.08	59	151	56	19.4	95.9	4.4	624		7
	3	1.04	55	1.06	57	-	-	21.0	93.3	4.6	769		9
	평균	1.05	56	1.06	57	152	57	20.7	94.6	4.6	781	123	7.0
CL32/16VL021	1	1.01	52	1.01	52	155	48	17.6	96.6	4.4	690		3
	2	1.04	55	1.02	53	154	48	17.6	97.7	4.6	703		7
	3	1.04	55	1.03	54	-	-	17.4	95.4	4.6	659		9
	평균	1.03	54	1.02	53	154	48	17.5	96.6	4.5	684	108	6.3
CL47/14K23	1	1.01	52	1.04	55	159	50	17.6	93.2	4.2	703		3
	2	12.31	51	1.05	56	159	46	19.0	94.7	4.8	633		7
	3	12.31	51	1.05	56	-	-	19.6	95.9	4.6	730		7
	평균	12.31	51	1.05	56	159	48	18.7	94.6	4.5	689	109	5.7

○ 캄보디아 생산력검정본시험('19. 8월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계 중 출사일수는 CL37/CL59를 제외하면 CP888보다 모두 빨랐으며, CL47/15VL069가 50일로 가장 빨랐음.
- 간장은 170 - 215cm 이었으며 CL28/14K22가 가장 장간이었음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 45 - 60%로 변이가 큰 편이었음.
- 수량성은 251 - 747kg/10a의 범위로 변이폭이 컸으며, CL19/14K11 등 2 교잡계 외에는 CP888보다 감수하는 경향이었음
- 깨씨무늬병과 노균병에는 공시 교잡계가 대체로 강한 편이었고, 도복은 CL37/CL59가 비교적 약한 편이었음

< 캄보디아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 ('19. 8월 수확) >

교잡계명	반 복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
											중실중	지수			
LVN10	1	7.19	57	7.23	57	158	55	-	-	-	158		-	-	-
	2	7.22	60	7.25	60	168	53	-	-	-	141		3	0	1
	3	7.19	57	7.22	57	189	60	17.6	100.0	4.3	229		3	3	1
	평균	7.20	58	7.23	58	172	56	17.6	100.0	4.3	176		3.0	1.5	1.0
CP888	1	7.15	53	7.18	53	182	58	19.0	98.9	4.6	571		3	0	1
	2	7.14	52	7.15	52	205	60	18.4	96.7	4.4	809		3	0	1
	3	7.15	53	7.18	53	194	62	18.4	96.7	4.4	602		3	0	1
	평균	7.14	53	7.17	53	194	60	18.6	97.5	4.5	661	100	3.0	0.0	1.0
14K2/CL59	1	7.16	54	7.18	54	176	52	16.6	95.2	4.8	453		3	0	1
	2	7.16	54	7.17	54	192	57	15.8	93.7	4.4	220		3	0	1
	3	7.15	53	7.16	53	189	55	19.2	99.0	5.0	615		3	0	1
	평균	7.15	54	7.17	54	186	55	17.2	95.9	4.7	429	65	3.0	0.0	1.0
14K30/CL32	1	7.18	56	7.19	56	162	56	21.2	93.4	4.7	629		3	0	1
	2	7.19	57	7.19	57	175	60	20.0	92.0	5.0	475		1	0	1
	3	7.18	56	7.19	56	185	59	20.8	95.2	4.8	756		1	0	1
	평균	7.18	56	7.19	56	174	58	20.7	93.5	4.8	620	94	1.7	0.0	1.0
CL32/CL59	1	7.18	56	7.19	56	173	55	19.6	93.9	4.8	501		3	0	1
	2	7.18	56	7.19	56	177	56	18.2	92.3	4.8	602		1	0	1
	3	7.18	56	7.20	56	184	55	18.2	97.8	4.6	536		3	0	1
	평균	7.18	56	7.19	56	178	56	18.7	94.7	4.7	547	83	2.3	0.0	1.0
CL35/15VL065	1	7.14	52	7.15	52	170	54	15.4	89.6	4.4	303		3	0	1
	2	7.15	53	7.19	53	175	54	14.4	87.5	4.6	211		3	0	1
	3	7.13	51	7.14	51	198	57	16.4	95.1	4.8	299		3	0	1
	평균	7.14	52	7.16	52	181	55	15.4	90.7	4.6	271	41	3.0	0.0	1.0
CL37/14K23	1	7.18	56	7.19	56	167	59	22.2	95.5	4.6	541		3	0	1
	2	7.18	56	7.19	56	189	63	19.6	98.0	4.4	615		3	0	1
	3	7.17	55	7.18	55	176	59	20.6	99.0	4.6	659		1	0	1

교잡계명	반 복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성		깨씨	노균	도복
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	(kg/10a)		무늬병 (0-9)	병 (0-9)	(1-9)
											종실중	지수			
	평균	7.17	56	7.18	56	178	60	20.8	97.5	4.5	605	92	2.3	0.0	1.0
CL37/CL59	1	7.21	59	7.22	59	175	54	-	-	-	119		3	-	-
	2	7.21	59	7.23	59	178	58	16.4	95.1	4.7	457		3	0	1
	3	7.20	58	7.22	58	166	51	16.6	96.4	4.6	176		1	3	5
	평균	7.20	59	7.22	59	173	54	16.5	95.8	4.7	251	38	2.3	1.5	3.0
CL59/14K30	1	7.15	53	7.16	53	198	60	16.8	98.8	4.8	527		1	0	1
	2	7.16	54	7.17	54	188	64	18.8	95.7	4.8	721		3	0	1
	3	7.16	54	7.17	54	172	57	17.8	94.4	4.8	422		3	0	3
	평균	7.15	54	7.16	54	186	60	17.8	96.3	4.8	557	84	2.3	0.0	1.7
CL59/CL47	1	7.15	53	7.16	53	201	60	16.0	98.8	4.6	580		1	0	1
	2	7.15	53	7.15	53	196	57	16.0	98.8	4.6	646		3	0	1
	3	7.15	53	7.16	53	197	58	16.6	95.2	4.8	730		5	0	1
	평균	7.15	53	7.15	53	198	58	16.2	97.6	4.7	652	99	3.0	0.0	1.0
CL104/14K30	1	7.15	53	7.15	53	207	53	19.2	95.8	4.8	703		3	0	1
	2	7.15	53	7.15	53	195	55	20.2	94.1	5.0	800		3	0	1
	3	7.15	53	7.16	53	161	50	19.8	96.0	4.6	281		1	0	1
	평균	7.15	53	7.15	53	188	53	19.7	95.3	4.8	595	90	2.3	0.0	1.0
CL104/CL32	1	7.17	55	7.17	55	191	59	19.8	98.0	4.8	769		3	0	1
	2	7.19	57	7.19	57	190	53	20.6	94.2	4.7	602		3	0	1
	3	7.18	56	7.19	56	191	57	20.0	95.0	4.8	651		3	0	1
	평균	7.18	56	7.18	56	191	56	20.1	95.7	4.8	674	102	3.0	0.0	1.0
CL19/14K11	1	7.14	52	7.17	52	190	48	20.4	96.1	5.0	712		3	0	1
	2	7.17	55	7.20	55	190	51	21.6	97.2	5.4	721		1	0	1
	3	7.15	53	7.18	53	207	52	21.4	96.3	5.1	809		3	0	1
	평균	7.15	53	7.18	53	196	50	21.1	96.5	5.2	747	113	2.3	0.0	1.0
CL19/15VL003	1	7.12	50	7.12	50	185	47	17.6	97.7	4.8	760		3	0	1
	2	7.19	57	7.20	57	158	51	-	-	-	19		3	0	1
	3	7.16	54	7.17	54	175	55	18.8	97.9	5.2	404		1	5	1
	평균	7.15	54	7.16	54	173	51	18.2	97.8	5.0	395	60	2.3	1.7	1.0
CL28/14K22	1	7.14	52	7.15	52	219	45	19.2	96.9	5.0	774		1	0	1
	2	7.14	52	7.15	52	211	45	18.0	97.8	4.7	637		3	0	1
	3	7.14	52	7.16	52	214	44	19.0	94.7	4.8	712		1	0	1
	평균	7.14	52	7.15	52	215	45	18.7	96.5	4.8	708	107	1.7	0.0	1.0
CL47/15VL069	1	7.10	48	7.12	48	181	49	18.0	96.7	4.8	725		1	0	1
	2	7.15	53	7.17	53	147	43	-	-	-	176		3	0	1
	3	7.11	49	7.12	49	183	48	18.2	93.4	4.8	716		3	0	1
	평균	7.12	50	7.13	50	170	47	18.1	95.0	4.8	539	82	2.3	0.0	1.0
CL59/14K11	1	7.17	55	7.19	55	193	55	20.8	97.1	4.8	677		3	0	1
	2	7.19	57	7.20	57	186	49	20.4	96.1	4.8	659		3	0	1
	3	7.17	55	7.19	55	209	55	19.4	95.9	4.8	527		3	0	1
	평균	7.17	56	7.19	56	196	53	20.2	96.4	4.8	621	94	3.0	0.0	1.0

(2) 인도네시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 인도네시아 족자카르타
- 파종일 : 2018. 12. 12('19. 3월 수확), 2019. 5. 20('19. 8월 수확)
- 재식거리 : 75×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종
 - 생산력검정예비시험
 - '19. 3월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 138 교잡계
 - '19. 8월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 139 교잡계
 - 생산력검정본시험
 - '19. 3월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 12 교잡계
 - '19. 8월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 17 교잡계

(나) 시험결과

- 인도네시아 생산력검정예비시험('19. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 52-57일의 범위였으며, 육성 교잡계중 16VL005/14K22 등 4 교잡계가 50일로 가장 빨랐음.
 - 간장은 347cm으로 CL94/14K28이 가장 컸으며 CL87/15VL068이 251cm로 가장 단간이었음. 착수고율은 52 - 75% 로 비교적 높은 수준이었음.
 - 착립장률은 90% 이상인 교잡계를 선발하였으며,
 - 선발 교잡계의 수량성은 482 - 833 kg/10a 의 수준이었음. 주로 노균병에 강하고 도복에 강한 교잡계를 선발하였으며, 선발 우량 교잡계는 차년도 생산력검정본시험에 공시코자 함

< 인도네시아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('19. 3월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수			
P21	2.03	53	2.06	56	274	63	15.1	97.7	4.9	560	100	2	0	1
CL50/14K5	2.06	56	2.06	56	277	59	13.4	98.5	4.7	540	96	3	0	1
CL59/17VL32	2.06	56	2.07	57	276	54	14.4	94.4	4.3	500	89	3	0	1
CL87/14K28	2.04	54	2.07	57	289	60	13.6	94.1	4.4	482	86	3	0	1
CL87/CL93	2.05	55	2.07	57	286	69	13.6	98.5	4.3	590	105	3	0	1
CL87/15VL068	2.05	55	2.06	56	251	66	14.8	95.9	4.4	493	88	5	0	3
CL93/17VL29	2.05	55	2.05	55	289	59	16.2	95.1	4.2	533	95	1	0	1
CL94/14K28	1.31	50	2.03	53	347	52	16.4	91.5	5.0	526	94	3	0	1
CL109/CL87	2.05	55	2.07	57	282	63	14.4	93.1	4.0	544	97	3	0	1
15VL064/CL19	2.01	51	2.05	55	275	67	13.8	92.8	4.3	503	90	1	0	1

교잡계명	출용기 (월,일)	출용 일수	출사기 (월,일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수			
16VL005/14K22	1.31	50	2.02	52	307	68	17.4	97.7	4.5	577	103	5	0	1
16VL009/16VL005	1.31	50	2.02	52	278	75	17.0	91.8	4.9	833	149	3	0	1
16VL009/17VL44	1.31	50	2.02	52	278	73	16.8	97.6	4.4	824	147	3	0	1
16VL009/CL109	1.31	50	2.02	52	292	66	19.0	93.7	4.1	761	136	3	0	1

○ 인도네시아 생산력검정예비시험('19. 8월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 54-69일의 범위였으며, CL2/CL4 등 3 교잡계가 가장 빨랐음.
- 간장은 335cm으로 14K5/CL2이 가장 장간이었으며 CL105/CL59이 276cm로 가장 단간이었음.
- 착수고율은 42 - 65% 로 변이가 컸으며, CL59/CL2의 착수고율이 가장 낮았음
- 선발된 육성 교잡계 중 수량성은 14K5/CL2은 1,130kg/10a로 가장 높았고, 900 kg/10a 이상의 수량을 보인 교잡계는 모두 10교잡계 이었음
- 도복에 약하거나, 이삭모양이 뒤틀리고 돌출하였거나 수발아에 약한 교잡계는 도태하였으며, 선발된 19 우량 교잡계는 차년도 생산력검정본시험에 공시코자 함.

< 인도네시아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('19. 8월 수확) >

교잡계명	출용기 (월,일)	출용 일수	출사기 (월,일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균 병 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수		
P21	7.26	67	7.29	71	333	47	19.5	88.1	4.7	591	100	2.7	1.0
14K5/CL2	7.10	51	7.13	54	335	56	17.6	94.3	6.2	1,130	191	0	1
14K27/14K15	7.13	54	7.14	55	317	47	19.4	95.9	5.6	952	161	0	1
14K28/CL4	7.13	54	7.17	58	307	47	19.6	90.8	5.0	949	160	0	1
CL2/14K15	7.11	52	7.15	56	320	65	17.0	98.8	5.5	922	156	0	1
CL2/CL4	7.13	54	7.13	54	323	53	17.6	95.5	5.5	922	156	0	1
CL4/CL50	7.15	56	7.16	57	303	47	17.4	93.1	4.8	808	137	0	1
CL12/14K15	7.25	66	7.26	67	305	45	18.6	94.6	5.8	833	141	0	1
CL32/18VL23	7.13	54	7.15	56	315	46	20.8	97.1	5.5	1,054	178	0	1
CL59/CL2	7.12	53	7.14	55	297	42	18.4	97.8	5.4	1,031	174	0	1
CL105/CL4	7.12	53	7.14	55	335	49	20.2	96.0	5.0	843	143	3	1
CL105/CL59	7.12	53	7.13	54	276	50	18.0	93.3	5.2	669	113	3	1
CL105/14K15	7.21	62	7.22	63	333	44	20.2	87.1	5.8	876	148	0	1
CL105/CL2	7.13	54	7.15	56	299	47	18.6	96.8	5.2	1,078	182	3	1
16VL003/17VL33	7.13	54	7.13	54	305	49	18.0	98.9	5.0	887	150	0	1
16VL008/CL2	7.14	55	7.15	56	307	46	18.4	94.6	5.3	1,081	183	0	1
17VL34/CL105	7.22	63	7.22	63	318	54	18.2	95.6	5.4	924	156	0	1
17VL44/CL31	7.15	56	7.28	69	314	61	18.6	95.7	5.2	711	120	3	1
17VL44/CL59	7.14	55	7.28	69	305	56	17.4	96.6	5.0	763	129	0	1
17VL44/CL22	7.12	53	7.17	58	317	64	17.6	96.6	5.3	661	112	0	1

○ 인도네시아 생산력검정본시험('19. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 P21과 비슷한 경향이었으나 14K5/CL12가 가장 빨랐고, 14K5/CL101가 가장 늦었음.
- 간장은 282-292cm의 범위로 변이가 작았음. 14K5/CL101 교잡계가 가장 장간이었음
- 착수고율은 육성 교잡계가 62 - 66% 로 다소 높은 편이었음.
- 이삭길이는 CL32/14K23이 20.9cm으로 가장 길었고, 착립장률도 CL32/14K23가 96.8%로 가장 높았음.
- 수량성은CL12/CL101과 CL32/14K23 교잡계가 표준품종인 P21 과 대등한 정도였고 나머지 교잡계는 모두 이에 미치지 못하였음.

< 인도네시아 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('19. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		개씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일) 일수	(월.일) 일수	중실중	지수										
LVN10	1	2.06	56	2.08	58	255	77	14.4	91.7	4.1	298		5	0	1
	2	2.04	54	2.08	58	265	69	15.6	96.2	4.4	331		3	0	7
	3	2.04	54	2.08	58	268	69	16.2	98.8	4.2	401		5	0	1
	평균	2.05	55	2.08	58	263	72	15.4	95.5	4.2	343	48	4.3	0.0	3.0
P21	1	1.28	47	2.03	53	287	64	17.2	97.7	5.1	879		1	0	1
	2	2.03	53	2.06	56	288	62	14.2	98.6	4.8	667		3	0	1
	3	1.29	48	2.05	55	288	71	15.2	98.7	4.7	594		1	0	5
	평균	1.30	49	2.05	55	288	66	15.5	98.3	4.9	713	100	1.7	0.0	2.3
14K5/CL12	1	1.29	48	1.31	50	286	68	14.4	86.1	5.4	649		3	0	1
	2	1.29	48	2.06	56	282	63	13.8	89.9	4.9	441		3	0	3
	3	2.03	53	2.03	53	288	67	12.6	85.7	5.0	375		3	0	7
	평균	1.31	50	2.03	53	285	66	13.6	87.2	5.1	488	68	3.0	0.0	3.7
14K5/CL35	1	2.03	53	2.05	55	292	63	15.4	93.5	5.2	813		3	0	1
	2	1.27	46	2.04	54	295	69	14.2	91.5	5.2	527		5	0	5
	3	2.03	53	2.05	55	282	67	12.4	88.7	4.6	425		3	0	7
	평균	2.01	51	2.05	55	290	66	14.0	91.3	5.0	588	82	3.7	0.0	4.3
14K5/CL101	1	2.05	55	2.08	58	295	65	16.2	93.8	5.4	587		3	0	1
	2	2.05	55	2.07	57	293	61	14.0	97.1	5.2	708		5	0	5
	3	2.02	52	2.05	55	287	59	14.0	95.7	5.1	681		3	0	1
	평균	2.04	54	2.07	57	292	62	14.7	95.6	5.2	659	92	3.7	0.0	2.3
14K22/CL81	1	2.02	52	2.05	55	286	65	15.8	94.9	4.8	571		5	0	1
	2	2.03	53	2.07	57	275	65	14.6	93.2	4.5	478		5	0	1
	3	1.31	50	2.07	57	278	66	15.8	89.9	4.6	552		3	0	1
	평균	2.02	52	2.06	56	280	65	15.4	92.7	4.6	534	75	4.3	0.0	1.0

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수			
CL12/CL101	1	2.03	53	2.05	55	283	60	17.6	96.6	5.0	829		3	0	3
	2	1.30	49	2.03	53	293	65	16.8	95.2	4.8	571		3	0	1
	3	2.02	52	2.07	57	281	62	16.6	96.4	4.8	797		3	0	1
	평균	2.01	51	2.05	55	286	63	17.0	96.1	4.9	732	103	3.0	0.0	1.7
CL47/16VL016	1	2.01	51	2.04	54	290	67	15.0	94.7	4.6	675		5	0	1
	2	2.01	51	2.04	54	290	65	14.0	95.7	4.5	684		5	3	1
	3	2.02	52	2.05	55	268	61	14.8	83.8	4.5	426		5	0	3
	평균	2.01	51	2.04	54	283	64	14.6	91.4	4.5	595	83	5.0	1.0	1.7
CL101/14K23	1	1.29	48	2.06	56	286	69	19.4	87.6	4.8	775		3	0	1
	2	2.02	52	2.06	56	280	65	17.0	90.6	4.6	510		3	0	3
	3	1.31	50	2.05	55	290	64	18.0	85.6	4.7	614		5	0	5
	평균	1.31	50	2.06	56	285	66	18.1	87.9	4.7	633	89	3.7	0.0	3.0
CL32/14K23	1	1.27	46	2.05	55	293	69	20.2	98.0	4.7	697		3	0	1
	2	1.28	47	2.06	56	289	63	22.0	96.4	4.9	661		3	0	3
	3	2.03	53	2.06	56	276	62	20.6	96.1	4.4	756		3	0	1
	평균	1.30	49	2.06	56	286	65	20.9	96.8	4.7	705	99	3.0	0.0	1.7
CL32/16VL021	1	1.28	47	2.05	55	291	70	18.2	98.9	4.4	786		3	0	1
	2	1.27	46	2.03	53	290	64	18.0	91.1	4.3	472		3	0	7
	3	1.28	47	2.04	54	282	60	19.4	91.8	4.4	292		3	0	3
	평균	1.28	47	2.04	54	287	65	18.5	93.9	4.4	516	72	3.0	0.0	3.7
CL47/14K23	1	2.01	51	2.04	54	295	66	17.2	95.3	4.3	781		5	0	1
	2	2.04	54	2.07	57	280	69	18.2	94.5	4.2	586		5	0	1
	3	2.04	54	2.08	58	271	57	18.6	88.2	4.4	610		5	0	1
	평균	2.03	53	2.06	56	282	64	18.0	92.7	4.3	659	92	5.0	0.0	1.0

○ 인도네시아 생산력검정본시험('19. 8월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 CL37/CL59가 69일로 가장 느렸고, CL35/15VL065 등 2교잡계가 55일로 가장 빨랐음.
- 간장은 281-332cm의 범위였고, CL59/14K11이 가장 장간이었으며 CL37/CL59 교잡계가 가장 단간이었음. 도복은 발생되지 않았음
- 착수고율은 육성 교잡계가 모두 41 - 53% 수준이었음.
- 이삭길이는 CL37/14K23이 21.8cm으로 가장 길었고, 착립장률은 CL32/CL59가 96.7%로 가장 높았음
- 수량성은 CL37/CL59을 제외하고는 모든 육성 교잡계가 P21보다 많았으며, 특히 CL19/14K11 교잡계는 951kg/10a로 173%의 증수를 보였음.

< 인도네시아 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('19. 8월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균병 (0-9)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
LVN10	1	7.26	67	7.27	68	323	65	19.0	88.4	4.6	322		3	1
	2	7.29	70	7.30	71	330	61	-	-	-	36		-	-
	3	7.31	72	8.01	73	290	43	-	-	-	17		5	1
	평균	7.28	70	7.29	71	314	56	19.0	88.4	4.6	125		4.0	1.0
P21	1	7.27	68	7.28	69	337	62	20.2	89.1	5.0	674		3	1
	2	7.24	65	7.28	69	322	59	19.0	91.6	4.6	448		0	1
	3	7.21	62	7.24	65	345	55	18.6	88.2	4.8	532		3	1
	평균	7.24	65	7.26	68	334	59	19.3	89.6	4.8	551	100	2.0	1.0
14K2/CL59	1	7.11	52	7.12	53	312	50	16.6	96.4	5.0	721		0	1
	2	7.26	67	7.27	68	300	46	16.4	87.8	4.7	472		3	1
	3	7.21	62	7.24	65	345	48	17.0	95.3	4.8	587		0	1
	평균	7.19	60	7.21	62	319	48	16.7	93.2	4.8	593	108	1.0	1.0
14K30/CL32	1	7.10	51	7.12	53	302	46	19.6	99.0	5.6	1,100		3	1
	2	7.27	68	7.28	69	320	46	21.4	96.3	5.4	660		5	1
	3	7.14	55	7.14	55	305	48	20.6	94.2	5.4	1,015		0	1
	평균	7.17	58	7.18	59	309	46	20.5	96.5	5.5	925	168	2.7	1.0
CL32/CL59	1	7.14	55	7.15	56	307	48	19.0	98.9	5.2	992		0	1
	2	7.22	63	7.24	65	328	44	17.8	96.6	5.0	719		3	1
	3	7.12	53	7.15	56	302	46	18.6	94.6	5.0	992		0	1
	평균	7.16	57	7.18	59	312	46	18.5	96.7	5.1	901	163	1.0	1.0
CL35/15VL065	1	7.13	54	7.13	54	313	47	16.0	87.5	5.0	757		0	1
	2	7.12	53	7.17	58	305	41	15.6	97.4	5.2	506		5	1
	3	7.10	51	7.12	53	308	46	18.2	92.3	5.4	840		3	1
	평균	7.11	53	7.14	55	309	45	16.6	92.4	5.2	701	127	2.7	1.0
CL37/14K23	1	7.21	62	7.22	63	308	58	21.2	94.3	5.0	646		5	1
	2	7.23	64	7.27	68	320	54	21.6	95.4	5.0	364		5	1
	3	7.17	58	7.24	65	310	45	22.6	98.2	5.2	935		0	1
	평균	7.20	61	7.24	65	313	52	21.8	96.0	5.1	649	118	3.3	1.0
CL37/CL59	1	7.15	56	7.29	70	295	51	15.0	98.7	4.6	482		3	1
	2	7.27	68	7.28	69	252	55	14.8	94.6	4.4	467		0	1
	3	7.23	64	7.27	68	297	42	14.6	95.9	4.2	353		0	1
	평균	7.21	63	7.28	69	281	49	14.8	96.4	4.4	434	79	1.0	1.0
CL59/14K300	1	7.14	55	7.14	55	322	47	21.0	98.1	5.5	918		7	1
	2	7.27	68	7.29	70	307	47	19.4	95.9	5.2	999		3	1
	3	7.13	54	7.16	57	335	49	18.2	92.3	5.1	840		3	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립장	이삭	수량성		노균병 (0-9)	도복 (1-9)	
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	률 (%)	직경 (cm)	(kg/10a)				
		평균	7.18	59	7.19	61	321	48	19.5	95.4	5.3	919	167	4.3	1.0
CL59/CL47	1	7.25	66	7.27	68	315	53	17.6	95.5	4.8	812		3	1	
	2	7.23	64	7.24	65	298	56	18.4	92.4	4.8	604		3	1	
	3	7.25	66	7.27	68	313	42	19.2	97.9	5.0	970		0	1	
	평균	7.24	65	7.26	67	309	50	18.4	95.3	4.9	796	144	2.0	1.0	
CL104/14K30	1	7.13	54	7.15	56	325	46	21.4	86.9	5.2	790		3	1	
	2	7.14	55	7.15	56	325	44	21.0	90.5	5.4	782		5	1	
	3	7.24	65	7.27	68	300	43	20.6	89.3	5.4	872		0	1	
	평균	7.17	58	7.19	60	317	44	21.0	88.9	5.3	815	148	2.7	1.0	
CL104/CL32	1	7.17	58	7.17	58	340	37	18.8	94.7	5.0	604		0	1	
	2	7.26	67	7.27	68	308	41	20.2	94.1	5.3	566		3	1	
	3	7.22	63	7.24	65	300	47	19.8	77.8	5.0	481		3	1	
	평균	7.21	63	7.22	64	316	42	19.6	88.8	5.1	550	100	2.0	1.0	
CL19/14K11	1	7.13	54	7.24	65	315	47	20.4	96.1	5.4	1,099		0	1	
	2	7.13	54	7.24	65	323	49	19.2	92.7	5.3	724		3	1	
	3	7.12	53	7.15	56	313	38	19.4	97.9	5.2	1031		0	1	
	평균	7.12	54	7.21	62	317	45	19.7	95.6	5.3	951	173	1.0	1.0	
CL19/15VL003	1	7.10	51	7.14	55	313	46	17.6	87.5	5.4	837		5	1	
	2	7.12	53	7.14	55	307	46	19.8	71.7	5.3	760		3	1	
	3	7.13	54	7.15	56	308	45	18.0	93.3	5.5	916		0	1	
	평균	7.11	53	7.14	55	309	46	18.5	84.2	5.4	838	152	2.7	1.0	
CL28/14K22	1	7.17	58	7.17	58	318	46	19.6	93.9	5.0	631		5	1	
	2	7.28	69	7.29	70	312	40	18.2	94.5	4.8	482		0	1	
	3	7.20	61	7.22	63	340	38	19.2	91.7	5.0	784		0	1	
	평균	7.21	63	7.22	64	323	41	19.0	93.3	4.9	632	115	1.7	1.0	
CL47/15VL069	1	7.16	57	7.26	67	310	41	17.0	90.6	4.6	587		3	1	
	2	7.14	55	7.15	56	307	38	21.0	92.4	5.0	949		3	1	
	3	7.13	54	7.13	54	312	43	20.6	88.3	5.0	819		5	1	
	평균	7.14	55	7.18	59	309	41	19.5	90.4	4.9	785	142	3.7	1.0	
CL59/14K11	1	7.22	63	7.27	68	328	48	19.8	93.9	5.3	806		0	1	
	2	7.12	53	7.16	57	335	46	20.2	89.1	5.0	760		0	1	
	3	7.25	66	7.27	68	333	64	19.2	96.9	5.2	740		0	1	
	평균	7.19	61	7.23	64	332	53	19.7	93.3	5.2	769	139	0.0	1.0	

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우
- 파종일 : 2018. 9. 12('19. 1월 수확), 2019. 2. 20('19. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 :
 - 생산력검정예비시험
 - '19. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 138 교잡계
 - '19. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 139 교잡계
 - 생산력검정본시험
 - '19. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 12 교잡계
 - '19. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 17 교잡계

(나) 시험결과

- 베트남 생산력검정예비시험('19. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 55-64일 이었으며, 17VL29/15VL068 등 3교잡계가 가장 빨랐음
 - 간장은 113-211cm의 범위였고, CL65/17VL29 교잡계가 가장 장간이었음
 - 착수고율은 31 - 62%의 수준으로 교잡계간 차이가 심했음.
 - 이삭길이는 LVN10 보다 대체로 긴 경향이었으며, 14K25/14K22 등 8교잡계는 20cm을 초과하였음
 - 수량성은 16VL004/14K5 교잡계가 1,353kg/10a 으로 가장 많았음
 - 백립중은 23.4-45.3g의 범위로 변이가 컸고, 도복 피해는 없었음

< 베트남 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('19. 1월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립중 (g)
											중실중	지수1	지수2	
LVN10(표준품종)	11.12	60	11.14	11.14	62	200	48	17.5	96.0	4.7	637	100	81	30.6
LCH9(대비품종)	11.10	58	11.12	11.12	60	190	48	18.7	95.0	5.1	790	124	100	34.9
14K5/17VL32	11.07	55	11.09	11.09	57	180	41	16.6	96.4	5.6	762	120	96	29.4
14K8/17VL23	11.09	57	11.11	11.11	59	161	47	14.8	94.6	5.0	862	135	109	33.1
14K8/14K22	11.08	56	11.10	11.10	58	190	45	17.0	97.6	5.2	859	135	109	35.2
14K8/CL9	11.07	55	11.09	11.09	57	182	52	16.0	97.5	5.0	811	127	103	33.1
14K22/17VL32	11.09	57	11.10	11.10	58	185	48	17.4	96.6	5.4	959	151	121	29.4
14K22/17VL029	11.08	56	11.10	11.10	58	195	43	18.4	97.8	5.0	805	126	102	33.4
14K22/CL94	11.08	56	11.10	11.10	58	199	36	18.4	96.7	5.2	679	107	86	35.8

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립중 (g)
											총실중	지수1	지수2	
14k26/17VL023	11.06	54	11.08	11.08	56	179	39	15.4	96.1	5.4	790	124	100	27.1
14K25/CL9	11.07	55	11.09	11.09	57	190	49	18.0	94.4	4.8	761	119	96	29.4
14K25/14K22	11.08	56	11.10	11.10	58	201	44	20.6	92.2	5.2	651	102	82	32.8
14K26/14K22	11.08	56	11.10	11.10	58	189	46	16.6	95.2	5.6	876	138	111	30.4
14K28/CL2	11.07	55	11.09	11.09	57	164	42	15.8	98.7	5.2	759	119	96	36.4
14K28/15VL064	11.09	57	11.11	11.11	59	172	47	16.4	95.1	5.2	780	123	99	35.1
14K28/14K25	11.07	55	11.09	11.09	57	176	48	14.2	91.5	5.0	685	108	87	31.4
14K28/17VL23	11.07	55	11.09	11.09	57	146	50	15.0	93.3	5.4	738	116	93	35.3
CL2/14K22	11.09	57	11.11	11.11	59	156	45	18.4	97.8	5.4	738	116	93	35.7
CL2/14K26	11.08	56	11.10	11.10	58	164	43	16.6	98.8	5.4	846	133	107	37.4
CL9/14K25	11.06	54	11.08	11.08	56	159	43	13.4	91.0	4.8	598	94	76	33.8
CL10/17VL44	11.08	56	11.10	11.10	58	162	53	17.2	98.8	5.0	815	128	103	29.4
CL10/17VL29	11.06	54	11.08	11.08	56	172	48	16.8	95.2	4.8	690	108	87	33.4
CL10/17VL32	11.10	58	11.12	11.12	60	160	49	15.6	94.9	4.8	632	99	80	29.7
CL12/17VL34	11.09	57	11.11	11.11	59	181	40	15.4	97.4	5.2	822	129	104	30.4
CL12/17VL23	11.08	56	11.10	11.10	58	145	41	18.0	97.8	5.4	973	153	123	32.7
CL12/CL65	11.10	58	11.12	11.12	60	186	48	18.2	94.5	4.8	839	132	106	35.7
CL35/CL10	11.06	54	11.08	11.08	56	182	52	15.4	97.4	5.0	986	155	125	30.4
CL50/CL93	11.10	58	11.12	11.12	60	184	39	18.0	97.8	5.2	944	148	120	37.3
CL50/14K5	11.08	56	11.10	11.10	58	180	43	17.4	95.4	5.8	978	154	124	34.5
CL59/CL35	11.06	54	11.08	11.08	56	191	43	16.8	95.2	5.0	802	126	102	29.7
CL59/CL50	11.10	58	11.12	11.12	60	173	42	14.4	94.4	4.2	463	73	59	26.9
CL59/CL2	11.08	56	11.10	11.10	58	165	52	16.4	97.6	5.2	945	148	120	35.3
CL59/17VL32	11.08	56	11.10	11.10	58	169	46	16.8	97.6	5.4	853	134	108	31.4
CL59/17VL44	11.09	57	11.10	11.10	58	184	55	16.0	97.5	4.6	987	155	125	29.6
CL59/14K8	11.07	55	11.09	11.09	57	197	46	17.0	98.8	5.0	951	149	120	33.4
CL65/CL35	11.11	59	11.13	11.13	61	205	56	18.2	95.6	4.6	752	118	95	31.4
CL65/14K5	11.07	55	11.09	11.09	57	201	50	18.8	95.7	5.6	1,036	163	131	33.6
CL65/14K8	11.10	58	11.12	11.12	60	206	49	16.8	97.6	5.0	834	131	106	35.7
CL65/CL32	11.08	56	11.10	11.10	58	201	44	17.6	96.6	4.8	944	148	120	35.4
CL65/17VL32	11.11	59	11.13	11.13	61	173	43	16.4	95.1	4.8	806	127	102	30.7
CL65/CL59	11.09	57	11.10	11.10	58	198	45	17.6	95.5	5.2	850	134	108	32.4
CL65/17VL29	11.10	58	11.12	11.12	60	211	54	17.8	94.4	4.8	700	110	89	33.5
CL87/14K26	11.08	56	11.10	11.10	58	197	51	16.6	94.0	5.6	953	150	121	35.3
CL65/14K28	11.08	56	11.10	11.10	58	170	48	18.4	95.7	5.4	896	141	113	35.7
CL87/15VL027	11.12	60	11.14	11.14	62	170	51	19.8	96.0	4.6	811	127	103	35.3
CL87/14K28	11.10	58	11.12	11.12	60	171	52	17.6	95.5	5.4	849	133	107	31.8
CL87/16VL009	11.07	55	11.09	11.09	57	184	40	17.0	91.8	5.2	931	146	118	30.7
CL87/CL2	11.09	57	11.11	11.11	59	170	55	18.0	97.8	5.6	859	135	109	35.4
CL87/CL93	11.09	57	11.11	11.11	59	180	46	18.4	95.7	5.4	904	142	114	39.2
CL87/15VL068	11.08	56	11.10	11.10	58	174	40	17.4	95.4	5.6	1,046	164	132	40.7
CL93/14K26	11.07	55	11.09	11.09	57	201	39	17.0	94.1	5.6	1,053	165	133	44.1

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립중 (g)
											총실중	지수1	지수2	
CL93/CL2	11.07	55	11.09	11.09	57	181	41	17.0	97.6	5.6	962	151	122	44.2
CL93/14K28	11.07	55	11.09	11.09	57	155	50	16.0	96.3	5.4	1,018	160	129	45.3
CL93/15VL027	11.10	58	11.12	11.12	60	170	34	17.8	98.9	4.8	809	127	102	34.7
CL93/17VL29	11.07	55	11.09	11.09	57	178	49	18.2	97.8	5.6	762	120	96	37.3
CL93/CL35	11.07	55	11.09	11.09	57	182	46	15.6	89.7	5.0	704	111	89	30.4
CL94/CL10	11.10	58	11.12	11.12	60	160	55	15.0	92.0	5.2	771	121	98	36.4
CL94/CL87	11.10	58	11.12	11.12	60	183	51	16.8	97.6	5.6	977	154	124	37.3
CL94/CL2	11.10	58	11.12	11.12	60	151	48	13.4	97.0	5.0	697	110	88	35.1
CL94/14K28	11.08	56	11.10	11.10	58	163	34	16.4	95.1	5.6	996	156	126	41.4
CL94/CL93	11.14	62	11.16	11.16	64	132	36	10.6	94.3	5.0	281	44	36	34.7
CL94/CL35	11.08	56	11.10	11.10	58	170	46	16.2	93.8	5.4	793	125	100	33.5
CL94/17VL29	11.08	56	11.10	11.10	58	191	42	16.6	98.8	5.6	934	147	118	36.7
CL96/17VL44	11.11	59	11.13	11.13	61	160	53	16.6	98.8	5.2	864	136	109	28.1
CL109/CL87	11.11	59	11.13	11.13	61	180	39	19.0	94.7	4.8	674	106	85	27.4
15VL027/CL50	11.10	58	11.12	11.12	60	183	43	20.2	84.2	4.6	440	69	56	32.1
15VL027/CL19	11.11	59	11.13	11.13	61	154	49	18.0	92.2	5.0	624	98	79	32.4
15VL027/15VL064	11.11	59	11.13	11.13	61	156	44	19.6	91.8	4.4	796	125	101	28.9
15VL027/17VL32	11.09	57	11.11	11.11	59	173	36	19.8	91.9	4.8	664	104	84	33.4
15VL027/14K25	11.09	57	11.11	11.11	59	195	41	22.2	90.1	4.6	512	80	65	34.7
15VL048/14K22	11.10	58	11.12	11.12	60	166	41	17.6	98.9	5.2	778	122	99	30.7
15VL048/CL93	11.10	58	11.12	11.12	60	156	44	15.8	94.9	5.2	728	114	92	35.1
15VL048/17VL23	11.08	56	11.10	11.10	58	168	39	18.0	98.9	4.4	946	149	120	30.8
15VL048/14K25	11.10	58	11.12	11.12	60	195	50	23.6	95.8	4.8	807	127	102	34.7
16VL005/17VL34	11.10	58	11.12	11.12	60	192	49	17.4	98.9	5.6	1,204	189	152	34.6
15VL064/CL19	11.08	56	11.10	11.10	58	162	58	16.4	95.1	4.8	967	152	122	33.2
15VL064/14K26	11.06	54	11.08	11.08	56	190	50	15.8	96.2	5.6	1,090	171	138	34.1
15VL064/16VL005	11.07	55	11.09	11.09	57	192	49	18.8	95.7	6.2	1,169	184	148	33.4
15VL064/14K22	11.10	58	11.12	11.12	60	184	49	19.6	95.9	5.2	1,018	160	129	33.7
15VL068/14K28	11.07	55	11.08	11.08	56	161	31	20.0	99.0	5.6	1,113	175	141	38.3
15VL068/CL94	11.09	57	11.11	11.11	59	146	40	15.6	96.2	5.4	898	141	114	44.7
15VL068/CL35	11.06	54	11.08	11.08	56	186	38	15.4	94.8	4.8	743	117	94	31.6
15VL068/17VL44	11.08	56	11.10	11.10	58	152	53	17.2	97.7	5.2	1,112	175	141	35.2
15VL068/17VL32	11.08	56	11.10	11.10	58	160	44	16.2	98.8	5.2	866	136	110	33.4
15VL068/16VL004	11.07	55	11.09	11.09	57	170	41	17.8	97.8	5.2	812	128	103	35.6
15VL068/15VL027	11.08	56	11.10	11.10	58	165	32	20.0	98.0	4.8	1,086	171	137	37.3
15VL068/16VL009	11.06	54	11.07	11.07	55	168	42	16.6	94.0	5.2	890	140	113	42.1
15VL068/14K26	11.06	54	11.07	11.07	55	168	42	16.6	96.4	5.4	885	139	112	38.7
16VL004/CL19	11.08	56	11.10	11.10	58	178	39	16.4	98.8	5.8	833	131	105	36.1
16VL004/15VL064	11.08	56	11.10	11.10	58	181	48	18.0	97.8	5.0	699	110	88	32.1
16VL004/CL94	11.10	58	11.11	11.11	59	190	36	16.6	98.8	5.4	941	148	119	37.4
16VL004/14K28	11.07	55	11.09	11.09	57	170	44	16.2	97.5	6.0	936	147	118	38.7
16VL004/14K5	11.07	55	11.09	11.09	57	200	42	17.6	98.9	6.0	1,353	213	171	36.3

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립중 (g)
											총실중	지수1	지수2	
16VL004/CL2	11.06	54	11.08	11.08	56	178	47	17.4	97.7	5.6	676	106	86	37.6
16VL004/14K23	11.06	54	11.08	11.08	56	198	43	20.4	98.0	5.6	901	141	114	35.4
16VL004/CL12	11.07	55	11.09	11.09	57	179	40	17.2	98.8	19.2	825	130	104	34.6
16VL005/14K23	11.10	58	11.11	11.11	59	177	44	17.2	96.5	5.6	988	155	125	32.6
16VL005/CL35	11.07	55	11.09	11.09	57	198	40	16.0	97.5	5.4	951	149	120	31.6
16VL005/16VL004	11.13	61	11.15	11.15	63	150	38	12.0	93.3	5.0	464	73	59	23.7
16VL005/14K22	11.10	58	11.12	11.12	60	171	40	16.8	95.2	5.2	949	149	120	34.4
16VL009/16VL005	11.07	55	11.08	11.08	56	170	46	17.2	95.3	5.6	1,046	164	132	38.3
16VL009/17VL44	11.07	55	11.08	11.08	56	151	42	16.2	92.6	5.0	900	141	114	36.2
16VL009/16VL004	11.07	55	11.08	11.08	56	155	39	16.0	97.5	5.0	1,010	159	128	39.1
16VL009/CL109	11.06	54	11.08	11.08	56	152	34	19.4	96.9	5.0	821	129	104	35.4
16VL009/CL94	11.07	55	11.09	11.09	57	150	40	15.6	89.7	5.0	740	116	94	36.2
17VL23/17VL32	11.10	58	11.12	11.12	60	145	41	16.4	97.6	19.0	888	139	112	24.7
17VL23/16VL004	11.10	58	11.12	11.12	60	150	35	18.4	97.8	5.6	1,157	182	146	29.3
17VL23/CL2	11.09	57	11.11	11.11	59	147	44	19.2	99.0	5.4	1,119	176	142	30.9
17VL23/CL35	11.08	56	11.10	11.10	58	175	42	23.4	70.1	5.2	868	136	110	29.7
17VL23/14K26	11.08	56	11.10	11.10	58	143	45	17.2	97.7	5.4	958	151	121	28.4
17VL23/15VL068	11.06	54	11.08	11.08	56	132	37	17.4	98.9	5.0	945	148	120	32.7
17VL23/16VL010	11.07	55	11.09	11.09	57	150	33	15.6	94.9	5.0	907	143	115	32.8
17VL29/15VL068	11.05	53	11.07	11.07	55	144	35	16.6	96.4	5.0	941	148	119	36.1
17VL29/17VL23	11.08	56	11.10	11.10	58	142	35	18.0	96.7	5.0	847	133	107	31.5
17VL29/CL35	11.05	53	11.07	11.07	55	180	42	15.6	92.3	4.8	742	117	94	30.4
17VL29/16VL010	11.05	53	11.07	11.07	55	113	62	17.0	96.5	5.2	819	129	104	33.6
17VL29/16VL004	11.07	55	11.09	11.09	57	164	40	17.4	97.7	5.4	981	154	124	34.3
17VL32/17VL29	11.07	55	11.09	11.09	57	165	39	16.4	98.8	5.0	797	125	101	30.8
17VL32/16VL005	11.07	55	11.09	11.09	57	164	46	17.2	93.0	5.4	1,062	167	134	31.4
17VL32/16VL010	11.07	55	11.09	11.09	57	160	48	16.6	90.4	5.2	841	132	106	37.5
17VL32/16VL004	11.08	56	11.10	11.10	58	180	39	19.0	96.8	5.6	1,025	161	130	37.6
17VL32/CL35	11.06	54	11.08	11.08	56	170	46	16.4	96.3	4.8	696	109	88	26.8
17VL32/17VL44	11.10	58	11.12	11.12	60	147	50	18.2	97.8	5.2	1,148	180	145	23.4
17VL34/16VL005	11.10	58	11.11	11.11	59	187	40	17.4	98.9	5.6	1,007	158	127	28.7
17VL34/17VL44	11.11	59	11.13	11.13	61	157	48	15.0	98.7	5.0	740	116	94	27.5
17VL34/14K28	11.10	58	11.12	11.12	60	187	40	17.6	98.9	5.2	863	135	109	29.8
17VL34/17VL32	11.10	58	11.12	11.12	60	173	48	18.2	96.7	5.0	807	127	102	30.1
17VL34/17VL23	11.11	59	11.13	11.13	61	176	36	17.2	98.8	5.0	926	145	117	29.4
17VL34/CL35	11.07	55	11.09	11.09	57	173	51	15.4	96.1	5.2	854	134	108	30.4
17VL44/17VL29	11.08	56	11.10	11.10	58	157	50	17.2	97.7	5.0	756	119	96	29.6
17VL44/14K23	11.10	58	11.11	11.11	59	168	46	18.8	98.9	5.2	954	150	121	33.4
17VL44/14K22	11.10	58	11.11	11.11	59	165	41	19.4	97.9	5.4	1,085	170	137	30.7
17VL44/16VL004	11.10	58	11.12	11.12	60	168	42	17.4	96.6	4.8	600	94	76	28.5

○ 베트남 생산력검정예비시험('19. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 62-68일이었으며, 14K2/CL2 등 7교잡계가 가장 빨랐음.
- 간장은 109-218cm의 범위였으며, 14K15/CL50 교잡계가 가장 장간이었음
- 착수고율은 41 - 65%의 수준으로 변이폭이 넓었음.
- 이삭길이는 CL105/14K15 등 3교잡계가 20cm 초과하였고,
- 수량성은 14K2/CL2 등 9 교잡계가 1000kg/10a 이상으로 다수성이었음. 도복 발생은 없었음

< 베트남 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성('19. 7월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)
											종실중	지수1	지수2	
LVN10(표준품종)	4.25	64	4.27	4.27	66	201	52	17.2	98.6	4.6	596	100	66	40.1
LCH9(대비품종)	4.22	61	4.24	4.24	63	190	60	19.2	91.3	4.7	903	152	100	37.0
14K2/CL2	4.21	60	4.23	4.23	62	196	53	18.7	96.4	5.0	1,030	173	114	37.8
14K2/18VL25	4.22	61	4.24	4.24	63	190	43	16.7	90.0	4.7	910	153	101	33.2
14K2/18VL23	4.22	61	4.24	4.24	63	209	52	17.0	98.0	5.0	959	161	106	35.0
14K2/18VL15	4.22	61	4.24	4.24	63	203	52	15.7	95.7	4.7	875	147	97	33.0
14K2/18VL18	4.22	61	4.24	4.24	63	208	45	16.0	97.9	4.3	809	136	90	32.1
14K5/CL2	4.21	60	4.23	4.23	62	181	52	17.0	92.2	5.3	905	152	100	37.2
14K15/CL50	4.22	61	4.25	4.25	64	218	59	16.0	97.9	4.7	305	51	34	36.2
14K15/18VL10	4.22	61	4.24	4.24	63	191	56	17.3	82.7	5.0	819	137	91	38.4
14K26/CL2	4.22	61	4.24	4.24	63	195	58	17.3	96.2	5.0	976	164	108	37.5
14K26/CL4	4.23	62	4.25	4.25	64	203	57	18.0	88.9	4.7	821	138	91	36.0
14K26/18VL26	4.24	63	4.24	4.24	63	193	51	17.3	96.2	5.7	667	112	74	40.7
14K26/18VL18	4.24	63	4.24	4.24	63	203	54	17.0	94.1	5.3	1,000	168	111	37.6
14K26/17VL23	4.21	60	4.23	4.23	62	177	48	16.3	98.0	5.0	911	153	101	36.4
14K26/18VL15	4.22	61	4.24	4.24	63	203	54	15.3	84.8	5.0	838	141	93	33.4
14K26/CL50	4.23	62	4.25	4.25	64	212	56	16.7	84.0	5.0	809	136	90	37.1
14K27/CL2	4.22	61	4.24	4.24	63	179	50	19.3	96.6	4.7	1,012	170	112	32.0
14K27/CL106	4.23	62	4.25	4.25	64	201	55	19.0	89.5	4.7	978	164	108	36.4
14K27/CL19	4.22	61	4.24	4.24	63	182	55	16.3	95.9	5.0	1,006	169	111	37.5
14K27/18VL18	4.22	61	4.24	4.24	63	184	48	17.7	92.5	4.3	707	119	78	36.7
14K27/CL4	4.23	62	4.25	4.25	64	202	53	17.7	94.3	4.7	673	113	74	32.0
14K27/CL46	4.23	62	4.25	4.25	64	188	44	17.7	90.6	4.7	761	128	84	40.9
14K27/18VL19	4.23	62	4.25	4.25	64	182	44	18.3	90.9	4.3	814	137	90	38.5
14K5/14k27	4.22	61	4.23	4.23	62	198	56	18.3	87.3	5.3	944	158	105	38.4
14K27/18VL15	4.22	61	4.24	4.24	63	185	54	17.7	94.3	4.7	778	130	86	37.3
14K27/18VL26	4.22	61	4.24	4.24	63	188	48	18.0	94.4	4.7	979	164	108	41.0
14K27/18VL10	4.22	61	4.24	4.24	63	184	52	19.0	84.2	4.3	842	141	93	38.6

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)
											중실중	지수1	지수2	
14K27/14K15	4.21	60	4.23	4.23	62	197	49	18.0	96.3	5.0	1,044	175	116	35.8
14K27/18VL29	4.22	61	4.24	4.24	63	190	46	16.7	98.0	4.7	791	133	88	36.0
14K28/CL4	4.24	63	4.26	4.26	65	177	62	17.3	92.3	4.3	850	143	94	34.6
CL2/18VL19	4.24	63	4.26	4.26	65	164	56	17.0	98.0	4.3	834	140	92	39.0
CL2/14K15	4.22	61	4.24	4.24	63	176	54	18.0	98.1	5.3	955	160	106	39.5
CL2/CL46	4.23	62	4.25	4.25	64	167	54	17.0	88.2	4.7	543	91	60	31.6
CL2/CL32	4.23	62	4.25	4.25	64	167	45	17.3	96.2	4.7	670	112	74	41.4
CL2/CL22	4.23	62	4.25	4.25	64	183	56	18.7	98.2	4.7	709	119	79	39.2
CL2/CL4	4.24	63	4.26	4.26	65	171	65	17.3	96.2	4.7	738	124	82	34.9
CL4/CL22	4.23	62	4.25	4.25	64	189	60	18.0	88.9	4.3	698	117	77	34.0
CL4/CL50	4.23	62	4.24	4.24	63	182	63	17.7	98.1	4.3	829	139	92	33.6
CL4/18VL29	4.23	62	4.25	4.25	64	173	52	17.3	96.2	4.7	686	115	76	34.9
CL4/CL31	4.24	63	4.26	4.26	65	191	59	17.3	98.1	5.0	826	139	91	34.6
CL12/CL22	4.23	62	4.24	4.24	63	200	56	16.7	98.0	4.7	860	144	95	39.2
CL12/CL31	4.23	62	4.25	4.25	64	194	51	17.0	98.0	5.0	809	136	90	34.8
CL12/CL4	4.22	61	4.24	4.24	63	167	56	18.0	98.1	4.7	755	127	84	35.5
CL12/CL2	4.23	62	4.24	4.24	63	157	61	16.0	95.8	5.0	911	153	101	41.6
CL12/CL59	4.24	63	4.25	4.25	64	164	60	15.0	97.8	5.0	748	125	83	34.8
CL12/CL50	4.23	62	4.25	4.25	64	161	60	16.0	97.9	4.3	623	105	69	33.0
CL12/14K15	4.22	61	4.24	4.24	63	188	57	17.0	98.0	5.7	1,092	183	121	38.4
CL12/18VL10	4.22	61	4.24	4.24	63	146	49	15.7	93.6	4.7	640	107	71	33.3
CL12/18VL15	4.23	62	4.25	4.25	64	183	59	16.7	94.0	4.7	721	121	80	40.8
CL19/CL4	4.23	62	4.25	4.25	64	164	59	16.7	96.0	4.7	764	128	85	34.6
CL31/14K27	4.22	61	4.24	4.24	63	197	53	19.3	98.3	5.0	922	155	102	35.7
CL31/CL2	4.27	66	4.29	4.29	68	181	58	18.7	98.2	5.0	505	85	56	41.0
CL32/CL4	4.23	62	4.25	4.25	64	177	63	18.0	98.1	4.7	747	125	83	36.3
CL32/CL59	4.23	62	4.25	4.25	64	190	60	18.0	96.3	4.7	839	141	93	34.4
CL32/18VL23	4.24	63	4.26	4.26	65	190	56	19.7	100.0	5.0	796	133	88	42.9
CL50/17VL29	4.22	61	4.24	4.24	63	179	59	18.3	25.5	4.0	884	148	98	36.1
CL50/18VL05	4.23	62	4.25	4.25	64	200	53	16.3	95.9	4.3	825	138	91	35.9
CL50/18VL10	4.23	62	4.26	4.25	64	168	52	14.0	97.6	4.0	428	72	47	33.1
CL59/18VL018	4.23	62	4.25	4.25	64	197	56	15.7	97.9	4.7	712	119	79	34.9
CL59/18VL15	4.23	62	4.25	4.25	64	183	62	17.3	98.1	4.7	618	104	68	33.4
CL59/18VL26	4.23	62	4.25	4.25	64	184	55	16.0	100.0	4.7	813	136	90	34.0
CL59/CL2	4.24	63	4.26	4.26	65	193	57	16.7	98.0	4.7	660	111	73	36.0
CL87/18VL05	4.23	62	4.25	4.25	64	202	53	17.0	88.2	4.0	768	129	85	32.8

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)
											중실중	지수1	지수2	
CL87/18VL19	4.23	62	4.25	4.25	64	189	48	16.7	98.0	4.3	821	138	91	34.6
CL87/CL4	4.22	61	4.25	4.24	63	195	56	16.3	98.0	4.3	600	101	66	32.0
CL105/18VL10	4.23	62	4.25	4.25	64	168	58	19.7	96.6	4.7	799	134	88	38.1
CL105/CL4	4.23	62	4.26	4.26	65	197	48	17.7	98.1	4.7	751	126	83	36.8
CL105/CL59	4.24	63	4.25	4.25	64	176	50	17.3	92.3	4.7	824	138	91	37.3
CL105/18VL29	4.24	63	4.25	4.25	64	175	46	18.7	98.2	5.0	325	55	36	38.6
CL105/14K26	4.22	61	4.24	4.24	63	198	52	19.3	98.3	5.3	1,035	174	115	40.1
CL105/14K22	4.22	61	4.24	4.24	63	203	53	19.0	93.0	4.7	879	147	97	39.3
CL105/14K15	4.22	61	4.24	4.24	63	200	50	20.3	95.1	5.3	776	130	86	41.8
CL105/CL2	4.23	62	4.25	4.25	64	173	46	18.0	98.1	5.0	756	127	84	39.8
16VL003/CL105	4.22	61	4.24	4.24	63	167	53	19.0	84.2	4.3	715	120	79	33.4
16VL003/18VL09	4.22	61	4.24	4.24	63	174	53	16.7	82.0	4.0	705	118	78	34.4
16VL003/17VL33	4.22	61	4.24	4.24	63	191	57	17.7	84.9	4.3	819	137	91	38.1
16VL008/CL105	4.22	61	4.24	4.24	63	182	45	20.0	83.3	4.7	726	122	80	37.3
16VL008/CL2	4.22	61	4.24	4.24	63	162	50	17.7	90.6	5.0	716	120	79	35.3
16VL0017/18VL26	4.22	61	4.24	4.24	63	169	41	15.7	97.9	4.7	726	122	80	39.5
17VL08/14K26	4.23	62	4.25	4.25	64	164	52	16.3	98.0	5.3	853	143	94	37.6
17VL08/14K15	4.22	61	4.24	4.24	63	190	45	17.3	100.0	5.0	969	163	107	31.8
17VL08/CL2	4.23	62	4.25	4.25	64	163	58	19.3	98.3	4.7	472	79	52	33.6
17VL08/18VL15	4.23	62	4.25	4.25	64	152	53	17.7	98.1	4.3	771	129	85	32.5
17VL08/17VL44	4.23	62	4.25	4.25	64	178	54	18.0	100.0	4.3	627	105	69	30.3
17VL08/18VL05	4.23	62	4.25	4.25	64	184	51	19.3	96.6	4.7	904	152	100	32.4
17VL08/18VL26	4.24	63	4.26	4.26	65	162	50	16.3	98.0	4.7	831	139	92	30.5
17VL08/CL19	4.24	63	4.26	4.26	65	181	45	18.0	96.3	4.7	818	137	91	31.0
17VL08/CL105	4.23	62	4.25	4.25	64	163	48	19.3	98.3	4.3	810	136	90	40.6
17VL08/CL59	4.23	62	4.25	4.25	64	173	55	17.7	100.0	4.3	808	136	90	31.6
17VL08/18VL10	4.24	63	4.26	4.26	65	166	51	17.0	98.0	4.0	633	106	70	32.2
17VL34/18VL15	4.24	63	4.26	4.26	65	188	53	18.0	98.1	5.0	965	162	107	33.7
17VL34/18VL05	4.22	61	4.24	4.24	63	215	59	19.0	98.2	5.0	909	153	101	35.0
17VL34/CL105	4.23	62	4.25	4.25	64	203	57	18.0	100.0	5.0	941	158	104	38.9
17VL34/CL4	4.23	62	4.25	4.25	64	196	56	17.3	98.1	4.7	788	132	87	34.0
17VL34/17VL44	4.22	61	4.24	4.24	63	174	60	15.0	97.8	4.3	844	142	93	30.7
17VL34/14K5	4.22	61	4.24	4.24	63	209	49	15.0	93.3	5.3	984	165	109	34.1
17VL34/18VL18	4.27	66	4.28	4.28	67	180	54	17.3	98.1	4.3	849	142	94	32.0
17VL34/CL50	4.27	66	4.28	4.28	67	183	58	17.7	98.1	4.3	841	141	93	33.0
17VL34/18VL26	4.25	64	4.27	4.27	66	180	52	17.0	94.1	5.0	1,017	171	113	35.9

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)
											중실중	지수1	지수2	
17VL44/18VL15	4.23	62	4.25	4.25	64	165	59	17.3	96.2	5.0	942	158	104	35.7
17VL44/14K22	4.23	62	4.25	4.25	64	192	51	18.7	98.2	4.7	609	102	67	34.5
17VL44/CL31	4.23	62	4.26	4.25	64	185	61	18.3	98.2	5.0	797	134	88	32.6
17VL44/17VL23	4.23	62	4.25	4.25	64	146	54	20.0	98.3	4.3	820	137	91	30.9
17VL44/14K5	4.22	61	4.24	4.24	63	172	60	16.7	98.0	5.0	722	121	80	33.2
17VL44/CL59	4.24	63	4.26	4.26	65	169	58	17.7	98.1	4.7	892	150	99	31.2
17VL44/14K15	4.22	61	4.24	4.24	63	176	53	16.3	98.0	5.0	684	115	76	30.4
17VL44/17VL29	4.23	62	4.25	4.25	64	155	60	18.3	98.2	4.3	759	127	84	34.6
17VL44/CL4	4.23	62	4.25	4.25	64	164	65	17.7	100.0	4.3	823	138	91	33.9
17VL44/CL50	4.23	62	4.26	4.26	65	160	57	18.7	98.2	4.7	629	105	70	33.9
17VL44/CL22	4.23	62	4.25	4.25	64	189	52	17.3	98.1	4.7	982	165	109	34.9
17VL44/18VL26	4.23	62	4.25	4.25	64	149	58	17.3	98.1	5.0	731	123	81	34.2
18VL10/17VL44	4.24	63	4.26	4.26	65	139	49	16.3	98.0	4.7	877	147	97	33.1
18VL10/14K5	4.22	61	4.24	4.24	63	159	50	17.0	96.1	5.7	893	150	99	37.5
18VL10/CL59	4.23	62	4.23	4.23	62	150	53	15.0	97.8	4.3	681	114	75	31.6
18VL10/18VL23	4.23	62	4.23	4.23	62	159	52	18.3	100.0	4.7	810	136	90	35.6
18VL10/18VL26	4.23	62	4.25	4.25	64	155	42	16.3	98.0	4.7	617	103	68	34.2
18VL15/18VL19	4.23	62	4.25	4.25	64	174	46	16.3	93.9	4.3	728	122	81	32.7
18VL15/18VL23	4.22	61	4.24	4.24	63	179	51	18.0	98.1	4.7	774	130	86	40.3
18VL15/18VL26	4.23	62	4.25	4.25	64	153	48	16.3	98.0	4.7	666	112	74	35.8
18VL15/CL4	4.23	62	4.25	4.25	64	169	56	18.3	96.4	4.0	835	140	92	33.4
18VL15/17VL23	4.24	63	4.26	4.26	65	161	60	17.7	98.1	4.7	858	144	95	34.5
18VL15/18VL10	4.23	62	4.26	4.26	65	157	53	16.3	89.8	4.7	704	118	78	36.2
18VL15/14K22	4.22	61	4.24	4.24	63	177	45	17.3	98.1	5.0	952	160	105	38.0
18VL15/CL50	4.23	62	4.25	4.25	64	174	55	16.0	97.9	4.7	784	131	87	36.5
18VL18/17VL44	4.23	62	4.25	4.25	64	167	62	16.7	98.0	4.7	956	160	106	31.0
18VL18/14K22	4.24	63	4.26	4.26	65	183	45	16.3	98.0	4.7	701	118	78	40.3
18VL18/CL50	4.23	62	4.25	4.25	64	181	56	16.7	98.0	4.3	768	129	85	34.6
18VL18/17VL23	4.23	62	4.25	4.25	64	155	62	17.0	96.1	4.7	767	129	85	35.4
18VL18/18VL26	4.23	62	4.25	4.25	64	172	55	14.7	97.7	4.7	714	120	79	32.1
18VL18/14K5	4.22	61	4.24	4.24	63	200	58	16.3	93.9	5.3	1,009	169	112	39.0
18VL18/CL4	4.23	62	4.25	4.25	64	188	56	17.0	98.0	4.7	722	121	80	29.5
18VL18/CL2	4.23	62	4.25	4.25	64	175	60	16.0	97.9	4.7	688	115	76	34.3
18VL18/18VL10	4.23	62	4.25	4.25	64	164	49	14.7	95.5	4.3	429	72	48	31.7

○ 베트남 생산력검정본시험('19. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 LVN10 보다 모두 빨랐으며, 육성 교잡계중 가장 빠른 교잡계는 14K5/CL35 이었음.
- 간장은 170-209cm의 범위로 14K5/CL35 교잡계를 제외하고는 LVN10 보다 짧았음.
- 착수고율은 육성 교잡계가 LVN10 보다 모두 낮아 37 - 50% 수준을 보였음.
- 수량성은 CL32/14K23 교잡계가 877kg/10a로 가장 많았으며, 수량 등 생육 특성이 우수한 5교잡계를 지역적응시험에 공시코자 선발함.
- 백립중은 CL32/16VL021 교잡계가 36.2g으로 가장 무거웠으며, 전 교잡계에서 도복은 발생되지 않았음

< 베트남 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('19. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성(kg/10a)			백립 중 (g)	비고
												중실중	지수1	지수2		
LVN10	1	11.12	60	11.14	11.14	62	188	50	17.4	95.4	4.6	462			27.2	
	2	11.13	61	11.15	11.15	63	211	51	17.4	97.7	4.2	434			27.8	
	3	11.12	60	11.15	11.15	63	204	51	15.6	92.3	4.2	556			27.9	
	평균	11.12	60	11.15	11.15	63	201	51	16.8	95.1	4.3	484	100	59	27.6	
LCH9	1	11.10	58	11.11	11.11	59	189	45	19.0	94.7	5.2	832			34.5	
	2	11.10	58	11.12	11.12	60	202	49	17.0	94.1	5.0	774			33.5	
	3	11.11	59	11.13	11.13	61	193	51	17.4	94.3	5.2	851			34.9	
	평균	11.10	58	11.12	11.12	60	195	48	17.8	94.4	5.1	819	169	100	34.3	
14K5/CL12	1	11.08	56	11.10	11.10	58	179	43	15.2	97.4	5.8	838			36.1	
	2	11.08	56	11.10	11.10	58	174	49	15.4	93.5	6.0	885			35.7	
	3	11.08	56	11.10	11.10	58	162	40	14.0	92.9	5.4	805			36.4	
	평균	11.08	56	11.10	11.10	58	172	44	14.9	94.6	5.7	843	174	103	36.1	아세43호
14K5/CL35	1	11.06	54	11.08	11.08	56	203	47	14.4	94.4	5.6	844			31.0	
	2	11.06	54	11.08	11.08	56	211	44	12.8	93.8	5.4	675			29.0	
	3	11.06	54	11.08	11.08	56	211	44	13.8	92.8	5.2	773			28.8	
	평균	11.06	54	11.08	11.08	56	209	45	13.7	93.6	5.4	764	158	93	29.6	
14K5/CL101	1	11.08	56	11.10	11.10	58	193	48	15.6	98.7	5.8	734			24.7	
	2	11.08	56	11.10	11.10	58	187	45	14.6	95.9	5.6	821			26.4	
	3	11.08	56	11.10	11.10	58	208	50	14.2	98.6	5.6	878			25.4	
	평균	11.08	56	11.10	11.10	58	196	48	14.8	97.7	5.7	811	168	99	25.5	
14K22/CL81	1	11.10	58	11.11	11.11	59	183	41	15.4	97.4	4.8	771			33.2	
	2	11.10	58	11.12	11.12	60	158	62	15.8	97.5	5.4	707			34.1	
	3	11.09	57	11.11	11.11	59	177	45	17.6	96.6	5.2	836			33.4	
	평균	11.10	58	11.11	11.11	59	173	50	16.3	97.2	5.1	771	159	94	33.6	아세44호

교잡계명	반복	출송기	출송	회분	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성(kg/10a)			백립	비고
		(월.일)	일수	(월.일)	(월.일)	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중실중	지수1	지수2	
CL12/CL101	1	11.07	55	11.08	11.08	56	191	43	15.4	93.5	5.0	779			32.1	아세45호
	2	11.11	59	11.13	11.13	61	193	39	16.6	98.8	5.2	731			33.4	
	3	11.06	54	11.08	11.08	56	184	45	16.6	96.4	5.4	796			33.1	
	평균	11.08	56	11.10	11.10	58	189	42	16.2	96.2	5.2	769	159	94	32.9	
CL47/16VL016	1	11.08	56	11.10	11.10	58	192	39	16.0	95.0	5.0	659			29.3	
	2	11.08	56	11.10	11.10	58	189	34	14.2	91.5	4.8	526			28.4	
	3	11.08	56	11.10	11.10	58	174	38	16.0	95.0	4.8	630			27.3	
	평균	11.08	56	11.10	11.10	58	185	37	15.4	93.8	4.9	605	125	74	28.3	
CL101/14K23	1	11.10	58	11.11	11.11	59	194	45	19.6	93.9	5.0	647			30.1	
	2	11.10	58	11.12	11.12	60	181	45	18.4	95.7	5.2	684			31.7	
	3	11.10	58	11.12	11.12	60	188	44	19.2	93.8	5.0	781			30.2	
	평균	11.10	58	11.12	11.12	60	187	44	19.1	94.4	5.1	704	145	86	30.7	
CL32/14K23	1	11.09	57	11.10	11.10	58	188	44	19.8	98.0	5.2	966			34.5	
	2	11.09	57	11.11	11.11	59	166	47	20.0	93.0	5.2	758			34.5	
	3	11.10	58	11.11	11.11	59	176	46	20.4	96.1	5.2	908			34.8	
	평균	11.09	57	11.11	11.11	59	177	46	20.1	95.7	5.2	877	181	107	34.6	
CL32/16VL021	1	11.07	55	11.09	11.09	57	178	39	17.4	97.7	5.0	790			36.1	
	2	11.08	56	11.10	11.10	58	162	42	17.2	97.7	5.0	729			36.1	
	3	11.07	55	11.10	11.10	58	169	39	17.6	97.7	5.0	889			36.4	
	평균	11.07	55	11.10	11.10	58	170	40	17.4	97.7	5.0	802	166	98	36.2	
CL47/14K23	1	11.10	58	11.11	11.11	59	196	39	18.0	93.3	5.0	715			31.5	
	2	11.11	59	11.13	11.13	61	190	36	16.4	97.6	4.8	771			31.4	
	3	11.12	60	11.14	11.14	62	180	38	16.8	94.0	4.6	792			31.1	
	평균	11.11	59	11.13	11.13	61	189	38	17.1	95.0	4.8	759	157	93	31.3	

○ 베트남 생산력검정본시험('19. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 62~65일 범위였으며, LVN10이 가장 늦었고 14K2/CL59 등 2교잡계는 LCH9과 함께 가장 빠른 경향이였으며, LVN10 보다 7일 빨랐음.
- 간장은 176-216cm의 범위였으며, CL28/14K22 교잡계가 가장 장간이었고. CL47/15VL069 교잡계가 가장 단간이였음
- 착수고율은 육성 교잡계가 44 - 60% 수준이였음.
- 14K30/CL32 등 6 교잡계는 현지 선도 품종인 LCH9과 비교하여 수량이 많거나 생육 특성이 양호하여 지역적응시험에 공시코자 함.
- 114K30/CL32과 CL28/14K22은 백립중이 높았음

< 베트남 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('19. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	회분	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성(kg/10a)			백립중 (g)	비고
		(월.일)	일수	비산기 (월.일)	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중실중	지수1	지수2		
LVN10	1	4.24	63	4.26	4.26	65	172	52	17.0	97.6	4.8	690			38.0	
	2	4.24	63	4.27	4.26	65	194	59	17.6	96.6	4.8	-			39.6	
	3	4.25	64	4.27	4.27	66	195	58	16.8	94.0	4.4	703			37.7	
	평균	4.24	63	4.27	4.26	65	187	57	17.1	96.1	4.7	696	100	87	38.4	
LCH9	1	4.22	61	4.23	4.23	62	185	52	18.2	92.3	4.8	728			38.3	
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	186	53	18.4	90.2	4.6	784			35.8	
	3	4.22	61	4.23	4.23	62	203	55	19.8	88.9	5.0	895			39.0	
	평균	4.22	61	4.23	4.23	62	191	53	18.8	90.5	4.8	802	115	100	37.7	
14K2/CL59	1	4.22	61	4.24	4.24	63	188	51	16.4	98.8	4.8	735			32.9	
	2	4.21	60	4.23	4.23	62	199	55	16.2	98.8	5.0	720			32.3	
	3	4.21	60	4.23	4.23	62	196	57	15.2	98.7	4.6	794			30.5	
	평균	4.21	60	4.23	4.23	62	194	54	15.9	98.7	4.8	750	108	93	31.9	
14K30/CL32	1	4.23	62	4.25	4.25	64	177	51	18.6	94.6	4.6	799			40.9	
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	187	51	20.2	89.1	4.8	862			42.3	아세48호
	3	4.23	62	4.25	4.25	64	193	56	19.6	98.0	4.8	890			41.0	
	평균	4.23	62	4.25	4.25	64	186	53	19.5	93.9	4.7	850	122	106	41.4	
CL32/CL59	1	4.22	61	4.24	4.25	64	179	54	17.6	94.3	4.8	693			37.0	
	2	4.22	61	4.25	4.25	64	193	55	18.6	95.7	4.8	815			36.2	아세49호
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	191	54	17.4	98.9	4.4	878			35.7	
	평균	4.22	61	4.24	4.25	64	188	54	17.9	96.3	4.7	795	114	99	36.3	
CL35/15VL065	1	4.22	61	4.24	4.24	63	173	55	16.2	81.5	4.8	631			26.6	
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	196	55	16.2	82.7	4.6	542			26.0	
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	190	56	16.4	80.5	5.0	617			26.6	
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	186	55	16.3	81.6	4.8	597	86	74	26.4	
CL37/14K23	1	4.22	61	4.24	4.24	63	187	59	20.2	99.0	4.8	780			35.1	
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	181	62	19.6	98.0	4.6	724			34.0	
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	193	60	20.0	98.0	4.8	628			32.9	
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	187	60	19.9	98.3	4.7	711	102	89	34.0	
CL37/CL59	1	4.21	60	4.23	4.23	62	174	51	14.8	98.6	4.4	517			30.9	
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	182	55	14.4	98.6	4.4	464			30.7	
	3	4.21	60	4.23	4.23	62	182	54	15.0	98.7	4.2	588			29.7	
	평균	4.21	60	4.23	4.23	62	179	53	14.7	98.6	4.3	523	75	65	30.4	

교잡계명	반복	출용기	출용	회분	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	수량성(kg/10a)			백립 중 (g)	비 고
		(월.일)	일수	비산기 (월.일)	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수1	지수2		
CL59/14K30	1	4.22	61	4.24	4.24	63	201	55	18.4	95.7	4.6	752			35.4	
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	204	57	17.8	97.8	4.6	656			36.0	
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	204	55	18.6	93.5	4.6	658			35.1	
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	203	56	18.3	95.7	4.6	689	99	86	35.5	
CL59/CL47	1	4.22	61	4.24	4.24	63	198	53	16.4	97.6	4.8	698			31.0	아세50호
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	202	57	16.0	98.8	4.6	706			29.7	
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	187	70	16.8	98.8	5.0	801			31.9	
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	196	60	16.4	98.4	4.8	735	106	92	30.8	
CL104/14K30	1	4.23	62	4.25	4.25	64	196	49	19.0	86.3	4.6	719			31.8	
	2	4.24	63	4.26	4.26	65	191	50	20.2	90.1	4.8	695			35.2	
	3	4.23	62	4.25	4.25	64	198	49	20.0	90.0	4.6	694			31.1	
	평균	4.23	62	4.25	4.25	64	195	49	19.7	88.8	4.7	703	101	88	32.7	
CL104/CL32	1	4.22	61	4.24	4.24	63	187	56	19.4	88.7	4.8	796			36.7	
	2	4.23	62	4.25	4.25	64	186	50	19.2	92.7	4.8	789			36.1	
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	191	50	19.0	90.5	4.6	872			34.2	
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	188	52	19.2	90.6	4.7	819	118	102	35.6	
CL19/14K11	1	4.23	62	4.25	4.25	64	186	47	19.4	99.0	5.0	1,026			25.3	아세51호
	2	4.23	62	4.25	4.25	64	195	48	19.2	99.0	5.2	1,005			39.1	
	3	4.23	62	4.25	4.25	64	191	52	18.4	97.8	4.8	1,051			36.3	
	평균	4.23	62	4.25	4.25	64	190	49	19.0	98.6	5.0	1,027	147	128	33.6	
CL19/15VL003	1	4.22	61	4.24	4.24	63	176	51	17.0	97.6	5.0	827			31.3	
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	184	50	16.8	97.6	5.0	857			31.6	
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	172	50	15.6	98.7	4.6	786			29.9	
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	177	50	16.5	98.0	4.9	823	118	103	30.9	
CL28/14K22	1	4.22	61	4.24	4.24	63	219	44	19.2	99.0	5.0	947			43.0	아세52호
	2	4.21	60	4.23	4.23	62	205	46	19.4	99.0	4.8	919			41.9	
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	224	42	18.6	98.9	5.2	909			42.6	
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	216	44	19.1	99.0	5.0	925	133	115	42.5	
CL47/15VL069	1	4.23	62	4.24	4.24	63	179	46	19.2	89.6	4.6	803			38.2	
	2	4.23	62	4.24	4.24	63	179	47	20.0	89.0	4.8	775			37.1	
	3	4.23	62	4.25	4.25	64	171	48	19.2	92.7	4.4	724			35.7	
	평균	4.23	62	4.24	4.24	63	176	47	19.5	90.4	4.6	767	110	96	37.0	
CL59/14K11	1	4.22	61	4.24	4.24	63	208	54	19.6	99.0	4.8	869			34.8	아세53호
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	198	52	20.2	99.0	5.0	792			34.6	
	3	4.21	60	4.23	4.23	62	201	52	20.6	99.0	4.8	716			31.0	
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	202	53	20.1	99.0	4.9	792	114	99	33.5	

(4) 한국

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2019. 4. 17
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : LVN10 등 생산력검정본시험 17 교잡계

(나) 시험결과

- 수원 생산력검정본시험 공시 교잡계의 생육특성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 대체로 LVN10 보다 빨랐으나 CL28/14K22과 CL104/CL32 교잡계는 각각 108일과 105일로 LVN10 보다 같거나 3일이 늦었음. 국내 품종인 장다옥 보다 빠른 교잡계는 없었음
 - 간장은 231-284cm의 범위였며, 장다옥 231cm보다 단간인 교잡계는 없었음.
 - 착수고율은 육성 교잡계가 64 - 71%로 높은 수준이었으며, 장다옥보다 낮은 교잡계는 없었음
 - 수량성은 14K30/CL32 교잡계가 장다옥 대비 124%의 수량성을 보이는 등 4교잡계가 장다옥 보다 수량성이 많았으나 14K30/CL32 교잡계도 610kg/10a에 불과하였음

< 수원 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)
											중실중	지수	
LVN10 (표준품종)	1	7.25	99	8.2	107	268	75	10.0	34.0	3.4	127		21.7
	2	7.22	96	8.3	108	269	73	4.2	38.1	1.6	107		22.9
	3	7.25	99	7.27	101	259	67	10.2	27.5	2.8	133		19.3
	평균	7.24	98	7.31	105	266	72	8.1	33.2	2.6	122	25	21.3
장다옥 (대비품종)	1	7.6	80	7.8	82	225	57	18.6	23.7	4.4	610		26.5
	2	7.10	84	7.12	86	226	57	13.4	28.4	3.8	364		21.7
	3	7.5	79	7.7	81	243	52	17.6	23.9	4.2	506		21.5
	평균	7.7	81	7.9	83	231	55	16.5	25.3	4.1	493	100	23.2
14K2/CL59	1	7.16	90	7.21	95	251	65	12.2	36.1	4.4	491		24.6
	2	7.22	96	7.25	99	245	70	11.8	33.9	4.0	421		22.8
	3	7.16	90	7.19	93	275	67	12.2	34.4	4.2	519		24.7
	평균	7.18	92	7.21	96	257	67	12.1	34.8	4.2	477	97	24.1
14K30/CL32	1	7.18	92	7.22	96	250	71	18.4	21.7	4.0	608		26.9
	2	7.20	94	7.22	96	255	70	17.0	23.5	4.0	612		28.8
	3	7.20	94	7.22	96	269	60	18.0	23.3	4.2	611		31.9
	평균	7.19	93	7.22	96	258	67	17.8	22.9	4.1	610	124	29.2
CL32/CL59	1	7.18	92	7.22	96	232	73	15.2	26.3	4.0	404		24.4
	2	7.21	95	7.25	99	228	71	14.4	27.8	4.0	404		23.9
	3	7.18	92	7.22	96	247	68	18.0	24.4	4.4	537		24.5

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)
											종실중	지수	
	평균	7.19	93	7.23	97	236	71	15.9	26.2	4.1	448	91	24.3
CL35/15VL065	1	7.13	87	7.18	92	251	65	14.4	29.2	4.2	452		18.6
	2	7.12	86	7.15	89	260	69	14.8	28.4	4.2	451		18.9
	3	7.13	87	7.16	90	264	71	14.4	27.8	4.0	410		17.0
	평균	7.12	87	7.16	90	259	68	14.5	28.4	4.1	438	89	18.2
CL37/14K23	1	7.19	93	7.22	96	241	66	17.2	23.3	4.0	519		24.3
	2	7.22	96	7.28	102	267	65	16.4	23.2	3.8	422		22.3
	3	7.23	97	7.27	101	269	65	17.2	22.1	3.8	440		23.6
	평균	7.21	95	7.25	100	259	65	16.9	22.8	3.9	460	93	23.4
CL37/CL59	1	7.22	96	7.24	98	237	74	11.8	28.8	3.4	214		21.5
	2	7.26	100	8.5	110	233	64	12.0	28.3	3.4	177		18.2
	3	7.25	99	7.30	104	239	70	6.8	32.4	2.2	85		20.7
	평균	7.24	98	7.30	104	236	69	10.2	29.8	3.0	159	32	20.1
CL59/14K30	1	7.16	90	7.22	96	261	71	18.6	22.6	4.2	677		25.1
	2	7.22	96	7.25	99	267	70	19.0	22.1	4.2	612		23.7
	3	7.18	92	7.21	95	277	70	17.4	23.0	4.0	633		24.6
	평균	7.18	93	7.22	97	268	70	18.3	22.6	4.1	641	130	24.4
CL59/CL47	1	7.21	95	7.26	100	261	70	14.4	29.2	4.2	406		23.2
	2	7.22	96	7.27	101	264	70	12.8	31.3	4.0	346		22.1
	3	7.22	96	7.27	101	259	70	14.2	31.0	4.4	462		23.1
	평균	7.21	96	7.26	101	261	70	13.8	30.5	4.2	404	82	22.8
CL104/14K30	1	7.22	96	7.27	101	274	67	13.2	28.8	3.8	297		22.5
	2	7.23	97	7.27	101	289	64	10.8	35.2	3.8	139		20.8
	3	7.23	97	7.30	104	290	60	11.4	33.3	3.8	192		21.5
	평균	7.22	97	7.28	102	284	64	11.8	32.4	3.8	210	42	21.6
CL104/CL32	1	7.23	97	7.28	102	256	72	10.4	34.6	3.6	241		25.3
	2	7.26	100	8.4	109	250	71	10.2	37.3	3.8	207		23.2
	3	7.25	99	7.29	103	250	66	9.8	36.7	3.6	197		24.1
	평균	7.24	99	7.30	105	252	70	10.1	36.2	3.7	215	44	24.2
CL19/14K11	1	7.20	94	7.22	96	252	66	15.4	24.7	3.8	489		23.5
	2	7.21	95	7.25	99	256	64	16.8	23.8	4.0	486		23.2
	3	7.20	94	7.22	96	268	66	19.2	21.9	4.2	417		19.3
	평균	7.20	94	7.23	97	259	65	17.1	23.5	4.0	464	94	22.0
CL19/15VL003	1	7.16	90	7.18	92	255	67	19.0	23.2	4.4	671		25.5
	2	7.15	89	7.17	91	245	66	17.2	24.4	4.2	607		18.8
	3	7.16	90	7.18	92	240	66	16.0	26.3	4.2	532		16.8
	평균	7.15	90	7.17	92	247	66	17.4	24.6	4.3	603	122	20.4
CL28/14K22	1	7.23	97	8.2	107	287	71	16.6	22.9	3.8	267		24.2
	2	7.28	102	8.2	107	260	70	15.6	21.8	3.4	241		20.7
	3	7.25	99	8.4	109	256	69	10.8	27.8	3.0	80		19.0
	평균	7.25	99	8.2	108	268	70	14.3	24.2	3.4	196	40	21.3
CL47/15VL069	1	7.16	90	7.21	95	255	67	17.6	23.9	4.2	583		27.9
	2	7.19	93	7.25	99	245	64	16.6	24.1	4.0	545		26.7
	3	7.20	94	7.21	95	236	70	17.2	23.3	4.0	496		24.6
	평균	7.18	92	7.22	96	245	67	17.1	23.7	4.1	541	110	26.4
CL59/14K11	1	7.16	90	7.21	95	258	73	18.4	22.8	4.2	567		25.7
	2	7.22	96	7.25	99	258	68	15.6	26.9	4.2	607		23.8
	3	7.22	96	7.25	99	259	61	-	-	-	-		-
	평균	7.20	94	7.23	98	258	67	17.0	24.9	4.2	587	119	24.7

마. 지역적응시험(국가별 적응성시험)

(1) 캄보디아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 캄보디아 바탐방
- 파종일 : 2018. 11. 11('19. 2월 수확), 2019. 5. 23('19. 8월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종 :
 - '19. 2월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 등 12 교잡계
 - '19. 8월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 등 12 교잡계

(나) 시험결과

- 캄보디아 공시('19. 2월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 52~56일의 범위로 CP888의 57일 보다 모두 늦었음. 육성교잡계 중 아세33호와 36호의 출사일수가 가장 짧았음
 - 간장은 151-188cm의 범위로, 아세35호가 가장 길었음
 - 착수고율은 51-58%의 범위로 CP888의 58와 같거나 낮은 수준이었음
 - 이삭길이는 아세34호가 가장 길었으나, 착립장률은 낮은 편이었음. 아세38호와 아세41호를 제외한 모든 교잡계의 착립장률은 90% 이상이었음. 이삭직경은 아세35호와 40호가 5.0mm로 가장 넓었음
 - 수량성은 아세29호가 843kg/10a로 가장 많았으며, 도복에는 아세40호와 41호가 상대적으로 강한 편이었음

< 캄보디아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('19. 2월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											중실중	지수	
LVN10	1	1.08	59	1.10	61	129	44	15.2	91.6	4.0	431		6
	2	1.07	58	1.09	60	163	59	16.7	86.8	4.0	453		8
	3	1.06	57	1.07	60	190	57	17.1	90.6	4.4	695		7
	평균	1.07	58	1.09	60	161	53	16.3	89.7	4.1	526	74	7.0
CP888	1	1.04	55	1.07	58	157	56	16.3	95.1	4.0	756		7
	2	1.03	54	1.06	57	180	61	15.8	87.2	4.3	593		8
	3	1.01	52	1.06	57	197	59	17.8	92.1	4.4	789		9
	평균	1.03	54	1.06	57	178	58	16.6	91.5	4.2	713	100	8.0
아세29호	1	1.04	55	1.05	56	164	57	18.1	97.2	4.8	851		7
	2	1.03	54	1.04	55	159	59	18.9	97.9	4.9	831		6
	3	1.02	53	1.04	55	172	56	19.8	97.5	5.0	848		9
	평균	1.03	54	1.04	55	165	57	18.9	97.5	4.9	843	118	7.3
아세33호	1	1.01	52	1.03	54	161	57	17.3	97.7	4.6	756		7

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											중실중	지수	
	2	1.01	52	1.01	52	149	60	17.1	95.2	4.6	585		7
	3	12.31	51	12.31	51	165	57	18.7	96.2	4.8	609		9
	평균	12.31	51	1.01	52	158	58	17.7	96.4	4.7	650	91	7.7
아세34호	1	1.02	53	1.05	56	159	47	19.8	94.9	4.6	822		9
	2	1.04	55	1.05	56	161	54	19.9	91.4	5.0	769		7
	3	1.05	56	1.06	57	160	51	19.4	87.6	4.5	648		9
	평균	1.04	55	1.05	56	160	51	19.7	91.3	4.7	747	105	8.3
아세35호	1	1.04	55	1.04	55	196	53	17.1	97.7	5.0	875		9
	2	1.04	55	1.04	55	183	53	16.9	96.5	5.0	864		8
	3	1.05	56	1.05	56	184	52	17.4	97.7	5.0	758		9
	평균	1.04	55	1.04	55	188	53	17.1	97.3	5.0	832	117	8.7
아세36호	1	12.30	50	1.01	52	161	58	18.3	93.5	4.7	732		8
	2	12.29	49	12.30	50	155	58	18.0	92.8	4.6	642		5
	3	1.01	52	1.04	55	136	54	17.6	88.0	4.4	558		9
	평균	12.30	50	1.01	52	151	57	18.0	91.4	4.6	644	90	7.3
아세37호	1	1.02	53	1.04	55	175	59	18.5	95.6	4.6	716		9
	2	1.02	53	1.04	55	155	55	18.7	95.2	4.6	945		5
	3	1.03	54	1.05	56	187	57	18.9	91.9	4.5	723		5
	평균	1.02	53	1.04	55	172	57	18.7	94.3	4.6	795	112	6.3
아세38호	1	12.30	50	1.04	55	165	52	18.4	93.5	4.5	760		9
	2	12.30	50	1.03	54	163	48	19.7	84.8	4.8	695		9
	3	12.30	50	1.04	55	166	52	20.4	91.2	4.6	741		8
	평균	12.30	50	1.04	55	165	51	19.5	89.8	4.6	732	103	8.7
아세39호	1	1.02	53	1.04	55	164	51	19.5	97.9	4.7	829		8
	2	12.30	50	1.02	53	164	67	16.7	97.0	4.5	670		7
	3	1.05	56	1.08	59	155	49	17.4	94.2	4.5	501		9
	평균	1.02	53	1.04	55	161	56	17.9	96.4	4.6	667	94	8.0
아세40호	1	1.02	53	1.03	54	154	59	17.1	95.9	4.8	767		7
	2	12.31	51	1.02	53	179	56	17.9	92.7	5.0	870		3
	3	1.01	52	1.03	54	192	56	18.5	95.7	5.2	800		7
	평균	1.01	52	1.02	53	175	57	17.8	94.8	5.0	812	114	5.7
아세41호	1	1.01	52	1.04	55	148	57	18.3	89.1	5.0	716		6
	2	12.31	51	1.04	55	144	54	18.1	86.8	4.6	703		6
	3	1.01	52	1.03	54	167	56	19.1	90.6	4.9	848		6
	평균	12.31	51	1.04	55	153	56	18.5	88.8	4.8	756	106	6.0
LSD(5%) -----											169		
CV -----											13.7		

○ 캄보디아 공시('19. 8월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성 교잡계의 출사일수는 49~55일의 범위였으며, 아세38호의 출사일수가 가장 짧았음
- 간장은 169-200cm의 범위로, 아세44호가 가장 길었음
- 착수고율은 51-62%의 범위로 비교적 높았으며, 아세38호와 44호 등 2교잡계가 가장 낮았음
- 이삭길이는 아세46호가 23.0 cm으로 가장 길었으며, 아세38호의 착립장률이 89.2%로 다소 낮았으나 나머지 교잡계는 92% 이상이었음. 이삭직경은 아세43호가 가장 넓었음
- 수량성은 아세14호와 아세42호, 아세45호 등 3교잡계가 CP888에 비하여 적었으나, 나머지는 모두 높은 수준이었음

< 캄보디아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('19. 8월 수확) >

교잡계명	반복	출송기	출송	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	도복 (1-9)	
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수				
LVN10	1	7.16	54	7.20	54	-	-	-	-	-	18		5	-	-	
	2	7.17	55	7.19	55	170	57	-	-	-	171		5	0	1	
	3	7.20	58	7.21	58	140	50	17.8	98.9	4.6	180		5	0	1	
	평균	7.17	56	7.20	56	155	53	17.8	98.9	4.6	123		5.0	0.0	1.0	
CP888	1	7.12	51	7.14	51	179	59	17.6	97.2	4.4	602		5	0	1	
	2	7.11	49	7.12	49	208	56	18.4	97.8	4.4	868		3	0	1	
	3	7.17	56	7.20	56	157	55	18.4	97.8	4.4	488		5	0	1	
	평균	7.13	52	7.15	52	181	57	18.1	97.6	4.4	653	100	4.3	0.0	1.0	
아세14호	1	7.14	53	7.16	53	203	66	16.7	97.0	4.4	624		3	0	1	
	2	7.15	53	7.16	53	188	63	16.5	98.2	4.3	686		3	0	2	
	3	7.17	55	7.18	55	173	56	17.3	96.6	4.4	484		3	0	3	
	평균	7.15	54	7.16	54	188	62	16.8	97.3	4.4	598	92	3.0	0.0	2.0	
아세26호	1	7.14	53	7.15	53	204	59	18.5	96.3	5.4	807		3	0	1	
	2	7.13	51	7.14	51	202	58	18.2	96.1	5.1	800		1	0	1	
	3	7.20	59	7.22	59	155	53	17.5	94.2	4.9	411		1	0	1	
	평균	7.16	54	7.17	54	187	57	18.1	95.6	5.1	673	103	1.7	0.0	1.0	
아세37호	1	7.13	52	7.14	52	217	57	18.9	97.9	4.6	1,000		3	0	1	
	2	7.12	50	7.13	50	214	59	19.6	96.5	4.7	996		3	0	1	
	3	7.20	59	7.22	59	150	49	19.3	97.4	4.5	422		3	0	1	
	평균	7.15	53	7.16	53	194	55	19.3	97.2	4.6	806	123	3.0	0.0	1.0	
아세38호	1	7.11	50	7.16	50	191	53	20.9	89.1	4.7	675		3	0	1	
	2	7.10	48	7.14	48	203	50	22.7	89.4	4.7	796		1	0	1	
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
	평균	7.10	49	7.15	49	197	51	21.8	89.2	4.7	735	113	2.0	0.0	1.0	
아세42호	1	7.13	51	7.14	51	181	58	19.4	93.8	4.7	749		3	0	1	
	2	7.11	49	7.13	49	190	54	18.3	90.7	4.6	642		3	0	1	
	3	7.18	56	7.19	53	147	51	-	-	-	145		-	-	-	
	평균	7.14	52	7.15	51	172	54	18.9	92.2	4.6	512	78	3.0	0.0	1.0	
아세43호	1	7.13	52	7.14	52	186	63	17.1	88.4	5.3	690		1	0	1	
	2	7.12	50	7.13	50	210	56	17.4	96.5	5.6	804		1	0	1	
	3	7.14	53	7.15	53	174	59	17.9	95.5	5.6	730		1	0	4	
	평균	7.13	51	7.14	51	190	59	17.5	93.5	5.5	741	114	1.0	0.0	2.0	
아세44호	1	7.14	52	7.15	52	209	53	18.5	98.9	5.2	778		1	0	1	
	2	7.12	50	7.13	50	216	54	18.7	98.4	5.3	851		1	0	1	
	3	7.17	55	7.19	55	176	45	19.0	95.8	5.2	651		1	0	1	
	평균	7.14	52	7.15	52	200	51	18.7	97.7	5.2	760	116	1.0	0.0	1.0	
아세45호	1	7.13	51	7.15	51	205	56	18.7	98.4	5.2	681		5	0	1	
	2	7.12	50	7.14	50	209	56	18.7	97.9	5.1	716		3	0	1	
	3	7.18	57	7.20	57	153	53	19.8	95.9	5.1	343		3	0	1	
	평균	7.14	53	7.16	53	189	55	19.1	97.4	5.1	580	89	3.7	0.0	1.0	
아세46호	1	7.15	53	7.16	53	187	58	22.8	97.8	4.8	842		3	0	1	
	2	7.17	55	7.20	55	158	53	23.1	94.4	4.7	585		3	0	4	
	3	7.18	56	7.19	56	161	48	23.1	97.0	4.8	578		2	0	3	
	평균	7.16	55	7.18	55	169	53	23.0	96.4	4.8	668	102	2.7	0.0	2.7	
아세47호	1	7.12	51	7.11	51	185	57	20.0	93.0	4.6	752		3	0	1	
	2	7.12	51	7.10	51	199	56	20.1	93.0	4.7	835		1	0	1	
	3	7.14	52	7.16	52	149	52	18.1	96.0	4.6	620		3	0	4	
	평균	7.13	51	7.12	51	178	55	19.4	94.0	4.6	736	113	2.3	0.0	2.0	
LSD(5%) -----											226					
CV -----											21.5					

(2) 인도네시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 인도네시아 족자카르타
- 파종일 : 2018. 12. 12('19. 3월 수확), 2019. 5. 20('19. 8월 수확)
- 재식거리 : 75×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험품종 :
 - '19. 3월 수확 : P21 등 현지 재배 품종 등 12 교잡계
 - '19. 8월 수확 : P21 등 현지 재배 품종 등 12 교잡계

(나) 시험결과

- 인도네시아 공시('19. 3월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 52~55일의 범위로 P21의 53일과 비슷한 경향이었음
 - 간장은 277-299cm 범위였으며, 착수고율은 58-71%의 범위로 높은 수준이었음.
 - 수량성은 아세40호와 아세36호가 각각 P21보다 20% 및 17% 증수되었음
 - 깨씨무늬병에는 아세36호가 다소 강하였으며, 노균병에는 전 교잡계가 강한 것으로 나타남

< 인도네시아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('19. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	도복 (1-9)
											종실중	지수			
LVN10	1	1.29	48	2.05	55	259	45	15.8	89.1	4.0	314		5	0	1
	2	2.02	52	2.07	57	301	66	15.8	83.4	4.1	287		4	0	1
	3	2.01	51	2.08	58	290	65	15.0	90.7	4.1	268		3	0	3
	평균	1.31	50	2.07	57	283	59	15.5	87.7	4.1	290	46	4.0	0.0	1.7
P21	1	1.27	46	2.02	52	281	75	17.1	94.1	4.9	671		3	0	1
	2	2.03	53	2.06	56	282	56	14.2	97.2	4.8	605		3	0	1
	3	1.26	45	2.02	52	294	66	14.1	99.3	4.8	606		3	0	1
	평균	1.29	48	2.03	53	286	66	15.1	96.9	4.8	627	100	3.0	0.0	1.0
아세29호	1	1.26	45	2.03	53	294	81	18.2	94.0	4.7	711		3	0	1
	2	1.31	50	2.06	56	283	64	16.4	97.0	4.3	485		2	0	1
	3	2.01	51	2.03	53	295	61	16.8	95.3	4.5	492		3	0	1
	평균	1.29	48	2.04	54	290	68	17.1	95.4	4.5	563	90	2.7	0.0	1.0
아세33호	1	1.28	47	2.02	52	294	82	19.3	93.8	4.5	634		5	0	1
	2	1.31	50	2.05	55	302	65	18.6	95.8	4.5	565		4	0	1
	3	2.04	54	2.06	56	288	66	18.3	95.1	4.6	530		5	0	1
	평균	1.31	50	2.04	54	295	71	18.7	94.9	4.5	576	92	4.7	0.0	1.0
아세34호	1	1.27	46	2.04	54	293	66	17.2	92.4	4.4	556		3	0	2
	2	2.01	51	2.06	56	297	64	17.6	94.8	4.6	472		5	0	4
	3	1.29	63	2.05	55	293	55	17.4	97.1	4.6	561		5	0	1
	평균	1.29	53	2.05	55	294	62	17.4	94.8	4.5	530	84	4.3	0.0	2.3
아세35호	1	1.27	46	2.04	54	291	71	15.4	95.5	4.6	546		5	0	2

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립장	이삭	수량성 (kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수			
	2	1.31	49	2.03	53	298	64	16.0	96.2	4.9	538		4	0	1
	3	2.02	52	2.06	56	279	62	14.7	98.6	4.7	573		5	0	1
	평균	1.30	49	2.04	54	290	66	15.4	96.8	4.7	552	88	4.7	0.0	1.3
아세36호	1	1.29	48	2.01	51	286	78	17.5	96.6	4.5	799		1	0	1
	2	1.30	49	2.01	51	291	59	17.8	94.3	4.4	712		1	0	1
	3	2.02	52	2.04	54	255	67	17.9	93.3	4.5	683		1	2.5	1
	평균	1.30	49	2.02	52	277	68	17.7	94.7	4.5	731	117	1.0	0.8	1.0
아세37호	1	1.28	47	2.03	53	293	81	16.9	94.7	4.3	680		5	0	1
	2	1.29	48	2.03	53	307	59	16.4	93.9	4.2	517		4	0	1
	3	2.03	53	2.06	56	299	64	17.3	96.0	4.4	556		5	0	1
	평균	1.30	49	2.04	54	299	68	16.9	94.9	4.3	584	93	4.7	0.0	1.0
아세38호	1	1.27	46	2.03	53	285	71	18.8	91.5	4.4	560		5	0	1
	2	1.28	47	2.06	56	281	60	15.5	93.5	4.2	669		3	0	1
	3	2.03	53	2.06	56	285	57	18.3	94.0	4.3	522		4	0	1
	평균	1.30	49	2.05	55	284	62	17.5	93.0	4.3	584	93	4.0	0.0	1.0
아세39호	1	1.29	48	2.04	54	298	70	19.6	92.8	4.7	650		4	0	1
	2	1.31	50	2.05	55	292	64	16.4	96.9	4.4	516		5	0	1
	3	2.04	54	2.07	57	281	59	16.3	98.2	4.5	505		4	0	1
	평균	1.31	50	2.05	55	290	64	17.4	96.0	4.5	557	89	4.3	0.0	1.0
아세40호	1	1.30	49	2.03	53	298	68	17.1	93.0	4.9	776		3	0	1
	2	1.31	50	2.04	54	296	67	16.0	91.2	4.7	689		2	0	1
	3	1.28	47	1.31	50	300	69	18.5	94.6	5.0	795		4	0	1
	평균	1.30	49	2.02	52	298	68	17.2	93.0	4.9	753	120	3.0	0.0	1.0
아세41호	1	2.02	52	2.05	55	274	47	15.6	93.6	4.6	716		3	0	1
	2	2.02	52	2.06	56	272	62	15.6	90.4	4.6	553		3	0	1
	3	1.28	47	2.04	54	293	64	17.3	92.5	4.8	578		3	0	1
	평균	1.31	50	2.05	55	280	58	16.2	92.2	4.7	616	98	3.0	0.0	1.0
LSD(5%)	-----										91				
CV	-----										9.3				

○ 인도네시아 공시('19. 8월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 55~66일의 범위로 P21의 66일과 같거나 빠른 경향이며, 육성 교잡계 중 아세47호가 가장 빨랐음
- 간장은 304-317cm 범위였으며, 착수고율은 43-58%의 범위였음. 표준품종인 P21을 제외하면 도복 피해는 없었음
- 수량성은 626 - 989 kg/10a의 범위로 모든 육성 교잡계가 표준품종인 P21보다 많았음
- 아세38호, 42호가 노균병에 다소 약한 반응을 보였으며, 나머지 교잡계는 표준품종 P21에 비하여 대등하거나 강하였음

< 인도네시아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('19. 8월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		노균병 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일) 일수	(월.일) 일수	종실중	지수									
LVN10	1	7.22	63	7.23	64	328	50	-	-	-	-	-	-	-
	2	7.21	62	7.28	69	310	53	-	-	-	-	-	-	-
	3	7.26	68	7.28	69	304	49	-	-	-	-	-	-	-
	평균	7.23	64	7.26	67	314	51	-	-	-	-	-	-	-
P21	1	7.15	57	7.19	61	322	53	20.2	91.0	4.8	569	-	2	1
	2	7.27	68	7.29	70	328	52	18.3	90.1	4.5	479	-	4	2
	3	7.23	65	7.27	69	333	45	18.6	90.4	4.6	644	-	2	2
	평균	7.22	63	7.25	66	328	50	19.0	90.5	4.6	564	100	2.3	1.7
아세14호	1	7.12	54	7.14	55	303	61	17.3	96.0	5.0	877	-	2	1
	2	7.12	54	7.16	58	325	56	17.5	96.6	4.9	895	-	0	1
	3	7.19	61	7.22	63	315	56	17.8	96.1	4.9	841	-	0	1
	평균	7.14	56	7.17	59	314	58	17.5	96.2	4.9	871	155	0.5	1.0
아세26호	1	7.16	58	7.15	56	312	47	18.5	91.4	5.6	922	-	0	1
	2	7.19	60	7.19	61	290	50	18.4	90.7	5.5	790	-	2	1
	3	7.23	64	7.20	62	315	48	17.4	87.8	5.5	715	-	2	1
	평균	7.19	61	7.18	59	305	48	18.1	89.9	5.5	809	143	1.0	1.0
아세37호	1	7.19	60	7.16	58	310	48	18.9	96.3	5.0	781	-	3	1
	2	7.18	60	7.22	63	317	42	18.3	95.1	5.0	771	-	3	1
	3	7.20	61	7.27	68	318	47	18.9	92.6	5.1	909	-	0	1
	평균	7.19	60	7.21	63	315	46	18.7	94.6	5.0	820	145	1.7	1.0
아세38호	1	7.12	53	7.16	57	315	44	22.9	95.6	5.1	874	-	4	1
	2	7.16	58	7.20	62	309	41	22.3	90.9	5.3	1053	-	3	1
	3	7.14	55	7.17	58	309	53	21.4	92.9	5.2	687	-	6	1
	평균	7.14	55	7.17	59	311	46	22.2	93.1	5.2	871	155	4.3	1.0
아세42호	1	7.20	62	7.20	61	301	41	22.4	96.4	5.2	540	-	4	1
	2	7.12	53	7.14	55	327	47	20.2	91.0	5.3	627	-	6	1
	3	7.21	62	7.21	63	318	46	20.6	95.6	5.2	711	-	5	1
	평균	7.17	59	7.18	60	315	44	21.1	94.3	5.2	626	111	5.0	1.0
아세43호	1	7.14	55	7.14	55	307	52	17.8	95.5	6.2	793	-	4	1
	2	7.11	53	7.13	55	295	47	17.4	94.2	6.1	877	-	3	1
	3	7.15	56	7.19	60	322	49	17.6	92.0	6.1	914	-	0	1
	평균	7.13	55	7.15	57	308	49	17.6	93.9	6.1	861	153	2.2	1.0
아세44호	1	7.20	61	7.20	62	312	45	18.9	96.8	5.5	967	-	2	1
	2	7.16	57	7.17	58	313	47	19.2	93.2	5.7	980	-	0	1
	3	7.15	57	7.17	58	299	48	18.8	93.6	5.6	1022	-	0	1
	평균	7.17	58	7.18	59	308	46	19.0	94.6	5.6	989	175	0.5	1.0
아세45호	1	7.12	53	7.15	56	308	44	17.9	96.1	5.5	824	-	2	1
	2	7.13	55	7.24	65	323	57	18.0	97.2	5.4	813	-	2	1
	3	7.13	55	7.17	58	320	59	18.1	97.2	5.5	899	-	3	1
	평균	7.13	54	7.18	60	317	54	18.0	96.9	5.4	845	150	1.8	1.0
아세46호	1	7.23	65	7.20	62	314	51	20.9	98.6	5.3	783	-	3	1
	2	7.16	58	7.21	62	318	47	21.1	98.6	5.4	961	-	3	1
	3	7.25	67	7.27	69	313	43	20.9	97.6	5.3	925	-	2	1
	평균	7.21	63	7.23	64	315	47	21.0	98.3	5.3	890	158	2.3	1.0
아세47호	1	7.14	55	7.12	54	313	43	18.6	94.5	5.1	854	-	0	1
	2	7.14	56	7.13	54	303	39	19.0	97.4	5.1	970	-	5	1
	3	7.15	56	7.13	55	295	47	19.3	97.9	5.1	905	-	3	1
	평균	7.14	56	7.13	54	304	43	19.0	96.6	5.1	910	161	2.7	1.0
LSD(5%)	-----											152		
CV	-----											10.8		

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우
- 파종일 : 2018. 9. 12('19. 1월 수확), 2019. 2. 20('19. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 :
 - '19. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 12 교잡계
 - '19. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 및 12 교잡계

(나) 시험결과

- 베트남 공시('19. 1월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 56~62일의 범위로 LVN10의 63일 보다 빠른 경향임. 육성 교잡계 중 아세35, 38, 39호의 출사일수가 가장 빨랐음
 - 착수고율은 41-53%의 범위였으며, 아세33호와 40호를 제외하고는 모두 표준품종 보다 낮았음
 - 착립장률은 대체로 높아 90%이상이었으며, 아세32호와 아세29호의 착립장률이 가장 높았음
 - 수량성은 아세33호, 아세34호, 37호가 가장 많아 800kg/10a 이상의 반응을 보였음
 - 백립중은 모두 대체로 30g 이상이었고, 아세38호가 39.7g으로 가장 무거웠음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성('19. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)
												종실중	지수1	지수2		
LVN10	1	11.12	60	11.14	11.14	62	188	50	17.6	93.2	4.6	478			27.1	1
	2	11.13	61	11.15	11.15	63	194	47	17.2	97.7	4.6	387			26.8	1
	3	11.13	61	11.15	11.15	63	191	46	17.4	96.6	4.2	378			26.9	1
	평균	11.13	61	11.15	11.15	63	191	48	17.4	95.8	4.5	414	100	57	26.9	1
LCH9	1	11.10	58	11.11	11.11	59	182	44	19.2	95.8	5.0	777			34.4	1
	2	11.10	58	11.11	11.11	59	198	47	16.2	92.6	5.0	765			35.1	1
	3	11.10	58	11.12	11.12	60	195	52	17.8	96.6	5.0	623			34.2	1
	평균	11.10	58	11.11	11.11	59	191	48	17.7	95.0	5.0	722	174	100	34.6	1
아세29호	1	11.11	59	11.13	11.13	61	160	39	19.6	95.9	4.6	421			30.5	1
	2	11.12	60	11.14	11.14	62	158	40	19.0	98.9	4.6	725			30.8	1
	3	11.13	61	11.15	11.15	63	179	46	18.2	97.8	4.8	790			31.2	1
	평균	11.12	60	11.14	11.14	62	166	42	18.9	97.6	4.7	645	156	89	30.8	1

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)
												종실중	지수1	지수2		
아세33호	1	11.09	57	11.11	11.11	59	164	52	17.6	94.3	4.8	831			30.4	1
	2	11.09	57	11.11	11.11	59	200	53	18.0	97.8	5.2	939			31.1	1
	3	11.09	57	11.11	11.11	59	193	54	18.8	94.7	5.2	859			30.6	1
	평균	11.09	57	11.11	11.11	59	185	53	18.1	95.6	5.1	876	211	121	30.7	1
아세34호	1	11.08	56	11.10	11.10	58	174	44	20.0	97.0	5.2	724			31.8	1
	2	11.08	56	11.10	11.10	58	181	38	18.2	97.8	5.4	906			30.8	1
	3	11.08	56	11.10	11.10	58	185	42	17.2	95.3	5.4	861			32.0	1
	평균	11.08	56	11.10	11.10	58	180	41	18.5	96.7	5.3	830	200	115	31.5	1
아세35호	1	11.06	54	11.08	11.08	56	192	42	15.4	97.4	5.0	748			35.6	1
	2	11.06	54	11.08	11.08	56	167	39	15.0	97.3	5.0	691			36.8	1
	3	11.07	55	11.09	11.09	57	192	43	16.0	98.8	5.6	727			34.4	1
	평균	11.06	54	11.08	11.08	56	184	41	15.5	97.8	5.2	722	174	100	35.6	1
아세36호	1	11.06	54	11.08	11.08	56	169	44	16.4	95.1	5.0	636			34.8	1
	2	11.06	54	11.08	11.08	56	156	41	18.0	96.7	5.2	683			34.6	1
	3	11.07	55	11.09	11.09	57	163	47	17.0	94.1	5.0	709			34.4	1
	평균	11.06	54	11.08	11.08	56	162	44	17.1	95.3	5.1	676	163	94	34.6	1
아세37호	1	11.09	57	11.11	11.11	59	182	46	17.4	97.7	5.0	730			32.6	1
	2	11.10	58	11.12	11.12	60	207	45	18.4	95.7	5.2	875			33.0	1
	3	11.09	57	11.11	11.11	59	192	46	18.6	97.8	5.0	902			32.8	1
	평균	11.09	57	11.11	11.11	59	193	46	18.1	97.1	5.1	836	202	116	32.8	1
아세38호	1	11.06	54	11.08	11.08	56	173	47	17.2	90.7	5.0	745			39.7	1
	2	11.07	55	11.09	11.09	57	176	51	16.4	89.0	5.4	793			40.0	1
	3	11.06	54	11.08	11.08	56	152	39	17.2	93.0	4.8	646			39.3	1
	평균	11.06	54	11.08	11.08	56	167	46	16.9	90.9	5.1	728	176	101	39.7	1
아세39호	1	11.06	54	11.08	11.08	56	162	44	16.4	95.1	5.0	626			31.6	1
	2	11.06	54	11.08	11.08	56	171	39	16.6	95.2	5.0	755			31.7	1
	3	11.07	55	11.09	11.09	57	182	43	18.4	97.8	5.0	768			31.1	1
	평균	11.06	54	11.08	11.08	56	172	42	17.1	96.0	5.0	716	173	99	31.5	1
아세40호	1	11.09	57	11.11	11.11	59	176	49	15.4	94.8	5.2	793			34.2	1
	2	11.10	58	11.11	11.11	59	168	51	14.6	93.2	5.0	655			33.7	1
	3	11.10	58	11.12	11.12	60	190	50	15.6	89.7	5.4	746			33.7	1
	평균	11.10	58	11.11	11.11	59	178	50	15.2	92.6	5.2	731	177	101	33.9	1
아세41호	1	11.09	57	11.11	11.11	59	155	44	16.8	96.4	5.2	790			36.4	1
	2	11.09	57	11.11	11.11	59	175	47	16.8	94.0	5.2	727			38.1	1
	3	11.10	58	11.12	11.12	60	142	36	16.6	96.4	5.0	595			36.8	1
	평균	11.09	57	11.11	11.11	59	157	42	16.7	95.6	5.1	704	170	97	37.1	1
LSD(5%)	-----											154				
CV	-----											12.7				

○ 베트남 공시('19. 7월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성교잡계의 출사일수는 62~65일의 범위였으며 육성교잡계 중 아세26호 등 3 교잡계의 출사일수가 가장 빨랐음
- 간장은 173-199cm의 범위로 아세37호의 간장이 가장 길었음
- 착수고율은 48-59%의 범위로 아세14호를 제외하면 LVN10의 53%와 유사하거나 낮았음
- 이삭길이는 아세38호와 46호가 각각 20.5, 21.5 mm로 가장 길었음
- 수량성은 표준품종인 LVN10 보다 모두 많았으며, 대비품종인 LCH9보다도 아세14호와 47호를 제외하고는 모두 많았음
- 백립중은 아세44호가 45.5g, 아세38호가 44.4g으로 가장 높은 수준이었음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성('19. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)
												총실중	지수1	지수2		
LVN10	1	4.24	63	4.26	4.26	65	188	47	18.2	98.9	4.6	681			36.0	1
	2	4.25	64	4.27	4.27	66	195	54	17.4	98.9	4.8	687			36.8	1
	3	4.24	63	4.26	4.26	65	191	56	17.2	98.8	4.6	649			36.9	1
	평균	4.24	63	4.26	4.26	65	191	53	17.6	98.9	4.7	672	100	86	36.6	1
LCH9	1	4.22	61	4.25	4.23	62	187	50	18.8	91.5	5.0	765			32.3	1
	2	4.23	62	4.25	4.25	64	171	53	18.2	92.3	5.0	758			36.4	1
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	209	60	18.8	92.6	5.0	820			38.9	1
	평균	4.22	61	4.25	4.24	63	189	54	18.6	92.1	5.0	781	116	100	35.8	1
아세14호	1	4.22	61	4.24	4.24	63	193	56	16.4	98.8	4.8	682			32.3	1
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	187	62	17.4	97.7	4.6	782			33.3	1
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	188	60	17.2	98.8	4.6	719			32.5	1
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	189	59	17.0	98.4	4.7	728	108	93	32.7	1
아세26호	1	4.21	60	4.23	4.23	62	201	54	18.0	88.9	5.4	868			35.5	1
	2	4.21	60	4.23	4.23	62	198	52	17.0	90.6	5.4	980			33.9	1
	3	4.21	60	4.23	4.23	62	185	58	17.8	88.8	5.4	911			36.8	1
	평균	4.21	60	4.23	4.23	62	195	55	17.6	89.4	5.4	920	137	118	35.4	1
아세37호	1	4.22	61	4.24	4.24	63	207	52	19.6	93.9	5.0	922			39.1	1
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	194	49	18.2	95.6	4.8	1,070			39.6	1
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	195	52	18.2	97.8	4.8	912			41.2	1
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	199	51	18.7	95.8	4.9	968	144	124	40.0	1
아세38호	1	4.23	62	4.25	4.25	64	198	50	21.2	91.5	5.2	922			41.3	1
	2	4.23	62	4.25	4.25	64	190	50	19.8	89.9	4.8	806			52.0	1
	3	4.23	62	4.25	4.25	64	185	51	20.6	91.3	4.8	800			39.9	1
	평균	4.23	62	4.25	4.25	64	191	50	20.5	90.9	4.9	843	125	108	44.4	1

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	화분 비산기 (월.일)	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)			백립 중 (g)	도복 (1-9)
												총실중	지수1	지수2		
아세42호	1	4.21	60	4.23	4.23	62	173	47	18.6	89.2	4.6	840			34.4	1
	2	4.21	60	4.23	4.23	62	170	50	19.8	91.9	4.6	723			33.2	1
	3	4.21	60	4.23	4.23	62	176	49	19.6	90.8	4.8	809			35.3	1
	평균	4.21	60	4.23	4.23	62	173	49	19.3	90.7	4.7	791	118	101	34.3	1
아세43호	1	4.21	60	4.23	4.23	62	182	52	17.0	94.1	5.8	910			40.3	1
	2	4.21	60	4.23	4.23	62	167	51	15.8	86.1	5.8	742			35.7	1
	3	4.21	60	4.23	4.23	62	187	50	16.0	87.5	5.8	949			43.8	1
	평균	4.21	60	4.23	4.23	62	179	51	16.3	89.2	5.8	867	129	111	39.9	1
아세44호	1	4.24	63	4.26	4.25	64	193	50	17.4	98.9	5.4	1,019			48.5	1
	2	4.24	63	4.26	4.26	65	182	44	17.0	98.8	5.4	931			43.2	1
	3	4.24	63	4.26	4.26	65	194	50	17.8	97.8	5.6	1,012			44.6	1
	평균	4.24	63	4.26	4.26	65	190	48	17.4	98.5	5.5	987	147	126	45.5	1
아세45호	1	4.23	62	4.25	4.24	63	201	51	18.0	96.7	5.4	913			40.0	1
	2	4.23	62	4.25	4.25	64	200	50	18.4	98.9	5.2	981			37.6	1
	3	4.23	62	4.25	4.25	64	190	48	17.0	98.8	5.2	888			37.7	1
	평균	4.23	62	4.25	4.25	64	197	50	17.8	98.1	5.3	927	138	119	38.4	1
아세46호	1	4.24	63	4.26	4.26	65	160	46	20.0	92.0	4.6	895			40.0	1
	2	4.24	63	4.26	4.26	65	187	54	21.4	91.6	4.8	968			40.7	1
	3	4.24	63	4.26	4.26	65	186	56	23.0	92.2	4.8	997			44.0	1
	평균	4.24	63	4.26	4.26	65	178	52	21.5	91.9	4.7	953	142	122	41.6	1
아세47호	1	4.22	61	4.24	4.24	63	174	50	19.4	89.7	4.6	744			39.5	1
	2	4.22	61	4.24	4.24	63	175	49	18.6	89.2	4.6	750			41.2	1
	3	4.22	61	4.24	4.24	63	179	55	20.8	87.5	4.6	805			40.7	1
	평균	4.22	61	4.24	4.24	63	176	51	19.6	88.8	4.6	766	114	98	40.5	1
LSD(5%) -----												101				
CV -----												7.1				



<캄보디아 지적 교잡계(19.2수확)>



<인도네시아 지적 교잡계(19.3수확)>



<베트남 지적 교잡계(19.7수확)>

(4) 한국

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2019. 4. 17
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : LVN10 등 12 교잡계

(나) 시험결과

- 수원 공시 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 95~104일의 범위로 LVN10 보다 모두 빨랐으며, 장다옥 보다 모두 늦었음. 육성교잡계 중 아세38호의 출사일수가 가장 빨랐음
 - 간장은 223-261cm의 범위로 변이가 적었으며, 아세14호의 간장이 가장 길었음
 - 착수고율은 62-71%의 범위로 대체로 높은 경향이었음
 - 이삭길이는 아세46호가 가장 길었고 아세42호가 가장 짧았음
 - 수량성은 아세37호와 아세46호가 가장 높아 장다옥 대비 각각 136%와 135%의 수준을 보였음

< 한국(수원) 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)
											종실중	지수	
LVN10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	7.30	104	8.8	113	242	62	13.8	91.3	4.2	220	-	28.2
	3	7.27	101	8.2	107	251	67	7.4	100	1.2	40	-	16.8
	평균	7.28	103	8.5	110	246	65	10.6	95.7	2.7	130	25	22.5
장다옥	1	7.5	79	7.7	81	230	53	22.2	92.8	4.4	705	-	27.0
	2	7.8	82	7.10	84	201	49	17.4	95.4	4.2	419	-	27.3
	3	7.8	82	7.21	95	222	49	18.4	97.8	4.4	420	-	28.7
	평균	7.7	81	7.12	87	218	50	19.3	95.3	4.3	514	100	27.7
아세14호	1	7.22	96	7.26	100	265	67	16.0	92.5	4.0	457	-	27.1
	2	7.22	96	7.26	100	264	67	15.4	87.0	4.0	308	-	25.7
	3	7.14	88	7.30	104	254	67	15.0	84.0	4.0	306	-	25.3
	평균	7.19	93	7.27	101	261	67	15.5	87.8	4.0	357	69	26.0
아세26호	1	7.22	96	7.26	100	258	58	19.4	90.7	4.6	293	-	26.7
	2	7.24	98	7.27	101	242	67	18.6	93.5	4.4	430	-	24.0
	3	7.19	93	7.21	95	261	65	20.8	94.2	4.6	710	-	26.4
	평균	7.21	96	7.24	99	254	63	19.6	92.8	4.5	478	93	25.7

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		백립 중 (g)
											종실중	지수	
아세37호	1	7.20	94	7.22	96	252	69	18.8	96.8	4.0	814		32.1
	2	7.19	93	7.21	95	238	63	18.4	96.7	4.2	686		30.6
	3	7.20	94	7.22	96	251	68	17.4	96.6	4.2	604		30.7
	평균	7.19	94	7.21	96	247	67	18.2	96.7	4.1	701	136	31.1
아세38호	1	7.18	92	7.23	97	242	68	18.6	97.8	4.2	475		31.2
	2	7.13	87	7.18	92	245	67	22.6	92.9	4.4	828		30.4
	3	7.18	92	7.22	96	238	67	18.2	84.6	3.8	407		23.8
	평균	7.16	90	7.21	95	242	67	19.8	91.8	4.1	570	111	28.5
아세42호	1	7.24	98	7.26	100	250	68	13.6	94.1	4.2	466		28.3
	2	7.24	98	7.29	103	251	65	12.0	98.3	4.0	340		27.1
	3	7.19	93	7.25	99	243	67	14.0	100.0	4.2	406		29.7
	평균	7.22	96	7.26	101	248	67	13.2	97.5	4.1	404	79	28.4
아세43호	1	7.27	101	7.30	104	245	67	13.4	95.5	4.6	176		19.8
	2	7.24	98	7.26	100	227	69	14.6	98.6	4.8	507		31.5
	3	7.27	101	7.29	103	244	67	15.6	96.2	4.4	213		20.6
	평균	7.26	100	7.28	102	239	68	14.5	96.8	4.6	299	58	24.0
아세44호	1	7.23	97	7.26	100	243	66	13.6	97.1	4.8	316		21.3
	2	7.21	95	7.23	97	264	66	16.0	93.8	4.8	297		26.2
	3	7.18	92	7.23	97	247	60	16.4	93.9	4.8	396		30.9
	평균	7.20	95	7.24	98	251	64	15.3	94.9	4.8	336	65	26.1
아세45호	1	7.28	102	7.31	105	233	71	13.4	94.0	4.0	230		20.9
	2	7.22	96	7.30	104	246	72	13.0	98.5	4.6	585		25.8
	3	7.22	96	7.29	103	258	70	14.4	100.0	4.6	566		25.4
	평균	7.24	98	7.30	104	245	71	13.6	97.5	4.4	460	89	24.1
아세46호	1	7.26	100	7.28	102	213	67	21.0	96.2	4.0	660		28.0
	2	7.22	96	7.24	98	249	68	24.0	91.7	4.2	758		33.3
	3	7.21	95	7.23	97	247	68	23.0	91.3	4.2	671		29.9
	평균	7.23	97	7.25	99	236	68	22.7	93.1	4.1	696	135	30.4
아세47호	1	7.25	99	7.28	102	211	63	16.6	88.0	4.0	357		29.1
	2	7.20	94	7.22	96	233	67	21.6	80.6	3.8	460		31.8
	3	7.22	96	7.24	98	226	56	16.0	91.3	3.8	365		28.3
	평균	7.22	96	7.24	99	223	62	18.1	86.6	3.9	394	77	29.7
LSD(5%)											246		
CV											31.9		

바. 지역적응시험 교잡계의 품질 특성

- 2019년 1월 캄보디아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은 다음과 같음.
전분함량은 54.3~66.7%의 범위였으며, 아세34호와 아세35호가 가장 높았고, 아세41호가 가장 낮았음
- 2019년 3월 인도네시아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은, 전분함량은 70.1~75.5%의 범위였으며, 육성 교잡계 중에서 아세33호가 가장 높았고 아세41호가 캄보디아와 마찬가지로 가장 낮았음.
- 2019년 1월 베트남 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은 다음과 같음. 전분함량은 59.7~68.3%의 범위였으며, 육성 교잡계 중에서 아세14호가 가장 높았음.
- 2019년 3월 캄보디아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성은 다음과 같음.
전분함량은 66.3~77.3%의 범위였으며, 육성 교잡계 중에서 아세44호가 가장 높았음.
- 지역적응시험에서 지역별 수확시기별 전분함량이 다소 다른 경향을 보였음.

< 지역적응시험 공시 교잡계의 품질 특성 >

구 분	교잡계명	총전분 (%)	구 분	교잡계명	총전분 (%)
캄보디아 지적 (‘19. 2월 수확)	LVN10	63.0	인도네시아 지적 (‘19. 3월 수확)	LVN10	71.8
	CP888	63.3		P21	72.3
	아세29호	62.1		아세29호	73.8
	아세33호	64.9		아세33호	75.5
	아세34호	66.7		아세34호	73.5
	아세35호	66.7		아세35호	74.5
	아세36호	65.2		아세36호	70.3
	아세37호	63.7		아세37호	73.4
	아세38호	62.3		아세38호	75.1
	아세39호	59.6		아세39호	72.1
	아세40호	56.9		아세40호	75.0
아세41호	54.3	아세41호	70.1		
베트남 지적 (‘19. 1월 수확)	LVN10	66.1	캄보디아 지적 (‘19. 8월 수확)	LVN10	-
	LCH9	67.2		CP888	67.4
	아세14호	68.3		아세14호	66.3
	아세26호	65.5		아세26호	71.6
	아세37호	67.0		아세37호	72.2
	아세38호	63.7		아세38호	69.9
	아세42호	64.2		아세42호	70.9
	아세43호	63.6		아세43호	72.6
	아세44호	63.5		아세44호	77.3
	아세45호	67.8		아세45호	72.0
	아세46호	64.1		아세46호	73.0
아세47호	59.7	아세47호	71.8		

사. 신품종 개발

- 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세24호’를 선발하여 ‘KM6’로 명명함
 - 베트남에서 케이엠6는 LCH9에 비하여 착수고율이 낮았으며, 이삭이 굵고 백립중이 38.8g으로 3.2g 무거웠음. 캄보디아에서 케이엠6는 CP888보다 착수고율이 낮았고, 이삭의 길이가 길고 직경은 넓었음. 인도네시아에서 케이엠6는 P21에 비하여 이삭길이가 길었으나 이삭직경은 다소 좁았음
 - 케이엠6는 깨씨무늬병과 녹병에 강할 뿐 아니라 동남아 등 열대지방에서 피해가 심한 노균병에 강하였음. 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 3개국에서 도복에 강하였음
 - 케이엠6는 베트남에서 실시한 수량성 검정 결과 종실수량은 699 kg/10a로 대비 품종인 LCH9 보다 2% 감수하였음. 캄보디아에서 종실수량은 755 kg/10a로 대비 품종인 CP888 보다 5% 증수하였음. 인도네시아에서 종실수량은 718kg/10a로 대비 품종인 P21보다 9% 증수하였음

<KM6의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사 일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			수량(kg/10a)		백립중 (g)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균 병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	조단 백질 (%)	총 전분 (%)	비 고
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수								
LCH9 [↓]	67	184	52	18.0	94.8	4.8	716	100	35.6	-	-	-	1	7.4	68.5	베트남
KM6	68	174	47	18.0	94.4	5.0	699	98	38.8	-	-	-	2	7.4	69.4	
ts	1.35 ^{ns}	1.27 ^{ns}	3.88 ^{**}	0.15 ^{ns}	0.22 ^{ns}	3.51 ^{**}	0.51 ^{ns}	-	2.87 [*]	-	-	-	-	-	-	
CP888 [↓]	55	201	58	16.9	92.7	4.4	721	100	-	2	0	-	1	8.3	65.6	캄보디아
KM6	54	196	54	20.3	91.9	5.0	755	105	-	1	1	-	1	8.4	66.5	
ts	2.36 [*]	0.92 ^{ns}	3.67 ^{**}	15.4 ^{**}	0.69 ^{ns}	8.79 ^{**}	0.80 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	
P21 [↕]	58	298	45	18.4	95.8	5.5	659	100	-	3	0	2	1	8.9	69.4	인도네시아
KM6	58	307	44	21.9	94.2	4.9	718	109	-	3	0	2	1	9.4	66.4	
ts	0.20 ^{ns}	1.58 ^{ns}	0.46 ^{ns}	8.5 ^{**}	4.63 ^{**}	2.39 [*]	2.04 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	

[↓] LCH9 : 베트남 선도품종, [↓] CP888 : 캄보디아 선도품종, [↕] P21 : 인도네시아 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



4. 4차년도 (2020년) 연구수행 내용 및 결과

가. 시험지 및 시험기간 중의 기상

○ 베트남 동치우

- 제1시험재배기간('19.9~'20.1) : 평균기온은 21~29℃ 범위이었고 최저기온은 17~24℃ 이었고, 강수량은 12~328mm, 강수일수는 14~25일로 수분조건이 적당하였음
- 제2시험재배기간('20.3~'20.7) : 평균기온은 24~33℃ 범위이었고 최저기온은 20~28℃ 이었고, 강수량은 67~212mm, 강수일수는 19~30일로 강우가 충분하였음

○ 캄보디아 바탐방

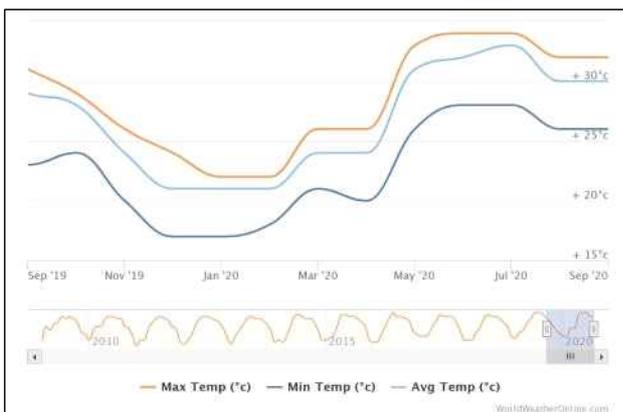
- 제1시험재배기간('19.12~'20.3) : 평균기온은 27~34℃ 범위이었고 최저기온은 21~26℃이었고, 강수량은 0.7~35.9mm, 강수일수는 1~3일로 건조하였음
- 제2시험재배기간('20.6~'20.9) : 평균기온은 29~31℃ 범위이었고 최저기온은 25℃로 일정하였으며, 강수량은 163~415mm, 강수일수는 28~30일로 강우가 충분하였음

○ 인도네시아 요그야카르타

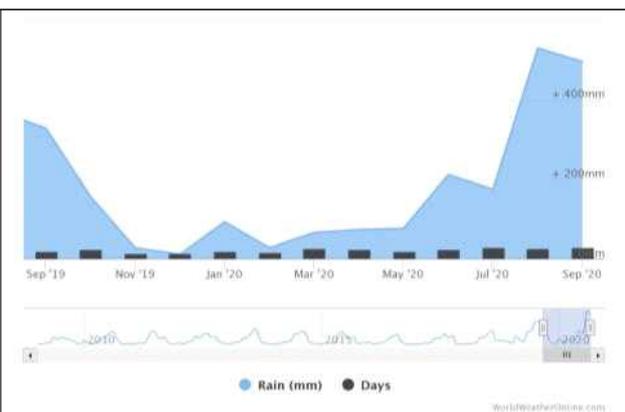
- 시험재배기간('19.12~'20.3) : 평균기온 24℃, 최저기온도 24℃로 일정하였고, 강수량은 731~1123mm, 강수일수는 29~31일로 비교적 서늘하고 강우가 많았음

○ 한국 수원

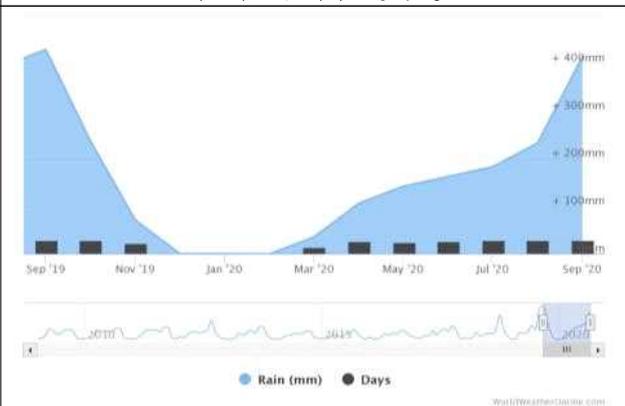
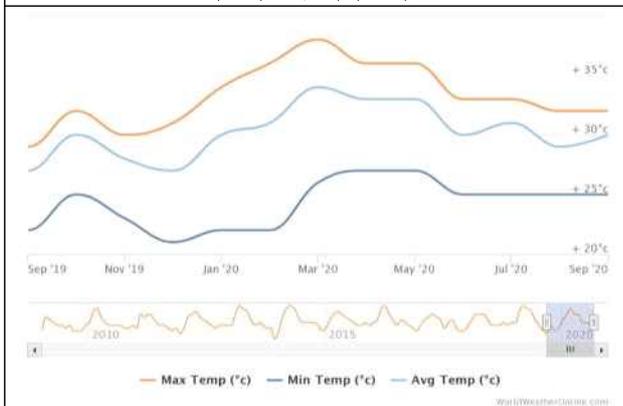
- 시험재배기간('20.4~'20.9) : 평균기온은 10.5~26.7℃ 범위이었고 최저기온은 5~24.1℃로 생육초기 저온을 경과하였고, 강수량은 16~695mm, 강수일수는 4~24일로 강우가 충분하였으나 7월과 8월 강우량과 강수일수가 많았음

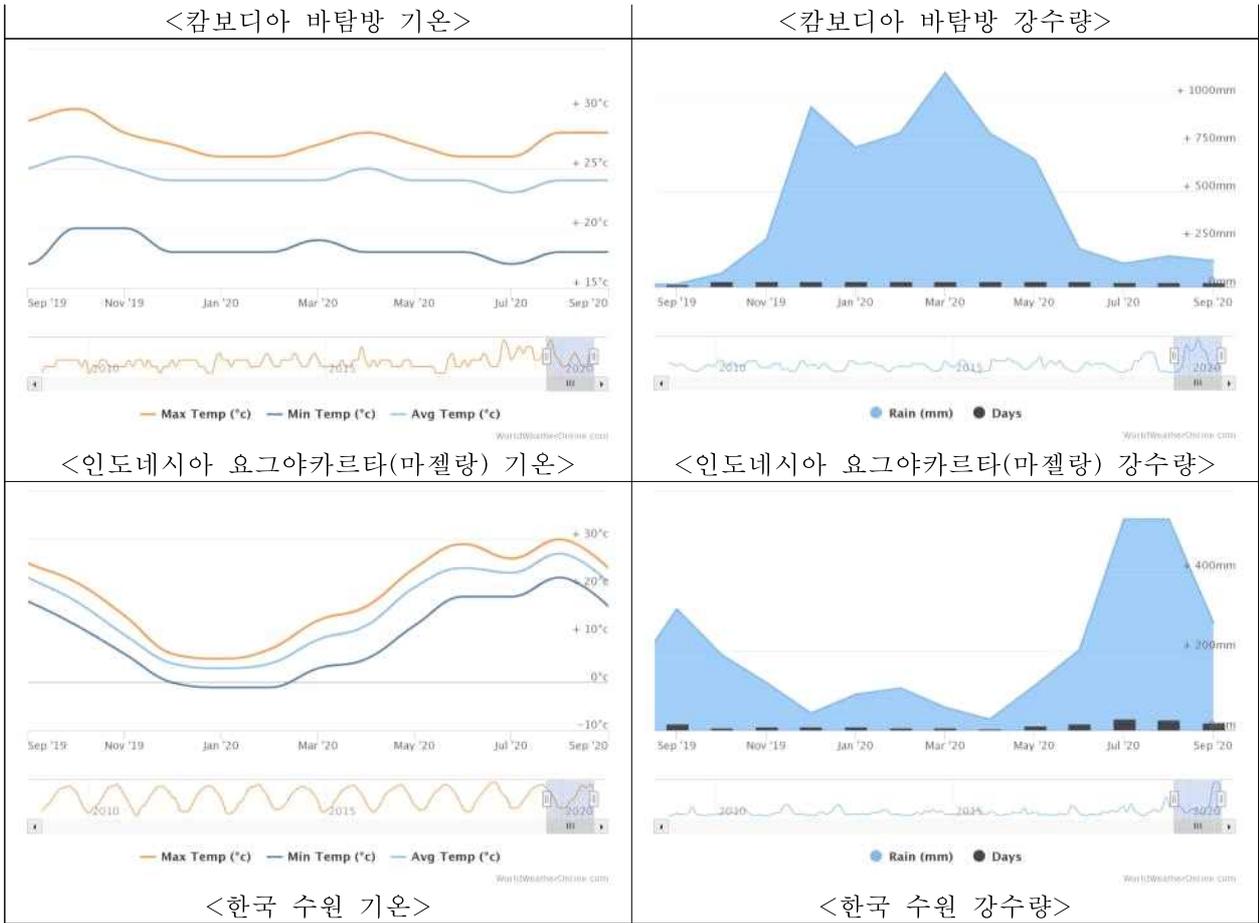


<베트남 동치우 기온>



<베트남 동치우 강수량>





출처: <http://www.weather.go.kr/weather>, <https://www.worldweatheronline.com>

< 2020년 시험지별 시험재배기간('19.9~'20.9) 기상 >

나. 유전자원 특성조사

(1) 시험재료 파종

- 시험장소 및 파종기
 - 베트남 동치우 2019. 9.24.
- 시험재료 : 열대지역 적응 육성 자원 130계통

(2) 시험결과

- 유전자원의 출사일수는 59-68일, 간장은 90-1805cm, 착수고율은 16-61% 범위이었음
- 14K2 등 생육 특성이 매우 양호한 13 계통을 선발하였음.

< 2020년 유전자원 생육특성 >

계통명	출용 일수	출사일수	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	비고
14K2	58	60	160	64	40	선발
14K5	60	62	160	73	46	선발
14K8	60	62	117	57	49	선발
14K9	59	61	120	50	42	

계통명	출용 일수	출사 일수	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	비고
14K11	59	61	127	26	20	
14K12	59	61	140	68	49	
14K15	60	62	158	70	44	
14K16	60	63	133	46	35	
14K17	61	64	122	47	39	
14K22	60	61	122	58	48	
14K23	64	66	165	72	44	선발
14K25	58	60	149	75	50	
14K26	59	61	159	78	49	선발
14K27	59	61	122	44	36	
14K28	60	63	129	54	42	
14K30	60	62	115	57	50	
CL2	60	62	110	63	57	
CL5	60	64	110	50	45	
CL6	59	61	107	45	42	
CL11	58	60	126	60	48	
CL12	58	62	109	52	48	
CL13	57	60	117	50	43	
CL15	57	59	107	51	48	
CL16	58	60	90	37	41	
CL19	57	59	121	70	58	선발
CL28	59	61	128	50	39	
CL31	58	60	176	94	53	
CL32	58	60	138	51	37	선발
CL40	60	63	159	67	42	
CL42	58	60	136	61	45	
CL43	59	61	147	51	35	
CL45	60	62	166	57	34	
CL47	59	61	135	48	36	
CL50	58	60	136	66	49	선발
CL51	62	64	131	42	32	
CL56	59	61	132	48	36	
CL59	60	62	125	58	46	선발
CL60	62	65	139	64	46	
CL63	60	62	145	53	37	
CL64	60	62	155	50	32	
CL65	61	63	147	66	45	
CL79	59	61	146	53	36	
CL80	60	62	123	65	53	
CL81	60	62	109	50	46	선발
CL82	61	63	117	58	50	
CL84	61	63	136	78	57	

계통명	출용 일수	출사 일수	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	비고
CL87	62	64	125	76	61	
CL93	60	62	113	57	50	
CL94	60	62	106	60	57	선발
CL99	59	61	129	54	42	
CL101	60	62	147	52	35	선발
CL104	61	63	139	56	40	
CL105	62	64	147	58	39	선발
15VL027	60	62	115	44	38	
15VL048	60	62	120	42	35	
15VL060	61	63	103	34	33	
15VL064	60	62	107	51	48	
15VL065	59	61	140	54	39	
15VL068	59	61	117	46	39	
15VL069	60	62	109	37	34	
15VL074	59	61	130	65	50	
15VL075	58	60	113	40	35	
15VL078	59	61	180	81	45	
16VL002	60	62	120	56	47	
16VL003	59	61	116	54	47	
16VL004	59	61	142	57	40	
16VL005	60	62	124	52	42	
16VL008	60	62	106	40	38	
16VL009	59	61	111	32	29	
16VL0016	61	63	95	25	26	
16VL0017	62	64	111	30	27	
17VL01	59	61	138	45	33	
17VL02	61	63	135	38	28	
17VL05	60	62	118	43	36	
17VL08	59	61	111	42	38	
17VL18	59	61	126	41	33	
17VL23	59	61	109	41	38	
17VL29	58	60	130	52	40	
17VL32	59	61	132	63	48	
17VL33	59	61	141	55	39	
17VL34	58	60	170	67	39	
17VL35	59	61	151	65	43	
17VL44	59	61	122	61	50	
18VL01	59	61	120	49	41	
18VL05	58	60	170	66	39	
18VL10	59	61	105	46	44	
18VL11'	63	65	165	77	47	
18VL15	60	62	115	45	39	

계통명	출용 일수	출사 일수	간장 (cm)	착수고 (cm)	착수고율 (%)	비고
18VL18	60	62	154	76	49	
18VL19	59	61	143	62	43	
18VL25	58	60	125	47	38	
18VL26	58	60	140	46	33	
18VL31	58	60	139	61	44	
18VL33	58	60	125	43	34	
19V1S6001	58	60	125	46	37	
19V1S6004	58	60	109	58	53	
19V1S6007	59	61	132	55	42	
19V1S6010	58	60	130	49	38	
19V1S6013	64	66	124	58	47	
19V1S6016	59	61	112	44	39	
19V1S6019	59	61	114	33	29	
19V1S6022	60	62	174	62	36	
19V1S6025	59	61	107	52	49	
19V1S6028	60	62	117	59	50	
19V1S6031	62	64	105	22	21	
19V1S6034	64	67	123	44	36	
19V1S6037	59	61	94	25	27	
19V1S6040	59	61	92	39	42	
19V1S6043	60	62	160	60	38	
19V1S6046	60	62	162	58	36	
19V1S6049	61	63	109	47	43	
19V1S6052	64	67	107	46	43	
19V1S6055	60	62	115	59	51	
19V1S6058	60	64	138	72	52	
19V1S6059	63	66	130	68	52	
19V1S6062	61	63	107	57	53	
19V1S6065	63	65	142	70	49	
19V1S6068	61	63	124	44	35	
19V1S6071	64	67	134	54	40	
19V1S6074	63	65	122	50	41	
19V1S6077	64	66	116	44	38	
19V1S6080	63	65	118	50	42	
19V1S6083	60	62	124	58	47	
19V1S6089	61	63	150	59	39	
19V1S6092	62	64	115	54	47	
19V1S6098	64	67	171	72	42	
19V1S6101	64	68	152	44	29	
19V1S6104	61	63	139	60	43	
19V1S6113	60	62	142	64	45	
KS155	60	62	124	20	16	

다. 열대지역 적응 옥수수 계통 선발

(1) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우 소재 옥수수 육종 포장(아시아종묘(주))
- 파종일 : 2019. 9. 24('20. 1월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

(2) 교잡계 양성

- 조합능력이 우수한 생산력검정예비시험용 교잡계 양성 : 123교잡계
 - ('20. 1월 수확) 17VL33/14K8 등 123 교잡계

라. 생산력검정시험

(1) 캄보디아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 캄보디아 바탐방
- 파종일 : 2019. 12. 2('20. 3월 수확), 2020. 6. 4('20. 9월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

○ 시험재료

- 생산력검정예비시험

- '20. 3월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 149 교잡계
- '20. 9월 수확 : 현지 재배 품종 30B80 등 121 교잡계

- 생산력검정본시험

- '20. 3월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 11 교잡계
- '20. 9월 수확 : 현지 재배 품종 CP888 등 11 교잡계

(나) 시험결과

○ 캄보디아 생산력검정예비시험('20. 3월 수확) 선발 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 대체로 LVN10보다 빠른 경향이었으며 CL45/17VL034, 18VL025/15VL078, 18VL031/CL15, 18VL033/CL6 등 4 계통은 57일로 10일 빨랐음.
- 출사일수는 육성 교잡계가 대체로 LVN10보다 빠른 경향이었으며 CL45/17VL034, 18VL025/15VL078, 18VL031/CL15, 18VL033/CL6 등 4 계통은 57일로 10일 빨랐음.
- 간장은 155-239cm으로 변이폭이 컸고, 착수고율은 27-58% 범위이었음
- 이삭길이는 16-21cm, 착립장률은 85-99%범위로 6시험계통을 제외하고는 LVN10보다 좋았음
- 수량성은 334 ~ 1,187kg/10a 이었음.
- 우량 교잡계는 생산력검정본시험에 시험코자 함

< 캄보디아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성 ('20. 2월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
										중실중	지수	
LVN10(표준품종)	2/04	65	2/06	67	200	51.1	19.0	94.1	4.4	682	100	1
14K12/CL45	2/14	74	2/15	75	189	36.5	16.4	95.1	4.6	369	54	1
14K26/17VL08	2/07	67	2/08	68	194	39.9	16.0	98.8	5.2	655	96	1
14K26/18VL026	2/05	65	2/05	65	206	46.8	18.8	98.9	5.6	818	120	1
CL11/CL45	2/01	61	2/02	62	200	47.9	19.4	96.9	5.4	936	137	1
CL11/CL59	2/02	62	2/03	63	198	45.9	18.8	94.7	5.0	958	141	1
CL11/16VL016	1/28	57	1/29	58	204	47.3	18.8	97.9	5.2	862	126	1
CL11/17VL05	1/28	57	1/29	58	210	46.6	17.4	98.9	5.0	945	139	1
CL11/17VL032	1/28	57	1/31	60	193	46.6	18.0	94.4	5.0	879	129	1
CL11/18VL019	2/01	61	2/01	61	222	47.0	17.8	97.8	4.8	853	125	1
CL11/18VL026	1/31	60	2/01	61	224	49.6	17.0	96.5	4.8	892	131	1
CL42/CL81	2/02	62	2/02	62	206	51.5	19.0	95.8	4.8	879	129	1
CL42/18VL033	1/31	60	2/01	61	221	57.5	17.0	96.5	4.6	760	112	1
CL43/14K8	1/27	56	1/31	60	235	48.9	20.6	85.4	5.0	941	138	1
CL43/CL51	1/28	57	2/01	61	238	49.9	17.2	94.2	4.6	721	106	1
CL43/16VL016	1/27	56	1/03	57	238	44.0	19.8	94.9	4.8	910	133	1
CL43/17VL034	1/28	57	2/01	61	236	48.1	18.2	98.9	4.6	835	122	1
CL45/CL81	1/28	57	1/29	58	194	49.1	18.6	94.6	5.2	958	141	1
CL45/17VL034	1/27	56	1/28	57	223	52.8	19.0	97.9	4.7	1,187	174	1
CL51/18VL019	1/30	59	1/30	59	231	50.6	17.0	98.8	4.8	822	121	1
CL56/CL43	1/31	60	2/02	62	239	51.5	19.6	96.9	4.6	791	116	1
CL56/CL81	2/03	63	2/06	66	224	54.5	17.8	97.8	4.8	615	90	1
CL56/CL93	2/03	63	2/04	64	214	46.0	18.0	97.8	5.1	756	111	1
CL59/14K8	2/01	61	2/02	62	222	53.2	17.4	97.7	4.8	831	122	1
CL59/17VL034	1/30	59	1/31	60	217	50.9	17.4	98.9	4.6	822	121	1
CL59/18VL026	1/31	60	2/02	62	203	46.5	17.2	98.8	4.6	756	111	1
CL65/18VL011	2/02	62	2/05	65	216	52.7	19.6	98.0	4.2	778	114	1
CL81/CL104	2/06	66	2/06	66	197	43.1	18.8	93.6	4.6	923	135	1
CL81/18VL011	2/08	68	2/09	69	193	47.7	17.0	92.9	4.9	527	77	1

교잡계명	출용기 (월 일)	출용 일수	출사기 (월 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
										종실중	지수	
CL81/18VL025	2/03	63	2/04	64	173	49.1	17.8	96.6	5.0	813	119	1
CL81/18VL026	2/06	66	2/06	66	189	42.0	16.2	98.8	5.2	774	113	1
CL93/16VL016	2/14	74	2/15	75	166	47.4	17.4	98.9	5.2	659	97	1
CL93/17VL08	2/11	71	2/14	74	161	40.5	18.0	98.9	4.6	585	86	1
CL93/18VL019	2/11	71	2/12	72	161	35.7	17.2	98.8	4.6	589	86	1
CL104/16VL016	2/09	69	2/11	71	180	33.0	18.8	94.7	4.6	607	89	1
CL104/17VL08	2/10	70	2/14	74	155	26.6	19.2	99.0	4.4	440	64	1
16VL016/CL40	2/14	74	2/20	80	174	47.8	20.0	90.0	4.2	334	49	1
17VL018/CL42	2/13	73	2/15	75	155	39.9	18.4	96.7	4.4	536	79	1
17VL034/18VL011	1/31	60	2/04	64	194	47.7	18.0	98.9	4.4	826	121	1
18VL011/18VL019	2/02	62	2/03	63	199	39.3	19.0	92.6	4.4	800	117	1
18VL025/CL45	1/29	58	1/29	58	198	48.2	18.8	92.6	5.0	862	126	1
18VL025/CL59	1/31	60	2/01	61	183	49.5	17.8	97.8	5.0	870	128	1
18VL025/15VL078	1/26	55	1/28	57	207	47.3	16.6	98.8	4.8	870	128	1
18VL026/CL45	1/30	59	2/01	61	218	48.3	17.8	96.6	4.8	668	98	1
18VL026/CL51	1/27	56	1/29	58	229	54.2	17.6	97.7	4.8	905	133	1
18VL026/17VL018	1/27	56	1/30	59	197	45.3	17.6	96.6	4.8	835	122	1
18VL026/18VL011	1/27	56	1/30	59	201	54.1	16.0	97.5	4.6	870	128	1
18VL026/18VL019	1/26	55	1/29	58	204	45.5	18.8	96.8	4.6	1,064	156	1
18VL031/CL15	1/26	55	1/28	57	216	51.0	18.0	97.8	4.8	809	119	1
18VL033/CL6	1/27	56	1/28	57	205	53.1	18.8	96.8	4.8	1,090	160	1

○ 캄보디아 생산력검정예비시험('20. 9월 수확) 선발 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 47 - 58 일의 범위이었고 대조품종(30B80)과 출사가 같거나 빠른 계통은 70 계통이었으며, 19VL08/14K2가 47일로 출사가 가장 빨랐음.
- 육성 교잡계의 간장은 173 - 256cm, 착수고율은 41 - 63% 로 변이가 큰 편이었음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 12.8 - 23.4cm 범위이었고 대체로 대조품종보다 작은 편이었음.
- 육성 교잡계의 착립장률은 대조품종보다 좋아 대조품종보다 착립장률이 높은 계통이 115계통이었음
- 육성 교잡계에 병해는 거의 발생하지 않았고, 19VL08/G1, 4K26/19VL07, 19VL29/19VL22, 19VL23/19VL14 등 4 계통을 제외하고는 도복피해가 없었음

< 캄보디아 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성 ('20. 9월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수		
30B80(표준품종)	6/4	52	7/26	53	221	52.1	20.8	88.8	4.7	746	100	0	1
17VL33/14K8	7/22	48	7/24	50	197	52.3	19.8	91.9	4.8	800	107	0	1
17VL33/19VL01	7/25	51	7/26	52	207	57.5	20.0	93.0	4.8	853	114	0	1
17VL33/19VL39	7/24	50	7/26	52	211	52.7	19.6	95.9	4.6	585	78	0	1
19VL08/19VL15	7/24	50	7/25	51	221	48.2	20.0	94.0	5.0	844	113	0	1
19VL08/14K26	7/26	52	7/27	53	220	52.3	16.8	91.7	5.0	440	59	0	1
19VL08/G1	7/24	50	7/27	53	226	53.4	15.8	96.2	4.8	356	48	0	4
19VL08/19VL36	7/21	47	7/22	48	214	44.4	19.6	89.8	4.8	598	80	0	1
19VL08/CL94	7/25	51	7/26	52	201	48.0	18.6	91.4	5.2	804	108	0	1
19VL08/CL19	7/21	47	7/23	49	197	42.4	18.8	96.8	5.0	932	125	0	1
19VL08/19VL07	7/21	47	7/22	48	186	44.5	19.6	89.8	4.6	747	100	0	1
19VL08/19VL21	7/24	50	7/26	52	213	54.4	19.4	96.9	5.0	822	110	0	1
19VL08/19VL14	7/20	46	7/22	48	182	46.8	17.2	94.2	4.6	673	90	0	1
19VL08/CL59	7/23	49	7/25	51	209	51.9	20.0	94.0	4.8	897	120	0	1
19VL08/19VL31	7/25	51	7/27	53	218	56.8	19.8	89.9	5.4	488	65	0	1
19VL08/19VL06	7/20	46	7/22	48	197	45.2	19.8	86.9	4.4	659	88	0	1
19VL08/14K2	7/20	46	7/21	47	211	43.4	19.0	92.6	4.8	818	110	0	1
19VL08/19VL39	7/21	47	7/22	48	198	51.1	20.6	91.3	4.6	738	99	0	1
19VL08/19VL19	7/20	46	7/23	49	226	52.3	19.4	92.8	4.8	848	114	0	1
19VL08/19VL23	7/25	51	7/27	53	201	49.8	20.8	94.2	4.8	765	103	0	1
19VL08/14K8	7/21	47	7/22	48	222	50.2	20.4	87.3	5.0	976	131	0	1
19VL06/CL19	7/20	46	7/23	49	190	44.3	19.6	94.9	4.4	774	104	0	1
19VL22/19VL27	7/28	54	7/30	56	200	61.4	14.2	98.6	4.4	440	59	0	1
19VL22/19VL35	7/27	53	7/28	54	227	50.3	18.2	97.8	5.4	615	82	0	1
19VL22/19VL05	7/28	54	7/29	55	187	59.1	17.2	97.7	4.6	440	59	0	1
19VL22/19VL10	7/27	53	7/28	54	179	54.7	14.2	98.6	4.4	484	65	0	1
19VL22/14K23	7/27	53	7/29	55	177	43.4	18.8	94.7	4.6	501	67	0	1
19VL22/19VL29	7/28	54	7/30	56	186	57.2	17.4	96.6	4.4	536	72	0	1
19VL22/19VL06	7/24	50	7/25	51	174	51.2	19.8	97.0	4.4	659	88	0	1
19VL22/CL32	7/27	53	7/26	52	205	48.2	21.2	98.1	5.4	1,020	137	0	1
19VL22/CL59	7/28	54	7/29	55	198	51.3	16.8	98.8	4.6	554	74	0	1
19VL34/19VL27	7/28	54	7/29	55	204	59.8	19.2	96.9	5.2	840	113	0	1
19VL34/19VL29	7/28	54	7/29	55	244	61.8	17.8	96.6	5.0	809	108	0	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수		
19VL34/19VL11	7/26	52	7/27	53	234	47.3	17.8	94.4	4.6	615	82	0	1
19VL34/19VL25	7/28	54	7/29	55	243	54.7	18.8	95.7	5.0	835	112	0	1
19VL34/19VL26	7/28	54	7/30	56	238	48.6	18.8	97.9	5.0	703	94	0	1
19VL34/CL81	7/28	54	7/30	56	227	59.6	17.4	96.6	5.2	721	97	0	1
19VL34/CL32	7/29	55	7/31	57	225	58.8	20.0	97.0	5.0	813	109	0	1
14K26/14K8	7/24	50	7/26	52	217	59.1	19.6	89.8	5.4	923	124	0	1
14K26/19VL18	7/23	49	7/23	49	241	51.3	18.4	96.7	5.6	879	118	0	1
14K26/19VL11	7/22	48	7/23	49	205	42.9	17.2	94.2	4.8	651	87	0	1
14K26/19VL17	7/26	52	7/27	53	233	60.8	19.6	98.0	5.4	774	104	0	1
14K26/19VL32	7/22	48	7/23	49	228	54.8	19.0	95.8	5.4	870	117	0	1
14K26/19VL07	7/21	47	7/22	48	233	52.0	18.8	94.7	5.2	774	104	0	3
14K26/19VL03	7/22	48	7/24	50	224	49.6	19.4	94.8	5.6	923	124	0	1
19VL29/19VL25	7/27	53	7/28	54	217	54.7	15.4	98.7	4.0	519	70	0	1
19VL29/CL81	7/26	52	7/27	53	215	56.6	18.8	98.9	4.8	835	112	0	1
19VL29/19VL22	7/25	51	7/26	52	222	58.8	16.6	98.8	4.4	571	77	0	2
19VL29/19VL31	7/23	49	7/25	51	231	59.7	17.8	93.3	4.6	826	111	0	1
19VL35/19VL29	7/24	50	7/26	52	246	54.2	18.4	97.8	5.0	932	125	0	1
19VL35/CL81	7/25	51	7/27	53	234	48.3	17.8	96.6	5.4	659	88	0	1
19VL35/17VL35	7/27	53	7/29	55	244	51.4	18.4	95.7	4.8	844	113	0	1
19VL35/19VL17	7/27	53	7/30	56	233	59.7	17.4	94.3	5.0	532	71	0	1
19VL35/19VL27	7/27	53	7/28	54	254	55.0	18.6	96.8	5.2	747	100	0	1
19VL35/CL59	7/27	53	7/29	55	232	56.1	18.0	95.6	5.2	760	102	0	1
19VL35/19VL16	7/25	51	7/28	54	256	50.0	18.6	98.9	5.0	866	116	0	1
19VL23/19VL06	7/21	47	7/24	50	191	43.1	18.0	94.4	4.0	453	61	0	1
19VL23/19VL35	7/26	52	7/28	54	224	57.2	19.8	96.0	5.0	791	106	0	1
19VL23/19VL22	7/27	53	7/28	54	206	51.7	19.6	92.9	4.4	686	92	0	1
19VL23/19VL11	7/24	50	7/26	52	212	42.6	18.8	92.6	4.2	607	81	0	1
19VL23/19VL10	7/26	52	7/26	52	209	54.7	16.8	97.6	4.4	598	80	0	1
19VL23/19VL21	7/25	51	7/27	53	225	54.6	19.0	92.6	5.0	879	118	0	1
19VL23/19VL14	7/21	47	7/22	48	193	49.4	19.0	92.6	4.6	686	92	0	2
19VL23/14K8	7/24	50	7/26	52	213	57.0	20.8	97.1	5.0	954	128	0	1
19VL23/CL50	7/27	53	7/27	53	222	53.8	17.6	97.7	4.4	554	74	0	1
19VL23/19VL15	7/23	49	7/26	52	245	51.4	23.0	92.2	4.8	888	119	0	1
19VL23/14K23	7/26	52	7/28	54	225	51.9	19.2	91.7	4.6	659	88	0	1

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수		
19VL23/19VL12	7/24	50	7/28	54	228	48.8	19.0	97.9	4.4	686	92	0	1
14K8/19VL04	7/21	47	7/23	49	226	49.8	20.6	95.1	5.0	901	121	0	1
14K8/19VL01	7/25	51	7/27	53	235	56.4	20.4	97.1	5.4	862	115	0	1
14K8/19VL11	7/23	49	7/25	51	219	46.9	17.8	95.5	4.4	602	81	0	1
14K8/CL59	7/24	50	7/26	52	244	59.0	18.0	94.4	5.0	765	103	0	1
14K8/19VL36	7/20	46	7/22	48	223	54.5	19.6	95.9	4.8	813	109	0	1
14K8/19VL18	7/22	48	7/24	50	256	55.6	17.8	96.6	5.2	927	124	0	1
14K8/19VL32	7/22	48	7/23	49	227	61.7	18.0	92.2	5.0	730	98	0	1
14K8/19VL39	7/22	48	7/24	50	225	59.6	21.2	93.4	5.0	844	113	0	1
14K8/14K23	7/23	49	7/25	51	231	51.0	23.4	94.9	5.2	954	128	0	1
19VL03/19VL02	7/23	49	7/24	50	217	58.4	19.8	94.9	5.2	998	134	0	1
19VL03/19VL18	7/23	49	7/24	50	250	55.9	19.0	98.9	5.2	1,024	137	0	1
19VL03/19VL07	7/21	47	7/22	48	224	51.7	19.2	93.8	4.8	774	104	0	1
19VL03/CL32	7/23	49	7/24	50	229	53.8	20.6	93.2	5.0	695	93	0	1
19VL03/17VL33	7/22	48	7/24	50	225	53.3	19.8	94.9	5.0	927	124	0	1
19VL03/19VL15	7/21	47	7/22	48	227	49.4	21.2	97.2	5.0	1,103	148	0	1
19VL03/19VL21	7/22	48	7/24	50	239	51.0	19.2	96.9	5.0	958	128	0	1
19VL35/19VL17	7/24	50	7/27	53	245	56.9	18.4	94.6	5.0	923	124	0	1
19VL35/CL59	7/27	53	7/29	55	242	51.6	17.8	96.6	4.8	747	100	0	1
19VL35/14K8	7/24	50	7/25	51	233	57.7	18.6	96.8	4.8	866	116	0	1
19VL35/19VL23	7/26	52	7/28	54	235	54.4	19.0	94.7	4.6	809	108	0	1
19VL35/6071	7/26	52	7/27	53	223	55.1	18.8	95.7	4.6	659	88	0	1
19VL35/G5	7/19	45	7/22	48	208	40.9	18.4	94.6	4.6	945	127	0	1
19VL35/CL81	7/25	51	7/26	52	223	55.8	18.4	97.8	5.2	967	130	0	1
19VL39/19VL08	7/23	49	7/23	49	210	53.3	19.6	88.8	4.8	677	91	0	1
19VL39/19VL04	7/22	48	7/23	49	222	49.6	20.2	94.1	4.4	752	101	0	1
19VL39/19VL03	7/21	47	7/22	48	220	50.3	19.8	93.9	4.6	664	89	0	1
17VL33/CL105	7/23	49	7/25	51	218	51.0	22.0	94.5	5.0	927	124	0	1
17VL33/CL101	7/22	48	7/24	50	231	53.9	19.0	96.8	5.4	545	73	0	1
17VL33/19VL03	7/22	48	7/24	50	220	50.7	19.8	92.9	5.0	905	121	0	1
19VL17/19VL23	7/25	51	7/28	54	242	63.3	20.2	84.2	5.0	835	112	0	1
19VL17/14K8	7/27	53	7/30	56	208	57.5	17.0	84.7	4.6	470	63	0	1
19VL17/19VL12	7/24	50	7/25	51	207	55.7	17.4	94.3	4.6	844	113	0	1
19VL17/19VL01	7/26	52	7/27	53	242	59.4	21.4	87.9	5.4	967	130	0	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
										종실중	지수		
19VL17/14K26	7/24	50	7/26	52	250	58.0	19.2	83.3	5.4	914	123	0	1
19VL17/19VL31	7/25	51	7/26	52	235	59.6	19.0	87.4	5.2	826	111	0	1
19VL28/19VL18	7/27	53	7/27	53	239	55.8	16.4	96.3	4.8	774	104	0	1
19VL28/CL101	7/24	50	7/26	52	231	54.8	17.0	97.6	5.0	690	93	0	1
19VL28/17VL35	7/25	51	7/27	53	238	48.4	16.2	96.3	5.0	809	108	0	1
19VL28/CL59	7/30	56	8/01	58	173	56.0	12.8	95.3	4.4	343	46	0	1
19VL12/CL94	7/23	49	7/25	51	205	42.3	17.2	90.7	5.0	703	94	0	1
14K2/19VL04	7/21	47	7/22	48	202	42.3	17.6	90.9	4.4	866	116	0	1
14K2/19VL39	7/23	49	7/24	50	213	52.7	19.0	95.8	4.8	809	108	0	1
14K2/19VL03	7/21	47	7/22	48	216	51.7	18.4	95.7	4.8	862	115	0	1
14K2/19VL13	7/23	49	7/23	49	220	52.2	17.8	94.4	4.4	840	113	0	1
14K2/19VL11	7/22	48	7/23	49	203	48.1	15.8	97.5	4.4	620	83	0	1
14K2/19VL07	7/23	49	7/23	49	155	122.1	18.6	90.3	4.6	778	104	0	1
19VL16/19VL01	7/26	52	7/26	52	230	48.2	21.2	96.2	5.2	897	120	0	1
19VL16/19VL23	7/25	51	7/28	54	238	51.0	20.6	94.2	4.8	844	113	0	1
19VL05/19VL25	7/27	53	7/28	54	232	51.4	19.0	97.9	4.8	747	100	0	1
19VL05/19VL26	7/30	56	7/31	57	202	52.2	16.6	97.6	4.6	527	71	0	1
19VL05/19VL24	7/29	55	7/31	57	203	57.9	20.2	96.0	4.6	571	77	0	1
19VL05/19VL35	7/29	55	7/30	56	217	59.1	17.6	96.6	5.0	721	97	0	1
19VL05/19VL23	7/28	54	7/31	57	219	57.0	18.4	96.7	4.6	725	97	0	1
19VL05/14K23	7/26	52	7/28	54	220	55.8	21.6	96.3	4.8	848	114	0	1
CL101/19VL26	7/26	52	7/27	53	224	60.9	19.2	95.8	5.0	848	114	0	1
19VL21/19VL15	7/27	53	7/28	54	198	61.5	17.4	97.7	5.0	712	95	0	1

○ 캄보디아 생산력검정본시험(“20. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 육성 교잡계가 CP888(대비품종)보다 같거나 길어 평균 4일 정도 길었고, 30B80(표준품종)보다는 모두 짧아 평균 6일 정도 짧았음
- 육성 교잡계의 간장은 164-203cm 범위이었고, 착수고율은 CP888보다는 같거나 낮은 계통이 6계통이었고, 도복 피해는 모든 시험계통이 없었음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 16.6-18.2cm CP888보다 작은 편이었고 착립장률도 89.5-96.9%로 CP888보다 낮은 편이었으나 이삭직경은 4.4-5.6으로 CP888보다 5개 육성계통이 더 컸음
- 수량성은 299-872kg/10a 범위로 CP888보다 수량이 많은 계통은 CL11/14K5, CL94/14K26, CL2/14K9, 등 3개 계통이었음

< 캄보디아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 ('20. 2월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											중실중	지수	
CP888 (대비품종)	1	1/30	59	1/31	60	210	51	20.6	98.1	4.9	800		1
	2	2/06	66	2/08	68	196	44	19.8	98.0	4.6	686		1
	3	2/06	66	2/09	69	182	42	19.0	94.7	4.4	391		1
	평균	2/03	64	2/05	66	196	46	19.8	96.9	4.6	626	100	1
30B80 (표준품종)	1	2/04	64	2/06	66	206	61	16.4	98.8	4.2	413		1
	2	2/19	79	2/22	82	170	41	18.0	55.6	3.7	75		1
	3	2/20	80	2/23	83	157	62	13.5	35.6	3.5	35		1
	평균	2/14	74	2/17	77	178	55	16.0	63.3	3.8	174	28	1
CL2/14K9	1	1/30	59	1/31	60	204	56	18.8	97.9	5.2	976		1
	2	2/10	70	2/14	74	172	48	18.2	96.7	5.0	466		1
	3	2/10	70	2/13	73	152	51	17.6	93.2	4.6	607		1
	평균	2/06	66	2/09	69	176	51	18.2	95.9	4.9	683	109	1
CL11/14K5	1	1/31	60	2/01	61	213	46	18.4	96.7	5.6	1,248		1
	2	2/09	69	2/10	70	194	45	16.2	96.3	5.4	677		1
	3	2/08	68	2/09	69	201	42	17.6	95.5	5.4	690		1
	평균	2/05	66	2/06	67	203	44	17.4	96.2	5.5	872	139	1
CL12/14K26	1	2/01	61	2/02	62	190	45	16.4	96.3	5.3	721		1
	2	2/11	71	2/12	72	161	43	17.4	95.4	5.4	501		1
	3	2/03	63	2/05	65	182	45	17.4	95.4	5.6	624		1
	평균	2/05	65	2/06	66	178	44	17.1	95.7	5.4	615	98	1
CL15/14K8	1	1/31	60	2/01	61	200	52	19.2	96.9	5.0	958		1
	2	2/09	69	2/11	71	166	55	17.8	76.6	4.8	233		1
	3	2/13	73	2/16	76	127	53	16.4	95.1	4.0	167		1
	평균	2/07	67	2/09	69	164	53	17.8	89.5	4.6	453	72	1
CL15/14K9	1	2/02	62	2/04	64	204	54	18.8	96.8	4.8	774		1
	2	2/13	73	2/19	79	154	49	16.4	93.9	4.0	167		1
	3	2/05	65	2/06	66	180	53	19.0	96.8	4.8	721		1
	평균	2/06	67	2/09	70	179	52	18.1	95.9	4.5	554	89	1
CL19/14K28	1	2/09	69	2/14	74	180	45	16.0	93.8	4.4	255		1
	2	2/11	71	2/12	72	160	42	18.0	96.7	4.6	343		1
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
	평균	2/10	70	2/13	73	170	43	17.0	95.2	4.5	299	48	1
CL59/14K5	1	2/06	66	2/08	68	208	45	17.4	98.9	5.1	857		1
	2	2/13	73	2/15	75	173	41	16.4	97.6	4.9	444		1
	3	2/14	74	2/18	78	172	48	16.8	90.5	4.4	220		1
	평균	2/11	71	2/13	74	184	45	16.9	95.6	4.8	507	81	1
CL63/14K5	1	2/08	68	2/08	68	216	38	19.2	99.0	5.0	545		1
	2	2/12	72	2/15	75	176	31	14.0	91.4	3.8	158		1
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
	평균	2/10	70	2/11	72	196	35	16.6	95.2	4.4	352	56	1
CL94/14K26	1	2/09	69	2/11	71	207	43	16.8	96.4	5.6	659		1
	2	2/08	68	2/09	69	176	43	16.6	98.8	5.6	787		1
	3	2/07	67	2/08	68	192	39	18.0	95.6	5.6	646		1
	평균	2/08	68	2/09	69	192	42	17.1	96.9	5.6	697	111	1

○ 캄보디아 생산력검정본시험('20. 9월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계 중 출사일수는 49-56일로 평균 52일이었으며 CP888보다 같거나 짧았고, CL50/14K5를 제외하면 CP888보다 모두 빨랐으며, 16VL009/17VL44가 49일로 가장 빨랐음
- 육성 교잡계의 간장은 183 - 217cm 평균 206cm로 16VL004/14K5를 제외하고 모든 육성 계통들이 CP888보다 작은 편이었음
- 육성 교잡계의 착수고율은 44 - 57%로 모든 육성 교잡계가 CP888보다 착수고율이 낮았음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 16.9-22.2cm 평균 19.5cm이었는데, 16VL009/17VL44, 16VL004/14K5를 제외하고 CP888보다 이삭길이가 길었음
- 육성 교잡계의 착립장률은 88.9-95.8% 평균 93.4%로 CP888보다 착립장률이 높은 계통은 CL50/CL93 등 4 계통이었음
- 육성 교잡계의 수량성은 640 - 968kg/10a, 평균 814kg/10a로 모든 육성 교잡계가 CP888보다 수량이 많았음
- 병과 도복 피해는 거의 발생하지 않았음

< 캄보디아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 ('20. 9월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						종실중	지수		
CP888 (대비품종)	1	7/26	52	7/27	53	220	57.0	18.6	95.7	4.4	782		0	1
	2	7/29	55	7/31	57	208	54.1	18.6	93.5	4.4	549		0	1
	3	7/30	56	8/01	58	219	63.4	19.4	94.8	4.6	549		0	1
	평균	7/28	54	7/30	56	215	58.1	18.9	94.7	4.5	627	100	0	1
30B80 (표준품종)	1	7/26	52	7/26	52	216	48.8	20.0	91.0	4.8	875		0	1
	2	7/29	55	7/31	57	211	52.8	21.2	88.7	4.6	681		0	1
	3	7/30	56	7/31	57	210	58.3	21.4	88.8	4.8	686		0	1
	평균	7/28	54	7/29	55	212	53.3	20.9	89.5	4.7	747	119	0	1
CL12/17VL23	1	7/24	50	7/26	52	186	54.6	20.0	94.0	5.0	703		0	1
	2	7/22	48	7/24	50	175	53.9	21.2	94.3	5.0	993		0	1
	3	7/23	49	7/25	51	188	52.0	20.0	97.0	5.0	826		0	1
	평균	7/23	49	7/25	51	183	53.5	20.4	95.1	5.0	841	134	0	1
CL50/CL93	1	7/26	52	7/27	53	213	53.9	18.8	97.9	5.0	571		0	1
	2	7/26	52	7/26	52	194	49.9	19.2	94.8	5.0	734		0	1
	3	7/29	55	7/31	57	209	50.6	19.0	94.7	5.0	615		0	1
	평균	7/27	53	7/28	54	205	51.5	19.0	95.8	5.0	640	102	0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수		
CL50/14K5	1	7/26	52	7/27	53	219	55.9	19.2	96.9	5.2	835		0	1
	2	7/30	56	7/31	57	210	54.9	18.4	90.2	5.2	747		0	1
	3	7/30	56	8/01	58	215	57.3	19.6	91.8	5.0	796		0	1
	평균	7/28	55	7/30	56	214	56.0	19.1	93.0	5.1	793	126	0	1
CL59/17VL32	1	7/25	51	7/27	53	223	54.8	21.2	94.3	4.8	791		0	1
	2	7/25	51	7/26	52	199	55.8	19.4	90.7	4.8	563		0	1
	3	7/25	51	7/26	52	202	57.8	19.4	92.8	4.8	826		0	1
	평균	7/25	51	7/26	52	208	56.1	20.0	92.6	4.8	727	116	0	1
CL94/14K28	1	7/23	49	7/24	50	216	53.5	20.0	92.0	5.4	949		0	1
	2	7/25	51	7/26	52	216	49.9	20.4	93.1	5.6	857		0	1
	3	7/26	52	7/26	52	209	52.9	19.6	92.9	5.4	716		0	1
	평균	7/24	51	7/25	51	214	52.1	20.0	92.7	5.5	841	134	0	1
16VL005/17VL34	1	7/25	51	7/25	51	225	53.0	20.0	93.0	5.2	879		0	1
	2	7/27	53	7/28	54	218	50.8	20.2	92.1	5.0	980		0	1
	3	7/23	49	7/25	51	203	49.5	20.2	90.1	5.0	822		0	1
	평균	7/25	51	7/26	52	215	51.1	20.1	91.7	5.1	894	143	0	1
16VL004/14K5	1	7/24	50	7/25	51	215	41.4	18.4	94.6	5.4	1,020		0	1
	2	7/27	53	7/29	55	220	47.8	17.8	95.5	5.6	976		0	1
	3	7/24	50	7/25	51	216	44.5	17.4	96.6	5.2	668		0	1
	평균	7/25	51	7/26	52	217	44.6	17.9	95.5	5.4	888	142	0	1
16VL005/14K22	1	7/22	48	7/23	49	216	44.0	22.2	91.0	5.2	1,116		0	1
	2	7/26	52	7/29	55	216	45.3	22.0	86.4	5.2	976		0	1
	3	7/23	49	7/25	51	204	43.2	22.4	89.3	5.0	813		0	1
	평균	7/23	50	7/25	52	212	44.1	22.2	88.9	5.1	968	154	0	1
16VL009/17VL44	1	7/19	45	7/21	47	184	60.3	17.2	93.0	4.6	747		0	1
	2	7/24	50	7/26	52	197	54.3	16.6	96.4	4.6	747		0	1
	3	7/20	46	7/21	47	184	55.4	16.8	95.2	4.6	708		0	1
	평균	7/21	47	7/22	49	188	56.7	16.9	94.9	4.6	734	117	0	1

(2) 인도네시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 인도네시아 족자카르타
- 파종일 : 2019. 12. 5('20. 3월 수확)
- 재식거리 : 75×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료
 - 생산력검정예비시험
 - '20. 3월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 149 교잡계
 - 생산력검정본시험
 - '20. 3월 수확 : 현지 재배 품종 P21 등 11 교잡계

(나) 시험결과

- 인도네시아 생산력검정예비시험('19. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성
 - 육성 선발 교잡계의 출사일수는 48-55일, 평균 51일이었고 LVN10(표준품종)보다 같거나 짧은 계통이 29 교잡계이었고 14K12/CL81와 CL93/17VL08은 출사일수가 48일로 가장 짧았음
 - 육성 선발 교잡계의 간장은 239-354cm로 변이가 컸으며 CL51/CL65 등 28 교잡계는 LVN10보다 간장이 길었음
 - 육성 선발 교잡계의 이삭길이는 14.4-21.8cm, 평균 18.3cm, LVN10은 18.3cm이었으며, CL43/14K8 등 9 교잡계는 이삭길이가 20cm 보다 컸음
 - 육성 선발 교잡계의 착립장은 모두 90% 이상이었으며 LVN10 보다 착립장률이 높은 교잡계는 33 교잡계이었음
 - 육성 선발 교잡계의 이삭직경은 4.4-6.0cm, 평균 5.0cm, LVN10은 4.6cm로 육성 교잡계 모두 LVN10 보다 이삭이 두꺼웠음
 - 선발 교잡계의 수량성은 443-1,260 kg/10a, 평균 916kg/10a, LVN10은 1,062kg/10a 정도이었으며, 14K8/CL81, CL11/CL45, CL45/17VL034 등 7교잡계는 LVN10보다 20% 넘게 증수함
 - 육성 선발 교잡계의 병해는 대체로 LVN10과 비슷한 수준이었고 14K12/CL45, CL56/CL81, CL65/CL6 등 3 교잡계는 병에 강한 것으로 나타났음

< 인도네시아 생산력검정예비시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('20. 3월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)
										종실중	지수	
LVN10(표준품종)	1/24	50	1/25	52	297	45	18.3	95.8	4.6	1,062	100	5
14K8/14K26	1/22	48	1/23	49	303	38	20.8	92.3	5.8	1,067	118	4

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)
										종실중	지수	
14K8/CL65	1/22	48	1/25	51	313	51	20.8	93.3	5.0	792	88	5
14K8/CL81	1/23	49	1/24	50	292	50	18.8	95.7	5.4	1,199	133	4
14K8/18VL19	1/25	51	1/26	52	257	49	18.4	96.7	4.6	827	92	4
14K9/14K26	1/22	48	1/26	52	315	52	20.2	95.0	5.8	931	103	4
14K9/CL81	1/22	48	1/23	49	305	41	19.0	96.8	5.4	864	96	4
14K9/CL93	1/24	50	1/25	51	308	46	17.4	95.4	5.4	1,084	120	4
14K12/CL45	1/22	48	1/24	50	335	37	20.2	98.0	6.0	1,170	129	3
14K12/CL81	1/21	47	1/22	48	310	39	19.2	95.8	5.4	813	90	5
14K26/CL65	1/24	50	1/26	52	353	52	19.6	93.9	5.4	813	90	5
14K26/16VL016	1/24	50	1/24	50	320	43	17.2	95.3	5.8	776	86	5
14K26/18VL031	1/23	49	1/23	49	330	42	19.4	93.8	5.4	1,151	127	5
CL11/CL45	1/25	51	1/24	50	343	42	20.6	96.1	5.8	1,225	136	5
CL11/CL59	1/25	51	1/25	51	345	44	18.2	98.9	5.4	841	93	5
CL11/17VL032	1/24	50	1/25	51	286	35	19.8	98.0	5.6	848	94	5
CL11/17VL034	1/24	50	1/24	50	311	54	19.2	100	5.2	1,138	126	5
CL11/18VL011	1/24	50	1/26	52	314	56	17.4	100	4.8	1,054	117	5
CL42/14K9	1/25	51	1/23	49	280	45	20.0	99.0	4.8	950	105	5
CL42/CL81	1/26	52	1/26	52	283	48	18.8	98.9	5.0	896	99	5
CL42/18VL033	1/24	50	1/27	53	274	57	18.4	93.5	5.0	845	94	5
CL43/14K8	1/22	48	1/25	51	305	50	21.8	96.3	5.2	911	101	5
CL43/CL81	1/23	49	1/24	50	308	50	21.0	96.2	5.4	915	101	5
CL45/17VL034	1/24	50	1/25	51	333	45	18.4	96.7	5.0	1,260	139	4
CL45/18VL019	1/26	52	1/26	52	345	41	17.8	98.9	4.6	1,065	118	6
CL51/CL65	1/25	51	1/26	52	354	54	19.2	93.8	5.0	908	100	5
CL51/17VL05	1/25	51	1/25	51	305	54	17.2	98.8	4.8	1,074	119	5
CL51/18VL031	1/26	52	1/27	53	323	34	18.0	96.7	4.8	1,065	118	5
CL56/CL81	1/26	52	1/29	55	272	41	19.0	94.7	5.0	743	82	3
CL59/CL6	1/24	50	1/24	50	292	33	19.0	100	5.0	962	106	5
CL59/CL104	1/24	50	1/26	52	272	33	17.4	90.8	5.0	774	86	5
CL59/18VL026	1/24	50	1/26	52	274	39	17.2	97.7	5.0	859	95	4
CL65/CL6	1/22	48	1/23	49	300	37	18.4	93.5	4.6	514	57	3
CL81/CL15	1/27	53	1/28	54	252	57	14.4	91.7	4.4	443	49	5

교잡계명	출웅기 (월.일)	출웅 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)
										종실중	지수	
CL81/CL104	1/24	50	1/27	53	305	41	18.8	91.5	5.8	982	109	7
CL84/18VL026	1/24	50	1/26	52	285	42	17.8	93.3	4.8	727	80	5
CL93/CL40	1/24	50	1/28	54	286	45	16.6	97.6	5.6	978	108	6
CL93/16VL016	1/24	50	1/26	52	308	46	16.6	97.6	5.6	978	108	5
CL93/17VL08	1/22	48	1/22	48	275	45	18.8	100	5.4	1,086	120	4
CL104/CL6	1/22	48	1/23	49	288	50	19.0	96.8	5.1	1,064	118	4
CL104/CL65	1/26	52	1/27	53	300	54	20.4	96.1	4.8	788	87	4
17VL05/CL43	1/22	48	1/23	49	300	43	19.8	91.9	4.8	966	107	5
17VL018/CL84	1/25	51	1/25	51	250	53	20.2	100	4.8	804	89	5
17VL034/CL5	1/24	50	1/27	53	303	43	18.0	98.9	4.8	993	110	4
17VL034/17VL05	1/23	49	1/24	50	242	50	18.6	96.8	4.8	1,046	116	5
18VL025/CL45	1/22	48	1/23	49	263	48	16.8	97.6	4.8	891	99	5
18VL025/15VL078	1/22	48	1/23	49	239	36	16.2	100	5.0	1,081	120	5
18VL026/CL45	1/24	50	1/27	53	305	46	17.6	100	5.2	913	101	5
18VL026/CL81	1/23	49	1/23	49	293	40	16.6	98.8	5.0	757	84	4
18VL026/18VL011	1/24	50	1/27	53	260	31	17.2	97.7	5.0	739	82	4
18VL033/CL6	1/25	51	1/25	51	260	44	17.8	98.9	5.2	945	105	4

○ 인도네시아 생산력검정본시험('20. 3월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 49-53일, 평균 51일, P21 52일, LVN10 58일로 대체로 육성 교잡계는 P21과 LVN10 보다 짧았고, CL94/14K26이 가장 출사가 가장 빨랐음
- 육성 교잡계의 간장은 253-311cm, 평균 290cm, P21은 298cm이었고, CL11/14K5, CL15/14K9, CL63/14K5는 간장이 300cm 보다 컸음
- 육성 교잡계의 착수고율은 42-49%, 평균 46%, P21은 45%이었음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 18.1-20.5cm, 평균 18.9cm로 육성 교잡계는 P21보다 작았으며, CL19/14K28은 P21보다 이삭길이가 컸음
- 육성 교잡계의 착립장률은 94.3-98.6%, 평균 96.7%로 P21은 94.4%이었고 육성 교잡계는 거의 모두 P21보다 착립장률은 높았음
- 육성 교잡계의 이삭직경은 5.1-6.3cm, 평균 5.5cm, P21은 5.0cm로, 육성 교잡계는 모두 P21 보다 이삭직경이 컸음
- 육성 교잡계의 수량성은 704-1,187 kg/10a, 평균 918 kg/10a이었고 P21은 681 kg/10a이었으며, 육성 교잡계 모두 P21보다 수량성이 좋았음
- 육성 교잡계의 병해 발생은 P21 보다 모두 적었음

< 인도네시아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성('20. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수						중실중	지수	
P21 (대비품종)	1	1/26	52	1/29	55	327	53.6	19.6	99.0	5.0	611		5
	2	1/25	51	1/25	51	275	38.2	20.2	92.1	5.0	907		4
	3	1/26	52	1/26	52	292	42.9	20.0	92.0	5.0	526		6
	평균	1/25	52	1/26	53	298	44.9	19.9	94.4	5.0	681	100	5
LVN10 (표준품종)	1	1/29	55	1/30	56	342	45.4	17.8	94.4	4.4	673		5
	2	1/30	56	2/05	62	260	36.1	17.8	97.8	4.4	554		5
	3	1/29	55	1/29	55	280	38.7	17.6	94.9	4.4	514		5
	평균	1/29	55	1/31	58	294	40.1	17.7	95.7	4.4	581	85	5
CL2/14K9	1	1/27	53	1/28	54	312	51.3	19.6	98.0	5.2	965		4
	2	1/26	52	1/26	52	278	59.3	19.4	95.9	5.0	746		4
	3	1/22	48	1/23	49	280	36.4	19.4	99.0	5.4	943		4
	평균	1/25	51	1/25	52	290	49.0	19.5	97.6	5.2	885	130	4
CL11/14K5	1	1/26	52	1/27	53	320	54.7	18.4	98.9	5.6	807		4
	2	1/27	53	1/28	54	315	51.3	17.6	98.9	5.8	925		4
	3	1/27	53	1/28	54	297	34.8	18.4	91.3	5.6	1,015		5
	평균	1/26	53	1/27	54	311	46.9	18.1	96.4	5.7	916	134	4
CL12/14K26	1	1/25	51	1/25	51	235	47.5	18.2	93.4	6.0	713		3
	2	1/25	51	1/25	51	262	36.7	19.4	94.8	6.0	1,120		2
	3	1/25	51	1/25	51	262	41.4	18.8	94.7	6.0	666		6
	평균	1/25	51	1/25	51	253	41.9	18.8	94.3	6.0	833	122	4
CL15/14K8	1	1/26	52	1/26	52	306	46.8	19.0	98.9	5.0	895		3
	2	1/28	54	1/29	55	290	52.9	18.8	97.9	5.2	747		4
	3	1/22	48	1/24	50	267	46.9	18.6	98.9	5.0	1,203		4
	평균	1/25	51	1/26	52	288	48.9	18.8	98.6	5.1	948	139	4
CL15/14K9	1	1/25	51	1/28	54	325	45.6	19.2	95.8	5.2	564		4
	2	1/26	52	1/27	53	304	42.7	19.0	98.9	5.2	988		3
	3	1/23	49	1/23	49	285	51.1	18.6	96.8	5.2	560		6
	평균	1/24	51	1/26	52	305	46.5	18.9	97.2	5.2	704	103	4
CL19/14K28	1	1/28	54	1/28	54	297	56.7	22.2	97.3	6.2	752		3
	2	1/26	52	1/27	53	247	39.2	19.6	99.0	5.4	900		4
	3	1/22	48	1/22	48	272	46.0	19.6	92.9	5.2	914		4
	평균	1/25	51	1/25	52	272	47.3	20.5	96.4	5.6	855	126	4
CL59/14K5	1	1/27	53	1/28	54	315	55.6	17.8	98.9	5.0	903		3
	2	1/26	52	1/27	53	305	36.6	18.4	95.7	5.0	741		4
	3	1/24	50	1/28	54	262	46.5	18.4	91.3	5.4	733		4
	평균	1/25	52	1/27	54	294	46.2	18.2	95.3	5.1	792	116	4
CL63/14K5	1	1/25	51	1/25	51	295	42.4	18.4	96.7	5.2	1,295		3

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)
											중실중	지수	
	2	1/25	51	1/25	51	314	34.8	18.4	96.7	5.6	1,265		3
	3	1/26	52	1/26	52	318	49.7	19.0	95.8	5.2	1,000		3
	평균	1/25	51	1/25	51	309	42.3	18.6	96.4	5.3	1,187	174	3
CL94/14K26	1	1/24	50	1/24	50	312	52.9	18.6	100.0	6.4	1,151		4
	2	1/25	51	1/25	51	275	37.6	18.4	97.8	6.2	1,168		4
	3	1/21	47	1/21	47	283	39.4	19.0	97.9	6.2	1,103		4
	평균	1/23	49	1/23	49	290	43.3	18.7	98.6	6.3	1,141	167	4

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

○ 시험장소 : 베트남 동치우

○ 파종일 : 2019. 9. 24('20. 1월 수확), 2020. 3. 18('20. 7월 수확).

○ 재식거리 : 70×25cm

○ 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a

- 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

○ 시험재료

- 생산력검정예비시험

· '20. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 149 교잡계

· '20. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 124 교잡계

- 생산력검정본시험

· '20. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LCH9 등 11 교잡계

· '20. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LCH9 등 11 교잡계

(나) 시험결과

○ 베트남 생산력검정예비시험('20. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 50-61일, 평균 53일, LVN10은 60일로 육성 교잡계가 거의 모두 출사가 빠른 편이었으며, CL81/CL63, CL81/18VL025, 18VL025/18VL031, 18VL025/18VL031 등 4 교잡계는 출사일수가 50일로 가장 빨랐음

- 육성 교잡계의 간장은 140-248cm, 평균 193cm이었고 LVN10은 212cm이었으며, CL51/CL65 등 28 교잡계는 LVN10보다 간장이 더 컸음

- 육성 교잡계의 착수고율은 30 - 62%, 평균 48%이었고 LVN10은 51%이었음

- 육성 교잡계의 이삭길이는 13.0-21.7cm, 평균 18.1cm, LVN10 이삭길이는 17.7cm이었으며, 14K8/14K26 등 12 교잡계는 LVN10 보다 길었음

- 육성 교잡계의 착립장률은 70.7-100%, 평균 95.5%이었고 LVN10은 90.9%로 육성 교잡계는 거의 대부분 LVN10 보다 착립장률이 높았음

- 육성 교잡계의 이삭직경은 4.2-6.0cm, 평균 5.1cm이었고 LVN10은 4.5cm로 14K26/18VL026 등 육성 교잡계는 거의 대부분 LVN10 보다 이삭직경이 더 컸음

- 육성 교잡계의 백립중은 29.5-52.1g, 평균 41.0g이었고 LVN10은 36.1g로 육성 교잡계는 거의 대부분 LVN10보다 백립중이 더 무거웠음
- 육성 교잡계의 수량성은 253-1,910 kg/10a, 평균 894 kg/10a이었고, LVN10은 470 kg/10a로 육성 교잡계는 거의 대부분 LVN10보다 수량성이 높았으며, 17VL08/18VL011 등 24 교잡계는 LVN10 보다 50% 넘게 수량이 높았음
- 육성 교잡계는 거의 대부분 도복 피해가 없었으나, 14K9/18VL025, CL65/CL81, CL65/18VL011, 18VL025/CL51, 18VL026/CL51 등 11 교잡계는 도복 피해가 비교적 큰 편이었음

< 베트남 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성('20. 1월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											종실중	지수	
LVN10(표준품종)	11/20	57	11/23	60	212	50.6	17.7	90.9	4.5	36.1	470	100	2
14K8/14K26	11/14	51	11/14	51	211	52.1	20.3	91.8	5.8	44.9	1,410	300	1
14K8/CL11	11/16	53	11/16	53	227	55.9	18.0	96.3	5.3	45.1	1,006	214	1
14K8/CL65	11/16	53	11/17	54	226	59.3	18.7	100	5.0	47.4	852	181	1
14K8/CL81	11/14	51	11/16	53	204	56.4	18.7	98.2	5.5	52.1	1,093	232	1
14K8/18VL19	11/16	53	11/16	53	190	53.2	18.7	94.6	4.8	46.1	906	193	1
14K9/14K26	11/15	52	11/15	52	224	51.3	19.3	87.9	5.7	42.4	1,113	237	1
14K9/CL65	11/13	50	11/15	52	216	53.2	19.3	98.3	5.0	50.2	1,071	228	1
14K9/CL81	11/16	53	11/16	53	227	52.4	18.0	96.3	5.7	43.3	1,003	213	1
14K9/CL93	11/13	50	11/15	52	206	47.1	16.7	94.0	5.7	47.0	1,000	213	1
14K9/18VL025	11/15	52	11/16	53	208	38.9	16.0	93.8	4.8	42.7	-	-	5
14K12/CL45	11/14	51	11/16	53	231	49.4	21.7	87.7	5.7	44.7	930	198	1
14K12/CL81	11/14	51	11/16	53	215	50.7	20.7	93.5	5.8	47.8	1,065	226	1
14K26/CL65	11/13	50	11/16	53	222	56.3	19.3	93.1	5.8	42.9	1,000	212	1
14K26/16VL016	11/12	49	11/14	51	213	43.2	16.3	91.8	5.7	38.5	1,072	228	1
14K26/17VL08	11/15	52	11/17	54	182	44.0	16.0	97.9	5.3	36.0	911	194	1
14K26/18VL026	11/14	51	11/15	52	204	49.5	18.0	100	6.0	44.2	1,211	257	1
14K26/18VL031	11/12	49	11/14	51	196	36.2	19.0	93.0	5.7	46.4	1,280	272	1
CL11/CL45	11/13	50	11/16	53	208	52.4	19.0	98.2	5.7	48.6	1,026	218	1
CL11/CL59	11/18	55	11/19	56	202	53.0	17.3	98.1	5.2	45.0	836	178	1
CL11/16VL016	11/15	52	11/17	54	207	49.3	20.3	80.3	5.5	34.1	840	179	1
CL11/17VL05	11/14	51	11/17	54	213	46.0	17.3	96.2	4.8	39.6	904	192	1
CL11/17VL018	11/14	51	11/17	54	207	48.3	20.0	98.3	5.7	39.4	949	202	1
CL11/17VL032	11/18	55	11/20	57	206	51.5	17.3	94.2	5.3	46.7	942	200	1

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	백립	수량성		도복 (1-9)
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중 (g)	총실중	지수	
CL11/17VL034	11/14	51	11/16	53	221	43.9	18.7	98.2	5.5	42.3	971	206	1
CL11/18VL011	11/17	54	11/19	56	221	49.3	17.3	96.2	5.2	37.0	851	181	1
CL11/18VL019	11/15	52	11/16	53	224	52.7	18.0	98.1	5.0	36.7	976	207	1
CL11/18VL026	11/14	51	11/16	53	210	46.7	19.3	98.3	5.3	37.1	979	208	1
CL42/14K9	11/15	52	11/15	52	209	54.1	19.3	98.3	5.0	48.8	1,131	240	1
CL42/CL51	11/15	52	11/17	54	221	52.9	18.7	92.9	5.2	48.2	1,115	237	1
CL42/CL81	11/16	53	11/15	52	193	57.0	18.0	98.1	5.5	47.8	1,091	232	1
CL42/18VL011	11/21	58	11/23	60	210	54.8	19.0	86.0	4.8	36.1	841	179	1
CL42/18VL031	11/16	53	11/17	54	212	51.9	19.0	91.2	5.0	42.1	873	186	1
CL42/18VL033	11/14	51	11/15	52	199	52.8	18.0	98.1	5.2	39.6	1,093	232	1
CL43/14K8	11/13	50	11/15	52	208	53.8	21.0	92.1	5.7	43.3	1,247	265	1
CL43/CL51	11/15	52	11/17	54	221	49.3	18.0	87.0	5.0	39.0	807	172	1
CL43/CL81	11/15	52	11/17	54	229	50.7	20.0	86.7	5.5	44.5	-	-	1
CL43/16VL016	11/15	52	11/17	54	221	43.0	20.3	86.9	5.3	41.0	867	184	1
CL43/17VL034	11/15	52	11/17	54	243	49.4	18.3	96.4	5.0	38.5	879	187	1
CL43/18VL019	11/16	53	11/18	55	217	51.6	19.3	91.4	4.8	39.2	1,094	232	1
CL43/18VL026	11/13	50	11/15	52	199	35.2	20.3	95.1	5.0	46.3	1,255	267	1
CL43/18VL031	11/13	50	11/15	52	207	42.5	19.7	94.9	5.2	43.1	1,199	255	1
CL45/CL81	11/14	51	11/16	53	194	52.1	17.0	98.0	5.5	41.3	715	152	1
CL45/17VL034	11/14	51	11/16	53	215	54.4	16.0	97.9	5.0	40.6	1,060	225	3
CL45/18VL019	11/14	51	11/16	53	208	49.0	17.7	98.1	4.8	41.4	1,084	230	1
CL51/14K8	11/14	51	11/16	53	204	54.9	18.3	100	5.5	50.1	1,321	281	1
CL51/14K9	11/14	51	11/16	53	202	54.0	18.7	98.2	5.7	47.6	1,058	225	1
CL51/CL65	11/18	55	11/20	57	248	57.7	19.3	86.2	5.3	45.1	752	160	3
CL51/17VL05	11/14	51	11/16	53	216	51.9	18.0	98.1	5.0	37.8	1,161	247	1
CL51/17VL08	11/14	51	11/17	54	204	46.1	17.7	100	5.0	35.1	958	204	1
CL51/18VL019	11/13	50	11/15	52	219	50.2	18.3	98.2	5.0	38.2	954	203	1
CL51/18VL031	11/12	49	11/14	51	204	49.0	19.7	98.3	4.8	48.1	1,178	250	1
CL56/CL43	11/13	50	11/15	52	197	44.2	19.0	98.2	5.0	35.4	1,039	221	1
CL56/CL81	11/13	50	11/15	52	192	52.1	17.7	98.1	5.5	43.6	1,010	215	1
CL56/CL93	11/15	52	11/16	53	178	50.6	16.7	98.0	5.3	45.2	901	191	1
CL56/17VL05	11/15	52	11/17	54	200	43.5	18.0	96.3	5.0	31.7	836	178	1
CL56/18VL011	11/16	53	11/16	53	207	55.6	17.7	92.5	5.0	37.2	928	197	1
CL59/14K8	11/15	52	11/15	52	201	53.2	18.0	98.1	5.3	42.1	957	203	1

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	백립	수량성		도복 (1-9)
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중 (g)	총실중	지수	
CL59/CL6	11/14	51	11/15	52	202	58.9	18.3	98.2	5.3	47.5	1,016	216	1
CL59/CL104	11/15	52	11/16	53	208	43.3	16.0	97.9	5.0	42.3	763	162	1
CL59/17VL034	11/14	51	11/15	52	215	46.5	17.0	98.0	5.2	40.0	934	199	1
CL59/18VL011	11/15	52	11/17	54	206	55.3	15.7	97.9	4.7	38.6	787	167	1
CL59/18VL026	11/14	51	11/16	53	197	48.7	16.7	98.0	5.0	40.0	762	162	1
CL65/CL6	-	-	-	-	208	57.2	17.0	82.4	4.8	45.3	253	54	1
CL65/CL81	11/18	55	11/19	56	218	61.9	18.3	98.2	5.5	46.2	797	169	5
CL65/16VL016	11/19	56	11/22	59	223	54.7	19.3	70.7	5.2	30.4	644	137	1
CL65/18VL011	11/19	56	11/23	60	207	53.1	20.3	82.0	4.7	32.9	459	98	5
CL81/CL6	11/19	56	11/23	60	140	50.0	14.3	90.7	5.2	41.8	565	120	1
CL81/CL15	11/17	54	11/20	57	141	51.8	15.0	95.6	5.0	41.4	409	87	1
CL81/CL63	11/11	48	11/13	50	201	57.7	17.3	100	5.3	44.8	970	206	1
CL81/CL104	11/14	51	11/15	52	199	44.2	17.0	90.2	5.3	46.4	897	191	1
CL81/18VL011	11/15	52	11/17	54	202	52.5	17.3	92.3	5.2	39.6	744	158	3
CL81/18VL025	11/12	49	11/13	50	161	46.6	17.0	94.1	5.3	47.5	950	202	1
CL81/18VL026	11/17	54	11/19	56	183	45.4	16.7	98.0	5.5	39.8	808	172	1
CL84/CL51	11/20	57	11/22	59	201	52.2	17.7	98.1	5.0	37.2	796	169	1
CL84/18VL011	11/19	56	11/21	58	209	52.2	17.3	92.3	4.8	32.1	779	166	1
CL84/18VL019	11/19	56	11/22	59	216	51.9	18.7	94.6	4.8	34.1	825	175	1
CL84/18VL026	11/14	51	11/16	53	189	47.6	17.7	98.1	5.0	38.2	887	189	1
CL93/CL6	11/15	52	11/17	54	189	49.7	16.0	97.9	5.3	46.4	696	148	1
CL93/CL40	11/13	50	11/15	52	207	56.0	18.0	90.7	5.5	49.8	980	208	1
CL93/CL81	11/22	59	11/24	61	156	41.7	13.0	97.4	5.0	47.0	474	101	1
CL93/16VL016	11/13	50	11/15	52	185	49.7	17.7	94.3	5.7	44.4	1,306	278	1
CL93/17VL08	11/14	51	11/16	53	179	50.3	18.7	98.2	5.7	44.3	1,076	229	1
CL93/18VL019	11/12	49	11/14	51	192	48.4	17.7	100	5.2	45.0	1,042	221	1
CL104/CL6	11/12	49	11/14	51	194	54.6	19.7	100	5.7	46.5	1,077	229	1
CL104/CL65	11/14	51	11/16	53	210	52.9	18.0	98.1	4.8	42.1	891	189	1
CL104/16VL016	11/14	51	11/16	53	156	44.2	18.7	87.5	5.3	43.6	1,028	218	1
CL104/17VL05	11/15	52	11/17	54	163	59.5	18.0	98.1	5.3	34.1	913	194	1
CL104/17VL08	11/14	51	11/16	53	175	47.4	18.7	96.4	5.0	36.8	984	209	1
16VL02/14K26	11/12	49	11/14	51	180	50.6	18.3	98.2	5.5	43.3	1,209	257	1
16VL02/CL6	11/13	50	11/15	52	176	55.7	19.3	98.3	5.2	40.1	1,025	218	1
16VL02/CL45	11/13	50	11/15	52	190	47.4	19.7	100	5.2	42.9	1,022	217	1

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	백립	수량성		도복 (1-9)
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중 (g)	총실중	지수	
16VL02/CL65	11/13	50	11/15	52	188	48.9	19.3	98.3	4.7	31.8	975	207	1
16VL02/CL81	11/12	49	11/14	51	163	53.4	17.7	98.1	5.5	44.8	1,083	230	1
16VL02/18VL031	11/11	48	11/13	50	175	48.6	18.3	100	4.8	46.7	1,104	235	1
16VL016/CL40	11/14	51	11/15	52	201	45.8	17.7	90.6	5.0	48.3	953	203	1
16VL016/17VL05	11/14	51	11/17	54	163	46.0	16.3	91.8	5.0	39.8	774	164	1
16VL016/18VL031	11/14	51	11/16	53	183	40.4	17.0	92.2	4.8	33.4	851	181	1
17VL05/CL43	11/16	53	11/18	55	166	47.6	18.7	96.4	5.0	39.1	852	181	1
17VL08/14K8	11/15	52	11/17	54	172	45.3	19.0	96.5	5.0	42.5	968	206	1
17VL08/CL42	11/16	53	11/19	56	160	45.0	18.7	100	4.8	39.4	849	181	1
17VL08/CL65	11/15	52	11/18	55	180	50.0	20.0	93.3	4.8	38.3	923	196	1
17VL08/18VL011	11/15	52	11/18	55	162	45.7	18.3	94.5	4.8	32.5	1,910	406	1
17VL08/18VL019	11/14	51	11/17	54	165	36.4	18.3	98.2	4.3	30.1	757	161	1
17VL08/18VL031	11/14	51	11/17	54	169	42.6	19.7	98.3	5.0	40.7	932	198	1
17VL018/14K9	11/13	50	11/16	53	165	42.4	20.3	91.8	5.3	42.8	1,139	242	1
17VL018/CL15	11/13	50	11/15	52	173	49.7	21.0	98.4	5.2	42.4	1,069	227	1
17VL018/CL40	11/13	50	11/16	53	174	40.2	20.7	98.4	4.8	41.5	963	205	1
17VL018/CL42	11/15	52	11/17	54	166	42.8	19.7	100	5.0	37.6	817	174	1
17VL018/CL84	11/14	51	11/17	54	147	39.5	20.0	98.3	5.0	32.1	822	175	1
17VL018/18VL031	11/13	50	11/15	52	168	38.7	19.7	98.3	5.2	43.2	1,050	223	1
17VL034/CL5	11/13	50	11/16	53	186	52.7	17.7	100	5.0	39.3	975	207	1
17VL034/CL63	11/13	50	11/15	52	208	50.0	17.0	100	5.0	38.2	887	189	1
17VL034/CL65	11/14	51	11/16	53	203	46.8	19.0	98.2	5.0	44.8	973	207	1
17VL034/15VL078	11/13	50	11/15	52	179	50.8	18.3	100	5.2	32.7	912	194	1
17VL034/17VL05	11/14	51	11/16	53	163	44.2	17.0	98.0	4.7	35.3	551	117	1
17VL034/18VL011	11/17	54	11/21	58	173	47.4	15.7	95.7	4.7	31.9	792	168	1
17VL034/18VL019	11/14	51	11/15	52	188	45.2	18.7	98.2	4.5	32.6	970	206	1
18VL011/CL5	11/16	53	11/16	53	159	54.7	16.7	92.0	4.7	29.5	710	151	1
18VL011/18VL019	11/19	56	11/19	56	154	45.5	16.0	93.8	4.5	32.6	596	127	1
18VL019/CL104	-	-	-	-	171	39.2	18.0	92.6	4.7	36.8	487	103	1
18VL019/15VL010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18VL025/CL45	11/15	52	11/15	52	184	46.2	17.3	100	5.2	41.3	844	179	1
18VL025/CL51	11/12	49	11/15	52	182	47.3	20.7	96.8	5.3	37.4	737	157	5
18VL025/CL59	11/14	51	11/17	54	174	46.0	18.0	98.1	4.8	40.3	598	127	1
18VL025/CL81	11/13	50	11/16	53	153	53.6	17.7	98.1	5.3	43.5	558	119	1

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											총실중	지수	
18VL025/15VL078	11/12	49	11/15	52	153	54.2	18.0	96.3	5.2	44.1	939	200	1
18VL025/17VL05	11/19	56	11/22	59	183	38.3	17.7	94.3	4.7	31.1	439	93	1
18VL025/17VL034	11/15	52	11/18	55	182	44.0	16.7	100	4.8	32.2	747	159	1
18VL025/18VL031	11/11	48	11/13	50	172	40.7	18.7	98.2	4.8	44.0	555	118	1
18VL026/CL42	11/16	53	11/18	55	176	42.0	16.7	96.0	4.7	34.5	505	107	1
18VL026/CL45	11/19	56	11/21	58	174	36.2	16.3	89.8	4.7	32.4	485	103	1
18VL026/CL51	11/13	50	11/15	52	200	41.5	16.3	98.0	5.3	37.7	460	98	9
18VL026/CL65	11/14	51	11/16	53	187	43.3	17.3	96.2	4.5	38.2	364	77	5
18VL026/CL81	11/14	51	11/14	51	155	45.2	17.0	100	5.5	37.0	850	181	3
18VL026/15VL078	11/13	50	11/14	51	200	52.0	17.0	98.0	5.5	39.4	965	205	5
18VL026/17VL018	11/12	49	11/14	51	177	40.7	19.3	98.3	5.2	40.1	1,005	214	1
18VL026/18VL011	11/14	51	11/16	53	192	50.0	16.7	88.0	4.8	31.8	637	135	5
18VL026/18VL019	11/15	52	11/16	53	186	43.0	19.7	93.2	5.0	40.9	817	174	1
18VL026/18VL025	11/16	53	11/19	56	153	30.1	14.3	97.7	4.2	34.9	384	82	1
18VL026/18VL031	11/14	51	11/15	52	174	37.4	17.3	96.2	4.8	41.4	588	125	1
18VL031/14K9	11/14	51	11/15	52	180	37.8	18.3	92.7	5.3	51.4	913	194	3
18VL031/CL6	11/12	49	11/14	51	164	52.4	18.7	98.2	5.5	51.6	906	192	5
18VL031/CL15	11/12	49	11/14	51	178	43.3	17.3	98.1	5.2	50.9	780	166	5
18VL031/CL40	11/13	50	11/15	52	188	53.2	19.0	96.5	4.5	45.5	625	133	5
18VL031/CL63	11/12	49	11/14	51	185	39.5	19.7	94.9	4.8	39.8	668	142	1
18VL031/CL65	11/15	52	11/17	54	206	53.4	17.7	90.6	4.7	42.5	529	112	3
18VL031/18VL019	11/12	49	11/15	52	185	45.4	17.3	98.1	4.8	41.5	803	171	1
18VL033/CL6	11/13	50	11/16	53	174	42.5	18.0	96.3	5.2	44.7	885	188	1

○ 베트남 생산력검정예비시험(“20. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 63-68일, 평균 66일, LVN10은 66일이었으며, 육성 교잡계는 거의 대부분 LVN10보다 출사가 빨랐고 19VLS6022/19VLS6043과 19VLS6022/14K26는 출사일수가 63일로 가장 출사가 빨랐음
- 육성 교잡계의 간장은 132-246cm, 평균은 189cm, LVN10은 187cm이었으며, 19VLS6101/19VLS6077, 19VLS6101/CL59, 19VLS6101/19VLS6046 등 3 교잡계는 간장이 230cm 보다 컸음
- 육성 교잡계의 착수고율은 25 - 60%, 평균은 48%, LVN10은 51%이었으며, 육성 교잡계는 대체로 LVN10보다 착수고율이 낮은 편이었음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 13.3-22.4cm, 평균은 18.2cm, LVN10은 17.3cm이었으며, 육

성 교잡계는 대체로 LVN10보다 이삭길이가 긴 편이었고 19VLS6065/19VLS6043 등 11 교잡계는 이삭길이가 20cm 보다 길었음

- 육성 교잡계의 착립장률은 86-98%, 평균은 96%, LVN10은 96%이었으며, 육성 교잡계는 대체로 LVN10보다 이삭 착립장률이 좋은 편이였음
- 육성 교잡계의 백립중은 19.6-43.1g, 평균은 30.0g, LVN10은 32.3g이었으며, 육성 교잡계는 대체로 LVN10보다 백립중이 작은 편이였고 19VLS6022/19VLS6043 등 8 교잡계는 백립중이 35g 이상으로 무거웠음
- 육성 교잡계의 수량성은 172-865 kg/10a, 평균 542 kg/10a이었고 LVN10은 401 kg/10a 이었으며, 육성 교잡계의 수량성은 대체로 LVN10보다 높았으며 19VLS6062/CL32, 14K26/19VLS6052, 14K26/19VLS6092 등 3 교잡계는 LVN10보다 2 배 수량성이 높았음

< 베트남 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성('20. 7월 수확) >

교잡계명	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립중 (g)	수량성 (kg/10a)	
											종실중	지수
LVN10(표준품종)	5/20	62	5/24	66	187	51.1	17.3	95.9	4.2	32.3	401	100
17VL33/14K8	5/20	62	5/24	66	162	25.3	19.3	93.1	5.0	34.3	526	131
17VL33/19VLS6001	5/18	60	5/22	64	176	51.1	19.0	98.2	5.0	33.8	642	160
17VL33/19VLS6113	5/18	60	5/22	64	184	48.9	18.0	98.1	4.7	33.4	613	153
19VLS6022/19VLS6043	5/17	59	5/21	63	191	43.5	20.0	95.0	4.7	43.1	748	187
19VLS6022/14K26	5/17	59	5/21	63	176	45.5	17.0	94.1	5.0	29.9	470	117
19VLS6022/G1	5/19	61	5/23	65	200	41.5	17.3	96.2	4.7	31.0	263	65
19VLS6022/19VLS6104	5/18	60	5/22	64	200	42.5	19.0	98.2	5.0	30.7	653	163
19VLS6022/CL94	5/22	64	5/25	67	172	43.0	19.7	96.6	5.3	36.2	764	190
19VLS6022/CL19	5/22	64	5/25	67	162	48.8	19.7	94.9	5.0	32.0	738	184
19VLS6022/19VLS6019	5/20	62	5/24	66	173	46.8	18.3	94.5	4.7	27.6	656	164
19VLS6022/19VLS6059	5/20	62	5/24	66	187	43.9	16.7	94.0	4.7	24.3	610	152
19VLS6022/19VLS6040	5/18	60	5/22	64	157	44.6	19.7	86.4	4.3	27.0	656	164
19VLS6022/CL59	5/20	62	5/24	66	167	43.7	19.0	96.5	4.7	29.2	654	163
19VLS6022/19VLS6089	5/20	62	5/24	66	178	46.6	17.7	98.1	5.0	28.1	652	163
19VLS6022/19VLS6016	5/19	61	5/23	65	160	40.6	20.0	90.0	4.7	27.2	617	154
19VLS6022/14K2	5/18	60	5/23	65	162	39.5	15.7	97.9	4.7	27.3	615	153
19VLS6022/19VLS6113	5/19	61	5/23	65	151	43.0	19.0	94.7	4.7	28.9	652	163
19VLS6022/19VLS6055	5/18	60	5/22	64	169	47.3	17.7	96.2	4.7	26.3	669	167
19VLS6022/19VLS6065	5/20	62	5/24	66	143	46.9	18.3	98.2	5.0	28.1	702	175
19VLS6022/14K8	5/18	60	5/22	64	164	39.0	19.0	96.5	4.7	31.4	532	133
19VLS6016/CL19	5/18	60	5/22	64	132	33.3	17.3	98.1	4.3	27.0	623	155

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립장	이삭	백립중	수량성 (kg/10a)	
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	률 (%)	직경 (cm)	(g)	중실중	지수
19VLS6062/19VLS6077	5/20	62	5/24	66	160	46.3	14.7	97.7	4.3	25.2	405	101
19VLS6062/19VLS6101	5/20	62	5/24	66	186	39.8	17.7	98.1	4.7	31.4	579	144
19VLS6062/19VLS6013	5/21	63	5/25	67	141	46.1	16.7	98.0	4.3	25.5	352	88
19VLS6062/19VLS6028	5/21	63	5/25	67	148	53.4	15.0	95.6	4.0	28.1	393	98
19VLS6062/14K23	5/21	63	5/25	67	155	50.3	17.3	98.1	4.3	27.9	355	88
19VLS6062/19VLS6083	5/20	62	5/24	66	156	46.8	17.3	98.1	4.3	30.5	664	166
19VLS6062/19VLS6016	5/19	61	5/23	65	142	39.4	18.3	98.2	4.0	27.3	570	142
19VLS6062/CL32	5/20	62	5/24	66	168	51.8	20.0	98.3	5.0	35.3	865	216
19VLS6062/CL59	5/20	62	5/24	66	154	47.4	16.0	97.9	4.3	28.6	614	153
19VLS6098/19VLS6077	5/20	62	5/24	66	208	49.0	19.0	98.2	4.7	30.1	615	153
19VLS6098/19VLS6083	5/18	60	5/22	64	196	49.0	17.7	96.2	4.3	30.2	659	164
19VLS6098/19VLS6031	5/20	62	5/24	66	180	42.2	15.0	97.8	4.3	26.3	436	109
19VLS6098/19VLS6071	5/20	62	5/24	66	206	42.2	18.7	94.6	4.7	32.9	664	166
19VLS6098/19VLS6074	5/20	62	5/24	66	195	48.2	18.7	92.9	4.7	32.1	747	186
19VLS6098/CL81	5/20	62	5/24	66	200	52.5	18.0	94.4	5.3	37.2	615	153
19VLS6098/CL32	5/21	63	5/25	67	170	44.7	19.7	96.6	4.7	33.4	708	177
14K26/14K8	5/18	60	5/22	64	159	42.1	19.0	98.2	5.0	31.2	487	121
14K26/19VLS6052	5/20	62	5/24	66	212	47.2	16.7	98.0	4.0	29.3	831	207
14K26/19VLS6031	5/21	63	5/25	67	194	46.9	15.7	97.9	4.7	26.6	745	186
14K26/19VLS6049	5/22	64	5/24	66	217	53.5	19.3	93.1	5.0	31.0	787	196
14K26/19VLS6092	5/20	62	5/24	66	196	45.9	18.7	96.4	5.0	28.8	821	205
14K26/19VLS6019	5/20	62	5/24	66	218	52.8	18.7	98.2	5.3	33.4	524	131
14K26/19VLS6007	5/20	62	5/24	66	210	45.2	17.0	98.0	5.3	33.8	694	173
19VLS6083/19VLS6071	5/23	65	5/26	68	175	48.6	17.3	96.2	4.0	24.4	436	109
19VLS6083/CL81	5/23	65	5/26	68	178	51.1	18.3	98.2	4.3	31.0	651	162
19VLS6083/19VLS6062	5/23	65	5/26	68	194	52.6	17.7	98.1	4.3	28.2	652	163
19VLS6083/19VLS6089	5/23	65	5/26	68	189	59.8	17.3	96.2	4.3	30.9	702	175
19VLS6101/19VLS6083	5/21	63	5/25	67	228	52.6	17.0	98.0	4.3	34.7	617	154
19VLS6101/CL81	5/20	62	5/24	66	230	56.5	17.3	96.2	5.0	38.3	703	175
19VLS6101/17VL35	5/21	63	5/25	67	229	41.9	17.3	96.2	4.7	28.6	698	174
19VLS6101/19VLS6049	5/21	63	5/25	67	213	49.8	16.7	96.0	4.7	32.9	350	87
19VLS6101/19VLS6077	5/21	63	5/25	67	233	50.2	18.0	98.1	4.7	30.6	738	184
19VLS6101/CL59	5/20	62	5/24	66	235	49.4	16.7	96.0	4.7	32.4	613	153
19VLS6101/19VLS6046	5/21	63	5/25	67	246	40.2	18.7	94.6	4.7	34.1	351	88

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립장	이삭	백립중	수량성 (kg/10a)	
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	률 (%)	직경 (cm)	(g)	중실중	지수
19VLS6065/19VLS6016	5/19	61	5/23	65	177	53.7	19.3	96.6	3.7	24.8	307	77
19VLS6065/19VLS6101	5/20	62	5/24	66	205	56.1	19.3	96.6	4.7	31.0	571	142
19VLS6065/19VLS6062	5/22	64	5/25	67	187	52.4	18.0	98.1	4.3	29.5	479	119
19VLS6065/19VLS6031	5/20	62	5/23	65	179	46.9	17.0	96.1	3.7	22.3	391	98
19VLS6065/19VLS6028	5/20	62	5/24	66	173	48.0	17.0	96.1	4.0	25.3	303	76
19VLS6065/19VLS6059	5/20	62	5/23	65	210	51.4	19.7	96.6	4.3	21.5	516	129
19VLS6065/19VLS6040	5/20	62	5/24	66	167	56.3	18.3	94.5	4.3	35.6	700	175
19VLS6065/14K8	5/19	61	5/23	65	201	49.8	18.3	98.2	4.3	30.1	347	86
19VLS6065/CL50	5/19	61	5/23	65	200	47.5	19.3	98.3	4.0	26.1	304	76
19VLS6065/19VLS6043	5/20	62	5/24	66	218	45.9	22.3	97.0	4.3	30.2	608	152
19VLS6065/14K23	5/20	62	5/24	66	203	50.2	17.7	98.1	4.0	25.8	348	87
19VLS6065/19VLS6034	5/20	62	5/24	66	206	54.4	15.7	97.9	4.3	25.7	305	76
14K8/19VLS6010	5/18	60	5/22	64	193	44.0	18.7	96.4	4.3	32.9	620	155
14K8/19VLS6001	5/19	61	5/23	65	204	52.9	21.0	98.4	5.0	31.9	647	161
14K8/19VLS6031	5/19	61	5/23	65	186	41.9	16.7	94.0	4.0	26.7	305	76
14K8/CL59	5/19	61	5/23	65	195	53.8	19.7	86.4	4.7	30.0	482	120
14K8/19VLS6104	5/19	61	5/23	65	180	52.2	19.0	93.0	4.7	31.6	572	143
14K8/19VLS6052	5/19	61	5/23	65	215	45.6	17.0	98.0	4.7	33.0	658	164
14K8/19VLS6092	5/19	61	5/23	65	193	49.7	18.0	94.4	4.3	25.5	607	151
14K8/19VLS6113	5/19	61	5/23	65	193	57.0	19.7	94.9	4.7	33.3	750	187
14K8/14K23	5/19	61	5/23	65	191	51.3	21.0	98.4	4.7	33.5	489	122
19VLS6007/19VLS6004	5/21	63	5/25	67	174	53.4	19.3	96.6	4.7	31.5	660	165
19VLS6007/19VLS6052	5/20	62	5/24	66	185	48.1	19.0	96.5	5.0	31.4	715	178
19VLS6007/19VLS6019	5/20	62	5/24	66	165	47.3	18.7	91.1	4.3	25.2	352	88
19VLS6007/CL32	5/20	62	5/24	66	178	46.6	19.0	94.7	4.7	32.1	694	173
19VLS6007/17VL33	5/20	62	5/24	66	179	48.0	19.0	98.2	4.7	33.4	694	173
19VLS6007/19VLS6043	5/20	62	5/24	66	192	37.5	20.7	96.8	4.7	33.8	618	154
19VLS6007/19VLS6059	5/21	63	5/25	67	187	48.7	19.7	96.6	4.7	30.2	702	175
19VL35/19VLS6049	5/21	63	5/25	67	207	55.6	17.0	96.1	4.3	32.9	306	76
19VL35/CL59	5/21	63	5/25	67	190	51.1	18.3	94.5	4.7	28.5	613	153
19VL35/14K8	5/21	63	5/25	67	198	53.5	17.7	96.2	4.7	29.8	393	98
19VL35/19VLS6065	5/22	64	5/25	67	207	46.4	19.3	94.8	4.7	28.0	350	87
19VL35/6071	5/21	63	5/25	67	202	47.0	18.7	92.9	4.7	28.1	394	98
19VL35/G5	5/18	60	5/22	64	198	41.4	17.3	96.2	4.7	28.6	443	111

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립장	이삭	백립중	수량성 (kg/10a)	
	(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	률 (%)	직경 (cm)	(g)	중실중	지수
19VL35/CL81	5/19	61	5/23	65	178	56.7	18.7	91.1	4.7	35.3	307	77
19VLS6113/19VLS6022	5/19	61	5/23	65	203	46.3	20.3	90.2	4.3	32.7	397	99
19VLS6113/19VLS6010	5/19	61	5/23	65	176	44.9	18.0	94.4	4.3	30.7	176	44
19VLS6113/19VLS6007	5/19	61	5/23	65	165	51.5	20.3	93.4	4.7	31.2	220	55
17VL33/CL105	5/20	62	5/24	66	170	45.9	19.3	91.4	4.7	30.7	177	44
17VL33/CL101	5/20	62	5/24	66	201	47.8	17.7	94.3	4.7	38.9	398	99
17VL33/19VLS6007	5/20	62	5/24	66	160	48.8	19.0	89.5	4.7	31.7	422	105
19VLS6049/19VLS6065	5/20	62	5/24	66	196	50.5	20.3	91.8	4.7	31.8	306	76
19VLS6049/14K8	5/21	63	5/25	67	187	49.7	17.0	90.2	4.0	29.3	172	43
19VLS6049/19VLS6034	5/20	62	5/24	66	171	48.0	15.7	95.7	4.3	19.6	258	64
19VLS6049/19VLS6001	5/20	62	5/24	66	210	58.1	19.7	93.2	4.7	26.9	433	108
19VLS6049/14K26	5/20	62	5/24	66	226	52.7	18.7	92.9	5.0	31.5	435	108
19VLS6049/19VLS6089	5/20	62	5/24	66	218	51.8	18.7	94.6	5.0	32.4	216	54
19VLS6080/19VLS6052	5/19	61	5/23	65	228	47.8	17.0	98.0	4.3	31.6	698	174
19VLS6080/CL101	5/19	61	5/23	65	230	48.3	17.0	98.0	4.3	29.1	349	87
19VLS6080/17VL35	5/19	61	5/23	65	210	49.0	17.0	98.0	4.7	28.2	472	118
19VLS6080/CL59	5/19	61	5/23	65	171	51.5	15.0	95.6	4.3	25.0	475	118
19VLS6034/CL94	5/18	60	5/22	64	179	48.6	16.0	95.8	4.7	31.9	429	107
14K2/19VLS6010	5/19	61	5/23	65	205	48.3	15.7	93.6	4.3	29.8	261	65
14K2/19VLS6113	5/19	61	5/23	65	213	47.9	18.3	98.2	4.7	31.6	434	108
14K2/19VLS6007	5/19	61	5/23	65	207	48.3	18.0	94.4	4.7	28.9	754	188
14K2/19VLS6037	5/19	61	5/23	65	195	46.2	15.7	95.7	4.3	26.7	693	173
14K2/19VLS6031	5/19	61	5/23	65	200	44.5	13.3	95.0	4.0	22.7	514	128
14K2/19VLS6019	5/19	61	5/23	65	196	45.4	16.7	98.0	4.3	26.8	688	172
19VLS6046/19VLS6001	5/20	62	5/24	66	220	47.7	22.0	97.0	4.7	33.3	693	173
19VLS6046/19VLS6065	5/20	62	5/24	66	215	52.1	21.3	95.3	4.7	31.8	793	198
19VLS6013/19VLS6071	5/20	62	5/24	66	176	45.5	18.0	96.3	4.3	26.5	441	110
19VLS6013/19VLS6074	5/20	62	5/24	66	149	47.0	17.0	98.0	4.3	28.7	350	87
19VLS6013/19VLS6068	5/20	62	5/24	66	175	49.1	21.0	96.8	4.7	29.8	724	181
19VLS6013/19VLS6101	5/20	62	5/24	66	204	50.5	18.0	94.4	4.3	30.6	567	141
19VLS6013/19VLS6065	5/19	61	5/23	65	175	45.1	18.3	98.2	4.3	28.3	737	184
19VLS6013/14K23	5/19	61	5/23	65	181	50.8	21.3	98.4	4.3	29.9	614	153
CL101/19VLS6074	5/21	63	5/25	67	200	48.0	18.3	96.4	4.3	29.9	567	142
19VLS6059/19VLS6044	5/21	63	5/25	67	175	53.7	15.7	95.7	4.3	23.0	517	129

○ 베트남 생산력검정본시험('20. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 51-60일, 평균 54일이었고 LCH9(대비품종)는 53일, LVN10(표준품종)은 60일이었으며, CL15/14K8과 CL15/14K9는 출사가 가장 빨랐음
- 육성 교잡계의 간장은 191-246cm, 평균 214cm이었고 LCH9은 219cm이었으며, CL63/14K5와 CL11/14K5는 간장이 230cm가 넘는 장간 교잡계이었음
- 육성 교잡계의 착수고율은 47-56%, 평균 51%이었고 LCH9은 53%이었으며, 육성 교잡계는 2계통을 제외하고 대부분 LCH9보다 착수고율이 낮았음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 17.3-18.8cm, 평균은 17.9cm이었고 LCH9 19.9cm이었으며 육성 교잡계는 모두 LCH9보다 이삭길이가 같거나 작았음
- 육성 교잡계의 착립장률은 94.1-98.8%, 평균은 97.2%로 육성 교잡계의 착립장률은 모두 양호함
- 육성 교잡계의 이삭직경은 5.3-6.1cm, 평균 5.5cm이었고 LCH9은 5.2cm이었으며, 육성 교잡계는 모두 LCH9보다 이삭직경이 더 컸음
- 육성 교잡계의 백립중은 36.2-47.7g, 평균 42.7g이었고 LCH9은 40.3g이었으며, 육성 교잡계는 거의 모두 LCH9보다 백립중이 더 무거웠고 특히, CL2/14K9, CL15/14K8, CL15/14K9, CL94/14K26 등 4 교잡계는 백립중이 45g 보다 큰 대립 교잡계이었음
- 육성 교잡계의 수량성은 862-1,045 kg/10a, 평균 946 kg/10a이었고 LCH9은 788 kg/10a이었으며, 육성 교잡계가 모두 LCH9보다 수량성이 높았음

< 베트남 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('20. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성(kg/10a)		도복 (1-9)
												종실중	지수	
LCH9 (대비품종)	1	11/14	51	11/15	52	220	51	20.6	99.0	5.2	42.3	724		1
	2	11/14	51	11/16	53	222	57	19.8	98.0	5.2	35.5	694		1
	3	11/14	51	11/16	53	215	52	19.4	97.9	5.2	43.2	946		1
	평균	11/14	51	11/15	53	219	53	19.9	98.3	5.2	40.3	788	100	1
LVN10 (표준품종)	1	11/21	58	11/23	60	234	54	17.2	90.7	4.6	37.6	463		1
	2	11/21	58	11/23	60	232	60	17.6	97.7	4.6	37.1	600		1
	3	11/21	58	11/23	60	235	52	18.2	90.1	4.5	32.4	473		1
	평균	11/21	58	11/23	60	234	55	17.7	92.8	4.6	35.7	512	65	1
CL2/14K9	1	11/13	50	11/15	52	195	53	18.8	98.9	5.3	41.3	958		1
	2	11/14	51	11/16	53	204	57	18.0	98.9	5.3	46.4	873		1
	3	11/14	51	11/16	53	203	56	19.0	92.6	5.3	48.1	940		1
	평균	11/13	51	11/15	53	201	56	18.6	96.8	5.3	45.2	924	117	1
CL11/14K5	1	11/14	51	11/16	53	220	53	17.2	98.8	5.8	39.8	973		1
	2	11/14	51	11/16	53	244	50	17.4	98.9	5.7	40.5	997		1

교잡계명	반복	출웅기	출웅	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성(kg/10a)		도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수							종실중	지수	
	3	11/14	51	11/16	53	227	48	17.4	98.9	5.7	37.9	1,158		1
	평균	11/14	51	11/16	53	230	51	17.3	98.8	5.7	39.4	1,043	132	1
CL12/14K26	1	11/14	51	11/16	53	204	47	17.8	88.8	5.7	37.4	867		1
	2	11/14	51	11/26	63	210	53	17.8	96.6	5.7	41.8	860		1
	3	11/14	51	11/26	63	209	48	18.6	96.8	5.9	44.3	1,224		1
	평균	11/14	51	11/22	60	208	49	18.1	94.1	5.8	41.1	984	125	1
CL15/14K8	1	11/11	48	11/13	50	195	52	18.4	98.9	5.6	48.5	1,047		1
	2	11/12	49	11/14	51	210	55	18.6	98.9	5.2	45.9	868		1
	3	11/13	50	11/15	52	208	52	19.4	95.9	5.5	45.0	827		1
	평균	11/12	49	11/14	51	204	53	18.8	97.9	5.4	46.5	914	116	1
CL15/14K9	1	11/11	48	11/14	51	199	53	19.2	97.9	5.4	43.1	735		1
	2	11/12	49	11/14	51	204	58	17.8	98.9	5.2	49.6	931		1
	3	11/12	49	11/14	51	193	50	17.4	96.6	5.3	50.4	1,082		1
	평균	11/11	49	11/14	51	199	53	18.1	97.8	5.3	47.7	916	116	1
CL19/14K28	1	11/14	51	11/15	52	183	44	17.6	96.6	5.4	35.2	769		1
	2	11/14	51	11/16	53	196	50	17.6	96.6	5.5	47.4	931		1
	3	11/14	51	11/16	53	193	49	18.8	97.9	5.4	41.9	887		1
	평균	11/14	51	11/15	53	191	47	18.0	97.0	5.4	41.5	862	109	1
CL59/14K5	1	11/16	53	11/18	55	218	50	17.0	92.9	5.1	44.6	844		1
	2	11/16	53	11/18	55	238	52	17.2	98.8	5.4	38.6	909		1
	3	11/16	53	11/18	55	225	49	17.8	98.9	5.5	41.6	928		1
	평균	11/16	53	11/18	55	227	50	17.3	96.9	5.3	41.6	894	113	1
CL63/14K5	1	11/14	51	11/16	53	242	47	18.2	94.5	5.5	34.3	954		1
	2	11/14	51	11/16	53	250	49	18.0	98.9	5.2	38.9	941		1
	3	11/14	51	11/16	53	245	47	17.8	96.6	5.4	35.3	890		1
	평균	11/14	51	11/16	53	246	47	18.0	96.7	5.4	36.2	929	118	1
CL94/14K26	1	11/15	52	11/16	53	227	49	16.8	98.8	6.1	45.4	961		1
	2	11/15	52	11/17	54	229	52	17.6	98.9	6.1	44.4	1,119		1
	3	11/15	52	11/17	54	216	50	17.4	98.9	6.1	46.7	1,056		1
	평균	11/15	52	11/16	54	224	50	17.3	98.8	6.1	45.5	1,045	133	1

○ 베트남 생산력검정본시험('20. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 육성 교잡계의 출사일수는 61-65일, 평균 63일이었고 LCH9은 63일이었으며 62~65일 범위였으며, 16VL005/17VL34, 16VL004/14K5, 16VL005/14K22, 16VL009/17VL44 등 4 교잡계는 출사가 가장 빨랐음
- 육성 교잡계의 간장은 156-196cm, 평균 181cm이었고 LCH9은 187cm이었으며, CL50/14K5, 16VL005/17VL34, 16VL004/14K5 등 3 교잡계는 LCH9 보다 컸음
- 육성 교잡계의 착수고율은 40-56%, 평균 47%이었고 LCH9은 55%이었으며, 육성 교잡계는 거의 모두 LCH9 보다 착수고율이 낮았음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 16.5-19.2cm, 평균 18.0cm이었고 LCH9은 18.5cm이었으며, CL50/14K5, CL94/14K28, 16VL005/14K22 등 3 교잡계는 LCH9 보다 이삭길이가 더 길었음
- 육성 교잡계의 착수고율은 93-98%로 모두 양호하였음
- 육성 교잡계의 이삭직경은 4.4-4.9cm, 평균 4.6cm이었고 LCH9은 4.4cm이었으며 육성 교잡계는 거의 모두 LCH9보다 이삭직경이 더 컸음
- 육성 교잡계의 백립중은 25.9-34.9g, 평균 29.0g이었고 LCH9은 31.2g이었으며, CL94/14K28과 16VL005/14K22는 LCH9 보다 백립중이 더 무거웠음
- 육성 교잡계의 수량성은 532-695 kg/10a, 평균 613 kg/10a이었고 LCH9은 447 kg/10a이었으며, 육성 교잡계 모두 현지 선도 품종인 LCH9 보다 수량성이 높았음

< 베트남 생산력검정본시험 주요 선발 교잡계의 주요 생육특성('20. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성(kg/10a)	
												총실중	지수
LCH9 (대비품종)	1	5/17	59	5/21	63	200	58.0	20.0	97.0	4.4	31.5	444	
	2	5/17	59	5/21	63	180	54.4	16.6	98.8	4.4	31.5	411	
	3	5/17	59	5/21	63	182	51.6	19.0	96.8	4.4	30.6	487	
	평균	5/17	59	5/21	63	187	54.7	18.5	97.5	4.4	31.2	447	
LVN10 (표준품종)	1	5/20	62	5/24	66	200	53.9	18.4	94.6	4.0	29.9	392	
	2	5/20	62	5/24	66	186	57.7	17.6	98.9	4.0	30.4	331	
	3	5/20	62	5/24	66	193	50.7	17.4	97.7	4.0	29.7	481	
	평균	5/20	62	5/24	66	193	54.1	17.8	97.0	4.0	30.0	401	
CL12/17VL23	1	5/19	61	5/23	65	170	43.9	18.4	97.8	4.6	28.0	649	
	2	5/19	61	5/23	65	182	44.6	17.6	98.9	4.4	27.0	395	
	3	5/19	61	5/23	65	158	46.6	18.4	97.8	4.4	26.4	550	
	평균	5/19	61	5/23	65	170	45.1	18.1	98.2	4.5	27.1	532	
CL50/CL93	1	5/20	62	5/24	66	182	54.8	18.4	97.8	4.6	28.9	609	
	2	5/19	61	5/23	65	179	59.1	18.0	96.7	4.6	29.9	551	
	3	5/19	61	5/23	65	176	54.5	18.0	97.8	4.4	29.2	620	

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	백립	수량성(kg/10a)	
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중 (g)	종실중	지수
	평균	5/19	61	5/23	65	179	56.1	18.1	97.4	4.5	29.3	593	133
CL50/14K5	1	5/20	62	5/24	66	201	51.6	20.4	96.1	4.6	27.3	766	
	2	5/15	57	5/19	61	201	52.5	18.4	97.8	4.6	27.4	646	
	3	5/15	57	5/19	61	185	50.2	18.4	95.7	4.6	26.4	674	
	평균	5/16	59	5/20	63	196	51.4	19.1	96.5	4.6	27.0	695	
CL59/17VL32	1	5/18	60	5/22	64	183	55.7	17.6	96.6	4.4	25.6	549	
	2	5/18	60	5/22	64	173	53.9	18.4	97.8	4.4	26.2	598	
	3	5/18	60	5/22	64	175	50.2	18.4	97.8	4.4	25.7	593	
	평균	5/18	60	5/22	64	177	53.3	18.1	97.4	4.4	25.9	580	
CL94/14K28	1	5/18	60	5/22	64	198	49.4	19.6	91.8	5.0	35.2	746	
	2	5/18	60	5/22	64	183	47.1	19.0	91.6	5.0	34.9	618	
	3	5/18	60	5/22	64	169	41.5	18.4	95.7	4.6	34.7	574	
	평균	5/18	60	5/22	64	183	46.0	19.0	93.0	4.9	34.9	646	
16VL005/17VL34	1	5/15	57	5/19	61	196	47.0	18.0	97.8	4.6	29.2	724	
	2	5/15	57	5/19	61	195	47.1	17.6	96.6	4.6	28.6	718	
	3	5/15	57	5/19	61	186	46.9	16.0	97.5	4.6	27.7	607	
	평균	5/15	57	5/19	61	192	47.0	17.2	97.3	4.6	28.5	683	
16VL004/14K5	1	5/15	57	5/19	61	197	42.6	16.6	96.4	4.6	29.5	613	
	2	5/15	57	5/19	61	201	44.0	17.0	97.6	4.6	27.7	723	
	3	5/15	57	5/19	61	186	41.8	16.6	98.8	4.6	28.6	541	
	평균	5/15	57	5/19	61	195	42.8	16.7	97.6	4.6	28.6	625	
16VL005/14K22	1	5/15	57	5/19	61	183	39.3	18.4	95.7	4.6	32.5	597	
	2	5/15	57	5/19	61	163	40.0	19.6	99.0	4.6	31.5	678	
	3	5/15	57	5/19	61	185	39.7	19.6	96.9	4.6	32.4	607	
	평균	5/15	57	5/19	61	177	39.7	19.2	97.2	4.6	32.1	627	
16VL009/17VL44	1	5/15	57	5/19	61	176	50.2	16.6	96.4	4.4	27.3	552	
	2	5/15	57	5/19	61	151	40.7	16.0	96.3	4.4	26.6	533	
	3	5/15	57	5/19	61	140	43.6	17.0	96.5	4.4	27.4	520	
	평균	5/15	57	5/19	61	156	44.8	16.5	96.4	4.4	27.1	535	

(4) 한국

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2020. 4. 27.
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P2O5-K2O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : 장다옥 등 생산력검정본시험 11교잡계

(나) 시험결과

- 수원 생산력검정본시험 교잡계의 생육특성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 91-106일, 평균 97일이었고 장다옥은 81일, LCH9은 106일이었으며, 장다옥 보다 출사가 모두 느렸고 출용과 출사일수 간격이 평균 9일로 암꽃과 수꽃 개화 불일치로 수정이 불량할 가능성이 높음
 - 육성 교잡계의 간장은 216-273cm, 평균 254cm이었고 장다옥은 225cm이었으며 육성 교잡계는 거의 모두 장다옥 보다 간장이 더 길었음
 - 육성 교잡계의 착수고율은 54-65%, 평균 61%이었고 장다옥은 53%이었으며, 육성 교잡계는 모두 장다옥 보다 착수고율이 높았음
 - 육성 교잡계의 이삭길이는 13.9-17.0cm, 평균 15.3cm이었고 장다옥은 16.3cm이었으며, CL94/14K28만 장다옥 보다 이삭길이 길었음
 - 육성 교잡계의 착립장률은 85.2-95.3%, 평균 90.7%이었고 장다옥은 95.5%이었으며, 육성 교잡계 모두 장다옥 보다 착립장률이 낮았음
 - 육성 교잡계의 백립중은 23.4-29.0g, 평균 26.1g이었고 장다옥은 23.4g이었으며, 거의 모든 육성 교잡계가 장다옥 보다 백립중이 무거웠음
 - 육성 교잡계의 수량성은 87-665 kg/10a, 평균 374 kg/10a이었고 장다옥은 501 kg/10a이었으며 16VL004/14K5, 16VL005/17VL34, CL59/17VL32 등 3 교잡계는 장다옥 보다 수량성이 높았음
 - 육성 교잡계는 CL50/CL93, CL50/14K5, 16VL004/14K5 등 3 교잡계는 일부 도복이 발생하였음

< 수원 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성 >

교잡계명	반복	출용기 (월. 일)	출용 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
													종실중	지수	
장다옥 (대비품종)	1	7/14	78	7/17	81	229	54.4	13.8	90.9	3.8	40.0	20.9	262		1
	2	7/14	78	7/17	81	207	48.6	18.8	100.0	4.3	16.7	26.0	740		1
	3	7/14	78	7/17	81	239	55.6	-	-	-	-	-	-		1

교잡계명	반복	출용기 (월. 일)	출용 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
													종실중	지수	
	평균	7/14	78	7/17	81	225	52.8	16.3	95.5	4.0	28.3	23.4	501	100	1
LCH 9 (표준품종)	1	7/26	90	8/12	107	290	66.9	12.5	100.0	4.0	27.3	28.3	406		1
	2	7/29	93	8/8	103	318	65.5	13.8	98.2	4.3	20.0	27.8	191		1
	3	7/31	95	8/12	107	299	69.6	14.8	93.2	4.0	28.6	26.1	226		1
	평균	7/28	93	8/10	106	302	67.3	13.7	97.1	4.1	25.3	27.4	275	55	1
CL12/17VL23	1	7/26	90	8/18	113	251	64.9	-	-	-	-	-	-		1
	2	7/31	95	8/11	106	236	65.3	12.3	91.9	3.3	33.3	25.4	91		1
	3	7/25	89	8/3	98	238	63.3	16.5	95.5	4.0	16.7	27.9	344		1
	평균	7/27	91	8/10	106	242	64.5	14.4	93.7	3.7	25.0	26.6	218	43	1
CL50/CL93	1	7/24	88	8/3	98	262	60.1	14.0	92.9	3.5	42.9	29.4	228		1
	2	7/25	89	8/6	101	248	59.9	14.3	93.0	3.5	37.5	28.3	218		1
	3	7/28	92	8/6	101	265	60.5	13.5	94.4	3.3	0.0	28.7	203		3
	평균	7/25	90	8/5	100	258	60.1	13.9	93.4	3.4	26.8	28.8	216	43	2
CL50/14K5	1	7/24	88	8/6	101	258	62.4	15.3	90.2	4.0	14.3	24.8	274		2
	2	7/22	86	7/31	95	261	62.6	13.5	81.5	3.8	28.6	24.1	200		3
	3	7/25	89	8/8	103	282	63.8	16.0	89.1	4.0	57.1	28.3	236		1
	평균	7/23	88	8/4	100	267	62.9	14.9	86.9	3.9	33.3	25.7	237	47	2
CL59/17VL32	1	7/27	91	8/7	102	257	64.6	15.5	93.5	3.8	25.0	24.0	368		1
	2	7/23	87	7/31	95	252	62.3	17.3	95.7	4.3	0.0	25.6	698		1
	3	7/23	87	7/30	94	242	65.0	15.5	96.8	4.0	0.0	25.7	536		1
	평균	7/24	88	8/2	97	250	64.0	16.1	95.3	4.0	8.3	25.1	534	106	1
CL94/14K28	1	7/28	92	8/6	101	261	66.4	16.3	86.2	4.0	20.0	29.1	471		1
	2	7/28	92	8/7	102	265	65.5	17.0	89.7	4.0	37.5	28.0	295		1
	3	7/26	90	7/30	94	281	62.4	17.8	88.7	4.3	33.3	29.8	460		1
	평균	7/27	91	8/4	99	269	64.8	17.0	88.2	4.1	30.3	29.0	409	82	1
16VL005/17VL34	1	7/22	86	7/28	92	274	60.0	16.5	83.3	4.5	50.0	24.8	597		1
	2	7/19	83	7/29	93	279	63.9	15.0	88.3	4.5	11.1	25.6	557		1

교잡계명	반복	출용기 (월. 일)	출용 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
													종실중	지수	
	3	7/19	83	7/26	90	266	59.0	17.3	84.1	4.8	0.0	23.4	726		1
	평균	7/20	84	7/27	92	273	60.9	16.3	85.2	4.6	20.4	24.6	626	125	1
16VL004/14K5	1	7/22	86	7/29	93	243	53.2	12.0	93.8	4.5	14.3	23.9	754		3
	2	7/19	83	7/29	93	247	52.6	15.5	87.1	4.5	15.4	22.3	776		3
	3	7/18	82	7/24	88	255	55.1	16.5	100.0	5.0	0.0	24.0	466		1
	평균	7/19	84	7/27	91	249	53.6	14.7	93.6	4.7	9.9	23.4	665	133	2
16VL005/14K22	1	7/30	94	8/3	98	225	57.6	-	-	-	-	-	-		1
	2	7/26	90	8/7	102	221	56.7	16.0	87.5	4.0	0.0	26.9	87		1
	3	7/26	90	8/2	97	203	46.5	15.0	91.1	3.7	66.7	27.0	88		1
	평균	7/27	91	8/4	99	216	53.6	15.5	89.3	3.8	33.3	27.0	87	17	1
16VL009/17VL44	1	7/24	88	7/31	95	259	58.6	14.0	92.9	3.8	0.0	24.3	395		1
	2	7/24	88	7/29	93	271	63.4	16.0	84.4	4.0	14.3	23.4	336		1
	3	7/19	83	7/30	94	258	64.5	14.8	94.9	4.0	0.0	25.7	384		2
	평균	7/22	86	7/30	94	263	62.2	14.9	90.7	3.9	4.8	24.5	372	74	1

마. 지역적응시험(국가별 적응성시험)

(1) 캄보디아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 캄보디아 바탐방
- 파종일 : 2019. 12. 2(20. 3월 수확), 2020. 6. 4('20. 9월 수확)
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료
 - '20. 3월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 등 12 교잡계
 - '20. 9월 수확 : CP888 등 현지 재배 품종 등 15 교잡계

(나) 시험결과

- 캄보디아 공시('20. 3월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성교잡계의 출사일수는 60-64일, 평균 62일이었고 CP888은 64일이었으며, 육성 교잡계 모두 CP888 보다 출사가 같거나 빨랐고 특히, 아세 50호가 출사가 가장 빨랐음
 - 육성 교잡계의 간장은 199-231cm, 평균 209cm이었고 CP888은 194cm이었으며 육성 교잡계 모두 CP888 보다 길었음
 - 육성 교잡계의 착수고율은 41-54%, 평균 48%이었고 CP888은 50% 정도이었으며 육성 교잡계는 대체로 CP888 보다 착수고율이 낮은 편이었음
 - 육성 교잡계의 이삭길이는 18.1-21.4cm, 평균 19.2cm 이었고 CP888은 19.4cm이었으며, 아세46호와 아세53호는 이삭길이가 20cm 이상으로 길었음
 - 육성 교잡계의 착립장률은 모두 92% 이상이었고 CP888보다 거의 모두 착립장률이 높았음
 - 육성 교잡계의 이삭직경은 4.7-5.3cm, 평균 4.9cm이었고 CP888은 4.8cm이었으며, 아세26호, 아세44호, 아세45호, 아세51호는 5.0cm 이상으로 이삭직경이 컸음
 - 육성 교잡계의 수량성은 702-937 kg/10a, 평균 788 kg/10a이었고 CP888은 617 kg/10a로 모든 육성 교잡계가 CP888 보다 수량성이 높았으며, 아세44호와 아세46호가 특히 수량성이 높았음

< 캄보디아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('20. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
		(월. 일)	일수	(월. 일)	일수						종실중	지수	
CP888	1	2/03	64	2/05	66	191	50	19.7	95.5	4.8	681		1
(대비품종)	2	2/03	64	2/06	66	182	45	18.7	95.2	4.6	512		1
	3	1/30	59	2/01	61	208	55	19.7	94.4	5.0	657		1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
		(월. 일)	일수	(월. 일)	일수						중실중	지수	
	평균	2/02	62	2/04	64	194	50	19.4	95.1	4.8	617	100	1
30B80 (표준품종)	1	2/07	67	2/10	70	197	49	17.2	94.8	4.4	424		1
	2	2/03	63	2/07	68	181	47	17.9	96.1	4.4	376		1
	3	2/03	63	2/05	65	235	53	18.1	96.7	4.4	593		1
	평균	2/04	64	2/07	68	204	50	17.7	95.8	4.4	464	75	1
아세26호	1	2/02	63	2/03	64	197	49	18.1	88.4	5.1	809		1
	2	1/29	58	1/30	59	207	49	18.4	95.1	5.1	905		1
	3	1/29	58	1/30	59	205	52	18.1	95.0	5.2	846		1
	평균	1/30	60	1/31	61	203	50	18.2	92.8	5.1	853	138	1
아세44호	1	2/04	64	2/04	65	208	46	18.0	97.8	5.3	945		1
	2	1/29	58	1/30	60	195	46	19.6	95.9	5.4	785		1
	3	1/28	58	1/30	59	222	51	18.3	97.8	5.4	1081		1
	평균	1/30	60	2/01	61	208	48	18.6	97.2	5.3	937	152	1
아세45호	1	2/04	64	2/07	67	209	49	18.0	96.7	4.8	657		1
	2	1/31	61	2/02	63	209	58	18.1	97.3	5.1	749		1
	3	1/31	60	2/01	62	211	53	18.3	97.3	5.1	787		1
	평균	2/01	62	2/03	64	210	53	18.1	97.1	5.0	731	119	1
아세46호	1	2/05	65	2/05	65	198	55	21.0	98.6	4.7	923		1
	2	2/02	63	2/02	63	180	52	21.3	96.2	4.8	673		1
	3	2/01	61	2/02	62	219	55	21.9	96.3	4.8	1024		1
	평균	2/02	63	2/03	63	199	54	21.4	97.1	4.8	873	142	1
아세48호	1	2/04	65	2/05	65	199	57	19.0	97.4	4.9	699		1
	2	2/01	61	2/02	62	206	49	19.1	94.2	4.7	453		1
	3	1/31	60	1/31	61	225	55	20.2	95.5	5.0	954		1
	평균	2/01	62	2/02	63	210	54	19.4	95.7	4.9	702	114	1
아세49호	1	2/03	64	2/04	64	203	48	18.6	97.3	4.8	668		1
	2	1/30	60	1/31	60	183	46	17.8	97.2	4.8	681		1
	3	1/30	60	1/31	61	218	52	18.4	98.4	4.7	818		1
	평균	1/31	61	2/01	62	201	49	18.3	97.6	4.8	722	117	1
아세50호	1	2/02	62	2/03	64	212	48	18.9	97.9	4.7	787		1
	2	1/26	56	1/28	58	224	47	19.1	98.4	4.7	835		1
	3	1/30	59	1/30	60	227	51	19.2	97.9	4.8	866		1
	평균	1/29	59	1/31	60	221	49	19.1	98.1	4.7	829	134	1
아세51호	1	2/03	64	2/04	65	198	44	20.0	98.0	5.0	732		1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
		(월. 일)	일수	(월. 일)	일수						중실중	지수	
	2	1/28	58	1/31	61	206	38	18.5	95.7	4.8	673		1
	3	1/26	56	1/29	58	195	42	19.7	98.0	5.1	943		1
	평균	1/29	59	2/01	61	200	41	19.4	97.2	5.0	782	127	1
아세52호	1	2/03	63	2/04	64	219	41	19.1	97.9	4.7	602		1
	2	1/31	60	2/01	62	229	45	20.3	97.0	4.9	657		1
	3	1/30	59	2/01	62	245	44	20.1	98.5	4.8	864		1
	평균	1/31	61	2/02	62	231	43	19.8	97.8	4.8	708	115	1
아세53호	1	2/02	62	2/03	64	211	44	21.2	98.1	4.9	818		1
	2	2/02	63	2/05	65	191	32	18.8	97.4	4.5	501		1
	3	2/01	61	2/02	62	226	51	20.3	98.5	4.8	905		1
	평균	2/01	62	2/03	64	209	42	20.1	98.0	4.7	741	120	1
LSD(5%) -----											163		
CV -----											12.9		

○ 캄보디아 지역적응시험 ('209. 9월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성 교잡계의 출사일수는 51-56일, 평균 52일이었고 CP888은 54일였으며, 아세51호, 아세54호, 아세55호가 출사가 가장 빨랐음
- 육성 교잡계의 간장은 204-232cm, 평균 217cm이었고 CP888은 224cm로 육성 교잡계는 거의 모두 CP888 보다 간장이 짧았지만, 아세52호와 아세54호는 CP888보다 간장이 길었음
- 육성 교잡계의 착수고율은 43-57%, 평균 52%이었고 CP888은 57%이었으며 육성 교잡계는 모두 CP888보다 착수고율이 같거나 낮았음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 16.9-24.3cm, 평균 19.4cm이었고 CP888은 19.1cm이었으며, 아세46호, 아세48호, 아세51호는 이삭길이가 20cm 이상이었음
- 육성 교잡계의 착립장률은 모두 90% 이상으로 양호하였음
- 육성 교잡계의 이삭직경은 4.7-5.8cm, 평균 5.1cm이었고 CP888은 4.6cm로 모든 육성 교잡계는 CP888보다 이삭직경이 컸음
- 육성 교잡계의 백립중은 24.5-35.0g, 평균 29.0g이었고 CP888은 24.9g이었으며, 아세44호, 아세46호, 아세48호, 아세55호, 아세57호는 백립중이 30g 이상이었음
- 육성 교잡계의 수량은 599-970 kg/10a, 평균 777 kg/10a이었고 CP888은 681 kg/10a이었으며, 육성 교잡계 13계통 중 10계통이 CP888 보다 수량성이 높았고 특히, 아세46호와 아세54호는 수량성이 매우 높았음
- 육성 교잡계 등 모든 시험 교잡계는 병해와 도복 피해가 거의 없었음

< 캄보디아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 (20. 9월 수확) >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
		(월. 일)	일수	(월. 일)	일수							총실중	지수		
CP888	1	7/27	53	7/28	55	227	56.5	19.1	95.3	4.6	26.5	692		0	1
	2	7/25	52	7/27	54	226	55.4	19.9	98.0	4.9	25.7	807		0	1
	3	7/26	52	7/28	54	221	60.6	18.2	95.6	4.4	22.4	545		0	1
	평균	7/26	52	7/28	54	224	57.5	19.1	96.3	4.6	24.9	681	100	0	1
30B80	1	7/24	51	7/24	51	210	54.0	21.0	93.4	4.6	18.6	888		0	1
	2	7/25	51	7/25	51	225	54.5	19.8	91.4	4.8	28.4	866		0	1
	3	7/25	51	7/26	52	214	49.2	21.0	87.1	4.7	28.3	734		0	1
	평균	7/24	51	7/25	51	216	52.6	20.6	90.6	4.7	25.1	829	122	0	1
아세44호	1	7/26	52	7/27	53	228	49.7	19.4	97.4	5.5	36.7	941		0	1
	2	7/26	53	7/28	54	220	50.9	18.7	96.8	5.3	34.1	637		0	1
	3	7/26	52	7/26	53	225	48.7	19.1	96.9	5.3	34.2	785		0	1
	평균	7/26	52	7/27	53	224	49.8	19.1	97.0	5.4	35.0	788	116	0	1
아세45호	1	7/25	51	7/27	53	231	54.4	19.7	96.9	5.2	31.3	802		0	1
	2	7/23	50	7/25	52	219	58.6	19.5	94.4	5.2	27.9	897		0	1
	3	7/24	50	7/27	53	212	52.3	18.4	94.6	5.1	22.7	725		0	1
	평균	7/24	50	7/26	53	221	55.1	19.2	95.3	5.2	27.3	808	119	0	1
아세46호	1	7/26	53	7/27	54	215	55.5	24.3	96.3	5.0	33.8	1,029		0	1
	2	7/26	53	7/27	53	208	47.8	24.0	94.2	4.9	31.0	719		0	2
	3	7/25	52	7/27	53	217	50.5	24.6	94.7	5.0	34.5	1,105		0	2
	평균	7/26	52	7/27	53	213	51.3	24.3	95.1	5.0	33.1	951	140	0	2
아세48호	1	7/27	53	7/26	53	214	55.3	20.4	96.6	5.0	32.8	831		0	1
	2	7/25	51	7/25	51	195	54.1	20.5	95.1	5.1	31.5	914		0	1
	3	7/24	51	7/25	51	204	52.3	21.1	95.7	4.9	30.9	749		0	1
	평균	7/25	52	7/25	52	204	53.9	20.7	95.8	5.0	31.8	832	122	0	1
아세49호	1	7/28	55	7/30	56	201	50.0	19.9	96.0	4.9	30.4	736		0	1
	2	7/27	53	7/28	54	215	52.8	20.0	95.5	4.9	27.1	769		0	1
	3	7/25	52	7/26	53	221	53.0	19.9	96.0	4.8	28.7	760		0	1
	평균	7/27	53	7/28	54	212	52.0	19.9	95.8	4.9	28.7	755	111	0	1
아세50호	1	7/24	50	7/25	51	207	56.9	16.1	96.9	4.6	25.1	642		0	1
	2	7/24	50	7/25	51	212	53.2	17.1	95.3	4.8	26.2	677		0	1
	3	7/25	51	7/26	52	218	54.5	17.4	97.1	4.6	24.4	602		0	1
	평균	7/24	50	7/25	51	212	54.9	16.9	96.5	4.7	25.3	640	94	0	1
아세51호	1	7/23	50	7/25	51	217	52.3	21.1	97.2	5.2	27.3	835		0	1

교잡계명	반복	출용기 (월. 일)	출용 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
												종실중	지수		
	2	7/23	50	7/25	52	210	47.3	22.5	96.9	5.2	26.4	941		0	1
	3	7/24	50	7/26	52	209	44.9	20.8	96.2	5.0	25.5	596		0	1
	평균	7/23	50	7/25	52	212	48.2	21.5	96.7	5.1	26.4	790	116	0	1
아세52호	1	7/25	51	7/26	53	243	44.0	20.0	96.5	4.9	31.8	804		0	1
	2	7/25	51	7/27	53	221	41.9	18.7	97.3	4.6	30.1	642		0	1
	3	7/25	51	7/25	52	225	43.0	19.3	94.8	4.7	24.8	666		0	1
	평균	7/25	51	7/26	52	230	43.0	19.3	96.2	4.7	28.9	704	103	0	1
아세53호	1	7/27	53	7/30	57	224	53.7	19.9	97.0	4.8	25.2	659		0	1
	2	7/28	55	7/31	57	218	53.4	19.8	94.9	4.7	23.4	523		0	1
	3	7/26	52	7/29	56	229	57.6	19.4	95.9	4.7	25.0	613		0	1
	평균	7/27	53	7/30	56	223	54.9	19.7	95.9	4.7	24.5	599	88	0	1
아세54호	1	7/24	50	7/24	50	228	53.9	17.8	95.5	5.6	28.8	934		0	1
	2	7/25	51	7/25	52	230	51.9	17.8	96.1	5.5	26.9	960		0	1
	3	7/24	51	7/25	52	238	53.4	18.2	95.6	5.4	27.3	1,015		0	1
	평균	7/24	51	7/25	51	232	53.1	17.9	95.7	5.5	27.7	970	142	0	1
아세55호	1	7/23	49	7/24	50	209	54.1	18.0	91.1	5.5	30.7	844		0	1
	2	7/24	50	7/26	52	203	55.8	18.2	92.3	5.4	29.5	710		0	1
	3	7/24	50	7/24	50	205	55.2	19.1	89.5	5.6	32.5	923		0	1
	평균	7/23	50	7/24	51	205	55.0	18.4	91.0	5.5	30.9	826	121	0	1
아세56호	1	7/26	52	7/27	53	216	58.2	17.0	96.5	5.0	27.1	655		0	1
	2	7/27	53	7/28	54	221	56.0	18.0	95.0	5.3	24.4	629		0	1
	3	7/24	51	7/25	52	219	57.1	17.2	96.5	5.1	26.4	655		0	1
	평균	7/25	52	7/26	53	218	57.1	17.4	96.0	5.1	26.0	646	95	0	1
아세57호	1	7/24	50	7/25	52	211	52.2	16.8	95.8	5.6	32.2	677		0	1
	2	7/24	50	7/25	51	219	49.0	18.3	96.7	5.9	33.8	846		0	1
	3	7/24	51	7/25	51	222	48.6	17.3	96.0	5.8	30.2	844		0	1
	평균	7/24	50	7/25	51	217	49.9	17.5	96.2	5.8	32.1	789	116	0	1
LSD(5%) -----												161			
CV -----												12.7			

(2) 인도네시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 인도네시아 족자카르타
- 파종일 : 2019. 12. 5('20. 3월 수확)
- 재식거리 : 75×25cm
- 시비량 : N-P2O5-K2O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료
 - '20. 3월 수확 : P21 등 현지 재배 품종 등 12 교잡계

(나) 시험결과

- 인도네시아 공시(20. 3월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 52-55일, 평균 54일이었고 P21은 53일로 육성 교잡계와 비슷하였음
 - 육성 교잡계의 간장은 252-287cm, 평균 265cm이었고 P21은 250cm로 육성 교잡계는 모두 P21 보다 간장이 길었음
 - 육성 교잡계의 착수고율은 39-47%, 평균 43%이었고 P21은 46%이었으며, 육성 교잡계는 거의 모두 P21 보다 착수고율이 같거나 낮았음
 - 육성 교잡계의 이삭길이는 17.8-21.3cm, 평균 19.4cm이었고 P21은 19.2cm이었으며, 아세46호, 아세51호, 아세52호, 아세53호는 이삭길이가 20cm 이상 길었음
 - 육성 교잡계 등 모든 시험 교잡계는 착수고율이 95% 이상으로 모두 양호하였음
 - 육성 교잡계의 이삭직경은 4.7-5.5cm, 평균 5.1cm이었고 P21은 4.8cm이었으며 아세26호, 아세44호, 아세45호, 아세46, 아세48호, 아세51호는 이삭직경이 5cm 이상이었음
 - 육성 교잡계의 수량성은 693-1,011 kg/10a, 평균 834 kg/10a이었고 P21은 653 kg/10a로 모든 육성 교잡계는 P21 보다 수량성이 높았고 특히, 아세46호, 아세49호, 아세51호는 수량성이 매우 높았음
 - 육성 교잡계는 모두 병해 피해가 P21 보다 적었고 도복이 거의 발생하지 않았음

< 인도네시아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 ('20. 3월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월. 일)	출용 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
P21	1	1/26	52	1/27	53	194	40.7	18.3	92.0	4.6	460		7	1
	2	1/27	53	1/28	54	276	47.9	19.2	96.3	4.9	807		4	1
	3	1/26	53	1/26	53	279	49.1	20.2	97.0	5.0	692		5	1
	평균	1/26	53	1/27	53	250	45.9	19.2	95.1	4.8	653	100	5	1
LVN10	1	1/25	52	1/26	53	240	47.3	17.0	95.9	4.5	660		5	1
	2	1/28	54	2/01	58	257	46.0	18.1	95.6	4.4	796		3	1
	3	1/29	56	2/01	59	287	54.6	18.2	98.3	4.6	829		4	1
	평균	1/27	54	1/30	56	261	49.3	17.8	96.6	4.5	761	117	4	1
아세26호	1	1/25	51	1/25	51	210	43.7	18.8	97.9	5.6	704		5	1

교잡계명	반복	출용기 (월. 일)	출용 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립장 률 (%)	이삭 직경 (cm)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
											종실중	지수		
	2	1/27	54	1/28	54	271	44.0	18.3	90.9	5.3	705		5	1
	3	1/25	52	1/27	53	295	52.3	19.0	95.2	5.5	848		5	1
	평균	1/26	52	1/26	53	259	46.6	18.7	94.7	5.5	752	115	5	1
아세44호	1	1/26	53	1/27	54	193	44.8	16.8	96.4	5.3	398		8	1
	2	1/29	56	2/01	59	278	42.1	18.5	96.8	5.3	893		2	1
	3	1/27	54	1/28	54	291	45.2	18.2	97.8	5.5	799		1	1
	평균	1/27	54	1/29	55	254	44.1	17.8	97.0	5.4	697	107	4	1
아세45호	1	1/26	52	1/28	55	220	39.3	17.7	97.2	5.3	764		5	1
	2	1/28	54	1/28	55	244	43.6	18.4	97.3	5.3	737		3	1
	3	1/27	53	1/28	55	293	42.5	18.0	96.1	5.2	578		5	1
	평균	1/27	53	1/28	55	252	41.8	18.0	96.9	5.3	693	106	4	1
아세46호	1	1/27	54	1/26	53	233	39.1	20.2	98.5	5.1	657		4	1
	2	1/28	55	1/29	55	268	40.9	20.9	98.1	5.1	1235		3	1
	3	1/28	54	1/28	54	284	48.3	21.4	98.1	5.3	1143		1	1
	평균	1/28	54	1/27	54	262	42.7	20.8	98.2	5.2	1011	155	3	1
아세48호	1	1/26	52	1/25	51	224	44.5	19.0	96.8	5.2	785		5	1
	2	1/28	54	1/28	54	259	45.6	20.3	94.1	5.4	981		2	1
	3	1/27	53	1/27	53	284	40.7	19.6	98.5	5.3	940		1	1
	평균	1/27	53	1/26	53	256	43.6	19.6	96.5	5.3	902	138	3	1
아세49호	1	1/25	52	1/25	52	243	43.5	17.4	96.6	4.8	1123		4	1
	2	1/26	52	1/26	52	274	44.7	18.2	98.9	5.0	994		2	1
	3	1/27	54	1/29	55	275	42.4	18.6	99.5	4.9	871		3	1
	평균	1/26	52	1/26	53	264	43.5	18.1	98.3	4.9	996	153	3	1
아세50호	1	1/25	52	1/25	52	257	46.4	18.7	96.3	4.6	690		5	1
	2	1/26	52	1/27	53	261	37.1	19.4	96.9	4.7	687		5	1
	3	1/25	52	1/26	53	293	44.6	19.0	99.5	4.7	774		4	1
	평균	1/25	52	1/26	52	270	42.7	19.0	97.5	4.7	717	110	4	1
아세51호	1	1/27	53	1/28	54	248	38.0	21.1	99.5	5.3	1043		4	1
	2	1/26	53	1/27	53	293	48.0	22.0	97.7	5.3	989		2	1
	3	1/27	53	1/27	53	277	40.6	20.7	98.1	5.1	876		2	1
	평균	1/26	53	1/27	53	273	42.2	21.3	98.4	5.2	969	148	3	1
아세52호	1	1/27	53	1/27	53	253	36.8	20.3	96.1	4.9	772		5	1
	2	1/29	55	1/28	55	281	40.3	20.8	95.7	4.8	684		3	1
	3	1/26	53	1/27	54	304	39.1	19.4	97.4	4.7	727		2	1
	평균	1/27	54	1/27	54	279	38.8	20.2	96.4	4.8	727	111	3	1
아세53호	1	1/27	53	1/26	52	266	47.1	21.2	95.7	5.0	980		3	1
	2	1/29	55	2/01	58	295	44.6	20.6	97.6	4.9	799		3	1
	3	1/27	54	1/28	54	300	50.4	20.3	97.6	4.8	841		3	1
	평균	1/27	54	1/28	55	287	47.4	20.7	97.0	4.9	873	134	3	1
LSD(5%) -----											247			
CV -----											17.9			

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우
- 파종일 : 2019. 9. 24('20. 1월 수확), 2020. 3. 18('20. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P2O5-K2O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료
 - '20. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LCH9 등 12 교잡계
 - '20. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LCH9 등 15 교잡계

(나) 시험결과

- 베트남 지역적응시험('20. 1월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 육성 교잡계의 출사일수는 52-57일, 평균 54일이었고 LCH9는 55일이었으며, 육성 교잡계는 거의 LCH9 보다 출사가 같거나 빨랐고 특히 아세26호는 출사가 가장 빨랐음
 - 육성 교잡계의 간장은 196-231cm, 평균 211cm이었고 LCH9는 217cm이었으며, 아세52호와 아세53호는 간장이 230cm 이상 컸음
 - 육성 교잡계의 착수고율은 39-52%, 평균 47%이었고 LCH9는 52% 정도이었으며, 육성 교잡계는 모두 LCH9 보다 착수고율이 같거나 낮았음
 - 육성 교잡계의 이삭길이는 17.9-21.1cm, 평균 19.0cm이었고 LCH9는 19.6cm이었으며, 아세46호는 이삭길이가 20cm 이상 길었음
 - 육성 교잡계 등 모든 시험 교잡계는 착립장률이 94% 이상으로 양호하였음
 - 육성 교잡계의 이삭직경은 4.7-5.7cm, 평균 5.2cm이었고 LCH9는 5.1cm이었으며, 아세26호와 아세44호는 이삭직경이 5.5cm 이상 두꺼웠음
 - 육성 교잡계의 백립중은 35.3-47.0g, 평균 41.4g이었고 LCH9는 40.8g이었으며, 육성 교잡계는 대체로 LCH9 보다 백립중이 무거웠고 특히, 아세44호와 아세46호는 백립중이 45g 이상 무거웠음
 - 육성 교잡계의 수량성은 666-992 kg/10a, 평균 843 kg/10a이었고 LCH9는 611 kg/10a로 육성 교잡계는 모두 LCH9 보다 수량성이 좋았고 특히, 아세46호와 아세53호는 수량성이 매우 높았음
 - 육성 교잡계 등 시험 교잡계는 모두 도복 피해가 거의 없었음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성('20. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출종기 (월. 일)	출종 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
												종실중	지수	
LCH9	1	11/15	52	11/17	54	222	52	19.2	97.9	5.2	42.0	646		1
	2	11/16	53	11/18	55	221	53	20.4	98.0	5.2	42.0	621		1
	3	11/16	53	11/18	55	209	51	19.2	94.8	4.9	38.4	567		1
	평균	11/15	53	11/17	55	217	52	19.6	96.9	5.1	40.8	611	100	1

교잡계명	반복	출용기 (월. 일)	출용 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
												총실중	지수	
LVN10	1	11/21	58	11/24	61	235	52	17.0	92.9	4.4	35.5	506		1
	2	11/20	57	11/22	59	223	50	18.0	95.6	4.6	41.4	487		5
	3	11/21	58	11/24	61	200	51	18.2	97.8	4.7	34.2	478		1
	평균	11/20	58	11/23	60	219	51	17.7	95.4	4.6	37.0	490	80	2
아세26호	1	11/12	49	11/14	51	199	52	19.4	97.9	5.6	41.5	1,019		1
	2	11/13	50	11/15	52	210	52	19.2	92.7	5.8	42.0	611		1
	3	11/14	51	11/16	53	194	49	19.0	98.9	5.7	38.8	369		1
	평균	11/13	50	11/15	52	201	51	19.2	96.5	5.7	40.8	666	109	1
아세44호	1	11/13	50	11/15	52	189	43	18.0	97.8	5.6	47.0	849		1
	2	11/14	51	11/16	53	200	50	18.0	95.6	5.6	47.9	911		1
	3	11/14	51	11/16	53	201	44	17.8	98.9	5.4	46.2	739		1
	평균	11/13	51	11/15	53	197	46	17.9	97.4	5.5	47.0	833	136	1
아세45호	1	11/14	51	11/16	53	216	48	18.8	97.9	5.4	33.0	838		1
	2	11/14	51	11/16	53	219	48	17.6	97.7	5.3	38.4	920		1
	3	11/14	51	11/16	53	211	51	17.8	97.8	5.4	37.5	841		1
	평균	11/14	51	11/16	53	215	49	18.1	97.8	5.4	36.3	867	142	1
아세46호	1	11/16	53	11/18	55	199	50	20.8	96.2	5.0	45.9	908		1
	2	11/16	53	11/18	55	200	53	21.0	99.0	5.0	43.6	1,101		1
	3	11/16	53	11/18	55	204	52	21.4	98.1	5.2	46.1	966		1
	평균	11/16	53	11/18	55	201	51	21.1	97.8	5.1	45.2	992	162	1
아세48호	1	11/17	54	11/20	57	197	53	20.0	93.0	5.0	41.3	506		1
	2	11/18	55	11/20	57	204	48	19.8	99.0	5.2	43.6	812		1
	3	11/18	55	11/20	57	201	55	19.6	98.0	5.2	43.6	916		1
	평균	11/17	55	11/20	57	201	52	19.8	96.6	5.1	42.8	744	122	1
아세49호	1	11/15	52	11/17	54	197	54	18.4	97.8	5.0	44.4	834		1
	2	11/15	52	11/17	54	195	52	18.6	97.8	5.2	39.8	753		1
	3	11/16	53	11/18	55	197	50	18.0	98.9	5.2	43.1	956		1
	평균	11/15	52	11/17	54	196	52	18.3	98.2	5.1	42.4	848	139	1
아세50호	1	11/14	51	11/16	53	222	49	18.2	97.8	4.9	35.9	845		1

교잡계명	반복	출웅기	출웅	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
		(월. 일)	일수	(월. 일)	일수							총실중	지수	
	2	11/14	51	11/16	53	227	52	18.6	95.7	4.9	37.2	780		1
	3	11/14	51	11/16	53	222	51	19.2	99.0	4.8	32.8	762		1
	평균	11/14	51	11/16	53	224	50	18.7	97.5	4.9	35.3	796	130	1
아세51호	1	11/14	51	11/16	53	222	38	19.2	99.0	5.2	41.0	785		1
	2	11/14	51	11/16	53	211	38	19.2	99.0	5.3	42.3	897		1
	3	11/14	51	11/16	53	214	39	19.4	96.9	5.4	39.7	877		1
	평균	11/14	51	11/16	53	216	39	19.3	98.3	5.3	41.0	853	140	1
아세52호	1	11/15	52	11/17	54	233	39	18.4	97.8	4.7	44.8	925		1
	2	11/14	51	11/16	53	231	37	18.4	98.9	4.7	42.6	827		1
	3	11/14	51	11/16	53	230	40	18.4	94.6	4.8	40.3	861		1
	평균	11/14	51	11/16	53	231	39	18.4	97.1	4.7	42.6	871	142	1
아세53호	1	11/14	51	11/16	53	240	43	19.6	92.9	5.2	38.7	993		1
	2	11/15	52	11/16	53	227	45	18.6	93.5	5.0	39.0	804		1
	3	11/15	52	11/17	54	225	43	19.8	98.0	5.2	45.5	1,093		1
	평균	11/14	52	11/16	53	231	44	19.3	94.8	5.1	41.0	963	158	1
LSD(5%) -----												174		
CV -----												13.2		

○ 베트남 지역적응시험('20. 7월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성 교잡계의 출사일수는 64-67일, 평균 65일이었고 LCH9는 64일로 육성 교잡계는 모두 출사가 LCH9 보다 같거나 느렸음
- 육성 교잡계의 간장은 187-222cm, 평균 202cm이었고 LCH9는 198cm이었으며, 육성 교잡계는 대체로 LCH9 보다 간장이 길었고 특히, 아세52호, 아세53호, 아세54호, 아세56호는 간장이 210cm 이상이였음
- 육성 교잡계의 착수고율은 44-57%, 평균 52%이었고 LCH9는 54%이었으며, 육성 교잡계는 대체로 착수고율이 LCH9 보다 낮았음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 16.8-22.0cm, 평균 18.7cm이었고 LCH9는 19.7cm이었으며, 아세46호, 아세51호, 아세53호는 이삭길이가 20cm 이상 길었음
- 육성 교잡계의 백립중은 25.3-37.6g, 평균 31.6g이었고 LCH9는 31.5g이었으며, 아세44호와 아세46호는 백립중이 35g 이상 무거웠음
- 육성 교잡계의 수량성은 473-739 kg/10a, 평균 626 kg/10a이었고 LCH9는 607 kg/10a이었으며, 아세45호, 아세55호, 아세56호는 LCH9 보다 10% 이상 수량성이 높았음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성('20. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월. 일)	출용 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)	
												종실중	지수
LCH9	1	5/17	59	5/22	64	189	54.2	20.0	98.3	4.7	31.1	603	100
	2	5/17	59	5/22	64	198	55.1	18.7	98.2	4.0	32.1	665	
	3	5/17	59	5/22	64	207	51.9	20.3	98.4	4.3	31.4	553	
	평균	5/17	59	5/22	64	198	53.8	19.7	98.3	4.3	31.5	607	
LVN10	1	5/20	62	5/24	66	213	53.7	18.0	94.4	4.0	31.8	398	92
	2	5/20	62	5/24	66	204	57.1	18.7	98.2	4.3	30.6	769	
	3	5/20	62	5/24	66	199	53.9	18.0	96.3	4.0	30.8	511	
	평균	5/20	62	5/24	66	205	54.9	18.2	96.3	4.1	31.1	560	
아세44호	1	5/19	61	5/23	65	204	51.9	18.3	96.4	4.7	36.3	640	104
	2	5/19	61	5/23	65	202	53.8	19.0	98.2	5.0	38.5	592	
	3	5/19	61	5/23	65	206	51.1	17.3	98.1	5.0	37.9	664	
	평균	5/19	61	5/23	65	204	52.3	18.2	97.6	4.9	37.6	632	
아세45호	1	5/20	62	5/25	67	206	50.8	17.7	98.1	4.7	29.9	740	119
	2	5/20	62	5/25	67	207	51.9	18.3	96.4	5.0	30.2	714	
	3	5/20	62	5/25	67	201	50.5	18.0	98.1	4.7	30.6	707	
	평균	5/20	62	5/25	67	205	51.1	18.0	97.5	4.8	30.2	720	
아세46호	1	5/19	61	5/23	65	198	53.2	21.3	96.9	4.3	33.3	595	96
	2	5/19	61	5/23	65	195	54.5	22.0	97.0	4.7	35.8	534	
	3	5/19	61	5/23	65	193	56.4	22.7	97.1	4.7	36.3	613	
	평균	5/19	61	5/23	65	195	54.7	22.0	97.0	4.6	35.1	581	
아세48호	1	5/18	60	5/22	64	175	57.4	20.0	93.3	4.7	33.4	663	99
	2	5/18	60	5/22	64	197	55.9	19.0	94.7	4.3	33.2	592	
	3	5/18	60	5/22	64	199	51.8	19.0	98.2	4.3	34.4	548	
	평균	5/18	60	5/22	64	191	55.0	19.3	95.4	4.4	33.7	601	
아세49호	1	5/19	61	5/23	65	172	60.9	17.3	96.2	4.3	29.7	612	102
	2	5/19	61	5/23	65	192	56.5	17.7	98.1	4.3	28.6	592	
	3	5/19	61	5/23	65	197	54.1	18.7	98.2	4.3	31.0	659	
	평균	5/19	61	5/23	65	187	57.2	17.9	97.5	4.3	29.8	621	
아세50호	1	5/18	60	5/22	64	207	52.5	16.7	98.0	4.3	25.3	589	99
	2	5/18	60	5/22	64	195	50.3	16.3	98.0	4.3	25.0	573	
	3	5/18	60	5/22	64	204	53.6	17.3	98.1	4.3	25.7	637	
	평균	5/18	60	5/22	64	202	52.1	16.8	98.0	4.3	25.3	600	

교잡계명	반복	출웅기 (월. 일)	출웅 일수	출사기 (월. 일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)	
												종실중	지수
아세51호	1	5/20	62	5/25	67	198	48.2	20.3	96.7	4.3	32.5	490	93
	2	5/20	62	5/25	67	195	47.9	20.3	96.7	4.7	30.4	591	
	3	5/20	62	5/25	67	207	48.7	21.7	98.5	4.7	31.0	616	
	평균	5/20	62	5/25	67	200	48.3	20.8	97.3	4.6	31.3	566	
아세52호	1	5/21	63	5/25	67	218	45.2	19.0	98.2	4.3	33.1	673	108
	2	5/21	63	5/25	67	236	44.8	18.7	98.2	4.7	34.4	630	
	3	5/21	63	5/25	67	211	42.1	19.3	96.6	4.3	31.4	654	
	평균	5/21	63	5/25	67	222	44.0	19.0	97.7	4.4	32.9	652	
아세53호	1	5/18	60	5/22	64	207	50.6	20.3	95.1	4.3	26.6	484	78
	2	5/18	60	5/22	64	210	52.8	21.3	93.8	4.0	26.2	473	
	3	5/18	60	5/22	64	213	46.4	20.7	96.8	4.3	31.3	463	
	평균	5/18	60	5/22	64	210	49.9	20.8	95.2	4.2	28.0	473	
아세54호	1	5/18	60	5/22	64	211	50.2	19.0	96.5	5.3	31.3	639	99
	2	5/18	60	5/22	64	216	67.3	17.3	98.1	5.3	33.3	438	
	3	5/18	60	5/22	64	216	51.6	17.0	98.0	5.0	30.4	733	
	평균	5/18	60	5/22	64	214	56.4	17.8	97.5	5.2	31.7	603	
아세55호	1	5/19	61	5/23	65	181	43.9	16.3	98.0	5.3	30.0	863	122
	2	5/19	61	5/23	65	191	53.1	18.3	98.2	5.3	30.0	662	
	3	5/19	61	5/23	65	191	53.1	18.3	96.4	5.3	30.8	692	
	평균	5/19	61	5/23	65	188	50.1	17.7	97.5	5.3	30.3	739	
아세56호	1	5/21	63	5/25	67	212	54.8	18.3	98.2	4.7	28.6	739	117
	2	5/21	63	5/25	67	212	51.3	17.7	98.1	4.7	29.3	739	
	3	5/21	63	5/25	67	211	50.8	18.7	94.6	5.0	31.7	657	
	평균	5/21	63	5/25	67	212	52.3	18.2	97.0	4.8	29.9	711	
아세57호	1	5/22	64	5/23	65	201	50.2	16.3	98.0	5.3	33.9	473	104
	2	5/22	64	5/23	65	199	49.3	16.7	98.0	5.3	35.3	765	
	3	5/22	64	5/23	65	201	49.3	17.7	96.2	5.3	34.6	660	
	평균	5/22	64	5/23	65	200	49.6	16.9	97.4	5.3	34.6	633	
LSD(5%) -----												149	
CV -----												14.4	

(4) 한국

(가) 시험재료 파종

○ 시험장소 : 수원

○ 파종일 : 2020. 4. 27

○ 재식거리 : 60×30cm

○ 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a

- 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

○ 시험재료 : 장다옥 등 15 교잡계

(나) 시험결과

○ 한국 수원 지역적응시험('20.9월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 육성 교잡계의 출사일수는 95-110일, 평균 102일이었고 장다옥은 79일, LCH9는 104일이었으며, 아세49호는 출사하지 않기도 하였고 육성 교잡계의 출생과 출사 간격은 평균 11일로 암꽃과 수꽃의 개화기 불일치로 수정 불량 피해 발생 가능성 큼
- 육성 교잡계의 간장은 251-286cm, 평균 269cm이었고 장다옥은 232cm로 육성 교잡계는 모두 장다옥 보다 간장이 길었음
- 육성 교잡계의 착수고율은 61-69%, 평균 64%이었고 장다옥은 53%로 육성 교잡계는 모두 착수고율이 장다옥 보다 높았음
- 육성 교잡계의 이삭길이는 13.3-20.2cm, 평균 16.0cm이었고 장다옥은 14.8cm이었으며, 아세46호는 이삭길이 20cm 이상으로 길었음
- 육성 교잡계의 착립장률은 80-98%, 평균 89%이었고 장다옥은 98%로 육성 교잡계는 거의 모두 착립장률이 장다옥 보다 낮았음
- 육성 교잡계의 이삭직경은 2.8-4.4cm, 평균 3.9cm이었고 장다옥은 3.9cm이었으며, 아세44호, 아세45호, 아세54호, 아세55호, 아세56호, 아세57호는 이삭직경이 4cm 이상 두꺼웠음
- 육성 교잡계의 이병이삭율은 0-47%, 평균 27% 정도이었고 장다옥은 47%이었으며, 특히 아세53호는 병이 걸린 이삭이 없었음
- 육성 교잡계의 백립중은 22.2-31.2g, 평균 26.1g이었고 장다옥은 23.8g이었으며 육성 교잡계가 대체로 장다옥 보다 백립중이 무거웠고 특히, 아세44호와 아세48호는 백립중이 30g 이상이었음
- 육성 교잡계의 수량성은 28-493 kg/10a, 평균 240 kg/10a이었고 장다옥은 341 kg/10a이었으며, 아세45호와 아세54호가 장다옥 보다 수량성이 높았음
- 아세44호, 아세45호, 아세46호, 아세48호, 아세50호, 아세55호, 아세56호는 일부 도복 피해 발생하였고, 아세46호, 아세48호, 아세50호, 아세51호, 아세54호, 아세55호, 아세56호는 일부 병해가 발생하였음

< 수원 지역적응시험 교잡계(‘20년 9월 수확)의 주요 생육특성 >

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
		(월/일)	일수	(월/일)	일수								종실중	지수		
장다옥	1	7/13	77	7/15	79	214	45.5	15.0	100.0	4.0	22.2	25.3	364		0	1
	2	7/12	76	7/13	77	248	54.5	13.5	98.1	3.8	46.7	24.2	364		0	1
	3	7/15	79	7/17	81	234	60.2	15.8	95.2	4.0	73.3	22.1	294		0	1
	평균	7/13	77	7/15	79	232	53.4	14.8	97.8	3.9	47.4	23.8	341	100	0	1
LCH 9	1	7/29	93	8/7	102	312	72.9	13.3	96.2	4.0	12.5	24.5	183		0	1
	2	7/27	91	8/7	102	297	69.1	12.3	98.0	4.0	16.7	27.9	103		0	1
	3	7/29	93	8/12	107	289	64.7	13.0	98.1	4.0	0.0	24.4	184		0	1
	평균	7/28	92	8/8	104	299	68.9	12.8	97.4	4.0	9.7	25.6	157	46	0	1
아세44호	1	7/27	91	8/2	97	260	65.6	16.3	84.6	4.0	40.0	30.1	295		0	1
	2	7/24	88	7/31	95	281	67.4	19.0	89.5	4.0	42.1	32.0	418		0	1
	3	7/24	88	7/30	94	250	66.9	19.0	78.9	4.0	0.0	31.7	58		0	3
	평균	7/25	89	7/31	95	264	66.6	18.1	84.3	4.0	27.4	31.2	257	75	0	2
아세45호	1	7/26	90	8/3	98	294	64.4	14.3	98.2	4.5	25.0	26.0	390		0	1
	2	7/24	88	8/3	98	309	70.4	14.5	98.3	4.0	18.8	24.2	485		0	3
	3	7/28	92	8/10	105	224	50.2	13.0	98.1	4.0	35.0	23.0	386		0	1
	평균	7/26	90	8/5	100	276	61.7	13.9	98.2	4.2	26.3	24.4	420	123	0	2
아세46호	1	7/29	93	8/17	112	255	59.0	19.5	82.1	3.0	40.0	27.4	76		1	3
	2	7/22	86	7/29	93	255	61.0	20.8	81.9	4.0	35.7	33.8	474		0	3
	3	7/27	91	8/7	102	282	62.1	20.3	75.3	3.3	66.7	27.9	86		0	1
	평균	7/26	90	8/7	102	264	60.7	20.2	79.8	3.4	47.5	29.7	212	62	0	2
아세48호	1	7/24	88	7/29	93	271	60.7	18.0	94.4	3.8	37.5	31.2	219		1	3
	2	7/26	90	8/3	98	306	62.3	20.5	85.4	3.8	27.3	32.0	300		0	1
	3	7/27	91	8/3	98	263	65.9	16.3	84.6	4.0	44.4	29.6	204		0	1
	평균	7/25	90	8/1	96	280	62.9	18.3	88.1	3.8	36.4	30.9	241	71	0	2
아세49호	1	8/13	108	미출사	미출사	-	-	-	-	-	-	-	-		0	1
	2	7/24	88	7/31	95	271	68.9	16.3	95.4	4.0	7.7	28.2	425		0	1
	3	7/31	95	8/12	107	255	60.8	13.0	92.3	3.0	50.0	19.3	37		0	1
	평균	8/2	97	8/6	101	263	64.8	14.6	93.8	3.5	28.8	23.7	231	68	0	1
아세50호	1	7/27	91	8/2	97	247	53.6	13.8	96.4	4.0	20.0	24.7	515		1	3
	2	7/24	88	8/3	98	254	77.1	14.3	93.0	4.0	0.0	25.3	178		0	2
	3	7/26	90	8/7	102	266	64.7	11.8	97.9	3.8	33.3	23.1	242		0	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		병해 (0-9)	도복 (1-9)
		(월/일)	일수	(월/일)	일수								총실중	지수		
	평균	7/25	90	8/4	99	256	65.1	13.3	95.7	3.9	17.8	24.3	311	91	0	2
아세51호	1	7/29	93	8/11	106	261	56.1	19.3	93.5	3.8	0.0	22.3	124		0	1
	2	7/24	88	8/3	98	307	63.5	16.0	87.5	3.8	30.8	26.4	275		1	1
	3	7/26	90	8/12	107	240	65.8	18.8	94.7	4.3	14.3	23.5	236		0	1
	평균	7/26	90	8/8	104	269	61.8	18.0	91.9	3.9	15.0	24.0	212	62	0	1
아세52호	1	7/29	93	8/15	110	272	60.0	13.8	85.5	2.8	66.7	22.8	64		0	1
	2	7/29	93	8/10	105	312	64.7	15.3	70.5	3.0	25.0	23.7	60		0	1
	3	7/30	94	8/20	115	275	63.0	12.0	88.9	2.7	33.3	20.1	29		0	1
	평균	7/29	93	8/15	110	286	62.6	13.7	81.6	2.8	41.7	22.2	51	15	0	1
아세53호	1	8/1	96	8/7	102	280	59.6	16.0	93.8	3.0	0.0	29.5	22		0	1
	2	7/31	95	8/12	107	225	67.1	7.0	92.9	3.0	0.0	18.9	23		0	1
	3	7/31	95	8/16	111	248	60.2	21.0	100.0	4.0	0.0	20.6	38		0	1
	평균	7/31	95	8/11	107	251	62.3	14.7	95.5	3.3	0.0	23.0	28	8	0	1
아세54호	1	7/27	91	8/2	97	280	67.6	18.3	90.4	4.8	6.3	27.8	693		0	1
	2	7/26	90	8/5	100	317	68.9	16.8	89.6	4.5	0.0	26.0	461		2	1
	3	7/31	95	8/7	102	244	70.4	15.5	91.9	4.0	16.7	23.4	325		0	1
	평균	7/28	92	8/4	100	281	69.0	16.8	90.6	4.4	7.6	25.7	493	145	1	1
아세55호	1	7/27	91	8/17	112	284	63.0	14.5	79.3	4.3	40.0	26.7	111		1	3
	2	7/28	92	8/11	106	305	69.9	15.5	82.3	4.3	42.9	27.2	136		0	1
	3	7/25	89	8/12	107	208	63.4	13.0	96.2	3.8	40.0	23.8	132		0	3
	평균	7/26	91	8/13	108	266	65.4	14.3	85.9	4.1	41.0	25.9	127	37	0	2
아세56호	1	7/24	88	7/31	95	289	70.0	15.8	92.1	4.5	14.3	25.7	249		0	1
	2	7/23	87	8/3	98	261	62.6	14.0	92.9	4.0	43.8	24.7	398		1	3
	3	7/26	90	8/2	97	258	62.2	14.0	89.3	4.3	41.7	22.4	235		0	3
	평균	7/24	88	8/1	97	270	64.9	14.6	91.4	4.3	33.2	24.2	294	86	0	2
아세57호	1	7/24	88	8/7	102	300	67.2	16.8	74.6	4.5	14.3	29.1	189		0	1
	2	7/25	89	8/5	100	296	65.5	18.8	82.7	4.5	22.2	31.3	268		0	1
	3	7/25	89	8/6	101	240	57.1	16.0	82.8	4.3	57.1	27.2	274		0	1
	평균	7/24	89	8/6	101	278	63.3	17.2	80.0	4.4	31.2	29.2	244	72	0	1
LSD(5%) -----													189			
CV -----													46.8			

바. 지역적응시험 교잡계의 품질 특성

- 2019년 1월 캄보디아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성
 - 조단백 함량은 8.9-12.0%, 평균 10.2%이었으며, 아세36호와 아세40호가 현지 선도품종 CP888 보다 높았음
- 2019년 3월 인도네시아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성
 - 조단백 함량은 6.4-9.1%, 평균 7.4%이었으며, 아세36호와 아세41호가 현지 선도품종 P21 보다 높았음
- 2019년 1월 베트남 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성
 - 조단백 함량은 8.1-10.9%, 평균 9.7%이었으며, 아세14호, 아세38호, 아세42호, 아세43호, 아세44호, 아세46호, 아세47호가 현지 선도품종 LCH9 보다 높았음
- 2019년 3월 캄보디아 수확 지역적응시험 교잡계의 품질 특성
 - 조단백 함량은 6.5-10.4%, 평균 8.2%이었으며, 아세14호가 현지 선도품종 CP888 보다 높았음
- 지역적응시험에서 지역별 수확시기별 조단백질 함량이 다소 다른 경향을 보였음

< 지역적응시험 공시 교잡계의 품질 특성 >

구 분	교잡계명	조단백 (%)	총진분 (%)	구 분	교잡계명	조단백 (%)	총진분 (%)
캄보디아 지적 (‘19. 2월 수확)	LVN10	11.3	63.0	인도네시아 지적 (‘19. 3월 수확)	LVN10	8.8	71.8
	CP888	10.8	63.3		P21	7.5	72.3
	아세29호	9.9	62.1		아세29호	6.4	73.8
	아세33호	10.0	64.9		아세33호	6.9	75.5
	아세34호	8.9	66.7		아세34호	6.8	73.5
	아세35호	9.5	66.7		아세35호	6.8	74.5
	아세36호	12.0	65.2		아세36호	9.1	70.3
	아세37호	9.8	63.7		아세37호	6.9	73.4
	아세38호	9.3	62.2		아세38호	6.4	75.0
	아세39호	10.1	59.6		아세39호	7.5	72.1
	아세40호	11.2	56.9		아세40호	7.2	75.0
아세41호	10.1	54.3	아세41호	8.2	70.1		
베트남 지적 (‘19. 1월 수확)	LVN10	10.9	66.1	캄보디아 지적 (‘19. 8월 수확)	LVN10	-	-
	LCH9	9.3	67.2		CP888	9.0	67.4
	아세14호	9.4	68.3		아세14호	10.4	66.3
	아세26호	9.1	65.4		아세26호	7.6	71.6
	아세37호	8.1	67.0		아세37호	6.5	72.2
	아세38호	10.2	63.7		아세38호	7.7	69.9
	아세42호	10.1	64.2		아세42호	8.2	70.9
	아세43호	9.7	63.6		아세43호	8.1	72.6
	아세44호	9.9	63.5		아세44호	7.5	77.3
	아세45호	8.8	67.8		아세45호	8.7	72.0
	아세46호	9.6	64.1		아세46호	8.2	73.0
아세47호	10.8	59.7	아세47호	8.6	71.8		

사. 우량 교잡계 선발

- 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세46호’를 선발함
 - 베트남에서 아세46호는 출사일수가 LCH9과 1일 길고 간장은 10cm, 착수고율 0.7%p 작아 서로 비슷하였고, 이삭길이는 LCH9 보다 2.2cm 길었고 착립장률과 이삭직경은 비슷하였으며, 백립중은 4.4g 정도 더 무거웠음
 - 캄보디아에서 아세46호는 출사일수가 CP888과 같았고 간장은 6cm과 착수고율은 2.1%p 작아 서로 비슷하였고, 이삭길이는 CP888 보다 4cm 길었고 착립장률과 이삭직경은 비슷하였으며, 백립중은 8.2g 정도 더 무거웠음
 - 인도네시아에서 아세46호는 출사일수가 P21과 1일 짧았고 간장은 1cm, 착수고율은 3.1%p 작아 서로 비슷하였고, 이삭길이는 P21 보다 1.8cm, 착립장률은 5.4%p, 이삭직경은 0.6cm 더 컸음
 - 아세46호는 깨씨무늬병에 강하고 동남아 등 열대지방에서 피해가 심한 노균병에 강하였으며, 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 3개국에서 도복에 강하였음
 - 아세46호는 베트남에서 실시한 수량성 검정 결과 종실수량은 842 kg/10a로 대비 품종인 LCH9 보다 26% 증수하였음. 캄보디아에서 종실수량은 831 kg/10a로 대비 품종인 CP888 보다 28% 증수하였음. 인도네시아에서 종실수량은 950 kg/10a로 대비 품종인 P21보다 56% 증수하였음
- ‘아세46호’를 선발하여 ‘KM7’으로 명명하고 농촌진흥청 직무육성 신품종 선정위원회에 상정하고 2021년도에 품종출원 예정

<KM7(아세46호)의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수고율 (%)	이삭특성			백립중 (g)	수량(kg/10a)		깨씨무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	도복 (1-9)	비고
				길이 (cm)	착립장률 (%)	직경 (cm)		종실중	지수				
LCH9 [↓]	61	201	53.4	19.3	95.8	4.8	36.0	666	100	-	-	1	베트남
아세46호	62	191	52.7	21.5	95.6	4.8	40.6	842	126	-	-	1	
ts	-0.50 ^{ns}	1.44 ^{ns}	0.45 ^{ns}	-5.49 ^{**}	0.16 ^{ns}	0.16 ^{ns}	-2.12 [*]	-2.33 [*]	-	-	-	-	
CP888 [♂]	57	200	54.9	18.9	96.3	4.6	24.9	650	100	4	0	1	캄보디아
아세46호	57	194	52.8	22.9	96.2	4.8	33.1	831	128	3	0	2	
ts	-0.15 ^{ns}	0.56 ^{ns}	1.11 ^{ns}	-8.01 ^{**}	0.22 ^{**}	-2.41 [*]	-4.99 ^{**}	-2.27 [*]	-	-	-	-	
P21 [♂]	60	289	48.0	19.1	92.8	4.7	-	608	100	-	2	1	인도네시아
아세46호	59	288	44.9	20.9	98.2	5.3	-	950	156	-	2	1	
ts	0.20 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.17 ^{ns}	-4.45 ^{**}	-4.29 ^{**}	-5.40 ^{**}	-	-3.31 ^{**}	-	-	-	-	

[↓] LCH9 : 베트남 선도품종, [♂] CP888 : 캄보디아 선도품종, [♂] P21 : 인도네시아 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



<LCH9> <아세46호>
베트남



<CP888> <아세46호>
캄보디아

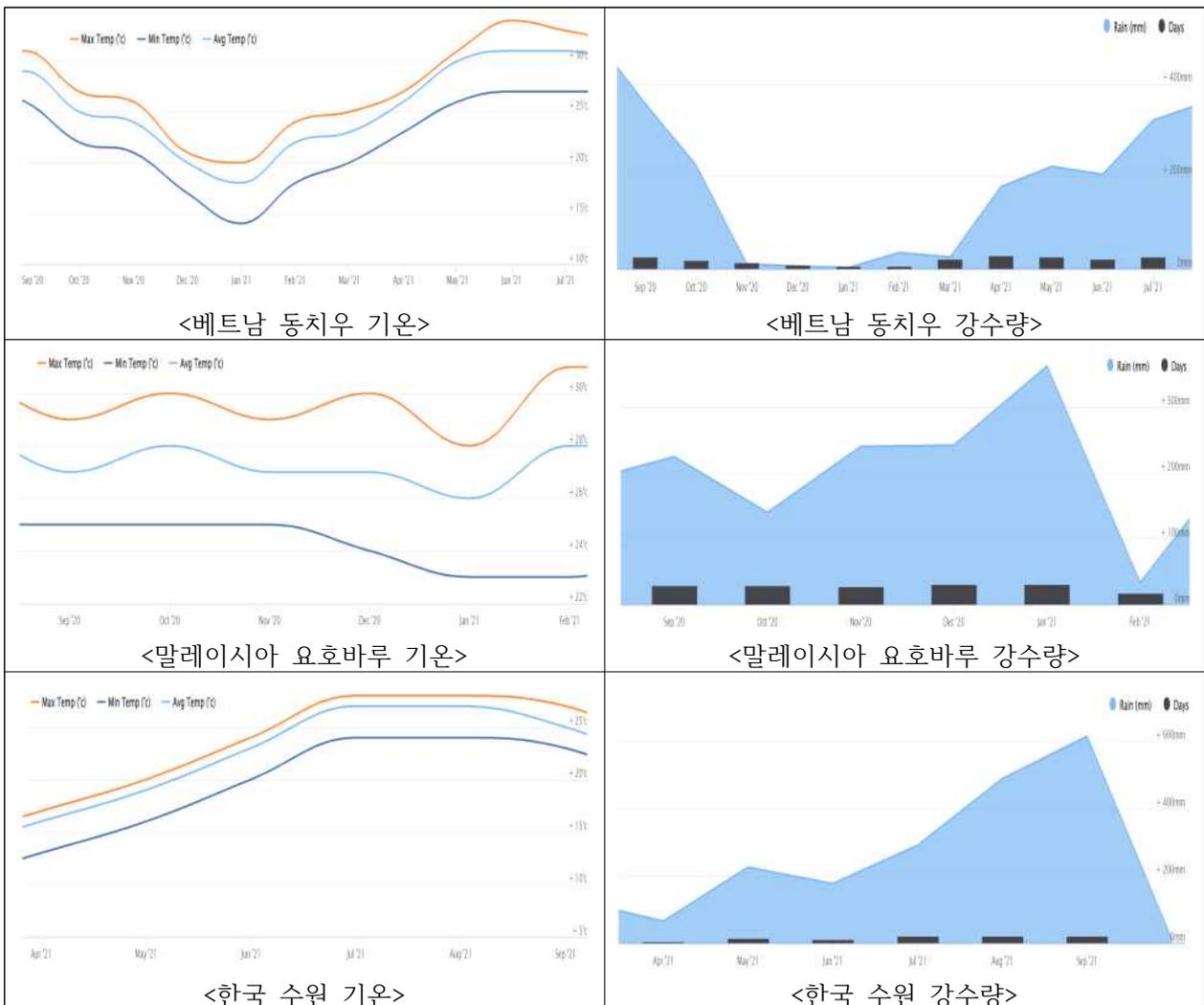


<P21> <아세46호>
인도네시아

5. 5차년도 (2021년) 연구수행 내용 및 결과

가. 시험지 및 시험기간 중의 기상

- 베트남 동치우
 - 제1시험재배기간('20.9~'21.1) : 평균기온은 18~29℃ 범위이었고 최저기온은 14~26℃ 이었고, 강수량은 2.9~357mm, 강수일수는 8~28일로 생육기간 강우는 적당하였음
 - 제2시험재배기간('20.3~'20.7) : 평균기온은 23~31℃ 범위이었고 최저기온은 20~27℃ 이었고, 강수량은 26~321mm, 강수일수는 22~29일로 생육기간 강우가 충분하였음
- 말레이시아 요호바루
 - 제1시험재배기간('20.11~'21.1) : 평균기온은 26~28℃ 범위이었고 최저기온은 23~25℃ 이었고, 강수량은 140~362mm, 강수일수는 29~31일로 생육기간 강우는 충분하였음
- 한국 수원
 - 시험재배기간('20.4~'20.9) : 평균기온은 13.5~27.7℃ 범위이었고 최저기온은 8~23.8℃ 로 생육초기 저온을 경과하였고, 강수량은 50~179mm, 강수일수는 11~21일로 강우가 충분하였으나 7월과 8월 강우량과 강수일수가 많았음



출처: <http://www.weather.go.kr/weather>, <https://www.worldweatheronline.com>

< 2020년 시험지별 시험재배기간('19.9~'20.9) 기상 >

나. GSP 과제 육성 유전자원의 한국 적응성 특성조사

(1) 시험재료 파종

- 시험재료 : 베트남 육성 고세대 자식계통 116계통
- 시험장소 : 한국 수원
- 파종일자 : 2021.4.27.
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

(2) 시험결과

- 시험한 베트남 육성 116개 고세대 자식계통은 출용일수가 81~110일이었고, 출사는 86~122일 범위이었으며, 출용과 출사간격 일수는 2~18일이었는데 출용과 출사 간격일수가 5일 보다 커지면 수정이 불량할 가능성이 높음
- 출용과 출사일수가 5일 이하이면서 1개체 종실중이 20g 보다 많은 계통은 14K8, 14K9, CL40, 18VL26, 14K2, 14K5, 14K9, 15VL068, 16VL003, 16VL005, 16VL0017 등 11계통이었음
- 이들 계통은 한국에서 개화특성과 수량성이 비교적 양호한 것으로 판단하였음

계통명	출용일 (월/일)	출용 일수	출사일 (월/일)	출사 일수	출용- 출사 간격 (일)	도복 (1-9)	간장 (cm)	착수고 율 (%)	입질 형태	종피 색	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	1개 개체 종실중 (g)	백립중 (g)
14K2	7/25	89	7/28	92	3	1	183	63	F	O	9.5	3.3	19.4	25.8
14K8	7/29	93	7/31	95	2	1	186	56	F	O	14.0	2.5	22.7	25.7
14K9	8/1	96	8/4	99	3	1	190	61	F	O	9.0	3.0	35.0	28.5
14K12	7/29	93	8/5	100	7	1	205	52	F	O	11.5	2.5	9.0	32.3
14K17	7/27	91	8/4	99	8	1	166	61	F	O	13.0	2.0	6.0	29.0
14K28	7/28	92	8/2	97	5	1	160	58	F	O	13.5	3.0	16.8	28.9
CL2	7/22	86	7/30	94	8	1	157	72	F	Y	13.0	2.5	11.0	26.2
CL6	7/23	87	7/31	95	8	1	193	73	F	Y	9.0	2.3	36.0	42.3
CL15	7/17	81	7/27	91	10	1	166	71	F	Y	14.0	2.0	10.0	26.2
CL16	7/29	93	7/31	95	2	1	170	68	F	Y	14.5	2.5	18.3	24.6
CL40	7/29	93	7/31	95	2	1	198	63	F	O	16.0	2.3	27.5	26.4
CL47	7/30	94	8/5	100	6	1	212	57	F	Y	11.5	2.5	11.7	19.4
CL55	7/27	91	7/31	95	4	1	151	59	F	Y	9.0	2.5	9.8	26.3
CL65	7/30	94	8/14	109	15	1	159	67	F	Y	17.0	3.0	10.3	18.5
CL42	8/4	99	8/10	105	6	1	125	70	F	Y	12.5	2.8	25.0	21.2
CL56	7/30	94	8/10	105	11	1	127	61	F	Y	9.5	3.0	10.0	21.4
CL80	7/27	91	7/31	95	4	3	176	67	F	Y	14.0	2.5	17.4	30.0
CL82	7/27	91	7/31	95	4	1	125	68	F	Y	8.0	2.0	11.0	27.4
CL99	7/25	89	7/29	93	4	1	170	58	F	O	11.5	3.0	16.5	17.9
15VL010	7/23	87	7/27	91	4	1	158	45	F	Y	12.0	2.5	9.0	20.8
15VL019	7/20	84	7/24	88	4	1	112	45	F	Y	12.0	2.0	4.0	24.1
15VL068	7/22	86	7/25	89	3	1	109	52	-	-	-	-	-	-
15VL069	7/25	89	7/28	92	3	1	101	52	-	-	-	-	-	-
15VL074	8/9	104	8/20	115	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15VL078	7/31	95	8/5	100	5	1	176	48	F	Y	9.5	2.5	4.5	20.2

계통명	출웅일 (월/일)	출웅 일수	출사일 (월/일)	출사 일수	출웅- 출사 간격 (일)	도복 (1-9)	간장 (cm)	착수고 율 (%)	입질태	종피색	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	1개 개체 중실중 (g)	백립중 (g)
16VL002	7/23	87	7/29	93	6	1	94	49	F	Y	7.5	2.0	9.0	17.1
16VL003	7/23	87	7/29	93	6	1	87	48	F	Y	7.5	2.0	8.0	17.5
16VL008	7/27	91	8/5	100	9	1	129	52	-	-	-	-	-	-
16VL016	7/28	92	8/7	102	10	1	110	47	F	Y	13.5	3.3	19.3	19.7
17VL05	8/4	99	8/15	110	11	1	161	56	F	Y	13.0	2.0	3.0	19.8
17VL08	8/4	99	8/10	105	6	1	118	53	-	-	-	-	-	-
17VL29	8/4	99	8/8	103	4	1	141	48	-	-	-	-	-	-
17VL33	8/4	99	8/15	110	11	1	156	55	-	-	-	-	-	-
18VL01	8/2	97	8/8	103	6	1	133	64	-	-	-	-	-	-
18VL18	7/26	90	8/5	100	10	1	158	61	F	O	13.0	2.5	6.7	14.1
18VL26	7/29	93	8/2	97	4	1	148	57	F	Y	13.0	2.5	37.0	28.8
18VL31	7/23	87	7/28	92	5	1	145	63	F	O	14.0	3.0	19.0	37.3
CL13	7/30	94	8/2	97	3	1	156	64	F	Y	12.3	3.0	16.0	26.7
CL50	7/30	94	8/7	102	8	1	140	68	F	Y	13.0	2.0	9.0	21.6
CL94	7/29	93	8/7	102	9	1	143	57	F	Y	4.5	2.8	13.4	30.4
15VL027	7/30	94	8/3	98	4	1	123	55	-	-	-	-	-	-
15VL060	7/29	93	8/5	100	7	1	116	70	-	-	-	-	-	-
15VL065	7/23	87	7/29	93	6	1	164	56	-	-	-	-	-	-
16VL005	7/21	85	7/24	88	3	1	177	47	F	Y	15.0	3.5	13.0	21.1
16VL014	7/17	81	7/26	90	9	1	135	52	F	O	10.5	2.8	13.3	23.7
15VL043	7/22	86	7/25	89	3	1	198	68	I	Y	10.5	3.0	14.0	32.6
14K2	7/27	91	7/31	95	4	1	186	59	F	O	10.0	3.3	21.3	22.5
14K5	7/30	94	8/4	99	5	1	204	59	F	Y	10.0	2.5	38.0	23.5
14K8	7/21	85	7/31	95	10	1	176	60	F	O	15.0	3.0	33.0	30.5
14K9	8/2	97	8/7	102	5	1	200	57	F	O	15.0	3.3	25.8	25.1
14K12	8/2	97	8/10	105	8	1	187	57	-	-	-	-	-	-
14K17	7/28	92	8/4	99	7	1	155	61	F	O	13.0	2.0	7.0	24.3
14K22	7/31	95	8/5	100	5	1	169	59	F	O	15.5	2.5	16.0	23.1
14K23	8/3	98	8/15	110	12	1	180	57	FL	Y	11.5	3.0	19.7	21.8
14K25	8/5	100	8/17	112	12	1	198	60	-	-	-	-	-	-
14K26	8/5	100	8/17	112	12	1	194	58	F	Y	17.5	3.3	29.5	28.4
14K27	8/3	98	8/6	101	3	1	123	74	F	O	15.0	2.5	15.0	24.5
14K28	7/31	95	8/10	105	10	1	155	57	F	O	14.5	3.5	28.6	29.0
CL2	8/1	96	8/11	106	10	1	86	88	-	-	-	-	-	-
CL5	8/9	104	8/20	115	11	1	101	74	-	-	-	-	-	-
CL6	8/4	99	8/20	115	16	1	143	66	-	-	-	-	-	-
CL13	8/9	104	8/25	120	16	1	193	68	-	-	-	-	-	-
CL15	8/2	97	8/15	110	13	1	151	59	F	Y	16.0	2.0	12.0	23.3
CL16	8/4	99	8/22	117	18	1	122	63	-	-	-	-	-	-
CL19	8/15	110	8/27	122	12	1	142	60	-	-	-	-	-	-
CL28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CL32	8/14	109	8/25	120	11	1	130	-	-	-	-	-	-	-
CL40	8/4	99	8/12	107	8	1	150	50	F	O	18.5	2.0	6.0	18.0
CL42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CL47	8/14	109	8/26	121	12	1	147	-	-	-	-	-	-	-
CL50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CL56	8/14	109	8/26	121	12	1	102	54	-	-	-	-	-	-

계통명	출웅일 (월/일)	출웅 일수	출사일 (월/일)	출사 일수	출웅- 출사 간격 (일)	도복 (1-9)	간장 (cm)	착수고 율 (%)	입질 형태	종피 색	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	1개 개체 중실중 (g)	백립중 (g)
CL59	8/8	103	8/23	118	15	1	103	54	-	-	-	-	-	-
CL65	8/13	108	8/25	120	12	1	170	-	-	-	-	-	-	-
CL80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CL82	8/7	102	8/23	118	16	1	114	57	-	-	-	-	-	-
CL84	8/7	102	8/23	118	16	1	109	-	-	-	-	-	-	-
CL87	8/13	108	8/26	121	13	1	138	-	-	-	-	-	-	-
CL93	8/5	100	8/22	117	17	1	128	59	-	-	-	-	-	-
CL94	8/4	99	8/12	107	8	1	140	52	F	Y	8.5	1.5	3.0	19.5
CL99	7/29	93	8/2	97	4	1	149	52	F	O	12.5	2.8	8.7	21.6
CL101	8/7	102	8/20	115	13	1	204	67	-	-	-	-	-	-
CL104	8/13	108	8/25	120	12	1	173	78	-	-	-	-	-	-
CL105	8/5	100	8/20	115	15	1	129	75	-	-	-	-	-	-
15VL027	8/3	98	8/10	105	7	1	115	57	F	Y	9.0	1.5	16.0	17.8
15VL060	8/1	96	8/6	101	5	1	150	68	F	Y	13.0	1.5	3.0	13.5
15VL065	7/23	87	7/27	91	4	1	149	58	F	O	14.0	3.0	17.7	18.6
15VL068	7/27	91	8/1	96	5	1	137	56	F	O	12.0	2.5	29.2	25.1
15VL069	7/22	86	7/26	90	4	1	133	57	F	O	12.5	2.5	15.0	27.5
15VL074	8/9	104	8/22	117	13	1	162	64	-	-	-	-	-	-
15VL078	7/30	94	8/4	99	5	1	191	56	F	Y	10.0	3.5	18.3	21.2
16VL002	7/22	86	7/26	90	4	1	112	54	F	Y	9.3	2.5	18.0	14.3
16VL003	7/19	83	7/22	86	3	1	100	40	F	Y	11.0	2.8	23.5	16.3
16VL005	7/22	86	7/26	90	4	1	131	56	F	Y	11.5	3.8	26.0	26.1
16VL008	7/28	92	8/4	99	7	1	125	57	F	Y	15.0	3.0	6.0	22.6
16VL0016	7/22	86	7/28	92	6	1	135	54	F	Y	15.0	3.5	13.7	22.6
16VL0017	8/1	96	8/6	101	5	1	195	41	F	O	22.0	3.0	35.0	24.3
17VL05	8/4	99	8/12	107	8	1	157	57	-	-	-	-	-	-
17VL08	8/5	100	8/13	108	8	1	113	45	-	-	-	-	-	-
17VL23	8/10	105	8/21	116	11	1	130	-	-	-	-	-	-	-
17VL29	8/2	97	8/8	103	6	1	171	56	D	Y	18.0	3.0	38.0	43.2
17VL33	8/3	98	8/9	104	6	1	152	66	-	-	-	-	-	-
17VL34	8/5	100	8/17	112	12	1	185	61	-	-	-	-	-	-
17VL35	8/5	100	8/17	112	12	1	169	54	-	-	-	-	-	-
17VL44	8/9	104	8/21	116	12	1	113	-	-	-	-	-	-	-
18VL01	8/8	103	8/20	115	12	1	118	62	-	-	-	-	-	-
18VL05	7/27	91	8/1	96	5	1	119	52	F	Y	15.0	3.0	10.0	24.7
18VL10	8/9	104	8/21	116	12	1	117	49	F	Y	10.0	2.0	18.0	15.4
18VL11	8/3	98	8/19	114	16	1	132	57	-	-	-	-	-	-
18VL15	8/13	108	8/26	121	13	1	165	55	-	-	-	-	-	-
18VL18	7/23	87	7/31	95	8	1	601	16	F	O	12.5	3.0	17.0	19.6
18VL19	8/10	105	8/20	115	10	1	163	57	F	Y	14.0	1.5	18.0	20.5
18VL25	7/28	92	8/2	97	5	1	94	60	F	O	9.5	3.0	17.0	30.5
18VL26	8/9	104	8/21	116	12	1	155	55	-	-	-	-	-	-
18VL31	7/25	89	7/29	93	4	1	150	67	F	O	13.0	2.0	11.0	31.5
18VL33	7/29	93	8/9	104	11	1	138	57	F	O	10.5	2.5	6.0	18.0

* 입질형태 : F, 경립종; FL, 반경립종; I, 중간종; D, 마치종; DL, 반마치종

** 종피색 : Y, 노랑색; O, 주황색

다. 생산력검정시험

(1) 말레이시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 말레이시아 요호바루 펠다
- 파종일 : 2020. 11.22('21. 1월 수확)
- 재식거리 : 60×20cm
- 시험재료
 - 생산력검정예비시험
 - '21. 1월 수확 : 현지 재배 품종 GWG111 등 95 교잡계
 - 생산력검정본시험
 - '21. 1월 수확 : 현지 재배 품종 GWG111 등 11 교잡계

(나) 시험결과

- 말레이시아 생산력검정예비시험('21. 1월 수확) 선발 교잡계의 생육특성
 - 말레이시아 대비품종인 GWG111의 출사일수는 49일이었고 생산력검정예비시험 교잡계의 출사일수는 평균 51일(48~55일)로 GWG111보다 출사가 2일 정도 늦은 편이었음
 - 생산력검정예비시험 교잡계의 간장은 155~222cm 범위이었고 평균 193cm 이었는데, GWG111 보다는 키가 큰 편이었고 도복은 모든 시험 교잡계에서 발생하지 않았음
 - 생산력검정예비시험 교잡계의 이삭길이는 평균 15.7cm(11.0~20.5cm)이었고 이삭길이가 19cm 이상인 교잡계는 19VLS6001/19VLS6068, 14K23/19VLS6080, 14K23/19VLS6013, 19VLS6022/19VLS6104, 19VLS6089/19VLS6092, 19VLS6058/G4, 19VLS6113/19VLS6046이었음
 - 말레이시아 대비품종인 GWG111 보다 종실 수량이 20% 이상 많은 시험 교잡계는 19VLS6028/17VL35, 19VLS6001/19VLS6068 등 15개이었음

< 말레이시아 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성('21. 1월 수확) >

교잡계명	출용일 (월/일)	출용 일수	출사일 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
										종실중	지수	
GWG111(대비품종)	1/10	49	1/10	49	181	61.3	15.1	5.4	37.8	718	100	1
CL59/19VLS6052	1/10	49	1/10	49	210	47.6	14.0	4.5	35.0	759	106	1
CL81/G6	1/10	49	1/11	50	222	50.9	17.0	5.0	58.0	691	96	1
19VLS6001/17VL35	1/11	50	1/11	50	195	56.9	18.1	5.0	51.0	1,042	145	1
19VLS6001/19VLS6068	1/11	50	1/11	50	217	59.9	19.5	4.5	38.0	1,106	154	1
19VLS6028/17VL35	1/12	51	1/12	51	211	48.8	18.5	4.6	35.0	1,247	174	1
19VLS6092/14K8	1/9	48	1/12	51	186	54.3	14.0	4.8	30.0	564	79	1
19VLS6092/G5	1/10	49	1/12	51	201	64.7	17.5	4.8	35.0	838	117	1
14K23/19VLS6080	1/9	48	1/11	50	200	40.0	19.0	4.7	32.0	729	102	1
19VLS6092/19VLS6004	1/10	49	1/12	51	216	57.4	16.5	5.0	40.0	613	85	1
14K23/19VLS6013	1/11	50	1/12	51	212	58.5	20.0	4.2	28.0	1,010	141	1

교잡계명	출용일	출용	출사일	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
	(월/일)	일수	(월/일)	일수						종실중	지수	
CL59/19VLS6040	1/12	51	1/12	51	155	54.8	15.2	4.5	35.0	322	45	1
CL105/19VLS6092	1/11	50	1/12	51	182	52.7	18.5	4.5	40.0	741	103	1
19VLS6022/14K26	1/9	48	1/11	50	175	52.6	15.2	5.0	35.0	466	65	1
19VLS6022/CL94	1/10	49	1/12	51	200	60.0	16.0	4.9	20.0	780	109	1
19VLS6022/19VLS6016	1/10	49	1/11	50	180	55.6	14.5	4.0	20.0	558	78	1
19VLS6058/CL105	1/9	48	1/11	50	158	48.7	16.0	4.2	20.0	214	30	1
19VLS6058/17VL35	1/10	49	1/11	50	185	59.5	17.0	4.5	28.0	780	109	1
19VLS6022/19VLS6104	1/11	50	1/11	50	186	64.5	19.0	4.8	35.0	842	117	1
19VLS6058/19VLS6065	1/9	48	1/12	51	186	63.4	16.0	4.2	26.0	417	58	1
CL105/ae1	1/10	49	1/12	51	160	53.8	14.5	4.0	14.0	172	24	1
CL105/19VLS6031	1/9	48	1/9	48	180	57.2	15.5	4.3	31.0	557	78	1
19VLS6089/19VLS6092	1/10	49	1/11	50	179	52.0	19.0	5.6	40.0	774	108	1
19VLS6089/19VLS6031	1/9	48	1/10	49	186	56.5	15.0	4.3	25.0	501	70	1
19VLS6089/19VLS6028	1/11	50	1/13	52	177	56.5	17.0	4.7	28.0	881	123	1
19VLS6089/ae1	1/11	50	1/12	51	212	43.4	13.5	4.0	15.0	197	27	1
19VLS6089/G4	1/12	51	1/12	51	200	67.0	18.0	5.4	60.0	597	83	1
19VLS6089/G1	1/12	51	1/14	53	190	54.7	15.0	5.5	52.0	633	88	1
CL105/19VLS6104	1/10	49	1/13	52	202	58.4	14.0	4.0	25.0	559	78	1
19VLS6058/19VLS6052	1/11	50	1/13	52	210	61.9	14.0	4.5	18.0	559	78	1
19VLS6068/G5	1/10	49	1/10	49	220	65.9	17.5	4.5	25.0	565	79	1
19VLS6022/19VLS6055	1/9	48	1/9	48	190	57.9	12.0	4.5	30.0	602	84	1
19VLS6022/19VLS6040	1/10	49	1/11	50	162	43.2	13.0	4.3	25.0	686	96	1
19VLS6089/Ae1	1/11	50	1/13	52	200	57.0	15.5	4.3	23.0	358	50	1
14K5/19VLS6071	1/10	49	1/12	51	210	54.8	15.2	5.2	25.0	916	128	1
CL101/19VLS6071	1/9	48	1/12	51	190	72.1	16.5	4.5	35.0	907	126	1
19VLS6062/CL50	1/12	51	1/12	51	198	55.6	13.6	4.1	39.0	411	57	1
19VLS6058/G4	1/9	48	1/10	49	200	72.0	20.5	4.5	28.0	826	115	1
19VLS6101/19VLS6022	1/10	49	1/11	50	178	69.1	16.0	4.5	30.0	789	110	1
CL101/14K8	1/8	47	1/9	48	180	66.7	14.0	5.0	30.0	642	89	1
19VLS6065/19VLS6040	1/10	49	1/12	51	172	58.1	13.5	4.5	25.0	667	93	1
19VLS6065/19VLS6062	1/11	50	1/12	51	160	55.0	17.0	4.3	20.0	672	94	1
19VLS6043/19VLS6034	1/9	48	1/9	48	174	57.5	13.0	4.2	24.0	516	72	1
19VLS6074/19VLS6092	1/10	49	1/11	50	185	64.9	15.2	4.8	30.0	665	93	1
14K8/19VLS6059	1/10	49	1/10	49	190	64.7	13.9	5.0	33.0	485	68	1
CL94/19VLS6040	1/9	48	1/9	48	174	64.4	14.6	5.0	32.0	631	88	1
19VLS6013/19VLS6071	1/12	51	1/12	51	160	55.0	15.2	4.5	42.0	627	87	1
14K8/19VLS104	1/11	50	1/12	51	174	67.2	15.5	4.5	45.0	571	80	1
19VLS6028/ae1	1/10	49	1/12	51	190	52.6	16.5	4.0	12.0	380	53	1
CL81/17VL35	1/11	50	1/11	50	185	58.9	16.0	5.0	30.0	729	102	1
19VLS6059/19VLS6043	1/10	49	1/11	50	210	53.8	13.0	4.3	15.0	494	69	1

교잡계명	출용일	출용	출사일	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
	(월/일)	일수	(월/일)	일수						총실중	지수	
19VLS6104/19VLS6031	1/12	51	1/12	51	208	48.1	14.0	4.0	20.0	497	69	1
19VLS6001/19VLS6013	1/9	48	1/12	51	190	61.6	14.9	4.5	37.0	831	116	1
19VLS6098/CL81	1/10	49	1/11	50	215	55.8	13.0	4.8	20.0	868	121	1
19VL35/G1	1/9	48	1/12	51	220	77.3	18.0	4.8	44.0	533	74	1
19VL35/14K23	1/11	50	1/12	51	200	65.0	16.5	4.3	25.0	508	71	1
19VLS6059/19VLS6016	1/10	49	1/11	50	180	51.7	15.5	4.5	25.0	705	98	1
19VLS6058/19VLS6089	1/10	49	1/12	51	222	54.1	15.7	4.7	43.0	811	113	1
14K5/19VLS6013	1/11	50	1/11	50	200	59.0	15.8	4.5	23.0	685	95	1
19VLS068/19VLS6077	1/8	47	1/9	48	190	57.9	15.0	4.3	28.0	441	61	1
14K5/19VLS6104	1/9	48	1/10	49	186	63.4	14.8	5.0	35.0	1,059	147	1
19VLS6113/ae1	1/12	51	1/13	52	204	57.8	18.0	4.3	25.0	332	46	1
19VLS6113/19VLS6059	1/10	49	1/11	50	210	55.7	15.0	4.8	24.0	604	84	1
19VLS6113/19VLS6019	1/10	49	1/11	50	190	52.6	13.3	4.2	21.0	269	38	1
19VLS6068/14K8	1/11	50	1/13	52	194	64.4	15.0	4.8	63.0	828	115	1
19VLS6083/CL59	1/10	49	1/11	50	184	42.9	13.5	4.2	40.1	422	59	1
19VLS6083/19VLS6001	1/10	49	1/10	49	221	56.1	17.7	4.8	44.0	1,036	144	1
19VLS6083/14K5	1/11	50	1/12	51	210	61.0	14.5	4.8	31.0	643	90	1
19VLS6083/G4	1/12	51	1/12	51	190	71.1	17.0	4.5	43.0	570	79	1
14K5/19VLS6016	1/11	50	1/13	52	195	53.8	14.7	4.7	22.0	534	74	1
14K5/17VL35	1/10	49	1/11	50	195	50.3	14.0	4.5	40.0	881	123	1
CL50/14K8	1/12	51	1/14	53	200	58.0	15.5	4.5	40.0	798	111	1
14K5/19VLS6113	1/10	49	1/11	50	206	63.1	15.0	5.0	30.0	992	138	1
14K8/CL59	1/9	48	1/12	51	200	61.0	11.0	4.3	40.0	679	95	1
14K8/14K23	1/10	49	1/10	49	194	61.9	18.5	4.8	30.0	947	132	1
19VLS6083/G1	1/11	50	1/13	52	198	56.6	16.5	4.3	45.0	585	81	1
6083/19VLS6077	1/11	50	1/12	51	210	50.0	15.0	4.5	30.0	465	65	1
19VLS6113/14K23	1/10	49	1/11	50	196	53.6	15.5	4.3	20.0	402	56	1
19VLS6113/19VLS6031	1/11	50	1/13	52	186	56.5	15.5	5.3	35.1	610	85	1
19VLS6068/CL50	1/12	51	1/15	54	201	58.2	16.5	4.0	30.0	491	68	1
14K8/19VLS6113	1/11	50	1/11	50	210	50.0	17.5	5.0	45.0	1,025	143	1
19VLS6016/19VLS6077	1/10	49	1/13	52	204	56.9	16.5	4.3	28.0	610	85	1
19VLS6083/19VLS6052	1/9	48	1/10	49	188	53.2	14.3	4.7	20.0	454	63	1
CL50/19VLS6004	1/15	54	1/16	55	184	63.0	15.0	4.8	35.5	462	64	1
CL50/19VLS6113	1/12	51	1/13	52	182	54.9	18.0	4.5	41.0	778	108	1
CL50/CL59	1/9	48	1/10	49	156	60.9	13.0	4.2	38.8	315	44	1
19VLS6016/ae1	1/10	49	1/10	49	180	65.0	18.0	4.0	19.9	291	40	1
14K2/19VLS6055	1/10	49	1/11	50	197	50.8	14.0	4.5	40.0	760	106	1
14K8/19VLS6092	1/12	51	1/13	52	200	45.0	12.5	4.7	35.0	656	91	1
19VLS6113/19VLS6046	1/11	50	1/14	53	204	49.0	19.5	5.5	42.0	947	132	1
19VLS6113/19VLS6040	1/9	48	1/12	51	168	53.6	14.8	4.5	30.0	599	83	1

○ 말레이시아 생산력검정본시험(‘21. 1월 수확) 선발 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 말레이시아 대비품종인 GWG111이 49일이었고 생산력검정본시험 교잡계는 평균 49일(48~51일)로 GWG111과 비슷하였음
- 간장은 GWG111가 181cm이었는데 생산력검정본시험 교잡계는 평균 201cm(172~250cm)로 GWG111보다 큰 편이었는데, 200cm 이상 간장이 큰 교잡계는 15VL048/14K25, 17VL32/16VL004, CL65/14K5, CL93/14K28이었음
- 생산력검정본시험 교잡계의 평균 이삭길이는 16.3cm(14.8~18.8cm)이었고, 15VL048/14K25는 이삭길이가 18.8cm로 가장 길었음
- 종실수량이 GWG111 보다 10% 이상 많은 교잡계는 15VL048/14K25, 17VL29/16VL004, CL93/14K28, CL94/CL87이었고, 특히 15VL048/14K25는 간장, 이삭 길이, 백립중이 다른 계통 보다 우수하여 종실수량도 GWG111보다 20% 정도 많았음

< 말레이시아 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성(‘21. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성(kg/10a)		도복 (1-9)
											종실중	지수	
GWG111 (대비품종)	1	1/10	49	1/10	49	185	59.5	15.7	5.8	38.6	733		1
	2	1/10	49	1/10	49	176	63.6	14.5	5	36.0	703		1
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	평균	1/10	49	1/10	49	181	61.5	15	5	37	718	100	1
LVN10 (표준품종)	1	1/11	50	1/11	50	224	52.2	15.9	4	38.0	708		1
	2	1/11	50	1/12	51	210	47.6	16.5	5	25.0	758		1
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	평균	1/11	50	1/11	51	217	49.9	16	5	32	733	102	1
15VL048/14K25	1	1/10	49	1/10	49	225	53.3	21.5	4.8	44.0	674		1
	2	1/10	49	1/10	49	174	44.8	18	5	29.0	735		1
	3	1/7	46	1/8	47	216	59.3	17	5	45.0	1,169		1
	평균	1/9	48	1/9	48	205	52.5	19	5	39	859	120	1
15VL064/14K22	1	1/9	48	1/10	49	168	53.6	18	4.5	20.0	254		1
	2	1/10	49	1/10	49	200	57.0	15.5	4.5	25.0	797		1
	3	1/10	49	1/11	50	198	60.6	17	5	45.0	773		1
	평균	1/9	49	1/10	49	189	57.1	17	5	30	608	85	1
16VL009/16VL005	1	1/8	47	1/9	48	173	60.7	15.5	4.5	35.0	320		1
	2	1/10	49	1/10	49	197	53.3	16	4.5	35.0	707		1
	3	1/9	48	1/11	50	145	35.9	13	5	27.0	392		1
	평균	1/9	48	1/10	49	172	50.0	15	5	32	473	66	1
16VL009/CL109	1	1/9	48	1/10	49	203	55.7	17	4.5	35.0	730		1
	2	1/12	51	1/12	51	200	62.5	18	4.5	25.0	686		1
	3	1/10	49	1/10	49	160	48.8	18.5	4.5	36.0	690		1
	평균	1/10	49	1/10	50	188	55.6	18	5	32	702	98	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성(kg/10a)		도복 (1-9)
		(월/일)	일수	(월/일)	일수						종실중	지수	
17VL29/16VL004	1	1/10	49	1/11	50	183	47.0	14.5	5.2	21.0	588		1
	2	1/9	48	1/10	49	171	52.6	15.2	5.3	27.0	608		1
	3	1/9	48	1/11	50	203	44.3	18	5.3	36.0	1,322		1
	평균	1/9	48	1/10	50	186	48.0	16	5	28	839	117	1
17VL32/16VL004	1	1/10	49	1/10	49	199	53.8	15.3	5	21.0	633		1
	2	1/9	48	1/9	48	211	43.6	15.5	4.6	45.0	665		1
	3	1/9	48	1/9	48	198	40.4	15	5	35.0	953		1
	평균	1/9	48	1/9	48	203	45.9	15	5	34	750	104	1
CL65/14K5	1	1/10	49	1/11	50	260	44.6	14.5	4.6	25.0	740		1
	2	1/11	50	1/11	50			17	4.5	26.0	609		1
	3	1/8	47	1/8	47	240	45.8	16	5	33.0	755		1
	평균	1/9	49	1/10	49	250	45.2	16	5	28	701	98	1
CL93/14K28	1	1/9	48	1/9	48	202	41.1	13	5	35.0	974		1
	2	1/10	49	1/10	49	210	46.2	15.3	5.5	55.0	817		1
	3	1/9	48	1/9	48	210	47.6	16	5.2	43.0	788		1
	평균	1/9	48	1/9	48	207	45.0	15	5	44	859	120	1
CL94/CL87	1	1/9	48	1/9	48	190	62.1	17.5	5.2	40.0	932		1
	2	1/10	49	1/10	49	175	58.9	16.5	5	40.0	728		1
	3	1/11	50	1/11	50	210	57.1	16.2	5.2	68.0	713		1
	평균	1/10	49	1/10	49	192	59.4	17	5	49	791	110	1

(3) 베트남

(가) 시험재료 파종

○ 시험장소 : 베트남 동치우

○ 파종일 : 2020. 9. 7('21. 1월 수확), 2021.3.7('21. 7월 수확).

○ 재식거리 : 70×25cm

○ 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a

- 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용

○ 시험재료

- 생산력검정예비시험

· '21. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 103 교잡계

· '21. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LVN10 등 103 교잡계

- 생산력검정본시험
 - '21. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LCH9 등 11교잡계
 - '21. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LCH9 등 11 교잡계

(나) 시험결과

○ 베트남 생산력검정예비시험('21. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 평균 53일(53~66일)이었고 시험 교잡계의 87%는 LVN10 보다 출사가 빨랐음
- 간장은 평균 179cm(146~246cm)이었고 LVN10은 200cm이었으며, 간장이 200cm 보다 큰 시험 교잡계는 19VLS6083/G4 등 11개 교잡계이었음
- 시험 교잡계의 이삭길이는 평균 19.2cm(15.3~24.0cm)이었고 LVN10은 18.0cm이었으며, 이삭길이가 20cm 보다 큰 교잡계는 19VLS6068/G5 등 28개 교잡계이었음
- 시험 교잡계의 백립중은 평균 42.4g(27.8~60.6g)이었고 LVN10은 37.1g이었으며, 백립중이 50g 보다 무거운 교잡계는 19VL35/G1 등 11개 교잡계이었음
- 시험 교잡계의 평균 종실수량은 793kg/10a(171~1,226kg/10a)이었고 LVN10은 495kg/10a이었으며, 종실수량이 1,000kg/10a 이상인 교잡계는 CL105/19VLS6104 등 20개 교잡계이었음

< 베트남 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성('21. 1월 수확) >

교잡계명	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											종실중	지수	
LVN10 (표준품종)	11/6	60	11/7	61	200	53	17.7	90.9	5.0	37.1	495	100	1
CL59/19VLS6052	11/4	58	11/2	56	203	48	15.3	97.8	5.3	39.9	784	158	1
CL81/G6	10/30	53	11/1	55	176	50	17.0	94.1	5.7	51.4	544	110	1
19VLS6001/17VL35	11/4	58	11/4	58	187	49	19.7	94.9	5.7	41.4	929	188	1
19VLS6001/19VLS6080	11/4	58	11/4	58	188	51	21.7	93.8	5.3	45.3	965	195	1
19VLS6028/17VL35	11/2	56	11/3	57	181	48	20.0	86.7	6.0	40.5	1,158	234	1
19VLS6092/14K8	11/2	56	11/2	56	176	40	18.3	96.4	6.0	42.1	796	161	1
19VLS6092/G5	11/1	55	11/1	55	168	46	18.3	89.1	5.7	43.1	814	164	1
14K23/19VLS6080	11/3	57	11/4	58	189	38	20.0	98.3	5.3	38.9	1,083	219	1
19VLS6092/19VLS6004	11/3	57	11/1	55	168	49	17.3	94.2	5.3	39.6	722	146	1
14K23/19VLS6013	11/5	59	11/7	61	185	43	22.7	97.1	5.7	44.1	1,044	211	1
CL59/19VLS6040	11/3	57	11/2	56	151	46	15.3	97.8	5.0	38.8	622	126	1
CL105/19VLS6092	11/1	55	11/1	55	156	47	18.3	94.5	5.7	47.5	596	120	1
19VLS6022/14K26	11/3	57	11/3	57	172	46	17.7	96.2	6.3	39.8	707	143	1
19VLS6022/CL94	11/2	56	11/1	55	178	42	17.0	98.0	5.7	43.8	902	182	1
19VLS6022/19VLS6016	11/1	55	11/1	55	157	36	20.0	90.0	4.7	32.8	753	152	1
19VLS6058/CL105	11/3	57	11/5	59	191	47	22.3	91.0	6.0	43.9	838	169	1
19VLS6058/17VL35	11/3	57	11/5	59	205	48	20.0	96.7	6.0	31.6	688	139	1
19VLS6022/19VLS6104	11/1	55	11/1	55	200	46	19.0	93.0	6.0	47.6	1,062	215	1
19VLS6058/19VLS6065	11/4	58	11/7	61	194	47	19.7	96.6	5.7	37.9	833	168	1
CL105/ae1	10/30	53	11/1	55	164	40	20.7	88.7	5.7	44.3	590	119	1

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	백립	수량성		도복 (1-9)
	(월/일)	일수	(월/일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중 (g)	총실중	지수	
CL105/19VLS6031	11/1	55	11/1	55	155	41	19.7	88.1	5.0	41.0	859	174	1
19VLS6089/19VLS6092	11/1	55	11/1	55	177	54	20.0	98.3	5.7	45.5	1,103	223	1
19VLS6089/19VLS6031	10/31	54	11/1	55	162	43	17.3	96.2	5.3	42.4	733	148	1
19VLS6089/19VLS6028	11/1	55	11/1	55	159	47	21.3	87.5	6.0	53.3	955	193	1
19VLS6089/ae1	11/1	55	11/1	55	188	41	19.0	96.5	6.0	40.8	1,019	206	1
19VLS6089/G4	10/31	54	10/31	54	215	49	21.3	92.2	6.3	58.9	1,188	240	1
19VLS6089/G1	11/5	59	11/5	59	232	56	15.7	85.1	5.7	57.6	772	156	1
CL105/19VLS6104	11/1	55	11/1	55	181	47	22.0	98.5	6.0	38.8	1,226	248	1
VLS6058/19VLS6052	11/3	57	11/4	58	196	51	15.7	97.9	5.3	37.2	629	127	1
19VLS6068/G5	11/1	55	11/2	56	200	44	24.0	97.2	5.3	49.1	884	179	1
19VLS6022/19VLS6055	10/30	53	11/1	55	177	41	19.0	91.2	5.7	38.0	857	173	1
19VLS6022/19VLS6040	10/30	53	11/1	55	155	41	18.0	90.7	5.7	41.2	600	121	1
19VLS6089/Ae1	10/30	53	10/31	54	173	44	21.3	92.2	5.7	39.0	666	135	1
14K5/19VLS6071	11/3	57	11/4	58	179	46	18.7	98.2	6.0	41.1	916	185	1
CL101/19VLS6071	11/1	55	11/2	56	194	49	17.7	98.1	5.7	40.5	797	161	1
19VLS6060/CL50	11/9	63	11/9	63	166	51	18.3	98.2	5.3	39.0	251	51	1
19VLS6058/G4	11/2	56	11/3	57	241	50	22.0	92.4	5.7	46.5	912	184	1
19VLS6101/19VLS6022	11/4	58	11/4	58	188	45	18.3	96.4	5.7	43.2	430	87	1
CL101/14K8	11/2	56	11/3	57	172	42	19.3	94.8	6.3	43.8	1,027	207	1
19VLS6065/19VLS6040	10/30	53	11/1	55	158	45	20.3	95.1	5.7	41.4	903	182	1
19VLS6065/19VLS6062	11/4	58	11/6	60	155	42	19.7	98.3	5.3	47.7	941	190	1
19VLS6043/19VLS6034	11/2	56	11/1	55	171	42	18.7	96.4	5.7	48.8	384	78	1
19VLS6074/19VLS6092	10/31	54	11/1	55	170	50	17.0	94.1	5.3	38.7	704	142	1
14K8/19VLS6059	11/3	57	11/5	59	186	49	20.3	98.4	6.0	43.2	987	200	1
CL94/19VLS6040	10/30	53	10/31	54	154	49	17.7	94.3	5.7	44.7	1,018	206	1
19VLS6013/19VLS6071	11/1	55	11/1	55	165	45	16.3	98.0	5.3	40.1	672	136	1
14K8/19VLS104	10/30	53	10/31	54	174	44	18.7	98.2	5.7	54.9	1,052	213	1
19VLS6028/ae1	11/4	58	11/4	58	157	42	19.3	96.6	5.3	37.9	745	150	1
CL81/17VL35	11/2	56	11/5	59	171	44	19.3	93.1	6.3	45.1	745	150	1
19VLS6059/19VLS6043	11/1	55	11/2	56	191	46	18.3	92.7	6.0	35.4	903	182	1
19VLS6104/19VLS6031	11/6	60	11/5	59	185	42	16.7	94.0	5.0	37.3	839	170	1
19VLS60101/19VLS6013	11/8	62	11/8	62	194	47	22.0	95.5	6.0	48.1	1,096	222	1
19VLS6098/CL81	11/4	58	11/5	59	203	43	19.3	96.6	6.0	53.2	1,188	240	1
19VL35/G1	11/4	58	11/5	59	198	55	19.3	94.8	6.0	60.6	748	151	1
19VL35/14K23	11/4	58	11/5	59	183	43	21.7	95.4	5.7	37.5	1,091	220	1
19VLS6059/19VLS6016	11/1	55	11/1	55	176	42	21.7	95.4	5.3	31.6	647	131	1
19VLS6058/19VLS6089	11/2	56	11/1	55	182	44	20.0	90.0	6.0	43.0	795	161	1
14K5/19VLS6013	11/9	63	11/10	64	165	45	18.0	90.7	6.0	34.9	1,058	214	1
19VLS6068/19VLS6077	11/8	62	11/9	63	169	48	21.0	98.4	5.7	41.2	1,071	216	1
14K5/19VLS6104	11/1	55	11/1	55	202	49	18.0	98.1	5.7	43.3	1,049	212	1
19VLS6113/ae1	11/1	55	11/1	55	164	42	20.7	95.2	6.0	39.6	605	122	1
19VLS6113/19VLS6059	11/2	56	11/2	56	186	34	20.0	95.0	5.3	38.4	603	122	1

교잡계명	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	백립	수량성		도복 (1-9)
	(월/일)	일수	(월/일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중 (g)	중실중	지수	
19VLS6113/19VLS6019	11/1	55	11/1	55	146	45	19.7	83.1	6.0	35.9	563	114	1
19VLS6068/14K8	11/3	57	11/3	57	178	46	21.3	96.9	5.7	51.3	646	130	1
19VLS6083/CL59	11/5	59	11/4	58	172	47	17.7	30.2	4.0	40.1	598	121	1
19VLS6083/19VLS6001	11/8	62	11/8	62	184	30	21.3	95.3	6.0	49.5	871	176	1
19VLS6083/14K5	11/3	57	11/3	57	201	49	20.0	93.3	5.7	43.3	1,014	205	1
19VLS6083/G4	11/3	57	11/3	57	246	45	22.3	86.6	6.0	51.0	870	176	1
14K5/19VLS6016	11/5	59	11/6	60	190	38	19.7	93.2	5.7	36.5	476	96	1
14K5/17VL35	11/2	56	11/2	56	194	48	18.0	98.1	6.0	34.6	878	177	1
CL50/14K8	11/4	58	11/2	56	176	49	18.3	98.2	5.7	47.9	746	151	1
14K5/19VLS6113	11/1	55	11/1	55	187	48	20.3	93.4	5.7	42.6	653	132	1
14K8/CL59	11/4	58	11/3	57	192	51	18.7	96.4	5.3	43.1	731	148	1
14K8/14K23	11/3	57	11/3	57	182	43	16.0	89.6	4.0	51.5	171	35	1
19VLS6083/G1	11/3	57	11/4	58	201	55	19.0	94.7	5.3	45.9	546	110	1
6083/19VLS6077	11/10	64	11/10	64	167	49	17.3	96.2	5.3	42.2	701	142	1
19VLS6113/14K23	11/4	58	11/4	58	167	44	21.7	93.8	5.0	35.5	390	79	1
19VLS6113/19VLS6031	11/1	55	11/1	55	151	42	19.7	89.8	4.7	35.3	625	126	1
19VL6068/CL50	11/11	65	11/12	66	166	51	20.7	96.8	5.3	39.4	518	105	1
14K8/19VLS6113	10/31	54	10/31	54	156	45	20.3	91.8	5.7	49.7	685	138	1
19VLS6016/19VLS6077	11/4	58	11/2	56	156	39	19.0	94.7	4.7	33.0	705	142	1
19VLS6083/19VLS6052	11/12	66	11/11	65	154	43	17.3	96.2	5.3	39.7	499	101	1
CL50/19VLS6004	11/12	66	11/11	65	159	47	17.3	96.2	5.3	37.2	689	139	1
CL50/19VLS6113	11/3	57	11/2	56	172	45	22.0	93.9	3.7	42.5	923	187	1
CL50/CL59	11/10	64	11/9	63	159	48	15.7	97.9	5.3	38.7	639	129	1
19VLS6016/ae1	11/1	55	11/1	55	172	34	19.0	93.0	4.7	27.8	610	123	1
14K2/19VLS6055	10/31	54	10/31	54	182	49	17.0	98.0	6.0	33.1	984	199	1
14K8/19VLS6092	11/1	55	11/1	55	176	52	18.0	98.1	6.0	44.1	1,054	213	1
19VLS6113/19VLS6046	11/1	55	11/2	56	200	46	20.7	96.8	5.3	40.2	969	196	1
19VLS6113/19VLS6040	11/1	55	10/31	54	160	46	16.7	96.0	4.7	30.8	422	85	1
19VLS6083/19VLS6025	11/4	58	11/3	57	161	50	18.7	94.6	4.3	33.7	610	123	1
14K8/19VLS6010	11/1	55	10/31	54	182	44	18.7	92.9	5.3	49.4	564	114	1
14K8/19VLS6055	10/30	53	10/30	53	175	50	18.3	96.4	5.7	42.7	766	155	1
19VLS6068/CL59	11/2	56	11/1	55	198	46	19.3	98.3	5.3	42.0	881	178	1
CL50/19VLS6092	11/3	57	11/1	55	175	54	18.7	94.6	5.3	34.5	653	132	1
17VL33/19VLS6007	11/1	55	11/1	55	158	45	19.0	91.2	5.7	47.2	822	166	1
19VLS6049/19VLS6065	11/4	58	11/5	59	195	47	21.3	82.8	6.0	45.2	908	183	1
19VLS6049/14K8	11/8	62	11/7	61	172	50	18.7	91.1	5.7	45.8	565	114	1
19VLS6049/19VLS6034	11/3	57	11/1	55	189	43	17.0	96.1	5.3	47.0	957	193	1
19VLS6049/19VLS6001	11/3	57	11/5	59	190	53	21.3	89.1	6.0	48.0	1,091	220	1
19VLS6049/14K26	11/3	57	11/2	56	195	54	19.0	87.7	6.3	41.9	919	186	1
19VLS6049/19VLS6089	11/3	57	11/2	56	188	49	19.3	96.6	6.0	50.1	866	175	1

○ 베트남 생산력검정예비시험(‘21. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 평균 59일(55~63일)이었고 시험 교잡계의 86%는 LVN10 (62일) 보다 출사가 빨랐음
- 간장은 평균 178cm(150~241cm)이었고 LVN10은 191cm이었으며, 간장이 200cm 보다 큰 시험 교잡계는 19VLS6022/14K2 등 10개 교잡계이었음
- 시험 교잡계의 이삭길이는 평균 18.5cm(15.0~27.3cm)이었고 LVN10은 18.8cm이었으며, 이삭길이가 20cm 보다 큰 교잡계는 14K8/CL32 등 18개 교잡계이었음
- 시험 교잡계의 백립중은 평균 28.3g(21.6~35.2g)이었고 LVN10은 29.7g이었으며, 백립중이 33g 보다 무거운 교잡계는 14K23/19VLS6016 등 7개 교잡계이었음
- 시험 교잡계의 평균 종실수량은 561kg/10a(127~844kg/10a)이었고 LVN10은 345kg/10a이었으며, 종실수량이 700kg/10a 이상인 교잡계는 CL19/19VLS6031 등 5개 교잡계이었음

< 베트남 생산력검정예비시험 교잡계의 주요 생육특성(‘21. 7월 수확) >

교잡계명	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											종실중	지수	
LVN10 (표준품중)	5/7	61	5/8	62	191	47	19	97	5	29.7	345	100	1
CL59/19VLS6043	5/5	59	5/6	60	180	45	19.7	95	5.0	32.8	594	172	1
19VLS6104/G9	5/1	55	5/2	56	192	47	20.7	98	5.0	24.3	769	223	1
CL59/19VLS6104	5/5	59	5/6	60	179	39	22.3	99	5.0	28.1	661	191	1
19VLS6049/G5	5/7	61	5/9	63	150	38	15.7	96	4.7	26.3	312	90	1
CL59/19VLS6113	5/5	59	5/6	60	175	50	18.7	98	4.7	27.9	482	140	1
CL19/14K2	5/4	58	5/6	60	181	32	21.3	95	5.0	26.3	711	206	1
CL59/14K26	5/3	57	5/4	58	159	53	17.0	100	5.3	21.9	788	228	1
CL101/19CLS6004	5/5	59	5/6	60	175	48	18.3	95	5.3	24.6	692	200	1
14K23/19VLS6113	5/8	62	5/9	63	173	40	18.3	96	5.0	28.9	658	191	1
14K23/19VLS6004	5/8	62	5/9	63	154	43	18.3	96	5.0	28.8	610	177	1
19VLS6092/19VLS6043	5/7	61	5/8	62	182	47	18.3	96	5.0	28.2	664	192	1
CL59/19VLS6068	5/8	62	5/9	63	152	42	20.3	97	5.0	31.7	759	220	1
19VLS6089/19VLS6031	5/6	60	5/7	61	173	44	16.3	94	5.0	28.7	608	176	1
19VLS6104/19VLS6037	5/5	59	5/6	60	165	48	19.0	98	5.3	29.1	794	230	1
14K5/19VLS6016	5/4	58	5/6	60	204	45	17.3	98	4.7	34.5	519	150	1
19VLS6104/19VLS6055	5/5	59	5/7	61	165	51	17.0	98	4.7	25.9	306	89	1
19VLS6022/14K26	5/5	59	5/7	61	173	44	17.7	96	5.0	28.0	660	191	1
19VLS6059/19VLS6016	5/8	62	5/9	63	181	45	19.0	96	5.0	26.0	528	153	1
19VLS6065/19VLS6040	5/4	58	5/5	59	173	48	21.0	95	5.0	26.8	830	240	1
19VLS6104/14K5	5/4	58	5/5	59	177	40	19.0	96	4.7	25.5	473	137	1
19VLS6065/19VLS6062	5/2	56	5/3	57	185	48	21.3	97	5.3	29.3	729	211	1
19VLS6089/ae1	5/7	61	5/8	62	190	46	20.3	95	5.3	27.7	588	170	1
14K5/19VLS6092	5/4	58	5/5	59	152	39	19.0	95	5.3	25.7	565	164	1
19VLS6065/19VLS6043	5/1	55	5/1	55	186	44	20.3	98	5.3	29.9	744	215	1
19VLS6001/19VLS6013	5/8	62	5/9	63	176	39	18.0	98	4.3	25.0	483	140	1
19VLS6022/19VLS6016	5/2	56	5/4	58	179	35	17.0	98	4.7	26.2	486	141	1
14K8/CL32	5/1	55	5/5	59	173	41	27.3	60	5.3	26.6	476	138	1

교잡계명	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											중실중	지수	
CL50/G6	5/8	62	5/3	57	150	38	19.0	91	4.7	28.4	534	155	1
CL81/G6	5/2	56	5/3	57	170	41	18.7	95	5.0	28.5	476	138	1
14K8/19VLS6055	5/1	55	5/6	60	187	47	20.7	92	5.0	24.6	778	225	1
19VLS6028/ae1	5/2	56	5/7	61	202	43	18.3	98	5.0	25.3	668	193	1
19VLS6104/19VLS6007	5/3	57	5/7	61	165	33	18.0	94	4.7	28.7	566	164	1
19VLS6001/19VLS6004	5/5	59	5/5	59	205	39	18.3	93	5.0	32.4	518	150	1
CL81/19VLS6040	5/6	60	5/3	57	188	39	18.7	98	5.0	28.7	608	176	1
19VLS6022/19VLS6040	5/5	59	5/5	59	154	44	17.7	92	4.7	25.7	348	101	1
19VLS6022/19VLS6055	5/3	57	5/3	57	168	47	15.0	96	4.3	24.1	486	141	1
CL32/19VLS6052	5/4	58	5/5	59	200	46	21.0	95	5.0	29.9	569	165	1
19VLS6022/CL59	5/3	57	5/3	57	177	42	17.3	94	5.0	27.8	393	114	1
19VLS6001/19VLS6074	5/2	56	5/8	62	219	46	21.0	95	5.3	30.2	709	205	1
19VLS6022/14K2	5/3	57	5/3	57	241	42	22.3	93	5.0	27.3	489	142	1
19VLS6022/19VLS6089	5/3	57	5/4	58	178	47	19.0	96	4.7	24.2	709	205	1
CL81/17VL35	5/4	58	5/4	58	170	48	18.3	96	4.7	22.9	175	51	1
19VLS6089/19VLS6028	5/4	58	5/4	58	194	46	19.7	97	5.0	24.0	395	114	1
19VLS6068/19VLS6043	5/5	59	5/6	60	191	49	20.3	97	5.3	29.2	707	205	1
19VLS6022/19VLS6104	5/2	56	5/3	57	158	52	16.0	98	4.0	21.6	172	50	1
19VLS6022/19VLS6059	5/3	57	5/4	58	161	41	19.7	93	4.7	26.8	568	165	1
CL32/19VLS6065	5/2	56	5/3	57	204	44	25.0	92	4.7	28.9	702	203	1
19VLS6065/19VLS6059	5/5	59	5/6	60	187	47	18.7	98	5.0	24.8	479	139	1
19VL35/G1	5/2	56	5/3	57	170	46	18.3	96	4.3	23.8	348	101	1
19VLS6058/G4	5/1	55	5/6	60	184	37	15.0	89	4.3	28.3	172	50	1
19VLS6098/CL81	5/2	56	5/7	61	193	40	22.7	96	5.0	29.9	526	152	1
19VLS6104/CL19	5/3	57	5/7	61	183	48	20.0	97	4.7	24.6	518	150	1
19VLS6001/19VLS6016	5/3	57	5/4	58	201	44	16.7	94	5.0	30.0	571	165	1
19VLS6001/17VL35	5/2	56	5/3	57	165	44	18.0	98	5.3	30.5	518	150	1
14K8/CL59	5/5	59	5/6	60	158	39	16.7	96	5.0	26.8	350	101	1
19VLS6065/G1	5/2	56	5/3	57	156	48	19.7	98	5.0	27.0	527	153	1
19VLS6104/19VLS6031	5/2	56	5/3	57	184	32	17.7	91	5.0	29.7	565	164	1
19VLS6001/14K23	5/3	57	5/4	58	171	46	18.0	96	5.0	26.9	526	152	1
19VLS6104/19VLS6010	5/2	56	5/3	57	156	42	15.7	98	4.3	23.1	529	153	1
CL19/14K8	5/5	59	5/6	60	178	44	20.7	97	5.0	26.5	603	175	1
CL19/19VLS6068	5/2	56	5/3	57	175	48	18.7	98	5.0	27.0	571	165	1
19VLS6089/19VLS6092	5/3	57	5/4	58	207	42	17.3	92	5.0	29.8	305	88	1
19VLS6001/19VLS6098	5/2	56	5/3	57	201	35	17.3	92	5.7	28.5	735	213	1
CL19/19VLS6113	5/5	59	5/6	60	186	46	18.7	98	5.3	30.9	700	203	1
19VLS6062/CL50	5/2	56	5/3	57	178	41	17.0	90	5.0	32.8	613	177	1
CL59/19VLS6055	5/2	56	5/3	57	187	43	16.0	94	5.0	33.1	529	153	1
CL59/19VLS6046	5/5	59	5/6	60	179	43	15.3	96	4.7	26.1	442	128	1
CL19/19VLS6001	5/2	56	5/3	57	175	38	16.7	96	4.7	28.1	352	102	1
19VLS6049/19VLS6065	5/2	56	5/3	57	176	48	16.3	96	5.0	26.0	527	153	1
CL19/19VLS6010	5/5	59	5/6	60	180	43	20.0	95	5.0	31.9	788	228	1
14K8/19VLS6013	5/2	56	5/3	57	164	44	17.3	96	5.3	31.4	646	187	1

교잡계명	출웅기 (월/일)	출웅 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											종실중	지수	
19VLS6043/19VLS6065	5/3	57	5/4	58	179	42	16.0	96	4.7	27.1	177	51	1
19VLS6034/19VLS6083	5/7	61	5/9	63	176	46	16.7	96	4.7	28.0	483	140	1
19VLS6092/14K8	5/5	59	5/6	60	184	40	17.3	98	5.0	27.4	689	200	1
19VLS6068/CL50	5/4	58	5/6	60	175	47	21.3	97	5.0	31.6	806	233	1
CL19/19VLS6040	5/3	57	5/4	58	153	43	17.0	96	5.0	29.1	512	148	1
14K23/19VLS6013	5/8	62	5/9	63	177	44	20.0	95	5.3	31.3	689	199	1
CL59/19VLS6059	5/2	56	5/3	57	179	41	17.0	96	5.0	33.8	656	190	1
CL19/19VLS6052	5/5	59	5/6	60	158	41	15.3	96	4.7	25.9	482	140	1
14K23/14K8	5/2	56	5/3	57	169	43	16.0	96	5.0	29.3	643	186	1
CL19/14K23	5/3	57	5/4	58	181	48	17.3	98	5.3	31.9	613	178	1
19VLS6001/19VLS6077	5/2	56	5/3	57	166	46	20.0	97	5.3	32.9	832	241	1
19VLS6104/19VLS6113	5/3	57	5/4	58	152	38	18.0	93	5.0	32.9	613	178	1
14K23/19VLS6016	5/7	61	5/9	63	192	46	18.0	98	5.0	35.2	841	244	1
CL81/G1	5/5	59	5/6	60	179	45	19.0	96	4.7	29.4	603	175	1
19VLS6001/CL59	5/2	56	5/3	57	187	46	18.0	98	4.3	22.5	258	75	1
CL19/19VLS6031	5/5	59	5/6	60	186	49	19.3	98	6.0	28.3	844	244	1
19VLS6092/19VLS6031	5/2	56	5/3	57	192	48	19.7	97	5.0	30.0	616	178	1
CL81/19VLS6113	5/3	57	5/4	58	204	44	17.7	96	5.0	29.2	343	99	1
19VLS6092/19VLS6059	5/7	61	5/9	63	177	39	17.3	96	5.0	25.1	529	153	1
CL94/14K23	5/5	59	5/6	60	190	50	17.0	94	4.7	25.5	430	125	1
19VLS6013/19VLS6065	5/4	58	5/6	60	190	44	20.0	95	4.7	26.9	526	152	1
19VLS6059/19VLS6058	5/3	57	5/4	58	189	41	16.7	96	5.0	31.0	572	166	1
CL94/19VLS6104	5/5	59	5/6	60	188	50	20.0	95	5.0	29.3	602	174	1
19VLS6092/G1	5/8	62	5/9	63	181	44	18.7	96	5.3	30.5	735	213	1
19VLS6059/CL32	5/4	58	5/6	60	166	50	16.0	96	5.0	30.1	618	179	1
19VLS6059/19VLS6065	5/2	56	5/5	59	172	43	18.0	93	5.0	33.2	575	167	1
14K8/14K2	5/5	59	5/6	60	171	42	15.0	84	4.7	26.0	127	37	1
CL94/17VL35	5/4	58	5/6	60	175	43	15.7	96	4.7	28.8	393	114	1
19VLS6074/G5	5/3	57	5/4	58	182	42	20.0	93	5.3	33.9	745	216	1
19VL35/14K23	5/5	59	5/6	60	173	47	17.3	96	5.3	30.5	519	150	1
14K5/19VLS6068	5/1	55	5/4	58	176	39	16.3	98	5.3	35.0	615	178	1

○ 베트남 생산력검정본시험('21. 1월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 시험 교잡계가 평균 56일(53~59일)이었고 LVN10은 61일, LCH9은 57일이었음
- 간장은 평균 171cm(148~184cm)이었으며 LVN10은 196cm, LCH9은 207cm이었음
- 시험 교잡계의 평균 이삭길이는 12.1cm(10.8~14.5cm)이었으며 LVN10은 10.9cm, LCH9은 11.5cm이었음
- 시험 교잡계의 백립중은 평균 42.5g(38.4~51.9g)이었으며, LVN10은 34.3g, LCH9은 38.6g이었고, CL93/14K28와 17VL29/16VL004는 백립중이 45g 보다 무거웠음
- 종실수량은 평균 724kg/10a(554~1,003kg/10a)이었으며, LVN10은 444kg/10a, LCH9은 662kg/10a이었고, CL93/14K28은 종실수량이 가장 많은 1,003kg/10a이었음

< 베트남 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성('21. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성(kg/10a)		도복 (1-9)
												종실중	지수	
LCH9 (대비품종)	1	11/1	55	11/3	57	204	51	11.8	97	3.2	36.9	753		1
	2	11/1	55	11/3	57	214	54	11.2	96	3.2	38.2	667		1
	3	11/1	55	11/3	57	204	47	11.6	95	3.2	40.7	566		1
	평균	11/1	55	11/3	57	207	50	11.5	96	3.2	38.6	662	100	1
LVN10 (표준품종)	1	11/5	59	11/7	61	198	49	10.2	96	3.0	34.2	510		1
	2	11/5	59	11/7	61	193	47	11.0	95	3.0	33.3	490		1
	3	11/5	59	11/7	61	196	44	11.4	89	3.0	35.3	332		1
	평균	11/5	59	11/7	61	196	47	10.9	93	3.0	34.3	444	67	1
15VL048/14K25	1	11/4	58	11/5	59	195	48	14.2	97	3.4	43.5	638		1
	2	11/4	58	11/5	59	193	56	14.4	97	3.4	43.3	918		1
	3	11/4	58	11/5	59	164	51	14.8	95	3.4	44.3	521		1
	평균	11/4	58	11/5	59	184	52	14.5	96	3.4	43.7	692	105	1
15VL064/14K22	1	11/3	57	11/5	59	175	38	12.6	95	3.2	42.3	648		1
	2	11/3	57	11/5	59	168	48	12.6	92	3.4	41.4	782		1
	3	11/3	57	11/5	59	163	45	12.6	90	3.4	41.3	419		1
	평균	11/3	57	11/5	59	169	44	12.6	93	3.3	41.6	616	93	1
16VL009/16VL005	1	10/30	53	11/1	55	154	31	11.0	95	3.6	43.7	882		1
	2	10/30	53	11/1	55	152	31	10.8	94	3.4	34.9	761		1
	3	10/30	53	11/1	55	138	26	10.6	89	3.4	40.3	318		1
	평균	10/30	53	11/1	55	148	30	10.8	93	3.5	39.7	654	99	1
16VL009/CL109	1	10/30	53	10/30	53	148	48	12.8	94	3.2	40.4	628		1
	2	10/30	53	10/30	53	159	43	12.6	94	3.0	34.8	404		1
	3	10/30	53	10/30	53	159	42	13.6	88	3.6	41.2	631		1
	평균	10/30	53	10/30	53	156	44	13.0	92	3.3	38.8	554	84	1
17VL29/16VL004	1	11/2	56	11/2	56	183	39	11.6	98	3.6	48.4	510		1
	2	11/2	56	11/2	56	187	38	11.6	98	3.6	45.8	1,111		1
	3	11/2	56	11/2	56	180	38	11.4	95	3.6	43.4	843		1
	평균	11/2	56	11/2	56	184	38	11.5	97	3.6	45.9	821	124	1
17VL32/16VL004	1	11/1	55	11/1	55	173	38	11.4	98	3.6	39.5	782		1
	2	11/1	55	11/1	55	154	33	11.0	98	3.6	38.6	401		1
	3	11/1	55	11/1	55	185	36	10.8	93	3.4	37.0	890		1
	평균	11/1	55	11/1	55	170	36	11.1	96	3.5	38.4	691	104	1
CL65/14K5	1	11/1	55	11/3	57	199	47	12.6	90	3.4	41.4	901		1
	2	11/3	57	11/3	57	184	47	11.8	92	3.4	37.4	622		1
	3	11/3	57	11/3	57	165	44	11.0	95	3.4	39.4	773		1

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성(kg/10a)		도복 (1-9)
												종실중	지수	
	평균	11/2	56	11/3	57	183	46	11.8	92	3.4	39.4	765	116	1
CL93/14K28	1	11/3	57	11/1	55	178	43	12.0	93	3.8	51.7	1,107		1
	2	11/1	55	11/1	55	194	40	11.2	95	3.8	51.3	1,099		1
	3	11/1	55	11/1	55	164	38	12.0	87	3.8	52.9	803		1
	평균	11/1	56	11/1	55	179	40	11.7	92	3.8	51.9	1,003	151	1
CL94/CL87	1	11/1	55	11/1	55	178	47	11.4	96	3.6	45.1	827		1
	2	11/1	55	11/1	55	167	50	11.4	96	3.6	40.9	851		1
	3	11/1	55	11/1	55	158	47	11.8	93	3.2	44.4	473		1
	평균	11/1	55	11/1	55	168	48	11.5	95	3.5	43.5	717	108	1

○ 베트남 생산력검정본시험(‘21. 7월 수확) 공시 교잡계의 생육특성

- 출사일수는 시험 교잡계가 평균 58일(56~63일)이었고 LVN10은 61일, LCH9은 56일이었음
- 간장은 평균 175cm(160~185cm)이었으며 LVN10은 180cm, LCH9은 187cm이었음
- 시험 교잡계의 평균 이삭길이는 18.4cm(17.1~20.9cm)이었으며 LVN10은 18.7cm, LCH9은 20.2cm이었음
- 시험 교잡계의 백립중은 평균 28.1g(22.8~32.8g)이었으며, LVN10은 31.4g, LCH9은 30.5g이었음
- 종실수량은 평균 617kg/10a(542~671kg/10a)이었으며, LVN10은 561kg/10a, LCH9은 525kg/10a이었고, CL32/18VL23, 14K5/CL2, 14K26/18VL18은 종실수량이 대비품종 LCH9 보다 20% 이상 많았음

< 베트남 생산력검정본시험 교잡계의 주요 생육특성(‘21. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성(kg/10a)		도복 (1-9)
												종실중	지수	
LCH9 (대비품종)	1	5/1	55	5/2	56	193	47	19.4	98	5.0	31.9	570		1
	2	5/1	55	5/2	56	177	44	20.4	97	5.0	30.4	431		1
	3	5/1	55	5/2	56	191	47	20.8	97	4.8	29.1	575		1
	평균	5/1	55	5/2	56	187	46	20.2	97	4.9	30.5	525	100	1
LVN10 (표준품종)	1	5/5	59	5/7	61	179	46	19.6	98	4.4	29.9	482		1
	2	5/5	59	5/7	61	181	50	17.8	98	4.6	30.9	509		1
	3	5/5	59	5/7	61	179	39	18.6	98	4.4	33.4	691		1
	평균	5/5	59	5/7	61	180	45	18.7	98	4.5	31.4	561	107	1
14K26/18VL18	1	5/1	55	5/2	56	175	44	17.8	98	5.6	26.4	608		1
	2	5/1	55	5/2	56	182	50	17.4	98	5.6	27.9	658		1
	3	5/1	55	5/2	56	160	45	17.0	99	5.2	26.2	721		1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	백립	수량성(kg/10a)		도복 (1-9)
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중 (g)	종실중	지수	
	평균	5/1	55	5/2	56	172	46	17.4	98	5.5	26.8	662	126	1
14K5/CL2	1	5/2	56	5/3	57	158	48	18.4	99	5.6	30.3	696		1
	2	5/2	56	5/3	57	157	48	18.2	99	6.0	31.7	660		1
	3	5/2	56	5/3	57	184	35	18.2	99	5.6	31.3	631		1
	평균	5/2	56	5/3	57	166	44	18.3	99	5.7	31.1	662	126	1
16VL004/14K5	1	5/1	55	5/2	56	184	40	18.0	98	5.4	26.7	752		1
	2	5/5	59	5/7	61	172	38	17.8	99	5.2	26.7	551		1
	3	5/3	57	5/4	58	183	45	17.4	99	5.4	26.9	626		1
	평균	5/3	57	5/4	58	180	41	17.7	99	5.3	26.8	643	122	1
16VL005/14K22	1	5/2	56	5/3	57	184	34	20.4	97	5.4	32.6	788		1
	2	5/2	56	5/3	57	178	37	19.2	98	5.4	27.4	341		1
	3	5/2	56	5/3	57	187	48	19.8	97	5.6	30.6	645		1
	평균	5/2	56	5/3	57	183	40	19.8	97	5.5	30.2	591	113	1
16VL009/17VL44	1	5/1	55	5/3	57	158	42	17.0	96	4.8	28.3	549		1
	2	5/1	55	5/3	57	163	42	16.8	98	4.8	28.6	592		1
	3	5/1	55	5/3	57	160	46	17.6	97	4.6	28.7	484		1
	평균	5/1	55	5/3	57	160	43	17.1	97	4.7	28.5	542	103	1
17VL34/14K5	1	5/3	57	5/4	58	178	44	18.2	99	5.0	22.6	659		1
	2	5/1	55	5/2	56	174	46	18.2	97	5.2	22.1	531		1
	3	5/1	55	5/2	56	184	53	18.0	98	5.0	23.8	657		1
	평균	5/1	56	5/2	57	179	47	18.1	98	5.1	22.8	615	117	1
17VL44/CL59	1	5/7	61	5/9	63	170	56	17.8	98	4.8	26.0	549		1
	2	5/7	61	5/9	63	161	44	18.6	98	4.8	26.8	582		1
	3	5/7	61	5/9	63	188	54	18.4	99	4.8	27.2	663		1
	평균	5/7	61	5/9	63	173	51	18.3	98	4.8	26.7	598	114	1
18VL18/14K5	1	5/5	59	5/7	61	185	49	17.8	98	5.0	28.2	583		1
	2	5/3	57	5/4	58	186	44	18.6	97	5.0	27.0	592		1
	3	5/1	55	5/2	56	154	40	17.8	99	5.0	27.5	540		1
	평균	5/3	57	5/4	58	175	45	18.1	98	5.0	27.5	572	109	1
CL32/18VL23	1	5/1	55	5/2	56	182	40	21.0	97	5.2	32.3	746		1
	2	5/1	55	5/2	56	195	44	20.8	97	5.2	33.2	662		1
	3	5/1	55	5/2	56	178	44	21.0	98	5.2	33.0	604		1
	평균	5/1	55	5/2	56	185	43	20.9	97	5.2	32.8	671	128	1

(4) 한국

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2021. 4.22. ('21.9. 수확)
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P2O5-K2O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : 장다옥 등 생산력검정본시험 11교잡계

(나) 시험결과

- 수원 생산력검정본시험 교잡계의 생육특성
 - 출사일수는 시험 교잡계가 평균 81일(74~89일)이었고 LVN10은 83일, 장다옥은 84일이었음
 - 간장은 평균 262cm(245~299cm)이었으며 LVN10은 291cm, 장다옥은 206cm이었음
 - 시험 교잡계의 평균 이삭길이는 17.2cm(13.1~22.0cm)이었으며 LVN10은 19.7cm, 장다옥은 17.3cm이었음
 - 시험 교잡계의 백립중은 평균 30.1g(21.8~39.3g)이었으며, LVN10은 31.9g, 장다옥은 27.9g이었음
 - 종실수량은 평균 547kg/10a(261~844kg/10a)이었으며, LVN10은 361kg/10a, 장다옥은 607kg/10a이었고, 16VL005/14K22와 16VL004/14K5은 종실수량이 대비품종 장다옥 보다 20% 이상 많았음

< 한국(수원) 생산력검정본시험('21.9. 수확) 교잡계의 주요 생육특성 >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)	조명 나방 피해 (0-9)	잎 발생 병해 (0-9)
													중실 중	지수			
장다옥 (대비품종)	1	7/12	81	7/17	86	212	41	17.4	94.3	4.2	61.5	29.6	691		1	5	1
	2	7/13	82	7/8	77	203	52	16.8	98.8	4.2	71.4	27.1	646		1	3	4
	3	7/16	85	7/20	89	201	48	17.6	96.6	4.0	83.3	26.8	482		1	5	3
	평균	7/13	83	7/15	84	206	47	17.3	97	4.1	72.1	27.9	607	100	1	4	3
LVN10 (표준품종)	1	8/1	79	8/9	87	277	64	16.6	100	3.8	15.4	29.1	347		1	3	2
	2	7/25	74	8/3	83	292	69	22.8	89	3.4	27.3	35.0	310		1	0	2
	3	7/25	72	8/2	80	306	72	19.6	96	4.2	36.4	31.5	427		1	3	3
	평균	7/27	75	8/4	83	291	69	19.7	95	3.8	26.3	31.9	361	60	1	2	2
14K26/18VL18	1	7/23	72	8/4	84	258	61	14.6	96	4.4	33.3	26.4	289		1	3	2
	2	7/20	69	7/30	79	295	67	18.4	90	4.6	46.2	28.5	618		1	0	1
	3	7/23	72	8/1	81	263	62	17.8	91	4.8	42.9	28.2	722		1	3	1
	평균	7/22	71	8/1	81	272	63	16.9	92	4.6	40.8	27.7	543	90	1	2	1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	작립	이삭	이병	백립	수량성		도복	조명	잎
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	이삭 비율 (%)	중 (g)	중실 중	지수			
14K5/CL2	1	7/25	72	8/3	81	238	68	15.8	99	4.4	42.9	33.7	503		1	3	2
	2	7/23	72	7/31	80	274	69	18.4	92	4.6	7.7	35.6	715		1	0	2
	3	7/28	77	8/3	83	242	69	16.4	98	4.6	14.3	34.3	587		1	3	1
	평균	7/25	74	8/2	81	251	69	16.9	96	4.5	21.6	34.5	602	99	1	2	2
16VL004/14K5	1	7/23	70	7/29	76	239	56	17.0	96	4.6	38.5	31.1	746		1	3	1
	2	7/22	71	7/30	79	258	58	18.2	96	5.0	30.8	27.4	810		1	5	1
	3	7/24	71	7/31	78	250	62	15.8	94	4.4	38.5	27.0	622		1	5	1
	평균	7/23	71	7/30	78	249	59	17.0	95	4.7	35.9	28.5	726	120	1	4	1
16VL005/14K22	1	7/20	69	7/26	75	242	53	19.8	96	4.8	0	36.5	1,056		1	3	3
	2	7/22	71	7/26	75	243	56	15.8	96	4.6	0	30.7	707		1	5	2
	3	7/20	67	7/26	73	256	51	18.6	87	4.8	76.9	29.9	771		1	7	3
	평균	7/20	69	7/26	74	247	53	18.1	93	4.7	25.6	32.4	844	139	1	5	3
16VL009/17VL44	1	7/22	71	8/1	81	227	68	14.6	97	4.0	71.4	27.4	328		1	3	4
	2	7/18	67	7/27	76	279	66	19.8	97	4.2	0	33.4	592		1	3	3
	3	7/23	72	8/5	85	230	66	17.0	95	4.0	84.6	29.2	527		1	5	1
	평균	7/21	70	7/31	81	245	67	17.1	97	4.1	52.0	30.0	482	79	1	4	3
17VL34/14K5	1	8/1	81	8/9	89	302	65	16.8	94	4.0	35.7	21.4	241		1	3	2
	2	8/1	79	8/9	87	320	72	17.0	98	4.6	33.3	22.8	367		1	0	5
	3	8/2	82	8/12	92	275	67	14.4	93	3.8	72.7	21.1	175		1	0	5
	평균	8/1	81	8/10	89	299	68	16.1	95	4.1	47.3	21.8	261	43	1	1	4
17VL44/CL59	1	7/26	75	8/3	83	256	68	13.4	99	4.4	14.3	30.6	459		1	0	2
	2	7/25	74	8/5	85	263	72	13.0	97	4.2	0	27.1	313		1	3	3
	3	7/27	76	8/5	85	230	72	13.0	100	4.4	0	30.2	387		1	5	5
	평균	7/26	75	8/4	84	250	71	13.1	98	4.3	4.8	29.3	386	64	1	3	3
18VL18/14K5	1	7/29	78	8/5	85	260	65	17.6	95	4.4	46.2	28.1	420		1	3	2
	2	7/20	69	7/30	79	288	64	18.8	84	4.4	41.7	27.8	452		1	3	3
	3	7/31	80	8/9	89	258	64	16.8	94	4.0	30.8	26.5	424		1	3	1
	평균	7/26	76	8/4	84	269	64	17.7	91	4.3	39.5	27.5	432	71	1	3	2
CL32/18VL23	1	7/23	72	7/29	78	274	60	23.4	90	4.8	41.7	41.3	684		1	5	1
	2	7/20	69	7/27	76	303	64	19.2	97	4.4	53.8	37.4	599		1	0	1
	3	7/24	73	8/3	83	260	63	23.4	88	4.6	64.3	39.3	655		1	3	1
	평균	7/22	71	7/30	79	279	62	22.0	92	4.6	53.3	39.3	646	107	1	3	1

마. 지역적응시험(국가별 적응성시험)

(1) 말레이시아

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 말레이시아 요호바루 펠다
- 파종일 : 2020. 11.22.(‘21. 1월 수확)
- 재식거리 : 60×20cm
- 시험재료 : 아세48호 등 현지 재배 품종 등 15 교잡계

(나) 시험결과

- 말레이시아 공시(‘21. 1월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 출사일수는 시험 교잡계 평균이 51일(48~52일)이었고 GWG111(말레이시아 대비품종)은 49일, LVN10은 50일이었음
 - 간장은 시험 교잡계 평균이 206cm(187~240cm)이었고 간장이 220cm 이상인 시험 교잡계는 아세55호와 아세57호이었으며, 모든 시험 교잡계에서 도복은 발생하지 않았음
 - 이삭길이는 시험 교잡계 평균이 16.5cm(14.1~18.6cm)이었고 이삭길이가 17cm 이상인 시험 교잡계는 아세50호, 아세51호, 아세54호, 아세55호이었음
 - 백립중은 시험 교잡계 평균이 33.4g(27.2~40.7g)이었고 백립중이 35g 이상인 시험 교잡계는 아세48호, 아세51호, 아세52호, 아세54호, 아세60호이었음
 - 시험 교잡계의 평균 종실 수량은 761kg/10a(526~982kg/10a)이었고 GWG111 보다 20% 이상 종실수량이 많은 시험 교잡계는 아세48호, 아세51호, 아세54호, 아세57호이었음

< 말레이시아 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성 (‘21. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	백립중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
											종실중	지수	
GWG111 (대비품종)	1	1/10	49	1/10	49	185	59	15.7	5.8	38.6	733		1
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	1/10	49	1/10	49	176	64	14.5	5.0	36.0	703		1
	평균	1/10	49	1/10	49	181	62	15.1	5.4	37.3	718	100	1
LVN10 (표준품종)	1	1/11	50	1/12	51	221	47	16.3	4.8	30.0	894		1
	2	1/10	49	1/10	49	245	39	17.2	4.7	50.0	544		1
	3	1/11	50	1/11	50	202	68	14.5	4.0	25.0	872		1
	평균	1/10	50	1/11	50	223	51	16.0	4.5	35.0	770	107	1
아세48호	1	1/8	47	1/9	48	215	48	17.0	5.3	39.9	947		1
	2	1/12	51	1/13	52	183	44	16.0	5.0	35.0	921		1
	3	1/13	52	1/13	52	193	47	16.5	4.9	40.0	871		1
	평균	1/11	50	1/11	51	197	46	16.5	5.1	38.3	913	127	1
아세49호	1	1/10	49	1/11	51	218	53	17.5	5.2	31.0	853		1
	2	1/9	49	1/10	50	194	51	15.8	4.8	31.5	782		1
	3	1/10	50	1/11	50	202	54	16.0	4.8	32.1	716		1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	이삭 직경 (cm)	백립중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
		(월/일)	일수	(월/일)	일수						총실중	지수	
	평균	1/10	49	1/11	50	204	53	16.4	4.9	31.6	784	109	1
아세50호	1	1/10	50	1/12	51	199	47	18.0	5.2	34.0	872		1
	2	1/10	50	1/11	50	176	52	18.8	4.6	30.1	762		1
	3	1/9	49	1/10	50	187	51	18.9	4.5	30.5	536		1
	평균	1/10	49	1/11	50	187	50	18.6	4.7	31.5	723	101	1
아세51호	1	1/9	48	1/10	49	220	49	16.0	5.5	40.0	1,290		1
	2	1/13	52	1/13	52	214	49	19.0	4.6	40.0	824		1
	3	1/11	51	1/12	51	209	52	18.0	4.6	25.0	621		1
	평균	1/11	50	1/11	51	214	50	17.7	4.9	35.0	912	127	1
아세52호	1	1/10	50	1/10	50	196	57	15.3	4.9	38.5	584		1
	2	1/14	54	1/15	55	202	52	16.3	4.6	32.5	651		1
	3	1/9	48	1/9	49	184	55	15.8	4.5	35.0	602		1
	평균	1/11	50	1/11	51	194	55	15.8	4.7	35.3	612	85	1
아세53호	1	1/11	51	1/12	52	217	55	16.5	4.8	24.0	694		1
	2	1/11	50	1/11	50	205	53	14.9	4.5	46.4	535		1
	3	1/9	48	1/10	49	217	54	13.3	4.8	26.0	349		1
	평균	1/10	50	1/11	50	213	54	14.9	4.7	32.1	526	73	1
아세54호	1	1/11	51	1/12	52	205	46	18.5	5.2	37.5	1,050		1
	2	1/14	53	1/14	53	188	48	19.0	4.7	49.0	1,227		1
	3	1/11	51	1/12	52	194	54	17.5	4.7	25.1	389		1
	평균	1/12	51	1/13	52	196	49	18.3	4.8	37.2	888	124	1
아세55호	1	1/11	50	1/11	51	251	39	17.8	4.5	25.5	791		1
	2	1/9	49	1/10	50	246	42	18.8	4.8	40.0	658		1
	3	1/12	51	1/12	52	224	49	16.7	4.2	28.0	596		1
	평균	1/10	50	1/11	51	240	43	17.7	4.5	31.2	682	95	1
아세56호	1	1/10	49	1/10	50	206	47	16.3	4.9	40.6	669		1
	2	1/11	51	1/12	51	205	50	15.8	4.3	17.5	777		1
	3	1/10	49	1/10	49	214	53	17.0	5.0	37.5	640		1
	평균	1/10	50	1/10	50	208	50	16.3	4.7	31.9	695	97	1
아세57호	1	1/11	50	1/11	51	223	57	17.0	5.5	32.5	1,103		1
	2	1/13	52	1/13	52	209	52	17.1	5.5	30.0	994		1
	3	1/10	50	1/11	50	231	54	16.3	5.2	-	849		1
	평균	1/11	51	1/11	51	221	54	16.8	5.4	31.3	982	137	1
아세58호	1	1/11	50	1/11	50	180	62	15.0	5.8	29.0	704		1
	2	1/3	43	1/4	43	211	54	16.8	5.3	37.4	697		1
	3	1/10	50	1/11	50	187	52	15.5	5.3	30.4	661		1
	평균	1/8	47	1/8	48	192	56	15.8	5.4	32.3	687	96	1
아세59호	1	1/13	52	1/13	53	228	60	14.4	5.0	42.5	768		1
	2	1/12	51	1/13	52	183	57	14.0	4.5	25.0	704		1
	3	1/11	50	1/11	51	199	53	14.1	4.6	24.0	471		1
	평균	1/12	51	1/12	52	203	57	14.1	4.7	30.5	648	90	1
아세60호	1	1/11	50	1/12	51	218	50	16.5	5.2	35.5	1,064		1
	2	1/13	52	1/14	53	219	52	17.7	5.5	47.2	820		1
	3	1/10	49	1/11	51	187	50	14.6	5.3	39.5	642		1
	평균	1/11	50	1/12	52	208	51	16.2	5.3	40.7	842	117	1
LSD(5%) -----											163		
CV -----											13.6		

(2) 베트남

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 베트남 동치우
- 파종일 : 2020. 9. 7.(’21. 1월 수확), 2021. 3. 7. (’21. 7월 수확).
- 재식거리 : 70×25cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료
 - ’21. 1월 수확 : 현지 재배 품종 LCH9 등 15 교잡계
 - ’21. 7월 수확 : 현지 재배 품종 LCH9 등 15 교잡계

(나) 시험결과

- 베트남 지역적응시험(’21. 1월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 출사일수는 시험 교잡계 평균이 57일(55~60일)이었고 LCH9(베트남 대비품종)은 57일, LVN10은 61일이었음
 - 간장은 시험 교잡계 평균이 187cm(171~202cm)이었고 LCH9이나 LVN10 보다 간장이 작았으며 간장이 200cm 이상인 시험 교잡계는 아세53호이었으며, 모든 시험 교잡계에서 도복은 발생하지 않았음
 - 이삭길이는 시험 교잡계 평균이 18.9cm(17.9~20.0cm)이었고 이삭길이가 19cm 이상인 시험 교잡계는 아세48호, 아세50호, 아세51호, 아세52호, 아세53호, 아세56호, 아세58호이었음
 - 백립중은 시험 교잡계 평균이 44.1g(39.9~51.2g)이었고 백립중이 45g 이상인 시험 교잡계는 아세48호, 아세50호, 아세51호, 아세57호, 아세59호이었음
 - 시험 교잡계의 평균 종실 수량은 1,042kg/10a(905~1,174kg/10a)이었고 LCH9 보다 30% 이상 종실수량이 많은 시험 교잡계는 아세48호, 아세51호, 아세56호, 아세57호, 아세59호, 아세59호, 아세60호이었음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(’21. 1월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
												종실중	지수	
LCH9	1	11/1	55	11/3	57	199	43	19.3	93	5.0	34.1	658		1
	2	11/1	55	11/3	57	206	45	18.3	91	5.3	39.7	866		1
	3	11/1	55	11/3	57	168	40	19.0	96	5.3	39.7	873		1
	평균	11/1	55	11/3	57	191	43	18.9	94	5.2	37.9	799	100	1
LVN10	1	11/5	59	11/7	61	222	47	17.3	94	4.7	32.0	553		1
	2	11/5	59	11/7	61	222	51	18.0	93	5.3	30.9	460		1
	3	11/5	59	11/7	61	215	53	16.7	98	5.0	38.5	430		1

교잡계명	반복	출용기	출용	출사기	출사	간장	착수	이삭	착립	이삭	백립	수량성		도복
		(월.일)	일수	(월.일)	일수	(cm)	고율 (%)	길이 (cm)	장률 (%)	직경 (cm)	중 (g)	총실중	지수	
	평균	11/5	59	11/7	61	220	51	17.3	95	5.0	33.8	481	60	1
아세48호	1	11/1	55	11/2	56	169	35	18.0	98	6.0	48.9	1,202		1
	2	11/1	55	11/2	56	173	45	19.7	98	5.7	49.8	1,005		1
	3	11/1	55	11/2	56	172	47	20.7	98	5.7	50.4	1,071		1
	평균	11/1	55	11/2	56	171	43	19.4	98	5.8	49.7	1,092	137	1
아세49호	1	11/1	55	11/2	56	173	43	18.7	96	6.0	43.1	983		1
	2	11/1	55	11/2	56	177	45	18.0	96	5.3	43.0	1,091		1
	3	11/1	55	11/2	56	187	46	18.3	96	5.7	34.2	963		1
	평균	11/1	55	11/2	56	179	45	18.3	96	5.7	40.1	1,012	127	1
아세50호	1	11/3	57	11/5	59	178	46	22.7	97	5.7	48.4	1,277		1
	2	11/3	57	11/5	59	181	41	18.3	98	5.3	68.1	626		1
	3	11/3	57	11/5	59	197	47	17.3	96	5.0	37.2	810		1
	평균	11/3	57	11/5	59	185	44	19.4	97	5.3	51.2	905	113	1
아세51호	1	10/31	54	11/1	55	176	48	21.7	97	5.7	45.4	1,223		1
	2	10/31	54	11/1	55	184	32	19.0	95	6.0	44.4	843		1
	3	10/31	54	11/1	55	186	39	19.3	97	5.7	46.2	1,116		1
	평균	10/31	54	11/1	55	182	40	20.0	96	5.8	45.4	1,061	133	1
아세52호	1	11/6	60	11/5	59	181	49	18.0	96	5.3	43.0	1,032		1
	2	11/6	60	11/5	59	209	33	20.0	98	5.3	45.7	862		1
	3	11/6	60	11/5	59	205	38	20.3	93	5.3	41.3	1,052		1
	평균	11/6	60	11/5	59	198	40	19.4	96	5.3	43.4	982	123	1
아세53호	1	11/3	57	11/1	55	192	46	19.0	96	5.0	35.0	756		1
	2	11/3	57	11/1	55	212	39	19.7	93	5.7	42.8	948		1
	3	11/3	57	11/1	55	202	41	21.0	95	6.0	41.9	1,228		1
	평균	11/3	57	11/1	55	202	42	19.9	95	5.6	39.9	977	122	1
아세54호	1	11/1	55	11/2	56	180	40	20.3	97	6.0	45.8	1,021		1
	2	11/1	55	11/2	56	176	45	18.0	96	6.3	42.7	995		1
	3	11/1	55	11/2	56	182	44	17.7	96	6.0	42.8	976		1
	평균	11/1	55	11/2	56	179	43	18.7	96	6.1	43.8	997	125	1
아세55호	1	11/3	57	11/5	59	204	32	18.7	95	5.3	41.4	902		1
	2	11/3	57	11/5	59	188	46	18.3	91	6.3	42.2	1,003		1
	3	11/3	57	11/5	59	176	45	18.0	91	6.3	44.5	914		1
	평균	11/3	57	11/5	59	189	41	18.3	92	6.0	42.7	940	118	1
아세56호	1	11/5	59	11/6	60	204	41	20.7	95	5.7	43.5	1,205		1
	2	11/5	59	11/6	60	196	48	17.3	94	6.0	39.1	1,127		1
	3	11/5	59	11/6	60	189	45	19.0	95	6.0	42.4	1,192		1
	평균	11/5	59	11/6	60	196	44	19.0	95	5.9	41.7	1,174	147	1

교잡계명	반복	출용기 (월.일)	출용 일수	출사기 (월.일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
												총실중	지수	
아세57호	1	11/1	55	11/2	56	196	44	18.0	94	6.0	40.6	1,176		1
	2	11/1	55	11/2	56	184	39	18.3	93	6.3	46.1	948		1
	3	11/1	55	11/2	56	182	43	18.3	95	6.3	49.5	1,145		1
	평균	11/1	55	11/2	56	188	42	18.2	94	6.2	45.4	1,089	136	1
아세58호	1	10/30	53	11/1	55	178	45	19.3	90	6.3	44.6	1,016		1
	2	10/30	53	11/1	55	187	49	19.0	91	5.7	39.2	992		1
	3	10/30	53	11/1	55	190	51	19.3	91	6.0	40.0	1,042		1
	평균	10/30	53	11/1	55	185	48	19.2	91	6.0	41.3	1,017	127	1
아세59호	1	11/3	57	11/1	55	206	46	18.0	91	6.0	38.9	1,038		1
	2	11/3	57	11/1	55	171	41	18.0	89	5.7	54.3	1,275		1
	3	11/3	57	11/1	55	187	42	17.7	89	6.0	47.2	1,083		1
	평균	11/3	57	11/1	55	188	43	17.9	89	5.9	46.8	1,132	142	1
아세60호	1	10/31	54	11/1	55	183	47	17.3	94	6.3	47.1	1,199		1
	2	10/31	54	11/1	55	186	43	18.0	94	6.0	33.6	1,118		1
	3	10/31	54	11/1	55	176	39	20.0	97	6.0	45.0	1,196		1
	평균	10/31	54	11/1	55	182	43	18.4	95	6.1	41.9	1,171	147	1
LSD(5%) -----												186		
CV -----												11.8		



< 베트남 지역적응시험 교잡계의 이삭 모양('21. 1월 수확) >

○ 베트남 지역적응시험('21. 7월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성

- 출사일수는 시험 교잡계 평균이 61일(57~64일)이었고 LCH9(베트남 대비품종)은 57일, LVN10은 60일이었음
- 간장은 시험 교잡계 평균이 184cm(165~205cm)이었고, 시험 교잡계는 대부분 LVN10보다 간장이 작았으며 간장이 200cm 이상인 시험 교잡계는 아세52호이었으며, 모든 시험 교잡계에서 도복은 발생하지 않았음
- 이삭길이는 시험 교잡계 평균이 19.6cm(17.9~21.0cm)이었고 이삭길이가 20cm 이상인 시험 교잡계는 아세38호, 아세49호, 아세51호, 아세52호, 아세53호, 아세61호, 아세64호이었음
- 백립중은 시험 교잡계 평균이 28.5g(25.4~32.6g)이었고 백립중이 30g 이상인 시험 교잡계는 아세49호, 아세51호, 아세52호, 아세59호, 아세64호이었음
- 시험 교잡계의 평균 종실 수량은 603kg/10a(300~740kg/10a)이었고 LCH9 보다 50% 이상 종실수량이 많은 시험 교잡계는 아세49호, 아세60호, 아세63호, 아세64호이었음

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성('21. 7월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
												종실중	지수	
LCH9	1	5/1	55	5/3	57	183	45	21.0	90	5.0	29.1	539		1
	2	5/1	55	5/3	57	186	46	21.3	94	5.0	29.6	444		1
	3	5/1	55	5/3	57	179	47	21.3	94	5.0	29.1	419		1
	평균	5/1	55	5/3	57	182	46	21.2	93	5.0	29.3	467	100	1
LVN10	1	5/5	59	5/8	62	186	45	19.0	98	4.3	29.1	367		1
	2	5/5	59	5/8	62	189	49	19.7	98	4.7	28.7	374		1
	3	5/1	55	5/3	57	204	48	20.0	98	4.7	28.6	487		1
	평균	5/3	58	5/6	60	193	48	19.6	98	4.6	28.8	410	88	1
아세38호	1	5/3	57	5/4	58	185	48	21.3	98	4.7	28.4	129		1
	2	5/3	57	5/4	58	181	52	20.7	97	4.7	29.7	374		1
	3	5/3	57	5/4	58	199	53	20.7	98	5.0	29.7	396		1
	평균	5/3	57	5/4	58	188	51	20.9	98	4.8	29.3	300	64	1
아세49호	1	5/2	56	5/3	57	170	47	20.0	97	4.7	29.1	707		1
	2	5/2	56	5/3	57	186	53	20.7	90	5.0	30.0	688		1
	3	5/2	56	5/3	57	165	48	19.7	97	5.0	31.0	754		1
	평균	5/2	56	5/3	57	174	49	20.1	95	4.9	30.0	716	153	1
아세50호	1	5/4	58	5/5	59	176	40	17.7	98	4.7	25.3	519		1
	2	5/4	58	5/5	59	174	51	18.0	98	4.7	25.6	548		1
	3	5/4	58	5/5	59	184	43	18.3	98	4.7	27.3	505		1
	평균	5/4	58	5/5	59	178	45	18.0	98	4.7	26.1	524	112	1
아세51호	1	5/6	60	5/8	62	185	42	20.3	97	5.0	30.0	747		1
	2	5/6	60	5/8	62	194	41	20.3	82	5.0	30.8	715		1
	3	5/6	60	5/8	62	179	41	20.0	98	5.0	29.8	535		1
	평균	5/6	60	5/8	62	186	41	20.2	92	5.0	30.2	666	143	1
아세52호	1	5/6	60	5/8	62	205	37	19.7	97	5.0	30.5	628		1
	2	5/6	60	5/8	62	202	38	21.0	97	5.0	29.6	580		1
	3	5/6	60	5/8	62	208	42	21.0	97	5.0	29.7	667		1
	평균	5/6	60	5/8	62	205	39	20.6	97	5.0	30.0	625	134	1
아세53호	1	5/7	61	5/9	63	191	45	20.7	98	4.3	23.7	478		1
	2	5/7	61	5/9	63	185	44	21.0	97	5.0	27.8	655		1
	3	5/2	56	5/9	63	188	47	21.3	98	4.7	24.7	449		1
	평균	5/5	59	5/9	63	188	45	21.0	98	4.7	25.4	528	113	1
아세58호	1	5/8	62	5/10	64	173	47	19.0	96	5.3	26.5	618		1

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)
												종실중	지수	
	2	5/8	62	5/10	64	193	52	19.3	97	5.0	25.6	510		1
	3	5/8	62	5/10	64	196	54	20.3	97	5.0	24.4	631		1
	평균	5/8	62	5/10	64	188	51	19.6	97	5.1	25.5	586	126	1
아세59호	1	5/5	59	5/6	60	178	41	18.7	91	5.7	33.6	626		1
	2	5/5	59	5/6	60	177	47	18.3	91	5.3	32.7	675		1
	3	5/5	59	5/6	60	155	42	19.0	89	5.0	31.4	485		1
	평균	5/5	59	5/6	60	170	43	18.7	90	5.3	32.6	595	127	1
아세60호	1	5/3	57	5/5	59	181	47	18.7	93	5.0	31.5	618		1
	2	5/3	57	5/5	59	184	47	18.7	96	5.3	26.9	788		1
	3	5/3	57	5/5	59	193	44	18.7	95	5.0	28.1	720		1
	평균	5/3	57	5/5	59	186	46	18.7	95	5.1	28.8	709	152	1
아세61호	1	5/3	57	5/5	59	172	46	20.7	98	5.0	26.6	675		1
	2	5/3	57	5/5	59	159	43	19.7	100	5.0	27.0	593		1
	3	5/3	57	5/5	59	164	44	21.7	97	5.0	24.0	549		1
	평균	5/3	57	5/5	59	165	44	20.7	98	5.0	25.9	606	130	1
아세62호	1	5/6	60	5/8	62	193	52	17.7	96	4.7	28.5	503		1
	2	5/6	60	5/8	62	186	47	18.0	94	4.7	27.6	585		1
	3	5/6	60	5/8	62	178	46	19.0	96	5.0	28.4	559		1
	평균	5/6	60	5/8	62	185	48	18.2	96	4.8	28.2	549	118	1
아세63호	1	5/7	61	5/8	62	187	41	16.7	98	5.7	28.4	684		1
	2	5/7	61	5/8	62	184	42	19.7	83	5.3	28.4	691		1
	3	5/7	61	5/8	62	188	40	17.3	96	5.3	27.6	724		1
	평균	5/7	61	5/8	62	186	41	17.9	92	5.4	28.2	700	150	1
아세64호	1	5/7	61	5/9	63	177	39	19.7	95	5.0	29.0	794		1
	2	5/7	61	5/9	63	203	44	21.0	87	6.0	30.6	701		1
	3	5/7	61	5/9	63	185	40	20.7	94	5.3	31.3	725		1
	평균	5/7	61	5/9	63	188	41	20.4	92	5.4	30.3	740	158	1
LSD(5%)	-----											132		
CV	-----											13.6		

< 베트남 지역적응시험 교잡계의 이삭 모양(“21. 9월 수확) >



(3) 한국

(가) 시험재료 파종

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2020. 4. 27
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : 장다옥 등 15 교잡계

(나) 시험결과

- 한국 수원 지역적응시험(“20.9월 수확) 교잡계의 생육특성 및 수량성
 - 출사일수는 시험 교잡계 평균이 99일(90~108일)이었고 장다옥(한국 대비품종)은 84일, LVN10은 106일이었음
 - 간장은 시험 교잡계 평균이 267cm(237~303cm)이었고, 시험 교잡계는 대부분 LVN10보다 간장이 작았으며 간장이 300cm 이상인 시험 교잡계는 아세52호이었으며, 아세53호, 아세61호, 아세63호는 도복 피해가 일부 발생하였음
 - 이삭길이는 시험 교잡계 평균이 18.0cm(14.4~21.1cm)이었고 이삭길이가 20cm 이상인 시험 교잡계는 아세51호와 아세60호이었음
 - 백립중은 시험 교잡계 평균이 28.7g(24.8~32.0g)이었고 백립중이 30g 이상인 시험 교잡계는 아세49호, 아세51호, 아세59호, 아세62호이었음
 - 시험 교잡계의 평균 종실 수량은 505kg/10a(34~918kg/10a)이었고 장다옥 보다 40% 이상 종실수량이 많은 시험 교잡계는 아세57호, 아세60호, 아세63호이었음

< 한국(수원) 지역적응시험 교잡계의 주요 생육특성(“21. 9월 수확) >

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)	조명 나방 피해 (0-9)	잎 발생 병해 (0-9)
													종실 중	지수			
장다옥	1	7/12	81	7/17	86	212	41	17.4	94	4.2	62	29.6	691		1	5	1
	2	7/13	82	7/8	77	203	52	16.8	99	4.2	71	27.1	646		1	3	4
	3	7/16	85	7/20	89	201	48	17.6	97	4.0	83	26.8	482		1	5	3
	평균	7/13	83	7/15	84	206	47	17.3	97	4.1	72	27.9	607	100	1	4	3
LVN10	1	7/25	94	8/5	105	268	68.9	21.4	86.9	3.6	31	31.0	312		1	0	5
	2	8/1	101	8/8	108	292	64.6	18.4	94.6	3.4	13	24.3	267		1	0	3
	3	7/25	94	8/5	105	314	70.5	18.2	92.3	3.6	27	27.7	216		1	0	7
	평균	7/27	96	8/6	106	291	68	19.3	91	3.5	24	27.7	265	44	1	0	5
아세38호	1	7/22	91	7/28	97	222	60.5	16.0	98.8	3.8	43	29.3	556		1	3	2

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)	조명 나방 피해 (0-9)	잎 발생 병해 (0-9)
													종실 중	지수			
	2	7/20	89	7/27	96	271	64.5	20.6	85.4	3.8	29	24.6	491		1	0	5
	3	7/23	92	7/30	99	237	61.8	17.2	95.3	4.4	38	30.2	463		1	3	1
	평균	7/21	91	7/28	97	243	62	17.9	93	4.0	36	28.0	503	83	1	2	3
아세49호	1	7/22	91	7/27	96	232	63.2	17.4	100.0	4.4	0	33.7	547		1	3	1
	2	7/24	93	8/1	101	254	65.3	18.0	100.0	4.4	8	29.4	629		1	5	2
	3	7/21	90	7/27	96	282	67.6	16.8	96.4	4.0	0	30.7	532		1	5	7
	평균	7/22	91	7/28	98	256	65	17.4	99	4.3	3	31.3	569	94	1	4	3
아세50호	1	7/24	93	8/3	103	252	67.5	15.4	90.9	4.4	7	27.0	567		1	5	4
	2	7/26	95	8/2	102	266	64.6	14.6	98.6	4.6	0	28.0	483		1	3	5
	3	7/25	94	8/3	103	268	65.9	13.2	98.5	4.2	0	28.4	432		1	0	5
	평균	7/25	94	8/2	103	262	66	14.4	96	4.4	2	27.8	494	81	1	3	5
아세51호	1	7/22	91	8/3	103	250	59.4	20.6	88.3	4.2	46	30.0	443		1	3	3
	2	7/24	93	7/31	100	277	57.8	22.8	98.2	4.4	33	32.4	758		1	0	4
	3	7/23	92	8/3	103	264	55.7	19.8	89.9	3.8	64	33.6	358		1	5	4
	평균	7/23	92	8/2	102	264	58	21.1	92	4.1	48	32.0	520	86	1	3	4
아세52호	1	7/25	94	8/7	107	306	64.9	16.4	89.0	2.8	77	33.5	54		1	3	4
	2	7/29	98	8/9	109	304	60.0	15.8	87.3	2.6	100	23.5	4		1	0	6
	3	7/30	99	8/8	108	299	61.4	17.2	84.9	3.6	71	27.3	42		1	3	4
	평균	7/28	97	8/8	108	303	62	16.5	87	3.0	83	28.1	34	6	1	2	5
아세53호	1	7/23	92	7/27	96	265	57.9	21.0	97.1	4.0	14	27.3	601		1	3	2
	2	7/22	91	7/29	98	279	57.1	19.4	100.0	4.2	21	27.1	658		1	5	5
	3	7/22	91	7/27	96	302	64.1	17.6	96.6	3.6	7	21.7	507		9	0	6
	평균	7/22	91	7/27	97	282	60	19.3	98	3.9	14	25.4	589	97	4	3	4
아세57호	1	7/18	87	7/20	89	248	52.8	19.8	97.0	4.6	43	28.1	937		1	7	5
	2	7/20	89	7/24	93	251	54.4	18.4	93.5	4.6	29	30.2	780		1	3	2
	3	7/18	87	7/20	89	275	54.0	19.2	89.6	4.6	33	25.8	927		2	5	6
	평균	7/18	88	7/21	90	258	54	19.1	93	4.6	35	28.0	881	145	1	5	4
아세58호	1	7/24	93	8/1	101	290	68.2	17.4	90.8	4.0	46	27.0	453		1	3	6
	2	7/26	95	7/31	100	278	61.8	17.8	94.4	4.4	14	26.8	619		1	0	4
	3	7/27	96	8/3	103	276	62.5	17.8	97.8	4.4	8	30.4	618		1	3	2
	평균	7/25	95	8/1	101	281	64	17.7	94	4.3	23	28.0	563	93	1	2	4
아세59호	1	7/20	89	7/27	96	300	63.1	23.0	84.3	4.0	73	38.5	273		1	0	6
	2	7/24	93	8/3	103	271	65.8	14.4	93.1	3.2	100	27.9	21		1	0	5
	3	7/27	96	8/8	108	259	61.9	15.4	92.2	3.6	60	28.3	105		1	3	4
	평균	7/23	93	8/2	102	277	64	17.6	90	3.6	78	31.6	133	22	1	1	5
아세60호	1	7/20	89	7/24	93	293	62.3	21.2	90.6	4.6	15	21.0	798		1	7	6
	2	7/23	92	7/27	96	267	58.9	21.6	91.7	4.4	29	29.2	1,097		1	3	1

교잡계명	반복	출용기 (월/일)	출용 일수	출사기 (월/일)	출사 일수	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭 길이 (cm)	착립 장률 (%)	이삭 직경 (cm)	이병 이삭 비율 (%)	백립 중 (g)	수량성 (kg/10a)		도복 (1-9)	조명 나방 피해 (0-9)	잎 발생 병해 (0-9)
													종실 중	지수			
	3	7/24	93	7/28	97	269	60.9	20.4	95.1	4.4	14	24.3	861		1	3	1
	평균	7/22	91	7/26	95	276	61	21.1	92	4.5	19	24.8	918	151	1	4	3
아세61호	1	7/24	93	7/29	98	242	59.5	16.2	87.7	3.2	85	33.6	108		1	3	2
	2	7/23	92	8/2	102	260	65.0	16.4	90.2	3.4	36	21.2	194		9	0	5
	3	7/22	91	8/1	101	210	73.6	19.0	87.4	3.8	67	30.3	197		1	0	1
	평균	7/23	92	7/31	100	237	66	17.2	88	3.5	63	28.4	166	27	4	1	3
아세62호	1	7/24	93	8/2	102	252	60.3	16.8	100.0	4.4	27	33.6	392		1	3	3
	2	7/28	97	8/1	101	255	60.9	16.8	96.4	4.2	46	31.7	331		1	3	2
	3	7/27	96	8/5	105	256	61.2	15.0	92.0	3.4	62	30.7	201		1	0	2
	평균	7/26	95	8/2	103	255	61	16.2	96	4.0	45	32.0	308	51	1	2	2
아세63호	1	7/24	93	7/28	97	283	55.7	18.6	98.9	5.2	50	28.9	950		1	3	1
	2	7/22	91	7/26	95	273	55.3	18.2	94.5	4.8	57	29.4	842		1	5	1
	3	7/18	87	7/22	91	289	57.5	17.8	94.4	4.6	50	22.9	871		9	0	1
	평균	7/21	90	7/25	94	281	56	18.2	96	4.9	52	27.0	888	146	4	3	1
LSD(5%)	-----												151				
CV	-----												18.7				

바. 우량 교잡계 선발

- 베트남과 말레이시아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세57호’를 선발함
 - 베트남에서 아세57호는 출사일수가 LCH9보다 1일 짧고 간장과 착수고율은 서로 비슷하였고, 이삭길이는 LCH9와 비슷하였고 이삭직경은 1cm 정도 컸으며 착립장률은 서로 비슷하였으며 백립중은 7.5g 정도 더 무거웠음
 - 말레이시아에서 아세57호는 출사일수가 GWG111 보다 2일 길었고 간장은 40cm 더 컸으며 착수고율은 54.3%이었고, 이삭길이는 GWG111 보다 1.7cm 길었고 이삭직경은 같았으며, 백립중은 6g 정도 더 가벼웠음

품종명	출사 일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			백립 중 (g)	수량(kg/10a)		도복 (1-9)	비 고
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)		종실중	지수		
LCH9 ¹	57	191	42.7	18.9	93.5	5.2	37.9	799	100	1	
아세57호	56	188	42.1	18.2	93.9	6.2	45.4	1,089	136	1	베트남
ts	∞**	0.28 ^{ns}	0.35 ^{ts}	2.12 ^{ns}	0.23 ^{ns}	6.36 ^{**}	2.37 ^{ns}	2.90*	-	-	
GWG111 ²	49	181	61.5	15.1	-	5.4	37.3	718	100	1	
아세57호	51	221	54.3	16.8	-	5.4	31.3	982	137	1	말레이시아
ts	2.36 ^{ns}	4.52*	3.08 ^{ns}	2.98 ^{ns}	0.22 ^{**}	0.05*	3.34 ^{ns}	2.77 ^{ns}	-	-	

¹ LCH9 : 베트남 선도품종, ² GWG111 : 말레이시아 선도품종

※ Student's T-test at the each probability level(** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



<LCH9>
베트남

<아세57호>



<GWG111>
말레이시아

<아세57호>

사. 지역적응시험 교잡계의 품질 특성

(가) 시험방법

- 분석시료 : 2021년 7월 베트남 수확 지역적응시험 교잡계 생산 종실
- 분석방법
 - 조단백 함량 : 건조시료를 분쇄기로 분쇄하여 0.5 g씩 총질소 분석기(Leco TruMac N analyzer)를 이용하여 총질소 함량을 분석하고, 총질소 함량에 5.7를 곱하여 조단백질 함량을 구하였음
 - 총전분 함량 : amyloglucosidase/α-amylase method(total starch assay kit, Megazyme)를 이용하여 비색법 (510nm)으로 총전분 함량을 다음 식을 이용하여 구함

$$Starch, \% = \Delta A \times \frac{F}{W} \times FV \times 0.9$$

ΔA = absorbance (reaction) read against the reagent blank

F = 100 (μg of D-glucose) / absorbance for 100 μg of glucose

W = the weight in milligrams ("as is" basis) of the flour analysed

FV = final volume

(나) 시험결과

- 조단백 함량
 - 지역적응시험 교잡계 생산 종실의 조단백 함량은 평균 9.1%(7.7~10.4%)이었고, LCH9은 8.7%, LVN10은 9.6%이었으며, 아세53호, 아세61호, 아세62호가 10% 이상으로 조단백 함량이 높은 편이었음
- 총전분 함량
 - 지역적응시험 교잡계 생산 종실의 총전분 함량은 평균 69.5%(66.8~72.2%)이었고, LCH9은 69.6%, LVN10은 68.1%이었으며, 아세60호와 아세64호는 총전분 함량이 72% 이상으로 총전분 함량이 높은 편이었음

< 베트남 지역적응시험('21.7. 수확) 교잡계 생산 종실의 조단백과 총전분 함량 >

구 분	교잡계명	조단백(%)	총전분(%)
베트남 지적 (‘21. 7월 수확)	LCH9	8.7	69.6
	LVN10	9.6	68.1
	아세38호	9.7	67.4
	아세49호	9.8	68.0
	아세50호	9.6	66.8
	아세51호	8.9	69.4
	아세52호	8.8	69.8
	아세53호	10.1	70.6
	아세58호	9.3	70.1
	아세59호	8.4	71.2
	아세60호	8.0	72.2
	아세61호	10.4	67.0
	아세62호	10.0	68.3
	아세63호	7.8	70.9
아세64호	7.7	72.0	

아. 지역적응시험 교잡계의 종실의 진균독소 분석

(가) 시험방법

○ 분석시료 : 2021년 7월 베트남 수확 지역적응시험 교잡계 생산 종실

○ 분석방법

- 곰팡이가 생성하는 균의 독소를 정량하기 위해 Enzyme-Linked Immunospecific Assay (ELISA) 키트 (AgraQuant®, Romer Labs Inc., Newark, DE, USA)를 사용하여 aflatoxin, ochratoxin, fumonisin, deoxynivalenol, zearalenone 독소함량을 분석함

(나) 시험결과

○ 진균독소 함량

- 총Aflatoxin은 모든 베트남 지역적응시험 교잡계의 종실에 우리나라 식품 규격 기준 보다 함량이 높았는데, 이는 베트남에서 수확 후 4개월 이상 보관하면서 냉장보관이 잘 되지 않아 공기중 Aspergillus 균이 번식하여 오염된 것으로 추정됨
- Ochratoxin은 LCH9을 제외한 모든 베트남 지역적응시험 교잡계의 종실에서 우리나라 식품 규격 기준 보다 낮은 함량이었음
- Fumonisin, deoxynivalenol, zearalenone은 모든 베트남 지역적응시험 교잡계의 종실에서 우리나라 식품 규격 기준 보다 낮은 함량이었음

< 베트남 지역적응시험('21.7. 수확) 교잡계 생산 종실의 진균독소 함량 >

구 분	교잡계명	총Aflatoxin ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Ochratoxin ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Fumonisin (mg/kg)	Deoxynivlaenol (mg/kg)	Zearalenone ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
베트남 지적 ('21. 7월 수확)	LCH9	90.5	6.4	0	0.1	16.8
	LVN10	125.3	5	0	0.11	17.4
	아세38호	25.5	3.6	0	0.11	15.9
	아세49호	134.4	2.8	0.01	0.09	11.5
	아세50호	94.2	2.1	0.01	0.2	10.3
	아세51호	117.7	4.1	0	0.26	6.9
	아세52호	139.7	4.6	0	0.28	12.4
	아세53호	30.7	4	0	0.19	0
	아세58호	125.3	3	0	0.14	11.4
	아세59호	96.2	4.5	0	0.16	0
	아세60호	129.7	3.6	0	0.16	0
	아세61호	111.2	0.6	0	0.25	10.8
	아세62호	105.5	2.4	0	0.37	11
	아세63호	117.7	4.6	0	0.14	4.7
아세64호	125.3	3.8	0	0.41	6.8	
허용기준 (식약처 고시 제2021-97호('21.11.24))		15.0이하	5.0이하	4이하	2이하	100이하

자. 열대지역 적응 F1 교잡계 품종의 GMO 검사

(가) 시험방법

○ 시험재료 : 케이엠1, 케이엠2, 케이엠3, 케이엠4, 케이엠5, 케이엠6, 케이엠7

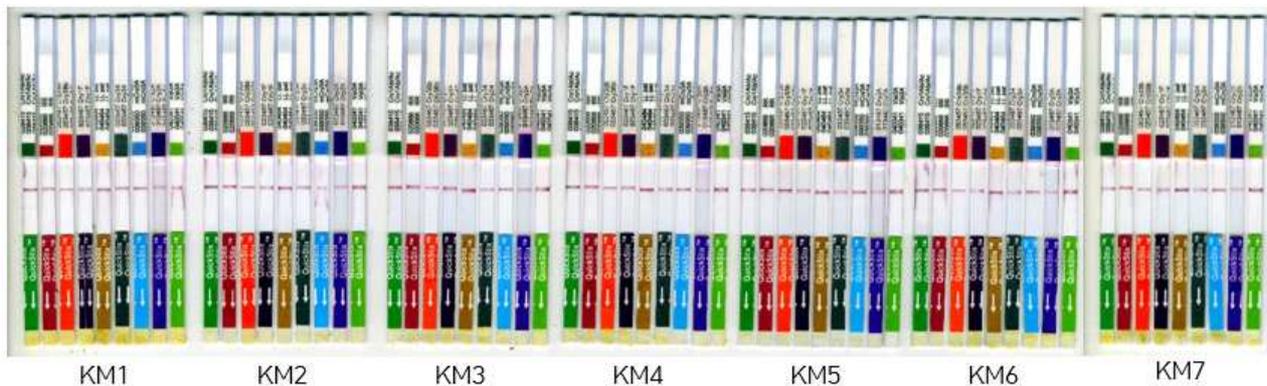
○ 시험방법

- 품종 당 3립씩 분쇄 → 분쇄한 종자 무게당 2배 멸균수 첨가한 후 1분 반응 → GMO Testing Kits(EnviroLogix)로 확인 → 9개 유전자*의 도입 여부 확인(밴드2개 GMO)

* Cry1Ab(곤충), RR (제초제), Cry3Bb(곤충), Cry1F(곤충), LL pat(제초제), Cry34(제초제), mCry3A(해충), Cry2A(곤충), Vip3A(곤충)

(나) 시험결과

○ 열대적응옥수수 7품종의 종자에서 추출한 단백질을 GMO kit로 확인한 결과 모두 밴드가 1개만 나와 Non-GMO로 판별됨



차. 열대지역 적응 F1 교잡계 품종 채종을 위한 순도 검사용 분자마커 개발

(가) 시험방법

○ 시험재료

- 케이엠1, 케이엠2, 케이엠3, 케이엠4, 케이엠5, 케이엠6, 케이엠7 등 7개 품종 및 각 모본과 부분

○ 시험방법

- 품종 및 모·부분 1립씩 분쇄 → 분쇄한 종자에서 DNA 추출 → DNA와 16개 InDel 마커를 가지고 PCR → 전기영동 확인 → 모·부분과 F1 품종을 구별할 수 있는 InDel 마커 선발

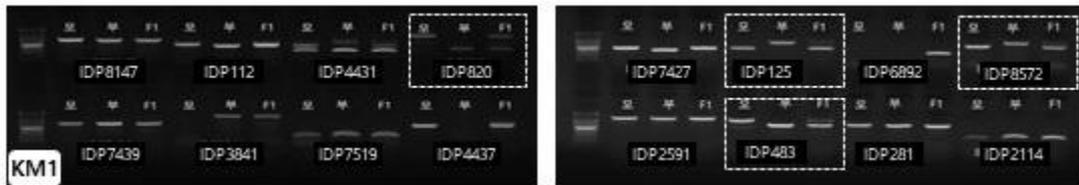
< InDel 마커 primer 염기서열 >

InDel marker	Forward	Reverse
IDP8147	TACATACAGATGCATGGGCG	GTGCCACCTCTGTATCATGG
IDP112	CTGTGACATGTTTGATGCC	GGTGATGACCACGTACAAGC
IDP4431	CCTGATAACAAGCTGCGACC	AAACTCGGTTTCTGCATTGG
IDP820	TTGCTTTAATTATCCGATCCC	CGAGGTTCTGACTACTGC
IDP7439	ATGCTTCTCATCAGGTTGGG	TGATCTCACTCGACACAGGC
IDP3841	CGACCAAGCCATCATATACC	ATGCATGCGTGTTTCATACG
IDP7519	CCCTGTTTCAGCACTAACCC	GGATCTGGCTGATCTTGAGC
IDP4437	ACATATTCGGGCATACGTGG	AAAGAGCGGAAATCTCATCG
IDP7427	AACCCTGAATTTAGCGTCCC	CATGCAAGGAAGCCTAGACC
IDP125	TTGCAACAGTCCAAACAACC	TGAGGAATTGAAACGAAGGG
IDP6892	TTGGTCCATTGGAAGTAGGG	GTTTCTCAGTGGTGGAAAGCC
IDP8572	CTTCTGTCCGTGAAGGATGG	CTCAGGAGGAGGAAATGTGG
IDP2591	GAATGTATCGGCATTGTCCC	TGAGTGCCAGACAACCTTCG
IDP483	ACTCCAACGTTTGAACTCG	TCCAACAAGCACAAAGTAGCC
IDP281	ACATCACATCCCTTCTTCGC	CCACATCTGGAGAAATTGGG
IDP2144	AGAGAGCACCTTATTTGCGG	CTGCGTCCTATTCATCCTCG
IDP7869	GATCCAGCTGCAGTTCTACG	TCCACCGAAGGATATGTTGG
IDP4870	GCAAACAGGATCTGGAATGG	GTCCAGCAAGCAGATGAAGG
IDP754	TCTCATGTCTGTGTTGATGGC	TTCCCTCTGGCTCTGTATCG
IDP8017	AGGATTCGAGACCGTCACC	AGAGGTTGATCCAGAGCTGC
IDP727	CCAAATGGAAAGCAACAACC	ACTACTGCAACGACTTCCGC
IDP1651	GGAGGGTCCCTCTTAAGCCC	CATTGATTCATCACTGGTTGG
IDP705	CACTGCATTGGAGAGAGTTCC	TCAATGGCCTCCTCAATACC
IDP4231	TGCATCTACAGTGACCAGCG	CGTTCTCTGTGGTTCAAGGC

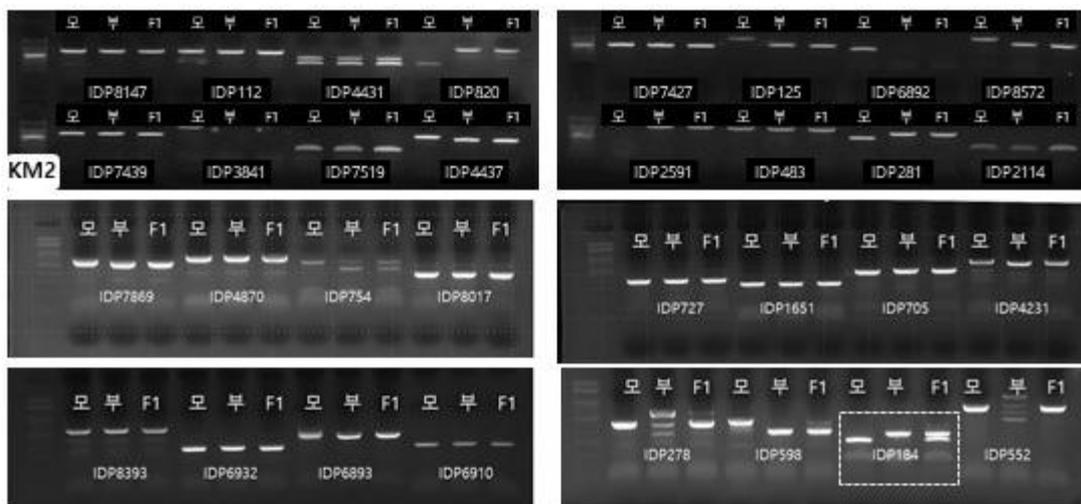
InDel marker	Forward	Reverse
IDP8393	TGGTTCTTCAAGTGTGCAGC	GCTCCTGATCCATATCCAGC
IDP6932	ACTGACAACGCAAGACATCG	TGAAACAGTGGCGTATCAGC
IDP6893	CTTCAGAAGCCCAAGAATCG	GATGGAGGAGAATGTGAGGC
IDP6910	GGGTGAGAGAAGGAGAAGACC	CCTATCAGTGTTCATGCTGCC
IDP278	GCAAGCTTAAGACGAGCAGC	ACAAGAGCGACCTAACTGCC
IDP598	TGGAATCCAACTCCAAACC	TCGTGTACTGCTTCGACTGG
IDP184	CGATCATGCTTCCTACCACC	GACGAGGAGTCACCCAAGC
IDP552	CTTCTTGGAGAACCTGACGG	ATTCATGTCACTTCTGGCCC

(나) F1 교잡계 품종 채종을 위한 순도 검정용 분자마커 선발 결과

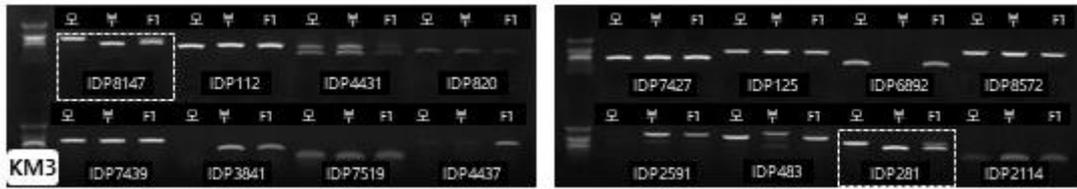
- 케이엠1 : IDP820, IDP125, IDP8572, IDP483
- 케이엠2 : IDP184
- 케이엠3 : IDP8147, IDP281
- 케이엠4 : IDP8147, IDP281
- 케이엠5 : IDP8147, IDP3841, IDP281
- 케이엠6 : IDP8147, IDP281
- 케이엠7 : IDP8147



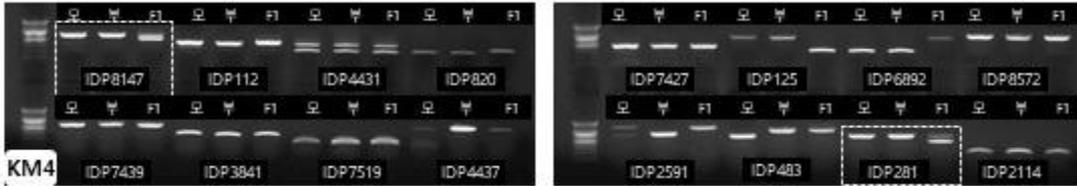
< KM1 모·부분 및 품종 InDel 마커 확인 >



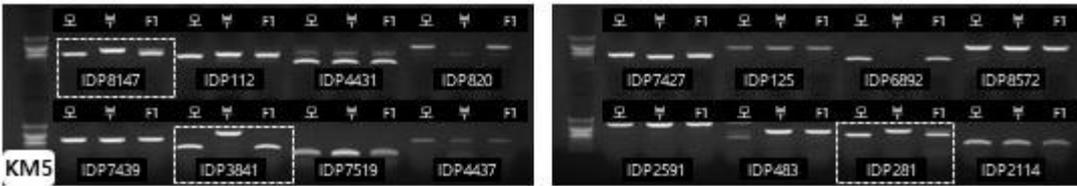
< KM2 모·부분 및 품종 InDel 마커 확인 >



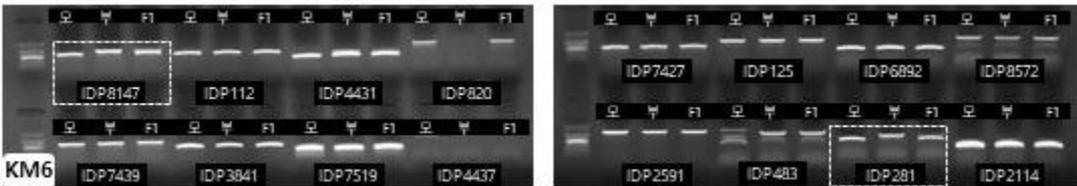
< KM3 모·부분 및 품종 InDel 마커 확인 >



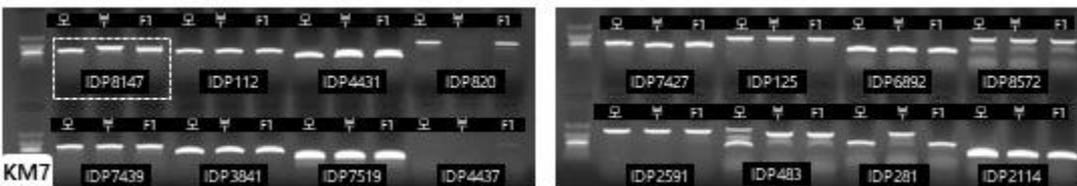
< KM4 모·부분 및 품종 InDel 마커 확인 >



< KM5 모·부분 및 품종 InDel 마커 확인 >



< KM6 모·부분 및 품종 InDel 마커 확인 >



< KM7 모·부분 및 품종 InDel 마커 확인 >

카. 열대지역 적응 주요 F1 교잡계의 기능성 성분 함량

(가) 시험방법

- 시험품종 : 케이엠1, 케이엠2, 케이엠3, 케이엠4, 케이엠5, 케이엠6, 케이엠7
- 분석시료 : 한국(수원) '21년 생산 종실과 수염
- 분석 기능성 성분
 - isoorientin, policosanol(heneicosano., heptacosanol, octacosanol, triacosanol)

(나) 시험결과

- 종실내 isoorientin과 폴리코사놀 함량
 - 열대지역 적응 교잡계 생산 종실에서 isoorientin은 검출되지 않거나 최대 3.37ng/g 정도이었고, 폴리코사놀은 heptacosanol이나 octacosanol이 다른 2종의 폴리코사놀보다 함량이 높은 편이었고 품종간 변이도 커 KM1과 KM3이 함량이 높은 편이었음

○ 수염내 isoorientin과 폴리코사놀 함량

- 열대지역 적응 교잡계 생산 수염에서 isoorientin은 종실보다 10배 이상 함량이 높았고 KM3가 97.3ng/g 정도로 가장 함량이 높았고, 폴리코사놀 함량은 종실과 비슷하였음

< 열대지역 적응 F1 교잡계 종실과 수염의 isoorientin과 폴리코사놀 함량 >

식물체 기관	품종	isoorientin 1-heneicosanol 1-heptacosanol 1-octacosanol 1-triacosanol				
		---ng/g---	-----μg/g-----			
종실	KM1	3.32	11.41	7.04	5.31	1.65
	KM2	3.25	22.53	6.40	1.64	1.99
	KM3	불검출	17.66	7.82	6.38	2.38
	KM4	3.28	11.14	5.73	4.55	1.72
	KM5	3.30	0.50	0.67	0.86	0.94
	KM6	3.37	불검출	0.32	0.60	0.72
	KM7	불검출	불검출	N.D.	0.36	0.72
수염	KM1	41.28	18.87	2.86	4.05	4.92
	KM2	44.25	24.51	4.25	8.66	5.90
	KM3	97.31	21.33	1.87	4.03	4.47
	KM4	79.77	18.43	1.99	2.65	3.76
	KM5	38.24	15.91	0.63	4.70	5.02
	KM6	34.19	15.33	9.03	4.11	5.43
	KM7	36.08	20.31	5.64	2.03	6.99

타. 열대지역 적응 주요 F1 교잡계의 조사료 수량성과 조사료 가치 분석

(가) 시험방법

- 시험장소 : 수원
- 파종일 : 2021.4.27.
- 재식거리 : 60×30cm
- 시비량 : N-P₂O₅-K₂O=17.4-3-6.9kg/10a
 - 질소는 1/2량은 기비로 나머지는 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량 기비로 사용
- 시험재료 : 다청옥, 광평옥, 케이엠6, 케이엠7, 아세50호, 아세51호, 아세60호, 아세62호 등 8 교잡계
- 조사항목
 - 조사료 수량성, 조단백, 조섬유(NDF, ADF), TDN 함량 등

(나) 시험결과

- 조사료 수량 분석
 - 한국 조사료용 옥수수 최대 건물수량 품종인 다청옥과 비교하였을 때, 열대 지역 적응 옥수수 교잡계는 61~117% 정도 건물수량이 많았고, TDN 수량도 40~92% 정도 많았음
 - 열대지역 적응 옥수수 교잡계는 전체 건물수량에 비해 이삭 비율이 낮아 다청옥의 32~66% 수준으로 낮았음
 - 열대지역 적응 옥수수 교잡계는 조사료 수량이 높아 한국에서 조사료용 옥수수 품종으로 개발 가능성이 높은 것으로 판단되었음

< 한국 조사료용 옥수수 교잡계 품종과 열대지역 적응 교잡계의 조사료 수량 비교 >

교잡계 품종	이삭 건물수량 (kg/10a)	이삭비율 (%)	간엽 건물수량 ¹ (kg/10a)	전체 건물수량 (kg/10a)	TDN수량 ² (kg/10a)
다청옥	950 (100) [§]	44.8 (100) [§]	1,181 (100) [§]	2,131 (100) [§]	1,486 (100) [§]
광평옥	861 (91)	51.5 (115)	819 (69)	1,680 (79)	1,198 (81)
케이엠6	411 (43)	11.1 (25)	3,211 (272)	3,622 (170)	2,218 (149)
케이엠7	465 (49)	11.9 (27)	3,555 (301)	4,020 (189)	2,464 (166)
아세50호	308 (32)	9.0 (20)	3,122 (264)	3,431 (161)	2,079 (140)
아세51호	627 (66)	13.4 (30)	3,996 (338)	4,622 (217)	2,858 (192)
아세60호	796 (84)	21.9 (49)	2,822 (239)	3,618 (170)	2,319 (156)
아세62호	336 (35)	8.2 (18)	3,732 (316)	4,068 (191)	2,458 (165)
LSD(0.05)	307	5.7	573	748	495

¹간엽 건물수량은 지상부에서 이삭을 제외한 단위면적당 건물중임

²TDN 수량 : 간엽 건물수량 × 0.582 + 이삭 건물수량 × 0.85

[§]다청옥 대비 지수(%)

○ 조사료 가치 분석

- 조단백 함량 : 열대지역 적응 옥수수 교잡계는 한국 조사료용 옥수수 교잡계 품종의 조단백 함량(다청옥 6.4%, 광평옥 7.6%) 보다 낮아 4.4~6.1%이었음
- NDF 함량 : 열대지역 적응 옥수수 교잡계는 한국 조사료용 옥수수 교잡계 품종의 NDF(다청옥 47.0%, 광평옥 44.0%) 보다 높아 58.2~61.3%이었음
- ADF 함량 : 열대지역 적응 옥수수 교잡계는 한국 조사료용 옥수수 교잡계 품종의 ADF(다청옥 25.7%, 광평옥 23.4%) 보다 높아 28.9~32.5%이었음
- TDN 함량 : 열대지역 적응 옥수수 교잡계는 한국 조사료용 옥수수 교잡계 품종의 TDN(다청옥 69.9%, 광평옥 71.4%) 보다 높아 65.1~67.6%이었음
- 열대지역 적응 옥수수 교잡계는 조단백 함량은 낮고 조섬유 함량은 높아 한국 조사료용 품종 보다 조사료 품질은 낮지만 가소화영양분 함량은 기존 한국 조사료용 품종과 큰 차이가 없어 초다수성 조사료용 옥수수 품종으로 개발이 유망할 것으로 보였음

교잡계 품종	조단백 (%)	NDF (%)	ADF (%)	TDN [↓] (%)
다청옥	6.4 (100) [§]	47.0 (100) [§]	25.7 (100) [§]	69.9 (100) [§]
광평옥	7.6 (119)	44.0 (94)	23.4 (91)	71.4 (102)
케이엠6	5.4 (84)	58.2 (124)	29.0 (113)	67.5 (97)
케이엠7	4.4 (68)	58.3 (124)	28.9 (113)	67.6 (97)
아세50호	4.7 (73)	59.5 (127)	31.7 (123)	65.7 (94)
아세51호	5.6 (86)	59.6 (127)	30.9 (120)	66.2 (95)
아세60호	6.0 (92)	60.0 (128)	32.5 (127)	65.1 (93)
아세62호	6.1 (94)	61.3 (130)	32.4 (126)	65.1 (93)
LSD(0.05)	1.4	6.0	3.5	2.5

[↓]TDN(가소화양분총량) 함량 : $87.84 - 0.70 \times \%ADF$

[§]다청옥 대비 지수(%)

< 주요 연구성과 목록 >

1. 품종개발 : 출원 8건, 등록 2건

구 분	품종 명칭	국 명	출원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
옥수수	케이엠1	한국	농촌진 흥청	'17.3.9	출원 2017-146	농촌 진흥청	'19. 1.30	7507	
옥수수	KM1	베트남	농촌진 흥청	'18.3.9	2018-31				
옥수수	케이엠2	한국	농촌진 흥청	'18.3.21	출원 2018-206	농촌 진흥청	'20. 6.22	8192	
옥수수	케이엠3	한국	농촌진 흥청	'18.3.21	출원 2018-207				
옥수수	케이엠5	한국	농촌진 흥청	'18. 10.18	출원 2018-546				
옥수수	케이엠4	한국	농촌진 흥청	'19. 1.29	출원 2019-44				등록거절 * 개화기 불일치로 안정성과 균일성 불비
옥수수	케이엠6	한국	농촌진 흥청	'19. 11.27	출원 2019-603				
옥수수	케이엠7	한국	농촌진 흥청	'21. 4.7	출원 2021-203				

2. 논문 : 비SCI 2건

번호	논문명	학술지명	주저 자명	호	국명	발행 기관	SCI여부 (SCI/비SCI)
1	열대성 조숙 내도복 다수성 단교 잡종 옥수수 '케이엠1'	한국육종학 회지	백성범	51권 2호	대한 민국	한국 육종학회	비SCI
2	열대성 조숙 내도복 다수성 단교 잡종 옥수수 '케이엠2'	한국육종학 회지	배환희	53권2 호	대한 민국	한국 육종학회	비SCI

3. 유전자원 기탁 : 113점

번호	특성	자원명	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
1	일반옥수수, 육성계통	17V1S6003	이진석	17.9.13	K264884	inbred
2	일반옥수수, 육성계통	17V1S6004	이진석	17.9.13	K264885	inbred
3	일반옥수수, 육성계통	17V1S6005	이진석	17.9.13	K264886	inbred
4	일반옥수수, 육성계통	17V1S6007	이진석	17.9.13	K264887	inbred
5	일반옥수수, 육성계통	17V1S6010	이진석	17.9.13	K264888	inbred
6	일반옥수수, 육성계통	17V1S6011	이진석	17.9.13	K264889	inbred
7	일반옥수수, 육성계통	17V1S6012	이진석	17.9.13	K264890	inbred
8	일반옥수수, 육성계통	17V1S6013	이진석	17.9.13	K264891	inbred
9	일반옥수수, 육성계통	17V1S6020	이진석	17.9.13	K264892	inbred
10	일반옥수수, 육성계통	17V1S6025	이진석	17.9.13	K264893	inbred
11	일반옥수수, 육성계통	17V1S6028	이진석	17.9.13	K264894	inbred
12	일반옥수수, 육성계통	17V1S6031	이진석	17.9.13	K264895	inbred
13	일반옥수수, 육성계통	17V1S6033	이진석	17.9.13	K264896	inbred
14	일반옥수수, 육성계통	17V1S6034	이진석	17.9.13	K264897	inbred
15	일반옥수수, 육성계통	17V1S6038	이진석	17.9.13	K264898	inbred
16	일반옥수수, 육성계통	17V1S6043	이진석	17.9.13	K264899	inbred
17	일반옥수수, 육성계통	17V1S6044	이진석	17.9.13	K264900	inbred
18	일반옥수수, 육성계통	17V1S6047	이진석	17.9.13	K264901	inbred
19	일반옥수수, 육성계통	17V1S6050	이진석	17.9.13	K264902	inbred
20	일반옥수수, 육성계통	17V1S6051	이진석	17.9.13	K264903	inbred
21	일반옥수수, 육성계통	17V1S6052	이진석	17.9.13	K264904	inbred
22	일반옥수수, 육성계통	17V1S6053	이진석	17.9.13	K264905	inbred
23	일반옥수수, 육성계통	17V1S6055	이진석	17.9.13	K264906	inbred
24	일반옥수수, 육성계통	17V1S6056	이진석	17.9.13	K264907	inbred
25	일반옥수수, 육성계통	17V1S6058	이진석	17.9.13	K264908	inbred
26	일반옥수수, 육성계통	17V1S6059	이진석	17.9.13	K264909	inbred
27	일반옥수수, 육성계통	17V1S6061	이진석	17.9.13	K264910	inbred
28	일반옥수수, 육성계통	17V1S6065	이진석	17.9.13	K264911	inbred
29	일반옥수수, 육성계통	17V1S6069	이진석	17.9.13	K264912	inbred
30	일반옥수수, 육성계통	17V1S6073	이진석	17.9.13	K264913	inbred
31	일반옥수수, 육성교잡계	아세2호	이진석	17.9.13	K264914	F1
32	일반옥수수, 육성교잡계	아세3호	이진석	17.9.13	K264915	F1
33	일반옥수수, 육성교잡계	아세4호	이진석	17.9.13	K264916	F1
34	일반옥수수, 육성교잡계	아세5호	이진석	17.9.13	K264917	F1
35	일반옥수수, 육성교잡계	아세16호	이진석	17.9.13	K264918	F1
36	일반옥수수, 육성교잡계	아세17호	이진석	17.9.13	K264919	F1
37	일반옥수수, 육성교잡계	아세18호	이진석	17.9.13	K264920	F1
38	일반옥수수, 육성교잡계	아세19호	이진석	17.9.13	K264921	F1
39	일반옥수수, 육성교잡계	아세20호	이진석	17.9.13	K264922	F1
40	일반옥수수, 육성교잡계	아세21호	이진석	17.9.13	K264923	F1
41	일반옥수수, 육성계통	18VL01	배환희	2019.7.9	K271051	F1
42	일반옥수수, 육성계통	18VL03	배환희	2019.7.9	K271052	F1
43	일반옥수수, 육성계통	18VL04	배환희	2019.7.9	K271053	F1
44	일반옥수수, 육성계통	18VL05	배환희	2019.7.9	K271054	F1
45	일반옥수수, 육성계통	18VL06	배환희	2019.7.9	K271055	F1
46	일반옥수수, 육성계통	18VL07	배환희	2019.7.9	K271056	F1
47	일반옥수수, 육성계통	18VL08	배환희	2019.7.9	K271057	F1
48	일반옥수수, 육성계통	18VL09	배환희	2019.7.9	K271058	F1
49	일반옥수수, 육성계통	18VL10	배환희	2019.7.9	K271059	F1
50	일반옥수수, 육성계통	18VL11	배환희	2019.7.9	K271060	F1
51	일반옥수수, 육성계통	18VL12	배환희	2019.7.9	K271061	F1
52	일반옥수수, 육성계통	18VL13	배환희	2019.7.9	K271062	F1
53	일반옥수수, 육성계통	18VL14	배환희	2019.7.9	K271063	F1
54	일반옥수수, 육성계통	18VL15	배환희	2019.7.9	K271064	F1
55	일반옥수수, 육성계통	18VL16	배환희	2019.7.9	K271065	F1
56	일반옥수수, 육성계통	18VL17	배환희	2019.7.9	K271066	F1

번호	특성	자원명	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
57	일반옥수수, 육성계통	18VL18	배환희	2019.7.9	K271067	F1
58	일반옥수수, 육성계통	18VL19	배환희	2019.7.9	K271068	F1
59	일반옥수수, 육성계통	18VL20	배환희	2019.7.9	K271069	F1
60	일반옥수수, 육성계통	18VL21	배환희	2019.7.9	K271070	F1
61	일반옥수수, 육성계통	18VL22	배환희	2019.7.9	K271071	F1
62	일반옥수수, 육성계통	18VL23	배환희	2019.7.9	K271072	F1
63	일반옥수수, 육성계통	18VL24	배환희	2019.7.9	K271073	F1
64	일반옥수수, 육성계통	18VL25	배환희	2019.7.9	K271074	F1
65	일반옥수수, 육성계통	18VL26	배환희	2019.7.9	K271075	F1
66	일반옥수수, 육성계통	18VL27	배환희	2019.7.9	K271076	F1
67	일반옥수수, 육성계통	18VL28	배환희	2019.7.9	K271077	F1
68	일반옥수수, 육성계통	18VL29	배환희	2019.7.9	K271078	F1
69	일반옥수수, 육성계통	18VL30	배환희	2019.7.9	K271079	F1
70	일반옥수수, 육성계통	18VL31	배환희	2019.7.9	K271080	F1
71	일반옥수수, 육성계통	18VL32	배환희	2019.7.9	K271081	F1
72	일반옥수수, 육성계통	18VL33	배환희	2019.7.9	K271082	F1
73	일반옥수수, 육성계통	18VL34	배환희	2019.7.9	K271083	F1
74	일반옥수수, 육성계통	19V1S6001	배환희	2019.7.9	K271084	F1
75	일반옥수수, 육성계통	19V1S6004	배환희	2019.7.9	K271085	F1
76	일반옥수수, 육성계통	19V1S6007	배환희	2019.7.9	K271086	F1
77	일반옥수수, 육성계통	19V1S6010	배환희	2019.7.9	K271087	F1
78	일반옥수수, 육성계통	19V1S6013	배환희	2019.7.9	K271088	F1
79	일반옥수수, 육성계통	19V1S6016	배환희	2019.7.9	K271089	F1
80	일반옥수수, 육성계통	19V1S6019	배환희	2019.7.9	K271090	F1
81	일반옥수수, 육성계통	19V1S6022	배환희	2019.7.9	K271091	F1
82	일반옥수수, 육성계통	19V1S6025	배환희	2019.7.9	K271092	F1
83	일반옥수수, 육성계통	19V1S6028	배환희	2019.7.9	K271093	F1
84	일반옥수수, 육성계통	19V1S6031	배환희	2019.7.9	K271094	F1
85	일반옥수수, 육성계통	19V1S6034	배환희	2019.7.9	K271095	F1
86	일반옥수수, 육성계통	19V1S6037	배환희	2019.7.9	K271096	F1
87	일반옥수수, 육성계통	19V1S6040	배환희	2019.7.9	K271097	F1
88	일반옥수수, 육성계통	19V1S6043	배환희	2019.7.9	K271098	F1
89	일반옥수수, 육성계통	19V1S6046	배환희	2019.7.9	K271099	F1
90	일반옥수수, 육성계통	19V1S6049	배환희	2019.7.9	K271100	F1
91	일반옥수수, 육성계통	19V1S6052	배환희	2019.7.9	K271101	F1
92	일반옥수수, 육성계통	19V1S6055	배환희	2019.7.9	K271102	F1
93	일반옥수수, 육성계통	19V1S6058	배환희	2019.7.9	K271103	F1
94	일반옥수수, 육성계통	19V1S6059	배환희	2019.7.9	K271104	F1
95	일반옥수수, 육성계통	19V1S6062	배환희	2019.7.9	K271105	F1
96	일반옥수수, 육성계통	19V1S6065	배환희	2019.7.9	K271106	F1
97	일반옥수수, 육성계통	19V1S6068	배환희	2019.7.9	K271107	F1
98	일반옥수수, 육성계통	19V1S6071	배환희	2019.7.9	K271108	F1
99	일반옥수수, 육성계통	19V1S6074	배환희	2019.7.9	K271109	F1
100	일반옥수수, 육성계통	19V1S6077	배환희	2019.7.9	K271110	F1
101	일반옥수수, 육성계통	19V1S6080	배환희	2019.7.9	K271111	F1
102	일반옥수수, 육성계통	19V1S6083	배환희	2019.7.9	K271112	F1
103	일반옥수수, 육성계통	19V1S6086	배환희	2019.7.9	K271113	F1
104	일반옥수수, 육성계통	19V1S6089	배환희	2019.7.9	K271114	F1
105	일반옥수수, 육성계통	19V1S6092	배환희	2019.7.9	K271115	F1
106	일반옥수수, 육성계통	19V1S6095	배환희	2019.7.9	K271116	F1
107	일반옥수수, 육성계통	19V1S6098	배환희	2019.7.9	K271117	F1
108	일반옥수수, 육성계통	19V1S6101	배환희	2019.7.9	K271118	F1
109	일반옥수수, 육성계통	19V1S6104	배환희	2019.7.9	K271119	F1
110	일반옥수수, 육성계통	19V1S6107	배환희	2019.7.9	K271120	F1
111	일반옥수수, 육성계통	19V1S6110	배환희	2019.7.9	K271121	F1
112	일반옥수수, 육성계통	19V1S6113	배환희	2019.7.9	K271122	F1
113	일반옥수수, 육성계통	19V1S6116	배환희	2019.7.9	K271123	F1

4. 우량자식계통 : 134계통

중간 계통명	Origin	Pedigree							
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
17VL01	중국/한국자원 OP10	14VN0010	1	1	1	2	2	1	
17VL02	중국/한국자원 OP10	14VN0010	1	1	1	3	2	1	
17VL03	중국/한국자원 OP26	14VN0026	1	1	1	1	1	1	
17VL04	중국/한국자원 OP26	14VN0026	1	1	1	1	2	2	
17VL05	중국/한국자원 OP81	14VN0081	1	1	1	2	1	1	
17VL06	중국/한국자원OP88	14VN0088	3	1	1	3	2	1	
17VL07	중국/한국자원OP88	14VN0088	3	1	1	3	2	2	
17VL08	중국/한국자원OP105	14VN0105	1	1	1	1	1	1	
17VL09	중국/한국자원OP105	14VN0105	1	1	1	1	2	1	
17VL10	중국/한국자원OP132	14VN0132	1	1	1	1	1	1	
17VL11	중국/한국자원 OP148	14VN0148	1	1	1	1	1	1	
17VL12	중국/한국자원 OP148	14VN0148	1	1	1	1	3	1	
17VL13	중국/한국자원 OP249	14VN0249	1	1	1	1	1	1	
17VL14	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	1	1	
17VL15	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	2	1	
17VL16	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	2	2	
17VL17	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	3	2	
17VL18	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	1	1	
17VL19	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	2	1	
17VL20	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	2	2	
17VL21	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	4	1	1	
17VL22	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	5	1	2	
17VL23	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	5	2	1	
17VL24	중국/한국자원 OP304	14VN0304	1	1	1	2	1	2	
17VL25	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	1	1	1	
17VL26	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	1	3	1	
17VL27	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	3	2	1	
17VL28	DK9955	14VN1660	2	1	1	1	2	1	
17VL29	DK9955	14VN1660	2	1	1	1	3	1	
17VL30	DK9955	14VN1660	2	1	1	2	3	2	
17VL31	DK6919	14VN1671	1	1	1	3	3	1	
17VL32	DK6919	14VN1671	1	1	1	4	2	1	
17VL33	DK6919	14VN1671	1	1	1	4	2	2	
17VL34	DK6919	14VN1671	2	1	1	2	3	1	
17VL35	DK6919	14VN1671	4	1	1	2	1	1	
17VL36	DK8868	14VN1672	4	1	1	1	1	1	
17VL37	DK8869	14VN1673	4	1	1	1	1	2	
17VL38	DK8868	14VN1672	4	1	1	1	3	1	
17VL39	DK8868	14VN1672	5	1	1	1	2	1	
17VL40	D9901	14VN1673	3	1	1	2	1	1	
17VL41	D9902	14VN1674	4	1	1	1	1	2	
17VL42	D9901	14VN1673	4	1	1	1	3	1	
17VL43	D9901	14VN1673	4	1	1	2	2	1	
17VL44	TF222	14VN1674	3	1	1	1	2	1	

중간 계통명	Origin	Pedigree						
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
17VL45	TF222	14VN1674	3	1	1	1	3	1
17VL46	TF222	14VN1674	3	1	1	4	2	1
17VL47	TF222	14VN1674	4	1	1	3	2	1
18VL01	LVN10/NK6326	14V2S001	1	1	1	1	2	3
18VL02	LVN10/NK6326	14V2S001	1	1	1	3	2	1
18VL03	LVN10/NK6326	14V2S001	1	3	3	3	1	1
18VL04	LVN10/S00671	14V2S003	3	2	1	3	2	1
18VL05	LVN10/S00750	14V2S005	2	1	1	1	1	1
18VL06	LVN10/S00750	14V2S005	3	2	1	2	1	1
18VL07	LVN10/S01151	14V2S010	2	2	2	1	3	1
18VL08	LVN10/S01151	14V2S010	2	3	1	2	1	1
18VL09	LVN10/S01276	14V2S012	2	3	2	3	1	2
18VL10	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	1	2	1	2
18VL11	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	2	1	1	2
18VL12	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	2	2	1	1
18VL13	LVN10/S01662	14V2S016	1	1	2	2	2	2
18VL14	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	2	3	2	2
18VL15	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	4	1	1	2
18VL16	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	4	2	1	2
18VL17	LVN10/S01672	14V2S020	1	2	1	2	1	1
18VL18	LVN10/S01672	14V2S020	1	3	1	2	1	1
18VL19	NK7328/S00750	14V2S029	1	2	1	1	1	1
18VL20	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	1	1	1
18VL21	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	3	1	1
18VL22	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	3	2	2
18VL23	NK7328/S01660	14V2S032	3	1	4	2	2	1
18VL24	NK7328/S01669	14V2S038	1	3	1	3	1	1
18VL25	NK7328/S01673	14V2S041	3	1	1	3	1	2
18VL26	NK7328/S6054	14V2S044	3	1	2	1	1	1
18VL27	NK7328/S6054	14V2S044	3	1	2	2	1	1
18VL28	NK7328/S6054	14V2S044	3	2	1	2	1	1
18VL29	NK6326/LVN10	14V2S047	1	1	2	1	1	2
18VL30	NK6326/S001660	14V2S048	1	2	5	2	1	1
18VL31	NK6326/S01035	14V2S054	2	2	1	2	1	1
18VL32	NK6326/S01149	14V2S056	2	2	1	3	1	2
18VL33	NK6326/S01276	14V2S061	1	1	1	1	1	1
18VL34	NK6326/S01297	14V2S062	2	1	4	3	1	2
19VL01	14K23/14K5	16V1001	2	1	1	1	3	1
19VL02	14K23/14K26	16V1002	1	1	1	1	1	1
19VL03	14K28/15VL019	16V1003	1	2	2	1	1	1
19VL04	15VL010/15VL019	16V1004	2	2	1	2	1	1
19VL05	15VL010/14K21	16V1005	1	2	1	3	3	1
19VL06	15VL019/14K23	16V1010	1	1	2	3	1	1
19VL07	15VL019/14K23	16V1010	2	1	1	1	2	1
19VL08	15VL019/14K23	16V1010	3	1	2	1	1	1
19VL09	15VL019/CL50	16V1011	3	1	1	1	1	1

중간 계통명	Origin	Pedigree						
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
19VL10	15VL019/CL104	16V1012	2	1	1	3	1	1
19VL11	15VL019/CL104	16V1012	3	1	1	2	2	1
19VL12	15VL019/CL59	16V1013	1	1	1	3	1	1
19VL13	15VL019/CL59	16V1013	3	1	3	2	1	1
19VL14	15VL019/CL13	16V1014	1	1	1	1	3	1
19VL15	15VL068/CL1	16V1015	1	1	1	3	1	1
19VL16	15VL068/CL1	16V1015	1	1	1	3	3	1
19VL17	CL1/14K8	16V1016	3	1	1	1	1	1
19VL18	CL1/CL9	16V1018	3	1	1	2	1	1
19VL19	CL1/CL87	16V1020	1	2	1	2	2	1
19VL20	CL1/CL50	16V1021	2	2	1	3	1	1
19VL21	CL1/CL59	16V1023	3	1	1	1	1	1
19VL22	CL9/14K23	16V1027	2	1	1	1	2	1
19VL23	CL50/14K23	16V1030	1	2	1	3	2	1
19VL24	CL50/14K23	16V1030	3	2	2	1	1	1
19VL25	CL59/CL50	16V1033	1	1	1	1	1	1
19VL26	CL59/CL9	16V1034	2	1	1	1	2	1
19VL27	CL59/CL13	16V1035	2	1	1	1	1	1
19VL28	CL59/14K5	16V1036	1	3	3	1	2	1
19VL29	CL87/CL9	16V1037	2	2	1	1	1	1
19VL30	CL87/CL13	16V1038	1	1	2	1	1	1
19VL31	CL93/14K12	16V1039	2	1	1	3	2	1
19VL32	CL93/CL87	16V1042	3	1	1	1	2	1
19VL33	CL93/CL59	16V1043	2	2	2	3	1	1
19VL34	CL101/14K26	16V1044	1	2	1	1	1	1
19VL35	CL101/14K26	16V1044	1	2	1	1	2	1
19VL36	CL101/CL5	16V1045	1	1	1	1	1	1
19VL37	CL101/CL9	16V1046	3	1	1	2	1	1
19VL38	CL101/CL12	16V1047	3	1	2	3	1	1
19VL39	CL101/CL13	16V1048	3	1	1	1	2	1
19VL40	CL101/CL50	16V1050	2	1	1	2	1	1
14K2	COP(동남아재배종, 방임수분집단)	8	1	2	1	1	2	1
14K5	COP(동남아재배종, 방임수분집단)	34	2	1	2	1	1	1
14K8	COP(동남아재배종, 방임수분집단)	51	1	1	1	1	2	2
14K23	COP(동남아재배종, 방임수분집단)	166	1	2	1	1	1	1
14K26	COP(동남아재배종, 방임수분집단)	198	1	1	2	1	2	1
CL19	TROP(열대자원, 방임수분집단)	T75	T1	T1	T1	T1	T2	T1
CL32	TROP(열대자원, 방임수분집단)	T168	T1	T1	T1	T1	T1	T1
CL50	TROP(열대자원, 방임수분집단)	T222	T1	T1	T1	T1	T1	T1
CL59	TROP(열대자원, 방임수분집단)	T264	T2	T2	T1	T1	T1	T1
CL81	TROP(열대자원, 방임수분집단)	T367	T1	T1	T1	T2	T1	T1
CL94	TROP(열대자원, 방임수분집단)	T456	T1	T1	T1	T1	T1	T2
CL101	TROP(열대자원, 방임수분집단)	T496	T1	T1	T1	T1	T1	T1
CL105	TROP(열대자원, 방임수분집단)	T511	T1	T1	T1	T1	T1	T1

5. 우량 교잡계 : 43계통

교잡계명	선발연도	교배조합	출사일수	간장 (cm)	종실수량 (kg/10a)	수량지수 (LVN10 대비)
아세22호	2017	CL80/14K25	72	181	752	256
아세23호	2017	14K8/CL13	72	184	661	225
아세24호	2017	14K23/CL93	72	170	680	231
아세25호	2017	14K23/CL59	73	199	740	251
아세26호	2017	CL13/14K26	72	186	745	253
아세27호	2017	CL101/CL59	71	214	798	271
아세28호	2017	CL101/14K5	73	204	655	222
아세29호	2018	14K22/CL6	61	128	472	111
아세30호	2018	CL80/CL1	73	188	609	207
아세31호	2018	14K21/14K8	69	187	646	220
아세32호	2018	14K23/14K22	55	181	777	117
아세33호	2018	14K23/15VL043	53	178	833	126
아세34호	2018	16VL005/14K23	53	184	940	142
아세35호	2018	16VL004/CL59	52	177	658	99
아세36호	2018	CL12/16VL009	53	151	547	83
아세37호	2018	14K22/15VL043	71	189	723	167
아세38호	2018	16VL014/14K23	75	192	718	166
아세39호	2018	16VL017/14K23	79	190	685	158
아세40호	2018	14K19/CL11	74	189	793	183
아세41호	2018	14K19/CL12	73	172	614	142
아세42호	2019	16VL010/14K23	72	180	494	114
아세43호	2019	14K5/CL12	58	172	843	174
아세44호	2019	14K22/CL81	59	173	771	159
아세45호	2019	CL12/CL101	58	189	769	159
아세46호	2019	CL32/14K23	59	177	877	181
아세47호	2019	CL32/16VL021	58	170	802	166
아세48호	2019	14K30/CL32	64	186	850	106
아세49호	2019	CL32/CL59	64	188	795	99
아세50호	2019	CL59/CL47	63	196	735	92
아세51호	2019	CL19/14K11	64	190	1,027	128
아세52호	2019	CL28/14K22	63	216	925	115
아세53호	2019	CL59/14K11	63	202	792	99
아세54호	2020	CL11/14K5	53	230	1,043	132
아세55호	2020	CL12/14K26	60	208	984	125
아세56호	2020	CL59/14K5	55	227	894	113
아세57호	2020	CL94/14K26	54	224	1,045	133
아세58호	2020	CL50/14K5	63	196	695	155
아세59호	2020	CL94/14K28	64	183	646	144
아세60호	2020	16VL005/17VL34	61	192	683	153
아세61호	2021	CL12/17VL23	65	170	532	119
아세62호	2021	CL50/CL93	65	179	593	133
아세63호	2021	16VL004/14K5	61	195	625	140
아세64호	2021	16VL005/14K22	61	177	627	140

6. 기술이전 : 5건

번호	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해년도 발생액)
1	국외 전용실시	옥수수 KM1 품종 국외 전용실시	아시아종묘	2019-10-15	판매액의 3% (당해년도 없음)
2	국내 통상실시	옥수수 케이엠3 품종 국내 통상실시	아시아종묘	2021-10-28	863,100원 (123,300원)
3	국내 통상실시	옥수수 케이엠5 품종 국내 통상실시	아시아종묘	2021-10-28	863,100원 (123,300원)
4	국내 통상실시	옥수수 케이엠6 품종 국내 통상실시	아시아종묘	2021-10-28	863,100원 (123,300원)
5	국내 통상실시	옥수수 케이엠7 품종 국내 통상실시	아시아종묘	2021-10-28	863,100원 (123,300원)

7. 재배시험: 23회

년도별	번호	기간	내용	지역(국가)
2017	1	2017. 2 ~ 2017. 7	적응성 검정	베트남 동치우
	2	2017. 6 ~ 2017. 10	적응성 검정	캄보디아
	3	2017. 6 ~ 2017. 10	적응성 검정	인도네시아
	4	2017. 9 ~ 2017. 12	적응성 검정	베트남 동치우
	5	2017. 11 ~ 2018. 3	적응성 검정	캄보디아
	6	2017. 11 ~ 2018. 3	적응성 검정	인도네시아
2018	1	2018. 2 ~ 2018. 7	적응성 검정	베트남 동치우
	2	2018. 6 ~ 2018. 10	적응성 검정	캄보디아 바탐방
	3	2018. 6 ~ 2018. 10	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
	4	2018. 9 ~ 2019. 1	적응성 검정	베트남 동치우
	5	2018. 11 ~ 2019. 3	적응성 검정	캄보디아 바탐방
2019	6	2018. 11 ~ 2019. 3	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
	1	2019. 2 ~ 2019. 7	적응성 검정	베트남 동치우
	2	2019. 5 ~ 2019. 8	적응성 검정	캄보디아 바탐방
	3	2019. 5 ~ 2019. 8	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
	4	2019. 9 ~ 2020. 1	적응성 검정	베트남 동치우
	5	2019. 11 ~ 2020. 3	적응성 검정	캄보디아 바탐방
2020	6	2019. 11 ~ 2020. 3	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
	1	2020. 3 ~ 2020. 7	적응성 검정	베트남 동치우
	2	2020. 6 ~ 2020. 9	적응성 검정	캄보디아 바탐방
2021	3	2020. 9 ~ 2021. 1	적응성 검정	베트남 동치우
	1	2020. 11 ~ 2021. 2	적응성 검정	말레이시아 요호바루 펠다
	2	2020. 3 ~ 2020. 7	적응성 검정	베트남 동치우

제 2 절 품종개발(열대지역) 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척

〈 연구수행 결과 요약 〉

연구범위	연구결과 요약
<p>육성 거점 운영 및 개발품종, 현지 리딩품종의 지역적응성 검정 지원</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 육성거점 및 현지 대표사무소 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 열대지역 적응 우수 품종 개발을 위한 육성 거점 운영: 베트남 동치우 - 대표사무소 운영: 신품종 홍보 및 인력 수급을 위한 역할 수행(2020년 8월 24일 자격 재 갱신) ○ 개발품종의 지역적응성 검정 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 개발품종 및 현지 리딩품종의 지역적응성 검정: 베트남, 캄보디아, 인도네시아, 말레이시아 등 4개소에서 시험 - 신품종의 현지 적응성 및 리딩 품종과의 생육 및 수량성 비교
<p>수출용 옥수수 개발품종의 종자생산성 검정 및 확대</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자처리 및 가공 기술 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 현지 종자 선별 기술, 종자 소독처리, 종자 건조 등의 종자생산 처리 기술 분석 ○ 종자생산을 위한 생산기지 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 말레이시아 조호바루 주: 토지, 건조시설, 저장창고 등 확보 - 베트남 농장 인근 채종 전문 회사 확보: F1종자 채종 risk 감소 - F1종자 생산: 베트남 ○ 채종안정성 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 개발품종의 채종안정성 검정 시험: 베트남 육성 거점 및 위탁 생산업체에서 진행
<p>열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케팅 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현지 시장 현황 조사 및 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 타깃 지역별 현지 시장 현황 조사 - 열대지역 국가들의 옥수수 수출입 현황, 소비 및 제고 등의 자료 분석 ○ 수출예상 지역별 마켓 포지셔닝 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 예상 국가의 제도 및 법규, 마켓 포지셔닝 분석 및 육종 방향 설정 - 우수 교잡계의 딜러 선호도 체크: 선발 및 시장 진입 방향 설정 ○ 종자판매 전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 가격, 기술 및 품질 경쟁력을 강화하여 종자판매 점유율 확대 - 지역별 현지화를 통해 해외시장 확대전략: 해외 진출 로드맵 설정 ○ 개발품종의 판매 및 점유율 확대 방안

연구범위	연구결과 요약
	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전시(시험)포 운영: 2017년 국내 1개소 / 2018년 국내 1개소, 해외1개소 / 2019년 국내 1개소, 해외 2개소 / 2020년 국내1개소, 해외 6개소 / 2021년 해외 2개소 - 현지 품종 평가회: 2018년 1회, 2020년 1회 - 바이어 초청: 2017년 15회, 2018년 11회, 2019년 9회 - 종자판매를 위한 유관기관과의 협력 프로젝트 추진 - 종자교역회 참가: 2017년 2회, 2018년 2회, 2019년 3회, 2020년 1회, 2021년 2회 - MOU체결(2018년): 품종개발, 종자생산·판매, 종자활용 및 기술 확산 등 3개 기관(식량종자사업단, 코웰메트라, 아시아종묘)의 3개 기능이 협업하여 종자수출 활성화 - 홍보책자발간: 2018년 1건, 2020년 1건 - 홍보: MOU체결 관련 보도매체 기사 4건, 해외 현장평가회 관련 보도매체 기사 5건(2018년), 사업 홍보 마케팅 기사 1건(2019년) - 기술이전: 현지 적응형 개발 품종의 판매를 위한 기술 이전 5건 <p>○ 마케팅 인적 인프라 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수출 확대를 위한 유통 및 마케팅 인프라 구축: total 88개소 - 해외 마케팅 전문 인력 양성 <p>○ 국가별 종자 판매권 확보 및 수출</p> <ul style="list-style-type: none"> - 종자 판매 430,830불 및 판매 업체 수 53개소 확보

1. 육성 거점 운영 및 개발품종의 지역적응성 검정 지원

가. 열대지역 적응 옥수수 품종 개발을 위한 육성 거점 운영

○ 육성 거점 선정 목적 및 포장 선정 시 고려한 점

동남아 적응 옥수수 개발 품종의 육성을 위한 일환으로 동남아 현지 포장 후보지를 선정하여 사료용 및 식가공용 동남아 수출용 옥수수 품종 개발 과제를 수행하기 위하여 현지 토양 및 기후에 적응할 수 있는 해외 현지 육성이 기본이 되었다. 이러한 동남아 현지의 포장을 선정하기 위하여

- 가뭄, 태풍 또는 폭우시 침수로부터 피해가 적은 지역
- 가뭄 시 관개시설이 가능한 지역(강, 관정)
- 구릉지나 고산지에 비하여 기계화 재배가 용이한 평단지
- 배수가 양호하고 유기물 함량이 많은 비옥한 토지
- 노동인력 동원이 가능한 지역
- 도로, 철도, 항구 등에서 접근이 용이한 지역을 선정하였다.

○ 후보 지역의 특성

동치우 지역은 베트남 수도 하노이로부터 동쪽으로 80Km 지점으로 주작목은 벼, 옥수수 및 채소 등이었으나 최근에는, 1000ha이상 재배되던 옥수수의 현지 소비 마켓의 감소 추세로 수익성이 높은 채소 재배로 전환되고 있는 실정이었다. 동치우 지역의 특징을 살펴보면,

- 농업용수 공급을 위한 수리시설이 완비되어 있음
- 군 소재지이므로 사무실 임차, 인부 동원 등이 수월할 것으로 확인
- 군청의 당서기장, 군수, 부군수 등 군청 수뇌부에서 관심을 보이며 적극적이었음(그림 1)



그림 1. 베트남 동치우 지역의 특징

나. 육종 거점 내 연구포장 확보

○ 연구포장 확보

현지에서의 원활한 육종을 통한 품종 개발을 위해 육종 거점 내 안신읍에 위치한 토지 2.5ha를 임대하여 연구포장을 운영하고 있다. 베트남 동치우 안신읍은 11개리, 11개 소수 민족으로 구성된 지역으로 안신읍 전체 면적 83,000ha 중 1,000ha가 농경지이고 이 중 254ha가 밭으로 구성되어 있으며 대부분의 토지는 그린벨트로 묶여 있다. 연구포장으로 사용하는 토지 2ha는 안신읍 짜이 녹 1리와 짜이 록 2리에 위치하고 있고 베트남 현지민 62가구가 토지의 소유주로 등록되어 있어 동치우 군청과 당 인민위원회의 협조를 통해 토지를 임대 후 연구 포장을 운영하고 있다.(그림 2)

	
<p>토지 임대를 위한 당 인민위원회 방문</p>	<p>연구포장 상세지도</p>
	
<p>연구포장 전경</p>	<p>당 서기장, 군수, 인민위원장 방문</p>

그림 2. 연구포장 전경 및 당 서기장, 군수, 당인민위원장 방문

연구포장에서는 수집한 옥수수 유전자원의 특성 검정, 우량계통 선발 및 증식, 교잡계 양성, 선발 조합 적응성 시험 및 생산력 검정을 위해 제 1세부과제 식량과학원 연구원과 2014년 2월 11일부터 2018년 10월 현재까지 매년 2작기씩 육종 거점에서 신품종 개발을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있는 실정이다(그림 3).

		
<p>파종 후 밭아 전경</p>	<p>파종 30일 후 제초작업</p>	<p>수확기 특성검정</p>

그림 3. 특성 검정용 옥수수 파종 및 재배 전경

○ 연구포장 운영(1년 2작기)

- 유전자원 수집 및 수집된 유전자원의 특성조사.
- 유전자원 및 계통 선발: 수집된 유전자원을 재배하여 우수계통을 선발.
- 우량자식계통을 중심으로 신규 교잡계 양성.
- 우수 교잡계 선발 및 생산력 검정 시험: 생육특성 및 수량성 확인
- 생산력 검정시험을 통해 최종 선발된 품종의 현지 적응성 검정(인도네시아, 캄보디아 추가 시험)
- 개발된 품종의 종자생산량 및 채종 안정성 검정
- 우수 품종의 홍보를 위한 전시포장 운영

다. 현지 마케팅 및 시장 조사를 위한 대표사무소 운영

○ 대표사무소란?

- 베트남 진출 또는 인력자원 등의 조사를 위하여 현지에 사무실을 임대하여 사전조사를 하는 업무의 성격이 있음.
- 법인설립 또는 현지투자 이전의 시장조사 또는 현지 인력의 한국 고용 등의 중계 역할로의 활용이 대부분.
- 법인, 지사 설립 보다는 간단하고, 설립에 따른 비용 기간도 짧아 법인이나 지사를 설립 할 기업들이 처음 대표 사무소를 설립하고, 후에 법인설립이 완료되면 대표 사무소를 지사형식으로 바꾸어 사용하는 형태가 일반적임.

○ 대표사무소 설립 시

- 법인 설립보다 설립 기간이 짧고 초기 자본비용이 적게 들어감.
- 설립 완료시 베트남 세무서에 신고 후 Tax code, Seal을 발급 받아야 함.
- 대표 사무소는 어떠한 계약 체결을 할 수 없으며 계약이 필요 할 경우에는 한국의 본사에서 계약 체결을 맺어야함.
- 대표 사무소는 시장조사 및 자회사의 홍보 활동 등의 역할 만 수행 할 수 있음.

○ 아시아종묘 대표사무소 개설

현지 마케팅 및 동남아 옥수수 시장조사를 위한 초석이 될 베트남 대표사무소는 2013년부터 개설을 준비하여 12월 중순에 대표사무소 개설결정문, 아시아종묘 정관, 아시아종묘 재무제표, 사업자등록증, 사무소장 인사발령장 등의 서류를 준비하여 번역, 공증 및 영사 확인 하였다. 2014년 2월에는 동치우 내 사무실 임대차 계약을 맺은 후, 관련 구비서류와 함께 베트남 동치우 지역 내 대표사무소 개설신청서를 제출한 후 라이선스를 발급받았다(그림 4).

2014년부터 운영한 대표사무소는 우수 품종 육성을 위한 육성 거점지의 행정적인 부분을 뒷받침함과 동시에 신품종 홍보 및 인력수급을 위한 역할을 수행하였다. 2020년 8월에는 연속적인 과제의 수행 및 성과 달성을 위해 라이선스를 연장 갱신하였다.



그림 4. 베트남 대표사무소 개설 및 라이선스 연장 갱신

라. 개발품종 및 현지 리딩 품종의 적응성 시험 지원

○ 개발품종의 적응성 검정 시험 site 확보

육성 거점에서 육성한 교잡계 품종은 열대지역 현지 지역적응성 검정을 위해 인도네시아

아. 캄보디아. 베트남 등 3개 국가 3개 지역에 지역 검정 site를 확보하였다(표 1). 인도네시아. 캄보디아. 베트남은 동남아시아 옥수수 주요 재배 국가로 각기 다른 위도에 위치하여 품종의 개발 및 적응성 검정을 수행하기 위한 최적의 site로 판단되어 선정되었다. 지역적응성 시험은 Golden Seed 프로젝트 1단계에서는 2세부과제의 주관기관인 아시아종묘에서 연구를 진행하였지만 2단계에서는 1세부과제 수행기관인 식량과학원에서 연구를 진행하고 아시아종묘에서 협력지원을 하였다. 우량 교잡계의 지역적응성 시험을 통해 재배·생육적으로 우수하고 현지 시장에서도 가능성이 있는 품종의 선발을 위해 공동으로 연구가 진행되어졌다.

표 1. 육성 품종의 해외 현지 지역 적응성 검정 site

국 가	검정 site 정보	담 당
인도네시아	PT Oriental, Dsn. Bakilan, Ds. Trirenggo, Kec. Bantul, Kab. Bantul, Jogjakarta, Indonesia	동양종묘
캄보디아	Battambang, Cambodia	Good Neighbors
베트남	Vietnam 광닌성 동치우시 누엔빈 4, 400	아시아종묘

○ 인도네시아

인도네시아의 옥수수 생산량은 인구 증가와 가금류 사육의 증가로 꾸준히 증가하고 있으며 단위수량 증가를 위하여 개량된 옥수수 종자 수요가 증가하고 있다. 2000년 이후 인도네시아의 옥수수 수확면적과 단위수량이 증가함에 따라 생산량은 크게 증가하였다. 생산량의 증가로 옥수수 수입량은 줄었으나 매년 옥수수를 수입하는 국가로 향후 옥수수 자급을 위하여 생산량은 더 늘어날 것으로 예상되어진다. 또한 인도네시아의 육류 소비량이 증가함에 따라 가금류의 사육두수가 계속적으로 증가하고 있으며 이에 사료용 옥수수의 소비량도 계속적으로 증가하고 있는 추세이다.

인도네시아의 옥수수 생산 및 소비량의 증가 등 시장 규모를 감안하여 지역 적응성 검정 site의 필요성이 높아졌고 족자카르타 지역에 있는 PT Oriental 종묘의 (Dsn. Bakilan, Ds. Trirenggo, Kec. Bantul, Kab. Bantul, Jogjakarta, Indonesia) 박병엽 사장의 농장을 지역 적응성 검정 site로 확보 하였다(그림 5).



그림 5. 인도네시아 지역적응성 검정 site 확보 및 재배전경

○ 캄보디아

캄보디아의 옥수수의 재배면적은 2013년 240천 ha로 2000년 72천 ha에 비해 연평균 18.1% 증가하였고 황색옥수수가 202천ha, 백색 옥수수가 38천 ha로 황색옥수수가 84% 차지하였으며 2000년에 비해 연 평균 황색옥수수는 27.3% 증가하였고 백색옥수수는 3.1%증가하였다(표 2). 사료용 황색옥수수의 재배면적이 급격히 증가한 것은 축산 특히 가금류 사육의 증가와 함께 베트남과 태국 등으로부터 수출용 옥수수의 수요가 증대된 것이 주원인이다. 생산량은 2013년 927천 톤으로 2000년 157천 톤에 비해 연평균 37.7% 증가하였고 총생산량 중 황색종이 92%로 백색종의 10.8배에 이른다. 2012년 주별 옥수수 재배현황은 총 재배면적 213천 ha 중 곡창지대로 알려진 바탐방(Battambang)이 가장 많은 50%, 파일린(Pailin)이 12.8%로 서부지역이 62.8%를 차지하였고 그 뒤를 이어 남부지역의 칸달(Kandal),주가 8.8%, 중부지역의 캄퐁참(KampongCham)주가 6.2% 차지하며 순위를 이어가고 있었다(표 3).

표 2. 캄보디아 옥수수 종류별 재배면적 및 생산량

구 분	2000	2009	2011	2012	2013	연평균 증감률(%)
재배면적(천ha)	71.5	221.3	174.2	216.3	239.7	18.1
- 황색종	44.3	188.4	148.4	175.5	201.7	27.3
- 백색종	27.2	32.9	25.8	40.8	38.0	3.1
생산량(천톤)	156.9	924.0	717.2	950.9	926.8	37.7
- 황색종	121.7	780.6	668.4	806.9	848.5	45.9
(톤/ha)	(2.9)	(4.2)	(4.5)	(4.6)	(4.2)	(3.4)
- 백색종	35.2	143.4	48.8	144.0	78.3	9.4
(톤/ha)	(1.3)	(4.4)	(1.9)	(3.5)	(2.1)	(4.7)

Source : MAFF(2013/2014)

표 3. 캄보디아 옥수수 지역별, 작기별 재배면적(2012)

지역(주)	총면적		우기		건기	
	천ha	%	황색종	백색종	황색종	백색종
서북부.서중부지역	(143.5)	(67.9)	(140,820)	(2,204)	(18)	(476)
Banteay Mean Chey	8.4	3.9	7,560	609	-	182
Battambang	106.8	50.0	105,488	1,076	-	225
Pailin	27.3	12.8	27,333	13	-	-
Pursat	1	0.5	439	506	18	69
중북부.북부지역	(15.1)	(7.1)	(3,929)	(10,321)	(3)	(814)
Otdar Mean Chey	0.3	0.1	2	282	3	15
Siem Reap	1.3	0.6	-	670	-	625
Preah Vihear	12.5	5.9	3,927	8,530	-	-
Kampong Thom	1	0.5	-	839	-	174
동북부.동부지역	(3.9)	(1.8)	(973)	(1,767)	(440)	(729)
Stung Treng	0.8	0.4	-	673	-	98
Kratie	2.4	1.1	973	377	440	631
Rattanak Kiri	0.3	0.1	-	333	-	-
Mondul Kiri	0.4	0.2	-	384	-	-
중부.남부지역	(51.6)	(24.2)	(14,883)	(15,400)	(11,354)	(10,173)
Koh Kong	0.1	0	-	62	-	-
Kampong Cham	13.3	6.2	5,062	3,711	2,541	1,937
Kampong Chhnang	2.6	1.2	-	1,540	-	1,068
Kampong Speu	6.8	3.2	-	6,788	-	-
Phnom Penh	0.1	0	-	25	-	75
Prey Veng	7.2	3.4	1,730	506	680	4,234
Svay Rieng	0	0	-	32	-	-
Kampot	1.9	0.9	-	977	-	949
Kandal	18.8	8.8	8,091	917	8,133	1,664
Takeo	0.6	0.3	-	628	-	246
Preah Sihanouk	0.1	0	-	129	-	-
Kep	0.1	0	-	85	-	-
전국 (ha)	213,622	100	160,875	28,740	11,815	12,192

Source : MAFF

바탕방주는 다른 주에 비해 우기가 한달 일찍 시작되고 강우량도 변동 폭이 적으며 토질도 좋아 토양과 기후면에서 옥수수 재배에 유리한 지역이었다. 캄보디아 바탕방 지역의 옥수수 시장 규모를 감안하여 지역 적응성 검정 site의 필요성이 높아져 바탕방에 위치한 노창균 선생의 농장을 지역 적응성 검정 site로 확보 하였다(그림 6).



그림6. 캄보디아 지역적응성 검정 site 확보 및 재배전경

○ 베트남

베트남은 순수 농업 인구가 전 인구의 70%이상을 차지하며 대를 이어 지속적으로 영농 기술을 전수하여 전문적인 농업을 행하는 국가로 농업에 있어 국민들의 국민성은 근면 성실함을 유지하는 국가이다. 계절적으로 중국보다 남부에 위치하나 티벳 찬 공기가 북부 베트남으로 유입되어 계절의 변화가 뚜렷하고 한 지역에서 다양한 작물의 재배가 가능하다. 환경적으로는 북부 지역에 중공업 등 환경 위해 사업이 형성되어 있지 않아 티벳에서 발원하는 홍강의 강물이 농업용수로 적합하고 인분을 거름으로 사용하지 않아도 될 정도의 농업환경을 유지하고 있다. 베트남의 옥수수 총 수요는 1980년대 초에서 90년대 초까지 4~7만 톤 수준이던 것이 1990년대 중후반 11~17만 톤으로 상승하고 2000년대 중후반에는 40~52만 톤, 2011년에는 57만 톤으로 급격히 상승하였다. 옥수수 수요의 급증은 소비형태가 사료소비가 급증하는데 따른 것이며, 식량수요는 완만히 증가하는데 비해 사료수요는 급격히 늘어 81년 식량수요가 사료수요의 7배 이상 높으며 1995년 이후로 사료수요가 식량수요를 앞지르고 2011년에는 사료수요가 식량수요의 5배로 늘어난 실정이다(표 4). 이러한 베트남의 옥수수 수요는 베트남 경제의 발전에 따라 육류소비 증가가 사료 소비 증가로 이어질 것이 예상됨에 따라 옥수수 수요도 증가할 것이다.

표 4. 베트남 옥수수 수요 및 소비형태

(단위 : 천톤)

년도	총 수요	식량	사료	기타	식량/사료, 비율(%)
1981	430	353	50	27	706
1985	537	434	70	33	620
1988	772	561	165	46	340
1991	611	363	210	39	173
1995	1,166	463	640	63	72
1998	1,706	544	1,178	33	46
2001	2,188	652	1,494	41	44
2005	4,051	734	3,100	187	24
2008	5,230	993	4,000	237	23
2001	5,713	956	4,500	257	21

Source : FAOSTAT

베트남의 옥수수 시장을 고려하여 광닌성 동치우에 위치한 아시아종묘 베트남 품종육성 거점의 연구포장(그림 7)에서 지역적응성 검정 site를 확보하여 지역적응성 검정을 수행하였다.



지역적응성 검정 site 농장전경

옥수수 재배 및 탈종 전경

그림 7. 베트남 지역적응성 검정 site 확보 및 재배전경

○ 개발품종의 지역적응성 검정 지원

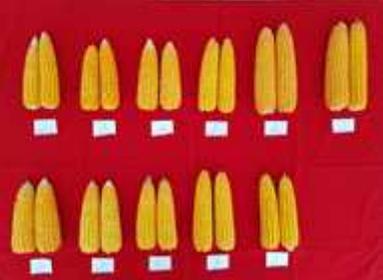
		
		
<p>베트남(2017)</p>	<p>캄보디아(2017)</p>	<p>인도네시아(2017)</p>
		
		
<p>베트남(2018)</p>	<p>캄보디아(2018)</p>	<p>인도네시아(2018)</p>
		



그림 8. 지역적응성 검정 특성조사(제1세부와 공동수행)

2020년, 2021년 지역 적응성 검정 지원은 Covid-19여파로 인한 해외출장 제한으로 수행이 불가하였음.

2. 수출용 옥수수 개발품종의 종자생산성 검정 및 종자생산

가. 종자처리 및 가공 기술 분석

○ 종자보관방법

종자를 장기간 보관할 때는 수분함량과 보관 장소의 조건에 따라 발아율에 큰 영향을 미친다. 옥수수 종자를 안전하게 저장하기 위해서는 수분 함량을 13~14% 이내로 말리는 것이 좋다. 국내의 경우 옥수수 보급종은 종자 수매 시 수분함량 조건이 13%이하로 규정하여 관리하고 있으므로 종자 저장, 보관상 큰 문제는 없다. 종자는 가능한 낮은 온도와 상대습도 60%이하에서 보관해야 하며 저장고가 없는 농가에서는 온도가 높은 실내나 습한 장소에 보관하지 말고 실외에 있는 창고 등에 보관하는 것이 좋다. 보급종은 비닐 팩에 1~2kg단위로 포장되어 있기 때문에 잠시라도 햇볕을 쬐이거나 습한 곳에 놓지 말아야 하고 특히 온도의 변화가 심한 곳은 피하는 것이 좋다.

○ 옥수수 수확 후 선별 및 건조

옥수수는 수확 후 빠른 시간 내에 건조를 하지 못할 경우 곰팡이와 벌레의 피해가 발생한다. 가장 치명적인 곰팡이 균은 아폴라톡신으로 세계 여러 나라에서 기준을 정하고 수입을 통제한다. 한국도 식용은 10bbp, 사료용은 50bbp의 아폴라톡신 기준치를 만들어 놓고 기준치에 적합하지 못하면 수입한 옥수수를 폐기처분하거나 다시 수출국 또는 제3국으로 보내야한다. 건조를 하는 방법은 적은 양의 옥수수를 건조·보관할 때는 자연에 의지하여 햇빛과 바람에 의해 건조하는 전통적인 방법이 있지만 이는 시시각각 변화하는 기후적 한계를 극복할 수 없기에 많은 양의 옥수수를 처리할 때는 반드시 건조시설을 이용한 방법을 사용한다. 건조는 보통 옥수수 대에 매달린 상태에서 일부 자연건조를 시켜 따내게 되면 건조 상태가 약 20~30%정도가 되며 건조기를 사용하여 12~15%까지 건조율을 낮추는 작업을 한다. 12%까지 낮춘 옥수수는 3~4개월 정도 일반 통풍이 잘되는 창고에서 보관해도 곰팡이가 생기지 않지만 건조율이 높을 경우 곰팡이의 피해를 입을 수 있다.

인도네시아의 경우 대형 선별·건조 사일로를 사용(그림 9)하여 몇 천 톤씩 1년 이상 보관하는 방법도 있지만 설비·투자비용이 10~30억 가량의 고가 시설이라 설치되어 있는 곳이 많지 않다. 선별 건조기의 동력원은 전기 및 기름보일러를 가동시켜 고온의 열기를 통풍시켜 옥수수를 건조하지만 일부 기계들은 옥수수 대를 건조시켜 가루로 만들어 태워서 동력원으로 사용하기도 한다. 1차 선별 및 건조 공정이 끝난 옥수수는 냉각과 2차 선별기를 거쳐 50~60kg씩 포장한다. 처음 건조기에 넣기 전 선별기를 통해 이물질, 깨진 옥수수를 걸러내고 건조과정 후 역시 이물질과 깨진 옥수수까지 걸러내게 되면 아주 상태가 양호하고 건조가 잘된 옥수수를 보관할 수 있게 된다. 인도네시아에는 한국산 건조기뿐만 아니라 인도네시아 건조기, 중국산 건조기까지 많은 종류의 제품들이 치열한 판매경쟁을 가지고 판매되고 있는데 건조기는 옥수수뿐만 아니라 쌀, 보리 등 타 작물까지 가능하며 장비의 가격은 몇 천불에서 몇 십만 불까지 다양한데 일반 농민들이 이런 장비를 운영하기란 거의 불가능하다. 일부 군청에서는 직접 장비를 갖추고 사용하고 있고 면, 동별로는 수동형 소형 건조기를 설치해 주는 경우도 있지만 관리, 보관 및 운영문제로 제대로 사용하는 곳이 거의 없다.

		
1차선별(이물질, 깨진 옥수수 제거)	이물질 및 깨진 옥수수: 사료로 이용	건조 작업
		
2차 선별	최종 건조 및 선별된 옥수수	포장

그림 9 옥수수 선별·건조 공정

국내와 인도네시아 등 건조시설이 갖추어진 국가와는 달리 캄보디아(최근 국내 기술력을 동원한 쌀, 옥수수 건조기 사용이 점차 증가 추세) 및 필리핀 등의 시설 인프라가 낙후된 지역에서는 건조시설이 갖추어져 있지 않다. 건조시설이 없다면 보통 옥수수대에 매달린 채로 건조를 하는 것이 일반적이다. 하지만 이시기에 비가 많이 온다면 건조도 늦어지고 껍질 안으로 일부 수분이 들어가 그 부분에 곰팡이가 피거나 경우에 따라서는 씨앗 발아가 되는 경우가 발생된다. 이는 종자에 따라 수확 시점에 비에 잘 견디는 것,

옥수수 껍질이 얇은 것, 두꺼운 것 등의 품종 특성을 확인하고 기후와 온도를 고려한 품종선택이 선행되어야 할 이유이다.

○ 종자소독

종자로 전염되는 감부기병, 줄무늬병 뿐만 아니라 곰팡이균은 정밀한 소독만 하면 완전 방제가 가능하며 잘 정진된 종자라도 종자소독을 통해 병해를 방제하고 발아율이 떨어지지 않도록 해야 한다. 종자 소독 방법은 60℃ 정도에서 일정시간 열로 소독하는 열소독, 50℃ 정도에서 일정시간 침지 소독 후 약제에 따라서 중화시켜주는 온수 소독, 소독 약품을 종자에 처리하는 약품소독, 발효에 의해 열소독하는 발효소독, 약제를 가열시켜 기체로 소독하는 훈증소독, 1년이상 방치해서 도고하는 시효소독 등이 있다. 제품 및 환경에 따라서는 51~52℃ 물에서 10분 또는 45~47℃ 물에 2~2.5시간 동안 종자를 담고 온수 소독한 후 종자소독제 증기처리로 보충하는 방법을 사용하기도 한다. 종자를 포장하기 전 종자 약품 처리는 옥수수 종자의 저장성을 고려해야 하기 때문에 열소독 및 온수 소독이 아닌 약품에 의한 종자 소독제를 종자표면에 바른 후 제품을 포장한다.

최근에는 고온 가습 공기를 사용한 새로운 종자소독기술 「ThermoSeed」는 네델란드 IncoTec사에서 개발한 기술로 기존의 화학농약을 사용하지 않고 종자를 소독하는 방법이다. 사상균(곰팡이)을 중심으로 종자 전염의 병해충에 높은 방제효과가 있는 것 외에도 과종 후의 초기생육이 좋아진다고 하는 2차적 효과도 기대할 수 있는 기술이다. 종래의 종자소독에 비해, 18종류의 병해에 대해 방제 효과가 동등 또는 높은 안정된 효과를 발휘하고 있다. 특수한 처리 장치로 종자를 소독하지만, 높은 살균력과 종자의 발아율을 떨어뜨리지 않도록 종자의 생산 단계마다 처리 온도나 습도, 시간을 정하는 것이 특징이다.

나. 종자 생산기지 확보

○ 말레이시아 농업현황

- 말레이반도 남부와 보르네오섬 북부에 걸쳐 있으며, 해안선의 길이가 4,675km에 달한다. 영연방의 하나로, 반도의 11개 주는 서말레이시아, 보르네오섬 북부의 2개 주는 동말레이시아라 불린다. 면적은 32만 9847km², 인구는 3051만 3848명(2015년), 수도는 쿠알라룸푸르(Kuala Lumpur)이다.
- 종족구성은 말레이인 58%, 중국인 25%, 인도파키스탄인 7% 등으로 이루어져 있으며, 각 민족은 제각기 전통적 문화·종교·언어·사회관습 등을 고집하고 있다. 공용어는 말레이어이며 영어·중국어·타밀어도 쓰인다. 국교는 이슬람교로 60%를 점유하나 종교의 자유가 보장되어 불교 19%, 기독교 9%, 힌두교 6.3%의 비율을 보인다.
- 말레이시아는 고온다습한 열대성 기후로 전 국토의 70%가 열대 우림으로 덮여 있으며, 말레이 반도의 남부와 보르네오섬 북부지역으로 구성되어 있다. 말레이시아 농경지 면적은 760만 ha로 전 국토 면적의 약 23%를 차지하고 있다. 총 농경지 면적 중 4.8%만이 관개수리 면적으로 강우량 등 기후 변화에 큰 영향을 받고 있으며 농업하부구조가 낙후되어 있는 실정이다. 이에 따라 말레이시아 정부는 농업 관개시설을 확충과 농촌 지역 하부구조 개선 등 농업 근대화에 정책적 노력을 기울이고 있는 중이다.
- 말레이시아가 생산하는 주요 농산물은 팜유, 코코아, 고무, 열대과실. 사탕수수 등 열대성 작목과 쌀, 담배. 파인애플, 바나나 및 목재류 등이다. 1980년 대 이후 고도 경제성

장과 소득증가로 1인당 연간 식품소비량이 증가하고 있는 추세로 곡물의 소비량이 전체 식품 소비량의 약 37%로 쌀, 밀, 옥수수, 대두 등 곡물류가 말레이시아의 식생활을 지배하고 있다. 또한 닭고기와 오리고기를 중심으로 한 육류 1인당 연간 소비량의 증가로 사료작물에 대한 중요성도 높아지고 있는 실정이다. 말레이시아는 팜유, 고무, 코코아 등 열대성 작물과 원목, 재재목 등 임산물은 주요 수출 품목이나 쌀, 옥수수, 밀 등 곡물류와 낙농, 채소류는 주요 수입 품목이다.

○ 말레이시아 옥수수 종자시장 진출 배경

- 말레이시아는 팜유, 코코아, 고무, 열대과실 등 열대성 작물을 수출하는 국가이다. 하지만 최근 팜유 및 열대과실 시장을 인도네시아 등 인건비가 저렴한 동남아시아 국가에 시장을 잠식당하면서 대체작물에 대한 필요성이 꾸준히 제기 되고 있는 실정이다.
- 아올러, 쌀, 밀, 옥수수 등 곡물류가 말레이시아의 식생활을 지배하고 있지만 대부분의 곡물류는 수입에 의존하고 있고 전체 육류 중 닭고기와 오리고기의 소비량이 높아지면서 사료작물에 대한 수입 의존도 또한 높은 상황이다.
- 말레이시아 인구의 60%는 이슬람교를 믿고 있다. 그러다 보니 돼지고기의 소비는 극히 드물고 소고기는 가격이 비싼 이유로 닭고기 등 가금류가 단백질 섭취의 주요 소비원이다.
- 최근 말레이시아에서 사료사업 및 도계 사업을 추진 중인 (주)코웰메트라와 MOU체결을 통해 현지에서 생산된 옥수수 종자를 재배하여 가금류 사료의 주요 재료를 확보하고 이렇게 만들어진 사료는 현지 축산업계와 연계하여 닭을 키운 후 다시 도계 공장에서 닭고기를 출하하는 과정까지 모든 시스템을 현지화·일원화 하는 프로젝트를 진행 중이다.
- 값싼 옥수수 수입 원재료를 사용하는 것이 아니라 non-GMO 옥수수 종자를 제공하여 닭을 키운 후 소비하는 것은 말레이시아 현지의 종교적인 관습에 부합하여 HALAL 인증을 받아 현지에서 상품화 될 것이다. 현지 무슬림들은 철저하게 HALAL 음식만을 섭취하고 있으며 작물의 경우 non-GMO 식품만을 섭취하는 것이 무슬림들의 관습이다. 현재 가금류 사료의 경우 현지에서 재배되는 옥수수 및 대두의 양이 극히 미비하여 대부분을 수입에 의존하고 있지만 이러한 프로젝트를 통해 생산된 가금류 사료의 소비는 HALAL 인증을 획득한 닭고기의 소비를 증대시킬 것이고 이는 옥수수 종자의 소비 또한 급격히 증가할 것이라 판단된다(그림 10).

	
<p>HALAL 인증 식당</p>	<p>HALAL 인증 식품</p>
	
<p>수입 옥수수(사료공장)</p>	<p>옥수수 및 대두를 재료로 한 사료 제조</p>

그림 10. 말레이시아 식품인증제도 및 사료공장의 옥수수 이용

○ 종자 생산기지 확보

말레이시아 현지의 종자 생산체계 구축을 위해 국내 농협과 비슷한 규모 및 역할을 수행하고 있는 PPNJ 회사의 사장 및 이사진과 협의(그림 11)하여 현재 말레이시아 조호바루 지역과 세가맛 지역에 형성되어 있는 팜트리 농장의 일부(150ha 이상)를 옥수수 F1종자 생산을 위한 생산지로 변경하여 사용하기로 결정하였다. 현지 실정상 멧돼지 등 들짐승의 피해가 우려되어 방제를 위한 펜스 설치 협의 및 인력수급 등의 사항을 조율하고 종자 저장창고 및 건조시설의 사용은 기존의 설비를 최대한 이용하기로 하였다. 현재 말레이시아는 팜트리 나무를 재배하여 팜오일의 원료를 수출하는 국가이지만 주요 식품 농산물의 대부분을 수입하고 있는 실정이다. 현재 이러한 팜트리 산업은 인도네시아의 저인건비를 앞세운 전략에 시장 점유율이 급속도로 줄어들고 있는 실정이다. 이에 말레이시아 농림부는 팜트리 산업을 대체할 수 있는 대체작물의 수급 및 재배가 필수 불가결한 상태에서 옥수수는 중요한 작물로 급부상 중에 있다. 말레이시아 농림부와 PPNJ는 자국 내의 팜트리 농장을 활용하여 옥수수 생산 및 수입을 대체할 수 있는 사업을 진행 중에 있다. 이러한 말레이시아의 농업 움직임과 때를 맞추어, 한국의 기술을 이용하여 옥수수 종자를 생산하고 생산된 종자는 현지 농민들에게 보급한 후 그 생산품을 구매하는 방식으로, 농산물의 수입을 줄이고 농민을 육성하여 수입을 창출하는 방향으로 진행될 것이다. 아시아종묘와 코웰메트라 그리고 국립식량과학원은 한국 기술로 만들어진 종자를 생산 판매하고 판매된 종자의 재배 등 전문적인 기술을 이전함으로써 현지의 옥수수 시장을 확대하고 수출을 증진시켜 GSP프로젝트의 목표를 달성코자 노력하고 있다.

	
<p>종자 생산체계 구축을 위한 현지 회사(PPNJ)와의 협의회</p>	<p>종자 건조시설(건조기)</p>

그림 11. 종자 생산기지 확보

○ F1 종자 생산(말레이시아)

- 파종지역: 말레이시아 세가맛(Segamat)
- 파종일: 2018년 5월 28일 ~ 6월 03일
- 파종면적: F1종자생산용 2.6ha, 모본증식용 300a
- 파종방법: 70cm × 20cm, 3(모본):1(부분) 1립 점 파종
- 시비량: 현지 비료 구성성분을 참고하여 표준시비량인 15(N):3(P):6(K) kg/10a 로 시비
- Total 3ha가 넘는 면적에 5개 블록을 구분하고, 블록별로 plot을 다시 분류하여 물빠짐, 토질, 토양 pH를 확인하여 재배가 용이한 지역 2.6ha에 파종함(그림 12)

	
<p>Block별 정리된 토지 전경</p>	
	
<p>파종 작업</p>	

그림 12. F1 종자생산(말레이시아)

○ F1 종자 생산(베트남)

- 파종지역: 베트남 동치우

- 파종일: 2018년 7월 5일
- 파종면적: F1종자생산용 1ha
- 파종방법: 70cm × 20cm, 3(모본):1(부분) 1립 점 파종
- 시비량: 현지 비료 구성성분을 참고하여 표준시비량인 15(N):3(P):6(K) kg/10a 로 시비 (향후 추비량 포함)
- 생산기지인 말레이시아의 환경적, 기후적인 영향으로 인한 생산량의 감소 RISK를 줄이기 위해 베트남 동치우에 1ha규모의 채종포에 파종함(그림 13)



그림13. F1 종자생산(베트남)

☞ 말레이시아와 베트남에서 생산된 F1종자들은 전량 말레이시아 PPNJ(코웰메트라)로 수출되고 이렇게 수출되는 종자들은 농민재배를 통해 사료용 옥수수로 사료공장에서 소비되어질 것이다. 이 사료는 다시 말레이시아 양계농장에서 소비되고 키워진 닭은 HALAL인증을 가진 도계 공장에서 도축 후 소비자에게 전달되는 일원화 시스템을 최종 목표로 한다.

다. 채종안정성 검증 및 종자생산을 위한 채종포 확보

수출 500만불 달성을 위해 현지 선호형 신품종 개발 및 마케팅 인프라 구축을 바탕으로 우수 품종의 종자를 채종할 수 있는 채종 적지의 탐색 또한 중요한 사항으로 대두되고 있다. 수시로 변하는 국가별 종자수입 규제와 시장동향 및 법규로 인해 프로젝트 시작 시 협약된 종자생산 단지 및 채종지 탐색은 초기 베트남 연구 포장을 중심으로 구상되었으나 세계적으로 빈번히 발생하는 태풍, 고온현상, 이상기후 변화 등으로 인해 동남아 지역을 중심으로 여러 채종지를 탐색하여 종자를 생산하는 방식으로 선회하여 조사 중에 있다. 현재 본 프로젝트의 채종지는 기존에 아시아중요에서 아시아지역을 중심으로 채종하고 있는 장소(표 5) 중 열대지역 적응형 개발품종의 지역 적응성 검정을 통해 적합한 장소를 이용할 예정이다.

표 5. 동남아 적응형 개발 품종의 채종예정지

국가	회사명	위치	기타
중국	A*사	베이징	
중국	B사	상해	
중국	C사	심양	
인도네시아	D사	족자카르타	
인도	아시아종묘 인도법인	방갈로	인도법인
태국	E사	쿤캔	
말레이시아	F사	콰알라룸푸르	
캄보디아		바탐방	탐색 중
필리핀			탐색 예정

* 아시아종묘 회사 내 보안 유지를 위해 회사 이니셜에 관계없이 알파벳 기입

○ 채종안정성 검정 site 확보

본 과제는 열대지역 적응형 옥수수 품종개발을 통해 수출을 활성화하는 것이 최종 목적이다. 이러한 최종 목표 달성을 위해서는 우수한 품종을 개발하고 보급하여야 하는 하는데 그 과정 중에 빠질 수 없는 것이 개발한 품종의 채종안정성 검정을 종자 생산체계를 구축하는 것이다. 채종안정성 시험을 진행하기 위해 기존에 탐색되었던 채종 예정지와 국가별 지역적응성 및 교잡계 선발 포장에서 채종안정성 검정을 수행할 수 있는 곳을 확인하여 채종 site를 확보하였다(표 6). 채종 안정성 검정 site는 베트남 광닌성, 캄보디아 바탐방주, 인도네시아 족자카르타 지역을 선정하여 현지에서 우수하다고 판단된 교잡계 조합을 바로 채종안정성 시험을 할 수 있도록 하였다.

표 6. 개발품종의 해외 현지 채종안정성 검정 site

국 가	검정 site 정보	담 당
인도네시아	PT Oriental, Dsn. Bakilan, Ds. Tirenggo, Kec. Bantul, Kab. Bantul, Jogjakarta, Indonesia	동양종묘
캄보디아	Battambang, Cambodia	Good Neighbors
베트남	Vietnam 광닌성 동치우시 누엔화 마을9	팜 반응이아

라. 채종안정성 검정 및 F1 종자생산

○ 채종안정성 검정

종자채종에 관한 국외 기술은 일반적으로 노지 재배에 국한된 채종방법으로 대부분 기계화적인 종자친의 우수 제거, 살정체를 이용한 제웅, 웅성불임을 통한 채종방법 등이다. 하지만 이러한 채종 기술에 대한 연구는 현재까지도 큰 진전이 없으며 새로운 채종방법에 대한 연구도 미진한 실정이다. 국내의 옥수수 채종기술은 대부분 품종을 개발할 당시에 채종방법과 채종수량을 제시하여 품종의 안정성을 검증받도록 권장하고 있다 이것은 한

때 육성된 품종의 채종수량이 여러 가지 기상이나 품종자체의 요인들에 의하여 저하되는 현상이 자주 발생하였기에 이것을 품종화되기 전에 차단하기 위한 방편으로 신품종 선정 시 제시하도록 한 것이다 초기의 채종방법은 파종기 조절을 통한 화분비산기와 출사기를 동시화 하는 연구가 주를 이루어 엽의 절단 상대적으로 늦은 친의 파종시기를 조절하는 방법을 해결책으로 제시하였으나 현재는 처음 육종부터 화분비산기와 출사기가 일치하거나 출사기가 약간 빠른 조합을 신품종 후보군으로 탐색하여 이러한 문제를 조기에 해결하고자 하고 있다.

현재 Golden Seed프로젝트를 통해 개발한 수출용 품종인 KM1~KM5을 비롯한 다양한 선발조합들은 현지의 채종안정성 검정을 통해 안정적인 종자생산을 위한 생산체계를 확립하고자 하고 있다. 그러한 가정의 일부로 채종포 탐색을 통한 몇 개 site에서 채종안정성 시험을 수행하고 있다. 채종안정성 시험을 통해 생육중 종자친 및 화분친의 현지 적응성 검정, 화분친의 화분비산기와 종자친의 출사기 일치여부, 단위면적당 F1종자 생산량 등을 확인하기 위해 진행되었다. 채종안정성 검정을 위한 site는 앞서 소개된 베트남 광닌성(2017년 10월 12일 파종), 캄보디아 바탐방(2017년 10월 19일 파종), 인도네시아 족자카르타(2017년 9월 15일 파종)에서 진행이 되었고 베트남 육성 거점에서 개발된 신품종을 재배·검정 확인하였다(그림 14). 재배방법은 현지 재배방법을 최대한 고수하는 수준에서 재식거리 60×25cm, 파종은 구당 1립, 화분친과 종자친은 1:2, 1:3의 비율로 구분하여 노지에 동시 파종하였다. 현재 3곳 모두 발아 후 생육단계에 있으며 추후 종자친의 응수출현 시 응수 제거, 화분친은 꽃가루 수정 완료 후 모두 제거하였다. 또한 화분친의 출용기 및 화분비산기, 종자친의 출사기 등을 조사하고 수확기 생산량 비교를 통해 지역별로 적합한 채종방법을 체계화할 계획이다. 2018년(2차년도)에는 말레이시아 종자생산기지과 베트남 육성 거점에서 채종안정성 예비시험을 실시하여 모본/부본의 개화기, 생육상태, 화분비산기 등을 체크하여 적합한 파종시기 및 재배작형 파악을 위한 시험이 진행되었다(그림 15). 2019년부터는 유전자원의 유출을 방지하기 위하여 베트남 거점지역에서 집중적으로 채종안정성 시험을 진행하였고 모·부계 증식 및 F1종자의 생산 또한 대표사무소 인근 지역의 채종 전문회사에 위탁 생산 의뢰하였다(그림 16, 그림 17).



그림 14. 채종 안정성 시험 포장(2017년)



그림 15. 채종안정성 시험 포장(2018년)

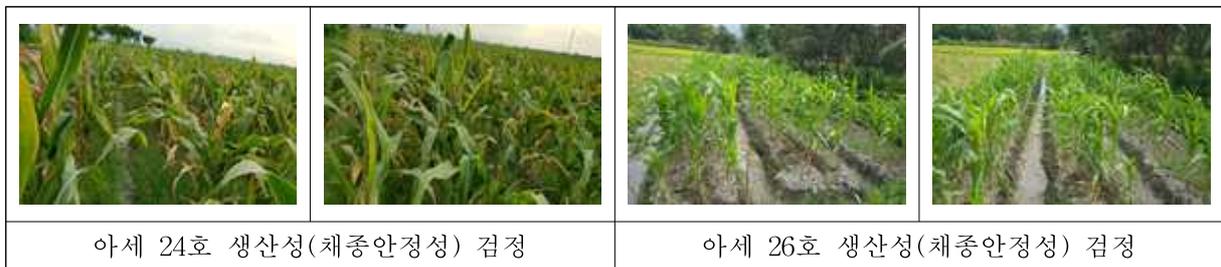


그림 16. 채종안정성 시험 포장(베트남, 2019년 전기)



그림 17. 원종증식 및 채종안정성 시험 포장(베트남, 2019년 후기)

○ F1 종자생산

개발된 품종의 F1 종자 생산을 위해 베트남 동치우 육성 거점에서 1차 원종 증식을 통해 모·부계를 다량 확보하였고 이를 위탁 채종을 통해 F1 종자생산을 진행하고 있다. 회사 보안유지상의 이유로 생산지역 및 생산량 등에 대한 디테일한 내용은 공개가 어려운 실정으로 생산된 종자는 베트남 및 말레이시아에서 판매할 것이다.

2020년 F1종자 생산 및 생산성 검정 시험은 2019년 신품종인 KM6시험품종을 대상으로 실시중이고 시험 생산 개요는 다음과 같다.

※ KM6 종자생산성 시험 및 생산(그림 18)

- KM6: 2019년 개발된 품종으로 2020년 현지 적응성 시험포장을 통해 확인된 우수 품종임(321p. ○ 개발품종의 판매 확대를 위한 시험포 확충 참조)
- 시험지역: 베트남 팡닌성 동치우 육성 거점
- 파종방법: 모부계 동시 파종 및 시차 파종을 통한 수정시기 확인(직파)
- 파종시기: 동시파종(2020년 7월 23일), 시차파종(모계 2020년 7월 23일, 부계 7월 25일)
- 재식비율 및 거리: 70×25cm, 2:1 비율
- 진행상황: 개화시기 동시파종 개체에서 부계의 수꽃 개화가 모계의 암꽃 개화보다 4~5일 빠른 것으로 확인됨. 시차파종의 개화 시기는 동일함. 현재 수정 후 등숙기에 접어들었고 11월 초에 수확 예정임
- 개화시기: 동시파종(부계 수꽃 9월 18일, 모계 암꽃 9월 23일), 시차파종(부계수꽃 9월 23일, 모계 암꽃 9월 23일)

		
동시파종	동시파종 모계	동시파종 부계
		
시차파종	시차파종 모계	시차파종 부계

그림 18. KM6 종자생산성 시험 및 F1종자 생산

2021년 F1종자 생산은 코로나로 인한 해외 출장의 제한으로 인해, 해외 위탁 업체가 아닌 베트남 육성 거점을 활용하여 KM6 품종을 중심으로 종자생산을 진행하였다. 아울러 베트남에서 자유롭게 종자를 생산하기 위해서는 베트남 농업부의 승인을 받아야 하기에 KM6품종의 기술 재배 시험(그림 19)을 동시에 진행하였다.



KM6 품종의 종자생산권리 획득을 위한 기술재배 계약서

기술재배전경

그림 19. KM6 종자생산성 시험 및 기술재배

3. 열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케팅 연구

가. 옥수수 시장 현황 조사 및 분석 1

○ 옥수수 생산(2015년~2017년)

동남아시아를 위주로 한 아세안 국가들의 옥수수 재배면적 및 생산량은 매년 증가추세에 있다. 2016년 아세안 국가의 옥수수 생산량은 4,322만 톤으로 2015년 4,069만 톤보다 253만 톤(6.24%) 증가하였다. 이 증가량은 인도네시아 및 미얀마에서의 증가량에 기인할 결과로 이 기간 중 최고 증가량은 인도네시아에서 약 360만 톤(18.23%) 증가한 값이다(표 7). 인도네시아의 생산량 증가는 재배면적의 증가와 더불어 정부정책으로 인한 재배 환경의 개선, 우수한 품종 개량 및 더 많은 비료를 사용하여 얻은 결과로 보여 진다. 필리핀은 기상 조건의 악화로 인한 가뭄피해 및 재배면적의 감소로 인해 2015년 대비 2016년 생산량이 줄어들었다. 베트남에서의 생산량 감소는 2015년 옥수수 가격의 하락으로 2015년 대비 2016년 재배면적의 감소 결과로 보여 진다. 태국의 경우에는 옥수수 경쟁 작물의 가격 상승으로 인해 옥수수 재배면적이 줄어든 것이 생산량의 감소로 이어졌다. 미얀마는 태국과는 반대의 경우로 옥수수 가격상승으로 인한 재배면적의 증가가 생산량의 증가로 나타났다. 캄보디아와 라오스는 기후 환경 악화 및 재배면적의 감소로 인해 생산량이 줄어들었다(표 7-10).

㉟ 7, Maize production in ASEAN countries, 2015-2017

(Unit: 1000ton)

country	2015 (2014/15)	2016 (2015/16)	change 2016over2015		2017 (2016/17)	change 2017over2016	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	40,689.26	43,226.70	2,538.45	6.24	46,234.29	3,006.59	6.96
Cambodia	549.61	399.65	-149.96	-27.28	552.78	153.13	38.32
Indonesia	19,612.44	23,187.62	3,575.18	18.23	24,839.83	1,652.22	7.13
Lao PDR	1,234.07	1,111.78	-112.29	-9.91	1,229.15	117.38	10.56
Malaysia	-	-	-	-	-	-	-
Myanmar	1,720.57	1,748.86	28.29	1.64	1,721.71	-27.16	-1.55
Philippines	7,671.63	6,965.93	-705.71	-9.20	8,064.88	1,098.95	15.78
Singapore	-	-	-	-	-	-	-
Thailand	4,619.95	4,561.87	-58.07	-1.26	4,602.95	41.08	0.90
Vietnam	5,281.00	5,252.00	-29.00	-0.55	5,223.00	-29.00	-0.55

㉟ 8, Maize planted area in ASEAN countries, 2015-2017

(Unit: 1000ha)

Country	2015 (2014/15)	2016 (2015/16)	change 2016over2015		2017 (2016/17)	change 2017over2016	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	9,551.37	9,943.97	392.60	4.11	10,252.23	308.26	3.10
Cambodia	143.52	112.57	-30.94	-21.56	141.37	28.79	25.58
Indonesia	3,810.38	4,394.57	584.19	15.33	4,467.93	73.36	1.67
Lao PDR	223.21	200.40	-22.81	-10.22	201.50	1.10	0.55
Malaysia	-	-	-	-	-	-	-
Myanmar	459.05	471.93	12.88	2.81	467.05	-4.88	-1.03
Philippines	2,589.43	2,485.33	-104.10	-4.02	2,699.46	214.13	8.62
Singapore	-	-	-	-	-	-	-
Thailand	1,146.48	1,114.16	-32.32	-2.82	1,116.92	2.76	0.25
Vietnam	1,179.30	1,165.00	-14.30	-1.21	1,158.00	-7.00	-0.60

표 9, Mazie harvested area in ASEAN countries, 2015-2017

(Unit: 1000ha)

Country	2015 (2014/15)	2016 (2015/16)	change		2017 (2016/17)	change 2017over2016	
			Quantities	(%)		Quantities	(%)
ASEAN	9,458.67	9,833.10	374.43	3.96	10,197.47	364.37	3.71
Cambodia	136.00	104.16	-31.84	-23.41	140.34	36.18	34.74
Indonesia	3,787.37	4,387.58	600.22	15.85	4,467.93	80.35	1.83
Lao PDR	223.21	200.40	-22.81	-10.22	201.50	1.10	0.55
Malaysia	-	-	-	-	-	-	-
Myanmar	458.29	469.75	11.46	2.50	467.05	-2.70	-0.57
Philippines	2,561.42	2,471.50	-143.92	-5.62	2,676.56	259.06	10.72
Singapore	-	-	-	-	-	-	-
Thailand	1,113.09	1,088.71	-24.39	-2.19	1,086.09	-2.62	-0.24
Vietnam	1,179.30	1,165.00	-14.30	-1.21	1,158.00	-7.00	-0.60

표 10. Mazie Yield in ASEAN countries, 2015-2017

(Unit: Ton/ha)

Country	2015 (2014/15)	2016 (2015/16)	change 2016over2015		2017 (2016/17)	change 2017over2016	
			Quantities	(%)		Quantities	(%)
ASEAN	4.30	4.40	0.10	2.33	4.53	0.13	2.95
Cambodia	4.04	3.84	-0.20	-4.95	3.94	0.10	2.60
Indonesia	5.18	5.28	0.10	1.93	5.56	0.28	5.30
Lao PDR	5.53	5.55	0.02	0.36	6.10	0.55	9.91
Malaysia	-	-	-	-	-	-	-
Myanmar	3.75	3.72	-0.03	-0.80	3.69	-0.03	-0.81
Philippines	3.00	2.88	-0.12	-4.00	3.01	0.13	4.51
Singapore	-	-	-	-	-	-	-
Thailand	4.15	4.19	0.04	0.96	4.24	0.05	1.19
Vietnam	4.48	4.51	0.03	0.67	4.51	0.00	0.00

표 7~표 10. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

2017년 아세안 국가의 옥수수 생산량은 2016년 대비 6.96%가 증가한 4,623만 톤으로 전망되며 이 증가는 미얀마와 베트남을 제외한 대부분의 국가에서 생산량이 증가한 결과가 되겠다. 동남아시아에서 가장 큰 옥수수 생산국인 인도네시아는 좋은 날씨조건과 재배면적의 증가와 더불어 재배환경 개선, 비료사용량 증가 및 우수품종 개량등과 같은 정부 지원정책의 결과물이 생산량의 증가를 가져왔다. 베트남과 미얀마의 옥수수 가격하락으로 인한 재배면적의 감소로 생산량의 감소가 예상되고 캄보디아와 라오스는 우수한 날씨 조건과 옥수수 가격상승으로 인한 재배면적의 증가로 수확량이 증가할 것으로 보여진다.

○ 옥수수 생산(2018년~2020년)

2019년 아세안 국가들의 옥수수 생산량(재배연도 2018/2019)은 5,185만 톤으로 추정되며, 2018년도 옥수수 생산량인 5,184백만 톤에 비해 0.03%(재배연도 2017/2018)인 1,334백만 톤 증가했다. 그 이유는 라오스와 필리핀을 제외한 대부분의 국가에서 생산량이 증가했기 때문이다. 생산량 증가는 캄보디아, 라오스, 미얀마, 태국에서 이루어졌다(표 11~표 14). 캄보디아의 경우 생산량 증가는 재배 면적과 수확량 증가에 기인한다. 식량작물 재배 지역의 증가는 정부 정책과 작물 재배에 유리한 날씨에서 비롯되었고. 수확량의 증가는 농민들이 더 나은 품종을 한 것과 작물 재배에 유리한 날씨가 이어졌기 때문이다. 인도네시아의 생산량 감소 주된 원인은 재배 면적 감소로, 농민들이 기존의 옥수수 재배 면적을 다른 식량 작물로 변경했기 때문이다. 라오스, 미얀마 및 태국은 재배면적의 증가로 생산량이 증가하였고, 이는 좋은 날씨와 옥수수 가격 상승에 반응한 결과라 하겠다. 반대로 베트남의 생산량 감소는 옥수수 가격 하락과 노동력 부족으로 인해 농민들이 옥수수 재배면적을 감소했기 때문이다. 필리핀의 생산량 감소는 재배 면적과 수확량이 감소했기 때문이다.

2020년(재배연도 2019/2020) 아세안 국가들의 옥수수 생산량은 5,096만 톤으로 추산되었다. 라오스, 미얀마, 태국에서 생산량이 증가하였고 수량이 가장 많이 증가한 것은 약 6만 톤이 증가한 태국이다(표 11). 태국 농가의 재배 면적 및 수확량 증가로 인한 생산 증가는 옥수수 가격 상승에 기인한 결과로 정부 정책과 더 다양한 품종의 사용, 유리한 날씨의 예상으로 인해 약간의 수확량 증가가 예상되고 있다. 캄보디아는 옥수수 재배 면적은 약간 증가하였지만 수확량은 감소하였고, 인도네시아의 생산량 감소의 원인은 재배 면적과 수확량 감소에서 비롯되었다. 필리핀은 재배 면적과 생산량의 감소로 인해 생산량이 감소할 것으로 예상된다. 필리핀과 베트남은 재배 면적이 줄어들어 생산량 감소가 예상되어진다.

표 11. Maize production in ASEAN countries, 2018 - 2020

(Unit: 1000ton)

Country	2018 (2017/18)	2019 (2018/19)	change 2019over2018		2020 (2019/20)	change 2020over2019	
			Quantities	(%)		Quantities	(%)
ASEAN	51,837.28	51,850.61	13.34	0.03	50,959.16	-891.46	-1.72
Brunei	N/A						
Cambodia	1,231.47	1,303.75	72.29	5.87	959.22	-344.53	-26.43
Indonesia	30,043.22	30,009.36	-33.85	-0.11	29,729.83	-279.54	-0.93
Lao PDR	732.63	1,006.94	274.31	37.44	1,010.40	3.47	0.34
Malaysia	N/A						
Myanmar	1,909.64	1,984.50	74.86	3.92	1,989.25*	4.75	0.24
Philippines	7,979.67	7,586.90*	-392.77	-4.92	7,245.45	-341.45	-4.50
Singapore	N/A						
Thailand	5,034.75	5,117.56	82.81	1.64	5,185.09*	67.53	1.32
Vietnam	4,905.90	4,841.61	-64.29	-1.31	4,839.93	-1.68	-0.03

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

㉔ 12. Maize planted area in ASEAN countrise, 2018 – 2020

(Unit: 1000ha)

Country	2018 (2017/18)	2019 (2018/19)	change 2019over2018		2020 (2019/20)	change 2020over2019	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	11,301.75	11,212.61	-89.13	-0.79	11,071.84	-140.77	-1.26
Brunei	N/A						
Cambodia	227.34	234.98	7.64	3.36	237.84	2.86	1.22
Indonesia	5,741.42	5,706.29	-35.14	-0.61	5,657.92	-48.37	-0.85
Lao PDR	134.16	185.56	51.41	38.32	192.00	6.44	3.47
Malaysia	N/A						
Myanmar	504.47	520.85	16.38	3.25	523.38*	2.53	0.49
Philippines	2,570.04*	2,466.50*	-103.54	-4.03	2,367.10	-99.40	-4.03
Singapore	N/A						
Thailand	1,085.32	1,090.62	5.29	0.49	1,095.85	5.24	0.48
Vietnam	1,039.00	1,007.83*	-31.17	-3.00	997.75*	-10.08	-1.00

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

㉔ 13. Mazie harvested area in ASEAN countrise, 2018 –2020

(Unit: 1000ha)

Country	2018 (2017/18)	2019 (2018/19)	change 2019over2018		2020 (2019/20)	change 2020over2019	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	11,290.90	11,203.38	-87.52	-0.78	11,065.37	-138.01	-1.23
Brunei	N/A						
Cambodia	226.88	227.98	1.09	0.48	237.84	9.86	4.33
Indonesia	5,737.70	5,706.29	-31.42	-0.55	5,657.92	-48.37	-0.85
Lao PDR	134.16	185.56	51.41	38.32	192.00	6.44	3.47
Malaysia	N/A						
Myanmar	500.32	519.24	18.91	3.78	519.39*	0.15	0.03
Philippines	2,570.04	2,466.50*	-103.54	-4.03	2,367.10*	-99.40	-4.03
Singapore	N/A						
Thailand	1,082.79	1,089.99	7.20	0.66	1,093.37*	3.38	0.31
Vietnam	1,039.00	1,007.83*	-31.17	-3.00	997.75*	-10.08	-1.00

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

표 14. Yield in ASEAN countries, 2018 - 2020

(Unit: Ton/ha)

Country	2018 (2017/18)	2019 (2018/19)	change 2019over2018		2020 (2019/20)	change 2020over2019	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	4.59	4.63	0.04	0.87	4.61	-0.02	-0.43
Brunei	N/A						
Cambodia	5.43	5.72	0.29	5.34	4.03	-1.69	-29.55
Indonesia	5.24	5.26	0.02	0.38	5.25	-0.01	-0.19
Lao PDR	5.46	5.43	-0.03	-0.55	5.26	-0.17	-3.13
Malaysia	N/A						
Myanmar	3.82	3.82	0.00	0.00	3.83*	0.01	0.26
Philippines	3.10	3.08*	-0.02	-0.65	3.06*	-0.02	-0.65
Singapore	N/A						
Thailand	4.65	4.70	0.05	1.08	4.74*	0.04	0.85
Vietnam	4.72	4.80*	0.08	1.69	4.85*	0.05	1.04

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

표 11~표 14. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

○ 옥수수 소비 및 재고(2015년~2017년)

2016년 아세안 국가의 옥수수 소비는 5,463만 톤으로 2015년 5,247만 톤에 비해 216만 톤(4.12%)이 증가하였다(표 15, 표 16). 아세안 국가의 옥수수 소비는 대부분 동물 사료로 사용되는데 축산업의 발전과 더불어 필리핀을 제외한 대부분 국가의 옥수수 소비량은 증가하였다. 2015년 아세안 국가의 초기 옥수수 재고량은 997만 톤이고 2016년에는 494만 톤이 증가한 1,491만 톤이다. 2016년의 초기 재고비율은 전체 소비량 대비 27.2%정도를 확보하고 있는데 이는 사료 측면에서 충분히 재고를 확보한 것으로 보여 진다(표 19). 2015년의 아세안 국가들의 국내 소비 대비 생산량의 비율은 77.25% 이고 2016년에는 79.62%로 생산량보다 소비량이 더 많은 것을 확인할 수 있다(표 18). 캄보디아, 인도네시아, 라오스와 같은 국가들은 국내 소비량에 비해 생산량이 더 많지만 말레이시아, 태국, 베트남 등과 같은 국가에서는 소비량이 훨씬 많은 것을 확인 할 수 있다.

2017년 아세안 국가들의 옥수수 소비량은 4,779만 톤으로 2016년의 5,463만 톤에 비해 684만 톤이 감소할 것이라 예상 되어 진다(표 17). 2017년의 초기 재고량은 2,226만 톤으로 2016년의 1,491만 톤에 비해 735만 톤이 증가하였다. 2017년에는 국내 소비 대비 생산량의 비율이 95.72%로 2016년의 79.62%보다 약 16%증가한 수치를 보여주리라 예상된다.

⌘ 15. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2015

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	9,971,875	40,536,381	19,014,924	69,523,180
Brunei	-	-	872	872
Cambodia		549,607		549,607
Indonesia	7,558,022	19,612,435	3,267,694	30,438,151
Lao PDR	75,610	1,234,065	2,105	1,311,180
Malaysia	389,885	-	4,500,000	4,889,885
Myanmar	250,533	1,720,571	1,264	1,972,368
Philippines	183,960	7,518,756	712,424	8,415,140
Singapore	-	-	42,255	42,255
Thailand	1,092,865	4,619,947	2,866,610	8,579,422
Vietnam	421,000	5,281,000	7,621,700	13,323,700
country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	52,472,893	2,140,994	14,909,293	69,523,180
Brunei	872	-	-	872
Cambodia	240,814	56,422	252,371	549,607
Indonesia	18,052,621	234,559	12,150,972	30,438,151
Lao PDR	899,383	296,058	116,339	1,331,780
Malaysia	4,550,000	7,000	332,885	4,889,885
Myanmar	574,862	1,360,477	37,029	1,972,368
Philippines	8,028,432	492	386,216	8,415,140
Singapore	40,909	1,346	-	42,255
Thailand	7,590,000	80,640	908,782	8,579,422
Vietnam	12,495,000	104,000	724,700	13,323,700

⌘ 16. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2016

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	14,909,293	43,501,675	19,989,645	78,400,613
Brunei	-	-	898	898
Cambodia	252,371	552,775		805,146
Indonesia	12,150,972	23,187,616	2,820,499	38,159,087
Lao PDR	116,339	1,111,775	1,113	1,229,227
Malaysia	332,885	-	4,559,653	4,892,538
Myanmar	37,029	1,748,864	1,586,600	3,372,493
Philippines	386,216	7,086,773	172,818	7,645,807
Singapore	-	-	41,413	41,413
Thailand	908,782	4,561,872	3,624,450	9,095,104
Vietnam	724,700	5,252,000	7,182,200	13,158,900
Country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	54,636,426	1,502,438	22,261,749	78,400,613
Brunei	898	-	-	898
Cambodia	442,220	128,355	234,571	805,146
Indonesia	19,379,382	216,927	18,562,777	38,159,087
Lao PDR	900,699	270,036	58,492	1,229,227
Malaysia	4,628,680	7,836	256,022	4,892,538
Myanmar	1,299,577	276,486	1,796,430	3,372,493
Philippines	7,579,598	217	65,992	7,645,807
Singapore	40,371	1,042	-	41,413
Thailand	7,820,000	581,539	693,565	9,095,104
Vietnam	12,545,000	20,000	593,900	13,158,900

⌘ 17. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2017

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	22,261,749	45,751,764	19,085,700	87,099,213
Brunei	-	-	925	925
Cambodia	234,571	506,641		741,212
Indonesia	18,562,777	24,839,834	2,820,499	46,223,110
Lao PDR	58,492	1,229,150	1,289	1,288,931
Malaysia	256,022	-	4,611,177	4,867,199
Myanmar	1,796,430	1,721,705	-	3,518,135
Philippines	65,992	7,628,483	58,210	7,752,685
Singapore	-	-	41,900	41,900
Thailand	693,565	4,602,951	3,930,000	9,226,516
Vietnam	593,900	5,223,000	7,621,700	13,438,600
Country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	47,796,367	1,252,872	38,049,973	87,099,213
Brunei	925	-	-	925
Cambodia	490,267	136,673	114,272	741,212
Indonesia	19,380,850	216,927	26,625,333	46,223,110
Lao PDR	928,779	298,939	61,213	1,288,931
Malaysia	4,718,534	8,265	140,399	4,867,199
Myanmar	1,352,181		2,165,954	3,518,135
Philippines			7,752,685	7,752,685
Singapore	39,832	2,068	-	41,900
Thailand	8,100,000	590,000	536,516	9,226,516
Vietnam	12,785,000		653,600	13,438,600

㉟ 18. Ratio of maize production to domestic utilization in ASEAN countries, 2015-2017
(Unit: Ton)

Country	2015			2016			2017		
	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)
ASEAN	40,536,381	52,472,893	77.25	43,501,675	54,636,426	79.62	45,751,764	47,796,367	95.72
Brunei	-	872	0.00	-	898	0.00	-	925	0.00
Cambodia	549,607	240,814	228.23	552,775	442,220	125.00	506,641	490,267	103.34
Indonesia	19,612,435	18,052,621	108.64	23,187,616	19,379,382	119.65	24,839,834	19,380,850	128.17
Lao PDR	1,234,065	899,383	137.21	1,111,775	900,699	123.43	1,229,150	928,779	132.34
Malaysia	-	4,550,000	0.00	-	4,628,680	0.00	-	4,718,534	0.00
Myanmar	1,720,571	574,862	299.30	1,748,864	1,299,577	134.57	1,721,705	1,352,181	127.33
Philippines	7,518,756	8,028,432	93.65	7,086,773	7,579,598	93.50	7,628,483	-	-
Singapore	-	40,909	0.00	-	40,371	0.00	-	39,832	0.00
Thailand	4,619,947	7,590,000	60.87	4,561,872	7,820,000	58.34	4,602,951	8,100,000	56.83
Vietnam	5,281,000	12,495,000	42.26	5,252,000	12,545,000	41.87	5,223,000	12,785,000	40.85

㉟ 19. Ratio of maize beginning stock to domestic utilization in ASEAN countries, 2015-2017

(Unit: Ton)

Country	2015			2016			2017		
	Beginning stock	Domestic Utilization	Ratio (%)	Beginning stock	Domestic Utilization	Ratio (%)	Beginning stock	Domestic Utilization	Ratio (%)
ASEAN	9,971,875	52,472,893	19.00	14,909,293	54,636,426	27.29	22,261,749	47,796,367	46.58
Brunei	-	872	-	-	898	-	-	925	-
Cambodia	-	240,814	-	252,371	442,220	57.07	234,571	490,267	47.85
Indonesia	7,558,022	18,052,621	41.87	12,150,972	19,379,382	62.70	18,562,777	19,380,850	95.78
Lao PDR	75,610	899,383	8.41	116,339	900,699	12.92	58,492	928,779	6.30
Malaysia	389,885	4,550,000	8.57	332,885	4,628,680	7.19	256,022	4,718,534	5.43
Myanmar	250,533	574,862	43.58	37,029	1,299,577	2.85	1,796,430	1,352,181	132.85
Philippines	183,960	8,028,432	2.29	386,216	7,579,598	5.10	65,992	-	-
Singapore	-	40,909	-	-	40,371	-	-	39,832	-
Thailand	1,092,865	7,590,000	14.40	908,782	7,820,000	11.62	693,565	8,100,000	8.56
Vietnam	421,000	12,495,000	3.37	724,700	12,545,000	5.78	593,900	12,785,000	4.65

㉟ 15~㉟ 19. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

○ 옥수수 소비 및 재고(2018년~2020년)

2019년 아세안의 옥수수 이용률은 4,685만 톤으로, 2018년도의 4,406만 톤에 비해 6.33%인 279만 톤이 증가한 것으로 추정되고(표 20, 표 21) 대부분의 옥수수 산물은 동물 사료로 사용된다. 2019년 아세안국가의 옥수수 초기 재고량은 3,972만 톤으로, 2018년 재고량인 2,714만 톤에서 1,259만 톤으로 증가했다. 2019년 아세안국가 전체의 옥수수 생산량 대비 국내 생산량의 비율은 2018년 99.54%에 비해 94.48%로 하락하였다. 이는 아세안 국가들이 자체 소비량에 비해 옥수수를 충분히 생산하지 못했음을 나타낸다(표 23). ASEAN 국가들의 2019년도 자체 재고에 대한 초기 재고 비율은 84.79%로 추정되었으며, 이는 사료용 옥수수 소비를 위해 충분히 확보된 것으로 나타났다(표 24).

2020년 아세안국가들의 자체 옥수수 이용률은 2019년 4,685만 톤에서 9만 톤 증가한 4,694만 톤으로 예상된다(표 21, 표 22). 2020년의 초기 재고 추정치는 약 4,927만 톤으로, 2019년 수치인 3,972만 톤 보다 955만 톤 증가했다. 2020년 국가별 국내 생산량 대비 생산 비율은 2019년 수치인 94.48% 보다 1.32% 감소한 93.16%가 될 것으로 예상된다(표 23). 초기 재고 대비 국내 이용률의 비율은 2019년 수치인 84.79%에서 증가한 104.96%로 예상된다(표 24).

표 20. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2018

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	27,138,040	43,857,609	15,339,328	86,334,977
Brunei			206	206
Cambodia	205,907*	1,231,466		1,437,373
Indonesia	23,811,156*	30,043,218	737,228	4,591,602
Lao PDR	170,501	732,630	1,145	904,227
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,777,925	1,909,641	1,535,523	5,223,089
Philippines	N/A			
Singapore			52,435	52,435
Thailand	635,182*	5,034,754	2,831,209	8,501,145
Vietnam	537,368	4,905,900	10,181,581	15,624,849
country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	44,059,460	2,552,347	39,723,170	86,334,977
Brunei	206			206
Cambodia	843,041	201,678	392,654*	1,437,373
Indonesia	17,637,077	272,364	36,682,161*	54,591,602
Lao PDR	506,356	261,116	136,805	904,277
Malaysia	N/A			
Myanmar	2,004,562	1,437,483	1,781,044	5,223,089
Philippines	N/A			
Singapore	52,123	312		52,435
Thailand	8,242,791	82,428	175,926*	8,501,145
Vietnam	14,773,304	296,965	554,580	15,624,849

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

☒ 21. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2019

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	39,723,170	44,263,714	14,058,450	98,045,335
Brunei			217	217
Cambodia	392,654*	1,303,751		1,696,405
Indonesia	36,682,161*	30,009,363	412,138	67,103,662
Lao PDR	136,805	1,006,935	1,110	1,114,850
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,781,044	1,984,497	8,146	3,773,687
Philippines	N/A			
Singapore			18,525	18,525
Thailand	175,926*	5,117,560	3,375,641	8,669,127
Vietnam	554,580	4,841,608	10,242,675	15,638,863
Country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	46,850,161	1,924,731	49,270,443	98,045,335
Brunei	217			217
Cambodia	1,097,865	205,886	392,654*	1,696,405
Indonesia	20,097,190	481	47,005,992*	67,103,662
Lao PDR	640,967	281,775	222,108	1,144,850
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,450,982	1,060,228	1,262,477	3,773,687
Philippines	N/A			
Singapore	18,395	130		18,525
Thailand	8,443,404	70,000	155,723*	8,669,127
Vietnam	15,101,142	306,232	231,489	15,638,863

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

㉔ 22. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2020

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	49,270,443	43,729,088	14,847,907	107,847,437
Brunei			228	228
Cambodia	392,654*	959,221		1,351,875
Indonesia	47,005,992*	29,729,825	412,138	77,147,955
Lao PDR	222,108	1,010,400	1,300	1,233,808
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,262,477	1,989,251*	771,835*	4,023,563
Philippines	N/A			
Singapore			44,459	44,459
Thailand	155,723	5,200,464	3,313,813	8,670,000
Vietnam	231,489	4,839,926	10,304,135	5,375,549
Country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	46,941,792	2,127,224	58,778,421	107,847,437
Brunei	28			228
Cambodia	959,221	203,782*	188,872*	1,351,875
Indonesia	20,083,213	481	57,064,262*	77,147,955
Lao PDR	658,154	302,196	273,458	1,233,808
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,727,772	1,248,856*	1,046,935*	4,023,563
Philippines	N/A			
Singapore	44,147	312		44,459
Thailand	8,450,000	70,000	150,000*	8,670,000
Vietnam	15,019,057	301,598	54,894	15,375,549

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

㉔ 23. Ratio of maize production to domestic utilization in ASEAN countries, 2018–2020

(Unit: Ton)

Country	2015			2016			2017		
	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)
ASEAN	43,857,609	44,059,460	99.54	44,263,714	46,850,161	94.48	43,729,088	46,941,729	93.16
Brunei	0	206	0	0	217	0	0	228	0
Cambodia	1,231,466	843,041	146.07	1,303,751	1,097,865	118.75	959,221	959,221	100
Indonesia	30,043,218	17,637,077	170.34	30,009,363	20,097,190	149.32	29,729,825	20,083,213	148.03
Lao PDR	732,630	506,356	144.69	1,006,935	640,967	157.1	1,010,400	658,154	153.52
Malaysia	N/A								
Myanmar	1,909,641	2,004,562	95.26	1,984,497	1,450,982	136.77	1,989,251	1,727,772	115.13
Philippines	N/A								
Singapore	0	52,123	0	0	18,395	0	0	44,147	0
Thailand	5,034,754	8,242,791	61.08	5,117,560	8,443,404	60.61	5,200,464	8,450,000	61.54
Vietnam	4,905,900	14,773,304	33.21	4,841,068	15,101,142	32.06	4,839,926	15,019,057	32.23

표 24. Ratio of maize beginning stock to domestic utilization in ASEAN countries, 2018-2020

(Unit: Ton)

Country	2015			2016			2017		
	Beginning stock	Domestic Utilization	Ratio (%)	Beginning stock	Domestic Utilization	Ratio (%)	Beginning stock	Domestic Utilization	Ratio (%)
ASEAN	27,138,040	44,059,460	61.59	39,723,170	46,850,161	84.79	49,270,443	46,941,792	104.96
Brunei	0	206	0	0	217	0	0	228	0
Cambodia	205,907	843,041	24.42	392,654	1,097,865	35.77	392,654	959,221	40.93
Indonesia	23,811,156	17,637,077	135.01	36,682,161	20,097,190	182.52	47,005,992	20,083,213	234.06
Lao PDR	170,501	506,356	33.67	136,805	640,967	21.34	222,108	658,154	33.75
Malaysia	N/A								
Myanmar	1,777,925	2,004,562	88.69	1,781,044	1,450,982	122.75	1,262,477	1,727,772	73.07
Philippines	N/A								
Singapore	0	52,123	0	0	18,395	0	0	44,147	0
Thailand	635,182	8,242,791	7.71	175,926	8,443,404	2.08	155,723	8,450,000	1.84
Vietnam	537,368	14,773,304	3.64	554,580	15,101,142	3.67	231,489	15,019,057	1.54

표 20~표 24. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

○ 수출입 현황(2016년~2020년)

아세안 국가들의 2017년도 옥수수 수출량 및 수입량은 2016년도에 비해 소폭 감소하였다. 2017년 아세안 국가의 옥수수 수출량은 1,252,872톤으로 2016년도 1,502,438톤에 비해 249,566톤(17%) 감소하였다. 옥수수 수입량은 19,085,700톤으로 2016년(19,989,645톤)에 비해 903,945톤(4.6%) 감소하였다(표 15, 표 16, 표 17). 이러한 수출량 및 수입량의 감소는 미얀마에서의 감소량에 기인한 결과이다. 미얀마에서 수출량 및 수입량은 각각 276,486톤 및 1,586,600톤이 감소하였다. 하지만 미얀마 및 필리핀을 제외한 나머지 아세안국가에서는 전년도 대비 동일하거나 증가된 양의 수출량 및 수입량을 기록하였다. 아세안 국가들의 옥수수 수출 및 수입 현황을 살펴보면 수출량에 비해 수입량이 월등히 많은 것을 확인할 수 있다(그림 20). 베트남의 경우 2017년도 기준으로 수출량이 없으며 수입만 7,621,700톤을 기록하였으며 말레이시아의 경우 수입량이 수출량의 558배 높은 수치를 기록하였다.

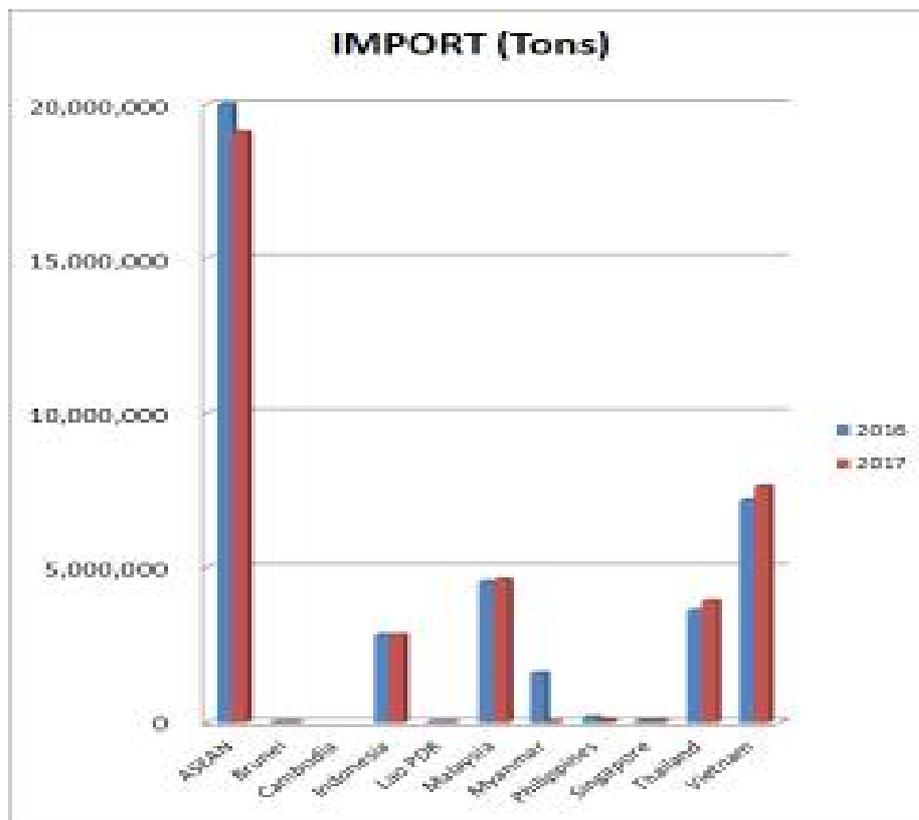
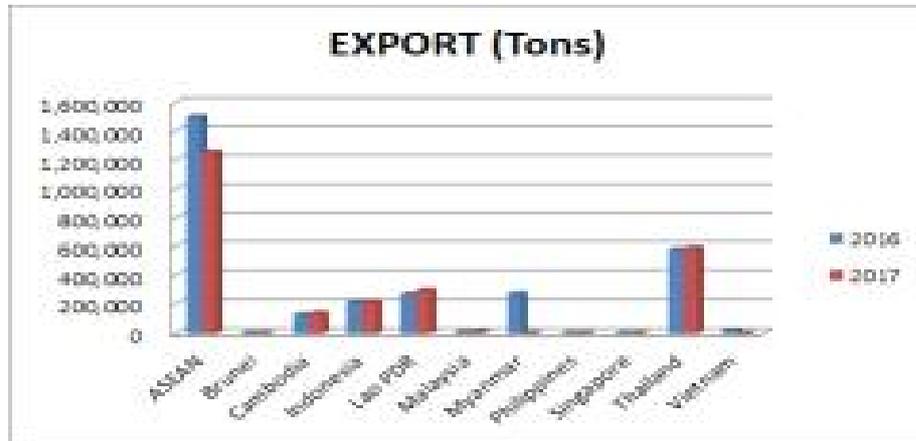


그림 20. 아세안국가 수출입 현황

Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

2019년 아세안에서 수출한 옥수수는 192만 톤으로 수입된 1,406만 톤에 비해 현저히 낮게 예상된다(표 21). 미얀마는 주요 옥수수 수출국이며, 베트남과 라오스가 그 뒤를 잇는다. 2019년 아세안에서 가장 옥수수를 많이 수출한 국가는 미얀마로 아세안 전체 옥수수 수출량의 55.08%를 수출할 것으로 예상된다. 주요 수입국은 베트남, 태국, 인도네시아 및 싱가포르다. 2020년 아세안 국가들의 옥수수 수출은 2019년 수출량인 192만 톤 보다 20만 톤 증가한 213백만 톤으로 예상된다. 수입의 경우, 2019년도 수입량인 1,406만 톤보다 증가한 1,485만 톤으로 매년 수입량이 꾸준히 증가할 것으로 예상된다(표 21, 표22).

○ 피해지역(2016년)

2016년에 옥수수 재배 피해면적은 110,872ha로 홍수로 인한 피해면적 9,966ha, 가뭄으로 인한 피해면적 95,570ha, 해충으로 인한 피해 면적 2,924ha, 병으로 인한 피해면적 2,412ha로 나타났다(표 25). 필리핀과 태국은 가뭄으로 인한 피해가 많이 발생하였고 캄보디아, 미얀마, 인도네시아는 홍수로 인한 피해가 많이 발생하였다.

표 25. Maize damaged area in ASEAN by cause of damage, 2016

(Unit: ha)

Country	cause of Damage (Hectares)				
	Flood	Drought	Pests	Diseases	Total
ASEAN	9,966	95,570	2,924	2,412	110,872
Cambodia	5,951	2,446	-	-	8,417
Indonesia	1,836	4,909	124	121	6,990
Lao PDR	-	-	-	-	-
Malaysia	-	-	-	-	-
Myanmar	2,179	-	-	-	2,179
Philippines	-	67,833	-	-	67,833
Singapore	-	-	-	-	-
Thailand	-	20,362	2,800	2,291	25,453
Vietnam	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

나. 옥수수 시장 현황 조사 및 분석 2 (2020년 옥수수 현황 및 2021년 옥수수 전망)

○ 요약

아세안 국가들의 옥수수 수입 및 초기 재고의 증가는 전체 공급의 증가로 이어진 주된 이유이다. 아세안 국가들의 옥수수 공급은 2020년 6,980만 톤에서 2021년 7677만 톤으로 697만 톤이 증가하였고 증가율은 9.99%가 될 것으로 예상된다(표 26).

옥수수 생산량은 2020년 4,191만 톤에서 2021년 4,282만 톤으로 약 91만 톤(2.17 %) 증가 할 것으로 예상된다. 초기 재고량은 2020년 957만 톤에서 2021년 1,255만 톤으로 약 300만 톤(31.35 %) 증가할 것으로 추정된다.

아세안 국가들의 옥수수 수요량은 2020년 5,472만 톤에서 2021년 5,648만 톤으로 176만 톤(약 9.99 %)증가 할 것으로 예상된다. 옥수수의 최종 재고량도 2020년 1,257만 톤에서 2021년 1,875만 톤으로 49.01% 증가 할 것으로 예상된다.

옥수수 수출은 2020년 251만 톤에서 2021년 157만 톤으로 약 37.45% 감소 할 것으로 예상된다. 이 지역의 생산량 대비 국내 이용률(self-sufficiency ratio)은 2020년 76.60%에서 2021년 75.83%로 0.77% 감소 할 것으로 예상된다. 2020년 기초 재고 대비 국내 이용률 (food security ratio)은 2020년 17.50%에서 2021년 22.26%로 4.76% 증가 할 것으로 예상된다.

표 26. Summary of the ASEAN maize situation, 2020-2021

(Unit: Million Ton)

Items	2020	2021	Change	
			Quantity	%
Supply (Million tons)	69.80	76.77	6.97	9.99
Beginning stock	9.57	12.57	3.00	31.35
Production	41.91	42.82	0.91	2.17
Import	18.31	21.38	3.07	16.77
Demand (Million tons)	69.80	76.77	6.97	9.99
Domestic utilization	54.72	56.48	1.76	3.22
Export	2.51	1.57	-0.94	-37.45
Ending stock	12.57	18.73	6.16	49.01
Ratio of prouduction to domestic utilization(%)	76.60	75.83	-0.77	-
Ratio of beginning stock to domestic utilization(%)	17.50	22.26	4.76	-

표 26. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

○ 옥수수 생산(2020년)

2020년(2019/20년) 아세안 국가들의 옥수수 생산량은 45.07백만 톤으로, 2019년(2018/19년) 4,580 만 톤에 비해 0.02 % 감소하거나 거의 비슷한 수준이다. 2020 년 옥수수 생산량은 인도네시아, 필리핀 등에서는 증가했지만 다른 국가인 태국, 베트남, 캄보디아, 라오스의 생산량은 재배 면적이나 단위면적당 수확량의 감소로 인해 줄어들었다(표 27-30, 그림 21-24). 캄보디아의 생산량 감소는 재배 면적이 줄어들고 홍수와 같은 악천후로 인한 수확량 감소가 주된 원인이다. 인도네시아의 생산 증가는 재배 면적과 수확량 증가에 기인한 결과로 이는 정부의 농업정책과 함께 좋은 날씨에서 비롯되었다. 수확량이 증가한 이유는 개량된 품종을 보급하고 더 많은 비료를 사용하고 작물을 보다 효율적으로 관리했기 때문이다. 라오스의 옥수수 생산 감소는 정부정책과 더불어 비료의 사용량이 부족했기 때문이다. 미얀마 및 필리핀의 옥수수 생산 증가는 농민들의 재배기술 향상과 개량된 품종의 보급으로 인한 결과이다. 태국은 가뭄, 해충 및 질병에 의한 생산량 감소와 재배면적이 줄어들었기에 생산 감소로 이어졌다. 베트남에서는 옥수수 가격의 하락이 재배면적의 감소로 이어졌고 이는 생산량의 감소로 나타났다.

○ 옥수수 생산(2021년 전망)

2021년(2020/21년) 아세안 국가들의 옥수수 생산량은 4,605 만 톤으로 추산되어지고 캄보디아, 인도네시아, 라오스, 미얀마 및 필리핀에서 증가할 것으로 예상된다. 이 중 수량 면에서 가장 많이 증가한 국가는 인도네시아로 약 56만 톤이다(표 27). 캄보디아의 경우 생산량 증가는 재배면적의 증가에 기인하였고(표 27-30, 그림 21-24), 아세안에서 가장 큰 옥수수 생산국 인 인도네시아의 경우 재배면적의 증가와 단위면적당 수확량의 증가에 따라 총생산량이 꾸준히 증가할 것으로 보여 진다. 라오스의 경우 옥수수 가격인상과 더불어 정부의 농민 보호정책으로 인해 재배면적과 수확량이 증가할 것으로 보여 진다. 필리핀의 경우 단위면적당 수확량은 증가할 것이지만 재배면적의 감소로 인해 전체 수확량은 줄어들 것으로 예상된다. 태국은 가뭄, 해충 및 질병의 영향으로 옥수수의 재배면적과 수

확률이 감소할 것이다. 베트남에서는 정부 정책에 따라 재배 면적과 수확량이 감소 할 것으로 예상되어 총생산량이 감소 할 것으로 판단되어진다(표 27-30, 그림 21-24).

표 27. Maize production in ASEAN countries, 2019 - 2021

(Unit: 1000ton)

Country	2019 (2018/19)	2020 (2019/20)	change 2020over2019		2021 (2020/21)	change 2021over2020	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	45,076.24	45,068.87	-7.37	-0.02	46,053.31	984.44	2.18
Brunei	N/A						
Cambodia	1,303.75	985.11	-318.64	-24.44	1,004.82	19.70	2.00
Indonesia	23,853.66	24,275.78	422.13	1.77	24,839.20	563.42	2.32
Lao PDR	756.76	610.60	-146.16	-19.31	753.51	142.91	23.41
Malaysia	N/A						
Myanmar	1,984.50	1,985.93	1.44	0.07	2,105.09*	119.16	6.00
Philippines	7,608.46	8,095.19*	486.73	6.40	8,256.64*	161.45	1.99
Singapore	N/A						
Thailand	4,812.42	4,525.15	-287.26	-5.97	4,522.05	-3.10	-0.07
Vietnam	4,756.70	4,591.10	-165.60	-3.48	4,572.00	-19.10	-0.42

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

표 28. Maize planted area in ASEAN countrise, 2019-2021

(Unit: 1000ha)

Country	2019 (2018/19)	2020 (2019/20)	change 2020over2019		2021 (2020/21)	change 2021over2020	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	9,920.86	10,033.99	113.13	1.14	10,285.48	251.50	2.51
Brunei	N/A						
Cambodia	234.98	225.98	-8.99	-3.83	230.50	4.52	2.00
Indonesia	4,506.93	4,549.81	42.87	0.95	4,758.54	208.74	4.59
Lao PDR	132.16	124.70	-7.46	-5.64	135.07	10.37	8.31
Malaysia	N/A						
Myanmar	520.85	519.64	-1.20	-0.23	550.82*	31.18	6.00
Philippines	2,480.03	2,545.21*	65.18	2.63	2,585.94*	40.72	1.60
Singapore	N/A						
Thailand	1,055.01	1,111.34	56.32	5.34	1,071.11	-40.23	-3.62
Vietnam	990.90	957.30	-33.60	-3.39	953.50	-3.80	-0.40

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

㉟ 29. Mazie harvested area in ASEAN countrise, 2019–2021

(Unit: 1000ha)

Country	2019 (2018/19)	2020 (2019/20)	change 2020over2019		2021 (2020/21)	change 2021over2020	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	9,896.49	9,897.28	0.79	0.01	10,039.00	141.72	1.43
Brunei	N/A						
Cambodia	227.98	211.41	-16.57	-7.27	230.50	19.10	9.03
Indonesia	4,494.75	4,544.33	49.57	1.10	4,593.90	49.57	1.09
Lao PDR	132.16	124.70	-7.46	-5.64	135.07	10.37	8.31
Malaysia	N/A						
Myanmar	519.24	515.72	-3.51	-0.68	546.67*	30.94	6.00
Philippines	2,480.03	2,545.21*	65.18	2.63	2,585.94*	40.72	1.60
Singapore	N/A						
Thailand	1,051.43	998.61	-52.82	-5.02	993.43	-5.18	-0.52
Vietnam	990.90	957.30	-33.60	-3.39	953.50	-3.80	-0.40

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

㉟ 30. Mazie yield in ASEAN countries, 2019 - 2021

(Unit: tons/ha)

Country	2019 (2018/19)	2020 (2019/20)	change 2020over2019		2021 (2020/21)	change 2021over2020	
			Quantities	(%)		Quantites	(%)
ASEAN	9,896.49	9,897.28	0.79	0.01	10,039.00	141.72	1.43
Brunei	N/A						
Cambodia	227.98	211.41	-16.57	-7.27	230.50	19.10	9.03
Indonesia	4,494.75	4,544.33	49.57	1.10	4,593.90	49.57	1.09
Lao PDR	132.16	124.70	-7.46	-5.64	135.07	10.37	8.31
Malaysia	N/A						
Myanmar	519.24	515.72	-3.51	-0.68	546.67*	30.94	6.00
Philippines	2,480.03	2,545.21*	65.18	2.63	2,585.94*	40.72	1.60
Singapore	N/A						
Thailand	1,051.43	998.61	-52.82	-5.02	993.43	-5.18	-0.52
Vietnam	990.90	957.30	-33.60	-3.39	953.50	-3.80	-0.40

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

㉟ 27~ ㉟ 30. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

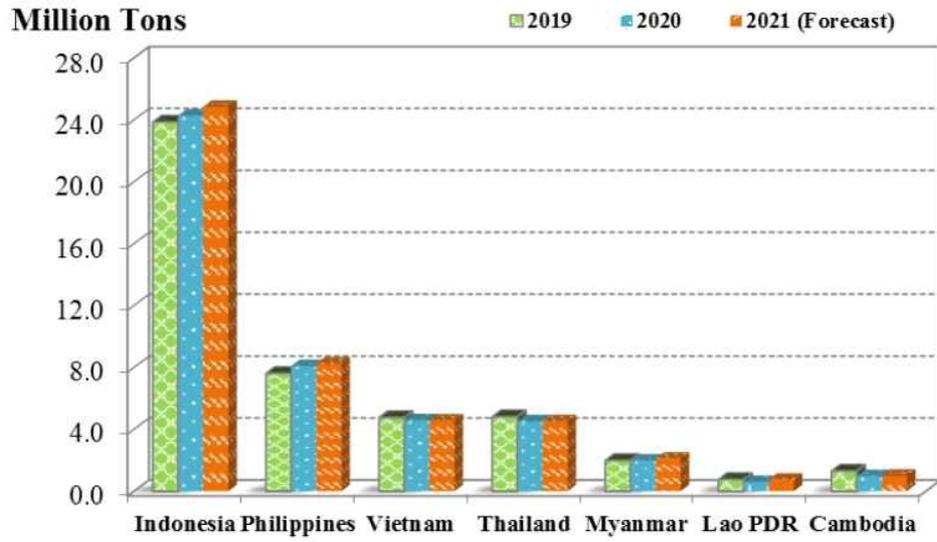


그림 21. Maize production of selected countries in ASEAN, 2019-2021

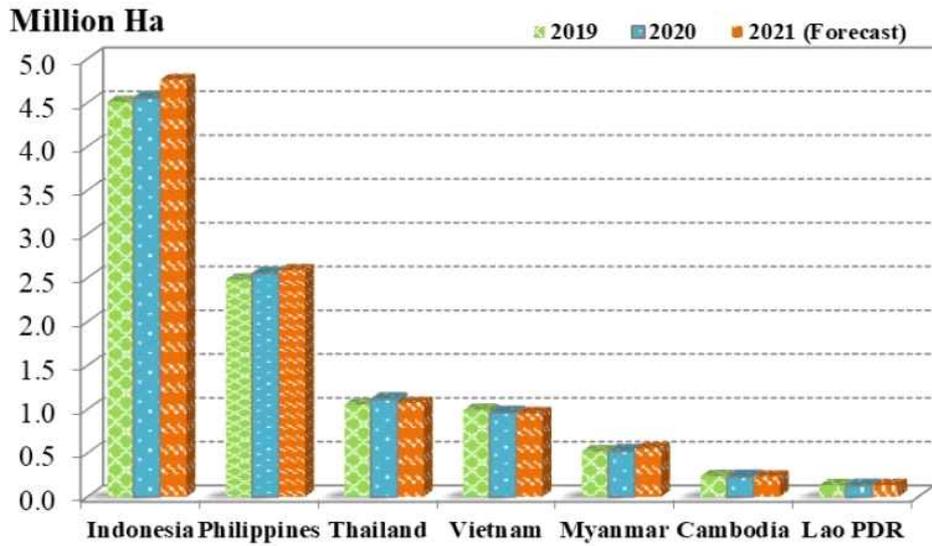


그림 22. Maize planted area of selected countries in ASEAN, 2019-2021

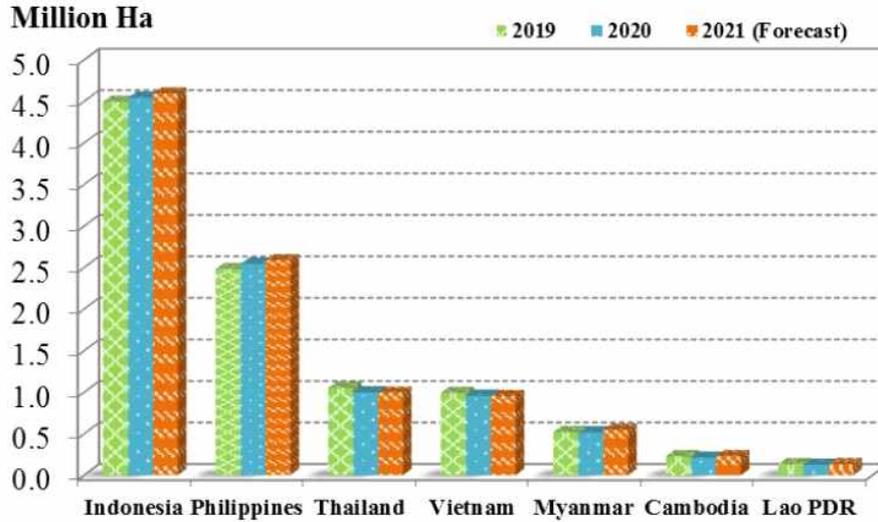


그림 23. Maize harvested area of selected countries in ASEAN, 2019-2021

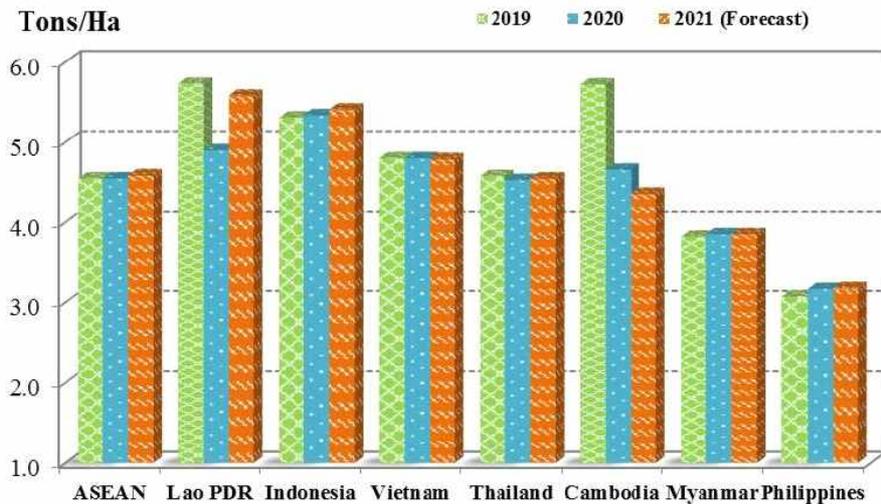


그림 24. Maize yield of countries in ASEAN, 2019-2021

그림 21~ 그림 24. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

○ 옥수수 이용 및 재고(2020년)

2020년 아세안 국가들의 옥수수 이용률은 5,472만 톤으로 2019년 5,428만 톤에 비해 44만 톤(0.81%) 증가하였다(표 31-32). 옥수수 이용의 증가는 브루나이, 라오스, 필리핀, 태국, 베트남 등의 국가에서 가축 사료의 증가로 인한 결과이다. 2020년 아세안의 옥수수 초기 재고량은 957만 톤으로 2019년 628만 톤에서 329만 톤 증가했다(표 31-32). 2020년 전체 아세안 국가들의 옥수수 생산량과 국내 이용률은 2019년 77.34%에서 76.60%로 추정된다. 이는 아세안 국가들이 자급 소비에 충분할 만큼 많은 양을 생산하지 못했음을 보여준다(표 34, 그림 25). 국가별로 캄보디아, 인도네시아, 라오스, 미얀마의 비율은 100% 이상이고 필리핀, 태국, 베트남의 비율은 100% 미만이다. 2020년 ASEAN의 초기 재고 대비 국내 이용률은 17.50%로 추정되었다. 이는 요구량 측면에서 충분히

확보되지 않았음을 나타낸다 (표 35, 그림 26). 인도네시아, 라오스, 미얀마는 비율이 20% 이상으로, 이 수치는 일반적으로, 식품/사료 안전을 위한 최적의 수준으로 간주된다.

○ 옥수수 이용 및 재고(2021년 전망)

아세안 국가들의 옥수수 이용률은 2021년 5,648만 톤으로 2020년 5,472만 톤에서 176만 톤 증가 할 것으로 전망 된다 (표 32-33). 2021년의 시작 재고 추정치는 약 1,257만 톤으로 2020년 957만 톤에서 3,000만 톤 증가할 것으로 예상된다. 2021년 옥수수의 자국 이용률에 대한 생산 비율은 75.83%로 2020년 76.60%에서 0.77% 감소 할 것으로 예상된다 (표 34, 그림 25). 반면 2021년 옥수수의 초기 재고 대비 자국 이용률은 22.26%로 2020년 대비 4.76% 증가 할 것으로 예상된다(표 35, 그림 26).

표 31. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2019

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	6,281,689	41,975,267	17,358,756	65,615,712
Brunei			217	217
Cambodia	175,907*	1,303,751		1,479,658
Indonesia	2,762,620	20,752,683**	1,016,692	24,531,994
Lao PDR	136,805	756,760	1,110	894,675
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,781,244	1,984,497	8,146*	3,773,887
Philippines	676,000*	7,608,461	1,032,255*	9,316,716
Singapore			41,618	41,618
Thailand	175,926*	4,812,415	3,763,055*	8,751,396
Vietnam	573,187	4,756,700	11,495,663	16,825,550
Country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	54,275,855	1,766,121	9,573,736	65,615,712
Brunei	217			217
Cambodia	1,108,844*	205,886	164,928*	1,479,658
Indonesia	17,471,101	1,702	7,059,192	24,531,994
Lao PDR	499,818	281,775	113,082	894,675
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,413,894	902,897	1,457,096	3,773,887
Philippines	8,808,084*	1,000*	507,632*	9,316,716
Singapore	40,202	1,416		41,618
Thailand	8,510,000	1,788	239,608*	8,751,396
Vietnam	16,423,695	369,657	32,198	16,825,550

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

** Production of Indonesia=Maize production in Table 17 × 15% of water content conversion (reported by Indonesia).

☒ 32. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2020

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	9,573,736	41,913,021	18,309,343	69,796,099
Brunei			227	227
Cambodia	164,928*	985,113		1,150,041
Indonesia	7,059,192	21,119,932**	235,235	28,414,359
Lao PDR	113,082	610,600	1,300	724,982
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,457,096	1,985,934	3,600	3,446,630
Philippines	507,632*	8,095,188*	1,114,835*	9,717,656
Singapore			21,959	21,959
Thailand	239,608*	4,525,153	3,952,840*	8,718,601
Vietnam	32,198	4,591,100	12,979,347	17,602,644
Country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	54,715,925	2,506,319	12,573,855	69,796,099
Brunei	227			227
Cambodia	883,721*	119,993	146,327*	1,150,041
Indonesia	17,147,173	493	11,266,694	28,414,359
Lao PDR	517,005	71,875	136,101	724,982
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,322,541	2,054,967	69,122	3,446,630
Philippines	9,107,294*	1,000*	609,362*	9,717,656
Singapore	21,212	747		21,959
Thailand	8,520,000	2,000	195,601*	8,717,601
Vietnam	17,196,752	255,244	150,648	17,602,644

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

** Production of Indonesia=Maize production in Table 17 × 15% of water content conversion (reported by Indonesia).

☒ 33. Maize balance sheet of ASEAN countries, 2021

(Unit: Ton)

Country	Supply			
	Beginning Stock	Production	Imports	Total
ASEAN	12,573,855	42,824,216	21,367,369	76,774,441
Brunei			239	239
Cambodia	146,327*	1,004,815		1,151,142
Indonesia	11,266,694	21,610,105**	246,997*	33,123,796
Lao PDR	136,101	753,512	1,108	890,721
Malaysia	N/A			
Myanmar	69,122	2,105,090*	1,279,410*	3,453,622
Philippines	609,362*	8,256,642*	1,130,409*	9,996,413
Singapore			31,788	31,788
Thailand	195,601*	4,522,053	4,031,897*	8,749,551
Vietnam	150,648	4,572,000	14,654,521	19,377,169
Country	Demand			
	Domestic Utilization	Exports	Ending stock	Total
ASEAN	56,477,661	1,567,948	18,728,832	76,774,441
Brunei	239			239
Cambodia	927,608*	69,932*	153,602*	1,151,142
Indonesia	17,058,057*	517*	16,065,222	33,123,796
Lao PDR	525,927	261,156	103,638	890,721
Malaysia	N/A			
Myanmar	1,301,451*	924,735*	1,227,436*	3,453,622
Philippines	9,333,772*	1,000*	661,641	9,996,413
Singapore	30,707	1,082		31,788
Thailand	8,530,012*	2,237*	217,302	8,749,551
Vietnam	18,769,890	307,289	299,991	19,377,169

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

** Production of Indonesia=Maize production in Table 17 × 15% of water content conversion (reported by Indonesia).

㉔ 34. Ratio of maize production to domestic utilization in ASEAN countries (Self-sufficiency ratio), 2019–2021

(Unit: Ton)

Country	2019			2020			2021		
	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)
ASEAN	41,975,267	54,275,855	77.34	41,913,021	54,715,925	76.60	42,824,216	56,477,661	75.83
Brunei		217	0.00		227	0.00		239	0.00
Cambodia	1,303,751	1,108,844*	117.58	985,113	883,721*	111.47	1,004,815	927,608*	108.32
Indonesia	20,752,683**	17,471,101	118.78	21,119,932**	17,147,173	123.17	21,610,105**	17,058,057*	126.69
Lao PDR	756,760	499,818	151.41	610,600	517,005	118.10	753,512	525,927	143.27
Malaysia	N/A								
Myanmar	1,984,497	1,413,894	140.36	1,985,934	1,322,541	150.16	2,105,090*	1,301,451*	161.75
Philippines	7,608,461	8,808,084*	86.38	8,095,188*	9,107,294*	88.89	8,256,642*	9,333,772*	88.46
Singapore		40,202	0.00		21,212	0.00		30,707	0.00
Thailand	4,812,415	8,510,000	56.55	4,525,153	8,520,000	53.11	4,522,053	8,530,012*	53.01
Vietnam	4,756,700	16,423,695	28.96	4,591,100	17,196,752	26.70	4,572,000	18,769,890	24.36

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available.

** Production of Indonesia=Maize production in Table 17 × 15% of water content conversion (reported by Indonesia).

㉔ 35. Ratio of maize beginning stock to domestic utilization in ASEAN countries (Food security ratio), 2019–2021

(Unit: Ton)

Country	2019			2020			2021		
	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)	Production	Domestic Utilization	Ratio (%)
ASEAN	6,281,689	54,275,855	11.57	9,573,736	54,715,925	17.50	12,573,855	56,477,661	22.26
Brunei		217			227			239	
Cambodia	175,907	1,108,844*	15.86	164,928	883,721*	18.66	146,327	927,608*	15.77
Indonesia	2,762,620	17,471,101	15.81	7,059,192	17,147,173	41.17	11,266,694	17,058,057*	66.05
Lao PDR	136,805	499,818	27.37	113,082	517,005	21.87	136,101	525,927	25.88
Malaysia	N/A								
Myanmar	1,781,244	1,413,894	125.98	1,457,096	1,322,541	110.17	69,122	1,301,451*	5.31
Philippines	676,000*	8,808,084*	7.67	507,632*	9,107,294*	5.57	609,362*	9,333,772*	6.53
Singapore		40,202			21,212			30,707	
Thailand	175,926*	8,510,000	2.07	239,608*	8,520,000	2.81	195,601*	8,530,012*	2.29
Vietnam	573,187	16,423,695	3.49	32,198	17,196,752	0.19	150,648	18,769,890	0.80

* The value is estimated by AFSIS Secretariat. N/A refers to data is not available

㉔ 31~ ㉔ 35. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

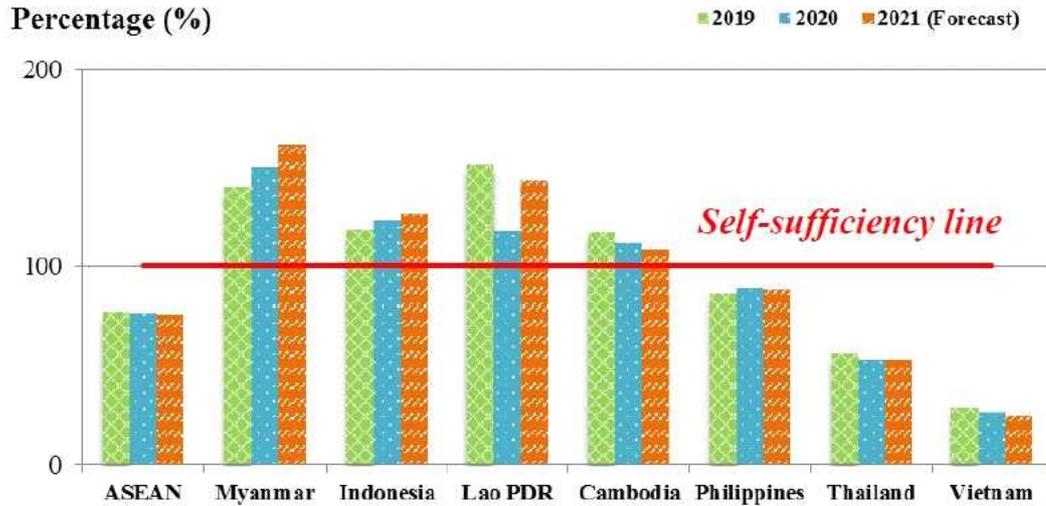


그림 25. Ratio of maize production to domestic utilization in ASEAN countries, 2019-2021

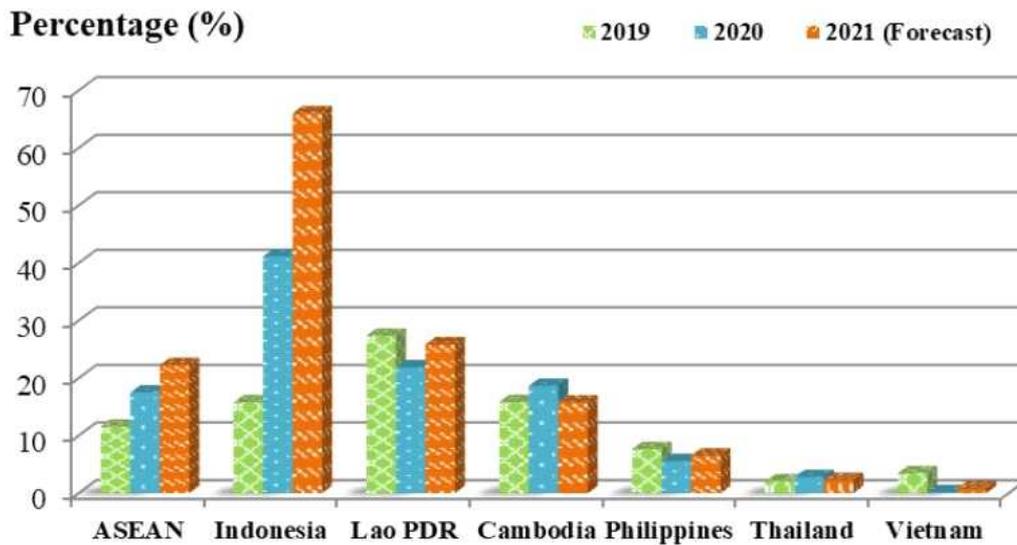


그림 26. Ratio of maize beginning stock to domestic utilization in ASEAN countries, 2019-2021

그림 25, 그림 26. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

○ 수출입 현황(2020년)

2020년 아세안 국가들이 수출하는 옥수수량은 총 생산량 1,831만 톤 중 251만 톤으로 예상된다(표 32, 그림 26-27, 28-29). 2020년 아세안 국가들 중 최대 수출국인 미얀마의 수출량은 205만 톤으로 아세안 전체 옥수수 수출량의 81.99%를 차지한다(표 32, 그림 27-28). 이 지역의 주요 수입국은 베트남, 태국, 필리핀 및 인도네시아이다(표 32, 그림 29-30).

○ 수출입 현황(2021년 전망)

2021년 아세안 국가들의 옥수수 수출량은 157만 톤으로 2020년 251만 톤에 비해 94만 톤 감소 할 것으로 예상된다. 수입의 경우 2020년 1,831만 톤에서 2021년 2,138만 톤이 될 것으로 전망된다(표 32-33, 그림 26, 28).

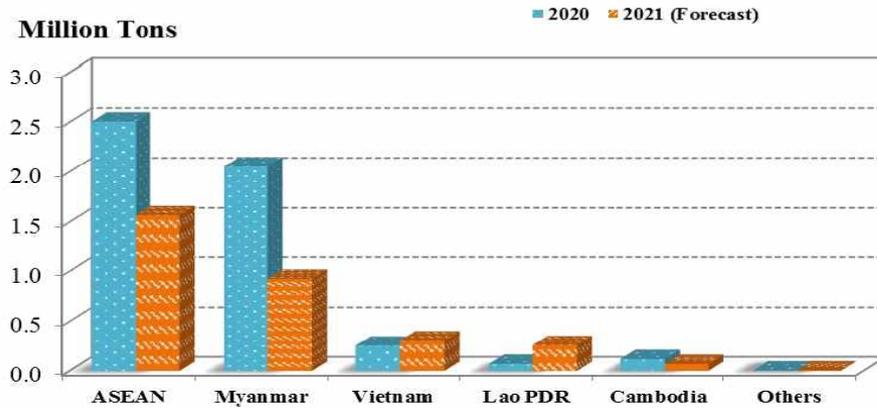


그림 27. Amount of maize export(million ton) of selected countries in ASEAN, 2020-2021

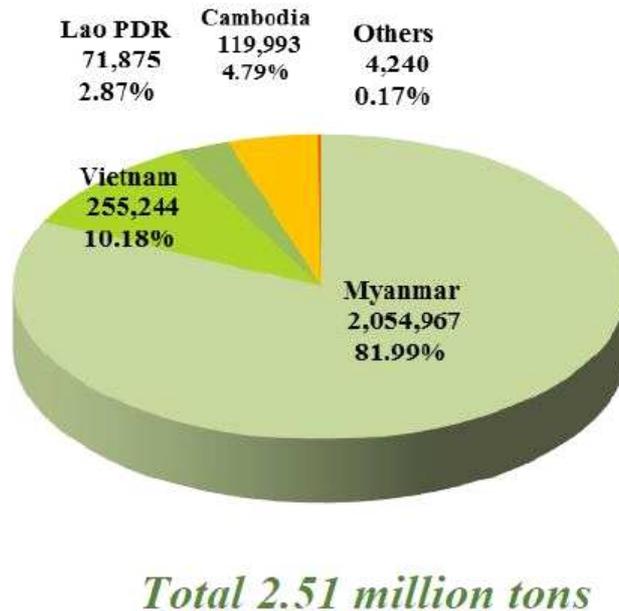


그림 28. Share of maize export(tons) among ASEAN countries, 2020

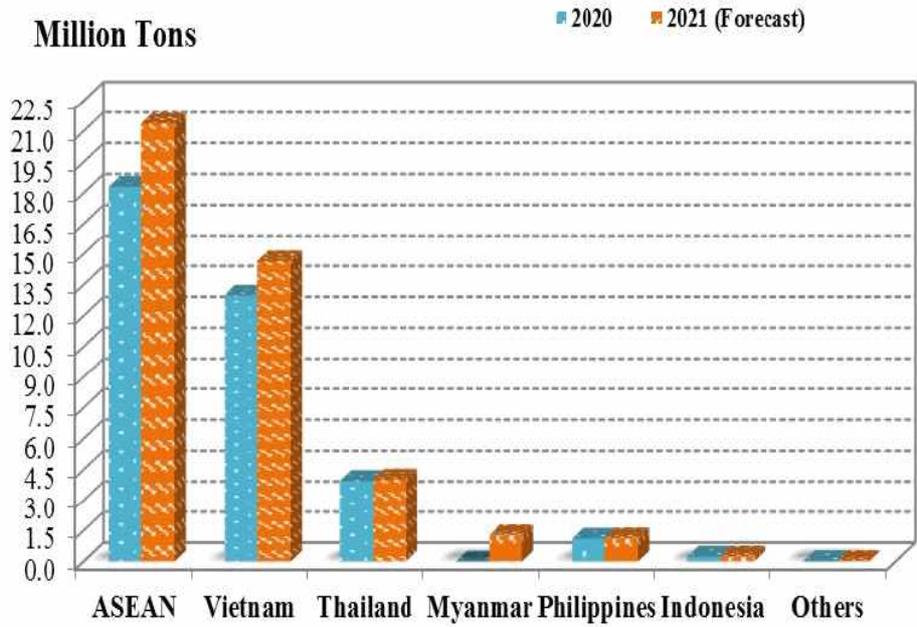


그림 29. Amount of maize import(million ton) of selected countries in ASEAN, 2020-2021

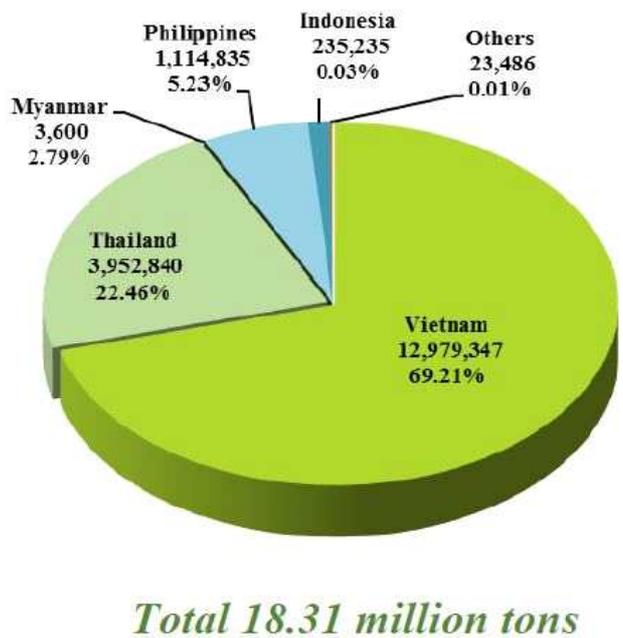


그림 30. Share of maize import(tons) among ASEAN countries, 2020

그림 27 ~ 그림 30. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

○ 옥수수 피해지역(2020년)

2020년 옥수수 피해 면적은 143,404ha로 보고되었으며 이 중 홍수로 인해 24,586ha가 발생했다. 홍수 피해가 가장 많은 지역은 캄보디아이다(표 36).

표 36. Maize damaged area in ASEAN by cause of damage, 2020

(Unit: ha)

Country	Cause of damage (Hectares)						Total
	Flood	Drought	Pests	Diseases	Unspecified	Other	
ASEAN	24,586	5,817	2,888	96	-	110,017	143,404
Brunei	N/A						
Cambodia	14,579	-	-	-	-	-	14,579
Indonesia	6,169	5,817	96	96	-	-	12,178
Lao PDR	N/A						
Malaysia	N/A						
Myanmar	3,838	-	2	-	-	80	3,920
Philippines	N/A						
Singapore	N/A						
Thailand	-	-	2,790	-	-	109,937	112,727
Vietnam	N/A						

표 36. Source : ASEAN Agricultural Commodity Outlook, AFSIS

다. 수출예상지역별 마켓 포지셔닝 설정

○ 마켓포지셔닝 설정

동남아시아를 중심으로 하는 열대지역의 옥수수 시장은 육류 소비증가로 인한 축산업 발전과 더불어 꾸준히 확대될 전망이다. 앞선 시장조사 자료에서 살펴본 것과 같이 대부분의 국가들은 옥수수 소비량 대비 생산량이 턱없이 부족한 구조를 가지고 있어 많은 양의 옥수수를 수입하고 있다. 이러한 국가들에서 소비되는 옥수수의 소비패턴 및 현지 농민들이 선호하는 품종의 형태, 현지 시장의 마켓포지셔닝 등을 파악하여 수출 타깃 국가에 적합한 품종을 개발하고 있다. 이렇게 개발된 품종들은 향후 시장진입과 수출시장 점유율 확대를 위한 유리한 고지를 선점할 수 있게 도와줄 것이다.

시장	구분	현황
인도네시아	성장성 및 전망	-종자 수요량은 많으나 자국내에서 생산되는 양은 턱없이 부족하여 매년 많은 양의 종자를 수입 -바이오에너지용 옥수수 소비 증가로 종자 수요도 증가할 것으로 전망 됨 -다국적 기업에 의해 개발된 옥수수 교잡종 종자의 점유율이 종자사용량의 60%를 넘어섰고 계속 증가하고 있음 -GMO도입은 현재 계획이 없으나 검토 중이며, 추후 도입 가능 예상
	제도 및 규제	-배추, 무, 양배추 등의 십자화과를 제외한 인도네시아 현지 판매용 종자는 현지생산 원칙 -1992년 제정된 종자법에 따라 국내 자체 종자생산을 유도하기

시장	구분	현 황
		<p>위해 종자수입을 최대 2년으로 제한함</p> <p>-종자등록에 걸리는 시간은 옥수수의 경우 1년, 일반작물은 1년 반 소요</p> <p>-50% 이상의 인도네시아 기업 지분참여가 있어야 현지 법인 운영 가능</p> <p>-농업부가 농업을 관장하고 있으며 쌀을 제외한 나머지 작물에 대해서는 수출에 대한 제한이 없음</p>
	정부지원	<p>-육종가 육성을 위한 지원책을 강구 중</p> <p>-며, 옥수수 대두 위주로 국영 회사에서 생산하여 보급하고 있으며 국내 소요종자의 약 25%를 지원함</p> <p>-종자생산량 증대를 위해 외국의 우수 기술과 자본을 도입하지만 종자회사에 대한 정부 지원 미흡</p>
	마켓포지셔닝	<p>-다국적 기업의 품종이 선호되는 국가로 바이러스 저항성과 높은 수량성을 지닌 품종으로 시장 진입 필요</p> <p>*노균병, 녹병에 강한 품종 선호</p> <p>-국내와는 달리 조생계 품종보다는 수확량이 확실한 중·만생계 품종을 선호</p>
	육성전략방향	<p>-노균병, 녹병 등 내병성이 좋고 수확량이 우수한 품종 개발</p> <p>-이삭의 착립률이 좋고 낱알이 굵어 가공이 용이한 품종 개발</p> <p>-가금류 사육 사료 소비량 증가로 인한 가금류 생육에 중요한 단백질 함량이 좋은 사료용 옥수수 개발 필요</p>
필리핀	성장성 및 전망	<p>-고품질, 내서성, 내병성 품종의 시판</p> <p>-옥수수 재배면적은 약 258만ha로 경작 면적은 넓으나 공급 대비 수요가 높아 주요 수입 작물임</p> <p>-2000년대 후반부터 닭고기 소비증가와 맞물려 수요량 및 수입량이 꾸준히 증가</p>
	제도 및 규제	-품종보호제도의 운영으로 외국 기업 진입 용이
	정부지원	-시설자금 저융자 대출
	마켓포지셔닝	-몬산토 등 다국적 기업과 필리핀 local 회사의 품종이 공존하는 시장으로 증가 전략으로 시장 진입 시도
육성전략방향	-연평균 2모작이 가능한 기후조건으로 옥수수의 생육기간과 기후에 따라 연 3모작이 가능하므로 조숙 다수성의 사료용 품종 개발 필요	
베트남	성장성 및 전망	<p>-재래종에서 교잡종으로 급속히 전환</p> <p>-가금류 소비증가와 함께 재배면적 및 소비량은 크게 증가하고 있지만 생산량이 부족해 많은 양의 옥수수를 수입</p> <p>-종자가격은 시장에 의해 결정</p> <p>-바이오 기술을 농업생산에 적용해 우량 품종을 개발하고 생산성을 높이려 역점을 두고 있음</p>
	제도 및 규제	<p>-베트남의 개인 기업 및 정부기관을 통하여 종자유통</p> <p>-외국인 투자 유치를 확대하고 있으며 법인세 우대세율을 적용</p>
	정부지원	<p>-도시근교 시설 투자 정부 지원</p> <p>-종자, 비료, 농업용수 이용료, 시설유지보수, 생산 등 농업 확장을 위한 여러 지원정책 시행</p>
	마켓포지셔닝	-더위에 강하고 종실 수량이 높은 품종으로 축산 단지에 고가의 정책으로 시장 진입
	육성전략방향	-식용 및 종실 사료용 시장이 공존하는 국가로 종실 수량이 높은 품종 개발

시장	구분	현황
		-알곡의 형태가 Dent형의 황색옥수수 보다는 Flint형의 오렌지색 품종을 선호
캄보디아	성장성 및 전망	-가축 생산 증가로 최근 5년간 사료수입량이 증가하였고 내수보다 수입품을 선호 -옥수수, 사료, 양계, 축산 등 농업 전반을 태국계 다국적 회사인 CP사가 선점하고 있음
	제도 및 규제	-중자거래는 정부의 통제나 중자 품질 관련 조사 없이 자유롭게 이루어지고 있음 -도로, 전기, 용수 등의 기술 인프라 낙후 -외국인 투자자의 국유지 장기 임차 및 토지 사용권 획득이 가능하여 동남아 진출의 전초기지로의 활용성 높음
	마켓포지셔닝	-더위에 강하고 종실 수량이 높은 품종으로 축산 단지에 고가의 정책으로 시장 진입
	육성전략방향	-캄보디아 CP사의 견제로 인해 초기투자를 최소화하여 시장 진입, 종실·사료용 품종개발 -알곡의 형태가 Dent형의 황색옥수수 보다는 Flint형의 오렌지색 품종을 선호 -노균병 저항성을 가지고 고온다습한 열대 기우에 강한 품종 개발
말레이시아	성장성 및 전망	-동남아 국가 중 옥수수 재배 면적은 미비하지만 육류소비증가로 인한 수요량이 많아 많은 양의 옥수수를 수입함
	마켓포지셔닝	-더위에 강하고 종실 수량이 높은 품종으로 축산 단지에 고가의 정책으로 시장 진입
	육성전략방향	-종실 사료용 소비가 많은 국가로 종실 수량이 높은 품종 개발

○ 개발 품종의 현지 선호도 조사

열대지역 국가들의 옥수수 시장 조사를 통해 분석한 자료들과 마켓 포지셔닝 설정을 토대로 개발 중인 우수 교잡계 조합들은 상품화를 하기 전 현지 시장 및 딜러들의 품종 선호도를 조사하여 품질경쟁력을 강화하고 시장 진입 리스크를 줄이기 위해 노력하고 있다. 현재 개발 중인 조합들의 선호도는 캄보디아에서 현지 딜러의 관능 평가 위주로 실시되었고(그림 31) 차후 여러 국가로 확대 실시할 예정이다.



그림 31. 개발 품종의 선호도 조사(캄보디아)

2019년에는 베트남 농림부 산하기관의 해외 품종보호출원·등록을 담당하는 직원을 초청하여 개발된 신품종 및 교잡계 조합 중 가장 품종 가치가 있고 출원 및 등록이 원활히 진행될 수 있는 품종을 선별하였다. (그림 32)



그림 32. 개발 품종의 품종 가치 확인(베트남)

라. 종자판매 전략 수립

국내 옥수수 종자생산 기반은 열악한 상황으로 종자 수출 목적을 달성하기 위해서는 종자를 타깃시장에서 생산하여 타깃시장에 판매하거나 특정 국가에서 종자를 생산한 후 타깃시장에 판매하는 전략 도입이 필연적이다. 국내 옥수수 종자 생산은 200톤/년 수준으로 강원도와 충청북도 일부지역에서 생산되지만, 고난도의 종자생산기술과 종자생산 시격리거리 준수 등 제한요소가 있어 생산 규모 확대는 무리가 있는 실정이다.

이러한 국내의 협소한 종자 생산 시장 한계를 극복하기 위해 해외 옥수수 생산기반 구축을 통한 품종 개발과 해외 투자지원을 확대해야 할 것이다. 하지만 여전히 세계의 종자시장은 다국적 기업의 주도하에 형성되고 있으며, 소수의 회사가 시장을 장악하고 있

는 실정이다. 이에 세계 굴지의 글로벌 종자 회사인 몬산토, 듀퐁, 신젠타 등과 같은 종자회사들과의 정면 승부가 아닌 경제 사회적 여건상 종자 유통 시스템이 미흡하여 시장 진입이 상대적으로 유리하고 옥수수 종자 소비량이 많은 동남아시아 등을 주 타깃으로 틈새시장을 공략하는 수출 시장의 확대 전략이 필요하다.

○ 가격경쟁력 강화

동남아시아 종자 수출 시장의 진입 및 경쟁 우위를 확보하기 위하여 기존의 고품질 채소 종자 생산 기술을 활용하여 고순도 고품질의 옥수수 생산 및 판매로 가격 인상 요인을 확보하고 국가별 맞춤형 품종 개발을 통해 마케팅 및 가격 경쟁력을 갖춘 정책을 펼쳐야 한다. 또한 국내에서의 제한적인 육종시기의 어려움을 극복하기 위해 해외 연구소를 활용한 육종연한의 단축을 통해 우수한 품종 육성 기회를 확보해야 할 것이다. 아울러 기존 육종에 생명공학기술을 접목하여 열대 및 아열대에서 재배 가능한 우수한 품종개발을 통해 가격 경쟁력을 증진시켜야 할 것이다.

○ 기술 및 품질경쟁력

채소 종자 산업에 있어서 우리나라의 자가불화합성을 이용한 육성기술은 세계 최고 수준이라 자부할 수 있으나 해외채종을 할 경우 원종유출에 의한 품종보호가 어려운 문제가 발생하며, 환경에 의해 발현이 불안정해져 품종의 순도가 낮아지는 문제점도 있다. 이러한 문제점의 극복을 위해 품종 복제가 불가능하고 균일성이 100%에 이를 수 있는 세포질웅성불임성을 이용한 품종의 육종 기술이 꾸준히 진행·발전되어 왔다. 채소 육종에서 습득한 국내의 우수한 웅성불임기술과 세계적 수준의 교잡 육종기술을 활용하여 고순도의 종자생산 품질경쟁력을 키워야 할 것이다. 또한 전통적인 방법의 육종에 국한되지 않고 Finger Printing 기술을 이용한 유전자원 그룹화 기술, DNA Marker를 이용한 유용형질 선발기술, 조직배양을 이용한 고정계통 확보 기술 등의 접목을 통해 세계 굴지의 글로벌 농업회사의 70~80% 수준인 국내 기술 및 품질 경쟁력을 비슷한 수준으로 끌어올려야 할 것이다.

○ 글로벌 네트워크

동남아시아 진출 및 해외 인력자원 등의 조사를 위하여 해외 법인 및 지사 등 주변국 진출의 거점기지를 필요로 한다. 이러한 거점기지는 해외 현지의 고객동향, 경쟁현황 및 시장수요 등 정확하고 신속한 정보수집 및 분석의 역할을 수행한다. 현지 목표 시장별 거래처 개발과 전략적 사업파트너십의 마련을 통한 네트워크를 구축하여 기술 및 품질 경쟁력을 갖춘 품종들의 영업마케팅 전략의 중추적 역할을 수행할 것이다.

○ 마케팅 역량

옥수수를 비롯한 곡물육종은 거대 자본력이 동원되어야 할 국가적 장치산업으로 일개 기업으로서의 한계가 존재한다. 거대 기업들은 자국 산업 보호를 위한 정부차원의 투자 및 지원을 받고 있는 반면 우리나라는 아직 이러한 부분들이 열악한 상황이다(그림 33). 외국 정부차원의 투자 및 지원은 거대 기업의 브랜드와 접목되어 국내 기업의 품종에 비해 마케팅 시장에서 우위의 비교 경쟁력을 창출하고 있다. 국내 국가 기관과 대학 그리

고 종묘회사와의 중개 연구 시스템의 확립과 해외법인 및 연구소 구축지원을 통한 마케팅, 종자관리 분야의 지원이 절실한 시점이다. 정부차원의 지원과 투자는 동남아 현지의 영업 역량과 맞물려 수출 목표 마켓의 포지셔닝 향상을 도모해야 한다. R&D 작물 교육을 받은 직원을 마케팅 요원으로 활용하여 현지 거래처 및 농민에게 작물교육을 실시하여 국내 개발 품종의 광고효과를 창출할 뿐만 아니라 국가별, 작물별 품종 요구도를 조사하여 육종방향을 설정하고 현지 국가의 종자 업무 담당자와의 업무 협의체계 구축 및 유대를 강화하여 경쟁력을 갖춰야 할 것이다.

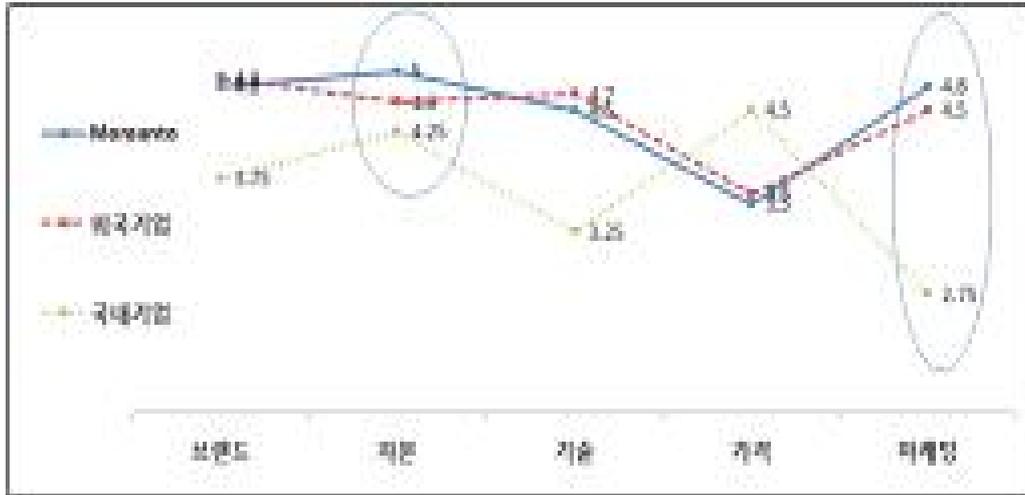


그림 33. 기업별 핵심 역량 비교분석(5점 만점)

Source : OECD-FAO Agriculture Outlook 2010~2019

○ 국가별 현지화를 통한 해외시장 확대전략

아시아중요는 R&D 업무 위주의 인도현지법인을 활용하여 인도 전역에 당사의 브랜드가 수출될 수 있도록 현지 마케팅 인력을 충원할 계획이다. 또한 베트남 법인 및 터키 사무소를 두어 지역특성을 반영한 품종개발 및 주변국 시장 개발을 추진하고 있으며 향후 우즈베키스탄, 중국, 미국 등 지역 현지법인 설립을 통해 채종기반 구축 등 현지 영업을 활성화할 계획이다(표 37). 수출시장의 현지화를 통해 개발품종의 적응성 검증, 현지 농민 및 딜러에게 품종홍보를 위한 전시포 사업, 종자 생산을 위한 채종지 확보 등 다양한 이점을 활용하여 수출 시장을 확대할 수 있을 것이다.

표 37. 국가별 해외진출 Road map

법인/사무소	설립년도	현지 인원 및 충원 인원	주요 사업 내용/계획
본사	1992	10명 (수출 9명, 수입 1명) (1명 충원: 무역지원 1)	수출입 업무 전반
인도 법인	2011	파견: 2명(마케팅 1, R&D 1) 현지인: 약 30명	-마케팅: 전시포 사업(바이어 초청) -R&D: 과채류 육종 세대 단축, 순도검정, 원종 증식 및 F1 종자 생산

베트남 연구소	2014	파견: 1명 현지인: 약 10명	-마케팅: 전시포 사업(바이어 초청) -R&D: GSP 옥수수 연구과제 수행, 현지 지역 적응성 시험, 종자생산
베트남 법인	2019	파견: 2명 현지인: 약 20명	-마케팅: 전시포 사업(바이어 초청), 시교사업 -육종: 현지 육종 농장 운영을 통해 계통 및 교잡계 선발 -R&D: 현지 지역 적응성 시험, 종자생산
터키 사무소	2015	파견: 1명 (법인 전환 시 마케팅 및 R&D 각1명 총원예정)	-마케팅: 터키 및 주변국 시장 개발, 전시포 사업 -R&D: 현지 F1 리딩품종 및 우수 유전자원 수집
우즈베키스탄	2019~2020	파견: 1명(마케팅 및 R&D)	-마케팅: 전시포 사업, 현지 영업 활성화 -R&D: 현지 지역 적응성 시험 및 채종 기반 구축
중국 법인(계획)	2020	파견: 1명 현지인: 4명	-바이어 초청, 전시포 사업 -마케팅 2명 (장강이남/이북 각 1명), 영업 지원 2명
미국 법인(계획)	2020~2021	파견: 2명(마케팅 1, R&D 1)	-마케팅: 전시포 사업, 현지 영업 활성화 -R&D: 현지 지역 적응성 시험

마. 개발품종의 판매 및 점유율 확대

○ 개발품종의 판매 확대를 위한 시험포 확충

2019년까지 개발된 신품종들은 종자 박람회 참석, 전시포 운영 및 바이어 초청 등의 마케팅 계획을 가지고 있었지만 2020년 2월에 표면화된 Covid-19사태로 인해 많은 것들이 제한되어졌다. 이에 베트남 대표사무소에서 수행할 수 있는 시험 검정포를 확충하여 개발 품종의 안정성 검정 및 홍보 효과에 많은 투자를 진행하였다. 비록 해외 영업사원이나 딜러 등의 마케팅 인적자원을 최대한으로 활용할 수는 없었지만 꼭 필요한 베트남 정부 기관의 농업 관련자, 바이어 등을 초청하여 품종 등록 및 시장 개척 가능성을 타진하였다. 주요활동 내용은 아래와 같다.

제 목	현 황
KM5, KM6 품종의 해외 현지 품종 등록 및 생산 판매 신고	-2020년 2월 13일 베트남 식량작물 연구소 부소장 미팅 -품종보호 출원 신청 및 베트남 현지 판매 신고 협조 요청 -두 품종을 베트남 북부 뚜옌퐁, 목쩌우 지역에 시험포 조성 협의 -부소장: Nguyen Van Thang, Field Crops Research Institute (FCRI), Deputy Director General

제 목	현 황
	
<p>베트남 육성 거점 내 실증시험포 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> -베트남 광닌성 동치우에 위치한 육성 거점 내 포장에서 개발 품종의 실증시험포 운영 -과종일: 2020년 3월 19일 -시험품종: KM5, KM6 및 대비품종 -2020년 5월 25일~6월 10일까지 생육 및 특성조사 -2020년 6월 5일 베트남 식량작물 연구소 부소장 작황조사 -시험품종 뿐 아니라 현지 포장에서 연구하고 있는 신조합들도 병행하여 같이 품평함 -뚜옌꽝 실증 시험포장 작황조사 일정 협의 -7월29일 수확 및 수확량 조사  
<p>뚜옌꽝 지역 실증시험포장 운영</p>	<ul style="list-style-type: none"> -과종: 2020년 3월 20일(1차), 4월 20일(2차) -베트남 북부 뚜옌꽝 지역에 식량작물 연구소에서 추천한 농가에 위탁 재배 시험 실시 -시험품종: KM5, KM6 및 대비품종 등 총 7개 품종 -5월 12일 1차 생육조사 실시: 척박하고 비가 많이 오는 재배 환경에서 KM6품종이 가장 좋은 생육을 보이고 있다고 평가 -6월 16일 베트남 식량작물 연구소 부소장 및 한국 코피아 센터 소장, 현지 농민, 축산업 관련자 등 20여 명이 현장평가회 실시 -수확 후 무게, 알곡 상태를 조사하여 실시: KM6 호평 -2020년 8~9월에 면적을 확대하여 전시험포장에서 재배하기로 협의 -현재 베트남 사료용 옥수수에는 GMO품종을 70%이상 재배하고 있지만 축산기업에서 GMO품종을 사용하지 않는 방안을 검토 중임

제 목	현 황
	
<p>목찌우 지역 실증시 험포장 운영</p>	<p>-과종: 2020년 4월 27일 -베트남 북부 목찌우 지역에 위탁 재배 시험 실시 -시험품종: KM6 및 현지 리딩품종 등 총 7개 품종 -5월 12일 1차 생육조사 실시: 척박하고 비가 많이 오는 재배 환경에서 KM6품종이 가장 좋은 생육을 보이고 있다고 평가 -7월 31일 베트남 식량작물 연구소 부소장 및 한국 코피아 센터 소장, 현지 농민 및 축산업 관련자 등 20여 명이 현장평가 실시 -수확 후 무게, 알곡 상태, 사일리지를 조사하여 실시: KM6 우수</p> 

○ 바이어 초청 및 시교사업을 통한 수출 활성화 전략

개발 품종(종자)의 수출을 위해서는, 첫 번째로 현지 적응형 우수 품종개발이 선행되어야 한다. 두 번째는 현지 딜러 및 거래처를 확충하여 인적 인프라를 구축하는 것이다. 이렇게 구축된 인적인프라는 좋은 품종의 소개와 시교활동을 통해 종자 수출로 이어질 것이다.

경기도 이천 소재 자사의 생명공학육종연구소는 동남아시아를 비롯한 서남아시아, 중국, 유럽 등 많은 지역의 바이어들이 품종교류 및 시교사업을 위하여 매년 방문하고 있다. 이러한 자사의 유리한 여건을 적극 활용하여 방문한 바이어들에게 옥수수 품종 개발 현황과 차후 시행되어질 사업을 소개하고 시교 종자를 전달하여 옥수수 종자 수출을 위한 사업을 확대 시행하였다(그림 34, 그림 35, 그림 36).

2020년에도 국내 전시포를 조성하여 바이어 초청 일정이 계획되어 있었지만 Covid-19로 인해 전면 취소되었다

		
싱가포르 A사	우즈베키스탄 B사	말레이시아 C사
		
태국 D사	중국 E사	파키스탄 F사
		
터키 G사	대만 H사	우즈베키스탄 I사
		
베트남 J사	태국 K사	남아공 L사
		
라오스 M사	남아공 N사	말레이시아 O사

그림 34. 수출 촉진을 위한 해외 바이어 초청(2017년)

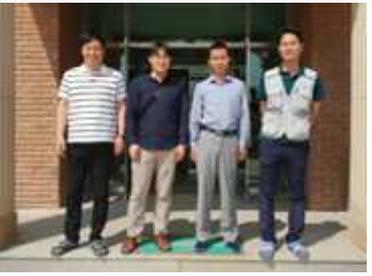
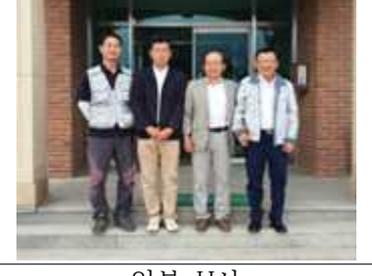
		
인도 A사	중국 B사	베트남 C사
		
미국 D사	파키스탄 E사	중국 F사
		
방글라데시 G사	일본 H사	태국 I사
		
대만 J사	파키스탄 K사	국내 전시포장

그림 35. 수출 촉진을 위한 해외 바이어 초청(2018년)

		
멕시코 A사	말레이시아 B사	중국 C사

		
베트남 D사	태국 E사	말레이시아 F사
		
베트남 G사	인도 H사	베트남 I사

그림 36. 수출 촉진을 위한 해외 바이어 초청(2019년)

○ 종자판매를 위한 유관기관과의 협력 프로젝트 추진

구 분		내용 및 추진현황
개 요		<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 기술로 개발된 사료용 옥수수의 생산을 통한 종자 판매 ○ 아시아종묘, 국립종자원, 농협무역 등 3개 기관의 협력을 통한 종자의 생산, 유통, 판매의 일원화 구축
추진현황	사료용 옥수수 품종 가치 확인을 위한 재배 시험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 옥수수 성분 분석 의뢰를 위한 재배 현황 <ul style="list-style-type: none"> -재배지역: 베트남 광닌시 동치우 -파종시기: 2019년 4월 -시험품종: 아세 24호, 아세25호 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px 0;"> 개발품종의 생육 및 성분 분석의뢰를 위한 옥수수 파종 및 생육 전경 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
	사료용 옥수수 성분 분석 의뢰	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 농협무역과 낙농협동조합에서 요구하는 기준 충족을 위한 성분 분석 의뢰 ○ 개발품종의 성분 분석 의뢰 기관 타진(베트남) <ul style="list-style-type: none"> - Viện hàn lâm khoa học và công nghệ việt nam viện hoá học

구 분		내용 및 추진현황
		<p>phòng hoá phân tích (베트남 한남 과학 기술 연구센터, 분석 화학과)</p> <p>- Công ty cổ phần tập đoàn vina-control (Vina-control 주식회사)</p>
	<p>사료용 옥수수 성분 분석 결과</p>	
향후계획		<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발 품종의 판매를 위한 종자 생산 <ul style="list-style-type: none"> -옥수수 종자의 판매를 위해 2019년 9월 F1채종 종자 생산 재배 -회사 보안 상 생산 업체 및 생산량(생산 품종) 등은 기밀 ○ 생산된 종자의 판매 <ul style="list-style-type: none"> -생산된 종자의 홍보 및 판매 -생산된 옥수수 품종의 성분 분석을 통해 국립종자원과 농협 무역에 공급 -동남아시아를 중심으로 타 지역으로의 확대 시교

○ 국내 전시포 운영

이천소재 아시아종묘 생명공학육종연구소는 매년 많은 바이어들이 방문하여 자회사의 품종 소개 및 아시아종묘의 신품종을 확인하는 한편 양 회사 간의 필요한 종자 수출·입 및 기술제휴 등 많은 사업을 진행하고 있다. 이에 국내 및 동남아 육종거점에서 개발된 품종의 우수성을 홍보하여 수출 촉진을 도모하기 위한 방안의 일환으로 전시포 사업을 진행하였다. 전시포장은 2017년 5월에 아시아종묘 생명공학육종연구소 노지에서 진행하였고, 전시품종은 국내 기 개발품종인 광평옥, 평강옥과 동남아 현지 개발 신품종인 아세 9호, 10호, 11호, 12호, 13호, 15호, KM1 및 베트남 리딩 품종인 LVN10을 재배하여 전시·홍보(그림 37)하였다. 아시아종묘를 찾은 많은 바이어들은 당회사에서 취급하는 작물이 엽·근 채류 및 과채류뿐만 아니라, 식량작물인 옥수수 품종을 개발·생산할 수 있는 기술력을 확인하고 차후 시교 사업의 추진을 약속받았다. 2018년, 2019년 국내 전시포장의 전시품종은 KM1, KM5와 선발교잡계인 아세12호, 아세24호를 재배·전시하였고 대비품종으로 GWG111, GWG888을 사용하였다(그림 38, 그림 39). 각각 2018년 04월 20일, 2019년 4월 23일에 파종하여 8월 중순까지 약 110일 가량 재배 후 수확하였다. 수확된 이삭은 제2, 3회 김제 국제농업박람회에 전시·홍보하였다. 2020년에는 04월 28일 파종하여 8월 하순까지 전시 재배(그림 40)하였지만 Covid-19사태로 인해 해외 바이어를 초청할 수 없었다.



그림 37. 이천시 소재 전시포장 전경(2017년)

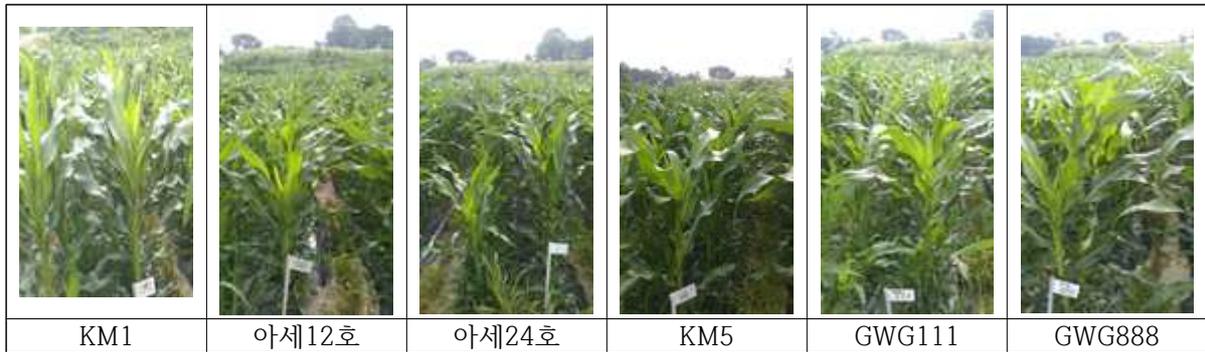


그림 38. 이천시 소재 전시포장 전경(2018년)

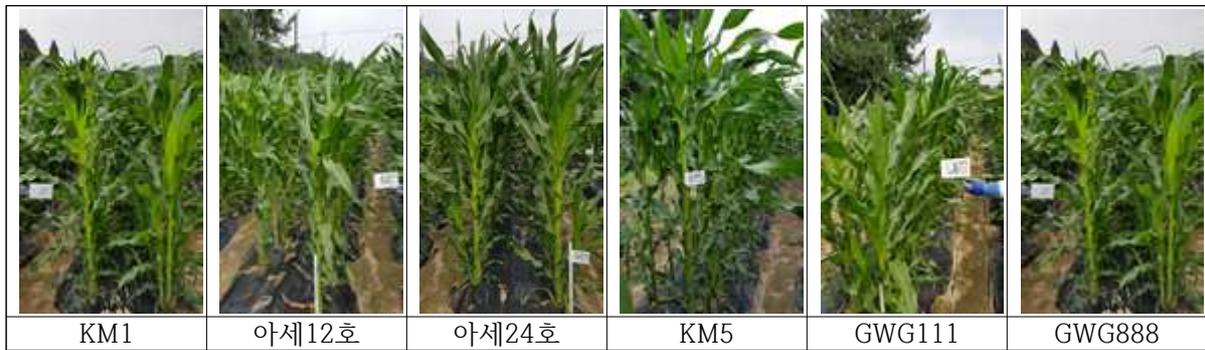


그림 39. 이천시 소재 전시포장 전경(2019년)

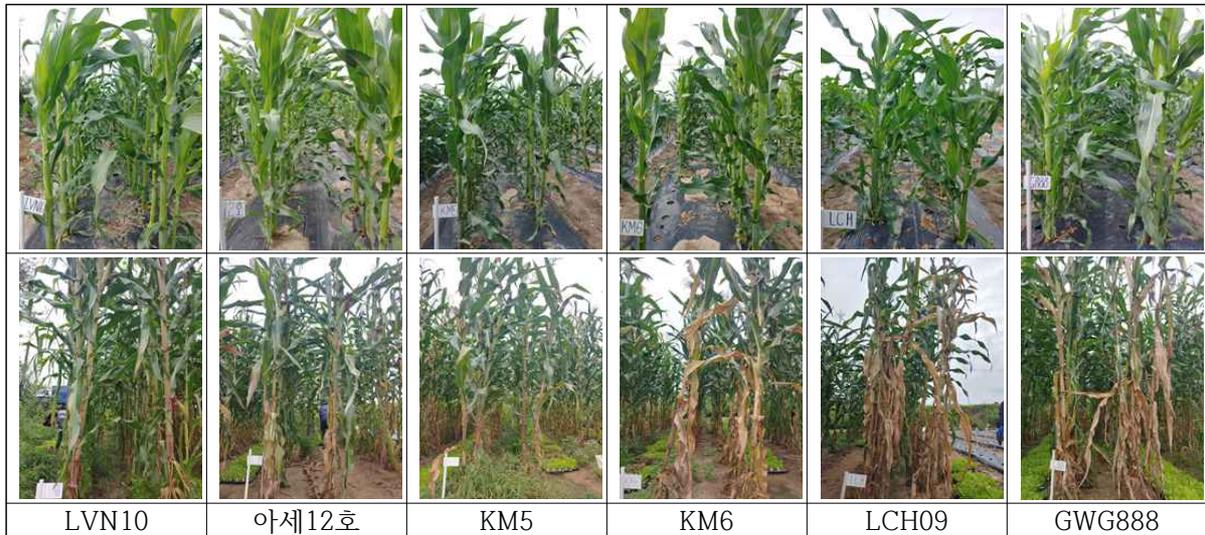


그림 40. 이천시 소재 전시포장 전경(2020년)

○ 해외 전시포 운영

해외 전시포장은 2018년 2월에 베트남 동치우에 위치한 아시아종묘 베트남 농장에서 파종하였다. 전시품종은 출원품종인 KM1, KM2, KM3와 육성품종인 아세 24호, 아세 25호를 재배·전시하였다(그림 41). 대비품종으로는 베트남 리딩품종인 LVN10, LCH09, 캄보디아 리딩품종인 CP888 및 인도네시아 리딩품종인 P21등을 재배하였다. 전시포장은 2018년 4월 24일에 말레이시아 정부 농업 관계자 및 베트남 농업기술 센터 직원 등을 초청하여 현장평가회를 실시하였다. 차후 베트남뿐만 아니라 다른 지역에서도 전시포장을 확대하여 개발된 품종의 홍보효과를 강화할 예정이다.



그림 41. 베트남 전시포장 전경(2018년)

2019년 베트남 해외 전시포장은 전기/후기에 두 번 실시하였고 전기는 2019년 2월에 파종을 실시하였다. 전시품종은 출원품종 5품종(KM1~KM5), 선발교잡계 5품종(아세 14호, 아세 24호, 아세 26호, 아세 37호, 아세 38호)를 재배하였고 대비품종으로는 베트남 리딩품종인 LVN10, LCH09, 캄보디아 리딩품종인 CP888 및 인도네시아 리딩품종인 P21등을 재배하였다. 전시포장은 말레이시아 정부 농업 관계자, 베트남 농업기술 센터 직원 및 해외 딜러 등이 초청되어 품종을 평가하는 등 품종 홍보 효과를 강화하는 방안으로 활용되

었다(그림 42). 후기전시포장은 2019년 9월에 파종하여 재배하였으며(그림 43), 동일한 방법으로 개발 품종의 판매 및 점유율 확대를 꾀할 것이다. 2020년, 2021년 해외 전시포는 [○ 개발품종의 판매 확충을 위한 적응성 시험포 확충]에서 언급한 바와 같이 Covid-19의 여파로 기존의 전시포 확대 계획을 수정하여 필요한 장소에 필요한 품종만을 집중적으로 적응성 시험을 진행 시킨 후, 그 결과를 토대로 소수 품종만을 대상으로 진행하였다(그림 44). 2020년에는 베트남 육성 거점, 뚜옌꽝 및 목쩌우 지역에서 전시포를 진행하였고, 그 결과를 바탕으로 KM6의 품종 우수성을 확인하여 이를 홍보하였다. 2021년에는 전시포를 동치우 육성 거점과 Son la지역도 추가로 진행하여 중자 판매를 위한 품종의 브랜드 이미지를 최대한 끌어올려 홍보에 박차를 가하였다.



그림 42. 베트남 전시포장(2019년 전기)



그림 43. 베트남 전시포장(2019년 후기)

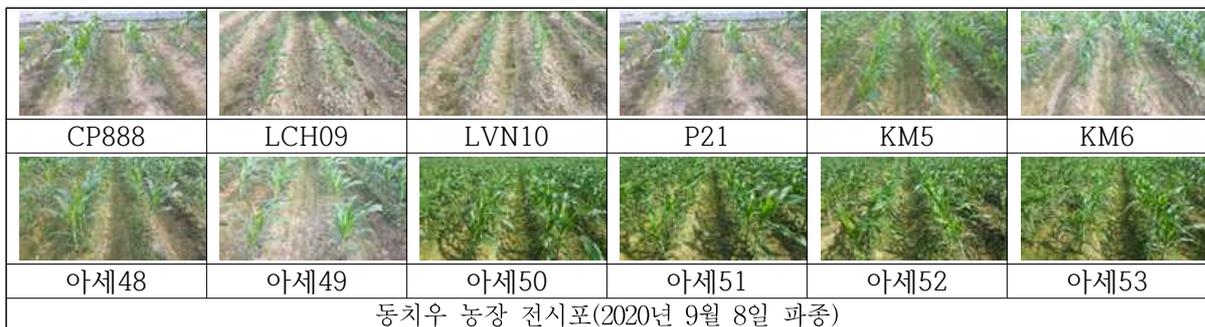




그림 44. 베트남 전시포장(2020년, 2021년)

○ 수출 목표 달성을 위한 영업 전략회의

현지 맞춤형 품종을 개발하고 종자 판매 마케팅 전략을 수립하여 수출 목표를 달성하기 위해 이천 소재 아시아종묘 생명공학육종연구소에서 Golden Seed Project 과제책임자 및 국내·외 영업팀과 함께 영업 전략회의를 실시하였다(그림 45). 영업 전략회의는 분기별 또는 해외 영업팀의 해외 출장 후 출장보고를 위주로 수시로 진행되었고 출장지의 관련 작물 시장 현황 보고 및 현지 거래처의 종자 시교 확대 가능성을 타진하여 수출을 도모할 수 있는 방향으로 진행되었다.



그림 45. 영업 전략회의

2020년에는 Covid-19사태로 인해 수출 목표달성을 위한 전략회의를 평년보다는 자주 이루어지지 못했지만 코로나 시대에 발맞추어 해외 영업을 진행할 수 있는 전략에 대해 많은 비중을 두고 회의를 진행하였다.(그림 46)



그림 46. 영업 전략회의

* 회의에서 주제로 다룬 내용은 수출 실적 및 차년도 계획에 언급함

○ 홍보 활동

-홍보자료 발간

국내로 수입되는 많은 옥수수 수확대체를 위한 기반조성의 일환으로 아시아종묘(주)에서 발간하는 주말농장 68호(등록번호 서울 마00016, 2017년 3월 5일 발행)를 통해 베트남에서의 옥수수 재배동향과 전망을 소개하고 아시아종묘의 식량종자 산업으로의 투자 및 품종육성을 홍보하는 자료를 발간(그림 47)하여 배포하였다. 2020년에는 신품종인 KM6의 해외 현지 품평회(베트남 북부 뚜옌꽝)를 통해 높은 생산성을 인정받은 내용을 토대로 2020년 주말농장87호에 내용을 언급하여 배포하였다.

	<p style="text-align: center;">아시아종묘, 베트남 현지 육성 옥수수품종 현장평가회 GSP사업으로 육성된 KM6품종, 높은 생산성 인정</p> <p>명이 참석하여 전시코장을 둘러보며 작황을 점검하고 수확량을 조사했다.</p> <p>20일 이상 지속된 가뭄과 27년 만에 베트남 북부지역에 발생한 장기적인 폭염 등의 생육에 불리한 환경에서도 KM6 품종은 태비종보다 40% 이상 중수율을 보여 1ha 재배 시 약 80t이 넘는 생산량을 보였다.</p> <p>Thang 부소장은 이번 제배된 6품종에서 가장 좋은 성적을 보인 KM6품종을 포함, 3품종을 선발해 가을 작기 각 품종 3개지역 6ha 면적에서 다시 한번 평가할 수 있는 자리를 갖기로 했다.</p> <p>또 "뚜옌꽝은 지역적으로 고밀도가 있어 안전하게 낙농업을 할 수 있는 좋은 지역으로 생각되나, 지역적으로 소규모로 분리되어 있는 제배면적을 보완하여 생산성의 효율을 높일 수 있는 부분을 고민해야 된다"고 말했다.</p> <p>아시아 종묘 허수영 소장은 "GPS 연구사업으로 동남아시아의 환경에 맞도록 베트남에서 육성된 KM6 품종이 베트남 식량작물연구소와의 협업을 통해 빠른 시일내에 베트남 시장에 공급될 수 있도록 노력할 것"이라며 "옥수수 뿐 아니라 아시아종묘의 우수한 품종을 베트남에 공급 하여 베트남 농민들의 농업발전에 기여 하겠다"고 밝혔다.</p> <p style="text-align: right;">기동성 채소 소식지 19</p>
	<p style="text-align: center;">현장 품종평가회 내용 발취(2019년)</p>

그림 47. 홍보자료 발간

-MOU체결

GSP 옥수수 프로젝트에 참여하고 있는 국립식량과학원 및 아시아종묘와 동남아 지역 사료사업을 주진 중인 코웰메트라(주) 간의 상호협력을 통해 국산 옥수수 종자의 수출사

업화에 기어코자 3자간 업무협약을 체결하였다(그림 48). 식량종자사업단은 말레이시아에 적응이 가능한 우량교잡계를 육성하여 코웰메트라에 적응성 검정 등을 위한 종자를 제공하고, 협약 당사자와 공동으로 말레이시아 현지 적응성 검정 시험 등을 수행한다. 코웰메트라는 적응성 검정을 위한 말레이시아 현지 포장을 확보하고 재배관리 및 특성평가 등을 GSP식량종자사업단 및 아시아종묘(주)와 공동으로 수행하며, 우량 교잡계 혹은 품종에 대해 지역 농가 대상 실증시험을 실시할 것이다. 아시아종묘는 최종 선발된 교잡계 및 품종에 대하여 시제품을 생산하고 시제품에 대해 소비자 선호도를 조사하는 등 상품화에 노력하며 상품화된 종자를 (주)코웰메트라에 공급한다. 품종개발, 종자생산·판매, 종자활용 및 기술 확산 등 3개 기관의 3개 기능이 협업을 통해 국산 옥수수 종자의 세계 시장 수출과 한국의 관련 선진기술을 세계 시장에 알릴 수 있는 좋은 계기가 될 것이다.

				
MOU 협약서	농업인 신문	농촌여성신문	한국농업신문	한국영농신문

그림 48. 식량종자사업단, (주)코웰메트라, 아시아종묘(주) 업무협약 및 홍보활동(2018년)

-해외 전시포 전시품종 평가회 홍보

베트남 현지 육종 농장(동치우 소재)의 전시포장에 재배중인 출원품종(KM1, KM2, KM3), 육성중인 품종(아세 24호, 아세 25호) 및 대비품종을 평가하고 홍보하기 위해 현장평가회를 2018년 4월 24일 개최하였다. 이 평가회는 아시아종묘와 국립식량과학원 중부작물부가 주최하고 말레이시아 정부 농업 관계자, 베트남 농업기술 센터 직원, 코웰메트라(주) 직원 등이 참석하여 개발된 품종의 특·장점을 설명하고 대비품종과의 차이를 설명할 수 있는 자리가 되었다. 평가회를 통해 식량종자의 해외사업 진출 성공과 국내 기업의 브랜드 인지도를 향상시킬 수 있는 좋은 계기였고 국내의 농민신문 등 5개사의 보도 자료를 통한 홍보효과를 얻을 수 있었다(그림 49).

				
농민신문	농촌여성신문	원예산업신문	월간원예	한국 영농신문

그림 49. 개발품종의 해외 현장평가회 홍보활동(2018년)

-해외 수출 사업 홍보

Golden Seed 프로젝트 옥수수 싹품종 개발 과제 홍보(그림 50)를 통해 국내 기술로 개발한 옥수수 품종을 열대지역 국가에 보급·상품화함으로써 국산 옥수수 종자의 세계화를 꾀하고 있다.



그림 50. 홍보활동(2019년)

○ 종자 교역회 및 박람회 참가를 통한 새로운 시장 개척

아시아중묘는 매년 국제종자교역회 6개국 6회, 해외 박람회 6개국 10회 등에 적극 참가하고 있으며, 향후 남미지역의 종자교역회 SSA 등 신규 국제 농업/원예 박람회 등에 적극 참가해 종자 수출지역을 확대해 나아갈 계획이다. 당사가 참가하고 있는 세계 각국 종자협회 교역회와 각종 박람회 현황은 표 38, 39 과 같습니다.

표 38.국제 종자 관련 협회 가입 활동 현황

협회명	협회명 및 주관기관	개최시기
ASTA (American Seed Trade Association)	미국종자협회	매년 1월 참가
ISC (Indian Seed Congress)	인도종자총회	매년 2월 참가
AFSTA (African Seed Trade Association)	아프리카종자협회	매년 3월 참가
ISF (International Seed Federation)	국제종자협회	매년 5-6월 참가
SSA (Seed Association of the Americas)	남아메리카종자협회	매년9월, 신규참가
ESA (European Seed Association)	유럽종자협회	매년 10월 참가
APSA (The Asia & Pacific Seed Association)	아시아태평양종자협회	매년 11월 참가

표 39. 주요 국외박람회 참가 활동 현황

박람회·전시회 명	국가 및 지역	개최시기	비고
Fruit Logistica	독일, 베를린	매년 2월	중기청 지원 / 수출역량강화사업
Wuhan Seed Fair	중국, 무한	매년 4월	
Sugwang Seed Fair	중국, 수광	매년 5월	
Sahara Expo	이집트, 카이로	매년 9월	신규참가

Beijing Seed Fair	중국, 북경	매년 9월	중기청 지원 / 수출역량강화사업
Asia Fruit Logistica	홍콩	매년 9월	신규참가
PMA 신선농산물박람회	미국	매년 10월	
Horti Fair	네덜란드, 압스테르담	매년 11월	AT농수산물유통공사 지원
Growtech Eurasia	터키, 안탈야	매년 12월	
Guangzhou Intl Seed Fair	중국, 우한	매년 12월	

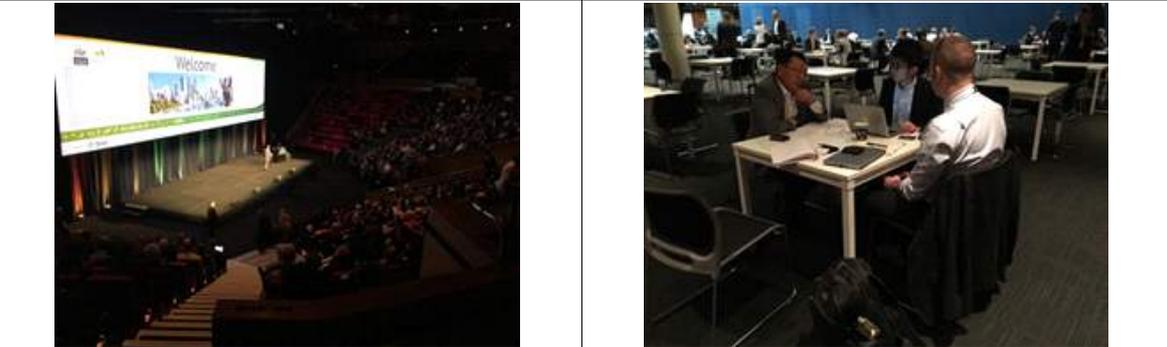
하지만 자사의 실정과 박람회 참석 인력상황에 따라 매년 모든 교역회와 박람회에 참석하기는 힘들고 참석하더라도 채소 및 원예품종의 홍보에 많은 부분을 할애하고 있습니다. 따라서 본 과제와 밀접하게 연관되어 전문적으로 신제품 소개를 할 수 있었던 태국농업박람회와 김제에서 개최한 제1회 김제 국제종자박람회, 2018 ISF 국제 종자총회 참가를 통해 옥수수 신제품 및 열대지역 수출형 옥수수 개발 현황에 대해 홍보하여 시장개척 확대 효과를 창출하였다(그림 51). 2018년 10월말에는 제2회 김제 국제종자박람회도 참가하여 옥수수 시장개척을 위한 홍보효과를 증대하였다.



태국농업박람회 참가(2017)



제1회 국제종자박람회 참가(2017)



2018 ISF 국제 종자총회 참석



제2회 국제종자박람회 참가(2018)
그림51. 종자박람회 참가 및 홍보활동

2019년에는 프랑스 니스에서 개최된 ISF 종자총회, 우즈베키스탄 타슈켄트에서 개최한 Agro Expo, 제3회 김제박람회 등을 참석(그림 52)하여 종자 교역이 가능한 거래선의 직접 연결을 통해 품종을 홍보하고 시장개척 확대효과를 최대한으로 창출하고자 노력하였다. 2020년, 2021년에는 Covid-19사태로 인해 세계적으로 국가 간의 이동이 제한되어 국외 지역의 국제 박람회의 참석은 코로나 이전인 2020년 2월초에 베를린에서 열린 박람회만 참석할 수 있었고(그림 53), 2021년에는 국내에서 개최된 국제 박람회인 전남 국제농업박람회와 김제 국제종자박람회만 참석하였다.



그림 52. 종자박람회 참가 및 홍보활동(2019년)



그림 53. 종자박람회 참가 및 홍보활동(2020년, 2021년)

바. 현지 마케팅 전문요원 영입을 통한 인적 인프라 구축 및 종자판매

○ 수출 확대를 위한 유통 및 마케팅 인프라 구축

본 프로젝트를 통해 개발된 현지 적응형 옥수수 신제품의 수출 판매를 위한 수출시장 개척 및 수출 증대 전략으로, 현지 딜러 및 현지 거래처를 확보하여 인적 인프라를 구축하고 있다. Golden Seed프로젝트 1단계 과제를 수행하면서 인도네시아 4곳, 말레이시아 3곳, 태국 8곳, 베트남 18곳, 필리핀 6곳, 캄보디아 2곳, 미얀마 1곳, 싱가포르 2곳 등 총 44개소의 거래처를 확보한 상황이다. 2단계 1차년(2017년)에는 개발품종의 특성과 재배적 측면에서 기후적인 특색이 비슷한 국가로 인프라를 확대하였다. 그 결과 태국 1곳, 베트남 2곳, 이스라엘 2곳, 이집트 1곳, 방글라데시 2곳, 스리랑카 1곳, 시리아 1곳, 요르단 2곳, 인도 7곳, 파키스탄 2곳 등 총 21개소를 추가 확보하였고 2차년(2018년)을 수행하고 있는 현재 인도 3곳, 대만 1곳, 미얀마 1곳을 추가 확보하였다. 2019~2021년 아시아종묘는 타 작물 거래처와도 잦은 협의와 논의를 통해 인적 인프라를 확대(2019년 7개소, 2020년 5개소, 2021년 5개소 확충)하여 Total 88개소의 마케팅 인프라를 구축(표 40)하여 옥수수 시장에 대한 조사와 영업 가능성 등을 동시에 타진하여 수출증대를 위한 역량을 꾸준히 강화해 나가고 있다.

표 40. 마케팅 기반 확보 현황

구분	국가	거래 처명	정보	Contact Person	비고
1	Indonesia	-	Bakulan, Trirenggo, Bantul Yogyakarta	Mr. Byung Yup Park	1단계
2	Indonesia	-	Jl Kelapa Molek VI, Blok Y2 No. 1	Mr. Ir. Ayub Darmanto	
3	Indonesia	-	Jl. Pasir Kaliki 112 Bandung, Jawa Barat 40171 INDONESIA	Ms. Candra Lily	
4	Indonesia	-	Ruko Malibu Square Blok B-30, Ji Pahlawan Seribu, BSD City, Lengkong Gudang Serpong,, Indonesia	Mr. Albert Lam	
5	Malaysia	-	No 36, Jalan IKS M6, Taman IKS Merdeka, Batu, Berendam 75350 Melaka	Mr. C.E.Gan	
6	Malaysia	-	40, Jalan Kip 10, Taman Perindustrian KIP, Kepong 52200 Kuala Lumpur	Mr. Chua Kim Aik	
7	Malaysia	-	SUITE L5-06 LEVEL 5, WISMA BU 8, NO.11, LEBUH BANDAR UTAMA, 47800 PETALING JAYASELANGOR, MALAYSIA	Mr. Lee Chee Kong	
8	Malaysia	-	Straits Garden Suite, No.349 A1-22-01, Jalan Jelutong, 11	진영신	2단계 4차년
9	Thailand	-	50/1 Moo.2 Sainoi-BangBuathong Rd, Sainoi	Mr. Sawitr Sangchan	1단계
10	Thailand	-	12/83 SOI THAKHAM3, RAMA2RD, BANGKHUNTIEN , BANGKOK 10150 THAILAND	Mr. Somchai	
11	Thailand	-	99/9 MOO 4 SUANPRIKTHAIMUEANG, PATHUMTHANI 12000	Ms. Bam	
12	Thailand	-	99/220TessabansongkroahLadyaoJatujakBan gkok10900	Mr. Udomsak Prom-in	
13	Thailand	-	92/5 PUTTAMONTON SAI 1,BANGRAMARD, TALING CHAN, BANGKOK 10170 THAILAND	Ms. Rintr Marutaralert	
14	Thailand	-	64/15 Moo.4 T.Pluakdaeng, A.Pluakdaeng, Rayong 21140, Thailand	Mr.Nirundon. Wannasawad	
15	Thailand	-	475(202/3-5) Charunsanitwong12 Rd. Thapra Bangkokyai Bangkok Thailand 10600	Mr. Panravee Techaritpitak	
16	Thailand	-	99/515SupalaiResort,CharoennakornRoad,Th onburi,Bangkok10600 Thailand	Mr.Apisith Thatsan	
17	Thailand	-	217M.8, Soiromyen 21, T.Phoeklang, Muang, Nakhonratchasima, postal code:30000 Thailand	Ms.Khomkhai Phuangpee	2단계 1차년
18	Vietnam	-	Lane 35th, Daidong Street, Thanhtri Ward, Hoangmai District, Hanoi	Mr. Nguyen Van Toan	1단계
19	Vietnam	-	No. 16, Alley 505/25, Lane 505 Tran Khat Chan Ha Ba Trung Dist. Hanoi	Mr. Do Dinh Hao	
20	Vietnam	-	76/23/5 Le Trong Tan St. Tay Thanh Ward, Tan Phu Dist. Ho Chi Minh City	Ms. Sushan	
21	Vietnam	-	21 Huynh Tinh Cua, Dist 3, Ho Chi Minh City	Mr. Takesh Dan	

구분	국가	거래 처명	정보	Contact Person	비고
22	Vietnam	-	282 Le Van Sy St, Tan Binh Dist, Ho Chi Minh City	Mr. Nguyen Quoc Phong	
23	Vietnam	-	No 37, Group 67, Yen Hoa, Cau Giay, Hanoi	Mr. Vu Ba Le	
24	Vietnam	-	An Lac - Trau Quy town - Gia Lam Dist. Ha Noi	Mr. Le Tien Thang	
25	Vietnam	-	28/3 Hoang Dieu 2 Rd, Linh Chieu Ward, Thu Duc Dist, Ho Chi Minh City	Mr. Le Van Son	
26	Vietnam	-	2 Ngo 190 Hoang Quoc Viet Co Nhue, Tu Liem Hanoi	Mr. Gian Nhuoc Tri	
27	Vietnam	-	2E - 2F le Quang Sung, Ward 2, Dist 6, Ho Chi Minh City	Mr. Ken Ngo	
28	Vietnam	-	07 Yen The Str, Ward 2, Tan Binh District, Vietnam	Mr. Tran Quoc Binh	
29	Vietnam	-	1 Bac Son, Ngoc Ha, Ba Dinh Dist, Ha Noi	Mr. Ngo Van Giao	
30	Vietnam	-	9.07 Block D plots, buildings Nhat Lan, line 54A, KP. 9, Tân Tạo Ward, Bình Tân District, Ho Chi Minh City	Ms. MAI HUYNH THI KIM	
31	Vietnam	-	No.47-Lane10,TonThatTungStreet,DistrietDongDa-HaNoiCity,VietNam	Ms. Nguyen Thi Ngoc Dung	
32	Vietnam	-	25/4 KP3, 31 street, Thanh Loc Ward, District 12, Ho Chi Minh City, Vietnam	Ms. Hong Thi Sinh	
33	Vietnam	-	No. 28, 11A Plot, Trung yen 10 str., Trung hoa Ward, Cau giay Dist. Hanoi	Ms. Hong Thai Le	
34	Vietnam	-	74 No.9 Street, Binh Thoi, Ward 8, District 11, HCMC, Viet Nam	Mr. VO BA VUONG	
35	Vietnam	-	No.2/26,7street,CuXaDoThanhWard4,District 3,HoChiMinhcity,VietNam	Mr. Vu Tran Thu	
36	Vietnam	-	17/34, Go Dau Street, Tan Quy Ward, Tan Phu District, Hochiminh City, Vietnam	Mr. Tran Cao Dai	2단계 1차년
37	Vietnam	-	2Ngo190HoangQuocViet,CoNhue, Tu Liem, Ha Noi	Mr. Jerry Kong	2단계 1차년
38	Vietnam	-	the floor 4, Tower 1, Times City, No. 458 Minh Khai street, Hai Ba Trung dist., Hanoi, Vietnam	Mr. Hoang Gia Minh	2단계 2차년
39	Vietnam	-	D103 -35 CU LOC Alley, THANH XUAN DISTRIC, HA NOI CITY, VIETNAM	-	2단계 3차년
40	Vietnam	-	No.2/26, 7 street, Cu Xa Do Thanh	-	2단계 3차년
41	Vietnam	-	2E Le Quang Sung Street, W.2,D.6 Ho Chi Minh City, Vietnam	-	2단계 4차년
42	Vietnam	-	Pho Moi-Lot2, Thach Khoi District, Hai Duong City, Hai Duong Province, Vietnam	-	2단계 4차년
43	Philippines	-	#1033 Kabatuhan St. Mapulang Lupa, Valenzuela City, 1448 Philippines	Mrs. Jocelyn D. Alcasabas	
44	Philippines	-	Suite 201, Pine Valley Plaza, JB012 Km4, La Trinidad, Benguet, Philippines	Mr. Socorro Caoili	1단계
45	Philippines	-	PO Box 701, Araneta Center Cubao CPO, Philippines	Mr. Cris R. Alibuyog	
46	Philippines	-	2nd Floor North Road Plaza Building	Mrs. Natalia	

구분	국가	거래 처명	정보	Contact Person	비고
			Labogon, Mandaue City, Province of Cebu, 6014	Becherer	
47	Philippines	-	PoblacionSur,TalaveraNuevaEcija,ThePhilipp ines.postalcode3114	Mr. Ferdinand Apan	
48	Philippines	-	540 Jenny's Ave., Maybunga, Pasig City, 1607 The Philippines	Ms. Pamela Chan	
49	Philippines	-	2nd Floor North Road Plaza Building LABOGON, MANDAUE CITY, PROVINCE OF CEBU, 6014, THE PHILIPPINES	Natalia Becherer	2단계 4차년
50	Philippines	-	Suite 201,Pine Valley Plaza,Km.4 La Trinidad, Benguet, PH	Nestor P. Caoili	2단계 4차년
51	Cambodia	-	#213-BC, st.63, Boeung Keng Kang I,Khan Chamkar Morn, Phnom Penh	Mr.Sanphirom Sar	
52	Cambodia	-	No. 584, St. 21, Ta Khmao, Kandal, Cambodia	Ms. Paweena Man	1단계
53	Myanmar	-	No.26,PadonmarStadium,BargayarRoad,Sanc haungTownship,Yangon,MyanmarZipcode:11 111	Ms. Khin Myo Khaing	
54	Myanmar	-	No.570, Thumana Street,Ward 16/4, Thingangyun Township,	Ye Kyaw Thu	2단계 2차년
55	Singapore	-	BLK 276 CHOA CHU KANG, AVE.2 #12-307, SINGAPORE 680276	Ms. Joyce Ho	
56	Singapore	-	7030 Ang Mo Kio Avenue 5 #08-35 Northstar@AMK Singapore 569880	Ms. Eng Ting Ting	1단계
57	Israel	-	28 Hataas St. Kfar-Saba 44425 PO BOX 7123, ISRAEL	Amir Reuveni	2단계 1차년
58	Israel	-	24HillelStreet,JBCBuilding,5thFloor	Devorah Hazanovitz	2단계 1차년
59	Egypt	-	45 EL Gomhoureya st., Opera sq., Downtown Cairo, Egypt	Mr.Youssef	2단계 1차년
60	Bangladesh	-	CHANDNI BAZAR, BOGRA, BANGLADESH	Baniat Hossain	2단계 1차년
61	Bangladesh	-	145,Siddique Bazar, Dhaka-1000 Bangladesh	Alamgir Hossain	2단계 1차년
62	Bangladesh	-	House #1/C,Park Site Apt.,Road#10,Baridhara,Dhaka-1212,Banglad esh	-	2단계 3차년
63	Sri-Lanka	-	65, Jetawana Road,Colombo-14, Sri Lanka	Priyanga Dematawa	2단계 1차년
64	Sri-Lanka	-	119/9 Heerasagala Road, Kandy, Sri Lanka	-	2단계 3차년
65	Syria	-	Bliss street,Suit 801,Concord Building Beirut Lebanon	Mr. Bassem Ramadan	2단계 1차년
66	Jordan	-	P.OBox621352Amman11162 Jordan	Mr.Darawi	2단계 1차년
67	Jordan	-	29-Queen Rania Street, Abdallah Slim Center, Unit 406, Ammanm, Jordan	Amman, Jordan	2단계 1차년
68	India	-	808 Babukhan Estate Basheerbagh Hyderabad	Mr.Naresh	2단계 1차년
69	India	-	41 Indra market old subzi mandi Delhi110007	Mr.Raman Uppal	2단계 1차년
70	India	-	old Subji Mandi,near hall gate Amritsar	Mr.Deepak	2단계

구분	국가	거래 처명	정보	Contact Person	비고
			Punjab	Malik	1차년
71	India	-	Bidadi562 109 Bangalore Dist	Mr.Benedict Reddy	2단계 1차년
72	India	-	33,Noble House,Khera Kalan, Delhi-110 082 India	Mr.Lakshmi M.N.	2단계 1차년
73	India	-	Sy. No.: 64P & 79P, Block 1, 3rd Floor	S.Ramesh	2단계 1차년
74	India	-	No.12 KHB Industrial Area	Mr.Om Prakash Choudhary	2단계 1차년
75	India	-	A-3 Panchwati Opp.New Subzi Mandi Azadpur Delhi-110034	Mr.Akshay Pahuja	2단계 2차년
76	India	-	Gut No 66 Village Narayanpur (BK) Po. Waluj,Tq. Gangapur Aurangabad	Mr.Satish Joshi	2단계 2차년
77	India	-	Gut No. 233, Chitegaon, Tq. Paithan, Dist. Aurangabad - 431105	Dr. Kataria Shashi	2단계 2차년
78	India	-	Flat 2E Surysadan,RGM166 Teghoria VIP Road Kolkata-700059	-	2단계 3차년
79	India	-	Noble Agro Bio tech Pvt. Ltd.	-	2단계 5차년
80	India	-	Kalash Seeds Pvt. Ltd.	-	2단계 5차년
81	India	-	Pahuja Seeds Pvt. Ltd.	-	2단계 5차년
82	India	-	Doctor Seeds Pvt. Ltd.	-	2단계 5차년
83	Pakistan	-	By Pass Road, Sahiwal, Pakistan	Mr.Ahad Sardar	2단계 1차년
84	Pakistan	-	Decent Towler Viewing Factory Shakhi StreetJ humra Road Faisalabad,	Muhammad Ishfaq Javed	2단계 1차년
85	Pakistan	-	op Allied Bank Vegetable Market Shikarpur Shind PAKISTAN	-	2단계 3차년
86	Pakistan	-	10, Old Vegetable Market Hyderabad, Sindh, Pakistan, 71000	-	2단계 3차년
87	Taiwan	-	3F, No.22 Huai-Ning St., Taipei, Taiwan 10046	Kazu Kamata	2단계 2차년
88	Uzbekistan	-	Agro Master	-	2단계 5차년

* 아시아종묘 회사 내 보안 유지를 위해 거래처 및 연락처는 생략

○ 해외마케팅 전문 인력 양성

당사는 중소기업청, KOTRA, 무역협회 등에서 지원하는 무역 전문 인력 교육을 통하여 신규 및 기존 직원들의 무역실무능력을 배양하고 있습니다. 또한 당사의 생명공학육종연구소에 작물의 생리 및 재배 기술, 품종의 세부 특성 교육 등을 위탁하여 세계 어디에서든지 당사 품종의 우수성을 널리 알릴 수 있는 전문 인력을 육성하고 있습니다.

○ 국가별 종자 판매업체 확보 및 수출(2019년)

당사는 개발된 품종의 적응성 및 종자생산성 검정 과정을 거치면서, 기술 경쟁력을 확보한 옥수수 종자를 전시포 운영, 해외 바이어 초청, 시교 사업 및 홍보를 통한 마케팅 전

략으로 옥수수 종자를 수출하기 시작하였다. 옥수수 종자의 판매액은 10만 \$ 정도였고 국가별로 종자를 판매할 수 있는 종자 판매 업체를 10개소 확보하였다(표 41, 표 42)).

○ Covid-19시대의 국가별 종자 판매업체 확보 및 수출(2020년, 2021년)

2020년 한해는 세계적으로 코로나 사태를 맞이하여 “Covid-19 세계 거시 경제에 미치는 영향: 7개의 시나리오”에서 세계 사망자 수는 최고가 1,518만 명, 최악의 경우 6,834만 명에 이른다고 하고 세계총생산(GDP)는 최선의 시나리오에서는 2.3조 달러, 최악의 시나리오에서는 9.2조 달러가 없어진다고 예측했다(브루킹스 연구소). OECD는 금융 위기 이후 가장 심각한 위기에 직면해 있다며 세계 경제 성장률은 2019년의 2.9%에서 2.4~1.5%까지 하락할 가능성이 있다고 예측했다.

종자 산업도 예외는 없었다. 본사(아시아종묘)는 코로나 사태로 인해 해외 영업이 극도로 제한되었고 이는 곧 매출 하락이라는 결과를 가져왔다. 코로나 시대는 종자산업 전반에 걸쳐,

- 국내·외 레스토랑의 휴·폐점→ 작물재배농민 급감을 통한 종자 판매 미진
 - 1분기 종자 Panic-Buying 현상으로 인해 단기간에 주문량이 급증하였지만 선박, 항공을 이용한 물류비의 수직 상승으로 수출이 제한됨→ 종자 오더 감소 현상 심각
 - 중국 및 동남아 지역의 수출은 대부분 현지에서의 달러를 통해 매출이 이루어졌으나 출국 및 입국 제한으로 인한 영업 불가능→ 소비 시장 사라짐
 - 타 회사의 경우, 인도네시아 수출 종자의 종자 검역 강화로 인한 전량 통관 부적격 판정 및 폐기→ 선박 이용률 급감
 - 해외 출장 제한으로 인해 해외 생산지 컨트롤에 비상→ 종자 순도, Virus 감염여부, 종자충실도 등을 확인 불가능
 - 신품종 시교사업을 위해 EMS를 통해 종자를 보냈지만 전달 불가능한 지역이 다수→ DHL등 다른 업체를 알아보았지만 비슷한 실정이었고 물류비 또한 배 이상 증가
- 위와 같은 사례와 현실은 종자 수출을 위한 사업에 많은 어려움을 초래했다. 하지만 수출전략회의 등을 통해 코로나 시대에 가능한 영업 전략을 세우고 마케팅팀과 해외법인 그리고 해외 거래처 및 딜러들과의 비대면 화상회의, 소셜 네트워크(표 43) 등을 최대한 활용하여 2020년 수출 실적 15만 3천불(종자 판매 업체 10개소 이상 확보), 2021년에는 수출 실적 17만 8천불(종자 판매 업체 30개소 이상)을 달성하였다.

표 41. 마케팅 기반 확보 현황

구분	수출계약국가	수출일	거래기관(기업명)	비고
1	터키	2019-01-21	Metgen	2019년
2	미국	2019-02-22	Orsetti Seed Company	
3	중국	2019-02-26	Toplant Seeds Ltd.co.	
4	말레이시아	2019-03-12	AGRONICHE	
5	리비아	2019-03-31	Tiba For Importing	
6	중국	2019-04-01	Chengdu Xiyue	
7	말레이시아	2019-04-25	Green world genetics	
8	케냐	2019-05-15	Agri Seedco	
9	싱가포르	2019-07-20	Ban Lee Huat	
10	스리랑카	2019-08-09	Robin	
11	베트남	2020-03-18	C.H Vietnam Co.,Ltd.	2020년
12	베트남	2020-05-06	TNHH MTV	
13	베트남	2020-07-26	Trang Nong Seeds Co., Ltd	
14	베트남	2020-07-30	TRAN VINH	
15	미국	2020-01-15	Westar Seeds	
16	미국	2020-02-24	Johnny	
17	미국	2020-03-20	Kitazawa Seed Company	
18	대만	2020-06-10	대만 Yumei Biotec Corporation	
19	방글라데시	2020-06-20	Mollika Seed Company	
20	일본	2020-08-09	kajitsudo	
21	대만	2021-01-28	SUNTECH SEED CO.,LTD	2021년
22	일본	2021-01-10	Futaba seed Co., Ltd.	
23	미국	2021-02-27	Seed Plus	
24	필리핀	2021-01-27	RAMGO	
25	필리핀	2021-02-20	F.A. GREENSEEDS CORPORATION	
26	대만	2021-02-18	Yumei Biotec Corporation+E182	
27	요르단	2021-03-02	Oula seed	
28	싱가포르	2021-03-11	Easi Garden LLP	
29	대만	2021-05-18	Yumei Biotec Corporation	
30	베트남	2021-05-20	Phu Nong Seeds	
31	필리핀	2021-06-19	F.A. GREENSEEDS CORPORATION	
32	베트남	2021-07-02	TRAN VINH	
33	베트남	2021-07-09	Phu Nong Seeds	
34	베트남	2021-07-12	C.H Vietnam Co.,Ltd.	
35	우즈베키스탄	2021-10-16	Agro Master	
36	인도	2021-09-11	Hayleys Agro	
37	베트남	2021-08-02	Hat Giong The Gioi	
38	베트남	2021-08-19	Tri Nong Import Export Seed Plants	
39	인도	2021-08-12	인도 AGROIMPEX	
40	방글라데시	2021-08-20	Mollika Seed Company	
41	대만	2021-08-21	대만 Poyu Seed	
42	베트남	2021-08-31	LINH AN HAN NONG	
43	오만	2021-09-03	Modern Majan Deserts (오만)	
44	말레이시아	2021-10-03	AGRONICHE	
45	방글라데시	2021-10-09	Ispani Agro Limited	
46	베트남	2021-10-08	Moc Lan Vien	
47	중국	2021-10-19	Changle Shiping	
48	일본	2021-10-21	kajitsudo	
49	인도	2021-01-22	Syngenta India Ltd.	
50	인도	2021-03-12	Noble Agro Bio tech Pvt. Ltd.	
51	인도	2021-05-04	Kalash Seeds Pvt. Ltd.	
52	인도	2021-06-09	Pahuja Seeds Pvt. Ltd.	
53	인도	2021-06-22	Doctor Seeds Pvt. Ltd.	

표 42. 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2017년 ~ 2021년 (5년)			
	소요예산(백만원)	300			
	매출규모 (US \$)	2019, 2020 년	2021 년	3년후	
		25.2만불	17.8만불	3년 누적 80만불	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	-	-	-
국외		-	-	-	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		육종 기술 및 종자 수출을 위한 마케팅 기술을 적극 활용하여 단육수수 품종의 개발과 수출을 꾀하고자 준비			

표 43. Covid-19시대의 종자 수출을 위한 마케팅 전략

마케팅 전략	구체적인 내용
비대면 실시간 소통 기회 창출	-마케팅 전략팀과 해외 거래처/딜러들 간의 수시 화상회의 진행 -KOTRA에서 주관하는 해외 거래처와의 화상회의 적극 활용 -현재 동남아 거래처와의 화상회의를 위해 핫라인을 많이 확보함
소셜 네트워크 서비스 활용	-인스타, Face Book 등 소셜 네트워크 활용 -해외 권역 및 국가별 마케팅 담당자를 확보하여 우수 품종 및 신품종 홍보 -수출 타깃 지역의 소비패턴 및 선호 품종의 특징을 공유하여 효율적인 시장 공략
영상물을 제작하여 홍보에 활용	-Field-Day 영상물을 제작하여 우수품종 및 신품종 홍보효과 -동영상 CATALOGUE 및 e-Book 제작을 통한 스마트 홍보강화
해외 법인의 적극 활용	-해외 법인 인근 지역부터 브랜드 세일즈를 통한 마진을 증대 -종자 브랜드화를 통한 시장 확대 및 세일즈망 구축

제 3 절 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발을 위한 육종효율 증진

〈 연구수행 결과 요약 〉

1. 분자마커 개발을 위한 RIL 집단 육성

가. 열대지역 유래 유전자원을 이용한 RIL 집단 육성

○B73 x Ki11 F7 203개 집단, Ki11 x Ki3 F6 216개 집단 육성.

2. 내건성 및 노균병 저항성 선발을 위한 분자마커 개발

가. 내건성 관련 분자마커 및 발현마커 적용 및 평가

○내건성 관련 분자마커 적용 및 평가

- 26개 NAM parent line을 기준으로 설정한 마커 조합과 *de novo* marker 조합이 가장 신뢰도가 높고 실용화 가능성이 높은 내건성 관련 분자마커라고 판단됨.

○내건성 관련 발현마커의 적용 및 평가

- *de novo* marker 분석 결과 유묘기 지상부에서 반응하는 transcript_1, 12, 34, 35, 40을 발굴함.

나. RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발

○RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커의 유전자 기능 평가

- Ki11, Ki3, B73, 강다육의 leaf, tassel, silk 샘플에 17개 발현마커를 적용
- 내건성 품종인 Ki11의 silk에서 발현마커 4개 (GRMZM2G076723, GRMZM2G137046, GRMZM2G301934, GRMZM2G440866)의 발현량이 증가함. tassel에서는 GRMZM2G301934이 발현량이 증가함. GRMZM2G301934의 경우 Ki11과 B73에서 모두 증가하는 것으로 나타나 ASI와 관련 있는 유전자라고 판단됨.
- 내건성 품종 Ki11을 기준으로 조직별 발현량을 비교분석하여 6개 유전자 선발: GRMZM2G076723, GRMZM2G137046, GRMZM2G301934, GRMZM2G440866, GRMZM2G139977, GRMZM2G378580
- V7과 V9 stage에서 한발 스트레스 처리 후 qRT-PCR로 발현량을 비교 분석: GRMZM2G076723 과 GRMZM2G137046은 내건성에 관여하는 유전자로 판단됨.
- 생식생장기(tassel이 발달되는 시기지만 지엽 밖으로 나오지 않고 tassel이 손으로 잡힐 때)에 한발 스트레스를 처리 후 qRT-PCR 발현량 비교 분석: 이전에 선발된 GRMZM2G076723 유전자에서 다시 한 번 내건성에 관여하는 유전자로 확인됨.

○B73 RNA-seq data module 분석을 통한 내건성 관련 유전자 발굴

- 조직 및 stage 별 내건성 특이 유전자 발굴을 위해서 NCBI database에서 B73 RNA-seq data 144개를 수집함.
- 수집한 data는 BBDUK tool, STAR tool, HTSeq softwar, WGCNA tool을 이용하

여 module을 분석함.

- 총 38개 module 중 내건성 관련하여 heatmap과 발현량을 비교분석한 결과 6개 module 선발: darkgrey, lightlink4, novajowhite2, red, salmon, salmon4
- 생식생장기에 한발 스트레스 처리 후 qRT-PCR 발현량 비교 결과 4개의 유전자가 내건성에 관여하는 것으로 판단: GRMZM2G328988_T01, GRMZM2G479556_T01, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02
- 생식생장기에 한발 스트레스 처리 이후 recovery된 샘플을 이용하여 qRT-PCR 분석 결과 GRMZM2G328988_T01, GRMZM2G099160_T01, GRMZMeG470556_T01, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02, GRMZM2G077844_T02 등 선발: 내건성 품종에서 down되는 지표를 이용함.
- 배양실(실내 공간)에서 영양생장기(7-8엽기)에 한발 스트레스와 recovery를 통해 내건성에 관여하는 유전자로 9개 선발: GRMZM2G139977, GRMZM2G378580, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02, GRMZM2G360455_T04, GRMZM2G137046, GRMZM2G139977, GRMZM5G895046_T01, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G118344_T01, GRMZM2G360455_T04

○실내에서 옥수수 한발 스트레스 평가를 위한 실내 검정지표 설정

- 계절적으로 실외 실험이 불가할 때 배양실에서 쉽게 이용할 수 있는 연구 시스템을 구축함.
- 배양실에서 영양생장기(6-8엽)에 한발 스트레스를 처리하여 식물체의 표현형과 내건성 관련 평가 지표를 동시에 빠르고 쉽게 확인이 가능함.

다. 노균병 저항성 관련 QTL 마커 분석

○RIL 집단을 이용한 QTL 유전자 지도 작성

- B73 x Ki11 F7 192 line을 이용하여 노균병 저항성 관련 QTL 분석 수행. 7개 QTL을 발굴하여 left, right flanked marker 근처에 존재하는 후보 유전자 32개를 이용한 qRT-PCR 분석 수행. 노균병 저항성과 관련 있을 것으로 판단되는 최종 16개의 후보 유전자 발굴.

○노균병 저항성 후보 유전자 선발

- 노균병 저항성 관련 후보 유전자 선발을 위해 QTL 지역에 존재하는 전사체를 수집함. 전체 62개 전사체 중 15개 전사체에서 노균병 저항성과 감수성 품종에서 발현량 패턴의 차이가 보임.
- 수집된 62개 전사체의 서열정보를 이용하여 Pfam domain을 분석함. AC210003.2_FG004, GRMZM2G342564, GRMZM2G040095, GRMZM2G028643, GRMZM2G128315, GRMZM2G330907 등은 병 저항성에 영향을 미치거나 연관이 있는 것으로 알려져 있음.

- 노균병 저항성 QTL 분석을 통해 QTL을 발굴하고, 해당 지역에 존재하는 전사체를 선별하여 qRT-PCR을 통해 발현량 패턴을 분석함.
- 이전에 선별된 후보전사체 중 Ki11에서 발현이 높은 전사체와 노균병에 감염된 감수성 계통의 발현이 높은 전사체 위주로 선별하여 RT-PCR을 분석함: 최종적으로 7개의 전사체 (GRMZM2G000816, GRMZM2G131733, GRMZM2G091201, GRMZM2G106190, GRMZM2G137118, GRMZM2G122410, GRMZM2G106140)를 추가로 발굴함.

라. 노균병 저항성 발현양상 분석

○개발된 마커를 활용하여 노균병 저항성 여부 및 활용도 검정

- 노균병 저항성 관련 유전자라고 판단되는 *Bak1*을 이용한 Y2H library를 구축.
- 이전년도 연구 결과와 당해년도 QTL 분석 결과를 토대로 노균병 저항성과 관련이 있을 것으로 판단되는 6번 염색체 지역을 선정하였으며 해당 부위에 존재하는 후보 유전자 38개를 선별하여 발현마커를 제작함. qRT-PCR을 통해 노균병 저항성과 관련 있을 것으로 판단되는 5개 후보 유전자(GRMZM2G067122, GRMZM2G171139, GRMZM2G129247, GRMZM2G122709, GRMZM2G129288)를 선별함.

○발굴된 전사체의 SNP 분석을 통한 population에서 마커 검정

- 전사체 분석으로 발굴된 노균병 저항성 관련 전사체들에 대하여 gene-based 마커로 개발하기 위하여 발굴 전사체 *OFp*와 *Ppr*에 대한 full length gene을 발굴함.
- *Ppr*의 SNP를 중심으로 HRM을 분석한 결과 B73과 Ki11에서 명확한 SNP가 발굴됨.
- *Bak1*, *Ppr*, SLC35F1 등 노균성 후보 유전자들에 대하여 특이적 SNP를 탐색하여 HRM을 수행함.
- 노균성 후보 유전자 *Bak1*, *Ppr*, SLC35F1의 SNP를 활용하여 다중 비교했을 경우 감염율 15%이하의 저항성 계통을 완벽하게 선별이 가능함.

○Yeast two hybrid를 통한 상호작용 유전자 발굴 및 노균병 저항성 메커니즘 검정

- 선행연구에서 발굴된 노균병 저항성 후보 전사체인 *Bak1*에 대하여 상호작용을 하는 유전자군을 발굴하기 위하여 yeast two hybrid를 수행함.
- 추가로 노균병 마커로 개발 중인 *Ppr*을 이용하여 pGBT9 벡터에 subcloning을 수행하여 벡터를 구축함.

1.분자마커 개발을 위한 RIL 집단 육성

가. 열대지역 유래 유전자원을 이용한 RIL 집단 육성

<1차년도>

- 열대지역은 한발 및 노균병에 의한 옥수수 수량 피해가 매우 심각하다. 따라서 열대지역 종자시장 경쟁력을 갖기 위해서는 내건성 및 노균병 저항성을 갖는 품종 개발이 필

요하다. 이러한 품종 개발을 위해서는 한발 및 노균병 관련 유전자 발굴 및 분자마커 개발이 필요하며, 열대지역 유래 품종을 이용한 RIL 집단은 매우 중요한 실험재료로 사용될 수 있다.

- RIL 집단 육성을 위해 열대지역 유래 품종을 수집하였고 그중 B73, Ki3 및 Ki11을 파종하여 RIL 집단을 육성하였다. B73은 한발 감수성 및 노균병 감수성, Ki3은 한발 감수성 및 노균병 저항성, Ki11은 내건성 및 노균병 저항성 품종으로 알려져 있어 추후 수행할 내건성 및 내병성 분자마커 개발에 효용성이 높다고 판단하였다.
- 이중 B73 x Ki11은 한발 감수성, 내건성 및 노균병 감수성, 저항성 품종의 조합으로 본 연구 과제 수행에 가장 적합한 RIL 집단으로 F6-F7 200 계통 육성에 중점을 두고 있다 (Table 1, Figure 1).

Table 1. List of RIL using tropical origin cultivars in 2017.

RIL	Number of lines		
	F5	F6	F7
B73 x Ki11	203	153*	91*
Ki11 x Ki3	216	168	

*200 계통 육성을 목표로 부족한 것들은 파종하여 자가 교배 수행 중



Fig. 1. F6 seeds production in green house.

<2차년도>

- B73 x Ki11과 Ki11 x Ki3 F6~를 육성하기 위해 동국대학교 일산 실험 농장에 파종해 자가 교배를 진행하여 최종 200 계통 이상을 육성하였다(Table 2). 두 집단 중 B73 x Ki11은 노균병, 한발 감수성(B73), 노균병 저항성, 내건성(Ki11) 품종을 이용하여 만든 집단으로 노균병 저항성 관련 QTL 분석에 이용할 예정이다. 우선적으로 모부본(B73, Ki11)에 수집한 SSR, RFLP 마커를 스크리닝 하여 다형성을 분석하고 자식 세대에 적용할 예정이다. 또한 동남아시아 현지 포장에 자식 세대를 이용한 노균병 저항성 스크리닝을 통해 표현형을 분석하고 유전형-표현형 분석을 통해 QTL mapping을 수행할 예정이다.

Table 2. List of RIL using tropical origin cultivars in 2018.

RIL	Number of lines	
	F5	F6~
B73 x Ki11	203	203
Ki11 x Ki3	216	216

<3차년도>

- B73 x Ki11 F7 집단은 line 별 100립 이상 보유하는 것을 목표로 동국대학교 실험 농장에서 증식을 하여 총 203개 line을 확보하였다. Ki11 x Ki3 F7 집단은 추후 필요 여부에 따라 육성하는 것으로 계획하고 있다(Table 3).

Table 3. List of RIL using tropical origin cultivars in 2019.

RIL	Number of lines	
	F6	F7
B73 x Ki11	203	203
Ki11 x Ki3	216	-

2. 내건성 및 노균병 저항성 선발을 위한 분자마커 개발

가. 수량 측정을 통한 성숙기 내건성 평가

<1차년도>

- 옥수수 수량에 영향을 미치는 요인은 다양한데 그 중 한발 스트레스는 수량에 매우 치명적인 요인이다. 일반적으로 옥수수가 한발 스트레스를 받을 경우 수량 감소, ASI의 증가, 잎의 노화, 주당 이삭수 감소, 이삭당 종실수 감소, 도복, 식물체 전체적인 성장 저해 등 다양한 영향을 미친다고 알려져 있다(Zaman-Allah *et al.*, 2016). 이중 수량에 가장 직접적으로 영향을 미치는 ASI 평가를 수행한 결과 B73과 Ki11은 한발 스트레스를 받아도 ASI가 많이 증가하지 않는 것을 확인 할 수 있었고 Ki3와 평안옥의 경우 ASI가 2배 이상 증가한 것을 확인 할 수 있었다(Figure 2). 기존에 알려진 정보에 의하면 B73과 Ki3는 한발 감수성 품종으로 알려져 있는데, B73의 경우 품종 특성상 ASI가 짧고 한발 스트레스를 받아도 ASI에 대해서는 큰 차이를 보이지 않는다고 한다. 따라서 한발 스트레스와 ASI의 연관성을 확인하기 위해서는 수량 평가가 필요하다고 판단하여 수량 평가를 수행하였다.

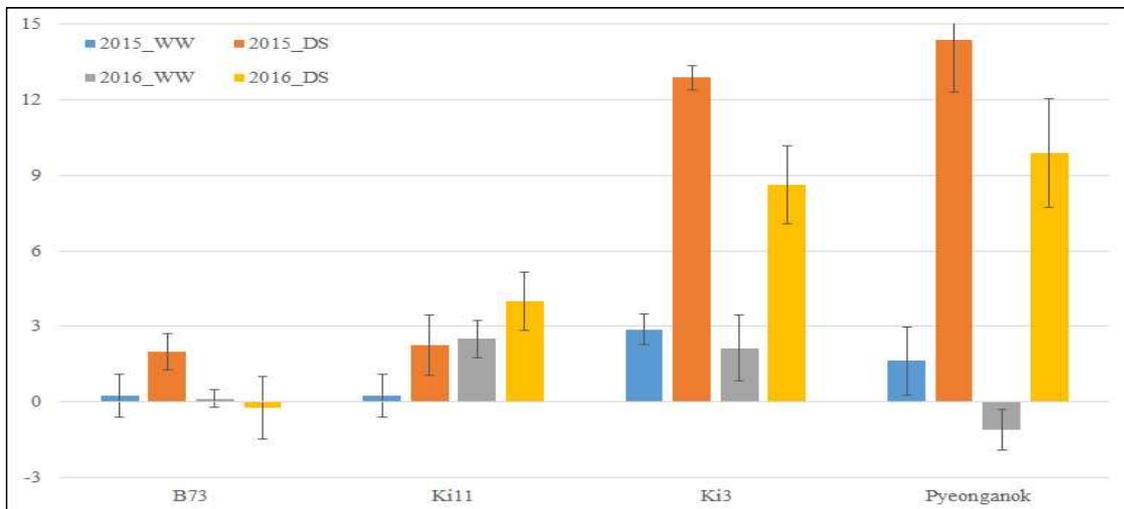


Fig. 2. Mean and standard deviation of ASI (days) for maize under WW and DS.

- 토양 수분 함량 조절이 원활해야 하는 내건성 실험 특성을 고려하여 비가림 하우스 내에서 직경 37cm, 높이 37.5cm (약 20 L)의 원형 포트를 사용하여 수행하였다(Figure 3). 성숙기 ASI의 변화를 관측하고자 지엽에 응수가 잡힐 때(VT stage)에 수분 공급을 7일간 중단하였으며 2일이 경과하였을 때 토양 수분 함량이 10%에 도달하였고 7일 후 토양 수분 함량은 4-5%, 토양 수분 포텐셜은 -1.5 ~ -2.3 MPa로 측정되었다. 한발 스트레스 처리 후 정상적으로 수분 공급을 하여 이삭당 종실수, 백립중, 수량을 측정하였다.



Fig. 3. Maize drought treatment in greenhouse.

- 평안옥은 이삭당 종실수가 50% 감소, 백립중은 0.03%, 0.05% 증가, 수량은 44%, 45% 감소한 것으로 나타났다. 이는 한발 스트레스로 인해 ASI가 증가하여 수정률이 감소하여 이삭당 종실수가 줄어들었으나 등숙기에 정상적으로 수분 공급이 이루어지면서 상대적으로 적은양의 종실을 가지고 있는 대조군의 종실의 무게가 증가한 것으로 판단된다. 한경대 2015년 내건성 연구 결과에 따르면 평안옥의 경우 개화기 한발 처리 시 수량이 53% 감소한 것으로 보고되었다. 이는 본 연구진의 결과와 유사한 경향을 보이는 것을 확인 할 수 있었다.
- Ki3는 이삭당 종실수가 40%, 37% 감소, 백립중은 7% 감소, 수량은 44%, 42% 감소한 것으로 나타났다. 한발 감수성 품종으로 알려진 정보와 유사한 결과를 보이는 것을 확인 할 수 있었다.
- B73는 이삭당 종실수가 32%, 36% 감소, 백립중은 12%, 9% 감소, 수량은 40%, 41% 감소한 것으로 나타났다. B73은 한발 감수성 품종으로서 품종 특성상 한발 스트레스를 처리해도 ASI가 증가하지 않는 경향을 보였는데, 수량 결과는 한발 처리 시 40%이상 감소한 것으로 보아 한발 감수성 품종으로 알려진 정보에 부합하는 것을 확인 할 수 있었다.
- Ki11는 이삭당 종실수가 8%, 12% 감소, 백립중은 3%, 2% 감소, 수량은 11%, 14% 감소한 것으로 나타났다. Ki11은 내건성 품종으로 알려진 정보대로 유의미한 결과를 얻을 수 있었다(Table 4).

Table 4. Number of grains per ear (n), 100-grain weight (g) and grain yield (kg/plant) of different maize genotypes under WW and DS.

Cultivars	#	Number of grains per ear (n)		100-grain weight (g)		Grain yield (kg/plant)	
		WW	DS	WW	DS	WW	DS
Pyeonganok	1	473.21±78.46	239.41±47.74	24.56±1.39	25.54±3.12	11.62±2.04	6.07±1.19
	2	477.82±145.38	239.20±65.60	24.99±2.47	26.28±1.97	11.83±3.50	6.28±1.74
Ki3	1	296.00±37.97	178.25±32.12	22.80±1.37	21.28±0.89	6.78±1.21	3.79±0.68
	2	296.07±50.31	185.88±29.60	22.88±1.16	21.38±0.52	6.80±1.34	3.97±0.61
B73	1	285.71±63.36	194.85±45.48	23.90±1.58	21.06±0.82	6.88±1.83	4.10±0.94
	2	305.09±98.86	195.58±43.03	23.10±1.72	21.21±0.94	7.07±2.50	4.16±0.98
Ki11	1	294.73±76.30	272.14±40.34	23.53±1.70	22.82±1.80	6.94±1.99	6.19±0.92
	2	322.18±74.67	284.17±30.51	21.84±1.11	21.58±1.33	7.05±1.75	6.13±0.77

- CIMMYT 2016년 옥수수 한발 스트레스에 대한 표현형 분석에 따르면 일반적인 한발 스트레스를 받을 경우 20-30% 감소하고 심각한 한발 스트레스를 받을 경우 40-50% 수량이 감소하며, 이를 기준으로 내건성 혹은 한발 감수성 품종을 선발해야한다고 한다. 이 기준으로 평가하였을 때 Ki11은 내건성 품종, 평안옥, B73, Ki3는 한발 감수성 품종으로 분류 할 수 있을 것으로 판단된다.

<2차년도>

- ASI와 수량의 연관성을 파악하기 위해 1년차에 수행했던 수량 평가를 국내외 유전자원을 추가하여 반복실험을 수행하였다. 품종 선발 기준은 기존에 ASI 평가를 수행했던 품종들 중 한발 스트레스에 대한 반응이 개체 간 차이가 크지 않은 품종으로 선발하였다. 한발 스트레스 처리를 위해 비가림 하우스에서 직경 37cm, 높이 37.5cm (약 20L)의 원형 포트를 사용하여 수행하였다. 각 품종별로 control, drought 20개체씩 실험을 진행하였고 스트레스 처리 방법은 이전과 동일하다(Figure 4).



Fig. 4. Estimation of ASI and grain yield in greenhouse.

- 실험 품종들 중 신평옥이 화분비산기와 출사기가 가장 빨랐으며 청다옥이 가장 느렸다 (Table 5). 또한 한발 스트레스를 처리 했을 때 화분비산기는 신평옥이 0.1일 감소하였으며, CML333은 4.6일 증가하였다. 출사기는 CML103이 1.2일 증가, 강다옥이 6.6일 증가하였다. ASI는 CML333이 -0.3으로 처리구 간 차이가 가장 작았고, 강다옥이 6.2일로 가장 컸다. 종실수는 Ki11이 30.3개로 가장 적게 감소하였고, 평안옥이 236.2개로 가장 많이 감소하였다. 100립중은 CML103이 11.6 g 감소하였고, CML322가 3.2 g 증가하였다. 수량은 CML322가 0.7 kg/plant 감소, 신평옥이 6.4 kg/plant 감소하였다.

Table 5. Day to pollen (days), day to silking (days), ASI (days), number of grain per ear(n), 100-grain weight (g) and grain yield (kg/plant) of different maize genotypes under control and drought.

Cultivars	Treatment	Day to pollen (days)	Day to silking (days)	ASI (days)	Number of grains per ear (n)	100-grain weight (g)	Grain yield (kg/plant)
Gangdaok	Control	76.32±1.06	76.25±0.79	-0.05±1.08	479.74±107.00	17.25±4.26	8.45±3.46
	Drought	78.70±1.53	82.84±3.32	6.18±2.18	257.78±104.54	16.69±3.76	4.17±1.71
Gwangpyeongok	Control	75.00±1.65	76.60±2.23	1.60±1.50	449.94±91.30	19.48±5.72	9.31±3.21
	Drought	74.90±1.52	78.65±2.30	3.75±1.59	385.07±79.11	20.37±3.84	8.01±2.66
Singwangok	Control	69.58±0.84	68.11±0.83	-1.44±0.86	415.46±80.45	25.36±4.91	10.54±3.65
	Drought	71.70±2.45	74.20±2.84	2.50±1.82	222.00±74.16	19.79±8.36	4.19±2.15
Ilmichal	Control	69.75±1.52	70.75±1.12	1.00±1.21	369.31±71.10	27.31±2.26	10.09±2.11
	Drought	70.94±2.98	74.75±3.09	3.67±1.50	242.8±76.96	26.16±3.64	6.72±2.52
Cheongdaok	Control	84.20±1.15	86.10±2.40	1.28±1.32	281.75±69.80	25.37±8.58	7.15±1.63
	Drought	84.74±1.76	88.20±3.21	2.38±1.85	230.00±1.41	23.04±1.25	5.30±0.02
Pyeongangok	Control	72.72±1.16	75.10±3.91	1.42±1.72	475.52±112.73	24.78±1.91	11.73±2.76
	Drought	73.80±0.91	79.22±2.70	6.63±1.99	239.31±54.97	25.91±2.50	6.18±1.43
CML103	Control	79.80±1.67	80.55±1.61	0.75±1.21	270.67±39.65	23.53±2.93	6.37±0.88
	Drought	79.94±2.39	81.74±2.47	1.78±1.8	239.50±41.72	11.91±5.55	2.85±0.28
CML322	Control	79.45±2.04	83.00±1.56	3.95±0.78	239.50±12.79	18.23±1.44	4.37±0.26
	Drought	79.84±2.32	84.74±1.79	4.89±2.33	231.33±15.17	21.40±3.50	4.95±0.42
CML333	Control	75.25±0.50	75.00±0.40	-0.25±0.50	273.71±38.79	22.73±1.93	6.22±0.91
	Drought	79.80±4.32	80.80±1.10	-0.50±3.32	240.67±25.74	23.12±4.88	5.56±0.67
B73	Control	71.54±1.81	72.86±3.53	0.34±0.89	295.40±79.84	23.50±1.92	6.97±2.16
	Drought	74.03±2.37	77.16±3.54	2.07±2.01	195.21±42.75	21.13±1.00	4.13±0.94
Ki3	Control	82.91±2.98	87.88±3.61	3.85±1.75	296.03±43.01	22.84±1.26	6.79±1.25
	Drought	84.76±2.96	92.46±2.17	9.09±2.28	182.06±30.66	21.33±0.85	3.88±0.66
Ki11	Control	81.92±3.04	83.76±3.53	1.17±0.97	308.45±73.71	22.68±1.40	6.99±1.82
	Drought	81.92±1.56	86.44±3.00	3.73±2.37	278.15±35.39	22.20±1.54	6.16±0.85

- 강다옥, 신광옥, 청다옥, 평안옥, CML103, CML333, B73, Ki3는 수량이 40% 이상 감소하여 한발 감수성 품종, 광평옥, CML322, Ki11은 30% 미만 감소하여 내건성 품종, 일미찰은 중간 품종으로 구분 된다(CIMMYT 기준). ASI를 기준으로 구분하였을 때, 광평옥, 신광옥, 일미찰, 청다옥, CML103, CML322, CML333, B73, Ki11은 내건성 품종으로 구분되며, 강다옥, Ki3, 평안옥은 한발 감수성 품종으로 구분된다.
- 강다옥, 광평옥, 일미찰, 평안옥, CML322, Ki3, Ki11의 경우 ASI와 수량 평가가 일치하였으며, 신광옥, 청다옥, CML103, CML333, B73의 경우 평가가 일치하지 않는 것으로 나타났다. ASI 평가 결과와 수량 평가 결과를 비교 분석했을 때 약 60%의 일치도를 보였다. B73의 경우 한발 스트레스를 받아도 ASI 변화가 크지 않다고 알려져 있는데, 신광옥, 청다옥, CML103이 유사한 경향을 보였다. 신광옥, 청다옥, CML103, B73은 다른 품종들보다 한발 스트레스에 의한 100립중 감소폭이 컸으며, 신광옥은 종실수의 감소폭이 컸다. 신광옥은 한발 스트레스에 의해 100립중과 종실수가 모두 감소하여 수량에 큰 영향을 미친 것으로 조사되었다. 해당 품종들의 경우 ASI는 감소하였지만 한발 스트레스가 화분의 활력, 수정률 및 등숙 등에 영향을 미쳐 수량 감소를 초래한 것으로 판단된다.
- ASI를 이용한 내건성 선발지표가 이용가치가 있는 것으로 판단되며, 일부 둔감형이 있는 것으로 관찰되었다. 본 연구 결과는 내건성 관련 분자마커 및 발현마커 분석 결과와

비교 분석을 통해 마커 개발 및 실용화에 이용할 예정이다.

나. 내건성 관련 분자마커 및 발현마커 적용 및 평가

<1차년도>

○내건성 관련 분자마커 적용 및 평가

- 내건성 관련 분자마커 분석 결과와 성숙기 ASI 평가 결과를 나라, 지역, 기후 등을 기준으로 비교 분석 하였다. 국내 5개 품종(강다옥, 광평옥, 일미찰, 청다옥, 평안옥)을 이용하여 ASI 평가 결과와 분자마커를 적용한 결과를 비교 분석한 결과 총 3개 마커(umc1808, idp744, bnlg1113) 중 모두가 증폭될 경우 내건성으로 평가 할 수 있었다 (Figure 5).

Cultivars	Type	umc1808	idp744	bnlg1113
Cheongdaok	Drought tolerance	2	1	1
Kwangpyeongok		2	1	1
Imichal	Moderate drought tolerance	3	0	1
Pyeonganok	Drought susceptible	1	2	2
Gangdaok		1	2	2

Fig. 5. Relationship between molecular markers and ASI scoring under drought stress in 5 korean cultivars.

- 열대지역 유래 12개 품종(CML 103, CML 228, CML 277, CML 322, CML 69, DK9955, Ki3, Ki11, LVN-4, M37W, NC350, Tzi 8)을 이용하여 ASI 결과와 분자마커를 비교 분석한 결과 총 5개 마커(m141-1, umc1933, nc030, bnlg1179, umc1705) 중 m141-1이 증폭되지 않고 umc1933이 증폭되거나, m141-1이 증폭되지 않고 나머지 마커 중 3개 이상이 증폭될 경우 내건성으로 평가 할 수 있었다(Figure 6).

Cultivars	Type	m141-1	umc1933	nc030	bnlg1179	umc1705
CML 103	Drought tolerance	0	1	1	1	0
CML 322		0	1	1	1	1
CML 228		0	1	1	1	1
NC350		0	1	0	2	1
Ki11		0	1	1	1	1
DK9955	Moderate drought tolerance	1	1	1	2	0
LVN-4		1	0	1	2	0
CML 277		0	0	1	2	1
CML 69		0	0	0	2	1
Ki3	Drought susceptible	0	0	0	2	0
M37W		0	0	0	2	0
Tzi 8		1	0	0	2	1

Fig. 6. Co-relationship between changes of ASI scoring by drought stress and marker

(m141-1, umc1933, nc030, bnlgl179, umc1705) analysis in 12 tropical area origin cultivars.

- 성숙기 ASI 평가 결과 연차별 반복 실험간 차이가 없는 21개 품종(강다옥, 광평옥, 청다옥, 평안옥, B73, CML103, CML228, CML247, CML277, CML322, CML333, Ki11, Ki3, Ky21, LVN-4, M37W, Mo18W, NC350, Oh43, Tx303, Tzi8)을 이용하여 분자마커를 적용한 결과 총 5개 마커(bnlgl1429, umc1014, umc1933, bnlgl1671, umc1705) 중 bnlgl1671는 증폭이 되지 않고 나머지 마커 중 3개 이상이 증폭되거나 4개 이상이 증폭될 경우 내건성으로 평가 할 수 있었다(Figure 7).

Cultivars	Type	bnlg1429	umc1014	umc1933	bnlg1671	umc1705
B73	Drought tolerance	2	1	1	0	0
CML103		2	1	1	0	0
CML228		2	1	1	0	1
NC350		2	2	1	0	1
Ki11		2	12	1	0	1
CML322		2	0	1	0	1
Kwangpyeongok*		2	2	0	13	0
Cheongdaok*		2	1	0	12	0
CML333*		1	3	1	24	0
Mo18W*		0	2	0	0	0
Ky21		Moderate drought tolerance	2	1	0	23
CML277	2		0	0	24	1
LVN-4	1		3	0	23	0
CML247	Drought susceptible	0	2	1	0	1
Gangdaok		2	1	0	0	0
Ki3		2	2	0	2	0
M37W		2	13	0	0	0
Pyeonganok		2	13	0	1	0
Tzi8		0	2	0	1	1
Oh43*		2	1	0	0	0
Tx303*		0	1	1	2	0

Fig. 7. Relationship between molecular markers and ASI scoring under drought stress in 21 cultivars. * : phenotype and genotype do not match

- 위 마커 조합을 이용하여 1세부 육성 및 국내 30개 품종(다청옥, 신광옥, 신황옥, 안다옥, 황다옥, 17V1-P002, 17V1-P003, 17V1-P005, 17V1-P006, 17V1-P008, 17V1-P018, 17V1-P023, 17V1-P029, 17V1-P033, 17V1-P064, 17V1-P067, 17V1-P068, 17V1-P070, 17V1-P082, 17V1-P084, 17V1-P087, RYT101, RYT103, RYT104, RYT105, RYT106, RYT107, RYT108, RYT109, RYT110)에 적용하여 내건성을 평가하였다. 국내 품종을 이용하여 선발한 마커 조합으로 분석한 결과 5개 품종(신광옥, 신황옥, 17V1-P064, RYT103, RYT110)이 내건성으로 평가되었다(Figure 8).

Cultivars	umc1808	idp744	bnlg1113
Singwangok	2	1	12
Sinhwangok	12	1	1
RYT103	23	1	13
RYT110	12	1	12
17V1-P064	12	12	1
Andaok	12	1	3
Dacheongok	3	1	13
Hwangdaok	3	1	23
RYT101	12	0	23
RYT104	13	1	3
RYT105	12	1	2
RYT106	12	1	23
RYT107	1	2	2
RYT108	12	1	23
RYT109	13	1	23
17V1-P002	12	0	3
17V1-P003	2	2	2
17V1-P005	2	2	2
17V1-P006	13	1	1
17V1-P008	23	1	2
17V1-P018	13	1	2
17V1-P023	0	1	0
17V1-P029	2	12	23
17V1-P033	1	1	23
17V1-P067	2	2	3
17V1-P068	2	12	2
17V1-P070	12	1	3
17V1-P082	2	12	2
17V1-P084	12	12	2
17V1-P087	2	12	0

Fig. 8. Analysis of 3 markers (umc1808, idp744, bnlg1113) in 30 cultivars.

- 열대지역 유래 품종을 이용하여 선발한 마커 조합으로 분석한 결과 18개 품종(신광옥, RYT103, RYT104, RYT106, RYT108, RYT109, RYT110, 17V1-P003, 17V1-P005, 17V1-P008, 17V1-P018, 17V1-P023, 17V1-P029, 17V1-P064, 17V1-P068, 17V1-P070, 17V1-P082, 17V1-P087)이 내건성으로 평가되었다(Figure 9).

Cultivars	bnlg1179	m141-1	umc1933	umc1705	nc030
Singwangok	1	0	1	0	0
RYT103	1	0	1	0	1
RYT104	1	0	1	0	0
RYT106	1	0	1	1	1
RYT108	2	0	1	0	1
RYT109	1	0	1	0	1
RYT110	1	0	1	0	1
17V1-P003	1	0	1	1	1
17V1-P005	1	0	1	1	1
17V1-P008	1	0	1	1	1
17V1-P018	1	0	1	0	1
17V1-P023	1	0	1	1	0
17V1-P029	1	0	1	0	1
17V1-P064	1	0	1	0	1
17V1-P068	1	0	1	1	1
17V1-P070	1	0	1	1	1
17V1-P082	1	0	1	0	1
17V1-P087	1	0	1	1	1
RYT105	1	1	1	0	1
RYT107	1	0	0	0	1
17V1-P002	1	1	0	1	1
17V1-P006	1	1	0	0	1
17V1-P033	1	0	0	0	1
Andaok	1	0	0	1	1
Sinhwangok	1	1	1	1	1
Dacheongok	1	1	1	0	1
Hwangdaok	1	1	1	1	1
RYT101	1	1	1	0	1
17V1-P067	1	0	0	0	1
17V1-P084	1	1	1	0	1

Fig. 9. Analysis of 5 markers (bnlg1179, m141-1, umc1933, umc1705, nc030) in 30 cultivars.

- 내건성 평가가 되어있는 품종을 이용하여 선발한 마커 조합으로 분석한 결과 10개 품종(신황옥, 황다옥, RYT106, 17V1-P003, 17V1-P008, 17V1-P064, 17V1-P068, 17V1-P070, 17V1-P082, 17V1-P087)이 내건성으로 평가되었다(Figure 10).

Cultivars	bnlg1429	umc1014	umc1933	bnlg1671	umc1705
Sinhwangok	2	12	1	12	1
Hwangdaok	2	1	1	3	1
RYT106	2	12	1	14	1
17V1-P003	2	12	1	4	1
17V1-P008	2	1	1	24	1
17V1-P064	2	1	1	0	0
17V1-P068	2	1	1	0	1
17V1-P070	2	1	1	23	1
17V1-P082	2	13	1	0	0
17V1-P087	2	1	1	1	1
Andaok	2	2	0	13	1
Singwangok	2	2	1	2	0
Dacheongok	2	1	1	3	0
RYT101	2	12	1	4	0
RYT103	2	12	1	1	0
RYT104	2	1	1	1	0
RYT105	2	12	1	13	0
RYT107	2	2	0	1	0
RYT108	0	2	1	1	0
RYT109	2	1	1	1	0
RYT110	1	1	1	2	0
17V1-P002	2	2	0	4	1
17V1-P005	1	12	1	4	1
17V1-P006	2	12	0	2	0
17V1-P018	1	13	1	2	0
17V1-P023	1	3	1	1	1
17V1-P029	1	13	1	4	0
17V1-P033	1	1	0	4	0
17V1-P067	2	1	0	4	0
17V1-P084	2	1	1	2	0

Fig. 10. analysis of 5 markers (bnlg1429, umc1014, umc1933, bnlg1671, umc1705) in 30 cultivars.

<2차년도>

○ 내건성 관련 분자마커 적용 및 평가

- 선발된 마커 조합을 추가적인 1세부 육성계통 및 보유중인 국내외 유전자원에 적용하여 내건성을 평가하여 전체 71개 품종(17V1-P002, 17V1-P003, 17V1-P005, 17V1-P006, 17V1-P008, 17V1-P009, 17V1-P016, 17V1-P017, 17V1-P018, 17V1-P023, 17V1-P026, 17V1-P029, 17V1-P033, 17V1-P035, 17V1-P036, 17V1-P055, 17V1-P059, 17V1-P060, 17V1-P062, 17V1-P064, 17V1-P067, 17V1-P068, 17V1-P069, 17V1-P070, 17V1-P074, 17V1-P082, 17V1-P084, 17V1-P087, Andaok, BIMMO50, Bonanza, Chalok4ho, Cheonganok, Dacheongok, DK6919, DK8868, DK9901, HN88, Hwangdaok, IGGI, Jagung, LVN99, Mibaek2ho, Miheugchal, MX10, NK67, P4546, P4664, PC808, Pyeonggangok, SA333, SA345, Singwangok, Sinhwangok, SSC2045, SSC586, TF222, whitecornop, RYT101, RYT103, RYT104, RYT105, RYT106, RYT107, RYT108, RYT109, RYT110, RYT111, RYT112, RYT113, RYT114)을 각 마커 조합 별 내건성

평가 유무를 분석하였다.

- 국내 품종을 이용하여 선발한 마커 조합으로 분석한 결과 10개 품종(17V1-P062, 17V1-P064, IGGI, MX10, NK67, Pyeonggangok, RYT103, RYT110, Singwangok, Sinhwangok)이 내건성으로 평가되었다(Figure 11-A).
- 열대지역 유래 품종을 이용하여 선발한 마커 조합으로 분석한 결과 35개 품종(17V1-P002, 17V1-P003, 17V1-P064, 17V1-P067, RYT105, RYT106, RYT112, SA333, 17V1-P005, 17V1-P006, 17V1-P009, 17V1-P017, 17V1-P018, 17V1-P029, 17V1-P069, 17V1-P070, 17V1-P074, 17V1-P084, 17V1-P087, Andaok, Cheonganok, Dacheongok, HN88, Mibaek2ho, Miheugchal, P4664, PC808, RYT103, RYT104, RYT107, RYT109, RYT111, RYT113, SSC586, whitecornop)이 내건성으로 평가되었다(Figure 11-B).
- 열대지역 유래 품종을 이용한 마커 조합의 경우 bnlg1179의 유무가 내건성, 한발 감수성 판별에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단하였다. 따라서 bnlg1179를 제외하고 4개(m141-1, umc1933, umc1705, nc030)의 마커 중 m141-1이 증폭되지 않고 umc1933가 증폭되고 나머지 마커 중 1개 이상이 증폭이 될 경우 내건성 품종으로 판단하는 것으로 수정하였다.

A	Traits	Cultivars	Korean cultivars		
			umc1808	idp744	bnlg1113
Drought tolerance		17V1-P062	12	12	1
		17V1-P064	12	12	1
		IGGI	2	1	12
		MX10	2	1	1
		NK67	2	12	12
		Pyeonggangok	2	1	1
		RYT103	23	1	13
		RYT110	12	1	12
		Singwangok	2	1	12
		Sinhwangok	12	1	1
Drought susceptible		17V1-P002	12	0	3
		17V1-P003	2	2	2
		17V1-P005	2	2	2
		17V1-P006	13	1	1
		17V1-P008	23	1	2
		17V1-P009	23	12	23
		17V1-P016	1	2	23
		17V1-P017	12	2	23
		17V1-P018	13	1	2
		17V1-P023	0	1	0
		17V1-P026	1	1	23
		17V1-P029	2	12	23
		17V1-P033	1	1	23
		17V1-P035	1	2	23
		17V1-P036	12	12	2
		17V1-P055	13	1	2
		17V1-P059	12	2	3
		17V1-P060	2	2	1
		17V1-P067	2	2	3
		17V1-P068	2	12	2
		17V1-P069	12	12	2
		17V1-P070	12	1	3
		17V1-P074	12	12	2
		17V1-P082	2	12	2
		17V1-P084	12	12	2
		17V1-P087	2	12	0
		Andaok	12	1	3
		BIMMO50	2	12	2
		Bonanza	1	1	0
		Chalok4ho	3	1	2
		Cheonganok	3	1	1
		Dacheongok	3	1	13
		DK6919	2	1	23
		DK8868	1	1	23
		DK9901	1	0	23
		HN88	3	1	3
		Hwangdaok	3	1	23
		Jagung	3	2	12
		LVN99	1	1	12
		Mibaek2ho	1	1	0
		Miheugchal	1	0	2
		P4546	1	2	1
		P4664	1	2	12
		PC808	1	1	12
		RYT101	12	0	23
		RYT104	13	1	3
		RYT105	12	1	2
		RYT106	12	1	23
		RYT107	1	2	2
		RYT108	12	1	23
		RYT109	13	1	23
		RYT111	1	1	2
		RYT112	2	2	13
		RYT113	2	1	23
		RYT114	1	1	3
	SA333	1	1	2	
	SA345	1	1	2	
	SSC2045	12	1	0	
	SSC586	12	1	2	
	TF222	1	12	2	
	whitecornop	12	12	2	

B	Traits	Cultivars	Tropical area cultivars				
			m141-1	umc1933	umc1705	nc030	
Drought tolerance		17V1-P002	0	1	1	1	
		17V1-P003	0	1	1	1	
		17V1-P064	0	1	1	1	
		17V1-P067	0	1	1	1	
		RYT105	0	1	1	1	
		RYT106	0	1	1	1	
		RYT112	0	1	1	1	
		SA333	0	1	0	1	
		17V1-P005	0	1	0	1	
		17V1-P006	0	1	0	1	
		17V1-P009	0	1	0	1	
		17V1-P017	0	1	0	1	
		17V1-P018	0	1	0	1	
		17V1-P029	0	1	0	1	
		17V1-P069	0	1	0	1	
		17V1-P070	0	1	1	0	
		17V1-P074	0	1	0	1	
		17V1-P084	0	1	0	1	
		17V1-P087	0	1	0	1	
		Andaok	0	1	0	1	
		Cheonganok	0	1	0	1	
		Dacheongok	0	1	0	1	
		HN88	0	1	0	1	
		Mibaek2ho	0	1	0	1	
		Miheugchal	0	1	0	1	
		P4664	0	1	0	1	
		PC808	0	1	1	1	
		RYT103	0	1	0	1	
		RYT104	0	1	0	1	
		RYT107	0	1	0	1	
		RYT109	0	1	0	1	
		RYT111	0	1	0	1	
		RYT113	0	1	0	1	
		SSC586	0	1	0	1	
		whitecornop	0	1	0	1	
	Drought susceptible		17V1-P008	0	0	0	1
			17V1-P016	1	1	1	1
			17V1-P023	0	0	0	1
			17V1-P026	1	1	0	1
			17V1-P033	0	0	0	1
			17V1-P035	0	0	0	1
			17V1-P036	1	1	0	1
			17V1-P055	1	1	0	1
			17V1-P059	0	1	0	0
			17V1-P060	1	1	0	1
		17V1-P062	1	1	0	1	
		17V1-P068	0	0	0	1	
		17V1-P082	0	0	0	2	
		BIMMO50	1	1	1	1	
		Bonanza	0	0	1	1	
		Chalok4ho	0	1	0	0	
		DK6919	1	1	1	1	
		DK8868	1	0	0	1	
		DK9901	0	0	0	1	
		Hwangdaok	0	1	0	0	
		IGGI	1	1	0	1	
		Jagung	0	0	0	1	
		LVN99	0	0	0	1	
		MX10	1	1	1	1	
		NK67	1	1	0	1	
		P4546	1	1	1	1	
		Pyeonggangok	1	1	1	1	
		RYT101	1	0	1	1	
		RYT108	1	0	0	1	
		RYT110	0	1	0	0	
		RYT114	1	1	1	1	
		SA345	1	1	0	1	
		Singwangok	0	0	0	1	
		Sinhwangok	0	1	0	0	
		SSC2045	0	0	0	1	
	TF222	0	0	0	1		

Fig. 11. Analysis of drought markers in 71 cultivars. A; umc1808, idp744, bnlg1113 and B; umc1808, idp744, bnlg1113.

- 내건성 품종으로 선발된 품종들을 이용하여 선발한 마커 조합으로 분석한 결과 17개 품종(17V1-P006, 17V1-P035, 17V1-P059, 17V1-P064, Dacheongok, DK8868, HN88, IGGI, LVN99, NK67, P4546, Pyeonggangok, RYT101, RYT103, RYT105, RYT109,

Sinhwangok)이 내건성으로 평가되었다(Figure 12-A).

- Ki11 RNA-seq data 분석을 통해 reference genome에 존재하지 않지만 한발 스트레스 처리구에서 발현량이 증가하는 염기서열을 선발하였고 이를 이용하여 프라이머를 디자인하고 스크리닝하였다. 분석을 통해 선발된 마커를 이용하여 내건성 평가가 가능한 마커 조합을 선정하였으며 이를 이용하여 특허 등록을 하였다. 해당 마커를 이용하여 분석한 결과 18개 품종(17V1-P005, 17V1-P002, 17V1-P026, 17V1-P055, 17V1-P064, 17V1-P082, 17V1-P084, BIMMO50, DK6919, DK9901, IGGI, Jagung, Mibaek2ho, Miheugchal, NK67, RYT101, RYT113, TF222)이 내건성으로 평가되었다(Figure 12-B).

A

Traits	Cultivars	Total cultivars					
		bnlg1429	umc1014	umc1933	bnlg1671	umc1705	
Drought tolerance	17V1-P006	2	12	1	14	1	
	17V1-P035	2	12	1	4	1	
	17V1-P059	2	1	1	24	1	
	17V1-P064	2	12	1	12	1	
	Dacheongok	2	1	1	0	0	
	DK8868	2	1	1	0	1	
	HN88	2	1	1	23	1	
	IGGI	2	13	1	0	0	
	LVN99	2	1	1	1	1	
	NK67	2	12	1	1	1	
	P4546	2	1	1	1	1	
	Pyeonggangok	2	1	1	13	1	
	RYT101	2	12	1	3	1	
	RYT103	2	12	1	0	0	
	RYT105	2	1	1	3	1	
	RYT109	2	12	1	0	0	
	Sinhwangok	2	1	1	0	1	
	Drought susceptible	17V1-P002	2	2	0	13	1
		17V1-P003	2	2	1	2	0
		17V1-P005	2	12	1	13	0
17V1-P008		2	2	0	1	0	
17V1-P009		0	2	1	1	0	
17V1-P016		2	1	1	1	0	
17V1-P017		1	1	1	2	0	
17V1-P018		2	1	1	13	0	
17V1-P023		2	2	1	24	0	
17V1-P026		2	2	1	1	0	
17V1-P029		1	12	1	1	0	
17V1-P033		2	2	0	4	1	
17V1-P036		1	12	1	4	1	
17V1-P055		2	12	0	2	0	
17V1-P060		1	1	1	4	0	
17V1-P062		1	1	1	2	0	
17V1-P067		2	1	1	3	0	
17V1-P068		1	12	1	13	0	
17V1-P069		1	13	1	2	0	
17V1-P070		1	3	1	1	1	
17V1-P074		1	13	1	34	0	
17V1-P082		1	13	1	4	0	
17V1-P084		1	1	0	4	0	
17V1-P087		2	1	1	3	0	
Andaok		2	1	1	3	0	
BIMMO50		2	1	1	3	0	
Bonanza		2	1	1	24	0	
Chalok4ho		2	13	1	4	0	
Cheonganok		2	1	1	4	0	
DK6919		2	1	0	4	0	
DK9901		2	1	1	2	0	
Hwangdaok		2	1	1	2	0	
Jagung		2	1	1	2	0	
Mibaek2ho		2	1	0	1	0	
Miheugchal		2	1	0	0	0	
MX10		2	13	1	3	0	
P4664		2	1	1	14	0	
PC808		2	1	1	2	0	
RYT104		2	2	0	13	1	
RYT106		2	12	1	4	0	
RYT107		0	1	0	2	0	
RYT108		2	12	1	13	0	
RYT110		2	13	0	13	1	
RYT111		0	2	0	2	0	
RYT112		2	12	1	1	0	
RYT113		0	1	0	0	0	
RYT114		2	1	0	0	0	
SA333		2	1	1	1	0	
SA345		2	2	1	23	1	
Singwangok		2	1	1	3	0	
SSC2045	2	1	1	1	0		
SSC586	2	1	1	1	0		
TF222	2	1	0	0	0		
whitecornop	2	1	0	0	0		

B

Traits	Cultivars	<i>De novo</i> markers				
		1	11	12	15	
Drought tolerance	17V1-P005	1	1	1	1	
	17V1-P002	0	1	1	1	
	17V1-P026	1	0	1	1	
	17V1-P055	1	0	1	1	
	17V1-P064	0	1	1	12	
	17V1-P082	1	0	1	12	
	17V1-P084	1	0	1	12	
	BIMMO50	1	0	1	1	
	DK6919	0	1	1	1	
	DK9901	1	0	1	1	
	IGGI	1	0	1	1	
	Jagung	1	1	1	1	
	Mibaek2ho	1	0	1	1	
	Miheugchal	1	0	1	1	
	NK67	1	1	1	1	
	RYT101	0	1	1	1	
	RYT113	1	0	1	12	
	TF222	0	1	1	1	
	Drought susceptible	17V1-P003	0	0	1	12
		17V1-P006	0	0	1	12
17V1-P008		1	0	0	1	
17V1-P009		1	0	0	1	
17V1-P016		1	0	0	1	
17V1-P017		1	0	0	1	
17V1-P018		1	0	0	1	
17V1-P023		1	0	0	12	
17V1-P029		0	0	1	12	
17V1-P033		0	0	0	1	
17V1-P035		0	0	1	1	
17V1-P036		0	0	1	12	
17V1-P059		0	0	0	12	
17V1-P060		1	0	0	12	
17V1-P062		0	0	1	1	
17V1-P067		0	1	0	0	
17V1-P068		0	1	0	12	
17V1-P069		0	0	0	12	
17V1-P070		1	0	0	1	
17V1-P074		0	0	0	1	
17V1-P087		1	0	0	12	
Andaok		0	0	1	1	
Bonanza		0	0	1	1	
Chalok4ho		0	0	0	1	
Cheonganok		0	0	0	1	
Dacheongok		1	0	0	1	
DK8868		0	0	1	1	
HN88		0	0	1	1	
Hwangdaok		1	0	0	12	
LVN99		0	0	1	1	
MX10		1	0	1	0	
P4546		0	0	0	1	
P4664		0	0	0	0	
PC808		0	0	0	1	
Pyeonggangok		0	0	1	1	
RYT103		1	0	0	1	
RYT104		0	0	1	1	
RYT105		1	0	0	12	
RYT106		1	0	0	12	
RYT107		0	0	0	1	
RYT108		0	0	0	12	
RYT109		0	0	0	1	
RYT110		1	0	0	0	
RYT111		0	0	0	12	
RYT112		0	0	0	1	
RYT114		0	0	1	12	
SA333		1	0	0	0	
SA345		0	0	0	1	
Singwangok		0	0	1	12	
Sinhwangok		0	0	1	1	
SSC2045	0	1	0	1		
SSC586	0	1	0	1		
whitecornop	0	0	0	0		

Fig. 12. Analysis of drought markers in 71 cultivars. A; bnlg1429, umc1014, umc1933, bnlg1671, umc1705 and B; 1, 11, 12, 15.

- 위 71개 품종의 유전형 분석은 완료되었으며, 본 연구 결과는 1세부 과제에서 육종의

기초자료로서 활용될 것이다.

<3차년도>

○내건성 관련 분자마커 적용 및 평가

- 1, 2년차 연구를 통해 국내 품종 기준, 열대지역 품종 기준, NAM parent line 전체 품종 기준, de novo marker 기준으로 4개의 내건성 관련 분자마커 조합을 설정하였다. 그 중 NAM parent line 26개 품종 기준으로 설정한 조합과 de novo 마커 조합이 표현형-유전형 분석이 되어있는 가장 많은 품종을 기준으로 설정한 것이므로 신뢰도가 높고 실용화 가능성이 높다고 판단하였다(Table 6, 7).

Table 6. The lists of drought marker information

Marker	Chr.	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')
bnlg1429	1	CTCCTCGCAAGGATCTTCAC	AGCACCGTTTCTCGTGAGAT
bnlg1671	1	CCCCACCAACCTTAGAGTCA	TCACGATCAGCAAGCAATTC
umc1705	5	ATCTCACGTACGGTAATGCAGACA	CATGACCTGATAAACCCCTCCTCTC
umc1014	6	GAAAGTCGATCGAGAGACCCTG	CCCTCTCTTCACCCCTTCCTT
umc1933	8	CGGAAAGACATGAAGCACACTATG	CACGGAGAAAGTGGGTCTATATGC

Table 7. The lists of de novo marker information.

Contig ID	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')
Contig1	AACTATCTCTCTCTCCCTCAGC	GGAAAAAGATGGAGTAGAGGAC
Contig11	ACTCTCCTCAGCTCTCTCATCT	CAATGGAGATCCTCTTGGAG
Contig12	GCGAATATATGTGTAGAACTGC	AGACCGTAAAGAAAAATAAGCAC
Contig15	GAGATCCTATTCCATTATTCCAT	TTAAAAAGCTCGTAGTTGGATCT

<1차년도>

○내건성 관련 발현마커의 적용 및 평가

- 발현마커의 개발을 위해 Ki11의 RNA-seq data를 분석하였으며, Ki11 DEG 및 de novo 중 한발에 의해 up-regulation 발현 양상을 보인 유전자를 선택하여 발현마커로써 개발을 수행중이다. 총 3,375개의 유전자를 후보군으로 선정하였으며, Ki11의 RNA에 확인 작업을 통해 발현마커를 확인하였다. 확인된 발현마커는 NAM-parents line 및 국내외 유전자원 적용하여 표현형과 비교하였다.
- Ki11의 RNA-seq data를 분석한 결과, reference sequence인 B73의 data에서는 발현하지 않아 분석되지 않은 부분이 Ki11에 있는 것으로 파악되었다.
- Reference sequence 대비 Ki11만 보유하고 있는 발현 유전자 및 transcripts를 분석하기 위해 RNA-seq data를 기반으로 de novo분석을 수행하였다. Ki11의 WW 및 DS의

RNA-seq data 중 총 10,192,372개의 un-mapped read를 기반으로 *de novo* assembly를 수행하였으며, 완성된 assembled backbone에 RNA-seq data를 비교하여 발현 양상을 분석하였다.

- 총 9,900개의 Ki11 유래 염기서열을 *de novo* assembly를 통해 구성할 수 있었으며, 한 발에 의해 영향을 받는 Ki11 유래 염기서열은 약 3,249개로 조사되었다. 이 중 2,861개의 Ki11 유래 염기서열이 한 발에 의해 up-regulation되는 것을 확인하였으며, up-regulation 된 sequence를 기반으로 발현마커를 제작하였다.
- 효율적인 발현마커 제작을 위해 각 Ki11 유래 염기서열의 sequence를 blast를 이용하여 기능을 파악하였으며, 내건성과 관련되어 있는 것으로 예상되는 Ki11 유래 염기서열을 선택하여 발현마커를 제작하였다.
- 또한 reference genome과 비교한 DEGs 중 GO term을 기준으로 내건성 및 스트레스 저항성에 관련되어 있는 유전자에 대한 선별을 하였다. 그 중 response to stress (GO:0006950), response to abiotic stimulus (GO:0009628), transcription factor activity (GO:00003700) 및 transcript factor의 역할을 수행하여 gene expression에 관여할 것으로 예상되는 DNA binding (GO:0003677), nucleic acid binding (GO:0003676), protein binding (GO:0005515) 등에 해당하는 유전자들을 우선 선별하였다. 해당 GO term 중 한 발에 의해 up-regulation을 보인 Ki11 유래 염기서열 중 가장 높은 변화를 보이는 Ki11 유래 염기서열을 우선 분석 하였으며, 우선 선별된 마커 들 중 일부의 qRT-PCR 결과 사진으로, 각 발현마커는 임의의 번호를 부여하였다(Table 8).

Table 8. List of up-regulated contigs for drought stress

Marker ID	Feature ID	Length	Expression Value (Log2 Fold changes)
C1	contig 259	220	9.100662
C2	contig 7606	1217	8.603626
C3	contig 4465	339	8.588715
C4	contig 8646	3266	8.573647
C5	contig 9133	1710	8.005625
C6	contig 8893	621	7.936638
C7	contig 2114	1603	7.839204
C8	contig 5915	229	7.761551
C9	contig 9103	1254	7.761551
C10	contig 9111	731	7.761551
C11	contig 8651	2043	7.707359
C12	contig 9132	1117	7.622052
C13	contig 1643	1245	7.467606
C14	contig 4452	593	7.467606
C15	contig 9190	680	7.366322
C16	contig 9210	587	7.366322
C17	contig 9101	442	7.257388
C18	contig 9065	335	7.219169

Marker ID	Feature ID	Length	Expression Value (Log2 Fold changes)
C19	contig 743	628	7.179909
C20	contig 3644	811	7.139551
C21	contig 9155	1032	7.139551
C22	contig 953	514	7.139551
C23	contig 8124	809	7.055282
C24	contig 8647	1242	6.918863
C25	contig 9208	547	6.918863
C26	contig 1320	215	6.870365
C27	contig 6742	865	6.870365
C28	contig 9309	648	6.870365
C29	contig 8657	1450	6.820179
C30	contig 9090	956	6.714246
C31	contig 9102	336	6.714246
C32	contig 8894	341	6.658211
C33	contig 773	408	6.606508
C34	contig 3123	1126	6.599913
C35	contig 9217	1039	6.599913
C36	contig 1516	684	6.539159
C37	contig 2196	617	6.409391
C38	contig 3137	275	6.409391
C39	contig 9096	339	6.409391
C40	contig 9125	1088	6.409391
C41	contig 9135	788	6.409391
C42	contig 5932	241	6.33985
C43	contig 3101	315	6.311067
C44	contig 588	1660	6.296457
C45	contig 2203	216	6.266787
C46	contig 2709	280	6.266787
C47	contig 4101	662	6.266787
C48	contig 7574	278	6.266787
C49	contig 777	753	6.189825
C50	contig 9074	373	6.189825
C51	contig 9401	584	6.189825
C52	contig 3106	747	6.108524
C53	contig 3208	1085	6.108524
C54	contig 4571	623	6.108524
C55	contig 2553	500	6.022368
C56	contig 4527	535	6.022368
C57	contig 887	649	6.022368
C58	contig 1010	804	5.930737
C59	contig 3304	675	5.930737
C60	contig 3441	506	5.930737
C61	contig 4083	756	5.930737
C62	contig 4763	325	5.930737
C63	contig 6580	399	5.930737
C64	contig 7773	242	5.930737
C65	contig 8614	205	5.930737
C66	contig 9098	1996	5.866249

Marker ID	Feature ID	Length	Expression Value (Log2 Fold changes)
C67	contig 3170	356	5.83289
C68	contig 4716	586	5.83289
C69	contig 8840	384	5.83289
C70	contig 9114	221	5.83289
C71	contig 9148	352	5.83289
C72	contig 930	322	5.83289
C73	contig 1473	382	5.72792
C74	contig 2030	424	5.72792
C75	contig 2326	373	5.72792
C76	contig 2556	299	5.72792
C77	contig 2561	701	5.72792
C78	contig 3700	326	5.72792
C79	contig 4309	228	5.72792
C80	contig 4358	776	5.72792

- 대부분의 발현마커가 한발에 의해 control 대비 많은 양이 발현되는 것을 볼 수 있었다. 하지만 Figure 13의 C2, C8의 경우와 같이 예측과 다른 부분이 있었고, 예측과 다른 부분은 오류로 상정하여 제외하였다. 또한 C3 처럼 control에서는 전혀 발현되지 않았으나, 한발에 의해 많은 양이 발현되는 양상을 보이는 Ki11 유래 염기서열도 있었다(Figure 13).

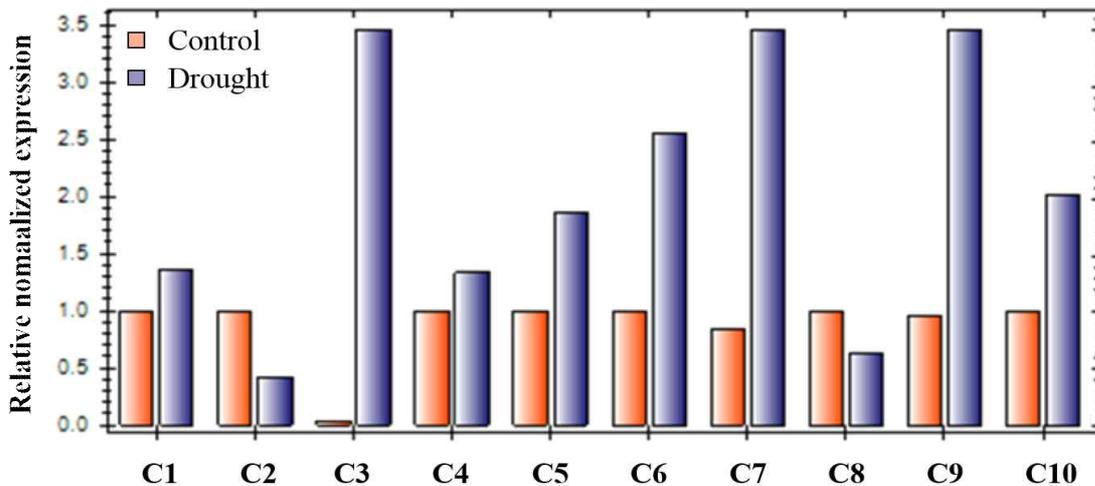


Fig. 13. Validation of expression markers using qRT-PCR.

- *De novo* analysis의 short read assembly 방식의 error rate를 보정하기 위해 qRT-PCR을 통해 우선적으로 발현마커의 정확도를 측정하였다(Figure 14).
- 현재까지 옥수수에서는 한발에 대한 정확한 지표가 없기 때문에, 기존 조사된 ASI 변화와 발현마커의 양상을 비교하여 내건성 평가를 위한 발현마커를 선별하였다.

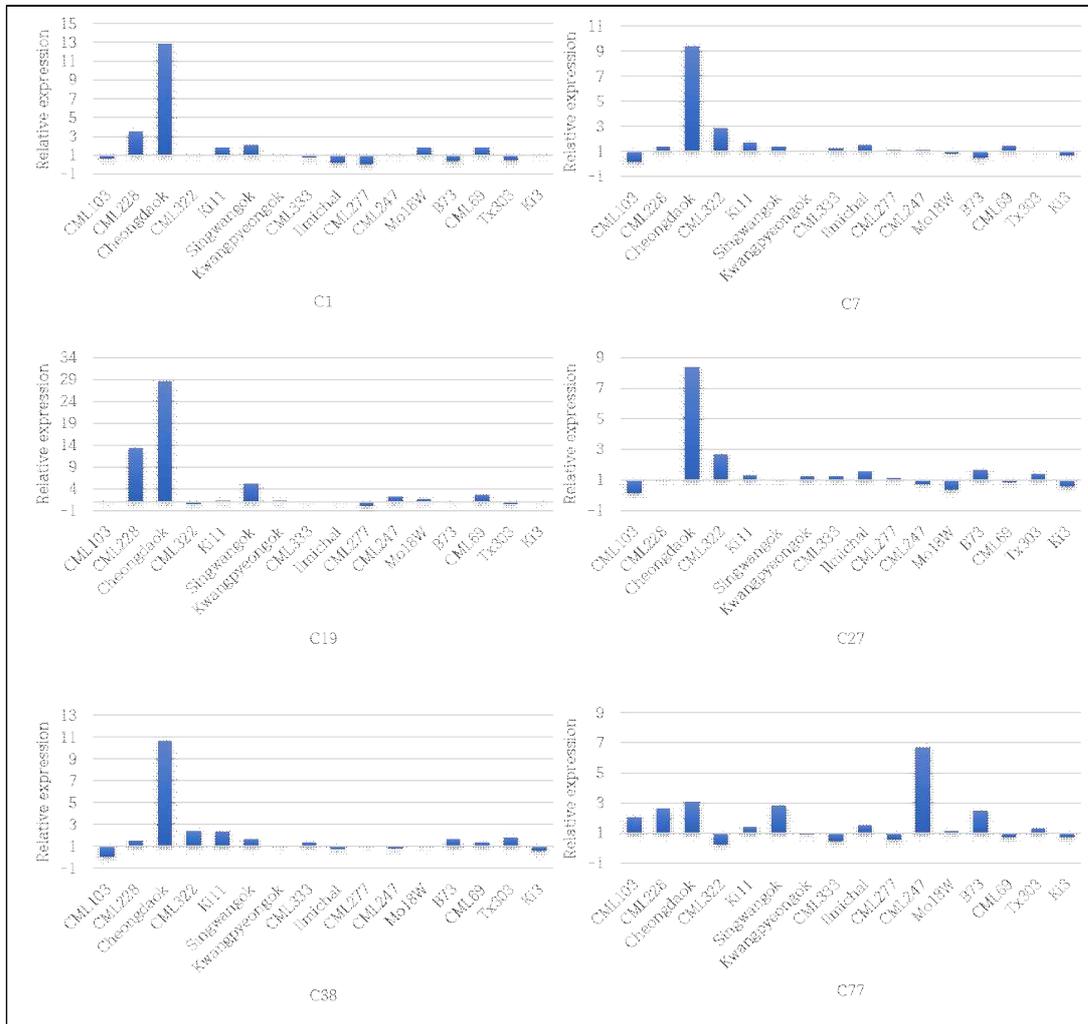


Fig. 14. Validation of expression markers using qRT-PCR.

- Ki11의 *de novo*에서 유래한 발현마커가 증폭되지 않는 품종이 발생한 것은 옥수수 수의 높은 유전적 다양성 때문으로 판단된다. 하지만 대다수의 열대지역 유래 품종에서는 유사한 발현양상을 확인할 수 있었다. 국내 품종 중에는 청다옥이 Ki11과 가장 비슷한 발현 양상을 보였다. 청다옥은 한발에 의한 ASI 변화가 가장 적은 품종으로 발현마커의 개발을 통해 내건성이 우수한 품종의 선별이 가능할 것으로 생각된다.

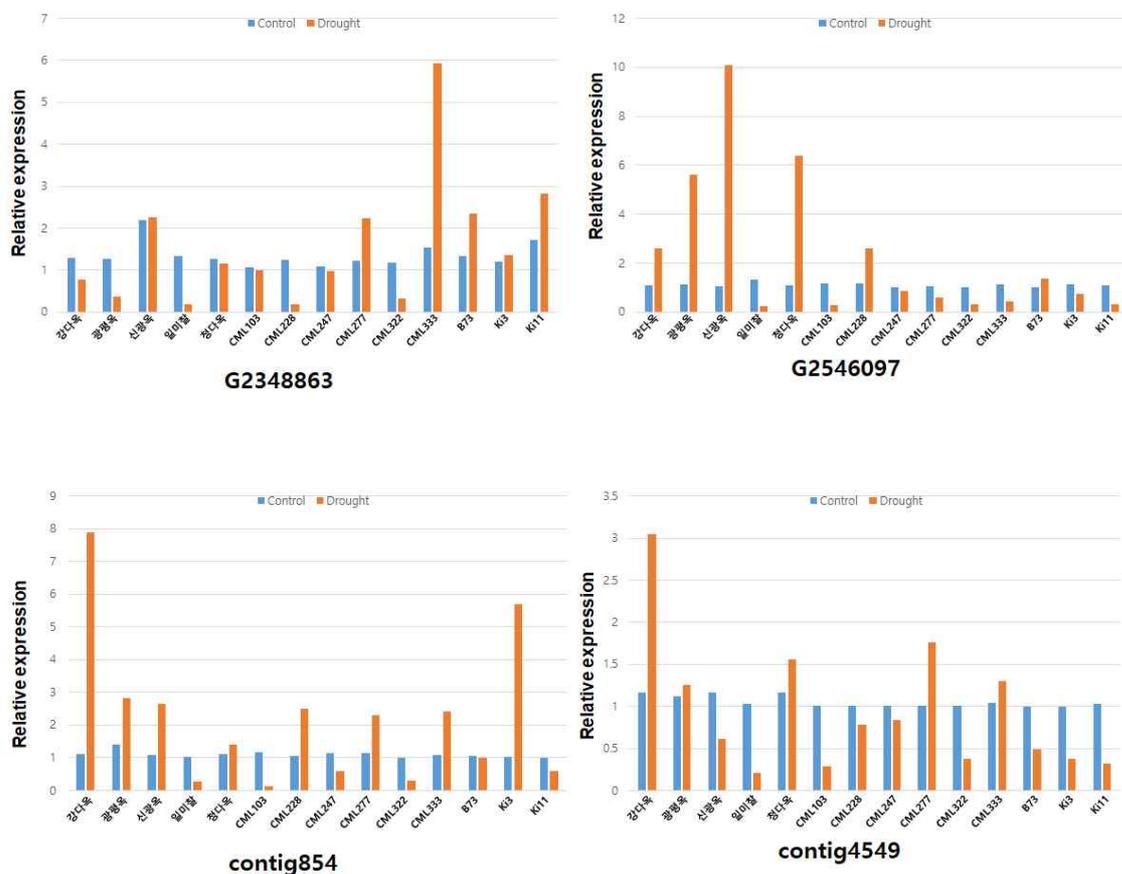
<2차년도>

○ 내건성 관련 발현마커의 적용 및 평가

- 추가적인 발현마커의 발굴을 통해 마커 조합의 정확도를 높이고 실용화 가능성과 내건성 핵심 유전자(hub gene)를 파악할 수 있을 것으로 판단하였다. 1차년도에는 열대 지역 유래 내건성 품종인 Ki11의 RNA-seq data를 이용하여 *de novo* 분석 결과 얻어진 Ki11 유래 염기서열들에 대한 발현마커를 제작하여 사용하였으나, Ki11 유래 염기서열의 특성 상 다른 지역 유래 옥수수에서는 발현이 확인 되지 않는 경우도 많아 2차 제작

마커에는 reference genome에서도 찾을 수 있는 유전자를 다수 포함하였다. 기존 annotation 및 BLAST 결과를 통해 response to abiotic stress (GO:0006950)에 해당하는 유전자에 대한 마커를 우선 선별하였다. 총 85개의 유전자가 response to abiotic stress에 관여할 것으로 예상되었으며 이중 대다수의 유전자가 response to abiotic stimuli에 속하는 것으로 조사되었다. 1차년도에 수행한 마커를 제외하고 34개의 발현마커 세트를 추가하여 각 품종에 적용하였다.

- ASI 평가 결과 개체 간 차이가 크지 않은 14개 품종(강다옥, 광평옥, 신광옥, 일미찰, 청다옥, CML103, CML228, CML247, CML277, CML322, CML333, B73, Ki3, Ki1)을 선정하여 발현마커를 적용하였다. 각 품종은 대조구와 처리구 각 3개체씩 지엽을 샘플링 하였으며, 처리구는 개화기(웅수가 지엽에 잡힐 때)에 10일간 한발 스트레스 처리한 후 샘플링을 하였다. 각 샘플의 RNA를 추출하고 cDNA를 합성하여 ZmDREB1.7과 34개 발현마커를 적용하였다. 현재 34개 발현마커 중 11개의 마커 스크리닝을 수행하였으며 나머지 마커는 스크리닝 수행중이다(Figure 15).



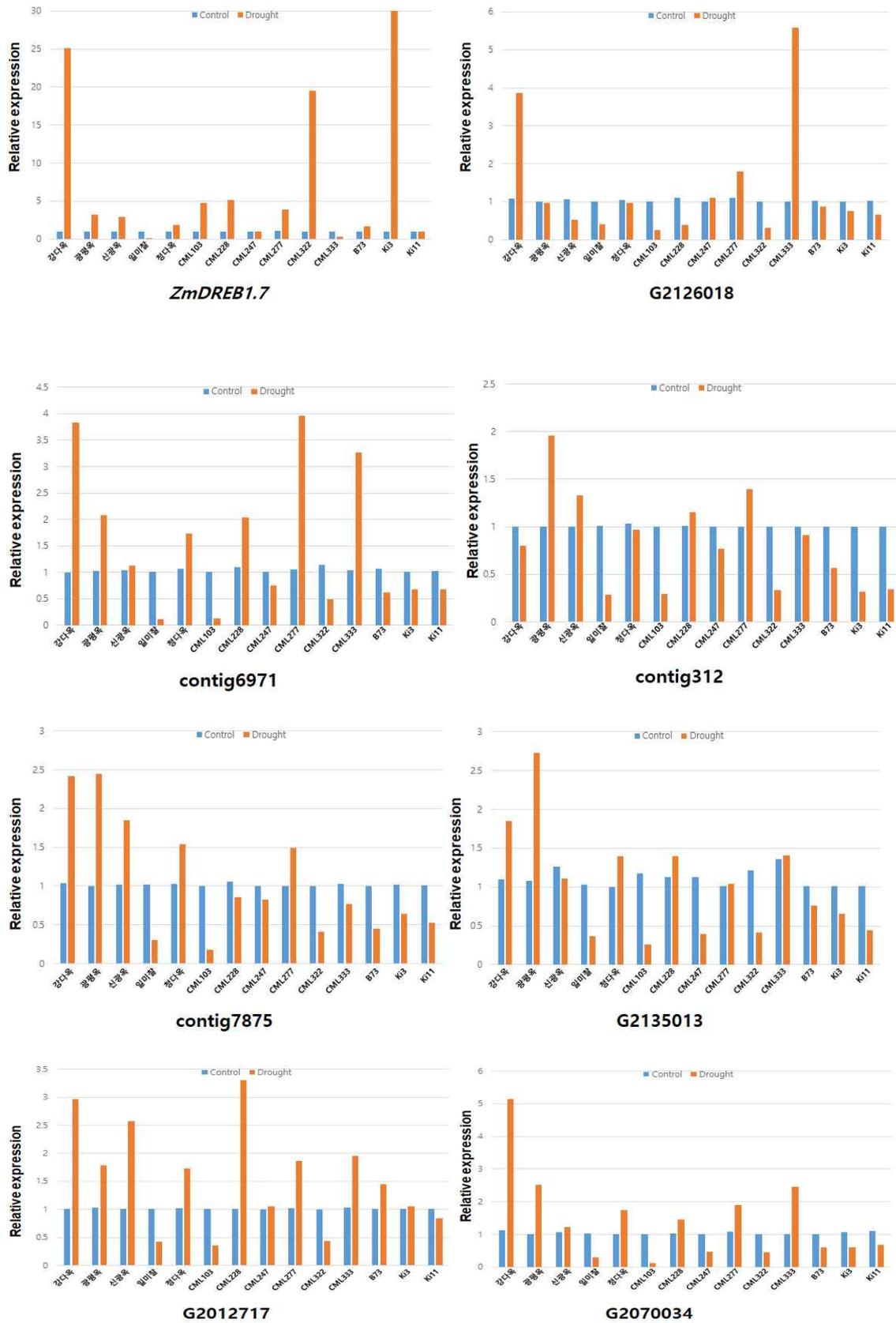


Fig. 15. Validation of expression markers using qRT-PCR.

- Positive control로 사용한 ZmDREB1.7과 가장 유사한 패턴을 보이는 발현마커는

contig854로 조사 되었다. contig854를 수량 평가와 비교 분석을 했을 때 내건성 품종으로 구분되었던 광평옥, CML322, Ki11과 중간 품종으로 구분된 일미찰 중 광평옥을 제외한 나머지 품종에서 발현량이 control에 비해 감소하였다. 또한 한발 감수성 품종으로 구분되었던 강다옥, 신평옥, 청다옥, CML103, CML333, B73, Ki3 중 CML103, B73을 제외한 나머지 품종에서 발현량이 증가하였다. 수량 평가가 되어있는 11개 품종을 기준으로 비교 분석하였을 때 72.73%로 내건성 품종과 한발 감수성 품종으로 구분이 가능했다. 추후 나머지 발현마커 분석을 통해 실용화 가능한 발현마커를 개발할 예정이다.

<3차년도>

○내건성 관련 발현마커 적용 및 평가

- 실용화 가능한 발현마커를 개발하기 위해 Ki11의 *de novo* sequence를 이용하여 control 대비 발현량이 증가한 transcript 상위 40개를 선발하여 프라이머를 디자인하였다. 디자인된 프라이머는 Ki3와 Ki11 두 품종에 적용하여 해당 유전자의 유무를 PCR을 통해 확인하였다. 선발된 8개 transcript(transcript_1, 12, 32, 34, 35, 38, 39, 40)를 이용하여 cDNA에 적용하여 qRT-PCR로 발현량을 분석하였다. qRT-PCR 분석 결과 38, 39번은 발현이 되지 않아 제외하였고, 나머지 6개 transcript(transcript_1, 12, 32, 34, 35, 40)를 선발하였다(Table 9). qRT-PCR 분석에 reference gene은 18s rRNA를 사용하였다.

Table 9. Primer sets of transcript and reference gene used for qRT-PCR.

Name	Forward primer (5'-3')	Reverse primer (5'-3')	tm (°C)
Transcript_1	AACTATCTCTCTCTCCCTCAGC	GGAAAAAGATGGAGTAGAGGAC	56
Transcript_12	GCGAATATATGTGTAGAACTGC	AGACCGTAAAGAAAAATAAGCAC	56
Transcript_32	AAATGATCTGATCGATGACAAA	GTAACCTGTGACGACGACGA	57
Transcript_34	GCTGGACGTTGTTGAAGTTG	AAGAATCGTCGACGTGATCC	59
Transcript_35	AATCCATCTTGCCGTGGTAG	TTCGGCTACAGCGAGTACAA	59
Transcript_40	GAATCTGCCAGCGAGACAG	ACCGGATGAGGGGTGAGT	59
18s rRNA	CCATCCCTCCGTAGTTAGCT	CCTGTCCGCCAAGGCTATAT	59

- 선발된 6개 transcript를 이용하여 성숙기(VT stage) 앞(10일간 한발처리), 유묘기(V4 stage) 지상부(6, 12시간 한발처리, 6시간, 12시간 한발처리 후 24시간 re-watering), 지하부(12시간 한발처리) 샘플에 적용하여 각 조직별, stage별 발현량을 분석하였다. 먼저 성숙기 앞을 분석한 결과 transcript_12, 35, 40의 경우 Ki3에서 유의적으로 down-regulated되는 것으로 나타났으며, transcript_1은 Ki11에서 유의적으로

up-regulated되는 것으로 나타났다(Figure 16). 유묘기 지하부 샘플에서는 transcript_32를 제외한 나머지 transcript에서 Ki11, Ki3 모두에서 up-regulated되는 것으로 나타났다.

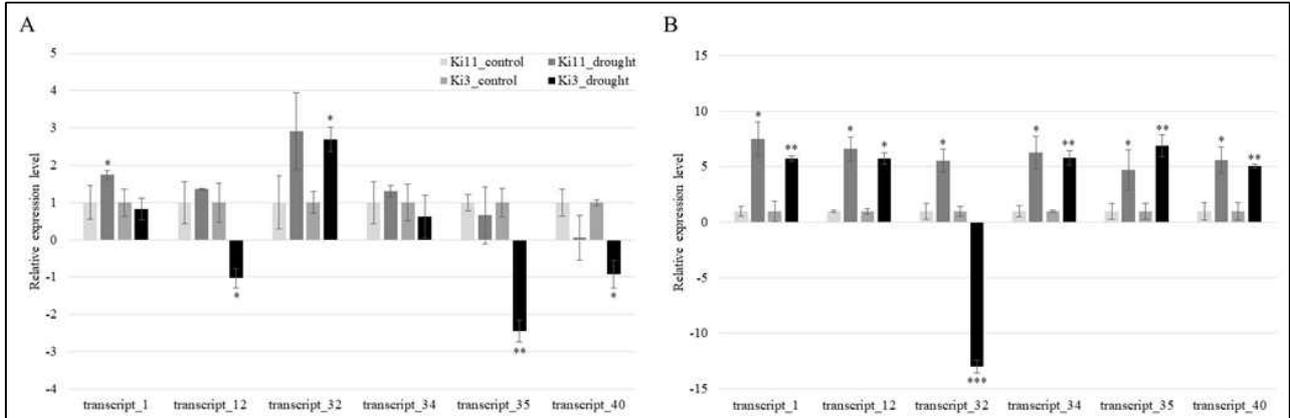


Fig. 16. Relative expression level of Ki11 (tolerant) and Ki3 (sensitive) with transcript under control (well-watered) and drought stress. Transcripts were normalized to the expression level of 18s rRNA. *Error bars* SE from three biological replicates. A) Leaf samples in VT stage. B) Root samples in seedling stage (*p<0.05, **p<0.01 and ***p<0.001, respectively).

- 추가적으로 국내외 6개 품종(신광옥, 강다옥, B73, 광평옥, 청다옥, 일미찰) 성숙기 샘플에 적용하여 transcript의 내건성 발현마커로서 검증을 수행하였다(Figure 18). transcript_32를 제외한 나머지 transcript에서는 유의적으로 발현량이 증가하지 않았다. 신광옥과 광평옥은 ASI 및 수량평가를 통한 내건성 평가에서 내건성 품종으로 분류되었는데, transcript_32에서는 이와 유사한 패턴을 보였다.

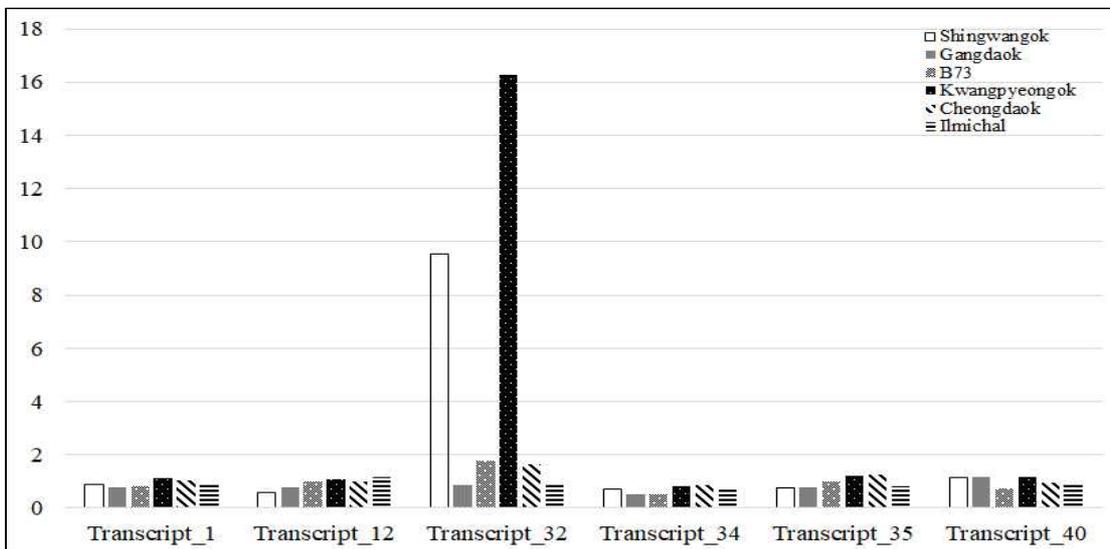


Fig. 18. Relative expression level of Shingwangok, Gangdaok, B73, Kwangpyeongok, Cheongdaok, Ilmichal with transcript under control (well-watered), drought stress (10 days) in VT stage. Transcripts were normalized to the expression level of 18s rRNA. Error bars SE from three biological replicates (*p<0.05, **p<0.01 and ***p<0.001, respectively).

- 본 연구진은 ASI와 수량 평가가 되어있는 6품종(CML322, CML228, CML103, NC358, B73, M37W)의 유묘기 지상부 샘플을 이용하여 발현마커 분석을 수행하였다(Figure 19). CML322, CML228, CML103, NC358은 ASI와 수량평가 결과 중상위의 내건성을 보였으며 B73과 M37W는 하위의 내건성으로 평가되었다. Ki11과 Ki3 결과와 유사하게 내건성으로 평가된 품종들 대부분은 transcript에서 발현량이 control 대비 증가하였고 B73과 M37W는 감소하거나 내건성 품종들에 비해 낮은 수준으로 발현하는 것을 볼 수 있었다.

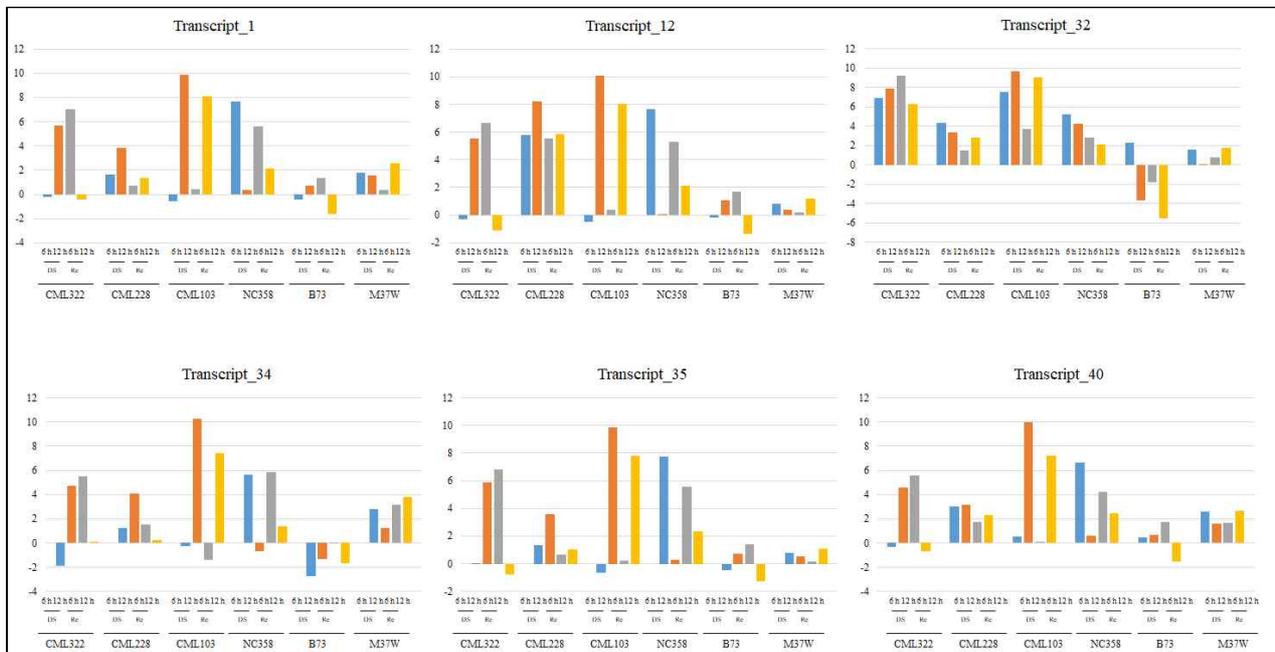


Fig. 19. Relative expression level of CML322, CML228, CML130, NC358, B73, and M37W with transcript under control (well-watered), drought stress (6h, 12h), and re-watering (6h, 12h) in seedling stage. Transcripts were normalized to the expression level of 18s rRNA.

- 본 연구진은 Ki11의 성숙기 샘플을 RNA-seq 분석을 하고 de novo sequence를 만들어 transcript를 선별한 것이므로 성숙기 샘플에서 발현량이 증가하는 패턴을 보일 것으로 판단하였지만, qRT-PCR 실험 결과 유묘기 지상부에서 발현량이 증가하는 패턴을 보였다. 선별된 transcript들은 de novo sequence 분석을 통해 얻은 contig로 기존에 알려지지 않은 내건성 관련 신규 유전자일 가능성이 높다. 추후 육성된 품종의 유묘기 검증을 통해 발현마커의 실용화 가능성을 판단할 예정이다.

다. RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발

<1차년도>

○RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발

- 열대지역 적응에 유리한 유전자 변이를 이용한 gene-based 마커를 개발하기 위해 RNA-seq data를 분석하였다. 열대 지역에서 내건성 및 노균병 저항성을 갖는 Ki11의 유전형을 분석하였으며, 유전자 기능에 영향을 줄 수 있는 non-synonymous variants를 선별하였다. 한발에 관련된 유전자의 변이를 확보하기 위해 한발 환경에서 up-regulation되는 Ki11의 유전자를 선별하였으며, 이 유전자들 중 non-synonymous variants를 갖고 있는 총 333개의 유전자를 후보군으로 선별하였다.
- 열대 적응 옥수수 품종 개발을 위해 열대 지역에서 내건성을 갖고 있는 Ki11 품종의 RNA-seq data를 reference genome인 B73과 비교 분석을 수행하여 총 477,722개의 variants를 확보하였다. 이 중 single nucleotide variants (SNV) 및 multiple nucleotide variants (MNV)의 수가 가장 많았으며, InDel (Insertion & Deletion)도 많은 수를 확보할 수 있었다(Table 10).

Table 10. A total number of variants and non-synonymous variants from Ki11 RNA-seq data.

TYPE	Variants	Non-synonymous
SNV	385,177	90,990
MNV	16,963	11,581
Insertion	33,583	23,688
Deletion	37,871	21,155
Replacement	4,128	2,501
Total	477,722	149,915

- 총 477,722개의 variants들 중 해당 유전자의 기능에 영향을 미치는 변이를 확인하기 위해 non-synonymous test를 수행하였다. 전체 variants의 약 33%가 해당 유전자의 기능을 변경했을 것으로 예측되었으며, 해당 유전자들의 기능에 따라 내건성 관련 형질에 영향을 준 것으로 판단된다.
- 총 149,915의 non-synonymous variants 중, functional gene based marker 개발을 위해 differentially expressed genes (DEGs)와 공유하고 있는 variants를 선별하였다. 총 1002개의 DEGs 중 588개의 유전자가 하나 이상의 non-synonymous variants를 보유하고 있는 것으로 조사되었다. 그 중 333개의 up-regulated genes에 초점을 맞춰 분석하였다(Figure 20).

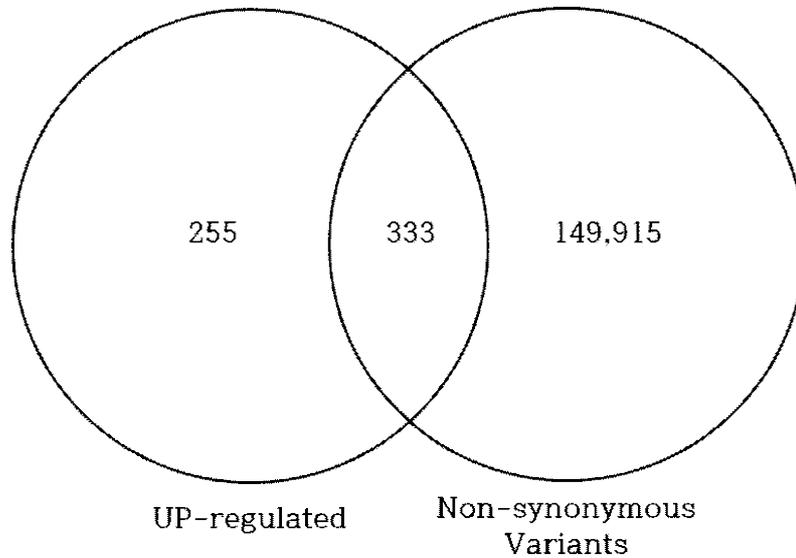


Fig. 20. Venn diagram of molecular marker candidates genes from RNA-seq data analysis.

- 한발 스트레스에 의해 up-regulation을 보였으며, gene-based marker 개발을 위한 non-synonymous marker를 보유하고 있는 333개의 유전자 중 내건성에 관련된 유전자를 선별하기 위해 blast 및 hypergeometric 분석을 수행하였다. 우선적으로 기능이 밝혀지지 않은 유전자들은 NCBI data를 기반으로 blast를 수행하여 해당 유전자의 sequence를 기반으로 유사기능을 파악하였으며, Gene ontology (GO)를 통해 각 유전자의 기능 및 역할을 조사하였다.
- GO-term 분석을 통해 한발에 의해 발생하는 유전자들이 다양한 역할에 관여하는 것을 볼 수 있었다. 이 중 스트레스에 직접적인 반응을 할 것으로 예상되는 response to stress (GO:0006950), response to abiotic stimulus (GO:0009628), transcription factor activity (GO:00003700) 및 transcript factor의 역할을 수행하여 gene expression에 관여할 것으로 예상되는 DNA binding (GO:0003677), nucleic acid binding (GO:0003676), protein binding (GO:0005515) 등에 해당하는 유전자들을 우선 선별 하였다. 각 GO term의 중복된 것을 제외한 총 92개의 유전자를 선별할 수 있었으며, 이 유전자들의 variants를 이용하여 분석하였다(Table 11).

Table 11. List of genes according to GO term.

GO-ID	p-value	corr p-value	Description	Genes in test set	No.of genes
9791	4.16E-04	2.23E-02	post-embryonic development	GRMZM2G005633 GRMZM2G353076 GRMZM2G179147 GRMZM2G060886 GRMZM2G061777 GRMZM2G066578 GRMZM2G138176 GRMZM2G389301 GRMZM2G019567 GRMZM2G102760 GRMZM2G106622 AC235543.1_FG003 GRMZM2G154735 GRMZM2G051943 GRMZM2G375504 GRMZM2G149211 GRMZM2G051179	16
3	3.04E-03	6.21E-02	reproduction	GRMZM2G135013 GRMZM2G005633 GRMZM2G179147 GRMZM2G060886 GRMZM2G061777 GRMZM2G066578 GRMZM2G389301 GRMZM2G019567 GRMZM2G106622 GRMZM2G127416 GRMZM2G301934 AC235543.1_FG003 GRMZM2G154735 GRMZM2G051943 GRMZM2G375504 GRMZM5G859316 GRMZM2G051179	16

GO-ID	p-value	corr p-value	Description	Genes in test set	No.of genes
6950	1.34E-02	1.29E-01	response to stress	GRMZM2G308615 GRMZM2G039639 GRMZM2G112488 GRMZM2G119258 GRMZM2G179147 GRMZM2G025833 GRMZM2G082487 AC203754.4_FG008 GRMZM2G477325 GRMZM2G349749 GRMZM2G138176 GRMZM2G083810 GRMZM2G173124 GRMZM2G065585 GRMZM2G102356 GRMZM2G051943 GRMZM2G031033 GRMZM2G005633 GRMZM2G389301 GRMZM2G061230 GRMZM2G152477 GRMZM2G102760 GRMZM2G106622 GRMZM2G154735 GRMZM2G375504 GRMZM2G145974 GRMZM2G092925 GRMZM2G373522 GRMZM2G128114 GRMZM2G059799	29
9719	1.58E-02	1.29E-01	response to endogenous stimulus	GRMZM2G308615 GRMZM2G460861 GRMZM2G353076 GRMZM2G046024 GRMZM2G082487 GRMZM2G477325 GRMZM2G138176 GRMZM2G389301 GRMZM2G102760 GRMZM2G154735 GRMZM2G375504 GRMZM2G057067 GRMZM2G149184 GRMZM2G092925	13
6810	2.28E-02	1.56E-01	transport	GRMZM2G031952 GRMZM5G809265 GRMZM2G048472 GRMZM2G032807 GRMZM5G827496 GRMZM2G061469 GRMZM2G062156 GRMZM2G477325 GRMZM2G157675 GRMZM2G019567 GRMZM2G000812 GRMZM2G050997 GRMZM2G149480 GRMZM2G149184 GRMZM2G064091 GRMZM2G160430 GRMZM2G005996 GRMZM2G140328 GRMZM2G059836 GRMZM5G862325 GRMZM2G177213 GRMZM2G144581 GRMZM2G144083 GRMZM2G129865 GRMZM2G093276 GRMZM2G086430 GRMZM2G402564 GRMZM2G387360 GRMZM2G149211 GRMZM2G051179	29
9628	2.28E-02	1.56E-01	response to abiotic stimulus	GRMZM2G308615 GRMZM2G353076 GRMZM2G039639 GRMZM2G048472 GRMZM2G179147 GRMZM2G025833 GRMZM2G082487 AC203754.4_FG008 GRMZM2G477325 GRMZM2G138176 GRMZM2G083810 GRMZM2G389301 GRMZM2G065585 GRMZM2G106622 GRMZM2G154735 GRMZM2G375504 GRMZM2G149184 GRMZM2G373522 GRMZM2G128114 GRMZM2G076723	19
3700	5.79E-02	2.42E-01	transcription factor activity	GRMZM2G301485 GRMZM2G516301 GRMZM2G011932 GRMZM2G351330 GRMZM2G138340 GRMZM2G309731 GRMZM2G380319 GRMZM2G061487 GRMZM2G117164 GRMZM2G475984 GRMZM5G846057 GRMZM2G000842 GRMZM2G034113	12
9607	6.87E-02	2.68E-01	response to biotic stimulus	GRMZM2G048616 GRMZM2G065585 GRMZM2G039639 GRMZM2G102760 GRMZM2G102356 GRMZM2G12488 GRMZM2G179147 GRMZM2G349749 GRMZM2G051179 GRMZM2G076723	9
30528	9.87E-02	3.44E-01	transcription regulator activity	GRMZM2G301485 GRMZM2G516301 GRMZM2G011932 GRMZM2G351330 GRMZM2G138340 GRMZM2G309731 GRMZM2G380319 GRMZM2G061487 GRMZM2G117164 GRMZM2G475984 GRMZM5G846057 GRMZM2G000842 GRMZM2G034113	12
30246	1.35E-01	4.25E-01	carbohydrate binding	GRMZM2G132591 GRMZM2G005633 GRMZM2G161534 GRMZM2G051943	3
6519	1.59E-01	4.67E-01	cellular amino acid and derivative metabolic process	GRMZM2G154093 GRMZM2G078472 GRMZM2G375504 GRMZM2G060886 GRMZM2G061777 AC203754.4_FG008 GRMZM2G053669 GRMZM2G128114 GRMZM2G381051	8
3682	1.95E-01	5.17E-01	chromatin binding	GRMZM2G405094 GRMZM2G049695 GRMZM2G010920 GRMZM2G143640 GRMZM2G096358 GRMZM2G380319	5
5777	1.99E-01	5.17E-01	peroxisome	GRMZM5G853854 GRMZM5G809265 GRMZM2G149211	2
3677	2.73E-01	6.66E-01	DNA binding	GRMZM2G301485 GRMZM2G405094 GRMZM5G898290 GRMZM2G061487 GRMZM2G042895 GRMZM5G846057 GRMZM2G143640 GRMZM2G112548 GRMZM2G096358 GRMZM2G049695 GRMZM2G516301 GRMZM2G011932 GRMZM2G353076 GRMZM2G114850 GRMZM2G351330 GRMZM2G010920 GRMZM2G138340 GRMZM2G309731 GRMZM2G109627 GRMZM2G380319 GRMZM5G849600 GRMZM2G117164 GRMZM2G475984 GRMZM2G430849 GRMZM2G156977 GRMZM2G000842 GRMZM2G034113	26
19748	3.28E-01	7.47E-01	secondary metabolic process	GRMZM2G407181 GRMZM2G179147 GRMZM2G006937	2
5215	5.36E-01	1.00E+00	transporter activity	GRMZM2G160430 GRMZM2G144083 GRMZM2G140328 GRMZM2G093276 GRMZM2G149184 GRMZM2G064091 GRMZM5G827496 GRMZM2G062156 GRMZM2G149211 GRMZM5G862325 GRMZM2G051179	10

GO-ID	p-value	corr p-value	Description	Genes in test set	No.of genes
6464	7.25E-01	1.00E+00	protein modification process	GRMZM2G132591 GRMZM2G308615 GRMZM2G135013 GRMZM2G048210 GRMZM2G004207 GRMZM2G082487 GRMZM2G159811 GRMZM2G019819 GRMZM2G380319 GRMZM2G300125 GRMZM2G360219 GRMZM2G019567 GRMZM2G121573 GRMZM2G038893 GRMZM2G315431 GRMZM5G818101 GRMZM2G333875 GRMZM2G079219	17
19538	8.37E-01	1.00E+00	protein metabolic process	GRMZM2G132591 GRMZM2G308615 GRMZM2G048210 GRMZM2G082487 GRMZM2G159811 GRMZM2G045720 GRMZM2G360219 GRMZM2G138176 GRMZM2G083810 GRMZM2G019567 GRMZM2G121573 GRMZM2G048836 GRMZM2G125314 GRMZM2G461716 GRMZM2G149480 GRMZM5G818101 GRMZM2G053206 GRMZM2G126541 GRMZM2G333875 GRMZM2G079219 GRMZM2G135013 GRMZM2G056988 GRMZM2G04207 GRMZM2G019819 GRMZM2G380319 GRMZM2G300125 GRMZM2G100349 GRMZM2G172230 GRMZM2G038893 GRMZM2G315431 GRMZM2G128333 GRMZM2G387360 GRMZM2G429842 GRMZM2G055698	33
9058	8.90E-01	1.00E+00	biosynthetic process	GRMZM5G817559 GRMZM2G477340 GRMZM2G078472 GRMZM2G048472 GRMZM2G077375 GRMZM2G407181 GRMZM2G090051 GRMZM2G060886 GRMZM2G061777 AC203754.4_FG008 GRMZM2G380319 GRMZM2G045720 GRMZM2G349749 GRMZM2G100349 GRMZM2G066578 GRMZM2G102760 GRMZM2G017616 GRMZM2G375504 GRMZM2G149480 GRMZM2G053669 GRMZM2G006937 GRMZM2G076723	21
5634	9.27E-01	1.00E+00	nucleus	GRMZM2G104081 GRMZM2G301485 GRMZM2G011932 GRMZM2G351330 GRMZM2G025833 GRMZM2G082487 GRMZM2G380319 GRMZM2G138176 GRMZM2G061487 GRMZM2G117164 GRMZM2G389301 GRMZM5G853854 GRMZM2G121573 GRMZM2G169121 GRMZM5G846057 GRMZM2G057067 GRMZM5G831577 GRMZM2G402564 GRMZM2G034113	18
3676	9.35E-01	1.00E+00	nucleic acid binding	GRMZM2G301485 GRMZM2G405094 GRMZM2G045720 GRMZM5G898290 GRMZM2G061487 GRMZM2G173124 GRMZM2G042895 GRMZM5G846057 GRMZM2G143640 GRMZM2G112548 GRMZM2G096358 GRMZM2G161274 GRMZM2G049695 GRMZM2G516301 GRMZM2G011932 GRMZM2G353076 GRMZM2G114850 GRMZM2G032977 GRMZM2G351330 GRMZM2G010920 GRMZM2G138340 GRMZM2G309731 GRMZM2G109627 GRMZM2G380319 GRMZM5G849600 GRMZM2G117164 GRMZM2G475984 GRMZM2G430849 GRMZM2G156977 GRMZM2G000842 GRMZM2G011357 GRMZM2G034113	31
5515	9.48E-01	1.00E+00	protein binding	GRMZM2G132591 GRMZM2G460861 GRMZM5G809265 GRMZM2G006973 GRMZM2G114048 GRMZM2G082487 GRMZM2G360219 GRMZM2G045883 GRMZM2G138176 GRMZM2G083810 GRMZM2G042895 GRMZM2G121573 GRMZM2G123212 GRMZM2G057067 GRMZM2G078806 GRMZM2G056988 GRMZM2G099295 GRMZM2G140328 GRMZM2G011513 GRMZM2G088613 GRMZM2G154036 GRMZM2G392320 GRMZM2G380319 GRMZM2G157982 GRMZM5G849600 GRMZM2G389301 GRMZM2G172230 GRMZM2G038893 GRMZM2G315431 GRMZM2G102760 GRMZM2G017616 GRMZM2G077307 GRMZM2G165044 GRMZM2G311036 GRMZM2G442387 GRMZM2G429842 GRMZM2G059799	36
166	9.87E-01	1.00E+00	nucleotide binding	GRMZM2G132591 GRMZM2G104081 GRMZM5G809265 GRMZM2G048210 GRMZM2G360219 GRMZM2G019567 GRMZM5G853854 GRMZM2G121573 GRMZM2G048836 GRMZM2G050997 GRMZM2G053669 GRMZM2G333875 GRMZM2G079219 GRMZM2G381051 GRMZM2G076723 GRMZM2G135013 GRMZM2G140328 GRMZM2G078472 GRMZM2G004207 GRMZM2G046024 GRMZM2G477872 GRMZM2G118770 GRMZM5G81887 GRMZM2G172230 GRMZM2G038893 GRMZM2G144083 GRMZM2G418160 GRMZM2G128114 GRMZM2G126199	28
16740	9.89E-01	1.00E+00	transferase activity	GRMZM2G132591 GRMZM2G104081 GRMZM5G892627 GRMZM2G175082 GRMZM2G048210 GRMZM2G048472 GRMZM2G077375 GRMZM2G089836 GRMZM2G156004 AC203754.4_FG008 GRMZM2G360219 GRMZM2G019567 GRMZM2G121573 GRMZM2G127416 GRMZM2G333875 GRMZM2G079219 GRMZM5G817559 GRMZM2G135013 GRMZM2G004207 GRMZM2G060886 GRMZM2G380319 GRMZM2G038893 GRMZM2G015933 GRMZM2G375504 GRMZM2G054803 GRMZM2G074631 GRMZM2G311036	26

- 샘플 및 품종 별 해당 유전자의 보유 및 variants를 보유 여부를 확인하기 위해 amplification refractory mutation system-polymerase chain reaction (ARMS-PCR) 기법을 통해 해당 92개의 선별한 유전자 및 각 유전자의 variants를 찾을 수 있는 마커 개발을 수행하였다(Figure 21).

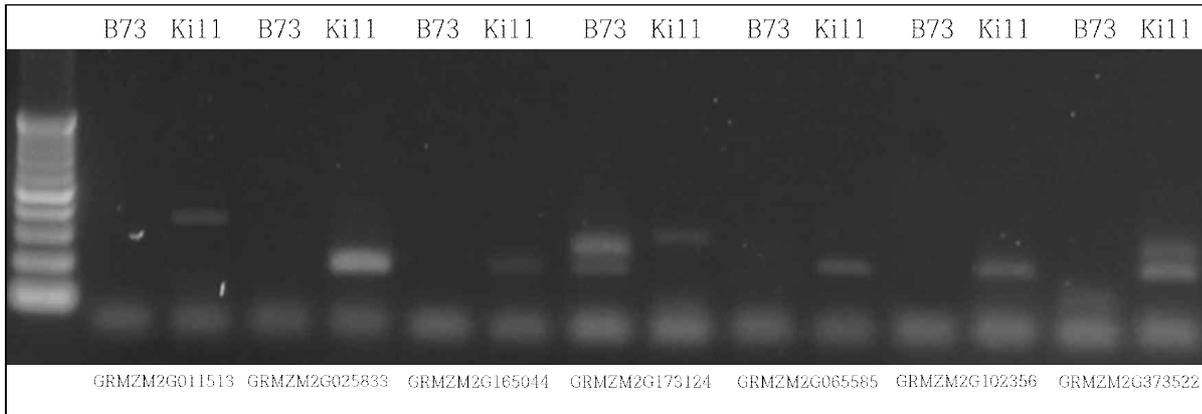


Fig. 21. Results of ARMS marker to detecting variants from drought responsive genes.

<2차년도>

ORNA-seq data를 이용한 gene-based 마커의 유전자 기능 평가

- 1년차에 수행한 총 88개(352개 variants)의 tetra primer set 중 ARMS-PCR을 통해 증폭이 확인된 유전자는 총 65개이다. 확인된 유전자의 variants들은 non-synonymous test를 통과한 변이로, 해당 유전자의 기능에 영향을 미쳤을 것으로 예상된다.
- 352개 variants 중 241개의 polymorphism을 확인할 수 있었으며, 69개의 heterozygous variants와 172개의 homozygous variants를 발견할 수 있었다(Table 12). Homozygous variants는 Ki11의 고유 variants의 가능성이 매우 높으며, 이는 추후 Ki11 유전체 연구에 flanked marker로써 활용 가능할 것으로 판단된다. 확인된 241개의 variants에는 140개의 SNV, 28개의 MNV, 69개의 InDel이 포함되어있으며, 4개의 replacement도 발견할 수 있었다. 이러한 변이 중 frame shift를 일으킬 수 있는 InDel 및 replacement들은 유전자의 구조적, 기능적 변이를 일으킬 것으로 예상되며, abiotic responsive gene의 기능의 변이를 통해 식물체의 내건성에 도움이 될 것으로 예상된다(Figure 22).
- 주요 유전자의 기능의 변이는 열대 기후 적응에 도움이 될 수 있으며, 본 연구에서 제공하는 Ki11유래 abiotic responsive gene의 variants들의 정보는 추후 열대 기후 적응 품종의 유용 유전자 탐지 및 품종 개발에 도움이 될 것으로 판단된다.

Table 12. Summary of non-synonymous variants which could make amino acid changes.

Chromosome	Region	Type	Reference	Allele	gene name	Length	Zygosity	Frequency
1	3645275	SNV	C	G	GRMZM2G044247	1	Homozygous	99.23664
1	3645277	SNV	C	G	GRMZM2G044247	1	Homozygous	100
1	3731534	SNV	T	C	GRMZM2G030567	1	Heterozygous	57.14286
1	3731538	Insertion	-	CGTG	GRMZM2G030567	4	Heterozygous	53.84615
1	3731541	Deletion	GCA	-	GRMZM2G030567	3	Heterozygous	38.46154
1	3731543	Insertion	-	CCT	GRMZM2G030567	3	Heterozygous	61.53846
1	5373869	SNV	G	T	GRMZM2G090051	1	Homozygous	100
1	5373876	SNV	C	T	GRMZM2G090051	1	Homozygous	100
1	5373883	SNV	A	C	GRMZM2G090051	1	Homozygous	100
1	5373902	SNV	G	A	GRMZM2G090051	1	Homozygous	100
1	5373968	SNV	A	G	GRMZM2G090051	1	Homozygous	71.42857
1	5375156	SNV	G	C	GRMZM2G090051	1	Homozygous	100
1	5375363	SNV	T	C	GRMZM2G090051	1	Homozygous	63.63636
1	5375391	SNV	T	A	GRMZM2G090051	1	Homozygous	100
1	5375828	Insertion	-	CAGCGG	GRMZM2G090051	6	Heterozygous	47.61905
1	5375830	SNV	T	C	GRMZM2G090051	1	Homozygous	45.45455
1	5375830	SNV	T	C	GRMZM2G090051	1	Homozygous	45.45455
1	5375871	SNV	T	C	GRMZM2G090051	1	Homozygous	100
1	11474475	Insertion	-	G	GRMZM2G086163	1	Heterozygous	52.38095
1	11474476	Insertion	-	CGCCG	GRMZM2G086163	5	Heterozygous	52.38095
1	11981826	MNV	TG	CA	CNR13	2	Homozygous	100
1	11981829	SNV	C	T	CNR13	1	Homozygous	100
1	11981850	SNV	C	G	CNR13	1	Heterozygous	62.26415
1	11981851	SNV	G	A	CNR13	1	Heterozygous	37.73585
1	12150266	SNV	C	G	GRMZM2G075958	1	Homozygous	60.91954
1	12150268	SNV	C	T	GRMZM2G075958	1	Homozygous	69.1358
1	45430629	SNV	G	A	GRMZM2G459824	1	Homozygous	99.24812
1	45430631	MNV	AC	GG	GRMZM2G459824	2	Homozygous	100
1	47183128	Insertion	-	CGCCT	GRMZM2G112488	5	Heterozygous	44.17178
1	47183129	Insertion	-	GTC	GRMZM2G112488	3	Heterozygous	44.5122
1	62715388	Insertion	-	GG	GRMZM2G442387	2	Homozygous	67.08861
1	62715389	Insertion	-	G	GRMZM2G442387	1	Homozygous	67.08861
1	62715395	MNV	AA	TG	GRMZM2G442387	2	Homozygous	92.30769
1	62715398	SNV	G	A	GRMZM2G442387	1	Homozygous	92.30769

Chromosome	Region	Type	Reference	Allele	gene name	Length	Zygosity	Frequency
1	166818273	SNV	C	G	GRMZM2G038893	1	Homozygous	98
1	166818275	SNV	A	T	GRMZM2G038893	1	Homozygous	100
1	197107212	SNV	C	A	GRMZM2G477872	1	Homozygous	78.88889
1	197107214	Deletion	CGTCTC	-	GRMZM2G477872	6	Homozygous	76.34409
1	197107221	SNV	C	A	GRMZM2G477872	1	Homozygous	78.26087
1	200195672	Insertion	-	CC	GRMZM2G349749	2	Homozygous	72.5
1	200195673	Insertion	-	C	GRMZM2G349749	1	Homozygous	72.5
1	211247252	SNV	G	A	GRMZM2G108003	1	Homozygous	93.75
1	211247254	SNV	A	G	GRMZM2G108003	1	Homozygous	100
1	214938945	Deletion	AA	-	AC217050.4_FG007	2	Homozygous	88.23529
1	214938948	Deletion	C	-	AC217050.4_FG007	1	Homozygous	83.33333
1	228381491	Deletion	CCC	-	GRMZM2G095126	3	Homozygous	73.42995
1	228381495	Deletion	CCA	-	GRMZM2G095126	3	Homozygous	76.1194
1	239670929	Deletion	C	-	GRMZM2G011357	1	Homozygous	95.65217
1	239670931	Deletion	GC	-	GRMZM2G011357	2	Homozygous	97.77778
2	9418976	Insertion	-	ACCCC	GRMZM2G156977	5	Heterozygous	55.55556
2	9418977	SNV	G	A	GRMZM2G156977	1	Heterozygous	44.44444
2	233547831	SNV	T	C	GRMZM2G135013	1	Homozygous	75.71429
2	233547833	SNV	T	C	GRMZM2G135013	1	Homozygous	75.71429
2	233547839	MNV	CC	GT	GRMZM2G135013	2	Homozygous	83.63636
2	233547842	MNV	CC	GT	GRMZM2G135013	2	Homozygous	100
2	233548397	MNV	GT	CC	GRMZM2G135013	2	Homozygous	67.79661
2	233548400	SNV	T	G	GRMZM2G135013	1	Homozygous	58.20896
2	233548426	MNV	GC	CT	GRMZM2G135013	2	Heterozygous	43.39623
2	233548427	SNV	C	T	GRMZM2G135013	1	Heterozygous	54.71698
2	233548430	SNV	G	T	GRMZM2G135013	1	Heterozygous	52.27273
2	233548431	SNV	T	A	GRMZM2G135013	1	Heterozygous	47.72727
2	233548433	Insertion	-	-	GRMZM2G135013	0	Heterozygous	47.91667
2	233548434	Insertion	-	GC	GRMZM2G135013	2	Heterozygous	47.72727
2	233548436	SNV	T	C	GRMZM2G135013	1	Heterozygous	45.65217
2	233548445	SNV	G	A	GRMZM2G135013	1	Homozygous	100
2	233548447	MNV	GG	TA	GRMZM2G135013	2	Homozygous	100
2	233548450	MNV	GGTG	TCCA	GRMZM2G135013	4	Homozygous	100
2	233548487	SNV	G	T	GRMZM2G135013	1	Homozygous	100
2	233548489	SNV	A	G	GRMZM2G135013	1	Homozygous	100

Chromosome	Region	Type	Reference	Allele	gene name	Length	Zygosity	Frequency
3	8981911	SNV	T	C	GRMZM2G144668	1	Homozygous	99.52353
3	8981913	SNV	G	T	GRMZM2G144668	1	Homozygous	99.34485
3	15062684	SNV	A	T	GRMZM2G165044	1	Homozygous	90
3	15066420	SNV	T	C	GRMZM2G165044	1	Homozygous	100
3	19835253	SNV	G	T	GRMZM2G161154	1	Heterozygous	50
3	19835331	SNV	C	A	GRMZM2G161154	1	Heterozygous	40.90909
3	19835338	MNV	GC	CA	GRMZM2G161154	2	Homozygous	40.39735
3	19835353	SNV	A	G	GRMZM2G161154	1	Heterozygous	41.76373
3	19835376	SNV	C	G	GRMZM2G161154	1	Homozygous	99.70888
3	19836044	SNV	A	T	GRMZM2G161154	1	Homozygous	90.90909
3	19836053	SNV	C	T	GRMZM2G161154	1	Homozygous	100
3	19836121	SNV	T	G	GRMZM2G161154	1	Homozygous	100
3	19836206	SNV	G	C	GRMZM2G161154	1	Homozygous	76.47059
3	19836381	SNV	T	C	GRMZM2G161154	1	Homozygous	100
3	19954277	SNV	G	C	GRMZM2G169121	1	Homozygous	99.31507
3	19954340	SNV	A	G	GRMZM2G169121	1	Homozygous	100
3	19956254	SNV	T	C	GRMZM2G169121	1	Homozygous	84.61538
3	22964040	SNV	A	G	GRMZM2G471517	1	Homozygous	100
3	22964042	SNV	G	T	GRMZM2G471517	1	Homozygous	100
3	56991142	MNV	GT	TG	GRMZM2G072890	2	Homozygous	70
3	56991147	SNV	G	A	GRMZM2G072890	1	Homozygous	100
3	56991157	SNV	A	G	GRMZM2G072890	1	Homozygous	100
3	56991163	SNV	A	G	GRMZM2G072890	1	Homozygous	100
3	56991172	SNV	A	T	GRMZM2G072890	1	Homozygous	94.73684
3	56991174	SNV	G	A	GRMZM2G072890	1	Homozygous	94.73684
3	56991176	SNV	G	C	GRMZM2G072890	1	Homozygous	94.73684
3	56991188	SNV	C	T	GRMZM2G072890	1	Homozygous	100
3	56991191	SNV	G	A	GRMZM2G072890	1	Homozygous	100
3	56991194	SNV	T	C	GRMZM2G072890	1	Homozygous	100
3	56991784	SNV	G	T	GRMZM2G072890	1	Homozygous	96.9651
3	56991809	SNV	A	T	GRMZM2G072890	1	Homozygous	65.70458
3	66948762	SNV	T	C	GRMZM2G104639	1	Homozygous	70.58824
3	66948765	SNV	T	C	GRMZM2G104639	1	Homozygous	91.66667
3	66948772	SNV	G	A	GRMZM2G104639	1	Homozygous	100
3	66948788	SNV	C	T	GRMZM2G104639	1	Homozygous	100

Chromosome	Region	Type	Reference	Allele	gene name	Length	Zygosity	Frequency
3	66948845	SNV	C	A	GRMZM2G104639	1	Homozygous	100
3	76111598	SNV	C	T	XLOC_016645	1	Homozygous	100
3	154692391	SNV	A	A	GRMZM2G126371	1	Heterozygous	60.1626
3	154692393	MNV	AGC	GAT	GRMZM2G126371	3	Heterozygous	39.8374
3	154692495	Insertion	-	G	GRMZM2G126371	1	Heterozygous	47.16981
3	154692497	SNV	C	C	GRMZM2G126371	1	Heterozygous	46.53465
3	154692502	SNV	A	A	GRMZM2G126371	1	Heterozygous	43.87755
3	154692504	MNV	GC	AG	GRMZM2G126371	2	Heterozygous	54.63918
3	154692539	SNV	A	A	GRMZM2G126371	1	Heterozygous	38.83495
3	154692541	SNV	G	C	GRMZM2G126371	1	Heterozygous	60.57692
3	212348278	Deletion	TGT	-	GRMZM2G003354,GRMZM2G003526	3	Heterozygous	53.84615
3	212348282	Deletion	CGTGTCCGT	-	GRMZM2G003354,GRMZM2G003526	9	Heterozygous	35
3	212348290	SNV	T	C	GRMZM2G003354,GRMZM2G003526	1	Heterozygous	35
4	60384612	MNV	CC	GT	GRMZM2G121928	2	Homozygous	80.4878
4	60384615	SNV	T	G	GRMZM2G121928	1	Homozygous	78.82353
4	60384668	Deletion	CGCCGG	-	GRMZM2G121928	6	Heterozygous	55.55556
4	60384673	SNV	G	A	GRMZM2G121928	1	Heterozygous	37.77778
4	83223171	Insertion	-	GCCG	GRMZM2G168002	4	Heterozygous	61.90476
4	83223171	SNV	A	G	GRMZM2G168002	1	Heterozygous	35
5	13191173	Deletion	TAG	-	GRMZM5G861357	3	Homozygous	88.73239
5	13191177	Deletion	CGGCT	-	GRMZM5G861357	5	Homozygous	73.11828
5	20510343	Deletion	T	-	GRMZM2G080231	1	Heterozygous	42.85714
5	20510345	Deletion	CAGGA	-	GRMZM2G080231	5	Heterozygous	42.85714
5	20510345	MNV	CAGGA	CAGGA	GRMZM2G080231	5	Heterozygous	57.14286
5	20510351	SNV	G	C	GRMZM2G080231	1	Heterozygous	54.54545
5	29918720	SNV	C	G	GRMZM2G066578	1	Homozygous	100
5	29919010	SNV	G	C	GRMZM2G066578	1	Homozygous	99.47917
5	29919507	SNV	G	A	GRMZM2G066578	1	Homozygous	100
5	29919695	MNV	AC	TT	GRMZM2G066578	2	Homozygous	100
5	29922976	SNV	A	G	GRMZM2G066578	1	Homozygous	81.81818
5	30795401	SNV	C	G	GRMZM2G025833	1	Homozygous	99.07193
5	142443003	SNV	T	C	GRMZM2G412436	1	Homozygous	100
5	142443005	SNV	C	T	GRMZM2G412436	1	Homozygous	94.87179

Chromosome	Region	Type	Reference	Allele	gene name	Length	Zygosity	Frequency
5	176846255	SNV	C	G	GRMZM5G870219	1	Homozygous	97.95918
5	176846257	Deletion	T	-	GRMZM5G870219	1	Homozygous	100
5	190528368	Insertion	-	CC	GRMZM2G117164	2	Homozygous	77.83375
5	190528369	Insertion	-	C	GRMZM2G117164	1	Homozygous	77.78338
5	193705280	Deletion	CC	-	GRMZM2G005996	2	Homozygous	79.31034
5	193705283	Deletion	C	-	GRMZM2G005996	1	Homozygous	79.31034
5	208948115	Deletion	C	-	GRMZM2G045883	1	Homozygous	100
5	208948117	Deletion	G	-	GRMZM2G045883	1	Homozygous	94.11765
5	208948119	MNV	GGCC	TCAG	GRMZM2G045883	4	Homozygous	100
5	210917835	Insertion	-	TG	GRMZM2G046459	2	Homozygous	53.57143
5	210917836	Insertion	-	-	GRMZM2G046459	0	Heterozygous	38.70968
5	210917837	Insertion	-	-	GRMZM2G046459	0	Heterozygous	38.70968
5	210917839	SNV	G	C	GRMZM2G046459	1	Homozygous	45.16129
6	117554210	Insertion	-	AGG	GRMZM2G012717	3	Homozygous	71.42857
6	117554212	SNV	G	C	GRMZM2G012717	1	Homozygous	55.55556
6	134837553	SNV	C	T	GRMZM2G061469	1	Homozygous	100
6	134837555	SNV	C	T	GRMZM2G061469	1	Homozygous	100
6	165689091	SNV	G	A	GRMZM5G846057	1	Homozygous	100
6	165689093	Deletion	G	-	GRMZM5G846057	1	Homozygous	59.09091
7	106674676	Deletion	A	-	GRMZM2G451965	1	Homozygous	100
7	106674678	Deletion	GGCAGCA	-	GRMZM2G451965	7	Homozygous	95.2381
7	121044545	SNV	T	G	GRMZM2G147966,GRMZM2G169201	1	Homozygous	100
7	121044668	SNV	T	G	GRMZM2G147966,GRMZM2G169201	1	Homozygous	100
7	121044680	SNV	C	G	GRMZM2G147966,GRMZM2G169201	1	Homozygous	100
7	121044720	SNV	C	G	GRMZM2G147966,GRMZM2G169201	1	Homozygous	100
7	121073368	SNV	C	A	GRMZM5G832939	1	Homozygous	100
7	121074298	SNV	C	G	GRMZM5G832939	1	Homozygous	100
7	135842855	Deletion	C	-	GRMZM5G817559	1	Heterozygous	76.19048
7	135842857	SNV	C	T	GRMZM5G817559	1	Heterozygous	76.19048
7	135842876	Insertion	-	ATG	GRMZM5G817559	3	Heterozygous	64.28571
7	135842878	SNV	T	G	GRMZM5G817559	1	Homozygous	66.66667
7	135847212	SNV	C	A	GRMZM5G817559	1	Homozygous	98.14815

Chromosome	Region	Type	Reference	Allele	gene name	Length	Zygosity	Frequency
7	135847214	SNV	C	G	GRMZM5G817559	1	Homozygous	100
7	155110160	Deletion	GG	-	GRMZM2G431039	2	Homozygous	90.41096
7	155110163	MNV	TC	GG	GRMZM2G431039	2	Homozygous	90.41096
7	155110169	Insertion	-	T	GRMZM2G431039	1	Homozygous	92.85714
7	155110171	SNV	T	A	GRMZM2G431039	1	Homozygous	94.28571
7	155111011	Insertion	-	C	GRMZM2G431039	1	Homozygous	96.2963
7	155111013	SNV	T	G	GRMZM2G431039	1	Homozygous	100
7	155111015	SNV	G	A	GRMZM2G431039	1	Homozygous	100
7	155111020	SNV	C	T	GRMZM2G431039	1	Homozygous	100
7	155111022	SNV	A	G	GRMZM2G431039	1	Homozygous	100
7	155111039	Insertion	-	G	GRMZM2G431039	1	Homozygous	100
7	155111041	MNV	TA	CG	GRMZM2G431039	2	Homozygous	100
7	155111044	SNV	T	C	GRMZM2G431039	1	Homozygous	100
7	167381110	SNV	T	A	GRMZM2G459841	1	Heterozygous	39.58333
7	167381111	SNV	C	G	GRMZM2G459841	1	Heterozygous	57.14286
7	167381439	Insertion	-	C	GRMZM2G459841	1	Heterozygous	49.01961
7	167381440	Insertion	-	GCGT	GRMZM2G459841	4	Heterozygous	49.01961
7	168240590	SNV	G	C	GRMZM2G066636	1	Homozygous	99.37598
7	168240592	MNV	AG	GC	GRMZM2G066636	2	Homozygous	99.37598
7	168241123	SNV	A	G	GRMZM2G066636	1	Homozygous	99.40179
7	168241125	SNV	T	C	GRMZM2G066636	1	Homozygous	99.4012
7	169978612	SNV	G	C	GRMZM2G301934	1	Homozygous	100
7	169978854	SNV	G	T	GRMZM2G301934	1	Homozygous	100
7	169978968	SNV	G	T	GRMZM2G301934	1	Homozygous	99.72973
8	5531675	Insertion	-	G	GRMZM2G416817	1	Homozygous	69.9187
8	5531677	MNV	AC	TG	GRMZM2G416817	2	Homozygous	69.10569
8	7038669	Deletion	C	-	GRMZM2G109627	1	Homozygous	81.09091
8	7038671	Replacement	CAT	G	GRMZM2G109627	3	Homozygous	73.85496
8	7038675	SNV	G	A	GRMZM2G109627	1	Homozygous	81.39535
8	8887907	SNV	A	G	GRMZM2G079219	1	Homozygous	65.92179
8	8887909	Deletion	ACC	-	GRMZM2G079219	3	Homozygous	55
8	92643300	SNV	G	A	GRMZM2G124179	1	Homozygous	93.75
8	92643302	SNV	A	G	GRMZM2G124179	1	Homozygous	93.75
8	92643602	SNV	A	G	GRMZM2G124179	1	Homozygous	58.62069
8	92643604	SNV	G	A	GRMZM2G124179	1	Homozygous	40.625

Chromosome	Region	Type	Reference	Allele	gene name	Length	Zygosity	Frequency
8	131940374	Replacement	TG	C	GRMZM2G092804	2	Heterozygous	53.92157
8	131940377	SNV	T	C	GRMZM2G092804	1	Heterozygous	53.39806
8	141446380	Deletion	A	-	GRMZM2G065829	1	Homozygous	90.69767
8	141446382	Deletion	TAGGA	-	GRMZM2G065829	5	Heterozygous	46.59091
8	141446386	SNV	A	C	GRMZM2G065829	1	Heterozygous	51.13636
8	141446584	MNV	CC	GT	GRMZM2G065829	2	Heterozygous	45.19231
8	141446585	Insertion	-	T	GRMZM2G065829	1	Heterozygous	39.62264
8	152129267	Deletion	AC	-	GRMZM2G360219	2	Homozygous	88.23529
8	152129270	Deletion	A	-	GRMZM2G360219	1	Homozygous	88.23529
9	8439653	Deletion	GG	-	GRMZM2G088053	2	Homozygous	65.97015
9	8439656	Deletion	G	-	GRMZM2G088053	1	Homozygous	60
9	108530143	SNV	C	A	GRMZM2G090266	1	Heterozygous	38.70968
9	108530144	Insertion	-	-	GRMZM2G090266	0	Heterozygous	60
9	108530299	MNV	TT	GC	GRMZM2G090266	2	Heterozygous	56.41026
9	108530302	SNV	T	G	GRMZM2G090266	1	Heterozygous	56.41026
9	108530304	Insertion	-	-	GRMZM2G090266	0	Heterozygous	43.58974
9	108530306	MNV	GA	GA	GRMZM2G090266	2	Heterozygous	43.58974
9	108530306	Replacement	GA	CTT	GRMZM2G090266	3	Heterozygous	56.41026
9	108530309	MNV	GA	GA	GRMZM2G090266	2	Heterozygous	45
9	108530309	Replacement	GA	TCC	GRMZM2G090266	3	Heterozygous	55
9	108530312	SNV	C	C	GRMZM2G090266	1	Heterozygous	45
9	108530329	MNV	GT	CC	GRMZM2G090266	2	Homozygous	71.21212
9	108530332	SNV	G	C	GRMZM2G090266	1	Homozygous	72.72727
9	116379667	Insertion	-	TC	GRMZM2G082520	2	Homozygous	66.66667
9	116379668	Insertion	-	T	GRMZM2G082520	1	Homozygous	66.66667
9	116379669	Insertion	-	G	GRMZM2G082520	1	Homozygous	71.11111
9	139042045	Deletion	GGC	-	GRMZM2G020953	3	Heterozygous	62.96296
9	139042047	SNV	C	T	GRMZM2G020953	1	Heterozygous	37.03704
10	140167273	SNV	A	G	AC208110.2_FG007	1	Homozygous	91.34328
10	140167275	MNV	TC	CA	AC208110.2_FG007	2	Homozygous	90.96326
10	147971651	SNV	C	A	GRMZM2G011513	1	Homozygous	98.55072
10	147971699	SNV	A	G	GRMZM2G011513	1	Homozygous	99.61089
10	147971772	SNV	G	A	GRMZM2G011513	1	Homozygous	98.68421
10	147972030	SNV	G	T	GRMZM2G011513	1	Homozygous	100
10	147972847	SNV	C	G	GRMZM2G011513	1	Homozygous	89.74359

Chromosome	Region	Type	Reference	Allele	gene name	Length	Zygosity	Frequency
10	148363594	SNV	T	G	GRMZM2G177213	1	Homozygous	100
10	148363732	MNV	CC	TT	GRMZM2G177213	2	Homozygous	100

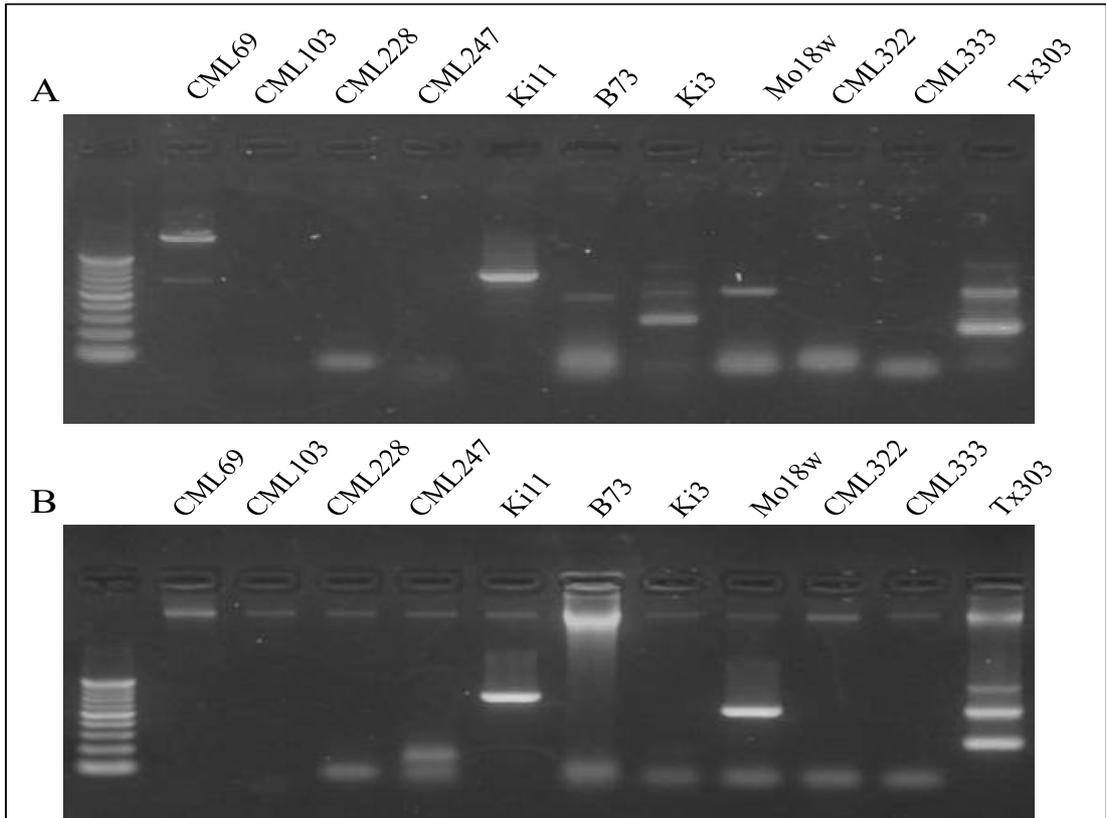


Fig. 22. Results of PCR screening for genetic variants. A; GRMZM2G152477 (Chr1:32058714; deletion), B; GRMZM2G031033 (Chr10:4779953-4779955; MNV).

<3차년도>

○Ki11 RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 적용 및 평가

- Ki11 RNA-seq data 분석을 통해 내건성에 관련이 있을 것으로 생각되는 1774개의 DEG 및 contig를 선별할 수 있었다. 그중 내건성과 관련된 annotation을 가지는 20개 gene을 선별하려 발현마커를 제작하였다(Table 13). 내건성 관련 발현마커의 프라이머 서열은 다음과 같다(Table 14).

Table 13. The list of candidate genes for drought tolerance.

Gene ID	length	domain
GRMZM2G085111	3837	ABC transporter, ABC transporter transmembrane region
GRMZM2G12811	1566	Aldehyde dehydrogenase family

4	GRMZM2G30193	1074	Alpha/beta hydrolase family
4	GRMZM2G13433	486	AN1-like Zinc finger, A20-like zinc finger
4	GRMZM2G37858	2553	AUX/IAA family, B3 DNA binding domain, Auxin response factor
0	GRMZM2G02177	1008	B-box zinc finger, CCT motif
7	GRMZM2G13704	513	bZIP transcription factor
6	GRMZM2G09236	837	CCT motif
3	GRMZM2G03688	750	Chlorophyll A-B binding protein
0	GRMZM2G07672	2802	Cytochrome b5-like Heme/Steroid binding domain, Oxidoreductase molybdopterin binding domain, Oxidoreductase NAD-binding domain, Oxidoreductase FAD-binding domain, Mo-co oxidoreductase dimerisation domain
3	GRMZM2G07944	507	Dehydrin
0	GRMZM2G37352	870	Dehydrin
2	GRMZM2G13034	1215	F-box domain
8	GRMZM2G13817	1146	F-box domain, Leucine Rich repeat
6	GRMZM2G38930	888	F-box-like
1	GRMZM2G08458	765	Myb-like DNA-binding domain
3	GRMZM2G44086	672	Ring finger domain
6	GRMZM2G30396	1290	U-box domain
4	GRMZM5G80162	1185	Zinc finger C-x8-C-x5-C-x3-H type (and similar)
7	GRMZM2G139977	5163	Zinc finger, ZZ type, TAZ zinc finger, Histone acetylation protein

Table 14. The list of candidate gene primers.

Gene name	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')
GRMZM2G021777	CGAACACTCCATGAACCACA	TCTTGCCTTCTCACGGTA
GRMZM2G036880	AGGACCCCGAGAAGAAGAAG	ACTGCTGGACGCAGAAGC
GRMZM2G076723	CGGCTACACCATGAAAGGAT	CAGCACCAGTACTTGCCGTA
GRMZM2G079440	GAGGGAGGAGCACAAGACC	GGGCAGCTTCTCTTTGATCT
GRMZM2G084583	CTGCGGTGGATCAACTACCT	GATGAGCGACCACTTGTTC
GRMZM2G085111	AGACCCAAGTGAGGATGCAG	GTGCAACAGTCTTTCCAGCA
GRMZM2G092363	CGCAAGTTCCAGAAGACCAT	GTCGATGCTGTCCGATGTG
GRMZM2G128114	TACCTCGTTCATGGCGTGTA	GTATTCGTCGACGCCGTACT
GRMZM2G130348	AGTTGTTGGGCACTTGGAGT	CCTCCTCCCTATGCTCCTTC
GRMZM2G134334	CGCGACAAGAAGGAGGAG	GGAGGAGGTAGGGGACGAC
GRMZM2G137046	GAGGAACAGGGTGTCAGCTC	GGAGCATCTGGTTCTCGTTC
GRMZM2G138176	CACTGGCTCACAAATTCACG	AGCCTGAAGCTTCTGCTGAG
GRMZM2G139977	GGTTCTGGCAGCTTCTATGC	GCTGTTGCTGAATGGACTGA
GRMZM2G301934	CCCGCCATGGTCATTATC	GTGGAACATGCCTGGGTACT
GRMZM2G303964	CTCTCCCTCCTCCTCCTCAT	GTCGTCGTCGGAGAGGAA
GRMZM2G373522	TGGAGGATGAGAGGAACACC	CTCCTCCTCCTGCTGGTTCT
GRMZM2G378580	ACTGGGACCATTGTTGGAAA	AGGGCTGACTGCAGGTTCTA
GRMZM2G389301	AAGCTCCTGCTCTTCTGCTG	CCGACACGTACAGCAGGTC
GRMZM2G440866	TCGTCTACGTGCTCGATGTC	GAAGATGTCGGCGTGGTC
GRMZM5G801627	GTCTCCGTACGCCCTCCTA	CTCGTACATCCGGAACCTCGT

- 선발한 발현마커는 총 4개 품종(B73, Ki3, Ki11, 강다옥)의 성숙기 leaf, tassel, silk 샘플에 적용하여 발현량을 분석하였다. Melting curve 분석을 통해 3개 유전자 (GRMZM5G801627, GRMZM2G079440, GRMZM2G303964)를 제외하고 17개 유전자를 이용해 제작한 발현마커의 분석을 수행하였다(Figure 23). 이전에 수행한 ASI와 수량 평가 결과 Ki11은 내건성 품종, B73, Ki3, 강다옥은 감수성 품종으로 분류되었다. 하지만 B73의 경우 한발 감수성 품종이지만 한발 스트레스를 받아도 ASI가 짧은 특징이 있었다. 따라서 성숙기 leaf, tassel, silk를 이용한 분석에 B73를 사용한다면 ASI가 짧아지도록 만드는 유전자를 발굴할 수 있을 것으로 판단하여 분석을 수행하였다.

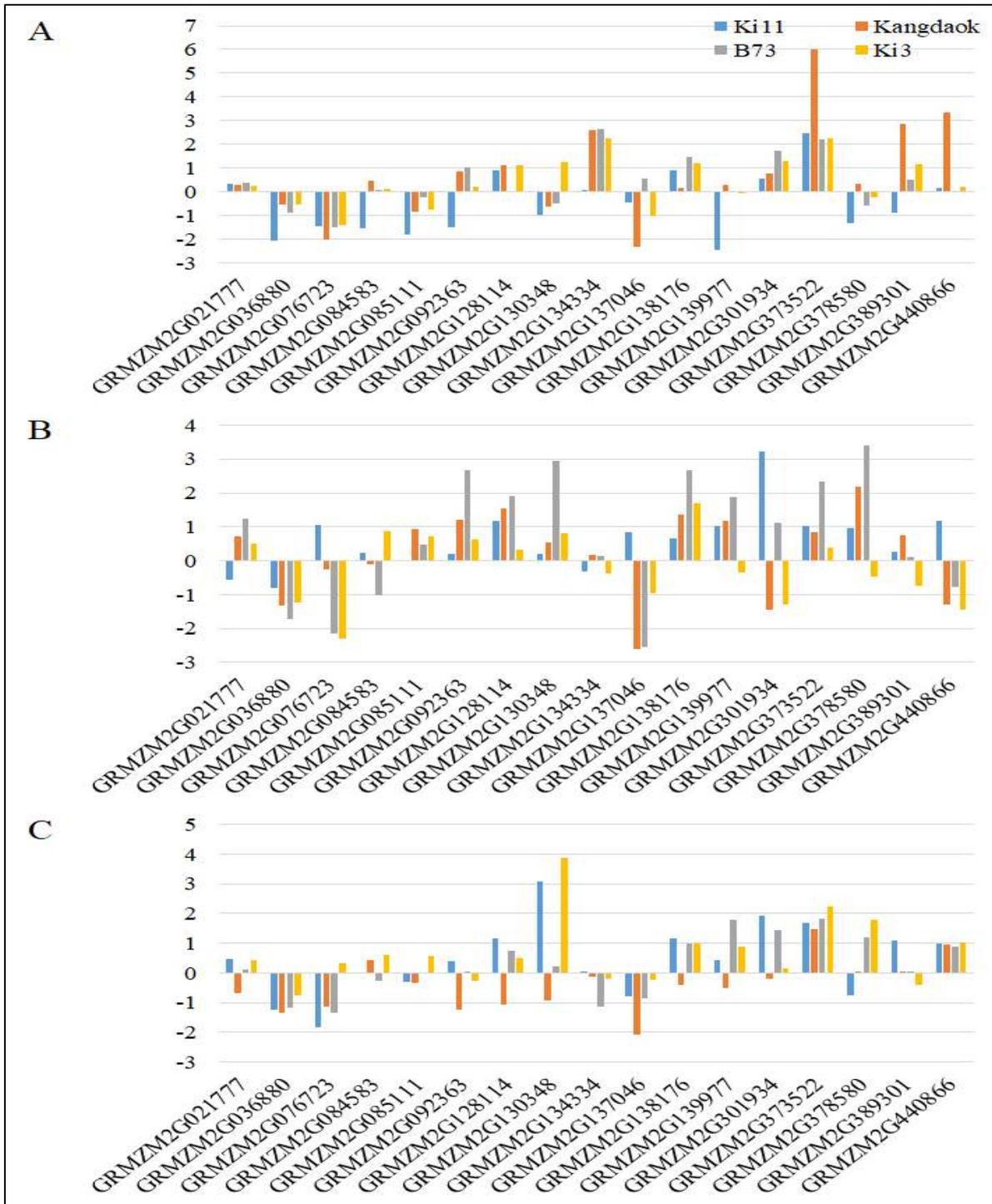


Fig. 23. Relative expression levels (drought/control) of 20 candidate genes for drought tolerance via qRT-PCR in the control and drought stress plants. A) Leaf sample, B) Silk sample, C) Tassel sample. Three independent plants were performed with biological replicates.

- 분석 결과 leaf의 경우 GRMZM2G373522, GRMZM2G389301, GRMZM2G440866 유전자가 강다옥에서 한발 스트레스에 의해 발현이 증가하는 것으로 나타났으며, silk에서는 GRMZM2G076723, GRMZM2G137046, GRMZM2G301934, GRMZM2G440866의 발현량이

Ki11에서 증가하는 것으로 나타났으며 GRMZM2G021777의 경우 Ki11에서만 감소하는 패턴을 보였다. tassel의 경우 GRMZM2G301934이 Ki11과 B73에서 증가하는 것으로 나타났다. 특히 GRMZM2G301934는 silk과 tassel 모두에서 Ki11과 B73만 발현량이 증가하였다. 한발 스트레스에 대한 ASI 반응을 결정하는 유전자일 가능성이 높을 것으로 판단되며 추후 추가적인 품종과 스트레스 조건을 세분화 하여 분석한다면 보다 더 신뢰도가 높고 실용화 가능성이 높은 발현마커 개발이 가능할 것으로 판단된다.

<4차년도>

○Ki11 RNA-seq data를 이용한 내건성 유전자 적용 및 평가

- 내건성 품종인 Ki11을 기준으로 조직별 발현량을 비교분석하여 6개 유전자 (GRMZM2G076723, GRMZM2G137046, GRMZM2G301934, GRMZM2G440866, GRMZM2G139977, GRMZM2G378580)를 선발했다(Table 15). 해당 유전자의 조직별 발현량을 비교분석하기 위해 tassel과 ear가 발달하기 시작하는 V7, V9 stage에 한발 스트레스를 처리하고 품종 간 발현량을 비교 분석을 실시했다.

Table 15. The expression pattern of Ki11 in leaf, silk, and tassel.

	Ki11		
	leaf	silk	tassel
GRMZM2G076723		Up	
GRMZM2G137046		Up	
GRMZM2G301934		Up	Up
GRMZM2G440866		Up	
GRMZM2G139977	Up		
GRMZM2G378580			Down

- B73, Ki3, Ki11, 강다옥을 V7, V9 stage에 한발 스트레스를 처리했고 leaf 샘플을 채집하여 RNA를 추출하고 이를 이용하여 qRT-PCR로 발현량을 비교 분석했다(Figure 24).

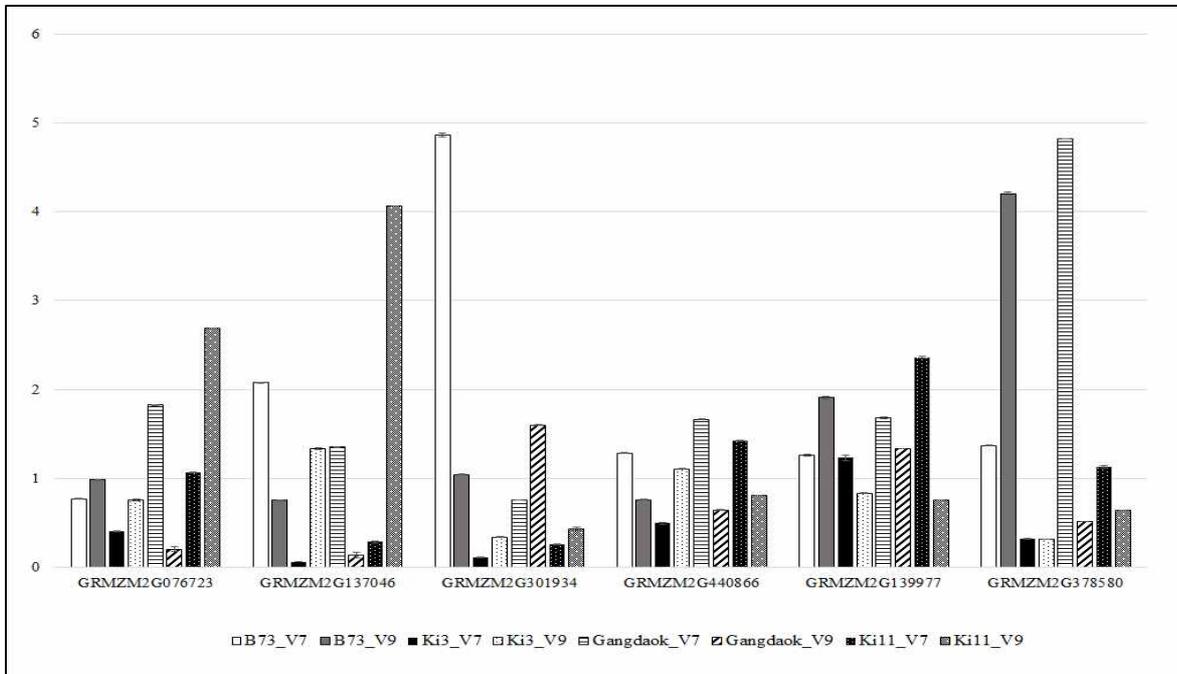


Fig. 24. Relative expression levels (drought/control) of 6 candidate genes for drought tolerance via qRT-PCR in V7 and V9 stage of B73, Ki3, Gangdaok, and Ki11.

- Silk에서 발현량이 증가했던 GRMZM2G076723과 GRMZM2G137046은 Ki11의 V9 stage에서 발현량이 상대적으로 증가한 것을 확인할 수 있었다. 또한 tassel에서 발현량이 증가했던 GRMZM2G301934는 B73 V7 stage에서 발현량이 증가한 것을 확인할 수 있었다.
- B73의 경우 한발 스트레스를 처리해도 ASI가 증가하지 않는 특징을 보였는데, 이 유전자가 개화 관련 유전자라면 B73에서 발현량이 증가하여 ASI가 증가하지 않도록 만들었을 것으로 판단된다.
- 이외의 유전자의 경우 품종 간 경미한 차이를 보였다. 위 유전자들은 Ki11에 한발 스트레스를 처리한 후 RNA-seq data를 비교분석하여 발굴한 유전자로서, 조직 및 stage의 발현량 비교분석을 통해 검증했다. 따라서 GRMZM2G076723과 GRMZM2G137046은 내건성에 관여하는 유전자라고 판단된다.

○B73 RNA-seq data module 분석을 통한 내건성 유전자 발굴

- 조직 및 stage 별 내건성 특이 유전자 발굴을 위해 NCBI database에서 B73 RNA-seq data 144개를 수집했다(Table 16.). RNA-seq data는 유묘기와 성숙기 sample로 구성되어 있었으며, 유묘기는 day 3~10, V4 stage, 성숙기는 V12, V14, V16, R1 stage가 있었다. 성숙기의 경우 leaf, tassel, ear로 구성되어있어 조직 및 stage 특이 발현 유전자의 module 분석이 가능했다.

Table 16. The lists of RNA-seq data information for drought related DEG analysis in B73.

Bioproject	Cultivar	Instrument	Library Layout	SRA Study	Release date	Sample	Stage	Note
1 PRJNA291919	B73	Illumina HiSeq 2500	Single	SRP062027	2016.02.05	94	Old	V12, V14, V16, R1 - Leaf, Ear, Tassel
2 PRJNA483231	B73	Illumina HiSeq 2000	Paired	SRP155607	2019.08.27	36	Seedling	leaf drought stress - 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 day re-watering - 11 day
3 PRJNA511671	B73	Illumina HiSeq 3000	Paired	SRP174413	2018.12.27	8	Seedling	V4 leaf

- 먼저, RNA-seq data를 NCBI에서 다운로드 받고 FAST QC tool을 이용해 필터링을 했다. 필터링이 완료된 data를 BBDUK tool을 이용해 adapter를 제거하는 cleaning을 수행했고, STAR tool을 이용해 reference genome과 read를 매치시켰다. 매치된 read count를 HTSeq softwar로 분석했으며, 해당 read count는 R package tool인 DESeq2로 expression value로 변환했다. 이렇게 변환된 data를 weighted gene correlation network analysis (WGCNA) tool로 module 분석을 수행했다.
- 총 38개의 module이 조사되었으며, heatmap과 발현량을 비교분석한 결과 6개 module(darkgrey, lightpink4, novajowhite2, red, salmon, salmon4)을 선발할 수 있었다 (Figure 25, 26, 27).

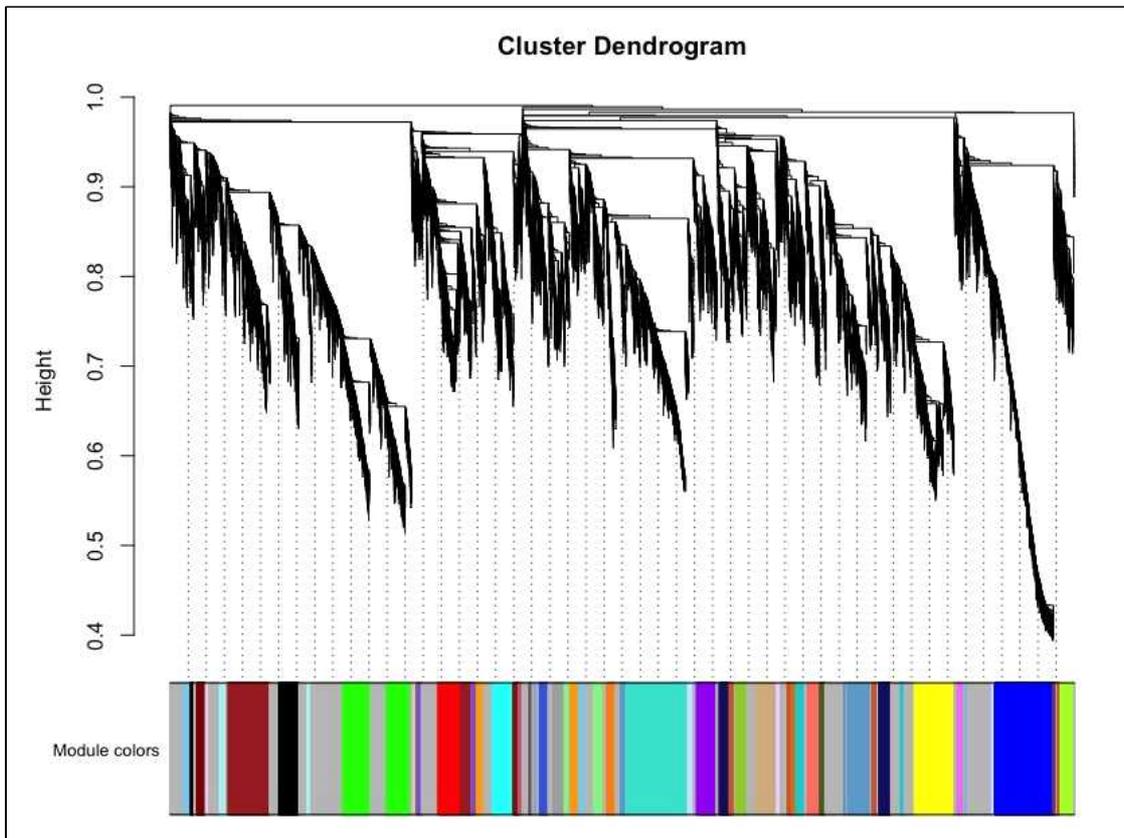


Fig. 25. WGCNA module identification and correlation analysis. The clustering dendrogram of genes identifying the WGCNA modules.

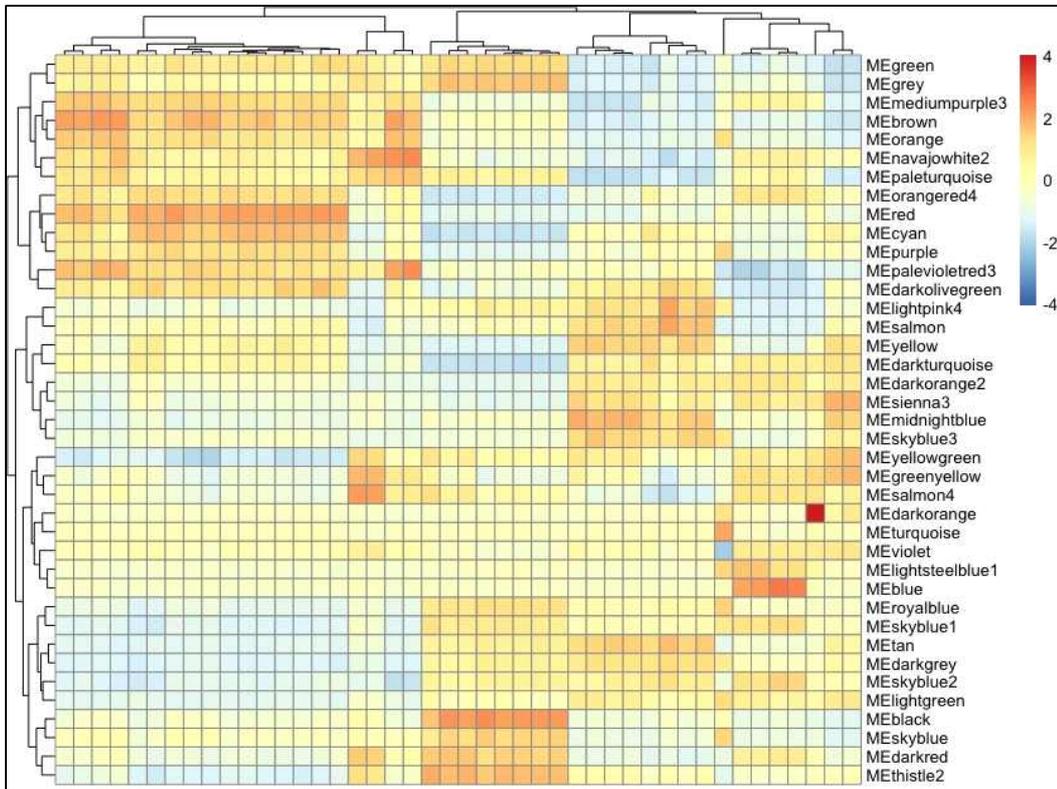


Fig. 26. The expression heatmap of genes identifying the WGCNA modules.

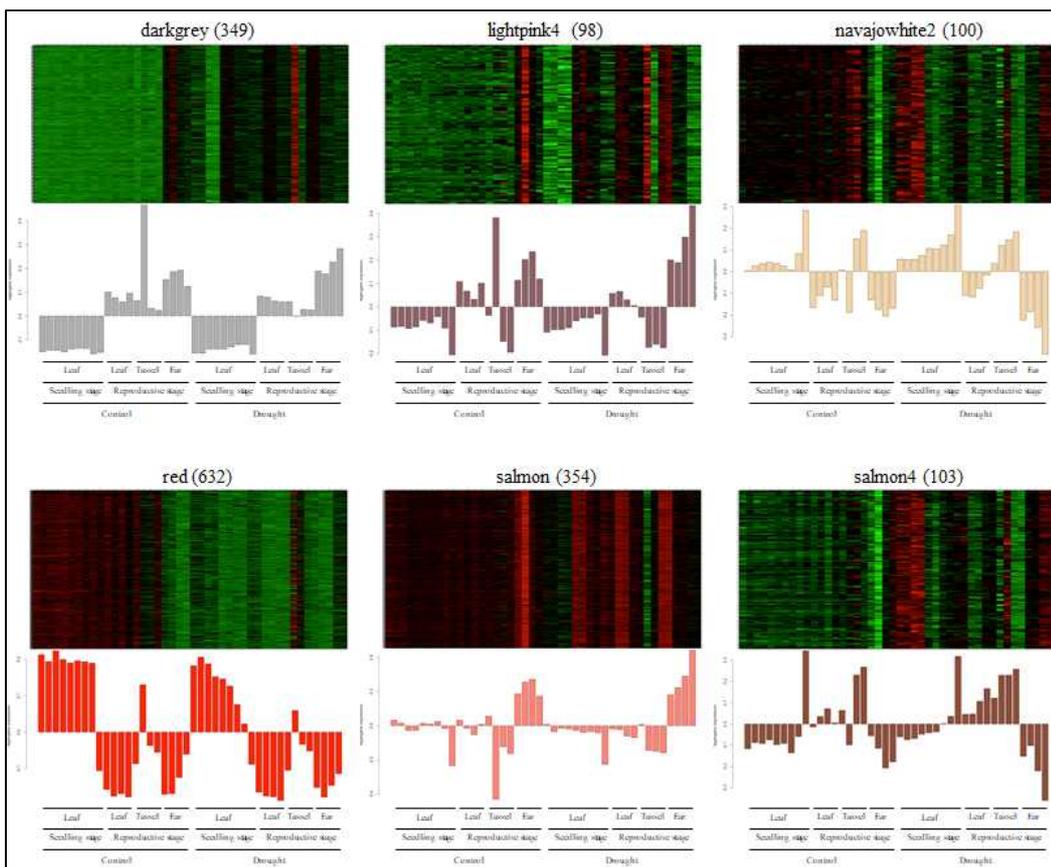


Fig. 27. The histograms described the eigengene expression of 6 module from seedling and reproductive stage.

- 선발된 6개 module 중 red module은 유묘기에서 drought stress에 의해 발현량이 점점 감소하는 것을 확인할 수 있었으며, 이외의 module은 tassel, silk에서 발현량이 증가하거나 감소하는 패턴을 확인할 수 있었다. red module의 gene을 david를 이용해 annotation와 biological process, molecular function을 조사하였다. red module의 경우 biological process는 response to oxidate stress, hydrogen peroxide catabolic process로 조사되었으며 molecular function은 DNA binding으로 나타났다.
- 603개 유전자 중 entrez ID가 매치되는 것은 490개였으며 그 중 273개 유전자는 annotation이 조사되었지만, 나머지 217개 유전자는 uncharacterized gene으로 나타났다. annotation이 매치가 되는 유전자 중 11개 유전자는 drought stress와 연관이 있다고 알려진 유전자로서, 추후 이를 이용하여 primer를 제작해서 V7과 V9 stage의 샘플에 qRT-PCR을 통해 스크리닝을 할 계획이다.
- 또한 선발된 6개 module 중 ear에서 drought stress에 의해 감소하는 패턴, tassel에서는 상대적으로 발현량이 증가하는 패턴을 보인 salmon4의 유전자를 이용하여 추가 분석을 수행할 계획이다.

<5차년도>

○B73 RNA-seq data module 분석을 통한 내건성 유전자 발굴

- Red module에서 annotation이 확인되는 유전자 273개 중 drought stress와 연관이 있다고 알려진 유전자 11개는 Table 17과 같고, 이를 이용하여 primer 20 set를 제작했다 (Table 18).

Table 17. Eleven genes were classified as response to drought stress in red module.

Gene ID	Entrez gene ID	Annatation	GOTERM_Molecular function
GRMZM2G150893	100216995	peroxidase 54(LOC100216995)	GO:0004601~peroxidase activity GO:0020037~heme binding GO:0046872~metal ion binding
GRMZM2G134947	103626198	peroxidase N-like(LOC103626198)	GO:0004601~peroxidase activity GO:0020037~heme binding GO:0046872~metal ion binding
GRMZM2G173128	100284127	peroxisomal multifunctional enzyme type 2(LOC100284127)	
GRMZM2G127490	100193483	MYB transcription factor(LOC100193483)	GO:0003677~DNA binding
GRMZM2G002128	100280222	MYB transcription factor(LOC100280222)	GO:0003677~DNA binding
GRMZM2G171818	100285905	BHLH transcription factor(LOC100285905)	
GRMZM2G325907	100285212	myb-like DNA-binding domain containing protein(LOC100285212)	GO:0003677~DNA binding
GRMZM2G000818	541744	myb-related protein Hv1(MYB11)	GO:0003677~DNA binding
GRMZM2G003406	100283728	myb-related protein Hv33(LOC100283728)	GO:0003677~DNA binding
GRMZM2G017268	103654460	myb-related protein Zm38-like(MYB63)	GO:0003677~DNA binding
GRMZM2G353076	100286181	zinc finger homeodomain protein 1(LOC100286181)	GO:0003677~DNA binding

Table 18. The list of 20 primer sets in 11 gene from red module.

Gene ID	chr.	star.t	end	T	bp	protein	Forward	Reverse
GRMZM2G150893	5	41,784,253	41,786,999	T01	1325	352	TACAAAATTTGA ACTTGTTTTGG	CTGCTTCACGAT GTTGTAGG
GRMZM2G150893	5	41,784,253	41,786,999	T02	1548	342	ATGATGGCTTCC TCTAGTCCCT	CTGCTTCACGAT GTTGTAGG
GRMZM2G150893	5	41,784,253	41,786,999	T03	1673	103	ATGGCTTCCTCT AGTCCTCA	GCATGTGCAGTC GTAGTAGT
GRMZM2G134947	5	33,203,040	33,204,369	T01	996	331	TTCGACAACGAC TACTACAAGAA	ACGAAATCGTAG AAGAACTGGT
GRMZM2G173128	9	7,775,719	7,778,008	T01	742	190	TACTCATCCTTT CCATCAAAACT	CACGAAGATCTC CTCATCAAC
GRMZM2G173128	9	7,775,719	7,778,008	T02	835	189	AAACCCCTCATC CTATTCTC	GATTTGAGGCTG CTACTGTC
GRMZM2G173128	9	7,775,719	7,778,008	T03	838	190	TACTCATCCTTT CCATCAAAACT	CACGAAGATCTC CTCATCAAC
GRMZM2G127490	10	87,973,185	87,976,341	T01	2873	430	AACTCTCTATTT CCCTTCCAAC	GAATTATCAGGT GGAAGATTCAG
GRMZM2G127490	10	87,973,185	87,976,341	T02	699	95	TTTGGTCCTCAG TTATCAACTCT	GAAGTACCAAG AGGTATTTGAG
GRMZM2G002128	6	152,871,540	152,873,884	T01	1988	302	GAGGAAGAGCAC AAGCAGTT	GAGTTGAGGCGG ATGAAGTA
GRMZM2G002128	6	152,871,540	152,873,884	T02	2237	210	AACAATGGTAGA AAGAGGGAAAT	ATTGAAATCCAA CAACAGACAC
GRMZM2G171818	2	227,455,863	227,458,214	T01	1848	448	GTGAGGAGGGAA AAGATCAG	CAGCGACTGTAC GTAGTTTATGA
GRMZM2G171818	2	227,455,863	227,458,214	T02	1899	384	GCATATTTCAAT TTCCAAAGACT	CTACGTCTAAG AAGAGCAGACA
GRMZM2G171818	2	227,455,863	227,458,214	T03	1199	247	CTTTGCGTCTGT GGAGTCAT	TCTCTCTCCTC CAACTACTA
GRMZM2G325907	10	81,140,436	81,143,718	T01	2211	351	GAGAAGCTCATC AGGTACATCAC	AGTTCCAGTAGT TCTTGATCTCG
GRMZM2G325907	10	81,140,436	81,143,718	T02	1302	82	CGTACGTACAAA AGTGAATTGAA	TAGTAACCAGCA GCTCTACACAG
GRMZM2G000818	7	181,720,269	181,728,310	T01	1655	218	AACGAGATCAAG AACTACTGGAA	CTCGAACGATAT GGTTATGTTG
GRMZM2G003406	8	158,166,572	158,168,285	T01	1508	301	AGAAGCTCTACA ACCACATCATT	GTAGGTAGTTGA TCCACCGAAG
GRMZM2G017268	4	201,420,671	201,421,925	T01	1149	270	GTCAGTAGTGAC GGTCAAGAAAG	ATAGGAAATCAG TGATGAATGGA
GRMZM2G017268	4	201,420,671	201,421,925	T02	838	235	AGAAGAACGGAC ATGGTAGC	AAGTCTTGATC TCGTTGTCG

- B73, Ki3, Ki11, 강다옥 등을 이용하여 V7과 V9 stage의 샘플에 qRT-PCR을 통해 스크리닝을 수행했다(Figure 28). 총 20개 primer set 중 발현이 불안정한 7개를 제외하고 13개 set를 이용하여 분석했다. B73은 전체적으로 다른 품종에 비해 발현량이 높게 나타났으며, 또한 V9에 비해 V7 stage에서 발현량이 높은 패턴을 보였다. 이는 유묘기의 RNA-seq data에서 stage가 진행될수록 발현량이 감소하는 것과 유사한 패턴이지만 V7과 V9의 경우 영양생장기(vegetative stage)에 해당하지만 내부에서는 tassel 및 ear가 발달하고 있는 생식생장기(reproductive stage)가 시작되는 시점이므로 유의미하다고 보기 어렵다. 감수성 품종인 B73, Ki3, 강다옥의 발현량을 비교 분석해 보았을 때 역시 유의미한 결과를 도출하기 어려웠다. 오히려 내건성 품종인 Ki11의 전체적인 발현량이 낮은 수준을 보여 비교분석을 통한 유의미한 유전자를 선별하기 어려웠다. 따라서 6개의 module 중 salmon4의 유전자를 이용하여 추가 분석을 수행하였다.

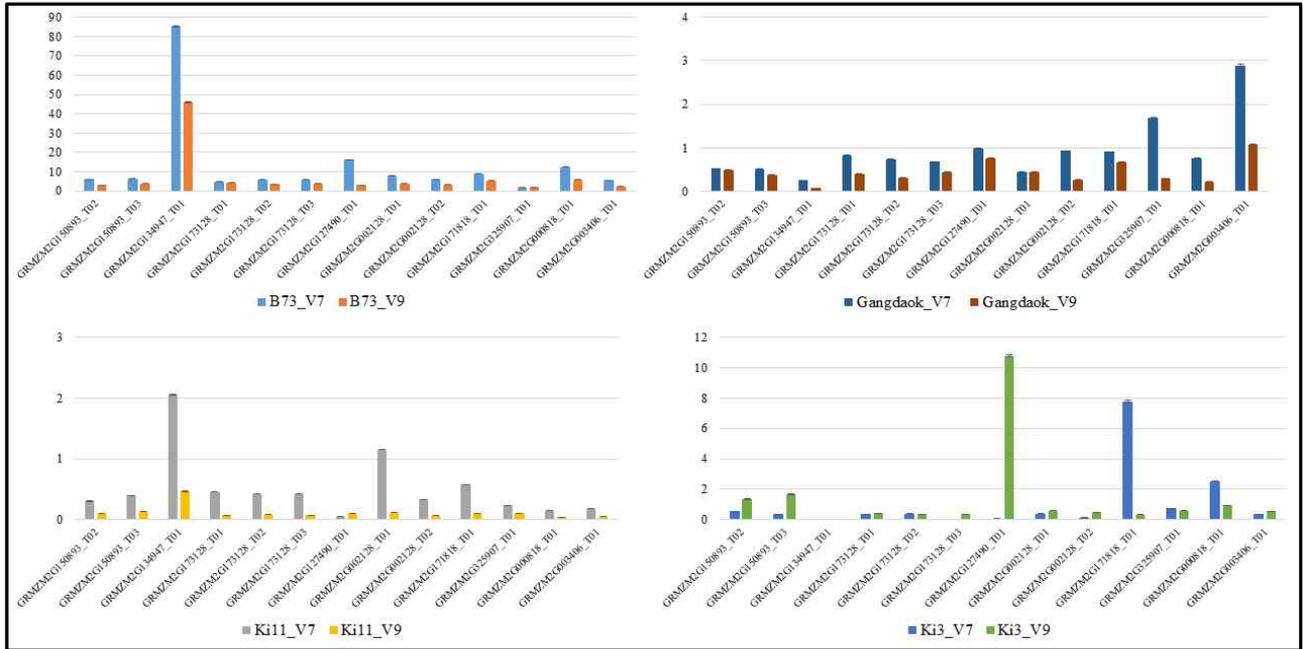


Fig. 28. Validation of relative gene expression in V7 and V9 stage of B73, Gangdaok, Ki11, and Ki3 by qRT-PCR.

- Salmon4는 ear에서 한발 스트레스에 의해 감소하는 패턴을 보이고 tassel에서는 상대적으로 발현량이 증가하는 패턴을 보인 유전자이다. Salmon4 module에는 103개 유전자가 존재하지만 entrez ID와 매치가 되는 유전자는 총 64개이며, 이 중 annotation이 알려진 유전자는 20개, 나머지 44개 유전자는 uncharacterized gene이다. Salmon4에서 annotation이 알려진 유전자 중 18개를 이용하여 primer set를 디자인 하였다(Table 19, Table20).

Table 19. Eighteen genes were classified as response to drought stress in salmon4 module.

Gene ID	Entrez gene ID	Annotation	GOTERM_Molecular function
GRMZM2G090262	100286085	CPL3(LOC100286085)	GO:0004721~phosphoprotein activity phosphatase
GRMZM2G388915	103632168	DNA repair protein UVH3(LOC103632168)	
GRMZM5G895064	103626041	DNA-directed RNA polymerase II subunit RPB2 (LOC103626041)	
GRMZM2G328988	103635779	E3 ubiquitin-protein ligase UPL4(LOC103635779)	
GRMZM2G128877	103626681	V-type proton ATPase catalytic subunit A-like (LOC103626681)	
GRMZM2G157462	100286124	dynammin-2A(LOC100286124)	GO:0003924~GTPase activity,GO:0005525~GTP binding
GRMZM2G104833	103652830	non-lysosomal glucosylceramidase (LOC103652830)	

GRMZM2G077844	100285080	pgr5 protein(PGR5)	
GRMZM2G154366	103652775	phosphatidate phosphatase PAH2 (LOC103652775)	
GRMZM2G343588	100272416	phospholipase D family protein(LOC100272416)	GO:0035091~phosphatidylinositol binding
GRMZM2G470556	103654967	probable histone acetyltransferase HAC-like 1 (TAZ6)	GO:0003712~transcription cofactor activity,GO:0004402~histone acetyltransferase activity,GO:0008270~zinc ion binding
GRMZM2G099160	732836	probable ion channel CASTOR(LOC732836)	
GRMZM2G360455	100283027	protein phosphatase 2C isoform gamma (LOC100283027)	GO:0004722~protein serine/threonine phosphatase activity,GO:0046872~metal ion binding
GRMZM2G146386	103639339	protein sel-1 homolog 2-like(LOC103639339)	
GRMZM2G102243	103633130	putative E3 ubiquitin-protein ligase RF298(LOC103633130)	GO:0008270~zinc ion binding
GRMZM2G118344	100381884	putative RING zinc finger domain superfamily protein(LOC100381884)	GO:0008270~zinc ion binding
GRMZM2G416386	103629593	putative aminodeoxychorismate synthase(LOC103629593)	
GRMZM2G075900	103650470	pyrophosphate-energized membrane proton pump 3-like (LOC103650470)	GO:0004427~inorganic diphosphatase activity,GO:0009678~hydrogen-translocating pyrophosphatase activity

Table 20. The list of primer set in 18 genes from salmon4 module.

Gene ID	chr.	Transcript ver.	Forward	Reverse
GRMZM2G090262	6	T01	CCAAACAATACACGCCACA	TTCCTGTCACTGCCCTAAG
GRMZM2G388915	1	T01	CAGTTGCTTTCGGTCGAGAG	TCGCATCTAACCCACAAGT
GRMZM5G895064	5	T01	TTTCCTGGGCCCCACATATT	TGGAGCAGCTTCTTCCTGA
GRMZM2G328988	8	T01	TCTGGACATGCAGTTTTGGC	TGACAGATCAGGTGCTTCGT
		T02	TCTCAAGAATGGGCCAAGGT	CAGTGCCGTGAATGTGGAAA
GRMZM2G128877	5	T01	GCACTTGTGCTATTCCAGGG	CCGTGAGGAGTCAGTCATGA
		T02	TGTTGGTAAAGATGCGCTGG	ATTGGCAAATCAGGCTGTGG
		T03	TTTCTGCCTTCATTTCCCGC	ACCATGCCCTTTACCCTAGG
GRMZM2G157462	6	T01	ACGTAGACCTGCTGATCCTG	AGCTGCTTCAAGAGGACCAT
GRMZM2G104833	4	T01	CATTCAAACCCCTGAAGCC	CAGCTGCCTGAAGACGAATC

GRMZM2G077844	9	T02	ACAAAGCAACGACCTTCCAC	AACACTTGCTGCCAGAATG
GRMZM2G154366	4	T01	TCGGTGAGGGCAAGATTCTT	TGATGAGCCTTCCAAGAGCA
GRMZM2G343588	8	T02	CATTAGGGCGAGGAAAAGGC	CCCAAACGCCAAAACAAACC
GRMZM2G470556	4	T01	TTGCGCCAATCAACTGAACA	GAAGCGTTCGAGGATCAACC
GRMZM2G099160	5	T01	TGTCTTGGAGGAGCTCTTCG	GCTGAGCGTGCCATAATCAA
GRMZM2G360455	5	T04	CATCTGCCGATCTCCTCTGT	CCCCATCCTTCGCTACTCTT
		T05	CAGTAGTGGTGTGCGCATCTG	CTCAGCAGCACTATCTCCCA
GRMZM2G146386	9	T01	GGACTATGAACGTGCAGCAG	CGTTGAGGTGGATTCAGCTG
GRMZM2G102243	7	T01	CCTTCTCAAGAGTCTGGGCA	AGGTTCTCAAGACGGAAGGG
GRMZM2G118344	6	T01	AGGAGTAGAAGGCTGAGGGA	CAATGTCAACACGGGCCTAG
		T02	TCAAGCTGTGTGACGGAGAT	CCCAGTCTGCAAAGCTTCTG
		T04	TGATCAGCCCTTTGGTAGCA	CCTCAAAGTACAGCAGTGCC
		T05	TCTGGCTATCCTCTTGCTGG	GTTGCACTGAAGCGGAGAAA
GRMZM2G416386	6	T01	CAACATCGTCATCTCGCCTG	CTATACACGGGCGACTCAGT
GRMZM2G075900	3	T01	AGCACAGCAGGGTATGTTCT	GCTCAAATGCCGTTCAAGGA

- Salmon4의 primer set를 qRT-PCR로 확인한 결과, B73은 전반적으로 V9 stage에서 발현량이 높았으나, V7 stage에서는 발현량이 대부분 낮은 패턴을 보였다. 반면 Ki11은 대부분 V7 stage에서 발현량이 높은 패턴을 보였고, V9 stage에서는 전반적으로 다른 품종에 비해 더 낮은 것을 확인했다(Figure 29). Ki3와 강다옥에서는 뚜렷하게 발현량의 차이가 보이지 않았지만, V9 stage보다 V7 stage에서 발현량이 조금 더 높은 것을 확인하였다. 일반적으로 옥수수에서 tassel은 V7 stage, ear는 V9 stage에 발달된다고 알려져 있다. Ki11이 V7 stage에서 전반적으로 높은 발현량 패턴이 많은 이유가 바로 내건성에 강한 품종으로 알려져 있기 때문에 다른 품종들과 패턴이 다른 것으로 판단된다. 본 연구결과를 토대로 기존의 sample인 V7과 V9 stage보다 생육상태가 발달된 생식생장기(reproductive stage)에 적용하여 추가 연구를 수행하였다.

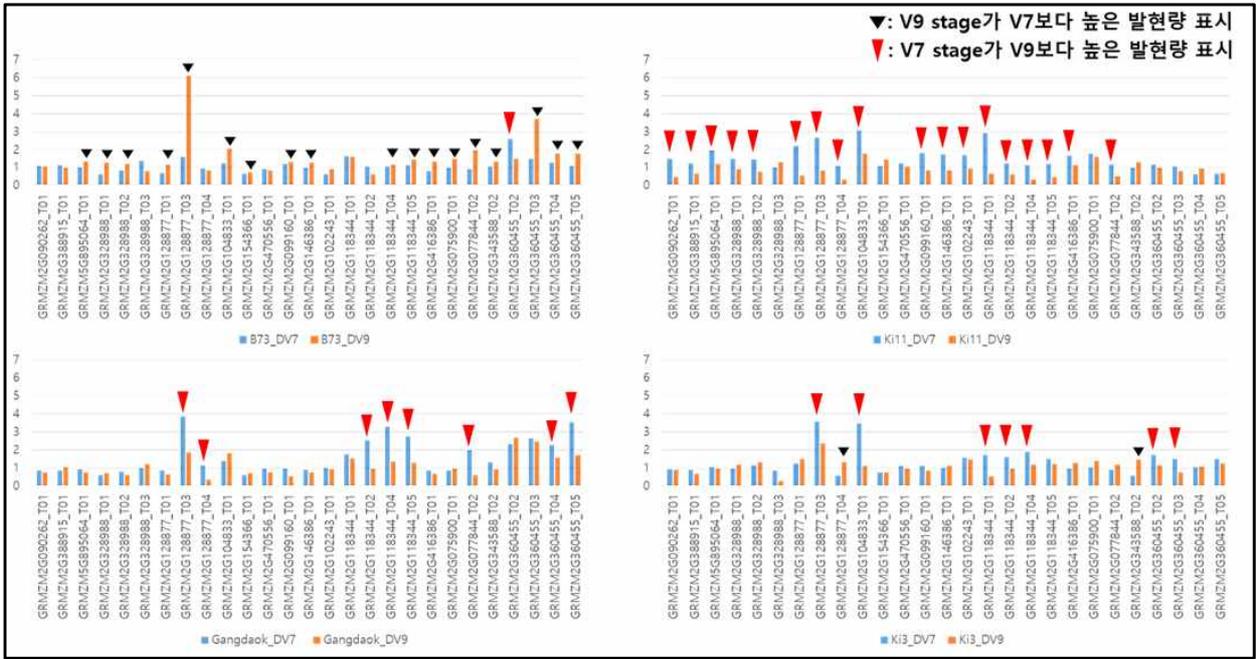


Fig. 29. Validation of relative gene expression in V7 and V9 stage of Ki11, Ki3, B73, Gang daok by qRT-PCR.

- 기존 연구에서 RNA-seq data를 이용한 gene-based 발현유전자(GRMZM2G076723, GRMZM2G076723_2, GRMZM2G137046, GRMZM2G139977, GRMZM2G378580)와 salmon4 module(Table 20)에서 선발된 유전자를 생식생장기에 적용하였다. 앞서 연구 재료로 사용된 V7과 V9 stage보다 더 발달된 stage(tassel이 발달되는 시기지만 지엽 밖으로 나오지 않고 tassel이 손으로 잡힐 때; 생식생장기, Figure 30)에 한발 스트레스를 처리하여 발굴한 내건성 관련 유전자들을 적용 및 검정 등을 수행하였다. 또한 drought stress를 받은 옥수수에서 sample을 채취한 후, 회복시키기 위해 바로 수분을 재공급하였다(Figure 31). 회복된 처리구의 옥수수 잎을 채취하여 앞에서 언급한 내건성 관련 유전자들을 적용하고 검정하였다.

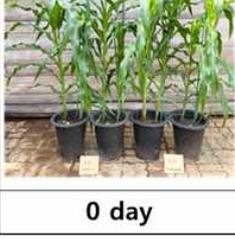
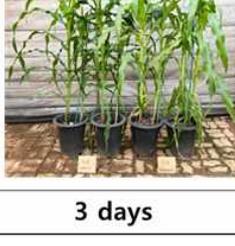
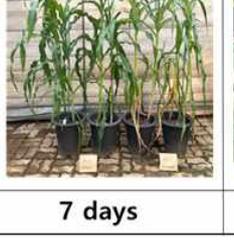
B73				
Ki3				
Ki11				
Drought stress	0 day	3 days	7 days	stressed leaves

Fig. 30. Drought stress treatment and sampling of stressed leaves in the greenhouse.

B73	Ki3	Ki11
		
<p>Recovery samples: Re-watering for 1 hr → after 1 hr, leaf sampling *수분 재공급 1시간 후에 대부분 잎말림 현상이 없어져서 바로 sampling 채취</p>		

Fig. 31. Re-watering to stressed leaves and sampling of recovered leaves in the greenhouse.

- 온실에서 한발 스트레스를 처리한 실험 결과, 내건성 품종인 Ki11은 7개의 유전자 (GRMZM2G328988_T01, GRMZM2G076723, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G099160_T01, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02, GRMZM2G077844_T02)에서 발현량이 감소하였다(Figure 32). 반면 건조에 감수성인 Ki3는 동일한 7개의 유전자에서 발현량이 모두 증가하였다. 또한 B73은 기존 정보에 따르면 내건성에 약한 품종으로 알려져 있으나, 본 연구에서는 B73이 Ki11과 비슷한 경향을 보이고 있어 내건성에 강할 것으로 판단된다.

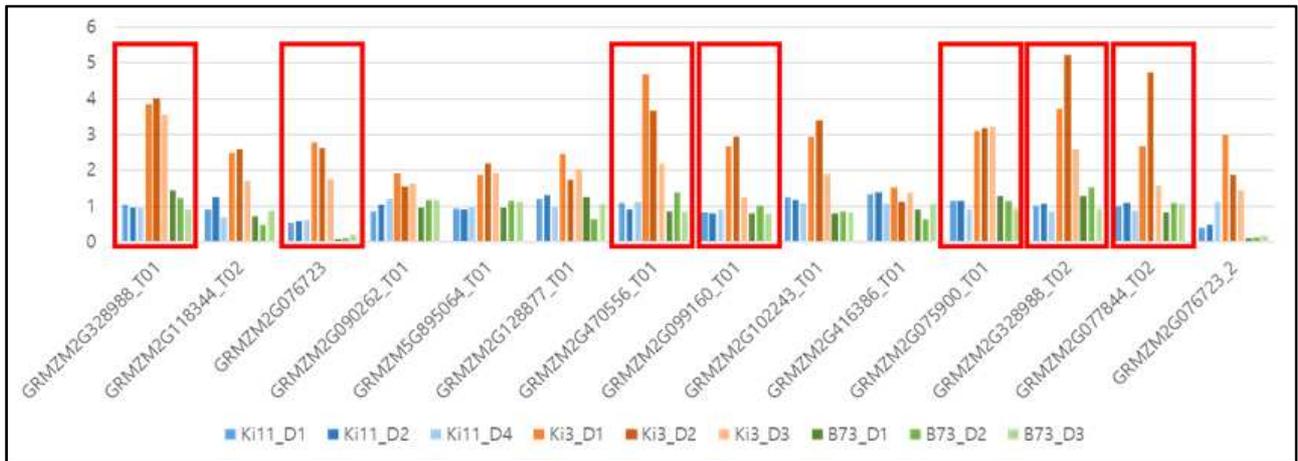


Fig. 32. Validation of relative gene expression in reproductive stage of B73, Ki3, and Ki11 under drought stress by qRT-PCR.

- 결론적으로 생식생장기에 한발 스트레스를 받았을 때 각 품종별로 내건성 유무 확인을 위한 유전자로서 내건성 품종인 Ki11을 기준으로 하여 5개의 유전자 (GRMZM2G328988_T01, GRMZM2G076723, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02)를 선발하였다. 이렇게 선발된 유전자들은 Ki11(reproductive)에서 down되는 패턴을 보였고, 건조에 감수성인 Ki3(reproductive)는 up이 되는 패턴을 확인하였다.
- 수분을 재공급한 후 채취한 sample은 위와 같이 동일한 방법으로 연구를 수행하였다. 생식생장기에서 recovery 결과는 한발 스트레스 처리구와 동일하게 전체적으로 Ki11이 down되는 패턴을 보였다(Figure 33). 이러한 결과는 Ki11이 한발 스트레스에 스트레스를 받더라도 수분을 재공급하면 다른 품종들에 비해 회복이 가장 잘되는 품종으로 판단된다. 반면 Ki3와 B73은 Ki11에 비해 recovery에서 up이 되는 패턴을 확인하였다. Ki3는 drought stress 처리 때와 마찬가지로 up이 되었고, B73은 한발 스트레스 때와 달리 recovery에서는 up이 되었다. 결과적으로 생식생장기에서 recovery 후, 전체적으로 Ki11이 Ki3와 B73에 비해 발현량이 down되었고, Ki11을 기준으로 하여 6개의 유전자를 선

발하였다(GRMZM2G328988_T01, GRMZM2G099160_T01, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02, GRMZM2G077844_T02). 이러한 유전자들은 한발 스트레스 이후 내건성 품종은 recovery가 더 잘되고 유전자 발현량이 down되는 결과를 이용하여 내건성 품종을 선별하는 유전자로 사용할 수 있다고 판단한다, 특히, GRMZM2G328988_T02는 다른 유전자들에 비해 생식생장기에서 recovery가 가장 잘 된다고 판단하기 때문에 내건성 품종에서 down되는 지표를 이용하여 내건성 품종 선별에 도움이 될 것으로 판단한다.

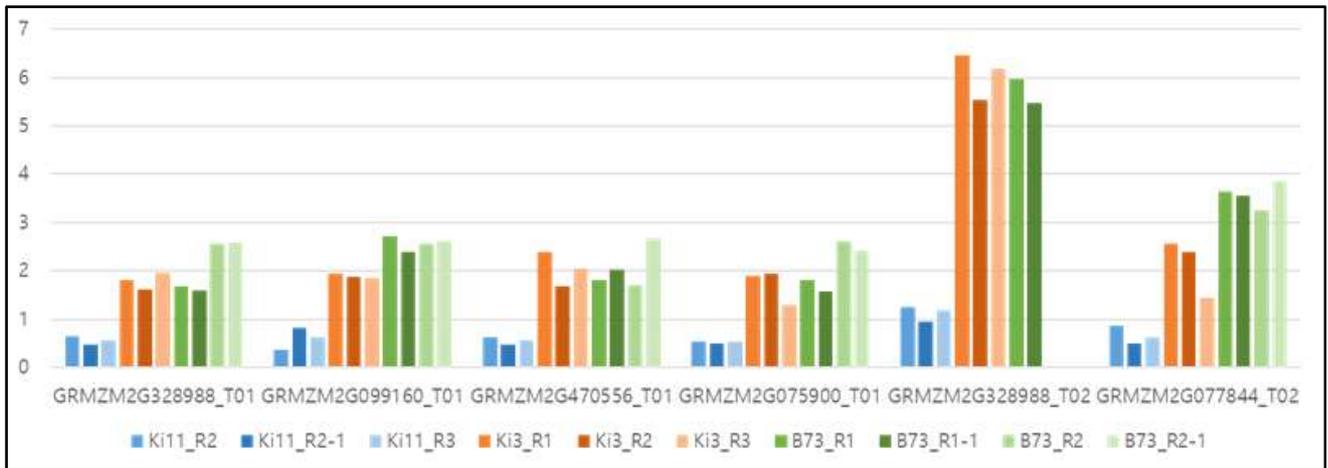


Fig. 33. Validation of relative gene expression in reproductive stage of B73, Ki3, and Ki11 under re-watering by qRT-PCR.

- 실내(배양실)에서도 위와 같이 동일한 실험방법으로 한발 스트레스 처리 및 recovery 연구를 수행하였다. 다만 실내실험에서는 영양생장기(7-8엽기)에 스트레스를 처리하였으며, 이 외 생식생장기 연구 방법과 동일하게 진행하였다. 영양생장기에 한발 스트레스를 받았을 때 선발한 유전들의 발현량을 확인한 결과, 내건성 품종인 Ki11은 GRMZM2G378580과 GRMZM2G139977에서 up이 되었고, GRMZM2G360455_T04, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02에서는 down되었다(Figure 34). 특히 GRMZM2G360455_T04와 GRMZM2G075900_T01은 Ki11과 Ki3를 비교하였을 때, down과 up의 차이를 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 GRMZM2G360455_T04와 GRMZM2G075900_T01은 영양생장기 기간에 내건성 품종을 확인할 때 유전자 발현량이 down되는 지표를 이용하는 유전자로 사용이 가능하다고 판단한다.

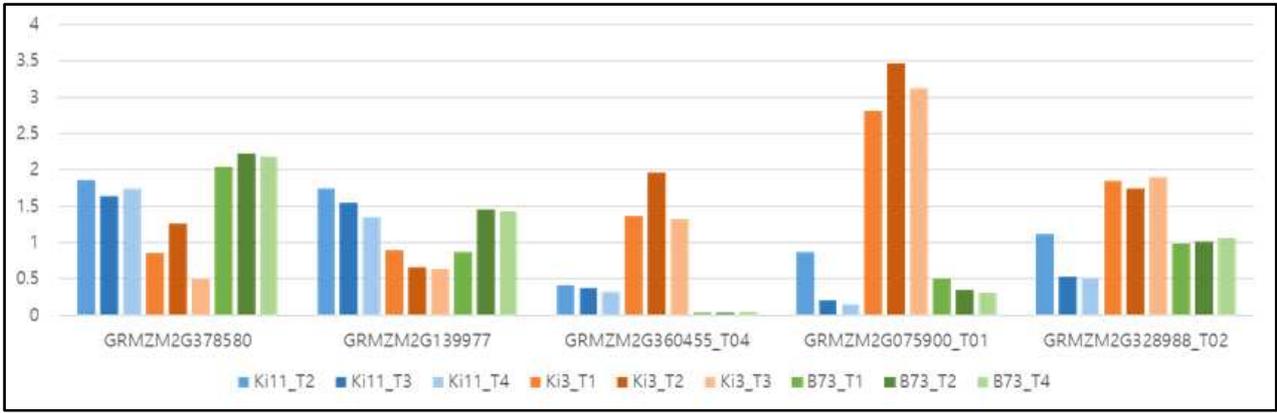


Fig. 34. Validation of relative gene expression in vegetative stage of B73, Ki3, and Ki11 under drought stress by qRT-PCR.

- 배양실 실험에서도 한발 스트레스를 받은 잎의 sample을 채취한 후, 바로 수분을 재공급하여 recovery가 된 잎을 채취하여 위와 동일하게 연구를 수행하였다. 영양생장기에서 recovery처리 결과는 전반적으로 Ki11은 Ki3와 비교하여 유전자 발현량이 2배 이상 차이가 났고 Ki11에서 모두 up으로 확인하였다(Figure 35). 이러한 recovery 결과를 통해 Ki11을 기준으로 선발한 유전자는 GRMZM2G137046, GRMZM2G139977, GRMZM5G895064_T01, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G360455_T04, GRMZM2G118344_T01 등 5개이다. 이 중 GRMZM2G470556_T01은 앞서 수행한 생식생장기에서 recovery 결과 중 Ki11은 GRMZM2G470556_T01에서 down이었지만, 영양생장기에서는 up이었다. 이것은 영양생장기와 생식생장기 즉, 시기에 따라 한발 스트레스와 관련된 유전자의 발현량이 차이가 있을 것으로 판단한다.

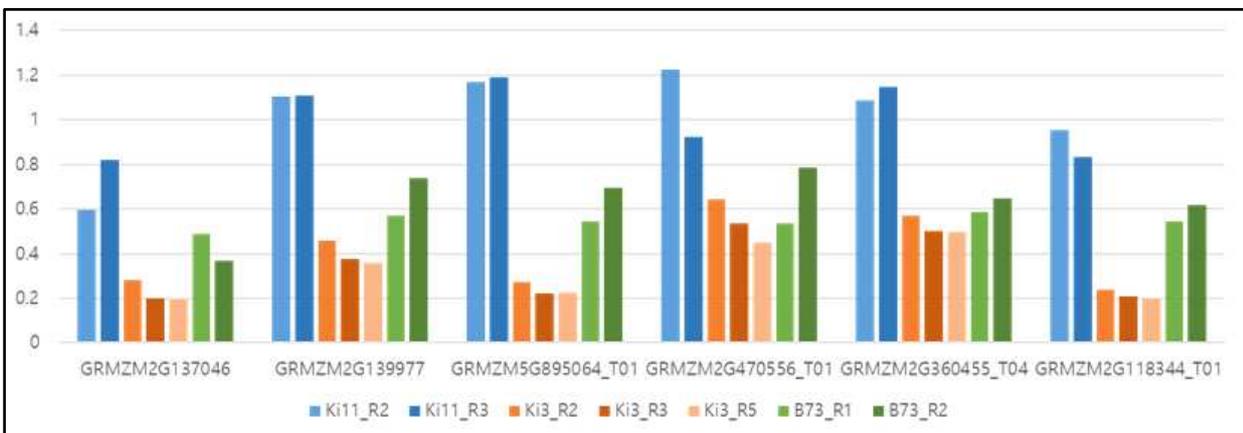


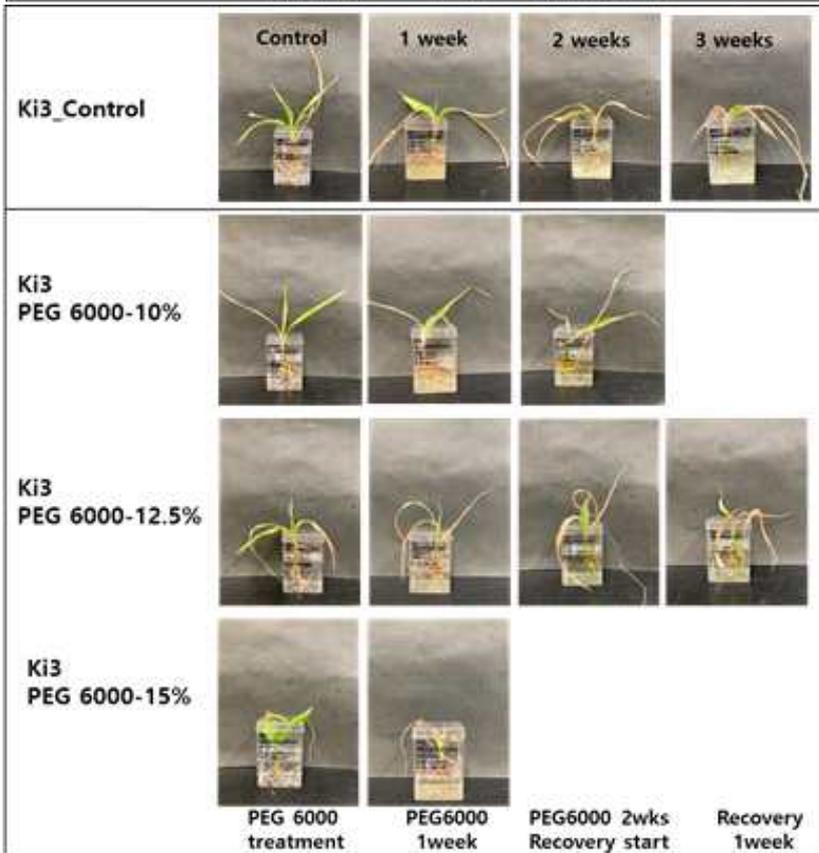
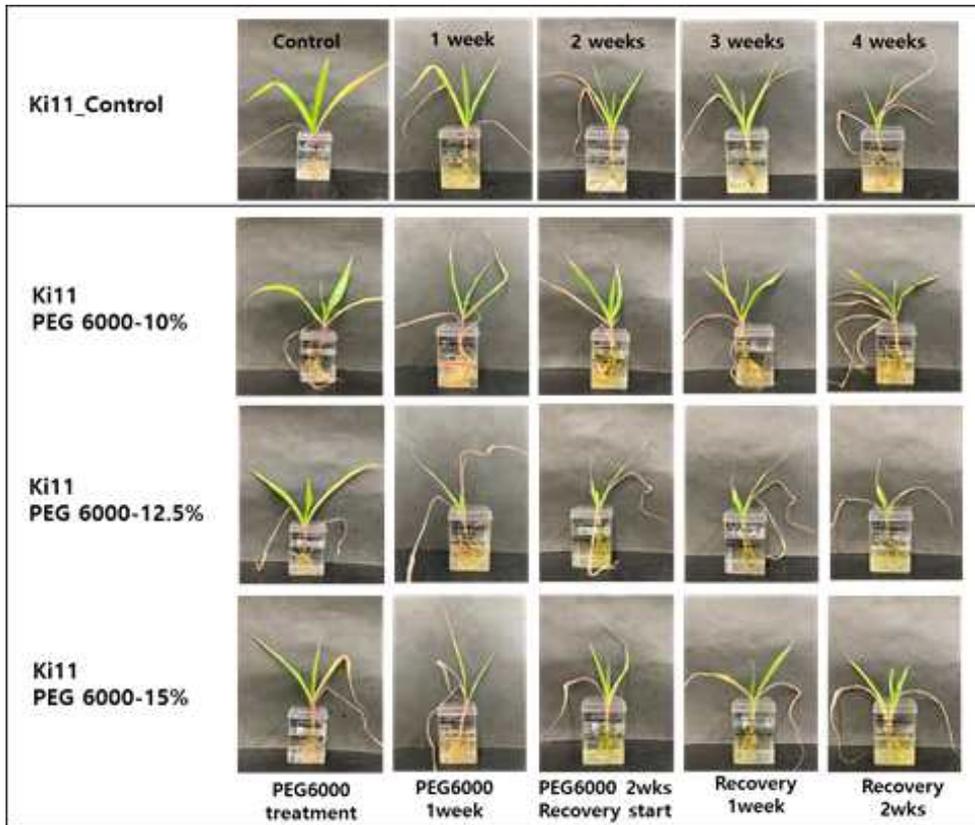
Fig. 35. Validation of relative gene expression in vegetative stage of B73, Ki3, and Ki11 under re-watering by qRT-PCR.

- 결론적으로 영양생장기에서 recovery가 될 때 선발한 5개 유전자(GRMZM2G137046, GRMZM2G139977, GRMZM5G895064_T01, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G360455_T04, GRMZM2G118344_T01)는 up이 되는 지표를 내건성 품종으로 선별하는데 이용할 수 있다.
- 최종적으로 온실에서 생식생장기 시기에 한발 스트레스 처리 및 recovery 연구를 통해 7개(GRMZM2G076723, GRMZM2G328988_T01, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G099160_T01, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02, GRMZM2G077844_T02)의 유전자를 선발하였다. 또한 배양실에서 영양생장기 시기에 한발 스트레스 처리와 recovery를 통해 9개(GRMZM2G139977, GRMZM2G378580, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02, GRMZM2G360455_T04, GRMZM2G137046, GRMZM2G139977, GRMZM5G895046_T01, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G118344_T01, GRMZM2G360455_T04)의 유전자를 선발하였다. 이렇게 선발된 유전자들은 추후 다른 품종에도 적용이 가능하고 특히, 내건성 품종을 판단 및 선별하는데 유용하게 이용할 수 있다.

○ 화학적 처리를 통해 한발 스트레스를 유도하여 발굴한 발현 마커 적용

- 영양생장기(5-6엽기) 시기에 폴리에틸렌글라이콜 6000(polyethylene glycol, PEG-6000)을 이용하여 인위적으로 화학적 처리를 통해 건조를 유도시켜 한발 스트레스 연구를 진행하였다. PEG는 수용성 고분자 물질로서 cytorrhysis 원리를 이용하여 식물체를 건조시키는 대표적인 화학물질이다. Cytorrhysis는 식물체의 세포벽을 사이에 두고 농도구배에 의해 생긴 압력에 의해 탈수되는 현상이며, 세포 파괴로 나타나는 수축 현상에 의한 복원률 저하와 건조 증 갈변, 영양소 손실 등을 최소화 할 수 있는 방법이다(Kim et al., 2009). 이러한 원리를 이용하여 화학적으로 한발 스트레스를 유도하여 식물체를 관찰하였다.
- 연구방법은 분말 형태의 탈수제 PEG 6000을 10, 12.5, 15%(w/w) 농도로 용액을 조성하였고, 4-5엽기의 옥수수 식물체를 PEG6000 용액에 담귀서 한발 스트레스를 처리하였다. 한발 스트레스 처리는 재배용기(72x72x100mm incu tissue container)에 식물체를 옮겨 수경재배를 통해 phenotype을 관찰하였고, PEG6000의 각 농도별로 한발 스트레스를 인위적으로 처리하였다. 결과적으로 Ki11, Ki3, B73은 전반적으로 PEG6000의 농도가 높을수록 건조 스트레스가 심하게 나타났으며, 일부 처리군에서는 recovery를 하기도 전에 식물체가 바로 시들고 건조해져서 죽은 개체들도 있었다(Figure 36). 세 품종 중 Ki11만이 모든 처리군에서 건조 스트레스 유도과 recovery 처리를 할 수 있었다. Ki11이 내건성에 강한 품종이기 때문에 다른 품종들에 비해 고농도 PEG6000에서도 잘 살아남은 것

으로 판단된다. 반면 내건성에 약한 Ki3는 PEG6000 처리 후 대체적으로 초반에 바로 건조 스트레스에 영향을 받아 식물체들이 살아남지 못했다.



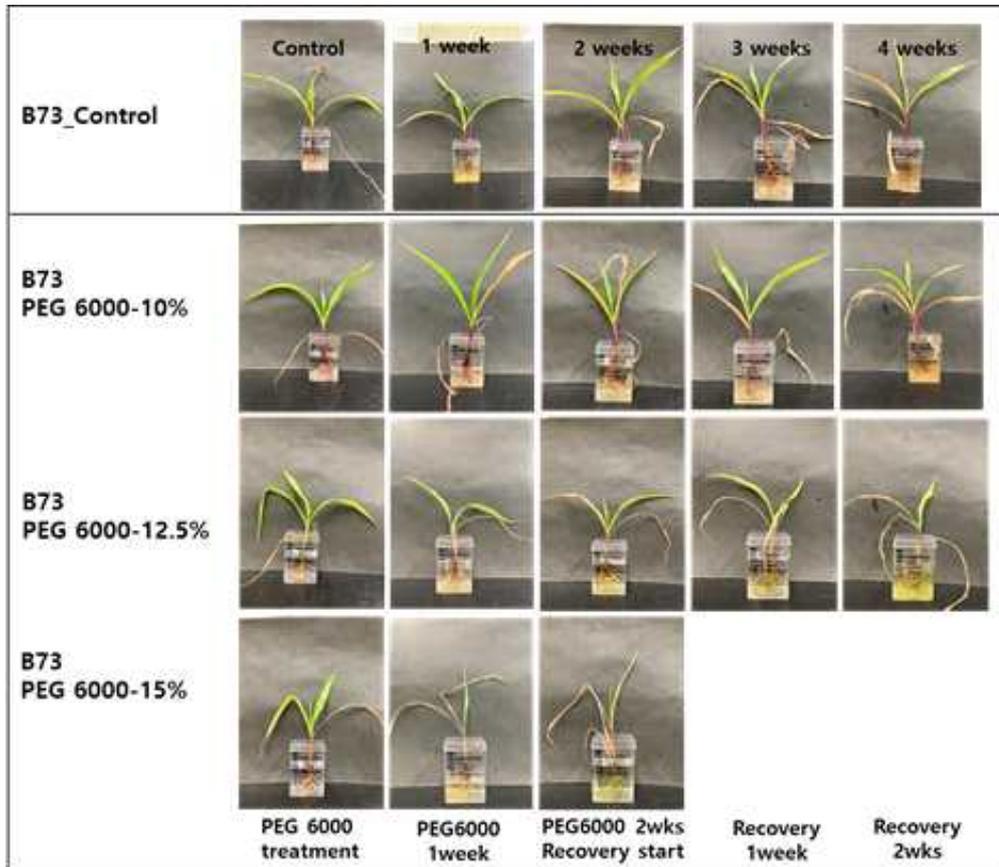


Fig. 36. Effect of PEG6000 (polyethylene glycol 6000) concentration on Ki11, Ki3, B73 growth and phenotype analysis.

- 하지만 수경재배 특성상 식물체 관리가 매우 중요한데 각 개체별로 성장하는 편차가 있어서 스트레스 처리하는데 어려움이 있었다. 뿐만 아니라 재배 용기에 산소 공급 없이 용액에 담귀서 식물체에 스트레스를 처리하다보니 시간이 지날수록 용기 내부에 오염 물질 및 탁해지는 현상을 관찰할 수 있었다. 결론적으로 PEG6000을 이용하여 한발 스트레스를 확인하고 한발 내성 평가 지표로 의미를 부여하기에는 부족하다고 판단하여 이를 대체하기 위해 추가적으로 실내에서 옥수수 한발 스트레스 평가를 위한 실내 검정지표 설정 연구를 수행하였다.

○실내에서 옥수수 한발 스트레스 평가를 위한 실내 검정지표 설정

- 실외(옥수수 시험 포장 및 온실)에서 옥수수 연구를 수행하는 것은 매우 한정적이다. 특히 여름과 달리 겨울철에는 온실 내에 난방시설이 갖춰 있지 않을 경우 식물을 재배하기 매우 힘들다. 본 연구에서는 계절과 상관없이 배양실(실내 공간)에서 한발 스트레스를 처리하여 내건성 관련 평가 지표를 설정하고, 간단하게 배양실에서 한발 스트레스 관련 연구 수행이 가능한 시스템을 구축하고자 한다.

- 배양실에서 한발 스트레스 연구를 위해 B73, Ki3, Ki11 등을 사용하였고, 영양생장기 중 7-8엽기에 한발 스트레스를 처리하였다. 이후 한발 스트레스 상태가 확인되면 recovery를 확인하기 위해 바로 수분을 재공급하였다.
- 영양생장기(7-8엽)에 한발 스트레스를 받은 품종 중 Ki3가 3일 만에 가장 빨리 건조해지고 잎의 끝이 말리면서 스트레스를 받기 시작했다(Figure 37). 또한 Ki3는 한발 스트레스를 받은 지 5일 만에 모든 잎들이 바싹 건조해지고 잎도 심하게 접히거나 말려있었다. 모든 품종이 완벽하게 스트레스를 받은 것은 7일 되었을 때 이며, 특히 Ki3는 다른 품종들에 비해 스트레스 정도가 심했다(Figure 37).

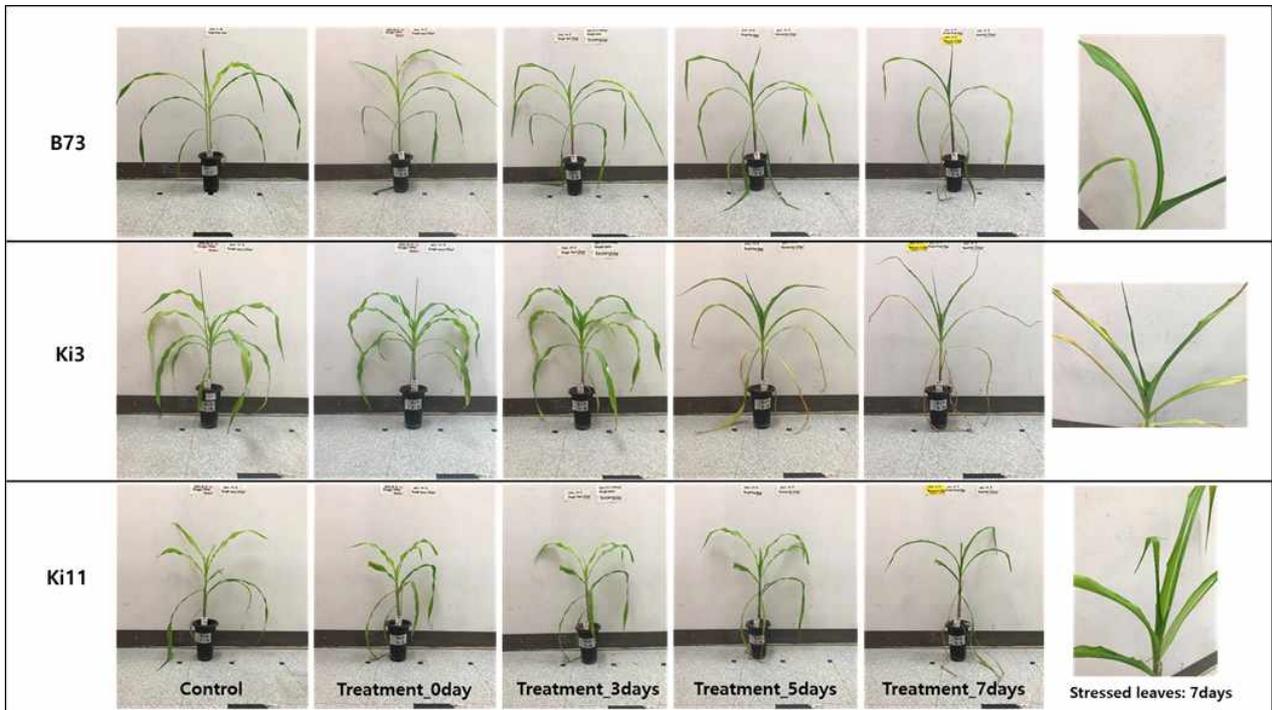


Fig. 37. Drought stress treatment and stress-induced phenotype evaluation in the plant culture room.

- 한발 스트레스를 받은 정도에 따라 간단하게 평가지표를 구축하여 옥수수 스트레스 정도를 쉽게 평가하였다(Table 21). 평가지표를 통해 쉽게 한발 스트레스가 시작되는 시기와 완전히 스트레스를 받은 시기를 확인하였다. Figure 37과 Table 21을 함께 보면 스트레스를 받는 정도에 따라 평가지표와 스트레스를 받은 식물의 표현형을 쉽고 간단하게 확인할 수 있다.

Table 21. Evaluation index of drought stress and recovery levels in the plant culture room.

Genotype	Control	Drought stress treatment				Recovery: re-watering			
		0 day	3 days	5 days	7 days	0 day	2 days	3 days	5 days
B73	X	X	X	△	O	X	△	O	O
Ki3	X	X	△	O	O	X	X	△	O
Ki11	X	X	X	△	O	X	△	O	O

Drought stress index; O: completely drought stressed, △: stress response beginning, X: no response, Recovery index; O: completely recovered, △: recovery response beginning, X: no response

- 한발 스트레스를 받은 지 7일 이후에 바로 recovery를 위해 수분을 제공급하였다. 완전히 회복된 옥수수 잎은 녹색으로 변화하였고, 축 쳐져 있던 잎들도 생기가 나며 잎말림 현상도 사라지면서 정상적으로 회복되었다(Figure 38). 일부 심하게 건조된 마른 잎들은 회복이 안됐지만, Ki11과 B73의 경우 2-3일 사이에 회복이 시작하였다. 반면 Ki3를 3-4일 이후부터 회복이 시작되었고 5일 쯤 되는 날 완전히 회복하였다.

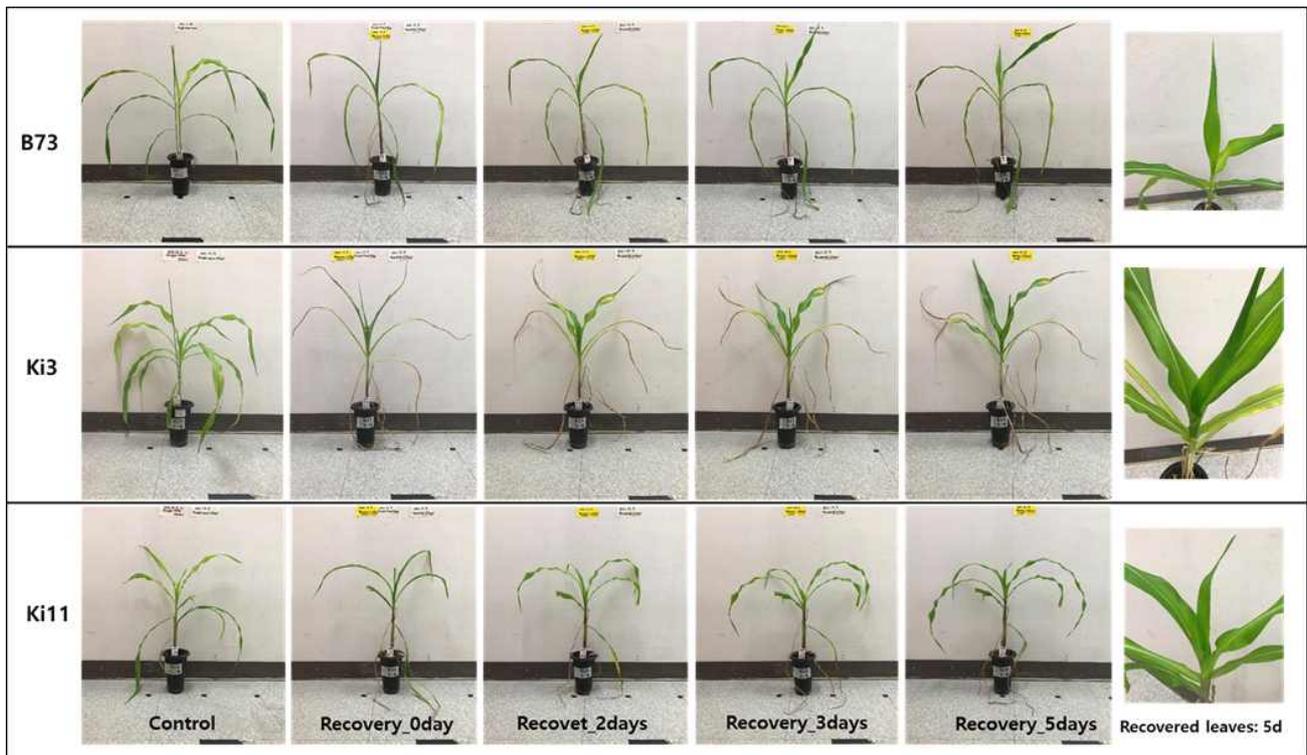


Fig. 38. Recovery(re-watering) and recovered leaves phenotype evaluation in the plant culture room.

- 결과적으로 본 연구는 배양실에서 한발 스트레스 관련 연구를 쉽고 빠른 방법으로 간단하게 판별할 수 있는 시스템이다. 특히 계절적으로 실외 실험이 불가능할 때 배양실에서 손쉽게 이용할 수 있는 연구방법이다. 배양실에서 영양생장기 시기(6-8엽)에 한발 스트레스를 처리하여 표현형과 내건성 관련 평가 지표를 동시에 확인할 수 있고, 또한 식물의 표현형을 확인할 수 있기 때문에 각 품종별로 phenotyping이 가능하다. 결론적으로 계절과 상관없이 간단하게 배양실에서 한발 스트레스 관련 연구 수행이 가능한 시스템을 구축했기 때문에 추후 수많은 품종들을 적용시켜 내건성 품종을 선별 및 phenotyping 하는데 이용할 수 있다.

라. 노균병 저항성 관련 QTL 마커 분석

<2차년도>

○SSR, RFLP 마커의 다형성 분석

- 노균병 저항성 관련 QTL 분석을 하기 위해 maize gdb에 위치 정보가 공개되어 있는 SSR, RFLP 마커를 수집하였다. 본 연구진이 육성한 B73 x Ki11 집단을 기반으로 위치정보가 분석되어있는 SSR, RFLP 마커를 우선 선별하고 추가적으로 B73을 기반으로 분석되어있는 마커를 선별하여 총 580개의 SSR, RFLP 마커를 수집하였으며 chromosome 별 분포도는 Table 22와 같다. 이를 이용하여 primer를 합성하였고 모부본(B73, Ki11)에 스크리닝을 하여 다형성을 분석하였다.

Table 22. Distribution of flanked marker in chromosome

Chromosome	Total	Polymorphism
1	59	13
2	62	21
3	85	32
4	52	26
5	54	20
6	63	18
7	56	16
8	48	21
9	55	16
10	46	20
	580	203

- B73, Ki11에서 다형성을 보이는 마커 203개를 선발하였으며, 마커 별 염색체, 위치, 프라이머 서열, B73, Ki11의 밴드 패턴은 Table 23과 같다.

Table 23. Flanked (SSR, RFLP marker) markers information in B73 and Ki11.

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
1	ommp1	1	8,346,575	8,346,844	GAAGAGTCGCTCTCC TGCGTC	TGGAACTTGTTAA AAGGTGCGG	3	2
2	IMR7	1	14,078,343	14,103,828	GATCATCGGCTTCCA CAGTC	GCAAACAGGCTTG TCTAGGG	1	2
3	bnlg1057	1	188,960,253	191,132,927	TTCACCGCCTCACAT GAC	GCAACGCTAGCTA GCTTTG	2	1
4	phi002	1	227,734,280	227,859,942	CATGCAATCAATAAC GATGGCGAGT	TTAGCGTAACCCT TCTCCAGTCAGC	1	2
5	phi037	1	226,891,043	229,918,864	CCCAGCTCCTGTTGT CGGCTCAGAC	TCCAGATCCGCCGC ACCTCACGTCA	2	1
6	phi039	1	226,891,043	229,918,864	ACCGTGTCTAATGTG TCCATACGG	CGTTAGGAGCTGG CTAGTCTCA	1	0
7	umc1013	1	226,891,043	229,918,864	TAATGTGTCCATACG GTGGTGG	AGCTGGCTAGTCT CAGGCACTC	1	0
8	glb1	1			TGTTGCTCGGTCACC ATACC	GCACACACACAGG ACGACAGT	1	2
9	IDP6752	1	283,188,067	286,853,105	ATTTAGAACCGGAGG CAACC	TAAGTGAAGGCT CTCCGCC	2	1
10	fdx3	1			GTGGGTTTTGTCTGT AGGGTGGTA	TCCATCCACTCGAC TTAAGAGTCC	1	2
11	bnlg1179	1	4,995,030	5,410,689	GCGATTCAGTCCGCA GTAGT	GTAAGTGAACAAAC CGTGGGC	0	1
12	umc1013	1	226,891,043	228,593,380	TAATGTGTCCATACG GTGGTGG	AGCTGGCTAGTCT CAGGCACTC	1	2
13	phi001	1	46,052,652	46,385,5	TGACGGACGTGGATC GCTTCAC	AGCAGGCAGCAGG TCAGCAGCG	1	3
14	bnlg371	2	152,840,950	163,405,828	CAACCGGAAGCAGAG ATAAAA	TCGTCGCATGACC ATAGTAGC	2	1
15	IDP866	2	170,656,896	175,089,439	CCACTACCAGCTAAG GCAGC	GTTTGATCACCTG GAATCGG	0	1
16	bnlg1138	2	164,805,123	171,884,854	TGCTCTAGCCGACCT CAATT	ATGCCTGAACCGT GATTAGG	2	1
17	bnlg1233	2	209,405,037	209,857,732	GAACACCAGAGGAGA GTGGG	TTCACTTGTCCAC CACTGGA	1	2
18	umc1845	2			TGGTTGAACTGTTAA ATCTGTCTCTGA	TGGTAACCAGATT CCCACAGATG	1	0
19	umc1459	2			TCTTGCACATTGTCC ATTCATTAGA	CTTCTCTTCTTG AGTGGAAGGT	1	0
20	umc1518	2			TAGCTCCTTTGCGCT ATTCAGTCT	GGCAGTGTCTTCT TTTGAAGTGCT	1	0
21	umc1285	2			AAACTGGATATGGTT GGTTGGTTG	TAAATATACGGCC CCAAGAAAACC	1	2
22	umc1079	2			AGCACACATGCACAA CATCTTACA	CGTTGGGCCATGA CTTTCTTTA	1	2

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
23	umc1026	2			TCGTCGTCTCCAATC ATACGTG	GCTACACGATACC ATGGCGTTT	1	2
24	umc1004	2	3,067,600	3,686,355	TATCTTCAGACCCAA ACATCGTCC	GTCGATTGATTTTC CCGATGTTAAA	2	1
25	umc1532	2	4,407,802	4,732,458	CAAGTTGGTGAGATG GATCTGTTG	GCTCCTGGGTCTTC CTCTCC	2	1
26	umc1165	2	21,784,066	28,574,859	ATAAAACGAACGACT CTCTCACCG	ATATGTCTGACGA GCTTCGACACC	2	1
27	umc1024	2	29,500,958	29,678,702	GACGCGACTTATTCA GCACCAC	GTCTTGATGTGCT TCAGCTCCTTG	2	1
28	umc1180	2	71,013,387	100,178,139	AAGCAATATCACTAC TTTCCAGCC	TACGTAATTCGTA GCCTTGGTCC	2	1
29	umc1492	2	28,574,860	29,418,062	CCTTTTTTCGCCTCGC TTTTTAT	TCGTCGTCTCCAA TCATACGTG	2	1
30	bnlg1129	2	171,029,732	175,170,245	CTGGGCATACAAAGC TCACA	TGCATAAACCGTT TCCACAA	2	1
31	umc1252	2	223,833,611	224,605,071	TACGACCGTTGAAAC TGTTGTTTT	GCGATTTCAACTA TTTGTGGTAAAGG	2	1
32	umc150b	2			GACCCCTCAAGATCG GACCTC	ATATTCATCGTCG TCGTCAAGCTG	0	1
33	umc5a	2			TGTGAATGCTCGCAG AGAAAGGAG	CAATGCTGGTAGA CCACTCCTTTC	0	1
34	bnl8.45a	2			AAGCACTTCCTTGAT CACTTCCAC	GTACTCAGGCTCA GGTTGTGGTTT	0	1
35	umc2002	3	119,500,674	121,214,296	TGACCTCAACTCAGA ATGCTGTTG	CACAAAATCCTCG AGTTCTTGATTG	1	2
36	umc1223	3	56,824,250	58,718,613	TTCAACAGATTCAGA GAAAGCACA	TTGATAATTAATC CGCAGCTCTCTC	1	2
37	mmc0022	3	137,368,391	143,222,128	AGGTGTTGTTTTTGT TCGCT	TGCTTGTTTTAAGC TCATTATT	1	2
38	bnlg1035	3	136,873,372	144,745,123	TGCTTGCACTGTCAG GAATC	CAGCTCTGACACA CCACACA	1	0
39	IDP8286	3	136,873,372	137,393,815	GCTGATGATGATGAT GGTCG	CCATTTGTATCCA TCCTCCG	1	0
40	bnlg1117	3	149,496,366	151,424,660	GGCCGGGCTCAATTT ATAAT	CCTTCTTCAACCTT CCTTCC	1	2
41	dupssr23	3	166,246,787	167,753,369	TGATCATCATAAGCA CACCG	CCAATGTGAAGCA AGAGAGAA	1	2
42	zmm16	3	171,472,987	171,472,987	GCGCTGCCAACTGTA TCTTTATCT	AAGTTACTCACGG TGCAGAGTTCC	1	0
43	phi243966	3			CGACCGAAACGAATC AAAA	TACTAGGCTGACA CGCACG	1	0
44	umc1594	3			CACTGCAGGCCACAC ATACATA	GCCAGGGGAGAAA TAAAATAAAGC	2	1
45	bnlg1144	3			TACTCGTCGTGTGGC GTTAG	AGCCGAGGCTATC TAACGGT	2	1
46	umc1158	3			AATGCAACTGCTTCA GCTCCTACT	CGACGAATCGAGA AAAGATATTTGA	1	0
47	umc1690	3			ACCTTAGTTACACAG GCACACGGT	GGTGATGGGATTT TCGCATTATTA	2	1

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
48	umc2255	3			GCTACGCTTAAGTAT CACGGCAAC	CTGCTGAGGAGAA GTGATCCTGT	1	0
49	bnlg1350	3			TGCTTCAGCGCATTA AACTG	TGCTCGTGTGAGT TCCTACG	0	1
50	phi374118	3			TACCCGGACATGGTT GAGC	TGAAGGGTGTCTT TCCGAT	1	2
51	umc1030	3			TCCAGAGAATGAGAT GACAAGACG	CAGAATAACAGGA GATGAGACGCA	1	2
52	umc2050	3			CTCCTGCTGTGATTC TAGGACGA	CTGGATCTCGGCA TGGTCTT	1	2
53	Phi73	3			GTGCGAGAGGCTTGA CCAA	AAGGGTTGAGGGC GAGGAA	0	1
54	phi073	3			GTGCGAGAGGCTTGA CCAA	AAGGGTTGAGGGC GAGGAA	0	1
55	umc1136	3			CTCTCGTCTCATCAC CTTTCCT	CTGCATACAGACA TCCAACCAAAG	1	2
56	umc1674	3			ACGAGGTCCACGACT ATGGATCTT	AGTAGTACACGGC TGACGGCAC	1	2
57	umc140-2	3	166,252,873	166,460,886	GAAGATAGGTAAGGT TATCTCAA	GGGGATGAATAAC CTGTTGGAGAT	0	1
58	nc030	3	16,434,892	17,317,757	CCCCTTGCTTTTCTT CCTCC	CGATTAGATTGGG GTGCG	0	1
59	umc2158	3	17,317,758	19,902,089	ACACAGCACAACACA ACACAACAC	AATAATTGTACCG AGATGTTGGCG	1	2
60	umc1392	3	19,786,554	20,101,150	CTAAGATAGCAGCGA CAACCGACT	GCCTGCTCTAAAG ACATTCGTCC	0	1
61	bnlg1113	3	26,261,025	26,370,017	GCTCCCAACTTTCAG AATCG	TTCTCCCTTTTTT TCGCAGA	1	2
62	bnlg1638	3	27,733,976	29,838,475	CATATCTCTAGCTTC TCGTCTTCG	ACACCGATCGAGG AAGAATG	2	0
63	phi053	3	125,525,971	126,576,367	CTGCCTCTCAGATTC AGAGATTGAC	AACCCAACGTACT CCGGCAG	3	2
64	umc1772	3	14,790,768	15,281,332	ACATAATAACAAGCA GGCAGGAGG	AAATAACGACTAC GGTCACACGGT	1	0
65	umc1965	3	16,434,892	17,317,757	GGTGAGGAGGATGAT GAAATTGAG	GCTACCTCGAACT CAGCAATGAAT	2	1
66	IDP7802	3	190,454,440	190,751,915	AGGAAGGATGTTGCT CATGG	ACGTCATCACCAA GGTCTCC	1	2
67	dupssr34	4	171,708,508	172,858,882	TCAGTGCTTTCATTG TAACGA	ATAAACATCTTGC CAGCAA	2	1
68	bnlg2244	4	182,126,297	183,295,257	CAGGAAAACGAAAAC CCAGA	CTACGCGGGTCTC ATCTCAT	2	1
69	bnl8.23	4	239,693,769	240,044,205	CGCCAGGGTTTCCC AGTCACGAC	AGCGGATAACAAT TTCACACAGGA	0	1
70	umc1028	4	4,746,444	5,119,868	ATAGGAGGTGAGGTG AGGAGGAAG	TTTTCTGCAGGGA TAACATTTGTG	2	1
71	umc1101	4	4,746,444	5,119,868	CTTCCTCCTCACCTC ACCTCCTAT	GGTAGCCAATCCT TCCTTCCTATG	2	1
72	umc1126	4	5,474,221	6,674,379	ATCCGGACAAATTGA ACTTTCAT	ATAGATTCAGTGT TGGACCGAGGA	2	1

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
73	umc1945	4	5,474,221	6,674,379	CTTTCTGCAGATTCA CCGTTTCTT	TTGGTTCTTTTGA CCATAGACAAGC	2	1
74	umc1227	4	17,420,665	18,057,410	CCTCATCTCTCATGG GATGGATA	TTCAGCATGACAT ATCATACAGTAGC A	2	1
75	umc1043	4	42,016,247	53,865,293	CCTCGAAACAGATGC CTGAGTC	AAATGATCCCGAA GCCTGAGAC	2	1
76	umc1357	4	65,702,021	75,548,657	TTGGGTTTCATACCTC CTAGGAACA	ACGTGGACAACCA GTCTATCAACA	2	1
77	umc1108	4	118,237,095	136,157,281	CCGAAAACCCATTCT TCTAGCATC	GTGCGGTGTTCTC TCTTTCACTCT	2	1
78	umc1505	4	149,916,432	148,103,011	CGTACTGCTGGTGGT GATG	TGGGACCCCTAAC TACTACGGC	2	1
79	umc1422	4			CTGCGCATGAGAAAA CAGTGG	TCCATCTCTGGCT GGAGGTTAAT	2	1
80	umc1430	4			AAATAAAGCACTAGG GAGGGATGC	ATTCATCATGAGA CCGGAGACAAG	2	1
81	umc1764	4	185,450,834	185,887,475	CATGAAAGTTTTCCT GTGCAGATT	GGGCAACTTTAGA GGTCGATTTATT	2	1
82	umc1142	4	236,130,103	236,645,305	GCTGAAAAACGGAGT TCATATGGT	AAGCTTATCCACC TCGAGGAAAAC	2	1
83	umc1387	4	238,255,235	238,568,940	GAAGCCCCTTGAAAT GAATGAAC	GACGTACGTATAG ACTCGCTCAG	2	1
84	umc1310	4	237,822,149	238,453,903	GCAACACAGGACCAA ATCATCTCT	GTTCGGTCCGTAG AAGAACTCTCA	2	1
85	umc1982	4	236,838,895	237,277,044	ATCTAGAAAATTAT AATGGCATGGATTC	CTCTCGGTTTTGG ACTCTGCT	2	1
86	umc1758	4	240,571,616	240,901,647	GTCGAGAAGCGATCG ATCATAGTAG	GCACGACAGGGAG TACGGTC	2	1
87	umc1231	4	239,833,964	240,170,285	ACCACCAGCTACCAG GGATGT	CTGCTGGATCTGC TCGTACTIONTGT	2	1
88	IDP7288	4			GTATGGGAACTGGCA ATAATGTGG	GAAACTGGGGCTA ATAGCAAGCTC	1	2
89	umc2278	4			AGACTTGCCACATCG TTATCGACC	GGCACATTGCCACC ATGGTCGATA	23	13
90	umc1940	4	220,594,713	224,245,251	AACAACAAATGGGAT CTCCGTTAC	CCATCTGCTGAGG GCTTATCTG	1	2
91	umc1808	4	181,199,717	181,535,441	ATACACAGTGACAAT GCGCCAC	AGCGAGTCATCAA CATCATCAGG	3	1
92	bnlg1265	4	39,318,672	43,215,480	GGTTGTCCGTAAAGG CAAGA	TGTGAAGGCCAGA CAGTCAG	1	0
93	bnlg1902	5	78,362,776	80,882,406	AACTACCGTCAAGT GGTGG	CGCCTCTCTCTGAC TTGTTG	1	2
94	umc1447	5	30,889,183	31,533,502	TAATACTCCTACTAA CGGCGCTGC	TCTGTCTCCCATGC CTGAAATAAT	1	2
95	TIDP6183	5	69,096,895	70,028,790	AGCAAGTATCGAGAG CGAGC	AGTGATCATCTTC ATCGCCG	1	2
96	AY104079	5	68,405,013	74,512,022	AGGCAGTACAGAAGA GGAGCAAGA	AGGGAGTACATCG CAAGTAACAGC	1	2
97	bnlg2323	5	142,281,997	151,727,279	ACCGTCTCAGCAAAA TGGTC	CCGCCTTCACTATG GTCAAT	1	2

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
98	serk2	5	176,265,551	176,265,551	AAAAAGTTTGTGCTAG TTCGGCGAT	TGGGGACACATCC TTCAAAATTAC	0	1
99	umc2208	5	1,597,608	2,209,545	CTCGTCAACGTCAAC CCAAGTAAG	CTGTTAGATGTGC GACAACAGAGC	2	1
100	umc1153	5	4,080,476	4,383,850	GAAGCTTCTCCTCTC GCGTCTC	CAGTCCCAGACCCT AGCTCAGTC	1	0
101	umc2309	5	42,285,424	42,389,828	ACTGCCGGGTGGCTA ATGAT	GATCCATAGCGCT AGTGCCTCTT	2	1
102	umc1060	5	80,748,443	84,252,685	TCTTGGAAGGCAAGA CTCTACCTG	TTACACCAAGGTC CGAAACAAGAT	2	1
103	umc1723	5			ATAACTCCTGCATCT TGTCAGCAA	CACAGGATAGAAC CTTCTCAGCAA	1	0
104	umc1155	5	163,855,527	164,370,168	TAAGGCGCAGATGAA CTAGCCTAC	CTCCAGTGAGTTC CAGCGCTAT	2	1
105	umc1918	5	168,545,282	168,666,451	CTCACTGACACTTGA ACACACACG	TTACTGGTCTCCT GATCCTTAGCG	2	1
106	umc1829	5	5,377,553	5,473,955	GCATACATGATACAT GCCGTGACT	TGCACACAGTAGG AAGACAGGAAG	1	2
107	umc1680	5	137,387,173	144,222,139	ACAGGATTTGAGCTT CTGGACATT	GGCCTCTCCTTCAT CCTATTCAA	1	2
108	umc1240	5	197,657,403	197,843,921	TTAATAAAGGAGAG GGTGGGAACC	GGGGCTTATATGT CCCTTGAATC	0	1
109	umc126a	5			ACATTCAGATGGGAG CTGCTGGAG	TTTACATGGGTCC ACGCTCCAGCA	1	2
110	UMC108	5			ACATCTACAGCACCC ATCCC	GAGCCGTATTTCT CACTGTGC	124	123
111	UMC108	5			AATCCTGTAGCGTGT GTCCC	TAACTGAGTTGTT GAAGGAAATTG	124	123
112	umc1705	5	27,023,349	31,688,205	ATCTCACGTACGGTA ATGCAGACA	CATGACCTGATAA ACCCTCCTCTC	1	0
113	bnlg1867	6	7,065,267	15,096,930	CCACCACATCGTAG GAGTT	CAGTACACAGCAG GCAGCTC	0	1
114	umc2311	6	24,609,106	24,611,357	CAGACTGGGTACCCT CATGCTT	GAGGCGCTATCAC TGTCACAAC	1	2
115	csu95d	6			GCCATGGAGGACGAG GAGCACGAG	TCTCCTGTCCGTAC ACCTCGTGCT	2	1
116	mmc0241	6	143,461,102	144,482,145	TATATCCGTGCATTT ACGTTT	CATCGCTTGTCTG TCGA	2	1
117	phi078	6	146,060,533	147,345,458	GGGCCGCGAGTGATG TGAGT	CAGCACCAGACTA CATGACGTGTAA	2	1
118	bnlg1702	6	146,383,993	148,018,223	TTATCATCAAATGGA GGACACG	AAAGACACACGCT AATGGGC	1	0
119	umc1859	6	153,379,323	154,285,844	ATATACATGTGAGCT GGTTGCCCT	GCATGCTATTACC AATCTCCAGGT	1	2
120	umc1413	6			CATACACCAAGAGTG CAGCAAGAG	GGAGGTCTGGAAT TCTCCTCTGTT	2	1
121	umc1006	6			AATCGCTTACTTGTA ACCCACTTG	AGTTTCCGAGCTG CTTCTCT	1	2
122	bnlg107	6			GCAACTAGAAGTAGA TGGCTTGTTATGG	CAACAACAAGTGG CTGGCTAGGGTGA A	1	2

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
123	umc1653	6	1	499,542	ACAACAGAAGAGGAC GAGAGGAAG	GTCGCTTCTTCCTG AGCTTGAG	2	1
124	umc2059	6	86,996,411	89,145,137	GAGGACGAGGAGGAA GACGAGAT	CATGGGAACGTGC TCCACAC	2	1
125	umc1072	6	86,996,411	89,145,137	AGTTTTGACCGCGCA AAAGTTA	GTACGAGCAGGCC ATTAACCC	2	1
126	umc1524	6	102,473,797	104,391,057	CACAAGAACATTATG ACGACCGAG	AAGCAGGAGACAT CGTTTAAGTCG	1	0
127	umc1348	6	102,191,881	102,473,796	CTTGCCATTTTAATT TGGACGTTT	CGAAGTTGCCCAA ATAGCTACAGT	1	0
128	umc1365	6	102,375,600	104,215,816	ACAGCTGGAGCTACA CAGGCTATC	GATTCACGAGGAT TTCTGCATCTT	0	1
129	umc1792	6	104,445,778	104,727,494	CGCTGAGGCTTAAGA TGGTGT	AACGCCTTTACGA GCACGAAC	0	1
130	umc65a	6			CCAGCCGTCGCCAAG GTAGGTGAC	GGTTGTCCTCAGA GAAGTCACCTA	12	3
131	orpl	7	35,951,796	35,951,796	CGCTTGCCTCGGGGG TGGAT	TAGGCGAGCGCGT GGGAGGTCT	2	1
132	umc2360	7	234,166,947	234,166,947	TAGCAGCTAGCTTCA GTCACAGGC	CAGATCGGACTAC TGGTGGCTAAG	1	2
133	TIDP5280	7			CCATCCACCACTAGA AAGAGAGGA	TTAATCGATCGAG AGGTGCTTTTC	1	2
134	umc104a	7			CATCTCGACCTTTGA CATTCTCCT	AGAAGACGATGAT GATGATGCAGA	1	2
135	umc156a	7			CGAGGTTAGCACCGA CAAAT	CGAGTAAATGCTC TGTGCCA	0	1
136	EST2	7	10,764,363	11,609,611	CCCTCCCAAGGTCGCC AAGA	TTCTGCCACGCCC TTCTG	1	2
137	PCO07254 7_ov	7	10,764,363	11,609,611	AGTTCTGTGCCTGTA AAAACCTGG	CACGCGATCAACT ATCCCAAGTTT	0	1
138	EST1	7	10,764,363	11,609,611	TTGATGGATTTGATC CAATC	GGATAGCAAAATA CTATTATAG	2	1
139	umc1577	7	10,764,363	11,609,611	AAGAACTCCTTCAAG CTGCCG	TTTCCCTTCTTGG CAGGAGC	2	1
140	SOG1480	7	10,764,363	11,609,611	CCCTCCCAAGGTCGCC AAGACTCC	CGGGGGAGGCCTT GGCGGAGTCTT	2	1
141	fnr2	7			TACATTACATCGCAG CAGCC	GAGCAGAAGAACA AGAGCGG	2	1
142	bnlg1792	7	85,263,570	96,016,200	CGGGAATGAATAAGC CAAGA	GCGCTCCTTCACCT TCTTTA	2	1
143	IDP8338	7	133,943,887	134,886,313	GAGATGGTGAACATG ATCGG	ACAACTTGCAACA GTTTGCG	1	0
144	IDP7862	7	134,843,317	138,728,292	TGAGGATGAGGTACT TAGCAGC	GTGTAAACAAGGG ATTTGCACC	2	1
145	iso3-3	7	129,831,204	130,878,162	ATCCTCCTTGACCA TCTGCAAAG	TCTATTCTCCCTG TGCCTTTGCAG	0	1
146	umc1585	7	119,990,116	121,327,458	CGGCCATGTAAACAA TCCCTAGC	AAGGGAAAGAATA ATCCAACCGTC	0	1
147	umc1327	8	4,854,489	5,046,690	AGGGTTTTGCTCTTG GAATCTCTC	GAGGAAGGAGGAG GTCGTATCGT	1	0

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
148	umc1414	8	3,788,870	4,537,205	CGATCATCTCTCACTCTCTCGTCA	GTTGACGACGTCTGGCTCCT	1	0
149	umc1592	8	3,515,216	3,920,242	AAGCTTCTTTCGGTCTTTGTAGGGT	GACCATATGTGCTCCAAAACCTTC	1	0
150	umc1786	8	1,739,783	3,248,828	CATTTTTTCGCATTTAGGAAATCCA	ACCGTGACTTCCTCTCATAACTG	1	0
151	umc1304	8	10,851,783	13,354,741	GCCAACTAGAACTACTGCTGCTCC	CATGCAGCTCTCCAAATTAATCC	1	0
152	umc1790	8	77,175,369	83,461,839	GAGAAGAGTTCTCCATGGAACGAG	GAGAGGGAGGAGCAAGGAAATAGA	1	2
153	umc1817	8	10,153,467	10,952,089	CTACGCAGGCTTCAACCACC	GTAAGTGGTATGATGATGGTACCCCTG	2	1
154	umc2352a	8	9,809,871	10,071,899	ACAGACCTATGTGGCTATGCCTTC	ACGAAGCTAGGAAAGAGGCATTCT	1	2
155	umc1360	8			GCTAGTTGAGTTTCGACACCAGGTT	TGACTGTGACTGTGACTATGACCG	1	2
156	umc1302	8	96,245,582	98,448,284	TACAAGCGCTACTGCGATGTCTT	ATTTATTCAAACGACGAAGCAAC	0	1
157	umc1377	8	39,115,777	74,024,212	GACTTAGTGCCAGCTCAGATCCAG	GATATTGCTGTCTTTTGCTACGGC	1	0
158	umc1385	8	73,701,917	85,483,426	GCTAGCTGCACATCACTAACCCTT	GCATTAAGAGGCAATCTAGCAGC	1	0
159	umc1415	8	73,701,917	87,258,457	GTGAGATATATCCCCGCCTTCC	AGACTTCCTGAAGCTCGGTCCTA	1	2
160	umc1457	8	101,393,696	102,177,644	CCCTAGGACACTGGAGGTTACAGA	GGCTAAGCGTTTTTACAAGTCCAA	1	2
161	umc1460	8	108,054,285	112,836,130	GCTCAATCGTAGTAAAGCAGCAG	TCTGCACTAGAATGGCTTGGTACA	0	1
162	umc1316	8	141,855,716	142,323,391	CAGGGCACATAGTTTCAGATGTTG	GGGATAAGTCTCTCCCTCGTTTGT	1	0
163	umc1665	8	141,956,453	160,446,464	CAATCAGGAGCCAGGAGATG	CTTAAACTTGTGCGAGACGGTCCTG	1	0
164	umc1562	8	123,542,426	127,393,103	CAAAGCAGTACAATATGACCCAG	CGTACGTCCCATAAAGATGAGAAA	1	2
165	umc1724	8	165,144,952	165,365,138	CCACATGAGATGAGATTGCCATT	GTCTCAAGTGAAAACACCACGCTT	1	0
166	bnlg162	8	133,560,163	133,978,830	ACTAGCAGCAGTAAAACCTAATAAAGGGA	CAAGTAGCTAGCATGTCATTTGCAGTGT	2	3
167	phi115	8	100,705,468	101,116,370	GCTCCGTGTTTCGCCATGAA	ACCATCACCTGAAATCCATCACA	3	2
168	AY106040	9	14,847,953	14,848,290	TCACCTGCTTCAAATGTTCC	CTACTCTTCCTCGTGCACCC	2	1
169	bnlg420	9	137,368,391	14,322,128	CTTGCGCTCTCCTCCCCTT	GGCCAGCTCACTGCTCACT	2	1
170	umc1969	9			CGATCTGCTCGTAGAGGTCC	AAGCTCTCCTGCTCCTACCC	1	2
171	umc1707	9	14,145,622	15,145,277	CTTCTTGATCCGGAAAGGCTTGT	GATCCGAGTGTCTCCTCCTCCT	2	1
172	umc1420	9	13,229,892	13,784,641	ACGCATACACTTCCTTATTGGCAT	AATAAGCATGCTGCTACTGTCTGTG	2	1

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
173	umc1366	9	43,570,825	86,990,143	AAGACGACCTCGTTT GTAGCCTC	GTATTTCAACAGC TGGGACGGT	2	1
174	umc1675	9	130,485,871	133,595,334	GCTAGGTGCTTATCT CGGTTTTCA	AAGAAGCTGAACC TAAGACAGCCA	2	1
175	umc1588	9	120,201,753	120,534,853	GAGACCAACCAAAA CTAATAATCTCTT	CTGCTGCAGACCA TTTAAAATAAC	2	1
176	umc1033	9	19,098,737	19,417,151	CTTCTTCGTAAAGGC ATTTTGTGC	GTGCGGGATTCCCT TAGTTTGC	1	2
177	umc2343	9	136,756,228	137,051,629	TCATCTTCCCCACAA ATTTTCATT	GACTGACAACCTCA GATTTACACCA	1	2
178	umc1657	9	133,198,215	133,267,815	ATGGATGAATATGA TCCCACGG	GATCCGCACGTAG CTTTTCG	1	2
179	hb1	9			ACACCCAACCTCCCA CTGTAATAA	GATTGGGATTGGG ATTGGAAAT	1	0
180	fad7	9	138,100,936	138,101,484	ACCTCTTGTTCCAAGA ATCGC	CCGGAGATGTGGT CTACTACC	1	0
181	dupssr29	9	149,778,153	150,060,705	CAGCGAATACTGAAT AACGC	TGTTGGATGAGCA CTGAAC	2	1
182	csu25b	9			ATGCCTTTGTGGCTC GGTTGAGTG	ATACAGCCAGCCA TCACACTCAAC	0	1
183	npi97b	9			TTCCACCATACGTAC GCCTGTTAG	TTGTCTTGAGCTC CTCCTAACAGG	1	2
184	umc1709	10	195,590,651	195,592,528	ATACGTAGCACCTCC AGGTAGCAG	CAGGTACAACGGA TGAGGCAG	1	2
185	phi038	10	226,891,043	229,918,864	TCAGACTCCGCCAG CAATCATCTG	AGCCTAGTGCTTA TCTTGAAGGCTT	1	2
186	SOG0849	10	226,891,043	229,918,864	CCAGTGTGACCAGC GCaTCAGCT	CTTCTTTTTCCC TTCAGCTGatG	1	2
187	met7	10			AGTAGAGGCCCATTA GATGGTAGC	GCATGGGTTTCATC ACAGCTACCAT	0	1
188	IDP7478	10	13,641,125	15,173,583	TTGTGTTATGTGTGC GTTGG	CTCTTTCCTGCTG TCAAGCC	2	1
189	pdc3	10			ACAGAAAGGGCAATG CGTTCACGT	GGGGCTCAACCGA ATAACGTGAAC	0	1
190	IDP4006	10	11,823,611	12,900,822	CTGCTGATAAGTGCA ATGCC	GTTGTGCATCGAT TCTGTCC	0	1
191	umc64	10	88,248,022	93,081,741	GTCGTCCTCAAGGTT CCGTTGCC	GTACGACATCATC ATCGGCAACCG	1	2
192	bnlg1518	10	147,970,702	149,792,304	AGCTGTACACGCAGT AGGCA	GGCTCTGTTAATT CGATCGC	1	2
193	csu48-2	10	147,970,702	149,792,304	AAGCAGAATGTGGTG ACTTGG	TGGAGTATGGATC TCCGAGG	3	1
194	bnlg2190	10	141,822,319	142,143,867	TCCTCCTTCATCCCC TTCTT	CCCAGTATCATTG CCCAATC	3	2
195	umc157-1	10			ATGTTGCACCAGAGT ATGCG	GGAAATCGTCAAC CTCAAGC	3	2
196	SDM-EM159	10			GGAAGATTCTGGATG GGATAACAG	ACCAGCAACAGCT GATCTGGTATC	1	0
197	m141-1	10			CTTGCTGCATCTCTC ACATCAAGT	TCTCCTTTATGCA GTTCAACAACA	3	2

#	Marker	Chr	Chr Start	Chr End	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Ki11	B73
198	CSU147	10			GCACCGTTCTACAGT ACTTAGGAA	GTATTCTTTCCCC GGATTCCCTAAG	0	1
199	CSU86	10			GAAAGACAAGGCGAA GTTGG	GCTTCTGAACTGG ATCGGAG	0	1
200	IDP7172	10			GCGAGAAGAAAGCGA GCAGA	CGCCAAGAAGAAA CACATCACA	2	1
201	npi223b	10			TCGCTTGATGTGCTG AATTGTTTCG	TACGCCACCAACA TCACGAACAAT	1	0
202	npi290a	10			CGTGCTTATATGGGT TCTTGGGT	GTTTGGTTGCTGC GACCTCTT	2	1
203	UMC64a	10			CTGTATGCATGTATG GGCGAATTG	CTCCTTTTGCAGG TCTCAATTTCGC	0	1

- 선발된 마커를 이용하여 육성된 B73 x Ki11 집단에 적용하여 유전형 분석을 수행중이며, 동남아시아 현지 포장에서 표현형 분석을 수행한 후 노균병 저항성 관련 QTL을 분석할 예정이다.

<3차년도>

○노균병 저항성 스크리닝

- 캄보디아 현지 실험포장에서 B73 x Ki11 F7 집단을 파종하여 노균병 저항성 스크리닝을 수행하였다. Kim et al., (2016)의 실험방법과 동일하게 spreader row technique을 이용하여 spreader line에 B73과 CML270을 파종하여 노균병이 번질 수 있도록 포장을 디자인하였으며 B73 x Ki11 F7 집단은 총 200개 line을 20개체씩 파종하였다(Figure 39).

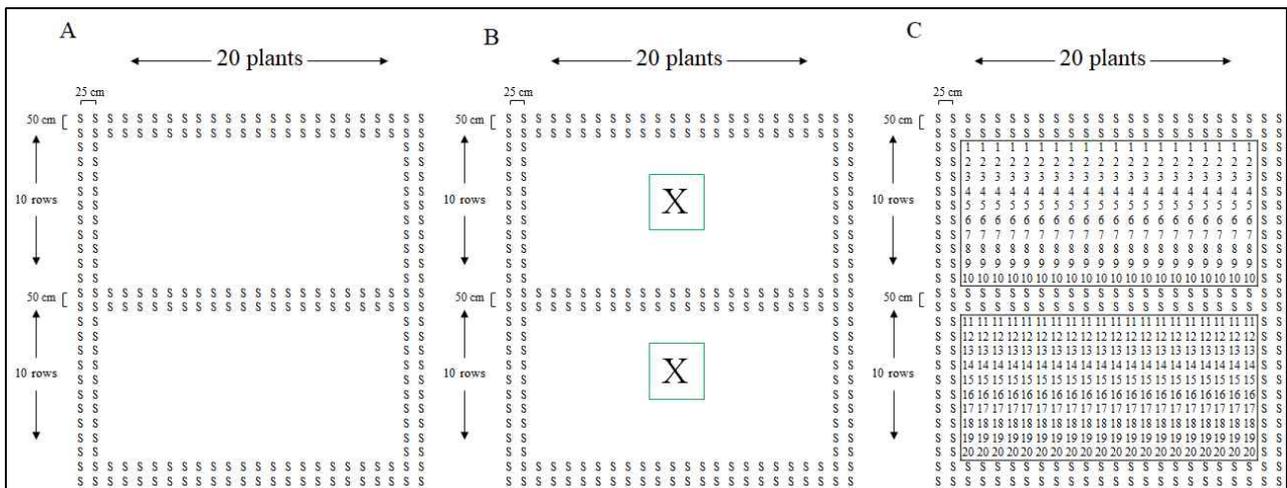


Fig. 39. Field layout using spreader row technique in Phnom Penh, Cambodia. A. Planting of spreader line (susceptible genotype) (S), B. placing pots of DM-infected maize plants (X) in the middle of the block, C. planting of F7 progenies after removing the pots of infected plants (X) and monitoring of downy mildew disease.

- F7 200개 line 중 8개 line은 발아 불량, 병충해 피해로 인해 제외하고 총 192개 line을 이용하여 표현형 분석을 수행하였다. 노균병 저항성 스크리닝 결과 대부분의 집단이 감수성을 보였으며 노균병 감염율의 평균은 86.49%로 나왔다(Table 24). 부모본(B73, Ki11)을 이용한 이전 실험을 통해 현지의 습도가 4월 보다 9월에 높아 감염율이 높은 것으로 분석되어 F7 집단도 9월에 파종하여 실험을 진행하였다(Figure 40, Table 25).

Table 24. Mean of downy mildew incidence, skewness, kurtosis and range in Phnom Penh, Cambodia.

Trait	Sample size	Mean	Standard deviation	Minimum	Maximum	Range	Skewness	Kurtosis
DM*	192	86.49	23.87	0	100	0-100	-2.35	5.14

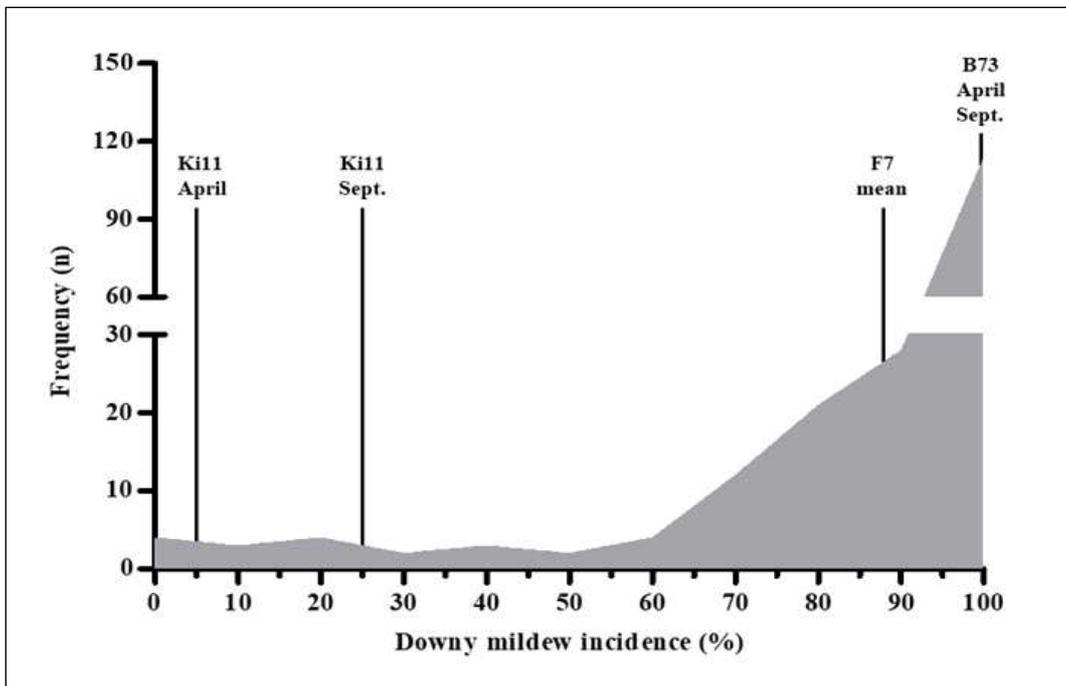


Fig. 40. Frequency distribution of the F7 families derived from B73 x Ki11 based on DM incidence in Phnom Penh, Cambodia. X-axis indicates the frequency of DM incidence in F7 families. Ki11 and B73 were evaluated in April and September 2015.

Table 25. DM incidence of susceptible (B73) and resistant (Ki11) parents in Phnom Penh, Cambodia 2015.

Variety	Mid-April to June		Early September to October	
	4 Weeks	6 Weeks	4 Weeks	6 Weeks
B73	50% (MS*)	100% (HS [†])	100% (HS [†])	100% (HS [†])
Ki11	0% (HR [‡])	5% (R [§])	10% (R [§])	25% (MR)

*Moderately susceptible; [†]highly susceptible; [‡]highly resistant; [§]resistant; ^{||}moderately resistant.

OF7 집단의 표현형-유전형 데이터를 이용한 QTL 분석

- F7 집단의 표현형-유전형 데이터를 이용한 QTL 분석을 수행하였다. IciMapping 4.1을 이용한 노균병 저항성 관련 QTL 분석을 수행한 결과 2, 3, 6, 9번 염색체에서 QTL이 존재하는 것으로 나타났다(Figure 41). QTL은 임의로 DM-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7로 명명하였으며 bin position은 2.01, 2.02, 3.04, 3.05, 6.06, 9.05, 9.07로 나타났다. 각 QTL의 LOD 값은 14.12, 3.06, 18.16, 10.77, 3.84, 3.17로 나타났으며 PVE는 12.95, 0.75, 0.48, 2.90, 2.85, 0.77, 0.47로 나타났다(Figure 42). Nagabhushan et al., (2014)의 보고에 따르면 PVE 값이 10 이상이면 major QTL, 10 미만이면 minor QTL로 판단하였다. 따라서 DM-1은 major QTL, 나머지는 minor QTL로 판단된다. 또한 모든 QTL의 allele은 Ki11에서 유래된 것으로 나타났다(Table 26).

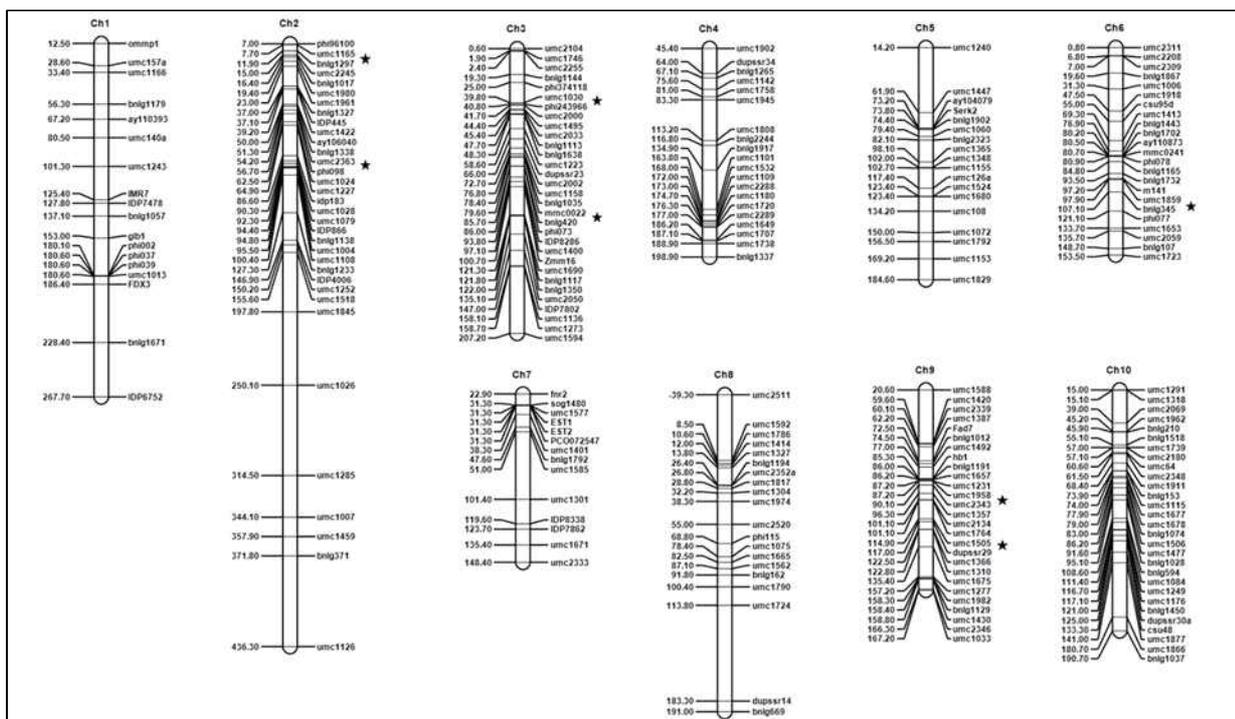


Fig. 41. The linkage map of the F7 families of the cross between B73 (susceptible) and

Ki11 (resistant). The chromosome name is shown at the top of each chromosome, the marker name is shown on the right side, and the genetic distance is shown on the left side. Genetic distances were measured as centimorgan (cM) and calculated using the Kosambi function. The QTLs positions were shown by star.

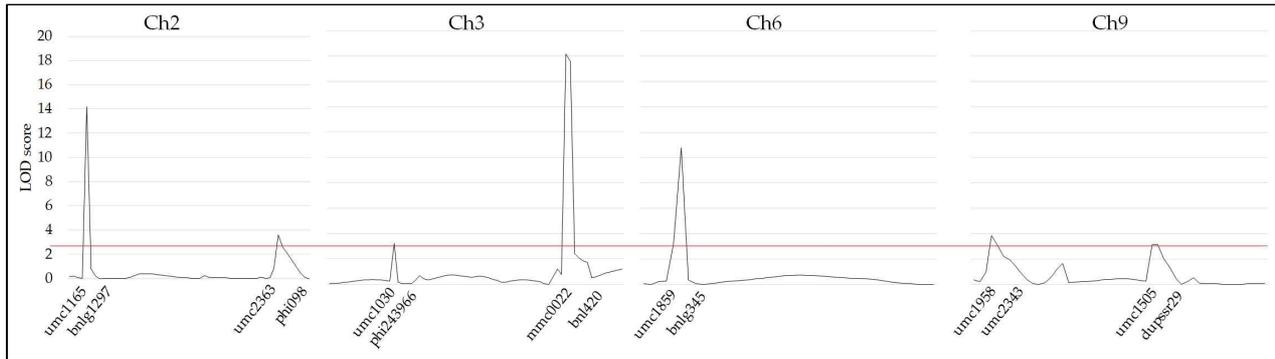


Fig. 42. The LOD values of the DM-resistance QTLs between the flanked markers. The LOD threshold to consider a QTLs is indicated as the red line at a LOD value of 3.0.

Table 26. QTLs for DM resistance for F7 derived from B73 x Ki11.

QTLs	Chromosome	Bin location	Position	Left CI	Right CI	Left marker	Right marker	LOD	PVE (%)	Add	Donor of DM-resistant allele
DM-1	2	2.01	11.03	10.53	11.53	umc1165	bnlg1297	14.12	12.95	-32.87	Ki11
DM-2		2.02	55.03	54.53	55.53	umc2363	phi098	3.60	0.75	-13.93	Ki11
DM-3	3	3.04	40.60	40.10	41.10	umc1030	phi243966	3.21	0.48	-8.39	Ki11
DM-4		3.05	80.60	80.10	81.10	mmc0022	bnlg420	18.16	2.90	-31.68	Ki11
DM-5	6	6.06	98.80	98.30	99.30	umc1859	bnlg345	10.77	2.85	-33.18	Ki11
DM-6	9	9.05	88.58	88.08	90.08	umc1958	umc2343	3.84	0.77	-11.09	Ki11
DM-7		9.07	116.58	115.08	117.08	umc1505	dupssr29	3.17	0.47	-8.27	Ki11

- QTL 분석 결과 각 염색체 별 marker의 분포는 다음과 같다. 2번 염색체가 가장 많은 34개, 7번 염색체는 가장 적은 수인 15개의 marker가 분포되었으며 염색체별 평균은 23.4개였다. 대략 120개의 bin position 중 79개의 bin position을 커버하였으며 염색체별 평균 7.9개의 bin position을 커버하였다 (Table 27). 또한 총 2042.51 centimorgan (cM)의 map을 커버하였으며, 평균 marker간 거리는 9.12 cM으로 나타났다. 전체 marker 중 85.04%의 marker가 20 cM 미만의 간격으로 나타났다.

Table 27. The numbers of markers and bins covered in each chromosome.

Chromosome	No. of markers	No. of bins	Maplength (cM)
1	18	10	267.70
2	34	9	436.27
3	31	9	207.23
4	20	8	198.90
5	18	9	184.60
6	23	8	153.54
7	14	4	148.35
8	20	7	191.00
9	27	8	167.16
10	29	7	190.70

- DM-1과 DM-2는 Lohithaswa et al., (2015)의 노균병 저항성 관련 QTL의 Left flanked marker인 umc1165와 umc2363을 공유하고 있었다. 또한 DM-3은 Nagabhushan et al., (2017)의 Left flanked marker인 umc1030을 공유하고 있었으며, DM-4와 DM-5는 Nair et al., (2005)의 Right, Left flanked marker인 bnlg420과 umc1859를 공유하였고 DM-6과 DM-7은 Jampatong et al., (2013)의 Right flanked marker인 umc2343과 dupssr29를 공유하고 있어 본 연구진의 노균병 저항성 관련 QTL의 정확성을 확인할 수 있었다 (Table 28).

Table 28. Comparison of QTLs identified in the present study with previous reports for resistance to DM.

QTLs	Chromosome	Bin location	Left marker	Right marker	Reference	Population
DM-1	2	2.01	<u>umc1165</u>	<u>bnlg1297</u>	Lohithaswa et al. 2015	F2:3 (CM500 x MAI105)
DM-2		2.02	<u>umc2363</u>	<u>phi098</u>		
DM-3	3	3.04	<u>umc1030</u>	<u>phi243966</u>	Nagabhushan et al. 2017	F2:3 (CML153 x CML226)
DM-4		3.05	<u>mmc0022</u>	<u>bnlg420</u>		
DM-5	6	6.06	<u>umc1859</u>	<u>bnlg345</u>	Nair et al. 2005	BC1F2 (CML139 x [CML139 x NAI116])
DM-6	9	9.05	<u>umc1958</u>	<u>umc2343</u>	Jampatong et al. 2013	F2:3 (Nei9008 x CML289)
DM-7		9.07	<u>umc1505</u>	<u>dupssr29</u>		

- 총 7개의 QTL을 기준으로 left, right flanked marker의 위치정보를 이용하여 인접한 부위에 존재하는 총 281개 유전자를 선별하였고 annotation을 분석하여 노균병 혹은 병저

항성과 관련된 유전자 32개를 선발하였다(Table 29).

Table 29. List of the DM-resistance candidate genes nearest the flanked markers.

Transcript ID	Marker	Chromosome	Bin location	Type	Length (bp)	Predicted protein size (aa)	Description
GRMZM2G088121	bnlg1297			T01	897	143	uncharacterized LOC100278952
GRMZM2G035370				T04	1401	424	Myb-like DNA-binding domain (Myb_DNA-binding)
GRMZM2G071333				T01	3661	1090	leucine-tRNA ligase
GRMZM2G119773	umc1165		2.01	T01	1612	432	cell division protein FtsZ (ftsZ)
GRMZM2G034840				T01	3543	935	Auxin response factor 5
GRMZM2G071034				T01	1420	370	uncharacterized LOC100192020
GRMZM2G070287		2		T01	711	198	uncharacterized LOC100193521
GRMZM2G391741				T01	1983	411	Leucine Rich Repeat (LRR_1)
GRMZM2G039345				T01	697	206	ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase activase 2
GRMZM2G045049	umc2363		2.02	T01	2111	521	phosphoribosylformylglycine synthase (purL, PFAS)
AC210003.2_FG004				T01	999	332	Peroxidase
GRMZM2G314171				T01	1395	464	DEAD/DEAH box helicase (DEAD)
GRMZM2G363066				T01	1450	422	Non-specific serine/threonine protein kinase
GRMZM2G364410	phi243966	3	3.04	T01	795	243	uncharacterized LOC103651778
GRMZM2G163291	umc1030			T01	1491	231	MYB-type transcription factor
GRMZM2G129288	bnlg345			T01	2229	498	uncharacterized LOC103630413
GRMZM2G128315	umc1859	6	6.06	T01	3343	964	Leucine Rich Repeat (LRR_1)
GRMZM2G129234				T01	1172	286	uncharacterized LOC100273791
GRMZM2G016866	umc1958		9.05	T01	1931	403	uncharacterized LOC100382549
GRMZM2G024293		9		T01	2174	401	uncharacterized LOC100282901
GRMZM2Gdupssr29			9.07	T01	1954	523	Leucine Rich Repeat

028643				(LRR_1)	
GRMZM2G330907		T01	3005	759	Leucine Rich Repeat (LRR_1)
AC191071.3_FG001		T01	1605	534	probable flavin-containing monooxygenase 1
GRMZM2G896916		T01	1625	296	uncharacterized LOC100276923
GRMZM2G846548		T01	2094	485	uncharacterized LOC100191643
GRMZM2G178880	umc1505	T01	1894	574	uncharacterized LOC100191890
GRMZM2G420926		T01	2047	382	uncharacterized LOC100191189

- 선발된 32개 유전자를 이용하여 realtime-PCR용 프라이머를 디자인 하여 B73, CML228, CML270, Ki3, Ki11의 control과 DM-infected sample에 적용하였다(Table 30). Kim et al., (2016)에 따르면 B73, CML270은 노균병 감수성 품종이고 CML228, Ki3, Ki11은 노균병 저항성 품종으로 평가되었다. 선발된 32개 유전자를 이용하여 qRT-PCR 분석을 수행한 결과 GRMZM2G067053, GRMZM2G112428, GRMZM2G134385, GRMZM2G134424, GRMZM2G379929는 증폭이 되지 않아 제외하고 나머지 27개 유전자의 발현량을 분석하였다. reference gene은 18s rRNA, UBCP, MEP, LUG를 이용하여 각각 발현량을 분석하였고 그중 발현 경향이 유사하고 안정성이 높은 UBCP, MEP, LUG를 이용하여 후보 유전자를 분석하였다(Table 31).

Table 30. Primer information of candidate genes for qRT-PCR analysis.

Transcript ID	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Tm (°C)
GRMZM2G071333	TGCCCCAGATAAGTTTAAGG	GATCTCCTCCAGTCACAACC	55
GRMZM2G035370	TCGTTCTCCTAACCTGTTGT	AACCAAGAGCTAGTGCAGAC	56
GRMZM2G314171	ATGTGGCGAATTCTGAAACC	TGCATCACCAACGAAACCTA	56
AC191071.3_FG001	TTTTGTTTCCCTGTGTGCAA	CCCTGGACTACTGCAAGCTC	57
GRMZM2G330907	GTGGCATATACGGCATACCC	GGCTTGTGCCTGAAAACATT	57
GRMZM2G391741	TTCGACGAAGAACTCCGACT	AGAAAAACCAGCTTGGCAGA	57
GRMZM2G364410	TCGATAAGCTTGACTCCATCTAC	GTTGGCGCATCTATAACATCTTT	58
GRMZM2G071034	AGTCTTCCTTCACTTCTCTGCTT	GATTTGCTTGATAGACCAGTTTG	58
GRMZM2G128315	ACAAGGCGAAGCACTTCTGT	CCTGACAGCGAATTGTGAGA	58
GRMZM2G846548	GTATGGGCATCTTTTCTTTCTCT	TGGCAGTTTAATTCTGTTTCAGTT	58

GRMZM5G896916	TTCTATGCGCTGTTTTTCTAAAG	GTCTGGAGTTCTACACCTTCCTT	58
GRMZM2G024293	CTACATATACCCGAAGCCTCTCT	CAATTTTTCCATATTCTCCTTCC	58
GRMZM2G178880	AAGTAGGAAGGGATACAAAGCAG	AAACTCCCAACGTGTCTGTACTA	58
GRMZM2G420926	CGTGGCTACTATTCTGTTGAGAC	GATCCGTAAATGTCTTCCATACA	58
GRMZM2G129288	TCTACTTGTGCCTGAGTACTGCT	GAAGTTTGACCTCAGCTTTCC	58
GRMZM2G070287	CTGATCCACCTCCACTTCTACTT	GTAGTCGGAGAAGGCAAAGTC	59
GRMZM2G039345	GGTACTGCTGGGCAGAGAAA	GTTGCACAAGCACAGCCTAA	59
AC210003.2_FG004	TGAGAGAGAGCACGGTGTG	AGTGAGGCTGACCTGAGAGC	60
GRMZM2G016866	ATGGAGTACTTTGCAGAGATGAG	TGTAGGTGATCATATCTGGCTTC	58
GRMZM2G028643	GCATGCGTACATACCGTCTCT	CGTCATGGTCTACTCCAGCAT	60
GRMZM2G034840	CTACAGTGCAAAGCCACCAA	ACTTGATGCTGCATGAGCTG	60
GRMZM2G045049	CATGGTATCCCAAGGAATGG	TGCGCAGGAAGTTAAAGGTT	60
GRMZM2G088121	ACACCTTCAAAGGATCAAGC	CAGTGCCAGTCTTGAAGGTAAC	59
GRMZM2G119773	TATTCCTCCTGTGGTTGTT	ACTCTCATCAGCCTTTGTCC	57
GRMZM2G129234	TGACTCAATGTTCTACTGCTG	TATACATGAGGAACACGGGATAC	58
GRMZM2G163291	GGTTCATGACGGTTGGGTAG	CCTACAGGGTCCCACAGAAC	60
GRMZM2G363066	CGGCTTGATGTCGTAGTGA	ATCAACCTCGTCCGCCTCTA	62
GRMZM2G067053	GTATCTCAAGGTGGGATTTTCT	CAGTGTACAATCCATCATGTGTC	59
GRMZM2G112428	TCTCCTTCTCCTCCTCGTT	AGGAGCCTGGACGAGTAGAT	59
GRMZM2G134385	CTGCTAATTCTATCCAGGGTCT	AAATCCGAAGTGTCTTTCTTTTC	59
GRMZM2G134424	GGGTGACCTACAAAGGTTTCG	TGCGTATGGCTCCATGACTA	59
GRMZM2G379929	AACCTCTTTTCCAGATTCTATCG	ATGGACCGTACACAATCAATAAG	59

Table 31. Primer information of reference genes for qRT-PCR analysis.

Gene name	GenBank accession no.	Gene Product	Prod uct size	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	T _m (°C)
18s rRNA	AF168884.1	18S small subunit ribosomal RNA	151	CCATCCCTCCG TAGTTAGCT	CCTGTCGGCCA AGGCTATAT	59

UBCP	GRMZM2G10 2471 T01	Ubiquitin carrier protein	231	CAGGTGGGGTA TTCTTGGTG	ATGTTTCGGGT GGAAAACCTT	59
MEP	GRMZM2G01 8103 T01	Membrane protein PB1A10.07c	203	TGTACTCGGCA ATGCTCTTG	TTTGATGCTC CAGGCTTACC	59
LUG	GRMZM2G42 5377T01	Leunig	178	TCCAGTGCTAC AGGGAAGGT	GTTAGTTCTT GAGCCACGC	59

- qRT-PCR 분석 결과 16개 후보 유전자가 5개 품종의 노균병 스크리닝 결과와 유사한 것으로 나타났다(Figure 43). 16개 후보 유전자(AC191071.3_FG001, GRMZM2G016866, GRMZM2G028643, GRMZM2G034840, GRMZM2G039345, GRMZM2G045049, GRMZM2G071333, GRMZM2G088121, GRMZM2G119773, GRMZM2G128315, GRMZM2G163291, GRMZM2G178880, GRMZM2G314171, GRMZM2G330907, GRMZM2G363066, GRMZM5G896916)의 Pfam domain 분석 결과 해당 유전자들은 각각 FMO-like (PF00743), PPR_2 (PF13041), malectin_like (PF00560), B3 (PF02309), AIRS_C (PF13507), anticodon_1 (PF08264), DUF538 (PF04398), tubulin (PF00091), LRRNT_2 (PF08263), linker_histone (PF00538), glyco_trans_2_3 (PF13632), DEAD (PF00270), and pkinase_Tyr (PF07714)로 annotated 되어 있었고 GRMZM2G039345 and GRMZM5G896916는 알려진 정보가 없었다(Table 32). 대부분 저항성 품종인 CML228, Ki3, Ki11에서는 up-regulated 되었고 감수성 품종인 B73과 CML270에서는 down-regulated 혹은 발현량이 낮은 것으로 나타났다.

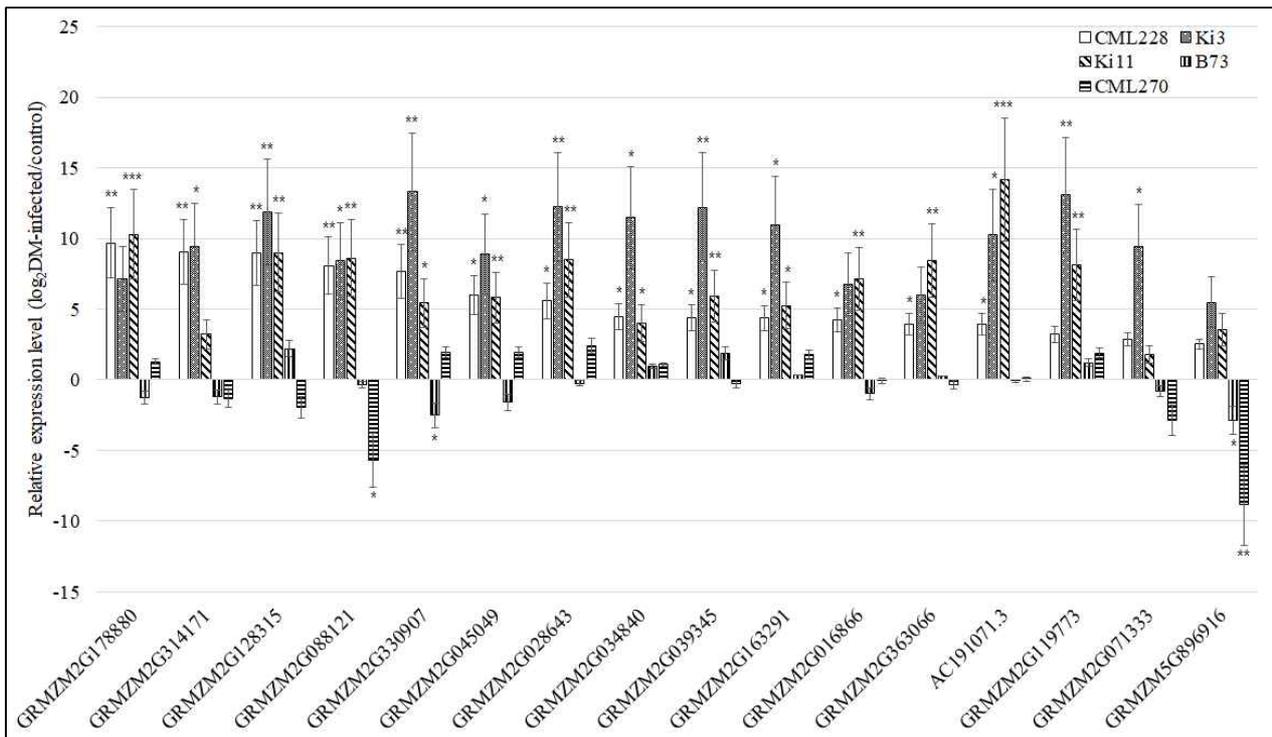


Fig. 43. Relative expression levels (log₂DM-infected/control) of 16 candidate genes for DM via qRT-PCR in the control and infected plants. Three independent plants were performed with biological replicates. The data are presented as the mean ± SE values. Analyzed with

Student's t-tests (* p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001).

Table 32. Pfam (EBI 2018) domain analysis of 27 uncharacterized genes.

Transcript ID	Family	Description
GRMZM2G088121	DUF538	Protein of unknown function (PF04398)
GRMZM2G035370	Myb_DNA-binding	Myb-like DNA-binding domain (PF00249)
GRMZM2G071333	Anticodon_1	Anticodon-binding domain of tRNA (PF08264)
GRMZM2G119773	Tubulin	Tubulin/FtsZ family, GTPase domain (PF00091)
GRMZM2G034840	B3	B3 DNA binding domain (PF02309)
GRMZM2G071034	zf-CCCH	Zinc finger (PF00642)
GRMZM2G070287	Dirigent	Dirigent-like protein (PF03018)
GRMZM2G391741	Pkinase_Tyr	Protein tyrosine kinase (PF07714)
GRMZM2G039345	-	-
GRMZM2G045049	AIRS_C	AIR synthase related protein, C-terminal domain (PF13507)
AC210003.2_FG004	peroxidase	Peroxidase (PF00141)
GRMZM2G314171	DEAD	DEAD/DEAH box helicase (PF00270)
GRMZM2G363066	Pkinase_Tyr	Protein tyrosine kinase (PF07714)
GRMZM2G364410	DUF674	Protein of unknown function (PF05056)
GRMZM2G163291	Linker_histone	linker histone H1 and H5 family (PF00538)
GRMZM2G129288	F-box	F-box domain (PF00646)
GRMZM2G128315	LRRNT_2	Leucine rich repeat N-terminal domain (PF08263)
GRMZM2G129234	Yip1	Yip1 domain (PF04893)
GRMZM2G016866	PPR_2	PPR repeat family (PF13041)
GRMZM2G024293	ATP_bind_1	Conserved hypothetical ATP binding prote (PF03029)
GRMZM2G028643	Malectin_like	Malectin-like domain (PF00560)
GRMZM2G330907	LRRNT_2	Leucine rich repeat N-terminal domain (PF08263)
AC191071.3_FG001	FMO-like	Flavin-binding monooxygenase-like (PF00743)
GRMZM5G896916	-	-
GRMZM5G846548	DUF647	vitamin B6 photo-protection and homoeostasis in plants (PF04884)
GRMZM2G178880	Glyco_trans_2_3	Glycosyl transferase family group 2 (PF13632)
GRMZM2G420926	Metallophos	Calcineurin-like phosphoesterase (PF00149)

- 나머지 7개 후보 유전자의 경우 일부 품종에서만 표현형과 일치하는 발현패턴을 보였으며 4개 후보 유전자는 어떤 경향도 분석되지 않았다(Figure 44, 45). 7개 후보 유전자(AC210003.2_FG004, GRMZM2G024293, GRMZM2G035370, GRMZM2G070287, GRMZM2G129234, GRMZM2G391741, GRMZM5G846548)의 Pfam domain 분석 결과 각각 peroxidase (PF00141), ATP_bind_1 (PF03029), myb_DNA-binding (PF00249), dirigent (PF03018), yip1 (PF04893), pkinase_Tyr (PF07714), DUF647 (PF04884)로 annotated 되어 있었다(Table 32).

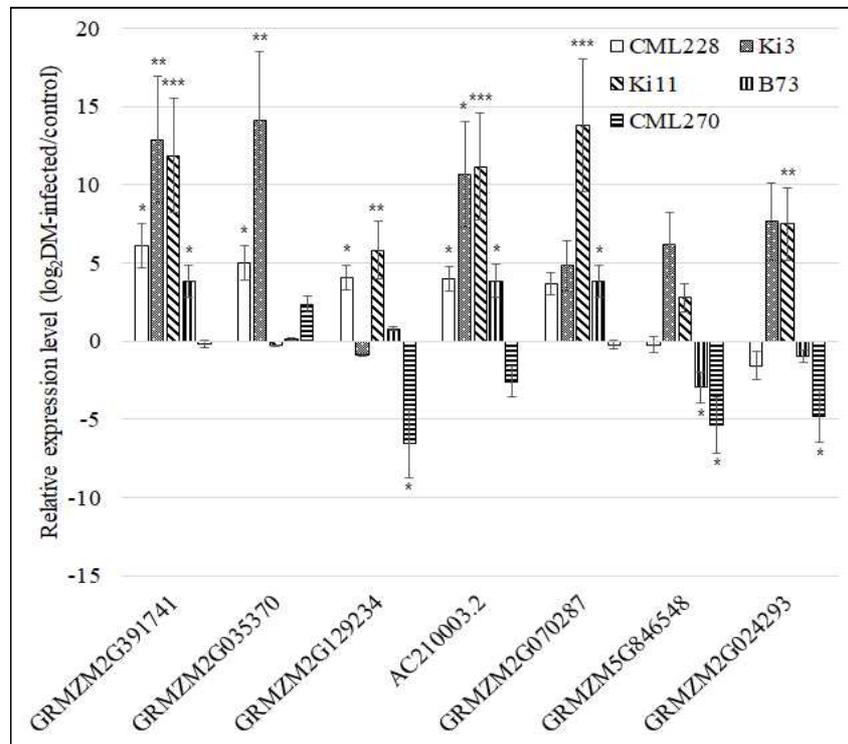


Fig. 44. Relative expression levels (\log_2 DM-infected/control) of 7 candidate genes for DM via qRT-PCR in the control and infected plants. Three independent plants were performed with biological replicates. The data are presented as the mean \pm SE values. Analyzed with Student's t-tests (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$).

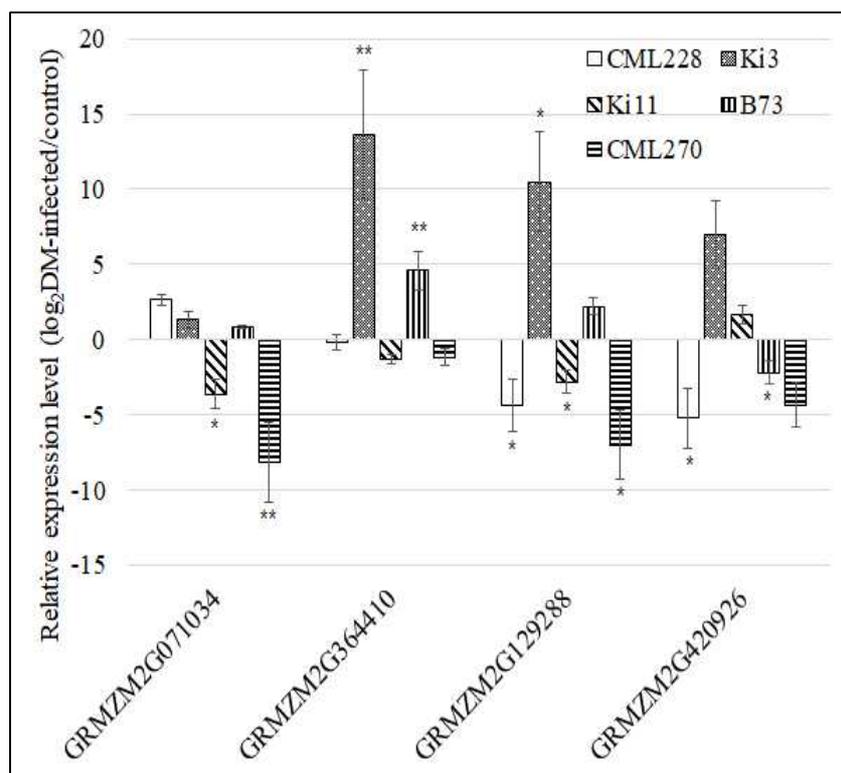


Fig. 45. Relative expression levels (\log_2 DM-infected/control) of 4 candidate genes for DM via qRT-PCR in the control and infected plants. Three independent plants were performed

with biological replicates. The data are presented as the mean \pm SE values. Analyzed with Student's t-tests (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$).

- 노균병 저항성에는 다양한 요인이 관여한다고 알려져 있다. POX, Myb, LRR receptor-like serine/threonine protein kinases (STKs), STKs, plants receptor-like kinases, polygalacturonase inhibitor protein (PGIP), polyphenol oxidases (PPO), WRKY transcription factors, pathogenesis-related (PR) protein 등이 대표적인 예이다. GRMZM2G314171은 DEAD-box helicase로 알려져 있는데, 이는 벼에서 pathogen infection과 oxidative stress에 대해 방어반응을 modulating한다고 알려져 있다(Li et al., 2008). AC210003.2_FG004, AC191071.3_FG001, GRMZM2G039345는 POX, FMO, RuBisCO라고 알려져 있으며, 해바라기, 멜론, 상추에서 POX의 활성은 노균병 저항성과 관련이 있다고 알려져 있다(Reuveni et al., 1991; Reuveni and Karchi, 1987; Nandeeshkumar et al., 2008). 또한 FMO는 pathogen에 대한 방어기작 pathway에 관여한다고 알려져 있다(Bartch et al., 2006). GRMZM2G028643, GRMZM2G128315, GRMZM2G330907, GRMZM2G391741, GRMZM2G071333, GRMZM2G363066는 LRR_1, leucine-tRNA ligase, and non-specific serine/threonine protein kinase (STKs)로 알려져 있다. LRR과 STKs는 pearl millet에서 노균병에 반응하여 신호반응 물질을 유도한다고 알려져 있다(Melvin et al., 2014). 선발된 16개의 후보 유전자는 대부분 노균병 저항성 관련 혹은 병 저항성 관련 pathway에 연관되어 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구 결과를 통해 노균병 저항성관련 발현마커의 실용화 가능성이 매우 높아졌다고 판단되며, 1세부 육성 품종에 적용하여 육성 품종의 노균병 저항성 여부를 판단할 예정이다.

<4차년도>

○노균병 저항성 후보 유전자 선발

- 노균병 저항성 관련 후보 유전자를 선발하기 위해 QTL 분석을 실시했으며, 이를 통해 QTL 지역에 존재하는 전사체 서열정보를 수집하여 프라이머를 제작하였다. infected 및 control leaf 샘플을 이용한 qRT-PCR 분석을 하기 위해, 먼저 애기장대, 벼, 옥수수 노균병 저항성과 연관이 있다고 알려진 유전자를 NCBI database를 이용해 수집하였다. 해당 정보는 Table 33과 같다.

Table 33. List of the DM related genes in *Arabidopsis thaliana*, *Oryza sativa*, and *Zea mays* obtained from NCBI database (2019).

Gene ID	Cultivars	Chr.	Location	Description
EDM2	<i>Arabidopsis thaliana</i>	5	22,447,937-22,454,805	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2

SGT1B	<i>Arabidopsis thaliana</i>	4	6,851,184-6,853,912	phosphatase SGT1b
HSK	<i>Arabidopsis thaliana</i>	2	7,508,473-7,509,887	homoserine kinase; DOWNY MILDEW RESISTANT 1
DMR6	<i>Arabidopsis thaliana</i>	5	8,378,759-8,383,401	putative 2OG-Fe(II) oxygenase
LOC4324025	<i>Oryza sativa</i>	1	17,932,375-17,947,080	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC107275878	<i>Oryza sativa</i>	3	8,811,797-8,818,014	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC107275863	<i>Oryza sativa</i>	8	15,057,975-15,070,064	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2-like
LOC4345309	<i>Oryza sativa</i>	8	15,114,902-15,130,493	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC4345959	<i>Oryza sativa</i>	8	24,800,574-24,812,015	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC4351808	<i>Oryza sativa</i>	12	6,760,146-6,763,038	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC103647182	<i>Zea mays</i>	2	160,527,731-160,580,975	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC103648264	<i>Zea mays</i>	2	241,693,442-241,703,192	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC100191339	<i>Zea mays</i>	3	135,359,547-135,361,124	protein DOWNY MILDEW RESISTANCE 6
LOC103650325	<i>Zeamays</i>	3	102,996,061-102,998,690	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC100382073	<i>Zea mays</i>	4	173,897,007-173,895,527	protein DOWNY MILDEW RESISTANCE 6
LOC103654479	<i>Zea mays</i>	4	202,734,383-202,764,701	Protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
idcl	<i>Zea mays</i>	6	20,483,352-20,484,802	iron deficiency candidate 1; protein DOWNY MILDEW RESISTANCE 6
LOC103632498	<i>Zea mays</i>	7	79,090,176-79,133,359	protein ENHANCED DOWNY MILDEW 2
LOC103642860	<i>Zea mays</i>	10	135,816,580-135,824,835	flavanone 3-dioxygenase 2

- 기존에 알려진 노균병 저항성 유전자로 qRT-PCR 분석한 결과는 Figure 46과 같다. 총 19개 유전자 중 10개 유전자에서 유의미한 발현양상을 보였으며, 옥수수 6개, 벼, 3개, 애기장대 1개 유전자로 조사되었다. 해당 유전자들의 발현 패턴을 기반으로 QTL 지역에 존재하는 유전자 발현패턴 분석을 수행하였다.

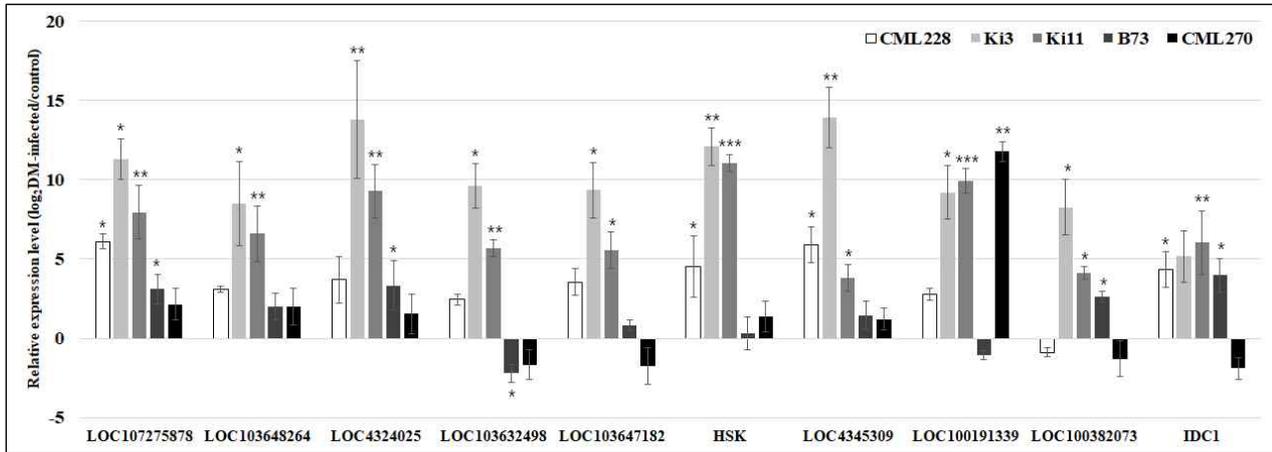


Fig. 46. Relative expression levels (log₂DM-infected/control) of 10 *P. sorghi*, *P. maydis*, and *S. macrospora* related genes in the control and infected plants measure via quantitative real-time polymerase chain reaction (qRT-PCR).

- 노균병 저항성 관련 QTL 지역에 존재하는 전사체를 추가 수집하였다. 서열 정보가 명확하지 않은 것과 300bp 미만인 것을 제외하고 수집하였으며 수집된 전사체 서열 정보를 이용하여 프라이머를 제작하였다(Table 34).

Table 34. List of the primer sets.

Transcript ID	Marker	Chr.	Bin location	Forward (5'→3')	Reverse (5'→3')	Tm (°C)
GRMZM2G029113				AATGATTTGAAAC GTGAGAAGAA	AATGTAATGCCAT CAGTACCATC	59
GRMZM2G039345				TACACACAGGGTGC CAATAATAG	ATAGAAGTCCAGA GCTTGGTTTG	59
GRMZM2G039477				CTTCTTTCTTCCAT CTCTCCTGT	CGCCGTCTTCTTTC TTATGTC	59
GRMZM2G039477				CTTCTTTCTTCCAT CTCTCCTGT	CGCCGTCTTCTTTC TTATGTC	59
GRMZM5G892452	umc1165/bnlg12			TTTAAACCTACTCA ATCCAGGT	TGAGATGTACTCC GGAAAGACTA	59
GRMZM2G039532	97 umc2363/phi098	2	2.01/2.02	ATAGACGTATGGA GAAAAACAGCA	CATAAACTTGGTT CTTGTGTGGT	59
GRMZM2G039567				GAAGAGTGTTCAT TAAATTTGC	GATATGCAATGGA GACATTAGGA	59
GRMZM2G039588				GAAGATCTGGCCTC ATAGTTTTT	CCAGAGTTTCCAA TCCTTCTACT	59
GRMZM2G040095				GAGGACATATTGTC CCTAGCAG	CGTAGTAGCATGT AACACGAGGT	59
GRMZM2G040095				GAGGACATATTGTC CCTAGCAG	CGTAGTAGCATGT AACACGAGGT	59
GRMZM2G040095				GAGGACATATTGTC CCTAGCAG	CGTAGTAGCATGT AACACGAGGT	59

GRMZM2G342564				TAGTAGATGGCGCA GTAGTCAG	ATTCGTTACATA CCATAGCAAC	59
AC210003.2_FG015				CTTCTACACCGTCA GCTTCAT	GAGCTCCTCGAAG GATTCT	59
GRMZM2G342607				CCATACTACCTTAA CCATGTGGA	CGTGTCTCGGAG TTTATAGATG	59
GRMZM2G040372				TTCATTACTTCTCC ACCAAAAAGA	TTTTCTATCAATG CTAGGTTCCA	59
GRMZM2G342628				AAAACAGTCCTCTC TGGAATCTC	TTGCAGTTCTACC GATACTTGTT	59
GRMZM2G045049				TTTCTCCTGCTATC ATGTTCAAA	TCCAATACCTAGT GGAGAACCAT	56
AC210003.2_FG003				CTACCAAGCAGTAA CAAATCAGG	AGTGTGTTGCTA CGGTAAATTG	59
AC210003.2_FG004				GGATCTACACG TTC AAGCAG	GTTGTTGAAGTAG GCGTTGT	60
GRMZM2G036297				CCAATATAGGTCAA GTGCAAGAG	AAAGGAAAAATAT TCGGATTACG	59
GRMZM2G410616				TGACAGGAGGACTA TGTCGATAC	GTTAGAACTCAT GGCGTACATC	59
GRMZM2G314079				GCAGGTAAAAACG ATTACAACAC	GGAGCCATCTGAT TACAGATAAA	59
GRMZM2G019404				AGCTTGCTATTGGT AAGGAGACT	GTCTCTTCACGAT CTCGTACTTG	59
GRMZM2G020043				GACGTAAACACCAA GAACAAGAG	TTTTCTCATTCCA AATGTGATCT	59
GRMZM2G314171				AAAGCAGAGCTCAA GAAGGTAGA	TGGCAACATTGAA AGTATGAAGT	56
GRMZM2G314176				TCGATTTTCGACAGA AGTGTTAAT	CTGCTATTTGTGA CAGGCTTATT	59
GRMZM2G020210	umc1165/bnlg12 97	2	2.01/2.02	CATCGAAGAGTCAC AAGTAGTCC	ATTAAAGTCTTCA CGAGCACAAC	59
GRMZM2G521862	umc2363/phi098			CGTAGTGTGCATCA AACTGTATC	TACACACAGGACC TAACCAAATC	59
GRMZM2G063328				CATGAAGCTACTCA TGACACTCA	TTCTACTAGGGA TTTCTTCTGG	59
GRMZM2G363066				GAATTCTCGCCATA GTAATCGTT	ATGTCCTCGAAGA AGTAGCTCAT	59
GRMZM2G379929				AACCTCTTTTCCAG ATTCTATCG	ATGGACCGTACAC AATCAATAAG	58
GRMZM2G134385				CTGCTAATTCTATC CAGGGTTCT	AAATCCGAAGTGT CTTTCTTTTC	58
GRMZM2G134385				CTGCTAATTCTATC CAGGGTTCT	AAATCCGAAGTGT CTTTCTTTTC	58
GRMZM2G088443	umc1030/phi2439 66	3	3.04	TACTCGATCATGTC CATAACAACA	CGCTCAAGCAGAC TAAATCTCTA	59
GRMZM2G088371				ATGGTGTCATTTG ACAATTTGAT	CACATCGACCAGA GAGATATGAT	59
GRMZM2G165044				ATAAAGGGTGTTT CTTCCATGTT	CATTCCAAAATAT GGCACTACAT	59
GRMZM2G133707				AGGACAGACCACAT TTCATATTG	ATATTACTCGGAG CTTGACAACA	59

GRMZM2G334628				TAATATGAAATCA TGGCACAACA	CAGTTACATTTCT CACCC TTCAG	59
GRMZM2G024851				TAGCGTCCCTAAAA TACAAGTGA	ATGGAAAACATTG AGACACATTC	59
GRMZM2G010775	mmc0022/bnlg42 0	6	3.05	GTTGGGTTCCATCT CTATCCTAC	AAGGCTATGTTTC ATGTGCTAAA	59
GRMZM2G006806				CAAAGATAACCATG AAGAAGCTG	GGTCCTCAGCCTAC TGATTACTT	59
GRMZM2G034868				AAGGAACATATCCA TTTCAGTT	GGTCACACATACT TTCCAGTGAT	59
GRMZM2G062031				AGAGTCAATGAGA GGCAGTACC	CAAACACAACAGA TTTCGTAGGT	59
GRMZM2G047677	bnlg345/umc185 9	6	6.05/6.06	TTGTTTCTTGACTC CGTCGT	CACCCATACAATG ATTTGTACTCT	59
GRMZM2G061105				AAAGGCACATGTCT CTAAAAACA	CATCAGGTGTTAT GTGGAGATTT	59
GRMZM2G046262				ACCCGACCTTTATA TTGGATCT	ATATATATGGGCA TAGCAACACG	59
GRMZM2G026927	bnlg345/umc185 9	6	6.05/6.06	CTAAACCCATGAAA GGAAACAG	GCAATCATCCATC AATAACAAGT	59
GRMZM2G128315				CTTTGACAGCATCC CTTATTCTT	GCTCAATATCATC TTCTCTGGT	58
GRMZM2G005869				ATCAGCTGTGTGTA AGGGACTAA	ATCGTAAGTGCAA GAAAGGTACA	59
GRMZM2G005984				ACGCTACCATTTTG TTTTTGTA	CATGTCATTGTCA GCTTGATACA	59
GRMZM2G006080				AAACATCCTTCTGG ATGAGAAAT	ACAGCACAACACC AAAAGAGTAT	59
GRMZM2G006178				TCTTTGGTATTGCC TGTTTTCTA	ATCAAGGAACAAA TATGCATGAC	59
GRMZM2G024293	umc1231/umc234 3	9	9.05	CTACATATACCCGA AGCCTCTCT	CAATTTTTCCATA TTCTCTTCC	58
GRMZM2G112428				TCTCCTTCTTCCTC CTCGTT	AGGAGCCTGGACG AGTAGAT	58
GRMZM2G003738				CAGTACAACGAGAT GATGGAGA	AAACCGGAGATAG AACAAGATTC	59
GRMZM2G006341				GTAATGTGCTTCAG AAGTTTTGG	ATGTAACAAACGC ACTTTTAAGA	59
GRMZM2G006429				AGGAATCCACTTCC AAACATTAT	AATAGCAGACATG CTTTATCCAA	59
GRMZM2G134424				AAGTGACTCTTGGT GTCCTTAGC	GTGGAAGGCTGCT ACATTATCTT	57
GRMZM2G028643	dupssr29/umc15 05	9	9.07	CAGGGATGAAAACC ATCTATCTC	AAGTCCAGCTTTG TTTTTCAGAC	59
GRMZM2G330907				TCAAATATTTTGC	GGTCTAGAGCTGT	57

	TGGACTCAGA	CAAATGGTCT	
AC191071.3_FC001	TTTTGTTTCCCTGT GTGCAA	CCCTGGACTACTGC AAGCTC	57
GRMZM2G178880	AAGTAGGAAGGGA TACAAAGCAG	AAACTCCCAACGT GTCTGTACTA	58
GRMZM2G420926	CGTGGCTACTATTC TGTTGAGAC	GATCCGTAAATGT CTTCCATACA	58

- 수집된 전사체를 이용한 qRT-PCR 결과는 Figure 47, 48과 같다.
- 전체 62개 전사체 중 15개 전사체의 경우 저항성과 감수성 품종에서 발현량 패턴이 차이를 보였다. 이외에도 30개 전사체의 경우 저항성과 감수성 품종 일부에서만 발현량이 차이를 보였다. 나머지 17개 전사체는 일부 품종에서 증폭이 되지 않아 제외했다.

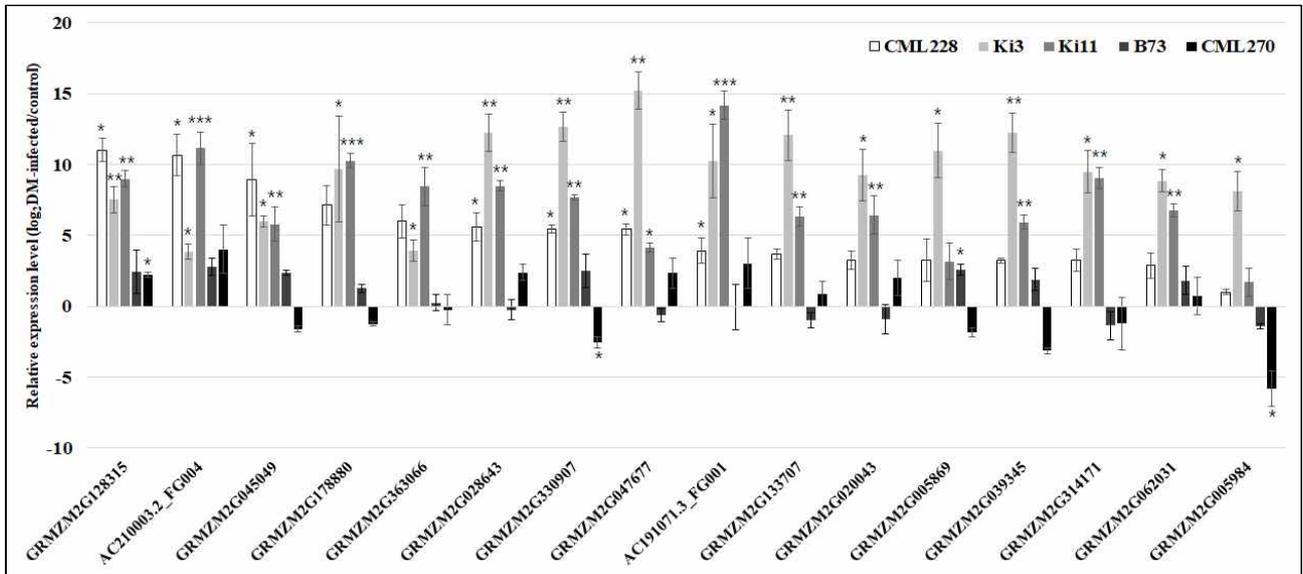


Fig. 47. Relative expression levels (log₂DM-infected/control) of 15 candidate genes for *P. sorghi*, *P. maydis*, and *S. macrospora* via qRT-PCR in the control and infected plants.

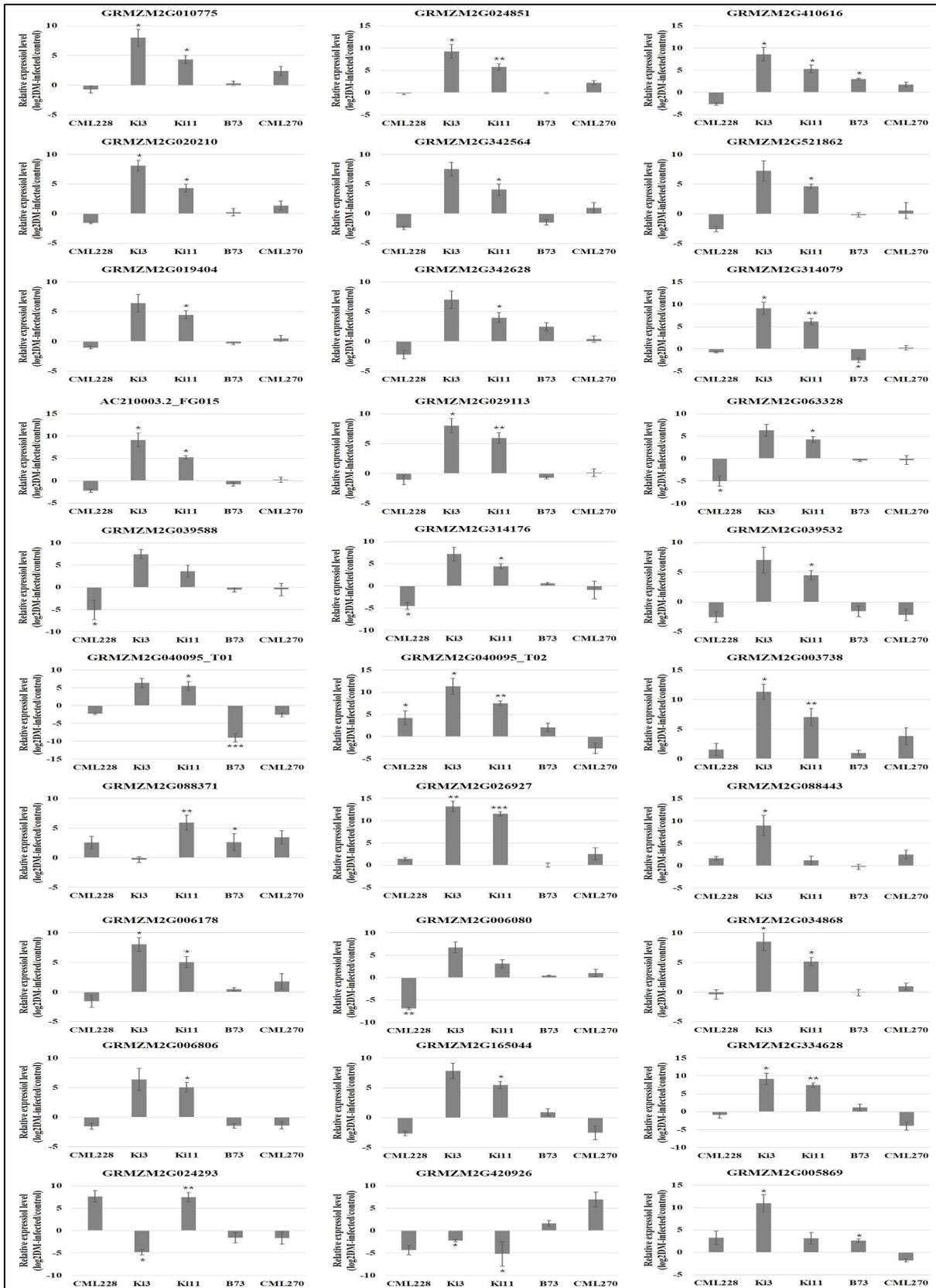


Fig. 48. Relative expression levels (log2DM-infected/control) of 30 candidate genes for *P. sorghi*, *P. maydis*, and *S. macrospora* via qRT-PCR in the control and infected plants.

- 수집된 전사체의 정보는 Table 35과 같다. 해당 전사체의 위치정보는 B73 reference genome version에 따라 변하는 것을 확인할 수 있었고, 전사체에 비해 마커의 위치정보 업데이트가 늦은 것을 알 수 있었다. 따라서 마커의 위치정보를 기반으로 version 2를 사용하여 전사체를 선별하였다. 전사체의 annotation을 확인해보면, 노균병 혹은 흰가루병 저항성과 관련 있다고 알려진 전사체도 있지만 그 기능이 알려지지 않은 것도 존재했다.

Table 35. List of the DM-resistance candidate genes between the left and right flanked markers.

Transcript ID	Chr	Bin location	Type	Length (bp)	Predicted protein size (aa)	Description	Protein information	B73 RefGen_v2	B73 RefGen_v3	B73 RefGen_v4
GRMZM2G029113			T01	1942	580	uncharacterized LOC100285187	nucleolar protein; Nop52 containing protein	4054382-4056323	4059071-4061012	4073606-4075518
GRMZM2G039345			T01	697	206	ribulose biphosphate carboxylase/oxxygenase 2, chloroplastic	P-loop containing nucleoside triphosphate hydrolase superfamily protein	4159971-4163217	4166453-4168712	4166904-4173564
GRMZM2G039477			T01	655	94	uncharacterized LOC100275046	uncharacterized protein	4163994-4167200	4169633-4172839	4127708-4130863
GRMZM2G039477			T02	913	63	uncharacterized LOC100275046	uncharacterized protein	4163994-4167200	4169633-4172839	4127708-4130863
GRMZM5G892452	2	2.01/2.02	T01	3154	-	-	-	4164044-4167197	4169683-4172836	-
GRMZM2G039532			T01	2422	421	uncharacterized LOC103645818	uncharacterized protein	4169633-4172839	4173685-4176106	4131704-4134355
GRMZM2G039567			T01	1387	-	-	-	4171001-4173817	4176640-4179456	-
GRMZM2G039588			T01	1573	144	Galactose mutarotase-like superfamily protein	uncharacterized protein	4174237-4178923	4179876-4184562	4137990-4142737
GRMZM2G040095			T01	897	136	linoleate 9S-lipoxygenase6	linoleate 9S-lipoxygenase6	4186640-4190624	4192152-4196263	4150426-4154016
GRMZM2G040095			T02	3242	892	linoleate 9S-lipoxygenase6	linoleate 9S-lipoxygenase6	4186640-4190624	4192152-4196263	4150426-4154016
GRMZM2G040095			T03	3217	699	linoleate 9S-lipoxygenase6	linoleate 9S-lipoxygenase6	4186640-4190624	4192152-4196263	4150426-4154016

GRMZM2G 342564		T01	708	-	-	-	4189399- 4190106	4195038- 4195745	-
AC210003.2 _FG015		T01	207	68	-	-	4193131- 4193477	4198770- 4199116	-
GRMZM2G 342607		T01	991	-	-	-	4196013- 4201085	4201652- 4206724	-
GRMZM2G 040372		T01	442	-	-	-	4196193- 4196634	4201832- 4202273	-
GRMZM2G 342628		T01	509	-	-	-	4199863- 4200371	4205502- 4206010	-
GRMZM2G 045049		T01	2111	521	probable phosphoribosylf ormylglycinami dine synthase, chloroplastic/mi tochondrial	probable phosphoribos ylformylglyci namidine synthase, chloroplastic/ mitochondrial	4204206- 4207300	4209845- 4212939	4166904- 4173564
AC210003.2 _FG003		T01	516	-	-	-	4209090- 4210527	4214729- 4216166	-
AC210003.2 _FG004		T01	999	332	uncharacterized LOC100274427	Peroxidase 16	4211269- 4213568	4216908- 4219207	4177418- 4180028
GRMZM2G 036297		T01	1604	399	liguleless 1	liguleless 1	4259524- 4263201	4265163- 4268840	4230848- 4234325
GRMZM2G 410616		T01	332	-	-	-	4264252- 4264583	4269891- 4270222	-
GRMZM2G 314079		T01	1313	-	-	-	4299119- 4301102	4304758- 4306741	-
GRMZM2G 019404		T01	3386	952	plasma-membr ane H+ATPase 2	plasma-mem brane H+ATPase 2	4299718- 4306692	4305357- 4312971	4277520- 4284473
GRMZM2G 020043		T01	1938	260	-	-	4301354- 4303396	4306993- 4309035	-
GRMZM2G 314171		T01	1395	464	-	-	4320523- 4326308	4326162- 4331947	-
GRMZM2G 314176		T01	664	-	-	-	4322412- 4323309	4328051- 4328948	-
GRMZM2G 020210		T01	1041	-	-	-	4327249- 4328435	4332888- 4334074	-
GRMZM2G 521862		T01	692	112	uncharacterized LOC100191866	Protein KAKU4	4348721- 4349512	4354360- 4355151	4325849- 4336229
GRMZM2G 063328		T01	509	130	uncharacterized LOC100191866	Protein KAKU4	4349910- 4366611	4355549- 4372250	4325849- 4336229
GRMZM2G 363066		T01	1450	422	G-type lectin S-receptor-like serine/threonin e-protein kinase At1g34300	G-type lectin S-receptor-li ke serine/threoni ne-protein kinase At1g34300	4369756- 4371294	4375395- 4376933	4339275- 4341159
GRMZM2G 379929	3 3.04	T01	1764	304	uncharacterized LOC100193917	-	14840436 -1484431	14849060 -1485294	14110194 -1414112

						9	3	0	
GRMZM2G 134385		T01	2782	759	uncharacterized LOC100193917	-	14848566 -1485993 5	14857190 -1486855 9	14110194 -1414112 0
GRMZM2G 088443		T01	1448	261	uncharacterized LOC100382374	putative HLH DNA-binding domain superfamily protein	14928544 -1493069 1	14937168 -1493931 5	14220244 -1422281 2
GRMZM2G 088371		T01	606	110	uncharacterized LOC100278092	-	14968364 -1496896 9	14976988 -1497759 3	14260197 -1426077 5
GRMZM2G 165044		T01	1987	521	E3 ubiquitin-protein ligase MBR1	E3 ubiquitin-protein ligase MBR1 RING/U-box superfamily protein	15053861 -1505788 2	15062485 -1506650 6	14334023 -1433963 5
GRMZM2G 133707		T01	217	-	-	-	15184047 -1518426 3	15192671 -1519288 7	-
GRMZM2G 334628		T01	3000	573	cell number regulator 8	2,3-bisphospho- glycerate-in- dependent phosphoglyce- rate mutase	15212255 -1522220 3	15220879 -1523082 7	14514430 -1451798 4
GRMZM2G 024851		T01	1862	412	uncharacterized LOC100281065	putative bZIP transcription factor superfamily protein; DNA binding protein	13887896 0-138882 994	13890676 3-138910 797	13960572 7-139609 774
GRMZM2G 010775	3.05	T01	1578	351	receptor-type tyrosine-protein phosphatase S	receptor-type tyrosine-protein phosphatase S	14040974 9-140417 545	14043735 2-140445 148	14116864 8-141176 331
GRMZM2G 006806		T01	1049	198	uncharacterized LOC100273452	-	14148672 6-141489 679	14151494 0-141517 893	14235950 8-142362 453
GRMZM2G 034868		T01	3377	817	uncharacterized LOC100274145	-	14294556 3-142953 870	14297524 2-142986 336	14381254 3-143823 657
GRMZM2G 062031		T01	1809	382	uncharacterized LOC100276496	uncharacterized LOC100276496	15289690 7-152898 715	15309076 4-153092 572	15707252 9-157073 918
GRMZM2G 047677	6 6.05/6.06	T01	1199	271	uncharacterized LOC100216590	Abscisic acid receptor PYL5; abscisic acid receptor PYL3; pyrabactin resistance-like protein	15308759 3-153088 791	15328145 0-153282 648	15724768 8-157248 689
GRMZM2G 061105		T01	2076	-	uncharacterized LOC100274475	ribonuclease P family	15313387 9-153138	15332773 6-153331	15729729 9-157308

					protein	063	920	187
GRMZM2G 046262	T01	1165	231	uncharacterized LOC100278635	uncharacterized LOC100278635	15366593 9-153667 103	15385979 6-153860 960	15784684 8-157847 993
GRMZM2G 026927	T01	1635	419	uncharacterized LOC100216587	Transcription repressor OFPI	15384338 5-153845 019	15403724 2-154038 8796	15806606 8-158067 465
GRMZM2G 128315	T01	3343	964	probable LRR receptor-like serine/threonin e-protein kinase IRK	putative leucine-rich repeat receptor-like protein kinase family protein	15416436 6-154168 121	15435884 4-154362 599	15835706 9-158360 810
GRMZM2G 005869	T01	2067	481	uncharacterized LOC100281573	serine/threoni ne-protein kinase AtPK19	13156588 3-131582 566	13181922 6-131835 909	13401409 8-134018 814
GRMZM2G 005984	T01	951	222	photosystem II 11 kD protein	Photosystem II repair protein PSB27-H1 chloroplastic; photosystem II protein	13157133 3-131572 283	13182467 6-131825 626	13401964 0-134020 486
GRMZM2G 006080	T01	3172	888	receptor-like protein kinase FERONIA	receptor-like protein kinase FERONIA	13157642 9-131579 600	13182977 2-131832 943	13402465 4-134028 147
GRMZM2G 006178	T01	2380	604	ABC transporter E family member 2	ABC transporter E family member 2	13158231 5-131589 080	13183565 8-131842 423	13403056 3-134037 376
GRMZM2G 024293	T01	2174	401	uncharacterized LOC100282901	P-loop containing nucleoside triphosphate hydrolase superfamily protein; XPA-binding protein 1; si618011b01(6 94)	13454019 5-134546 386	13479343 8-134799 629	13700320 9-137008 864
GRMZM2G 112428	T01	1353	334	uncharacterized LOC100303849	putative HLH DNA-binding domain superfamily protein	13457181 5-134573 167	13482505 8-134826 410	13702894 7-137030 299
GRMZM2G 003738	T01	1114	202	long cell-linked locus protein	long cell-linked locus protein	13637864 1-136379 754	13663188 4-136632 997	13895337 4-138954 309
GRMZM2G 006341	T01	2821	309	kinesin-like protein KIN-14F	P-loop nucleoside triphosphate hydrolase superfamily protein with CH (Calponin Homology) domain	13651235 0-136516 845	13676559 3-136770 088	13908849 1-139094 418

GRMZM2G 006429	T01	1945	430	uncharacterized LOC100283184	putative protein phosphatase 2C 5; putative protein phosphatase 2C family protein	13655220 0-136555 676	13680544 3-136808 919	13912995 2-139133 384
GRMZM2G 134424	T01	1801	237	programmed cell death protein 2-like	programmed cell death protein 2; zinc finger (MYND type) family protein / programmed cell death 2 C-terminal domain-conta ining protein	13678028 0-136786 670	13703352 3-137039 913	13936383 5-139370 249
GRMZM2G 028643	T01	1954	523	putative leucine-rich repeat receptor-like serine/threonin e-protein kinase At2g14440	putative leucine-rich repeat receptor-like serine/threoni ne-protein kinase At2g14440; Leucine-rich repeat (LRR) family protein	14998644 2-149989 176	15025295 6-150255 690	15312183 5-153124 479
GRMZM2G 330907	T01	3005	759	uncharacterized LOC541659	leucine-rich repeat transmembra ne protein kinase 3; leucine-rich transmembra ne protein kinase2; putative STRUBBELI G family receptor protein kinase	14999732 6-150009 049	15026384 0-150275 563	15312825 5-153144 524
AC191071.3 _FG001	T01	1605	534	probable flavin-containi ng monooxygenas e 1	probable flavin-contain ing monooxygena se 1	15022178 3-150225 053	15048829 7-150491 567	15339065 2-153394 745
GRMZM2G 178880	T01	1894	574	uncharacterized LOC100191890	putative mannan synthase 7	15129487 7-151298 726	15156129 1-151565 140	15446868 0-154472 724
GRMZM2G 420926	T01	2047	382	uncharacterized LOC100191189	Serine/threoni ne-protein phosphatase; putative serine/threoni ne protein	15147356 1-151480 045	15173997 5-151746 459	15466126 9-154667 110

					phosphatase superfamily protein			
GRMZM2G178880	T01	1894	574	uncharacterized LOC100191890	putative mannan synthase 7	15129487 7-151298 726	15156129 1-151565 140	15446868 0-154472 724
GRMZM2G420926	T01	2047	382	uncharacterized LOC100191189	Serine/threonine-protein phosphatase: putative serine/threonine protein phosphatase superfamily protein	15147356 1-151480 045	15173997 5-151746 459	15466126 9-154667 110

- 수집된 전사체의 서열정보를 이용하여 Pfam domain을 분석한 결과는 Table 36과 같다. AC210003.2_FG004의 annotation은 peroxidase로 조사되었다. peroxidase의 경우 멜론, 상추, 해바라기 흰가루병 저항성과 연관이 있다고 알려져 있다. 흰가루병의 경우 노균병과 유사한 병징을 보이며 습하고 낮은 기온에서 널리 퍼진다는 보고가 있을 정도로 매우 유사하다. 따라서 병 저항성 관련 유전자를 공유하거나 유사한 경로를 통해 방어 기작이 작동될 가능성이 있다고 판단된다.
- GRMZM2G342564와 GRMZM2G040095는 lipoxigenase로 조사되었다. 많은 숙주의 병 저항성 체계에서 중요한 역할을 한다고 알려져 있다. 기존의 연구에서도 감수성 식물에 비해 저항성 식물에서 활성이 증가했다는 보고가 있다. 또한 밀과 pearl millet의 노균병, 흰가루병 저항성에 영향을 미친다고 알려져 있다.
- GRMZM2G028643, GRMZM2G128315, GRMZM2G330907은 LRR로 조사되었다. LRR의 경우 병 저항성과 연관이 있다는 다수의 보고가 있는 R gene이다. 포도, 애기장대 노균병 저항성에 관여를 한다고 알려져 있다.
- 노균병 저항성 QTL 분석을 통해 QTL을 발굴하고, 해당 지역에 존재하는 전사체를 선 발하여 qRT-PCR을 통해 저항성, 감수성 품종의 발현량 패턴 분석을 통해 후보 유전자를 선정했기 때문에 노균병 저항성과 연관이 있다고 알려지지 않았지만 직접적 혹은 간접적으로 관여할 가능성이 있다고 판단한다.

Table 36. Pfam (EBI 2019) domain analysis of 62 candidate genes.

Transcript ID	Family	Description
GRMZM2G029113	Nop52	Nucleolar protein, Nop52 (PF05997)
GRMZM2G039345	-	-
GRMZM2G039477	-	-
GRMZM2G039477	-	-
GRMZM5G892452	-	-
GRMZM2G039532	SAGA-Tad1	Transcriptional regulator of RNA polIII, SAGA, subunit (PF12767)

GRMZM2G039567	Dimer_Tnp_hAT	hAT family C-terminal dimerisation region (PF05699)
GRMZM2G039588	Aldose_epim, Aldose_epim	Aldose 1-epimerase (PF01263); Aldose 1-epimerase (PF01263)
GRMZM2G040095	-	-
GRMZM2G040095	-	-
GRMZM2G040095	-	-
GRMZM2G342564	Lipoxygenase	Lipoxygenase (PF00305)
AC210003.2_FG015	-	-
GRMZM2G342607	-	-
GRMZM2G040372	-	-
GRMZM2G342628	Thioredoxin	Thioredoxin (PF00085)
GRMZM2G045049	AIRS_C, GATase_5	AIR synthase related protein, C-terminal domain (PF13507); CobB/CobQ-like glutamine amidotransferase domain (PF13507)
AC210003.2_FG003	-	-
AC210003.2_FG004	peroxidase	Peroxidase (PF00141)
GRMZM2G036297	SBP	SBP domain (PF03110)
GRMZM2G410616	Transpos_assoc	Transposase-associated domain (PF13963)
GRMZM2G314079	-	-
GRMZM2G019404	Cation_ATPase_ N, E1-E2_ATPase, Hydrolase	Cation transporter/ATPase, N-terminus (PF00690); E1-E2 ATPase (PF00122); haloacid dehalogenase-like hydrolase (PF00702)
GRMZM2G020043	Hydrolase	haloacid dehalogenase-like hydrolase (PF00702)
GRMZM2G314171	DEAD, Metalloenzyme, Metalloenzyme	DEAD/DEAHboxhelicase(PF00270); Metalloenzyme superfamily (PF01676); Metalloenzyme superfamily (PF01676)
GRMZM2G314176	YTH	YT521-B-like domain (PF04146)
GRMZM2G020210	-	-
GRMZM2G521862	-	-
GRMZM2G063328	-	-
GRMZM2G363066	Pkinase_Tyr	Protein tyrosine kinase (PF07714)
GRMZM2G024851	-	-
GRMZM2G010775	Y_phosphatase	Protein-tyrosine phosphatase (PF00102)
GRMZM2G006806	Ssu72	Ssu72-like protein (PF04722)
GRMZM2G034868	FAR1, MULE	FAR1 DNA-binding domain (PF03101); MULE transposase domain (PF10551)
GRMZM2G379929	-	-
GRMZM2G134385	BP28CT	BP28CT (NUC211) domain (PF08146)
GRMZM2G088443	HLH	Helix-loop-helix DNA-binding domain (PF00010)
GRMZM2G088371	RALF	Rapid ALkalinization Factor (RALF) (PF05498)
GRMZM2G165044	zf-RING_2	Ring finger domain (PF13639)
GRMZM2G133707	-	-
GRMZM2G334628	iPGM_N	BPG-independent PGAM N-terminus (iPGM_N) (PF06415)
GRMZM2G062031	Microtub_bd	Microtubule binding (PF16796)

GRMZM2G047677	Polyketide_cyc2	Polyketide cyclase / dehydrase and lipid transport (PF10604)
GRMZM2G061105	UPF0086	Domain of unknown function UPF0086 (PF01868)
GRMZM2G046262	-	-
GRMZM2G026927	DNA_binding_2, Ovate	DNA-binding domain, Transcriptional repressor (PF13724); ovate (PF04844)
GRMZM2G128315	LRRNT_2	Leucine rich repeat N-terminal domain (PF08263)
GRMZM2G005869	Pkinase, Pkinase_C	Protein kinase domain (PF00069); Protein kinase C terminal domain (PF00433)
GRMZM2G005984	PSII_Pbs27	Photosystem II Pbs27 (PF13326)
GRMZM2G006080	Malectin_like, Pkinase_Tyr	Malectin-like domain (PF12819); Protein tyrosine kinase (PF07714)
GRMZM2G006178	RLI, Fer4, ABC_tran, ABC_tran	PossibleFer4-likedomaininRNaseLinhibitor,RLI(PF04068);4Fe-4Sbindingdomain(PF00037); ABC transporter (PF00005); ABC transporter (PF00005)
GRMZM2G024293	ATP_bind_1	Conserved hypothetical ATP binding prote (PF03029)
GRMZM2G112428	-	-
GRMZM2G003738	DUF761	Cotton fibre expressed protein (PF05553)
GRMZM2G006341	Kinesin	Kinesin motor domain (PF00225)
GRMZM2G006429	PP2C	Protein phosphatase 2C (PF00481)
GRMZM2G134424	-	-
GRMZM2G028643	Malectin_like, LRR_1	Malectin-like domain (PF00560); Leucine Rich Repeat (PF00560)
GRMZM2G330907	LRRNT_2, LRR_8, LRR_1, LRR_8, Pkinase	Leucine rich repeat N-terminal domain (PF08263); Leucine rich repeat (PF13855); Leucine rich repeat (PF00560); Leucine rich repeat (PF13855); Protein kinase domain (PF00069)
AC191071.3_FG001	FMO-like	Flavin-binding monooxygenase-like (PF00743)
GRMZM2G178880	Glyco_trans_2_3	Glycosyl transferase family group 2 (PF13632)
GRMZM2G420926	Metallophos	Calcineurin-like phosphoesterase (PF00149)

마. 노균병 저항성 관련 발현마커 개발

<1차년도>

○노균병 저항성 유전자 candidate를 바탕으로 transcript 발굴

- 노균병 저항성 유전자 candidate 중 기능이 확인된 *Bak1*, *Ppr*, *bZIP34*를 B73(노균병 감수성), Ki3, Ki11(노균병 저항성)에서 품종 간 sequence 비교 분석을 하였을 때 SNP 와 INDEL이 발견되었으며 이를 이용한 CAPS 마커, SCAR 마커 개발이 가능할 것으로 판단된다.
- 노균병 저항성 계통의 유전자 candidate 중 기능이 확인된 *Bak1*, *Ppr*, *bZIP34*에 대하여 full length cDNA를 성공적으로 추출하였다(Figure 49).

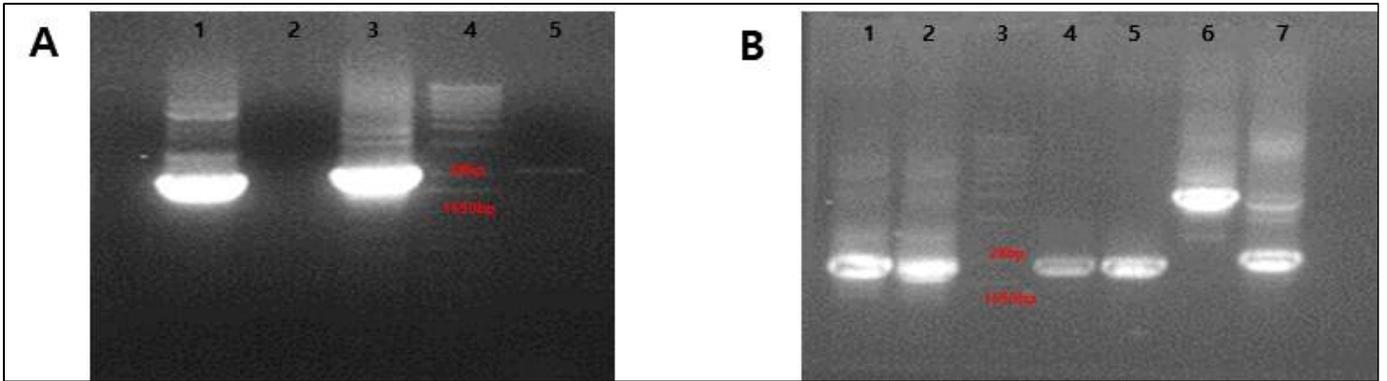
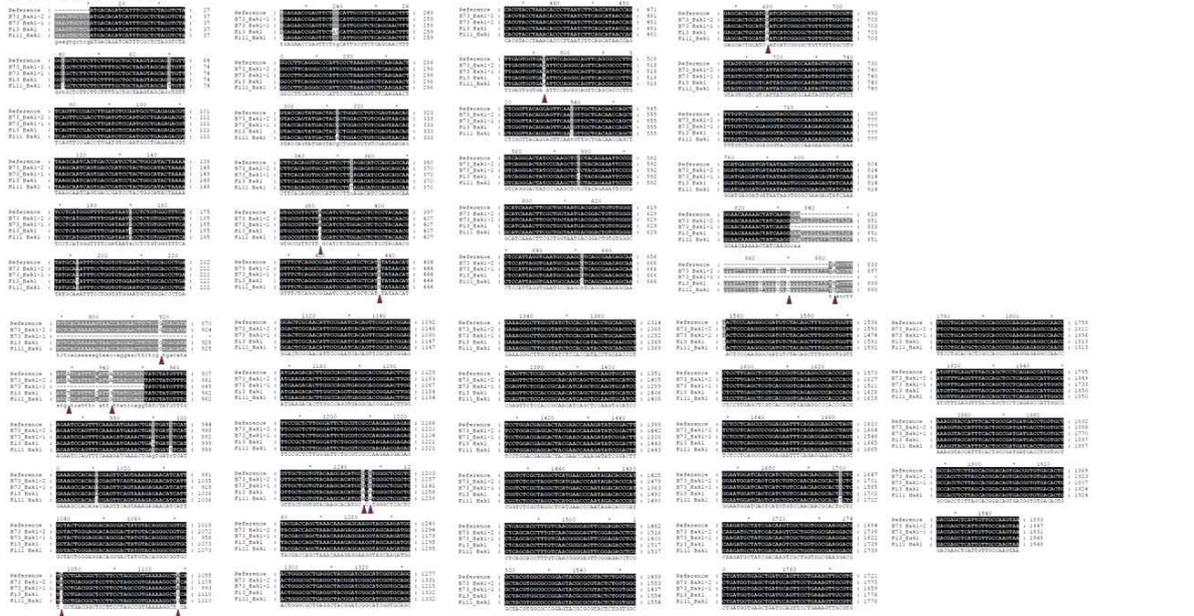


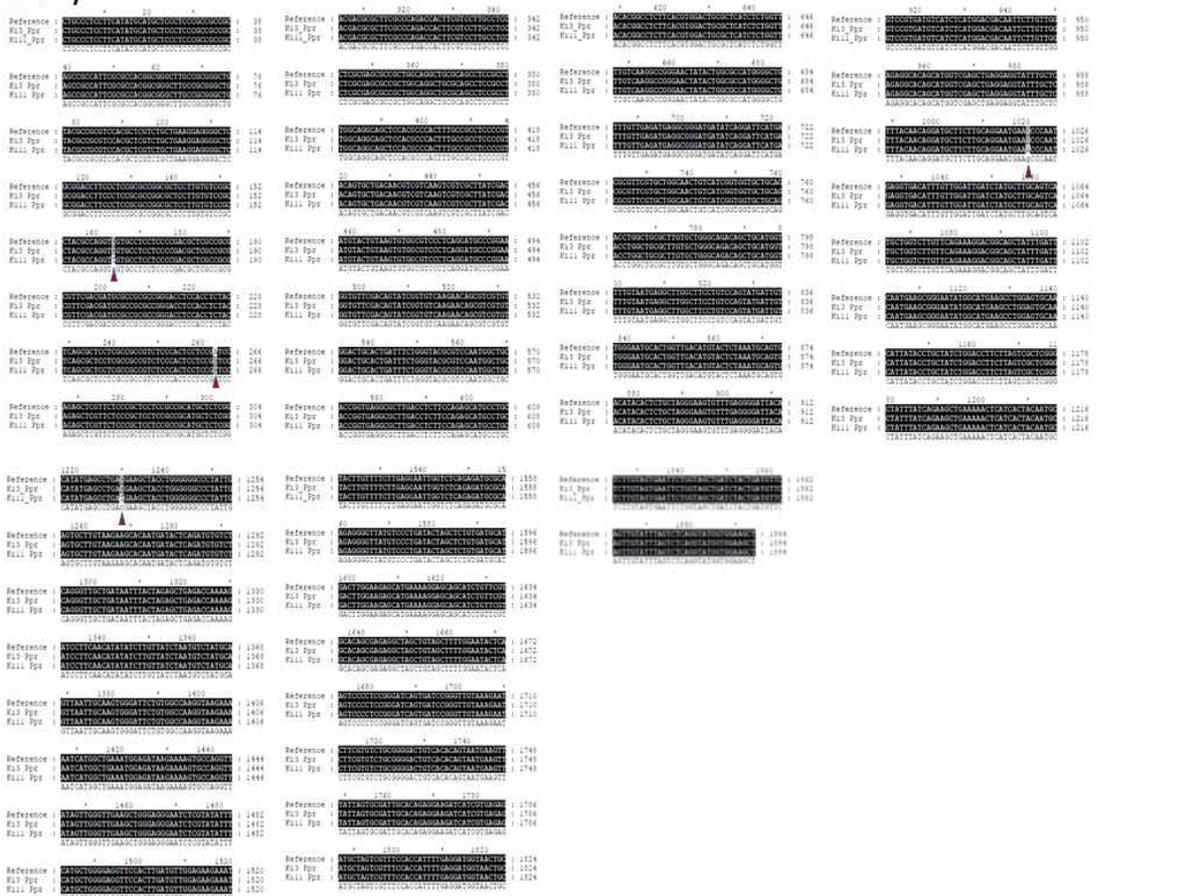
Fig. 49. PCR amplification for *Bak1*, *Ppr*, *bZIP34* cDNA in maize cultivars, Ki3, Ki11, B73. A, PCR analysis of B73. Lane 1: *Bak1* gene, Lane 2: *Ppr* gene, Lane 3: *bZIP* gene, Lane 4: Marker, Lane 5: *bZIP34* gene of Ki3; B, PCR analysis of Ki3 and Ki11. Lane 1, 2: *Bak1* gene, Lane 3: Marker, Lane 4, 5: *Ppr* gene, Lane 6,7: *bZIP* gene

- GRMZM2G042154, GRMZM2G098209의 경우는 full length cDNA를 선발하였으나 선행 연구 결과에서 polymorphism이 발견되지 않았으며, 또한 그 기능이 unknown인 관계로 더 이상의 마커 개발은 무의미하게 판단되어 추가적인 실험 진행을 중단하였다.
- 발굴된 *Bak1*, *Ppr*, *bZIP34*의 full length cDNA는 각 1893 bp, 1845 bp, 1965 bp의 CDS를 보유하고 있으며 해당 결과는 차기연도에 genomic DNA 수준의 분석에서 활용할 계획이다.
- 발굴 유전자중 B73에서 발굴한 *Bak1*은 2가지 isotype (*Bak1-1*, *Bak1-2*)이 있는 것으로 확인되었다. 이들은 reference gene에는 발견되지 않는 추가 염기서열 (exon + intron) 117 bp의 유무에 따른 polymorphism이 발견되었으며, 해당 연구 결과를 바탕으로 gene bank의 database를 분석해본 결과 PlantEnsemble과 NCBI database에서 각각 Zm00001d038195_T001, BT065456.1 의 ID로 등록이 되어있으며 이 둘은 117 bp의 염기서열 차이에 의해 구분되었다.
- 발굴된 유전자 *Bak1*, *Ppr*, *bZIP34*를 노균병 저항성 품종인 Ki3, Ki11과 B73의 SNP를 분석한 결과 *Bak1*의 경우 31개(Ki3, Ki11 품종에서 동시에 SNP가 발견된 경우는 13개), *Ppr*의 경우 4개, *bZIP34*의 경우 2개의 SNP가 발견되었다. 발굴 유전자의 CDS와 B73, reference 유전자와의 SNP는 Figure 50 A, B, C 에 표기하였다.

A. *Bak1* cDNA



B. *Ppr* cDNA



C. *bZIP34* cDNA

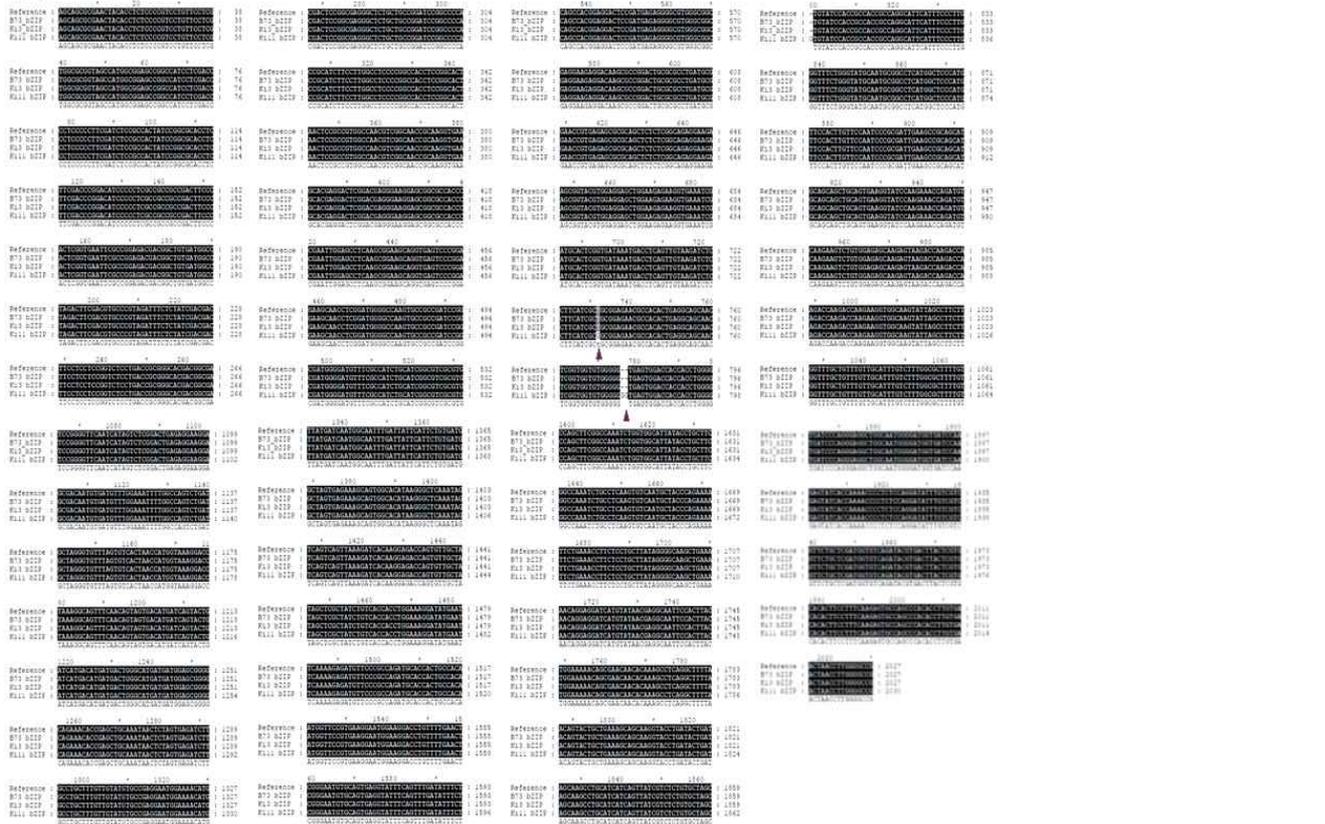


Fig. 50. Sequence alignment *Bak1*, *Ppr*, *bZIP34* cDNA. The arrows indicate SNP position compared with B73 and reference sequence.

- B73에서 발굴된 *Bak1* 유전자의 SNP는 Ki3, Ki11에서 발굴된 것과 비교하여 B73에서 1bp의 deletion이 추가 발견되었으며 추후 마커개발에 대하여 본 연구팀이 발굴한 염기서열을 중심으로 진행할 예정이다.
- *Bak1*과 *bZIP34*의 SNP에서는 CAPS marker로 개발하기 위한 region 2곳을 후보로 선정하였다. 저항성의 *Bak1*의 경우에는 *ApoI* (RAATTY)에 cutting되는 recognition site가 발견되었으며, *bZIP34*에서는 *TseI* (GCWGC) recognition site가 발견되었다 (Figure 51).

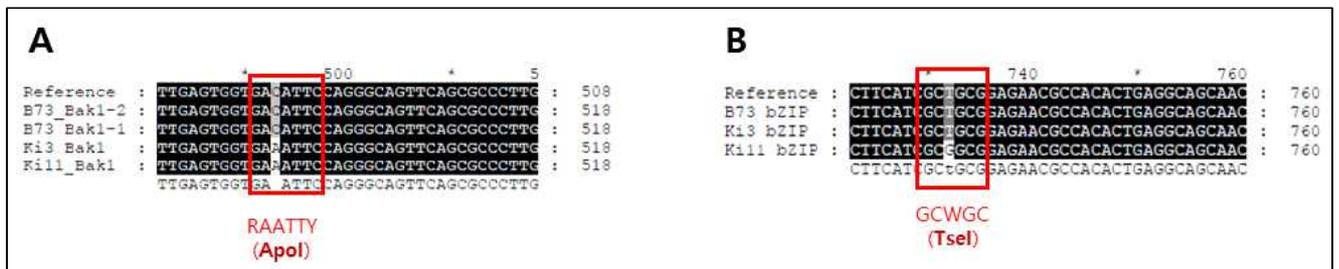


Fig. 51. CAPS marker candidate regions for downy mildew resistance in maize.

- 해당 염기서열을 이용하여 노균병 저항성 선별 CAPS marker가 개발될 후보로 연구할 예정이다.
- 또한 발굴된 SNP를 중심으로 SCAR 마커 후보군 6개를 개발하였으며, 특히 *Bak1*의 경우는 각 프라이머 조합별로 12개의 후보 조합으로 확장 검정이 가능하다(Table 37).

Table 37. SCAR marker candidate list for downy mildew resistance gene.

#	sense	antisense	size (bp)	target gene
1	AGACATCCAGCAGCAAGTGCCGTTCTTG	GGTGTTTAGGTACGTGATGTTATAA	103	<i>Bak1</i>
2	CAGCATAACCAGTTGAGTGGTGAA	CACGCCAACACAGCCCCGATGATT	234	<i>Bak1</i>
3	TTTAATTTCTCTTTTTTCTAAGTT	CTGGATAACAATAGAAATGAACATTATGTCAG	90	<i>Bak1</i>
4	CTGGTGTAACAAGCACATGCACA	GCTGTAGACATCGCCCTGGGAGTG	350	<i>Bak1</i>
5	CTCCTTGTTGCCCTACGCCAGGTT	GGAGCGGGAGAACGAGCTCTGGAG	145	<i>Ppr</i>
6	TCAGTTGTAAGATCTCCTTCATCGCG	CCCAGGTGGTGGTCCACTCACC	93	<i>bZIP34</i>

<2차년도>

○정밀 염기서열 분석 및 isoform 분석과 SNP 발굴

- 노균병 저항성 candidate gene (*Bak1*, *Ppr*, *bZIP34*)에 대한 transcript 분석 결과 *Bak1*과 *bZIP34*에 대한 정밀 염기서열 분석을 수행하였다. B73, Ki3, Ki11의 cDNA와 genomic DNA를 이용하여 clone 10개 이상을 정밀 염기서열 분석하였다. *bZIP34*의 경우에는 isoform이 발견되지 않았으나 *Bak1*에서는 다양한 isoform이 발견되었다 (Figure 52).

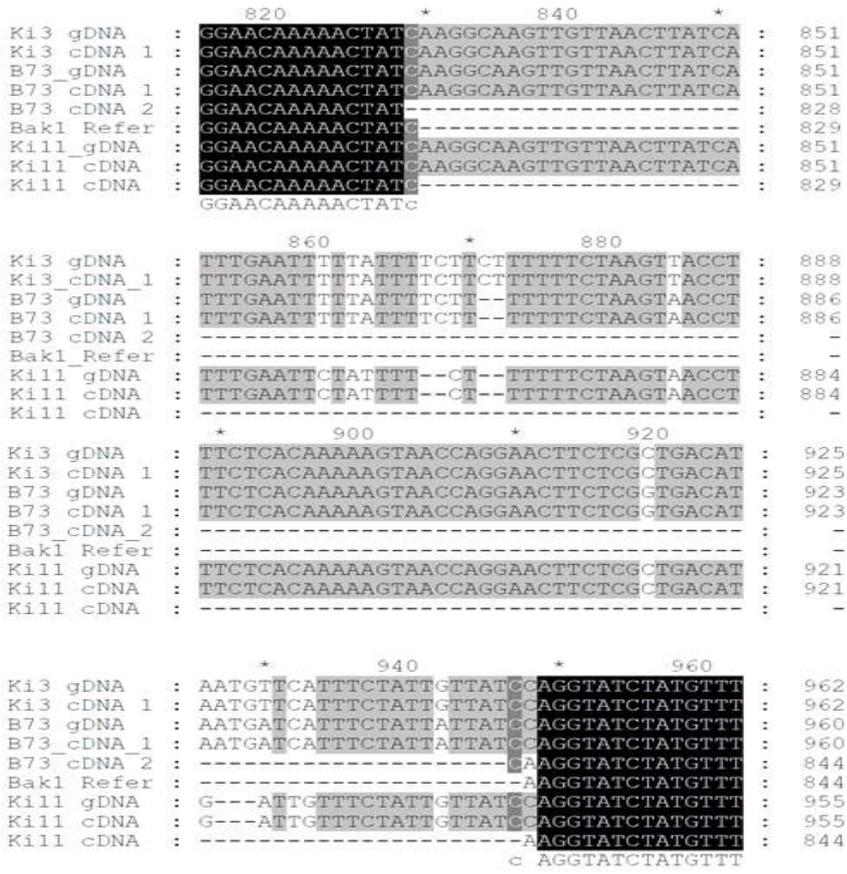


Fig. 52. Isoform alignment of Bak1 from cDNA or genomic DNA.

- B73에서 발굴한 *Bak1* 유전자는 NCBI에 등록된 reference 염기서열과 비교하여 118 bp의 IN (insertion) 서열이 존재한다. 특히 genomic DNA *Bak1*은 116 bp를 포함하고 있으나 cDNA *Bak1*은 116 bp가 삽입된 형태와 삽입되지 않은 (NCBI reference 염기서열과 동일한) isoform 2 종류가 존재하는 것으로 확인되었다.
- Ki3에서 발굴한 *Bak1* 유전자는 118 bp insertion 이 발견되었으나 cDNA와 genomic DNA에서 모두 발견되었으며 isoform은 발견되지 않았다.
- Ki11에서 발굴한 *Bak1* 유전자는 111 bp의 insertion이 발굴되었으며 B73과 마찬가지로 genomic DNA에서는 모두 111 bp를 포함하고 있으나 cDNA에서는 111 bp의 삽입 여부에 따라 isoform 2 종류가 존재하는 것을 확인하였다.
- 발굴된 INDEL 부분은 옥수수 품종별로 isoform이 발견되기 때문에 isoform에서 INDEL의 기능이 명확하지 않기 때문에 분자마커 개발에서 적당하지 않다고 사료되어 추가 마커 개발에서 제외하였다.
- 정밀 염기서열 분석을 통하여 총 26개의 SNP를 발굴하였으나 노균병 저항성 계통인 Ki3와 Ki11가 동시에 B73에서 차이가 나는 SNP를 최종 6개를 발굴하여 분자마커 개발을 수행하였다.

○SNP를 이용한 분자마커 개발_SCAR 마커

- 1년차에서 발굴한 6개의 SCAR 마커 후보군을 중심으로 PCR을 수행하였으나 *Ppr*과 *bZIP34*에서는 프라이머 특이성이 현저히 낮은 것으로 확인되어 분자마커 개발 후보에서 제외하였다.
- *Bak1*에서 디자인된 SCAR 마커용 프라이머들은 sense와 anti-sense 프라이머의 3'의 말단에 SNP와 결합하도록 구성을 하였다. 또한 1년차에서 구상한 12개의 SCAR 마커용 프라이머 조합들을 옥수수 품종들에 적용해 본 결과 SCAR F2 프라이머와 SCAR R1 프라이머 조합에서 노균병 저항성 계통(Ki3, Ki11)에서는 PCR 밴드가 나타났으나 감수성 계통(B73, CML270), 중간 계통(CML228)에서는 밴드가 나타나지 않았다(Figure 53).

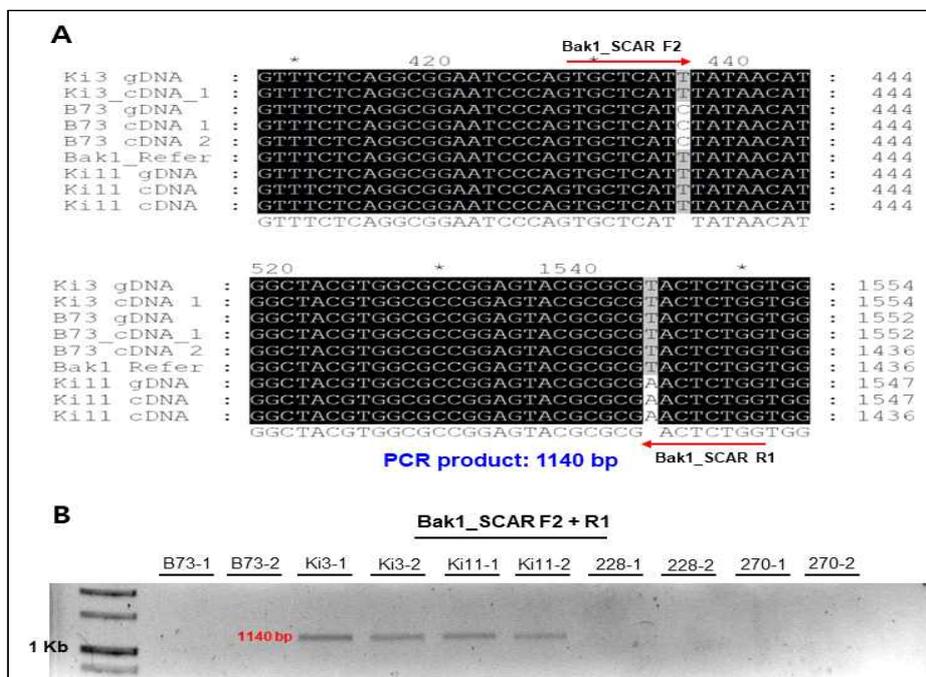


Fig. 53. SCAR marker development for downy mildew resistant maize.

- 이 결과를 2 반복으로 각각 추출된 옥수수 DNA에서 분석/검정 결과 1140 bp를 증폭할 수 있는 노균병 저항성 SCAR 분자마커 1점을 개발하였다.

○SNP를 이용한 분자마커 개발_CAPS 마커

- CAPS 마커의 경우, *bZIP34*에서 *Tse* I 제한효소를 활용하려 했던 PCR product 역시 프라이머 특이성이 높지 않아 마커 개발을 중단하였다. 그러나 *Bak1*의 경우 유전자에 대한 프라이머의 특이성이 탁월하며 제한효소 *ApoI*의 작용도 원활하여 노균병 저항성 선별 마커로 개발하였다.
- CAPS F1과 CAPS R1의 조합으로 한 PCR에서 모든 옥수수 계통에서 470 bp의 밴드

가 발견되었다. 470 bp의 PCR product 안에는 공통적으로 제한효소 *ApoI* 에 절단 되는 site 1개와 SNP에 따라 저항성 계통에서만 추가적인 절단이 가능하다.

- Fig. 54에서 보는 것처럼 공통의 PCR product를 제한효소 *ApoI* 으로 처리한 결과 B73, CML228, CML270은 310 bp와 160 bp의 2개의 밴드가 나타났으나 노균병 저항성 계통인 Ki3, Ki11은 220 bp, 160 bp, 90 bp의 3개의 밴드가 나타났다.
- 반복 실험을 통하여 재현성을 확인한 후 CAPS F1+CAPS R1과 제한효소 *ApoI*를 활용한 노균병 저항성 CAPS 마커 1점을 개발하였다(Figure 54).

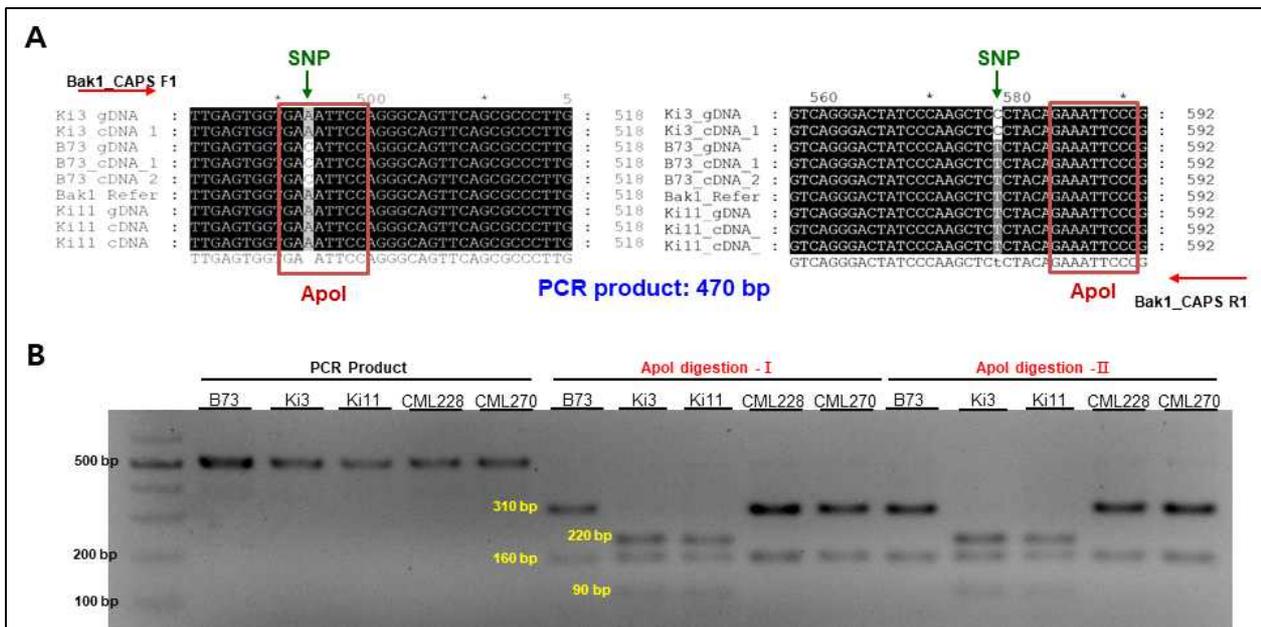


Fig. 54. CAPS marker development for downy mildew resistant maize.

○SNP를 이용한 분자마커 개발_SNP 마커

- 발굴된 SNP를 이용하여 노균병 저항성에 대한 SNP 특이적 마커를 개발하기 위하여 SNP 특이적 프라이머를 디자인 하여 PCR을 수행하였다.
- DNA fragment 사이에 위치한 SNP는 PCR로 구분이 불가능하기 때문에 HRM (High Resolution Melting) 기술을 이용하여 노균병 저항성 계통과 감수성 계통의 realtime PCR 중에 발생하는 melting 커브를 normalization 하여 계통별 차이를 검정하였다.
- HRM F1과 R1 프라이머를 활용한 PCR product는 노균병 저항성 계통에서 확연하게 melting 커브의 차이가 나타나는 것을 확인하였다(Figure 55).

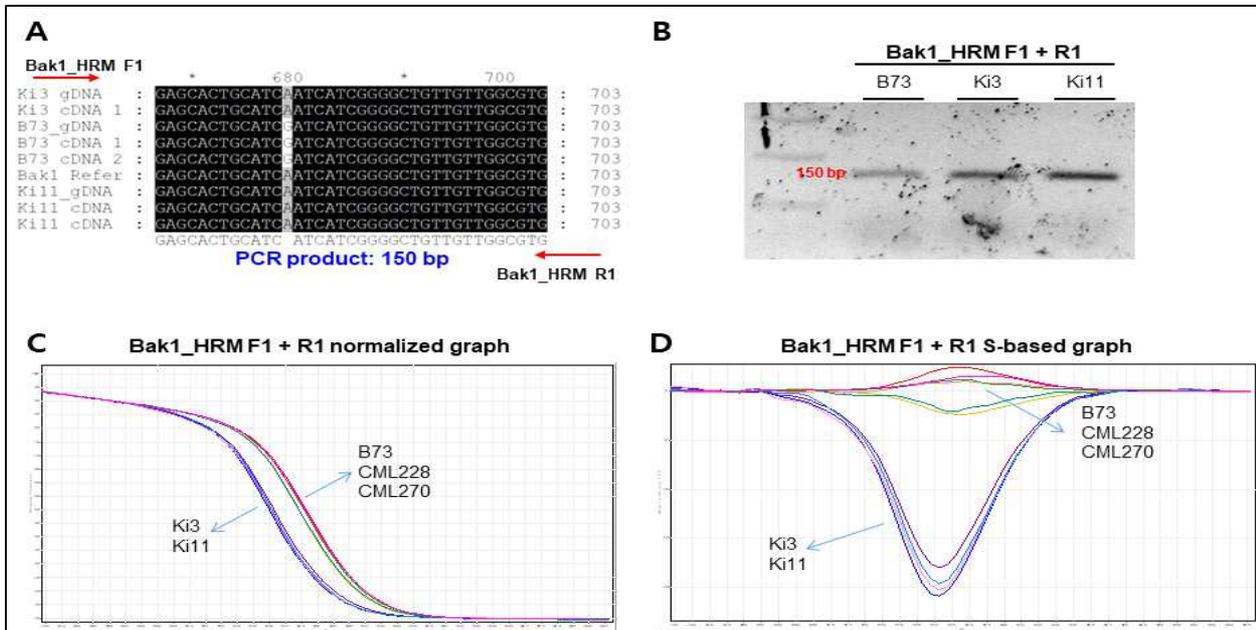


Fig. 55. SNP marker development using HRM F1 and HRM R1 primer by HRM for downy mildew resistant maize.

- HRM F1+R1 SNP 마커의 경우 Bak1 유전자의 680 번째 염기서열에서 노균병 저항성을 갖는 Ki3와 Ki11의 경우에 동일한 SNP인 아데닌(A)를 가지고 있다.
- 대표 품종인 B73을 감수성 (S)으로, Ki11을 저항성 (R) 기준으로 설정하여 각 품종 간 신뢰구간을 검정해 보면 저항성과 감수성에 따라 90% 이상의 높은 신뢰구간을 보여준다(Table 38).

Table 38. List for determined genotype and confidence value to resistant (R) or susceptible (S) using HRM F1+R1.

Bak1_HRM F1 + R1			
C	Name	Genotype	Confidence %
	B73(F1+R1)	S	94.69
	B73(F1+R1)	S	94.69
	Ki3(F1+R1)	R	98.61
	Ki3(F1+R1)	R	96.10
	Ki11(F1+R1)	R	99.71
	Ki11(F1+R1)	R	99.71
	CML228(F1+R1)	S	96.72
	CML228(F1+R1)	S	98.92
	CML270(F1+R1)	S	98.88
	CML270(F1+R1)	S	97.61

- HRM F3과 R2 프라이머를 활용한 PCR product를 이용하여 SNP 마커 개발을 수행하였다. HRM F2와 R2의 경우 SNP를 4군데 포함하는 구간이 존재하여 마커로 활용하고자 했으나 SNP이 종류에 따라 각 품종별로 melting 커브에서 혼선이 발견되어 이를

보강하여 HEM F3와 R2를 이용한 SNP 마커를 개발하였다(Figure 56).

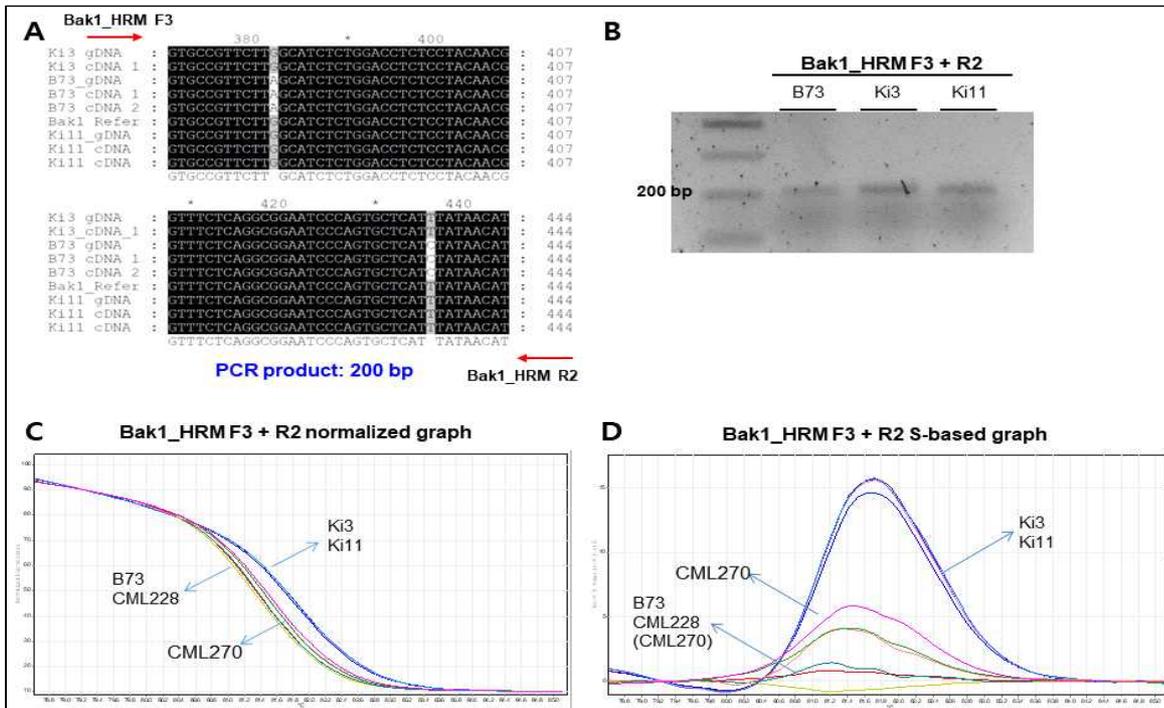


Fig. 56. SNP marker development using HRM F3 and HRM R2 primer by HRM for downy mildew resistant maize.

- HRM F3+R2 SNP 마커의 경우 200 bp의 PCR product를 증폭시키며, Bak1 유전자의 382, 436 번째 염기서열에서 노균병 저항성 품종인 Ki3와 Ki11은 동일한 SNP를 가지고 있다.
- B73을 감수성(S)으로, Ki11을 저항성(R) 기준으로 설정하여 각 품종 간 신뢰구간을 검정해본 결과 각 품종 별 genotype과 신뢰범위를 결정하였다(Table 39).

Table 39. List for determined genotype and confidence value to resistant (R) or susceptible (S) using HRM F3+R2.

Bak1_HRM F3 + R2			
C	Name	Genotype	Confidence %
Red	B73(F3+R2)	S	99.29
Yellow	B73(F3+R2)	S	99.29
Blue	Ki3(F3+R2)	R	98.69
Purple	Ki3(F3+R2)	R	99.93
Pink	Ki11(F3+R2)	R	99.97
Light Blue	Ki11(F3+R2)	R	99.97
Teal	CML228(F3+R2)	S	98.54
Orange	CML228(F3+R2)	S	84.67
Green	CML270(F3+R2)	S	83.17
Magenta	CML270(F3+R2)	S	67.90

- 중간 저항성 및 중간 감수성을 보이는 CML228, CML270의 경우에는 HRM F3+R2 SNP 마커의 경우 genotype은 감수성으로 분류되나 신뢰구간의 범위는 B73에 비하여 낮게 나타나는 것으로 검정되었다.
- HRM F4과 R4 프라이머를 활용한 SNP 마커 개발 결과, SNP를 포함하여 92 bp의 PCR product를 생성하였다. HRM을 이용한 melting 커브 분석 결과 436번째 염기서열에서 SNP가 확인되었으며 저항성 계통과 감수성 계통이 구분되어 검정되었다(Figure 57).

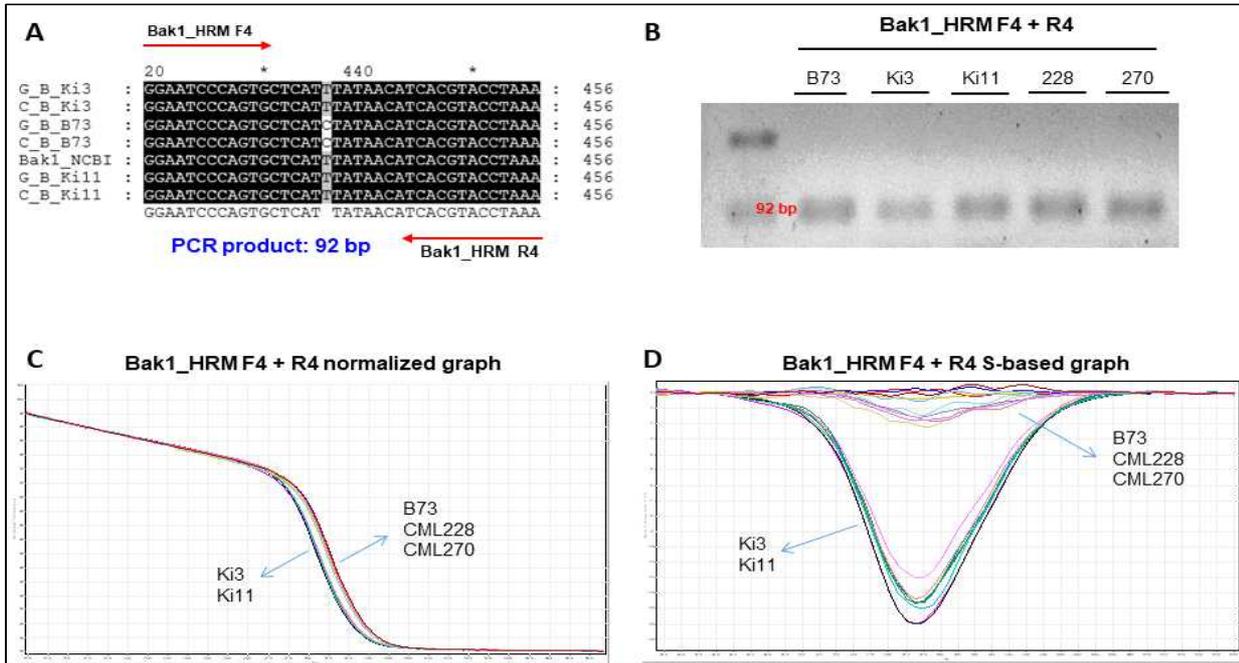


Fig. 57. SNP marker development using HRM F4 and HRM R4 primer by HRM for downy mildew resistant maize.

- B73을 감수성(S)으로, Ki11을 저항성(R) 기준으로 설정하여 각 품종 간 신뢰구간을 검정해본 결과 각 품종 별 genotype과 신뢰범위가 명확하기 구분되었다(Table 40).
- HRM F4+R4의 경우 생물학적 2반복으로 DNA를 추출하였으며, 각 DNA 별 2회의 실험반복을 통하여 검정을 진행하였다.

Table 40. List for determined genotype and confidence value to resistant (R) or susceptible (S) using HRM F4+R4.

Bak1_HRM F4 + R4

C	Name	Genotype	Confidence %
	B73(F4+R4)	S	99.92
	B73(F4+R4)	S	99.86
	B73(F4+R4)	S	99.88
	Ki3(F4+R4)	R	92.91
	Ki3(F4+R4)	R	98.78
	Ki3(F4+R4)	R	98.64
	Ki3(F4+R4)	R	98.04
	Ki11(F4+R4)	R	99.13
	Ki11(F4+R4)	R	99.55
	Ki11(F4+R4)	R	99.51
	Ki11(F4+R4)	R	99.74
	CML228(F4+R4)	S	95.71
	CML228(F4+R4)	S	86.93
	CML228(F4+R4)	S	98.45
	CML228(F4+R4)	S	99.70
	CML270(F4+R4)	S	97.88
	CML270(F4+R4)	S	96.90
	CML270(F4+R4)	S	96.83
	CML270(F4+R4)	S	99.69

- HRM F5과 R5 프라이머를 활용한 SNP 마커 개발의 경우, 93 bp의 PCR product를 증폭시켰으며 HRM을 통한 melting 커브 분석결과 493번째의 염기서열에서 저항성 계통에서 SNP가 발생한 것으로 검정되었다(Figure 58).

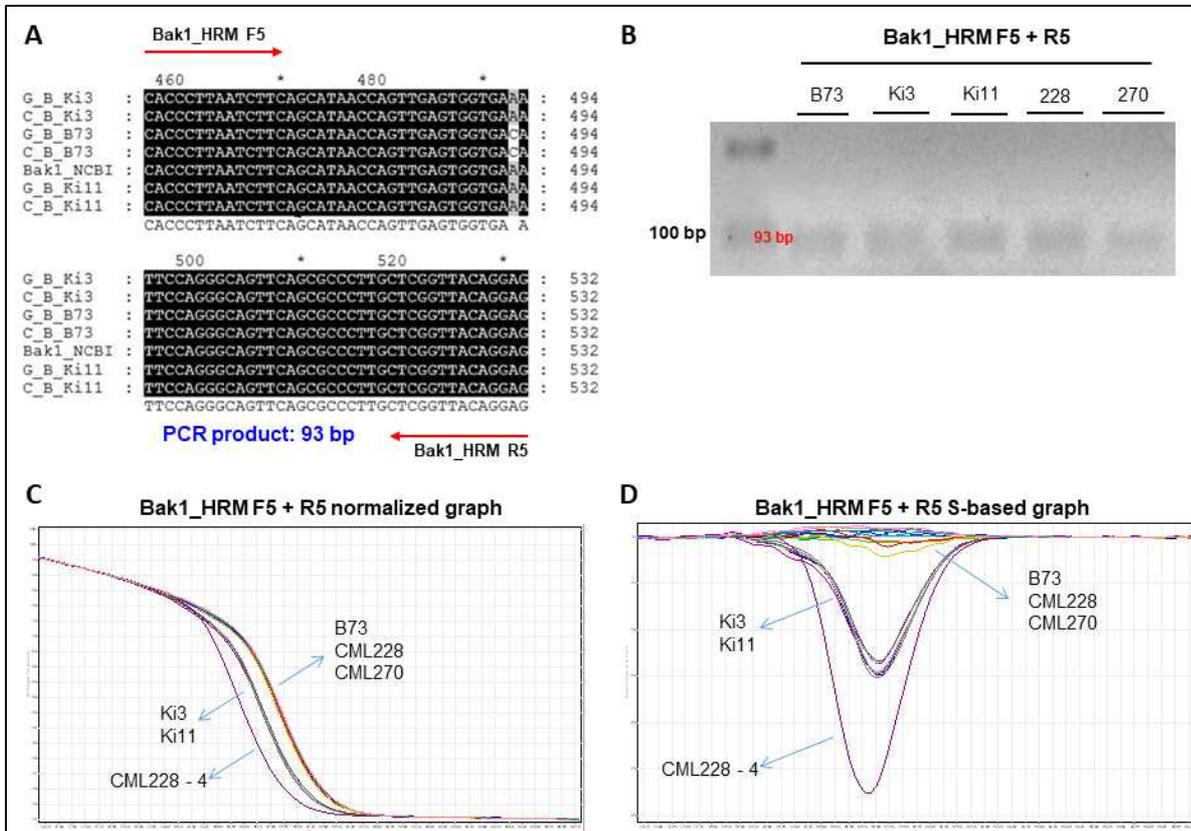


Fig. 58. SNP marker development using HRM F5 and HRM R5 primer by HRM for downy mildew resistant maize.

- B73을 감수성(S)으로, Ki11을 저항성 (R) 기준으로 설정하여 각 품종 간 신뢰구간을 검정해본 결과 각 품종 별 genotype과 신뢰범위를 분석하였다. HRM F5+R5 SNP 마커의 경우 노균병에 대한 중간 저항성을 갖는 CML228의 경우 저항성 계통처럼 SNP가 나타나는 것으로 확인되었으며 genotype도 저항성으로 구분되었다(Table 41).

Table 41. List for determined genotype and confidence value to resistant (R) or susceptible (S) using HRM F5 and R5.

Bak1_HRM F5 + R5

C	Name	Genotype	Confidence %
	B73(F5+R5)	S	99.54
	B73(F5+R5)	S	99.59
	B73(F5+R5)	S	99.95
	B73(F5+R5)	S	98.99
	Ki3(F5+R5)	R	99.09
	Ki3(F5+R5)	R	99.26
	Ki3(F5+R5)	R	98.17
	Ki3(F5+R5)	R	99.73
	Ki11(F5+R5)	R	99.34
	Ki11(F5+R5)	R	99.75
	Ki11(F5+R5)	R	98.77
	Ki11(F5+R5)	R	99.36
	CML228(F5+R5)	S	98.92
	CML228(F5+R5)	S	96.27
	CML228(F5+R5)	S	99.35
	CML228(F5+R5)	R	9.49
	CML270(F5+R5)	S	96.84
	CML270(F5+R5)	S	99.04
	CML270(F5+R5)	S	98.66
	CML270(F5+R5)	S	97.65

- 본 연구진은 당해연도 연구를 통하여 노균병 저항성에 특이적인 SCAR 마커 1점, CAPS 마커 1점, SNP 마커 4점을 개발하였으며 개발된 마커는 노균병 저항성 육종프로그램이나 mapping population에서 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

<3차년도>

○ 개발된 마커를 활용하여 노균병 저항성 여부 및 활용도 검증

- 개발된 발현 마커의 활용도를 검증하기 위해 B73 x Ki11 F7 집단의 표현형을 분석하였다. 200개 population의 노균병에 대한 phenotype 분석결과 노균병 감수성에 대한 형질이 우성으로 예측되며 감수성, 중도저항성, 저항성과 10:1:1의 비율로 분리가 되며 이는 감수성과 저항성이 비멘델식 유전양상을 보인다. 이결과로 미루어 노균병에 대한 저항성은 한 개 이상의 유전자가 관여하거나 일부 억제유전자 효과일 수 있다고 판단한다.
- 전년도 연구결과를 통하여 6번 염색체에 존재하는 *Bak1*이 노균병 저항성에 관여할 것으로 예상하여 Ki11과 B73과의 염기서열 분석을 통하여 최종 15개의 SNP를 발굴하였다.
- 발굴한 SNP를 이용해서 HRM 마커를 개발하였고 노균병 감수성 품종 B73과 저항성

품종 Ki11의 15개 다른 염기서열에 의한 아미노산 서열의 변화가 B73과 Ki11 각 품종의 library에서 각각의 *Bak1* 유전자가 상호관계를 하는 유전자 군을 발굴하고 상호관계 유전자의 차이를 보기 위하여 yeast two hybrid 분석을 수행하였다.

- Yeast two hybrid 분석은 *Bak1* 유전자의 마커로서의 가능성을 확인해 볼 수 있는 간접적인 screening이며 이를 통하여 노균병 저항성 메커니즘 분석에 활용할 수 있다.
- 감수성 품종 B73과 저항성 품종 Ki11에서 total RNA를 추출하고, Make Your Own “Mate & Plate™” Library System User Manual kit를 사용하여, cDNA를 합성한 후 pGADT7 vector cloning을 통하여 Y2H library를 구축하였다(Figure 59).

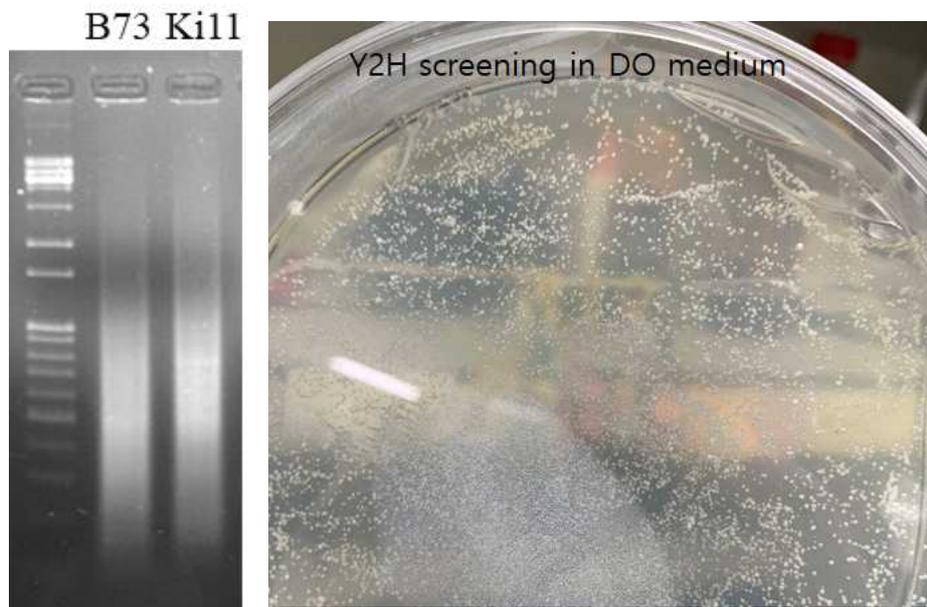


Fig. 59. Yeast two hybrid library construction with *Bak1* gene. Left panel indicated 1.1% agarose gel electrophoresis of LD-PCR product for Y2H Library construction. Right panel indicated yeast two hybrid screening on DO (dropout) medium.

- Y2H library는 Dropout (DO) -Leu 배지에서 배양되고 있으며, 당해연도 연구기간 내에 QDO (Quadruple DropOut)배지에서 최종 선발이 될 것으로 판단된다.

○ 개발된 SNP 마커를 B73 x Ki11 F7 line에 적용 및 분석

- 전년도 연구 내용에서 *Bak1* 유전자의 680 번째 염기서열에서 저항성 품종인 Ki11과 Ki3에서 감수성 품종과 비교하여 동일 SNP가 발굴되었으며, 이를 활용하여 RIL 집단 분석용 SNP 마커를 개발하였다. 개발된 SNP 마커를 이용하여 200개의 line에서 HRM 분석을 수행하였고, 재현성을 위하여 3 반복으로 노균병 저항성에 대한 genotyping을 검정하였다(Figure 49).



Fig. 60. Genotyping summary by HRM analysis in 200 B73 X Ki11 population. Left panels represented normalized and melting graphs by using HRM F1R1 marker in F7 population. Right panel indicated genotype category and confidence value. and genotyping summary by HRM Result.

- HRM melting curve 분석결과 resistance, heterozygous, susceptible type은 각각 5%, 54%, 41%였다. 실험 과정에서 3 반복 HRM melting curve 분석 중 저항성과 감수성의 경향이 분할되어 나타나는 경우는 heterozygous로 평가하였다.
- genotype과 phenotype을 연관 분석한 결과 일치된 감수성과 저항성을 나타내는 계통은 각각 69개와 4개로 나타났고, heterozygous 중 감수성의 경향을 보이는 것이 13개, 저항성의 경향을 보이는 것이 6개로 나타났다. 전체 집단에서 46% 일치되는 것으로 확인되었다.
- HRM F4+R4 마커는 436번째 염기서열에서 저항성 품종 Ki3와 Ki11에서 감수성 품종과는 다른 티민(T)의 SNP가 확인되었으며, 이를 127개의 population에 적용하여 melting curve를 분석하였다(Figure 61).



S: like B73 / R: like Ki11

Fig. 61. Normalized and melting graphs by using HRM F4R4 marker in F₇ population and genotyping summary by HRM Result.

- HRM melting curve 분석결과 감수성과 저항성의 genotype이 67개, 50개로 나타났고, 이를 각 계통의 phenotype과 연관 분석시켰을 때 같은 경향을 보이는 것이 감수성과 저항성에서 각각 62개, 5개로 나타났다.
- HRM F4R4 marker의 실험은 노균병 집중 시료의 공급 제한으로 반복 실험 data가 부족하여 heterozygote의 평가가 불가능하였다.
- 2018년도 연구에서 노균병 저항성과 관련된 SSR 마커 screening을 통하여 옥수수 6번 염색체에 저항성 부분이 (Chr6 : 146,503,155-147,912,501)에 존재하는 것으로 밝혀졌으며 이 부분에 대한 전사체 분석을 수행하였었다. 또한 2019년도 QTL 분석에서도 6번 염색체(Chr6 : 152,892,333-154,335,437)에서 LOD가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과를 통해 6번 염색체의 해당 지역이 노균병 저항성과 관련이 있을 것으로 판단하였다.
- 본 연구진은 해당 부분에 대한 염기서열을 확보하고, 수집된 염기서열에 존재할 것으로 예측되는 전사체를 수집하고, 이를 바탕으로 각 예상 전사체의 엑손 부분을 이용하여 38개의 RT-PCR 용 primer를 제작하였다(Table 42).

Table 42. Designed primer by plant ensemble and predicted downy mildew resistance candidate genes.

Primer name	Sense 5'→3'	Antisense 5' →3'
ZM2G115065	CGCGCCAAATGTTCTAGTCC	GCGTCAATGCGTCCCTGTA
ZM2G181259	TCAACACAAGTACACACCACA	CCAATGCGTCTCTGTACACCA
ZM2G353209	GAGCGAGGAGACGATGAAGG	CCCGATAGATTCCAAGGCC
ZM2G067122	TCTTCTCGCTGCTATTCCC	AGGTCGAGGGCGACGATAAG
ZM5G882442	TCACTTTGTATGTTGGCACCTC	GGTGCACGTGACAAGCAATAG
ZM2G073349	ATACCCAGCCAGGGGTATGT	GATTGCGCTGTGTTGCTCC
ZM2G073310	AAGATCGCGCCGAGAAAGG	ATCCCCGTCAGGTAAGGGA
ZM2G371058	CACCTGCTTGTGGCCTCT	AGAAGACAGCATCCGCGTAG
ZM2G137118	GCAGCCAACACAAGGAAGTG	AACTGATGGGGATCGTGCTG
ZM2G430871	CCATCCTGGAGAGGAAGCCT	ACCATCTCTGCATGGAAGC
ZM2G091201	CCAGCAACCAGAGTTCTCCA	TAGTAGAAGGCCATTGCTGGC
ZM2G122709	CCTCATCTCCTCGCTCAAGTC	GCGACGAGAAGGTAGTAGTGG
ZM2G392918	TCGTCTCGACCGCTTCT	GCGACAGCATCACGTACATC
ZM2G465835	GTTCAATTCGACAGGCGCAC	GGTCTTCTGGTCCCAGTGG
ZM2G106140	TCAGACACTGAGGCTGTTGC	GTCTGAGATTCAGGCACGCT
ZM2G106190	CTCCTACCCCAAGGCAGACT	GAACGCACCACCACCTTTG
ZM2G000842	AGCGATCATGGTAGAGCTGC	TCAACAGATGTACGGGTGCC
ZM2G106218	GGCTGGCATCCTTCTTCT	TTACGTTTCCCCGCTCCTTC
ZM5G812246	GCTGCCAGTGTAGACATACATAA	CCTTTTGAAGATCTGAGCATCC
ZM2G000836	ACGAGAAGAAGTACGGCAAG	GATCATTGCGTCCAAGGGCT
ZM2G000829	GAGATTGCACGGCAAGAAAGC	GAGCTCTGGATCCATCTGT
ZM2G000816	GCTTGGTCTCTTGGGTTGC	CATGCTGACATGTTGGAGA
ZM5G834076	CTGGCCGGATGATGTTCTT	ACAGTGGTCCCTTGCTCCT
ZM2G171139	CTCCGGGACATCGTCTAAG	TGCACGTAGTGCATGCTCTT
ZM2G131733	TGCCAAGCGGTCAATAGTCA	ACTCTGAGCCTGAATCGTCC
ZM2G131756	TTCGGGAGAGGGGATGAAT	TCGCTGAGTCTGGGGGAATA
ZM2G141792	GCCACAACCAATCCATGTG	TGTTTATGAGGGAGACAACCTT
ZM2G152051	CCTGGTCTCGTCTTATCGG	GCTTTCGCTTGGTACCCTCA
ZM2G161534	GCTGAAACCTCGTCTTCCCA	TGGCCGGCAAATCTTCTCT
ZM2G037048	CATGCTCAATCATGCCTGTGT	TGCAACGACTTCCCAACT
ZM2G129344	AGACCTAAGGCTGCGAAGG	AGGCTTCAACACAAGAGGTCC
ZM2G129288	CATCGCTCGGTGAAGAACT	CTTGCCACCTTACCGAACT
ZM2G129247	TGACCTGTCTCACTCGACC	TCCTGAATCGCGCTAGGTCC
ZM2G129234	TCGGACTCATCTCTCCTGG	TCCAGCGGGAACAGACAGTA
ZM2G429045	AGAAGCCGTCGTACCTTCTG	CAAACCTCGTAGTCGTCGCT
ZM2G122410	GATTTCCAGCGACTGGCTCT	ACAGCCTCACACAAGGGAAG
ZM2G334216	ACCATTTGTCTGAGCACGGT	AAGTGTGCTGGCATGCTTTG
ZM2G070113	GATGGTTGCTGCCAGCTAGA	AGCTCCAGCTTGTGGAAGG

- RT-PCR을 통해서 Primary screening을 거쳐 선발된 16개의 primer는 감수성 품종인 B73과 저항성 품종인 Ki11 각각의 healthy 샘플과 infected 샘플로 구분하여 RT-PCR을 수행했다(Figure 62).

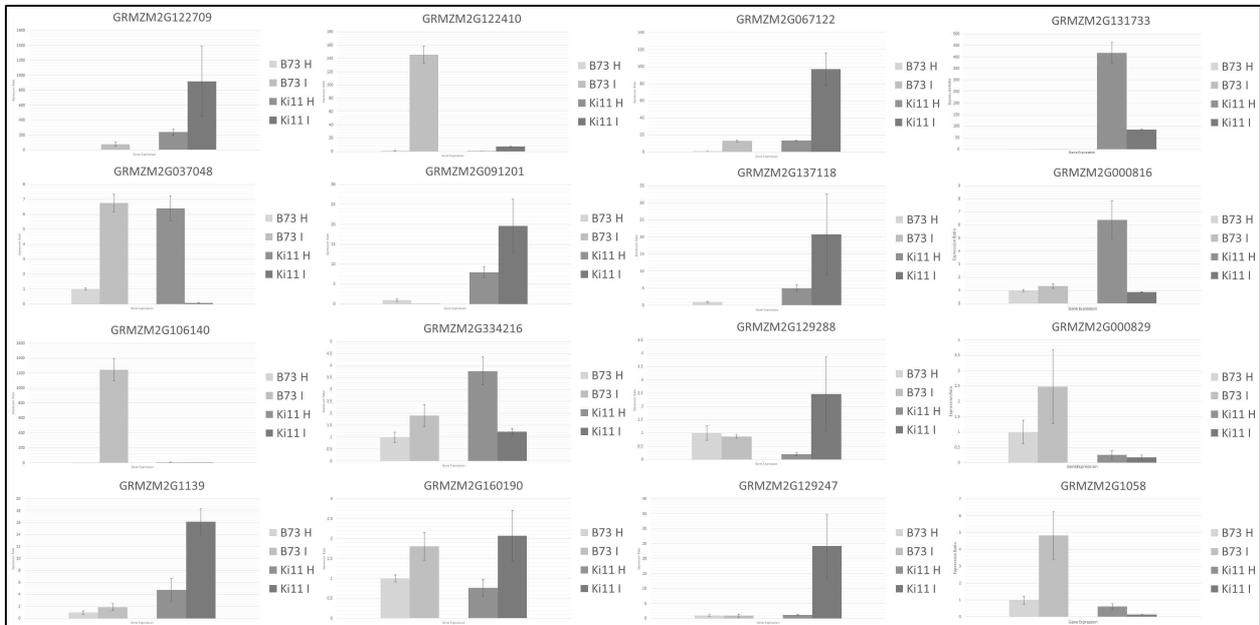


Fig. 62. RT-PCR analysis for predicted downy mildew resistance candidate genes using designed primer set with B73 Health, B73 Infected, Ki11 health and Ki11 infected tissue.

- B73과 Ki11의 각 healthy 샘플과 infected 샘플의 종합적인 RT-PCR 분석을 통하여 저항성 품종인 Ki11이 노균병에 감염 되었을 때 발현이 높아진 유전자를 중심으로 최종 6개의 유전자(GRMZM2G171139, GRMZM2G122709, GRMZM2G091201, GRMZM2G129288, GRMZM2G129247, GRMZM2G067122)를 선발하였다.
- 선발된 6개의 유전자의 primer를 이용하여 5개의 품종 (감수성: B73, CML270, 저항성: Ki11, CML288, Ki3)의 각 Healthy 샘플과 Infected 샘플을 이용하여 RT-PCR을 수행하였다(Figure 63).
- RT-PCR을 통한 전사체 발현 분석을 통하여 최종적으로 5개의 전사체를 선발하였고, 이를 NCBI에서 annotation을 검정하였다(Table 43).

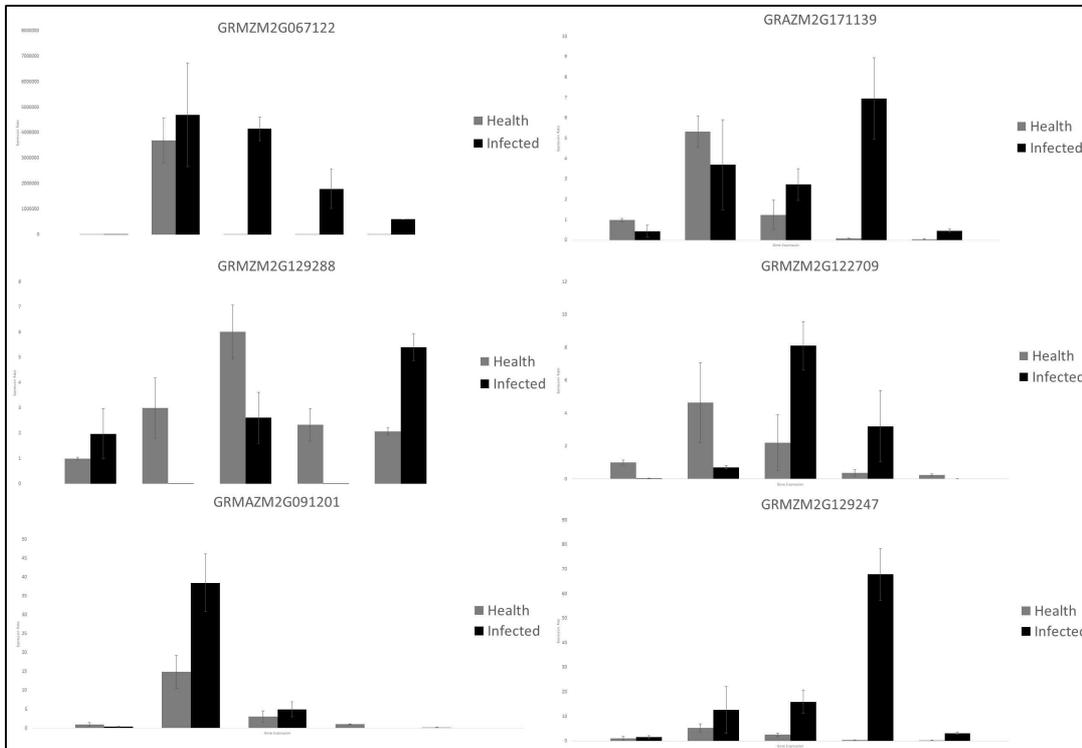


Fig. 63. Expression profiles of selected candidate genes for downy mildew resistance using qRT-PCR

Table 43. Summary of downy mildew resistance candidate transcript list

Transcript ID	Name	Type	Length(bp)
GRMZM2G067122	Zea mays uncharacterized LOC100277843 (LOC100277843), mRNA.	T01	2109
GRMZM2G171139	Zea mays clone 461707 hypothetical protein mRNA complete cds.	T01	2610
GRMZM2G129247	Zea mays clone pUT3459 bZIP transcription factor (bZIP101) mRNA, partial cds.	T03	1284
GRMZM2G122709	Zea mays clone pUT5725 OFP transcription factor (OFP28) gene, partial cds. PREDICTED: Zea mays pentatricopeptide	T01	1060
GRMZM2G129288	repeat-containing protein At3g42630 (LOC103630413), mRNA	T02	2535

- 2016-17년 발표했던 노균병 저항성 후보 유전자와 비록 전사체 번호는 다르나 서로 독립된 실험에서 유사한 유전자가 발굴된 것으로 미루어보아 *bZIP*과 *Ppr*은 노균병 저항성에 깊이 관여하는 유력한 유전자 후보라고 예상된다. 이 결과를 토대로 *Bak1*과 같은 방식으로 전에 수행했던 *Ppr*과 *bZIP* 유전자를 당해년도에 발견한 새로운 *Ppr*, *bZIP* 유전자와 함께 cloning하고 sequencing하여 그 차이를 알아보고, 이 유전자들의 감수성 품종과 저항성 품종 간의 SNP를 발굴하여 노균병 저항성 genotyping을 위한 새로운 마

커를 개발할 수 있을 것으로 예상된다.

<4차년도>

○ 발굴된 전사체의 SNP 분석을 통한 population에서 마커 검정

- 전사체 분석으로 발굴된 노균병 저항성 관련 전사체들에 대하여 gene-based 마커로 개발하기 위하여 발굴 전사체 *OFP*와 *Ppr*에 대한 full length gene을 발굴하였다. *OFP*의 경우 2군데서 SNP가 발굴되었으며, 해당 SNP는 노균병 저항성인 Ki11에서 특이적 SNP를 발굴하였다 (Figure 64).

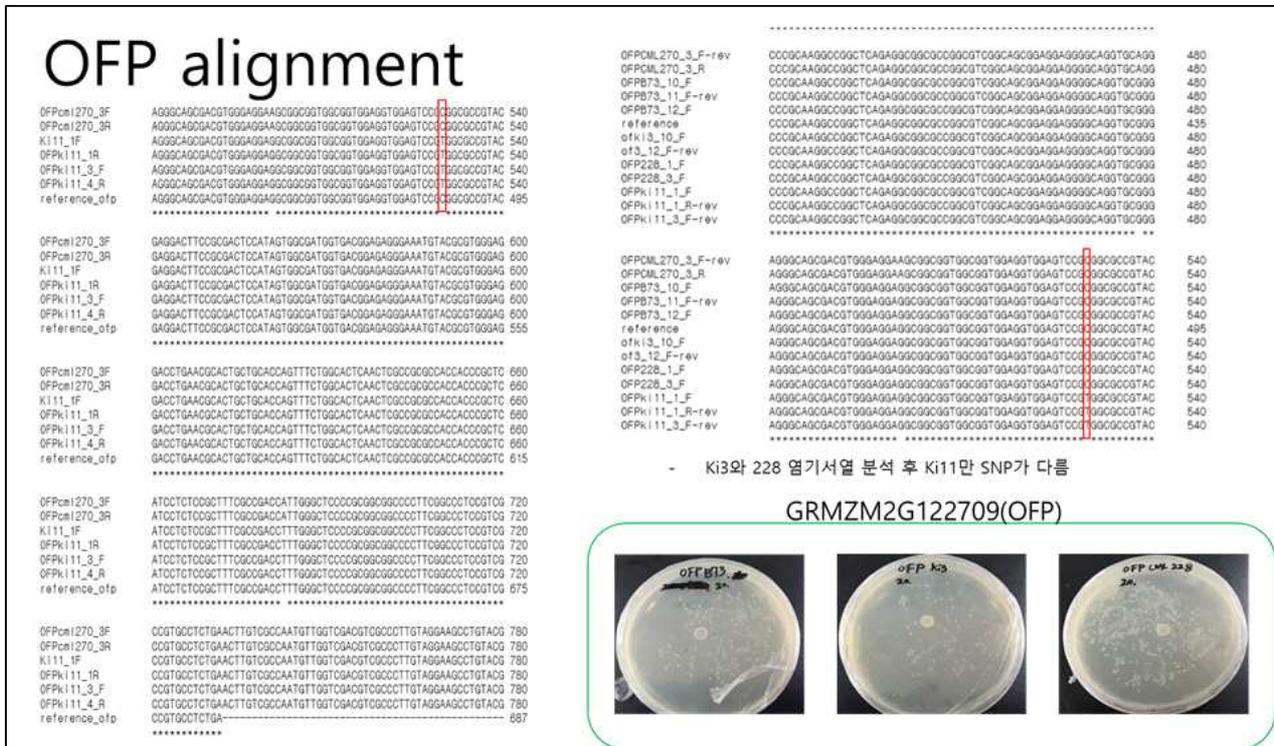


Fig. 64. Sequence alignment of downy mildew resistant candidate, *OFP* transcript. Red box indicated SNP position compared with B73, Ki11, and reference sequence.

- 또한 후보 전사체 *Ppr*의 경우 노균병 저항성 품종인 Ki11에서 발굴되는 SNP가 발굴되었다 (Figure 65). 특히 *Ppr*의 경우 노균병 전사체에 대한 분석한 실험 결과 (Kim et al. 2017)와 QTL 분석을 통한 6번 염색체 분석에서 동시에 screening 된 유전자로 노균병 저항성 유전자로 높은 가능성을 보이고 있는 유전자이다.

- B73X Ki11 F₇ 세대 200 population에 대하여 HRM 분석을 수행하였으며 해당 genotyping 데이터와 노균병 저항성에 대한 감염정도를 분석한 phenotype 결과를 연관 분석하였다 (Figure 67). Population 분석결과 genotype에서 저항성, 헤테로, 감수성은 8 : 5 : 9로 검정되었으며 phenotype과의 연관분석에서는 감수성의 일치에서 저항성에 비하여 79 : 2이 높은 비율의 일치성을 보였다. 이에 대한 추가 분석이 필요할 것으로 사료된다.

NO.	Genotype	Confidence%									
1	S	94	51	R	97.9	101	Variation		151	S	99.66
2	R	99.51	52	R	99.42	102	Variation		152	S	99.83
3	R	99.2	53	R	99.58	103	Variation		153	R	99.88
4	R	98.92	54	R	99.86	104	Variation		154	R	99.77
5	S	97.22	55	S	99.27	105	Variation		155	R	95.62
6	S	99.88	56	S	94.49	106	Variation		156	R	99.84
7	R	98.47	57	R	98.32	107	S	98.15	157	R	99.63
8	S	96.25	58	Variation		108	Variation		158	S	99.97
9	S	95.95	59	R	94.75	109	S	97.45	159	S	95.35
10	R	99.16	60	R	86.83	110	R	99.69	160	S	99.86
11	R	93.27	61	Variation		111	Variation		161	R	99.86
12	S	89.47	62	R	94.18	112	Variation		162	S	97.08
13	R	96.02	63	S	99.69	113	R	97.56	163	R	98.9
14	S	91.3	64	S	96.1	114	R	99.22	164	S	97.04
15	S	94.79	65	Variation		115	S	98.6	165	S	96.75
16	S	91.73	66	S	97.52	116	R	99.74	166	R	98.37
17	S	88.71	67	R	99.77	117	S	96.93	167	S	97.79
18	S	97.14	68	R	96.77	118	Variation		168	S	98.75
19	R	99.36	69	S	94.43	119	S	91.35	169	S	99.87
20	S	90.53	70	S	96.22	120	Variation		170	R	97.97
21	R	98.74	71	S	99.84	121	R	96.62	171	S	98.24
22	R	99.7	72	Variation		122	S	86.64	172	R	99.11
23	R	89.36	73	S	97.8	123	Variation		173	R	99.18
24	R	99.23	74	S	90.3	124	Variation		174	S	99.9
25	S	88.06	75	Variation		125	Variation		175	R	99.3
26	Variation		76	R	99.38	126	Variation		176	S	99.9
27	R	99.1	77	Variation		127	Variation		177	R	99.12
28	Variation		78	S	99.9	128	Variation		178	S	99.63
29	R	86.73	79	S	95.62	129	Variation		179	Variation	
30	R	98.44	80	S	99.82	130	S	99.91	180	Variation	
31	R	98.68	81	Variation		131	R	99.59	181	S	95.59
32	S	90.41	82	Variation		132	R	99.78	182	R	97.59
33	R	92.52	83	R	92.33	133	R	99.46	183	R	97.43
34	S	87.81	84	R	99.94	134	S	99.48	184	S	99.03
35	S	85.4	85	R	99.65	135	R	94.7	185	S	99.7
36	R	87.36	86	S	94.56	136	S	98.96	186	R	99.93
37	Variation		87	Variation		137	R	98.81	187	S	99.65
38	R	93.18	88	Variation		138	S	96.69	188	S	98.46
39	R	97.08	89	S	99.91	139	R	97.57	189	S	99.12
40	Variation		90	S	97.03	140	Variation		190	S	98.63
41	Variation		91	R	97.76	141	S	97.12	191	R	99.9
42	S	89.45	92	Variation		142	R	90.8	192	S	99.07
43	Variation		93	S	85.69	143	S	97	193	R	99.89
44	R	96.72	94	S	90.22	144	Variation		194	R	92.82
45	Variation		95	S	88.36	145	S	98.93	195	S	94.07
46	R	99.16	96	Variation		146	S	96.01	196	R	87.13
47	S	97.25	97	Variation		147	S	88.51	197	S	99.63
48	S	99.12	98	S	89.99	148	S	98.18	198	R	98.07
49	R	99.35	99	Variation		149	R	92.13	199	S	96.79
50	S	96.44	100	S	95.66	150	R	99.67	200	R	95.81

 : S like B73
  : R like Ki11

Fig. 67. Genotyping summary by HRM analysis in 200 B73 X Ki11 population. Each genotype R/S indicates downy mildew resistant or susceptible index. Variation represents heterozygote plant. green box represents susceptible phenotype and red box represents resistant phenotype.

○ Yeast two hybrid를 통한 상호작용 유전자 발굴 및 노균병 저항성 메커니즘 검정

- 선행 발굴된 노균병 저항성 후보 전사체인 Bak1에 대하여 상호작용을 하는 유전자군을 발굴하기 위하여 yeast two hybrid를 수행하였다. 노균병 저항성인 Ki11과 노균병 감수성이 B73 품종에 대하여 *Bak1* 유전자의 cDNA에서는 15개의 SNP가 발견되었으며, 아미노산으로 번역되었을 때는 6군데에서 서열의 차이가 나타났다 (Figure 68).

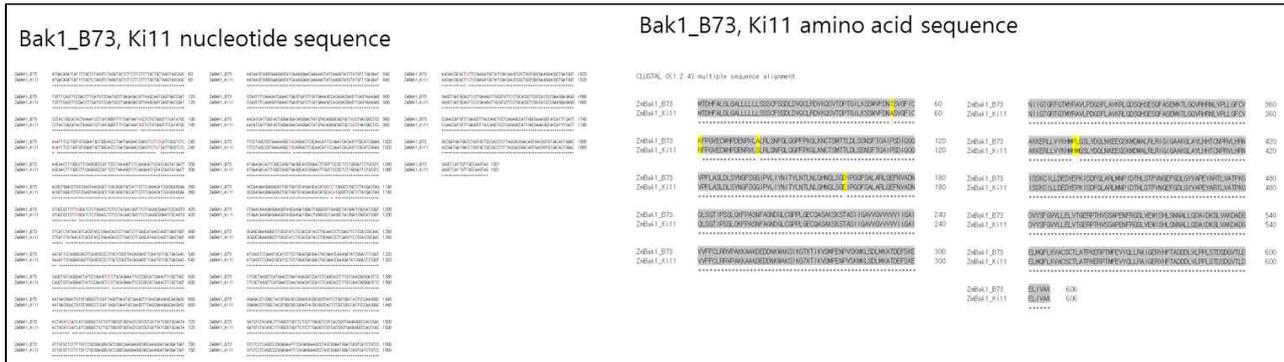


Fig. 68. Nucleotide and amino acid alignment for *Bak1* gene from B73 and Ki11 for yeast 2 hybrid. Red or yellow letters indicated SNPs between two cultivars.

- B73과 Ki11의 *Bak1*의 cDNA는 종결코돈을 제거하고 *XhoI*과 *HindIII*를 제한효소로 사용하여 yeast two hybrid 벡터인 pGBKT7에 subcloning 하였다 (Figure 69).

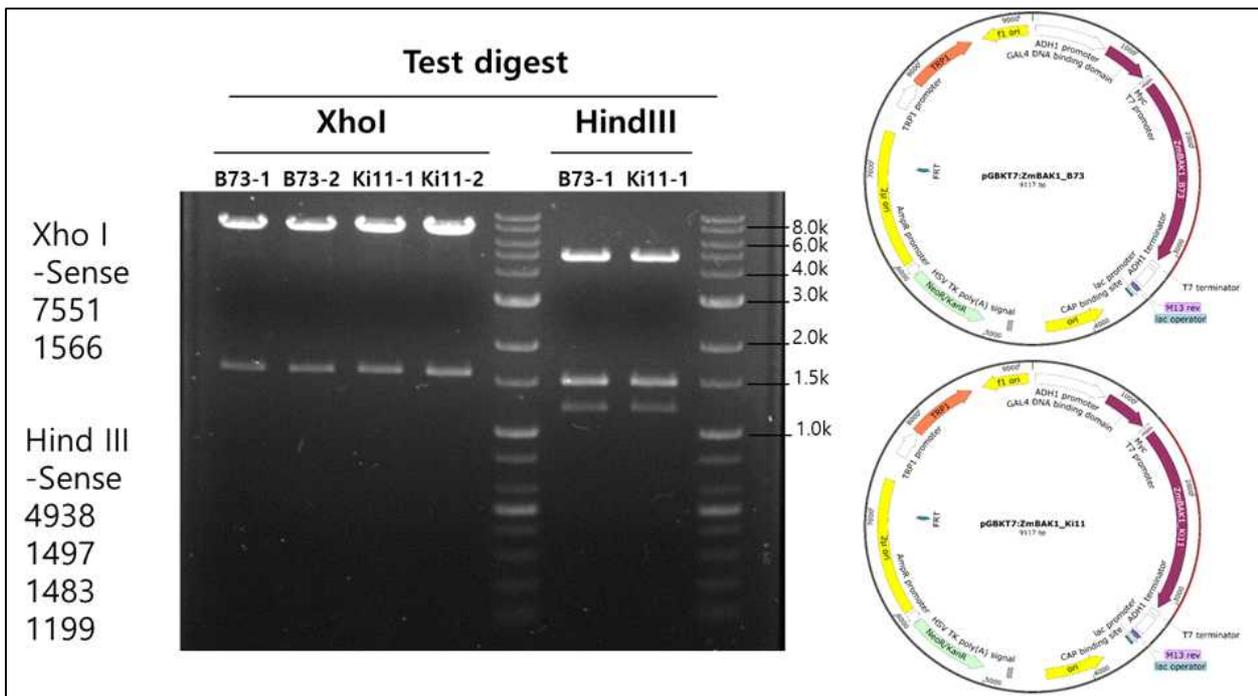


Fig. 69. Bait vector construction for *Bak1*. *Bak1* cDNA was isolated from B73 and Ki11 including SNPs.

- 구축된 *Bak1_B73*, *Bak1_Ki11* 벡터는 Yeast II Gold strain에 transformation 시켰으며, 이

과정에서 bait 벡터의 삽입 여부는 PCR을 이용하여 검정하였다 (Figure 70).



Fig. 70. Yeast 2 hybrid library construction. pGBKT7::Bak1_B73, pGBKT7::Bak1_Ki11 were integrated into YIIGold cell.

- Yeast two library는 B73과 Ki11에서 각각 구축된 pGBKT7::Bak1을 bait로 하여 hybridization을 진행하였으며 이데 대한 interacting protein screening을 진행하였다 (Figure 71).
- Mating 20시간 뒤 hybrid 여부를 검정하기 위하여 광학현미경을 이용하여 200배 배율로 검정한 결과 bait벡터가 포함된 YIIGold 균주와 library가 들어있는 Y187 균주가 서로 mating 된 것을 확인하였다 (Figure 71A).
- 그러나 트립토판과 루이신이 결핍된 배지 (-Trp/-Leu)에서는 각 colony는 성장하나 X- α -gal 배지에서 파란색 colony가 나타나지 않았다. Figure 71B에서 보이는 푸른색은 background 이며 colony 자체에서는 파란색 colony가 성장하지 않았다. 계대배양 과정에서 살아남은 일부 붉은색 colony(Figure 71C)에 대하여 secondary screening을 수행한 결과 positive colony가 발견되지 않았다 (Figure 71D).

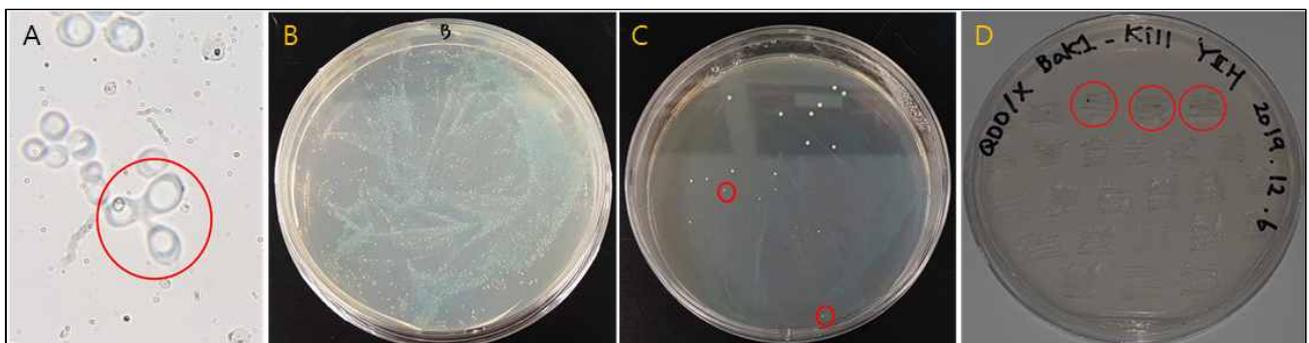


Fig. 71. Yeast two hybrid screening. A. microscope image for zygote with YIIGold and Y187, B-C. Bak1 screening on - Trp/-Leu/X- α -gal/AbA medium, D. secondary screening on - Trp/-Leu/ - Ade/-His/X- α -gal/AbA medium.

- 반복된 실험에서 mating은 확인되거나 colony screen이 안되는 상황이 반복되었는데 이는 yeast의 mating 이후 독성 작용이 의심되는 상태이며 이를 극복하기 위하여 low expression vector인 pGBT9을 이용하여 실험을 다시 진행하였다.
- 두 번째 실험에 사용된 pGBT9 벡터는 기존의 yeast two 시스템과 비교하여 벡터내에 Gal4 도메인이 pGBKT7과 비교하여 절반만 남아있기 때문에 발현이 저하되는 벡터이다. 그렇기 때문에 본 실험과 같이 독성이 심하게 의심되는 과정에서 사용해 볼 수 있는 벡터이다. B73과 Ki11의 Bak1 cDNA를 각각 종결코돈을 제거하고 *EcoRI*과 *BamHI*을 이용하여 pGBT9벡터에 subcloning 하여 bait 벡터를 구축하였다 (Figure 72).

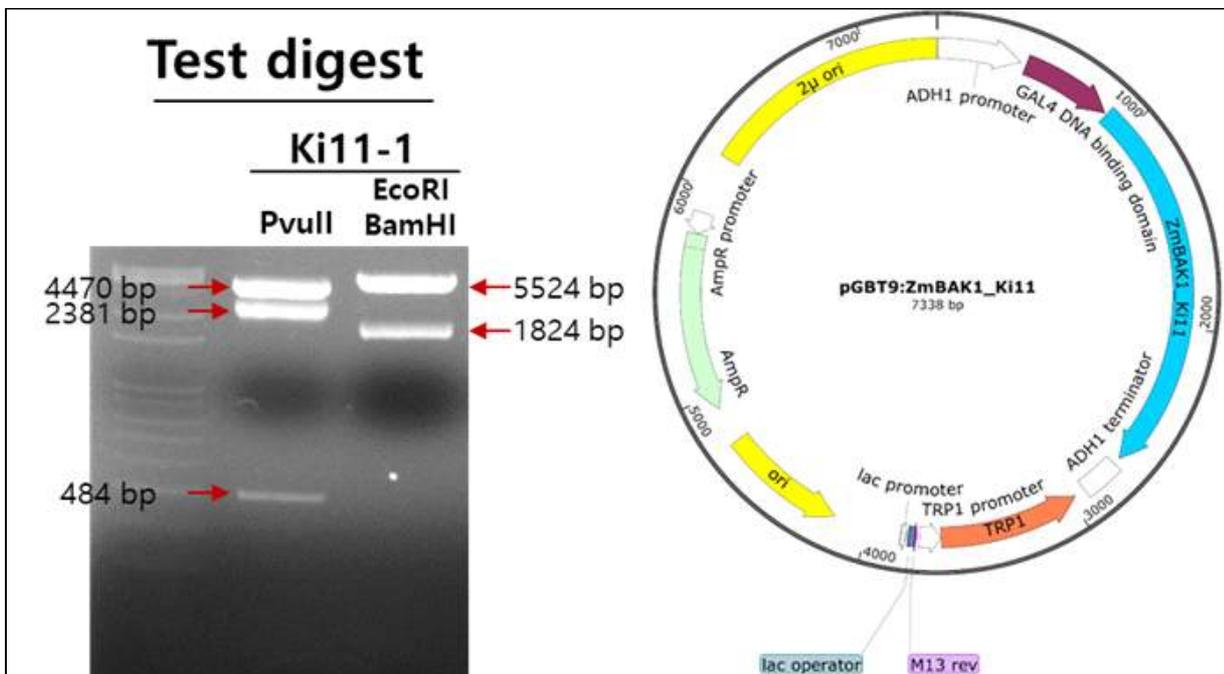


Fig. 72. New bait vector construction for Bak1 with low expression vector. Bak1 cDNA without stop codon was subcloned into low expression vector, pGBT9 vector.

- pGBT9벡터를 이용한 경우에도 mating 후 20시간에 광학현미경을 이용하여 균주간 zygote를 형성한 것을 확인하였으나 (Figure 73A), library screening에서 푸른색 colony가 발생하지 못하였다. pGBT9이 low expression vector이기 때문에 Fig. 73B에서 보듯이 푸른색이 약하게 나타났으나 Figure 73B에서 파란색으로 나타난 colony는 모두 positive control인 것으로 확인되었다.
- 추가적으로 계대배양하여 DDO, DDO/X/A, QDO/X/A 배지로 나누어 screening 하여 각 cell을 YPDA broth 1ml에 접종하여 1시간 키운 후 10 ul 씩 배양하였으나 DDO (-Trp/-Leu) 배지에서는 모두 생존한 것을 확인하였으나 DDO/X/A에서는 positive control 만 푸른 colony를 형성하며 QDO/X/A에서는 positive control만 생존하였다 (Figure 73C).

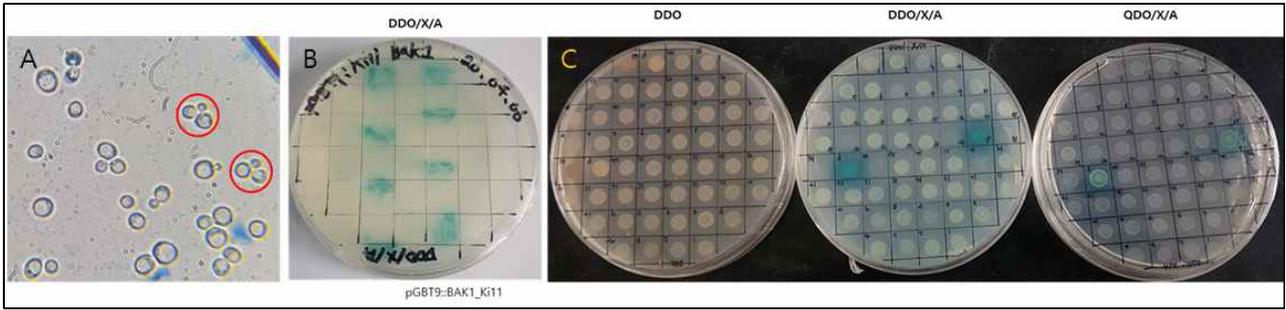


Fig. 73. Yeast two hybrid screening with pGBT9 vector. A. microscope image for zygote with YIIGold and Y187, B. Library screening on - Trp/-Leu/X- α -gal/AbA medium, C. secondary screening on - Trp/-Leu/ - Ade/-His/X- α -gal/AbA medium.

- 이 결과에는 2가지 가설로 분석되었다. 첫 번째는 “mating 후 생성된 단백질 복합체가 세포독성을 가진” 경우이다. pGBKT7 overexpression vector에서는 positive가 아예 나오지 않았으나 pGBT9 low-expression vector에서는 희미하지만 positive control이 나왔었다. 그러나 더 강력한 selection 배지에서는 다시 positive control이 사라지게 되는 현상이 발견되었으며 이는 *Bak1* 자체가 저항성을 갖는 과정에서 독성을 발현하기 때문에 yeast 가 모두 죽게 되는 것으로 해석된다.

- 두 번째 가설은 “BAK1 단백질 특성상 activation 형태가 되려면 외부의 단백질 (pathogen protein)이 필요” 한 경우이다. DELLA와 결합하는 GID1를 발견한 Y2H assay 논문을 참고하면 Figure 63A 과 같이 GA처리시에만 positive 반응을 나타낸다. *Arabidopsis thaliana*를 이용한 선행연구를 참고하면 병원체의 단백질 단편(fl22)가 존재해야만 BAK1와 결합하는 단백질(FLS2)이 activation 형태로 변화하여 immune activity 과정에 들어가는 것으로 알려져있다 (Figure 63B). 그렇기 때문에 Bak1의 경우 yeast two hybrid에서 activation 형태가 되지 못하였기에 선발이 안되는 것으로 사료된다.

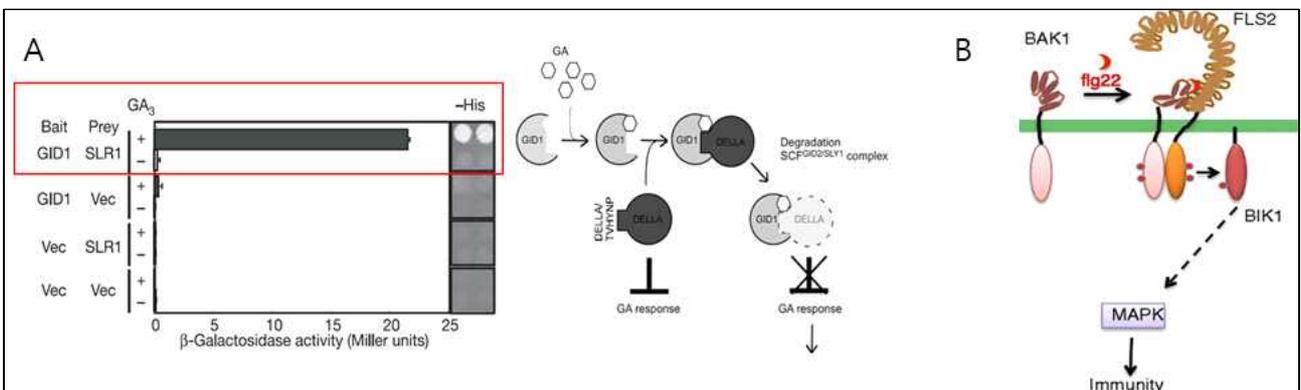


Fig. 74. The hypothesis models for reasonable cause of non-screening of Bak1.

- 노균병 저항성 유전자의 상호 네트워킹 유전자를 발굴하기 위하여 Bak1 은 실험을 중단

하고 노균병 마커로 개발 중인 Ppr을 이용하기 위하여 pGBKT7 벡터에 subcloning을 수행하여 벡터를 구축하였다.

<5차년도>

○ 후보 전사체에 대하여 마커 추가 발굴

- 4차년도의 접근방식과 차별하여 16개의 후보전사체의 발현양상 중 기존의 선발 기준을 변경하였다. 당해연도에는 노균병에 감염되지 않은 저항성 계통의 Ki11에서 발현이 높은 전사체와 노균병에 감염된 감수성 계통의 발현이 높은 전사체 위주로 선별하여 RT-PCR의 결과를 중심으로 최종 7개의 전사체(GRMZM2G000816, GRMZM2G131733, GRMZM2G091201, GRMZM2G106190, GRMZM2G137118, GRMZM2G122410, GRMZM2G106140)를 선발하였다(Figure. 75, Table 44).

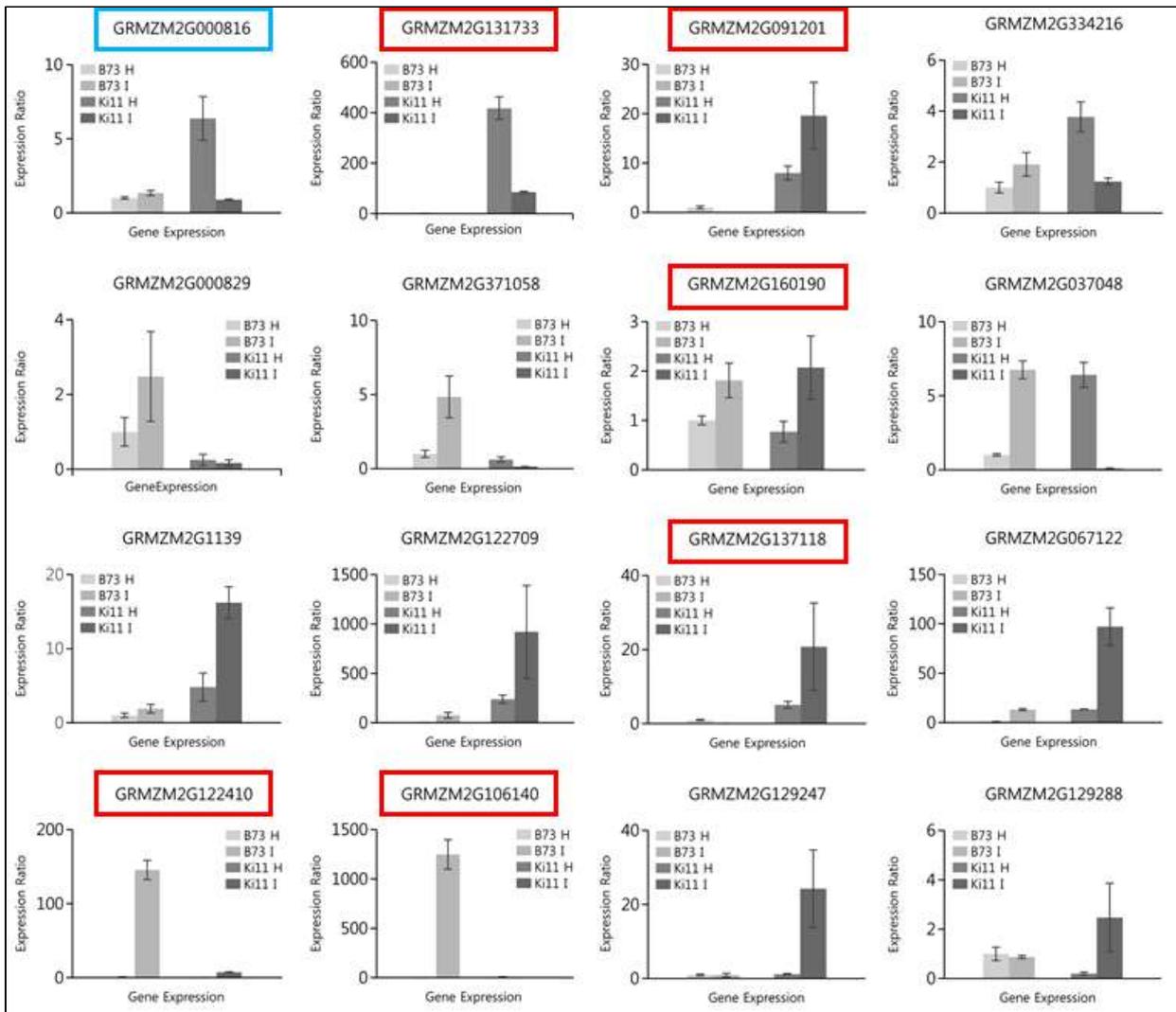


Fig. 75. Comparison of gene expression in maize downy mildew-infected individuals (H) and non-infected individuals (I) for 16 candidate transcripts in susceptible cultivars (B73) and resistant cultivars (Ki11). Blue box mean transcript SLC35F1(Solute carrier family 35 member F1), red box mean other candidate transcript.

Table 44. Summary of downy mildew resistance candidate transcript list.

Transcript ID	Name	Type	Length(bp)
GRMZM2G000816	Solute carrier family 35 member F1	T03	777
GRMZM2G091201	mybr13 (MYB-related-transcription factor 13)	T01	662
GRMZM2G106140	Sec23/sec24 transport family protein	T01	2430
GRMZM2G106190	Ferredoxin-6, chloroplastic	T01	801
GRMZM2G122410	Nicastrin	T01	1317
GRMZM2G131733	Uncharacterized protein	T01	2124
GRMZM2G137118	Serine/threonine-protein kinase Nek4	T02	2820

- 전사체 분석으로 발굴된 노균병 저항성 관련 전사체들에 대하여 gene-based 마커로 개발하기 위하여 PCR과 Cloning을 진행하였다(Table 45, Figure 76). 전사체 SLC35F1을 제외한 6개의 전사체는 PCR에서의 재현성이 낮아 제외하고 발굴 전사체 SLC35F1에 대한 full length gene을 탐색하였으며, SLC35F1의 경우 감수성 품종인 B73과 저항성 품종인 Ki11과 Ki3을 비교하여 2군데서 SNP가 발굴되었으며, 해당 SNP는 노균병 저항성인 Ki11에서 특이적 SNP를 발굴하였다(Figure 77).
- Solute carrier family protein은 막 수송 단백질로 알려져 있으며 그중 SLC35F1의 경우 Nucleotide-Sugar Transporters(NST)로 구분되는데 NST는 다양한 진핵생물에서 면역 반응과 Virulence에 변화를 발생시킬 수 있는 요소로써 미생물로 인해 발생하는 질병에 대한 저항성에 관여할 것으로 추측된다.

Table 45. List of primers used for SLC35F1 cloning (5'→3').

Transcript ID		Sequencing Primer	Length (bp)
GRMZM2G000816	Foward	CCCTTTCTGCAACTGATCTGA	1313 bp
	Reverse	GCAACCAGCATTTTACTCTGCAT	

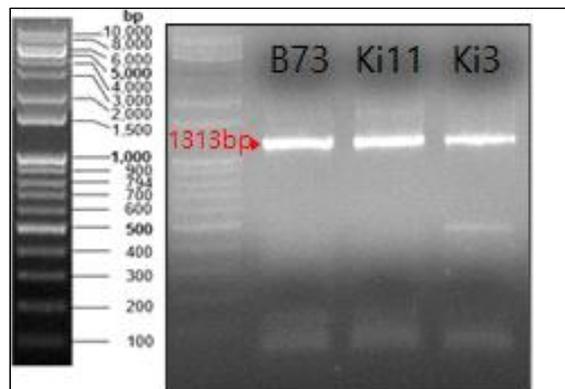


Fig. 76. PCR amplification of SLC35F1 cDNA in maize varieties Ki3, Ki11, B73.

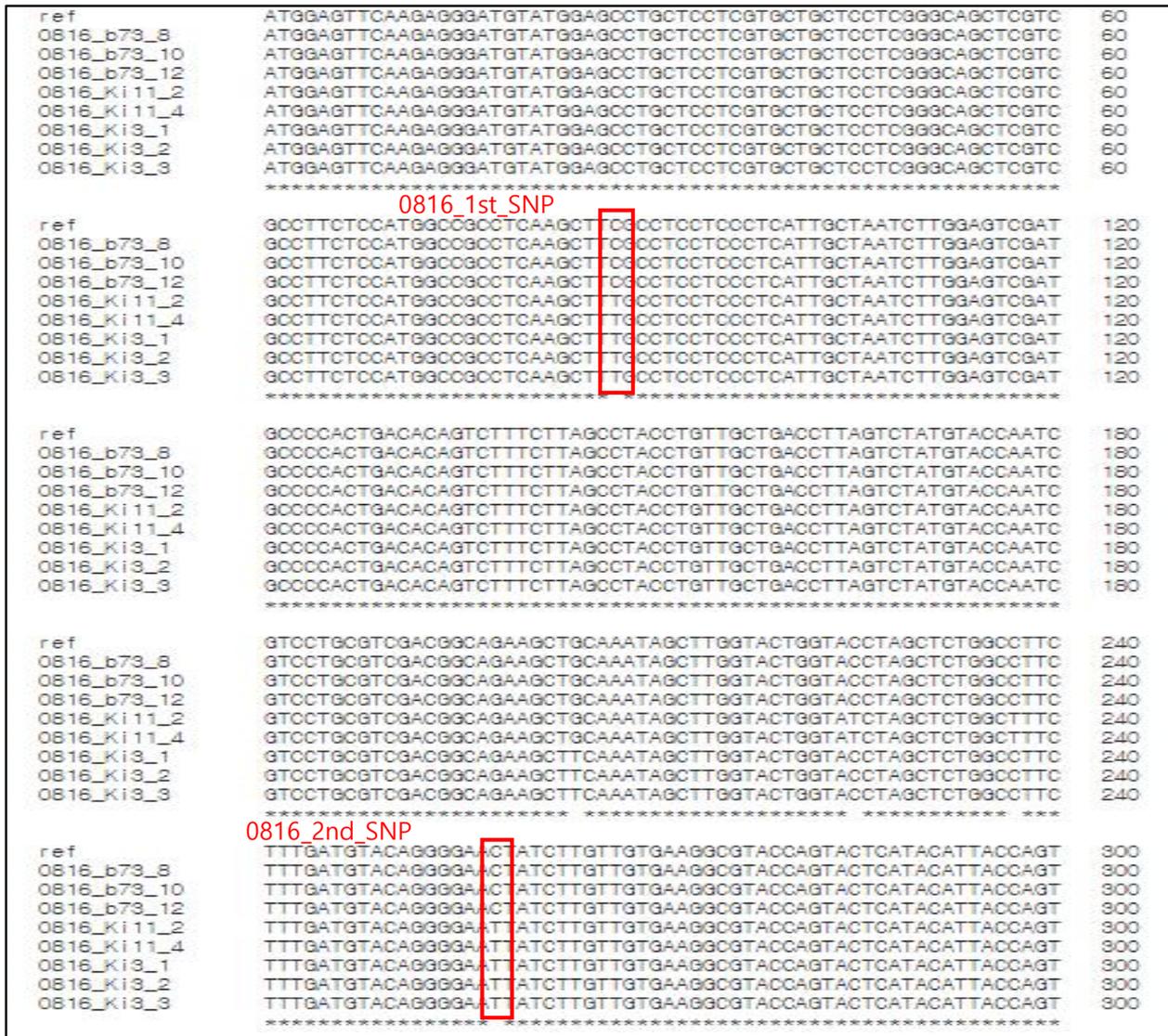


Fig. 77. Sequence alignment of downy mildew resistant gene SLC35F1. Red box indicated SNP position compared with B73, Ki11, and reference sequence.

○ Population을 활용한 마커의 연관 분석

- 위의 특이적 SNP를 기준으로 HRM을 수행하기 위하여 프라이머를 제작하였으며 노균병 감수성 계통인 B73과 저항성 계통인 Ki11을 교배하여 F₇ population 200계통에 대하여 감염을 조사와 비교하였다(Table 46, Figure 78, Figure 79).

Table 46. List of markers used for HRM analysis (5'→3')

SNP Marker	Forward	Reverse
0816_1st_SNP	GAGCTCTGCTCGTCCTGATG	GTCTGTGTATTCTGGTCAGCTC
0816_2nd_SNP	GCTAACCCAGGAACTGTTGC	GCGTGTCTGTACTACTACC



Fig. 78. Genotyping summary by HRM analysis in 200 B73 X Ki11 population. Left panels represented normalized and melting graphs by using 0816_1st_SNP F2R2 marker in F7 population. Right panel indicated genotype category and confidence value, and genotyping summary by HRM Result.

- 0816_1st_SNP F2R2 마커는 저항성 품종 Ki3와 Ki11에서 감수성 품종과는 다른 티민 (T)의 SNP가 확인되었으며, 이를 200개의 population에 적용하여 HRM melting curve를 분석하였다. HRM melting curve 결과에 따라 genotype과 phenotype에 대하여 감수성과 저항성이 일치하는 계통은 각각 96개와 6개로 나타났고, 전체 집단에서 51% 일치되는 것으로 확인되었다.

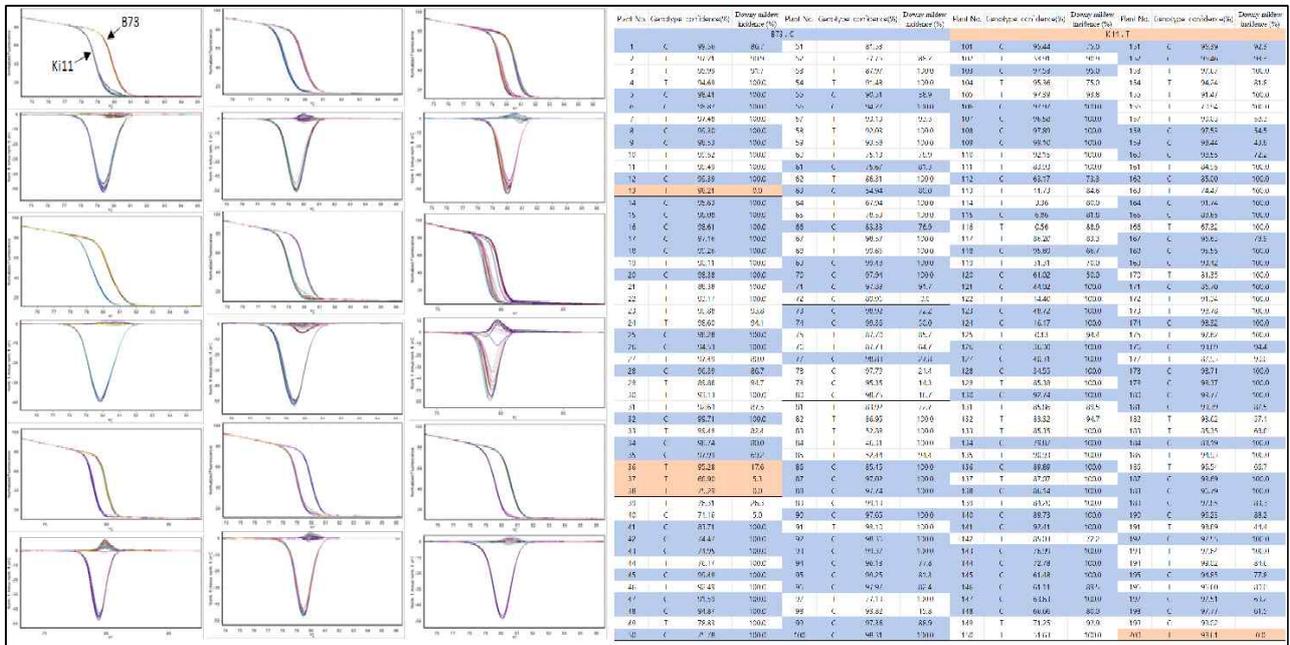


Fig. 79. Genotyping summary by HRM analysis in 200 B73 X Ki11 population. Left panels represented normalized and melting graphs by using 0816_2nd_SNP F6R4 marker in F7 population. Right panel indicated genotype category and confidence value, and genotyping summary by HRM Result.

- 0816_2nd_SNP F6R4 마커는 저항성 품종 Ki3와 Ki11에서 감수성 품종과는 다른 티민 (T)의 SNP가 확인되었으며, 이를 200개의 population에 적용하여 HRM melting curve를 분석하였다. HRM melting curve 결과에 따라 genotype과 phenotype에 대하여 감수성과 저항성이 일치하는 계통은 각각 101개와 5개로 나타났고, 전체 집단에서 53% 일치되는 것으로 확인되었다.

- 다른 품종들인 CML270(감수성), CML228(저항성)에서는 sequence 분석을 진행하지 않았으나 교배집단의 모본인 B73과 Ki11으로 유전형 데이터 분석에는 큰 장애가 되지 않을 것으로 예상되며 후보 전사체 선발에 있어서 노균병에 감염되지 않은 저항성 계통에서의 유전자 발현이 감수성 계통 또는 감염된 저항성 계통에서의 유전자 발현보다 높으므로 선발된 후보 전사체들의 경우, 노균병 저항성 유전자 후보로 적합 할 것으로 추정 하였다.

- SLC35F1 유전자에서 발견된 1st SNP와 2nd SNP의 일치율이 각각 51%, 53%로 유사하여 추후 노균병 검정을 수행할 때는 하나의 SNP를 활용하여 판단하는 것이 좋다고 예상되며, F7 population의 감염율과 완벽하게 일치하지 못하였으나 2018-19년 발표하였던 노균병 저항성 후보 유전자들의 SNP와 함께 다중 검정을 수행하면 정확한 노균병 저항성 계통을 선발이 가능 할 것으로 사료된다.

- *Bak1, Ppr, SLC35F1* 등 노균성 후보 유전자들에 대하여 특이적 SNP를 탐색하여 HRM을 수행한 결과 비슷한 양상과 일치율을 보이고 있는데 이는 노균병에 연관된 유전자가 하나의 SNP로 귀결 되지 않을 것으로 예상되며, 위 유전자들의 SNP를 활용하여 다중 비교하였을 경우 감염율 15%이하의 저항성 계통 5개를 완벽하게 선별할 수 있으므로 향후 노균병 HRM 검정에 기여할 것으로 사료된다.

제 3 장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1 절 목표

< 최종목표 : 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 종자수출(판매) 500만\$ 달성 >

1. 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발 : 6품종

- 열대지역 적응 사료용 옥수수 품종 개발 : 4품종
- 열대지역 소비기호 맞춤형 식가공용 옥수수 품종 개발 : 2품종
- * 현지 선도품종 대비 수량성 105%, 내재해성 등

2. 개발 품종의 종자생산체계 구축 및 종자 수출(판매) 목표 달성

- 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 내재해성 및 내병성 분자마커 개발
- 개발 품종의 열대지역 적응성 검정
- 수출용 옥수수 개발 품종의 종자 생산성 검정
- 종자판매 확대를 위한 마케팅 전략 수립
- 열대지역 500만\$ 옥수수 종자수출(판매) 달성

3. 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 내재해성 및 내병성 분자마커개발

- RIL 집단을 이용한 QTL 분석 및 유전자 지도 작성
- 내건성 및 노균병 저항성 관련 유전자 및 분자마커의 데이터베이스화

제 2 절 목표 달성여부

1. 연도별 연구 목표 및 달성도

구분 (연도)	세부프로젝트 명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2017)	〈제1세부〉 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발	○ 용도별 고세대 우량 자식계 통 육성	100	- 수집 및 육성 유전자원에 대한 특성 평가 및 활용 - 열대형 옥수수 고세대 자식 계통 육성
		○ 용도별 우량 교잡계 선발	100	- 우량 교잡계 생산성검정 - 현지 선도품종 대비 우량 교잡계 지역적응성 검정
	〈제2세부〉 품종개발(열대 지역) 지원체 계 및 글로벌	○ 육성 거점 운영 및 개발품 종, 현지 리딩 품종의 지역 적응성 검정 지원	100	- 육성거점 및 현지 대표사무소 운영 기 원 - 개발품종 및 현지 리딩 품종 지역적응 성 검정 지원

구분 (연도)	세부프로젝트 명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
	옥수수 종자시 장 개척	○ 수출용 옥수수 개발품종의 종자생산성 검정	100	- 해외 채종포 탐색 - 개발품종의 채종안정성 검정 종자처리 및 가공기술 분석
		○ 열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케 팅 연구	100	- 시장개척을 위한 현지 시장 현황 분석 - 수출예상 지역별 고객 수요 및 니즈 분석 - 가격, 기술 및 품질 경쟁력 강화를 통 한 종자판매 전략 수립 - 홍보, 전시포 운영 등을 통한 개발 품 종의 판매 및 점유율 확대방안 마련 현지 딜러, 거래처 등의 인적인프라 확 대
	〈제2세부 위 탁〉 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 육종 효율 증 진	○ 열대지역 유래 우수 유전자 원을 이용한 RIL 집단 육성	100	- SSD 방식을 이용한 2개 이상의 RIL 집단 육성
		○ 내건성 관련 분자마커 및 발현마커의 적용 및 평가	100	- 1세부 육성 품종 및 국내외 유전자원 에 내건성 관련 분자마커, 발현마커의 적용 및 평가
		○ RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발	100	- RNA-seq에서 얻어진 내건성 관련 유 전자 중 유전적 다형성을 보인 gene-based 마커 개발
		○ 노균병 저항성 관련 발현마 커의 선발	100	- 노균병 저항성 관련 발현 마커 후보 5 점 선발
	2차년도 (2018)	〈제1세부〉 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발	○ 열대지역 적응 옥수수 우량 계통 선발	100
○ 열대지역 소비 맞춤형 옥수 수 우량 교잡계 선발			100	- 신규 교잡계 육성 및 우량 교잡계 생 산력검정 - 현지 선도품종 대비 우량 교잡계 지역적응성 검정 - 용도별 옥수수 우량 교잡계의 특성 검 정 * 내병성, 품질 특성 등
〈제2세부〉 품종개발(열대 지역) 지원체 계 및 글로벌		○ 개발품종 및 현지 리딩 품종 의 지역적응성 검정 및 지원	100	- 육성거점 및 현지 대표사무소 운영 - 개발품종 및 현지 리딩 품종의 지역적 응성 검정 지원
	○수출용 옥수수 개발품종의	100	- 개발 품종의 채종 안정성 검정 및 생	

구분 (연도)	세부프로젝트 명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차년도 (2019)	옥수수 종자시 장 개척	종자생산성 검정		산·가공 관리체계 구축
		○열대 적응형 옥수수 종자 수 출 인프라 구축 및 마케팅 연구	100	- 수출예상 지역별 가격 및 소비자 특성 분석, 홍보, 전시포 운영 등을 통한 개 발 품종의 판매 및 점유율 확대방안 마련 - 수출예상지역별 마켓 포지셔닝 설정 자료를 기반으로 가격, 기술 및 품질 경쟁력 강화를 통한 종자판매 전략 수 립 - 현지 딜러, 거래처 등의 인적인프라 확대 - 수출 국가별 종자 판매권 확보
	〈제2세부 위 탁〉 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 육종 효율 증 진	○열대지역 유래 RIL 집 단을 이용한 QTL 분석	100	- SSR, RFLP 마커 580개를 수집하였고 이중 B73, Ki11에서 다형성을 보이는 마커 203개 선발
		○내건성 관련 발현마커 추 가 발굴	100	- RNA-seq data를 통해 얻은 Ki11 유 래 염기서열을 이용한 발현마커 추가 발굴
		○RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커의 유전 자 기능 평가	100	- 유전자 variants 352개의 분석을 통한 구조적, 기능적 변이 예측
		○선발된 내건성 마커를 이용한 검정 및 평가	100	- 선발된 내건성 관련 분자마커를 추가 적인 1세부 육성계통, 국내 유전자원 에 적용 및 평가
		○노균병 저항성 분자마커 개발	100	- 선발된 노균병 저항성 SNP를 이용하 여 분자마커 6점 개발
	〈제1세부〉 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발	○열대지역 적응 옥수수 우량 계통 선발	100	- 사료용 옥수수 고세대 자식 계통 육성 - 식가공용 옥수수 고세대 자식 계통 육성 * 우량 교잡계 선발 및 적응성시험을 강화 하기 위하여 계통육성시험의 규모 축소 * 시험계통 : ('17) 1,374 → ('18) 1,076 → ('19) 200
		○열대지역 소비 맞춤형 옥수수 우량 교잡계 선발	100	- 신규 교잡계 육성 및 우량 교잡계 생 산력검정
				- 현지 선도품종 대비 우량 교잡계 지역 적응성 검정 및 종자증식 * 시험지 확대 : ('18) 3개소 → ('19) 4개소
- 용도별 옥수수 교잡계의 채종 안정성 검정				
		- 용도별 옥수수 우량 교잡계의 특성 검정 * 내병성, 품질 특성(베트남, 캄보디아, 인도네 시아 등)		

구분 (연도)	세부프로젝트 명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
				<ul style="list-style-type: none"> - 개발 품종의 종자시장 진출을 위한 품종 관련 기술 이전 및 지원(협력) * 국외 품종 출원 혹은 등록 추진(베트남 등) * 베트남, 말레이시아 등 국외 채종시스템 정착을 위한 채종기술 지원(협력)
	〈제2세부〉 품종개발(열대지역) 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척	○개발품종 및 현지 리딩 품종의 지역적응성 검정 및 지원	100	<ul style="list-style-type: none"> - 육성거점 및 현지 대표사무소 운영 - 개발품종 및 현지 리딩 품종의 지역적응성 검정 지원
○수출용 옥수수 개발품종의 종자생산성 검정		100	- 개발 품종의 채종 안정성 검정 및 생산·가공 관리체계 구축	
○열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케팅 연구		95	<ul style="list-style-type: none"> - 수출예상 지역별 가격 및 소비자 특성 분석, 홍보, 전시포 운영 등을 통한 개발 품종의 판매 및 점유율 확대방안 마련 - 수출예상지역별 마켓 포지셔닝 설정 자료를 기반으로 가격, 기술 및 품질 경쟁력 강화를 통한 종자판매 전략 수립 - 현지 딜러, 거래처 등의 인적인프라 확대 - 국가별 종자 판매권 확보 및 수출 	
	〈제2세부 위탁〉 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 육종 효율 증진	○RIL 집단을 이용한 QTL 유전자 지도 작성	100	- QTL 마커 분석을 통한 유전자 지도 작성
		○내건성 관련 마커 개발	100	- 내건성 관련 발현마커의 적용 및 분석
		○노균병 저항성 발현양상 분석	100	<ul style="list-style-type: none"> - 개발된 마커를 활용하여 노균병 저항성 여부 및 활용도 검정 - 육성된 B73 x Ki11 집단에 개발된 노균병 저항성 관련 마커의 적용
4차년도 (2020)	〈제1세부〉 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발	○열대지역 적응 옥수수 우량 계통 선발	100	<ul style="list-style-type: none"> - 유전자원 특성 평가 - 사료용 옥수수 고세대 자식 계통 육성 - 식가공용 옥수수 고세대 자식 계통 육성
		○열대지역 소비 맞춤형 옥수수 우량 교잡계 선발	100	<ul style="list-style-type: none"> - 신규 교잡계 육성 및 우량 교잡계 생산력검정 - 현지 선도품종 대비 우량 교잡계 지역적응성 검정 및 종자증식 : 4개소

구분 (연도)	세부프로젝트 명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
				<ul style="list-style-type: none"> - 용도별 옥수수 교잡계의 채종 안정성 검정 * 신규 품종의 채종 관련 연구 강화 - 용도별 옥수수 우량 교잡계의 특성 검정 * 내병성, 품질 특성(베트남, 캄보디아, 인도네시아 등) - 개발 품종의 종자시장 진출을 위한 품종 관련 기술 이전 및 지원(협력) * 국외 품종 출원 혹은 등록 추진(베트남 등) * 베트남, 말레이시아 등 국외 채종시스템 정착을 위한 채종기술 지원(협력)
	〈제2세부〉 품종개발(열대 지역) 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척	○육성 거점 운영 및 지역적응성 검정 지원	100	<ul style="list-style-type: none"> - 육성거점 및 현지 대표사무소 운영 - 개발품종 및 현지 리딩 품종의 지역적응성 검정 지원
○수출용 옥수수 개발품종의 종자생산성 확대		100	<ul style="list-style-type: none"> - 종자 생산·가공 관리체계 구축 - 종자생산을 위한 생산기지 확보 * 베트남 등 해외 옥수수 시장 진출을 위한 채종회사 탐색 - 개발품종의 채종안정성 검정 - F1 종자생산 	
○열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케팅 연구		90	<ul style="list-style-type: none"> - 수출예상 지역별 가격 및 소비자 특성 분석, 홍보, 전시포 운영 등을 통한 개발 품종의 판매 및 점유율 확대방안 마련 - 수출예상지역별 마켓 포지셔닝 설정 자료를 기반으로 한 종자판매 전략 수립 * 열대지역 국가의 수출시장 진입 위한 시교사업 확충 - 현지 딜러, 거래처 등의 인적인프라 확대 - 수출 국가별 종자 판매업체 확보 및 수출 활성화 * 베트남 법인을 이용한 종자판매업체 확보 	
	〈제2세부 위탁〉 열대지역 적응 수출용 품종	○개발된 노균병 저항성 관련 QTL 마커를 이용한 적응 및 평가	100	<ul style="list-style-type: none"> - 선발된 7개 QTL 지역에 존재하는 전사체 62개 선발 - 제작된 발현마커를 이용하여 노균병 저항성과 감수성 품종에 적용

구분 (연도)	세부프로젝트 명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
	개발을 위한 육종 효율 증 진	○내건성 관련 마커의 적용 및 평가	100	- 15개의 전사체에서 upregulation 되는 것으로 확인 - 국내외 유전자원을 이용하여 생육 단 계 V7과 V9 stage에 한발 스트레스를 처리 후 내건성 관련마커 적용 - 내건성 관련 유전자 6개 선발 및 마커 를 적용하여 이 중 2개의 유전자가 내 건성에 관여하는 유전자로 판단
		○노균병 저항성 관련 마커 개 발용 전사체 분석	100	- 발굴된 전사체의 SNP 분석을 통한 population에서 마커 검정 - Yeast two hybrid를 통한 상호작용 유전자 발굴 및 노균성 저항성 메커니 즘 검정
5차년도 (2021)	<제1세부> 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발	○열대지역 소비 맞춤형 옥수수 우량 교잡계 선발	100	- 우량 교잡계 생산력 검정
			100	- 현지 선도품종 대비 우량 교잡계 지 역적응성 검정 및 종자증식 : 3개소
			100	- 용도별 옥수수 교잡계의 채종 안정성 검정
			100	- 용도별 옥수수 우량 교잡계의 특성검 정 * 내병성, 품질 특성(베트남, 한국)
			100	- 개발 품종의 종자시장 진출을 위한 품종 관련 기술 이전 및 지원(협력) * 국외 품종 출원 혹은 등록 추진(베트 남 등) * 베트남 등 국외 채종시스템 정착을 위한 채종기술 지원(협력)
	<제2세부> 품종개발(열대 지역) 지원체 계 및 글로벌 옥수수 종자시 장 개척	○수출용 옥수수 개발품종의 종자생산성 확대	100	- 육성거점 및 현지 대표사무소 운영 - 개발품종 및 현지 리딩 품종의 지역적 응성 검정 지원
100			- 종자 생산·가공 관리체계 구축 - 종자생산을 위한 생산기지 확보 * 말레이시아, 베트남 외에 채종risk 방 지를 목적으로 종자 생산지 확대 * 베트남 등 해외 옥수수 시장 진출을 위한 채종회사 탐색 - 개발품종의 채종안정성 검정 - F1 종자생산(KM6)	
90			- 수출예상 지역별 가격 및 소비자 특성 분석, 홍보, 전시포 운영 등을 통한 개	

구분 (연도)	세부프로젝트 명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
		연구		<ul style="list-style-type: none"> 발 품종의 판매 및 점유율 확대방안 마련 * 찰옥수수, 단옥수수 시장 조사 및 기 개발 품종의 시장 진입 시도 - 수출예상지역별 마켓 포지셔닝 설정 자료를 기반으로 한 종자판매 전략 수립 * 열대지역 국가의 수출시장 진입 위한 시교사업 확충 - 현지 딜러, 거래처 등의 인적인프라 확대 * 종자 박람회, 종자총회 등의 참석을 통한 수출 가능 거래선의 직접 연결 - 수출 국가별 종자 판매업체 확보 및 수출 활성화 * 베트남 법인을 이용한 종자판매업체 확보
	< 제 2 세 부 위 탁> 열대지역 적용 수출용 품종 개발을 위한 육종 효율 증 진	○ 발굴한 발현마커를 이용한 육성 품종에 적용	100	- V7과 V9 stage에 한발 스트레스를 기존의 방법과 동일하게 처리 후, 발 굴한 발현마커 적용 및 검증
○ 화학적 처리를 통해 한발 스 트레스를 유도한 샘플에 발 굴한 발현 마커 적용		100	- V7과 V9의 stage에 PEG (polyethylene glycol) 처리를 통해 한 발 스트레스를 유도 - 발굴한 내건성 관련 발현 마커의 적 용 및 검증 - PEG 처리 대체 배양실 조건에서 한발 스트레스 연구 시스템을 구축 및 내건 성 관령 평가 지표 설정	
○ RNA-seq data를 이용하여 선발된 내건성 관련 module 을 분석 및 적용		100	- 기존의 선발된 6개의 module 중 내건 성 관련 salmon4 module을 이용하여 V7과 V9 stage에 적용 및 검증	
○ 노균병 저항성 관련 마커 검 정 및 발현 메커니즘 분석		100	- 후보 전사체에 대한 마커 추가 발굴 - Population을 활용한 마커의 연관 분 석	

2. 목표대비 실적

성과목표	품종개발		특허		논문		유전자원등록	계통육성		기반구축			마케팅기반확보	국내매출액	현지생산판매액	기술이전	현지법인운영	종자교역회참여	학술발표
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		육성계통수	우량교잡계선발	육종기지원영	적응성검정	전시/실증포							
최종목표	6	6	1	1	3	6	60	30	12	5	22	5	4	21	500	6	5	5	5
1차년도	목표	-	-	-	1	1	30	10	3	1	5	1	-	3	-	-	-	1	1
	실적	1	-	1	-	1	1	40	47	5	1	9	1	21	-	-	-	1	3
2차년도	목표	1	-	1	-	1	2	-	10	3	1	5	1	3	-	-	-	1	1
	실적	4	-	1	-	1	2	-	34	3	1	8	2	6	-	-	-	1	4
3차년도	목표	1	2	-	-	1	2	30	10	3	1	5	1	5	100	1	1	1	1
	실적	2	1	-	-	2	3	73	40	6	1	7	3	7	9.9	1	1	4	1
4차년도	목표	2	2	-	1	-	1	-	-	3	1	5	1	5	150	2	1	1	1
	실적	0	1	1	1	-	0	-	-	7	1	7	3	5	15.3	0	1	1	1
5차년도	목표	2	2	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1	5	250	2	1	1	1
	실적	1	-	-	-	1	1	-	13	22	1	2	2	5	17.8	4	1	2	2
소계	목표	6	6	1	1	3	6	60	30	12	5	22	5	4	500	5	5	5	5
	실적	8	2*	3	3	4	7	113	134	43	5	33	11	4	44	43.0	5	5	14
종료1차년도																			
종료2차년도																			
종료3차년도																			
종료4차년도																			
종료5차년도																			
소계																			
합계	8	2*	3	3	4	7	113	134	43	5	33	11	4	44	43.0	5	5	14	8

*품종개발 등록은 출원 후 국립종자원의 재배시험 결과 확인 후 순차적으로 등록 예정

○ 품종 등록 및 종자수출액을 제외한 모든 성과 지표를 100% 또는 초과 달성함

3. 품종개발: 출원 8건, 등록 2건

구 분	품종 명칭	국 명	출원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
옥수수	케이엠1	한국	농촌진흥청	'17.3.9	출원 2017-146	농촌진흥청	'19.1.30	7507	
옥수수	KM1	베트남	농촌진흥청	'18.3.9	2018-31				
옥수수	케이엠2	한국	농촌진흥청	'18.3.21	출원 2018-206	농촌진흥청	'20.6.22	8192	
옥수수	케이엠3	한국	농촌진흥청	'18.3.21	출원 2018-207				
옥수수	케이엠5	한국	농촌진흥청	'18.10.18	출원 2018-546				
옥수수	케이엠4	한국	농촌진흥청	'19.1.29	출원 2019-44				등록거절 * 개화기 불일치로 안정성과 균일성 불비
옥수수	케이엠6	한국	농촌진흥청	'19.11.27	출원 2019-603				
옥수수	케이엠7	한국	농촌진흥청	'21.4.7	출원 2021-203				

4. 특허: 출원 3건, 등록 3건

구 분	지식재산권 등 명칭	국 명	출원			등 록			기타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
특허	발명특허	옥수수 노균병 저항성 개체 선발용 마커 및 이를 이용한 선발방법	동국대학교 산학협력단	2017.06.30.	10-2017-0083636	동국대학교 산학협력단	2019.02.13	10-1949903	
특허	발명특허	옥수수 내건성 판별방법	동국대학교 산학협력단	2018.10.02.	10-2018-0117599	동국대학교 산학협력단	2019.09.02	10-2019041	
특허	발명특허	옥수수 노균병 저항성 개체 선발용 조성물 및 이를 이용한 선발방법	동국대학교 산학협력단	2020.03.24	10-2020-00355372	동국대학교 산학협력단	2020.11.02	10-2175452	

5. 논문: SCI 4건, 비 SCI 7건

논문(국내외 전문학술지) 게재							
번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)
1	Evaluation of drought tolerance using anthesis-silking interval in maize	한국작물학회지	김효철	62권 1호	대한민국	한국작물학회	비SCI
2	Transcriptome analysis of flowering time genes under drought stress in maize leaves	Frontiers in plant science	송기태	8	스위스	Frontiers Media	SCI
3	Transcriptome analysis for identifying possible gene regulations during maize root emergence and formation at the initial growth stage	Genes & Genomics	황선구	40(7)	대한민국	한국유전학회	SCI
4	옥수수 유묘기 한발 스트레스 평가를 위한 발현마커 후보군 탐색	한국육종학회지	문준철	50(3)	대한민국	한국육종학회	비SCI
5	Gene expression analysis and polymorphism discovery to investigate drought responsive system in tropical maize	Plant Breeding and Biotechnology	송기태	6(4)	대한민국	한국육종학회	비SCI
6	옥수수의 노균병 저항성 증대를 위한 저항성 유용유전자 발굴	환경생물학회지	민경도	37(4)	대한민국	환경생물학회	비SCI
7	열대성 조숙 내도복 다수성 단교잡종 옥수수 '케이엠1'	한국육종학회지	백성범	51권 2호	대한민국	한국육종학회	비SCI
8	Identification of candidate transcripts related to droughtstress using secondary traits and qRT-PCR in tropical maize(<i>Zea mays</i> L.)	한국작물학회지	김효철	64(4)	대한민국	한국작물학회	비SCI
9	Identification and Validation of Candidate genes Conferring Resistance to Downy Mildew Using Quantitative Trait Loci and qRT-PCR in Maize (<i>Zea mays</i> L.)	Genes	김효철	11,191	스위스	Genes/MDPI	SCI
10	열대성 조숙 내도복 다수성 단교잡종 옥수수 '케이엠2'	한국육종학회지	배환희	53권 2호	대한민국	한국육종학회	비SCI
11	RNA-seq analysis of gene	Applied	김경희	11,4273	스위스	Applied	SCI

expression changes related to delay of flowering time under drought stress in tropical maize	sciences				science s/ MDPI	
--	----------	--	--	--	-----------------------	--

7. 학술발표: 8건

학술 발표(포스터)					
번호	학술발표명	학술지명	주저자	호	발표일
1	Transcriptomic profiling of the maize (Zea mays L.) to drought stress at the seedling stage	Asian Crop Science Association	문준철	045 (045)	2017-06-06
2	Alternative splicing events of drought-related genes under drought stress in maize	한국육종학회	송기태	10(10)	2017-07-06
3	Identification and molecular characterization of downy mildew resistance gene candidates in maize (Zea mays subsp. Mays)	Asian Crop Science Association	김재윤	P047	2017-06-06
4	Distribution of gene-based polymorphisms in tropical maize using by RNA sequencing	한국육종학회	송기태	50(PC06)	2018-07-01
5	Discovery and Evaluation of SNP Markers for Downy Mildew Resistance in Maize Population	한국육종학회	민경도	42(PCS10)	2019-07-02
6	Gene expression analysis for drought stress during vegetative and reproductive stage using RNA-seq in maize	한국육종학회	김효철	PA-0005	2020-08-18
7	Identification of gene expression response to drought stress using RNA-seq analysis in maize	한국육종학회	김경희	PA-0022	2021-07-01
8	열대적응형 다수성 옥수수 신품종 '케이엠5'	한국육종학회	배환희	PE-0091	2021-07-01

8. 유전자원 기탁: 113점

번호	특성	자원명	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
1	일반옥수수, 육성계통	17V1S6003	이진석	17.9.13	K264884	inbred
2	일반옥수수, 육성계통	17V1S6004	이진석	17.9.13	K264885	inbred
3	일반옥수수, 육성계통	17V1S6005	이진석	17.9.13	K264886	inbred
4	일반옥수수, 육성계통	17V1S6007	이진석	17.9.13	K264887	inbred
5	일반옥수수, 육성계통	17V1S6010	이진석	17.9.13	K264888	inbred
6	일반옥수수, 육성계통	17V1S6011	이진석	17.9.13	K264889	inbred
7	일반옥수수, 육성계통	17V1S6012	이진석	17.9.13	K264890	inbred
8	일반옥수수, 육성계통	17V1S6013	이진석	17.9.13	K264891	inbred

번호	특성	자원명	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
9	일반옥수수, 육성계통	17V1S6020	이진석	17.9.13	K264892	inbred
10	일반옥수수, 육성계통	17V1S6025	이진석	17.9.13	K264893	inbred
11	일반옥수수, 육성계통	17V1S6028	이진석	17.9.13	K264894	inbred
12	일반옥수수, 육성계통	17V1S6031	이진석	17.9.13	K264895	inbred
13	일반옥수수, 육성계통	17V1S6033	이진석	17.9.13	K264896	inbred
14	일반옥수수, 육성계통	17V1S6034	이진석	17.9.13	K264897	inbred
15	일반옥수수, 육성계통	17V1S6038	이진석	17.9.13	K264898	inbred
16	일반옥수수, 육성계통	17V1S6043	이진석	17.9.13	K264899	inbred
17	일반옥수수, 육성계통	17V1S6044	이진석	17.9.13	K264900	inbred
18	일반옥수수, 육성계통	17V1S6047	이진석	17.9.13	K264901	inbred
19	일반옥수수, 육성계통	17V1S6050	이진석	17.9.13	K264902	inbred
20	일반옥수수, 육성계통	17V1S6051	이진석	17.9.13	K264903	inbred
21	일반옥수수, 육성계통	17V1S6052	이진석	17.9.13	K264904	inbred
22	일반옥수수, 육성계통	17V1S6053	이진석	17.9.13	K264905	inbred
23	일반옥수수, 육성계통	17V1S6055	이진석	17.9.13	K264906	inbred
24	일반옥수수, 육성계통	17V1S6056	이진석	17.9.13	K264907	inbred
25	일반옥수수, 육성계통	17V1S6058	이진석	17.9.13	K264908	inbred
26	일반옥수수, 육성계통	17V1S6059	이진석	17.9.13	K264909	inbred
27	일반옥수수, 육성계통	17V1S6061	이진석	17.9.13	K264910	inbred
28	일반옥수수, 육성계통	17V1S6065	이진석	17.9.13	K264911	inbred
29	일반옥수수, 육성계통	17V1S6069	이진석	17.9.13	K264912	inbred
30	일반옥수수, 육성계통	17V1S6073	이진석	17.9.13	K264913	inbred
31	일반옥수수, 육성교잡계	아세2호	이진석	17.9.13	K264914	F1
32	일반옥수수, 육성교잡계	아세3호	이진석	17.9.13	K264915	F1
33	일반옥수수, 육성교잡계	아세4호	이진석	17.9.13	K264916	F1
34	일반옥수수, 육성교잡계	아세5호	이진석	17.9.13	K264917	F1
35	일반옥수수, 육성교잡계	아세16호	이진석	17.9.13	K264918	F1
36	일반옥수수, 육성교잡계	아세17호	이진석	17.9.13	K264919	F1
37	일반옥수수, 육성교잡계	아세18호	이진석	17.9.13	K264920	F1
38	일반옥수수, 육성교잡계	아세19호	이진석	17.9.13	K264921	F1
39	일반옥수수, 육성교잡계	아세20호	이진석	17.9.13	K264922	F1
40	일반옥수수, 육성교잡계	아세21호	이진석	17.9.13	K264923	F1
41	일반옥수수, 육성계통	18VL01	배환희	2019.7.9	K271051	F1
42	일반옥수수, 육성계통	18VL03	배환희	2019.7.9	K271052	F1
43	일반옥수수, 육성계통	18VL04	배환희	2019.7.9	K271053	F1
44	일반옥수수, 육성계통	18VL05	배환희	2019.7.9	K271054	F1
45	일반옥수수, 육성계통	18VL06	배환희	2019.7.9	K271055	F1
46	일반옥수수, 육성계통	18VL07	배환희	2019.7.9	K271056	F1
47	일반옥수수, 육성계통	18VL08	배환희	2019.7.9	K271057	F1
48	일반옥수수, 육성계통	18VL09	배환희	2019.7.9	K271058	F1
49	일반옥수수, 육성계통	18VL10	배환희	2019.7.9	K271059	F1
50	일반옥수수, 육성계통	18VL11	배환희	2019.7.9	K271060	F1
51	일반옥수수, 육성계통	18VL12	배환희	2019.7.9	K271061	F1
52	일반옥수수, 육성계통	18VL13	배환희	2019.7.9	K271062	F1
53	일반옥수수, 육성계통	18VL14	배환희	2019.7.9	K271063	F1
54	일반옥수수, 육성계통	18VL15	배환희	2019.7.9	K271064	F1
55	일반옥수수, 육성계통	18VL16	배환희	2019.7.9	K271065	F1
56	일반옥수수, 육성계통	18VL17	배환희	2019.7.9	K271066	F1
57	일반옥수수, 육성계통	18VL18	배환희	2019.7.9	K271067	F1
58	일반옥수수, 육성계통	18VL19	배환희	2019.7.9	K271068	F1
59	일반옥수수, 육성계통	18VL20	배환희	2019.7.9	K271069	F1
60	일반옥수수, 육성계통	18VL21	배환희	2019.7.9	K271070	F1
61	일반옥수수, 육성계통	18VL22	배환희	2019.7.9	K271071	F1
62	일반옥수수, 육성계통	18VL23	배환희	2019.7.9	K271072	F1
63	일반옥수수, 육성계통	18VL24	배환희	2019.7.9	K271073	F1
64	일반옥수수, 육성계통	18VL25	배환희	2019.7.9	K271074	F1
65	일반옥수수, 육성계통	18VL26	배환희	2019.7.9	K271075	F1
66	일반옥수수, 육성계통	18VL27	배환희	2019.7.9	K271076	F1

번호	특성	자원명	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
67	일반옥수수, 육성계통	18VL28	배환희	2019.7.9	K271077	F1
68	일반옥수수, 육성계통	18VL29	배환희	2019.7.9	K271078	F1
69	일반옥수수, 육성계통	18VL30	배환희	2019.7.9	K271079	F1
70	일반옥수수, 육성계통	18VL31	배환희	2019.7.9	K271080	F1
71	일반옥수수, 육성계통	18VL32	배환희	2019.7.9	K271081	F1
72	일반옥수수, 육성계통	18VL33	배환희	2019.7.9	K271082	F1
73	일반옥수수, 육성계통	18VL34	배환희	2019.7.9	K271083	F1
74	일반옥수수, 육성계통	19V1S6001	배환희	2019.7.9	K271084	F1
75	일반옥수수, 육성계통	19V1S6004	배환희	2019.7.9	K271085	F1
76	일반옥수수, 육성계통	19V1S6007	배환희	2019.7.9	K271086	F1
77	일반옥수수, 육성계통	19V1S6010	배환희	2019.7.9	K271087	F1
78	일반옥수수, 육성계통	19V1S6013	배환희	2019.7.9	K271088	F1
79	일반옥수수, 육성계통	19V1S6016	배환희	2019.7.9	K271089	F1
80	일반옥수수, 육성계통	19V1S6019	배환희	2019.7.9	K271090	F1
81	일반옥수수, 육성계통	19V1S6022	배환희	2019.7.9	K271091	F1
82	일반옥수수, 육성계통	19V1S6025	배환희	2019.7.9	K271092	F1
83	일반옥수수, 육성계통	19V1S6028	배환희	2019.7.9	K271093	F1
84	일반옥수수, 육성계통	19V1S6031	배환희	2019.7.9	K271094	F1
85	일반옥수수, 육성계통	19V1S6034	배환희	2019.7.9	K271095	F1
86	일반옥수수, 육성계통	19V1S6037	배환희	2019.7.9	K271096	F1
87	일반옥수수, 육성계통	19V1S6040	배환희	2019.7.9	K271097	F1
88	일반옥수수, 육성계통	19V1S6043	배환희	2019.7.9	K271098	F1
89	일반옥수수, 육성계통	19V1S6046	배환희	2019.7.9	K271099	F1
90	일반옥수수, 육성계통	19V1S6049	배환희	2019.7.9	K271100	F1
91	일반옥수수, 육성계통	19V1S6052	배환희	2019.7.9	K271101	F1
92	일반옥수수, 육성계통	19V1S6055	배환희	2019.7.9	K271102	F1
93	일반옥수수, 육성계통	19V1S6058	배환희	2019.7.9	K271103	F1
94	일반옥수수, 육성계통	19V1S6059	배환희	2019.7.9	K271104	F1
95	일반옥수수, 육성계통	19V1S6062	배환희	2019.7.9	K271105	F1
96	일반옥수수, 육성계통	19V1S6065	배환희	2019.7.9	K271106	F1
97	일반옥수수, 육성계통	19V1S6068	배환희	2019.7.9	K271107	F1
98	일반옥수수, 육성계통	19V1S6071	배환희	2019.7.9	K271108	F1
99	일반옥수수, 육성계통	19V1S6074	배환희	2019.7.9	K271109	F1
100	일반옥수수, 육성계통	19V1S6077	배환희	2019.7.9	K271110	F1
101	일반옥수수, 육성계통	19V1S6080	배환희	2019.7.9	K271111	F1
102	일반옥수수, 육성계통	19V1S6083	배환희	2019.7.9	K271112	F1
103	일반옥수수, 육성계통	19V1S6086	배환희	2019.7.9	K271113	F1
104	일반옥수수, 육성계통	19V1S6089	배환희	2019.7.9	K271114	F1
105	일반옥수수, 육성계통	19V1S6092	배환희	2019.7.9	K271115	F1
106	일반옥수수, 육성계통	19V1S6095	배환희	2019.7.9	K271116	F1
107	일반옥수수, 육성계통	19V1S6098	배환희	2019.7.9	K271117	F1
108	일반옥수수, 육성계통	19V1S6101	배환희	2019.7.9	K271118	F1
109	일반옥수수, 육성계통	19V1S6104	배환희	2019.7.9	K271119	F1
110	일반옥수수, 육성계통	19V1S6107	배환희	2019.7.9	K271120	F1
111	일반옥수수, 육성계통	19V1S6110	배환희	2019.7.9	K271121	F1
112	일반옥수수, 육성계통	19V1S6113	배환희	2019.7.9	K271122	F1
113	일반옥수수, 육성계통	19V1S6116	배환희	2019.7.9	K271123	F1

9. 우량자식계통: 134계통, 우량교잡계: 43조합

중간 계통명	Origin	Pedigree							
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
17VL01	중국/한국자원 OP10	14VN0010	1	1	1	2	2	1	
17VL02	중국/한국자원 OP10	14VN0010	1	1	1	3	2	1	
17VL03	중국/한국자원 OP26	14VN0026	1	1	1	1	1	1	

중간 계통명	Origin	Pedigree						
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
17VL04	중국/한국자원 OP26	14VN0026	1	1	1	1	2	2
17VL05	중국/한국자원 OP81	14VN0081	1	1	1	2	1	1
17VL06	중국/한국자원OP88	14VN0088	3	1	1	3	2	1
17VL07	중국/한국자원OP88	14VN0088	3	1	1	3	2	2
17VL08	중국/한국자원OP105	14VN0105	1	1	1	1	1	1
17VL09	중국/한국자원OP105	14VN0105	1	1	1	1	2	1
17VL10	중국/한국자원OP132	14VN0132	1	1	1	1	1	1
17VL11	중국/한국자원 OP148	14VN0148	1	1	1	1	1	1
17VL12	중국/한국자원 OP148	14VN0148	1	1	1	1	3	1
17VL13	중국/한국자원 OP249	14VN0249	1	1	1	1	1	1
17VL14	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	1	1
17VL15	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	2	1
17VL16	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	2	2
17VL17	중국/한국자원 OP288	14VN0288	1	1	1	1	3	2
17VL18	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	1	1
17VL19	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	2	1
17VL20	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	3	2	2
17VL21	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	4	1	1
17VL22	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	5	1	2
17VL23	중국/한국자원 OP297	14VN0297	1	1	1	5	2	1
17VL24	중국/한국자원 OP304	14VN0304	1	1	1	2	1	2
17VL25	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	1	1	1
17VL26	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	1	3	1
17VL27	중국/한국자원 OP523	14VN0523	2	1	1	3	2	1
17VL28	DK9955	14VN1660	2	1	1	1	2	1
17VL29	DK9955	14VN1660	2	1	1	1	3	1
17VL30	DK9955	14VN1660	2	1	1	2	3	2
17VL31	DK6919	14VN1671	1	1	1	3	3	1
17VL32	DK6919	14VN1671	1	1	1	4	2	1
17VL33	DK6919	14VN1671	1	1	1	4	2	2
17VL34	DK6919	14VN1671	2	1	1	2	3	1
17VL35	DK6919	14VN1671	4	1	1	2	1	1
17VL36	DK8868	14VN1672	4	1	1	1	1	1
17VL37	DK8869	14VN1673	4	1	1	1	1	2
17VL38	DK8868	14VN1672	4	1	1	1	3	1
17VL39	DK8868	14VN1672	5	1	1	1	2	1
17VL40	D9901	14VN1673	3	1	1	2	1	1
17VL41	D9902	14VN1674	4	1	1	1	1	2
17VL42	D9901	14VN1673	4	1	1	1	3	1
17VL43	D9901	14VN1673	4	1	1	2	2	1
17VL44	TF222	14VN1674	3	1	1	1	2	1
17VL45	TF222	14VN1674	3	1	1	1	3	1
17VL46	TF222	14VN1674	3	1	1	4	2	1
17VL47	TF222	14VN1674	4	1	1	3	2	1
18VL01	LVN10/NK6326	14V2S001	1	1	1	1	2	3
18VL02	LVN10/NK6326	14V2S001	1	1	1	3	2	1

중간 계통명	Origin	Pedigree						
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
18VL03	LVN10/NK6326	14V2S001	1	3	3	3	1	1
18VL04	LVN10/S00671	14V2S003	3	2	1	3	2	1
18VL05	LVN10/S00750	14V2S005	2	1	1	1	1	1
18VL06	LVN10/S00750	14V2S005	3	2	1	2	1	1
18VL07	LVN10/S01151	14V2S010	2	2	2	1	3	1
18VL08	LVN10/S01151	14V2S010	2	3	1	2	1	1
18VL09	LVN10/S01276	14V2S012	2	3	2	3	1	2
18VL10	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	1	2	1	2
18VL11	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	2	1	1	2
18VL12	LVN10/S01276	14V2S012	3	1	2	2	1	1
18VL13	LVN10/S01662	14V2S016	1	1	2	2	2	2
18VL14	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	2	3	2	2
18VL15	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	4	1	1	2
18VL16	LVN10/S01662	14V2S016	2	3	4	2	1	2
18VL17	LVN10/S01672	14V2S020	1	2	1	2	1	1
18VL18	LVN10/S01672	14V2S020	1	3	1	2	1	1
18VL19	NK7328/S00750	14V2S029	1	2	1	1	1	1
18VL20	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	1	1	1
18VL21	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	3	1	1
18VL22	NK7328/S01297	14V2S030	3	3	1	3	2	2
18VL23	NK7328/S01660	14V2S032	3	1	4	2	2	1
18VL24	NK7328/S01669	14V2S038	1	3	1	3	1	1
18VL25	NK7328/S01673	14V2S041	3	1	1	3	1	2
18VL26	NK7328/S6054	14V2S044	3	1	2	1	1	1
18VL27	NK7328/S6054	14V2S044	3	1	2	2	1	1
18VL28	NK7328/S6054	14V2S044	3	2	1	2	1	1
18VL29	NK6326/LVN10	14V2S047	1	1	2	1	1	2
18VL30	NK6326/S001660	14V2S048	1	2	5	2	1	1
18VL31	NK6326/S01035	14V2S054	2	2	1	2	1	1
18VL32	NK6326/S01149	14V2S056	2	2	1	3	1	2
18VL33	NK6326/S01276	14V2S061	1	1	1	1	1	1
18VL34	NK6326/S01297	14V2S062	2	1	4	3	1	2
19VL01	14K23/14K5	16V1001	2	1	1	1	3	1
19VL02	14K23/14K26	16V1002	1	1	1	1	1	1
19VL03	14K28/15VL019	16V1003	1	2	2	1	1	1
19VL04	15VL010/15VL019	16V1004	2	2	1	2	1	1
19VL05	15VL010/14K21	16V1005	1	2	1	3	3	1
19VL06	15VL019/14K23	16V1010	1	1	2	3	1	1
19VL07	15VL019/14K23	16V1010	2	1	1	1	2	1
19VL08	15VL019/14K23	16V1010	3	1	2	1	1	1
19VL09	15VL019/CL50	16V1011	3	1	1	1	1	1
19VL10	15VL019/CL104	16V1012	2	1	1	3	1	1
19VL11	15VL019/CL104	16V1012	3	1	1	2	2	1
19VL12	15VL019/CL59	16V1013	1	1	1	3	1	1
19VL13	15VL019/CL59	16V1013	3	1	3	2	1	1
19VL14	15VL019/CL13	16V1014	1	1	1	1	3	1

중간 계통명	Origin	Pedigree						
		S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6
19VL15	15VL068/CL1	16V1015	1	1	1	3	1	1
19VL16	15VL068/CL1	16V1015	1	1	1	3	3	1
19VL17	CL1/14K8	16V1016	3	1	1	1	1	1
19VL18	CL1/CL9	16V1018	3	1	1	2	1	1
19VL19	CL1/CL87	16V1020	1	2	1	2	2	1
19VL20	CL1/CL50	16V1021	2	2	1	3	1	1
19VL21	CL1/CL59	16V1023	3	1	1	1	1	1
19VL22	CL9/14K23	16V1027	2	1	1	1	2	1
19VL23	CL50/14K23	16V1030	1	2	1	3	2	1
19VL24	CL50/14K23	16V1030	3	2	2	1	1	1
19VL25	CL59/CL50	16V1033	1	1	1	1	1	1
19VL26	CL59/CL9	16V1034	2	1	1	1	2	1
19VL27	CL59/CL13	16V1035	2	1	1	1	1	1
19VL28	CL59/14K5	16V1036	1	3	3	1	2	1
19VL29	CL87/CL9	16V1037	2	2	1	1	1	1
19VL30	CL87/CL13	16V1038	1	1	2	1	1	1
19VL31	CL93/14K12	16V1039	2	1	1	3	2	1
19VL32	CL93/CL87	16V1042	3	1	1	1	2	1
19VL33	CL93/CL59	16V1043	2	2	2	3	1	1
19VL34	CL101/14K26	16V1044	1	2	1	1	1	1
19VL35	CL101/14K26	16V1044	1	2	1	1	2	1
19VL36	CL101/CL5	16V1045	1	1	1	1	1	1
19VL37	CL101/CL9	16V1046	3	1	1	2	1	1
19VL38	CL101/CL12	16V1047	3	1	2	3	1	1
19VL39	CL101/CL13	16V1048	3	1	1	1	2	1
19VL40	CL101/CL50	16V1050	2	1	1	2	1	1
14K2	COP(동남아재배종, 방입수분집단)	8	1	2	1	1	2	1
14K5	COP(동남아재배종, 방입수분집단)	34	2	1	2	1	1	1
14K8	COP(동남아재배종, 방입수분집단)	51	1	1	1	1	2	2
14K23	COP(동남아재배종, 방입수분집단)	166	1	2	1	1	1	1
14K26	COP(동남아재배종, 방입수분집단)	198	1	1	2	1	2	1
CL19	TROP(열대자원, 방입수분집단)	T75	T1	T1	T1	T1	T2	T1
CL32	TROP(열대자원, 방입수분집단)	T168	T1	T1	T1	T1	T1	T1
CL50	TROP(열대자원, 방입수분집단)	T222	T1	T1	T1	T1	T1	T1
CL59	TROP(열대자원, 방입수분집단)	T264	T2	T2	T1	T1	T1	T1
CL81	TROP(열대자원, 방입수분집단)	T367	T1	T1	T1	T2	T1	T1
CL94	TROP(열대자원, 방입수분집단)	T456	T1	T1	T1	T1	T1	T2
CL101	TROP(열대자원, 방입수분집단)	T496	T1	T1	T1	T1	T1	T1
CL105	TROP(열대자원, 방입수분집단)	T511	T1	T1	T1	T1	T1	T1

교잡계명	선발연도	교배조합	출사일수	간장 (cm)	중실수량 (kg/10a)	수량지수 (LVN10 대비)
아세22호	2017	CL80/14K25	72	181	752	256
아세23호	2017	14K8/CL13	72	184	661	225
아세24호	2017	14K23/CL93	72	170	680	231

교잡계명	선발연도	교배조합	출사일수	간장 (cm)	종실수량 (kg/10a)	수량지수 (LVN10 대비)
아세25호	2017	14K23/CL59	73	199	740	251
아세26호	2017	CL13/14K26	72	186	745	253
아세27호	2017	CL101/CL59	71	214	798	271
아세28호	2017	CL101/14K5	73	204	655	222
아세29호	2018	14K22/CL6	61	128	472	111
아세30호	2018	CL80/CL1	73	188	609	207
아세31호	2018	14K21/14K8	69	187	646	220
아세32호	2018	14K23/14K22	55	181	777	117
아세33호	2018	14K23/15VL043	53	178	833	126
아세34호	2018	16VL005/14K23	53	184	940	142
아세35호	2018	16VL004/CL59	52	177	658	99
아세36호	2018	CL12/16VL009	53	151	547	83
아세37호	2018	14K22/15VL043	71	189	723	167
아세38호	2018	16VL014/14K23	75	192	718	166
아세39호	2018	16VL017/14K23	79	190	685	158
아세40호	2018	14K19/CL11	74	189	793	183
아세41호	2018	14K19/CL12	73	172	614	142
아세42호	2019	16VL010/14K23	72	180	494	114
아세43호	2019	14K5/CL12	58	172	843	174
아세44호	2019	14K22/CL81	59	173	771	159
아세45호	2019	CL12/CL101	58	189	769	159
아세46호	2019	CL32/14K23	59	177	877	181
아세47호	2019	CL32/16VL021	58	170	802	166
아세48호	2019	14K30/CL32	64	186	850	106
아세49호	2019	CL32/CL59	64	188	795	99
아세50호	2019	CL59/CL47	63	196	735	92
아세51호	2019	CL19/14K11	64	190	1,027	128
아세52호	2019	CL28/14K22	63	216	925	115
아세53호	2019	CL59/14K11	63	202	792	99
아세54호	2020	CL11/14K5	53	230	1,043	132
아세55호	2020	CL12/14K26	60	208	984	125
아세56호	2020	CL59/14K5	55	227	894	113
아세57호	2020	CL94/14K26	54	224	1,045	133
아세58호	2020	CL50/14K5	63	196	695	155
아세59호	2020	CL94/14K28	64	183	646	144
아세60호	2020	16VL005/17VL34	61	192	683	153
아세61호	2021	CL12/17VL23	65	170	532	119
아세62호	2021	CL50/CL93	65	179	593	133
아세63호	2021	16VL004/14K5	61	195	625	140
아세64호	2021	16VL005/14K22	61	177	627	140

10. 기술이전: 5건

번호	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)
1	국외 전용실시	옥수수 KM1 품종 국외 전용실시	아시아종묘	2019-10-15	판매액의 3% (당해연도 없음)
2	국내 통상실시	옥수수 케이엠3 품종 국내 통상실시	아시아종묘	2021-10-28	863,100원 (123,300원)
3	국내 통상실시	옥수수 케이엠5 품종 국내 통상실시	아시아종묘	2021-10-28	863,100원 (123,300원)
4	국내 통상실시	옥수수 케이엠6 품종 국내 통상실시	아시아종묘	2021-10-28	863,100원 (123,300원)
5	국내 통상실시	옥수수 케이엠7 품종 국내 통상실시	아시아종묘	2021-10-28	863,100원 (123,300원)

11. 종자수출액/수입대체 효과

종자수출액(USD)				
번호	수출품목	수출액		
		수출일	수출업체	수출금액(\$)
1	옥수수(Chal 4)	2019-01 ~ 2019-12	중국 등 10개소	99,603
2	옥수수(Chal 4)	2020-01 ~ 2020-12	베트남 등 10개소	153,227
3	옥수수(Chal 4)	2020-01 ~ 2020-12	베트남 등 33개소	178,000

12. 마케팅 전략수립 보고서: 5건

기타 활용 및 홍보실적(단행본 발간, CD 제작 등)			
번호	일자	활용명칭	활용내역
1	2017. 3. 5	자료발간(주말농장 68호)	베트남 육성 농장 홍보 및 신품종 개발을 통한 수입대체 홍보 활용
2	2018. 3. 6	홍보실적(MOU체결): 농업인신문 등 4개 신문	아시아종묘, 식량종자사업단, 코웰메트라 3자간의 협업을 통해 옥수수 종자의 수출사업화에 기여하는 홍보

3	2018. 4. 24	홍보실적(신품종 현장평가회): 농민신문 등 5개 신문	종자수출을 위한 신품종 홍보 및 브랜딩 이미지 강화 효과
4	2019. 2. 28	홍보실적: 매일경제 신문	동남아 옥수수 수출 프로젝트의 홍보를 통한 수출 역량 강화
5	2020. 7. 1	자료발간(주말농장 87호)	개발 신품종 KM6의 현장 품종평가회를 통한 종자 경쟁력 홍보

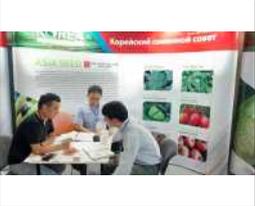
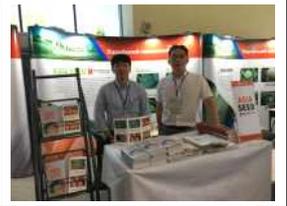
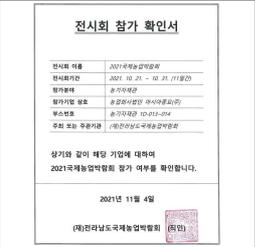
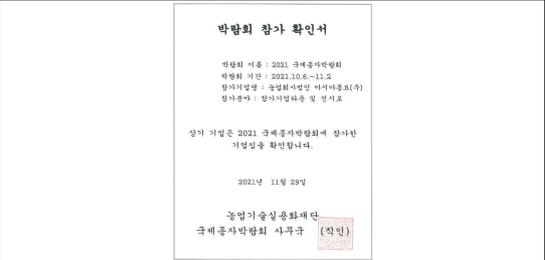
13. 재배시험: 35회

재배시험			
번호	기간	내용	지역(국가)
1	2017. 9 ~ 2017. 12	채종안정성 검정	캄보디아 바탐방
2	2017. 9 ~ 2017. 12	채종안정성 검정	인도네시아 족자카르타
3	2017. 9 ~ 2017. 12	채종안정성 검정	베트남 동치우
4	2017. 2 ~ 2017. 7	적응성 검정	베트남 동치우
5	2017. 6 ~ 2017. 10	적응성 검정	캄보디아 바탐방
6	2017. 6 ~ 2017. 10	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
7	2017. 9 ~ 2017. 12	적응성 검정	베트남 동치우
8	2017. 11 ~ 2018. 3	적응성 검정	캄보디아 바탐방
9	2017. 11 ~ 2018. 3	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
10	2018. 2 ~ 2018. 12	채종안정성 검정	베트남 동치우
11	2018. 3 ~ 2018. 7	채종안정성 검정	말레이시아 조호바루
12	2018. 2 ~ 2018. 7	적응성 검정	베트남 동치우
13	2018. 6 ~ 2018. 10	적응성 검정	캄보디아 바탐방
14	2018. 6 ~ 2018. 10	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
15	2018. 9 ~ 2019. 1	적응성 검정	베트남 동치우
16	2018. 11 ~ 2019. 3	적응성 검정	캄보디아 바탐방
17	2018. 11 ~ 2019. 3	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
18	2019. 5 ~ 2019. 8	적응성 검정	캄보디아 바탐방
19	2019. 5 ~ 2019. 8	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
20	2019. 11 ~ 2020. 3	적응성 검정	캄보디아 바탐방
21	2019. 11 ~ 2020. 3	적응성 검정	인도네시아 족자카르타
22	2019. 2 ~ 2019. 9	채종안정성 검정	베트남 동치우
23	2019. 5 ~ 2019. 10	옥수수 성분분석을 위한 재배 시험포	베트남 동치우
24	2019. 9 ~ 2020. 2	증식 및 생산성 검정	베트남 동치우 인근
25	2020. 3 ~ 2020. 7	적응성 검정	베트남 동치우
26	2020. 6 ~ 2020. 9	적응성 검정	캄보디아 바탐방
27	2020. 9 ~ 2021. 1	적응성 검정	베트남 동치우
28	2020. 3 ~ 2020. 7	적응성 시험포	베트남 동치우
29	2020. 3 ~ 2020. 7	적응성 시험포	베트남 뚜옌꽝
30	2020. 4 ~ 2020. 8	적응성 시험포	베트남 목찌우
31	2020. 7 ~ 2020. 12	채종안정성 검정	베트남 동치우
32	2020. 11 ~ 2021. 2	적응성 검정	말레이시아 요호바루 켈다

33	2021. 3 ~ 2021. 7	적응성 검정	베트남 동치우
34	2021. 3 ~ 2021. 8	적응성 시험포	베트남 동치우
35	2021. 4 ~ 2021. 8	적응성 시험포	베트남 선라

14. 종자교역회/박람회 참가: 14회

구분	일시	내용	장소	주관	비 고	
박람회 참가(아시아 아종묘)	2017. 9. 05-11	태국농업박람 회 참가	태국	태국 농림부		
박람회 참가 (아시아종 묘)	2017. 10. 26-28	국제종자박람 회 참가	전북 김제	농업기술 실용화재 단		
박람회 참가 (국립식량 과학원)	2017. 10. 26-28	국제종자박람 회 참가	전북 김제	농업기술 실용화재 단		
박람회 참가 (국립식량 과학원)	2018. 7. 18. -21	2018 농업기술 박람회	한국, 창원컨벤 션센터	농촌진흥 청 경상남도		
박람회 참가 (아시아종 묘)	2018. 6. 40. - 08	2018 ISF 국제 종자 총회	호주	ISF		
박람회 참가 (국립식량 과학원)	2018. 10. 23-26	제2회 국제종 자박람회 참가	전북 김제	농업기술 실용화재 단		
박람회 참가 (아시아종 묘)	2018. 10. 23-26	제2회 국제종 자박람회 참가	전북 김제	농업기술 실용화재 단		

박람회 참가 (국립식량 과학원)	2019. 10. 16-18	2019 국제종자 박람회 참가	전북 김제	농업기술 실용화재 단	 
박람회 참가 (아시아종 묘)	2019. 6. 10-12	Agro Expo	우즈베키 스탄 타슈 켄트	-	 
박람회 참가 (아시아종 묘)	2019. 10. 16-18	2018 ISF 국제 종자 총회	프랑스 니스	ISF	 
박람회 참가 (아시아종 묘)	2019. 10. 16-18	2019 국제종자 박람회 참가	전북 김제	농업기술 실용화재 단	 
박람회 참가 (아시아종 묘)	2020. 2	2020 베를린 박람회 참가	독일 베를린	MESSE Berlin	 
박람회 참가 (아시아종 묘)	2021. 10.	2021 국제농업 박람회 참가	전남 나주	전남국제 농업박람 회	 
박람회 참가 (아시아종 묘)	2021. 10.	2021 국제종자 박람회 참가	전북 김제	농업기술 실용화재 단	

15. 인력양성: 4회

연구인력 활용/양성 성과													
번호	분류	기준년도	인력양성 현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	박사	2018	1				1		1				
2	박사	2020	1	2			1		1	2			

16. 홍보: 10회

- 2018년: 옥수수 해외수출 관련 MOU 체결(농업인 신문 등 4건), 베트남 현지 교잡계 평가 (농민신문 등 5건)
- 2019년: 동남아 옥수수 수출 프로젝트의 홍보를 통한 수출 역량 강화(매일경제신문 1건)

제 3 절 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

1. 품종 보호 등록

- 품종보호제도는 식물新品种 육성자의 권리를 법적으로 보장하여 주는 지적재산권의 한 형태로 특허권, 저작권, 상표등록권과 유사하게 육성자에게 배타적인 상업적 독점권을 부여하는 제도이다. 식물新品种 보호법에서는新品种 육성자의 권리를 법적으로 보장하기 위해 특별법 형태의 식물新品种보호 제도를 채택하고 있다. 품종 보호 등록은 품종 보호출원을 실시한 품종에 대하여 품종보호 출원된 품종이 구별성, 균일성 및 안정성을 구비하고 있는지 여부에 대한 평가(DUS-Test)는 심사관이 재배시험 결과를 토대로 판단한다. 재배시험에는 국립종자원 특성검정 포장에서 실시하는 국가 재배시험, 출원인의 포장에서 심사관이 직접 현지 방문하여 조사하는 현지 시험 및 당해 작물의 시험연구기관 또는 대학 등에 시험을 위탁하는 위탁시험으로 구분된다.
- 위에 설명한 과정을 거쳐 품종 보호권을 획득하게 되는 데, 본 과제를 통하여 2단계 5년간 7개 품종이 품종보호 출원 되었고 이 중 2개 품종이 품종보호등록을 완료하였다. 나머지 품종에 대해서는 2021년 현재 재배 심사 중에 있으며 2023년까지 품종 보호 등록 목표를 달성할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 종자 수출액

- 본 과제의 시작과 함께 국내에서 기 개발된 다수의 품종을 즉각적으로 현지 적응성 테

스트하여 상품화 가능성을 조사하였다. 하지만 국내의 재배환경과 열대지역의 재배환경은 옥수수의 생육과 이삭형성에 큰 차이를 보였고, 현지의 병원균과 해충들의 피해량이 상당하여 상품화하기에는 문제가 있었다. 이에 현지 적응형 신품종 개발에 많은 시간이 소비되었고 아울러 개발된 품종의 출원 및 등록까지의 과정을 완료하기까지 최소한 5~6년의 시간이 필요하였다. 현재 케이엠5, 케이엠6 품종은 자체 적응성 시험을 통과하여 품종등록을 위한 DUS시험 재배 중에 있다. 해외 현지의 재배시험은 최소 3년이 소요되고 국내와는 달리 지역별로 재배시험을 통한 등록을 각각 진행해야 하는 것도 큰 어려움으로 작용하고 있다. 이러한 일련의 과정들이 종자를 생산하고 판매하는데 커다란 장애로 작용하였다.

- 종실/사료용 옥수수의 생산 원가는 베트남 기준으로 4\$/kg(단옥수수의 1/10 수준) 수준으로 한해 100만불의 종자 판매 수익을 창출하기 위해서는 유통, 저장 등의 단계를 무시한 단순계산으로 하더라도 250ton의 종자를 생산하여 판매해야 한다. 이러한 종자를 생산하기 위해서는 대면적의 채종지가 필요하고 아울러 저장 및 유통을 위한 대규모 인프라도 필요하다. 몬산토, 듀폰과 같은 글로벌 대기업과는 비교될 수 없는 투자시설 및 설비로 종자판매목표액을 달성하기에 무리가 있었다.
- 4차년 초기에 발생한 코로나 현상은, 해외 현지에서의 활동을 극도로 제한하여 개발된 품종의 홍보와 마케팅 전략을 실현시키기 위한 기회조차도 박탈당해 버렸다. 인터넷과 유선을 통한 비대면 화상회의, 인스타/Face book을 활용한 소셜 네트워크 서비스 활동, 동영상 CATALOGUE 및 e-Book 제작을 통한 스마트 홍보강화의 노력에도 불구하고 큰 홍보효과를 가져오기 힘들었다.
- 본 과제를 통해 해외 현지에 적응하는 계통의 선발과 조합의 상품화로 세계적인 종자회사의 품종과 비교하여 동등한 품질을 보여주는 품종의 개발 기술은 상당부분 극복하였지만, 품종의 생산·판매를 위한 법적/제도적 규제를 극복하기에는 초기 정보와 추진력에 미흡함이 있었다. 또한 시설 및 설비 인프라의 한계도 종자를 수출하기 위해서는 턱없이 부족한 실정이었다, 향후에는 본 과제를 통해 깨달은 육종 및 마케팅 전략으로 단옥수수와 찰옥수수 같은 옥수수 품종으로 해외 시장의 문을 두드리려 국산 기술로 만들어진 종자를 해외에 수출하는 목표를 달성하고자 노력할 것이다.
- 또한 해외 딜러 및 종자업체에 평판이 좋은 케이엠5, 케이엠6 품종의 품종보호 및 생산 판매 등록을 완료하여 지속적인 홍보와 마케팅을 통해 해외 수출 실적을 늘리고자 노력할 것이다.

제 4 장 연구결과의 활용 계획 등

1. 연구개발 성과의 활용 방안

- 학술적 우수 연구 결과는 국내외 주요 학술지 우선 기고를 통하여 관련 분야 학문 발전에 기여
- 생물자원 등록 등 특성 성과지표 해당 성과는 신속한 피드백을 통한 연구과제 완성도 제고에 활용
- 개발 품종의 현지 적응성 검증, Pilot 규모 시범재배를 통한 품종 홍보 및 local 회사와의 MOU 체결 등을 통한 품종 판매 확대
 - 현지 연구농장, 생산기지, 영업거점 확보를 통한 수출 확대 기반 시설을 구축
 - 기업 자체 보유한 현지 농장을 활용한 현지 시험포 운영을 통한 목표 지역 선도 품종 대비 개발 품종의 경쟁력 확보
- 개발된 수출용 품종은 기술이전 혹은 자체 사업화를 통하여 동남아시아 지역 이외의 국가로도 확산시켜 종자수출 역량 확대
 - 수출 목표 지역 외 중남미, 아프리카 등 해외에 산재해 있는 국내 종자회사의 현지 법인을 통한 종자수출 확대
 - 아열대, 열대형 등 개발된 품종의 생태형을 고려 수출 국가 확대

2. 기대효과

- 우리나라 옥수수 품종육성의 효율을 높일 수 있는 분자유전학적 기초기술 개발
 - 옥수수 품종 육성의 효율을 증진시킬 수 있는 MAS 기술 개발
 - 유용형질을 다양하게 가지고 있는 옥수수 유전 분석 집단 창출
- 한발 내성 및 노균병 저항성 마커를 이용한 마커 선별 시스템 구축
 - 한발 내성 관련 QTL 마커 조합 및 선발된 발현 마커를 국내외 품종에 적용 가능
 - 노균병 저항성 관련 발현마커 개발로 열대지역에서 노균병 저항성 옥수수 판별 가능
 - 노균병 저항성 특이 발현 유전자의 기능 검증
 - RNA-seq data를 이용한 gene-based, SNP 마커 개발
 - 육성된 품종에 개발된 한발 내성 및 노균병 저항성 관련 마커를 적용
- 국내 옥수수 기초 연구 관련 인프라 구축
 - 내재해성 및 내병성 유전 집단을 육성함으로써 국내에 부족한 옥수수 기초연구 관련 인프라를 구축
 - 향후 옥수수 연구의 기간을 단축시킬 수 있으며, 분리된 유전집단을 통해 다양한 옥수수 연구진행이 가능
 - RNA-seq 및 생물정보학을 이용한 다각적 분석을 통해 옥수수의 분자유전학적 기초 자료를 확보하여 옥수수 품종 육성의 효율을 높임
- 동남아 현지 품종개발 거점 구축을 통한 민간 종묘회사의 옥수수 종자수출 활성화 기반

구축

-동남아 지역 옥수수 생산여건 및 소비패턴 맞춤형 품종 개발 기반 구축

-동남아 현지 연구농장, 종자생산기지, 영업거점 확보 등으로 옥수수 종자 해외 수출기
반 구축

○국가 옥수수 품종개발 기술의 지식공유를 통하여 민간 종묘회사의 옥수수 품종개발 기
술 선진화

-국가의 옥수수 품종개발 기술지원을 통한 민간 종묘회사의 옥수수 품종 개발기술 선진
화

-옥수수의 해외 육종 기술 체계 확립과 수출 전용 품종 개발, 첨단 육종기술 실용화 축
진으로 세계 종자 시장의 중심국으로 진입

○수출 경쟁력을 갖춘 품종 육성을 통한 종자 주권 확보

-식량 안보 및 주권 확보뿐만 아니라 나아가 목표 국가 형질에 부합하는 내병성, 내재해
성 품종 개발을 통한 재배 안정성 확충으로 식량위기 대응 역량 강화

○민간 종묘회사의 현지 밀착형 옥수수 수출종자 브랜드화를 통한 옥수수 종자 수출시장
개척

-해외 현지 품종개발-종자생산-포장-유통-판매망 구축을 통한 민간 종묘회사의 옥수수
수출종자의 경쟁력 제고

-국립식량과학원+대학+민간종묘회사 협력을 통한 옥수수 수출품종 원천기술 확보와 브
랜드화로 옥수수 종자 수출국 대열 진입

○향후 세계 옥수수 종자시장에 진입하여 열대지역을 대상으로 옥수수 종자 수출 목표를
달성함으로써 세계 종자 강국 대열에 합류

○종자 가치 증대를 통한 시장 확보

-종자뿐만 아니라 기반 역량을 위한 다양한 분야와 동반 진출함으로써 수출목표
국가에서의 가치 창출

-가치 창출을 통해 수출목표 국가의 시장을 확보·선점하고 해당 국가에서의 가치 전유
를 통한 경제적 성과 창출

붙임. 참고문헌

Baek SB, Son BY, Kim JT, Lee JS, Bae HH, Kim SG, Lee SK, Lee BM, Seo MJ, Park CH, Lee JH, Park BY. 2015. Maize production and constraints to increasing productivity in Indonesia. *J Korean Soc Int Agric* 27(5): 609-613.

FAOSTAT. 2021. Food and agricultural organization of the united nations. FAOSTAT on-line database. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

Gerpacio, R.V., and P.L. Pingali. 2007. Tropical and subtropical Maize in Asia: Production Systems, Constraints, and Research Priorities. Mexico, D.F.: CIMMYT.

Korea Seed Variety Service (KSVS), MAFRA. 2019. KSVS on-line database. <http://www.seed.go.kr/seed/270/subview.do>. Accessed February 28, 2019.

Lee SK, Song JH, Baek SB, Kwon YU, Lee BM. 2015. Status of maize production and distribution in south east Asia. *Korean J Crop Sci* 60(3): 318-332.

Lee, JK, Kim NS, and Kim YS. 2017. Development of export promotion technology and export maize variety in East Asia. p. 14.

National Institute of Crop Science(NICS). 2019. 2019 Guide Book of Upland Crops Varieties
OECD/FAO. 2018. OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027: Grain. United States: OECD.

Rural Development Administration(RDA). 2012. Agricultural science technology standards for investigation of research. pp. 366-385.

Sudjono MS 1988. Penyakit jagung dan pengendaliannya. Dalam Subandi, M. Syam, dan A. Widjono. Jagung. Puslitbangtan Bogor.

White DG. 1999. Compendium of corn diseases. The American Phytopathological Society. pp 26.

Bartsch, M., E. Gobbato, P. Bednarek, S. Debey, J. L. Schultze, J. Bautor, and J. E. Parker. 2006. Salicylic acid - independent enhanced disease susceptibility1 signaling in Arabidopsis immunity and cell death is regulated by the monooxygenase FMO1 and the nudix hydrolase NUDT7. *Plant Cell* 18, 1038 - 1051.

- Jompatong, C., S. Jompatong, C. Jompuk, T. Sreewongchai, P. Grudloyma, C. Balla, and N. Prodmatee. 2013. Mapping of QTL affecting resistance against sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) in maize (*Zea mays* L.). *Maydica* 2013, 58, 119 - 126.
- Kim, K.-H., J. Moon, J. Kim, H. Kim, S. Shin, K. Song, S. Baek, and B.-M. Lee. 2016. Evaluation of maize downy mildew using spreader row technique. *Korean J. Crop Sci.* 61, 41 - 49.
- Li, D., H. Liu, H. Zhang, X. Wang, and F. Song. 2008. OsBIRH1, a DEAD-box RNA helicase with functions in modulating defence responses against pathogen infection and oxidative stress. *J. Exp. Bot.* 59, 2133 - 2146.
- Lohithaswa H. C., K. Jyothi, K. K. R. Sunil, Puttaramanaik, and S. Hittalmani. 2015. Identification and introgression of QTLs implicated in resistance to sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi* (Weston and Uppal) C.G. Shaw) in maize through marker-assisted selection. *J. Genet.* 94 (4): 741-748.
- Nagabhushan, H. C. Lohithaswa, and A. S. Pandravada. 2017. Construction of high-density linkage map and identification of QTLs for resistance to sorghum downy mildew in maize (*Zea mays* L.). *Mol. Breeding* 37, 2.
- Nair, S. K., B. M. Prasanna, A. Garg, R. Rathore, T. Setty, and N. Singh. 2005. Identification and validation of QTLs conferring resistance to sorghum downy mildew (*Peronosclerospora sorghi*) and Rajasthan downy mildew (*P. heteropogoni*) in maize. *Theor. Appl. Genet.* 110, 1384 - 1392.
- Nandeeshkumar, P., J. Sudisha, K. K. Ramachandra, H. Prakash, S. Niranjana, and S. H. Shekar. 2008. Chitosan induced resistance to downy mildew in sunflower caused by *Plasmopara halstedii*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 72, 188 - 194.
- Reuveni, R., M. Shimoni, and I. Crute. 1991. An association between high peroxidase activity in lettuce (*Lactuca sativa*) and field resistance to downy mildew (*Bremia lactucae*). *J. Phytopathol.* 132, 312 - 318.
- Reuveni, R and Z. Karchi. 1987. Peroxidase activity—a possible marker for resistance of melon against downy mildew. *Phytopathology* 77, 1724.
- Yu, D.-J., S.-M. Wang, and K. B. Song. 2010. Dehydration of *Opuntia ficus-indica* and *Aloe vera* slices using polyethylene glycol and comparison with other drying methods. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.* 39(7), 1024-1029.

Zaman-Allah, M., P. H. Zaidi, S. Trachsel, J. E. Cairns, M. T. Vinayan, and K. Seetharam. 2016. Phenotyping for abiotic stress tolerance in maize drought stress (Mexico: CIMMYT).

연구개발보고서 초록

프로젝트명	(국문) 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성				
	(영문) Developing and exporting corn varieties for adaptation to tropical area				
프로젝트 연구기관	아시아종묘(주)	프로젝트연구 책임자	(소속) 아시아종묘(주)		
참여기업	국립식량과학원, 동국대학교		(성명) 이상규		
총연구개발비 (천원)	계	3,202,500	총 연구 기간	2017. 01. 01. ~ 2021. 12. 31. (5년)	
	정부출연 연구개발비	2,750,000	총 참 여 수 원	총 인원	177
	기업부담금	452,500		내부인원	140
	연구기관부담금			외부인원	37

■ 연구개발 목표 및 성과

< 최종목표 : 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 종자수출(판매) 500만\$ 달성 >

- 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발 : 6품종
 - 열대지역 적응 사료용 옥수수 품종 개발 : 4품종
 - 열대지역 소비기호 맞춤형 식가공용 옥수수 품종 개발 : 2품종
 - * 현지 선도품종 대비 수량성 105%, 내재해성 등
- 개발 품종의 종자생산체계 구축 및 종자 수출(판매) 목표 달성
 - 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 내재해성 및 내병성 분자마커 개발
 - 개발 품종의 열대지역 적응성 검정
 - 수출용 옥수수 개발 품종의 종자 생산성 검정
 - 종자판매 확대를 위한 마케팅 전략 수립
 - 열대지역 500만\$ 옥수수 종자수출(판매) 달성
- 열대지역 적응 수출용 품종 개발을 위한 내재해성 및 내병성 분자마커개발
 - RIL 집단을 이용한 QTL 분석 및 유전자 지도 작성
 - 내건성 및 노균병 저항성 관련 유전자 및 분자마커의 데이터베이스화

○ 연구성과 목표 대비 실적

성과목표	품종개발		특허		논문		유전자원등록	계통육성		기반구축				마케팅기반확보	국내매출액	현지생산판매액	기술이전	현지법인운영	종자교역회참여	학술발표
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		육성계통수	우량교잡계선발	육종기지운영	적응성검정	전시/실증포	생산거점확보							
최종목표	6	6	1	1	3	6	60	30	12	5	22	5	4	21		500	6	5	5	5
실적	8	2*	3	3	4	7	113	134	43	5	33	11	4	44		43.0	5	5	14	8
종료차단																	1			
달성도 (%)	초과	2*	초과	초과	초과	초과	초과	초과	초과	100	초과	초과	100	초과		8.6	100	100	초과	초과

*품종개발 등록은 출원 후 국립종자원의 재배시험 결과 확인 후 순차적으로 등록 예정
 - 품종 등록 및 종자수출액을 제외한 모든 성과 지표를 100% 또는 초과 달성함

■ 연구내용 및 결과

<1세부프로젝트>

○ 열대지역 적응 유전자원 수집 및 특성조사 : 499계통

- (2017) 국립식량과학원 육성 자원 213계통의 생육 특성을 조사 완료하고 육종재료로 활용
- (2018) 열대 적응 육성 자원 69계통의 생육 특성을 조사 완료하고 육종재료로 활용
- (2019) 열대 적응 육성 자원 87계통의 생육 특성을 조사 완료하고 육종재료로 활용
- (2020) 열대 적응 육성 자원 130계통의 생육 특성을 조사 완료하고 육종재료로 활용
- (2021) 열대 적응 육성 자원 116 고세대 자식계통의 한국 적응성 평가하고 육종재료로 활용

○ 육성 자원의 종자은행 기탁 : 113점

- (2017) 17V1S6003 등 육성자원 40점을 농촌진흥청 종자은행에 기탁('17.9.13) : inbred 30점, hybrid 10점
- (2019) 18VL01 등 육성자원 73점을 농촌진흥청 종자은행에 기탁('19.7.9) : inbred 73점

○ 유망자원 및 계통 선발 : 우량 자식계통 134, 신규 교잡계 969 양성

- (2017) 분리세대 305 집단 648계통을 공시하여 263집단 847계통을 선발 → inbred 47
- (2018) 분리세대 175 집단 509계통을 공시하여 148집단 399계통을 선발 → inbred 34
- (2019) 분리세대 33 집단 118계통을 공시하여 32집단 40계통을 선발 → inbred 40
- (2020) 유전자원 고세대 자식계통 130계통을 공시하여 13계통을 선발 → inbred 13
- (2021) 유전자원 고세대 자식계통 116계통을 공시하여 한국 적응성 계통 11계통을 선발
- (2017) 생예 공시용 신규 교잡계 양성 : 14VK01 등 287 교잡계
- (2018) 생예 공시용 신규 교잡계 양성 : CL2/14K26 등 279 교잡계
- (2019) 생예 공시용 신규 교잡계 양성 : 14K8/14K26 등 280 교잡계

(2020) 생예 공시용 신규 교잡계 양성 : 17VL33/14K8 등 123 교잡계

○ 생산력검정시험 : 43 우량 교잡계 선발

- (2017) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세22호~아세28호 등 7 교잡계 선발
 - (2018) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세29호~아세41호 등 13 교잡계 선발
 - (2019) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세42호~아세53호 등 12 교잡계 선발
 - (2020) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세54호~아세60호 등 7 교잡계 선발
 - (2021) 신규 지역적응시험 공시 교잡계 선발 : 아세61호~아세64호 등 4 교잡계 선발
- * 베트남, 캄보디아, 인도네시아, 말레이시아 등 4개국에서 적응성시험

○ 지역적응시험 : KM1~KM7 등 7품종을 개발 및 출원(출원 : 국립종자원7, 베트남 1)

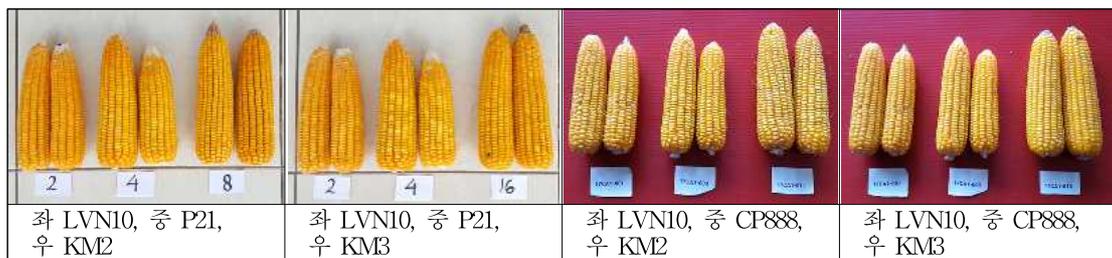
- (2017) 식가공 및 사료용 ‘아세9호’(인도네시아)와 ‘아세13호’(캄보디아)를 선발.
 - 아세9호와 아세13호는 각각 ‘KM2’ 및 ‘KM3’로 명명하여 국립종자원에 출원(2018. 3. 21)
 - * 2016년 선발한 ‘아세7호’는 ‘KM1’으로 국·내외 품종출원을 완료함(국립종자원 17.3.9, 베트남 ‘18.3.9)

<KM2와 KM3의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			수량(kg/10a)		도복 (1-9)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	적응국가
				길이 (cm)	착립장률 (%)	직경 (cm)	총실중	지수				
P21 [↓]	54	288	43	18.5	96	5.4	687	100	1	1	0	인도네시아
KM2	52	279	36	20.2	93	5.3	784	114	1	2	1	
ts	0.87 ^{ns}	1.14 ^{ns}	1.79 ^{ns}	5.65 ^{***}	2.47 [*]	1.75 ^{ns}	1.86 ^{ns}	-	-	-	-	
CP888 [♂]	53	220	60	17.9	90	4.4	724	100	1	1	0	캄보디아
KM3	51	217	54	19.5	90	5.1	913	126	1	1	0	
ts	1.76 ^{ns}	0.44 ^{ns}	5.48 ^{***}	2.68 [*]	0.06	13.39 ^{***}	3.18 [*]	-	-	-	-	

[↓] P21 : 인도네시아 선도품종, [♂] CP888 : 캄보디아 선도품종

※ Student's T-test at the each propability level(*** : P < 0.001, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



좌 LVN10, 중 P21, 우 KM2

좌 LVN10, 중 P21, 우 KM3

좌 LVN10, 중 CP888, 우 KM2

좌 LVN10, 중 CP888, 우 KM3

<인도네시아(건기)>

<캄보디아(우기)>

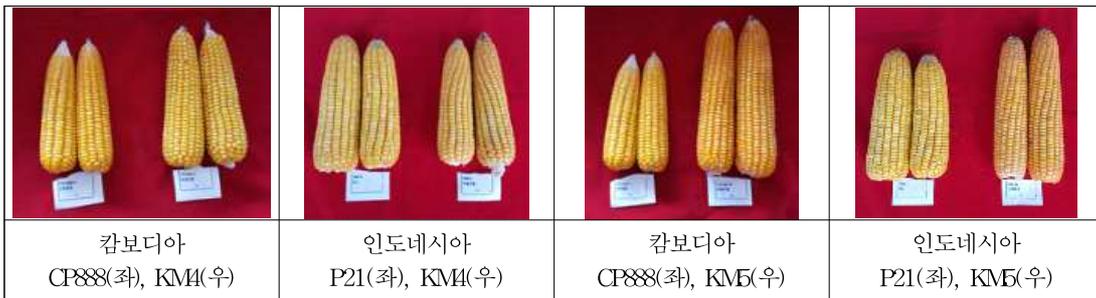
- (2018) 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세12호’와 ‘아세25호’를 선발하여 각각 ‘KM4’와 ‘KM5’로 명명함

<KM4와 KM5의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			수량(kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	조단 백질 (%)	총진분 (%)	적용 국가
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수							
P21 [↓]	54	292	43	18.6	95.1	5.2	652	100	2	1	4	1	8.6	71.5	인도네시아
KM4	53	283	41	19.2	94.5	4.8	721	110	1	1	2	1	8.9	68.6	
ts	0.60 ^{ns}	1.34 ^{ns}	0.66 ^{ns}	1.54 ^{ns}	0.72 ^{ns}	6.81 ^{**}	0.87 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	
CP888 [♯]	59	230	60	17.8	91.8	4.3	606	100	0	1	-	1	9.1	65.2	캄보디아
KM4	57	216	52	18.4	92.6	4.9	684	113	0	1	-	1	10.2	66.4	
ts	1.33 ^{ns}	2.34 [*]	8.84 ^{**}	0.85 ^{ns}	0.56 ^{ns}	5.17 ^{**}	1.02 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	
LCH9 [♯]	74	186	50	18.4	94.5	4.8	680	100	-	-	-	1	7.4	68.5	베트남
KM5	74	195	52	18.7	96.9	4.8	695	102	-	-	-	1	7.2	68.0	
ts	0.00 ^{ns}	1.02 ^{ns}	1.01 ^{ns}	0.43 ^{ns}	1.87 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.35 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	
P21 [↓]	56	281	47	17.9	94.6	5.3	634	100	3	1	3	1	8.2	69.9	인도네시아
KM5	59	302	51	21.0	94.2	4.9	678	108	2	2	2	1	7.8	68.6	
ts	1.52 ^{ns}	2.70 [*]	1.43 ^{ns}	5.51 ^{**}	0.25 ^{ns}	3.66 ^{**}	0.98 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	
CP888 [♯]	57	210	60	16.5	92.3	4.3	599	100	1	1	-	1	9.0	68.1	캄보디아
KM5	55	223	56	20.6	95.7	5.0	764	127	1	1	-	1	9.7	67.1	
ts	0.78 ^{ns}	1.00 ^{ns}	4.59 ^{**}	8.21 ^{**}	2.41 [*]	7.92 ^{**}	2.23 [*]	-	-	-	-	-	-	-	

[↓] P21 : 인도네시아 선도품종, [♯] CP888 : 캄보디아 선도품종, [♯] LCH9 : 베트남 선도품종

* Student's T-test at the each propability level(**: P < 0.01, *: P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



- (2019) 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세24호’를 선발하여 ‘KM6’로 명명함(2019. 11월 국립종자원 출원)

<KM6의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			수량(kg/10a)		백립 중 (g)	깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	녹병 (0-9)	도복 (1-9)	조단 백질 (%)	총진분 (%)	비 고
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)	종실중	지수								
LCH9 [↓]	67	184	52	18.0	94.8	4.8	716	100	35.6	-	-	-	1	7.4	68.5	베트남
KM6	68	174	47	18.0	94.4	5.0	699	98	38.8	-	-	-	2	7.4	69.4	
ts	1.35 ^{ns}	1.27 ^{ns}	3.88 ^{**}	0.15 ^{ns}	0.22 ^{ns}	3.51 ^{**}	0.51 ^{ns}	-	2.87 [*]	-	-	-	-	-	-	
CP888 [♯]	55	201	58	16.9	92.7	4.4	721	100	-	2	0	-	1	8.3	65.6	캄보디아
KM6	54	196	54	20.3	91.9	5.0	755	105	-	1	1	-	1	8.4	66.5	
ts	2.36 [*]	0.92 ^{ns}	3.67 ^{**}	15.4 ^{**}	0.69 ^{ns}	8.79 ^{**}	0.80 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	
P21 [♯]	58	298	45	18.4	95.8	5.5	659	100	-	3	0	2	1	8.9	69.4	인도네시아
KM6	58	307	44	21.9	94.2	4.9	718	109	-	3	0	2	1	9.4	66.4	
ts	0.20 ^{ns}	1.58 ^{ns}	0.46 ^{ns}	8.5 ^{**}	4.63 ^{**}	2.39 [*]	2.04 ^{ns}	-	-	-	-	-	-	-	-	

[↓] LCH9 : 베트남 선도품종, [♯] CP888 : 캄보디아 선도품종, [♯] P21 : 인도네시아 선도품종

* Student's T-test at the each propability level(**: P < 0.01, *: P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



베트남
LVN10(좌), 케이엠6(우)

캄보디아
CP888(좌), 케이엠6(우)

인도네시아
P21(좌), 케이엠6(우)

- (2020) 베트남, 인도네시아, 캄보디아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종 ‘아세46호’를 선발하여 ‘KM7’로 명명 예정(2021. 14월 국립종자원 출원)

<KM7(아세46호)의 생육특성 및 수량성 >

품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			백립 중 (g)	수량(kg/10a)		깨씨 무늬병 (0-9)	노균병 (0-9)	도복 (1-9)	비 고
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)		종실중	지수				
LCH9 [↓] 아세46호 ts	61 62 0.50 ^{ns}	201 191 1.44 ^{ns}	53.4 52.7 0.45 ^{ns}	19.3 21.5 5.49 ^{**}	95.8 95.6 0.16 ^{ns}	4.8 4.8 0.16 ^{ns}	36.0 40.6 2.12 [*]	666 842 2.33 [*]	100 126 -	- - -	- - -	1 1 -	베트남
CP888 [↓] 아세46호 ts	57 57 0.15 ^{ns}	200 194 0.56 ^{ns}	54.9 52.8 1.11 ^{ns}	18.9 22.9 8.01 ^{**}	96.3 96.2 0.22 ^{**}	4.6 4.8 2.41 [*]	24.9 33.1 4.99 ^{**}	650 831 2.27 [*]	100 128 -	4 3 -	0 0 -	1 2 -	캄보디아
P21 [↗] 아세46호 ts	60 59 0.20 ^{ns}	289 288 0.03 ^{ns}	48.0 44.9 1.17 ^{ns}	19.1 20.9 4.45 ^{**}	92.8 98.2 4.29 [*]	4.7 5.3 5.40 ^{**}	- - -	608 950 3.31 [*]	100 156 -	- - -	2 2 -	1 1 -	인도네시아

[↓] LCH9 : 베트남 선도품종, [↓] CP888 : 캄보디아 선도품종, [↗] P21 : 인도네시아 선도품종

※ Student's T-test at the each propability level(** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



<LCH9> <아세46호>
베트남



<CP888> <아세46호>
캄보디아



<P21> <아세46호>
인도네시아

- (2021) 베트남, 말레이시아 등 열대지역 적응 식가공용 및 사료용 품종으로 유망한 ‘아세57호’를 선발함

<아세57호의 생육특성 및 수량성 >

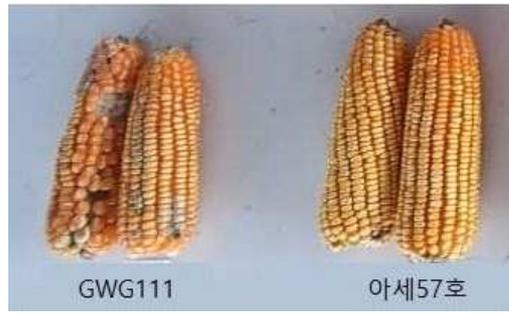
품종명	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	이삭특성			백립 중 (g)	수량(kg/10a)		도복 (1-9)	비 고
				길이 (cm)	착립 장률 (%)	직경 (cm)		종실중	지수		
LCH9 [↓] 아세57호 ts	57 56 ∞ ^{**}	191 188 0.28 ^{ns}	42.7 42.1 0.35 ^{ns}	18.9 18.2 2.12 ^{ns}	93.5 93.9 0.23 ^{ns}	5.2 6.2 6.36 ^{**}	37.9 45.4 2.37 ^{ns}	799 1,089 2.90 [*]	100 136 -	1 1 -	베트남
GWG111 [↓] 아세57호 ts	49 51 2.36 ^{ns}	181 221 4.52 [*]	61.5 54.3 3.08 ^{ns}	15.1 16.8 2.98 ^{ns}	- - 0.22 ^{**}	5.4 5.4 0.05 [*]	37.3 31.3 3.34 ^{ns}	718 982 2.77 ^{ns}	100 137 -	1 1 -	말레이시아

[↓] LCH9 : 베트남 선도품종, [↓] GWG111 : 말레이시아 선도품종

※ Student's T-test at the each propability level(** : P < 0.01, * : P < 0.05, ns : P ≥ 0.05)



<LCH9> <아세57호>
베트남



<GWG111> <아세57호>
말레이시아

<2세부프로젝트>

연구범위	연구결과 요약
육성 거점 운영 및 개발 품종, 현지 리딩품종의 지역적응성 검정 지원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 육성거점 및 현지 대표사무소 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 열대지역 적응 우수 품종 개발을 위한 육성 거점 운영: 베트남 동치우 - 대표사무소 운영: 신품종 홍보 및 인력 수급을 위한 역할 수행(2020년 8월 24일 자격 재 갱신) ○ 개발품종의 지역적응성 검정 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 개발품종 및 현지 리딩품종의 지역적응성 검정: 베트남, 캄보디아, 인도네시아, 말레이시아 등 4개소에서 시험 - 신품종의 현지 적응성 및 리딩 품종과의 생육 및 수량성 비교
수출용 옥수수 개발품종의 종자생산성 검정 및 확대	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자처리 및 가공 기술 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 현지 종자 선별 기술, 종자 소독처리, 종자 건조 등의 종자생산 처리 기술 분석 ○ 종자생산을 위한 생산기지 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 말레이시아 조호바루 주: 토지, 건조시설, 저장창고 등 확보 - 베트남 농장 인근 채종 전문 회사 확보: F1종자 채종 risk 감소 - F1종자 생산: 베트남 ○ 채종안정성 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 개발품종의 채종안정성 검정 시험: 베트남 육성 거점 및 위탁 생산 업체에서 진행
열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케팅 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현지 시장 현황 조사 및 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 타깃 지역별 현지 시장 현황 조사 - 열대지역 국가들의 옥수수 수출입 현황, 소비 및 제고 등의 자료 분석

연구범위	연구결과 요약
	<p>○ 수출예상 지역별 마켓 포지셔닝 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수출 예상 국가의 제도 및 법규, 마켓 포지셔닝 분석 및 육종 방향 설정 - 우수 교잡계의 딜러 선호도 체크: 선발 및 시장 진입 방향 설정 <p>○ 종자판매 전략 수립</p> <ul style="list-style-type: none"> - 가격, 기술 및 품질 경쟁력을 강화하여 종자판매 점유율 확대 - 지역별 현지화를 통해 해외시장 확대전략: 해외 진출 로드맵 설정 <p>○ 개발품종의 판매 및 점유율 확대 방안</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 전시(시험)포 운영: 2017년 국내 1개소 / 2018년 국내1개소, 해외1개소 / 2019년 국내 1개소, 해외 2개소 / 2020년 국내1개소, 해외 6개소 / 2021년 해외 2개소 - 현지 품종 평가회: 2018년 1회, 2020년 1회 - 바이어 초청: 2017년 15회, 2018년 11회, 2019년 9회 - 종자판매를 위한 유관기관과의 협력 프로젝트 추진 - 종자교역회 참가: 2017년 2회, 2018년 2회, 2019년 3회, 2020년 1회, 2021년 2회 - MOU체결(2018년): 품종개발, 종자생산·판매, 종자활용 및 기술 확산 등 3개 기관(식량종자사업단, 코웰메트라, 아시아종묘)의 3개 기업이 협업하여 종자수출 활성화 - 홍보책자발간: 2018년 1건, 2020년 1건 - 홍보: MOU체결 관련 보도매체 기사 4건, 해외 현장평가회 관련 보도매체 기사 5건(2018년), 사업 홍보 마케팅 기사 1건(2019년) - 기술이전: 현지 적응형 개발 품종의 판매를 위한 기술 이전 5건 <p>○ 마케팅 인적 인프라 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수출 확대를 위한 유통 및 마케팅 인프라 구축: total 88개소 - 해외 마케팅 전문 인력 양성 <p>○ 국가별 종자 판매권 확보 및 수출</p> <ul style="list-style-type: none"> - 종자 판매 430,830불 및 판매 업체 수 53개소 확보

<2세부 위탁>

1. 분자마커 개발을 위한 RIL 집단 육성

가. 열대지역 유래 유전자원을 이용한 RIL 집단 육성

○B73 x Ki11 F7 203개 집단, Ki11 x Ki3 F6 216개 집단 육성.

2. 내건성 및 노균병 저항성 선발을 위한 분자마커 개발

가. 내건성 관련 분자마커 및 발현마커 적용 및 평가

○내건성 관련 분자마커 적용 및 평가

- 26개 NAM parent line을 기준으로 설정한 마커 조합과 *de novo* marker 조합이 가장 신뢰도가 높고 실용화 가능성이 높은 내건성 관련 분자마커라고 판단됨.

○내건성 관련 발현마커의 적용 및 평가

- *de novo* marker 분석 결과 유묘기 지상부에서 반응하는 transcript_1, 12, 34, 35, 40을 발굴함.

나. RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발

○RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커의 유전자 기능 평가

- Ki11, Ki3, B73, 강다옥의 leaf, tassel, silk 샘플에 17개 발현마커를 적용
- 내건성 품종인 Ki11의 silk에서 발현마커 4개 (GRMZM2G076723, GRMZM2G137046, GRMZM2G301934, GRMZM2G440866)의 발현량이 증가함. tassel에서는 GRMZM2G301934이 발현량이 증가함. GRMZM2G301934의 경우 Ki11과 B73에서 모두 증가하는 것으로 나타나 ASI와 관련 있는 유전자라고 판단됨.
- 내건성 품종 Ki11을 기준으로 조직별 발현량을 비교분석하여 6개 유전자 선발: GRMZM2G076723, GRMZM2G137046, GRMZM2G301934, GRMZM2G440866, GRMZM2G139977, GRMZM2G378580
- V7과 V9 stage에서 한발 스트레스 처리 후 qRT-PCR로 발현량을 비교 분석: GRMZM2G076723 과 GRMZM2G137046은 내건성에 관여하는 유전자로 판단됨.
- 생식생장기(tassel이 발달되는 시기지만 지엽 밖으로 나오지 않고 tassel이 손으로 잡힐 때)에 한발 스트레스를 처리 후 qRT-PCR 발현량 비교 분석: 이전에 선발된 GRMZM2G076723 유전자에서 다시 한 번 내건성에 관여하는 유전자로 확인됨.

○B73 RNA-seq data module 분석을 통한 내건성 관련 유전자 발굴

- 조직 및 stage 별 내건성 특이 유전자 발굴을 위해서 NCBI database에서 B73 RNA-seq data 144개를 수집함.
- 수집한 data는 BBDUK tool, STAR tool, HTSeq softwar, WGCNA tool을 이용하여 module을 분석함.
- 총 38개 module 중 내건성 관련하여 heatmap과 발현량을 비교분석한 결과 6개 module 선발: darkgrey, lightlink4, novajowwhite2, red, salmon, salmon4
- 생식생장기에 한발 스트레스 처리 후 qRT-PCR 발현량 비교 결과 4개의 유전자가 내건성에 관여하는 것으로 판단: GRMZM2G328988_T01, GRMZM2G479556_T01, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02
- 생식생장기에 한발 스트레스 처리 이후 recovery된 샘플을 이용하여 qRT-PCR 분석 결과 GRMZM2G328988_T01, GRMZM2G099160_T01, GRMZMeG470556_T01, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02, GRMZM2G077844_T02 등 선발: 내건성 품종에서 down되는 지표를 이용함.
- 배양실(실내 공간)에서 영양생장기(7-8엽기)에 한발 스트레스와 recovery를 통해 내건성에 관여

하는 유전자로 9개 선발: GRMZM2G139977, GRMZM2G378580, GRMZM2G075900_T01, GRMZM2G328988_T02, GRMZM2G360455_T04, GRMZM2G137046, GRMZM2G139977, GRMZM5G895046_T01, GRMZM2G470556_T01, GRMZM2G118344_T01, GRMZM2G360455_T04

○실내에서 옥수수 한발 스트레스 평가를 위한 실내 검정지표 설정

- 계절적으로 실외 실험이 불가할 때 배양실에서 쉽게 이용할 수 있는 연구 시스템을 구축함.
- 배양실에서 영양생장기(6-8엽)에 한발 스트레스를 처리하여 식물체의 표현형과 내건성 관련 평가 지표를 동시에 빠르고 쉽게 확인이 가능함.

다. 노균병 저항성 관련 QTL 마커 분석

○RIL 집단을 이용한 QTL 유전자 지도 작성

- B73 x Ki11 F7 192 line을 이용하여 노균병 저항성 관련 QTL 분석 수행. 7개 QTL을 발굴하여 left, right flanked marker 근처에 존재하는 후보 유전자 32개를 이용한 qRT-PCR 분석 수행. 노균병 저항성과 관련 있을 것으로 판단되는 최종 16개의 후보 유전자 발굴.

○노균병 저항성 후보 유전자 선발

- 노균병 저항성 관련 후보 유전자 선발을 위해 QTL 지역에 존재하는 전사체를 수집함. 전체 62개 전사체 중 15개 전사체에서 노균병 저항성과 감수성 품종에서 발현량 패턴의 차이가 보임.
- 수집된 62개 전사체의 서열정보를 이용하여 Pfam domain을 분석함. AC210003.2_FG004, GRMZM2G342564, GRMZM2G040095, GRMZM2G028643, GRMZM2G128315, GRMZM2G330907 등은 병 저항성에 영향을 미치거나 연관이 있는 것으로 알려져 있음.
- 노균병 저항성 QTL 분석을 통해 QTL을 발굴하고, 해당 지역에 존재하는 전사체를 선발하여 qRT-PCR을 통해 발현량 패턴을 분석함.
- 이전에 선발된 후보전사체 중 Ki11에서 발현이 높은 전사체와 노균병에 감염된 감수성 계통의 발현이 높은 전사체 위주로 선별하여 RT-PCR을 분석함: 최종적으로 7개의 전사체 (GRMZM2G000816, GRMZM2G131733, GRMZM2G091201, GRMZM2G106190, GRMZM2G137118, GRMZM2G122410, GRMZM2G106140)를 추가로 발굴함.

라. 노균병 저항성 발현양상 분석

○개발된 마커를 활용하여 노균병 저항성 여부 및 활용도 검정

- 노균병 저항성 관련 유전자라고 판단되는 *Bak1*을 이용한 Y2H library를 구축.
- 이전년도 연구 결과와 당해년도 QTL 분석 결과를 토대로 노균병 저항성과 관련이 있을 것으로 판단되는 6번 염색체 지역을 선정하였으며 해당 부위에 존재하는 후보 유전자 38개를 선발하여 발현마커를 제작함. qRT-PCR을 통해 노균병 저항성과 관련 있을 것으로 판단되는 5개 후보 유전자(GRMZM2G067122, GRMZM2G171139, GRMZM2G129247, GRMZM2G122709, GRMZM2G129288)를 선발함.

○발굴된 전사체의 SNP 분석을 통한 population에서 마커 검정

- 전사체 분석으로 발굴된 노균병 저항성 관련 전사체들에 대하여 gene-based 마커로 개발하기 위하여 발굴 전사체 *OFP*와 *Ppr*에 대한 full length gene을 발굴함.

- *Ppr*의 SNP를 중심으로 HRM을 분석한 결과 B73과 Ki11에서 명확한 SNP가 발굴됨.
- *Bak1*, *Ppr*, SLC35F1 등 노균성 후보 유전자들에 대하여 특이적 SNP를 탐색하여 HRM을 수행함.
- 노균성 후보 유전자 *Bak1*, *Ppr*, SLC35F1의 SNP를 활용하여 다중 비교했을 경우 감염율 15% 이하의 저항성 계통을 완벽하게 선별이 가능함.

○Yeast two hybrid를 통한 상호작용 유전자 발굴 및 노균병 저항성 메커니즘 검정

- 선행연구에서 발굴된 노균병 저항성 후보 전사체인 *Bak1*에 대하여 상호작용을 하는 유전자군을 발굴하기 위하여 yeast two hybrid를 수행함.
- 추가로 노균병 마커로 개발 중인 *Ppr*을 이용하여 pGBT9 벡터에 subcloning을 수행하여 벡터를 구축함.

■ 연구성과 활용실적 및 계획

아시아종묘에서 ‘케이엠3’, ‘케이엠5’, ‘케이엠6’, ‘케이엠7’ 품종을 동남아시아 국가 수출용 품종으로 통상실시로 기술이전을 받았다. 이 옥수수 교잡계 품종들은 동남아시아 옥수수 문제 병해인 노균병에 강하고 녹병과 깨씨무늬병에도 잘 걸리지 않고 쓰러짐에도 강하여 내재해성이 좋아 동남아시아 국가의 옥수수 종자시장 개척에 기여할 수 있을 것이다. 본 프로젝트를 통해 육성한 열대지역 적응 옥수수 자원을 활용하여 국내에 잘 적응하는 조사료용 옥수수 초다수성 품종 개발의 육종 소재로 활용할 수 있을 것으로 생각된다. 민간 종자기업과 공동으로 옥수수 품종개발 프로젝트를 수행하면서 옥수수 육종기술을 기업에 공유하였고 옥수수의 해외 육종체계를 확립하였다. 향후 민간 종자기업이 해외 옥수수 종자시장에 진출하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

자체평가보고서

사업단명	식량중자사업단	과제번호	213009-05-5-CG700		
프로젝트명	열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성				
프로젝트연구기관	농업회사법인 아시아종묘(주)				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	이 상 규			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	국립식량과학원	성 명	신성휴
		기관(부서)	동국대학교	성 명	이병무
		기관(부서)		성 명	
		기관(부서)		성 명	
연구기간	총 기 간	2017. 01. 01. ~ 2021. 12. 31 60개월	당해 연도 기간	2021. 01. 01. ~ 2021. 12. 31	
연구비(천원)	총 규 모	3,202,500	당해 연도 규모	646,250	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행 계획대로 진행 계획대로 진행되지 못함

○ 계획대로 수행되지 않은 원인은?

코로나19사태로 인한 해외 출장이 자유롭지 못해 연구기간 막바지 2년간 마케팅 및 품종홍보에 차질을 빚었지만, 전체적으로 계획에 맞게 진행됨

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상외 성과 얻음 어느 정도 얻음 얻지 못함

성과목표	품종개발		특허		논문		유전자원등록	계통육성		기반구축				마케팅기반확보	국내매출액	현지생산판매액	기술이전	현지법인운영	종자교역회참여	학술발표
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		육성계통수	우량교잡계선발	육종기지운영	적응성검정	전시/실증포	생산거점확보							
최종목표	6	6	1	1	3	6	60	30	12	5	22	5	4	21		500	6	5	5	5
실적	8	2*	3	3	4	7	113	134	43	5	33	11	4	44		43.0	5	5	14	8
종료차단																	1			
달성도 (%)	초과	2*	초과	초과	초과	초과	초과	초과	초과	100	초과	초과	100	초과		8.6	100	100	초과	초과

*품종개발 등록은 출원 후 국립종자원의 재배시험 결과 확인 후 순차적으로 등록 예정
 - 품종 등록 및 종자수출액을 제외한 모든 성과 지표를 100% 또는 초과 달성함

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

- 그동안 수출용 품종 개발이 전무하였으나, 동남아시아 적응 품종을 개발하여 보유하게 됨
- 본 프로젝트를 수행함으로써 육종 역량과 범위가 확대되었고 열대지역 현지에 적응하는 우량 계통과 교잡계를 육성하여 보유하게 된 것은 현재까지의 큰 성과라 할 수 있음
 - 열대지역 적응 유전자원 수집 및 특성조사 : 499계통
 - 육성 자원의 종자은행 기탁 : 113점
 - 유망자원 및 계통 선발 : 우량 자식계통 134, 신규 교잡계 969 양성
 - 생산력검정시험 : 43 우량 교잡계 선발
 - 지역적응시험 : 현지 적응형 KM1~KM7 등 7품종을 개발 및 출원
 - 기술이전 : 통상실시 5건
- 생산시스템 기술개발
 - 종자 소독처리 가공 기술 분석
 - 해외 채종 적지 탐색

3-2 과학적 성과

- 옥수수 품종육종의 효율을 높일 수 있는 분자유전학적 기초기술 개발 및 구축
 - 내재해성 및 내병성 유전 집단을 육성함으로써 국내에 부족한 옥수수 기초연구 자료로 활용
 - 내건성 및 노균병 저항성 관련 마커들의 개발로 선발지표 및 검정체계 구축
 - 내건성 및 노균병 유전 RIL 집단 육성을 통해 phenotyping과 genotyping 연구가 동시에 가능
- 분자마커 개발 및 유전자 지도 작성
 - QTL 마커 조합을 이용한 한발 내성 및 감수성 품종 선발

- 노균병 저항성 관련 QTL 마커 분석을 통한 transcript 발굴
- RNA-seq data 분석을 통한 DEGs, DEIs와 SNVs, MNVs, INDEL 등 variants 정보 발견

3-3 경제적 성과

- 열대지역 국가별 아시아종묘 기업 홍보
- 기업 홍보 자료 발간
- 외국 바이어 초청, 시교사업, 품평회 등을 통한 브랜드 이미지 제고

3-4 사회적 성과

- 열대지역에 적응하는 옥수수 품종을 개발함으로써 육종 범위의 확대와 식량작물 종자 수출을 위한 기반을 확보 함

3-5 인프라 성과

- 기반기술 개발 및 구축
 - 베트남 현지 육종거점 확보(베트남 동치우)
 - 동남아 현지 지역적응성 site확보(4개소)
 - 종자생산 및 저장에 위한 위탁업체 구축
- 마케팅 인프라 구축
 - 마케팅 기반 확보(종자회사, 딜러 등): 44개소
 - 종자 판매 업체 확보: 53개소
- 옥수수 한발 및 노균병 관련 연구인력 양성
 - 본 연구를 수행함으로써 옥수수 한발 및 노균병 관련 연구인력 양성

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

- 공헌했음 현재로서 불투명함 그렇지 않음

5. 경제적인 측면에서 종자산업의 수출증대와 수입대체에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음 현재로서 불투명함 그렇지 않음

6. 얻어진 성과와 발표상황

6-1 경제적 효과

- 기술료 등 수익 수 익 : 통상실시료 3,452,400원
- 기업 등에의 기술이전 기업명 : 아시아종묘
- 기술지도 등 기업명 :

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

- 없다 약간 조정필요 전반적인 조정필요

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족 보통 미흡

(근거 : 경쟁력 있는 품종개발을 완료하였으며 실제로 수출이 이루어졌음)

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

가. 연구 성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

- 충분 보통 불충분

나. 연구 성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

- 충분 보통 불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

- 충분 보통 불충분

나. 향후 계속 참여 의사는? (※중간·단계평가에 한함)

- 충분 고려 중 중단

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

- 확대 동일 축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

- 즉시 기업화 가능 수년 내 기업화 가능 기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
프로젝트 책임자	아시아종묘(주)	차장	이상규 (인)



[별첨 2]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
프로젝트명	열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성			
프로젝트 연구기관	아시아중묘(주)		프로젝트연구책임자	이 상 규
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	2,750,000,000	452,500,000		3,202,500,000
연구개발기간	2017. 01. 01. ~ 2021. 12. 31. 60개월			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타 <input type="checkbox"/> 미활용			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
<p>① 열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 열대지역 재래종 등 유전자원 수집 및 특성평가와 유용 옥수수 유전자원 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 내건성, 노균병 저항성, 조숙성, 현지 소비기호 특성, 종실 특성 등 ○ 열대지역 적응 사료용 및 식가공용 옥수수 품종 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수의 용도별 유망 유전자원 등을 활용한 자식계통 육성 - 옥수수 우량 자식계통의 조합능력 및 교잡계 생산력 검정시험 ○ 열대지역 적응 우량 계통 및 품종 선발을 위한 지역적응성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 동남아 지역 3개소(베트남, 캄보디아, 인도네시아 등) ○ 현지 개발 우량 교잡계의 채종안정성, 종자 생산성 검정 및 기술 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 모·부본의 개화기 일치, 부분의 화분특성, 모본의 이삭크기, 수량성 등 ○ 개발 품종의 시장 보급 확대를 위한 육종기술 이전 및 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열대지역 적응 유전자원 및 육성자원 499계통에 대하여 생육특성 등을 조사하였고, 육성한 자식계통 103점과 교잡계 10점을 종자은행에 기탁하였음 ○ 열대지역 적응 우량 자식계통 121계통을 육성하고 신규 교잡계 969계통을 양성하여 교잡계 품종 개발에 활용하였음 ○ 교잡계를 생산력검정시험하여 우량 교잡계 43 계통을 선발하고 지역적응시험을 실시하여 아세7호, 아세9호, 아세13호, 아세12호, 아세25호, 아세24호, 아세46호를 우량 교잡계로 선발하였음 ○ 선발한 우량 교잡계를 케이엠1(아세7호), 케이엠2(아세9호), 케이엠3(아세13호), 케이엠5(아세25호), 케이엠6(아세24호), 케이엠7(아세46호)으로 한국에 품종출원 완료하였음 <ul style="list-style-type: none"> - 케이엠1은 베트남에도 품종출원 완료하였음('18.3.9.) ○ 케이엠3, 케이엠5, 케이엠6, 케이엠7은 아시아중묘에 통상 실시함

<ul style="list-style-type: none"> - 열대지역 적응 옥수수 우량 교잡계 품종 출원 및 등록 - 육종기술 및 종자생산 기술 이전 및 지원 	
<p>② 열대지역 옥수수 종자시장 개척 및 상품화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 육성거점 및 해외 법인(사무소)운영 ○ 개발 품종 및 현지 리딩 품종의 지역 적응성 검정 및 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 개발품종 및 현지 리딩 품종의 지역별 적응성 및 호응도 평가 ○ 수출용 옥수수 개발 품종의 종자 생산성 검정 및 종자생산 <ul style="list-style-type: none"> - 사료용 및 식가공용 옥수수 개발 품종의 채종 안정성 및 종자공급체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> · 종자생산을 위한 생산기지 확보 · 베트남 등 해외 옥수수 시장 진출을 위한 채종회사 탐색 ○ 열대 적응형 옥수수 종자 수출 인프라 구축 및 마케팅 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 종자 시장 수출(판매) 증대를 위한 마케팅 전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> · 소비자 특성 분석, 품종 홍보 소개 자료 제작, 전시포 운영 등 - 수출예상지역별 마켓 포지셔닝 설정 자료를 기반으로 가격, 기술 및 품질 경쟁력 강화를 통한 종자판매 전략 수립 - 현지 딜러, 거래처 등의 인적인프라 확대를 통한 품종 홍보 전략 강화 <ul style="list-style-type: none"> · 종자 박람회, 종자총회 등의 참석을 통한 수출 가능 거래선의 직접 연결 - 국가별 종자 판매 업체 확보 및 수출 <ul style="list-style-type: none"> · 베트남 법인을 이용한 종자판매업체 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종 육성 거점 확보 및 대표사무소 운영 <ul style="list-style-type: none"> -열대 적응형 품종개발을 하기 위한 포장 확보: 베트남 동치우 -베트남 대표사무소 운영 ○ 종자 생산을 위한 생산기지 확보 <ul style="list-style-type: none"> -여러 지역을 확보하여 종자 채종의 안정성과 채종 risk 감소 -말레이시아 조호바루 주: 토지, 건조시설, 저장창고 등 -베트남 대표사무소 인근 채종 전문회사 확보 ○ 열대지역 현지의 옥수수 시장 현황 조사 및 분석 <ul style="list-style-type: none"> -수출 타깃 지역 국가들의 옥수수 재배면적, 수출입 현황, 소비 및 제고 등의 자료 조사 및 분석 ○ 시장 조사 결과를 분석하여 지역별 마켓 포지셔닝 설정 <ul style="list-style-type: none"> -수출예상 국가의 제도 및 법규, 마켓 포지셔닝 분석을 통해 육종 방향 설정 -현지 딜러들의 품종 선호도 체크: 옥수수 교잡계 선발 및 시장 진입 방향 설정 ○ 개발품종의 판매 및 점유를 확대 방안 <ul style="list-style-type: none"> -국내외 전시(시험)포 운영: 2017년 국내 1개소 / 2018년 국내1개소, 해외1개소 / 2019년 국내 1개소, 해외 2개소 / 2020년 국내1개소, 해외 6개소 / 2021년 해외 2개소 -현지 품종 평가회: 2018년 1회, 2020년 1회 -바이어 초청: 2017년 15회, 2018년 11회, 2019년 9회 -종자판매를 위한 유관기관과의 협력 프로젝트 추진 -종자교역회 참가: 2017년 2회, 2018년 2회, 2019년 3회, 2020년 1회, 2021년 2회 -MOU체결(2018년): 품종개발, 종자생산·판매, 종자활용 및 기술 확산 등 3개 기관(식량종자사업단, 코웰메트라, 아시아종묘)의 3개 기능이 협업하여 종자수출 활성화 -홍보책자발간: 2018년 1건, 2020년 1건 -홍보: MOU체결 관련 보도매체 기사 4건, 해외 현장평가회 관련 보도매체 기사 5건(2018년), 사업 홍보 마케팅 기사 1건(2019년) -기술이전: 현지 적응형 개발 품종의 판매를 위한 기술이전 5건 ○ 마케팅 인적 인프라 구축

	<ul style="list-style-type: none"> -열대지역을 중심으로 누적 88개소 확보 ○ 국가별 종자 판매권 확보 및 수출 -판매 업체 53개소 이상 확보 및 종자 판매 430,830\$
<p>③내재해성 및 내병성 분자마커 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 분자마커 개발을 위한 RIL 집단 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 열대지역 유래 유전자원을 이용한 RIL(F6) 집단 육성 ○ 내건성 및 노균병 저항성 선발을 위한 분자마커 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 내건성 관련 분자마커 및 발현마커의 적용 및 평가 - RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발 - 노균병 저항성 관련 발현마커의 선발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분자마커 개발을 위한 RIL 집단 육성 ○ 내건성 관련 분자마커 및 발현마커 적용 및 평가 <ul style="list-style-type: none"> -5개 발굴: transcrip_1, 12, 34, 35, 40 ○ RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커의 유전자 기능 평가 ○ B73 RNA-seq data module 분석을 통한 내건성 관련 유전자 발굴 <ul style="list-style-type: none"> -B73 RNA-seq data 144개 수집, module을 분석 -내건성 관련 module 6개 선발, 내건성에 관여하는 유전자 7개 선발 ○ 실내에서 옥수수 한발 스트레스 평가를 위한 실내 검정지표 설정 ○ 노균병 저항성 관련 QTL 마커 분석 <ul style="list-style-type: none"> -RIL 집단을 이용한 QTL 유전자 지도 작성 및 전사체 수집 ○ 노균병 저항성 발현양상 분석 <ul style="list-style-type: none"> -Y2H library를 구축: 후보 유전자 38개 선발 및 발현마커 제작 -후보유전자 5개 선발 ○ 논문 게재 <ul style="list-style-type: none"> -SCI 4편: Transcriptome analysis of flowering time genes under drought stress in maize leaves(Frontiers Media) 등 -비SCI 5편: Evaluation of drought tolerance using anthesis-silking interval in maize(한국작물학회지) 등 ○ 특허 6건(출원: 3건, 등록:3건) <ul style="list-style-type: none"> -옥수수 노균병 저항성 개체 선별용 마커 및 이를 이용한 선별방법(출원: 10-2017-0083636, 등록: 10-1949903) -옥수수 내건성 판별방법(출원: 10-2018-0117599, 등록: 10-2019041) -옥수수 노균병 저항성 개체 선별용 조성물 및 이를 이용한 선별방법(출원:10-2020-00355372, 등록: 10-2175452) ○ 학술발표 7건 <ul style="list-style-type: none"> -Transcriptomic profiling of the maize (<i>Zea mays</i> L.) to drought stress at the seedling stage(Asian Crop Science Association) 등 ○ 인력양성 4명: 박사 2명, 석사 2명

3. 연구비 집행실적

구분	세부프로젝트명		금액	계획금액	사용액	잔액	비고
옥수수	열대지역 적응 수출용 옥수수 품종개발			940,000,000	910,360,233	29,639,767	예산이자 발생액 포함
	품종개발(열대지역) 지원체계 및 글로벌 옥수수 종자시장 개척			2,262,500,000	2,262,461,000	39,000	
총계				3,202,500,000	3,172,821,233	29,678,767	

4. 연구목표 대비 성과

성과목표	품종개발		특허		논문		유전자원등록	계통육성		기반구축			마케팅기반확보	현지생산판매액	기술이전	현지법인운영	종자교역회참여	학술발표	
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		육성계통수	우량교잡계선발	유종기지원영	적응성검정	전시/실증포							생산거점확보
최종목표	6	6	1	1	3	6	60	30	12	5	22	5	4	21	500	5(1)	5	5	5
최종실적	8	2*	3	3	4	7	113	134	43	5	33	11	4	44	43.0	5	5	14	8
달성률 (%)	133	33	300	300	133	116	188	446	358	100	150	220	100	209	8.6	100	100	280	160
1차년도	목표	-	-	-	1	1	30	10	3	1	5	1	-	3	-	-	1	1	1
	실적	1	-	1	1	1	40	47	5	1	9	1	-	21	-	-	1	3	3
	달성률	초과	-	초과	100	100	133	470	166	100	180	100	-	700	-	-	100	300	300
2차년도	목표	1	-	1	1	2	-	10	3	1	5	1	1	3	-	-	1	1	1
	실적	4	-	1	1	2	-	34	3	1	8	2	1	6	-	-	1	4	1
	달성률	400	-	100	100	100	-	340	100	100	160	200	100	200	-	-	100	400	100
3차년도	목표	1	2	-	1	2	30	10	3	1	5	1	1	5	100	1	1	1	1
	실적	2	1	-	2	3	73	40	6	1	7	3	1	7	9.9	1	1	4	1
	달성률	200	50	-	초과	100	150	243	400	200	100	140	300	100	140	9.9	100	100	400
4차년도	목표	2	2	-	1	1	-	-	3	1	5	1	1	5	150	2	1	1	1
	실적	0	1	1	1	0	-	-	7	1	7	3	1	5	15.3	0	1	1	1
	달성률	0	50	초과	100	0	-	-	233	100	140	300	100	100	10	0	100	100	100
5차년도	목표	2	2	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1	5	250	2	1	1	1
	실적	1	-	-	1	1	-	13	22	1	2	2	1	5	17.8	4	1	2	2
	달성률	50	0	-	초과	초과	-	초과	초과	100	100	200	100	100	7.12	200	100	200	200
종료차년도															1				

5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	SSD 방법을 이용한 RIL 집단 육성
②	내건성 관련 분자마커 및 발현마커 적용 및 평가
②-1	RNA-seq data를 이용한 gene-based 마커 개발
②-2	B73 RNA-seq data module 분석을 이용한 내건성 관련 유전자 발굴
③	RIL 집단을 이용한 QTL 유전자 지도 작성
③-1	노균병 저항성 QTL 분석을 통해 QTL 발굴
④	노균병 저항성 관련 유전자라고 판단되는 <i>Bak1</i> 을 이용한 Y2H library를 구축
④-1	SNP 분석을 통한 population에서 마커 검정
④-2	Yeast two hybrid를 통한 상호작용 유전자 발굴 및 노균병 저항성 메커니즘 검정
⑤	유전자원 수집 및 특성조사
⑥	열대지역 적응 수출용 옥수수 교잡계 품종 ‘케이엠5’, ‘케이엠6’, ‘케이엠7’
⑦	열대지역 옥수수 종자시장 개척 및 상품화 기술
⑧	해외 현지에서의 종자 생산체계 구축

6. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술				v						
②의 기술				v						
②-1의 기술					v					
②-2의 기술					v					
③의 기술				v						
③-1의 기술				v						
④의 기술					v					
④-1의 기술				v						
④-2의 기술					v					
⑤의 기술					v					
⑥의 기술		v			v		v			
⑦의 기술									v	
⑧의 기술				v				v		

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과 활용계획 및 기대효과
①의 기술	국내 검역법상 해외에서 육성된 RIL 집단의 분양이 불가하여 국내에서 SSD 방식으로 RIL 집단을 육성하였다. 이는 한발 내성, 노균병 저항성 관련 연구의 매우 중요한 실험 재료로서 사용될 것이며 RIL 집단을 이용한 마커분석이 가능하다. 선발된 QTL 마커 및 RNA-seq data 분석을 통해 유전자 지도 작성이 가능할 것으로 기대된다.
②의 기술	한발 내성 관련 발현마커를 통해 한발처리 시기별 발현패턴을 분석 할 수 있었다. 발현패턴을 보이는 유전자를 이용한 형질전환을 통해 기능 분석이 가능할 것이며, 발현마커를 발굴한 방법을 이용하여 다양한 발현마커를 발굴해내고 발현패턴을 분석한다면 보다 더 정확하게 한발 내성 및 감수성 품종을 선별해낼 수 있는 마커 선별 시스템을 구축 할 수 있을 것으로 기대된다.
②-1의 기술	RNA-seq 분석 결과 한발에 강한 것으로 평가되는 Ki11의 경우 한발에 의해 intron 및 intergenic 부분의 발현양이 많아지는 것으로 보아 alternative splicing 이 다른 품종 보다 활발히 이뤄졌을 것으로 판단되며, alternative splicing으로 인해 생성되는 다양한 isoform이 해당 유전자의 기능을 강화, 혹은 보완할 것으로 판단된다. 최근 alternatice splicing에 관한 연구가 많이 수행되고 있으며 발생하게 만드는 기작을 파악하고 isoform의 기능 검정을 통해 우수 유전자를 발굴해 낼 수 있을 것으로 판단된다.
②-2의 기술	조직 및 stage 별 내건성 특이 유전자 발굴을 위해 NCBI database에서 B73 RNA-seq data 144개를 수집하여 내건성 유전자를 발굴하였다. B73 RNA-seq data는 유효기와 성숙기 sample로 구성하여 선발하였다. 유효기는 day 3-10, V4 stage, 성숙기는 V12, V14, V16, R1 stage, 성숙기의 경우 leaf, tassel, ear로 구성되어 있어 조직 및 stage 특이 발현 유전자의 module 분석이 가능했다. 이렇게 RNA-seq module 분석을 통해 기능적으로 다양한 유전자를 추가로 발굴이 가능하다.
③의 기술	한발 내성 관련 QTL 마커 분석을 통해 발견한 QTL 마커 조합은 국내외 유전자원에 적용하여 한발 내성, 감수성 품종으로 선별이 가능하다. 따라서 본 연구 결과를 통해 분자유종학적 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 추가적으로 국내외 품종에 대한 표현형 분석과 QTL 마커 분석을 한다면 더욱더 정확한 마커 조합을 구성하고 실용화할 수 있을 것으로 기대된다.
③-1의 기술	노균병 내성 관련 QTL 마커 분석을 통해 발견한 QTL 마커 조합은 국내외 유전자원에 적용하여 노균병 내성, 감수성 품종으로 선별이 가능하다. 추가적으로 열대지역이나 열대 품종에 대한 표현형 분석과 QTL 마커 분석을 한다면 더욱더 정확한 마커 조합을 구성할 수 있다고 기대된다. 또한 노균병은 국내보다는 열대 지역에서 주로 발생하기 때문에 최종적으로 현지 적응 연구를 통해 확실하게 검증할 수 있을 것이다.
④의 기술	Y2H(Yeast two-hybrid) 분석기법은 세포 내의 총체적인 단백질-단백질 상호작용에 관한 연구가 가능해 유전적 분석을 위해 노균병 저항성 관련 유전자라고 판

	단되는 <i>BakI</i> 을 이용하여 Y2H library를 구축하였다. 이것은 효모 단백질 접종법으로 단백질들끼리 서로 결합이 가능한지 파악할 수 있기 때문에 내병성 연구에 적용하여 다양한 정보를 제공받을 수 있다.
④-1의 기술	SNP 분석에서 선발한 마커들을 내병성 관련 RIL 집단 내에 적용하여 실제로 검정할 수 있는 중요한 실험방법이다. 추후 다른 후보 유전자들도 이와 같이 집단 내에 적용하여 검증한다면 더욱더 정확한 데이터 수집을 할 수 있을 것으로 기대한다.
④-2의 기술	Y2H를 통한 상호작용 유전자 발굴은 일반 gene-based 유전자 선발보다 다양한 기능적 특징을 가질 수 있다. 따라서 Y2H를 통해 유전자를 선발하여 노균병뿐만 아니라 다른 내병성 관련 연구에도 응용이 가능한 기술이다.
⑤의 기술	열대지역 적응 수출용 옥수수 품종 개발에 활용 가능한 기술이다.
⑥의 기술	F1 교잡계 품종으로 동남아시아 국가 품종 등록과 옥수수 종자시장 진출을 위한 기술이다.
⑦의 기술	열대지역 옥수수 종자시장에 대한 현황 및 수출시장을 분석하고 고객의 니즈에 부합하는 신품종 개발로 타깃 시장의 종자 점유율을 확대, 수출 시장의 활성화 기대한다.
⑧의 기술	베트남, 말레이시아 등 열대지역에서의 옥수수 종자생산-저장-유통 등에 필요한 기술적 인프라로 활용

8. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	품종개발		특허		논문		유전자원등록	계통육성		기반구축			마케팅기반확보	현지생산판매액	기술이전	현지법인운영	종자교역회참여	학술발표	
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		육성계통수	우량교잡계선발	육종기지운영	적응성검정	진시 / 실증포							생산거점확보
최종목표	6	6	1	1	3	6	60	30	12	5	22	5	4	21	500	6	5	5	5
연구기간 내 달성실적	8	2	3	3	4	7	113	134	43	5	33	11	4	44	43.0	5	5	14	8
연구종료 후 성과창출 계획		4														1			

- 품종개발 등록: 출원 후 재배시험 중이며 향후 순차적으로 등록 예정
- 생산판매액: 연구 종료 후 성과목표는 잡혀있지 않지만 개발된 품종의 현지 생산판매권 획득 후 종자 판매 예정
- 기술이전: 연구 종료 후 1품종에 대한 기술이전 진행 예정

주 의

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