

전략체계	지속 - 5 - 1		수행시기	전반기 (완결)	
기술분야코드	V1	기술유형코드	H03	작목구분코드	FC-01-FR11
과제종류	지역특화		과제번호	RD012606	
과제명	옥수수 안정생산을 위한 맞춤형 재배기술 개발 및 실용화				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	최재근		지방농업연구소	강원특별자치도농업기술원 옥수수연구소	
연구기간	2021 ~ 2023		참여연구기관	농업환경연구과 등	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 팝콘칼라찰옥수수맞춤형재배기술확립및품종개발			옥수수연구소	최재근	'21~'23
2) 옥수수줄기썩음병방제체계구축및저항성계통육성			옥수수연구소	김문중	'21~'23
3) 지역특화품종을 이용한 옥수수 상품화개발연구			농식품연구소	박지선	'21~'23
4) 옥수수줄기썩음병발생생태구명및피해실태조사			농업환경연구과	방경린	'21~'23
5) 옥수수특화작목육성을 위한 현장실용화지원			강원지특협회	김인중	'21~'23
키워드	찰옥수수, 줄기썩음병, 팝콘옥수수, 가공상품, 고품질				

ABSTRACT

This study was conducted for three years from 2021 to 2023 to stabilize corn production and expand consumption. The limit sowing period for the second crop of popcorn corn in the Donghae region is late June. To improve popcorn corn productivity, when the planting density was set to 70*15cm, the yield was as high as 685kg/10a. The right time to harvest colored waxy corn was found to be of superior quality when harvested on the 22nd and 25th days after planting during spring and summer cultivation, respectively. In tests to control corn stem rot disease, control was as high as 31.1% when treated with fungicides from 3 days before the disease occurred, and 67.5% when treated with fungicide from the day of disease occurrence. To study corn stem rot disease resistance, four combinations of double haploid lines were developed. Additionally, the incidence of stem rot disease when using a fountain hose was 3.4 times higher than when using drip irrigation. To develop processed products using corn, corn rice cakes, corn porridge, corn cookies were commercialized. We developed Gondeure vegetable powder using local specialties and transferred the technology to industry so that it can be used as a seasoning material. In order to establish a corn distribution system, a contract cultivation complex was created by creating 2.5ha of 'Ararichal' and 0.1ha of Saekchalgyo No. 113. By enabling stable sales of produce, it generated sales of 270 million won and contributed to improving farm income.

1

연구목표

옥수수(*Zea mays* L.)는 세계 3대 식량작물 중 하나로 생산성이 매우 높아 가공용, 사료용, 공업용 및 바이오 에너지 등 용도가 다양하다. 국내에서는 찰옥수수가 여름철 대표 간식으로 주로 재배되고 있으며, 국내에서 육성된 품종이 90% 이상 재배되고 있다(박 등, 2016). 찰옥수수는 1980년대 이후 국내에서 연구가 진행되었으며, 현재는 옥수수연구소에 개발된 미백2호, 미홍찰, 흑점2호가 주요 보급 품종으로 전국에 80% 이상 보급되고 있다. 팝콘옥수수(*Zea mays everta* L.)는 아메리카 대륙의 인디언들 사이에서 장식용 및 간식용으로 사용되어 왔다(장 등, 2013). 국내에서는 현재 보급품종으로 ‘오룬팝콘’, ‘오룬2호’가 농가에 보급되고 있다(최 등 2018). 강원 특별자치도는 옥수수의 주산지로서 전국 재배면적의 32% 정도인 5,000ha가 재배되고 있다. 하지만 유통은 단순 원물을 이용한 풋옥수수 유통이 대부분을 차지하고 있다. 또한 젊은 층에서 찰옥수수의 구매력 및 선호가 낮아지고 있다(RDA, 2023).

따라서, 강원 찰옥수수와 팝콘옥수수의 소비확대를 위해 1) 강원특별자치도만의 특화품종 선별과 재배기술개발, 2) 단순 가공품을 벗어난 2차, 3차 가공품 개발을 통해 소비 촉진이 필요하며, 3) 최근 기상이변에 대비한 병해충 방제기술 개발과, 4) 산업체와 연계한 안정된 농가 수입확대를 위해 계약재배단지 조성 및 유통체계 구축을 위해 본 연구를 수행하였다.

2

재료 및 방법

<제1세부과제 : 팝콘·칼라찰옥수수 맞춤형 재배기술 확립 및 품종개발>

(시험1) 팝콘·칼라찰옥수수 주산지 2기작을 위한 한계 파종기 설정

본 연구는 팝콘·칼라찰옥수수 주산지 2기작 한계파종기 설정을 위해 팝콘옥수수는 ‘오룬팝콘’을 칼라찰옥수수는 ‘미홍찰’ 품종을 이용하여 2021년부터 2022년까지 2년간 동해, 홍천 2지역에서 재식밀도는 70×25cm, 파종기는 3월 중순부터 4월 중순까지 15일 간격으로 3처리 하여 재배하였다. 시험의 조사항목은 수량성, 백립중, 간장, 착수고, 튀김부피 등을 조사하였다.

(시험2) 팝콘옥수수 생산성 향상을 위한 적정 재식밀도 설정

본 연구는 팝콘옥수수 생산성 향상을 위하여 2021년부터 2022년까지 2년간 ‘오룬팝콘’ 품종을 이용하여 홍천 옥수수연구소 연구포장에서 수행하였다. 파종은 4월 하순에 재식밀도는 70×15cm, 70×20cm, 70×25cm 3처리로 재배하였다. 시험의 조사항목은 생육 및 수량구성요소, 튀김부피 등을 조사하였다.

(시험3) 팝콘·칼라찰옥수수 적정 육묘일수 경과에 따른 수량성 비교

본 연구는 팝콘·칼라찰옥수수 육묘일수에 따른 생육을 비교하기 위하여 2021년부터 2022년까지 2년간 팝콘옥수수는 ‘오룬팝콘’ 품종, 칼라찰옥수수는 ‘미홍찰’ 품종을 이용하여 홍천 옥수수연구소 연구포장에서 수행하였다. 파종은 4월 8일, 육묘일수는 20일, 30일, 40일, 50일 4처리하여 정식하였다. 시험의 조사항목은 생육 및 수량구성요소, 이삭특성, 튀김부피 등을 조사하였다.

(시험4) 칼라찰옥수수 지역맞춤형 우량교잡종 채종기술 확립

본 연구는 칼라찰옥수수 지역맞춤형 선발품종의 채종기술 확립을 위해 실시하였다. 2021년부터 2022년까지 2년간 ‘미홍찰’, ‘색찰교110호’, ‘색찰교111호’ 3품종을 이용하여 흥천 옥수수연구구소 격리포장에서 수행하였다. 파종은 4월 하순, 정식은 5월 중순에 하였다. 재식방법은 2:1 시험구는 80×20cm, 웅주간파는 80×30cm 2처리를 하였다. 시험의 조사항목은 재식방법별 출사기, 화분비산기, 이삭특성, 백립중, 채종수량 등을 조사하였다.

(시험5) 옥수수 기계화 수확을 위한 이삭 수확기 효율 분석

본 연구는 팝콘옥수수 기계화 수확을 위한 이삭수확기 효율분석을 위해 2021년 수행하였다. 시험장소는 흥천 옥수수연구구소 연구포장에서 ‘오륜팝콘’ 품종을 이용하여 70×25cm로 재식된 시험포장에서 팝콘옥수수 수확기에 실시하였다. 이삭수확기는 (주)태광공업 TCH-01모델을 이용하였다. 처리는 관행수확, 기계수확 2처리를 비교하였으며, 시험의 조사항목은 수확 방법별 수확시간, 손실률, 경제성을 조사하였다.

(시험6) 칼라찰옥수수 계통육성 및 생산력 검증

본 연구는 칼라찰옥수수 우량 품종육성을 위해 2021년부터 2023년까지 3년간 계통육성은 흥천 옥수수연구구소 시험포장에서 수행하였으며, 지역적응성 평가는 흥천, 영월, 인제 3지역에서 수행하였다. 시험의 조사항목은 계통육성시험에서는 계통별 생육특성, 이삭특성을 조사하였으며, 지역적응성 평가에서는 생육특성, 수량구성요소, 내병충성, 이삭특성을 조사하였다.

(시험7) 팝콘옥수수 살균제 시용효과 비교

본 연구는 팝콘옥수수 곰팡이 독소 저감을 위한 출사후 살균제 시용효과를 비교하기 위해 2022년에 흥천 옥수수연구구소 시험포장에서 수행하였다. 시험품종은 ‘오륜팝콘’ 품종을 이용하였으며, 재식밀도 70×25cm, 살균제 처리는 무처리, 출사 후 1회(30일), 출사 후 2회(30, 40일)로 하여 3처리를 하였다. 시험의 조사항목은 처리별 팝콘옥수수 이삭특성, 수량성, 곰팡이 독소 검출량을 조사하였다.

(시험8) 칼라찰옥수수 최적 수확시기 구명

본 연구는 칼라찰옥수수 최적 수확시기를 설정하기 위해 2022년부터 2023년까지 2년간 흥천 옥수수연구구소 시험포장에서 칼라찰옥수수 품종은 ‘색찰교111호’, ‘색찰교113호’, 대조 품종은 ‘미홍찰’, ‘미백2호’를 이용하여 수행하였다. 2022년에는 수확시기를 출사 후 20, 24, 28일로 하여 이삭의 수분함량변화, 풋이삭경도, 증숙시 경도, 이삭길이, 이삭폭, 유리당 함량, 안토시아닌 함량변화를 조사하였으며, 2023년에는 봄재배와 여름재배 2처리로 하여, 출사 후 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28일에 각각 수확하여 유효적산온도, 이삭특성, 안토시아닌 함량, 유리당 함량변화를 조사하였다.

(시험9) 팝콘옥수수 동해안지역 2모작을 위한 작부체계 확립

본 연구는 팝콘옥수수 동해안지역 2모작 작부체계 확립을 위해 2023년에 동해 시험포장에서 재식밀도 70×25cm, 팝콘옥수수 품종은 ‘오륜팝콘’을 이용하여 전작, 후작 작부체계를 비교하였다. 팝콘옥수수 전작재배시 후작은 배추‘청명가을’ 품종을 재배하였으며, 팝콘옥수수 후작 재배시

전작은 감자 ‘수미’ 품종을 재배하여 조사하였다. 시험의 조사항목은 작부체계별 작목의 생육특성 및 수량성, 총수입 등을 조사하였다.

(시험10) 저장조건에 따른 곰팡이 독소 발생 모니터링

본 연구는 팝콘옥수수 저장기간 중 곰팡이독소 발생 모니터링 및 저장조건에 따른 발생량을 비교하기 위해 2023년에 수행하였다. 팝콘옥수수 품종은 ‘오룬팝콘’ 알곡을 이용하였으며, 저장 조건은 저온(4℃)+비닐, 상온(R.T.), 상온(R.T.)+비닐 3처리를 하여 저장 하였으며, 곰팡이 독소 분석은 60일에 1회씩 분석하여 240일 동안 5회 분석하였다. 곰팡이 독소는 오크라톡신A, 총아플라톡신, 아플라톡신B1, 제랄레논, 푸모닌신 5종의 검출량을 조사하였으며, 저장기간 중 팝콘옥수수의 튀김부피, 수분함량을 조사하였다.

<제2세부과제 : 옥수수 줄기썩음병 방제체계 구축 및 저항성 계통육성>

(시험1) 옥수수 줄기썩음병 방제를 위한 약제 기내선발

옥수수에 발생하는 줄기썩음병은 식물병원성 곰팡이 푸사리움(*Fusarium subglutinans*)에 의해 발생하는 줄기썩음병과 *Dickeya zaeae*에 의해 발생하는 세균성 줄기썩음병으로 구분할 수 있다. 현재까지 진균 및 세균에 의한 줄기썩음병 모두 등록된 약제가 없기 때문에 기내에서 약제 방제 시험을 진행하기 위해 2021년에 연구를 수행하였다. 약제는 푸사리움에 의한 줄기썩음병 약제 9종, 세균에 의한 줄기썩음병 13종을 시험하였다. 시험방법으로 세균성 줄기썩음병은 디스크확산법(Disk diffusion method)을 이용하여 3개의 디스크에 약제를 각각 기준량, 배량, 무처리로 약제를 묻혀 균을 접종한 고체배지에 치상 후 28℃ 챔버에서 48시간 배양 하였다. 푸사리움에 의한 줄기썩음병의 경우 약제의 기준량, 배량, 무처리 각각 비율의 고체배지 위에 푸사리움 균사 plug를 정 중앙에 접종하여 28℃ 챔버에서 5일 동안 배양하여 결과를 조사하였다.

(시험2) 옥수수 줄기썩음병 선발 약제 약효평가

본 연구는 *Dickeya zaeae*에 의한 세균성 줄기썩음병의 배지 선발 약제에 대하여 기내 시험을 2021년에 진행하였다. 방제가가 높은 약제 8종을 선발하여 인위적으로 병이 접종된 옥수수에 기준량 및 배량을 살포한 뒤 발병주율과 방제가를 조사하였다.

(시험3) 옥수수 줄기썩음병 선발약제 포장 약효·약해 평가

본 연구는 2021년에 기내에서 확인된 옥수수 줄기썩음병 약제를 활용하여 포장에서의 방제가를 확인하기 위하여 *Dickeya zaeae*에 의한 세균성 줄기썩음병 약제 5종, *Fusarium subglutinans*에 의한 줄기썩음병 약제 9종을 각각 평가하였다. 처리방법은 약제의 기준량, 배량 각각 처리되었고, 균주 현탁액 접종 24시간 후 약제 1회 처리 하여 7일 후 평가 하였다. 발병주율, 방제가, 약해발생 유무 등을 조사하였으며, 시험은 난괴법 3반복으로 조사하였다.

(시험4) 옥수수 줄기썩음병 저항성 검정 조건설정 및 저항성 평가

본 연구는 2021년에 옥수수 줄기썩음병 저항성 계통을 육성하기 위해서 병 저항성 평가 방법을 구축하고, 병 검정 조건을 설정하기 위해서 옥수수 계통은 HW9으로 사용하여 옥수수 줄기썩음병을 발생시키는 병원균 *Fusarium subglutinans*와 *Dickeya zaeae*을 대상으로 시험하였다. 접

종 방법은 상토에 관주, 스프레이 분무, 주사기를 통한 주입 3가지 방법이고, 온도조건은 25, 30, 35℃(항습) 3처리 하였으며, 습도조건은 60, 70, 80, 90%(항온) 4처리로 시험하였다.

(시험5) 옥수수 줄기썩음병 저항성 평가를 위한 집단양성

본 연구는 2021년에 옥수수 줄기썩음병에 대한 저항성 집단을 만들기 위해 이전 연구에서 평가된 옥수수 줄기썩음병 저항성 계통 16DHW8, 16DHW23, 16DHW54 3계통, 감수성 계통 16DHW4, 16DHW41, 16DHW52 3계통을 활용하여 상호간 교배를 하였다. 저항성 및 감수성 계통 모두 동시에 5월3일 포트에 육묘 하였고 정식일은 5월20일이며, 재식밀도는 70×25cm이고, 시비량은 (N-P₂O₅-K₂O):14.6-3-6kg/10a로 시험하였다.

(시험6) 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제를 위한 약제처리 시기 구명

본 연구는 2022년에 *Fusarium subglutinans*에 의한 옥수수 줄기썩음병 방제를 위해 옥수수에 등록된 약제(농촌진흥청 농약안전정보시스템) 및 이전 실험에서 선발된 약제들의 약효평가를 진행하였다. 약제는 베노밀, 디페노코나졸, 플루디옥소닐, 아족시스트로빈 4종을 사용하였다. 시험계통으로는 옥수수 줄기썩음병 감수성 계통인 HW9을 사용하였으며, *Fusarium*균의 농도는 1×10⁵ul에 미네랄 오일(1%)을 추가하여 스프레이 접종하였다. 처리내용은 줄기썩음병 접종 7일 전, 3일 전, 당일, 3일 후 약제처리 하였다. 약제 처리 7일 뒤 발병주율 및 방제가를 각각 조사하였다. 시험은 난괴법 3반복으로 조사하였다.

(시험7) 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제를 위한 약제혼용 생리장해 구명

본 연구는 2022년에 *Fusarium subglutinans*에 의한 옥수수 줄기썩음병 방제를 위해 옥수수에 등록된 약제 4종 베노밀 수화제, 디페노코나졸 수화제, 플루디옥소닐 액상수화제, 아족시스트로빈 액상수화제를 각각 살충제 에토펜프록스 유제와 혼용해서 살포하였다. 옥수수는 4월 25일에 파종되었고 시험계통은 HW9으로 진행하였다. 약제 처리시기는 옥수수의 생식생장기인 6월 21일에 살균제와 살충제의 단용 및 혼용 처리를 진행하였으며, 처리 후 3, 5, 7일 뒤에 약제혼용 별 외관상 약해 유무 및 이삭 특성을 조사하였다. 시험은 난괴법 3반복으로 조사하였다.

(시험8) 옥수수 줄기썩음병 저항성 계통 선발을 위한 유전자원 인공 접종 평가

본 연구는 옥수수 줄기썩음병 저항성 계통을 육성하기 위해 이전에 실험된 병 검정법을 활용하여 2022년부터 2023년까지 2년간 찰옥수수 자식계통 61계통에 대하여 유묘기(4~5 leaf stage)에 *Fusarium subglutinans*, *Dickeya zeae*를 인공접종을 한 후 저항성 평가를 진행하였다. 접종방법은 1ml 주사기를 사용하여 0.2ml씩 주입하였다. 접종조건은 *Fusarium subglutinans*은 접종농도 포자현탁액 1×10⁵ul, 식물생장상 내에 온도 25℃, 상대습도 90%로 하였고, *Dickeya zeae*의 경우 접종농도 O.D값(600nm) 0.6이고, 식물생장상내에 온도 30℃, 상대습도 80%로 설정하였다. 접종 후 5일 뒤에 병 발병도에 따른 저항성 등급(1:무병징 ~ 5:고사)을 평가하였다.

(시험9) DH기술을 활용한 반수체 유기

본 연구는 저항성/이병성 상호간 교배된 조합에 대하여 반수체를 배가해 순도 높은 식물체를 단기간에 만드는 육종기술인 DH(Doubled Haploid)을 활용하여 2021년도에 생산된 교잡종에

대해 2022년에 반수체 유기를 시험하였다. 반수체 유기는 Tails계통을 사용하였다.

(시험10) 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제를 위한 약효·약해 평가

본 연구는 2023년에 *Fusarium subglutinans*에 의한 옥수수 줄기썩음병에 현재 등록된 약제가 없기 때문에 농촌진흥청 고시 '농약의 등록기준 약효 및 약해 시험기준과 방법'에 준하여서 약효·약해 평가를 자체시험으로 수행하였다. 옥수수 시험품종은 미백2호를 사용하였다. 시험장소는 홍천, 인제 2개소에서 실시하였으며, 처리내용은 재식밀도 60X25cm, 시비량은 옥수수 표준 시비량을 처리하였고, 선발된 약제 5종을 약제 살포하여 약효 및 약해를 조사하였다. 기상자료는 지역별(홍천,인제) 기상청 자료를 활용하였다.

(시험11) 옥수수 세균성 줄기썩음병(*Dickeya zeae*) 약제별 처리시기 약효평가

본 연구는 옥수수 세균성 줄기썩음병(*Dickeya zeae*) 방제를 위해 이전 연구에서 평가된 2개 약제인 옥시테트라사이클린다이하이드레이트 입상수화제(34%)와 옥솔린산 입상수화제(20%)의 처리시기별 약효평가를 진행하였다. 시험계통은 미백2호이며, 4월24일에 파종하였다. *Dickeya zeae*균 현탁액(O.D 0.6cfu/ml)에 1% 미네랄 오일을 첨가하여 6월8일에(병 발생 초기) 분무 접종하였다. 약제는 표 9와 같이 처리시기(5월25일~7월13일) 및 횟수별(2~3회) 처리 후에 방제가를 각각 산출하였다. 시험은 난괴법 3반복으로 조사하였다.

(시험12) DH기술을 활용한 반수체 계통육성

본 연구는 2023년에 DH 기술을 활용하여 2022년에 육성된 16DHW(R/S) 4교잡종 반수체에 염색체 배가를 진행하였다. 염색체 배가 방법은 염색체 배가 물질인 콜히친(Colchicine) 0.7%으로 침지 및 주사를 통하여 처리하였다

<제3세부과제 : 지역특화품종을 이용한 상품화 개발연구>

(시험1) 찰옥수수 유해균 억제를 위한 가공공정 개발

본 실험에 사용한 옥수수는 강원도특별자치도농업기술원 옥수수연구소에서 2021년에 수확한 미백 2호를 사용하였다. 시료의 전처리는 버블세척, 오존수처리, UV처리, 원적외선처리의 단행처리와 UV+원적외선 병행처리하였고, 후처리는 100℃, 15min 증숙한 옥수수를 UV처리, 원적외선처리, UV+원적외선 처리를 하여 일반세균수와 대장균군수, 경도, 색도를 비교하였다. 포장방법은 지퍼팩, 진공포장으로 나눠서 실험하였다. 일반세균수 분석은 시료 10g을 취한 뒤 중량의 9배에 해당하는 멸균된 0.85% saline용액을 가하여 stomacher(Bagmixer® 400.Interscience,France)로 1분간 균질화 시킨 후의 시료액을 1mL 취하여 9mL의 멸균된 0.85% saline용액으로 단계희석 한다. 시험용액 1 mL 와 각 단계 희석액 1 mL를 3M Aerobic count Petrifilm에 접종한다. 35±1℃에서 24-48시간 배양시킨 후, 붉은색 콜로니를 계수하였다. 대장균군 분석은 시료 10g을 취한 뒤 중량의 9배에 해당하는 멸균된 0.85% saline용액을 가하여 stomacher(Bagmixer®400.Interscience,France)로 1분간 균질화 시킨 후의 시료액을 1mL 취하여 9mL의 멸균된 0.85% saline용액으로 단계희석 한다. 시험용액 1 mL 와 각 단계 희석액 1 mL를 3M Coliform count Petrifilm에 접종한다. 35±1℃에서 24-48시간 배양시킨 후, 기포가 형

성된 붉은색 콜로니를 계수하였다. 색도분석은 색차계(Spectrophotometer, CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 사용하여 시료의 일정한 부분을 10회 반복 측정하였다. 측정 전 표준백판(L=97.75, a=0.49, b=1.96)으로 보정한 후 사용하였으며 L(Lightness : 명도), a(Redness : 적색도), b(Yellowness : 황색도)값으로 나타내었다. 경도분석은 경도계(Rheometer, Compac-100, SUN, Japan)를 이용하여 측정, 3mm인 probe를 장착하고 60mm/min의 속도로 압축하여 잎의 일정 부위의 최대강도를 10회 반복 측정하였으며, 최대강도를 g-force단위로 나타내었다.

(시험2) 팝콘, 칼라찰옥수수를 이용한 가공적성 탐색

본 실험에 사용한 옥수수는 강원특별자치도농업기술원 옥수수연구소에서 2021년에 수확한 오륜팝콘, 미백2호, 칼라찰옥수수 3품종(골드찰, 미흑찰, 청춘찰)를 사용하였다. 품종별 성분분석은 일반성분(수분, 단백질, 조지방, 조회분, 탄수화물), 식이섬유 함량(수용성, 불용성), 아미노산 함량(히스티딘, 세린, 아르기닌, 글리신, 아스파르트산, 글루탐산, 트레오닌, 알라닌, 프롤린, 라이신, 티로신, 발린, 이소루신, 루신, 페닐알라닌, 트립토판, 시스틴, 메티오닌), 지방산 함량(포화지방산, 단일불포화지방산, 다가불포화지방산), 비타민 함량(레티놀, 베타카로틴, 토코페롤)을 분석하였고, 가공적성분석으로는 점도, 수분흡수지수, 수분용해지수, 물성(경도, 응집성, 탄력성, 점착성, 씹힘성)을 분석하였다.

옥수수의 일반성분 분석은 AOAC(1984)법에 따라 수분함량은 105℃에서 건조한 상압건조법을 이용하였고, 조단백질은 킬달법으로 자동 단백질 분석기(kjeltecTM8400, Foss, Hoganas, Sweden)을 이용하여 분석하였다. 조지방은 Soxhlet법으로 조지방 추출기(SoxtecTM8000, Foss, Hoganas, Sweden)를 이용하여 ether로 추출하여 측정하였고, 조회분은 600℃의 직접 회화법으로 정량하였으며, 탄수화물 함량은 100(회분+조단백+조지방+수분)으로 계산하였다. 식이섬유는 식이섬유 자동추출 장치(FibertecTM 1023, Foss)를 이용한 효소 중량법으로 분석하였다.

아미노산 분석은 FMOC의 방법에 따라 유도체화 시켜 아미노산을 분석하였다. Stable 계열 15 성분은 시료 측량 후 6 N 염산을 15 mL를 가하고 페놀 결정을 넣은 뒤 질소가스로 치환 후 신속하게 밀봉한 후, 110℃ 오븐에 22~24시간 가수분해 한 후 여과지로 여과하여 volumetric flask에서 증류수로 정용한 뒤, 감압 농축을 반복하여 최대한 염산을 최대한 제거한 뒤 증류수로 재용해 한 뒤 0.45 µm membrane filter에 통과시켜 분석시료로 사용하였다. 트리토판은 검체 측량하고 4.2 N NaOH 10 mL를 가해 혼합 후 질소가스를 주입한 후 밀봉 후, 110℃ 오븐에서 20시간 분해시킨 뒤에 volumetric flask에서 여과지로 여과하여 증류수로 첨가하여 6 N 염산 7 mL를 넣은 뒤, 0.2 N Sodium citrate 5 mL를 넣고 증류수로 정용한 뒤 0.45 µm membrane filter에 통과시켜 분석시료로 사용하였다. 황함유 아미노산은 과개미산용액(30% hydrogen peroxide : 85% Formic acid = 1:9, v/v) 15 mL에 첨가 후, 하루동안 냉장고에 보관 후 감압농축하여 완전 농축한 후 Stable 계열과 동일하게 진행하였다.

지방산 분석을 위한 column은 SP-2560 (100 m × 0.25 mm, 0.2 µm, Supelco, USA)을 사용하였다. 시료주입기와 검출기(Flame Ionization Detector, FID)온도는 225℃, 285℃, split ratio는 100:1이었다. Flow rate 0.75 mL/min으로 컬럼 온도는 100℃에서 4분간 유지 후,

240℃까지 1분당 3℃씩 승온시켜 20분간 유지하였다. 옥수수 알곡의 지방산 함량은 시료 내 지방을 산분해하여 ether로 추출하고 BF3-Methanol 용액으로 methyl-ether화하여 gas chromatography (Trace 1310, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)로 분석하였다. 분석 시료 1g을 마조니어관에 넣고 내부 표준물질 2 mL과 8.3 M 염산용액 10 mL를 첨가하고 산화방지를 위하여 pyrogallol (50 mg/mL in ethanol) 용액 2 mL를 첨가하여 혼합 후 밀봉하였다. 밀봉된 마조니어관의 용액을 70~80℃ 항온수조에서 40분간 분해시킨 후 실온 냉각하여 에탄올을 첨가하고 petroleum ether와 diethyl ether를 각각 25 mL씩 첨가하여 5분간 진탕 추출하였다. 분해된 용액을 1시간 이상 실온 방치한 후 분리된 상층액을 filter paper로 여과하여 40℃에서 감압 농축하였다. 용매가 제거된 농축물에 chloroform 2 mL과 diethyl ether 3 mL를 첨가하여 재용해하고 질소로 농축한 다음 7% BF3-Methanol 2 mL과 toluene 1 mL 첨가 후 밀봉하여 100℃ 건조기에서 45분간 반응시켰다. 반응이 끝난 용액을 실온에서 완전히 냉각시키고 증류수 5 mL과 n-hexane 1 mL을 첨가하여 충분히 혼합한 뒤 정치시켰다. 수층으로부터 분리된 상층액에 sodium sulfate anhydrous 를 첨가하여 탈수하고 0.45 µm membrane filter에 통과시켜 분석시료로 사용하였다.

비타민 함량분석은 시료 약 2~5g을 취하여 6% 피로칼에탄올용액 10 mL을 가한 후 10분간 초음파로 추출한다. 8 mL의 60% KOH를 가하여 잘 섞은 후 30초간 질소로 치환 한 후에 5℃ 항온수조에서 1시간 동안 비누화 시킨 후 냉각 후 2% NaCl 수용액 20 mL 가하여 잘 혼합한다. 25 mL의 추출용매 (hexane : ethyl acetate = 85:15, v/v, 0.01% BHT)를 시료 추출액에 가하여 1분간 진탕 한 후 분리된 상층액을 회수하고 이를 세 번 반복한 뒤, sodium sulfate anhydrous 통과시켜 수분을 제거한 후 100 mL의 volumetric flask에서 추출용매로 정용한다. 정용한 추출액을 완전 농축 후 시험관에 (Methanol : Methylene chloride = 95: 1, v/v)을 첨가하여 재용해 한 후 최종적으로 0.45 µm membrane filter(Advantec, Tokyo, Japan)로 여과하여 HPLC(Nano space SI-2 ,Shiseido, Japan)로 분석하였다. 분석에 사용된 칼럼은 Cadenza CD-C18(3×150 mm, 3 µm, Imtakt, Portland, OR, USA)이며, 검출기는 photodiode array detector (Shiseido)를 사용하여 각각 235 nm와 295 nm와 450 nm에서 설정하여 레티놀과 알파토코페놀과 베타카로틴 성분을 동시 검출하였다. 칼럼온도는 이동상은 methanol : Methylene chloride = 95:5, v/v) 혼합액을 이동상 A, methanol : Methylene chloride = 70:30, v/v)를 이동상 B로 사용하였다. 분석을 위한 이동상 용매의 gradient 조건은 초기 0~3분까지 이동상 A를 100%, 이후 3~11분 75%, 11~20분까지 이동상 A를 67%가 되도록 한 다음 20~30분간 10% 이동상 A를 흐려준 뒤, 30~33분까지 10%로 유지시켰으며, 이후 33.1~40분은 이동상 A 100% 상태에서 유지시킨다. 분석 시 이동상 유량은 0.4 mL/min 이었다.

옥수수 점도는 farinograph(Brabender Co., Germany)를 사용하였고, farinograph 반죽특성은 AACC 54-40 method에 따라서 실험하였다. 먼저 30℃의 증류수 600mL에 옥수수분말 (200mesh) 300 g 혼합하여 넣고 20분간 반죽하면서 시간별 반죽의 점도를 측정하였다.

옥수수의 수분흡수지수(WAI: water absorbtion index)와 수분용해지수(WSI: water solubility index)는 AACC(2002) 방법을 변형하여 측정하였다. 옥수수 알곡 1 g과 증류수 20 mL를 가하여 30℃의 항온수조에서 진탕 교반을 25분간 한 후, 원심분리기(MF 600R, Hanil Scientific,

Gimpo, Korea)를 이용하여 2,800 rpm에서 15분간 원심분리 하였다. 상등액을 제외한 침전물의 무게를 칭량하여 시료 g당 흡수된 수분의 함량으로 표시되었다.

$WAI (g/g) = (\text{Hydrated sample wt.} - \text{Dry sample wt.}) / \text{Dry sample wt.}$

수분용해지수(WSI)는 WAI에서 측정 시 회수한 상등액을 105℃의 열풍건조로 건조하여 얻어진 고형분의 무게를 건조시료에 대한 백분율로 계산해서 나타내었다.

$WSI (\%) = (\text{Dry solid wt. recovered by evaporating the supernatant} / \text{Dry sample wt.}) \times 100$

옥수수의 조직감은 물성측정기(Texture analyzer, model CT3-10K, Brookfield, Middleboro, USA)로 측정하였고, 20 mm의 두께로 자른 후, Pre-test speed: 1.0 mm/s, Test speed: 1.0 mm/s, Post-test speed: 5.0 mm/s, Distance: 50%, Calibrate probe: P/36 로 측정하였다. 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 경도 hardness(g), 응집성 cohesiveness, 탄력성 springiness(mm), 점착성 gumminess(g), 씹힘성 chewiness(mJ)를 측정하였다.

(시험3) 팝콘, 칼라찰옥수수를 이용한 시제품 개발

레토르트 찰옥수수 시제품 개발에는 2021년에 도원 개발 품종인 미백 2호를 사용하였고, 전처리로는 1% NaCl를 포함한 정제수에 침지한 후, 레토르트 1차(95℃, 0.5kgf/cm², 10min)처리와 2차(100℃, 0.5kgf/cm², 50min) 처리를 하여 기존 시판되는 레토르트 찰옥수수와 품질비교하였다. 옥수수 떡은 미백 2호와 황옥을 탈피하여 200mesh로 분말화하여 시제품 제조에 사용하였다. 옥수수떡에 사용한 부재료는 식이섬유, 알코올, 장미농축액으로 각각 떡을 제조 하였고, 경도를 비교하였다. 옥수수빵과 옥수수스낵은 미백 2호로 옥수수 전분을 제조하여 사용하였다.

(시험4) 칼라찰옥수수의 품질유지확보를 위한 가공공정 개발

본 실험에 사용한 옥수수 품종은 강원특별자치도농업기술원 옥수수연구소에서 2022년에 수확한 미흑찰을 사용하였다. UV&원적외선기기는 농가 보급용으로 자체 개발하였다. 크기 ww5,000×d400×h1,500으로 모든 부품은 스테인레스를 사용하였고, 이송벨트부는 10단계 속도 조절이 가능하고, 스테인레스 체인망 구조로 제작하였으며, 적외선 100W 12개, 자외선 UV 15W 12개, 상·하부는 슈퍼미러를 설치하였다. 제품을 통과시 킨 후 전·후 품질분석을 비교하였다.

(시험5) 팝콘이삭을 이용한 즉석편이 상품개발

본 실험에 사용한 옥수수는 강원특별자치도농업기술원 옥수수연구소에서 2022년에 수확한 오리이삭과 오리 2호를 사용하였다. 시료의 수분함량의 범위는 각각 11, 12, 13, 14, 15%였다. 마이크로웨이브 파장은 W700, W1,000 두 구간으로 처리시간은 120sec, 150sec, 180sec였고, 튀김부피와 튀김율을 비교하였다. 산채팝콘의 시즈닝은 곤드레를 건조하여 200~800mesh로 각각 분말화하였고, 건조방법은 열풍, 냉풍, 동결, 분무건조하여 색도, 수분함량, WAI, WSI, 유동성을 비교하였다.

튀김부피(ml/g)는 튀긴 후 팝콘 부피(ml)/튀긴 후 전체 무게(g)으로 나타내었고, 튀김율(%)은 {(튀긴 후 전체 무게(g)-튀긴 후 남은 알곡 무게(g)) / (튀긴 후 전체 무게(g))}으로 표시하였다.

유동성 분석은 Brookfield 분체흐름분석기(Powder flow tester, Brookfield, wayne county, England)를 통하여 측정하였다. 일정한 양의 분체시료에 외력을 가하여, 정적인 평형상태(steady state flow)에서의 내·외부 마찰력, Bulk density(kg/m³), Tapped density(kg/m³)

를 측정하였고, 평면상에 분체를 낙하시켜 퇴적되게 만들어 안정을 유지했을때, 그 원추모선과 수평면이 이루는 각인 안식각을 측정하였다.

(시험6) 지역특산물을 이용한 팝콘 시즈닝 소재 개발

본 연구는 2023년에 강원특별자치도농업기술원 옥수수연구소에서 2022년 수확한 팝콘(오륜, 기찬, 알찬, 오륜2호)를 사용하였다. 팝콘 코딩제 소재 선발을 위해서 오일류는 식용유, 야자유를 사용하였다. 당류는 원당, 올리고당, 다래청, 오미자청을 이용하였다. 팝콘에 대한 품질은 당도, 튀김부피, 튀김율, 색도, 경도, 일반성분, 관능평가 등을 측정하였다.

당도는 팝콘 시료 1g에 증류수 9ml를 넣고 혼합한 후 상층액을 여과(Whatman filter paper No. 2)하여 디지털 당도계(Refractometer, ATAGO, Japan)를 사용하여 °Brix 측정하였다.

관능평가는 시제품의 색, 맛, 향미, 조직감, 전반적인 기호도 등의 항목에 대하여 5점 척도법 (매우 좋다 : 5점, 좋다 : 4점, 보통이다 : 3점, 좋지않다 : 2점, 매우 좋지않다 : 1점)으로 평가하였다.

(시험7) 칼라찰옥수수를 이용한 식품소재 및 가공품 개발

본 연구는 2023년 수확된 칼라찰옥수수(아라리찰)를 정선 여량농협을 통해서 구입하여 사용하였다. 가공품으로는 옥수수범벅, 옥수수죽, 옥수수샐러드를 제조하였고, 아라리찰 분말을 이용하여 샌드쿠키를 제조하였다. 제품의 품질특성은 당도, 색도, 관능평가, 일반성분 등을 조사하였다.

<제4세부과제 : 옥수수 줄기썩음병 발생생태 구명 침 피해실태 조사>

(시험 1) 줄기썩음병 발생실태 조사

본 연구는 2021~2023년 동안 옥수수 재배시기인 5월부터 9월, 홍천과 영월 2지역을 대상으로 각 지역별 3지점씩 정하여 옥수수줄기썩음병을 시기별·지역별 발생양상, 발병율 등을 조사하였다.

(시험 2) 줄기썩음병 병원균 분류동정

(시험 1)에서 조사된 병원균과 그 외 강원특별자치도내 옥수수재배지에서 옥수수줄기썩음병 원인균을 2021~2023년 동안 조사하였다. 대상병원균은 *Dickeya zae*, *Fusarium* sp. 등을 조사하였고, 현미경과 PCR등을 이용한 유전자 분석을 하여 동정하였다.

(시험 3) 줄기썩음병 발병요인 구명

옥수수줄기썩음병 발병요인을 알아보기 위해 2021년에 옥수수줄기썩음병 발생 재배지의 환경을 조사하였다. 발병지의 옥수수 재배방법, 옥수수품종, 기상요인, 재배지내에 토양, 농업용수 등 재배환경내 미생물 분포 및 밀도를 조사하였다.

(시험 4) 관수방법에 따른 줄기썩음병 발생 조사

관수방법에 따른 옥수수 줄기썩음병의 다발조건을 구명하기위해서 2022년에 관수방법과 온도에 따른 발병정도를 확인해보았다. 관수방법에 따른 옥수수줄기썩음병 발생조사를 위해 원내 하우스에 실험포장을 만들어서 진행하였으며, 감수성계통인 HW9와 대조군으로 미백2호를 시험품

종으로 선정하여 실험을 진행하였다. 관수시기는 5월과 6월로 설정하였으며, 관수방법은 점적호수와 분수호스를 이용하였다. 관수시거나 관수방법에 따른 줄기썩음병의 발병률의 차이를 확인해 보았다.

(시험 5) 온도에 따른 줄기썩음병 다발조건 구명

온도에 따른 옥수수줄기썩음병 발병정도를 알아보기 위하여 2023년에 춘천 농업기술원 실험실에서 HW9(감수성 계통)을 대상으로 20℃, 25℃, 30℃, 35℃ 4처리하였고, 줄기썩음병을 일으키는 병원균인 *Dickeya zeaе*와 *Fusarium spp.*을 접종하여 처리별 발병정도를 확인해보았다.

(시험 6) 줄기썩음병 발병요인 분석 및 발생예측 모델 개발

2023년에 옥수수줄기썩음병 발생지와 발생지점의 옥수수 재배시기 기상환경 데이터를 이용하여 발병율과 기상환경 요인과의 상관관계를 분석하였다.

<제5세부과제 : 옥수수 특화작목 육성을 위한 현장 실용화 지원>

(시험1) 지역농업 현장컨설팅 및 현장애로기술 발굴

본 연구는 옥수수 재배 현장에서의 문제점을 해결하기 위하여 옥수수 산업 관련 유관기관과 협력하여 옥수수 재배농가 민원에 대한 현장 기술지도, 옥수수 주산지 재배단지 및 작목반, 관련 산업체 현장기술지원, 신품종 특화단지 순회 컨설팅을 수행하였고, 농업 현장에서의 애로기술을 2021년부터 2023년까지 조사하였다.

(시험2) 신품종 조기 확산을 위한 전시포 운영

최근 육성된 옥수수 신품종의 지역적응성 검토와 확산기반을 마련하기 위하여 2021년부터 2023년까지 3년간 동해, 정선, 홍천 등 옥수수 주산단지 3개소에 신품종 전시포(개소당 10a)를 조성하고, 지역별로 7~10종의 유망품종(계통)을 시험품종으로 생육특성 및 수량성, 식미평가 등을 조사하였다. 재배방법은 동해, 정선지역은 플러그육묘 이식, 홍천지역은 노지직파를 하였고, 3개지역 모두 재식밀도 70×30cm, 흑색PE필름 멀칭재배를 하였고, 현장평가는 옥수수작목반, 농촌지도기관, 농협, 품종 육성기관 등과 합동으로 지역별 적정 수확기에 실시하였다.

(시험3) 옥수수 명품화를 위한 산업기반 조사

옥수수 산업의 활성화를 위해서는 재배뿐만 아니라 재배농가 생산물에 대한 안정적인 판매확보와 부가가치 향상을 위한 후방산업이 매우 중요하므로, 2021년부터 2023년까지 옥수수 주산단지 소재의 농협 옥수수 가공시설 및 영농조합 법인, 개별 가공·유통업체 5개소를 대상으로 가공·유통현황, 농가계약 및 구매, 출하동향 등 옥수수 주산단지의 산업화 기반을 조사하였다.

(시험4) 우량품종 시장확대를 위한 해외 적응성 평가

국산 찰옥수수 종자의 동남아 수출 가능성을 확인하기 위해 해외실증재배 용역연구를 관련 전문업체((주)네오바이오)에 위탁하여 2년간('22~'23) 동남아 최대 옥수수 생산국인 베트남 현지에

서 실시하였다. 동남아 지역에서 적응성이 높을 것으로 생각되는 옥수수연구소 육성품종 4종(장수찰, 미백2호, 흑점2호, 미흑찰)과 현지품종 2종(Max 10 new, Bach long)에 대한 지역적응성을 비교 평가하여 그 가능성을 확인하고자 하였다. 시험장소는 북부지역의 하노이 베트남 옥수수 시험장 (Ngọc Tảo, 북도 Hanoi), 남부지역의 동나이 유니콘팜 포장 (Xuân Tây, Cẩm Mỹ District, Dongnai), 중부산간 지역의 달랏 계약재배 농가 (Hiep An, Duc Trong District)에서 실시하였고, 해당지역의 기후환경, 품종별 생육특성, 병해충, 수량성, 식미검사 등을 조사하였다.

(시험5) 신품종 옥수수 생산단지 조성 및 산업화 연계시스템 구축

옥수수 신품종 전시포 운영을 통하여 선발된 품종을 해당지역에 특화품종으로 육성하기 위하여 지역별 농업기술센터, 농협, 옥수수연구소 등 유관기관, 가공유통업체와 협력체계를 구축하고 동해, 정선 등 2개 지역에 신품종 생산단지를 조성하였다. 옥수수연구소에서 육성한 아라리찰은 정선, 색찰교113호는 동해지역에 종자보급, 재배기술지도, 재배농가 구매계약, 가공상품 개발, 판로확보 등 산학연 연계를 통한 옥수수 산업 전후방 연계모델을 구축하고자 하였다.

3 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 팝콘·칼라찰옥수수 맞춤형 재배기술 확립 및 품종개발>

(시험1) 팝콘·칼라찰옥수수 주산지역 2기작을 위한 한계 파종기 설정

팝콘옥수수 2기작을 위해 동해, 홍천에서 시험한 결과 표 1에서 보는 바와 같이 2지역 모두 전작으로 팝콘옥수수를 재배하였을 경우 수확이 8월 중순 이후로 나타났다. 특히, 홍천지역은 3월 중순에 파종시에도 수확은 8월 하순에 가능하여 내륙지역에서는 팝콘옥수수는 1기작만 가능하다. 동해지역에서는 3월 중순 파종시 수확일이 8월 중순으로 김장배추 등 후작 재배가 가능한 것으로 나타났다.

표 1. 지역별 1기작 오룬팝콘 생육특성 (‘21~’22)

지역	파종일 (월.일.)	출사일 (월.일.)	출사일수 (일)	수확일 (월.일.)	간장 (cm)	착수고 (cm)	종실중 (kg/10a)
동해	3.12.	6.19.	98	8.15.	174	76	447 ^{ab}
	3.25.	6.22.	89	8.20.	184	89	466 ^a
	4.11.	7.1	81	8.25.	203	108	431 ^a
홍천	3.12.	7.3.	113	8.22.	189	92	455 ^a
	3.25.	6.29.	97	8.22.	196	102	464 ^a
	4.11.	7.6.	87	9.1.	203	109	435 ^b

♪Duncan's multiple range test 5% level

칼라찰옥수수 2기작을 위해 동해, 홍천에서 시험한 결과 표 2에서 보는 바와 같이 2지역 모두 전작으로 재배하였을 때 동해지역에서는 7월 상순에 수확이 가능하였다. 같은 시기에 파종을 하였어도 내륙지역인 홍천에서의 수확일은 15일 정도 차이가 나타났다. 미흑찰 후작으로 팝콘옥수수를 재배하였을 때 홍천지역은 수량이 205~210kg/10a 였으며, 동해지역은

293~364kg/10a로 동해지역이 2기작 팝콘옥수수재배에 유리함을 알 수 있었다(표 3). 따라서, 팝콘옥수수를 이용한 2기작을 재배하기 위해서는 동해지역이 홍천지역보다 유리한 것으로 나타났다(표 3). 동해지역 팝콘옥수수 한계파종기는 6월 하순으로 나타났다(표 3).

표 2. 지역별 미홍찰 1기작 생육특성 (‘21~’22)

지역	파종일 (월. 일.)	출사일수 (일)	수확일 (월. 일.)	간장 (cm)	착수고 (cm)	이삭장 (cm)	생체이삭중 (g/20주)
동해	3.12.	88	7.2.	169	69	18.1 ^b	2,728 ^b
	3.25.	82	7.7.	173	75	18.7 ^a	3,143 ^a
	4.11.	76	7.14.	193	91	18.4 ^{ab}	3,208 ^a
홍천	3.12.	103	7.17.	192	91	18.7 ^{ab}	3,355 ^a
	3.25.	91	7.17.	210	101	18.3 ^b	3,279 ^a
	4.11.	81	7.24.	201	108	18.9 ^a	3,418 ^a

▷Duncan’s multiple range test 5% level

표 3. 미홍찰 후작 팝콘옥수수 생육특성 (‘21~’22)

지역	파종일 (월. 일.)	출사일 (월. 일.)	출사일수 (일)	수확일 (월. 일.)	간장 (cm)	착수고 (cm)	종실중 (kg/10a)
동해	6.23	8.23	61	10.16	164	80	364
	7.4	9.3	62	10.28	151	67	293
홍천	6.27	9.4	69	10.16	166	69	205
	7.2	9.4	64	10.16	168	73	210

(시험2) 팝콘옥수수 생산성 향상을 위한 적정 재식밀도 설정

팝콘옥수수 생산성 향상을 위한 재식밀도 설정 시험은 2021년부터 2022년까지 2년간 ‘오룬 팝콘’을 이용하여 수행하였다. 파종은 4월 하순, 재식밀도는 70×15, 70×20, 70×25cm 3처리로 재배하였다. 재식밀도별 생육특성을 보면 재식밀도 높을수록 옥수수의 간경은 가늘어지고 간장은 높게 나타났다. 도복지수는 표준재식밀도(70x25cm) 보다 약간 높게 나타났다. 수량성은 685kg/10a로 표준재식밀도 보다 65% 증수된 것으로 나타나 팝콘옥수수 생산성 향상을 위해서는 재식밀도를 높여 재배하는 것이 유리한 것으로 나타났다(표 4).

표 4. 재식밀도별 생육특성 (‘21~’22, 홍천)

품 종	재식밀도 (cm)	간장 (cm)	착수고 (cm)	도복 (1-9)	간경 (mm)	이삭장 (cm)	종실중 (kg/10a)	지수 (%)
오룬 팝콘	70×15(9,500주/10a)	215 ^a	115	5	12.6 ^b	16.5	685 ^a	165
	70×20(7,100주/10a)	218 ^a	115	5	12.6 ^b	17.0	518 ^b	124
	70×25(5,700주/10a)	208 ^b	108	4	13.3 ^a	17.4	415 ^c	100

▷Duncan’s multiple range test 5% level

알곡특성에서는 4메쉬 이하의 소립 알곡 비율에서도 표준재식밀도와 차이가 없었으며, 백립중도 70x15cm일 때 15.2g, 70x20cm일 때 15.4g, 70x25cm일 때 15.4g으로 차이가 나지 않았으며, 팝콘옥수수 품질인 튀김부피 비교에서도 차이가 나타나지 않아 재식밀도를 높이는 것이 단위면적당 수량을 높이는 것으로 나타났다(표 5). 재식밀도별 총수입 비교를 하였을 때 수량성이 높은 70x15cm일 때 표준재식밀도 보다 64% 총수입 높게 나타나 재식밀도를 밀식하여 수량성이 높게 나타난 결과로 재배농가 소득이 향상될 수 있다(표 6).

표 5. 재식밀도별 알곡특성 및 튀김부피 비교

(‘21~’22, 흥천)

품 종	재식밀도 (cm)	100립중 (g)	4메쉬 (g/20주)	4메쉬 이하 (g/20주)	4메쉬 비율 (%)	튀김부피 (cm ³ /g)
오륜	70×15(9,500주/10a)	15.2 ^{ab}	1,344	22.8	98.2 ^a	34.0 ^a
	70×20(7,100주/10a)	15.4 ^a	1,367	19.0	98.6 ^a	33.7 ^a
팝콘	70×25(5,700주/10a)	15.4 ^a	1,365	18.4	98.6 ^a	34.1 ^a

ⓂDuncan’s multiple range test 5% level

표 6. 재식밀도별 총수입 비교

구분	재식밀도(cm)		
	70×15	70×20	70×25
수량성(kg/10a)	672	510	409
총수입(원/10a)	3,363,350	2,553,740	2,045,950
지 수	164	125	100

※수량성: 4메쉬 정선 비율 계산, 총수입: 단가 5,000/kg × 수량

(시험3) 팝콘·칼라찰옥수수 적정 육묘일수 경과에 따른 수량성 비교

본 연구는 팝콘·칼라찰옥수수 육묘일수에 따른 생육을 비교하기 위하여 2021년부터 2022년까지 2년간 팝콘옥수수는 ‘오륜팝콘’ 품종, 칼라찰옥수수는 ‘미홍찰’ 품종을 이용하여 흥천 옥수수 연구소 연구포장에서 수행하였다. 2021년 시험한 정식전 ‘오륜팝콘’과 ‘미홍찰’ 묘소질 조사에서는 20일 육묘가 초장은 24.8~27.8cm, 엽수로는 1.5대로 나타났으며, 30일 육묘에서는 초장은 30.4cm, 엽수는 2.0~2.5매, 40일 육묘에서는 초장은 33.2~38.0cm, 엽수는 3.5매, 50일 육묘에서는 초장은 39.8~41.0cm, 엽수는 4대로 나타났으며, ‘미홍찰’이 초장이 길고 엽수도 빠르게 생육하는 것을 알수 있었다(표 7). 육묘기간 중 상토의 양분소모도를 보기 위해 시험전·후 상토 토양분석을 실시하였다(표 8, 9). T-N 및 양이온 함량은 육묘 전보다 육묘일수가 길수록 영양성분이 줄어 들었으며, 이는 육묘기간이 길수록 어린묘에서 스트레스로 작용할 수 있을 것으로 판단된다.

표 7. 육묘일수별 정식전 묘소질 비교

(파종: '21. 4. 8., 홍천)

구 분	품 종	육 묘 일 수			
		20일	30일	40일	50일
오륜팝콘	초장(cm)	24.8	30.4	33.2	39.8
	엽수(매)	1.5	2.0	3.5	4.0
미홍찰	초장(cm)	27.8	31.6	38.0	41.0
	엽수(매)	1.5	2.5	3.5	4.0

표 8. 오륜팝콘 육묘일수별 육묘 전·후 상토의 화학성분 분석

(파종: '21. 4. 8., 홍천)

구분	T-N (%)	Av.P ₂ O ₅ (%)	Exch. cation (%)			
			K ₂ O	CaO	MgO	
육묘 전	0.38	0.21	0.97	0.85	0.94	
육묘일수 (128공)	20일	0.34	0.06	0.62	0.75	0.60
	30일	0.30	0.07	0.59	0.87	0.74
	40일	0.32	0.05	0.50	0.79	0.64
	50일	0.34	0.05	0.48	0.83	0.68

표 9. 미홍찰 육묘일수별 육묘 전·후 상토의 화학성분 분석

(파종: '21. 4. 8., 홍천)

구분	T-N (%)	Av.P ₂ O ₅ (%)	Exch. cation (%)			
			K ₂ O	CaO	MgO	
육묘 전	0.38	0.21	0.97	0.85	0.94	
육묘일수 (128공)	20일	0.29	0.08	0.90	0.63	0.86
	30일	0.30	0.05	0.82	0.43	0.60
	40일	0.32	0.05	0.83	0.36	0.56
	50일	0.34	0.05	0.80	0.35	0.56

2021년과 2022년에 수행한 ‘오륜팝콘’ 육묘일수별 생육특성은 20일 육묘에서 간장은 186cm, 30일 육묘에서는 183cm로 비슷하였으나, 40일, 50일 육묘에서는 각각 162, 128cm로 현저하게 줄어 들었다(표 10). 또한 웅수지경수도 마찬가지로 40일 육묘시험구부터 10.2개, 50일 육묘 시험구는 1.8개로 웅수지경수가 감소하였다(표 10). 알곡 종실중도 40일, 50일 육묘 시 현저히 줄어들어 ‘오륜팝콘’ 육묘시에는 20~30일 육묘가 적정한 것을 나타냈으며, 알곡의 특성에서는 차이가 없었다(표 10. 11).

표 10. 오륜팝콘 육묘일수별 생육 비교

(‘21~’22, 홍천)

품종	처리 (육묘/엽수)	정식후 출사일수	간장 (cm)	착수고 (cm)	이삭 길이 (cm)	착립 길이 (cm)	이삭폭 (cm)	종실중 (kg/10a)	웅수지경 (개)
오륜	20일(1.5엽)	73	186 ^{ab}	86	17.7	17.0	3.1	418 ^a	13.3 ^a
	30일(2.0엽)	64	183 ^a	84	17.8	17.1	3.1	410 ^{ab}	13.1 ^a
팝콘	40일(3.5엽)	57	162 ^b	71	17.8	16.9	3.0	385 ^b	10.2 ^b
	50일(4.0엽)	51	128 ^c	45	15.9	14.8	2.9	294 ^c	1.8 ^c

♪Duncan’s multiple range test 5% level

표 11. 오륜팝콘 육묘일수별 알곡 특성비교

(‘21~’22, 홍천)

품종	처리 (육묘/엽수)	100립중 (g)	4메쉬 (g/20주)	4메쉬 이하 (g/20주)	4메쉬 비율 (%)	튀김부피 (cm ³ /g)
오륜	20일(1.5엽)	15.4 ^{ab}	1,383	16.6	98.8 ^a	33.6 ^a
	30일(2.0엽)	14.9 ^a	1,348	22.0	98.5 ^b	33.7 ^a
팝콘	40일(3.5엽)	15.4 ^a	1,270	16.5	98.9 ^a	32.8 ^a
	50일(4.0엽)	14.9 ^a	973	8.7	99.2 ^a	31.6 ^b

♪Duncan’s multiple range test 5% level

2021년과 2022년에 수행한 ‘미홍찰’ 육묘일수별 생육특성은 20일 육묘에서 간장은 176cm, 30일 육묘에서는 166cm로 비슷하였으나, 40일, 50일 육묘에서는 각각 135, 91cm로 현저하게 줄어 들었다(표 12). 또한 웅수지경수도 마찬가지로 40일 육묘시험구부터 8.2개, 50일 육묘 시험구는 0.4개로 웅수지경수가 감소하였다(표 12). 이삭특성에서는 이삭길이가 40일, 50일 육묘시 18.1, 15.6cm 현저히 줄어들었으며, 상품비율에서는 20일육묘가 90.8%으로 우수한 것으로 나타났다(표 13). 따라서 미홍찰을 이용한 육묘재배에서는 20일정도 육묘가 가장 적합한 것으로 판단된다.

표 12. 미홍찰 육묘일수별 생육 비교

(‘21~’22, 홍천)

품종	처리 (육묘/엽수)	정식후 출사일수	간장 (cm)	착수고 (cm)	간경 (cm)	웅수지경 (개)
미홍찰	20일(1.5엽)	67	176 ^{ab}	83	15.9	9.7 ^a
	30일(2.5엽)	56	166 ^a	72	16.8	9.1 ^a
	40일(3.5엽)	50	135 ^b	49	17.5	8.2 ^b
	50일(4.0엽)	41	91 ^c	23	15.3	0.4 ^c

♪Duncan’s multiple range test 5% level

표 13. 미홍찰 육묘일수별 이삭특성 비교

(‘21~’22, 홍천)

품 종	처리 (육묘/엽수)	이삭길이 (cm)	착립길이 (cm)	이삭폭 (cm)	생체이삭 중 (g/20주)	상품비율 (%)
미홍찰	20일(1.5엽)	18.8 ^{ab}	18.4	4.1	3,407	90.8 ^a
	30일(2.5엽)	18.6 ^{ab}	18.1	4.1	3,455	70.8 ^b
	40일(3.5엽)	18.1 ^b	17.8	4.0	3,165	46.7 ^c
	50일(4.0엽)	15.6 ^c	14.6	3.7	2,374	2.5 ^d

▷Duncan’s multiple range test 5% level

(시험4) 칼라찰옥수수 지역맞춤형 우량교잡종 채종기술 확립

2021년에 우량 교잡종 안정채종기술 개발을 위해 ‘미홍찰’ 모본/부분 재식밀도별 수량성을 조사하였다. 재식밀도는 2:1시험구는 80X20cm, 웅주간파 시험구는 80X30cm 간격으로 재배하였다. 4월 30일에 모본/부분 동시파종을 실시 하였으며, 두처리 모두 부분의 출웅기는 각각 7월 13일로 동일 하였으며, 모본의 출사기도 7월 16일로 동일 하였다(표 14). 이삭장은 2:1 재식밀도가 12.9cm로 웅주간파 12.4cm보다 약간 길었으며, 채종수량은 2:1 재식밀도에서 253kg/10a, 웅주간파 시험구 182kg/10a보다 높게 나타났다(표 15). 이것은 웅주간파 시험구에서 부분의 이형주 제거가 많아 이삭에서 수정율이 낮아 평균 이삭중이 낮은 것이 원인인 것으로 판단된다(표 15, 그림 1). 미홍찰 채종에 있어서는 2처리 모두 안정적으로 종자를 채종할 수 있을 것으로 판단 된다.

표 14. 미홍찰 모·부분 재식밀도에 따른 생육특성 비교

(‘21, 홍천)

재식밀도	계통명	파종기 (월. 일.)	출웅기 (월. 일.)	출사기 (월. 일.)	화분비산기 (월. 일.)
2:1 (80×20cm)	HW9(♀)	육묘 4. 30. 정식 5. 20. (동시파종)	-	7. 16.	7. 14.
	HCW5(♂)		7. 13.	7. 15.	
웅주간파 (80×30cm)	HW9(♀)	(동시파종)	-	7. 16.	7. 14.
	HCW5(♂)		7. 13.	7. 15.	

표 15. 미홍찰 모·부분 재식밀도에 따른 이삭특성 및 수량성

(‘21, 홍천)

재식비율	이삭특성					백립중 (g)	채종수량 (kg / 10a)
	이삭장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (cm)	이삭열수 (열)	평균이삭중 (g)		
2:1	12.9	81	33	12	61	31	253
웅주간파	12.4	74	31	11	44	31	182

※ 웅주간파 시험구에서 많은 이형주 부분제거



등숙기 전경



웅주간파

2:1

그림 1. 재식밀도별 전경 및 이삭비교

2022년에는 우량 교잡종 안정채종기술 개발을 위해 ‘색찰교110호’ 모본/부분 재식밀도별 수량성을 조사하였다. 재식밀도는 2:1시험구는 80X20cm, 웅주간파 시험구는 80X30cm 간격으로 재배하였다. 4월 26일에 모본/부분 동시파종을 실시 하였으며, 두처리 모두 부분의 출용기는 각각 7월 10일로 동일 하였으며, 모본의 출사기도 7월 13일로 동일 하였다(표 16). 이삭장은 웅주간파 재식밀도가 8.1cm로 2:1 재식밀도 7.8cm로 약간 길었으며, 채종수량은 웅주간파 재식밀도에서 153kg/10a, 2:1 시험구 141kg/10a보다 높게 나타났다(표 17). 이것은 웅주간파 시험구에서 평균 이삭중이 높은 것이 원인인 것으로 판단된다(표 17). ‘색찰교110호’ 채종에 있어서는 웅주간파 재식밀도가 안정적으로 종자를 채종할 수 있을 것으로 판단 된다.

표 16. 색찰교110호 모·부분 재식밀도에 따른 생육특성 비교 (‘22, 홍천)

재식밀도	계통명	파종기 (월. 일.)	출용기 (월. 일.)	출사기 (월. 일.)	화분비산기 (월. 일.)
2:1 (80×20cm)	HW7(♀)	육묘(4. 26.)	-	7. 13.	
	16CLP39(♂)	정식(5. 16.)	7. 10.	7. 13.	7. 11.
웅주간파 (80×30cm)	HW7(♀)	(동시파종)	-	7. 13.	
	16CLP39(♂)		7. 10.	7. 13.	7. 11.

표 17. 색찰교110호 모·부분 재식밀도에 따른 이삭특성 및 수량성 (‘22, 홍천)

재식비율	이삭특성					백립중 (g)	채종수량 (kg / 10a)
	이삭장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (mm)	이삭열수 (열)	평균이삭중 (g)		
2:1	7.8	88.7	31	13	34	18	141*
웅주간파	8.1	90.4	33	13	37	18	153

- *, **, ***기호는 각각 0.05, 0.01, 0.001의 유의수준에서 차이가 있음을 나타냄

2022년에는 또한 우량 교잡종 안정채종기술 개발을 위해 ‘색찰교111호’ 모본/부분 재식밀도별 수량성을 조사하였다. 재식밀도는 2:1시험구는 80X20cm, 웅주간파 시험구는 80X30cm 간격으로 재배하였다. 4월 26일에 모본/부분 동시파종을 실시 하였으며, 두처리 모두 부분의 출용기는 각각 7월 10일로 동일 하였으며, 모본의 출사기도 7월 14일로 동일 하였다(표 18). 이삭장은 웅주간파 재식밀도가 11.2cm로 2:1 재식밀도 10.0cm로 약간 길었으며, 채종수량은 웅주간파 재식밀도에서 164kg/10a, 2:1 시험구 116kg/10a보다 높게 나타났다(표 19). 이것은 색찰교 110호와 마찬가지로 웅주간파 시험구에서 평균 이삭중이 높은 것이 원인인 것으로 판단된다(표 19). ‘색찰교111호’ 채종에 있어서는 웅주간파 재식밀도가 안정적으로 종자를 채종할 수 있을 것으로 판단 된다.

표 18. 색찰교111호 모·부분 재식밀도에 따른 생육특성 비교 (‘22, 흥천)

재식밀도	계통명	파종기 (월. 일.)	출용기 (월. 일.)	출사기 (월. 일.)	화분비산기 (월. 일.)
2:1 (80×20cm)	HW12(♀)		-	7. 14.	
	16CLP39(♂)	육묘(4. 26.)	7. 10.	7. 13.	7. 11.
웅주간파 (80×30cm)	HW12(♀)	→정식(5. 16.)	-	7. 14.	
	16CLP39(♂)		7. 10.	7. 13.	7. 11.

표 19. 색찰교111호 모·부분 재식밀도에 따른 이삭특성 및 수량성 (‘22, 흥천)

재식비율	이삭특성					백립중 (g)	채종수량 (kg / 10a)
	이삭장 (cm)	착립율 (%)	이삭경 (mm)	이삭열수 (열)	평균이삭중 (g)		
2:1	10.0	78.5	29	11	28	25	116***
웅주간파	11.2	84.0	31	11	39	26	164

- *, **, ***기호는 각각 0.05, 0.01, 0.001의 유의수준에서 차이가 있음을 나타냄

(시험5) 옥수수 기계화 수확을 위한 이삭 수확기 효율 분석(‘21)

2021년에 팝콘옥수수 기계화수확 효율을 분석하기 위하여 수확시기에 ㈜태광공업에서 개발한 옥수수 수확기(모델명 TCH01)를 이용하여 관행 수확과 비교하였다. 수확시간은 관행대비 기계화 수확이 12% 절감효과가 있었으며, 수확량은 관행대비 88%로 12%의 손실이 발생하였다(표 20). 수확시 관행수확은 이삭의 알곡에 상처가 없었으나, 수확기로 수확시에는 알곡이 탈립이 되는 현상이 나타나 손실율이 발생하였다(그림 2). 따라서 현재까지는 팝콘옥수수를 옥수수 수확기를 이용하여 수확하기에는 적정하지 않은 것으로 판단된다.

표 20. 팝콘옥수수 이삭수확기 효율분석

(‘21, 홍천)

구분	수확 시간(hr/10a, 2명)			수확량(3.3㎡/kg)		
	관행	수확기	절감율 (%)	관행	수확기	손실율(%)
오른팝콘	3시간 58분	3시간 32분	12	1.0	0.88	12
경제성	476*166= 79,016원	424*166= 70,384원	8,632원	300*5,000= 1,500,000	264*5,000= 1,320,000원	180,000원

※노동단가: 80,000원/1인/8시간(166원/분), 알곡단가: 5,000원/kg



이삭수확기

관행 기계수확

이삭 손상

그림 2. 이삭수확 모습 및 이삭모양

(시험6) 칼라찰옥수수 계통육성 및 생산력 검정

본 연구는 칼라찰옥수수 우량 품종육성을 위해 2021년부터 2023년까지 3년간 계통육성은 홍천 옥수수연구소 시험포장에서 수행하였으며, 지역적응성 평가는 홍천, 영월, 인제 3지역에서 수행하였다. 시험의 조사항목은 계통육성시험에서는 계통별 생육특성, 이삭특성을 조사하였으며, 지역적응성 평가에서는 생육특성, 수량구성요소, 내병충성, 이삭특성을 조사하였다. 3년간 칼라찰옥수수 모집단 개량시험에서는 CWPA 집단에서 50계통, CWPB집단에서 61계통 등 모두 111계통을 양성하였다(표 21). 또한 자식계통 육성시험에서는 세대별 우량계통을 154계통을 선발하였으며(표 21), 추후 세대진전을 통해 칼라찰옥수수 품종육성에 모/부분으로 활용할 예정이다.

표 20. 칼라찰옥수수 모집단 계량

(‘21~’23, 홍천)

집단명	'23 공시		양성 내역	'24 활용 계획
	집단	계통		
CWP A	1	60	S ₁ 50계통	S ₂ 양성
CWP B	1	60	S ₁ 61계통	S ₂ 양성
계	2	60	111개	불량계통 도태

표 21. 칼라찰옥수수 분리세대 육성

(‘21~’23, 홍천)

세대	집단수	공시계통수	선발계통수	'24 활용
S ₀	8	8	7	S ₁
S ₁	4	40	27	S ₂
S ₂	3	21	21	S ₃
S ₃	1	11	15	S ₄
S ₄	9	40	30	S ₅
S ₅	11	42	27	S ₆
S ₆	6	14	9	S ₇
S ₇	3	13	6	S ₈
S ₈	4	16	12	계통 증식 및 평가
계	49	205	154	

칼라찰옥수수 고정세대인(8세대 이상) 37계통을 대상으로 특성평가를 진행하였다. 미백2호 부분인 HW3와 비교하여 출사일수가 빠른 16CS8001 등 2계통이 우수하여 선발하였으며, 모본인 HW9와 비교하여 이삭장, 이삭중이 우수한 21CS8033 등 4계통을 선발하여 우량교잡종 생산에 사용할 예정이다(표 22, 그림 3).



좌 <대비>, 우 <16CS8001>



좌 <대비>, 우 <21CS8033>

그림 3. 고세대 선발계통 이삭모양

표 22. 칼라찰옥수수 고세대 특성평가

(’23, 흥천)

계통명	생육특성						이삭특성			수량성	비고
	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	도복 (1-9)	깨씨 무늬 (1-9)	분지 (개/주)	이삭장 (cm)	착립 률 (%)	폭 (cm)	이삭중 (kg/10a)	
HCW3	70	138	52	0	3	0.2	11.1	75.6	2.5	128	HW3
HCW5	67	126	42	5	3	0.1	8.3	90.0	2.8	133	HW9
12CS8003	73	172	44	3	3	0.1	9.3	66.4	2.1	45	
13CS8004	72	141	47	0	3	0.1	10.5	76.3	2.8	131	
15CS8001	75	175	55	2	3	0.1	11.3	49.3	2.3	42	
16CS8011	67	136	49	0	3	0.0	11.1	86.7	2.8	184	
16CLP39	67	170	43	5	3	0.1	11.5	86.9	3.0	214	
16CLP41	69	151	41	0	3	0.1	11.5	68.6	3.1	258	HW3
19CS8006	66	143	49	4	3	0.5	11.7	70.5	3.1	153	
19SPE38	67	161	46	6	3	0.1	11.3	81.7	3.3	234	
20CS8047	66	141	42	0	3	0.0	10.8	78.9	2.8	126	
21CS8027	68	140	48	2	3	0.0	11.1	88.9	3.1	244	
21CS8037	70	145	58	3	3	0.0	9.2	86.1	2.9	196	
12CS8024	73	157	49	2	3	0.1	9.7	40.3	2.1	13	
13CS8096	69	180	41	2	4	0.0	11.9	78.4	3.1	75	
14CS8013	70	176	52	2	3	0.1	11.3	87.6	2.9	193	
14CS8015	69	159	49	0	3	0.0	10.7	89.5	2.6	197	
16CS8002	69	155	55	0	3	0.0	11.1	83.0	2.9	166	
17CS8067	68	139	52	2	2	0.1	12.4	90.5	3.5	315	
17CS8080	69	164	56	4	4	0.0	10.0	88.1	3.5	219	HW9
18CS8015	70	147	51	2	3	0.1	9.8	77.8	3.0	201	
19SPE01	68	142	54	2	2	0.0	12.6	88.5	3.1	262	
19CS8004	66	118	42	3	3	0.1	11.6	83.1	3.2	220	
21CS8033	66	141	51	2	2	0.0	13.0	87.9	3.3	292	
21CS8035	66	147	49	2	3	0.0	11.8	79.3	3.2	258	
평균	68	153	48	3	3	0.1	11.1	79.2	2.9	171	

칼라찰옥수수 조합능력 검정시험에서는 110교잡종을 공시하여 색조68호 등 25교잡종을 선발하였다. 대조구인 미백2호와 미홍찰과 생육특성과 이삭특성을 비교 조사하였다. 색조019호는 출사일수는 미백2호와 비슷하였으며, 착립률이 96.7%로 이삭 수정이 우수한 것으로 판단된다. 선발된 25교잡종의 출사일수 평균은 67일이었으며, 간장은 216cm, 착수고율은 46%, 이삭장은 17cm로 대조구 보다 출사일수는 비슷하였고, 착수로율은 낮고 이삭의 특성인 이삭장은 다소 길게 나타나 우량교잡종 예비 후보군으로 선발하였다(표 23, 그림 4).

표 23. 칼라찰옥수수 교잡종 조합능력 평가

(’23, 홍천)

교잡종명	생육특성			이삭특성					수량성		
	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수고율 (%)	도복 (1-9)	이삭장 (cm)	착립률 (%)	폭 (cm)	열수 (열)	조명나방 (0-9)	이삭수 (개/10a)	이삭중 (kg/10a)
미백2호	66	216	49	2	16	93.3	4.0	14	0	5,253	669
미홍찰	65	214	48	2	16	98.1	3.9	14	1	5,473	690
색조019	66	234	45	2	17	96.7	3.4	12	2	5,775	548
색조038	66	218	49	4	18	95.7	3.8	12	1	5,280	641
색조040	65	197	48	3	16	96.6	3.7	12	1	5,940	655
색조047	68	206	45	1	16	96.3	3.8	12	2	5,445	579
색조048	67	195	47	3	16	98.1	3.8	12	4	5,775	658
색조050	65	194	40	2	15	91.8	3.7	12	3	5,610	588
색조051	65	178	42	3	16	95.8	3.7	12	3	5,445	550
색조052	65	207	46	5	16	94.4	3.9	14	3	5,280	584
색조068	69	245	40	2	18	98.3	3.8	12	1	5,445	684
색조069	70	241	41	2	17	96.8	3.9	14	2	6,270	715
색조070	70	244	40	3	18	97.4	3.9	12	1	5,280	682
색조074	67	228	47	4	18	98.6	3.6	12	2	4,785	519
색조079	67	219	50	1	17	93.7	3.9	12	1	6,270	685
색조084	69	256	51	3	17	96.5	3.8	12	0	6,105	692
색조087	68	230	50	2	18	98.3	3.8	12	1	5,445	645
색조092	67	210	44	2	19	97.1	3.7	12	2	5,610	719
색조093	66	217	46	2	19	98.9	3.7	12	2	5,940	757
색조095	67	204	52	2	15	93.5	4.0	14	1	5,940	579
색조096	67	214	52	1	19	96.0	3.9	12	1	4,620	639
색조098	67	202	42	1	16	100.0	3.8	12	2	5,775	677
색조099	66	217	48	3	15	100.0	3.7	12	2	5,445	618
색조106	66	200	49	3	19	96.4	3.8	12	2	5,115	728
색조107	66	207	46	2	19	98.4	3.8	14	2	5,280	744
색조109	67	216	39	1	16	98.5	3.8	12	2	4,950	605
색조110	66	224	46	2	16	99.4	3.7	12	2	5,775	674
선발평균	67	216	46	2	17	96.9	3.8	12	2	5,544	647
전체평균	68	220	48	3	16	96.3	3.7	12	1	4,943	522



〈색소조합 68〉



〈색소조합 48〉

그림 4. 조합능력 우수 교잡종

칼라찰옥수수 생산력검정 시험에서는 36교잡종을 공시하여 색생34호 등 10교잡종을 선발하였다. 대조구인 미백2호와 미홍찰과 생육특성과 이삭특성을 비교 조사하였다. 색생006호는 출사일수는 미백2호와 비슷하였으며, 착립률이 95.0%, 이삭중이 707kg/10a 로 이삭특성이 우수한 것으로 판단된다. 선발된 10교잡종의 출사일수 평균은 65일이었으며, 간장은 227cm, 착수고율은 46.3%, 이삭장은 17.4cm로 대조구 보다 출사일수는 비슷하였고, 착수로율은 낮고 이삭의 특성인 이삭장은 다소 길게 나타나 우량교잡종으로 선발되었다(표 24, 그림 5).

표 24. 칼라찰옥수수 생산력검정 시험

(’23, 흥천)

교잡종명	생육특성				이삭특성					수량성	
	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	도복 (1-9)	이삭장 (cm)	착립률 (%)	꼭 (cm)	열수 (열)	조명 니방 (0-9)	이삭수 (개/10a)	이삭중 (kg/10a)
미백2호	64	219	49.6	1	16.2	92.9	4.1	14	0	5,115	654
미홍찰	64	218	47.1	1	15.9	97.6	3.9	12	2	4,950	630
색생006	64	226	47.2	1	17.2	95.0	3.9	14	1	5,775	707
색생007	64	225	47.2	1	17.2	93.9	4.1	14	1	5,775	795
색생009	66	211	47.4	1	17.0	94.7	4.1	16	0	5,115	775
색생011	64	212	46.4	1	16.9	92.3	4.2	14	0	5,115	782
색생014	64	219	48.4	1	17.1	95.0	3.9	14	0	5,445	729
색생017	64	216	46.2	1	17.2	93.6	4.0	14	0	4,950	705
색생018	64	233	51.2	1	17.9	92.2	4.0	14	2	5,280	770
색생025	64	225	42.2	1	18.5	98.4	3.6	12	4	5,115	637
색생026	64	224	45.0	1	17.6	99.1	3.7	12	3	5,445	630
색생029	69	267	44.7	2	17.8	98.8	3.8	14	2	6,105	782
색생034	64	243	43.9	2	17.1	97.1	3.8	12	0	6,105	787
선발평균	65	227	46.3	1	17.4	95.5	3.9	14	1	5,475	736
전체평균	65	232	48.1	2	16.9	96.0	3.9	14	1	5,143	696



<색소생예 25>



<색소생예 34>

그림 5. 생산력 검정 우수 교잡종

칼라찰옥수수 강원지역적응 시험에서는 11교잡종을 공시하여 색찰교133호 등 2교잡종을 선발하였다. 대조구인 미백2호와 미홍찰과 생육특성과 이삭특성을 비교 조사하였다. 색찰교133호는 출사일수는 미백2호와 비슷하였으며, 착립률이 95.4%, 이삭중이 865kg/10a 로 이삭특성이 우수한 것으로 판단된다. 색찰교136호는 간장이 230cm로 다소 컸으며, 착수고율도 47.4%로 높게 나타났지만 이삭길이가 17.6cm 큰 것이 특징이며, 이삭중도 860kg/10a로 수량성이 높게 나타나 연차시험을 통해 특성을 좀 더 조사할 예정이다(표 25, 그림 6).

표 25. 칼라찰옥수수 지역적응성 평가

(23, 흥천)

(영월, 4. 17. 흥천, 5. 2. 철원, 5. 23. 파종)

교잡종명 (시험연차)	생육특성				이삭특성				수량성		
	출사일수 (일)	간장 (cm)	착수 고율 (%)	도복 (1-9)	이삭 장 (cm)	착립률 (%)	폭 (cm)	열수 (열)	조명 나방 (0-9)	이삭수 (개/10a)	이삭중 (kg/10a)
미백2호	64	218	47.2	1	17.3	94.1	4.2	14	0	5,867	845
미홍찰	64	216	47.5	1	16.8	96.4	3.9	12	1	5,940	761
청춘찰	68	259	47.6	6	13.9	95.0	3.0	12	1	4,290	389
아라리찰	65	249	48.5	2	18.7	99.5	3.9	12	2	5,720	902
색찰교113(3)	65	229	46.0	1	18.8	95.1	3.9	12	2	5,537	776
색찰교124(2)	65	226	49.6	2	17.5	98.1	4.1	12	2	5,793	818
색찰교126(2)	65	222	48.1	2	16.4	99.0	4.0	14	1	6,307	871
색찰교133(1)	63	227	48.6	1	17.2	95.4	4.1	14	2	6,307	865
색찰교134(1)	66	234	48.0	1	17.7	96.7	4.0	12	3	6,160	855
색찰교135(1)	65	240	42.6	2	18.1	96.3	3.7	12	3	5,867	749
색찰교136(1)	64	230	47.4	3	17.6	93.4	4.2	12	1	6,160	860
전체평균	65	232	47.4	2	17.3	96.3	3.9	12	2	5,813	790



〈색찰교 133호〉



〈색찰교 136호〉

그림 6. 지역적응 우수 교잡종 이삭 모양

(시험7) 팝콘옥수수 살균제 시용효과 비교

본 연구는 팝콘옥수수 곰팡이 독소 저감을 위한 출사후 살균제 시용효과를 비교하기 위해 2022년에 흥천 옥수수연구소 시험포장에서 수행하였다. 시험품종은 ‘오륜팝콘’ 품종을 이용하였으며, 재식밀도 70×25cm, 살균제 처리는 무처리, 출사 후 1회(30일), 출사 후 2회(30, 40일)로 하여 3처리를 하였다, 시험의 조사항목은 처리별 팝콘옥수수 이삭특성, 수량성, 곰팡이 독소 검출량을 조사하였다. 살균제 처리(플루디옥소닐)에 따른 ‘오륜팝콘’의 생육특성은 간장 및 종실중에서 차이가 나타나지 않았다(표 26). 알곡특성에서도 100립중 및 튀김부피 측정에서도 살균제 처리에 따른 차이가 나타나지 않았다(표 27). 수확 후 알곡에 대한 곰팡이 독소 5종에 대해 분석을 하였다. 총아플라톡신, 아플라톡신B1, 오크라톡신, 제랄레논은 처리별 분석에서 불검출되었으며, 푸모니신B1,B2는 기준치(2,000 μ g/kg) 이하로 검출되어 통계적 유의성이 없었다(표 28). 따라서 본 실험에서 검증하고자 하는 출사 후 살균제 처리효과는 없는 것으로 나타났다. 곰팡이 독소 관리는 옥수수 원료곡에서 꼭 필요한 검사이며, 수확 후 알곡 건조(13%이하)와 저장시설의 습도관리가 중요하다.

표 26. 살균제처리에 따른 ‘오륜팝콘’ 생육특성 (’22, 흥천)

품종	처리	간장 (cm)	착수고 (cm)	간경 (mm)	이삭장 (cm)	종실중 (kg/10a)
오륜 팝콘	무처리	206 ^{a)}	102	13.7	18.1	367 ^a
	1회처리	212 ^a	117	13.6	18.2	379 ^a
	2회처리	211 ^a	111	13.9	17.9	381 ^a

^{a)}Duncan’s multiple range test 5% level

표 27. 살균체처리에 따른 ‘오룬팝콘’ 알곡특성 및 튀김부피 비교 (’22, 홍천)

품 종	처리	100립중 (g)	4메쉬 (g/20주)	4메쉬 이하 (g/20주)	4메쉬 비율 (%)	튀김부피 (cm ³ /g)
오룬팝콘	무처리	13.8 ^a	1,218	36.0	98.2	33.3 ^a
	1회처리	14.1 ^a	1,265	32.0	98.6	33.3 ^a
	2회처리	13.9 ^a	1,265	38.0	98.6	33.1 ^a

♪Duncan’s multiple range test 5% level

표 28. 살균체처리에 따른 알곡 곰팡이 독소함량 분석 (’22, 홍천)

품 종	처리	총아플라톡신 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	아플라톡신 B1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	오크라톡신 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	푸모니신 B1, B2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	제랄레논 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
		15.0 이하	10.0 이하	5.0 이하	2,000 이하	100 이하
오룬 팝콘	무처리	불검출	불검출	불검출	22.7 ^{ab}	불검출
	1회처리	불검출	불검출	불검출	12.9 ^a	불검출
	2회처리	불검출	불검출	불검출	38.9 ^a	불검출

♪Duncan’s multiple range test 5% level

(시험8) 칼라찰옥수수 최적 수확시기 구명

본 연구는 칼라찰옥수수 최적 수확시기를 설정하기 위해 2022년부터 2023년까지 2년간 홍천 옥수수연구소 시험포장에서 칼라찰옥수수 품종은 ‘색찰교111호’, ‘색찰교113호’, 대조 품종은 ‘미흑찰’, ‘미백2호’를 이용하여 수행하였다. 2022년에는 수확시기를 출사 후 20, 24, 28일에 수확하여 이삭의 수분함량변화, 꺾이삭경도, 증숙시 경도, 이삭길이, 이삭폭, 유리당 함량, 안토시아닌 함량변화를 조사하였으며, 2023년에는 봄재배와 여름재배 2처리로 하여, 출사 후 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28일에 각각 수확하여 유효적산온도, 이삭특성, 안토시아닌 함량, 유리당 함량변화를 조사하였다.

2022년에 조사한 3품종(청춘찰, 색찰교111호, 색찰교113호)의 평균 수확 시기별 이삭특성에서는 출사 후 20일에 수확한 이삭길이는 17.8cm이었으며, 24일 이후로 크기는 더 이상 자라지 않는 경향을 나타냈다(표 29).

표 29. 수확 이삭 특성 (’22, 홍천)

구 분	20일	24일	28일
이삭길이(cm)	17.8	19.3	18.2
이삭폭(mm)	37.9	39.8	39.2

출사 후 일수가 경과할수록 수분함량은 감소되었으며, 풋이삭의 경도는 증가하였다, 증숙 후 경도는 풋이삭의 경도보다 낮게 측정되었으며, 24일에 채취한 증숙시료의 경도는 4197g/cm²로 24일 수확한 풋이삭 시료의 경도인 5062g/cm²보다 낮은 값으로 손톱으로 눌렀을 때 알곡이 터지는 정도의 경도로 나타나 섭취하는데 알맞았다. 28일 증숙시료의 경도는 6575g/cm²로 28일 수확한 풋이삭 시료의 경도인 7697보다 낮은 값으로 손톱으로 눌렀을 때 알곡이 터지지 않는 정도의 상태로 나타나 딱딱한 느낌을 나타냈다(그림 7).

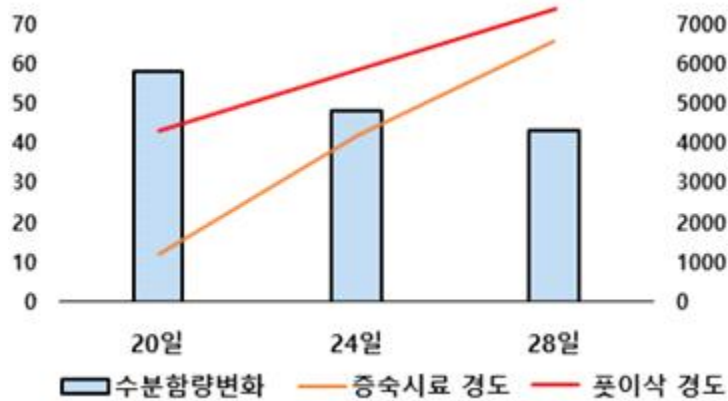


그림 7. 출사 후 수분함량 및 경도 변화

찰옥수수의 맛을 결정하는 당함량 및 수분함량은 수확시기가 지남에 따라 감소하였음. 당함량 및 수분함량은 출사 후 20일경 가장 높으나 경도가 낮아 가공 시 알곡 과피가 터지게 되며 씹는맛이 떨어짐. 출사 후 28일에 채취한 시료는 안토시아닌 함량이 가장 높지만 경도가 높아지고 단맛이 떨어짐. 따라서 안토시아닌 발현이 적당하며 경도가 낮아 식감이 우수하고 단맛이 느껴지는 시기인 출사 후 24일경이 수확적기로 판단된다(그림 8).

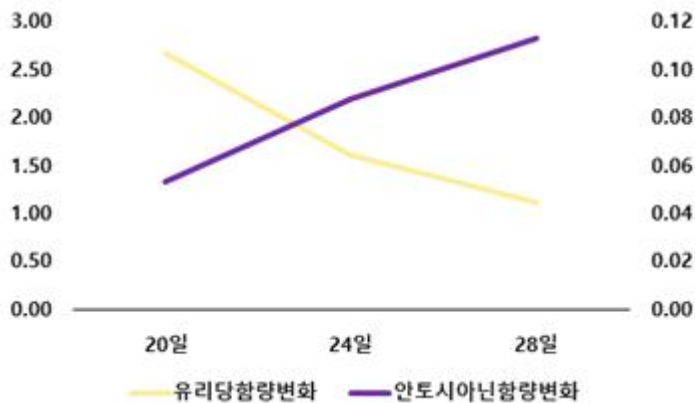


그림 8 출사 후 유리당 함량 및 안토시아닌 함량 변화

2023년에는 미흑찰과, 색찰교113호를 이용하여 봄재배 및 여름재배로 분리하여 칼라찰옥수수 출사일수에 따른 이삭크기 및 알곡색 변화를 조사하였다. 홍천 옥수수연구소 연구포장에서 봄파종은 5월 9일, 여름파종은 7월 4일에 파종하였으며, 시비는 표준시비량을 처리하였다. 조사는 출사 후 10일부터 28일까지 7회 조사하였다. 미흑찰의 색소 발현은 출사 후 19일부터 발현되었으며, 28일에는 이삭전체에 안토시아닌 색소가 발현되었다. 따라서, 미흑찰은 일정기간 후 색발현이 되므로 수확 시 색 발현이 되는 19일 이후가 수확기로 판단되며, 최적 수확기는 봄재배에서는 22일이 적정하였다(그림 9). 색찰교113호는 출사 후 10일부터 안토시아닌이 발현되는 경향을 보였으며, 19일 이후에는 전체적으로 색 발현이 되어 미흑찰옥수수와 안토시아닌 발현양상이 상이했으며 봄 재배시 최적 수확기는 22일이 적정하였다(그림 10).



그림 9. 미흑찰 이삭크기 및 색소변화

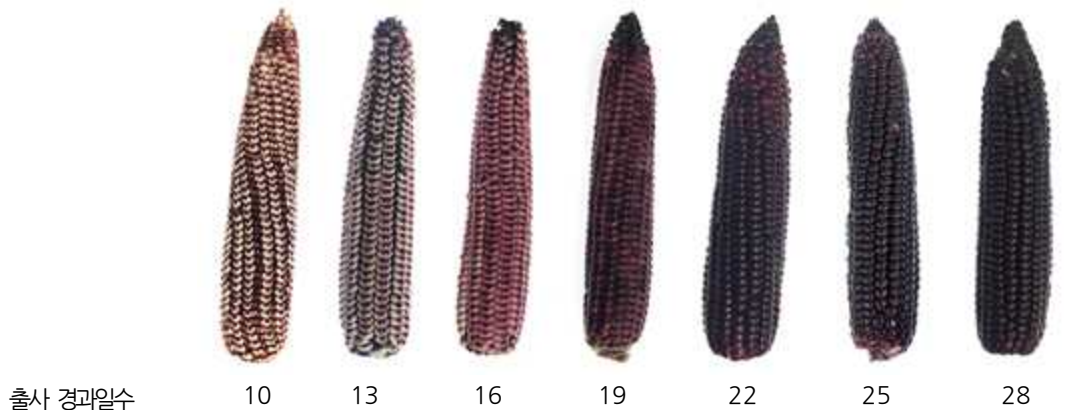


그림 10. 색찰교113호 이삭크기 및 색소변화

옥수수 수확적기를 판단하기 위해 유효적산온도를 조사하였다. 파종부터 수확일까지 조사된 미백2호의 총 유효적산온도는 1054.3℃였으며, 출사 후부터 수확기까지 유효적산온도는 338℃였

다, 미흑찰은 1137.3℃였으며, 출사 후부터 수확기까지 유효적산온도는 335℃로 나타났다. 색찰교113호는 1104.7℃였으며, 출사 후부터 수확기까지 유효적산온도는 346℃로 나타나 파종~출사기까지의 유효적산온도는 품종마다 상이했으나 출사~수확까지의 유효적산온도는 유사하였다(표 30). 위 결과를 볼 때 총 적산온도는 차이가 났지만 출사 후 수확기까지의 유효적산온도는 335~346℃로 비슷한 경향을 보여 유효적산온도의 값으로 수확기를 결정할 수 있을 것으로 판단된다. 봄 재배기간 중 홍천지역의 기상환경은 그림 11과 같이 나타났다.

표 30. 봄재배 품종별 유효적산온도 비교 (’23, 홍천)

품종	파종 일자	출사기	출사 일수	수확기	수확 일수	파종~출사 (GDD)	출사~수확 (GDD)	전체 (GDD)
미백2호		7.8	60일	7.30	22일	716	338℃	1054.3℃
미흑찰	5.9	7.14	66일	8.4	22일	802	335℃	1137.3℃
색찰교 113호		7.11	63일	8.2	22일	759	346℃	1104.7℃

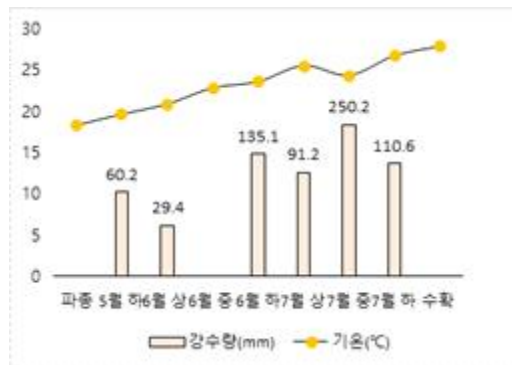


그림 11. 봄재배 기간중 온도 및 강수량(홍천)

여름 재배에서도 파종부터 수확일까지 유효적산온도 등 기상을 조사하였다. 파종부터 수확기까지 유효적산온도를 조사한 결과, 미백2호의 총 유효적산온도는 1141.7℃였으며, 출사 후부터 수확기까지 유효적산온도는 344℃ 였다, 미흑찰은 1169.3℃였으며, 출사 후부터 수확기까지 유효적산온도는 342℃로 나타났다. 색찰교113호는 1169.3℃였으며, 출사 후부터 수확기까지 유효적산온도는 342℃로 나타났다(표 31). 위 결과를 볼 때 총 봄 재배보다 일 평균기온이 증가함에 따라 총 유효적산온도는 증가하는 추이를 보였다. 출사 후 수확기까지의 유효적산온도는 342~344℃로 품종간 비슷한 경향을 보여 여름재배에서도 유효적산온도를 통해 수확기 예측이 가능한 것으로 판단하였다. 여름 재배기간 중 기상환경은 그림 12와 같이 나타났다.

표 31. 여름재배 품종별 유효적산온도 비교

(’23, 홍천)

품종	파종 일자	출사기	출사 일수	수확기	수확 일수	파종~출사 (GDD)	출사~수확 (GDD)	전체GDD
미백2호	7.4	8.23	50일	9.17	25일	797	344℃	1141.7℃
미흑찰		8.25	52일	9.19	25일	827	342℃	1169.3℃
색찰교 113호		8.25	52일	9.19	25일	827	342℃	1169.3℃

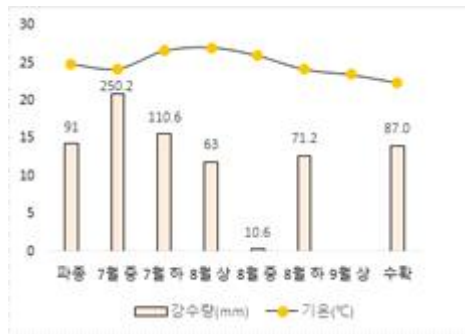


그림 12. 여름재배 기간중 온도 및 강수량(홍천)

봄 재배에서 출사 후 16일부터 28일까지 조사한 이삭특성의 변화량은 비슷하였다. 다만 미흑찰 경우 안토시아닌이 발현되는 시기는 19일이었으나 함량이 적어 측정되지 않았다. 안토시아닌은 22일 이후에 측정되어 함량은 8.06mg/kg, 25일 70.8, 28일 101.1mg/kg으로 일수가 경과 할수록 함량이 높게 측정되었다. 색찰교113호는 안토시아닌 함량이 출사 후 16일부터 172.8mg/kg으로 측정되었으며, 28일에는 394.2mg/kg으로 출사 일수가 경과 할수록 함량이 높게 측정되었다(표 32)

표 32. 봄 재배 이삭특성 및 성분변화

(’23, 홍천)

품종 (봄)	출사 경과 일수	이삭길이 (cm)	이삭중 (g)	이삭열수	이삭폭 (cm)	안토 시아닌 (mg/kg)	유리당 (g/100g)	수분함량 %
미흑찰	16	18.5 ^{ns}	160c	16 ^{ns}	4.0c	-	3.3a	74.9
	19	19.8	186bc	16	4.1c	-	3.0ab	67.8
	22	19.4	207ab	14	4.2bc	8.06b	2.4c	61.1
	25	18.3	211ab	16	4.5a	70.8ab	2.6bc	58.2
	28	19.3	227a	14	4.4ab	101.1a	1.3d	53.4
색찰교 113호	16	20.9 ^{ns}	125d	12 ^{ns}	3.3c	172.8b	2.5a	73.8
	19	21.3	151cd	12	3.5c	252.6b	2.6a	68.6
	22	19.1	143bcd	14	3.7b	391.6a	2.8a	62.7
	25	20.4	176abc	12	3.9ab	394.6a	2.4ab	57.9
	28	21.3	186ab	12	4.0a	394.2a	1.9b	52.9

▷Duncan's multiple range test 5% level, ns: not significant

여름 재배에서 출사 후 16일부터 28일까지 조사한 이삭특성 변화량은 품종마다 비슷하였다. 미혹찰 경우 안토시아닌이 발현되는 시기는 22일 이나 함량이 적어 측정되지 않았으며, 28일에만 측정되었다. 함량은 35.0mg/kg으로 봄 재배와 비교했을 때 낮은 값을 보였다. 색찰교113호는 출사 후 16일 275.6mg/kg으로 측정되었으며, 28일에 457.4mg/kg으로 측정되어 출사 일수가 경과 할수록 함량이 높게 측정되었다(표 33).

표 33. 여름 재배 이삭특성 및 성분변화 (‘23, 흥천)

품종 (여름)	출사 경과 일수	이삭 길이 (cm)	이삭중 (g)	이삭 열수	이삭폭 (cm)	안토 시아닌 (mg/kg)	유리당 (g/100g)	수분함량 %
미혹찰	16	18.6 ^{ns}	143.6b	12 ^{ns}	3.8ab	-	2.0a	77.8
	19	17.8	143b	14	3.7b	-	1.8a	70.4
	22	18	185.4a	14	4.1a	-	1.3b	66.8
	25	17.3	146b	14	3.9ab	-	1.1b	61.8
	28	17.7	173ab	12	4.0ab	35.0	0.7c	58.4
색찰교 113호	16	20 ^{ns}	123b	12 ^{ns}	3.4 ^{ns}	275.6b	2.6a	76.3
	19	20.4	130.4ab	12	3.4	353.2ab	2.0b	70.0
	22	20.8	141.2ab	12	3.5	457.4a	1.5bc	65.4
	25	18.9	147.6ab	12	3.6	430.8a	1.2c	61.5
	28	19.1	159.4a	12	3.6	457.4a	1.8b	55.0

↗Duncan's multiple range test 5% level, ns: not significant

(시험9) 팝콘옥수수 동해안지역 2모작을 위한 작부체계 확립

본 연구는 팝콘옥수수 동해안지역 2모작 작부체계 확립을 위해 2023년에 동해 시험포장에서 재식밀도 70×25cm, 팝콘옥수수 품종은 ‘오륜팝콘’을 이용하여 전작, 후작 작부체계를 비교하였다. 팝콘옥수수 전작재배시 후작은 배추‘청명가을’ 품종을 재배하였으며, 팝콘옥수수 후작 재배시 전작은 감자 ‘수미’ 품종을 재배하여 조사하였다. 시험의 조사항목은 작부체계별 작목의 생육특성 및 수량성, 총수입 등을 조사하였다. 동해지역에서 팝콘옥수수를 전작으로 재배하였을 경우 수확일이 8월 7일로 후작 작물을 재배하기에 적정할 때 수확 될 수 있었다. 수량은 467kg/10a, 총수입은 2,335천원 이었다(표 34). 후작으로 배추 ‘청명가을’ 품종을 재배하였을 때 수확일은 11월 13일이었으며, 총수입은 4,331천원으로 나타났다(표 35).

표 34. 팝콘옥수수(전작) 생육 및 수량 특성 (‘23, 동해)

품 종	파종일 (월,일)	출사기 (월,일)	수확 (일)	이삭장 (cm)	착립장 (cm)	백립 중(g)	수량 (kg/10a)	튀김 부피 (cm ³ /g)	총수입 ^a (천원/10a)
오른 팝콘	3.25	6.22	8.7	19.9±0.4	18.5±0.2	15.7	467	33.5	2,335

a: 팝콘 kg 단가: 5,000원

표 34. 배추(후작) 생육 및 수량 특성 (‘23, 동해)

품 종	정식일 (월,일)	수확일 (월,일)	주중 (g)	구중 (g)	구고 (cm)	구폭 (cm)	수량 (kg/10a)	총수입 ^a (천원/10a)
청명 가을	9.2	11.13	4,337 ±175.1	2,943 ±96.0	18.5 ±0.8	15.7 ±0.6	9,197	4,331

a: 배추 kg 단가: 471원(11.13.가락동 도매시장 경락가 평균)

나. 감자(전작)+팝콘옥수수(후작) 작부체계

동해지역에서 감자(수미)를 전작으로 재배하였을 경우 수확일이 6월 27일로 후작 작물을 재배하기에 적정할 때 수확할 수 있었다. 총 상서수량은 4,142kg/10a, 총수입은 3,152천원 이었다(표 35). 후작으로 팝콘옥수수 ‘오른팝콘’ 품종을 재배하였을 때 수확일은 10월 27일이었으며, 수량은 307kg/10a, 총수입은 1,535천원으로 나타났다(표 36).

표 35. 감자(전작) 생육 및 수량 특성 (‘23, 동해)

품 종	정식일 (월,일)	수확일 (월,일)	경장 (cm)	경수 (cm)	총서중 (g/20주)	상서중 (g/20주)	상서수량 (kg/10a)	총수입 ^a (천원/10a)
수 미	3.20	6.27	19±2.6	2.2±0.2	17,002	15,535	4,142	3,152

a: 감자 kg 단가: 761원(6.27.가락동 도매시장 경락가 평균)

표 36. 팝콘옥수수(후작) 생육 및 수량 특성 (‘23, 동해)

품 종	파종일 (월,일)	출사기 (월,일)	수확일 (일)	이삭장 (cm)	착립장 (cm)	백립중 (g)	수량 (kg/10a)	튀김부피 (cm ³ /g)	총수입 ^a (천원/10a)
오른 팝콘	6.24	8.27	10.27	16.0±0.4	15.1±0.3	16.8	307	34.5	1,535

a: 팝콘 kg 단가: 5,000원

동해지역에서 팝콘옥수수를 중심으로 농가소득을 높이기 위해서는 팝콘옥수수를 전작으로 재배하고 후작으로 배추를 재배하는 작부체계가 팝콘옥수수를 후작으로 재배하였을 경우 보다 소

특이 높게 나타났으며, 팝콘옥수수의 수량성도 높게 나타났다(표 37). 이는 국내 팝콘옥수수 생산성 향상을 위해 주산단지에서는 팝콘옥수수를 전작으로 재배하는 것이 유리하다.

표 37. 팝콘옥수수 작부체계별 총수입 비교 (‘23, 동해)

팝콘옥수수(전작)+배추(후작)	감자(전작)+팝콘옥수수(후작)
6,666 천 원	4,687 천 원

(시험10) 저장조건에 따른 곰팡이 독소 발생 모니터링

본 연구는 팝콘옥수수 저장기간 중 곰팡이독소 발생 모니터링 및 저장조건에 따른 발생량을 비교하기 위해 2023년에 수행하였다. 팝콘옥수수 품종은 ‘오류팝콘’ 알곡을 이용하였으며, 저장 조건은 저온(4℃)+비닐, 상온(R.T.), 상온(R.T.)+비닐 3처리를 하여 저장 하였으며, 곰팡이 독소 분석은 60일에 1회씩 분석하여 240일 동안 5회 분석하였다. 곰팡이 독소는 오크라톡신A, 총아플라톡신, 아플라톡신B1, 제랄레논, 푸모니신 5종의 검출량을 조사하였으며, 저장기간 중 팝콘옥수수의 튀김부피, 수분함량을 조사하였다. 저장기간 중 곰팡이 독소 검출량은 오크라톡신A, 총아플라톡신, 아플라톡신B1은 저장기간중 불검출되었으며, 제랄레논 및 푸모니신은 기준치 3처리 모두에서 검출되었지만 기준치 이하로 검출되었다(표 38). 푸모니신은 저장 전에 검출 66µg/kg 검출이 검출되었으나 60일 이후에 저온+비닐, 상온+비닐 처리구에서는 높게 나타나다가 이후 저장기간 동안에는 감소하는 경향을 보였다(그림 13).

표 37. 저장기간 중 제랄레논 및 푸모니신 검출량 (‘23, 동해)

구 분	제랄레논(µg/kg)			푸모니신(µg/kg)		
	100 이하			2000 이하		
허용범위	100 이하			2000 이하		
저장방법	저온+비닐 (4℃)	상온 (R.T.)	상온+비닐 (R.T.)	저온+비닐 (4℃)	상온 (R.T.)	상온+비닐 (R.T.)
0일	14	14	14	66±8.2	66±8.2	66±8.2
60일	0	0	0	191±47.4	55±10.4	254±64.4
120일	0	0	15	78±8.5	134±5.1	46±11.4
180일	0	3.6	0	102±19.0	40±2.0	56±7.8
240일	0	0	0	65±14.7	49±11.5	43±4.6



그림 13. 푸모니신 검출량 변화

팝콘옥수수 저장기간 중 원료곡의 처리별 수분 및 튀김부피 변화를 측정하였다. 수분은 상온에 저장하였을 때 알곡의 수분 변화가 심하게 나타났으며, 이는 튀김부피에 영향을 미쳐 알곡이 튀겨지는 부피가 감소하는 원인이 되었다. 팝콘옥수수 알곡의 적정 수분함량은 11~13%을 유지하였을 때 부피가 높게 나타나는데 상온에 비닐 처리 없이 저장하면 수분의 변화가 심해 알곡수분이 감소와 증감에 따라 부피가 달라지게 된다. 따라서 알곡 수분 변화를 최소화시킬 수 있는 비닐백을 이용하여 알곡의 품질을 유지할 수 있다(표 38, 그림 14).

표 38. 저장기간 중 팝콘 알곡 수분 및 튀김부피 변화 (’23, 홍천)

구분	수분(%)			튀김부피(cml/g)		
	저온+비닐 (4℃)	상온 (R.T.)	상온+비닐 (R.T.)	저온+비닐 (4℃)	상온 (R.T.)	상온+비닐 (R.T.)
0일	11.3	11.3	11.3	31.3±0.7	31.3±0.7	31.3±0.7
60일	11.0	9.4	10.5	31.3±0.7	19.1±1.0	29.6±0.4
120일	11.0	9.8	10.5	31.8±0.4	24.7±0.0	29.3±0.7
180일	11.0	10.9	10.5	33.4±0.4	30.4±0.4	29.6±0.8
240일	11.0	10.4	10.5	32.9±0.2	26.7±0.3	29.1±1.0

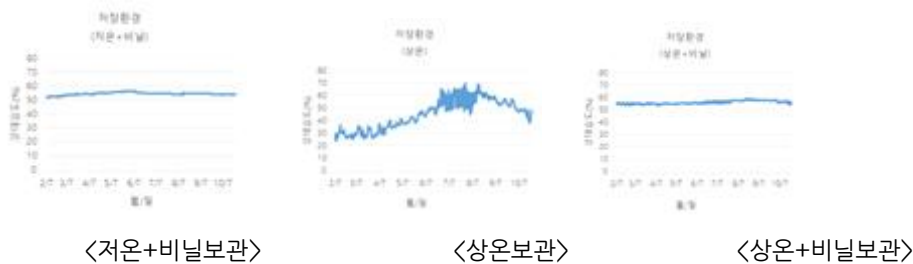


그림 14. 저장환경별 상대습도 변화

<제2세부과제 : 옥수수 줄기썩음병 방제체계 구축 및 저항성 계통육성>

(시험1) 옥수수 줄기썩음병 방제를 위한 약제 기내선발

2021년에 옥수수 줄기썩음병 방제를 위해 현재 등록약제가 없어서 진균에 사용하는 약제 9종과 세균에 사용되는 약제 13종을 가지고 시험하였다(표 1). *Dickeya zeae*에 의한 세균성 줄기썩음병의 약효평가를 위해 디스크 확산법을 이용하여 시험한 결과 기내 약효평가에서 Oxytetracycline, Oxolinic acid, Oxolinic acid + Streptomycin에서 세균을 억제하는 반경이 기준량, 배량 모두 효과가 나타나면서 생균수가 측정되지 않는 약제 3종을 선발하였다(표 2, 그림 1).

표 1. 옥수수 줄기썩음병 약제 기내선발을 위한 사용 약제

(’21, 홍천)

구분	번호	성분	구분	번호	성분
진균	1	Iprodione	세균	1	Oxytetracycline + streptomycin
	2	Mancozeb		2	Oxytetracycline
	3	Difenoconazole		3	Kasugamycin
	4	Tebuconazole		4	Streptomycin
	5	Benomyl		5	Streptomycin + Validamycin
	6	Prochloraz		6	Oxolinic acid
	7	Fludioxonil		7	Carbendazim + Kasugamycin
	8	Trifloxystrobin		8	Copper sulfate
	9	Azoxystrobin		9	Copper + Kasugamycin
			10	Oxolinic acid + Streptomycin	
			11	Oxytetracycline + Validamycin	
			12	Copper + Streptomycin	
			13	Kasugamycin + Polyoxin D	

표 2. 세균성 줄기썩음병 기내 약제·약효 평가 결과

(’21, 홍천)

번호	성분	억제반경(mm)		생균수(cfu/ml)	
		기준량	배량	기준량	배량
1	무처리	-	-	1.8×10 ⁹	2.3×10 ⁹
2	Oxytetracycline + streptomycin	13	13	-	-
3	Oxytetracycline	22	22	-	-
4	Kasugamycin	10	10	-	-
5	Streptomycin	10	13	-	-
6	Streptomycin + Validamycin	-	-	-	-
7	Oxolinic acid	30	33	-	-
8	Carbendazim + Kasugamycin	-	-	2.7×10 ⁶	2.3×10 ³
9	Copper sulfate	-	-	1.2×10 ⁹	7.4×10 ⁸
10	Copper + Kasugamycin	-	-	-	-
11	Oxolinic acid + Streptomycin	29	32	-	-
12	Oxytetracycline + Validamycin	20	27	3.9×10 ²	-
13	Copper + Streptomycin	10	17	-	-
14	Kasugamycin + Polyoxin D	-	-	2.6×10 ⁴	-

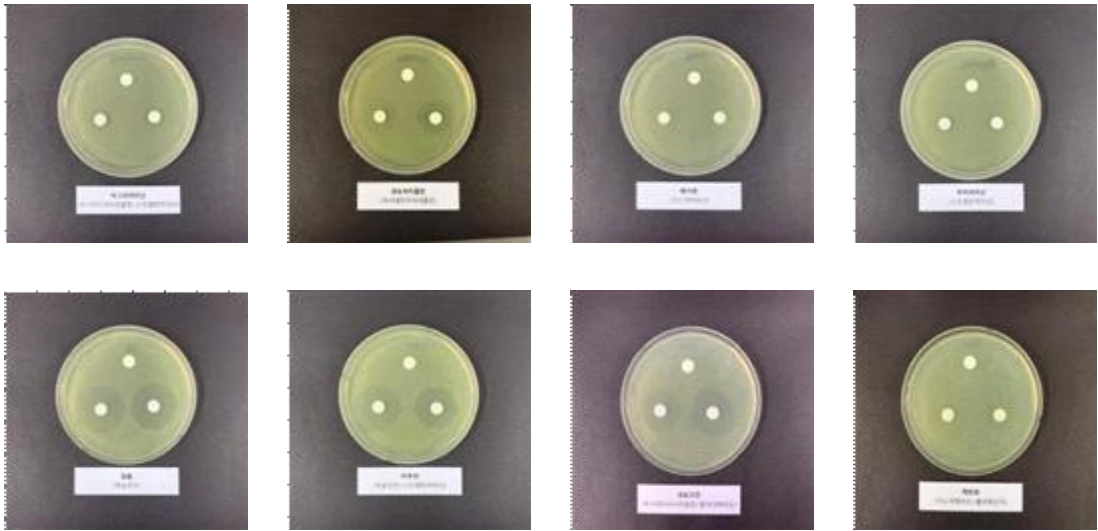


그림 1. 디스크 확산법을 이용한 약제 평가

*Fusarium subglutinans*에 의한 줄기썩음병의 경우 기내 약효평가에서 만코제브, 테부코나졸, 베노밀, 프로클로라즈 살균제에서 푸사리움의 균사 성장을 억제하는 항균력이 가장 높은 것으로 확인되었다. 또한 푸사리움 균 활성을 50%, 90% 억제하는 유효농도 EC₅₀, EC₉₀을 각각 구하였다(표 3, 그림 2).

표 3. 옥수수 줄기썩음병에 대한 살균제 9종 항균력, 유효농도 평가 (’21, 홍천)

성분 및 함량	항균력(%)		유효농도(ug/ml)	
	기준량	배량	EC ₅₀	EC ₉₀
이프로디온(Iprodione)	71.2	81.4	3.5	<0.1
만코제브(Mancozeb)	100	100	90.0	<0.1
디페노코나졸(Difenoconazole)	90.7	100	0.6	<0.1
테부코나졸(Tebuconazole)	100	100	3,000	0.9
베노밀(Benomyl)	100	100	1,600	<0.1
프로클로라즈(Prochloraz)	100	100	3,000	<0.1
플루디옥소닐(Fludioxonil)	90.7	72	>3,000	10.0
트리플록시스트로빈(Trifloxystrobin)	66.1	70.3	3.10	8.6
아족시스트로빈(Azoxystrobin)	65.3	67.8	2,400	610

※ 항균력: 농약배지에서 곰팡이 균사 성장 억제율(%)

※ 유효농도(EC₅₀, EC₉₀): 곰팡이 활성을 50%, 90% 억제하는 농도

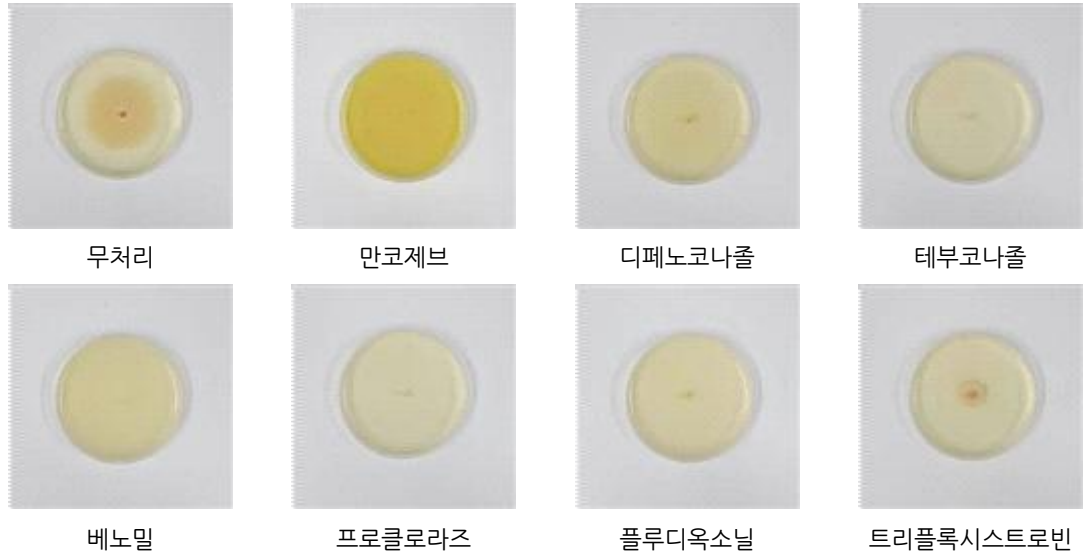


그림 2. 항균력 검정법을 이용한 약제 평가

(시험2) 옥수수 줄기썩음병 선발 약제 약효평가

2021년에 *Dickeya zeae*에 의한 세균성 줄기썩음병의 선발 약제 약효평가 결과 기준량 및 배양 모두 옥솔린산, 옥솔린산+스트렙토마이신, 코퍼+스트렙토마이신 3종에서 발병주율은 50% 이하, 방제가는 50% 이상 높은 방제가가 나타났다. 3종 중에 옥솔린산이 발병주율은 25%, 방제가는 75%로 가장 높게 나타나 줄기썩음병 방제에 약효가 있을 것으로 판단된다(표 4).

표 4. *Dickeya zeae*에 의한 세균성 줄기썩음병 선발 약제 약효평가 (‘21, 흥천)

번호	성분	발병주율(%)		방제가(%)	
		기준량	배양	기준량	배양
1	무처리	100	100	-	-
2	Oxytetracycline + streptomycin	75	-	25	100
3	Oxytetracycline	100	-	-	100
4	Kasugamycin	100	-	-	100
5	Streptomycin	75	25	25	75
6	Oxolinic acid	25	-	75	100
7	Oxolinic acid + Streptomycin	50	-	50	100
8	Oxytetracycline + Validamycin	75	-	25	100
9	Copper + Streptomycin	50	-	50	100

(시험3) 옥수수 줄기썩음병 선발약제 포장 약효·약해 평가

*Dickeya zeae*에 의한 세균성 줄기썩음병 약제 5종 약효·약해평가 결과 Oxolinic acid(38%), Oxolinic acid + Streptomycin(41%)에서 방제가가 높게 평가되었으며, 달관 조사 시 약해는 발생하지 않았다(표 5).

표 5. *Dickeya zeae*에 의한 세균성 줄기썩음병 포장 약효·약해 평가 (’21, 홍천)

약제명	발병주율(%)				방제가 (%)	비 고
	A	B	C	평균		
무처리	81	45	87	71	-	
Oxytetracycline + streptomycin	80	26	59	55	46	
Oxolinic acid	63	29	40	44	38	우수
Oxolinic acid + Streptomycin	54	39	33	42	41	우수
Oxytetracycline + Validamycin	67	44	68	60	15	
Copper + Streptomycin	82	40	42	55	23	

*Fusarium subglutinans*에 의한 줄기썩음병 약제 9종 약효·약해평가 결과 트리플록시스트로빈(80.1%), 플루디옥소닐(80.4%)에서 방제가가 높게 평가되었으며, 달관 조사 시 약해는 발생하지 않았다(표 6).

표 6. *Fusarium subglutinans*에 의한 줄기썩음병 포장 약효·약해 평가 (’21, 홍천)

약제명	발병주율(%)				방제가 (%)	비 고
	A	B	C	평균		
무처리	55.2	52.0	50.0	52.4	-	-
테부코나졸	33.3	20.7	40.0	31.3	40.2	
디페노코나졸	25.0	37.0	20.7	27.6	47.4	
프로클로라즈	22.2	26.7	8.3	19.1	63.6	
아족시스트로빈	17.9	10.7	4.5	11.0	78.9	
트리플록시스트로빈	15.0	9.7	6.7	10.4	80.1	우수
플루디옥소닐	7.1	10.3	13.3	10.3	80.4	우수
이프로디온	23.3	28.6	21.9	24.6	53.1	
베노밀	28.0	3.7	17.2	16.3	68.9	
만코제브	18.5	9.7	13.3	13.8	73.6	

(시험4) 옥수수 줄기썩음병 저항성 검정 조건설정 및 저항성 평가

*Dickeya zeae*에 의한 옥수수 세균성 줄기썩음병 저항성 검정조건 설정을 위해 상토에 관주, 스프레이 분무(20% 미네랄오일 첨가), 주사기를 통한 주입 3가지 접종 방법으로 시험한 결과 관주에서는 무병징으로 나타났으며, 주사 및 분무 처리하였을 때 병징이 나타났다. 분무 방법의 경우 미네랄 오일 미 첨가시에는 약한 병징 및 무병징이 나타났다(그림 3).



주사 및 무처리



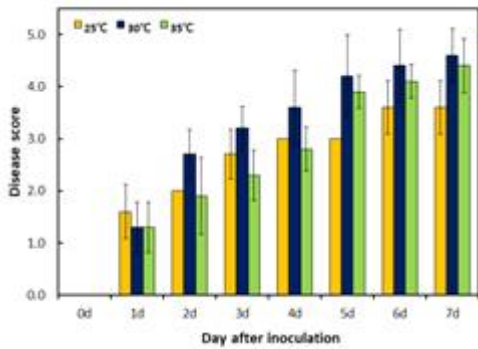
관주



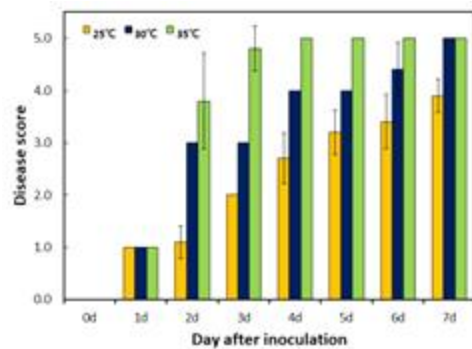
분무

그림 3. 옥수수 줄기썩음병 검정 조건설정

옥수수 줄기썩음병 온도조건 검정을 위해서 60%, 90%항습조건에서 25, 30, 35℃에서 시험한 결과 60%에서는 30℃에서 병 발생이 잘 나타났으며, 90% 항습조건에서는 35℃에서 병 발생이 가장 강하게 나타났으나 전부 고사 했기 때문에 병원성 검정이 어려웠다. 30℃에서 병 발생이 잘 나타나는 것으로 확인하였다(그림 4).



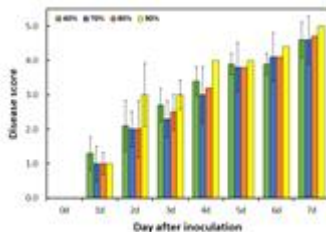
60% 항습조건



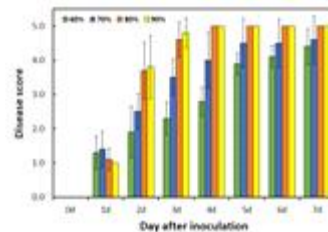
90% 항습조건

그림 4. 옥수수 줄기썩음병 온도조건 검정

옥수수 줄기썩음병 습도조건 검정을 위해 30℃, 35℃ 항온조건에서 습도 60, 70, 80, 90% 4개의 조건에서 확인한 결과 80% 이상 다습한 조건에서 병 발생이 심각하게 나타나는 것을 확인하였다(그림 5).



30°C 항온조건



35°C 항온조건

그림 5. 옥수수 줄기썩음병 온도조건 검정

*Fusarium subglutinans*에 의한 옥수수 줄기썩음병에서는 포자현탁액 농도 5×10^5 개, 성장상 온도 25℃, 상대습도 90%에서 병 발생이 가장 잘되었으며, 접종 방법으로는 주사기 주입 과 스프레이 분무(미네랄오일 첨가) 방법이 우수한 것으로 판단된다.

(시험5) 옥수수 줄기썩음병 저항성 평가를 위한 집단양성

줄기썩음병 저항성 집단 양성을 위해 2021년도에 저항성 3계통(16DHW8, 16DHW23, 16DHW54)과 감수성 3계통(16DHW4, 16DHW41, 16DHW52)의 상호간 교배를 통하여 교배 조합을 구성하여 9조합의 집단을 양성하였으며, 생산량은 1,904g을 생산하였으며, 2022년에 반수체를 유기하는 재료로 사용하였다(표 7).

표 7. 옥수수 줄기썩음병 저항성/감수성 교잡종 생산량 (’21, 홍천)

번호	교배조합		생산량(g)	비고
	Resistance	Susceptible		
			1,904	
1	16DHW8/16DHW4		218	
2	16DHW8/16DHW41		71	
3	16DHW8/16DHW52		189	
4	16DHW23/16DHW4		158	
5	16DHW23/16DHW41		112	'22년도 반수체 유기
6	16DHW23/16DHW52		384	
7	16DHW54/16DHW4		380	
8	16DHW54/16DHW41		50	
9	16DHW54/16DHW52		342	

(시험6) 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제를 위한 약제처리 시기 구명

2022년에 살균제 4종(표8)를 이용하여 *Fusarium subglutinans*에 의한 줄기썩음병 약제별 처리시기 약효평가 결과에서 접종 전 7일 전에 처리한 경우 4종의 약제 모두에서 방제가 19.0~31.1%로 가장 낮았다. 병 발생 3일 전(39.9~62.1%) 및 당일(43.6~67.5%)에 약제 처리하였을 때 방제가가 비교적 높았고, 특히 Difenoconazole 수화제와 Azoxystrobin 액상수화제에서 방제가가 가장 높았다. 접종 후 3일 뒤에 처리하였을 경우 4약제 모두 방제가가 줄어들었다(표 9). 위 결과로 종합하여 보았을 때 약 방제시기는 병 발생 3일전이나 당일 발생되었을 때 방제효과 높음을 알 수 있었다.

표 8. 살균제 시험 목록: 4종(진균) (’22, 홍천)

자재명/품목명	주성분 함량(%)	희석배수	비고
베노밀 수화제	50	1,500배	살균제
플루디옥소닐 액상수화제	20	2,000배	살균제
디페노코나졸 수화제	10	2,000배	살균제
아족시스트로빈 액상수화제	21.7	2,000배	살균제

표 9. 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*)에 대한 포장 내 약효평가 결과 ('22, 홍천)

약제명 및 처리시기	발병과율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)	
	A	B	C	평균			
약제 무처리	72.4	78.9	60.9	70.7	a*	-	
Benomyl 수화제	접종 전 D-7	37.5	47.6	61.1	48.7	b	31.1
	접종 전 D-3	42.9	36.8	47.8	42.5	b	39.9
	접종 D-DAY	33.3	29.2	57.1	39.9	b	43.6
	접종 후 D+3	31.8	66.7	56.0	51.5	b	27.2
Fludioxonil 수화제	접종 전 D-7	47.6	52.9	71.4	57.3	b	19.0
	접종 전 D-3	40.0	31.3	33.3	34.9	b	50.7
	접종 D-DAY	30.0	30.0	36.4	32.1	b	54.6
	접종 후 D+3	45.5	53.8	30.0	43.1	b	39.1
Difenoconazole 수화제	접종 전 D-7	55.6	52.6	57.1	55.1	b	22.1
	접종 전 D-3	29.4	21.4	29.6	26.8	c	62.1
	접종 D-DAY	28.0	16.7	29.6	24.8	b	65.0
	접종 후 D+3	36.8	50.0	65.0	50.6	b	28.5
Azoxystrobin 액상수화제	접종 전 D-7	35.0	73.3	52.9	53.8	b	24.0
	접종 전 D-3	36.0	17.6	40.9	31.5	b	55.4
	접종 D-DAY	21.7	12.5	34.8	23.0	b	67.5
	접종 후 D+3	40.0	52.4	30.4	40.9	b	42.1

*: DMRT 5%

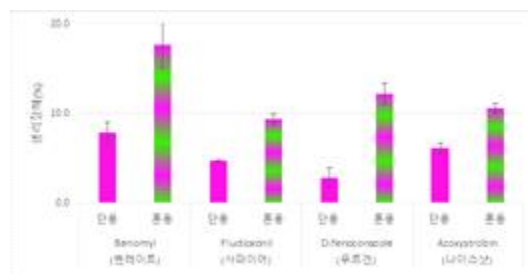
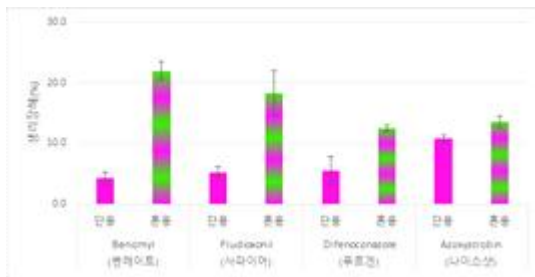
(시험7) 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제를 위한 약제 혼용 생리장해 구명

약제 혼용에 따른 생리장해 구명을 위해 2022년도에 *Fusarium subglutinans*에 의한 줄기썩음병 선발약제 4종과 살충제의 혼용 처리 후에 옥수수 웅수(tassel)와 수염(silk)의 생리장해를 평가하였다. 살균제를 단용처리 했을 경우보다 살충제와 혼용하였을 때 살균제 4종 모두에서 생리장해 피해량이 발견되었다(표 19, 그림 6). 특히 옥수수의 웅수 및 수염 부분에 생리장해가 발생하였으며 이 부위는 옥수수의 알곡 생산량과 밀접한 관련이 있다(그림 7). 따라서 줄기썩음병 방제를 위해서 약제 처리시 단용처리가 생리장해를 경감할 수 있을 것으로 판단된다.

표 10. 살균제와 살충제의 약제 혼용에 의한 생리장해 피해

(*22, 홍천)

품목명 및 상표명	웅수불량(%)			수염불량(%)		
	단용	혼용	피해증가	단용	혼용	피해증가
Benomyl	4.3	22.0	512↑	7.8	17.6	226↑
Fludioxonil	5.2	18.3	352↑	4.8	9.3	194↑
Difenoconazole	5.6	12.5	223↑	2.8	12.2	436↑
Azoxystrobin	10.8	13.6	126↑	6.1	10.6	174↑



웅수(tassel)불량 (%)

수염(silk)불량 (%)

그림 6. 살균제와 살충제의 약제 혼용에 의한 생리장해 피해



웅수(tassel)불량

수염(silk)불량

그림 7. 약제 혼용에 의한 옥수수 웅수 및 수염의 생리장해

(시험8) 옥수수 줄기썩음병 저항성 계통 선발을 위한 유전자원 인공 접종 평가

2021년도에 줄기썩음병 저항성 계통 육성을 위해 *Fusarium subglutinans*에 의한 옥수수 줄기썩음병 저항성은 인공접종 후 발병도에 따라 평가하였으며 2022년도에는 31계통 중에서 17DHW089 등 6계통이 발병도가 1.3~1.5 정도로 낮아 저항성으로 선발되었고, 16DHW001 등 6계통은 발병도가 3.5~4.3정도로 발병도가 높아 감수성 계통으로 선발하였다(표 11).

표 11. *Fusarium subglutinans*에 의한 옥수수 줄기썩음병 인공접종 후 저항성 평가 ('22, 홍천)

곰팡이성 줄기썩음병(<i>Fusarium subglutinans</i>)							
번호	계통명	발병도(1~5)	평가	번호	계통명	발병도(1~5)	평가
1	16DHW001	3.7	S	17	19DHW070	2.3	
2	16DHW008	1.9		18	20DHW010	2.6	
3	16DHW025	1.8		19	20DHW041	2.6	
4	16DHW044	2.3		20	20DHW066	1.6	
5	16DHW049	3.5	S	21	20DHW075	1.5	R
6	17DHW003	2.8		22	20DHW102	1.6	
7	18DHW022	2.8		23	16DHW018	1.6	
8	17DHW065	2.8		24	17DHW014	1.3	R
9	17DHW077	3.5	S	25	21DHW030	3.5	S
10	17DHW089	1.4	R	26	21DHW118	3.7	S
11	17DHW029	1.9		27	21DHW194	2.5	
12	17DHW058	4.3	S	28	21DHW289	2.8	
13	19DHW078	2.2		29	16DHW021	2.8	
14	19DHW019	1.6		30	16DHW057	1.5	R
15	19DHW028	1.5	R	31	16DHW047	1.4	R
16	19DHW049	2.0					

※ 발병도: 1(무병징) - 5(고사), R: resistance, S: sensitive

2023년도에는 30계통 중에서 16DHW084 등 5계통이 발병도가 1.4~1.5로 낮아 저항성으로 선발되었고, 16DHW035 등 4계통은 발병도가 3.0~3.2로 높아 감수성 계통으로 선발하였다(표 12, 그림 8).

표 12. *Fusarium subglutinans*에 의한 옥수수 줄기썩음병 인공접종 후 저항성 평가 (*23, 홍천)

곰팡이성 줄기썩음병(<i>Fusarium subglutinans</i>)							
번호	계통명	발병도(1~5)	평가	번호	계통명	발병도(1~5)	평가
1	16DHW035	3.0	S	16	18DHW118	2.1	
2	16DHW034	1.5	R	17	19DHW071	3.0	S
3	16DHW030	1.5	R	18	19DHW007	2.6	
4	17DHW002	2.3		19	19DHW021	2.0	
5	16DHW056	2.4		20	20DHW003	2.3	
6	17DHW064	3.5	S	21	21DHW126	2.3	
7	17DHW075	1.8		22	20DHW092	2.3	
8	17DHW030	1.5	R	23	21DHW152	2.1	
9	17DHW079	1.4	R	24	21DHW054	2.4	
10	17DHW096	2.0		25	17DHW025	3.2	S
11	18DHW021	1.6		26	20DHW069	2.1	
12	18DHW005	1.6		27	17DHW011	2.5	
13	18DHW104	1.9		28	20DHW013	2.6	
14	18DHW054	1.4	R	29	20DHW053	2.2	
15	18DHW048	2.3		30	20DHW088	2.3	

※ 발병도: 1(무병징) - 5(고사), R: resistance, S: sensitive



발병도: 1(무병징) - 5(고사)

그림 8. *Fusarium subglutinans*에 의한 옥수수 줄기썩음병 발병도

*Dickeya zeae*에 의한 옥수수 세균성 줄기썩음병 저항성은 인공접종 후 발병도에 따라 평가되었으며 2022년도에는 31계통 중에서 16DHW008 등 5계통은 발병도가 2.4~2.8 정도로 낮아 저항성으로 선발하였고, 19DHW019 등 5계통은 발병도가 3.7~4.3 정도로 높아 감수성 계통으로 선발하였다(표 13).

표 13. *Dickeya zeae*에 의한 옥수수 줄기썩음병 인공접종 후 저항성 평가

(’22, 홍천)

세균성 줄기썩음병(<i>Dickeya zeae</i>)							
번호	계통명	발병도(1~5)	평가	번호	계통명	발병도(1~5)	평가
1	16DHW001	2.9		17	19DHW070	2.8	
2	16DHW008	2.6	R	18	20DHW010	3.0	
3	16DHW025	3.0		19	20DHW041	3.0	
4	16DHW044	3.0		20	20DHW066	2.8	R
5	16DHW049	3.2		21	20DHW075	3.0	
6	17DHW003	3.3		22	20DHW102	3.4	S
7	18DHW022	2.8	R	23	16DHW018	2.9	
8	17DHW065	3.0		24	17DHW014	3.3	
9	17DHW077	3.0		25	21DHW030	3.0	
10	17DHW089	2.8		26	21DHW118	3.2	
11	17DHW029	2.4	R	27	21DHW194	3.9	S
12	17DHW058	2.9		28	21DHW289	2.8	R
13	19DHW078	3.2		29	16DHW021	3.7	S
14	19DHW019	3.8	S	30	16DHW057	4.0	S
15	19DHW028	2.9		31	16DHW047	3.3	
16	19DHW049	4.3	S				

※ 발병도: 1(무병징) - 5(고사), R: resistance, S: sensitive

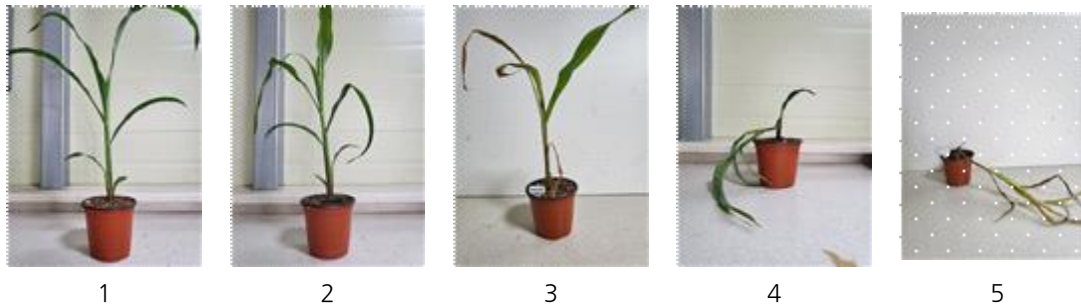
2023년도에는 30계통을 대상으로 인공접종 후 발병도를 조사하여 17DHW030 등 4계통이 발병도가 2.2~2.5 정도로 낮아 저항성 계통으로 선발하였고, 16DHW030 등 4계통은 발병도가 4.3~4.6으로 높아 감수성 계통으로 선발하였다(표 14).

표 14. *Dickeya zeaе*에 의한 옥수수 줄기썩음병 인공접종 후 저항성 평가

(’23, 홍천)

세균성 줄기썩음병(<i>Dickeya zeaе</i>)							
번호	계통명	발병도(1~5)	평가	번호	계통명	발병도(1~5)	평가
1	16DHW035	4.2		16	18DHW118	4.6	S
2	16DHW034	3.2		17	19DHW071	4.0	
3	16DHW030	4.3	S	18	19DHW007	3.6	
4	17DHW002	4.3	S	19	19DHW021	3.1	
5	16DHW056	3.3		20	20DHW003	3.0	
6	17DHW064	3.4		21	21DHW126	3.3	
7	17DHW075	2.9		22	20DHW092	2.6	
8	17DHW030	2.2	R	23	21DHW152	2.4	R
9	17DHW079	3.5		24	21DHW054	2.4	R
10	17DHW096	3.3		25	17DHW025	3.0	
11	18DHW021	4.3		26	20DHW069	2.5	R
12	18DHW005	4.3		27	17DHW011	3.0	
13	18DHW104	3.6		28	20DHW013	3.4	
14	18DHW054	4.3		29	20DHW053	4.4	S
15	18DHW048	4.3		30	20DHW088	4.0	

※ 발병도: 1(무병징) - 5(고사), R: resistance, S: sensitive



세균성 줄기썩음병 발병도: 1(무병징) - 5(고사)

그림 9. *Dickeya zeaе*에 의한 옥수수 줄기썩음병 발병도

(시험9) DH기술을 활용한 반수체 유지

옥수수연구소가 보유한 반수체 유기체인 Tails 계통을 이용하여 2022년에 저항성/감수성 교잡종 16DHW8/16DHW/4 등 4조합에 대해 인공교배를 통한 반수체 유기를 진행하였으며, n(반수체) 생산량은 16DHW8/16DHW4 조합에서 332g 등 4조합에서 1,920g을 수확하였으며(표 15), 2023년도에 염색체 배가를 통한 반수체 계통 배가에 활용하였다.

표 15. 옥수수 줄기썩음병 저항성/감수성 교잡종 반수체 유기

(’22, 홍천)

번호	교배조합		n 생산량(g)	비 고
	Resistance/Susceptible	유기체	1,920	
1	16DHW8 / 16DHW4		332	
2	16DHW54 / 16DHW4	X	222	’23년도 염색채 배가
3	16DHW8 / 16DHW52	Tails	840	
4	16DHW54 / 16DHW52		526	

(시험10) 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제를 위한 약효·약해 평가

옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*)에 대한 약제 방제 효과를 최종 약제처리 10일 후 이병과율 대상으로 조사하였다. 홍천과 인제에서 시험포장에서 실시하였으며, 방제약제는 피디플루메토펜 액상수화제 등 5종(표 16)을 처리하였으며, 홍천은 4월 24일, 인제는 5월 18일에 재식거리 60 x 25cm로 시험하였으며, 시비량은 표준시비량을 처리하였다(표 17). 홍천 시험포장에서 시험한 줄기썩음병 약효·약해 평가에서는 시험약제 피디플루메토펜 액상수화제, 만데스트로빈 액상수화제, 플루디옥소닐 액상수화제, 메텐트리플루코나졸 입상수화제, 피라클로스트로빈 입상수화제는 80.4%, 83.1% 82.1% 80.7% 78.6% 각각 방제 효과가 높았다(표 18).

표 16. 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제 시험 약제 및 처리시기 (’23, 홍천, 인제)

농약품목명 (시험 약제명)	주성분 함 량 (%)	약 효 시 험		약 해 시 험	
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	기준량	배 량
피디플루메토펜 액상수화제	18.35	4,000배	발병초 10일 간격 3회 경엽처리	4,000배	2,000배
만데스트로빈 액상수화제	40	2,000배	〃	2,000배	1,000배
플루디옥소닐 액상수화제	20	2,000배	〃	2,000배	1,000배
메텐트리플루코나졸 입상수화제	10	2,000배	〃	2,000배	1,000배
피라클로스트로빈 입상수화제	20	3,000배	〃	3,000배	1,500배
무 처 리	-	-	-	-	-

A(홍천) : 약제처리일(기준량): 6/8, 6/19, 6/29, 약제처리일(배량): 6/8

B(인제) : 약제처리일(기준량): 6/22, 7/3, 7/12, 약제처리일(배량): 6/22

표 17. 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제 시험 경종개요 (‘23)

시험 장소	파종일(파종방법)	재식거리 (열간×주간)	재배방법	시비량 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/10a)	비고
홍 천	4월 24일(직파)	60cm × 25cm	노지재배	14.6-3-6kg/10a	무멀칭
인 제	5월 18일(직파)	60cm × 25cm	노지재배	14.6-3-6kg/10a	무멀칭

- 시험기간 동안 시험약제 이외 타 약제는 처리하지 않았음.

표 18. 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제 약효시험 (‘23, 홍천)

시험약제	이병과율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균		
피디플루메토펜 액상수화제	4.1	5.4	7.9	5.8	b	80.4
만데스트로빈 액상수화제	4.1	5.4	5.5	5.0	b	83.1
플루디옥소닐 액상수화제	4.0	5.5	6.4	5.3	b	82.1
메텐트리플루코나졸 입상수화제	3.1	6.3	7.8	5.7	b	80.7
피라클로스트로빈 입상수화제	3.1	7.2	8.6	6.3	b	78.6
무 처 리	26.4	28.7	33.6	29.6	a	-

CV(%)-----30.9

인제 시험포장에서 처리한 줄기썩음병 약효·약해 평가에서는 피디플루메토펜 액상수화제, 만데스트로빈 액상수화제, 플루디옥소닐 액상수화제, 메텐트리플루코나졸 입상수화제, 피라클로스트로빈 입상수화제는 79.1%, 83.3%, 84.2%, 78.9%, 81.5%로 각각 방제 효과가 높게 나타났다(표 19). 따라서 2지역 모두에서 곰팡이서 방제 약제 5종은 높은 방제가를 나타냈다.

표 27. 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제 약효시험 (‘23, 인제)

시험약제	이병과율(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균		
피디플루메토펜 액상수화제	5.2	7.0	7.6	6.6	b	79.1
만데스트로빈 액상수화제	5.4	3.6	6.8	5.3	b	83.3
플루디옥소닐 액상수화제	6.3	4.4	4.3	5.0	b	84.2
메텐트리플루코나졸 입상수화제	7.8	4.4	7.7	6.6	b	78.9
피라클로스트로빈 입상수화제	8.2	4.2	5.1	5.8	b	81.5
무 처 리	31.0	29.2	34.5	31.6	a	-

CV(%)-----26.4

옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*)에 방제에 사용된 5종의 약제에 대해 포장 내 약해시험 평가 결과를 조사하기 위해 약제처리 후 3일, 5일, 7일에 조사하였다. 홍천·인제군 두 지역 모든 약제처리구에서 외관상 나타나는 약해 증상은 없었다(표 28, 29)

표 28. 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제 약해 시험 (‘23, 홍천)

시 험 약 제	시험작물 (품종)	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
피디플루메토펜 액상수화제	옥수수 (미백2호)	0	0	약해없음
만데스트로빈 액상수화제		0	0	약해없음
플루디옥소닐 액상수화제		0	0	약해없음
메텐트리플루코나졸 입상수화제		0	0	약해없음
피라클로스트로빈 입상수화제		0	0	약해없음

표 29. 옥수수 줄기썩음병(*Fusarium subglutinans*) 방제 약해 시험 (‘23, 인제)

시 험 약 제	시험작물 (품종)	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
피디플루메토펜 액상수화제	옥수수 (미백2호)	0	0	약해없음
만데스트로빈 액상수화제		0	0	약해없음
플루디옥소닐 액상수화제		0	0	약해없음
메텐트리플루코나졸 입상수화제		0	0	약해없음
피라클로스트로빈 입상수화제		0	0	약해없음

(시험11) 옥수수 세균성 줄기썩음병(*Dickeya zeae*) 약제별 처리시기 약효평가

2023년에 옥수수 세균성 줄기썩음병(*Dickeya zeae*) 방제를 위한 옥시테트라사이클린다이하이드레이트 입상수화제와 옥솔린산 입상수화제 2개의 약제에 대해 처리 시기 및 횟수별 방제 효과를 확인하였다. 2개 약제 모두 줄기썩음병 발생 초기(6월8일)에 약제를 최소한 7일 간격으로 3번 정도 살포하였을 때 방제가 74.4%로 효과가 가장 높았으며, 이는 옥수수의 줄기 부분이 연해 감염 위험성이 높은 생육 단계와 일치하였다(그림 11, 12). 발병일 6월 8일을 기준으로 줄기썩음병 발병 전까지만 약제 살포를 한 경우 방제가 5.6%로 낮았다. 이미 발병 후에 약제 살포하였을 때 방제가는 13.6~40.5%로 방제효과는 감소하였다, 발병 즉시 살포할 때 옥시테트라사이클린다이하이드레이트 약제와 옥솔린산에서 74.4, 70.3% 각각 높게 방제가가 나타나 가장 효과적인 약제 살포 시기라고 판단된다(표 30, 31, 그림 10).

표 30. 옥시테트라사이클린다이하이드레이트 약효 평가

(’23, 홍천)

처리 체계	약제살포시기(월,일)								방제효과(%)	
	5.25.	6.1.	6.8.*	6.15.	6.21.	6.28.	7.6.	7.13.	이병과율	방제가
A	○	○	-	-	-	-	-	-	59.5	5.6
B	-	○	○	○	-	-	-	-	16.9	73.1
C	-	-	○	○	○	-	-	-	16.1	74.4
D	-	-	-	○	○	○	-	-	37.5	40.5
E	-	-	-	-	○	○	○	-	51.1	18.9
F	-	-	-	-	-	○	○	○	54.5	13.6
무	-	-	-	-	-	-	-	-	59.1	-

- * : 병 발생 초기 (병원균(*Dickeya zae*)접종)

표 31. 옥솔린산 약효평가

(’23, 홍천)

처리 체계	약제살포시기(월,일)								방제효과(%)	
	5.25.	6.1.	6.8.*	6.15.	6.21.	6.28.	7.6.	7.13.	이병과율	방제가
A	○	○	-	-	-	-	-	-	62.6	0.7
B	-	○	○	○	-	-	-	-	35.4	43.8
C	-	-	○	○	○	-	-	-	18.7	70.3
D	-	-	-	○	○	○	-	-	42.1	33.2
E	-	-	-	-	○	○	○	-	50.0	20.6
F	-	-	-	-	-	○	○	○	55.8	11.4
무	-	-	-	-	-	-	-	-	63.1	-

- * : 병 발생 초기 (병원균(*Dickeya zae*)접종)



옥시테트라사이클린다이하이드레이트



옥솔린산

그림 10. 방제 약제의 처리 시기 및 횟수별 방제 효과

표 34. 옥수수 줄기썩음병 반수체 유기 계통 콜히친을 통한 염색체 배가

번호	교배조합	처리 방법	정식 주수	교배 주수	수확 주수
	Resistance Susceptible	콜히친(0.7%)	2,805	1,831	631
1	16DHW8 / 16DHW4	침 지	340	185	39
		주 사	324	181	72
2	16DHW54 / 16DHW4	침 지	321	177	97
3	16DHW8 / 16DHW52	침 지	930	398	191
4	16DHW54 / 16DHW52	침 지	890	890	232

<제3세부과제 : 지역특화품종을 이용한 옥수수 상품화 개발연구>

(시험1) 찰옥수수 유해균 억제를 위한 가공공정 개발

가. 증숙처리 유무 및 포장방법별 품질비교

○ 증숙 무처리 품질비교

옥수수 시료 증숙 무처리 시 포장방법에 따른 품질을 비교하였다. 옥수수를 지퍼팩과 진공포장으로 구분하여 5일 동안 상온에 보관한 후 대장균군수와 일반세균수를 비교하였다. 지퍼팩과 진공포장에서 보관한 옥수수는 2일차부터 경도가 낮아졌고, 일반세균수도 증가하였다. 3일차부터는 색이 변하고 물러지면서 품질이 급격히 저하되었다. 지퍼팩에 보관한 옥수수에서 진공포장한 옥수수보다 대장균군수와 일반세균수가 더 빠르게 증가되었다(표 1, 그림 1, 2).

표 1. 증숙 무처리 후 포장방법별 일반세균수 및 대장균군수 (CFU/ml)

처리별		0일	1일	2일	3일	4일	5일
대장균군수	지퍼팩	2.E+02	2.E+03	9.E+02	TNTC ¹⁾	TNTC	TNTC
	진공포장	2.E+01	1.E+01	1.E+01	TNTC	TNTC	TNTC
일반세균수	지퍼팩	6.E+03	7.E+03	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC
	진공포장	2.E+03	2.E+03	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC

¹⁾ TNTC(Too Numerous to count)

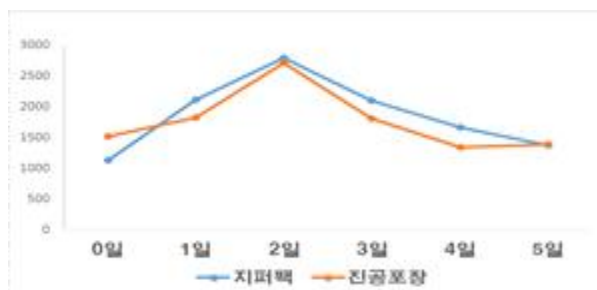


그림 1. 증숙 무처리 후 포장방법별 경도

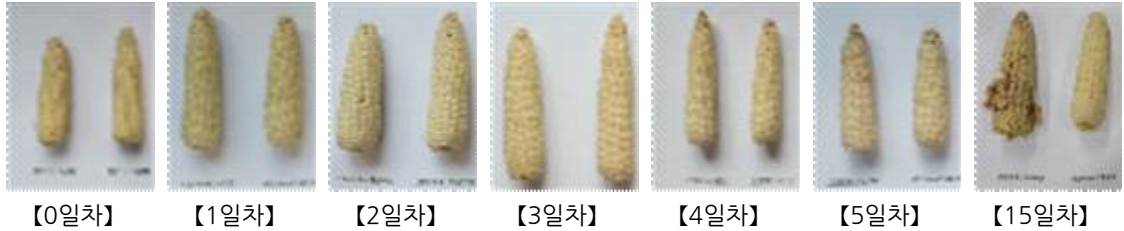


그림 2. 증숙 무처리 후 포장방법별 성상

옥수수 시료 증숙 처리 후 포장방법에 따른 품질을 비교하였다. 증숙 무처리와 달리, 증숙처리 후 진공포장한 시료가 지퍼팩에 보관된 시료보다 대장균군수와 일반세균수가 더 많이 증가되었다(표 2). 그 이유는 증숙 후 품온을 떨어뜨리지 않고 바로 포장을 할 경우, 진공포장 안에서 옥수수의 품온이 일반세균수의 생육온도(30~45℃)범위에서 더 오래 유지되었기 때문이라 사료된다(그림 3). 또한, 동일 기간에 옥수수 증숙 처리가 무처리보다 대장균군수 및 일반세균수가 더 느리게 증가됨을 확인 할 수 있었다.

표 2. 증숙처리 후 포장방법별 일반세균수 및 대장균군수 (CFU/ml)

처리별		0일	1일	2일	3일	4일	5일
대장균군수	지퍼팩	4.E+01	3.E+01	0.E+00	6.E+01	TNTC	TNTC
	진공포장	2.E+02	0.E+00	0.E+00	2.E+02	TNTC	TNTC
일반세균수	지퍼팩	8.E+03	4.E+03	1.E+03	1.E+07	TNTC	TNTC
	진공포장	2.E+03	1.E+06	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC

1) TNTC(Too Numerous to count)

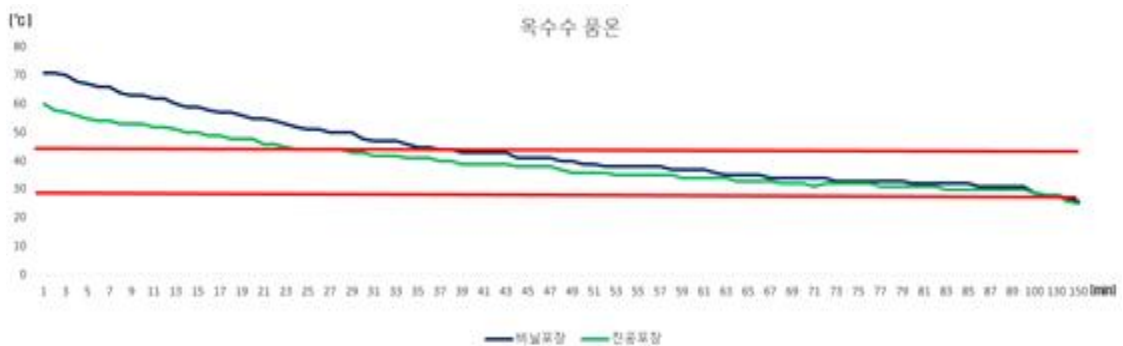


그림 3. 증숙처리 후 포장방법 및 일별 옥수수 품온

나. 증숙 무처리 UV·원적외선 살균처리 방법별 품질비교

○ UV·원적외선 살균처리 기기 개발

옥수수의 품질유지 기간을 증가시키고자 증숙 무처리 옥수수 시료에 버블처리, 오존수처리, UV처리, 원적외선 처리의 단행처리와 UV처리+원적외선 처리의 병행처리를 하여 품질을 비교하였다. 시중에 UV+원적외선 처리를 동시에 할 수 있는 기기가 없어 UV, 원적외선 단행 및 병행 처리가 동시에 가능하면서, 반사경을 이용하여 찰옥수수 사면이 살균처리 될 수 있도록 소규모 살균처리 기기를 개발하였다(그림 4).

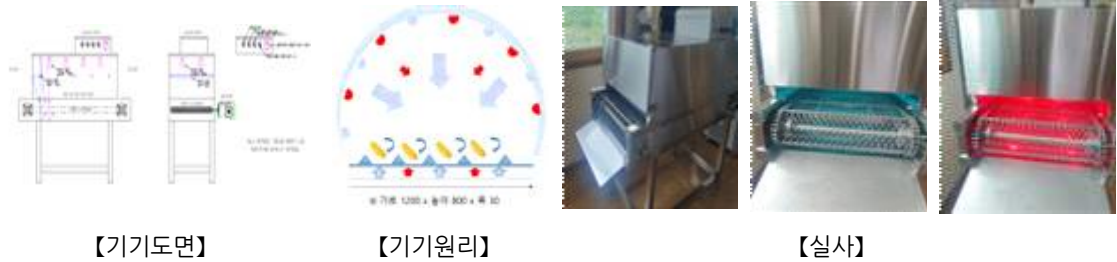


그림 4. UV&원적외선 살균처리 기기 도면

○ 처리별 일반세균수 및 대장균군수 비교

증숙 무처리 옥수수 시료에 5가지 단행처리와 3가지 병행처리를 했을 때 모든 전처리에서 대장균군수와 일반세균수가 증가되어 무처리 대비 뚜렷한 효과를 보지 못했다(표 3). 그러나 후처리에서는 단행처리보다 병행처리인 UV+원적외선에서 5일 동안 대장균군수가 증가되지 않았고, 일반세균수도 다른 처리군에 비해 증가속도가 완만하였다(표 4).

표 3. 전처리 방법별 일반세균수 및 대장균군수 (CFU/ml)

처리별		0일	1일	2일	3일	4일	5일
대장균군수	무처리	0.E+00	4.E+02	2.E+03	8.E+01	TNTC	TNTC
	버블	0.E+00	3.E+03	6.E+03	2.E+03	TNTC	TNTC
	오존수	0.E+00	2.E+01	TNTC	TNTC	TNTC	TNTC
	UV	7.E+00	0.E+00	2.E+02	4.E+02	1.E+02	TNTC
	원적외선	0.E+00	0.E+00	2.E+01	1.E+01	1.E+01	4.E+02
	UV+원적외선	3.E+02	TNTC	2.E+02	TNTC	TNTC	TNTC
일반세균수	무처리	2.E+02	1.E+04	3.E+04	9.E+04	TNTC	TNTC
	버블	3.E+02	7.E+04	2.E+06	2.E+06	TNTC	TNTC
	오존수	4.E+04	8.E+03	2.E+06	3.E+07	5.E+07	TNTC
	UV	2.E+01	5.E+01	6.E+02	4.E+04	2.E+04	8.E+05
	원적외선	6.E+01	1.E+01	6.E+02	3.E+03	1.E+04	4.E+04
	UV+원적외선	1.E+03	1.E+04	1.E+04	6.E+04	5.E+05	2.E+07

1) TNTC(Too Numerous to count)

표 4. 후처리 방법별 일반세균수 및 대장균군수

(CFU/ml)

처리별		0일	1일	2일	3일	4일	5일
대장균군수	UV	0.E+00	1.E+02	7.E+01	TNTC	TNTC	TNTC
	원적외선	0.E+00	1.E+01	1.E+02	1.E+02	TNTC	TNTC
	UV+원적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
일반세균수	UV	3.E+02	5.E+02	6.E+03	9.E+04	7.E+05	TNTC
	원적외선	1.E+02	7.E+01	3.E+04	3.E+05	6.E+05	TNTC
	UV+원적외선	9.E+03	2.E+03	2.E+05	4.E+06	4.E+05	2.E+05

1) TNTC(Too Numerous to count)

○ 처리별 색도 비교

0일차 전처리에서는 오존수처리, 적외선처리와 후처리 UV처리와 UV+원적외선 병행처리가 다른 처리군보다 L값이 높게 나왔고, 5일차 전처리에서는 버블처리, 오존수처리와 후처리 UV단행처리, UV+원적외선 병행처리가 다른 처리군보다 L 값이 높게 나왔다(그림 5).

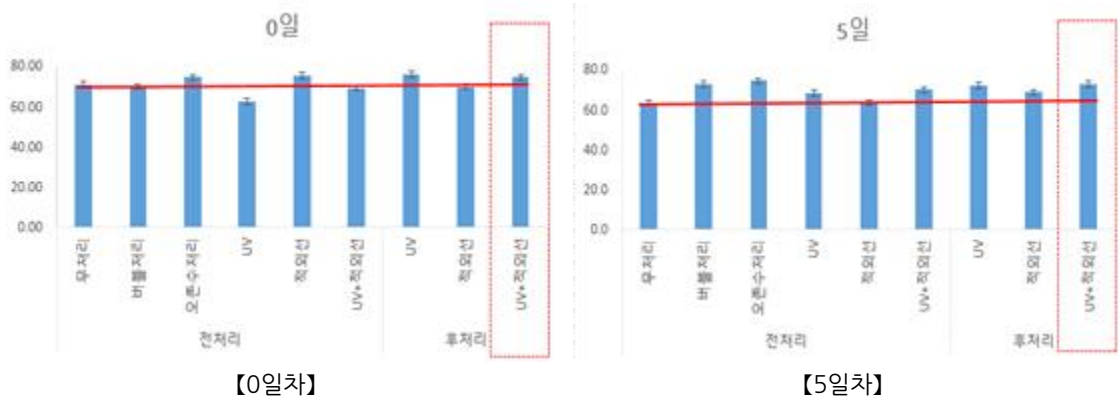


그림 5. 색 도

○ 처리별 경도 비교

처리별 경도변화를 비교한 결과 2일차부터 다른 처리군은 경도가 낮아지지만, 전처리-오존수처리와 후처리-UV+원적외선 처리에서 경도가 5일차까지 유지되었다(그림 6).

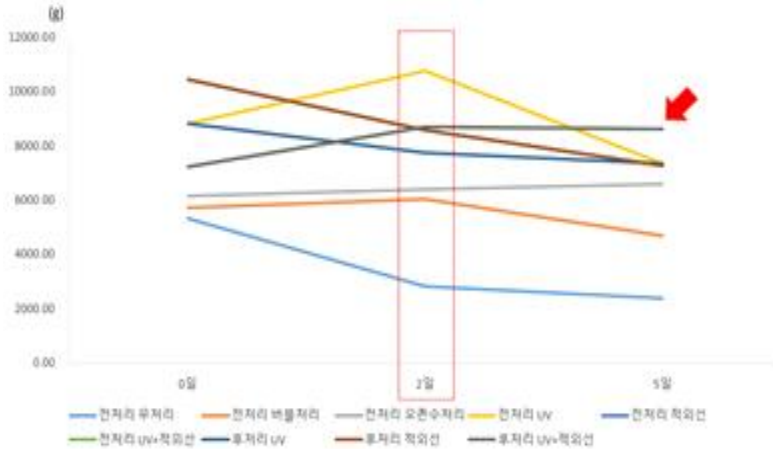


그림 6. 경 도

다. 증숙 처리 UV·원적외선 살균처리 방법별 품질비교

○ 처리별 일반세균수 및 대장균군수 비교

증숙 전의 전처리에서는 UV처리에서 5일 동안 대장균군수가 증가되지 않았고, 일반세균수도 다른 처리군에 비해 증가속도가 완만하였다. 증숙 처리 후에서의 UV처리와 원적외선처리의 단행 처리에서 대장균군수가 증가되지 않았다. 또한, UV+원적외선 병행처리에서도 5일 동안 대장균군수가 증가되지 않았다(표 5). 일반세균수는 UV+원적외선 병행처리에서 다른 처리군에 비해 증가속도가 완만하였다(표 6).

표 5. 전처리 방법별 일반세균수 및 대장균군수 (CFU/ml)

처리별 및 일수		0일	1일	2일	3일	4일	5일
대장균군수	무처리	0.E+00	0.E+00	0.E+00	TNTC	TNTC	TNTC
	버블	2.E+01	5.E+01	3.E+01	2.E+01	TNTC	TNTC
	오존수	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	TNTC
	UV	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
	원적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	1.E+01	0.E+00	3.E+02
	UV+원적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	2.E+02	7.E+00	TNTC
일반세균수	무처리	3.E+03	7.E+05	5.E+06	TNTC	TNTC	TNTC
	버블	2.E+02	4.E+04	2.E+06	1.E+07	TNTC	TNTC
	오존수	6.E+04	2.E+05	7.E+06	4.E+06	2.E+07	TNTC
	UV	9.E+01	4.E+02	3.E+04	7.E+05	9.E+05	5.E+05
	원적외선	5.E+02	2.E+02	5.E+04	3.E+05	2.E+06	1.E+06
	UV+원적외선	5.E+03	4.E+05	3.E+05	5.E+06	3.E+06	1.E+07

1) TNTC(Too Numerous to count)

표 6. 후처리 방법별 일반세균수 및 대장균군수

(CFU/ml)

처리별 및 일수		0일	1일	2일	3일	4일	5일
대장균수	UV	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
	적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
	UV+적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
일반세균수	UV	8.E+02	2.E+02	3.E+05	2.E+05	1.E+06	1.E+07
	적외선	4.E+03	2.E+02	9.E+04	3.E+06	1.E+06	8.E+05
	UV+적외선	9.E+03	2.E+03	2.E+05	4.E+06	4.E+05	2.E+05

1) TNTC(Too Numerous to count)

○ 처리별 색도 비교

0일차에서는 UV+원적외선 병행 후처리한 옥수수에서 다른 처리군보다 L값이 높게 나왔으나 5일차에서는 처리간 큰 차이가 없었다(그림 7).

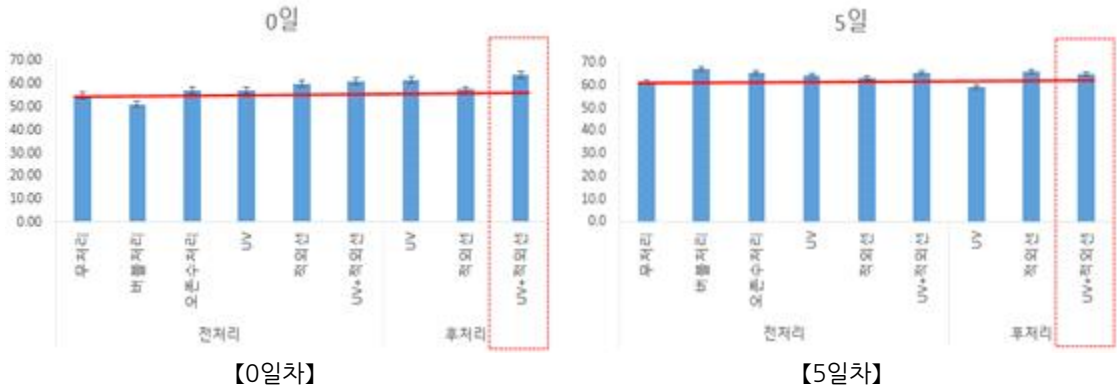


그림 7. 색도

○ 처리별 경도 비교

전처리 적외선처리와 오존수처리, 후처리 UV처리에서 경도가 증가하였으나 UV 전처리에서 5일차까지 가장 높은 경도가 유지되었고, UV+원적외선 병행 전처리와 UV+원적외선 병행 후처리에서 경도가 완만하게 낮아졌다. (그림 8).

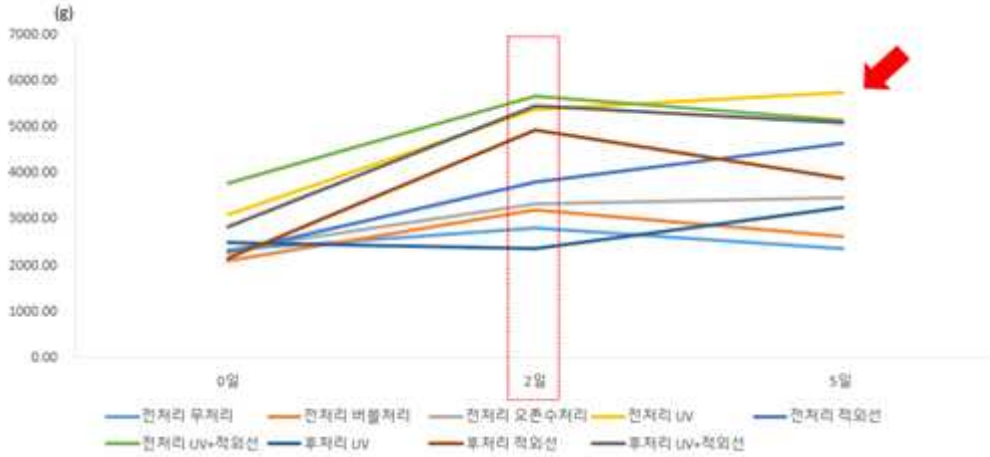


그림 8. 경 도

(시험2) 팝콘, 칼라찰옥수수를 이용한 가공적성 탐색

○ 품종별 성분분석

품종별 알곡 성상은 그림 9와 같이 흰색, 노랑색, 붉은색을 나타냈으며, 품종별 조단백질 함량은 청춘찰(10.96%), 미흑찰(10.53%), 미백2호(10.1%), 골드찰(8.38%)순이었다. 조지방 함량은 골드찰(3.76%), 청춘찰(3.41%), 미백2호(3.15%), 미흑찰(2.54%)순으로 나왔다(표7).

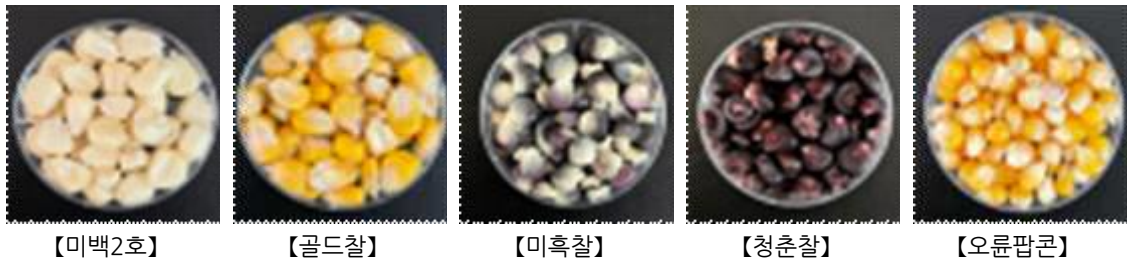


그림 9. 품종별 성상

표 7. 품종별 일반성분 함량

(g/100g)

품종	수분	단백질	지방	회분	탄수화물
미백2호	12.18±0.05	10.01±0.07	3.15±0.01	1.12±0.04	73.53±0.03
골드찰	12.73±0.19	8.38±0.02	3.76±0.05	1.52±0.03	73.61±0.16
미흑찰	12.80±0.07	10.53±0.07	2.54±0.05	1.91±0.02	72.21±0.13
청춘찰	11.79±0.09	10.96±0.04	3.41±0.08	1.78±0.06	72.06±0.06
오룬팝콘	9.73±0.05	10.69±0.07	6.33±0.05	2.75±0.02	70.50±0.13

○ 품종별 식이섬유 함량

총 식이섬유는 오룬팝콘(16.50g/100g), 골드찰(13.38g/100g), 청춘찰(11.79g/100g), 미흑찰(9.42g/100g), 미백2호(7.25g/100g) 순이었다(그림 10).



그림 10. 품종별 식이섬유 비교

○ 품종별 아미노산 함량

품종별로 18종 아미노산 함량을 비교하였다. 미백 2호에서 글루탐산, 프롤린, 이소루신, 루신, 페닐알라닌이 높았고, 청춘찰에서 세린, 글리신, 트레오닌, 알라닌, 티로신, 시스틴, 메티오닌이 높게 나왔다(표 8).

표 8. 품종별 아미노산 함량(계속) (g/100g)

품종	히스티딘	세린	아르기닌	글리신	아스파르트산	글루탐산
미백2호	0.30±0.01	0.52±0.02	0.36±0.01	0.31±0.02	0.59±0.03	2.17±0.02
골드찰	0.27±0.01	0.46±0.01	0.46±0.01	0.39±0.01	0.59±0.01	1.60±0.03
미흑찰	0.28±0.00	0.51±0.01	0.45±0.01	0.37±0.00	0.77±0.01	1.96±0.01
청춘찰	0.27±0.01	0.53±0.00	0.46±0.00	0.41±0.01	0.75±0.01	1.92±0.01

표 8. 품종별 아미노산 함량 (g/100g)

품종	트레오닌	알라닌	프롤린	라이신	티로신	발린
미백2호	0.35±0.01	0.52±0.02	1.06±0.02	0.20±0.03	0.25±0.02	0.46±0.02
골드찰	0.34±0.01	0.69±0.01	0.74±0.02	0.31±0.01	0.27±0.01	0.43±0.00
미흑찰	0.38±0.01	0.80±0.01	0.91±0.01	0.35±0.01	0.31±0.01	0.45±0.01
청춘찰	0.39±0.00	0.81±0.01	0.93±0.01	0.35±0.00	0.35±0.01	0.41±0.01

표 8. 품종별 아미노산 함량 (g/100g)

품종	이소루신	루신	페닐알라닌	트립토판	시스틴	메티오닌
미백2호	0.34±0.01	1.55±0.03	0.55±0.01	0.02±0.01	0.31±0.03	0.26±0.02
골드찰	0.27±0.00	1.02±0.02	0.41±0.01	0.03±0.01	0.27±0.00	0.20±0.00
미흑찰	0.30±0.01	1.26±0.01	0.47±0.00	0.05±0.00	0.29±0.02	0.25±0.02
청춘찰	0.27±0.01	1.23±0.01	0.47±0.01	0.06±0.00	0.33±0.01	0.28±0.01

○ 품종별 지방산 함량

청춘찰에서 포화지방산(C20:0, C21:0)과 단일불포화지방산(C14:1, C16:1), 다가불포화지방산(C18:3(n-3))이 다른 품종에 비해 높았다(표 9).

표 9. 품종별 지방산 함량 (mg/100g)

품종	포화지방산		단일불포화지방산		다가불포화지방산
	arachidic acid (아라키딘산)	Heneicosanoic acid (헤네이코사노산)	myristoleic acid (미리스트올레산)	palmitoleic acid (팔미트올레산)	α-Linolenic Acid (알파리놀렌산)
	C20:0	C21:0	C14:1	C16:1	C18:3(n-3)
미백2호	711.130	26.851	16.146	385.244	9.642
골드찰	609.574	30.948	16.094	366.020	12.278
미흑찰	726.102	27.529	15.347	406.294	9.963
청춘찰	731.184	36.555	20.027	529.286	13.200

○ 품종별 비타민 함량

표 10에서와 같이 골드찰 품종이 다른 품종보다 레티놀, 베타카로틴, 알파토코페롤이 높았다.

표 10. 품종별 비타민 함량 (mg/100g)

품종	Retinol	β-Carotene	α-Tocopherol
미백2호	0.04±0.00	0.03±0.00	0.24±0.00
골드찰	0.10±0.00	0.17±0.00	0.83±0.00
미흑찰	0.08±0.00	0.04±0.00	0.45±0.00
청춘찰	0.03±0.00	0.06±0.00	0.61±0.00

○ 품종별 점도 비교

품종별 점도는 미백2호(481BU), 골드찰(349BU), 미흑찰(128BU), 청춘찰(102BU) 순이었다(그림 11).

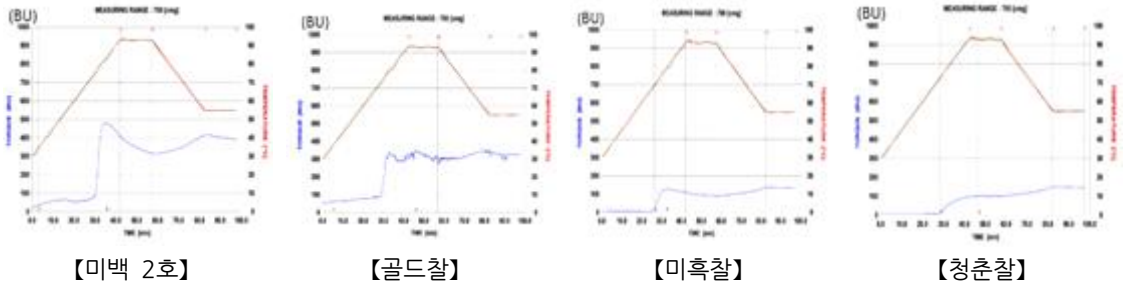


그림 11. 품종별 점도비교

○ 품종별 수분흡수지수·수분용해지수 분석

수분흡수지수는 미혹찰에서 가장 높았고, 미백2호에서 가장 낮았다. 수분용해지수는 특수옥수수(오륜팝콘)가 칼라찰옥수수보다 높게 나왔다(그림 12).

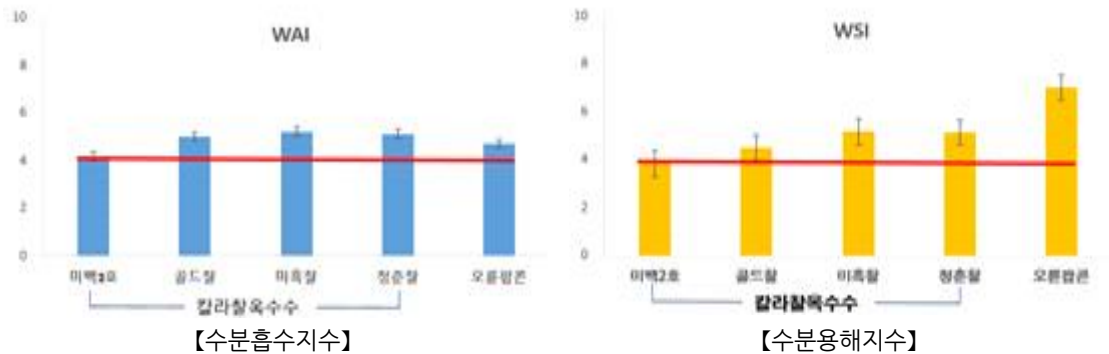


그림 12. 품종별 WSI·WAI 비교

○ 품종별 물성 분석

표 11에서와 같이 품종별 경도는 오륜팝콘이 가장 높았고 찰옥수수 품종 중에서는 미백2호가 높았고, 미혹찰이 가장 낮았다. 응집성은 찰옥수수 품종보다 특수옥수수 오륜팝콘이 높았고, 미혹찰이 가장 낮았다. 찰옥수수 품종에서 탄력성은 청춘찰이 높았고, 점착성, 씹힘성에서는 미백 2호가 높았다.

표 11. 품종별 물성비교

	경 도(g)	응집성	탄력성(mm)	점착성(g)	씹힘성(mJ)
미백2호	2542.40±112.38	0.45±0.04	1.46±0.11	1347.60±131.01	18.96±2.48
골드찰	2420.20±163.96	0.44±0.05	1.42±0.11	1258.40±145.68	17.64±2.14
미흑찰	1690.60±128.03	0.38±0.05	1.48±0.14	786.00±116.35	11.44±2.18
청춘찰	1839.00±189.10	0.47±0.11	1.62±0.24	905.80±94.88	13.88±2.01
오륜팝콘	2870.00±119.54	0.54±0.05	1.72±0.04	1723.00±91.62	29.20±1.95

(시험3) 팝콘, 칼라찰옥수수를 이용한 시제품 개발

가. 레토르트 옥수수 시제품 개발

○ 레토르트 갈변방지 처리방법

2021년에 레토르트 갈변방지를 위해 세가지 가공공정에 따른 품질비교를 하였다. A공정은 옥수수를 진공포장하여 레토르트 처리를 하였다. B공정은 1% NaCl를 포함한 정제수에 옥수수를 침지 한 후 진공포장하여 레토르트 처리하였다. C공정은 100℃에서 30분간 옥수수를 증숙하여 진공포장하여 레토르트 처리하였다. 레토르트는 1차(95℃, 0.5kgf/cm², 10min)와 2차(100℃, 0.5kgf/cm², 50min)로 처리하여 20분 냉각 처리하였다(그림 13).



그림 13. 옥수수 레토르트 처리 공정

○ 레토르트 처리방법별 물성 비교

B공정(정제수+레토르트) 처리 시에 다른공정 처리보다 옥수수의 경도(1713.4g), 응집성(0.42), 탄력성(1.06), 점성(726.6g), 씹힘성(7.6mJ)이 우수하였다. A공정(무처리+레토르트) 처리의 옥수수는 경도가 높았고, C공정(증숙+레토르트) 처리의 옥수수는 경도가 낮았다(그림 14).

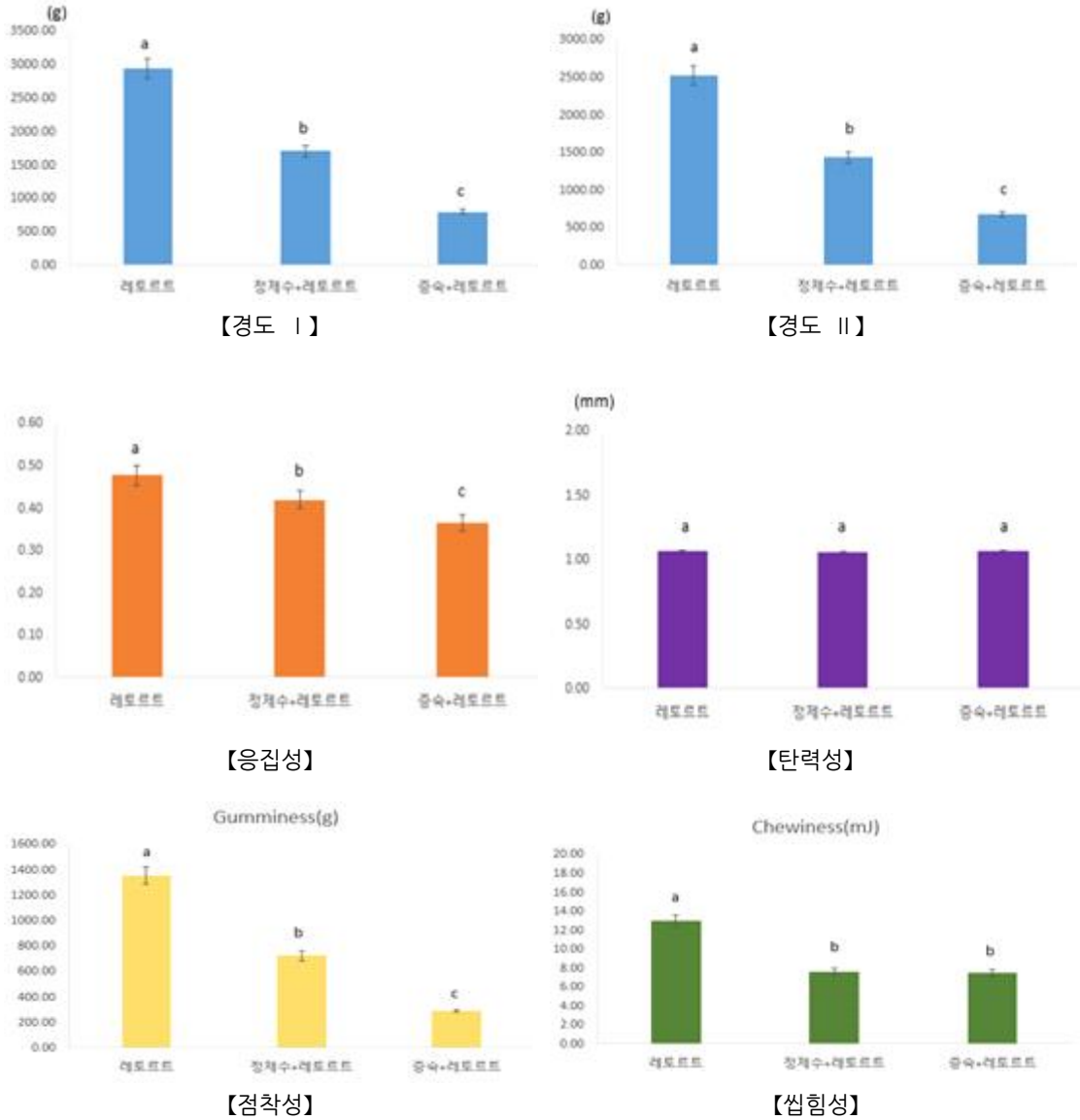


그림 14. 레토르트 처리방법별 물성 비교

○ 레토르트 처리방법별 색도 비교

다른 처리군에 비해 B공정(정제수+레토르트) 처리 시에 색도에서 L(명도)값이 가장 높았다. C공정(증숙+레토르트) 처리 시에 b(황색도)가 가장 높았다(그림 15).

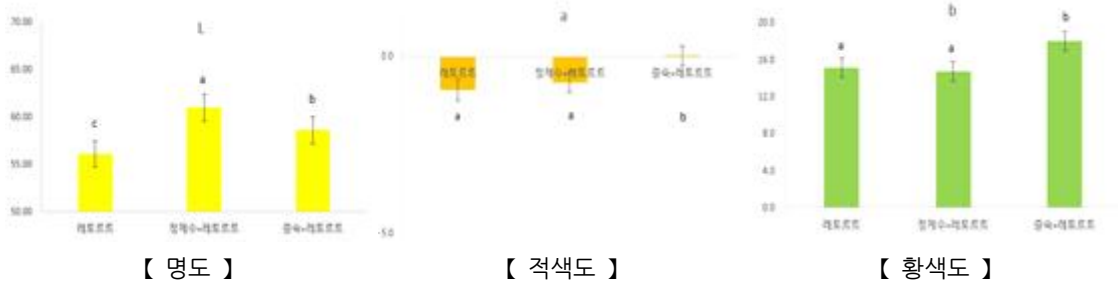


그림 15. 레토르트 처리방법별 옥수수 색도



그림 16. 레토르트 처리방법별 옥수수 성상

○ 레토르트 처리방법별 관능평가 비교
 다른 처리군에 비해 B공정(정제수+레토르트) 처리 시에 색과 향의 만족도가 높았고, 전체적인 기호도가 높았다(그림 17).

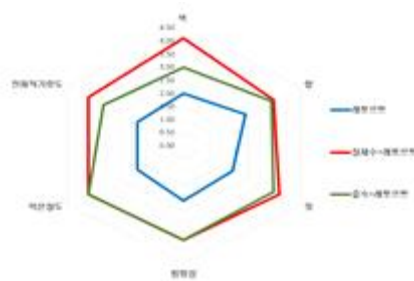


그림 17. 레토르트 처리별 관능평가

나. 옥수수활용 디저트 개발

○ 옥수수 떡 제조 공정

옥수수 떡 제조 공정은 건조된 옥수수(미백, 황옥)를 탈피한 후, 옥수수를 48hr 정제수에 침지하여 불려주고, 분쇄하여 사각틀에 20분간 스팀처리하였다. 부재료별(무처리, 식이섬유, 알코올, 장미농축액)로 각각 편칭한 후, 성형하여 품질을 비교하였다(그림 18). 부재료별로 경도를 비교

하였을 때 다른 처리군보다 장미농축액 첨가시 옥수수떡의 경도가 가장 낮았고, 식감이 우수하였다(그림 19).

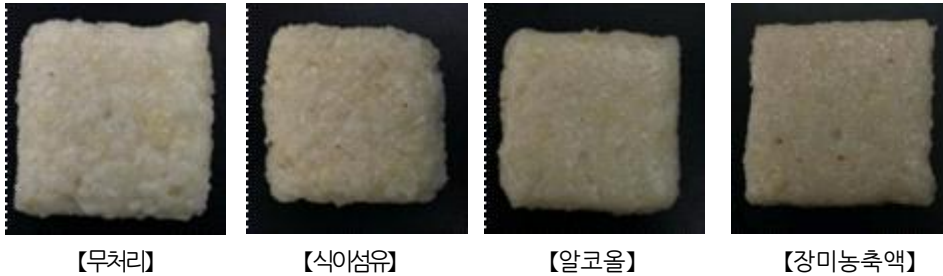


그림 18. 부재료 처리별 옥수수떡 성상

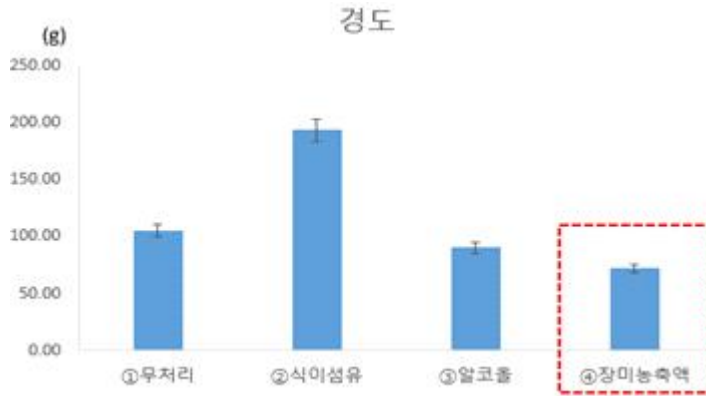


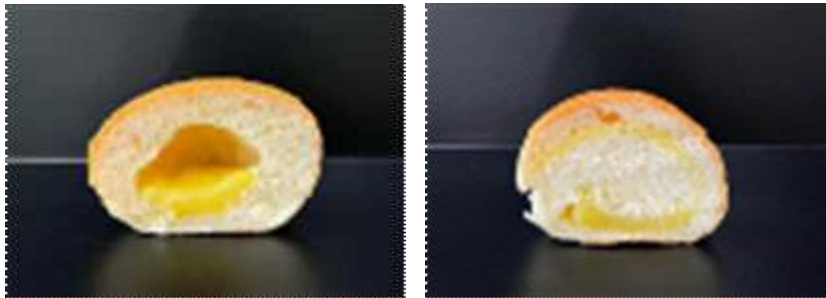
그림 19. 부재료 처리별 옥수수떡 경도

○ 옥수수 빵 제조 공정

옥수수 빵 제조 공정은 다음과 같다. ① 밀술, 강력분, 꿀을 혼합한 후 25~30℃에서 24시간 발효시킨 발효종 100g에 강력분 350g, 설탕 50g, 소금 5g, 우유 160g, 계란 50g 넣고 혼합하여 손박죽한다. ② 반죽이 한덩어리로 뭉쳐지면 버터를 2~3회 나누어 넣어 준다. ③ 1차 발효는 습도 85~90%, 온도 35℃에서 5시간 발효한다. ④ 앙금은 모든 재료를 혼합하여 준비해 둔다. ⑤ 반죽을 40g으로 분할하여 둥글리기 한다. ⑥ 중간발효는 실온에서 20분 발효한다. ⑦ 반죽에 앙금을 15g씩 포함하여 성형한다. ⑧ 2차 발효는 습도 90~95%, 온도 40℃에서 2시간 발효한다. ⑨ 성형된 반죽에 계란물을 바르고 170℃에서 12~13분 굽는다.

표 12. 옥수수 빵 배합비

재 료	중 량	공정 단계
밀술	120	I. 발효중
강력분	100	
꿀	10	
강력분	350	II. 반 죽
* 발효중	100	
설탕	50	
소금	5	
우유	160	
계란	50	
버터	50	III. 앙금
찹쌀가루	135	
옥수수전분	15	
치자분말	0.2	
설탕	30	
소금	1	
정제수	100	



【타입 I】

【타입 II】

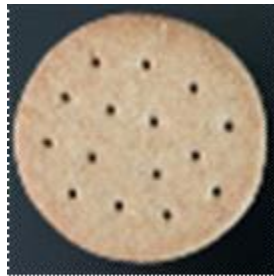
그림 20. 옥수수빵 성상

○ 옥수수 스낵 제조 공정

옥수수 스낵 제조 공정은 다음과 같다. ① 버터를 부드럽게 크림화 시킨다. ② 크림화 된 버터에 슈가파우더, 소금, 꿀을 넣고 2차 크림화 시킨다. ③ 통밀가루, 베이킹파우더, 옥수수 전분을 체에 친 후, ②과 혼합하여 반죽한 후, 전통주를 넣고 2차 반죽한다. ④ 반죽에 덧가루를 뿌리고 0.5cm 두께로 만든다. ⑤ 반죽을 성형틀로 찍어내어 성형한다. ⑥ 팬닝하여 오븐에 170℃에서 10분간 굽는다. (15~18개 생산 가능)

표 13. 옥수수 스낵 배합비

부재료	기본 스낵		옥수수 스낵	
	중량(g)	배합비(%)	중량(g)	배합비(%)
무염버터	110	26.5	110	26.5
슈가파우더	70	16.9	70	16.9
소금	2	0.5	2	0.5
꿀	10	2.4	10	2.4
통밀가루	200	48.2	194	46.7
베이킹파우더	3	0.7	3	0.7
옥수수 전분	-	-	6	1.4
전통주	20	4.8	20	4.8



【기본 스낵】



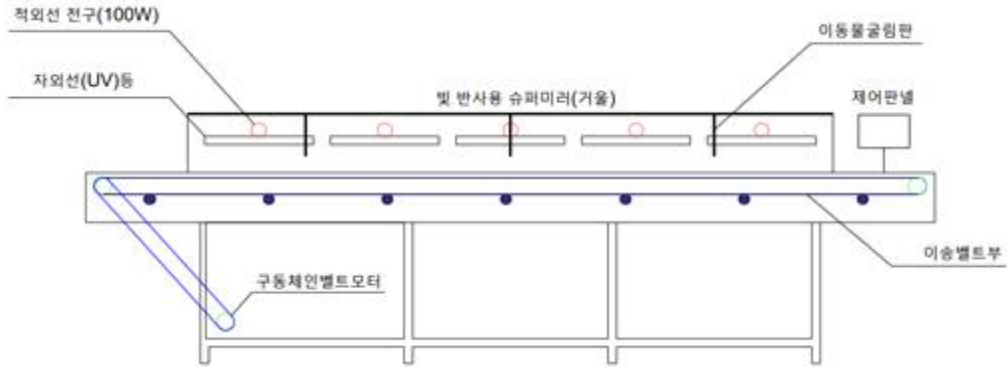
【옥수수 스낵(전분 6%)】

그림 21. 옥수수 스낵 성상

(시험4) 칼라찰옥수수의 품질유지확보를 위한 가공공정 개발

○ 농가보급형 기기 개발 및 살균 효과

칼라찰옥수수의 품질유지확보를 위한 농가보급용 살균 처리 기기를 자체 개발하였다. 농가 보급용 기기는 크기 ww5,000×d400×h1,500으로 UV처리와 원적외선처리가 동시에 가능하고, 상·하부는 슈퍼미러를 설치되어 시료가 통과하면서 살균될 수 있도록 제작하였다(그림 22).



1. 크기 : ww5,000xh400x1,500
2. 예안 전압 : 380V 3상
3. 이송벨트부
 - 10단계 속도 조절
 - 스테인레스 채인당 구조
4. 실험재료 균림관 설치 : 3개
 - 물체 이송 중 균여주는 역할
5. 상부 커버내 살균등 설치
 - 적외선 100W 12개
 - 자외선 UV 15W 12
6. 슈퍼미러(거울) 양/하부 설치
 - 반사로 살균 효과 극대화
 - 상/하부 분리 가능
7. 각 부를 스테인레스 사용으로 재오염 방지



그림 22. UV&원적외선 살균처리 기기

○ 증숙 처리 UV·원적외선 살균처리 방법별 품질비교

증숙 전의 전처리에서는 UV처리, 적외선처리의 단행처리와 UV+적외선 병행처리에서 5일 동안 대장균균수가 증가되지 않았다. 증숙 처리 후에서의 대장균균수는 UV처리에서는 4일, 적외선 처리와 UV+적외선 병행처리에서 5일동안 대장균균수가 증가되지 않았다(표 14).

표 14. 처리별 대장균균수 비교 (CFU/ml)

	0일	2일	4일	5일	
전처리	무처리	0.E+00	0.E+00	0.E+00	1.E+03
	버블처리	0.E+00	3.E+02	1.E+02	TNTC
	오존수처리	0.E+00	0.E+02	9.E+01	TNTC
	UV	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
	적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
	UV+적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
후처리	UV	0.E+00	0.E+00	0.E+00	1.E+00
	적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00
	UV+적외선	0.E+00	0.E+00	0.E+00	0.E+00

1) TNTC(Too Numerous to count)

(시험5) 팝콘이삭을 이용한 즉석편이 상품개발

○ 팝콘 이삭 처리별 튀김부피 및 튀김율 비교

본 연구는 2022년에 팝콘 알곡을 이용하여 수행하였다. 수분함량은 11, 12, 13, 14, 15%의 구간과 마이크로웨이브 파장은 W700, W1,000에서의 두 구간에서 각각 120sec, 150sec, 180sec 처리한 품종별(오륜이삭, 이룬 2호이삭) 튀김부피와 튀김율을 비교하였다. 튀김부피와 튀김율은 120sec 보다 180sec에서 처리했을때가 높게 나왔으며, 마이크로웨이브 파장 W700 처리한 시료군이 W1,000처리한 시료군보다 높게 나왔다. 수분함량은 11~13%에서 높았고, 14%이상부터는 낮게 나왔다. 수분함량 12%, 마이크로웨이브 파장 W700, 180sec 처리 한 시료군에서 튀김부피는 오륜이삭 29.85cm³/g, 오륜 2호 이삭 28.05cm³/g였고, 튀김율은 오륜이삭 67.15%, 오륜 2호 이삭 64.61%으로 다른 처리군보다 높게 나왔다(표15, 그림23).

표 15. 처리별 튀김부피 및 튀김율

시료명		튀김부피(cm ³ /g)		튀김율(%)		
		오른이삭	오른 2호 이삭	오른이삭	오른 2호 이삭	
11%	W700	120sec	17.81	20.80	45.51	45.58
		150sec	25.74	21.07	60.81	46.76
		180sec	27.03	29.55	66.52	61.94
	W1,000	120sec	18.57	17.75	35.61	38.67
		150sec	22.28	19.67	45.26	42.69
		180sec	23.76	21.94	49.35	50.65
12%	W700	120sec	17.88	17.90	37.83	37.36
		150sec	23.83	19.90	56.71	45.03
		180sec	29.85	28.05	67.15	64.61
	W1,000	120sec	16.24	13.73	28.53	29.04
		150sec	15.67	21.22	38.85	46.85
		180sec	17.60	21.60	45.15	51.52
13%	W700	120sec	17.69	15.11	24.41	33.57
		150sec	26.42	18.80	50.83	46.00
		180sec	28.20	27.12	59.38	60.77
	W1,000	120sec	14.41	12.96	33.28	31.49
		150sec	13.55	16.13	35.00	33.32
		180sec	14.44	16.98	35.50	43.55
14%	W700	120sec	17.49	9.36	19.12	21.29
		150sec	23.03	16.16	35.21	29.43
		180sec	22.77	10.66	30.99	28.51
	W1,000	120sec	14.77	14.87	20.91	22.49
		150sec	19.42	12.78	32.58	21.52
		180sec	18.59	14.42	28.43	26.66
15%	W700	120sec	9.89	8.03	10.05	9.12
		150sec	16.81	12.37	20.63	13.54
		180sec	16.12	14.28	18.15	20.83
	W1,000	120sec	10.72	11.54	11.71	15.42
		150sec	13.05	12.09	12.11	15.71
		180sec	15.00	14.23	18.22	20.62



그림 23. 팝콘이삭 처리별 성상비교

튀김부피와 튀김율이 가장 높았던 수분함량 12%, 마이크로웨이브 파장 W700, 180sec로 처리하여 포장지별로 튀김율을 비교하였다. 포장지(A)에서 다른 두 포장지에 비해 튀김율이 높았고, 포장지에 따라서 팝콘이삭의 튀김부피와 튀김율에 영향을 주었다(그림 24).



그림 24. 팝콘이삭 성상 및 튀김율 비교

○ 팝콘 시즈니용 산채분말 건조별 품질 비교

산채분말의 건조방법은 열풍건조, 냉풍건조, 동결건조, 분무건조 처리하여 품질 비교를 하였다. 동결건조한 산채분말에서 L값과 a값이 낮았다(그림28). 건조별 분체 유동성 분석에서는 안식각은 동결건조(53.8°)가 가장 높았으며, Bulk density와 Tapped density가 가장 낮게 나왔다(표 16). 동결건조 산채분말이 팝콘 시즈니용 산채분말로 가장 적합하다고 사료된다.

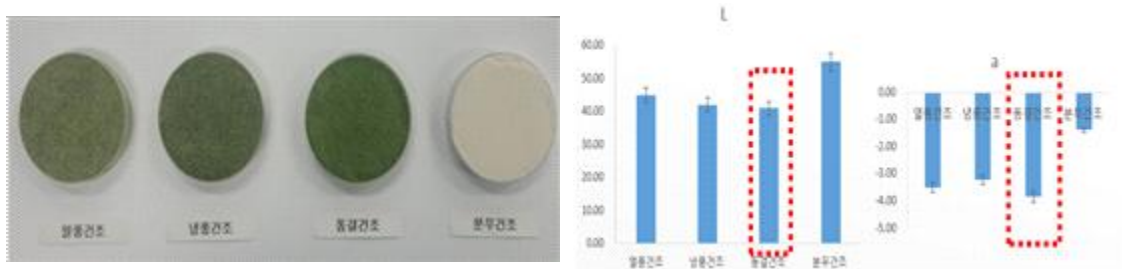


그림 28. 산채팝콘 처리별 색도비교

표 16. 처리별 유동성 분석 비교

Data Set	Flow Function Slope	Flow Index at 10Kpa	Effective Angle of Internal Friction(°)	Bulk Density	Tapped Density
열풍건조	0.20	0.21	48.8	498.1	651.3
냉풍건조	0.26	0.27	49.5	399.1	548.9
동결건조	0.24	0.25	53.8	193.3	316.0
분무건조	0.10	0.08	34.2	563.3	631.6

○ 팝콘 시즈니용 산채분말 입도별 품질비교

팝콘 시즈니용 산채분말을 제조하기 위해 곤드레를 mesh별 제조하여 팝콘 성상을 비교하였다. 200~300mesh, 350~500mesh, 500~650mesh, 650~800mesh, 800mesh의 다섯 구간의 입도에 따라 팝콘을 제조했을 경우, 향과 맛, 색깔에 대한 차이는 없었다(그림 25).

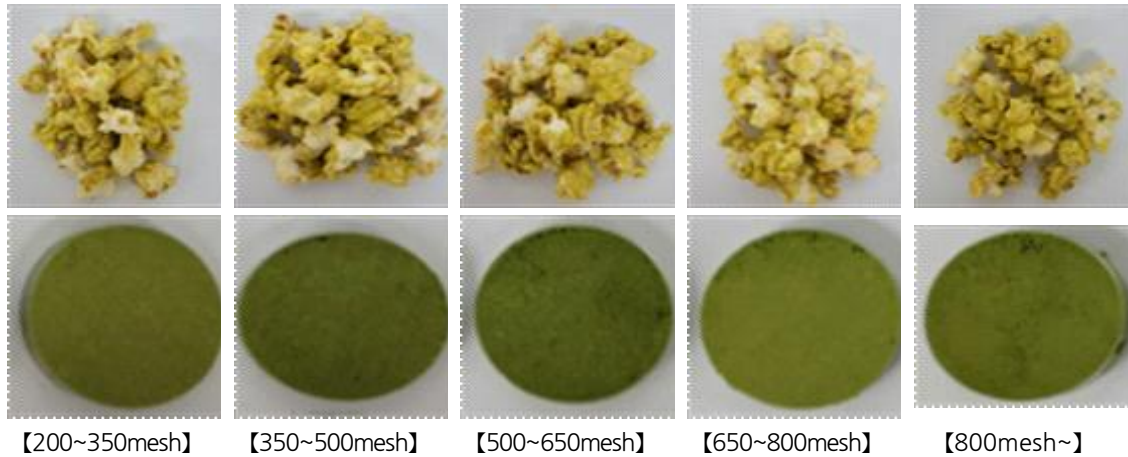


그림 25. mesh별 산채팝콘 성상

○ 팝콘 시즈니용 산채분말 함량에 따른 품질비교

팝콘 제조 시 산채분말 함량이 2% 이상 일 때 팝콘이 검게 변하였고, 1.5%일 때 가장 적합하다고 사료되었다(그림 26).



【분말 1%】



【분말 1.5%】



【분말 2%】

그림 26. 산채분말 함량 및 부재료 첨가에 따른 산채팝콘 성상

○ 팝콘 시즈니용 산채분말 혼합시점에 따른 품질비교

팝콘 제조 시, 산채분말 혼합 시점(전, 중간, 후)에 따른 차이를 보였다. 팝콘 제조 전 혼합시에는 팝콘 알곡에 산채 분말을 혼합하여 처음부터 가열처리 한 경우, 산채분말이 열에 오랫동안 노출되어 검게 변하였다. 팝콘 제조 중간 혼합 시에는 팝콘 알곡을 250℃ 1차 가열처리 후 1분 뒤, 산채분말(200 mesh, 1.5%) 혼합 시 분말이 균일하게 혼합되고, 산채향이 남아 있었다. 팝콘 제조 후 혼합시에는 산채 분말이 팝콘 겉면에 골고루 묻지 않았다(그림 27).



【팝콘제조 전 분말혼합】



【팝콘제조 중→1분 후】



【팝콘제조 후 분말혼합】

그림 27. 혼합 시점별 산채팝콘 성상

○ 팝콘 시즈니용 부재료별 품질 비교

팝콘 시즈니용의 분말은 산채를 동결건조(200mesh, 1.5%)하여 팝콘 알곡을 250℃ 1차 가열처리 하여 혼합할 경우 가장 우수하였으나, 팝콘이 장시간 노출되었을때의 산채분말이 덩어리지는 품질 저하 문제가 발생하였다. 이를 개선하고자, 최종 시즈닝 제품은 산채분말을 따로 포장하는 방법과 다른 부재료와 혼합하여 코팅하는 방식으로 개선하였다(그림 28). 팝콘 시즈닝용 산채분말을 코팅하기 위해 5가지 무처리, 정백당, 고과당, 화이트초콜릿, 물엿, 카라멜 처리 후 성상을 비교하였다. 고과당, 물엿, 카라멜을 첨가한 팝콘은 튀김 중 검게 타서 품질이 저하되었고, 정백당은 색 뭉침현상이 있었다. 부재료 중 화이트초콜릿을 사용한 산채팝콘이 가장 균일하게 코팅되었다(그림 29).



【Ⅰ. 팝콘+시즈닝 분리포장】



【Ⅱ. 표면코팅처리】

그림 28. 산채 팝콘 산업화 방향성



【무처리】



【정백당】



【고과당】



【화이트초콜릿】



【물엿】



【카라멜】

그림 29. 산채분말 함량 및 부재료 첨가에 따른 산채팝콘 성상

(시험6) 지역특산물을 이용한 팝콘 시즈닝 소재 개발(23)

○ 팝콘 품종별 품질특성 비교



그림 30. 팝콘 품종별 비교

팝콘 품종별 알곡 모양은 그림 30과 같았으며, 품종별 튀김부피와 튀김율에서는 기찬>오룬2호>알찬>오룬 순이며, 황색도에서는 알찬이 높았다(표 17). 품종별 경도는 오룬2호>오룬>알찬>기찬순이며, 기찬품종이 점착성, 씹힘성이 낮았다(표 18). 팝콘 품종별 단백질 함량은 오룬2호가 다른 품종에 비해 높았고, 지방은 알찬품종이 다른 품종에 비해 높았다(표 19).

표 17. 팝콘 품종별 품질특성 비교

구분	당도 (brix)	튀김부피 (cm ³ /g)	튀김율 (%)	색도 ^z		
				L	a	b
오륜	0.6	28.47±0.76	95.40±1.92	61.29	1.04	8.30
오륜2호	1.0	40.64±0.78	97.64±0.03	71.76	1.78	9.38
기찬	0.9	41.32±0.48	98.45±0.55	71.12	1.98	9.79
알찬	0.9	33.60±0.91	96.95±1.06	69.78	1.82	10.53

^z L(+white ~ -black), a(+red ~ -green), b(+yellow ~ -blue)

표 18. 팝콘 품종별 물성 비교

구분	Hardness cycle 1(g)	Hardness cycle2(g)	응집력	탄력성 (mm)	점착성 (g)	씹힘성 (mJ)
오륜	688.67	626.00	0.28	1.10	236.00	2.13
오륜2호	744.00	646.67	0.28	1.30	211.33	2.37
기찬	595.33	491.33	0.26	1.54	154.67	2.00
알찬	664.67	560.67	0.30	1.44	162.00	2.07

표 19. 팝콘 품종별 일반성분 비교

구분	일반성분(g/100g)				
	수분	단백질	지방	회분	탄수화물
오륜	11.89±0.01	10.13±0.02	3.11±0.08	1.54±0.10	73.33±0.11
오륜2호	11.55±0.02	11.06±0.02	2.71±0.09	1.38±0.03	73.30±0.11
기찬	10.56±0.03	10.75±0.12	2.50±0.18	1.46±0.08	74.72±0.33
알찬	10.97±0.10	9.03±0.08	3.58±0.32	1.39±0.05	75.04±0.46

○ 코팅처리별 팝콘 품질특성 비교

코팅처리별 오륜팝콘의 튀김부피는 야자유 처리구 13.44~18.57cm³/g, 식용유 처리구 12.69~14.31cm³/g로 야자유처리구의 튀김부피가 높았다(표 20). 당처리별은 올리고당이 원당에 비해 관능평가 점수가 높았고, 튀김 오일종류에 상관없이 올리고당+오미자청 처리구의 관능평가가 높았다(표 22).

표 20. 코팅(오일, 당)처리별 오륜팝콘의 품질특성 비교

구분	코팅처리 ^z	당도 (brix)	튀김부피 (cm ³ /g)	튀김율 (%)	색도 ^y		
					L	a	b
1.	a+원당+오미자청	2.5	13.44	99.53	66.94	2.48	18.70
2.	a+원당+다래청	2.5	18.57	99.10	64.60	2.34	17.49
3.	a+올리고당+오미자청	2.2	15.06	99.49	61.66	1.96	16.92
4.	a+올리고당+다래청	2.1	14.15	99.47	65.13	1.95	19.19
5.	b+원당+오미자청	2.6	12.69	99.59	67.64	2.31	11.78
6.	b+원당+다래청	2.7	13.79	99.63	61.71	1.07	9.08
7.	b+올리고당+오미자청	2.2	14.29	99.50	66.36	1.18	10.22
8.	b+올리고당+다래청	2.1	14.31	99.30	67.29	1.75	10.70

^z a: 야자유, b: 식용유

^y L(+white ~ -black), a(+red ~ -green), b(+yellow ~ -blue)

표 21. 코팅(오일, 당)처리별 오륜팝콘의 물성 비교

구분	Hardness cycle 1(g)	Hardness cycle2(g)	응집력	탄력성 (mm)	점착성 (g)	씹힘성 (mJ)
1	1,418.00	1,196.67	0.26	0.95	350.00	3.27
2	1,320.67	1,241.00	0.26	1.30	371.67	4.83
3	1,363.67	1,177.67	0.26	1.28	372.67	4.63
4	1,628.33	1,489.67	0.28	1.35	425.00	5.30
5	1,397.33	1,268.33	0.24	1.00	325.00	3.30
6	1,433.33	1,297.67	0.31	0.95	376.33	3.93
7	1,125.00	990.33	0.26	1.00	240.00	2.40
8	1,351.00	1,193.67	0.25	2.20	376.00	5.17

표 22. 코팅(오일, 당)처리별 오륜팝콘의 관능평가

구분	외관 ^z	향	달콤한 맛	식감	전체적 기호도
1	5.00	4.00	4.50	4.50	4.50
2	5.00	4.38	4.50	4.63	4.38
3	4.88	4.75	4.38	4.25	4.63
4	5.00	4.63	4.38	4.50	4.50
5	4.63	4.13	4.25	3.88	4.13
6	4.50	4.13	3.88	3.75	4.13
7	4.75	4.13	4.13	4.38	4.63
8	4.63	4.00	4.13	4.25	4.00

^z 관능평가(1. 아주 나쁘다. 2. 나쁘다. 3. 보통이다. 4. 좋다. 5. 아주좋다.)

○ 시즈닝 처리별 팝콘 품질특성 비교

팝콘을 튀긴 후에 시즈닝 처리시 당도는 0.7~1.9로 곡물에 비해 허니치즈 비율이 높을수록 높았다(표 23), 관능평가도 오일+당류처리구보다 낮게 나왔다(표 25).

표 23. 시즈닝별 오륜팝콘의 품질특성 비교

구분	배합비율 ^z	당도 (brix)	염도	색도 ^y		
				L	a	b
S1	a+곡물(2)+허니치즈(8)	1.9	0.11	63.50	1.82	17.73
S2	a+곡물(4)+허니치즈(6)	1.6	0.09	62.29	2.23	17.35
S3	a+곡물(6)+허니치즈(4)	1.1	0.06	61.88	1.53	18.45
S4	a+곡물(8)+허니치즈(2)	0.8	0.02	59.28	1.64	13.51
S5	b+곡물(2)+허니치즈(8)	1.8	0.12	64.62	0.87	8.10
S6	b+곡물(4)+허니치즈(6)	1.3	0.06	64.45	1.74	9.74
S7	b+곡물(6)+허니치즈(4)	0.8	0.05	63.16	2.03	10.01
S8	b+곡물(8)+허니치즈(2)	0.7	0.02	62.39	1.22	8.51

^z a: 야자유, b: 식용유

^y L(+white ~ -black), a(+red ~ -green), b(+yellow ~ -blue)

표 24. 시즈닝별 오륜팝콘의 물성 비교

구분	Hardness cycle 1(g)	Hardness cycle2(g)	응집력	탄력성 (mm)	점착성 (g)	씹힘성 (mJ)
S1	756.67	684.00	0.27	1.18	288.00	3.33
S2	685.33	638.67	0.32	1.24	219.33	2.67
S3	868.67	668.67	0.22	1.24	177.00	2.57
S4	888.33	809.67	0.26	1.29	239.33	3.07
S5	650.00	590.33	0.20	2.19	163.67	3.17
S6	952.67	849.67	0.32	1.45	223.33	3.23
S7	788.00	638.33	0.30	1.97	236.33	3.03
S8	878.00	786.67	0.30	1.29	239.33	3.47

표 25. 시즈닝별 오륜팝콘의 관능평가

구분	외관 ²	향	달콤한 맛	식감	전체적 기호도
S1	4.00	3.75	4.00	4.25	4.00
S2	3.50	3.63	3.75	4.13	3.88
S3	4.00	3.63	4.00	4.13	3.88
S4	4.25	3.88	4.00	4.13	4.00
S5	4.00	3.38	3.38	3.88	3.88
S6	3.88	3.50	3.38	3.88	3.88
S7	4.13	3.75	3.88	3.88	3.75
S8	4.00	3.63	4.13	4.00	3.88

² 관능평가(1. 아주 나쁘다. 2. 나쁘다. 3. 보통이다. 4. 좋다. 5. 아주좋다.)

○ 품종 및 수분함량에 따른 팝콘 품질비교

팝콘 품종(오륜, 오륜2호, 기찬, 알찬)의 수분함량을 각각 10, 15, 20%로 맞춘 후 품질특성 비교는 표 26과 같다. 품종별 수분함량이 높아질수록 튀김부피와 튀김율은 낮았다. 또한 품종별 수분함량이 높아질수록 경도가 높아졌고, 씹힘성도 높아졌다(표 27). 품종별 수분함량에 따른 일반성분은 수분함량에 차이가 있었으나 단백질, 지방, 회분의 큰 차이는 없었다(표 28).

표 26. 품종별 수분함량에 따른 팝콘의 품질특성 비교

품종	수분 (%)	당도 (Brix)	튀김부피 (cm ³ /g)	튀김율 (%)	색도 ^z		
					L	a	b
오륜	10	0.6	28.47±0.76	95.40±1.92	61.29±0.10	1.04±0.01	8.30±0.01
	15	1.6	30.45±0.06	91.06±1.15	65.32±0.01	1.27±0.01	8.70±0.02
	20	1.3	15.30±0.76	89.74±2.77	62.39±0.07	0.89±0.00	7.93±0.01
오륜 2호	10	1.0	40.64±0.78	97.64±0.03	71.76±0.22	1.78±0.02	9.38±0.05
	15	1.8	33.80±0.81	97.55±0.01	63.29±0.02	1.48±0.00	8.03±0.03
	20	1.3	17.28±0.86	91.95±5.07	61.47±0.13	1.86±0.03	9.22±0.21
기찬	10	0.9	41.32±0.48	98.45±0.55	71.12±0.08	1.98±0.01	9.79±0.07
	15	2.4	28.39±0.92	97.17±0.55	64.06±0.03	0.87±0.01	7.48±0.01
	20	1.9	14.58±0.34	92.80±0.56	61.28±0.23	1.74±0.05	8.57±0.12
알찬	10	0.9	33.60±0.91	96.95±1.06	69.78±0.16	1.82±0.01	10.53±0.02
	15	1.2	36.12±0.55	97.96±0.58	60.19±0.08	0.98±0.01	7.99±0.04
	20	1.0	22.15±2.29	90.78±3.24	58.10±0.20	0.89±0.04	9.89±0.09

^z L(+white ~ -black), a(+red ~ -green), b(+yellow ~ -blue)

표 27. 품종별 수분함량에 따른 물성 비교

품종	수분 (%)	Hardness cycle 1 (g)	Hardness cycle 2 (g)	응집력	탄력성 (mm)	접착성 (g)	씹힘성 (mJ)
오륜	10	688.7±17.0	626.0±98.9	0.3±0.1	1.1±0.2	236.0±50.2	2.1±0.7
	15	847.3±16.0	800.3±18.4	0.3±0.0	1.0±0.3	258.3±10.3	2.5±0.6
	20	1,276.0±39.7	1,138.3±25.5	0.2±0.0	1.3±0.1	320.3±53.5	4.6±0.4
오륜 2호	10	744.0±54.4	646.7±28.7	0.3±0.0	1.3±0.1	211.3±38.7	2.4±1.1
	15	893.7±24.8	825.0±36.1	0.4±0.0	1.4±0.2	338.3±33.6	3.8±0.4
	20	1,180.7±92.7	1,060.7±103.3	0.2±0.1	5.4±1.2	276.7±63.9	3.3±0.4
기찬	10	595.3±70.2	491.3±93.9	0.3±0.1	1.5±0.3	154.7±22.4	2.0±0.4
	15	898.0±33.5	803.0±64.4	0.4±0.0	1.3±0.3	241.0±24.3	3.0±0.3
	20	1,258.0±28.5	1,120.0±43.3	0.4±0.0	2.3±1.0	462.7±30.1	4.9±1.4
알찬	10	664.7±33.7	560.7±61.9	0.3±0.1	1.4±0.3	162.0±9.5	2.1±0.5
	15	878.3±58.6	668.3±57.5	0.2±0.0	1.6±0.2	222.7±10.7	2.7±0.8
	20	1,263.7±88.0	961.0±97.3	0.2±0.1	2.5±1.5	207.3±44.3	4.9±1.7

표 28. 품종별 수분함량에 따른 팝콘의 일반성분 비교

품종	수분함량 (%)	수분 (%)	단백질 (%)	지방 (%)	회분 (%)	탄수화물 (%)
오륜	10	2.91±0.04	11.01±0.25	3.28±0.10	1.54±0.01	81.26±0.23
	15	5.08±0.13	11.75±0.03	2.85±0.09	1.83±0.13	78.49±0.06
	20	2.38±0.02	11.55±0.11	2.76±0.10	1.67±0.06	81.63±0.07
오륜 2호	10	3.31±0.27	11.74±0.06	3.66±0.03	1.52±0.04	79.77±0.34
	15	4.25±0.12	12.08±0.08	2.93±0.22	1.80±0.07	78.94±0.32
	20	2.59±0.34	12.30±0.14	3.07±0.02	1.58±0.03	80.46±0.22
기찬	10	3.10±0.19	11.83±0.08	3.82±0.11	1.58±0.03	79.67±0.13
	15	4.87±0.19	11.79±0.24	3.02±0.12	1.70±0.10	78.62±0.40
	20	2.44±0.07	11.94±0.08	3.15±0.09	1.60±0.02	80.86±0.10
알찬	10	2.51±0.23	10.11±0.09	4.24±0.06	1.55±0.03	81.59±0.20
	15	4.03±0.12	10.20±0.10	3.45±0.12	1.65±0.16	80.67±0.10
	20	2.95±0.13	10.27±0.27	3.22±0.11	1.60±0.11	81.96±0.57



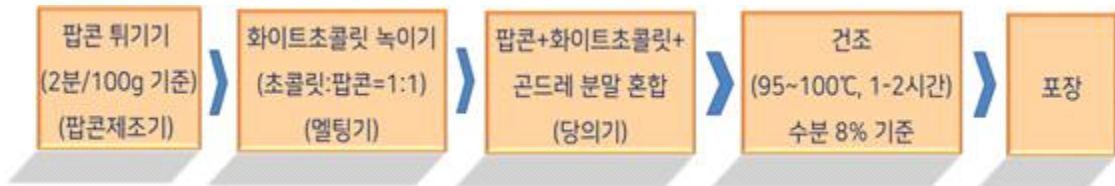
그림 31. 수분함량 및 품종별 팝콘 비교

○ 시제품 제조 : 산채팝콘

곤드레분말 제조공정은 그림 32과 같다. 수확한 곤드레를 식염 3%, 100℃, 3분간 데친다. 데친 곤드레를 냉수에 3회 이상 세척 후 탈수한다. 냉동된 곤드레를 동결건조기(-70℃)에서 건조시킨다. 분쇄기를 이용하여 180mesh 이하의 분말을 제조한다. 산채팝콘 제조공정은 그림 33와 같다. 팝콘 제조기에 팝콘 100g을 넣고 2분간 튀긴다. 화이트초콜릿 100g(팝콘 100g 기준)을 초콜릿 중탕기에 넣고 녹인다. 곤드레 동결건조분말 5g(팝콘 100g 기준)을 준비한다. 화이트초콜릿, 곤드레 동결건조분말, 튀겨진 팝콘을 당의기에 넣고, 20rpm으로 10분간 혼합한다. 팝콘을 95~100℃, 1~2시간 건조한다. 수분 8%이하로 맞춘다. 팝콘 30g씩 소포장한다. 산채팝콘 및 시즈닝을 첨가한 시제품을 개발하였다(그림 34).



그림 32. 곤드레분말 제조공정



【팝콘 튀기기】

【초콜릿중탕】

【혼합】

【건조】

【포장】

그림 33. 산채 팝콘 제조공정



【부잉부잉팝콘 산채시즈닝】

【부잉부잉팝콘 매콤치즈시즈닝】

【부잉부잉팝콘 뿌리셔시즈닝】

그림 34. 팝콘 시리즈 시제품

(시험7) 칼라찰옥수수를 이용한 식품소재 및 가공품 개발

칼라찰옥수수(아라리찰)를 활용한 옥수수범벅 제조공정은 그림 35와 같다. 찰옥수수알과 강안팍을 3배의 물을 붓고 15시간 불린다. 불린 찰옥수수와 강안팍을 제조비율별로 넣고 2배의 물을 붓고 100℃, 25분간 끓인다. 그 후 레토르트용 포장지에 옥수수범벅을 채운다. 레토르트 살균(121℃, 10분)한 후 상온 보관한다. 옥수수범벅 제조비율은 표 29와 같다. 건조 찰옥수수알 83%, 강안팍 14%, 정제염 0.2%, 정백당 2.8%의 비율로 제조하였다. 또한 젊은 층이 좋아하는 크림치즈소스를 14.4% 넣은 응용제품(표 30, 31, 그림 36)도 개발하였다.

○ 옥수수범벅



【찰옥수수알 불림】

【강안팍 불림】

【재료혼합】

【가열】

【레토르트 살균】

그림 35. 옥수수범벅 제조공정

표 29. 옥수수/팥 활용

재료명	건조 찰옥수수알*	강안팥	정제염	정백당	계
제품A(기본)	83	14	0.2	2.8	100

* 옥수수 : 냉동증숙찰옥수수, 냉동증숙황옥수수, 건조찰옥수수알, 건조찰옥수수알 대체 가능

표 30. 옥수수/팥/크림치즈 활용

재료명	건조 찰옥수수알	강안팥	정제염	정백당	크림치즈 소스	계
제품B(응용)	71	12	0.2	2.4	14.4	100

표 31. 옥수수/아라리찰 활용

재료명	건조 찰옥수수알	냉동증숙 아라리찰	정제염	정백당	크림치즈 소스*	계
제품C(응용)	41.9	24.5	0.3	3.5	29.8	100

* 소스 변경 가능



그림 36. 옥수수 종류(찰옥, 황옥) 및 분쇄정도에 따른 범벅 비교

○ 옥수수죽

칼라찰옥수수(아라리찰)를 활용한 옥수수죽의 제조공정은 그림 37과 같다. 증숙 냉동옥수수를 믹서기를 이용하여 곱게 간 후에 여과(20mesh)한다. 껍질을 분리하고 분말을 사용한다. 옥수수와 부재료를 혼합 한 후 정제수를 첨가하여 중불에서 저어가며 끓여준다. 중불에서 끓여주다가 약불로 줄이고 3분간 뜸들인다. 옥수수죽을 정량을 레토르트 용기에 넣고 살균(120℃, 15분)처리한 후 상온보관 한다. 옥수수죽 제조비율은 표 32와 같다. 옥수수죽은 증숙찰옥수수, 황옥수수를 기본으로하는 제품과 아라리찰+크림치즈 소스 제품으로 다양화하였다(표 33, 그림 38).

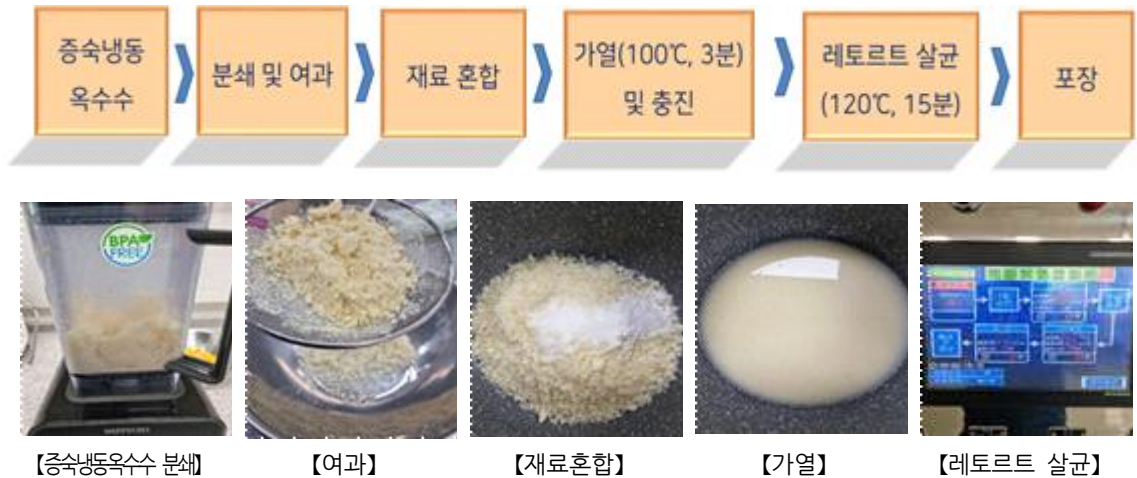


그림 37. 옥수수죽 제조과정

표 32. 옥수수 활용 옥수수죽 제조비율

재료명	냉동 증숙찰옥수수*	찹쌀분말	정백당	정제염	정제수	계
제품A(기본)	30	1	1	0.2	67.8	100

* 옥수수 : 냉동 증숙찰옥수수, 냉동 증숙황옥수수 대체 가능

표 33. 아라리찰 활용 옥수수죽 제조비율

재료명	증숙 아라리찰	정백당	정제염	정제수	크림치즈소스*	계
제품B(응용)	20	2	0.5	67.5	10	100

* 소스 변경 가능



그림 38. 옥수수죽

○ 옥수수샐러드

옥수수샐러드 제조공정은 그림 39와 같다. 원료를 제조비율(표 34)에 맞춰 계량한다. 채소는 옥수수크기로 썰어 사용한다. 옥수수와 부재료를 혼합하며, 정백당이 녹을 때까지 섞어준다. 정제염과 후추를 넣어 간을 맞춘 다음 정량 포장하여 냉장보관한다. 아라리찰을 스위트콘 대신 첨가하였을 때 색깔과 식감 모두 우수하여 아라리찰 단독 샐러드제품도 가능하였다.



그림 39. 옥수수샐러드 제조공정



【혼합 및 배합】

【샐러드제품¹⁾】

【혼합 및 배합】

【샐러드제품²⁾】

1) 스위트콘 활용, 2) 아라리찰 활용

그림 40. 옥수수 샐러드

표 34. 옥수수 샐러드 제조비율

재료명	증숙 아라리찰*	파프리카	양파	마요네즈	식초	정백당	정제염	후추	합계
비율	55.5	16.3	13.0	7.3	4.9	2.4	0.4	0.2	100

* 옥수수 : 냉동 증숙찰옥수수, 냉동 증숙황옥수수 대체 가능

○ 아라리찰 분말이용 샌드쿠키 제조

아라리찰 분말을 이용하여 샌드쿠키를 제조하였다(그림 41). 아라리찰 건조분말제조를 위하여 아라리찰 30개를 준비하여 끓는 물 3L를 넣고 찜솥에서 30분 스팀 후 10분간 뜸 들인다. 아라리찰은 열풍건조(60℃, 15시간) 건조 후에 분말화하여 열풍건조분말을 제조하였다. 증숙 후 남은

추출물 500ml에 덱스트린 22.6g(덱스트린 5% 기준)혼합하여 분무건조하여 사용하였다. 샌드쿠키 및 샌드크림의 제조비율은 각각 표 35, 표 36과 같다. 샌드쿠키의 경도는 아라리찰 열풍건조분말의 함량이 2~3%일 때 증가하였고 전체적인 기호도는 2%일 때 높았다(표 37). 샌드크림의 당도는 분무건조분말의 비율에 따른 차이는 없었다. 적색도인 a값은 분무건조분말량이 높아 질수록 높아졌다(표 38). 샌드크림 2%일 때 전체적인 기호도가 높았다(표 39). 샌드쿠키 및 샌드크림의 일반성분은 표 40과 같다. 쿠키와 샌드에 들어가는 버터량에 의해 지방의 함량은 27.39~33.67% 수준이었다.

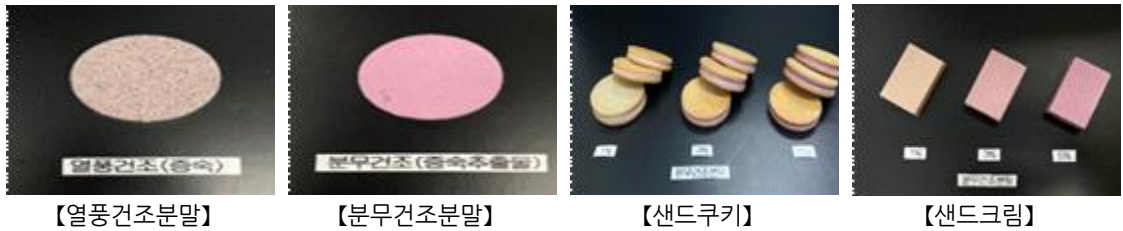


그림 41. 청춘찰 분말 및 샌드쿠키

표 35. 샌드쿠키 제조비율

재료명	박력분	아라리찰 열풍건조분말*	버터	슈가파우더	계란	소금	베이킹파우더	합계
비율(%)	44.9	3.2	24.0	19.2	8.0	0.2	0.5	100
중량(g)	280	20	150	120	50	1	3	624

표 36. 샌드크림 제조비율

재료명	I	II	III
화이트커버춰	99	97	95
아라리찰 분무분말	1	3	5
계	100	100	100

표 37. 샌드쿠키 경도 및 관능평가 비교

구분	경도 (g/cm ²)	관능평가 ^z				
		외관	향	고소한맛	식감	전체적인 기호도
샌드쿠키1%	2,441.3±32.6	3.25	3.13	3.13	3.38	3.00
샌드쿠키2%	4,704.3±37.6	4.00	3.38	3.88	3.88	4.00
샌드쿠키3%	4,652.0±43.3	3.88	3.50	3.75	4.00	4.00

^z 관능평가(1. 아주 나쁘다. 2. 나쁘다. 3. 보통이다. 4. 좋다. 5. 아주좋다.)

표 38. 샌드크림 품질특성 비교

구분	당도 (brix)	색도 ^z		
		L	a	b
샌드크림1%	71.5±0.1	68.1±0.1	6.8±0.0	9.1±0.1
샌드크림2%	73.1±0.1	58.8±0.4	11.8±0.0	1.4±0.1
샌드크림3%	72.2±0.1	53.9±0.6	13.5±0.2	-1.3±0.3

^z L(+white ~ -black), a(+red ~ -green), b(+yellow ~ -blue)

표 39. 샌드크림 관능평가

구분	관능평가 ^z				
	색	향	달콤한 맛	부드러운 식감	전체적인 기호도
샌드크림1%	3.13	3.00	3.00	3.25	3.13
샌드크림2%	4.13	3.63	3.75	4.13	4.13
샌드크림3%	4.25	3.50	3.25	3.63	3.88

표 40. 샌드쿠키 및 샌드크림의 일반성분

구분	일반성분(g/100g)				
	수분	단백질	지방	회분	탄수화물
샌드쿠키 대조구 ^z	1.15±0.03	6.16±0.02	28.38±0.18	0.98±0.02	63.33±0.22
샌드쿠키1%	1.19±0.06	5.87±0.04	27.39±0.18	0.86±0.01	64.69±0.12
샌드쿠키3%	1.29±0.05	6.02±0.06	27.51±0.03	0.84±0.08	64.34±0.16
샌드쿠키5%	1.18±0.02	6.02±0.05	27.68±0.14	0.90±0.02	64.23±0.14
샌드크림 대조구 ^y	0.98±0.02	5.50±0.02	34.59±0.10	1.24±0.01	57.69±0.11
샌드크림1%	0.99±0.02	5.54±0.00	34.39±0.06	1.24±0.02	57.84±0.07
샌드크림3%	1.11±0.02	5.44±0.01	33.67±0.02	1.22±0.01	58.55±0.05
샌드크림5%	1.14±0.04	5.33±0.00	33.05±0.06	1.21±0.01	59.26±0.08

^z 샌드쿠키 대조구(쿠키+화이트초콜릿)

^y 샌드크림 대조구(화이트초콜릿)

<제4세부과제 : 옥수수 줄기썩음병 발생생태 구명 및 피해실태 조사>

(시험 1) 줄기썩음병 발생실태 조사

가. 줄기썩음병 발생조사

○ 옥수수 줄기썩음병의 발생률

옥수수 줄기썩음병의 발생률은 조사지역인 홍천군과 영월군 모두 7월 하순까지는 대체로 낮은 비율로 발생하였고, 대체로 발생률은 0.5~1.5%로 낮게 유지되는 것을 확인할 수 있었다(그림 1). 2021년 홍천 1개소에서 세균에 의한 옥수수줄기썩음병의 발생으로 홍천지역에 평균 병 발생율이 2.9%까지 증가하였다. 세균에 의한 옥수수줄기썩음병의 발생은 2021년 홍천 1개 지점 발생하였지만 2022년에는 2개 지점으로 발생지점의 증가를 보였다.

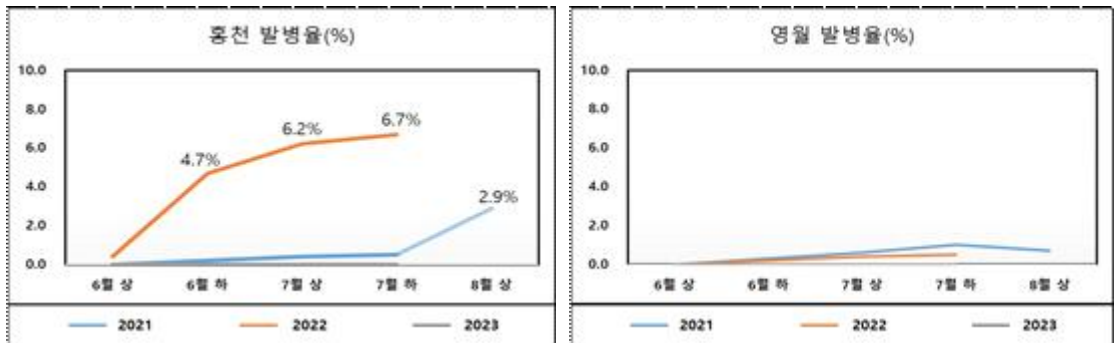


그림1. 지역별 줄기썩음병 발병율

나. 병원균에 따른 식물체 병징 특성

○ 세균과 곰팡이에 의한 옥수수줄기썩음병의 병징과 특성

옥수수줄기썩음병의 경우 병을 일으키는 병원균이 세균인 *Dickeya zeae*와 곰팡이인 *Fusarium sp.* 가 있으며 병원균에 따른 주요 병징에서 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 줄기썩음병 발병지에서 채집해온 병원균에 따른 식물체의 병징 특성을 그림2와 같이 분류 하였다.

주요
병징



병
원
균
분
리
양
상
병
명



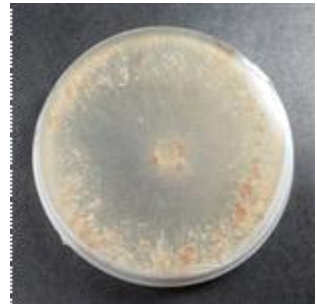
Fusarium sp.

줄기썩음병(곰팡이성)



Dickeya zeae

줄기썩음병(세균성)



Rhizoctonia solani

잎집무늬마름병

그림 2. 병원균에 따른 식물체 병징 특성

(시험 2) 줄기썩음병 병원균 분류동정

가. 옥수수줄기썩음병균 수집 및 분석

○ 강원특별자치도내 옥수수줄기썩음병균 수집 및 분석

옥수수줄기썩음병 발생지에서 병원균을 수집하여 수집한 병원균을 분리·동정하여 우점하고 있는 병원균에 대해서 확인해 보았다. 옥수수줄기썩음병이 발생한 홍천과 영월 등 7개의 시군에서 총 68점을 수집하였고, 이를 동정해 본 결과 병징을 보이는 이병시료에서 세균에 의한 옥수수줄기썩음병 원인균인 *Dickeya* sp., *Pseudomonas* sp.를 확인할 수 있었고, 곰팡이에 의한 옥수수줄기썩음병 원인균인 *Fusarium* sp.가 분리된 것을 확인하였다(그림 3).

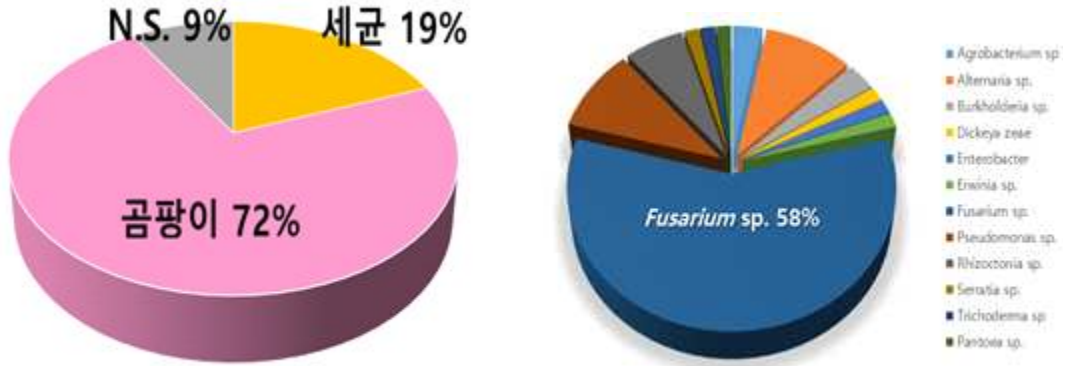


그림 3. 수집한 병원균 분리·동정

(시험 3) 줄기썩음병 발병요인 구명 (21)

가. 조사지역별 재배방법 및 환경조사

○ 기상환경

옥수수에 발생하는 옥수수줄기썩음병의 발병요인을 확인해 보기 위해서 조사지역별로 재배방법과 주변의 재배환경을 조사해 보았다. 3년 평균 평균기온과 평균강우량을 확인하였으며(그림 4), 재배지의 토양 이화학적 분석도 함께 진행 하였다(표 1).

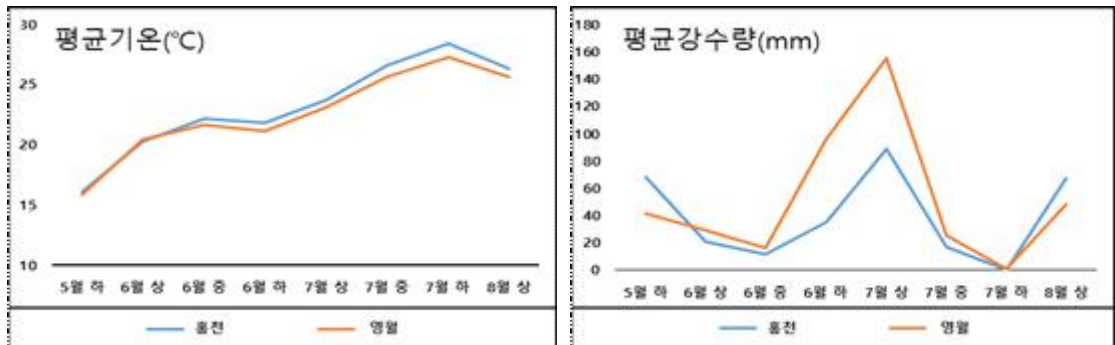


그림 4. 지역별 기상환경(좌:평균기온, 우:평균강수량)

홍천과 영월지역 모두 6월 하순부터 평균기온이 상승하는 것을 확인할 수 있었고, 영월지역보다 홍천지역의 평균기온이 조금 더 높은 경향을 보였다. 또한 두 지역 모두 7월 하순 최고기온을 보이다가 8월 상순부터는 평균기온이 하강하는 경향을 보이는 것을 확인 하였다. 평균 강수량의 경우 두 지역 모두 7월 상순 장마철이 되면서 강수량이 크게 증가하는 양상을 보였으며, 홍천지역보다는 영월지역에서의 강수량이 더 높게 나타나는 것을 확인하였다.

○ 발병지와 미발병지 재배환경분석

재배지의 토양 이화학적 분석을 통해 병원균의 발생률에 영향을 끼치는지 확인해 본 결과 표

1과 같이 나타났다. 조사결과 발병지와 미발병지간의 토양 이화학성은 특이적인 차이점을 확인하지 못하였고, 이러한 결과를 통해 토양의 이화학성은 병원균 발생과 크게 관계가 없는 것으로 판단된다.

표 1. 재배지 토양 이화학성 분석 결과(홍천)

구분	pH	EC	유기물	Ca	K	Mg	유효인산
발병지	6.85	1.36	87	11.20	2.31	4.28	2,123
미발병지	6.00	1.45	47	7.80	1.58	2.23	1,116
정상범위	6~6.5	2.0 이하	20~30	5.0~6.0	0.45~0.55	1.5~2.0	150~250

○ 발병지 농업용수 분석

옥수수줄기썩음병이 발생한 홍천지역 농업용수내 미생물 분집분석을 하였다(그림 5). 그 결과 용수 내에서 옥수수줄기썩음병 원인균 중의 하나인 *Pseudomonas* sp.균이 검출된 것을 확인할 수 있었고, 농업용수에서 분리된 전체세균에서 이러한 *Pseudomonas* sp.의 밀도는 약 13.3%를 차지하는 것으로 확인되었다. 이 결과를 보았을 때 농업용수에 의해 병원균의 이동과 확산을 예측할 수 있다.

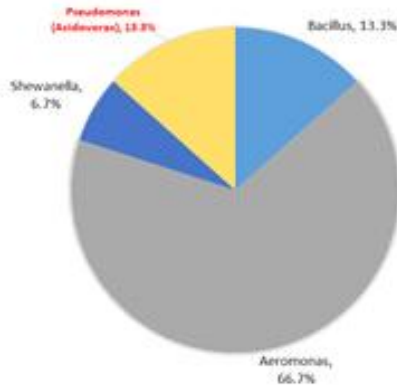


그림 5. 농업용수 내 미생물 균집분석 결과(홍천)

○ 발병지 내 병원균 분석

발병지내의 토양과 잔재물 내에서도 병원균을 분석해 본 결과 토양에서 옥수수줄기썩음병의 원인균인 *Fusarium* sp.을 분리할 수 있었다(표 2).

표2. 옥수수 줄기썩음병 발병지내 병원균 분석

구분	분석결과	비고
토양	<i>Fusarium</i> sp. 등	병원성
간재물 농업용수 (하천수)	<i>Thielavia</i> sp. 등	-
	<i>Acinetobacter</i> sp.	-
	<i>Acinetobacter</i> sp.	-
	<i>Aeromonas</i> sp.	-
	<i>Salmonella</i>	병원성
	<i>Chryseobacterium</i> sp.	-
	<i>Serratia</i> sp.	병원성
	<i>Aeromonas hydrophila</i>	-
	<i>Pantoea</i> sp.	병원성
	<i>Acinetobacter tandoii</i>	-
	<i>Serratia</i> sp.	병원성
	<i>Exiguobacterium</i> sp.	병원성
	<i>Stenotrophomonas rhizophila</i>	-

(시험 4) 관수방법에 따른 줄기썩음병 발생 조사

가. 관수방법별 줄기썩음병 발생조사

○ 분수호스와 점적호스 처리에 따른 옥수수줄기썩음병 발생조사

옥수수줄기썩음병은 발생실태를 조사하였을 때, 발병지 내에 강수량이 많아질 때 병의 발생률이 차이나는 것을 확인할 수 있었고, 이는 농가에서 사용하는 관수방법에 의해서도 병의 발생률에 차이를 보일 것을 예측할 수 있었다. 농가에서 사용하는 분수호스와 점적호스를 시험포에 설치하여 병의 발생정도를 비교해 보았다. 이때, 관수 시점을 5월과 6월로 세분화 하였으며 종합적으로 관수 시기 및 방법에 따라 어떠한 변화가 있는지 확인 해 보았다.(그림 6).

5월 관수



6월 관수



<분수호스>

<점적호스>

그림 6. 발병도 분석 포장

6월 분수호스로 관수를 실시한 포장에서 줄기썩음병 발생률이 41.9%로 점적관수 대비 3.4배 높았다. 하지만 5월에 관수를 실시한 포장에서는 분수호스와 점적호스 모두 병 발생을 확인할 수 없었다(그림 7). 이는 병원균 성장에 적합한 환경(고온다습)이 조성되지 않았기 때문이라고 생각된다.



그림 7. 관수시기별 줄기썩음병 발병도

추가적으로 관수방법에 따른 품종별 발병률을 확인해 보았다. 5월 파종하여 6월에 관수처리를 하였고, 7월에 발병률을 조사하였다. 그 결과, 분수호스 처리구에서 감수성 계통인 HW9에서 대조군인 미백2호 보다 2배정도 높은 58.1%의 발병률을 확인할 수 있었다.(그림 8).

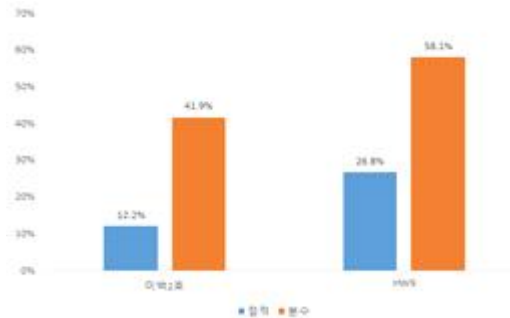


그림 8. 관수방법별 줄기썩음병 발병률

기상환경을 분석해 본 결과, 노지가 하우스보다 습도가 83.3%로 높았으나 옥수수줄기 썩음병의 발생을 확인하지 못하였다(그림 9). 이는 노지의 온도가 하우스 내부에 비해 낮아서(30.9℃) 발생되지 않은 것으로 판단되어 옥수수줄기썩음병 발생은 관수방법 외에 온도도 병발생률에 영향을 미칠 것을 판단하여 온도에 따른 병발생 다발조건 구명실험을 진행하였다.

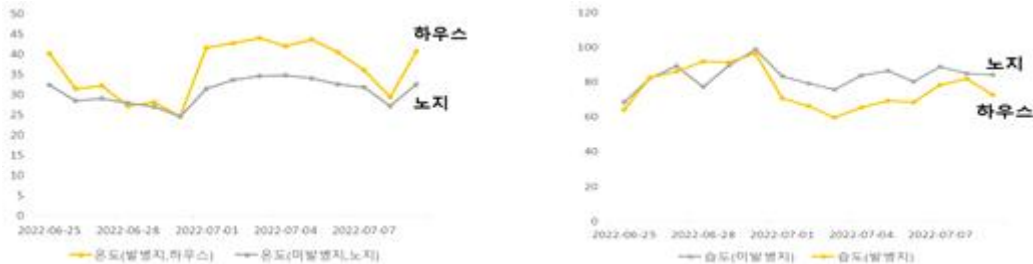


그림 9. 재배포장(하우스, 노지) 기상환경 분석

(시험 5) 온도에 따른 줄기썩음병 다발조건 구명 (‘23)

가. *Dickeya zeae* 접종시험

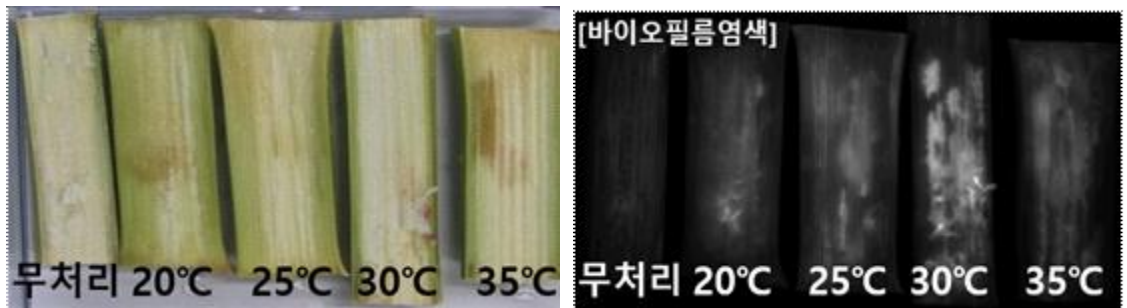
세균에 의한 옥수수줄기썩음병 원인균인 *Dickeya zeae*의 온도별 병원균 접종시험 결과는 그림 10과 그림 11과 같다. *Dickeya zeae* 접종시험에서 10엽기 이하 옥수수는 48시간 이후 30℃~35℃에서 조직이 물러지는 병징이 눈에 띄게 나타났으나(그림 10) 10엽기 이후 옥수수 조직은 72시간이 지나도 갈변 증상만 조금 나타났다(그림 11)



20°C 25°C 30°C 35°C
 발병도: - 발병도: + 발병도: ++ 발병도: +++
 ※ O.D 0.6 10ul씩 접종, 48시간 경과

그림 10. 온도별 발병도 비교(10엽기 이전 옥수수)

갈변증상의 발현이 달라지는 원인이 세균의 증식과 관련성이 있는지 확인하기 위해 세균이 증식하면서 형성하는 바이오필름을 염색하여 관찰하였다. 그 결과 30°C에서 바이오필름의 염색이 잘된 것을 확인 할 수 있었다.(그림 11). 이러한 결과는 세균의 경우 약 30°C 부근에서 잘 자라지만, 35°C에서 병징이 눈에 띄게 나타나는 것은 식물에 가해지는 온도에 의한 스트레스와 세균독소의 영향이 복합적으로 작용하여 병징이 더 잘 나타는 것으로 생각되어졌다. 또한 10엽기 이전의 옥수수의 경우 병원균에 노출되면 치명적이지만 10엽기 이후 옥수수의 경우 자연상태에서 세균에 노출되어도 병의 진전이 아주 느리게 진행되어 수확량에는 크게 영향이 없을 것이라는 것을 예측할 수 있었다.

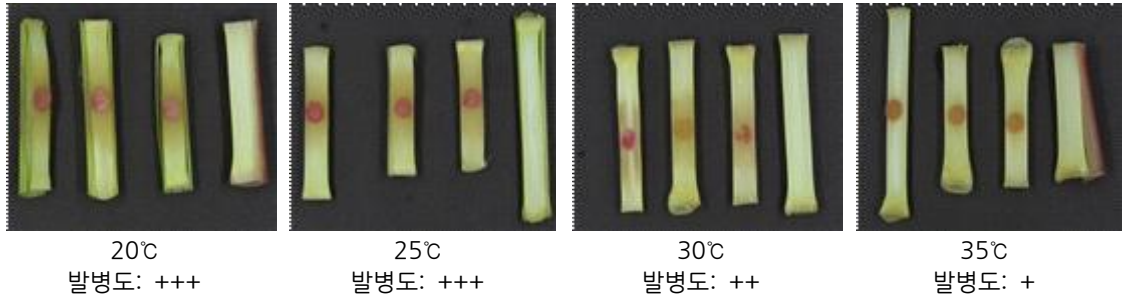


※ O.D 0.6 10ul씩 접종, 72시간 경과, 무처리(30°C)

그림 11. 온도별 발병도 비교(10엽기 이후 옥수수)

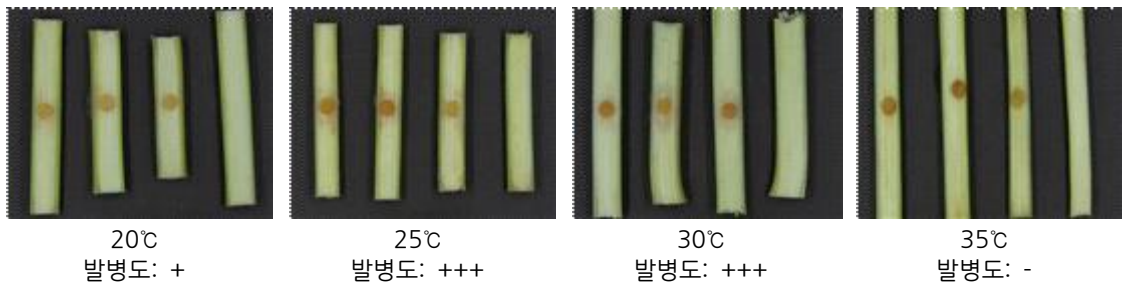
나. *Fusarium* sp. 접종시험

곰팡이에 의한 옥수수줄기썩음병의 원인균인 *Fusarium* sp. 접종시험에서는 10엽기 이하의 옥수수처럼 조직이 연할때는 20°C~25°C 비교적 저온에서 병징 발생이 뚜렷하였고(그림 12), 10엽기 이후 조직이 단단해지고 부터는 25°C~30°C일 때 갈변현상이 나타났다(그림 13).



※24시간 경과, 무처리(샘플별 우측 네번째)

그림 12. 온도별 발병도 비교(10엽기 이전 옥수수)



※24시간 경과, 무처리(샘플별 우측 네번째)

그림 13. 온도별 발병도 비교(10엽기 이후 옥수수)

10엽기 이전 옥수수에서의 병징은 *Fusarium* sp.의 독소와 물리적인 균사의 힘에 의해 조직이 쉽게 물러지지만 10엽기 이후 옥수수에서는 물리적인 균사의 힘에 의해 조직을 뚫고 침투하기는 어렵고, 온도 조건이 *Fusarium* sp.의 생육조건에 부합되어 멜라닌 생성이 왕성해져 갈변하는 증상이 나타난 것으로 판단된다.

(시험 6) 줄기썩음병 발병요인 분석 및 발생예측 모델 개발

가. 발생예측 모델 개발

○ *Dickeya zaeae*에 의한 줄기썩음병과 기상요인과의 상관관계

병이 발생한 2년간의 발병률과 기온과의 상관관계를 분석하여 2023년에 발생예측 모델을 작성해 보았다. 세균에 의한 옥수수줄기썩음병은 병발생과 기상조건의 상관관계를 분석하였을 때 10일 누적 강수량이 가장 큰 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다(표 3). 특히 세균에 의한 옥수수줄기썩음병의 경우 5월, 6월 기온 대비 강수량이 중요한 영향을 미쳤다. 최근 기후변화로 인해 산발적인 강우가 늘어났고, 평균 강수량과 습도가 증가하였기 때문에 이러한 강수량을 통한 병발생예측이 중요할 것이라고 생각되어진다.

표 3. 세균성 병원균과 기상요인과의 상관관계

	15일 평균기온	15일 평균습도	10일 누적강수량	15일 최저기온 평균
발병주율	0.355	0.299	0.614**	0.423

- *, **, ***기호는 각각 0.05, 0.01, 0.001의 유의수준에서 차이가 있음을 나타냄

○ *Fusarium* sp.에 의한 줄기썩음병과 기상요인과의 상관관계

곰팡이에 의한 옥수수줄기썩음병의 경우 15일 평균기온과 특히, 15일 최저기온 평균 16℃이상 되면 발병될 확률이 높고, 그 외 15일 평균습도도 중요한 영향을 미치는 것으로 분석되었다(표 4). 옥수수에 상처가 나지 않도록 해충방제와 더불어 습도가 높은 날에는 살균제를 처리함으로써 꾸준한 관리가 필요할 것이라고 판단되어진다.

표 4. 곰팡이성 병원균과 기상요인과의 상관관계

	15일 평균기온	15일 평균습도	10일 누적강수량	15일 최저기온 평균
발병주율	0.565*	0.593**	0.230	0.657**

- *, **, ***기호는 각각 0.05, 0.01, 0.001의 유의수준에서 차이가 있음을 나타냄

나. 줄기썩음병 발병요인 분석

2021년부터 2023년까지 3년간 결과들을 종합해 보았을 때, 옥수수 줄기썩음병의 발병률에는 온습도와 같은 기상조건과 옥수수의 생육차이 및 관수 방법 등이 많은 영향을 줄 것이라고 판단할 수 있었다. 이상기후로 인해 가뭄이 길게 지속되어 농업용수로 분수호스나 스프링클러를 이용하여 관수 하였을 때 기상환경상 강수량과 관계없이 돌발적으로 병이 많이 발생할 것으로 예측되고, 반대로 강수량이 집중되었을 때는 관수를 따로 하지 않고, 해충에 의한 물리적 상처피해가 줄어 병발생이 줄어들 것으로 예측된다.

또한 같은 온·습도 조건에서 옥수수 조직이 단단해지는 6월과 7월에는 병원균이 침입하더라도 병징의 발생이 지연될 수 있고, 옥수수 자체 면역시스템에 의해 병 발생이 억제될 수 있으므로 옥수수 수확량에 미치는 영향이 적을 것으로 판단되어 졌으며, 옥수수가 어린시기인 5월 상순 ~ 6월 중순까지 옥수수의 약제방제 및 병해충 관리가 더 필요하다고 생각되어졌다.

실제로 곰팡이에 의해 옥수수줄기썩음병이 자연발생된 옥수수 시료를 채취해서 포트에 이식하여 관찰 해 본결과 직접적으로 병원균이 접촉된 부분만 국부적으로 병징이 발생하여 시드는 모습을 확인할 수 있었고, 측지와 같은 다른 부위의 조직은 온전히 생육하는 것을 확인할 수 있었다(그림 17). 이러한 결과 병원균의 단순 접촉만으로는 병 전염이 쉽게 되지 않는 것 이라는

것을 예측할 수 있었다. 곰팡이성 병원균인 *Fusarium* sp.의 경우 토양 내 잔존하는 곰팡이 포자가 비나 관수방법의 차이로 옥수수에 튀어올라 작물의 상처를 통해 감염되므로 작물에 상처를 내는 여러 가지 요인(해충 등)을 방제하는 관리 방법 또한 중요하다고 판단되어 진다.



Fusarium sp. 감염시료 포트 이식 후 (23.06.12) → (23.06.30)

그림 17. 옥수수줄기썩음병 자연 발생포장 시료

<제5세부과제 : 옥수수 특화작목 육성을 위한 현장실용화 지원>

(시험1) 지역농업 현장컨설팅 및 현장애로기술 발굴

가. 현장컨설팅

2021년부터 2023년까지 3개년간 현장컨설팅을 추진한 결과, 옥수수재배농가 현장방문 요청에 의한 농가기술지도 및 현장기술지원, 주산단지 작목반, 신품종 특화단지 순회교육 및 컨설팅 등 총 81건의 현장컨설팅을 수행하였다(표 1). 현장컨설팅 주요 사례는 2021년에 삼척시에서 발생된 줄기썩음병 발생에 따른 민원 대응 등 현장에서 필요한 재배기술 컨설팅 및 병해충 방제에 관한 컨설팅을 2022년과 2023년에도 현장 방문하여 해결하였다(표 3, 4).

표 1. 년차별 현장컨설팅 추진실적

년도	계	농가기술지도	컨설팅	현장기술지원
계	81	5	44	32
2021	29	1	14	14
2022	25	-	13	12
2023	27	4	17	6

※ 2021~2022 : ATIS(농촌진흥청 종합관리시스템), 2023 : IRIS(범부처통합연구지원시스템) 연구성과 등록 기준

표 2. 2021년도 현장컨설팅 주요사례

년도	일시	장소	주요내용
2021	5.26	삼척시 근덕면	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 포장의 5% 내외 마디사이 갈변, 뒤틀림 ◦ 원인 : 줄기썩음병 발생(이병개체 균분리·동정)
	5.28	충북 충주시 본리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 포장의 1/3 피해, 고사되거나 위축현상 ◦ 원인 : 살충제+영양제 관주처리에 의한 약해 발생
	7. 6	인제군 인제읍 귀둔리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 품종미상, 절간위축·경화, 절단면 홍색 띠돌림 ◦ 원인 : 노화묘, 제초제 피해
	7.16	홍천군 홍천읍 삼마치리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 정상출웅, 비정상 이삭발육, 자수 미출현 ◦ 원인 : 농약오용(이삭분화기 살충제과용)
	7.30	양구군 양구읍 상무릉리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 생육불균일, 정상출웅, 수정불량 뜻옥수수 판매 곤란 ◦ 원인 : 품종선택 오류(종실용 옥수수) 및 잦은 강우로 수정불량

표 3. 2022년도 현장컨설팅 주요사례

년도	일시	장소	주요내용
2022	5.25	홍천군 북방면 능평리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 30%정도피해, 줄기썩음, 줄기꼬임현상 ◦ 원인 : 오염수에 의한 줄기썩음병 및 일소피해
	6. 7	홍천군 북방면 굴지리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 10%정도피해, 줄기썩음, 줄기꼬임현상 ◦ 원인 : 오염수 관수에 의한 줄기썩음병 피해
	6.22	철원군 서면 자등6리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 5%정도피해, 잎과 줄기꼬임 ◦ 원인 : 관수에 의한 줄기썩음병 피해
	6.15	강릉시 경포동	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 칼라찰옥수수 시범단지 합동컨설팅 - 단지현황 : 9농가, 1.8ha, 미홍찰, 미홍찰 80% - 색찰 2기작재배, 식재방법, 병충해방제 등

표 4. 2023년도 현장컨설팅 주요사례

년도	일시	장소	주요내용
2023	5.23	홍천 서면 팔봉리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 80%정도피해, 잎마름 현상이 심함 ◦ 원인 : 추비시용 방법 잘못으로 잎에 적접 비료 살포
	6.16	춘천 북산면 추곡리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 90%정도피해, 후기생육 불균일, 조기출웅 ◦ 원인 : 육묘상 저온피해에 의한 이상증상
	6.22	홍천군 북방면 소매곡리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 1%정도피해, 생육 초기부터 걸가지만자람. ◦ 원인 : 육묘상이나 정식초기 노린재등에 의한 바이러스 감염
	7. 4	제천시 청풍면	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 증상 : 80%피해, 생육, 출웅정상, 출사되지 않음 ◦ 원인 : 이삭분화기 농약살포으로 이삭분화 정지

나. 현장애로기술 발굴

옥수수 산업현장에서 제기되는 문제점들을 해결하기 위하여 옥수수재배농가 및 작목반, 가공유통업체 등을 현장 방문하여 조사한 결과, 병해충방제 및 농약안전사용 분야 3건, 옥수수품종 및 재배관리 분야 9건, 수확후 관리분야 2건 등 총 13건의 현장애로기술을 발굴하였다(표 5, 6).

표 5. 년도별 현장애로기술 발굴 추진성과

년도	계	병해충·농약	품종·재배관리	수확 후관리
계	13	2	9	2
2021	8	1	6	1
2022	5	1	3	1

표 6. 연도별 현장애로기술 주요내용

연도	일시	장소	주요내용
2021	6. 1	수평선F&B (동해시)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 팝콘재배 ①1년2기작 재배의 안정적 생산체계개발 ②수확, 정선작업의 기계화 도입 → 단위 면적 생산력제고, 노동력 절감 시급
	9.17	정선 여량농협	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 찰옥수수 후작물 안정재배기술 확립 - 옥수수 수확 전 콩, 들깨 등 후작물의 옥수수 주간사이 직파 또는 육묘경식, 기상여건에 따라 피해를 많이 받음 → 찰옥수수 재배능가의 안정적 소득확보를 위한 기술개발
	10.21	영월채종단지 (영월군 주천면)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 유색찰옥수수 채종 격리거리 재검토 - 찰옥수수 채종을 위한 격리거리를 200m로 완화시행 중 - 유색찰옥수수 채종재배 시 근충매개로 1km 격리포장에도 혼종 → 유색찰옥수수 채종을 향상을 위한 적정 격리거리 검토
	10.21	수평선F&B (동해시)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 청춘찰옥수수 이삭 이상증상 개선 - 청춘찰옥수수 재배 시 일정크기(15cm) 이상의 이삭에서 2/3부근에서 잘록 현상 발현으로 상품성 저하 → 재배기술 개선, 대체품종 보급 등 검토요망
2022	6.15	강릉시 안현동	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 찰옥수수범벅용 유색찰옥수수 개발 보급 - 찰옥수수범벅제조 시 미흑찰 70% 첨가 색깔 미약함 → 찰옥수수범벅 품질고급화, 신수요 창출
	6.15	강릉시 저동	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 칼라찰옥수수 2기작을 위한 작부체계 개발 - 동해안관광지 칼라찰옥수수 수요 년중 요구 - 칼라찰옥수수 1년 2기작재배의 안정적 생산체계 개발 보급 → 다양한 찰옥수수 년 중 판매로 신수요창출 및 농가소득제고
	6.27	영월군 주천면 도천리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 찰옥수수 유통기술 개발 - 도시수요자의 포엽 제거한 찰옥수수 유통을 원하고 있음 - 옥수수의 포엽 제거 후 포장 유통 시 찰옥수수 품위 유지방법 개발. → 포엽제거 찰옥수수 유통으로 소비층 확대
	6.27	영월군 주천면 도천리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 찰옥수수 병해충 방제체계 확립 - 찰옥수수를 집단재배로 각종 병해충이 발생하고 있음. - 농가에서는 방제효과를 높이기 위하여 2~3개 농약과 전착제를 섞어 사용. 살포시기에 따라 미출사 이삭 발생 → 농약과 전착제혼용 살포시 미출사 이삭 발생원인 구명요망
	9.14	원주시 신림면 황둔리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 생분해필름 확대보급 및 분해기간이 긴 필름보급 - 찰옥수수 생분해필름피복재배 후 2기작 재배시 비닐이 거의 분해되어 제초효과 현저히 떨어짐. → 2기작 작물재배 시 제초노력 절감

(시험2) 신품종 조기 확산을 위한 전시포 운영

신품종 조기 확산을 위해 2021년부터 2023년까지 강원지역 3개소(동해, 정선, 홍천)에서 신 품종 전시포를 운영하였다. 지역별, 연도별 경종내역은 표 7과 같이 시험하였으며, 각 지역별 우수 품종을 선발하기 위해 현장평가회를 개최하였다(그림 1).

표 7. 지역별 신품종전시포 경종개요와 현장평가 일정

지역	년도	파종일	정식일	육묘기간(일)	수확기간	현장평가
동해 (이도동)	2021	4.15	4.30	15	7.17~7.21	7.21
	2022	4.11	4.28	17	7.17~7.21	7.18
	2023	3.29	4.14	16	7.6~7.15	7.10
정선 (여량면)	2021	4.22	5.13	21	7.28~8.5	8.6
	2022	4.20	5.13	23	7.28~8.5	7.27
	2023	4.20	5.13	23	7.23~8.2	7.27
홍천 (두촌면)	2021	5.12	직파		8.5~8.11	8.11
	2022	5.12	직파		8.8~8.15	8.8
	2023	5.09	직파		7.28~8.7	8.7



[동해(이도동) 전시포]



[정선(여량면) 전시포]



[홍천(두촌면) 전시포]



[동해(이도동) 현장평가]



[정선(여량면) 현장평가]



[홍천(두촌면)현장평가]

그림 1. 지역별 신품종 전시포장 및 현장평가

가. 동해 신품종 전시포 운영

강원 동해지역에 알맞은 신품종을 선발하고자 동해시 이도동에 신품종 전시포를 설치하고 년차별로 선발된 품종과 신규 검토 대상품종을 추가하여 3년간 총 14개 품종(계통)에 대한 지역적응성을 검토하였다. 1년차(2021)에 색찰교110 등 5품종, 2년차(2022) 색찰교113 등 4품종을 선발하였고, 3년차(2023)에 동해지역에서 재배안전성, 이삭품질과 수량성이 우수하고 가공적성이 뛰어난 색찰교113을 선발하였다(표 8,9,10). 2023년에 현장평가회에서 식미테스트로 진행하였는데 색찰교113호가 식미평가에서도 우수한 평가를 받았다(표 11).

표 8. 2021년도 동해 신품종 전시포 생육특성

구분	색찰교 110	색찰교 111	색찰교 113	미홍찰	강원찰 52	미현찰	미흑찰
출용기(월.일)	6.24	6.24	6.24	6.24	6.21	6.24	6.28
출사기(월.일)	6.25	6.26	6.26	6.26	6.24	6.27	6.30
간장(cm)	212.7	227.3	210.7	188.3	199.3	225.7	222.3
착수고(cm)	92.7	108.3	90.3	92.7	94.3	106.3	136.3
이삭장(cm)	20.2	20.7	21.8	20.0	20.0	20.6	19.8
이삭경(mm)	39.6	40.9	40.3	40.2	41.3	40.0	42.0
착립장(개/주)	18.9	20.6	20.7	19.4	19.7	18.3	18.6

표 9. 2022년도 동해 신품종 전시포 생육특성

구분	색찰교 110	색찰교 111	색찰교 113	색찰교 116	색찰교 121	부농찰	미현찰	미흑찰
출용기(월.일)	6.23	6.25	6.24	6.26	6.27	6.22	6.23	6.28
출사기(월.일)	6.26	6.27	6.27	6.29	6.30	6.25	6.24	7.01
간장(cm)	182.8	183.6	169.6	172.2	171.6	159.6	186.8	188.2
착수고(cm)	87.4	86.4	84.6	74.8	92.8	66.6	91.6	112.4
이삭장(cm)	20.6	20.3	21.4	18.1	20.8	19.0	20.0	19.9
이삭경(mm)	42.6	40.9	37.4	37.5	40.2	41.1	43.1	43.8
이삭중(g/주)	224	200	188	158	198	197	214	228

표 10. 2023년도 동해 신품종 전시포 생육특성 및 수량성

구 분	색찰교 113	색찰교 124	색찰교 126	홍교 368	미홍찰	아라 리찰	부농찰	미현찰	미흑찰	미백 2호
출사기(월.일)	6.14	6.17	6.18	6.17	6.16	6.14	6.15	6.11	6.20	6.12
간 장(cm)	153.7	153.1	175.5	183.3	164.3	196.1	157.6	177.1	206.1	163.8
간 경(mm)	32.8	25.9	26.2	32.2	31.9	33.0	33.5	31.7	29.4	34.8
착수고(cm)	66.5	83.1	82.7	82.6	69.0	87.0	65.7	72.6	120.7	72.0
이삭장(cm)	21.5	20.2	18.4	19.2	19.4	20.4	18.0	19.0	17.6	20.3
이삭경(mm)	39.5	43.7	42.6	43.3	42.4	41.3	39.9	43.7	43.6	46.1
이삭중(g/개)	183.7	200.2	170.0	200.0	195.0	186.6	157.7	199.9	167.0	228.9
상품수량(kg/10a)	919	905	604	1,011	952	905	693	942	895	1,069

표 11. 2023년도 동해 신품종 전시포 식미평가

구 분	색찰교 113	색찰교 124	색찰교 126	홍교 368	미홍 찰	아라 리찰	부농 찰	미현 찰	미흑찰	미백 2호
외 관	○	○	△	○	△	○	△	△	○	○
맛	○	△	△	○	○	○	△	○	○	○
전체 기호도	○	△	△	○	△	○	△	○	○	○
기타	외관 우수	-	-	외관, 맛 우수	-	증숙 시탈 색	증숙 시탈 색	-	겉껍질맛 우수	외관 맛 우수

나. 정선 신품종 전시포 운영

정선지역에 알맞은 신품종을 선발하고자 정선군 여량면 여량리에 신품종전시포를 설치하고 년차별로 선발된 품종과 신규 검토 대상품종을 추가하여 색찰교111 등 총 18개 품종(계통)에 대한 지역적응성을 검토하였다. 1년차(2021)에 색찰교110 등 6품종, 2년차(2022) 색찰교111 등 5품종을 선발하였고, 색찰교111은 생육특성과 상품성이 매우 우수하여 국립종자원에 품종등록(품종명: 아라리찰)을 출원하였다. 3년차(2023)에 아라리찰을 비롯한 10품종을 검토한 결과, 아라리찰과 홍교368이 정선지역 적응성이 우수하여 유망한 품종으로 판단되었다(표 12, 13, 14). 또한 정선 지역 식미테스트에서는 색찰교111호가 우수한 품종으로 선정 되었다(표 15).

표 12. 2021년도 정선 신품종 전시포 생육특성 및 수량성

구 분	색찰교 110	색찰교 111	색찰교 113	미홍찰	강원찰 52	미현찰	미흑찰	미백 2호	홍교 340	홍교 347
출웅기 (월.일)	7.10	7.11	7.11	7.9	7.9	7.12	7.11	7.9	7.11	7.11
출사기 (월.일)	7.13	7.13	7.13	7.11	7.10	7.14	7.14	7.13	7.12	7.13
간 장 (cm)	204.0	199.3	200.0	188.7	185.3	207.0	212.7	178.0	203.0	200.3
간 경 (mm)	19.4	18.7	18.9	20.2	18.3	19.8	21.5	17.9	21.0	19.1
착수고 (cm)	96.7	100.7	95.7	94.0	90.3	96.3	109.0	100.3	100.0	96.3
이삭장 (cm)	20.5	21.3	21.7	19.7	19.6	18.5	19.6	20.4	21.7	21.4
이삭경 (mm)	42.2	39.8	38.9	42.6	41.7	41.5	43.4	43.6	35.8	40.2
상품수량 (kg/10a)	952	905	-	778	889	905	698	968	0	0

표 13. 2022년도 정선 신품종 전시포 생육특성

구 분	색찰교 110	색찰교 111	색찰교 113	색찰교 116	색찰교 121	부농찰	미현찰	미홍찰	미흑찰
출웅기 (월.일)	7.01	7.01	7.03	7.04	7.06	7.02	7.02	7.04	7.07
출사기 (월.일)	7.04	7.04	7.06	7.09	7.09	7.05	7.07	7.05	7.10
간 장 (cm)	194.2	205.4	183.8	196.4	180.8	163.2	178.0	167.2	186.0
착수고 (cm)	94.4	103.0	88.4	88.4	107.6	86.8	77.6	86.4	114.6
이삭장 (cm)	19.4	20.1	21.7	19.5	19.9	19.7	18.1	19.0	19.1
이삭경 (mm)	42.3	40.3	40.0	34.1	40.5	38.3	41.1	40.4	44.5
이삭중 (g/주)	171.2	165.2	176.8	107.2	155.8	152.8	160.8	163.2	195.0

표 14. 2023년도 정선 신품종 전시포 생육특성 및 수량성

구분	색찰교 113	색찰교 124	색찰교 126	홍교 368	미홍찰	아라리찰	부농찰	미현찰	미흑찰	미백 2호
출사기 (월.일)	7.07	7.04	7.07	7.06	7.01	7.05	6.30	7.01	7.08	7.03
간 장 (cm)	204.4	188.5	200.8	211.3	188.5	219.4	174.9	215.2	234.3	196.0
간 경 (mm)	31.4	29.6	26.2	31.8	34.8	30.7	34.4	31.0	30.8	33.5
착수고 (cm)	87.1	90.9	92.7	96.0	84.7	105.4	76.2	94.1	137.3	90.8
이삭장 (cm)	20.6	20.3	18.3	19.5	18.5	19.9	18.8	18.8	19.0	19.7
이삭경 (mm)	39.4	43.3	44.3	43.4	42.4	42.9	42.5	43.1	43.4	44.1
이삭중 (g/개)	174.6	198.8	167.4	207.2	186.5	189.1	175.6	191.2	179.9	207.6
상품수량 (kg/10a)	811	921	578	954	545	860	418	667	855	926

표 15. 2023년도 정선 신품종 전시포 식미평가

구분	색찰교 113	색찰교 124	색찰교 126	홍교 368	미홍찰	아라리찰	부농찰	미현찰	미흑찰	미백 2호
외관	○	○	△	○	△	○	△	△	○	○
맛	△	△	△	○	○	○	△	○	○	○
전체 기호도	○	△	△	○	△	○	△	○	○	○
기타	외관우 수	외관우 수	맛 우수	외관맛 우수	-	외관.맛 우수	증숙시 탈색	맛 우수	겉껍질 맛우수	외관맛 우수

다. 흥천 신품종 전시포 운영

강원도 옥수수 대표적인 주산단지 흥천지역에 알맞은 신품종을 선발하고자 흥천군 두촌면 장남리(옥수수연구소) 포장에 신품종전시포를 설치하고 년차별로 선발된 품종과 신규 검토 품종을 추가하여 색찰교111 등 총 17개 품종(계통)에 대한 지역적응성을 검토하였다. 1년차(2021)에 색찰교110 등 5품종, 2년차(2022) 색찰교111 등 4품종, 3년차(2023)에 홍교368, 아라리찰 등 2품종을 선발하였다(표 16,17,18). 특히 홍교368은 2023년도 신규 전시한 계통으로 이삭모양과 식미가 우수하고 상품수량이 1,035kg/10a 이상으로 흥천지역에 유망한 품종으로 지속적인 검토가 필요한 것으로 사료되었다(표 19).

표 16. 2021년도 홍천 신품종 전시포 생육특성 및 수량성

구 분	색찰교 110	색찰교 111	미홍찰	강원찰 52	미현찰	미흑찰	미백 2호	홍교 340	홍교 347
출웅기(월.일)	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	7.15	7.12	7.12	7.12
출사기(월.일)	7.13	7.13	7.13	7.13	7.14	7.16	7.13	7.13	7.13
간 장(cm)	249.3	254.9	202.9	203.7	113.4	235.7	202.7	254.4	229.5
착수고(cm)	126.9	125.2	101.5	98.7	226.7	155.9	96.7	120.6	105.3
이삭장(cm)	19.8	20.3	18.7	19.1	18.6	19.0	18.9	22.1	21.6
이삭경(mm)	41	40	40	40	40	44	42	38	42
이삭중(g)	186.6	179.9	163.4	160.4	162.4	198.0	168.0	158.6	180.8
상품수량(kg/10a)	889	856	778	764	773	943	800	755	861

표 17. 2022년도 홍천 신품종 전시포 생육특성 및 수량성

구 분	색찰교 110	색찰교 111	색찰교 113	색찰교 116	색찰교 121	부농찰	미현찰	미홍찰	미흑찰
출웅기(월.일)	7.10	7.11	7.11	7.12	7.12	7.05	7.07	7.09	7.13
출사기(월.일)	7.12	7.14	7.14	7.15	7.15	7.08	7.09	7.11	7.15
간 장(cm)	233.6	246.9	277.5	226.9	217.1	216.2	226.5	210.7	234.6
착수고(cm)	120.3	126.1	106.3	96.3	109.5	102.3	112.3	101.3	140.7
이삭장(cm)	18.3	20.4	20.5	17.9	20.5	17.2	16.5	18.3	18.6
이삭경(mm)	43.6	41.7	41.9	39.1	40.8	41.4	43.8	42.2	44.6
이삭중(g)	204.5	186.8	201.6	157.2	169.6	169.2	183.6	170.0	208.3

표 18. 2023년도 홍천 신품종 전시포 생육특성 및 수량성

구분	색찰교 113	색찰교 124	색찰교 126	홍교 368	미홍찰	아라리찰	미현찰	미흑찰	미백2호
출사기(월.일)	7.11	7.10	7.9	7.8	7.7	7.8	7.8	7.12	7.6
간 장(cm)	228.9	221.6	230.2	243.5	233.6	235.2	220.3	249.8	213.6
간 경(mm)	17.6	15.7	17.9	15.7	20.1	17.4	-	13.9	15.7
착수고(cm)	114	112	108	120	106	115	104	146	100
이삭장(cm)	19.0	17.4	15.8	18.8	17.0	19.1	16.8	18.0	17.0
이삭경(mm)	39.0	43.0	40.0	42.0	40.0	41.0	40.0	42.0	42.0
이삭중(g/개)	144.1	136.1	132.3	165.1	127.5	161.1	149.1	146.5	129.5
상품수량(kg/10a)	951	764	900	1035	799	1010	-	984	967

표 19. 2023년도 홍천 신품종 전시포 식미평가

구분	색찰교 113	색찰교 124	색찰교 126	홍교 368	미홍찰	아라리찰	미현찰	미흑찰	미백2호
외관	○	△	△	○	○	○	△	○	○
맛	○	○	△	○	○	△	○	○	○
전체기호	○	○	△	○	△	○	△	○	○
기타	색 우수	-	초형 우수	초형 맛우수	식미 우수	초형 우수	식미 우수	식미 우수	초형 식미 우수

(시험3) 옥수수 명품화를 위한 산업기반 조사

옥수수 주산단지를 중심으로 가공·유통체계의 현황조사를 위하여 2021년부터 3년간 농협옥수수 가공센터, 영농조합법인 등 5개소를 현장방문하여 사업자 대표 및 관련 종사자를 면담하여 조사를 진행하였다. 정선여량농협 등 4개소는 옥수수 재배농가와 계약재배를 통해 수매하였고, 홍천농협은 일반 농가수매를 하였다., 업체별 수매농가는 30~350농가, 매출액은 216~1,911백만원 정도이고, 주요출하처는 농협계통매장, 공용홈쇼핑, 급식도매 업체, 대형마트 등으로 다양하였다. 대부분의 업체가 경영수지를 위하여 찰옥수수의 산채 등 다른 품목을 수매하여 운영하였고 시중가격의 등락에 따라 물량확보가 어렵거나, 홍수출하로 인한 물량조절 문제와 전기료 등 제반 시설운영비 상승으로 경영상의 어려움을 겪고 있는 것으로 조사되었다(표 20, 21).

표 20. 옥수수 주산단지 가공·유통업체 현황

사업체명	정선 여량농협 옥수수가공공장	홍천농협 두촌옥수수가공공장	수평선F&B(동해)
조직형태	○ 회사이외 법인	○ 회사이외 법인	○ 회사법인
종사자수	○ 11(상용)	○ 6명(상용 1, 일용 5)	○ 12(상용2, 일용12)
주요시설 현황	○ 유형자산 - 토지 35,700, 가공공장 11,000㎡ - 기계장비 : 7종(대형)	○ 유형자산 - 가공공장 : 950㎡ - 기계장비 : 6종(대형)	○ 유형자산 - 건물 등 1500㎡ - 기계장비 : 3종(중대형) ○ 시설임대: 대형수산물 냉동창고 - 저장물량(년간) : 60t
총매출액 ('22)	○ 1,911백만원 - 찰옥수수 960 - 곤드레 210 - 잡곡류 551 - 기 타 190	○ 292백만원 - 미백흑 디저트 88 - 미백흑 냉동옥수수 204	○ 216백만원 - 찰옥수수 156 - 팝콘 60
년간근업월수	12	12	10
주요 출하처	○ 농협 계통매장 ○ 공용홀소핑 ○ 급식도매 업체	○ 새암푸드 ○ 인이스홀딩스 ○ 농협계통 매장	○ 전자상거래: 옥션 등 5개소 ○ 팝콘회사 : J&E 등
농가계약 현황	○ 찰옥수수 : 70농가 8,000접 ○ 곤드레 : 28농가 20,000관	○ 찰옥수수 일반 농가수매 - 350농가 15천접(미백 14.6, 미흑 0.4)	○ 찰옥수수 : 40농가 11ha ○ 팝콘 : 16농가 11ha
운영체계	○ 농가계약 수매→급냉(-40℃) →냉동(-20℃)→업체납품 판매	○ 농가수매→중속 냉동저장→ 업체 납품 판매	○ 농가계약 수매→중속 급냉 →냉동→업체 납품 판매
경영상 문제점	○ 찰옥수수, 곤드레등 다품목취급 ○ 시장가격에 따라 물량확보 어려움	○ 일반농가 수매로 시중가격 낮으면 홍수납품, 시장가격 높으면 납품량이 적어 물량 확보가 어려움 ○ 전기료, 인건비 등 제반 경비 상승으로 경영수지 어려움	○ 팝콘 수요증가로 시장수요 보다 생산량 부족 ○ 유색찰옥수수 신수요 급증

표 21. 옥수수 주산단지 가공·유통업체 현황

사업체명	영월냉동찰옥수수	삼방산 냉동찰옥수수 영농조합법인(영월)
조직형태	○ 회사법인	○ 회사이외 법인
종사자수	○ 22(상용2, 일용20)	○ 11(상용)
주요시설 현황	○ 유형자산 - 건물 400㎡, 토지 60,000㎡ - 기계장비: 6종 ○ 시설: 저온저장고 120㎡	○ 유형자산 - 건물 660㎡, 토지 117,810㎡ - 기계장비: 4종 16대 ○ 시설: 저온저장고 66㎡ - 급냉실 23㎡
총매출액 ('22)	○ 600백만원 - 냉동찰옥수수 200, 절임배추 150 - 찰옥수수 포전매입 판매 150	○ 660백만원 - 냉동찰옥수수 160 - 절임배추 500
년간조업일수	10	6
주요 출하처	○ 택배 ○ 백화점, 대형마트	○ 공용홈쇼핑 ○ 직거래
농가계약 현황	○ 찰옥수수: 30농가 20ha	○ 찰옥수수: 35농가 1,000접 ○ 절임배추: 50농가 10,000상자
운영체계	○ 농가계약→수매→증숙→냉동→ 업체 납품·판매	○ 농가계약→수매→급냉(-40℃)→ 냉동(-20℃)→판매
경영상 문제점	○ 급냉시설이 없어 저장어려움.	○ 저장고가 구형으로 작업불편, 신규건립 지원요망

(시험4) 우량품종 종자채종 및 시장확대를 위한 해외 적응성 평가

베트남 종자시장 진출을 위해 북부(하노이), 중부(달랏), 남부(동나이)지역에서 국내육성품종을 가지고 재배하였다. 2021년부터 2022년까지 2년간 수행한 베트남 시험포의 경종개요는 표 22와 같이 추진하였으며, 농장의 위치는 그림 2에 표시하였다.

표 22. 베트남 시험포 경종개요

지역	년도	파종일	추비시용		수확일	재배방법
			1차	2차		
동나이	2022	2.23	3.23	4. 1	4.26	○ 노지직파 ○ 기비시용 - N - P - K (20 - 20 - 20), 50kgN/ha
	2023	3.25	4.17	5.15	6. 9	
달랏	2022	7.20	8.10	8.30	9.16	○ 추비시용 - Urea, 50kgN/ha
	2023	3. 4	4. 6	4.24	5.19	
하노이	2022	3. 3	4. 5	4.20	5.12	



그림 2. 실증포의 위성사진(왼쪽:동나이, 중간:하노이, 오른쪽:달랏). 노란색 박스가 농장 위치

베트남 현지 적응성이 우수한 국산 찰옥수수를 선발하고자 장수찰 등 국내육성 4품종과베트남 2품종을 검토하였다. 출웅과 출사기는 동나이에서는 Max10new가 출사일수 42일로 가장 빠른 것으로 보였고 장수찰과 Bach long 품종이 46일로 늦게 나오는 것을 확인하였고 달랏이 동나이 지역보다 전체적으로 10일이 늦게 출수 및 출웅이 되었다(표 23).

표 23. 각 품종의 지역별 출웅기와 출사기

지역	구분	Max 10 new	장수찰	미백2호	흑점2호	미흑찰	Bach long
동나이	출웅기	42	46	44	44	44	46
	출사기	41	48	46	46	46	48
달랏	출웅기	54	52	52	54	54	56
	출사기	56	56	54	56	56	58

초장이 가장 큰 것은 동나이에서 Bach long 품종이 178.6cm 로 가장 크게 나타났고 달랏에서는 미흑찰이 178.6cm로 가장 크게 나왔고, 이삭의 높이에서는 미흑찰이 동나이와 달랏에서 가장 높게 착과되었다(표 24).

표 24. 품종별 초장 및 착수고

지역	구분	Max 10 new	장수찰	미백2호	흑점2호	미흑찰	Bach long
동나이	초장(cm)	177.4±7.9	161.1±12.9	141.7±10.8	153.0±9.6	176.5±12.2	178.6±3.7
	착수고(cm)	71.1±8.3	78.8±9.7	67.8±7.2	90.0±8.5	101.5±6.5	87.4±4.4
달랏	초장(cm)	179.0±12.2	166.5±7.8	151.8±8.8	155.0±3.5	178.6±6.9	163.3±6.3
	착수고(cm)	68.4±3.6	83.3±4.6	71.0±5.5	81.1±3.2	98.4±5.0	70.0±5.3

이삭무게에서는 Bach long이 동나이에서 가장 많이 나오고 이삭길이는 장수찰이 동나이에서 가장 길었으며, 하노이에서는 미흑찰이 16.5cm으로 가장 길게 나왔다. 현지인에게 중요하게 생각 되는 이삭폭은 Bach long 품종이 하노이와 동나이에서 굵게 나타났고, 달랏에서는 Max 10 new가 가장 굵었다(표 25)

표 25. 품종별 이삭특성

품종	지역	이삭무게 (g)	이삭길이 (cm)	착립장 (cm)	착립율 (%)	이삭너비 (cm)	출당립수 (립)	이삭열수 (열)
Max 10 new	동나이	238.9	18.3	17.1	93.2	5.0	37.6	14
	달랏	222.3	17.2	16.4	95.3	4.8	38.5	12
장수찰	동나이	181.0	20.2	19.9	98.5	4.1	34.9	10
	달랏	244.3	22.0	21.7	98.6	4.4	38.6	12
미백2호	동나이	175.3	17.5	16.9	96.8	4.2	34.2	12
	달랏	210.1	18.5	18.1	97.6	4.1	36.6	14
흑점2호	동나이	146.9	16.3	16.1	98.8	4.1	34.8	12
	달랏	142.8	16.4	16.1	98.3	3.8	33.3	14
미흑찰	동나이	148.4	16.8	16.3	97.0	4.1	34.6	12
	달랏	227.0	19.0	17.4	91.4	4.3	37.0	14
Bach long	동나이	265.4	19.9	19.3	97.2	5.1	40.6	12
	달랏	261.7	19.4	18.9	97.4	4.9	52.8	12

감부기와 줄기썩음, 진딧물에는 모든 품종이 두 지역에서 모두 강한 특성을 보임. 2023년도에는 깨씨무늬병과 그을음병이 병해가 컸던 해였음. 이삭충해는 Max10new, 장수찰, 미백2호가 달랏에서만 약간의 피해를 보았다(표 26).

표 26. 2023년도 각 이삭의 병충해 피해정도.

품종	지역	병해충								이삭	
		깜부기	줄기 씩음	깨씨 무늬	그으름 무늬	조명 나방	진딧물	녹병	노균병	씩음	총해
Max 10 new	동나이	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
	달랏	1	1	2	1	2	1	1	1	3	2
장수찰	동나이	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	달랏	1	1	3	2	1	1	1	1	3	2
미백2호	동나이	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1
	달랏	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2
흑점2호	동나이	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
	달랏	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1
미흑찰	동나이	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
	달랏	1	1	3	2	2	1	1	1	3	1
Bach long	동나이	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1
	달랏	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1

식미 검사에서 외관은 현지 품종이 좋은 평가를 받았고, 식감은 미흑찰이 가장 좋은 점수를 받았으며, 당도에서는 품종간 크게 차이가 없었고 찰기정도는 장수찰이 가장 높은 점수를 받았다. 국내육성 품종 중 장수찰이 베트남 현지 적응성이 우수하여 품종출원 중에 있다(표 27).

표 27. 각 품종에 대한 현지인의 식미 검정 (1: 매우 좋음 ~ 5: 매우 나쁨)

품종	외관	식감	당도	찰기정도
Max 10 new	1	3	3	3
장수찰	3	3	3	2
미백2호	3	2	3	3
흑점2호	4	3	3	3
미흑찰	4	2	3	3
Bach long	1	3	3	3



그림 3. 품종별 이삭 사진

(시험5) 신품종 옥수수 생산단지 조성 및 산업화 연계시스템 구축

옥수수 주산단지 신품종 전시포 운영을 통하여 선발된 우량품종을 지역특화작목으로 육성하기 위하여 정선지역은 아라리찰 생산단지 2.5ha, 동해지역은 색찰교113 생산단지 0.1ha 조성하였다(표 28). 아라리찰 생산단지는 정선군 북평면 소재의 5개 농가와 여량농협간 수매계약으로 생산된 옥수수를 전량 판매하였고, 여량농협은 농산물 가공유통업체인 (주)한울에 납품하였다. 동해지역은 옥수수 가공유통업체인 수평선F&B(대표 강세준)에서 직영 생산하여 가공·판매하였다(표 28). 지역별 맞춤형 생산단지 산업화를 위하여 옥수수연구소에서 신품종 육종 및 종자공급, 강원도지역특화작목발전협회에서 신품종 전시포 운영, 지역농협에서 작목반 구성 및 계약수매, 정선군, 동해시농업기술센터에서 농가재배교육, 유관기관 합동컨설팅 등을 통하여 산학연 협력체계를 구축하고 옥수수 산업화를 위한 기반을 조성하였다(그림 4).

표 28. 지역별 신품종 생산단지 조성 현황

구 분	정 선(북평면)					동 해(이도동)	
	계	도수길	이도계	송재갑	김정만	최상순	강세준
종자공급량(kg)	25	5	4	10	2	4	2
수매계약량(점)	720	150	100	300	60	100	40
재배면적(m ²)	24,600	5,600	4,300	8,900	1,500	4,300	1,200
정식시기	-	4.25	4.28, 5.24	5.25	4.23	4.24	4.14, 5.20
수확시기	-	7.23	7.24, 27	8.1	7.21	7.23	7.20, 8.10
수매량(개)	-	13,920	11,336	18,700	8,257	8,620	건조
총소득(천원)		7,109	5,646	9,444	4,242	4,428	3,500



생산단지조성 업무협의
(23.1.9, 여량농협)
*정선농기센터+여량농협+
옥수수연구소+지특협회



생산단지 농가교육
(23.4.15 여량농협 등 3회)



아라리찰 상품화 업무협의
(23.6.19, 옥수수연구소)
*옥수수연구소+지특협회+
(주)한울



유관기관 합동 현장컨설팅
(23.6.22, 정선 도수길 농가포장 등 3회)
*정선농기센터+여량농협+옥수수연구소+지특협회



아라리찰 상품화 업무협의
(23.9.13, (주)한울)
*옥수수연구소+지특협회+
농식품연구소+(주)한울

그림 4. 산학연 합동 컨설팅

4

적 요

<제1세부과제 : 팝콘·칼라찰옥수수 맞춤형 재배기술 확립 및 품종개발>

(시험 1)팝콘·칼라찰옥수수 주산지역 2기작을 위한 한계파종기 설정

- 가. 동해지역에서 3월 중순에 팝콘옥수수 파종시 8월 중순에 수확이 가능하였으나, 흥천지역에서는 8월 하순에 수확이 되었음, 팝콘옥수수 2기작 재배는 동해지역만 가능하다. 동해지역은 찰옥수수 수확 후 7월 상순에 팝콘옥수수 이식재배로 옥수수 2기작 가능하다. 동해지역 팝콘옥수수 한계파종기는 6월 하순으로 나타남

(시험 2)팝콘옥수수 생산성 향상을 위한 적정 재식밀도 설정

- 가. 팝콘옥수수 생산성 향상을 위해 밀식(70*15cm)하였을 경우 관행(70*25cm)대비 65% 증수효과가 있음
- 나. 밀식재배시 알곡 백립중은 15.2g으로 관행재배 15.4g과 통계적으로 차이가 없었음

(시험 3)팝콘·칼라찰옥수수 적정 육묘일수 경과에 따른 수량성 비교

- 가. 팝콘옥수수 및 칼라찰옥수수 육묘시 30일 이후 정식할 때 간장이 짧아지고, 웅수지경수가 감소하는 등 생육차이가 심하며, 생리장애 현상이 나타남

나. 찰옥수수 상품화 비율도 20일 육묘시 90.8%에서 30일 70.8%, 40일 46.7%, 50일 육묘시 2.5%로 급격히 낮아지는 경향이 있어, 육묘일수는 30일 이내가 적정함

(시험 4)칼라찰옥수수 지역맞춤형 우량교잡종 채종기술 확립

가. 미홍찰옥수수 채종시 2:1 웅주간파 재배가 수량성이 253kg/10a로 높음

나. 색찰교110호 채종시 2:1 웅주간파 재배가 수량성이 153kg/10a로 높음

다. 색찰교111호 채종시 2:1 웅주간파 재배가 수량성이 164kg/10a로 높음

(시험 5)옥수수 기계화 수확을 위한 이삭 수확기 효율 분석

가. 옥수수 수확기(모델명TCH01)이용시 알곡 손실율이 12% 발생함

나. 기계이용 수확시 노동력 절감율은 12%로 기계이용 효율은 높았으나, 손실율이 높아 경제성은 낮았으며, 기계 보완이 필요함

(시험 6)칼라찰옥수수 계통육성 및 생산력 검정

가. 3년간 칼라찰옥수수 모집단 CWPA 50계통, CWPB 61계통 등 111계통 육성하였음

나. 자식계통 육성시험에서는 세대별 우량계통 154계통 육성하였음

다. 칼라찰옥수수 조합능력 검정시험에서는 25교잡종 선발하였음

라. 칼라찰옥수수 생산력검정 시험에서는 10교잡종 선발하였음

마. 칼라찰옥수수 강원지역적응 시험에서는 2교잡종 선발하였음

(시험 7)팝콘옥수수 살균제 사용효과 비교

가. 살균제처리에 의한 팝콘 생육특성은 처리별 차이가 없었음

나. 출사 후 살균제 처리에 의한 알곡특성 및 튀김부피는 차이가 없었음

다. 곰팡이 독소함량 분석에서는 푸모니신이 검출되었으나 기준량 이하로 검출되었으며, 처리 간 차이는 없었음

(시험 8)칼라옥수수 최적수확시기 구명

가. 출사일수가 경가 될수록 수분함량은 감소하였으며, 경도는 높아졌음

나. 출사 후 유리당은 20일 이후 감소하였으며, 안토시아닌 함량은 증가하였음

다. 미홍찰은 출사 후 20일 이후에 안토시아닌 착색이 되었으나, 색찰교113호는 출사 후 10일 이후부터 착색이 되었음

라. 칼라찰옥수수 적정 수확기기는 봄재배시 출사 후 22일, 여름재배는 25일 적정함

(시험 9)팝콘옥수수 동해안지역 2모작을 위한 작부체계 확립

가. 동해지역 팝콘옥수수 2모작 재배시 전작 팝콘옥수수 후작 배추재배시 총수입이 높았음

나. 팝콘옥수수 전작재배시 수량이 467kg/10a로 후작재배 307kg/10a대비 높았음

(시험 10)저장조건에 따른 곰팡이 독소 발생 모니터링

가. 팝콘 원료곡을 240일 보관하면서 60일마다 곰팡이 독소분석을 진행하였으며, 푸모니신과 제랄레논이 검출되었으나, 허용기준치 1/10값이 검출되었음

- 나. 저장조건에서는 비닐처리시험구에서 습도가 유지되어 팝콘옥수수 튀김부피가 높게 나타났음. 상온보다는 저온에 저장하는 것이 팝콘품질관리에 유리함

〈제2세부과제 : 옥수수 줄기썩음병 방제체계 구축 및 저항성 계통육성〉

(시험 1) 옥수수 줄기썩음병 방제를 위한 약제 기내선발

- 가. 기내 시험에서 세균성 줄기썩음병 병원균 억제 약제 옥솔리산 등 3종 선발
- 나. 곰팡이성 줄기썩음병 병원균 억제효과가 있는 베노밀 등 4종 선발

(시험 2) 옥수수 줄기썩음병 선발약제 약효평가

- 가. 세균성 줄기썩음병 선발약제 약효평가가에서 코퍼+스트렙토마이신 등 3종 선발
- 나. 옥솔리산의 발병주율은 25%, 방제가는 75%로 높게 나타났음

(시험 3) 옥수수 줄기썩음병 선발약제 포장 약효·약해 평가

- 가. 세균성 줄기썩음병 약제 5종 약효약해 평가 결과 옥솔리산 방제가 38% 나타남
- 나. 곰팡이 줄기썩음병 약제 9종 평가에서는 트리플록시스트로빈이 방제가 80.1% 나타남

(시험 4) 옥수수 줄기썩음병 저항성 검정 조건설정 및 저항성 평가

- 가. 접종방법에서 분무접종시 미네랄오일 첨가할 때 병징이 나타났음
- 나. 주사 접종이 관주 접종보다 병징이 나타났음
- 다. 곰팡이 줄기썩음병 병징검정 방법은 30℃, 습도 80%에서 병징이 나타났음

(시험 5) 옥수수 줄기썩음병 저항성 평가를 위한 집단양성

- 가. 줄기썩음병 저항성 및 이병성 교배를 통한 9조합의 집단 양성
- 나. 반수체계통육성법을 이용하여 저항성/이병성 9조합 1.9kg 종자 생산

(시험 6) 옥수수 줄기썩음병(곰팡이)방제를 위한 약제처리 시기 구명

- 가. 살균제 4종을 이용하여 처리하였을 때 병발생 3일전 및 당일 접종시 방제가 높음
- 나. 디페노코나졸 수화제 미 아족스트로빈 액상수화제가 방제가가 높았음

(시험 7) 옥수수 줄기썩음병(곰팡이)방제를 위한 약제 혼용 생리장해 구명

- 가. 살균제 혼용처리시 웅수 및 수염에 생리장해가 나타났음
- 나. 살균제 4종 모두에서 살충제 혼용시 약해가 발생하여 병 방제는 단용처리가 적정함

(시험 8) 옥수수 줄기썩음병 저항성 계통 선발을 위한 유전자원 인공접종 평가

- 가. 육성계통 31계통 중에서 곰팡이 병원균 접종시 발병도 1.3~1.5정도 낮은 저항성 6계통 선발
- 나. 16DHW001등 6계통은 곰팡이 병원균 접종시 발병도가 3.5~4.3으로 높아 감수성 계통으로 선발
- 다. 세균성 병원균 접종시 31계통 중에서 발병도 2.4~2.8로 낮은 5계통 선발

라. 세균성 병원균 접종시 발병도 3.7~4.3으로 높은 감수성 5계통 선발

(시험 9)DH기술을 활용한 반수체 유기

가. 반수체유기체인 Tails를 이용하여 2022년에 4조합의 반수체 유기하였음

나. 4조합의 반수체 생산량은 16DHW8/16DHW4 조합 332g 등 1,920g을 생산하였음

(시험 10)옥수수 줄기썩음병 방제를 위한 약효약해 평가

가. 곰팡이성 병원균에 대한 포장시험에서 피디플루메토펜 수화제 등 5종 선발

나. 선발약제 5종에 대한 약해평가에서는 5종 모두 약해 증상이 없었음

(시험 11)옥수수 세균성 줄기썩음병 약제별 처리시기 약효 평가

가. 세균성 줄기썩음병은 발생초기 7일간격 3회 처리시 약효가 높았음

나. 옥시테트라사이클린다이하드레이드 약제가 방제가가 74.4%로 높았음

(시험 12)DH기술을 활용한 반수체 계통육성

가. 콜리친 0.7% 침시 및 주사 방법을 통해 4조합 631주 수확

나. 수확된 631계통을 활용하여 줄기썩음병 저항성 유전자 분석 및 계통육성 활용가능

<제3세부과제 : 지역특화품종을 이용한 옥수수 상품화 개발연구>

(시험 1)찰옥수수 유해균 억제를 위한 가공공정 개발

가. 포장방법에 따른 유해균 발생균수는 지퍼백이 진공포장보다 유해균 발생 높음

나. 증숙 후 바로 진공포장에서 일반지퍼백보다 유해균 발생이 높음

다. 후처리 방법에서 UV+원적외선 처리에서 유해균 발생이 감소 하였음

(시험 2)팝콘·칼라찰옥수수를 이용한 가공적성 탐색

가. 조단백질 함량은 청춘찰이 높았으며, 골드찰이 8.38% 낮았음

나. 품종별 식이섬유 함량은 오룬팝콘이 가장 높은 16.5g/100g으로 나타났음

다. 품종별 아미노산 함량에서는 미백2호가 글루탐산 함량이 제일 높아 단맛이 있음

라. 품종별 지방 함량에서는 청춘찰이 포화지방산과 불포화지방산이 높았음

마. 품종별 비타민 함량은 골드찰이 레티놀, 베타카로틴, 알파토코페놀이 높았음

(시험 3)팝콘·칼라찰옥수수를 이용한 시제품 개발

가. 레토르트 처리시 갈변방지를 위해 NaCl 1%첨가시 갈편도가 낮았음

나. 옥수수 활용 떡, 빵, 스낵 배합비율 제조공정 개발하였음

(시험 4)칼라찰옥수수의 품질유지확보를 위한 가공공정 개발

가. 농가보급형 UV+원적외선 살균처리 기기 시제품 개발

나. UV단독처리보다 증숙 전·후 UV+원적외선 처리에서 유해균 발생 억제됨

(시험 5)팝콘이삭을 이용한 즉석편이 상품개발

- 가. 팝콘이삭을 이용한 전자레인지 상품개발시 700w, 180초, 이삭수분 12%시 팝콘 튀김부피가 높았음
- 나. 지역특산물인 곤드레 산채분말 시즈닝 소재는 동결건조처리가 분말 색도 우수
- 다. 팝콘제조 중간 공정에서 산채분말 혼합시 균일하게 혼합되었음

(시험 6)지역특산물을 이용한 팝콘 시즈닝 소재 개발

- 가. 팝콘 품종별 튀김부피는 기찬팝콘이 우수하였으며, 경도는 오룬2호가 높았음
- 나. 산채분말 시즈닝, 매콤치즈 시즈닝, 뿌리셔 시즈닝 제공공정 개발 및 시제품 개발

(시험 7)칼라찰옥수수를 이용한 식품소재 및 가공품 개발

- 가. 아라리찰을 활용한 옥수수 범벅 제조공정 개발
- 나. 아라리찰 옥수수 죽 제조 소재 비율 개발 및 제조공정 개발
- 다. 아라리찰 분말을 이용한 옥수수 샌드쿠기 제조공정 개발

<제4세부과제 : 옥수수 줄기썩음병 발생생태 구명 및 피해실태 조사>

(시험 1)줄기썩음병 발생실태 조사

- 가. 줄기썩음병 발생시기는 6월 상에 7월 하순까지 발생하였음
- 나. 줄기썩음병 발병지에서 채집한 병원균에 대한 병원균 분리 동정한 결과 *Dickeya*, *Fusarium*이 분리 되었음

(시험 2)줄기썩음병 병원균 분류동정

- 가. 발병지에서 채집한 식물체 병원균을 분석결과 곰팡이 72%, 세균 19%, 기타 9%으로 곰팡이균이 대부분이었음
- 나. 병원성을 갖는 세균성 병원균은 *Dickeya*, 곰팡이성은 *Fusarium*이 병원성을 갖는 것을 밝혀졌음

(시험 3)줄기썩음병 발병요인 구명

- 가. 기상환경은 6월 온도가 상승할 때와 7월 강수량이 많을 때 병원균 증상이 발생하였음
- 나. 토양 이화학적성은 병원균 발생과 관계가 없었으며, 발생지 농업용수에서 *Pseudomonas*가 검출되어 병원성을 나타냈음

(시험 4)관수방법에 따른 줄기썩음병 발생 조사

- 가. 분수호스와 점적호수 비교에서는 분수호수 처리구가 높은 발생율을 나타냈음
- 나. 4월 파종처리구와 5월 파종 처리구 비교에서는 온도가 높은 5월 파종구에서 높았음

(시험 5)온도에 따른 줄기썩음병 다발조건 구명

- 가. 세균성 병원균은 10엽기 이전에는 30~35℃에서 높은 병징을 나타냈지만 10엽기 이후는 병징이 약하게 나타났음

나. 곰팡이성 병원균은 10엽기 이전에는 20~25℃ 저온에서 병징발생이 높았으나, 10엽기 이후에는 25~30℃일 때 병징이 나타났음

(시험 6)줄기썩음병 발병요인 분석 및 발생예측 모델 개발

가. 세균성 병원균은 10일 누적강수량이 높을 때 높은 발병을 나타낼 것으로 예측됨

나. 곰팡이성 병원균은 15일 최저기온이 낮을 때 높은 발병을 나타낼 것으로 예측됨

<제5세부과제 : 옥수수 특화작목 육성을 위한 현장실용화 지원>

(시험 1)지역농업 현장컨설팅 및 현장애로기술 발굴

가. 농가기술지도 5건, 농가 컨설팅 44회, 현장기술지원 32건 달성

나. 현장애로기술은 병해충관련 2건, 품종 및 재배관리 9건 발굴

(시험 2)신품종 조기 확산을 위한 전시포 운영

가. 옥수수 현장평가 연간 3회 실시로 지역 맞춤형 품종 선발: 아라리찰 품종출원

나. 동해지역 맞춤형 품종 '색찰교113호'선발, 정선지역 맞춤형 품종 '아라리찰'선발

(시험 3)옥수수 명품화를 위한 산업기반 조사

가. 흥천농협은 계약재배농가 70농가, 매출액은 1.9억원이며 주요출하처는 하나로마트, 급식 도매 업체, 대형마트 등 거래하였음

나. 정선여량농협은 350농가, 연매출 2.9억원, 새암푸드, 인이스홀딩스, 농협매장에 유통함

다. 수평선에프앤비는 40농가, 연매출 2.6억원, 전자상거래를 주요 거래처로 활용함

(시험 4)우량품종 종자채종 및 시장확대를 위한 해외 적응성 평가

가. 베트남 3지역 찰옥수수 적응성 검토결과 동나이, 달랏지역이 적합함

나. 현지품종과 비교하였을 때 장수찰옥수수의 출용출사기는 46~48일로 비슷함

다. 현지재배 옥수수 식미평가에서 국내품종이 식감과 찰기정도가 현지선호 품종과 비슷함

(시험 5)신품종 옥수수 생산단지 조성 및 산업화 연계시스템 구축

가. 정선지역에 아라리찰 2.5ha, 동해지역에 색찰교113호 0.1ha 단지 조성

나. 재배농가와 여량농협, 수평선에프앤비에서 계약재배로 안정적 농가 매출 확보

5

인용문헌

장은하. 2013. 튀김옥수수 자식계통을 이용한 '오륜팝콘' 품종육성. 강원대학교 석사학위논문
최재근, 장은하, 박종열, 박기진, 류시환, 서영호, 김경희, 용우식, 이정훈. 2018. 오륜2호 품종 등록, 국립종자원. 등록번호: 제7048호.

Park KJ, Park JY, Seo YH, Ryu SH, Choi Jk, Kim HY. 2016. Anthocyanin-rich purple wavy corn single cross hybrid 'Cheongchuncal'. Korean J Breed Sci. 48: 173-178

Rural Development Administration(RDA). 2023. Consumption information for the month. Retrieved July 22. 2023.

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(1년)	영농활용	레토르트 옥수수 품질개선 제조기술(중앙)
	영농활용	옥수수 줄기썩음병 병원균에 따른 병징과 발생특성(중앙)
	농가컨설팅	옥수수제조업체 실태조사 및 컨설팅 등 25건
	기술이전	옥수수 전분을 활용한 제빵제조 기술
2022(2년)	영농활용	옥수수 품종별 가공적성 탐색(중앙)
	영농활용	찰옥수수 품질개선 제조기술(중앙)
	영농활용	옥수수라떼 제조기술
	영농활용	팝콘옥수수 육묘이식 재배시 육묘일수 경과에 따른 생육비교
	영농활용	옥수수 등록 살균제와 살충제의 혼용 지양
	영농활용	옥수수 줄기썩음병 발생경감을 위한 관수방법
	영농활용	팝콘옥수수 생산성 향상을 위한 적정재식밀도 설정
	영농활용	동해지역 옥수수 2기작 재배를 위한 팝콘옥수수 후작 한계파종기
	기술이전	옥수수 라떼 제조기술
	농가컨설팅	옥수수 채종단지 수확 후 관리 현장컨설팅 등 24건
2023(3년)	영농활용	파종시기별 칼라찰옥수수 적정 수확시기 설정 및 이삭특성 변화구명
	영농활용	옥수수 줄기썩음병 병원균의 생육적온 조사
	영농활용	옥수수 줄기썩음병 발생 기상환경요인 분석
	영농활용	산채팝콘 가공제조 기술
	영농활용	옥수수 범벅 가공제조 기술
	기술이전	산채팝콘 제조기술
	사업화	신품종 칼라찰옥수수 시장 출하
	종자분양	지역맞춤형 특화품종 분양(40kg)
	홍보	강원도농기원, 지역 맞춤형 정선 '아라리찰' 선발

성과지표		연도	1년차 (2021)		2년차 (2022)		3년차 (2023)		계	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 게재	SCI									
	비SCI			40	2.56	90	46.25	130	48.81	
학술 발표	국제	1	2	1	3		4	2	9	
	국내	2	3	4	5	4		10	8	
영능 활용	기술	7	2	3	8			10	10	
	정보			8		11	5	19	5	
기술실시(이전) 등록건수무상		5	5	6	1	8	13	19	19	
우량계통·종축· 육성·선발·증식				2	2	2	2	4	4	
농가기술지 도·컨설팅·현 장기술지원		25	29	25	25	25	27	75	81	
사업화							1		1	
홍보			46.4		14		21.8		82.2	
품종증식·분양· 보급(kg)			747				40		787	
계		41	834.4	91	60.56	143	160.05	269	1,055.01	

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'21	'22	'23	
과제책임자	옥수수연구소	농업연구관	최재근	과제 총괄	○	○	○	
1세부책임자	옥수수연구소	농업연구사	최재근	세부주관 수행	○	○	○	
공동연구자	옥수수연구소	농업연구관	류시환	평가분석 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	농업연구사	김희연	품질조사 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	"	김문종	품질조사 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	"	한정현	품질조사 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	"	왕승현	품질조사 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	농업연구관	김기선	평가분석 지원	○	○	-	
2세부책임자	옥수수연구소	농업연구사	김문종	세부주관	○	○	○	
	옥수수연구소	농업연구관	류시환	평가분석 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	농업연구사	김희연	품질조사 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	"	최재근	품질조사 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	"	한정현	품질조사 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	"	왕승현	품질조사 지원	○	○	○	
	옥수수연구소	농업연구관	김기선	평가분석 지원	○	○	-	
공동연구자	옥수수연구소	"	안용진	평가분석 지원	-	-	○	
	농식품연구소	농업연구사	박지선	세부주관	○	○	○	
	공동연구자	농식품연구소	농업연구관	엄남용	평가분석 지원	○	○	○
		농식품연구소	농업연구관	권혜정	품질조사 지원	○	○	○
		농식품연구소	농업연구사	임재길	품질조사 지원	○	○	○
	4세부책임자	농업환경연구과	농업연구사	방경린	세부주관	○	○	○
농업환경연구과		농업연구관	이재홍	평가분석지원	○	○	○	
농업환경연구과		농업연구사	문윤기	품질조사 지원	○	○	○	
농업환경연구과		농업연구사	황세정	품질조사 지원	-	-	○	
농업환경연구과		농업연구관	하건수	평가분석 지원	○	○	-	
5세부책임자	농업환경연구과	농업연구관	김기선	평가분석 지원	-	-	○	
	공동연구자	강원지특협회	이사	김인중	세부주관	○	○	○
		강원지특협회	이사	김상수	평가분석지원	○	○	○
		강원지특협회	이사	김재록	품질조사 지원	○	○	○
		강원지특협회	이사	방순배	품질조사 지원	○	○	○
강원지특협회		이사	홍대기	품질조사 지원	○	○	○	
강원지특협회	이사	윤병언	품질조사 지원	○	○	○		