

(옆면)

(앞면)

213009-05-5-C
G800

보안 과제(), 일반 과제(0) / 공개(0), 비공개() 발간등록번호(0)
Golden Seed 프로젝트 사업 2단계 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003974-01

고위도 지역 적응 수출용 옥수수
품종개발 및 수출기반 조성

고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성

2022. 3. 25.

프로젝트연구기관 / 농업회사법인(주)농우바이오
세부프로젝트연구기관 / 강원도 농업기술원
옥수수연구소

2022

농림축산식품부 · 농촌진흥청
농림식품기술기획평가원

농림축산식품부, 농촌진흥청
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관, 농촌진흥청 청장 귀하

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

2022 . 3. 25.

프로젝트연구기관명 : 농업회사법인(주)농우바이오



세부프로젝트연구기관명 : 강원도농업기술원 옥수수연구소



참여기관명 : 농업회사법인(주)농우바이오



강원도농업기술원 옥수수연구소



프로젝트연구책임자 : 정 민

세부프로젝트연구책임자 : 류 시 환

참여기관책임자 : 박 동 섭

김 기 선

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	213009-05-5-CG800	해당단계 연구기간	2017.01.01. ~ 2021.12.31. (5년)	단계구분	(2단계)/ (2단계)
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP 식량종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성			
	세부프로젝트명	고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 고위도 지역 옥수수 종자수출 기반조성			
프로젝트책임자	정민	해당단계 참여연구원 수	총: 150명 내부: 150명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 2,310,000천원 민간: 597,000천원 계: 2,907,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 150명 내부: 150명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 2,310,000천원 민간: 597,000천원 계: 2,907,000천원
연구기관명 및 소속부서명	농업회사법인(주)농우바이오		생명공학연구소: 정민		
	강원도농업기술원 옥수수연구소		옥수수연구팀: 류시환		
국제공동연구	상대국명:		상대국 연구기관명:		
위탁연구	강원대학교 산학협력단		강원대 생물자원과학부: 이주경		
	강원대학교 산학협력단		강원대 미래농업융합학부: 박경철		
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의	해당없음				

보안등급 및 사유	
-----------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보 (출원)	실물 (등록)
등록·기탁 번호	13	5							59	11	2

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수 253
---	---------------

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>○ 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고위도 지역 적응 사료용 5품종개발 (선도품종대비 105% 이상, 내도복, 다수성 등) - 옥수수 종자 수출 거점확보를 통한 종자보급, 수출시장 개척 및 수출목표 400만달러 달성 <p>○ 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고위도 지역 적응 사료용 및 식가공용 옥수수 계통선발 및 품종개발 - 고위도 지역 적응 사료용 및 식가공용 옥수수 계통 및 교잡계 선발을 위한 지역 적응성 검정 - 현지 개발 우량 교잡계의 채종 안정성 및 종자 생산성 검정 지원 - 개발 품종의 시장 보급 확대를 위한 육종기술 이전 및 지원 <p>○ 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 종자 시장 개척 및 상품화 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 품종 육성 지원체계 구축, 개발 품종 및 현지 리딩 품종의 지역 적응성 검정 및 지원 - 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 개발 계통 및 품종의 종자 생산성 검정(생산·가공 관리 체계 구축) - 농가 및 거래처 대상 홍보용 품종 비교 전시포 운영 및 판매촉진을 위한 마케팅 전략 수립 - 수출용 옥수수 개발 품종(단옥수수, 사료용, 식가공용)의 해외 수출 기반 조성 및 시장개척 <p>○ 대표 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 품종출원: 해외 5, 국내 6건, 총 11건 - 품종등록: 해외 1, 국내 1건, 총 2건 - 특허출원: 국내 2건, 특허등록: 국내 3건, 총 5건 - 논문: SCI 5건 비SCI 8건, 총 13건 - 학술발표: 6건 - 유전자원 국립유전자원센터 등록 59점 - 기술이전 2건 - 인력양성 5명 - 종자 수출: 0.7만불 - 육종기지: 5년 10개소 운영(인도, 중국, 러시아, 베트남 캄보디아) - 종자생산거점 확보: 5년 4개소(베트남, 중국 북경, 홍천) - 적응성검정 거점 확보: 5년 11개소 (베트남, 중국 길림, 중국 북경, 홍천)
<p>연구개발 성과</p>	<p>○ (1세부) 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발(위탁포함)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 계통분리 및 선발: 5년간 5,722계통 평가, 2,730계통 선발 - 찰옥수수 계통분리(S2~S7) 및 선발: 5년간 2,567계통 평가, 1,295계통 선발 - 육성계통을 이용한 조합구성: 연간 150조합 구성 - 교배조합의 조합능력평가: 1,248교잡중 평가, 188교잡중 선발

- 중국 현지 생산력검정: 203교잡종 평가, 35교잡종 선발
- 중국 현지 지역적응성 평가: 61교잡종 평가, 23교잡종 선발
- 러시아 현지 생산력검정: 133교잡종 평가, 26교잡종 선발
- 찰옥수수 품종의 품종 등록 및 수출회사 기술 이전 진행
- 품종출원: 해외 5, 국내 6건, 총 11건
- 품종등록: 해외 1, 국내 1건, 총 2건
- 특허출원: 국내 2건, 특허등록: 국내 2건, 총 4건
- 논문: SCI 4건 비SCI 7건, 학회발표 4건 총 14건
- 유전자원 국립유전자원센터 등록 59점
- 기술이전 2건
- 인력양성 4명

- (2세부)고위도 지역 적응 수출용 옥수수 종자 시장 개척 및 상품화 기술개발
 - 품종 육성 지원체계 구축, 개발 품종 및 현지 리딩 품종의 지역 적응성 검정 및 지원
 - 현지 거점 운영을 통한 사료용 및 식가공용 옥수수 계통, 품종 육성 체계 강화 및 지원
 - 내재해성, 내병충성, 환경 둔감형 등 목표 형질 검정 수행
 - 수출용 옥수수 품종(단옥수수, 사료용, 식가공용)의 지역 조합능력 시험 및 적응성 검정지원
 - 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 개발 계통 및 품종의 종자 생산성 검정(생산·가공 관리 체계 구축)
 - 사료용 및 식가공용 옥수수 개발품종의 채종 안정성, 종자공급체계 구축
 - 단옥수수 개발 품종의 채종 및 수량성 검정 지원
 - 농가 및 거래처 대상 홍보용 품종 비교 전시포 운영 및 판매촉진을 위한 마케팅 전략 수립
 - 수출용 옥수수 개발 품종(단옥수수, 사료용, 식가공용)의 해외 수출 기반 조성 및 시장개척
- 수출용 옥수수 품종의 국외 현지 조합능력 시험 및 적응성 검정지원:
 - 북경, 길림 등 5지역, 찰초당 19교잡종, 사료용 9교잡종
베트남 3지역, 캄보디아 2지역 27 교잡종 및 품종 (1년차)
 - 북경, 길림, 하북, 귀주 등 6지역. 찰초당 13교잡종, 사료용 9교잡종(2년차)
 - 북경, 길림, 연길, 하북 등 5지역. 찰초당 15교잡종, 사료용 7교잡종(3년차)
 - 북경, 용정, 돈화 등 3지역. 찰초당 16교잡종, 사료용 7교잡종(4년차)
 - 북경, 용정, 돈화, 도문, 길림과학원 등 5지역. 찰초당 19교잡종, 사료용 7교잡종
 - 5년간 현지적응 23교잡종 선발
- 수출용 옥수수 품종의 종자 시험생산
 - 캄보디아(2품종), 중국(2품종), 베트남(2품종), 홍천(1품종)
- 농가 및 거래처 대상 품종 비교 전시포 운영
 - 산서성 태곡현(찰초당 2품종)
- 베트남 실증시험(GW-222, 강원캠3호)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자시장 진입을 위한 전략 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 종자시장 동향 조사, 베트남, 캄보디아 동남아시아, 중국, 칠레, 콜롬비아 - 종자박람회, 천진전시회(4품종) ○ 종자 수출, 꿀미찰, 장수찰 2품종 0.67만달러 (중국, 베트남) ○ (2세부_위탁) 고위도 지역 적응 옥수수 신품종 육성 지원체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 신품종 감별 분자마커 개발: 192점(찰옥수수, 일반옥수수 및 DH 계통들 포함)에 대하여 illumina사의 50K SNP chip을 사용하여 genome-wide SNP genotyping 분석을 수행, 2개의 ARMS-PCR primer set 개발 - 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 개발: 국내외 수집 옥수수 200점에 대한 건조 스트레스 저항성 시험을 수행, 133개의 연관 SNP 분자마커들을 동정, 7개의 유전자 기반 옥수수 건조 스트레스 저항성 유전인자 선발 - 옥수수 유전자원의 매문병 40계통, 깨씨무의병 41계통저항성 검정, 27품종, 65 유망계통 총 81 계통 분석 완료, 40계통 선발 - 내재해성 검정시스템을 이용한 계통 및 품종의 내건성 검정 시스템 확보 - 옥수수 육성재료에서 기능성물질 분석 완료 - 특허 등록 1건 - 논문: SCI 1건, 비SCI 1건, 학회발표 2건, 총 4건 - 인력양성 1명 ○ 연구성과 활용실적 및 계획 <ol style="list-style-type: none"> 1. 중국 현지 등록품종 수출 추진 <ol style="list-style-type: none"> (1) 품종명 : 복강191 (2) 품종승인번호 : 2021-1-0105 (3) 품종승인 지역 : 중국, 길림성 (4) 활용계획 <ul style="list-style-type: none"> - 길림성 현지 공동등록기관인 Fulight 종자유한공사와 협력하여 중국 현지 종자생산 및 보급 추진 - 애로사항 :중국 현지기업과 품종 권리 처분을 위한 계약 필요하며, 원종의 국외 수출 불가피 2. 베트남 현지 등록품종 수출 추진 <ol style="list-style-type: none"> (1) 품종명 : 장수찰 (2) 활용계획 <ul style="list-style-type: none"> - 3차 재배심사 진행중이며 품종심사 통과해야 수출 가능 - 품종등록 완료되면 베트남 현지 협력회사인 (주)유니콘팜과 협의하여 종자생산 보급 추진
--	--

3. 특허 및 논문성과 활용

- (1) 품종관별을 위한 특허등록 및 옥수수 형질관련 marker 선발 관련 논문 발표
- (2) 특허에 따른 SSR 프라이머를 활용하여 육성품종의 혼종여부 판별에 활용
- (3) 논문의 결과를 바탕으로 주요형질의 유무를 판별하는 QTL을 이용하여 계통선발에 활용

4. 추가연구

- (1) 열대형 자원 보관 : 향후 열대형 옥수수 품종개발에 활용하기 위해 GSP 과제에서 활용한 자원의 보관 필요
- (2) 최근 기후변화에 대응한 연구가 활발히 이루어지고 있음. 옥수수에서도 내재해적응성 품종개발이 시급함
- (3) 열대 및 고위도 적응형 자원확보가 이루어졌으므로 이러한 다양한 자원을 활용한 내재해 유전자 탐색이 필요
- (4) 표현형적 특성평가 및 유전체 분석을 포함한 포괄적인 육종연구가 필요함

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	9
1-1. 연구개발 목적	9
1-2. 연구개발의 필요성	13
1-3. 연구개발 범위	14
2. 연구수행 내용 및 결과	18
2-1. 연차별 연구개발의 목표 및 내용	18
2-2. 연구개발의 추진전략 방법 및 추진계획	25
2-3. 연구 수행내용	30
2-3-1. 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발	30
2-3-2. 고위도지역 옥수수 종자 수출 기반조성	90
2-4. 연구 개발 성과	211
3. 달성도 및 관련 분야 기여도	220
3-1. 목표	220
3-2. 목표달성 여부	221
3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책	231
4. 연구결과의 활용 계획 등	232
5. 참고 문헌	233

<별첨 1> 연구개발보고서 초록

<별첨 2> 현장실태조사보고서 및 자체평가보고서

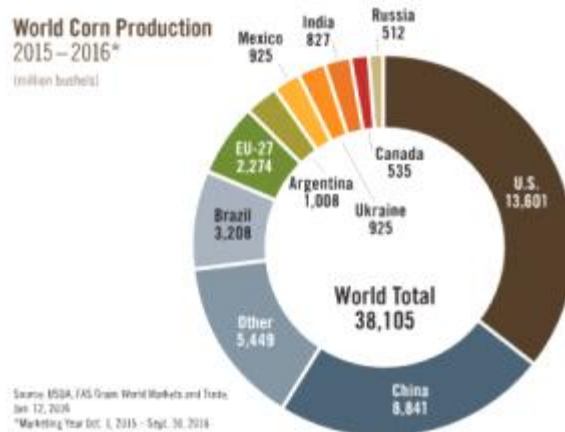
<별첨 3> 연구성과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

가. 세계 옥수수 종자 시장 현황 및 전망

- 세계 옥수수 시장은 약 79억불 정도로, 종자량은 약 800만톤임. 주 생산국가는 미국과 중국임. 전 세계 옥수수 생산량은 844백만 톤이며 (2010년), 생산성은 5.2톤/ha에 달함[미국 316백만톤(37.4%), 중국 177(21.0), 브라질 56(6.6), 멕시코 23(2.7), 아르헨티나 22(2.6), 인도네시아 18(2.1)].



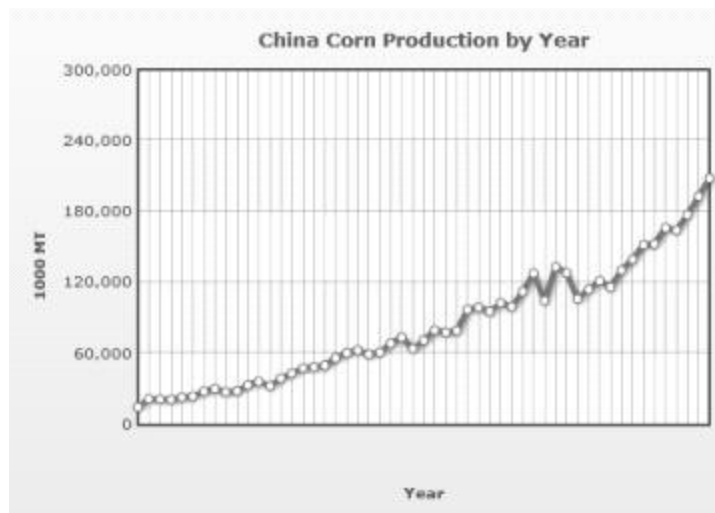
- 미국을 필두로 여러 국가에서 옥수수의 경제적 산업적 가치를 인식하고 다양한 연구를 수행 하고 있음. 기상이변이 계속되면서 미국의 콘 벨트에도 큰 가뭄이 매년 닥치고 있으며, 이를 극복하기 위해 다양한 기술이 개발되고 있음. 특히, 미국의 경우 GMO를 허용하여 많은 부분에서 발전을 이룸.
- 미국의 경우 USDA 및 ARS의 협력을 통해 이미 충분한 수의 옥수수 유전자원을 확보하고 있으며, 많은 계통의 특성평가가 이뤄진 것으로 보임. ‘Germplasm Enhancement Maize(GEM)’ 프로젝트를 통하여 주요 유전자원에 대한 평가를 실시함으로써 기후변화에 대응하고 있음.
- CIMMYT를 중심으로 해외 연구들은 주로 가뭄을 비롯한 기후 변화에 초점을 맞추고 있으며, Insect Resistant Maize for Africa(IRMA), Water Efficient Maize for Africa (WEMA) 등의 프로젝트를 진행 중임. CIMMYT 의 연구 결과 아시아 지역에서 발생하는 abiotic, biotic stress가 밝혀지고 있으나, 현재까지 이를 극복할 만한 품종개발이나 관련 분자마커 개발은 미흡한 실정임.
- USDA의 옥수수 연구결과는 The Maize Diversity Project의 이름으로 온라인상에 공개 (<http://www.panzea.org/>)되어 있으며, 미국 옥수수에 대한 특성평가부터 마커, SNP등이 공개되어 있고, 옥수수의 조상격인 teosinte의 정보까지 공개되어 있음.
- 옥수수는 세계 3대 식량작물 중 하나이며 2010년 기준 재배면적은 161.9백만ha로 미국과 중국이 전체 재배면적의 40%를 점유함.
- 세계 옥수수 종자 시장(79억불) 중 북미, 아시아 지역에서의 생산량이 전체의 70%를 차지 하고 있음.
 - 북미/중남미 시장; 41억불(약 4조 5천억원)의 시장규모로 지역별로 가장 큰 시장을 형성

하고 있음.

- 아시아 시장; 23억불(약 2조 3천억원)의 시장규모를 형성하고 있으며, 중국의 경우 세계 2위 생산국이며 아시아지역의 70% 이상을 차지하고 있음.
- 세계 곡물류 생산량은 2013년 이후 지속적인 증가세를 보이며, 그 가운데 옥수수는 2022년에 2012년 대비 19.5%가 증가한 10억 1,550만 톤에 이를 것으로 전망되며 소비량은 1억 3,680만톤 증가한 10억 870만 톤에 이를 것으로 전망 됨.
- 장기적으로 세계 옥수수 생산량과 소비량이 연평균 1~2%로 완만하게 증가하지만 교잡종(hybrid) 종자 시장 확대로 세계 옥수수 종자 시장은 지속적으로 성장할 것으로 전망 됨. 2025년까지 재배면적은 약 15% 정도 증가할 것으로 전망되며 옥수수 종자시장 규모는 2010년 8조 4천억원에서 2025년 32조원까지 성장할 것으로 예측 됨.
- 중국과 인도로 대표되는 아시아 시장은 교잡종(hybrid) 종자시장의 확대와 종자 수요량 증가가 지속될 것으로 관측됨. 중국, 인도 등 인구 대국의 경제 성장에 따라 식량 소비량이 지속적으로 증가하고 있어 종자시장도 빠르게 성장하고 있음.
- 세계의 종자시장은 다국적 기업의 주도하에 형성되고 있으며, 소수 굴지의 회사가 시장을 장악하는 형태임. 주요 3개 회사의 전체 종자시장 시장점유율은 47%이며 규모는 10,282 백만불임 [몬산토(미국) 23%, 듀폰(미국) 15%, 신젠타(스위스) 9%].

나. 중국 시장현황 및 전망

- 중국은 세계에서 두 번째로 많은 양의 옥수수를 생산하는 국가이며, 생산량은 계속 증



(출처: IndexMundi, www.indexmundi.com)

가하여 최근 연간 생산량이 약 2억톤에 달하고 있음.

- 중국의 옥수수 재배면적은 약 3천6백만 ha로 벼, 콩, 밀 보다 많은 것으로 알려짐(2010년 기준, Planting seed annual 2011). 요구되는 종자량은 100만~120만톤 정도임. 종자생산에 사용되는 면적은 약 23만 헥타정도임. Ha당 수확량은 5.4톤(2010년 기준)으로 2005년 이후 큰 변화가 없음.
- 2011년 4월 중국 정부는 자국 내 종자 산업 발전 방안을 발표하였으며, 이에 따르면 종자

의 생산, 영업, 연구 등 일련의 과정을 모두 수행 가능한 기업을 지원하며 이런 기업에 세제 혜택을 주기로 하였음. 더불어 품종등록 시 신속히 처리해 주는, 소위 그린채널을 제공하기로 하였으며, 또한, 2015년까지 학교, 정부 연구소에서는 종자를 상업화하지 못하도록 하여 연구자들이 민간기업으로 들어가도록 유도함.

- 중국에는 8000개 이상의 종자기업이 있으나 약 1%만이 종자 생산, 영업, 그리고 연구 모두 수행 가능함. 이러한 상황을 타개하기 위해 2011년 8월 종자 생산과 가공을 할 수 있는 면허에 관한 법령을 제정하였으며, 그 법에 따르면 종자회사는 최소한의 자본이 있어야 되고 작은 회사의 경우 다른 회사와 합병하여 종자생산의 전 과정을 운영할 수 있어야 하며 그렇지 못할 경우 퇴출대상이 됨.
- 현재 외국 종자기업의 품종등록이 활발히 진행되고 있음. 지난 3-4년간(2011년 기준) 537건이 신청되어 69건이 승인되었음.
- 중국에 품종등록 신청된 옥수수는 2009년 295건, 2010년 329건으로 비 다음으로 많음.

Plant	Applications				Approvals	
	CY 2009	CY 2010	2011(up to Sep. 30)	Grand Total	2011(up to Sep. 30)	Grand Total
Rice	221	372	186	2,470	92	1,240
Corn	295	329	179	2,854	67	1,434
Wheat	67	88	85	756	43	363
Cotton	26	51	21	302	7	116
Soybean	66	59	35	350	2	125
Other major crops	84	76	52	466	15	166
Vegetable	53	91	66	459	7	131
Flower	143	90	85	567	1	77
Fruit	32	37	15	230	6	61
Others (pasture and tea)	5	13	2	33	0	0
Total	992	1,206	726	8,487	240	3,713

(Source: MOA PVP Office)

- 2011년 현재까지 2854건이 신청되었고 1434건이 등록되었음.
- 중국은 2012년 약 3백만 톤의 옥수수를 수입하였음. 이는 전년도에 비해 약 3배 정도 증가한 수치이며, 이러한 증가는 중국내 고기소비 증가에 따른 사료요구도가 증가하였기 때문으로 분석되고 있음.
- 2010년 기준, 생산된 옥수수의 약 70%가 사료용으로 사용되었으며, 축산업자가 대규모화되면서 사료 사용량이 급격히 증가하고 있음.
- Xianyu 335가 중국에 소개된 것은 2005년임. 2008년 길림성에 Xianyu 335가 재배된 면적은 14만 ha였으나 2010년에는 140만 ha로 증가하였음. 이는 길림성의 옥수수 재배 면적의 40%가 넘는 것으로 품종의 경쟁력이 있으면 중국 시장으로 진출하는 것이 가능하다는 것으로 보여주는 사례임.
- 중국이 필요한 옥수수의 양이 증가하는 반면 중국 내부 생산량이 요구량을 못 맞추고 있어 수입량이 크게 증가하고 있음. 수입량을 줄이는 한 방법은 옥수수 생산면적을 늘이는 것이나 중국이 공업화가 진행되면서 농지가 줄어들고 있어 해결 방법은 아닌 것으로 보임. 오히려 ha당 생산량을 늘리는 것이 해결 방법이 될 수 있을 것으로 보임. 실제 외국 종자를 사용할 경우 생산량이 기존의 두 배 가까이 증가했다고 보고됨.
- 따라서 신규 품종을 개발 할 때 생산량에 상당부분 초점을 맞출 필요가 있을 것임. 또한 재배밀식도도 중요해서 중국의 경우 헥타당 6만개이하를 심을 수 있으나 미국은 8만 개체

를 심는다고 함. 더불어 적은 양의 비료로 재배가능하고 가뭄에 저항성이 있다면 더 좋을 것임.

- 중국은 종자산업발전계획을 세우고 추진 중임. 12차 5개년 개발 계획(2011-2015년)의 주요 목표는 다음과 같음 : 종자 매출액 85억 위안(13.6억 달러) 달성. 매출 5억 위안 이상 기업 수 6개, 10억 위안(1.6억 달러)이상은 3개 이상. 고생산성 신품종 50개 이상 개발.
- 전국 채소 산업 발전 계획(2011~2020년)에 따라 6대 생산 우위 지역에 580개 채소 산업 중점 현(시, 구) 선정하여 안정적인 채소 작물 공급 도모.
- 전국 현대 농작물 종자산업 발전계획(2012~2020)에는 5대 식량작물과 15개 경제작물에 대한 연구목표 및 중점사항을 제시하고 있음. 옥수수의 경우 다음과 같은 중점 연구분야를 제시함.
 - 대규모 고효율 반수체 육종기술체계 및 분자마커 육종보조기술 플랫폼 구축.
 - 옥수수 기계화 종자 생산, 응성불임계 종자 생산, 격리생산, 종자가공, 품질검사 등 기술 및 응용연구 전개.
 - 종자활력 및 단립 파종 등 품질검사 기술 표준 제정.
- 최근 중국의 옥수수 종자 생산량은 필요한 양보다 많이 생산되고 있음. 2016년의 경우도 70~80만톤 가량 초과 생산될 것으로 예측되었음.
- 이러한 초과 공급의 한 원인으로 너무 많은 품종수가 지적되었음. 현재 565개의 품종이 중국 정부에 의해 품종등록되었음. 길림성의 경우 2014년 46개, 2015년 32개의 신품종이 등록되었으며 흑룡강성은 2014년 29개, 2015년에 55개가 등록되었음. 산둥성에서도 2014년, 15년에 각각 16, 19개의 품종이 등록되었음.
- 현재 중국의 옥수수 종자시장의 문제점 중 하나는 비슷한 품종이 너무 많다는 것임. 매년 상당한 수의 품종이 등록되지만 서로 특성이 비슷함. Zhengdan958, Xianyu335가 가장 많이 재배되는 품종인데 이것과 비슷한 품종이 많이 개발되었음. 그 결과 위의 두 품종과 유사한 품종의 재고가 많이 늘어나게 되었음.
- 또 다른 문제는 품종등록되지 않은 품종들임. 실제로는 등록되지 않았으나 등록된 것처럼 판매되는 옥수수 종자가 전체의 2/3정도에 달한다는 보고도 있음. 특히 판매상들이 많이 관여하는 것으로 보임.

다. 국내 시장현황 및 전망

- 국내 옥수수 종자 시장은 50억원 정도의 규모를 형성하고 있으며, 주로 재배되고 있는 품종은 찰옥수수 품종이고 사료용 옥수수와 단옥수수는 수입에 의존하는 양이 상대적으로 많음. 사료용은 종자 갱신률이 100%이며, 찰옥수수 역시 극히 일부를 제외하고는 거의 대부분 매년 종자갱신을 함.
- 국내에서 옥수수 종자를 대량으로 생산할 만한 채종지가 강원도와 충청북도 등 일부지역에 한정되어 있고 종자 생산에 많은 비용이 소요됨. 국내 옥수수 종자 생산은 약 200톤/년 수준으로 종자 생산 시 격리거리 준수 등의 제한 요소가 있어 채종지 확대는 무리가 있음.
- 우리나라는 해외로부터 매년 약 250톤 내외의 종자를 수입하여 충당하고 있는 실정임. 2010년에 국내에서 파종된 종자는 약 465톤이며 이 가운데 국내 육성 옥수수 종자 보급률은 44% 수준임.

- 정부는 종자산업 육성 대책에 따라 종자 산업에 지자체 및 민간의 참여를 촉진하기 위하여 보급종 생산을 중단하고 민간에서 종자 생산 및 보급하도록 종자생산 및 보급 기능을 민간에 이양 중에 있음(찰옥수수는 2011년 이후 그리고 종실 및 사일리지용 옥수수는 2012년부터 보급종 생산을 중단하고 민간에서 공급하고 있음).
- 국내 사료용 옥수수 종자 시장 규모는 연간 약 250~300톤 정도로, 시장 규모가 매우 작을 뿐만 아니라 국내에서 종자 생산 시 생산비용이 높아 민간의 참여가 부진하였던 관계로 국가에서 생산·보급을 주도해온 실정임. 2011년 이후 정부에서 종자산업 활성화 대책을 추진, 민간에서 종자생산에 적극적으로 참여함으로써 2013년에는 국산 사료용 옥수수 종자를 150톤까지 확대 생산·보급할 계획임. 국내 유전자원 수집 및 관리 기관인 농업유전자원 정보센터의 옥수수 보유 자원은 약 6,000종으로 대부분 분양 가능하고 일반적인 농업 특성이 조사되어 있으며, 더욱 상세한 정보 수집을 위하여 매년 특성검정을 수행하고 있음. 그러나, 유용 분자 마커에 대한 정보는 매우 부족한 실정임.
- 2000년 이후 국내 옥수수 품종은 사료용 13품종, 식용 20품종 이상이 개발되어 연구가 활발하게 진행되고 있으며 2011년 기준 국내 개발 품종의 94%를 식용옥수수가 점유하고 나머지 도입 품종의 점유율은 미미한 실정이나, 현재까지의 국내연구는 내수를 위한 국내 기후 환경에 맞게 제한적으로 육성되었음.
 - 찰옥수수 품종개발; 농촌진흥청과 강원도농업기술원에서 집중적으로 품종육성을 담당하였고, 현재는 대학 및 개인육종가 등도 찰옥수수 육종에 참여하고 있음.
 - 단옥수수 품종개발; 일반 단옥수수 보다 당함량이 많으면서 초당옥수수보다 발아율이 높은 특성을 갖는 se(sugary enhancer)유전인자의 이용이 확대되고 있음.
 - 종실옥수수 품종개발; 필수아미노산인 라이신 함량을 증가시키는 opaque-2(o2) 유전인자를 활용 중임.
 - 사료용 옥수수 품종개발; 조사료 증산 정책에 부응하여 품종육성에 많은 성과를 거두고 있으며, 품질과 수량, 안정성 면에서 수입품종과 대등한 것으로 평가 받고 있음.
- 전통 육종에 비해 분자적 접근은 많이 이뤄지지 않아 분자마커, 유전자, 세대 촉진 기술 등에 대한 연구는 다소 미흡한 부분이 있으며, 관련 논문이나 특허가 국외에 비하여 낮은 수준임. 생명공학 기법에 의한 품종 개발단계는 초보단계이나, 유전자분석 등 기초연구가 꾸준히 진행되고 있음.
- 현재 우리나라에서 상업적으로 GM 옥수수를 연구 하는 곳은 없으며, 식품용 GM 옥수수에 대해서는 인체 건강에 대한 안정성 평가를 심사하고 있음.

1-2. 연구개발의 필요성

- 옥수수 육종은 거대 자본력이 동원되어야 할 국가적 산업이므로 국내 기업의 현 위치에서는 한계가 존재하며, 외국의 거대기업들은 자국 산업 보호를 위한 정부차원의 투자 및 지원을 받고 있는 반면 우리나라는 아직 이 부분이 열악한 형편임.
- 옥수수 분야의 전체 기술수준은 최고기술보유국 대비 56.3%, 기술격차는 7년 수준으로 보고 있음. ‘전통육종’ 기술은 최고기술보유국 대비 기술수준 75.6%, 기술격차는 3년으로

옥수수 분야 세부기술 수준 중 가장 높은 것으로 나타남. 반면 ‘분자유종’ 기술은 최고 기술보유국 대비 기술수준 46.7%, 기술격차 8년으로 기술수준이 가장 낮은 것으로 나타나 동 기술에 대한 지원 및 개발이 요구되는 상황임.

- 찰옥수수 품종 개발은 세계적인 수준이며, 사료용 옥수수 품종 개발 수준도 세계 시장에서 뒤지지 않음. 따라서 이제부터는 종자 시장이 협소한 국내보다는 해외로 눈을 돌려야 함. 국내 연간 사료용 옥수수 종자 시장 규모는 약 250~300톤 정도로, 시장 규모가 매우 작을 뿐만 아니라 국내에서 종자 생산 시 생산비용이 높아 민간의 참여가 부진하였음.
- 식용(찰)옥수수는 품질, 기호성에서 경쟁력이 매우 높으며 사일리지용은 품질, 유통에서 경쟁력이 있음.
- 수출 대상 지역에 적응성이 높은 수출용 옥수수 품종 개발이 시급함. 현재 국내 육성품종 들은 수출 대상 지역의 재해 및 병해충 저항성 등에 약해서 수출 대상 지역에서 적응성이 우수하고 각종 재해저항성이 높은 옥수수 품종 개발이 요구됨.
- 중국은 옥수수 종자의 수출입의 법적규제가 엄격함으로 옥수수 품종 개발에 제약요건으로 작용하나 재배면적이 넓고 단위수량성이 낮은 편이라 향후 잠재적 시장으로 성장 가능성 높음.
- 국내 옥수수 연구 인력의 절대적 부족을 보완하기 위한 산학관연 협의체 구성 및 역할 분담에 의한 수출용 종자 개발 계획 수립이 시급함.

1-3. 연구개발 범위

<1세부>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
고위도 지역 적응 수출용 옥수수 옥수수 품종개발	○ 계통선발 및 교배조합구성 - 고위도 지역 적응성 향상을 위한 조속계통 선발 - 조속계통간 교배를 통한 교배조합 구성	○ 시험재료 - 종실용 및 찰옥수수 계통 - 계통육성 방법: pedigree selection - 교배조합 구성: 조합계통 - 시험방법: 계통간 교배를 통한 F1구성 ○ 시험장소 : 홍천 ○ 재배법 - 파종기: 4/23 - 재식거리: 70x25cm
	○ 교잡종의 조합능력평가 - 교배조합 구성한 단교잡종(F1)의 수량성 및 생육특성 평가를 통한 교잡종 선발	○ 시험재료 - 20GS조126 등 조합 ○ 시험장소 : 홍천 ○ 재배법 - 파종기: 5/6 - 재식거리: 60x30cm

		<ul style="list-style-type: none"> - 시험구배치 : 1열 2반복 ○ 시험재료 <ul style="list-style-type: none"> - 중국 생산력검정 : 종교199 등 교잡종 - 중국 지역 적응성 검정 : 종실용 교잡종, 찰초당옥수수 교잡종 ○ 시험장소 : 중국 길림성 ○ 재배법 <ul style="list-style-type: none"> - 재식거리: 해외 현지 표준재식거리 준수 - 시험구배치 : 2(4)열 2(3)반복 ○ 교잡종 선발 목표: 조숙성, 다수성 (현지품종 대비 수량성 105% 이상) ○ 선발 교잡종 중국 길림성 품종 심사 실시(북강191등 2품종) <ul style="list-style-type: none"> - 길림시농과원, 연변대학교와 공동 추진
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 조합능력평가에서 선발된 교잡종의 고위도 현지 평가 - 현지 적응성 우량 교잡종 선발 - 선발 교잡종 품종 출원 	
고위도 지역 적응 식용 찰옥수수 품종개발 (위탁)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 옥수수 품종별(식용, 가공용) 자식계통 핵심집단 육성을 위한 계통육성 및 선발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연차에서 육성된 3계통(S5 175계통, S6 178계통)들에 대한 계통육성 및 출용·출사기 생육 특성 기준 선발된 계통에 대하여 인공교배 후 계통증식을 완료하였고, 각 계통별로 주요농업형질들에 대하여 특성을 조사
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유망 옥수수 품종 유망 교잡종들에 대한 품종보호 출원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 찰옥수수 품종 유망 교잡종들에 대한 국내 현지 적응성 평가 및 품종보호 출원 준비중

<2세부>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
○ 지역 적응성 검정	○ 해외 현지 시험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락시험 실시: 중국 (길림성 2지역(용정,돈화), 북경 등). 사료용 교잡계통, 찰초당 교잡계통 시험실시. ○ 재배법

		<ul style="list-style-type: none"> • 파종시기: 3~5월경 • 재식거리: 65cmX25cm (지역에 따라 약간 다름) • 조사항목: 수량성, 출사기, 높이, 이삭장 등 • 대조품종: 선옥335 등 지역별 주요품종 • 각 지역별로 협력기관의 도움으로 재배 시험 진행
○종자 생산	○ 해외 현지 업체 협력을 통한 생산	○ 베트남 - 엠제이무역을 통해 생산 - 강원캄 3호 약 1ha 생산 진행
○수출	○ 해외영업팀을 통한 수출	○ 중국 - 농우바이오 자회사인 세농을 통해 진행 - 대륙2호 2지역에서 시교 진행 ○ 베트남, 미얀마 - 농우바이오 해외영업팀을 통해 시교 진행
○ 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작(위탁)	○ 옥수수 50K SNP chip을 활용한 genome-wide genotyping 분석 수행 ○ 품종/계통 및 그룹 특이 SNP 분자마커 정보를 기반으로 PCR 검정 시스템 적용	○ I Illumina 사의 옥수수 50K SNP chip을 사용하여 국내육성 팝콘 옥수수 품종 5점과 국외 수입 품종 5점에 대한 genome-wide SNP genotyping 분석을 수행 ○ 국내 육성 품종들의 손쉬운 구분을 위한 PCR 검정법 확립 (국내 품종 그룹 특이적 SNP를 선발하고 이를 기반으로 ARMS-PCR primer 세트 2개를 작성하였으며 성공적으로 구분 가능함을 PCR로 확인
○ 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성(위탁)	○ 생물정보학 기술을 활용한 옥수수 한발저항성 연관 분자마커 선발 ○ 옥수수 한발저항성 연관 유전자 동정 ○ 유전체 분석기술 및 한발저항성/감수성 옥수수 집단을 활용한 선발된 한발저항성 분자	○ 선행연구로 확보한 한발저항성 연관 SNP 분자마커들 중 <i>in silico</i> 분석을 통해 아미노산 변이를 일으키는 SNP 분자마커를 선발 ○ 분자마커 선발과 함께 <i>in silico</i> 기능 분석을 병행하여 식물스트레스에 밀접하게 연관되어 있는 유전자 동정 ○ 품종/계통 및 그룹 감별을 위한 ARMS-PCR 기법을 목표 SNP type

	<p>마커 유효성 검정</p> <p>○옥수수 실내 F₁ 종자생산 시스템 확립</p>	<p>검출을 위한 기술로 발전시켰음(선발된 한발저항성 SNP 분자마커 위치정보를 활용하여 ARMS-PCR primer를 제작</p> <p>○ 옥수수 50K SNP chip을 활용한 genome-wide genotyping 분석을 통해 개발된 8개의 한발저항성 분자마커들의 유효성 검증을 위한 한발저항성/감수성 DH 집단 작성 [HF19(한발감수성계통)×05S10032(한발저항성계통) DH 집단 작성 : 옥수수 연구소와 연계하여 반수체 종자 생산</p> <p>○ 옥수수 DH 집단들의 육종 연관 단축을 위하여 실내 양액재배 시스템을 활용한 F₁ 종자생산 시스템을 확립</p>
<p>○ 옥수수 주요 병해 특성 분석(위탁)</p>	<p>○ 주요 옥수수 병원균의 발생 및 발병 특성 조사</p> <p>○접종 및 유지를 위해 순수 동정된 병원균의 배양</p>	<p>○중 국 현지 발병 매문병 (<i>Exserohilum turcicum</i>) 및 깨씨무늬병(<i>Bipolaris maydis</i>) 균주들의 순수 배양, 유지 및 접종</p>
<p>○ 옥수수 유전자원의 저항성/ 감수성 검정(위탁)</p>	<p>○ 배양된 옥수수 매문병 및 깨씨무늬병 병원균을 접종하고 병 발생을 유도한 후 발병 정도에 따라 저항성/감수성 품종/계통 판정</p>	<p>○ 매문병 검정 : 국내 육성 유망 품종 개체와 중국 현지 재배 품종에 대한 저항성 검정</p> <p>○ 깨씨무늬병 검정 : 매문병 검정과 동일한 품종/계통들에 대한 저항성 검정</p>

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

<제1세부>

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1세부	2017 1년차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 1품종 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사료용 및 식가공용 843계통, 찰옥수수 1,034계통, 교배조합 구성: 150조합 ○ 사료용 및 식가공용 1,519계통, 찰옥수수 72계통 조합 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정: <ul style="list-style-type: none"> - 중국 생산력검정 : 드림옥 등 42교잡종 - 중국 적응성 검정: 종실용 7교잡종, 찰초당옥수수 6교잡종 - 러시아: 17PR01등 30교잡종 - 베트남: 17VGA01등 19교잡종 - 인도: 17R101등 20교잡종
	2018 2차년	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 1품종 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사료용 및 식가공용 952계통, 찰옥수수 825계통, 교배조합 구성: 150조합 ○ 12S8057/17S8031 등 254조합 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정: <ul style="list-style-type: none"> - 중국 생산력검정 : 종교173 등 40교잡종 - 중국 지역 적응성 검정 : 종실용 7교잡종, 찰초당 5교잡종 - 러시아: 18PR01등 52교잡종 - 식가공용 옥수수 교잡종 현지 적응성 평가
	2019 3차년	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 1품종, 등록 15품종 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사료용 및 식가공용 1,015계통, 찰옥수수 282계통, 교배조합 구성: 150조합 ○ 16S7197/18S8149 등 249조합 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정: <ul style="list-style-type: none"> - 중국 생산력검정 : 종교196 등 43교잡종 - 중국 지역 적응성 검정: 종실용 7교잡종, 찰초당 5교잡종 - 중국 길림성 품종심사(출원) : 복강191, 연농나581 등 2품종 - 러시아 : 19PR01등 51교잡종 ○ 선발 교잡종 종자 채종 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 현지 종자 채종을 위한 원종생산 및 소규모 F1종자 채

		<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 1품종, 등록 1품종 	<p>중</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 사료용 및 식가공용 1,393계통, 찰옥수수 353계통, 교배조합 구성: 150조합 ○ 12S8057/19S8104 등 202조합 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정: <ul style="list-style-type: none"> - 중국 생산력검정 : 20YB15 등 40교잡종 - 중국 지역 적응성 검정: 종실용 7교잡종, 찰초당 5교잡종 - 중국 길림성 품종심사(출원): 복강191, 연농나588 등 2품종 - 중국 농가실증 : 복강191 등 2품종 ○ 선발 교잡종 종자 채종 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 원종생산 및 F1종자 채종 기술 지원
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 1품종, 등록 3품종 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사료용 및 식가공용 1,519계통, 찰옥수수 72계통 ○ 21조합075 등 187조합 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정 : <ul style="list-style-type: none"> - 중국 생산력검정 : 종교208 등 38교잡종 - 중국 지역 적응성 검정 : 종실용 7교잡종, 찰초당 5교잡종 - 중국현지 전시포 운영 : 대륙2호 등 4품종 - 중국 현지 농가실증 : 대륙2호 7지역 ○ 선발 교잡종 종자 채종 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 현지 종자 채종을 위한 원종생산 및 F1종자 채종 기술 지원

<제2세부>

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
2세부	2017 1년차	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역 적응성 검정 및 마케팅 전략 수립 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 병, 내건성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험: 중국 (길림성 3지역, 요녕성 1지역, 북경, 무한, 성도, 보정, 청주 등), 베트남 (2지역), 캄보디아 (2지역)에서 실시. 사료용 7품종, 초당옥수수 10품종, 찰옥수수 1품종, 찰초당 9품종 시험실시 ○ 재배시험지 방문 및 네트워크 구축 ○ 옥수수 종자시장 동향 조사 ○ 종자박람회 참석 및 마케팅 ○ 내건성 검정 및 단백질 함량 분석 -기능성 물질 고품유 계통 선발 및 대사체 수준 검

			<p>중</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 내재해성 연관 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 선행 연구 논문(Nature Genetics, 2016) 결과를 토대로 한발 저항성 PCR 판별이 가능한 연관 분자마커 1개와 SNP 41개를 선발하였음. ○ 품종 감별용 분자마커 개발 <ul style="list-style-type: none"> - Mutator-TD 기술을 개발하였으며 이를 품종 구분용 분자마커 개발에 활용 예정임 ○ 주요 옥수수병원균의 발생 및 발병 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 동아시아 지역에서 채취한 이병 식물체 조직으로부터 순수 분리한 Exserohilum turcicum (매문병) 및 Bipolaris maydis (깨씨무늬병) 균주들의 외형적 특성 조사 및 접종을 위한 배양 ○ 주요 옥수수병원균의 살균제에 대한 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> - 깨씨무늬병 방제에 활용하기 위한 적정 약제를 선발하였음 : Azole계 2종, Thiphantes계 1종, Dithiocabamates계 1종, Strobilurin계 1종, Dicaboxi- mides계 1종 도합 6종 선발됨 ○ 1단계에서 선발한 옥수수 계통들에 대한 병 저항성/감수성 검정을 재 수행하였으며 분자마커 개발을 위한 식물재료 확보하였음 <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 검정 : 20개의 저항성/감수성 계통들을 검정하여 동일한 결과를 보이는 10개의 저항성/감수성 옥수수 계통들을 최종 선발하였음 - 깨씨무늬병 검정 : 20개의 저항성/감수성 계통들을 검정하여 동일한 결과를 보이는 10개의 저항성/감수성 옥수수 계통들을 최종 선발하였음
2018 2차년		<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역 적응성 검정 및 수출 기반 조성 ○ 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작 ○ 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락 시험 실시: 중국(길림성 3지역(길림,용정,돈화), 북경, 하북성(당산), 귀주성(귀양), 사천성(부순현) 등). 사료용 9교잡종, 찰초당 13교잡종 시험 실시 ○ 재배시험지 방문 및 네트워크 구축 ○ 식용 옥수수 종자 현지 시험 생산 및 품질검사 ○ 옥수수 종자시장 동향 조사 ○ 종자박람회 참석 및 마케팅 ○ 전시포 설치 및 운영 ○ 내건성 검정 및 단백질 함량 분석 ○ 기능성 물질 고함유 계통 선발 및 대사체 수준 검증

			<ul style="list-style-type: none"> ○ 한발 저항성 연관 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 선행 연구 논문(Nature Genetics, 2016) 결과를 토대로 선발한 한발 저항성 분자마커 검정 완료 (현재 육성중인 계통/품종들에 적용 불가능함이 판명됨) - 국내 육성 유망 계통 150점(한발 저항성 관련 계통 포함)에 대하여 Illumina사의 옥수수 50K SNP chip을 사용하여 genome-wide genotyping 분석 수행. 당해연도 연구기간내에 다수의 주요 형질 관련 유전자 및 SNP 분자마커들의 선발이 가능할 것으로 판단됨 - 옥수수 품종 판별 및 순도 검정을 위한 SSR 분자마커 선발 : 찰옥4호 품종을 대상으로 상용화되어있는 300개의 옥수수 SSR primer set에 대한 PCR 분석 수행. Agarose gel에서 확인이 용이한 1개의 primer 조합 선발하였음. 마커 선발 효율이 매우 낮음이 확인됨. - 41개의 primer set으로 구성되어 있는 Mutator-TD primer들에 대한 PCR 분석 수행을 완료하였으며 그중 활용도(변이 생성이 많은)가 높은 primer 21개를 선발 하였음 ○ 주요 옥수수병원균의 발생 및 발병 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 순수 분리한 Exserohilum turcicum (매문병) 및 Bipolaris maydis (깨씨무늬병) 균주들의 접종을 위한 배양 및 유지 ○ 주요 옥수수병원균의 살균제에 대한 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 방제에 활용하기 위한 적정 약제를 선발하였음 : Fluquinconazole, Tebuconazole과 Prochloraz은 방제효과가 있었으나 Difenconazole, Azoxystrobin과 Kresoxim-methyl에서는 방제효과가 전혀 없었음 ○ 옥수수 신품종 및 계통 병 저항성/감수성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 검정 : 20개의 옥수수 계통들을 검정하여 10개의 저항성/감수성 옥수수 계통들을 추가 선발하였음 - 깨씨무늬병 검정 : 20개의 옥수수 계통들을 검정하여 10개의 저항성/감수성 옥수수 계통들을 추가 선발하였음 - 품종 육종팀과 연계하여 DH 계통 작성을 위한
--	--	--	--

			<p>식물재료 및 병 관련 연관 분자마커 선발을 위한 식물재료로 활용되어질 예정임</p>
2019 3차년	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역 적응성 검정 및 마케팅 전략 수립 ○ 종자 생산 및 마케팅 체계 확립 ○ 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작 ○ 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락 시험 실시: 중국(길림성 3지역(길림,용정,돈화), 북경, 천진, 하북 등). 사료용 7교잡종, 찰초당 14교잡종 시험 실시 ○ 전시포 설치 및 운영 ○ 종자박람회 참석 및 마케팅 <ul style="list-style-type: none"> - 식용 옥수수 종자 현지 생산, 가공, 및 품질검사 ○ SNP 정보를 활용한 판별용 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 50K SNP chip을 활용하여 genome-wide SNP genotyping 분석을 수행하였으며 계통/품종 특이 SNP 분자마커들을 선발하였음. ○ 품종/계통 구분을 위한 PCR 검정법 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 품종/계통 특이 SNP 분자마커를 활용하여 ARMS-PCR 분석법에 성공적으로 접목 시켰음. ○ 한발 저항성 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 한발 저항성 및 감수성 계통(15점)들에 대한 50K SNP genotyping 분석을 통해 133개의 연관 SNP 분자마커들을 선발하였음. - SNP 위치 분석을 통해 한발 저항성 관련 유전자를 선발하였음. ○ 옥수수 농업 형질(품질 및 병 저항성) 관련 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 선조종인 티오신데 4점, waxy 계통 14점 그리고 dent 계통 17점에 SNP genotyping 분석을 활용하여 집단 분석을 수행하였음. - 고품질 찰옥수수 품종인 미백2호의 모/부 및 DH 계통들에 대한 SNP genotyping 분석을 완료하였으며 고품질 관련 SNP 분자마커 선발중에 있음. ○ 주요 옥수수병원균의 발생 및 발병 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 매문병(<i>Exserohilum turcicum</i>)과 깨씨무늬병(<i>Bipolaris maydis</i>) 균주들의 배양 및 유지 ○ 옥수수 신품종 및 계통 병 저항성/감수성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 검정 : 선발된 유망 F1 식물체와 이들의 모/부 45점에 대한 매문병 저항성 검정. 중국 우수 품종인 선옥335를 포함한 7개의 품종과 8개의 모/부 계통들에 대한 매문병 저항성 추가 검정 - 깨씨무늬병 검정 : 중국 우수 품종인 선옥335를 	

		<p>포함한 7개의 품종과 8개의 모/부 계통들에 대한 깨씨무늬병 저항성 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 지역 적응성 검정 및 마케팅 전략 수립 ○ 종자 생산 판매 체계 구축 ○ 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작 ○ 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락 시험 실시: 중국(길림성 2지역(용정,돈화), 북경 등). 사료용 7교잡종, 찰초당 11교잡종 시험 실시 ○ 전시포 설치 및 운영 ○ SNP 정보를 활용한 판별용 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 50K SNP chip을 활용한 SNP genotyping 분석을 다양한 집단 및 계통/품종들에 확대 적용하였음. 종/품종 및 그룹 특이 SNP 분자마커들을 선발하였음. ○ 품종/계통 및 그룹간 구분을 위한 ARMS-PCR 검정법 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 품종/계통 특이 SNP 분자마커를 PCR 기법을 활용하여 검출할 수 있는 기술을 확보하였음. 특히, ARMS-PCR 분석법을 적용하여 품종/계통 및 그룹 특이적 DNA 단편의 생성을 가능하게 하였음. ○ 한발저항성 연관 유전자 및 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 한발저항성 분자마커 선발 : 옥수수 50K SNP chip을 활용한 SNP genotyping 분석 및 in silico 기능 분석 결과를 토대로 한발저항성에 밀접하게 연관되어있을 것으로 추정되는 8개의 SNP 분자마커들을 선발하였음. - 한발저항성 유전자 동정 : 확보된 8개의 SNP 중 3개는 식물 스트레스 저항성에 중요한 유전자의 exon 부위에 위치하는 것으로 확인되었음. 이들 유전자들의 세포내 기능 분석을 진행 중에 있음. ○ 한발저항성 집단 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 선행 연구에서 선발된 한발저항성 및 감수성 계통들을 활용하여 DH 집단을 육성중에 있음 (1세부 과제 옥수수 연구소 육종팀과 연계). - 집단 작성 완료 시 선발된 8개의 SNP 분자마커들의 유효성 검증을 진행할 예정임 ○ 실내 F1 종자생산 시스템 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 DH 집단들의 육종 연한 단축을 위하여 실내 양액재배 시스템을 활용한 F1 종자생산 시스템을 확립하였음. ○ 주요 옥수수병원균의 발생 및 발병 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 중국 현지 발병 매문병(<i>Exserohilum turcicum</i>) 및
--	--	--	---

			<p>깨씨무늬병(Bipolaris maydis) 균주들의 순수 배양, 유지 및 접종</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 옥수수 싹품종 및 계통 병 저항성/감수성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 검정 : 국내 육성 유망 19품종 57개체와 중국 현지 재배 품종 5점에 대한 저항성 검정 - 깨씨무늬병 검정 : 매문병 검정과 동일한 품종/계통들에 대한 저항성 검정
	<p>2021 5차년</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역 적응성 검정 및 마케팅 전략 수립 ○ 종자 생산 판매 체계 구축 ○ 옥수수 싹품종 감별 분자마커 제작 ○ 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락 시험 실시: 중국(길림성 2지역(용정,돈화), 북경 등). 사료용 11교잡종, 찰초당 9교잡종 시험실시 ○ 전시포 설치 및 운영 ○ 식용 옥수수 종자 현지 생산, 가공, 및 품질검사 ○ 옥수수 싹품종 감별 분자마커 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 50K SNP chip을 활용한 genome-wide SNP genotyping 분석 자료를 축적중에 있으며, 이들 정보를 사용하여 개발된 품종들의 모/부 및 유망 계통들에만 검출 되는 특이 SNP 마커들을 선발하여 품종 감별용으로 활용 - 선발된 SNP 마커들은 손쉬운 검출을 위하여 PCR을 사용하여 검출할 수 있도록 ARMS-PCR primer set을 개발하였음. ○ 옥수수 재해저항성 및 주요 형질 연관 분자마커 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수의 유묘기 및 출수기에 건조 스트레스에 대한 저항성 유전인자(분자마커 포함)를 지속적으로 탐색중에 있음. - Genome-wide SNP genotyping 분석을 통해 확보한 133개의 건조저항성 SNPs로부터 연관성이 높을 것으로 판단되는 18개의 SNPs를 1차로 선발하였으며 in-silico 분석을 통해 이들 중 7개의 SNPs를 최종 선발하였음. - 최종 선발된 7개의 SNPs는 유전자 서열에 기반하고 있어 옥수수 건조저항성 부여에 밀접하게 연관되어 있을것으로 판단됨 - 1세부과제와 연계하여 작성된 DH 집단을 활용하여 선발된 건조저항성 유전인자들의 진위성 검증을 진행중에 있으며 이와 함께 식물형질전환 시스템을 활용하여 선발된 유전인자들의 기능을 직접적으로 검정하였음.

			<ul style="list-style-type: none"> - 최종적으로 옥수수의 건조저항성 증진에 연관되어 있는 것으로 확인된 옥수수 RCD1 유전자의 동정과 내부 서열에 존재하는 SNPs의 차별적 기능을 최종 검증하였음. ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 중국 현지 발병 매문병(<i>Exserohilum turcicum</i>) 및 깨씨무늬병(<i>Bipolaris maydis</i>) 균주들의 순수 배양, 유지 및 접종 - 주요 병원균인 깨씨무늬병 및 매문병에 대한 인위적인 병 발생 유도 및 효과적인 방제법 조사 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 수립된 병 검정 시스템을 활용하여 개발된 수출용 품종 및 유망 계통들에 대한 저항성 검정
--	--	--	--

2-2. 연구개발의 추진전략 · 방법 및 추진체계

가. 추진전략

1) 품종육성 전략

수출목표 권역별 육종 추진전략

○ 고위도 지역 : 중국 북부 및 러시아권

- 국내 : 자식계통 육성 및 교잡종 선발 → 해외 : 목표지역 적응시험 수행

- 각 품종 육성기관에서 현재 수행중인 사업과 연계하여 수행

- 장점 : 해외 육종기지 운영에 필요한 비용, 인력 절감, 인원 집중, 상호연계 용이 등 집중도 향상, MAS 활용시 실내 분석 및 포장평가의 연계용이

목표지역 적응형 유전자원 확보 및 활용

○ 목표지역 현지 재배중인 옥수수 품종 및 현지 연구기관 및 종자은행으로부터 옥수수 자원 분양 확보

○ 조숙성, 내병성 우수 자원에서 유용 계통 선발 및 이용성 증대

수출용 옥수수 품종개발을 위한 분자마커 활용 육종 효율 증진

○ 분자마커를 활용한 교배조합 예측 및 포장에서의 계통선발 효율 극대화

○ 내한 및 내병성 관련 분자마커 정보 탐색

○ 목표지역 옥수수에 문제시되는 병해충 저항성에 대한 분자마커 선발

○ 기 개발된 계통 및 육성중인 계통에 대한 선발 분자마커 활용

2) 수출시장 개척 전략

○ 농협종묘 수출 역량

- 농협종묘는 2016년에만 중국에서 무, 배추, 과 등 종자를 1억원 상당 수출하고 있음.

- 현재 중국 마케팅 담당자 1명(채종병행)이 있고, 중국 북경 증연한 종자유한회사와 중국 북경 동해성 종묘 유한회사와 상호협력관계에 있음. 마케팅 담당자 1인 추가 채용 예정 (2016년 말).
- 또한 중국 통화통신종묘 유한회사 및 중국 북경 오리엔탈 종묘 유한회사를 통하여 채용하고 있으며 채용된 종자는 중국 해남도에서 재배 검사법으로 순도 검사를 실시하고 있음.
- 농협종묘는 현재 옥수수 종자를 국내에 판매하고 있으며 이러한 경험과 기존의 중국 네트워크를 확장함으로써 옥수수 종자 수출을 이루어 낼 것임.

○ 옥수수 종자 시장 진입 전략: 2-track 전략

- 식용 옥수수와 사료용 옥수수는 서로 다르게 취급되고 있음.
- 옥수수 자체는 식량작물 혹은 주요 농작물 (벼,보리,옥수수,면화,콩)로 분류되나 식용 옥수수는 채소종자와 비슷하게 취급되고 있음. 주요 농작물 종자를 생산판매하기 위해서는 허가증을 따로 받아야 하나 식용 옥수수는 채소종자를 생산판매하는 회사에서도 취급하고 있음. 공식적으로 허가가 난 상태는 아니나 중국 정부의 묵인하에 판매되고 있음.
- 따라서 식용 옥수수는 보다 시장에 접근하기가 용이하여 식용 옥수수와 사료용 옥수수 종자 시장 접근 전략을 다르게 가져갈 필요가 있음.



• 사료용 옥수수 종자 시장 진입전략:

- 글로벌 기업도 참여하는 경쟁이 치열한 시장임. 시장자체는 가장 크지만 그 만큼 들어가기도 쉽지 않음.
- 중국 시장을 타깃으로 품종이 개발되기 시작한 지 얼마 되지 않아 경쟁력 있는 품종을 만들기 쉽지 않음.
- 중장기적인 목표를 설정하고 경쟁력 있는 특성을 가지는 품종을 육성해 나가야 함.
- 사료용 옥수수 시장 자체도 여러 세그먼트로 나눌 수 있음. 숙기에 따라 조생, 중생, 중만생, 만생 등으로 나뉨. 가장 많이 재배되는 것은 중생, 중만생이나 최근 옥수수를 수확과 동시에 탈립을 하는 경향이 늘어나고 있어 조생종에 대한 수요가 늘어날 것으로 생각됨. 또한 조생종은 중국 뿐만 아니라 연해주에서도 재배가 가능하여 좋은 품종이 개발되면 여러 시장에 동시에 진입하는 것이 가능할 것임. 중생, 중만생종에 비해 상대적으로 품종이 적게 개발되어 있어 보다 시장 진입이 용이할 것으로 판단됨.

• 식용 옥수수 종자 시장 진입전략:

- 식용 옥수수는 생산량 뿐 아니라 식미감이 중요함.
- 국내에서 식용 옥수수에 대한 연구는 오랫동안 해 왔기 때문에 경쟁력이 있는 품종을

- 좀 더 빨리 육성할 수 있을 것으로 판단됨.
- 특히 국내 찰옥수수에는 중국 찰옥수수와는 다른 식미감을 가지고 있어 틈새 시장으로 진입하는 것이 가능할 것으로 보임.
- 최근에는 찰옥수수와 초당옥수수를 결합한 찰초당옥수수 시장으로 이동해 가고 있어 적당한 품종만 있으면 시장진입이 가능할 것으로 판단됨.
- 더불어 채소종자를 취급하는 업체에서도 취급가능하여 기존의 영업 네트워크를 활용할 수 있다는 장점이 있음.
- 이전에 중국에서 시험재배를 한 초당 옥수수 및 찰초당 옥수수의 적응성 시험을 완료하고 채소종자 업체를 통해 판매를 시작하려고 함.

나. 추진 방법

- 고위도 지역 수출용 옥수수 신품종 개발을 위한 계통육성
 - 활용가능 모든 자원 이용
 - 북방적용 옥수수 육성연구를 통해 자체 육성한 우량계통
 - 중국, 러시아, 유럽, 캐나다 등에서 수집한 유용 자원
 - 계통 육성 및 교배조합 구성 방법
 - 계통 분리를 통한 세대진전 (필요시 동계 세대축진 활용)
 - 각 세대별 계통을 선발하여 다음세대로 진전
 - S6세대 이후 고정도 높은 계통을 활용하여 elite line와 교배조합 구성
 - 분자유종기술 개발 및 계통 선발에 활용
 - 유망 자식계통들에 대한 유연관계 분석을 통한 교배조합 구성
 - 내병성(깨씨무늬병, 매문병 등), 내재해성 관련 분자마커 선발
 - 마커를 활용한 내재해성 계통 선발 효율 증대
- 고위도 지역 수출용 옥수수 신품종 개발을 위한 교잡종 평가
 - 단계별 적응성 검정을 통한 우량 품종 선발
 - 구성한 교배조합(F1)의 조합능력 평가 : 국내
 - 조합능력평가에서 선발된 교잡종의 현지 생산력검정 : 수출 목표지역
 - 생산력 검정에서 선발된 교잡종의 지역적응성검정 : 수출 목표지역
 - 선발 교잡종의 현지 품종출원
 - 품종등록을 위한 시험수행 및 현지 품종 등록(사료용 및 식가공용)
 - 생산력검정 이후의 평가는 제2세부프로젝트와 협력추진
- 개발 교잡종의 종자채종 검정 및 육종기술 이전(제1세부프로젝트와 협력)
 - 현지 적응성 시험포장 확보 및 관리 협력
 - 시험 교잡종의 선발 및 향후계획 협의
 - 선발 교잡종의 종자채종 협력 및 채종을 위한 원종생산
- 국내 육성 품종 및 현지용 신품종의 적응성 검정

- 개발 품종의 지역별 재배시험 및 형질 비교평가
 - 기존에 개발된 사료용, 식용(찰초당옥수수, 단옥수수) 옥수수의 적응성 시험을 실시함. 선행연구결과에서 좋은 평가를 받은 품종을 대상으로 시험 지역을 확장하고 특히 식용 옥수수의 경우는 판매업체와 연계하여 진행할 수 있도록 함. 비교평가를 위해서 현지에서 주로 재배하는 2~3개 품종을 같이 재배할 것임.
 - 재배지역은 동북3성(흑룡강성, 길림성, 요녕성), 산둥성, 광둥성 등을 선택하였음. 동북3성은 중국전체 옥수수재배 면적의 30%이상을 차지하고 생산량도 30% 이상임. 산둥성은 옥수수 재배면적이 가장 넓고 생산량도 최대임. 따라서 이들 지역은 주요 옥수수 산지라고 볼 수 있음. 광둥성은 중국 남부권 주요 옥수수 생산지로 재배면적은 상대적으로 작으나 단옥수수 생산은 중국 전체의 30%가량을 차지하므로 단옥수수 재배시험지로 적합함.
 - 재배방식은 기본적으로 현지의 방법대로 진행함.

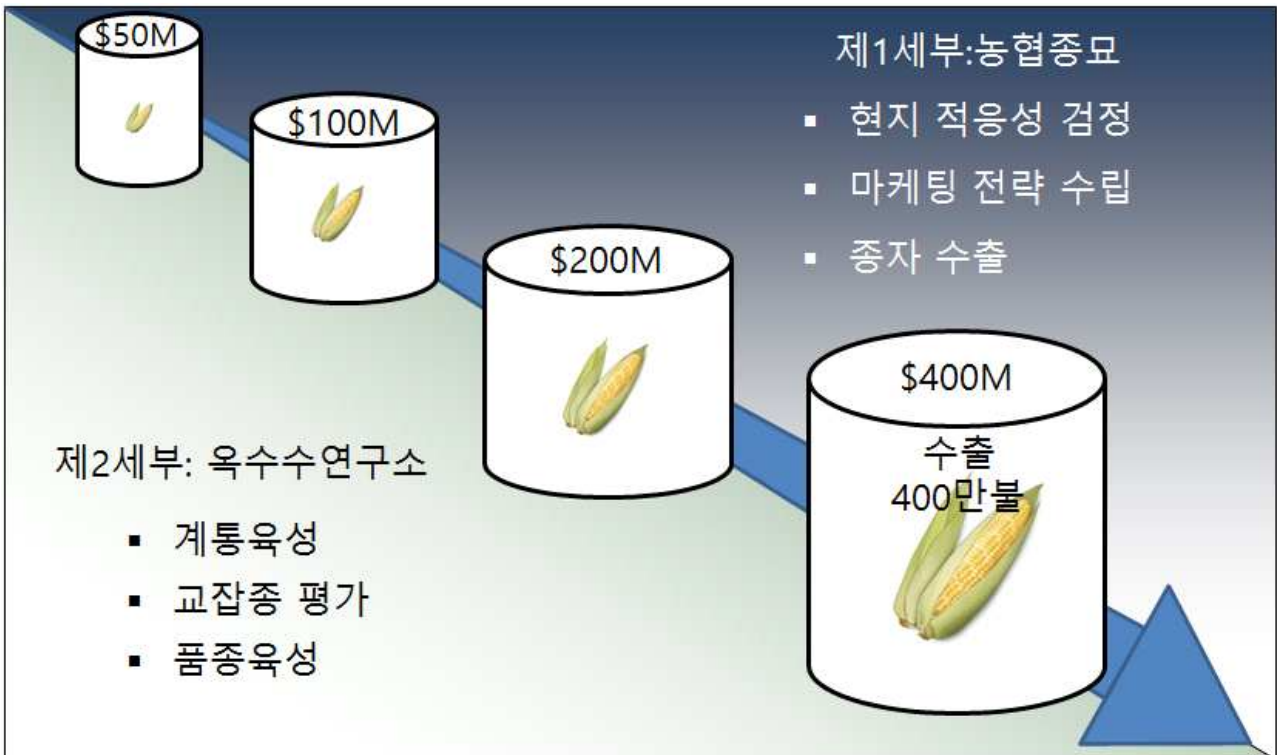
□ 옥수수 종자 수출 기반 구축 및 마케팅

- 시장 동향 조사
 - 시장은 항상 변화하므로 매년 종자 시장 동향을 조사하여 대응책을 준비할 필요가 있음.
 - 중국에 직접 방문하여 관련 업계 관계자나 연구자를 통해 대면 조사함.
 - 또한 인터넷을 통한 조사도 같이 실시함.
 - KOTRA를 활용하여 중국 내 옥수수 시장 변화와 업체에 대한 분석을 실시할 것임.
 - 더불어 시장 분석 전문업체에서 발간하는 중국 옥수수 시장 분석 보고서를 구입하여 시장 현황에 대해 보다 상세한 정보를 취득할 것임.
- 전시포 설치 및 현지 농가 실증
 - 거점 지역 (연길, 북경 등)에 전시포 설치 및 운영
 - 전시포에는 주변 농민을 비롯한 옥수수 육성가를 초빙하여 평가를 요청할 것임.
 - 또한 종자박람회에도 참가하여 전시포에 개발된 품종을 전시하여 평가를 받을 것임.
 - 옥수수 재배 농민에게 무상으로 종자 제공하여 평가 및 호응도 조사
- 종자 생산/가공/보급체계 구축
 - 품종등록 (제2세부와 협력): 등록을 위한 종자 생산. 순도 및 병검정 실시.
 - 옥수수 종자를 생산하기 위해서 채종 적지 및 업자 선정
 - 정선 및 코팅, 포장 등을 위한 설비 확보 혹은 대행 업자 선정
 - 생산된 종자 검정 실시: 발아, 순도, 병리
 - 생산된 종자 보관 창고 확보
 - 협력사를 통한 종자 보급
 - 종자박람회 참석하여 품종 홍보

□ 품종 육성 지원

- 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성
 - 옥수수 재해저항성 관련 분자마커 150개와 전이인자 분자마커 1300개를 사용하여 association 분석을 수행하고 환경스트레스 및 병 저항성/감수성 연관 분자마커를 선별 제공하고자 함.
- 옥수수 주요 병해 특성 분석
 - 옥수수 주요 병해에 대한 특성 분석과 살균제 모니터링 수행.
- 옥수수 유전자원의 병 저항성/감수성 검정
 - 다양한 옥수수 유전자원에 대한 기 확립된 기술검정 방법을 이용하여 저항성 및 감수성 유전자원 판별.
- 내재해성 검정
 - 육성된 품종 및 재료에 대해 내건성 검정 실시
 - 실험실 수준에서 진행하고 내건성이 좋은 품종/재료에 대해서는 포장에서 확인
 - FT-IR 분석으로 대사체 정보를 확보
 - 단백질 함량 분석

다. 추진체계



2-3. 연구수행 내용

2-3-1. 고위도 지역 적용 수출용 옥수수 옥수수 품종개발(1세부)

가. 계통선발 및 교배조합구성

(1) 1년차

(가) 옥수수 분리계통 선발

- 시험장소 및 포장면적: 홍천, 50a
- 시험계통 및 선발계통수

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
S0	9	8	조숙집단 선발 및 계통 분리
S1	80	45	계통육성을 위한 세대진전
S3	41	33	계통육성을 위한 세대진전
S4	130	61	〃
S5	184	82	〃
S6	88	41	우량계통 활용 교배조합 구성
S7	143	55	〃
S8	168	65	계통증식 및 교잡종 생산에 활용
계	843	390	

- 선발 계통의 주요 특성

계통명	출사일수	간장	착수고	기 타
17S0006	69	226	96	러시아 수집 품종
17S1024	76	220	90	15러시아 수집(P7709)
17S3005	78	167	83	단간 직립형
17S4003	70	159	84	조숙성
17S4044	68	139	51	단간, 조숙성
17S4172	67	207	73	조숙성, 내도복
17S5176	75	170	60	단간, 저착수
17S6019	71	155	58	단간, 조숙성
17S7177	73	181	83	내병, 직립형
17S8207	69	137	42	조숙, 단간, 내도복

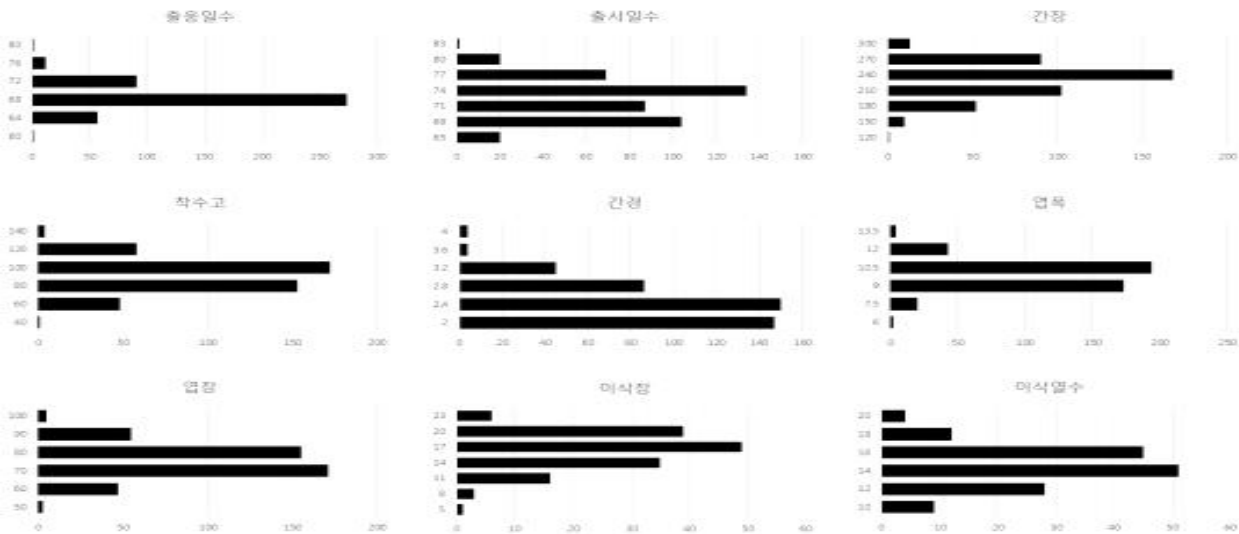
(나) 조합능력검정용 교배조합 구성

- 12S8057/17S8191 등 150조합 구성

- 교배조합 구성방법 : 우량 elite line을 tester로 하여 고정세대 육성계통과 인공 교배
- Elite line(tester) : 12S8057, 16S7197 등 조숙 계통
- 고정세대 육성계통 : S6세대 등 고정도가 우수한 계통
- 교배조합 구성 결과 : 12S8057/17S8191 등 150조합, 8.5kg 종자생산

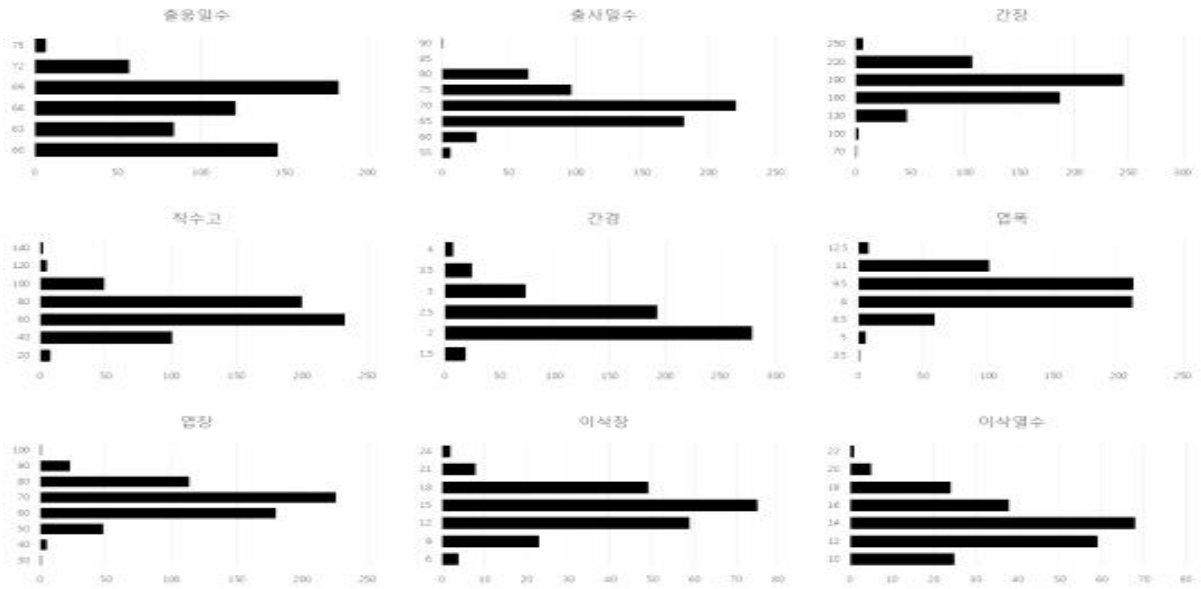
(다) 찰옥수수 분리계통 선발

- 1차년도에 S2 총 436계통의 옥수수 계통에 대한 계통육성 및 특성 평가함(그림 1-1).
- 출용일수는 60일~77일의 범위로 평균 67.1일, 출사일수는 최소 62일에서 최대 81일의 범위로 평균 71.4일, 간장은 112.0cm~296.2cm의 범위로 평균 216.3cm, 착수고는 최소 37.4cm에서 최대 131.0cm의 값으로 평균 81.5cm, 간경은 최소 1.3cm에서 최대 4.0cm의 범위로 평균 2.3cm, 엽폭은 5.3cm~13.0cm의 범위를 나타내어 평균 9.2cm, 엽장은 46.4cm~99.2cm의 범위로 평균 70.3cm로 확인되었음.



<그림 1-1. 옥수수 계통들(S2)의 형태 특성 조사 결과>

- S3세대 총 598계통의 옥수수 계통에 대하여 형태 특성 평가함(그림 1-3).
- 출용일수는 56일~75일의 범위로 평균 64.5일, 출사일수는 최소 54일에서 최대 90일의 범위로 평균 67.9일, 간장은 69.0cm~231.6cm의 범위로 평균 167.1cm, 착수고는 최소 12.7cm에서 최대 133.8cm의 값을 나타내어 평균 57.3cm, 간경은 최소 1.3cm에서 최대 4.0cm의 범위로 평균 2.2cm, 엽폭은 3.5cm~12.0cm의 범위를 나타내어 평균 8.2cm, 엽장은 30.0cm~93.0cm의 범위로 평균 62.9cm로 확인되었음.



<그림 1-2. 옥수수 계통들(S3)의 형태 특성 조사 결과>

(2) 2년차

(가) 옥수수 분리계통 선발

- 시험장소 및 포장면적: 홍천, 50a
- 시험계통 및 선발계통수(찰초당옥수수) :

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
F1	20	18	세대진전
F2	4	1	〃
BC1F2	21	8	〃
BC1F3	23	10	〃
BC2F3	141	41	〃
BC2F4	18	10	〃
BC3F5	59	25	세대진전, 계통 선발
BC3F7	60	24	세대진전, 교잡종 생산
계	346	137	

- 시험계통 및 선발계통수(사료용) :

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
S0	8	6	조숙집단 선발 및 계통 분리
S1	59	41	계통육성을 위한 세대진전
S3	169	95	계통육성을 위한 세대진전
S4	51	21	〃
S5	120	72	〃
S6	91	53	우량계통 활용 교배조합 구성
S8	108	38	계통증식 및 교잡종 생산에 활용
계	606	326	

※ 분리 고세대(S8) 선발 38계통 교배 모/부본으로 활용예정

(나) 육성계통의 카로티노이드 함량 분석(실용화재단 분석의뢰)

- 기존품종 함량 : 불검출 또는 2 µg/g 이하
- 선발계통 함량 분포 : 2.5 ~ 11.3 µg/g
- 선발 지속하면 카로티노이드 고함유 계통 선발 가능
- '18 선발 계통의 주요 특성

계통명	출사일수	간장	착수고	기 타
18S0005	70	218	98	러시아 수집 품종(P9175)
18S1038	69	171	84	17러시아 수집
18S3057	72	148	71	러시아 품종(P8400)
18S4016	79	160	68	단간, 초형양호
18S5026	68	139	51	조숙성
18S5169	69	117	45	조숙성, 단간
18S6032	82	149	70	직립형, 내도복
18S8133	72	121	62	단간, 조숙성
18S8181	75	114	45	내도복, 직립형
18S8213	78	112	45	내병, 단간, 내도복

(다) 2018년도 옥수수 계통의 생육특성

- 기후 특성 : 파종기 건조,拔아기 집중호우, 화분비산기 고온 및 건조
- 옥수수 계통의 생육상황 : 파종기拔아불량, 화분비산기 수정 불량 및 등숙기 등숙 불량 계통 다수 발생
- 고온 건조 적응성 계통 선발 : 금년 기후 상황에서 생육이 우수한 계통은 고온 및 건조 조건에서 적응성이 좋은 계통으로 평가됨.

(라) 조합능력검정용 교배조합 구성

- 선발한 육성계통을 활용하여 F1 교배조합을 구성하여 조합능력평가에 활용함
- 교배조합 구성방법 : 우량 elite line을 tester로 하여 고세대 육성계통과 인공 교배
- Elite line(tester) : 12S8057, 16S7167 등 조숙 계통
- 고세대 육성계통 : S8세대 등 고정도가 우수한 계통
- 교배조합 구성 결과 : 14S5171/18S8232 등 150조합, 7kg 종자생산

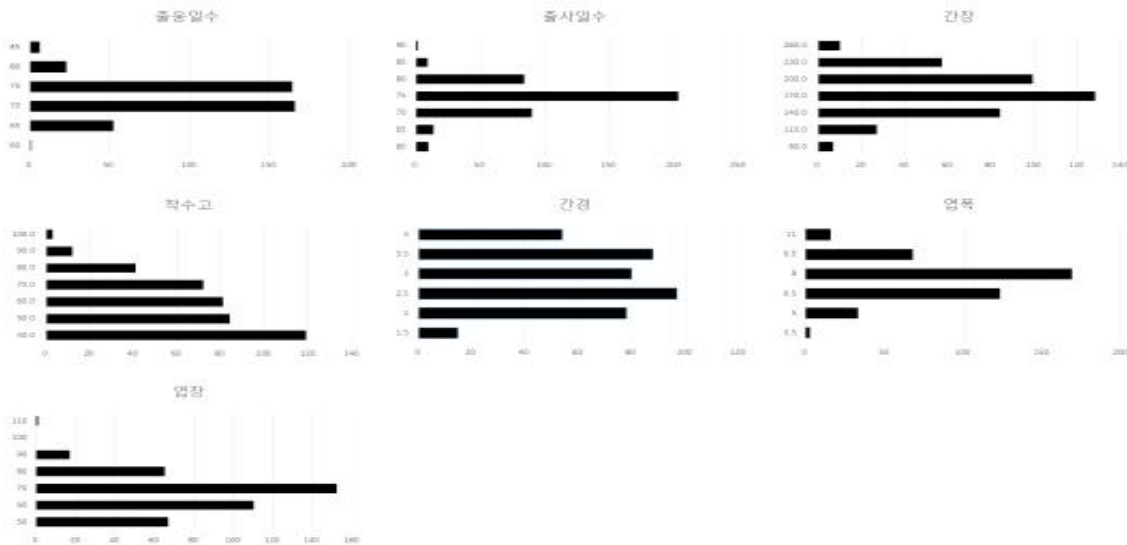
(다) 찰옥수수 분리계통 선발

- 2차년도에 S3세대 총 459계통의 옥수수 계통에 대하여 형태 특성 평가함(그림 1-3).
- 출용일수는 59일~77일의 범위로 평균 67.6일, 출사일수는 최소 59일에서 최대 79일의 범위로 평균 70.4일, 간장은 66.0cm~216.6cm의 범위로 평균 137.4cm, 착수고는 최소 3.0cm에서 최대 101.0cm의 값을 나타내어 평균 40.7cm, 간경은 최소 1.1cm에서 최대 3.9cm의 범위로 평균 2.6cm, 엽폭은 2.0cm~11.5cm의 범위를 나타내어 평균 6.7cm, 엽장은 28.0cm~74.0cm의 범위로 평균 54.8cm로 확인됨.



<그림 1-3. 옥수수 계통들(S3)의 형태 특성 조사 결과>

- S4세대 총 366계통의 옥수수 계통에 대하여 계통육성 및 형태 특성 평가함(그림 1-4).
- 출용일수는 60일~85일의 범위로 평균 70.0일, 출사일수는 최소 57일에서 최대 86일의 범위로 평균 72.7일, 간장의 경우는 65.0cm~253.0cm의 범위로 평균 160.7cm, 착수고는 최소 4.0cm에서 최대 95.2cm를 나타내어 평균 50.4cm, 간경은 최소 0.5cm에서 최대 4.0cm의 범위로 평균 2.7cm, 엽폭은 2.6cm~11.0cm의 범위를 나타내어 평균 6.9cm, 엽장은 30.0cm~103.2cm의 범위로 평균 61.5cm로 확인됨.



<그림 1-4. 옥수수 계통들(S4)의 형태 특성 조사 결과>

(3) 3년차

(가) 옥수수 분리계통 선발

- 시험장소 및 포장면적: 홍천, 50a
- 시험계통 및 선발계통수(찰초당옥수수) : 254계통 시험 125계통 선발

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
F1	4	4	세대진전
F2	15	10	〃
BC1F2	9	6	〃
BC1F3	32	15	〃
BC2F3	48	22	〃
BC2F4	43	23	〃
BC3F4	33	16	
BC3F6	31	14	세대진전, 계통 선발
BC3F8	39	15	세대진전, 교잡종 생산
계	254	125	

- 시험계통 및 선발계통수(사료용) : 761계통 시험 407계통 선발

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
S0	4	3	조숙집단 선발 및 계통 분리
S1	100	75	계통육성을 위한 세대진전
S2	114	80	계통육성을 위한 세대진전
S3	44	31	〃
S4	160	69	〃
S5	39	12	〃
S6	193	86	우량계통 활용 교배조합 구성
S7	107	51	계통증식 및 교잡종 생산에 활용
계	761	407	-

※ 분리 고세대(S8) 선발 38계통 교배 모/부본으로 활용예정

- '19 선발 계통의 주요 특성

계통명	출사일수	간장	착수고	기 타
19S0001	69	228	99	러시아 수집 품종(P8523)
19S1067	70	195	94	자체 육성 조숙 집단
19S2012	73	173	63	러시아 품종
19S3037	72	173	62	조숙, 단간
19S4021	71	188	74	조숙성, 초형양호
19S5018	84	220	114	직립형, 내도복
19S6024	71	132	65	조숙, 단간
19S6047	77	206	80	저착수, 이삭양호
19S7030	81	177	68	직립형, 내병
19S7092	78	174	66	내병, 내도복

(나) 육성계통의 카로티노이드 함량 분석(실용화재단 분석의뢰)

- 기존품종 함량 : 불검출 또는 2 µg/g 이하
- 선발계통 함량 분포 : 1.8 ~ 21.8 µg/g
- 주요 선발계통 : CR144-9(21.8 µg/g) 등 4계통 선발
- 향후 세대진전 및 선발 계속 진행하여 카로티노이드 고함유 계통 육성 추진

(다) 2019년도 옥수수 계통의 생육특성

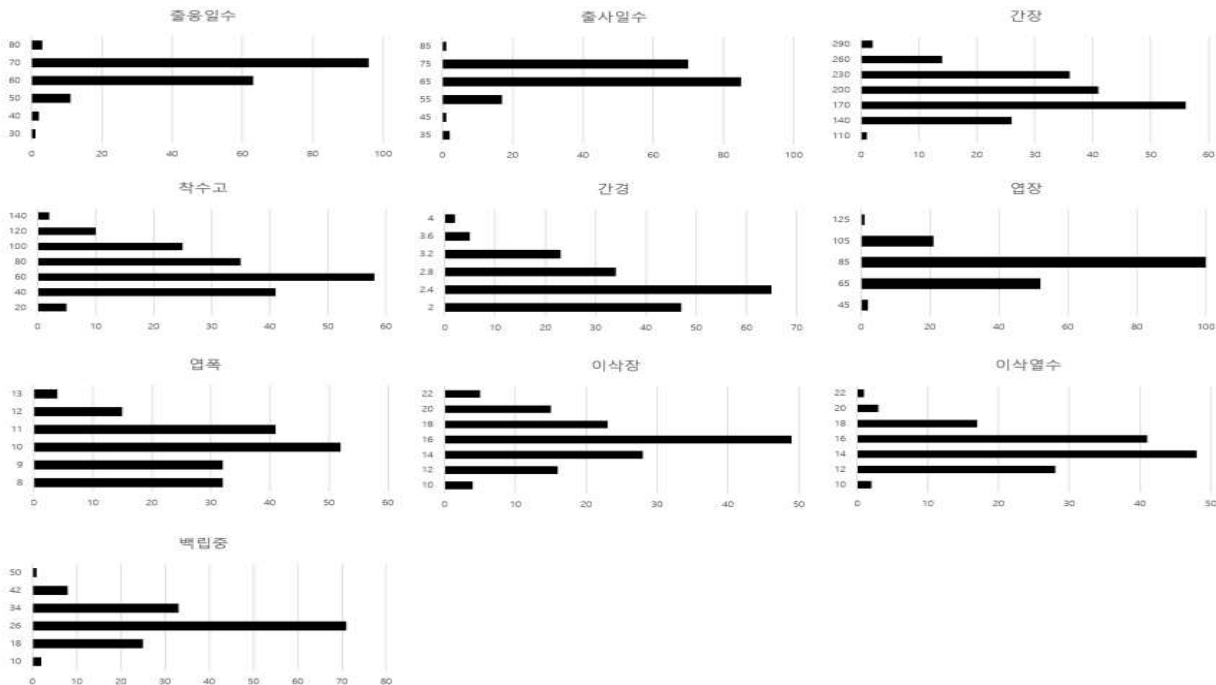
- 옥수수 계통의 생육상황 : 등숙기 잦은 강우 및 태풍으로 등숙 지역 및 이삭 썩음 발생 증가
- 내도복성 계통 선발 : 강우 및 태풍 상황에서 저항성이 우수한 계통 선발용이

(라) 조합능력검정용 교배조합 구성

- 선발한 육성계통을 활용하여 F1 교배조합을 구성하여 조합능력평가에 활용함
- 교배조합 구성방법 : 우량 elite line을 tester로 하여 고세대 육성계통과 인공 교배
- Elite line(tester) : 15S8027, 16S7167 등 조숙 계통
- 고세대 육성계통 : S6세대 이후의 고정도가 우수한 계통
- 교배조합 구성 결과 : 19S6148/15S8124 등 150조합, 8kg 종자생산

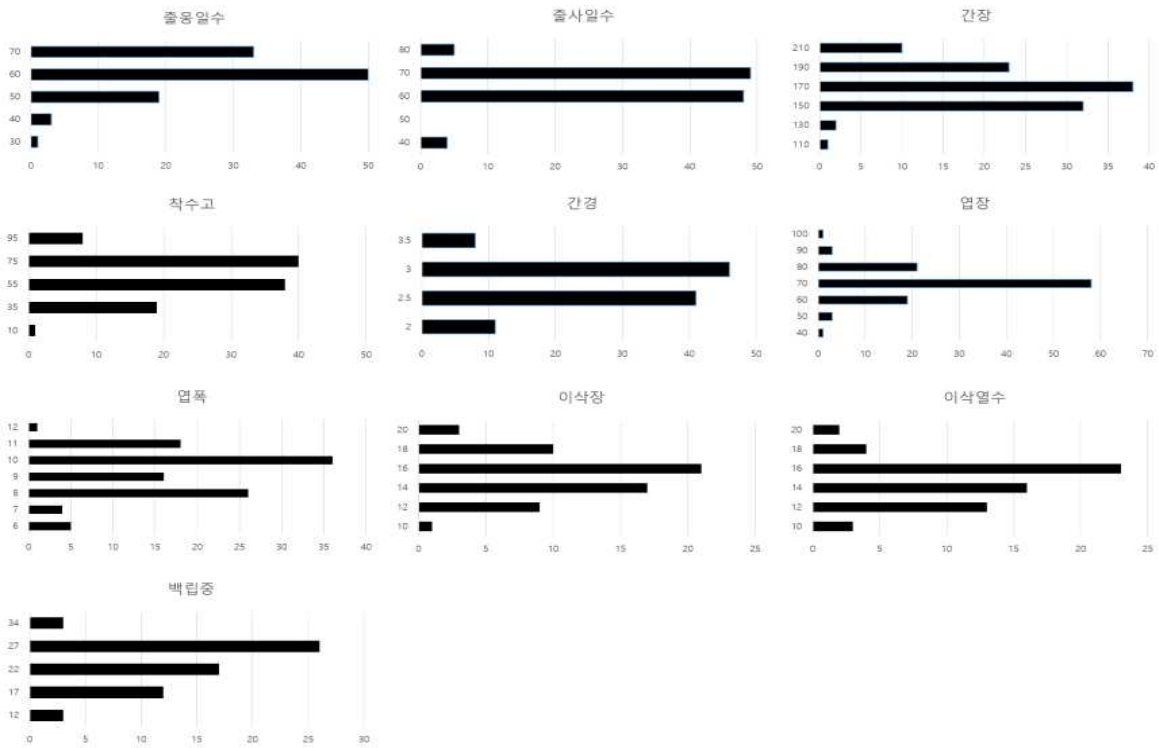
(다) 찰옥수수 분리계통 선발

- 3차년도에 S4세대 총 176계통의 옥수수 계통에 대하여 형태 특성 평가함(그림 1-5).
- 출용일수는 28일~74일의 범위로 평균 60.4일, 출사일수는 최소 32일에서 최대 77일의 범위로 평균 63.6일, 간장의 경우는 109.3cm~273.0cm의 범위로 평균 178.7cm, 착수고는 최소 11.5cm에서 최대 126.0cm로 나타나 평균 58.4cm, 간경은 최소 1.6cm에서 최대 3.8cm의 범위로 평균 2.4cm, 엽폭은 5.3cm~13.0cm의 범위를 나타내어 평균 9.4cm, 엽장은 42.0cm~106.0cm의 범위로 평균 71.2cm로 확인됨.



<그림 1-5. 옥수수 계통들(S4)의 형태 특성 조사 결과>

- S5세대 총 106계통의 옥수수 계통에 대하여 계통육성 및 형태 특성 평가함(그림 1-6).
- 출용일수는 30일~69일의 범위로 평균 56.4일, 출사일수는 최소 33일에서 최대 73일의 범위로 평균 60.2일, 간장의 경우는 102.0cm~207.7cm의 범위로 평균 160.4cm, 착수고는 최소 7.0cm에서 최대 91.0cm의 값을 나타내어 평균 50.8cm, 간경은 최소 1.6cm에서 최대 3.2cm의 범위로 평균 2.5cm, 엽폭은 5.3cm~11.6cm의 범위를 나타내어 평균 8.8cm, 엽장은 36.0cm~90.3cm의 범위로 평균 65.1cm로 확인됨.



<그림1-6. 옥수수 계통들(S5)의 형태 특성 조사 결과>

- 2년차에서 작성한 교배조합 중 가장 우수한 조합에 대하여 이삭 특성조사 실시함(그림 1-7).



<그림1-7. 옥수수 교배조합별 이삭특성>

(4) 4년차

(가) 옥수수 분리계통 선발

- 시험장소 및 포장면적: 홍천, 50a
- 시험계통 및 선발계통수(찰초당옥수수) : 560계통 시험 255계통 선발

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
F1	3	3	세대진전
F2	21	16	〃
BC1F2	163	66	여교잡
BC1F3	24	12	세대진전
BC2F3	58	26	여교잡
BC2F4	89	41	세대진전
BC3F4	89	36	여교잡
BC3F5	45	22	세대진전
BC3F7	38	15	세대진전, 계통 선발
BC3F9	30	18	세대진전, 계통 선발
계	560	255	-

- 시험계통 및 선발계통수(사료용) : 833계통 시험 402계통 선발

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
S0	11	9	조속집단 선발 및 계통 분리
S1	25	18	계통육성을 위한 세대진전
S2	97	42	계통육성을 위한 세대진전
S3	101	38	〃
S4	75	32	〃
S5	125	51	〃
S6	57	40	우량계통 활용 교배조합 구성
S7	211	87	세대진전
S8	131	85	계통증식 및 교잡종 생산에 활용
계	833	402	-

※ 분리 고세대(S8) 선발 계통 교배 모/부본으로 활용예정

- '20 선발 계통의 주요 특성

계통명	출사일수	간장	착수고	기 타
20S0003	61	199	82	조숙, 러시아 수집 품종
20S1019	72	161	74	조숙
20S2088	78	182	73	초형양호
20S3035	76	150	64	직립형
20S4013	76	163	68	내도복성
20S5068	77	167	61	직립형, 내도복
20S6022	85	151	58	초형우수
20S7044	75	182	43	내병성, 저착수
20S8008	86	210	111	직립형, 녹색성

(나) 2020년도 옥수수 계통의 생육특성

- 옥수수 계통의 생육상황 : 장기간 계속된 장마로 수정 및 등숙불량, 수발아 발생 증가
- 내도복성 계통 선발 : 태풍 발생으로 도복 저항성 우수한 계통 선발

(다) 조합능력검정용 교배조합 구성

- 조합능력평가용 교배조합 구성 : 선발계통과 elite line 활용
- 교배조합 구성방법 : 우량 elite line을 tester로 하여 고세대 육성계통과 인공 교배
- Elite line(tester) : 10S6094, 15S8124, 16S7167 등 조숙 계통
- 고세대 육성계통 : S6세대 이후의 고정도가 우수한 계통
- 교배조합 구성 결과 : 20S8006/09S5221 등 150조합, 6kg 종자생산

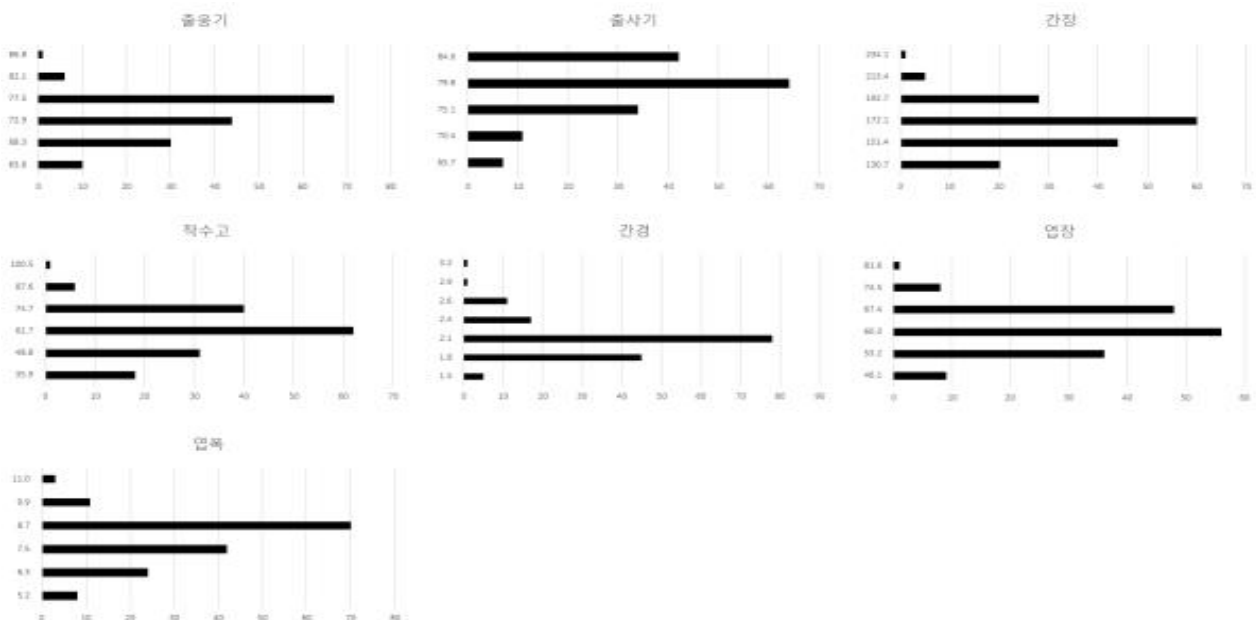
(라) 찰옥수수 분리계통 선발

- 4차년도 S5세대 총 175계통 활용
- 이 중 157계통에 대하여 인공교배 실시 및 형태적 특성평가함(그림 1-8).
- 출용일수는 63일~81일의 범위로 평균 73.2일, 출사일수는 최소 66일에서 최대 85일의 범위로 평균 79.1일, 간장의 경우는 90.0cm~243.7cm의 범위로 평균 168.8cm, 착수고는 최소 21.1cm에서 최대 96.0cm의 값을 나타내어 평균 58.0cm, 간경은 최소 1.1cm에서 최대 3.1cm의 범위로 평균 1.8cm, 엽폭은 4.0cm~10.5cm의 범위를 나타내어 평균 8.1cm, 엽장은 41.5cm~82.0cm의 범위로 평균 60.4cm로 확인됨.



<그림 1-8. 옥수수 계통들(S5)의 형태 특성 조사 결과>

- S6세대 총 178계통 활용
- 이 중 158계통들에 대하여 인공교배를 실시 및 특성 평가함(그림 1-9).
- 출용일수는 59일~83일의 범위로 평균 71.7일, 출사일수는 최소 61일에서 최대 84일의 범위로 평균 76.4일, 간장의 경우는 110.0cm~220.0cm의 범위로 평균 156.2cm, 착수고는 최소 23.0cm에서 최대 89.5cm의 값을 나타내어 평균 53.3cm, 간경은 최소 1.2cm에서 최대 3.0cm의 범위로 평균 1.9cm, 엽폭은 4.0cm~11.0cm의 범위를 나타내어 평균 7.4cm, 엽장은 39.0cm~75.5cm의 범위로 평균 57.5cm로 확인됨.



<그림 1-9. 옥수수 계통들(S6)의 형태 특성 조사 결과>

(5) 5년차

(가) 옥수수 분리계통 선발

- 시험장소 및 포장면적: 홍천, 30a
- 시험계통 및 선발계통수(찰초당옥수수) : 547계통 시험 296계통 선발

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
S1	22	18	ㄴ
BC1F2	25	20	여교잡
BC1F3	102	55	세대진전
BC2F3	12	10	여교잡
BC2F4	54	26	세대진전
BC3F4	93	43	여교잡
BC3F5	73	35	세대진전
BC3F6	77	41	세대진전, 계통 선발
BC3F8	89	48	세대진전, 계통 선발
계	547	296	-

- 시험계통 및 선발계통수(사료용) : 972계통 시험 392계통 선발

세대별	시험계통	선발계통	선발계통 활용계획
S0	8	7	조숙집단 선발 및 계통 분리
S2	53	23	계통육성을 위한 세대진전
S3	219	92	ㄴ
S4	197	81	ㄴ
S6	167	62	우량계통 활용 교배조합 구성
S7	45	19	세대진전
S8	283	108	계통증식 및 교잡종 생산에 활용
계	972	392	-

※ 분리 고세대(S8) 선발 계통 교배 모/부본으로 활용예정

(나) 2021년도 옥수수 계통의 생육특성

- 옥수수 계통의 생육상황 : 봄부터 적당한 비로 생육초기부터 출사기까지 생육은 양호
7월 하순(등숙초기) 고온건조로 수정 및 등숙불량 증가
- 내재해성 계통 선발 : 이삭의 등숙정도로 고온 저항성 계통 선발

(다) 조합능력검정용 교배조합 구성

- 조합능력평가용 교배조합 구성 : 선발계통과 elite line 활용
- 교배조합 구성방법 : 우량 elite line을 tester로 하여 고세대 육성계통과 인공 교배

- Elite line(tester) : 10S6094, 15S8124, 16S7167 등 조숙 계통
- 고세대 육성계통 : S6세대 이후의 고정도가 우수한 계통
- 교배조합 구성 결과 : 21S8074/16S7197 등 100조합, 5kg 종자생산

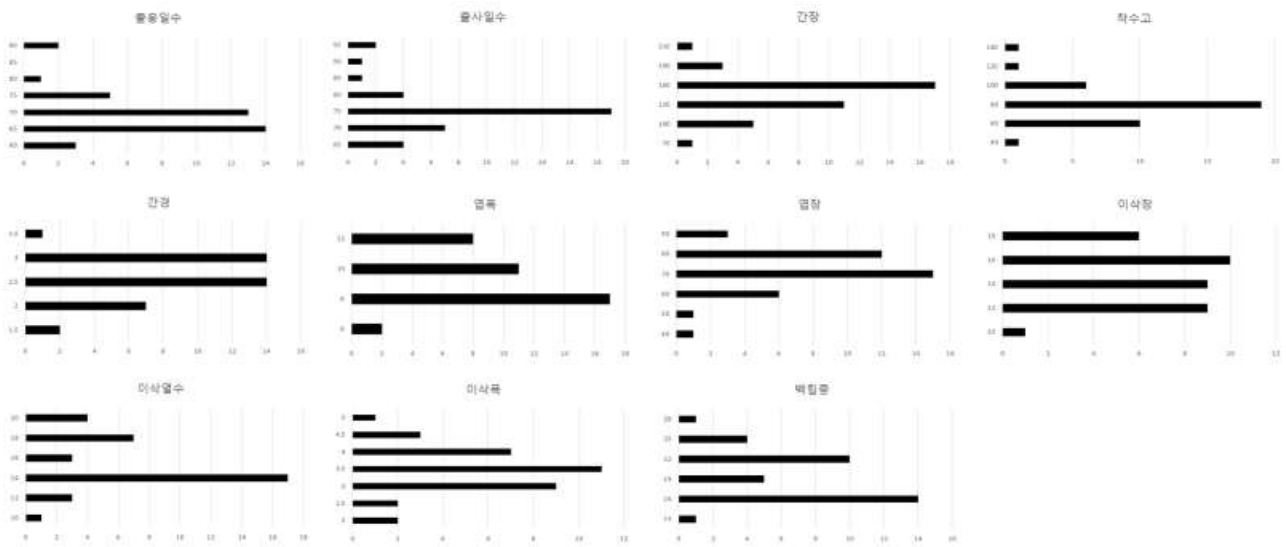
(다) 찰옥수수 분리계통 선발

- 5차년도 S6세대 총 34계통의 특성평가
- 출용일수는 64일~84일의 범위로 평균 71.1일, 출사일수는 최소 68일에서 최대 89일의 범위로 평균 75.5일, 간장은 72.1cm~222.9cm의 범위로 평균 140.5cm, 착수고는 최소 25.8cm에서 최대 109.4cm의 값을 나타내어 평균 68.3cm, 간경은 최소 1.2cm에서 최대 3.2cm의 범위로 평균 2.2cm, 엽폭은 3.2cm~12.7cm의 범위를 나타내어 평균 9.1cm, 엽장은 29.7cm~88.6cm의 범위로 평균 66.9cm로 확인됨.
- 이 중 31계통에 대하여 인공교배 실시하여 이삭특성 조사함(그림 1-10).
- 이삭장은 최소 9.8~18.8cm의 범위로 평균 14.8cm, 이삭열수는 10.0~17.3열의 범위로 평균 14.2열, 이삭폭은 최소 2.0~4.3cm의 범위로 평균 3.1cm, 백립중은 최소 9.4~44.3g으로 평균 23.3g을 보임.



<그림 1-10. 옥수수 계통들(S6)의 형태 특성 조사 결과>

- S7세대 총 38계통의 특성평가
- 출용일수는 57일~86일의 범위로 평균 67.8일, 출사일수는 최소 61일에서 최대 94일의 범위로 평균 73.0일, 간장은 69.0cm~192.4cm의 범위로 평균 128.5cm, 착수고는 최소 35.1cm에서 최대 130.9cm의 값을 나타내어 평균 69.7cm, 간경은 최소 1.4cm에서 최대 3.1cm의 범위로 평균 2.3cm, 엽폭은 5.8cm~11.3cm의 범위를 나타내어 평균 8.2cm, 엽장은 37.0cm~82.9cm의 범위로 평균 67.3cm로 확인됨 .
- 이 중 35계통에 대하여 인공교배를 실시하여 이삭특성 평가함(그림 1-11).
- 이삭장은 최소 9.4~17.8cm의 범위로 평균 13.7cm, 이삭열수는 9.3~19.7열의 범위로 평균 14.4열, 이삭폭은 최소 1.8~4.6cm의 범위로 평균 3.2cm, 백립중은 최소 12.5~25.5g으로 평균 17.9g을 보임.



<그림 1-11. 옥수수 계통들(S7)의 형태 특성 조사 결과>

- 중국 자원에서 유래한 S5~S7 계통의 이삭에 대한 형태적 특성조사 완료함(그림 1-12).



<그림 1-12. 중국 품종에서 분리한 옥수수 계통들의 이삭 특성>

나. 교잡종의 조합능력평가

(1) 1년차

(가) 시험재료 : 15S5125/15S5046 등 356조합

(나) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 30a

(다) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 15S5125/15S5046 등 45교잡종 선발

시험명	출사일수	간장	이삭장	비 고
17조합001	67	282	19.8	대조품종
17조합020	61	210	19.2	조숙성, 내도복성
17조합037	60	201	20.1	조숙성, 내병성
17조합049	60	219	19.7	직립형, 내병성
17조합068	59	213	19.3	조숙성
17조합095	64	260	18.6	내도복, 저착수
17조합113	64	255	20.4	저착수, 직립형
17조합183	65	263	20.5	내병성
17조합256	66	250	19.2	다수성, 내도복성

(라) 생육상황

- 파종 후 초기 건조로 인한 발아율이 낮은 조합이 다수 있었음.
- 출사기 및 등숙기의 고온으로 이삭 끝달림이 불량한 조합 발생
- 태풍 등 강한 비바람이 없었던 관계로 도복 발생은 적었음.

(2) 2년차

(가) 찰초당옥수수 시험재료 : 다미찰 등 20조합

(나) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 10a

(다) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 찰초교3 등 6교잡종 선발

교잡종명	이삭중 (kg/10a)	지수 (%)	출사일수 (일)	도복 (1-9)	이삭폭 (cm)	간장 (cm)	착수고 율 (%)
미백2호	486	100	79	1	3.7	189	54
다미찰	469	96	81	2	3.8	197	55
찰초교3	534	110	74	1	3.8	174	51
찰초교11	537	110	81	1	3.5	230	53
찰초교16	571	117	80	1	3.6	214	53
찰초교20	526	108	75	1	3.9	215	50
찰초교33	510	105	76	1	3.6	204	52
찰초교45	654	134	76	1	4.2	210	49

(라) 사료용옥수수 시험재료 : 12S8057/17S8191 등 234조합

(마) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 30a

(바) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 18조합203 등 41교잡종 선발

시험명	출사일수(일)	간장(cm)	착수고(cm)	이삭장(cm)	종실중(kg/10a)	비고
18조합101	67	220	83	17.0	472	대조품종(강연1)
18조합098	59	169	64	14.6	370	조숙성, 초기생육 양호
18조합115	63	196	91	15.2	498	초기생육 양호, 직립형
18조합177	64	207	99	16.9	616	초기생육 양호
18조합196	60	213	91	17.2	654	조숙성, 직립형
18조합203	60	187	85	15.6	570	내병성
18조합369	62	160	52	16.4	526	내도복, 단간
18조합375	58	150	52	14.5	399	조숙성, 내병성
18조합443	63	216	97	16.4	425	밀식적응성
18조합445	57	188	62	15.7	578	조숙성
18조합457	58	187	59	17.4	462	조숙성
18조합470	60	193	59	14.7	530	조숙, 초형양호
18조합472	60	173	58	14.9	620	내도복성

(사) 2018 옥수수 조합(F1)의 생육상황

- 파종기 건조 및 파종후 집중호우로 발아율 낮은 조합 다수 있었음
- 출사기 및 등숙기의 고온 및 건조로 이삭 미발생 또는 끝달림 불량한 조합 발생
- 고온 건조 적응성 조합 선발 : 금년 기후 상황에서 생육이 우수한 조합은 고온 및 건조 조건에서 적응성이 좋은 계통으로 평가됨.

(3) 3년차

(가) 찰초당옥수수 시험재료 : 다미찰 등 16조합

(나) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 10a

(다) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 찰초교20 등 2교잡종 선발

교잡종명	이삭중(kg/10a)	지수(%)	출사일수(일)	도복(1-9)	간장(cm)	착수고(cm)	비고
미백2호	730	100	72	1	218	119	찰옥수수
다미찰	586	80	78	2	213	115	찰초당
찰초교20	700	96	68	1	237	114	찰초당
찰초교33	729	100	71	1	253	132	찰초당

(라) 사료용옥수수 시험재료 : 16S7197/18S8149 등 233조합

(마) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 30a

(바) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 19조합081 등 43교잡종 선발

시험명	출사일수(일)	간장(cm)	착수고(cm)	이삭장(cm)	종실중(kg/10a)	비고
19조합001	77	251	114	16.4	890	대조품종(강연1)
19조합008	68	218	102	15.8	875	조숙성
19조합014	73	211	99	17.0	914	초기생육 양호
19조합020	68	202	99	16.9	860	조숙성, 단간
19조합026	68	248	109	20.2	836	조숙성
19조합029	70	229	105	16.5	910	조숙성, 내도복
19조합044	70	236	111	18.2	880	조숙성, 밀식적응성
19조합059	74	282	117	19.2	1010	다수성, 내병성
19조합081	71	269	120	17.4	965	조숙성, 직립형
19조합095	72	232	101	18.6	940	초형양호
19조합351	77	256	131	19.2	1025	다수성
19조합367	73	239	108	19.0	970	초형양호
19조합392	72	225	87	20.6	950	저착수, 직립형
19조합406	74	254	137	19.4	985	내도복성

(사) 2019 옥수수 조합(F1)의 생육상황

- 출사기 및 수정기의 건조, 등숙기의 잦은 강우로 끝달림 불량한 조합 발생 증가
- 태풍으로 인한 도복 발생 : 내도복성 교잡종 선발

(4) 4년차

(가) 찰초당옥수수 시험재료 : 다미찰 등 16조합

(나) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 10a

(다) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 찰초교33 등 3교잡종 선발

교잡종명	이삭중(kg/10a)	출사일수(일)	도복(1-9)	간장(cm)	착수고(cm)	비고
미백2호	587	73	1	196	92	찰옥수수
다미찰	485	75	1	201	100	찰초당(대비)
찰초교21	593	71	1	229	107	찰초당
찰초교33	655	72	1	234	109	찰초당
찰초교45	605	72	1	225	94	찰초당

(라) 사료용옥수수 시험재료 : 09S5114/19S8002 등 202조합

(마) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 30a

(바) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 20조합062 등 32교잡종 선발

시험명	출사일수(일)	간장(cm)	착수고(cm)	이삭장(cm)	종실중(kg/10a)	비고
20조합100	67	243	96	17.8	508	대조품종(강연1)
20조합004	66	214	93	17.7	636	저착수
20조합009	69	230	100	17.7	610	생육 양호
20조합014	65	207	93	16.4	547	조숙성, 내도복
20조합038	70	231	106	18.3	713	직립형, 다수성
20조합062	64	218	95	16.5	699	조숙성
20조합069	67	251	93	17.8	744	다수성, 내병성
20조합079	68	252	116	19.3	592	다수성
20조합190	66	231	100	17.2	573	초형양호
20조합196	65	228	100	17.6	539	조숙성, 직립형
20조합218	66	256	121	16.0	700	조숙성, 초형양호

(사) 2020 옥수수 조합능력평가(F1)의 생육상황

- 출사기 및 등숙기에 장기간의 장마로 끝달림 불량 및 수량감소 발생
- 태풍으로 인한 도복 발생 : 내도복성 교잡종 선발에 활용

(5) 5년차

(가) 찰초당옥수수 시험재료 : 다미찰 등 16조합

(나) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 10a

(다) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 찰초교54 등 3교잡종 선발

교잡종명	출사일수(일)	간장(cm)	착수고(cm)	이삭장(cm)	이삭중(kg/10a)	지수	비고
미백2호	80	200	101	17.1	814	107	찰옥수수
다미찰	81	205	108	15.9	761	100	찰초당(대비)
찰초교54	79	215	101	18.3	819	108	찰초당
찰초교55	76	218	92	17.0	777	102	찰초당
찰초교57	77	209	84	17.6	790	104	찰초당

(라) 사료용옥수수 시험재료 : 21조합075 등 187조합

(마) 시험장소 및 시험면적 : 홍천, 20a

(바) 주요 선발 교잡종의 특성 및 이삭특성 : 21조합196 등 21교잡종 선발

시험명	출사일 수(일)	간장 (cm)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	종실중 (kg/10a)	비 고
21조합201	76	308	19.4	4.8	751	대조품종(강일옥)
21조합141	71	248	17.7	5.1	717	조숙
21조합180	75	269	19.3	5.3	992	직립, 다수성
21조합191	71	251	20.1	4.7	758	조숙, 내도복
21조합194	73	220	21.5	4.8	1095	다수성, 초형양호
21조합196	70	239	18.6	4.8	833	조숙, 다수성
21조합200	70	266	19.8	5.3	824	조숙, 광폭
21조합209	73	265	21.8	4.9	1094	다수성
21조합220	75	265	20.3	4.9	906	내병, 다수성
21조합251	75	284	19.4	4.6	824	직립형
21조합258	73	253	19.4	5.2	889	다수성, 초형양호

(사) 2021 옥수수 조합능력평가(F1)의 생육상황

- 출사기 및 등숙기초기 고온 건조로 끝달림 불량교잡종 다수 발생
- 착립률 우수 교잡종 선발에 활용

다. 우량교잡종 현지 적응성 검정

(1) 1년차

(가) 중국 현지 생산력 검정

- 시험장소 : 연변농업과학원 연구포장
- 시험재료 : 종교155등 42교잡종
- 파종기 : 5월 3일
- 시험구배치 : 65 x 26cm, 2열 3반복
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 종교168등 6교잡종 1차 선발함(그림 1-13).

시험번호	도복(1-9)	이삭열수	기타특성
선옥335(대비1)	1	16	이삭건조양호, 내도복
길단27(대비2)	1	18	이삭양호
드림옥	1	16	이삭양호, 이삭건조양호
종교155	1	14	이삭양호
종교168	1	12	이삭건조양호, 내도복
17YB31	1	16	이삭양호, 내도복
17YB32	1	12	이삭양호, 이삭건조양호
17YB34	1	12	내도복, 이삭양호



<1차 선발: 드림옥>



<1차선발 : 종교155>

<그림 1-13. 사료용 주요선발 교잡종 드림옥, 종교155 모습>

(나) 중국 현지 우량교잡종 적응성 검정(제2세부와 협력 수행)

- 시험장소 : 종실용 4지역(길림성 용정, 안도, 길림시, 요녕성 단동)
찰·초당옥수수 2지역(길림성 용정, 길림시)
- 시험재료 : 종실용 강연1호 등 7교잡종, 찰·초당옥수수 찰초교11등 5교잡종
- 파종기 : 안도현(5/4), 용정시(5/6), 길림시 농과원(5/10), 단동(5/1)
- 시험구 배치 : 6열 2반복, 재식거리 : 65 x 25cm
- 각 지역별 종실용 옥수수 1차 선발 내역

시험교잡종	안도현	용정시	길림시	단동시	선발 (1차)	주요 특성
강연1호	V					저착수고
종교110	V	V	V	V	V	초형우수, 이삭 양호
대륙옥	V	V	V	V	V	직립초형, 초형우수
강원32호	V	V	V		V	착수고 양호, 이삭우수
강원49호			V	V		착수고 높음
16YB23	V	V	V	V	V	이삭양호, 녹체성 우수
16YB33		V	V			착수고 낮음, 이삭 가늘다
현지품종1	V	V	V			건조도 양호
현지품종2		V		V		착수고 높음

- 각 지역별 종실용 옥수수 수량성(g/m²) : 강원32호, 대륙옥 2교잡종 선발함(그림 1-14).

시험교잡종	안도현	용정시	길림시	단둥시	평균	주요 특성
강연1호	832	815	1384	774	951	저착수고
종교110	655	905	1312	921	948	초형우수, 이삭 양호
대륙옥	861	858	1622	906	1062	직립초형, 초형우수
강원32호	981	937	1547	914	1095	착수고 양호, 이삭우수
강원49호	759	858	1501	843	990	착수고 높음
16YB23	667	686	1331	904	897	이삭양호, 녹색성 우수
16YB33	737	922	1129	903	923	착수고 낮음, 이삭 가늘다
현지품종1	813	932	1339	986	1018	건조도 양호
현지품종2	912	639	1585	1061	1049	착수고 높음



<대륙옥 식물체>

<강원32호이삭>

<그림 1-14. 우량교잡종 적응성 시험 대륙옥 및 강원32호 모습>

- 각 지역별 찰·초당옥수수 수량성(g/m²): **찰초교11, 16 선발**

시험교잡종	용정시		길림시		기타특성
	이삭길이 (cm)	수량 (g/m ²)	이삭길이 (cm)	이삭중 (g/개)	
찰초교11	16.8	757	23.8	244	균일성 양호, 식미우수
찰초교16	18.2	597	23.9	227	식미우수, 이삭 길다
찰초교18	17.4	759	23.8	244	이삭우수
찰초교20	15.6	775	23.0	305	이삭우수, 균일
찰초교21	13.5	630	20.6	263	초형 양호
합1(중국1)	15.4	844	20.9	339	노란찰옥수수

(다) 러시아 현지 생산력 검정

- 시험장소 : 연해주 농업과학연구소 연구포장

- 시험재료 : 17PR01등 30교잡종

- 파종기 : 5월 11일

- 시험구배치 : 2열 2반복, 재식거리 : 70x20cm

- 중점 선발 목표 : 조숙성 교잡종 선발

※ 연해주 현지 품종 선호도 : 조숙성 > 수량성

- ‘16년 시험 교잡종은 현지품종보다 출사기가 늦은 것이 대부분이었으나, ’ 17년 시험 교잡종에서는 현지품종과 출사기가 같거나 빠른 교잡종 다수 선발

- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 17PR22등 7교잡종 선발 모습(그림 1-15).

시험번호	도복(1-9)	출사일수	기타특성
슬라비얀카(대비)	1	78	이삭크기 및 균일성 미흡
17PR18	1	77	이삭건조성 양호
17PR19	1	79	내도복성, 건조성 양호
17PR22	1	76	단간, 내도복성
17PR24	1	76	조숙성, 직립형
17PR25	1	78	조숙성, 건조성 양호
17PR28	1	79	이삭건조성 양호
17PR29	1	77	단간, 직립형



<러시아 현지 시험포장>

<조숙성 선발교잡종 : 17PR25>

<그림 1-15. 러시아 현지 시험 포장 조숙성 교잡종 선발 모습>

(라) 캄보디아 현지 생산력 검정(제2세부와 협력 수행)

- 시험장소 : 칸달주, 메콩씨즈 연구포장
- 파종 : 6월 8일
- 생육상황 : 봄 파종기의 극심한 가뭄으로 파종후 발아율 극히 저조
일부 발아하였으나 생육 불량
전반적으로 생육이 불량하여 특성 평가를 수행할 수 없었음.

(마) 베트남 현지 생산력 검정(제2세부와 협력 수행)

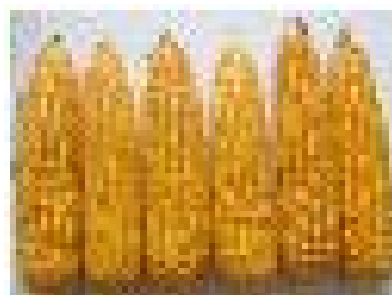
- 시험장소 : 베트남 북부, Bac Giang, Vinasia 연구포장
- 시험재료 : 17GVA01 등 19교잡종
- 파종기 : 4/19
- 재작밀도 : 70 x 30cm
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 17GVA18등 9교잡종 선발함(그림 1-16).

시험교잡종	출사일수 (일)	착수고 (cm)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	종실중 (g/6이삭)
17GVA01	52	107	19.4	4.4	665
17GVA06	52	90	15.6	4.4	525
17GVA07	49	87	15.6	4.2	525
17GVA09	48	95	16.0	4.4	665
17GVA14	52	101	19.2	4.5	600
17GVA15	52	95	20.4	4.5	600
17GVA16	52	97	21.0	4.3	525
17GVA17	52	94	17.4	4.3	550
17GVA18	48	94	18.4	4.5	750
999(현지품종)	52	93	22.5	4.4	575

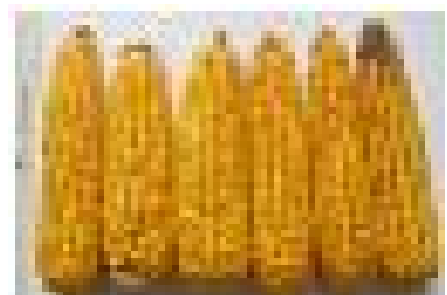
※ 베트남 남부, Buon Don-Kaklak province의 고지대에서 시험한 결과는 17VGA07, 17VGA17 등이 적응성 우량교잡종으로 선발됨.



<현지품종: 999>



<선발, 17VGA01>



<선발, 17VGA18>

<그림 1-16. 베트남 현지 생산성 검정 우량교잡종 선발 모습>

(바) 인도 현지 우량교잡종 적응성 검정(농우바이오와 협력 수행)

- 시험장소 : 인도 내 3지역(농우바이오 육종연구소, Warangal, Davangere 농가포장)
- 시험재료 : 16H1634/1635 등 20교잡종
- 파종기 : 육종연구소(6/5), Warangal(7/18), Davangere(7/6)
- 재식밀도 : 60 x 20cm (7,700/10a)
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 17R105등 9교잡종 1차 선발함(그림 1-17).

교잡종명	선발				비고
	농우연 구소	Waran -gal	Davan -gere	선발 (1차)	
대비1(NK6240)	V	V	V	V	이삭양호, 균일성 양호
대비2(NK30)					끝달림 미흡, 도복 약
대비3(Rasi4595)	V				균일성 양호
대비4(P3502)					균일성 미흡, 발아불량
대비5(JK502)	V		V	V	이삭양호
17R101			V		이삭크기 보통
17R102	V		V	V	이삭 끝달림 양호
17R103	V		V	V	생육양호
17R104		V			이삭보통
17R105	V	V	V	V	균일성 우수
17R106	V		V	V	이삭 양호
17R107					이삭보통, 단간
17R108					종실색 불량
17R109	V	V		V	이삭양호
17R110	V				균일성 미흡
17R111					끝달림 미흡
17R112	V	V	V	V	이삭양호
17R113	V		V	V	조숙성, 균일성 양호
17R114	V		V	V	균일성 우수
17R115	V	V	V	V	조숙성, 이삭양호



<현지 대비품종: NK6240>



<1차 선발 : 17R105>

<그림 1-17. 인도 현지 생산성 검정 우량교잡종 17R105 선발 모습>

(사) 인도 현지 품종성능심사(ICAR) 출원

- 출원 품종 : GIN03, GIN04

- 시험장소 : 인도 내 5권역, 20여 지역

- 진행상황 : 인도 전국에서 적응성 시험 중

2018년 4월 1년차 결과 평가 및 2년차 시험여부 결정

(2) 2년차

(가) 중국 현지 생산력 검정

- 시험장소 : 중국, 연변농업과학원 연구포장

- 시험재료 : 종교173등 40교잡종

- 파종기 : 5월 3일

- 시험구배치 : 65 x 26cm, 2열 3반복

- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 18YB07 등 6교잡종 선발함(그림 1-18).

시험번호	출사일수 (일)	도복 (1-9)	중실중 (kg/10a)	지수 (%)	기타특성
길단27(대비1)	74	1.0	1303	100	중국품종
18YB07	74	1.7	1497	115	다수성,조숙성
18YB15	74	1.0	1362	105	내도복
18YB17	76	1.0	1370	105	초형우수
18YB21	75	1.7	1375	106	이삭길다
18YB25	74	1.0	1351	104	대립
18YB26	74	1.7	1407	108	다수성,조숙성



<그림 1-18. 중국 연변과학원 현지 생산성 검정 우량교잡종 선발 모습>

(나) 중국 현지 우량교잡종 적응성 검정(제2세부와 협력 수행)

※ '18년 9월 현지 출장을 통한 평가내용이며, 구체적인 결과는 제2세부 참조

- 시험개요 :

- 시험장소 : 사료용옥수수 3지역(길림성 용정, 돈화, 길림시)
 찰·초당옥수수 3지역(길림성 용정, 돈화, 길림시)
- 시험재료 : 사료용 드림옥 등 7교잡종, 찰·초당옥수수 찰초교16등 5교잡종
 밀식적응성 평가 강원32 등 2교잡종
- 파종기 : 용정(4/28), 돈화(4/29), 길림시 농과원(5/1)
- 시험구 배치 : 6(5)열 2반복, 재식거리 : 65 x 25cm

- 시험장소 1 : 길림성 용정시 연변대학교 농학원 포장

- 생육상황 : 찰·초당옥수수는 대부분 착수고 높음
 병발생은 적고, 등숙후기 일부 도복 있음.
- 찰·초당옥수수 선발교잡종 : 18GW03 등 3교잡종 선발

시험교잡종	착수고 (cm)	주당 이삭수(개)	이삭장 (cm)	수량 (kg/10a)	기타특성
간점2호	164	1.0	18.8	894	대비품종1
은성나	142	1.1	21.1	1026	대비품종2
18GW3	139	1.4	21.1	677	식미양호, 내도복성
18GW4	139	1.3	19.6	743	이삭양호
18GW5	147	1.0	18.4	842	식미우수
18GW6	145	1.2	20.9	683	도복약
18GW7	159	1.0	19.5	793	착수고 높음

• 사료용옥수수 선발교잡종 : 18GC14 등 3교잡종 선발함(그림 1-19).

시험교잡종	출사일수 (일)	이삭장 (cm)	이삭열수 (열)	수량 (kg/10a)	기타특성
복래2	86	22.1	16	1,035	중국품종, 초형양호
선옥335	88	19.9	19	1,031	중국품종, 이삭양호
18GC13	87	20.6	15	888	저착수, 건조양호
18GC14	86	20.0	16	1,053	저착수, 균일성 우수
18GC15	84	21.0	16	1,131	직립형
18GC16	86	20.6	14	956	이삭양호, 건조양호
18GC17	89	23.4	15	888	고착수, 끝달림 불량
18GC18	85	19.5	14	1,059	이삭 두께 얇음
18GC19	86	22.4	14	1,050	이삭양호, 녹색, 고착수



<그림 1-19. 중국 용정 현지 적응성 우량교잡종 선발 모습>

- 시험장소 2 : 길림성 돈화시 농가임차포장
- 생육상황 : 6/27 우박피해 발생
 생육중기 피해로 수량 및 옥수수 생육에 영향 줌
 고지대이므로 생육 늦음, 매문병 발생 많음
- 찰·초당옥수수 선발교잡종 : 18GW03 등 3교잡종 1차선발

시험교잡종	착수고 (cm)	주당 이삭수(개)	기타특성
은점2(중국1)	130	1.5	노란찰, 일부도복
찰초(중국2)	140	1.0	반직립, 이삭양호
18GW03	125	1.5	저착수, 식미양호
18GW04	128	1.0	이삭 두께 얇음, 일부도복
18GW05	128	1.0	이삭양호
18GW06	135	1.5	도복 약
18GW07	138	1.0	이삭양호, 고착수

※ 우박 피해 등으로 수량편차 심하여 돈화지역 수량자료 제외함.

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 18GC14 등 2교잡종 1차선발함(그림 1-20).

시험교잡종	착수고	매문병 (1-9)	기타특성
18GC11(중국1)	119	6	이삭양호
18GC13	113	7	건조양호, 이삭 두께 얇음
18GC14	123	3	이삭 두꺼움, 균일성 우수
18GC15	118	4	저착수, 발아불량
18GC16	118	4	이삭양호, 건조양호
18GC17	128	3	고착수, 이삭양호, 중만숙
18GC18	125	5	이삭두께 얇음
18GC19	120	5	이삭 길다

※ 우박 피해 등으로 수량편차 심하여 돈화지역 수량자료 제외함.



<그림 1-20. 중국 길림 돈화 현지 적응성 검정 우량교잡종 선발 모습>

- 시험장소 3 : 길림성 길림시 길림시농업과학원 연구포장
- 생육상황 : 8월 초 건조피해로 옥수수 생육 일부 불량
강원32호는 이삭형태가 원통형으로 중국 품종과는 구별성이 있음.

- 찰초당옥수수 선발교잡종 : 18GW04 등 2교잡종 선발함(그림 1-21).

시험교잡종	도복 (1-9)	이삭장 (cm)	이삭중 (g/개)	기타 특성
간점2호	1.5	22.6	490	대비품종1
은성나	1.5	22.4	458	대비품종2
18GW03	1.5	25.4	390	이삭양호, 중·고착수
18GW04	3.0	22.8	430	이삭양호, 이삭 열고름 양호
18GW05	1.5	21.0	444	이삭길이 짧음
18GW06	4.0	23.4	408	이삭양호, 도복 약
18GW07	1.5	22.6	444	이삭양호, 열고름 불량

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 18GC13 등 3교잡종 선발

시험교잡종	도복 (1-9)	매문병 (1-9)	이삭장 (cm)	수량 (kg/10a)	기타특성
18GC11(중국1)	1.5	6	20.8	1,942	이삭양호
18GC13	1.0	5	20.8	1,908	저착수, 이삭양호
18GC14	1.0	2	21.8	1,964	저착수, 이삭 18열 이상, 녹체성
18GC15	3.5	4	22.5	1,621	일부 건조피해
18GC16	2.0	4	20.8	1,784	건조양호, 이삭양호
18GC17	1.0	3	20.5	1,422	이삭양호, 고착수, 중만숙
18GC18	2.0	5	22.3	1,747	이삭 길다, 고착수
18GC19	1.0	6	21.2	1,911	이삭양호, 고착수



<그림 1-21. 중국 길림 농업과학원 현지 적응성 검정 우량교잡종 선발 모습>

- 찰초당옥수수 지역별 1차 선발 내역 : 18GW04 등 3교잡종 선발

시험교잡종	용정시	돈화시	길림시	선발 (1차)	주요 특성
찰초(현지)					이삭양호
18GW03		V			식미우수, 다이삭
18GW04	V		V	○	끝달림 양호
18GW05	V	V	V	○	균일성 우수, 이삭양호
18GW06					도복 약
18GW07	V	V		○	이삭양호, 고착수

- 사료용옥수수 지역별 1차 선발 내역 : 18GC14 등 3교잡종 선발

시험교잡종	용정시	돈화시	길림시	선발 (1차)	주요 특성
18GC11(현지)					초형양호
18GC13			V		저착수, 건조양호
18GC14	V	V	V	○	균일성 우수, 저착수, 이삭두꺼움
18GC15	V				직립형
18GC16	V	V	V	○	이삭양호, 건조양호
18GC17					고착수
18GC18					이삭폭 얇음
18GC19	V		V	○	이삭양호, 녹체, 고착수

- 사료용옥수수 밀식적응성 평가

- 시험장소 : 2지역(용정, 돈화)
- 생육상황 : 용정시험지 옥수수 생육 양호, 돈화시험지 우박에 의한 피해 발생
- 시험교잡종 생육평가 : 시험교잡종의 밀식적응성 양호함(그림 1-22).

시험교잡종	출사기 (월/일)	도복 (1-9)	밀식 이삭장 (cm)	밀식 종실중 (kg/10a)	주요 특성
18GC21(현지)	7/19	2	21.1	1112	이삭양호, 건조양호 (선옥335)
18GC22	7/18	1	20.5	1233	다이삭, 이삭양호 (종교110)
18GC23	7/19	1	20.8	1144	저착수, 이삭양호 (강원32호)



<그림 1-22. 중국 길림, 돈화 밀실재배 현지 적응성 검정 우량교잡종 선발 모습>

(다) 러시아 현지 생산력 검정함(그림 1-23).

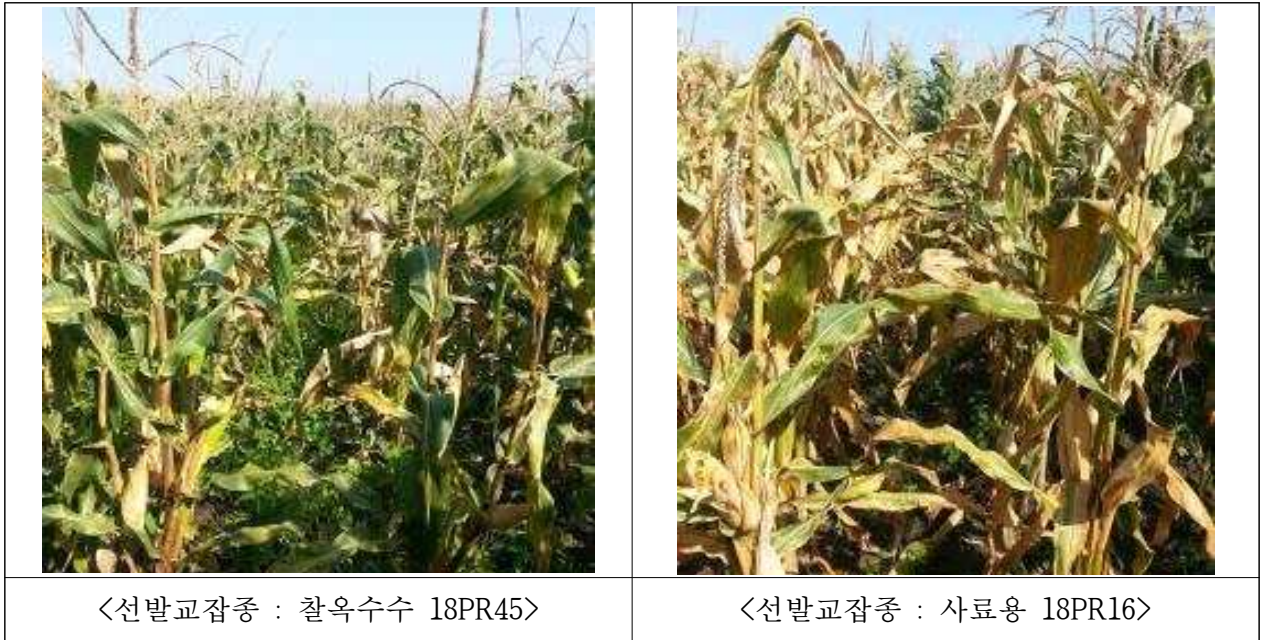
- 시험장소 : 연해주 농업과학연구소 연구포장
- 시험재료 : 18PR01등 52교잡종(사료용 42, 찰옥수수 10)
- 파종기 : 5월 10일
- 시험구배치 : 2열 2반복, 재식거리 : 70x20cm
- 중점 선발 목표 : 조숙성 및 녹체성 교잡종 선발
- 생육상황 : 적당한 강우량으로 옥수수 생육양호
단, 8월 강우량이 340mm로 평년에 비해 많았음.
시험교잡종의 출사기는 미백2호(대비)보다 빠름
일부 교잡종은 후기 도복 발생

- 찰옥수수 주요 선발 교잡종 및 특성 : 18PR45등 2교잡종 선발

시험번호	도복 (1-9)	출사기 (월/일)	매문병 (0-9)	수량 (ton/10ha)	수분 (%)	기타특성
미백2호(대비)	1	8/6	3	850	34.2	생육 및 이삭양호
18PR45	2	7/28	2	360	33.9	조숙성, 단간
18PR46	1	8/1	2	570	25.3	내도복, 초형양호

- 사료용옥수수 주요 선발 교잡종 및 특성 : 18PR09등 9교잡종 선발

시험번호	도복 (1-9)	출사기 (월/일)	매문병 (0-9)	수량 (ton/10ha)	수분 (%)	기타특성
슬라비얀카(대비)	2	7/30	2	700	20.7	(현지품종) 조숙, 호마엽고 발생
18PR03	1	8/6	2	790	38.6	생육양호, 사료용
18PR09	1	8/7	3	970	33.0	사료용, 균일성 우수
18PR11	1	7/30	2	730	26.4	조숙, 단간
18PR14	1	7/28	2	660	22.8	조숙성, 초형양호
18PR15	1	8/2	2	720	32.4	조숙성
18PR16	1	8/1	2	850	27.5	조숙성, 건조양호
18PR25	1	8/3	2	910	30.8	초형양호
18PR29	1	8/3	2	820	27.7	균일성 양호
18PR36	1	8/10	2	960	21.3	사료용, 균일성 양호



<그림 1-23. 러시아 연해주 농업과학원 현지 적응성 검정 우량교잡종 선발 모습>

(라) 러시아 선발 교잡종 국내 품종 출원을 위한 강원도내 지역적응시험

- 시험장소 : 홍천 등 3지역
- 파종기: 홍천(4/28), 철원(5/25), 평창(5/25)
- 시험재료 : '17 러시아 연해주 현지 선발 5교잡종
- 생육상황 : 고온 건조에 의한 등숙 피해 발생
 - 피해정도는 평창이 가장 심하고, 홍천과 철원도 일부 피해 받음.
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 종교189등 3교잡종 1차 선발

시험번호	출사일 수(일)	도복 (1-9)	간장	자수장 (cm)	폭 (cm)	열수 (열)	종실중 (kg/10a)	기타특성
강일옥(대비)	79	1.0	245	14.1	4.0	15	693	대비품종
종교187	71	1.0	166	15.1	4.3	16	791	직립형
종교188	68	1.3	188	16.1	4.3	17	768	건조용이
종교189	65	1.0	147	16.5	3.9	14	609	단간, 반직립형
종교190	64	1.0	159	14.9	4.0	14	587	내도복
종교191	66	2.0	140	15.7	4.0	14	513	후기도복

※ 최종 선발 교잡종 '19년 재시험 후 국내 품종출원

(3) 3년차

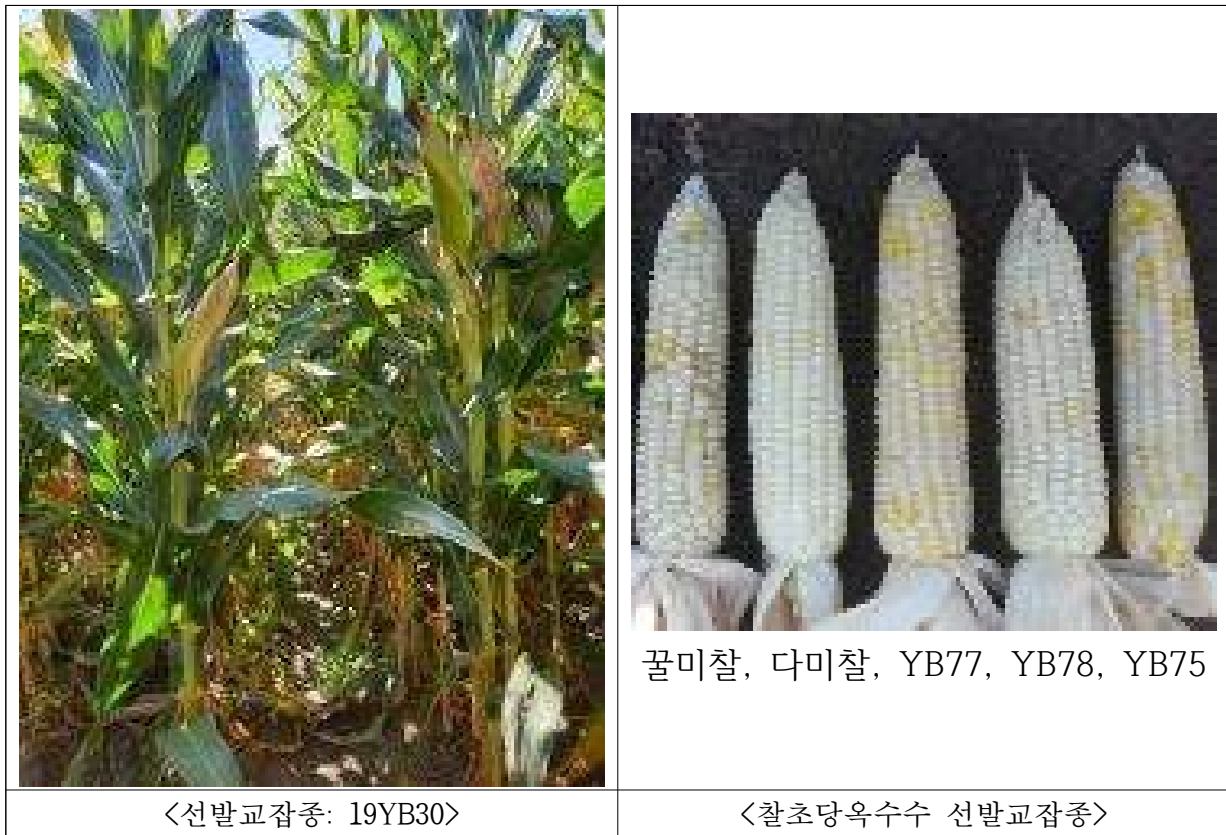
(가) 중국 현지 생산력 검정

- 시험장소 : 중국, 연변농업과학원 연구포장
- 시험재료 : 종교196등 43교잡종
- 파종기 : 5월 8일

- 시험구배치 : 65 x 26cm, 2열 3반복

- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 사료용 19YB11 등 6, 찰초당 19YB78 등 3교잡종 선발함 (그림 1-24).

시험번호	출사일수 (일)	도복 (1-9)	매문병 (1-9)	이삭길이 (cm/개)	기타특성
선옥335(대비1)	81	1.5	1.0	20.5	중국품종
19YB09	84	1.0	1.0	21.3	이삭양호
19YB11	86	1.3	1.0	22.1	녹체성, 이삭양호
19YB16	85	1.7	1.0	20.8	직립형, 균일성
19YB18	82	1.7	1.0	21.2	저착수, 밀식기능
19YB20	86	1.0	1.0	22.3	균일성 우수
19YB30	82	1.0	1.0	21.5	초형 및 이삭양호
19YB77	82	1.0	1.0	20.7	찰초당, 내도복
19YB78	84	1.7	1.0	21.6	찰초당, 이삭양호
19YB82	82	2.7	1.0	21.2	찰초당, 생육양호



<그림 1-24. 중국 연변 농업과학원 현지 생산성 검정 우량교잡종 선발 모습>

(나) 중국 현지 우량교잡종 적응성 검정(제2세부와 협력 수행)

※ '19년 9월 현지 출장을 통한 평가내용이며, 구체적인 결과는 제2세부 참조

- 시험개요 :

- 시험장소 : 사료용옥수수 3지역(길림성 용정, 돈화, 길림시)
찰·초당옥수수 3지역(길림성 용정, 돈화, 길림시)
- 시험재료 : 사료용 대륙옥 등 7교잡종, 찰·초당옥수수 찰초교18등 5교잡종
농가실증 대륙옥, 다미찰 등 2품종
- 파종기 : 용정(4/27), 돈화(4/26), 길림시 농과원(4/28)
- 시험구 배치 : 6열 2반복, 재식거리 : 65 x 25cm

- 시험장소 1 : 길림성 용정시 연변대학교 농학원 포장

- 생육상황 : 찰·초당옥수수는 대부분 착수고 높음.
출사기 및 등숙기 강우로 일부 침수피해 있음.
병 발생은 적고, 침수피해 받은 교잡종 조기 건조

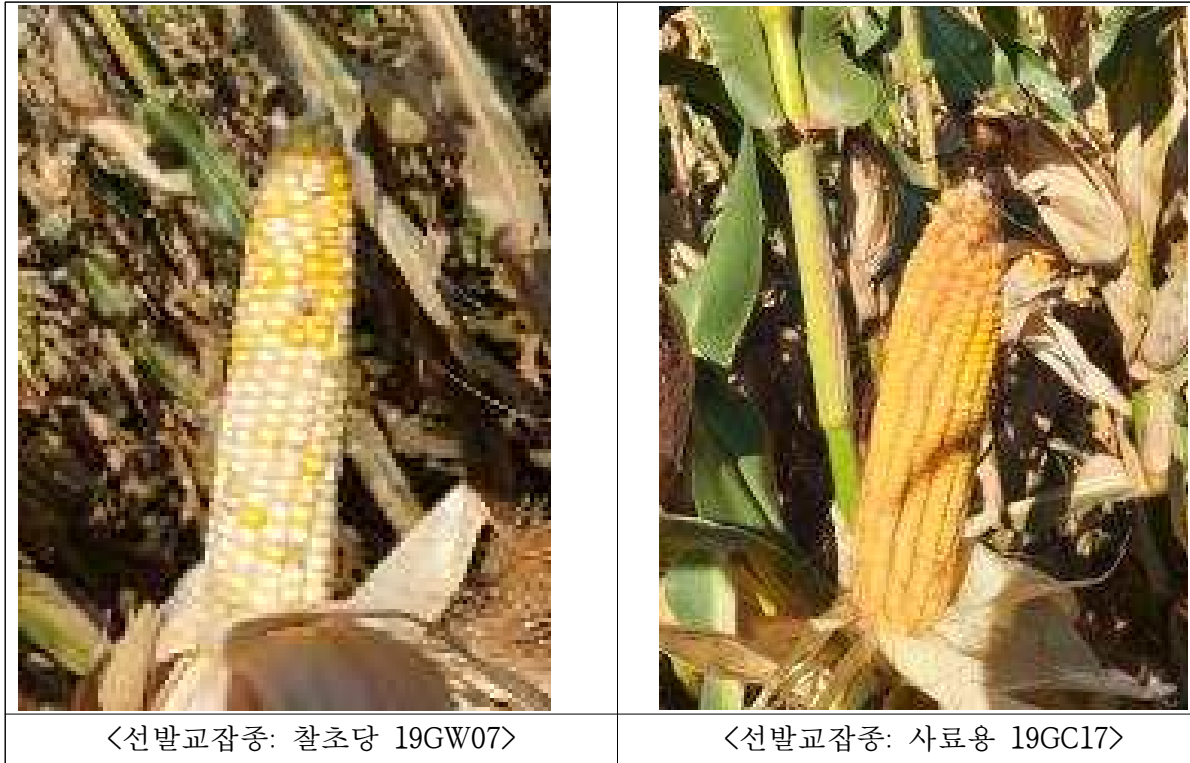
- 찰·초당옥수수 선발교잡종 : 19GW07 등 3교잡종 선발

시험교잡종	착수고 (cm)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	이삭립중 (g/개)	기타특성
금나(대비1)	100	16.3	5.0	158	노란찰옥수수
은향(대비2)	120	19.7	5.4	228	얼룩찰옥수수
19GW3	108	21.7	4.3	132	식미양호
19GW4	115	18.2	4.3	133	이삭양호
19GW5	108	17.1	4.5	113	저착수
19GW6	133	19.2	4.3	150	고착수
19GW7	110	20.3	4.1	123	식미우수, 이삭양호

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 19GC17 등 4교잡종 선발함(그림 1-25).

시험교잡종	출사일수 (일)	이삭장 (cm)	이삭열수 (열)	수량 (kg/10a)	기타특성
19GC11(대비1)	94	19.4	17.0	785	선옥335, 저착수
19GC12(대비2)	91	19.8	17.0	761	부래2, 건조용이
19GC13	93	18.1	16.7	877	저착수, 이삭양호, 녹색
19GC14	91	21.4	16.0	775	저착수, 끝달림 불량
19GC15	90	21.0	15.0	824	균일성 우수, 이삭양호
19GC16	91	21.4	15.3	881	이삭양호, 중고착수
19GC17	92	23.0	14.3	816	초형양호, 저착수, 16열 이상
19GC18	96	20.3	14.3	778	끝달림 불량, 중만생

19GC19	93	20.9	14.0	716	고착수, 이삭 두께 얇음
--------	----	------	------	-----	---------------



<그림 1-25. 중국 길림 용정 현지 우량교잡종 적응성 검정 선발 모습>

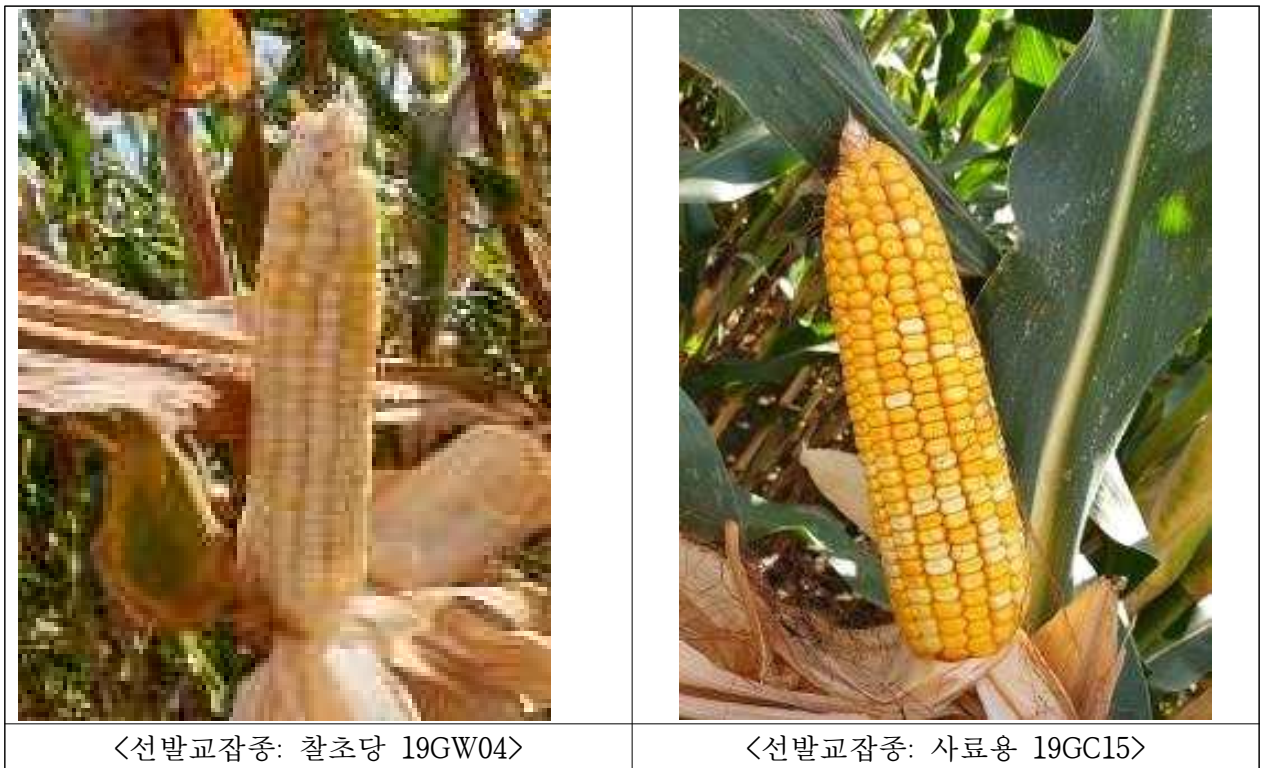
- 시험장소 2 : 길림성 돈화시 농가 임차포장
- 생육상황 : 옥수수 생육 양호, 태풍 피해 적음.
병 발생 적고, 일부 교잡종 끝달림 불량

• 찰초당옥수수 선발교잡종 : 19GW06 등 3교잡종 1차선발

시험교잡종	착수고 (cm)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	이삭립중 (g/개)	기타특성
금나(대비1)	113	18.5	5.4	261	노란찰, 이삭크고 두꺼움
화나(대비2)	113	19.9	5.0	194	흰색+자색찰, 고착수
19GW3	90	20.9	4.4	203	저착수, 열고름 불량
19GW4	123	18.6	4.5	192	이삭양호, 중고착수
19GW5	95	17.8	4.3	192	저착수, 이삭양호
19GW6	123	19.2	4.8	206	내도복, 이삭양호
19GW7	120	21.0	4.4	197	생육양호, 이삭 중(中)

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 19GC14 등 2교잡종 1차 선발함(그림 1-26).

시험교잡종	출사일수 (일)	이삭장 (cm)	이삭열수 (열)	수량 (kg/10a)	기타특성
19GC01(대비1)	100	20.7	18	909	중고착수, 중만생
19GC02(대비2)	93	21.2	18	876	이삭양호
19GC13	100	18.9	18	904	저착수, 이삭 두꺼움, 녹체성
19GC14	97	21.3	16	844	저착수, 끝달림 불량
19GC15	99	20.5	18	912	이삭양호, 중고착수
19GC16	98	22.7	16	955	이삭양호, 중고착수
19GC17	100	22.8	16	808	중만생, 녹체성 우수
19GC18	101	23.3	12	850	이삭두께 얇음
19GC19	99	23.4	16	840	고착수, 끝달림 불량



<그림 1-26. 중국 길림 돈화 현지 우량교잡종 적응성 검정 선발 모습>

- 시험장소 3 : 길림성 길림시 길림시농업과학원 연구포장
- 생육상황 : 8월 초 건조피해로 옥수수 생육 일부 불량
강원32호는 이삭형태가 원통형으로 중국 품종과는 구별성이 있음.

- 찰·초당옥수수 선발교잡종 : 19GW06 등 2교잡종 1차 선발

시험교잡종	간장 (cm)	착수고 (cm)	이삭장 (cm)	이삭립중 (g/개)	기타 특성
간점2호(대비1)	279	110	22.4	268	이삭양호, 굵고 짧음
19GW3	265	104	25.4	199	내도복, 이삭 중(中)
19GW4	304	135	22.8	232	도복 약, 착립 불량, 고착수
19GW5	285	120	21.0	289	이삭양호, 도복 약
19GW6	292	128	23.4	198	내도복, 이삭양호
19GW7	267	98	22.6	244	내도복, 이삭 중(中)

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 19GC13 등 2교잡종 선발함(그림 1-27).

시험교잡종	출사일수 (일)	이삭장 (cm)	이삭열수 (열)	수량 (kg/10a)	기타특성
19GC11(대비1)	79	20.6	16	1419	이삭양호
19GC13	80	23.4	16	1365	내도복, 저착수, 이삭양호
19GC14	82	22.8	16	1445	중조생, 저착수
19GC15	79	20.7	16	1393	이삭양호
19GC16	82	24.7	16	1349	건조용이, 이삭 중(中)
19GC17	81	22.1	16	1415	저착수, 이삭양호, 매문병
19GC18	81	22.8	16	1424	이삭 중(中)
19GC19	80	20.8	16	1386	중고착수



<선발교잡종: 19GW06>



<선발교잡종: 19GC13>

<그림 1-27. 중국 길림 농업과학원 우량교잡종 적응성 검정 선발 모습>

- 찰초당옥수수 지역별 수량성(이삭립중, g/개) 비교

시험교잡종	용정시	돈화시	길림시	평균	주요 특성
19GW01(현지1)	158	261	268	229	
19GW02(현지2)	228	194		211	
19GW03	132	203	199	178	식미우수
19GW04	133	192	232	186	
19GW05	113	192	289	198	이삭립중 양호
19GW06	150	206	198	185	이삭 및 식미양호
19GW07	123	197	244	188	이삭 및 식미양호

- 찰초당옥수수 지역별 포장 및 수량성 평가를 통한 선발 : 19GW06 등 3교잡종 선발

시험교잡종	용정시	돈화시	길림시	선발 (1차)	주요 특성
19GW01(현지1)					노란찰, 이삭광폭, 고착수
19GW02(현지2)					흰색+자색, 고착수
19GW03	V		V	○	저착수, 식미우수
19GW04		V			이삭 중(中), 고착수

19GW05	V		V		이삭 중(中)
19GW06	V	V	V	○	이삭 중(中)(광폭)
19GW07	V	V		○	이삭 중(中)

- 사료용옥수수 지역별 수량성(kg/10a) 비교

시험교잡종	용정시	돈화시	길림시	평균	주요 특성
19GC11(현지1)	785	909	1,419	1,038	현지품종
19GC12(현지2)	761	876		819	현지품종
19GC13	877	904	1,365	1,049	다수성, 이삭광폭
19GC14	775	844	1,445	1,021	
19GC15	824	912	1,393	1,043	다수성
19GC16	881	955	1,349	1,062	다수성
19GC17	816	808	1,415	1,013	
19GC18	778	850	1,424	1,017	
19GC19	716	840	1,386	981	

- 사료용옥수수 지역별 포장 및 수량성 평가를 통한 선발 : 19GC13 등 3교잡종 선발

시험교잡종	용정시	돈화시	길림시	선발 (1차)	주요 특성
19GC11(현지1)					저착수, 건조양호, 매문병
19GC12(현지2)					건조용이
19GC13	V	V	V	○	저착수, 이삭 광폭, 녹체
19GC14			V		저착수, 끝달림 불량
19GC15	V	V		○	균일, 이삭양호
19GC16	V	V		○	이삭양호, 중고착수
19GC17	V		V		저착수, 초형양호, 중만숙
19GC18					만숙, 끝달림 불량
19GC19					고착수

- 시험장소 4 : 길림성 현지 농가 실증시험(그림 1-28).

- 시험장소 : 돈화
- 시험품종 : 대륙2호(사료용), 다미찰(찰초당)
- 생육상황 : 돈화 심상렬 촌장 포장에서 수행
대륙2호 파종기는 적기보다 2주 정도 늦게 파종
다미찰은 2회 재배
- 대륙2호 농가반응 : 대륙2호는 입모율, 생육 및 이삭특성이 양호함

적기 파종하면 더 좋을 것으로 판단됨

‘20년 재배면적 확대할 의향 있음

- 다미찰 농가반응 : 다미찰은 숙기가 빠르고 생육양호
단맛이 우수하고, 찰기는 적고 이삭이 작은 편임
중국에서 단맛을 선호하므로 가능성 있음.

	
<p><농가표장 : 현장평가></p>	<p><실증 품종 : 대륙2호></p>

<그림 1-28. 중국 길림 현지농가 실증시험 모습>

(다) 러시아 현지 생산력 검정

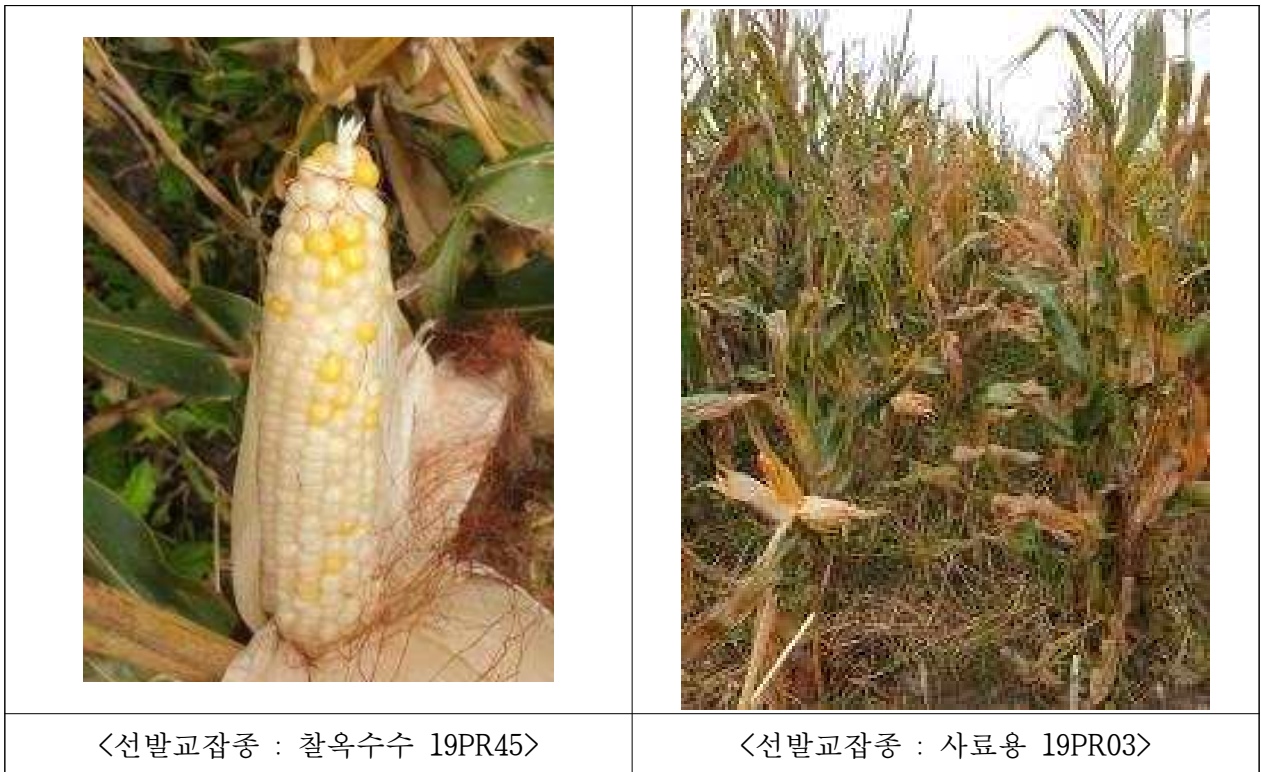
- 시험장소 : 연해주 농업과학연구소 연구포장
- 시험재료 : 19PR01등 51교잡종(사료용 43, 찰옥수수 8)
- 파종기 : 5월 8일
- 시험구배치 : 2열 2반복, 재식거리 : 70x20cm
- 중점 선발 목표 : 조숙성 및 녹체성 교잡종 선발
- 생육상황 : 예년에 비해 옥수수 작고 생육이 느림
시험교잡종의 출사기는 예년보다 늦음
8월 강우, 9월 태풍의 영향으로 도복 발생

- 찰옥수수 주요 선발 교잡종 및 특성 : 19PR45등 2교잡종 선발

시험번호	도복 (1-9)	출사일수 (일)	이삭길이 (cm/개)	기타특성
19PR44(미백2호)	4.5	90	18.7	생육 및 이삭양호
19PR45	4.5	81	15.6	조숙, 이상양호
19PR50	3.5	90	16.1	이삭양호
19PR51	2.0	92	16.7	내도복

- 사료용옥수수 주요 선발 교잡종 및 특성 : 19PR03등 8교잡종 선발함(그림 1-29).

시험번호	도복 (1-9)	출사일수 (월/일)	이삭길이 (cm/개)	기타특성
19PR01(대비)	2.0	89	17.2	(현지품종=슬라비안카) 조숙
19PR02	1.0	96	19.0	내병, 초형양호, 녹체
19PR03	1.0	91	17.1	저착수, 이삭양호
19PR07	3.0	87	17.2	이삭양호
19PR09	3.5	90	18.2	이삭양호, 내병성
19PR15	2.0	85	17.3	조숙, 이삭양호
19PR16	2.5	85	17.5	조숙, 녹체성 우수
19PR27	2.5	89	18.5	이삭양호, 내병성
19PR40	3.0	89	18.9	이삭양호



<그림 1-29. 러시아 연해주 현지 찰옥 및 사료용 선발교잡종 선발 모습>

(라) 러시아 선발 교잡종 국내 품종 출원을 위한 강원도내 지역적응시험

- 시험장소 : 홍천 등 3지역
- 파종기: 홍천(4/25), 철원(5/15), 평창(5/15)
- 시험재료 : '18 러시아 연해주 현지 선발 5교잡종
- 생육상황 : 등숙기 잦은 강우로 등숙지연
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 종교187등 3교잡종 선발

시험번호	출사일수(일)	도복(1-9)	간장	자수장(cm)	폭(cm)	열수(열)	종실중(kg/10a)	기타특성
강일옥(대비)	79	1.0	288	17.3	4.9	14.4	1008	대비품종
종교187	70	1.0	189	16.9	4.6	16.7	972	직립형
종교188	69	1.0	224	18.1	4.9	17.3	905	생육우수
종교189	67	1.0	176	16.5	4.1	14.4	702	조숙, 후기도복
종교190	65	1.0	167	15.0	4.1	14.4	625	조숙, 단간
종교192	68	1.0	182	16.9	4.6	16.2	849	내도복,

※ 최종 선발 교잡종 ‘20년 국내 및 러시아 현지 품종출원 예정

(마) 중국 길림성 현지 품종심사(출원)

- 심사품종 : 복강191(사료용), 연농나581(찰초당옥수수) 등 2품종
- 심사절차 : 국외 개인 및 단체는 단독으로 심사신청 불가
→ 중국 현지 기업 및 대학과 협약에 의해 심사 신청
- 품종심사 신청을 위한 협약체결 : 복강191(길림시종자유한공사), 연농나581(연변대학교 오명근 교수)
- 수행상황 : 길림성 품종심사 규정에 의거 1년차 시험 수행 중

(4) 4년차

(가) 중국 현지 생산력 검정

- 시험장소 : 중국, 연변농업과학원 연구포장
- 시험재료 : 20YB15 등 40교잡종
- 파 종 기 : 4월 29일
- 시험구배치 : 65 x 26cm, 2열 3반복
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 사료용 20YB11 등 5, 찰초당 20YB76 등 3교잡종 선발함 (그림 1-30).

시험번호	출사일수(일)	도복(1-9)	이삭길이(cm/개)	수량(kg/10a)	기타특성
20YB01(대비)	80	2	21.0	1598	중국품종(복래2)
20YB06	84	2	20.4	1729	이삭양호, 다수성
20YB08	86	1	26.0	1630	다수성, 내병성
20YB11	86	1	19.4	1411	녹체성, 균일성
20YB19	84	1	21.7	1610	초형 및 이삭양호
20YB20	85	1	22.4	1582	저착수
20YB70(대비)	83	2	20.6	619	찰초당(중국품종)
20YB74	84	2	21.6	519	찰초당, 식미양호

20YB76	86	2	20.1	469	찰초당, 식미우수
20YB79	81	2	17.0	674	다수성



<그림 1-30. 중국 길림성 현지 품종 심사를 위한 재배 모습>

(나) 중국 현지 우량교잡종 적응성 검정(제2세부와 협력 수행)

- 시험개요 :

- 시험장소 : 사료용옥수수 3지역(길림성 용정, 돈화, 길림시)
찰·초당옥수수 3지역(길림성 용정, 돈화, 길림시)
대면적 농가실증 3지역(용정, 돈화, 도문)
- 시험재료 : 사료용 20GC13 등 7교잡종, 찰·초당옥수수 20GW03 등 5교잡종
농가실증 사료용-대륙2호, 찰·초당-꽃미찰
- 파종기 : 용정(4/30), 돈화(5/8), 길림시 농과원(4/30)
- 시험구 배치 : 6열 2반복, 재식거리 : 65 x 25cm

- 시험장소 1 : 길림성 용정시 연변대학교 농학원 포장

- 생육상황 : 금년 기상상황이 양호하여 옥수수 생육에 적합하였음.
강풍(6/22) 및 3회 태풍(8/26, 9/4, 9/8)으로 일부 교잡종 도복발생

- 찰초당옥수수 선발교잡종 : 20GW03 등 2교잡종 선발

시험교잡종	도복 (1-9)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	수량 (kg/10a)	식미 (지수)	기타특성
20GW1(대비1)	3	19.3	5.1	820	7.3	찰옥수수
20GW2(대비2)	5	19.8	5.0	879	6.8	찰옥수수
20GW3	2	20.8	4.4	825	7.6	식미우수
20GW4	2	20.7	4.0	703	7.1	식미양호
20GW5	1	18.0	4.4	766	6.3	내도복
20GW6	3	17.7	4.6	879	6.7	종피 두꺼움
20GW7	5	18.1	4.5	935	6.8	다수성, 식미양호

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 20GC18 등 2교잡종 선발함(그림 1-31).

시험교잡종	출사일수 (일)	도복 (1-9)	이삭장 (cm)	이삭열수 (열)	수량 (kg/10a)	기타특성
20GC11(대비1)	81	4	22.5	15.2	1,368	중국품종(복래2)
20GC12(대비2)	84	4	21.0	16.8	1,289	중국품종(복래818)
20GC13	85	3	19.6	16.2	1,014	저착수
20GC14	83	5	19.4	15.0	1,036	녹체성 양호
20GC15	84	5	20.9	15.3	1,120	초형양호
20GC16	83	5	22.0	15.2	1,200	이삭양호
20GC17	86	1	25.4	14.2	1,167	내도복
20GC18	85	3	22.3	14.2	1,269	다수성
20GC19	82	5	18.8	16.8	1,195	16열 이상



<그림 1-31. 중국 길림 용정 현지 우량교잡종 적응성 검정 선발 모습>

- 시험장소 2 : 길림성 **돈화시** 농가 임차포장
 - 생육상황 : 돈화지역에서 생육초기 냉해 발생하였으나, 후기 생육 양호하였음.
 등숙기에는 10월 초까지 서리가 내리지 않아 등숙에 좋았음.
 생육후기 3회의 태풍으로 일부 교잡종 도복 발생
 병 발생 적었음
 - 찰초당옥수수 선발교잡종 : 20GW03 등 3교잡종 선발함(그림 1-32).

시험교잡종	도복 (1-9)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	수량 (kg/10a)	기타특성
20GW1(대비1)	3	18.8	5.1	546	찰옥수수
20GW2(대비2)	5	20.3	4.9	-	성숙지연
20GW3	2	20.5	4.4	614	내도복성, 식미우수
20GW4	4	22.2	4.4	732	이삭양호
20GW5	2	17.7	4.5	691	식미 보통
20GW6	1	17.3	4.9	766	내도복성, 이삭폭 양호
20GW7	2	18.8	4.9	785	다수성, 식미양호

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 20GC16 등 2교잡종 선발

시험교잡종	출사일 수(일)	도복 (1-9)	이삭장 (cm)	이삭열 수(열)	수량 (kg/10a)	기타특성
20GC11(대비1)	89	1	20.1	14.5	1,044	중국품종(복래2)
20GC12(대비2)	91	3	19.9	18.0	1,060	중국품종(복래818)
20GC13	90	3	20.1	15.0	978	적응성 우수
20GC14	88	2	21.5	15.0	1,012	조숙성
20GC15	89	1	21.2	16.0	1,079	고착수
20GC16	91	1	25.3	14.0	1,147	내도복, 이삭양호
20GC17	90	1	25.9	16.0	-	성숙지연
20GC18	92	1	23.1	15.0	1,156	다수성, 녹색성
20GC19	89	3	21.8	17.5	852	착립 부족



<그림 1-32. 중국 길림 둔화 현지 농가포장 우량교잡종 적응성 검정 선발 모습>

- 시험장소 3 : 길림성 길림시 길림시농업과학원 연구포장
 - 생육상황 : 태풍영향으로 일부 교잡종 도복발생
등숙 지연으로 수확기 예상보다 늦음
 - 찰·초당옥수수 선발교잡종 : 20GW03 등 3교잡종 선발

시험교잡종	출사일수(일)	이삭장(cm)	이삭폭(cm)	수량(kg/10a)	기타특성
20GW3	76	22.1	4.0	902	식미우수
20GW4	77	21.2	4.0	990	이삭양호
20GW5	75	18.6	4.3	1161	이삭 및 식미양호
20GW6	77	17.7	5.0	957	이삭폭 우수
20GW7	75	18.5	4.5	1095	다수성

• 사료용옥수수 선발교잡종 : 20GC13 등 3교잡종 선발

시험교잡종	출사일수(일)	이삭장(cm)	이삭열수(열)	수량(kg/10a)	기타특성
20GC11(대비1)	82	20.2	15	1345	중국품종
20GC13	81	21.2	17	1392	이삭열수 양호
20GC14	82	21.5	15	1325	건조양호
20GC15	81	20.8	16	1427	다수성
20GC16	82	22.7	16	1387	초형 및 이삭양호
20GC17	83	23.8	16	1115	성숙지연
20GC18	82	23.1	15	1353	소식재배적합
20GC19	81	20.5	17	1423	이삭작음

- 찰초당옥수수 지역별 수량성(kg/10a) 비교 : 20GW7 등 3교잡종 선발

시험교잡종	용정시	돈화시	길림시	평균	지수	주요 특성
20GW01(대비1)	820	546	-	683	100	중국 찰옥수수
20GW02(대비2)	879	-	-	-		중국 찰옥수수
20GW03	825	614	902	780	114	식미우수, 내도복
20GW04	703	732	990	808	118	식미양호
20GW05	766	691	1161	873	128	내도복
20GW06	879	766	957	867	127	이삭폭 양호
20GW07	935	785	1095	938	137	다수성, 식미양호

- 사료용옥수수 지역별 수량성(kg/10a) 비교 : 20GC18 등 2교잡종 선발

시험교잡종	용정시	돈화시	길림시	평균	지수	주요 특성
20GC11(대비1)	1,368	1,044	1345	1,252	100	현지품종
20GC12(대비2)	1,289	1,060	-	1,175	94	현지품종
20GC13	1,014	978	1392	1,128	90	저착수
20GC14	1,036	1,012	1325	1,124	90	녹체성 우수
20GC15	1,120	1,079	1427	1,209	97	초형양호
20GC16	1,200	1,147	1387	1,245	99	내도복, 이삭양호
20GC17	1,167	-	1115	1,141	91	내도복
20GC18	1,269	1,156	1353	1,259	101	다수성
20GC19	1,195	852	1423	1,157	92	이삭폭 양호

- 시험장소 4 : 길림성 현지 대면적 농가 실증시험

- 시험장소 : 용정, 돈화, 도문
- 시험품종 : 대륙2호(사료용), 꿀미찰(찰초당)
- 생육상황 : 길림성 현지 농가 포장에서 수행
봄 저온으로 파종기 지연으로 성숙 지연
일부지역 출아율 낮음
- 꿀미찰 농가반응 : 적기수확해야 식미 우수함
조생종으로 젊은층의 선호도 높을 것을 판단
- 대륙2호 농가반응 : 돈화 중산간지의 경우 5월 상순까지는 파종 필요
미수확 상태이며 수확량은 900~1,200kg/10a 예상, (그림 1-33).

시험 지역	면적 (ha)	파종기 (월/일)	출사기 (월/일)	도복 (1-9)	이삭장 (cm)	수량 예측 (kg/10a)
돈화 홍석	4	5/12	8/5	1	23.4	1,000
돈화 흑석1	1	5/8	8/2	1	21.7	1,200
돈화 흑석2	1	5/8	8/1	1	22.0	900
도문	1	5/15	7/28	1	21.0	900



<농가 실증포장 : 현장평가>

<실증 품종 : 대륙2호>

<그림 1-33. 중국 용정, 돈화, 도문 농가포장 실증 시험 선발 모습>

(다) 러시아 현지 생산력 검정

- 시험계약 : 연해주 농업과학연구소
- 시험용 종자 운송실패로 2020년도 러시아 현지시험 취소
 - 5월 초 현지 출장으로 파종하였으나 코로나19 영향으로 출장 취소
 - 준비종자 DHL로 발송하였으나 러시아 통관 불허
- 차년도 러시아 현지시험 재개예정

(라) 러시아 선발 교잡종 국내 품종 출원을 위한 강원도내 지역적응시험

- 시험장소 : 홍천 등 3지역
- 파종기: 홍천(4/25), 철원(5/22), 평창(5/21)
- 시험재료 : 러시아 연해주 현지 선발 5교잡종
- 생육상황 : 장기간의 장마로 착립 및 등숙 불량 발생
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 종교192등 2교잡종 선발

시험번호	출사일 수(일)	도복 (1-9)	간장	자수장 (cm)	폭 (cm)	열수 (열)	종실중 (kg/10a)	기타특성
강일옥(대비)	80	1	269	17.4	5.0	13.6	799	대비품종
종교188	74	1	207	15.6	4.8	16.4	705	조숙
종교192	75	1	189	15.4	4.5	16.0	676	조숙, 다수성
종교217	75	1	208	16.1	4.7	13.3	723	내도복
종교218	75	1	191	17.9	4.3	13.1	700	초형양호
종교219	75	1	170	15.7	4.2	13.6	522	단간

※ 선발 교잡종 국내 및 러시아 현지 시험 및 품종출원 예정

(마) 중국 길림성 현지 품종심사(출원)

- 심사품종 : 2년차 사료용옥수수 복강191(대륙2호)
1년차 찰초당옥수수 연농나588(찰초교29)
- 심사절차 : 국외 개인 및 단체는 단독으로 심사신청 불가
→ 중국 현지 기업 및 대학과 협약에 의해 심사 신청
- 품종심사 신청을 위한 협약체결 : 복강191(길림시종자유한공사),
연농나581(연변대학교 오명근 교수)
- 수행상황 : 길림성 품종심사 규정에 의거 시험 수행 중

(5) 5년차

(가) 중국 현지 생산력 검정

- 시험장소 : 중국, 연변농업과학원 연구포장
- 시험재료 : 20YB15등 40교잡종
- 파 종 기 : 4월 29일
- 시험구배치 : 65 x 26cm, 2열 3반복
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 사료용 21YB27 등 6, 찰초당 21YB74 등 3교잡종 선발함 (그림 1-34).

시험번호	출사일수 (일)	착수고 (cm)	이삭길이 (cm/개)	수량 (kg/10a)	기타특성
21YB01(대비)	78	153	20.6	1,177	중국품종(선옥335)
21YB06	77	121	22.5	1,130	단간, 내도복
21YB13	75	143	20.9	1,226	이삭우수
21YB16	75	155	19.5	1,238	이삭양호
21YB27	71	105	19.3	1,297	조숙성, 다수성
21YB28	74	113	20.6	1,249	단간, 내도복
21YB29	71	123	20.6	1,206	조숙성
21YB71(대비)	71	107	19.3	812	찰옥(중국품종)
21YB73	68	87	16.7	646	찰초당, 조숙성
21YB74	74	112	20.8	698	찰초당, 식미우수
21YB76	75	113	21.6	772	찰초당, 다수성



<선발교잡종: 21YB74, 75, 76>

<그림 1-34. 중국 연변과학원 현지 생산력 검정 모습>

(나) 중국 현지 우량교잡종 적응성 검정(제2세부와 협력 수행)

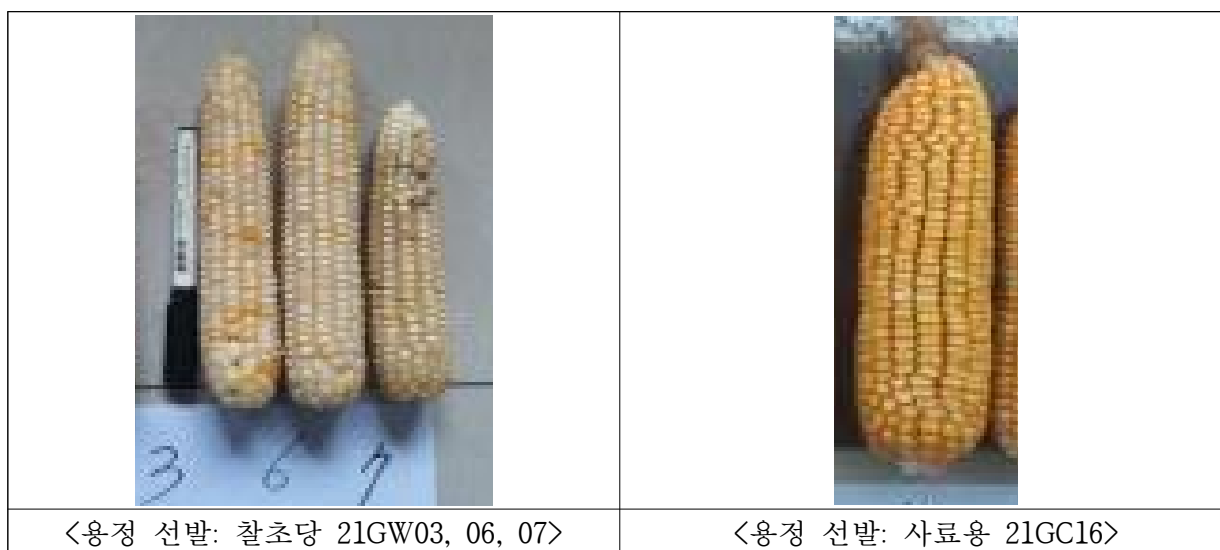
- 시험개요 :

- 시험장소 : 사료용옥수수 2지역(길림성 용정, 길림시)
찰·초당옥수수 2지역(길림성 용정, 길림시)
사료용 전시포 운영 2지역(돈화, 도문)
대면적 농가실증 7지역(도문, 안도, 연길, 서란, 가목사, 하얼빈, 수화)
- 시험재료 : 사료용 21GC15 등 7교잡종, 찰·초당옥수수 21GW05 등 5교잡종
사료용 전시포 운영 대륙옥 등 4교잡종
농가실증 사료용-대륙2호
- 파종기 : 용정(5/6), 길림시 농과원(4/27), 돈화(5/10), 도문(5/1)
- 시험구 배치 : 6열 2반복, 재식거리 : 65 x 25cm
- 시험장소 1 : 길림성 용정시 연변대학교 농학원 포장
- 생육상황 : 기상상황이 양호하여 옥수수 생육에 적합하였음.
- 찰·초당옥수수 선발교잡종 : 21GW03 등 2교잡종 선발

시험교잡종	출사일수 (일)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	수량 (kg/10a)	식미 (지수)	기타특성
21GW1(대비1)	71	16.5	4.7	621	2.8	찰옥수수
21GW2(대비2)	76	18.3	5.2	668	4.7	찰옥수수
21GW3	71	20.8	4.0	478	4.3	식미우수
21GW4	69	18.1	4.3	608	3.2	조숙성
21GW5	69	18.3	3.0	629	2.3	다수성
21GW6	76	19.5	4.1	588	4.0	식미우수
21GW7	74	17.8	4.1	526	3.5	식미보통

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 21GC16 등 2교잡종 선발함(그림 1-35).

시험교잡종	출사일수 (일)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	이삭열수 (열)	수량 (kg/10a)	기타특성
21GC11(대비1)	79	20.4	4.9	16.0	1022	중국품종(선옥335)
21GC12(대비2)	76	20.6	5.4	18.0	1086	중국품종(복래2)
21GC13	76	20.8	4.6	15.0	878	고착수
21GC14	75	21.0	4.6	15.0	904	초형양호
21GC15	78	23.8	4.6	15.0	1026	수량양호
21GC16	78	20.9	5.4	16.0	1045	수량양호, 광폭형
21GC17	75	18.1	4.8	15.0	886	단간형
21GC18	74	18.4	4.6	15.0	928	조숙성
21GC19	74	21.9	4.5	15.0	821	조숙성



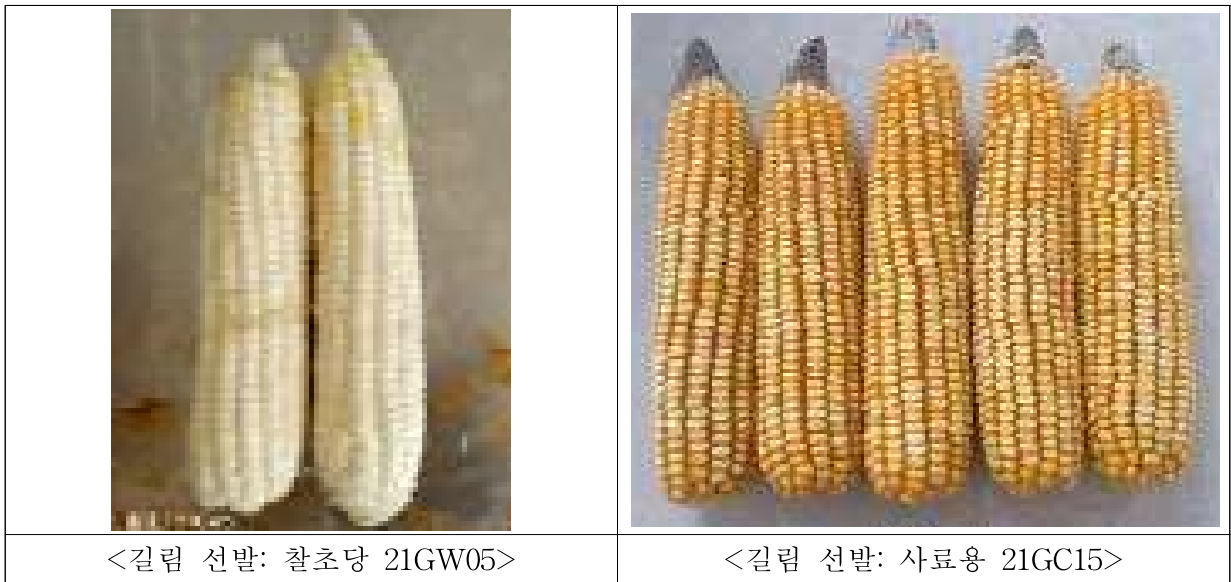
<그림 1-35. 중국 용정 현지 우량교잡종 적응성 검정 선발모습>

- 시험장소 2 : 길림성 길림시 길림시농업과학원 연구포장
- 생육상황 : 생육중기 들풍에 의한 일부 도복이 있었으나 전반적으로 생육양호
- 찰·초당옥수수 선발교잡종 : 21GW03 등 2교잡종 선발

시험교잡종	출사일수 (일)	이삭장 (cm)	이삭폭 (cm)	수량 (kg/10a)	기타특성
21GW3	75	21.2	4.0	749	식미우수
21GW4	77	20.8	4.4	935	이삭 우수
21GW5	75	21.6	4.6	947	수량성 우수
21GW6	79	20.7	4.2	830	생육양호
21GW7	78	21.4	4.3	784	단간

- 사료용옥수수 선발교잡종 : 21GC15 등 2교잡종 선발함(그림 1-36).

시험교잡종	출사일수 (일)	이삭장 (cm)	이삭열수 (열)	수량 (kg/10a)	기타특성
21GC11(대비1)	84	20.7	15	1369	중국품종(길단27)
21GC13	84	22.6	15	1269	이삭길고, 일부도복
21GC14	86	20.6	16	1284	중만생, 균일성 우수
21GC15	85	22.1	15	1441	다수성, 내도복성
21GC16	86	19.2	17	1275	광폭형 이삭
21GC17	85	19.7	15	1351	균일성 우수, 일부도복
21GC18	83	20.8	15	1330	내병성 우수
21GC19	84	22.9	17	1343	이삭양호



<그림 1-36. 중국 길림 농업과학원 현지 우량교잡종 적응성 검정 선발모습>

- 찰초당옥수수 지역별 수량성(kg/10a) 비교 : 21GW3 등 2교잡종 선발

시험교잡종	용정시	길림시	평균	주요 특성
21GW01(대비1)	621	-	621	중국 찰옥수수
21GW02(대비2)	668	-	668	중국 찰옥수수
21GW03	478	749	614	식미우수, 내도복
21GW04	608	935	772	조숙성
21GW05	629	947	788	다수성, 내도복
21GW06	588	830	709	식미양호
21GW07	526	784	655	단간형

- 사료용옥수수 지역별 수량성(kg/10a) 비교 : 21GC15 등 2교잡종 선발

시험교잡종	용정시	길림시	평균	지수	주요 특성
21GC11(대비1)	1022	1369	1195	100	현지품종
21GC12(대비2)	1086		1086	91	현지품종
21GC13	878	1269	1074	90	고착수
21GC14	904	1284	1094	92	균일성
21GC15	1026	1441	1234	103	다수성
21GC16	1045	1275	1160	97	이삭양호
21GC17	886	1351	1119	94	균일성
21GC18	928	1330	1129	94	내병성
21GC19	821	1343	1082	91	중조숙성

- 시험장소 3 : 길림성 현지 선발교잡종 전시포 운영

- 시험장소 : 도문, 돈화
- 시험품종 : 대륙옥 등 4교잡종(사료용)

• 도문시 옥수수 생육 및 수량평가 : 21DF24등 2교잡종 선발

시험교잡종	출사일수(일)	착수고(cm)	이삭장(cm)	이삭폭(cm)	수량(kg/10a)	교잡종명
21DF21	87	123	22.3	5.3	1220	중국품종(복래818)
21DF23	84	125	23.8	4.8	1320	수량성 우수
21DF24	84	116	22.5	5.3	1230	내도복성
21DF25	84	126	24.0	5.3	1290	다수성
21DF26	86	114	26.0	5.0	1190	이삭우수

※ 돌풍으로 일부지역 도복 발생

• 돈화현 옥수수 생육 및 수량평가 : 21DF23등 1교잡종 선발

시험교잡종	출사일수(일)	착수고(cm)	이삭장(cm)	이삭폭(cm)	수량(kg/10a)	교잡종명
21DF21	79	85	23.8	5.5	820	중국품종(복래2)
21DF23	80	127	24.3	5.0	880	조숙성
21DF24	83	95	21.5	5.3	780	광폭형
21DF25	83	102	22.3	5.0	720	생육양호
21DF26	84	98	25.8	4.8	740	이삭우수

※ 돈화는 저온지역으로 조숙성 품종 필요

- 전서포 지역별 수량성(kg/10a) 비교 : 21DF23등 2교잡종 선발함(그림 1-37).

시험교잡종	도문시	돈화현	평균 (kg/10a)	교잡종명
21DF21	1220	820	1020	복래2
21DF23	1320	880	1100	대륙2호
21DF24	1230	780	1000	대륙옥
21DF25	1290	720	1010	대륙3호
21DF26	1190	740	960	20GC16



〈그림 1-37. 중국 길림 도문, 돈화 현지 전서포 시험〉

- 시험장소 4 : 중국 현지 대면적 **농가 실증시험**
 - 시험장소 : 길림성 4지역(도문, 안도, 연길, 서란)
 흑룡강성 3지역(가목사, 하얼빈, 수화)
 - 시험품종 : 대륙2호(복강191)
 - 시험면적 : 지역별 1ha 내외
 - 생육상황 : 길림성의 실증시험지는 생육양호
 흑룡강성의 시험지는 수재(하얼빈)와 도복(수화)으로 2지역 조사 미수행
 - 실증 농가반응 : 수량성 우수, 현지 적응성 양호(그림 1-38), 종가공급시 재배의향 있음.

시험 지역	품종	파종기 (월/일)	출사기 (월/일)	수량성 (kg/10a)	대륙2호 재배농가 의견
도문	대비(성원80)	5/4	7/27	1150	조숙성이며 수량성 우수 차년도 재배 가능
	대륙2호	5/1	7/25	1211	
안도	대비(송옥409)	5/7	7/29	850	대비품종보다 우수 차년도 재배 가능
	대륙2호	5/7	7/28	900	
연길	대비(송옥109)	5/7	7/29	1054	숙기적합 차년도 재배 가능
	대륙2호	5/7	7/28	1193	
서란	대비(길단27)	-	-	1361	병충해 강하고 수량우수
	대륙2호	-	-	1558	
가목사	대륙2호	-	-	-	현지품종 대비 다소 우수 (결과자료는 미확보)



<그림 1-38. 중국 현지 대면적 농가 실증 시험 현장 평가 및 선발 모습>

(다) 러시아 현지 생산력 검정

- 시험계약 : 연해주 농업과학연구소
- 시험용 종자 러시아 세관통과 실패로 러시아 현지시험 불가
 - 종자발송(1차) : 5월 상순, 식물검역증 등 서류첨부 → 반송(서류미비)
 - 종자발송(2차) : 6월 상순, 문서표기 수정 및 추가서류 구비
 - 검역증 재발급 및 발송 : 7월 하순, 검역증에 시험용 목록 모두 표기
 - 러시아 현지 병검정 및 GMO 검정용 추가 종자요청
요청량 50교잡종 x 2kg = 약 100kg
 - 시험용 종자는 약 3kg임. 현지 검정용으로 제공할 잔량 불충분

- 러시아 현지 세관 검정 불가 → 반송결정, 2021년 시험취소

(라) 러시아 선발 교잡종 국내 품종 출원을 위한 강원도내 지역적응시험

- 시험장소 : 홍천 등 3지역
- 파종기: 홍천(4/23), 철원(5/25), 인제(6/16)
- 시험재료 : 러시아 연해주 현지 선발 5교잡종
- 생육상황 : 인제의 경우 장마로 파종기 지연
- 주요 선발 교잡종 및 특성 : 종교192등 2교잡종 선발

시험번호	출사일수(일)	간장	착수고	자수장(cm)	폭(cm)	열수(열)	종실중(kg/10a)	기타특성
강일옥(대비)	75	260	119	16.8	4.4	15.0	838	대비품종
종교188	64	196	65	16.9	4.2	16.4	751	초형양호
종교192	63	181	60	16.3	4.3	16.1	674	조숙, 다수성
종교217	66	186	85	17.4	4.5	14.6	906	다수성, 내도복
종교218	63	122	50	12.7	3.3	13.0	263	단간, 조숙성
종교233	62	154	52	16.6	3.9	13.2	511	조숙성

※ 선발 교잡종중 종교192 국내 품종출원 예정

(마) 중국 길림성 현지 품종심사 통과 및 품종승인(등록)

- 품종 : 복강191(대륙2호)
- 승인번호 : 2021-1-0105
- 심사기간 : 2019 ~ 2020(2년)
- 육성기관 : 길림시Fulight종자유한공사, 강원도농업기술원 옥수수연구소
- 향후계획 : 길림성 현지기업과 종자생산 협의

(바) 선발교잡종 종자 채종

- 시험재료 : 종교192 (러시아 적응성 선발 교잡종)
- 시험장소 : 홍천
- 생육특성 및 채종수량

채식비율	계통명	파종기(월.일)	출사기(월.일)	화분비산기간(월.일)	간장(cm)	채종수량(kg/10a)
2:1	14S5171	5.25	7.22	-	125	186
	14s5126	5.20	7.23	7.20-7.28	149	-

2-3-2. 고위도 지역 옥수수 종자수출 기반조성<2세부>

(1) 1년차(2017년)

가. 지역적응성 시험

- 2단계 1차년도 지역적응성 시험은 중국 이외에도 베트남, 캄보디아에서도 수행하였음.
- 중국에서는 길림성 3지역, 요녕성 1지역, 북경 등에서 수행되었으며 베트남은 Bac Giang, Cao Bang, Dak Lak, 캄보디아는 파일린, 깐달에서 수행되었음.

1) 중국

- 중국 시험재배에 사용된 품종은 다음과 같음.

종류	표시	품종	북경	연길	Source
사료용 (7)	NH-17-12	강연1호		○	옥수수연
	NH-17-13	종교110		○	옥수수연
	NH-17-14	대륙옥		○	옥수수연
	NH-17-15	강원32호		○	옥수수연
	NH-17-16	강원49호		○	옥수수연
	NH-17-17	16YB23		○	옥수수연
	NH-17-18	16YB33		○	옥수수연
초당 옥수수 (10)	NH-17-18	7GBSH3	○		경북도원
	NH-17-19	7GBSH4	○		경북도원
	NH-17-20	7GBSH8	○		경북도원
	NH-17-21	7GBSH9	○		경북도원
	NH-17-22	7GBSH10	○		경북도원
	NH-17-23	7SC3-27	○		경북도원
	NH-17-24	7SC3-35	○		경북도원
NH-17-25	7SC3-36	○		경북도원	
찰초당옥 수수 (9)	NH-17-01	다미찰	0		옥수수연
	NH-17-02	찰조F1 (찰초교3?)	0		옥수수연
	NH-17-03	찰초교11	○	○	옥수수연
	NH-17-04	찰초교16	○	○	옥수수연
	NH-17-05	찰초교18	○	○	옥수수연
	NH-17-06	찰초교20	○	○	옥수수연
	NH-17-07	찰초교21	○	○	옥수수연
	NH-17-08	-			옥수수연
	NH-17-09	KGW1	○		Cover Agri.
	NH-17-10	KGW2	○		Cover

					Agri.
--	--	--	--	--	-------

- 사료용의 경우 1단계에서 좋은 결과를 얻었던 강연1호와 종교110을 비롯 옥수수 연구소에서 추천하는 품종 5개를 더 첨가하였음. 찰초당 옥수수는 작년 시험에서 크기가 컸던 품종 중심으로 선택하였고 올해 태국에서 들여온 2가지 품종도 포함시켰음.
- 재배 지역은 사료용의 경우 길림성(길림시, 룡정, 안도), 요녕성 (단동 동항시)에서 수행되었고 초당옥수수는 룡정과 길림시에서 수행되었음.
- 재배 방법은 기본적으로 현지 방법을 따랐음.
- 재식거리: 룡정은 65X25cm, 길림시 및 안도는 60X25cm, 동항은 60X20cm, 2반복
- 시비: 복합비료 600kg/ha (N:P:K = 30:15:20)

○ 시험결과

- 길림시 시험은 다른 지역과 따로 진행되어 대부분 따로 정리하였음.

① 출사기

품종	출사기									
	반복 1					반복 2				
	룡정	종묘	안도	길림	동항	룡정	종묘	안도	길림	동항
사료용										
강연1호	7.26		7.27	7.20	7.2	7.26		8.1	7.22	7.20
종교110	7.25		25	7.20	20	7.25		7.25	7.21	20
대륙옥	7.26		27	7.21	20	7.28		27	7.21	19
강원32호	7.25		25	7.20	21	7.25		26	7.21	21
강원49호	7.26		8.3	7.20	7.24	7.31		7.29	7.22	7.24
16YB23	7.26		8.5	7.22	7.23	8.5		8.5	7.23	7.24
16YB33	7.25		26	7.20	7.23	7.26		26	7.20	7.24
莱富2号	7.26		26	7.17	7.20	7.26		26	7.17	7.21
俊单128			8.8	7.21	7.25	8.5		8.8	7.21	7.25
九单318	7.27		8.2		7.26	7.28		8.2		7.25
先玉335	7.26					7.26				
丹玉405					7.28					7.28
찰초당										
찰초교11		7.26		7.19			7.29		7.19	
찰초교16		20		7.15			20		7.15	
찰초교18		24		7.19			25		7.19	
찰초교20		20		7.14			20		7.14	
찰초교21		22		7.15			22		7.15	
哈糯1号		20		7.17			20		7.16	
香糯68号		19		7.16			19		7.16	
矣东金春		16					16			
吉祥糯		26		7.21			26		7.19	
吉祥甜		19		7.11			19		7.9	
垦粘1号		19					19			

② 초장 및 착수고

품종	사료용 옥수수 초장(cm)								
	용정			안도			동향		
	1	2	평균	1	2	평균	1	2	평균
강연1호	280	288	284	275	270	272.5	260	268	264
종교110	283	283	283	270	270	270	265	265	265
대륙옥	286	286	286	255	260	257.5	265	265	265
강원32호	285	284	284.5	255	255	255	265	265	265
강원49호	300	301	300.5	260	260	260	285	280	282.5
16YB23	300	302	301	270	270	270	280	280	280
16YB33	301	300	300.5	260	250	255	280	280	280
莱富2号	280		280	255	255	255	260		260
俊单128		305	305	280	275	277.5		280	280
九单318		296	296	270	270	270		270	270
先玉335	305		305						
丹玉405	300		300				280		280

품종	사료용 옥수수 착수고(cm)								
	용정			안도			동향		
	1	2	평균	1	2	평균	1	2	평균
강연1호	150	140	145	130	130	130	120	122	121
종교110	145	140	142.5	120	120	120	110	112	111
대륙옥	150	135	142.5	120	120	120	109	114	111.5
강원32호	135	140	137.5	120	120	120	111	113	112
강원49호	160	160	160	125	125	125	115	115	115
16YB23	140	140	140	120	120	120	111	110	110.5
16YB33	145	150	147.5	115	110	112.5	106	102	104
莱富2号	145		145	130		130	120		120
俊单128		170	170	135		135	125		125
九单318		150	150	130		130	128		128
先玉335	155		155						
丹玉405	145		145				131		131

- 동향에서 재배된 품종의 초장이 대체적으로 작음. 생육이 상대적으로 부실한 것으로 판단

③ 이삭특성

- 룡정

품종	이삭길이(cm)			직경 (cm)		
	반복1	반복2	평균	반복1	반복2	평균
강연1호	21.1	22.0	21.6	5.0	4.7	4.9
종교110	20.9	20.4	20.7	4.7	5.0	4.9
대륙옥	18.2	19.5	18.9	5.6	5.2	5.4
강원32호	21.8	21.5	21.6	5.1	4.3	4.7
강원49호	22.5	22.0	22.2	5.0	4.8	4.9

16YB23	19.6	19.3	19.5	4.5	5.2	4.8
16YB33	22.6	21.0	21.8	5.1	5.2	5.1
福来2	19.8		19.8	5.1		5.1
俊单128	17.0		17.0	5.0		5.0
九单318	17.1		17.1	5.2		5.2
先玉335	20.0		20.0	5.3		5.3
丹玉405		20.0	20.0		4.8	4.8

품종	줄수/이삭			립수/줄		
	반복1	반복2	평균	반복1	반복2	평균
강연1호	15.3	14.7	15.0	32.7	37.7	35.2
종교110	16.0	16.0	16.0	40.3	41.0	40.7
대륙옥	18.0	14.7	16.3	40.0	44.0	42.0
강원32호	17.3	15.3	16.3	44.0	40.7	42.3
강원49호	15.3	14.0	14.7	44.7	43.0	43.8
16YB23	16.0	16.7	16.3	38.0	45.0	41.5
16YB33	14.7	16.0	15.3	43.7	40.3	42.0
福来2	20.0		20.0	37.7		37.7
俊单128	14.7		14.7	40.0		40.0
九单318	17.3		17.3	34.0		34.0
先玉335	16.7		16.7	40.3		40.3
丹玉405		16.7	16.7		42.7	42.7

품종	백립중 g			함수량%		
	반복 1	반복 2	평균	반복 1	반복 2	평균
강연1호	40.1	47.9	44.0	27.2	28.0	27.6
종교110	47.4	41.8	44.6	27.9	26.1	27.0
대륙옥	43.9	47.3	45.6	27.9	26.9	27.4
강원32호	42.3	45.4	43.8	26.8	26.4	26.6
강원49호	42.5	45.5	44.0	25	26.7	25.9
16YB23	33.8	36.2	35.0	27.9	28.1	28.0
16YB33	41.8	42.6	42.2	27.9	29.9	28.9
福来2	36.5		36.5	27.9		27.9
俊单128	41.0		41.0	29.1		29.1
九单318		38.4	38.4		28.5	28.5
先玉335		44.3	44.3		27.1	27.1
丹玉405		48.0	48.0		29.2	29.2

- 대체적으로 이삭길이는 좋았으나 직경이 짧았음. 줄수/이삭, 립수/줄은 중국 품종과 크게 다르지 않았음. 백립중과 함수량을 고려했을 때 선옥335와 비슷하였음.

- 안도

품종	이삭길이(cm)			직경 (cm)		
	반복1	반복2	평균	반복1	반복2	평균
강연1호	22.2	21.2	21.7	4.6	4.6	4.6
종교110	20.3	16.1	18.2	4.6	4.4	4.5

대륙옥	18.8	17.2	18.0	5.5	5.5	5.5
강원32호	21.3	21.8	21.6	5.0	5.0	5.0
강원49호	21.1	20.0	20.5	5.1	4.7	4.9
16YB23	19.9	19.1	19.5	4.9	5.1	5.0
16YB33	20.2	22.2	21.2	4.4	5.2	4.8
福来2	17.7	18.1	17.9	5.5	5.4	5.4
俊单128		18.8	18.8		5.8	5.8
九单318	16.5		16.5	5.3		5.3

품종	줄수/이삭			립수/줄		
	반복1	반복2	평균	반복1	반복2	평균
강연1호	16.0	15.4	15.7	37.7	35.6	36.7
종교110	15.3	15.3	15.3	40.3	31.7	36.0
대륙옥	16.0	14.7	15.3	39.0	36.7	37.8
강원32호	14.7	16.0	15.3	43.3	43.0	43.2
강원49호	14.7	13.3	14.0	41.7	38.3	40.0
16YB23	15.3	14.7	15.0	43.7	45.0	44.3
16YB33	13.3	14.7	14.0	39.0	43.3	41.2
福来2	20.0	18.7	19.3	36.0	37.3	36.7
俊单128		16.0	16.0		41.0	41.0
九单318	17.3		17.3	35.7		35.7

품종	백립중 (g)			합수량 (%)		
	반복 1	반복 2	평균	반복 1	반복 2	평균
강연1호	46.1	49.3	47.7	27.2	28.2	27.7
종교110	43.3	38.2	40.8	26.5	27.4	27.0
대륙옥	49.6	49.0	49.3	27.3	28.0	27.7
강원32호	45.0	40.3	42.6	26.4	26.7	26.6
강원49호	44.4	42.2	43.3	26.6	28.0	27.3
16YB23	33.2	37.5	35.3	28.9	28.1	28.5
16YB33	39.6	42.7	41.2	28.7	27.3	28.0
福来2	37.2	32.7	34.9	28.1	25.6	26.9
俊单128		51.5	51.5		30.2	30.2
九单318	46.5		46.5	29.1		29.1

- 동향)

품종	이삭길이 (cm)			직경 (cm)		
	반복1	반복2	평균	반복1	반복2	평균
강연1호	20.0	17.9	19.0	4.2	4.3	4.3
종교110	18.0	20.3	19.1	4.6	4.5	4.6
대륙옥	16.9	16.8	16.9	5.6	4.6	5.1
강원32호	19.6	19.1	19.4	9.3	4.5	6.9
강원49호	19.0	19.7	19.4	4.8	4.0	4.4
16YB23	16.8	16.3	16.5	4.4	4.5	4.4
16YB33	18.4	21.4	19.9	4.4	5.3	4.8
福来2	18.7		18.7	4.8		4.8

俊单128	18.2		18.2	4.6		4.6
九单318	21.3		21.3	5.3		5.3
丹玉405	22.0		22.0	6.2		6.2

품종	줄수/이삭			립수/줄		
	반복1	반복2	평균	반복1	반복2	평균
강연1호	12.7	13.3	13.0	34.3	33.3	33.8
종교110	16.0	14.0	15.0	38.3	40.3	39.3
대륙옥	17.3	14.0	15.7	34.0	37.0	35.5
강원32호	13.3	12.0	12.7	41.7	41.0	41.3
강원49호	14.0	14.7	14.3	41.7	43.7	42.7
16YB23	15.0	17.0	16.0	39.0	33.0	36.0
16YB33	14.0	14.0	14.0	37.3	47.5	42.4
福来2	14.0		14.0	40.0		40.0
俊单128	14.0		14.0	38.3		38.3
九单318	14.0		14.0	39.0		39.0
丹玉405	19.3		19.3	44.0		44.0

품종	백립중 (g)			함수량 (%)		
	반복 1	반복 2	평균	반복 1	반복 2	평균
강연1호	44.4	42.2	43.3	13.8	15.2	14.5
종교110	40.6	41.6	41.1	16.1	14.9	15.5
대륙옥	40.3	39.9	40.1	20.6	16.9	18.8
강원32호	43.9	45.0	44.4	14.6	13.9	14.3
강원49호	30.4	28.3	29.3	16.8	16.1	16.5
16YB23	34.1	34.2	34.1	16.4	14.9	15.7
16YB33	39.6	43.3	41.5	14.9	13.6	14.3
福来2	43.8		43.8	15.1		15.1
俊单128	42.7		42.7	15.4		15.4
九单318	56.4		56.4	20.4		20.4
丹玉405	47.6		47.6	27.4		27.4

④ 생산량

- 룡정

품종	생산량(g/m ²)			15%함수량으로 수정
	반복 1	반복 2	평균	
강연1호	975	889	932	814.7
종교110	1008	1048	1028	904.8
대륙옥	1002	958	980	858.2
강원32호	1109	1009	1059	936.5
강원49호	977	949	963	858.4
16YB23	789	788	789	686.2
16YB33	1026	1066	1046	922.4
福来2	1005	905	955	831.6
俊单128	781	688	735	638.5

九单318	1016	916	966	845.3
先玉335	1234	1005	1120	995.2
丹玉405	1256	1214	1235	1084.2

- 안도

품종	생산량 (g/m ²)			15%함수량으로 수정
	반복 1	반복 2	평균	
강연1호	1003.1	903.9	953.5	832.4
종교110	787.6	699.8	743.7	654.8
대륙옥	980.9	991.2	986.1	861.3
강원32호	1116	1101.9	1109.0	980.9
강원49호	904.6	825.7	865.2	758.7
16YB23	810.7	730.7	770.7	666.7
16YB33	893.5	799.5	846.5	736.5
福来2	856.3	987.8	922.1	812.8
俊单128	1173	977	1075.0	911.6
九单318	1159	1005	1082.0	929.4

- 동향

품종	생산량 (g/m ²)			15%함수량으로 수정
	반복 1	반복 2	평균	
강연1호	793.0	755.0	774.0	797.0
종교110	944.8	896.8	920.8	940.1
대륙옥	900.5	911.5	906.0	866.7
강원32호	926.6	900.6	913.6	933.6
강원49호	817.9	867.9	842.9	806.0
16YB23	899.1	909.1	904.1	893.3
16YB33	918.3	888.3	903.3	925.2
福来2	905.5	1065.5	985.5	1064.4
俊单128	1000.8	1120.8	1060.8	1116.4
九单318	1089.2	1159.2	1124.2	1096.6
丹玉405	1229.1	1114.1	1171.6	1076.7

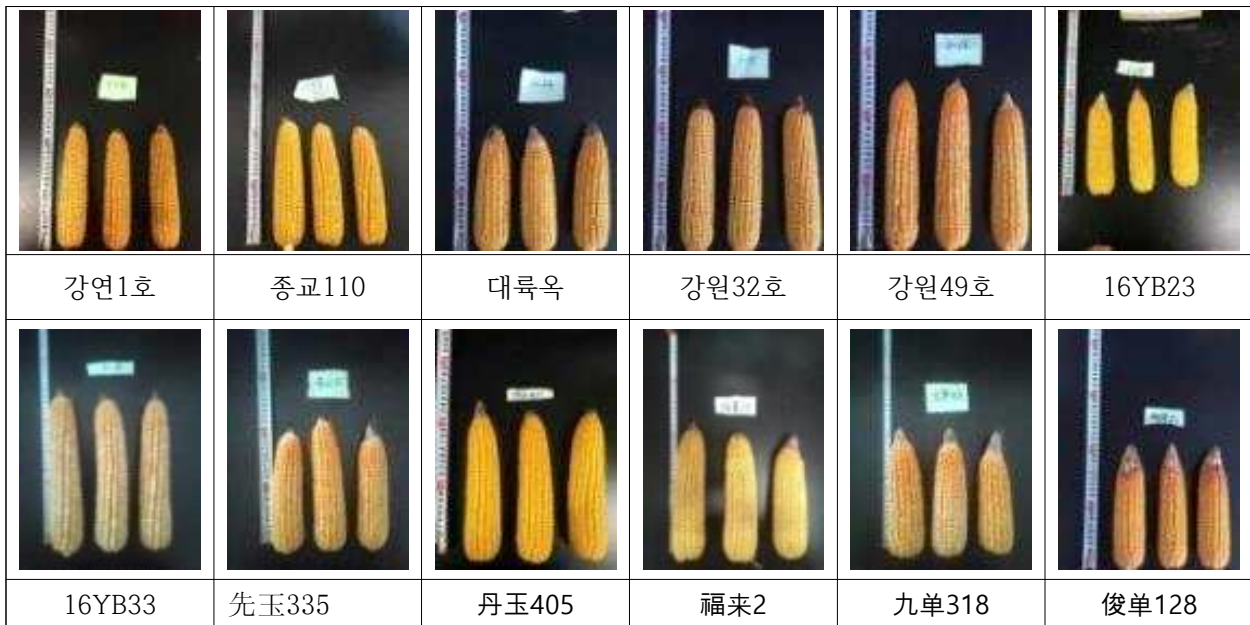
⑤ 길림성 결과

품종	파종일	출묘일	출사기	초장(cm)	착수고(cm)
福来2	4.27	5.27	7.17	333	128
九单318	4.27	5.27	7.21	300	128
강연1호	4.27	5.27	7.20	280	106
종교110	4.27	5.27	7.20	278	110
대륙옥	4.27	5.27	7.21	285	103
강원32호	4.27	5.27	7.20	280	272
강원49호	4.27	5.27	7.20	305	137

16YB23	4.27	5.27	7.22	277	125
16YB33	4.27	5.27	7.20	262	90

품종	수분함량 (%)	생산량 (kg/ha)
福莱2	22	13387
九单318	22	15846
강원1호	23	13838
종교110	25.6	13122
대륙옥	24.3	16224
강원32호	22.6	15465
강원49호	23.8	15013
16YB23	25.1	13314
16YB33	21.3	11288

- 동향에서 올해 기온이 높아 조숙현상이 관찰되었고 또한 제초제 약해로 인해 생장이 느렸던 것으로 생각됨. 중국에 품종 판매전에 제초제 약해 유무 시험이 필요할 것으로 생각됨.
- 전체적으로 강원25호가 좋은 평가를 받았음(그림 2-1). 내년에는 강원1호, 대륙옥, 강원32호 등 지역별로 대면적 시험을 고려해 볼 필요가 있다고 생각됨.



<그림 2-1. 지역 적응성 시험 품종 및 조합 선발 모습>

⑥ 찰초당

- 룡정

품종	이삭길이 (cm)			직경 (cm)		
	반복1	반복2	평균	반복1	반복2	평균
찰초교11	17.4	16.2	16.8	3.8	4.0	3.9
찰초교16	18.8	17.5	18.2	3.8	3.8	3.8

찰초교18	19.0	15.8	17.4	4.2	3.6	3.9
찰초교20	14.7	16.5	15.6	4.3	3.7	4.0
찰초교21	13.2	13.8	13.5	3.2	3.2	3.2
哈糯1号	16.3	14.5	15.4	5.0	3.3	4.2
香糯68号	13.1	12.8	13.0	4.2	4.3	4.2
关东金春	14.1	12.0	13.1	4.5	3.7	4.1
吉祥糯	15.3	16.1	15.7	4.7	4.7	4.7
吉祥甜	14.7	15.4	15.1	4.2	4.0	4.1

품종	줄수/이삭			립수/줄		
	반복1	반복2	평균	반복1	반복2	평균
찰초교11	12.0	11.3	11.7	33.7	31.7	32.7
찰초교16	12.0	10.0	11.0	39.3	38.0	38.7
찰초교18	11.3	12.0	11.7	36.3	31.3	33.8
찰초교20	13.3	12.0	12.7	34.0	37.3	35.7
찰초교21	11.3	12.7	12.0	32.0	31.7	31.8
哈糯1号	13.3	15.3	14.3	34.3	35.7	35.0
香糯68号	14.0	12.0	13.0	26.0	27.0	26.5
关东金春	12.7	12.7	12.7	30.7	26.7	28.7
吉祥糯	14.0	12.7	13.3	29.0	32.7	30.8
吉祥甜	16.0	16.7	16.3	30.7	32.7	31.7

- 한국 품종이 길고 얇은 것으로 나타남. 직경이 좀 더 굵은 품종 개발 필요함.

• 북경

- 북경에서는 찰초당 옥수수 및 초당 옥수수 시험재배 실시. 초당옥수수는 종자 전달에 문제가 있어 파종시기가 늦었고 고온으로 빠른 개화로 이삭을 제대로 수확하지 못하였음.
- 찰초당 옥수수 데이터만 정리하였음.

품종명	회사명	파종년 월일	출용기 (월.일)	암술출현 (월.일)	화분비 산기	초장 (cm)	착수고 (cm)	도복
다미찰	농협	5.17	7.22	7.28	7.26	179	89	0%
찰초F1	농협	5.17	7.15	7.24	7.22	169	66	0%
찰초교11	농협	5.17	7.22	7.27	7.29	248	137	0%
찰초교16	농협	5.17	7.22	7.28	7.28	222	123	0%
찰초교18	농협	5.17	7.26	7.27	7.26	263	112	0%
찰초교21	농협	5.17	7.22	7.25	7.23	188	98	0%
KGW1	농협	5.17	7.26	8.02	7.31	264	139	60%
KGW2	농협	5.17	7.27	8.01	7.29	265	121	50%
금관218	사해종 묘	5.17	7.12	7.16	7.16	210	101	0%
경과나 2000	북경시 농과원	5.17	7.28	8.04	8.02	270	90	0%

품종명	열수	이삭색	이삭무게 (g)	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
-----	----	-----	-------------	-------------	-------------

다미찰	12.3	흰색	243	18.5	4.2
찰조F1	11.4	흰색	214	19.2	4.3
찰초교11	12.7	흰색	260	21.0	4.5
찰초교16	12.4	흰색	315	22.9	4.0
찰초교18	12.6	흰색	324	22.7	4.0
찰초교21	12.8	흰색	267	20.0	4.4
KGW1	14.2	자색	325	19.1	5.0
KGW2	14.2	자색	299	20.1	4.5
금관218	14.6	흰색	394	24.4	4.6
경과나 2000	13.6	흰색	458	24.1	5.1

- 한국 찰초당의 맛은 좋으나 이삭무게가 적은 편임(그림 2-2). 도매시장에서 무게 단위로 팔리는 것을 감안하면 이삭무게를 늘이는 방향으로 육종이 되어야 할 것으로 보임.



-북경 찰초당 옥수수 시험결과. 왼쪽부터 다미찰, 찰초교3, 찰초교16, 찰초교18, 찰초교21, KGW1, KGW2.

<그림 2-2. 지역 적응성 시험 북경 찰초당 옥수수 시험 결과>

2) 베트남

- 베트남에서는 기존 품종의 적응성 시험과 더불어 옥수수 연구소에서 개발하고 있는 신규 조합도 같이 시험하였음.

- 적응성 시험에 사용한 기존 품종 리스트

이름	종류	품종명
NH17-NT-1	사료용	강일옥
NH17-NT-2		강옥 #2
NH17-NT-3		강옥 #3
NH17-NT-4		강연1호
NH17-NT-5		드림옥
NH17-NT-6		대륙옥

NH17-NT-7	찰옥수수	미백2호
NH17-NT-8		아리찰
NH17-NT-9		흑점2호
NH17-NT-10		골드찰
NH17-NT-11		장수찰
NH17-NT-15		KNW1
NH17-NT-12	찰초당	다미찰
NH17-NT-13		KGW1
NH17-NT-14		KGW2

- 신규 조합 시험은 18 조합으로 모두 사료용 이었음.
- 재배시험은 Bac Giang, Thai Nguyen, Cao Bang에서 수행되었음.
- 재식거리: 70X30 cm, 2반복
- 3월16일 파종, 6월 15일 수확

















● 시험결과

- 베트남, Bac Giang
- 사료용 옥수수 시험

품종명	종류	결가지	출용기 (월.일)	출사기	착수고 (cm)
강일옥	사료용	No	5.05	5.08	97.4
강옥 #2		No	5.03	5.04	94.8
강옥 #3		Yes	5.05	5.08	110.0
강연1호		Yes	5.03	5.03	93.4
드림옥		No	5.03	5.04	90.6
대륙옥		No	5.05	5.05	80.0
999 (대조구)		No	5.08	5.10	102.2
미백2호	찰(초당)옥 수수	No	4.30	5.03	71.2
아리찰		No	4.30	5.03	84.6
흑점2호		No	4.30	5.03	87.6
골드찰		No	4.30	5.03	53.8
장수찰		No	4.30	5.03	84.0
다미찰		No	4.30	5.03	74.2
KGW1		No	5.03	5.03	106.8
KGW2		Yes	4.30	5.03	78.0
KNW1		Yes	4.30	5.03	91.6
F1ADI602 (대조구)		No	5.07	5.07	97.4

품종명	종류	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	열수	질병
강일옥	사료용	20.8	5.0	14.0	Rust
강옥 #2		18.3	5.4	15.5	Leaf spotted, light rust
강옥 #3		21.8	4.7	14.0	Corn borer, rust
강연1호		21.6	4.4	12.5	rust
드림옥		22.5	5.1	15.5	Heavy rust
대륙옥		19.8	5.2	15.5	Heavy rust
999 (대조구)		23.9	5.0	16.0	Corn borer, light rust
미백2호	찰(초당)옥 수수	18.9	4.0	12.0	rust
아리찰		21.9	4.2	11.0	rust, sheath blight
흑점2호		18.6	4.1	14.0	Leaf spotted, sheath blight, rust
골드찰		21.5	4.4	15.5	Sheath blight, rust, leaf insect
장수찰		22.9	3.9	10.0	rust, sheath blight
다미찰		18.8	4.0	12.0	Rust
KGW1		16.5	5.0	15.5	rust, sheath blight
KGW2		18.1	4.4	14.5	Sheath blight
KNW1		18.5	4.8	13.5	Rust
F1ADI602 (대조구)		20.9	5.1	12.5	Sheath blight, rust, leaf insect

품종명	종류	건조 종자 중량(g)/이삭		건조 백립중 (g)	
		반복1	반복2	반복1	반복2
강일옥	사료용	163.3	173.3	32.3	31.3
강옥 #2		171.7	166.7	31.6	31.6
강옥 #3		105.0	116.7	27.9	26.1
강연1호		158.3	153.3	38.3	38.2
드림옥		183.3	153.3	34.7	36
대륙옥		166.7	186.7	30.7	32.2
999 (대조구)		153.3	120.0	26.7	22.3

							
강일옥	강옥 #2	강옥 #3	강연1호	드림옥	대륙옥	999	미백2호
							
아리찰	흑점2호	골드찰	장수찰	다미찰	KGW1	KGW2	KNW1

<그림 2-3. 지역 적응성 시험 베트남 찰초당, 사료용 옥수수 시험 결과>

- 베트남 시험재배를 실시한 Vinasia 측에서는 KGW1, 2를 선발하였으며 사료용은 재시험을 요청함(그림 2-3).
- 위와 동일한 품종으로 베트남의 Cao Bang 지역에서도 시험함(그림 2-4).



베트남 재배시험 위치

<그림 2-4. 지역 적응성 시험 베트남 시험 지역, Bac Giang, Thai Nguyen, Cao Bang >

- 사료용 옥수수 시험 조사

품종	출용기	출사기	초장(cm)	착수고(cm)	함수율(%)	생산수율(kg/ha)
강일옥	64	66	235	105	27.1	5,577
강옥 #2	65	67	230	110	25.6	5,071
강옥 #3	64	66	235	108	28.0	4,876

강연1호	63	65	230	105	26.7	4,626
드림옥	65	67	235	107	26.9	4,406
대륙옥	64	66	225	100	29.2	4,145
B528 (대비종)	65	67	245	115	26.2	7,401

※ 파종날짜: 3월12일, 출용기와 출사기는 파종후 지난 날짜. 생산량은 함수율 14%로 계산

- 생산량만 볼 때 대비종에 비해 많이 떨어짐. 또한 베트남에서는 이삭의 색깔이 진한 오렌지색을 선호함. 현재 기존 품종은 경쟁력이 없는 것으로 보임.
- Bac Giang에서는 대비종인 999 보다 좋은 것으로 나왔으나 Cao Bang 지역에서는 대비종인 B528 보다 아주 좋지 않게 나왔음. 서로 다른 대비종을 사용하여 바로 비교하기는 어려우나 현재로서는 Cao Bang 지역 결과가 더 신빙성이 있음. 농가가 직접 재배하였고 한국 품종이 바로 베트남과 같은 열대 지역에서 좋은 성적을 낼 것이라고 기대하기 어렵기 때문임(그림 2-5).

				
강일옥	강옥 #2	강옥 #3	강연1호	드림옥
				
대륙옥	B528	DK6818	DK6919	BD42330

<그림 2-5. 지역 적응성 시험 베트남 찰초당 옥수수 시험 결과>

- 대비품종으로 사용한 B528, DK6818, DK6919, BD42330은 Bioseed 품종임.
- 신규 조합에 대한 성적은 다음과 같았음.
- 파종은 4월 21일, 수확 7월15일.
- 재식거리 등 조건은 위와 동일.

- 사료용 옥수수 시험 조사1

품종	출용기 (월.일)	출사기 (월.일)	광피해	착수고 (cm)	
				반복1	반복2
NH17-NT-16	6.08	6.10		93.7	121.0
NH17-NT-17	6.08	6.10	0	92.5	93.8
NH17-NT-18	6.08	6.10		93.7	90.8
NH17-NT-19	6.06	6.10	0	105.8	114.8

NH17-NT-20	6.06	6.10		84.5	74.3
NH17-NT-21	6.06	6.10	0	79.2	100.2
NH17-NT-22	6.08	6.07	0	85.0	89.0
NH17-NT-23	6.06	6.08	0	91.3	91.5
NH17-NT-24	6.06	6.06		89.7	100.2
NH17-NT-25	6.05	6.07	0	80.0	91.5
NH17-NT-26	6.06	6.08	0	83.7	99.3
NH17-NT-27	6.08	6.10	0	82.3	77.3
NH17-NT-28	6.08	6.10	0	97.8	110.7
NH17-NT-29	6.06	6.10		102.2	99.5
NH17-NT-30	6.05	6.10		96.7	93.0
NH17-NT-31	6.10	6.10		86.7	107.8
NH17-NT-32	6.10	6.10		94.0	93.5
NH17-NT-33	6.05	6.06	0	97.3	90.0
999 (대조구)	6.07	6.10		90.7	95.7

- 사료용 옥수수 시험 조사2

품종	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	열수	건조 종자 중량(g)/ 이삭	건조 백립중 (g)
NH17-NT-16	19.44	4.43	13.2	110.8	25.3
NH17-NT-17	19.25	4.43	13.8	43.3	27.4
NH17-NT-18	17.02	4.28	12.8	79.2	22.2
NH17-NT-19	19.46	4.59	13.8	85.0	22.3
NH17-NT-20	17.00	3.98	12.7	62.5	23.3
NH17-NT-21	15.63	4.35	14.2	87.5	25
NH17-NT-22	15.56	4.18	13.8	87.5	24.9
NH17-NT-23	15.42	4.45	13.5	83.3	26.3
NH17-NT-24	15.98	4.42	14.0	110.8	26.9
NH17-NT-25	15.88	4.50	13.8	89.2	24.8
NH17-NT-26	15.86	4.26	13.0	91.7	26.5
NH17-NT-27	14.42	3.74	7.0	20.8	24.8
NH17-NT-28	17.43	4.63	12.8	79.2	25.4
NH17-NT-29	19.17	4.48	14.7	100.0	26.8
NH17-NT-30	20.42	4.54	15.0	100.0	28.3
NH17-NT-31	21.00	4.28	14.5	87.5	20.8
NH17-NT-32	17.35	4.29	14.2	91.7	23.1
NH17-NT-33	18.38	4.54	14.3	125.0	28.2
999 (대조구)	22.54	4.43	14.3	95.8	26.6

- 파종시기가 늦어서 생장기 및 출사기에 강한 햇빛에 피해를 입었음. 정도의 차이는 있으나 전체적으로 피해가 있었음. 상대적으로 좋은 성적을 낸 조합의 경우 내년에 재시험 필요

- 조합중 일부 (6개)는 베트남의 highland 지역인 Dak Lak에서 시험함.

- 사료용 옥수수 시험 조사3

품종	출용기	출사기	초장 (cm)	착수고 (cm)	함수율 (%)	생산수율 (t/ha)
NT - 17	52	54	280	120	32.8	9,509
NT - 19	51	53	285	115	33.1	9,008
NT - 25	51	53	290	115	33.5	8,888
NT - 32	52	54	280	125	32.8	9,866
NT - 21	52	54	290	120	31.7	8,487
NT - 22	52	54	280	125	33.6	9,769

- 생산수율은 함수율 14% 기준으로 계산된 것임.

- 이 지역은 북쪽지방에서 수행한 것보다 생산량이 월등히 높게 나왔다. 이는 시험한 조합의 특성이라기 보다 highland 지방의 특성인 것으로 보인다. 2015년 데이터를 보더라도 북쪽지역의 평균 생산수율은 3.7 ton/ha인데 비해 central highland 지역은 5.4 ton/ha로 알려져 있다. 다만 대비 품종이 없어 더 나은 품종인지는 불확실해서 내년에 재시험 시 대비품종과 비교해 볼 필요가 있어 보임.

3) 캄보디아

- 캄보디아에서 시험은 (주)메콩씨드와 협력으로 진행되었으며 신품종 출시전 약해조사에 대한 필요성 때문에 옥수수 연구소에서 선발한 GW-222에 대한 약해조사를 먼저 조사하였음. 또한 태국에서 들여온 품종 세 개를 대상으로 캄보디아에서의 적응성을 조사하고자 하였음. 옥수수 연구소에서 작성한 신규 조합 (사료용 옥수수)도 같이 조사에 포함시켰음. 그러나 올해는 늦게 파종한 것과 더불어 기후가 좋지 않아 제대로 된 결과를 얻지 못하였음.

- GW-222에 대한 제초제 약해조사

● 실험 목적

- 2016년 캄보디아 바탐방 지역에서 옥수수를 재배중인 농가가 중경제초제인 Nicosulfuron(한국제품명:원호프)을 시용 후에 약해가 발생
- 같은 농약을 사용한 다른 농가들에게는 이러한 약해가 발생하지 않음. 이에 대해 농가는 옥수수 품종에 대한 문제 제기
- 종자회사가 조사해 본 결과, 피해농가가 심은 품종들은 30K95(P사)와 PAC999이였고, 동일 농약을 처리한 다른 농가는 다른 품종을 심음.
- 이에 종자회사는 해당 농약과 해당 품종에 대해 약해조사를 실시한 결과, 농가에서 발생한 현상이 반복됨을 확인. 즉, 35K95(P사)와 PAC999인 품종은 Nicosulfuron에 대한 약해가 있던 품종이었고, 이에 대한 주의사항을 권고하지 않아, 농가가 입은 피해액 약 \$200,000(한

화 약 2억여 원)을 보상이 이루어짐.

- 이러한 사례를 방지하기 위해 GW-222의 실제 판매에 앞서 캄보디아 현지에서 사용되는 초기제초제 및 중경제초제에 대한 약해조사를 실시하여 분쟁 발생 여지가 되는 사항 확인 필요. 캄보디아에서 옥수수 재배시 사용하는 초기 제초제는 알라클로르, 아세토클로르, 아트라진, 2,4-D등이 주로 사용
- 캄보디아에서 옥수수 재배시 사용하는 중경제초제는 Nicosulfuron, Mesotrion, 2,4-D, Atrazine등을 이용

● 실험 재료 및 방법

- 위치: 칸달주 내 위치한 Mekong seeds 실험농장
- 파종: 2017년 8월 23일
- 재료: 초기제초제 실험: Alachlor, Acetochlor, Atrazin, 2,4-D.
중경제초제 실험: Nicosulfuron, Mesotrion, Atrazin, 2,4-D.

● 제초제 시험에 대한 재배 및 평가 방법

- 잡초 경감을 위해 파종 1주일 전 경운을 1회 실시
- 파종 1일전에 기비로는 캄보디아에서 판매되는 복합비료(20-15-15)를 75kgN/ha 수준에서 파종 전 -각 시험구에 동일 처리 후 경운 및 로터리 작업 실시함.
- 시험구 배치는 랜덤방식으로 구획을 나눈 후 품종별로 파종함(그림 2-6).
- 대비품종으로는 PAC999 품종을 파종
- 초기제초제는 파종 후 1~2일내에 제품에 따른 정량의 1배, 1.5배를 사용
- 각 시험구는 2m X 5m로 나누고, 파종간격은 60cm X 20cm로 1구 2립씩 파종 후 초기제초제를 당일에 처리하였고, 각 중경제초제를 DAP(Day After Planting) 14일에 약제에 따라 정량의 1배, 1.5배로 각각 처리
- 초기제초제 평가는 약제 처리 후 1주, 중경제초제는 3일후에 각 시험구의 약해 유무 파악



<그림 2-6. 제초제 시험구 (상황에 따라 시험구 위치 변경 가능) >

-캄보디아 시중에 판매되는 Nicosulfuron 농약병에 쓰여 있는 주의사항. 특정 품종에 대한 약제 살포 경고문구가 적혀있음. “K95(파이오니어 사)와 Pacific 999에는 이 약제를 사용하지 마십시오.” (빨간색 사각형)

● 결과 및 고찰

- 이 실험의 목적은 최근 캄보디아 내에서 발생한 특정 품종에 대한 약해의 발생이 일어나 큰 분쟁이 있었음.
- 이에 개발된 품종을 등록, 생산, 판매하기 전 캄보디아 내에서 판매되어지고 있는 제초제에 대한 약해조사를 판매예정인 우리 품종에 있어서 사전 조사를 통해 품종사고를 미연에 방지하고자 함.
- GW-222의 판매를 목표로 하고 이에 대해 문제가 있었던 품종인 PAC999와 비교하여 약해를 조사함.
- 초기제초제 약해 조사를 위해 Acetochlor, Alachlor, Atrazine, 2,4-D를 두 품종에 대해 각각 사용정량의 1배, 1.5배를 각 시험구에 살포함(그림 2-7).
- 결과를 보면 두 품종 모두 위에서 실험한 약제에 대한 어떤 약해도 발생하지 않음.



<그림 2-7. 파종직후 초기제초제를 각각 정량의 1배, 1.5배로 살포 2주후 식물체의 약해를 조사>

- 문제점이 나타났던 Nicosulfuron에 대한 실험을 하기 위해 시중에 판매되는 널리 사용되어지는 중경제초제 Mesotrion, Nicosulfuron, Atrazine, 2,4-D를 정량의 1배, 1.5배를 각 품종에 살포하여 5일후 그 변화를 관찰하였음(그림 2-8).
- 그 결과 문제가 되었던 Nicosulfuron에 대한 약해가 두 품종 모두 크게 나타나지 않았음. 다만 Pac999 품종에서 살포 후 1일째 잠시 잎의 색이 옅어지다가 다음날 바로 회복하는 현상은 보였음. 우리가 판매하고자 GW-222의 품종에서는 어떠한 약해도 나타나지 않았음.
- 이 결과에 따라 신품종 GW-222에 대한 초기, 중경 제초제의 약해에는 큰 문제가 없는

것으로 사료됨.

- 다만 농가에서 농약 사용 시 적정량에 대한 정확한 이해와 농약의 불신으로 인한 문제가 있어, 이러한 문제의 발생이 생길 소지는 여전히 존재함.
- 그 이유로는 농촌인력들은 문맹률이 높아 대부분이 글을 읽고 쓰지 못함.
- 또한 판매되는 약제의 사용법에는 여전히 베트남과 태국에서 불법유입이 되어 캄보디아어로 적혀있지 않음.
- 판매되는 약제 중 몇몇 제품에서 수입상들이 이익을 극대화하기 위해 약제를 물에 희석해서 판매하는 경우가 종종 발생함. 이로 인해 농가에서는 사용량의 2~3배 이상을 살포하는 경우가 많음.
- 위의 문제로 인한 농가의 품종문제 제기가 발생할 확률이 다소 있어 이에 대한 대비도 필요함.



<그림 2-8. 파종 2주후 중경제초제를 각각 정량의 1배, 1.5배로 살포. 5일후 식물체의 약해를 조사>

○ 선발조합에 대한 지역 적응성 시험

● 실험 목적

- 강원도 농업기술원 옥수수 연구소에서 GSP 1단계 동안 캄보디아에서 선발된 교배조합에 대한 지역 적응성 시험 필요.
- 캄보디아에서 바탐방과 파일린이 가장 많은 옥수수 재배 면적을 차지함.
- 위 두 지역 중 파일린에 있는 지역에서 지역 적응성을 평가 후에 간달 지역과 결과 비교.

● 실험 재료 및 방법

- 위치: 파일린 주에 위치한 실험농가 및 칸달주의 메콩씨즈 연구소.
- 기간: 5월 28일(파일린), 6월 8일(칸달)
- 재료: 농협에서 준비한 품종 NH-9, NH-10, NH-11과 현지 판매되는 찰옥수수 ADI602를 사

용.

● 교배조합 시험에 대한 재배 및 평가 방법

- 파종 1주일 전 잡초제거를 위한 경운 1회 실시.
- 파종 1일전 복합비료(20-15-15)를 75kgN/ha 수준에서 기비로 각 시험구에 동일처리후 경운 및 로터리 작업 실시.
- 시험품종은 농협과 옥수수 연구소에서 제공된 품종을 실시.
- 대비품종으로는 캄보디아 내에서 가장 많이 판매되는 CP888과 PAC999를 사용.
- 초기제초제는 파종 후 acetochlor를 처리.
- 파종간격은 70cm X 25cm로 1구 2립씩 파종 후 DAP(Day After Planting) 14일에 1구 1주만을 남기고 솟음작업 실시.
- 파종 후 2주후에 중경제초제인 mesotrion을 살포.
- 출용기, 출사기 조사.
- 초장 및 층해, 병 조사.
- 수확 후 이삭장, 이삭경, 100립중, 전체무게, 수분함량 등을 조사

○ 결과 및 고찰

- 비교품종으로 ADI602와 MAX4라는 품종을 사용하였으나, MAX4의 품종은 발아가 전혀 되지 않아, 결과에서 제외하였음.
- 캄보디아 종자시장에서 발아가 문제되는 종자가 많이 발생함. 이유로는 판매상의 종자유통기간에 대한 이해도가 떨어지고, 종자판매상(도매상)도 수거를 하지 않는 경향이 큼.
- 또한 선주문으로 필요수량만 판매를 하지 않고 판매상이 한번 구매를 해놓은 상태로 상온에서 오랜 기간 보관하며 판매를 실시함.
- 이번 실험에서 Paillin 지역은 한 달간 지속된 가뭄으로 시험포도 영향을 받음. 특히, 가뭄시기가 옥수수에서 요수량이 높은 개화시기 전후에 발생하여 그 영향도가 크게 나타남. 또한, Kandal 지역은 반대로 계속된 비로 습해 피해를 입어 시험포장에 큰 피해를 입었음.
- 위와 같은 환경에서 최대한 유의한 데이터를 얻고자 표본을 선별시 평균으로 보이는 식물체를 이용하였음.
- 우선, Paillin과 Kandal 지역에서의 각 품종간 발아율을 확인한 결과, Paillin 지역에서는 NH-10 품종이 17.7 ± 1.5 주로 총 20주중에 약 88.5%의 발아율을 보인 반면, 현지 품종인 ADI602의 경우 12.3 ± 3.1 주로 약 61.5%의 발아율로 낮게 나옴. Kandal지역은 초기 잦은 비로 인하여 발아율에 영향을 크게 받았고 발아율의 수준은 Paillin 지역의 절반 수준을 보였지만, 품종간의 발아율 비교를 보면 비슷한 경향을 보임.
- Paillin과 Kandal 지역에서의 각 품종간 발아율 및 개화기 조사. 발아율은 총 20주당 발아주수를 나타냄. 개화기는 DAP(Day After Planting)를 나타냄.

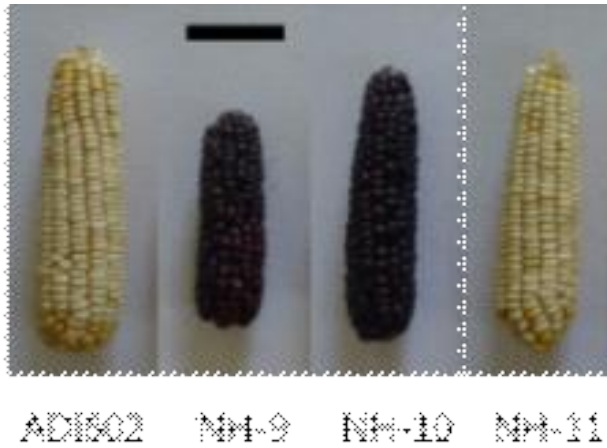
품종/지역	품명	종자적	종자수	이삭	
				길이	중량
Paillin	NH-9	50.2 ± 0.4	45.0 ± 0.0	51.9 ± 8.8	118.8 ± 11.5
	NH-10	49.0 ± 1.5	45.0 ± 0.0	51.9 ± 8.8	118.8 ± 11.5
Kandal	NH-9	50.2 ± 0.4	45.0 ± 0.0	51.9 ± 8.8	118.8 ± 11.5
	NH-10	49.0 ± 1.5	45.0 ± 0.0	51.9 ± 8.8	118.8 ± 11.5
Paillin	NH-11	51.8 ± 7.1	118.4 ± 9.7	51.9 ± 8.8	118.8 ± 11.5
	ADI602	51.9 ± 8.8	118.8 ± 11.5	51.9 ± 8.8	118.8 ± 11.5

- 개화기를 조사한 결과 Paillin 지역의 경우 NH-9 품종에서 출사 50.2±0.4일, 출용일수 45.0±0.0으로 가장 빠르게 나타났음. 또한 동시 출현력이 아주 높게 나타남. Kandal지역에서는 다른 품종에 비해 NH-10 품종의 출사가 49.0±1.5로 가장 빠름.
- 화분 비산기간은 대부분의 품종이 두 지역에서 약 4일간의 비산기간을 가짐.
- 병해충 조사를 실시한 결과 ADI602의 품종은 조명나방의 피해가 다른 품종들에 비해 피해도가 다소 높았으며, 깨씨무늬병의 발병율도 다소 높게 나왔음.
- 초장의 경우 Paillin의 지역에서 ADI602 품종은 이삭높이 51.9±8.8cm, 초장은 118.8±11.5cm로 조사 되었으며, NH-9 품종은 40.7±9.4cm, 100.33±23.9cm, NH-10 품종은 44.0±6.9cm, 107.6±16.6cm, NH-11 품종은 51.8±7.1cm, 118.4±9.7cm로 나타남.
- 이삭의 수확은 Paillin 지역 포장에서 8월25일(DAP 89일)에 실시함.
- Paillin과 Kandal 지역에서 각각 수확한 이삭의 수량성 조사.

품종/지역	품명	이삭 길이 (cm)		이삭 무게 (g)	
		Paillin	Kandal	Paillin	Kandal
ADI602	Paillin	14.0 ± 1.6	11.6 ± 1.4	92.3 ± 22.9	69.7 ± 21.3
	Kandal	14.0 ± 1.6	11.6 ± 1.4	92.3 ± 22.9	69.7 ± 21.3
NH-11	Paillin	14.0 ± 1.6	11.6 ± 1.4	92.3 ± 22.9	69.7 ± 21.3
	Kandal	14.0 ± 1.6	11.6 ± 1.4	92.3 ± 22.9	69.7 ± 21.3

- 이삭장을 조사한 결과 ADI602 품종이 Paillin 지역에서 14.0±1.6cm로 가장 이삭길이가 컸으며 NH-11 품종이 11.6±1.4cm로 가장 짧았음. 하지만 Kandal 지역에서는 NH-11의 품종이 ADI602 품종과 비슷하게 나타났음.
- 착립이삭장도 이삭장과 비슷한 경향을 보였으나, NH-11 품종이 끝 달림이 가장 좋게 나타났음.
- 이삭경의 경우도 ADI602 품종이 Paillin과 Kandal 지역 모두 가장 두껍게 조사되었음.
- ADI602 품종이 Paillin 지역에서 알곡당 이삭무게가 92.3±22.9g, 69.7±21.3g로 가장 높게 나왔고, 이삭당 무게도 같은 경향을 보임.

- 하지만, NH-11 품종이 Kandal 지역에서 알곡당 이삭무게가 $68.4 \pm 26.0g$ 로 ADI602 품종 수준으로 나타남(그림 2-9).
- 전체적으로 ADI602 품종이 우수하였으나, 발아율이 많이 떨어지고 습해에 약하였음.
- NH-11 품종이 습해에 강하게 나타났으며 병해충에도 강하였음.



<그림 2-9. 지역적응성 시험 캄보디아 Kandal 지역 선발 모습>

나. 종자 박람회 참석

○ 서우광 종자 박람회

° 서우광시 채소 재배 현황

- 인구 108만의 도시로 2004년 기준 채소 재배 면적 중 가지, 오이, 참외 등이 75%를 차지
- 2016년 기준으로는 토마토가 가장 많은 면적을 차지하였음.
- 최근 수박 품종이 구형 수박에서 단타원형으로 변화되면서 국내 품종에 대한 관심이 증가됨.

° 서우광 종자 박람회

- 올해로 18회째임.
- 2016년까지 누적 참가 및 관람인원은 2,400만명
- 일정은 4월20일부터 5월30일까지
- 전시품목은 채소, 과일, 화훼, 육종시설, 기자재, 비료 등
- 총 전시면적은 450,000m²(실내 160,000 m²)
- 박람회 참석 업체 및 방문 고객의 약 90% 이상이 산동성 거주지로 파악됨.
- 다국적 기업이 2개이며 그 외 대부분 중국업체임.
- ° 주요 상담내용
 - 총 35개 업체 방문 상담. 10개 업체 정도가 샘플 종자를 요청하였으며 그 중 4개 업체는 추가적인 접촉을 통하여 수출업무 진행 예정
 - Zhongyan Runqing agriculture sci-tech development는 주로 파프리카와 고추를 판매하는 회사로 연간 판매량이 60,000봉 정도라고함.
 - 요구하는 특성은 300~350g 정도의 대과종 요구

- 9월 파종 7월 수확, 다시 7월 파종 12월 수확한다고 함
- King world seed는 2년전 대륙종묘에서 독립. 10kg 이상되는 배추 요구. 직통형으로 속 노란 배추. 외엽색은 검푸른 색. 포피형 및 반포피형. 고온기 재배시 무름병이 가장 큰 문제.
- 북경서사농. 수박, 참외등에 관심이 많았음. 수박시장이 내병계에서 품질계로 이동 중. 당도 13브릭스 이상. 식감이 아삭아삭하고 과육은 빨간색. 호피무의는 클수록 좋음. 고 품질계는 크기는 문제가 되지 않는다고 함.
- Shouguang Jiushang 농업유한회사. 주로 서우광에서 사업을 하나 전국적으로도 종자 판매를 함. 파프리카, 고추의 연간 판매액이 약 700~800만 위안 정도 된다고 함. 밝은 빨강색과 노란색 요청. 내서성보다 내한성이 더 중요. 주로 5월 파종, 9,10월 정식하는 작형이 가장 많다고 함. 표피 강도 및 껍질이 두꺼워야 하고 저장기간이 20일 정도는 되어야 함. 병에 강한 품종 선호.

○ APSA

- 11월 중순에 참가

다. 베트남 종자 시장 분석

- 베트남을 포함한 동남아시아 옥수수 시장은 2단계 들어서 관심을 가지기 시작함. 올해는 베트남과 캄보디아에서 시험재배를 실시 하였고 특히 베트남에서는 Vinasia와 협력하여 국내 품종의 적응성 시험 및 신규 조합의 적응성 시험을 실시하였음. 따라서 베트남 옥수수 시장에 대해 좀 더 상세한 분석을 해 보았음.
- 베트남은 인구가 약 9천3백명 쯤 되며 70% 이상이 농촌에 거주함. 기존 협동농장 시스템에서 개인이 재배 하는 시스템으로 바뀌어가고 있음.
- 베트남에서 옥수수는 벼 다음으로 많이 재배면적을 차지하는 작물임.
- 베트남의 주요 작물 재배 면적

No.	Crop	2005	2013	2015
1	Rice	7,329.2	7,899.4	7,835.5
2	Maize	1,052.6	1,172.5	1,179.3
3	Sweet potato	185.3	135.5	126.9
4	Peanut	254.5	216.3	200.0
5	Soybean	187.4	117.8	100.5

- 베트남에서 옥수수는 쌀이 부족한 시기에 식량으로 사용되며 사료의 주요 구성성분이기도 하다.
- 옥수수 생산은 1990년부터 점차적으로 증가해 왔다. 1990년대는 생산수율이 ha당 1.6톤에 불과하였고 그 후 정부에서 F1 종자 도입 등 많은 노력을 기울인 결과 1999년에는 1990년에 비해 생산량이 160% 증가하였다. 또한 생산수율도 ha당 2.5톤으로 증가하였다. 최근 들

어서는 생산수율이 4톤이상으로 증가 하였다.

- 2015/6 옥수수 재배 면적, 생산량

	단위	2013	2014	2015
재배면적	1,000ha	1,180	1,180	1,300
생산수율	ton/ha	4.4	4.47	4.62
생산량	1,000ton	5,190	5,280	6,000

- 베트남 각 지역별로 2005년과 2015년 사이 재배면적, 생산수율, 생산량 변화를 비교해 보았다.

- 2005년과 2015년의 옥수수 재배면적, 생산수율, 생산량 변화

지역	2005			2015		
	면적 (1,000ha)	생산수율 (ton/ha)	생산량 (1,000ton)	면적 (1,000ha)	생산수율 (ton/ha)	생산량 (1,000ton)
Northern midlands & mountain area	371.5	2.8	1,043.3	519.3	3.7	1,909.7
Red river delta	88.3	4.0	356.4	91.3	4.8	438.1
North Central & Central coastal area	149.6	3.5	521.2	134.6	4.1	552.3
South Central Coast	76.0	3.7	278.6	75.8	4.9	372.9
Central Highlands	236.6	4.1	963.1	240.9	5.4	1,293.9
South East Area	95.7	4.5	434.8	79.3	6.2	488.9
Mekong Delta	34.9	5.4	189.7	38.1	5.9	225.2
합계	1,052.6	3.6	3,787.1	1,179.3	4.5	5,281.0

- 베트남 옥수수 전체 재배면적의 약 40%는 북쪽 지역에서 재배되고 있고 22%는 중앙고원 지대에서 재배되고 있다. 북쪽지역은 재배면적은 넓으나 생산수율이 상대적으로 떨어진다. 그러나 2015년 기준으로 북쪽지역의 재배면적이 넓어 전체 생산량은 가장 많았다.

- 각 지역별 옥수수 재배시준과 주요 품종은 아래와 같다.

1) Northern midland and mountain area

- 봄작기: 2월에서 3월초 파종, 7~8월 수확
- 봄-여름작기: 4월말~5월초 파종, 8~9월 수확
- 여름-가을작기: 6~7월 파종, 9~10월 수확
- 겨울 작기: 8월말~9월 파종, 12~내년1월 수확

- 주요 수입품종: NK4300, NK66, NK54, CP333, CP989, CP888, CP999, Bioseed9698, B06, DK9901, CPA88 등
- 주요 베트남 품종 (약 40% 점유): LVN10, LVN99, MX4, MX2, MX6, SSC557, AG59 등
- 봄-여름, 여름-가을작기의 경우 파종시 날씨 영향을 많이 받음. 태풍의 영향을 받을 수 있고 병이 잘 나는 편임. 겨울 작기의 경우 비가 적고 상대적으로 온도가 낮아 생육에 영향을 줌.

2) Red river delta

- 봄작기: 1월~2월중순 파종, 5월 수확
- 여름-가을작기: 6월 중순 파종, 10월 수확
- 겨울작기: 9월중순 전 파종, 다음해 1월 수확
- 주요 수입품종 (점유율 67%): NK6654, NK4300, NK6326, NK66, Bioseed9698, C919, CP555, CP333, CP999, P4199, FS8 등
- 주요 베트남 품종 (점유율 33%): HN88, LVN4, LVN10, MX2, MX4 등
- 봄, 여름-가을작기에는 베트남 품종의 점유율이 0.6%에 불과함.

3) North central and central coastal area

- 겨울-봄 작기: 12월 파종, 다음해 5월 수확
- 봄작기: 1월말~2월 파종, 5~6월 수확
- 봄-여름작기: 2월초 파종, 6~7월 수확
- 가을-겨울 작기: 8월말~9월 파종, 12월 수확
- 겨울 작기: 9월중순~10월초 파종, 다음해 1월 수확
- 주요 수입품종 (점유율 약 71%): CP888, 3Q, NK6654 등
- 주요 베트남 품종 (점유율, 약 29%): LVN10, LVN14, MX4, MX2, MX6, SSC557, AG59 등

4) South central coast

- 겨울-봄 작기: 12월 말~1월초 파종, 4~5월 수확
- 여름-가을 작기: 날씨에 따라 파종시기 좌우됨. 보통 3~4월 중순 파종, 8월 수확
- 주요 수입종자 (75% 점유): C919, CP333, CP555, B06 등
- 주요 베트남 품종 (25% 점유): LVN10, LVN61, LVN4, MX10 등

5) Central highland

- 봄-여름 작기: 5~6월 파종, 8~9월 수확
- 가을-겨울 작기: 9월 파종, 12월 수확
- 겨울-봄 작기: 2월파종, 5월 수확
- 주요 수입종자 (78% 점유): CP989, CP999, CP888, NK67, DK888 등
- 주요 베트남 품종 (22% 점유): LVN092, LVN14, LVN10 등

6) South east area

- 여름-가을 작기: 4월 중순~5월 중순 파종, 9월 수확

- 가을 작기: 8월 중순 파종, 12월 수확
- 겨울-봄 작기: 11월 중순~12월 중순 파종, 내년 3월 수확
- 주요 수입품종 (점유율 84%): NK67, NK54, NK7328, NK66, DK414, DK6919, DK8868, Bioseed B06, Bioseed 9698 등
- 주요 베트남 품종 (16% 점유): LVN10, MX10 등

7) Mekong delta

- 겨울-봄 작기: 11월 중순~12월 중순 파종, 3월 수확
- 여름-가을 작기: 4월 파종, 7월 수확
- 가을-겨울 작기: 7월 파종, 9월 수확
- 주요 수입품종 (83% 점유): DK9901, DK9955, CP888, CP333 등
- 주요 베트남 품종 (17% 점유): LVN10, MX10, MX2 등

- 베트남의 옥수수 생산량은 최근들이 많이 증가하여 2013년 기준 전체 166국가 중 59위에 랭크되었음. 그러나 생산수율은 ha당 4.4톤으로 아직 낮은 편임. 이렇게 된 몇가지 이유가 있음. 첫 번째 날씨. 특히 비, 고온 다습한 기후가 문제임. 둘째, 농민의 재배기술 부족. 셋째, 낮은 기계화. 벼는 75% 정도 기계화 되었으나 옥수수는 25% 기계화 됨. 넷째, 수확후 기술부족. 다섯째, 고품질 품종 부족. F1을 많이 사용하나 더 높은 생산량의 품종 필요. 또한 병저항성 품종 필요. 여섯째, 다른 작물과의 경쟁. 좀 더 많이 재배되기 위해서는 이익률 증가 필요.
- 옥수수 재배면적의 증가에 따라 옥수수 종자 필요량도 증가하였으며 해외에서 수입하는 종자량이 크게 증가하였음.

- 베트남 F1 옥수수 종자 소요량

기간	재배면적 (1.000ha)			평균 생산수율 (ton/ha)	국내 F1 종자		수입 F1 종자	
	합계	F1	F1 비율 (%)		종자량 (ton)	(%)	종자량 (ton)	(%)
1990-1995	432.0	0.5	0.1	1,55	0,000	0	10	100
1996-2000	730.2	182.5	25	2,75	2,250	70	1,050	30
2001-2005	1052.6	450.0	40	3,22	4,400	55	4,000	45
2006-2010	1,126.9	900.0	80	4,09	7,200	40	10,800	60
2011-2015	1,172.5	1,113.4	95	4,43	7,793	35	14,474	65

- 1995년이전에는 F1종자를 거의 사용하지 않았으나 지금은 95% 이상 F1 종자를 사용함.
- 베트남에 옥수수 종자를 공급하는 다국적기업은 Bioseed Vietnam, CP Vietnam 등이 있다. 이 두 기업은 오래전에 베트남에 진출하였으며 F1 종자를 처음 공급한 회사이다.
- 그 외에 Monsanto, Syngenta, Pioneer, Advanta 등의 회사도 진출해 있다. Monsanto가 25% 점유율로 가장 높고 Syngenta가 15% 정도 점유율을 보인다.
- 베트남 토종기업으로 Vinaseed, Southern seed corporation (SSC), Maize research institute 등이 있다.
- 베트남 옥수수 종자 판매 10대 기업을 정리하면 다음과 같다.

1. Mosanto (USA)
2. Pioneer (USA)
3. Bioseed (India)
4. Mahyco (India)
5. CP seed (Thailand)
6. Syngenta (Switzerland)
7. Vinaseed
8. Southern seed corporation
9. Advanta
10. Vietnam Maize Research Institute

- 베트남의 옥수수 수요량은 2015년 기준 약 11.5 백만톤 이며 사료용 요구량이 가장 많다.

- 베트남 옥수수 수요

용도	요구량 (Million tons)	국내생산 (Million tons)	국내공급율 (%)
식용	0.89	0.89	100
사료	10.4	4.21	40.5
기타	0.18	0.18	100
합계	11.47	5.28	46

- 식용 및 기타 용도의 옥수수는 베트남 국내 생산으로 충당하고 있으나 사료용의 경우 60%가 수입되어야하는 상황임.
- 2010~2013년 동안 약 6 백만톤이상이 수입되었고 금액으로는 약 2 백만불이 넘었다. 베트남으로 옥수수를 수출하는 주요 국가

- 베트남의 주요 옥수수 수입국가

국가	2010		2011		2012		2013	
	수량 (천톤)	금액 (백만불)	수량 (천톤)	금액 (백만불)	수량 (천톤)	금액 (백만불)	수량 (천톤)	금액 (백만불)
인도	490.2	121.3	561.4	166.2	238.9	75.1	1,019.7	304.4
브라질	165.2	40.7	129.8	40.2	59.9	16.9	779.8	212.8
아르헨티나	637.2	148.0	1.9	1.0	238.9	75.1	147.5	45.0
캄보디아	27.4	8.0	40.5	13.8	34.7	11.0	72.3	21.8
라오스	16.5	3.4	21.0	5.4	21.6	5.7	23.3	6.2
합계	1,769.4	453.1	972.3	326.9	1,614.5	500.3	2,186.5	672.7

- 베트남의 옥수수 가격은 2016년 11월 기준 5,100 VND/kg(~0.23\$/kg)이며, 월 가격변동이 있음(그림 2-10).



<그림 2-10. 베트남 옥수수 가격 변동 (2015년~2016년 11월) >

- 옥수수 수출을 하기도 하는데 주로 중국으로 판매됨. 물량은 하루에 수백톤 정도로 kg당 ~0.23~0.24\$로 거래됨.

- 최근 들어 베트남의 사료산업은 외국의 수입원료에 많이 의존하고 있다. 전체 원료 중 45% 정도를 외국에서 수입되는 것으로 알려짐. 주요 수입원료로 콩, 옥수수, 카놀라 등이 있으며 2016년에는 수입량이 더 증가하여 수입의존도가 51%로 증가됨.

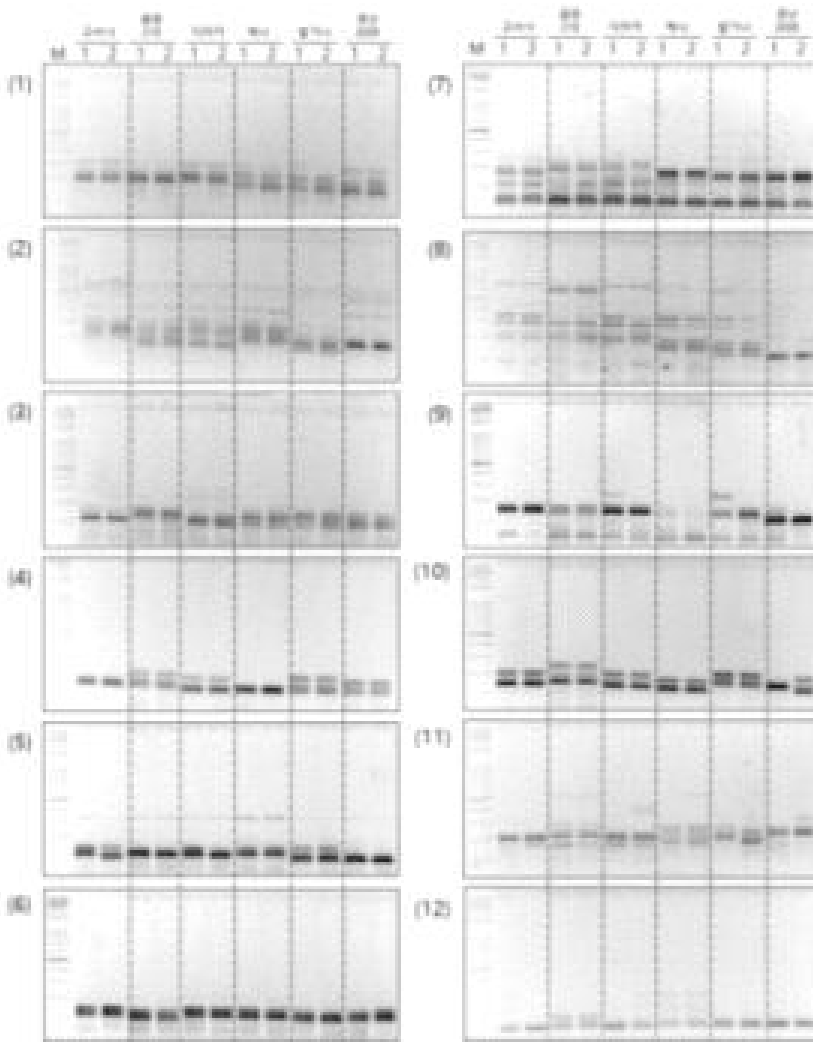
- 2016년에는 특히 돼지사육이 증가하여 사료요구량이 많이 증가하였다. 돼지는 주로 인접국가로 수출됨. 이러한 돼지 사육두수 증가는 주로 개인에 의한 것으로 돼지사육 농가는 자체적으로 사료를 만들기도 한다. 이때 옥수수와 기타 수입원료를 섞어서 만듦.

- 옥수수에 대한 수요증가 가능성 때문에 베트남 정부는 옥수수 재배 면적 증가와 생산수율 증가를 위해 상당한 투자를 계획

라. 중국 옥수수 종자 품종 구별

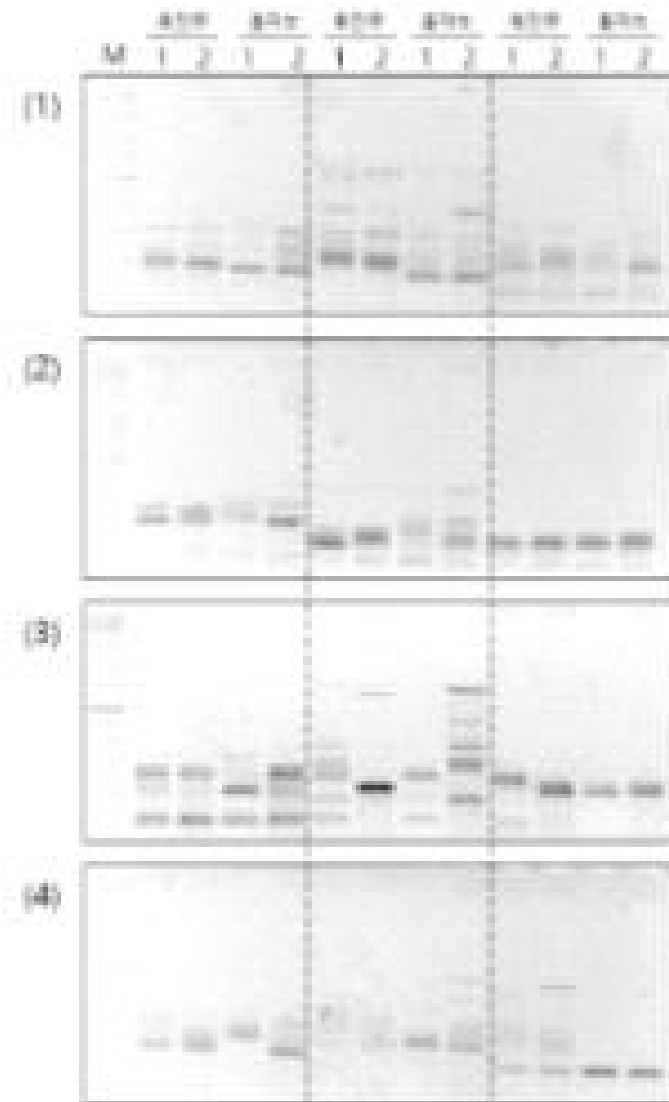
- 중국에서 시험 재배한 8개 품종 간에 차이를 판단할 수 있는 분자마커를 선발하였다. 자사에서 보유하고 있는 옥수수와 관련된 SSR(Simple Sequence Repeat) 마커를 사용해서 PCR (Polymerase Chain Reaction)를 진행하였다. PCR 반응은 옥수수 종자의 genomic DNA를 추출해서, SSR primer, 2 x mastermix taq 및 증류수를 혼합해서 총 반응액 10~15 ul로 맞추었다. PCR 조건은 denaturation에서 94도로 20초, annealing은 57~63도에서 20초, extension은 72도에서 30~45초로 37회 실시하며, 마지막 extension은 72도에서 7분간 수행하였다. PCR 산물은 아가로스 젤을 사용해서 전기영동을 했다.
- 각 품종에서 2립씩 gDNA를 추출했으며, 12개의 SSR 마커를 사용하였다. 그 결과, 6개 품종 간에 식별을 위해서는 4번, 10번 마커만으로 판단이 가능했다. 12개 마커 중에서 밴드가 가장 선명하게 나타나며 다형성이 높아서 품종 식별에 바로 적용이 가능하다. 나머지 2개 품종(흑진주, 홍마노) 간에서 차이를 확인한 결과를 종합해보면, 12개 마커만으로 품종 구별이 가능하다(그림 2-11, 12).
- 중국 옥수수 8개 품종을 구별하기 위해 사용된 품종리스트임

번호	품종명
1	고서사
2	금관 2017
3	다미자
4	채나
5	첨가나
6	경난 2008
7	흑진주
8	홍마노



<그림 2-11. 중국 옥수수 6개 품종 판별 결과>

M: 1Kb plus ladder, -C: negative control, (1)~(12): 1~12번 마커 번호



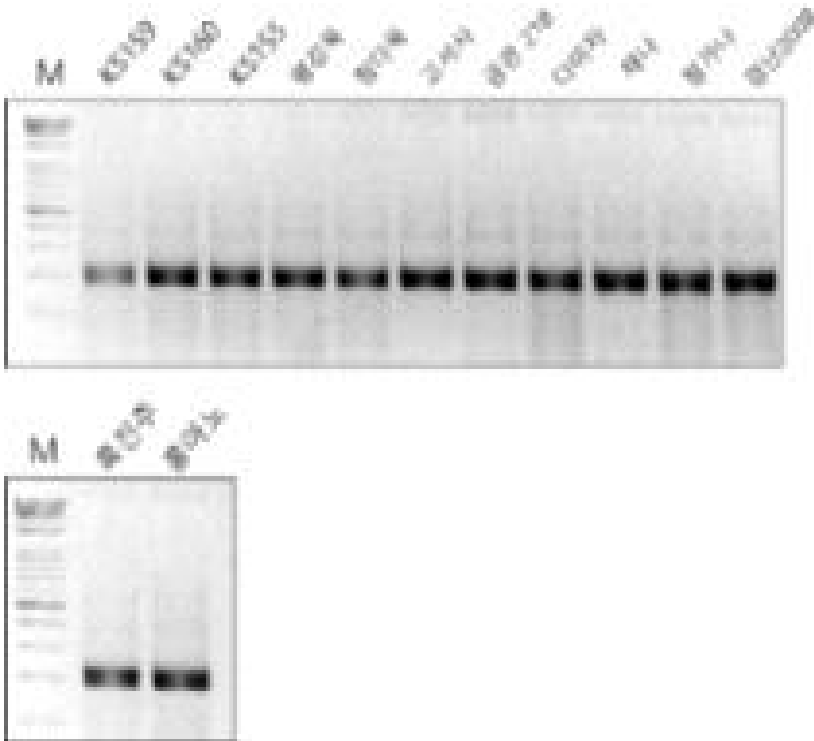
<그림 2-12. 중국 옥수수 2개 품종 판별 결과>

M: 1Kb plus ladder, (1): 1~3번 마커, (2): 4~6번 마커, (3): 5~9번 마커, (4): 10~12번 마커

마. 옥수수 형질 마커 도입

1) GSR (Gibberella Stalk Rot)

Gibberella Zeae. (녹병) 으로 인해서 옥수수 줄기 마름병(stalk rot)의 발병된다. 이 병원균에 대한 저항성을 갖는 유전자 (*Rgsr 8.1*)는 염색체 8번에 위치한다. 이와 연관된 SSR 마커를 도입해서 보유하고 있는 옥수수 13개 품종에 적용. PCR 반응 및 조건은 동일하게 진행하였음. 그 결과(그림 2-13), 13개 품종에서는 GSR에 저항성을 갖는 품종은 확인되지 않음.

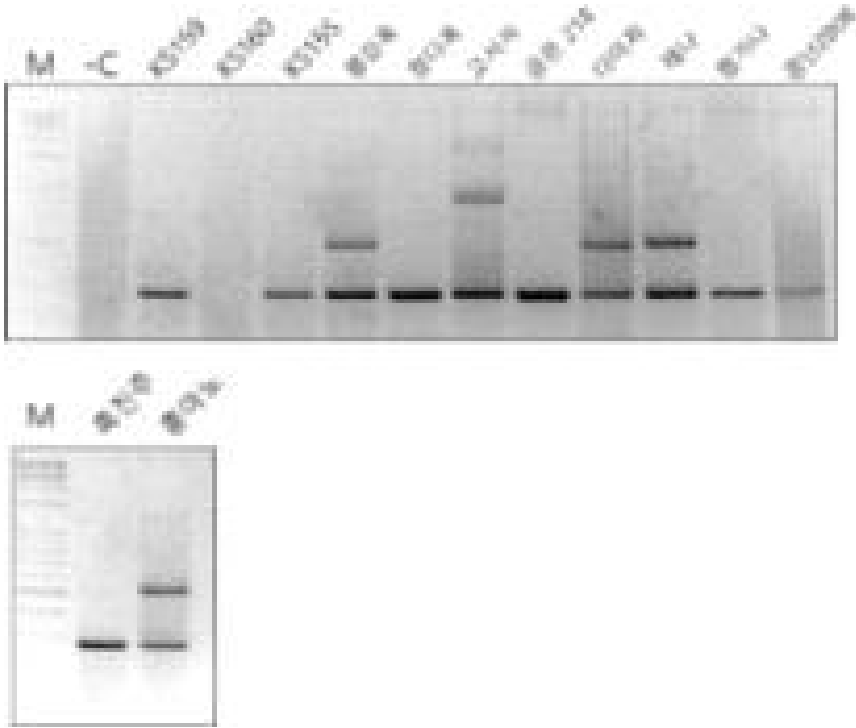


<그림 2-13. 옥수수 줄기 마름병 분석 결과>

M: 1Kb plus ladder

2) Beta-Carotene Rich Maize

- 베타 카로틴은 체내에서 세포를 손상시키는 활성 산소를 억제하여 노화 예방 및 항암 효과, 면역력 증강에 효과적이다. 또한, 비타민 A의 가장 안전한 급원으로 작용함.
- 옥수수 내에는 낮은 함량으로 존재하나, 베타 카로틴이 높게 함유된 품종을 개량하는 경우에는 비타민 A 결핍의 대체 식품으로 가능해진다. 온대 지역의 옥수수에서 발견한 특정 유전자 *CrtRB1* (beta-carotene hydroxylase)는 favourable allele (allele 1: 543 bp, allele 3: 296 bp)로 비타민 A의 주된 공급원인 베타 카로틴의 생산을 18배 가량 더 생산할 수 있는 기능으로 이미 밝혀져 있음.
- 이와 관련되어 육종에 활용해 볼 수 있는 SSR 마커를 도입해서 옥수수 13개의 품종에 적용해 보았다. 논문에서 언급된 밴드 사이즈와 일부는 일치했지만, 육종 단계에서 활용하기에는 allele1에 해당하는 품종은 확인되지 않음. ‘고서사’는 특이적인 밴드가 확인되었고 (그림 2-14), 이는 확실한 비교구를 가지고 확인하는 실험 과정이 필요함.

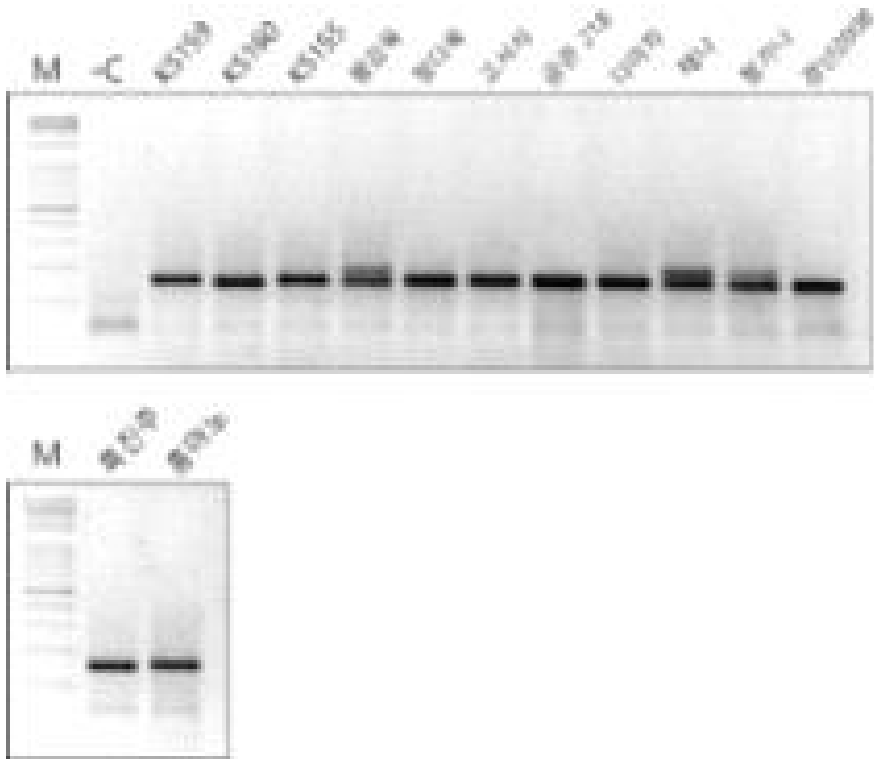


<그림 2-14. 베타카로틴 분석 결과>

M: 1Kb plus ladder, -C: negative control

3) Phytic acid

- 이노시톨 헥사인산의 주성분으로 천연식물 항산화제 성분으로 알려진 피트산(Phytic acid)은 옥수수, 콩류, 곡류에 많이 분포되어 있는 물질이다. 과다 섭취 시 필수 미네랄을 흡착시키며, 불용성인염을 형성하게 된다.
- 이로 인해서 미네랄 및 단백질 흡수에 영향을 주면서 비영양적 대사를 유발한다. 이를 줄이기 위해서는 옥수수에 피트산이 낮게 함유된 품종을 개량하는 것이 유용하다. 품종 육성 과정에서 이를 확인할 수 있는 분자마커가 개발되어, SSR 마커를 도입해 옥수수 13개 품종에 적용하였다. 평강옥, 채나, 첨가나 품종을 제외하고는 높은 피트산을 함유하고 있는 품종이 대부분으로 확인됨(그림 2-15).



<그림 2-15. Phytic acid 분석 결과>

바. 마케팅 전략

○ 식용 옥수수

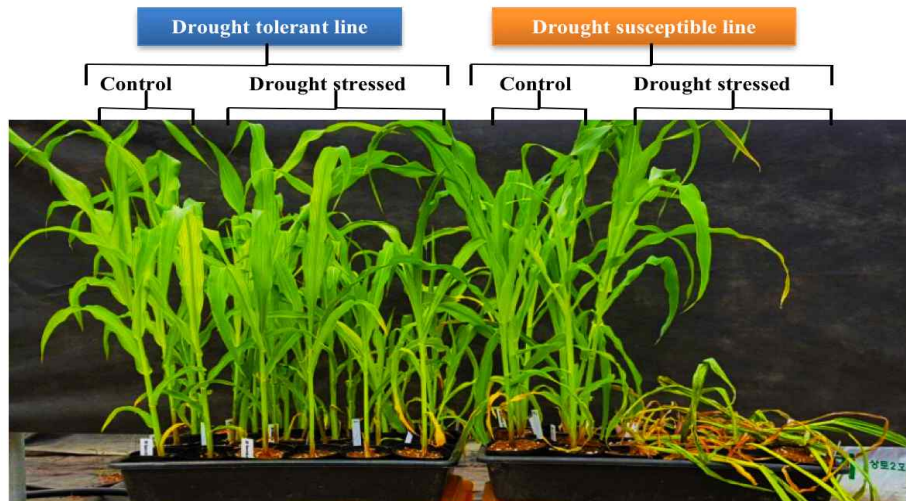
- 중국에서는 찰옥수수, 찰초당옥수수 모두 무게를 측정하여 판매하고 있음. 따라서 일단 크기가 커야 하는데 현재까지 국내에서 개발된 품종들은 크기 보다는 모양이나 맛에 중점을 두고 육종하여 중국 시장에서 경쟁력을 가지기는 어려운 상황임. 중국 시장에 맞는 품종을 육종할 필요가 있음.
- 그러나 국내 품종이 가지는 우수한 품질을 내세워 시장에 진입하는 전략도 세워 볼 수 있음. 소규모로 농가에 시교로 공급하여 반응을 살펴볼 예정임.

○ 사료용 옥수수

- 올해까지 시험한 결과를 토대로 중국에 품종등록 신청할 계획임.
- 등록되면 중국회사를 통해 판매할 계획임.

사. 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 제작

- 옥수수 한발 저항성 계통 선발
- 국내 육성 옥수수 계통들을 대상으로 한발 저항성 1차 시험을 수행하였으며 그 결과 한발 스트레스에 관한 극명한 차이를 보이는 옥수수 계통들을 선발 할 수 있었음. 한발 저항성 수치 정보를 기반으로 하여 한발 스트레스에 매우 강한 계통 5점, 매우 약한 계통 5점, 중간 형질을 보이는 계통 5점을 각각 선발하였음.
- 1차 선발된 15계통들은 한발 저항성에 관한 기내 및 필드 시험을 재 수행하였으며 이를 통해 한발 저항성이 강한 2개(05S10032와 B84)의 계통과 감수성이 강한 2개의 계통(00hf17과 00hf19)을 최종 선발함. 최종 선발된 4개의 옥수수 계통들은 정상 및 한발 스트레스 처리 후 각 식물체들의 지상부를 채취하여 total RNA를 추출하였으며 현재 한발 저항성에 밀접하게 연관되어 있는 유전자군 및 연관 분자마커들의 검정을 위하여 전사체 분석을 수행 하였음 (그림 2-16).



<그림 2-16. 국내 보유 옥수수 육성계통들의 내건성 시험 결과>

- 내건성 시험을 통해 선발되어진 옥수수 계통 정보

Code	Cultivar name	Code	Cultivar name	Code	Cultivar name
5	00hf17*	13	00hf29	42	04S8077
6	00hf19*	14	00hf30	45	04S8093
25	02S8072	84	CML177	75	07S8045
68	06S8130-1	107	05S8027	79	B84*
69	06S8140-1	108	05S10032*	81	Va85

Red - Drought intolerant

Blue - Drought moderately tolerant

Black - Drought tolerant

* - 최종 선발된 한발 감수성 및 저항성 옥수수 계통들

- 옥수수 한발 저항성 분자마커 선발 및 검증

선행 연구 논문(Genetic variation in *ZmVPP1* contributes to drought tolerance in maize seedling, Nature Genetics 2016) 결과를 토대로 한발 저항성 판별이 가능한 PCR primer pair 및 SNP 분자마커 정보들을 확보하였음. 특히, 제작된 PCR primer를 활용할 경우 590bp(한발 저항성 계통)와 210bp(한발 감수성 계통)의 대립 PCR 단편들이 증폭될 것으로 기대되며 앞서 선발된 15점 중 14점의 한발 저항성 및 감수성 관련 옥수수 계통들의 게놈 DNA를 사용하여 활용 가능성을 검증함. 그 결과 한발 05S10032에서만 큰 사이즈(대략 600bp 크기)의 PCR 단편이 검출 되었으며 나머지 13점의 계통들에서는 모두 작은 크기(대략 200bp 크기)의 PCR 단편이 증폭되어지는 것을 확인하여 현재 나머지 SNP 분자마커들의 사용 가능성을 시험 진행함(그림 2-17).

- 내건성 판별을 위한 PCR 프라이머들의 염기서열 정보

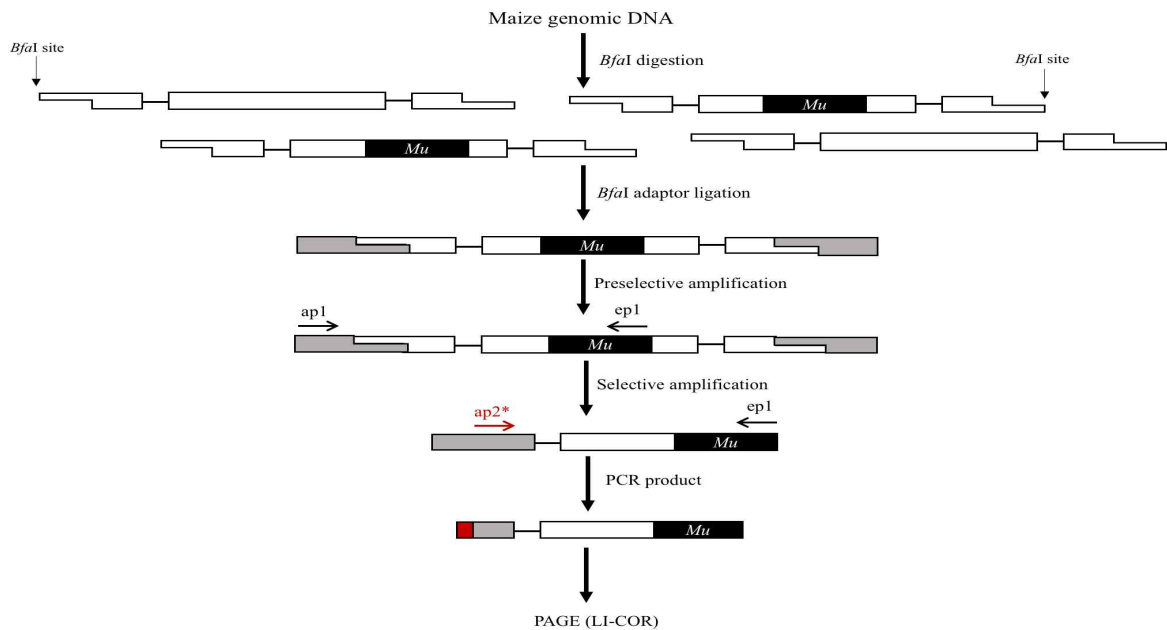
Target characteristics	Primer name (5'-3')	Primer sequence
Drought tolerance	<i>ZmVPP1</i> -ATG-419F	CACAATCATTCCTCAATTT
	<i>ZmVPP1</i> -ATG-209R	GTAGGTGATGAGGTTGATG



<그림 2-17. 한발 저항성 관련 옥수수 계통들의 PCR(*ZmVPP1*-ATG-419F 및 *ZmVPP1*-ATG-209R primer 사용) 분석 결과>

아. 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작

- 전이인자 분자마커 시스템(Transposon display, TD)을 활용한 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작함(그림 2-18).
- 본 연구팀은 TD-system을 활용한 식물 품종/계통 감별을 위한 분자마커 제작 시스템이 확립되어 있으며 옥수수의 경우 대표적인 DNA 전이인자인 CACTA와 *Mutator* 전이인자를 활용한 TD-system이 성공적으로 개발 완료함. 추후, 이를 사용하여 국내 개발 수출 옥수수 종자들을 보호하기 위한 분자마커 제작이 가능 할 것으로 판단되며 검증을 위한 계통 판별용 분자마커 제작을 진행 중임.

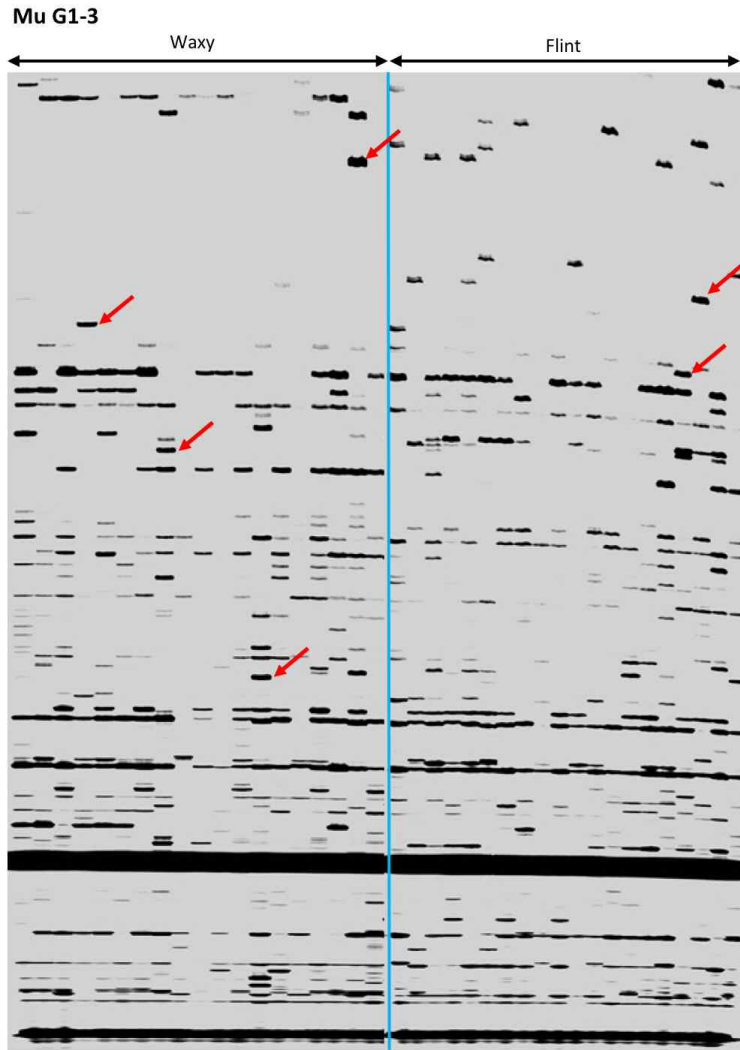


<그림 2-18. 옥수수 Mutator 전이인자를 활용한 분자 마커 시스템 모식도>

- 옥수수 *Mutator*-TD 시스템
- 옥수수 계통에 존재하는 모든 Mutator 전이인자들을 동정하고 이들의 TIR 염기서열 정보를 기반으로 하여 다시 35개의 group으로 세분 하였음. 각각의 group들로부터 보존적인 염기서열 구간을 탐색하여 TD 분석이 가능한 프라이머를 제작하였으며 Li-cor를 사용하여 제작되어진 프라이머들의 활용 가능성을 검증하였음(그림 2-19). TD 분석 결과 제작된 35개의 프라이머들 중 20개의 프라이머들이 최종 선발되었으며 이들을 활용한 품종 및 계통 감별용 분자마커 제작이 가능할 것으로 판단됨.
- 옥수수 Mutator-TD 시스템에 사용되는 어댑터 및 프라이머 서열 정보

Name	Ligation Adaptors
<i>Bfa</i> -A1	5'-TAGCAAGGAGAGGACGCTGTCTGTCGAAGGTAA GGAACGGACGAGAGAAGGGAGA-3'
<i>Bfa</i> -A2	5'-TCTTCCCTTCTCGAATCGTAACCGTTCGTACGAGA ATCGCTGTCTCTCCTTGC-3'

Adaptor specific primers	
ap1	5'-CGAATCGTAACCGTTCGTACGAGAATCGCT-3'
ap2	5'-GTACGAGAATCGCTGTCCTC-3'
Mu specific primers	
Mu G1-1	5'-GCGAAASCCYRATTTGATAATGGC-3'
Mu G1-3	5'-CCAGTGTTTGAAAATGGCGT-3'
Mu G1-4	5'-CTCAAAACAGCCTCCAAACTG-3'
Mu G1-8	5'-TCTCTAACGTGCAATCTTTCCA -3'
Mu G2-2	5'-GCGACTATTGTGTTGAAGCC-3'
Mu G2-4	5'-GGACGGGAGGATCATAATC-3'
Mu G3-2	5'-GCCTCCAATTYKTCGAAACCG-3'
Mu G3-4	5'-GCCTCCATTTGTYGAATCCC-3'
Mu G4-1	5'-GCTTTGAGATTCGGAGTACCA-3'
Mu G4-2	5'-GCAAGGAACGGTGGATGTAG-3'
Mu G4-3	5'-CCGTTGGTTTGAAGATCGACGAG-3'
Mu G4-4	5'-GCAACGTTTGGAGTTTGCAG-3'
Mu G4-6	5'-TTCACGTAGCAAACGCAATC-3'
Mu G5-1	5'-GGGAGGGGAAAAGTATTAGAG-3'
Mu G5-2	5'-CCACTTGTAAGGTGTCGGGT -3'
Mu G6-2	5'-ACATTAGAGAAAGGAGGGTTC-3'
Mu G7-1	5'-TWTGTGYATTTTGTGCACSG-3'
Mu G7-3	5'-GTCCGTGCTCACCAGATATG-3'
Mu G7-4	5'-CAAAATTGGTTGTTGCCATCGG-3'
Mu G7-6	5'-CTAATCCACATCCAGCCATTGA-3'



<그림 2-19. 옥수수 Mutator-TD 분석 결과. 붉은색 화살표는 옥수수 품종/계통 감별에 사용 가능한 PCR 단편들을 나타냄>

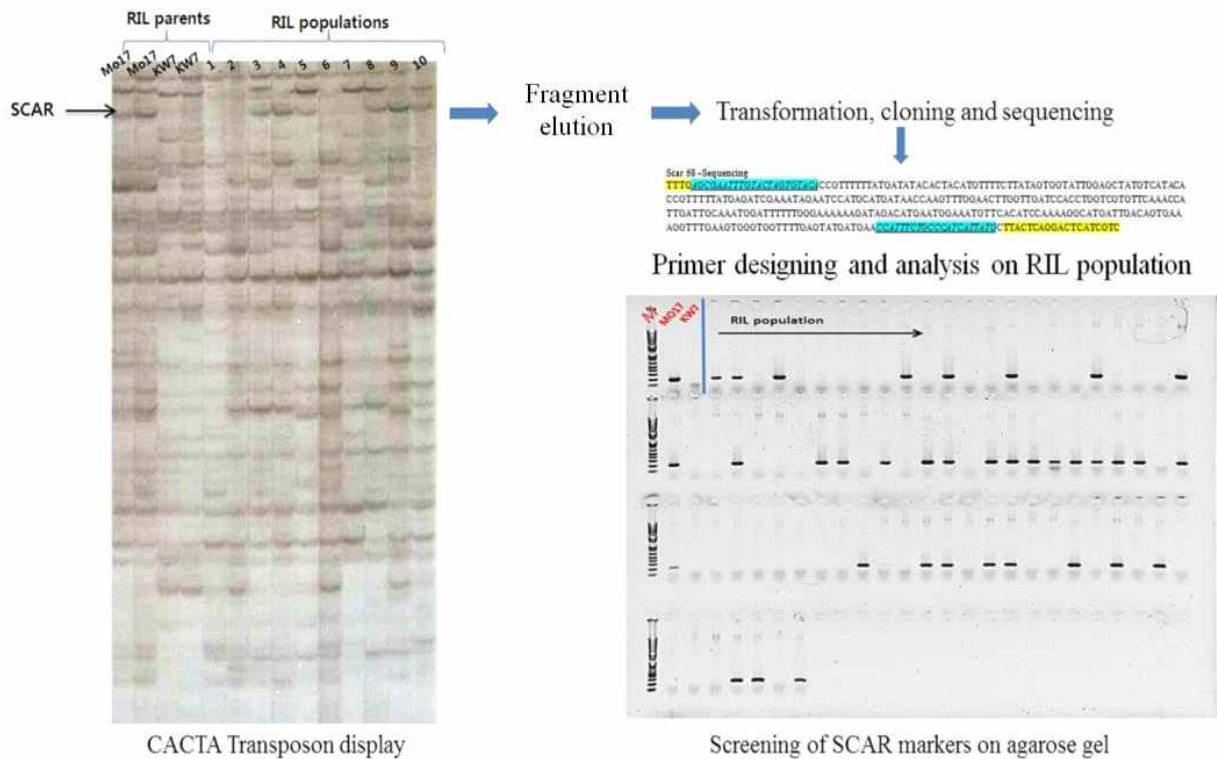
- 옥수수 CACTA-TD 시스템
- 1단계에서 이미 개발되어진 TD 시스템으로 *Mutator*-TD 시스템과 함께 옥수수 품종/계통 감별용 분자마커 제작에 활용되어질 예정임.
- 옥수수 CACTA-TD 시스템에 사용되는 어댑터 및 프라이머 서열 정보

Name	Sequences (5'-3')
<i>Cacta</i>	CTTTGAGCRRWTTTSTACTAGTG
<i>Isaac</i>	ATAGGGTGCGATTCCGGTAGTG
<i>EcoRI</i>-adaptor	
EA-I	CTCGTAGACTGCGTACC
EA-II	CATCTGACGCATGGTTAA

Anchored *EcoRI*-adaptor primers

<i>EcoRI</i> -0	GACTGCGTACCAATTC
<i>EcoRI</i> -1	GACTGCGTACCAATTC+CGT
<i>EcoRI</i> -2	GACTGCGTACCAATTC+ATG
<i>EcoRI</i> -3	GACTGCGTACCAATTC+ATA
<i>EcoRI</i> -4	GACTGCGTACCAATTC+CGA
<i>EcoRI</i> -5	GACTGCGTACCAATTC+CGG
<i>EcoRI</i> -6	GACTGCGTACCAATTC+CGA

- TD 분자마커들의 SCAR 분자마커 전환
- 옥수수 CACTA 및 Mutator-TD 분자마커 시스템은 해상력이 매우 뛰어나며 재현성 또한 매우 우수한 분석 기술들 이다. 또한, 일부 염기서열의 치환 및 결손으로 인한 차별적 증폭으로 생성되는 기존 기술들과 달리 TD 시스템은 전이인자들의 insertion polymorphism을 기반으로 하기 때문에 SCAR 분자마커로의 전환이 매우 용이하다는 장점을 가지고 있음 (Genes Genom, 2013). 따라서 본 연구에서 제작되어지는 모든 분자마커들은 분석이 용이하도록 SCAR 분자마커로 전환이 함께 진행함(그림 2-20).



<그림 2-20. Mutator, CACTA-TD 분자마커들의 SCAR 분자마커 전환을 위한 모식도>

자. 옥수수 주요 병해 특성 분석

- 고위도 지역 주요 옥수수 병해인 깨씨무늬병(Southern leaf blight)은 자낭균류에 속하는 *Bipolaris maydis*에 의해 발생함. 분생포자는 양쪽 끝으로 갈수록 좁아지면서 굽어지고 갈색이며, 3~13개의 격벽이 있다. 병원균은 식물체의 병든 부위에서 균사 또는 포자 상태에서 겨

을을 보냄. 이 분생포자가 바람 등에 날려 공기를 통해 전염, 식물체 표면에 포자가 앉으면 발아를 통해 침입균사를 형성하여 병을 일으킨다. 이 병에 걸린 옥수수 잎의 작은 갈색의 반점이 생기다가 차차 반점의 모양이 방추형 또는 타원형으로 커진다. 그 결과 옥수수잎 뿐만 아니라 옥수수 곡실과 옥수수 청에 수량에 큰 손실 줌.

- 본 연구진은 동아시아 지역에서 채취한 이병 식물체 조직으로부터 순수 분리한 매문병을 일으키는 *Exserohilum turcicum* 및 깨씨무늬병을 일으키는 *Bipolaris maydis* 의 균주를 다수 확보하고 있으며 이들의 포자 특성을 관찰한 결과 *Exserohilum turcicum*는 3~7개의 격벽에, 그 길이는 평균 97.7 μm , 너비 20.4 μm 의 크기로 비교적 큰 포자의 크기였으며, 깨씨무늬병을 일으키는 *Bipolaris maydis*는 4~7개의 격벽에, 평균길이 48.6 μm , 너비 11.6 μm 로 *Exserohilum turcicum* 포자의 약 50% 정도의 크기인 것을 확인하였음.

- 옥수수 깨씨무늬병 및 매문병 병원균의 포자크기>

	Conidia size	
	Length (μm)	Width (μm)
<i>Exserohilum turcicum</i>	97.7 \pm 19.0	20.4 \pm 2.2
<i>Bipolaris maydis</i>	48.6 \pm 8.5	11.6 \pm 1.3

- 주요 옥수수병원균의 살균제에 대한 모니터링

깨씨무늬병의 방제는 일반적인 다른 병해들과 같이 저항성 품종의 이용이 가장 효율적인 방법이나, 국내에서는 현재까지는 초기단계로, 약제 방제를 위한 살균제는 국외에서 많이 등록되어 있지만, 국내에서 등록(한국작물보호협회)된 것은 아족시스트로빈 액상수화제 뿐이다. 따라서 본 시험은 옥수수 재배지의 깨씨무늬병 방제에 활용하기 위한 적정 약제를 선발하고자 수행함. 선발된 농약은 국외에서 사용되거나 시험된 약제 중 선발하였음. 깨씨무늬병 시험에 사용된 살균제는 Azole계 2종(Difenoconazole, Prochloraz)과 Thiphantes계 1종(Thiophanate methyl), Dithiocabamates계 1종(Mancozeb), Strobilurin계 1종(Azoxystrobin) 그리고 Dicaboximides계 1종(Iprodione)이 선발되어 살균제 저항성 모니터링으로 깨씨무늬병원균의 포자발아단계의 억제율을 알아보는 연구를 수행 중임.

차. 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정

- 옥수수 유전자원의 병 저항성/감수성 검정

이전 연구에서 확립된 옥수수 매문병과 깨씨무늬병에 대한 병해 분석기술을 재확인하고 병 저항성 마커 개발을 위한 재료 확보를 위하여 기 선발된 매문병 및 깨씨무늬병 저항성/감수성 계통들의 검정을 다시 수행하였으며 그 결과 저항성을 보이는 5계통과 감수성을 보이는 5계통을 각각 최종 선발 하였음. 새로운 옥수수 유전자원에 대한 병 저항성/감수성 검정 연구 또한 준비 중에 있다.

- 최종 선발된 깨씨무늬병 저항성 및 감수성 계통

No.	깨씨무늬병 (<i>Bipolaris maydis</i>)	
	저항성계통	감수성계통
1	00hf1	05S9024
2	00hf3	06S8048-9
3	00hf40	06S8072
4	02S8086	03S8203
5	04S8179	CML177

- 최종 선발된 매문병 저항성 및 감수성 계통

No.	매문병 (<i>Exserohilum turcicum</i>)	
	저항성계통	감수성계통
1	강원30-F	선옥335-M
2	강원29-M	종교114-M
3	종교126-F	종교114-F
4	종교129-F	강원20-F
5	종교129-M	미백-M

(2) 2년차(2018년)

가. 현지 적응성 시험

- 2차년도 적응성 시험은 중국(북경, 길림, 둔화, 용정)에서 수행되었음(그림 2-21).
- 북경에서는 찰초당, 나머지 3지역(길림성)에서는 찰초당과 사료용 옥수수 품종에 대해 시험 하였음.



시험재배지(붉은색 동그라미로 표시)

<그림 2-21. 중국 현지적응성 시험 장소, 붉은색표시>

- 사료용 옥수수는 동북3성이 주요 타깃지역으로 길림성에서만 시험하였고 찰초당은 전지역에서 실시하였음. 신규 조합선발은 북경과 길림성에서 시험하였음. 기타지역에서는 기존 선발된 품종으로 지역 연락시험 실시.

● 북경

- 시험재료

시험번호	교잡종명
NH18-01	다미찰
NH18-02	찰초교3
NH18-03	찰초교18
NH18-04	찰초교20
NH18-05	찰초교21
NH18-06	찰초교29
NH18-07	찰초교33

NH18-08	찰초교34
NH18-09	찰초교35
NH18-10	찰초교37

- 재식거리: 65X25 cm, 8열 2반복
- 파종: 2018.05.19.
- 수확조사: 2018.08.14.

○ 생육상황:

- 봄에 건조해서 관수하였음. 도복은 적었으며 일부 병발생.
- 일부 새 피해가 있었으나 그리 심하지는 않았음.
- 도복 없었음.

○ 특성조사

시험번호	교잡종명	초장 (cm)	착수고 (cm)	출사기 (월.일)	열수	이삭무게 (g)	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
NH18-01	다미찰	194	102	7.23	12.8	253	19.9	4.4
NH18-02	찰초교3	197	76	7.14	11.2	267	21.1	4.6
NH18-03	찰초교18	226	111	7.24	12.4	325	23	4.1
NH18-04	찰초교20	225	103	7.19	13.2	333	19.8	4.5
NH18-05	찰초교21	217	96	7.21	12.8	284	21.4	4.4
NH18-06	찰초교29	212	112	7.26	12.8	275	20.3	4.1
NH18-07	찰초교33	213	94	7.21	12.8	307	26.3	4.1
NH18-08	찰초교34	223	105	7.26	13	290	21.5	4.2
NH18-09	찰초교35	229	101	7.26	13.6	315	23.2	4.4
NH18-10	찰초교37	245	111	7.23	12	268	21	4.5
대비종	진조15	235	132	7.22	14	377	18.1	5.2
대비종	진조20	232	127	7.22	14.4	375	18.4	5.2
대비종	신나2000	236	120	7.23	13.2	425	22.4	5.4

- 이삭무게는 이삭과 바깥포엽을 포함한 무게임. 도매시장에서는 이런 상태로 무게를 측정하여 판매하므로 동일한 방식으로 무게를 측정하였으며, 중국 북경 현지 적응성 재배시험 선발함.



<그림 2-22. 중국 북경 현지 적응성 재배시험 선발 결과>

○ 결과분석

- 작년도 국내에서 일차로 선발된 조합 중 무게가 많이 나갈 것으로 예상되는 것을 주로 테스트 하였음.
- 그러나 중국 품종에 비해 아직 무게가(수량이) 많이 부족해 보임.
- 길이는 길지만 열수나 이삭경이 얇아 전체적으로 무게가 적게 나가는 것으로 생각됨.
- 시장에 나가기 위해서는 400g 전후로 무게가 나가야 할 것으로 생각됨.
- 삶아서 시식을 해보면 한국 품종이 대체적으로 맛은 더 좋음. 따라서 수량이 어느 정도 받쳐 준다면 시장 진입이 가능할 것임(그림 2-22).

● 길림성

종류	시험번호	교잡종명	비고
찰초당	18GW3	찰초교16	
	18GW4	찰초교11	
	18GW5	다미찰	
	18GW6	찰초교24	
	18GW7	찰초교29	
사료용	18GC13	강연1호	
	18GC14	대륙옥	
	18GC15	드림옥	
	18GC16	17YB62	
	18GC17	17YB50	
	18GC18	종교113	
	18GC19	17YB28	
	18GC22	종교110	밀식시험
	18GC23	강원32호	밀식시험

- 재식거리: 65X25 cm, 5열 2반복
- 파종시기: 용정(4/28), 길림(5/4), 돈화(4/29)

○ 생육상황

- 북경처럼 봄 가뭃있었음. 관수처리함.
- 돈화시는 6월20일 경 우박피해 있었음. 일부는 회복되었으나 상당수는 큰 타격입은 것으로 보임.

○ 특성조사

- 용정

시험번호	교잡종명	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭무게 (g)	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
18GW3	찰초교16	260	140	12	184	20.9	4.1
18GW4	찰초교11	300	142	12	219	20.3	4
18GW5	다미찰	290	145	12	198	17.5	4.1
18GW6	찰초교24	300	150	12	199	20	3.9
18GW7	찰초교29	300	158	14	224	19.6	4.3

대비종	은성나	300	169	12	368	20.8	5.6
대비종	채감나	300	137	18	332	23.3	4.7
대비종	소동은나	300	160	14	351	20.3	5
대비종	간점2호	260	130	14	260	18.9	4.9

시험번호	교잡종명	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭무게 (g)	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	함수율 (%)	백립중 (g)
18GC13	강연1호	315	128	16	319	21	4.6	28	50
18GC14	대륙옥	300	117	16	427	20	5.5	28	53
18GC15	드림옥	290	124	18	390	21	4.8	26	55
18GC16	17YB62	320	128	14	348	21	4.7	28	52
18GC17	17YB50	320	148	14	398	24	5.2	28	53
18GC18	종교113	340	135	14	206	18	4.2	28	45
18GC19	17YB28	330	145	14	375	22	4.8	28	54
대비종	복래2	320	124	16	384	22	4.9	26	46
대비종	선옥335	340	145	20	435	20	5.5	28	56

시험번호	교잡종명	생산량 (ton/ha)
18GC13	강연1호	8.9
18GC14	대륙옥	10.5
18GC15	드림옥	11.3
18GC16	17YB62	9.6
18GC17	17YB50	8.9
18GC18	종교113	10.5
18GC19	17YB28	10.5
대비종	복래2	10.4
대비종	선옥335	9.8

- 생산량은 함수율 15.5%로 교정한 수치임.
- 돈화시 결과를 정리는 하였으나 우박피해로 인해 신뢰하기는 어려운 것으로 판단되었음(그림 2-23).
- 또한 길림시 결과는 아직 전달받지 못하였음.



<그림 2-23. 중국 용정, 돈화 현지 적응성 재배시험 선발 결과>

-길림시

시험번호	교잡종명	열수	이삭무게 (g)	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	속대직경 (cm)	립수/ 이삭	식미 평가
18GW3	찰초교16	13	390	22.6	4.2	2.1	532	62
18GW4	찰초교11	12	430	23.4	4	2	486	60
18GW5	다미찰	13	444	21	4.2	1.9	480	69
18GW6	찰초교24	13	408	22.8	4	2	479	57
18GW7	찰초교29	13	444	25.4	3.6	1.9	576	57
대비종	복강감나 옥미1호	13	490	22.6	4.2	2.1	497	64
대비종	CK옥점1	14	458	22.4	4.2	2	577	72

- 길림시 재배시험 및 측정은 길림농과원의 왕부원장이 실시. 용정과 돈화 시험자와 달라 측정 항목이 일부 다름. 대비종 복강감나(옥미1호), CK옥점1은 길림지역 찰초교 주요품종임.

○ 결과분석

- 용정에서 시험한 찰초당의 경우 이삭장은 나쁘지 않으나 이삭경이 짧아 전체적으로 생산량이 적음.
- 찰초당 숙기는 중국 품종인 간점2호가 가장 빨랐으나 모든 품종이 나머지 3개의 중국 품종에 비해서는 3~13일 정도 빨랐음.
- 사료용의 경우 숙기가 선옥335보다 3~5일 정도 빠르고 복래2와는 비슷하거나 2일 정도 느린 것으로 나왔음.
- 생산량도 중국 품종과 비슷한 수준으로 나온 것으로 판단됨. 보다 정확한 비교를 위해 대량 재배를 해 볼 필요가 있음.
- 길림시에서 수행한 찰초당 시험에서는 당도, 찰기, 껍질두께, 풍미 등을 평가하여 전체적인 식미 평가도 하였음.
- 용정에서 재배한 것에 비해 전체적으로 이삭길이가 길었음.
- 식미 평가에서는 18GW5가 가장 높은 점수를 받았음.

- 현재 Fulight사와 18GW5 사업화 할 것인지 논의

● 하북성

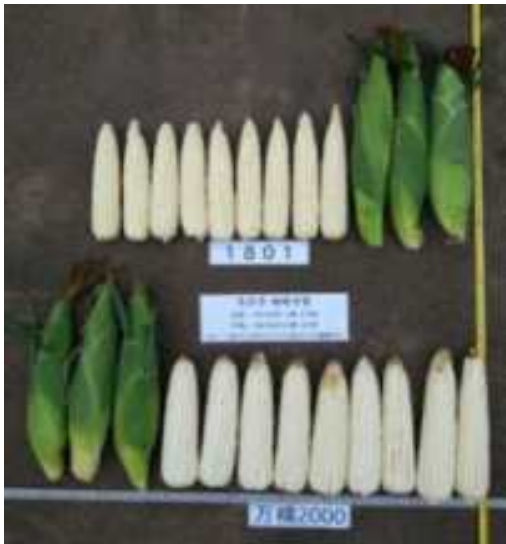
- 하북성 당산시

- 재료: 다미찰

- 파종: 4월30일, 수확: 7월10일

- 상세 재배특성 조사 안함. 농가에 의뢰하여 재배실시.

- 재배자 의견: 병발생이 적어 재배 용이하였음. 수량성이 낮으나 맛은 대비품종(만나2000)비해 우수(그림 2-24).



<그림 2-24. 중국 하북성 현지 적응성 재배시험 선발 결과>

● 귀주성

- 귀주성 귀양시

- 파종: 4월15일, 수확 7월23일

- 품종: 다미찰, 찰초교3

- 농가의뢰 재배

- 재배자 의견: 올해 강우 일수가 많아 생장에 저해. 다른 지역에 비해 초장이 짧고 수량성이 떨어졌음. 그러나 맛은 대비 품종(만나2000)에 비해 우수하였음.

나. 전시포 운영

- 올해는 품평회를 위해 전시포를 1지역에서 운영해 보았음.

- 지역은 품평회를 도와줄 수 있는 업체가 있는 곳을 선정하였음.

- 산서성 태곡현에서 실시하였고 품종은 찰초당 2품종 전시하였음.

- 참석회사: 예의종업, 예완종업, 덕봉종업, 흠박대종묘

- 참석인원: 약 10여명

- 평가결과: 대비품종인 만나2000에 비해 맛이 좋다는 평가. 다만 수량성이 낮은 것이 문제. 품

질계 찰옥수수로 판매 제안. 관심 있어 하는 판매상이 있었으나 너무 낮은 가격을 요구. 북경종자박람회(10월 18~20일) 때 협의 진행(그림 2-25).



품평회



품평회용 품종



품평회용 전단지

<그림 2-25. 중국 귀주성 전시포 품평회 모습>

다. 지역 동향분석 및 마케팅 전략

○ 동향분석

- 중국 fresh corn 연중 소비량은 약 570억개, 재배면적 2,000만무
- 찰옥수수 1200만무, 단옥수수 800만무, 찰초당 200만무.
- 최근 중국 fresh corn 시장 주요 변화: 정보의 투명화, 전국일체화, 품종고급화, 주년공급
- 향후 주된 방향은 품종고급화로 알려짐. 이런 의미에서 현재 보유한 품종의 생산량만 증가된다면 상당한 경쟁력이 있을 것으로 생각됨.
- 단옥수수는 주로 남쪽지방에서, 찰옥수수는 북쪽 지방에서 재배됨.
- 광동성과 광서성의 단옥수수 재배면적은 전국의 50% 이상.
- 동북지역에서는 생산된 fresh corn의 60% 이상이 냉동상태로 유통됨.
- fresh corn의 품종수는 이미 1,000개가 넘었으며 그 중 국가에 등록된 것만 100개 이상임.
- 최근 등록 품종수가 증가하고 있으며 그 중 찰옥수수와 찰초당이 2/3를 차지함.
- 향후 fresh corn 기호 변화: 영양의 균형, 독특한 특색의 부드러운 맛, 다양한 색깔 등

- 현재 fresh corn 80% 이상의 품종의 모부계는 중국 재래종에서 유래. 외국품종의 점유율은 20% 이하로 떨어짐.

○ 영업전략

- 농협종묘센터 자체적으로 중국 종자영업을 할 수 있는 여건이 되지 않아 북경중연한종자유한공사와 협력하여 영업을 진행하고 있음. 특히 북경중연한종자유한공사는 영업활동 지원뿐 아니라 신규 품종 시험 및 선발에도 같이 참여하여 중국시장에 보다 잘 맞는 품종을 선발하기 위해 협력하고 있음.
 - 종자전시회를 통한 영업활동
 - 전시회 참석 종자판매상 접촉. 주 판매품종에 대한 설명을 듣고 보유 품종과의 관련성을 파악한 후 시교재배 제의
 - 시교재배 동의한 경우 종자전달. 직접 전달할 경우 100% 재배시험 들어가나 우편발송의 경우 50%정도만 시험재배 들어가게 됨.
 - 올해 참가한 혹은 참가할 종자전시회: 북경종자전시회(10월), 사천성 청도 옥수수 전시회(6월), 무한 종자전시회(4월) 등
 - 현재까지 접촉한 대부분의 종자상은 한국에서 육성된 품종에 대해 관심을 보였음. 특히 맛이 우수하다는 설명에 관심을 가지나 수량성이 낮다는 부분에서 판매 가능성을 낮게 판단하였음.
 - 종자판매상 네트워크 구축
 - 지역별 종자판매상을 통해 시교재배 실시하여 한국 품종에 대한 이해도 증진 도모
 - 현재 우수 품종 없더라도 지속적으로 밀접한 관계 유지
- 종자판매를 위해 종자 판매상을 만날수록 생산량의 중요도가 명확해 짐. 향후 품종 육성 방향은 현재의 맛을 유지하면서 생산량(무게) 증가에 초점이 맞춰져야 할 것으로 보임.

라. 종자 시험생산

○ 캄보디아

- 장수찰(찰옥수수)와 GW-222(사료용) 옥수수를 판매하기 위해 생산에 들어감.
- 메콩씨드와 협력하여 진행
- 계획
 - 원종 증식과 더불어 F1 생산 시도
 - 캄보디아 및 베트남에서 생산
 - 목표는 장수찰 0.5톤, GW-222 4톤 생산.
 - 현재 일차 생산완료되었는데 강수량이 많은 등 환경적 영향으로 생산 목표치에 많이 모자람.

		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
강수철	원종	종식1차				종식2차						
	F1				1차 생산				2차 생산 (Feb/19)			
									판매 (캄보디아 베트남)			
GW-222	원종	종식1차			종식2차							
	F1			1차 생산				2차 생산				
									판매 (캄보디아)			

- 현재 2차 생산 들어 갔으며 올 연말에 결과 나올 것으로 예상됨.

○ 국내생산

- 시험용 종자의 경우 이전까지는 겨울동안 캄보디아나 베트남에서 생산을 시도하였음.
- 그러나 대체적으로 원하는 양만큼 생산이 잘 되지 않았음.
- 내년에 필요한 종자 일부를 국내에서 생산해 보기로 결정함(찰초교11, 16, 20, 21, 33, 3).
- 일부는 농가에 채종을 맡기고 일부는 옥수수 연구소와 농협종묘센터에서 채종.
- 올해는 가뭄이 심해서 전반적으로 생산량이 좋지 않음 (채종량: 0.6 kg~24kg).
- 찰초교33 채종시험 (농협종묘센터)

- 채종시험 중의 일부(찰초교33)를 농협종묘센터 내에서도 실시하였음. 4월13경 모계를 파종하고 부계를 20일 파종하였으나 부계의 종자상태가 좋지 않고 발아율과 발아세가 모계에 비하여 좋지 않아 부계를 1주일 후 추가 파종하였음. 또한 수정단계에서 화기가 모계가 2주정도 빠른 현상을 보였음. 결과적으로 부계의 화기가 약 1주일가량 느린 것을 확인하였음. 올해 채종시험에서 보인 찰초교33의 부계의 종자 발아율과 발아세가 일정한 특징이라면 추후의 채종시험에서는 부계의 종자파종량을 모계의 2배 이상으로 하고, 부계의 파종을 1주일 정도 빨리 해야 할 것으로 보임(그림 2-26).



<그림 2-26(1). 국내 찰초교33 채종시험을 위한 재배 모습>



<그림 2-26(2). 국내 찰초교33 등 시험을 위한 재배(농협종료센터)>

○ 옥수수 F1 노지조사

- 실제로 세계각지에서 심기는 옥수수의 생육과정과 실물을 보기위해, 세계 각지에서 심기는 옥수수 25품종을 직접 심어 조사하였음. 2018년 4월 20일 파종하여 5월 2일 정식하였고 7월 24일 수확조사하였음. 조사항목은 초장과 착수고 이삭길이 및 직경을 확인하였음. 각 지역별 품종에서 이삭의 크기와 색깔 등의 차이가 있었으며, 그에 따른 시장의 요구도를 추정할 수 있었음. 특히 중국 품종들은 국내 품종에 비해 이삭의 길이가 길고 굵은 것이 많았음(그림 2-27).



<그림 2-27. 국내 찰초교33 옥수수 F1 재배 및 수확조사>

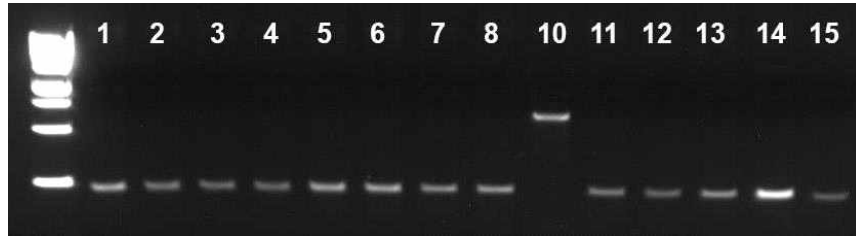
- 옥수수 F1 수확조사

No.	품 종 명	초장 (cm)	착수고 (cm)	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	비고
1	고서사	200	90	19	5	

2	금관218	215	110	23	5.5	
3	다미자	190	60	21	5	
4	채나	200	100	21	5	
5	처가나	200	70	19	5	
6	경난	230	100	22	5	
7	흑진주	270	140	28	4.5	
8	홍마노	220	120	26	5.5	
9	SWEET-70	220	105	22	5.4	
10	TOP SWEET801	250	110	21	4.5	
11	MINI FANCY	180	90	12	2.6	
12	CHIA TAI SWEET CORN	310	140	21	4.8	
13	C.P. SWEET S3	250	130	23.5	5.8	
14	FLORIDA SUPERSWEET	200	70	20	5	
15	HONEYSWEET	170	55	17.4	4.6	
16	EARLY CHIEF	175	53	19	5	
17	SUN 'N' SNOW	180	65	19	5	
18	화찰 2호	230	120	22	5	
19	자화923	210	110	25	5	
20	경채2000	220	105	21	4.3	
21	WHITE GREE	280	140	25	5.5	
22	KGW1	250	150	20	5	
23	C.P. SWEET S1	250	115	25	5.3	
24	KNW1	270	140	20	5	
25	얼룩대학찰	240	100	18.5	4	3색

마. 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 선발

- 옥수수 재해저항성 연관 분자마커는 크게 두가지의 범주에서 진행중. 첫 번째는 기상환경재해 중 한발 저항성 관련 연관 분자마커 선발이며 두 번째는 품종 판별 분자마커 선발
- 기존의 선행 연구논문으로부터 얻은 분자마커들은 검정 결과 조사 형질과 일치하지 않는 것이 확인되었으며 이에 본 연구팀은 illumina사의 옥수수 50K SNP 칩을 활용하여 보유하고 있는 옥수수 계통들에 적용 가능한 SNP 분자마커들을 선발하고자 하였음(그림 2-28).



<그림 2-28. 한발 저항성 관련 옥수수 계통들의 ZmVPP1-ATG 분자마커 검정 결과. 한발 저항성 계통들은 590bp 크기의 PCR 단편이 증폭되어야 하며 감수성 계통들은 201bp 크기의 PCR 단편이 증폭되어야 함. 1-5 : 한발 감수성 계통들, 6-10 : 중간형 계통들, 11-15 : 한발 저항성 계통들(1차년도 분석 완료)>

1) 한발 저항성 연관 분자마커 선발

- 국내 육성 옥수수 계통들을 대상으로 한발 저항성 시험을 수행하였으며 그 결과 한발 스트레스에 관한 극명한 차이를 보이는 옥수수 계통들을 선발
- 한발 저항성 수치 정보를 기반으로 하여 한발 스트레스에 매우 강한 계통 5점, 매우 약한 계통 5점, 중간 형질을 보이는 계통 5점을 한발 저항성 연관 분자마커 선발을 위한 재료로 사용(1차년도 결과)
- 이들 계통들에 대한 반복 시험을 수행한 결과 감수성이 강한 계통(00hf17과 00hf19 등)들의 경우 동일한 결과를 얻었으나 저항성이 강한 계통들(05S10032와 B84 등)의 경우 저온, 폭염등의 불규칙적인 환경 변화로 인해 재현성이 떨어지는 것을 확인
- 이에 15계통 모두를 분석 대상으로 변경하였으며 환경변화에 다소 안정적인 growth room 에서 계통당 10개체 이상의 조건으로 한발 저항성 시험을 진행함(그림 2-29).
- 이와 함께 15개 계통 모두에 대한 50K SNP genotyping 분석을 진행 중에 있어 금년 내에 한발 저항성 계통들의 선발과 연관 SNP 분자마커들의 선발이 가능할 것으로 판단 된다(상세 내용 분자마커 선발 내용 참조).



<그림 2-29> 1차선발 옥수수 15 육성계통들의 내건성 시험(온실)

- 1차년도에 내건성 시험을 통해 선발되어진 옥수수 15계통 정보

Code	Cultivar name	Code	Cultivar name	Code	Cultivar name
5	00hf17	13	00hf29	42	04S8077
6	00hf19	14	00hf30	45	04S8093
25	02S8072	84	CML177	75	07S8045
68	06S8130-1	107	05S8027	79	B84
69	06S8140-1	108	05S10032	81	Va85

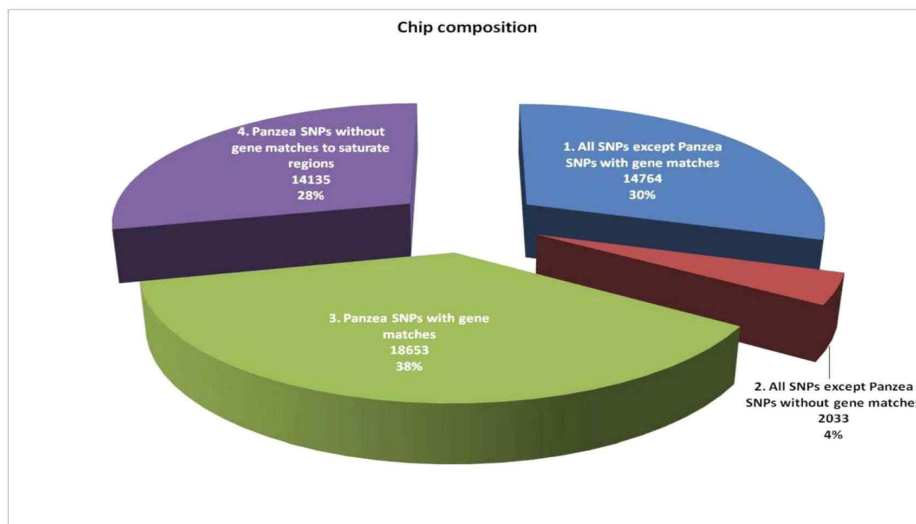
Red - Drought intolerant

Blue - Drought moderately tolerant

Black - Drought tolerant

2) 한발저항성 및 감수성 연관 분자마커 선발

- Illumina사의 옥수수 50K SNP chip은 종실용 옥수수 B73의 reference 염기서열을 기반으로 작성되어졌으며 B73은 한발 저항성이 매우 약한 계통으로 보고
- 1차 년도에 최종 선발한 한발 스트레스에 매우 강한 계통 5점(04S8077, 04S8093, 07S8045, B84, Va85)과 중간형 계통 5점(00hf29, 00hf30, CML177, 05S8027, 05S10032) 그리고 매우 약한 계통 5점(00hf17, 00hf19, 02S8072, 06S8130-1, 06S8140-1)을 대상으로 50K SNP chip을 사용하여 genome-wide genotyping 분석 진행함(그림 2-30).
- Growth room 및 필드 시험 정보를 토대로 한발 스트레스에 연관된 SNP 분자마커들의 선발이 2차년도 연구기간내에 완료될 것으로 판단됨.



<그림 2-30. Illumina사의 MaizeSNP50 BeadChip의 SNP 분포 정보>

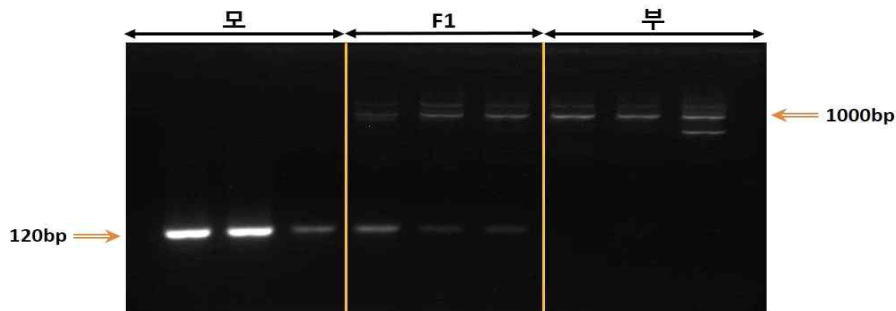
*Panzea is an NSF-funded project called "Biology of Rare Alleles in Maize and its Wild Relatives".

바. 품종 판별용 분자마커 작성

- 품종 판별 및 순도 검정을 위한 SSR 분자마커 선발을 시도
- 대상은 찰옥4호 품종이었으며 검정 과정을 용이하게 하고자 1.5% agarose gel에서 명확

히 차이를 보이는 primer 조합의 선발을 목표

- 상업적으로 판매되고 있는 300개의 SSR primer set을 사용하였으며 그 결과 1개의 primer 조합에서만 품종 판별 및 순도 검정이 가능하다는 것을 확인 하였음(그림 2-31).
- 손쉬운 검정을 위한 분자마커 선발에 있어 SSR 분자마커의 경우 그 효율이 매우 낮음을 확인되었으며 본 연구팀에서 보유하고 있는 TD 분자마커 생성과 SCAR 분자마커로 전환하는 방법이 가장 효율이 높을 것으로 판단됨.



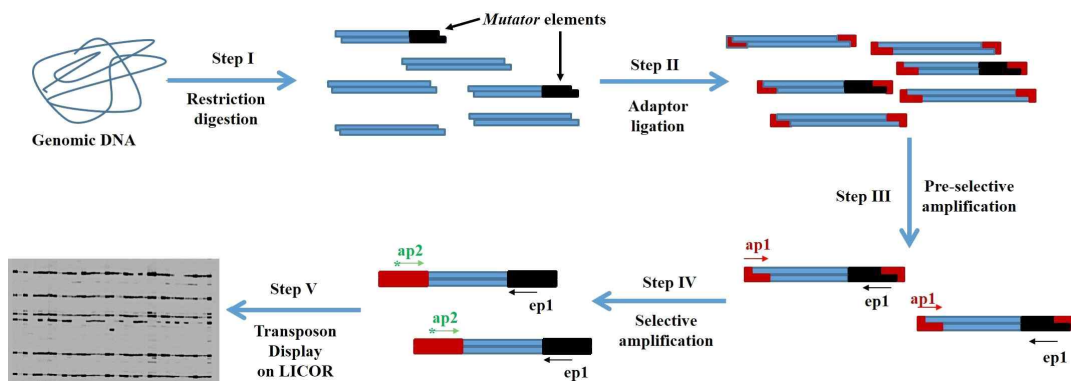
○ 사용된 Primer 정보

Umc2074-forward : 5'- ACACGGAGATGACAGACGCC -3'

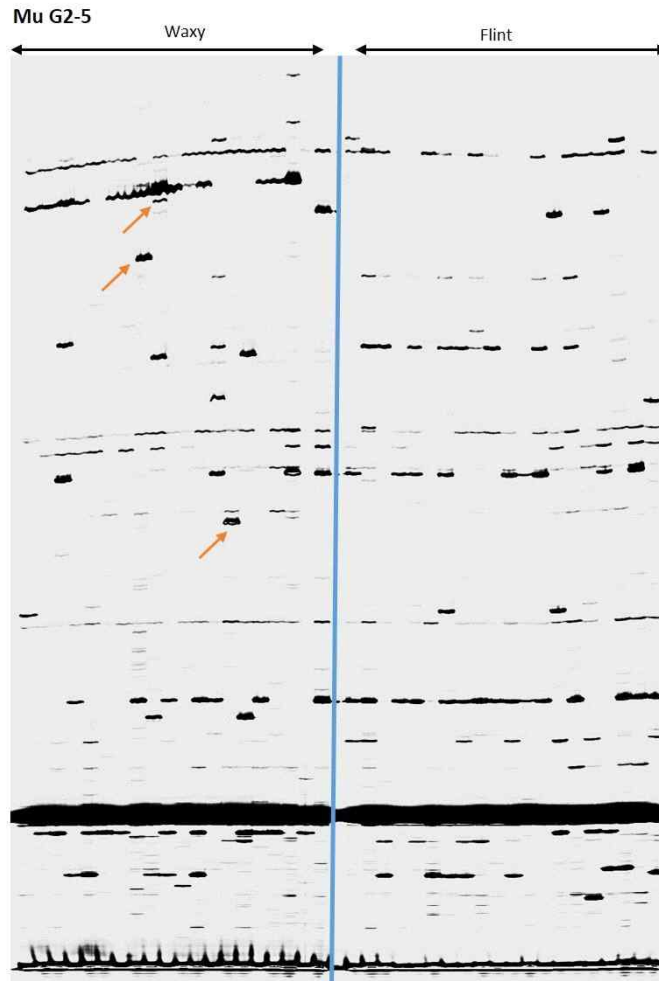
Umc2074-reverse : 5'- GTTGCCGAAGATGTTGTACTGGAT -3'

<그림 2-31. 찰옥4호 모/부 검정을 위한 SSR 분자마커 선발>

- 전이인자 분자마커 시스템(Transposon display, TD)을 활용한 옥수수 신품종 감별 분자마커 작성 기술이 이미 확립되어 있으며 다수의 옥수수 계통들을 대상으로 계통 특이적 DNA 단편들을 확보함(그림 2-32).
- 현재, 옥수수의 대표적인 DNA 전이인자인 CACTA와 *Mutator* 전이인자를 활용한 품종 판별용 SCAR 분자마커들의 작성이 가능하며 중국 수출용 옥수수 품종 개발 완료시 판별용 분자마커를 제공할 예정(그림 2-33).



<그림 2-32. 옥수수 Mutator-TD 분석을 위한 모식도>



<그림 2-33. 다양한 옥수수 계통들에 대한 Mutator-TD 분석 결과. 화살표는 특정계통에만 나타나는 PCR 단편을 나타내며 이들은 염기서열 결정 후 SCAR 마커로의 전환이 용이하다.>

3) 찰옥수수 품질관련 분자마커 작성

- 고품질 찰옥수수 “미백2호” 품종의 교배 양친으로 사용된 HW3, HW9과 배가반수체 방법으로 육성된 DH 50계통들을 대상으로 illumina사의 50K SNP chip을 사용하여 genome-wide genotyping 분석을 수행함.
- Genotyping 분석에 사용되는 옥수수 계통들은 옥수수연구소 포장에 3반복 파종되어져 있으며 주요 농업적 형질 조사가 병행되어질 예정이다. 선발된 SNPs는 형질조사 자료를 토대로 association 분석을 수행하고 활용이 가능한 SNP 분자마커들을 최종 선발할 예정

사. 주요 옥수수병원균의 살균제에 대한 모니터링

- 국내에서 매문병원균 방제에 활용이 가능한 약제가 등록되어 있지 않기 때문에 옥수수 재배지의 매문병 방제에 활용하기 위한 적정 약제 선발이 필요하다(깨씨무늬병은 1차년도에 수행 완료하였음). 매문병에 대한 약제 선발을 위해 국외의 옥수수 매문병 방제용으로 사용되는 약제 6(Fluquinconazole, Tebuconazole, Prochloraz, Difenconazole, Azoxystrobin과

Kresoxim-methyl)가지를 활용함.

- 결과 Fluquinconazole, Tebuconazole과 Prochloraz은 방제효과가 있었으며 Difenconazole, Azoxystrobin과 Kresoxim-methyl 에서는 전혀 방제효과가 없음이 재차 확인함. 현재 방제효과가 있는 Fluquinconazole, Tebuconazole과 Prochloraz에 대하여 최적 방제 효과를 낼 수 있는 매뉴얼을 제작중임

자. 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정

- 이전 연구에서 확립된 옥수수 매문병과 깨씨무늬병에 대한 병해 분석기술을 재확인하고 병 저항성 마커 개발을 위한 재료 확보를 위하여 기 선발된 매문병 및 깨씨무늬병 저항성/감수성 계통들의 검정을 다시 수행하였으며 그 결과 1차년도 대비 저항성을 보이는 5계통과 감수성을 보이는 5계통을 각각 추가 선발 하였음.
- 매문병의 경우 금년도에 선발한 개체들은 주로 품종들이며 이들의 모/부 계통들 또한 모두 저항성 및 감수성을 보이는 것을 확인함. 이들 중 저항성을 보이는 룡환13F1과 종교129F1 그리고 감수성을 보이는 선옥335F1과 종교114F1의 모/부 계통들의 50K SNP genotyping 분석을 수행하여 연관 분자마커들을 선발하고자 함(3차년도).
- 특히 종교129F1의 경우 깨씨무늬병에 대한 저항성을 또한 가진 것으로 확인되어 멀티 병 저항성 분자마커의 개발이 기대된다.

- 2차년도 추가 선발된 깨씨무늬병 저항성 및 감수성 계통

No.	깨씨무늬병 (<i>Bipolaris maydis</i>)	
	저항성계통	감수성계통
1	00hf31	06S8035
2	00hf37	09S8020
3	00hf38	8112
4	00hf39	Oh599
5	06S8019	룡단13호 부분

- 2차년도 추가 선발된 매문병 저항성 및 감수성 계통

No.	매문병 (<i>Exserohilum turcicum</i>)	
	저항성계통	감수성계통
1	룡환13F1	선옥335F1
2	강원29F1	종교101-M
3	강원36F1	강원26-F
4	종교126-F	강원20F1
5	종교129F1	종교114F1

- 현재 수출 유망 옥수수 19품종과 이들의 모/부 계통들에 대한 병 저항성/감수성 검정 연구를 진행 중에 있으며(<표 4-11>) 차년도 연구와 연계하여 검정을 최종 완료할 예정.

- 또한 품종개발을 책임지고 있는 옥수수 연구소와 협력하여 병 저항성 및 감수성 관련 분자마커를 개발하기 위하여 DH 계통 육성과 이미 육성된 DH 계통들에 대한 병 저항성/감수성 검정 그리고 50K SNP genotyping 분석을 수행중에 있으며 금년도 내에 최종 완료하여 깨씨무늬병/때문병에 대한 저항성 분자마커를 선발할 예정임.

- 병저항성 검정을 진행중인 수출 유망 19품종 57개체 리스트

Name of plants	Types	No. of plants	Name of plants	Types	No. of plants
18GNU001	Line	5	18GNU031	Line	5
18GNU002	Line	5	18GNU032	Line	5
18GNU003	F1	5	18GNU033	F1	5
18GNU004	Line	5	18GNU034	Line	5
18GNU005	Line	5	18GNU035	Line	5
18GNU006	F1	5	18GNU036	F1	5
18GNU007	Line	5	18GNU037	Line	5
18GNU008	Line	5	18GNU038	Line	5
18GNU009	F1	5	18GNU039	F1	5
18GNU010	Line	5	18GNU040	Line	5
18GNU011	Line	5	18GNU041	Line	5
18GNU012	F1	5	18GNU042	F1	5
18GNU013	Line	5	18GNU043	Line	5
18GNU014	Line	5	18GNU044	Line	5
18GNU015	F1	5	18GNU045	F1	5
18GNU016	Line	5	18GNU046	Line	5
18GNU017	Line	5	18GNU047	Line	5
18GNU018	F1	5	18GNU048	F1	5
18GNU019	Line	5	18GNU049	Line	5
18GNU020	Line	5	18GNU050	Line	5
18GNU021	F1	5	18GNU051	F1	5
18GNU022	Line	5	18GNU052	Line	5
18GNU023	Line	5	18GNU053	Line	5
18GNU024	F1	5	18GNU054	F1	5
18GNU025	Line	5	18GNU055	Line	5
18GNU026	Line	5	18GNU056	Line	5
18GNU027	F1	5	18GNU057	F1	5

18GNU028	Line	5			
18GNU029	Line	5			
18GNU030	F1	5			

* 정보보호를 위하여 실제 품종명을 기재하지 않았음

(3) 3년차(2019년)

가. 지역적응성 시험

- 2019년 중국 지역 적응성 시험은 북경 및 길림성에서 수행되었음.

○ 북경

- 북경 시험에 사용된 종자는 다음과 같음

시험번호	품종명	시험번호	품종명
19NH01	다미찰	19NH06	찰초교42
19NH02	찰초교16	19NH07	꿀미찰
19NH03	찰초교18	19NH08	18생예13
19NH04	찰초교21	19NH09	찰초교29
19NH05	찰초교33		

● 경종개요

- 파종-5월3일, 정식-5월20일, 수확-7월29일
- 재식거리: 65X25 cm, 8열 2반복

- 시험지 위치: 북경중연한중자유한공사내 시험지

● 생육상황

- 2018년에 비해 새 피해등도 없고 전반적인 생육상태가 양호하였음(그림 2-34).



북경 시험지



옥수수 수확

<그림 2-34.지역 적응성 시험 북경 재배 모습 과 수확 모습>

● 특성조사 및 선발 모습(그림 2-35).

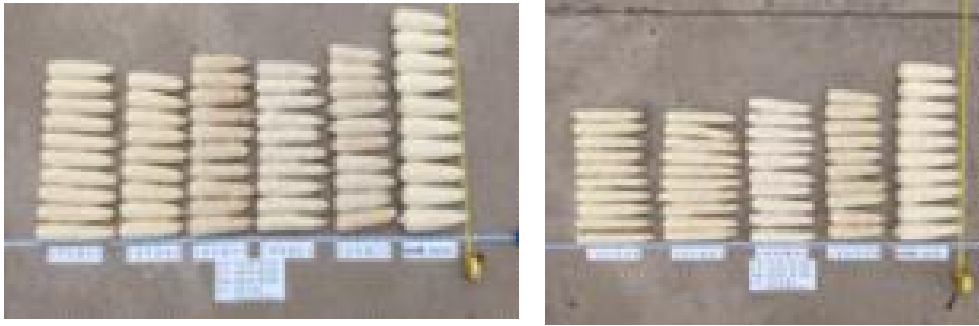


찰초당 옥수수비교
(위:중국품종,아래:다미찰)

<그림 2-35. 지역 적응성 시험 북경 재배 모습 과 수확 모습>

- 다미찰을 포함한 선발교잡종의 시험결과

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
19NH01	다미찰	7.8	298	159	13	23	4.6
19NH02	찰초교16	7.8	232	114	12	18.5	4.7
19NH03	찰초교18	7.2	210	116	13.2	19.2	4.6
19NH04	찰초교21	7.7	246	122	13.8	21.7	4.4
19NH05	찰초교33	7.7	226	110	11.8	18.2	4.8
19NH06	찰초교42	7.8	270	129	1.8	22.4	4.3
19NH07	꿀미찰	7.6	278	128	12.2	24.1	4.2
19NH08	18생예13	7.8	256	117	13.6	21.8	4.5
19NH09	찰초교29	7.8	270	130	12	18.6	4.7
대비종	가감나	7.9	290	135	15	19.8	5.7



<그림 2-36. 지역 적응성 시험 북경 의 이삭 수확 모습>

● 결과분석 및 선발

- 기존에 선발된 다미찰(2번), 꿀미찰(3번)의 형태 및 크기가 신조합보다 좋았음. 신조합들은 길이가 길었으나 두께가 얇아 전체적으로 밸런스도 좋지 않고 무게도 적게 나가는 것으로 보임(그림 2-36).
- 전체적으로 한국 품종들이 숙기가 빠른편이었음.
- 식미테스트를 위해 이삭 2개 정도를 찌서 시식을 하였음.
- 각 품종별 최적의 시기에 수확을 한 것이 아니어서 정확한 비교는 어려웠음.
- 다만 중국 품종이 크기도 크면서 단맛이 좋아 상당한 경쟁력이 있는 것으로 판단되었음.

○ 하북성 당산시 옥전현 농가시험실시함(그림 2-37).



농가 시험지

<그림 2-37. 지역 적응성 시험 하북성 당산시 농가 시험 모습>

- 손지강이라는 농민이 작년에 이어 재배 시험 수행
- 2년간 재배해 본 농민의 의견은 식미는 우수하나 수량성이 낮다는 의견이었음.

○ 길림성

- 길림성에서는 세 지역 (용정, 돈화, 길림)에서 시험 실시하였음(그림 2-38).

길림성 시험지 위치



길림성내 시험지 위치

<그림 2-38. 지역 적응성 시험 길림성 길림, 돈화, 용정 >

- 시험지 위치
 - 용정: 용중시 지신진 용지촌 연변대 시험지
 - 돈화: 돈화시 홍석향 임강동촌, 농가 위탁 시험
 - 길림: 길림 농과원 시험지
- 시험재료는 다음과 같음

시험번호	품종명	종류	시험번호	품종명	종류
19GW3	찰초교16	찰초당	19GC13	대륙옥	사료용
19GW4	차초교18	찰초당	19GC14	드림옥	사료용
19GW5	다미찰	찰초당	19GC15	17YB62	사료용
19GW6	찰초교29	찰초당	19GC16	17YB28	사료용
19GW7	찰초교33	찰초당	19GC17	18YB21	사료용
1	금나988	찰옥(중국)	19GC18	18YB26	사료용
2	은향나	찰옥(중국)	19GC19	18YB46	사료용
8	합나1호	찰옥(중국)	11	선옥335	사료용(중국)
9	화성8	찰옥(북한)	12	복래2	사료용(중국)

- 경종개요
 - 재식거리: 5m X 6열 2반복, 65X25cm
 - 파종: 용정-4월 27일, 돈화-4월 26일, 길림-4월 28일

• 생육상황

- 용정은 5월 봄 가뭄이 있었고 7~8월사이 흐린날이 많아 일조량이 적었음. 올해는 비교적 출수가 늦었음. 또한 시험구 중 일부 구간이 침수피해를 입었음.

- 돈화의 경우는 봄 가뭄은 없었으나 용정과 동일하게 8월에 흐린날이 많아 출수기가 약간 지연되었음.

- 길림은 평년과 비슷하였으나 9월 태풍 영향으로 도복이 일부 발생하였음.

• 특성조사

- 용정

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	백립중 (g)	생산량* (ton/ha)
19GC13	대륙옥	7.29	237	105	16.7	18.1	5.5	43.6	8.7
19GC14	드림옥	7.26	235	107	16	21.4	5	43.9	7.7
19GC15	17YB62	7.26	247	112	15	21	5.2	51.1	8.2
19GC16	17YB28	7.27	252	115	15.3	21.4	4.9	50.8	8.8
19GC17	18YB21	7.28	250	127	14.3	23	4.7	39.4	8.1
19GC18	18YB26	7.31	260	127	14.3	20.3	4.8	47.3	7.7
19GC19	18YB46	7.28	240	120	14	20.9	4.6	40.3	7.1
19GC11	선옥335	7.30	255	122	17	19.4	4.9	36.2	7.8
19GC12	복래2	7.27	225	112	17	19.8	4.9	38.4	7.6

*생산량은 함수율 15.5%로 환산하여 계산한 값

- 19GC11, 12는 대비종

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
19GW3	찰초교16	7.27	205	107	12.3	21.7	4.3
19GW4	차초교18	7.28	220	115	12.3	18.2	4.3
19GW5	다미찰	7.26	202	107	12.3	17.1	4.5
19GW6	찰초교29	7.25	227	132	12.3	19.2	4.3
19GW7	찰초교33	7.25	222	110	11.7	20.3	4.1
19GW1	금나	7.25	200	100	15.3	16.3	5
19GW2	은향나	8.1	240	120	12.7	19.7	5.4
19GW8	합나1호	7.29	202	107	15.3	16.9	5.1
19GW9	화성8	7.24	220	107	14.7	17.9	5.3

*생산량은 함수율 15.5%로 환산하여 계산한 값

- 19GW1, 2, 8, 9는 대비종



수확한 찰옥수수

사료용 옥수수

<그림 2-39. 지역 적응성 시험 용정 시험지, 대육옥, 찰초당 조합 선발 모습>

- 돈화

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	백립중 (g)	생산량* (ton/ha)
19GC13	대륙옥	8.3	205	100	18	18.9	5.9	41.7	9
19GC14	드림옥	8.1	207	105	16	21.3	5.5	48.7	8.4
19GC15	17YB62	8.2	230	120	18	20.5	5.2	53.6	9.1
19GC16	17YB28	8.1	235	130	16	22.7	5.2	56	9.6
19GC17	18YB21	8.4	235	132	16	22.8	5.1	47	8.1
19GC18	18YB26	8.4	237	130	12	23.3	4.9	57.7	8.5
19GC19	18YB46	8.3	240	142	16	23.4	5.3	51.1	8.4
19GC11	선옥335	8.4	237	130	18	20.7	5.3	45.6	9.1
19GC12	복래2	7.28	212	107	18	21.2	5.5	51.9	8.7

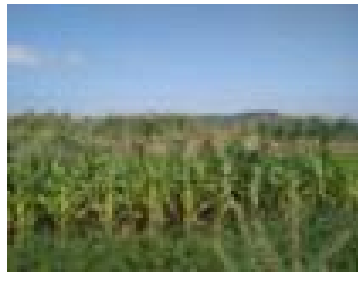
*생산량은 함수율 15.5%로 환산하여 계산한 값

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
19GW3	찰초교16	7.26	185	90	12	20.9	4.4
19GW4	차초교18	7.31	210	122	12	18.6	4.5
19GW5	다미찰	7.30	185	95	12	17.8	4.3
19GW6	찰초교29	7.30	210	122	12	19.2	4.8
19GW7	찰초교33	7.24	205	120	12	21	4.4
19GW1	금나	8.1	207	112	14	18.5	5.4
19GW2	은향나	8.6	210	112	12	19.9	5
19GW8	합나1호	8.3	205	112	14	18.6	5.2
19GW9	화성8	8.5	222	127	14	19.8	5.2

*생산량은 함수율 15.5%로 환산하여 계산한 값



돈화 시험지 파종



돈화 시험지



대륙옥(돈화)

<그림 2-40. 지역 적응성 시험 돈화 시험지, 대륙옥 선발 모습>

- 길림

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	생산량* (ton/ha)
19GC13	대륙옥	7.15	287	104	16	20.6	13.6
19GC14	드림옥	7.16	302	106	16	23.4	14.4
19GC15	17YB62	7.18	325	136	16	22.8	13.9
19GC16	17YB28	7.15	318	125	16	20.7	13.4
19GC17	18YB21	7.18	287	90	16	24.7	14.1
19GC18	18YB26	7.17	312	122	16	22.1	14.2
19GC19	18YB46	7.17	318	131	16	22.8	13.8
대비종	CK27	7.16	297	106	16	20.8	14.1

*길림농과원 자체 조사방법 준용

- 길림에서 대비종으로 사용한 CK27은 대표적인 중국 중조생 품종임. 길림은 다른 지역보다 북쪽에 위치해 있어 다른 대비종을 사용하였음.

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)
19GW3	찰초교16	7.13	265	104	13	25.4
19GW4	차초교18	7.13	304	135	14	22.8
19GW5	다미찰	7.12	285	120	13	21
19GW6	찰초교29	7.14	292	128	13	23.4
19GW7	찰초교33	7.14	267	98	12	22.6
대비종	CK옥점1	7.14	279	110	16	22.4

● 결과분석



길림 시험지



CK27 (중국 중조생)



대륙옥

<그림 2-41. 지역 적응성 시험 길림 시험지, 대륙옥 선발 모습>

- 사료용 옥수수 품종은 중국 품종과 비교될 만큼 많이 좋아졌음.
- 특히 대륙옥은 형태나 생산량이 지역에 따라서는 상당한 경쟁력을 가지고 있는 것으로 보임(그림 2-41).
- 새로운 조합 중 19GW16번은 용정과 돈화에서 우수한 생산량을 보여 주었고 이삭 형태도 좋아 내년엔 재시험해 볼 필요가 있을 것으로 보임. 16번은 작년에도 준수한 생산량을 보여 주었음.

○ 베트남

- 강원캠3호의 농가 시험재배 실시함(그림 2-42).



베트남 시험지 위치

<그림 2-42. 지역 적응성 시험 베트남 룽칸 시험지 위치>

- 강원캠3호는 GSP 1단계 연구를 통해 캄보디아에서 선발된 품종임. 캄보디아에서 생산 및 판매를 하려고 그간 노력하였으나 생산이 쉽지 않아 베트남에서 생산 테스트 수행하였음.
- 재배는 메콩씨드에 의뢰하여 진행하였고 실제 재배는 메콩씨드가 섭외한 현지 농가가 수행하였음.
- 대비 품종으로는 신젠타 품종 NK7328을 사용하였음(그림 2-43).



베트남 농가비교시험포장



신젠타 품종비교
(위:강원감3호,아래:신젠타품종)



베트남 옥수수 수확

<그림 2-43. 지역 적응성 시험 베트남 룡간 시험지, 강원감3호 선발 모습>

- 사일리지용으로 재배 하여 식물체 전체에 대한 무게를 측정하여 비교해 본 결과 큰 차이를 보이지는 않았음.
- 내년에는 농가에 위탁하여 재배한 다음 실제 사일리지 업체에 넘겼을 때 생산량을 비교해 볼 필요가 있음.
- 옥수수 자체 생산성은 신젠타 품종간 파이를 보임, 사일리지 생산성은 차이가 적으나, 종자 생산성이 적다면 상업화에 불리하다고 판단됨. 차년도 재 시험 예정임.

○ 자체 시험

- 농협종묘센터내 시험지에서 중국 품종 등 외국 품종과 국내 품종 시험 실시하였음.
- 작년과 유사하게 특히 중국 품종은 이삭이 굵고 긴 것이 많았음.

No.	품 종 명	초장 (cm)	착수고 (cm)	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	비고
1	고서사	201	50	19	5	
2	금관218	212	110	22	5.5	
3	다미자	189	61	21	5.1	
4	채나	205	102	21	5	
5	처가나	200	75	19	5	
6	경난	232	101	21	5.2	
7	흑진주	265	140	26	4.6	
8	홍마노	220	121	25	5.2	
9	SWEET-70	217	105	22	5.3	
10	TOP SWEET801	250	113	21	4.6	
11	MINI FANCY	180	93	13	2.5	
12	CHIA TAI SWEET CORN	310	146	20	4.7	
13	C.P. SWEET S3	252	133	23	5.7	
14	FLORIDA SUPERSWEET	205	78	20	5.2	

15	HONEYSWEET	171	54	17	4.3	
16	EARLY CHIEF	170	53	20	5	
17	SUN 'N' SNOW	180	65	19	5.2	
18	화찰 2호	234	122	21	5.1	
19	자화923	212	114	24	5.3	
20	경채2000	221	107	21	4.4	
21	WHITE GREE	282	140	23	5.5	
22	KGW1	250	150	20	5.2	
23	C.P. SWEET S1	251	115	26	5.3	
24	KNW1	268	140	21	5	
25	얼룩대학찰	241	100	18	4.1	3색
26	WTN158	220	110	22	5.3	신규
27	연농1호	230	110	22	3.7	신규
28	연농2호	210	85	23	3.4	신규

나. 품종 홍보 및 전시포

- 생산량은 낮으나 우수한 식미를 가진 품종으로 계속 홍보 진행하였음.
- 천진 종자박람회(10/13~15)에 참석하여 (현지 협력업체) 4품종 (19NH01~04)을 전시하였음(그림 2-44).



천진종자전시회 입구



전시품종

<그림 2-44. 천진종자전시회 및 전시품종 재배 모습>

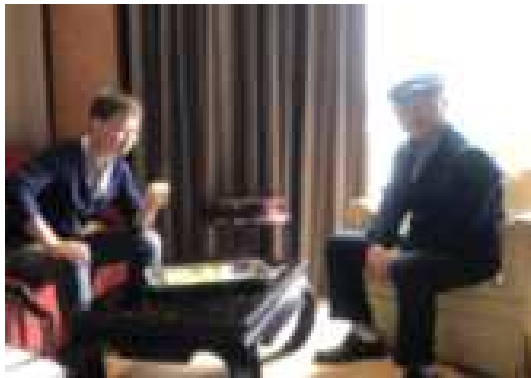
- 시식행사 실시
- 북경종자박람회(10/18~20)에 참석하여 4개 품종 (19NH01~04) 시식행사 실시
- 옥수수 종자 회사들은 호텔방에서 품종 전시 및 시식행사를 한다고 함.
- 우리도 동일하게 호텔방을 잡아서 시식회 실시하였음(그림 2-45).



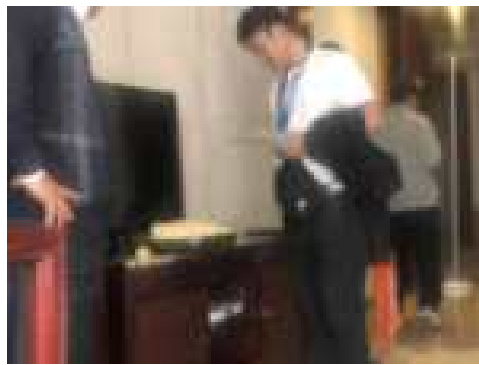
북경종자전시회 입구



호텔방 내 품종전시



시식회



호텔방 내 품종전시

<그림 2-45. 북경종자전시회 및 품종 전시 및 시식 모습>

- 방문한 회사는 많지는 않았으나 시식한 사람들 대부분은 식감이나 맛은 인정하였으나 판매하기에는 수량성이 낮다는 의견이있음.
- 찰초당 리딩 품종의 경우 무게가 많게는 500g(포엽 포함)까지 나감. 현재 보유한 품종의 무게가 보통 300g이 되지 않는 것을 감안하면 수량성 보안이 아주 시급한 것을 알 수 있음.

다. 종자생산

○ 중국

- 꿀미찰과 대륙2호 중국 현지 종자 생산 실시
- 꿀미찰은 약 740평, 대륙2호는 약 690평 사용
- 보다 원활한 종자 생산을 위해 농우바이오 종자 생산팀의 협력으로 진행하였음.
- 4월 중순경 파종하여 9월초 수확하였음.
- 생산량은 꿀미찰 87kg, 대륙2호 843kg
- 꿀미찰의 경우 부모계 개화시기 차이를 감안하여 파종하였음에도 문제 발생하여 종자생산량이 저조하였음.
- 생산된 꿀미찰은 판매에 사용. 대륙2호는 대량 시험 재배에 활용할 계획임.
- 차년도에도 종자 생산 재실시하여 최적화 할 필요가 있음.

○ 베트남

- 강원감3호 베트남에서 생산 진행 중
- 위치: 동나이성 감미군 수언페이
- 채종 대행: 엠제이무역
- 파종 면적: 약 1ha

라. 수출

○ 중국

- 북경중연한중자유한공사를 통해 끝미찰 35kg을 판매 하였음.
- 관련 증빙자료(그림 2-45).

NONG HYUP SEED				
164, Jeongbong-gil, Gongdo-eup, Anseong-si, Gyeonggi-do, Korea TEL: 82-31-8053-8413 FAX : 82-31-8053-8419				
Commercial Invoice				
Beneficiary NONG HYUP SEED 164, Jeongbong-gil, Gongdo-eup Anseong-si, Gyeonggi-do 17558, Korea TEL: 82-31-8053-8413 FAX : 82-31-8053-8419	No. & Date of Invoice NHSEED-12, 2019.9.30 No. & Date of Contract L/C Issuing Bank			
Applicant BEIJING ZHONGLIANHAN SEED CO., LTD BEIJING DAXINGQU LIXIANZHEN DAXINZHANG ZHONGXINQU TEL: 86-133-7171-7717 / FAX: 010-8922-3722	Remark • PRICE BASIS : CFR BEIJING, CHINA BY VESSEL • PAYMENT : Cash on Delivery • HS CODE : 11041155 • Our Bank Information - Nonghyup Bank - ADDRESS : 159 GONGDO-RO, GONGDO-EUP, ANSEONG-SI, GYEONGGI-DO, KOREA - SWIFT CODE : NACPKRSE - ACCOUNT NO : 301-0165-9748-51			
Notify SAME AS ABOVE				
Port of Loading INCHEON, KOREA	Final Destination BEIJING, CHINA			
Carrier	Sailing on or About OCT. 2019			
Marks & Numbers	DESCRIPTION	QUANTITY	UNIT PRICE	AMOUNT
	<u>VEGETABLE SEEDS</u>		FOB BEIJING, CHINA BY VESSEL	
C/T NO. 1-2	KKULMICHAL	35 KG	USD 10.0 / KG	USD 350.0
2 C/Is	TOTAL :	35 KG		USD 350.0

NONG HYUP SEED 

<그림 2-45. 중국 끝미찰 수출 자료>

○ 베트남

① 베트남 현지 적응 옥수수인 장수찰을 베트남에 일부 수출 진행 중임.

품목	장수찰옥수수
수량	120kg (3,000봉, 40g/봉)
단가	1 USD / 봉
금액	3,000 USD

- 현재 농협종묘에서 포장 작업 진행 중이며 완료 후 박스포장하여 운송예정임.
- 11월 초에 전달예정임.
- 포장은 국내에서 수행하고 현지에서 베트남어로 스티커 부착하여 판매예정.
- 농협종묘와 베트남 수입업체인 유니콘팜 간의 계약서(그림 2-46).

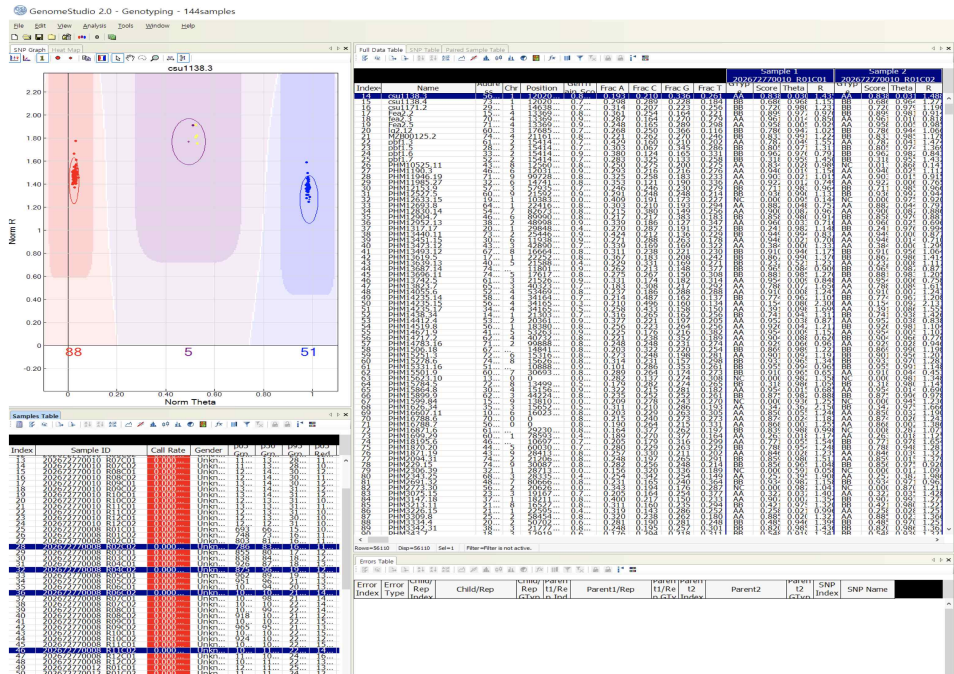


<그림 2-46. 베트남 장수찰 수출 증빙 자료>

② 강원캠3호도 1ha 채종 진행 중, 길림지역의 시험포 및 시교로 활용함

마. 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작

- SNP 정보를 활용한 옥수수 품종/계통들의 감별을 시도하였으며 그 결과 성공적으로 구분이 가능한 방법을 개발함(그림 2-47).
- 먼저 대상 옥수수 품종/계통들을 illumina사의 50K SNP chip을 사용하여 genotyping 분석을 완료하고 집단 또는 개체 특이 SNP 선발에 활용



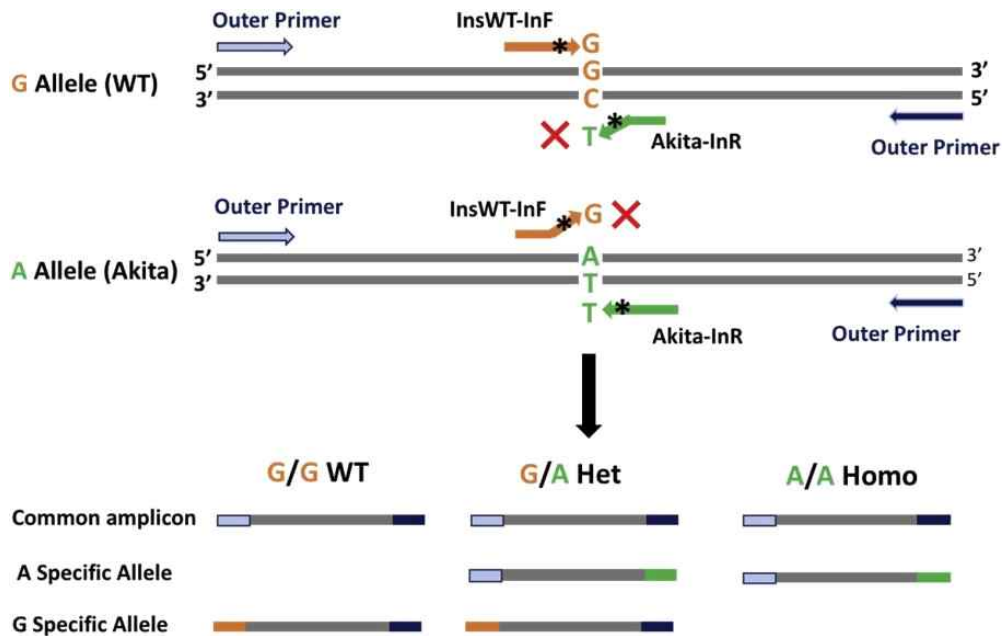
<그림 2-47. 50K chip을 활용한 옥수수 SNP genotyping 분석 결과. 좌측 상단과 같이 명확하게 구분되어지는 결과만을 반영하였음>

- 집단 또는 개체 특이 SNP들의 선발은 먼저 형질 및 특성에 따라 비교군을 설정하고 그룹간 상반되어지는 SNP를 선발하는 방식을 사용
- 상반되는 SNP들 중 heterozygous 형태로 존재하는 SNP들은 제외하였으며 homozygous SNP들만 최종 선발함(그림 2-48).

Chip # -->	20267277	20267277	20267277	20267277	20267277	20267277	20267277	20267277	20267277	20267277
	0008_R11	0008_R02	0008_R04	0008_R06	0007_R09	0007_R11	0007_R02	0007_R04	0007_R06	0007_R08
	C02	C02	C02	C02	C01	C01	C01	C01	C01	C01
실험# -->	127	128	129	130	141	142	143	144	145	146
샘플명 -->	Group1				Group2					
csu1138.3	AG	AG	AG	AG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
csu1138.4	AG	AG	AG	AG	AA	AA	AA	AA	AA	AA
PUT-163a-148932938-397	AG	AG	AG	AG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
PUT-163a-149105275-937	--	--	--	--	AA	AA	AA	AA	AA	AA
PUT-163a-17931895-1207	AG	AG	AG	AG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
PUT-163a-18162342-1227	AG	AG	AG	AG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
PUT-163a-60395273-2925	CC	CC	CC	CC	AA	AA	AA	AA	AA	AA
PUT-163a-71771567-3545	AC	AC	AC	AC	AA	AA	AA	AA	AA	AA
PUT-163a-94480077-4903	AG	AG	AG	AG	AA	AA	AA	AA	AA	AA
PZA02818.6	AA	AA	AA	AA	AG	AG	AG	AG	AG	AG
PZA02824.5	AG	AG	AG	AG	GG	GG	GG	GG	GG	GG
PZA03028.5	AG	AG	AG	AG	GG	GG	GG	GG	GG	GG

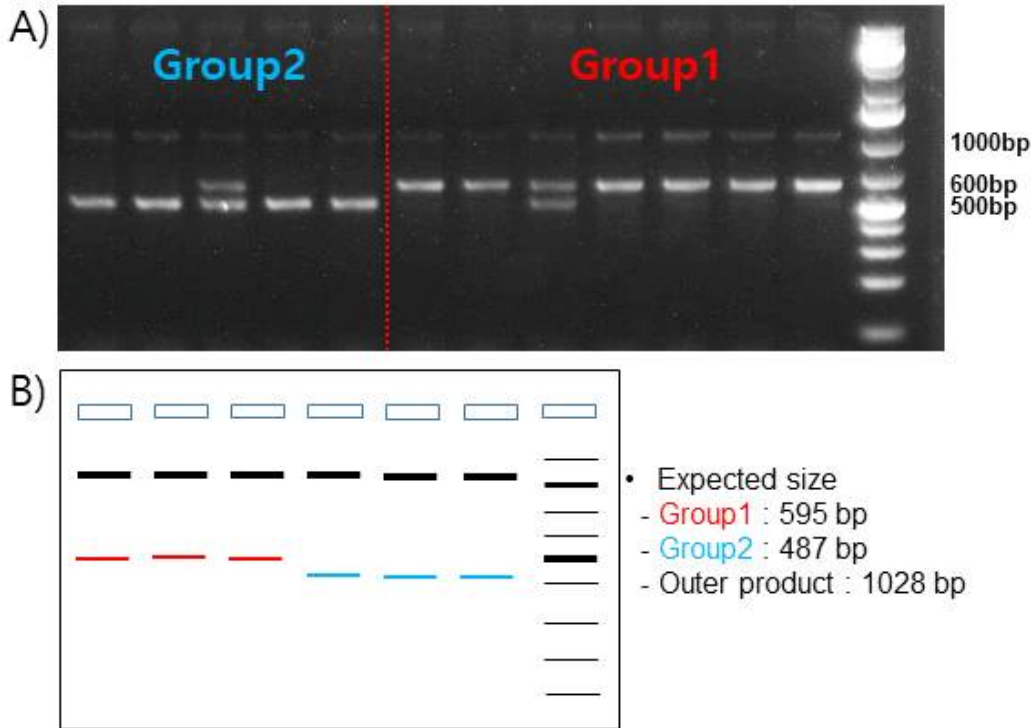
<그림 2-48. 그룹 특이 SNP 선발 과정. 그룹 내에서는 동일하고 그룹 간에는 다른 homozygous 상태의 SNP들만 최종 선발하였다. 최종 선발된 SNP는 그림 내 노란 줄로 표시>

- 선발된 SNP 정보를 기반으로 손쉬운 판별 방법인 PCR 검정이 가능하도록 시스템 전환 (그림 2-49).
- ARMS-PCR 또는 AS-PCR 분석기술의 도입이 유일한 방법이며 특히 ARMS-PCR의 경우 한번의 PCR reaction으로 homozygous 및 heterozygous SNP를 모두 검출이 가능하다는 장점을 가짐.



<그림 2-49. ARMS-PCR 기법의 모식도 (Undi et al., 2019).>

- ARMS-PCR 시스템의 전환 가능성을 확인하기 위해 제작된 primer를 사용하여 PCR genotyping 분석을 수행하였고 그 결과 PCR 단편들이 성공적으로 증폭되어지는 것을 확인하였으며 PCR genotyping 결과가 SNP genotyping 결과와 일치하는 것을 증명하였음(그림 2-50).
- 특히, heterozygous SNP locus에 대한 PCR 판별이 가능함이 확인된바 추후 개발될 신제품/계통들의 구분 및 순도 검정용으로 유용하게 활용되어 질 것으로 기대됨.



<그림 2-50. ARMS-PCR 기술을 활용한 PCR genotyping 결과>

바. 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성

1) 한발 저항성 분자마커 선발

- 전년도에 선발한 한발 스트레스 저항성 계통 5점(04S8077, 04S8093, 07S8045, B84, Va85)과 중간형 계통 5점(00hf29, 00hf30, CML177, 05S8027, 05S10032) 그리고 감수성 계통 5점(00hf17, 00hf19, 02S8072, 06S8130-1, 06S8140-1)에 대한 50K SNP genotyping 분석을 완료.
- 전체 42,863개의 SNP들의 검출이 가능하였으며 이 정보를 기반으로 저항성/감수성 SNP들을 선발함(그림 2-51).

#sample_ID	sample_name	population	Number of Sites	Gametes Missing	Proportion Missing	Number Heterozygous	Proportion Heterozygous
205	B73	Drought_intolerant	42836	606	0.00707	23	5.41E-04
E1	00hf17	Drought_intolerant	42836	2316	0.02703	98	0.00235
E2	00hf19	Drought_intolerant	42836	2302	0.02687	113	0.00271
E3	06S8130-1	Drought_intolerant	42836	2302	0.02687	1005	0.02411
E4	06S8140-1	Drought_intolerant	42836	2378	0.02776	133	0.00319
E5	02S8072	Drought_intolerant	42836	2282	0.02664	510	0.01223
E6	04S8093	Drought_moderately_tolerant	42836	1790	0.02089	427	0.01018
E7	00hf29	Drought_moderately_tolerant	42836	2356	0.0275	173	0.00415
E8	00hf30	Drought_moderately_tolerant	42836	2798	0.03266	376	0.00907
E9	05S8027	Drought_moderately_tolerant	42836	2696	0.03147	290	0.00699
E10	07S8045	Drought_moderately_tolerant	42836	2584	0.03016	86	0.00207
E11	B84	Drought_tolerant	42836	1788	0.02087	98	0.00234
E12	Va85	Drought_tolerant	42836	2804	0.03273	140	0.00338
E13	CML177	Drought_tolerant	42836	2934	0.03425	167	0.00404
E14	04S8077	Drought_tolerant	42836	2200	0.02568	134	0.00321
E15	05S10032	Drought_tolerant	42836	2548	0.02974	128	0.00308

<그림 2-51. 한발 스트레스 저항성, 감수성 및 중간형 계통들에 대한 SNP genotyping 결과 요약>

- 방법론은 앞서 기술한 바와 같이 저항성 계통 군과 감수성 계통군을 비교군으로 설정하고 두 그룹 간 상반되는 SNP locus를 선발하는 방식으로 하였다. 상반되는 SNP들 중

heterozygous 형태로 존재하는 SNP들은 최종 선발에서 제외함.

- 그 결과 133개의 한발 저항성/감수성 연관 SNP 분자마커들을 선발함(그림 2-52).

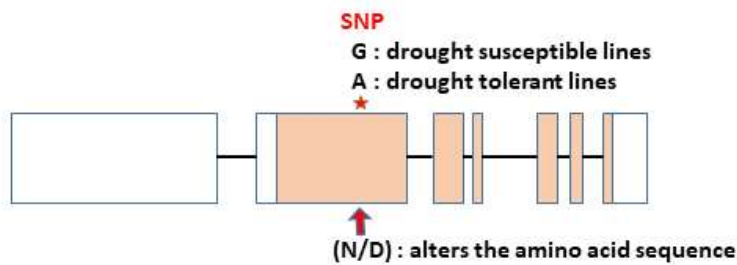
No	SNP/Cultivar Name	B73	00hf17	00hf19	06S8130-1	06S8140-1	02S8072	B84	Va85	CML177	04S8077	05S10032
1	PUT-163a-13382148-213	CC	CC	CC	CC	CC	CC	AA	AA	AA	AA	AA
2	PUT-163a-14245173-338	AA	AA	AA	AA	AA	AA	GG	GG	GG	GG	GG
3	PUT-163a-14245173-339	GG	GG	GG	GG	GG	GG	AA	AA	AA	AA	AA
4	PUT-163a-31406277-1936	AA	AA	AA	AA	AA	AA	CC	CC	CC	CC	CC
5	PUT-163a-71443228-3338	AA	AA	AA	AA	AA	AA	CC	CC	CC	CC	CC
6	PZA02367.1	GG	GG	GG	GG	GG	GG	AA	AA	AA	AA	AA
7	PZE-101048807	AA	AA	AA	AA	AA	AA	CC	CC	CC	CC	CC
8	PZE-101127173	AA	AA	AA	AA	AA	AA	GG	GG	GG	GG	GG
9	PZE-101133754	CC	CC	CC	CC	CC	CC	GG	GG	GG	GG	GG
10	PZE-101134737	AA	AA	AA	AA	AA	AA	GG	GG	GG	GG	GG
11	PZE-101189787	GG	GG	GG	GG	GG	GG	AA	AA	AA	AA	AA
12	PZE-101189810	AA	AA	AA	AA	AA	AA	GG	GG	GG	GG	GG
13	PZE-101189838	GG	GG	GG	GG	GG	GG	AA	AA	AA	AA	AA
14	PZE-101189858	GG	GG	GG	GG	GG	GG	AA	AA	AA	AA	AA
15	PZE-101189877	AA	AA	AA	AA	AA	AA	CC	CC	CC	CC	CC

■ Drought susceptible maize lines
■ Drought tolerant maize lines

124	SYN4655	AA	AA	AA	AA	AA	AA	GG	GG	GG	GG	GG
125	SYN7084	GG	GG	GG	GG	GG	GG	AA	AA	AA	AA	AA
126	SYN7777	CC	CC	CC	CC	CC	CC	AA	AA	AA	AA	AA
127	SYN8245	AA	AA	AA	AA	AA	AA	GG	GG	GG	GG	GG
128	SYN9363	GG	GG	GG	GG	GG	GG	AA	AA	AA	AA	AA
129	SYNGENTA10258	AA	AA	AA	AA	AA	AA	CC	CC	CC	CC	CC
130	SYNGENTA12875	AA	AA	AA	AA	AA	AA	GG	GG	GG	GG	GG
131	SYNGENTA17006	TT	TT	TT	TT	TT	TT	AA	AA	AA	AA	AA
132	SYNGENTA2301	CC	CC	CC	CC	CC	CC	GG	GG	GG	GG	GG
133	ZM012369-0391	AA	AA	AA	AA	AA	AA	GG	GG	GG	GG	GG

<그림 2-52. SNP genotyping 분석 결과 최종 선발된 한발 스트레스 저항성/감수성 형질 연관 133개 SNP 정보>

- 한발 스트레스 저항성/감수성 형질에 밀접하게 연관된 SNP를 선발하기 위하여 최종 선발된 133개의 SNP들중 유전자의 exon에 위치하며 아미노산 변이를 일으키는 SNP들을 재선발
- 현재, 후보 SNP 하나를 선발하였으며 이 SNP는 옥수수 inactive poly [ADP-ribose] polymerase RCD1 유전자의 첫 번째 exon에 위치하며 아스파라긴/아스파르트산 변이를 만드는 것이 확인함(그림 2-53).
- 특히, 옥수수 RCD1 유전자는 abiotic stress 반응에 반드시 필요하며 여러 가지 스트레스 반응 유전자를 조절할 수 있음이 보고되어졌다. 이 SNP는 한발 저항성/감수성 판별 마커로서의 활용과 선발된 RCD1 유전자를 활용한 옥수수 한발 저항성 신품종 개발에 활용되어질 수 있을 것으로 기대함. 현재 두 transcripts를 분리하여 애기장대 식물체에 도입을 진행중에 있으며 이를 통해 이 유전자들의 정확한 기능 규명이 가능할 것으로 판단됨.



Zea mays inactive poly [ADP-ribose] polymerase RCD1 gene

<그림 2-53. 한발 스트레스 관련 계통들에 대한 SNP genotyping 분석 결과 한발 스트레스에 밀접하게 연관되어 있을 것으로 예상되는 SNP locus 인근 지역의 정보 요약>

2) 옥수수 농업 형질(품질 및 병 저항성) 관련 분자마커 선발

옥수수 집단분석 및 유용유전자원들의 선발을 위하여 6개 집단 192점의 식물체들에 대한 50K SNP genotyping 분석을 수행함.

- 집단1 : 옥수수의 선조종인 티오신테 4점, waxy 계통 14점 그리고 dent 계통 17점으로 구성되어 있으며 이들에 대한 SNP genotyping 분석을 수행, 전체 47,186개의 SNP들이 검출되어 졌으며 유전체 분석기술을 상용하여 집단 구조 분석을 수행함(그림 2-54).

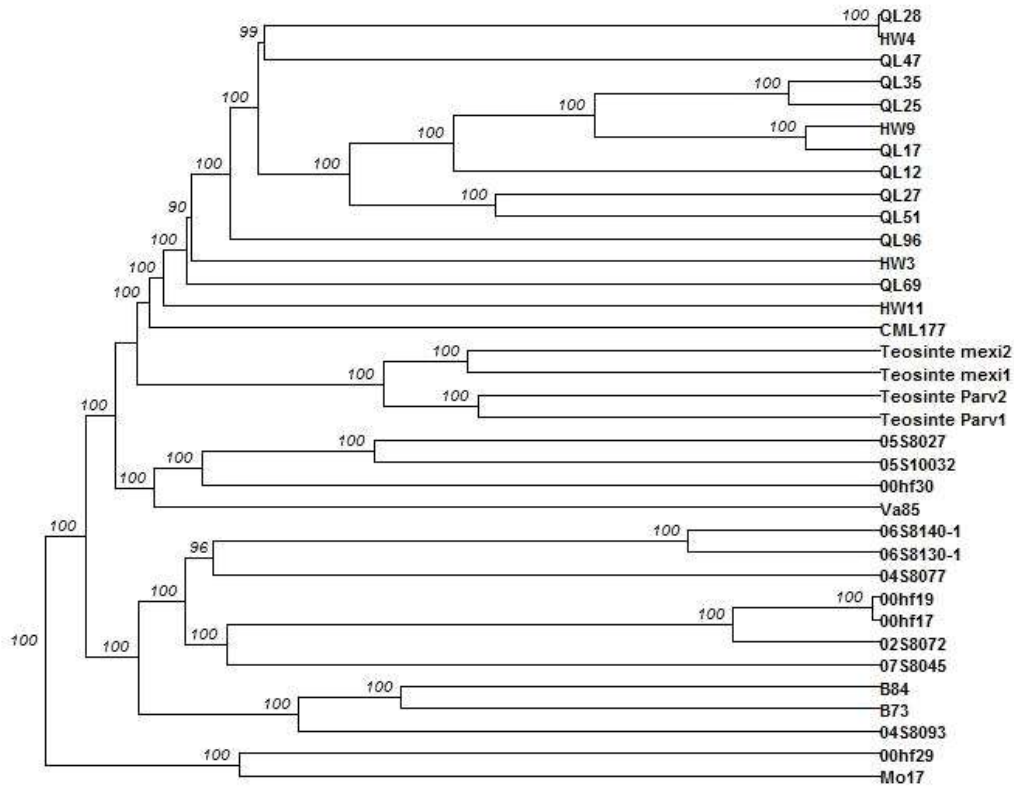
#sample_ID	sample_name	population	Number of Sites	Gametes Missing	Proportion Missing	Number Heterozygous	Proportion Heterozygous
1	HW4	Waxy	47186	3814	0.04041	212	0.00468
2	QL12	Waxy	47186	3794	0.0402	518	0.01144
3	QL25	Waxy	47186	3880	0.04111	140	0.00309
4	QL28	Waxy	47186	3880	0.04111	150	0.00332
6	QL47	Waxy	47186	3952	0.04188	144	0.00319
7	QL51	Waxy	47186	3836	0.04065	142	0.00314
8	QL96	Waxy	47186	3738	0.03961	170	0.00375
9	HW3	Waxy	47186	3438	0.03643	140	0.00308
11	QL17	Waxy	47186	3926	0.0416	150	0.00332
12	QL27	Waxy	47186	3782	0.04008	175	0.00386
13	QL35	Waxy	47186	15808	0.16751	3428	0.08727
14	QL69	Waxy	47186	3678	0.03897	230	0.00507
125	HW9	Waxy	47186	3800	0.04027	160	0.00353
126	HW11	Waxy	47186	3296	0.03493	179	0.00393
201	Teosinte_mexi1	Ancestral_species	47186	7260	0.07693	4098	0.09409
202	Teosinte_mexi2	Ancestral_species	47186	6750	0.07153	5520	0.126
203	Teosinte_Parv1	Ancestral_species	47186	6064	0.06426	9717	0.22007
204	Teosinte_Parv2	Ancestral_species	47186	6018	0.06377	9825	0.2224
205	B73	Dent	47186	770	0.00816	23	4.91E-04
206	Mo17	Dent	47186	2300	0.02437	110	0.00239
E1	00hf17	Dent	47186	2752	0.02916	98	0.00214
E10	07S8045	Dent	47186	3042	0.03223	86	0.00188
E11	B84	Dent	47186	2148	0.02276	98	0.00213
E12	Va85	Dent	47186	3358	0.03558	140	0.00308
E13	CML177	Dent	47186	3540	0.03751	167	0.00368
E14	04S8077	Dent	47186	2622	0.02778	134	0.00292
E15	05S10032	Dent	47186	3058	0.0324	128	0.0028
E2	00hf19	Dent	47186	2744	0.02908	113	0.00247
E3	06S8130-1	Dent	47186	2786	0.02952	1005	0.02195
E4	06S8140-1	Dent	47186	2894	0.03067	133	0.00291
E5	02S8072	Dent	47186	2690	0.0285	510	0.01113
E6	04S8093	Dent	47186	2182	0.02312	427	0.00926
E7	00hf29	Dent	47186	2830	0.02999	173	0.00378
E8	00hf30	Dent	47186	3386	0.03588	376	0.00827
E9	05S8027	Dent	47186	3234	0.03427	290	0.00636

<그림 2-54. 선조종을 포함한 일반 옥수수 집단에 대한 SNP genotyping 분석 결과 요약>

- SNP genotyping 결과를 기반으로 덴드로그램을 작성한 결과 흥미롭게도 4개의 선조종들이

dent 계통들이 아닌 waxy 계통들과 같은 그룹을 형성하고 있음이 확인되었으며 일부 dent 계통들이 같은 계열의 dent 계통들보다 waxy 계통들과 가까운 그룹을 형성하고 있음이 확인함(그림 2-55).

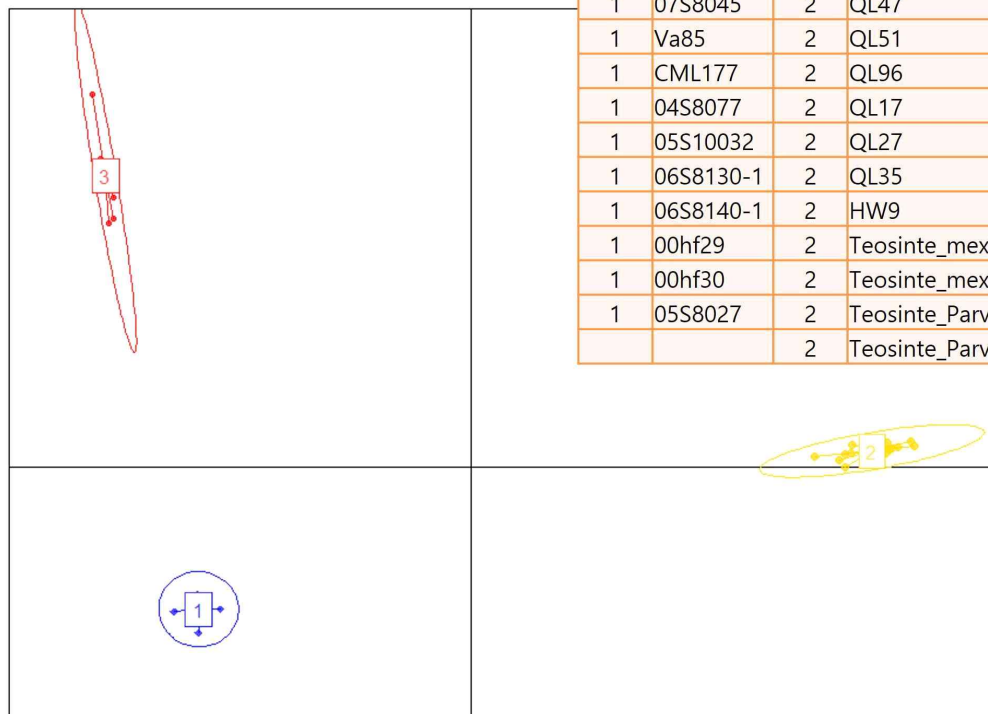
- 현재 SNP genotyping 분석 개체수를 늘려 재분석을 진행함.



<그림 2-55. 47,186개의 SNP 마커를 기반으로 작성된 옥수수 집단의 dendrogram>

- 47,186개의 SNP 마커를 사용하여 DACP plot 분석을 통한 옥수수 유전 집단들의 구조 분석을 수행하였으며 그 결과 세 개의 그룹으로 나뉘는 것이 확인(그림 2-56).
- 선조종인 티오신테 집단은 찰옥수수 집단과 한 개의 그룹을 형성하였으며 일부 찰옥수수 식물체는 dent 계열 식물체들과 독립적인 한 개의 그룹을 형성하고 있음이 확인됨
- 본 분석기술을 사용하여 보유하고 있는 유전자원들에 대한 유전적 다양성 분석 및 우수한 F1 옥수수 품종개발을 위한 교배 모/부분 선발에 유용하게 활용되어 질 것으로 기대함.

DAPC plot & group information



group	name	group	name	group	name
1	HW3	2	HW4	3	B73
1	QL69	2	QL12	3	00hf17
1	HW11	2	QL25	3	B84
1	Mo17	2	QL28	3	00hf19
1	07S8045	2	QL47	3	02S8072
1	Va85	2	QL51	3	04S8093
1	CML177	2	QL96		
1	04S8077	2	QL17		
1	05S10032	2	QL27		
1	06S8130-1	2	QL35		
1	06S8140-1	2	HW9		
1	00hf29	2	Teosinte_mex1		
1	00hf30	2	Teosinte_mex2		
1	05S8027	2	Teosinte_Parv1		
		2	Teosinte_Parv2		

<그림 2-56. DAPC plot 분석을 활용한 주요 옥수수 집단들의 유전적 구조 분석과 생성된 그룹 정보>

- 집단 2 : 고품질 관련 마커 탐색. 고품질 찰옥수수 품종인 미백2호와 반수체배가육종기술을 사용하여 작성된 DH 계통들의 SNP genotyping 분석을 완료하였음. 현재 형질 조사 결과 대비 연관 SNP 마커들을 탐색 중에 있으며 품질 관련 및 수량성 관련 마커들의 선발을 진행함
- 집단 3 : 병 저항성 관련 마커 탐색. 옥수수 줄기썩음병, 매문병, 그리고 깨씨무늬병에 저항성을 보이는 F1 식물체들과 육성된 DH 계통들의 SNP genotyping 분석을 완료하였으며 집단2와 같이 형질조사 결과 대비 연관 SNP 마커들의 선발을 함께 진행함

사. 옥수수 주요 병해 특성 분석

- 선행 연구로부터 순수 동정한 매문병(*Exserohilum turcicum*)과 깨씨무늬병(*Bipolaris maydis*) 균주들을 지속적으로 유지하고 있으며 상시 배양하여 접종에 사용중임.

아. 옥수수 신품종 및 계통 병 저항성/감수성 검정

- 확립된 옥수수 매문병과 깨씨무늬병에 대한 병해 분석기술을 사용하여 병 저항성 마커 개발을 위한 재료 확보를 위해 선발된 매문병 및 깨씨무늬병 저항성/감수성 계통들의 검정을 지

속 진행중임.

- 매문병 검정 : 15점의 수출용 국내 육성 우수 F1 식물체와 이들의 모/부, 전체 45점에 대한 매문병 병원균을 접종하고 저항성/감수성 검정을 수행중에 있음.
- 매문병 검정 : 중국 우수 품종인 선옥335를 포함한 8개의 품종과 8개의 모/부 계통들에 대한 매문병 저항성/감수성 검정 (매문병 저항성 분자마커 및 연관 유전자 동정을 위한 DH 계통 육성 기초 자료 확보) 중에 있음.
- 깨씨무늬병 검정 : 중국 우수 품종인 선옥335를 포함한 7개의 품종과 8개의 모/부 계통들에 대한 깨씨무늬병 저항성/감수성 검정

- 매문병과 깨씨무늬병 검정에 사용된 품종/계통 정보

No.	Cultivar Name	No.	Cultivar Name
1	선옥335 (F1)	9	종교131 (모)
2	P1184 (F1)	10	종교131 (부)
3	CP888 (F1)	11	NK6240 (모)
4	LVN10 (F1)	12	NK6240 (부)
5	강원캡3 (F1)	13	찰옥1801 (모)
6	LVN10 (F1)	14	찰옥1801 (부)
7	강원31 (F1)	15	찰옥1802 (모)
8	선옥335 (F1)	16	찰옥1802 (부)

(4) 4년차(2020년)

- 2020년도 코로나로 인해 현지 방문이 불가하여 시험 결과를 직접 볼 수 없었음.

가. 지역적응성 시험

- 중국 적응성 시험은 북경과 길림성(용정, 돈화)에서 진행되었음.

○ 북경

- 장소: 북경중연한중자유한공사

- 시험에 사용한 종자는 아래와 같음.

번호	품종
NW20-1	다미찰
NW20-2	꿀미찰(찰초교3)
NW20-3	찰초교16
NW20-4	찰초교21
NW20-5	찰초교33
NW20-6	18생예13
NW20-7	찰초교20
NW20-8	찰초교24
NW20-9	찰초교50

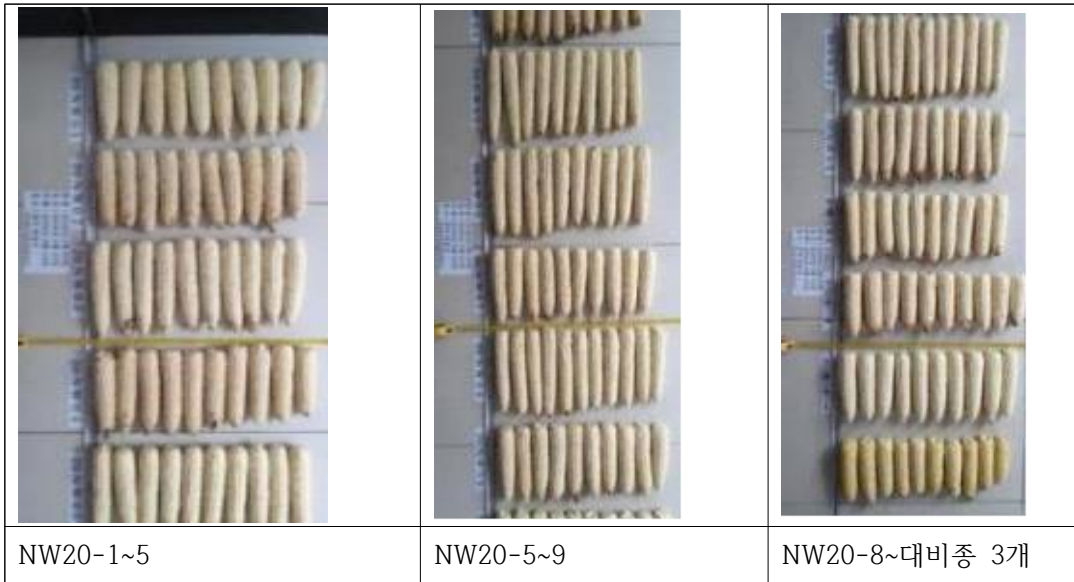
● 경종개요

- 파종: 5월5일, 수확: 8월 10일

- 재식거리: 65X25 cm, 8열 2반복

● 시험 결과

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	이삭무게 (g)
NW20-1	다미찰	7.16	200	111	14.0	18.0	4.7	220.0
NW20-2	꿀미찰 (찰초교3)	7.08	204	94	12.6	20.4	4.4	193.3
NW20-3	찰초교16	7.15	220	110	13.2	23.8	4.4	235.8
NW20-4	찰초교21	7.09	222	125	13.0	20.5	4.5	225.8
NW20-5	찰초교33	7.13	244	118	12.8	24.6	4.4	244.1
NW20-6	18생예13	7.16	300	164	14.0	24.2	4.6	273.6
NW20-7	찰초교20	7.12	203	106	13.4	20.5	4.8	241.9
NW20-8	찰초교24	7.15	210	100	14.4	24.1	5.0	288.2
NW20-9	찰초교50	7.14	244	90	13.6	22.3	4.9	277.3
대비종	金糯 1801	7.16	187	83	16.8	20.7	5.1	290.0
대비종	158	7.17	186	84	16.4	18.9	5.8	300.0
대비종	万糯十一	7.20	254	128	14.8	22.0	5.6	322.0



<그림 2-57. 지역적응성 시험 중국 북경 지역 선발 모습>

● 결과분석

- 올해는 기존 조합보다 생산성이 많이 향상 된 조합이 있었음. 대비 품종은 이삭무게가 320g 정도 나가는 것이 있는데 국내 조합은 최대 280g 정도 임. 초기 선발 조합인 다미찰이나 꿀미찰의 무게가 190~220g 정도 인 것을 감안하면 올해에는 상당히 무게가 나가는 조합(찰초교24)을 찾을 수 있었음. 이 조합은 이삭장이 길고 이삭경도 큰 것을 알 수 있음. 그러나 중국 대비 품종의 이삭경이 5.6~5.8cm로 찰초교의 5.0cm 보다 더 큰 것을 알 수 있음. 대신 찰초교24는 이삭장이 더 김. 따라서 중국 대비종에 비해 좀 더 얇고 긴 형태를 가지고 있는 것을 알 수 있음. 이삭장을 유지한 상태로 이삭경을 더 크게 할 수 있으면 생산량은 중국 품종에 상당히 근접하게 될 것으로 생각됨(그림 2-57).

○ 용정

- 시험구: 5m, 2열, 3반복

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	백립중 (g)	생산량* (ton/ha)
20GC11	福萊2 (복래2)	7.20	233	106	15.2	22.5	5.1	44.5	13.6
20GC12	福萊818 (복래818)	7.23	302	125	17.2	21.7	5.1	40.1	12.8
20GC13	대륙옥	7.23	245	107	16.2	20.9	5.1	40.2	10.1
20GC14	17YB62	7.22	261	120	15.0	20.6	4.9	46.2	10.3
20GC15	17YB28	7.22	265	127	15.4	21.6	4.8	39.8	11.2
20GC16	18YB21	7.22	260	127	14.1	23.7	4.7	39.7	11.9

20GC17	19YB11	7.25	236	110	14.2	27.5	4.7	40.3	11.6
20GC18	19YB30	7.24	307	137	14.2	24.2	4.9	41.2	12.6
20GC19	19YB61	7.20	262	112	16.8	22.0	5.1	38.9	11.9

*생산량은 함수율 15.5%로 환산하여 계산한 값

- 20GC11, 12는 대비종(그림 2-58).



<그림 2-58. 지역적응성 시험 중국 용정 지역 선발 모습>

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
20GW1	粘掉牙 (점도아)	7.22	236	122	14.6	19.3	5.1
20GW2	嘎嘎粘 (알알점)	7.26	265	139	13	19.7	5.0
20GW3	찰초교16	7.19	220	107	13.8	20.7	4.4
20GW4	찰초교33	7.19	234	122	13.4	20.6	4.0
20GW5	19YB77 (찰초교21)	7.15	226	115	11.6	18.1	4.4
20GW6	19YB78 (찰초교26)	7.19	194	97	13.4	17.6	4.6
20GW7	19YB82 (찰초교45)	7.18	232	115	13.8	18.1	4.4
20GW8	꿀미찰	7.14	210	90	13.2	18.5	4.4

*20GW1,2는 대비종

- 찰초당의 경우 맛 평가도 같이 진행. 현지인 입맛 기준으로 찰초교16, 33이 높은 점수를 받았다.

○ 돈화

- 시험구: 5m, 2열, 3반복

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	백립중 (g)	생산량* (ton/ha)
20GC11	福萊2 (복래)	8.5	237	110	15	20.1	5.0	37.3	10.4
20GC12	福萊818 (복래8)	8.7	305	150	18	19.8	5.1	38.0	10.6
20GC13	대륙옥	8.6	276	120	15	20.1	5.4	40.1	9.8
20GC14	17YB62	8.4	270	110	15	21.5	5.0	45.6	10.1
20GC15	17YB28	8.6	277	142	16	21.1	5.1	43.9	10.7
20GC16	18YB21	8.7	270	116	14	25.3	5.0	40.0	11.4
20GC17	19YB11	8.7	250	105	16	25.8	5.0	-	8.7
20GC18	19YB30	8.8	273	138	15	23.1	4.9	36.9	10.5
20GC19	19YB61	8.5	262	110	17	21.8	5.0	34.8	8.4

*생산량은 함수율 15.5%로 환산하여 계산한 값

- 20GC11, 12는 대비종

- 용정과 비교해 봤을 때 대비종의 생산량이 낮은 경향을 보임.

- 한편 20GC16의 경우 대비종보다 생산량이 높아 가능성을 보이고 있음. 다만 용정에서는 대비종보다 생산량이 낮았음(그림 2-59).



<그림 2-59. 지역적응성 시험 돈화 지역 사료용 조합 선발 모습>

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)
20GW1	粘掉牙 (점도아)	8.5	215	112	14	18.8	5.1
20GW2	嘎嘎粘 (알알점)	-	-	-	-	-	-

20GW3	찰초교16	8.4	217	120	14	20.5	4.3
20GW4	찰초교33	8.4	220	102	12	22.2	4.3
20GW5	19YB77 (찰초교21)	7.30	227	119	13	17.7	4.4
20GW6	19YB78 (찰초교26)	8.3	207	107	14	17.2	4.9
20GW7	19YB82 (찰초교45)	8.6	227	115	12	18.6	4.8
20GW8	꿀미찰	7.29	210	95	12	18.1	4.6

*20GW1,2는 대비종

- 20GW2는 재배 상태가 좋지 않아 데이터를 넣지 않았음(그림 2-60).



왼쪽부터 20GW1~8

<그림 2-60. 지역적응성 시험 돈화 지역 찰초교 조합 시험 모습>

나. 종자생산

- 올해 종자 생산은 베트남에서 실시하였음.
- 중국에서는 작년에 생산한 종자가 남아 있어 생산하지 않았음.

① 채종지 위치 및 면적

- 채종지 면적: 약 1ha
- 채종지 주변에 종자 오염원은 없음.
- 채종자 외곽에 3열씩 부분을 심음.
- 채종지 위치: Xuân Tây, Cẩm Mỹ District, Dongnai, Vietnam

② 채종 품종

- GW222

③ 경종 개요

- 파종 간격: 주간 25cm, 열간은 모본 사이에는 80cm, 부분과 모본 사이는 60cm로 파종.
- 모부분 2:1로 재배

④ 진행상황

- 파종: 모, 부분 시차 파종.
- 1차 파종: 7월 22일 (부분)
- 2차 파종: 7월 24일 (모본)
- 모본 용수 제거: 9월 6일
- 부분 출수 시작: 9월 13일
- 수확 예정: 11월 초

⑤ 기타

- 올해 채종포를 우기에 실시하여 많은 강수량에 따른 침수피해가 발생하였음.
- 수확은 11월 초에 실시예정이며 탈립은 수작업할 계획임. 탈립 후 수분함량 14%까지 건조
- 이후 종자 정선 실시
- 종자 소독 후 포장

다. 현지 시교 사업 진행

- 옥수수 종자 사업화를 촉진시키기 위해 사내 해외사업부를 통해 현지 시교 진행, 코로나로 영향으로 안됨.
- 중국, 베트남, 인도, 인도네시아, 미얀마 등에서 진행하기로 하였으나 코로나로 인해 종자 전달이 되지 않거나 해외 현지 사정으로 정상적인 시교가 진행되지 않았음.
- 다만 중국의 경우 시교가 진행되어 결과를 얻었음.
- 중국에서는 요녕성, 흑룡강성에 시교를 보냈으며 흑룡강성에서는 아직 결과를 받지 못하였고 요녕성의 경우 부적합 판정을 받았음. 특히 질병저항성이 낮은 것으로 나타남.

라. 시장 조사 (칠레, 콜롬비아)

1) 칠레


① 시장현황 (금액: 농가 가격 기준)

품목	타입	시장규모				선도품종	
		면적(Ha)	파종량(kg/ha)	수량(kg)	금액(U\$)	품종	회사
Sweet Corn	Temterate (생식용)	2,500	10	25,000	1,050,000	Turbo	HM Clause
						GH4927	Syngenta
	Temterate (가공용)	6,000	10	60,000	1,596,000	GH2757	Syngenta
합계		8,500		85,000	2,646,000		

② 시장요구도 및 품종(그림 2-61).

- 파종 후 85일 수확. 초장 2.2m, 과장 23~24cm, 열수 16~18, 내병성 (Maize dwarf mosaic virus) 필요함.
- 현지 재배되는 옥수수 타입은 Se 또는 Su 타입으로 자사의 Sh 보다는 당도 및 저장성이 부족한 타입임.
- 가공용은 주로 파우더를 만들어 점병 형태로 소비 및 과즙을 내어 음료용으로 소비함.

③ 재배 사진

		
Turbo(H.M Clause), 생식용, 숙기 되기 전 포장임		
		
Turbo(H.M Clause), 생식용		
		
GH 2757(Syngenta), 가공용		

<그림 2-61. 칠레 옥수수 시장 조사 및 대표 품종 재배 모습>

2) 콜롬비아

① 시장 현황 (금액: 농가 가격 기준)

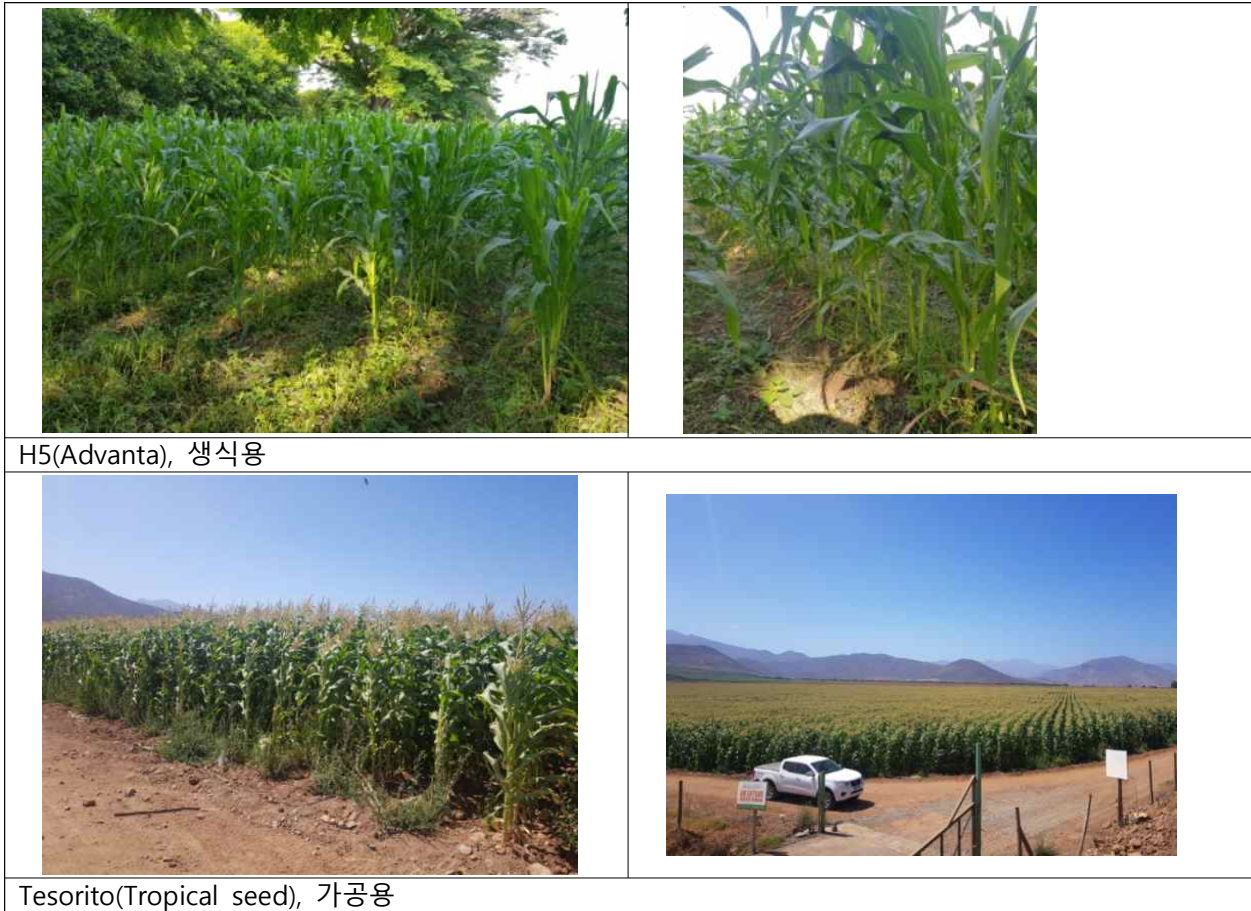
품목	타입	시장규모	선도품종
----	----	------	------

		면적(Ha)	파종량(kg/ha)	수량(kg)	Value(US\$)	품종	회사
Sweet Corn	Tropical (생식용)	500	10	5,000	600,000	H5	Advanta
	Tropical (가공용)					Tesorito	Tropical seed
합계		500		5,000			

② 시장 요구도 및 품종(그림 2-62).

- 80~85일 수확, 초장 2m, 과장 14~16cm, 과경 5~5.5cm, 열수 14~16, 과색 yellow~cream
- 내병성: cob rot, mosaic virus, Northern leaf blight

③ 재배 사진



<그림 2-62. 콜롬비아 옥수수 시장 조사 및 대표 품종 재배 모습>

마. 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작

- 옥수수 신품종 감별을 위한 분자마커 제작은 illumina사의 50K SNP chip을 사용하여 확보한 국내 육성 우량 옥수수 계통들의 SNP genotyping 결과를 토대로 AS-PCR (Allele-Specific PCR) 기법을 접목시킴으로 목표 계통/품종 특이 증폭이 가능한 PCR primer pair를 제작하는 방식을 적용
- 이미 본 연구팀에서는 동 기술을 사용하여 유사종 또는 계통들의 판별마커를 제작하여 논문화한 경험을 다수 가지고 있으며 특히 전년도 수입팝콘과 국산팝콘의 구별을 위한 ARMS-PCR primer pair를 성공적으로 제작한 바 있다. 따라서, 본 연구프로젝트의 품종육성 팀에서 신품종 개발이 완료되면 순도 검정을 위한 ARMS-PCR primer pair set와 타 품종과의 구분을 위한 AS-PCR primer pair set 제작 기술을 확보함.

바. SNP를 활용한 국내 육성 팝콘 옥수수 유전분석 및 국산 품종 감별용 분자마커 제작

- 국내외 육성된 10개의 팝콘 옥수수 품종들을 대상으로 genome-wide SNP genotyping 분석을 수행하였으며 그 결과를 토대로 이들의 유전자형을 분류하고 특성화하였다. 국내 육성 찰옥수수 및 사료(종실)용 옥수수 DH 집단들에 대한 SNP genotyping 분석 또한 추가적으로 수행하였으며 현재 이들에 대한 정보 분석을 수행중
- 이들 정보들은 현재 집단의 유전적 다양성 분석 및 품종/계통 감별용 분자마커 제작에 활용되어지고 있으나 궁극적인 목표는 신품종 육성팀인 1세부과제와 연계하여 필드 형태조사와 연계하여 농업적 형질에 밀접하게 연관된 SNP 분자마커 선발과 연관 유전자의 동정 및 기능연구를 수행함.

- 유전력 분석에 사용된 국내외 육성 팝콘 옥수수 품종 정보

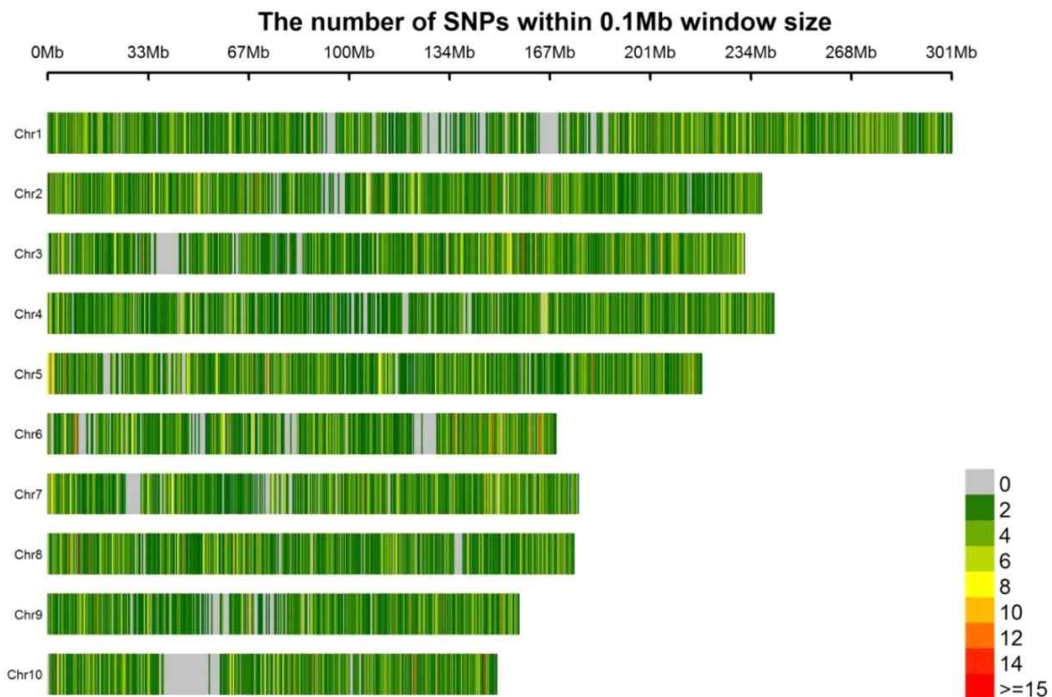
Sample no.	Code	Accession	Origin
1	PK001	G-popcorn	Korea
2	PK002	Oryun2	Korea
3	PK003	Oryun-popcorn	Korea
4	PK004	Gichan-pop	Korea
5	PF001	Butterfly type	Imported
6	PF002	Mushroom type	Imported
7	PF003	Jollypop	Imported
8	PF004	Star type	Imported
9	PF005	Pokhel type	Imported
10	PF006	Gourmet	Imported

- 옥수수 SNP50 BeadChip에 고정된 총 56,110 개의 SNP를 국내외 육성 팝콘 옥수수 10품종의 유전형 분석에 사용
- 이들 SNPs는 B73 참조 게놈 서열(B73 RefGen_V2)을 기반으로하며 옥수수 게놈(www.illumina.com/maize SNP50) 전체에 고르게 분포되어 있었으며, SNP genotyping 분석 결과 최종적으로 28,668 개의 고품질 SNP가 선발함
- 선발 SNP 정보를 활용하여 옥수수 집단에 대한 유전적 다양성 분석, 분자계통도 작성 및

특정 그룹 및 개체에 대한 감별용 PCR 마커 제작에 활용함

- 국내외 육성 팝콘 옥수수 10품종으로부터 개발된 SNPs 정보

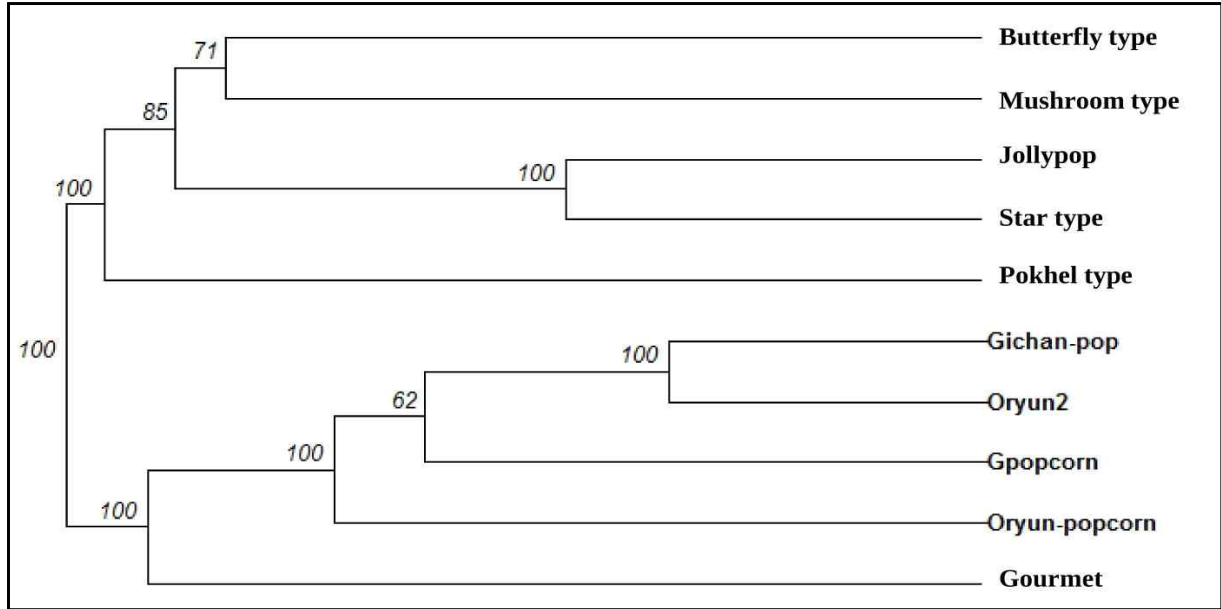
Statistic	Value
Number of genotypes	10
Number of sites	28668
Sites × genotypes	286680
Number not missing	280045
Proportion not missing	0.97686
Number missing	6635
Proportion missing	0.02314
Number of gametes	573360
Gametes not missing	560090
Proportion gametes not missing	0.97686
Gametes missing	13270
Proportion gametes missing	0.02314
Number heterozygous	70524
Proportion heterozygous	0.246
Average minor allele frequency	0.24589



<그림 2-63. 10 개의 옥수수 염색체에 분포하는 SNP 정보>

- SNP genotyping 분석을 통해 개발된 28,668 개의 고품질 SNP 정보를 활용하여 국내외 육성 팝콘 옥수수 10 품종들에 대한 계통 발생 분석을 수행하였으며 그 결과 두 그룹으로 나뉠 것을 확인함(그림 2-64).
- 예상대로 국내 및 국외 팝콘 품종들이 별도의 그룹으로 분류되는 것을 확인함(그림

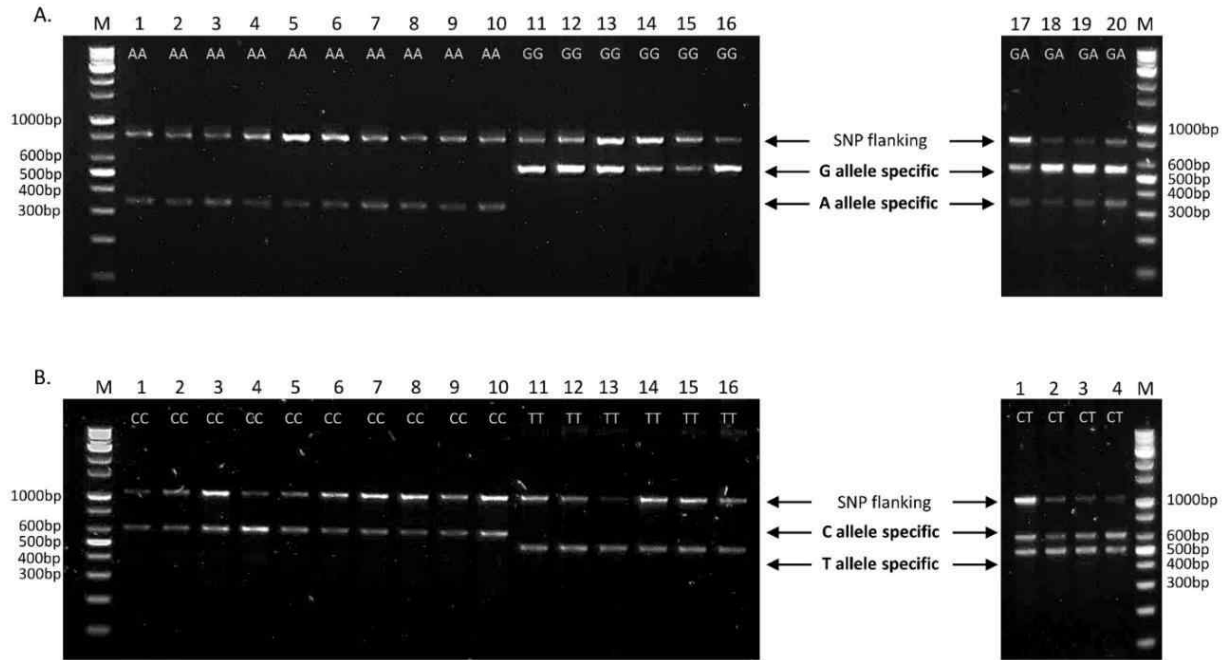
2-65).



<그림 2-64. 28,668개의 SNP 정보를 토대로 작성된 국내외 육성 팝콘 옥수수 10개 품종들의 덴드로그램. 예상대로 외국 품종과 국내 품종들이 두 개의 서로 다른 그룹을 형성하는 것을 확인>

- 두 개의 SNP 유전자좌를 이용하여 국내 팝콘 품종들과 외국 팝콘 품종들을 구별하기 위해 개발된 ARMS-PCR tetra-primer 세트

SNP locus	Chromosome	Primer name	Primer sequence (5'-3')	Product size (bp)	Specificity
PZE-1051 22293	5	105122293_IF	TGCCTTATACTTCAGTTGTTGATGAT <u>T</u> CC	595	Korean popcorn
		105122293_IR	CATAGATTTCTAGCCCCGCTTTGGGA	487	
		105122293_OF	AATGTTTTACCTCATTAAACGCCTCTG	1028	
		105122293_OR	TAGTCACCGCTAGCACCATTATGAGAGA		
PZE-1051 21377	5	105121377_IF	CCTCCTATAAAAATACAGCTGACTGAAC <u>A</u> A	376	Korean popcorn
		105121377_IR	ACACAATGCAAGAAGCAC <u>C</u> GC	534	
		105121377_OF	ACACCTGCTTTGATTATAGTGGCA	862	
		105121377_OR	CCTTCAATTCTTCTGGTGGAAGTT		



<그림 2-65. 국내 육성 팝콘 옥수수 품종들과 수입 팝콘 옥수수 품종들의 구분을 위해 수행된 ARMS-PCR 결과. A) SNP locus, PZE-105121377에서 제작된 프라이머 세트를 사용하여 PCR 분석을 수행한 결과. B) SNP locus, PZE-105122293에서 제작된 프라이머 세트를 사용하여 PCR 분석을 수행한 결과. 두 개의 프라이머 세트 모두에서 국내 육성종과 외국 수입종들의 명확한 구분이 가능함을 확인>

사. 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성

1) 한발저항성 연관 분자마커 선발

- 3차년도에 선발한 133개의 한발 저항성/감수성 연관 SNP 분자마커들의 위치 분석
- 한발 저항성/감수성 연관성을 높이기 위하여 133개의 SNP 분자마커들 중 유전자의 exon에 위치하며 아미노산 변이를 일으키는 SNP들을 선발중. 현재 70개의 SNP 분자마커들의 분석을 완료하였으며 **그 결과 8개의 SNPs를 최종 선발.**
- 3개의 SNP는 식물 스트레스 저항성에 직/간접적으로 관여하는 유전자의 exon 서열에 위치하고 있음이 확인되었으며, 나머지 5개의 SNPs는 단순 유전자의 exon에 위치하며 아미노산의 변이를 일으키고 있음이 확인되었다. 상세 정보는 아래와 같다.

=> 식물 스트레스 저항성 부여 유전자 내부에 위치하는 SNP 분자마커들

A. *Zea mays* inactive poly [ADP-ribose] polymerase RCD1

(한발저항성계통)

```

1 P S F H L N E Y S S G T I Q A T G K P N
1 CCTTCATTCCATTTGAATGAATATTCTAGTGGAACCATACAAGCTACTGGCAAGCCAAAC
21 N C R R I D S A V R N L L L K G L G Q P
61 AATTGTGCGACGTATTGATTCAGCTGTGCGGAATTTGTTGCTCAAAGGATTAGGTCAGCCG

```

(한발감수성계통)

```

1 P S F H L N E Y S S G T I Q A T G K P N

```

1 CCTTCATTCCATTTGAATGAATATTCTAGTGAACCATACAAGCTACTGGCAAGCCAAAC
 21 D C R R I D S A V R N L L L K G L G Q P
 61 ATTGTCGACGTATTGATTCAGCTGTGCGGAATTTGTTGCTCAAAGGATTAGGTCAGCCG

B. *Zea mays* β -Glucosidase

(한발저항성계통)

1 T S S P S S Y R A T T P R L V T A I P A
 1 ACGAGCTCTCCTTCAAGCTACCGCGGACAACCTCCACGTTTGGTCACGGCGATACCGGC
 21 R A V A E S A V T A M A M
 61 AAGGGCGGTGGCGGAATCGGCGGTAACGGCAATGGCAATGG

(한발감수성계통)

1 T S S P S S Y R A T T P R L V T E I P A
 1 ACGAGCTCTCCTTCAAGCTACCGCGGACAACCTCCACGTTTGGTCACGGAGATACCGGC
 21 R A V A E S A V T A M A M
 61 AAGGGCGGTGGCGGAATCGGCGGTAACGGCAATGGCAATGG

C. *Zea mays* ras-related protein Rab-18

(한발저항성계통)

1 P V L L T R P C R Y N S C T A E H Q G S
 1 CCTGTTTTACTCACAAGACCATGTAGATACAACCTCATGTACAGCAGAAATCAGGGCAG
 21 S H E N S Q P C R V D Q H
 61 CTCACACGAAAACAGCCAACCTTGTGCGGTGGATCAGCACA

(한발감수성계통)

1 P V L L T R P C R Y N S C T A E R Q G S
 1 CCTGTTTTACTCACAAGACCATGTAGATACAACCTCATGTACAGCAGAAATCAGGGCAG
 21 S H E N S Q P C R V D Q H
 61 CTCACACGAAAACAGCCAACCTTGTGCGGTGGATCAGCACA

=> 단순 유전자 내부에 위치하며 아미노산 변이를 일으키는 SNP 분자마커들

D. *Zea mays* Vegetative cell wall protein gpl

(한발저항성계통)

1 V F E P M H V L P M Q I P S H Q T T T L
 1 GCGTGTGTTGAACCAATGCACGTACTACCCATGCAGATCCCATCACATCAAACCACTC
 21 S T L T G G S T I H H A T
 61 TCTCGACCTGACAGGTGGCTCTACCATCCATCACGCCACC

(한발감수성계통)

1 V F E P M H V L P M Q I P S H Q P T T L
 1 GCGTGTGTTGAACCAATGCACGTACTACCCATGCAGATCCCATCACATCAAACCACTC
 21 S T L T G G S T I H H A T
 61 TCTCGACCTGACAGGTGGCTCTACCATCCATCACGCCACC

E. *Zea mays* fluG glutamine synthetase

(한발저항성계통)

1 S S I L S N A M P S S I S I T D M L A A
 1 GTCTAGCATTTTGTGCAATGCTATGCCATCATCTATAAGTATAACAGATATGTTGGCAGC
 21 W K H F E P I D F N P S A
 61 TTGGAAGCATTTTGTGCAATGCTATGCCATCATCTATAAGTATAACAGATATGTTGGCAGC

(한발감수성계통)

1 S S I L S N A M P S S I S I T D R L A A
 1 GTCTAGCATTTTGTGCAATGCTATGCCATCATCTATAAGTATAACAGATAGGTTGGCAGC
 21 W K H F E P I D F N P S A
 61 TTGGAAGCATTTTGTGCAATGCTATGCCATCATCTATAAGTATAACAGATAGGTTGGCAGC

F. *Zea mays* transferase, transferring glycosyl groups

(한발저항성계통)

1 A I S P L C T E R L L Q S C N L K A N F
 1 ATGCGATATCGCCTTTATGTACTGAACGTTTGCTGCAATCCTGTAATTTGAAAGCAAAC
 21 P N N L I G I Q L G I I L
 61 TTCCAACAATTTAATAGGTATTCAATTGGGTATCATATTG

(한발감수성계통)

1 A I S P L C T E R L L Q S C N L E A N F
 1 ATGCGATATCGCCTTTATGTACTGAACGTTTGCTGCAATCCTGTAATTTGGAAGCAAAC
 21 P N N L I G I Q L G I I L
 61 TTCCAACAATTTAATAGGTATTCAATTGGGTATCATATTG

G. *Zea mays* Sterilealpha motif (SAM) domain-containing protein

(한발저항성계통)

1 Q S N M P T I S S K Q S C I T R S K R D
 1 TCAATCAAATATGCCACAATAAGTTCTAAGCAGTCTTGCATAACTAGGAGCAAGAGAG
 21 W D A A R K K H P E K F A
 61 ACTGGGATGCTGCCAGAAAAAGCACCCCGAGAAGTTTGCA

(한발감수성계통)

1 Q S N M P T I S S K Q S C I T R G K R D
 1CTCAATCAAATATGCCACAATAAGTTCTAAGCAGTCTTGCATAACTAGGGGCAAGAGAG
 21 W D A A R K K H P E K F A
 61 ACTGGGATGCTGCCAGAAAAAGCACCCCGAGAAGTTTGCA

H. *Zea mays* putative HLH DNA-binding domain superfamily protein

(한발저항성계통)

1 M K N L Q E L V P N S N R T D K A S M L
 1 GATGAAGAATCTACAGGAGCTCGTTCGAACTCCAACAGGACTGACAAGGCATCCATGC
 21 D E I I E Y V K F L Q L
 61 TTGACGAGATCATCGAATACGTCAAATTTCTCCAGCTG

(한발감수성계통)

1 M K N L Q E L V P N S N R I D K A S M L
 1 GATGAAGAATCTACAGGAGCTCGTTCGAACTCCAACAGGATTGACAAGGCATCCATGC
 21 D E I I E Y V K F L Q L
 61 TTGACGAGATCATCGAATACGTCAAATTTCTCCAGCTG

- SNP 마커들의 검출을 위한 ARMS-PCR primer 제작함(그림 2-66, 67, 68).
- 선발된 8개의 SNP 마커들의 PCR 기법을 활용한 검출을 위하여 ARMS-PCR primer 제작
- 각 프라이머의 3'-end miss matching 기술을 적용하여 SNP 특이적 단일 PCR 단편의 증폭을 유도할 예정이며 PCR 검증 결과는 금년도 연구기간 안에 완료될 수 있을 것으로 판e 단됨. 이들 마커는 품종 육종팀인 1세부과제 연구팀과 협력하여 작성된 DH 집단을 활용하여 개발된 마커들의 유효성 검증을 수행할 예정

> PZE-104061378 – SNP - [G/A] (Transition -Strong); (RefStrand'+')

Probe-Sequence

CTTGCTCTTGCATGTATTTCGATGATCTCGTCAAGCATGGATGCCTTGTCA[G/A]TCTGCACAGCACAAATC
CAGGTTTCACGAACTGACGTACCAGAGTCAACT

Location: Chromosome 4 ; map position 125841099...125841513

CTAAGGAGCATGCAAAACTCGAGGTGGCTAGGCTTTGACGCCGGGCCCTAGGCTCTGGACTT
GGATCGGGCTTCCCAGGCGCATCACCGCGTGCAGCATTACGTTAGCGCCTCCATTTTACGGCTG
GACCGCCGCGAGGACGCCCCCTTGATCCGATATCGCCGACGCCAGCGCGATGGGCATGAGGCT
GGCACAGGCCCTTGCTCTTGCATGTATTTCGATGATCTCGTCAAGCATGGATGCCTTGTCA[G/A
]TCTGCACAGCACAAATCCAGGTTTCACGAACTGACGTACCAGAGTCAACTGTTTATTTGACAA
GAAATAGCCCATCCAGCACGCAATCGAGCACAGTACCCTGTTGGAGTTTGGAACTAGCTCTTGT
AAATTCCTCATCCTCTGTCAGAGGTCTTCTCCCTT

Outer Primer

Orientation	Len	Tm	GC%	Primer Seq	Product size
Forward	26	59.5	50	CTAAGGAGCATGCAAAACTCGAGGTG	415
Reverse	28	61.4	50	AAGGGAGAAGACCTCTGACAGAGGATGA	

Inner Primer

Orientation	Len	Tm	GC%	Primer Seq	Product size	SNP	Modification
Drought Tolerant	26	59.5	50	CTCGTCAAGCATGGATGCCTTGTAG	189	G	C--A (weak)
Drought Susceptible	28	58.5	43	GTGAAACCTGGATTTGTGCTGTGCAIAT	280	A	G--T (weak)

<그림 2-66. SNP 분자마커, PZE-104061378의 검출을 위해 작성된 ARMS-PCR primer 정보>

> PZE-104022543 – SNP - [G/A] (Transition -Strong); (Restrained' +')

Probe-Sequence

CTCAATCAAATATGCCACAATAAGTTCTAAGCAGTCTTGCATAACTAGG[G/A]GCAAGAGAGACTGGG
ATGCTGCCAGAAAAAGCACCCCGAGAAGTTTGCA

Location: Chromosome 4 ; map position; 26987701...26988125

GCACAAGAAACTGTTAAGGAACACTTCACTAGCCATGTCTGATGTTTGTGATGAGAAACCACAT
CCAGAGGTTTCTGCTGATCCTATATGTTCAAGGAAGTGCATTTATGGGGATGATGACTGGGTTA
TAGTCAAGAAACAGCGTATCACCATATTAATTCCTCCACAACCACCTGTTGCTGCAAATCCTCA
ATCAAATATGCCACAATAAGTTCTAAGCAGTCTTGCATAACTAGG[G/A]GCAAGAGAGACTG
GGATGCTGCCAGAAAAAGCACCCCGAGAAGTTTGCAGCCAAGAAATATTTGGACTCCCCTCCA
GTGCATGGCAGTATAATCCATGAGGATGTTCCATTTATGACAGGTGATAAATCACAAACACGGTT
CTGCTATCCCTGTTGCAAAAATCAGAATGGACTAAAGACCCGGATC

**Outer
Primer**

Orientation	Len	Tm	GC%	Primer Seq	Product size
Forward	28	57	39	GCACAAGAAACTGTTAAGGAACACTTCA	417
Reverse	28	55.5	36	TCTTTAGTCCATTCTGATTTTGCAACAG	

**Inner
Primer**

Orientation	Len	Tm	GC%	Primer Seq	Product size	SNP	Modification
Drought Tolerant	29	57.3	38	AAGTTCTAAGCAGTCTTGCATAACTATGG	208	G	G--T (weak)
Drought Susceptible	24	59.1	54	GGCAGCATCCAGTCTCTCTTCT	262	A	G--T (weak)

<그림 2-67. SNP 분자마커, PZE-104022543의 검출을 위해 작성된 ARMS-PCR primer 정보.

> PZE-101189877 – SNP - [G/T] (Transition -Weak); (RefStrand' +')

Probe-Sequence

GTCTAGCATTTTGTGCAATGCTATGCCATCATCTATAAGTATAACAGATA[G/T]GTTGGCAGCTTGAAGC
ATTTGAGCCAATCGATTCAATCCTTCAGCAC

Location: chromosome 1 ; map position 241220493... 241220785

CATTGATGATTGTTTCTGCTAGCCTTCTATTCTCAGAAGTCTGCCAACTACAGGAGCAAATGC
CTTGTGAGACTCCAGGTCTAGCATTTTGTGCAATGCTATGCCATCATCTATAAGTATAACAGAT
A[G/T]GTTGGCAGCTTGAAGCATTTTGTGCAATGCTATGCCATCATCTATAAGTATAACAGAT
TTCTCCACTTCTCAAGTGAGGCCTCGCAGTTGTACAATGCAGCAATGTCCCTCAGGCTTCTCT
GCATTTGAGCATTTTCATGAGGTCCCAAGAATGTAATGAGT

**Outer
Primer**

Orientation	Len	Tm	GC%	Primer Seq	Product size
Forward	28	68.9	39.3	CATTGATGATTGTTTCTGCTAGCCTTTC	293
Reverse	28	68.9	39.3	AACTCATTACATTCTTGGGACCTCATGA	

**Inner
Primer**

Orientation	Len	Tm	GC%	Primer Seq	Product size	SNP	Modification
Drought Tolerant	28	62.2	35.7	TGCCATCATCTATAAGTATAACAGACAG	191	G	T--C (strong)
Drought Susceptible	20	70.4	55.0	ATGCTCCAAGCTGCCAGCA	149	T	A--G (strong)

<그림 2-68. SNP 분자마커, PZE-101189877의 검출을 위해 작성된 ARMS-PCR primer 정보>

- 한발저항성 연관 분자마커 검증을 위한 집단 육성함(그림 2-69).
- 선발된 한발저항성 분자마커들의 검증을 위하여 제1세부과제의 옥수수 연구소 연구팀과 협력하여 한발저항성/감수성 DH 계통 육성을 진행함(그림 2-70).
- 전체 100점 이상으로 구성된 다수의 집단 작성을 추진중에 있으며 세대 단축을 위하여 옥수수 연구소의 베트남 육종기지에서 1차 F₁ 종자생산을 동계 기간 동안 완료(옥수수 연구소에서 수행하였음). 추후 제작된 ARMS-PCR 시스템과 한발저항성/감수성 DH 집단을 활용하여 SNP 분자마커들의 효율성을 검증할 예정



<그림 2-69. 옥수수 연구소의 베트남 육종기지에서 동계 교배된 F₁(한발저항성X감수성)>

HF19 X 05S10032(F₁)

HF19 X 05S10032(F₁)

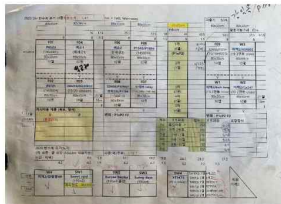
Inducer 교배

반수체 종자 선별

DH포장, 5/4일 파종

생육초기

이삭 사진

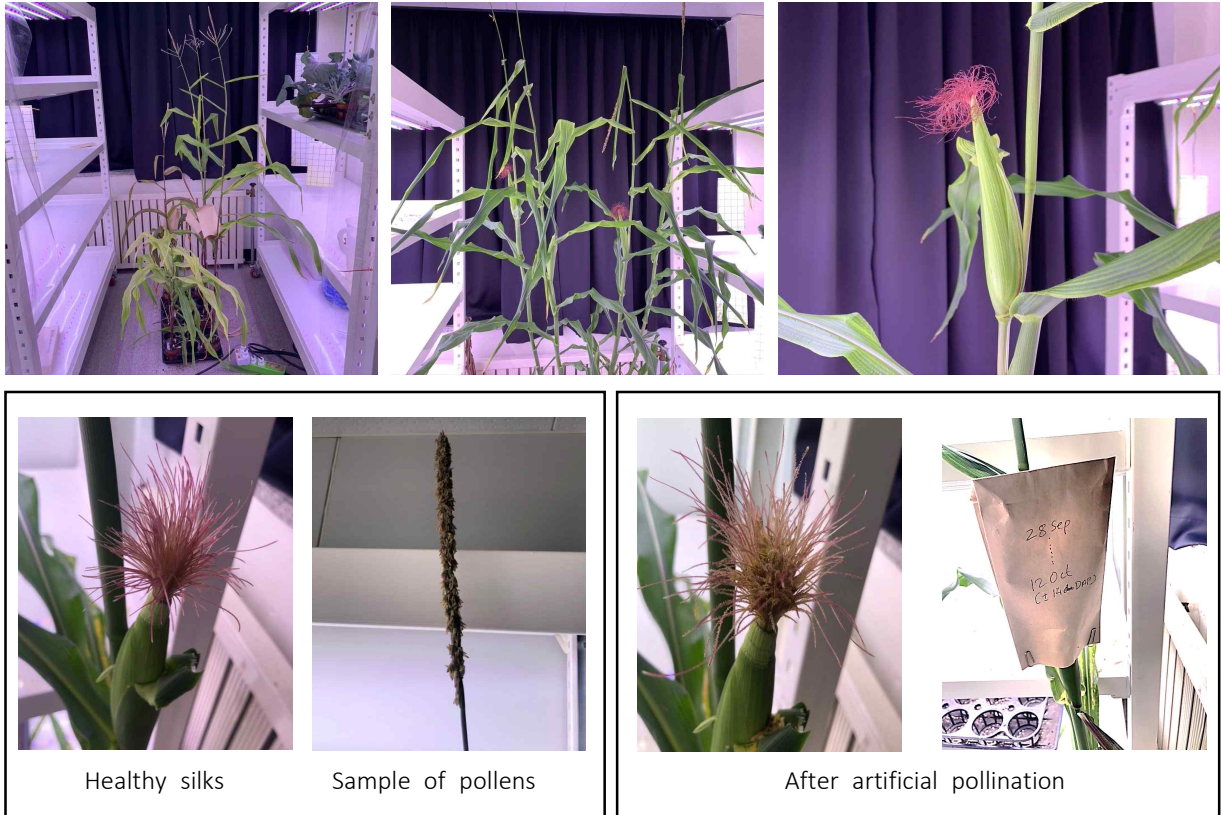


<그림 2-70. 제1 세부과제와 협력하여 육성 중인 한발저항성/감수성 DH 집단 (옥수수 연구소에서 작성 중에 있음)>

- 옥수수 DH 집단들의 육종 연한 단축을 위하여 실내 양액재배 시스템을 활용한 F₁ 종자

생산 시스템 확립을 시도

- 그 결과 성공적으로 F₁ 종자를 획득할 수 있었으며 추후 옥수수 연구소와 협력하여 추가적인 교배조합의 F₁ 종자 생산에 활용할 예정함(그림 2-71).



<그림 2-71. 실내 F₁ 종자 생산 시스템 확립>

아. 옥수수 주요 병해 특성 분석

-선행 연구로부터 순수 동정한 매문병(*Exserohilum turcicum*)과 깨씨무늬병(*Bipolaris maydis*) 균주들을 지속적으로 유지하고 있으며 상시 배양하여 접종에 사용함.

자. 옥수수 주요 병해 특성 분석 및 유전자원의 저항성/감수성 검정

-현재, 옥수수 연구소에서 육성중인 유망 19 품종 57개체와 중국 현지 재배 품종 5점에 대한 병저항성(매문병 및 깨씨무늬병) 검정을 진행중에 있으며 금년도 연구기간 안에 최종 결과를 얻을 것으로 판단됨.

(5) 5년차(2021년)

- 2021년은 코로나로 인해 현지 방문이 불가하여 시험 결과를 직접 볼 수 없었음.

가. 지역적응성 시험

- 중국 적응성 시험은 북경과 길림성(용정, 돈화, 도문, 길림 과학원)에서 진행되었음.

○ 북경

- 장소: 북경중연한중자유한공사
- 시험에 사용한 종자는 아래와 같음.

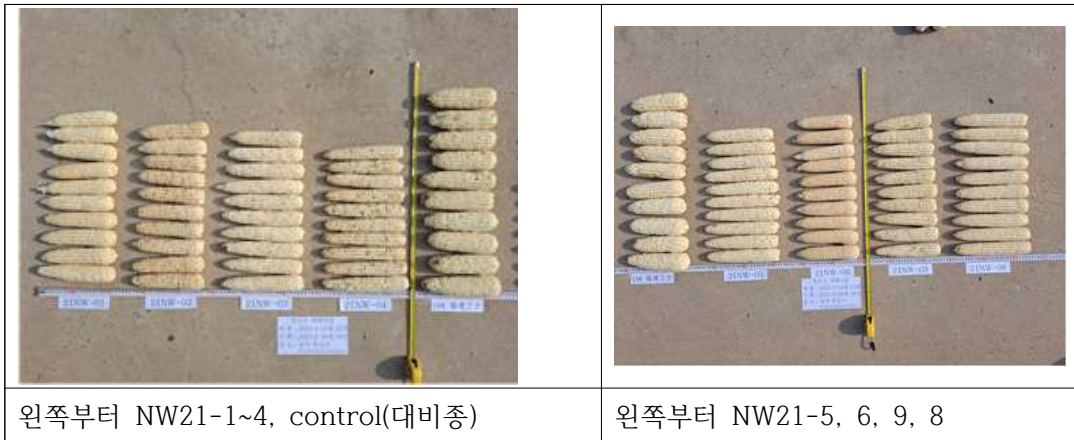
번호	품종
NW21-1	찰초교 21-1
NW21-2	찰초교 21-2
NW21-3	찰초교 21-3
NW21-4	찰초교 21-4
NW21-5	찰초교 21-5
NW21-6	찰초교 21-6
NW21-7	찰초교 21-7
NW21-8	찰초교 21-8
NW21-9	찰초교 21-9
万糯十一(만누11)	중국현지품종

● 경종개요

- 파종: 4월 23일, 수확: 8월 6일
- 재식거리: 65X25 cm, 8열 2반복

● 시험 결과(그림 2-72).

시험번호	교잡종명	출사기 (월.일)	초장 (cm)	착수고 (cm)	열수	이삭장 (cm)	이삭경 (cm)	이삭무게 (g)
NW21-1	찰초교21-01	6월27일	180.0	98.0	12.2	19.6	4.7	228.0
NW21-2	찰초교21-02	6월22일	175.0	75.6	11.8	19.3	4.5	193.0
NW21-3	찰초교21-03	6월26일	213.0	106.2	12.2	20.2	4.4	222.5
NW21-4	찰초교21-04	6월22일	205.0	93.4	9.8	21.9	4.0	180.0
NW21-5	찰초교21-05	7월01일	225.0	111.6	13.0	23.3	4.4	246.0
NW21-6	찰초교21-06	6월25일	206.0	96.0	12.0	19.6	4.6	213.0
NW21-7	찰초교21-07	6월26일	213.0	102.0	12.2	19.3	5.0	235.0
NW21-8	찰초교21-08	7월01일	235.0	121.0	12.2	23.3	4.5	266.0
NW21-9	찰초교21-09	6월27일	223.0	111.5	11.6	20.1	4.6	216.0
Control (대비종)	중국현지품종 (만누11)	6월29일	193.0	85.0	15.2	18.1	5.5	283.5



<그림 2-72. 지역적응성 중국 북경 찰초교 교배조합 수확 모습>

● 결과분석

- 올해는 기존 조합보다 생산성이 많이 향상된 조합이 있었음. 대비 품종은 이삭무게가 283g 정도 나가는 것이 있는데 국내 조합은 최대 266g 정도 임. 초기 선발 조합인 다미찰이나 꿀미찰의 무게가 190~220g 정도 인 것을 감안하면 올해에는 상당히 무게가 나가는 조합(찰초교 NW21-08) 266g 찾을 수 있었음. 이 조합은 이삭장이 길고 이삭경도 큰 것을 알 수 있음. 그러나 중국 대비 품종의 이삭경이 5.5cm로 찰초교의 4.0 ~ 5.0cm 보다 더 큰 것을 알 수 있음. 대신 찰초교21-5, 21-8는 이삭장이 더 김. 따라서 중국 대비종에 비해 좀 더 얇고 긴 형태를 가지고 있는 것을 알 수 있음. 이삭장을 유지한 상태로 이삭경, 이삭무게를 더 크게 할 수 있으면 생산량은 중국 품종에 상당히 근접하게 될 것으로 생각됨. 21-NW-05, 08 두 조합은 단위면적 생산량을 증가 시킬 수 있는 방안 및 개선이 필요함. 그러나, 21년도 시험 조합에서 대비종 283.5g 비교하여 NW21-8은 266g으로 수량성이 적었지만, 20년 조합과 비교하여 향상된 결과로 평가됨.

-9조합 모두 중국 대비종과 비교하여 식감은 매우 우수함.

○ 용정(찰초교 7조합)

- 장소: 용정시 지신진룡정시
- 시험구: 5m, 2열, 3반복
- 공시품종

시험번호	교잡종명	Source
21GW1	중국현지품종 珍粘	
21GW2	중국현지품종 公主1号(白色)	
21GW3	찰초교16	20GW03,19GW03,18GW03
21GW4	찰초교21	20GC05,19YB77
21GW5	찰초교45	20GW07,19YB82
21GW6	찰초교11	20YB74
21GW7	19생예11	20YB79

● 경종개요

- 파종: 2021년 5월 6일, 수확: 8월 6일
- 재식거리: 65X25 cm, 2반복

● 시험 결과(그림 2-73).

		
용정 5월 6일 파종	용정 6월 30일 생육현황	용정 7월 20일 개화시기

<그림 2-73. 지역적응성 중국 용정 찰초교 교배조합 파종 및 재배 모습>

- 생육 초, 중기 조사 완료 (data 미제시)

전반적으로 생장세가 좋고 병중해도 발생하지 않았으며, 초장과 착술고도 적합함. 품종별 개화시기가 다소 차이를 보였는데 4,5호가 조숙, 3호가 중조숙, 6,7호는 중생종으로 구분 되어 식용시 적합한 수확시기가 다를것으로 예상됨

- 생육 후기 및 도복성 항병성 조사 완료(data 미제시)

모든 공시품종의 내도복성, 내병충성은 우수한 것으로 조사되었고, 다만 후기말기에 대소엽만병과 조숙품종에서 경부병이 발생하여 윗부분 대가 절단되는 현상이 발생함

- 수량성 특성 조사결과

	區畝收穫株數	區畝收穫穗數	穗長(4个平均)	着粒長(4个平均)	穗粗(4个平均)	行數(4个平均)	粒數/行(4个平均)	穗重(g/穗)	粒重(g/穗)	粒重(g/粒)	含水量%	產量(kg/m ²)
龙井 GSP												
21GW1	4	4	15.5	12.0	4.9	16.0	22.0	126.6	105.1	28.8	15.0%	567.7
21GW2	4	7	17.0	15.5	5.0	14.0	33.0	193.1	142.2	33.2	23.0%	669.9
21GW3	4	4	21.3	20.0	4.0	14.0	37.0	107.3	98.1	17.4	18.2%	475.5
21GW4	4	4	18.0	17.0	4.1	12.0	38.0	130.7	106.1	24.2	15.8%	614.8
21GW5	4	4	18.5	16.0	1.4	14.0	34.0	168.0	109.2	31.4	15.5%	599.7
21GW6	4	4	20.0	19.0	4.1	12.0	34.0	135.1	105.6	30.6	16.5%	598.2
21GW7	4	6	18.0	16.5	4.2	12.0	35.0	117.5	109.7	29.4	16.0%	578.1
												0
21GW6	4	4	19.0	17.0	4.0	12.0	36.0	114.9	92.1	26.4	15.3%	597.1
21GW5	4	4	18.0	15.5	4.5	12.0	35.0	153.3	123.7	29.8	15.0%	647.8
21GW1	4	4	17.5	15.4	4.5	14.0	29.0	150.3	124.8	30.8	15.2%	673.8
21GW7	4	5	17.5	16.5	4.0	10.0	33.0	111.5	95.1	23.5	15.1%	533.8
21GW3	4	6	20.3	18.5	4.0	14.0	39.0	103.0	88.8	23.2	15.3%	479.7
21GW4	4	5	18.1	16.5	4.5	12.0	35.0	144.1	119.2	26.6	15.3%	643.8
21GW2	4	4	19.5	19.0	5.3	14.0	37.0	214.5	175.2	34.2	26.3%	945.9

- 공시품종 중 이삭이 크고, 단립(甜粒)비율이 낮은 품종의 생산량이 높았음. 한국 공시품종 이삭형태는 중국품종보다 같은수준이고 굵기가 가늘어 상대적으로 길어 보였음.
- 식미 특성 조사결과 결과 한국공시품종 중 맛이 우수한 품종은 3호와6호인데 전체적으로 단맛이 많고, 껍질이 연해 검식자들로부터 우수하다는 평가를 받음.
- 용정지역 품종별 이삭 형태 및 선발함(그림 2-74).



<그림 2-74. 지역적응성 중국 용정 찰초고 교배조합 수확 및 선발 모습>

- 최종 선발 품종은 GW 6 조합임. 중국 대비품비하여 수량성은 적은 부분 보완함.

- 용정(사료용옥수수 7조합)
 - 장소: 용정시 지신진룡정시
 - 시험구: 5m, 2열, 3반복

● 경종개요

- 파종: 2021년 5월 6일, 수확: 8월 6일
- 재식거리: 65X25 cm, 2반복
- 공시품종

시험번호	교잡종명	Source
21GC11	중국현지품종 先育335	
21GC12	중국현지품종 福莱2	
21GC13	17YB62	20GC14, 19GC15, 18GC16
21GC14	17YB28	20GC15, 19GC16, 18GC19
21GC15	19YB30	20GC18, 17PR39, 16HC61
21GC16	20YB11	19YB16
21GC17	20YB17	19YB22
21GC18	20YB46	19조합 050
21GC19	20YB69	19조합 375

● 시험 결과

- 수량성 특성 조사결과

	區畝收獲穗數	穗長 (4个平均)	着粒長 (4个平均)	穗粗 (4个平均)	行數 (4个平均)	粒數/行 (4个平均)	穗重 (kg/穗) 수중	粒重 (g/穗) 평균/수	百粒重 (g)	포장선발통질 含水量 (%) Selection	5m2 일계수확 (kg/m2)	15% 알수량·생산량 (kg/m2)
21GC11	8	19.8	17.5	4.8	16	33	0.253	196.3	41.9	21.6	1.054	0.972
21GC12	8	20.0	18.0	5.3	18	36	0.273	217.8	40.2	26.9	1.151	0.989
21GC13	9	20.0	18.0	4.5	14	31	0.215	163.7	40.1	21.1	0.902	0.837
21GC14	8	21.8	20.0	4.8	16	33	0.260	205	42.9	28.1	3A 1.048	0.887
21GC15	8	24.0	21.3	4.8	16	44	0.270	221.8	45	21	3A 1.154	1.073
21GC16	8	20.0	16.5	5.3	16	37	0.293	218.4	40.7	28.6	4A 1.191	1.000
21GC17	8	18.0	17.3	5.0	16	35	0.270	203.3	44.2	26.6	1.110	0.958
21GC18	9	17.0	14.8	4.5	14	33	0.183	159.1	35.1	19.5	0.895	0.848
21GC19	8	22.3	19.0	4.8	16	34	0.220	182.5	41	18.4	0.910	0.873
21GC15	8	23.5	20.5	4.5	14	41	0.238	190.1	49.4	20	3A 1.040	0.979
21GC19	8	21.5	15.8	4.3	14	33	0.178	143.2	38.9	19.2	0.809	0.769
21GC17	10	18.3	16.3	4.5	14	32	0.220	171.9	40.7	28.1	0.963	0.815
21GC11	8	21.0	18.3	5.0	16	36	0.278	226.5	39.7	21.6	3A 1.161	1.071
21GC13	8	21.5	18.3	4.8	16	33	0.235	178.4	41.6	19.6	0.971	0.918
21GC18	8	19.8	19.0	4.8	16	39	0.255	204.7	35.6	21.2	1.087	1.008
21GC14	8	20.3	18.3	4.5	14	37	0.235	189.4	47	24.4	3A 1.036	0.922
21GC12	8	21.3	20.3	5.5	18	39	0.360	277.9	49.2	21.9	4A 1.287	1.182
21GC16	8	21.8	18.0	5.5	16	42	0.335	242.9	41.6	28.5	4A 1.295	1.089

- 용정지역 품종별 이삭 형태 및 선발함(그림 2-75).



왼쪽부터 GC11(대비종1), 12(대비종2), GC13, 14, 15, 16, 17, 18

<그림 2-75. 생산성 시험 중국 용정 사료용 교배조합 수확 및 선발 모습>

- 최종 종합평가 선발결과: 숙기, 조창과 착수고, 내성,후기 녹채성, 이삭형태, 생산량 요인을 종합하여 용정지역에 우수한 품종으로는 GC16호이고, GC15호, GC14호는 양호한 편이나 부강 191 또는 21DF24보다 약간 떨어짐.

○ 도문 (사료용옥수수 4조합)

- 장소: 도문시 월청진
- 시험구: 향장 100m, 향수: 36

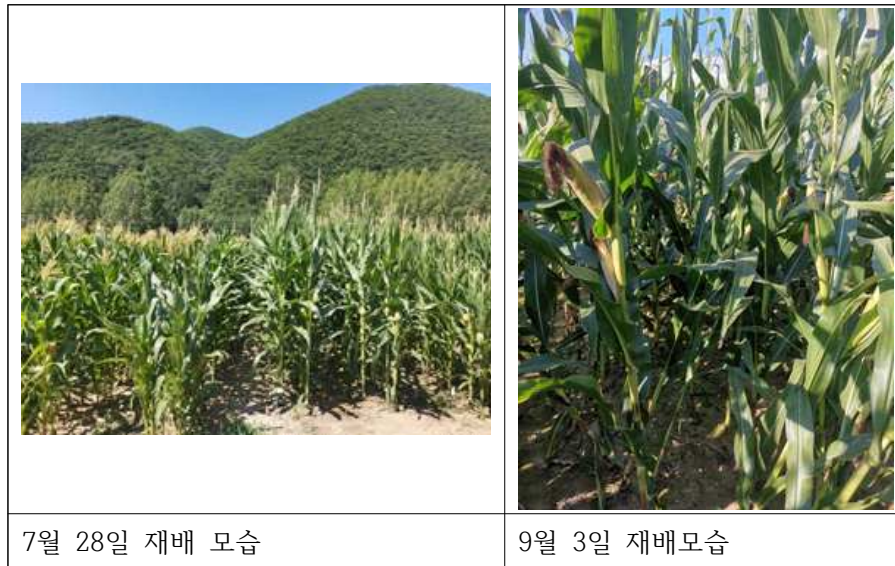
● 경종개요

- 파종: 2021년 5월 1일, 수확: 9월 25일
- 재식거리: 65X25 cm, 2반복
- 공시품종

21DF21 중국대조 先育335	21DF23	21DF24	21DF25	21DF26	21DF22 중국대조 福莱818
-------------------------	--------	--------	--------	--------	-------------------------

● 시험 결과

- 도문 지역 재배 모습(그림 2-76).



<그림 2-76. 생산성 시험 중국 도문 사료용 교배조합 재배 모습>

- 도문시 월청진시험지 농가자체 조사결과

图们 농가 수확량측정 10.22	수공수확(t/ha)
21DF21先育335	10.2
21DF23	9.3
21DF24	9.4
21DF25	10.3
21DF26	8.8
21DF22 福莱818	9.3

- 도문지역 품종별 이삭 형태 및 선발함(그림 2-77).



왼쪽부터 DF 21(대비종), 22(대비종), 23, 24, 25, 26

<그림 2-77. 생산성 시험 중국 도문 사료용 교배조합 선발 모습>

- 최종 종합평가 선발결과: 숙기, 조창과 착술고, 내성, 후기 녹채성, 이삭형태, 생산량 요인을 종합하여 도문시시험지에 우수한 품종으로는 21DF 23과 21DF 24이다. 다만 후기녹채성, 내도복성과 도문시적산 온도를 고려할때 21DF 24가 더 우수함.

○ 돈화 (사료용옥수수 4조합)

- 장소: 돈화시 홍석향 시험지
- 시험구: 향장 80m, 향수: 40

● 경종개요

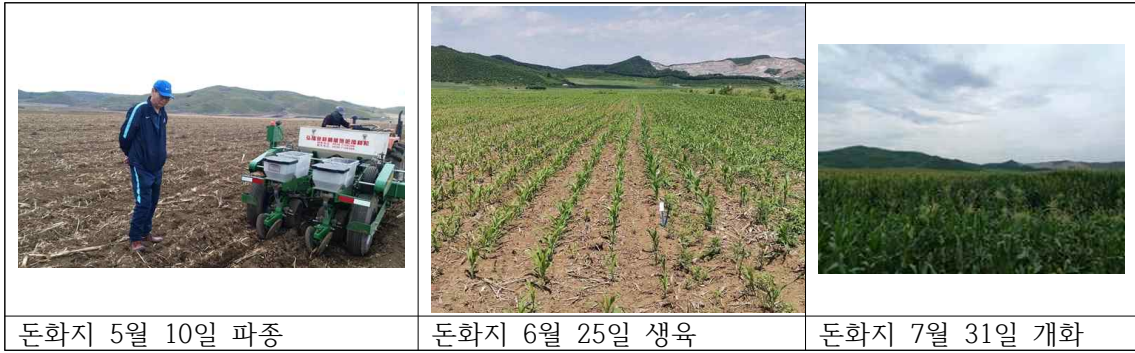
- 파종: 2021년 5월 10일, 수확: 9월 28일
- 재식거리: 길이 80m * 넓이 30m
- 공시품종

21DF23	21DF24	21DF25	21DF26	21DF22중국대조 福萊2호
--------	--------	--------	--------	--------------------

● 시험 결과

- 돈화지역 재배 모습(그림 2-78).

--	--	--



<그림 2-78. 생산성 시험 중국 돈화 사료용 교배조합 재배 모습>

- 돈화지 수확 및 품종별 이삭 형태 및 선발(그림 2-79).



<그림 2-79. 생산성 시험 중국 도문 사료용 교배조합 선발 모습>

- 최종 종합평가 선발 결과: 숙기, 조창과 착수고, 내성, 후기 녹채성, 이삭형태, 생산량 요인을 종합하여 돈화지 지역에 우수한 품종으로는 21DF 23입. 21DF 24와 21DF 26의 이삭투기와 생산량도 높은 편이나 숙기가 늦고 함수량이 높아 돈화지와 유사한 극조생종지역에 재배하려면 조기파종, 질소비료 시비량감소, 소식과종밀도 등 조치가 필요 요하다고 판단함.

나. 현지 시교

- 옥수수 종자 사업화를 촉진시키기 위해 사내 해외사업부 베트남 시교 진행안됨
- 올해도 중국, 베트남, 인도, 인도네시아, 미얀마 등에서 진행하기로 하였으나, 코로나로 인해 종자 전달이 되지 않거나 해외 현지 사정으로 정상적인 시교가 진행되지 않았음.
- 다만 중국의 경우 시교가 진행하였고, 전시포를 운영, 길림 농과원 1개소 진행됨

○ 길림 (찰옥수수 4조합)

- 장소: 길림시 농과원내 옥수수 시험지

● 경종개요

- 파종: 2021년 4월 27일, 수확: 9월 28일
- 파종밀도: 향 X 포기=30cm X 22.8 cm (67500주/ha)
- 재배관리: 길림 농과원 옥수수 시험지 표준
- 공시품종: 찰옥수수 21GW 3~7, 5조합

● 시험 결과

- 생육 및 수량성 조사결과

代号시험 번호	播种 파종일	出苗 출묘일	吐 투사 일	散粉 화분 산발 일	穗 长 이 삭 장 (cm)	穗 粗 (cm) 이 삭 직 경	单穗 重(g) 이 삭 중	轴重(g)속 대중	粒重(g) 립중
21GW3	4.26	5.18	7.11	7.12	21.2	4.0	170	42	128
21GW4	4.26	5.18	7.13	7.14	20.8	4.4	210	50	160
21GW5	4.26	5.18	7.11	7.13	21.6	4.6	214	52	162
21GW6	4.26	5.18	7.15	7.17	20.7	4.2	190	48	142
21GW7	4.26	5.18	7.14	7.15	21.4	4.3	180	46	134

代号 시험 번호	轴粗(cm) 속 대 직 경	粒 深 립 심	行粒 数 립 수 / 행	行 数 행 수/ 이 삭	总粒 数 총 립 수/ 이 삭	穗型 이 삭 형	籽粒 色 립 색	轴色 속 대 색	籽粒 类 型 립 형	百粒 重 백 립 중 (g)
21GW3	2.2	浅	39.7	12.3	488	锥型	白	白	硬粒	24.7
21GW4	2.4	中	40.1	13.3	533	筒型	白	白	硬粒	31.5
21GW5	2.6	浅	38.6	12.8	494	筒型	白	白	硬粒	33.2
21GW6	2.4	浅	36.9	12.4	457	锥型	白	白	硬粒	25.3
21GW7	2.3	中	40.5	13.2	534	锥型	白	白	硬粒	31.8

代号시험 번호	口感(20) 구감	甜性(10) 당감	糯性(10) 찰감	气味(20) 기미	风味(20) 풍미	皮薄厚(20) 껍질	总分(100) 총점
21GW3	15.0	8.5	5	15	15	10	68.5

21GW4	8.0	5.5	5	12	10	10	50.5
21GW5	10.0	6.5	6	12	10	12	56.5
21GW6	13.0	8	8	14	13	8	64
21GW7	13.0	7.5	8	12	10	12	62.5

- 식미평가시기의 이삭 형태 및 선발함(그림 2-80).



<그림 2-80. 중국 길림 농업과학원 찰초교 교배조합 선발>

- 평가 결과: 식미평가 결과 21GW3번이 가장 뛰어나지만, 생산량 등 생육상황을 고려하면 21GW5 조합이 우수함.

○ 길림 (사료용옥수수 7조합)

- 장소: 길림시 농과원내 옥수수 시험지

● 경종개요

- 파종: 2021년 4월 27일, 수확: 9월 28일
- 파종밀도: 행 X 포기=30cm X 22.8 cm (67,500주/ha)
- 재배관리: 길림 농과원 옥수수 시험지 표준
- 공시품종: 사료용옥수수 21GC 13~19, 7조합

● 시험 결과

- 생육 및 수량성 조사결과

代号	播种 파종일	出苗 출묘일	吐丝 투사일	散粉 화분 산발 일	穗长 이삭 장(c m)	穗粗(c m) 이삭직 경	行粒 数 립수/ 행	行数 수/이 삭
21GC13	4.26	5.18	7.20	7.21	22.6	4.7	35	14-16
21GC14	4.26	5.18	7.22	7.24	20.6	4.9	39	14-18
21GC15	4.26	5.18	5.21	7.22	22.1	4.8	42	14-16
21GC16	4.26	5.18	7.22	7.23	19.2	5.0	33	16-18
21GC17	4.26	5.18	7.21	7.22	19.7	5.0	35	14-16
21GC18	4.26	5.18	7.19	7.20	20.8	4.8	37	14-16

21GC19	4.26	5.18	7.20	7.21	22.9	4.7	36	16-18
CK27(길단27)	4.26	5.18	7.20	7.21	20.7	5.0	35	14-16

代号	穗型 이삭형	籽粒 色립색	轴色 속대색	籽粒类型 형	水分 항수 량(%)	比对照 대조비	公顷 产量 생산량(k g/ha)
21GC13	锥型	黄	红	半马齿	23.5	-7.3	12686.7
21GC14	筒型	橙黄	红	半马齿	25.2	-6.2	12836.5
21GC15	筒型	黄	白	半马齿	19.7	5.3	14410.3
21GC16	筒型	黄白	红	半马齿	25.3	-6.8	12754.4
21GC17	筒型	黄	红	半马齿	24.7	-1.3	13507.1
21GC18	筒型	黄	红	半马齿	21.3	-2.8	13301.8
21GC19	锥型	黄	红	半马齿	24.6	-1.9	13425.0
CK27(길단27)	筒型	黄	白	半马齿	22.8	0.0	13685.8

- 조합별 특성 평가 비교

	总体表现(전반적 성능)	
21GC13	细长穗，偏晚，倒伏50%左右，较对照-7.3%。 이삭이 가늘고 길다.만생종 편이고 도복발생50%.대조비해 7.3%감산	
21GC14	偏晚，果穗均匀，米质好，封顶性好，较对照-6.2%。 숙기가 늦은 편이고,이삭이 균준하며,미질이 좋다.capping특성이 좋다.대 조비 6.2%감산	
21GC15	抗性好，果穗大，倒伏10%，秃尖较大，较对照+5.3%。 내성이 강하고,이삭이 크며,도복율10%.秃尖较大.대조비해 5.35증산	선발
21GC16	短粗型果穗，米质一般，青枯较重，较对照-6.8%。 이삭이 짧고 굵다.미질이 일반이고, 청고형상이 있다.대조비해 6.8%감산	
21GC17	果穗均匀，封顶好米质好，倒伏30%，较对照-1.3%。 이삭이 유사하고,미질좋고.capping특성도 좋다.도복율30%,대조비해 1.4% 감산	
21GC18	果穗均匀，抗性好。较对照-2.8%。 이삭이 유사하고 개성이 좋다.대조비해 2.8%감산	
21GC19	细长穗，抗性较好，较对照-1.9%。 이삭이 가늘고 길다.내열이 좋은 편이고,대조비해 1.9%감산	

- 길림시 GSP(GC) 사료용옥수수 이삭형태(그림 2-81)



<그림 2-81. 중국 길림 농업과학원 사료용 옥수수 교배조합 선발>

-최종 평가결과: 길림성 품종심사 조속종 대조품종인 길단27과 비교하여 길림지역에 적합한 품종으로 21GC15 선발됨.

다. 현지 확대 실증 시험(GW-222: 강원삼3호)

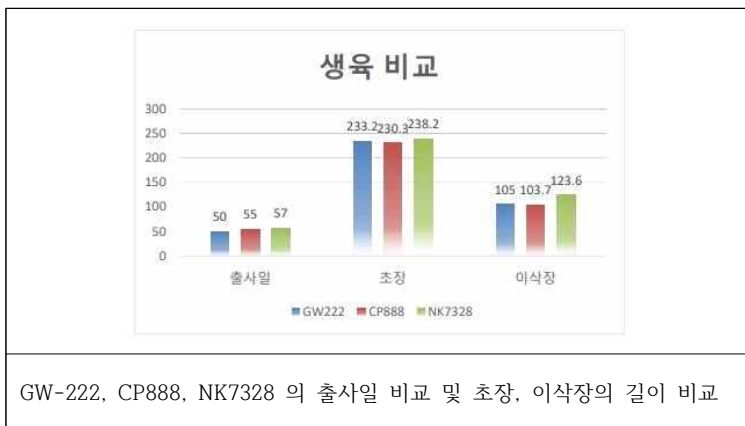
- 1 ha (소재지: 베트남 동나이성 감미군 쑤언록), GW-222 생산력 테스트 및 사일리지 생산, 대비 2 품종, 각각 1,000 평, 총 3,000 평
- 비교품종으로는 GW-222, 대조품종으로는 NK7328 과 CP888 으로 함
- 재배 기간: 2021. 05.24 ~2021. 10. 30
- 시험지 파종 45일째 재배 모습(그림 2-82)



<그림 2-82. 베트남 현지 확대 실증 시험(GW-222: 강원삼3호) >

- 출사일, 초장, 이삭장 비교

출사일의 단위는 Day After Sowing(DAS). 초장과 이삭장의 길이는 출사 후 25 일후에 측정함(단위는 cm)(그림 2-83).

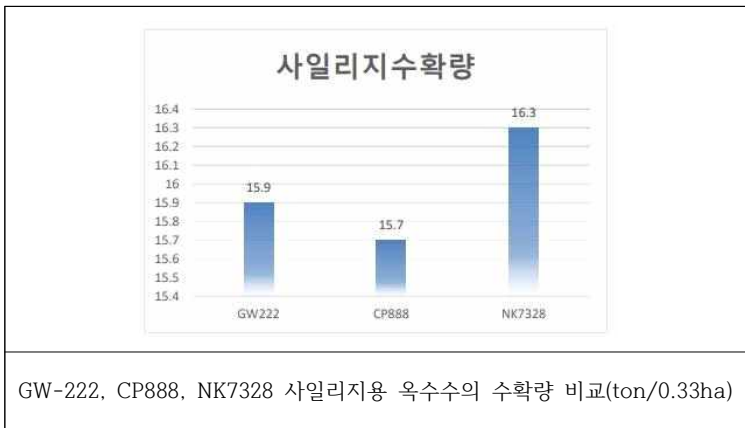


<그림 2-83. 베트남 현지 확대 실증 시험 생육 비교 >

- GW-222수확 후 사일리지 제조 모습



<그림 2-84. 베트남 현지 확대 실증 시험 사일리지 제조 모습 >



<그림 2-85. 베트남 현지 확대 실증 시험 사일리지 수확량 비교 >

- 각 품종 별 사일리지용 옥수수 수확량을 살펴보면 총 시험구 크기인 약 3300m² 에서 GW-222 가 15.9 톤으로 대조품종인 CP888 보다 약 0.2 톤이 많았음. 이 수확량을 ha 당 수확량으로 계산하면 GW-222 은 47.7 톤이 생산이 예상됨. 가장 수확량이 높은 품종은 NK7328 이며 3300m² 에서 16.3 톤이 수확이 되었고 ha 으로 계산하였을 때 약 48.9 톤이 생산되었음 (그림 2-84, 2-85).

- 사일리지용 시험 결과 분석

- ① GW-222 - 총 15.9 톤, (600kg 포장 기준 26.5 백)
- ② CP888 - 총 15.7 톤, (600kg 포장 기준 26.1 백)
- ③ NK7328 - 총 16.3 톤, (600kg 포장 기준 27.1 백)

NK7328 이 다른 품종들과 월등히 높은 것은 이 품종이 베트남 내에서 재배하는 품종 중 가장 우수한 품종임. GW-222 품종은 대비 품종과 거의 유사한 생산성을 보였음. 특히 베트남에 서 신품종에 대한 품종등록시 NK7328 을 대조 품종으로 기준을 삼고 있기 때문에 대조품종 대비 10% 이상 높은 기준을 적용한 까다로운 외국산 신품종 등록 심사가 이루어질 때 품종 등록이 어려움 예상됨.

라. 종자생산(GW-222)

- 2021년 종자 생산은 베트남에서 실시하였음.
- 중국에서는 작년에 생산한 종자가 남아 있어 생산하지 않았음.

① 채종지 위치 및 면적

- 채종지 면적: 약 1ha
- 채종지 주변에 종자 오염원은 없음.
- 채종자 외곽에 3열씩 부분을 심음.
- 채종지 위치: Xuân Tây, Cẩm Mỹ District, Dongnai, Vietnam

② 채종 품종

- GW222

③ 경종 개요

- 파종 간격: 주간 25cm, 열간은 모본 사이에는 80cm, 부분과 모본 사이는 60cm로 파종.
- 모부분 2:1로 재배(그림 2-85).

	
<p>채종포에서 이형주를 제거 전(왼쪽)과 후(오른쪽)의 비교 모습</p>	<p>교배가 마무리된 후 부분을 제거하는 작업을 실시</p>

<그림 2-85. 베트남 현지 확대 실증 시험용 GW222 종자 생산용 재배 모습 >

④ 진행상황

- 파종: 모, 부분 동시 파종
- 1차 파종: 7월 18일 (부분)
- 2차 파종: 7월 18일 (모본)
- 모본 응수 제거: 9월 2일
- 부분 출수 시작: 9월 8일
- 수확: 10월 24일

⑤ 수확 후 종자 관리 작업내용

작업 내용	작업 일자	비고
수확	10월 24일	
건조	10월 25일 ~ 11월 9일	수분함량 14% 이하
탈립	11월 10일	오염종자 제거 후
정선	11월 11일 ~ 11월 12일	불량종자, 이물질 제거
종자소독	11월 13일 ~ 11월 14일	Cruiser Plus 312.5 FS - Syngenta
포장	11월 15일 ~ 11월 16일	2kg 단위 포장

- 수확은 10월 말 완료, 건조는 수분함량 14%까지 건조진행, 탈립 및 정선 진행함
- 종자 소독 진행하여 포장
- 부, 모계는 소포장, F1은 대포장하여 완료함(그림 2-86).

			
채종포 수확 및 건조 모습	탈립기 이용 분리 후 정선하는 과정	종자소독 약제를 처리 후 소포장 하는 모습	포장 완료되어 창고에 보관중인 GW-222 의 F1 종자

<그림 2-86. 베트남 현지 확대 실증 시험용 GW222 종자 생산>

- 채종결과

GW-222, F1 생산 - 총 907kg (목표 수확률의 90.7%)

Tx29A(부계) 생산 - 총 56kg (목표 수확률의 112%)

8004(모계) 생산 - 총 58kg (목표 수확률의 114%)

F1 의 목표 수확량인 1000kg 에 미치지 못한 것은 베트남 정부의 Covid19 으로 인한 전국의 봉쇄령으로 인하여 9 월 5 일부터 8 일까지 이동 금지령으로 인하여 모본이 출수하였음에도 불구하고 3 일간 용수를 제때 제거하지 못하여, 용수가 출현한 개체의 반경 2m (16m²)를 제거 함으로써 전체적으로 수확량이 적어 졌음.

○ 베트남

① 베트남 현지 적응 옥수수인 장수찰을 베트남에 수출

품목	장수찰옥수수
수량	135kg (3,373봉, 40g/봉)
단가	1 USD / 봉

SNP primer #1

▪ SNP information

> PZE-105122293 - SNP - [A/G] (Strong); (RefStrand '-')

AlleleA_ProbeSeq - GTAAAGTCATTTGCAAAATCAGCAGCATAGATTTCTAGCCCCGCTTTGTG

Location: chr5 ; map position 18,33,30,013...18,33,31,040

Korean popcorn: CC; Foreign popcorn: TT

aatgtttccacctcattaacgcctctgcagtttggttaaatgtccaggtagggataacaataactaactcgaactacacattgggtatttctctcacctga
acattgtttcttcaaatgacgaagacagtttctacagccagtttaagcttagcatgcgaaactatctctgtcttctcgaaacaattcattactgattaca
tctcatgcctgaagtgaactcctcaccagtatactggaagtagcaagaagacaagctgtgtccgcttcttgacgaaggctcattgagccatc
gacaaaaccagacataggttccatggtgaaaaatctaactttgtcaagactttgctctggaatactgttccaaaagctatactggcctgttaccca
gataattacctactgcctatactcagttgtgatgatgc(C/T)caaaaagcggggctagaatactatgctgctgatttggcaatgacttactatcagctat
aactacagctttgatccattagcggaaatcttctcattggtaacagtgcttctctgtcagtggtgtgactgattcccattactcctcagaagcagtt
ggtagtccacctatccttttttcatgatgctatgcataagatctgtcaagaattctatgcaactcaagatgccagtggtgagctgtgaactttattagaat
agttgtaacttatggaatcatggttcagttatttattctttggcacaagtttctcaacaagttggaagatgtagcatggatcacggccttgattgtctctctt
ccctgcaggttgcttagtaacctgaacaacagcaagatcgacctggtagcacctgctccttggcactcagcttaatttccactattaataatgatgt
actgaaatttgcacacattaacaatgcagctaaacctctggtatctctcataatggtgctagcggtgacta

▪ Tetra-ARMS primer design

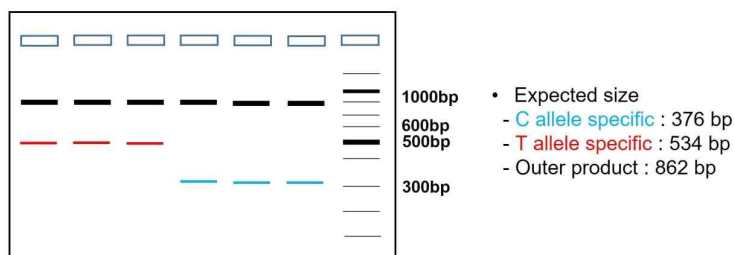
Orientation	Len	Tm	GC%	Primer Seq	Product size
Forward	28	67	39.29	AATGTTTTCACCTCATTTAACGCCTCTG	862
Reverse	28	66	46.43	TAGTACCCTAGCACCATTATGAGAGA	

Orientation	Len	Tm	GC%	Primer Seq	Product size	SNP	Modification
Kor_specific_F1	29	65	37	TGCCTTATACTTCAGTTGTTGATGATCC	376	C	G--T (weak)
For_specific_R1	26	69	50	CATAGATTTCTAGCCCCGCTTTGGGA	534	T	T--G (weak)

<그림 2-88. 계통 특이 SNP 정보로부터 선택적 PCR 증폭이 가능하도록 primer 제작>

SNP primer #1

▪ PCR genotyping result using the Tetra-ARMS primer



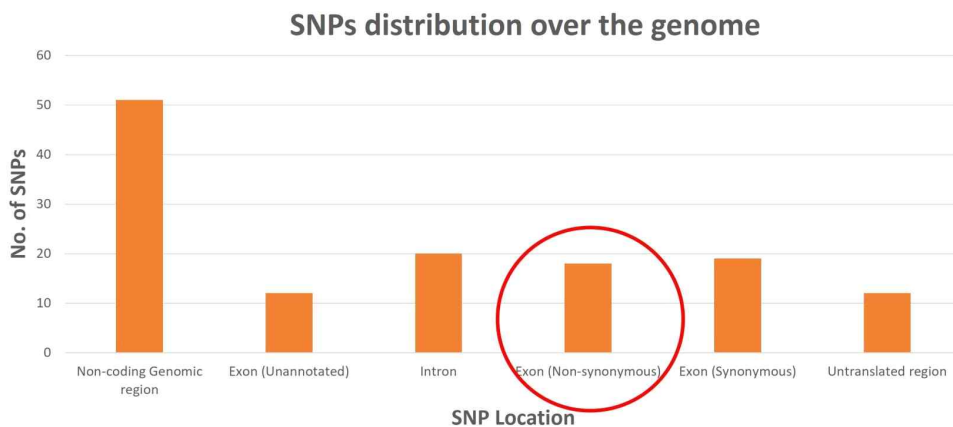
<그림 2-89. SNP 정보에 따른 특이적 PCR 단편 증폭 결과. 계통 특이적 SNP 또는 다수의 SNP로부터 제작된 primer 조합을 활용하여 목표 품종 구분이 가능하게 함>

바. 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 제작

- 옥수수 건조저항성 유전인자 및 분자마커 선발

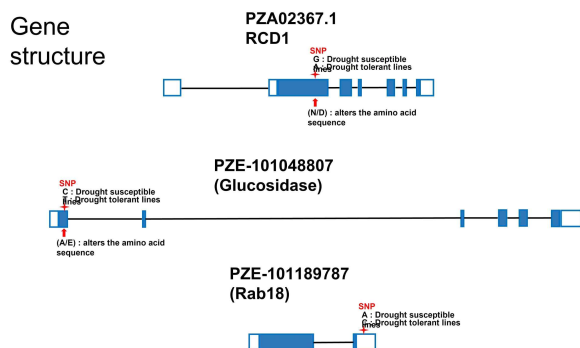
건조 스트레스에 감수성을 보이는 B73을 포함하여 전체 16계통으로 구성된 식물 집단에 대

한 genome-wide SNP genotyping 분석 결과와 필드 건조 스트레스 저항성/감수성 수치 정보를 토대로 133개의 연관 SNPs를 동정하였음. 생물정보학적 기술을 사용하여 이들 SNPs에 대한 상세 위치 정보 분석을 수행하였으며 그 결과 51개의 SNPs는 유전자 외 지역에, 12개의 SNPs는 정보가 알려지지 않은 유전자의 exon 서열에, 20개의 SNPs는 유전자의 intron 서열에, 37개의 SNPs는 기능이 확인된 유전자의 단백질 암호화 지역인 exon에, 그리고 12개의 SNPs는 유전자의 UTR 지역에 존재하고 있는 것을 확인하였음(그림 4-33). 선발된 133개의 SNPs 중 1차적으로 기능이 확인된 유전자에 위치하는 37개의 SNPs를 대상으로 하였으며 이들 중 아미노산 변이를 유도하는 18개의 SNPs를 옥수수 건조 스트레스 관련 유전인자 및 분자마커로 최종 선발하였음.

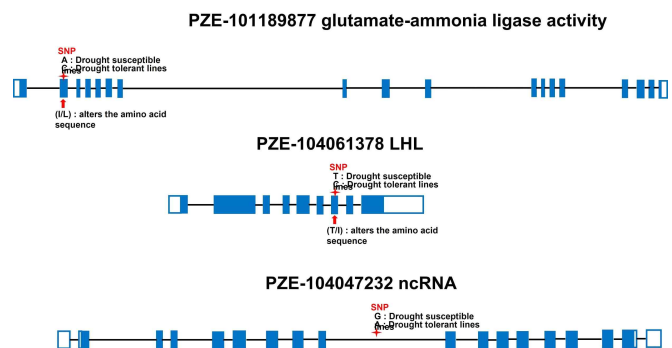


<그림2-90. Association 분석을 통해 확보된 133개 건조저항성 연관 SNPs에 대한 상세 정보>

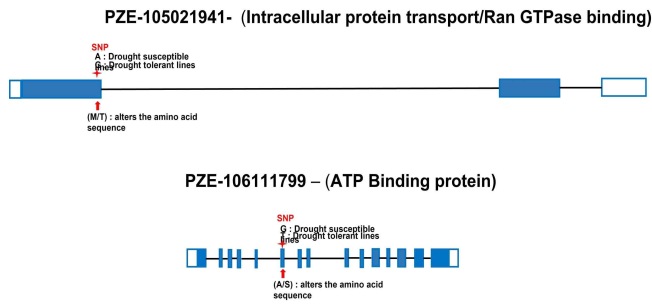
- 옥수수 건조저항성 유전인자들의 구조 및 SNP 상세 정보 분석
 선발된 옥수수 건조 스트레스 관련 유전인자 18개에 대한 유전자 구조 분석을 수행하였음. 이와 함께 사용된 건조 스트레스 저항성 및 감수성 계통들로부터 해당 유전인자들의 염기서열을 확보하여 비교함으로써 선발된 SNPs들에 대한 진위성 여부도 재차 검증하였음. 18개의 건조 스트레스 저항성 유전인자들의 구조 분석 결과는 아래와 같음(그림 2-91~97).



<그림 2-91. 선발된 건조저항성 유전인자 구조분석결과>

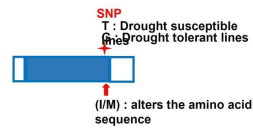


<그림 2-92. 선발된 건조저항성 유전인자 구조분석결과>

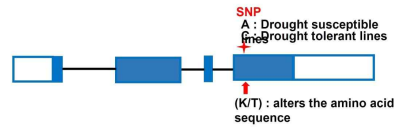


<그림 2-93. 선발된 건조저항성 유전인자들의 구조분석결과3>

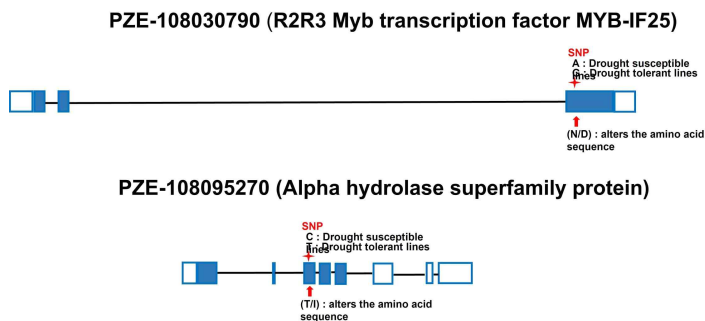
SYN12358 oxidoreductase activity



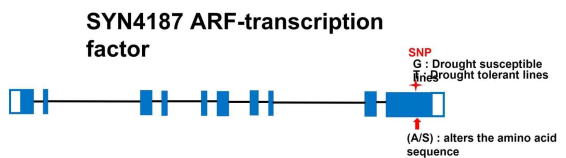
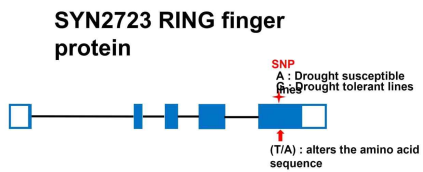
SYN24806 EARLY FLOWERING 3-like protein



<그림 2-94. 선발된 건조저항성 유전인자들의 구조분석 결과4>

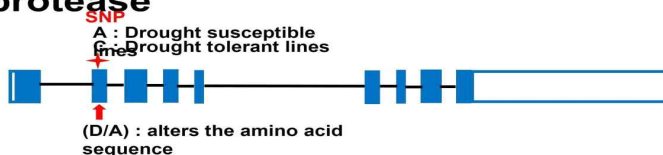


<그림 2-95. 선발된 건조저항성 유전인자들의 구조분석결과5>

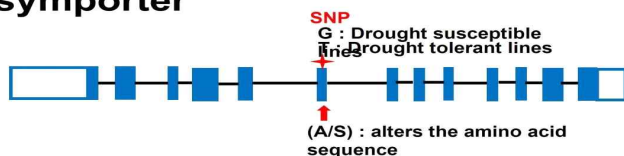


<그림 2-96. 선발된 건조저항성 유전인자들의 구조분석 결과6>

SYN4156 ATP-dependent Clp protease



SYN7777 nucleobase:cation symporter



<그림 2-97. 선발된 건조저항성 유전인자들의 구조 분석결과7>

- 옥수수 건조 스트레스 저항성 유전자 동정 및 표지 SNP 분자마커 선발
 선발된 18개의 SNPs에 대한 *in-silico* 기능 분석과 선행 연구논문 결과를 활용하여 옥수수 건조 스트레스 저항성 증진에 밀접하게 연관되어 있을 것으로 예상되는 6개의 유전자와 이들

내부에 존재하는 SNPs를 선발하였다. 현재, 1세부과제와 연계하여 작성된 건조 저항성 연관 DH 집단 및 식물 형질전환 기술을 접목하여 이들 유전자들의 기능 및 해당 SNPs의 역할 검증을 진행중에 있음(그림 2-98)

Shortlisted Non-synonymous- 18 SNPs

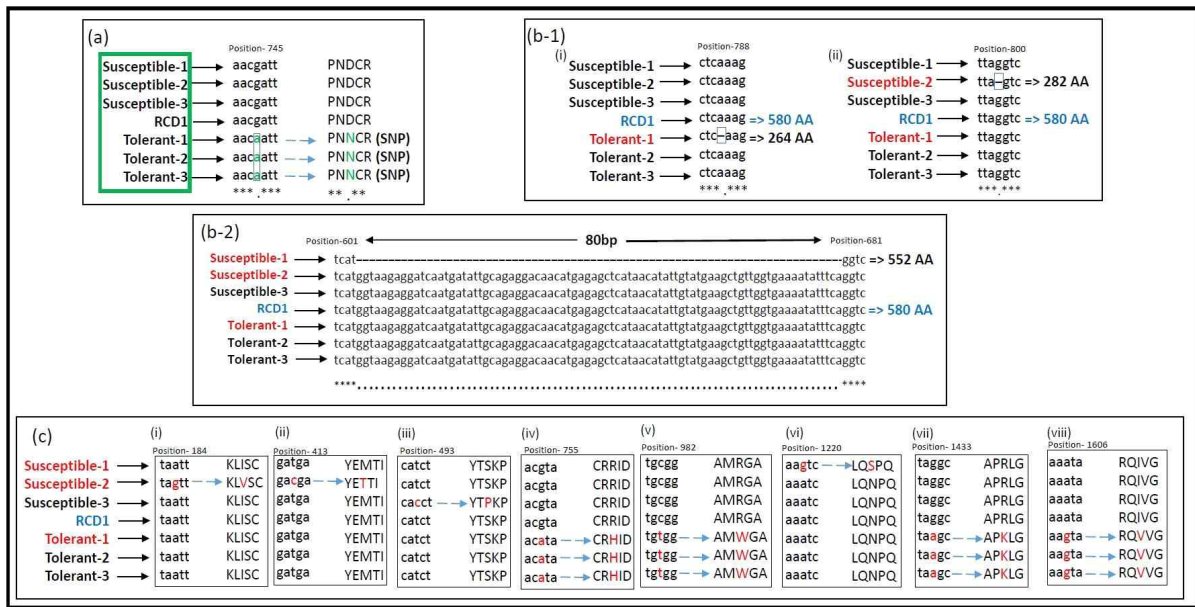
SNP	Gene activity	SUSCEPTIBLE	TOLERANT
PZE-104022543	SAM protein	AA	GG
PZE-104022509	Glycosyl transferase	GG	AA
PZE-104061378	LHL	AA	GG
PZE-101189877	Glutamine synthase	AA	CC
PZE-101189787	Rab18	GG	AA
PZE-101127173	Cell wall protein	AA	GG
PZA02367.1	RCD1	GG	AA
PZE-101048807	Glucosidase	AA	CC
PZE-105021941	GTPase binding protein	AA	GG
PZE-106111799	ATP binding protein	CC	AA
PZE-108030790	MYB transcription factor	AA	GG
PZE-108095270	Alpha hydrolase protein	GG	AA
SYN12358	oxidoreductase activity	AA	CC
SYN24806	Early flowerig protein	CC	AA
SYN2723	Ring finger protein	AA	GG
SYN4156	CLP protease	AA	CC
SYN4187	ARF	CC	AA
SYN7777	Cation symporter	CC	AA

<그림 2-98. 최종 선발된 옥수수 건조 스트레스 저항성 증진 유전자 및 SNP 유형 정보. 최종 선발된 6개의 유전자는 붉은색으로 표시하였음.

- 옥수수 *RCD1* 유전자의 동정 및 기능 검증

최종 선발된 6개의 SNPs 중 하나는 inactive poly [ADP-ribose] polymerase *RCD1* 유전자의 첫 번째 exon에 위치하고 있음. 옥수수 *RCD1* 유전자는 식물의 abiotic stress에 반응하며 다양한 스트레스 반응 유전자를 조절할 수 있음이 선행 보고되어졌음. 특히, 옥수수 *RCD1* 유전자 첫 번째 exon에 존재하는 SNP는 아스파라긴/아스파르트산 변이를 만드는 것이 확인되었음. 해당 SNP의 진위성 검증을 위하여 건조 스트레스 저항성 및 감수성 계통으로부터 각각 transcripts(*RCD1* 및 *rcd1* 라 명칭함)를 별도 분리하여 염기서열을 결정하였으며 다중 염기서열 정렬 분석을 통해 해당 유전자 서열의 추가 변이를 확인하였음. 그 결과 감수성 계통으로부터 확보된 *rcd1* 유전자의 서열에는 다수의 변이성 SNPs가 발견되었으며 선택적 스플라이싱으로 인한 길이가 다른 전사물 또한 생성되는 것을 확인하였음. *RCD1* 및 *rcd1* 전사물의 기능 차이를 검증하기 위하여 1차적으로 애기장대를 식물형질전환 시스템을 활용하여 기능 검증을 수행하였으며 그 결과 *RCD1* 가 도입된 애기장대 형질전환 식물체가 *rcd1*이 도입된 식물체보다 건조 스트레스 처리 시 더 오래 생존하는 것을 확인할 수 있었음. 현재 옥수수에서 기능을 검증하고자 동일한 cDNA 서열을 옥수수에 도입하고 있으며 옥수수에서 기능 검증이

완료되면 건조 스트레스 저항성 옥수수 신품종 육성 및 이를 위한 분자마커 제공에 활용되어 질 수 있을 것으로 판단됨.



<그림 2-99. 옥수수 RCD1 및 rcd1 유전자의 cDNA 서열을 활용한 다중 염기서열 정렬 >

사. 옥수수 주요 병해 특성 분석

- 선행 연구로부터 순수 동정한 매문병(*Exserohilum turcicum*)과 깨씨무늬병(*Bipolaris maydis*) 균주들을 유지 관리하고 있으며 필요시 상시 배양하여 접종에 사용되고 있음.

아. 옥수수 주요 병해 특성 분석 및 유전자원의 저항성/감수성 검정

- 현재, 중국 현지에서 동정한 옥수수 주요 병원균(매문병 및 깨씨무늬병)을 활용하여 육성된 옥수수 계통들에 대한 병 저항성/감수성 검정 시스템을 확립하였음.
- 필요시 해당 병원균을 사용하여 중국 현지 병 적응성 계통 선발이 가능함.

2-4. 연구개발 성과

가. 연구개발 성과목표 대비 실적

(단위 : 건수)

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출액	종자 수출액	기술 이전	마케팅 전략 수립 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표	5	5	2	1	3	4			-		400	-		3
1차 년도	목표				1									
	실적	2	1		1	1			59					2
2차 년도	목표	1		1		1								
	실적	1		1		1	3					1		1
3차 년도	목표	1	1	1		1	1				30			
	실적	3		1	1	1	1				0.04	1		1
4차 년도	목표	1	1		1	1	2				120			
	실적	3			1		2				0.3			1
5차 년도	목표	2	3								250			
	실적	2	1			2	1				0.33			
소 계	목표	5	5	2	1	3	4				250			3
	실적	11	2	2	3	5	8		59		0.67	2		5
종료 1차년도														
종료 2차년도				2										
종료 3차년도				2							10			
종료 4차년도														
종료 5차년도											20			
소 계				4							30			
합 계														

(1) 품종개발

세부적으로 전부(건별)로 기록하며, 국외인 경우 반드시 국명을 기록합니다]									
구 분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
품종	대륙옥	대한민국	강원도	2016.3.14	2016-209	강원도	2017.6.8	6721	
품종	GIN03	인도	강원도	2017.4.28	89936	-			
품종	GIN04	인도	강원도	2017.4.28	89936	-			

품종	꿀미찰	대한민국	강원도	2018.12.1 2	2018-692	-			
품종	대륙2호	대한민국	강원도	2019.2.26	2019-142	-			
품종	복강191	중국	강원도	2019.1.11	-	Fulight, 강원도	2021.5.31	2021-1 -0105	
품종	연농나581	중국	강원도	2019.2.20	-	-			
품종	장수옥	대한민국	강원도	2020.3.19	2020-208				
품종	강연2호	대한민국	강원도	2020.3.19	2020-226				
품종	연농나588	중국	강원도	2020.4.27	-				
품종	대륙3호	대한민국	강원도	2021.3.31	2021-186				
품종	다홍찰	대한민국	강원대 산학연	2021.4.1	2021-180				

- ※ '17년 품종출원 : GIN03, GIN04 2품종 인도 현지 품종심사 참여
- ※ '19년 품종출원 : 복강191, 연농나581 2품종 중국 길림성 현지 품종심사 참여
- ※ '20년 품종출원 : 연농나588 중국 길림성 현지 품종심사 참여
- ※ '21년 품종등록 : 복강191 (21년 5월)

(2) 특허

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

구분	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
특허	FT-IR 분광분석기를 통한 부모계 계통으로부터 F1 잡종종자의 신속한 구별	대한민국				경북대산학협력단	2017.03.24	10-1721735	
특허	홍미찰옥수수 품종을 구분하기 위한 특이 SSR 프라이머 및 이의 용도	대한민국	강원대학교산학협력단	2018.11.06	10-2018-0135432	강원대학교산학협력단	2019.09.27	10-2028543	
특허	'대륙2호'옥수수 품종을 구분하기 위한 특이 SSR 프라이머 및 이의 용도	대한민국	강원대학교산학협력단	2019-09-05	10-2019-0110268	강원대학교산학협력단	2020.08.31	10-2152099	

(3) 논문

논문(국내외 전문학술지) 게재							
번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)
2017-1	Genetic analysis of maize germplasm in the Korean Genebank and association with agronomic traits and simple sequence repeat markers	Genes & Genomics	O. Gyeom Kim, Kyu Jin Sa, Jung-Ro Lee, Ju Kyong Lee	39	대한민국	한국유전학회	SCI
2017-2	캐나다 옥수수 자식계통들에 대한 유전적 다양성 및 집단구조 분석	한국육종학회지	홍탁기, 사규진, 이주경	49(2)	대한민국	한국육종학회	비SCI
2018-1	Genetic Diversity and Association Analyses of Canadian Maize Inbred Lines with Agronomic Traits and Simple Sequence Repeat Markers	Plant Breeding and Biotechnology	KyuJin Sa, Tak Ki Hong, Ju Kyong Lee	6(2)	대한민국	한국육종학회	비SCI
2018-2	이삭이 긴 다수성 흰찰옥수수 '장수찰'	한국육종학회지	서영호, 박기진, 류시환, 박종열, 최재근	50(2)	대한민국	한국육종학회	비SCI
2018-3	Bulk Segregant Analysis (BSA) for the improvement of Drought Resistance in Maize (Zea mays L.) Inbred Lines as revealed by SSR molecular markers	Research J. of Biotechnology	MuhammadFaroqi, Shijun Ma, Ju Kyong Lee	13(2)	인도	Research J. of Biotechnology	비SCI
2018-4	Development of CACTA transposon derived SCAR markers and their use in population structure analysis in Zea mays	Genetica	Neha Samir Roy, Kyong-Cheul Park	146	네덜란드	Springer	SCI
2019-1	Construction of genetic linkage map and identification of QTLs related to agronomic traits in DH population of maize (Zea mays L.) using SSR markers	Genes & Genomics	Jae-Keun Choi, Kyu Jin Sa, Dae Hyun Park, Su Eun Lim, Si-Hwan Ryu, Jong Yeol Park, Ki Jin Park, Hae-Ik Rhee, Mijeong Lee, Ju Kyong Lee	6(2)	대한민국	한국유전학회	SCI
2019-2	Genetic Diversity and Association Analyses of Chinese Maize Inbred Lines Using SSR Markers	Plant Breeding and Biotechnology	Yin Vathana, Kyu Jin Sa, Su Eun Lim, Ju Kyong Lee	7(3)	대한민국	한국육종학회	비SCI

2020-1	The comparative gene expression concern to the seed pigmentation in maize (<i>Zea mays</i> L.)	Genomics & Informatics	Kyu Jin Sa, Ik-Young Choi, Ju Kyong Lee	18	대한민국	한국유전체학회	비SCI
2020-2	색소찰옥수수 근동질 계통들에 대한 형태적 특성연구	한국육종학회지	김해리, 사규진, 박기진, 남궁민, 모창연, 이주경	52(4)	대한민국	한국육종학회	비SCI
2021-1	Mapping of QTL for agronomic traits using high-density SNPs with an RIL population in maize	Genes & Genomics	KJ Sa, IY Choi, JY Park, JK Choi, SH Ryu, JK Lee	43	대한민국	한국유전학회	SCI
2021-2	Genetic characterization of popcorn hybrids based on SNP genotyping and development of rapid ARMS based primers	한국작물학회지	최재근, 박종열, 류시환, 공민남, 김문중, 박경철	24	대한민국	한국작물학회	비SCI
2021-3	Genetic characterization and association mapping in near-isogenic lines of waxy maize using seed characteristics and SSR markers	Genes & Genomics	HR Kim, KJ Sa, M NG, KJ Park, SH Ryu, CY MO, JK LEE	43	대한민국	한국유전학회	SCI
2021-4 (Poster)	Functional analysis of genetic variation contributing drought tolerance and validation using the transgenic approach in maize	한국식물생명공학회지	R,V Ramekar, M Sharma, Yr Park, S H Rye, KC Park	21.8.1-21	대한민국	한국식물생명공학회	포스터발표 21.8.12

(4) 유전자원

세부적으로 전부(건별로)기록						
번호	특성	수집	등록			기타
			등록인	등록일	등록번호	
2017-1	온대형 옥수수	유럽	류시환	2017.5	K262064 ~K262122	59점

- 생명자원 등록기탁 : 완료 59점

부적으로 전부(건별로)기록						
번호	특성	수집	등록			기타
			등록인	등록일	등록번호	
1	온대형 옥수수	Chiemgauer	류시환	2017. 5.	K262064	
2	〃	Gelber Badischer Landmais	〃	〃	K262065	
3	〃	Janetzkis Gloria	〃	〃	K262066	
4	〃	Mahndorfer	〃	〃	K262067	
5	〃	Janetzkis Astra	〃	〃	K262068	
6	〃	Caspersmeyer II	〃	〃	K262069	

7	〃	Braunes Schindelmeiser	〃	〃	K262070
8	〃	Rottaler Silomais	〃	〃	K262071
9	〃	Dippes Zuckermais	〃	〃	K262072
10	〃	Rimpaus fruher Binder	〃	〃	K262073
11	〃	Weißer Vorarlberger Fruhmais	〃	〃	K262074
12	〃	Kubanskaja Konservnaja	〃	〃	K262075
13	〃	Trebisovska	〃	〃	K262076
14	〃	Kocovska Rana	〃	〃	K262077
15	〃	Grusevskaja Mestnaja	〃	〃	K262078
16	〃	Bezencukskaja 41	〃	〃	K262079
17	〃	Adamcova Budynska	〃	〃	K262080
18	〃	Cakinskaja Zemcuzina	〃	〃	K262081
19	〃	NeuzuchtKaatz	〃	〃	K262082
20	〃	Slovenska Zluta	〃	〃	K262083
21	〃	Mirosicka Krajova	〃	〃	K262084
22	열대형 종실용옥수수	Kostycevskaja	류시환	2014	K262085
23	〃	Petkuser	〃	〃	K262086
24	〃	Gelber Burgenlander	〃	〃	K262087
25	〃	Erdbeermais	〃	〃	K262088
26	〃	Thazskaja Zeltaja	〃	〃	K262089
27	〃	Voskovidnaja 156	〃	〃	K262090
28	〃	16Eu33	〃	〃	K262091
29	〃	Gelber Badischer Landmais	〃	〃	K262092
30	〃	16Eu36	〃	〃	K262093
31	〃	16Eu37	〃	〃	K262094
32	〃	16Eu38	〃	〃	K262095
33	〃	16Eu39	〃	〃	K262096
34	〃	16Eu40	〃	〃	K262097
35	〃	16Eu41	〃	〃	K262098
36	〃	16Eu42	〃	〃	K262099
37	〃	16Eu43	〃	〃	K262100
38	〃	16Eu45	〃	〃	K262101
39	〃	16Eu46	〃	〃	K262102
40	〃	16Eu47	〃	〃	K262103
41	〃	16Eu48	〃	〃	K262104
42	〃	16Eu49	〃	〃	K262105
43	〃	16Eu50	〃	〃	K262106
44	〃	16Eu51	〃	〃	K262107
45	〃	16Eu52	〃	〃	K262108

46	〃	16Eu53	〃	〃	K262109	
47	〃	16Eu54	〃	〃	K262110	
48	〃	tetri kazovana	〃	〃	K262111	
49	〃	16Eu57	〃	〃	K262112	
50	〃	16Eu59	〃	〃	K262113	
51	〃	konskispap	〃	〃	K262114	
52	〃	carewic	〃	〃	K262115	
53	〃	Strenzfelder	〃	〃	K262116	
54	〃	Schindelmeiser	〃	〃	K262117	
55	〃	Mais	〃	〃	K262118	
56	〃	ZHS 1	〃	〃	K262119	
57	〃	ZHR 1	〃	〃	K262120	
58	〃	HHS 1	〃	〃	K262121	
59	〃	Mahndorfer Mais	〃	〃	K262122	

(5) 기술이전

기술이전					
번호	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)
2018-1	통상실시	품종보호권 통상실시	농협종묘센터	2018.4.16	374,000원
2019-1	통상실시	품종보호권 통상실시	농협종묘센터	2019.10.1	187,000원

(6) 인력양성

연구인력 활용/양성 성과													
번호	분류	기준년도	인력양성 현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1		2017		2			2						2
2		2018	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
				1			1						1

3		2019	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
				1			1						
4		2020	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
				1				1					

(7) 수출 실적

종자 수출 목표: 400만 달러 계획, 0.67만 달러 수출					
번호	연도	품 종	수출액(달러)	국가	기 타
1	2019	꿀미찰	350	중국	
2	2019	장수찰	3,000	베트남	
3	2021	장수찰	3,373	베트남	
합 계			6,723		

* 수출 목표 미달성 사유

1) 수출 품종 개발 지연 및 등록 절차 어려움

- 5품종 등록 5품종 목표였으나, 등록 성과는 2품종임(국내1, 국외1)
- 수출을 위하여 중국이나 베트남의 품종등록이 먼저 이루어지고 생산이 진행되어야 하는데, 품종개발단계의 품종력 한계와 코로나등 여건으로 지난 2년은 확대 시교 및 실증 시험에 어려움 있었음
- 국외 현지 품종 출원은 인도 2, 중국 3품종 등 총 5품종을 출원하였고, 품종등록은 중국 1품종(복강191)뿐임. 중국 및 인도등 품종 등록 위한 심사기준은 상당히 까다로움
- 기존 한국용 품종을 대량 현지 적응성 시험을 하였으나, 중국의 찰옥수수나 베트남등 동남아시아 현지의 재배환경 차이로 수량성이 뒷받침되지 않음
- 21년도 시험품종은 다수의 현지 대비품종 대등한 조합계통이 선발되었음. 농업적 형질 및 재해적응성이 우수하여야 하고, 수량성은 10% 이상 증수하여야 통과함
- 현지 기업은 품종등록 경험 및 평가기관과의 유대관계를 통하여 등록추진
- 중국 현지 품종등록된 복강191의 경우 현지 기업인 Fulight종자유한공사와 협력하여 공동 출원한 품종이므로 성공적으로 품종심사를 통과함
- 따라서, 국외 현지 품종등록을 위해서는 현지 기업 또는 기관과 협력이 필요함

2) 국내 품종등록 추진 지연

(9)사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.07 억원	
			향후 3년간 매출	1 억원	
		관련제품	개발후 현재까지	억원	
			향후 3년간 매출	억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			위

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2022~2027		
	소요예산(백만원)				
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			0.07	1	2
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내			
국외					
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

- 중국, 인도, 베트남 출원 품종의 등록이 진행된 다음 수출이 예상되며, 현재 과제 종료에 따른 현지 적응성 및 시교 사업이 불투명한 상태이며, 후속으로 연구가 진행될수 있기를 희망합니다.

- 국내 출원 품종이 등록된다면 국내 매출 발생을 기대합니다.

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

구분	연도	연차별 성과목표	연차별 성과지표
1차년도	2017	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 지역 적응성 검정 및 마케팅 전략 수립 ○ 내재해성(내건성 및 내습성) 검정체계 확립 ○ 육성재료에 대한 기능성 물질에 대한 분석 ○ 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리 및 교배조합구성 : 800계통, 150조합 ○ 조합능력 평가 : 150교잡종 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정 : 30교잡종 ○ 적응성 검정: 5품종 ○ 육종거점 확보: 2 ○ 내재해성 검정 수: 20 ○ 내병성 검정 수: 20계통 ○ 연관마커 선발: 2
2차년도	2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 ○ 지역 적응성 검정 및 수출 기반 조성 ○ 내재해성(내건성 및 내습성) 검정체계 확립 ○ 육성재료에 대한 기능성 물질에 대한 분석 ○ 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 작성 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리 및 교배조합구성 : 800계통, 150조합 ○ 조합능력 평가 : 150교잡종 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정 : 30교잡종 ○ 현지 선도품종 대비 수량성 105% 이상 선발 ○ 우수 교잡종 품종출원 1 ○ 적응성 검정: 5품종 ○ 전시포: 1 ○ 종자 생산: 1회 ○ 내재해성 검정 수: 20 ○ 내병성 검정 수: 20계통 ○ 연관마커 선발: 2
3차년도	2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 및 등록 ○ 종자 생산 및 마케팅 체계 확립 ○ 옥수수 신품종감별 분자마커 작성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리 및 교배조합구성 : 800계통, 150조합 ○ 조합능력 평가 : 150교잡종 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정 : 30교잡종 - 현지 선도품종 대비 수량성 105% 이상 선발

		<ul style="list-style-type: none"> ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수 교잡종 품종출원1 및 등록1 ○ 선발 교잡종 원종생산 및 종자 채종지원 ○ 적응성 검정: 5품종 ○ 종자 생산: 1회 ○ 종자 판매: 30만불 ○ 내병성 검정 수: 20계통 ○ 품종판별 마커 선발: 4
4차년도	2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 및 등록 ○ 종자 생산 판매 체계 구축 ○ 옥수수 신품종감별 분자마커 작성 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리 및 교배조합구성 : 800계통, 150조합 ○ 조합능력 평가 : 150교잡종 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정 : 30교잡종 - 현지 선도품종 대비 수량성 105% 이상 선발 ○ 우수 교잡종 품종출원1 및 등록1 ○ 선발 교잡종 원종생산 및 종자 채종지원 ○ 적응성 검정: 5품종 ○ 종자 생산: 1회 ○ 종자 판매: 120만불 ○ 내병성 검정 수: 20계통 ○ 품종판별 마커 선발: 4
5차년도	2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 및 등록 ○ 종자 생산 판매 체계 구축 ○ 옥수수 신품종감별 분자마커 작성 ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조합능력 평가 : 150교잡종 ○ 현지 생산력 및 적응성 검정 : 30교잡종 ○ 우수 교잡종 품종출원2 및 등록3 ○ 선발 교잡종 원종생산 및 종자 채종지원 ○ 적응성 검정: 5품종 ○ 종자 생산: 1회 ○ 종자 판매: 250만불 ○ 내병성 검정 수: 20계통 ○ 품종판별 마커 선발: 4

3-2. 목표 달성여부

구분	세부프로젝트명	연구개발의 목표	달성도 (%)	연구개발의 내용
1차년도 (2017)	(1세부) 고위도 지역적응 수출용 옥수수 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리: 390계통 선발 ○ 교배조합구성: 150조합 ○ 조합능력 평가: 45교잡종 선발 ○ 중국 현지 생산력 검정: 6교잡종 선발 ○ 중국 지역적응: 강원32 등 4교잡종 선발 ○ 러시아 현지 적응성 7교잡종 선발

				<ul style="list-style-type: none"> ○ 베트남 적응성 9교잡종 선발 ○ 인도 적응성 9교잡종 선발 ○ 품종출원 2(인도), 등록 1(국내, 대륙옥) ○ 논문 2, 자원등록 59 ○ 찰옥수수 품종 유망 자식계통 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 찰옥수수 품종 유망 자식계통 육성 과 이들에 대한 교배조합 구성 및 선발 : 식용 찰 옥수수 품종 유망 자식계통 육성(분리 3~4세대) 및 교배조합별 F1 잡종들에 대한 조합능력 검정을 통한 유용 교배조합 선발
2차년도 (2018)	고위도 (1세부) 지역적 응 수출용 옥수수 품종개 발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검 ○ 품종출원 1품종 	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리: 463계통 선발 ○ 교배조합구성: 150조합 ○ 조합능력 평가: 47교잡종 선발 ○ 중국 현지 생산력 검정: 6교잡종 선발 ○ 중국 지역적응: 18GC14 등 6교잡종 선발 ○ 러시아 현지 적응성 11교잡종 선발 ○ MOU체결: 길림농과원, Fulight유한공사 ○ 품종출원: 꿀미찰 1품종 ○ 논문 3, 특허출원 1, 기술이전 1 ○ 찰옥수수 품종 자식계통들에 대한 교배조합 선발 및 유망 교잡종 현지 적응성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 신규 품종육성을 위한 옥수수 품종 교잡종의 단계 및 연차별 내재해성, 수량성 및 품질 관련 평가 - 국외지역 현지 적응성 평가 : 1세부 과제와 연계하여 중국 등에서 실시
3차년도 (2019)	(1세부) 고위도 지역적 응 수출용 옥수수 품종개 발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검 ○ 품종출원 1품종, 등록 1품종 	95	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리: 532계통 선발 ○ 교배조합구성: 150조합 ○ 조합능력 평가: 43교잡종 선발 ○ 중국 현지 생산력 검정: 9교잡종 선발 ○ 중국 지역적응: 19GC13 등 6교잡종 선발 ○ 중국 현지 농가실증: 대륙2호 ○ 러시아 현지 적응성 10교잡종 선발 ○ 품종출원 : 중국 2, 국내 1품종 ○ 논문 2, 특허출원 1, 등록 1, 기술이전1 ○ 찰옥수수 품종 유망 교잡종 현지 적응성 평가 및 품종보호 출원 <ul style="list-style-type: none"> - 찰옥수수 품종 유망 교잡종들에 대한 국내 및 국외 현지 적응성 평가 및 품종보

				<p>호 출원</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국외지역 현지 적응성 평가 : 1세부 과제와 연계하여 중국 등에서 실시
4차년도 (2020)	(1세부) 고위도 지역적응 수출용 옥수수 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통선발 및 교배조합구성 ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 1품종, 등록 1품종 	95	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리: 657계통 선발 ○ 교배조합구성: 150조합 ○ 조합능력 평가: 32교잡종 선발 ○ 중국 현지 생산력 검정: 8교잡종 선발 ○ 중국 지역적응: 20GW07 등 5교잡종 선발 ○ 러시아 시험취소: 코로나19 영향 ○ 품종출원 : 중국 1, 국내 2품종 ○ 논문 2, 특허등록 1 ○ 찰옥수수 품종 유망 교잡종 국내 및 국외 채종기술 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 찰옥수수 품종의 국내 및 국외에서 고품질 종자생산 체계 확립 - 국외지역 채종기술 확립 : 1세부 과제와 연계하여 중국 등에서 실시
5차년도 (2021)	(1세부) 고위도 지역적응 수출용 옥수수 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교잡종의 조합능력평가 ○ 우량교잡종 현지 적응성 검정 ○ 품종출원 2품종, 등록 3품종 	95	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계통 분리: 688계통 선발 ○ 조합능력 평가: 21교잡종 선발 ○ 중국 현지 생산력 검정: 9교잡종 선발 ○ 중국 지역적응: 20GC15 등 4교잡종 선발 ○ 중국 현지 전신포 운영: 2교잡종 선발 ○ 중국 대면적 농가실증: 대륙2호 ○ 러시아 시험취소: 시험종자 운송불가 ○ 품종출원 2, 품종등록 1 ○ 논문 4 ○ 찰옥수수 품종 유망 교잡종 국내 및 국외 채종기술 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 찰옥수수 품종의 국내 및 국외에서 고품질 종자생산 체계 확립 - 국외지역 채종기술 확립 : 1세부 과제와 연계하여 중국 등에서 실시 ○ 찰옥수수 품종의 품종 등록 및 수출회사 기술 이전

구분	세부프로젝트명	연구개발의 목표	달성도 (%)	연구개발의 내용
1차년도 (2017)	(2세부) 고위도 지역 옥수수 종자수출 기반조성	<ul style="list-style-type: none"> ○지역 적응성 검정 및 마케팅 전략 수립 ○옥수수 주요 병해 특성 분석 ○옥수수 유전자원의 병, 내건성 검정 	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험: 중국(길림성 3지역, 요녕성 1지역, 북경, 무한, 성도, 보정, 청주 등), 베트남 (2지역), 캄보디아 (2지역)에서 실시. 사료용 7품종, 초당옥수수 10품종, 찰옥수수 1품종, 찰초당 9품종 시험실시 ○ 재배시험지 방문 및 네트워크 구축 ○ 옥수수 종자시장 동향 조사 ○ 종자박람회 참석 및 마케팅 ○ 내건성 검정 및 단백질 함량 분석 <ul style="list-style-type: none"> -기능성 물질 고함유 계통 선발 및 대사체 수준 검증 ○ 내재해성 연관 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 선행 연구 논문(Nature Genetics, 2016) 결과를 토대로 한발 저항성 PCR 판별이 가능한 연관 분자마커 1개와 SNP 41개를 선발하였음. ○ 품종 감별용 분자마커 개발 <ul style="list-style-type: none"> - Mutator-TD 기술을 개발하였으며 이를 품종 구분용 분자마커 개발에 활용 예정임 ○ 주요 옥수수병원균의 발생 및 발병 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 동아시아 지역에서 채취한 이병 식물체 조직으로부터 순수 분리한 Exserohilum turcicum (때문병) 및 Bipolaris maydis (깨씨무늬병) 균주들의 외형적 특성 조사 및 접종을 위한 배양 ○ 주요 옥수수병원균의 살균제에 대한 모니터링 <ul style="list-style-type: none"> - 깨씨무늬병 방제에 활용하기 위한 적정 약제를 선발하였음 : Azole계 2종, Thiphantes계 1종, Dithiocabamates계 1종, Strobilurin계 1종, Dicaboxi- mides계 1종 도합 6종 선발됨 ○ 1단계에서 선발한 옥수수 계통들에 대한 병 저항성/감수성 검정을 재 수행하였

			<p>으며 분자마커 개발을 위한 식물재료 확보 하였음</p> <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 검정 : 20개의 저항성/감수성 계통들을 검정하여 동일한 결과를 보이는 10개의 저항성/감수성 옥수수 계통들을 최종 선발하였음 - 깨씨무늬병 검정 : 20개의 저항성/감수성 계통들을 검정하여 동일한 결과를 보이는 10개의 저항성/감수성 옥수수 계통들을 최종 선발하였음
2차년도 (2018)	(2세부) 고위도 옥수수 종자수출 기반조성	<ul style="list-style-type: none"> ○지역 적응성 검정 및 수출 기반 조성 ○옥수수 주요 병해 특성 분석 ○옥수수 유전자원의 병, 내건성 검정 	<p>100</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락시험 실시: 중국(길림성 3지역(길림,용정,돈화), 북경, 하북성(당산), 귀주성(귀양), 사천성(부순현) 등). 사료용 9교잡종, 찰초당 13교잡종 시험실시 ○ 재배시험지 방문 및 네트워크 구축 ○ 식용 옥수수 종자 현지 시험 생산 및 품질검사 ○ 옥수수 종자시장 동향 조사 ○ 종자박람회 참석 및 마케팅 ○ 전시포 설치 및 운영 ○ 내건성 검정 및 단백질 함량 분석 ○ 기능성 물질 고함유 계통 선발 및 대사체 수준 검증 ○ 한발 저항성 연관 분자마커 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 선행 연구 논문(Nature Genetics, 2016) 결과를 토대로 선발한 한발 저항성 분자마커 검정 완료 (현재 육성중인 계통/품종들에 적용 불가능함이 판명됨) <ul style="list-style-type: none"> - 국내 육성 유망 계통 150점(한발 저항성 관련 계통 포함)에 대하여 Illumina사의 옥수수 50K SNP chip을 사용하여 genome-wide genotyping 분석 수행. 당해 연도 연구기간내에 다수의 주요 형질관련 유전자 및 SNP 분자마커들의 선발이 가능할 것으로 판단됨 - 옥수수 품종 판별 및 순도 검정을 위한 SSR 분자마커 선발 : 찰옥4호 품종을 대상으로 상용화 되어있는 300개의 옥수수 SSR

			<p>primer set에 대한 PCR 분석 수행. Agarose gel에서 확인이 용이한 1개의 primer 조합 선발하였음. 마커 선발효율이 매우 낮음이 확인됨.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 41개의 primer set으로 구성되어 있는 Mutator- TD primer들에 대한 PCR 분석 수행을 완료하였으며 그중 활용도(변이 생성이 많은)가 높은 primer 21개를 선발 하였음 <p>○ 주요 옥수수병원균의 발생 및 발병 특성 조사</p> <ul style="list-style-type: none"> - 순수 분리한 Exserohilum turcicum (매문병) 및 Bipolaris maydis (깨씨무늬병) 균주들의 접종을 위한 배양 및 유지 <p>○ 주요 옥수수병원균의 살균제에 대한 모니터링</p> <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 방제에 활용하기 위한 적정 약제를 선발하였음 : Fluquinconazole, Tebuconazole과 Prochloraz은 방제효과가 있었으나 Difenconazole, Azoxystrobin과 Kresoxim-methyl 에서는 방제효과가 전혀 없었음 <p>○ 옥수수 싹썩음 및 계통 병 저항성/감수성 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 검정 : 20개의 옥수수 계통들을 검정하여 10개의 저항성/감수성 옥수수 계통들을 추가 선발하였음 - 깨씨무늬병 검정 : 20개의 옥수수 계통들을 검정하여 10개의 저항성/감수성 옥수수 계통들을 추가 선발하였음 - 품종 육종팀과 연계하여 DH 계통 작성을 위한 식물재료 및 병 관련 연관 분자마커 선발을 위한 식물재료로 활용되어질 예정임 	
3차년도 (2019)	(2세부) 고위도 지역 옥수수 종자수출	<p>○종자 생산 및 마케팅 체계 확립</p> <p>○옥수수 주요 병해 특성 분석</p> <p>○옥수수 유전자원의 병, 내건성 검정</p>	95	<p>○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락시험 실시: 중국(길림성 3지역 (길림,용정,돈화), 북경, 천진, 하북 등). 사료용 7교잡종, 찰초당 14교잡종 시험실시</p> <p>○ 전시포 설치 및 운영</p>

	기반조 성		<p>○ 종자박람회 참석 및 마케팅</p> <ul style="list-style-type: none"> - 식용 옥수수 종자 현지 생산, 가공, 및 품질검사 <p>○ SNP 정보를 활용한 판별용 분자마커 선발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 50K SNP chip을 활용하여 genome-wide SNP genotyping 분석을 수행하였으며 계통/품종 특이 SNP 분자마커들을 선발하였음. <p>○ 품종/계통 구분을 위한 PCR 검정법 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> - 품종/계통 특이 SNP 분자마커를 활용하여 ARMS-PCR 분석법에 성공적으로 접목시켰음. <p>○ 한발 저항성 분자마커 선발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 한발 저항성 및 감수성 계통(15점)들에 대한 50K SNP genotyping 분석을 통해 133개의 연관 SNP 분자마커들을 선발하였음. - SNP 위치 분석을 통해 한발 저항성 관련 유전자를 선발하였음. <p>○ 옥수수 농업 형질(품질 및 병 저항성) 관련 분자마커 선발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 선조종인 티오신테 4점, waxy 계통 14점 그리고 dent 계통 17점에 SNP genotyping 분석을 활용하여 집단 분석을 수행하였음. - 고품질 찰옥수수 품종인 미백2호의 모/부 및 DH 계통들에 대한 SNP genotyping 분석을 완료하였으며 고품질 관련 SNP 분자마커 선발중에 있음. <p>○ 주요 옥수수병원균의 발생 및 발병 특성 조사</p> <ul style="list-style-type: none"> - 매문병(<i>Exserohilum turcicum</i>)과 깨씨무늬병(<i>Bipolaris maydis</i>) 균주들의 배양 및 유지 <p>○ 옥수수 신품종 및 계통 병 저항성/감수성 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 검정 : 선발된 유망 F1 식물체
--	----------	--	---

				<p>와 이들의 모/부 45점에 대한 매문병 저항성 검정. 중국 우수 품종인 선옥335를 포함한 7개의 품종과 8개의 모/부 계통들에 대한 매문병 저항성 추가 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 깨씨무늬병 검정 : 중국 우수 품종인 선옥335를 포함한 7개의 품종과 8개의 모/부 계통들에 대한 깨씨무늬병 저항성 검정
4차년도 (2020)	(2세부) 고위도 지역 옥수수 종자수출 기반조성	<p>○종자 생산 판매 체계 구축</p> <p>○옥수수 주요 병해 특성 분석</p> <p>○옥수수 유전자원의 병, 내건성 검정</p>	95	<p>○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락시험 실시: 중국(길림성 2지역 (용정,돈화), 북경 등). 사료용 7교잡종, 찰초당 11교잡종 시험실시</p> <p>○ 전시포 설치 및 운영</p> <p>○ SNP 정보를 활용한 판별용 분자마커 선발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 50K SNP chip을 활용한 SNP genotyping 분석을 다양한 집단 및 계통/품종들에 확대 적용하였음. 종/품종 및 그룹 특이 SNP 분자마커들을 선발하였음. <p>○ 품종/계통 및 그룹간 구분을 위한 ARMS-PCR 검정법 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> - 품종/계통 특이 SNP 분자마커를 PCR 기법을 활용하여 검출할 수 있는 기술을 확보하였음. 특히, ARMS-PCR 분석법을 적용하여 품종/계통 및 그룹 특이적 DNA 단편의 생성을 가능하게 하였음. <p>○ 한발저항성 연관 유전자 및 분자마커 선발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 한발저항성 분자마커 선발 : 옥수수 50K SNP chip을 활용한 SNP genotyping 분석 및 in silico 기능 분석 결과를 토대로 한발저항성에 밀접하게 연관되어있을 것으로 추정되는 8개의 SNP 분자마커들을 선발하였음. - 한발저항성 유전자 동정 : 확보된 8개의 SNP 중 3개는 식물 스트레스 저항성에 중요한 유전자의 exon 부위에 위치하는 것으로 확인되었음. 이들 유전자들의 세포내 기능 분석을 진행 중에 있음. <p>○ 한발저항성 집단 작성</p>

				<ul style="list-style-type: none"> - 선행 연구에서 선발된 한발저항성 및 감수성 계통들을 활용하여 DH 집단을 육성중에 있음 (1세부과제 옥수수 연구소 육종팀과 연계). - 집단 작성 완료 시 선발된 8개의 SNP 분자마커들의 유효성 검증을 진행할 예정임 ○ 실내 F1 종자생산 시스템 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 DH 집단들의 육종 연한 단축을 위하여 실내 양액재배 시스템을 활용한 F1 종자생산 시스템을 확립하였음. ○ 주요 옥수수병원균의 발생 및 발병 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 중국 현지 발병 매문병(<i>Exserohilum turcicum</i>) 및 깨씨무늬병(<i>Bipolaris maydis</i>) 균주들의 순수 배양, 유지 및 접종 ○ 옥수수 신품종 및 계통 병 저항성/감수성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 매문병 검정 : 국내 육성 유망 19품종 57개체와 중국 현지 재배 품종 5점에 대한 저항성 검정 - 깨씨무늬병 검정 : 매문병 검정과 동일한 품종/계통들에 대한 저항성 검정
5차년도 (2021)	(2세부) 고위도 지역 옥수수 종자수출 기반조성	○종자 생산 판매 체계 구축 ○옥수수 주요 병해 특성 분석 ○옥수수 유전자원의 병, 내건성 검정	95	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식용 및 사료용 옥수수 지역 적응성 시험 및 연락시험 실시: 중국(길림성 2지역 (용정, 돈화), 북경 등). 사료용 11교잡종, 찰초당 9교잡종 시험실시 ○ 전시포 설치 및 운영 ○ 식용 옥수수 종자 현지 생산, 가공, 및 품질검사 ○ 옥수수 신품종 감별 분자마커 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수 50K SNP chip을 활용한 genome-wide SNP genotyping 분석 자료를 축적중에 있으며, 이들 정보를 사용하여 개발된 품종들의 모/부 및 유망 계통들에만 검출 되는 특이 SNP 마커들을 선발하여 품종 감별용으로 활용 - 선발된 SNP 마커들은 손쉬운 검출을 위하여 PCR을 사용하여 검출할 수 있도록

			<p>ARMS-PCR primer set을 개발하였음.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 옥수수 재해저항성 및 주요 형질 연관 분자마커 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 옥수수의 유묘기 및 출수기에 건조 스트레스에 대한 저항성 유전인자(분자마커 포함)를 지속적으로 탐색중에 있음. - Genome-wide SNP genotyping 분석을 통해 확보한 133개의 건조저항성 SNPs로부터 연관성이 높을 것으로 판단되는 18개의 SNPs를 1차로 선발하였으며 in-silico 분석을 통해 이들 중 7개의 SNPs를 최종 선발하였음. - 최종 선발된 7개의 SNPs는 유전자 서열에 기반하고 있어 옥수수 건조저항성 부위에 밀접하게 연관되어 있을 것으로 판단됨 - 1세대과제와 연계하여 작성된 DH 집단을 활용하여 선발된 건조저항성 유전인자들의 진위성 검증을 진행중에 있으며 이와 함께 식물형질전환 시스템을 활용하여 선발된 유전인자들의 기능을 직접적으로 검증하였음. - 최종적으로 옥수수의 건조저항성 증진에 연관되어 있는 것으로 확인된 옥수수 RCD1 유전자의 동정과 내부 서열에 존재하는 SNPs의 차별적 기능을 최종 검증하였음. ○ 옥수수 주요 병해 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 중국 현지 발병 매문병(<i>Exserohilum turcicum</i>) 및 깨씨무늬병(<i>Bipolaris maydis</i>) 균주들의 순수 배양, 유지 및 접종 - 주요 병원균인 깨씨무늬병 및 매문병에 대한 인위적인 병 발생 유도 및 효과적인 방제법 조사 ○ 옥수수 유전자원의 저항성/감수성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 수립된 병 검정 시스템을 활용하여 개발된 수출용 품종 및 유망 계통들에 대한 저항성 검정
--	--	--	---

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책

가. 품종등록 미달성 사유

- (1) 품종등록 목표 : 5품종
- (2) 품종등록 성과 : 2품종(국내1, 국외1)
- (3) 미달성 사유

(가) 국외현지 품종등록 추진에 따른 장벽 높음

- 국외 현지 품종출원은 인도 2, 중국 3품종 등 총 5품종을 출원하였으나 품종등록은 중국 1품종(복강191)뿐임
- 중국 및 인도의 품종등록을 위한 심사기준은 상당히 까다로움
- 시험품종은 다수의 현지 대비품종 중에서 당해년도 가장 우수한 대비품종과 비교되며, 농업적 형질 및 재해적응성이 우수하여야 하고, 수량성은 10% 이상 증수하여야 통과함
- 이러한 시험기준을 통과하는 것은 매우 어려움
- 현지 기업은 품종등록 경험 및 평가기관과의 유대관계를 통하여 등록추진
- 중국 현지 품종등록된 복강191의 경우 현지 기업인 Fulight종자유한공사와 협력하여 공동 출원한 품종이므로 성공적으로 품종심사를 통과함
- 국외 현지 품종등록을 위해서는 현지 기업 또는 기관과 협력이 필요함

(나) 국내 품종등록 추진 지연

- 국내에서는 2018년 1품종, 2019년 1품종, 2020년 2품종, 2021년 2품종을 출원하였음
- 일반적으로 출원품종은 국립종자원에서 1-2년 재배심사를 거쳐 품종등록이 됨
- 그러나, 최근 출원품종이 증가하여 국립종자원의 재배심사가 지연되고 있음
- 즉, 2018년 출원품종이 2021년에 재배심사가 진행되었음

(4) 향후계획(차후대책)

(가) 국외현지 품종등록 추진

- 베트남 현지 열대적응형 품종 등록추진
- 1-2단계는 통과하였고, 현재 3단계 심사가 진행중임
- 2022년 봄 최종 심사가 완료예정임

(나) 국내 품종등록 추진

- 기 출원된 품종의 재배심사가 진행되고 있으므로 차년도부터 등록이 될 것으로 예상됨

나. 수출실적이 부족한 원인, 분석 및 후속 연구팀을 위한 수출 전략 의견 제시

- 현지 품종 개발을 위한 우수한 부, 모계의 계통 육성이 시간적으로 부족했으며, 현지 적응성이 우수하며 다양한 유전자원의 부족이 요인중 하나임. 수출지역에서 수집한 다양한 계통과 한국용 계통과의 합성을 통한 다양한 계통 pool을 확보가 필요함. 연구 기간 동안 옥수수연구소와 강원대학교 연구팀은 다양한 계통 확보하여 조합 작성에 활용중임.
- 조합작성 계통의 현지 적응성 시험은 해외에 진출해 있는 국내 기업 또는 현지 외국인 법인 회사들과 긴밀한 협력으로 기온, 강수, 고도에 따른 다양한 지역 시험을 수행함.
- 해당 국가로 종자를 수출하기 위해서는 국가간의 법률적인 부분과 생산지의 기후조건

으로 한국에서 종자 생산하여 해당국가로 수출하는 것은 불가함. 즉, 현지에서 종자생산, 종자처리 및 판매가 이루어져야 함. 이를 위해서는 국내기업이 해외 현지에 지사 등을 설립하여 추진하거나 아니면 현지의 종자기업과 제휴를 통한 생산판매를 고려할 수 있음.

다. 현지 마케팅 기반 확보를 위한 해결 노력, 문제점, 향후 해결 방안 제시

- 세계적으로 옥수수 종자의 생산 및 유통 규모가 크고 계속 확대되고 있는 상황임. 그러나 옥수수 종자시장이 크다고 쉽게 접근할 수 있는 분야는 아니라고 판단됨. 왜냐하면 종자의 유통규모(부피)가 매우 크기 때문에 생산, 종자처리, 저장, 유통 등의 규모(부피)도 상당히 클 수밖에 없기 때문임. 즉, 시설 및 인프라 구축에 상당한 투자가 동반되어야 하는 사업임.
- 수출을 목표로 하는 해당국가의 현황파악이 우선시되어야 함. 해당국가의 종자산업법, 생산판매 자격조건, 현지법인 등을 운영하기 위한 제한사항 등을 파악하고 각 해당국의 조건에 부합하는 대안을 마련해야 함.
- 해외 진출한 국내 기업 또는 현지 외국법인 회사들과 MOU를 체결하여 협력을 함으로서 시장 및 마케팅 정보를 공유하여 시장 공략하는 전략이 가장 효과적인 것임.

4. 연구결과의 활용 계획

가. 중국 현지 등록품종 수출 추진

- (1) 품종명 : 북강191
- (2) 품종승인번호 : 2021-1-0105
- (3) 품종승인 지역 : 중국, 길림성
- (4) 활용계획
 - 길림성 현지 공동등록기관인 Fulight종자유한공사와 협력하여 중국 현지 종자생산 및 보급 추진
 - 애로사항 : 중국 현지기업과 품종 권리 처분을 위한 계약 필요하며, 원종의 국외 유출 불가피

나. 베트남 현지 등록품종 수출 추진

- (1) 품종명 : 장수찰
- (2) 활용계획
 - 3차 재배심사 진행중이며 품종심사 통과해야 수출 가능
 - 품종등록 완료되면 베트남 현지 협력회사인 (주)유니콘팜과 협의하여 종자생산 보급 추진

라. 특허 및 논문성과 활용

- (1) 품종판별을 위한 특허등록 및 옥수수 형질관련 marker 선발 관련 논문 발표
- (2) 특허에 따른 SSR 프라이머를 활용하여 육성품종의 혼종여부 판별에 활용

(3) 논문의 결과를 바탕으로 주요형질의 유무를 판별하는 QTL을 이용하여 계통선발에 활용

마. 추가연구

(1) 열대형 자원 보관 : 향후 열대형 옥수수 품종개발에 활용하기 위해 GSP 과제에서 활용한 자원의 보관 필요

(2) 최근 기후변화에 대응한 연구가 활발히 이루어지고 있음. 옥수수에서도 내재해적응성 품종개발이 시급함

(3) 열대 및 고위도 적응형 자원확보가 이루어졌으므로 이러한 다양한 자원을 활용한 내재해 유전자 탐색이 필요

(4) 표현형적 특성평가 및 유전체 분석을 포함한 포괄적인 육종연구가 필요함

5. 참고문헌

- R. Undi, HY. Lim, W. Wang(2019) Rapid and reliable identification of insulin 2 gene mutation in Akita diabetic mice by a tetra-primer-ARMS-PCR method. Heliyon. 5(1) e01112
- R. V. Ramekar, KJ. Sa, KC, Park, N. Roy, NS. Kim, JK. Lee(2018) Construction of genetic linkage map and identification of QTLs related to agronomic traits in maize using DNA transposon-based markersBreeding Science. 68(4):45-473
- X. Wang, H. Wang, S. Liu, A. Rerjani, J. Li, J. Yan, X. Yang, F. Qin(2016) Genetic variation in ZmVPP1 contributes to drought tolerance in maize seedling. Nat Genet. 48(10):1233-41

<별첨1>

연구개발보고서 초록

프로젝트명	고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성				
	Development of corn varieties adapted to environmental conditions in high latitude and establishment of export base				
프로젝트 연구기관	농업회사법인(주)농우바이오		프로젝트연구 책임자	농업회사법인(주)농우바이오 생명공학연구소	
참여기업	농업회사법인(주)농우바이오			정민	
총연구개발비 (2,907,000 천원)	계	2,907,000	총연구기간	2017.01.01.~2021.12.31.(5년)	
	정부출연 연구개발비	23,10,000	총 참 여 수 원 수	총인원	150
	기업부담금	597,000		내부인원	150
	연구기관부담금			외부인원	

○ 연구개발 목표 및 성과

1. 고위도 지역 적응 사료용 5품종개발 (선도품종대비 105% 이상, 내도복, 다수성 등)
2. 옥수수 종자 수출 거점확보를 통한 종자보급, 수출시장 개척 및 수출목표 400만달러 목표
 - 1) 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발(국내외 11건 출원, 2건 등록)
 - 고위도 지역 적응 사료용 및 식가공용 옥수수 계통선발 및 품종개발
 - 고위도 지역 적응 사료용 및 식가공용 옥수수 계통 및 교잡계 선발을 위한 지역 적응성 검정
 - 현지 개발 우량 교잡계의 채종 안정성 및 종자 생산성 검정 지원
 - 개발 품종의 시장 보급 확대를 위한 육종기술 이전 및 지원
 - 2) 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 종자 시장 개척 및 상품화 기술개발(적응성검정 3개소 진행)
 - 품종 육성 지원체계 구축, 개발 품종 및 현지 리딩 품종의 지역 적응성 검정 및 지원
 - 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 개발 계통 및 품종의 종자 생산성 검정(생산·가공 관리 체계)
 - 농가 및 거래처 대상 홍보용 품종 비교 전시포 운영 및 판매촉진을 위한 마케팅 전략 수립
 - 수출용 옥수수 개발 품종(단옥수수, 사료용, 식가공용)의 해외 수출 기반 조성 및 시장개척
3. 대표 성과:
 - 품종출원: 해외 5, 국내 6건, 총 11건
 - 품종등록: 해외 1, 국내 1건, 총 2건
 - 특허출원: 국내 2건, 특허등록: 국내 3건, 총 5건
 - 논문: SCI 5건 비SCI 8건, 총 13건
 - 학술발표: 6건
 - 유전자원 국립유전자원센터 등록 59점
 - 기술이전 2건
 - 인력양성 5명

- 종자 수출: 0.7만불
- 육종기지: 5년 10개소 운영(인도, 중국, 러시아, 베트남 캄보디아)
- 종자생산거점 확보: 5년 4개소(베트남, 중국 북경, 홍천)
- 적응성검정 거점 확보: 5년 11개소 (베트남, 중국 길림, 중국 북경, 홍천)

○ 연구내용 및 결과

1. (1세부) 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발(1세부_위탁포함)

- 옥수수 계통분리 및 선발: 5년간 5,722계통 평가, 2,730계통 선발
- 찰옥수수 계통분리(S2-S7) 및 선발: 5년간 2,567계통 평가, 1,295계통 선발
- 육성계통을 이용한 조합구성: 연간 180조합 이상 구성
- 교배조합의 조합능력평가: 1,248교잡종 평가, 188교잡종 선발
- 중국 현지 생산력검정: 203교잡종 평가, 35교잡종 선발
- 중국 현지 지역적응성 평가: 61교잡종 평가, 23교잡종 선발
- 러시아 현지 생산력검정: 133교잡종 평가, 26교잡종 선발
- 찰옥수수 품종의 품종 등록 및 수출회사 기술 이전 진행
- 품종출원: 해외 5, 국내 6건, 총 11건
- 품종등록: 해외 1, 국내 1건, 총 2건
- 특허출원: 국내 2건, 특허등록: 국내 2건, 총 4건
- 논문: SCI 4건 비SCI 7건, 학회발표 4건 총 15건
- 유전자원 국립유전자원센터 등록 59점
- 기술이전 2건
- 인력양성 4명

2. (2세부) 고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발

1) 수출용 옥수수 품종의 국외 현지 조합능력 시험 및 적응성 검정지원:

- 북경, 길림 등 5지역, 찰초당 19교잡종, 사료용 9교잡종
베트남 3지역, 캄보디아 2지역 27 교잡종 및 품종 (1년차)
- 북경, 길림, 하북, 귀주 등 6지역. 찰초당 13교잡종, 사료용 9교잡종(2년차)
- 북경, 길림, 연길, 하북 등 5지역. 찰초당 15교잡종, 사료용 7교잡종(3년차)
- 북경, 용정, 돈화 등 3지역. 찰초당 16교잡종, 사료용 7교잡종(4년차)
- 북경, 용정, 돈화, 도문, 길림과학원 등 5지역. 찰초당 19교잡종, 사료용 7교잡종 (5년차),
- 현지적응성 우수한 23교잡종 선발

2) 수출용 옥수수 품종의 종자 시험생산

- 캄보디아(2품종), 중국(2품종), 베트남(2품종), 홍천(1품종)

3) 농가 및 거래처 대상 품종 비교 전시포 운영

- 길림성 농업과학원, 산서성 태곡현(찰초당 2품종)

4) 베트남 실증시험(GW-222, 강원캄3호)

5) 종자시장 진입을 위한 전략 수립

- 옥수수 종자시장 동향 조사, 베트남, 캄보디아 동남아시아, 중국, 칠레, 콜롬비아
- 종자박람회, 천진전시회(4품종)
- 6) 종자 수출, 꿀미찰, 장수찰 2품종 0.67만달러 (중국, 베트남)

3. (2세부_위탁) 고위도 지역 적응 옥수수 신품종 육성 지원체계 구축

- 옥수수 신품종 감별 분자마커 개발: 192점(찰옥수수, 일반옥수수 및 DH 계통들 포함)에 대하여 illumina사의 50K SNP chip을 사용하여 genome-wide SNP genotyping 분석을 수행, 2개의 ARMS-PCR primer set 개발
- 옥수수 재해저항성 연관 분자마커 개발: 국내외 수집 옥수수 200점에 대한 건조 스트레스 저항성 시험을 수행, 133개의 연관 SNP 분자마커들을 동정, 7개의 유전자 기반 옥수수 건조 스트레스 저항성 유전인자 선발
- 옥수수 유전자원의 매문병 40계통, 깨씨무의병 41계통저항성 검정, 27품종, 65 유망 계통 총 81 계통 분석, 40계통 선발
- 내재해성 검정시스템을 이용한 계통 및 품종의 내건성 검정 시스템 확보
- 옥수수 육성재료에서 기능성물질 분석 완료
- 특허 등록 1건
- 논문: SCI 1건, 비SCI 1건, 학회발표 2건 총 4건
- 인력양성 1명

○ 연구성과 활용실적 및 계획

1. 중국 현지 등록품종 수출 추진

- (1) 품종명 : 복강191
- (2) 품종승인번호 : 2021-1-0105
- (3) 품종승인 지역 : 중국, 길림성
- (4) 활용계획

- 길림성 현지 공동등록기관인 Fulight 종자유한공사와 협력하여 중국 현지 종자생산 및 보급 추진
- 애로사항 : 중국 현지기업과 품종 권리 처분을 위한 계약 필요하며, 원종의 국외 유출 불가피

2. 베트남 현지 등록품종 수출 추진

- (1) 품종명 : 장수찰
- (2) 활용계획

- 3차 재배심사 진행중이며 품종심사 통과해야 수출 가능
- 품종등록 완료되면 베트남 현지 협력회사인 (주)유니콘팜과 협의하여 종자생산 보급 추진

3. 특허 및 논문성과 활용

- (1) 품종판별을 위한 특허등록 및 옥수수 형질관련 marker 선발 관련 논문 발표
- (2) 특허에 따른 SSR 프라이머를 활용하여 육성품종의 혼종여부 판별에 활용

(3) 논문의 결과를 바탕으로 주요형질의 유무를 판별하는 QTL을 이용하여 계통선발에 활용

4.추가연구

- (1) 열대형 자원 보관 : 향후 열대형 옥수수 품종개발에 활용하기 위해 GSP 과제에서 활용한 자원의 보관 필요
- (2) 최근 기후변화에 대응한 연구가 활발히 이루어지고 있음. 옥수수에서도 내재해적응성 품종개발이 시급함
- (3) 열대 및 고위도 적응형 자원확보가 이루어졌으므로 이러한 다양한 자원을 활용한 내재해 유전자 탐색이 필요
- (4) 표현형적 특성평가 및 유전체 분석을 포함한 포괄적인 육종연구가 필요함

<별첨 2> 현장실태조사보고서 및 자체평가보고서

프로젝트별 현장실태조사표

2021. 12. 29.

1. 과제개요

과제번호	213009-05-5-CG80 0	연구기간	2017.01.01. ~ 2021.12.31		
사업단명	GSP식량종자사업단				
프로젝트명	고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성				
세부프로젝트 연구기관	세부프로젝트명	연구기관	세부프로젝트 책임자	해당 연구개발비(천원)	
	고위도 지역 옥수수 종 자수출 기반조성	농우바이오	정민	360,000	
	고위도 지역 적응 수출 용 옥수수 옥수수 품종 개발	옥수수연구 소	류시환	250,000	
연구개발비총괄 (단위 : 백만원)	정부출연금	참여기업 부담금			합 계
		현금	현물	소계	
1차년도	500	8.7	78.3	87	587
2차년도	475	7.5	67.5	75	550
3차년도	475	7.5	67.5	75	550
4차년도	430	27	153	180	610
5차년도	430	27	153	180	610
합계	2,310	77.7	519.3	597	2,907

2. 연구추진실적(현재까지 추진실적)

가. 연구개발내용

연구기관	주요연구내용	연구개발비 (천원)	가중치 (%)
농우바이오	○재배 시험 및 시험포 운영 ○마케팅 전략 수립 ○F1 시험생산 ○옥수수 재배 현장 방문 ○협력업체 방문	360,000	100
강원도농업기술원 옥수수연구소	○ 옥수수 계통선발 및 교배조합구성 - 사료용 및 식가공용, 찰옥수수 계통 선발 - 교배조합구성: 선발계통간 교배 ○ 교잡종의 조합능력평가 - 교배조합의 1차 수량성 평가(국내) ○ 우량교잡종 해외 현지 적응성 검정 - 중국 현지 생산력검정 - 중국내 지역적응성 검정 - 러시아 현지 생산력검정 - 베트남 현지 생산력검정 및 동계증식 - 해외현지 품종출원 및 품종심사	250,000	100

나. 연구계획대비 진도표

<1세부>

개발내용	구분	연구개발기간(월)												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
○ 옥수수 계통선발 및 교배조합구성		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○ 교잡종의 조합능력평가				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○ 우량교잡종 해외 현지 적응성 검정				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
총 진도율														
* → 로 진도표기														

<2세부>

개발내용	구분	연구 개발 기간(월)												진도 (%)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
○재배 시험 및 시험포				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○마케팅 전략 수립		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○F1 시험생산					→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○옥수수 재배 현장 방문(국내, 흥천)									→	→	→	→	→	→	100
○해외 협력업체 방문															0
○옥수수 마커개발 및 주요 병해 특성 분석		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
총 진도율															95
* → 로 진도표기															

3. 연구개발비 집행실적(연구개발비 기준)

(11월말기준, 단위 : 천원)

<총괄>

비목	세목		금액	계획금액	사용액	잔액	비고	
직접비	내부인건비	미지급		43,680	40,040	3,640		
		지급	현금	0	0	0		
			현물	76,500	70,125	6,375		
	외부인건비	미지급		0	0	0		
		지급	현금	0	0	0		
			현물	0	0	0		
	연구 지원인력인건비				0	0	0	
	학생인건비				0	0	0	
	인건비 소계				76,500	70,125	6,375	
	연구시설장비비	현금	일반	0	0	0		
			통합관리	0	0	0		
		현물		38,250	38,250	0		
	연구활동비				135,504	41,249	94,255	
	연구재료비	현금		111,765	0	111,765		
		현물		38,250	38,250	0		
	연구수당				12,000	8,700	3,300	
위탁연구개발비				51,000	51,000	0		
직접비 소계				463,269	247,574	215,695		
간접비	간접비		0	0	0			
연구개발비 총액				463,269	247,574	215,695		

4. 참여기업 재무현황(21년 3분기 기준_9월)

사업자등록번호	124-81-16938	대표자	박동섭
설립년도	1990.07.01	주요생산품	채소종자,상토
실무책임자	박지호	연락처	031-883-6515
주소	경기도 여주시 가남읍 양화로 113-141 (주)농우바이오		
자본금	802천만원		
연간 매출액	7,400천만원	수출액	2,308천만원
연구개발투자비용	1,254천만원	매출액대비 비율	16.9%
총 종업원수	424명	연구가용인력	160명
재무상황	양호		
프로젝트 책임자의 종합의견			

5. 기타의견

가. 연구관리 규정 및 제도개선이 필요한 사항

나. 연구수행 중 애로사항 및 건의사항

<ul style="list-style-type: none"> - 해외적응성 품종개발연구이므로 해외출장, 해외 기관과의 협력이 필수적이며, 중국, 베트남의 현지 품종 등록에 대한 정보와, 해외 업체와 함께 진행이 요구됩니다. - 코로나19의 영향으로 국외출장 전면중단, 시험용 종자의 운송실패 및 현지 세관에서의 통관 불허로 시험취소, 현지의 까다로운 규정 및 협력부족으로 출원품종의 심사통과 실패 등은 아쉬운 점입니다. - 코로나 상황이 나아져서 중국의 우수한 적응성 조합에 대한 계속 연구가 필요하며, 5년차 선발 교배조합의 적응성 시험이 계속 필요하며, 농진청등 후속 사업이 연결되도록 희망합니다.
--

다. 성과에 대한 홍보 요청사항



6. 프로젝트 책임자의 종합의견

- 지난 5년간 고위도 옥수수 수출 실적을 목표로 2단계 프로젝트 진행하였습니다.
- 중국과 베트남등 동남아 현지의 품종과 경쟁하여 상업화하는 수출 계획을 달성하기에는 어려움이 있었다고 판단됩니다.
- 지난 1,2년차의 국내 품종들의 해외 적응성 시험을 다수 진행하였지만, 기후관련하여 수량성이 적게 나타나는 것을 확인, 현지에 맞는 품종 육성이 매우 중요하다고 판단하였습니다.
- 수집한 자원들로 계속적인 중국에서 다수의 계통을 공시하고, 적응성 시험을 진행하여 중국 대비 품종 대비한 유사하거나, 우수한 계통들을 선발하였습니다.
- 5년간, 특허 및 논문 실적 등 매우 우수한 성과를 보였지만, 수출 실적을 달성하지 못한 아쉬움이 많았습니다. 다만 이러한 노력으로 옥수수연구소의 류시환박사님, 강원대학교 이주경 교수님, 박경철 교수팀께서 많은 노력을 경주하여 옥수수 품종 육성에 대학의 연구기반 구축과 옥수수연구소의 다양한 계통을 선발 하였습니다. 향후에 후속 사업이 진행되기를 희망하며, 계속 연구를 진행하면서 중국, 베트남 현지 정보파악과 협력으로 미달성 수출 실적을 달성하도록 진행하겠습니다.

자체평가보고서

사업단명	GSP 식량종자 사업단	과제번호	213009-05-5-CG800		
프로젝트명	고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성				
프로젝트연구기관	농업회사법인(주)농우바이오				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	정 민			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	강원도농업기술원 옥수수연구소	성 명	류시환
		기관(부서)	(주)농우바이오 생명공학연구소	성 명	정 민
		기관(부서)		성 명	
		기관(부서)		성 명	
연구기간	총 기 간	2017.01.01. ~ 2021.12.31. (5년)	당해 연도 기간	2021.01.01. ~ 2021.12.31. (1년)	
연구비(천원)	총 규 모	2,907,000천원	당해 연도 규모	610,000천원	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행 계획대로 진행 계획대로 진행되지 못함

○ 계획대로 수행되지 않은 원인은?

- 수출 실적 400만불 목표에서 수출실적이 미비하여 전체적인 계획상 성과달성이 어려웠지만, 품종 개발이 동시에 이루어지다보니, 경쟁력 있는 품종을 개발하면서 수출실적을 달성하는 어려움이 있었습니다.
- 수출실적 이외 다른 성과지표는 연구실적으로 특허, 논문, 품종 출원은 11건으로 매우 우수하게 초과달성하였습니다.
- 해외, 중국, 인도, 베트남에서 품종 등록이 늦어지고, 또한 코로나로 현지에 나갈 수 없었고, 원활한 적응성 시험등 직접 확인 못한 점이 아쉽습니다.
- 옥수수연구소의 다양한 선발 계통 및 교잡종이 선발되었으며, 옥수수연과 강원대에서 개발한 11건의 품종 출원이 순차적으로 등록된다면 향후 미달성 수출 실적이 나올 수 있도록 기대합니다.

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상의 성과 얻음 어느 정도 얻음 얻지 못함

구분	품종개발		특허		논문		분자 마커	유전자 원		국내 매출 액	종자' 수출액	기술 이전	마케 팅 전략 수립 보고 서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비S CI		수 집	등 록					
최종목표	5	5	2	1	3	4					400			
연구기간 내 달성실적	11	2	2	3	5	8		59			0.67	2		5
달성율(%)	22 0	40	10 0	30 0	166	200								

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

- 수집지원의 국립유전자원 입고 등록으로 향후 옥수수 자원활용 제고
- 열대형 옥수수 교잡종 선발 및 해외 현지 품종출원으로 열대자원 확보
- 고위도형 옥수수 교잡종 선발 및 해외 현지 품종출원 및 등록으로 고위도지역 진출가능

3-2 과학적 성과

- 육성품종의 판별을 위한 SSR 프라이머 특허등록으로 순도검정 용이
- 논문을 통한 옥수수 양적형질 관련 marker 선발로 육종효율 증진

3-3 경제적 성과

- 프로젝트가 진행되는 기간에는 수출이 미미하여 경제적 성과 미흡
- 향후 등록 또는 출원품종의 종자생산 및 보급이 이루어지면 소득향상에 기여 가능

3-4 사회적 성과

- 식량장물에 대한 일반기업 또는 개인육종가의 접근은 어려웠음
- GSP 과제를 통하여 일반기업의 참여가 이루어졌고, 계속 추진할 것으로 기대됨

3-5 인프라 성과

- 중국, 러시아, 베트남과의 공동연구로 연구 협력체계 구축
- 중국의 Fulight종자유한공사는 향후 길림성에서의 품종시험 등에 계속 협력예정

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 :

기업 등에의 기술이전 기업명 :

기술지도 등 기업명 :

6-2 산업·지식재산권 등

국내출원/등록 출원 6건, 등록 1건

해외출원/등록 출원 5건, 등록 1건

6-3 논문게재·발표 등

국내 학술지 게재 11 건

해외 학술지 게재 2 건

국내 학·협회 발표 6건

국내 세미나 발표 건

기 타 건

6-4 인력양성효과

석 사 5 명

박 사 명

기 타 명

6-5 수상 등

있다 상 명칭 및 일시 :

없다

1. 연구개발 목표의 달성도는?

만족 보통 미흡

(근거 : _____)

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?

연구과제를 수행하는 동안 고위도 지역(중국, 러시아) 및 동남아시아의 조합작성에서 현지 적응성 조합에 활용될 유전자원이 부족하여 다양한 유전자원을 수집하여 계통 육성에 활용하였으며, 국내 자원을 활용한 조합에서 현지 생산성이 낮은 문제점을 확인하였습니다. 이러한 여건 하에서도 옥수수연구소, 강원대의 다양한 조합들은 현지 적응성 품종 개발의 가능성을 확인하였으며, 향후 지속적인 연구지원이 진행된다면 중국, 베트남의 출원 및 등록을 기다리면서 적응성시험 및 시교사업을 진행할 수 있기를 기대합니다.

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
프로젝트 책임자	농업회사법인 (주)농우바이오	수석연구원	정 민 

<별첨 3>

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
프로젝트명	고위도 지역 적응 수출용 옥수수 품종개발 및 수출기반 조성			
프로젝트 연구기관	농업회사법인(주)농우바이오	프로젝트연구책임자	정 민	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비(천원)
	2,310,000	597,000		2,907,000
연구개발기간	2017.01.01. ~ 2021.12.31.(5년)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 품종출원	· 중국, 인도, 국내 등 품종출원 11건
② 품종등록	· 중국 1(복강191), 국내 1건(대륙옥)
③ 특허출원 및 등록	· 국내 출원 2, 등록 3건
④ SCI, 비SCI 논문	· SCI논문 5, 비SCI 8건
⑤ 유전자원 등록	· 유전자원 등록 59건
⑥ 인력양성	· 인력배출 5건

3. 연구비 집행실적 (2017~2021)

구분	금액	계획금액	사용액	잔액	비고
	세부프로젝트명				
옥수수	1세부_고위도적응 수출용 옥수수 품종개발	1,250,000,000	1,249,800,000	200,000	
	2세부_ 고위도 지역 옥수수 종자수출 기반조성	1,081,651,848	872,510,070	209,141,778	기반납금 134,403,708
	:				
총계		2,331,651,848	2,122,310,070	209,341,778	

4. 연구목표 대비 성과: 2단계(1~5차년도) 성과목표

구분	품종개발		특허		논문		분자마커	유전자원		국내매출액	종자수출액 (만달러)	기술이전	마케팅 전략 수립 보고서	인력양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표	5	5	2	1	3	4			-		400	-		3
최종실적	11	2	2	3	5	8			59		0.67	2		5
달성율(%)	220	40	100	300	166	200			-			-		160
1차년도	목표				1									
	실적	2	1			1	1		59					2
2차년도	목표	1		1		1								
	실적	1		1		1	3					1		1
3차년도	목표	1	1	1		1	1				30			
	실적	3		1	1	1	1				0.04	1		1
4차년도	목표	1	1		1	1	2				120			
	실적	3			1		2				0.3			1
5차년도	목표	2	3								250			
	실적	2	1			2	1				0.33			

5. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	국내: 꿀미찰, 대륙2호, 장수옥, 강연2호, 대륙3호, 다홍찰 등 6품종 중국: 복강191, 연농나581, 연농나588 등 3품종 인고: ICAR 품종보호출원 GIN-3, GIN-4 등 2품종
②	국내: 대륙옥, 중국 길림성: 복강191 품종등록
③	특허출원 및 등록: 홍미찰 품종 구분을 위한 특이 SSR 프라이머 및 용도 대륙2호 품종 구분을 위한 특이 SSR 프라이머 및 용도 FT-IR 분광분석기를 통한 부모계 계통으로부터 F1 잡종종자의 신속한 구별
④	Mapping of QTL for agronomic traits using high-density SNPs with an RIL population in maize 등 SCI 5, 비SCI 8건, 총 13건
⑤	열대형 및 온대형 유전자원 국립유전자원센터 등록 59점
⑥	옥수수 육종 인력양성(석사 5명)

6. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이 전 (상품화)	현장에 로 결	정책 자료	기타
①의 기술		√				√				
②의 기술		√				√				
③의 기술		√				√				
④의 기술					√					√
⑤의 기술		√								√
⑥의 기술		√								√

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	재배심사를 통한 품종보호권 획득
②의 기술	품종보호권 실시(Fulight종자회사)를 통한 중국 길림성 종자생산 및 보급 추진
③의 기술	육성 품종의 순도검정 및 혼종 판별에 활용
④의 기술	옥수수 주요형질에 대한 선발 마커로 활용
⑤의 기술	다양한 유전자원을 활용한 집단 양성
⑥의 기술	국내 옥수수 육성 인적자원 양성

8. 연구종류 후 성과창출 계획

구분	품종개 발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내 매출 액	종자 수출액 (만불)	기술 이전	마케 팅 전략 수립 보고 서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표	5	5	2	1	3	4					400			
연구기간 내 달성실적	11	2	2	3	5	8		59			0.67	2		5
연구종료 후 성과창출 계획(5년)		4									20			

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부, 농촌진흥청에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부, 농촌진흥청(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.