

보안과제(), 일반과제(V)

과제번호 2011-1422

발 간 등 록 번 호

11-1541000-001478-01

다수성 · 고식미성 · 고소득용 찰옥수수의 생산 확대
및 수출 증대를 통한 산업화 확립

(Industrialization through Production Extension and
Export Enlargement of Waxy Maize Hybrid
with High Yield, Table Quality and Gains)

충남대학교

농 립 수 산 식 품 부

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 수출전략기술개발 연구의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 수출전략기술개발연구의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “다수성·고식미성·고소득용 찰옥수수의 생산 확대 및 수출 증대를 통한 산업화 확립”에 관한 연구 과제(세부과제 “다수성·고식미성·고소득용 찰옥수수의 광지역 재배 확립에 관한 연구”)의 보고서로 제출합니다.

2012년 6월 24일

주관연구기관명 : 충남 대학교

주관연구책임자 : 이 회 봉

세부연구책임자 : 이 회 봉

연 구 원 : 최 윤 표

연 구 원 : 고 혁 수

연 구 원 : 나 응 현

협동연구기관명 : 뉴진 종묘

협동연구책임자 : 진 수 택

요 약 문

I. 제 목

다수성·고식미성·고소득용 찰옥수수 생산 확대 및 수출 증대를 통한 산업화 확립

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1년차 (2008년~2009년)의 주요 개발 목표와 필요성은 주관 연구기관(충남대) 및 협동기관 (뉴진종묘)에서 2007년에 품종 등재된 다수·고식미성·고소득용 신품종 “수옥찰”(등재번호: 제 01-0004-2007-1호)옥수수에 대해 조기에 산업화를 정착하기 위해 전국규모의 지역적응성 시험을 확대하여 광지역적 재배 조건을 확립함과 동시에 이들 종자친을 협동기관과 공동으로 국내용 수요 공급과 수출 전략을 목표로 국내와 중국현지에서 대량 생산한다. 이들 교잡종 종자는 국내 옥수수 적지 집단재배를 포함하여 전국 재배지에 종자를 공급하고 협동 기관의 수출 전진기지인 중국 산둥 청도지역에 종자를 분양·재배된 생산물에 대해 판로 및 시장개척을 위한 판매 홍보 전략에 집중한다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 상품성과 향산화성면에서 분석해서 기능성면에서도 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량을 증대한다. 국내 최초 노랑찰옥수수 교잡종을 산업화에 포함시켜 농가소득 증대와 해외 수출을 도모하고자 한다.

2년차 (2009년~2010년)경우에는 전년도(1년 차)에 진행된 “수옥찰”의 교배친 지역 재배시험을 바탕으로 전국규모의 지역적응성 시험을 확대하여 광지역적 재배 조건을 확립함과 동시에 이들 종자친을 협동기관과 공동으로 국내용 수요 공급과 수출 전략을 목적으로 국내와 중국현지에서 대량 생산한다. 이들 교잡종 종자는 국내 옥수수 적지 집단재배를 포함하여 전국 재배지에 종자를 공급하고 협동 기관의 수출 전진기지인 중국 산둥 청도지역에 종자를 분양·재배된 생산물에 대해 판로 및 시장개척을 위한 판매 홍보 전략에 집중한다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 입증하기 위해 상품성과 소비적성(과피, 당도, 씹힘성)을 파종기별, 수확시기별, 저장방법별로 분석하여 소비자 중심의 제품화 및 생산법 확립, 그리고 향산화성을 분석하여 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량 증대에 집중한다. 국내 최초 노랑찰옥수수 교잡종과 2-3년 내에 출시 예정인 국내 극조생종 유색찰옥수수를 산업화에 포함시켜 농가소득 증대와 해외 수출을 통해 국가경제발전에 기여코자 하는데 목표를 두고 있다.

3년차 (2010년~2011년)에는 2년차에 얻어진 주관 및 협동 기관의 연구 분석결과를 토대로 수량이 높고, 식미가 우수하며, 기능성이 높은 복합 신품종 옥수수를 개발하여 국내 산업화를 추진하고 해외 재배 지역이나 면적을 확대하여 국내 농업의 위상을 제고하는데 목적이 있다.

이를 위해서 첫째인 2010년 국립 종자원에 품종 등재된 다수·고식미성·고소득용 “대학찰골드1호”(출원번호: 2009-234)옥수수에 대해 조기에 전국규모의 지역적응성 시험을 확대하여 광지역적 재배 조건을 확립함과 동시에 이들 종자친을 협동기관과 공동으로 국내용 수요 공급과 수출 전략을 목적으로 국내와 중국현지에서 대량 생산한다. 이들 교잡종 종자는 국내 옥수수 적지 집단재배를 포함하여 전국 재배지에 종자를 공급하고 협동 기관의 수출 전진기지인 중국 산둥 청도지역에 종자를 분양·재배된 생산물에 대해 판로 및 시장개척을 위한 판매 홍보 전략에 집중한다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 상품성과 향산화성면에서 분석해서 기능성면에서도 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량을 증대한다. 금년 중에 등재 예정인 국내 최초 노랑찰옥수수 교잡종과 2-3년 내에 출시 예정인 국내 극조생종 유색찰옥수수를 산업화에 포함시켜 농가소득 증대와 해외 수출을 통해 국가경제발전에 기여코자 하는데 목표를 두고 있다.

4년차 (2011년~2012년)에는 다수·고식미성·고소득용 신품종인 “수옥찰”(등재번호: 제 01-0004-2007-1호)옥수수에 대해 조기에 산업화를 정착하여 전국규모의 지역적응성 시험을 확대하고 광지역적 재배 조건을 확립함과 동시에 이들 종자친을 협동기관과 공동으로 국내용 수요 공급과 수출 전략을 목표로 국내와 중국현지에서 대량 생산한다. 이들 교잡종 종자는 국내 옥수수 적지 집단재배를 포함하여 전국 재배지에 종자를 공급하고 협동 기관의 수출 전진기지인 중국 산둥 청도지역에 종자를 분양·재배된 생산물에 대해 판로 및 시장개척을 위한 판매 홍보 전략에 집중한다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 상품성과 향산화성면에서 분석해서 기능성면에서도 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량을 증대한다. 국내 극조생종 유색찰옥수수를 산업화에 포함시켜 농가소득 증대와 해외 수출을 통해 국가경제발전에 기여코자 하는데 본 연구의 목적을 두고 있으며, 4년차에는 과피가 얇은 단옥수수의 신품종 개발을 위한 특수조합능력 검정, 상품성, 경제성, 식미성 분석을 병행하여 현재 재배되고 있는 기존 육성 품종의 한계, 즉 종자수명, 단위면적당 수량성 내지 상품성의 부진 그리고 소비자의 기호성에 미흡한 옥수수 종피 색깔의 다양성의 한계 등에 대한 현안 문제가 크게 해소될 뿐만아니라 품종 특허 등재와 국내외 중요 학술지 게재등 다양한 연구가 4차년도까지 진행하여 국내외 옥수수 산업화를 구축하여 국가 경제에 이바지 하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

다수·고식미 찰옥수수 생산을 통한 수출증대와 산업화 확립을 위한 각 년도별 연구개발 내용과 범위는 다음과 같다.

1년차 (2008년~2009년)

[주관연구기관]

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
수옥찰 교배친 대량 증식	수옥찰 경제성, 내재해성 검정 - 도복, 조명나방	- 경제성 : 단위 면적당 수량, 시장 가격 비교(대조 품종 찰옥1 호 대비 상품성 및 가격 우 위 비교) - 내재해성 : 내도복, 내병충해성 분석에 의한 내재해성 확인
수옥찰 종자 생산용 교배친 육성	국내 적정 재배 면적확대 - 생산성, 지적시험, 내재해성	- 재배면적 확대 국내 : 충남북, 경기, 서울, 전남 국외 : 중국 청도, 산둥
기능성(노랑, 자주찰) 옥수수 품종 출원	기능성 옥수수 F1 종자 생산 - 노랑찰, 자주찰	- 기능성 F1종자 생산(노랑, 자주찰) 국내 춘계(노지), 동계(유리보온실) 재배에 의한 종자 생산 확보
극조생찰 계통육성	극조생종 자식계통 육성 - 특성 및 내재해성 조사	- 극조생종 계통육성(현 찰옥1호 대비 조숙 계통 확보) - 세대단축(비닐하우스 보온용 온실 이용)

[협동연구기관]

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
수옥찰 F1 종자 대량 생산	단위 면적당 채종 효율 측정 - 중국 현지 2:1(우:♂) 비율 적정	단위면적당 채종 및 채종단가 비교 : 채산성 우수 및 F1채종이 용이함
수출용 현지 적응성 시험	기후적응성 및 내병성 시험 - 중국 현지내 생산성, 지적시 험 (기상 생태형 적응성 우수)	파종시기별 재배시험 실시 : 육묘 재배에 의한 조기 재배로 연중 2기작 가능성 확인
중국 현지 재배 면적 확대	시험 지역 다양화 - 국·내외 재배 확립 (청도외, 산둥, 길림)	중국 동북지역으로 재배 시험 확대 (청도, 산둥의 길림지역 확대)

[연구 개발 결과]

○ 수옥찰 지역 확대

- 충남(유성, 서산), 충북(옥천), 경기(이천), 경남(의령), 전남(명산종묘)등 전국 규모 확대 재배 및 지적 시험 확대 실시

○ 기능성(노랑찰, 자주찰)지역 확대

- 국내(유성, 예산) 경기(수원), 서울(동국대), 충북(옥천), 중국(청도, 산둥)등 종자 분양을 통한 생산성 및 내재해성 확인 시험 실시

○ 세대단축(동기 유리온실 및 보온 비닐하우스 이용)

- F₁ 재종량 증대 가능

○ 저온 발아성 검정 : 조기 재배용 및 이기작 재배를 위한 시험확인

- 2009년 2월 27일에 육묘파종(15°C)하에서 발아 및 초기 생육 우수성 확인

○ 체중확대(보온육묘에 의해 2기작 실시)

- 2008년 2기작(춘계 보온, 추계 보온재배)
- 2009년 현재 보온 육묘에 의한 하우스 조기 재배 및 2기작 분담 파종실시(6월말경)

2년차 (2009년~2010년)

[주관연구기관]

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
수옥찰 교배친 및 F1 종자 대량 생산 - 국내 재배 면적 확대	수옥찰 교배 모본 대량 생산 후 협동기관에 제공 춘·추계 2회 재배 실시	수옥찰 교배 모본 대량 생산후 협 동기관에 제공: 국내 (5지역), 국외 (2지역)
신품종 기능성 노랑찰 옥수수 지적 시험 확대 - 중국 현지 보급 재배지 확대 검정	기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 확대 예비시험 - 전국 (3-5 지역 선정)	기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 확 대 예비시험 - 전국 (3-5 지역 선정)
조생찰 계통 선발 - 유전자원 300점내 선발 병해	극조생종 F1 종자 생산 <국내 유전 300점→극조생 31 조합 작성>	극조생종 F1 종자 생산 <국내 유전 300점→극조생 31 조합 작성>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
국내 수옥찰 재배 면적 확대	수옥찰 교배 모본 대량 생산 및 협동 분양	수옥찰 교배 모본 대량 생산 및 협동 분양
신품종 기능성 옥수수 보급	우수 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 종자 생산 - 내재해성, 경제성 분석	우수 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 종자 생산 - 내재해성, 경제성 분석
극조생종 F1 교잡종 검정 - 조합능력, 식미성, 상품성 검정	극조생종 육성 계통간 교배 - 노랑찰, 자주찰 각 20조합 - 생산성 시험(1년차): 조생 계통간 상호 교배 20조합 이상	극조생종 육성 계통간 교배 - 노랑찰, 자주찰 각 20조합 - 생산성 시험(1년차): 생육특성 조사, 식미특성 조사

[협동연구기관]

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
수옥찰 F1 종자 대량 생산 - 중국 및 국내 채종	단위면적당 채종효율 및 채종 적합지역조사	- 단위면적당 채종수량 및 채종 단가 측정
수옥찰 현지 적응성 시험 - 중국 현지내 생산성, 지적 시험	지역별 기후적응성 및 내병성 시험	- 지역별 적응성 조사 및 재배 시험확대 실시
대학찰 골드 현지 적응성 시험	지역적응성시험	- 적응지역 조사
국내 재배용 종자 생산 및 보급 - 전국 종자 보급의 20% 목표	국내·외 종자 생산 확대	- 국내(유성), 중국(청도) 지역에서 실시

[연구 개발 결과]

- 신품종 “대덕찰 1호” 품종 보호 출원(2010. 4. 22)
- 국내 수옥찰 지역 확대
- 충남(유성, 서산), 충북(옥천), 경기(이천), 서울, 경남(의령), 전남(명산종묘)등 전국 규모의 지역 적응성 확대 실시

- 중국: 기존 지역(청도, 산둥, 길림) 외 요녕, 흑룡강성 2지역 확대
- 기능성(노랑찰, 자주찰) 지역 확대
 - 충남(유성, 예산, 서천) 경기(수원), 서울(동국대), 충북(옥천), 중국(청도, 산둥)등 종자 분양을 통한 생산성 및 내재해성 확인 시험 실시
- 세대 단축(동기 유리온실 및 보온 비닐하우스 이용)
 - 동계 재배를 통한 F₁ 채종량 증대
- 채종 확대(보온육묘에 의해 2기작 실시)
 - 2008년 2기작(춘계 보온, 추계 보온 재배)
 - 2009년 현재 보온 육묘에 의한 하우스 조기 재배 및 2기작 분담 파종 실시(6월 말경)
- 조생 찰옥수수 계통 확대(660 계통: 자주, 노란, 흰찰)
- 기능성 찰옥수수 검정 시험 실시(DPPH 자유 라디칼 소거능, SOD, XO, Catalase 활성등)
 - 09년: 15개 육성 교잡종 검정 실시
- 찰옥수수 육성 교잡종에 대한 영양가(단백질) 및 아밀로그램 특성 검정

3년차 (2010년~2011년)

[주관연구기관]

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
대학찰 골드 1호 교배친 생산	대학찰 골드 교배친 및 F1 종자생산	비닐하우스 150m ² : 15kg 종자생산 노지재배 990m ² : 42kg 종자생산
수옥찰 교배 모본 대량 생산	국내외 수옥찰 재배 면적 확대	국내: 옥천300m ² , 청산 250m ² , 서산 300m ² , 유성 450m ² (총계:1300m ²) 국외: 중국 길림, 청도 각 250m ² 재배 (총계:750m ²)
우수 기능성 찰옥수수 교잡종 생산	대학찰 골드 1호 종자 생산	대전: 종자친 950m ² , 화분친 300m ² (F1: 120kg) 중국: 300m ² , 화분친 150m ² (F1: 45kg)
우수 찰옥수수 교잡종 확대	생육특성 평가, 이화학적 특성평가	우수 교잡종 선발 및 특성평가 생산성 및 지적시험

[협동연구기관]

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
중국내 재배면적 확대	수옥찰 교배친 및 F1 종자 대량 생산	국내 (옥천, 청산, 서산, 신성동 재배면적: 3,050m ² 국외 중국 재배 면적: 2,100m ²
수옥찰 F1 교잡종의 국내외 적응성 시험	수옥찰 국내, 중국 적응성 실험	중국 및 국내 채종 체계 확립 중국 현지 적응성 20% 증가 확대 시험
대학찰 골드 중국 적응성 확대 실험	중국 흑룡강성 대학찰 골드 재배 시험	중국 현지 포장이용 200m ² 면적에서 재배 실시
신품종 현지 지역 적응성 시험	대학찰 골드 지역 적응성 시험 확대	과종 시기별 재배 시험

- 조생 찰옥수수 중국내 생산성 검정
- 찰옥수수 육성 교잡종에 대한 기능성, 영양가 및 아밀로그램 특성 검정
- 중국 연변 농학원과 국제 공동 연구 체결 실시(2010. 12.)
- 농림기술평가원(ARPC)로부터 수행과제 “매우우수” 평가(2010. 12)
- 농림수산물식품 기술개발대상(국무총리) 상 수상(2010. 10)

4년차 (2011년~2012년)

[주관연구기관]

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
수옥찰 교배친대량 증식	수옥찰 경제성, 내재해성 검정 - 도복, 조명나방	경제성 : 단위 면적당 수량, 시장가격 비교(대조 품종 찰옥1호 대비 상품성 및 가격 우위 확보) - 내재해성 : 내도복, 내병충해성 분석에 의한 내재해성 확인
수옥찰 종자 생산용 교배친 육성	국내 적정 재배 면적 확대 - 생산성, 지적시험, 내재해성	재배면적 확대 국내 : 충남북, 경기, 서울, 전남 국외 : 중국 청도, 산둥
기능성(노랑 자주찰) 옥수수 품종 출원 → 2013년	기능성 옥수수 F1 종자 생산 - 노랑찰, 자주찰	기능성 F1종자 생산(노란, 자주찰) 국내 춘계(노지), 동계(유리보온실) 재배에 의한 종자 생산 확보
극조생찰 계통육성	극조생종 자식계통 육성 - 특성 및 내재해성 조사	극조생종 계통육성(현 찰옥1호 대비 조숙 계통 확보) 세대단축(비닐하우스 보온용 온실 이용)

[협동연구기관]

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
수옥찰 F1 종자 대량 생산	단위면적당 채종효율 측정 - 중국 현지 2:1(우:♂) 비율적정	단위면적당 채종 및 채종단가 비교 : 채산성 우수 및 F1채종이 용이함
수출용 현지 적응성 시험	기후적응성 및 내병성 시험 - 중국현지내 생산성, 지적시험 (기상 생태형 적응성 우수)	과종시기별 재배시험 실시 : 육묘재배에 의한 조기 재배로 연중 2기작 가능성 확인
중국 현지 재배 면적 확대	시험지역 다양화 - 국·내외 재배확립 (청도외, 산둥, 길림)	중국 동북지역으로 재배 시험 확대 (청도, 산둥외 길림지역 확대)

[연구 개발 결과]

고식미, 고기능성 옥수수 교잡종을 육성하기 위해 충남대학교 농과대학 실험포장에서 CNU11H-1을 포함하는 23개의 교잡종에 대하여 주요 생육특성을 조사하고 찰옥수수 종실의 기능성 성분함량을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

유색 찰옥수수 교잡종들의 간장은 노지에서는 152.8~183.1cm, 온실에서는 191.6~248.7cm 범위로 교잡종간, 재배장소간 큰 차이를 나타냈으며, 출사일수 역시 노지에서는 평균 64.8일, 온실에서는 46일 이었다. 특히, CNU11H-1, CNU11H-8이 18cm 이상이였다.

○ 수목 찰옥수수 교잡종 특성

본 연구에 공시된 찰옥수수 교잡종에 대한 평균 출사 일수는 61~73일로 중생종 내지 중만생종이었고, 이삭길이는 10.3~22.7cm로 CNU038 등 22개 교잡종이 20cm이상으로 길었으며 이삭길이는 58~289cm의 범위를 보였는데 노란찰옥수수의 이삭이 상대적으로 길고 무거웠다. 생육 특성들 간의 상관관계는 초장, 착수고, 경직경, 이삭길이, 이삭직경, 이삭무게 등이 상호간에 정의 상관관계를 보였고 착립율은 출사기, 초장, 착수고, 이삭길이, 이삭무게 그리고 낱알두께와 부의 상관관계를 보였으며 100립중은 초장, 착수고, 이삭길이, 이삭직경, 이삭무게, 낱알길이 및 낱알폭과 정의상관관계를 나타내었다.

○ 이화학적 특성

공시교잡종의 평균 당도함량은 4.8~11.4°Brix이었고 단백질 함량은 9.3~17.1%이었으며 아밀로펙틴 함량은 83.9~94.5% 범위에 속하였는데 자색찰 옥수수의 당도함량이 다른 찰옥수수에 비해 높게 나타났다. 이중 CNU071 등 12개 교잡종이 10 °Brix이상을 나타내었고 단백질함량은 CNU043 등 3개 교잡종이 10% 미만이었으며 아밀로펙틴 함량은 CNU052 등 7개 교잡종이 94%이상으로 높았다. 아밀로그래프 분석결과 호화개시온도는 71.6~77.5°C, 최고점도 58~210 RVU, 최저점도 36.1~114.2 RVU, 최종점도 47~145 RVU, 강하점도 21.4~97.8 RVU, 치반점도 -66.4~-9.6 RVU, 응집점도 11.1~36.3 RVU 로 나타났는데 일반적으로 흰찰옥수수가 노란찰옥수수나 자색찰옥수수보다 상대적으로 점도가 낮은 아밀로그래프의 형태로 나타났다.

과피의 두께는 20~120 μ m의 범위로 CNU028 등 7개 교잡종이 30 μ m이하로 나타났는데 과피의 두께가 높은 교잡종의 상당수가 자색찰옥수수에서 나타났다. 물성분석 결국 경도는 592~2,409g/ ϕ 5mm이었으며 점착성은 -29.5~-2.8이었고 겉성은 82~288이며 씹힘성은 40~214의 범위로 CNU100 등 3개 교잡종이 750g/ ϕ 5mm 이하의 경도로 낮았는데 흰찰옥수수의 경도가 상대적으로 낮은 결과를 보였다.

상관관계는 단백질함량이 호화개시온도, 치반점도, 과피 두께, 경도 및 씹힘성 등과 정의상관을 보였고 아밀로그래프 특성 중 호화개시온도는 단백질함량, 과피 두께, 경도, 씹힘성 등과 정의상관을 보였으며 과피의 두께는 단백질, 호화개시온도, 경도, 등과 정의 상관관계를 보였다. 또한 생육 특성과 이화학적 특성들 간의 상관관계를 살펴보면 출사일수는 아밀로그래프와 부의 상관관계를 보였고 간장은 경도와 정의 상관관계를 나타내었으며 이삭특성과 100립중이 단백질과 부의 상관관계를 보였다. 또한 100립중은 아밀로그래프와 정의 상관관계를 나타내었고 낱알 길이와 낱

알두께는 물성과 정의 상관을 보였다.

○ 카로티노이드 함량

카로티노이드 평균 함량은 2.2~18.1mg/100g 범위로 나타났는데, 10mg/100g 이상으로 높게 나타났던 교잡종은 CNU006 등 7개의 교잡종이었으며 그 중 CNU029가 18.1mg/100g로 가장 높은 값을 보였다. 안토시아닌 함량은 0.27~1.56mg/g 범위로 1.0mg/g 이상으로 높게 나타났던 교잡종은 CNU051 등 11개 교잡종이었으며 그 중 CNU055가 1.45mg/g로 가장 높은 값을 보였다. 항산화활성의 Hydroxy radical 소거능에 대한 IC₅₀값은 3.3~15.3mg/ml 범위로 흰찰옥수수에 비해 노란찰옥수수나 자색찰옥수수의 소거활성이 높았고 특히 CNU071의 IC₅₀값이 3.3mg/ml로 가장 높은 항산화 활성을 보였다.

○ 항산화성

항산화성 분석을 위해서 DPPH 라디칼 소거능 분석결과 노지에서는 평균 36%, 온실에서는 평균 51%의 활성을 보여주었다. 교잡종 중 CNU11H-4, CNU11H-11에서 39%이상의 높은 활성이 나타났고, 온실에서는 CNU11H-63가 공시교잡종 중에서 가장 높은 70%의 활성을 나타내었다. SOD 라디칼 소거능 활성을 측정한 결과는 노지에서는 1.5~5.0% 범위로 나타났는데, CNU11H-8dl 4.93%로 높았고, 그 다음으로는 CNU11H-4가 3.12%로 나타났다. 온실에서의 교잡종의 SOD 소거능 활성은 0.5~8.46%였고, CNU11H-75로 공시 교잡종 중에서 가장 높은 활성을 보여주었다. 안토시아닌 색소 함량은 교잡종간에 0.15~0.58mg/g의 다양한 차이를 나타냈다. 항산화성 능력 검정에서 Choi(2011) 등은 유색옥수수에서 더 높은 항산화 능력을 보였다.

○ 경제성 분석

대학찰 골드 및 대조구에 대한 시판 교잡종의 경제성 분석은 다음과 같다.

표. 공시된 대학찰골드1의 유색 찰옥수수의 시장성 및 조수익성

항 목	대학찰 골드 1호	찰옥 2호	연농
A	98	85	85
B	4760	4520	4810
C	1276	1172	1232

A: 시장성(%) = 시장성을 갖는 이삭수/샘플 수(100개) × 100(%)

* 시장성의 한계 범위 : 18cm(찰옥 2호 : 16cm)

B: 시장성을 갖는 이삭수(개/10a) = 10,000m² / {재식밀도(0.7 × 0.3)} × 입모수(80%) × 시장성(A)

C: 조수익(1,000원) = 시장성을 갖는 이삭 수/10a (B) × 가격(400원/이삭)

- 수출 증대 및 상업화를 위해서는 수목찰 대덕찰 1호 및 대학찰 골드1호에 대한 파종면적 확대와 종자 증식 체계가 활발하게 전개되어야 할 것으로 판단 되었다.

○ 극조생 품종

찰옥수수 교잡종에 대하여 각각 출사 후 25일에 수확하여 당도, 단백질 및 아밀로펙틴함량을 분석한 결과는 극조생 교잡종의 개발이 가능하다고 판단되었다.(본문참고)

○ 국내외 수출전략용 확대시험 수옥찰 및 대학찰골드 1호의 중국내 시험 현황 및 고찰

1. 채종현황

병해의 징후가 보이지 않아 채종지로서 가능성이 높은 지역으로 판단됨

2. 중국 적응성 시험

국내 자원에 의해 개발된 교잡종은 지역확대 실험을 통해 중국 및 동남아 시장진출에 매우 안정적으로 나타났다.

○ 종합고찰

수옥찰 및 대학찰 골드 1호의 국내·국의 실험결과는 식미면에서 찰기가 우수하고 당도가 높은 품종으로 이들 품종의 질적인 우수성을 알리기 위하여 확대 시험 및 홍보가 지속적으로 필요하다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

초다수 고품질의 특징을 갖는 “수옥찰, 대학찰 골드 1호 및 대덕찰 1호 옥수수”를 통하여 목표하는 다수성, 고식미성, 고소득용 찰옥수수의 생산 확대를 기대하고, 특히 항산화성 특징을 갖는 노랑찰 옥수수인 대학찰 골드1호를 통하여 소비자의 기호에 부응하는 동시에 농가 소득 및 수출 증대를 도모하는 것이 본 연구의 목적이므로 중국 및 국내 지역 적응성 시험 결과 양호한 결과를 나타냄으로써 향후 재배 면적 확대를 위한 생산성 및 지적시험이 수행되어야 할 것이다. 그러기 위해서는 종자 대량 생산과 보급 체계를 갖춘 산업체와의 공동 추구 방안을 모색하여 해외 수출을 통한 국가 경제 발전을 기여하기 위해 총체적인 책임을 이끄는 당국의 적극적인 협조가 있기를 기대한다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

품종 등재된 수옥찰을 포함하여 유색 기능성 노랑찰, 조생종 자주찰, 단옥수수 개발 품종에 대해 생산성 검정과 지역 적응성 시험을 확대 실시하고 해외시장 진출 및 국내 전국 규모의

재배 면적 확대와 소비시장을 확대함으로써 다음과 같은 기대성과가 예상되며, 성과활용계획이 이루어져야 할 것이다.

- 상품화 : 신 품종의 생산성, 상품성 및 식미성이 우수하여 국내외 판매 시장의 주도
- 사업화 : 국내 및 중국내 종자 산업 및 관련기관의 활성화
- 국제 수출증대 : 중국 및 동남아 시장의 종자 및 생산품 시장 확대(현:중국 산둥 및 청도)
- 축산 진흥 기대 : 부산물 활용에 의한 조사료 공급량 증대로 축산업 진흥 등이 기대된다.
- 기술이전 및 지도 : 옥수수 종자의 무한한 발전을 위해서는 전문가 중심의 전용실시권을 적극 권장한다.
- 해외 진출용 전진기지나 Pilot 지배 확대가 요구되며 해외 수출 홍보에 적극 참여토록 유도한다.

SUMMARY

Industrialization through Production Extension and Export Enlargement of Waxy Corn Hybrid with Improvement of High Yield, Table Quality and Gains.

This study was carried out to select the superior hybrids for enlargement cultivation and export and to gain its basic information by evaluating of agronomic characteristics, marketability and antioxidant activities of waxy corn hybrid with high quality and functionalities.

Plant character

The days to tasseling of the used 110 total corn plants ranged from 61 to 73 days after sowing as midium-late ecotype and the ear length of them ranged from 10.3 to 22.7cm and among them 22 waxy corn hybrids including CNU038 showed above 20cm in ear length. Also, the ear weight of all hybrids ranged from 58 to 289g as a 32.9% of large coefficient of variance. Among all waxy corn hybrids, yellow colored hybrids showed relatively longer and heavier compared to other colored waxy corn hybrids. At the relationship among growth characters; plant height, ear height, stem diameter, ear length, ear weight showed positive correlation between themselves, and the tip filling ratio did negative correlation with silking date, plant height, ear length, ear weight and kernel thickness. 100 kernel weight did also positive correlation with plant height, ear height, ear length, ear diameter, ear weight, kernel length and kernel width, respectively. Stem height of colored waxy corn hybrids ranged from 152.8~183.1cm at field and 191.6~248.6cm at greenhouse, which showed a significant difference according to cultivated area. Days to tasseling had 64.8days, and pericarp thickness showed 50 μ m and 48.8 μ m in hybrids grown at the field and the greenhouse, respectively. The average sugar content estimated were 14brix(%) and 15brix(%) in hybrids grown at field and greenhouse. Among used hybrids, CNU11H-8 grown at the field and CNU11H-31 and CNU11H-75 grown at the greenhouse were higher than that of Yeonnonng1.

Table qualities

Sugar content as a factor related to table quality ranged from 4.8 to 11.4 °Brix, protein content were 9.3~17.1%, and amylopectin content were 83.9 to 94.5%. Especially, purple colored waxy corn hybrids showed higher in sugar content than the other colored hybrids. Among them, 12 waxy corn hybrids including CNU071 showed above 10 °Brix, three waxy corn hybrids including CNU043 showed below 10 percent in protein content, and seven waxy corn hybrids including CNU052 were above 94% in amylopectin content. At the amylogam test, the ranges of the Pasting temperature, Peak viscosity, Hot viscosity, Cool viscosity, Breakdown, Setback, and Consistency were 71.6~77.5°C, 58~210

RVU, 36.1~114.2 RVU, 47~145 RVU, 21.4~97.8 RVU, -66.4~-9.6 RVU, and 11.1~36.3 RVU, respectively. Among the used waxy corn hybrids, white colored waxy corn hybrids showed relatively lower in viscosity than those of yellow and purple colored waxy corn hybrids.

Texture analysis

Pericarp thickness among agricultural traits of hybrids ranged from 20 to 120 μ m and seven waxy corn hybrids showed less than 30 μ m. Among hybrids, purple colored hybrids were higher than others. In the physical characters, kernel hardness ranged from 592 to 2,409g/ ϕ 5mm, adhesiveness were -29.5~-2.8, gumminess were 82~288, and chewiness were 40~214. Among them, three waxy corn hybrids including CNU100 showed less than 750g/ ϕ 5mm in kernel hardness. Especially, white colored waxy corn hybrids were relatively softer than others.

At the correlation among physicochemical characters, the protein content was positively related with pasting temperature, setback, pericarp thickness, hardness and chewiness. In amylogram analysis, pasting temperature was positively correlated with protein content, pericarp thickness, hardness and chewiness. Besides, pericarp thickness was positively correlated with protein content, pasting temperature and hardness. At the relationships between growth related characters and physicochemical characters, the days to silking was negatively correlated with amylogram, culm length was positively correlated with hardness, and 100 kernel weight was negatively correlated with protein content and kernel length, and kernel thickness was positively correlated with physical characters.

Functions and Antioxidants

Carotinoid content of the used waxy corn hybrids ranged from 2.2 to 18.1mg/100g and some of them were high. Especially CNU029 was high as a 18.1mg/100g among all hybrids. The anthocyanin content ranged from 0.27 to 1.56mg/g in waxy corn hybrids and hybrids of 1.0mg/g below were eleven including CNU051, among them CNU055 was the highest as a 1.45mg/g. Antioxidant activity expressed as IC₅₀, which has erasing hydroxyl radical, showed 3.3 to 15.3mg/ml and yellow and purple colored waxy corn hybrids were lower than white. Especially, CNU071 has highest as a 3.3mg/ml. The DPPH radical scavenging analysis showed 36% and 51% at the field and the greenhouse, respectively. Among the used hybrids, CNU11H-4 and CNU11H-11 were 39% above, whereas CNU11H-63 cultivated at greenhouse showed 70%. SOD radical scavenging activity ranged from 1.5 to 5.0% at the field. CNU11H-8 had 4.93% at field, which was highest, followed by 3.12% of CNU11H-4. On the other hand, SOD radical scavenging activity ranged from 0.5 to 8.46% at the greenhouse, and CNU11H-75 among hybrids had the highest activity.

Marketability & crude incomes

Marketability and crude incomes for the new developed waxy corn hybrids were compared to leading hybrid in 2010. In marketability of Daedukchal 1 was higher than check hybrid, Chalok 1 and number of ears per 10a and crude incomes were same tend. Daehakchal Gold 1 was also higher than check, Suokchal and Chalok 1; total ears per 10a was the highest in Daehakchal Gold 1 as a 5120 while, Marketability was lightly higher in Suokchal. Results of stastical analysis between these two hybrids were not significant but was significant at 5% levels with Chalok 1. Therefore, These two hybrids were considered as a promising varieties for export enlargement and industrialization in the furtune.

CONTENTS

Heading -----	1
Summary in Korean -----	2
Summary in English -----	17
Contents in English -----	20
Contents in Korean -----	22

Text

Chapter 1. Outlines of Research and Development -----	23
Section 1. Needs of Research and Development -----	23
Section 2. Goals and Contents of Research and Development -	24
Section 3. Objective and Extent of Research and Development -----	25
Section 4. Method and Designs of Research and Development -----	28
Chapter 2. State of Technical Development in Korea and Foreign Countries -----	30
Section 1. States and Problem of Technical Development in Korea and Foreign Countries -	30
Section 2. Prospects in the Future -----	31
Chapter 3. Results and Contents of Research and Development -----	32
Section 1. Hybrid selection -	32
1. Excellent hybrids selection test -----	32
2. Hybrid test for excellent productivity -----	37
3. Suokchal seed production from crossing parent -----	38
4. New varieties registration and major characteristics -----	39
5. Botanical characteristics of cross inbred -----	41
Section 2. Good hybrids evaluation -----	65
1. Physicochemical properties related to palatability -----	65
2. Antioxidant functional analysis of the relevant -----	103
3. Analysis of economic and marketability -----	115
Section 3. Expanded production and distribution area -----	118
Section 4. Exporters and overseas expansion adaptability -----	134
Section 5. Growth and evaluation of early maturing -----	137
Chapter 4. Achievement of Target and Contribution of the Related Division -----	159

Chapter 5. Practical Plant for Research and Developmental Results -----	163
Chapter 6. Informations of Science and Technology Gained from Abroad during Research and Development -----	166
Chapter 7. Reference -----	167

목 차

제 1 장	연구개발 과제의 개요 -----	23
제 1 절	연구개발의 필요성 -----	23
제 2 절	연구개발의 목표 및 내용 -----	24
제 3 절	연구개발 목적 및 범위 -----	25
제 4 절	연구 개발 방법 및 설계 -----	28
제 2 장	국내외 기술개발 현황 -----	30
제 1 절	국내·외 관련 기술의 현황과 문제점 -----	30
제 2 절	앞으로의 전망 -----	31
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과-----	32
제 1 절	우수 교잡종 선발 -----	32
1.	우수 교잡종 찰옥수수 선발시험 -----	32
2.	우수교잡종에 대한 생산성 검정시험 -----	37
3.	수옥찰 종자 생산용 교배친 육성 -----	38
4.	신품종 등록을 위한 육성과정 및 주요특성 -----	39
5.	교잡종 육성종의 식물학적 특성 -----	41
제 2 절	우수 교잡종 평가 -----	65
1.	식미 관련 이화학적 성질 -----	65
2.	기능성 관련 항산화성 분석 -----	103
3.	경제성 및 상품성 분석 -----	115
제 3 절	생산 및 보급 지역 확대 -----	118
제 4 절	수출 및 해외 적응성 확대 -----	134
제 5 절	극조생종 육성 및 평가 -----	137
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도 -----	159
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획 -----	163
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 -----	166
제 7 장	참고문헌 -----	167

제 1장 연구 개발 과제의 개요

제 1 절 연구 개발의 필요성

1. 연구 개발의 필요성

광합성 능력이 뛰어난 C4작물인 옥수수는 열대지방부터 이북지방까지 넓은 재배 범위를 가지고 있으며, 국내 5대 식량작물중 하나로 그 수요가 매년 점진적으로 증가하는 경향을 보인다. 국내의 생산 및 수요량을 살펴보면 2006년 재배 1.4만ha, 생산 6.5만톤, 2007년 1.7만ha, 8.4만톤, 2008년 1.8만ha, 9.3만톤으로 매년 급성장을 보이고 있는데 그중에서 해가 지날수록 소비자의 생활수준이 점점 신장되고 건강한 삶에 대한 관심이 높아지고 있어 웰빙 식품에 대한 욕구가 증가하고 있다. 따라서 농산물의 경우 고품질 및 고기능성을 갖는 질적으로 우수한 농산물을 선호하고 있다. 그러나 그에 따른 수요가 증가하고 있지만 국내 생산지의 상황은 크게 개선되고 있지 못한 실정이다. 국제적인 농업 동향을 미루어 볼 때 국내 농업의 중요성이 경제적, 산업적으로 인식됨에도 불구하고, 국제간 자유무역협정(FTA)로 국내 농업의 전망이 불투명한 상태이다. 따라서 국내 농산물 생산량 감소와 경영비 상승의 이유로 생산지에서 직면하고 있는 과제인 생산량 증가와 가격경쟁력을 위하여 다수성·고식미성 찰옥수수의 생산확대를 통해 농가의 고소득을 창출하고, 해외 농업을 통한 국내 수요 공급과 종자 수출을 통한 경쟁력을 높이는데 집중하여 국가 농업 발전과 위상을 제고 하는데 목적이 있다.

앞으로 국내에서 전통적으로 재배되어온 찰옥수수를 대상으로 질감성 개선 등 식미개선과 영양가 증진을 위한 연구가 이루어져야 한다고 하였다(Hong *et al.*, 1994). 이러한 고식미연구와 다수성 연구를 통한 품종 개발과 함께 기능성을 갖는 유색 찰옥수수 신품종의 개발로 농민의 애로사항을 해결하고 농가소득 증대와 함께 소비자의 기호에 맞는 찰옥수수 육성이 절실히 요구된다.

1) 기술적 측면

- 다수성 옥수수 품종 육성은 계통 육성된 교배친 간의 잡종강세이론(조합능력, 잡종강세)에 근거한 신품종 개발을 체계화 한다.
- 신품종 개발에 의한 국내 농가보급과 협동 연구기관과 함께 해외 재배시험을 통한 종자친 생산을 통해 진출 시장을 개척하여 체계화 한다.
- 대체우수품종 육성을 통해 기후변화에 맞고 재배지의 환경에 고안된 신품종을 육성한다.

2) 경제·산업적 측면

- 옥수수 종자 수입에 필요한 국고 낭비를 줄이고, 종자 특히 기술사용료를 통해 국가 수익 창출 및 수입의존도를 낮춘다.
- 식용 옥수수 수확(7월 중순경) 후 이모작이 가능하므로 경지 이용율 및 농가소득을 크게 높일 수 있다.
- 수확 후 부산물(경엽)은 축산 농가의 조사료용으로 활용할 수 있고, 녹비작물로 토양에 환원시킴으로 친환경 농법이 가능하다

3) 사회·문화적 측면

- 친환경적이고 안정적인 고식미를 갖는 다수확 품종의 개발로 안전한 농산물을 국민에게 공급하여 건강증진과 나아가 국가의 안위를 지키는데 일조한다.
- 유전자 변형식물인 GMO에 대한 잠재적 위해성 및 생태계 파괴요인을 제거할 수 있다.
- 우수한 옥수수 품종의 해외 수출을 통해 우리나라 농업의 위상제고와 종자 수출국으로 변모할 수 있다.

제 2 절 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발 목표와 내용

년차간 연구개발 목표와 내용은 다음과 같다.

□ 1년차 (2008년~2009년)

주관 연구기관(충남대) 및 협동기관 (뉴진종묘)에서 2007년에 품종 등재된 다수·고식미성·고소득용 신품종 “수옥찰”(등재번호: 제01-0004-2007-1호)옥수수에 대해 조기에 산업화를 정착하기 위해 전국규모의 지역적응성 시험을 확대하여 광지역적 재배 조건을 확립함과 동시에 이들 종자친을 협동기관과 공동으로 국내용 수요 공급과 수출 전략을 목표로 국내와 중국현지에서 대량 생산한다. 이들 교잡종 종자는 국내 옥수수 적지 집단재배를 포함하여 전국 재배지에 종자를 공급하고 협동 기관의 수출 전진기지인 중국 산동 청도지역에 종자를 분양·재배된 생산물에 대해 판로 및 시장개척을 위한 판매 홍보 전략에 집중한다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 상품성과 항산화성면에서 분석해서 기능성면에서도 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량을 증대한다. 국내 최초 노랑찰옥수수 교잡종을 산업화에 포함시켜 농가소득 증대와 해외 수출을 도모하고자 한다.

□ 2년차 (2009년~2010년)

전년도(1년 차)에 진행된 “수옥찰”의 교배친 지역 재배시험을 바탕으로 전국규모의 지역적응성 시험을 확대하여 광지역적 재배 조건을 확립함과 동시에 이들 종자친을 협동기관과 공동으로 국내용 수요 공급과 수출 전략을 목적으로 국내와 중국현지에서 대량 생산한다. 이들 교잡종 종자는 국내 옥수수 적지 집단재배를 포함하여 전국 재배지에 종자를 공급하고 협동 기관의 수출 전진기지인 중국 산동 청도지역에 종자를 분양·재배된 생산물에 대해 판로 및 시장개척을 위한 판매 홍보 전략에 집중한다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 입증하기 위해 상품성과 소비적성(과피, 당도, 씹힘성)을 과종기별, 수확시기별, 저장방법별로 분석하여 소비자 중심의 제품화 및 생산법 확립, 그리고 항산화성을 분석하여 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량 증대에 집중한다. 국내 최초 노랑찰옥수수 교잡종과 2-3년 내에 출시 예정인 국내 극조생종 유색찰옥수수를 산업화에 포함시켜 농가소득 증대와 해외 수출을 통해 국가경제발전에 기여코자 하는데 목표를 두고 있다.

□ 3년차 (2010년~2011년)

2년차에 얻어진 주관 및 협동 기관의 연구 분석결과를 토대로 수량이 높고, 식미가 우수하며, 기능성이 높은 복합 신품종 옥수수를 개발하여 국내 산업화를 추진하고 해외 재배 지역이나 면적을 확대하여 국내 농업의 위상을 제고하는데 목적이 있다.

이를 위해서 첫째인 2010년 국립 종자원에 품종 등재된 다수·고식미성·고소득용 “대학찰골드1호”(출원번호: 2009-234)옥수수에 대해 조기에 전국규모의 지역적응성 시험을 확대하여 광지역적 재배 조건을 확립함과 동시에 이들 종자친을 협동기관과 공동으로 국내용 수요 공급과 수출 전략을 목적으로 국내와 중국현지에서 대량 생산한다. 이들 교잡종 종자는 국내 옥수수 적지 집단재배를 포함하여 전국 재배지에 종자를 공급하고 협동 기관의 수출 전진기지인 중국 산둥 청도지역에 종자를 분양·재배된 생산물에 대해 판로 및 시장개척을 위한 판매 홍보 전략에 집중한다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 상품성과 항산화성면에서 분석해서 기능성면에서도 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량을 증대한다. 금년 중에 등재 예정인 국내 최초 노랑찰옥수수 교잡종과 2-3년 내에 출시 예정인 국내 극조생종 유색찰옥수수를 산업화에 포함시켜 농가소득 증대와 해외 수출을 통해 국가경제발전에 기여코자 하는데 목표를 두고 있다.

□ 4년차 (2011년~2012년)

2007년에 품종 등재된 다수·고식미성·고소득용 신품종 “수옥찰”(등재번호: 제01-0004-2007-1호) 옥수수에 대해 조기에 산업화를 정착하기 위해 전국규모의 지역적응성 시험을 확대하여 광지역적 재배 조건을 확립함과 동시에 이들 종자친을 협동기관과 공동으로 국내용 수요 공급과 수출 전략을 목표로 국내와 중국현지에서 대량 생산한다. 이들 교잡종 종자는 국내 옥수수 적지 집단재배를 포함하여 전국 재배지에 종자를 공급하고 협동 기관의 수출 전진기지인 중국 산둥 청도지역에 종자를 분양·재배된 생산물에 대해 판로 및 시장개척을 위한 판매 홍보 전략에 집중한다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 상품성과 항산화성면에서 분석해서 기능성면에서도 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량을 증대한다. 금년 중에 등재 예정인 국내 최초 노랑찰옥수수 교잡종과 2-3년 내에 출시 예정인 국내 극조생종 유색찰옥수수를 산업화에 포함시켜 농가소득 증대와 해외 수출을 통해 국가경제발전에 기여코자 하는데 본 연구의 목적을 두고 있다.

4년차에는 과피가 얇은 단옥수수의 신품종 개발을 위한 특수조합능력 검정, 상품성, 경제성, 식미성 분석을 병행하여 현재 재배되고 있는 기존 육성 품종의 한계, 즉 종자수명, 단위면적당 수량성 내지 상품성의 부진 그리고 소비자의 기호성에 미흡한 옥수수 종피 색깔의 다양성의 한계 등에 대한 현안 문제가 크게 해소될 뿐만아니라 품종 특허등재와 국내외 중요 학술지 게재등 다양한 연구가 4차년도까지 진행하여 국내외 옥수수 산업화를 구축하여 국가경제에 이바지 하고자 한다.

제 3 절 연구개발 목적 및 범위

1년차 (2008년~2009년)

□ 주관연구기관 : 충남대학교

1. 연구개발 목표

- 신품종 “수옥찰옥수수”의 산업화를 위해 생산성 검정 및 지역적응성 확대시험
- 협동 기관과 함께 국내 재배 포장과 중국 현지의 육종포장에 파종하여 교잡종 종자 대량생산

2. 연구개발 내용 및 범위

- 수옥찰 교배친 대량 증식
- 수옥찰 교배모본 대량 생산 후 협동기관에 제공
- 기능성 옥수수(노랑 자주찰) F1 종자생산 및 품종 출원
- 극조생찰 자식 계통육성

□ 협동 연구기관 : 뉴진 종묘

1. 연구개발 목표

- 중국 현지의 육종포장에 파종하여 교잡종 종자 대량 생산 및 해외 홍보 전략 구축

2. 연구개발 내용 및 범위

- 수옥찰 교배친 대량 증식
- 수옥찰 종자 생산용 교배 친 육성
- 기능성(노랑 자주찰) 옥수수 품종 출원
- 극조생찰 계통육성

2년차 (2009년~2010년)

□ 주관연구기관 : 충남대학교

1. 연구개발 목표

- 광지역적 재배 조건 확립과 종자 친 국내용 수요공급 과 수출 전략위한 대량생산
- 신품종 현지 생산성 및 지역 적응성 시험

2. 연구개발 내용 및 범위

- 중국 및 국내 채종 체계확립
- 수옥찰 품종의 최적 재배지역을 위한 지역 다양화 실시(산동성, 요령성, 흑룡강성)
- 극조생종 F1종자 대량생산
- 대학찰 골드 지역적응성 시험

□ 협동 연구기관 : 뉴진 종묘

1. 연구개발 목표

- 광지역적 재배 조건 확립과 종자 친 국내용 수요공급 과 수출 전략위한 대량생산
- 극조생종 교잡종 현지 생산성 및 지역 적응성 시험

2. 연구개발 내용 및 범위

- 수옥찰 품종의 최적 재배지역을 위한 지역 다양화 실시(산동성, 요령성, 흑룡강성)
- 길립성 1차 재배시험
- 대학찰 골드 지역적응성 시험

3년차 (2010년~2011년)

□ 주관연구기관 : 충남대학교

1. 연구개발 목표

- 교배친 생산 및 극조생종 생산성 및 지적시험
- 우수 기능성 찰옥수수 교잡종 확대 재배

2. 연구개발 내용 및 범위

- 수옥찰 교배모본 대량생산
- 신품종 기능성 옥수수 재배 지역확대(5 지역이상)
- 극조생종 신품종 등록
- 육성 계통간 상호교배 및 생산성, 지적시험(2년)
(노랑찰 30, 자주찰 20조합)

□ 협동 연구기관 : 뉴진 종묘

1. 연구개발 목표

- 중국내 재배면적 확대지속
- F1 종자 대량생산
- 극조생종 중국내 지적 확대시험

2. 연구개발 내용 및 범위

- 중국현지 적응성 재배 30%확대
- 시장성, 상품성 조사, 내재해성, 다수성
- 국내외 재배용 F1 종자 대량생산
- 극조생종 지적시험

4년차 (2011년~2012년)

□ 주관연구기관

1. 연구개발 목표

- 신품종 “수옥찰옥수수”, “대학찰 골드 1호”의 산업화를 위해 생산성 검정 및 지역적응성 확대시험
- 협동 기관과 함께 국내 재배 포장과 중국 현지의 육종포장에 파종하여 교잡종 종자 대량생산

2. 연구개발 내용 및 범위

- 수옥찰 교배친 대량 보급
- 기능성 옥수수(노랑 자주찰) F1 종자생산 및 품종 출원
- 극조생찰 자식 계통 및 교잡종 생산성, 지적시험

3. 종합고찰 및 평가

□ 협동 연구기관 : 뉴진 종묘

1. 연구개발 목표

- 중국 현지의 육종포장에 파종하여 교잡종 종자 대량 생산 및 해외 홍보 전략 구축

2. 연구개발 내용 및 범위

- 수옥찰 교배친 대량 증식
- 수옥찰 종자 생산용 교잡종자 생산
- 기능성(노랑 자주찰) 옥수수 확대 시험
- 극조생찰 교잡종 육성

3. 국외확대전략

제 4절 연구개발 방법 및 설계

□ 주관 및 협동연구기관

초다수 고품질의 특징을 지닌 신품종“수옥찰옥수수”(등재번호: 제01-0004-2007-1호)를 산업화 목적을 위해 공시하여 1차년도(2008년)는 품종 등재를 위해 재배된 바 있는 3지역(대전 유성, 충북 옥천, 전남 해남)을 포함하여 국내 옥수수 주 재배단지 5~7장소를 정해 생산성 검정 및 지역적응성 확대시험을 통해 전국 규모의 광지역 재배 지역을 확립한다. 동시에 수옥찰 교잡종 생산에 사용된 교배친을 협동기관과 공동으로 국내 재배 포장과 중국 현지의 육종포장에 파종하여 교잡종 종자를 대량 생산한다, 이들 교잡종 생산 종자는 국내 적정 재배지와 수출 전진기지인 중국 산둥 청도지역에서 2년차(2009년)에 재배·생산할 종자로 공

급하고 재배된 생산물에 대해서는 국내·외 판매 시장 개척을 위해 리후렛, 레토르트등을 통해 홍보 전략을 세운다. 아울러 이들 옥수수의 우수성을 입증하기 위해 상품성과 소비적성(과피, 당도, 씹힘성)을 과종기별, 수확시기별, 저장방법별로 분석하여 소비자 중심의 제품화 및 생산법 확립, 그리고 항산화성을 분석하여 기존 재배종과 차등성을 부각시켜 판매량 증대에 집중한다.

이어서 3년차에는 그 동안 제기 된 문제점을 보완 및 재확인하고, 2년차에서와 같이 재배 지역 확대와 교잡종 종자 재종이 확대될 것이며, 특히 주관에서는 금년 2008년 중 등재 예정인 국내 최초 노랑찰옥수수 교잡종(가칭, 신대학찰 골드)의 종자 생산과 광지역성 재배 시험을 추진하고 동시에 2-3년 내에 출시 예정인 국내 극조생종(흰찰, 노랑찰, 자주찰)옥수수 육성한다. 또한, 4년차에는 과피가 얇은 단옥수수의 신품종 개발을 위한 특수조합능력 검정, 상품성, 경제성, 식미성 분석을 병행하여 현재 재배되고 있는 기존 육성 품종의 한계, 즉 종자 수명, 단위면적당 수량성 내지 상품성의 부진 그리고 소비자의 기호성에 미흡한 옥수수 종피 색깔의 다양성의 한계 등에 대한 현안 문제가 크게 해소될 뿐만아니라 품종 특허등재와 국내외 중요 학술지 게재등 다양한 연구가 4차년도까지 진행하여 국내외 옥수수 산업화를 구축한다.

유색 찰옥수수에 대한 성분분석 및 물질탐색을 실시한다.

- 아밀로그렘 특성
- Antocyanin 추출
- 항산화성 물질 분석
 - ① DPPH free radical 소거능 측정
 - ② SOD radical 소거능 측정
 - ③ Catalase 활성의 측정
 - ④ Xanthine oxidase (XO) 활성의 측정

위와 같은 항산화 물질 분석 방법을 종합하여 우수계통을 유색 찰옥수수의 품종육성의 교배친으로 활용하였다.

상품성 평가기준은 다음과 같다.

- 외관특성 : 이삭길이 17cm 이상
 : 착립율 90% 이상
- 물성검정
 - 과피 : 45mm 이하
 - 당도 : 12brix %

경제성 평가기준은(대로구 : 찰목 1호)

- 단위면적당 수량(A)
- 이삭당 판매가격(B)
- $A \times B =$ 조수익

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 국내·외 관련 기술의 현황과 문제점

1. 국내 기술개발 현황

최근 소비자의 식생활 향상으로 양질의 고식미 및 기능성 특징을 갖는 농산물을 선호하는 양상을 보인다. 이와 같은 현상으로 유색콩, 유색미 및 유색 농산물의 소비가 증가되고, 당도와 식미가 우수한 특징을 갖는 곡물 및 녹황색 채소가 많이 소비되고 있다.

옥수수식미 분석의 경우 취반특성으로 최고점도(Peak Viscosity)와 강하점도(Breakdown)가 높고 최종점도(Final Viscosity)와 치반점도(Setback)가 낮을수록 식미가 양호한 편이라고 보고한바 있다.(Lim *et al.*1995) 옥수수의 경우 아밀로그렘 특성 분석은 최종 점도와 강하 점도를 조사하여 분석하는데, 강하 점도는 호화 중 열전달에 대한 저항성을 나타내며 호화 전분의 붕괴가 이루어지며 아밀로스 함량과는 부의 상관관계를 보인다. 따라서 RVU값이 높을수록 찰성이 높고 식미가 우수함을 나타내게 된다. 치반점도는 전분의 노화경향을 반영하는 값으로 수치가 높을수록 노화진행이 급격하게 이루어져 식었을 경우 쉽게 단단해 지는 경향을 보이며, 호화 개시 온도는 일정 온도가 되면 점도가 급격히 증가하게 되는데 이 온도가 낮을수록 호화가 빨리 진행되는 것으로 가공 적성이 높다고 할 수 있으며 반면에 높은 값을 보일수록 전분립자의 내부구조가 치밀하여 가열시 팽윤이 지연되어 잘 익지 않는다. 이러한 아밀로그렘 분석 이외에 SOD 활성 및 DPPH 라디칼 소거능을 통한 연구는 전무한 상태이며, 단지 재래종 옥수수를 대신할 교장종으로 일부 국내 연구소나 시험장에서 품종 개발이 이루어진바 있어 국내 옥수수 재배농가 일부가 이용하고 있으나, 수량 및 식미에서 크게 미흡한 상태이다. 따라서 이러한 현장의 비경제적이고 농민의 애로사항을 해결하기 위해서는 시급히 농가소득 증대를 위한 다수성이며 소비자의 기호에 맞는 고식미성 품종 육성이 절실히 요구된다.

2. 국내·외 기술 개발의 문제점

전통 육종 기술은 세계 수준에 근접(90%), 연구투자 부족으로 유전자원의 수집·평가·이용 및 생명공학기법에 의한 신품종 개발 미흡하고, 옥수수 품종 육성이 정부 주도로 추진됨에 따라 민간의 산업화 개입미흡으로 막대한 양의 사료용 옥수수 종자의 수입을 초래하게 된다. 특히, 국내 곡물 중 옥수수 소비량이 가장 많으나, 생산기반 취약으로 국내 자급률은 0.9%에 불과하며, 국내 옥수수 종자 개발연구는 거의 이루어지지 못하며, 일부 사료용 옥수수, 찰옥수수 품종 육성에 대해서 성과를 올리고 있다.

국내 옥수수 종자 수입은 2007년 161톤, 2008년 187톤, 2009년 262톤으로 점차 증가하고 있으며, 그에 따른 농민의 부담이 더해지고 있다. 현재 관행적으로 재배하고 있는 재래종 옥수수는 수량성 및 식미성에서 뒤쳐지고 있기 때문에 다수·고식미 옥수수의 신품종 개발 및 보급을 통해 농민의 부담금을 줄이고 소득을 높이는데 중점을 두고 있다.

또한 소비자의 고품질 옥수수 수요를 충족하는데 국내에만 국한시키기 보다는 가격경쟁력 확보를 위하여 해외 농업 진출을 통한 수요 공급과 해외 판로 진출을 통한 종자 수출이 예상된다.

제 2 절 앞으로의 전망

기술성

면에 전통 육종기술은 세계 수준에 근접(90%)하고 있으나, 연구투자 부족과 유전자원의 수집·평가·이용의 적극적인 개발 부족으로 우수품종 개발의 실적이 매우 부진한 상태이다.

시장성

은 세계 5대 식량작물 중 최대 시장규모, 2009년 세계 수출 시장 약 270억 달러, 연평균 약 11% 성장을 보이고 있으며, 수출 대상 지역별 복합형인 다수성, 고식미성, 고기능성, 내재해성을 갖는 옥수수 교잡종 종자 개발 및 보급이 기대된다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 우수 교잡종 선발

1. 우수교잡종 선발시험

1년차 (2008년~2009년)

<주관연구기관>

1) 우수교잡종 찰옥수수 선발시험(2008년~2009년)

Table 1. 2008년~2009년 찰옥수수 교배조합(흰찰, 노랑찰, 자주찰)에 대한 식물학적 및 내재해성 특성

Trial No.	Characters Hybrids	Days to silking	Early growth (0~9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers /plant (no.)	Lodging (1~9)	Corn borer (0~9)	Ears/ 100 plant
1	Chalok 1	66	9	190	67	1	5	5	78
2	Mibaek chal	72	8	185	56	0	3	1	91
3	Yeon nong	76	8	218	45	0	2	2	68
4	Ckalok 4	80	8	195	59	0	3	1	78
5	Suwon chal 45	77	9	186	42	0	1	3	91
6	CNU 1	75	5	210	52	0	1	4	64
7	CNU 2 ☆	72	7	172	53	0	1	3	70
8	CNU 3 ☆	68	7	186	37	0	3	1	70
9	CNU 4	76	5	187	50	0	1	-	-
10	CNU 5	71	6	185	46	1	3	1	100
11	CNU 6	72	7	130	44	0	4	2	89
12	CNU 7 ☆	72	7	170	50	0	3	1	89
13	CNU 8	74	6	158	56	0	3	1	67
14	CNU 9	71	8	180	54	0	1	2	63
15	CNU 10	76	8	200	53	1	3	1	100
16	CNU 11	73	7	185	45	0	3	1	63
17	CNU 12	75	8	187	52	0	4	1	95
18	CNU 13 ☆	71	8	188	50	0	4	1	86
19	CNU 14	74	7	218	51	0	4	1	78
20	CNU 15 ☆	74	8	218	54	0	3	1	87
21	CNU 16	73	6	202	42	1	1	1	64
22	CNU 17	75	8	215	45	1	2	1	77
23	CNU 18	83	6	197	41	1	2	-	-
24	CNU 19	74	5	242	84	0	2	3	105
25	CNU 20 ☆	75	6	180	44	0	1	2	75

☆ : Promising hybrid selected in 200g

Table 1. (계속)

Trial No.	Characters		Ear length (cm)	Ear dia. (cm)	Seed set (%)	Ears (kg)	Ear wt. (kg)	Ears	Ear wt.
	Hybrids								
1	Chalok1		15.6	4.4	91	5,000	583	100	100
2	Mibaekchal		21	4.6	90	5,556	842	111	144
3	Yeonong		20	4.2	94	4,723	736	94	126
4	Ckalok4		18.4	4.6	96	5,000	853	100	146
5	Suwonchal45		19.8	4.6	94	5,556	978	111	168
6	CNU1		18.4	4.6	98	2,500	650	50	112
7	CNU2☆		19	4.2	96	3,889	811	78	139
8	CNU3☆		17	4.8	96	3,889	747	78	128
9	CNU4		-	-	-	-	-	-	-
10	CNU5		18	4.6	93	3,889	742	78	127
11	CNU6		15	4.8	88	4,445	742	89	127
12	CNU7☆		18.4	5	98	4,723	1,147	94	197
13	CNU8		16.4	4.8	98	3,334	569	67	98
14	CNU9		17	4	87	4,167	586	83	101
15	CNU10		16.4	4.2	96	6,389	792	128	136
16	CNU11		19	4.6	95	4,167	853	83	146
17	CNU12		15.6	4.4	97	5,556	828	111	142
18	CNU13☆		20.8	4.6	96	5,000	1,164	100	200
19	CNU14		15.6	4	95	5,000	611	100	105
20	CNU15☆		20.2	4.6	94	5,556	992	111	170
21	CNU16		19.8	4	91	3,889	664	78	114
22	CNU17		19.4	4.4	96	4,723	1,042	94	179
23	CNU18		-	-	-	-	-	-	-
24	CNU19		18.6	48.8	96	4.75	736	98	193
25	CNU20☆		22.4	4.6	98	4,167	861	83	148

Table 1.(계속)

Trial No.	Hybrids	Characters							
		Days to silking	Early growth (0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers /plant (no.)	Lodging (1~9)	Corn borer (0~9)	Ears/100 plant
26	CNU21	66	6	145	43	1	3	1	69
27	CNU22	72	8	180	43	0	2	1	83
28	CNU23	71	6	165	48	1	2	1	65
29	CNU24☆	73	8	193	56	0	1	1	82
30	CNU25	77	8	238	39	0	2	1	86
31	CNU26	73	7	198	50	1	3	2	85
32	CNU27☆	74	6	232	53	1	3	2	94
33	CNU28	76	5	215	48	0	5	2	92
34	CNU29	79	8	218	50	1	9	-	-
35	CNU30☆	78	8	252	57	1	3	1	118
36	CNU31	72	8	175	45	0	4	1	82
37	CNU32	65	7	163	42	1	1	1	67
38	CNU33	77	7	192	52	0	4	2	75
39	CNU34	72	5	193	58	0	5	1	100
40	CNU35	77	7	235	62	0	1	2	121
41	CNU36	77	8	218	48	1	5	2	75
42	CNU37	73	7	230	54	0	1	1	95
43	CNU38	72	6	217	52	0	4	1	75
44	CNU39	71	7	185	55	1	6	1	83
45	CNU40	76	7	208	54	0	1	1	89
46	CNU41	73	7	208	48	1	1	1	76
47	CNU42	67	6	170	53	1	1	1	89
48	CNU43	79	6	173	53	1	1	1	86
49	CNU44	81	7	158	57	1	3	-	-
50	CNU45	82	5	152	52	1	3	-	-

Table 1. (계속)

Trial No.	Characters		Ear length (cm)	Ear dia. (cm)	Seed set (%)	Ears (kg)	Ear wt. (kg)	Ears	Ear wt.
	Hybrids								
26	CNU21		16.2	4	89	3,056	361	61	62
27	CNU22		14.6	4.6	93	5,278	542	106	93
28	CNU23		16.8	4.4	88	3,056	392	61	67
29	CNU24☆		19	4.2	95	5,000	828	100	142
30	CNU25		20.8	5	93	5,278	1,383	106	237
31	CNU26		20.2	4.8	90	4,723	1,167	94	200
32	CNU27☆		23.8	5.2	96	4,723	1,439	94	247
33	CNU28		20.8	4.8	93	3,056	689	61	118
34	CNU29		-	-	-	-	-	-	-
35	CNU30☆		20.4	5	97	5,556	1,506	111	258
36	CNU31		20.2	4.2	90	5,000	786	100	135
37	CNU32		15	4	95	4,445	464	89	80
38	CNU33		19.6	5	93	4,167	883	83	152
39	CNU34		18	4	94	3,334	514	67	88
40	CNU35		23.6	4.4	89	4,723	1,161	94	199
41	CNU36		19.8	4.8	95	4,167	903	83	155
42	CNU37		14.6	4.2	96	5,278	614	106	105
43	CNU38		15	4	92	5,000	811	100	139
44	CNU39		14.8	4.2	96	5,556	697	111	120
45	CNU40		14.8	4.4	92	4,723	553	94	95
46	CNU41		18.6	4.4	96	4,445	644	89	111
47	CNU42		18	4.4	82	4,723	586	94	101
48	CNU43		15.4	4.6	96	3,334	450	67	77
49	CNU44		-	-	-	-	-	-	-
50	CNU45		-	-	-	-	-	-	-

Table 1. (계속)

Trial No.	Characters								
	Hybrids	Days to silking	Early growth (0-9)	Stem ht. (cm)	Ear ht. (%)	Tillers /plant (no.)	Lodging (1-9)	Corn borer (0-9)	Ears/ 100 plant
51	CNU46	-	0	-	-	-	-	-	-
52	CNU47	84	6	157	51	1	2	-	-
53	CNU48	77	6	212	56	2	4	1	100
54	CNU49	83	6	183	58	2	2	-	-
55	CNU50	77	5	227	59	1	3	-	-
56	CNU51	79	6	195	57	2	2	1	73
57	CNU52☆	66	7	175	53	2	1	1	88
58	CNU53	73	7	165	64	0	3	-	-
59	CNU54	71	7	183	57	2	2	1	96
60	CNU55	71	6	180	57	2	1	1	61
61	CNU56	81	5	183	55	1	1	-	-
62	CNU57	79	7	220	55	1	4	2	53
63	CNU58	81	7	240	60	1	3	1	81
64	CNU59☆	73	7	205	60	0	5	1	82
65	CNU60☆	76	6	198	66	1	1	1	89

Table 1. (계속)

Trial No.	Characters							
	Hybrids	Ear length (cm)	Ear dia. (cm)	Seed set (%)	Ears (kg)	Ear wt. (kg)	Ears	Ear wt.
51	CNU46	-	-	-	-	-	-	-
52	CNU47	-	-	-	-	-	-	-
53	CNU48	14.8	4.6	93	6,112	836	122	143
54	CNU49	-	-	-	-	-	-	-
55	CNU50	-	-	-	-	-	-	-
56	CNU51	14.8	5	93	3,056	508	61	87
57	CNU52☆	16.2	4.2	98	5,834	642	117	110
58	CNU53	-	-	-	-	-	-	-
59	CNU54	17.6	4.6	93	6,389	1,183	128	203
60	CNU55	17.6	4.6	90	3,889	658	78	113
61	CNU56	-	-	-	-	-	-	-
62	CNU57	19.4	4.8	96	2,778	653	56	112
63	CNU58	20.6	4.8	93	3,611	739	72	127
64	CNU59☆	15.2	4.4	97	5,000	658	100	113
65	CNU60☆	16.6	4.6	96	4,445	747	89	128

2. 우수교잡종에 대한 생산성 검정 시험

(1) 우수 찰옥수수 선발 조합에 대한 식물학적 특성

Table 2. Comparison of the major characteristics among domestic waxy hybrids

Characteristics Hybrids	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Days to tassel ing	Tillers / plant	Lodg ing (1~9)*	Insect (1~9)*	Sugar content Brix(%)	Pericarp thicknes s (μ m)
Chalok1	190 ^{de}	67 ^{bc}	66 ^b	0.8 ^a	7 ^{bc}	5 ^a	14.8 ^a	48.5 ^b
CNU10	208 ^c	74 ^{bc}	78 ^{ab}	1.6 ^a	6 ^{bc}	3 ^a	10.3 ^d	36.8 ^d
CNU12	232 ^b	78 ^{ab}	78 ^{ab}	1.2 ^a	6 ^{bc}	3 ^a	14.2 ^a	34.7 ^c
CNU19	242 ^a	83 ^{ab}	74 ^{ab}	1.5 ^a	2 ^a	3 ^a	13.8 ^b	35.8 ^c
CNU21	246 ^a	87 ^{ab}	75 ^{ab}	1.3 ^a	4 ^b	5 ^a	12.7 ^{bc}	63.8 ^a
CNU94	214 ^c	44 ^c	78 ^{ab}	1.7 ^a	7 ^{bc}	3 ^a	10.3 ^d	58.5 ^{ab}
CNU100	180 ^{fg}	50 ^{bc}	81 ^a	1.5 ^a	8 ^c	5 ^a	11.1 ^{bc}	60.8 ^{ab}
CNU133	187 ^{ef}	103 ^a	80 ^a	1.2 ^a	8 ^c	5 ^a	10.2 ^d	60.1 ^{ab}
CNU153	175 ^g	80 ^{ab}	82 ^a	1.5 ^a	8 ^c	5 ^a	11.7 ^{bc}	48.3 ^b
CNU165	196 ^d	101 ^a	78 ^{ab}	1.6 ^a	8 ^c	3 ^a	10.9 ^d	62.8 ^a
CNU173	194 ^{de}	102 ^a	78 ^{ab}	1.5 ^a	8 ^c	3 ^a	12.5 ^{bc}	58.2 ^{ab}

* 1(bad) ~ 9(good)

(2) 우수 교배조합에 대한 이삭특성

Table 3. Comparison of the ear and yield characteristics among domestic waxy hybrids

Characteristics Hybrids	No. of ear /100plt.	Ear length (cm)	Ear dia. (mm)	Ear tip rate (%)	No. ears per 10a (no.)	Grain yield (kg/10a)
Chalok1	96 ^a	15.6 ^b	44.0 ^{ab}	81 ^b	5,712 ^a	746 ^a
CNU10	97 ^a	17.4 ^{ab}	48.2 ^a	90 ^{ab}	3,570 ^b	657 ^b
CNU12	96 ^a	20.4 ^a	49.3 ^a	96 ^a	4,641 ^{ab}	685 ^b
CNU19	98 ^a	18.6 ^{ab}	48.8 ^a	97 ^a	4,750 ^{ab}	736 ^a
CNU21	98 ^a	19.1 ^{ab}	47.6 ^a	96 ^a	4,683 ^{ab}	715 ^a
CNU94	100 ^a	16.8 ^{ab}	40.2 ^{ab}	93 ^{ab}	3,570 ^b	339 ^e
CNU100	95 ^a	15.9 ^b	41.4 ^{ab}	93 ^{ab}	4,132 ^{ab}	527 ^d
CNU133	90 ^b	16.3 ^{ab}	34.8 ^b	94 ^{ab}	4,038 ^{ab}	426 ^c
CNU153	95 ^a	15.5 ^b	31.5 ^b	96 ^a	4,172 ^{ab}	387 ^e
CNU165	97 ^a	15.8 ^b	36.8 ^b	92 ^{ab}	3,988 ^{ab}	435 ^d
CNU173	93 ^b	17.0 ^{ab}	34.1 ^b	95 ^{ab}	4,215 ^{ab}	422 ^d

DMRT by 5% level



<사진>우수 교잡종 찰옥수수 선발 포장 전경('09충남대)



<사진>'09년 우수 교잡종 선발시험(1)



<사진>'09년 우수 교잡종 선발시험(2)



<사진>'09년 우수 교잡종 선발시험(3)

3. 수옥찰 종자 생산용 교배친 육성

<주관연구기관>

수옥찰 교배친 대량생산(3,300m²)

- 교배친(2:1 파종) = 2,200m²:1,100m²

- 종자생산량 : 580kg(F1생산 : 320kg, 교배친 260kg)



<사진>수옥찰 교잡종 생산용 교배친 육성(국내 육성)



<사진>수옥찰 교배친 및 F1교잡종 생육 (중국 산둥 교남시(좌), 중국 길림(우))

Table. 우수교잡종 및 교배친 종자 생산량(주관 : 1년차)

구 분	노 지		비닐하우스 (500m ²)	계
	(2,000m ²)			
수옥찰, F ₁	230		90	320
수옥찰 교배친	200		60	260
대학찰골드1, F ₁	240		130	370
대학찰골드 교배친	150		100	250
계	820		380	1,200

단위:kg

4. 신품종 등록을 위한 육성과정 및 주요특성

(1) 대학찰 골드 1호의 육성과정

Years	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
Generations	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	Cross	Yield trial	Regional yield trial		F ₁		
	(Yeongduk Jaera)														
Female (♀)	-	YJ.215-170-35-15-7-4-2							CNU57	⊗			Daehak-Chal Gold 1		
	(Okcheon Jaera)														
Male (♂)	-	OJ.305-114-52-13-9-3-3							CNU27	⊗	X	→			

Fig. 1 Breeding procedures practiced for developing of Daehak-Chal Gold 1

(2) 대학찰골드1호에 대한 개화 및 등숙율

Table. Seed production system of Daehakchal Gold 1 at Yuseong, Daejeon in 2008. (planting ratio of parent was 2:1)

Inbreds	Tasseling date	Silking date	Pollen dispersal period	Ear length (Cm)	% of fertile kernel	Remark
CNU57♀	-	July 1	-	13.7	94	PE film mulching
CNU27♂	June 30	-	June 29 to July 4	-	-	

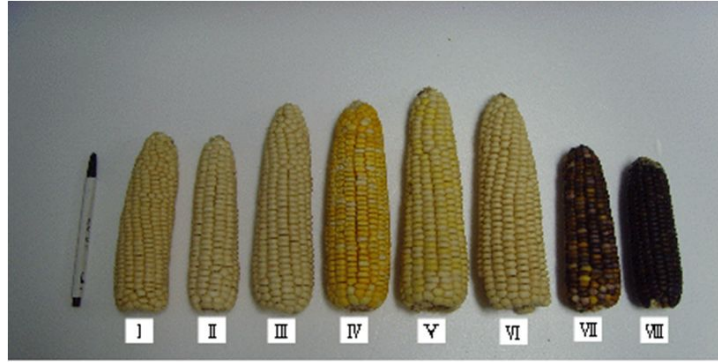
(3) 대학찰 골드1호 및 그들의 교배친에 대한 주요특성

Table. Agronomic of DaehakChal Gold 1 and its parents.

Characteristics Materials	Days to tasseling (day)	Stem height (cm)	Ear height (cm)	Length (cm)	Ear			Kernel color
					Dia. (mm)	Yield/plant (g)	RKSL/EL ¹⁾ (%)	
Daehak-Chal Gold 1, F1	63	206.3	98.2	19.6	48.5	146.5	97	Yellow
CNU57(♀)	64	164.6	76.4	13.7	42.3	97.3	-	Yellow
CNU27(♂)	65	157.6	68.6	12	40.5	101.2	-	Yellow
Check ²⁾	57	171.8	58.7	16.83	40.2	113.9	96	White

¹⁾RKSL/EL : ratio of kernel set length / ear length

²⁾Check hybrid : Chalok 1



<사진> 신품종 육성 교잡종

I : check : 찰옥 1, III~VI:노랑찰, IV :대학찰골드1호(신품종), VII~VIII:조생 자주찰

(4) 대학찰골드1호의 생육



<사진>신품종 대학찰골드1호(CNU19)의 생육 및 이삭형태

5. 교잡종 육성종의 식물학적 특성

2년차 (2009년~2010년)

가. 교잡종 육성종의 식물학적 특성 (2009년~2010년)

① 생육특성

다수성이면서 고기능성 유색 찰옥수수 신품종 개발을 위해 2007년 충남대 옥수수 유전육종학 실험실에서 생산된 120조합의 교잡종 중에서 1차년도 생산성 검정결과 생육 및 수량이 비교적 우수한 12개 교잡종을 국내 장려품종을 포함하여 2009년 5월 1일 파종하여 비교 분석한 결과는 다음 표와 같다.

간장은 CNU08H-15가 182.3cm CNU08H-h39가 235.7cm로 교잡종간에 큰 차이를 보였다. 경

직경은 32cm로 CNU08H-32가 가장 높았고 연농찰이 18cm로 가장 낮게 나타났다. 또한 도복에 영향을 주는 착수고는 대조구인 대학찰 골드 1호가 83.7cm로 가장 높았고 CNU08H 15가 35.3cm로 가장 낮았다.

이삭길이는 평균 19.9cm였는데 CNU08H-h121이 24.1cm로 가장 길게 나타났다. CNU08H-h39의 15.9cm를 제외하고 모든 공시종의 이삭길이가 상품성 기준인 17cm 이상을 보였다.

개화기는 평균 77.5일로 CNU08H-h121, 일미찰, 대학찰골드1호가 76일로 다소 빨랐다. 사진 1은 공시 교잡종으로 12개의 육성종과 대조품종으로 3개의 대조품종에 대한 이삭을 비교한 것으로 CNU08H-39와 CNU08H-121이 대조구인 대학찰골드 1호와 표현형적으로 우수하였는데, 이들 공시 종은 이삭크기와 직경이 우수하였으며 전체이삭길이에 대한 착립비율이 타 교잡종에 비해 우수한 값으로 나타나 외관특성이 우수하여 이들 교잡종은 상품성이 좋아 경쟁력이 높을 것으로 판단되었다.

Table. Stem, ear, day to ripening and kernel color of the developed waxy corn F₁ hybrids.

Characters Hybrids	Stem		Ear			K.row (ea)	Tassel ing	Kernel color
	height (cm)	diameter (mm)	height (cm)	length (cm)	diameter (mm)			
CNU08H-15	182.3±11.7 ^{fa}	23.7±4.9 ^{cbd}	35.3±6.8 ^{bdf}	17.7±0.6 ^{fg}	36.4±0.6 ^e	12.0±0.0 ^{dc}	78	Yellow
CNU08H-31	207.0±7.8 ^{edc}	31.7±3.5 ^a	63.0±7.8 ^{bdc}	17.2±2.7 ^{fg}	45.9±1.6 ^{ba}	14.0±0.0 ^{bac}	79	Yellow
CNU08H-32	211.3±16.9 ^{bdc}	32.0±1.3 ^a	53.0±9.6 ^{efdc}	18.8±2.5 ^{fe}	46.2±2.2 ^{ba}	14.7±1.2 ^{ba}	78	White
CNU08H-35	228.3±5.0 ^{ba}	30.9±1.3 ^a	60.0±3.0 ^{dc}	21.5±1.3 ^{cbd}	42.1±4.0 ^c	13.3±2.3 ^{bac}	-	Purple
CNU08H-39	206.3±4.9 ^{edc}	21.7±2.1 ^{cfed}	56.3±10.0 ^{edc}	21.6±0.9 ^{cbd}	42.8±2.1 ^{bc}	13.3±1.2 ^{bac}	78	White
CNU08H-41	226.0±10.6 ^{bac}	26.7±2.2 ^b	71.0±19.2 ^{bac}	21.1±0.8 ^{cd}	46.3±2.3 ^{ba}	14.7±1.2 ^{ba}	77	White
CNU08H-69	207.3±4.7 ^{edc}	20.0±1.7 ^{fed}	50.7±3.8 ^{efdc}	17.6±0.7 ^{fg}	36.1±1.7 ^e	10.7±1.2 ^{ed}	78	Purple
CNU08H-71	213.0±8.2 ^{bdc}	22.2±2.1 ^{ced}	56.0±8.5 ^{edc}	12.9±0.4 ^h	37.5±1.3 ^e	13.3±1.2 ^{bac}	79	Purple
CNU08H-h39	235.7±16.0 ^a	30.7±1.5 ^a	83.3±5.5 ^a	15.9±0.4 ^g	45.9±0.2 ^{ba}	16.0±0.0 ^a	78	Purple
CNU08H-h102	191.3±10.6 ^{ef}	18.9±0.6 ^{fe}	60.3±3.2 ^{dc}	22.4±0.2 ^{cb}	40.9±0.8 ^{dc}	13.3±1.2 ^{bac}	78	White
CNU08H-h105	204.7±13.9 ^{ed}	22.2±0.4 ^{ced}	63.7±5.5 ^{bdc}	23.6±0.2 ^b	44.3±1.3 ^{bac}	14.7±1.2 ^{ba}	78	Yellow
CNU08H-h121	228.3±10.2 ^{ba}	24.7±1.0 ^{cb}	79.0±20.2 ^{ba}	24.1±0.4 ^a	45.8±1.0 ^{ba}	12.7±1.2 ^{bdc}	76	White
Ilmichal	197.0±13.2 ^{edf}	21.8±0.5 ^{cfed}	41.7±8.4 ^{ef}	20.8±1.3 ^{ced}	41.9±1.7 ^c	15.3±3.1 ^{ba}	76	White
Yeonongchal	182.3±5.5 ^f	18.0±1.1 ^f	37.7±3.5 ^f	19.4±1.7 ^{ed}	38.5±2.5 ^{ed}	9.3±1.2 ^e	77	White
DaehakchalGold1	225.3±7.6 ^{bac}	23.0±1.7 ^{cbd}	83.7±7.4 ^a	21.2±0.6 ^{cd}	46.8±2.2 ^a	15.3±1.2 ^{ba}	76	Yellow
Mean	209.8	24.4	59.6	19.9	42.5	13.5	77.5	
CV(%)	5.0	8.5	16.1	6.2	4.5	10.1		

* In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.



그림. 우수 품종으로 선발된 CNU 08H-h121(가칭: 대덕찰1호)<충남대, 2009년>
 사진 좌: 착립 및 출사기의 수형, 사진 우: 대조품종(찰옥1호 1·2·3 lanes) 대덕찰1호(4·5·6·7 lanes)

상기 품종은 2010년 4월 22일 신품종 보호 출원되었다.

② 안정성

교잡종에 대한 간장이 가장 큰 조합은 CNU08H-35, CNU08H-h39, 대학찰골드 1호에서 250cm가량으로 큰 반면에 CNU08H-15, CNU08H-h102, 연농찰은 200cm 정도로 낮게 나타났다. 이에 비해 착수고의 경우에는 CNU08H-41, CNU08H-h39, CNU08H-h121, 대학찰골드 1호에서 높았으며, CNU08H-15, CNU08H-69, 일미찰, 연농찰에서 낮게 나타났다. Lee *et al.*(2006)은 착수고율이 50%미만의 교잡종이 도복에 안정적인 초형을 보인다고 보고된 바 있어 본 실험 결과 역시 대부분의 교잡종의 착수고율이 50% 미만으로 이상적인 초형을 갖는 것으로 나타났다.

아래 그림은 공시 교잡종에 대한 간장과 착수고의 높이를 나타낸 것이다.

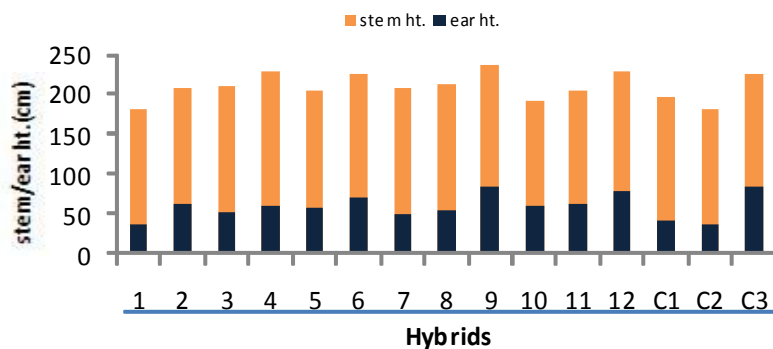


Fig. Comparison of stem and ear height of the developed waxy corn hybrids including checks.

Remarks : 1 CNU08H-15 2 CNU08H-31 3 CNU08H-32 4 CNU08H-35
 5 CNU08H-39 6 CNU08H-41 7 CNU08H-69 8 CNU08H-71
 9 CNU08H-h39 10 CNU08H-h102 11 CNU08H-h105 12 CNU08H-h121
 C1 Ilmichal C2 Yeonmongchal C3 Daehakchal Gold 1

③ 착립율

그림 2는 공시종간에 착립 비율을 전체 이삭 길이에 대해 실제 이삭이 착립된 길이의 비율로 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 CNU08H-15, CNU08H-35, 대학찰 골드 1호에서 착립 비율이 높게 나타나 외형 및 상품성이 뛰어난 반면에 CNU08H-32, CNU08H-41, CNU08H-h105 교잡종은 착립 비율이 불량한 것으로 나타났다.

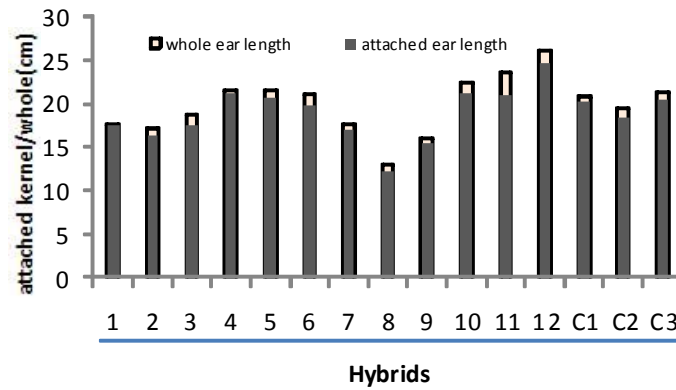


Fig. Comparison kernel attachment length to whole size in the developed waxy corn hybrids including checks.

Remarks : 1 CNU08H-15 2 CNU08H-31 3 CNU08H-32 4 CNU08H-35
 5 CNU08H-39 6 CNU08H-41 7 CNU08H-69 8 CNU08H-71
 9 CNU08H-h39 10 CNU08H-h102 11 CNU08H-h105 12 CNU08H-h121
 C1 Ilmichal C2 Yeonmongchal C3 Daehakchal Gold 1

(5) 새로 육성된 유색찰 옥수수 이삭 형태

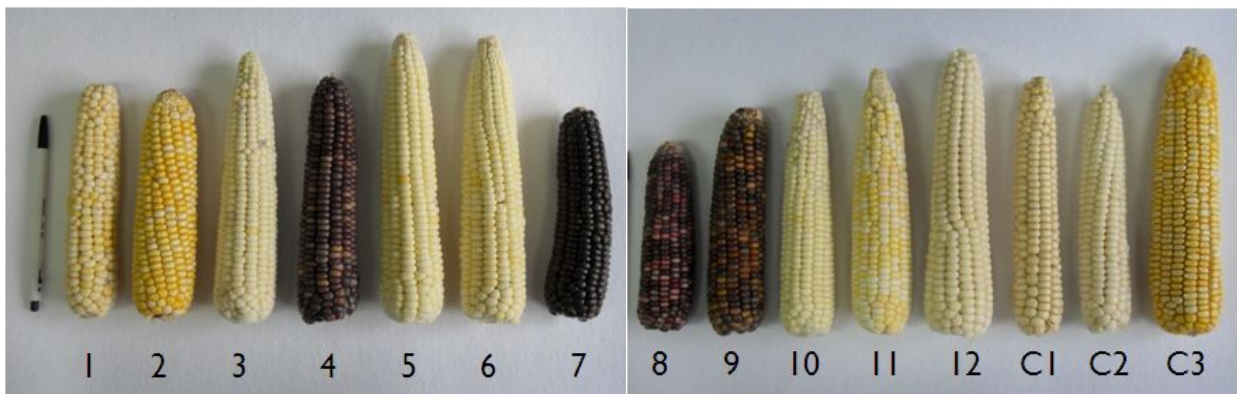


Photo. Ear length and kernel color of waxy corn hybrid surveyed at harvest stages.

Remarks : 1 CNU08H-15 2 CNU08H-31 3 CNU08H-32 4 CNU08H-35
 5 CNU08H-39 6 CNU08H-41 7 CNU08H-69 8 CNU08H-71
 9 CNU08H-h39 10 CNU08H-h102 11 CNU08H-h105 12 CNU08H-h121
 C1 Ilmichal C2 Yeonmongchal C3 Daehakchal Gold 1

상기 공시종중 12번의 CNU08H121은 2010년 4월 22일 현재 “대덕찰 1호”로 품종보호 출원(출원번호: 2010-265) 되었음.

나. 내재해성 평가

표. 각 지역별 노랑찰 옥수수(대학찰 골드1호)에 대한 재해발생 비율

지역 \ 특성	과종일 (월/일)	도복 (%)	깨씨무늬병 (%)	조명나방 (%)	흑조위축병 (%)	매문병 (%)
대전 유성	5월 6일	5.0	0.0	15.5	0.0	0.0
충북 옥천	5월 8일	10.0	0.0	20.7	0.0	3.0
충남 예산	5월 10일	0.0	2.0	20.3	0.0	1.0
서울 경기	5월 2일	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0
수원 농진청	5월 7일	20.5	0.0	10.5	0.0	3.0
평균	-	7.1	0.04	16.5	0.0	1.4

상기 표와 같이 각 지역별 기상재해 피해율은 수원과 옥천에서 도복이 약간 있었고, 각 지역에서 조명나방 피해가 10~20% 정도 발생하였다. 깨씨무늬병, 흑조위축병과 매문병은 매우 강한 것으로 나타났다.

다. 우수 교잡종에 대한 생산성 비교

우수 가능성 찰옥수수에 대한 생산성 비교를 위해 공시 교잡종으로 충남대학교 유전육종학실 협실에서 육성한 CNU 찰옥수수 자식계통들을 상호 교배한 교잡종 중에서 2009년에 생산성 및 식미성이 우수하다고 판단된 5조합과 대조구인 찰옥2호와 연농찰을 재식거리 80 cm × 25 cm 으로 1구2립씩 난피법 3반복으로 충북 영동의 옥수수 재배농가에서 실시하였다. 공시된 교잡종 자는 출현 15일이 경과한 후에 비닐을 절개하고 1주씩만 남기고 속아준 후 복토를 실시하였다. 시비수준은 기비로 10a당 퇴비 1,500 kg과 N-P2O5-K2O는 성분비로 각각 20-10 -10 kg을 사용하였는데 인산과 가리는 전량 기비로 하고 질소의 경우 1/2은 기비로 나머지 1/2은 과종후 45일에 추비하였다. 병충해방제를 위해 5월 27일과 6월 19일에 각각 2회에 걸쳐 후라단 입제를 살포하였으며, 기타 재배 및 비배관리는 농촌진흥청 옥수수 표준 재배법에 준하였다. 주요조사 항목으로 입묘율 및 분얼수 조사는 과종후 15일과 30일에 분얼제거 및 복토와 함께 실시하였고 개화기, 간장, 착수고, 경직경 등은 출용기에 조사하였고 이삭특성의 경우는 수확후에 이삭의 길이, 직경, 이삭열수, 100립중을 조사하였다. 식미와 관련된 특성으로 과피의 두께는 Micrometer, 당도는 Refractometer에 의해 측정하였으며, 식미 관능검사는 각 교잡종당 10개의

이삭에 대해 10명의 패널을 선정하고 공시된 교잡종을 식미가 가장 우수한 것부터 낮은 순위를 결정하였다. 평균비교, 분산분석 및 특성간 상관관계는 New Mystem Program을 이용하였다. 공시 교잡종의 상품성 분석은 100 m²내의 총개체수를 대상으로 이삭길이가 18 cm이상의 개체수를 3반복 조사하였는데, 유효 이삭수의 계산은 재식거리 80×25 cm와 입모율 80%를 적용 하였으며 조수익은 이삭당 330원으로 10a당 기준으로 계산하였다.

① 교잡종의 식물학적 특성

공시 교잡종의 주요 식물학적 특성을 살펴보면 아래표와 같다. 공시 교잡종의 평균 입모율은 75.7%로 나타났는데, 대덕2호의 38%를 제외하고 비교적 양호 하였다. 주당 평균 분얼수는 대덕찰 옥수수1호는 2개로 대조구인 찰옥2호의 0.6개보다는 많았고 연농찰의 2.6개와는 비슷한 경향을 보였다. 식용 풋옥수수를 재배한 경우에는 상품성있는 이삭수를 확보 하는 것이 중요함으로 분얼형 찰옥수수는 상품성있는 수량감소나 이를 제거하기 위한 노동력 제공등 비효율적 요인이라 판단되므로 분얼이 적은 교잡종 육성이 바람직 하다고 보고한바 있다. 대덕찰1호의 간장과 착수고는 196.7 cm와 96.0 cm로 찰옥 1호보다 컷으나 연농찰보다 낮아 안정된 초형을 나타냈다. 경직경은 평균 31 mm로 대조구인 찰옥2호와 연농찰보다 굵게 나타나 도복경감에 유리할 것으로 판단되었다. 출사소요일수는 56일로 조사되었는데 출용기가 가장 빠른 찰옥2호의 경우 51일보다 5일이 늦고 연농찰의 56일과 같은 경향을 보였다.

Table. Comparison of botanical characteristics of the seven waxy corn hybrids including check.

Hybrids	Seedling	Tillers /	Stem	Ear	Stem	Days to	Days to
	-stand	plant	height	height	dia.	tassel.	silk.
	%	ea	cm	cm	mm	day	day
CNU-H1	68ab	1.3c	144.7c	63.5d	30b	55	59
CNU-H2	38b	2.0b	204.7a	101.7ab	34a	54	58
Daedukchal 1	86a	2.0b	196.7a	96.0bc	31b	56	59
CNU-H4	78a	2.8a	172.8b	76.7cd	31b	53	56
CNU-H5	89a	2.1b	204.5a	102.2ab	31b	56	59
Chalok 2 [†]	80a	0.6d	174.2b	87.3bc	26c	51	53
Yeonongchal [†]	91a	2.6a	207.0a	121.2a	27c	58	59
Mean	75.7	1.9	186.4	92.7	30	55	57

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

[†]: check hybrids

(1) 교잡종의 특성

Table. Botanical characteristics of F₁ hybrids used in this study.

Hybrids	Height		B/A (%)	Tillers /plant (ea)	Stem dia. (mm)	Day to tassel (days)	Day to silk (days)	Silk color	Ear length (cm)	Kernel color
	stem(A)	ear(B)								
	cm	cm								
H09-1	172.4	52.4	30.4	0.2	24.5	57	62	white	15.8	purple
H09-2	170.2	34.6	20.3	0.4	24.4	50	55	purple	15.8	purple
H09-3	217.6	48.0	22.1	0.2	27.6	59	61	white	15.4	purple
H09-5	147.4	37.2	25.2	0.2	19.1	51	54	white	14.2	purple
H09-6	199.8	45.0	22.5	0.3	26.8	58	60	white	17.6	purple
H09-7	197.7	40.4	20.4	0.4	25.7	56	60	white	15.6	purple
H09-8	205.9	53.2	25.8	0.4	22.3	59	62	purple	15.4	purple
H09-9	201.9	52.2	25.9	0.3	21.0	58	62	purple	14.6	purple
H09-10	211.0	55.6	26.4	1.1	26.4	54	63	white	16.6	purple
H09-11	182.1	35.2	19.3	1.8	26.0	55	58	white	18.2	purple
H09-12	181.6	51.8	28.5	1.0	23.3	55	59	white	17.4	purple
H09-13	157.4	43.2	27.4	0.5	25.4	56	59	white	10.8	purple
H09-14	186.2	52.0	27.9	0.3	27.7	55	58	purple	18.8	purple
H09-15	178.2	42.8	24.0	0.2	22.2	59	61	white	11.2	purple
H09-16	216.4	63.6	29.4	0.3	32.0	63	64	white	17.8	purple
H09-17	173.3	58.8	33.9	0.1	17.3	64	67	purple	15.3	purple
H09-19	205.2	59.4	28.9	0.0	28.2	62	64	purple	12.0	purple
H09-21	210.0	64.6	30.8	0.1	28.0	58	64	purple	18.0	yellow
H09-22	226.9	64.4	28.4	0.3	29.8	62	64	purple	17.2	yellow
H09-23	194.8	78.2	40.1	0.6	26.7	59	62	purple	17.8	yellow
H09-25	172.2	46.8	27.2	0.3	23.8	57	59	purple	12.8	white
H09-26	228.5	54.2	23.7	1.5	25.8	53	58	purple	21.2	white
H09-27	172.3	42.8	24.8	0.4	26.6	55	59	purple	14.4	white
H09-28	166.1	35.6	21.4	0.4	23.4	55	59	purple	13.6	white
H09-29	196.0	44.6	22.8	1.4	31.0	52	56	purple	15.8	white
H09-30	135.2	21.2	15.7	0.2	24.5	54	58	purple	11.8	white
Yeonongchal [†]	229.4	72.2	31.4	0.0	28.5	63	67	white	14.3	white
Ilmichal [†]	250.8	110.1	43.8	0.1	28.7	65	66	white	13.4	white
Daedeokchal 1 [†]	248.5	128.9	51.8	0.2	33.6	64	67	white	17.8	white
Mibaek 2 [†]	236.4	125.1	52.9	0.3	29.7	63	65	white	16.5	white
Daehakchal Gold 1 [†]	240.1	126.4	52.6	0.2	31.5	61	63	white	18.1	yellow
Min.	135.2	21.2	15.7	0.0	17.3	50	54	-	10.8	-
Max.	248.5	128.9	52.9	1.8	33.6	65	67	-	18.1	-
Mean	197.4	59.3	29.2	0.4	26.1	57.8	61.1	-	15.6	-

[†] check hybrids

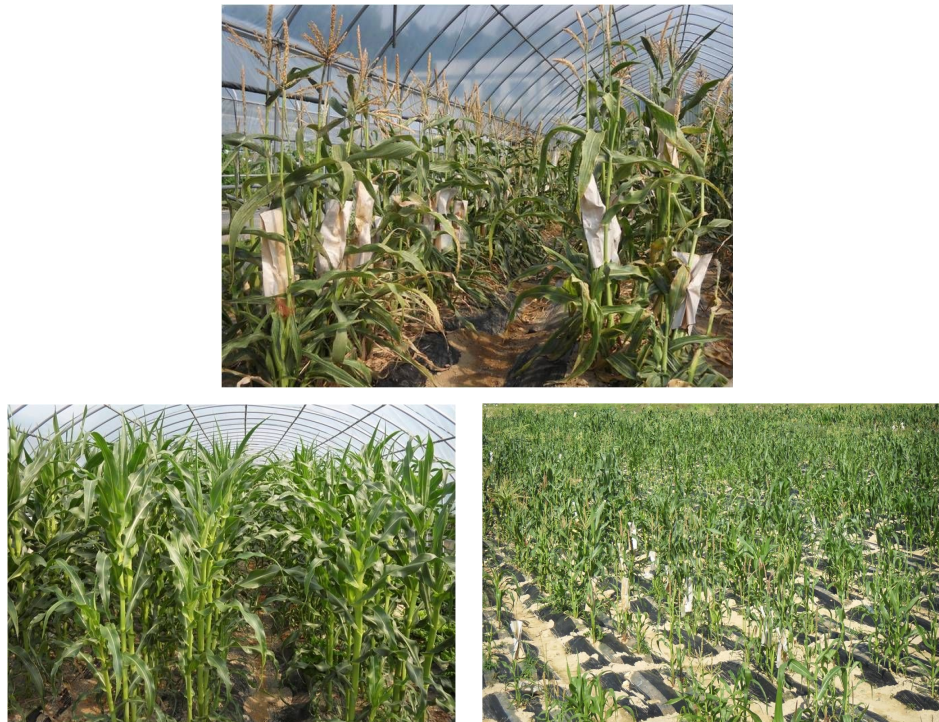


Fig. 3. 조생 찰옥수수 교배친(상)과 세대단축 조생찰 계통 육성(하우스, 노지)

주요 식물학적 특성에 대한 공시 교잡종의 분산분석 결과를 살펴보면 아래표에서 보는바와 같이 입묘율, 분얼수, 간장, 착수고, 경직경에서 고도의 유의성을 보였고 이삭관련 형질인 이삭 길이, 이삭직경, 이삭열수, 100립중에서 고도의 유의차를 보여 공시 교잡종들간에 뚜렷한 차이가 있었으나 과피두께의 경우 공시종간에 큰 차이를 보이지 않았다.

Table. Analysis of variance for botanical characteristics of the used waxy com hybrids.

S V	df	Mean squares								
		Tillers/ plant	Stem ht.	Ear ht.	Stem dia.	Ear length	Ear dia.	100k. wt.	Pericarp thicknes s	Sugar content
TOTAL	20									
REPS	2	0.02	69.01	43.43	0.00	0.81	0.01	3.26	0.001	2.33
TREAT	6	1.71**	1633.2**	64.8**	0.2**	17.7**	0.1**	29.4**	0.001 ^{ns}	4.0**
ERROR	12	0.03	32.86	21.79	0.01	0.18	0.01	3.93	0.001	0.67

ns: non-significant. **: significant at 1% level.

④ 주요 형질 상관

아래표는 공시 교잡종에 대한 주요 형질간의 상관관계를 나타낸 결과로 간장과 착수고, 이삭 길이와 두께 및 이삭두께와 이삭 열수간에 정의 상관관계를 보였다.

Table. Correlation relationships between botanical characteristics of the used waxy corn hybrids.

Characters	Stem ht. (SH)	Ear ht. (EH)	Stem dia. (SD)	Ear length (EL)	Ear dia. (ED)	No. of rows (NR)
SH	-	0.55**	0.30	-0.27	-0.35	-0.13
EH			0.04	-0.28	-0.45*	-0.05
SD				-0.14	-0.22	-0.27
EL					0.46*	0.08
ED						0.56**

*, ** : significant at 5% and 1% levels, respectively.

3) 육성 계통 교잡종의 식물학적 특성

3년차 (2010년~2011년)

고품질의 기능성 찰옥수수 품종육성을 위하여 선발 육성된 찰옥수수 자식계통들을 상호 교배하여 육성한 찰옥수수 110개 교잡종에 대한 주요 농업형질특성은 아래 표와 같다.

Table. Comparison of agronomic characters for waxy com hybrids for superior hybrid selection.

Hybrid No.	DS (days)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	TP (no.)	EL (cm)	ED (cm)	EW (g)	TP (%)	KL (mm)	KW (mm)	KT (mm)	GW (g)
CNU001	70	166	83	27.4	1.6	17.7	36.3	126	82	8.8	8.6	4.4	35.3
CNU002	66	158	86	24.6	3.0	19.3	38.1	132	80	8.5	7.9	5.2	25.8
CNU003	66	173	74	24.2	2.3	15.9	41.7	158	92	7.7	7.6	3.2	27.8
CNU004	72	201	97	27.4	1.6	22.3	47.0	268	85	9.9	8.5	4.7	37.8
CNU005	63	170	87	22.0	1.0	18.1	39.4	148	93	10.1	8.5	4.6	28.6
CNU006	65	131	54	16.5	1.1	12.9	36.6	93	95	9.4	8.3	5.0	31.5
CNU007	61	142	69	18.7	1.5	15.0	40.2	142	89	8.6	8.5	4.1	31.3
CNU008	71	165	78	25.5	2.7	18.6	39.5	137	74	9.3	8.2	4.5	25.3
CNU009	73	195	92	25.4	2.4	21.1	42.9	184	71	10.5	8.7	4.7	30.3
CNU010	65	175	86	22.1	0.8	16.3	41.0	154	92	10.0	8.9	4.9	37.5
CNU011	70	171	87	26.6	3.0	18.3	37.5	134	77	8.5	7.9	4.1	24.0
CNU012	63	161	80	23.0	3.2	16.0	45.3	193	94	10.3	9.0	4.3	35.1
CNU013	63	152	75	23.5	1.1	14.2	39.6	122	89	9.3	8.4	3.5	29.9
CNU014	63	114	53	22.3	1.3	12.5	38.8	99	99	8.9	7.9	4.2	22.4
CNU015	63	164	76	23.6	3.0	17.1	42.4	180	92	9.7	8.1	4.9	31.3
CNU016	63	168	78	22.8	2.4	16.1	41.7	148	83	9.7	8.3	4.2	27.4
CNU017	63	141	60	22.1	0.9	13.1	42.4	128	94	9.7	7.8	3.7	31.2
CNU018	62	159	71	23.5	3.0	13.7	39.5	130	99	8.7	8.2	4.1	23.5
CNU019	65	153	64	24.1	3.4	18.4	40.3	176	96	9.9	8.1	4.7	30.3
CNU020	67	154	55	22.1	3.1	17.8	43.5	175	90	9.8	9.3	4.6	32.8
CNU021	64	173	77	21.0	1.7	16.8	40.4	156	93	11.0	9.0	4.8	32.0
CNU022	66	170	79	22.9	2.3	16.4	42.1	174	91	8.8	7.5	3.4	35.6
CNU023	68	116	52	17.5	0.4	11.3	30.4	61	100	6.7	6.5	5.1	27.9
CNU024	64	182	74	22.3	2.2	13.0	37.5	117	99	9.3	8.9	4.7	33.0
CNU025	64	168	79	21.8	2.3	14.4	37.4	116	94	9.3	9.2	4.6	32.4
CNU026	64	157	66	20.9	1.4	14.8	41.5	153	96	10.8	9.6	4.5	38.0
CNU027	70	156	85	23.0	2.3	18.5	38.9	135	83	9.2	8.6	4.7	22.5
CNU028	64	128	46	17.5	2.4	12.8	34.0	86	93	8.9	7.8	4.5	23.9
CNU029	70	176	88	23.5	1.5	15.9	43.3	173	98	10.5	9.1	4.5	35.3
CNU030	68	141	67	21.6	1.6	14.8	34.1	87	92	8.9	7.9	5.2	37.3
CNU031	65	151	76	21.6	2.7	17.0	39.7	156	93	9.1	8.4	5.2	35.5
CNU032	64	132	63	23.0	1.2	11.4	41.2	107	94	9.4	7.8	4.4	21.5
CNU033	72	175	85	23.4	1.4	21.2	44.1	218	83	9.4	8.6	5.0	37.7
CNU034	72	173	86	22.5	1.8	20.6	45.9	215	87	10.0	9.0	5.1	35.5
CNU035	71	172	87	21.0	2.7	20.8	46.1	218	79	9.1	8.3	4.6	39.8
CNU036	71	178	81	21.1	1.5	21.3	45.8	223	80	10.0	8.6	5.0	36.8
CNU037	72	181	87	25.3	1.9	21.0	50.4	289	90	10.8	8.7	5.2	39.2
CNU038	71	176	85	22.8	2.3	22.7	47.0	258	89	10.2	8.6	4.8	36.9
CNU039	72	175	83	20.5	2.1	21.9	45.7	233	82	10.2	8.5	4.9	35.5
CNU040	70	170	82	20.6	2.2	21.6	42.9	206	86	9.9	8.4	4.6	33.1
CNU041	72	180	89	22.1	2.3	22.3	47.8	244	87	10.0	9.0	5.0	37.0
CNU042	72	172	85	23.7	2.1	21.8	48.7	250	86	10.2	9.1	5.2	38.9

Table. Continued.

Hybrids No.	DS (days)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	TP (no.)	EL (cm)	ED (cm)	EW (g)	TP (%)	KL (mm)	KW (mm)	KT (mm)	GW (g)
CNU043	72	180	79	20.6	2.1	21.3	46.6	206	77	9.6	8.8	5.3	38.1
CNU044	70	180	85	20.5	2.3	21.5	42.7	207	86	10.0	8.6	4.7	34.8
CNU045	70	171	91	21.9	2.4	21.2	43.0	203	83	10.1	8.4	4.7	35.4
CNU046	63	168	88	21.4	2.4	19.1	44.4	191	86	10.1	8.8	4.4	32.1
CNU047	70	160	83	20.8	1.7	20.2	41.5	183	88	9.4	8.2	5.0	35.3
CNU048	66	155	75	20.3	1.8	15.0	39.1	135	98	9.7	8.9	4.9	27.7
CNU049	64	178	83	25.6	2.0	14.4	46.9	193	86	10.8	8.0	4.5	32.4
CNU050	63	170	68	23.7	3.4	16.4	43.5	182	98	10.8	8.8	4.3	38.0
CNU051	65	167	87	22.0	2.9	14.6	39.3	124	100	9.6	6.5	4.7	24.1
CNU052	66	189	86	24.4	2.1	15.4	40.4	159	98	9.9	8.2	4.2	26.9
CNU053	66	159	84	22.8	2.0	13.9	37.2	114	99	9.1	7.3	4.7	31.6
CNU054	66	147	81	23.3	1.1	12.9	36.2	99	96	9.4	7.1	4.3	27.9
CNU055	66	149	81	20.7	1.0	12.8	37.8	103	93	9.3	7.3	4.5	25.4
CNU056	66	152	86	22.6	1.7	13.5	39.7	114	97	9.6	7.0	4.5	25.7
CNU057	70	177	90	24.7	2.3	15.3	37.0	126	99	9.0	7.0	5.0	24.1
CNU058	68	132	65	18.3	1.7	10.3	36.8	81	96	8.9	6.7	4.1	21.9
CNU059	66	170	84	22.2	2.4	14.2	37.8	124	99	9.5	8.1	4.4	30.2
CNU060	65	168	86	22.9	2.7	13.9	44.8	174	98	11.0	8.3	4.0	32.3
CNU061	67	159	89	21.7	2.1	13.8	43.6	158	96	10.3	8.3	4.3	23.5
CNU062	66	164	88	23.3	2.3	13.9	44.8	155	97	9.8	8.3	4.3	29.4
CNU063	66	145	78	22.8	2.7	13.3	43.4	159	96	10.0	7.9	3.9	27.3
CNU064	71	147	91	21.9	0.8	13.7	37.7	108	89	9.8	7.4	5.4	28.7
CNU065	67	136	70	18.9	2.0	10.4	37.1	75	95	9.2	6.6	4.5	21.0
CNU066	68	162	70	24.1	3.3	17.8	39.3	152	88	9.2	8.2	4.3	31.0
CNU067	66	167	78	21.4	3.1	17.4	41.7	174	95	10.4	7.8	4.3	34.1
CNU068	67	168	77	22.4	3.7	17.0	41.5	160	96	10.3	8.5	4.0	29.5
CNU069	68	161	77	23.1	2.4	13.3	36.0	101	97	9.7	8.1	5.0	28.7
CNU070	65	151	67	23.8	2.6	14.1	41.0	169	99	9.7	8.7	4.7	32.2
CNU071	66	164	85	27.5	1.3	13.4	44.9	158	94	10.2	8.0	4.5	30.5
CNU072	71	172	76	22.4	1.9	16.5	32.3	89	82	8.6	8.6	5.3	29.3
CNU073	72	168	77	20.4	1.8	13.1	33.4	70	77	8.5	7.4	4.4	24.1
CNU074	67	173	79	23.2	1.4	13.3	38.1	96	86	8.7	8.0	5.1	27.1
CNU075	66	169	95	22.0	1.7	16.5	40.0	139	80	9.4	7.4	5.1	25.1
CNU076	70	168	71	23.2	2.8	15.9	36.3	121	90	9.7	8.7	5.2	33.5
CNU077	65	172	89	22.6	1.9	12.8	39.4	113	94	10.5	8.2	4.4	29.0
CNU078	66	182	87	23.7	1.6	13.1	40.0	118	92	9.8	7.9	4.5	28.6
CNU079	70	147	73	24.4	0.9	10.7	34.8	64	91	8.9	7.8	4.8	26.4
CNU080	67	177	76	23.1	3.4	16.8	39.6	113	72	9.2	8.5	5.4	29.4
CNU081	66	177	82	24.1	1.6	14.7	42.3	138	91	10.6	8.1	4.8	31.1
CNU082	68	169	85	22.6	2.4	16.3	38.5	146	100	9.4	8.8	4.5	30.6
CNU083	64	176	74	20.7	2.2	15.3	37.5	130	90	10.1	9.8	4.9	37.9
CNU084	63	167	74	19.0	2.1	17.3	40.3	166	90	10.5	9.5	4.5	38.1
CNU085	66	187	87	22.9	1.5	20.1	36.3	159	93	9.2	9.4	4.9	37.6
CNU086	67	166	82	23.0	2.0	16.8	37.1	115	86	9.4	8.8	4.8	25.5
CNU087	66	188	89	25.5	0.0	19.3	40.4	169	77	9.3	8.2	4.3	29.6
CNU088	67	158	74	19.5	1.5	13.6	38.3	102	92	9.0	8.3	4.1	25.7
CNU089	72	123	63	19.0	1.6	13.2	30.0	58	89	7.1	7.6	5.0	20.6
CNU090	68	173	86	25.6	0.9	18.0	37.0	138	90	8.6	7.7	4.3	24.8

Table. Continued.

Hybrids No.	DS (days)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	TP (no.)	EL (cm)	ED (cm)	EW (g)	TP (%)	KL (mm)	KW (mm)	KT (mm)	GW (g)
CNU091	65	170	93	27.2	2.3	20.5	43.2	208	83	9.2	9.1	4.7	33.2
CNU092	68	173	93	26.1	2.6	19.2	41.1	180	98	8.8	8.9	4.7	27.5
CNU093	72	172	87	23.4	3.0	20.1	41.1	162	83	8.9	8.5	4.9	31.6
CNU094	68	170	90	26.3	2.6	18.3	40.1	151	89	8.2	7.9	4.9	28.6
CNU095	72	176	88	21.9	2.0	20.9	41.6	199	89	10.2	9.4	5.3	43.3
CNU096	68	177	97	22.5	2.0	21.9	43.1	205	85	9.6	8.3	5.0	28.4
CNU097	68	163	81	26.1	1.8	21.7	41.5	232	94	9.0	8.5	5.5	34.0
CNU098	68	161	77	22.5	2.0	15.6	35.4	95	86	8.1	8.5	6.1	25.7
CNU099	70	170	84	27.0	2.5	16.1	39.4	133	94	9.2	8.0	4.7	31.6
CNU100	71	138	73	23.2	1.9	12.4	34.5	66	81	8.7	7.8	4.7	24.8
CNU101	68	158	78	26.3	2.3	16.2	38.0	130	94	8.6	7.4	4.6	22.1
CNU102	70	162	78	27.6	2.3	17.0	36.5	136	91	8.8	9.1	5.0	32.6
CNU103	71	135	75	23.5	2.0	16.3	33.3	99	93	7.9	7.9	5.2	21.6
CNU104	70	155	78	21.7	3.0	17.6	30.7	90	90	7.1	7.3	5.3	27.9
CNU105	71	140	58	21.7	2.2	16.0	33.9	95	90	7.9	8.2	5.3	26.2
CNU106	72	137	70	21.1	2.1	16.5	32.9	86	89	7.7	7.9	5.4	24.0
CNU107	70	151	65	22.6	1.7	16.5	33.8	102	93	8.6	9.1	5.2	32.0
CNU108	70	137	65	21.6	2.0	16.6	32.5	87	88	8.0	8.3	5.3	27.3
CNU109	64	156	71	23.1	2.2	14.3	40.8	130	90	10.1	8.9	4.7	32.6
CNU110	64	165	74	21.9	1.6	16.2	41.4	125	85	9.1	9.7	5.1	33.3
Mean.	67	162	79	22.7	2	16.5	39.9	147	90	9.4	8.3	4.7	26.3
S.D. ¹	3.1	16.1	10.2	2.20	0.7	3.08	4.11	48.3	6.6	0.84	0.68	0.46	7.88
Max.	73	201	97	27.6	4	22.7	50.4	289	100	11.0	9.8	6.1	43.3
Min.	61	114	46	16.5	0	10.3	30.0	58	71	6.7	6.5	3.2	20.6
CV.(%) ²	4.5	9.9	12.9	9.7	33.4	18.7	10.3	32.9	7.4	9.0	8.2	9.8	30.0

¹S.D. : Standard deviation ²C.V. : Coefficient of variation

DS Days to silking PH :Plant height EH :Ear height ScD Stem diameter TP :Tillers/plant

EL Ear length ED Ear diameter EW Ear weight TP Tip filling KL Kernel length

KW Kernel width KT Kernel thickness GW 100 grain weight

찰옥수수 110개 교잡종들의 평균 출사일수는 67일이었고, 출사일수의 범위는 61~73일로 출사일수가 가장 짧은 교잡종과 가장 늦은 교잡종간에는 12일의 차이를 보였다. 초장은 114~201cm의 범위를 보였고 착수고는 46~96cm로 간장에 대한 착수고의 비율이 50% 내외일 경우 도복 안정성을 보였다. 경직경은 16.5~27.6mm의 범위를 보였는데 이 중 CNU102 등은 27mm가 넘어 기 보고된 강평옥보다도 높게 나타났다. 이삭길이는 10.3~22.7cm로 평균 16.5cm를 나타내었으며 CNU038 등 22개 교잡종이 20cm 이상으로 나타났다. 개체당 이삭무게는 58~289g의 범위를 보였으며 변이계수가 32.9%로 교잡종간에 큰 차이를 보였다. 착립율의 범위는 71~100%를 보였는데 교잡종간 변이는 적은 편이었으며 이들 교잡종의 공통점은 대체적으로 이삭이 길고 출사일수가 큰 교잡종들이 낮은 분포를 보였다. 종실관련 특성으로 낱알의 길이는 6.7~11.0mm, 낱알폭은 6.5~9.8mm, 낱알두께는 3.2~6.1mm의 범위로 나타났다. 100립중은 평균 26.3g이었고 그 중 CNU089가 20.6g인 중립종으로 가장 낮았으며 CNU095가 43.3g인 대립종으로 매우 다양한 분포를 나타내었으며 CNU035, CNU037 등과 같이 개체당 이삭무게가 높았던 노란찰옥

수수의 100립중이 상대적으로 높게 나타났다. 찰옥수수 110개 교잡종들을 출사일수별 3등급으로 분류한 결과는 Table 4와 같다. 출사일수가 비교적 빠른 60~64일에 속하는 조생종군의 교잡종들은 전체 20%인 22개 교잡종으로 나타났는데 그 중 CNU007이 61일로 가장 빨랐고, 65~69일인 중생종군은 45%로 49개의 교잡종이 속하였으며 70~75일의 중만생종군은 35%인 39개 교잡종이 속하였는데 공시 교잡종중 CNU009가 73일로 가장 늦었다. 교잡종 대부분이 65~69일에 분포되어 있는 것으로 나타났다. 찰옥수수의 낱알색에 따른 분포는 노란찰옥수수가 숙기별로 고루 다양한 분포를 나타내었고, 자색찰옥수수와 흰찰옥수수는 중만생종으로 분류된 65~75일에 속하는 비율이 86~94%를 차지하고 있어 노란찰옥수수에 비해 자색찰옥수수와 흰찰옥수수의 숙기가 상대적으로 늦은 경향을 나타내었다.

Table. Distribution of 110 waxy corn hybrids according to their maturity group and kernel color.

Maturity group	Days to silking (days)	No. of hybrids (ea)	Kernel color		
			Yellow	Purple	White
Early	60~64	22(20) ¹	16(33)	2(6)	4(14)
Medium	65~69	49(45)	11(23)	26(76)	12(43)
Mid-Late	70~75	39(35)	21(44)	6(18)	12(43)

¹() Indicate percentage in each group

공시된 찰옥수수 110개 교잡종들의 개체당 평균 이삭무게는 146.7g이었는데 최저 57.7g에서 최고 289.2g의 범위를 보여 이들 교잡종간에 변이가 크게 나타났다. 이삭무게가 100g미만인 교잡종은 전체의 약 18%로 이중 CNU089가 58g으로 가장 가벼웠다. 교잡종의 66%는 100~200g범위에 속하였고, 250g이상의 교잡종으로 CNU004, CNU042, CNU037, CNU038 등이 전체의 4%를 차지하였는데 이들 모두가 노란찰옥수수이었다. 찰옥수수 110개 교잡종의 주요 생육특성에 관한 13개 형질간의 상관관계는 Table 6과 같다. 출사일수는 착수고, 이삭길이 그리고 낱알두께에서 고도의 정의 상관관계를 보였으나 착립율과 낱알길이 에서는 부의상관을 나타내었다. 초장, 착수고, 경직경, 이삭길이, 이삭직경 및 이삭무게 사이에는 서로 정의 상관관계를 보여 이들 특성들은 옥수수 수량을 증대시키는데 육종적으로 유리하게 작용할 것으로 판단되었으며 찰옥수수에 대한 수량증가를 위해서 이들 특성들을 높일 수 있는 교배조합을 선발하는 것이 중요하다고 하였다. 착립율은 출사기, 초장, 착수고, 이삭길이, 이삭무게 및 낱알두께와 부의 상관관계로 나타났다. 낱알길이, 낱알폭, 낱알두께 등 종실특성들은 이삭길이, 이삭직경, 이삭무게 등 이삭특성과 정의 상관관계를 보였고 100립중은 초장, 착수고, 이삭길이, 이삭직경, 이삭무게, 낱알길이 그리고 낱알폭과 정의 상관관계를 나타내었다.

① 교잡종의 식물학적 특성

공시 교잡종의 주요 식물학적 특성을 살펴보면 Table 16과 같다. 공시 교잡종의 평균 입모율은 75.7%로 나타났는데, 대덕2호의 38%를 제외하고 비교적 양호 하였다. 주당 평균 분얼수는 대덕찰 옥수수1호는 2개로 대조구인 찰옥2호의 0.6개보다는 많았고 연농찰의 2.6개와는 비슷한 경향을 보였다. 식용 풋옥수수를 재배한 경우에는 상품성있는 이삭수를 확보 하는 것이 중요함으로 분얼형 찰옥수수는 상품성있는 수량감소나 이를 제거하기 위한 노동력 제공등 비효율적 요인이라 판단되므로 분얼이 적은 교잡종 육성이 바람직 하다고 보고한바 있다. 대덕찰1호의 간장과 착수고는 196.7 cm와 96.0 cm로 찰옥 1호보다 컷으나 연농찰보다 낮아 안정된 초형을 나타냈다. 경직경은 평균 31 mm로 대조구인 찰옥2호와 연농찰보다 굵게 나타나 도복경감에 유리할 것으로 판단되었다. 출사소요일수는 56일로 조사되었는데 출용기가 가장 빠른 찰옥2호의 경우 55일보다 1일이 늦고 연농찰의 58일과 같은 경향을 보였다.

Table. Comparison of botanical characteristics of the seven waxy hybrids including check.

Hybrids	Seedling -stand	Tillers / plant	Stem height	Ear height	Stem dia.	Days to tassel.	Days to silk.
	%	ea	cm	cm	mm	day	day
CNU-H1	68ab	1.3c	144.7c	63.5d	30b	55	59
CNU-H2	38b	2.0b	204.7a	101.7ab	34a	54	58
Daedukchal 1	86a	2.0b	196.7a	96.0bc	31b	56	59
CNU-H4	78a	2.8a	172.8b	76.7cd	31b	53	56
CNU-H5	89a	2.1b	204.5a	102.2ab	31b	56	59
Chalok 2 [†]	80a	0.6d	174.2b	87.3bc	26c	55	53
Yeonongchal [†]	91a	2.6a	207.0a	121.2a	27c	58	59
Mean	75.7	1.9	186.4	92.7	30	55	57

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

[†]: check hybrids

② 이삭관련 형질

Table. Comparison of botanical characteristics for the seven waxy hybrids including check.

Hybrids	Ear length (cm)	Ear dia. (mm)	No. of rows (ea)	100K. wt. (g)
CNU-H1	19.5b	42b	12.1bcd	26.2bc
CNU-H2	19.9b	44ab	11.4d	30.1ab
Daedukchal 1	21.7a	46a	12.7abc	31.9a
CNU-H4	17.5c	45ab	11.8cd	27.0abc
CNU-H5	18.2bc	46a	13.2ab	27.4abc
Chalok 2 [†]	14.1d	43b	13.3a	22.1c
Yeon nong [†]	19.9b	39c	9.8e	26.5abc
Mean	18.7	43.6	12.0	27.3

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

[†]check hybrids

4) 선발된 자식계통 교잡종의 식물학적 특성

4년차 (2011년~2012년)

가. 기능성 찰옥수수 품종의 주요 생육특성 평가

고품질의 기능성 찰옥수수 품종육성을 위하여 선발 육성된 찰옥수수 자식계통들을 상호 교배하여 육성한 찰옥수수 110개 교잡종에 대한 주요 농업형질특성은 아래 표와 같다.

Table. Comparison of 13 agronomic characters in 110 waxy corn hybrids.

Hybrid No.	DS (days)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	TP (no.)	EL (cm)	ED (cm)	EW (g)	TP (%)	KL (mm)	KW (mm)	KT (mm)	GW (g)
CNU001	70	166	83	27.4	1.6	17.7	36.3	126	82	8.8	8.6	4.4	35.3
CNU002	66	158	86	24.6	3.0	19.3	38.1	132	80	8.5	7.9	5.2	25.8
CNU003	66	173	74	24.2	2.3	15.9	41.7	158	92	7.7	7.6	3.2	27.8
CNU004	72	201	97	27.4	1.6	22.3	47.0	268	85	9.9	8.5	4.7	37.8
CNU005	63	170	87	22.0	1.0	18.1	39.4	148	93	10.1	8.5	4.6	28.6
CNU006	65	131	54	16.5	1.1	12.9	36.6	93	95	9.4	8.3	5.0	31.5
CNU007	61	142	69	18.7	1.5	15.0	40.2	142	89	8.6	8.5	4.1	31.3
CNU008	71	165	78	25.5	2.7	18.6	39.5	137	74	9.3	8.2	4.5	25.3
CNU009	73	195	92	25.4	2.4	21.1	42.9	184	71	10.5	8.7	4.7	30.3
CNU010	65	175	86	22.1	0.8	16.3	41.0	154	92	10.0	8.9	4.9	37.5
CNU011	70	171	87	26.6	3.0	18.3	37.5	134	77	8.5	7.9	4.1	24.0
CNU012	63	161	80	23.0	3.2	16.0	45.3	193	94	10.3	9.0	4.3	35.1
CNU013	63	152	75	23.5	1.1	14.2	39.6	122	89	9.3	8.4	3.5	29.9
CNU014	63	114	53	22.3	1.3	12.5	38.8	99	99	8.9	7.9	4.2	22.4
CNU015	63	164	76	23.6	3.0	17.1	42.4	180	92	9.7	8.1	4.9	31.3
CNU016	63	168	78	22.8	2.4	16.1	41.7	148	83	9.7	8.3	4.2	27.4
CNU017	63	141	60	22.1	0.9	13.1	42.4	128	94	9.7	7.8	3.7	31.2
CNU018	62	159	71	23.5	3.0	13.7	39.5	130	99	8.7	8.2	4.1	23.5
CNU019	65	153	64	24.1	3.4	18.4	40.3	176	96	9.9	8.1	4.7	30.3
CNU020	67	154	55	22.1	3.1	17.8	43.5	175	90	9.8	9.3	4.6	32.8
CNU021	64	173	77	21.0	1.7	16.8	40.4	156	93	11.0	9.0	4.8	32.0
CNU022	66	170	79	22.9	2.3	16.4	42.1	174	91	8.8	7.5	3.4	35.6
CNU023	68	116	52	17.5	0.4	11.3	30.4	61	100	6.7	6.5	5.1	27.9
CNU024	64	182	74	22.3	2.2	13.0	37.5	117	99	9.3	8.9	4.7	33.0
CNU025	64	168	79	21.8	2.3	14.4	37.4	116	94	9.3	9.2	4.6	32.4
CNU026	64	157	66	20.9	1.4	14.8	41.5	153	96	10.8	9.6	4.5	38.0
CNU027	70	156	85	23.0	2.3	18.5	38.9	135	83	9.2	8.6	4.7	22.5
CNU028	64	128	46	17.5	2.4	12.8	34.0	86	93	8.9	7.8	4.5	23.9
CNU029	70	176	88	23.5	1.5	15.9	43.3	173	98	10.5	9.1	4.5	35.3
CNU030	68	141	67	21.6	1.6	14.8	34.1	87	92	8.9	7.9	5.2	37.3

Table. Continued.

Hybrids	DS	PH	EH	SD	TP	EL	ED	EW	TP	KL	KW	KT	GW
No.	(days)	(cm)	(cm)	(mm)	(no.)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(g)
CNU031	65	151	76	21.6	2.7	17.0	39.7	156	93	9.1	8.4	5.2	35.5
CNU032	64	132	63	23.0	1.2	11.4	41.2	107	94	9.4	7.8	4.4	21.5
CNU033	72	175	85	23.4	1.4	21.2	44.1	218	83	9.4	8.6	5.0	37.7
CNU034	72	173	86	22.5	1.8	20.6	45.9	215	87	10.0	9.0	5.1	35.5
CNU035	71	172	87	21.0	2.7	20.8	46.1	218	79	9.1	8.3	4.6	39.8
CNU036	71	178	81	21.1	1.5	21.3	45.8	223	80	10.0	8.6	5.0	36.8
CNU037	72	181	87	25.3	1.9	21.0	50.4	289	90	10.8	8.7	5.2	39.2
CNU038	71	176	85	22.8	2.3	22.7	47.0	258	89	10.2	8.6	4.8	36.9
CNU039	72	175	83	20.5	2.1	21.9	45.7	233	82	10.2	8.5	4.9	35.5
CNU040	70	170	82	20.6	2.2	21.6	42.9	206	86	9.9	8.4	4.6	33.1
CNU041	72	180	89	22.1	2.3	22.3	47.8	244	87	10.0	9.0	5.0	37.0
CNU042	72	172	85	23.7	2.1	21.8	48.7	250	86	10.2	9.1	5.2	38.9
CNU043	72	180	79	20.6	2.1	21.3	46.6	206	77	9.6	8.8	5.3	38.1
CNU044	70	180	85	20.5	2.3	21.5	42.7	207	86	10.0	8.6	4.7	34.8
CNU045	70	171	91	21.9	2.4	21.2	43.0	203	83	10.1	8.4	4.7	35.4
CNU046	63	168	88	21.4	2.4	19.1	44.4	191	86	10.1	8.8	4.4	32.1
CNU047	70	160	83	20.8	1.7	20.2	41.5	183	88	9.4	8.2	5.0	35.3
CNU048	66	155	75	20.3	1.8	15.0	39.1	135	98	9.7	8.9	4.9	27.7
CNU049	64	178	83	25.6	2.0	14.4	46.9	193	86	10.8	8.0	4.5	32.4
CNU050	63	170	68	23.7	3.4	16.4	43.5	182	98	10.8	8.8	4.3	38.0
CNU051	65	167	87	22.0	2.9	14.6	39.3	124	100	9.6	6.5	4.7	24.1
CNU052	66	189	86	24.4	2.1	15.4	40.4	159	98	9.9	8.2	4.2	26.9
CNU053	66	159	84	22.8	2.0	13.9	37.2	114	99	9.1	7.3	4.7	31.6
CNU054	66	147	81	23.3	1.1	12.9	36.2	99	96	9.4	7.1	4.3	27.9
CNU055	66	149	81	20.7	1.0	12.8	37.8	103	93	9.3	7.3	4.5	25.4
CNU056	66	152	86	22.6	1.7	13.5	39.7	114	97	9.6	7.0	4.5	25.7
CNU057	70	177	90	24.7	2.3	15.3	37.0	126	99	9.0	7.0	5.0	24.1
CNU058	68	132	65	18.3	1.7	10.3	36.8	81	96	8.9	6.7	4.1	21.9
CNU059	66	170	84	22.2	2.4	14.2	37.8	124	99	9.5	8.1	4.4	30.2
CNU060	65	168	86	22.9	2.7	13.9	44.8	174	98	11.0	8.3	4.0	32.3

Table. Continued.

Hybrids	DS	PH	EH	SD	TP	EL	ED	EW	TP	KL	KW	KT	GW
No.	(days)	(cm)	(cm)	(mm)	(no.)	(cm)	(cm)	(g)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(g)
CNU061	67	159	89	21.7	2.1	13.8	43.6	158	96	10.3	8.3	4.3	23.5
CNU062	66	164	88	23.3	2.3	13.9	44.8	155	97	9.8	8.3	4.3	29.4
CNU063	66	145	78	22.8	2.7	13.3	43.4	159	96	10.0	7.9	3.9	27.3
CNU064	71	147	91	21.9	0.8	13.7	37.7	108	89	9.8	7.4	5.4	28.7
CNU065	67	136	70	18.9	2.0	10.4	37.1	75	95	9.2	6.6	4.5	21.0
CNU066	68	162	70	24.1	3.3	17.8	39.3	152	88	9.2	8.2	4.3	31.0
CNU067	66	167	78	21.4	3.1	17.4	41.7	174	95	10.4	7.8	4.3	34.1
CNU068	67	168	77	22.4	3.7	17.0	41.5	160	96	10.3	8.5	4.0	29.5
CNU069	68	161	77	23.1	2.4	13.3	36.0	101	97	9.7	8.1	5.0	28.7
CNU070	65	151	67	23.8	2.6	14.1	41.0	169	99	9.7	8.7	4.7	32.2
CNU071	66	164	85	27.5	1.3	13.4	44.9	158	94	10.2	8.0	4.5	30.5
CNU072	71	172	76	22.4	1.9	16.5	32.3	89	82	8.6	8.6	5.3	29.3
CNU073	72	168	77	20.4	1.8	13.1	33.4	70	77	8.5	7.4	4.4	24.1
CNU074	67	173	79	23.2	1.4	13.3	38.1	96	86	8.7	8.0	5.1	27.1
CNU075	66	169	95	22.0	1.7	16.5	40.0	139	80	9.4	7.4	5.1	25.1
CNU076	70	168	71	23.2	2.8	15.9	36.3	121	90	9.7	8.7	5.2	33.5
CNU077	65	172	89	22.6	1.9	12.8	39.4	113	94	10.5	8.2	4.4	29.0
CNU078	66	182	87	23.7	1.6	13.1	40.0	118	92	9.8	7.9	4.5	28.6
CNU079	70	147	73	24.4	0.9	10.7	34.8	64	91	8.9	7.8	4.8	26.4
CNU080	67	177	76	23.1	3.4	16.8	39.6	113	72	9.2	8.5	5.4	29.4
CNU081	66	177	82	24.1	1.6	14.7	42.3	138	91	10.6	8.1	4.8	31.1
CNU082	68	169	85	22.6	2.4	16.3	38.5	146	100	9.4	8.8	4.5	30.6
CNU083	64	176	74	20.7	2.2	15.3	37.5	130	90	10.1	9.8	4.9	37.9
CNU084	63	167	74	19.0	2.1	17.3	40.3	166	90	10.5	9.5	4.5	38.1
CNU085	66	187	87	22.9	1.5	20.1	36.3	159	93	9.2	9.4	4.9	37.6
CNU086	67	166	82	23.0	2.0	16.8	37.1	115	86	9.4	8.8	4.8	25.5
CNU087	66	188	89	25.5	0.0	19.3	40.4	169	77	9.3	8.2	4.3	29.6
CNU088	67	158	74	19.5	1.5	13.6	38.3	102	92	9.0	8.3	4.1	25.7
CNU089	72	123	63	19.0	1.6	13.2	30.0	58	89	7.1	7.6	5.0	20.6
CNU090	68	173	86	25.6	0.9	18.0	37.0	138	90	8.6	7.7	4.3	24.8
CNU091	65	170	93	27.2	2.3	20.5	43.2	208	83	9.2	9.1	4.7	33.2

Table. Continued.

Hybrids No.	DS (days)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	TP (no.)	EL (cm)	ED (cm)	EW (g)	TP (%)	KL (mm)	KW (mm)	KT (mm)	GW (g)
CNU092	68	173	93	26.1	2.6	19.2	41.1	180	98	8.8	8.9	4.7	27.5
CNU093	72	172	87	23.4	3.0	20.1	41.1	162	83	8.9	8.5	4.9	31.6
CNU094	68	170	90	26.3	2.6	18.3	40.1	151	89	8.2	7.9	4.9	28.6
CNU095	72	176	88	21.9	2.0	20.9	41.6	199	89	10.2	9.4	5.3	43.3
CNU096	68	177	97	22.5	2.0	21.9	43.1	205	85	9.6	8.3	5.0	28.4
CNU097	68	163	81	26.1	1.8	21.7	41.5	232	94	9.0	8.5	5.5	34.0
CNU098	68	161	77	22.5	2.0	15.6	35.4	95	86	8.1	8.5	6.1	25.7
CNU099	70	170	84	27.0	2.5	16.1	39.4	133	94	9.2	8.0	4.7	31.6
CNU100	71	138	73	23.2	1.9	12.4	34.5	66	81	8.7	7.8	4.7	24.8
CNU101	68	158	78	26.3	2.3	16.2	38.0	130	94	8.6	7.4	4.6	22.1
CNU102	70	162	78	27.6	2.3	17.0	36.5	136	91	8.8	9.1	5.0	32.6
CNU103	71	135	75	23.5	2.0	16.3	33.3	99	93	7.9	7.9	5.2	21.6
CNU104	70	155	78	21.7	3.0	17.6	30.7	90	90	7.1	7.3	5.3	27.9
CNU105	71	140	58	21.7	2.2	16.0	33.9	95	90	7.9	8.2	5.3	26.2
CNU106	72	137	70	21.1	2.1	16.5	32.9	86	89	7.7	7.9	5.4	24.0
CNU107	70	151	65	22.6	1.7	16.5	33.8	102	93	8.6	9.1	5.2	32.0
CNU108	70	137	65	21.6	2.0	16.6	32.5	87	88	8.0	8.3	5.3	27.3
CNU109	64	156	71	23.1	2.2	14.3	40.8	130	90	10.1	8.9	4.7	32.6
CNU110	64	165	74	21.9	1.6	16.2	41.4	125	85	9.1	9.7	5.1	33.3
Mean.	67	162	79	22.7	2	16.5	39.9	147	90	9.4	8.3	4.7	26.3
S.D.¹	3.1	16.1	10.2	2.20	0.7	3.08	4.11	48.3	6.6	0.84	0.68	0.46	7.88
Max.	73	201	97	27.6	4	22.7	50.4	289	100	11.0	9.8	6.1	43.3
Min.	61	114	46	16.5	0	10.3	30.0	58	71	6.7	6.5	3.2	20.6
C.V.(%)²	4.5	9.9	12.9	9.7	33.4	18.7	10.3	32.9	7.4	9.0	8.2	9.8	30.0

¹S.D. : Standard deviation ²C.V. : Coefficient of variation

DS Days to silking PH :Plant height EH :Ear height SD Stem diameter TP :Tillers/plant
 EL Ear length ED Ear diameter EW Ear weight TP Tip filling KL Kernel length
 KW Kernel width KT Kernel thickness GW 100 grain weight

찰옥수수 110개 교잡종들의 평균 출사일수는 67일이었고, 출사일수의 범위는 61~73일로 출사일수가 가장 짧은 교잡종과 가장 늦은 교잡종간에는 12일의 차이를 보였다. 초장은 114~201cm의 범위를 보였고 착수고는 46~96cm로 간장에 대한 착수고의 비율이 50% 내외일 경우 도복 안정성을 보인다는 Ryu *et al.*(2001)의 연구결과와 비교해 대부분의 교잡종이 도복 안정성을 갖는 것으로 분석되었다. 경직경은 16.5~27.6mm의 범위를 보였는데 이 중 CNU102 등은 27mm가 넘어 기 보고된 강평옥보다도 높게 나타났다(Ji *et al.*, 2009). 이삭길이는 10.3~22.7cm로 평균 16.5cm를 나타내었으며 CNU038 등 22개 교잡종이 20cm이상으로 나타났다. 개체당 이삭무게는 58~289g의 범위를 보였으며 변이계수가 32.9%로 교잡종간에 큰 차이를 보였다. 착립율의 범위는 71~100%를 보였는데 교잡종간 변이는 적은 편이었으며 이들 교잡종의 공통점은 대체적으로 이삭이 길고 출사일수가 큰 교잡종들이 낮은 분포를 보였다. 종실관련 특성으로 낱알의 길이는 6.7~11.0mm, 낱알폭은 6.5~9.8mm, 낱알두께는 3.2~6.1mm의 범위로 나타났다. 100립중은 평균 26.3g이었고 그 중 CNU089가 20.6g인 중립종으로 가장 낮았으며 CNU095가 43.3g인 대립종으로 매우 다양한 분포를 나타내었으며 CNU035, CNU037 등과 같이 개체당 이삭무게가 높았던 노란찰옥수수의 100립중이 상대적으로 높게 나타났다.

찰옥수수 110개 교잡종들을 출사일수별 3등급으로 분류한 결과는 Table 5와 같다. 출사일수가 비교적 빠른 60~64일에 속하는 조생종군의 교잡종들은 전체 20%인 22개 교잡종으로 나타났는데 그 중 CNU007이 61일로 가장 빨랐고, 65~69일인 중생종군은 45%로 49개의 교잡종이 속하였으며 70~75일의 중만생종군은 35%인 39개 교잡종이 속하였는데 공시 교잡종중 CNU009가 73일로 가장 늦었다. 교잡종 대부분이 65~69일에 분포되어 있는 것으로 나타났다. 찰옥수수의 낱알색에 따른 분포는 노란찰옥수수가 숙기별로 고루 다양한 분포를 나타내었고, 자색찰옥수수와 흰찰옥수수는 중만생종으로 분류된 65~75일에 속하는 비율이 86~94%를 차지하고 있어 노란찰옥수수에 비해 자색찰옥수수와 흰찰옥수수의 숙기가 상대적으로 늦은 경향을 나타내었다.

Table. Distribution of 110 waxy corn hybrids according to their maturity group and kernel color.

Maturity group	Days to silking (days)	No. of hybrids (ea)	Kernel color		
			Yellow	Purple	White
Early	60~64	22(20) [↓]	16(33)	2(6)	4(14)
Medium	65~69	49(45)	11(23)	26(76)	12(43)
Mid-Late	70~75	39(35)	21(44)	6(18)	12(43)

[↓]() Indicate percentage in each group

공시된 찰옥수수 110개 교잡종들의 개체당 이삭무게는 Fig. 6과 같다. 평균 이삭무게는

146.7g이었는데 최저 57.7g에서 최고 289.2g의 범위를 보여 이들 교잡종간에 변이가 크게 나타났다. 이삭무게가 100g미만인 교잡종은 전체의 약 18%로 이중 CNU089가 58g으로 가장 가벼웠다. 교잡종의 66%는 100~200g범위에 속하였고, 250g이상의 교잡종으로 CNU004, CNU042, CNU037, CNU038 등이 전체의 4%를 차지하였는데 이들 모두가 노란찰옥수수이었다.

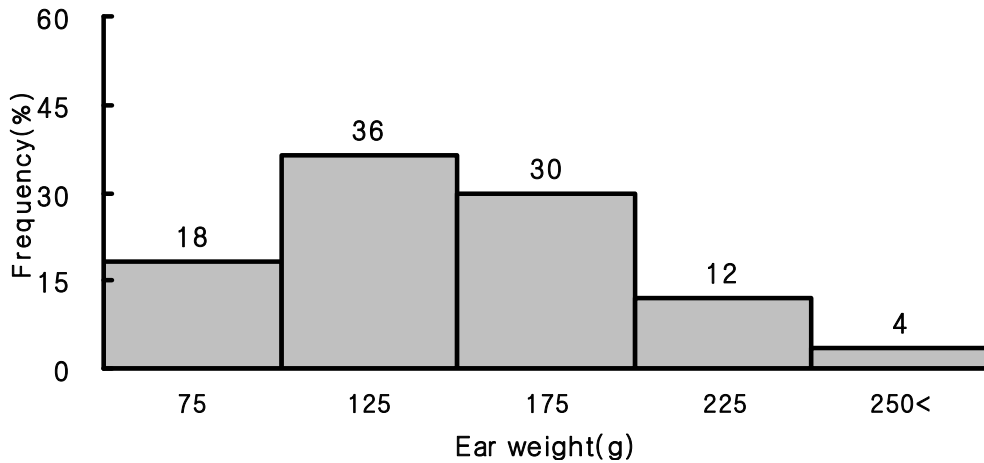


Fig. 6. Frequency distribution of ear weight in 110 waxy corn hybrids.

찰옥수수 110개 교잡종의 주요 생육특성에 관한 13개 형질간의 상관관계는 아래 표와 같다. 출사일수는 착수고, 이삭길이 그리고 낱알두께에서 고도의 정의 상관관계를 보였으나 착립율과 낱알길이 에서는 부의상관을 나타내었다. 초장, 착수고, 경직경, 이삭길이, 이삭직경 및 이삭무게 사이에는 서로 정의 상관관계를 보여 이들 특성들은 옥수수 수량을 증대시키는데 육종적으로 유리하게 작용할 것으로 판단되었다. Lee(1994)는 찰옥수수에 대한 수량증가를 위해서 이들 특성들을 높일 수 있는 교배조합을 선발하는 것이 중요하다고 하였다. 착립율은 출사기, 초장, 착수고, 이삭길이, 이삭무게 및 낱알두께와 부의 상관관계로 나타났다. 낱알길이, 낱알폭, 낱알두께 등 종실특성들은 이삭길이, 이삭직경, 이삭무게 등 이삭특성과 정의 상관관계를 보였고 100립중은 초장, 착수고, 이삭길이, 이삭직경, 이삭무게, 낱알길이 그리고 낱알폭과 정의 상관관계를 나타내었다.

이상과 같이 찰옥수수의 주요생육특성 형질간에는 유전적으로 밀접한 관련을 가지고 있는 것으로 나타났는데 Kim(1997)은 수량과 관련된 이삭의 종실중은 초장, 착수고 그리고 이삭길이 등과 유전적으로나 표현형적으로 고도의 상관성이 있다고 보고한바 있다.

Table. Correlation coefficients among 13 agronomic characters in 110 waxy corn hybrids.

Characters [↓]	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Days to silking	0.163	0.257**	0.13	0.004	0.460**	-0.037	0.174	-0.446**	-0.226*	-0.031	0.468**	0.093
2. Plant height	-	0.745**	0.441**	0.179	0.592**	0.539**	0.629**	-0.329**	0.467**	0.415**	0.011	0.494**
3. Ear height		-	0.475**	0.038	0.499**	0.450**	0.509**	-0.271**	0.331**	0.105	0.055	0.217*
4. Stem diameter			-	0.154	0.261**	0.231*	0.279**	-0.14	0.062	0.085	-0.053	0.034
5. Tillers/plant				-	0.236*	0.161	0.212*	-0.023	0.097	0.139	-0.032	0.051
6. Ear length					-	0.510**	0.795**	-0.520**	0.187	0.468**	0.296**	0.553**
7. Ear diameter						-	0.884**	-0.141	0.717**	0.369**	-0.217*	0.551**
8. Ear weight							-	-0.210*	0.571**	0.463**	-0.017	0.675**
9. Tip filling								-	0.083	-0.171	-0.240*	-0.12
10. Kernel length									-	0.424**	-0.185	0.499**
11. Kernel width										-	0.185	0.636**
12. Kernel thickness											-	0.151
13. 100 grain weight												-

*, ** Significant at the level of 0.05 and 0.01 probability, respectively.

나. 선발 자식계통 교잡종의 주요 생육특성 평가

선발된 찰옥수수 자식계통들을 상호 교배하여 육성한 24개 교잡종에 대한 주요 작물학적 특성을 살펴보면 표 2와 같다. 간장은 152.8~248.3cm의 범위를 보였고, 각각 노지와 온실에서 CNU11H-4가 183.7cm, CNU11H-63이 248.3cm로 나타나 다른 교잡종에 비해 가장 높았고, 반면에 CNU11H-8이 152.8cm, CNU11H-6이 191.6cm로 낮았다. 출사일수는 노지에서는 평균 64.8일 이었고, 온실에서는 평균 46일 이었다. 조생종인 찰옥 1호와 출사일수는 41일이었고 이와 비교하였을 때 노지에서는 대부분이 3~5일 늦은 었으나 중만생종인 대학찰과는 CNU11H-11이 2일 정도 빨랐다. 온실에서는 CNU11H-6과 CNU11H-31의 경우 출사일수가 찰옥 1호와 비슷한 시기로 작부체계상 유리할 것으로 판단된다.

Table. Agronomic characteristics of waxy corn hybrids used in the experiment(Field, 2011)

Hybrids	Characters	Stem height (cm)	Ear height (cm)	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)	Seed setting rate (%)	Day to tasseling (days)
CNU11H-1		182.7±2.9*	48±2.7	18.2±0.1	42.2±0.9	95	65
CNU11H-2		172.6±3.2	47.7±1.0	16.4±0.7	38.4±0.5	97	68
CNU11H-4		183.1±3.9	46.2±3.3	16.3±1.3	36.8±1.2	87	63
CNU11H-8		152.8±5.0	35.1±3.7	18.4±0.7	38.4±0.7	71	61
CNU11H-11		168.7±5.0	50.2±4.6	13.3±0.4	37.6±0.6	93	62
CNU11H-29		171.5±4.4	52.7±2.8	13.1±1.1	37.8±1.3	75	70
Chalok 1		150.3±4.4	55.6±4.2	16.5±1.1	37.0±1.3	95	56
Yeonongchal		177.6±0.8	39.6±1.2	14.8±0.2	31.2±0.4	98	67
Dachackchal Gold		187.0±6.0	58.6±2.4	21.2±0.9	40.7±0.9	98	70
Mihuekchal		181.6±1.4	68.0±2.3	17.4±0.6	42.9±0.5	97	68

*Mean±Standard Error

Table. Cont'd(Green house, 2011)

Hybrids	Characters	Stem height (cm)	Ear height (cm)	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)	Seed setting rate (%)	Day to tasseling (days)
CNU11H-3		208.0±4.1*	63.3±2.4	12.6±0.3	41.1±1.1	95	43
CNU11H-6		191.6±2.0	67.0±4.9	13.1±0.0	38.0±0.2	70	42
CNU11H-12		205.0±9.4	80.3±4.2	9.9±1.3	41.0±1.2	82	45
CNU11H-17		230.0±2.8	84.6±3.7	18.1±0.2	41.5±0.6	88	43
CNU11H-19		201.0±9.9	64.6±0.6	17.1±0.6	41.7±0.4	90	44
CNU11H-28		220.3±9.5	95.6±3.9	16.1±0.1	37.8±0.2	96	44
CNU11H-31		212.0±3.4	80.6±1.8	15.5±0.2	39.4±0.5	97	41

Hybrids	Characters	Stem height (cm)	Ear height (cm)	Ear length (cm)	Ear diameter (mm)	Seed setting rate (%)	Day to tasseling (days)
CNU11H-34		233.0±2.8	62.6±1.2	16.0±0.7	43.3±0.2	77	43
CNU11H-38		209.6±8.4	69.3±2.6	15.3±0.8	40.6±1.1	98	48
CNU11H-39		226.3±0.3	84.0±2.3	16.5±0.5	41.1±0.7	98	43
CNU11H-48		208.6±9.4	81.3±9.4	12.0±0.0	39.6±0.9	85	50
CNU11H-53		226.0±9.1	86.0±2.5	12.0±0.7	36.7±0.9	86	56
CNU11H-59		202.3±4.4	82.0±4.0	13.6±0.5	39.6±0.8	80	43
CNU11H-63		248.3±9.5	94.3±2.1	15.0±0.5	39.1±0.4	73	46
CNU11H-69		247.3±1.4	107.6±5.6	15.0±0.5	40.4±0.4	92	48
CNU11H-73		236.3±2.6	88.3±2.1	14.3±0.1	35.3±0.9	84	49
CNU11H-75		224.0±1.1	87.0±1.0	13.8±0.1	37.8±0.3	93	49
CNU11H-91		222.3±6.3	98.3±3.7	18.3±3.7	40.4±0.2	88	50
Chalok 1		202.0±12.8	66.3±10.3	11.1±1.4	38.9±0.7	91	41
Yeonnongchal		221.6±6.0	106.0±8.0	18.9±0.1	34.0±0.3	95	48
Daehackchal Gold		234.6±0.3	127.6±7.8	20.3±1.0	44.9±0.5	92	49
Ilimichal		216.6±16.4	125.0±5.5	17.8±0.4	39.8±0.3	90	48
Mean		207.6	73.2	15.0	39.4	87.0	49.0
LSD(5%)		5.1	3.0	1.2	0.5		
CV(%)		12.1	25.8	14.8	4.9	10.0	12.8

*Mean±Standard Error



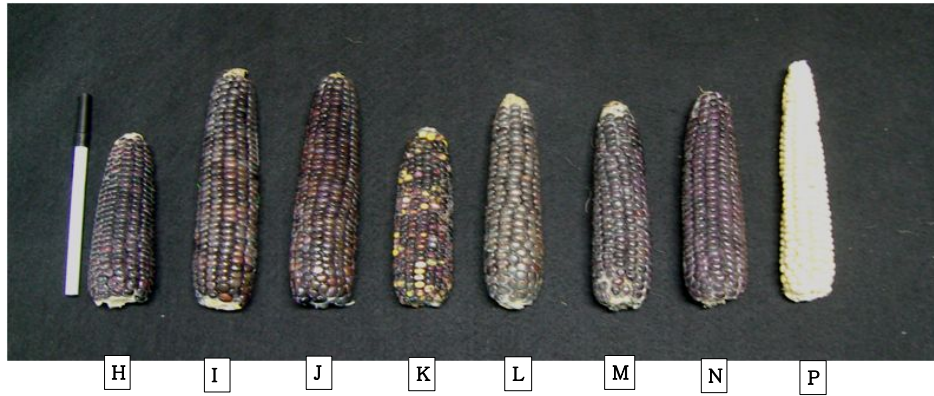


Fig 1. Ear pattern of waxy corn hybrids selected in the experiment

Remark : A: CNU11H-17 B: CNU11H-31 C: CNU11H-34 D: CNU11H-3
 E: CNU11H-19 F: CNU11H-28 G: CNU11H-73 H: CNU11H-48
 I: CNU11H-38 J: CNU11H-39 K: CNU11H-53 L: CNU11H-59
 M: CNU11H-63 N: CNU11H-69 O: Chalok 1 P: Yeonngongchal
 Q: Ilmichal R: Dahackchal Gold

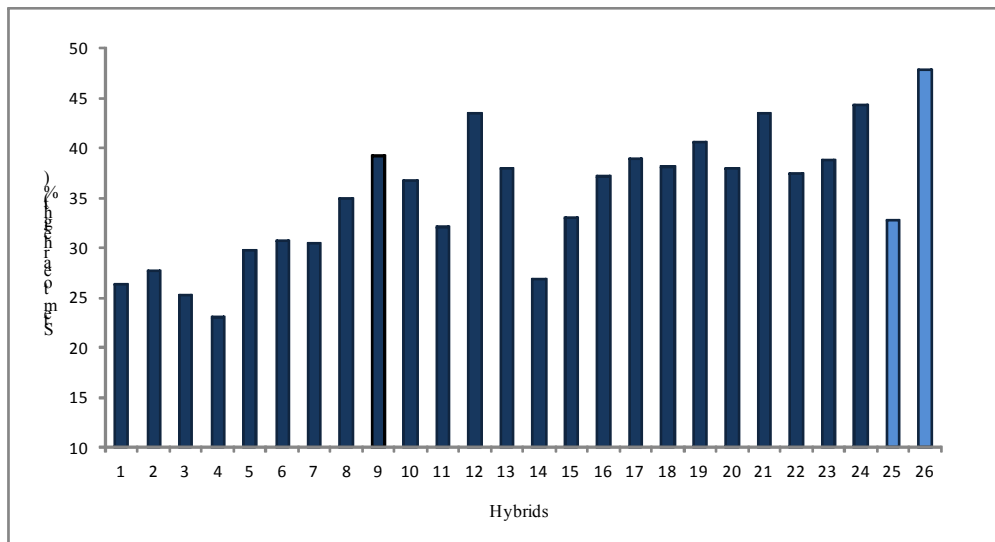


Fig 2. The ratio of stem hight to ear hight in waxy corn hybrids cultivated in 2011

Remark : 1 ~ 6 CNU11H-1~CNU11H-29(Field, 2011)
 7 ~24 CNU11H-3~CNU11H-91(Green house, 2011)
 25~26 Yeonngongchal, Daehakchal Gold

24개의 찰옥수수 교잡종들의 착수고와 간장의 비율을 분류한 결과는 그림 2과 같다. 착수고는 35.1~107.6cm였고 노지와 온실에서 각각 CNU11H-8, CNU11H-34가 다른 교잡종에 비해 낮았고, CNU11H-29, CNU11H-69가 높았다. 간장에 대한 착수고의 비율이 50% 내외일 경우 도복 안정성을 보인다는 Ryu(2001)등의 연구결과와 비교해 노지와 온실 대부분의 교잡종이 도복 안정성을 갖는 것으로 분석되었다.

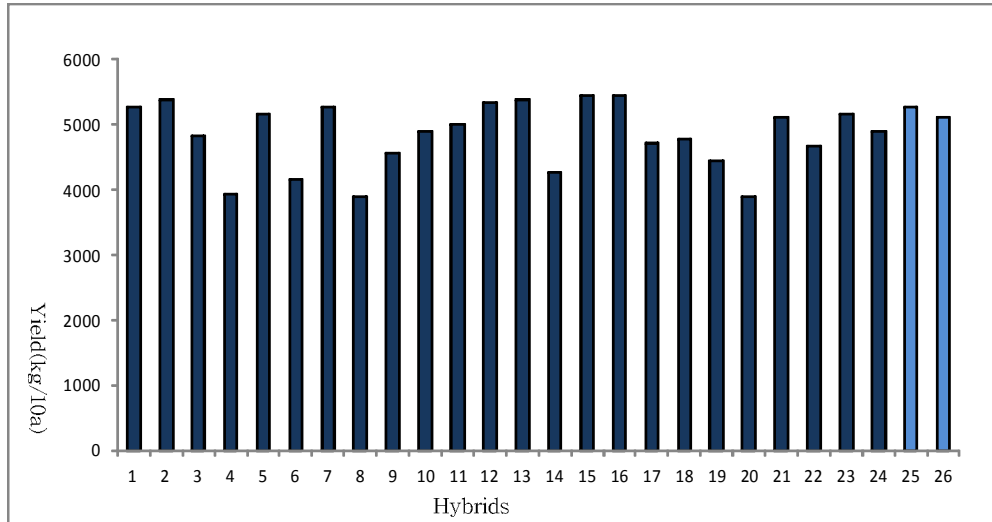


Fig 3. Yield ability based on seed setting rates.

Remark : 1 ~ 6 (Field, 2011)
 7 ~ 24 (Green house, 2011)
 25 ~ 26 Yeonmongchal, Daehakchal Gold

수량형질은 완숙기에 건조한 후 이삭길이, 이삭직경, 이삭열수, 주당립수착립율을 조사하였다. 착립률은 노지에서는 71~97%, 온실에서는 70~98%의 범위를 보여주었다. 노지에서 재배된 교잡종 중 CNU11H-2가 착립율 97%로 좋았으며, 온실에서 재배된 CNU11H-38과 CNU11H-39가 98%이상의 착립율이 관찰 되었으며 이들 교잡종은 높은 수량성이 기대된다.

제 2 절 우수교잡종 평가

1년차 2008년~2009년

1. 식미 관련 이화학적 성질

1) 대학찰골드1호의 식미관련 특성

Table. Kernel quality and sensory evaluation of the new developed Daehakchal Gold 1

Hybrids	Total sugar (brix,%)	Pericarp thickness (μm)	Appearance	Sensory evaluation(1-9) ¹⁾		
				Sweetness	Texture	Preference
DaehakChal Gold 1	14.7	35.8	9	7	8	8
Check	14.8	48.5	6	4	5	5

¹⁾ 1: poor, 9: excellent, Check: Chalok 1

2) 식미 및 기호성 관련형질

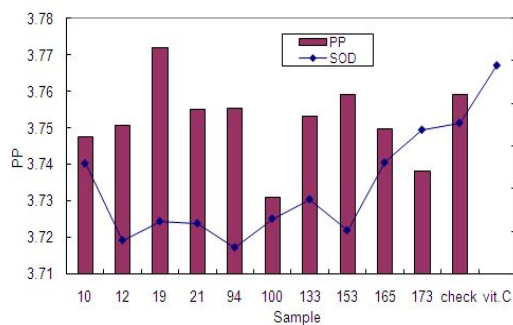
Table 7. Table quality of the developed colored waxy corn hybrids.

Characters Hybrids	Exterior	Stickness	Sugar content	Tender -ness
Chalok 1	6	7	4	7
Yeonmong 1	6	7	9	9
CNU10	6	7	9	9
CNU12	8	5	5	3
CNU19	9	8	7	9
CNU21	8	5	5	9
CNU94	7	7	7	4
CNU100	7	7	7	8
CNU133	6	6	7	8
CNU153	9	8	8	8
CNU165	8	6	5	6
CNU173	7	7	8	8

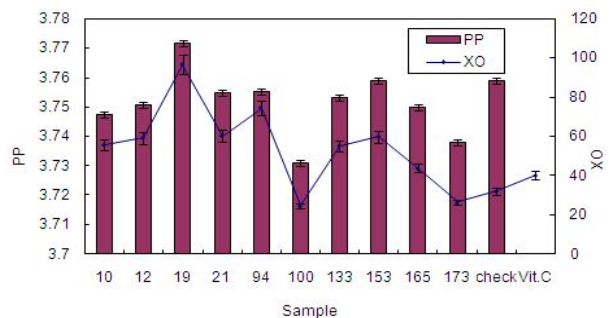
* 1 : bad(low) , 9 : good(high)

* CNU19 : 대학찰골드1호(출원번호:2009-234)

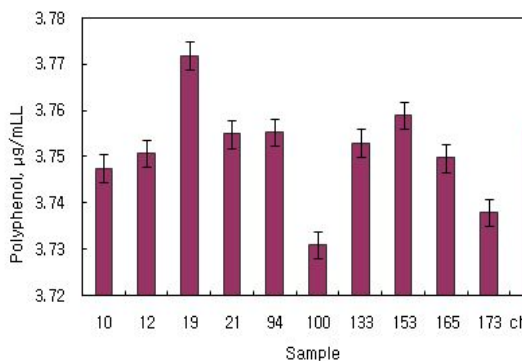
3) CNU19의 기능성 분석



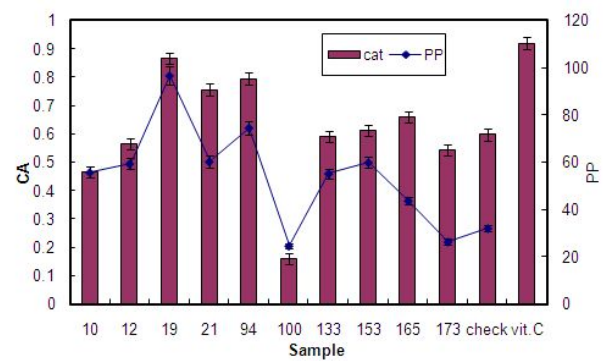
① SOD 활성



② XO 활성



③ Polyphenol화합물



④ Catalase 활성

<그림> CNU19의 기능성 분석

2년차 2010년~2011년

1. 아밀로그래프 분석 평가

다양한 교배조합을 작성하여 기능성, 식미성 개선을 위한 육종 범위를 확대 실시 하였다. 일반적으로 단백질 함량이 높을수록 단단하고 부착성이 떨어지며 수분의 흡수율과 전분립의 부피 팽창을 저해하는 역할을 함으로써 삶을 때 잘 익지 않으며 딱딱한 질감을 가지게 된다. 본 실험 결과 아래표와 같이 일미찰이 13.6%로 단백질 함량이 가장 높았고 이어서 연농찰, CNU08H-35, CNU08H-h39순으로 높았다. 반면에 CNU08H-39와 CNU08H-41 등은 단백질 함량이 매우 낮아 식미효과가 클 것으로 기대된다.

공시종에 대한 아밀로펙틴 함량은 최고 94.5%, 최저 90.5%로 나타났는데 함량이 높을수록 찰성이 높아짐으로 식미증진에 주요 요인이다. 공시종에 대한 기호도를 조사한 결과 위의 표에서 보는바와 같이 이들 교잡종의 기호성이 대체로 높게 나타났다.

단백질 함량은 껍성, 경도 씹힘성 등 씹을 때의 물리적 특성과 부의상관을 보고한바 있는데 실험 결과 역시 같은 경향이였다. 따라서 단백질 함량이 낮은 교잡종의 선발 및 육성이 식용 찰옥수수 식미증진에 매우 중요할 것으로 판단되었다.

Table. Components of seeds of the developed waxy corn hybrids.

Characteristics Hybrids	Protein (%)	Starch content(%)	
		Amylose	Amylopectin
CNU08H-15	9.8±0.0 ^{ks}	5.5±0.5 ^g	94.5±0.5 ^a
CNU08H-31	10.9±0.1 ^h	7.4±0.2 ^c	92.6±0.2 ^e
CNU08H-32	11.1±0.0 ^g	7.5±0.3 ^c	92.5±0.3 ^e
CNU08H-35	12.3±0.0 ^b	7.5±0.3 ^c	92.5±0.3 ^e
CNU08H-39	8.6±0.1 ^m	6.6±0.4 ^{de}	93.4±0.4 ^{cd}
CNU08H-41	9.4±0.0 ^l	7.5±0.4 ^c	92.5±0.4 ^e
CNU08H-69	11.7±0.1 ^d	5.8±0.3 ^{fg}	94.2±0.3 ^{ab}
CNU08H-71	11.3±0.0 ^f	9.5±0.2 ^a	90.5±0.2 ^g
CNU08H-h39	12.2±0.1 ^c	7.7±0.2 ^c	92.3±0.2 ^e
CNU08H-h102	10.5±0.0 ^l	7.2±0.2 ^{cd}	92.8±0.2 ^{ed}
CNU08H-h105	10.6±0.1 ^l	7.6±0.0 ^c	92.4±0.0 ^e
CNU08H-h121	11.5±0.1 ^e	6.3±0.2 ^{ef}	93.7±0.2 ^{bc}
Ilmichal	13.6±0.0 ^a	8.5±0.5 ^b	91.5±0.5 ^f
Yeonngchal	12.2±0.1 ^c	6.4±0.4 ^e	93.6±0.4 ^c
DaehakchalGold1	10.3±0.1 ^j	6.7±0.1 ^{de}	93.3±0.1 ^{cd}
Mean	11.0	7.2	93.0
CV(%)	0.6	4.3	0.3

* In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

1) 아밀로그래프 특성

Lim *et al.*(1995)은 취반특성으로 최고점도(Peak Viscosity)와 강하점도(Breakdown)가 높고 최종점도(Final Viscosity)와 치반점도(Setback)가 낮을수록 식미가 양호한 편이라고 보고한바

있다. 옥수수 경우 아밀로그래프 특성을 분석하고자 수정 후 30일에 수확한 옥수수 이삭을 -4 0℃에 냉동건조 후 마쇄하여 아밀로그래프 특성을 살펴본 결과는 표 4와 같다. 최고점도는 점도가 높을수록 식미 또는 품질관련 특성이 우수한 것으로 나타났는데 공시종 중에 CNU08H-69가 115.9 RVU로 가장 높았고 CNU08H-h121이 51.6 RVU로 가장 낮았다. 최종 점도와 강하 점도 또한 CNU08H-69에서 81.1 RVU, 53.8 RVU로 가장 높은 값을 나타낸 반면에 CNU08H-15와 일미찰이 각각 36.4 RVU, 18.6 RVU로 가장 낮게 나타났다. 강하 점도는 호화 중 열전달에 대한 저항성을 나타내며 호화 전분의 붕괴가 이루어지며 아밀로스 함량과는 부의 상관관계를 보인다. 따라서 값이 높을수록 찰성이 높고 식미가 우수함을 나타내게 된다. 치반 점도는 전분의 노화경향을 반영하는 값으로 수치가 높을수록 노화진행이 급격하게 이루어져 식었을 경우 쉽게 단단해 지는 경향을 보이게 되는데 일미찰이 -9.5 RVU로 가장 높았고, CNU08H-71이 -36 RVU로 가장 낮았다. 호화 개시 온도는 일정 온도가 되면 점도가 급격히 증가하게 되는데 이 온도가 낮을수록 호화가 빨리 진행되는 것으로 가공 적성이 높다고 할 수 있으며 반면에 높은 값을 보일수록 전분립자의 내부구조가 치밀하여 가열시 팽윤이 지연되어 잘 익지 않는다. 공시 교잡종 중의 호화 개시 온도가 가장 높은것은 CNU08H-69가 74.3℃로 나타났으며 CNU08H-15가 71.5℃로 가장 낮게 나타났다.

Table. Amylogram properties of the developed waxy corn hybrids used in this study.

Characteristics Hybrids	Amylogram properties(RVU)					
	P.V.* (P)	M.V.** (H)	F.V.*** (C)	Breakdown (P-H)	Setback (C-P)	Pasting (℃)
CNU08H-15	54.7±1.0	29.7±1.5	36.4±0.7	24.9±2.1	-18.3±1.2	71.5
CNU08H-31	80.7±2.7	46.8±1.4	60.8±1.5	33.9±2.4	-19.9±0.9	71.9
CNU08H-32	62.3±3.0	38.5±1.4	50.3±1.9	23.8±2.4	-12.0±0.6	72.2
CNU08H-35	70.2±2.8	38.6±2.1	51.2±1.8	32.4±1.5	-20.2±0.8	74.3
CNU08H-39	64.3±1.3	31.2±0.3	39.9±1.3	33.1±1.0	-24.3±0.6	70.5
CNU08H-41	73.4±2.1	39.4±0.7	52.5±1.6	34.0±1.2	-20.9±1.0	72.2
CNU08H-69	115.9±6.3	62.1±2.6	81.1±3.9	53.8±3.6	-34.8±2.8	74.3
CNU08H-71	104.6±3.1	52.6±0.8	68.6±2.3	52.0±1.1	-36.0±1.9	74.0
CNU08H-h39	67.0±1.1	32.6±0.5	41.9±1.1	34.4±1.4	-25.1±0.9	73.4
CNU08H-h102	54.9±0.9	34.4±0.7	44.9±0.4	20.5±0.4	-9.9±0.8	73.1
CNU08H-h105	59.6±2.0	32.7±0.8	42.1±1.9	26.8±0.7	-17.5±1.4	72.9
CNU08H-h121	51.6±1.6	32.4±0.2	39.9±1.4	19.1±0.9	-11.7±1.0	73.2
Ilmichal	52.2±1.4	33.6±0.3	42.7±1.5	18.6±0.5	-9.5±1.8	74.0
Yeonongchal	64.8±1.1	34.1±0.8	44.4±1.2	30.7±0.9	-20.4±0.6	72.3
DaehakchalGold1	83.3±2.1	43.0±0.4	55.9±1.9	40.3±0.8	-27.5±1.5	72.6
Mean	71.9	38.9	50.4	33.0	-21.6	73.0
CV(%)	3.6	2.8	3.3	5.6	-6.6	2.3

*Peak Viscosity, ** Minimum Viscosity, *** Final Viscosity

Table. ANOVA on major characteristics of the developed waxy corn hybrids.

S.V	df	Mean squares										
		Stem		Ear			Sugar content	Peri-carp thickness	K. row	Protein	Amylose	Amylopectin
		ht.	dia.	ht.	length	dia.						
Total	44											
Treat.	14	843.9**	66.7**	689.2**	31.9**	44.0**	1.9 ^{NS}	168.7**	9.8**	4.79**	3.12**	3.12**
Error	30	110.8	4.3	92	1.5	3.6	1	22	1.8	0.004	0	0.094

** , NS : Mean significance at probability levels of 1% and non-significance, respectively.

<continued>

S.V	df	Mean squares					
		Peak viscosity	Minimum viscosity	Final viscosity	Breakdown	Setback	Consistency
Total	41						
Treat.	13	1154.2**	261.9**	483.9**	368.9**	216.3**	35.4**
Error	28	6.4	1.7	2.7	3	1.8	1

아밀로그램 분석은 강하점도가 높을수록 치반점도가 낮을수록 식미가 좋은 것으로 평가되고 있는데 본 실험 결과에서는 몇 가지 교잡종을 제외하고 평가기준과 일치하지 않았는데 이와같은 결과는 호화특성 이외에 과피나 씹힘성, 껌성 등의 물리성 등에 의한 영향을 받아 다르게 나타났을 것이라 판단된다.

2) 립의 물성검정

수정 후 30일에 수확된 공시 교잡종의 생체 이삭을 -40℃에 동결건조 후 Texture analyzer에 의한 조직의 물리성을 분석한 결과를 살펴보면 표6과 같다

Table. Texture analysis of major characteristics of the developed waxy corn hybrids.

Character-istics Hybrids	Hard-ness	Adhesive-ness	Springi-ness	Cohesive-ness	Gummi-ness	Chewi-ness
CNU08H15	946.6	-7.9	0.52	0.11	103.5	53.4
CNU08H31	1040.0	-18.2	0.58	0.12	125.1	73.4
CNU08H32	835.9	-9.7	0.54	0.12	100.4	55.8
CNU08H35	1604.6	-62.9	0.77	0.13	209.2	169.3
CNU08H39	967.5	-20.5	0.57	0.10	95.9	55.5
CNU08H41	1020.0	-42.9	0.71	0.14	135.1	97.1
CNU08H69	1188.6	-8.5	0.51	0.14	162.1	81.4
CNU08H71	1277.6	-19.8	0.59	0.10	126.6	75.3
CNU08Hh39	1587.9	-31.2	0.64	0.09	133.9	88.3
CNU08Hh102	779.3	-21.6	0.61	0.13	101.3	61.1
CNU08Hh105	527.2	-14.8	0.62	0.11	57.8	35.3
CNU08Hh121	1204.2	-11.4	0.50	0.17	201.6	101.9
Ilmichal†	1086.2	-41.2	0.69	0.13	141.5	95.7
Yeonongchal†	694.9	-16.9	0.60	0.16	110.6	64.8
DaehakchalGold1†	515.6	-9.8	0.61	0.16	81.8	49.9
Mean	1018.4	-22.0	0.60	0.12	125.8	77.2
CV(%)	327.4	15.7	0.07	0.02	41.3	32.1

† : 국내 재배품종

조직의 단단함을 나타내는 경도(hardness)는 CNU08H-32가 평균 1604.6의 값으로 가장 높았고 대학찰골드 1호가 515.6의 값으로 가장 낮았다. 점착성(adhesiveness)은 CNU08H-35가 -62.9로 가장 낮은 값을 보였고, CNU08H-15가 -7.9로 가장 높았다. 탄성(springiness)은 원상대로 회복되는 정도를 나타내는데 CNU08H-35가 0.77, CNU08H-h121이 0.50으로 가장 많은 차이를 보였고, 내부 결합력으로 부서지는 정도를 나타내는 응집성(cohesiveness)은 CNU08H-h121이 0.17로 가장 높은 값을 보였고 CNU08H-h39가 0.09로 가장 낮은 값을 나타냈다. 식미에 영향이 있는 껌성(gumminess)과 씹힘성(chewiness)은 CNU08H 35가 각각 209.2와 169.3의 값을 보이며 가장 높았고, CNU08H h105가 각각 57.8와 35.3의 값으로 가장 낮았다. 이들 내용을 종합하면 육성된 교잡종에서 자주색인 CNU08H-35는 탄성, 껌성, 씹힘성이 우수한 반면에 경도가 높은 단점을 보였고, CNU08H-39는 경도가 낮았으나 껌성이 낮았다. CNU08H-h105는 경도가 낮아 부드러웠으나 껌성이 낮은것이 지적되었고, CNU08H-h121은 응집력과 껌성 및 씹힘성이 우수하였으나 경도가 높았다. 반면에 대조품종인 일미찰은 뚜렷한 특징이 없이 중간수준을 보였고 연농찰은 경도와 응집력이 우수하였으나 껌성과 씹힘성이 평균 값을 보였고 대학찰 골드 1호는 경도, 점착성, 응집성이 우수하였으나 껌성과 씹힘성이 크게 낮게 나타났다.

3) 식미 평가 분석

공시종 15개 교잡종에 대한 10인에 의한 관능실험을 위해 옥수수 낱알을 삶은 후 식미 관련 특성으로 이물감, 씹힘성, 찰성, 경도 등을 종합한 결과는 아래 표와 같다. 그 결과 공시종 중에는 CNU08H-121, CNU08H-31, CNU08H-39에서 높은 평가를 보여 대조구인 대학찰골드 1호, 연농찰과 비슷한 값을 경향을 보임으로써 새로 육성된 교잡종 중의 식미 개선에 크게 기여할 것으로 판단되었다.

Table. Sensory evaluation of the developed waxy corn hybrids.

Hybrids	Sensory evaluation *
CNU08H-15	6.3 ^{cde**}
CNU08H-31	7.3 ^{bc}
CNU08H-32	6.0 ^{def}
CNU08H-35	5.3 ^{efg}
CNU08H-39	7.4 ^{bc}
CNU08H-41	4.3 ^g
CNU08H-69	5.3 ^{efg}
CNU08H-71	5.3 ^{efg}
CNU08H-h39	4.7 ^{fg}
CNU08H-h102	7.0 ^{bcd}
CNU08H-h105	6.0 ^{def}
CNU08H-h121	8.0 ^{ab}
Ilmichal	5.3 ^{efg}
Yeonnonchal	7.7 ^{bc}
DaehakchalGold1	8.2 ^a
Mean	6.1
CV(%)	11.7

*1(bad)~9(good)

** In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

앞서 설명한 단백질 함량이나 과피의 두께, 아밀로그래프 분석의 강하점도와 치반점도, 씹힘성 등은 다량의 시료를 동시에 객관적인 평가를 위한 분석방법으로써 식용 찰옥수수의 기호도를 나타내는 선발지표로 유용할 것으로 사료된다. 그러나 소비성향 요소로 외관이나 색깔 등에 의한 평가 역시 주요 요인으로써 두방법이 병행되어 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

1. 이화학적 특성 평가

3년차 2010년~2011년

① 물성 성분

찰옥수수 교잡종에 대하여 각각 출사 후 25일에 수확하여 당도, 단백질 및 아밀로펙틴함량을 분석한 결과는 아래 표와 같다.

Table. Comparison of chemical composition in 110 waxy com hybrids.

Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo-pectin (%)	Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo-pectin (%)
CNU001	8.4	11.3	89.9	CNU045	6.4	12.3	93.3
CNU002	7.9	13.9	92.2	CNU046	7.5	10.0	92.3
CNU003	7.7	13.0	90.6	CNU047	6.1	11.2	92.7
CNU004	7.1	11.9	91.6	CNU048	6.2	13.2	92.3
CNU005	7.4	13.3	90.9	CNU049	9.7	11.6	90.2
CNU006	7.9	12.4	89.8	CNU050	10.0	11.9	89.4
CNU007	9.4	13.5	92.2	CNU051	9.6	12.6	93.2
CNU008	9.5	14.5	90.8	CNU052	10.0	12.7	94.5
CNU009	7.8	15.1	90.7	CNU053	10.4	12.5	92.5
CNU010	8.2	14.9	89.7	CNU054	9.9	12.2	91.7
CNU011	9.7	13.8	88.3	CNU055	8.9	11.9	92.7
CNU012	8.7	12.8	92.4	CNU056	7.0	11.7	90.7
CNU013	10.3	12.1	91.5	CNU057	9.0	11.7	91.3
CNU014	7.8	14.6	91.6	CNU058	7.3	11.6	90.1
CNU015	9.0	12.1	89.1	CNU059	10.1	13.0	92.2
CNU016	7.5	14.0	92.7	CNU060	6.3	11.0	92.3
CNU017	7.4	13.7	92.3	CNU061	6.3	11.1	91.4
CNU018	10.6	12.2	91.5	CNU062	7.8	9.9	92.7
CNU019	7.5	12.3	94.1	CNU063	9.2	11.1	91.5
CNU020	7.3	13.0	93.3	CNU064	9.4	12.2	94.4
CNU021	5.7	13.0	90.7	CNU065	6.3	13.3	83.9
CNU022	6.8	11.9	88.4	CNU066	7.5	12.8	85.6
CNU023	7.0	13.5	91.4	CNU067	9.7	12.9	92.6
CNU024	6.4	12.7	90.7	CNU068	5.4	15.0	89.7
CNU025	6.2	12.6	91.7	CNU069	8.6	14.0	92.6
CNU026	5.4	13.6	92.4	CNU070	10.2	12.0	91.9
CNU027	6.1	14.7	90.9	CNU071	11.4	13.4	91.5
CNU028	6.7	14.6	91.3	CNU072	10.2	13.9	92.7
CNU029	6.3	11.7	91.9	CNU073	9.3	15.0	92.2
CNU030	4.8	14.4	89.1	CNU074	6.9	14.0	91.7
CNU031	9.1	11.3	92.5	CNU075	10.2	12.1	94.5
CNU032	6.9	14.9	91.1	CNU076	6.9	13.1	89.5
CNU033	9.4	11.5	92.2	CNU077	7.6	12.7	87.8
CNU034	7.8	13.9	88.7	CNU078	6.9	13.0	94.0
CNU035	9.8	11.3	91.1	CNU079	8.1	17.1	92.0
CNU036	9.3	9.8	91.3	CNU080	8.3	16.1	90.1
CNU037	7.2	10.6	92.3	CNU081	7.5	15.5	90.1
CNU038	9.5	10.5	91.6	CNU082	7.5	11.6	92.5
CNU039	9.3	11.1	93.5	CNU083	6.8	12.5	93.6
CNU040	6.0	13.2	92.2	CNU084	6.1	14.9	91.7
CNU041	7.4	11.3	90.7	CNU085	9.4	12.3	94.1
CNU042	7.4	11.4	92.0	CNU086	6.1	12.7	90.6
CNU043	7.6	9.3	91.3	CNU087	8.5	13.3	92.4
CNU044	6.6	11.6	90.8	CNU088	8.2	14.3	94.3

Table. Continued.

Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo-pectin (%)	Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo-pectin (%)
CNU089	9.1	11.5	91.2	CNU103	8.4	11.3	92.2
CNU090	7.7	12.3	92.5	CNU104	7.5	13.0	90.9
CNU091	9.7	13.1	91.4	CNU105	8.8	11.4	92.9
CNU092	7.8	12.1	92.9	CNU106	7.0	12.6	88.9
CNU093	9.1	11.8	92.3	CNU107	7.9	11.2	92.6
CNU094	8.5	14.9	92.5	CNU108	8.1	13.4	91.5
CNU095	10.5	10.3	92.3	CNU109	5.7	12.1	91.9
CNU096	6.3	13.4	93.0	CNU110	6.1	12.7	90.7
CNU097	6.9	11.5	93.7	Mean.	8.0	12.6	91.5
CNU098	6.1	11.5	90.6	S.D. ¹	1.46	1.40	1.68
CNU099	6.7	11.1	89.7	Max.	11.4	17.1	94.5
CNU100	8.2	12.6	89.5	Min.	4.8	9.3	83.9
CNU101	8.1	13.1	93.3	C.V.(%) ²	18.3	11.1	1.8
CNU102	11.0	12.5	91.2				

¹S.D. : Standard deviation ²C.V. : Coefficient of variation

찰옥수수 110개 교잡종들의 당도 함량 변이는 4.8~11.4°Brix의 범위로 나타났고 평균 당도는 8.0°Brix로 교잡종간 당도 함량 차이는 최대 3배정도의 차이를 보였다. 찰옥수수 교잡종의 조단백질 함량의 범위는 9.3~17.1%를 보였고 평균값은 12.6%이었다. 찰옥수수 110개 교잡종의 당도 함량별 분포비율은 Fig. 7과 같다. 당도 함량의 분포를 살펴보면 4~5°Brix를 보이는 교잡종은 전체의 5%, 6~7°Brix는 51%, 8~9°Brix는 34%, 10°Brix이상이 11%로 분포되어 대부분 6~7°Brix범위에 속하였는데 가장 낮았던 교잡종은 CNU030으로 4.8°Brix를 보였고 10°Brix이상으로 높은 당도를 보인 교잡종은 CNU052 등 12개 교잡종이었다. 특히 당도가 높았던 교잡종들을 구체적으로 살펴보면 11.4°Brix로 당도가 가장 높았던 CNU071 등 8개 교잡종이 자색이었고, 노란색과 흰색은 각각 2개 교잡종으로 공시교잡종의 비율을 살펴보면 전반적으로 자색찰옥수수 교잡종들이 노란찰옥수수와 흰색찰옥수수에 비해 상대적으로 당도가 높은 경향을 보였다. 식용 풋옥수수의 당도 함량은 옥수수 식미와 관련하여 중요한 요인으로 있으며 옥수수의 당도 함량은 종실의 생육후기로 갈수록 그 함량이 감소하는 것으로 나타났다. 풋옥수수 상태로 이용되는 찰옥수수는 호숙기 단계에서 이용되기 때문에 호흡이나 증산 등의 생리작용으로 당이 전분으로 쉽게 전이되어 감미나 기호도가 떨어지고 생육일수가 경과함에 따라 종실의 경도가 높게 되어 질감이나 씹힘성이 저하된다. 이와 같이 찰옥수수는 풋옥수수로 이용될 경우 이화학적인 변화로 당도가 낮아지고 수확 후 품질저하가 급속히 진행됨으로 당도 함량이 높고 특수조합능력이 높은 교배친을 이용한 찰옥수수 품종육성이 매우 중요하다. 공시된 교잡종에 대한 단백질 함량의 분포를 살펴보면 9~10%가 6%, 11~12%에서 54%, 13~14%에서 35%, 15~16%범위에서 5%였으며 17%이상의 교잡종도 1%를 나타내었다. 공시된 찰옥수수 110개 교잡종중에서 단백질 함량이 10%미만인 교잡종은 CNU043, CNU036, CNU062 등 3개 교잡종이었고, 16%이상으로 높았던 교잡종은 CNU079, CNU089 등 2개 교잡종이었다. 공시된 찰옥수수 교잡종 전체 중에서 88%가 11~14%내의 단백질 함량을 갖고 있는 것으로 나타났다. 아밀로펙틴 함량에 대해 찰옥수수 110개 교잡종들의 분포비율은 Fig. 9와 같다. 아밀로펙틴 함

량이 84~85%범위 내에는 전체의 2%, 86~87%내에는 1%, 88~89%내에는 13%, 90~91%내에는 40%, 92~93%내에는 38%가 분포하였으며 94%이상은 전체의 6%의 비율을 나타내었다. 아밀로펙틴 함량이 87%이하로 낮은 교잡종은 CNU065, CNU066, CNU077 등 3개 교잡종이었고, 94%이상의 높은 함량을 보인 교잡종은 전체 6%인 CNU052 등 7개 교잡종이었다. 전체의 78%가 89~93%의 아밀로펙틴 함량을 보였는데 이는 공시된 교잡종들의 전분이 대부분 아밀로펙틴으로 구성된 찰옥수수로서 아밀로펙틴 함량 간에는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

② 아밀로그래프 특성

아밀로그래프는 전분현탁액에 열을 가해 교질상태로 만들어 호화특성과 점도의 변화를 측정함으로써 식미특성 및 가공적성을 분석하는데 이용되어진다. 전분을 물과 함께 가열하면 물의 흡수와 전분의 팽윤작용으로 호화가 진행되면서 점도의 변화가 이루어지는데 이러한 점도의 변화를 최고점도(Peak), 최저점도(Hot), 최종점도(Cool), 강하점도(Breakdown), 치반점도(Setback) 그리고 응집점도(Consistency)로 구분하여 나타냈으며 찰옥수수의 아밀로그래프 특성을 비교하기 위해 공시된 각 교잡종들의 아밀로그래프 특성을 살펴보면 아래 표와 같다.

Table. Comparison of amylogram characteristics in 110 waxy corn hybrids.

Hybrids No.	Pasting temp. (℃)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency
CNU001	72.5	122	55.6	71	66.2	-51.3	14.9
CNU002	75.7	73	47.3	62	25.8	-10.9	14.9
CNU003	73.2	133	83.5	107	49.7	-25.8	24.0
CNU004	74.3	104	54.3	71	50.0	-33.1	16.9
CNU005	75.9	169	95.2	122	73.5	-46.5	27.0
CNU006	73.6	166	89.6	117	76.4	-49.3	27.1
CNU007	75.1	143	73.3	94	69.8	-49.4	20.4
CNU008	75.5	119	63.6	80	54.9	-38.1	16.9
CNU009	75.5	107	57.4	75	50.1	-32.9	17.2
CNU010	75.9	165	91.7	118	73.5	-47.6	25.9
CNU011	73.5	100	42.6	55	57.2	-44.8	12.4
CNU012	75.4	151	84.3	113	66.3	-37.2	29.1
CNU013	74.3	115	58.4	76	57.0	-38.9	18.1
CNU014	75.4	134	78.5	102	55.7	-32.4	23.3
CNU015	75.1	183	90.8	123	92.4	-60.2	32.3
CNU016	74.6	177	90.5	120	86.9	-57.5	29.4
CNU017	75.1	85	52.1	67	32.5	-17.2	15.3
CNU018	74.0	94	54.0	67	39.6	-26.3	13.3
CNU019	75.2	136	74.0	97	61.8	-38.6	23.2
CNU020	74.4	163	92.2	123	70.7	-40.3	30.4
CNU021	73.6	210	114.2	145	95.4	-65.0	30.4
CNU022	74.4	190	105.4	134	84.3	-55.2	29.1
CNU023	75.5	189	105.8	141	83.0	-47.5	35.4

Table. Continued.

Hybrids No.	Pasting temp. (°C)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency
CNU024	74.1	166	87.1	112	78.9	-54.2	24.7
CNU025	74.4	178	103.3	132	74.8	-46.4	28.4
CNU026	75.4	141	82.1	111	59.2	-30.1	29.0
CNU027	75.9	88	51.9	66	36.5	-22.8	13.7
CNU028	74.1	197	108.9	145	88.0	-51.7	36.3
CNU029	74.1	166	95.6	127	70.0	-38.6	31.4
CNU030	75.0	166	91.5	122	74.8	-43.9	30.8
CNU031	73.2	153	79.5	106	73.0	-46.6	26.4
CNU032	75.5	144	90.5	116	54.0	-28.2	25.8
CNU033	74.1	174	93.0	122	80.8	-51.6	29.2
CNU034	73.0	170	89.3	119	80.2	-50.4	29.8
CNU035	73.6	167	88.8	121	78.5	-46.3	32.2
CNU036	73.5	159	77.4	106	82.0	-53.1	28.9
CNU037	74.4	140	72.0	96	67.6	-43.9	23.7
CNU038	73.4	132	71.4	93	60.5	-38.8	21.7
CNU039	72.7	118	63.6	83	54.6	-35.1	19.5
CNU040	74.3	99	62.0	80	37.5	-19.0	18.4
CNU041	73.4	152	84.1	113	64.8	-35.8	30.4
CNU042	73.8	156	85.3	115	71.0	-41.4	29.6
CNU043	72.7	185	89.2	120	95.8	-64.5	31.2
CNU044	74.4	96	59.6	79	36.8	-17.8	19.1
CNU045	75.1	127	73.1	97	53.8	-29.6	24.2
CNU046	73.6	141	78.4	108	62.8	-33.4	29.3
CNU047	74.1	186	100.3	131	85.7	-54.9	30.8
CNU048	74.4	125	78.8	99	46.5	-26.0	20.4
CNU049	74.2	170	87.9	115	81.9	-54.9	26.9
CNU050	74.4	176	101.7	129	74.4	-47.0	27.3
CNU051	74.8	119	60.6	79	58.1	-39.5	18.6
CNU052	74.0	154	91.5	120	62.1	-33.3	28.8
CNU053	75.6	163	89.2	116	73.3	-46.5	26.8
CNU054	74.9	168	91.6	118	76.8	-50.4	26.4
CNU055	75.4	152	83.6	109	68.4	-42.9	25.4
CNU056	74.3	150	78.5	103	71.4	-47.2	24.2
CNU057	72.3	139	82.0	109	57.2	-29.8	27.3
CNU058	74.1	94	49.5	63	44.4	-30.7	13.7
CNU059	74.9	153	89.9	119	63.3	-33.7	29.5
CNU060	74.3	123	57.3	74	65.9	-49.2	16.7
CNU061	73.7	57	36.1	47	21.4	-10.3	11.1
CNU062	74.9	191	97.8	126	93.1	-64.6	28.6
CNU063	74.8	84	41.6	56	42.0	-27.9	14.1
CNU064	72.6	118	64.4	84	53.3	-33.3	19.9
CNU065	74.5	69	45.4	59	23.4	-9.6	13.8
CNU066	74.3	148	84.9	114	63.0	-34.2	28.9
CNU067	75.4	154	81.7	110	72.6	-44.2	28.4
CNU068	75.2	158	91.4	119	66.3	-39.0	27.3

CNU069	75.2	148	83.2	111	64.9	-37.3	27.7
CNU070	74.0	133	71.1	93	61.8	-40.3	21.5
CNU071	73.2	151	89.1	115	62.0	-36.1	25.9
CNU072	74.8	112	72.1	92	39.9	-19.7	20.1
CNU073	75.1	134	82.6	107	51.8	-27.4	24.4
CNU074	76.4	106	60.1	77	45.7	-28.4	17.3
CNU075	72.3	119	72.1	92	46.7	-26.7	19.9
CNU076	75.1	134	75.3	96	58.8	-38.4	20.3
CNU077	75.1	172	96.8	128	75.5	-43.9	31.6
CNU078	75.4	149	83.1	111	65.5	-38.1	27.4
CNU079	77.5	95	60.6	79	34.0	-16.1	17.9
CNU080	76.7	113	68.6	87	44.1	-25.4	18.6
CNU081	75.9	135	75.3	97	59.5	-37.7	21.8
CNU082	74.0	163	89.4	119	73.9	-44.4	29.5
CNU083	73.8	166	87.0	114	78.9	-51.4	27.5
CNU084	75.4	125	63.7	86	61.3	-38.8	22.5
CNU085	75.4	124	75.9	97	47.7	-27.0	20.7
CNU086	74.9	98	58.3	76	39.3	-21.8	17.6
CNU087	74.6	152	86.4	115	65.1	-36.6	28.5
CNU088	73.8	109	49.5	64	59.7	-45.6	14.1
CNU089	72.2	129	65.6	86	63.1	-42.2	20.8
CNU090	73.5	205	107.1	139	97.8	-66.4	31.4
CNU091	75.3	115	65.7	83	49.5	-32.1	17.4
CNU092	73.3	94	57.2	74	37.0	-20.4	16.6
CNU093	72.7	115	58.5	75	56.8	-40.1	16.8
CNU094	74.8	169	91.3	120	77.5	-48.8	28.7
CNU095	72.7	119	61.6	80	57.4	-38.8	18.6
CNU096	74.9	160	89.8	120	70.0	-40.2	29.8
CNU097	76.7	73	46.5	62	27.0	-11.1	15.9
CNU098	73.3	73	42.5	56	30.0	-17.0	13.1
CNU099	72.8	98	55.3	73	43.1	-25.9	17.3
CNU100	71.6	111	55.6	72	55.4	-38.7	16.7
CNU101	72.5	74	43.8	57	30.1	-16.9	13.2
CNU102	73.5	111	51.5	67	59.4	-43.5	15.9
CNU103	72.7	132	72.0	92	60.0	-39.7	20.3
CNU104	73.5	120	65.5	86	54.6	-33.7	20.9
CNU105	72.8	123	64.1	83	59.1	-40.2	18.9
CNU106	73.5	101	53.7	70	47.8	-31.3	16.4
CNU107	72.7	112	62.6	80	49.0	-31.6	17.4
CNU108	71.9	79	39.7	54	39.7	-25.6	14.1
CNU109	74.7	189	99.4	128	93.3	-64.3	29.0
CNU110	73.8	112	61.7	79	50.1	-33.1	17.0
Mean.	74.3	134	73.6	98	60.1	-38.0	22.6
S.D.¹	1.13	33.7	18.08	23.96	17.20	12.64	63.17
Max.	77.5	210	114.2	145	97.8	-9.6	36.3
Min.	71.6	58	36.1	47	21.4	-66.4	11.1
C.V.(%)²	1.4	23.6	22.8	23.1	27.3	37.5	25.2

전분의 점도가 증가하기 시작하는 시점의 호화개시온도는 71.6~77.5°C의 범위로 평균 74.3°C로 교잡종간 큰 차이를 보이지 않았다. 호화개시 후 온도 변화에 따라 점도 값이 변화되어지는 특성들을 살펴보면 최고점도는 58~210 RVU 범위로 평균 134 RVU 였으며 최저점도는 36.1~114.2 RVU 범위로 평균 73.6 RVU, 최종점도는 47~145 RVU 범위로 평균 98 RVU 이었다. 최고점도에서 최저점도를 뺀 강하점도는 21.4~97.8 RVU의 범위에 평균 60.1 RVU 이었고, 최종점도에서 최고점도를 뺀 값인 치반점도는 -66.4~-9.6 RVU 범위로 평균 -38.0 RVU 이었으며 최종점도에서 최저점도를 뺀 응집점도는 11.1~36.3 RVU 범위에 평균 22.6 RVU 이었다.

찰옥수수 110개 교잡종들에 대한 아밀로그램 특성을 비교해 보면 Fig. 10과 같다. 호화개시온도는 CNU100와 CNU108이 각각 71.6과 71.9°C로 가장 낮은 온도에서 호화가 시작되었으며 교잡종중에서 CNU079가 77.5°C로 가장 높았다. 호화는 전분입자가 열에 의해 물을 흡수하여 팽윤을 시작하는 것으로서 아밀로펙틴의 긴 분지형 사슬이 호화개시온도에 영향을 주며 이들의 양이 적을수록 호화개시온도가 낮아지고 팽윤력이 더 커진다고 하였는데 식미가 우수한 품종일수록 호화온도가 낮아 기호성이 높다고 보고한 바 있다. 이와 같은 연구결과로 미루어볼 때 CNU100, CNU108 등은 상대적으로 팽윤력이 높고 식미가 좋은 것으로 판단되었으며 이와는 반대로 CNU079는 호화개시온도가 높게 나타나 전분의 팽윤력이 낮은 것으로 나타났다. Fig. 8에서도 단백질 함량이 높게 나타났던 교잡종들이 호화개시온도 역시 높게 나타났는데 단백질이 호화과정에서 전분의 팽윤을 억제하여 전분입자의 전단력에 의한 입자의 파괴 가능성을 줄였다고 하였고 단백질함량이 높을수록 호화개시온도가 높았다. 본 시험 결과 CNU065, CNU061, 그리고 CNU002의 치반점도 값이 -10.8~-9.6 RVU로 높아 노화진행 정도가 빠른 것으로 나타났으며 CNU021과 CNU090은 -65.0~-66.4 RVU로 낮아 노화진행이 느린 것으로 나타났다. 치반점도가 높았던 교잡종들의 단백질 함량 역시 11~14%로 높게 나타나 노화가 아밀로스나 아밀로펙틴 분자의 구조에 기인된다.

찰옥수수 110개 교잡종들의 낱알색에 따른 일반성분과 아밀로그램에 대한 비교 분석 결과는 아래 표와 같다. 낱알색별로 형질들 간에 차이를 보였는데 일반성분 중 당도는 자색찰옥수수에서 유의하게 높았으며 조단백질과 아밀로펙틴함량은 유의차가 인정되지 않았다. 아밀로그램에서는 치반점도를 제외한 모든 특성에서 유의성을 보였는데 흰찰옥수수의 아밀로그램 특성이 낮은 것으로 나타났다.

Table. Comparison of chemical composition and amylogram characters related to quality among kernel color groups in 110 waxy com hybrids.

Group	Soluble solids	Crude protein	Amylo-pectin	Pasting temp.	Peak viscosity	Hot viscosity	Cool viscosity	Break down	Setback	Con-sistency
Yellow	7.7 ^b	12.6 ^a	91.4 ^a	74.4 ^a	145 ^a	79.4 ^a	104 ^a	65.4 ^a	-40.6 ^a	24.8 ^a
Purple	8.5 ^a	12.8 ^a	91.3 ^a	74.7 ^a	135 ^{ab}	76.1 ^a	99 ^a	59.3 ^{ab}	-36.1 ^a	23.2 ^a
White	7.9 ^{ab}	12.5 ^a	91.9 ^a	73.7 ^b	121 ^b	65.4 ^b	85 ^b	55.7 ^b	-35.8 ^a	19.9 ^b
Mean	8.0	12.6	91.5	74.3	134	73.6	96	60.1	-37.5	22.6
F _(2, 109)	3.64 [*]	0.49 ^{ns}	1.27 ^{ns}	6.9 ^{**}	4.8 [*]	5.9 ^{**}	6.1 ^{**}	3.2 [*]	1.9 ^{ns}	6.3 ^{**}

*, ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. ns: Not significant.

Mean followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

③ 물성 분석

옥수수 낱알의 특성은 이용목적에 따라 성격이 다른데 사료용 옥수수의 경우에는 보관 및 기계수확에 의한 피해를 경감하기 위해 과피가 두껍고 단단한 것이 좋고, 식용 옥수수의 경우에는 씹을때 과피로 인한 이물감으로 인해 과피가 얇고 부드러운 것이 유리하다. 따라서 공시된 찰옥수수 110개 교잡종들의 물성관련 특성은 아래 표와 같다.

Table. Comparison of texture characteristics in waxy corn hybrids.

Hybrids No.	Pericarp thickness (μm)	Hardness (g/ ϕ 5mm)	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
CNU001	50	2011	-21.0	207.0	145.2
CNU002	37	894	-6.6	99.2	49.0
CNU003	27	1340	-13.1	187.0	112.6
CNU004	58	1029	-20.6	111.0	68.8
CNU005	48	2294	-8.2	285.9	184.0
CNU006	43	1209	-20.5	145.0	89.4
CNU007	48	1445	-12.5	174.9	104.8
CNU008	55	2409	-7.6	259.2	170.1
CNU009	78	2385	-10.1	241.2	170.5
CNU010	120	2265	-11.5	242.4	178.0
CNU011	72	1757	-15.1	259.0	162.2
CNU012	55	1331	-23.1	150.6	110.3
CNU013	48	1319	-10.4	168.4	106.3
CNU014	70	1457	-12.7	161.5	116.8
CNU015	52	1421	-12.2	163.3	111.9
CNU016	52	1946	-8.6	222.7	152.0
CNU017	42	1405	-7.6	192.2	122.3
CNU018	26	1638	-19.0	227.1	167.8
CNU019	72	1187	-9.9	102.1	69.1
CNU020	53	1751	-9.5	158.6	113.9
CNU021	37	1318	-7.7	138.7	93.5
CNU022	32	1692	-14.8	195.1	137.3
CNU023	45	1446	-9.7	143.0	85.4
CNU024	52	2318	-17.3	249.8	191.8
CNU025	36	2087	-15.3	195.9	143.4
CNU026	49	1593	-13.1	161.4	119.9
CNU027	73	2262	-7.0	220.4	162.4
CNU028	20	930	-7.2	200.3	135.8
CNU029	37	1728	-24.1	227.3	137.3
CNU030	42	1752	-13.2	163.0	101.1
CNU031	57	998	-5.2	110.8	53.1
CNU032	69	2104	-15.9	241.4	161.9
CNU033	57	1697	-11.1	190.5	116.1
CNU034	56	1905	-10.6	191.6	121.4
CNU035	56	1895	-15.0	223.2	160.9
CNU036	36	1431	-18.2	150.0	89.2
CNU037	63	1189	-18.8	120.2	84.5
CNU038	46	1283	-20.8	135.7	76.5

Table. Continued.

Hybrids No.	Pericarp thickness (μm)	Hardness (g/ ϕ 5mm)	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
CNU039	62	1053	-18.8	158.4	87.1
CNU040	72	1251	-13.5	136.5	73.4
CNU041	40	1604	-9.2	192.7	121.5
CNU042	36	1615	-14.8	188.0	120.5
CNU043	37	1764	-13.5	205.1	137.9
CNU044	50	1317	-22.5	156.3	79.3
CNU045	67	1123	-19.3	122.9	71.4
CNU046	51	1207	-12.7	140.9	77.6
CNU047	60	1334	-14.8	148.6	84.0
CNU048	57	2058	-10.3	287.7	213.5
CNU049	53	1603	-24.6	171.0	138.0
CNU050	60	1541	-13.7	163.2	96.0
CNU051	65	643	-16.2	82.9	54.8
CNU052	36	1291	-14.2	163.7	112.7
CNU053	64	1910	-18.8	178.9	118.7
CNU054	61	1619	-15.5	152.1	106.1
CNU055	36	1506	-12.1	162.7	103.5
CNU056	67	1769	-9.6	216.8	128.3
CNU057	52	919	-10.3	102.5	57.1
CNU058	28	922	-5.8	104.5	62.9
CNU059	34	1525	-23.5	158.8	116.2
CNU060	60	1608	-15.3	199.0	143.6
CNU061	56	1248	-9.1	156.8	106.7
CNU062	60	1008	-8.9	109.4	73.7
CNU063	51	916	-15.8	113.4	69.8
CNU064	74	1782	-7.9	198.2	107.5
CNU065	60	1293	-2.8	147.4	77.1
CNU066	78	1460	-10.3	177.0	110.8
CNU067	54	1312	-12.9	152.1	104.4
CNU068	54	2311	-10.7	245.7	175.8
CNU069	52	1038	-16.7	121.9	70.8
CNU070	70	1386	-23.4	139.2	91.2
CNU071	70	1263	-10.0	134.6	70.5
CNU072	49	1678	-12.8	175.7	100.5
CNU073	73	2014	-12.9	221.0	199.7
CNU074	70	2002	-12.5	208.1	128.1
CNU075	66	880	-9.3	106.1	62.5
CNU076	78	1551	-8.7	159.3	91.6
CNU077	56	964	-8.8	120.6	70.7
CNU078	62	1356	-8.1	150.9	86.0
CNU079	78	2274	-9.1	232.2	147.2
CNU080	110	2115	-10.8	245.1	167.8
CNU081	108	2212	-8.6	263.6	165.6
CNU082	53	1707	-9.0	184.5	123.6

Table. Continued.

Hybrids No.	Pericarp thickness (μm)	Hardness (g/ ϕ 5mm)	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
CNU083	59	1082	-8.3	119.5	71.1
CNU084	51	1691	-29.5	218.1	168.7
CNU085	59	1465	-17.0	160.1	107.2
CNU086	29	1712	-15.1	204.2	129.9
CNU087	37	1281	-20.3	133.7	84.4
CNU088	58	897	-7.7	100.7	49.9
CNU089	43	626	-11.4	96.0	65.9
CNU090	31	1127	-9.9	126.4	71.6
CNU091	36	1262	-14.2	133.1	86.7
CNU092	54	917	-23.8	141.0	90.8
CNU093	55	757	-21.3	93.1	53.4
CNU094	62	1175	-10.9	150.0	80.8
CNU095	52	1223	-26.5	158.8	109.2
CNU096	55	962	-10.7	117.9	72.5
CNU097	39	1465	-3.6	145.1	91.9
CNU098	53	1032	-11.2	162.9	107.7
CNU099	30	1325	-14.6	149.2	87.8
CNU100	25	719	-18.2	98.2	64.1
CNU101	32	801	-10.5	106.1	64.2
CNU102	71	1050	-8.5	142.8	76.4
CNU103	52	592	-19.1	115.0	75.0
CNU104	28	779	-17.8	94.6	54.8
CNU105	39	997	-11.1	122.1	72.3
CNU106	47	822	-9.4	81.6	40.0
CNU107	30	986	-21.8	138.7	76.3
CNU108	41	1425	-14.6	153.0	97.1
CNU109	45	1195	-11.4	141.3	88.5
CNU110	70	1582	-17.4	193.6	121.2
Mean	53	1,437	-13.5	165	107
S.D. ¹	7.0	442.0	5.29	47.4	37.9
Max.	120	2,409	-2.8	288	214
Min.	20	592	-29.5	82	40
C.V.(%) ²	30.9	27.9	39.1	26.7	33.3

¹. Standard deviation , ² Coefficient of variation

공시된 교잡종들의 과피의 두께는 20~120 μm 범위로 평균 53 μm 이었다. 경도는 592~2,409g 범위로 평균 1,437g을 나타냈으며 점착성은 -29.5~-2.8 범위에 평균 -13.5이었다. 검성은 82~288 범위에 평균 165이었으며 씹힘성은 40~214 범위로 평균 107로 나타났다.

공시된 찰옥수수 교잡종들의 과피의 두께분포는 51~60 μm 인 것이 전체 31%로 가장 많았고, 30 μm 이하로 나타난 교잡종은 과피가 가장 얇은 CNU028의 20 μm 를 포함해서 전체 6%로 나타났으며 100 μm 이상도 전체 3%가 분포되어 있었다. 공시된 찰옥수수 110개 교잡종들의 경도는 1,251~1,500g인 것이 25%로 가장 많았고, 경도가 750g이하로 낮았던 교잡종은 CNU100, CNU051, CNU089, CNU103 등이었으며 그중 CNU103이 592g으로 가장 낮은 값을 보였다. 또한 경도가 2,251g 이상을 보였던 교잡종도 CNU027 등 전체의 7%를 차지하였다. 경도가 상대적

으로 낮았던 교잡종들의 상당수가 흰찰 옥수수였으며 전체 68%가 1,250g이하에 분포되어 낮은 경도를 보였다. 찰옥수수 110개 교잡종들의 낱알색에 따른 물성관련 특성에 대한 비교분석 결과는 아래 표와 같다. 낱알 색깔별로 부착성을 제외한 물성관련 형질들 간에는 고도의 유의성이 인정되었다. 자색찰옥수수의 과피 두께와 경도, 검성, 씹힘성이 높은 값을 나타내었으며 흰찰옥수수는 상대적으로 낮은 값을 보였다.

Table. Comparison of variance of texture characters related to quality among kernel color groups in 110 waxy corn hybrids.

Group	Pericarp thickness	Hardness	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
Yellow	52 ^b	1,593 ^a	-13.6 ^a	182.4 ^a	119.6 ^a
Purple	62 ^a	1,489 ^a	-12.3 ^a	165.3 ^a	107.0 ^a
White	46 ^b	1,105 ^b	-14.9 ^a	135.6 ^b	84.3 ^b
Mean	53	1,396	-13.6	161.1	103.6
F(2, 100)	7.8 ^{**}	13.7 ^{**}	1.8 ^{ns}	10.0 ^{**}	8.8 ^{**}

*, ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. ns Not significant.

Mean followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

찰옥수수 110개 교잡종의 이화학적 특성에 관한 15개 형질간의 상관관계를 살펴보면 아래 표와 같다. 당도는 아밀로펙틴과의 정의 상관관계를 제외하고는 다른 형질과는 유의성이 나타나지 않았고 단백질함량은 호화개시온도와 치반점도에서 높은 정의 상관을 보였으며, 특히 과피 두께, 경도, 씹힘성 등의 물성과 높은 정의 상관을 보여 과피의 두께가 두껍고 경도 등이 높은 교잡종일수록 단백질함량이 높은 것으로 나타났다. 아밀로펙틴함량은 교잡종간의 차이가 적어 다른 형질들과는 유의성이 없었으나 경도 등과 같은 물성에서는 부의 상관을 보이고 있었다. 아밀로그래프 특성 중 호화개시온도는 단백질함량, 과피 두께, 경도 등의 물성과 정의 상관을 보였는데 이는 단백질이 전분의 팽윤을 억제하여 호화개시온도가 상승한 것으로 보였으며 과피가 두껍고 단단할수록 호화가 억제되는 것으로 나타났다. 그리고 최종점도와 강하점도가 경도와 정의 상관을 보인 것을 제외하고는 다른 특성들과 유의성을 보이지 않는 것으로 나타났다. 과피의 두께는 단백질, 호화개시온도 그리고 경도 등의 물성과 정의 상관을 보여 과피의 두께가 이들과 연관성이 높은 것으로 나타났으며 경도 등의 물성 역시 단백질과 호화개시온도에서 정의 상관을 나타내었으며 경도가 높을 경우 단단한 조직과 씹는데 필요한 힘이 커져 검성과 씹힘성도 증가하는 것으로 나타났다. 생육특성과 이화학적 특성 형질간의 상관 관계는 Table 11과 같다. 생육특성 중 출사일수는 아밀로그래프와 부의상관을 보여 숙기가 늦을 경우 호화개시온도와 점도가 낮아지는 것으로 나타났다. 간장은 경도와 정의 상관을 나타내었고 이삭특성과 100립중은 단백질과 부의상관을 보였다. 또한 100립중은 아밀로그래프와 정의 상관을 나타내었으며 옥수수종실의 형태는 경도와 정의 상관을 보였다. 간장과 이삭의 크기가 크고 100립중이 큰 교잡종일수록 단백질함량이 낮으며 100립중이 클수록 최고점도, 최종점도 등이 높아지는 것으로 나타났다.

④ 식미 관련 형질

공시 교잡종 찰옥수수의 식미관련 주요형질 및 관능검사 결과는 아래 표와 같다.

찰옥수수의 식미에 밀접한 영향을 미치는 과피의 두께는 교잡종간에 유의차가 인정되지는 않았으나 대덕찰 1호가 대덕2호나 연농찰과 비슷한 0.07 mm 내지 0.08 mm로 얇게 나타나 식미에 유리하게 작용할 것으로 판단되며, 당도 측정결과는 연농찰이 13.3 °Brix로 가장 높게 나타났고, 찰옥 1호와 CNU-H1이 12.0 °Brix 이상으로 높은 편이었으나 대덕찰 1호는 중간값을 나타냈다. 식미 관능평가에서는 CNU-H4가 연농찰과 비슷하게 높은 값을 보였으며, CNU-H5는 찰옥2호와 비슷한 수준으로 낮게 나타났고, 대덕찰 1호를 포함한 CNU-H2는 중간정도를 보였다. 이러한 결과는 생육초기 기상불량으로 개화기의 불일치로 이어졌고, 수확적기 역시 정밀하지 못한 관계로 인해 개화시기가 빠른 찰옥 2호, CNU-H2의 경우 평가에 다소 불리하게 작용했을 것으로 판단된다.

Table. Comparison of physicochemical characteristics and table quality for the seven waxy hybrids.

Hybrids	Pericarp thickness	Sugar content	Table quality [†]
	mm	%°Brix	(1 ~ 7)
CNU-H1	0.09a	12.0abc	4.1ab
CNU-H2	0.07a	10.0c	3.3ab
Daedukchal 1	0.08a	11.7abc	3.1ab
CNU-H4	0.11a	10.7bc	2.7b
CNU-H5	0.11a	11.0bc	5.8a
Chalok 2 [‡]	0.14a	12.7ab	5.7a
Yeon nong [‡]	0.07a	13.3a	2.2b
Mean	0.10	11.6	4.0

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

[†]1(good), 4(intermediate) and 7(bad), [‡] Check hybrid

공시 교잡종의 이삭관련 주요특성은 평균 이삭 길이는 18.7 cm로 나타났고 공시 교잡종 중 대덕찰 1호가 21.7cm로 가장 크게 나타났으며, CNU-H1과 CNU-H2가 연농찰과 비슷하였고 CNU-H4와 CNU-H5는 연농찰보다 다소 작았지만 찰옥2호보다는 크게 나타났다. 찰옥수수의 상품가치를 18 cm를 기준했을 경우 공시된 대덕찰 교잡종들은 이 조건을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 이삭직경에 있어서는 대덕찰 CNU0H1과 CNU-H5가 굵게 나타났고 연농찰이 가장 가늘게 나타나 분얼수에 의한 과번무로 도복발생이나 생육부진의 요인으로 지적되었다. 대덕찰 교잡종의 이삭열수는 12.7개로 연농찰의 9.8보다 많게 나타났으나 찰옥2호보다는 적게 나타났다. 대덕찰 1호를 포함한 모든 공시종의 이삭크기나 착립상태 등은 CNU-H4, CNU-H5, 찰옥 2호를 제외하고는 외관 특성이 대체로 양호하였으며 등숙된 이삭의 수확 후 100립중은 대덕찰 1호에서 31.9g으로 가장 높았고 CNU-H2가 30.1 g으로 비교적 높았으며, 연농찰과 찰옥 2호는 각각 26.5 g과 22.1 g으로 나타났다.

1. 이화학적 특성 평가

1) 물성성분

찰옥수수 교잡종에 대하여 각각 출사 후 25일에 수확하여 당도, 단백질 및 아밀로펙틴함량을 분석한 결과는 아래 표와 같다.

Table. Comparison of chemical composition in 110 waxy corn hybrids.

Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo-pectin (%)	Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo-pectin (%)
CNU001	8.4	11.3	89.9	CNU020	7.3	13.0	93.3
CNU002	7.9	13.9	92.2	CNU021	5.7	13.0	90.7
CNU003	7.7	13.0	90.6	CNU022	6.8	11.9	88.4
CNU004	7.1	11.9	91.6	CNU023	7.0	13.5	91.4
CNU005	7.4	13.3	90.9	CNU024	6.4	12.7	90.7
CNU006	7.9	12.4	89.8	CNU025	6.2	12.6	91.7
CNU007	9.4	13.5	92.2	CNU026	5.4	13.6	92.4
CNU008	9.5	14.5	90.8	CNU027	6.1	14.7	90.9
CNU009	7.8	15.1	90.7	CNU028	6.7	14.6	91.3
CNU010	8.2	14.9	89.7	CNU029	6.3	11.7	91.9
CNU011	9.7	13.8	88.3	CNU030	4.8	14.4	89.1
CNU012	8.7	12.8	92.4	CNU031	9.1	11.3	92.5
CNU013	10.3	12.1	91.5	CNU032	6.9	14.9	91.1
CNU014	7.8	14.6	91.6	CNU033	9.4	11.5	92.2
CNU015	9.0	12.1	89.1	CNU034	7.8	13.9	88.7
CNU016	7.5	14.0	92.7	CNU035	9.8	11.3	91.1
CNU017	7.4	13.7	92.3	CNU036	9.3	9.8	91.3
CNU018	10.6	12.2	91.5	CNU037	7.2	10.6	92.3
CNU019	7.5	12.3	94.1	CNU038	9.5	10.5	91.6

Table. Continued.

Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo- pectin (%)	Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo- pectin (%)
CNU039	9.3	11.1	93.5	CNU064	9.4	12.2	94.4
CNU040	6.0	13.2	92.2	CNU065	6.3	13.3	83.9
CNU041	7.4	11.3	90.7	CNU066	7.5	12.8	85.6
CNU042	7.4	11.4	92.0	CNU067	9.7	12.9	92.6
CNU043	7.6	9.3	91.3	CNU068	5.4	15.0	89.7
CNU044	6.6	11.6	90.8	CNU069	8.6	14.0	92.6
CNU045	6.4	12.3	93.3	CNU070	10.2	12.0	91.9
CNU046	7.5	10.0	92.3	CNU071	11.4	13.4	91.5
CNU047	6.1	11.2	92.7	CNU072	10.2	13.9	92.7
CNU048	6.2	13.2	92.3	CNU073	9.3	15.0	92.2
CNU049	9.7	11.6	90.2	CNU074	6.9	14.0	91.7
CNU050	10.0	11.9	89.4	CNU075	10.2	12.1	94.5
CNU051	9.6	12.6	93.2	CNU076	6.9	13.1	89.5
CNU052	10.0	12.7	94.5	CNU077	7.6	12.7	87.8
CNU053	10.4	12.5	92.5	CNU078	6.9	13.0	94.0
CNU054	9.9	12.2	91.7	CNU079	8.1	17.1	92.0
CNU055	8.9	11.9	92.7	CNU080	8.3	16.1	90.1
CNU056	7.0	11.7	90.7	CNU081	7.5	15.5	90.1
CNU057	9.0	11.7	91.3	CNU082	7.5	11.6	92.5
CNU058	7.3	11.6	90.1	CNU083	6.8	12.5	93.6
CNU059	10.1	13.0	92.2	CNU084	6.1	14.9	91.7
CNU060	6.3	11.0	92.3	CNU085	9.4	12.3	94.1
CNU061	6.3	11.1	91.4	CNU086	6.1	12.7	90.6
CNU062	7.8	9.9	92.7	CNU087	8.5	13.3	92.4
CNU063	9.2	11.1	91.5	CNU088	8.2	14.3	94.3

Table. Continued.

Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo-pectin (%)	Hybrids No.	Soluble solids (°Brix)	Crude protein (%)	Amylo-pectin (%)
CNU089	9.1	11.5	91.2	CNU103	8.4	11.3	92.2
CNU090	7.7	12.3	92.5	CNU104	7.5	13.0	90.9
CNU091	9.7	13.1	91.4	CNU105	8.8	11.4	92.9
CNU092	7.8	12.1	92.9	CNU106	7.0	12.6	88.9
CNU093	9.1	11.8	92.3	CNU107	7.9	11.2	92.6
CNU094	8.5	14.9	92.5	CNU108	8.1	13.4	91.5
CNU095	10.5	10.3	92.3	CNU109	5.7	12.1	91.9
CNU096	6.3	13.4	93.0	CNU110	6.1	12.7	90.7
CNU097	6.9	11.5	93.7	Mean.	8.0	12.6	91.5
CNU098	6.1	11.5	90.6	S.D. ¹	1.46	1.40	1.68
CNU099	6.7	11.1	89.7	Max.	11.4	17.1	94.5
CNU100	8.2	12.6	89.5	Min.	4.8	9.3	83.9
CNU101	8.1	13.1	93.3	C.V.(%)^b	18.3	11.1	1.8
CNU102	11.0	12.5	91.2				

¹S.D. : Standard deviation ^bC.V. : Coefficient of variation

찰옥수수 110개 교잡종들의 당도 함량 변이는 4.8~11.4°Brix의 범위로 나타났고 평균 당도는 8.0°Brix로 교잡종간 당도 함량 차이는 최대 3배정도의 차이를 보였다. 찰옥수수 교잡종의 조단백질 함량의 범위는 9.3~17.1%를 보였고 평균값은 12.6%이었다.



Fig. 7. Frequency distribution of soluble solids in 110 waxy corn hybrids.

찰옥수수 110개 교잡종의 당도 함량별 분포빈도는 Fig. 7과 같다. 당도 함량의 분포를 살펴보면 4~5°Brix를 보이는 교잡종은 전체의 5%, 6~7°Brix는 51%, 8~9°Brix는 34%, 10°Brix이상이 11%로 분포되어 대부분 6~7°Brix범위에 속하였는데 가장 낮았던 교잡종은 CNU030으로 4.8°Brix를 보였고 10°Brix이상으로 높은 당도를 보인 교잡종은 CNU052 등 12개 교잡종이었다. 특히 당도가 높았던 교잡종들을 구체적으로 살펴보면 11.4°Brix로 당도가 가장 높았던 CNU071 등 8개 교잡종이 자색이었고, 노란색과 흰색은 각각 2개 교잡종으로 공시교잡종의 비율을 살펴보면 전반적으로 자색찰옥수수 교잡종들이 노란찰옥수수와 흰색찰옥수수에 비해 상대적으로 당도가 높은 경향을 보였다. 식용 풋옥수수의 당도 함량은 옥수수 식미와 관련하여 중요한 요인으로 보고(Son, 1996)된바 있으며 옥수수의 당도 함량은 종실의 생육후기로 갈수록 그 함량이 감소하는 것으로 나타났다(Kim *et al.*, 1994). 풋옥수수 상태로 이용되는 찰옥수수는 호숙기 단계에서 이용되기 때문에 호흡이나 증산 등의 생리작용으로 당이 전분으로 쉽게 전이되어 감미나 기호도가 떨어지고 생육일수가 경과함에 따라 종실의 경도가 높게 되어 질감이나 씹힘성이 저하된다. 이와 같이 찰옥수수는 풋옥수수로 이용될 경우 이화학적인 변화로 당도가 낮아지고 수확 후 품질저하가 급속히 진행됨으로 당도 함량이 높고 특수조합능력이 높은 교배친을 이용한 찰옥수수 품종육성이 매우 중요하다.

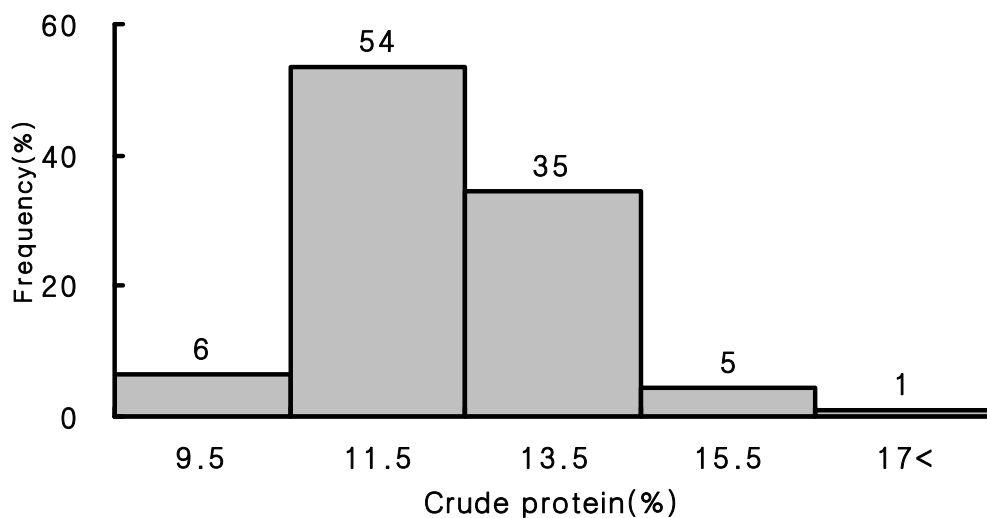


Fig. 8. Frequency distribution of crude protein content in 110 waxy corn hybrids.

찰옥수수 110개 교잡종의 조단백질 함량에 대한 분포비율은 Fig. 8과 같다. 공시된 교잡종에 대한 단백질 함량의 분포를 살펴보면 9~10%가 6%, 11~12%에서 54%, 13~14%에서 35%, 15~16%범위에서 5%였으며 17%이상의 교잡종도 1%를 나타내었다. 공시된 찰옥수수 110개 교잡종중에서 단백질 함량이 10%미만인 교잡종은 CNU043, CNU036, CNU062 등 3개 교잡종이었고, 16%이상으로 높았던 교잡종은 CNU079, CNU089 등 2개 교잡종이었다. 공시된 찰옥수수

교잡종 전체 중에서 88%가 11~14%내의 단백질 함량을 갖고 있는 것으로 나타났다. 단백질 함량이 낮은 찰옥수수 교잡종들의 양친은 매우 유용한 유전자원이 될 것으로 사료되었다.

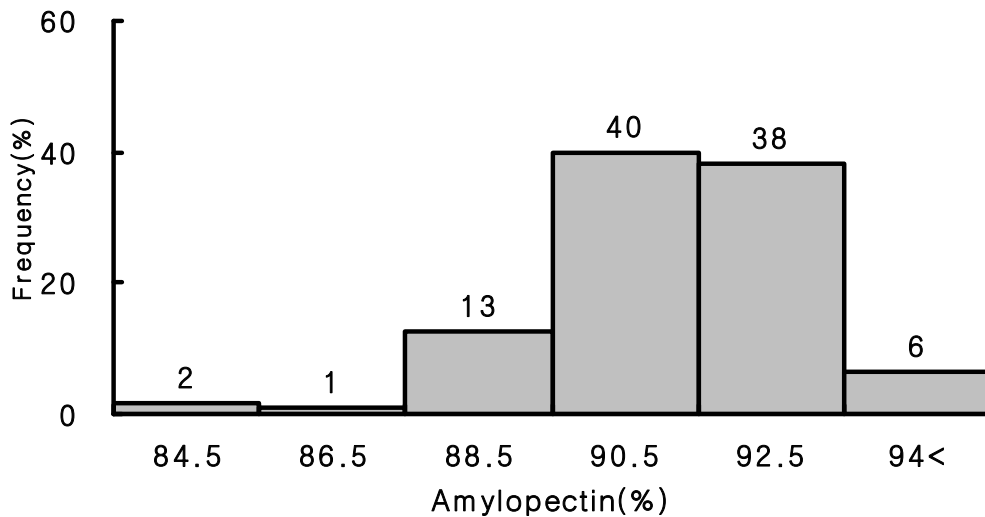


Fig. 9. Frequency distribution of amylopectin content in 110 waxy corn hybrids .

아밀로펙틴 함량에 대해 찰옥수수 110개 교잡종들의 분포비율은 Fig. 9와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 아밀로펙틴 함량이 84~85%범위 내에는 전체의 2%, 86~87%내에는 1%, 88~89% 내에는 13%, 90~91%내에는 40%, 92~93%내에는 38%가 분포하였으며 94%이상은 전체의 6%의 비율을 나타내었다. 아밀로펙틴 함량이 87%이하로 낮은 교잡종은 CNU065, CNU066, CNU077 등 3개 교잡종이었고, 94%이상의 높은 함량을 보인 교잡종은 전체 6%인 CNU052 등 7개 교잡종이었다. 전체의 78%가 89~93%의 아밀로펙틴 함량을 보였는데 이는 공시된 교잡종들의 전분이 대부분 아밀로펙틴으로 구성된 찰옥수수로서 아밀로펙틴 함량 간에는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

2) 아밀로그래프

아밀로그래프는 전분현탁액에 열을 가해 교질상태로 만들어 호화특성과 점도의 변화를 측정함으로써 식미특성 및 가공적성을 분석하는데 이용되어진다. 전분을 물과 함께 가열하면 물의 흡수와 전분의 팽윤작용으로 호화가 진행되면서 점도의 변화가 이루어지는데 이러한 점도의 변화를 최고점도(Peak), 최저점도(Hot), 최종점도(Cool), 강하점도(Breakdown), 치반점도(Setback) 그리고 응집점도(Consistency)로 구분하여 나타냈으며 찰옥수수의 아밀로그래프 특성을 비교하기 위해 공시된 각 교잡종들의 아밀로그래프 특성을 살펴보면 아래 표와 같다.

Table. Comparison of amylogram characteristics in 110 waxy corn hybrids.

Hybrids No.	Pasting temp. (°C)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency
CNU001	72.5	122	55.6	71	66.2	-51.3	14.9
CNU002	75.7	73	47.3	62	25.8	-10.9	14.9
CNU003	73.2	133	83.5	107	49.7	-25.8	24.0
CNU004	74.3	104	54.3	71	50.0	-33.1	16.9
CNU005	75.9	169	95.2	122	73.5	-46.5	27.0
CNU006	73.6	166	89.6	117	76.4	-49.3	27.1
CNU007	75.1	143	73.3	94	69.8	-49.4	20.4
CNU008	75.5	119	63.6	80	54.9	-38.1	16.9
CNU009	75.5	107	57.4	75	50.1	-32.9	17.2
CNU010	75.9	165	91.7	118	73.5	-47.6	25.9
CNU011	73.5	100	42.6	55	57.2	-44.8	12.4
CNU012	75.4	151	84.3	113	66.3	-37.2	29.1
CNU013	74.3	115	58.4	76	57.0	-38.9	18.1
CNU014	75.4	134	78.5	102	55.7	-32.4	23.3
CNU015	75.1	183	90.8	123	92.4	-60.2	32.3
CNU016	74.6	177	90.5	120	86.9	-57.5	29.4
CNU017	75.1	85	52.1	67	32.5	-17.2	15.3
CNU018	74.0	94	54.0	67	39.6	-26.3	13.3
CNU019	75.2	136	74.0	97	61.8	-38.6	23.2
CNU020	74.4	163	92.2	123	70.7	-40.3	30.4
CNU021	73.6	210	114.2	145	95.4	-65.0	30.4
CNU022	74.4	190	105.4	134	84.3	-55.2	29.1
CNU023	75.5	189	105.8	141	83.0	-47.5	35.4
CNU024	74.1	166	87.1	112	78.9	-54.2	24.7
CNU025	74.4	178	103.3	132	74.8	-46.4	28.4
CNU026	75.4	141	82.1	111	59.2	-30.1	29.0

Table. Continued.

Hybrids No.	Pasting temp. (°C)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency
CNU027	75.9	88	51.9	66	36.5	-22.8	13.7
CNU028	74.1	197	108.9	145	88.0	-51.7	36.3
CNU029	74.1	166	95.6	127	70.0	-38.6	31.4
CNU030	75.0	166	91.5	122	74.8	-43.9	30.8
CNU031	73.2	153	79.5	106	73.0	-46.6	26.4
CNU032	75.5	144	90.5	116	54.0	-28.2	25.8
CNU033	74.1	174	93.0	122	80.8	-51.6	29.2
CNU034	73.0	170	89.3	119	80.2	-50.4	29.8
CNU035	73.6	167	88.8	121	78.5	-46.3	32.2
CNU036	73.5	159	77.4	106	82.0	-53.1	28.9
CNU037	74.4	140	72.0	96	67.6	-43.9	23.7
CNU038	73.4	132	71.4	93	60.5	-38.8	21.7
CNU039	72.7	118	63.6	83	54.6	-35.1	19.5
CNU040	74.3	99	62.0	80	37.5	-19.0	18.4
CNU041	73.4	152	84.1	113	64.8	-35.8	30.4
CNU042	73.8	156	85.3	115	71.0	-41.4	29.6
CNU043	72.7	185	89.2	120	95.8	-64.5	31.2
CNU044	74.4	96	59.6	79	36.8	-17.8	19.1
CNU045	75.1	127	73.1	97	53.8	-29.6	24.2
CNU046	73.6	141	78.4	108	62.8	-33.4	29.3
CNU047	74.1	186	100.3	131	85.7	-54.9	30.8
CNU048	74.4	125	78.8	99	46.5	-26.0	20.4
CNU049	74.2	170	87.9	115	81.9	-54.9	26.9
CNU050	74.4	176	101.7	129	74.4	-47.0	27.3
CNU051	74.8	119	60.6	79	58.1	-39.5	18.6

Table. Continued.

Hybrids No.	Pasting temp. (°C)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency
CNU052	74.0	154	91.5	120	62.1	-33.3	28.8
CNU053	75.6	163	89.2	116	73.3	-46.5	26.8
CNU054	74.9	168	91.6	118	76.8	-50.4	26.4
CNU055	75.4	152	83.6	109	68.4	-42.9	25.4
CNU056	74.3	150	78.5	103	71.4	-47.2	24.2
CNU057	72.3	139	82.0	109	57.2	-29.8	27.3
CNU058	74.1	94	49.5	63	44.4	-30.7	13.7
CNU059	74.9	153	89.9	119	63.3	-33.7	29.5
CNU060	74.3	123	57.3	74	65.9	-49.2	16.7
CNU061	73.7	57	36.1	47	21.4	-10.3	11.1
CNU062	74.9	191	97.8	126	93.1	-64.6	28.6
CNU063	74.8	84	41.6	56	42.0	-27.9	14.1
CNU064	72.6	118	64.4	84	53.3	-33.3	19.9
CNU065	74.5	69	45.4	59	23.4	-9.6	13.8
CNU066	74.3	148	84.9	114	63.0	-34.2	28.9
CNU067	75.4	154	81.7	110	72.6	-44.2	28.4
CNU068	75.2	158	91.4	119	66.3	-39.0	27.3
CNU069	75.2	148	83.2	111	64.9	-37.3	27.7
CNU070	74.0	133	71.1	93	61.8	-40.3	21.5
CNU071	73.2	151	89.1	115	62.0	-36.1	25.9
CNU072	74.8	112	72.1	92	39.9	-19.7	20.1
CNU073	75.1	134	82.6	107	51.8	-27.4	24.4
CNU074	76.4	106	60.1	77	45.7	-28.4	17.3
CNU075	72.3	119	72.1	92	46.7	-26.7	19.9
CNU076	75.1	134	75.3	96	58.8	-38.4	20.3

Table. Continued.

Hybrids No.	Pasting temp. (°C)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency
CNU077	75.1	172	96.8	128	75.5	-43.9	31.6
CNU078	75.4	149	83.1	111	65.5	-38.1	27.4
CNU079	77.5	95	60.6	79	34.0	-16.1	17.9
CNU080	76.7	113	68.6	87	44.1	-25.4	18.6
CNU081	75.9	135	75.3	97	59.5	-37.7	21.8
CNU082	74.0	163	89.4	119	73.9	-44.4	29.5
CNU083	73.8	166	87.0	114	78.9	-51.4	27.5
CNU084	75.4	125	63.7	86	61.3	-38.8	22.5
CNU085	75.4	124	75.9	97	47.7	-27.0	20.7
CNU086	74.9	98	58.3	76	39.3	-21.8	17.6
CNU087	74.6	152	86.4	115	65.1	-36.6	28.5
CNU088	73.8	109	49.5	64	59.7	-45.6	14.1
CNU089	72.2	129	65.6	86	63.1	-42.2	20.8
CNU090	73.5	205	107.1	139	97.8	-66.4	31.4
CNU091	75.3	115	65.7	83	49.5	-32.1	17.4
CNU092	73.3	94	57.2	74	37.0	-20.4	16.6
CNU093	72.7	115	58.5	75	56.8	-40.1	16.8
CNU094	74.8	169	91.3	120	77.5	-48.8	28.7
CNU095	72.7	119	61.6	80	57.4	-38.8	18.6
CNU096	74.9	160	89.8	120	70.0	-40.2	29.8
CNU097	76.7	73	46.5	62	27.0	-11.1	15.9
CNU098	73.3	73	42.5	56	30.0	-17.0	13.1
CNU099	72.8	98	55.3	73	43.1	-25.9	17.3
CNU100	71.6	111	55.6	72	55.4	-38.7	16.7

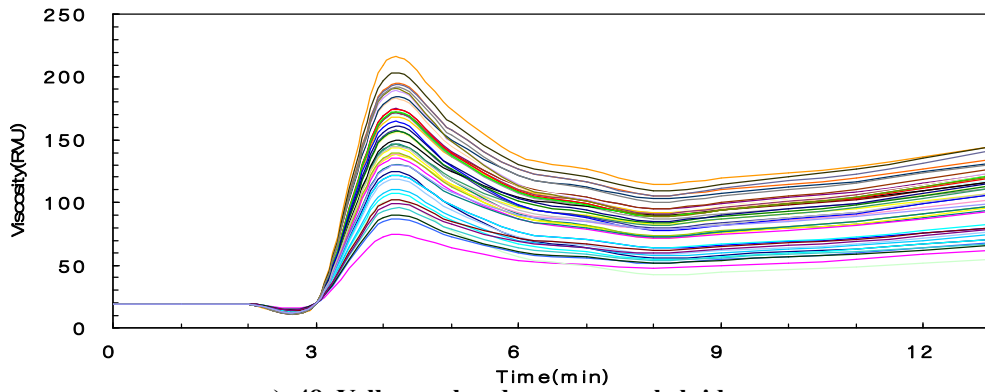
Table. Continued.

Hybrids No.	Pasting temp. (°C)	Viscosity(RVU)					
		Peak	Hot	Cool	Breakdown	Setback	Consistency
CNU101	72.5	74	43.8	57	30.1	-16.9	13.2
CNU102	73.5	111	51.5	67	59.4	-43.5	15.9
CNU103	72.7	132	72.0	92	60.0	-39.7	20.3
CNU104	73.5	120	65.5	86	54.6	-33.7	20.9
CNU105	72.8	123	64.1	83	59.1	-40.2	18.9
CNU106	73.5	101	53.7	70	47.8	-31.3	16.4
CNU107	72.7	112	62.6	80	49.0	-31.6	17.4
CNU108	71.9	79	39.7	54	39.7	-25.6	14.1
CNU109	74.7	189	99.4	128	93.3	-64.3	29.0
CNU110	73.8	112	61.7	79	50.1	-33.1	17.0
Mean.	74.3	134	73.6	98	60.1	-38.0	22.6
S.D.[↓]	1.13	33.7	18.08	23.96	17.20	12.64	63.17
Max.	77.5	210	114.2	145	97.8	-9.6	36.3
Min.	71.6	58	36.1	47	21.4	-66.4	11.1
C.V.(%)[↓]	1.4	23.6	22.8	23.1	27.3	37.5	25.2

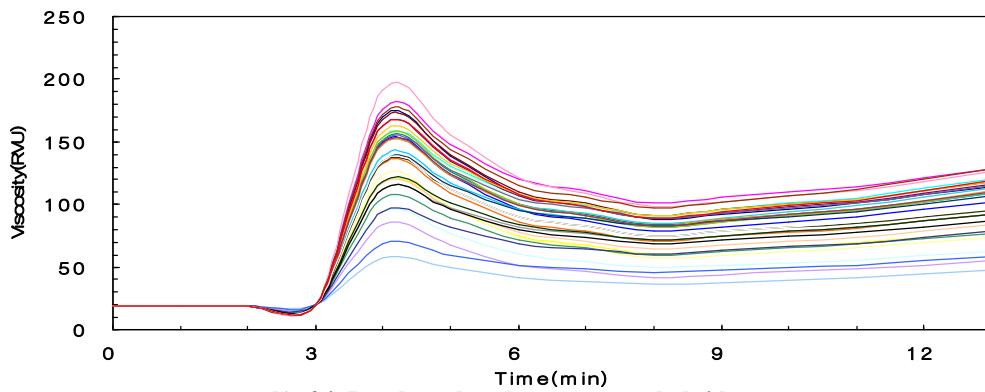
전분의 점도가 증가하기 시작하는 시점의 호화개시온도는 71.6~77.5°C의 범위로 평균 74.3°C로 교잡종간 큰 차이를 보이지 않았다. Kim *et al.*(1985)은 찹쌀, 찰보리, 찰옥수수 등 6종의 찰 전분에서 62~71°C의 범위를 나타내었고 Suh *et al.*(1995)은 일반옥수수 전분에서 73.5~74.2°C, Jung *et al.*(2005)은 찰옥수수 자식계통에서 64.5~79.1°C로 나타나 전분마다 각각 다른 양상을 보였다. 호화개시 후 온도 변화에 따라 점도 값이 변화되어지는 특성들을 살펴보면 최고점도는 58~210 RVU 범위로 평균 134 RVU 였으며 최저점도는 36.1~114.2 RVU 범위로 평균 73.6 RVU, 최종점도는 47~145 RVU 범위로 평균 98 RVU 이었다. 최고점도에서 최저점도를 뺀 강하점도는 21.4~97.8 RVU의 범위에 평균 60.1 RVU 이었고, 최종점도에서 최고점도를 뺀 값인 치반점도는 -66.4~-9.6 RVU 범위로 평균 -38.0 RVU 이었으며 최종점도에서 최저점도를 뺀 응집점도는 11.1~36.3 RVU 범위에 평균 22.6 RVU 이었다.

찰옥수수 110개 교잡종들에 대한 아밀로그래프 특성을 비교해 보면 Fig. 10과 같다. 호화개시온도는 CNU100와 CNU108이 각각 71.6과 71.9°C로 가장 낮은 온도에서 호화가 시작되었으며 교잡종중에서 CNU079가 77.5°C로 가장 높았다. 호화는 전분입자가 열에 의해 물을 흡수하여 팽윤을 시작하는 것으로서 아밀로펙틴의 긴 분지형 사슬이 호화개시온도에 영향을 주며 이들의 양이 적을수록 호화개시온도가 낮아지고 팽윤력이 더 커진다고 하였는데 식미가 우수한 품종일수록 호화온도가 낮아 기호성이 높다고 보고한 바 있다. 이와 같은 연구결과로 미루어볼 때 CNU100, CNU108 등은 상대적으로 팽윤력이 높고 식미가 좋은 것으로 판단되었으며 이와는 반대로 CNU079는 호화개시온도가 높게 나타나 전분의 팽윤력이 낮은 것으로 나타났다. Fig. 8에서도 단백질 함량이 높게 나타났던 교잡종들이 호화개시온도 역시 높게 나타났는데 단백질이 호화과정에서 전분의 팽윤을 억제하여 전분입자의 전단력에 의한 입자의 파괴 가능성을 줄였다고 하였고 Lee *et al.*(2000)과 Kim *et al.*(2008)은 단백질함량이 높을수록 호화개시온도가 높았다고 하여 본 연구결과와 일치함을 보였다. 식미가 양호한 품종들은 호화개시온도가 낮고 최고점도와 강하점도가 높고 최종점도가 낮은 것으로 보고한바 있는데 아밀로그래프 특성 중 식미와 연관성이 큰 것으로 알려진 최고점도, 최종점도 그리고 강하점도는 CNU061, CNU065 등에서 낮게 나타났으며 CNU021, CNU090, CNU062 등에서 높게 나타났다. CNU021, CNU090, CNU062 등은 다른 교잡종들에 비해 상대적으로 아밀로펙틴 함량이 높고 단백질함량이 낮았으며 호화개시온도가 낮게 나타나 아밀로그래프 특성과 이들 특성간의 관련이 깊은 것으로 나타났다. 전분특성에서 찰 전분은 메 전분 보다 팽윤력이 크기 때문에 최고점도에 쉽게 도달한다고 보고되었는데 본 실험에서도 Fig. 10에서와 같이 찰옥수수의 최고점도가 급상승하였고 최종점도가 낮은 아밀로그래프 패턴으로 나타났다. 특히 Fig. 11에서와 같이 공시된 흰찰옥수수의 경우 찰성이 낮기 때문에 노란찰옥수수와 자색찰옥수수보다 상대적으로 점도가 낮은 아밀로그래프의 형태로 나타났다.

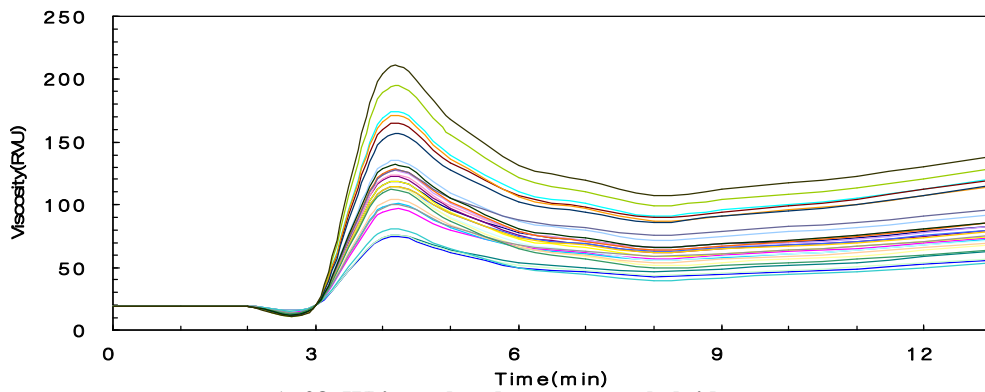
호화된 전분입자들이 온도가 낮아지면 점도가 다시 증가되어 단단해지는데 이와 같은 전분의 노화경향을 반영하는 값으로 치반점도를 나타내게 되는데 자포니카쌀에서 식미가 양호한 품종들의 치반점도가 낮은 것으로 보고한바 있다. 본 시험 결과 CNU065, CNU061, 그리고 CNU002의 치반점도 값이 -10.8~-9.6 RVU로 높아 노화진행 정도가 빠른 것으로 나타났으며 CNU021과 CNU090은 -65.0~-66.4 RVU로 낮아 노화진행이 느린 것으로 나타났다. 치반점도가 높았던 교잡종들의 단백질 함량 역시 11~14%로 높게 나타나 노화가 아밀로스나 아밀로펙틴 분자의 구조에 기인된다고 한다.



a) 48 Yellow colored waxy corn hybrids.



b) 34 Purple colored waxy corn hybrids.



c) 28 White colored waxy corn hybrids.

Fig. 11. Types of amylogram curve according to kernel color in 110 waxy corn hybrids.

찰옥수수 110개 교잡종들의 낱알색에 따른 일반성분과 아밀로그래프에 대한 비교 분석 결과는 아래 표와 같다. 낱알색별로 형질들 간에 차이를 보였는데 일반성분 중 당도는 자색찰옥수수에 서 유의하게 높았으며 조단백질과 아밀로펙틴함량은 유의차가 인정되지 않았다. 아밀로그래프에 서는 치반점도를 제외한 모든 특성에서 유의성을 보였는데 흰찰옥수수의 아밀로그래프 특성이 낮은 것으로 나타났다.

Table. Comparison of chemical composition and amylogram characters related to quality among kernel color groups in 110 waxy com hybrids.

Group	Soluble solids	Crude protein	Amylo-pectin	Pasting temp.	Peak viscosity	Hot viscosity	Cool viscosity	Break down	Setback	Consistency
Yellow	7.7 ^b	12.6 ^a	91.4 ^a	74.4 ^a	145 ^a	79.4 ^a	104 ^a	65.4 ^a	-40.6 ^a	24.8 ^a
Purple	8.5 ^a	12.8 ^a	91.3 ^a	74.7 ^a	135 ^{ab}	76.1 ^a	99 ^a	59.3 ^{ab}	-36.1 ^a	23.2 ^a
White	7.9 ^{ab}	12.5 ^a	91.9 ^a	73.7 ^b	121 ^b	65.4 ^b	85 ^b	55.7 ^b	-35.8 ^a	19.9 ^b
Grandmean	8.0	12.6	91.5	74.3	134	73.6	96	60.1	-37.5	22.6
F(2, 109)	3.64 [*]	0.49 ^{ns}	1.27 ^{ns}	6.9 ^{**}	4.8 [*]	5.9 ^{**}	6.1 ^{**}	3.2 [*]	1.9 ^{ns}	6.3 ^{**}

*, ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. ns Not significant.

Mean followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

3) 립물성분석

옥수수 낱알의 특성은 이용목적에 따라 성격이 다른데 사료용 옥수수의 경우에는 보관 및 기계수확에 의한 피해를 경감하기 위해 과피가 두껍고 단단한 것이 좋고, 식용 옥수수의 경우에는 씹을때 과피로 인한 이물감으로 인해 과피가 얇고 부드러운 것이 유리하다(Helm and Zuber, 1970; Back, 1993).

공시된 찰옥수수 110개 교잡종들의 물성관련 특성은 아래 표와 같다.

Table. Comparison of texture characteristics in 110 waxy corn hybrids.

Hybrids No.	Pericarp thickness (μm)	Hardness (g/ ϕ 5mm)	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
CNU001	50	2011	-21.0	207.0	145.2
CNU002	37	894	-6.6	99.2	49.0
CNU003	27	1340	-13.1	187.0	112.6
CNU004	58	1029	-20.6	111.0	68.8
CNU005	48	2294	-8.2	285.9	184.0
CNU006	43	1209	-20.5	145.0	89.4
CNU007	48	1445	-12.5	174.9	104.8
CNU008	55	2409	-7.6	259.2	170.1
CNU009	78	2385	-10.1	241.2	170.5
CNU010	120	2265	-11.5	242.4	178.0
CNU011	72	1757	-15.1	259.0	162.2
CNU012	55	1331	-23.1	150.6	110.3
CNU013	48	1319	-10.4	168.4	106.3
CNU014	70	1457	-12.7	161.5	116.8
CNU015	52	1421	-12.2	163.3	111.9
CNU016	52	1946	-8.6	222.7	152.0
CNU017	42	1405	-7.6	192.2	122.3
CNU018	26	1638	-19.0	227.1	167.8
CNU019	72	1187	-9.9	102.1	69.1
CNU020	53	1751	-9.5	158.6	113.9

Table. Continued.

Hybrids No.	Pericarp thickness (μm)	Hardness (g/ ϕ 5mm)	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
CNU021	37	1318	-7.7	138.7	93.5
CNU022	32	1692	-14.8	195.1	137.3
CNU023	45	1446	-9.7	143.0	85.4
CNU024	52	2318	-17.3	249.8	191.8
CNU025	36	2087	-15.3	195.9	143.4
CNU026	49	1593	-13.1	161.4	119.9
CNU027	73	2262	-7.0	220.4	162.4
CNU028	20	930	-7.2	200.3	135.8
CNU029	37	1728	-24.1	227.3	137.3
CNU030	42	1752	-13.2	163.0	101.1
CNU031	57	998	-5.2	110.8	53.1
CNU032	69	2104	-15.9	241.4	161.9
CNU033	57	1697	-11.1	190.5	116.1
CNU034	56	1905	-10.6	191.6	121.4
CNU035	56	1895	-15.0	223.2	160.9
CNU036	36	1431	-18.2	150.0	89.2
CNU037	63	1189	-18.8	120.2	84.5
CNU038	46	1283	-20.8	135.7	76.5
CNU039	62	1053	-18.8	158.4	87.1
CNU040	72	1251	-13.5	136.5	73.4
CNU041	40	1604	-9.2	192.7	121.5
CNU042	36	1615	-14.8	188.0	120.5
CNU043	37	1764	-13.5	205.1	137.9
CNU044	50	1317	-22.5	156.3	79.3
CNU045	67	1123	-19.3	122.9	71.4
CNU046	51	1207	-12.7	140.9	77.6
CNU047	60	1334	-14.8	148.6	84.0
CNU048	57	2058	-10.3	287.7	213.5
CNU049	53	1603	-24.6	171.0	138.0

Table. Continued.

Hybrids No.	Pericarp thickness (μm)	Hardness (g/ ϕ 5mm)	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
CNU050	60	1541	-13.7	163.2	96.0
CNU051	65	643	-16.2	82.9	54.8
CNU052	36	1291	-14.2	163.7	112.7
CNU053	64	1910	-18.8	178.9	118.7
CNU054	61	1619	-15.5	152.1	106.1
CNU055	36	1506	-12.1	162.7	103.5
CNU056	67	1769	-9.6	216.8	128.3
CNU057	52	919	-10.3	102.5	57.1
CNU058	28	922	-5.8	104.5	62.9
CNU059	34	1525	-23.5	158.8	116.2
CNU060	60	1608	-15.3	199.0	143.6
CNU061	56	1248	-9.1	156.8	106.7
CNU062	60	1008	-8.9	109.4	73.7
CNU063	51	916	-15.8	113.4	69.8
CNU064	74	1782	-7.9	198.2	107.5
CNU065	60	1293	-2.8	147.4	77.1
CNU066	78	1460	-10.3	177.0	110.8
CNU067	54	1312	-12.9	152.1	104.4
CNU068	54	2311	-10.7	245.7	175.8
CNU069	52	1038	-16.7	121.9	70.8
CNU070	70	1386	-23.4	139.2	91.2
CNU071	70	1263	-10.0	134.6	70.5
CNU072	49	1678	-12.8	175.7	100.5
CNU073	73	2014	-12.9	221.0	199.7
CNU074	70	2002	-12.5	208.1	128.1
CNU075	66	880	-9.3	106.1	62.5
CNU076	78	1551	-8.7	159.3	91.6
CNU077	56	964	-8.8	120.6	70.7
CNU078	62	1356	-8.1	150.9	86.0

Table. Continued.

Hybrids No.	Pericarp thickness (μm)	Hardness (g/ ϕ 5mm)	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
CNU079	78	2274	-9.1	232.2	147.2
CNU080	110	2115	-10.8	245.1	167.8
CNU081	108	2212	-8.6	263.6	165.6
CNU082	53	1707	-9.0	184.5	123.6
CNU083	59	1082	-8.3	119.5	71.1
CNU084	51	1691	-29.5	218.1	168.7
CNU085	59	1465	-17.0	160.1	107.2
CNU086	29	1712	-15.1	204.2	129.9
CNU087	37	1281	-20.3	133.7	84.4
CNU088	58	897	-7.7	100.7	49.9
CNU089	43	626	-11.4	96.0	65.9
CNU090	31	1127	-9.9	126.4	71.6
CNU091	36	1262	-14.2	133.1	86.7
CNU092	54	917	-23.8	141.0	90.8
CNU093	55	757	-21.3	93.1	53.4
CNU094	62	1175	-10.9	150.0	80.8
CNU095	52	1223	-26.5	158.8	109.2
CNU096	55	962	-10.7	117.9	72.5
CNU097	39	1465	-3.6	145.1	91.9
CNU098	53	1032	-11.2	162.9	107.7
CNU099	30	1325	-14.6	149.2	87.8
CNU100	25	719	-18.2	98.2	64.1
CNU101	32	801	-10.5	106.1	64.2
CNU102	71	1050	-8.5	142.8	76.4
CNU103	52	592	-19.1	115.0	75.0
CNU104	28	779	-17.8	94.6	54.8
CNU105	39	997	-11.1	122.1	72.3
CNU106	47	822	-9.4	81.6	40.0
CNU107	30	986	-21.8	138.7	76.3
CNU108	41	1425	-14.6	153.0	97.1

Table. Continued.

Hybrids No.	Pericarp thickness (μm)	Hardness (g/ ϕ 5mm)	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
CNU109	45	1195	-11.4	141.3	88.5
CNU110	70	1582	-17.4	193.6	121.2
Mean.	53	1,437	-13.5	165	107
S.D. ¹	7.0	442.0	5.29	47.4	37.9
Max.	120	2,409	-2.8	288	214
Min.	20	592	-29.5	82	40
C.V.(%) ²	30.9	27.9	39.1	26.7	33.3

¹S.D. : Standard deviation ²C.V. : Coefficient of variation

공시된 교잡종들의 과피의 두께는 20~120 μm 범위로 평균 53 μm 이었다. 경도는 592~2,409g 범위로 평균 1,437g을 나타냈으며 점착성은 -29.5~-2.8 범위에 평균 -13.5이었다. 검성은 82~288 범위에 평균 165이었으며 씹힘성은 40~214 범위로 평균 107로 나타났다. 이와 같이 과피의 두께 뿐만 아니라 물성 등의 변이가 현저한 차이를 보여 교잡종들 간에 차이가 큰 것으로 나타났으며 이용목적에 따라 특수조합능력이 우수한 교잡종을 선발하는 것이 효과적일 것으로 판단되었다.

본 시험에 공시된 찰옥수수 교잡종들의 과피의 두께분포는 Fig. 12와 같다. 전체 교잡종 중 과피의 두께가 51~60 μm 인 것이 전체 31%로 가장 많았고, 30 μm 이하로 나타난 교잡종은 과피가 가장 얇은 CNU028의 20 μm 를 포함해서 전체 6%로 나타났으며 100 μm 이상도 전체 3%가 분포되어 있었다. Cha *et al.*(2000)은 흰찰옥수수가 24.1~97.5 μm 범위로 검정찰과 노란찰옥수수 23.0~65.6 μm 범위 보다 큰 변이를 보였으며 전체의 73.2%가 51~80 μm 범위에 속해 과피의 두께도 높은 쪽에 폭넓게 분포한다고 보고하였다. 본 연구결과에서는 노란찰옥수수가 20~120 μm 의 범위로 변이 폭이 크게 나타났고 자색찰옥수수에서는 전체의 85%가 50 μm 이상으로 나타나 흰찰과 노란찰옥수수에 비해 과피의 두께가 높은 쪽에 분포되어 있는 것으로 나타났다.

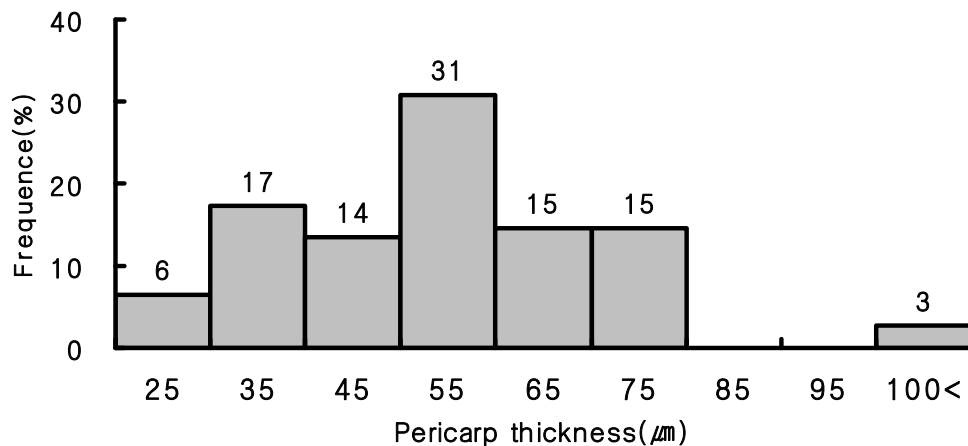


Fig. 12. Frequency distribution of pericarp thickness in 110 wax corn hybrids.

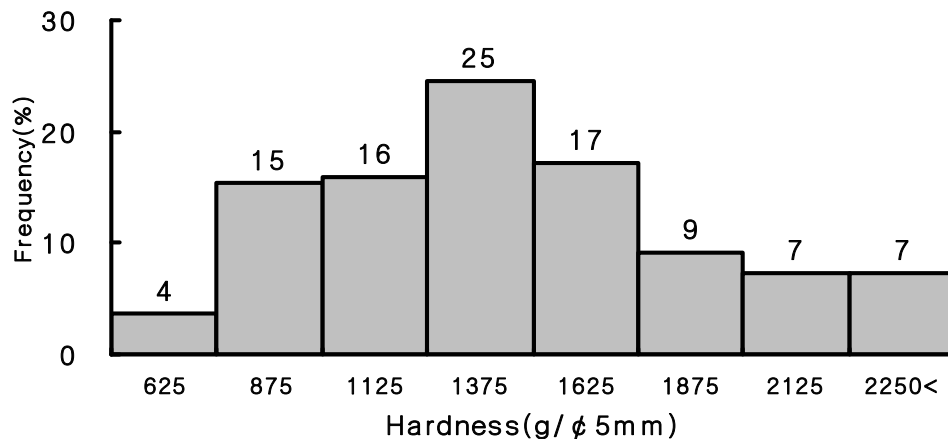


Fig. 13. Frequency distribution of hardness in 110 wax corn hybrids.

Fig. 13에서와 같이 공시된 찰옥수수 110개 교잡종들의 경도는 1,251~1,500g인 것이 25%로 가장 많았고, 경도가 750g이하로 낮았던 교잡종은 CNU100, CNU051, CNU089, CNU103 등이었으며 그중 CNU103이 592g으로 가장 낮은 값을 보였다. 또한 경도가 2,251g이상을 보였던 교잡종도 CNU027 등 전체의 7%를 차지하였다. 경도가 상대적으로 낮았던 교잡종들의 상당수가 흰찰옥수수였으며 전체 68%가 1,250g이하에 분포되어 낮은 경도를 보였다.

찰옥수수 110개 교잡종들의 낱알색에 따른 물성관련 특성에 대한 비교분석 결과는 아래 표와 같다. 낱알 색깔별로 부착성을 제외한 물성관련 형질들 간에는 고도의 유의성이 인정되었다. 자색찰옥수수의 과피 두께와 경도, 검성, 씹힘성이 높은 값을 나타내었으며 흰찰옥수수는 상대적으로 낮은 값을 보였다.

Table. Comparison of variance of texture characters related to quality among kernel color groups in 110 waxy corn hybrids.

Group	Pericarp thickness	Hardness	Adhesiveness	Gumminess	Chewiness
Yellow	52 ^b	1,593 ^a	-13.6 ^a	182.4 ^a	119.6 ^a
Purple	62 ^a	1,489 ^a	-12.3 ^a	165.3 ^a	107.0 ^a
White	46 ^b	1,105 ^b	-14.9 ^a	135.6 ^b	84.3 ^b
Grand mean	53	1,396	-13.6	161.1	103.6
F(2, 109)	7.8 ^{**}	13.7 ^{**}	1.8 ^{ns}	10.0 ^{**}	8.8 ^{**}

*, ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. ns Not significant.

Mean followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

2. 선발 자식계통 교잡종의 식미관련 특성 평가

유색 찰옥수수의 식미관련 특성으로 이삭 과피와 당함량이 주요한 원인으로 지적되고 있다. Jung(2005), Lee(2009)등은 과피두께가 식미에 미치는 영향이 크며, 당의 다량함유 및 과피 두께가 얇은 것이 유리하다고 보고한 바 있다. 공시 교잡종에서 씹힘성에 직접적인 영향을 미치는 과피는 각각 노지와 온실에서 평균 50 μ m, 48.8 μ m 였다.

Table. Mean values for sugar content and pericarp thickness of waxy corn hybrids used in the experiment(Field, 2011)

Characters Hybrds	Sugar content (brix%)	Pericarp thickness (μ m)	Characters Hybrds	Sugar content (brix%)	Pericarp thickness (μ m)
CNU11H-1	11.6 \pm 0.1	48 \pm 1.0	Chalok 1	13.1 \pm 0.4	59 \pm 1.0
CNU11H-2	11.0 \pm 0.7	52 \pm 2.0	Daehakchal	13.6 \pm 0.1	46 \pm 0.0
CNU11H-4	13.2 \pm 0.4	42 \pm 1.0	Daehakchal Gold	13.0 \pm 0.1	51 \pm 1.0
CNU11H-8	18.4 \pm 0.8	49 \pm 0.0	Mean	13.8	49.6
CNU11H-11	15.9 \pm 0.9	58 \pm 2.0	LSD(5%)	0.8	1.4
CNU11H-29	12.9 \pm 1.4	49 \pm 1.0	CV(%)	18.5	9.6

Table. Cont'd(Green house, 2011)

Characters Hybrds	Sugar content (brix%)	Pericarp thickness (μ m)	Characters Hybrds	Sugar content (brix%)	Pericarp thickness (μ m)
CNU11H-3	14.2 \pm 0.0	39 \pm 0.0	CNU11H-63	17.2 \pm 0.2	54 \pm 3.6
CNU11H-6	12.4 \pm 0.2	55 \pm 0.1	CNU11H-69	13.6 \pm 0.0	46 \pm 0.0
CNU11H-12	14.0 \pm 0.7	43 \pm 7.2	CNU11H-73	16.0 \pm 0.1	53 \pm 0.5
CNU11H-17	16.7 \pm 1.2	45 \pm 4.6	CNU11H-75	18.8 \pm 0.4	66 \pm 2.0
CNU11H-19	14.6 \pm 0.2	59 \pm 0.8	CNU11H-91	14.0 \pm 0.2	39 \pm 1.8
CNU11H-28	14.5 \pm 0.3	48 \pm 4.8	Ilmchal	17.6 \pm 0.3	53 \pm 0.5
CNU11H-31	18.3 \pm 0.3	56 \pm 0.0	Chalok 1	14.4 \pm 0.4	40 \pm 1.0
CNU11H-34	14.6 \pm 1.2	54 \pm 0.8	Daehakchal	17.1 \pm 0.2	39 \pm 0.5
CNU11H-38	15.5 \pm 0.3	32 \pm 1.0	Daehakchal Gold	12.5 \pm 0.2	59 \pm 0.5
CNU11H-39	13.1 \pm 0.7	38 \pm 1.0	Mean	15.2	50
CNU11H-48	16.1 \pm 0.0	63 \pm 2.0	LSD(5%)	0.6	3.4
CNU11H-53	15.5 \pm 0.3	63 \pm 0.5	CV(%)	10.9	18.7
CNU11H-59	15.6 \pm 0.3	48 \pm 3.3			

당도는 노지와 온실 각각 평균 14brix, 15brix로 나타났다. 교잡종 중 노지에서 CNU11H-8과 온실의 CNU11H-17, CNU11H-31, CNU11H-75가 연농 1호 보다 높은 17brix 이상의 높은 당도가 나타났다.

과피와 당도는 공시된 대부분의 교잡종이 평균적으로 고르게 나타났으며, 노지에서는 CNU11H-4는 공시 교잡종 중 과피가 42 μ m로 가장 얇았으며 당함량 또한 13.2brix로 높게 나

타났고, 온실에서는 CNU11H-38은 과피가 32 μ m, 당함량은 15.5brix로 나타냈으며, 이 두 교잡종은 우수한 유색 옥수수 품종으로 개발이 유리할 것으로 판단된다.

2. 기능성 관련 항산화성 분석

2년차 2009년~2010년

□ 항산화성 분석

일반적으로 녹황색 농산물이 무색보다 기능성 물질이 다량 함유하고 있다고 보고되고 있는데 유색 찰옥수수에 대한 항산화성이 일반 무색 옥수수에 비해 항산화성 물질인 SOD활성, DPPH 소거능, XO활성 등에서 우수하다고 보고 한바 있으며, Lee *et al.*(2006), Lee *et al.*(2005), Shin(1995), Frankel(1996) 역시 같은 보고를 하였다. 본 실험 역시 육성종에 대한 기능성 물질로 DPPH 소거능에 의한 항산화성에 대하여 결과를 보면 그림 3과 같다. 시료의 농도를 각각 50ppm, 25ppm으로 하여 실험한 결과이다. 이들 모든 농도에서 CNU08H-15와 CNU08H-69 교잡종이 가장 높은 DPPH값을 보였고 이어서 CNU08H-15, CNU08H-32, CNU08H-39, CNU08H-69, CNU08H-71, CNU08H-h39 CNU08H-h105, 대학찰골드가 높은 편이었다. 이들 교잡종의 공통점은 대부분이 유색 찰옥수수인 것으로 나타났다. 그림 3에서 DPPH 자유 라디칼에 대한 전자 공여능을 측정할 EDA 값이 25% 이하로 나타나 Lee *et al.*(2006)이 보고한 값과 크게 다르게 나타났는데 이러한 결과는 분석하고자 하는 시료의 농도가 각기 다르게 취해진 결과라고 판단되며, 무색보다 유색옥수수에서 EDA값이 높은 결과는 일치하였다.

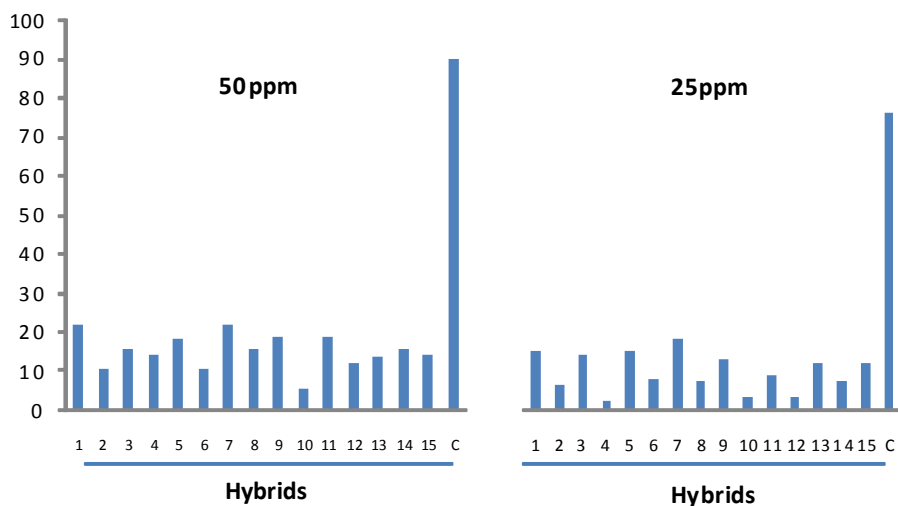


Fig. 3. DPPH scavenging effect on the developed waxy corn hybrids used in this study.

Remarks : 1 CNU08H-15 2 CNU08H-31 3 CNU08H-32 4 CNU08H-35
 5 CNU08H-39 6 CNU08H-41 7 CNU08H-69 8 CNU08H-71
 9 CNU08H-h39 10 CNU08H-h102 11 CNU08H-h105 12 CNU08H-h121
 C1 Ilmichal C2 Yeonmongchal C3 Daehakchal Gold 1

1. 기능성 성분함량

□ 카르티노이드 (Carotenoid)

보통 색소 등의 성분함량 추출은 HPLC분석법을 많이 이용하지만 여러 단계를 거쳐 추출하여 분석하는 방법으로 분석결과는 정확하나 복잡한 전처리를 과정을 거쳐야하므로 본 실험은 Handelman(1996)법에 의한 spectro-photometer를 이용하여 분광분석법으로 카로티노이드의 높은 흡수를 나타내는 450nm파장에서 분석하였다. 카로티노이드는 자연계에 널리 분포하는 대표적인 천연색소로서 붉은색과 주황색을 띠는 작물에 많이 함유되어 있어 찰옥수수 110개의 교잡종 중 노란색을 띠는 48개 찰옥수수교잡종과 대조구로 흰색의 연농 1호, 노란색의 대학찰골드 1호를 이용하였으며 카로티노이드의 함량을 분석한 결과는 Table 12와 같다. 카로티노이드 함량은 2.2~18.1mg/100g 범위로 교잡종들의 대부분이 5.0~8.0mg/100g 범위에 카로티노이드 함량을 보이는 것으로 나타났다. CNU016이 2.2mg/100g로 가장 낮은 값을 보였으며 CNU006, CNU010, CNU017, CNU022, CNU026, CNU029 및 CNU048 등은 10mg/100g이상으로 높았는데 그 중 CNU029가 18.1mg/100g로 매우 높은 값을 보여 카로티노이드 색소함량이 높은 것으로 나타났다. 대조구로 사용된 흰색의 연농 1호는 3.1mg/100g로 낮은 값을 나타내었고 노란색으로는 유일한 국내 찰옥수수 육성품종인 대학찰골드 1호에서는 8.1mg/100g으로 나타났다.

Table. Comparison of carotenoid content in 48 yellow waxy com hybrids.

Hybrids No.	Absorbance (450nm)	Carotenoid content (mg/100g)	Kemel color	Hybrids No.	Absorbance (450nm)	Carotenoid content (mg/100g)	Kemel color
CNU001	0.264	5.3	Yellow	CNU026	0.570	11.4	Yellow
CNU002	0.450	9.0	Yellow	CNU027	0.473	9.4	Yellow
CNU003	0.468	9.3	Yellow	CNU028	0.388	7.7	Yellow
CNU004	0.300	6.0	Yellow	CNU029	0.906	18.1	Yellow
CNU005	0.281	5.6	Yellow	CNU030	0.413	8.2	Yellow
CNU006	0.522	10.4	Yellow	CNU031	0.275	5.5	Yellow
CNU007	0.261	5.2	Yellow	CNU032	0.402	8.0	Yellow
CNU008	0.458	9.1	Yellow	CNU033	0.210	4.2	Yellow
CNU009	0.347	6.9	Yellow	CNU034	0.289	5.8	Yellow
CNU010	0.582	11.6	Yellow	CNU035	0.375	7.5	Yellow
CNU011	0.474	9.5	Yellow	CNU036	0.264	5.3	Yellow
CNU012	0.421	8.4	Yellow	CNU037	0.294	5.9	Yellow
CNU013	0.317	6.3	Yellow	CNU038	0.282	5.6	Yellow
CNU014	0.295	5.9	Yellow	CNU039	0.301	6.0	Yellow
CNU015	0.483	9.6	Yellow	CNU040	0.174	3.5	Yellow
CNU016	0.111	2.2	Yellow	CNU041	0.251	5.0	Yellow
CNU017	0.517	10.3	Yellow	CNU042	0.319	6.4	Yellow
CNU018	0.175	3.5	Yellow	CNU043	0.202	4.0	Yellow
CNU019	0.409	8.2	Yellow	CNU044	0.275	5.5	Yellow
CNU020	0.411	8.2	Yellow	CNU045	0.256	5.1	Yellow
CNU021	0.188	3.8	Yellow	CNU046	0.253	5.1	Yellow
CNU022	0.647	12.9	Yellow	CNU047	0.281	5.6	Yellow
CNU023	0.410	8.2	Yellow	CNU048	0.512	10.2	Yellow
CNU024	0.427	8.5	Yellow	Daehakchalgold 1	0.405	8.1	Yellow
CNU025	0.306	6.1	Yellow	Yeonngong 1	0.155	3.1	White

□ 안토시아닌 (Anthocyanin)

안토시아닌 색소는 검량파장 530nm에서 높은 흡수를 나타내는 것으로 검정찰옥수수 종실에서 5종의 색소가 분리되었는데 주요색소는 cyanidin-3-glucoside로 안토시아닌색소 함량이 높은 것으로 보고한바 있다. 최대흡수를 보이는 530nm파장에서 Spectrophotometer를 이용한 분광분석법으로 자색을 띠는 34개 자색찰옥수수교잡종과 대조구로 자색의 흑진주찰, 흰색의 연농 1호를 이용해 안토시아닌함량을 분석한 결과는 Table 13와 같다. 안토시아닌 함량은 카로티노이드와 같이 교잡종간의 다양한 차이를 보였는데 0.27~1.56mg/g 범위로 공시된 교잡종들의 안토시아닌 함량은 주로 0.4~0.6mg/g범위에 속해 있는 것으로 나타났다. 안토시아닌 함량이 가장 작았던 교잡종은 CNU064로 0.27mg/g을 나타내었고 1.0mg/g이상으로 높게 나타났던 교잡종은 CNU051 등 11개 교잡종이었다. 그 중 CNU055가 1.45mg/g로 가장 높은 값을 나타내었는데 대조구로 사용된 자색의 흑진주찰옥수수 1.56mg/g과 비슷한 값을 보여 흑진주찰옥수수와 더불어 CNU055의 안토시아닌 색소 함량은 높은 것으로 해석되었으며 반면에 흰찰옥수수인 연농 1호는 0.16mg/g으로 나타나 안토시아닌 함량이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

Table. Comparison of anthocyanin content in 34 Purple waxy corn hybrids.

Hybrids No.	Absorbance (530nm)	Anthocyanin content (mg/g)	Kernel color	Hybrids	Absorbance (530nm)	Anthocyanin content (mg/g)	Kernel color
CNU049	0.340	0.69	Purple	CNU067	0.249	0.51	Purple
CNU050	0.360	0.73	Purple	CNU068	0.477	0.97	Purple
CNU051	0.611	1.24	Purple	CNU069	0.284	0.58	Purple
CNU052	0.180	0.37	Purple	CNU070	0.248	0.51	Purple
CNU053	0.648	1.32	Purple	CNU071	0.652	1.33	Purple
CNU054	0.556	1.13	Purple	CNU072	0.271	0.55	Purple
CNU055	0.711	1.45	Purple	CNU076	0.273	0.56	Purple
CNU056	0.681	1.39	Purple	CNU074	0.551	1.12	Purple
CNU057	0.561	1.14	Purple	CNU075	0.453	0.92	Purple
CNU058	0.380	0.77	Purple	CNU076	0.357	0.73	Purple
CNU059	0.636	1.30	Purple	CNU077	0.611	1.24	Purple
CNU060	0.281	0.57	Purple	CNU078	0.584	1.19	Purple
CNU061	0.273	0.56	Purple	CNU079	0.245	0.50	Purple
CNU062	0.445	0.91	Purple	CNU080	0.312	0.64	Purple
CNU063	0.240	0.49	Purple	CNU081	0.451	0.92	Purple
CNU064	0.135	0.27	Purple	CNU082	0.185	0.38	Purple
CNU065	0.304	0.62	Purple	Heukjinjuchal	0.765	1.56	Purple
CNU066	0.319	0.65	Purple	Yeonngong 1	0.080	0.16	White

□ 항산화 활성(Antioxidant)

찰옥수수 110개 교잡종중 주요생육 및 이화학적특성들이 양호했던 찰옥수수교잡종으로 노란찰옥수수 7개, 자색 4개, 흰색 6개 등 총 17개의 찰옥수수 교잡종들의 항산화 활성을 측정한 결과는 Table 14과 같다. 찰옥수수 교잡종들의 항산화 활성은 Hydroxy radical을 50% 억제하는데 필요한 시료의 농도(IC50)로 나타내었고, 대조구로 노란찰옥수수인 대학찰골드 1호, 자색찰옥수수인 흑진주찰, 흰찰옥수수인 연농 1호를 사용하였다. 아래 표에 나타난 바와 같이 3.3~15.3mg/ml 범위로 교잡종간에 Hydroxy radical 소거활성의 차이를 보였으며 노란찰옥수수와

자색찰옥수수의 소거활성이 높은 것으로 분석되었다. 특히 자색찰옥수수의 소거활성이 높았는데 CNU071의 IC₅₀값이 3.3mg/ml로 대조구인 흑진주찰의 4.4mg/ml보다도 Hydroxy radical을 50%억제하는데 필요한 시료의 농도가 더 낮아 소거활성이 높은 것으로 나타났다. 반면에 흰찰옥수수는 대조구인 연농 1호를 포함해 9.4~15.3mg/ml을 보여 상대적으로 항산화 활성이 낮은 것으로 나타났다.

Table. Comparison of hydroxyl radical scavenging activity of methanol extracts of 17 selected hybrids.

Hybrids No.	Hydroxyl radical scavenging activity(IC ₅₀)		Kernel color	Hybrids No.	Hydroxyl radical scavenging activity(IC ₅₀)		Kernel color
	(ppm)	(mg/ml)			(ppm)	(mg/ml)	
CNU018	7,319	7.3	Yellow	CNU071	3,337	3.3	Purple
CNU029	5,236	5.2	Yellow	CNU092	12,284	12.3	White
CNU036	5,521	5.5	Yellow	CNU095	12,327	12.3	White
CNU037	5,178	5.2	Yellow	CNU096	9,360	9.4	White
CNU039	5,001	5.0	Yellow	CNU097	12,591	12.6	White
CNU042	5,521	5.5	Yellow	CNU099	15,343	15.3	White
CNU043	9,298	9.3	Yellow	CNU101	12,791	12.8	White
CNU051	4,531	4.5	Purple	Daehachal Gold 1	5,338	5.3	Yellow
CNU059	5,254	5.3	Purple	Heukjinjuchal	4,408	4.4	Purple
CNU062	4,384	4.4	Purple	Yeonngong 1	10,586	10.6	White

4년차 2011년~2012년

1. 기능성 성분함량

□ 카르티노이드(Carotenoid)

보통 색소 등의 성분함량 추출은 HPLC분석법을 많이 이용하지만 여러 단계를 거쳐 추출하여 분석하는 방법으로 분석결과는 정확하나 복잡한 전처리를 과정을 거쳐야하므로 본 실험은 Handelman(1996)법에 의한 spectro-를 이용하여 분광분석법으로 카로티노이드의 높은 흡수를 나타내는 450nm파장에서 분석하였다. 카로티노이드는 자연계에 널리 분포하는 대표적인 천연 색소로서 붉은색과 주황색을 띠는 작물에 많이 함유되어 있어 찰옥수수 110개의 교잡종 중 노란색을 띠는 48개 찰옥수수교잡종과 대조구로 흰색의 연농 1호, 노란색의 대학찰골드 1호를 이용하였으며 카로티노이드의 함량을 분석한 결과는 아래 표와 같다. 카로티노이드 함량은 2.2~18.1mg/100g 범위로 교잡종들의 대부분이 5.0~8.0mg/100g 범위에 카로티노이드 함량을 보이는 것으로 나타났다. CNU016이 2.2mg/100g로 가장 낮은 값을 보였으며 CNU006, CNU010, CNU017, CNU022, CNU026, CNU029 및 CNU048 등은 10mg/100g 이상으로 높았는데 그 중 CNU029가 18.1mg/100g로 매우 높은 값을 보여 카로티노이드 색소함량이 높은 것으로 나타났다. 대조구로 사용된 흰색의 연농 1호는 3.1mg/100g로 낮은 값을 나타내어 Seo *et al.*(1999)이 옥수수의 카로티노이드는 주로 낱알 색깔이 노란옥수수에서 검출되며 높은 흡광도 값을 보인다는 결과와 일치하였다. 노란색으로는 유일한 국내 찰옥수수 육성품종인 대학찰골드 1호(Lee *et al.*, 2009)에서는 8.1mg/100g으로 나타났다. 카로티노이드는 비타민 A의 전구체로 β

-carotene은 당근과 같은 녹황색채소에 많으며 lycopene은 토마토에 많아 심장동맥경화와 여러 가지 암의 발생을 억제하고 항산화력이 뛰어난 것으로 알려져 있다(Lambert *et al.*, 1990; Mayne, 1996). 이러한 카로티노이드 성분함량이 높은 기능성 찰옥수수는 영양성 뿐만 아니라 기능성도 우수하여 카로티노이드 성분함량이 높은 노란찰옥수수 품종육성이 이루어져야 할 것이다.

Table. Comparison of carotenoid content in 48 yellow waxy corn hybrids.

Hybrids No.	Absorbance (450nm)	Carotenoid content (mg/100g)	Kernel color
CNU001	0.264	5.3	Yellow
CNU002	0.450	9.0	Yellow
CNU003	0.468	9.3	Yellow
CNU004	0.300	6.0	Yellow
CNU005	0.281	5.6	Yellow
CNU006	0.522	10.4	Yellow
CNU007	0.261	5.2	Yellow
CNU008	0.458	9.1	Yellow
CNU009	0.347	6.9	Yellow
CNU010	0.582	11.6	Yellow
CNU011	0.474	9.5	Yellow
CNU012	0.421	8.4	Yellow
CNU013	0.317	6.3	Yellow
CNU014	0.295	5.9	Yellow
CNU015	0.483	9.6	Yellow
CNU016	0.111	2.2	Yellow
CNU017	0.517	10.3	Yellow
CNU018	0.175	3.5	Yellow
CNU019	0.409	8.2	Yellow
CNU020	0.411	8.2	Yellow
CNU021	0.188	3.8	Yellow
CNU022	0.647	12.9	Yellow
CNU023	0.410	68.2	Yellow
CNU024	0.427	8.5	Yellow
CNU025	0.306	6.1	Yellow

Table. Continued.

Hybrids No.	Absorbance (450nm)	Carotenoid content (mg/100g)	Kernel color
CNU026	0.570	11.4	Yellow
CNU027	0.473	9.4	Yellow
CNU028	0.388	7.7	Yellow
CNU029	0.906	18.1	Yellow
CNU030	0.413	8.2	Yellow
CNU031	0.275	5.5	Yellow
CNU032	0.402	8.0	Yellow
CNU033	0.210	4.2	Yellow
CNU034	0.289	5.8	Yellow
CNU035	0.375	7.5	Yellow
CNU036	0.264	5.3	Yellow
CNU037	0.294	5.9	Yellow
CNU038	0.282	5.6	Yellow
CNU039	0.301	6.0	Yellow
CNU040	0.174	3.5	Yellow
CNU041	0.251	5.0	Yellow
CNU042	0.319	6.4	Yellow
CNU043	0.202	4.0	Yellow
CNU044	0.275	5.5	Yellow
CNU045	0.256	5.1	Yellow
CNU046	0.253	5.1	Yellow
CNU047	0.281	5.6	Yellow
CNU048	0.512	10.2	Yellow
Daehakchalgold 1	0.405	8.1	Yellow
Yeonngong 1	0.155	3.1	White

□ 안토시아닌 (Anthocyanin)

안토시아닌 색소는 검량파장 530nm에서 높은 흡수를 나타내는 것으로 보고하였으며 Kim *et al.*(1999)은 검정찰옥수수 종실에서 5종의 색소가 분리되었는데 주요색소는 cyanidin-3-glucoside로 안토시아닌색소 함량이 높은 것으로 보고한바 있다. 최대흡수를 보이는 530nm파장에서 Spectrophotometer를 이용한 분광분석법으로 자색을 띠는 34개 자색찰옥수수교잡종과 대조구로 자색의 흑진주찰, 흰색의 연농 1호를 이용해 안토시아닌함량을 분석한 결과는 Table 15와 같다.

안토시아닌 함량은 카로티노이드와 같이 교잡종간의 다양한 차이를 보였는데 0.27~1.56mg/g 범위로 공시된 교잡종들의 안토시아닌 함량은 주로 0.4~0.6mg/g범위에 속해 있는

것으로 나타났다. 안토시아닌 함량이 가장 작았던 교잡종은 CNU064로 0.27mg/g을 나타내었고 1.0mg/g이상으로 높게 나타났던 교잡종은 CNU051 등 11개 교잡종이었다. 그 중 CNU055가 1.45mg/g로 가장 높은 값을 나타내었는데 대조구로 사용된 자색의 흑진주찰옥수수 1.56mg/g과 비슷한 값을 보여 흑진주찰옥수수와 더불어 CNU055의 안토시아닌 색소 함량은 높은 것으로 해석되었으며 반면에 흰찰옥수수인 연농 1호는 0.16mg/g으로 나타나 안토시아닌 함량이 상대적으로 낮은 것을 알 수 있었다. Choi(2002)는 유색미 수집계통들의 색소 차이가 최대흡광도를 보인 품종일수록 진한 자색을 띄었고 흡광도 값이 작아질수록 적색내지 적갈색을 나타내었으며 대조품종으로 사용된 일반계 품종에서는 색소가 전혀 검출되지 않았다고 하였는데, 본 연구결과 상대적으로 흡광도 값이 높았던 교잡종들이 짙은 자색의 낱알색을 띠고 있는 것으로 나타났다. Chung *et al.*(1997)은 찰옥수수 교잡종의 호분층에 자색이 나타나는 것은 A1, C1, R 3개의 비대립유전자가 보족유전자들의 작용에 의해 호분층의 색깔에 관여한다고 보고 하였으며, Kim(2010)은 서로 다른 조직의 안토시아닌 합성을 조절하는 R과 P1 유전자가 상호작용하여 전혀 다른 조직인 종피의 안토시아닌 합성을 조절한다고 하였다. 또한 Romina *et al.*(2007)이 자색의 옥수수 종질은 cyanidin-3-glucoside, pelargonidin-3-glucoside, peonidin-3-glucoside의 안토시아닌 화합물로 이루어져 있다한 보고처럼 안토시아닌 색소 함량이 1.00 이상으로 높게 나타났던 CNU051 등의 자색찰옥수수 교잡종은 안토시아닌 색소함량이 높아 고기능성 옥수수 품종육성에 좋은 소재가 될 것으로 사료된다. 채소와 곡물 등에 함유되어 있는 안토시아닌의 항산화, 항암 그리고 항증식성이 알려지면서 블랙푸드에 대한 관심이 높아지고 있다. 지금까지 유색미, 유색콩, 감자 및 berry류 등의 안토시아닌 연구가 이루어져 왔는데 옥수수 또한 높은 안토시아닌을 함유하고 있어 흡광도 분석을 통한 안토시아닌 함량의 예측은 기능성 성분이 높은 찰옥수수 품종육종을 위해서 중요한 정보로 활용될 것으로 판단되어 진다.

Table. Comparison of anthocyanin content in 34 purple waxy corn hybrids.

Hybrids No.	Absorbance (530nm)	Anthocyanin content (mg/g)	Kernel color
CNU049	0.340	0.69	Purple
CNU050	0.360	0.73	Purple
CNU051	0.611	1.24	Purple
CNU052	0.180	0.37	Purple
CNU053	0.648	1.32	Purple
CNU054	0.556	1.13	Purple
CNU055	0.711	1.45	Purple
CNU056	0.681	1.39	Purple
CNU057	0.561	1.14	Purple
CNU058	0.380	0.77	Purple
CNU059	0.636	1.30	Purple
CNU060	0.281	0.57	Purple

Table. Continued.

Hybrids	Absorbance (530nm)	Anthocyanin content (mg/g)	Kernel color
CNU061	0.273	0.56	Purple
CNU062	0.445	0.91	Purple
CNU063	0.240	0.49	Purple
CNU064	0.135	0.27	Purple
CNU065	0.304	0.62	Purple
CNU066	0.319	0.65	Purple
CNU067	0.249	0.51	Purple
CNU068	0.477	0.97	Purple
CNU069	0.284	0.58	Purple
CNU070	0.248	0.51	Purple
CNU071	0.652	1.33	Purple
CNU072	0.271	0.55	Purple
CNU076	0.273	0.56	Purple
CNU074	0.551	1.12	Purple
CNU075	0.453	0.92	Purple
CNU076	0.357	0.73	Purple
CNU077	0.611	1.24	Purple
CNU078	0.584	1.19	Purple
CNU079	0.245	0.50	Purple
CNU080	0.312	0.64	Purple
CNU081	0.451	0.92	Purple
CNU082	0.185	0.38	Purple
Heukjinjuchal	0.765	1.56	Purple
Yeonngong 1	0.080	0.16	White

□ 항산화 활성 (Antioxidant)

찰옥수수 110개 교잡종중 주요생육 및 이화학적특성들이 양호했던 찰옥수수교잡종으로 노란찰옥수수 7개, 자색 4개, 흰색 6개 등 총 17개의 찰옥수수 교잡종들의 항산화 활성을 측정 한 결과는 아래 표와 같다.

찰옥수수 교잡종들의 항산화 활성은 Hydroxy radical을 50% 억제하는데 필요한 시료의 농도(IC₅₀)로 나타내었고, 대조구로 노란찰옥수수인 대학찰골드 1호, 자색찰옥수수인 흑진주찰, 흰찰옥수수인 연농 1호를 사용하였다. Table 16에 나타낸 바와 같이 3.3~15.3mg/ml 범위로 교잡

종간에 Hydroxy radical 소거활성의 차이를 보였으며 노란찰옥수수수와 자색찰옥수수수의 소거활성이 높은 것으로 분석되었다. 특히 자색찰옥수수수의 소거활성이 높았는데 CNU071의 IC₅₀값이 3.3mg/ml으로 대조구인 흑진주찰의 4.4mg/ml보다도 Hydroxy radical을 50%억제하는데 필요한 시료의 농도가 더 낮아 소거활성이 높은 것으로 나타났다. 반면에 흰찰옥수수는 대조구인 연농 1호를 포함해 9.4~15.3mg/ml을 보여 상대적으로 항산화 활성이 낮은 것으로 나타났다.

Dimascio(1989)는 carotenoid가 Singlet oxygen(O₂)의 발생을 억제하고 소멸시키는 항산화제로 작용한다고 하였으며 Seo *et al.*(1999)은 검정찰옥수수에 포함된 anthocyanin이나 다른 flavonoid계통의 색소가 항산화 활성에 효과를 나타내는 것으로 보고하여 흰색의 찰옥수수보다는 유색의 찰옥수수에서 항산화 활성이 더 높은 것으로 해석되었다. 지금까지 수량성 및 흰찰옥수수수와 관련하여 품종육성이 진행되어져 왔으나 카로티노이드 함량과 안토시아닌 함량이 높은 유색찰옥수수 품종을 육성한다면 영양학적으로도 우수하고 항산화성 및 노화방지를 예방할 수 있는 고기능성도 갖고 있어 일석이조의 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

Table. Comparison of hydroxyl radical scavenging activity of methanol extracts of 17 selected hybrids.

Hybrids No.	Hydroxyl radical scavenging activity(IC ₅₀)		Kernel color
	(ppm)	(mg/ml)	
CNU018	7,319	7.3	Yellow
CNU029	5,236	5.2	Yellow
CNU036	5,521	5.5	Yellow
CNU037	5,178	5.2	Yellow
CNU039	5,001	5.0	Yellow
CNU042	5,521	5.5	Yellow
CNU043	9,298	9.3	Yellow
CNU051	4,531	4.5	Purple
CNU059	5,254	5.3	Purple
CNU062	4,384	4.4	Purple
CNU071	3,337	3.3	Purple
CNU092	12,284	12.3	White
CNU095	12,327	12.3	White
CNU096	9,360	9.4	White
CNU097	12,591	12.6	White
CNU099	15,343	15.3	White
CNU101	12,791	12.8	White
Daehachalgold 1	5,338	5.3	Yellow
Heukjinjuchal	4,408	4.4	Purple
Yeonmong 1	10,586	10.6	White

3. 항산화성 분석

□ DPPH 라디칼 소거능 효과

항산화 활성 측정에 많이 이용 되는 DPPH는 비교적 안정한 free radical로서 수소 공여체의 수소기와 결합하게 되면 환원되어 DPPH의 보라빛이 탈색이 된다. 또한, 페놀 화합물은 free radical 을 환원시키는 능력이 강해 인체 내에서 free radical에 의한 손상을 억제하는 물질로 작용한다.

유색 찰옥수수에 대한 항산화성이 일반 무색 옥수수에 비해 항산화성 물질이 많이 함유하며, DPPH 라디칼 소거능에서 우수성이 보고 되었으며, 산화방지성분으로 잘 알려져 있는 폴리페놀이 옥수수가 함유하고 있으며, 이러한 폴리페놀 성분들은 항산화 활성을 가지고 있는 것으로 보고되고 있다.

Table. DPPH radical scavenging activity of waxy corn hybrids(Field,2011)

Characters			Characters		
Hybrds	RSE(%)	Index	Hybrds	RSE(%)	Index
CNU11H-1	37±1.6	79	CNU11H-29	29±3.4	62
CNU11H-2	36±1.4	77	Daehakchal	47±4.8	100
CNU11H-4	39±1.3	83	Mean	36	-
CNU11H-8	32±3.1	68	LSD(5%)	1.9	-
CNU11H-11	40±1.1	85	CV(%)	10.8	-

Table. Cont'd(Green house, 2011)

Characters			Characters		
Hybrds	RSE(%)	Index	Hybrds	RSE(%)	Index
CNU11H-3	42±1.8	69	CNU11H-53	48±2.3	79
CNU11H-6	28±1.4	46	CNU11H-59	64±1.0	105
CNU11H-12	54±2.7	89	CNU11H-63	70±0.9	115
CNU11H-17	52±0.5	85	CNU11H-69	47±0.7	130
CNU11H-19	52±0.5	85	CNU11H-73	57±0.4	93
CNU11H-28	50±0.9	82	CNU11H-75	59±0.8	103
CNU11H-31	34±4.4	56	CNU11H-91	53±2.1	87
CNU11H-34	46±3.7	75	Daehakchal	61±0.4	100
CNU11H-38	56±1.7	92	Mean	50.8	-
CNU11H-39	57±2.0	93	LSD(5%)	1.8	-
CNU11H-48	47±1.5	77	CV(%)	18.9	-

*RSE : radical scavenging effect(%)

유색 찰옥수수 추출물의 항산화 활성을 알아보기 위하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였고 그 결과는 표3과 같다. 유색 찰옥수수의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과, 노지에서는 평균 35%의 활성을 보여주었고, CNU11H-4, CNU11H-11이 공시 교잡종에서 39%이상의 높은 활성이 나타났고, 온실에서는 CNU11H-63가 공시 교잡종중 가장 높은 70% 활성을 나타내었다.

□ Superoxide anion 라디칼 소거능 활성

Superoxide anion radical은 독성이 강한 라디칼로서 세포 산화 초기에 생성되고 지질산화를 직접적으로 개시하지는 못해도 반응성이 강한 다른 활성 산소의 전구체로 작용하여 산화적 손상을 유도하기 때문에 superoxide anion radical 소거 능력은 상당히 유용하다(Li *et al*, 2008).

유색 찰옥수수의 추출물의 superoxide anion radical 소거 활성을 측정한 결과는 표 5에서 나타난 바와 같이 시료 추출물 농도 1mg/ml에서는 노지에서는 소거 활성의 범위는 1.5~5.0%였고, CNU11H-8이 4.39%로 높았고, 그 다음으로는 CNU11H-4가 3.21%로 높았다. 온실에서의 옥수수 추출물의 소거활성은 0.50~8.46%였고, CNU11H-75가 8.46%로 공시 교잡종 중에서 가장 높은 활성을 보여주었다.

Table. Mean values for superoxide anion radical scavenging activity of waxy corn hybrids(Field, 2011)

Characters Hybrds	Inhibition (%)	Index	Characters Hybrds	Inhibition (%)	Index
CNU11H-1	2.10	63	CNU11H-29	1.26	38
CNU11H-2	1.57	47	Daehakchal	3.34	100
CNU11H-4	3.12	93	Mean	2.53	-
CNU11H-8	4.93	148	CV(%)	48.2	-
CNU11H-11	2.20	66			-

Table. Cont'd(Green house, 2011)

Characters Hybrds	Inhibition (%)	Index	Characters Hybrds	Inhibition (%)	Index
CNU11H-3	2.21	40	CNU11H-53	0.78	15
CNU11H-6	1.18	23	CNU11H-59	3.75	72
CNU11H-12	6.62	127	CNU11H-63	7.33	140
CNU11H-17	1.46	28	CNU11H-69	1.02	20
CNU11H-19	1.05	20	CNU11H-73	2.06	40
CNU11H-28	4.21	81	CNU11H-75	8.46	162
CNU11H-31	5.64	108	CNU11H-91	2.47	47
CNU11H-34	0.50	10	Daehakchal	5.21	100
CNU11H-38	3.65	70	Mean	3.0	
CNU11H-39	2.11	40	CV(%)	78.4	
CNU11H-48	0.62	12			

3. Anthocyanin 색소 함량

안토시아닌은 항염증활성과 모세혈관의 약화를 막아주는 의학적 효능을 가지고 있을 뿐 아니라 항산화성질을 가지도 있기 때문에 성인병 예방 및 치료효과가 탁월한 기능성 식품으로써의 유색 옥수수의 가치를 높여준다

Table. Comparison of anthocyanin contents in purple waxy corn hybrids

Hybrids	Characters	Absorbance (530nm)	Anthocyanin content (mg/g)
CNU11H-11		0.181	0.35
CNU11H-29		0.221	0.42
CNU11H-38		0.138	0.26
CNU11H-39		0.113	0.21
CNU11H-48		0.089	0.17
CNU11H-53		0.153	0.29
CNU11H-59		0.236	0.45
CNU11H-63		0.302	0.58
CNU11H-69		0.078	0.15
CNU11H-75		0.046	0.08
Miheukchal		0.279	0.53
Mean		0.155	0.74
CV(%)		46.4	45.9

최대 흡수를 보이는 530nm파장에서 분광광도계를 이용하여 자색의 10개의 교잡종과 대조구로 자색의 미흑찰을 이용하여 안토시아닌 함량을 분석한 결과는 표 6과 같다. 안토시아닌 함량은 교잡종간에 다양한 차이를 보였는데 0.15~0.58mg/g범위를 나타냈다. 안토시아닌 함량이 가장 적은 교잡종은 CNU11H-69로 0.15mg/g이고 CNU11H-63이 0.58mg/g으로 가장 함량이 높았으며, 대조구로 사용된 미흑찰과 비슷한 값이 측정되었다.

고식미, 고기능성 옥수수 교잡종을 육성하기 위해 충남대학교 농과대학 실험포장에서 CNU11H-1을 포함하는 24개의 교잡종에 대하여 주요생육 특성을 조사하고 찰옥수수 종실의 기능성 성분함량을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다. 유색찰옥수수 교잡종들의 간장은 노지에서는 152.8~183.1cm, 온실에서는 191.6~248.7cm 범위로 나타났으며, 출사일수는 노지에서는 평균 64.8일, 온실에서는 46일이었고 이삭길이는 노지에서는 13.1~18.2cm였고 CNU11H-1, CNU11H-8이 18cm이상이었다. 과피는 각각 노지와 온실에서 평균 50 μ m, 48 μ m이었고 노지에서는 CNU11H-4가 42 μ m 온실에서는 CNU11H-3, CNU11H-38, CNU11H-39, CNU11H-91이

40 μ m이하로 매우 낮게 나타났다. 당함량은 노지와 온실 각각 평균 14brix, 15brix로 나타났다. 교잡종 중 노지에서 CNU11H-8, 온실의 CNU11H-17, CNU11H-31, CNU11H-75가 연농 1호보다 높은 17brix이상의 높은 당도가 나타났다. 항산화성 분석을 위해서 DPPH 라디칼 소거능 분석결과 노지에서는 평균 36%, 온실에서는 평균51%의 활성을 보여주었다. CNU11H-4, CNU11H-11의 공시 교잡종에서 39%이상의 높은 활성이 나타났고, 온실에서는 CNU11H-63이 공시 교잡종 중에서 가장 높은 70%의 활성을 나타내었다. SOD 라디칼 소거능 활성을 측정한 결과는 노지에서는 1.5~5.0%였고, CNU11H-8이 4.39%로 높았고, 그 다음으로는 CNU11H-4가 3.21%로 높았다. 온실에의 교잡종의 SOD 소거활성은 0.5~8.46%였고, CNU11H-75로 공시 교잡종 중에서 가장 높은 활성을 보여주었다. 안토시아닌 색소 함량은 교잡종간에 다양한 차이를 보였는데 0.15~0.58mg/g 범위를 나타났다. 안토시아닌 함량이 가장 적은 교잡종은 온실의 CNU11H-69가 0.15mg/g이었고, CNU11H-63이 0.58mg/g으로 가장 함량이 높았으며 대조구로 사용된 미혹찰이 0.53mg/g로 약간 높게 측정되었다.

4. 경제성 및 상품성 분석

1년차 2008년~2009년

□ 신품종 육성품종의 경제성 비교

Table. 수옥찰 및 신품종“대학찰골드1호”에 대한 상품성

구분	재식본수 /10a	전체이삭수 /10a	상품성(%)*	평가**
수옥찰	4,760	4,950	105	A(특)
대학찰골드1호	4,760	5,120	103	A(특)
찰옥1호(대조)	4,760	4,850	85	B(중)

재식밀도 70*30cm, 1주 1본, 4760주/10a

*재식본수에 대한 기준 : 이삭길이 17cm이상

**2008년 7월 기준

2년차 2009년~2010년

□ 신품종 경제성 분석

○ 국내 육성 품종 평가

공시종 \ 평가	조숙성	기호성	상품성
얼룩찰	C	B	C
연농찰	C	C	B
일미찰	B	B	A
대학찰 골드	B	B	A

- * 평가기준 1) 상품성 A:19cm이상, B:18.9~17.5cm, C:17.5cm이하
- 2) 기호성 A:8.5이상, B:8.4~6.5, C:6.5이하
- 3) 조숙성 A:60일 이하, B:61~70일, C:70일 이상

대학찰 골드 및 대조구에 대한 시판 교잡종의 경제성 분석은 다음과 같다.

표. 공시된 대학찰골드1의 유색 찰옥수수 시장의 시장성 및 조수익성

항목	대학찰 골드 1호	찰옥 2호	연농
A	98	85	85
B	4760	4520	4810
C	1276	1172	1232

A: 시장성(%) = 시장성을 갖는 이삭수/샘플 수(100개) × 100(%)

* 시장성의 한계 범위 : 18cm(찰옥 2호 : 16cm)

B: 시장성을 갖는 이삭수(개/10a) = 10,000㎡ / {재식밀도(0.7 × 0.3)} × 입모수(80%) × 시장성(A)

C: 조수익(1,000원) = 시장성을 갖는 이삭 수/10a (B) × 가격(400원/이삭)

상품 크기면에서는 단연 대학찰 골드1호와 일미찰이 최우수성을 보이나 찰옥1호가 갖는 조숙성은 크게 미달함으로 이보다 빠른 교잡종 육성이 필요함.

○ 시장성 분석 결과

상품크기와 조숙성은 위 표와 같이 일미찰(대조)과 대학찰 골드1호가 상품성이 매우 우수 하여 경제성이 높게 평가 되었다.

○ 전망은 대학찰 골드1호에 대한 파종면적 확대와 종자 증식 체계가 활발하게 전개되어야 할 것으로 판단 되었다.

□ 신품종 기능성 옥수수 보급 종자 생산

신품종 교잡종에 대한 생산성 및 확대 지적시험을 아래 3 지역에 실시하여 평가회를 실시하였음.

1	예산 29조합(자주찰 16조합, 노란찰 9조합, 흰찰 4조합)
2	옥천 29조합(자주찰 16조합, 노란찰 9조합, 흰찰 4조합)
3	유성 31조합(자주찰 19조합, 노란찰 5조합, 흰찰 7조합)

그 결과 2009년 공시중에서 노란찰 (CNU 08H-39)이 수량, 식미등에서 우수 교잡종으로 평가 되었으며 2010년 4월19일 현재 동계 재배를 통해 F₁종자생산과 교배친의 종자가 하우스와 온실(450㎡)에서 4월 현재 등숙중에 있으며 3kg의 종자가 생산될 것이며 이들 종자를 주요 7월 중순에 파종하여 특성별로 평가와 종자 증식이 예정 되어있음.

1) 경제성 분석 (3년차 2010년~2011년)

공시된 우수 교잡종 옥수수에 대한 경제성 분석에 적용한 상품크기와 조숙성 기준은 아래와 같다.

- 상품성 A:19cm이상, B:18.9~17.5cm, C:17.5cm이하
- 기호성 A:8.5이상, B:8.4~6.5, C:6.5이하
- 조숙성 A:60일 이하, B:61~70일, C:70일 이상

공시 교잡종 찰옥수수를 재배했을 경우 단위면적당 시장성 및 조수익을 분석한 결과는 Table 22와 같다. 상품화율은 대덕찰1호가 96.7%로 가장 높았고, CNU-H2와 연농찰 역시 93.3%로 비교적 높게 나타났다. 10a당 상품적 가치가 있는 이삭수는 대덕찰 1호가 3,867개로 가장 많았고, 이어서 CNU-H2, 연농찰 순이었다. 최근의 연농찰 판매가격인 1이삭당 330원을 기준으로 10a당 조수익을 예상해 본 결과는 아래그림에서 보는 바와 같이 대덕찰 1호가 1,276천원으로 가장 높았고 CNU-H2가 연농찰과 비슷한 1,232천원 수준으로 나타나 농촌진흥청에서 발표한 찰옥수수의 2002년 전국평균 조수익인 919천원을 크게 능가하였다. 이러한 소득수준은 Fig. 4에서와 같이 벼농사의 968천원/10a 보다 30%정도 높은 값으로 식용 옥수수의 재배가 타 작물에 비해 경영이 간단하고 재배기간이 짧아 이모작에 유리할뿐만 아니라 영농자재비 등 농업경영비가 비교적 적게 투입됨으로써 소득 기대효과가 높을 것으로 판단된다.

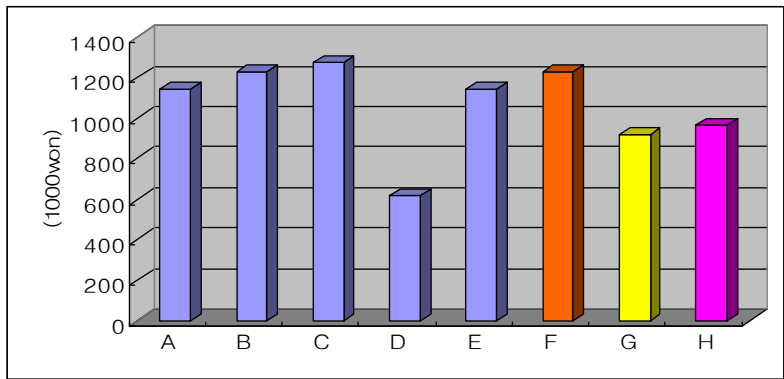


Fig. 4. Crude incomes of new waxy hybrid compared to the national cultivation corn and rice

A : CNUH-1 B : CNUH-2 C : Daedukchal 1 D : CNUH-4 E : CNUH-5 F : Yeon nong
 G : Cultivation corn H : Cultivation rice Here : G and H were mean values of national cultivation cultivar.

Table. Marketability and crude incomes for the used waxy hybrids.

(unit : 1,000won)

Items	Hybrids						
	CNUH-1	CNUH-2	Daedukchal 1	CNUH-4	CNUH-5	Chalok	Yeon-nong
Market (A)	86.7	93.3	96.7	46.7	86.7	43.3	93.3
No. of ears (B)	3,467	3,733	3,867	1,867	3,467	1,733	3,733
Crude income (C)	1,144	1,232	1,276	616	1,144	572	1,232

A: Marketability(%) = No. of marketability ears / sample(100m²m²) × 100

* limit of marketability : 18 cm over in ear length

B: No. of ears on marketability / 10a = 10,000 m² / planting density(0.8*0.25) × Seedling-stand(80%) × Marketability(A)

C: Crude incomes (1,000won) = Marketability ears/10a (B) × price(330won/ear)

제 3 절 생산 및 보급 지역 확대

1년차 2008년~2009년

신품종 옥수수 종자 보급

○ 시장성 분석 결과

상품크기와 조숙성은 위 표와 같이 일미찰(대조)과 대학찰 골드1호가 상품성이 매우 우수하여 경제성이 높게 평가 되었다.

○ 전망은 대학찰 골드1호에 대한 파종면적 확대와 종자 증식 체계가 활발하게 전개되어야 할 것으로 판단 되었다.

신품종 기능성 옥수수 보급 종자 생산

신품종 교잡종에 대한 생산성 및 확대 지적시험을 아래 3 지역에 실시하여 평가회를 실시하였음.

1	예산 29조합(자주찰 16조합, 노란찰 9조합, 흰찰 4조합)
2	옥천 29조합(자주찰 16조합, 노란찰 9조합, 흰찰 4조합)
3	유성 31조합(자주찰 19조합, 노란찰 5조합, 흰찰 7조합)

그 결과 2009년 공시중에서 노란찰 (CNU 08H-39)이 수량, 식미등에서 우수 교잡종으로 평가 되었으며 2010년 4월19일 현재 동계 재배를 통해 F₁종자생산과 교배친의 종자가 하우스와 온실(450m²)에서 4월 현재 등숙중에 있으며 3kg의 종자가 생산될 것이며 이들 종자를 주요 7월 중순에 파종하여 특성별로 평가와 종자 증식이 예정 되어있음.

[제1협동]

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 연도 (2008)	찰옥수수 종자 증식 및 해외수출 확대 방안 모색	<ul style="list-style-type: none"> ■ 수옥찰 F1종자 중국 현지 생산 ■ 수출용 현지 적응성 시험 확대 (생산력·지역적응성) 	100	<ul style="list-style-type: none"> - 중국 현지에서의 종자 채종기반 확립 (2:1 적정 파종비율) - F₁ 종자 채종량 대량 확보 (중국 청도 포장 3,000m²) 옥수수 주 재배지역에서의 적응성 시험에 의한 안정 생산 기반 구축(청도, 산동지역 중심)

수옥찰 F1 국내 종자 대량생산

<협동연구기관>

- ① 국내 수옥찰 교배친 재배면적 : 3,500m²
- ② 종자(교잡종 및 양친)생산량 : 1,000kg

- 국내 공급(200kg) : 명산(주), 해남, 여수, 창녕, 서산
- 국외 공급(400kg) : 산둥 교남시, 길림성, 요령성
- 교배친(300kg) : F₁생산용

③ 종자생산 산출근거

: 250kg/1,000m²(교배친 암,수 파종 비율=2:1)

□ 수출용 현지 적응성 시험

Table. 수옥찰 교잡종에 대한 국내·외 생육상황

구분	특성	간장 (cm)	생육일수 (일)	이삭길이 (cm)	이삭직경 (mm)	주당이삭수 (개)	파종일
국외 (중국)	산둥	204.7	105	21.3	44	2.0	2008. 4. 13
	강서	201.3	98	19.7	41.5	1.9	2008. 6. 5
국내	대조*	258.3	113	18.9	43	1.8	2008. 4. 13
	유성	210.2	108	22.1	43	2.0	2008. 4. 15

□ 중국 현지 재배면적 확대

- ① 중국내 재배면적 확대
 - 중국 현지 재배면적(6,000m²) 확대 : 청도, 산둥, (길림 추가)
- ② 중국현지 적응성 10% 증가 확대 시험 (길림 추가)
 - 생산성, 내재해성, 다수성
 - 시장성, 상품성, 기호성 조사 => 우수성 확인

2년차 2009년~2010년

□ 종자 개발 목표 및 내용

<협 동>

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 연도 (2009)	수옥찰 F ₁ 종자 대량 생산 및 재배면적확대	○ F ₁ 종자 대량생산 및 보급 - 국내·외 재배생산용 ○ 중국현지 적응성 10% 증가 확대 시험 - 생산성, 내재해성, 다수성	100	- 중국 및 국내 체중 체계확립 - 수옥찰 품종의 최적 재배지역 모색을 위하여 지역 다양화 실시 (산둥성, 요령성, 흑룡강성)
	신품종 현지 생산성 및 지역 적응성 시험(1년차)	○ 대학찰 골드 지역적응성시험 ○ 수옥찰 F ₁ 종자 대량생산 ○ 극조생종 교잡종 현지 생산성 및 지역 적응성 시험 (1년차)	100	- 지역별 적응성시험 조사 - 길림성에서 1차 재배시험 - 극조생종 F ₁ 종자 대량 생산

* 연구를 수행한 연도만 기재

□ 수옥찰 F1종자 대량 생산 및 재배 면적 확대

세부연구목표

○ F1종자 대량생산 및 보급

- 국내·외 재배 생산용 : 대전 유성과 중국 청도에서 동시 실시하여 176kg의 종자 생산

수옥찰 옥수수 국내·외 채종 시험

수옥찰 F1 종자 채종을 위한 시험은 대전광역시 대덕구 본 연구포장에서 실시 되었다.

품종명	파종일	파종면적	모본:부본	병해발생(유/무)	종자 생산량
대전 유성	2009. 6. 15	990m ²	3 : 1	무	103 kg
중국 청도	2009. 6. 22	660m ²	3 : 1	무	73 kg

○ 중국 현지 적응성 10% 증가 확대 시험

- 생산성, 내재해성, 다수성 평가를 위해 기존 지역 이외에 산둥, 요령, 흑룡강성 3개 지역이 추가
되어 중국 현지 수옥찰 적응 지역이 20% 이상 확대되었다.

연구개발 수행내용

- 중국 및 국내 채종 체계 확립

중국 현지내 종자 채종은 교배친 모계:부계의 비율이 3:1이 적당하였음.

- 수옥찰 품종의 최적 재배지 다양화 실시

중국의 3지역(산둥성, 요령성, 흑룡강성)으로 재배지역을 확대하여 최적정 시험 재배지를 다양하게 실시함.

□ 신품종 현지 생산성 및 지역 적응성 시험(1년차)

○ 대학찰 골드 지역 적응성 시험

중국 현지(길림성 사평시) 시험 결과: 중국 현지 육종 포장을 이용하여 대학찰 골드의 중국 내 시험상황은 아래 사진은 길림성 사평시에서 재배면적 200m²에서 실시 되었다. 생육이 왕성하고 초형이 매우 건전하여 수량성이 기대되었다.



사진. 중국 길림성 사평시에서 재배된 대학찰 골드1호의 생육

○ 수옥찰의 국내 적응성 시험상황

전남 여수에서 재배면적 330㎡씩 2반복으로 총 660㎡가 파종 실시 되었으며 파종량은 약 2,000립/330㎡을 사용하였다.

○ 파종 시기별 재배시험 실시

육묘재배에 의한 조기 재배로 연중 2기작 가능성 확인되었다.

교잡종명	파종일 (월/일)	초장 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭직경 (cm)	이삭수/1주 (1개)
수옥찰	2009. 5. 20	198.5	20.5	4.0	1.8

전남 여수에서 수옥찰의 개체와 이삭에 대한 특성 평가를 위해 적기 파종을 시도하였으나 파종기에 연이은 강우로 적기 파종이 22일 지연됨으로써 초세와 이삭의 생육이 다소 부진하였다. 그러나 전반적인 생육상태, 이삭길이, 이삭직경등에서 양호한 결과를 나타냄으로써 파종 적응지역으로 2010년에 추가할 예정이다.

□ 종자 생산 및 지역적응성 수행내용

지역별 적응성시험 조사를 위해 길림성에서 1차 재배시험 결과 생육 및 종자 생육이 양호하였다.

1. 연구범위 및 연구수행 방법

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
■ 수옥찰 F1 종자 대량 생산 - 중국 및 국내 채종	○ 단위면적당 채종효율 및 채종 적합지역조사	- 단위면적당 채종수량 및 채종 단가 측정
■ 수옥찰 현지 적응성 시험 - 중국 현지내 생산성, 지적 시험	○ 지역별 기후적응성 및 내병성 시험	- 지역별 적응성 조사 및 재배 시험확대 실시
■ 대학찰 골드 현지 적응성 시험	○ 지역적응성시험	- 적응지역 조사
■ 국내 재배용 종자 생산 및 보급 - 전국 종자 보급의 20% 목표	○ 국내·외 종자 생산 확대	- 국내(유성), 중국(청도)지역에서 실시

□ 수옥찰 F1 종자 대량 생산

중국 및 국내 채종은 순조롭게 진행되었다. 특히 인건비와 토지 임차료가 저렴하여 국내 채종 가격에 비해 유리하였다. 이들 종자는 국내와 중국에 차년도 공시종으로 보급코자 함.

○ 연구수행방법은 중국 현지 2:1(우:♂)비율 적정 파종 시기는 일반적인 찰옥수수의 파종적기보다 늦게 실시되었다.

고온기에 파종이 이루어진 관계로 영양생장에서 생식생장으로의 전환이 빠르게 이루어져 개체들의생육이 충실하지 못하여 F1 종자 생산량은 다소 적었으나 생산량에 영향을 미칠만한 병해의 발생은 없었으며 개체 모두 특정병해 없이 종자생산이 이루어졌다. 2010년에는 채종면적을 2배로 늘려 채종 시험을 실시할 예정이다.

단위면적당 채종 및 채종 단가 비교 : 채산성이 우수하고 F1 채종이 용이하여 종자 공급이 원활할 것으로 평가됨.

표. 수옥찰 재배지역 및 생산성 비교

구 분	장 소	생육·생산성 우위비교
국내	전남 여수, 대전 유성	생육과 생산성이 우수하나 생산비용(인건비, 임차료) 높음
국외	중국 청도, 중국 산둥	생육과 생산성이 우수하나 생산비용 낮음

□ 수옥찰 현지 적응성 시험

중국 현지내 생산성, 지적시험은 전년도 실시된 지역(청도, 길림)이외에 산둥성, 요녕성, 흑

통강성으로 확대 실시한 결과 생육 및 식미 평가가 매우 우수하였음.

- 연구수행방법 지역별 기후 적응성 및 내병성 시험결과 현지 재배종과 동일한 우수한 결과를 보였음.
- 구체적인 내용은 지역별 적응성 조사 및 재배 시험 확대 실시를 위해 중국 동북지역으로 재배시험 확대 (청도, 산동 외 길림지역 확대)

표. 중국 동북 지역에서의 수옥찰 확대 시험.

구분	파종일 (년/월/일)	초장 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭직경 (cm)	이삭수/1주 (1개)	재배면적 (㎡)
청도	2009. 5. 15	198.5	19.5	3.5	1.8	900
산동	2009. 5. 10	205.3	18.7	3.8	1.2	450
길림	2009. 5. 17	205.7	19.3	4.0	1.3	370

산동성 교남시에서 실시된 수옥찰 재배시험에서는 생육 및 수량성이 다소 낮게 나타났으나 그 외에서는 대체로 품종상 양호한 평가를 받았다. 따라서 2010년에는 산동성을 포함하여 요령성과 흑량강성으로 재배시험을 확대할 예정이다.

□ 대학찰 골드 현지 적응성 시험

- 연구수행방법은 지역 적응성 시험을 위해 국내 재배 시험 결과 지역 적응성이 우수하여 차년도에는 중국 현지에 확대 재배키로 함.

○ 구체적인 내용

대학찰 골드 1호의 국내 재배현황은 협동 기관에서 국내 처음 실시하였다. 그 결과 대학찰 골드1호는 초세가 상당히 우수하고 생육기가 빠른것으로 나타났으며 이삭의 종피는 노란색이고 크기 또한 상당히 우수하여 다수확 품종으로 판단된다.(사진 참고) 그러나 겹이삭의 발생이 있었으며 식미에서도 약간의 낮은 평가를 받았다. 따라서 2010년에 파종적기에 재배를 하여 중국내 재배적응성 및 상품성 등을 면밀히 검토할 예정이다.

품종명	파종일	초장 cm	이삭길이 cm	이삭직경 cm	이삭수 /주	재배면적 ㎡
대학찰 골드1호	2009. 6.28	245.5	21.5	5.2	1.8	220
대조(찰옥 1호)	2009. 6.28	172	16.8	4.2	1.5	220



사진. 국내에서 재배된 대학찰골드 생육 및 이삭 특성

□ 국내 재배용 종자 생산 및 보급

전국 종자 보급의 20% 목표를 위해 기존 전남 여수 지역 이외에서 우수한 평가를 받았으며 차년도에는 중국내 재배 면적을 확대하여 지역 적응성 시험을 실시코자 함.

- 연구수행방법은 국내·외 종자 생산 확대를 실시하고 이들 종자는 국내·외 지역에 확대 실시함. (생산성 검정, 지역 적응성 검정 시험 실시)
- 구체적인 내용은 국내(유성), 중국(청도)지역에서 실시하였으며 시험 성적이 우수하여 3년차에는 중국내 지역 적응성 검정을 위해 산둥성, 요녕성, 흑룡강성 3지역을 추가 확대·재배코자 함.

수옥찰 교배친 생산(계속)

연구개발 수행내용: 수옥찰 교배 모본 대량 생산 및 협동 분양

주관과 협동 2기관에서 생산된 종자는 국내·외 지역에 보급하여 지적 및 생산성 시험에 제공 되었다.

- 국내 재배 면적 확대

국내	옥천 300m ² , 청산 250m ² , 서산 300m ² , 유성 450m ²
국외	중국 길림, 청도 각 250m ² 재배

1) 수옥찰 교배친 및 F1 종자 대량 생산

- 연구 수행은 수옥찰 교배 모본 대량 생산 후 협동기관에 제공 춘·추계 2회 재배 실시하고 국내 종자 생산 확대한다.

재배 면적	생산량(kg)
비닐 하우스 (80m ² × 5동) × 2회 재배	35 kg
노지 재배(990m ²)	103 kg
계	138 kg

○ 국내 재배 면적 확대

국내	옥천 1,500m ² , 청산 750m ² 서산 350m ² , 신성동 450m ²	계 3,050m ²
국외	중국 2,100m ²	계 2,100m ²

- 구체적인 내용은 수육찰 교배 모본 대량 생산후 협동기관에 제공: 국내(5지역), 국외(2지역) 상기 총 생산량 138kg은 아래 국내 5지역과 중국 2지역에 분양하여 생산성 및 지적 시험을 실시하였음.

2) 연구 범위는 신품종 기능성 노랑찰 옥수수 지적 시험 확대

- 중국 현지 보급 재배지 확대 검정
중국 (청도: 330m², 길림: 450m², 흑룡강 인근지역: 300m²)

- 연구 수행 방법은 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 확대 예비시험

- 전국 (3-5 지역 선정)
- 전국 (확대지역 종자 보급)

구분	종자 분양 기관	관리책임자	종자량
1	전북 익산 (국립종자원 서부지원)	김동선 연구원	1.5 kg
2	충남 예산 (충남농업기술원)	주정일 연구원	3.0 kg
3	충남 천안 (천안농업기술센터)	박상헌 연구원	5.0 kg
4	경기 서울 (동국대학교)	이명훈 연구원	1.0 kg
5	충남 서천 (서천농업기술센터)	나승연 연구원	1.5 kg

- 구체적인 내용은 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 확대 예비시험을 전국 (3-5 지역 선정)한다.

국내 : 충북 옥천 농업기술센터: 750m²

충남 예산 농업기술원: 450m²

경기 수원 농진청 식량과학원: 330m²

충남 서천 농업기술센터: 450m²

○ 신품종 기능성 노랑찰옥수수 지적 시험 확대

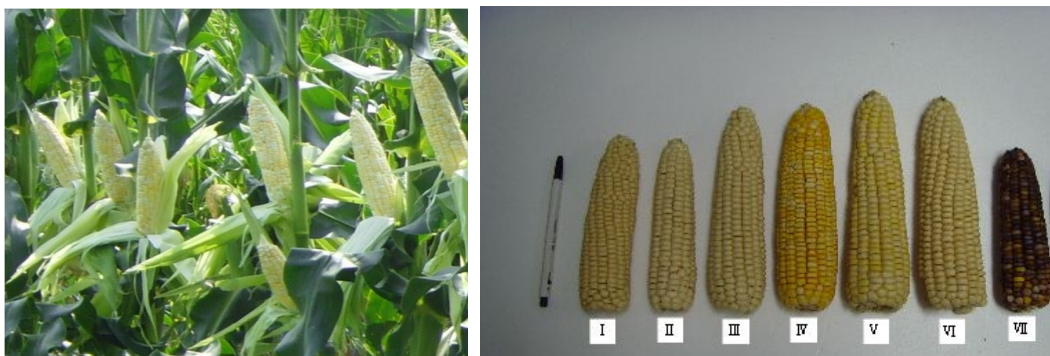


사진. 신품종 대학찰 골드 1호의 이삭 착립 상태(좌), 이삭모양(우)

1: 찰옥1호 2:연농찰 3:미백찰 4:대학찰골드 5:대덕찰 1호 6:대덕찰 2호 7:CNU52교잡종 8:CNU100교잡종

□ 조생찰 계통 선발

- 연구수행방법: 극조생종 F1 종자 생산 <국내 유전 300점→ 극조생 31조합 작성>
- 구체적인내용: 조생찰 교잡종 생산 내용은 (p.18표 참조)

□ 국내 수옥찰 재배면적 확대

- 연구 수행 방법: 수옥찰 교배 모본 대량 생산 및 협동 분양
 - 국내 종자 생산 확대
비닐 하우스에서 400㎡에 2회에 걸쳐 생산하고 동시에 노지 990㎡에서 실시함.

국내 재배 면적 확대은 옥천을 비롯한 국내 4개 지역과 중국 길림외 2지역에 수옥찰 재배를 확대 실시함.

- 구체적인 내용은 수옥찰 교배 모본 대량 생산 및 협동 분양

○ 국내 종자 생산 확대

재배면적		생산량(kg)
1	비닐 하우스 (80㎡ X 5동) 2회 재배	35 kg
2	노지재배(990㎡)	103 kg
계	1,790㎡	138 kg

○ 국내 재배 면적 확대

국내	옥천 1,500㎡, 청산 750㎡ 서산 350㎡, 신성동 450㎡	계 3,030㎡
국외	중국(청도, 산둥, 길림) 2,100㎡	계 2,100㎡

□ 신품종 기능성 옥수수 보급

충북 옥천 농업기술센터	10.0 kg
충남 농업기술원	6.0 kg
충남 서천농업기술센터	1.0 kg
경기 수원 식량 과학원	1.5 kg
서울 경기 (동국대학교)	1.0 kg

연구수행방법은 우수 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 종자 생산하여 내재해성과 경제성 분석을 실시한다.

□ 수옥찰 및 대학찰 골드의 중국 적응성 실험 계획

3년차 2010년~2011년

- 수옥찰 적응성 실험

중국에서의 수옥찰의 적응성 실험을 위하여 산둥성, 요령성, 흑룡강성 3지역으로 확대하여 수옥찰의 상품성 및 병해에 대한 실험재배를 실시하고 있다. 파종방법은 직파를 하였으며 재식간격은 90×30cm이며 재식밀도는 약6,000주/300평으로 실시 되었다.

□ 중국 현지 1

실험지역	공시품종	파종일시	실험면적
산둥성 교남시	수옥찰 대조구(봉유476)	2010. 5. 10	900m ²

□ 중국 현지 2

실험지역	공시품종	파종일시	실험면적
요령성 철령시	수옥찰 대조구(서성백유2호)	2010. 5. 20	900m ²

□ 중국 현지 3

실험지역	공시품종	파종일시	실험면적
흑룡강성 하얼빈시	수옥찰 대조구(협유1호)	2010. 5. 20	900m ²

□ 중국 현지 4

-대학찰 골드 적응성 실험

실험지역	공시품종	파종일시	실험면적
흑룡강성 하얼빈시	대학찰 골드 대조구(황유1호)	2010. 5. 20	300m ²

<협동 연구기관>

□ 세부 연구 목표 및 내용

1. 중국내 재배면적 확대<계속>

1) 수옥찰 교배친 및 F1 종자 대량 생산

연구 범위: 국내 수옥찰 재배면적 확대

- 국내 종자 생산 확대
비닐 하우스에서 400 m²에 2회에 걸쳐 생산하고 동시에 노지 990m²에서 실시함.
- 국내 재배 면적 확대
옥천을 비롯한 국내 4개 지역과 중국 길림외 2지역에 수옥찰 재배를 확대 실시함.
- 국내 재배 면적 확대

국내	옥천 : 1,500m ²	계: 3,050m ²
	청산 : 750m ²	
	서산 : 350m ²	
	신성동 : 450m ²	
국외	중국 : 2,100m ²	계: 2,100m ²

2. 수옥찰 F1 교잡종의 국내외 적응성 시험

1) 수옥찰 국내 적응성 시험

수옥찰은 전라남도 여천시에서 실시 되었다. 이지역은 기존 단옥수수 재배 지역이었으나 근래 찰옥수수 재배로 바뀐 새로운 찰옥수수 종자시장으로 이 지역에서 수옥찰의 인지도를 알리기 위해 시험을 실시 하였다. 재식밀도는 6,000주/990m²이며 2반복으로 진행 되었다.



Fig. 7. 수옥찰 전남 여천 시험 재배 현황

표 : 전남 여천 수옥찰 재배시험 결과

품종명	파종일	초장	이삭길이	이삭직경	이삭수/1주
수옥찰	2010. 4. 10	175.5cm	16cm	3.1cm	1.8

초기 생육시 전국적인 이상저온으로 인하여 심각한 냉해가 발생했다. 수옥찰 뿐만 아니라 다른 여러 품종에서도 냉해가 발생하여 이지역의 봄재배 찰옥수수의 작황이 전반적으로 저조하여 수옥찰과 다른 품종간의 생산성 비교가 어려운 상황이었다. 따라서 2011년에 계속해서 수옥찰의 품질 및 인지도 검토를 위한 실험이 실시 될 예정이다.

2) 수옥찰 F1의 중국 적응성 실험

①산동성 교남시

작년에 이어서 적응성 실험이 실시 되었다. 실험면적은 약 800m²이며 재식밀도는 6,000주/990m²로 실시 하였다. 그리고 이 지역 농가에 수옥찰 50kg을 시교로 나눠주어 시험재배를 실시하였다.



Fig. 8. 중국 산동성 수옥찰 이삭모습

표 : 중국 산동성 수옥찰 재배시험

품종명	파종일	초장	이삭길이	이삭직경	식미	이삭수/1주
수옥찰	2010. 5. 20	185.0cm	17.5cm	3.1cm	상	1.5
봉유476	2010. 5. 20	220.5cm	19.0cm	3.7cm	중상	2.0

3차년도에도 대비품종에 비하여 수옥찰에 병해가 발생하여 수옥찰의 생육이 저하 되었으며 이로 인해 이삭의 생육이 균일하지 못하였고 이삭의 수정 또한 불량하여 결실율이 균일하지 못하여 상품성이 저하되었다. 이 같은 현상은 시험 재배지뿐만 아니라 농가에 제공하여 실시된 재배에서도 유사한 현상이 나타났다. 따라서 식미 및 식감에서는 대비품종보다 높은 점수를 받았으나 내병성이 미흡한 것이 단점으로 지적되었다. 따라서 수옥찰의 경우 산동성 이남지역에는 병해에 적응성이 떨어지는 것으로 판단되었다.

② 요령성 칠령시

실험면적은 약 900m²이며 재식밀도는 6,000주/990m²로 실시 하였다. 그리고 현지 농민들의 반응을 확인하기 위하여 총 50kg의 종자를 여러 농가에 나눠주어 시험재배를 실시하였다.

표 : 중국 요령성 수옥찰 재배시험 결과

품종명	파종일	초장	이삭길이	이삭직경	식 미	이삭수/1주
수옥찰	2010. 5.20	195cm	19.1cm	3.5cm	상	1.8
협유1호	2010.5.20	220.5cm	20.8cm	3.7cm	중상	2



Fig. 9. 수옥찰 중국 요령성 시험재배

생육초기의 이상저온으로 인하여 수옥찰 및 대비품종 모두 냉해를 받았으며 수옥찰의 회복속도가 다소 저조하여 식물체의 생육 및 이삭의 크기에서 대비품종에 비하여 약간 저조한 성적을 나타냈다. 그러나 산동성에서 발생한 병해는 이 지역에서는 발생하지 않았으며 식미가 우수한 것으로 평가되었다. 이 같은 현상은 지역 농가에서도 유사한 결과가 나왔으며, 차기년도에는 대비품종과의 비교실험과 더불어 주변 농가들에 수옥찰 시험 종자량을 올해보다 더 늘려 인지도 및 품질평가를 실시해 나갈 예정이다.

국내 종자 생산 확대

재배 면적	생산량(kg)
비닐 하우스 (80m ² × 5동) × 2회	35 kg
노지 재배 (990m ²)	103 kg
계	138 kg

국내외에 사용될 수옥찰의 F1종자 채종 및 최적 채종효율 시험을위하여 본 연구포장에서 실시 하였다. 2차년도에 실시된 시험면적을 늘려 3차년도에는 약 1390m²에서 실시하였다. 재식밀도는 모본과 부분의 채종시 재식밀도 비율은 2:1로 하였을때 수정효율이 양호하여 이 비율로 실시 하였다.



Fig. 10. 국내 수옥찰 F1 교잡종 채종 포장(대전 전민동)

주변 타 화분으로부터의 오염을 방지하고자 파종기를 적기보다 늦춰서 실시하였다. 모본과 부분의 생육은 양호 하였으며 생육에 지장을 주는 병해를 발생하지 않았다. 단위면적당 채종량은 양호한 결과가 나왔다. 그러나 국내 채종시에는 주변의 타 옥수수작물에 의한 화분의 혼입을 막기위한 격리재배지의 선정이 어려움으로 나타났다.

수옥찰 교배 모본 대량 생산후 협동기관에 제공: 국내(5지역), 국외(2지역) 상기 총 생산량 138kg은 아래 국내 5지역과 중국 2지역에 분양하여 생산성 및 지적 시험을 실시하였다.

3) 대학찰 골드 중국 적응성 확대시험

흑룡강성에서 재식면적 약 300m²에서 실시 되었다



Fig. 11. 대학찰 골드 중국 흑룡강성 시험재배

표. 중국 흑룡강성 대학찰 골드 재배시험

품종명	파종일	초장	이삭길이	이삭직경	이삭수/1주
대학찰골드	2010. 6.1	230.5cm	20.5cm	4.8cm	1.8
황유1호	2010. 6.1	225cm	19.5cm	4.2cm	1.8

2차년도에 이어 실시된 대학찰 골드는 식물체의 생육이 왕성하고 이삭의 크기가 우수하여 수량성이 매우 양호한 품종으로써 병해의 발생 또한 나타나지 않았다. 그러나 겹이삭의 발생과 이삭의 형태가 반마치종으로 나타났다.

□ 수옥찰 F₁종자 대량 생산

■ 세부연구목표

- F₁종자 대량생산 및 보급

국내·외 재배 생산용 : 대전 유성과 중국 청도에서 동시 실시하여 176kg의 종자 생산

- 수옥찰 옥수수 국내·외 채종 시험

수옥찰 F₁ 종자 채종을 위한 시험은 대전광역시 대덕구 본 연구포장에서 실시 되었다.

품종명	파종일	파종면적	모본:부분	병해발생(유/무)	종자 생산량
중국 요녕성	2010. 6. 22	1300m ²	3 : 1	무	82 kg

수옥찰의 대량증식을 위한 중국에서의 채종 적합지 선정을 위한 시험을 위하여 요녕성에서 실시하였다. 채종면적은 1,200m²이며 모본과 부분의 비율은 2:1로 실시 하였다.



Fig. 12 중국내 수옥찰 F₁ 교잡종자 채종포의 제용

표. 중국 요령성 수옥찰 채종 시험

품종명	파종일	파종면적	모본:부분	병해발생(유/무)	생산량
수옥찰	2010. 5. 10	1300 m ²	2 : 1	무	82 kg

산동성에서 채종시험시 심각한 병해가 발생하여 채종효율이 상당히 저조하였으나 이번 요령성에서의 채종시험시에는 병해가 발생하지 않았고 모본과 부분의 생육도 양호하여 요령성지역이 수옥찰의 F1종자 채종지로 적합한 것으로 판단되었다

단위면적당 채종량은 국내 생산시보다 낮은 결과가 나왔으나 현지 채종농가에 대한 교육등을 통하여 채종수율을 높인다면 비용측면에서 국내보다 좀더 잇점이 있을 것으로 생각됨.

○ 중국 현지 적응성 20% 증가 확대 시험

생산성, 내재해성, 다수성 평가를 위해 기존 지역 이외에 산둥, 요령, 흑룡강성 3개 지역이 추가되어 중국 현지 수옥찰 적응 지역이 20% 이상 확대되었다.

○ 중국 및 국내 채종 체계 확립

중국 현지내 종자 채종은 교배친 모계:부계의 비율이 3:1이 적당하였음.

○ 수옥찰 품종의 최적 재배지 다양화 실시

중국의 3지역(산동성, 요령성, 흑룡강성)으로 재배지역을 확대하여 최적정 시험 재배지 게 실시함.

제 4 절 신 품 종 현 지 지 역 적 응 성

1. 대학찰 골드 지역 적응성 시험

중국 현지(길림성 사평시) 시험 결과: 중국 현지 육종 포장을 이용하여 대학찰 골드의 중국내 시험상황은 아래 사진은 길림성 사평시에서 재배면적 200m²에서 실시 되었다. 생육이 왕성하고 초형이 매우 건전하여 수량성이 기대되었다.



Fig. 13. 중국 길림성 사평시에서 재배된 대학찰 골드1호의 생육

1) 수옥찰의 국내 적응성 시험

전남 여수에서 재배면적 330m²씩 2반복으로 총 660m²가 파종 실시 되었으며 파종량은 약 2,000립/330m²을 사용하였다.

2) 파종 시기별 재배시험

육묘 재배에 의한 조기 재배로 연중 2기작 가능성 확인되었다.

교잡종명	파종일(월/일)	초장 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭직경 (cm)	이삭수/1주 (1개)
수옥찰	2010. 5. 20	198.5	20.5	4.0	1.8

전남 여수에서 수옥찰의 개체와 이삭에 대한 특성 평가를 위해 적기 파종을 시도하였으나 파종기에 연이은 강우로 적기 파종이 22일 지연됨으로써 초세와 이삭의 생육이 다소 부진하였다. 그러나 전반적인 생육상태, 이삭길이, 이삭직경등에서 양호한 결과를 나타냄으로써 파종 적응지역으로 2011년에 추가할 예정이다.

2. 수옥찰 F₁ 종자 대량 생산

중국 및 국내 채종은 순조롭게 진행되었다. 특히 인건비와 토지 임차료가 저렴하여 국내 채종 가격에 비해 유리하였다. 이들 종자는 국내와 중국에 차년도 공시종으로 보급코자 함.

연구 수행 방법은 중국 현지 2:1(♀:♂)비율 적정 파종 시기는 일반적인 찰옥수수 파종적기보다 늦게 실시되었다. 고온기에 파종이 이루어진 관계로 영양생장에서 생식생장으로의 전환이 빠르게 이루어져 개체들의 생육이 충실하지 못하여 F₁ 종자 생산량은 다소 적었으나 생산량에 영향을 미칠만한 병해의 발생은 없었으며 개체 모두 특정병해 없이 종자생산이 이루어졌다. 단위 면적당 채종 및 채종 단가 비교는 채산성이 우수하고 F₁ 채종이 용이하여 종자 공급이 원활할 것으로 평가됨.

표. 수옥찰 재배 지역 및 종자 생산성 비교

구분	장 소	생육 · 생산성 우위비교
국내	전남 여수, 대전 유성	생육과 생산성이 우수하나 생산비용(인건비, 임차료) 높음
국외	중국 청도, 중국 산둥	생육과 생산성이 우수하나 생산비용 낮음

3. 수옥찰 중국내 적응성 시험

중국 현지내 생산성, 지적시험은 전년도 실시된 지역(청도, 길림)이외에 산둥성, 요녕성, 흑룡강성으로 확대 실시한 결과 생육 및 식미 평가가 매우 우수하였음. 연구 수행 방법은 지역별 기후 적응성 및 내병성 시험결과 현지 재배종과 동일한 우수한 결과를 보였음.

지역별 적응성 조사 및 재배 시험 확대 실시를 위해 중국 동북지역으로 재배시험 확대(청도, 산둥 외 길림지역 확대)

표. 중국 동북 지역에서의 수옥찰 확대 시험.

구분	파종일 (년/월/일)	초장 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭직경 (cm)	이삭수/1주 (1개)	재배면적 (㎡)
청도	2009. 5. 15	198.5	19.5	3.5	1.8	900
산둥	2009. 5. 10	205.3	18.7	3.8	1.2	450
길림	2009. 5. 17	205.7	19.3	4.0	1.3	370

산둥성 교남시에서 실시된 수옥찰 재배시험에서는 생육 및 수량성이 다소 낮게 나타났으나 그 외에서는 대체로 품종상 양호한 결과를 얻었다.

4. 대학찰 골드 1호 중국내 적응성 시험

연구 수행 방법은 지역 적응성 시험을 위해 국내 재배 시험 결과 지역 적응성이 우수하여 차년도에는 중국 현지에서 확대 재배하기로 함. 대학찰 골드 1호의 국내 재배 현황은 협동 기관에서 국내 처음 실시하였다. 그 결과 대학찰 골드1호는 초세가 상당히 우수하고 생육기가 빠른 것으로 나타났으며 이삭의 종피는 노란색이고 크기 또한 상당히 우수하여 다수확 품종으로 판단된다(사진). 그러나 일부 겹이삭의 발생이 있었으며 식미에서도 약간의 낮은 평가를 받았다. 따라서 2010년에 파종적기에 재배를 하여 중국내 재배적응성 및 상품성 등을 검토.

1). 기능성 대학찰 골드1호 중국내 재배 발생을

표. 중국 각 지역별 대학찰 골드1호에 대한 재해발생 비율

특성 지역	파종일 (월/일)	도복 (%)		깨씨무늬병 (%)		조명나방 (%)		흑조위축병 (%)		매문병 (%)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
청도	5월 16일	5.0	3.0	0.0	0.0	15.5	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0
길림	5월 18일	10.0	1.0	0.0	0.0	20.7	15.5	0.0	0.0	3.0	1.5
산둥	5월 15일	0.0	0.0	0.0	0.0	15.3	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0

A: 대학찰 골드 1호, B: 대조구(일미찰)

표. 중국 청도에서 재배된 대학찰골드 1호의 생육

품종명	파종일	초장 cm	이삭길이 cm	이삭직경 cm	이삭수 /주	재배면적 ㎡
대학찰 골드1호	2010. 6.28	245.5	21.5	5.2	1.8	220
대조(찰옥 1호)	2010. 6.28	172	16.8	4.2	1.5	220



Fig. 14. 중국내 청도에서 재배된 대학찰골드 1호 생육 및 이삭 특성

○ 4년차 2012년 수옥찰 F1 파종현황

품종명	파종일	파종면적	모본:부분
수옥찰	2012. 5. 20	약 6,000m ²	2:1

2). 국내 재배용 종자 생산 및 보급

전국 종자 보급의 20% 목표를 위해 기존 전남 여수 지역 이외에서 우수한 평가를 받았으며 차년도에는 중국내 재배 면적을 확대하여 지역 적응성 시험을 실시코자 함. 국내·외 종자 생산 확대를 실시하고 이들 종자는 국내·외 지역에 생산성 검정, 지역 적응성 검정 시험을 확대 실시하였으며, 국내(유성), 중국(청도)지역에서 실시한 결과 시험 성적이 우수하여 3년차에는 중국내 지역 적응성 검정을 위해 산둥성, 요녕성, 흑룡강성 3지역을 추가 확대·재배 함.

제 5 절 극조생종 육성 및 평가

□ 극조생종 자식계통 육성

1년차 2008년~2009년

1) 극조생종 육성계통의 주요특성

Table Agronomic characteristics for the new early waxy CNU inbred lines.

Characteristics	Stem ht. (cm)	Days to tass. (day)	Pericarp thickness (μm)	100K. wt. (g)	Seed coat (color)
Hybrids					
CNU-1-1	115	73	68	23.7	white
CNU-1-2	120	67	86	22.3	white
CNU-2-1	110	58	42	23.1	purple
CNU-2-1	112	58	39	22.7	purple
CNU-온51-2	95	60	18	20.5	yellow
CNU-온51-3	98	61	17	22.4	yellow
CNU-온52-1	103	63	15	23.0	yellow
CNU-온52-4	105	59	12	21.7	yellow
CNU-온71-1	121	64	28	22.5	yellow
CNU-98-1	103	65	46	23.4	white
CNU-1086-1	94	68	38	19.5	yellow
CNU-1086-2	98	67	51	18.3	yellow
CNU-1087	111	57	45	20.4	yellow
CNU-온2231-1	104	59	30	22.1	yellow
CNU-온2231-2	107	60	24	22.4	yellow
CNU-온2231-3	115	59	24	23.0	yellow
Check*	168	58	53	23.8	white

*Chalok 1

2) 세대 단축을 위한 재배상황(충남대 2009년 5월)



<사진> 세대단축용 극조생종 교배친 및 F1종자생산

Table . 신품종 대학찰 골드(CNU19호)에 대한 식미관련 특성

Hybrids	Characters				
	Exterior (1-9)*	Stickiness (1-9)	Sugar Content (1-9)	Tender- ness (1-9)	Mean (1-9)
Chalok 1	6	7	4	7	5
CNU13	8	5	5	3	5.3
CNU14	5	3	3	3	4.5
CNU19(노랑찰)*	9	8	7	9	8.3
CNU21	8	5	5	9	6.8
CNU38	9	7	5	8	7.3
CNU93	6	5	6	3	5
CNU94	7	7	7	4	6.3
CNU100	7	7	7	8	7.3
CNU133	6	6	7	8	6.8
CNU153	9	8	8	8	8.3
CNU173	7	7	8	8	7.5

*대학찰골드1호

(1) 극조생종 계통/교잡종 육성

2년차 2009년~2010년

연구개발 수행내용: 극조생종 F₁종자 생산

○ 조생찰 계통 선발

- 대조품종인 찰옥 1호에 비해 출용기가 빠른 계통이 다수 육성됨.

Table1. Agronomic characteristics for the new early waxy maize CNU inbred lines

Characterics	Stem ht. (cm)	Days to tassel. (day)	Pericarp thickness (μ m)	100K. wt. (g)	Seed coat (color)
CNU-1-1(⊗)	115	73	68	23.7	white
CNU-1-2(⊗)	120	67	86	22.3	white
CNU-2-1(⊗)	110	58	42	23.1	purple
CNU-2-1(⊗)	112	58	39	22.7	purple
CNU-온51-2(⊗)	95	60	18	20.5	yellow
CNU-온51-3(⊗)	98	61	17	22.4	yellow
CNU-온52-1(⊗)	103	63	15	23.0	yellow
CNU-온52-4(⊗)	105	59	12	21.7	yellow
CNU-온71-1(⊗)	121	64	28	22.5	yellow
CNU-98-1(⊗)	103	65	46	23.4	white
CNU-1086-1(⊗)	94	68	38	19.5	yellow
CNU-1086-2(⊗)	98	67	51	18.3	yellow
CNU-1087(⊗)	111	57	45	20.4	yellow
CNU-온2231-1(⊗)	104	59	30	22.1	yellow
CNU-온2231-2(⊗)	107	60	24	22.4	yellow
CNU-온2231-3(⊗)	115	59	24	23.0	yellow
Check, 찰옥1호	168	65	53	23.8	white

- 생산성 시험(1년차)

극조생 계통에 대한 식물학적 특성 및 종자 생산성 시험 결과는 다음과 같다.

표. 극조생 계통에 대한 종자생산 관련 형질(2009. 충남대)

계통	특성	이삭길이	이삭직경	이삭열수	착립율	개화 소요 일수
CNU 1-1		5.7	2.8	10	84	62
CNU 1-2		6.8	2.3	8	78	65
CNU 2-1		7.0	3.2	10	90	64
CNU 2-2		5.4	3.5	8	88	66
CNU 51-1		5.2	2.3	8	84	63
CNU 51-2		7.3	2.4	8	90	65
CNU 51-3		6.8	2.7	10	82	67
CNU 52-1		5.3	3.2	8	76	59
CNU 52-2		5.7	2.9	10	80	63

<계속>

CNU 52-3	6.4	3.1	10	84	60
CNU 52-4	7.1	2.4	8	90	68
CNU 71-1	5.8	3.2	8	78	59
CNU 98-1	7.4	3.0	10	80	61
CNU 1086-1	8.3	2.5	10	85	64
CNU 1086-2	7.7	2.4	8	82	63
CNU 2231-1	7.3	3.2	8	90	66
CNU 2231-2	7.8	3.0	8	82	64
CNU 2231-3	7.5	2.4	10	88	67
CNU 온2231-3	6.8	2.3	10	80	67
Check (찰옥1호)	6.9	2.1	10	85	65



사진. 조생 찰옥수수 교배친 육성 (상)과 세대단축 조생 찰옥수수 계통 육성(하우스, 노지)

2) 극조생 교잡종에 대한 특성 평가

Table Comparisons of traits related to table quality of the developed waxy corn hybrids.

Characteristics Hybrids	Sugar content Brix(%)	Pericarp thickness (μ m)
CNU08H-15	16.0 \pm 1.0 ^{a*}	34.7 \pm 2.1 ^{bc}
CNU08H-31	15.3 \pm 0.6 ^a	22.7 \pm 4.0 ^e
CNU08H-32	15.7 \pm 1.2 ^a	24.3 \pm 2.1 ^{de}
CNU08H-35	16.0 \pm 0.0 ^a	29.7 \pm 10.0 ^{bcd}
CNU08H-39	14.7 \pm 0.6 ^{ab}	13.0 \pm 6.6 ^f
CNU08H-41	15.0 \pm 1.0 ^a	27.3 \pm 6.5 ^{cde}
CNU08H-69	15.7 \pm 1.2 ^a	31.7 \pm 4.0 ^{bcd}
CNU08H-71	15.0 \pm 1.0 ^a	34.0 \pm 3.6 ^{bc}
CNU08H-h39	16.0 \pm 1.0 ^a	32.3 \pm 4.9 ^{bcd}
CNU08H-h102	16.0 \pm 1.0 ^a	26.3 \pm 1.5 ^{cde}
CNU08H-h105	14.3 \pm 0.6 ^{ab}	26.3 \pm 4.2 ^{cde}
CNU08H-h121	14.7 \pm 0.6 ^{ab}	31.7 \pm 2.5 ^{bcd}
Ilmichal	13.0 \pm 1.0 ^b	37.0 \pm 2.6 ^b
Yeonongchal	15.0 \pm 1.0 ^a	46.0 \pm 3.6 ^a
DaehakchalGold	15.3 \pm 2.1 ^a	35.0 \pm 4.0 ^{bc}
1		
Mean	15.0	30.1
CV(%)	7.0	15.5

* In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

위의 표는 조생 계통을 상호 교배한 교잡종에 대해 식미 관련 특성으로 수확 시 옥수수 종자내의 당함량과 과피 두께를 조사한 것이다. 표에서 보는바와 같이 당도는 공시 교잡종의 평균 당도는 15.0brix로 대체적으로 매우 높게 나타났다. 교잡종 중에서 CNU08H-15, CNU08H-35, CNU08H-h35 등에서 16 brix 이상을 보인데 비해 대조구 일미찰은 13brix로써 가장 낮게 나타났다. 씹힘성에 직접적인 영향을 미치는 과피는 평균 30.1 μ m였는데 특히 CNU08H 39가 13 μ m로 다른 교잡종보다 가장 얇게 나타났다.

당도는 공시된 대부분의 교잡종이 평균적으로 고르게 나타났고, 과피역시 몇 개의 교잡종을 제외하고 매우 낮게 나타나 식미 증진에 크게 기여할 것으로 판단된다.

(5) 세부연구 목표: 극조생종 찰옥수수 교잡종 육성

연구개발 수행내용: 극조생종 육성 계통간 교배

극조생 교잡종 31조합(자주찰 19, 노란찰 5, 흰찰 7)에 대한 교배친(CNU 계통) 및 주요특성은 다음표와 같다.

표. 극조생종 육성 계통간 교잡종 생산 목록(충남대, 2009)

특성 번호	CNU 계통 우/♂	립 형	초형	립색 (종피색)
1	212×183	경립종	반직립	자주
2	215×210	경립종	반직립	자주
3	301×183	경립종	반직립	자주
4	302×183	경립종	반직립	자주
5	422×473	경립종	반직립	자주
6	429×172	경립종	반직립	자주
7	441×172	경립종	반직립	자주
8	450×172	경립종	반직립	자주
9	451×172	마치종	반직립	자주
10	454×436	마치종	직립	자주
11	454×457	경립종	반직립	자주
12	457×451	경립종	반직립	자주
13	470×480	경립종	반직립	자주
14	474×183	경립종	반직립	자주
15	474×451	경립종	완만형	자주
16	427×364	경립종	반직립	자주
17	588×576	경립종	반직립	자주
18	737×848	경립종	반직립	자주
19	915×799	경립종	반직립	자주
20	50×364	경립종	반직립	노란
21	192×262	경립종	반직립	노란
22	364×341	경립종	반직립	노란
23	338×333	경립종	완만형	노란
24	383×364	경립종	반직립	노란
25	245×248	경립종	반직립	흰색
26	248×255	경립종	완만	흰색
27	253×255	경립종	반직립	흰색
28	256×265	경립종	반직립	흰색
29	258×251	경립종	직립	흰색
30	265×258	경립종	반직립	흰색
31	1317×1057	경립종	반직립	흰색

6) 연구 범위: 극조생종 F1 교잡종 검정

-조합능력, 식미성, 상품성 검정에 관한 이들 내용은 p.33에 평가 분석 되어 있음.

- 연구 수행 방법: 극조생종 육성 계통간 교배

○ 노랑찰, 자주찰 각 20조합

표. 조숙·식미 관련 형질 위한 교잡종 육성

특성 번호	CNU계통 ♀/♂	립 형	초형	종자중 (100립중)	립색 (종피색)	비고
1	212×183	경립종	반직립	21.65	자주	조숙성, 식미성
2	215×210	경립종	반직립	12.40	자주	조숙성, 식미성
3	301×183	경립종	반직립	15.35	자주	조숙성, 식미성
4	302×183	경립종	반직립	23.29	자주	조숙성, 식미성
5	422×473	경립종	반직립	15.70	자주	조숙성, 식미성
6	429×172	경립종	반직립	24.30	자주	조숙성, 식미성
7	441×172	경립종	반직립	19.75	자주	조숙성, 식미성
8	450×172	경립종	반직립	9.03	자주	조숙성, 식미성
9	451×172	마치종	반직립	18.13	자주	조숙성, 식미성
10	454×436	마치종	직립	7.90	자주	조숙성, 식미성
11	454×457	경립종	반직립	17.70	자주	조숙성, 식미성
12	457×451	경립종	반직립	17.15	자주	조숙성, 식미성
13	470×480	경립종	반직립	26.80	자주	조숙성, 식미성
14	474×183	경립종	반직립	13.45	자주	조숙성, 식미성
15	474×451	경립종	완만형	13.40	자주	조숙성, 식미성
16	427×364	경립종	반직립	22.40	자주	조숙성, 식미성
17	588×576	경립종	반직립	8.15	자주	조숙성, 식미성
18	737×848	경립종	반직립	23.93	자주	조숙성, 식미성
19	915×799	경립종	반직립	10.80	자주	조숙성, 식미성
20	50×364	경립종	반직립	12.95	노란	조숙성, 식미성
21	192×262	경립종	반직립	31.25	노란	조숙성, 식미성
22	364×341	경립종	반직립	15.15	노란	조숙성, 식미성
23	338×333	경립종	완만형	16.90	노란	조숙성, 식미성
24	383×364	경립종	반직립	18.80	노란	조숙성, 식미성
25	245×248	경립종	반직립	13.50	흰색	조숙성, 식미성
26	248×255	경립종	완만	12.85	흰색	조숙성, 식미성
27	253×255	경립종	반직립	20.00	흰색	조숙성, 식미성
28	256×265	경립종	반직립	20.90	흰색	조숙성, 식미성
29	258×251	경립종	직립	14.05	흰색	조숙성, 식미성
30	265×258	경립종	반직립	8.00	흰색	조숙성, 식미성
31	1317×1057	경립종	반직립	23.75	흰색	조숙성, 식미성

- 구체적인 내용: 극조생종 육성 계통간 교배

○ 생산성 시험(1년차)

2009년 5월 10일에 재식밀도 70×30cm, 1주 1본으로 개화기, 수량, 식미성등을 조사하였다.

2009년 충남대 온실 및 하우스에서 육성 극조생 계통은 다음과 같다.

표. 2009년 육성된 조숙 및 유색 찰옥수수 유망 계통

No.	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭길이 (cm)	종피색
1	161-1⊗	115	54	59	7	자주
2	161-2⊗	120	64	60	9	자주
3	163-1⊗	125	65	62	10	자주
4	163-2⊗	128	61	66	11	자주
5	164⊗	119	60	62	10	자주
6	165⊗	134	59	66	8	자주
7	166⊗	139	64	64	8	자주
8	167⊗	108	58	59	7	자주
9	168-1⊗	119	64	60	6	자주
10	168-2⊗	150	62	64	10	자주
11	168-3⊗	146	66	64	5	자주
12	169-1⊗	124	61	62	6	자주
13	169-2⊗	109	59	63	6	자주
14	170-1⊗	107	54	67	7	자주
15	170-2⊗	110	65	59	8	자주
16	171-1⊗	103	67	60	9	자주
17	171-2⊗	134	70	64	10	자주
18	172-1⊗	139	74	63	6	자주
19	172-2⊗	125	59	62	6	자주
20	173⊗	120	64	67	6	자주
21	174⊗	119	63	64	7	자주
22	175-1⊗	134	68	65	8	자주
23	175-2⊗	135	64	67	9	자주
24	176-1⊗	128	66	59	8	자주
25	176-2⊗	129	68	58	8	자주
26	177-1⊗	122	66	64	8	자주
27	177-2⊗	106	64	63	9	자주
28	178⊗	105	69	62	6	자주
29	179-1⊗	107	62	60	6	자주
30	179-2⊗	116	68	59	5	자주
31	180-1⊗	145	59	60	11	자주
32	182-2⊗	136	70	59	6	자주
33	182-1⊗	120	72	62	7	자주
34	182-2⊗	119	73	63	8	자주
35	183-1⊗	106	72	64	9	자주
36	183-2⊗	124	75	65	6	자주
37	184⊗	146	69	66	8	자주
38	185⊗	143	68	66	6	자주
39	186⊗	135	70	66	8	자주
40	187-1⊗	123	72	65	6	자주
41	187-2⊗	119	73	64	9	자주
42	187-3⊗	106	74	67	8	자주
43	188-1⊗	145	71	65	9	자주
44	188-2⊗	108	70	66	10	자주
45	187⊗	136	69	59	8	자주

No	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭길이 (cm)	종피색
46	191-1⊗	145	69	59	9	자주
47	191-2⊗	135	59	64	6	자주
48	191-3⊗	126	59	65	6	자주
49	191-4⊗	109	68	66	5	자주
50	192-1⊗	140	69	62	6	자주
51	192-2⊗	116	67	65	5	자주
52	192-3⊗	134	66	64	6	자주
53	193-1⊗	126	64	63	8	자주
54	193-2⊗	141	68	62	9	자주
55	194-1⊗	136	72	63	8	자주
56	194-2⊗	126	70	63	8	자주
57	195⊗	150	71	59	8	자주
58	196-1⊗	143	73	63	7	자주
59	196-2⊗	139	72	64	6	자주
60	197⊗	126	75	65	7	자주
61	198-1⊗	126	64	66	6	자주
62	198-2⊗	119	66	64	8	자주
63	200⊗	131	68	60	9	자주
64	201⊗	130	59	60	8	자주
65	202⊗	129	54	59	9	자주
66	204-1⊗	136	58	58	10	자주
67	204-2⊗	146	64	65	6	자주
68	205⊗	123	56	63	6	자주
69	206⊗	109	61	62	10	자주
70	207⊗	116	62	64	6	자주
71	208-1⊗	151	67	62	8	자주
72	208-2⊗	146	59	67	6	자주
73	209⊗	124	53	66	9	자주
74	210⊗	116	53	67	10	자주
75	211⊗	106	69	64	6	자주
76	212⊗	100	72	64	8	자주
77	213-1⊗	143	70	62	8	자주
78	213-2⊗	94	65	63	9	자주
79	214-1⊗	140	67	62	6	자주
80	214-2⊗	141	55	65	7	자주
81	215⊗	132	57	65	8	자주
82	217⊗	129	59	64	8	자주
83	218-1⊗	142	53	65	9	자주
84	218-2⊗	105	54	59	6	자주
85	219⊗	106	60	60	6	자주
86	221-1⊗	107	68	67	7	자주
87	221-2⊗	124	70	64	8	자주
88	222-1⊗	119	68	64	9	자주
89	222-2⊗	105	66	65	6	자주
90	223-1⊗	106	69	63	8	자주

<계속>

No.	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
91	223-2(⊗)	125	75	62	6	자주
92	224-1(⊗)	156	69	63	9	자주
93	224-2(⊗)	146	64	64	8	자주
94	225(⊗)	108	62	65	7	자주
95	226(⊗)	116	63	65	8	자주
96	228-1(⊗)	123	60	66	7	자주
97	228-2(⊗)	145	64	65	9	자주
98	228-3(⊗)	134	66	64	9	자주
99	229(⊗)	129	69	67	9	자주
100	230(⊗)	114	68	66	8	자주
101	231-1(⊗)	143	68	64	8	자주
102	231-2(⊗)	139	62	63	10	자주
103	232-1(⊗)	107	70	62	6	자주
104	232-2(⊗)	106	70	63	6	자주
105	233(⊗)	107	68	62	5	자주
106	234(⊗)	119	64	62	6	자주
107	235-1(⊗)	142	66	60	8	자주
108	235-2(⊗)	127	69	64	8	자주
109	235-2(⊗)	134	68	64	6	자주
110	236(⊗)	136	63	65	5	자주
111	238-1(⊗)	125	62	64	6	자주
112	238-2(⊗)	124	60	63	6	자주
113	239(⊗)	127	61	63	8	자주
114	240-1(⊗)	146	60	63	7	자주
115	240-2(⊗)	139	59	63	8	자주
116	287(⊗)	107	58	64	7	자주
117	288(⊗)	116	54	64	8	자주
118	289(⊗)	124	52	59	9	자주
119	290-1(⊗)	128	53	64	8	자주
120	290-2(⊗)	126	54	63	8	자주
121	291(⊗)	124	59	64	8	자주
122	292-1(⊗)	134	58	65	5	자주
123	292-2(⊗)	129	56	65	6	자주
124	293-1(⊗)	134	64	64	6	자주
125	293-2(⊗)	134	62	63	6	자주
126	294-1(⊗)	146	74	64	5	자주
127	294-2(⊗)	107	64	64	6	자주
128	295(⊗)	134	68	64	8	자주
129	297(⊗)	131	65	63	6	자주
130	300-1(⊗)	130	66	63	6	자주
131	300-2(⊗)	124	69	62	6	자주
132	301-1(⊗)	126	68	64	8	자주
133	301-2(⊗)	104	63	62	4	자주
134	302(⊗)	151	66	63	6	자주
135	304(⊗)	134	59	62	6	자주

No	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
136	305(⊗)	124	54	65	6	자주
137	312(⊗)	134	57	64	6	자주
138	313(⊗)	150	69	66	10	자주
139	314(⊗)	124	60	64	6	자주
140	315(⊗)	119	59	64	9	자주
141	318(⊗)	148	64	63	8	자주
142	319(⊗)	134	68	62	8	자주
143	347(⊗)	150	66	60	8	자주
144	345(⊗)	143	68	64	8	자주
145	362(⊗)	126	69	64	7	자주
146	364(⊗)	108	62	63	8	자주
147	365-1(⊗)	109	53	63	8	자주
148	365-2(⊗)	134	64	65	7	자주
149	369-1(⊗)	126	59	67	7	자주
150	369-2(⊗)	151	75	64	9	자주
151	371-1(⊗)	141	70	63	6	자주
152	371-2(⊗)	130	64	63	9	자주
153	373-1(⊗)	99	50	64	8	자주
154	373-2(⊗)	99	53	65	8	자주
155	377-1(⊗)	106	63	63	8	자주
156	377-2(⊗)	107	67	63	8	자주
157	381-1(⊗)	134	65	64	9	자주
158	381-2(⊗)	125	66	63	9	자주
159	381-3(⊗)	134	69	62	8	자주
160	385(⊗)	126	70	62	8	자주
161	386-1(⊗)	116	59	64	7	자주
162	386-2(⊗)	142	54	63	7	자주
163	386-3(⊗)	109	56	63	7	자주
164	386-4(⊗)	107	52	64	8	자주
165	388(⊗)	105	54	65	8	자주
166	391(⊗)	143	70	66	9	자주
167	392(⊗)	126	64	67	8	자주
168	394(⊗)	128	66	60	7	자주
169	395-1(⊗)	114	63	64	7	자주
170	395-2(⊗)	104	55	67	6	자주
171	396(⊗)	141	72	62	6	자주
172	397(⊗)	134	64	62	6	자주
173	398(⊗)	126	66	65	8	자주
174	399-1(⊗)	109	60	63	9	자주
175	399-2(⊗)	111	63	64	8	자주
176	412(⊗)	111	64	63	8	자주
177	422(⊗)	124	70	66	7	자주
178	424(⊗)	134	72	64	6	자주
179	426-1(⊗)	106	66	62	9	자주
180	426-2(⊗)	108	64	63	8	자주

<계속>

No.	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
181	426-3⊗	105	64	63	5	자주
182	427⊗	109	69	60	6	자주
183	428-1⊗	114	65	60	6	자주
184	428-2⊗	135	64	64	9	자주
185	429-1⊗	142	66	65	6	자주
186	429-2⊗	136	70	66	6	자주
187	430-1⊗	134	73	64	6	자주
188	430-2⊗	107	68	66	7	자주
189	432-1⊗	121	64	63	8	자주
190	432-2⊗	141	74	64	8	자주
191	432-3⊗	132	67	66	7	자주
192	433-1⊗	103	57	65	5	자주
193	433-2⊗	133	60	65	9	자주
194	431-1⊗	124	58	64	9	자주
195	431-2⊗	144	75	63	8	자주
196	435-1⊗	151	75	66	9	자주
197	435-2⊗	116	54	64	8	자주
198	436-1⊗	117	59	64	8	자주
199	436-2⊗	109	64	63	7	자주
200	437⊗	109	59	65	7	자주
201	438⊗	145	75	65	6	자주
202	439⊗	134	67	64	7	자주
203	441⊗	126	67	65	6	자주
204	442-1⊗	123	54	64	6	자주
205	442-2⊗	108	50	64	9	자주
206	442-3⊗	107	56	64	5	자주
207	443⊗	110	59	63	9	자주
208	444-1⊗	100	64	66	8	자주
209	444-2⊗	100	60	66	9	자주
210	446⊗	146	63	64	10	자주
211	447-1⊗	140	73	64	8	자주
212	447-2⊗	125	62	64	8	자주
213	448⊗	134	69	62	8	자주
214	449-1⊗	129	64	60	8	자주
215	449-2⊗	120	66	62	8	자주
216	450⊗	120	65	61	9	자주
217	451-1⊗	116	56	63	7	자주
218	451-2⊗	114	52	63	6	자주
219	452-1⊗	120	53	63	6	자주
220	452-2⊗	120	61	62	8	자주
221	454-1⊗	116	68	62	6	자주
222	454-2⊗	109	64	64	9	자주
223	455-1⊗	134	60	64	9	자주
224	455-2⊗	105	62	63	5	자주
225	456-1⊗	126	60	65	6	자주

No	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
226	456-2⊗	142	64	64	10	자주
227	456-3⊗	132	63	75	8	자주
228	456-4⊗	145	59	70	7	자주
229	457⊗	121	66	69	8	자주
230	458-1⊗	120	64	66	8	자주
231	458-2⊗	113	63	64	8	자주
232	458-3⊗	143	62	65	8	자주
233	459-1⊗	128	68	66	9	자주
234	459-2⊗	120	64	63	10	자주
235	460-1⊗	140	68	70	6	자주
236	460-2⊗	125	59	64	8	자주
237	461-1⊗	134	55	66	6	자주
238	461-1⊗	128	64	64	5	자주
239	462-1⊗	127	63	66	9	자주
240	462-2⊗	140	72	61	8	자주
241	463-1⊗	125	64	53	8	자주
242	463-2⊗	126	63	58	7	자주
243	464⊗	114	66	56	8	자주
244	465⊗	129	64	64	6	자주
245	466-1⊗	124	63	60	8	자주
246	466-2⊗	120	68	55	6	자주
247	467⊗	134	64	64	8	자주
248	468⊗	132	66	60	9	자주
249	469-1⊗	129	63	61	10	자주
250	469-2⊗	124	64	63	8	자주
251	470-1⊗	120	68	62	8	자주
252	470-2⊗	116	64	64	8	자주
253	471-1⊗	104	60	58	7	자주
254	471-2⊗	105	58	54	6	자주
255	472-1⊗	102	55	60	7	자주
256	472-2⊗	134	64	53	6	자주
257	473⊗	127	59	52	8	자주
258	474⊗	126	55	51	6	자주
259	475⊗	120	64	58	6	자주
260	476-1⊗	134	62	54	8	자주
261	476-2⊗	130	63	53	6	자주
262	477⊗	117	61	54	8	자주
263	479⊗	124	66	64	7	자주
264	480-1⊗	135	64	63	8	자주
265	480-2⊗	133	65	68	8	자주
266	480-3⊗	104	63	62	8	자주
267	481-1⊗	117	66	60	9	자주
268	481-2⊗	106	68	63	5	자주
269	482-1⊗	124	64	53	6	자주
270	482-2⊗	122	66	57	8	자주

<계속>

No.	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
271	482-3ⓧ	142	57	59	8	자주
272	483-1ⓧ	124	58	60	7	자주
273	483-2ⓧ	134	56	64	8	자주
274	483-3ⓧ	129	63	62	8	자주
275	484ⓧ	125	64	63	5	자주
276	485-1ⓧ	142	70	66	6	자주
277	485-2ⓧ	106	59	66	5	자주
278	486ⓧ	113	56	64	8	자주
279	487-1ⓧ	124	54	58	8	자주
280	487-2ⓧ	134	58	64	7	자주
281	488-1ⓧ	139	50	63	8	자주
282	488-2ⓧ	124	62	68	7	자주
283	490ⓧ	128	60	68	7	자주
284	491ⓧ	120	69	64	6	자주
285	493ⓧ	107	64	64	6	자주
286	497-1ⓧ	119	66	63	8	자주
287	497-2ⓧ	108	65	62	8	자주
288	497-3ⓧ	124	66	63	8	자주
289	501-1ⓧ	129	61	64	9	자주
290	501-2ⓧ	116	59	66	7	자주
291	501-3ⓧ	140	55	64	10	자주
292	502-1ⓧ	134	53	63	6	자주
293	502-2ⓧ	128	64	66	8	자주
294	502-3ⓧ	127	62	64	6	자주
295	503-1ⓧ	120	63	68	8	자주
296	503-2ⓧ	116	60	68	6	자주
297	504-1ⓧ	127	74	64	8	자주
298	504-2ⓧ	133	65	66	8	자주
299	504-3ⓧ	107	66	64	7	자주
300	505-1ⓧ	124	66	69	6	자주
301	505-2ⓧ	116	64	64	8	자주
302	505-3ⓧ	125	68	64	6	자주
303	506ⓧ	119	63	68	8	자주
304	507-1ⓧ	140	74	66	7	자주
305	507-2ⓧ	131	65	64	9	자주
306	508ⓧ	134	69	66	8	자주
307	509-1ⓧ	128	66	68	8	자주
308	509-2ⓧ	143	64	64	9	자주
309	559-1ⓧ	124	62	66	8	자주
310	559-2ⓧ	128	63	64	7	자주
311	579ⓧ	119	60	63	8	자주
312	580-1ⓧ	120	65	62	5	자주
313	580-2ⓧ	134	62	63	6	자주
314	581ⓧ	128	59	64	6	자주
315	582ⓧ	125	55	68	7	자주

No	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
316	583ⓧ	142	73	65	9	자주
317	584ⓧ	125	64	64	8	자주
318	587-1ⓧ	134	66	64	5	자주
319	587-2ⓧ	129	62	63	8	자주
320	589ⓧ	121	59	62	6	자주
321	588-1ⓧ	140	69	59	8	자주
322	588-2ⓧ	135	64	64	7	자주
323	593-1ⓧ	145	66	62	8	자주
324	593-2ⓧ	129	62	64	8	자주
325	593-3ⓧ	125	63	63	8	자주
326	593-4ⓧ	120	70	66	9	자주
327	594-1ⓧ	134	58	64	8	자주
328	594-2ⓧ	133	54	62	9	자주
329	596ⓧ	128	56	63	7	자주
330	599ⓧ	134	54	63	9	자주
331	600-1ⓧ	134	55	63	6	자주
332	600-2ⓧ	120	53	63	5	자주
333	601-1ⓧ	118	50	63	9	자주
334	601-2ⓧ	115	64	63	6	자주
335	607ⓧ	124	68	64	6	자주
336	610ⓧ	134	62	65	6	자주
337	613ⓧ	128	63	62	8	자주
338	614ⓧ	124	60	59	6	자주
339	616ⓧ	134	60	56	5	자주
340	617ⓧ	124	70	64	7	자주
341	615-1ⓧ	120	64	63	8	자주
342	615-2ⓧ	115	59	63	7	자주
343	619	124	55	64	8	자주
344	621-1ⓧ	134	53	65	7	자주
345	621-2ⓧ	128	54	64	8	자주
346	82ⓧ	124	58	63	7	노란
347	83-1ⓧ	104	55	63	7	노란
348	83-2ⓧ	124	50	63	7	노란
349	83-3ⓧ	120	51	60	7	노란
350	84-1ⓧ	108	54	59	7	노란
351	84-2ⓧ	104	53	62	6	노란
352	85-1ⓧ	114	52	64	6	노란
353	85-2ⓧ	110	50	62	5	노란
354	85-3ⓧ	120	54	63	6	노란
355	86-1ⓧ	131	53	63	8	노란
356	86-2ⓧ	124	64	65	6	노란
357	87ⓧ	108	68	63	9	노란
358	88ⓧ	113	65	63	6	노란
359	89ⓧ	124	63	63	7	노란
360	90-1ⓧ	120	60	63	8	노란

<계속>

No.	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
361	90-2(⊗)	132	76	64	6	노란
362	90-3(⊗)	129	59	64	6	노란
363	91(⊗)	126	54	62	8	노란
364	92-1(⊗)	134	59	62	8	노란
365	92-2(⊗)	105	54	63	9	노란
366	93-1(⊗)	116	50	64	7	노란
367	93-2(⊗)	120	53	65	8	노란
368	94-1(⊗)	140	68	66	7	노란
369	94-2(⊗)	133	59	63	8	노란
370	94-3(⊗)	124	54	64	6	노란
371	95(⊗)	141	70	62	8	노란
372	96-1(⊗)	108	68	63	8	노란
373	96-2(⊗)	106	62	63	7	노란
374	97(⊗)	124	64	63	6	노란
375	98(⊗)	104	59	64	6	노란
376	99-1(⊗)	108	55	62	6	노란
377	99-2(⊗)	116	56	63	8	노란
378	100-1(⊗)	124	53	64	7	노란
379	100-2(⊗)	128	50	62	8	노란
380	100-3(⊗)	131	64	65	9	노란
381	105(⊗)	107	55	64	5	노란
382	107(⊗)	109	54	63	8	노란
383	108(⊗)	124	64	64	6	노란
384	109-1(⊗)	131	63	62	8	노란
385	109-2(⊗)	127	61	63	8	노란
386	111(⊗)	120	59	62	9	노란
387	112(⊗)	129	58	63	9	노란
388	113(⊗)	116	55	64	5	노란
389	114(⊗)	114	54	63	6	노란
390	116(⊗)	123	56	63	6	노란
391	118(⊗)	128	54	63	7	노란
392	119-1(⊗)	116	62	64	8	노란
393	119-2(⊗)	124	64	59	7	노란
394	129-1(⊗)	118	64	66	8	노란
395	129-2(⊗)	134	72	64	8	노란
396	130(⊗)	120	54	60	8	노란
397	132(⊗)	110	55	63	7	노란
398	133(⊗)	143	75	63	7	노란
399	134(⊗)	108	55	60	7	노란
400	137(⊗)	134	64	63	6	노란
401	138(⊗)	129	65	63	9	노란
402	139-1(⊗)	124	64	64	6	노란
403	139-2(⊗)	122	62	65	9	노란
404	140-1(⊗)	146	60	66	9	노란
405	140-2(⊗)	128	69	65	8	노란

No	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
406	141-1(⊗)	108	53	65	5	노란
407	141-2(⊗)	146	68	66	6	노란
408	141-3(⊗)	128	64	64	9	노란
409	142(⊗)	146	75	64	9	노란
410	143-1(⊗)	128	66	63	9	노란
411	143-2(⊗)	109	63	62	8	노란
412	144(⊗)	116	59	60	8	노란
413	145-1(⊗)	115	55	67	8	노란
414	145-2(⊗)	107	54	65	7	노란
415	146-1(⊗)	106	53	65	8	노란
416	146-2(⊗)	114	58	64	7	노란
417	147-1(⊗)	134	55	63	6	노란
418	147-2(⊗)	128	56	63	8	노란
419	148-1(⊗)	125	54	64	7	노란
420	148-2(⊗)	110	59	63	6	노란
421	148-3(⊗)	108	58	62	8	노란
422	149(⊗)	114	55	63	8	노란
423	150-1(⊗)	134	56	63	9	노란
424	150-2(⊗)	125	54	64	8	노란
425	150-3(⊗)	140	63	62	8	노란
426	151(⊗)	128	64	63	5	노란
427	152-1(⊗)	104	66	63	6	노란
428	152-2(⊗)	106	68	63	6	노란
429	153(⊗)	128	57	64	8	노란
430	154(⊗)	108	58	62	8	노란
431	158-1(⊗)	116	62	63	8	노란
432	158-2(⊗)	141	69	65	6	노란
433	160-1(⊗)	120	58	63	9	노란
434	160-2(⊗)	140	72	62	6	노란
435	296(⊗)	128	64	64	7	노란
436	298-1(⊗)	124	62	62	8	노란
437	298-2(⊗)	104	60	63	5	노란
438	298-3(⊗)	113	59	63	8	노란
439	324(⊗)	108	52	64	9	노란
440	327(⊗)	114	53	61	9	노란
441	338(⊗)	132	68	63	8	노란
442	352(⊗)	128	64	64	8	노란
443	382-1(⊗)	124	65	65	9	노란
444	382-2(⊗)	106	56	63	5	노란
445	382-3(⊗)	143	71	64	9	노란
446	418(⊗)	123	68	65	6	노란
447	445(⊗)	109	60	67	6	노란
448	496-1(⊗)	104	50	64	7	노란
449	496-2(⊗)	111	55	63	8	노란
450	652-1(⊗)	135	59	66	7	노란

<계속>

No.	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
451	652-2(⊗)	124	64	64	8	노란
452	653-1(⊗)	138	75	63	5	노란
453	653-2(⊗)	125	65	64	9	노란
454	653-3(⊗)	121	61	65	9	노란
455	653-4(⊗)	100	54	64	8	노란
456	654-1(⊗)	124	59	63	8	노란
457	654-2(⊗)	106	60	64	7	노란
458	655-1(⊗)	107	60	60	8	노란
459	655-2(⊗)	128	63	66	6	노란
460	656-1(⊗)	141	70	64	9	노란
461	656-2(⊗)	125	64	64	6	노란
462	656-3(⊗)	119	59	62	9	노란
463	133(⊗)	124	65	68	8	흰색
464	156-1(⊗)	109	60	63	8	흰색
465	156-2(⊗)	115	64	64	7	흰색
466	157(⊗)	140	73	65	8	흰색
467	241(⊗)	123	64	66	7	흰색
468	242(⊗)	128	60	64	8	흰색
469	245-1(⊗)	146	72	66	6	흰색
470	245-2(⊗)	134	64	63	8	흰색
471	246-1(⊗)	124	68	62	7	흰색
472	246-2(⊗)	118	60	62	9	흰색
473	247-1(⊗)	134	70	61	8	흰색
474	247-2(⊗)	116	64	63	8	흰색
475	248-1(⊗)	128	70	64	8	흰색
476	248-2(⊗)	108	58	65	7	흰색
477	250-1(⊗)	107	57	64	6	흰색
478	250-2(⊗)	111	60	66	8	흰색
479	252(⊗)	135	64	64	8	흰색
480	251(⊗)	128	58	62	8	흰색
481	253-1(⊗)	127	59	61	7	흰색
482	253-2(⊗)	134	64	61	6	흰색
483	254-1(⊗)	128	62	63	8	흰색
484	254-2(⊗)	116	66	62	8	흰색
485	256(⊗)	124	64	63	8	흰색
486	257-1(⊗)	120	66	61	7	흰색
487	257-2(⊗)	118	68	64	8	흰색
488	258-1(⊗)	114	59	65	8	흰색
489	258-2(⊗)	108	54	63	9	흰색
490	259-1(⊗)	134	53	62	7	흰색
491	259-2(⊗)	128	56	61	8	흰색
492	260-1(⊗)	120	58	63	6	흰색
493	260-2(⊗)	111	54	64	8	흰색
494	261(⊗)	145	74	61	8	흰색
495	262(⊗)	124	64	63	7	흰색

No	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
496	263(⊗)	120	59	64	8	흰색
497	264(⊗)	143	68	63	8	흰색
498	266-1(⊗)	128	62	64	7	흰색
499	266-2(⊗)	125	65	64	6	흰색
500	267(⊗)	124	60	62	8	흰색
501	268(⊗)	112	58	64	9	흰색
502	269(⊗)	116	54	64	8	흰색
503	271-1(⊗)	104	52	60	5	흰색
504	271-2(⊗)	130	64	63	7	흰색
505	272-1(⊗)	128	60	62	8	흰색
506	272-2(⊗)	126	65	64	8	흰색
507	272-3(⊗)	120	66	63	6	흰색
508	277(⊗)	143	67	62	8	흰색
509	278(⊗)	128	59	61	8	흰색
510	279(⊗)	126	55	63	7	흰색
511	284(⊗)	120	64	64	8	흰색
512	370-1(⊗)	116	62	65	5	흰색
513	370-2(⊗)	107	58	66	6	흰색
514	372(⊗)	104	54	64	6	흰색
515	374-1(⊗)	134	65	64	8	흰색
516	374-2(⊗)	128	64	64	9	흰색
517	374-3(⊗)	120	63	64	7	흰색
518	378(⊗)	146	73	64	8	흰색
519	380(⊗)	118	58	64	8	흰색
520	512(⊗)	124	64	64	9	흰색
521	513-1(⊗)	138	70	64	6	흰색
522	513-2(⊗)	126	64	63	8	흰색
523	513-3(⊗)	110	59	63	6	흰색
524	514(⊗)	134	65	62	8	흰색
525	515(⊗)	128	59	63	8	흰색
526	517(⊗)	122	58	63	7	흰색
527	518(⊗)	124	64	60	9	흰색
528	519(⊗)	130	60	64	8	흰색
529	520(⊗)	128	59	64	8	흰색
530	521(⊗)	122	55	65	9	흰색
531	522-1(⊗)	123	64	66	6	흰색
532	522-2(⊗)	124	68	66	7	흰색
533	525(⊗)	110	69	65	6	흰색
534	526(⊗)	124	62	65	8	흰색
535	528(⊗)	111	58	64	8	흰색
536	528(⊗)	134	65	64	9	흰색
537	529-1(⊗)	124	63	64	10	흰색
538	529-2(⊗)	120	59	62	8	흰색
539	531-1(⊗)	118	54	67	7	흰색
540	531-2(⊗)	113	55	62	9	흰색

<계속>

No.	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
541	532-1(⊗)	136	65	64	9	흰색
542	532-2(⊗)	128	68	62	8	흰색
543	533(⊗)	122	64	63	7	흰색
544	534(⊗)	120	59	64	8	흰색
545	539-1(⊗)	116	55	62	6	흰색
546	539-2(⊗)	118	59	62	8	흰색
547	539-3(⊗)	112	64	63	8	흰색
548	539-4(⊗)	114	60	65	8	흰색
549	540(⊗)	132	68	64	8	흰색
550	543(⊗)	130	63	64	7	흰색
551	544(⊗)	128	64	64	9	흰색
552	545-1(⊗)	126	69	64	7	흰색
553	545-2(⊗)	124	59	63	9	흰색
554	546-1(⊗)	128	58	63	8	흰색
555	546-2(⊗)	131	64	62	8	흰색
556	547-1(⊗)	115	53	63	7	흰색
557	547-2(⊗)	110	50	63	6	흰색
558	547-3(⊗)	110	50	64	6	흰색
559	547-4(⊗)	110	50	63	8	흰색
560	550(⊗)	130	64	64	8	흰색
561	577(⊗)	128	60	64	7	흰색
562	558(⊗)	126	68	64	9	흰색
563	560-1(⊗)	107	58	65	8	흰색
564	560-2(⊗)	103	59	66	8	흰색
565	560-3(⊗)	100	55	64	5	흰색
566	561-1(⊗)	150	74	64	11	흰색
567	561-2(⊗)	134	64	62	9	흰색
568	562-1(⊗)	128	68	63	9	흰색
569	562-2(⊗)	120	63	64	8	흰색
570	562-3(⊗)	146	76	64	7	흰색
571	563-1(⊗)	128	59	62	8	흰색
572	563-2(⊗)	123	64	62	6	흰색
573	563-3(⊗)	124	63	63	8	흰색
574	564-1(⊗)	128	63	64	8	흰색
575	564-2(⊗)	120	59	64	7	흰색
576	568-1(⊗)	108	54	65	6	흰색
577	568-2(⊗)	104	52	64	5	흰색
578	568-3(⊗)	104	52	66	5	흰색
579	569-1(⊗)	131	69	64	7	흰색
580	569-2(⊗)	128	64	64	9	흰색
581	569-3(⊗)	124	65	63	8	흰색
582	571-1(⊗)	126	66	62	8	흰색
583	571-2(⊗)	120	60	61	7	흰색
584	571-3(⊗)	116	59	61	6	흰색
585	571-4(⊗)	128	58	63	8	흰색

No	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
586	573(⊗)	117	58	64	8	흰색
587	574-1(⊗)	146	75	63	9	흰색
588	574-2(⊗)	135	64	63	7	흰색
589	575-1(⊗)	128	59	62	8	흰색
590	575-2(⊗)	122	55	64	7	흰색
591	576-1(⊗)	108	50	64	8	흰색
592	576-2(⊗)	114	61	63	8	흰색
593	576-3(⊗)	135	63	65	8	흰색
594	577-1(⊗)	128	68	62	6	흰색
595	577-2(⊗)	126	62	63	8	흰색
596	641-1(⊗)	122	66	64	8	흰색
597	641-2(⊗)	105	54	62	7	흰색
598	642(⊗)	104	50	63	8	흰색
599	643(⊗)	135	69	61	6	흰색
600	645(⊗)	128	65	60	9	흰색
601	646(⊗)	126	66	66	8	흰색
602	647(⊗)	125	61	64	8	흰색
603	648-1(⊗)	122	59	65	9	흰색
604	648-2(⊗)	141	70	62	7	흰색
605	648-3(⊗)	135	64	62	7	흰색
606	648-4(⊗)	128	62	63	8	흰색
607	649(⊗)	107	60	64	6	흰색
608	9(⊗)	119	59	63	8	흰색
609	10(⊗)	128	62	63	7	흰색
610	11(⊗)	120	58	64	8	흰색
611	12(⊗)	134	68	62	9	흰색
612	13(⊗)	128	64	63	8	흰색
613	14(⊗)	126	69	62	8	흰색
614	19(⊗)	154	76	64	7	흰색
615	23(⊗)	124	64	63	8	흰색
616	24(⊗)	157	65	63	7	흰색
617	25(⊗)	100	50	64	9	흰색
618	26(⊗)	127	60	63	8	흰색
619	32-1(⊗)	123	59	66	8	흰색
620	32-2(⊗)	120	54	64	7	흰색
621	33(⊗)	146	72	63	10	흰색
622	37-1(⊗)	128	64	62	8	흰색
623	37-2(⊗)	121	66	64	5	흰색
624	38(⊗)	124	68	63	6	흰색
625	41(⊗)	123	65	62	8	흰색
626	42(⊗)	134	67	64	7	흰색
627	43(⊗)	128	57	64	8	흰색
628	45(⊗)	124	55	63	8	흰색
629	47(⊗)	100	50	62	5	흰색
630	53(⊗)	104	51	63	6	흰색

<계속>

No.	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색	No	CNU계통	간장 (cm)	착수고 (cm)	개화기 (일)	이삭 길이 (cm)	종피색
631	57ⓧ	141	74	64	6	흰색	641	70-1ⓧ	124	65	63	9	흰색
632	58ⓧ	120	69	63	7	흰색	642	70-2ⓧ	122	67	63	8	흰색
633	59ⓧ	135	68	62	8	흰색	643	71ⓧ	114	57	64	8	흰색
634	61ⓧ	128	59	63	8	흰색	644	74ⓧ	124	62	63	8	흰색
635	62ⓧ	124	57	63	9	흰색	645	494-1ⓧ	120	62	62	7	흰색
636	63ⓧ	111	55	64	7	흰색	646	494-2ⓧ	141	72	62	8	흰색
637	64ⓧ	124	57	60	8	흰색	647	494-3ⓧ	120	69	64	6	흰색
638	65ⓧ	131	63	66	7	흰색	648	495ⓧ	103	58	64	9	흰색
639	68ⓧ	128	68	64	8	흰색	649	127-1ⓧ	117	63	63	8	흰색
640	69ⓧ	120	64	62	7	흰색	650	127-2ⓧ	124	68	62	8	흰색

극조생종 F₁ 교잡종 31개조합에 대한 조합능력, 식미성, 상품성 검정 결과는 다음 표와 같다.

Table. Sensory evaluation of the developed waxy corn hybrids.

Characteristics Hybrids	Heterosis (%)	Sensory evaluation *	Marketing
CNU08H-15	23.2	6.3 ^{cde**}	B
CNU08H-31	27.5	7.3 ^{bc}	C
CNU08H-32	30.7	6.0 ^{def}	C
CNU08H-35	22.2	5.3 ^{efg}	B
CNU08H-39	30.2	7.4 ^{bc}	A
CNU08H-41	32.5	4.3 ^g	C
CNU08H-69	28.7	5.3 ^{efg}	C
CNU08H-71	32.4	5.3 ^{efg}	C
CNU08H-h39	18.2	4.7 ^{fg}	C
CNU08H-h102	20.6	7.0 ^{bcd}	A
CNU08H-h105	19.8	6.0 ^{def}	A
CNU08H-h121	22.9	8.0 ^{ab}	A
Ilmichal	-	5.3 ^{efg}	A
Yeonongchal	-	7.7 ^{bc}	B
DaehakchalGold1	-	8.2 ^a	A
Mean	-	6.1	-
CV(%)	-	11.7	-

*1(bad)~9(good), A(good) ~ C(bad)

** In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

공시종 15개 교잡종에 대한 10인에 의한 관능실험을 위해 옥수수 낱알을 삶은 후 식미 관련 특성으로 이물감, 씹힘성, 찰성, 경도 등을 종합한 결과는 표 7과 같다. 그 결과 공시종 중에는 CNU08H-121, CNU08H-31, CNU08H-39에서 높은 평가를 보여 대조구인 대학찰골드 1호, 연농찰과 비슷한 값을 경향을 보임으로써 새로 육성된 교잡종 중의 식미 개선에 크게 기여할 것으로 판단되었다.

앞서 설명한 단백질 함량이나 과피의 두께, 아밀로그램 분석의 강하점도와 치반점도, 씹힘성 등은 다량의 시료를 동시에 객관적인 평가를 위한 분석방법으로써 식용 찹옥수수의 기호도를 나타내는 선발지표로 유용할 것으로 사료된다. 그러나 소비성향 요소로 외관이나 색깔 등에 의한 평가 역시 주요 요인으로써 두방법이 병행되어 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2) 극조생 교잡종에 대한 특성 평가

3년차 2010년~2011년

간장은 CNU H09-26교잡종에서 228.5cm로 가장 컸고, CNU H09-30교잡종에서 135.2cm으로 가장 작게 나타나 교잡종간에 큰 차이를 보였다. 경직경은 교잡종 사이에서는 CNU H09-16이 32.0cm으로 가장 높게 나타났고 CNU H09-17에서 17.3cm으로 가장 작게 나타났다. 주당 분얼수는 평균 0.4개로 나타났고 CNU H09-11이 1.8개로 가장 많은 분얼수로 나타났다. 경직경은 도복과 밀접한 관계가 있는데, 공시 교잡종의 대부분은 간장 대 착수고의 비율이 50% 미만으로 안정된 초형을 보였다.

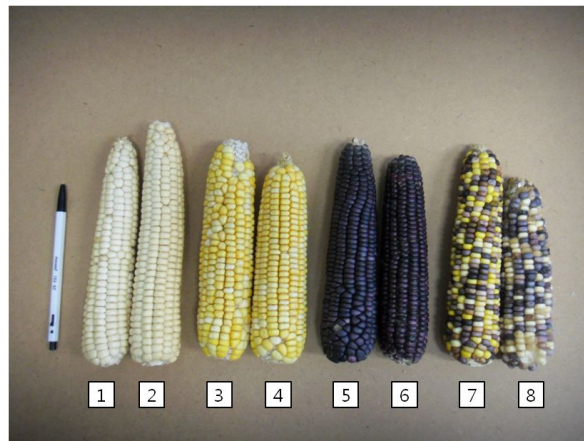


Fig. 1 Early CNU hybrids selected in this study.

- | | | |
|--------------|--------------|-------------------|
| 1: CNU 09-26 | 2: 대덕찰 1호 | 3: 대학찰 골드1(check) |
| 4: CNU 09-21 | 5: CNU 09-14 | 6: CNU 09-11 |
| 7: CNU 09-12 | 8: CNU 09-16 | |

이삭길이는 평균 15.6cm 이었는데 CNU H09-13이 10.8cm으로 가장 작게 나타났고 CNU H09-26이 21.2 cm으로 가장 긴 이삭길이로 나타났다. 공시 교잡종 중에서 상품성이 우수한 교잡종은 사진 2와 같이 흰색(CNU H09-26, 대덕찰), 노란찰(대학찰 골드, CNU H09-21), 자주찰(CNU H09-14, CNU H09-11), 얼룩찰(CNU H09-12, CNU H09-16)이 비교적 우수종으로 선발되었다. 개화기는 평균 61일이었는데 교잡종 CNU H09-5가 54일로 가장 빨랐고, CNU H09-17이 67일로 가장 늦었다. 대조품종 사이에서는 평균 개화일보다 늦어 교잡종의 개화일이 빠른 것으로 나타났다. 공시종의 착수고는 평균 59.3cm 으로 나타났는데 CNU H09-30에서 가장 낮은 21.2cm, CNU H09-23이 78.2cm으로 높게 나타난 반면에 대조품종에서 110cm 이상의 결과로부터 나타나 공시종간에 큰 차이를 보였다. 공시 교잡종으로 사용한 30개 조합중에서 CNU H09-6, CNU H09-14, CNU H09-16, CNU H09-23 및 CNU H09-26이 식물학적 특성으로 우수한 형질을 가진 것으로 나타나 기존 품종에 비하여 경쟁력이 우수할 것으로 보여진다. 특히, CNU H09-26의 흰색 교잡종과 CNU H09-11, CNU H09-14(이상 자주찰)은 대조품종과 비교

하였을 때 간장과 착수고의 비율이 낮게 나타났고 개화일수와 이삭길이가 우수한 것으로 나타나 향후 상품성이 높을 것으로 보여진다. 착수고에 대한 간장 비율은 CNU H09-17에서 33.9%로 가장 높게 나타났고, CNU H09-11에서 19.3%로 가장 낮게 나타났고 대조품종에서는 미백2호가 52.6%로 가장 높게 나타났다.

3) 극조생 육성 종 생산성 및 지적시험

극조생 교잡종 31조합(자주찰 19, 노란찰 5, 흰찰 7)에 대한 교배친(CNU 계통) 및 주요특성은 대조품종인 찰옥 1호에 비해 출용기가 빠른 계통이 다수 육성되었다.

(1) 교배친의 특성

본 실험에 사용된 F₁ 조합의 각각의 교배친의 주요 생육 특성은 표 23와 같다.

Table 23. Characteristics of cross parents used for F₁ hybrid corn production.

Hybrids	Parents	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Stem dia. (mm)	Days to silk (days)	Leaf	
						length (cm)	width (cm)
H09-1	♀ CNU212⊗	94	17	11.7	69	45	4.3
	♂ CNU183⊗	158	45	21.5	73	59	5.8
	mid parent	126	26	16.6	71.0	52.0	5.1
H09-2	♀ CNU215⊗	90	15	19.9	71	56	5.8
	♂ CNU210⊗	110	26	20.5	72	62	4.7
	mid parent	100	20.5	20.2	71.5	59.0	5.3
H09-3	♀ CNU301⊗	108	28	17.5	75	54	3.1
	♂ CNU183⊗	158	45	21.5	73	59	5.8
	mid parent	133	36.5	19.5	74.0	56.5	4.5
H09-4	♀ CNU302⊗	97	32	18.6	70	38	5.4
	♂ CNU183⊗	94	27	18.6	69	51	4.7
	mid parent	95.5	29.5	18.6	69.5	44.5	5.1
H09-5	♀ CNU422⊗	76	13	14.9	74	51	4.4
	♂ CNU473⊗	128	35	20.7	74	45	5.7
	mid parent	102	24	17.8	74.0	48.0	5.1
H09-6	♀ CNU429⊗	68	12	15.9	69	48	4.5
	♂ CNU172⊗	128	35	20.7	72	45	5.7
	mid parent	98	23.5	18.3	70.5	46.5	5.1
H09-7	♀ CNU441⊗	107	24	18.1	70	41	4.3
	♂ CNU172⊗	128	35	20.7	74	45	5.7
	mid parent	117.5	29.5	19.4	72.0	43.0	5.0
H09-8	♀ CNU450⊗	173	47	17.6	76	51	5.5
	♂ CNU172⊗	82	11	18.9	75	44	4.1
	mid parent	127.5	29	18.3	75.5	47.5	4.8
H09-9	♀ CNU451⊗	173	42	13.7	69	49	5.6
	♂ CNU172⊗	101	26	12.4	70	37	3.2
	mid parent	137	34	13.1	69.5	43.0	4.4
H09-10	♀ CNU454⊗	101	49	18.7	73	36	3.8
	♂ CNU436⊗	107	25	16.4	69	39	3.6
	mid parent	104	37	17.6	71.0	37.5	3.7
H09-11	♀ CNU454⊗	71	18	19.1	69	48	4.6
	♂ CNU457⊗	68	26	21.5	70	37	3.9
	mid parent	69.5	22	20.3	69.5	42.5	4.3

Hybrids	Parents	Stem ht. (cm)	Ear ht. (cm)	Stem dia. (mm)	Days to silk (days)	Leaf	
						length (cm)	width (cm)
H09-12	♀ CNU457⊗	63	16	29.4	73	40	3.3
	♂ CNU451⊗	158	49	26.1	70	50	4.2
	mid parent	110.5	32.5	27.8	71.5	45.0	3.8
H09-13	♀ CNU470⊗	63	8	19.7	72	41	4.9
	♂ CNU480⊗	107	36	15.3	69	43	5.2
	mid parent	85	22	17.5	70.5	42.0	5.1
H09-14	♀ CNU474⊗	115	26	16.5	75	42	4.9
	♂ CNU183⊗	97	22	27.3	74	38	4.2
	mid parent	106	24	21.9	74.5	40	4.6
H09-15	♀ CNU474⊗	87	22	19.8	76	37	3.6
	♂ CNU451⊗	90	22	16.3	74	36	3.2
	mid parent	88.5	22	18.1	75	36.5	3.4
H09-16	♀ CNU427⊗	116	19	18.1	67	56	5.9
	♂ CNU364⊗	125	22	15.3	70	47	4.3
	mid parent	120.5	20.5	16.7	68.5	51.5	5.1
H09-17	♀ CNU588⊗	97	18	23.8	65	54	7.9
	♂ CNU576⊗	78	15	10.7	69	46	6.4
	mid parent	87.5	16.5	17.3	68	50	7.2
H09-18	♀ CNU737⊗	95	27	17.3	69	53	5.8
	♂ CNU848⊗	97	32	11.9	70	29	3.1
	mid parent	96	29.5	14.6	69.5	41	4.5
H09-19	♀ CNU915⊗	97	32	11.9	75	29	3.1
	♂ CNU799⊗	136	20	17.3	73	36	2.7
	mid parent	116.5	26	14.6	74	32.5	2.9
H09-20	♀ CNU50⊗	122	21	18.9	72	62	7.5
	♂ CNU364⊗	101	26	22.1	69	46	6.1
	mid parent	111.5	23.5	20.5	70.5	54	6.8
H09-21	♀ CNU192⊗	131	38	15.9	66	39	7.4
	♂ CNU262⊗	97	26	19.7	62	36	4.9
	mid parent	114	32	17.8	64	37.5	6.2
H09-22	♀ CNU364⊗	118	32	15.1	74	47	3.4
	♂ CNU341⊗	115	27	17.9	72	62	6.6
	mid parent	116.5	29.5	16.5	73	54.5	5.0
H09-23	♀ CNU338⊗	135	28	15.8	64	41	3.7
	♂ CNU333⊗	106	21	13.6	60	39	5.1
	mid parent	120.5	24.5	14.7	62	40	4.4
H09-24	♀ CNU383⊗	81	26	15.6	70	46	5.8
	♂ CNU364⊗	112	22	16.4	69	43	6.9
	mid parent	96.5	24	16.0	69.5	44.5	6.4
H09-25	♀ CNU245⊗	114	30	24.6	74	46	5.5
	♂ CNU248⊗	127	34	18.7	72	45	6.3
	mid parent	120.5	32	21.7	73	45.5	5.9
H09-26	♀ CNU248⊗	112	26	22.0	73	44	5.3
	♂ CNU250⊗	123	25	23.4	72	43	5.4
	mid parent	117.5	25.5	22.7	72.5	43.5	5.4
H09-27	♀ CNU253⊗	77	25	25.1	74	42	3.3
	♂ CNU255⊗	100	17	17.7	70	49	4.9
	mid parent	88.5	21	21.4	72	45.5	4.1

Hybrids	Parents	Stem	Ear	Stem	Days to	Leaf	
		ht. (cm)	ht. (cm)	dia. (mm)	silk (days)	length (cm)	width (cm)
H09-28	♀ CNU256(⊗)	84	19	19.3	68	40	2.9
	♂ CNU265(⊗)	93	20	20.4	70	42	4.5
	mid parent	88.5	19.5	19.9	69	41	3.7
H09-29	♀ CNU258(⊗)	101	21	21.2	73	50	4.7
	♂ CNU251(⊗)	69	14	10.3	70	40	3.9
	mid parent	85	17.5	15.8	71.5	45	4.3
H09-30	♀ CNU265(⊗)	84	14	14.5	68	37	3.6
	♂ CNU258(⊗)	93	17	13.0	66	42	3.8
	mid parent	88.5	15.5	13.8	67	39.5	3.7

(2) 교잡종 특성

Table. Botanical characteristics of F₁ hybrids used in this study.

Hybrids	Height		B/A (%)	Tillers /plant (ea)	Stem dia. (mm)	Day to Day to		Silk color	Ear length (cm)	Kernel color
	stem(A) cm	ear(B) cm				tassel (days)	silk (days)			
H09-1	172.4	52.4	30.4	0.2	24.5	57	62	white	15.8	purple
H09-2	170.2	34.6	20.3	0.4	24.4	50	55	purple	15.8	purple
H09-3	217.6	48.0	22.1	0.2	27.6	59	61	white	15.4	purple
H09-5	147.4	37.2	25.2	0.2	19.1	51	54	white	14.2	purple
H09-6	199.8	45.0	22.5	0.3	26.8	58	60	white	17.6	purple
H09-7	197.7	40.4	20.4	0.4	25.7	56	60	white	15.6	purple
H09-8	205.9	53.2	25.8	0.4	22.3	59	62	purple	15.4	purple
H09-9	201.9	52.2	25.9	0.3	21.0	58	62	purple	14.6	purple
H09-10	211.0	55.6	26.4	1.1	26.4	54	63	white	16.6	purple
H09-11	182.1	35.2	19.3	1.8	26.0	55	58	white	18.2	purple
H09-12	181.6	51.8	28.5	1.0	23.3	55	59	white	17.4	purple
H09-13	157.4	43.2	27.4	0.5	25.4	56	59	white	10.8	purple
H09-14	186.2	52.0	27.9	0.3	27.7	55	58	purple	18.8	purple
H09-15	178.2	42.8	24.0	0.2	22.2	59	61	white	11.2	purple
H09-16	216.4	63.6	29.4	0.3	32.0	63	64	white	17.8	purple
H09-17	173.3	58.8	33.9	0.1	17.3	64	67	purple	15.3	purple
H09-19	205.2	59.4	28.9	0.0	28.2	62	64	purple	12.0	purple
H09-21	210.0	64.6	30.8	0.1	28.0	58	64	purple	18.0	yellow
H09-22	226.9	64.4	28.4	0.3	29.8	62	64	purple	17.2	yellow
H09-23	194.8	78.2	40.1	0.6	26.7	59	62	purple	17.8	yellow
H09-25	172.2	46.8	27.2	0.3	23.8	57	59	purple	12.8	white
H09-26	228.5	54.2	23.7	1.5	25.8	53	58	purple	21.2	white
H09-27	172.3	42.8	24.8	0.4	26.6	55	59	purple	14.4	white
H09-28	166.1	35.6	21.4	0.4	23.4	55	59	purple	13.6	white
H09-29	196.0	44.6	22.8	1.4	31.0	52	56	purple	15.8	white
H09-30	135.2	21.2	15.7	0.2	24.5	54	58	purple	11.8	white
Yeonnonchal [†]	229.4	72.2	31.4	0.0	28.5	63	67	white	14.3	white
Ilmichal [†]	250.8	110.1	43.8	0.1	28.7	65	66	white	13.4	white
Daedeokchal 1 [†]	248.5	128.9	51.8	0.2	33.6	64	67	white	17.8	white
Mibaek 2 [†]	236.4	125.1	52.9	0.3	29.7	63	65	white	16.5	white
Daehakchal Gold	240.1	126.4	52.6	0.2	31.5	61	63	white	18.1	yellow
Min.	135.2	21.2	15.7	0.0	17.3	50	54	-	10.8	-
Max.	248.5	128.9	52.9	1.8	33.6	65	67	-	18.1	-
Mean	197.4	59.3	29.2	0.4	26.1	57.8	61.1	-	15.6	-

4) 극조생종 생산성 검정(전남 여수)

본 실험에 사용된 공시재료는 충남대학교 유전육종학 실험실에서 작성한 CNU 09H-1외 29점의 교잡종과 대조구로 품종보호 품종인 대덕찰 1호와 대학찰 골드 1호, 흥천 옥수수 시험장에서 육성한 미백 2호, 연농찰을 사용하였다. 재배방법은 공시된 30개의 교잡종은 2010년 5월 23일 중국 청도 육종포장에 재식밀도를 70cm × 30cm으로 하고 주당 2립씩 점파한 후 15일 후에 1본씩 남기고 솟아주었다. 시비량은 N-P2O5-K2O를 성분비로 10a당 각각 20kg-15kg-10kg 전량 기비로 사용하였다. 경운 및 정지 작업시 토양살충제를 처리 후 비닐멀칭 재배 하였고, 생육 중 조명나방 발생 성기에 방제를 위해 후라단 10a당 2kg를 1회 살포하였다. 기타 비·배 관리는 옥수수 표준 경종법에 준하였다.

고품질의 기능성 찰옥수수 품종육성을 위하여 선발 육성된 찰옥수수 자식계통들을 상호 교배하여 육성한 찰옥수수 교잡종에 대한 주요 농업형질특성은 아래표와 같다.

Table . Comparison of 13 agronomic characters in waxy corn hybrids (Yeosoo, Chennam)

Hybrid No.	DS (days)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	TP (no.)	EL (cm)	ED (cm)	EW (g)	TP (%)	KL (mm)	KW (mm)	KT (mm)	GW (g)
CNU002	66	158	86	24.6	3.0	19.3	38.1	132	80	8.5	7.9	5.2	25.8
CNU004	72	201	97	27.4	1.6	22.3	47.0	268	85	9.9	8.5	4.7	37.8
CNU009	73	195	92	25.4	2.4	21.1	42.9	184	71	10.5	8.7	4.7	30.3
CNU011	70	171	87	26.6	3.0	18.3	37.5	134	77	8.5	7.9	4.1	24.0
CNU013	63	152	75	23.5	1.1	14.2	39.6	122	89	9.3	8.4	3.5	29.9
CNU015	63	164	76	23.6	3.0	17.1	42.4	180	92	9.7	8.1	4.9	31.3
CNU019	65	153	64	24.1	3.4	18.4	40.3	176	96	9.9	8.1	4.7	30.3
CNU027	70	156	85	23.0	2.3	18.5	38.9	135	83	9.2	8.6	4.7	22.5
CNU031	65	151	76	21.6	2.7	17.0	39.7	156	93	9.1	8.4	5.2	35.5
CNU033	72	175	85	23.4	1.4	21.2	44.1	218	83	9.4	8.6	5.0	37.7
CNU034	72	173	86	22.5	1.8	20.6	45.9	215	87	10.0	9.0	5.1	35.5
CNU035	71	172	87	21.0	2.7	20.8	46.1	218	79	9.1	8.3	4.6	39.8
CNU036	71	178	81	21.1	1.5	21.3	45.8	223	80	10.0	8.6	5.0	36.8
CNU037	72	181	87	25.3	1.9	21.0	50.4	289	90	10.8	8.7	5.2	39.2
CNU038	71	176	85	22.8	2.3	22.7	47.0	258	89	10.2	8.6	4.8	36.9
CNU039	72	175	83	20.5	2.1	21.9	45.7	233	82	10.2	8.5	4.9	35.5
CNU040	70	170	82	20.6	2.2	21.6	42.9	206	86	9.9	8.4	4.6	33.1
CNU041	72	180	89	22.1	2.3	22.3	47.8	244	87	10.0	9.0	5.0	37.0
CNU042	72	172	85	23.7	2.1	21.8	48.7	250	86	10.2	9.1	5.2	38.9
CNU043	72	180	79	20.6	2.1	21.3	46.6	206	77	9.6	8.8	5.3	38.1
CNU044	70	180	85	20.5	2.3	21.5	42.7	207	86	10.0	8.6	4.7	34.8
CNU045	70	171	91	21.9	2.4	21.2	43.0	203	83	10.1	8.4	4.7	35.4
CNU046	63	168	88	21.4	2.4	19.1	44.4	191	86	10.1	8.8	4.4	32.1
CNU047	70	160	83	20.8	1.7	20.2	41.5	183	88	9.4	8.2	5.0	35.3

Remarks; DS: Days to silking PH: Plant height EH: Ear height SD: Stem diameter TP: Tillers/plant
EL: Ear length ED: Ear diameter EW: Ear weight TP: Tip filling KL: Kernel length
KW: Kernel width KT: Kernel thickness GW: 100 grain weight

Table . Continued.

Hybrids No.	DS (days)	PH (cm)	EH (cm)	SD (mm)	TP (no.)	EL (cm)	ED (cm)	EW (g)	TP (%)	KL (mm)	KW (mm)	KT (mm)	GW (g)
CNU066	68	162	70	24.1	3.3	17.8	39.3	152	88	9.2	8.2	4.3	31.0
CNU084	63	167	74	19.0	2.1	17.3	40.3	166	90	10.5	9.5	4.5	38.1
CNU085	66	187	87	22.9	1.5	20.1	36.3	159	93	9.2	9.4	4.9	37.6
CNU087	66	188	89	25.5	0.0	19.3	40.4	169	77	9.3	8.2	4.3	29.6
CNU090	68	173	86	25.6	0.9	18.0	37.0	138	90	8.6	7.7	4.3	24.8
CNU091	65	170	93	27.2	2.3	20.5	43.2	208	83	9.2	9.1	4.7	33.2
CNU092	68	173	93	26.1	2.6	19.2	41.1	180	98	8.8	8.9	4.7	27.5
CNU093	72	172	87	23.4	3.0	20.1	41.1	162	83	8.9	8.5	4.9	31.6
CNU094	68	170	90	26.3	2.6	18.3	40.1	151	89	8.2	7.9	4.9	28.6
CNU095	72	176	88	21.9	2.0	20.9	41.6	199	89	10.2	9.4	5.3	43.3
CNU096	68	177	97	22.5	2.0	21.9	43.1	205	85	9.6	8.3	5.0	28.4
CNU097	68	163	81	26.1	1.8	21.7	41.5	232	94	9.0	8.5	5.5	34.0
Mean.	67	162	79	22.7	2	16.5	39.9	147	90	9.4	8.3	4.7	26.3
S.D. ¹	3.1	16.1	10.2	2.20	0.7	3.08	4.11	48.3	6.6	0.84	0.68	0.46	7.88
Max.	73	201	97	27.6	4	22.7	50.4	289	100	11.0	9.8	6.1	43.3
Min.	61	114	46	16.5	0	10.3	30.0	58	71	6.7	6.5	3.2	20.6
C.V.(%) ²	4.5	9.9	12.9	9.7	33.4	18.7	10.3	32.9	7.4	9.0	8.2	9.8	30.0

¹S.D. : Standard deviation ²C.V. : Coefficient of variation

찰옥수수 110개 교잡종들의 평균 출사일수는 67일이었고, 출사일수의 범위는 61~73일로 출사일수가 가장 짧은 교잡종과 가장 늦은 교잡종간에는 12일의 차이를 보였다. 초장은 114~201cm의 범위를 보였고 착수고는 46~96cm로 간장에 대한 착수고의 비율이 50% 내외일 경우 도복 안정성을 보였다. 경직경은 16.5~27.6mm의 범위를 보였으며 이삭길이는 10.3~22.7cm로 평균 16.5cm를 나타내었으며 CNU038 등 22개 교잡종이 20cm이상으로 나타났다. 개체당 이삭무게는 58~289g의 범위를 보였으며 변이계수가 32.9%로 교잡종간에 큰 차이를 보였다. 착립율의 범위는 71~100%를 보였는데 교잡종간 변이는 적은 편이었으며 이들 교잡종의 공통점은 대체적으로 이삭이 길고 출사일수가 큰 교잡종들이 낮은 분포를 보였다. 종실관련 특성으로 낱알의 길이는 6.7~11.0mm, 낱알폭은 6.5~9.8mm, 낱알두께는 3.2~6.1mm의 범위로 나타났다. 100립중은 평균 26.3g이었고 그 중 CNU089가 20.6g인 중립종으로 가장 낮았으며 CNU095가 43.3g인 대립종으로 매우 다양한 분포를 나타내었으며 CNU035, CNU037 등과 같이 개체당 이삭무게가 높았던 노란찰옥수수의 100립중이 상대적으로 높게 나타났다. 찰옥수수 110개 교잡종들을 출사일수별 3등급으로 분류한 결과는 아래표와 같다. 출사일수가 비교적 빠른 60~64일에

속하는 조생종군의 교잡종들은 전체 20%인 22개 교잡종으로 나타났는데 그 중 CNU007이 61일로 가장 빨랐고, 65~69일인 중생종군은 45%로 49개의 교잡종이 속하였으며 70~75일의 중만생종군은 35%인 39개 교잡종이 속하였는데 공시 교잡종중 CNU009가 73일로 가장 늦었다. 교잡종 대부분이 65~69일에 분포되어 있는 것으로 나타났다. 찰옥수수 색깔에 따른 분포는 노란찰옥수수가 숙기별로 고루 다양한 분포를 나타내었고, 자색찰옥수수와 흰찰옥수수는 중만생종으로 분류된 65~75일에 속하는 비율이 86~94%를 차지하고 있어 노란찰옥수수에 비해 자색찰옥수수와 흰찰 옥수수의 숙기가 상대적으로 늦은 경향을 보였다.

Table . Distribution of waxy hybrids according to maturity group and kernel color

Maturity group	Days to silking (days)	No. of hybrids (ea)	Kernel color		
			Yellow	Purple	White
Medium	65~69	49(45)	11(23)	26(76)	12(43)
Mid-Late	70~75	39(35)	21(44)	6(18)	12(43)

¹() Indicate percentage in each group

공시된 찰옥수수 110개 교잡종들의 개체당 평균 이삭무게는 146.7g이었는데 최저 57.7g에서 최고 289.2g의 범위를 보여 이들 교잡종간에 변이가 크게 나타났다. 이삭무게가 100g미만인 교잡종은 전체의 약 18%로 이 중 CNU089가 58g으로 가장 가벼웠다. 교잡종의 66%는 100~200g범위에 속하였고, 250g이상의 교잡종으로 CNU004, CNU042, CNU037, CNU038 등이 전체의 4%를 차지하였는데 이들 모두가 노란찰 옥수수이었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구개발의 목표 및 연구개발 수행내용 (1년차 2008년~2009년)

[제1세부]

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 연도 (2008)	다수성·고식 미성·고수익 성 찰옥수수 의 광지역 재배	수옥찰 교배친 대량 증식 - 도복, 조명나방 수옥찰 종자 생산용 교배 친 육성 기능성(노랑 자주찰) 옥 수수 품종 출원 극조생찰 계통육성	100	- 수옥찰 경제성, 내재해성 검정 국내 적정 재배 면적 확대 (생산성, 지적시험, 내재해성) - 기능성 옥수수 F1 종자 생산 (노랑찰, 자주찰) - 극조생종 자식계통 육성 (특성 및 내재해성 조사)

※ 차년도 연구추진내용 및 달성도

[제1세부]

— 추진내용, 달성도

(단위 : 천원)

세부과제명	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
다수성· 고식미·고 수익성 찰옥수수 의 광지역 재배	수옥찰 종자친 대량 생산(계속) 수옥찰 교배모본 대량 생산 후 협동기관에 제공				■	■	■	■	■	■	■	■	■	10,000
	극조생종 계통/교잡종육성 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 확대 예비시험 - 전국 (3-5지역 선정) ※식미주요형질선택<외형(7이상) 씹힘성(40 μ m이하), 당도(10brix, %이상) >				■	■	■	■	■	■	■	■	■	5,000
	극조생종 F1종자 생산 - 시장성, 식미성 분석 ※관능검사실시				■	■	■	■	■	■	■	■	■	3,000
	수옥찰 교배친 생산(계속) 수옥찰 교배 모본 대량 생산 및 협동분양				■	■	■	■	■	■	■	■	■	10,000
	우수 기능성 찰옥수수 교잡종 종자 생산(계속) 우수 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 종자 생산 - 내재해성, 경제성 분석				■	■	■	■	■	■	■	■	■	5,000
	극조생종 찰옥수수 교잡종 육성 극조생종 육성 계통간 교배 - 노랑찰, 자주찰 각20조합 - 생산성 시험(1년차)				■	■	■	■	■	■	■	■	■	7,000

[제1협동]

(단위 : 천원)

세부과제명	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
찰옥수수 종자 증식 및 해외 수출 확대 방안	수옥찰 F1종자 대량생산 체계 확립 적응성 시험면적 대													26,700
	극조생종 F1 종자 시험 생산 및 적응성 검정													

I. 실 적

1. 연구개발의 목표 및 연구개발 수행내용 (2년차 2009년~2010년)

<주 관>

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 연도 (2009)	다수성 · 고식미성 · 고소득용 찰옥수수의 생산 확대 및 수출 증대를 통한 산업화 확립	수옥찰 종자친 대량 생산	100%	수옥찰 교배모본 대량 생산 후 협동기관에 제공 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 확대 예비시험 - 전국 (3-5 지역 선정)
		극조생종 계통/교잡종 육성		극조생종 F1 종자 생산 - 시장성, 식미성 분석 * 관능검사 실시(패널10인×3반복)
		수옥찰 교배친 생산(계속)		수옥찰 교배 모본 대량 생산 및 협동 분양
		우수 기능성 찰옥수수 교잡종 종자생산(계속)		우수 기능성 노랑찰 옥수수 교잡종 종자 생산 - 내재해성, 경제성 분석
		극조생종 찰옥수수 교잡종 육성		극조생종 육성 계통간 교배 - 노랑찰, 자주찰 각 20조합 - 생산성 시험(1년차)

2. 연구개발의 목표 및 내용

3년차 2010년~2011년

구분 (연도)	세부과제명	세부연구내용	연구범위
3차 연도 (2010)	다수성 · 고식미성 · 고소득용 찰옥수수의 생산 확대 및 수출 증대를 통한 산업화 확립	수옥찰 교배 모본 대량 생산	국내 수옥찰 재배 면적 확대
		육성 계통간 상호 교배 및 생산성, 지적 시험(2년차)	신품종 옥수수 지적 시험 (2년차)
		극조생종 교잡종 생산	극조생종 우수 교잡종 생산성 검정

※ 차년도 연구추진내용

<제1세부>

———— 추진내용, …… 달성도

(단위 : 천원)

세부과제명	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
다수성·고식미성·고소득용 찰옥수수의 생산 확대 및 수출 증대를 통한 산업화 확립	교배친 생산(계속) (3년차용)				————	————	————	————	————	————	————			10,000
	우수기능성 찰옥수수 교잡종 확대 재배			————	————	————	————	————	————	————	————			15,000
	극조생종 생산성 및 지적시험 (2년차)			————	————	————	————	————	————	————	————			15,000

<제1협동>

세부과제명	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
찰옥수수 종자의 증식 및 해외수출 확대 방안 모색	중국현지 적응성 재배 20%확대 -시장성, 상품성 -내재해성, 다수성				————	————	————	————	————	————	————			10,000
	F1 종자 대량생산 -국내외 재배용				————	————	————	————	————	————			8,000	
	극조생종 지적시험				————	————	————	————	————	————	————			8,700

□ 4년차 2011년~2012년

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차 연도 (2011)	다수성·고식미성·고소득용 찰옥수수의 생산 확대 및 수출 증대를 통한 산업화 확립	<주관> 교배친 생산(계속) (4년차용) 우수 기능성 찰옥수수 교잡종 확대 재배(계속) 극조생종 생산성 및 지적시험 (2년차)	100%	<주관> 수확찰 교배모본 대량 생산 육성 계통간 상호교배 및 생산성, 지적시험(2년차) -노랑찰 30, 자주찰 20조합
		<협동> 중국내 재배면적 확대(계속) F1 종자 대량생산 극조생종 중국내 지적 확대시험		<협동> 중국현지 적응성 재배 30%확대 -시장성, 상품성 조사 -내재해성, 다수성 F1 종자 대량생산 -국내외 재배용 극조생종 지적시험

* 연구를 수행한 연도만 기재

<주관 연구기관>

— 추진내용, 달성도

(단위: 천원)

세부 과제명	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
다수성·고식미성 · 고소득용 찰옥수수의 생산 확대 및 수출 증대를 통한 산업화 확립	교배친 생산 (계속) (4년차용)				■	■	■	■	■	■					10,000
	우수 기능성 찰옥수수 교잡종 확대 재배			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	15,000
	극조생종 생산성 및 지적 시험 (2년차)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13,000
	품종보호출원	■	■	■	■										-
	최종보고서 작성	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2,000

<제1협동>

세부과제명	세부연구내용	월 단위 추진계획												소요 연구비	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
찰옥수수 종 자 증식 및 해 외 수출 확대 방안	수옥찰 중국내 재배면적 확대				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10,000
	수옥찰 F ₁ 종자 대량생산			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8,000
	대학찰골드 중국내 지적 확대 시험				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8,700

산동성 교남시에서 실시된 재배시험에서는 수옥찰의 생육 및 수량성이 다소 낮게 나타났으며 수옥찰에서 약간의 병반이 발생했다. 그러나 식미평가에서는 양호한 평가를 받았다. 따라서 2010년에는 산동성을 포함하여 요령성과 흑룡강성으로 재배시험을 확대하여 수옥찰의 적응성 실험을 실시 한다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 연구성과

1. 연구성과 목표

(단위 : 건수)

구분		특허		신품종				유전 자원 등록	논문		기타 (학술 발표)
		출원	등록	품종 명칭 등록	생산 수입 신고	품종보호			SCI	비SCI	
						출원	등록				
2008.8.6 1차년도	목표	-	-	1	-	1	1	-	-	1	3
	달성	-	-	1	-	1	1	245	1	5	5
2009 2차년도	목표			1		1		200	1	2	3
	달성			1		1		250	1	5	5
2010 3차년도	목표							130	1	2	3
	달성							200	0	3	2
2011 4차년도	목표							200	1	2	3
	달성								2	2	3
계	목표	-	-	3	-	2	1	530	3	7	12
	달성	-	-	2	-	2	1	695	3	15	15

* 연차별 연구성과 목표는 향후 연차평가 등의 정량적 평가지표로 활용됨

(1) 연구성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분		기술실시 (이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타 (세미나, 특강)
활용건수	목표	2	5		3	5	
	달성	3	5		3	7	2

2. 논문게재 성과

계제 연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신 저자	공동 저자				
2012	찰옥수수 교잡종에 대한 단백질 및 아밀로 그래프 분석		○		농업과학연구	제39권 제 2호 제출중	국외	후보등재지
2012	국내 유전자원을 이용한 찰옥수수 교잡종의 주요 작물학적 특성		○		농업과학연구	제39권 제 1호	국외	후보등재지
2012	Relationships between Heterosis performance and Genetic distance in waxy Corn		○		Crop Science	accept	국외	SCI
2012	Analysis on Functionality and Eating Quality of Waxy Corn Hybrid		○		Crop Science	"	국외	SCI
2011	새로 육성된 찰옥수수 교잡종의 식물학적 특성 및 식미관련 이화학적 형질		○		한국작물학회	56(1)	국내	등재지
2011	다수성 찰옥수수 '대덕찰 1호'의 주요 작물학적 특성 및 경제성 분석		○		충남대학교 농업과학연보	38(1)	국내	등재 후보지
2011	찰옥수수 교잡종의 아밀로그래프 특성, 향산화성 및 식미관련 종실의 물성		○		한국육종학회	43(1)	국내	등재지
2011	Heterosis Performance for Major Botanical Characteristics of Waxy Corn Hybrids		○		한국작물학회	2011(별책) 학술발표	국내	등재지
2010	Botanical characteristics, texture analysis and table qualities of the waxy corn hybrid.	○			J.Fac.Agri., Kyushu Univ.	2010	국외	SCI
2010	Major Agricultural Characteristics and Antioxidant Analysis of the New Developed Colored Waxy Corn Hybrids			○	J.Fac.Agri., Kyushu Univ.	55(1)	국외	SCI
2010	중부지역에서 청보리 뒷그루로 만파한 사일리지 옥수수 품종의 생육 및 수량		○		한국초지 조사료학회	30(1)	국내	등재지
2009	A New Yellow Waxy Corn Hybrid with High Yield "Daehakchal Gold 1" for Edible	○			한국육종학회	41(3)	국내	등재지
2009	VIII. 찰옥수수 대학찰 골드 1호에 대한 과중 시기별 주요 작물학적 및 이삭 특성		○		충남대학교 농업과학연보	36(2)	국내	등재 후보지
2009	남부지방 논에서 사일리지용 옥수수 품종의 생육특성, 생산성 및 품질 비교		○		한국초지 조사료학회	29(1)	국내	등재지
2009	Development of White Glutinous Corn Hybrid with High Yield and Quality		○		한국작물학회 추계학술발표	별책	국내	학술발표
2009	A New Yellow Waxy Corn Hybrid with High Yield "Daehakchal Gold 1" for Edible		○		한국육종학회 학술발표	별책	국내	학술발표
2009	다수성 흰 찰옥수수 '대덕 1호'에 대한 식미관련 형질 및 주요 농업적 특성		○		한국육종학회 학술발표	별책	국내	학술발표
2009	국내 유전자원에서 분리 육성된 조생종 박과피 유색 옥수수 계통의 주요 특성		○		한국육종학회 학술발표	별책	국내	학술발표
2009	종피색에 따른 찰옥수수 교잡종군간 생육 및 품질특성 비교		○		한국작물학회추계 학술발표	별책	국내	학술발표

3. 특허 성과

출원된 특허의 경우					등록된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호	등록연도	특허명	등록인	등록국	등록번호
2009. 3.	대학찰골드1호	이희봉	대한민국	품종보호출원:2009-234 품종명칭출원:2009-355					
2010. 4.	대덕찰1호	이희봉	대한민국	품종보호출원:2010-265 품종명칭출원:2010-590					

4. 인력활용/양성 성과

(1) 인력지원 성과(2011년 성과)

지원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
9	1	1	7	1	8	3	0	9	0

(2) 산업기술인력 양성 성과

프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육 개최회수	총 교육시간	총 교육인원
바이오 누리	산업체 인턴쉽	충남대학교	2	3	40 명
최고농업경영자과정	최고경영자교육	충남대학교	2	6	50
해외농업훈련	해외농업훈련	충남대학교	1	2	48
옥수수 재배 특강	신활력사업	옥천기술센터	1	2	150

5. 경제사회 파급효과

산업지원 성과 (단위 : 건)				고용창출 성과 (단위 : 명)		
기술지도	기술이전	기술평가	합계	창업	사업체 확장	합계
5	1	3	9	-	-	-

제 6 장 연구개발 과정에서의 수집한 해외 과학기술정보

- 해외 유전자원 수집 및 계통육성
동남아, 미국, 중국등 (115점)
- GM 작물에 활용될 A188 US line 대체 계통 탐색

제 7 장 참고문헌

- Ahn S.N., and Y.A. Chae. 1984. Varietal classification on the basis of multivariate analysis in sesame(*Sesamum Indicum L.*). *Korean J. breed. Sci.* 16(3): 340-348.
- Ahn C.Y., K.H. Hyun, and K.H. Park. 1992. Investigation of antioxidative substances in black sesame seed. *Korean J. Food Sci. Thechnol.* 24(1): 31-36.
- Arnous A, Makris D, and Kefalas P. 2001. Effect of Principal Polyphenolic Components in Relation to Antioxidant Characteristics of Aged Red Wines
J. Agric. Food Chem., 49(12):5736 - 5742
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200
- Branen AL. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Chem. Soc.* 52: 59-63
- Bao J, Cai Y, Sun M, Wang G, and Corke H. Anthocyanins, Flavonols, and Free Radical Scavenging Activity of Chinese Bayberry (*Myrica rubra*) Extracts and Their Color Properties and Stability. *J. Agric. Food Chem.* 2005, 53: 2327-2332
- Cha S.W., T.W. Jung, H.G. Moon, Y.H. Lee, M.N. Chung. 2000. Variation and distribution of percarp thickness in waxy corn. *Korean J. Crop Sci.* 45(1): 96-97.
- Cha H.J., M.S. Lee, T.G. Bok, W.S. Shin, J.I. Ju, H.G. Choi, H.B. Lee. 2010. Major Characteristics of early Waxy hybrids. *Korean J. Sci.* 42(1): 71.
- Chae J.C. 2002. Present status and prospect of crop production technology to improve the crop quality and functionality. *Koream J. Crop Sci.* 47(s): 1-14.
- Chen C.W., J.F. Chiou, C.H. Tsai, C.W. Shu, M.H. Lin, T.Z. Liu, and L.Y. Tsai. 2006. Development of probe-based ultraweakchemiluminescence

technique for the detection of a panel of four oxygen-derived free radicals and their applications in the assessment of radical-scavenging abilities of extracts and purified compounds from food and herbal preparations. *J. Agri. Food Chem.* 54: 9297-9302.

Cho S.C., H.H. Shim, Y.H. Cha, and Y.R. Pyun. 2007. Physiochemical characteristics of corn starch during the alkali gelatinization. *Korean J. Food Sci. and Tech.* 39(6): 637-643.

Choe B.H., I.S. Lee, J.S. Cho, and J.S. Park. 1978. Morphological studies on the ear characters of korean indigenous corn lines. *Korean J. Crop Sci.* 23(1): 36-43.

Choe B.H. 1979. Observation of protein bodies in endosperm cells of maize (*Zea mays* L.) without starch digestion. *Korean J. Breed. Sci.* 11(2): 133-137.

Choe B.H. 1991. Characteristics of an ecotype of korean local glutinous maize(*Zea mays* L.). *Korean J. Breed. Sci.* 23(2):115-122.

Choe B.H., W.K. Lee, M.K. Baek, H.B. Lee, and S.U. Park. 1993. Tenderness of korean glutinous maize hybrids. *RDA. J. Agri. Sci.* 35: 33-44.

Choi, H.C. and J.I. Lee. 1979. Classification of rapeseed cultivars by the principal component analysis and cluster analyses. *Korean J. Breed. Sci.* 33(3): 179-195.

Choi H.C. and S.K. Oh. 1996. Diversity and function of pigment in colored rice. *Korean J. Crop Sci.* 41(S): 1-9.

Choi, H. C., H. C. Hong, and B. H. Nahm. 1997. Physicochemical and structural characteristics of grain associated with palatability in japonica Rice. *Korean J. Breed. Sci.* 29(1): 15-27.

Choi H.C. 2002. Current status and perspectives in varietal improvement of rice cultivars for high-quality and value-added products. *Korean J. Crop Sci.* 47(S): 15-32.

Choi H.G. 2002. Study on the major agronomic characteristics of colored rice collected from domestic and exotic. *M.D. Diss., Chungnam Nat'l Univ., Daejeon, Korea.*

Choi Y.H., K.H. Kim, H.C. Choi, H.G. Hwang, Y.G. kim, K.J. Kim, and Y.T. Lee. 2006. Analysis of grain quality properties in korea-bred japonica rice cultivars. *Korean J. Crop Sci.* 51(7): 624-631.

Chung C.T., B.H. Choe, H.B. Lee, and W.K. Lee. 1997. Inheritance of kernel color of korean local maize. *Korean J. Breed. Sci.* 29(1)47-55.

Chung M.G., Y.S. Jeon, S.K. Lee, J.M. Park, and B.S. Lim. 1998. Physicochemical properties of oxidized waxy maize starches with sodium hypochlorite. *Korean J. Food Sci. and Tech.* 30(1): 42-48.

Chung C.T., 2008. Variation of grain shape of brown rice and its physicochemical characteristics of colored rice(*Oryza sativa* L.) ad affected by cultural conditions. *Ph.D. Diss., Chungnam Nat'l Univ., Daejeon, Korea.*

Cone K.C., S.M. Cocciolone, F.A. Burr, and B. Burr. 1993. Maize anthocyanin regulatory gene *pl* is a duplicate of *cl* that functions in the plant. *Plant cell.* 5(12): 1795-1805.

Crop Experiment Station. 1975. Experimental Research Report. pp. 504.

Deatherage W.L., M.M. MacMasters, and C.E. Rist. 1955. A partial survey of amylose content in starch from domestic and foreign varieties of corn, wheat and sorghum and from some other starch-bearing plants. *Trans. Am. Assoc. Cereal Chem.* 13: 31-42.

Di Mascio P. S. Kaiser, and H. Sies. 1989. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Arch. Biochem. Biophys.* 274(2): 532 - 538.

Ennis D.M., H. Boelens, H. Haring, and P. Bowman 1982. Multivariate analysis in sensory evaluation. *Food Technol.* pp. 83-90.

Enoki H., H. Sato, and K. Koinuma. 2002. SSR analysis of genetic diversity among maize inbred lines adapted to cold regions of japan. *Theor. Appl. Genet.* 104: 1270-1277.

Frankel E.N. 1996. Antioxidants in lipid foods and their on food quality. *Food Chemistry.*

57: 51-54.

Frey K.J., B. Brimhall, and G.F. Sprague. 1949. The effects of selection upon protein quality in the corn kernel. *Agron. J.* 41: 399-403.

Hageman R.H., and R.J. Lambert. 1988. The use of physiological traits for corn improvement. *Corn and corn improvement. 3rd ed.* pp. 431-443.

Hallauer A.R., W.A. Russell, and K.R. Lamkey. 1988. Corn breeding. In G.F. Sprague, and J.W. Dudley(eds.) *Corn and corn Improvement. Agron.* 18:463-564.

Hamaker, B.R., and V.K. Griffin. 1993. Effect of disulfide bond-containing protein on rice starch gelatinization and pasting. *Cereal Chem.* 70(4): 377-380.

Han W.S., and Y.A. Chae. 1986. Principal component analysis for the growth data of rice. *Korean J. Crop Sci.* 31(2): 173-178.

Han J.S., and S.Y. Ahn. 2002. Physicochemical properties of corn starch oxidized with sodium hypochlorite. *Korean J. Food Sci. Nutri.* 32(2): 189-195.

Handelman G.J. 1996. Carotenoids as scavengers of active oxygen species. In Cadenas E and Packer L. ed. *Handbook of Antioxidants. New York, Marcel Dekker Inc.* pp. 259-314.

Heo N.K., K.D. Kim, B.G. Choi, K.H. KIM, H.K. Min, and H.J. Kwon. 2005. Improvement of storing ability of waxy corn by retort pouch technique. *Korean J. Crop Sci.* 50(S): 147-151.

Helm J.L., and M.S. Zuber. 1969. Pericarp thickness of dent corn inbreds lines. *Crop Sci.* 9: 803-804.

Helm J.L., and M.S. Zuber. 1970. Effect of harvest date on pericarp thickness in dent corn. *Can. J. Plant Sci.* 50(4): 411-413.

- Hoover R. and Vasanthan T. 1994. The flow properties of native, heat-moisture treated, and annealed starches from wheat, oat, potato and lentil. *Journal of Food biochemistry*. 18(2): 67-82.
- Hong C.K., S.K. Ha, S.Y. Lee, D.Y. Kim, H.B. Lee, S.K. Han, B.L. Huh, and K.S. Sull. 1988. Classification of local waxy corn varieties on gangweon province by principal component and cluster analysis. *Res. Rept. RDA*. 30(1): 21-28.
- Hong B.H., E.H. Hong, Y.W. Ha, B.H. Choe, S.D. Kim, and M.W. Park. 1994. Breeding strategies for quality improvement and diversity in upland crop. *Korean J. Breed. Sci*. 26(s): 16-35.
- Hu C., J. Zawistowski, W. Ling, and D.D. Kitts. 2003. Black rice (*Oryza sativa* L. indica) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. *J. Agri. Food Chem*. 51(18): 5271-5277.
- Hwang H.G., S.J. Lim, B.T. Jun, and M.S. Lim. Comparison of amylogram characteristics of milled rice between two instruments. *Korean J. Breed*. 27(2): 191-196.
- Hyun Y.H., B.S. Goo, J.E. Song, and D.S. Kim. 2008. Food material. *Hyungseul Publishing Co, Daegu, Korea*. pp. 55-57.
- Ito, G.M. and J.L. Brewbaker. 1981. Genetic advance through mass selection for tenderness in sweet corn. *American J. Hort. Sci*. 106(4): 496-499.
- Ito N.S., S. Fukushima, A. Hagiwara, M. Shibata, and T. Ogiso. 1983. Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats. *J. Nat'l. Cancer Inst*. 70(2): 343-352.
- Jane J.L., L. Shen, and F. Aguilar. 1992. Characterization of pejobaye starch. *Cereal Chem*. 69: 96-100.
- Ji H.C., J.K. Lee, K.Y. Kim, S.H. Yoon, Y.C. Lim, O.D. Kwon, and H.B. Lee. 2009. Evaluation of agronomic characteristics, forage production and quality of corn hybrids for silage at paddy field in southern region of korea. *Korean J. Grassl. Forage Sci*. 29(1): 13-18.

Juliano B.O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. In rice chemistry and technology. 2nd ed. B.O. Juliano, ed. *Am. assoc. Cereal chem.* pp. 443-524.

Jung T.W., H.G. Moon, S.W. Cha, S.L. Kim, S.L. Kim, and B.Y. Son. 2001. Comparison of grain quality characteristics in waxy corn hybrids with a white and a black colored pericarp. *Korean J. Breed. Sci.* 33(1): 40-44.

Jung T.W. 2004. Studies on characteristics related to eating quality for improving fresh waxy corn. *Ph.D. Diss., Kyungpook Nat'l Univ., Daegu, Korea.*

Jung T.W., S.L. Kim, H.G. Moon, B.Y. Son, S.J. Kim, and S.K. Kim. 2005a. Major characteristics related to eating quality in waxy corn hybrids. *Korean J. Crop Sci.* 50(S): 152-160.

Jung T.W., S.L. Kim, H.G. Moon, B.Y. Son, S.J. Kim, and S.K. Kim. 2005b. Major characteristics related on eating quality and classification of inbred lines of waxy corn. *Korean J. Crop Sci.* 50(S): 161-166.

Jung T.W., S.I. Song, B.Y. Son, J.T. Kim, S.B. Baek, C.K. Kim, S.L. Kim, S.J. Kim, S.K. Kim, K.J. Park, H.M. Shin, and C.S. Huh. 2009. A black waxy hybrid corn, "Heukjinjuchal" with good eating quality. *Korean J. Breed. Sci.* 41(4): 599-602.

Kang K.J., K. Kim, and S.K. Kim. 1995. Relationship between molecular structure of rice amylopectin and texture of cooked rice. *Korean J. Food Sci. and Thech.* 27(1): 105-111.

Kim H.S., J.W. Woo, G.S. Yoon, and M.H. Heu. 1985. Viscometric properties of waxy starches. *Korean J. Agr. Chem.* 28(4): 219-225.

Kim K.H., S.Y. Cho, H.P. Moon, and H.C. Choi. 1994. Breeding strategy for improvement and diversification of grain quality in rice. *Korean J. Breed. Sci.* 26(2): 3-19.

Kim S.L., S.U. Park, S.W. Cha, J.H. Seo, and T.W. Jung. 1994. Changes of major quality characters during grain filling in waxy corn and super sweet corn. *Korean J. Crop Sci.* 39(1): 73-78.

- Kim S.L., B.H. Choi, S.U. Park, and H.G. Moon. 1996. Functional ingredients of maize and their variation. *Korean J. Crop Sci.* 41(S): 46-68.
- Kim T.I. 1997. Genetic variation in waxy corn hybrids. M.D. Diss., Chungnam Nat'l Univ., Daejeon, Korea.
- Kim S.L., E.H. Kim, Y.K. Son, J.C. Song, J.J. Hang, and H.S. Hur. 1999. Identification of anthocyanin pigments in black waxy corn kernels. *Korean J. Breed.* 31(4): 408-415.
- Kim Y.J., S.K. Suh, H.S. Kim, H.K. Park, and M.S. Park. 1999. Classification of soybean accessions by morphological characteristics. *Korean J. Breed.* 31(2): 132-137.
- Kim Y.S., Y.T. Lee, and H.M. Seog. 1999. Physicochemical properties of starches from waxy and non-waxy hull-less barleys. *Korean J. Agric. Chem. Biotech.* 42(3): 240-245.
- Kim E.S., S.K. Kim, D.H. Kim, B.Y. Son, D.J. Kang, Z.R. Choe, and G.W. Song. 2000. Effects of planting densities on growth and yield of fresh waxy corn as second crop. *Korean J. Crop Sci.* 43(3): 190-194.
- Kim S.L., H.G. Moon, and Y.H. Ryu. 2002. Current status and prospect of quality evaluation in maize. *Korean J. Crop Sci.* 47(S): 107-123.
- Kim J.S. S.N. Ahn, H.K. Kang, Y.H. Cho, J.G. Gwag, and S.Y. Lee. 2008. Estimation of physicochemical characteristics of domestic aroma rice and foreign aroma rice. *Korean J. Crop Sci.* 53(2): 203-216.
- Kim H.Y. 2010. Identification of the maize *R* gene component responsible for the anthocyanin biosynthesis of kernel pericarp. *Korean J. Breed. Sci.* 42(1): 50-55.
- Kim S.K., T. W. Jung, Y.Y. Lee, D.Y. Song, H.S. Yu, C.W. Lee, Y.G. Kim, J.E. Lee, C.G. Kwak, and S.K. Jong. 2010. Effect of nursery stage and plug cell size on growth and yield of waxy corn. *Korean J. Crop Sci.* 55(1): 24-30.

- Kwak T.S. 2005. Comparison of amylogram properties among several subspecies of rice. *Korean J. Crop Sci.* 50(3): 186-190.
- Kwak Y.M., C.E Kim, J.K. Sohn, and M.Y. Kang. 2006. Grain quality of commercial brand rice produced in kyungpook province. *Korean J. Crop Sci.* 51(7): 645-651.
- Kwon Y.W., E.W. Lee, and B.W. Lee. 1990. Climate, soil and cultural technology of the areas producing high quality rice in Korea with emphasis on the difference between Ichon and other regions. *RDA. J. Crop Sci.* 33: 291-303.
- Lambert, L.A., W.H. Koch, W.G. Wamer, and A. Kornhauser. 1990. Antitumor activity in skin of skh and sencar mice by two dietary β -carotene formulations. *Nutr. Cancer.* 13(4): 213-221.
- Lee I.S., and B.H. Choe. 1980. Investigation of korea maize lines. *Korean J. Crop Sci.* 25(3): 21-30.
- Lee I.S., and B.H. Choe. 1982. Assessment and classification of korean local corn lines by application of principal component analysis. *Korean J. Breed. Sci.* 14(3): 294-303.
- Lee, B.Y., I.H. Yoon, I.Tetsuya, K. Ikuji, and O. Tesujiro. 1989. Cooking quality and texture of japonica-indica breeding type and japonica type, Korea rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21(5): 613-618.
- Lee I.S., B.H. Choe, W.K. Lee, and H.B. Lee. 1993. Interitance of pericarp thickness of waxy maize. *Korean J. Crop Sci.* 38(6): 489-494.
- Lee W.G. 1994. Genetic analysis for major characters of waxy corn developed from Korea local corn (*Zea mays* L.). *Ph.D. Diss., Chungnam Nat'l Univ., Daejeon, Korea.*
- Lee W.G., and B.H. Choe. 1995. Characteristics and combining ability of korean local waxy maize inbreds and hybrids. *Korean J. Crop Sci.* 40(2): 175-184.

- Lee S.K., and M.S. Shin. 1997. Morphological properties of litnerized maize starches with different amylose content. *Korean J. Food Sci. Nutr.* 26(6): 1086-1090.
- Lee H.B., B.H. Choe, and M.S. Lee. 1998. Evaluation and utilization of korean local maize germplasm. *Korean J. Breed. Sci.* 30(2): 99-103.
- Lee J.H., Y.S. Cho, M.T. Song, S.J. Yang, H.G. Hwang, N.S. Kim, H.C. Choi, and H.P. Moon. 2000. Analysis of quantitative trait loci(QTLs) related to rice gelatinization. *Korean J. Breed. Sci.* 32(36): 211-217.
- Lee H.B., B.Y. Park , H.J. Ji, J.W. Cho, S.H. Kim, E.K. Mo, and M.R. Lee. 2006. Antioxadant activity and agronomic characteristics of colored waxy corns. *Korean J. Crop Sci.* 51(S): 179-184.
- Lee I.S. and S.I. Kim. 2007. Pericarp thickness of korean local waxy corn lines collected from busan and gyungnam. *J. Life Sci.* 17(1): 116-119.
- Lee H.B., Y.P. Choi, H.J. Cha, M.S. Lee., H.G. Choi., J.I. Joo, M.K. Kim, and H.C. Ji. 2009. A new yellow waxy corn hybrid with high yield "Daehakchal Gold 1" for edible. *Korean J. Breed. Sci.* 41(3): 279-283.
- Lee S.H., I.G. Hwang, H.Y. Kim, H.G. Lee, S.H. Lee, S.H. Woo, J.S. Lee, and H.S. Jeong. 2010. Starch properties of daehak waxy corns with different harvest times. *Korean J. Food Sci. Nutr.* 39(4): 573-579.
- Lim S.J., D.U. Kim, J.K. Sohn, and S.K. Lee. 1995. Varietal variation of amylogram properties and its relationship with other eating quality characteristics in rice. *Korean J. Breed. Sci.* 27(3): 268-275.
- Mangelsdorf P.C., and G.S. Fraps. 1931. A direct quantitative relation ship between vitamin A in corn and the number of genes for yellow pigmentation. *Science* 73: 241-242.
- Mayne, S.T. 1996. β -carotene, carotenoid and disease prevention in human. *F.A.S.E.B. J.* 10: 690-701.

- Nelson O.E., E.T. Mertz, and L.S. Bates. 1965. Second mutant gene affecting the amino acid pattern of maize endosperm proteins. *Science* 150(3702): 1469-1470.
- Park S.U., K.Y. Park, Y.K. Kang, H.G. Moon, and S.K. Jong. 1987. Effect of plant density on growth and yield of sweet corn hybrid. *Korean J. Crop Sci.* 32(1): 92-96.
- Park K.Y., B.H. Choe, S.K. Jeong, S.S. Lee, and S.U. Park. 1988. Current status of quality improvement in Maize. *Korean J. Crop Sci.* 49-63.
- Park K.Y., Y.H. Son, S.K. Jeong, K.J. Choi, S.U. Park, and B.H. Choe. 1990. Variation of protein content and amino acid composition of maize germplasms. *Korean J. Crop Sci.* 35(5): 413-423.
- Park S.Z. J.H. Lee, S.J. Han, H.Y. Kim, and S.N. Ryu. 1998. Quantitative analysis and varietal difference of cyanidin 3-glucoside in pigmented rice. *Korean J. Crop Sci* 43(3): 179-183.
- Park K.J., H.k. Min, N.K. Heo, S.H. Ryu, J.Y. Park, S.W. Cha, C.S. Huh, J.W. Lee. 2002. A new high quality waxy corn hybrid, "Heugjeomchal". *Korean J. Breed. Sci.* 34(4): 375-376.
- Park K.J., S.H. Ryu, H.K. Min, J.S. Seo, J.Y. Park, B.D. Goh, J.S. Jang, and N.S. Kim. 2007a. A new black waxy corn hybrid cultivar, "Miheugchal" with good eating quality and high yield. *Korean J. Breed. Sci.* 39(1): 106-107.
- Park K.J., J.Y. Park, S.H. Ryu, B.D. Goh, J.S. Seo, H.K. Min, T.W. Jung, C.S. Huh, and I.M. Ryu. 2007b. A new waxy corn hybrid cultivar, "Mibaek 2l" with good eating quality and lodging resistance. *Korean J. Breed. Sci.* 39(1): 108-109.
- Park K.J., J.Y. Park, B.D. Goh, E.H. Jang, B.S. Yoon, and J.S. Jang. 2010. Effect breeding and supply of seed in korea waxy corn. *Korean J. Crop Sci.* 42(1): 15.
- Plate A.Y.A., and D.D. Gallaher. 2005. The potential health benefits of corn components and products. *Cereal Foods world.* 50: 305-314.
- Purdy J.L., and P.L. Crane. 1967. Influence of pericarp on differential drying rate in mature

corn. *Crop Sci.* 7: 379-381.

RDA. 2010. Corn Science Agriculture Information.

RDA. 2003. Agricultural science technology research analysis base.

Richardson D.L. 1960. Pericarp thickness in popcorn. *Agron. J.* 52: 77-80.

Pedreschi R. and Cisneros-Zevallos L. 2007. Phenolic profiles of andean purple corn(*Zea mays* L.). *J. Agric. Food Chem.* 100(3): 956-963.

Ryu S.H., J.Y. Park, N.K. Huh, and H.K. Min. 2001. Relationship between genetic distance and hybrid performance of black waxy corn(*Zea mays* L.). *Korea J. Breed. Sci.* 33(2): 95-103.

Seo Y.H., IJ Kim, A.S. Yie, and H.K. Min. 1999. Electron donating ability and contents of phenolic compounds, tocopherols and carotenoids in waxy corn(*zea mays* L.). *Korean J. Food Sci. and Tech.* 31(3): 581-585.

Singh N., K.S. Sekhon, U. Bajwa, and S. Goyal. 1992. Cooking and parching characteristics of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Food Sci. and Tech.* 29: 347 - 350.

Son Y.K. 1996. Effects of precooling and storage methods on the quality changes of vegetable corn. *Ph.D. Diss., Chungnam Nat'l Univ., Daejeon, Korea.*

Son Y.K., J.R. Son, K.J. Kim, and S.L. Kim. 1999. Postharvest biotechnology of vegetable corn in korea. *Korean J. Intl. Agri.* 11(4): 391-402.

Song J.C., N.K. Park, H.S. Hur, M.H. Bang, and N.I. Back. 2000. Examination and isolation of natural antioxidants from korean medicinal plants. *Korean J. Medi. Crop Sci.* 8(2): 94-101.

Song J., C.K. Lee, J.T. Yoon, S.L. Kim, D.S. Kim, J.H. Kim, E.G. Jeong, and S.J. Suh. 2008. Relationship structure and physical properties of cooked rice. *Korean J. Crop Sci.*

53(3): 320-325.

Suh C.S. and S.K. Kim. 1995. Effect of heating temperature on the rheological properties of corn starch. *Agri. Chem. and Bio.* 38(4): 353-358.

Suzuki H 1979. Amylography and alkali viscography of rice. Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. *IRRI philippines. pp.* 261-282.

Wiseman H. 1996. Dietary influences on membrane function: Importance in protection against oxidative damage and disease. *Nutri. Biochem.* 7(1): 2-15.

Wolf M.J., J.L. Cull, Helm and Zuber M. S. 1968. Measuring thickness of excited mature corn pericarp. *Agron. J.* 61: 777-779.

Yang Z., G. Fan, Z. Gu, Y. Han, and Z. Chen. 2008. Optimization extraction of anthocyanins from purple corn(*Zea mays* L.) cob using tristimulus colorimetry. *Eur. Food Res. Tech.* 227: 409-415.

Yu M.H., E.O. Kim, and S.W. Choi. 2010. Quantitative changes of hydroxycinnamic acid derivatives and anthocyanin in corn (*Zea mays* L.) according to cultivars and heat processes. *Korean J. Food Sci Nutr.* 39(6): 843-852.