

319088-03

수출경쟁력 강화를 통한 신선채소류의 대만 수출 확대 전략 모델 개발

2022

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
농식품수출비즈니스전략모델구축사업 2022년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004089-01

수출경쟁력 강화를 통한 신선채소류의 대만 수출 확대 전략 모델 개발

2022.05.24.

주관연구개발기관 / 강원대학교
공동연구개발기관 / 강원도농업기술원
공동연구개발기관 / 강원대학교
공동연구개발기관 / 강릉원주대학교
공동연구개발기관 / 순천대학교
공동연구개발기관 / 연세대학교
공동연구개발기관 / (주)아시아종묘
공동연구개발기관 / (영) 한 스
공동연구개발기관 / (영) 청 명
공동연구개발기관 / (주)조은그린

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “수출경쟁력 강화를 통한 신선채소류의 대만 수출 확대 전략 모델 개발”(개발기간 : 2019. 08. ~ 2022. 01.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022.05.24.

주관연구개발기관명 : 강원대학교 산학협력단 장철성



공동연구개발기관명 : 강원도농업기술원 최종태 (인)



공동연구개발기관명 : 강원대학교 산학협력단 장철성



공동연구개발기관명 : 강릉원주대학교 산학협력단 신일식 (인)



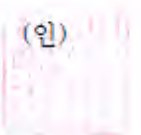
공동연구개발기관명 : 순천대학교 산학협력단 심현



공동연구개발기관명 : 연세대학교 산학협력단 하은희



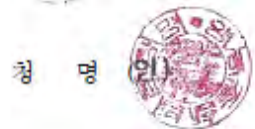
공동연구개발기관명 : (주)아시아종묘 류경오 (인)



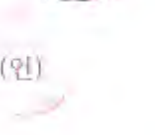
공동연구개발기관명 : 영농조합법인



공동연구개발기관명 : 영농조합법인



공동연구개발기관명 : 농업회사법인 조은그린 (인)



주관연구책임자 : 강호민
협동연구책임자 : 전신재
협동연구책임자 : 김경수
협동연구책임자 : 홍세진
협동연구책임자 : 홍기정
협동연구책임자 : 이윤석
협동연구책임자 : 황병호
협동연구책임자 : 한사찬
협동연구책임자 : 이경형
협동연구책임자 : 신정훈

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

사업명	농식품수출비즈니스전략모델 구축 사업				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)					연구개발과제번호		319088-3	
기술분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%	
	농림식품 과학기술분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%	
총괄연구개발명 (해당 시 작성)								
연구개발과제명 수출경쟁력 강화를 통한 신선채소류의 대만 수출 확대 전략 모델 개발								
전체 연구개발기간 2019. 08. 01. - 2022. 01. 31. (2년 6개월)								
총 연구개발비 총 1,878,750 천원 (정부지원연구개발비: 1,503,000천원, 기관부담연구개발비 : 375,750천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)								
연구개발단계		기초[<input checked="" type="checkbox"/>] 응용[<input type="checkbox"/>] 개발[<input type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[<input type="checkbox"/>]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)								
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)								
연구개발 목표 및 내용		※ 대만 현지 needs 맞춤 전략과 신품목 • 신품종 적용으로 신선채소류 수출 70억원 달성						
		최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 대만 수출용 양배추 품종 3종 선발 - triazole계통의 생장조절제 대체 기술 개발 - 깨씨무늬증 저감을 위한 재배 기술 보급 - 대만 수출용 배추류, 상추류 병해충 관리 매뉴얼 개발 및 배포 - 대만 수출용 신선채소 품목별 최적 예냉 기술 제시 - 대만 수출용 배추류, 상추류, 파프리카 수확 후 관리 매뉴얼 개발 및 배포 - 대만 수출용 배추류, 상추류, 파프리카 포장 상자 개발 					
		전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 대만선호 신선채소 품종 양배추 3종, 상추류 3건 선발 - 배추류, 상추류, 파프리카에 적정 기체투과도 MAP 포장재 각 1종 선발 - 배추 깨씨무늬증상과 무름병 방지를 위한 재배기술 및 수확후관리 기술 보급 - 배추의 수출용 수확후관리매뉴얼 개발 - 팔레트 단위의 예냉+포장+냉장유통의 배추 수출에 최적화된 수확후관리시스템 구축 - 배추의 저장유통 및 상품성 유지기간 제시 - 배추류, 상추류에 대한 재배 및 저장시 주요 병해 발생 양상 및 병원체집단 유전, 약제 저항성 구명 - 병해 억제를 위한 화학 약제와 유기농자재를 이용한 방제 및 잔류 특성 구명 - 대만 맞춤형 주요 병해 종합적 방제 및 체계 구축 - 신선채소 (배추류, 상추, 파프리카) 전용 최적 포장 박스 개발 - 상추류 유통기간 저온기 2주, 고온기 1주 연장 기술 매뉴얼 개발 - 파프리카 혼합선적을 위한 저온장해 완화 기술 개발 					

<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 개발 품종 성능검정 및 시교품종 선발 - 국내 전시포 개최 및 대만 수출용 양배추 재배 후 대만으로 선적 수출 실험 - 대만 맞춤형 품종 수출확대 - Triazole계 성장조절제 대체제 선발: 염화칼슘 우수 고농도(10g/L) 3회 살포시 생육억제 효과 - 시비량에 따른 깨씨무늬증 발생: 재배시 깨씨무늬증 발생을 저감하기 위해서는 질소질 비료의 적정 시용량 준수 필요 - 비중에 따른 깨씨무늬증 발생: 유안비료의 경우 깨씨무늬증 발생을 높이며, 시비량 증가에 따라 심해짐 - 대만 수출용 배추 병해(노균병, 검은무늬병)와 상추 병해(점무늬병)에 대한 병해충 관리 매뉴얼을 개발하고 배포하였음 - 대만 수출용 신선채소 품목별 최적 예냉 기술에 대한 품질 관리 매뉴얼을 개발하고 배포하였음 - 대만 배추 수출시 살균제 및 잔류허용치, 농약안전사용지침 매뉴얼 개발 및 배포 - '대만 수출용 엽채류 재배 및 품질관리 매뉴얼', '대만 수출용 파프리카 품질관리 매뉴얼' 개발 및 배포 - 대만 수출용 엽채류 포장 상자 (통기구) 최적화 - 포장 상자에 대한 애로사항이 없는 파프리카는 연구대상에서 제외함 												
<p>연구개발성과 활용계획 및 기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 배추 수출 영농조합법인(참여기업 2개소) 대상 수출시 디니코나졸 등 성장억제제 사용억제로 농약잔류 문제 해결, 품질 배추 생산(깨씨무늬증 등 생리장해 저감) 방안 기술 이전, 대농민 교육자료 활용 등 가능함 - 상추 및 배추 병해 방제 기술 현장 활용, 무름병 발병 억제 기술, 수확 후 관리 시스템 적용, 그리고 대만 잔류허용기준에 맞는 살균제 살포로 수출량 증대 및 안정적 판로 확보 효과가 있을 것으로 판단됨 - 개발된 엽채류 수출 전용 포장 박스 보급을 통한 현장 애로사항 해소 및 적용 대상 확대 - 선발된 3품종은 현재 해외수출이 이루어지고 있는 품종으로 대만 시장 진입후 시장확대가 가능함 - 상추류 유통기간 연장으로 인한 수출 안정성 증대 - 파프리카 저온장해 완화 기술 개발로 대만 수출 시 혼합 선적 가능 - 기존 현장 애로사항인 배추 triazole계통 성장조절제 대체 염화칼슘 살포 기술 개발로 품질 안정성 확보 - 배추 재배시 질소질 비료 적정시용량 구멍으로 깨씨무늬증 발생 저감으로 고품질 농산물로 부가가치 제고 - 병해충 관리 기술 정립으로 안전한 대만 수출용 신선채소류 재배 가능 - 대만 수출용 신선채소류의 수확 후 품질 및 관리 매뉴얼 및 포장 박스 개발로 수출물량 확보 및 품질 유지 가능 - 수출용 양배추 품종 3종 선발로 일본산 양배추의 로얄티 감소 												
<p>연구개발성과의 비공개여부 및 사유</p>	-												
<p>연구개발성과의 등록·기탁 건수</p>	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종		
<p>연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황</p>	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)			ZEUS 등록번호		
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	배추		상추		수확 후 관리		병해충 관리		대만				
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	cabbage		lettuce		postharvest management		pest management		taiwan				

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	.....	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	.....	27
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	.....	366
4. 목표 미달 시 원인분석	.....	384
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	.....	402
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	.....	403

별첨 자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

○ 연구개발 목표

※ 대만 현지 needs 맞춤 전략과 신품목 • 신품종 적용으로 신선채소류 수출 70억원 달성

- 대만 수출용 양배추 품종 3종 선발
- triazole계통의 생장조절제 대체 기술 개발
- 신선채소 주 생산단지 연작 장애 완화 기술 개발
- 깨씨무늬증 저감을 위한 재배 기술 보급
- 대만 수출용 배추류, 상추류 병해충 관리 매뉴얼 개발 및 배포
- 대만 수출용 신선채소 품목별 최적 예냉 기술 제시
- 대만 수출용 배추류, 상추류, 파프리카 수확 후 관리 매뉴얼 개발 및 배포
- 대만 수출용 배추류, 상추류, 파프리카 포장 상자 개발

○ 연구개발 개요

1. 농산물 수출 시장의 변화

- WTO 제10차 각료회의(2015.12.20. 케냐, 나이로비)에서, DDA 농업 수출보조금 철폐 합의가 도출되어 우리나라도 2024년부터는 수출보조금/물류비 지원 폐지가 불가피해 짐. 따라서 우리나라 농산물의 수출경쟁력 향상이 절실함
- 국내 과다 생산일 때 진행되어온 밀어내기식의 수출은 국내 농산물 시장 안정에는 의미가 있겠으나, 한국산 농산물 수출 전체로 볼 때 저가, 저품질, 단발공급의 이미지를 줄 수 있음. 더욱이 수출보조금 철폐 이후 더 이상 진행될 수 없음
- 국내산 농산물의 수출경쟁력 향상을 위해서는 수입국 needs 맞춤형 전략, 전문 수출 단지 양성, 선박수출 등을 통한 유통비용 절감 기술 등이 요구됨

2. 대만을 대상으로 한 신선채소 수출 가능성

【 대만의 신선채소류(HS CODE 07) 수입현황 】

- ◎ 수입량 : (세계) ('07) 15,646 → ('12) 17,549→ ('17) 29,748만불
(한국) ('07) 331 → ('12) 752→ ('17) 1,214만불, 증가추세
- ◎ 수입국 : 미국(24.0%) > 중국(14.4%) >> **한국(4.1%, 10위, 1,214만불)**

- 2017년 기준 농림축산식품 상위 5개 수입국은 미국, 중국, 브라질, 뉴질랜드, 호주이며, 한국은 256백만달러로 12위이고, 신선채소류(HS CODE 07)의 경우 1,214만불로 10위임
- 자국산 식품에 대한 불신감으로 수입식품 선호
 - 2013~2014년 식품안전문제로 소비자들의 불신감이 팽배, 수입식품으로 눈길을 돌리고 있어 수입식품 소비저변 확대에 호기임
 - 일반소비재의 가격 구조는 일본 > 유럽 > 미국 > 한국 > 대만 > 중국 및 동남아산의 순으로 분류되고 있음.
 - 2011년도 일본 후쿠시마 원전사고 이후 일본산 수입식품 규제
→ 지난 3년간 한국식품의 대만수출실적이 매년 10~15%로 증가되었음

- 대만은 4~11월의 기간동안 고온 및 태풍 등으로 채소류 수급이 원활하지 않아 주로 수입에 의존
 - 직접적인 태풍으로 인한 피해가 년 3.9개가 발생하며, 주로 7~9월에 집중
- 대만의 주요 신선채소류 수입국인 미국의 경우, 최근 O157등의 발생에 따라 한국산 수입량 확대가 예상됨

3. 국내농산물 중 대만 시장내 경쟁력이 높은 품목

- 양배추: 질긴 것(국내)보다 부드러운 품종 선호 👉 대만품종 계약재배
- 배추: 동남아산보다 식감이 좋아 인기 👉 연중수출
- 상추: 포기채 수확하는 로메인상추 수출 👉 시장점유율 7.5%
- 파프리카: 대과종 선호 👉 국내 과잉 생산 및 대과종 생산시기

○ 핵심 기술

1. 생산 분야: 현지(대만)에서 요구하는 품종 선별과 이에 대한 병해충 방제 기술 개발이 요구됨

- 대만 선호 품종 선별: 양배추, 상추류
 - 식문화의 차이로 작물별 소비자의 품질 요인이 달라 국가별 선호 품종이 있어 국내 주요 품종으로는 수출에 한계가 있음



◦ 육묘전경



◦ 정식



◦ 재배



◦ 현장 평가회



◦ 수확 및 포장



◦ 대만 수출

◦ 2018년 사전 연구 내용

- 배추류 재배시 triazole계 생장억제제의 잦은 사용으로 검역단계에서 잔류농약의 문제가 되고 있음
- 배추의 품질에 영향을 주는 주요 생리장해 중 하나인 깨씨무늬증은 질소질 비료의 부족하거나 과다공급으로 발생하는 것으로 알려져 있어 질소 시비량의 구멍이 필요함

2. 수확후 관리 분야: 수출 대상 신선채소가 모두 업체류지만 작물별 수확후 생리 특성이 달라 작물별 관리 요구

: 4월부터 11월까지 생산지 온도차이가 커 수확시기별로 수확방법, 다듬기 작업 등의 관리 방법을 달리해야 하며 고온기 특히 예냉 등의 관리가 매우 중요함

○ 예냉 저장분야: 봄배추와 겨울배추는 차압예냉 처리 후 3~6주간 저장하면서 출하량을

조절할 수도 있으나 여름배추는 차압예냉 처리 후 1-2일 이내에 바로 수출시장으로 출하하여야 함

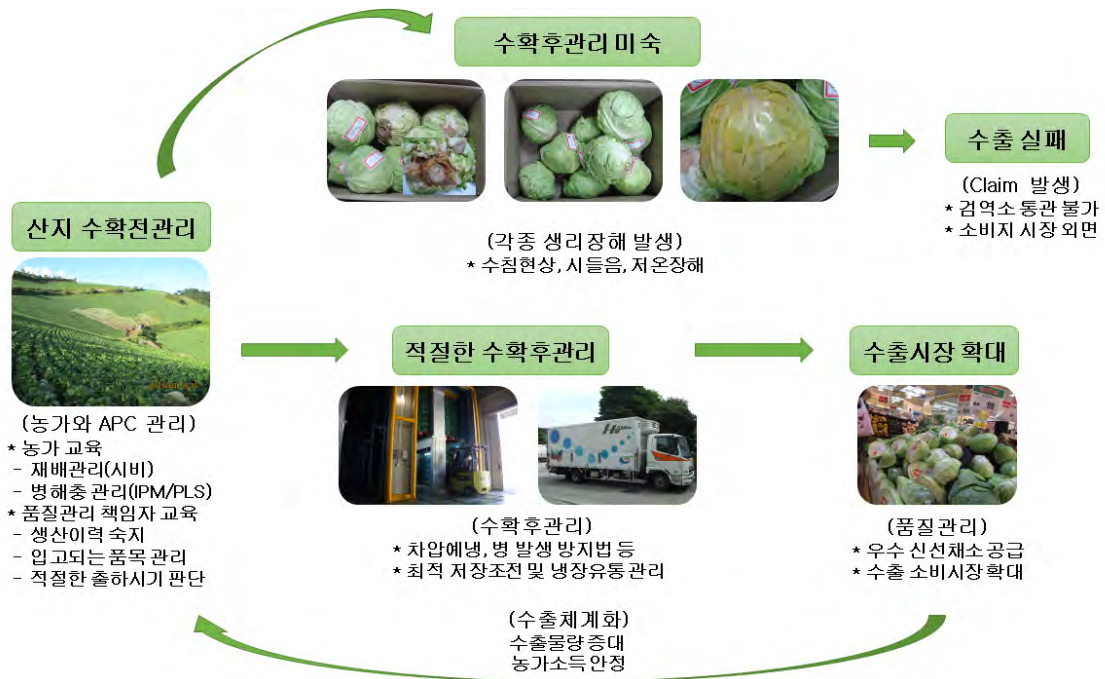
- 포장 수송 분야: 엽채류의 무게당 낮은 가격으로 인해 대만까지 냉장 컨테이너를 활용한 수출이 이루어지므로, 포장상자의 경도, 개공율, 재질 등이 고려되어야 함. 또한 적재 방법에 따라 수송중 온도유지 및 품질유지가 달라질 수 있어 이에 대한 연구도 필요함
- 검역 및 통관 개선 분야: 현재 북미산 신선엽채류에서 문제가 되고 있는 대장균 등 미생물 오염 방지 대책



대만에 신선채소 수출시 수확후관리 개요

- 수확시기를 감안한 수출 물량의 연중 공급체계 확립: 우리나라에서 신선채소는 연중 생산이 가능하나 여름철에 국내에서 생산되는 신선채소는 품질관리가 어려우며 특히 물량도 적어 시장가격이 대출대상국보다 높게 형성되어 산지에서 수출을 기피하는 현상이 뚜렷함
- 여름철 신선채소의 수출시 안정적 물량공급과 신뢰도 확보를 위해 연중공급체계를 구축하는 것이 중요함하며, 고온과 장마기 직전의 물량을 장기저장 할 수 있는 체계화된 수확후관리법이 필요함
- 우리나라에서 생육적기에 생산된 신선채소는 저장 및 유통이 비교적 용이하나 여름철에 장마와 고온기를 거쳐 생산되는 신선채소는 품질관리가 극히 어려움
- 배추와 양배추는 여름철에 고랭지에서 생산하여도 재배환경이 불량하여 저장 및 유통과정중에 아래와 같은 다양한 생리장해가 발생함
- 온대성작물은 저온장해가 발생하지 않는 것의 일반적이거나 여름철에 수확한 배추와 양배추에서는 수침현상과 엽육조직의 반투명화 등 저온장해와 유사한 증상이 발생함
- 여름철에 수확한 배추와 양배추는 수분함량이 높아지거나 조직이 약하므로 저장유통기간을 연장하고 생리장해를 방지하기 위해서는 단순히 온도만 낮추는 강제통풍식 예냉은 품질관리

효과가 적으며 품온과 수분 함량을 동시에 낮출 수 있는 수확후처리(차압예냉)와 저장고 습도관리가 중요함



- 농산물의 포장과 물류는 수송이나 보관에 있어서 매우 중요한 문제로 포장 상자로 포장하지 않고 수송할 경우 발생할 수 있는 품질 손실은 매우 크다고 봄
- 대부분의 신선 농산물은 수확한 후에도 내용물의 대사 작용에 따라 발생된 수분에 의하여 골판지 상자의 기계적 강도가 저하되어 찌그러짐 현상이 발생함으로 수분에 강한 골판지 박스 개발이 필요함
- 저온유통에 따른 예냉 처리의 경우 냉기가 제품에 균일하게 이동될 수 있도록 냉기공이 필요하지만, 냉기공이 충분하지 않을 경우 냉각 효율이 떨어지며, 이로 인한 예냉이 원활하게 이루어지지 않아 포장 박스 내에 결로가 발생하여 압축강도 저하도 발생함
- 또한 일정한 강도를 유지하면서 냉각 효율을 높이는 냉기공을 추가한 골판지 상자의 적정 조건 규명이 필요함
- 적용 품목에 따라 농산물 상자의 규격이 표준화되지 않고 다양한 사이즈 또는 제품의 특성을 고려하지 않은 단순한 일관된 크기의 골판지 상자가 이용되고 있어 물류 효율이 감소와 선도 유지에 끼치는 영향은 물류비 증가와 함께 농산물의 단가 상승으로 이루어지기 때문에 이러한 문제점 개선을 위한 해결 방안 제시가 필요함



냉각 효율 및 물성 개선 농산물 포장 상자 개발 필요

수출 농산물 포장 상자 개발 필요성

3. 병해충 방제 기술 개발 필요 작목: 전 작목

- 집약적 재배 및 환경 조건으로 인하여 배추, 양배추, 상추의 경우 다수의 병원균과 해충으로 인해 피해가 심각한 작물임
- 그로 인해 관행적으로 오용과 과용적인 농약 살포가 반복적으로 진행되어 농산물 안전성에 문제가 제시됨
- 체계적인 병해충 관리 시스템은 농산물 안전성 확보와 수출 증대에 있어 반드시 요구되는 항목임
- 기후변화, 품종 변화 등과 관련한 병해충의 생태, 병원성, 다양성에 대한 연구가 미흡한 상황임

수출 목표 설정 및 타당성 확보 방안



수출 목표 설정 배경

- 현재 본 사업단에서 대만 수출 신선 채소류의 생산과 수출 유통을 맡고 있는 (영) 청명, (영)한스, (영)오대파프리카는 2017년부터 시작하여 2019년 올해 50억 수출을 예상하고 있음. 2017년 이후 매년 20%의 수출 신장세를 감안하면 과제가 종료 후인 2022년에는 70억 이상의 수출 증대가 예상됨

타당성 확보 방안

- 수출목표달성을 위한 사업단 활동/기여
- 과제를 통해 현지 선호형 품종 선발로 수출물량 확보
- IPM 기술 적용으로 검역단계에서의 훈증, 전수조사 등과 같은 수출 저해 요인 제거
- 맞춤형 수확후 관리 기술로 생산물의 품질 유지 향상
- 향상된 작물별 저장기술로 수출기간 연장 및 수출가격 상승으로 인한 수출액 증가
- 수출생산단지의 교육지도를 통한 고품질 신선채소 생산 및 수출 유도
- 대만 신선 농산물 수출 협의회(가칭)를 통한 지속적인 현장애로 해결

○ 본 사업단의 핵심 기술 수준

1. 생산 분야/품종 및 생리장해 완화

주저자	논문명/품종명	주요내용/품종특성	게재지(권, 쪽)/ 품종등록	게재연도 (등록연도)
아시아 중요 *양배추 품종 개발 수준	- 자사의 양배추는 전세계 시장별로 맞춤형 품종을 생산/수출 중이며 세계 TOP CLASS에 위치함. - 다국적 종자 기업들(Syngenta 등)이 BULK수입하여 자사의 품종을 개별 브랜드포장으로 판매하고 있는 상황임.	- 세계 1, 2위 시장인 중국 및 인도에 매년 맞춤형 양배추 종자 300만\$ 이상을 수출중임. - 특히 인도시장에서는 시장점유율 1위를 달성하고 있음.	- 한국무역협회, 한국종자협회에서 매년 수출량 집계/광고 중임.	2015-현재
황 병 호	씨티-418: 시들음병 및 뿌리혹병 등 복합내병성 품종 필요시장 맞춤형 - GSP 개발 품종	정식후 70~75일부터 수확이 가능한 3kg 이상의 복합내병성 품종, - 특히 시들음병 및 뿌리혹병 우수한 품종	2018. 04. 02 품종 등록됨	2018
황 병 호	씨티-623: 조생종 대만 맞춤형 - GSP 개발 품종	정식후 70일부터 수확이 가능한 3kg 이상의 조생종 품종 - 특히 식미가 우수한 품종	2018. 10. 05 품종 출원됨	2018
홍 세 진	질소 시비량이 봄배추의 저장 품질과 깨씨무늬장해 발생에 미치는 영향	질소시비량이 봄배추의 저장력과 깨씨무늬증상 발생에 미치는 영향 구명	Horticultural Science and Technology 35(6):727-736	2017
황 병 호	씨티-410: 대만을 포함하는 아열대 고랭지 시장 맞춤형 GSP 개발 품종	정식후 70일부터 수확이 가능한 2.5kg 이상의 식미가 탁월한 조생종 품종 - 특히 숙기가 빠르고 결구력이 우수한 품종	2017. 03. 03 품종 등록됨	2017
강 호 민	붕소, 칼슘, 규소의 복합 엽면시비가 방울 토마토의 품질과MAP 조건에서 저장성에 미치는 영향	미량원소 엽면시비가 방울토마토 조직 강화/경도 증진을 통한 저장성 향상을 유도효과 구명	시설원에 식물공장 26(4):310-316	2017
황 병 호	KT-Cross : 최근 대만 수출이 급격히 증가하는 우수 양배추 품종	정식후 65-70일부터 수확가능한 2kg 이상의 대만시장 맞춤형 수출 양배추 품종 - 특히 포장저장성이 우수하여 각광/시장확대 중	2015년부터 매년 4만\$씩 종자 수출중	2015
강 호 민	MA저장 중 파프리카 과실의 품종별 품질 및 저장성 비교	파프리카 20여개 품종별 품질 및 저장성 비교 및 품질 인자중 저장성관련 인자 구명	시설원에 식물공장 21(3): 261-266	2012

2. 수확 후 전처리 및 예냉 저장 분야

저자	논문명	주요내용	게재지 (권, 쪽)	게재연도 (발표연도)
홍 세 진	배추 '춘광'이 저장 중 1-MCP 처리 효과	수확후 1-MCP 처리가 대표적인 저장용 배추 품종인 '춘광'의 저장력에 미치는 영향 구명	Horticultural Science and Technology 36(2):215-223	2018
홍 세 진	배추 력광 품종의 저장중 1-MCP에 대한 반응	저장력이 약한 배추 '력광' 품종에 수확후처리로 1-MCP 처리시 저장기간 연장 효과 검증	시설원에 식물공장 27(2):125-131	2018
강 호 민	아스파라거스의 모의 유통 과정에서 예냉 방법과 포장 조건이 품질에 미치는 영향	아스파라거스 예냉방법과 MAP 포장 방법에 따른 품질 비교	시설원에 식물공장 27(1):7-12	2018
홍 세 진	수확 후 전처리에 의한 고랭지 배추 '춘광' 품종의 저온 저장 중 품질 변화에 대한 비교	고랭지에서 여름에 재배한 배추 '춘광' 품종에 대하여 몇 가지 수확후처리 후 저장중 품질 변화 비교	Horticultural Science and Technology 36(2):233-241	2015
강 호 민	Effect of Hot-water Dipping on Inhibiting Red Discoloration of Basal Part in Chicon	열수 침지 처리를 통한 엽채류 치콘의 절단면 갈변 억제 기술 연구	Horticultural Science and Technology 32(3):353-358	2014
홍 세 진	고랭지 여름배추 품종간 품질 비교 및 저장온도 최적화	고랭지에서 재배되는 여름배추의 품종간 품질 비교와 적정 저장 온도 구명	Horticultural Science and Technology 31(2):211-218	2013
홍 세 진	저장 전처리 방법에 따른 배추 '춘광' 품종의 품질변화	춘광배추에 대하여 저장전 수확후처리에 따른 품질 유지 효과 구명	Horticultural Science and Technology 31(4):429-436	2013
강 호 민	Characteristics of Chilling Symptoms of Cherry Tomato Compared to Beefsteak Tomato Harvested at Different Ripening Stages	방울토마토와 대과 토마토의 수확 시기에 따른 저온 장해 증상에 대한 연구	J. of Pure & Applied Microbiology 7:703-709	2013
홍 세 진	정식시기에 따른 고랭지 양배추의 수확 및 저장중 품질 변화	고랭지에서 재배된 다양한 품종의 양배추에 대하여 수확시와 저장중 품질 변화 비교	시설원에 식물공장 21(2):95-101	2012

3. 포장 수송 분야

저자	논문명	주요내용	게재지 (권, 쪽)	게재연도 (발표연도)
강 호 민	Quality and shelf life of baby leaf lettuce influences by modified atmosphere packaging	로메인 어린잎 상추 저장성 비교	Quality Assurance and Safety of Crops & Foods 11(4): in press	2019
이 윤 석	Antimicrobial and improved barrier properties of natural phenolic compound coated polymeric films for active packaging applications	선도 개선을 위한 천연 화합물 코팅 항균성 플라스틱 필름 특성 연구	Journal of Coatings Technology and Research 16(1):147-157	2019
이 윤 석	Phase change materials for advanced cooling packaging	신선 과채류의 수출 유통을 위한 보냉 포장의 냉매 소재 연구	Environmental Chemistry Letters 16:845-859	2018
이 윤 석	High adsorption of ethylene by alkali-treated halloysite nanotubes for food-packaging applications	수출 신선 과채류 포장재 적용을 위한 알칼리로 처리한 할로사이트 나노 소재의 에틸렌 가스 고흡착 연구	Environmental Chemistry Letters 16:1055-1062	2018
이 윤 석	Active packaging from chitosan-titanium dioxide nanocomposite film for prolonging storage life of tomato fruit	신선 토마토의 저장성 개선을 위한 키토산-나노 광촉매 적용 기능성 필름 개발 연구	International Journal of Biological Macromolecules 112:523-529	2018
이 윤 석	Thermally buffered corrugated packaging for preserving the postharvest freshness of mushrooms (<i>Agaricus bisporus</i>)	수출 버섯의 수확 후 선도 개선을 위한 열차단 굴판지 박스 연구	Journal of Food Engineering 216:11-19	2018
이 윤 석	Development of antimicrobial polyolefin films containing lauroyl arginate and their use in the packaging of strawberries	수출 딸기의 선도 유지 적용을 위한 Lauroyl Arginate 함유 올레핀계 항균성 포장재 개발 연구	J. of Food Measurement and Characterization 4(11):1706-1716	2017
강 호 민	산소투과도를 달리한 MA 필름으로 포장한 딸기 '매향'의 모의 수출 조건에서 품질 고찰	수출용 딸기매향에 적합한 소포장용 필름 제시	한국포장학회지 23(2):83-87	2017
이 윤 석	Application of different packaging methods and materials for comparing freshness of lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L.) harvested in summer season	고온기 결구상추의 포장재와 포장방법 적용에 따른 선도 개선 비교	한국포장학회지 23(3):163-171	2017

4. 병해충 방제 검역 분야

주저자	논문명	주요내용	게재지 (권, 쪽)	게재연도 (발표연도)
김 경 수	Distinct roles of the YPEL gene family in development and pathogenicity in the ascomycete fungus <i>Magnaporthe oryzae</i>	도열병균의 병원성에 관한 연구	Scientific Reports 8:14461	2018
강 호 민	Acidic electrolyzed water, hydrogen peroxide, ozone water and sodium hypochlorite influence quality, shelf life and antimicrobial efficacy of cherry tomatoes	방울 토마토에 대한 전해수, 과산화수소수, 오존수, 염소수 등의 살균효과 구명	Research Journal OF Biotechnology 13(4):51-55	2018
강 호 민	Influence of hot water immersion and MAP pre-treatments on sterilization and asparagus spear qualities during cold storage	열처리 전처리와 MAP가 아스파라거스 저장성과 살균효과에 미치는 영향 구명	Horticultural Science and Technology 36(5):756-765	2018
김 경 수	Antagonistic evaluation of <i>Chromobacterium</i> sp. JH7 for biological control of ginseng root rot caused by <i>Cylindrocarpon destructans</i>	뿌리썩음병에 대한 생물학적 방제 연구	Mycobiology 45:370-378	2017
김 경 수	The effect of fungicides on mycelial growth and conidial germination of the ginseng root rot fungus, <i>Cylindrocarpon destructans</i>	뿌리썩음병에 대한 합성농약의 방제연구	Mycobiology 45:220-225	2017
김 경 수	RNA-seq of life stages of the oomycete <i>Phytophthora infestans</i> reveals dynamic changes in metabolic, signal transduction, and pathogenesis genes and a major role for calcium signaling in development	역병균의 대사 및 병원성에 관한 연구	BMC Genomics 18:198	2017
홍 기 정	Current status of exotic insect pests in Korea: comparing border interception and incursion during 1996-2014	국내 검역항에서 검출된 해충과 침입 해충과의 관계	Journal of Asia-Pacific Entomology 19:1095-1101	2016
강 호 민	UV-C treatments enhance antioxidant activity, retain quality and microbial safety of fresh-cut paprika in MA storage	파프리카 신선편이에 대한 Uvc의 살균효과	Horticulture, Environment, and Biotechnology 56(3):324-329	2015

○ 본 사업단의 핵심 기술 수준

참여기업	주요내용																								
청명	<ul style="list-style-type: none"> - 이경형 대표가 현재 배추류 수출협의회 회장으로 활동중 - 2018년 수출액 215만불 달성, 2019년 상반기 165만불 수출 - 2018년 재배면적: 1,090,050m²로 국내 배추 대만 수출업체 중 2위에 해당 - 주 생산지역은 여름철 재배단지인 강원을 포함하여 경북, 전남, 경남, 전북 등에서 연중 생산 및 수출 중 																								
한스	<ul style="list-style-type: none"> - 한사찬 대표는 현재 상추류('로메인', '프로라이즈' 등)를 국내 업체 중 유일하게 대만 요식 업체와 수출 업체를 통해 수출중 - 2019년 수출 목표 25억을 목표로 국내 육성 양배추 10개 품종 재배시험중 - 상추류와 배추, 양배추를 경남, 강원, 경북 등지에서 연중 생산 및 수출 중 																								
아시아종묘	<ul style="list-style-type: none"> - 매년 전세계 시장으로 200만\$이상 양배추 종자 수출 (인도시장 점유율 1위 기술력으로 대만, 동남아, 동유럽 진출) - 세계각국별 맞춤형 양배추 품종 40여종 수출중 <div style="text-align: center;"> <p>개발 품종</p>  <p>원스틀 2018 대통령상 장영실상 수상 기술력 (농업계 최초 수상)</p> <p>KT-Cross (대만 맞춤형수출품종)</p> <p>씨티-410 (식미우수, 결구력 우수)</p> <p>씨티-418 (복합내병성, YCR)</p> </div>																								
오대파프리카	<ul style="list-style-type: none"> - 지용선 대표는 2018년 유일하게 파프리카 대만(수출국 2위) 103톤(25만불) 수출 - 파프리카 연중 생산하여 2019년 수출 예상액 450만불 - 2017년 제54회 무역의날 '오백만불 수출의 탑' 수상 <div style="text-align: center;"> <p>선별관리 시스템</p>  <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <caption>선도조각 규격표</caption> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>XL</th> <th>L</th> <th>M</th> <th>S</th> <th>SS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>남개중량(g)</td> <td>230~</td> <td>180~230</td> <td>140~180</td> <td>110~140</td> <td>95~110</td> </tr> <tr> <td>수량 (5kg상자기준)</td> <td>19~20</td> <td>23~24</td> <td>28~30</td> <td>36~40</td> <td>42~46</td> </tr> <tr> <td>표준수량 (5kg상자기준)</td> <td>20</td> <td>24</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>44</td> </tr> </tbody> </table> </div>	구분	XL	L	M	S	SS	남개중량(g)	230~	180~230	140~180	110~140	95~110	수량 (5kg상자기준)	19~20	23~24	28~30	36~40	42~46	표준수량 (5kg상자기준)	20	24	30	36	44
구분	XL	L	M	S	SS																				
남개중량(g)	230~	180~230	140~180	110~140	95~110																				
수량 (5kg상자기준)	19~20	23~24	28~30	36~40	42~46																				
표준수량 (5kg상자기준)	20	24	30	36	44																				

1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

가. 국내·외 기술 수준 및 시장 현황

1) 국내 기술 수준 현황

1. 대상 작물별 수출 관련 현황

□ 배추

- 배추는 국내에서 연중 생산되나 최근의 경향을 보면 일반적으로 겨울철 월동배추는 비축 기지에 입고된 물량에 비해 시장에서 요구하는 출하량이 적어 수출물량 확보에 문제가 없으나 여름배추는 수요에 비해 수급물량이 적어 신선배추의 원물 가격대비 수출 물량확보에 어려움이 있음. 겨울배추와 봄배추는 수확후 관리가 용이하여 수출이 원활이 이루어질 수 있으나 여름배추는 저장력이 극히 열악하고 품질관리가 어려워 적절한 수확후처리가 선행되지 않으면 수출이 매우 어려움
- 여름배추는 겨울배추보다 환경에 따른 병해충에 피해가 더 심각한 상황이며, 이에 따른 약제 의존도도 높은 실정임. 하지만, 엄격한 대만통관 기준에 적합한 병해충 관리 및 약제 방제 매뉴얼은 부재임

□ 양배추

- 2001년 이후로 양배추의 국내 생산량은 30만톤이 넘게 생산되고 있어 과잉생산으로 수취 가격이 불안정한 상황임. 양배추의 수급안정을 위해 양배추 수출단지를 조성한 지역이 일부 있으나, 대부분의 수출 상품이 일본을 겨냥하여 표준화됨. 안정적인 대만 시장 진출을 위하여 대만의 양배추 선호 사이즈 및 식미 등의 연구와 재배 기반 조성, 수확 후 저장관리, 수출시장 개척, 전용 포장재 개발에 적극적으로 나서 고품질의 양배추를 생산해야 함
- 수출 맞춤형 양배추 품종에서의 병충해에 대한 생태, 유전형, 병원성에 대한 지식이 부족한 현실임. 더불어 대만 수출 대상국 맞춤형 약제 살포 매뉴얼도 부재인 상황

□ 상추류

- 상추는 주년재배가 일반화된 작목으로, 연중 생산 및 공급되고 있음. 2018년 잎상추 및 결구상추 수출량은 총 674톤, 1,140천\$으로 집계되며, 1~3월 시기에 주로 미국, 대만으로 수출되었음. 이는 국내 생산량이 많은 시기에 가격 안정화의 효과가 있음. 대만은 5~10월에 상추 수입을 요구하므로 이에 대응할 수 있는 기술 개발이 필요함
- 대만 선호 상추류에 대한 병해충 발생 양상 및 적합한 병해충 관리기술이 필요한 상황임

□ 파프리카

- 대만 자체 생산량이 급감하는 5,6월은 국내에서는 남부지역의 후반물량과 고랭지지역의 초기물량이 맞물려 가격 폭락이 발생하며, 고랭지 지역은 XXL의 대과 생산량이 많아 일본 수출시 제값을 받지 못하고 있음. 파프리카는 대과를 선호하여 고랭지 지역 물량의 대만 수출로 일본 수출 물량 조절이 가능하여 국내산 파프리카의 국제 경쟁력 강화도 꾀할 수 있음
- 파프리카의 경우는 일본 수출에 대한 병해충 관리 기술이 잘 확립되어 있는 반면에, 대만 수출에 대한 관리기술은 미흡한 실정임

2. 대만 수출 경쟁력 강화 분야 기술 수준

가. 생산 기술

1) 대만 소비자 특성에 적합한 품종 선발 및 재배기술 확립

○ 현장 애로 해결방향:

- 현지 소비자 조사 등을 통해 소비자가 선호하고, 한국에서 재배가 용이한 품종 선발
- 적품종 선발과 재배 기술 구축

○ 관련 기술 수준 분석

- 강원도농업기술원에서는 대만수출용 양배추의 품종 특성을 검정(2018)하며, 대만 품종의 국내 적응성과 함께 국내 선호 품종과의 차이점을 분석하였음



◦ 구특성



◦ 결구특성

- 국내 종자 업체에서는 골든씨드프로젝트(GSP) 등의 과제를 통하여 대만 등 국가에 적합한 양배추 품종을 육성하고 있음
- 최근 기후변화에 따라 (준)고랭지에서의 작목 재배치에 관한 연구가 진행 중

2) 깨씨무늬증 등 주요 질병(병해충) 발생 억제 기술 개발

○ 현장 애로 해결방향:

- 배추에 대해 깨씨무늬 억제를 위한 질소 시비 재배법은 제시되어 있으며, 지속적인 홍보와 정보 제공으로 표준시비법을 활용하도록 유도함
- 배추는 질소 시비가 저장력에 큰 영향을 미치며 과다 시비한 배추는 저장력이 크게 저하되므로 장기저장용과 장거리 수출용은 재배 농가의 시비량 관리를 철저히 하는 것이 필요함



◦ 질소 시비량과 깨씨무늬 증상 발생 정도 비교

○ 관련 기술 수준 분석

- 배추에 대해 깨씨무늬 억제를 위한 질소 시비 재배법은 제시되어 있으나, 재배 현장에서는 표준 시비법을 따르지 않는 경우가 있음. 이는 장마철에 비료 성분의 용탈을 우려하여 과다 시비하는 경우와 결국기간을 단축시키기 위한 것이 주요한 이유임

나. 수확 및 전처리 분야

1) 품질저하, 손실방지 등을 수확·가공기술 개발: 여름배추의 무름병 전파 억제를 위한 수확시 관리법

- 수확시기, 절단방법, 수확 후 운송, 수확인력의 교정지도 등 수확과정의 매뉴얼화
- 다듬기 작업의 효율성 향상, 품질 표준화를 위한 장치 개발

○ 현장 애로 해결방향: 수확후 관리방법 개발 및 교육

- 여름철에 배추는 무름병 발생이 심하며 특히 수확시 병이 인위적으로 전파되므로 수확용 칼의 소독이 중요함
- 수확중간에 수확용 칼을 염소수, 소금물, 과산화수소수 또는 알코올 등으로 소독함



깨끗한 칼로 절단



뿌리절단시 정결유지

○ 관련 기술 수준 분석

- 여름철 무름병 방지를 위해 수확용 칼의 소독에 대한 중요성은 재배현장에서도 이해하고 있음.
- 단 짧은 시간 안에 대단위 면적에서 무거운 배추를 수확해야 하므로 현실적으로 작업자들이 칼을 소독하면서 수확하기를 꺼려함.
- 수출용 여름배추는 작업 중간 중간에 칼을 소독하도록 하는 교육과 홍보가 요구됨

다. 예냉 저장 분야

1) 고효율 최적의 예냉·저장기술 개발

- 배추를 대상으로 적절한 차압예냉 시설과 일반적인 차압예냉 조건은 개발 및 제시되어 있음. 단, 생산시기가 봄, 여름, 가을에 따라 그리고 재배환경과 시비조건에 따라 신선배추의 식물 조직과 활성이 극명하게 차이를 보이므로 배추의 저장력을 높이기 위해서는 수확 시기별 최적의 차압예냉 조건을 구명할 필요는 있음

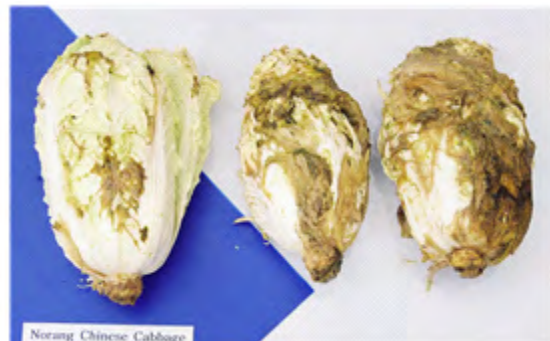
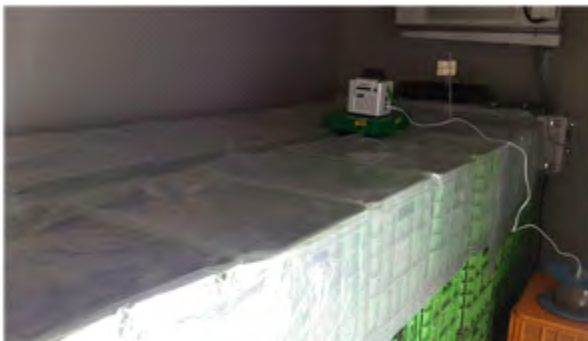


○ 입고 후 바로 차압예냉(좌,중), 진공예냉(우) 중인 신선배추

- 고온기에 수확하는 배추는 진공예냉과 차압예냉이 적합한 것으로 알려져 있으며, 차압예냉은 A농협 무·배추수급조정기지에서 실용화되어 이용되고 있음. 진공예냉도 배추의 품질관리면에서는 매우 효과적일 것으로 판단되나 신선배추를 대상으로 진공예냉을 적용하기 위해서는 1회당 처리물량과 처리효율 등의 실용성과 시설투자 및 유지비용과 활성화 등의 경제성 분석이 요구됨
- 장기저장한 신선배추는 외관과 품질요인이 정상으로 측정되어도 절임 가공후 조직의 질겨짐과 물러짐이 급격히 진행되는 경우가 있음

항목	문제점	관리법
저장성	장기 저장시 신선 배추의 저장중 품질 변화	○ 저장용 배추는 재배환경, 성숙도, 차압예냉처리 여부에 따라 3-12주까지 저장이 가능하지만 저장기간을 20일로 한정하여 출하하고 있음 ○ 고온기에 생산된 배추는 차압예냉 후 저장하여 배추의 품질을 우수하게 유지함
	저장중 병 발생	○ 저장고 소독, 차압예냉, 저장기간 최소화 등으로 병 발생을 관리하고 있음
	저장한 신선 배추의 가공수율이 낮아지며, 저장이 오래되면 절임 가공후 물러짐과 질겨짐이 급격히 진행되는 경우가 있음	○ 배추는 직출하용과 저장력이 강한 품종이 있으나 APC 입고시 이를 구분하기는 현실적으로 거의 불가능하여 저장 20일 이내의 신선 배추로 절임 배추 생산

- 관련 기술 수준 분석: 기개발 기술(1-MCP, CO₂ 포집·저장 등), 온·습도 조절 등의 저장기술
 - 1-MCP 처리는 배추의 신선도 유지에 효과가 미미하며 양배추에서는 보고된 결과가 없음
 - CO₂ 처리에 대한 배추와 양배추의 신선도 유지 효과에 대한 검증이 요구됨
 - 플라즈마 처리는 배추의 병 발생 억제에 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 경제적이고 현장에서 상용화할 수 있는 장치의 개발 및 보급이 요구됨
 - 에건처리는 여름철 고온 다습조건에서 생산된 고랭지배추의 무름병 발생 억제에 큰 효과가 있음. 단, PE박스에 담긴 배추가 대량으로 건조가 잘 이루어지도록 통풍이 잘 되고 차광시설이 갖추어진 적재 장소가 필요함



○ 배추의 1-MCP처리(좌)와 예건하지 않은 배추의 무름병(우) 발생 모습

- 출하후 유통과정 중 온도 조건 구명 : 농산물은 수출과정중 지속적으로 변온에 노출되어 신선도에 악영향을 주므로 APC 반입 후 예냉과 저장고 입고 과정중에 급속/완만 냉각, 저온/냉각 저장, 고습도/저습도 저장, 그리고 승온/냉온 출고 등이 배추와 양배추 유통중 신선도 유지 및 변화에 미치는 영향을 파악하여 적절한 온도관리 조건을 제시함

○ 신선배추와 절임배추 수출의 유통 차별화

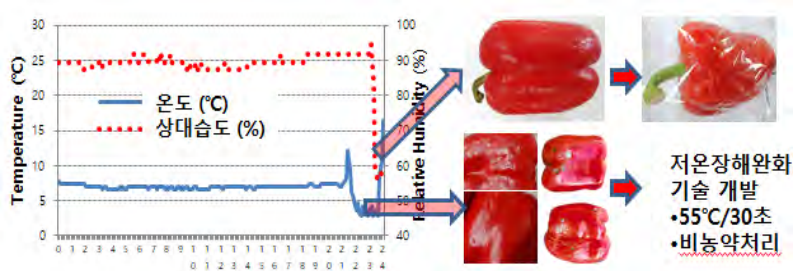
- 산지에서 배추가 APC에 입고시 저장력이 강한 품종과 약한 품종을 구분하여 저장하는 것은 거의 불가능하며, 장기저장시 절임배추 가공수율이 저하되고, 절임이후 조직감이 급격히 불량해지는 가공배추가 발생할 수 있음
- 배추는 저장시 신선배추의 조직감과 식미는 문제가 없으나 절임가공 후 조직이 급격히 물러지거나 질겨지는 현상이 발생하는 경우가 있음. 이러한 조직감의 변화는 품종의 저장력, 재배환경, 장기저장, 그리고 시비조건 등에 따라 발생의 정도가 달라지므로 샐러드나 일반 조리용으로 이용되는 신선배추와 김치 및 절임용으로 이용되는 가공배추로 구분하여 품질관리와 유통기간을 설정해야 함
- 저장력이 강한 배추는 차압예냉 후 적정저장 조건에서 6-12주까지 신선도를 유지할 수 있으나, 위와 같은 이유 등으로 국내 최대 배추APC(A농협)에서는 저장기간을 최대 20일로 정하여 출하관리하고 있음

2) 유통기한 연장과 상품성 유지를 위한 수확후 관리 기술 개발

- 현장 애로 해결방향: 본 사업단 참여 연구자와 국내외 기 발표된 파프리카 저온장해 완화기술과 상추류의 갈변 억제 기술을 한스영농조합법인의 수출 현장에 적용, 그 효과와 적용가능성 검토



◦ 상추 갈변 현상



◦ 저온장해 발생 완화 기술

○ 관련 기술 수준 분석

- 현재 농진청과 과제 참여 연구자가 열처리 방법을 제안함
- 상추류 절단면 등 갈변 억제 기술 필요: MAP, 열처리, 등 수확 후 전처리 및 포장 기술 보고
- 상추류 수확 후 관리 기술 매뉴얼 작성



◦ 2019년 6월 3일 상추 대만 수출 현장 조사

라. 포장 수송 분야

1) (포장·수송) 냉각용 포장상자(기술) 개발 등

○ 해결 방향

- ‘배추/양배추’ 포장상자 개선 연구기존 유통 포장 현황 조사

- ① 배추 및 양배추는 수확 후 대사작용에 의해 발생된 수분으로 골판지상자의 기계적 강도가 저하되어 통기구의 효율적인 배치가 적용된 상자 설계가 필요함
- ② 또한, 크기가 일정하지 않아 포장 규격 설정이 어려워 표준화를 통해 물류 효율 확대 필요

- ‘상추’ 포장상자 개선 연구

- ① 유통 중냉각 효율 증대를 위해 통기구의 효율적 개선을 위한 골판지상자 구조 설계 필요
- ② 추가적으로 골판지상자 내부에 기능성 소포장을 적용하여 결로현상 방지 연구 필요



◦ 배추 유통 포장 형태



◦ 양배추 유통 포장 형태



◦ 상추 유통 포장 형태



- ‘파프리카’ 포장상자 개선 연구

- ① 파프리카는 높은 호흡율을 가지고 있어 포장 내부 수분 발생으로 기계적 강도가 저하되어 통기구의 효율적인 배치가 적용된 상자 설계가 필요함
- ② 발수도가 높은 골판지를 이용하여 높은 상대습도에서도 강도를 유지하는 골판지 선정이 필요함



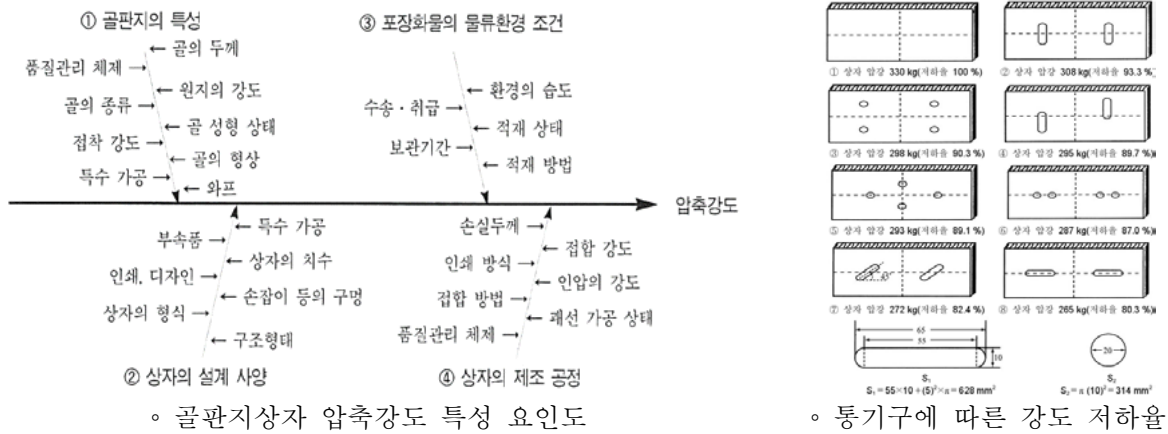
◦ 파프리카 유통 포장 형태

- 수출용 농산물 박스 제작 및 적용 평가 구조 설계 및 물성 평가

- ① 골판지상자의 압축강도 요인도를 기준으로 압축강도의 저하가 적은 통기구 위치 및 사이

즈 선정하여 구조 설계가 필요하며 발수도가 높은 골판지 선정이 필요함

- ② 각 품목별 파렛트 규격에 따른 농산물 박스 효율 계산 (CAPE 분석)하여 물류 효율 확대
- ③ 수출용 농산물 박스 적용 품목별 품질 변화 평가 (경도, 색도, 산도, 향산화성 등)



골판지상자 압축강도 특성 요인도

통기구에 따른 강도 저하율

○ 관련 기술 수준 분석

- 국내 유통에 신선 제품의 품질 개선을 위한 선도유지 농산물 박스에 대한 상용화는 대상 적용 품목에 따라 비교적 제품화가 잘 이루어져 있지만, 대상 국가별 수출용 박스에 대한 연구는 여전히 미비한 실정임
- 또한 국내에서는 농산물 포장 박스 연구는 많이 이루어지지 않은 실정이며 각 채소별 선도유지를 위한 소포장 단위의 연구가 주로 이루어지고 있음
- 김아나 (2017) 연구에서는 알루미늄이 코팅된 골판지상자를 이용하여 파프리카의 품질 변화를 평가하였으며, 이지영 (2014)는 골판지의 항균성을 부여하여 농산물의 선도유지 기능을 확인함
- 이정수 (2017)는 소포장 및 포장 처리 방법에 따라 상추의 품질 변화를 평가하였으며, 김상섭 (2014), 이원옥 (2003) 연구에서 소포장 처리 방법에 따른 배추의 품질 변화와 저온 유통용 배추의 골판지 상자 개발 연구를 진행함

○ 국내 신선채소류 선도유지 기술 연구 현황

년도	제목	저자	저널
2017	골판지 포장재에 알루미늄 코팅이 파프리카의 저장 중 품질특성에 미치는 영향	김아나, 허명화, 이교연, 사피어리만, 김남섭, 최성길	한국식품저장유통학회
2017	고온기 결구상추의 수확 후 포장조건에 따른 선도유지 효과	장민선, 이정수	한국식품저장유통학회
2014	농산물용 복합 골판지의 항균성 및 선도유지기능 평가	이지영, 김철환, 최재성, 오석주, 김병호, 임기백, 김선영, 김준식	Journal of Korea TAPPI
2014	Ca ²⁺ 처리 절단배추의 소포장 단기 저장 특성	김상섭, 성기운, 황희영, 정문철, 정신교	한국식품저장유통학회
2012	MA저장 중 파프리카 과실의 품종별 품질 및 저장성 비교	최인이, 이용범, 김일섭, 강호민	생물환경조절학회
2008	포장 방법이 상추 품질에 미치는 영향	이정수, 이혜은, 이운석, 전창후	한국식품저장유통학회
2003	배추의 저온유통용 골판지상자 개발	이원옥, 윤홍선, 정훈, 이현동, 조광환, 김만수	한국식품저장유통학회

2) 대만 수출 신선채소류(상추류 파프리카) 품온 관리 기술 개발 필요

○ 해결 방향

- 수출 생산 단지 및 수출업체와 연계한 수출 전과정 실증: 수출이 많은 주산지 2개소를 대상으로 개발된 기술을 적용하고, 현지 수출 실증을 통해 수출 시 발생하는 애로사항 발굴·개선

○ 관련 기술 수준 분석

- 수출 유통 중 온습도 환경 변화 모니터링 기술이 개발되어 수출과정 변화 확인이 가능함
 - 상추류, 파프리카 등 작물별 적정 소포장재에 대해 다양한 연구 진행됨

358 Postharvest Biology Transport of Fresh Produce

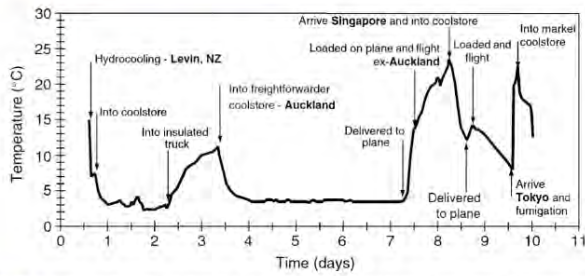
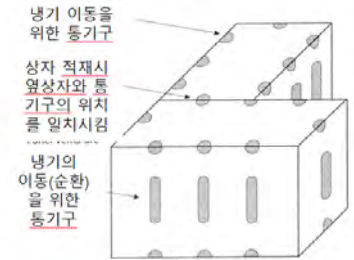


Figure 2 Temperature profile for asparagus harvested and packed in Levin, New Zealand, and transported by road and air to Japan via Singapore. Reproduced with permission from Bolton, A.F., Brash, D.W., Bycroft, B.L. 1998. Air-freight coolchain improvements using insulation and supplemental cooling. Appl. Eng. Agric. 14, 49-53.



◦ 유통/수출 수송중 온도 변화 현황

◦ 품온 저하를 위한 포장 상자 개선안

마. 병해충 방제 검역 분야

1) 깨씨무늬증 등 주요 질병(병해충) 발생 억제 기술 개발

○ 해결 방향 : 개발된 주요 질병 발생 억제 기술을 수출조직을 통한 수출 현장 실증

- 대만 수출 기준에 부합되는 작물 성장 전반에 걸친 종합적 방제 체계 매뉴얼 구축

- ① 깨씨무늬증은 종자·공기·토양에 의해 전파되는 난방제병이므로 생산 초기 단계에서 수확 후 저장 단계까지 총체적이며 집중관리가 요구됨
- ② 집약적 재배 및 환경 조건으로 인하여 배추, 양배추, 상추의 경우 다수의 병원균과 해충으로 인해 피해가 심각한 작물임. 그로 인해 관행적으로 오용과 과용적인 농약 살포가 반복적으로 진행되어 농산물 안전성에 문제가 제시됨

병명	병원균	기주	배추 검은무늬병
흰목기둥병, White rot	<i>Albugo candida</i>	배추	
검은무늬병, Black spot	<i>Alternaria brassicae</i>	배추	
	<i>Alternaria brassicicola</i>	배추	
부리마름병, Brittle root rot	<i>Aphanomyces raphani</i>	배추	
검둥마름, Cercospora velvety spot	<i>Cercospora brassicola</i>	배추	
검자병, Anthracnose	<i>Colletotrichum dematium</i>	배추	
흰가루병, Powdery mildew	<i>Erysiphe polygoni</i>	배추	
시들음병, Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i>	배추	
노균병, Downy mildew	<i>Hyaloperonospora parasitica</i>	배추	
무늬진딧물, Black leg	<i>Phoma lingam</i>	배추	
질균병, Slime mold	<i>Phycomyces sp.</i>	배추	
각병, Phytophthora root rot	<i>Phytophthora drechsleri</i>	배추	
부리목병, Clubroot	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	배추	
흰곰팡이병, White spot	<i>Pseudomonas caryophyllae</i>	배추	
검은진딧물, Chewing soft	<i>Pythium echinosporum</i>	배추	
그루터곰팡이, Pythium rot	<i>Pythium ultimum</i>	배추	
밑줄곰팡이, Bottom rot	<i>Rhizoctonia solani</i>	배추	
검박병, Sclerotinia rot	<i>Sclerotinia inopur</i>	배추	
무름병, Bacterial soft rot	<i>Erwinia carotovora</i>	배추	
부패성, Bacterial rot	<i>Pseudomonas marginalis</i>	배추	
배추검은무늬병, Bacterial leaf spot	<i>Pseudomonas syringae</i>	배추	
배추검은잎어긋남무늬병, Bacterial leaf curl	<i>Pseudomonas viridiflava</i>	배추	
검은진딧물, Black rot	<i>Sclerotinia carboensis</i>	배추	

◦ 배추 피해 병원균

해충	학명	기주	배추순나방
배추순나방	<i>Heliothis undalis</i>	배추	
배추흰나비	<i>Xylotesta xylotella</i>	배추	
복숭아혹진딧물	<i>Mycus persicae</i>	배추	
담배거세미나방	<i>Spodoptera litura</i>	배추	
배추순나방	<i>Plutella xylostella</i>	배추	
도둑나방	<i>Mamestra brassicae</i>	배추	
벼룩일벌레	<i>Phyllotreta striolata</i>	배추	
곡침나방	<i>Spodoptera exigua</i>	배추	
두물벌레	<i>Limax marginatus</i>	배추	
명주달팽이	<i>Acusta despecta</i>	배추	
무우세두리진딧물	<i>Lipaphis erysimi</i>	배추	
삼서구애무기	<i>Atractomorpha lata</i>	배추	
아베리칼일꿀벌레	<i>Liriomyza trifolii</i>	배추	
말배추가우진딧물	<i>Brevicoryne brassicae</i>	배추	
황달배나방	<i>Helicoverpa armigera</i>	배추	

◦ 배추 피해 해충

병해	병원균	기주
검은무늬병, Black spot	<i>Alternaria brassicae</i>	양배추
검은곰팡이병, Gray mold	<i>Botrytis cinerea</i>	양배추
시들음병, Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i>	양배추
검은무늬병, Leaf spot	<i>Helicoverponium folliculatum</i>	양배추
검은무늬병, Black lay	<i>Leptophtheria maculosa</i>	양배추 노균병
노균병, Downy mildew	<i>Peronospora brassicae</i>	양배추
뿌리혹병, Clubroot	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	양배추
마름병, Dry rot	<i>Pythium spincasum</i>	양배추
질취병, Damping off	<i>Rhizoctonia solani</i>	양배추
균핵병, Sclerotinia rot	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	양배추 시들음병
세균 무름병, soft rot	<i>Erwinia carotovora, E. chrysanthemi, E. rhapontici, E. rhapontici f. paradimonas cepacia</i>	양배추
세균상부괴병, Bacterial rot	<i>Pseudomonas cichorii, P. marginalis, P. violiflava</i>	양배추
검은적갈병, Black rot	<i>Xanthomonas campestris</i>	양배추

◦ 양배추 피해 병원균

해충	학명	기주
도둑나방	<i>Manestra brassicae</i>	양배추
배추좀나방	<i>Plutella xylostella</i>	양배추
양배추가루진딧물	<i>Brevicoryne brassicae</i>	양배추



◦ 양배추 피해 해충

병해	병원균	기주
검빛곰팡이병, Gray mold	<i>Botrytis cinerea</i>	상추 잎마름병
노균병, Downy mildew	<i>Bremia lactucae</i>	상추
갈색무늬병, Cercospora leaf spot	<i>Cercospora lactucae</i>	상추
시들음병, Fusarium wilt	<i>Fusarium oxysporum</i>	상추
갈색검무늬병, Leaf spot	<i>Heterosporium sp.</i>	상추 노균병
관부적갈병, Crown rot	<i>Phoma sp.</i>	상추
적변, Phytophthora root rot	<i>Phytophthora cactorum</i>	상추
밑부적갈병, Bottom rot	<i>Phytophthora drechleri</i>	상추
균핵병, Sclerotinia rot	<i>Rhizoctonia solani</i>	상추
균핵병, Sclerotinia rot	<i>Sclerotinia minor</i>	상추
적변, Sclerotinia rot	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	상추
잎마름병, Leaf blight	<i>lactucae</i>	상추
무름병, Bacterial soft rot	<i>Erwinia carotovora</i>	상추
세균상부괴병, Bacterial rot	<i>Pseudomonas cichorii, P. marginalis, P. violiflava</i>	상추

◦ 상추 피해 병원균

해충	학명	기주
명주달팽이	<i>Acusta despecta</i>	상추
양배추가루진딧물	<i>Brevicoryne brassicae</i>	상추
왕담배나방	<i>Helicoverpa armigera</i>	상추



◦ 상추 피해 해충

○ 관련 기술 수준 분석

- 생육시기별 병원균에 대한 적정 방제 시기에 대한 정보가 미흡
- 종자 감염 심각성에 대한 인지 부족과 무병 인증된 종자의 부재 상황
- 수확 후 병 확산 억제에 대한 적용 기술이 미흡
- 병해충 방제 기술 개발 필요: 현재 국내 수출 농가는 일본 수출 위주의 화학적 방제 기술을 적용하고 있어 대만 수출을 위한 방제기술 개발 필요
- 살포 농약에 대한 우리나라의 PLS 기준보다 대만측에서 요구하는 잔류허용기준이 높을 경우에 대한 대책 마련 필요

◦ 2017년도 대만수출 한국산 주요검역 불합격 내용

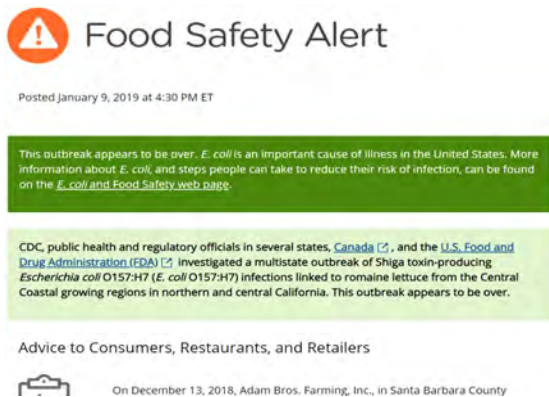
작목	성분	주요 목적	횟수
배추	플로니카미드	진딧물	11회
	에토펜프록스	파밤나방, 담배거세미나방, 배추흰나비, 벼룩잎벌레	3회
	디니코나졸	생장억제	1회
	아미살브롬	뿌리혹병, 뿌리마름병, 노균병	1회
	피메트로진	목화진딧물, 온실가루이	1회
파프리카	테드라코나졸	흰가루병	1회
	클로티아니딘	담배가루이	2회
	플로니카미드	진딧물	1회

2) 수확 후 대장균 등 살균 기술 개발

- 현장 방향: 상추류(로메인 상추) 대장균 살균 기술 필요, 수출조직을 통한 수출 현장 실증
 - 국내산 로메인상추 안전성 확인으로 대만으로 미국산을 대체하여 한국산 수출에 청신호
 - 생산단지 및 산지유통센터에 기술 적용, 수출조직을 통한 수출 현장 실증



○ 2018.01.05. 미국내 대장균 검출



로메인 상추, 국내 제품 안전하지만... "모두 버린 후 저장 장소도 살균하라" 해외 비상



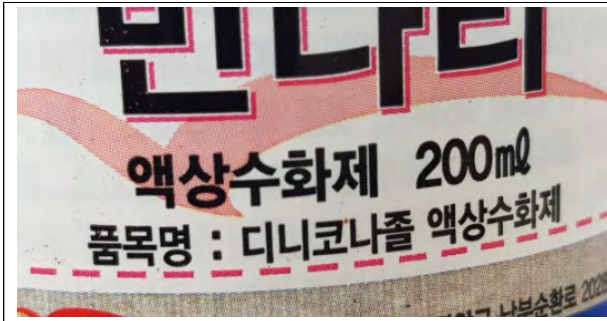
○ 2019.01.과 04 미국질병통제예방센터에서 E coli에 감염된 로메인 상추 위험성 경고

○ 관련 기술 수준 분석: 재배 전/후 살균 기술 개발

- 플라즈마처리, 이산화염소, UVc 등 살균처리 기술 적용: 현재 저온 플라즈마 발생기(사과, 감귤 등), 이산화염소가스 발생기(딸기 등)에서 살균효과가 입증되었음. 곁구형 엽채류에 대한 효과 입증이 요구됨
- 수확 전 미생물에 대한 안정성 조사: 현재 글로벌 GAP 농가 이외에 생산 농가를 중심으로 농업용수, 농업자재(유기물 퇴비)에 대한 사전 조사

3) 안전성 높은 품질 향상 기술 개발

- 현장 방향: 대만 수출 신선채소류인 배추, 양배추, 상추 등의 엽채류를 대상으로 성장조절제로 분류된 Diniconazol처리가 일상화되어 있음
 - 배추의 경우 정식 15일후 7일간격 처리하되, 정식한 배추가 최소한 4-6엽기 이후에 처리하며, 사용횟수는 2회, 수확 21일전까지 사용이 안전사용기준임
 - 일명 빈나라라고 불리우는 Diniconazol은 붉은별무늬병에 대한 원예용 살균제로 사과, 배, 잔디 마늘 등에 사용되어 왔으며, 저독성 생태독성 3급으로 중복살포의 약해가 우려됨.



적용대상 및 사용량					
작물명	적용대상	사용시기 및 방법	물 200 당 사용약량	안전사용기준	
				사용시기	사용횟수
백합 (분화용)	신장억제	초장 6~8cm일 때 1차, 초장 15cm일 때 2차 경엽처리	40ml	-	-
배추	생장억제	정식 15일 후 7일 간격 경엽처리	20ml	수확 21일 전까지 사용	2회 이내
팔레늄시스 (엘로보이)		저온처리 1주일 후 경엽처리		-	-
팔레늄시스 (핑크대롱)				-	-

- 관련 기술 수준 분석: 기존 Diniconazol 대체, 생장조정 및 품질향상을 위한 기술 개발
 - 처리효과는 지베렐린 생합성 억제로 지상부 도장을 억제하여 품질 향상을 기대할 수 있음
 - 최근 생장조정제로 판매되고 있으며 안전사용기준에는 배추의 사용예가 명기되어 있음
 - 특히 대만 수출시 사용 가능 여부의 확인과 PLS기준으로 잔류성 확인이 필요함
 - 배추, 양배추, 상추류에 대한 규모, 붕소의 농도별 처리 조건 구명

○ 국내 신선채소류 선도유지 기술 연구 현황

년도	제목	저자	저널
2017	골판지 포장재에 알루미늄 코팅이 파프리카의 저장 중 품질특성에 미치는 영향	김아나, 허명화, 이교연, 사피어리만, 김남섭, 최성길	한국식품저장유통학회
2017	고온기 결구상추의 수확 후 포장조건에 따른 선도유지 효과	장민선, 이정수	한국식품저장유통학회
2014	농산물용 복합 골판지의 항균성 및 선도유지기능 평가	이지영, 김철환, 최재성, 오석주, 김병호, 임기백, 김선영, 김준식	Journal of Korea TAPPI
2014	Ca ²⁺ 처리 절단배추의 소포장 단기 저장 특성	김상섭, 성기운, 황희영, 정문철, 정신교	한국식품저장유통학회
2012	MA저장 중 파프리카 과실의 품종별 품질 및 저장성 비교	최인이, 이용범, 김일섭, 강호민	생물환경조절학회
2008	포장 방법이 상추 품질에 미치는 영향	이정수, 이해은, 이윤석, 전창후	한국식품저장유통학회
2003	배추의 저온유통용 골판지상자 개발	이원옥, 윤홍선, 정훈, 이현동, 조공환, 김만수	한국식품저장유통학회

2) 국내 기술 수준 현황

□ 생산

- 엽채류에 대한 대만 수출 경쟁국인 미국은 Salinas 계곡과 Santa Maria/Oxnard 지역에서 전체의 75%를 생산하고 있음

2018년 미국 엽채류 생산현황	Salinas 지역 재배 현황	

□ 수확 후 관리

- 수확 후 관리 대만 수출의 경쟁국인 미국의 경우, 장기저장형 품종 개발, 산지 예냉

			
산지 예냉	수확과 동시에 소포장/상자포장	장기저장형 품종 개발	겨울철 수확 직후 산지 소포장

- 포장상자는 농산물의 비중에 따라 상자의 강도를 조절하며, 일정한 개공율을 유지하여 호흡열 방출과 냉기 유입을 원활하게 제작되어 있음

	
국내 수출용 상자	해외 상추용 포장 상자
상추류 포장 상자 비교	

- 국외에서 최근 농산물 유통 포장박스는 국내와 동일하게 주로 골판지 박스로 이용되고 있음
 - 주로 오픈형 박스에 제품을 담아 유통되며, 제품의 선도유지를 위해 따로 소포장하여 박스에 담기는 유통이 이루어짐

		
헝가리 양배추 유통 포장 형태	네덜란드 상추 유통 포장 형태	네덜란드 파프리카유통 포장 형태

○ 관련 기술 수준 분석

- 국외에서 최근 농산물 유통 포장박스의 문제점을 개선하기 이루어지는 연구는 골판지의 구조 설계 또는 골판지 원지에 기능성 물질을 첨가하여 골판지의 물성을 개선하거나 기능성을 부여하는 연구가 이루어짐
 - 골판지 박스의 손잡이나 냉기공 유무에 따른 골판지상자의 물성 변화를 파악하는 연구와 국내와 동일하게 각 신선 채소별 선도유지 기술에 관한 연구도 많이 이루어져 있음

◦ 국외 신선채소류 선도유지 기술 연구 현황

년도	제목	저자	저널
2018	Molecular markers reliably predict post-harvest deterioration of fresh-cut lettuce in modified atmosphere packaging	I Simko, RJ Hayes, MJ Truco, RW Michelmore	Horticulture research
2018	Modeling sorption phenomena and moisture migration rates in paprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) using physicochemical characteristics	SS Shirkole, PP Sutar	Journal of food science and technology
2015	Preservative effectiveness of essential oils in vapor phase combined with modified atmosphere packaging against spoilage bacteria on fresh cabbage	JE Hyun, YM Bae, JH Yoon, SY Lee	Food control
2014	Structural design of corrugated boxes for horticultural produce: A review	Pankaj B. Pathare, Umezuruike Linus Opara	Biosystems Engineering
2008	The Effect of Ventilation and Hand Holes on Loss of Compression Strength in Corrugated Boxes	J. Singh, E. Olsen, S. P. Singh, J. Manley, F. Wallace	Journal of Applied Packaging Research
2007	Finite Element Analysis of Vent/Hand Hole Designs for Corrugated Fibreboard Boxes	Jongkoo Han, Jong Min Park	Packaging technology and science

□ 병해충 관리

- 신선채소류는 *Salmonella*균과 *E. coli* O157:H7균 등 사람에게 직접적으로 병을 일으킬 수 있는 병원균이 많이 검출되기 때문에 특별한 관리가 필요한데 미국에서는 식품의약청(FDA)에서 Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards of Fresh-cut Fruits and Vegetables를 발간하여 가이드라인을 제시하여 관리하고 있다.
- *Sclerotinia sclerotiorum*는 상추류에 감염하여 상추균핵병을 일으키는데, 미국, 뉴질랜드 등에서 생물학적방제로 *Coniothyrium minitans*균을 제품화하여 토양에 살포하여 균핵병을 효과적으로 방제하고 있다. 화학적 방제로 dicloran, penthiopyrad, fluxapyroxad, pyraclostrobin 등이 포함된 살균제를 상추류 수확 30-40일 전 살포하여 병원균을 방제하고 있다.
- 수확후에도 병원균에 취약한데 오염된 포장상자, 포장하기전에 세척할 때 사용하는 물등에 의해 오염된다. 대만의 The World Vegetable Center 보고서에 의하면 대만에서의 신선채소류의 수확후 병으로 세균성 무름병이 가장 심각하고, *Sclerotinia*에 의한 균핵병, *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병, *Alternaria*에 의한 검은무늬병 등이 심각하다. 이에 대한 대책으로 작물을 포장하기 전에 병에 걸린 증상을 보이는 잎들을 제거하는데 배추의 경우 외엽을 모두 제거하기도 한다. 작물을 세척하여 오염된 흙 등을 제거하는 것도 중요한데, 결구배추의 세척하여 물기가 생기면 세균성 무름병이 잘 증식하므로 세척을 권고하지 않고 있다.



3) 국내 시장 현황

가. 수출현황

□ 국가별 신선채소류 수출 현황('17)

- 국내 신선농산물의 대만 수출 비중은 물량은 34천톤으로 전체 2위에 해당하나, 금액으로는 2,013만불로 전체 5위에 머물러 있음

◦ 국가별 신선채소류 수출 물량과 금액

구분	물량		금액	
	(톤)	비율	(천불)	비율
합계	93,398	100.0	234,746	100.0
일본	42,812	45.8	116,098	49.5
대만	34,889	37.4	20,133	8.6
미국	5,037	5.4	21,822	9.3
아세안	4,891	5.2	33,990	14.5
홍콩	3,342	3.6	20,906	8.9
중국	1,777	1.9	16,071	6.8
EU	503	0.5	4,957	2.1
GCC	147	0.2	769	0.3

□ 신선채소류 대만 수출실적(단위 : 톤, 천불, %)

- 주요 수출 신선농산물은 중량기준으로 배추, 양배추, 결구상추의 순임

◦ 대만 신선채소류 수출 물량과 금액

구분	2015년		2016년(A)		2017년(B)		증감률(B/A)	
	중량	금액	중량	금액	중량	금액	중량	금액
합계	30,582	23,868	36,323	27,400	36,360	24,573	0.1	△10.3
배추	16,519	9,764	14,039	8,454	23,742	11,802	69.1	39.6
양배추	9,975	5,173	9,780	4,831	8,544	2,896	△12.6	△40.1
고추	368	1,405	463	1,678	358	1,316	△22.7	△21.6
결구상추	555	740	788	792	1,105	1,109	40.3	40.0
상추	428	550	188	229	272	311	44.4	35.9
토마토	462	613	16	45	62	133	282.6	195.3
파프리카	25	73	134	344	33	90	△75.7	△74.0
기타	2,250	5,550	10,915	11,027	3,348	8,024	-	-

1. 배추류(배추, 양배추)

□ 대만의 배추류(HS CODE 070490) 수입액 : 23,338천불

- 연도별 수입액: (세계) '07. 10,885 → '12. 15,104 → '17. 23,338천불
- 주요 수입국 : 한국(45.9%) > 베트남(22.8%) > 인도네시아(20.6%)
- 한국산 배추류 수출액: '07. 188 → '12. 4,781 → '17. 10,705천불

□ 배추 수출동향

- 전년대비 국내가격 하락(5~6월, 9~12월) 및 대만 수요 증가에 따라 수출량은 전년대비 71%증가하였으나, 단가하락으로 금액은 42% 증가

* 국내 연평균 도매가(KAMIS) : '16. 1,086/kg → '17. 907원/kg

◦ 배추의 대만, 캐나다 수출 물량과 금액

구분	2016(A)		2017(B)		증감률(B/A)	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액
합계	14,798	9,189	25,293	13,037	70.9	41.9
대만	14,038	8,454	23,742	11,802	69.1	39.6
캐나다	191	152	794	472	316.6	211.0

□ 대만 수출동향

- 배추는 꾸준히 증가하고 있으나, 양배추는 대만 현지 선호 품종을 공급하지 못해 감소추세임

◦ 대만 수출 배추류의 수출액 변동과 증감사유

품목	수출액(천불)			증감사유
	2016 (A)	2017 (B)	증감 (B/A)	
배추	8.5	11.8	39.6	한국산 배추의 우수성이 인지도가 높아 소비가 증가되는 경향임. 특히 대만 현지 김치 제조 시 대만산 또는 베트남산 배추를 사용할 경우 수분이 과다 발생되어 한국산 배추 선호
양배추	4.8	2.9	△40.1	한국산 양배추는 맛이 비교적 질겨 대만인들이 선호하지 않기 때문에 대만 내 태풍영향 등으로 수확량이 급감하는 경우에만 수출되고 있음

2. 상추류

□ 대만의 상추류(HS CODE 070511) 수입액 : 11,459천불

- 연도별 수입액 : (세계) '07. 3,981 → '12. 4,909 → '17. 11,459천불
- 주요수입국 : 미국(84.8%) > 한국(7.5%) > 베트남(3.1%)
- 한국산 상추류 수출액: '07. 0 → '12. 0 → '17. 864천불 ※ 2015년도 첫 수출

3. 파프리카

□ 대만의 파프리카(HS CODE 070960) 수입액 : 1,646천불

- 연도별 수입액 : (세계) '14. 1,076 → '15. 1,816 → '16. 2,314 → '17. 1,646천불
- 주요 수입국 : 중국(94.9%) > 캐나다(2.7%) > 한국(2.4%)
- 한국산 파프리카 수출액: '14. 13 → '15. 30 → '16. 177 → '17. 39천불

□ 파프리카 수출동향

- 국내·외 수요 대비 생산량 증가에 따른 수출단가 하락영향으로 물량 (15.1%) 증가에도 불구하고 금액은 4.6% 감소
- 일본은 현지수요 정체로 일본의 수입량은 약 4만톤으로 연간 일정하나 한국산의 시장점유율은 지속 증가추세(점유율 : ('16) 74%→('17.11) 78%)
- 대만은 일본과 상이한 잔류농약기준치에 따른 현지 위반 발생에 따라 2017년도에는 수출 감소
⇒ 2018년도 약 100톤으로 수출량 증가

◦ 대만 수출 파프리카 수출동향 (단위 : 톤, 천불, %)

구분	2016(A)		2017(B)		증감률(B/A)	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액
합계	30,276	93,793	34,843	89,485	15.1	△4.6
일본	30,111	93,327	34,769	89,237	15.5	△4.4
홍콩	31	118	41	155	31.5	31.5
대만	134	344	33	90	△75.7	△74.0

□ 파프리카 2018년도 수출량 증가 ⇒ 파프리카 수출시기는 5~9월로 강원도 여름 생산시기와 일치하여 2017년 대비 30% 증가한 103톤에 256천불을 수출함

4) 국외 시장 현황(대만 시장 현황)

□ 대만 신선채소 생산 현황

(단위 : ton, 천 대만달러(TWD))

종류	2014년		2015년		2016년	
	생산량	금액	생산량	금액	생산량	금액
채소류	2,823,790	59,954,254	2,696,521	64,368,580	2,758,508	77,303,018

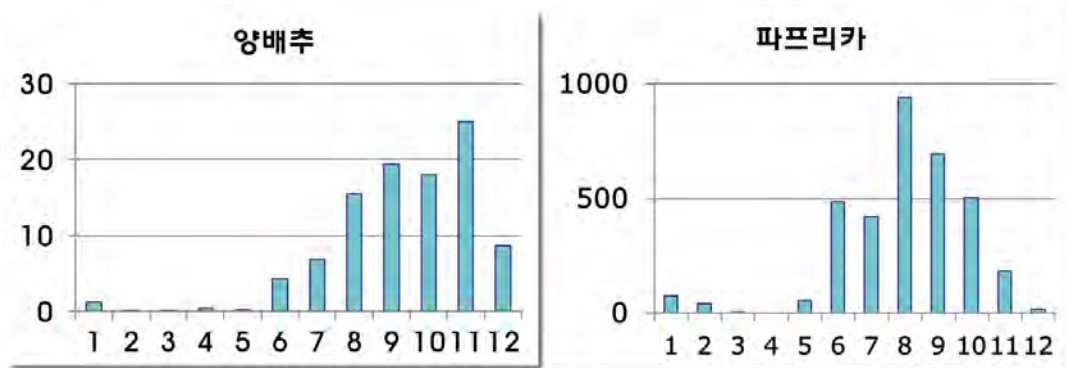
□ 대만 농산물 수출입 실적('17)

(단위 : 천ton, 백만달러(USD))

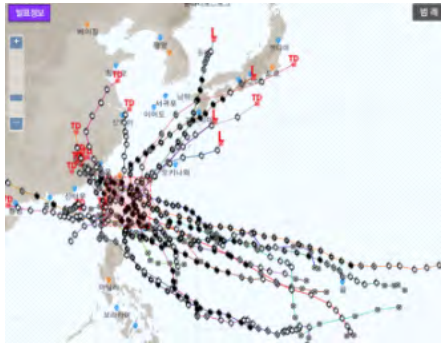
종류	수출		수입	
	물량	금액	물량	금액
농산물	1,110	2,233	13,482	9,095

□ 대만 신선채소 주요 수입품목

- 대만은 4~11월의 기간동안 고온 및 태풍 등으로 채소류 수급이 원활하지 않아 주로 수입에 의존
 - 직접적인 태풍으로 인한 피해가 년 3.9개가 발생하며, 주로 7~9월에 집중
- 대만의 주요 신선채소류 수입국인 미국의 경우, 최근 O157등의 발생에 따라 한국산 수입량 확대가 예상됨



대만 채소류 수입시기



횡성산양배추 대만수출 확대 기대감

도 농업기술원, 현장협의회
'초추' 등 10품종 시험재배
일부 국내 품종 현지수요 적함

정태욱 2018년 09월 29일 토요일

◦ 태풍 이동경로

◦ 원주MBC, 강원도민일보 등(2018.09)

□ 대만의 신선농산물 소비 동향

- 대만은 빈번한 국내 식품안전 사고로 자국산 식품에 대한 불신이 큼
- 이에 수입식품, 특히 일본산 식품에 대한 신뢰도가 높아 비싼 가격에도 불구하고 선호도가 높았으나 일본 후쿠시마 원전사고 이후 한국산, 동남아산 식품에 대한 수요가 증가하고 있음
- 또한 대만에서 한류의 영향력과 함께 한국식품에 대한 관심도 증가하면서 지난 3년간 한국식품의 수출실적이 매년 10~15% 증가 추세임

□ 대만의 신선농산물(HS CODE 07) 수입액 : 297,484천불

- 연도별 수입액 : (세계) '07. 156,460 → '12. 175,498 → '17. 297,484천불
- 주요 수입국 : 미국(24.03%) > 중국(14.4%) > > 한국(4.1%, 10위, 12,146천불)
- 한국산 신선농산물 수출액: '07. 331 → '12. 7,524 → '17. 12,146천불

□ 대만 수출 애로사항

1) 잔류농약 검출

- 대만은 자국산 농산물의 보호를 위하여 세계적으로 까다로운 검역 기준 적용
- 한국 및 일본의 농약잔류허용량기준에 근거해 수출할 경우 수입 통관 검사 시 농약 잔류 허용량기준 초과 및 기준 상 표기 되지 않은 농약이 검출 될 경우 모두 반송 및 폐기

◦ 한국과 수출대상국 간의 PLS 안전 등록 차이점

작목	농약성분	대만허용기준(ppm)	한국허용기준(ppm)
배추	플로니카미드	미설정 (0.01)	0.7
	에토펜프록스	불검출	0.7
	이독사카르브	미설정 (0.01)	3.0
상추	이독사카르브	미설정 (0.01)	3.0

2) 농산물 생산 및 수출의 안정성

- 대만의 주 수입시기인 7~10월은 우리나라에서도 가뭄 및 고온으로 안정생산에 어려움
- 대부분의 농산물이 대만 국내에서 생산되는 품목이므로 수입은 대만 명절 등 성수기 및 작황상태 양호하지 않을 때에 한국산을 수입

3) 수확 후 관리 기술 확립

- 수출시기가 고온기 이므로 배추, 양배추 등은 농산물 운송 시의 저장 온도 등 운송 환경으로 인한 품질 저하 등의 문제점 발생

4) 신선채소류 포장 기술

- 국외 배추류 유통 포장 형태의 경우 국내와 유사하게 골판지 박스 형태로 이루어져 있음
- 박스 내부에 결로현상이 발생하지 않도록 오픈형 박스도 주로 이용 하고 있었으며 베트남에서는 양배추를 얇은 종이로 한번 감싸서 유통하고 있음을 확인함
- 또한 폴란드에서 유통되는 박스에서는 팔각 박스 구조로 이루어져 있어 압축강도를 높인 것으로 보임



- 국외에서 결구상추 유통이 많이 이루어져 있으며 주로 오픈형 구조의 포장 박스 형태로 유통되고 있음
- 결구 상추는 개별적으로 랩핑되어 박스에 담겨 유통되는 형태를 보임



- 국외 파프리카 유통 포장 형태는 국내와 마찬가지로 오픈형 구조의 박스 형태로 이루어져 있음
- 네덜란드의 경우 파프리카를 개별적으로 필름으로 소포장한 후 박스에 담겨 유통되는 형태를 보임
- 압축강도를 높이기 위한 팔각박스 구조의 박스 형태도 확인함



2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

▶ 1차년도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
1차 년도 (‘20)	신선채소류 의 대만 수출 확대를 위한 수확후 관리 기술 개발 (제 1세부 강원대 강호민)	상추류의 유통기 간 연장을 위한 생리 현상 조사	- 로메인 상추와 신선 편이를 대상으로 필 름 종류별 저장 유통 기한 비교	- 로메인 결구 상추와 신선편이를 2℃와 8℃에 저장해본 결과, 2℃ 저장이 적합 하며 결구 상추의 산소투과도 높은 필 름, 신선편이의 경우 1,300cc OTR(Oxygen transmission rate)필름이 적합함
		파프리카 혼합산 적을 위한 저온장 해 생리 현상 조 사	- 파프리카 저온저장 일수에 따른 저온장 해 증상 파악	- 2℃ 저온고에서 5일 저장 후 상온에서 1일 방치한 처리구는 외관상 품질의 차 이가 없었으나, 10일 저온저장 한 처리 구는 저온장해 현상인 주름지거나 Pitting 현상이 나타나 10일 이하로 저 온 저장 및 유통하는 것이 바람직하며 현재 15일 저온 중이며 추가 결과 도출 중
		배추류의 깨씨무 늪증 발생 억제를 위한 적정 기체투 과도 MAP 포장재 선발	- 1협동에서 깨씨무늪 증 발생 억제를 위 해 재배된 배추를 대상으로 MAP포장 중 깨씨무늪증 발생 양상 비교(여름철)	- 2℃ 저온고에 Box 포장하여 저장한 처 리구는 35일째 외관상 품질 저하로 저 장 종료되었으며, 관행 1,2,3,4에서 깨 씨무늪증이 발견되었음. MA저장과 미세 천공 필름 저장구는 현재 80일 이상 저 장 중에 있어 종료 후 결과를 도출할 예정임 : MA저장-110, 미세천공 필름 저장- 140일 저장하였는데, MA저장시 생체 중 감소율이 낮고 외관상 품질이 높으 며 깨씨무늪 발현이 낮아 장기 저장에 적합함
		냉장 컨테이너의 냉각 효율을 향상 을 위한 사전 조 사	- 비교상추 수확 후 플라즈마처리 가스 형태의 다양한 살균 처리 기술 확인 - 실제 수출단계에서 수확부터 선적 해상 수송 현지 도착까지 온습도 변화 조사 - 현지 수출 주산지 대상으로 한 애로사 항 발굴대만 수출 양배추와 한국 시판	- 플라즈마 처리시 O ₃ 가스가 발생되어 상추를 대상으로한 살균 연구시 효과를 기대하며 현재 연구 계획 중임 : 원물 수급의 문제와 기후 이상으로 연 구 중 추대되어, 결구상추로 변경하여 플라즈마와 ClO ₂ 가스 처리 후 현재 저장 중 - 수출 선적 전 2-3시간의 상온 노출과 대만 도착 후 저온 유지가 되지 않았음. 보다 철저한 냉장 저장 및 유통이 필요 하다고 판단됨. 추후 현지 소매상까지의 유통 환경에 대한 수집이 필요할 것임

			양배추의 품질 및 저장성 비교	- 현지 수출 주산지에서는 고온기에 예냉 없이 유통되며 예냉이 되고 나서도 저장 후 상자포장시 다시 상온에 노출되는 현상을 확인하였음. 보다 철저한 온도 관리가 필요할 것으로 판단됨
신선채소 대만 수출 확대를 위한 생산 기술 체계 확립 (제1협동 강원도농업 기술원 전신재)	디니코나졸 처리에 따른 잔류특성 및 생육특성 검정	- 시험품종 : 불암3호 - 처리내용 : 디니코나졸 처리 농도(3) 및 살포횟수(3) - 조사내용 : 생육 및 수량, 디니코나졸 잔류특성 등	- 디니코나졸 엽면살포에 따라 생육 및 수확량은 큰 차이가 있었음. - 엽면살포 10일후에는 디니코나졸의 잔류량이 PLS기준 보다 높았으나, 1개월 후에는 0.01mg/kg이하로 낮아졌음.	
	질소시비량에 따른 깨씨무늬증 발생 및 생육특성 검정	- 시험품종 : 추광, 불암3호 - 처리내용 : 질소시비량 관행대비 0.5 등 5처리 - 조사내용 : 생육 및 수량, 깨씨무늬증 발생률 등	- 질소시비량에 따라 수량성은 0.5~2배에서 우수하였고, 3배량이상에서는 수량이 낮아졌음. - 깨씨무늬증은 수확시 모든 처리에서 발생하지 않았음.	
	신선채소 주 생산단지 연작장해 완화기술 개발	연작장해 농가 토양 특성 검정(예정)	수행예정(2차년도 계획시 제외) : 당초 콩 및 옥수수 등 전작물을 활용한 연작장해 연구가 계획되어 있었으나, 결과를 얻기 위해서는 연구기간이 다소 많이 소요되는 것으로 판단되어 기관 내부 연구과제로 수행할 예정	
대만 수출용 신선채소류 병해 방제 체계 구축 (제 2세부 강원대 김경수)	재배시 배추류, 상추류 주요 병해 동정	- 재배 기간 중 발생하는 주요 병해의 발생 시기, 피해 양상, 발병 원인체 수집 및 동정 - 대만 수출용 품종에서의 병 발생에 대한 특성 연구를 통한 품종별 방제 연구	- 배추와 상추 포장에서 병해 발생을 조사한 결과 배추에는 노균병에 의한 피해가 컸고, 상추에는 점무늬병에 의한 피해가 컸음 - 초기실험으로 기내에서 점무늬병(<i>A. alternata</i>)을 상추에 접종하였을 때, 병징이 재현되는 것을 확인하였음	
	배추류 저장시 발생 주요 병해 동정	- 저장시 문제가 되는 주요 병해에 대한 원인체 수집 및 동정 - 저장병해 경감을 위한 유기농자재의 방제 효능 연구	- 수확시기에 접어든 배추포장에서 배추 이병체로부터 병원균을 수집하고 동정하는 연구 준비. - 대형마트, 시장, 저온창고 등에서 발생하는 배추 병해 모니터링 준비. - 유기농자재에 의한 상추, 배추 병원균 방제 가이드라인을 개발하기 위해 8가지의 식물추출물을 선별하여 군사 억제 시험을 준비.	

		<p>주요 병원균 집단의 유전적 다양성 및 약제 저항성 연구</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 수집된 주요 병원균 집단의 유전적 다양성 분석 및 약제 저항성 연구 - 살균제의 작용기작 특성, 잔류성, 효능 등을 고려한 교호살포 및 방제 기술 기초 연구 - 병해충의 약제 저항성 모니터링 및 회피 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 살균제의 작용기작에 따라 11가지의 살균제를 선발하여 약제 저항성 모니터링 실험을 진행 하였음(배추에 5가지, 상추에 6가지). - 상추 점무늬병(<i>A. alternata</i>)에서 difenoconazole과 fludioxonil이 효과가 컸음. - 배추에서 dimethomorph, mandipropamid, penthiopyrad, iprodione을 안전 사용기준에 준수하여 살포시, 대만의 최대 잔류허용량(MRL) 보다 적은 양의 잔류량이 검출되었음.
<p>수출용 신선배추의 수확후관리 시스템 구축 및 매뉴얼 개발</p> <p>(제 2협동 강릉원주대 홍세진)</p>	<p>배추 주요 장애 발생억제 재배 기술 정립</p>	<p>(무름병 방제)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고온기 장마철에 급증하는 무름병 발병 억제 실험 - 무름병 현미경 관찰, 수확용 칼 소독 실험 등으로 소독기술 개발, 예건 등 수확후처리 기술 보급 	<ul style="list-style-type: none"> - 수확시 절단부위와 외엽의 적절한 예건은 배추의 무름병 발병을 최대 7주까지 지연시킬 수 있음 - 소독제 처리는 무름병 발생을 지연시키며, 락스 110ppm과 과산화수소 2.5-3.5% 처리가 가장 효과적임 - 절단용 칼은 소독제 통에 담그는 것이 행주로 닦는 방법에 비해 노동력과 무름병 발생을 줄이는데 효과적임 	
		<p>(깨씨무늬증 억제)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 타 연구결과, 논문, 인터넷 자료 조사 - 깨씨무늬증상 발생 원인, 기작, 방제법 	<ul style="list-style-type: none"> - 깨씨무늬증 발생은 재배종 질소질 비료의 시비량이 절대적으로 영향을 주며 표준시비량을 준수하는 것이 중요함 	
	<p>차압예냉과 진공예냉 등 예냉법 효과 및 경제성 분석</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 예냉처리 자료와 예냉시설별 설치 및 유지비용 조사 - 시설 및 유지 비용, 1회 처리 물량, 시설 감가상각 등 경제성 및 실용성 검토 	<ul style="list-style-type: none"> - 진공예냉이 냉각시간 및 원물 품질면에서 우수 - 경제성 측면에서 소요예산(비용)은 1일 처리용량 기준으로 진공예냉이 차압예냉에 비해 2배 높음 - 차압예냉실은 처리 후 일반 저온저장고로 겸용할 수 있음 	
	<p>1-MCP, CO₂, 플라즈마 처리 등 수확후처리법의 효과 분석으로 현장 적용이 가능한</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 타 연구결과, 논문, 인터넷 자료 조사 - 항목별 처리효과, 처리 효율성, 현장 적용가능성 	<ul style="list-style-type: none"> - 1-MCP 처리는 배추의 저장과 유통중 품질유지와 실용성 측면에서 효과가 인정되지 않음 - CO₂ 처리는 배추의 품질유지에 효과가 있으나 실용성면에서 바로 현장적용은 	

		실용기술 제시		<p>어려울 것으로 판단됨</p> <ul style="list-style-type: none"> - 적절한 플라즈마 처리는 배추에서 품질 유지에 효과가 있으며 실용적으로도 활용이 가능함
		팔레트 단위 차압에냉+필름포장+냉장유통 수확후 관리시스템 구축을 위한 현장 실사	<ul style="list-style-type: none"> - 배추의 국내외 유통 현황 조사, 타작물에 적용되고 있는 유통 시스템 조사 및 벤치마킹 - 각 수확후관리단계별 우수 및 적용가능 항목, 현장 적용 가능성 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추 수출은 대부분 수확 즉시 운송 및 선적하는 유통체계를 이용하고 있음 - 국내 유통물량이 부족한 시기에는 수출 물량의 확보가 어려우며, 이시기를 대비한 저장배추의 유통시스템 구축이 요구됨 - 차압에냉, 팔레트 단위 필름포장, 플라즈마 등의 단독 또는 혼용처리로 품질 유지기간을 효과적으로 연장시킬 수 있음
대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축 (제 3협동 순천대 흥기정)	재배시 배추류, 상추류 주요 해충의 동정 및 발생 양상 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 재배시기별 주요 해충 발생 및 피해 조사, 원인 해충 동정 및 방제 기초 연구 - 품종별 주요 해충 발생 양상 조사를 통한 맞춤형 해충 방제 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추: 도둑나방 등 14종의 해충 확인/무잎벌 등 4종이 방제가 필요한 해충으로 확인; 수출검역과정에서 5년 동안 해충 84회 검출 - 양배추: 배추좀나방 및 배추흰나비 2종의 해충 확인/배추좀나방이 방제가 필요한 해충으로 확인; 수출검역과정에서 5년 동안 해충 17회 검출 - 상추: 은무늬밤나방 등 7종의 해충 확인/진딧물 일종이 방제가 필요한 해충으로 확인; ; 수출검역과정에서 5년 동안 병해충이 검출된 바 없음 	
	배추류 저장시 발생하는 주요 해충 동정	<ul style="list-style-type: none"> - 저장 시 문제가 될 수 있는 주요 해충의 동정 및 무감염 조건 구명 	<ul style="list-style-type: none"> - 대만 측에서 십자화과 작물의 수입과 관련하여 무감염 증명을 요구할 수 있는 해충으로 꽃노랑총채벌레, 감자썩이선충, 뿌리응애로 배추 수출검역과정에서 검출된 꽃노랑총채벌레가 저장 시 문제가 될 수 있는 해충임 	
	대만측 잔류허용 기준에 맞는 화학 약제의 살포조건 및 잔류 여부 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 살충제 처리 기법 최적화를 통한 방제 및 확산 억제 연구 - 작용기작별 살충제 효과 및 저항성 연구 - 잔류 특성 및 허용 기준에 맞는 약제 살포를 위한 기초 개발 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 엽채류에서 살충제 76종, 살비제 2종, 살선충제 2종에 대한 대만의 최대잔류허용치 확인 	

대만 신선채소 수출 전용 포장 박스 개발 (제 4협동 연세대 이윤석)	국내 신선 농산 물 유통 포장 현 황 조사	- 포장형태 및 골판지 종류 등을 조사	- 포장형태 (오픈형, 밀폐형), 골판지 규 격, 골수 및 골조율, 내용물 무게 등을 조사한 결과
	국외 농산물 박 스 포장 현황 조 사	- 포장형태 및 골판지 종류 등을 조사	- 포장형태 (오픈형, 밀폐형) 및 내용물 종류 등을 조사한 결과
	참여기업 신선 농산물 유통 포장 재 분석	- 골판지 물성 분석	- 참여기업 제품의 골판지 물성 시험 (KS 규격 등) 결과 및 비교분석
대만 수출용 양배추 품종 선발 및 수출증대 (제 5협동 아시아종묘 황병호)	개발 품종 성능검 정 및 시교품종 선 발	- 19년 가을 재배시 품종 성능 검정 진 행 후 수출용 품종 선발	- 19년 가을 재배시 품종 성능 검정 진행 - CT-101, JACKPOT, KA-CROSS 선발

▶ 2차년도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
2차 년도 (‘20)	신선채소류 의 대만 수출 확대를 위한 수확후 관리 기술 개발 (제 1세부 강원대 강호민)	상추류: 저온 기 1주/ 고온기 5일 연장, 살균 기술 개발	- 적로메인 재배온도 별 재배 후 저장 성 비교 - 유통기한 연장을 위한 결구상추 MA저장	- 21℃, 28℃, 35℃에서 재배된 적로메인을 대상으로 유공필름 저장과 MA저장을 하 여 저장성 비교를 진행하였는데, 21℃에 서 재배하여 MA저장 하는 것이 유리하며 최대 25일 저장 가능함 - 결구상추를 대상으로 박스, 유공, MAP 포 장하여 저온(2℃)에서 현재 저장 중 : 저장 최종일에 낮은 생체중 감소율과 가장 높은 외관상 품질을 보이며, MA 저장 처리 구 중 가장 낮은 이취 및 겉잎과 속잎의 갈 변도, 가장 높은 DPPH 라디컬 소거능 및 비타민 C를 나타낸 40,000 cc OTR 필름이 결구상추 MA포장에 적합한 것으로 판단됨
		파프리카: 혼 합선적 가능 기 간 10일	- 파프리카 저장 온 도(1, 5, 8℃)에 따른 저온장해 증 상 비교 - 파프리카 저온장해 완화 기술(열처 리, UVc) 처리 후 저온장해 증상 비 교	- 저온 저장 및 유통 후 5일 이상 상온에서 판매할 경우, 5일 이후 급격한 저온장해가 발생한 1℃는 적합하지 않았고, 5℃에서는 10일까지는 저장 후 상온에서 4일까지 상품 성을 유지할 수 있는 조건이라고 판단됨 - 열처리: 53℃-4분 UVc: 10kJ- 5분, 복합처리하여 현재 저온 (5℃) 저장 중
		배추류의 깨씨 무늬증 발생 억 제를 위한 적정 기 체 투 과 도 MAP 포장재 선발	- 1협동에서 깨씨무 늬증 발생 억제 를 위해 재배된 배추 를 대상으로 MAP 포장 중 깨씨무늬 증 발생 양상 비교 (가을철)	- 질소시비량(관행 0,1,2,4배)을 다르게 처리하 여 재배된 가을철 배추를 대상으로 저장성 비 교 중 : 기존 수출유통 종이박스로 포장하여 60일, 미세천공 필름으로 포장하여 135일, 그리고 MA 필름으로 포장하여 150일간 저장하며 저 장성 비교하였는데, 미세천공의 경우 습도 유 지가 잘 되었고, 포장재내 과도한 이산화탄소 가 축적되지 않아 저산소 조건을 보인 MA저 장 처리구와 저장성에는 큰 차이를 보이지 않았음
		냉장 컨테이 너의 냉각 효율 을 향상을 위한 조건 수립	- 모의 수송 조건에 서 로메인 상추 저장성 비교	- 냉장 3시간, 상온 3, 6, 18시간 모의 유통 후 종이 박스, 유공필름, MA저장하여 저 장성 비교하였는데, 냉장으로 이동 선별 후 MA저장 하는 것이 수분 감소로 인한 품질저하를 막을 수 있음 : 당초계획은 수출 산지에서부터 대만 현지까 지의 유통 환경 변화를 조사하기로 하였으 나, 코로나19사태로 인해 모의 유통으로 대 체함
		개발 기술 현	- 국내산 상추류 미 생물 조사	- 속잎에 비해 겉잎에서 대장균, 총 세균, 곰 팡이가 많이 관찰됨

		장 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 결구상추 대상 플라즈마, ClO₂ 가스 살균 처리 비교 	<ul style="list-style-type: none"> - 플라즈마 3, 6, 12시간/ ClO₂ 1ppm 3, 6시간/ 5ppm 30분 처리하여 현재 저온에서 조사 진행 중 : 플라즈마 6시간 이상 처리는 하는 것이 유해미생물을 줄이고 외관상 품질을 최장기간(20일) 유지할 수 있는 살균기술로 판단됨
신선채소 대만 수출 확대를 위한 생산 기술 체계 확립 (제1협동 강원도농업 기술원 전신재)	디니코나졸 물질 살포 한계 시기 구명	<ul style="list-style-type: none"> - 시험품종 : 청품 - 처리내용 : 디니코나졸 처리 농도(3) 및 살포횟수(3) - 조사내용 : 생육 및 수량. 디니코나졸 잔류특성 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 디니코나졸 엽면살포에 따라 생육 및 수확량은 큰 차이가 있었음. - 엽면살포 10일후에는 디니코나졸의 잔류량이 PLS기준 보다 높았으나, 1개월 후에는 0.01mg/kg이하로 낮아졌음. 	
	디니코나졸 물 질 대체를 위한 대체제 처리효 과 구명	<ul style="list-style-type: none"> - 시험품종 : 청품 - 처리내용 : 대체제 염화칼슘, 규산 등 - 조사내용 : 생육 및 수량 - 시험품종 : 추광 - 처리내용 : 대체제 염화칼슘, 규산 등 - 조사내용 : 생육 및 수량 	<ul style="list-style-type: none"> - 염화칼슘 3회처리시 구중이 낮아져 생육 억제 효과가 있었음. - 규산의 경우 생육억제 효과는 미미한 것으로 판단되었음. - 가을재배의 경우 대체제, 디니코나졸 처리, 무처리 모두 생육 및 수량에 큰 차이가 없었음. 	
	질소시비량에 따른 깨씨무늬 증 발생 및 생 육특성 검정	<ul style="list-style-type: none"> - 시험품종 : 청품 - 처리내용 : 질소시비량 관행대비 0.5 등 5처리 - 조사내용 : 생육 및 수량, 깨씨무늬증 발생률 등 - 시험품종 : 추광 - 처리내용 : 시비량 0, 1, 2, 4배량(표준시비량 대비) - 조사내용 : 생육 및 수량, 깨씨무늬증 발생률 	<ul style="list-style-type: none"> - 질소시비량에 따라 수량성은 0.5~2배에서 우수하였고, 3배량이상에서는 수량이 낮아졌음. - 깨씨무늬증은 수확시 모든 처리에서 발생하지 않았음. - 표준시비량 대비 2배량까지는 생육 및 수량에 큰 차이가 없었으나, 시비량 4배에서는 수량이 낮아졌음. - 깨씨무늬증은 모든 처리에서 발생하지 않았음. 	
대만 수출용 신선채소류 병해 방제 체계 구축 (제 2세부 강원대)	저장병해 경감 을 위한 유기농 자재 및 화학적 약제 의 병원균 방제 효능 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 상추 및 배추 저장시 발생하는 주요 병해 동정 - 수집한 병원균의 분자생물학적 동정 - 수집한 병원균 A. 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추 저장 및 유통과정에서 발생하는 병원균 <i>Fusarium</i> sp., <i>A. alternata</i>, <i>S. lycopersici</i> 등 총 12개의 균을 분리하고 <i>A. alternata</i>의 병원성을 확인. - 상추에서 분리한 <i>A. alternata</i> KL-10이 <i>Alternaria</i> section <i>Alternata</i>의 계통군에 속하는 <i>A. alternata</i>임을 종 수준으로 확인 	

김경수)		<ul style="list-style-type: none"> - <i>alternata</i>의 유기농자재에 대한 군사생장 억제 억제 연구 - 분양 받은 <i>Rhizoctonia solani</i> 병원균에 대한 화학약제 농도에 따른 군사생장 억제 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 식물추출물 황련을 주요 성분으로 하는 가드팡이 <i>A. alternata</i> KL-1 군사생장 억제에 가장 효과가 좋았고, 아라아라, 오가닉팡, 균줄라가 다음으로 효과가 좋았다. - 1차년도에서 실험한 <i>A. alternata</i> KL-1의 화학농약에 대한 군사생장 억제 실험에서 효과가 좋았던 boscalid, fludioxonil, difenoconazole이 대해서 fludioxonil이 가장 군사생장 억제 효과가 좋음.
	화학약제 잔류성 최소화 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 배추 주요 병해에 대한 화학약제 잔류성 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추에 cyazofamid와 metalaxyl-M을 성분으로 하고 있는 살균제 미리카트, 리도밀골드를 안전 사용기준에 맞춰서 잔류성 시험을 수행한 결과, 모두 대만 수출기준의 MRL보다 낮은 양의 살균제가 검출되었음.
	유용 미생물을 이용한 식물생장촉진 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 배추 및 로메인상추에 대한 유용미생물의 식물생장촉진효과 연구 - 유용미생물의 효소활성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> - 로메인상추의 생장촉진효과가 있는 유용미생물을 선발하였고, 16s rRNA, gyrA, gyrB 등의 염기서열 분석을 통해 <i>Bacillus velezensis</i> strain GH1-13임을 확인하였음. - 유용미생물의 효소활성 검정 결과 시데로포어 생성능과 단백질 분해능이 있음을 확인하였음
	수출증대를 위한 활동	<ul style="list-style-type: none"> - 수출협의회 특강 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추 및 상추의 수출 증대를 위한 특강을 진행하였음. - 대만 잔류허용기준 면제 살균제 및 금지 살균제 목록, 대만 기준 미설정 농약 목록, 잔류허용기준 비교, 일정에 따른 병해 및 약제 목록을 특강 진행.
수출용 신선배추의 수확후관리 시스템 구축 및 매뉴얼 개발 (제 2협동 강릉원주대 홍세진)	배추의 무름병 발생억제를 위한 기술보급	<ul style="list-style-type: none"> - 무름병 발생의 원인이 되는 수확용 칼의 소독제 선정을 통한 배추 재배지에 기술 보급 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 현장에서 활용 가능한 무름병 전파 방지를 위한 수확용 칼 소독 방법 확인 - 염소계 소독제(락스) 1/20희석액 및 과산화수소수 효과 우수(염소계 소독제 추천)
	수확후 처리법 중 현장적용 가능한 실용 기술 보급	<ul style="list-style-type: none"> - 예냉, 예건 등의 수확후 처리기술을 실제 농가 도입을 통한 기술 보급 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 현장에서 실용 가능한 배추 수확후관리 체계 지속적 업데이트 ◦ 배추생산자 교육 1회
	수확후관리 시스템 구축을 위한 현장 실사	<ul style="list-style-type: none"> - 수확-APC관리-유통-매대진열의 추적 모니터링 - 배추의 상차부터 도소매 시장까지 운 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 수확후관리 단계별 개선점 정리를 위한 조사 완료 - 수확단계 현황 조사 : 실험 재배 포장 및 생산지 현장(2개소) - 배추 수확후관리 현황 조사 : 배추 전용

		송중 내부 온습도 측정, 각 단계별 문제점, 매대진열시까지 발생하는 장애현상 모니터링	APC(1개소)와 일반 APC(5개소 이상) 자료 및 현장
	배추 수출후관리 시스템 구축을 위한 현장실사	<ul style="list-style-type: none"> - 수확-APC관리-유통-선적-검역-매대진열의 수출 추적 모니터링 - 컨테이너 내부 온습도 측정, 각 단계별 문제점, 매대진열시까지 발생하는 장애현상 모니터링 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 코로나19로 인해 대만 현지 실사가 불가능하여 다음의 활동으로 보완함 - 수출업체(청명)로 부터 수확부터 유통까지의 단계별 자료 수집 및 현지 현황 토의 - 우수 APC 5개소에 대해 현장 방문 조사로 타작물의 전반적인 수확후관리체계 분석 및 배추에 주요 기술 도입 가능성 검토
대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축 (제 3협동 순천대 홍기정)	배추류에 발생하는 주요 해충 동정 및 무감염 조건 구명	<ul style="list-style-type: none"> - 재배시기별 주요 해충 발생 및 피해 조사, 원인 해충 동정 - 저장 시 문제가 될 수 있는 주요 해충의 동정 및 무감염 조건 구명 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추: 유럽좁쌀바구미, 배추좀나방 등 11종의 해충 확인/복숭아혹진딧물 및 복숭아순나방이 방제가 필요한 해충으로 확인 - 양배추: 배추좀나방 및 배추흰나비 7종의 해충 확인/도둑나방이 방제가 필요한 해충으로 확인 - 상추: 꽃노랑총채벌레, 아메리카잎굴파리 등 9종의 해충 확인/대만수염진딧물이 방제가 필요한 해충으로 확인
	대만 측 잔류허용기준에 맞는 화학 약제의 살포조건 및 잔류 특성 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 살충제 처리 기법 최적화를 통한 방제 및 확산 억제 연구 - 작용기작별 살충제 효과 및 저항성 연구 - 잔류 특성 및 허용기준에 맞는 약제살포를 위한 기초 개발 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추에서 살균제, 살충제, 생장조정제 등이 일부 시료에서 검출되었고, 특히 살균제 Procymidone 및 살충제 Flonicamid 및 Indoxacarb가 국내 잔류허용 기준치를 초과함 - 대만 잔류허용기준이 설정되지 않은 농약성분이 검출됨(Flonicamid, Diniconazole 등) - 상추에서 살충제 성분인 Deltamethrin 및 Indoxacarb가 검출됨
	친환경 방제방법을 이용한 주요 해충 방제 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재를 이용한 주요 해충의 방제 효과 구명 - 배추류 해충의 천적자원 조사 	<ul style="list-style-type: none"> - 곤충생장조정제인 노발루론 액상수화제가 배추좀나방에 대하여 대조약제인 인독사카브 수화제와 동등한 효과를 보였지만, 유기농업자재 2종은 배추좀나방 및 파밤나방 모두에서 대조약제보다 방제효과가 훨씬 못 미쳤으나, 제충국+파라핀오일 액제[아트라왕]가 유기농자재 등록기준(60%)에 근접하여 친환경 방제제로 기대할 수 있음 - 진딧물류 기생벌인 가루진디벌(<i>Diaeretiella rapae</i>), 유럽좁쌀바구미 유충의 외부기생벌인 좁쌀바구미금좀벌(<i>Chlorocytus spicatus</i>), 완두굴파리 기생벌로 굴파리좀벌 일종(<i>Diglyphus</i>

				sp.) 및 앞굴파리고치벌 일종(<i>Dacnusa</i> sp.)이 확인
대만 신선채소 수출 전용 포장 박스 개발	참여기업의 농산물 골판지 통기구 설계에 따른 물성 평가	- KS규격에 따른 골판지 통기구 설계 - KS규격에 의한 골판지 물성 평가		- KS규격에서 요구하는 골판지 압축강도 범위에서 통기구 설계 최적화
(제 4협동 연세대 이윤석)	참여기업의 농산물 골판지 통기구 설계에 따른 품온 변화 분석	- 적외선 열화상 카메라 촬영을 통한 농산물의 품온 분석 - 열전대 측정기를 통한 농산물의 품온 분석		- 통기구 설계에 따른 농산물 품온의 유의적 차이 검증
대만 수출용 양배추 품종 선발 및 수출증대	국내 전시포 개최 및 대만 수출용 양배추 재배 후 대만으로 선적 수출 실험	- 한스영농조합법인과 대만 수출양배추 동일 포장에서 재배실험 - 대만 수출양배추 재배 후 대만으로 수출 선적 실험		- 20년 봄, 가을 재배시 품종 성능 검정 진행 - CT-101, JACKPOT, KA-CROSS, 신품종 선발 긴장마와 기록적인 폭우, 태풍 연속 3회로 20년 재배 포기, 21년 봄작기에 다시 진행예정.
(제 5협동 아시아종묘 신동국)				

▶ 3차년도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
3차 년도 (‘22)	신선채소류 의 대만 수출 확대를 위한 수확후 관리 기술 개발 (제 1세부 강원대 강호민)	상추류: 저 온기 2주/ 고온기 1주 연장 및 살 균 기술 개 발	<ul style="list-style-type: none"> - 적로메인 상추 재 배 온도별 품질 특성 및 유통 및 저장 가능 일수 설정 - 유통기한 연장을 위한 결구상추 살 균 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 13℃, 23℃, 그리고 33℃에서 재배된 적 로메인 상추 중 23℃에서 재배된 처리구 가 적색발현이 좋고, 엽수가 많고, 지상 부 생체중이 가장 높았음 - 각각의 온도에서 재배된 적로메인 상추를 유공필름, 이전 연구에서 구명된 20,000cc 비천공필름으로 MA저장 하여 5℃에서 30일간(PF: 15일) 저장한 결과, 패널테스트를 통한 외관상 품질로 저장 일수를 조사하였는데 23℃ 재배구를 MA 저장 하였을 때 28일까지 상품성이 유지 되는 것을 확인함 - 결구상추를 대상으로 ClO₂, NaOCl, O₃처 리 하였을 때, 외관상 품질이 우수하고, 유해미생물이 적게 나타난 오존 처리가 적합하다고 판단됨
		파프리카: 혼합선적 가 능 기간 15 일	<ul style="list-style-type: none"> - 파프리카 숙기와 저장습도에 따른 저온장해 완화 기 술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 수확 시 숙기에 따른 생체중 감소율, 호흡 률과 에틸렌 발생률의 차이가 나타나지 않 았음. 저장 습도가 낮을수록 숙기의 차이 없이 생체중 감소율, 호흡률과 에틸렌 발생 률이 높고 저온장해 지수도 높은 것을 확 인 할 수 있었음. 따라서 파프리카 수확 시 숙기 보다는 저장 습도를 높게 유지하는 것이 저온장해 증상을 완화하는 데 중요함
		배추류, 파 프리카에 적 정 MAP용 기체 투과도 포장재 선발	<ul style="list-style-type: none"> - 양배추 MAP 포장 재 선발 - 파프리카 MAP 포 장재 선발 	<ul style="list-style-type: none"> - 양배추 MA 저장 시 10,000cc OTR 필름 으로 포장하는 것이 수분 손실로 인한 생 체중 감소를 적정수준으로 유지할 수 있 고, 포장 필름 내 산소와 이산화탄소 농 도도 적당히 유지하며, 에틸렌 가스 발생 량도 적어 저장 기간을 연장할 수 있을 것으로 판단됨 - 1,300cc 처리구가 외관상 품질에서도 우수 하였으나 당도가 가장 낮고, 당도와 경도 가 양호한 10,000c 처리구는, 높은 이산 화탄소 농도로 이취를 발생할 가능성이 크고 외관상 품질이 떨어지며, 20,000cc 처리구는 당도와 경도가 양호하지만 다른 MA저장 처리구에 비해 가장 낮은 외관상 품질을 보였는데 이는 필름내 가장 낮은 이산화탄소 농도로 인해 파프리카 저온장 해를 일으키는 5℃에 저장하였기 때문에 외관상 발현된 저온장해 증상으로 외관 접수가 낮았던 것으로 판단됨
		현장 애로 기 술수요 발굴한 상추류(로메인 상추) 대장균 살 균 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 재배 현장 원수, 토양 등의 유해미 생물 조사 	<ul style="list-style-type: none"> - 대장균의 경우 재배 토양에서 가장 많이 조사되었고, 총 세균수와 곰팡이는 원수 에서 가장 많이 나타났다. 하천수 이용 시 유해미생물 관리가 필요할 것으로 판 단됨

		냉장 컨테이너 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 최적 조건 정립	<ul style="list-style-type: none"> - 결국 상추를 대상으로 예냉 지연 시간에 따른 저장성 및 유해미생물 비교 - 새 품목(아스파라거스) 시범 수출을 위한 살균 처리 비교 	<ul style="list-style-type: none"> - 결국 상추 수확 직후 예냉, 수확 4시간 후 예냉, 수확 8시간 후 예냉하여 기존 유통 및 저장 종이박스에 20일간 저장하였을 때, 지연시간 없이 예냉을 시작하는 것이 엽록소 함량 감소가 적고, 가장 적은 갈변도, 적변도를 보였음 - 아스파라거스 대상 열수처리, 플라즈마, 열수+플라즈마 처리 하였을 때, 플라즈마 6시간 처리가 미생물 억제효과를 나타냈으며, 전체적인 외관상 품질도 양호하여 장기저장에 적합한 처리라고 판단됨
신선채소 대만 수출 확대를 위한 생산 기술 체계 확립 (제1협동 강원도농업 기술원 전신재)	Triazole계 물질 대체제 처리효과 구명	<ul style="list-style-type: none"> - 시험품종 : 촌광 - 처리내용 : CaCl₂, SiO₂ 엽면 살포 등 - 조사내용 : 결구도, 생육 및 수량 특성 등 - 시험장소 : 태백(고원농업연구 분소) 	<ul style="list-style-type: none"> - 염화칼슘 농도별 처리에 따라 구고, 구폭, 엽수 등 품질은 차이가 없었으나, 구중은 처리농도가 높을수록 가벼워져서 생육억제 효과가 있었음. - 나노규산의 경우 처리에 따른 품질, 수량 등의 생육반응은 유의성이 없었음. - 시판 '빈나리'의 경우 품질은 처리구와 차이가 없었으나, 표준편차가 낮아 품질이 균일하였음. - 따라서, 배추 생육억제를 위해서는 고농도(10g/L)의 염화칼슘을 살포하는 것이 효과적인 것으로 판단되었음. 	
	질소시비에 따른 배추 생리장해 깨씨무늬증 발생 구명	<ul style="list-style-type: none"> - 시험품종 : 촌광 - 처리내용 : 비중(요소·유안) 및 시비량 - 조사내용 : 깨씨무늬증 발생 유무 	<ul style="list-style-type: none"> - 요소와 유안 등 비중 및 시비량에 따른 구중, 엽수, 구고, 구폭 등은 큰 차이가 없었음. - 깨씨무늬증 발생률은 요소의 경우 시비량에 따른 차이가 없었으나, 유안비료는 시비량이 많아질수록 깨씨무늬증 발생률이 높아졌음. - 따라서 배추 깨씨무늬증 발생에는 비중에 따른 차이가 큰 것으로 판단되었음. 	
대만 수출용 신선채소류 병해 방제 체계 구축 (제 2세부 강원대 김경수)	화학 약제 및 유기농자재의 종합적 방제에 의한 병해 억제 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 신선채소류 종합적 방제 최적 메뉴얼 개발 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 대만 수출 및 농약 잔류성을 고려한 상추 점무늬병균, 배추 노균병 및 검은무늬병에 대한 병해 방제 매뉴얼 작성 - 상추 점무늬병 방제를 위한 길항미생물 <i>Bacillus velezensis</i> UK1 선발. - <i>B. velezensis</i> UK1은 상추점무늬병의 군사생장을 약 47% 억제하여 방제효과를 나타내었음. - 배추 포장에서 발생하는 검은무늬병의 원인균 동정. 동정결과 <i>A. alternata</i>로 확인되었음. 	
	종합적 방제에서의 농약잔류성 최소화 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 대만 수출 대상 신선채소류 병해 종합적 방제를 통한 잔류성 최소화 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 안전 사용기준에 맞춰 살포하였을 때 대만에서의 MRL 보다 낮게 검출된 살균제 5가지 종류를 이용하여 배추 검은무늬병균의 군사생장 억제 테스트를 진행하였음. - 안전 사용기준의 농도로 처리하였을 때 로브랄이 약 100%의 군사생장 억제율 보였고, 크린캡은 약 70%에서 81%의 군사생장 억제율을 보였음. - 포름 및 래버스는 노균병으로 등록된 살균제인데, 배추 검은무늬병균의 군사생장 억제에는 15% 이하의 낮은 효과를 보였음. 	

		생산 및 저장시 병 발생 종합적 방제 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 배추 저장시 병해 억제에 위한 방제 조건 최적화 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추 저장시 발생한 검은무늬병 <i>A. alternata</i>에 대한 살균제 억제 테스트 및 저항성 연구를 진행하였음. - 리도밀골드는 노균병에 등록된 살균제인데 검은무늬병에도 상당한 균사생장 억제율을 보였음. - 검은무늬병의 리도밀골드에 대한 균사생장 억제율이 43%에서 72%까지 나타났음. 이를 통해 균주별로 약제에 대한 저항성이 있음을 확인하였음.
수출용 신선배추의 수확후관리 시스템 구축 및 매뉴얼 개발 (제 2협동 강릉원주대 홍세진)		배추의 저장유통 및 상품성 유지 기간 제시	<ul style="list-style-type: none"> - 수출용 배추의 재배시기별 적합한 전처리기술 설정 	<ul style="list-style-type: none"> - 직출하용 배추의 수확후처리 기술 중 현장 적용이 어려운 1-MCP 및 CO2처리 기술 대신 수확시 정선, 수확용도구 살균, 그리고 절단면 예건 처리기술 홍보 - 저장용 배추의 수확후처리 기술로 플라즈마살균 기술 홍보
		개선된 수확 후 관리 시스템을 배추 수출에 적용	<ul style="list-style-type: none"> - 수확-APC관리-유통-선적-검역-매대진열까지의 일괄처리기술을 현장적용 	<ul style="list-style-type: none"> - 공동연구기관에서 구명한 결과중에서 내수용과 수출용을 구분하여 적용 가능한 항목을 시스템에 활용함
		배추의 수출용 수확후 관리 매뉴얼 개발 및 보급	<ul style="list-style-type: none"> - 수출용 배추의 수확부터 수출현지 매대진열까지의 단계별 방법 및 주의사항이 포함된 매뉴얼 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 배추의 일반특성, 품종, 재배관리 등 신선배추의 수확전관리 - 배추의 수확후생리와 품질규격 - 배추의 수확후관리, 저장관리 방법 - 배추 저장 중 발생하는 주요 생리 및 병리장해 등 - 협동연구의 주요기술 중에서 실용적이고 현장 적용이 가능한 항목 조사
		배추 수출에 최적화된 수확후 관리 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 팔레트 단위 차압예냉+필름포장+냉장유통 수확후관리 시스템 구축 - 수확-APC관리-유통-선적-검역-매대진열까지의 일괄처리기술 보급 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 유통물량이 부족한 시기에는 수출물량의 확보가 어려우며, 이시기를 대비한 저장배추의 유통시스템 구축이 요구됨 - 차압예냉, 팔레트 단위 필름포장, 플라즈마 등의 단독 또는 혼용처리로 품질 유지기간을 효과적으로 연장시킬 수 있음 - 수출업체(청명), 배추생산자 교육 실시
대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축	종합적 방제에서의 농약잔류 최소화 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 친환경적 방제방법과 병합하여 잔류 특성 및 허용기준에 맞는 약제 선정 	<ul style="list-style-type: none"> - 검역 상 문제가 될 수 있는 주요 해충인 나방류(배추좀나방, 파밤나방), 총채벌레류(꽃노랑총채벌레), 진딧물류(복숭아혹진딧물), 벼룩잎벌레에 대하여 방제방법을 제시하고, 품목별 등록농약을 정리 	

<p>(제 3협동 순천대 홍기정)</p>	<p>대만 수출 맞춤형 해충 무감염을 위 한 systems approach (재배적 접 근) 매뉴얼 작성</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 대만 수출 포장의 선정부터 파종/재배/수확/저장에서 해충의 감염을 줄일 수 있는 일련의 과정을 매뉴얼로 정리 - 수출상대국(대만)의 신선채소류 수입 검역요건 및 검역대상 해충 제시 - 대만 수출 신선채소류 재배 시 사용 가능한 농약과 불가능한 농약 일람표 작성 	<ul style="list-style-type: none"> - 종자선택, 육묘, 정식 전, 본밭에서 해충군의 감염을 줄이기 위한 관리방법을 제시(수확 및 저장 기간 중 문제시 될 해충은 없음) - 조건부로 허용된 신선 채소 및 양배추의 대만 수출검역 요건 및 부기대상 해충을 명시 - 대만 수출 시 양배추 및 배추 안전성 위반 농약(성분)을 정리하였고, 양배추(16개 시군 시료)를 대상으로 농약사용실태를 조사한 결과 모든 시료에서 잔류농약이 검출되지 않았음 - 대만수출용 신선채소류 병해충 방제 매뉴얼의 해충편 제작
<p>대만 신선채소 수출 전용 포장 박스 개발 (제 4협동 연세대 이윤석)</p>	<p>수출 전용 골판지 상자 의 저온 유통 효과성 평가</p> <p>저온 유통 중 배추의 2 차 포장 방 식에 따른 품질 변화 및 수출 전 용 골판지 상자 강도 변화 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 전산 유체 역학 (computational fluid dynamics; CFD)를 통한 시뮬레이션 실시 - CFD 시뮬레이션과 유사한 조건에서 실증 실험 실시 - 기존의 2차 포장 방식 (신문지 포장)과 LLDPE 랍핑 방식 차이에 따른 배추의 품질 변화 평가 및 골판지 상자 강도 변화 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - CFD 시뮬레이션에서 개발된 골판지 상자가 기존의 골판지 상자보다 개선된 저온 유통 효율성을 보임 - 실증 실험에서도 개발된 수출 전용 골판지 상자가 기존의 골판지 상자보다 개선된 저온 유통 효율성을 보임 - 예냉을 생략한 방식의 저온 유통 조건을 적용하여 평가한 결과 기존의 2차 포장 방식 (신문지 포장)보다 LLDPE 랍핑 방식이 배추의 품질과 상자의 강도 유지에 효과적임
<p>대만 수출용 양배추 품종 선발 및 수출증대 (제 5협동 아시아종묘 신동국)</p>	<p>대만 맞춤형 품종 수출확 대</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 생산된 주문 종자 수출 - 대만 현지 맞춤형 품종 개발 및 수출 	<ul style="list-style-type: none"> - 생산 종자 대만으로 24,000달러 수출 달성 - 대만 현지 맞춤형 개발 3품종 선발, 대만에서의 양배추 수출은 현지 태풍 피해가 없고, 현지 생산물량으로 유통이 가능해 한국에서 대만에서의 수출 진행하지 못함. 차년도에 다시 진행하기로 계획함

※ 연차별 목표 [연구결과는 연구 목표 내용 별로 기술함]

연구 목표		내 용		
		1차년도	2차년도	3차년도
생산 분야	1. 양배추 품종 3종 선발 (5협동)	1-1 개발 품종 성능검정 및 시교품종 선발	1-2 시교종자생산 및 확대 시험재배, 주문종자 생산	1-3 대만 맞춤형 품종 수출 확대
	2. 재배 관리 기술 개발 (1협동)	2-1 triazole계통 적정 살포 농도 및 횡수 파악: 배추류 연작 시험을 통한 생육양상 확인	2-2 triazole계통 물질의 대체제 탐색: 연작장해 완화를 위한 대체작목 연구(2차년도 연구개발계획서 제출시 변경하여 연구내용에서 제외됨)	2-3 Triazole계통 생장억제제를 대체하기 위한 대체제 처리기술 개발
생산 및 저장 유통 복합	3. 생리장해 억제 기술 - (깨씨무늬증) (1협동, 1세부, 2협동)	3-1-1 질소 시비량 조사 3-1-2 배추류 저장 중 발생 환경 조사 3-1-3 깨씨무늬 장해	3-2-1 적정 시비량 구명 3-2-2 적정 MAP 조건 구명	3-3-1 질소비중 및 시비량에 따른 깨씨무늬증 발생 특성 조사 3-3-2 고온기, 저온기별 배추 MAP처리를 통한 저장 유통 기한 설정
저장 유통 분야	4. 수출 유통 기간 연장 기술 (1세부, 2협동)	4-1-1 품목별 문제점 파악 (상추류, 파프리카, 등) 4-1-2 예냉의 비교 및 경제성 분석과 냉장유통관리시스템 현장실사 4-1-3 저장기술 분석 (1-MCP, CO2, 플라즈마 처리)	4-2-1 배추류: 봄-가을배추 3주, 여름배추 7일 4-2-2 상추류: 저온기 1주 / 고온기 5일 연장, 살균 기술 개발 4-2-3 파프리카: 혼합선적 가능 기간 10일	4-3-1 배추의 저장유통 및 상품성 유지기간 제시 (봄배추 수확즉시 출하: 유통(1-2주), 가을배추 저장 후 출하: 저장(3-9주)+유통(1주), 여름배추 수확즉시 출하: 유통(7일 이내), 저장 후 출하: 저장(1-3주)+(7일 이내)) 4-3-2 상추류: 저온기 2주, 고온기 1주 연장 기술 개발 4-3-3 파프리카: 혼합선적 가능 기간 15일 4-3-4 배추류, 파프리카 적정 MAP 포장재 선발
	5. 포장 상자 개발 (4협동)	5-1-1 국외 농산물 박스 포장 현황 조사 5-1-2 참여기업 신선 농산물 유통 포장재 분석	5-2-1 농산물 골판지 통기 구 설계에 따른 물성 평가 5-2-2 농산물 골판지 통기 구 설계에 따른 품온 변화 분석	5-3-1 CFD 시뮬레이션 및 실증 실험을 통한 골판지 상자의 저온 유통 효율성 평가 5-3-2 2차 포장 방식에 따른 배추의 품질 변화 및 골판지 상자의 강도 변화 평가
병해충 방제 분야	6. 병해충 관리 기술 (1세부, 2세부, 3협동)	6-1-1 여름철 저장성을 결정하는 주요 배추병인 무름병 방제 6-1-2 대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축	6-2-1 배추의 무름병 발생 억제를 위한 기술보급 6-2-2 대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축	6-3-1 대만 수출용 신선채소류 병해 방제 체계 구축 6-3-2 대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축 6-3-3 대만 수출 맞춤형 해충 무감염을 위한 systems approach (재배적 접근) 매뉴얼 작성

수출 마케 팅 분야	7. 수출국 needs 대응 전략 구축 (1세부, 2협동)	7-1-1 냉장 컨테이너의 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 최적 조건 정립 7-1-2 팔레트 단위 차압에 냉+필름포장+냉장유통 수확후관리시스템 구축을 위한 현장 실사 7-1-3 배추 수출에 적용 가능한 수확후관리 기술 검토	7-2-1 수확후 처리법 중 현장적용 가능한 실용 기술 보급 7-2-2 대만수출 유망작목 개발 7-2-3 수확후관리 시스템 구축을 위한 현장 실사 7-2-4 배추 수출후관리 시스템 구축을 위한 현장실사	7-3-1 개선된 수확후관리 시스템을 배추 수출에 적용 7-3-2 대만수출 유망작목 살균 기술 개발 7-3-3 냉장 컨테이너 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 최적 조건 정립 7-3-4 재배 현장 유해미생물 조사
---------------------	--	---	---	---

< 생산분야 >

1. 양배추 품종 3종 선발

[5협동 아시아종묘]

▶ 1차년도

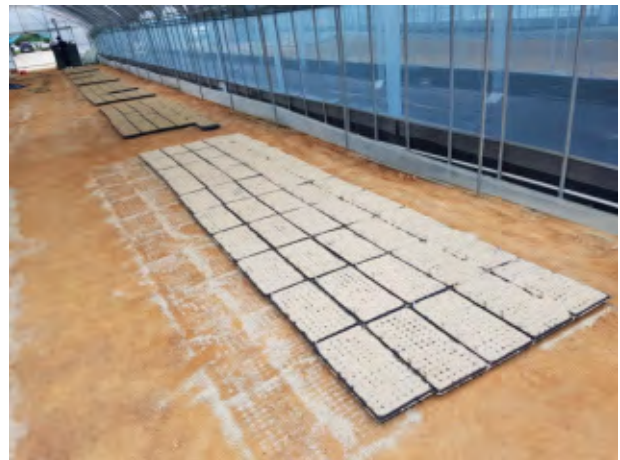
1-1 개발 품종 성능검정 및 시교품종 선발

1-1-1. 2020년 가을 양배추 재배

- 아시아종묘에서는 대만 수출용 양배추 품종 선발을 위해 자사에서 판매하고 있는 품종과, 시교품종, 자사 보유계통을 이용한 신조합등을 2019년 7월 22일 105구 트레이에 파종하여 한달의 육묘기간을 거쳐 8월 21일, 40cm의 주간 간격으로 포장에 정식하였다. 정식 후 보름 간격으로 2회에 걸쳐 추비를 진행하였으며, 소독은 정식 후 2주후 결구기 까지 10일 간격으로 진행하였다. 다만 비가 온 후 다음날에는 소독을 진행하였다. 또한 토양의 수분환경에 따라 5~7분간 관수를 진행하였다. 10월말~11월 초에 수확이 가능한 품종 및 조합을 특성조사를 통해 원예적 형질이 우수하고 대만 지역에 수출 가능한 품종 및 조합을 선발 하였다.



파종



육묘



정식

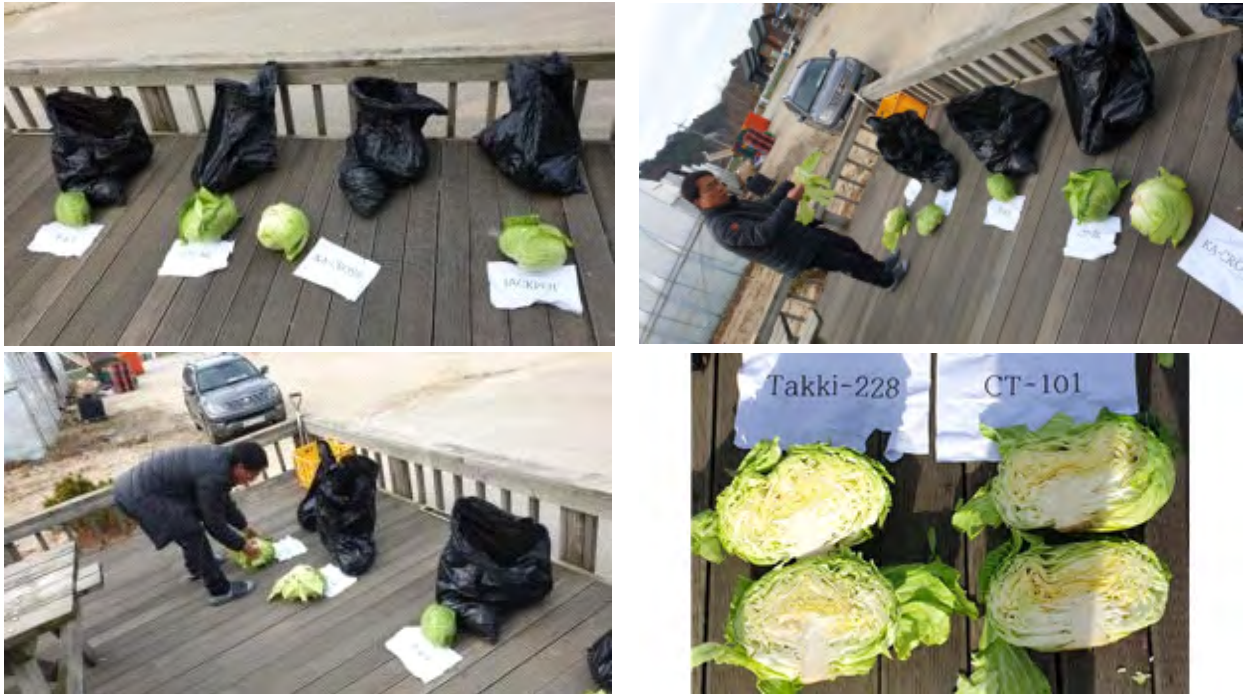


생육전경

19년도 대만 수출용 양배추 품종 선발을 위한 재배 차검 전경

1-1-2. 2020년 가을 수확 후 품종비교 선발

- 아시아종묘 포장에서 선발한 CT-101, JACKPOT, KA-CROSS를 11월 15일에 수확 하여 4℃ 저장하였다. 이후 11월 21일에 자사에서 선발하여 저장시켜 놓은 품종을 강원도 한스영농조합법인(강원도 평창군 대관령면 반장골길 9-11에 위치)으로 가져가서 한사찬사장님과 함께 대만 수출용 품종 선발을 실시하였다.



대만 수출용 양배추 선발을 위한 국산품종과 대비 품종 비교

표. 선발된 품종의 특성조사

NO	품종명	숙기	구형	구색	구중 (g)	코어길이 (mm)	열구	비고
1	꼬꼬마	극조생	원형	녹	650	75	약	
2	CT-101	조생	원형	진녹	1850	70	강	
3	JACKPOT	극조생	원형	녹	1700	90	중	
4	KA-CROSS	극조생	원형	진녹	1900	80	중	
5	TAKII-228	중생	편형	진녹	1800	110	중	대비품종

- 11월 21일 자사 선발 품종 4품종과 대비품종 1품종을 한스영농조합법인에서 연구진들과 함께 선발을 진행하였다. 자사 대만수출용으로 선발된 품종은 꼬꼬마, CT-101, JACKPOT, KA-CROSS등 4품종이며, 대비종으로는 TAKII에서 판매되고 있는 TAKII-228(대만리딩품종)품종으로 비교하여 선발하였다. 선발된 4개 품종중 편형 양배

추인 3개의 품종이 TAKII-228과 비교 가능하였으며, 3개 품종 모두 우수한 특성으로 보였으며, 이중 대비종과 비교하여 보다 우수한 CT-101 선발 하였다. 선발 이유는 결구력이 대비종 보다 우수하였고, 결구긴도가 우수하였으며, 코어의 길이도 대비종 보다 짧았다. 또한 JACKPOT은 바로 수출 가능할 것으로 보여지며, KA-CROSS는 자사에서 대만으로 기존에 수출해오던 품종으로, 조금더 노력을 기울이면 확대 가능성이 있는 품종이다. CT-101, JACKPOT, KA-CROSS 모두 , 대만양배추 수출전문가와 함께 선발하였고, 2020년 대만수출용 재배작기에 한스영농조합법인과 수출 포장에서 재배 하여 기존 수출품종들과 함께 선적 수출을 진행할 계획이다.

1-1-3 대만 시장조사 및 도입 양배추 특성평가

- 대만의 신선농산물 소비 동향은 대만 현지의 빈번한 식품안전 사고로 자국산 식품에 대한 불신이 큼 이에 수입식품, 특히 일본산 식품에 대한 신뢰도가 높아 비싼 가격에도 불구하고 선호도가 높았으나 일본 후쿠시마 원전사고 이후 한국산, 동남아산 식품에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한 대만에서 한류의 영향력과 함께 한국식품에 대한 관심도 증가하면서 지난 3년간 한국식품의 수출실적이 매년 10~15% 증가 추세를 보인다. 하지만 한국산 양배추는 잎이 비교적 질겨 대만인들이 선호하지 않기 때문에 대만 내 4~11월의 기간동안 고온 및 태풍 등으로 채소류 수급이 급감하여 유통이 원활하지 않을때 주로 수입에 의존한다. 태풍의 직접적인 피해는 년평균 3.9개가 발생하며, 주로 7~9월에 집중되어 있다. 아시아종묘에서는 대만 현지의 리딩품종인 TAKII-228외 장청2호, K.Y Cross, Snow jade no2등 3개를 포함하여 총4개의 도입유전자원을 수집 하여 2019년 7월 22일 105구 트레이에 파종하여 한달의 육묘기간을 거쳐 8월 21일, 40cm의 주간 간격으로 포장에 정식하였다. 정식된 유전자원은 숙기, 엽장, 엽폭, 구중, 구고, 구폭, 코아 등의 특성을 국립종자원 작물특성 조사기준을 적용하여 포장 검정을 실시하였으며 대만 수출용 양배추 선발에 필요한 데이터 활용하였으며 선발한 개체는 육성재료로 활용 예정이다.



장청2호



TAKII-228



K.Y CROSS



SNOW JADE NO.2

대만 수출용 양배추 품종 선발을 위한 현자 리딩 품종들과의 비교 재배전경



장청2호



TAKII-228

2019년 재배 현지 리딩 품종들 중 선발된 개체들

표. 도입 유전자원 특성 비교 및 생육조사 결과

NO	BN	구형	숙기	엽장	엽폭	외엽수	구중	구고	구폭	코아	납질	선발	비고
			(정식후)	(mm)	(mm)	(매)	(g)	(mm)	(mm)	(mm)			
1	2202	편형	85	340	310	15	1550	130	200	53	있음	1	장청2호
2	2203	편형	85	355	400	17	1850	150	220	70	있음	1	Takii-228
3	2204	편형	85	390	335	15	800	160	155	40	있음		K.Y CROSS
4	2232	편형	90	380	340	14	1000	150	180	55	있음		SNOW JADE NO.2

- 대만에서 수집된 유전자원들은 모두 편형계 양배추들로 숙기가 85일에서 90일로 외엽이 큰 특징을 가지고 있다. 구중의 범위는 800~1,850g 정도였으며, 코어의 길이는 4.0~7.0cm 정도였다. BN2203은 구중이 1,850g 정도로 상대적으로 컸으며, BN2204는 구중이 800g 정도로 가장 작았다. 코아 길이는 양배추 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나로서, 코아 길이가 짧을수록 식용부위가 많은 품종으로 길이가 5cm이하이면 우수한 품종이다. 이번에 수집된 품종들 중 가장 core의 길이가 짧은 유전자원은 BN2204로 길이가 4.0cm 였으며, 가장 긴 품종은 BN2203로 7.0cm 였다. 또한 육질이 국산품종보다 부드럽고 단단하지 못한 특성을 보였으며, 이는 수송성과 저장성에는 다소 아쉬운 특성을 보이지만 식감 부분에서는 더 좋게 느낄 수 있다. 4개의 품종을 비교 조사한 결과 외형적 평가 및 생육조사 결과 모두 대만 리딩 품종인 Takii-228이 우수한 특성을 보였다. 이 데이터를 바탕으로 아시아종묘의 대만 수출용 양배추 선발에 사용할 예정이다. 또한 가을작기의 온도형성은 점차 내려가므로 숙기가 길어질 수 있다. 그래서 2020년 봄작기에 한번 더 차검을 실시하여 봄과 가을 재배시 숙기 및 생육의 차이와 어떤 환경에 생육이 좋은지를 판단 예정이다.

1-1-4. 대만 수출용 양배추 품종들의 관능평가

- 선발된 대만 수출용 양배추 품종과 대만에서 판매 되고 있는 품종의 관능평가를 2019년 11월 20일 시료 전달을 시작으로 강원대학교 강호민교수 연구실에서 5일에 걸쳐 5반복으로 진행하였다. 평가 항목은 건물율, 경도, 당도와 관능평가(외형선호도, 단맛, 식감, 다즙성등)를 평가하였으며, 이번 관능평가에 사용된 품종은 아시아종묘의 꼬꼬마, CT-101, JACKPOT, KA-CROSS 4개 품종이 이었으며, 대비종으로는 대만의 리딩품종인 다끼이사의 TAKII-228과 장청2호를 공시하였다.



강원대학교에서 실시한 양배추 관능평가

표. 대만 수출용 양배추 품종 선발을 위한 기초 조사 및 관능평가 결과

품종	건물율 (%)	경도 (N)	당도 (brix)	관능평가					평균
				외형 선호도	단맛	식감	다즙성	품종 선호도	
꼬꼬마 (아시아종묘)	6.49	2.28	6.18	3.24	3.76	3.94	3.41	3.47	4.10
CT-101 (아시아종묘)	6.15	3.61	7.18	3.59	3.41	3.94	3.94	3.59	4.43
JACKPOT (아시아종묘)	6.37	2.84	6.84	3.65	3.59	3.76	3.65	3.82	4.32
KA-CROSS (아시아종묘)	6.79	2.67	6.20	3.94	3.35	3.88	3.94	3.53	4.29
장청2호 (대비종)	6.72	2.20	7.70	3.94	4.18	3.71	3.94	4.35	4.59
TAKII-228 (대비종)	6.76	2.45	6.40	3.88	3.29	3.82	3.41	3.35	4.17

* 품종당 5반복 평균치

- 강원대학교의 강호민교수님 실험실 연구진들과, 한스영농업법인 대표, 아시아종묘 양배추 육종가가 참석하여 6개 품종의 건물율, 경도, 당도, 관능평가(외형선호도, 단맛, 식감, 다즙성, 품종선호도등)를 실시하였다. 건물율에서는 아시아종묘의 KA-CROSS가 대비종인 TAKII-228보다 조금더 무거웠으며, 경도는 CT-101이 대비종인 장청2호와 TAKII-228보다 압도적으로 우수하였다. 경도는 구의 단단함과 연관이 있으며, 이는 저장성 및 수송성에 있어 상당히 좋은 유리한 조건이라 할 수 있다. 당도는 대비종의 장청2호가 아시아종묘의 CT-101보다 조금 더 좋았다. 관능평가에서는 외형선호도, 단맛, 다즙성, 전체적인 품종선호도에서 대비종인 장청2호가 우수하였다. 다만 식감에 있어서는 아시아종묘의 꼬꼬마와 CT-101이 대비종보다 우수하였다. 관능평가에서 우수한 평가를 받은 장청2호는 외형적으로 상당히 우수한 품종이며, 단맛이 좋다는 평가를 받았고, 아시아종묘의 CT-101은 외형적으로는 장청2호보다 살짝 떨어지지만 단맛과 우수하고 대비종보다 식감과 다즙성이 우수하며, 또한 경도에서 우수한 평가를 받아 저장성 및 수송성에 있어 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

▶ 2차년도

1-2 시교종자생산 및 확대 시험재배, 주문종자 생산

1-2-1. 2020년 봄, 가을 양배추 재배

대만 수출용 품종 선발을 위해 대만 종자회사인 호생의 TAKII-228, KY-CROSS, SNOW JADE NO.2, 장홍2호와 이에 대비하여 자사 육성품종인 CT-101, JACKPOT, KA-CROSS등을 재배하여 생육조사를 진행하였다. 봄작기 재배는 2020년 3월3일 105구 트레이에 파종하여 약 한달의 육묘기간을 거쳐 4월 9일에 자사 연구포장에 정식하였다. 정식시 주간 간격은 40cm 진행하였으며 정식 후 15일 간격으로 총 2회에 걸쳐 추비를 진행하였다. 소독은 정식 한달 후 부터 10일 간격으로 진행하였다. 관수는 작물 및 토양의 수분환경에 따라 알맞게 진행하였으며, 조사는 6월 말에 진행하였다. 가을작기는 2020년 7월 16일에 파종하여 약 한달의 육묘기간 후 8월 24일에 포장에 정식을 진행하였다. 추비와 소독은 봄작기와 같은 조건으로 진행하였으며, 조사는 11월 말부터 진행 하였다.

1-2-2. 대만 수출용 신품종 육성 및 품종선발

대만 현지 리딩품종인 호생의 TAKII-228, KY-CROSS와 같은 시장에 진입하고자 신품종 육성을 진행하였다. 신품종 육성은 유전자원을 수집 후 품종의 모·부계가 되는 계통을 육성한다. 이후 고정된 계통을 이용하여 조합작성 및 선발을 진행하며, 선발된 조합은 2~3회 이상의 재배시험 및 시교를 진행하여 신품종으로 등록된다. 이러한 과정은 짧게는 6~7년 길게는 10년



<파종>



<육묘>



<정식>



<생육 전경>

이상의 기간이 소비된다. 자사에서 대만 시장용 품종을 준비를 수년전부터 준비해왔으며, 2020년 봄 교배에 대만 시장을 타겟으로 양배추 조합을 작성하여 현재 포장에서 재배하였으며, 대만수출용으로 선발된 품종과 대만 현지에서 판매되고 있는 품종을 함께 비교하고자 한다. 또한 육묘 및 정식 기간에 긴 장마 및 폭우, 3번의 태풍으로 생육이 예년보다 보름이상 늦은 11월 말~12월 초에 생육조사를 진행하였지만, 아직 완전한 숙기에 도달하지는 못하였다.



신조합



신조합



KA-CROSS



JACKPOT



K.Y CROSS



Snow jade NO.2



Takii-228



<자사 품종과 대비 품종 비교>



<자사 품종과 대비품종의 수확 후 비교>



<자사 품종과 대비품종의 단면 비교>

<작물사진>

표. 20년 봄작기 생육조사표

NO	품종명	숙기	구형	구색	구중 (g)	코어 길이 (mm)	열구	비고
1	CT-101	조생	편원형	진녹	1750	70	강	자사품종
2	JACKPOT	조생	편원형	녹	1800	75	중	자사품종
3	KA-CROSS	조생	원형	진녹	1850	80	중	자사품종
4	TAKII-228	중생	편형	진녹	1750	100	중	대비품종
5	K.Y CROSS	중생	편형	진녹	1900	110	중	대비품종
6	SNOW JADE NO.2	중생	편형	진녹	1650	85	약	대비품종
7	장홍 2호	중생	편형	진녹	1700	70	약	대비품종

- 6월 중순 자사 선발 품종 3품종과 대비품종 4품종을 선발하여 조사를 진행하였다. 자사 대만수출용으로 선발한 CT-101, JACKPOT, KA-CROSS 등 3품종이며, 대비종으로는 TAKII에서 판매되고 있는 TAKII-228(대만리딩 품종) 품종으로 비교하여 선발하였다. 선발된 3개 품종 중 편형 양배추인 3개의 품종이 TAKII-228과 비교 가능하였으며, 3개 품종 모두 우수한 특성으로 보였다. 이 중 대비종과 비교하여 보다 우수한 CT-101과 JACKPOT을 선발 하였다. 선발 이유는 결구력이 대비종 보다 우수하였고, 결구긴도가 우수하였으며, 코어의 길이도 대비종 보다 짧았으며, 단맛이 우수하였다.

표. 20년 가을작기 생육조사표

NO	품종명	숙기	구형	구색	구중 (g)	코어 길이 (mm)	열구	비고
1	3020	중생	편형	진녹	850	50	강	신조합
2	3023	조생	편형	진녹	900	65	중	신조합
3	KA-CROSS	조생	원형	진녹	1250	70	중	자사품종
4	JACKPOT	조생	편원형	녹	1150	65	중	자사품종
5	TAKII-228	중생	편형	진녹	1050	60	중	대비품종
6	K.Y CROSS	중생	편형	진녹	1100	70	중	대비품종
7	SNOW JADE NO.2	중생	편형	진녹	950	80	약	대비품종

- 2020년 12월 초 자사 신조합 2조합과 선발 품종 2품종과 대비품종 1품종을 선발하였다. 올해 가을 작기는 환경여건상 숙기가 늦어져 정확한 숙기에 조사를 진행하지 못하였지만 동일한 조건임을 가만하여 조사를 진행하였다. 자사 대만수출용으로 선발된 품종은 3020, 3023, JACKPOT, KA-CROSS 등 4품종이며, 대비종으로는 TAKII에서 판매되고 있는 TAKII-228(대만리딩품종), K.Y CROSS, SNOW JADE NO.2 품종으로 비교하여 선발하였다. 선발된 4개 품종 중 KA-CROSS와 JACKPOT은 봄작기에 이어 가을에도 외형, 구중, 코어길이 단맛 등 대비종과 비교하여 보다 우수한 특성을 보였다. 신조합인 3020과 3023은 대비종인 TAKII-228보다 단맛이 좋고 코어의 길이가 짧아 우수한 형태를 보이거나 구의 크기가 대비종 보다 작았다. 숙기는 비슷한 걸로 판단되며, 21년 봄작기에 추가 조사를 계획하고 있다. 또한 21년 봄에 한스영농조합법인과 수출 포장에서 재배 하여 기존 수출품종들과 함께 선적 수출을 진행할 계획이다.

1-2-3. 대만수출용 양배추 시범 재배

19년도에 선발한 자사 품종과 대만으로 수출되는 품종을 같은 포장에서 비교하기 위하여, 수출품종의 산지중인 한곳인 강원도 횡성에서 수출용 품종과 자사품종을 함께 재배를 진행하였다. 2020년 5월28일 한스영농조합법인 사장님께 CT-101, 잭팟, KA-CROSS 종자를 전달하였으며, 파종은 6월초에 진행하였고, 정식은 7월초에 진행하였다. 하지만 올해 긴장마기간과 기록적인 폭우로 횡성 시범포장이 침수되어 올해 양배추 비교 재배는 어려울 것으로 보여 내년 봄작기에 다시 진행하기로 하였다.



<2020년 5월 28일 종자 전달 및 미팅>



<육묘 전경>



<침수전 포장 전경>

1-2-4. 대만 수출용 양배추 품종들의 관능평가

1차년도와 동일한 조건으로 대만 수출용으로 선발된 품종과 올해 선발된 신품종, 현지 리딩 품종을 수확하여 2020년 12월 1일에 저장실험 시료로 공급하여 강원대학교 강호민교수 연구실에 21반복으로 진행하였다. 평가 항목은 건물율, 경도, 당도와 관능평가(외형선호도, 단맛, 식감, 다즙성등)를 평가하였으며, 관능평가에 사용된 품종은 아시아종묘의 3020, 3023, JACKPOT, KA-CROSS 4개 품종이 이었으며, 대비종으로는 대만의 리딩 품종인 다끼이사의 TAKII-228과 장청2호, SNOW JADE NO.2를 공시하였다.



대만 수출용 양배추 관능평가 품종 전경



<대만 수출용 양배추 품종 개체 사진>

표. 대만 수출용 양배추 품종 선발을 위한 기초 조사 및 관능평가 결과

품종	건물율 (%)	경도 (N)	당도 (brix)	관능평가					평균
				외형 선호도	단맛	식감	다즙성	품종 선호도	
3020	8.77	7.94	7.21	3.33	2.76	3.45	2.86	3.01	4.91
3023	11.00	9.07	7.81	2.81	2.12	3.38	2.26	2.55	5.12
KA-CROSS (아시아종묘)	8.87	7.89	6.83	4.14	3.86	4.00	3.62	4.00	5.4
JACKPOT (아시아종묘)	7.52	10.19	6.38	3.52	3.29	3.67	3.19	3.38	5.14
K.Y Cross (대비종)	9.24	5.02	7.83	2.90	3.19	3.36	2.9	3.33	4.72
Snow Jade No.2 (대비종)	8.47	4.48	7.20	2.62	2.86	3.4	2.55	2.73	4.28
TAKII-228 (대비종)	7.69	5.58	6.78	3.00	2.55	3.38	2.57	2.77	4.29

* 품종당 5반복 평균치

- 강원대학교의 강호민교수님 실험실 연구진 외국인 유학생들이 참석하여 6개 품종의 건물율, 경도, 당도, 관능평가(외형선호도, 단맛, 식감, 다즙성, 품종선호도등)를 실시하였다. 건물율에서는 아시아종묘 신조합인 3023과 대비종인 K.Y Cross보다 조금더 무거웠으며, 경도는 JACKPOT이 대비종인 TAKII-228보다 압도적으로 우수하였다. 이는 저장성 및 수송성에 유리할 수 있는 조건이다. 당도는 대비종의 K.Y Cross가 아시아종묘의 신조합인 3023보다 조금 더 좋았다. 이번 관능평가는 작년과는 다르게 외국인을 통해 진행하였다. 외형선호도, 단맛, 식감, 다즙성, 전체적인 품종선호도에서 대비종보다 아시아종묘의 KA-CROSS와 JACKPOT이 우수하였다. 관능평가에서 우수한 평가를 받은 KA-CROSS와 JACKPOT은 상당히 우수한 품종이며, 해외 여러 나라에 수출되고 있는 품종이다. 더불어 경도에서 우수한 평가를 받아 저장성 및 수송성에 있어 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

▶ 3차년도

1-3 대만 맞춤형 품종 수출 확대

1-3-1. 대만 현지 맞춤형 품종 개발 및 수출

19년도에 선발한 자사 품종을 대만으로 수출되는 품종과 비교하고자, 강원도 횡성에 위치하고 있는 한스영농조합법인 포장에서 재배 시험을 진행하였다. 21년 2월 19일에 대만 수출용으로 선발한 KA CROSS, CT-101, JACKPOT 3종류의 품종을 전달하였다. 파종은 2월 25일에 진행하였으며, 4월15일에 정식하였다. 생육조사는 7월 9일에 실시하였으며, 한스영농조합법인의 한사찬사장님과 강원도농업기술원 전신재연구사님, 강원대학교 최인이박사님과 함께 조사를 진행하였다.



KA-CROSS의 평균 구중은 2.5kg이었으며, 구 표피 색은 연녹색으로 대만에서 선호하는 색으로, 대만에서 충분히 판매 가능할 것으로 판단하였다. JACKPOT과 CT-101은 평균 구중 1.6~1.8kg으로 비슷하였으며, 저온으로 인해 코아가 길게 올라왔지만 수출하는데는 이상없을 것으로 판단하였다. KA-CROSS는 수율과 작물의 균일성, 형태적 특성이 우수하였으며, CT-101과 JACKPOT은 서로 형태적 특성이 비슷하나 JACKPOT이 수율면에서 좀 더 우수하였다. 가을재배시 양배추 코아가 안정될 것으로 판단되며 위 3개 품종을 가을재배 후 대만으로 수출시험을 협의하였다.



21년 봄 대만 수출용 품종의 재배전경 및 생육조사

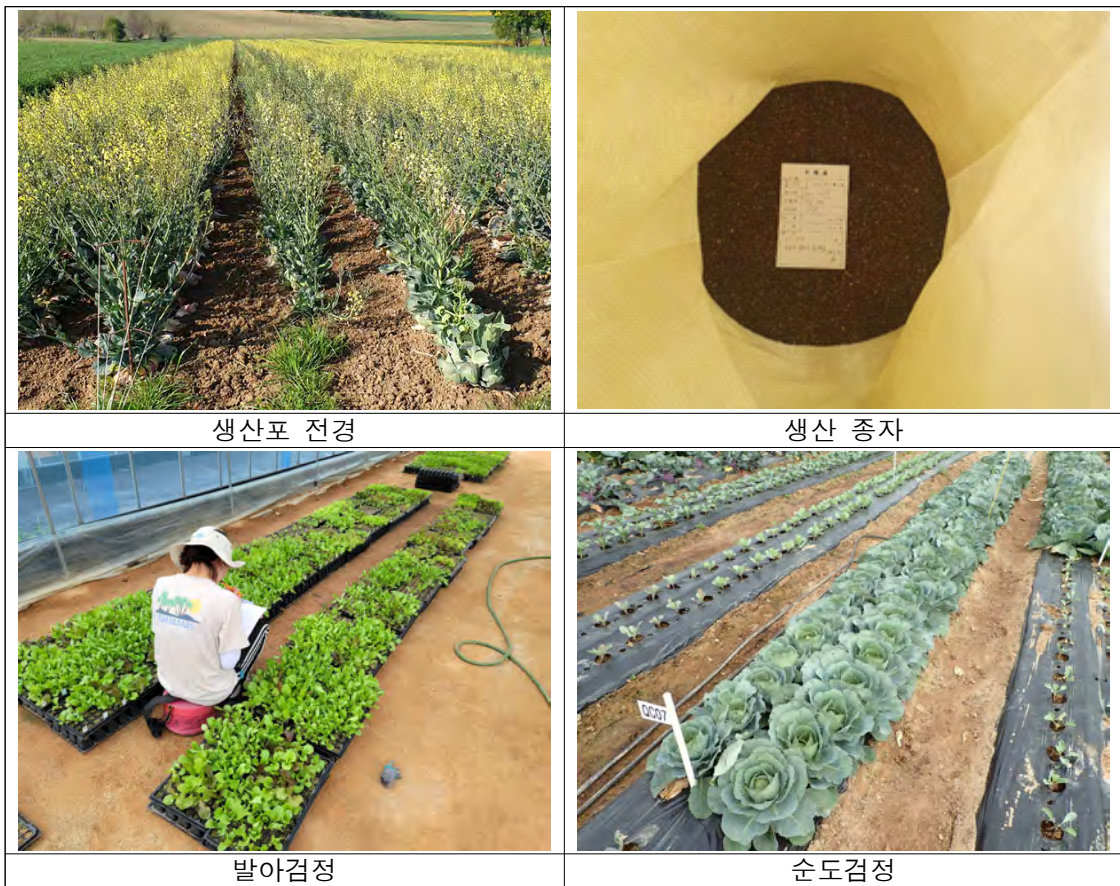
가을 재배는 수출의 편의를 위해 전라남도 해남에서 재배를 진행하였다. 7월 29일에 파종하였으며, 8월 28일에 정식을 진행하였고, 조사는 10월 20일에 진행하였다. 대비 품종은 한스영농 조합법인에서 대만으로 수출하는 오가네로 공시하였다. KA-CROSS와 JACKPOT, CT-101의 구 표피 색은 연녹색이었으며, 대비종인 오가네 보다 숙기가 빠른 것을 확인할 수 있었다. 앞으로 2주일 안에 수확하여, 대만으로 수출이 가능할것으로 판단하였다. 대만으로 수출시험을 위하여 모든 준비를 마쳤으나 예기치 못한 대만 현지 이상 기후로 인해 수출을 진행하지 못하였다. 보통 대만에서의 양배추 수출은 매년 가을에 진행하였으나 올해는 대만 현지에 태풍피해가 발생하지 않아 현지 생산량으로도 시장 유통에 차질이 없어 대만에서의 수출이 어렵게 되었다. 다행히 재배된 양배추는 국내로 유통할 수 있어 재배농가의 피해가 발생하지는 않았지만, 수출을 못한 부분은 아쉽게 되었다. 대만에서의 생물 수출은 내년 가을에 다시 수출을 진행할 계획에 있다.



21년 가을 수출 양배추의 재배전경 및 생육조사

1-3-2. 대만 현지 맞춤형 품종 개발 및 수출

대만 등 해외로 수출하기 위해 개발한 CT-101외 다수의 품종을 대만 현지에 있는 4개의 거래처에 시교를 진행하였으며, 시교결과가 우수하다고 판단한 CT-101을 대만 거래처와 200kg 수출 계약을 진행하였다. 수출 종자를 생산을 위하여 전라남도 해남에서 생산을 진행하기로 하였으며, 19년 9월 파종을 진행하여, 10월 채종포에 정식 후 겨울동안 춘화처리를 거쳐 이듬해인 20년 6월에 채종 후 정선을 진행하였다. 생산된 종자량은 430kg이며, 순도와 발아율은 99%로 수출가능한 상태임을 확인하였다.



21년 1월 KT-CROSS라는 품종명으로 대만 HOSHENG SEED에 수출을 진행하여 24,000달러의 매출을 달성하였다. 앞으로 KT-CROSS는 대만 시장에 안정적인 진입을 위하여 대만 거래처를 통해 시교 진행 및 현지 전시회를 개최하여 농민 및 바이어를 초청하여 품종홍보 등 다양한 마케팅을 계획하고 있다.

2. 재배 관리 기술 개발

[1협동 강원도농업기술원]

▶ 1차년도

2-1 triazole계통 적정 살포 농도 및 횟수 파악: 배추류 연작 시험을 통한 생육양상 확인

2-1-1. 디니코나졸 처리에 따른 잔류특성 및 생육특성 검정

- 디니코나졸 엽면살포에 따른 배추의 생육 및 품질은 디니코나졸의 처리농도 보다는 처리농도 및 처리횟수에 큰 영향을 받는 것으로 조사되었음. 1차년도 시험결과 처리농도보다는 처리횟수가 더 큰 영향을 끼치는 것으로 판단되었음.

표 2-1-1. 디니코나졸 처리에 따른 수량 및 품질특성

농도	처리횟수	구고(cm)	구폭(cm)	구중(g)	엽장(mm)	엽폭(mm)	엽수(매)	결구밀도(1~9)
0.25ml/l	1회	30	28	2,423	36	26	46	4
	2회	27	20	1,692	32	17	77	1
	3회	23	15	1,103	27	16	38	1
0.5ml/l	1회	34	23	2,566	34	18	55	4
	2회	32	23	2,427	30	17	43	3
	3회	28	20	1,704	28	17	42	2
0.75ml/l	1회	29	23	1,544	28	16	48	1
	2회	24	17	952	26	15	41	1
	3회	29	22	1,467	29	16	52	1
질산칼슘 3%	3회	36	17	2,273	34	18	60	6

- 디니코나졸 살포 후 잔류량을 분석한 결과 처리농도 및 처리횟수에 따라 잔류량에 큰 차이가 있었음. 국내잔류허용량인 0.01mg/kg을 기준으로 봤을 때 처리농도에 상관없이 2~3회 처리시 0.01mg/kg을 초과하였음.

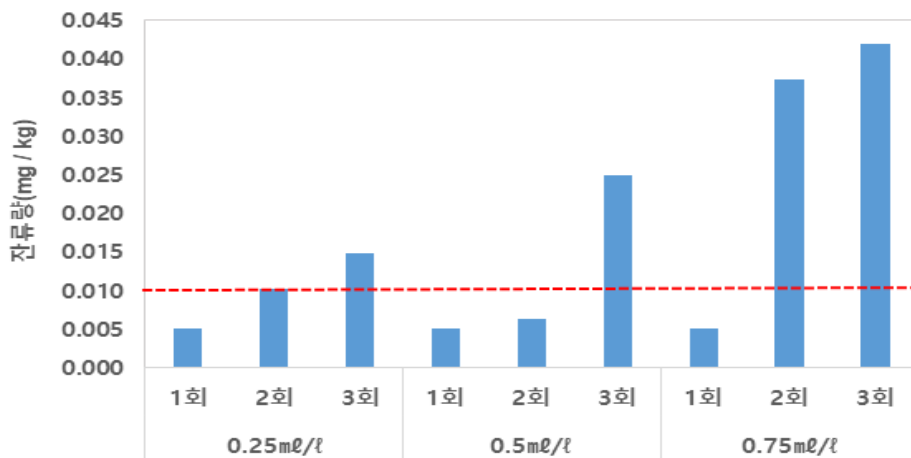


그림 2-1-1. 디니코나졸 처리에 따른 잔류농도 특성(10.31.)

○ 수확시 디니코나졸의 잔류농도 특성을 분석한 결과 살포농도 및 횟수 모두 잔류량에 영향을 끼쳤으며 처리농도 0.5ml/L 3회처리, 0.75ml/L의 2, 3회처리에서는 잔류량이 검출되었음. 그러나 잔류농도는 모두 PLS기준인 0.01mg/kg 이하이었음.

표 2-1-2. 디니코나졸 처리에 따른 잔류농도 특성(11.26.)

농도	처리횟수	잔류량(mg/kg)	국내 잔류허용량(mg/kg)
0.25ml/l	1회	< 0.001	0.01
	2회	< 0.001	
	3회	< 0.001	
0.5ml/l	1회	< 0.001	
	2회	< 0.001	
	3회	0.0049	
0.75ml/l	1회	< 0.001	
	2회	0.0015	
	3회	0.0015	

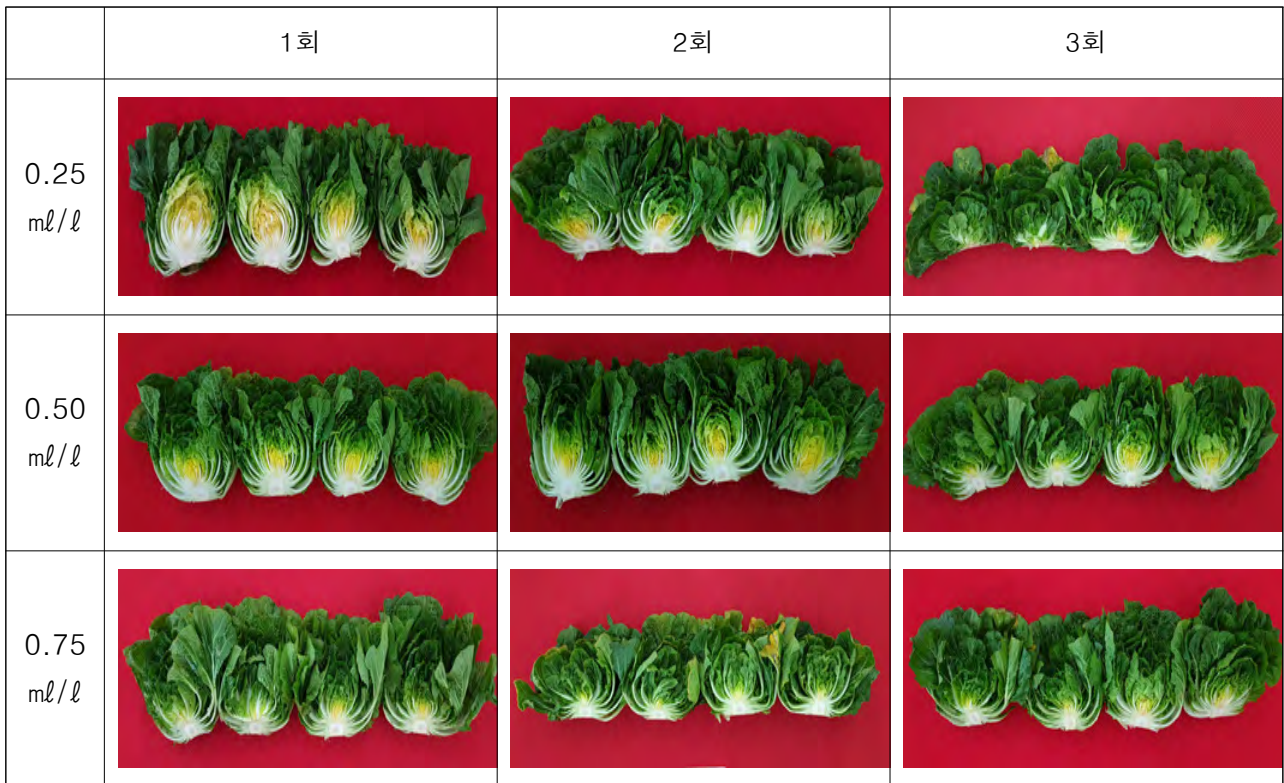


그림 2-1-2. 디니코나졸 처리에 따른 품질특성

▶ 2차년도

2-2 triazole계통 물질의 대체제 탐색: 연작장애 완화를 위한 대체작목 연구(2차년도 연구개발계획서 제출시 변경하여 연구내용에서 제외됨)

2-2-1. Triazole계 물질 살포 한계시기 구명

가. 재료 및 방법

본 시험은 2020년도 강원도 횡성군 강림면(해발 400m)의 농가포장에서 시험을 수행하였다. 배추 시험품종은 청품(더기반) 이었고, 4월20일 정식 후 7월2일 수확하였다. 처리내용은 디니코나졸약제(빈나리)를 살포농도 2처리, 살포횟수 3처리, 살포시기 3시기 등으로 하였다. 살포농도 1배액과 2배액을 이용하여 1회 처리시 살포시기는 정식 후 30, 40, 50, 60일 이었다. 1배액을 이용하여 2회 살포처리는 정식 후 30 & 40일, 30 & 50일, 40 & 50일에 각각 처리하였다. 디니코나졸 농약 잔류량 분석은 정식 30일 후부터 수확시 까지 10일간격으로 강원대학교 친환경농업센터에 의뢰하여 분석하였다. 배추의 수량은 최종 수확시에 구중, 구고, 구폭 등을 조사하였다.



【포장전경】



【무처리】

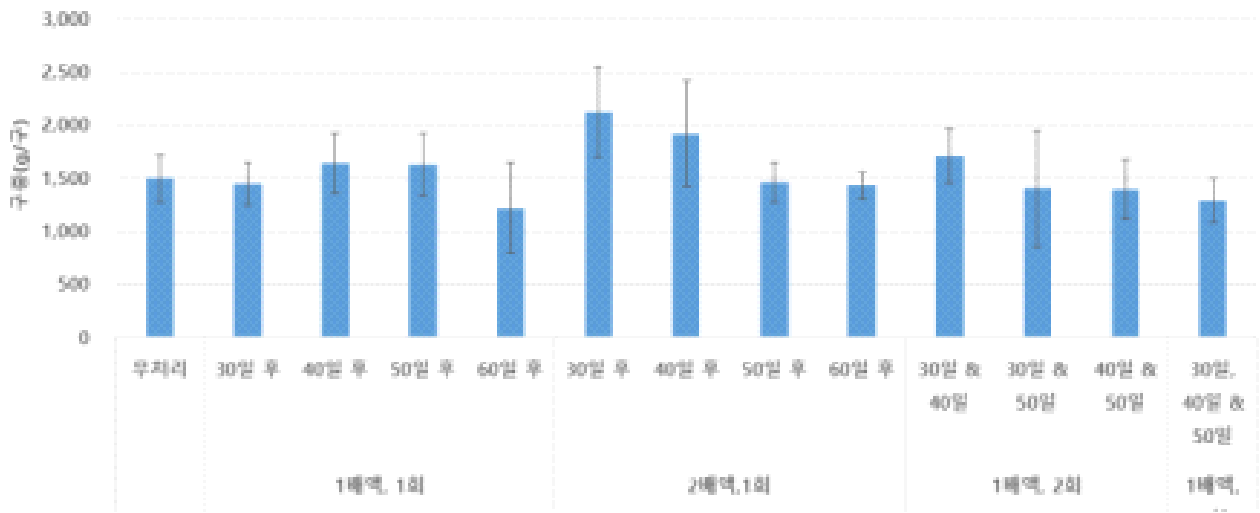


【빈나리 처리】

나. 연구결과

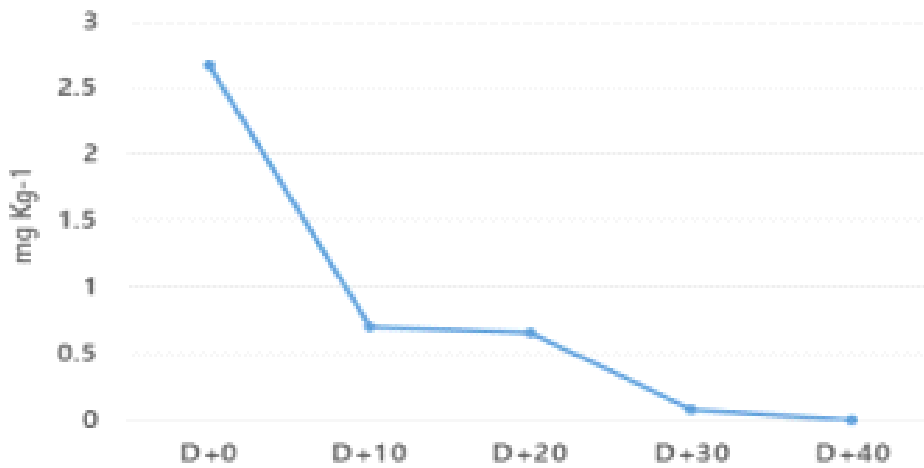
수확시 구중 특성은 1회 살포시 정식 후 60일 처리시 구중이 1.2kg으로 40일, 50일 살포시 1.6kg과 비교하여 가장 가벼웠다. 이는 생육이 왕성했던 시기에 디니코나졸 살포로 생육이 위축된 것으로 생각되었다. 이는 무처리와 1.5kg 보다 가벼운 것이었다. 2회 처리시 30일 & 40일 처리시 1.7kg으로 구중이 가장 무거웠다. 그러나 전체적으로 유의성은 없는 것으로 조사되었다.

○ 빈나리 처리시기, 농도 및 횟수별 구중 특성



디니코나졸 처리에 의한 농약잔류량은 살포 직후 $2.67 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 에서 지속적으로 감소하여 살포 30일 정도 후에는 $0.01 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 이하로 낮아졌다. 최종 수확시 잔류량은 살포 농도보다는 살포시기가 더 큰 영향을 나타내었다.

○ 빈나리 잔류특성



연구결과 디니코나졸 처리에 의하여 구중이 낮아지는 경향이었으나, 그 차이가 생각보다 크지는 않았다. 또한 잔류특성을 분석한 결과 처리 30일이 경과하면 0.01 mg/kg 이하로 검출되었다. 그러나 이는 온도 등의 기상상황에 영향을 받을 것으로 생각되었다. 따라서 금후 디니코나졸 처리에 따른 배추의 잔류량에 대하여 추가적인 검토가 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

2-2-2. Triazole계 물질 대체제 처리효과 구명

가. 재료 및 방법

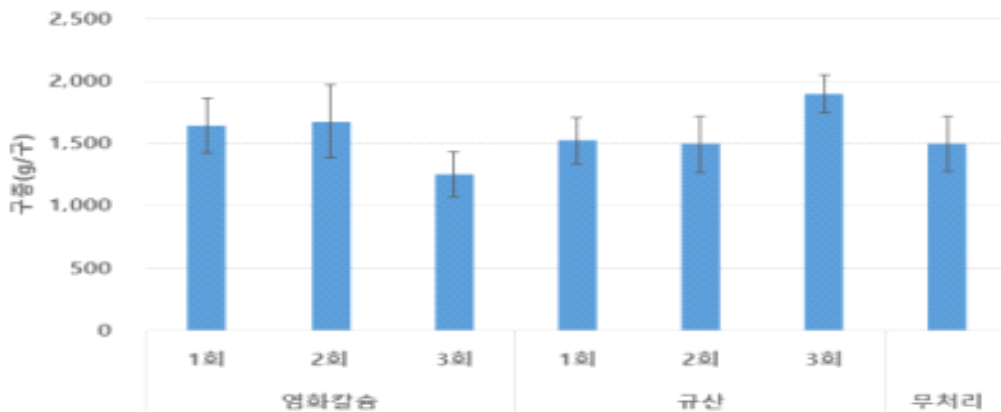
본 시험은 2020년도 봄배추와 가을배추를 이용하여 두 번 시험을 수행하였다. 봄배추를 대상으로 하는 시험은 강원도 횡성군 강림면(해발 400m)의 농가포장에서 시험을 수행하였다. 배추 시험품종은 청품(더기반) 이었고, 4월20일 정식 후 7월2일 수확하였다. 가을배추는 강원도 춘천에 위치한 강원도농업기술원 시험연구포장에서 재배하면서 시험을 수행하였다. 정식은 8월 27일 이었고, 11월 10일 수확하였다. 처리내용은 봄재배에서는 1L의 물에 CaCl_2 와 SiO_2 를 각각 3g을 녹여 정식 후 1회 살포는 정식 후 30일에, 2회 살포는 정식 후 30, 40일, 3회 살포는 정식 후 30, 40, 50일 후에 처리하였다. 가을배추를 대상으로 하는 시험에서는 1L의 물에 CaCl_2 와 SiO_2 를 각각 3, 6, 9, 12g을 녹여 정식후 30일에 1회 살포하였다. 수확시 조사는 구중, 구고, 구폭과 엽수를 조사하였다.

나. 연구결과

1) 봄재배

봄재배에서 CaCl_2 와 SiO_2 를 농도 및 횟수별로 살포하면서 무처리와 비교한 결과 염화칼슘 3회 처리의 경우 무처리보다 구중이 낮은 경향이었고, 규산의 경우는 무처리와 비교하여 큰 차이가 없었다. 생육억제를 위하여 규산의 엽면시비는 효과가 미약한 것으로 생각되었으나, 염화칼슘 3회 처리의 경우는 가능성이 있을 것으로 생각되었다.

○ 빈나리 대체물질 탐색

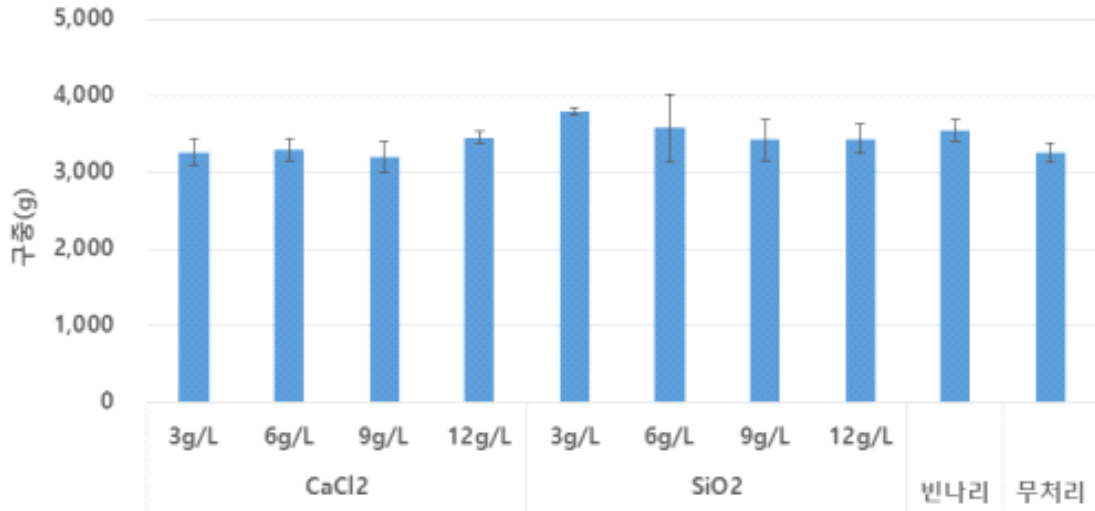


2) 가을재배

가을 재배에서 염화칼슘과 규산을 생육억제의 목적으로 농도별로 살포 한 결과 수확된 배추의 구중은 아래와 같다. 봄작기와 같은 경향으로 규산보다는 질산칼슘의 처리가 생육 억제

효과가 있는 것으로 판단되었다. 그러나 재배작형이 온도가 낮았던 가을이었기 때문에 처리간 차이가 크지는 않았다.

○ 빈나리 대체물질 탐색(가을재배, 춘천)



빈나리 처리에 따른 배추 수확물의 품질특성은 아래와 같다. 구고, 구폭, 엽장, 엽폭, 엽수 등 대부분의 조사항목에서 처리간 큰 차이가 없었다.

○ 빈나리 대체물질 탐색 품질특성(가을재배, 춘천)

처리	농도	구고(cm)	구폭(cm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
CaCl ₂	3g/L	30.0 ±0.6	20.0 ±0.7	38.1 ±2.4	23.4 ±1.5	34.5 ±4.8
	6g/L	29.8 ±0.7	20.1 ±0.3	40.2 ±1.6	25.0 ±1.6	35.5 ±2.5
	9g/L	29.8 ±0.7	19.2 ±0.6	39.6 ±1.3	24.5 ±1.0	33.5 ±0.5
	12g/L	30.4 ±0.8	20.2 ±0.0	40.9 ±1.3	25.6 ±2.7	35.7 ±0.6
SiO ₂	3g/L	30.6 ±0.2	21.1 ±0.4	40.6 ±1.4	25.3 ±0.4	35.6 ±2.5
	6g/L	30.3 ±0.9	20.3 ±0.9	40.4 ±1.4	25.5 ±1.5	37.5 ±2.4
	9g/L	30.5 ±1.2	20.1 ±0.7	39.8 ±1.9	24.6 ±2.1	33.7 ±0.8
	12g/L	30.5 ±1.0	20.1 ±1.0	41.0 ±2.0	25.9 ±1.4	33.8 ±3.5
빈나리		30.4 ±0.2	20.7 ±0.7	39.3 ±2.2	26.1 ±1.0	33.1 ±1.4
무처리		29.8 ±0.3	19.9 ±0.3	40.1 ±1.3	24.9 ±1.0	36.2 ±2.6

디니코나졸 대체물질로 사용한 CaCl₂와 SiO₂는 생육초기인 정식 30일 후에 살포시 50일 후 살포한 처리구 보다 구중이 무거웠다. 이는 생육후기 살포시 억제된 생육이 회복되지 않은 상태에서 수확되었기 때문인 것으로 생각되었다. 결론적으로 대체제로 사용한 CaCl₂와 SiO₂는 생육억제제로의 가능성이 있는 것으로 판단된다. 따라서 금후 이러한 생육억제제의 작형 및 시기별 정확한 처리방법에 대한 확립과 생육 억제 기작에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단되었다.

▶ 3차년도

2-3 Triazole계통 생장억제제를 대체하기 위한 대체제 처리기술 개발

가. 재료 및 방법

(시험 1) Triazole계 물질 대체제 처리효과 구명

Triazole계 생장조정제의 대체제를 개발하기 위한 3차년도 시험은 강원도 태백시에 소재한 강원도농업기술원 고원농업연구분소에서 실시하였다. 시험품종은 '춘광'(사카다코리아) 이었고, 2022년 7월 6일 정식하여 9월 10일 수확하였다. 처리내용은 1~2차년도에서 효과가 있었던 CaCl_2 와 SiO_2 를 농도별로 처리하였다. 처리농도는 각각 2.5, 5.0, 7.5, $10.0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 4수준 이었고, 정식 30일후부터 5일 간격으로 3회(8.4., 8.9., 8.13.), 분무기를 이용하여 충분히 살포하였다. 대조구로는 무처리와 triazole계 생장조정제(빈나리)를 살포한 처리를 두고 비교하였다. 수확 후 포장에서 구중, 구고, 구폭, 엽수 등 품질 및 수량은 조사하였다.

(시험 2) 질소시비에 따른 배추 생리장해 깨씨무늬증 발생 구명

질소시비시 비중에 따른 깨씨무늬증발생 특성을 구명하기 위한 작물재배는 강원도농업기술원 시험연구포장에서 3월 19일 파종한 후 4월 15일 정식하여, 6월 22일 수확하였다. 정식 전 토양에 퇴비 $2,500\text{kg}/10\text{a}$, 질소 $11\text{kg}/10\text{a}$, 인산 $7.8\text{kg}/10\text{a}$, 칼리 $11\text{kg}/10\text{a}$, 석회 $100\text{kg}/10\text{a}$, 붕사 $1.5\text{kg}/10\text{a}$ 을 살포하였다. 처리내용은 질소원으로 요소($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 비료와 유안($((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$) 비료를 추비로 15일 간격으로 3회 살포하였다. 시비량은 표준시비량을 중심으로 0.5, 1.0, 2.0, 4.0배량으로 하였다, 수확 후 포장에서 배추의 품질, 수량 등을 조사하였다. 깨씨무늬증의 발생률은 수확한 배추 잎을 벗겨가면서 깨씨무늬증의 발생량을 각각 조사하여 분석하였다.



【 조사용 시료 】



【 특성 조사 】



【 깨씨무늬증 】

나. 연구결과

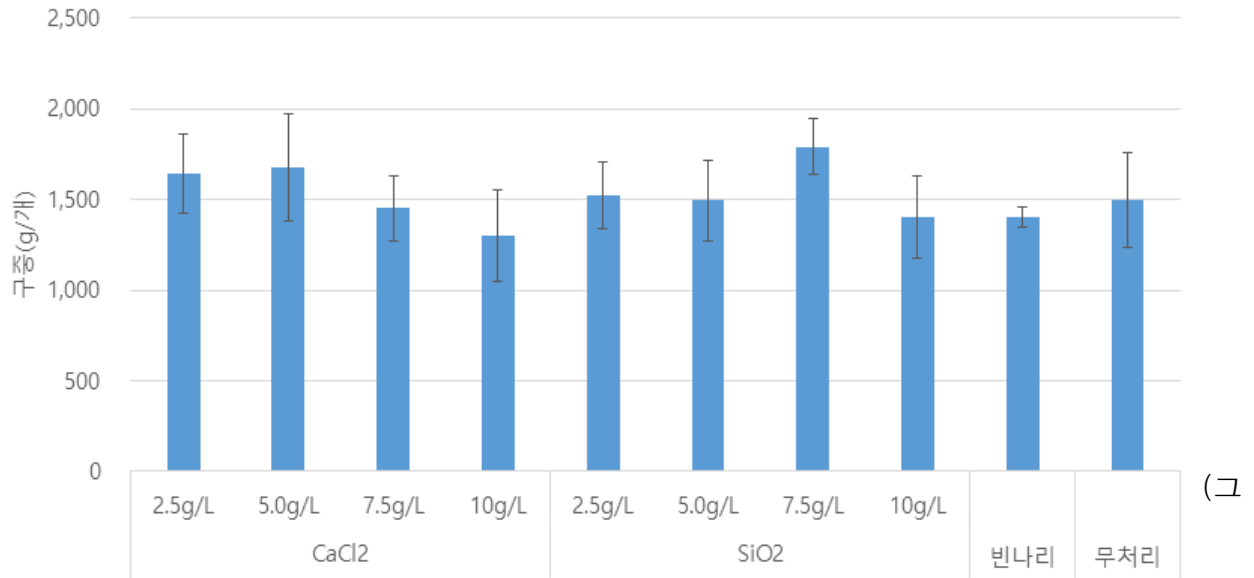
(시험 1) Triazole계 물질 대체제 처리효과 구명

염화칼슘과 나노규산을 처리한 결과 수확시 품질 특성은 표와 같다. 염화칼슘처리와 나노규산 처리는 구고, 구폭, 엽장, 엽폭, 엽수 등에서 농도별로 일정한 경향을 보이지 않았다. 빈나리 처리구도 염화칼슘과 나노규산 처리구와 유사한 경향 이었다. 그러나 무처리에서의 엽수는 36.2매로 타 처리구에 비해 많았다.

표. 엽면살포 물질 및 농도별 품질특성

처리	농도	구고(cm)	구폭(cm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)
CaCl ₂	2.5g/L	30.0 ±0.6	20.0 ±0.7	38.1 ±2.4	23.4 ±1.5	34.5 ±4.8
	5.0g/L	29.8 ±0.7	20.1 ±0.3	40.2 ±1.6	25.0 ±1.6	35.5 ±2.5
	7.5g/L	29.8 ±0.7	19.2 ±0.6	39.6 ±1.3	24.5 ±1.0	33.5 ±0.5
	10g/L	30.4 ±0.8	20.2 ±0.0	40.9 ±1.3	25.6 ±2.7	35.7 ±0.6
SiO ₂	2.5g/L	30.6 ±0.2	21.1 ±0.4	40.6 ±1.4	25.3 ±0.4	35.6 ±2.5
	5.0g/L	30.3 ±0.9	20.3 ±0.9	40.4 ±1.4	25.5 ±1.5	37.5 ±2.4
	7.5g/L	30.5 ±1.2	20.1 ±0.7	39.8 ±1.9	24.6 ±2.1	33.7 ±0.8
	10g/L	30.5 ±1.0	20.1 ±1.0	41.0 ±2.0	25.9 ±1.4	33.8 ±3.5
빈나리		30.4 ±0.2	20.7 ±0.7	39.3 ±2.2	26.1 ±1.0	33.1 ±1.4
무처리		29.8 ±0.3	19.9 ±0.3	40.1 ±1.3	24.9 ±1.0	36.2 ±2.6

수확 시 구중특성은 그림과 같다. 염화칼슘처리에서는 비교적 저농도 이었던 2.5g/L 와 5.0g/L에서는 1,644~1,677g으로 구중이 무거웠으나 고농도 이었던 10g/L에서는 구중이 1,300g으로 가벼웠다. 따라서 염화칼슘의 경우 생육억제 효과가 있는 것으로 판단되었다. 그러나 나노규산 처리의 경우는 7.5g/L처리에서 구중이 1,790g으로 무거웠으나 일정한 경향을 보이지 않았다. 대조구로 사용한 빈나리 처리구는 구중이 1,400g 으로 가벼운 편 이었는데 특히 표준편차가 낮았다. 즉 빈나리 처리를 통하여 균일한 품질의 배추를 수확 할 수 있는 것으로 판단되었다.



림) 엽면살포 물질 및 농도별 구중 특성

국내산 배추의 대만 수출시 잔류농약 검출에 의해 통관이 거부되는 것은 배추 수출의 커다란 문제점 중의 하나이다. 2015년도 10월 5일부터 현재까지 대만 수출배추는 전수검사 중에 있다. 따라서 대만에서의 PLS 규정에 어긋나지 않는 배추를 생산·수출하는 것은 매우 중요하다. Triazole계 생장억제제로 많이 사용하고 있는 ‘빈나리(디니코나졸)’ 등은 배추 재배농가에서 많이 사용하고 있으며 우리나라에서는 생장억제용으로 수확 21일 전까지 2회 이내로 사용하는 것을 권장하고 있다. 그러나 대만에서는 사용금지 농약으로 지정되어 있어 재배농업인의 생육 관리에 큰 어려움이 있었다. 따라서 본 시험에서는 triazole계 생장억제제를 대체할 수 있는 기술을 개발하고자 하였다. 기존 농업인이 많이 사용하고 있는 엽화칼슘과 나노규산을 이용하여 배추 생육억제 효과를 분석하였는데 나노규산 보다는 엽화칼슘이 비교적 효과적이었다. 그러나 기존의 생장조정제 수준의 효과를 보기 위해서는 10g/L 정도 고농도 처리가 필요하였다. 따라서 배추재배시 생장억제를 위해서는 엽화칼슘 10g/L을 정식 30일부터 5일 간격으로 3회 살포하는 효과적인 것으로 판단되었다.

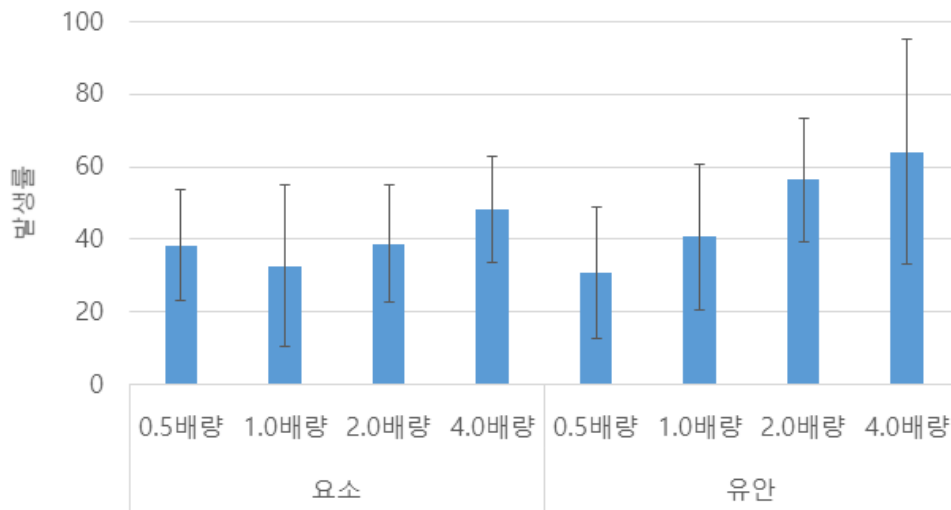
(시험 2) 질소시비에 따른 배추 생리장해 깨씨무늬증 발생 구명

요소와 유안 등 질소원의 비중에 따른 배추의 품질과 수량성은 표와 같다. 요소 처리에서는 0.5~4.0배량의 처리에서 구중이 3,288~3,539g으로 큰 차이가 없었다. 그러나 유안 처리에는 0.5~2.0배량 처리에서 2,721~2,859g으로 4.0배량의 3,447g과 비교하여 수량이 낮았다. 이와같이 요소와 유안에서 구중차이가 있었던 것은 시비량의 차이에 기인한 것으로 판단되었다. 엽수, 구고, 구폭, 엽장, 엽폭 등은 비중 및 시비량에 따라 큰 차이는 없었다.

표. 비중·시비량에 따른 배추 수량

비중	시비량	구중 (g)	엽수 (매)	구고 (cm)	구폭 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
요소	0.5배량	3,361	47.8	29.1	22.9	31.6	21.3
	1.0배량	3,496	44.2	29.3	21.1	33.8	22.3
	2.0배량	3,288	44.9	28.7	20.4	32.9	22.0
	4.0배량	3,539	41.3	29.9	20.4	33.0	22.0
유안	0.5배량	2,859	43.2	27.1	20.0	31.9	20.2
	1.0배량	2,721	42.0	26.3	18.0	32.3	22.8
	2.0배량	2,843	42.5	26.3	19.6	32.9	23.3
	4.0배량	3,447	46.3	29.3	19.2	33.0	22.4

비중 및 시비량에 따른 깨씨무늬증의 발생률은 요소시비 처리구에서 32.7~48.2% 발생되었고, 유안 비료 시비 처리구에서는 30.8~64.2%로 높았다. 즉, 요소 비료 시비 처리구에서는 시비량에 따른 차이 없었으나 유안 비료 시비 처리구에서는 시비량에 따라 발생률이 높아졌다.



비중 및 시비량에 따른 깨씨무늬증 발생률



【 요소 4배량 】



【 유안 4배량 】

저온저장 20일 후 깨씨무늬증 발생 양상

배추에서의 깨씨무늬증은 배추의 종륜부분에 검정색의 작은 반점이 나타나는 것으로 특히 수확 후 저장 및 유통기간 중에 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 수확 후 저장하면서 수출 할 경우 깨씨무늬증 생리장해가 발생되어 클레임이 발생할 우려가 있다. 그러나 깨씨무늬증의 발생원인에 대해서는 부적절한 질소 시비 등이 원인으로 알려져 있을 뿐 구체적인 자료는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 비종을 달리한 질소원의 차이, 시비량 등에 따른 깨씨무늬증의 발생에 대하여 연구하였다. 지난 3년간의 연구결과를 종합해 보면 깨씨무늬증의 발생률은 연도별 차이가 극심하였다. 2019년도와 2020년도의 경우 포장에서는 깨씨무늬증이 발생하지 않았고 저장기간 동안 일부 발생하였다. 그러나 2021년도에는 재배포장에서 처리에 관계없이 30% 이상 다발생 하였다. 이와같이 깨씨무늬증은 재배환경에 큰 영향을 받는 것으로 판단되었다. 시비량에 따른 발생률은 시비량이 많을수록 높아져 재배 전 토양분석에 의한 적정 시비량을 준수하는 것이 중요하였다. 비종에 따른 차이는 유안비료가 요소비료보다 발생률이 높았는데 이는 유안비료의 질소원이 식물에 흡수되기 쉬운 암모니아태(NH_4^+) 질소로 시비 후 급격한 질소의 흡수에 의한 것으로 생각되었다. 금후 질소원에 따른 배추 깨씨무늬증의 발생에 대해서는 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

< 생산 및 저장 유통 복합 >

3. 생리장애 억제 기술(깨씨무늬증)

[1협동 강원도농업기술원]

▶ 1차년도

3-1-1 질소 시비량에 따른 깨씨무늬증 발생 및 생육특성 검정

- 질소 시비량에 따라 구중은 추광 및 불암3호, 두 품종 모두 관행 2배까지 최고 수량성을 보였으나, 관행 3배량 이상 시비할 경우 수량성이 낮아졌음. 특히 결구밀도가 낮아졌음
- 질소시비량에 따라 수확당시 깨씨무늬증은 모든 처리구에서 발생하지 않았음

표 3-1-1. 품종별 질소 시비량에 따른 수량 및 품질특성

품종	처리내용	구고 (cm)	구폭 (cm)	구중(g)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	엽수 (매)	결구 밀도 (1~9)
추광	관행 1/2 배	35	15	2,642	33	20	56	7
	관행 1 배	33	15	1,579	29	17	52	7
	관행 2 배	37	17	2,369	33	21	53	7
	관행 3 배	33	17	1,850	33	18	55	6
	관행 4 배	33	18	1,986	33	22	62	6
불암3호	관행 1/2 배	35	18	2,028	35	17	48	5
	관행 1 배	37	16	2,383	35	18	55	7
	관행 2 배	38	18	2,274	35	19	55	6
	관행 3 배	35	18	2,003	36	19	64	4
	관행 4 배	34	20	1,979	33	18	58	3









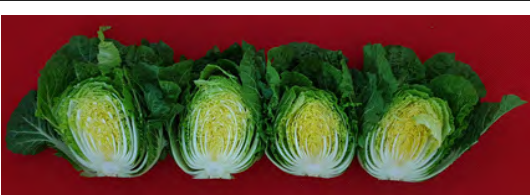
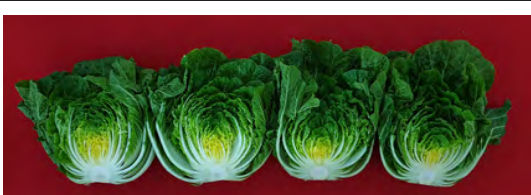
시비량	추광	불암3호
1/2		
1		
2		
3		
4		

그림 3-1-1. 질소 시비량에 따른 깨씨무늬증 발생 확인

▶ 1차년도

3-1-2 배추류 저장 중 깨씨무늬증상 발생 환경 조사

- 연구 방법

공시재료: 1협동 강원도농업기술원에서 깨씨무늬증상 비교 실험에서 재배된 배추 ‘불암3호’

저장방법: 수확 및 예냉 후 2℃(80±5%RH) 저온고에서 저장 중

포장방법: Box(대조구-무처리), 미세천공 필름(MP: Micro-perforated) - 72홀(∅ 0.6mm/2,250cm²)

MA - 5,000cc·m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ OTR(Oxygen transmission rate) 필름

조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 염록소 함량, 색도

- 연구 결과

본 연구는 1협동 강원도농업기술원에서 깨씨무늬증상 비교를 위하여 질소시비량을 기존과 다르게 처리하여 재배된 ‘불암3호’ 배추를 대상으로 MAP 포장하여 비교 진행 중이다. 대조구인 Box 처리구는 35일간 저장되었으며, 미세천공(MP) 처리구와 MAP포장 처리구는 현재 80일 이상 저장 중이며 현재까지 조사된 내용까지 기술하였다.

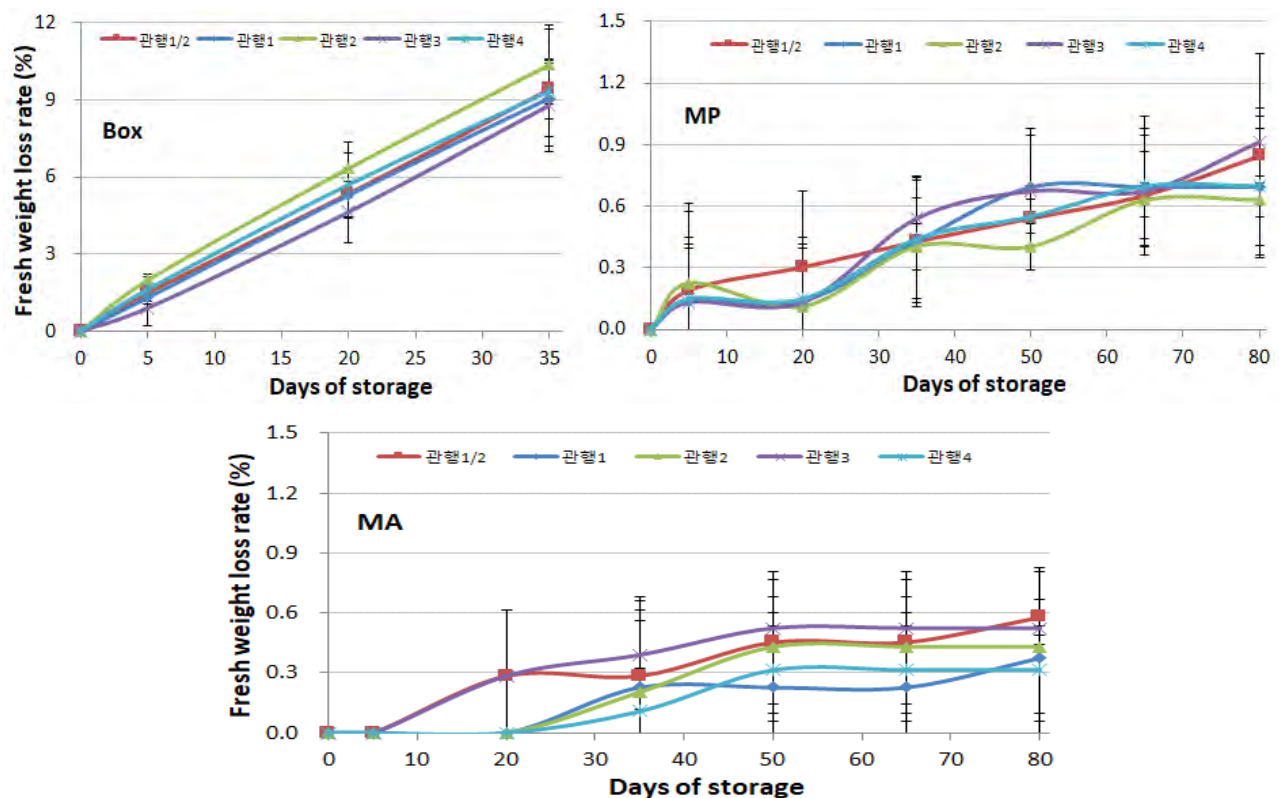


그림 3-1-2-1. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 저장 중 생체중 감소율

기존 포장 형태인 골판지 박스로 포장한 Box 처리구는 저장 직후 급격한 생체중 감소 정도를 보이며 저장 종료일인 35일에 10% 내외의 수치를 나타냈다. 배추의 최대 생체중 감소 허용량은 8%로 보고 되어있어 Box 처리구는 수분 손실로 인한 외관상 품질 저하로 저장 35일째 종료하였다. 미세천공과 MAP포장 처리구는 현재 80일째 저장 중 생체중 감소는 1% 이하로 조사되었다.

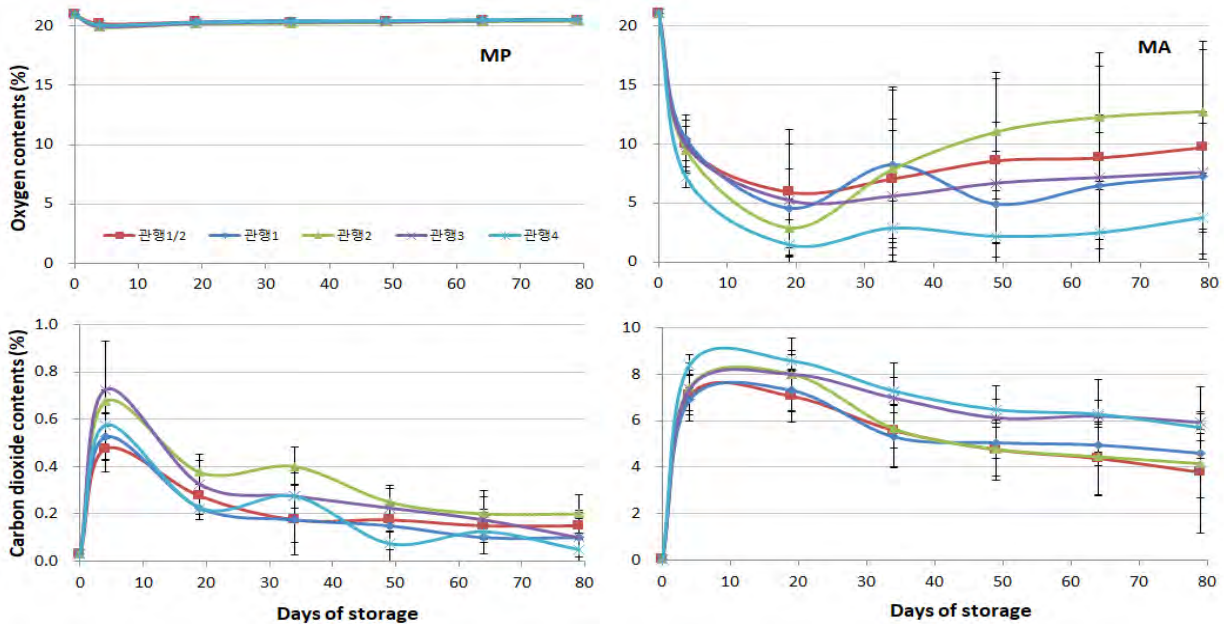


그림 3-1-2-2. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 저장 중 포장내 산소와 이산화탄소 농도 변화

저장 중 포장내 산소 농도는 미세천공의 경우 대기 조성 농도인 20.9%와 유사하게 유지 중이었으며, MAP포장 처리구는 관행 시비량에 4배 시비한 처리구가 가장 낮게 유지중이다. 포장내 이산화탄소 농도는 미세천공의 경우 저장 직후 급격히 증가하였으나 그 농도가 0.8% 이하였으며 처리구간의 차이는 없었다. MAP포장 처리구의 이산화탄소 농도도 저장 직후 급격히 증가하였는데 그 농도가 9%에 육박하는 높은 수치를 보였다. 배추의 CA 저장 적정 농도는 산소의 경우 1-2%, 이산화탄소 농도는 5-7%로 보고 되어 적정 수치보다 다소 높았으나 저장이 진행됨에 따라 서서히 감소하고 있는 중이다.

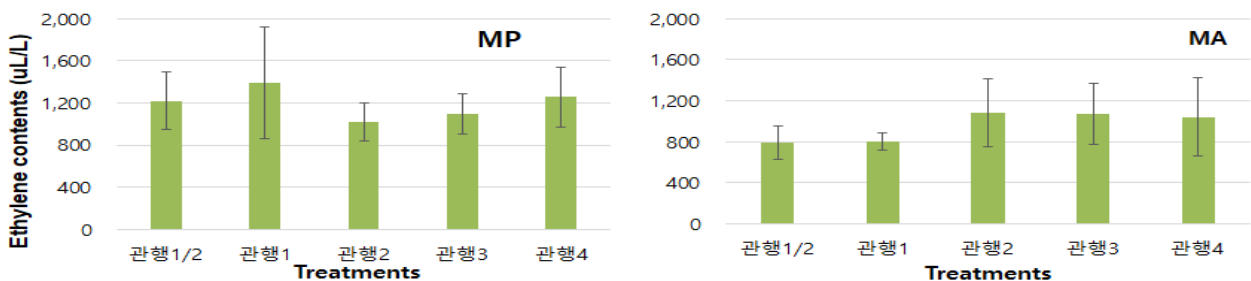


그림 3-1-2-3. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 저장 35일째 에틸렌 농도

저장 중 35일째 조사 된 포장내 에틸렌 농도는 미세천공의 경우 관행1 처리구, MAP포장 처리구 중에는 관행2,3,4 처리구가 유사하게 높았다. 배추의 경우 에틸렌 가스 발생량은 낮지만 민감도는 보통 또는 높음으로 보고 되어있어 포장내 에틸렌 가스 농도에 대한 각별한 주의가 필요하다.

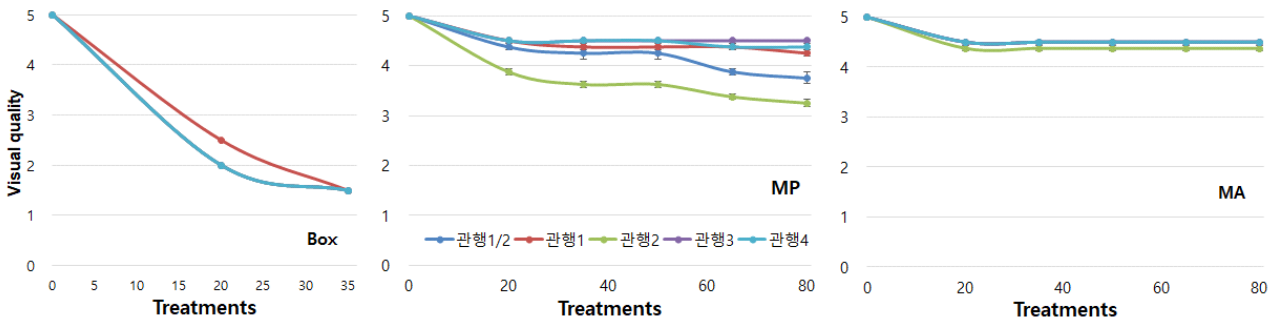


그림 3-1-2-4. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 저장 중 외관 변화

저장 중 패널테스트를 통한 외관상 품질은 Box의 경우 모든 처리구가 저장 15일 이내 상품성 한계점인 3점 이하였으며 처리구 중 관행4가 가장 낮았으며 나머지 처리구는 유사 하였다. 미세천공과 MAP포장 처리구는 저장 80일까지 진행되는 중 관행2가 처리구 중 가장 낮다. 저장이 종료된 Box 처리구의 종료일 엽록도 함량은 모든 처리구가 초기값에 비해 감소하였는데 관행3의 감소폭이 가장 낮았다.

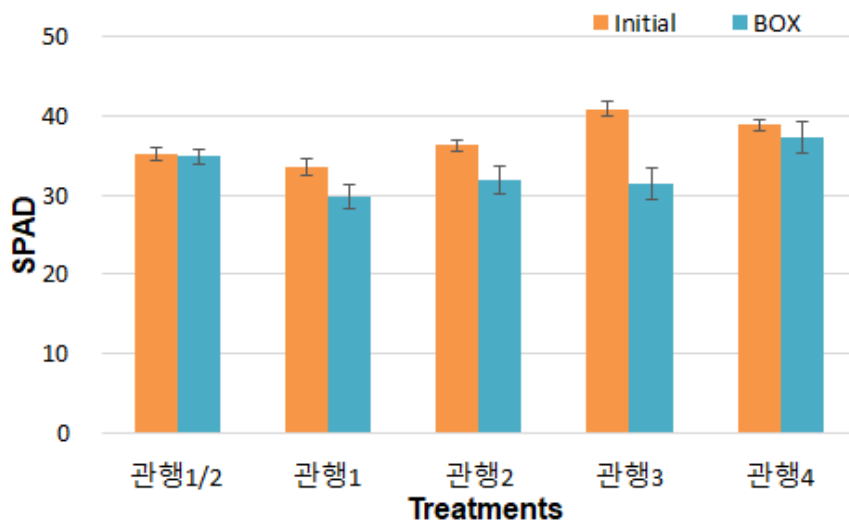


그림 3-1-2-5. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 Box 저장 종료일의 엽록소 함량

Box 처리구의 저장종료일 색도는 명도를 나타내는 L*값의 경우 관행1 가장 많이 증가하였고, 녹색을 나타내는 a*값은 초기값에 비해 감소하거나 유사하였으며, 황색을 나타내는 b*값도 관행1이 가장 많이 증가하였다.

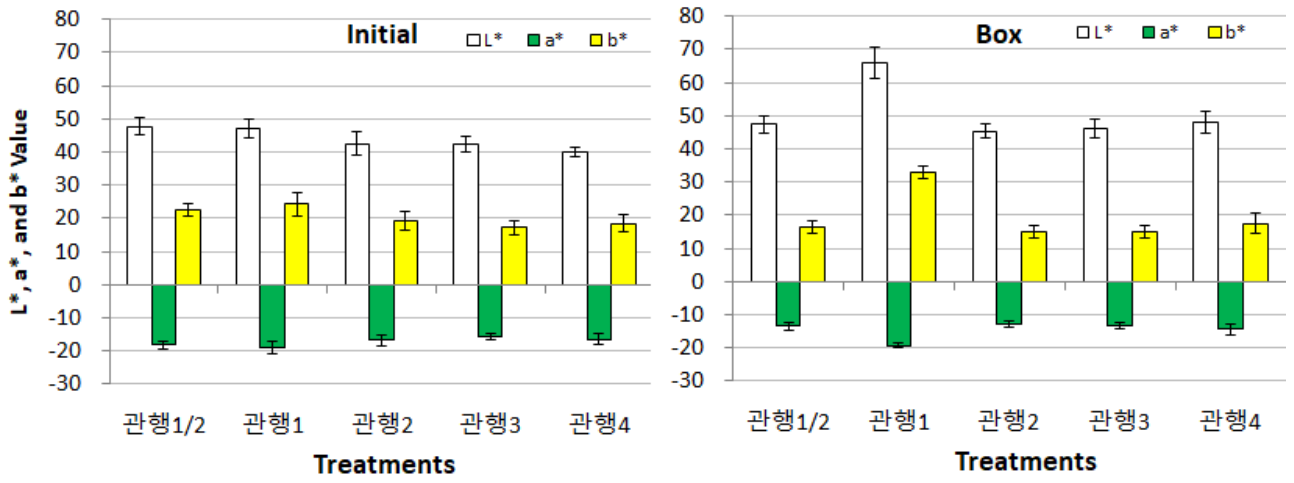


그림 3-1-2-6. 질소시비량을 다르게 한 배추 '불암3호'의 Box 저장 종료일의 색도

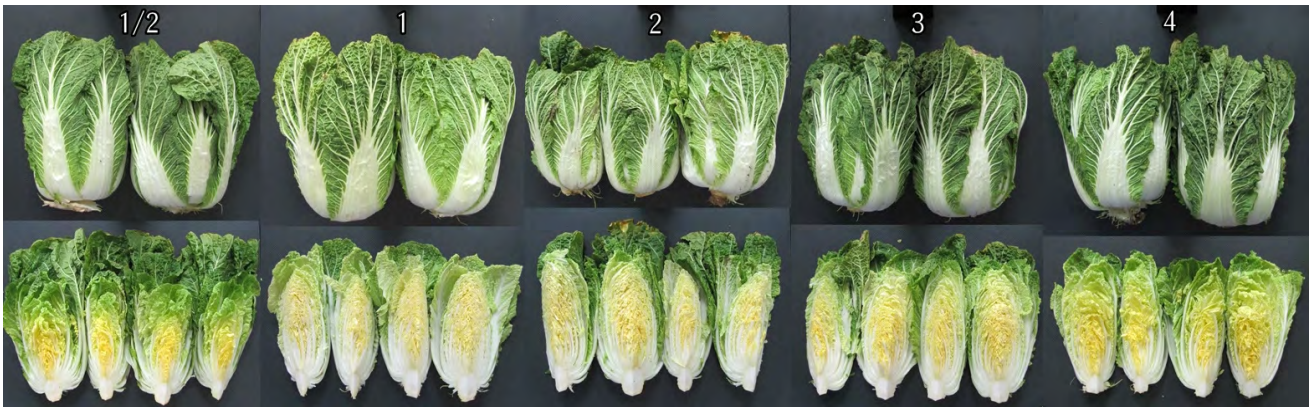


그림 3-1-2-7. 질소시비량을 다르게 한 배추 '불암3호'의 Box 저장 종료일의 외관



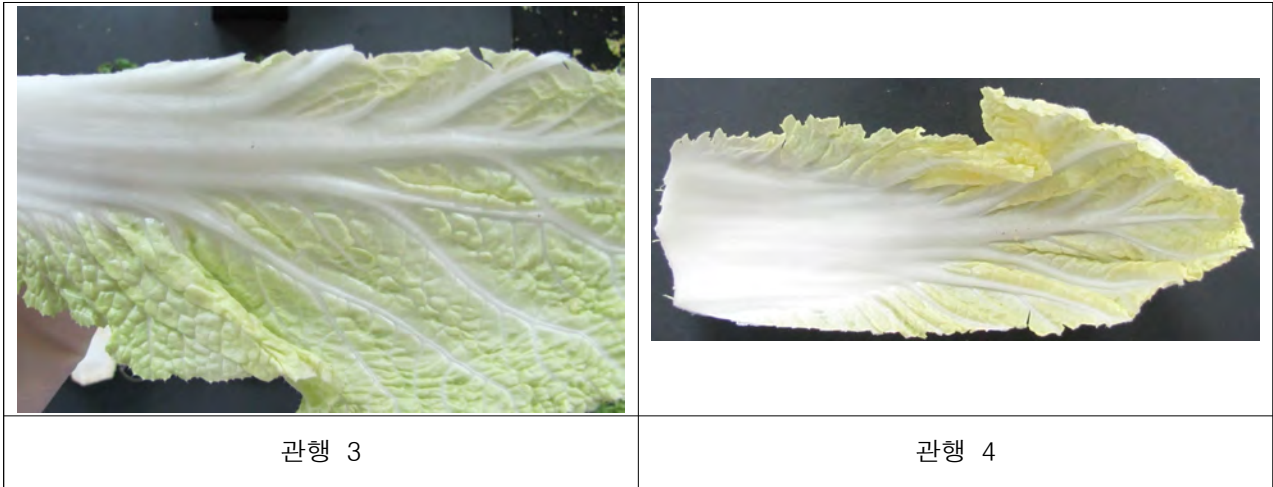


그림 3-1-2-8. 질소시비량을 다르게 한 배추 '불암3호'의 깨씨무늬증

35일간 저장된 Box 처리구의 경우 관행 1, 2, 3, 4에서 아주 미세하게 깨씨무늬증을 육안으로 확인하였다. Box 저장 처리구는 35일 종료되었으나, 미세천공과 MAP포장 처리구는 현재 진행중에 있어 연구가 종료된 후 결과를 종합할 예정이다.

+ 추가 연구 결과(2차년도)

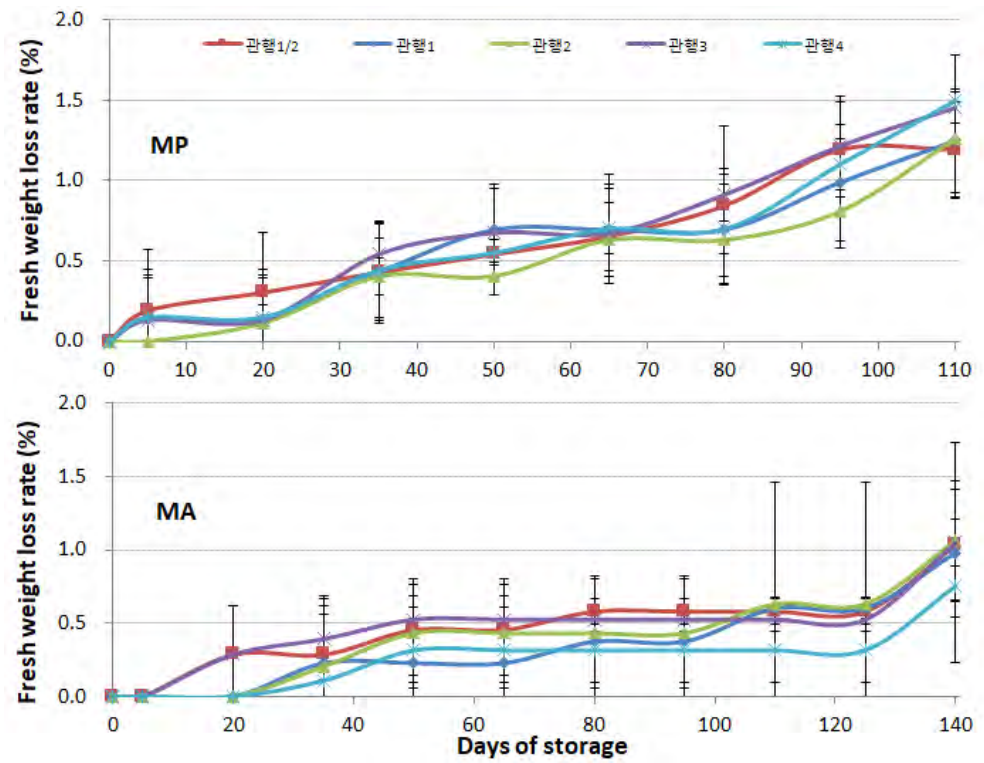


그림 3-1-2-9. 질소시비량을 다르게 한 배추 '불암3호'의 저장 중 생체중 감소율(추가)

저장 최종일에 생체중 감소율은 Box저장에서 10% 내외의 수치를 나타냈고, MP저장은 1.3%, MA저장은 1% 내외의 수치를 나타냈으며 질소시비 처리간에는 유의성은 없었다.

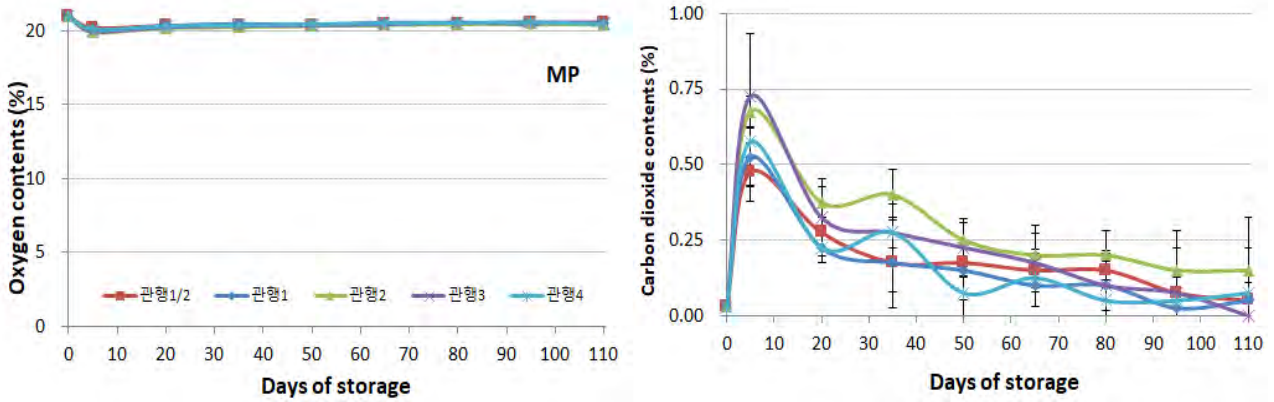


그림 3-1-2-10. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 미세천공 저장 중 포장내 산소와 이산화탄소 농도 변화

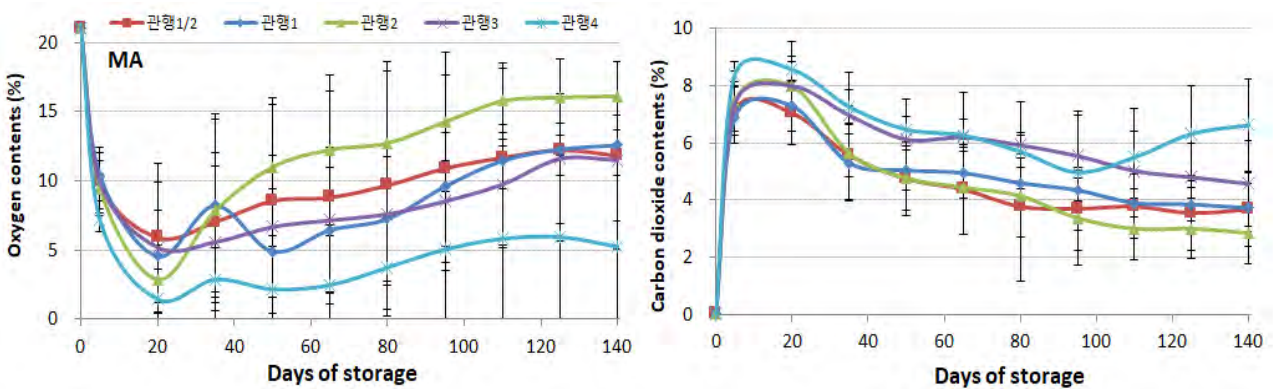


그림 3-1-2-11. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 MA 저장 중 포장내 산소와 이산화탄소 농도 변화

저장 중 포장내 산소 농도는 MP저장에서 20.5% 내외였고, MA저장은 9.7% 내외로 나타났으며 4배 처리구가 가장 낮게 나타났고, 이산화탄소 농도는 MP저장의 경우 0.2% 내외로 질소 시비 처리간에는 유의성은 없었으며, MA저장은 4.9% 내외로, 종료일에 4배 처리구가 가장 높았다.

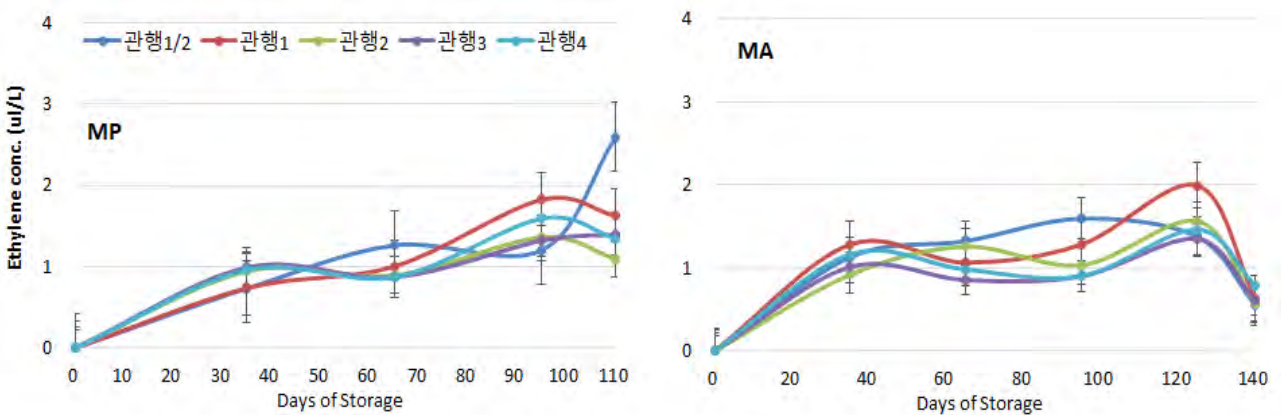


그림 3-2-12. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 저장 중 포장내 에틸렌 농도 변화

포장 내 에틸렌 농도는 MP저장의 경우 1ppm 내외로, 종료일에 1배 처리구가 가장 높게 나타났고, MA저장은 0.9ppm 내외로 1배 처리구가 1.99ppm으로 높게 나타났다.

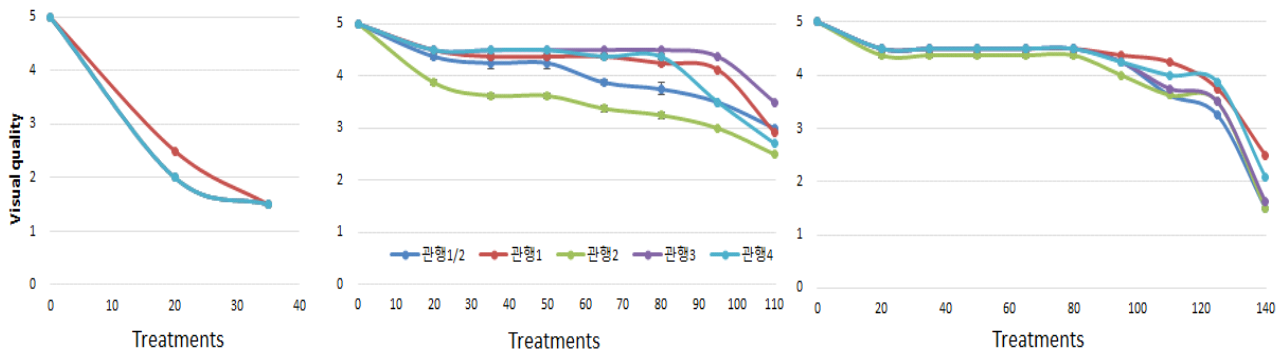


그림 3-1-2-13. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 저장 중 외관 변화(추가)

외관상 품질은 저장 중 모든 처리구가 Box저장은 15일, MP저장은 95일, MA저장은 125일에서 상품성 한계점인 3점 이상을 나타냈다.

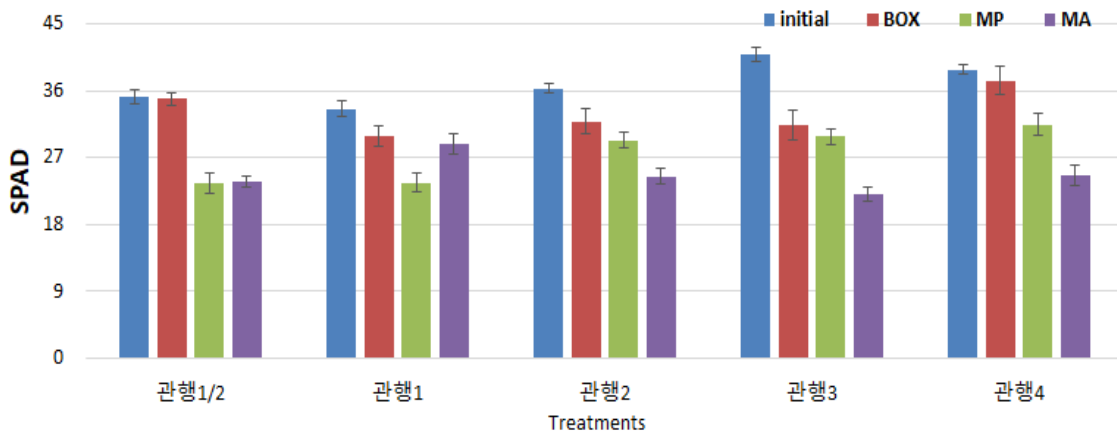


그림 3-1-2-14. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 Box 저장 종료일의 엽록소 함량(추가)

엽록소 함량은 Box와 MP저장에서는 4배 처리구, MA저장에서는 1배 처리구가 가장 높았지만 질소시비 처리간에는 일정한 경향은 없었다.

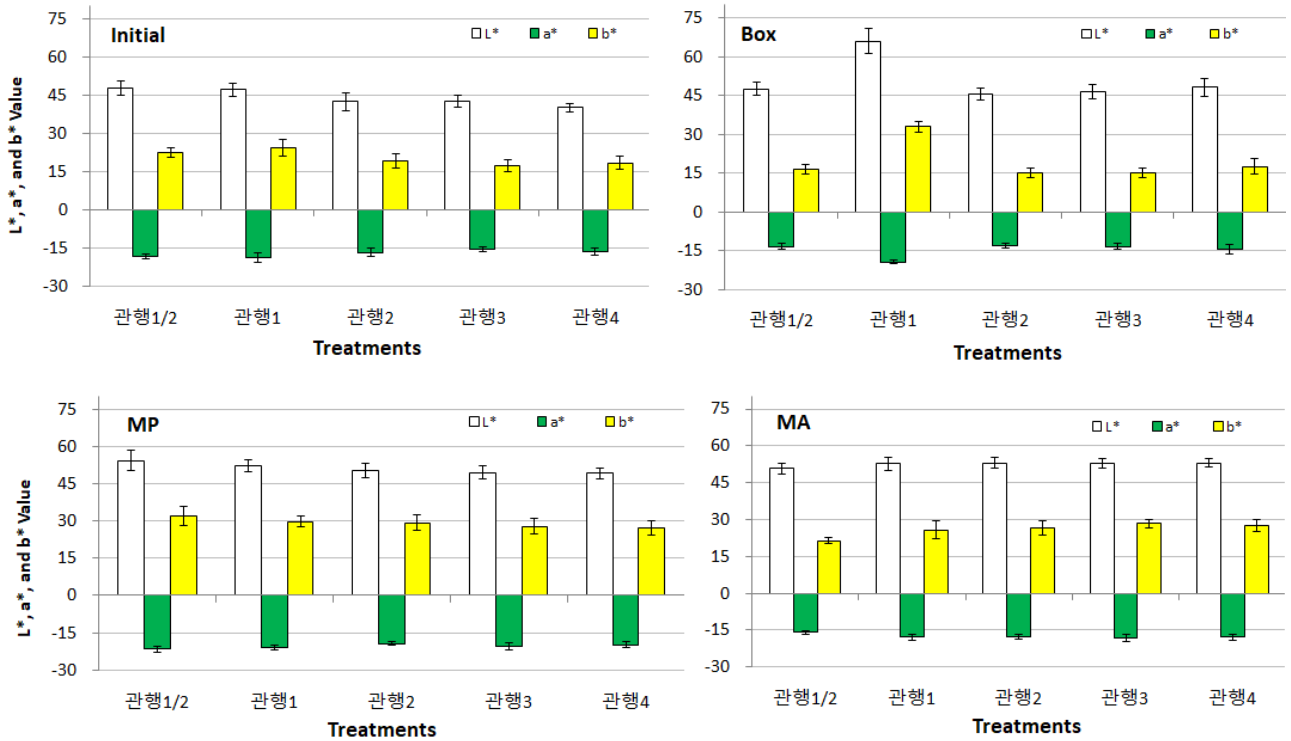


그림 3-1-2-15. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 Box 저장 종료일의 색도(추가)

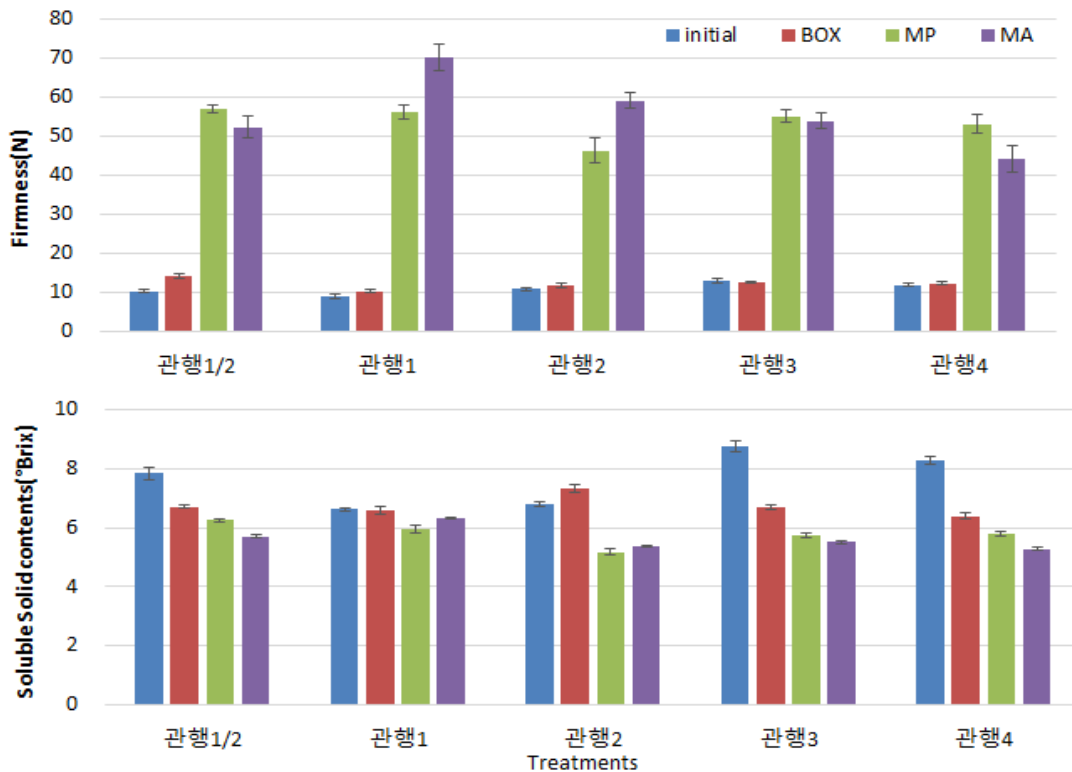


그림 31--2-16. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 저장 종료일의 경도와 당도

당도는 대부분 초기값에 비해 감소했으며, Box저장이 MP와 MA저장보다 모두 높게 나타났으나 질소시비 처리간에는 일정한 경향은 없었다.

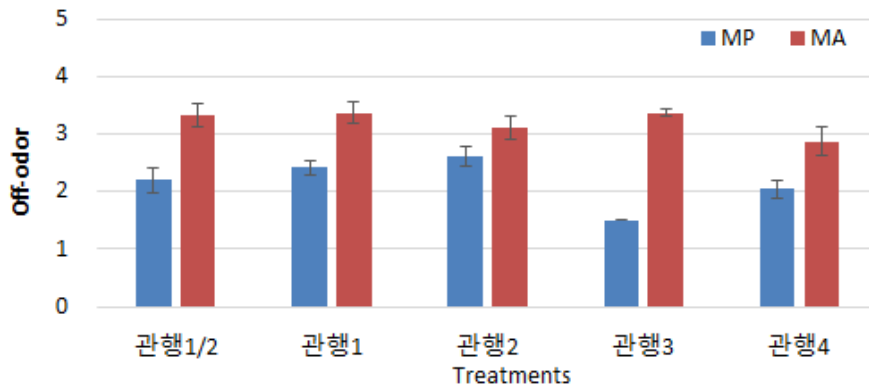


그림 3-1-2-17. 질소시비량을 다르게 한 배추 ‘불암3호’의 저장 종료일의 이취 정도

저장 종료일에 이취는 MP저장에서 3배 처리구, MA저장에서 4배 처리구가 가장 낮았다. 저장 종료일 깨씨무늬장해 발생률은 저장방법 중 MA저장에서 가장 낮았고, MP저장에서 가장 높았는데 질소시비량이 많을수록 발생률이 높아졌다. 그러나 Box저장과 MA저장에서는 질소시비 별 차이가 없었다. MA저장은 낮은 생체중 감소와 높은 외관상 품질, 그리고 가장 낮은 깨씨무늬장해 발생을 보여 배추의 장기 저장에 적합한 것으로 판단된다.

[2협동 강릉원주대학교]

▶ 1차년도

3-1-3 배추의 깨씨무늬 장해

1. 깨씨무늬증상 발생 원인 및 기작^{1,2}

가. 발생원인

- 결구 초기에 질산태 질소가 과다하면 결구 내부의 어린잎들이 이를 전부 소화하지 못하여 잎자루 속에 질산태질소의 농도가 높아져 깨씨무늬 증상이 발생
- 결구후기에 나타나는 깨씨무늬 증상이 질소가 부족하여 결구 중심부의 생육을 위해 겉잎의 영양분이 중심부로 이동하게 되어 바깥 잎의 중륵 부분에 발생
- 높은 토양산도와 부적절한 재배환경도 증상을 유기하는 것으로 예측되며 이는 질소질 비료의 흡수에 영향을 주기 때문으로 판단됨

나. 기작

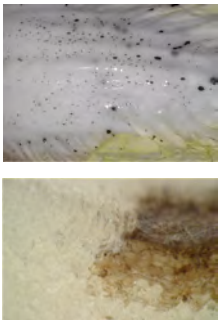
- 정확한 원인 기작은 명확하지 않으며, 유전적 및 환경적인 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 예측
- 결구 내부의 어린잎이 다 자라기 전에 질산태질소가 일시적으로 과다하게 공급될 때 결구 내부의 잎에는 햇빛이 비치지 않기 때문에 질산태질소의 환원능력과 그에 따르는 아미노산의 합성능력이 저하되어 질소대사에 이상이 생겨 증상이 발생하는 것으로 알려져 있음

2. 발생 억제재배^{1,2}

가. 적정 질소 시비량

- 재배시기와 재배 환경에 따라 관행시비량(32kg/10a)과 표준시비량(20kg/10a) 사이에서 시비량 결정
- 시비 성분이 집중적으로 용탈되는 여름배추 재배시기에는 표준시비량의 2.5-4배의 질소 질 비료를 시비하고 있음
- 여름배추 재배시기에도 질소시비량을 48kg/10a 이하로 권장
- 이비 발생한 증상은 수확후 경감시킬 수 없으므로 재배중에 증상이 발생하지 않도록 재배중에 질소 시비관리가 중요

2-3. 결론

발생 원인(예측)	증상	발생 억제 재배관리				
생육초기 질소 시비량의 과다 및 생육후기 질소 시비량의 부족		○ 재배시기에 따라 10a당 시비력 준수 ○ 여름철 강우가 집중되는 시기에도 과도한 질소시비에 주의 <table border="1" data-bbox="754 1061 1406 1182"> <tr> <td>표준시비량</td> <td>여름철 용탈 집중기 관행시비량</td> </tr> <tr> <td>20kg</td> <td>48kg 이하</td> </tr> </table>	표준시비량	여름철 용탈 집중기 관행시비량	20kg	48kg 이하
표준시비량	여름철 용탈 집중기 관행시비량					
20kg	48kg 이하					

- 참고 자료 -

¹농촌진흥청. 작물기술정보 배추-질소과잉(깨씨무늬 증상) 및 결핍증. <http://www.nongsaro.go.kr>

²홍세진 등. 2017. 질소시비량이 봄배추의 저장 품질과 깨씨무늬 장애 발생에 미치는 영향. 원예과학기술지 35:727-736

[1협동 강원도농업기술원]

▶ 2차년도

3-2-1 깨씨무늬증 저감 기술 개발(적정 시비량 구명)

가. 재료 및 방법

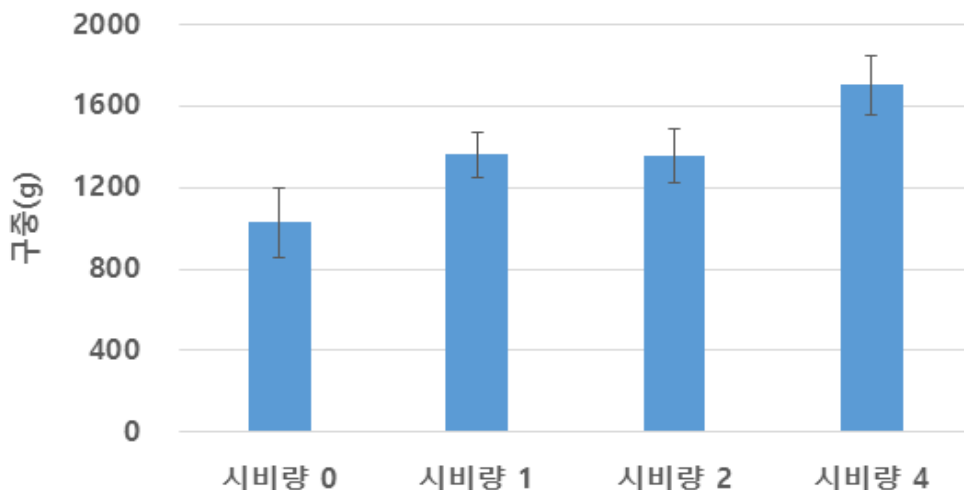
본 시험은 2020년도 봄배추와 가을배추를 이용하여 두 번 시험을 수행하였다. 봄배추를 대상으로 하는 시험은 강원도 횡성군 강림면(해발 400m)의 농가포장에서 시험을 수행하였다. 배추 시험품종은 청품(더기반) 이었고, 4월20일 정식 후 7월2일 수확하였다. 가을배추는 강원도 춘천에 위치한 강원도농업기술원 시험연구포장에서 재배하면서 시험을 수행하였다. 정식은 8월 27일 이었고, 11월 10일 수확하였다. 처리내용은 토양분석결과의 권장 시비량을 기준으로 시비량 0, 1, 2, 4배량을 시비하면서 재배하였다. 수확시 조사는 깨씨무늬증의 발생률을 조사하였으며, 기본적인 구중, 구고, 구폭과 엽수등을 조사하였다.

나. 연구결과

1) 봄재배

봄재배시 시비량에 따라 구중은 1.028kg에서 1.702kg으로 급격하게 무거워졌다. 따라서 수량성은 시비량이 증가함에 따라 높아졌다. 그러나 시비량에 따라서 깨씨무늬증의 발생률은 발견되지 않았다(data not shown).

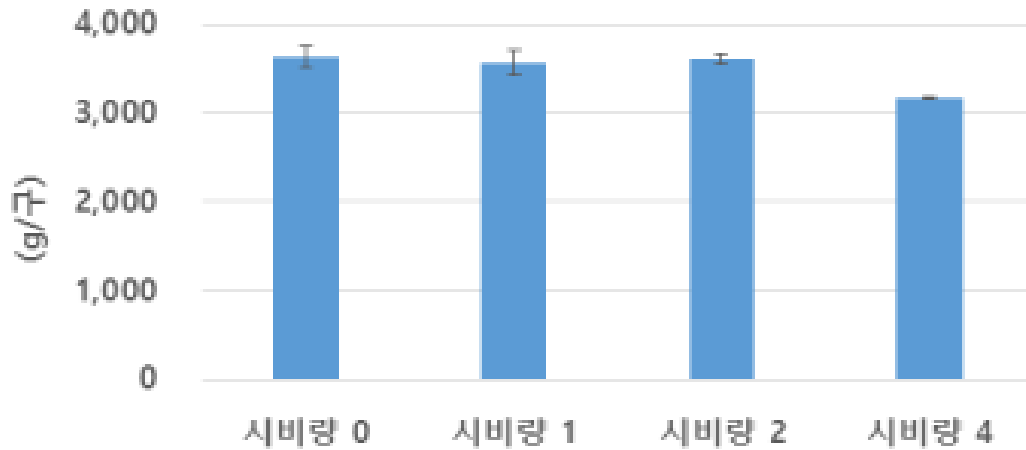
○ 시비량에 따른 구중 특성(봄재배)



2) 가을 재배

가을재배시 시비량에 따른 구중특성은 시비량 0, 1, 2배량의 경우 3.5kg 내외로 유의성이 인정되지 않았다. 그러나 시비량이 4배량으로 높아질 경우 수량이 3.2kg내외로 낮아졌다. 따라서 시비량 증가에 따라 수량이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

○ 시비량에 따른 구중 특성(가을 재배)



질소 시비량에 따른 구의 품질을 조사한 결과 구고, 구폭, 엽장, 엽폭, 엽수 등의 항목에서 시비량에 따라 유의성은 인정되지 않았다.

○ 질소시비량에 따른 구품질

구분	구고 (cm)	구폭 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매)
시비량 0	31.0 ± 0.8	19.9 ± 0.2	40.5 ± 0.8	24.9 ± 0.2	37.1 ± 0.4
시비량 1	29.8 ± 0.7	19.6 ± 0.2	39.5 ± 2.9	24.7 ± 2.0	38.3 ± 1.6
시비량 2	30.1 ± 0.5	20.2 ± 0.4	40.1 ± 2.0	25.8 ± 0.5	38.3 ± 0.5
시비량 4	28.9 ± 0.8	19.0 ± 0.4	37.5 ± 1.2	23.5 ± 1.7	37.9 ± 2.2

시비량에 따른 배추의 깨씨무늬증의 발생률을 조사한 결과 시비량에 상관없이 모든 처리에서 깨씨무늬증이 발생하지 않았다(data not shown).

○ 질소시비량에 품질



[1세부 강원대학교]

▶ 2차년도

3-2-2 저장 중 배추류 깨씨무늬증 발생 억제를 위한 적장 MAP 조건구명

- 연구 방법

공시재료: 1협동이 8월 27일 정식 후 11월 10일에 수확 한 '청품' 배추 품종

질소시비처리: 관행 0.5배, 1배, 2배, 4배

저장방법: 수확 및 예냉 후 2°C(80±5%RH) 저온고에서 저장 중(2차년도)

포장방법: Box(대조구-무처리), 미세천공 필름(MP: Micro-perforated) - 72홀(∅ 0.6mm/2,250cm²)

MA - 5,000cc·m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ OTR(Oxygen transmission rate) 필름

조사내용: 깨씨무늬증 발병 정도

- 연구 결과

저장전 질소 시비처리별 깨씨무늬증 발병 정도



질소시비량을 다르게 한 배추 '청품'(여름-가을)의 겉면 깨씨무늬 정도(없음: 0)



질소시비량을 다르게 한 배추 '청품'(여름-가을)의 겉면 깨씨무늬 정도(극소량 발현: 1)



질소시비량을 다르게 한 배추 '청품'(여름-가을)의 겉면 깨씨무늬 정도(소량 발현: 2)



질소시비량을 다르게 한 배추 '청품'(여름-가을)의 속면 깨씨무늬 정도(없음: 0)



질소시비량을 다르게 한 배추 '청품'(여름-가을)의 속면 깨씨무늬 정도(극소량 발현: 1)



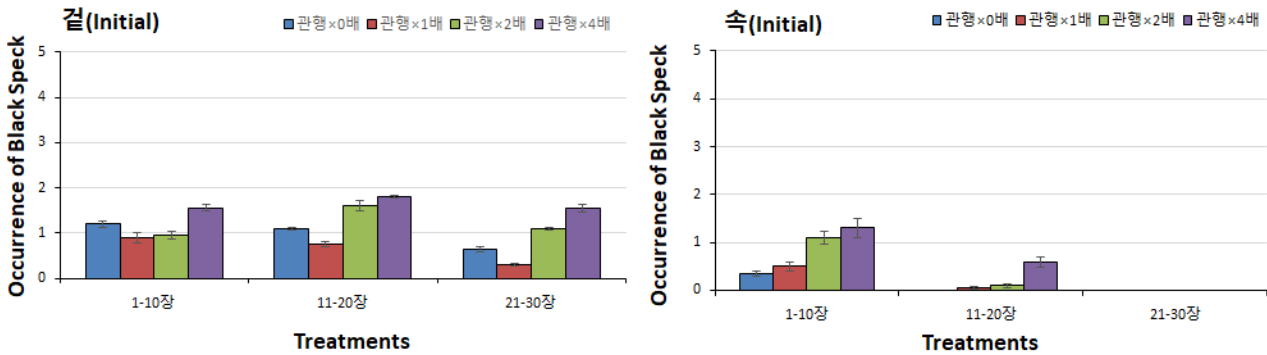
질소시비량을 다르게 한 배추 '청품'(여름-가을)의 속면 깨씨무늬 정도(소량 발현: 2)

1협동 강원도농업기술원에서 질소시비를 다르게 하여 재배한 '청품' 배추를 대상으로 몇 가지 저장 방법이 깨씨무늬에 미치는 영향에 대해 알아보려고 수행되었다. 위와 같이 깨씨무늬 발현정도를 기준으로 하여 저장 종료일에 조사하게 된다. 현재 20일째 저장중이며 최소 2개월 이상 저장되어 2021년 1월말 또는 2월초 종료될 예정이다.

+ 추가 연구 결과(3차년도)

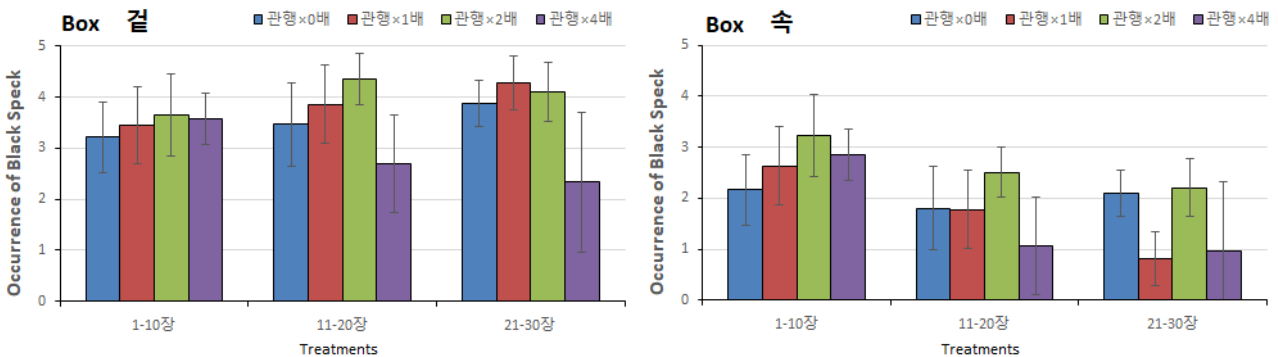
본 연구는 배추를 대상으로 질소를 관행 시비량에 배수로 처리하여 깨씨무늬증 발생 정도를 비교하였다. 수확 직후 초기값의 경우 속면 부분에 비해 겉면에 많이 발생하였고, 겉면의 경우 관행1배 처리구가 다른 처리구에 비해 낮은 수치를 보였다. 배추 가장 바깥 앞에서 안으로 들

어가면서 10장 단위로 조사하였을 때는 겉면의 경우 차이가 나타나지 않았고, 속면의 경우 바깥 앞 10장이 가장 많이 발견되었으며, 안으로 들어갈수록 발생되지 않았다.



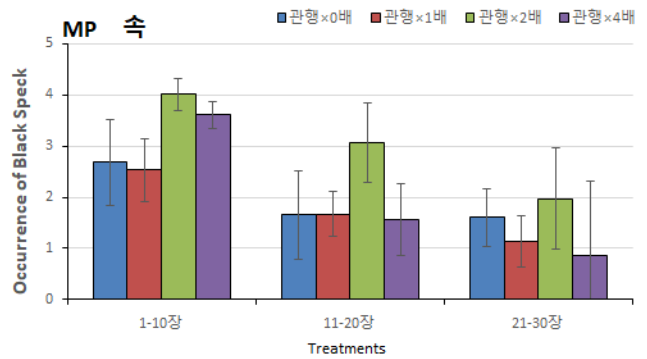
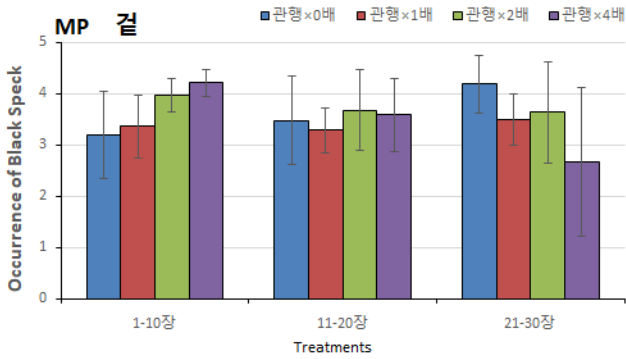
질소시비에 따른 배추 수확 직 후 깨씨무늬증 발현 정도

기존 수출 및 유통 종이 박스(carton box)에 저장하여 2℃ 저온고에 60일간 저장한 후 종료일에 조사한 깨씨무늬증의 경우, 초기값과 유사하게 속면에 비해 겉면에서 많이 발견되었다. 겉면과 속면은 가장 바깥 앞에서 10장까지는 질소시비 처리에 따른 차이가 나타나지 않았고, 안으로 들어가면서 11-20째 잎, 21-30째 잎까지는 관행4배 처리구가 다른 처리에 비해 낮은 수치를 보였으나 통계적 유의성은 없었다.

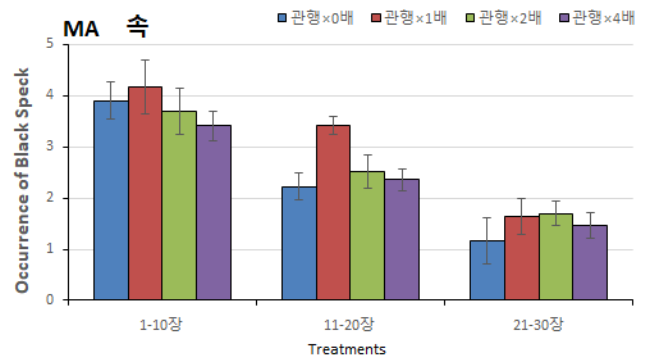
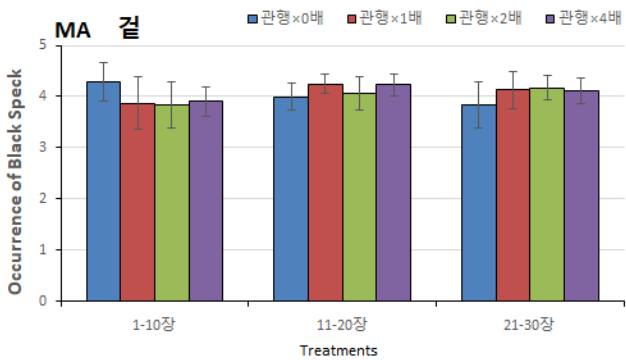


질소시비에 따른 배추 수확 후 박스 포장하여 저온 60일 저장 종료일 깨씨무늬증 발현 정도

미세천공 필름으로 포장하여 2℃ 저온고에 135일간 저장한 후 종료일과 MA 포장하여 2℃ 저온고에서 150일간 저장한 후 종료일에 조사한 깨씨무늬증의 경우, 초기값과 유사하게 속면에 비해 겉면에서 많이 발견되었다. 겉면은 가장 바깥 앞에서 10장, 11-20장, 그리고 21-30장까지 질소시비량과 바깥, 안에 따른 일정한 경향 없이 3점 이상의 증상을 보였다. 속면은 질소시비 처리에 따른 차이가 나타나지 않았고, 바깥앞에서 안으로 들어가면서 깨씨무늬증 발현이 줄어드는 경향을 보였다.



질소시비에 따른 배추 수확 후 미세천공 포장하여 저온 135일 저장 종료일 깨씨무늬증 발현 정도



질소시비에 따른 배추 수확 후 MA 포장하여 저온 150일 저장 종료일 깨씨무늬증 발현 정도

위의 결과를 종합해보면, 질소시비량에 따른 깨씨무늬증 발현은 수확 직후 시비량이 많을수록 관행4배에서 높게 나타났으나, 각각의 저장방법에 따른 저장 종료일에는 시비량에 따른 깨씨무늬증의 차이가 보이지 않았다.





수확 직 후 조사되지 않았으나 저장 종료일에 나타난 깨씨무늬증 발현 정도(3-5점)

<저장 유통 분야>

4. 수출 유통 기간 연장 기술

[1세부 강원대학교]

▶ 1차년도

4-1-1 수출 유통 기간 연장 기술 개발(품목별 문제점 파악)

가. 상추류의 유통기간 연장을 위한 생리 현상 조사

: 상추류 유통기간 저온기 2주, 고온기 1주 연장 기술 매뉴얼 개발: 상추류 소포장 기술 개발

가. 로메인 상추 대상 필름 종류별 저장 유통 기한 비교

- 연구 방법

공시재료: 참여기업 '한스'에서 재배 및 수확 된 '로메인' 상추

저장방법: 수확 및 예냉 후 2℃와 8℃ (80±5%RH) 저온고에서 15일간 저장

포장방법: Cont(대조구-무처리), 레이저로 가공된 산소투과도 조절 OTR 필름

3,000, 10,000, 50,000cc·m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ OTR(Oxygen transmission rate) 필름

조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도

- 연구 결과

로메인 상추 저장 중 생체중 감소율은 2도는 저장 종료일인 15일까지 0.1% 이하의 낮은 감소 정도를 보였고, 8도의 경우 무처리구인 대조구(Cont)가 저장 종료일에 23%의 높은 수치를 나타냈는데 이를 제외한 나머지 필름포장 처리구(MA저장)는 0.3% 이하였다. 상추의 경우 최대 생체중 감소 허용량이 3.7%로 보고 되어있는데, 8도의 경우 대조구가 저장 2일째 그 수치를 초과하며 수분 손실로 인한 생체중 감소 및 외관상 품질 저하를 보였다.

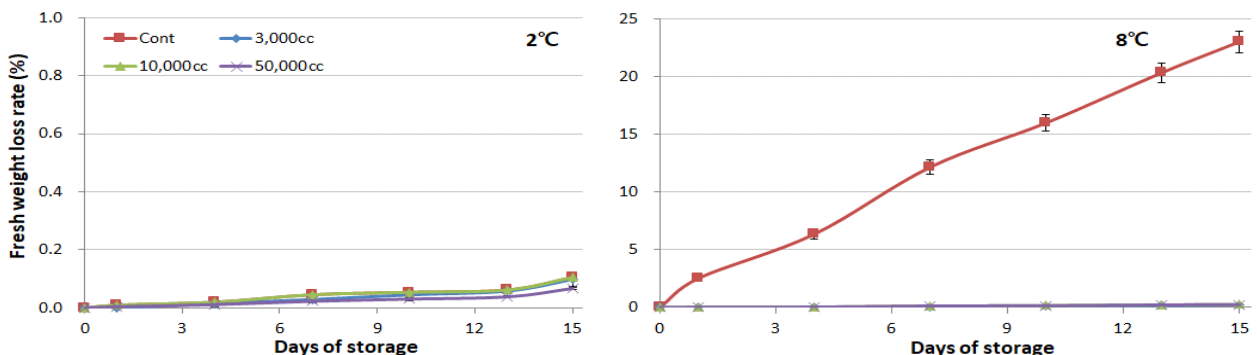


그림 4-1-1-1. 로메인 상추 저장 중 생체중 감소 변화

포장 내 산소 농도는 대조구를 제외한 나머지 필름 포장 처리구를 조사하였는데, 2도와 8도 모두 3,000cc 가 다른 철리구에 비해 다소 낮았다. 이산화탄소 농도는 2도의 경우 3,000cc가 저장 종료일까지 3% 내외, 8도가 5% 내외를 유지하였는데, 상추의 경우 적정 CA 조건이 산소는 2-5%, 이산화탄소는 0%, 최소 산소 농도 허용량은 2%, 최대 이산화탄소 농도 허용량은 2%로 보고 되어있어 두 온도 모두 3,000cc 처리구는 다소 높은 농도를 보였다.

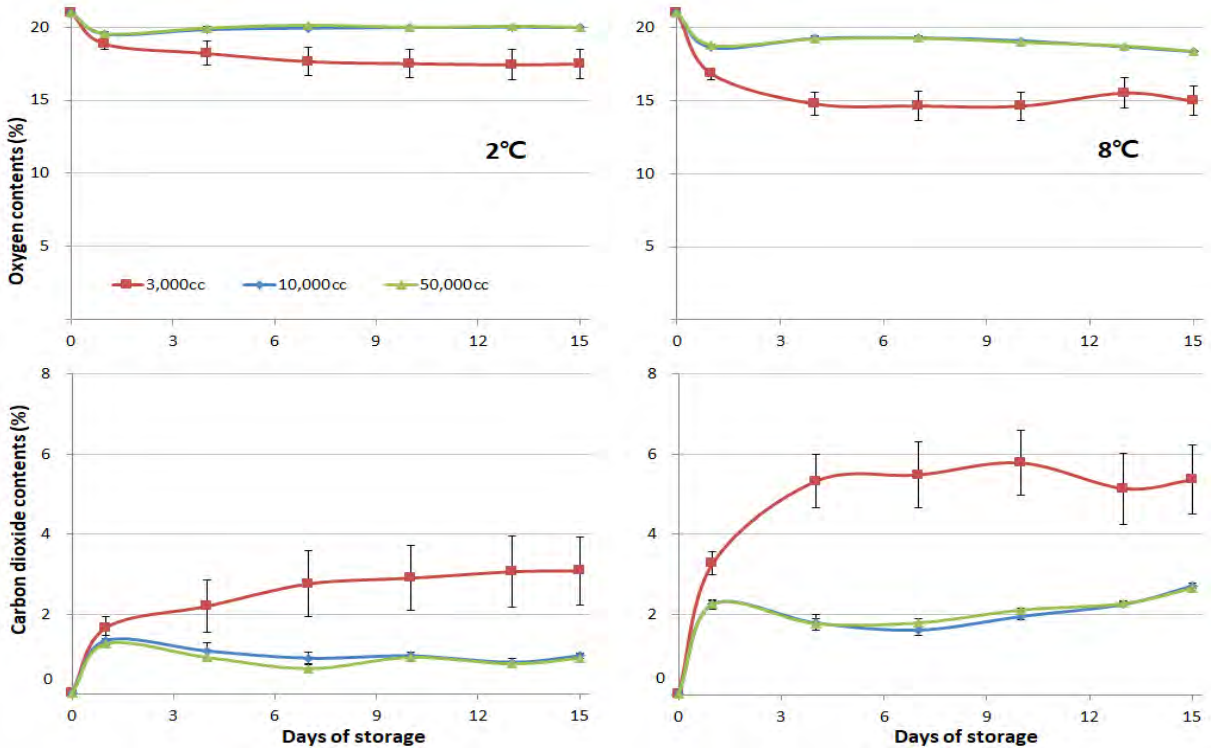


그림 4-1-1-2. 로메인 상추 저장 중 포장내 산소와 이산화탄소 농도 변화

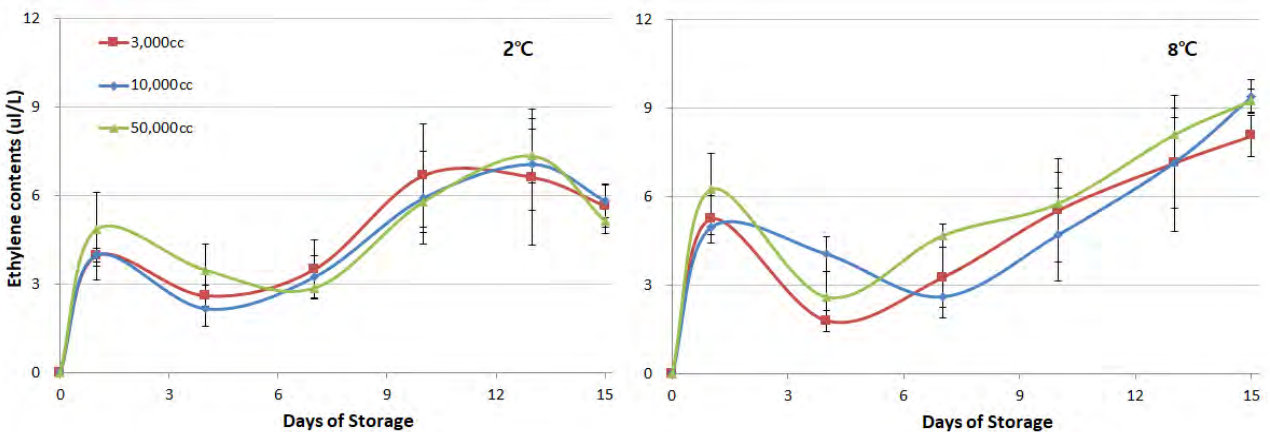


그림 4-1-1-3. 로메인 상추 저장 중 포장내 에틸렌 농도 변화

포장내 에틸렌 농도는 2도와 8도 유사한 경향을 보였고 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. 상추의 경우 에틸렌 가스 발생량은 낮지만 민감도는 높다고 보고되어 있어 상추 필름 포장시 에틸렌 가스 농도에 각별한 유의가 필요하다고 하겠다.

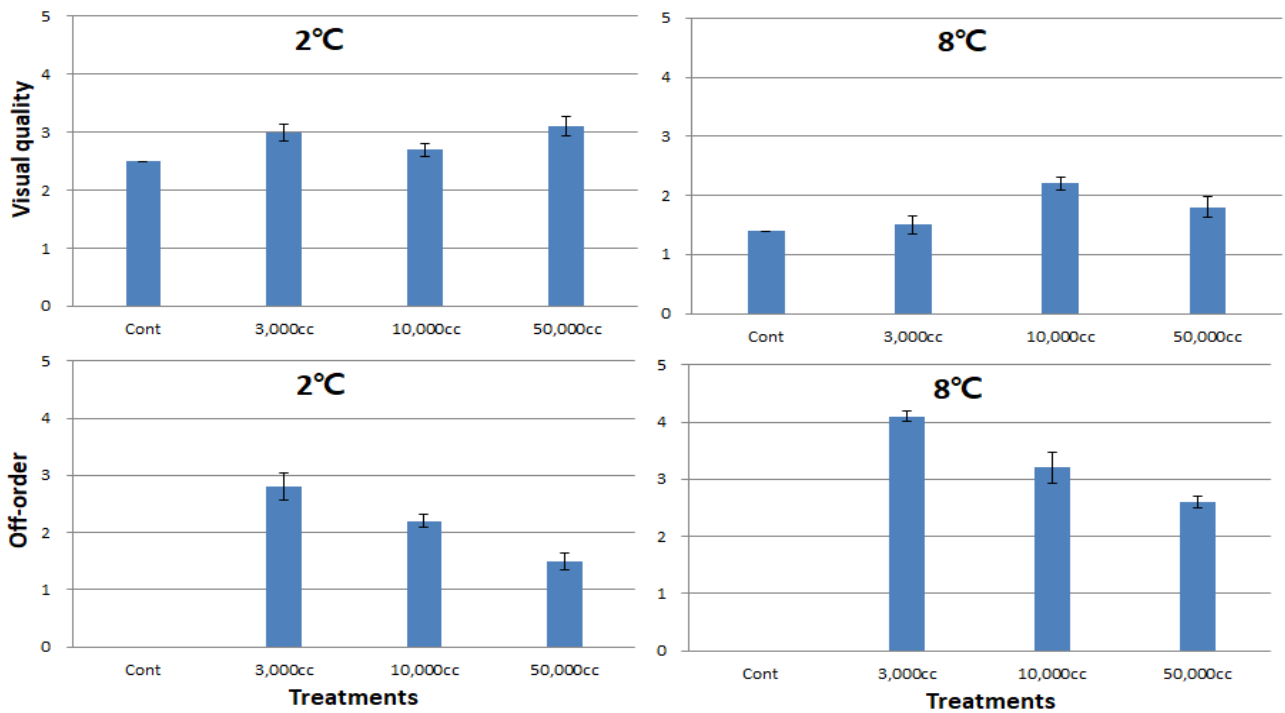


그림 4-1-1-4. 로메인 상추 저장 종료일의 외관과 이취 정도

저장 종료일에 패널테스트로 외관과 이취를 조사하였는데, 외관은 2도의 경우 3,000cc와 50,000cc가 상품성 한계점인 3점 내외를 보이며 외관상 품질이 양호 하였으며, 8도는 한계점인 3점보다 낮았지만 10,000cc가 처리구중 가장 높았다. 이취는 2도와 8도 모두 필름의 산소 투과도가 가장 낮은 처리구가 가장 높았고, 투과도가 높아질수록 이취 정도도 낮아졌다. 엽록소 함량은 온도와 상관없이 모든 처리구가 초기값(Initial)에 비해 유사하거나 감소하였는데, 2도의 경우 3,000cc가 가장 많이 감소하였고 이를 제외한 나머지 처리구는 초기값과 유사하였다. 8도 처리구의 엽록소 함량은 10,000cc가 초기값과 가장 유사한 수치를 보였다.

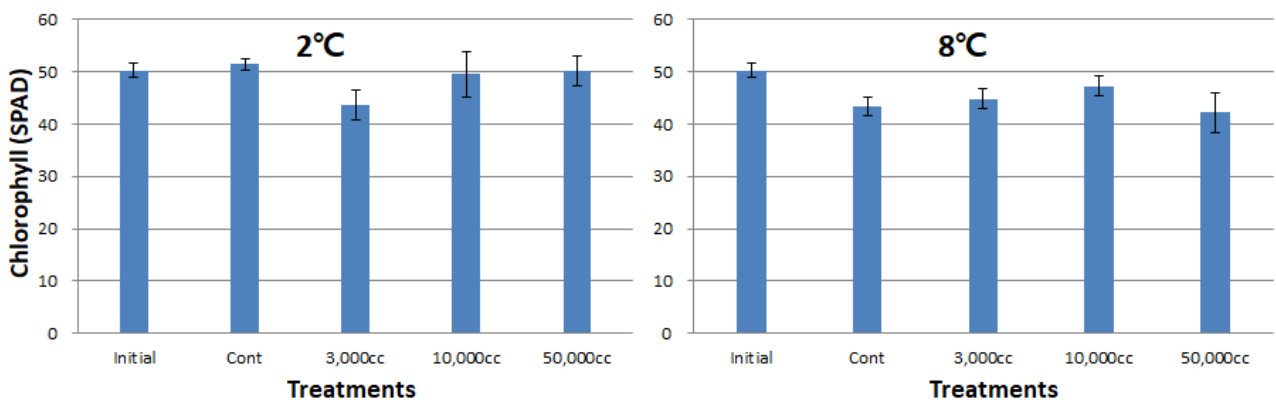


그림 4-1-1-5. 로메인 상추 저장 종료일의 엽록소 함량

색도의 경우 온도와 상관 없이 명도를 나타내는 값인 L* 수치는 초기값과 유사하였으며, 녹색을 나타내는 a*값은 초기값에 비해 증가하였는데 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. 황색을

나타내는 b*값은 모든 처리구가 초기값에 비해 증가하였는데, 2도는 3,000cc, 8도에서는 10,000cc가 처리구 중 가장 높은 수치를 보였으나 통계적 유의성은 없었고 저장 기간중 황변 현상이 나타난 것으로 판단된다.

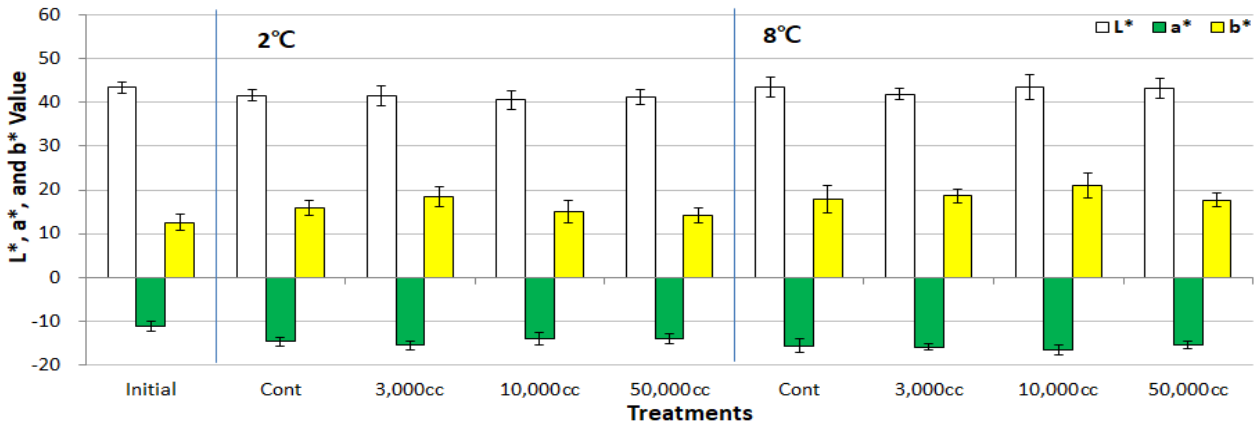


그림 4-1-1-6. 로메인 상추 저장 종료일의 색도 비교



그림 4-1-1-7. 로메인 상추 저장 종료일의 외관

이상의 결과를 종합해 보면, 로메인 상추는 8도 보다 2도에 저장 유통하는 것이 바람직하며, 대조구의 비해 필름 포장 처리구인 MA저장 처리구가 수분 손실이 적으며 산소투과도가 높은 필름으로 포장하는 것이 적합하다고 판단된다.

< 연구계획외 추가 실험 >

나. 로메인 상추의 신선편이 대상 필름 종류별 저장 유통 기한 비교

- 연구 방법

공시재료: 참여기업 ‘한스’에서 재배 및 수확 된 ‘로메인’ 상추의 신선편이

저장방법: 수확 및 예냉 후 2℃와 8℃ (80±5%RH) 저온고에서 15일간 저장

포장방법: Cont(대조구-유공(Perforated)), 레이저로 가공된 산소투과도 조절 OTR 필름

1,300, 10,000, 50,000, 100,000cc·m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ OTR(Oxygen transmission rate) 필름

조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도

- 연구 결과

로메인 상추를 신선편이(fresh-cut)하여 레이저 가공으로 산소투과도를 조절한 OTR 필름 포장한 후 2도와 8도에서 15일간 저장 중 생체중 감소율은 대조구(유공필름포장)를 제외한 나머지 필름 포장(MAP포장)한 처리구는 저장 종료일까지 두 온도 모두 1% 이하의 낮은 감소 정도를 보였다. 대조구는 저장 종료일에 2도와 8도에서 각각 10%, 12%의 높은 감소를 보이며 수분 손실로 인한 외관상 품질 저하를 보였다. 포장내 산소 농도는 산소투과도가 적은 필름일 수록 저장 종료일까지 계속 감소하여 2도와 8도 1,300cc가 9%, 2%의 낮은 수치를 나타냈다. 10,000cc도 1,300cc와 유사한 경향으로 감소하였다. 이산화탄소 농도는 산소 농도와 반대로 투과도가 낮은 처리구일수록 급격히 증가하였다. 2도의 경우 1,300cc가 최대 8%, 8도는 1,300cc와 10,000cc가 12%의 높은 이산화탄소 농도를 나타냈다. 두 온도 모두 1,300cc와 10,000cc를 제외한 나머지 처리구가 저장 종료일까지 2-3%의 농도를 유지하였는데, 상추의 적정 CA 및 MA 조건과 유사한 수치를 보였다.

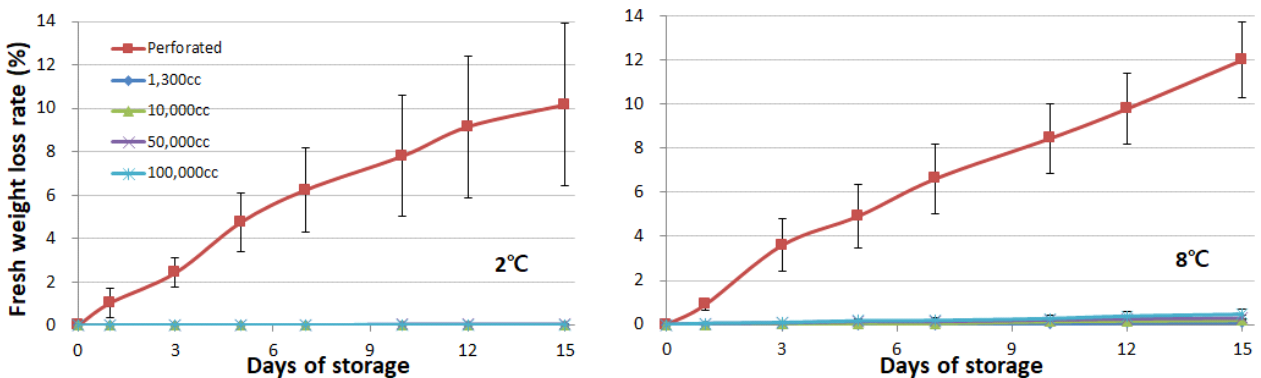


그림 4-1-1-8. 로메인 상추 신선편이 저장 중 생체중 감소율 변화

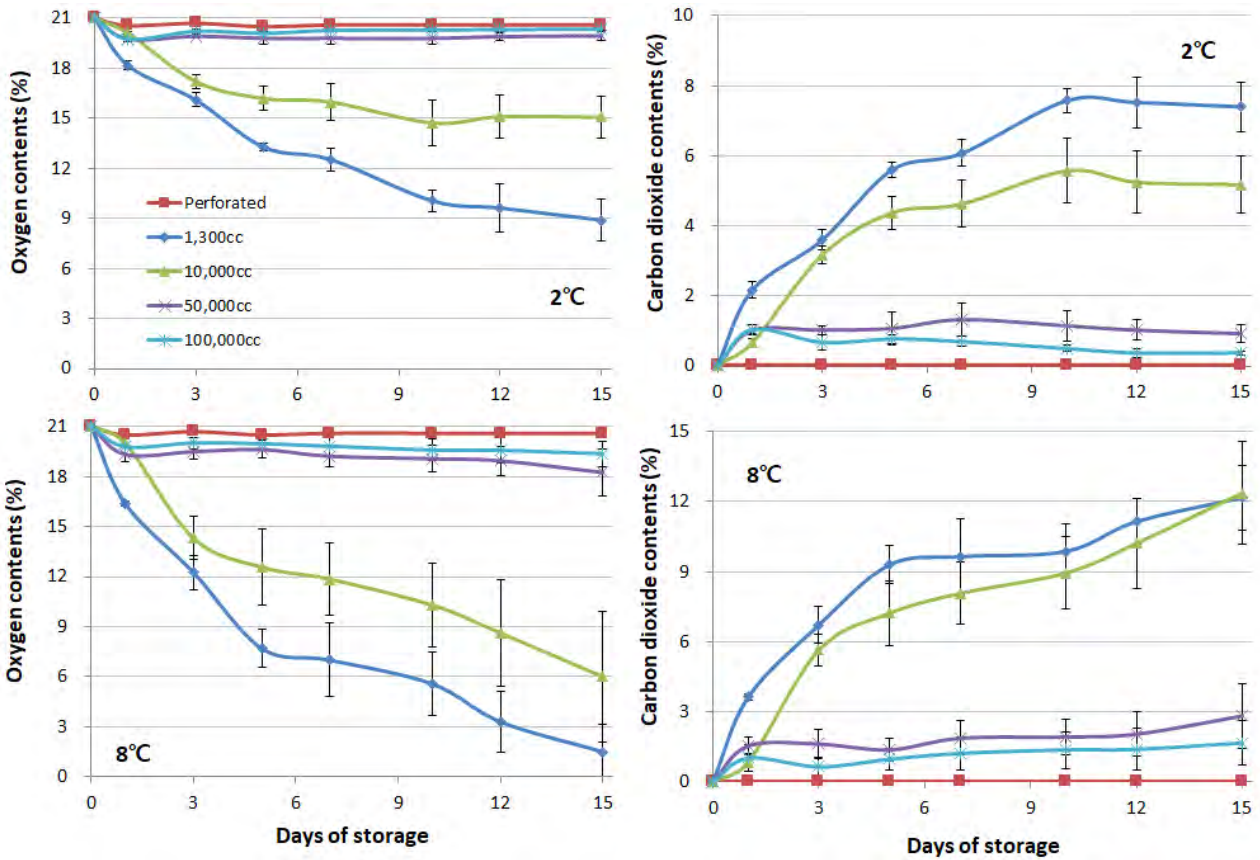


그림 4-1-1-9. 로메인 상추 신선편이 저장 중 포장내 산소와 이산화탄소 농도 변화

저장 중 포장내 에틸렌 농도는 온도에 따른 차이는 나타나지 않았으며, 두 온도 모두 저장 기간 내 6 μ L/L 농도 내외로 증감하였다. 상추는 에틸렌 발생량은 적으나 민감도가 다소 높다고 보고되어있어 포장내 에틸렌 농도 집적에 대한 주의가 필요하다.

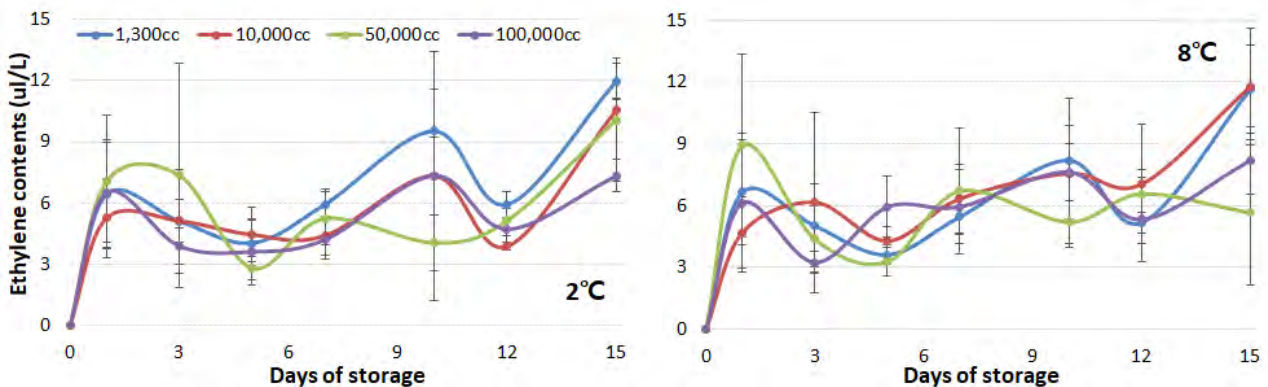


그림 4-1-1-10. 로메인 상추 신선편이 저장 중 포장내 에틸렌 농도 변화

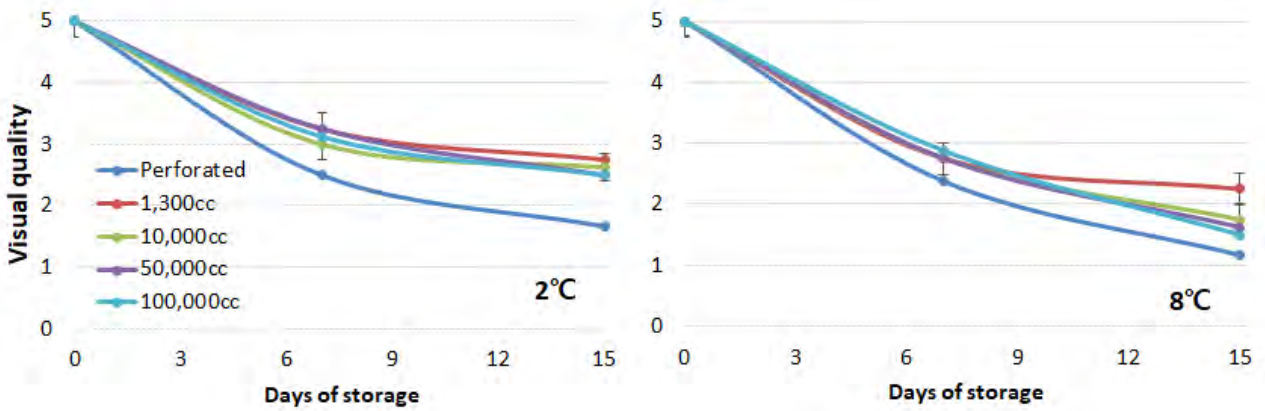


그림 4-1-1-11. 로메인 상추 신선편이 저장 중 외관상 품질 변화

저장 중 패널테스트를 통한 외관상 품질은 2도의 경우 1,300cc가 저장 종료일에 상품성의 한계점인 3점과 유사한 수치를 보였고 유공필름이 가장 낮았다. 8도에 저장한 상추의 외관도 2도와 유사하게 1,300cc가 처리구중 가장 우수하였으나 2점에 가까워 상품성을 상실한 것으로 판단된다. 저장 종료일에 패널테스트를 통한 이취 정도는 2도의 경우 모든 처리구가 낮게 발생되었는데 그 중 1,300cc가 가장 낮았고, 8도에서는 2도에 비해 약 2배 이상 많이 발생되었고 처리구 중 100,000cc, 10,000cc 순으로 낮았다.

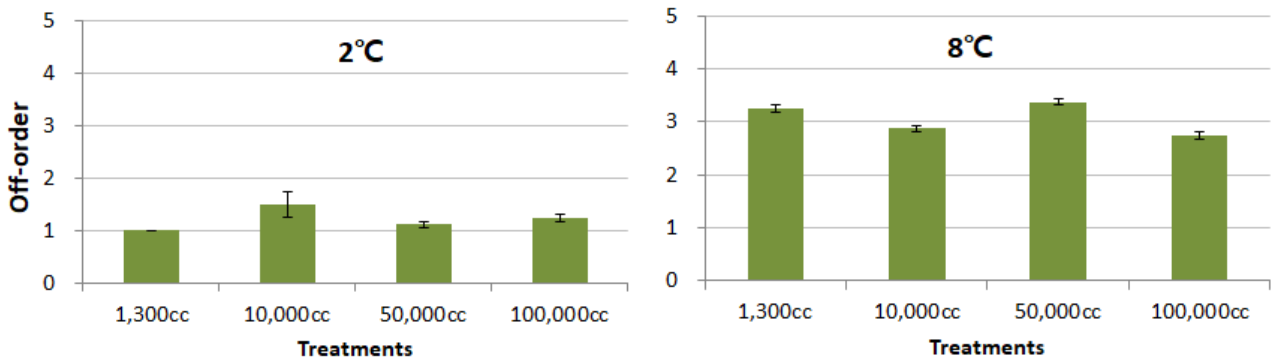


그림 4-1-1-12. 로메인 상추 신선편이 저장 종료일의 이취 정도

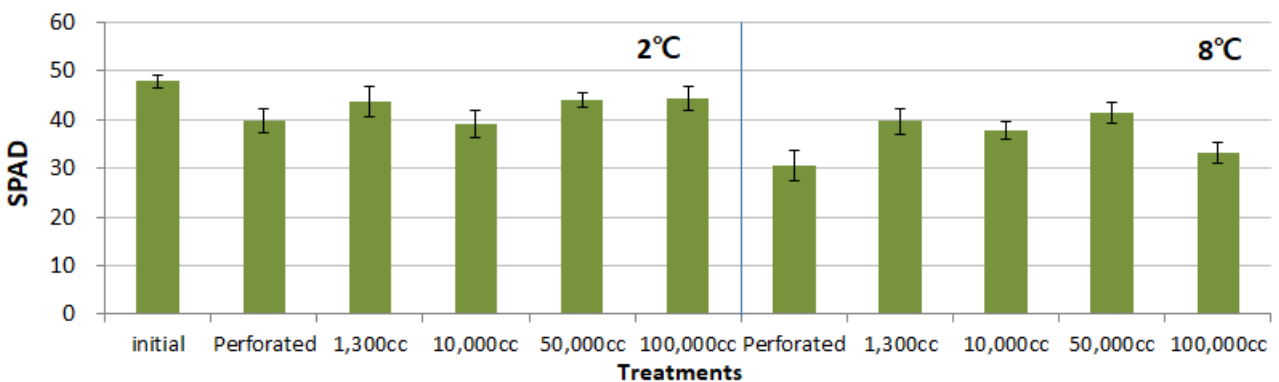


그림 4-1-1-13. 로메인 상추 신선편이 저장 종료일의 엽록소 함량

저장 종료일의 엽록소 함량은 두 온도 모두 초기값에 비해 감소하였고 2도의 경우 1,300cc, 50,000cc, 100,000cc 세 처리구, 8도는 50,000cc, 1,300cc, 10,000cc가 높았다. 색도는 두 온도 모두 명도는 나타내는 L*값의 경우 초기값과 유사하였고 녹색을 나타내는 a*값과 황색을 나타내는 b*값은 초기값에 비해 증가하였으나 처리구간의 차이가 나타나지 않았다. 위의 결과를 종합해보면 로메인 상추 신선편이의 경우 2도에 저장하는 것이 바람직하며 1,300cc가 MAP포장 필름으로 적합하다고 판단된다.

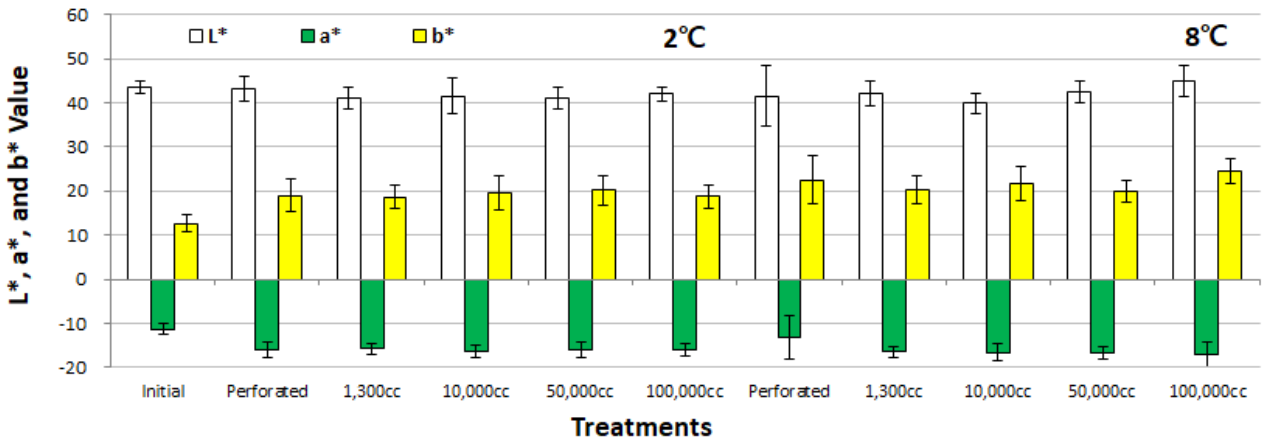


그림 4-1-1-14. 로메인 상추 신선편이 저장 종료일의 색도

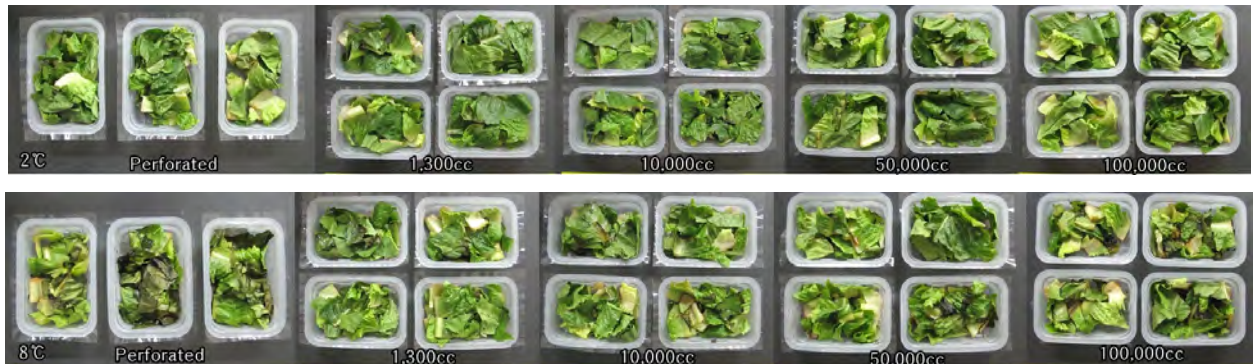


그림 4-1-1-15. 로메인 상추 신선편이 저장 종료일의 외관

다. 대만 수출 양배추와 한국 시판 양배추의 품질 및 저장성 비교

- 연구 방법

공시재료: 참여기업 '한스'에서 재배된 양배추 10가지 품종

대만 수출 품종 - 228, 초추, 한국 시판 품종 - 대박나, 오가네

시교품종 - CT-410, CT-418, CT-623, 11C2346, 신세계, 조선팔도

저장방법: 수확 및 예냉 후 2°C(80±5%RH) 저온고에서 30일간 저장

포장방법: Box(기존 골판지 상자) 포장

조사내용: 수확 직후 구중, 구고, 구폭, 당도, 경도

저장 후 생체중 감소율, 당도, 경도, 건물중, 색도

- 연구 결과

구중은 '오가네'가 가장 무거웠으며, '조선팔도'가 가장 가벼웠다. 구고와 구폭으로 계산된 구형은 '초추'가 가장 높은 수치를 나타내며, 국내 시판되고 있는 일반적인 품종과는 다른 외관상 특성을 나타내었다. 경도는 '228', '초추'가 다른 품종에 비해 낮았으며, 당도와 건물률은 모든 품종에서 유사하였다.

표 4-1-1-1. 양배추 10품종의 구중, 구고, 구폭, 당도, 경도, 건물률

Cultivars	Head weight (g)	Head height (cm)	Head width (cm)	Head shape	Soluble solid contents (Brix)	Firmness (kg)	Dry weight (%)
Daebakna	1,050.3bcz	10.1c	17.1cde	0.59bc	7.0bc	1.18a	8.59abc
Shinsegae	935.1cd	10.0c	17.5bdc	0.57c	6.8c	0.76bc	8.06d
Ogane	1,216.8ab	10.3bc	18.0abc	0.57c	6.7c	0.93b	8.22cd
Joseonpaldo	748.3d	10.0c	15.5f	0.64b	6.9bc	0.86b	8.51abc
228	887.9cd	10.7bc	18.3ab	0.58c	6.9bc	0.60c	8.20cd
Chauchiou	883.4cd	13.8a	18.0abc	0.77a	7.0bc	0.59c	8.55abc
CT-410	928.9cd	10.6bc	17.2cde	0.62bc	7.0bc	0.83b	8.37bcd
CT-418	826.6cd	10.5bc	16.3ef	0.64b	7.0bc	0.84b	8.72abc
CT-623	1,027.5bc	10.3bc	16.5def	0.63bc	7.4a	0.75bc	8.87a
11C2346	1,365.7a	11.0b	18.7a	0.59c	7.2ab	0.87b	8.30bcd

구중은 '오가네'가 가장 무거웠으며, '조선팔도'가 가장 가벼웠다. 구고와 구폭으로 계산된 구형은 '초추'가 가장 높은 수치를 나타내며, 국내 시판되고 있는 일반적인 품종과는 다른 외관상 특성을 나타내었다. 경도는 '228', '초추'가 다른 품종에 비해 낮았으며, 당도와 건물률은 모든 품종에서 유사하였다.



그림 4-1-1-18. 양배추 10품종의 저장 종료일의 생체중 감소율, 당도, 그리고 경도

위의 결과를 종합해보면, 국내 품종과 대만 현지 품종을 비교한 결과 당도, 색도 등은 유사하였으나, 경도가 높아 대만 소비자의 기호에 맞지 않은 것으로 판단된다. 이에 대만 수출용 품종은 기존 품종에 비해 경도가 낮고 저장 유통 중 조직이 질겨지지 않는 특성이 필요할 것이다.

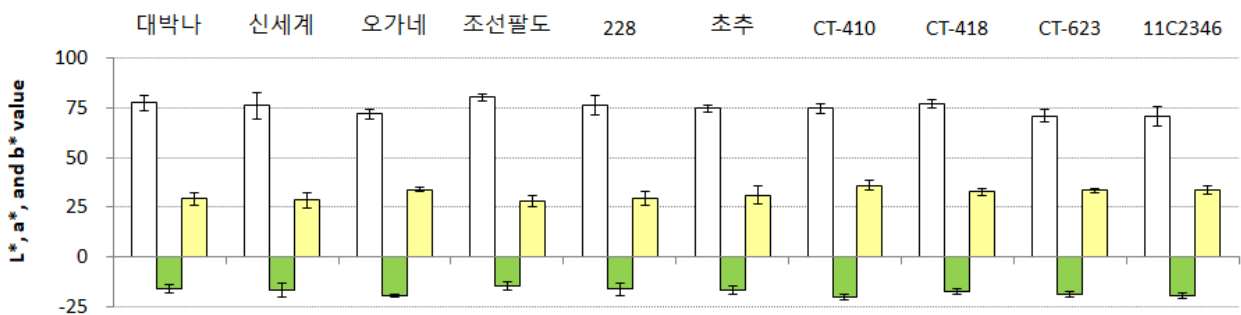


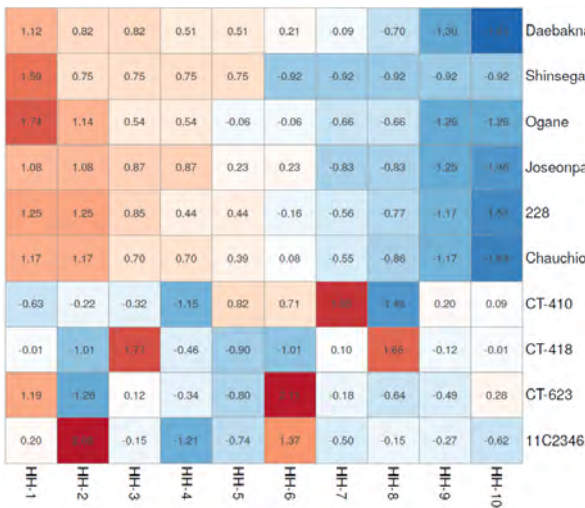
그림 4-1-19. 양배추 10품종의 저장 종료일의 색도



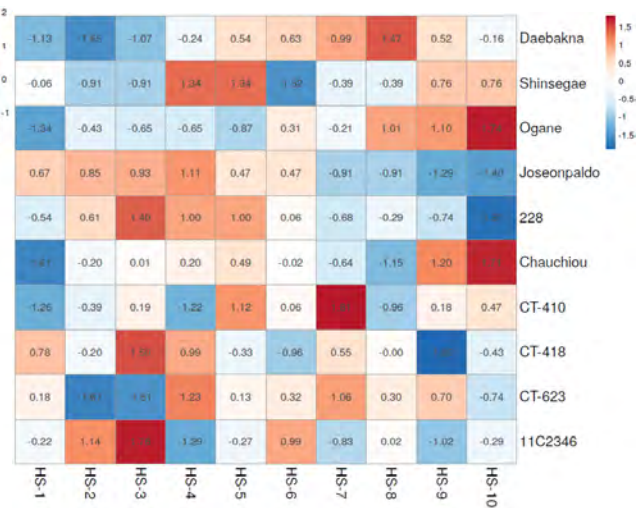
그림 4-1-20. 양배추 10품종의 저장 종료일의 외관

+ 추가 연구 결과 (2차년도)

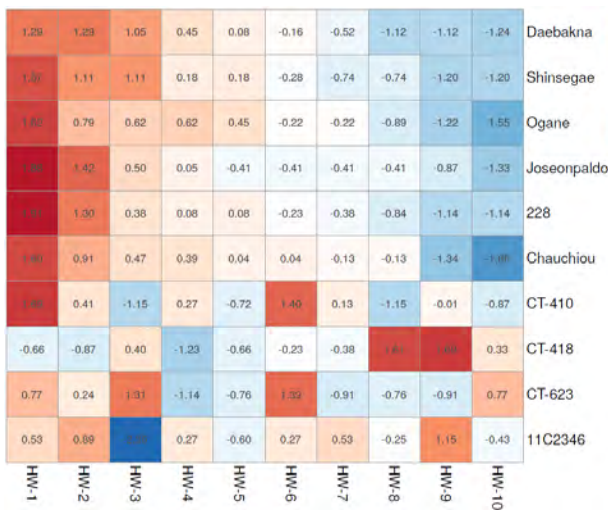
양배추 수확 후 품종과 품질 특성간, 저장성을 비교하여 히트맵을 작성하였다. 그리고 수확 후 품질 특성 및 저장성과의 상관관계를 나타내었다.



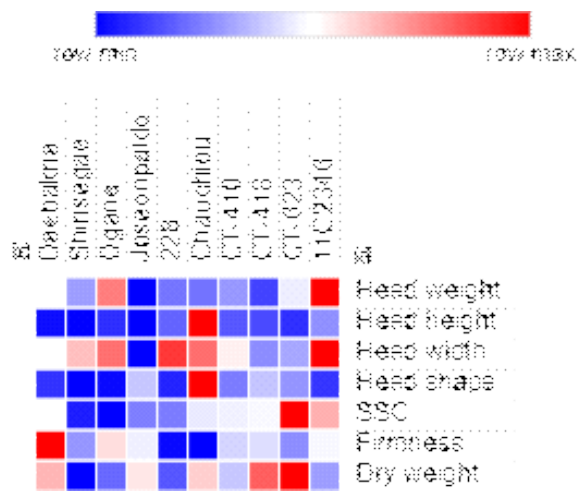
양배추 품종별 구고와의 히트맵



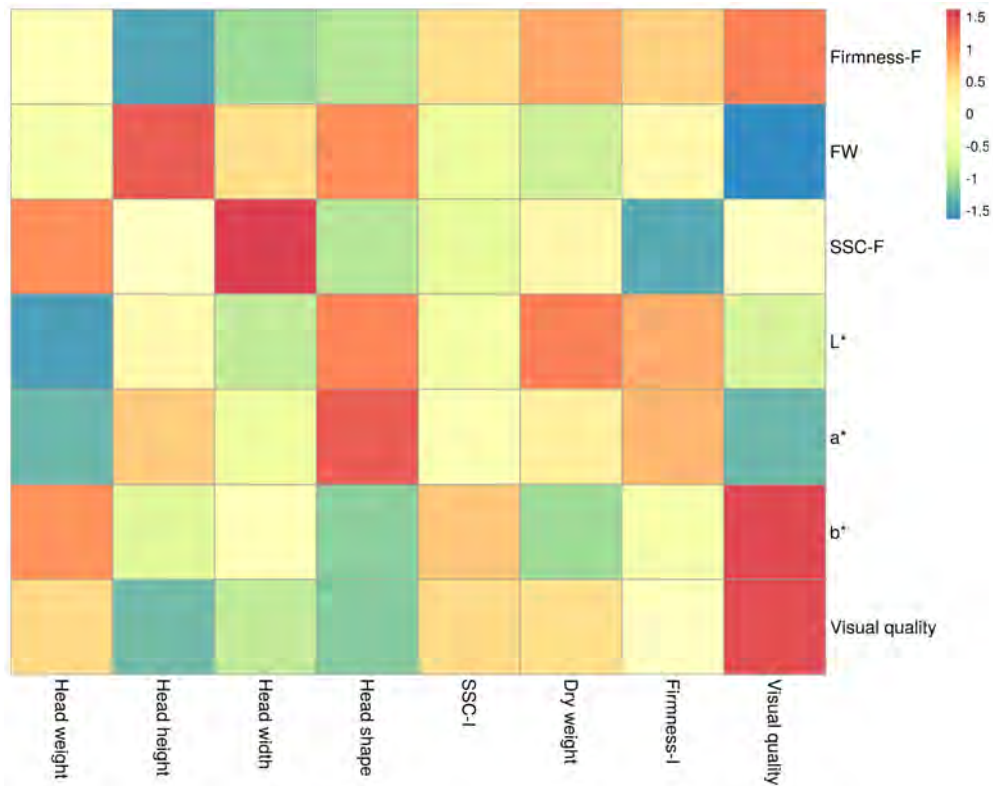
양배추 품종별 구형과의 히트맵



양배추 품종별 구중과의 히트맵



양배추 품종별 품질 특성과의 히트맵



양배추 품질 특성과 저장성과의 히트맵

저장 전 품질 특성간 상관관계에서 구형과 구고가 가장 높은 상관계수($r= 0.841$)를 보였는데, 구형은 구고를 구폭으로 나눈 값이기 때문이라 판단된다. 또한 저장 전 엽색 중 Hunter L^* 과 b^* 의 상관관계가 두 번째로 높은 상관계수($r= -0.772$)를 보였으나, L^* 과 a^* , a^* 와 b^* 간에는 유의적인 상관관계를 보이지 않아, 색도를 나타내는 값 간에 일정한 경향을 보이지 않았다.

저장 후 경도는 저장전 품질 특성인 구고와 고도의 부의 상관관계($r= -0.806$)를 보였는데, 구고가 저장전 경도와는 매우 낮은 상관계수($r= 0.106$)을 보여 구고와 경도간의 일정한 경향은 나타나지 않았다. 녹색을 나타내는 Hunter a^* 는 외관상 품질과도 고도의 부의 상관관계($r= 0.646$)를 보이기도 하였다. 또한 외관상 품질은 수확 후 엽색 중 Hunter a^* 와 유의적인 정의 상관관계($r= 0.625$)을 보였다.

표. 양배추 수확 후 품질 특성과 저장 특성과의 상관관계

		Before storage									After storage							
		Head weight	Head height	Head width	Head shape	SSC ¹⁾	Dry weight	Hunter L*	Hunter a*	Hunter b*	Firmness	Firmness	FW ²⁾	SSC	Hunter L*	Hunter a*	Hunter b*	Visual quality
Before	Head weight	-0.049	0.627*	-0.424	0.181	0.350	0.340	0.165	-0.416	-0.236	0.024	-0.046	0.477	-0.787**	-0.653*	0.470	0.554	
	Head height		0.411	0.841**	0.147	-0.539	0.670*	0.403	-0.766**	0.106	-0.806**	0.586	-0.038	-0.196	0.024	0.118	-0.374	
	Head width			-0.147	-0.156	-0.248	0.507	0.049	-0.683*	-0.600	-0.605	0.279	0.735*	-0.557	-0.367	0.213	-0.148	
	Head shape				0.252	-0.439	0.432	0.417	-0.432	0.472	-0.519	0.472	-0.479	0.121	0.251	-0.004	-0.325	
	SSC					0.009	-0.163	0.167	0.011	0.746*	0.260	-0.123	-0.318	-0.416	-0.291	0.404	0.561	
Storage	Dry weight						-0.172	-0.261	0.316	0.160	0.438	-0.196	0.067	0.126	-0.090	0.022	0.537	
	Hunter L*							0.568	-0.772**	-0.088	0.495	0.014	-0.699*	-0.330	-0.222	0.304	-0.264	
	Hunter a*								-0.490	0.134	-0.093	-0.485	-0.148	-0.222	-0.009	0.084	0.041	
	Hunter b*									0.167	-0.597	-0.227	0.673*	0.394	-0.015	0.027	0.312	
	Firmness										0.310	0.147	-0.725*	0.026	0.063	0.168	0.281	
After	Firmness											-0.475	-0.368	0.008	-0.018	-0.070	0.625*	
	FW												0.013	-0.074	0.225	-0.158	-0.529	
	SSC													-0.232	-0.264	0.059	-0.057	
	Hunter L*														0.812**	-0.714*	-0.511	
	Hunter a*															-0.946**	-0.646*	
	Hunter b*																	0.573
Visual quality																		

*Significant at P<0.05, **Significant at P<0.01, ANOVA.

¹⁾SSC: Soluble solid contents

²⁾FW: Fresh weight loss rate

라. 파프리카 혼합선적을 위한 저온장해 생리 현상 조사

: 파프리카 수출 유통 과정 중 온도관리 미흡(수출 냉장컨테이너(5도 이하) 타작물과 혼합선적)으로 발생할 수 있는 저온장해 완화 기술 개발

- 연구 방법

공시재료: 적색 '나가노' 품종

저장방법: 2℃ (80±5%RH) 저온고에서 5, 10, 15일간 현재 저장 진행 중

포장방법: 미세천공 필름

조사내용: 호흡률, 에틸렌 발생량, 이온용출량, 외관(저온장해 증상-Pitting, 주름짐 등)

- 연구 결과

파프리카는 저장 적온이 7-8도로 알려져 있으나 국내에서 대만 수출시 물량에 따라 한 컨테이너내 타작물과 혼합선적을 할 경우 냉장 컨테이너의 온도를 더 낮출 수밖에 없기 때문에, 이로 인한 파프리카 저온 장해 현상을 알아보려고 수행하였다. 2도 저온고에서 5일 저장한 후 상온에서 1일 저장한 처리구의 경우 저장전과 외관상 품질의 차이가 나타나지 않았다.



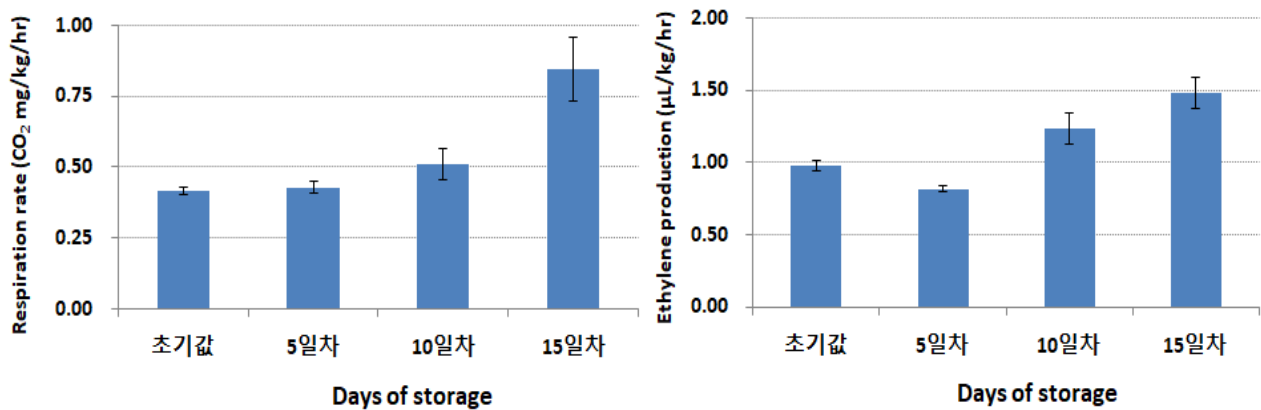
2도 저장고에서 10일간 저장 후 상온에서 1일 저장한 파프리카의 경우 주름짐 현상이나 pitting(표면에 침식되는 현상)이 나타나는 것을 알 수 있었다.



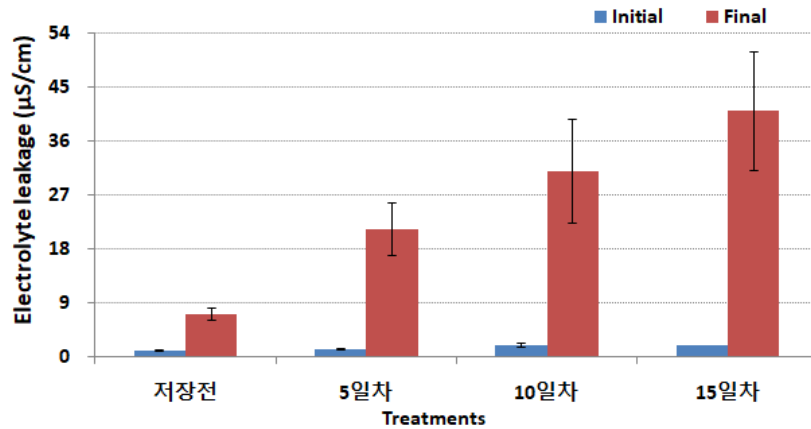
10일차까지 진행된 호흡률의 경우 저장 일수가 길어질수록 증가하였고, 에틸렌 발생량도 초기값에 비해 10일차가 증가한 것을 볼 수 있었다. 이용 용출량은 저장이 진행될수록 감소하는 경향을 보였다. 본 연구는 현재 진행되고 있어 저장 종료 후 최종 결론을 도출할 예정이다.

+ 추가 연구 결과(2차년도)

15일차까지 진행된 연구결과를 추가하면, 호흡률과 에틸렌 발생량의 경우 최장 저장 기간인 15일차에서 가장 높은 수치를 나타냈다.

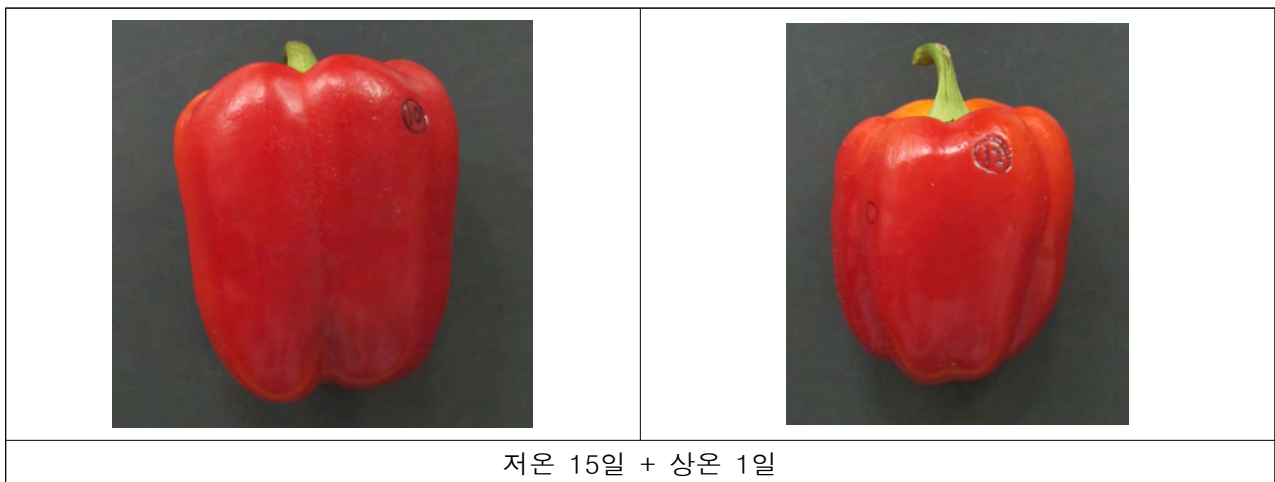


파프리카 저온 저장 후 호흡률과 에틸렌 발생률(15일차 추가)



파프리카 저온 저장 후 전해질 용출량(15일차 추가)

전해질 용출량의 경우도 최장 저장 기간인 15일차 처리구가 가장 많이 용출 되었다. 외관상 품질에서도 15일차가 가장 저온장해 증상을 많이 보였다. 따라서 파프리카를 2℃에 저장 가능한 일수는 최대 5일인 것으로 판단된다.



마. 현장 애로 기술수요 발굴한 상추류(로메인 상추) 대장균 살균 기술 개발

: 로메인 상추 대상 필름 종류별 저장 유통 기한 비교

- 연구 방법

공시재료: 참여기업 '한스'에서 재배 및 수확 된 '로메인' 상추

시험기간: 2020년 3월 3일부터 3월 25일까지 실험 예정 중

저장방법: 수확 및 예냉 후 2℃와 8℃ (80±5%RH) 저온고에서 15일간 저장

처리방법: 플라즈마 가스 처리는 4℃ 저온챔버에서 저온 플라즈마 생성기(HKF-10, Biozone Scientific International Inc, USA)를 사용하여 1, 3, 그리고 6시간으로 나누어 실시하였다. 저온 또는 비열 플라즈마 발생 장치는 공기 중의 산소를 오존으로 변화

하여 공급하는 장치로 장치내부에 오존 센서로 오존 발생량을 조절한다(Kim 등, 2009). 휴대용 기체 분석기(Porta Sens II, Analytical Technology, Inc. USA)를 사용하여 플라즈마 생성기에서 발생하는 오존 농도를 측정하였다.

포장방법: 박스포장

조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도, 일반세균 배지(Petrifilm TM aerobic count, 3M, St. Paul, USA), 대장균 배지(Petrifilm TM coliform count, 3M, St. Paul, USA), 그리고 곰팡이 배지(Petrifilm TM mold and yeast count, 3M, St. Paul, USA)에 각각 접종 한 후 일반세균은 35℃에서 48시간, 대장균은 35℃에서 24시간, 그리고 곰팡이는 25℃에서 72시간 동안 배양하여 자동균수 측정기(Petrifilm Plate Reader, 3M, USA)로 집락수(colony form unit: CFU)를 계산한다.



그림 4-1-21. 플라즈마 처리 기기

- 연구 결과

플라즈마 생성기에서 발생하는 오존 농도를 측정한 결과, 저온 플라즈마 발생기로 가동한 후 저온 챔버내의 오존 농도는 1시간 만에 0.4ppm으로 최고치를 나타낸 후 감소하여 3시간째에는 0.2ppm까지 감소하였으나 다시 서서히 상승하여 4시간에서 6시간까지는 0.3ppm을 유지하였다.

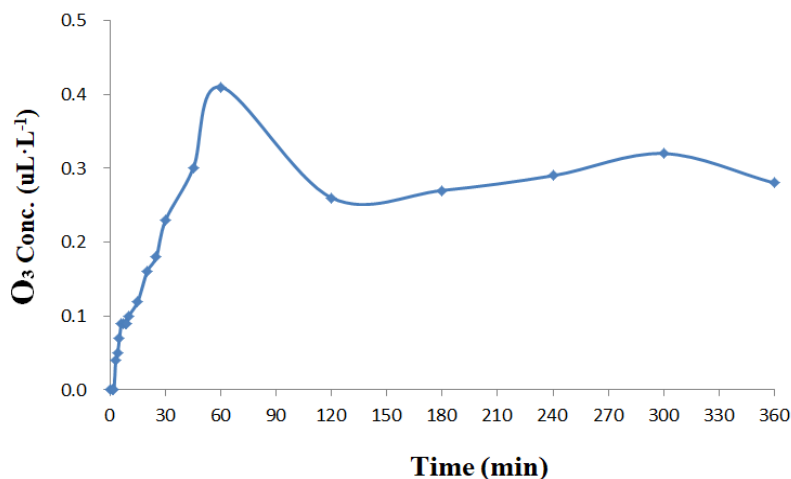
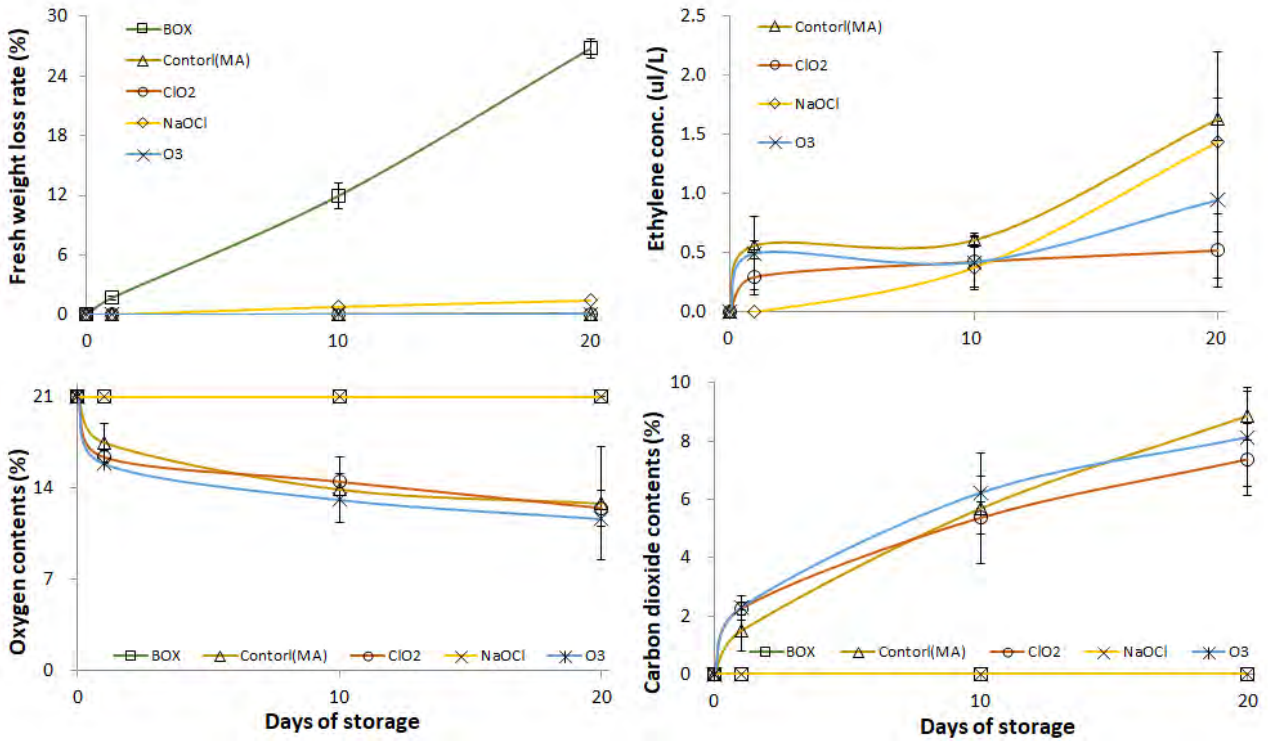


그림 4-1-22. 저온 저장고에서 플라즈마 처리시 챔버내 오존 농도 변화

2020년 3월 이상기온으로 샘플의 품질이 좋지 않아 10월에 수확한 로메인 상추로 실험을 실시하였으나, 내부 추대가 발생하여 데이터를 도출하지 못함. 이에 결구상추를 대상으로 수행 중

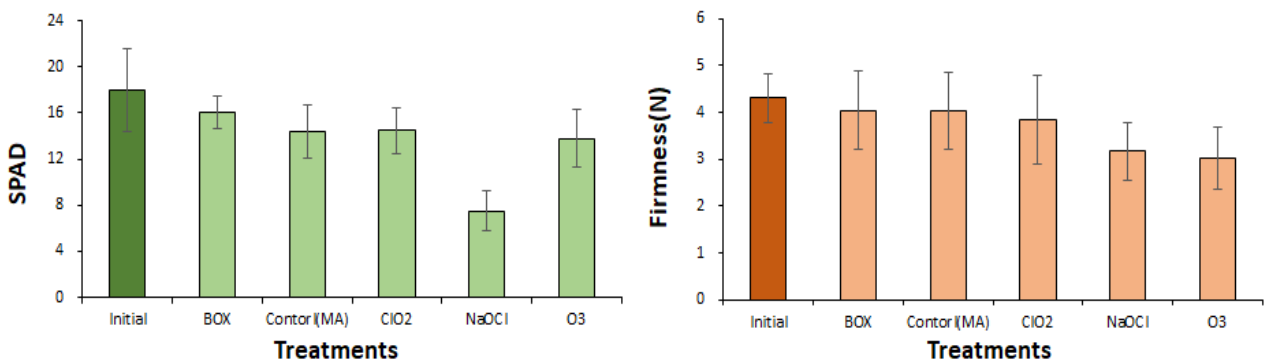
+ 추가 연구 결과(3차년도)

결구 상추 대상 몇가지 살균 처리 후 저장 하였는데, 생체중 감소율의 경우 박스 저장한 처리구가 저장 종료일인 20일까지 급격한 감소를 보이며 25%의 높은 감소 정도를 나타내었다. 이를 제외한 나머지 MA저장 처리구는 1% 이하의 낮은 감소율을 보였다.



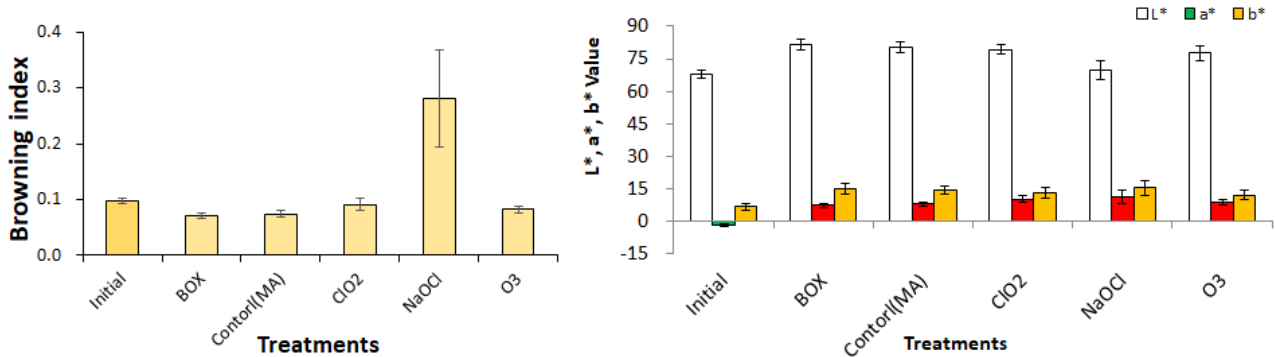
결구 상추 살균 처리 후 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

MA저장 필름내 산소 농도는 대조구, 이산화염소 처리구, 오존 처리구가 저장 후 감소하여 저장 종료일에 11%, 이산화탄소 농도는 저장 직 후 증가하여 저장 종료일인 20일째에 7-9%의 농도를 나타냈다. 에틸렌 농도의 경우 대조구와 차아염소산나트륨 처리구가 다른 처리구에 비해 높았고, 이산화염소 처리구가 가장 낮았다.



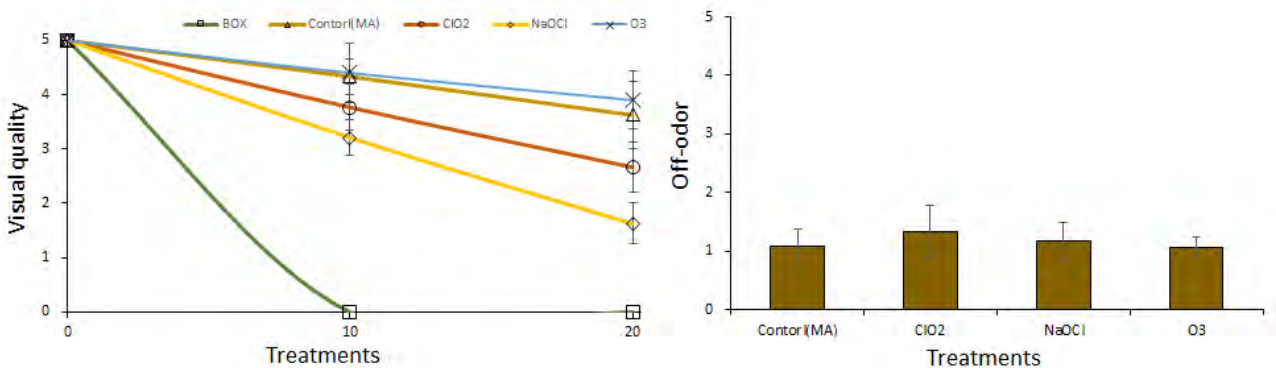
결구 상추 살균 처리 후 저장 종료일 엽록소 함량과 경도

살균 처리 후 저장 종료일의 엽록소 함량은 모든 처리구가 초기값에 비해 감소하였고, 그 중 차아염소산나트륨 처리구가 가장 많이 감소하였으며 이를 제외한 나머지 처리구는 유사하였다. 경도는 살균 처리구 중 이산화염소 처리구가 가장 높았다.



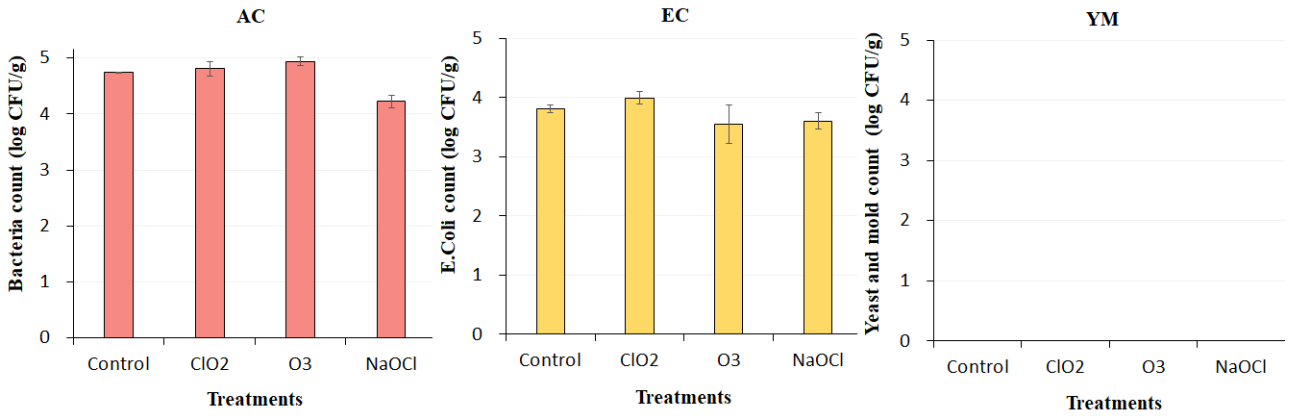
결구 상추 살균 처리 후 저장 종료일 갈변도와 색도

저장 종료일의 갈변도는 초기값에 비해 차아염소산나트륨 처리구가 가장 많이 증가하였는데, 가스 상태로 처리한 이산화염소, 오존 처리구에 비해 액체 상태로 살균 처리 하였기 때문에 빠르게 갈변화 된 것으로 판단된다. 색도는 초기값에 비해 모든 처리구가 a* 값이 증가하며 갈변화 되었고 처리구간의 차이가 나타나지 않았다.



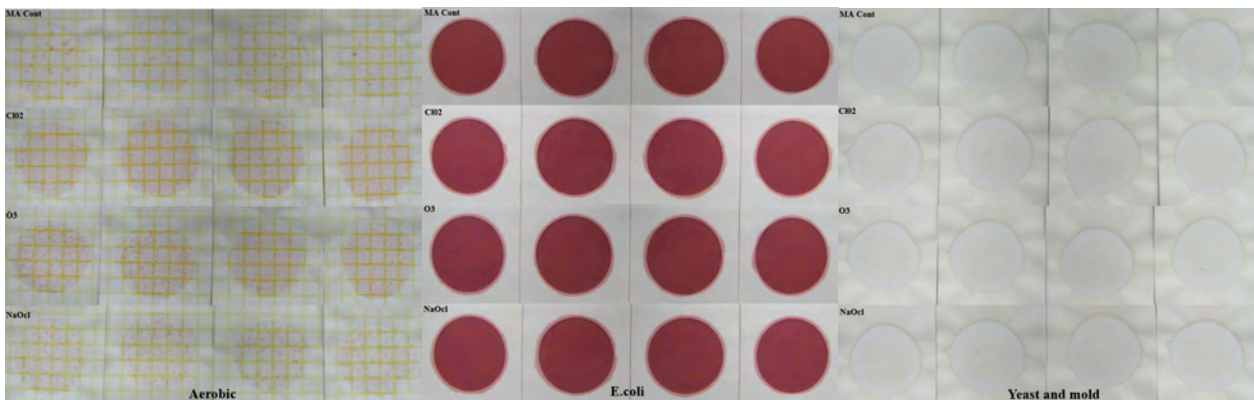
결구 상추 살균 처리 후 저장 중 외관상 품질 변화와 종료일 이취

살균 후 저장 중 패널 테스트를 통한 외관상 품질은 오존 처리구가 저장 종료일에 가장 우수한 상품성을 보였고, 대조구, 이산화염소 처리구가 상품성 한계점인 3점 수준이었다. 이를 제외한 박스 저장 처리구는 저장 3-4일, 차아염소산나트륨은 11일째 한계점 이하로 떨어졌다. 필름내 이취는 모든 처리구 낮게 나타났다.



결구 상추 살균 처리 후 저장 종료일의 유해미생물

살균 처리 후 총 세균수, 대장균수, 그리고 곰팡이를 조사한 결과, 총 세균수는 처리구가 대조구와 이산화염소, 오존 가스 처리구가 유사한 수치를 보였고, 차아염소산 나트륨 처리구가 가장 낮았다. 대장균의 경우는 대조구와 이산화염소 처리가 유사하였고, 오존과 차아염소산 나트륨 처리구가 낮았으며 곰팡이는 모든 처리구에서 발견되지 않았다. 따라서 외관상 품질이 우수하고, 유해미생물이 적게 나타난 오존 처리가 적합하다고 판단된다.



결구 상추 살균 처리 후 저장 종료일의 총세균수, 대장균, 곰팡이수

[4협동 강릉원주대학교]

▶ 1차년도

4-1-2 차압예냉과 진공예냉의 비교 및 경제성 분석

1) 예냉처리시설

가. 차압예냉

1) 개요

- 냉기를 이용해서 예냉하는 방법으로는 가장 범용적인 예냉시설임
- 동일 품목 또는 예냉 처리조건이나 포장 상태가 유사한 농산물의 대량 동시 처리에 적합한 예냉방식임
- 본 과제에서는 예냉과 저온저장을 겸용할 수 있는 20평 규모의 1실로 구성함
- 수출용 40ft 컨테이너(약 16ton 적재)의 1/2 처리용량 수준임
- 1회 처리시간은 최소 8시간이며, 1일 기준 2회 예냉처리가 가능함

2) 시설 규모

- 규모 : 차압예냉실 : 20평/1실

구분	실 규모(m)			면적		용적 (m ³)
	길이	폭	층고	M ²	평	
차압실	10	7.2	5.0	72	21.8	360
차압부스	1.1	4.4	3.7	4.8	1.59.	17.9

주) 흡입구의 크기 : 800W×2,000H×1SET

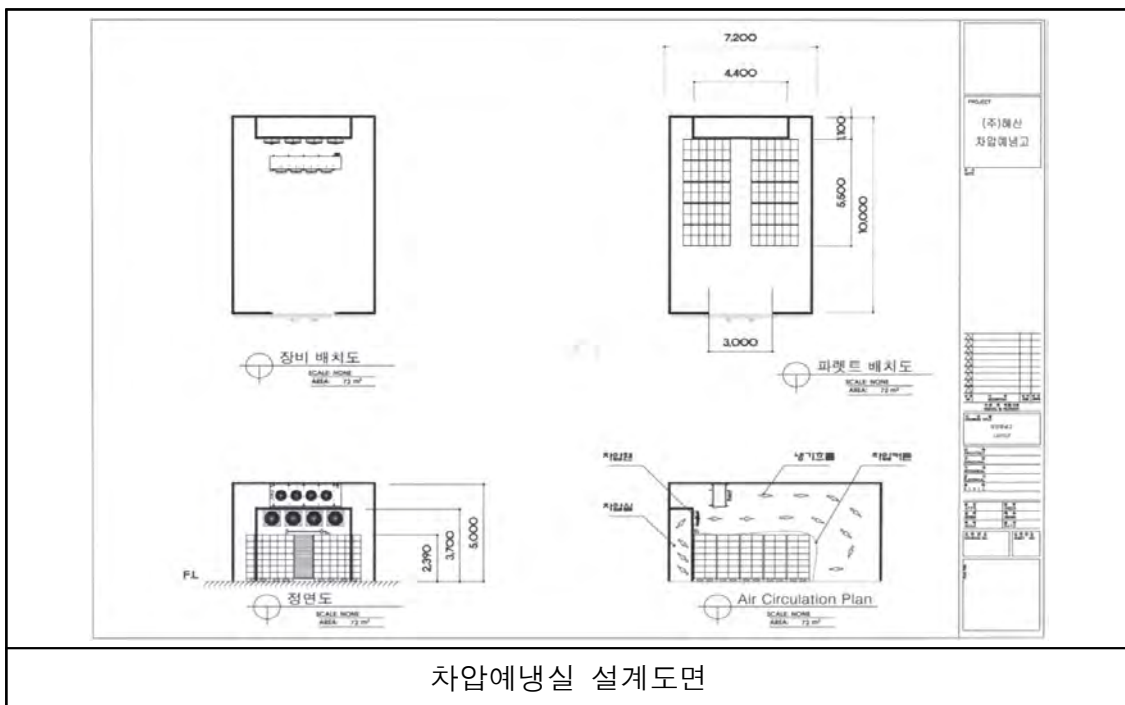
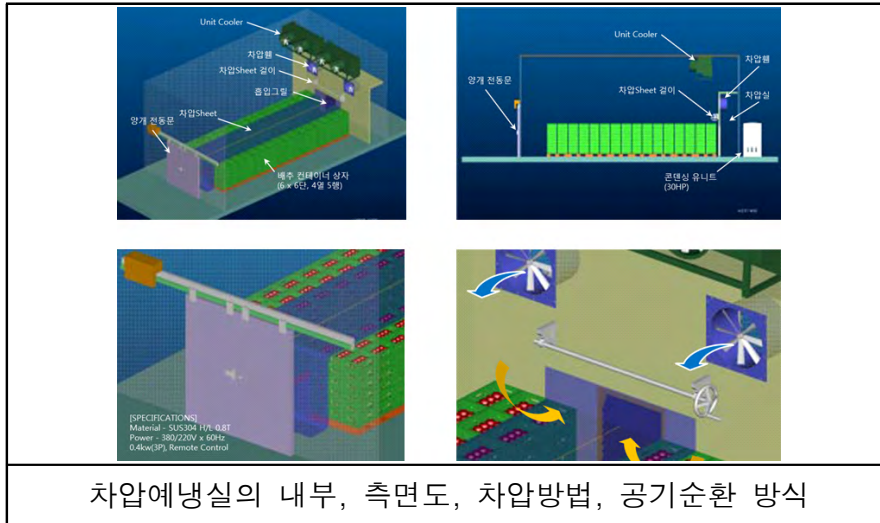
- 처리물량 : 적재용적

구분	열당 적재 공간 크기	열수(열)	실 적재용적(m ³)
차압실	5.5mL x 1.1mW x 2.3mH	4	55.66

- 처리물량 : 적재중량

구분	상자크기	중량(kg)	개/PLT	PLT수량	총 중량(kg)
배추	520L x 370W x 320H	10	42	20	8,400

3) 설계도 및 사진



2) 진공에냉

1) 개요

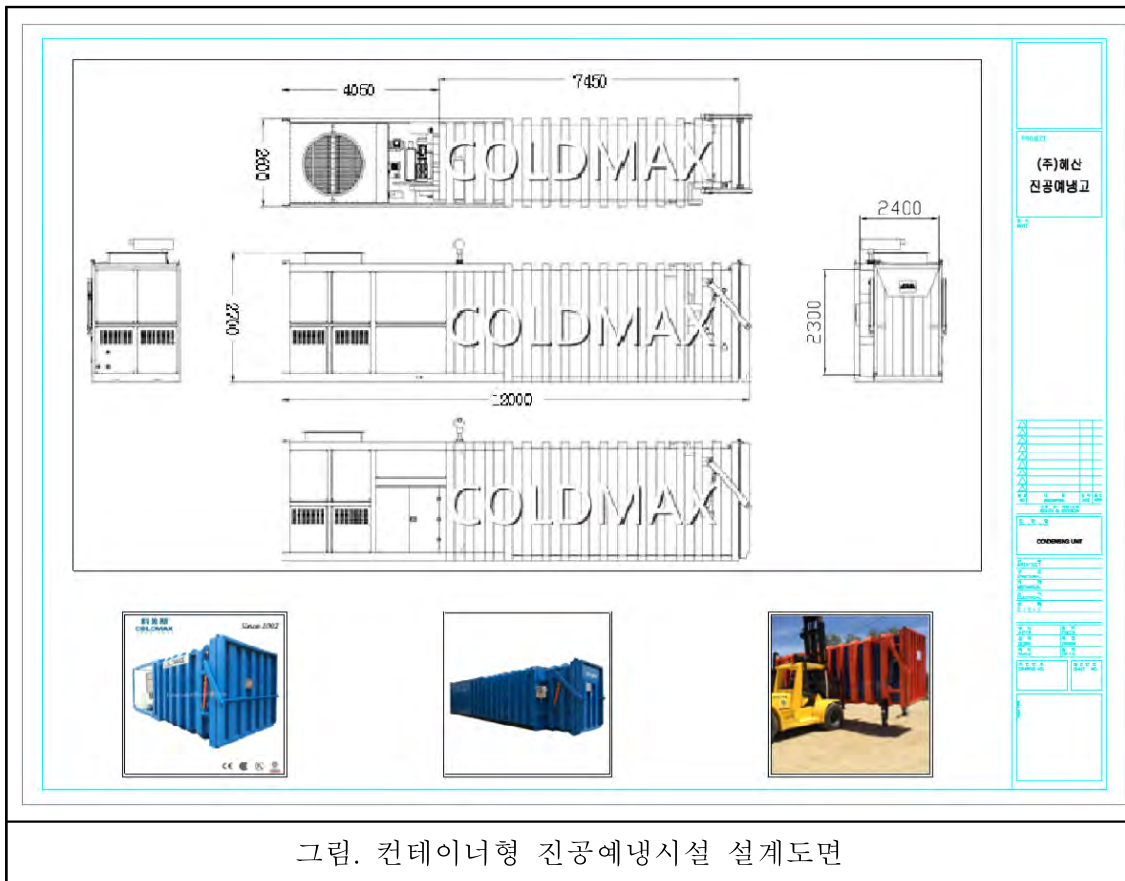
- 시설비가 경제적이고 수확 현장에서 바로 처리가 가능한 컨테이너형을 비교함
- 밀폐시설내에서 진공조건으로 농산물의 품온을 최대한 빨리 저하시키는 예냉법
- 적절한 처리시 거의 모든 신선농산물에서 가장 우수한 품질유지 효과를 보임
- 과도한 처리시 탈수에 의한 건조증상이 나타날 수 있음
- 국내에서는 배추를 대상으로 상용화된 시설을 제작하는 업체가 없음
- 본과제에서는 외국(중국)의 업체중에서 배추를 대상으로 진공예냉시설을 제작한 경험이 있는 대용량 제작이 가능한 업체를 선정하여 비교함
- 수출용 40ft 컨테이너(약 16ton 적재)의 1/4 처리용량 수준임
- 1회 처리시간은 최소 35분이며, 원물 하차, 입고, 처리, 출고, 저장고 또는 컨테이너 적재 등에 소요되는 시간을 감안하면 1일 기준 최대 5회 예냉처리가 가능함

2) 시설 규모

- 맞춤형 12 팔레트 배추 전용 진공예냉기

Model	Capacity	Power (Kw)	L*W*H (mm)	Cooling capacity (Kw)	Qty. (Unit)	FOB price (US\$)
KMS-4800-12P	12 pallets/4800kg	179.8	L7450×W2400×H2300	368	1	181,200
Total Amount (FOB Shenzhen)						181,200
Overseas Installation & Training Service is provided & included.						

3) 설계도 및 사진





4-1-2-1. 예냉시설별 설치 및 유지비용에 따른 실용성 비교

가. 시설 및 유지 비용

- 예냉시설 제작시 차압예냉시설(20평)은 약 99,000천원 그리고 진공예냉시설(5.8평)은 약 279,000천원이 소요됨
- 감가상각과 두 시설 모두 15년이며 유지비용은 동일한 것으로 산정함
- 단, 수출용 냉장컨테이너(40ft) 1실을 기준으로 계상하면, 1회 차압예냉실은 20평형 2실 그리고 진공예냉실은 40ft 컨테이너형 4실이 요구됨

건 적 서(차압예냉실 21평*1실)							
NO	품명	규격	단위	수량	단가	금액	비고
1. 건축공사							
1-A	기초공사						
	토공사및 지정공사		m ²	100	40,760	4,076,000	
	철구조물공사		m ²	72	149,220	10,743,840	
1-B	판넬공사						
	지붕판넬(스치로폼)	THK225	m ²	94	25,000	2,350,000	
	벽판넬(스치로폼)	THK100	m ²	175	22,000	3,850,000	
	부자재및 시공비		식	1	3,924,500	3,924,500	
1-C	기타공사						
	팬노리, 물받이, 등		식	1	2,600,000	2,600,000	
	소 계					27,544,340	
2. 차압예냉설비공사							
2-A	우레탄판넬 단열공사						
	우레탄판넬설치	THK100	m ²	250	58,088	14,522,000	
2-B	바닥단열공사						
	골드폼 (단열재)	THK100	m ²	70	20,000	1,400,000	
	누름판크리트 및 하트너	THK200	m ²	70	51,057	3,573,990	
2-C	방열관 설치공사						
	자동양개슬라이딩도어	2,800*3,000	SET	1	5,800,000	5,800,000	에어커튼포함
2-D	차압예냉시스템 설치공사						
	Condensing Unit(냉동기)	30hp (299m ²)	SET	1	12,080,000	12,080,000	40HP
	Unit Cooler(쿨러)	35hp (154.7m ²)	SET	1	4,800,000	4,800,000	
	Control Box	리모트함	SET	1	500,000	500,000	
	차압 챔버 및 커튼		식	1	11,228,000	11,228,000	
	부자재 및 설치비		식	1	8,494,754	8,494,754	운송비포함
	소 계					62,398,744	
	합 계 (공급금액)					89,943,084	
	부가가치세	10%				8,990,000	만원이하결산
	총 계					98,933,084	
주) 1. 수선설비 및 1차 전기공사 제외 2. 기존 건물내부에 예냉고 설치시에는 건축공사비 조정(감소) 됨							

건 적 서(진공예냉고 5.8평*1실)							
NO	품명	규격	단위	수량	단가	금액	비고
1. 진공예냉고(Vacuum Cooler Chamber) - 12Pallets, 4.8 Ton							
1-A	진공예냉챔버						
	Vacuum Cooler	KMS-4800-12P	SET	1	213,816,000	213,816,000	환율1.180
	(Chamber 7,450L*2,400W*2300H)					US\$18,1200	FOB China
	운송료 및 보험료		식	1	8,000,000	8,000,000	
1-B	설치비		식	1	10,000,000	10,000,000	
1-C	시운전		식	1	5,000,000	5,000,000	
1-D	일반관리비 및 이윤		식	1	16,577,120	16,577,120	
	일반관리비 및 이윤	7%	식	1	16,577,120	16,577,120	
	합 계 (공급금액)					253,393,120	
	부가가치세	10%				25,330,000	만원이하결산
	총 계					278,630,000	
주) 1. 수선설비 및 1차 전기공사 제외							

차압예냉	진공예냉
예냉시설별 제작에 필요한 건적 비교	

- 나. 1일 최대 처리 물량
- 차압예냉실 : 8ton×2회/일=16ton
 - 진공예냉실 : 4ton×6회/일=24ton

- 다. 경제성 및 실용성
- 진공예냉이 냉각시간 및 원물 품질면에서 우수
 - 경제성 측면에서 소요예산(비용)은 1일 처리용량 기준으로 진공예냉이 차압예냉에 비해 2배 높음
 - 차압예냉실은 처리후 일반 저온저장고로 겸용할 수 있음
 - 차압예냉이 진공예냉보다 실용성이 좋은 것으로 조사됨

2-3. 결론

처리후 품질	경제성 및 실용성	동일 설치비용 대비 처리 물량	종합의견	비교
진공예냉이 우수	차압예냉이 우수	차압예냉이 2배 많음	차압예냉 추천	진공예냉시설 설비 비용의 절감시 추천

- 참고자료 -

시험분석보고서. 2020. 신선농산물(배추) 예냉설비 설계 및 원가분석

4-1-3 수확후처리법의 효과와 현장 적용 가능성 검토

3-1. 1-MCP 처리^{4,5}

가. 처리 방법

- 주로 사과와 토마토 등 호흡급등형 작물의 저장성 향상에 효과가 우수함
- 장기저장용 사과 저장에는 보편적으로 이용되고 있음
- 주로 1-2ppm의 농도로 상온의 밀폐된 공간에서 12시간 이상 처리함

나. 처리 효과

- 1-MCP 처리시 단기 및 장기저장된 배추에 품질유지 연장 효과의 매우 적음
- 처리 비용 및 투입작업을 감안하면 처리에 대한 실용성은 없는 것으로 조사됨

3-2. CO₂ 처리⁶

가. 처리 방법

- 수확즉시 밀폐된 환경에서 25-30% 고농도 처리
- 처리시간 : 3시간
- 밀폐가 가능한 저장고에서 활용 가능

나. 처리 효과

- 경도(조직감) 유지 효과 증대
- 밀폐가 불완전하거나 중간에 개방시 품질유지 효과가 저하

3-3. 플라즈마 처리^{1,2}

가. 처리 방법

- 저장고 규모(20-50평)에 따라 3.0g/h 전후 발생하는 오존 농도로 30분-1시간 동안 2-5회/일 처리함
- 밀폐된 공간에서 처리하므로 처리시 출입을 제한하며, 반드시 기기 작동을 멈추고 환기 후 출입함

나. 처리 효과

- 1시간 이상 처리시 세균류의 살균이 99.9% 이상 가능한 것으로 조사됨
- 차압예냉한 배추에 플라즈마 처리시 장해 발생 없이 상품성 유지의 연장 효과가 있는 것으로 알려짐

다. 주의 사항

- 플라즈마 처리시 양파와 사과와 갈변과 변색 등의 생리장해 발생이 의심되는 사례가 있어 오존의 처리농도에 대한 농산물의 반응 및 부작용에 대한 검증이 요구됨
- 플라즈마 작동중 저장고에서 일하는 작업자에게 코의 점막세포에 영향을 주거나 호흡에 지장을 주는 경우가 있어 현장에서 활용도가 낮음



3-4. 기타 수확후처리

가. 이산화염소⁶

- 수확즉시 밀폐된 환경에서 10ppm 농도로 30분 처리
- 대부분의 부유균 사멸
- 밀폐가 불완전하거나 중간에 개방시 사멸 효과 감소

나. 팔레트 단위 CA저장³

- CA 저장시 생체중 감소 억제 및 품질 유지 효과 우수
- 아직 처리시설의 개발과 유지 및 현장 적용이 어려움

3-5. 결론

수확후처리 항목	처리효과	적용(추천)	비고
1-MCP	상품성 연장 효과 없음	(비추천)	
CO ₂	조직감 유지 효과 있음	-	배추에서 검증 안됨
플라즈마	살균 및 품질유지 효과	적용	처리농도 및 시간 주의
이산화염소	진균류 방제 우수	-	배추에서 검증 안됨
팔레트 단위 CA	품질 유지효과 우수	(비추천)	실용성과 현장 적용성 낮음

- 참고문헌 -

- ¹이경행. 2008. 배추 및 절임배추의 위생화를 위한 오존살균기술의 이용. 한국식품영양과학회지 37:90-96
- ²이혜옥 등. 2018. Pallet Unit MAP 포장과 플라즈마 복합처리가 봄배추의 선도 연장에 미치는 영향. 원예과학기술지 36:224-236
- ³최은지 등. 2019. 여름 배추의 품질 유지를 위한 Pallet unit-controlled atmosphere 포장 효과. 한국식품저장유통학회지 26:264-273
- ⁴홍세진 등. 2018. 배추 력광 품종의 저장 중 1-MCP에 대한 반응. 시설원예식물공장 27:125-131
- ⁵홍세진 등. 2018. 배추 춘광의 저장 중 1-MCP 처리효과. 원예과학기술지 36:215-223
- ⁶홍윤표. 2019. 농식품 수확후관리매뉴얼 딸기. 농협중앙회

▶ 2차년도

4-2-1 배추류 수출 유통기간 연장 기술

가. 여름철 수확 배추류

공시재료: 1협동이 강원도 횡성군에서 4월 20일 정식 후 7월 2일 수확 한 '청품' 품종

포장방법: 기존 골판지 박스, 5,000cc 비천공 필름으로 포장한 MA 처리구

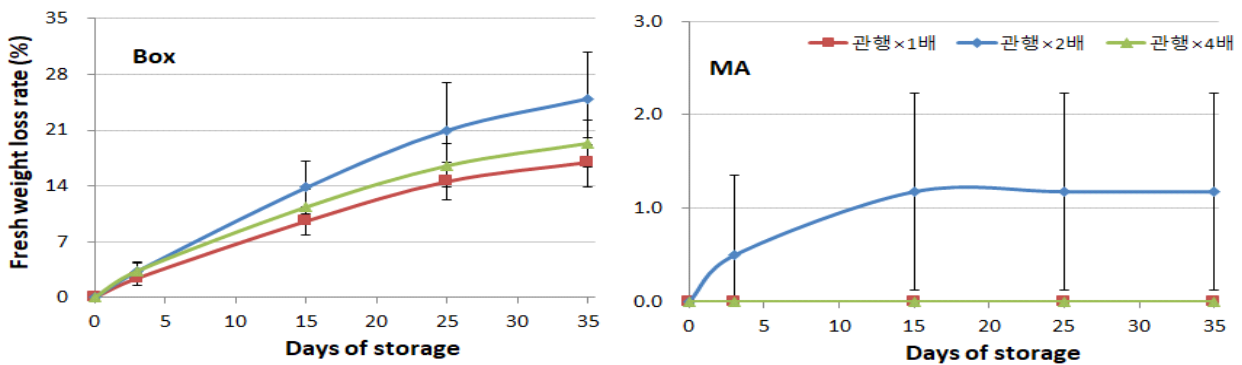
저장방법: 2, 85±5%RH 저온고에서 35일간 저장

조사내용: 수확 직후 구중, 구고, 구폭, 당도, 경도

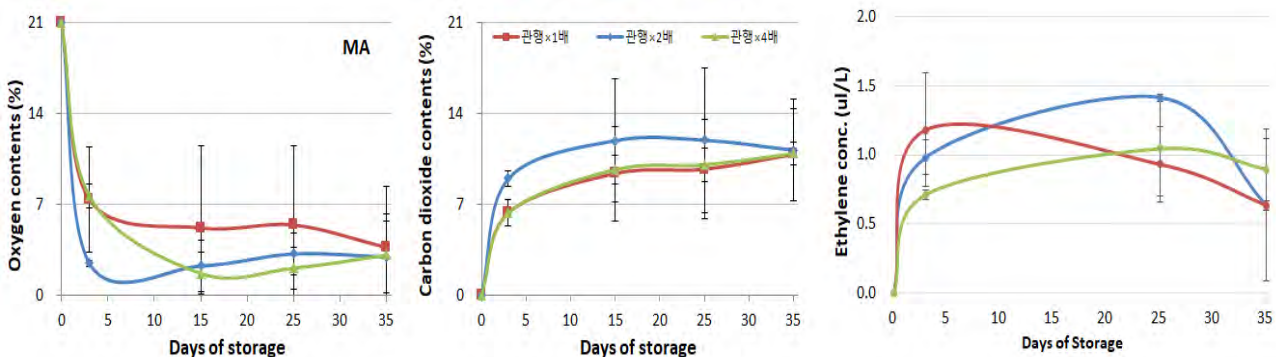
저장 후 생체중 감소율, 당도, 경도, 건물중, 색도

- 연구 결과

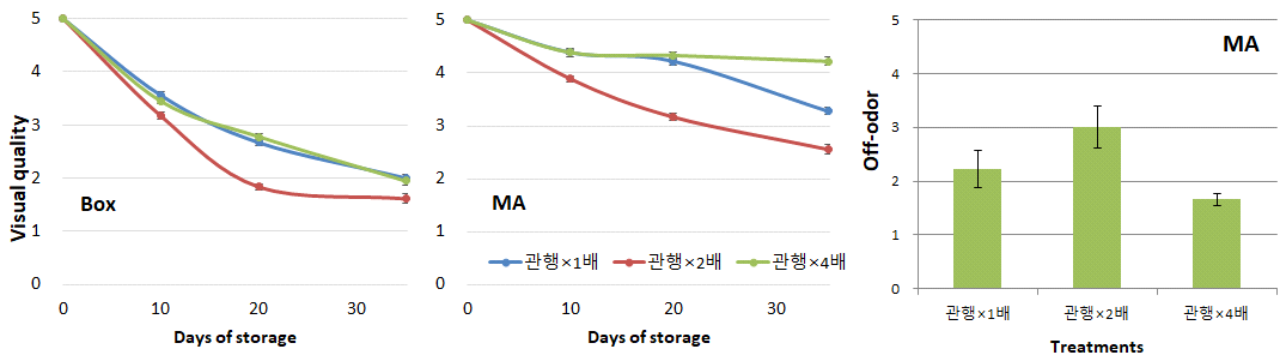
본 연구에 쓰인 공시재료는 올해 기상 이변으로 재배기간 비가 많이 내려 기본적인 품질이 낮고 결구가 잘 생성되지 않아 저장 기간이 35일밖에 되지 않았다. 저장 중 생체중 감소율은 박스 저장의 경우 관행 2배 처리구가 가장 많은 25%의 수치를 보였고, 관행 4배, 관행1배 처리 순으로 나타났다. MA저장의 경우 관행 2배가 가장 높았으나 1.5% 이하로 수분 손실로 인한 품질 저하 현상은 나타나지 않았다.



포장방법과 질소시비량에 따른 배추 '청품'(봄-여름)의 저장 중 생체중 감소율

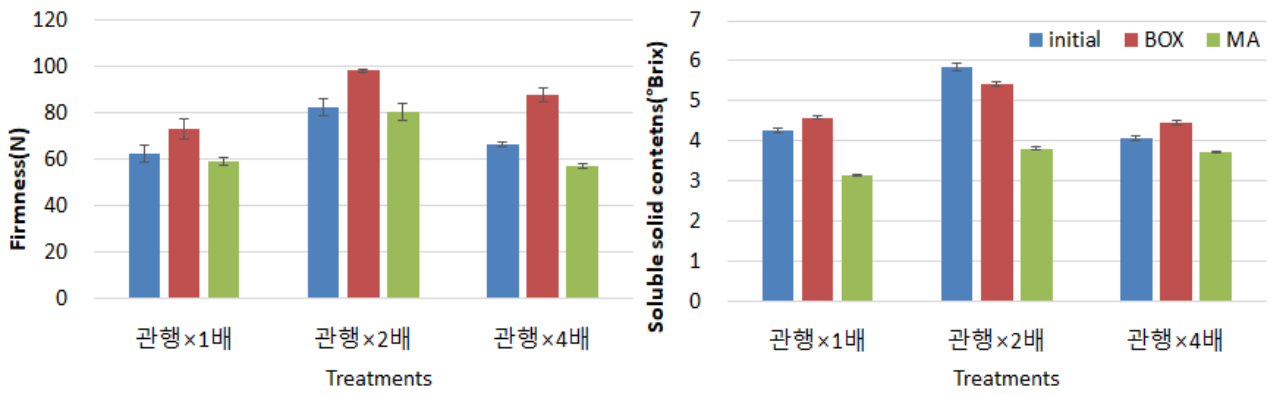


포장방법과 질소시비량에 따른 배추 '청품'(봄-여름)의 MA저장 중 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화



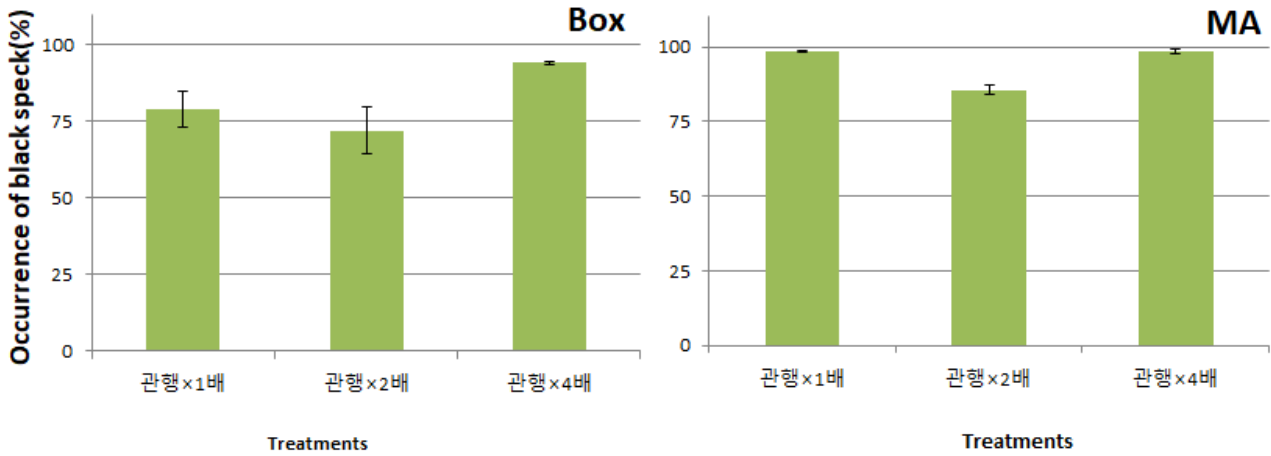
포장방법과 질소시비량에 따른 배추 ‘청품’(봄-여름)의 저장 중 외관상 품질 변화와 MA저장의 이취

MA저장 처리구의 포장내 산소 농도는 저장 직 후 급격히 감소하여 저장 종료일인 35일까지 7% 미만의 수치를 보였고, 이산화탄소는 반대로 증가하여 관행 2배가 가장 높은 12% 내외의 수치를 종료일까지 유지하였다. 이를 제외한 나머지 관행 4배, 관행 1배는 10% 내외의 이산화탄소 농도를 보였다. 포장내 에틸렌 농도는 처리구간의 차이 없이 세 처리구 모두 1.0uL/L 내외를 종료일까지 유지하였다. 패널테스트를 통한 외관상 품질은 박스 저장 처리구의 경우 관행 2배가 저장 10일째 한계치인 3점 이하로 떨어졌고, 나머지 처리구는 15일 이후였다. MA 저장 처리구는 관행 2배가 20일, 나머지 관행 1배, 관행 4배 처리구는 저장 종료일인 35일까지 3점 이상을 보이며 외관상 품질이 양호하였다. MA저장 포장내 이취는 관행 2배가 가장 높았으며, 관행 4배가 가장 낮았다.



포장방법과 질소시비량에 따른 배추 ‘청품’(봄-여름)의 저장 종료일의 경도와 당도

저장 종료일의 경도는 초기값에 비해 박스 저장은 증가하였고, MA저장은 감소하거나 유사하였는데, 박스 저장의 경우 높은 생체중 감소율로 수분이 감소하면서 조직이 질겨지는 현상을 보이며 경도 수치도 증가한 것으로 판단된다. 당도는 관행 2배가 수확 직후 가장 높아 저장 종료일에도 다른 처리구에 비해 높았고, MA저장 처리구가 초기값에 비해 많은 폭으로 감소했다.



포장방법과 질소시비량에 따른 배추 ‘청품’(봄-여름)의 저장 종료일의 깨씨무늬 정도

저장 종료일에 조사한 깨씨무늬 정도는 박스 저장의 경우 관행 4배가 유의적으로 차이를 나타내며 가장 많았고, 관행 1배, 관행 2배 순으로 나타났으나 두처리구의 통계적 유의성은 없었다. MA저장 처리구의 경우 관행1배, 관행 4배 두 처리구가 100%에 가까운 발현 정도를 보였고, 관행 2배가 다소 적었으나 80% 이상의 수치를 나타냈다.

위의 결과를 종합해보면, 저장 방법에 있어서는 생체중이 많이 감소하여 외관상 품질 저하를 보였던 박스 저장보다 MA저장이 양호하며, 질소시비의 경우는 관행 2배가 깨씨무늬도 적고, 당도와 경도가 높아 적절한 시비량으로 생각되나, 이취가 다소 발생하여 본 연구에 사용하였던 5,000cc OTR 필름 보다 높은 산소투과도를 지닌 필름이 더 적합하다고 판단된다.

나. 가을철 수확 배추류

- 연구 방법

공시재료: 1헥타가 8월 27일 정식 후 11월 10일에 수확 한 '청품' 배추 품종

저장방법: 수확 및 예냉 후 2°C(80±5%RH) 저온고에서 저장 중(2차년도)

포장방법: Box(대조구-무처리), 미세천공 필름(MP: Micro-perforated) - 72홀(∅ 0.6mm/2,250cm²)

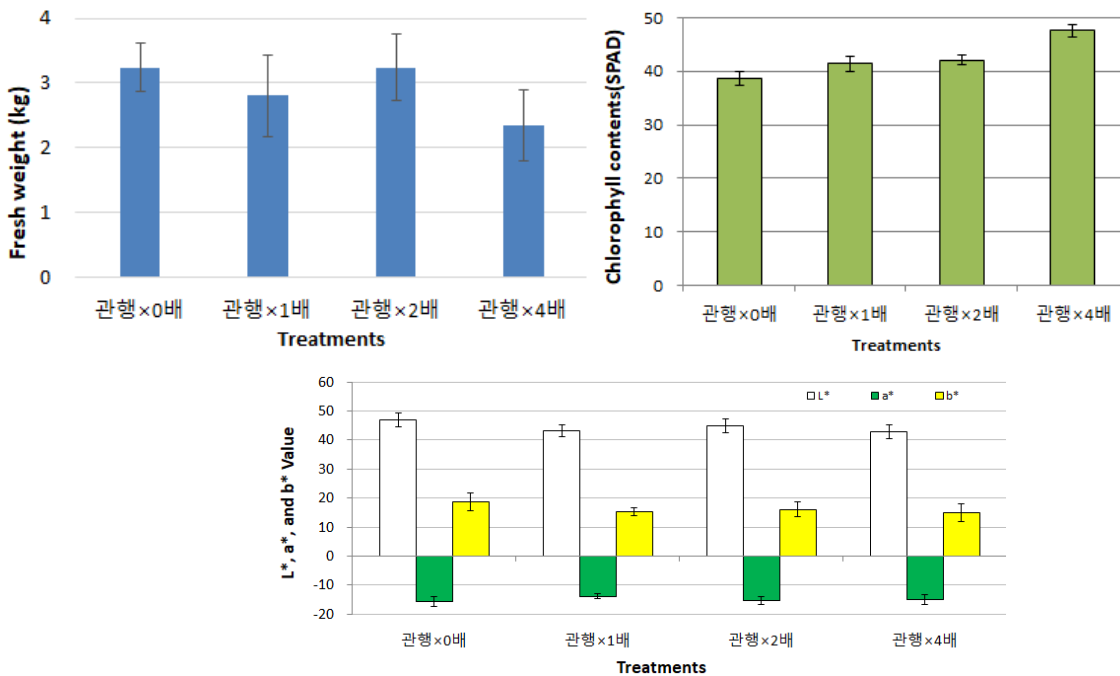
MA - 5,000cc·m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ OTR(Oxygen transmission rate) 필름

조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 색도



질소시비량을 다르게 한 배추 '청품'(여름-가을)의 포장 방법에 따른 저장

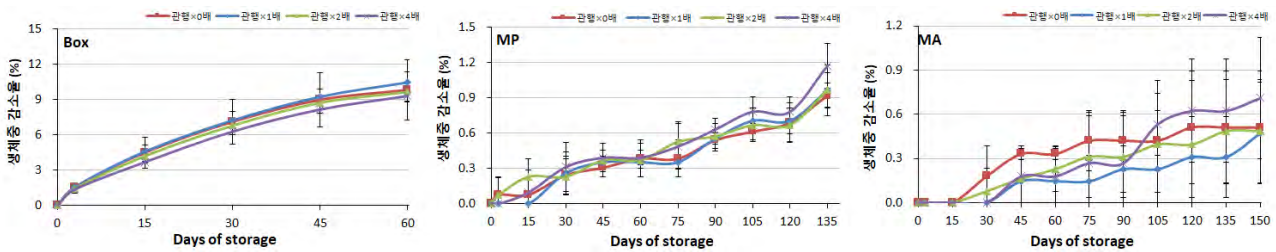
- 연구 결과



질소시비량에 따른 '청품'(여름-가을) 배추의 품질 비교

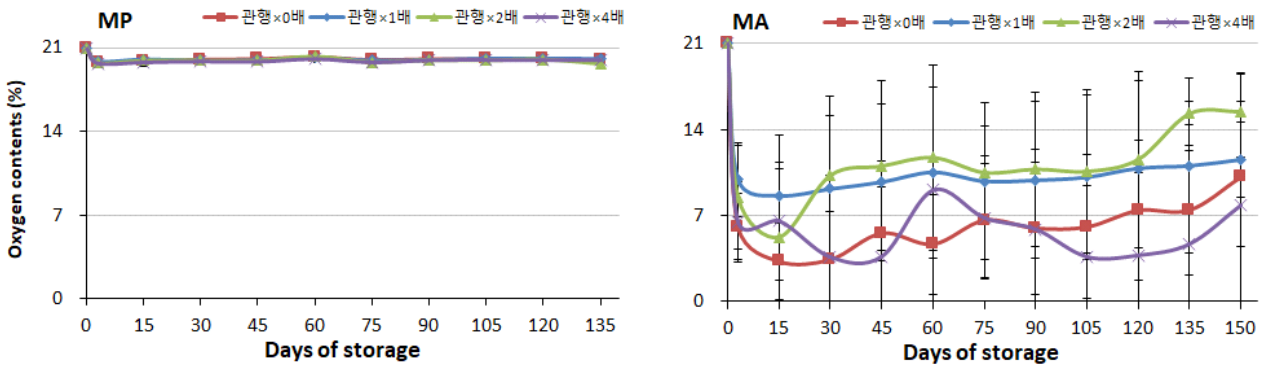
+ 추가 연구 결과(3차년도)

기존 수출유통 종이박스로 포장하여 60일, 미세천공 필름으로 포장하여 135일, 그리고 MA 필름으로 포장하여 150일간 저장하며 배추의 생체중 감소율을 비교하였을 때, 박스 저장의 경우 저장 종료일인 60일 9-10%의 높은 감소율을 나타내며 수분 감소로 인한 외관상 품질 저하 현상을 보였다. 미세천공 처리구의 경우 저장 종료일인 135일째 모든 처리구가 1.2% 이하, MA저장 처리구는 저장 종료일인 150일째에 0.9% 이하의 낮은 감소율을 보였고, 질소시비량에 따른 차이는 나타나지 않았다.



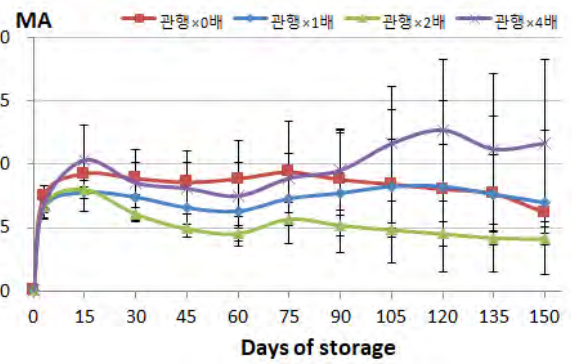
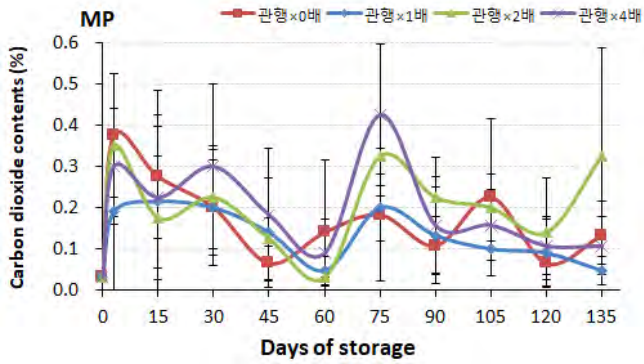
배추 저장 방법에 따른 저장 중 생체중 감소율

필름 내 산소 농도는 미세천공과 MA저장 처리구만 조사되었는데, 미세천공의 경우 72개의 홀이 미세 구멍이 있어 대기와 유사한 농도를 보였고, MA저장 처리구들은 7% 내외의 농도를 저장 종료일까지 유지하였다. 질소시비량에 따른 차이는 일정한 경향은 없었다.



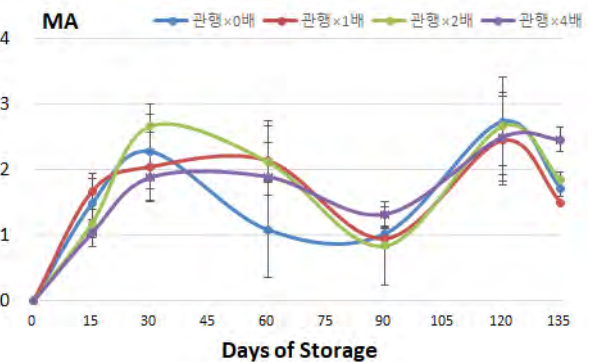
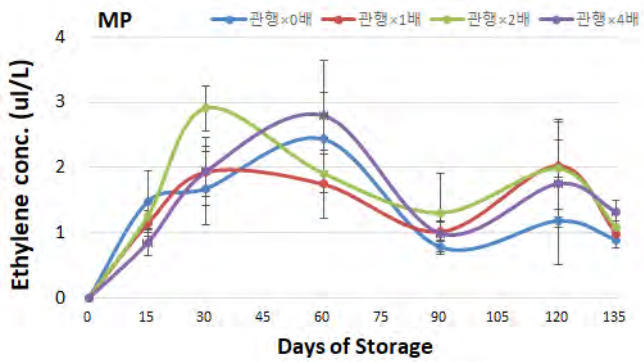
배추 저장 방법에 따른 저장 중 필름 포장내 산소 농도 변화

필름 내 이산화탄소 농도는 미세천공의 경우 저장 후 증가와 감소를 반복하며 최대 0.4%였고, MA저장 처리구는 모든 처리구가 4-13%로 높은 농도를 저장 종료일까지 유지하였다. 질소시비량에 따른 처리구의 차이는 일정한 경향은 없었으나 관행4개 처리구가 저장 90일 이후 가장 높은 농도를 저장 종료일까지 유지하였다.



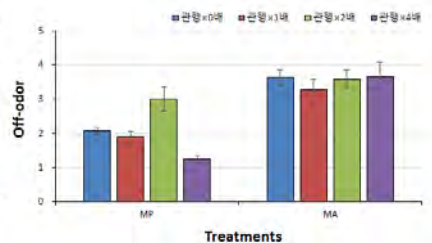
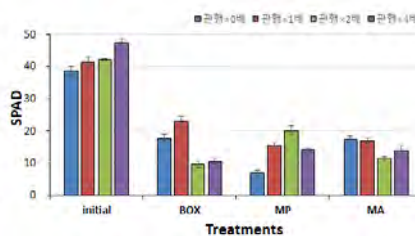
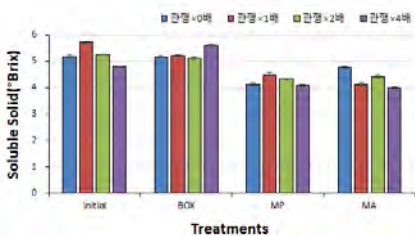
배추 저장 방법에 따른 저장 중 필름 포장내 이산화탄소 농도 변화

저장 중 필름내 에틸렌 농도는 미세천공 처리구와 MA저장 처리구가 유사한 수치와 경향으로 보였는데, 질소시비량 차이에 따른 경향을 나타나지 않았으면 모든 처리구가 증가와 감소를 반복하며 1-3 μ L/L의 농도를 유지하였다.



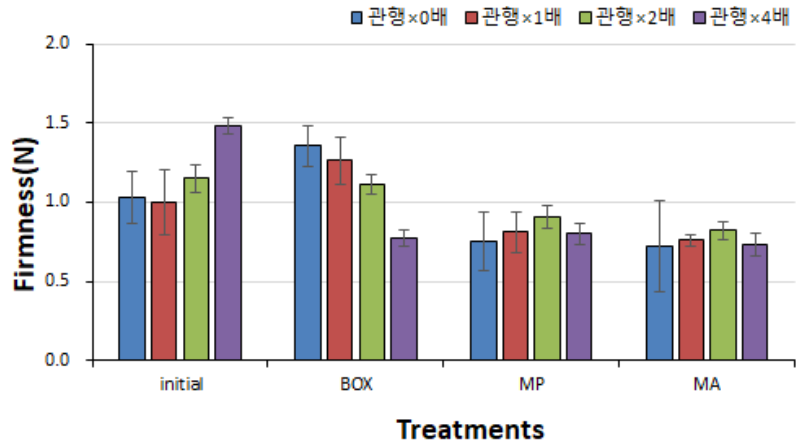
배추 저장 방법에 따른 저장 중 필름 포장내 에틸렌 농도 변화

저장 종료일의 당도의 경우 모든 처리구가 초기값에 비해 감소하였는데, 박스 처리구의 경우 다른 처리구들에 비해 저장 기간이 짧았고 높은 수분 손실로 인한 당 집적 효과로 초기값과 유사하였다. 미세천공과 MA저장 처리구는 100일이 넘는 긴 저장기간으로 인해 많이 감소하였고 두 처리구 유사한 수치를 보였으며 질소시비량에 따른 차이는 나타나지 않았다. 엽록소 함량은 모든 처리구가 초기값에 비해 많이 감소하였는데, 저장방법에 따른 차이 없이 모든 처리구가 유사하였다. 패널테스트를 통한 이취는 미세천공에 비해 MA저장 처리구가 높게 나타났는데 질소시비량에 따른 차이는 없었다.



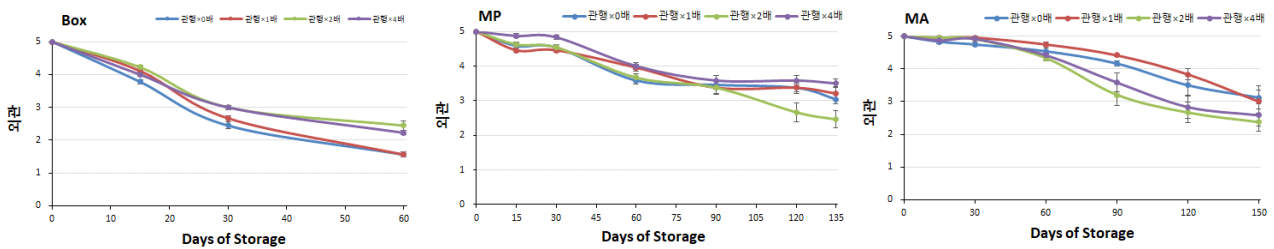
배추 저장 방법에 따른 종료일의 당도, 엽록소 함량, 그리고 이취 정도

위의 경도는 박스 저장처리구의 경우 초기값에 비해 증가 또는 감소하였고, 미세천공과 MA 저장 처리구는 모두 감소하였다. 배추의 경우 부위에 따라 연화 작용과 경화 작용이 동시에 일어나는 것으로 보인다.



배추 저장 방법에 따른 부위별 종료일의 경도

패널테스트를 통한 외관상 품질은 박스 저장 처리구의 경우 모든 처리구가 저장 25일 이후 상품성 한계점인 3점 이하로 떨어졌으며, 미세천공의 경우 관행2배 처리구를 제외하고 나머지 처리구는 저장 종료일인 135일까지 상품성을 유지하였다. MA저장 처리구는 관행0배, 관행1배 처리구가 저장 종료일인 150일까지 상품성을 유지하였으며, 이를 제외한 관행2배, 관행4배 처리구가 저장 90-110일 상품성 한계점 이하였다.



배추 저장 방법에 따른 외관상 품질 변화

위의 결과를 종합해보면, 미세천공의 경우 습도 유지가 잘 되었고, 포장재내 과도한 이산화탄소가 축적되지 않아 저산소 조건을 보인 MA저장 처리구와 저장성에는 큰 차이를 보이지 않았다.

4-2-2. 상추류 유통기간 저온기 2주, 고온기 1주 연장 기술 매뉴얼 개발
가. 적로메인 상추

- 연구 방법

공시재료: 적로메인 상추

처리방법: 21, 28, 35℃에서 재배 후 유공필름과 20,000cc 비천공 필름으로 포장

저장방법: 5℃ (85±5%RH) 저온고에서 유공필름은 12일, 비천공 필름은 36일간 저장

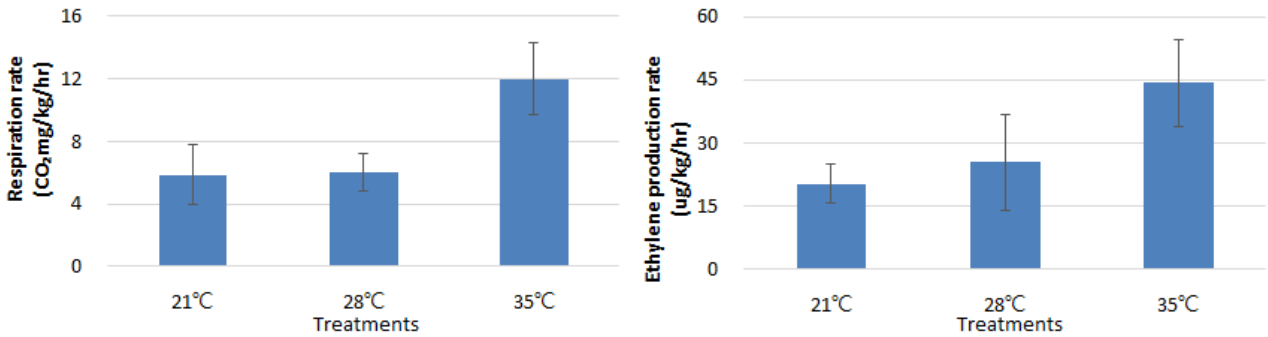
조사내용: 호흡률, 에틸렌 발생률, 엽장, 엽폭, 엽수, 지상·지하부 생체중 및 건물중

저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화, 엽록소 함량,
최대양자수율, 색도,

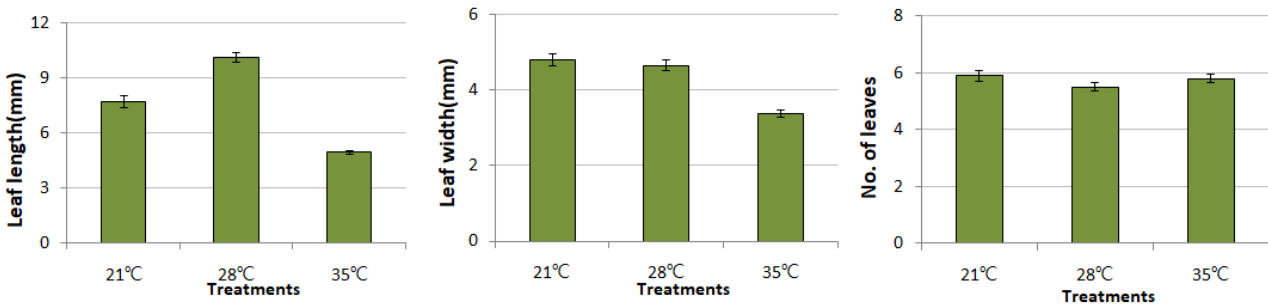


온도별 적로메인 재배

- 연구 결과

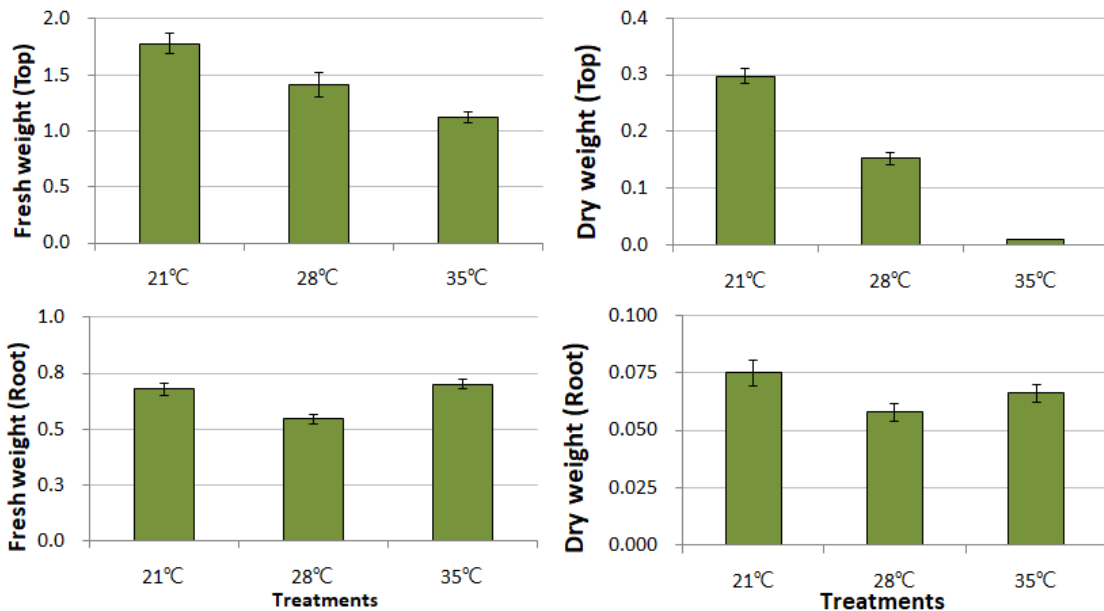


재배 온도에 따른 적로메인의 호흡률과 에틸렌 발생률



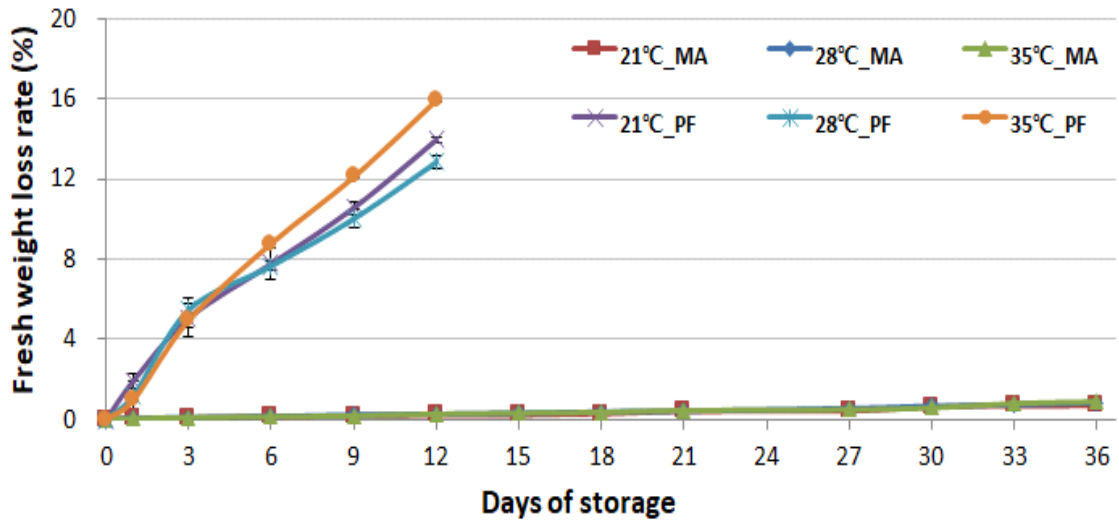
재배 온도에 따른 적로메인의 엽장, 엽폭, 엽수

재배 온도에 따른 호흡률은 가장 높은 온도인 35°C 재배구가 가장 높았으며, 에틸렌 발생률도 온도가 올라갈수록 발생 정도도 많아졌다. 엽장은 28°C가 가장 길었고, 엽폭은 21°C와 28°C 재배구가 유사하였고, 엽수는 모든 재배구 유사하였다.



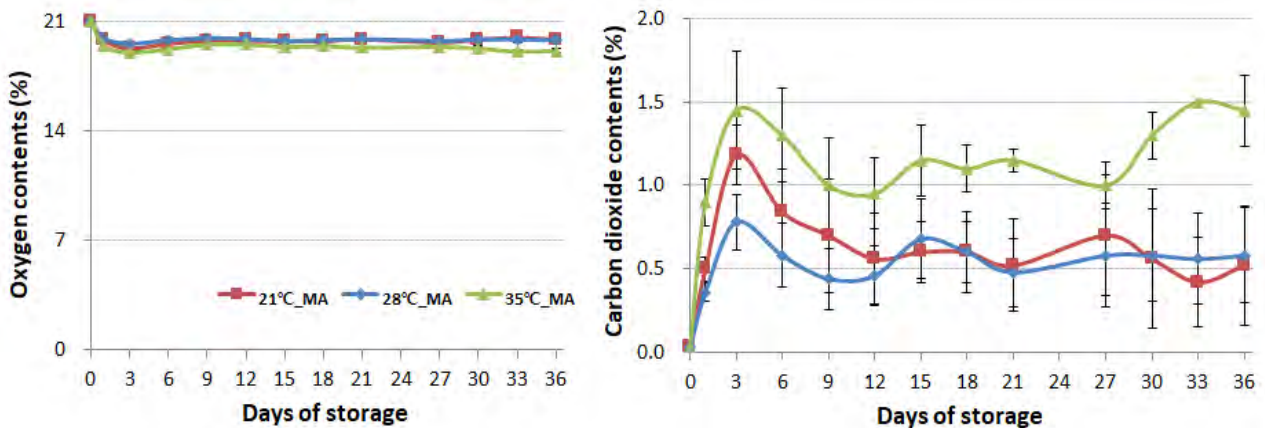
재배 온도에 따른 적로메인의 지상부 생체중과 지상부 건물률, 지하부 생체중과 지하부 건물률

재배온도에 따른 지상부 생체중은 21℃ 재배구가 가장 높았고, 온도가 올라갈수록 감소하였고, 지상부 건물률도 온도가 증가할수록 큰폭으로 줄어들었다. 지하부 생체중은 28℃재배구가 가장 낮았으며, 21℃ 재배구와 35℃재배구가 유사하였다. 지하부 건물률도 생체중과 같이 유사한 차이를 보였다.



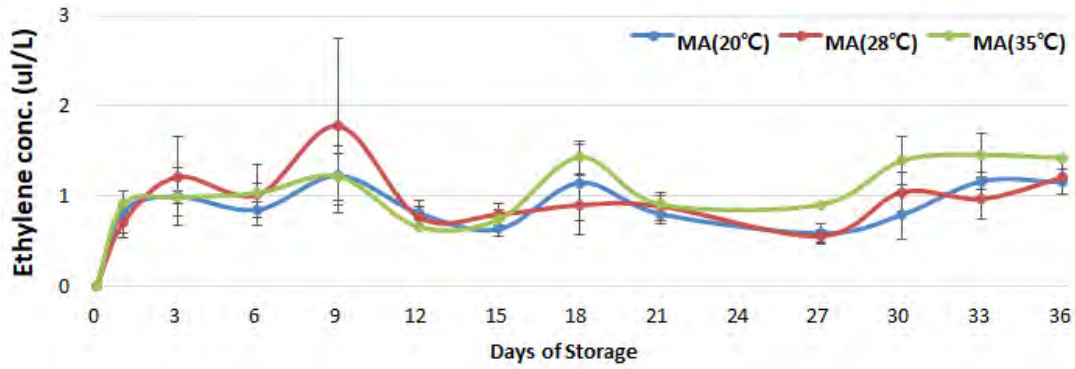
재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인의 저장중 생체중 감소율 변화

유공(PF) 필름과 MA 저장한 처리구의 생체중 감소율은 유공의 경우 저장과 동시에 급격히 증가하여 저장 종료일인 12일째 35℃ 재배구의 경우 16%에 달하였고 이를 제외한 21℃ 재배구는 14%, 28℃는 13% 로 높은 감소 정도를 나타냈다. MA저장 처리구는 저장 종료일인 36일까지 1% 미만의 수치를 보였다.



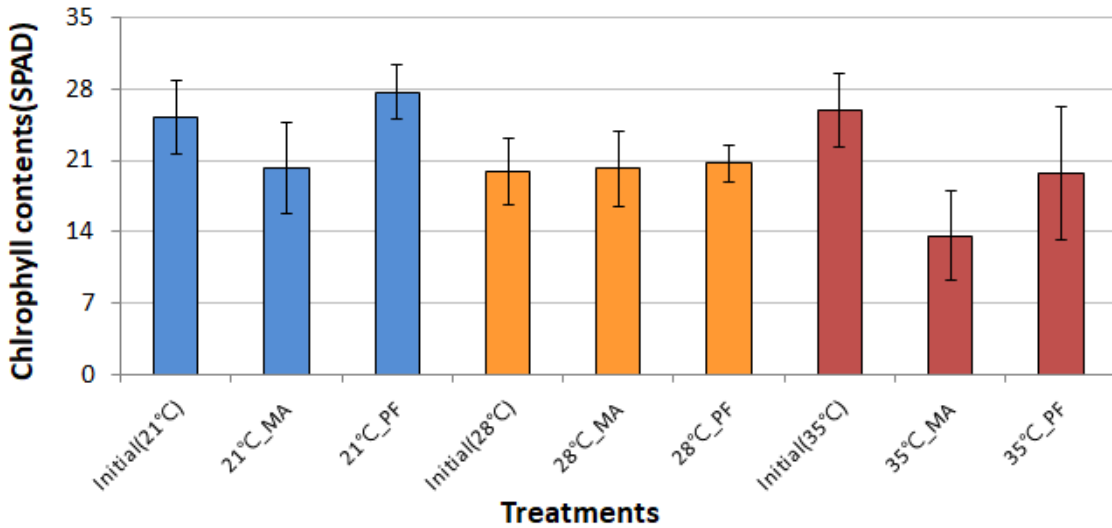
재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인의 저장중 포장내 산소와 이산화탄소 농도 변화

MA저장 처리구의 저장 중 포장내 산소 농도는 저장 종료일까지 19-20%를 유지하였고, 이산화탄소 농도는 35℃재배구가 대체적으로 높았고, 21℃, 28℃재배구 순으로 낮았다.

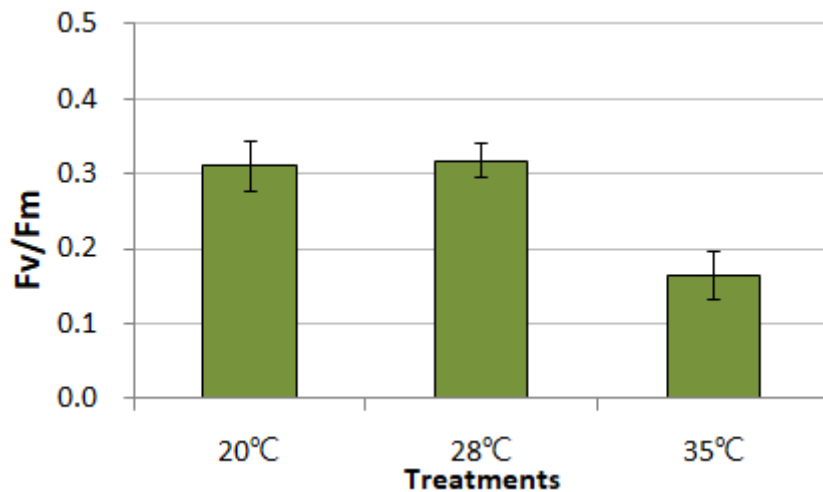


재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인의 저장중 포장내 에틸렌 농도 변화

MA저장 처리구의 포장내 에틸렌 농도는 저장 종료일인 36일까지 1uL/L 내외에서 증가와 감소를 반복하며 유지되었다.

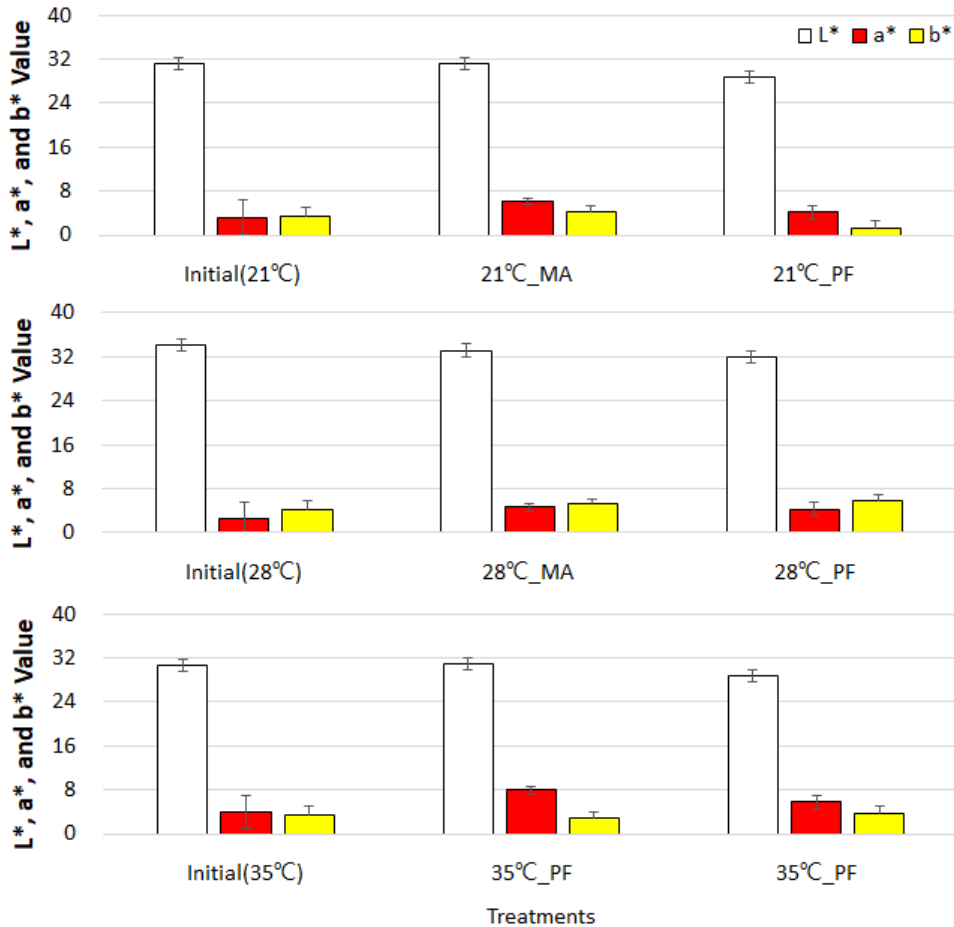


재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인의 저장 종료일의 엽록소 함량



재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인의 저장 종료일의 최대양자수율

저장 종료일의 엽록소 함량은 21°C 재배구의 경우 MA 저장 처리구는 낮아졌지만, 유공 저장 처리구는 증가하였는데 통계적 유의성은 없었다. 28°C 재배구는 저장 방법에 따라 차이 없이 초기값과 유사하였고, 35°C 재배구는 초기값에 비해 두 처리구가 감소하였고 유공 저장 처리구가 다소 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 종료일의 최대양자수율은 21°C와 28°C가 유사하였고, 35°C가 낮았다.



재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인의 저장 종료일의 색도

종료일의 색도는 적색을 나타내는 a*값의 경우 35°C 재배구가 다소 높았으나, 다른 재배구와 통계적 유의성은 없었다. 위의 결과를 종합해 보면, 21°C에서 재배하여 MA저장 하는 것이 호흡 적고 에틸렌 가스를 적게 발생하고, 포장내 이산화탄소가 일정량 유지되고, 오랜 기간 저장이 가능하여 적로메인 유통 기한을 늘리는데 효과적이라고 판단된다. 추가적인 결과를 종합하여 연장 매뉴얼을 개발할 예정이다.

나. 결구 상추

나-1. 결구 상추 MAP 저장

- 연구 방법

공시재료: 경북 성주에서 재배된 결구상추 ‘유니온’

저장방법: 2℃ (80±5%RH) 저온고에서 저장 진행 중

포장방법: Cont(대조구-Carton Box)/, 유공필름),

1,300, 10,000, 40,000, 80,000cc·m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ OTR(Oxygen transmission rate) 필름

조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도, 외관, 이취, 엽록소 함량, 갈변도, 색도



결구상추 Box(좌) 처리구와 MAP 처리구(우)

- 연구 결과

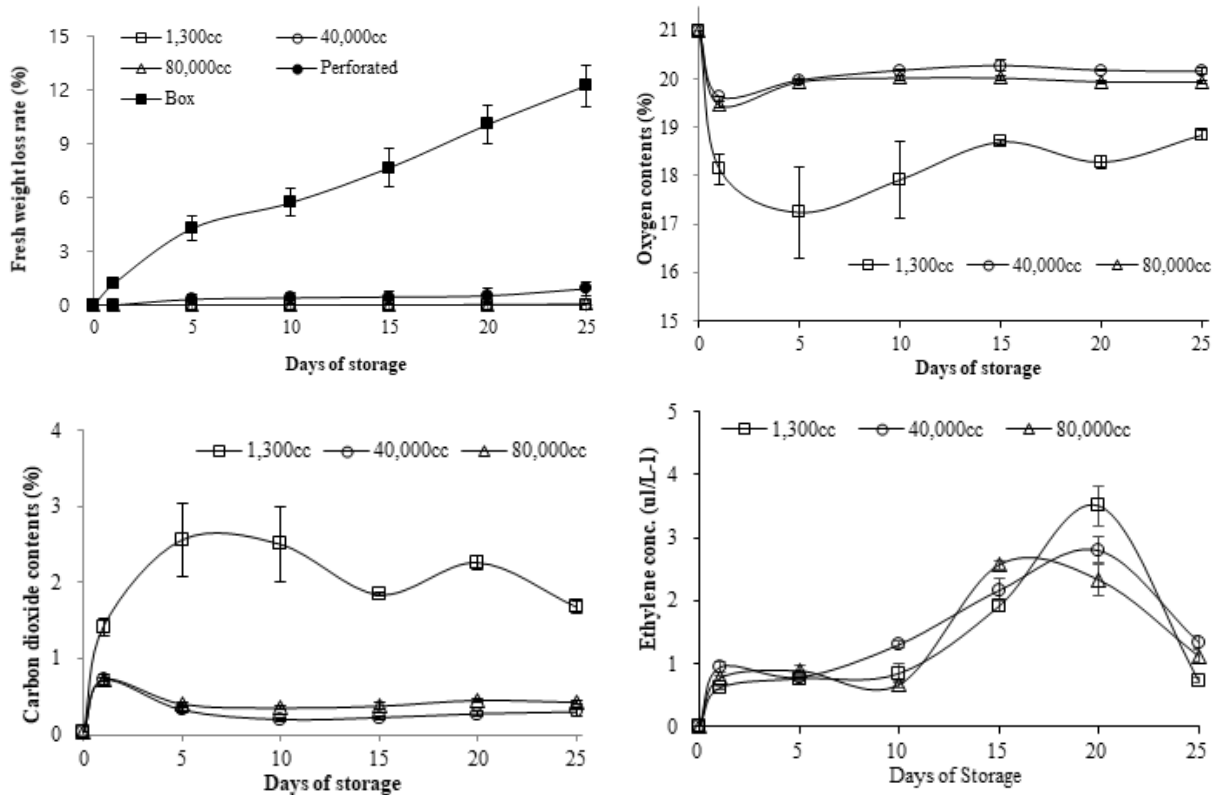
표. 결구상추 수확 후 경도, 엽록소 함량, 갈변도, 색도

Firmness (N)	Chlorophyll contents (SPAD)	Browning index		Color		
		Outside	Inside	Hunter L*	Hunter a*	Hunter b*
1.08±0.04	8.32±0.78	0.112±0.004	0.102±0.001	64.58±4.24	-17.11±2.31	29.22±5.06

결구상추를 대상으로 저장 필름별 저장성을 비교하기 위해 저장 전 초기값을 조사하였다. 경도, 엽록소 함량, 갈변도는 속과 겉, 그리고 색도를 조사하였다. 패널테스트를 통한 외관상 품질이 기준치 이하로 떨어지면 종료하게 되며 12월 중순까지 진행될 예정이다.

+ 추가 연구 결과(3차년도)

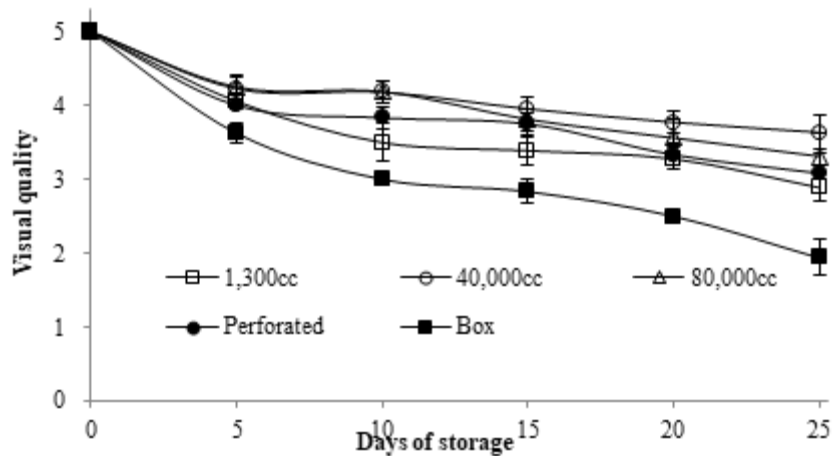
포장방법 및 다양한 산소투과율을 가진 필름이 결구상추의 품질과 저장성에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행하였다. 최종일에 생체중 감소율은 골판지 상자에서 12% 이상으로 가장 높았는데, 기존에 보고된 저장 중 결구상추 생체중 감소 범위인 5%를 현저히 넘는 수치이다. 유공필름포장은 1%수준, 그리고 MA포장 처리구들은 0.09% 미만으로 처리구간의 차이는 없었다. 일반적으로 저장중 생체중 감소율은 포장의 밀폐수준이 높을수록 낮아지는데, 본 연구의 필름포장 처리구 내에서는 산소투과율이 낮은 1,300 cc와 40,000 cc OTR 필름에서 0.00%로 가장 적게 감소했으며, 유공필름에서 0.95%로 가장 높은 감소율을 보였다. 개별 랩핑이 포장 내 호흡과 수분증발을 억제하여 낮은 증산작용으로 생체중 감소가 적었으며, 기존의 보고에서는 개별 랩핑한 결구상추가 적은 증산작용으로 골판지상자에 저장했을 때보다 저장 최종일 2.8% 낮은 생체중 감소율을 보였다고 하였다.



결구 상추 저장 필름에 따른 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

상추의 MAP 권장 가스조성은 산소 2-5%, 이산화탄소 0%로 보고되어 있다. 본 연구에서 저장 중 초기농도보다 감소하는 산소농도와 증가하는 이산화탄소 농도는 신선편의 양상추의 MA저장 중 기체조성 변화와 같은 경향을 보였다. 포장 내 산소 농도는 19.1% 내외였고, 이산화탄소는 1,300 cc를 제외한 나머지 MA포장 처리구에서 1% 이하의 농도를 저장 종료일까지 유지하였다. 일반적으로 잎채소의 에틸렌 발생율은 0.01-0.1($\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{hr}$ at 20 °C)로 매우 낮다고 보고되어 있다. 본 연구의 포장 내 에틸렌 농도는 모든 처리구가 20일까지 서서히 증가하다가 저장 최종일인 25일에 $1.4 \mu\text{L}/\text{L}^{-1}$ 이하로 감소하는 경향을 보였다. 기존의 보고에서도 어

린잎 상추를 MA 저장했을 때, 포장 내 에틸렌 농도가 5일까지 증가하다가 저장 최종일인 30일에 $1.0 \mu\text{L/L}^{-1}$ 이하로 감소하는 경향을 나타냈다.



결구 상추 저장 필름에 따른 저장 중 외관상 품질 변화

결구상추의 최대 허용 수분 손실률은 5%로 알려져 있다. 본 연구의 외관상 품질은 저장 10일까지 모든 처리구에서 상품성 한계점인 3점 이상을 보였으나, 10일 이후부터 골판지 상자 포장 처리구가 생체중 감소율이 5% 이상이 되면서 3점 이하로 상품성을 잃었다. 저장 최종일인 25일에는 40,000 cc가 3.6점으로 가장 높게 나타났으며, 필름 포장한 처리구 중 1,300 cc가 2.9점으로 가장 낮았다. 저장 10일 이후부터 필름포장 유무에 따른 외관의 차이는 분명하게 나타났지만, 필름의 산소투과율에 따른 일정한 경향은 없었다. 이와 같이 본 연구의 결과는 개별 랩핑한 결구상추가 저장 최종일인 21일까지 우수한 외관을 유지했지만 골판지 상자에서는 상품성을 상실했다는 결과와 유사했다. 또한 로메인 상추 어린잎을 다양한 산소투과율의 OTR 필름에 포장한 결과, 본 실험과 유사하게 40,000 cc OTR 필름에서 상품성을 유지하고, 두번째로 높은 외관 점수를 받았다고 보고되어 있다.

주로 생식으로 섭취하는 결구상추는 씹힘성(chewiness)이 소비자 평가 및 상품성에 중요한 영향을 미치는데, 이와 관련된 경도는 본 연구에서 초기값을 기준으로 일정한 경향 없이 골판지 상자가 가장 높았고, 80,000 cc가 가장 낮게 나타났다. MA포장 처리구들은 모두 초기 경도 값보다 감소했는데, 이는 이전 보고되었던 연구의 결과와 일치하였는데, 포장 내 산소농도가 낮을수록 높은 경도 값을 보였다. 그리고 결구상추의 저장 중 손실되는 수분으로 인해 조직에 영향을 줄 수 있는데, 유공과 골판지 상자가 초기값보다 경도가 증가한 것은 급격한 수분손실로 인한 조직의 질겨짐으로 인한 것으로 판단된다. 아스파라거스의 경우도 수분손실로 인한 경도의 증가가 보고되어 있으며, 수분손실로 인한 섬유질화로 숙주나물의 경도가 증가한다고 하였다.

Hunter L^* 및 a^* 값은 가장 일반적으로 결구상추의 변색을 수치화하는 방법으로 각각 갈변 및 적변의 척도에 사용되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 L^* , a^* , b^* 값은 모든 처리구가 초기값보다 증가했는데, 값이 낮을수록 진한 녹색을 나타내는 a^* 값에서 MA 포장 처리구 중 40,000 cc가 초기값에 비해 가장 적게 증가했다. 값이 높을수록 황색을 띄는 b^* 값에서도 40,000 cc가 초기값 대비 가장 적게 증가하여 잎의 황화가 가장 적은 것으로 나타났지만 L^* , a^* , b^* 값 모두 처리구간의 통계적 유의성은 없었다. 기존의 보고에 의하면 수확 후 포장조건

에 따른 결구상추의 저장 최종일 L*값이 처리구간 유의적인 차이가 없고, b*값은 초기값보다 증가, a*값은 초기값에 비해 감소하였다고 보고하였다.

이치는 저장 최종일에 MA 저장한 OTR 필름 중 이산화탄소 농도가 가장 낮았던 40,000 cc에서 가장 낮았고, 이산화탄소농도가 높을수록 높아지는 경향을 보였다. 이는 포장 내 혐기성 조건의 결과라 판단되는데, 포장 내 혐기성 조건과 효소 lipoxygenase(LOX) 관련 화합물을 생산할 수 있는 이산화탄소의 축적은 악취를 형성할 수 있으며, 이를 방지하지 위해서는 포장 내 충분한 산소를 포함할 필요가 있다고 언급한 바 있다.

갈변현상은 소비자의 외적인 상품가치와 shelf-life의 판단 기준으로 작용될 수 있으며, phenylalanine ammonia lyase의 활성으로 인해 생성되는 페놀화합물과 polyphenol oxidase가 결과적으로 quinone으로 전환되어 멜라닌 중합체를 형성되는 것으로 알려져 있다. 저장 종료일에 흡광도로 측정된 갈변도는 겉잎과 속잎 모두 필름의 산소 투과도에 따른 일정한 경향은 없었지만 속잎보다 겉잎에서 더 높았다. 포장방법별로는 겉잎 및 속잎에서 모두 1,300 cc에서 가장 높고 40,000 cc에서 가장 낮았는데, 이는 기존의 보고와 같이 2% 이상의 높은 이산화탄소 농도와 10°C 이하의 온도에서 결구상추 주맥(midrib)부분의 갈변현상이 촉진된다는 보고와 일치하였다. 또한 양상추의 갈변도는 이산화탄소 함량과 높은 양의 상관관계를 나타낸다고 보고된 바 있으며, 개별 랩핑한 결구상추가 골판지상자나 농산물 유통상자에 저장했을 때보다 산소와의 접촉이 적어 갈변도가 낮았다고 보고하였다.

표. 결구 상추 저장 필름에 따른 저장 종료일의 경도, 색도, 그리고 이취

	Firmness(N)	Color			Off-odor ^z
		L*	a*	b*	
Initial	1.06 ab ^y	64.24 a	-18.40 a	27.42 a	-
1,300 cc	1.05 ab	64.80 a	-18.11 a	28.54 a	2.2 a
40,000 cc	0.96 b	64.85 a	-18.34 a	28.11 a	1.5 c
80,000 cc	0.93 b	64.90 a	-18.20 a	30.57 a	1.9 b
Perforated	1.16 ab	65.51 a	-18.39 a	31.60 a	1.0 d
Corrugated box	1.36 a	65.64 a	-18.00 a	31.19 a	1.0 d

^zOff-odor was measured that 5 was most severe; unmarketable, 4 was severe, 3 was moderate, 2 was traceable, 1 was little, 0 was fresh condition

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

항산화활성의 분석에 많이 이용되는 DPPH 라디컬 소거능은 비교적 안정적인 free radical로 방향족 아민류, 항산화제 등에 환원 및 탈색되는 원리로 측정된다. 하지만 채소류의 저장 중 항산화성에 대한 변화는 여러가지 성분 간의 상호작용으로 나타나기 때문에 간단히 설명하기는 어렵다고 알려져 있다. 본 연구에서 양상추의 DPPH 라디컬 소거능은 갈변도와 같이 겉잎과 속잎으로 구분하여 조사하였는데, 전체적으로 겉잎이 속잎보다 소거능이 높았다. Seong et

al.(2016)도 배추 잎을 겉잎, 중간잎, 속잎으로 나누어 항산화 활성 및 항산화제 함량을 조사한 결과, 겉잎에서 가장 높았고, 중간, 속잎 순으로 높게 나타났다고 보고하였다. 겉잎과 속잎의 DPPH 라디칼 소거능은 모든 처리구가 초기값보다 감소하였는데, 기존의 보고에서도 양상추의 저장기간이 지남에 따라 항산화성분이 감소하는 경향을 나타냈다). 겉잎의 DPPH 라디칼 소거능은 MA 포장 처리구 중 40,000 cc에서 초기값 대비 가장 적게 감소했고 다음으로 80,000 cc, 1,300 cc 순이었으며, 속잎 또한 겉잎과 같은 경향이었다. 하지만 겉잎과 속잎 모두 처리구간 산소투과율 및 포장방법에 따른 통계적 유의성은 보이지 않았다. 신선편이 양상추의 MA실험에서도 DPPH 라디칼 소거능과 포장 내 기체조성 중 산소 함량은 높은 정의 상관관계를 나타냈지만, 필름의 산소투과율과 포장방법에 따른 통계적 유의성이 없었다고 하였다.

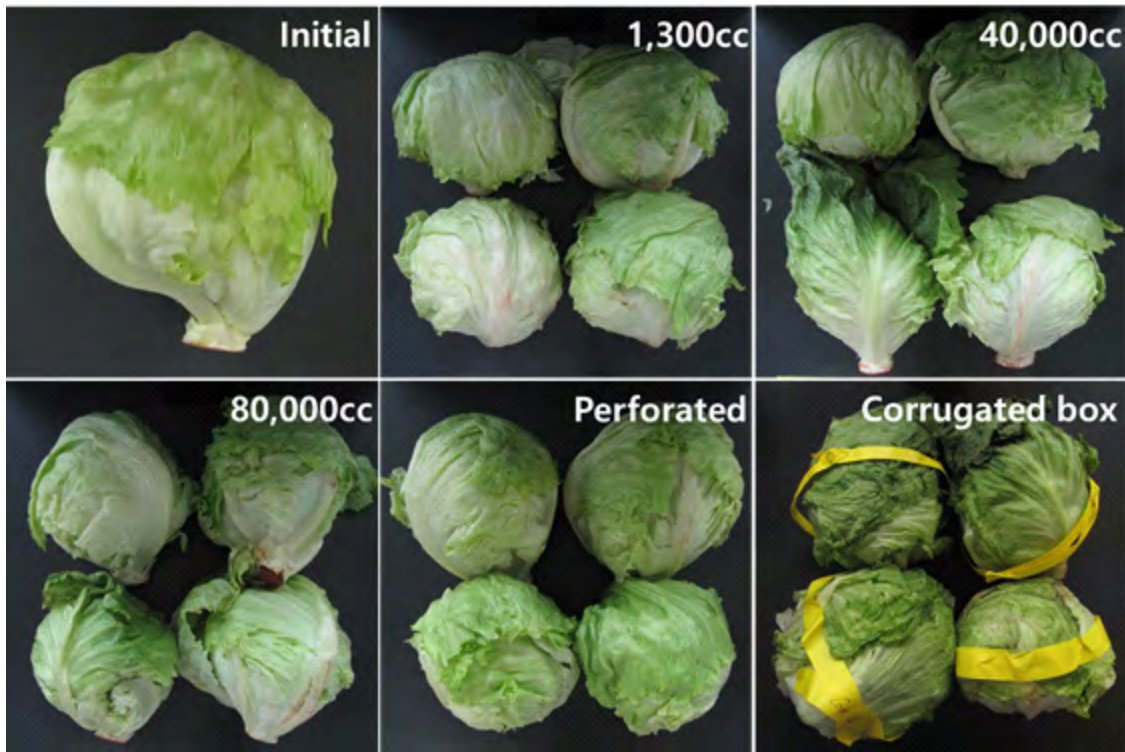
항산화물질 중 하나인 비타민 C는 갈변의 원인으로 알려진 polyphenol oxidase를 직접적으로 억제하지는 않지만, 멜라닌 중합체를 형성하는 o-quinone을 다시 원래의 o-diphenol로 되돌려 갈변현상을 줄일 수 있다고 한다. 또한 polyphenol oxidase와의 경쟁관계로 조직 갈변에 관여한다고 알려져 있다. 본 연구에서 비타민 C 또한 겉잎과 속잎으로 구분하여 조사하였으며, 골판지 상자의 겉잎을 제외하고 겉잎과 속잎의 모든 처리구가 초기값보다 감소하였다. 기존 보고에서도 MA 포장한 신선편이 양상추의 비타민 C 함량은 저장기간이 지남에 따라 감소하는 경향을 보였다. MA 포장 처리구 중에서는 갈변도 및 DPPH와 비슷한 경향으로 겉잎과 속잎 모두 초기값 대비 40,000 cc에서 가장 적은 감소량을 보였으며, 겉잎은 처리구 간 통계적 유의성이 있었지만 속잎은 차이가 없었다. 기존의 보고에 의하면 높은 비타민 C 농도가 갈변 형성의 감소와 상관관계가 있다고 하였으며, 신선편이 로메인 상추의 MA포장에서도 높은 비타민 C 농도에서 활성 polyphenol oxidase 활성화과정과 총 polyphenol oxidase 활성이 감소하여 갈변 발생 및 비타민 C 함량의 감소가 억제되었다. 초기값보다 많은 양의 비타민 C를 나타낸 골판지 상자 처리구의 겉잎은 나머지 처리구들에 비해 생체중 감소율이 가장 높아 수분손실로 인한 일종의 농축효과로 판단된다. 기존 보고에서도 필름 포장하지 않은 파프리카가 필름 포장한 파프리카보다 생체중 감소율이 현저히 높았으며, 비타민 C 함량 또한 초기값보다 증가하는 경향을 보였다.

결과를 종합해 볼 때, 저장 최종일에 낮은 생체중 감소율과 가장 높은 외관상 품질을 보이며, MA 저장 처리구 중 가장 낮은 이취 및 겉잎과 속잎의 갈변도, 가장 높은 DPPH 라디칼 소거능 및 비타민 C를 나타낸 40,000 cc OTR 필름이 결구상추 MA포장에 적합한 것으로 판단된다.

표. 결구 상추 저장 필름에 따른 저장 종료일의 갈변도, DPPH 라디컬 소거능, 그리고 비타민 C

	Browning index		DPPH radical scavenging activity (%)		Vitamin C	
	Outside	Inside	Outside	Inside	Outside	Inside
Initial	0.111 c ²	0.105 a	12.52 a	6.69 a	10.82 b	12.85 a
1,300 cc	0.181 b	0.098 a	7.33 b	3.78 b	10.77 b	11.93 a
40,000 cc	0.150 bc	0.073 c	11.58 ab	4.43 ab	10.80 b	12.73 a
80,000 cc	0.169 b	0.092 ab	9.09 ab	4.10 ab	10.20 c	12.04 a
Perforated	0.153 bc	0.080 bc	10.08 ab	6.31 ab	10.61 b	12.76 a
Corrugated box	0.231 a	0.094 ab	11.64 ab	6.37 ab	11.64 a	11.06 a

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level



결구 상추 저장 필름에 따른 저장 종료일의 외관

나-2. 국산 결구상추, 로메인 상추의 미생물 오염도 조사

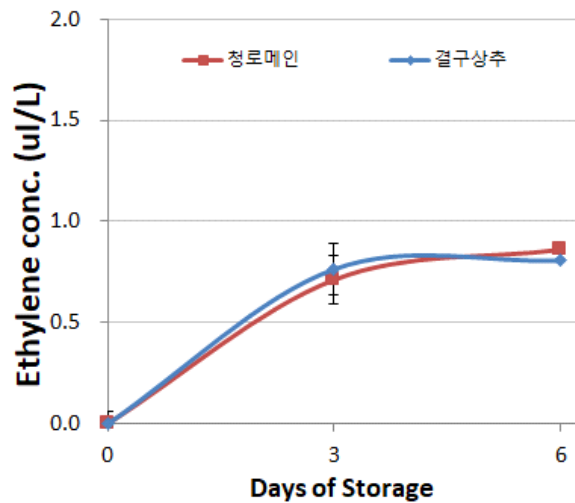
- 연구 방법

공시재료: 마트에서 판매중인 국산 결구상추, 로메인 상추

조사내용: 미생물 조사

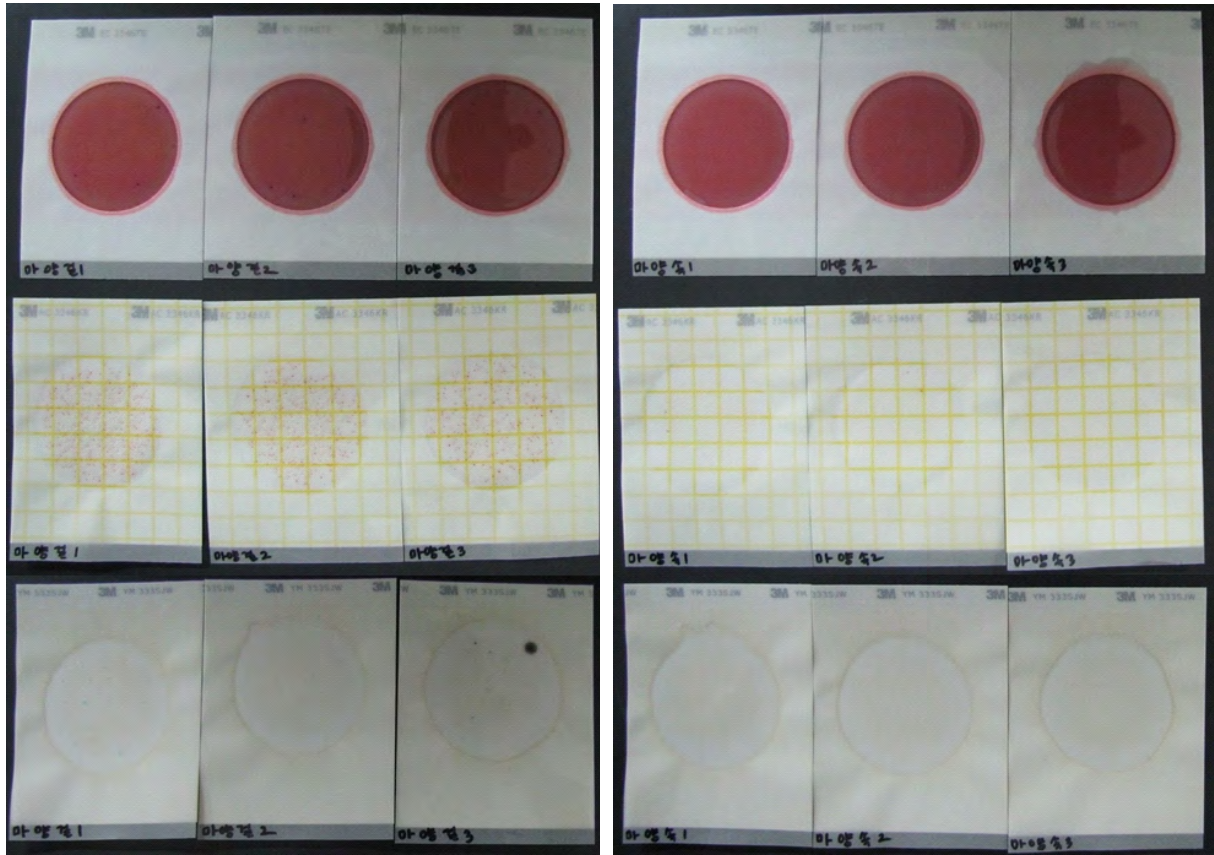


국산 로메인 상추(좌)와 양상추(우)

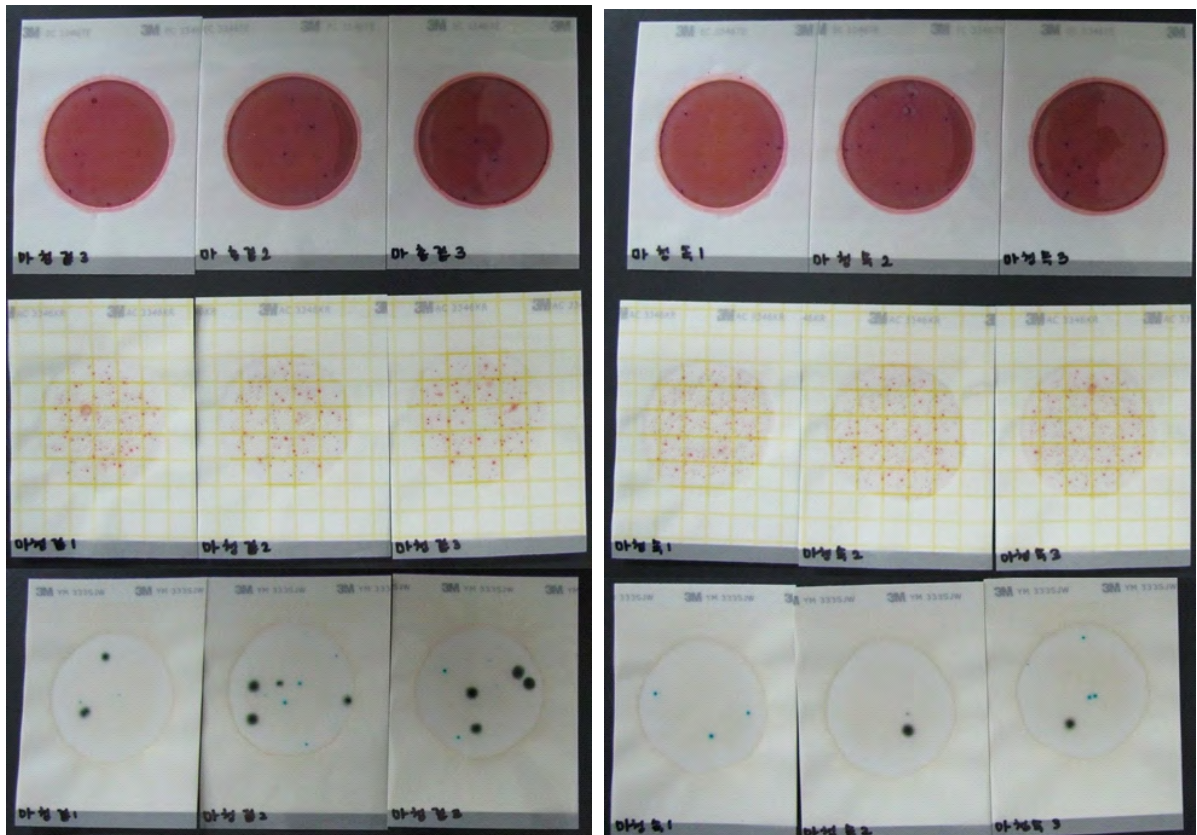


마트에 판매중이 청로메인 상추와 결구상추 포장내 에틸렌 농도

양상추의 경우 대장균, 곰팡이는 겉잎에서만 발견되었고, 총 세균수는 속잎과 겉잎 모두 발생하였는데 겉잎에서 발생 빈도가 높았다. 로메인 상추는 겉잎과 속잎 모두 대장균, 총 세균, 곰팡이가 발생하였고, 곰팡이의 경우 속잎에 비해 겉잎에서 많이 발생하였다.



국산 양상추 겉(좌)와 속(우)의 미생물 조사(상: 대장균, 중: 총세균, 하: 곰팡이)



미국산 로메인 상추 겉(좌)와 속(우)의 미생물 조사(상: 대장균, 중: 총세균, 하: 곰팡이)

나-3. 현장 애로 기술수요 발굴한 상추류(결구상추) 대장균 살균 기술 개발

- 연구 방법

공시재료: 경북 성주에서 재배된 '유니온' 결구상추 품종

시험기간: 2020년 11월 25일부터 실험 예정 진행 중

저장방법: 기존 유통시 쓰이는 골판지 박스에 포장하여 2℃ (80±5%RH) 저온고에서 외관상 품질이 기준치 이하로 내려갈때까지 저장 예정

처리방법: · 플라즈마 가스 처리는 2℃ 저온챔버에서 저온 플라즈마 생성기(HKF-10, Biozone Scientific International Inc, USA)를 사용하여 3, 6, 그리고 12시간으로 나누어 실시하였다. 저온 또는 비열 플라즈마 발생 장치는 공기 중의 산소를 오존으로 변화하여 공급하는 장치로 장치내부에 오존 센서로 오존 발생량을 조절한다 (Kim 등, 2009). 휴대용 기체 분석기(Porta Sens II, Analytical Technology, Inc. USA)를 사용하여 플라즈마 생성기에서 발생하는 오존 농도를 측정하였다.

· ClO₂ gas(이산화염소 가스)는 2±1℃ 저온 챔버에서 ClO₂ 가스 생성기에 젤 (Bactericide, Sun Clean, Japan)을 넣어 1ppm에서 3, 6 시간, 5ppm에서 30분 처리하였다.

조사내용: 경도, 당도, 갈변도, 저장 중 생체중 감소율, 총세균, 대장균, 곰팡이균

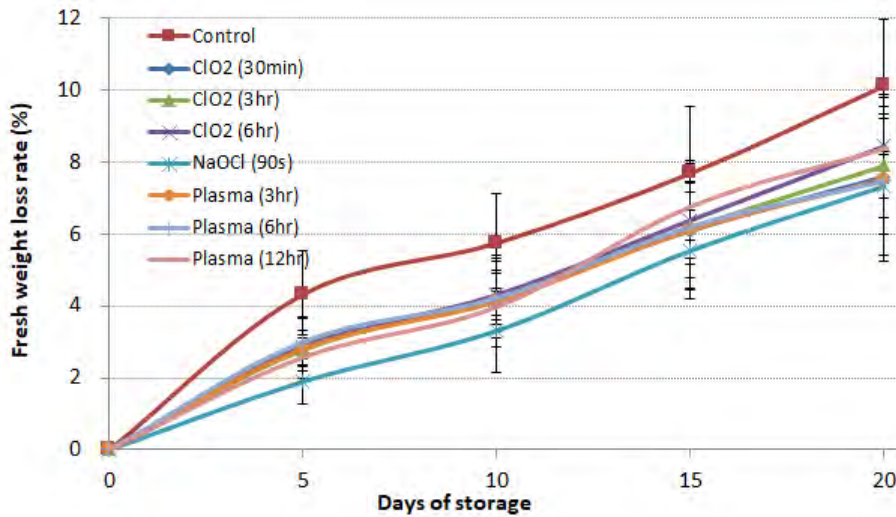


결구상추 플라즈마 처리(좌)와 ClO₂ 처리(우)

- 연구 결과

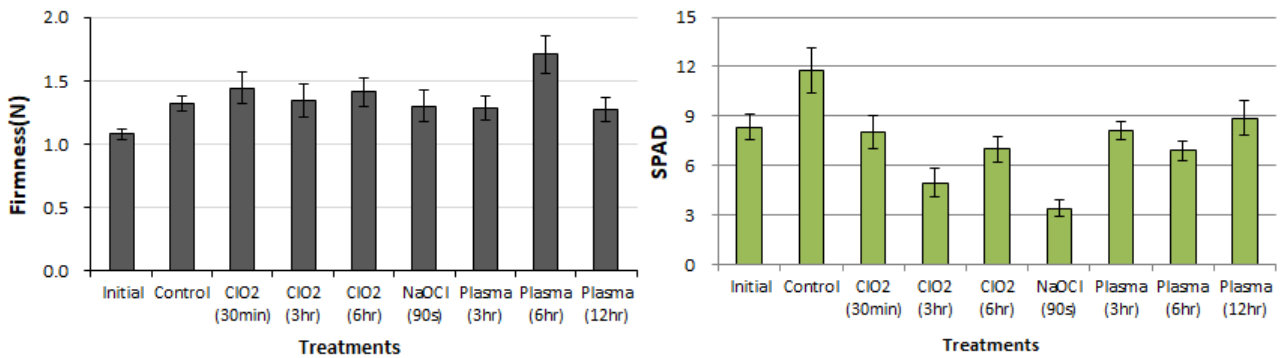
결구상추 저장 전 플라즈마 gas와 ClO₂ (이산화염소) gas를 처리하여 기존 골판지 박스에 포장하여 2℃에 저장 중. 기존의 보고와 유사하게 3주 정도가 소요될 것으로 판단되어 12월 중순 종료예정임

+ 추가 연구 결과(3차년도)



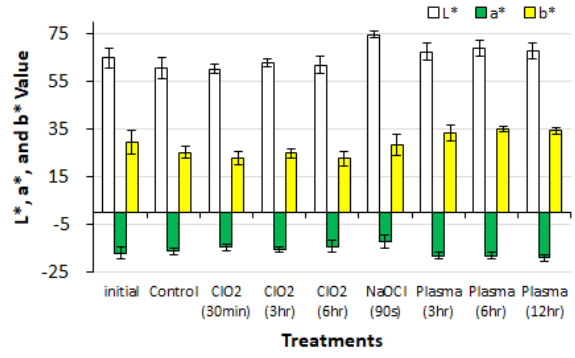
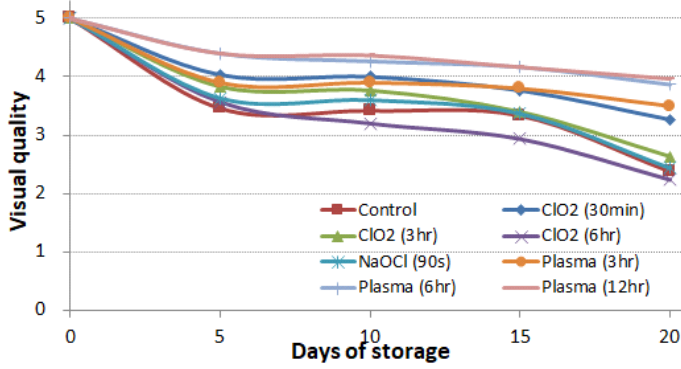
결구상추 살균 처리 후 저온저장 중 생체중 감소율

결구상추를 대상으로 살균처리 후 박스에 포장하여 2°C 저온고에 저장 하였을 때, 처리와 처리시간에 관계없이 모든 처리구의 생체중 감소율이 꾸준히 증가하여 모든 처리구가 저장 종료 일인 20일 때 7% 이상의 수치를 보였다. 처리구 중 대조구가 10%로 가장 많이 감소하였고, 이를 제외한 모든 살균 처리구의 경우 8% 내외였다.



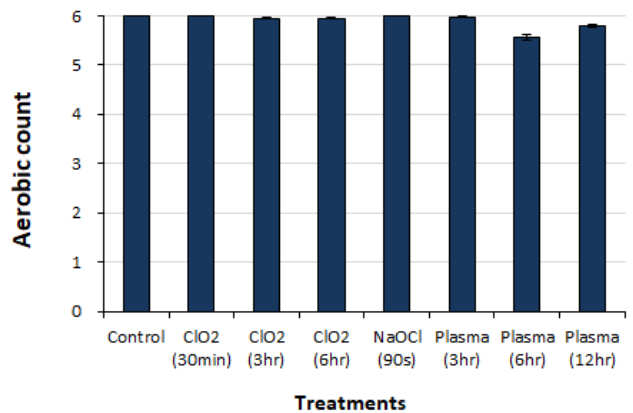
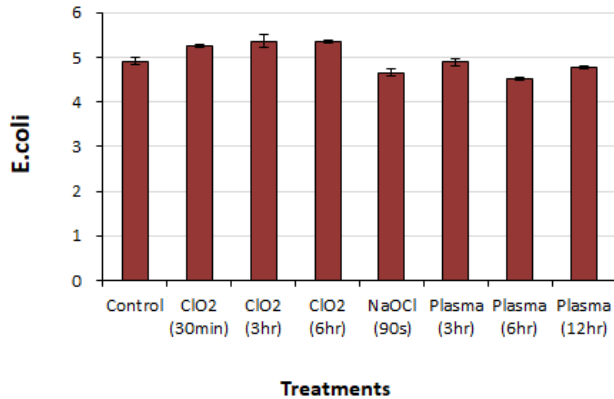
결구상추 살균 처리 후 저온저장 종료일의 경도와 엽록소 함량

저장 종료일의 경도의 경우 모든 처리구가 초기값에 비해 증가하였는데, 그 중 플라즈마 6시간 처리구가 가장 많이 증가하였다. 엽록소는 초기값에 비해 대조구는 증가하였고, 이를 제외한 나머지 살균 처리구는 감소하였고, 이산화염소 30분, 6시간 처리구, 플라즈마 3시간, 12시간 처리구가 초기값과 유사하거나 소폭 감소하였다.

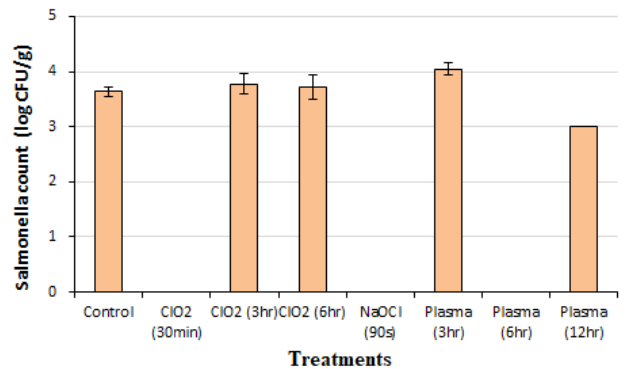
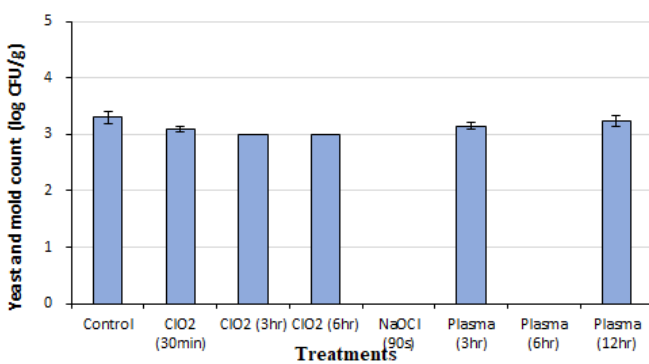


결구상추 살균 처리 후 저온저장 중 외관의 변화와 종료일 색도

살균 처리 후 저장 중 패널테스트를 통한 외관상 품질 변화는 플라즈마 6시간, 12시간 처리구가 저장 종료일인 20일째까지 4점 정도를 보이며 우수한 품질을 보였다. 또한, 플라즈마 3시간, 이산화염소 30분 처리구가 3점 이상의 양호한 외관상 품질을 나타냈다.



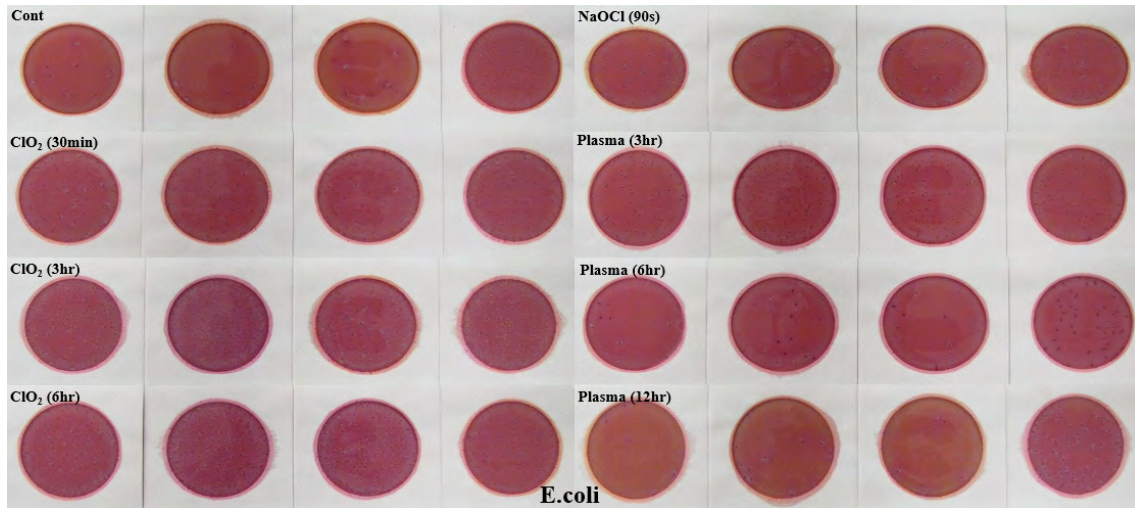
결구상추 살균 처리 후 저온저장 종료일의 대장균수와 총 세균수



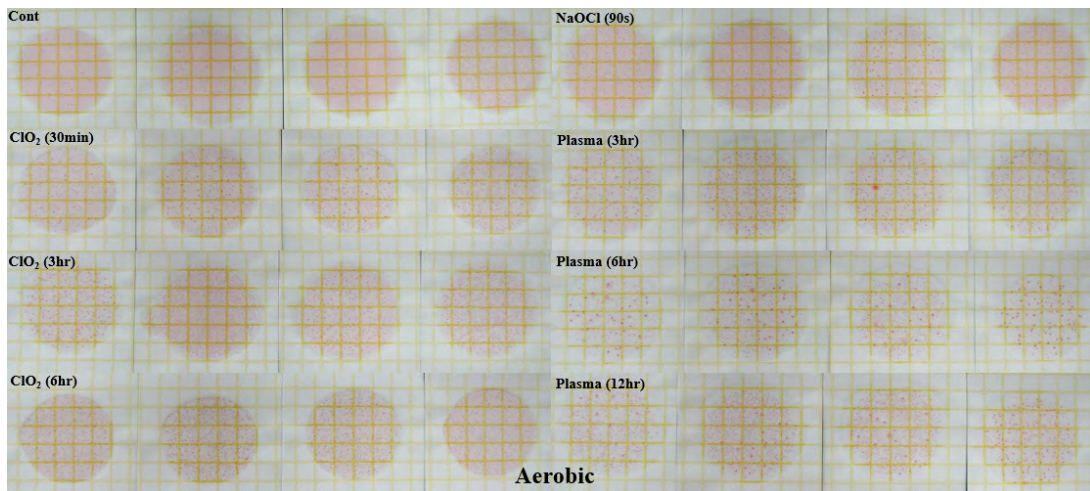
결구상추 살균 처리 후 저온저장 종료일의 곰팡이수와 살모넬라균수

저장 종료일의 패트리 필름을 이용한 유해미생물을 조사하였는데, 대장균의 경우 플라즈마 6시간 처리구가 가장 낮았으며, 플라즈마 12시간, NaOCl 90초 처리구도 대조구에 비해 낮았다. 총 세균수도 플라즈마 6시간, 12시간 처리구가 가장 낮게 나타났다. 곰팡이의 경우 차

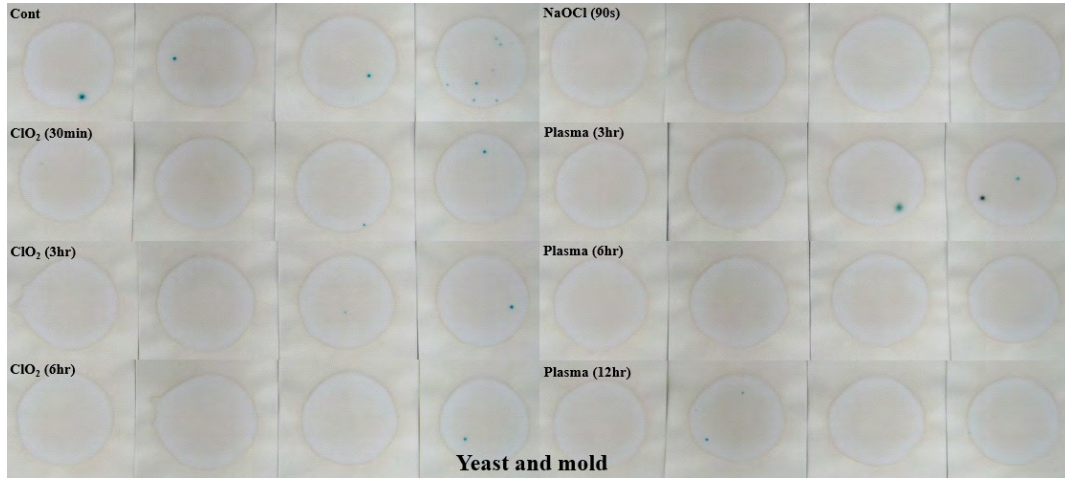
염소산나트륨 처리구와 플라즈마 6시간 처리, 살모넬라균은 이산화염소 30분, 차아염소산나트륨, 그리고 플라즈마 6시간 처리구에서 발견되지 않았다. 따라서, 결구상추의 경우 플라즈마 6시간 이상 처리하는 것이 유해미생물을 줄이고 외관상 품질을 최장 기간 유지할 수 있는 살균 처리 기술로 판단된다.



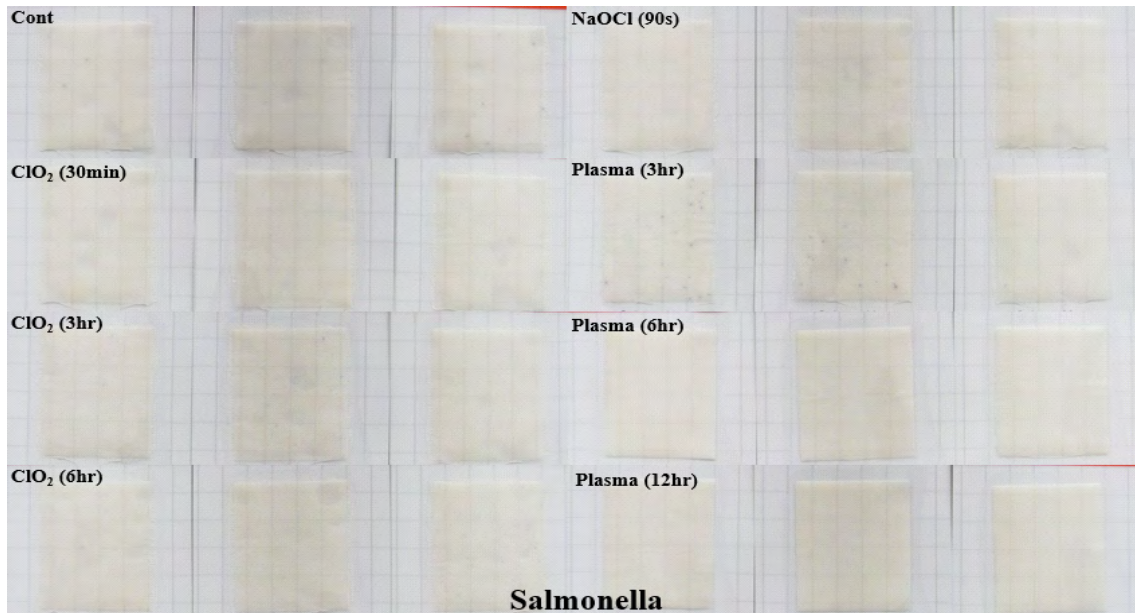
결구상추 살균 처리 후 저온저장 종료일의 대장균수



결구상추 살균 처리 후 저온저장 종료일의 총 세균수



결구상추 살균 처리 후 저온저장 종료일의 곰팡이수



결구상추 살균 처리 후 저온저장 종료일의 살모넬라균수

4-2-3 파프리카 혼합선적 10일을 위한 저온장해 완화 기술 개발

가. 저장온도별 저온장해 발생 양상 비교

- 연구 방법

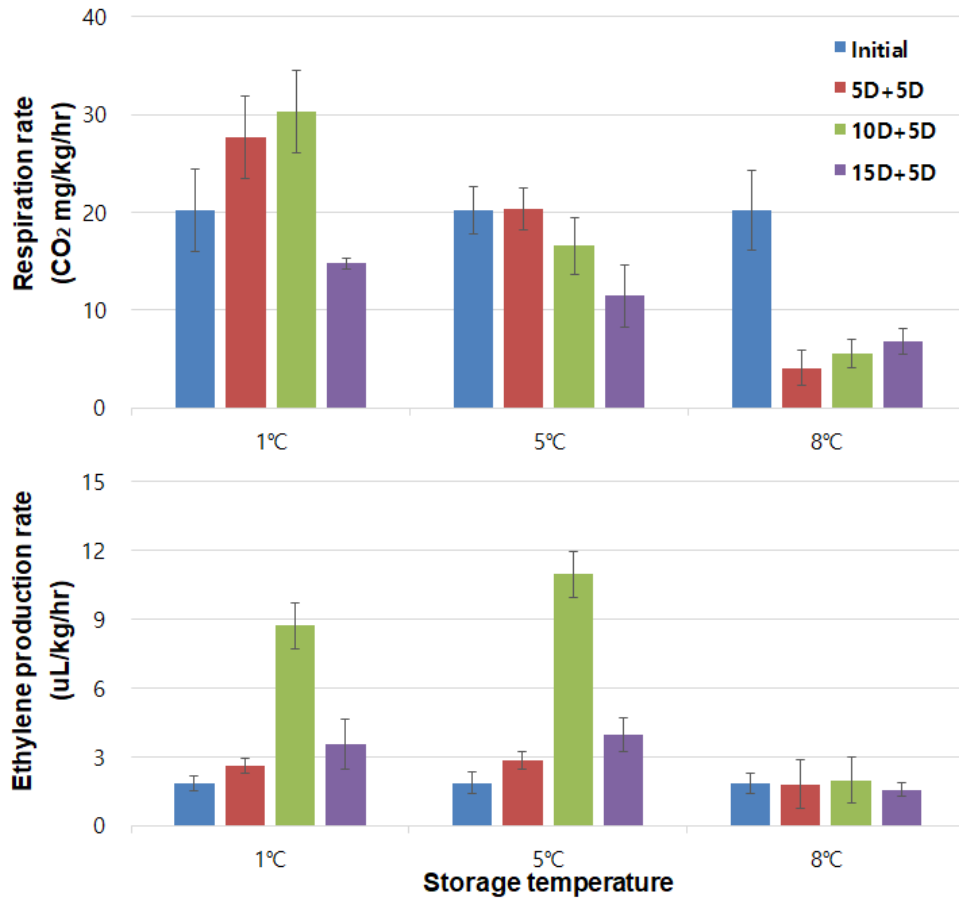
공시재료: '나가노' 적색 파프리카

저장방법: 1, 5, 8°C (80±5%RH) 저온고에서 5, 10, 15일간 저장 후 상온에서 5일

포장방법: 일반적인 파프리카 유통 골판지 박스

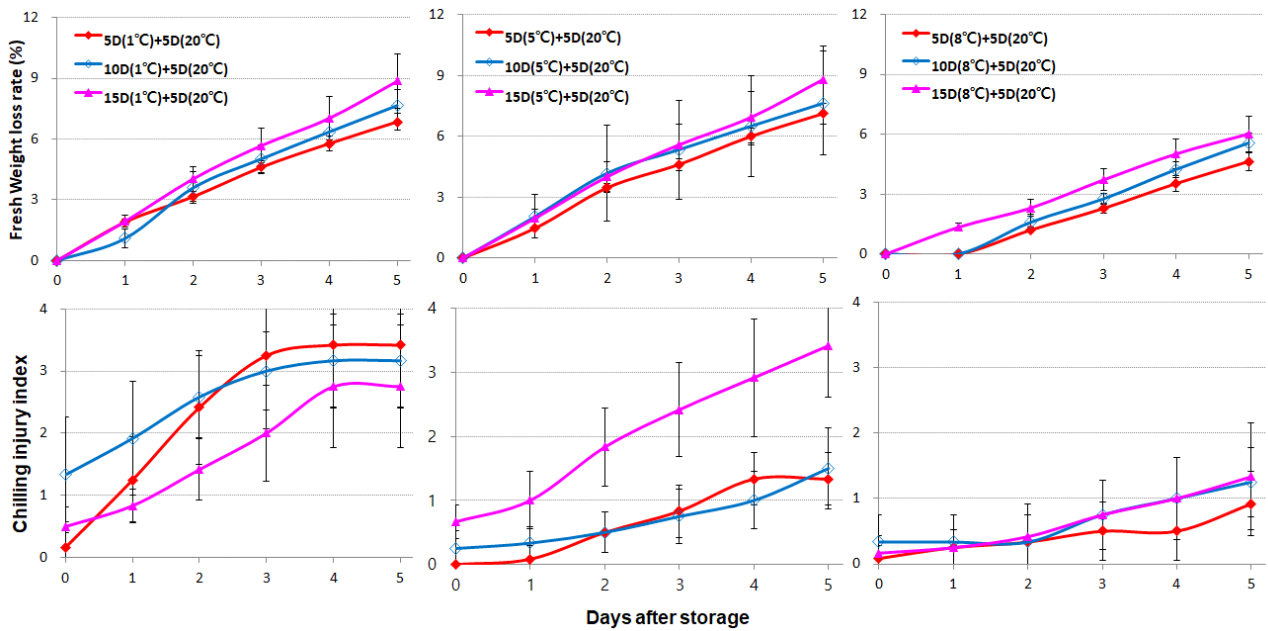
조사내용: 상온에서 1일 경과 후 호흡률과 에틸렌 발생률, 상온 저장 중 생체중 감소율, 종료 시 경도, 당도, 전해질 용출량, 저온장해 정도

- 연구 결과



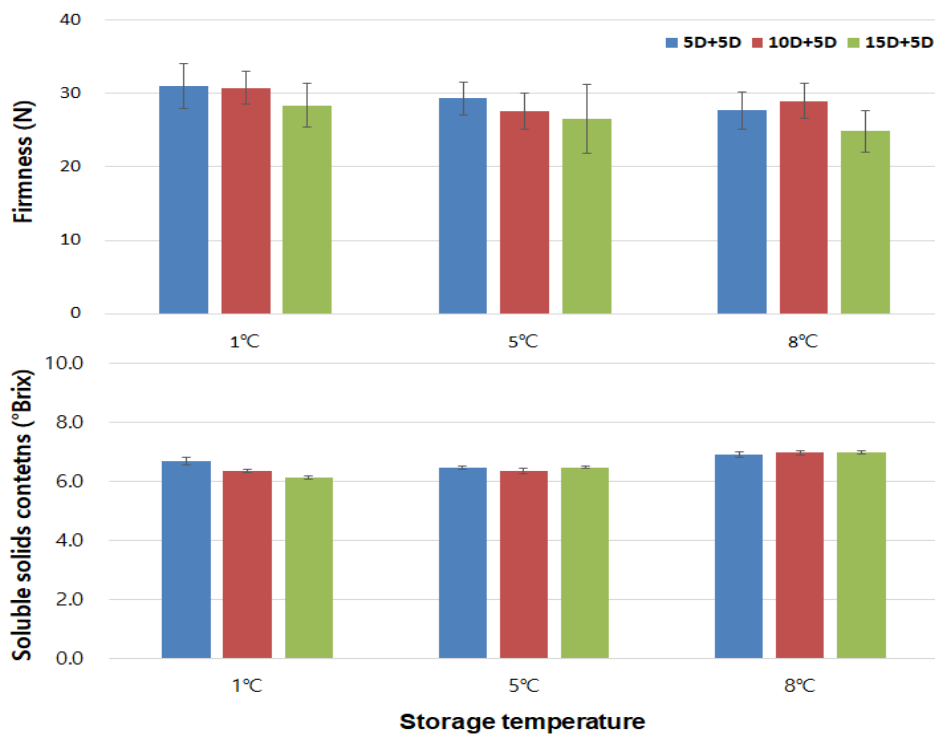
파프리카 저장 온도별 호흡률과 에틸렌 발생률 비교

호흡률은 1°C의 경우 저장 5일부터 큰 폭으로 증가하였고, 5°C와 8°C에서는 저장일수가 길어져도 증가하지 않았다. 에틸렌 발생률은 1, 5°C의 저장 10일째에 크게 증가하였으나, 8°C는 저장기간동안 초기값과 유사하였다.



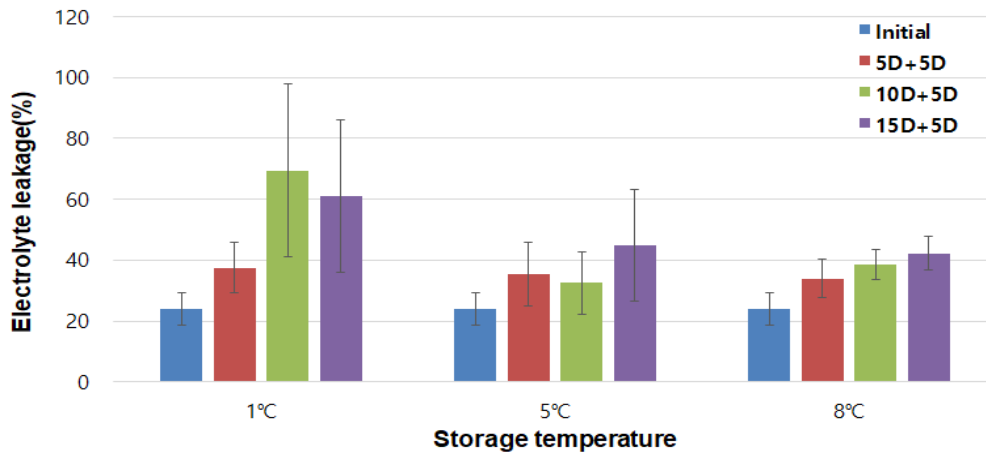
파프리카 저장 온도별 생체중 감소율과 저온장해 정도 변화

저온 저장 후 상온 저장 중 생체중 감소율은 각각의 저온 온도에 15일 저장에서 가장 많이 감소되었으며 모든 처리구 6% 이하로 처리구간의 통계적 유의성은 없었다. 패널테스트를 통한 저온장해 증상은 1°C 처리군은 5일, 10일, 15일, 5°C 처리군은 15일, 10일, 5일 저장 처리구 순서로 나타났으며, 8°C 처리군은 15일, 10일, 5일 처리구 순서이었으나 1°C와 5°C보다 수치가 낮았다.



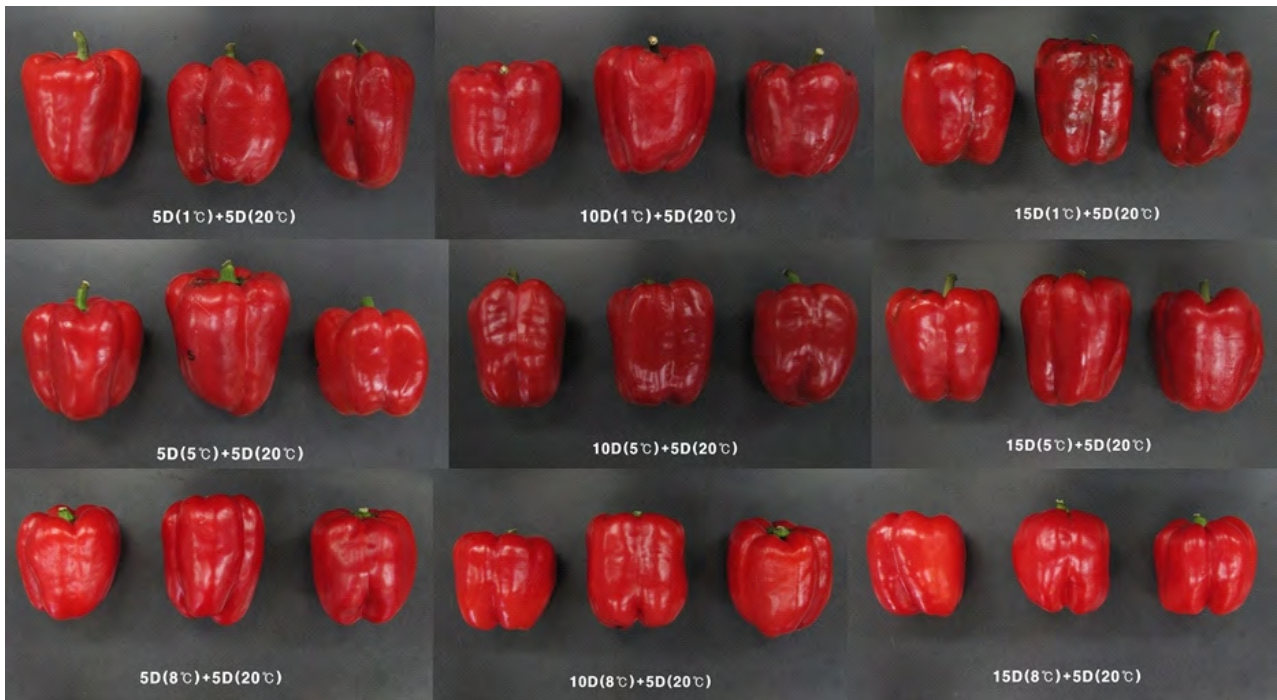
파프리카 저장 온도별 경도와 당도 비교

상온 저장 종료일의 경도는 저온 저장 일수가 증가할수록 감소하였으며, 당도는 1℃의 경우 저온 저장 일수가 길어질수록 감소하였고, 5, 8℃는 모든 처리구 유사하였다.



파프리카 저장 온도별 전해질 용출량 비교

전해질 용출량의 경우 저온 저장온도에 관계없이 모든 처리구가 초기값에 비해 증가하였는데, 1℃ 처리에서는 10일째, 5℃와 8℃ 처리는 15일째 가장 높았다.



파프리카 저장 온도별 상온 저장 종료일의 외관

위의 결과를 종합해보면 각기 다른 저온 저장 및 유통 후 5일 이상 상온에서 판매할 경우, 5일 이후 급격한 저온장해가 발생한 1℃는 적합하지 않았고, 5℃에서는 10일까지는 저장 후 상온에서 4일까지 상품성을 유지할 수 있는 조건이라고 판단된다. 파프리카의 저온장해 회피온도인 8℃에서는 15일 저장 후 상온에서 4일까지 특별한 저온장해 증상이 나타나지 않았다.

나. 파프리카 혼합선적 가능 저온장해 완화 기술 적용

- 연구 방법

공시재료: 철원 '조은그린'에서 재배된 '나가노' 적색 품종

처리방법: 대조구, 열수처리(53℃-4min), UVc(10kJ-5min), 열수처리+UVc

포장방법: 파프리카 일반 골판지 유통박스에 포장하여 5℃ 저온고에 저장 진행 중

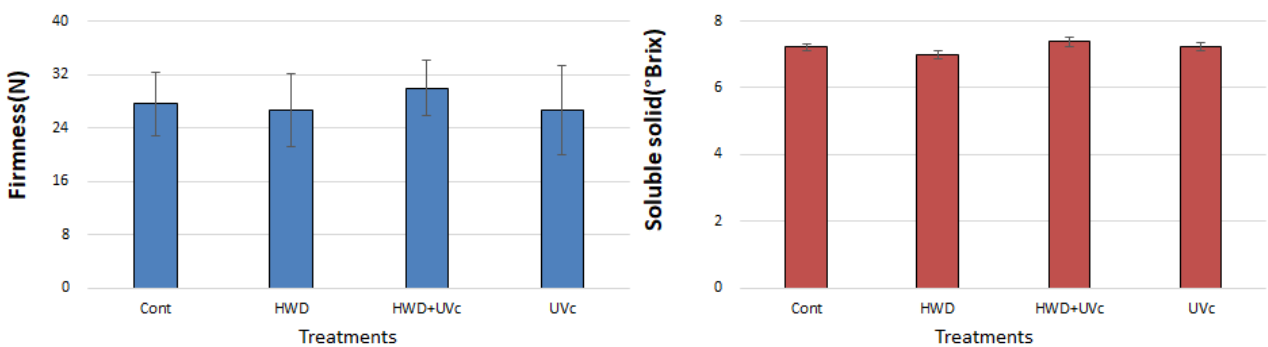
조사내용: 저장중 생체중 감소율, 경도, 당도, 전해질 용출량, 색도, 저온장해 정도



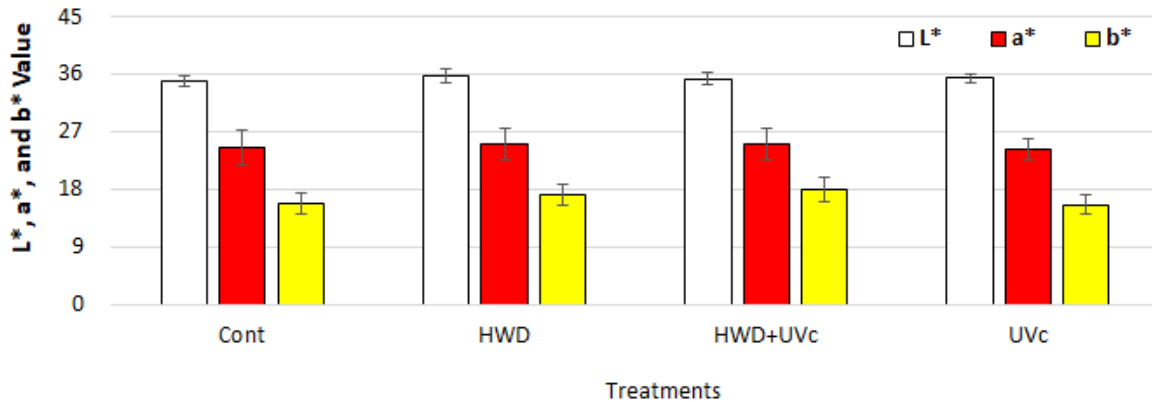
파프리카 열수처리(좌)와 UVc 처리(우)

- 연구 결과

각각의 파프리카 저온장해 억제 처리 후 경도와 당도는 복합처리가 다소 높았으나 처리구간의 통계적 차이는 없었다. 색도는 처리구간의 차이가 나타나지 않았다.



파프리카 저온장해 억제 처리 후 경도와 당도



파프리카 저온장해 억제 처리 후 색도

현재 저온에서 13일째 저장 중에 있으며 15일 저장 후 상온에서 5일 동안 저온장해 증상을 조사할 예정이다.

< 연구계획 외 추가 실험 >

다. 파프리카 유통기간 연장을 위한 박스 포장 기술 개발

: 일반적인 파프리카 유통 박스는 골판지로 만들어졌으며 개공 되어있다. 기존 박스의 개공된 부분을 막고 저장하여 파프리카 저장성을 비교하였다.

- 연구 방법

공시재료: 적색 '나가노' 파프리카 품종

처리방법: 기존 골판지 박스(Perforated), 기존 골판지 박스의 개공 부분을 막은 박스(Sealing)

저장방법: 8℃, 85±5%RH 저온고에서 유공 박스는 31일, 실링 박스는 63일

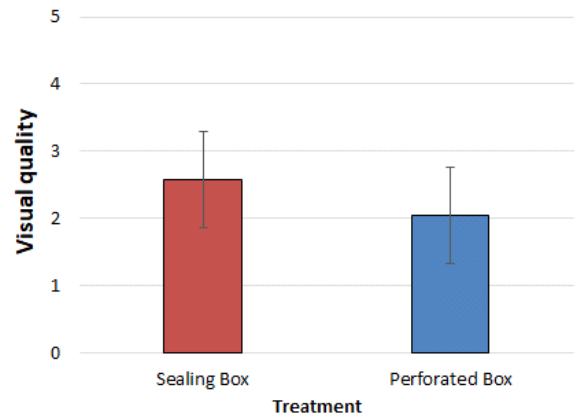
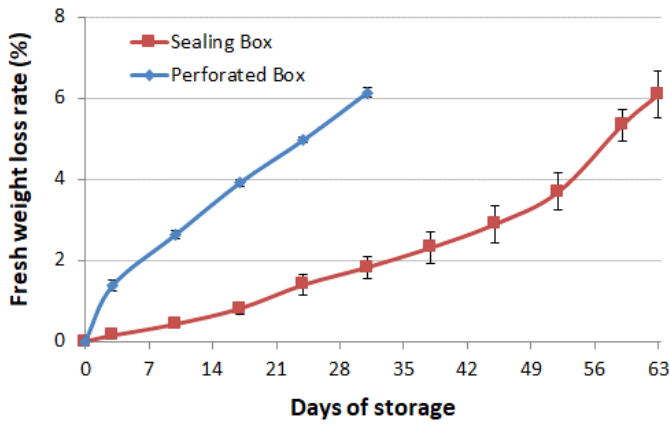
조사내용: 유공 박스내 파프리카 개별의 저장 중 생체중 감소율과 외관

실링 박스의 생체중 감소율과 종료일 외관

저장 종료일의 경도, 당도, 전해질 용출량, 색도

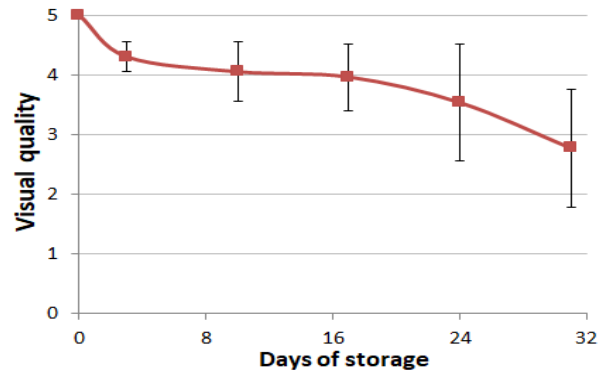
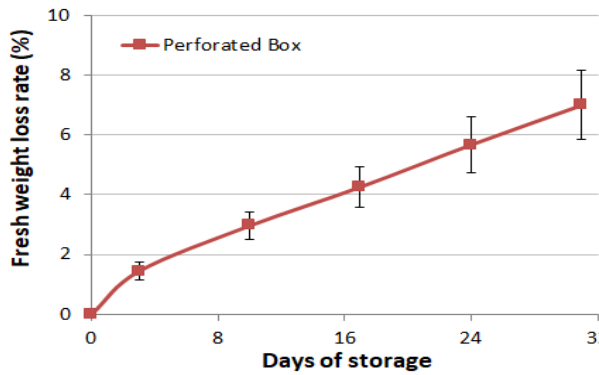
- 연구 결과

박스 개공 유무에 따라 생체중 감소율은 크게 차이가 났는데, 개공되어 있는 기존 박스는 저장 32일째 6%의 높은 감소 정도를 보였고 실링 박스는 저장 32일째 2%로 낮았다. 실링 박스 저장 최종일인 63일째 6% 수치를 나타냈다. 패널 테스트를 통한 저장 종료일의 외관은 실링 박스가 유공 박스에 비해 다소 양호하였으나 통계적 유의성은 없었다.

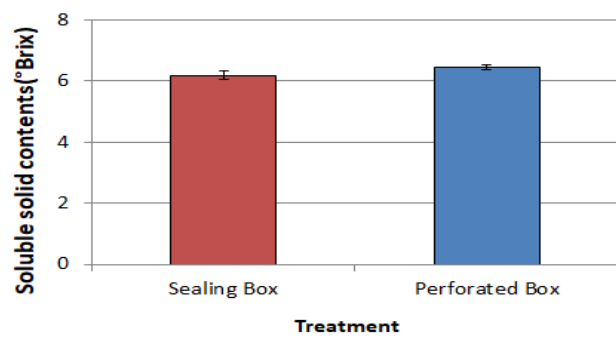
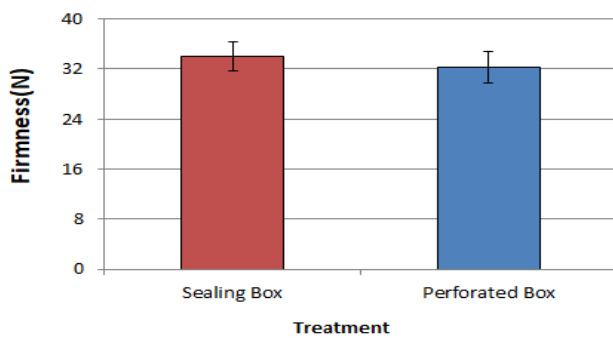


개공 유무에 따른 파프리카 저장 박스의 생체중 감소율과 외관상 품질

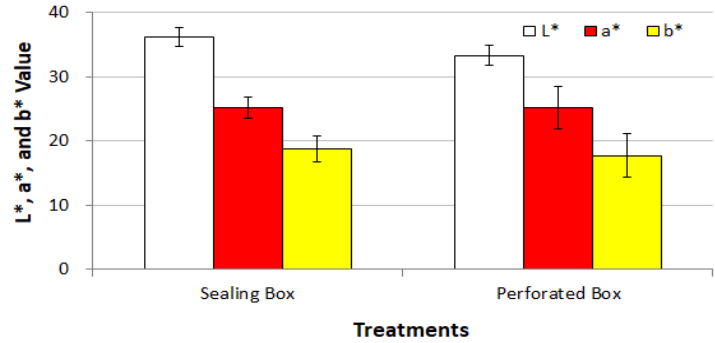
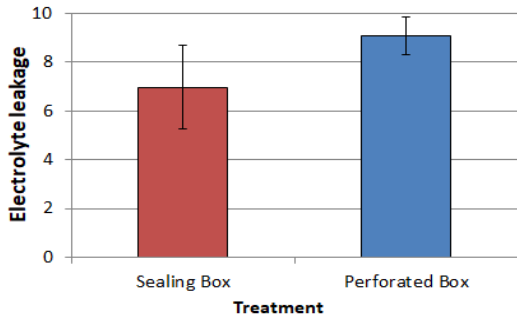
개공되어 있는 박스내 파프리카 개별의 생체중 감소율도 박스 무게와 유사하였으며, 외관은 저장 30일째 외관상 품질 한계치인 3점 이하로 떨어졌다.



개공된 박스 내 파프리카 개별 생체중 감소율과 외관상 품질 변화



박스 개공 유무에 따른 파프리카의 저장 종료일 경도와 당도



박스 개공 유무에 따른 파프리카의 저장 종료일 전해질 용출량과 색도

저장 종료일의 경도는 실링 박스, 당도와 전해질 용출량은 개공된 박스,가 다소 높았으나 통계적 유의성은 없었다. 색도의 경우 적색을 나타내는 a*값의 경우 두처리 모두 유사하였다. 품종인 저온인 상태에서 실링 박스를 사용하는 것이 적은 생체중 감소율과 양호한 외관상 품질은 보였지만, 곰팡이가 발생하여 살균 처리를 필수적으로 동반되어야 한다.



그림. 실링박스 내 파프리카의 곰팡이

▶ 3차년도

4-3-1 배추의 저장유통 및 상품성 유지기간 제시

가. 수출용 배추의 재배시기별 현장적용 가능한 적정 저장 및 상품성 유지기간 설정

- 배추는 호냉성 채소이며, 재배후기와 수확기에 생육온도가 올라갈수록 저장력은 저하된다. 수출용 배추는 80-90% 결구도를 확인하여 수확해야 하며, 봄배추와 여름배추는 수출시 품질관리면에서 맑은 날에 수확하는 것이 중요하다. 수확예정일에 강우가 예보된 경우 1-2일 전에 수확하여 저장 후 출하하는 것이 바람직하다.
- 월동배추는 수확시기를 늦춰 수확일을 늦출수록 수출시 현지에서 물러짐이 심해지며, 유통 기간을 고려하여 2월 중순 이전에 수확하는 것이 좋다.
- 과습한 토양에서 재배된 배추는 저장력이 매우 약하며, 직출하용으로 유통시킨다. 질소시비량을 늘릴수록 신선배추는 직출하용은 큰 문제가 없으나, 저장력은 급격히 감소하므로 장기 저장용 배추는 표준시비량을 최대한 준수해야 한다.

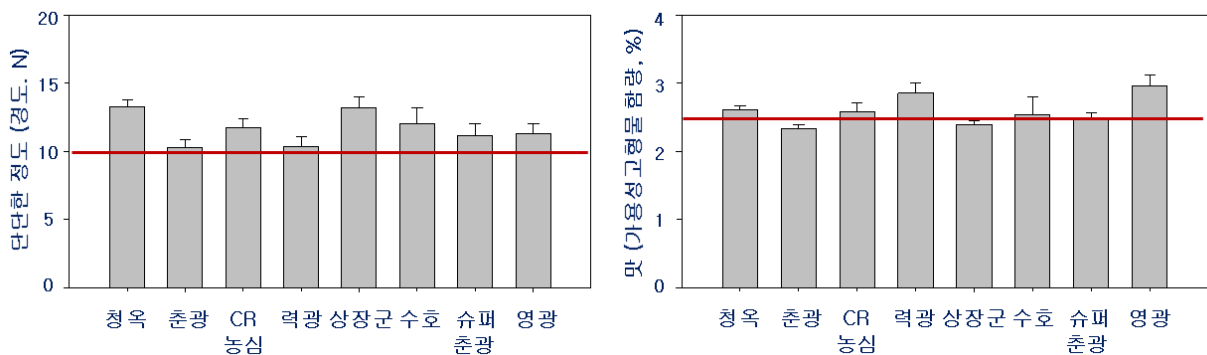


그림 4-3-1-1. 장마철(우기) 이후에 수확한 여름배추의 품질 비교

표 4-3-1-1. 작형별 결구도 추천 예시

작형	수확 적기
동절기	시장여건에 따라 결구도 80-90%에서 수확 (직출하용은 90% 그리고 저장용은 80% 추천)
하절기	직출하용 및 저장용 모두 결구도 80%가 최적 수확기 과숙한 포기는 줄기가 거칠어지는 등 품질저하 초래

- 배추의 적정 저장환경은 온도는 1~2℃, 상대습도는 90~95%이며, 저장시 품온 유지 온도는 2℃가 기본이다. 저장시설 및 저장에 이용되는 각각 농자재의 살균 소독이 저장 및 유통 중 발생하는 모든 장애를 억제시키는데 필수요소이다. 배추 수출시 고품질을 유지하기 위해서는 저장시설의 설계부터 관리까지 표준화된 수확후관리 체계를 준수하는 것이 중요하다.
- 미숙 또는 완숙된 배추는 생리 및 병리장애에 대한 저항성이 약하므로 저장용으로는 사용

하지 않는다. 또한, 완숙된 배추를 수확하거나 수확직후 너무 빨리 성숙이 진전되면 연화가 촉진되어 저장성이 떨어지게 되며, 배추의 결구가 완전히 된 것은 장기저장이 어렵다.

표 4-3-1-2. 배추와 저장고의 온습도 관리

항목	조건	항목	조건
저장고 온도	0.5~1.5℃	배추 품온	1~2℃
저장고 습도	90-95%	배추 수분함량	94-95%

표 4-3-1-3. 배추와 저장고의 환기 제어

구분	조건	횟수	조건
저장 초기	품온이 떨어질 때 까지	1회/일	30분 이내
저장 중	품온 유지시	1회/주	10~30분

- 다른 농산물과 마찬가지로 배추는 수확이후 증산에 의해 시간이 경과할수록 무게가 감소한다. 외기 환경이 고온·건조하거나 바람이 심한 곳에 노출되면 물리적으로 배추에서 수분이 강제로 빠져나가는 탈수현상이 이루어지므로, 수확후에는 저장 및 유통 환경 조절에 주의해야 한다. 배추는 호흡과 연관된 증산작용은 자연적인 현상이지만 증산이 심하면 수분 손실이 증가하여 조직감이 나빠지고 생리적 변질을 일으키므로 수확후 호흡을 낮추고 증산량을 줄여 수분손실을 줄여야 한다.

- 수확후처리로 겉잎을 조기에 건조시켜 보호엽으로 작용할 수 있도록하면 수분손실을 낮출 수 있다. 증산은 배추의 부패 및 품질 저하의 주요한 원인으로 작용하는데 온도가 높아지고 상대 습도가 낮아질수록 증산이 왕성해 진다. 배추는 저장전과 비교하여 중량이 약 10% 이상 줄어들면 보통 일반 신선배추 소비용으로서의 상품성을 상실하게 된다.

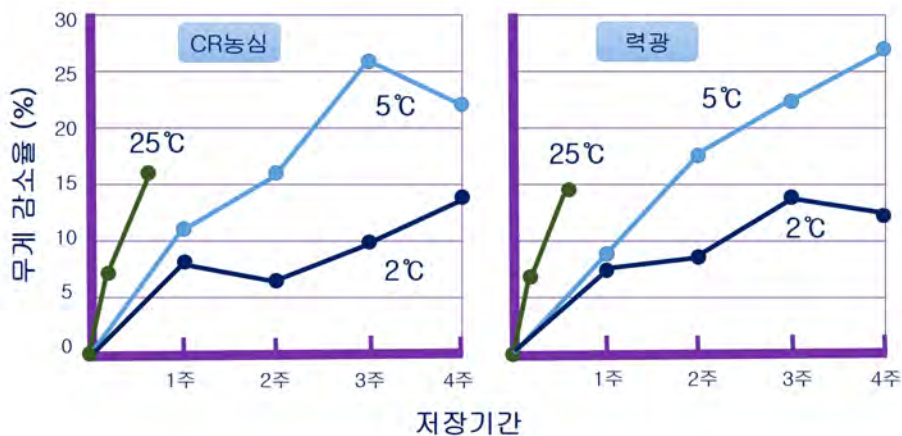


그림 4-3-1-2. 배추 저장 중 저장온도에 따른 무게 감소 비교

나. 수출용 배추의 재배시기별 적합한 전처리 기술 설정

- 수확시 사용하는 칼은 토양에 접촉하거나 병에 오염된 배추를 절단시 이후 모든 배추에 병을 전염시키는 근본 원인이 되므로, 수확 중간에 칼의 손질과 소독이 매우 중요하다. 일반 살균제 농약을 잔류농약에 대한 위험이 있으므로 사용하지 않으며, 과산화수소수, 락스(400-500배 희석), 소독용 알코올(알코올 성분 70% 이상), 소금물 등을 사용하는 것이 좋다. 1열씩 절단 후 수확용 칼을 소독하며, 소독액을 적신 수건으로 칼을 닦는 것보다 소독액에 칼을 침지하는 것이 다소 효과가 좋다.

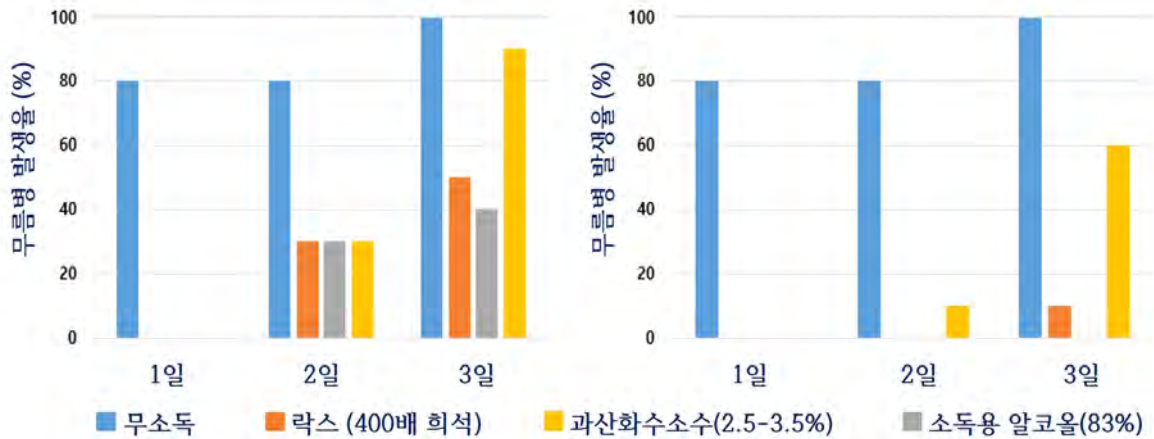


그림 4-3-1-3. 수확용 칼 소독시 무름병 살균효과 비교

- 수확용 상자 및 그물망은 직출하, 단기저장용, 겨울철 월동배추 저장에 활용한다. 장기저장용 배추는 플라스틱상자를 이용하는 것이 품질 유지와 압상 등 물리적 충격 방지, 통기와 냉기순환을 위해 적합하다. 플라스틱상자는 사용하며 다양한 작물을 담아 사용했을 가능성이 있어 농산물 조각, 미생물, 흙 등 각종 오염원이 상존할 가능성이 크므로 수시로 세척한다. 세척된 플라스틱상자는 팔레트 단위로 적재하여 필름으로 덮어 햇빛으로 추가 살균시키는 경우도 있으며, 살균처리 후에는 완전 건조시키는 것이 중요하다.



그림 4-3-1-4. 망과 플라스틱상자 위생관리

- 가을 및 월동 배추는 밭에서 수확하면서 걸잎을 잘 마르도록 바람이 잘 통하게 일정하게

정렬해 놓는다. 고온기에 직사광선을 오래 쬐일수록 배추는 수확후 품질이 급격히 저하될 수 있으나 우기에 수확하는 경우 조직이 약하고 수분함량이 높아지므로, 병발생의 위험을 줄이기 위해 늦봄 그리고 여름배추도 절단부위가 잘 건조시킨 후 적재한다. 건조 수준은 수확직후 배추무게의 1-2% 정도로써, 겉잎과 절단부위의 건조는 만졌을 때 물기가 묻지 않는 정도까지 한다.



그림 4-3-1-5. 절단 후 햇빛과 바람이 잘 통하도록 배열해 놓은 모습

- 저온저장고 입고는 42평형(138.6m²) 기준으로 배추 물량이 플라스틱상자를 팔레트에 적재시 약 85∞90톤(132팔레트) 그리고 철제 팔레트 적재시 120톤(150팔레트)이 적절하다. 1일 입고량은 예냉 처리한 배추는 전체물량을 한꺼번에 입고하여도 되나, 예냉 처리하지 않은 배추는 하루에 총 입고량의 15% 정도 이하로 입고한다.

- 저장고 내 온도분포를 고르게 하기 위해서 팔레트와 벽면과 천장 사이에 공기통로가 확보되도록 적재해야 한다. 일반적으로 중앙통로는 50cm, 팔레트와 벽면 및 팔레트 사이의 열간은 10∞20cm, 그리고 천장으로부터는 50cm 이상의 바람통로 공간을 확보해 준다. 팔레트 적재시 좌·우 사이의 간격은 냉기가 충분히 골고루 순환 될 수 있도록 10∞20cm 이상 띄워준다.

- 신선농산물의 신선도를 유지하기 위해 많은 장치와 기술이 보고되어 있으나, 현재까지 경제성과 실용성면에서 배추에 적용이 가능한 것은 플라즈마 발생기를 이용하는 것이 추천되고 있다. 플라즈마는 농/축/수산물 저장의 새로운 기술로서 저장고 내의 세균과 곰팡이균의 전파와 부패를 억제하며, 부유 미생물과 표면 미생물 살균으로 선도를 유지시키는 것으로 알려져 있다. 플라즈마는 에틸렌 가스 등의 제거와 암모니아 등 유해가스 분해로 저장성 증대의 효과

도 있는 것으로 보고되고 있다. 조직감 변화, 색상 변성, 화학 살균제의 경우 잔류량 문제가 있으나 플라즈마는 이러한 문제점을 최소화 할 수 있다.

표 4-3-1-4. 배추 저장시 플라즈마 발생기 사용법

항목	내용
작동 조건	· 2~5회/일, · 30분~1시간/회
사용 시간	· 야간 시간에 작동 추천
주의사항	· 플라즈마에서 발생하는 오존은 인체에 유해 · 오존의 완전 제거시까지 저장고 입실 금지(작동 후 최소 2시간 경과 후)

- 배추의 예건은 과습한 재배환경이나 장마철에 수확된 배추의 품질유지와 각종 생리 및 병리장해를 경감시키는데 효과가 있다. 차광상태가 아니거나 예건시간을 늘릴수록 배추의 품질은 저하되므로 음지에서 적절한 시간 동안 예건하는 것이 중요하다.

- 예건의 필요성 : 일반적으로 이른 봄과 늦가을에 적정 재배 환경조건에서 생산된 배추는 예건처리가 필요 없다. 그러나 고온기에 특히 장마철 또는 직후에 생산된 배추는 수분함량이 많고 조직이 약해지며 증산작용이 활발하여 그대로 출하하거나 저장하면 가슴에 의해 조직이 쉽게 물러진다. 또한 이시기에 생산된 배추는 약한 조직과 함께 내성도 떨어져 미생물의 생육에 최적의 상태가 되어 부패하기 쉽다. 수분함량이 높은 여름배추의 상품성을 연장시키기 위해 수확직후 과도한 수분 함량을 빠른 시간 안에 인위적으로 줄여주기 위해 예건처리를 한다.

- 큐어링 : 일반적으로 지하부를 이용하는 농산물을 수확할 때 발생하는 상처를 부위를 치유해주는 처리가 큐어링이다. 큐어링 처리는 일차적으로 상처부위를 치유하며, 이차적으로는 표피층을 두껍게 형성하게 되어 물리적으로 장벽을 만들어 줌으로써 수분손실, 생리장해, 그리고 미생물의 감염 등을 억제시킨다.

표 4-3-1-4. 배추 예건처리 조건

조건		내용
환경	노지	수확시 절단 부위만 빠르게 건조
	차광	바람이 잘 통하고 햇빛이 차단된 시설 이용
온습도		선선하고 최대한 건조한 조건
시간		24~48시간
무게 감모량		수확시 무게의 2~5% 감소 수준

- 농산물은 수확이후 햇빛에 노출되면 품질저하가 빠르게 진행되므로, 되도록 빠르게 차광 시설로 옮기는 것이 좋다. 병 발생을 줄이기 위해 수확시 절단부위가 햇빛에 노출되도록 수확 작업을 하면서 배추를 정렬하여 칼에 잘린 부위가 빠르게 마를 수 있도록 해준다. 햇빛에 노출 시간은 오래될수록 배추의 품질 저하가 심해지므로, 최단 시간 내에 절단 부위의 물기가 마르도록 하며, 이후에는 즉시 운송한다. 예건 처리는 오래할수록 병에 대한 저항성은 높아지나 품질은 급격히 저하되므로 48시간이 넘지 않도록 한다. 배추의 예건 효과는 수확직후 처리

시 가장 효과가 좋으며, 시간이 지날수록 예건 효과는 약해진다. 적절한 예건처리는 여름배추의 무름병 발생을 2~6주까지 효과적으로 억제시킬 수 있다. 단, 배추가 압상이나 눌림에 의한 수침이 발생하면 잠재해 있던 무름병의 발병 가능성이 높아진다.

표 4-3-1-4. 배추 예건처리 방법

자연 통풍	차광시설 내에서 통풍이 잘되는 곳에서 공기순환이 잘 되도록 상자 간격 유지
팬 통풍	자연건조가 어려운 환경에서 대형 선풍기를 이용하여 1일 정도 건조시킨다.
저온 통풍	저장전 약 통풍시설이 있는 저온실에서 10℃ 전후에서 건조시킨다.

걸잎과 절단면이 적절이 건조시키는 것이 중요하며, 배추의 생육상태에 따라 수확시 무게를 기준으로 감모량이 2~3% 정도가 적절하다.



그림 4-3-1-5. 배추 예건처리 조건

- 예냉은 신선농산물의 저장 및 유통중 품질을 유지하기 위해 수확직후 빠른 시간 안에 밭에서 기온과 특히 햇빛에 의해 발생하는 배추의 포장열을 제거하여 품온을 낮추어 줌으로써 호흡작용을 억제시키는 처리법이다. 현재 신선배추는 실용성과 경제성 면에서 차압예냉법을 이용하는 것이 가장 효율적이다. 배추의 차압예냉은 냉기온도는 8℃ 이하의 온도가 적합하며, 2℃ 이하로 내려가지 않도록 하고, 배추의 중심부 온도(품온)가 10℃ 이하에 도달할 때 종료한다.

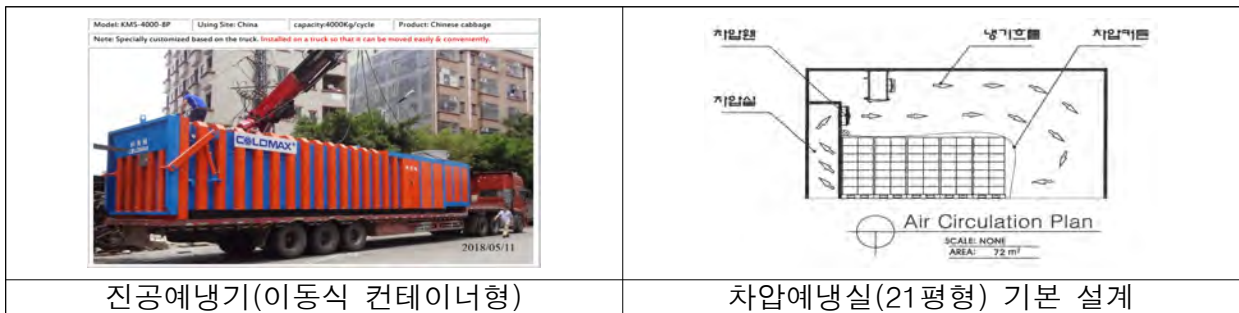


그림 4-3-1-6. 예냉 효과가 우수한 예냉 시설

- 배추는 수확한 후 영양 성분의 감소나 시듦 등의 품질 저하의 원인은 지속적인 호흡에 의

한 것이다. 수확 후에 부패나 건조 등에 의한 변질 방지와 함께, 배추의 품질을 유지하기 위해서는 호흡을 억제시키는 것이 중요하다. 성숙후기와 수확기 직전에 우기나 장마기를 거치면 호흡율은 높으면서 조직이 약하고 수분함량이 많아 저장성이 극히 나빠진다. 예냉 방법은 온도를 낮추는 냉각 방식에 따라 통풍식, 진공식, 냉수식, 빙냉식 등이 있으며, 통풍식에는 다시 강제통풍식과 차압통풍식으로 구분된다. 예냉방식은 각각 장단점이 있기 때문에 배추의 유통 형태와 경제성을 고려하여 적정 시설을 설치하는 것이 중요하다.



그림 4-3-1-7. 배추의 차압실 적재 및 적정 예냉 온도 설정

표 4-3-1-5. 배추에 적용 가능한 예냉법 비교

냉각방식	장점	단점
강제통풍식	<ul style="list-style-type: none"> ·설비비가 저렴 ·운전/조작/보수가 쉬움 ·저온저장고로 활용 가능 ·터널식 등 연속 예냉 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ·냉각 속도가 느림 (배추는 24시간 이상 필요) ·온도 편차가 발생 ·예냉중 품질 저하 발생 ·외측 농산물 결로 발생 ·결로에 의한 미생물 증식
차압통풍식	<ul style="list-style-type: none"> ·농산물 표면 결로 미발생 ·냉각속도가 빠름 (배추는 12시간 이상 필요) ·온도 편차가 적음 ·저온저장고의 개조가 가능 ·예건 효과 	<ul style="list-style-type: none"> ·풍속이 과하면 탈수 발생 ·농산물 배치에 시간과 인력 소요 ·시설대비 입고효율이 낮음 ·용기 크기 및 적재 방법에 따라 온도 편차 발생
진공식	<ul style="list-style-type: none"> ·가장 빠른 냉각 속도 (배추는 1시간 이상 필요) ·당일 출하 체계 이용 가능 ·균일한 냉각 속도와 효율 ·예건 효과 ·우기에 수확시 건조 효과 	<ul style="list-style-type: none"> ·설비비가 가장 높음 ·유지/보수비가 높음 ·대용량 처리에 부적합 ·별도의 저장시설이 필요하여 단지의 대형화 초래

- 배추의 필름포장 MAP(Modified atmosphere packaging)는 플라스틱 필름으로 과실 및 채소류를 포장하여 저장하는 것을 말한다. 저온저장 및 유통 중 적용하면 포장 내의 공기조성이 수확물의 호흡작용으로 인해 이산화탄소가 증가하고 산소 농도가 낮아진다. 필름에 의해 기체가 적절한 농도로 맞춰지면 수확물의 보존에 적합한 상태로 변화되므로 포장된 농산물이 포장하지 않은 농산물 보다 신선도가 더 오래 유지된다.

- 저장전 처리로 MAP 필름 포장 처리는 배추 날개 또는 상자 포장이 아니며, 팔레트 단위를 포함한 대용량 포장을 의미한다. 배추의 수분 손실 억제 및 품질 유지를 위한 최적의 기체 조성을 유지하기 위한 처리로 통기공이 있는 플라스틱 필름이나 PVC랩으로 팔레트 단위로 덮어씌운다. 플라스틱필름이나 PVC랩으로 포장하면 배추의 증산작용을 억제하고, 저장고내 증발기(쿨러)에서 나오는 찬바람이 배추에 직접 닿지 않아 저온장해나 강제 탈수 증상을 억제할 수 있다. 필름 포장은 저장고내에 존재하는 병원균이 바람에 의해 비산되는데 배추와 직접 접촉을 차단하는 효과도 있다. 저장된 배추의 품질 유지와 저장성을 향상시키기 위해서는 배추를 포장전에 반드시 예건이나 예냉으로 배추의 생리활성을 낮추어 주어야 한다.

- 예건과 예냉은 차별화된 수확후처리법이며 조건에 따라 단독 처리를 추천하며, 일반적으로 복합처리를 할 필요는 없다. 차압예냉과 필름포장 복합처리는 배추의 장기저장에 적합하다

- 신선도 유지와 품질관리면에서 배추는 수확직후 바로 저장고에 입고하는 경우와 비교하여 차압예냉이 가장 효과가 좋다. 예건 단독 처리보다는 예건과 필름포장을 병행하면 배추의 수분 감모를 억제하여 상품성 유지 기간이 확실히 연장된다. 차압예냉 후 필름포장의 복합처리는 배추의 장기저장을 위해 가장 효과적인 수확후 처리법이다.

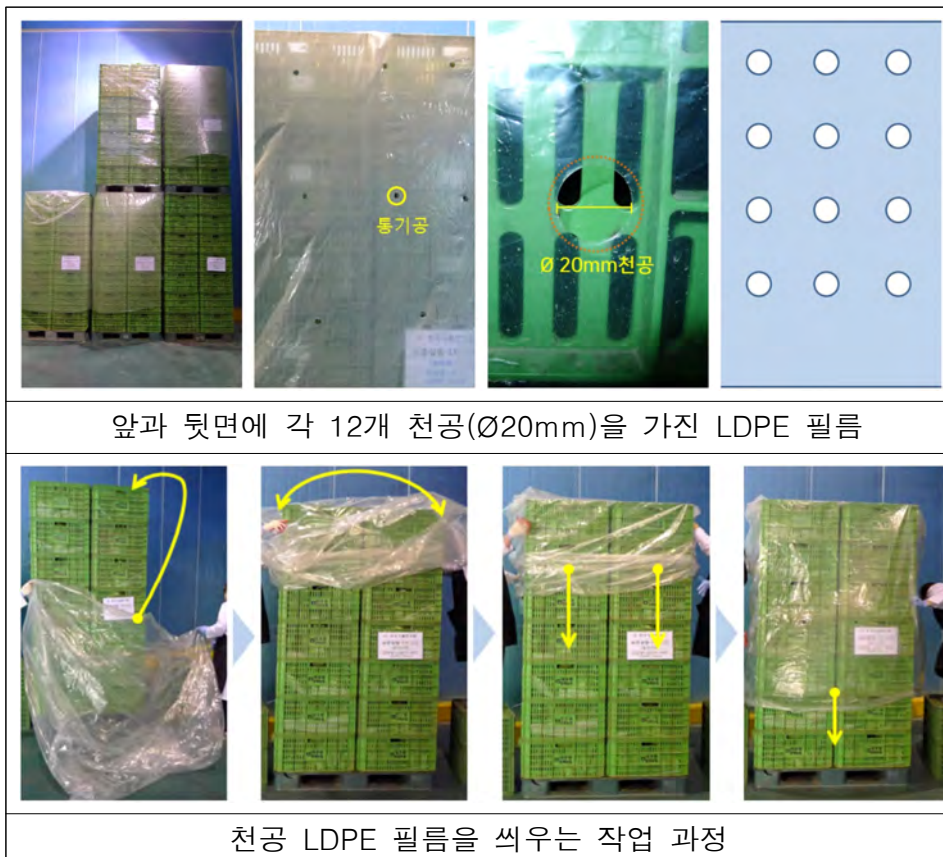


그림 4-3-1-8. 천공 LDPE 필름을 적용한 MAP 처리 예시



그림 4-3-1-8. PVC를 이용한 MAP 처리



그림 4-3-1-9. 예건, 예냉, 필름포장의 단독처리 및 복합처리 후 배추의 시선도 및 품질 유지 효과 비교

- 포장은 수확시 절단 및 상처 부위에 습도를 조절하는 제습/보습패드(흡습지) 적용, 운송 중 적재 상자의 흔들림 방지를 위한 랩핑 또는 에어포켓, 작업 효율성 개선을 위한 포장 방법 등을 유통 환경 조건에 따라 선택적으로 적용하여 활용한다. 배추의 포장 상자는 적재 유통에 찌그러짐이 적은 충분한 내구성을 가진 포장 소재로 흡습 억제 기능을 부여하거나 저장 및 운송 중 통기성이 원활한 개량형 종이 상자를 사용한다.

	
제습/보습을 위한 패드(신문지)	정방향 상자 적입
	
역방향 상자 적입	흔들림 방지를 위한 랩핑

그림 4-3-1-11. 저장용 배추의 상자 적입과 적재 준비

- 승온처리는 출고시 외기환경과의 온도 차이가 8℃ 이상이면 발생하는 결로를 해결하기 위한 처리법이므로, 온도 편차가 적은 조건에서는 처리가 필요하지 않다. 과습하거나 건조한 환경에서 생산된 배추를 2개월 이상 장기저장(2℃ 이하)하면 출하시 온도 변화에 의해 생리장해가 발생하기 쉽다. 장해의 주요 증상은 배추 겉잎에서부터 안으로 들어오면서 배추 앞에서 줄기를 형성하는 흰색의 증류에 갈색의 수침증상이 나타난다. 승온처리는 저온장해 증상을 없애기 위해 저온에 장기저장한 배추를 출하전에 3~5℃로 온도를 올려 2~3일간 보관하는 것이다. 배추에 저온장해가 발생하기 시작하는 시기까지는 승온처리로 해결이 어느 정도 가능하나, 이미 상품성을 상실하는 시기에 도달한 것이므로 즉시 출하해야 한다.

	
저장 중 갈변된 배추	증류 부위의 갈변 증상

그림 4-3-1-12. 배추 저온 저장시 발생하는 갈변 증상

- 1개월 이상 장기저장한 봄배추와 여름배추는 상온 또는 변온의 유통 환경에 노출되면 출하시 결로 발생 및 품질 저하가 매우 빠르게 진행되므로, 가능한 저온 판매장이 구축된 판매 시설로 출하하거나 가공공장으로 바로 출하해야 한다. 직출하용은 배추 운송 시 적재된 상자위

에 차광막을 덮어주어 외부환경이나 햇빛에 직접적인 노출을 방지한다. 직출하시에는 수확후 처리가 어려우므로 망포장을 이용할 경우 흙이 묻지 않고 청결에 주의하며, 상처가 발생하지 않도록 한다. 플라스틱상자에 담을 경우 상자 바닥에 종이를 깔아주면 제습과 보습에 도움이 된다. 고온기에 우기 직후에 수확한 배추는 반드시 빠른 시간 안에 생리 및 병리장해가 발생하므로, 배추의 걸잎과 절단부위에 물기가 없도록 건조시켜 주는 것이 중요하다. 고온기에 우기 직후에 수확한 배추를 종이상자에 담으면 물성이 약한 종이상자는 과습으로 인해 찌그러지기 쉬우므로 예건과 종이 포장 등의 제습 방안을 마련한다. 저장용은 특히 장기저장용 배추는 플라스틱상자에 적입하여 팔레트 단위로 이용하는 것이 좋으며, 인력과 시간 절감이 가능하다. 저온저장한 봄과 여름배추가 상온에 노출되면서 외기 온도와의 차이가 7~10℃ 이상일 경우에는 배추 표면에 결로가 발생하며, 결로 방지를 위해서는 저온유통이 필요하다. 저장용 특히 장기저장용 배추는 수확시부터 플라스틱상자를 이용한 운송으로 압상을 최소화 한다. 플라스틱상자를 이용하여 적재하면 팔레트 단위로 필름 포장이 용이하여 취급이 쉽다. 예냉처리하여 저온저장한 배추의 운송 시 최대한 저장온도에 맞추어 이동하여야 예냉 효과를 최대로 유지할 수 있다.



그림 4-3-1-13. 트럭에 차광망, 종이를 이용한 제습/보습, 종이로 감싼 망포장

- 수출시 컨테이너 차량에 규격화된 종이상자를 이용하며, 상자를 상차할 때 롤로를 이용하여 상자의 이동과 적재의 효율성을 증대시킨다. 저온 저장한 봄과 여름배추가 상온에 노출되면서 외기 온도와의 차이 때문에 반드시 결로가 발생하므로, 승온처리나 필름포장으로 결로 방지 대책을 고려한다. 수출용 배추는 컨테이너 온도를 0.5~1℃로 설정하고 환기구를 1/3~1/5 수준으로 개폐하여 배추 품온이 2℃로 유지되도록 한다. 운송중 차량의 흔들림으로 인해 컨테이너 내부의 배추는 찰과상과 압상이 발생하기 쉬우므로, 적재 상자들을 랩핑하거나 적재된 배추 상자와 컨테이너 문 사이에 에어포켓을 끼워 넣는다.

			
수출용 종이상자와 컨테이너에 롤러를 이용한 상차(캐나다 사례)		컨테이너에 적재된 캐나다(좌)와 대만(우) 수출용 종이상자	
			
현장 랩핑	APC 랩핑	에어포켓	

그림 4-3-1-14. 흔들림 방지를 위한 랩핑과 에어포켓 활용

표 4-3-1-6. 적정 수확전 및 수확후관리시 신선배추 유통기간 설정

작형*	출하 유형	저장유통기간
봄배추* 가을배추	수확즉시 출하	유통(1-2주)
	저장*후 출하	저장(3-9주) + 유통(1주)
여름배추	수확즉시 출하	유통(7일 이내)
	저장*후 출하	저장(1-3주) + (7일 이내)

*작형 : 지속적 강우 등 재배환경이 불량하거나 적정시비 조건으로 재배하지 않은 신선배추는 적정 수확후처리로 관리해도 저장력이 급격히 저하되므로 즉시 출하한다.

*봄배추 : 재배지역에 따라 생육말기 및 수확기가 30℃ 전후의 고온에 도달하면 여름배추에 준하여 관리한다.

*저장 : 배추는 품종에 따라 저장력의 차이가 심하므로 저장후 출하를 필요로 할 경우에는 장기저장용 배추를 선택하는 것이 중요하다.

[1세부 강원대학교]

▶ 3차년도

4-3-2 상추류 유통기간 저온기 2주, 고온기 1주 연장 기술 개발

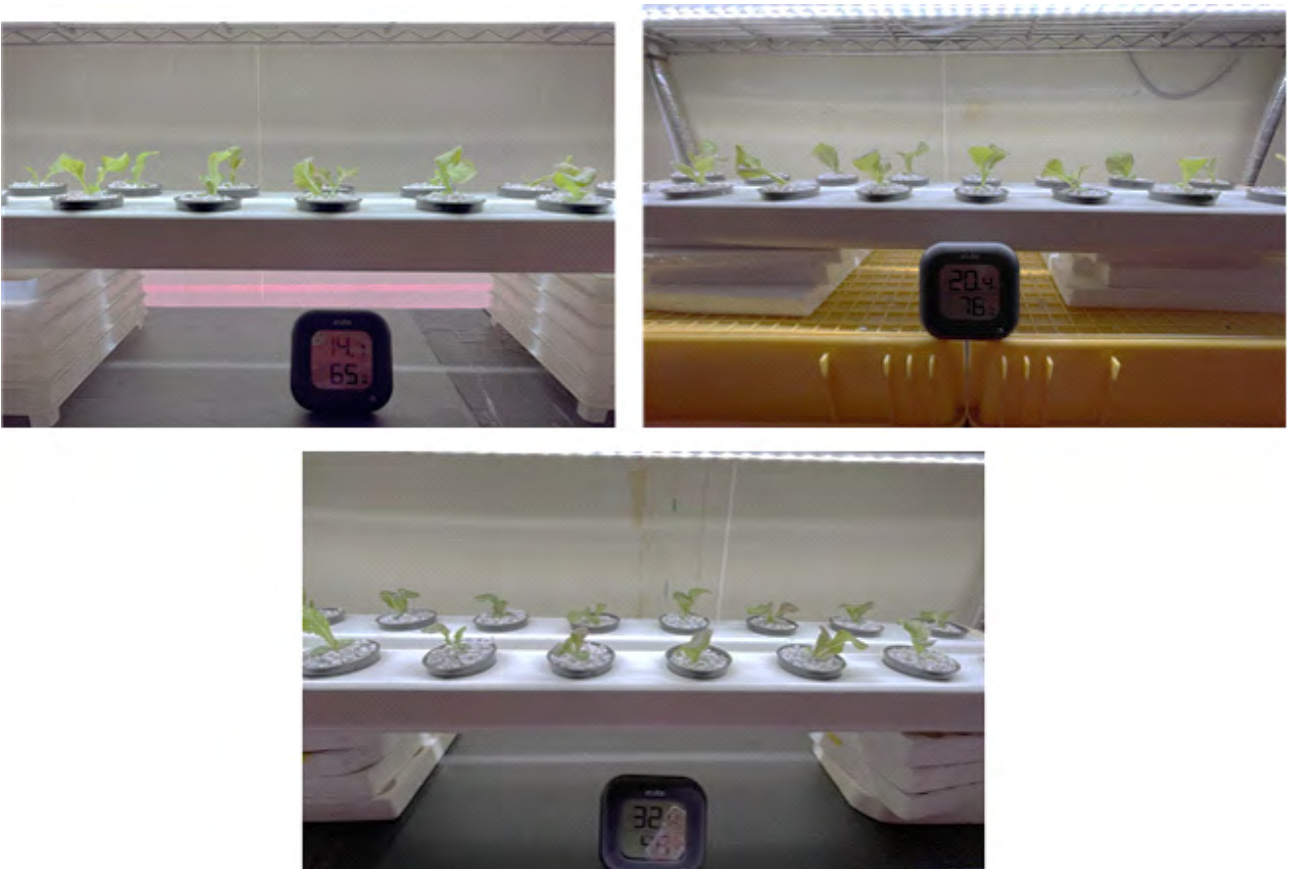
- 연구 방법

공시재료 : 적로메인 상추 (슈퍼시저스레드, 아시아종묘)

처리방법 : $13\pm 3^{\circ}\text{C}$, $23\pm 3^{\circ}\text{C}$, $33\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 White-LED를 인공광원으로 설정한 후 NFT 방식의 수경재배 후 유공필름(PF ; \varnothing 8 mm \times 8hole)과 비천공필름(20,000cc OTR)으로 포장

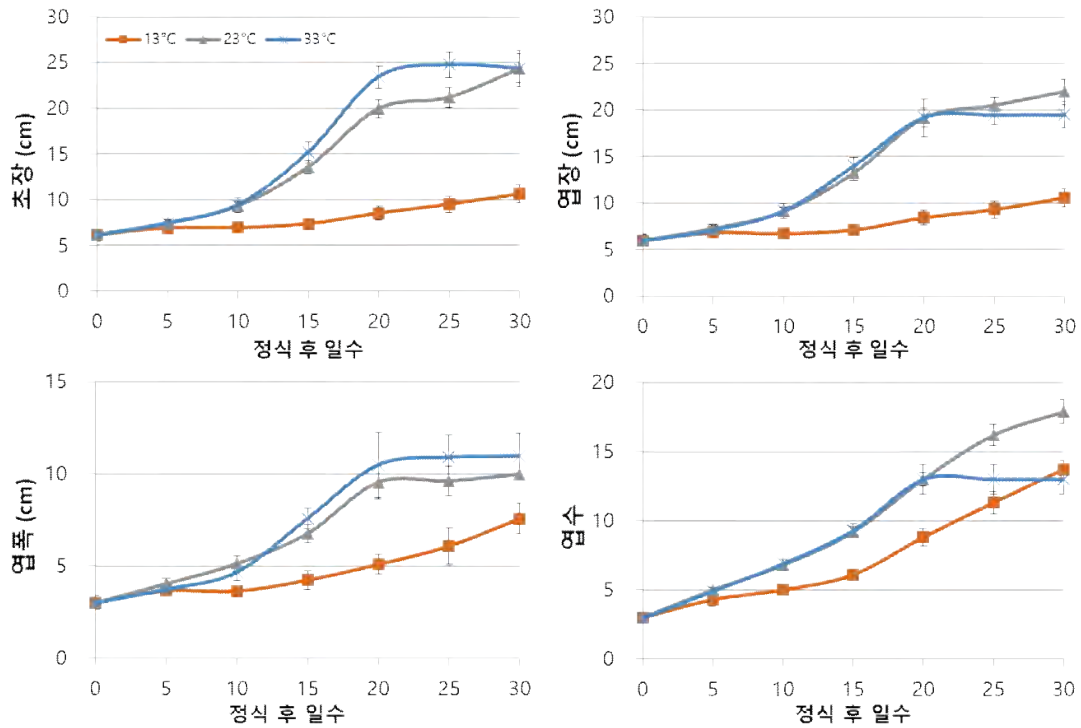
저장방법 : $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($85\pm 5\%RH$) 저온고에서 유공필름은 15일, 비천공 필름은 30일간 저장

조사내용 : 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 재배환경과 수확 후 상온에서의 호흡률과 에틸렌 발생률, 지상부 생체중, 최대양자수율(Fv/Fm), 저장 중 생체중 감소율, 포장 필름 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌가스 농도 변화, 저장 중 외관상 품질 변화



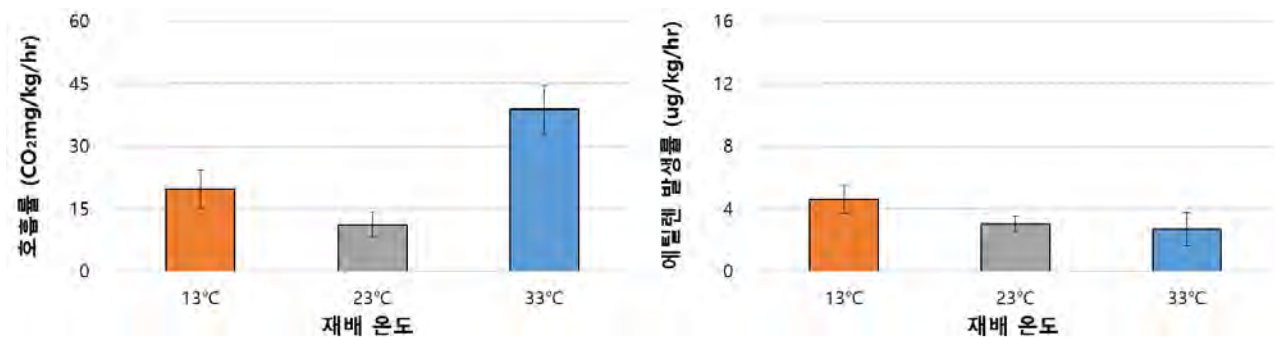
온도별 적로메인 재배 모습

- 연구 결과



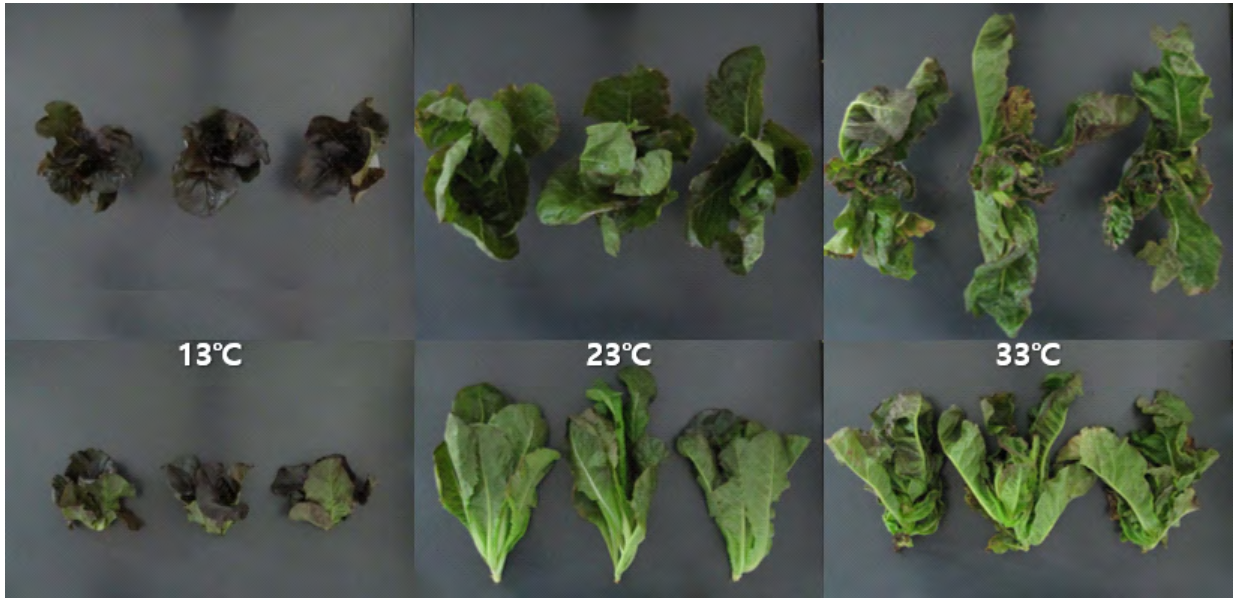
재배 온도에 따른 정식 후 초장, 엽장, 엽폭, 엽수의 변화

재배 온도에 따른 적로메인의 생육을 알아보기 위해 5일마다 생육조사를 실시하였다. 재배 온도에 따른 초장의 경우 13°C 재배구에서 재배 종료일까지 가장 짧았으며, 25일차까지는 33°C 재배구에서 가장 길었으나, 재배 종료일인 30일차에는 23°C와 33°C에서 비슷한 수준을 보여주었다. 엽장의 경우 초장과 마찬가지로 13°C 재배구에서 가장 짧았으며, 재배 20일차 이후로 23°C 재배구가 33°C 재배구에 비해 길었다. 초장과 엽장의 차이가 가장 큰 재배구는 33°C 재배구로, 그 이유는 도장한 개체가 많았기 때문이다. 엽폭의 경우 재배 종료일에 33°C 재배구에서 가장 넓은 값을 보여주었으며, 재배온도가 낮아질수록 좁았다. 엽수의 경우 재배 종료일에 23°C 재배구에서 가장 많았으며, 13, 33°C 순으로 엽수가 적었다.



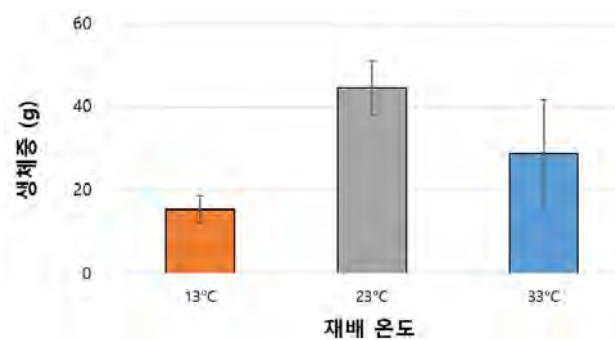
재배 온도에 따른 적로메인의 수확 후 상온에서의 호흡률과 에틸렌 발생률

각 재배 온도에서 재배한 적로메인을 수확 후 품온이 20℃일 때의 호흡률과 에틸렌 발생률을 측정하였다. 호흡률의 경우 재배 적온이 아닌 33, 13℃ 재배구에서 재배 적온인 23℃ 재배구에 비해 높은 호흡률을 보여주었으며, 재배 온도가 가장 높았던 33℃ 재배구는 다른 재배구들에 비해 큰 차이를 보여주었다. 수확 후 상온에서의 에틸렌 발생량은 재배구들 간의 차이가 보이지 않았다.



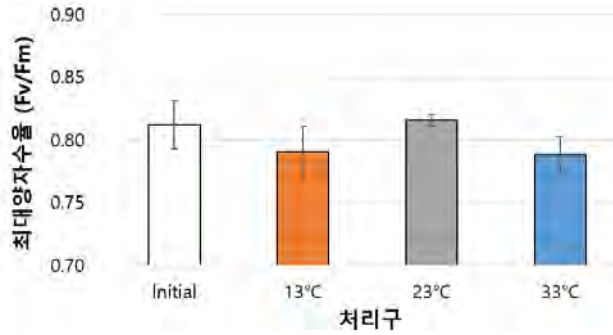
재배 온도에 따른 적로메인 상추의 수확 후 모습

생육 적온인 23℃재배구에 비해 13℃ 재배구는 초장이 짧고, 도장하지 않으며 적색 발현이 좋았던 반면 33℃ 재배구는 도장하였고, 틸번 현상에 의한 황화현상 등이 많이 발생했던 것을 알 수 있다.



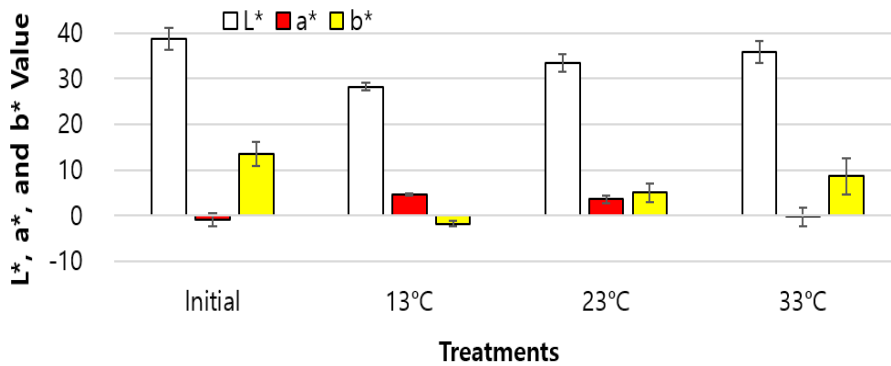
재배 온도에 따른 수확 시 적로메인 상추의 생체중

수확 시 지상부의 중량은 초장이 길고, 초장과 엽장의 차이가 크지 않으며, 엽수가 가장 많아 생육이 좋다고 판단되는 23℃ 재배구의 적로메인이 가장 무거웠으며, 초장이 가장 짧은 등 생육이 더딘 것으로 나타났던 13℃ 재배구에서 가장 가벼웠다.



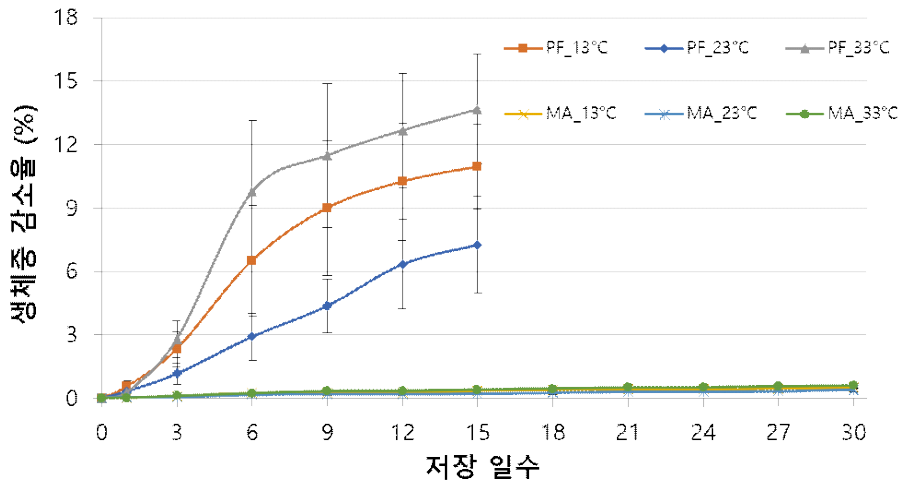
재배 온도에 따른 적로메인 상추의 최대양자수율(Fv/Fm) 변화

식물이 광합성을 할 수 있는 잠재력을 나타내는 최대양자수율의 경우 23°C 재배구에서는 정식 0일차(Initial)에 비해 증가하였으나, 13, 33°C 재배구는 오히려 감소하였고, 두 처리구 간의 차이는 보이지 않았다.



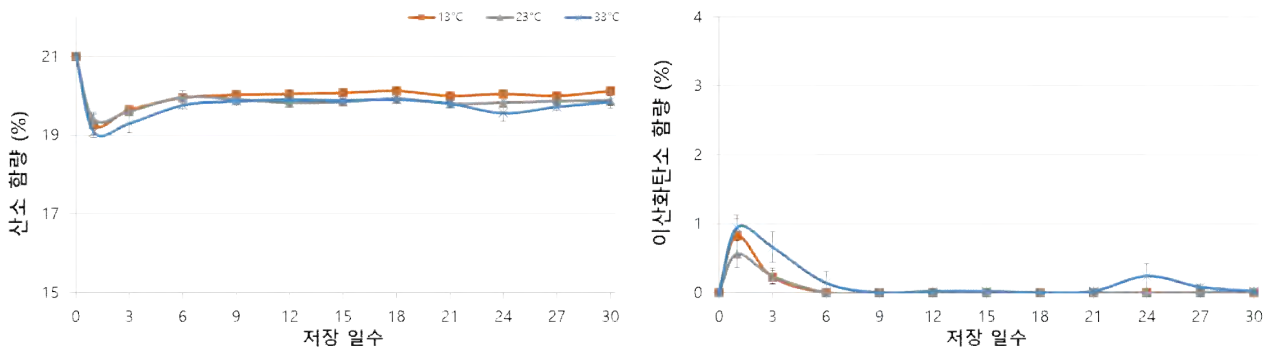
재배 온도에 따른 적로메인 상추의 Hunter L*, a*, b* 값 변화

명도를 나타내는 Hunter L* 값의 경우 정식 0일차(Initial)에 비해 모든 재배구에서 감소하였으며, 재배 온도가 높을수록 높은 값을 보여주었고, 값이 커질수록 적색을 나타내는 Hunter a* 값의 경우 정식 0일차(Initial)에 비해 재배 종료일에 모두 증가하였으며, 재배 온도가 낮을수록 높은 값을 보여주어, 13°C 재배구에서 적색 발현이 가장 잘 된 것을 확인할 수 있었다. 또한, 값이 커질수록 황색을 나타내는 Hunter b* 값의 경우 0일차(Initial)에 비해 모든 재배구에서 감소하였으며, 재배 온도가 높을수록 값이 커지는 경향을 보였다.



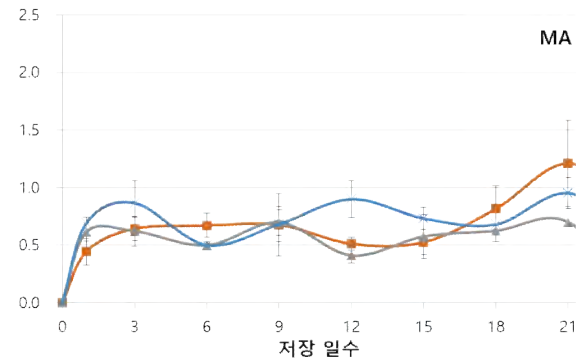
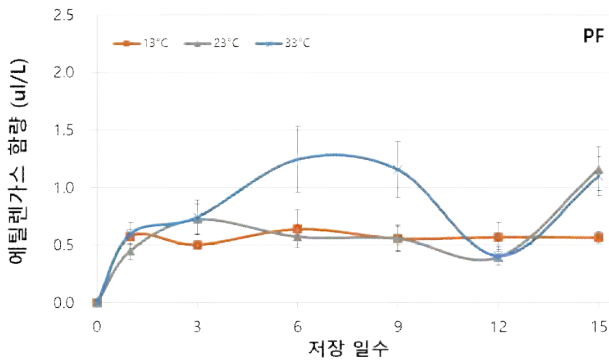
재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인의 저장 중 생체중 감소율

생체중 감소율은 PF 저장 처리구가 MA 저장 처리구에 비해 빠른 속도로 감소하였다. PF 저장의 경우 저장 종료일인 15일까지 가장 큰 감소율을 보인 것은 33°C 재배구로 14%에 달하는 감소율을 보여주었으며, 처리구 중 가장 적은 감소율을 보인 23°C 재배구에서도 저장 종료일에 약 7% 수준의 높은 감소율을 보였다. 그러나, MA 저장의 경우 저장 종료일인 30일까지 모든 재배구에서 1% 내의 감소율을 보였다. 또한, 저장방법과 상관없이 33°C 재배구에서 가장 높은 생체중 감소율을 보였으며, 23°C 재배구에서 가장 낮은 감소율을 보여주었다.



재배 온도에 따른 MA 저장 적로메인의 저장 중 포장 필름 내 산소와 이산화탄소 농도 변화

저장 중 포장 필름 내 산소, 이산화탄소 농도는 대기 중과 비교해 변화가 관찰된 MA 저장 처리구에서만 측정을 하였다. MA 포장필름 내 산소 농도의 경우 초기값에 비해 감소하였으나, 모든 처리구가 저장 종료일까지 18% 이상을 유지하였다. 이산화탄소 농도의 경우 모든 재배구에서 종료일까지 2% 이하의 농도를 유지하였으며, 대체적으로 33°C 재배구에서 비교적 높은 값을 보여주었다.

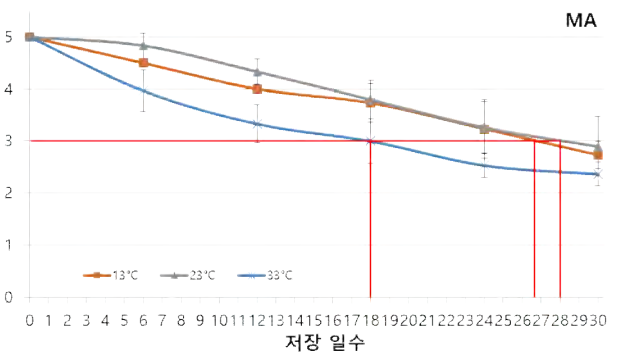
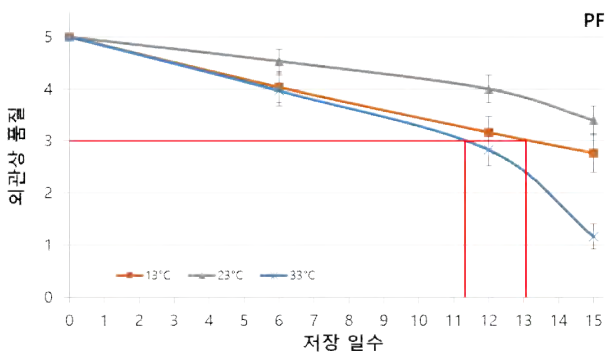


재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인의 저장 중 포장 필름 내 에틸렌가스 농도 변화

저장 중 포장 필름 내 에틸렌 가스 농도는 PF와 MA 두 저장 처리구에서 모두 측정을 하였으며, PF 저장 종료일인 15일과 MA 저장 중 21일까지 재배 온도와 저장방법에 따른 뚜렷한 경향성 없이 1.5ul/L 내외를 유지하였다.

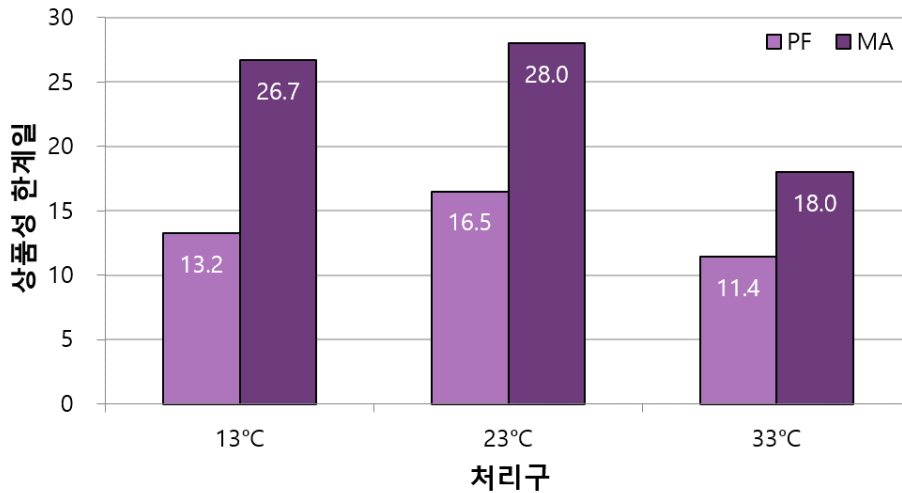


재배 온도와 저장방법에 따른 적로메인 저장 종료일 모습



재배 온도와 저장방법에 따른 외관상 품질의 변화

저장 중 패널테스트로 평가한 외관상 품질은 생체중 감소율과 마찬가지로 PF 저장 처리구가 MA 저장 처리구에 비해 빠르게 감소하여, 저장 종료일인 15일차에 23℃ 재배구를 제외하면 모두 상품성의 한계로 지정한 3점 이하였고, 23℃ 재배구는 3점대였다. 이는 급격한 수분함량 감소로 인한 위조가 원인인 것으로 생각된다. MA 저장 종료일인 30일차에는 모든 처리구가 3점 이하였고, 33℃ 재배구에서 가장 낮은 점수를 받았다. 또한, 저장방법에 상관없이 외관상 품질은 33℃ 재배구에서 가장 빠르게 감소하였으며, 23℃ 재배구에서 가장 늦게 상품성 한계인 3점에 도달하였다.



재배 온도와 저장방법에 따른 상품성 한계일

위 그래프는 외관상 품질이 상품성의 한계로 지정한 3점이 되는 날을 나타낸 것으로, 저장 방법에 따른 13℃ 재배구는 PF 저장에 비해 MA 저장이 약 13.5일 저장 기간을 연장할 수 있었으며, 23℃ 재배구는 약 11.5일, 33℃ 재배구는 약 6.6일 연장할 수 있음을 알 수 있다.

위의 결과를 종합해 볼 때, 적로메인 상추는 생육적온인 23℃에서 재배하고 MA 저장하는 것이 생육이 좋으며, 수확 시 생체중이 높고, 저장 중 생체중 감소율이 적으며, 포장 필름 내 산소, 이산화탄소 농도가 일정히 유지되고 오랜 기간 저장이 가능하여 적로메인을 저장하는데 효과적인 것으로 판단된다.

▶ 3차년도

4-3-3 파프리카 혼합선적 가능 기간 15일을 위한 저온장해 완화 기술 개발

가. 파프리카 숙기와 저장 습도에 따른 저온장해 완화 기술

- 연구 방법

공시재료: '나가노' 적색 품종

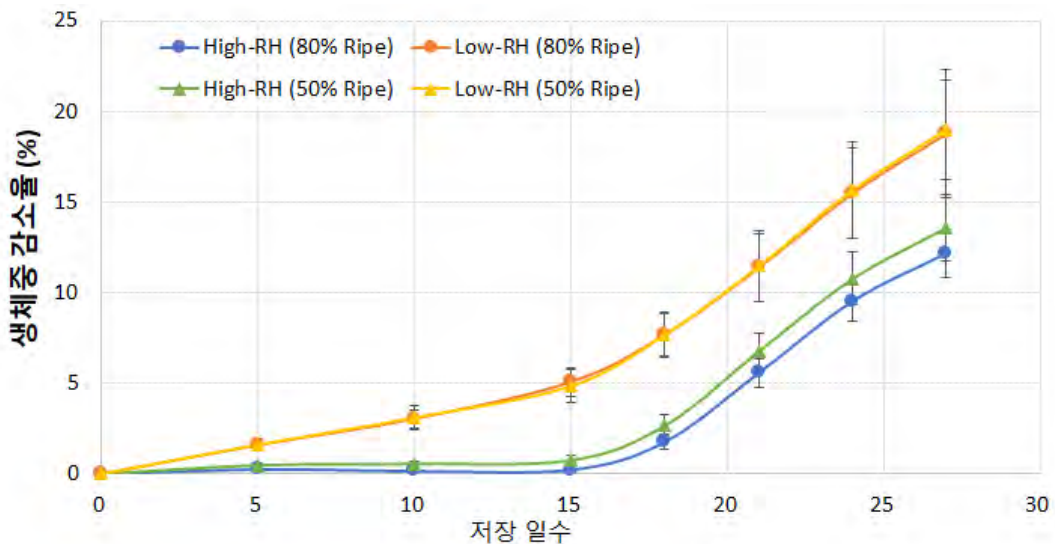
처리방법: 50%, 80% 숙기 수확 후 고습도(95-99%RH), 저습도(55-60%)에 저장

저장방법: 5℃ (고습도: 95-99%RH, 저습도: 55-60%RH) 저온고에서 15일간 저장 후 상온 (20℃)에서 12일간 저장

포장방법: 기존의 골판지 수출유통 박스(Carton Box)

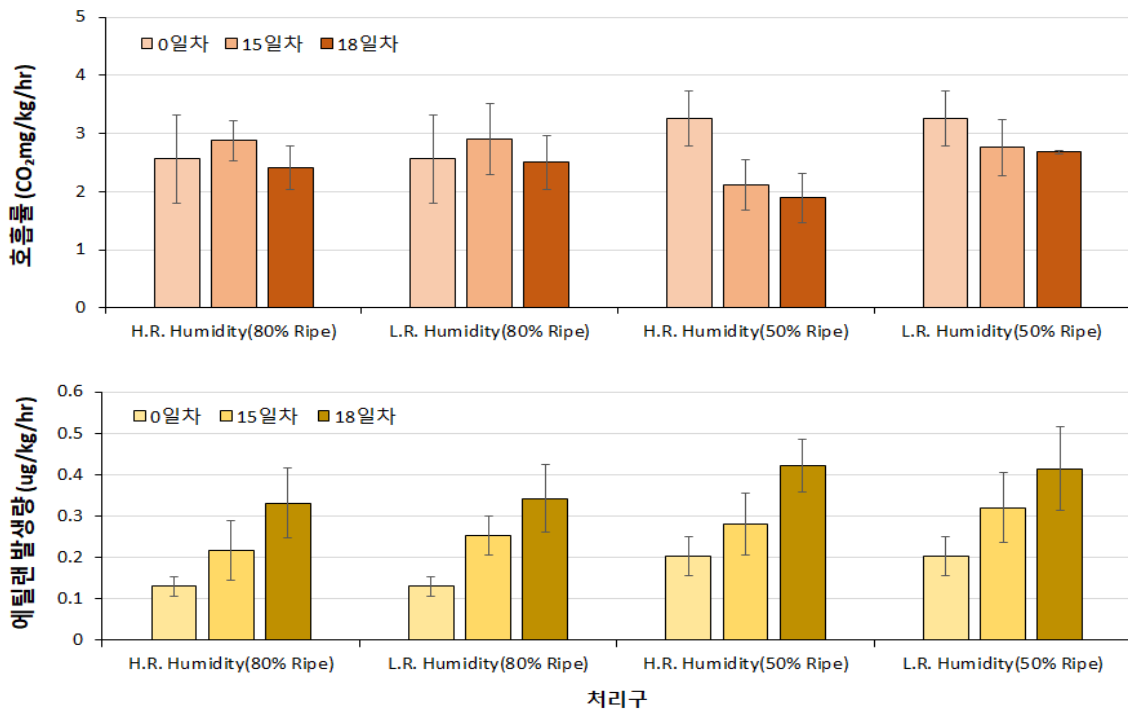
- 연구 결과

생체중 감소율의 경우 High-RH(고습도) 처리구가 Low-RH(저습도) 처리구보다 생체중 감소율이 낮았으며, Low-RH(저습도) 처리구에선 숙기별로 차이가 없었으며 High-RH(고습도) 처리구에서는 15일간의 저온저장 중에는 숙기별 차이가 없었으나, 상온으로 이동 후, 50% 숙기에 비해 80% 숙기이 생체중 감소율이 더 적었다.

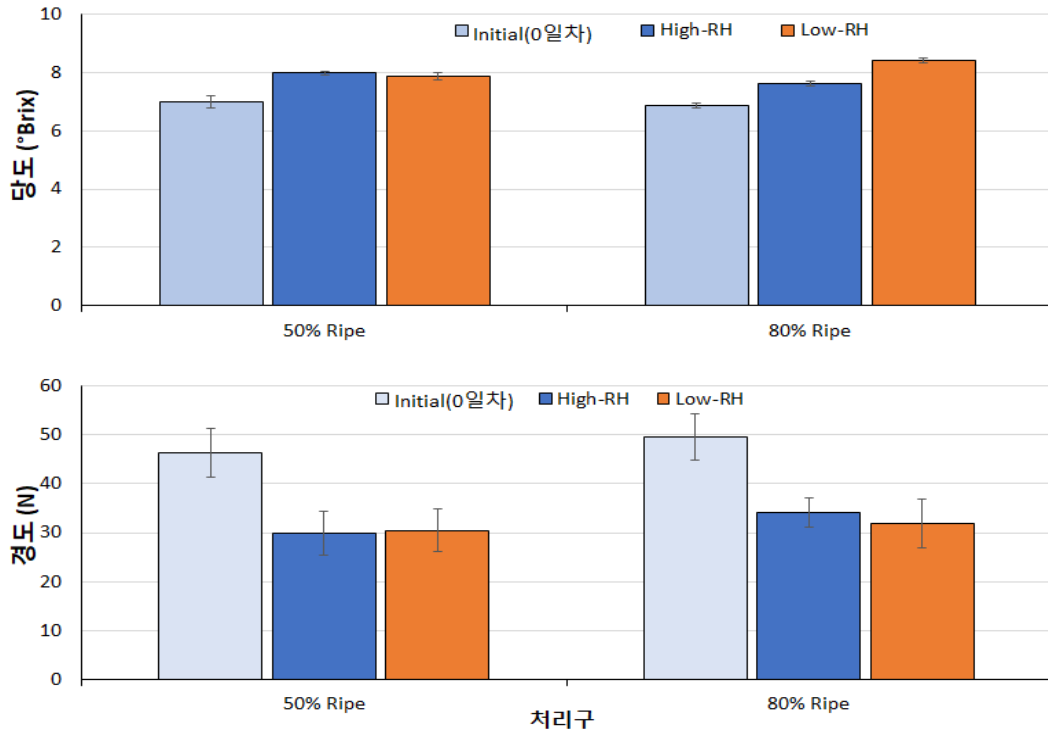


호흡률은 수확 후 초기 호흡률을 측정 한 뒤, 15일간 저온저장 후 상온으로 이동해 3일 간격으로 측정하였으며, 초기 호흡률은 80% 숙기에 비해 50% 숙기가 높았다. 15일간 저온저장 후 상온으로 이동 시킨 직후의 호흡률은 80% 숙기의 경우 초기 호흡률에 비해 상승했으며, 큰 차이는 없었지만 High-RH(고습도)가 Low-RH(저습도)에 비해 낮았고, 저장기간이 길어짐에

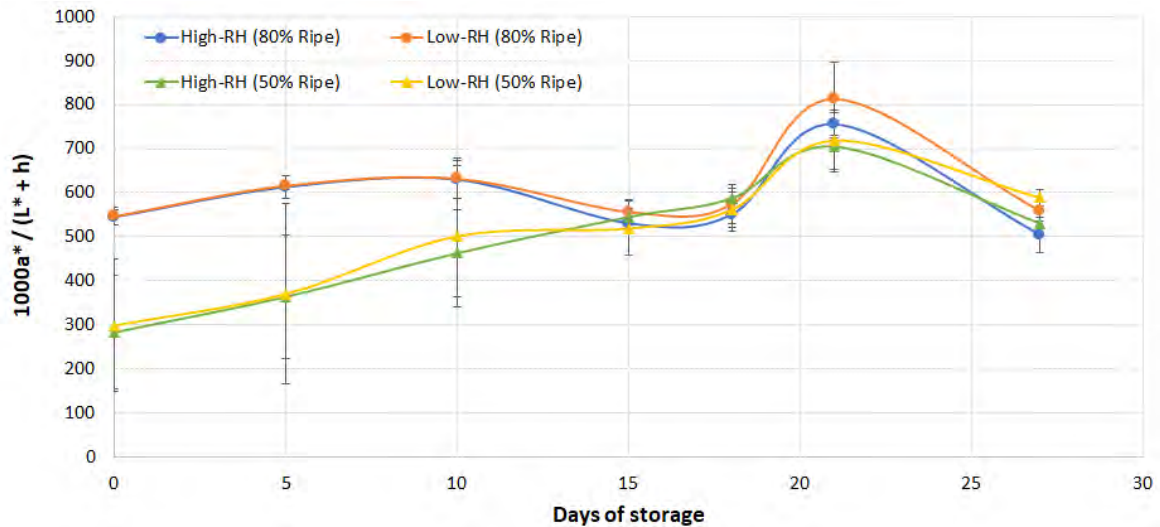
따라 큰 차이는 나타나지 않았다. 50% 숙기의 경우 수확 직후인 초기 호흡률 보다 호흡률이 감소했으며, High-RH(고습도)가 Low-RH(저습도)에 비해 호흡률이 낮았다. 전체적으로 High-RH(고습도)가 Low-RH(저습도) 처리에 비해 에틸렌의 발생량이 적었으며, 저온 저장 후 상온으로 이동한 15일 이후 에틸렌 발생량이 급격하게 증가했다. 또한 에틸렌 발생량이 80% 숙기보다는 50% 숙기가 더 많이 발생하는 경향을 나타냈다. 따라서 저장고 내 상대습도가 높을 수록, 완숙과 일수록 저온에 의한 피해가 적을 것이라고 판단된다.



당도 및 경도의 경우 저장 전과, 저장 종료 후 측정했으며, 당도는 처리구에 관계없이 저장 전 보다 저장 종료 후가 가장 많이 증가 했고, 당도가 오른 원인은 저장 중 수분 손실에 의한 것과, 50% 숙기 과실의 경우 과실이 익으면서 당도가 상승된 것으로 추정된다. 당도가 가장 적게 상승한 것은 80% 숙기의 High-RH(고습도) 처리였고, 그 다음으로는 50% 숙기의 Low-RH(저습도) 처리와 50% 숙기의 High-RH(고습도) 처리이며, 당도가 가장 많이 상승한 것은 80% 숙기의 Low-RH(저습도) 처리이다. '경도는 처리구에 관계 없이 저장 전보다 저장 후의 경우 감소했으며, 경도가 가장 적게 감소한 것은 80% 숙기의 High-RH(고습도) 처리였고, 그 다음으로는 50% 숙기의 Low-RH(저습도) 처리와 50% 숙기의 High-RH(고습도) 처리이며 (16.52N 감소), 경도가 가장 많이 감소한 것은 80% 숙기의 Low-RH(저습도) 처리이다.



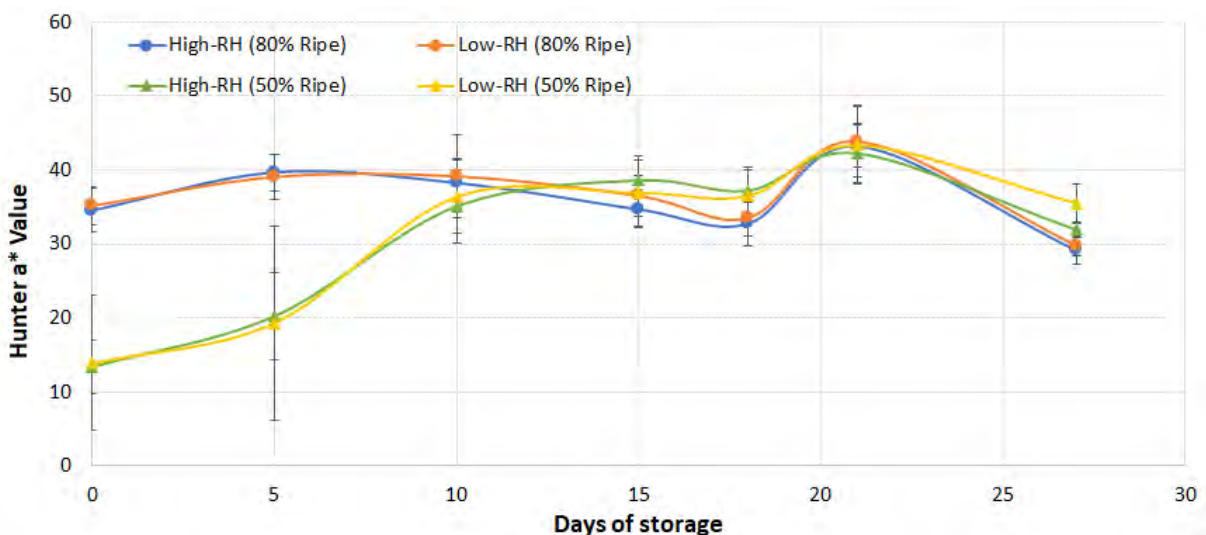
전해질 용출량의 경우 저온 저장 전과, 상온으로 이동한 후 9일 뒤, 실험 종료일에 측정하였고, (과실 개수 부족으로) 그래프는 저온 저장 전과(0일차), 상온으로 이동한 후 9일뒤인 24일차를 비교하였다. 저장 초기에 비해 상온으로 이동한 후 9일뒤인 24일차에 전해질 용출량이 더 높았고, 80% 숙기의 경우 큰 차이는 없었지만, 50% 숙기의 경우 High-RH(고습도) 보다는 Low-RH(저습도 처리)가 더 높았다. '저온장해지수는 저온저장 전과 저온저장 15일차에 상온으로 이동한 후 3일마다 측정했다. 저온장해 지수의 경우 가장 많이 증가한 것은 50% 숙기의 Low-RH(저습도) 처리였고 그 다음으로는 80% 숙기의 Low-RH(저습도)처리였고, 80% 숙기의 High-RH(고습도)와 50% 숙기의 High-RH(고습도) 처리는 저습도 처리구에 비해 적게 증가했으며, 큰 차이는 없지만 80% 숙기가 저온장해 지수가 약간 낮았다. 따라서 저온장해로 인한 외관의 변화는 고습도일 수록, 과실의 숙기가 완숙 일수록 적은 것으로 판단된다.

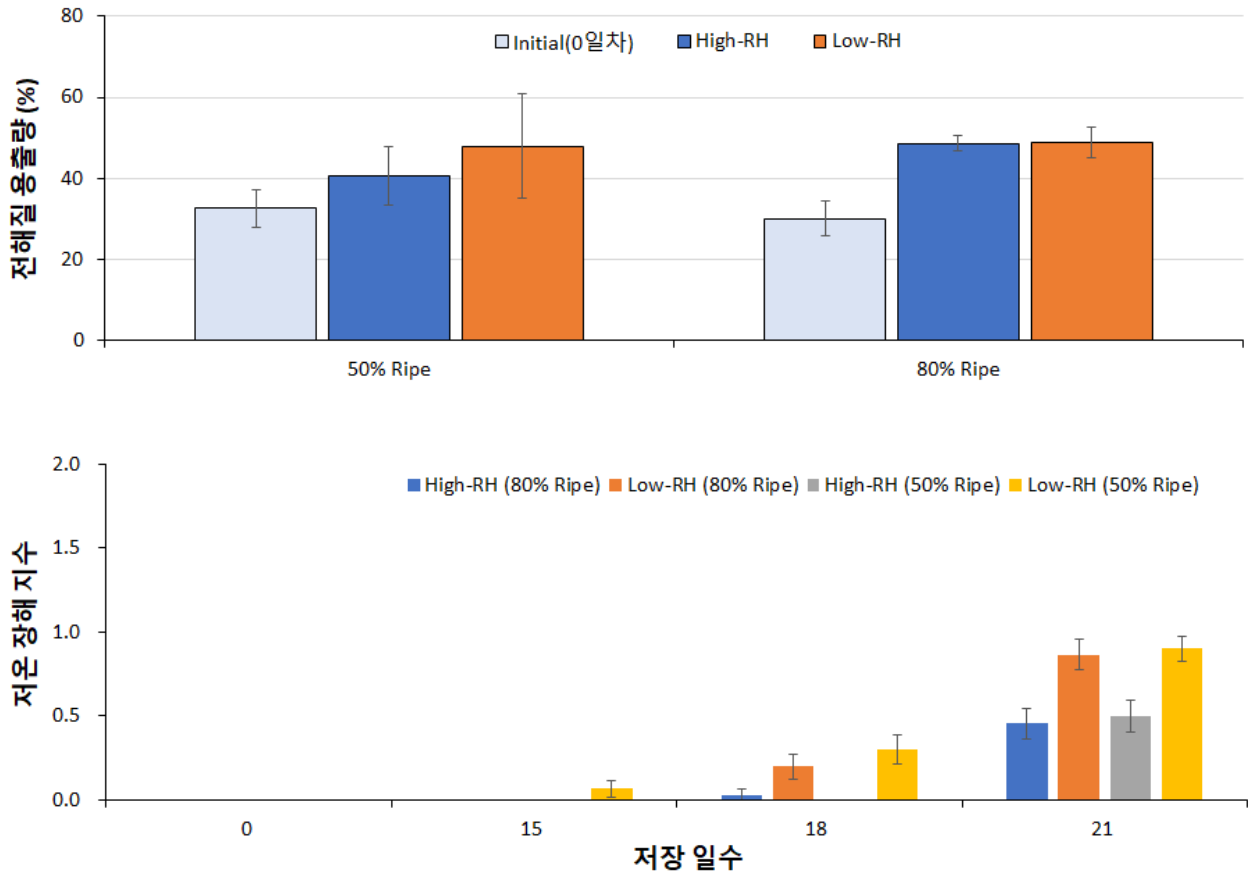


PACI: ASTA 색상지수(extractable color)의 로그값에 대한 CIELAB 회귀값 ($r=0.9662$)

파프리카의 색상은 숙성 중에 과일에서 생성되는 카로티노이드계 색소에서 비롯되며, 적색 파프리카의 경우 capsanthin, capsorubin, cryptocapsin 등이 포함된다. '고추나 색소추출물의 capsanthin 등 carotenoid 함량 표시는 세계적으로 ASTA(American Spice Trade Association) 색상값을 가장 많이 사용하는데, ASTA 색상값은 객관적이긴 하지만, 시간이 오래걸리고 파프리카 열매를 파괴해야하는 단점 때문에, 색차계를 이용하는 CIE법의 Hunter L* a* b* 등의 매개변수를 통해 쉽게 계산할 수 있으며, ASTA 색상값의 로그값과 높은 상관 관계를 가진 PACI 지수 [$1000a*/(L*+h*)$]를 이용하였다. ($r=0.9662$).

습도처리에 관계없이 50% 숙기의 파프리카는 시간이 지날수록 PACI 값이 증가해 15일차에는 80% 숙기와 비슷해졌으며, 저온저장고에서 상온으로 이동한 15일 이후 저장기간이 길어짐에 따라 Low-RH 처리구의 PACI가 High-RH 처리구 보다 증가했는데, 이는 저장고 내 저습도 등으로 인한 수분 증발 등이 원인으로 보인다.





위의 결과를 종합해보면, 수확 시 숙기에 따른 생체중 감소율, 호흡률과 에틸렌 발생률의 차이가 나타나지 않았다. 저장 습도가 낮을수록 숙기의 차이 없이 생체중 감소율, 호흡률과 에틸렌 발생률이 높고 저온장해 지수도 높은 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 파프리카 수확 시 숙기 보다는 저장 습도를 높게 유지하는 것이 저온장해 증상을 완화하는 데 중요하다.

나. 파프리카 이산화탄소 처리에 따른 저온장해 완화 기술

- 연구 방법

공시재료: '나가노' 적색 품종

처리방법: 이산화탄소 처리 - 40%, 20%, 10% CO₂ 가스 24시간처리, MA 50,000cc 필름

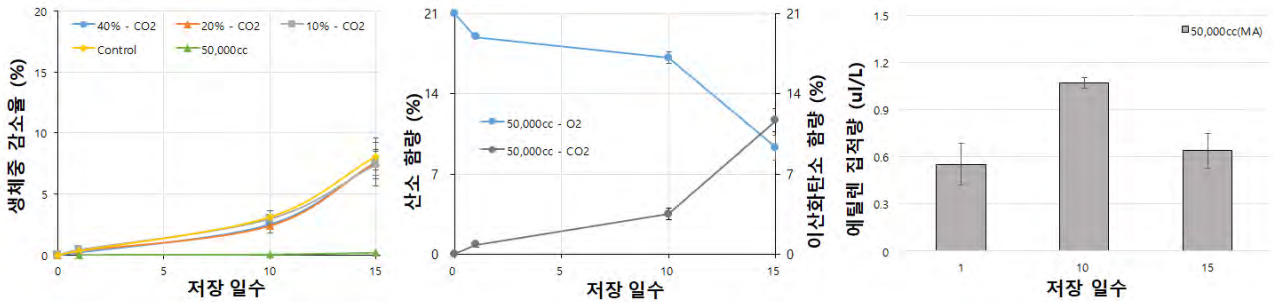
저장방법: 5℃ 저온고에서 10일 저장 후, 상온(20℃)에서 5일간 저장

포장방법: 기존의 골판지 수출유통 박스(Carton Box)

- 연구 결과

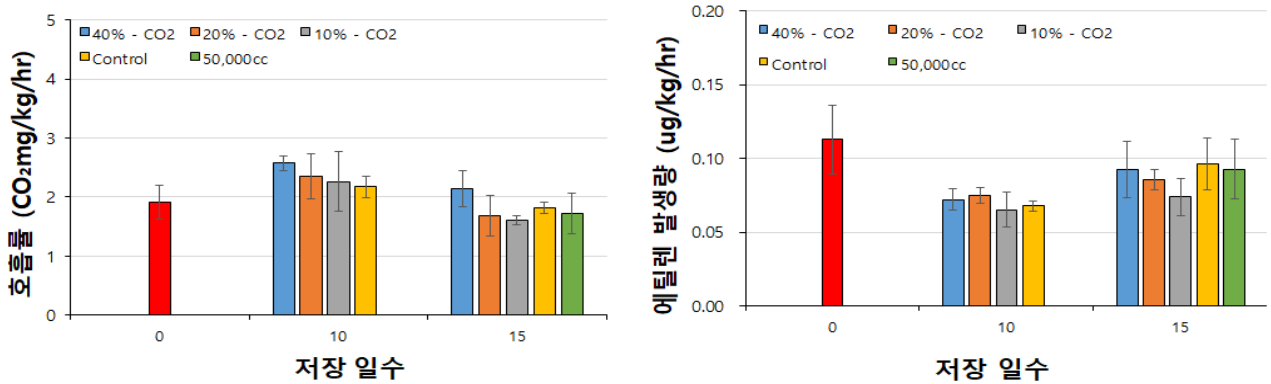
이산화탄소 처리 후 저장 중 생체중 감소율은 대조구 였던 MA저장 처리구가 가장 낮은 감소 정도를 보였고, 이를 제외한 박스 저장구는 저온 저장 10일후 상온으로 이동하여 저장 직 후

급격한 감소를 보이며 저장 종료일에 파프리카 최대 생체중 감소 허용정도인 8%에 달하는 높은 감소율을 나타냈다. MA저장 처리구의 필름내 공기 조성은 저온 저장 종료 후 상온으로 이동하였을 때 이산화탄소는 급격히 증가하였고, 산소 농도는 급격히 감소하였다. MA저장 처리구 필름내 에틸렌 농도는 저장 10일째 가장 높았으며 상온으로 이동하였을 때 감소하였다.

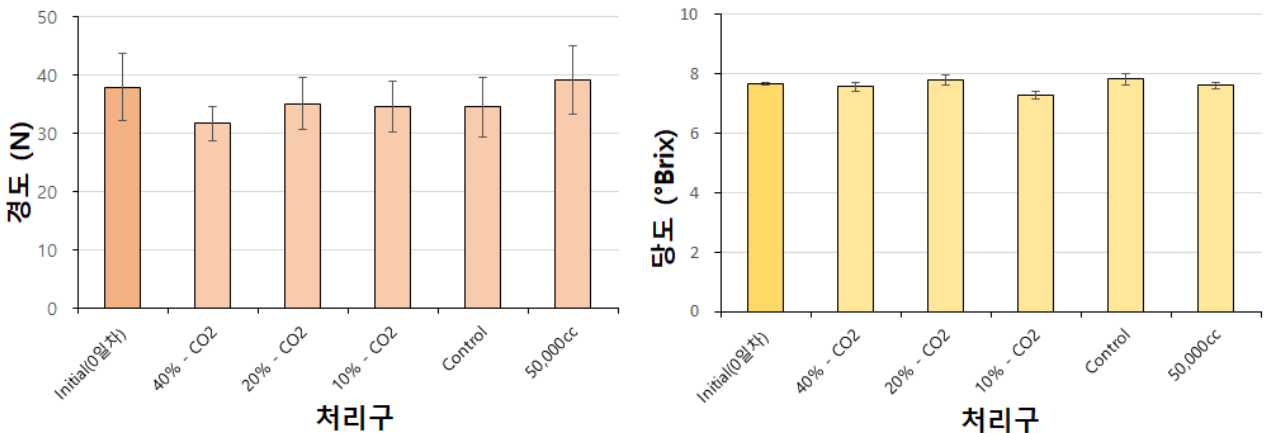


파프리카 이산화탄소 처리 후 저장 중 생체중 감소율, 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도(MA)

이산화탄소 처리 중 호흡률과 에틸렌 발생률을 조사하였는데, 호흡률의 경우 저장 10일째 모든 처리구가 저장 전에 비해 증가하였다가 저장 종료일인 15일째 다시 감소하여 초기값과 유사하였다. 에틸렌 발생률은 저장 10일, 15일째 초기값에 비해 낮았다.

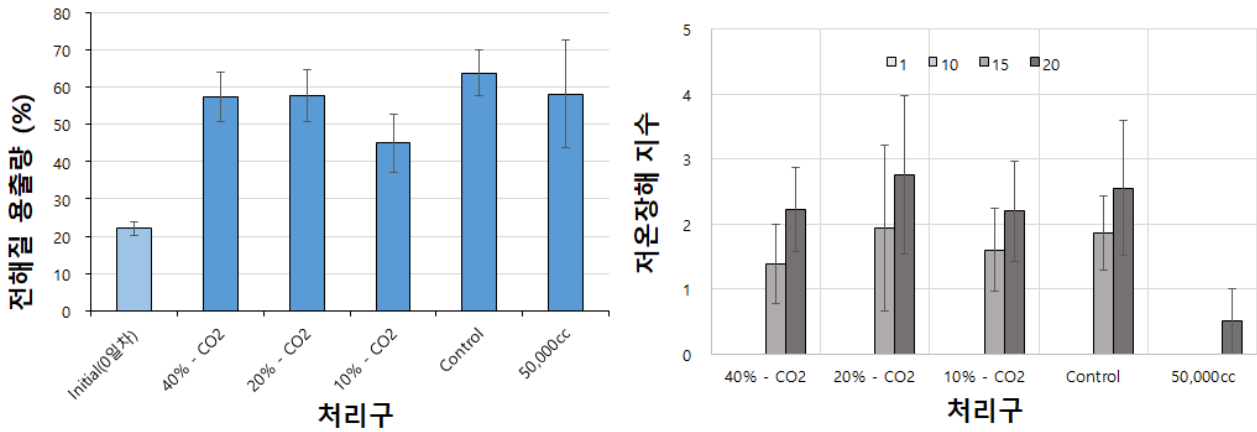


파프리카 이산화탄소 처리 후 저장 중 호흡률과 에틸렌 발생률



파프리카 이산화탄소 처리 후 저장 종료일의 경도와 당도

이산화탄소 처리 후 저장 종료일의 경도는 40%처리구가 가장 낮았으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었고, 당도는 모든 처리구 초기값과 유사하였다.



파프리카 이산화탄소 처리 후 저장 종료일 전해질 용출량과 저온장해 지수

저장 종료일의 전해질 용출량은 10% 처리구가 가장 낮았고, 외관상 조사된 저온장해 지수의 경우는 MA저장 처리구가 가장 낮았는데 MA저장을 위해 필름으로 포장하여 습도를 유지하였고, 수분 손실로 인한 생체중 감소가 가장 낮았기 때문에 외관상으로 상품성을 유지한 것으로 판단되며, 필름내 이산화탄소 집적으로 인해 이산화탄소 처리를 따로 하지 않아도 전해질 용출량이 가장 낮았던 10% 처리구보다 저온장해 지수가 낮았다. 이상의 결과를 종합해보면, 파프리카 저온장해를 일으키는 것으로 보고된 7℃ 이하에서 저장 시 이산화탄소 10% 농도의 처리 또는 해당 농도를 집적 할 수 있는 필름으로 MA저장 하는 것이 적합하다고 판단된다.

[1세부 강원대학교]

▶ 3차년도

4-3-4 배추류, 파프리카 적정 MAP 포장재 선발

가. 양배추

- 연구 방법

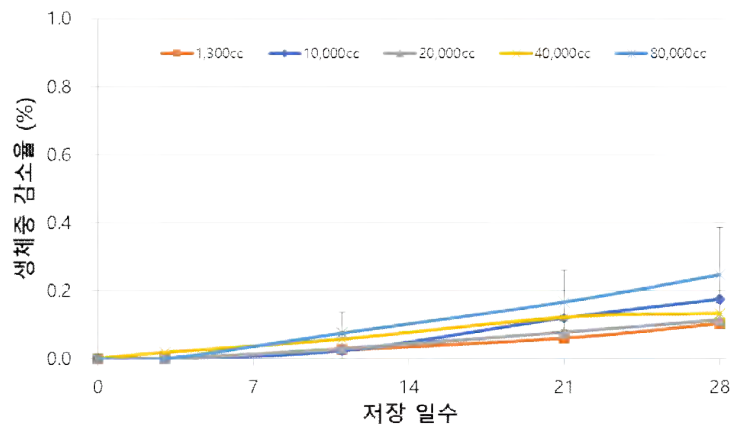
공시재료 : 제주 애월읍에서 재배된 9월 하순에 수확된 양배추

처리방법 : 양배추를 2℃에서 예냉 후 산소투과도를 달리하여 1,300cc, 10,000cc, 20,000cc, 40,000cc, 80,000cc 비천공필름으로 포장해 MA 저장함

저장방법 : 2℃ (85±5%RH) 저온고에서 28일간 저장

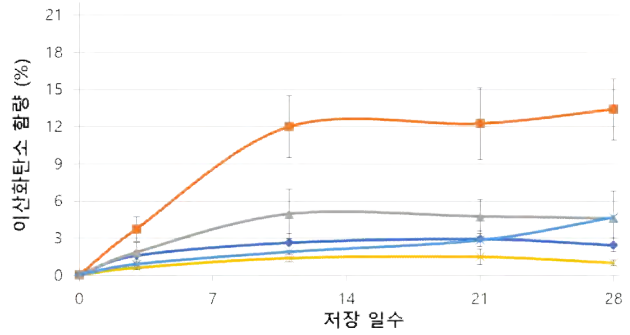
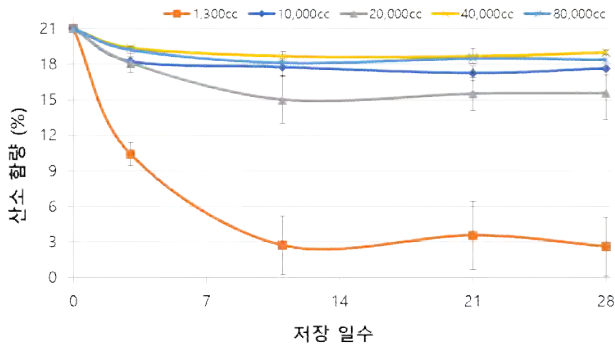
조사내용 : 저장 중 생체중 감소율, 포장 필름 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌가스 농도 변화, 외관상 품질 변화

- 연구 결과



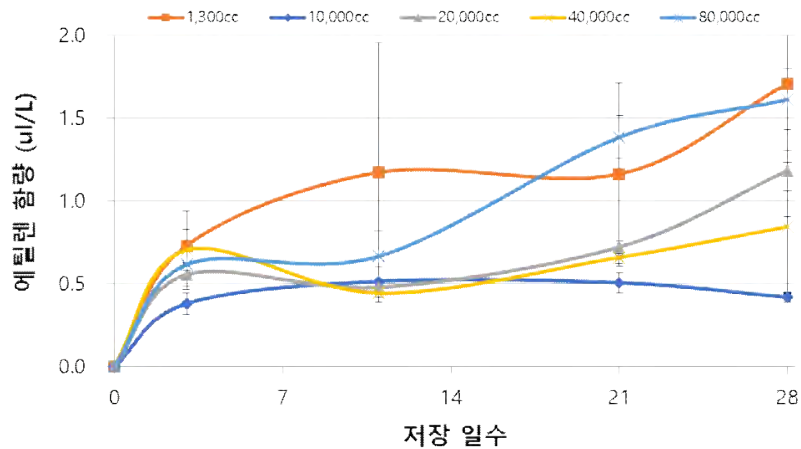
포장 필름의 산소투과도에 따른 양배추 저장중 생체중 변화

저장 중 생체중이 가장 크게 감소한 처리구는 80,000cc 처리구였으며 가장 낮은 감소율을 보인 처리구는 1,300cc 처리구였는데, 모든 처리구에서 0.5% 미만의 적은 감소율을 보여주었다. 양배추의 최대 생체중 감소 허용량은 8%로 알려져있어, 모든 처리구에서 수분 감소로 인한 품질 저하는 일어나지 않았다고 볼 수 있다.



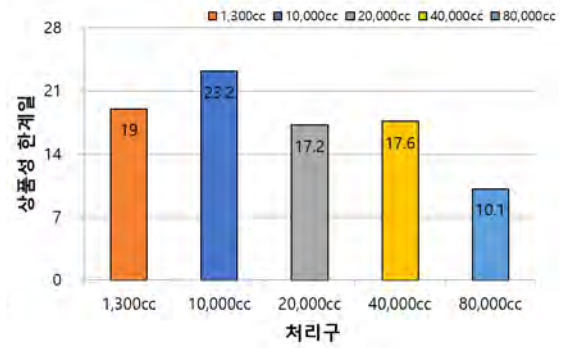
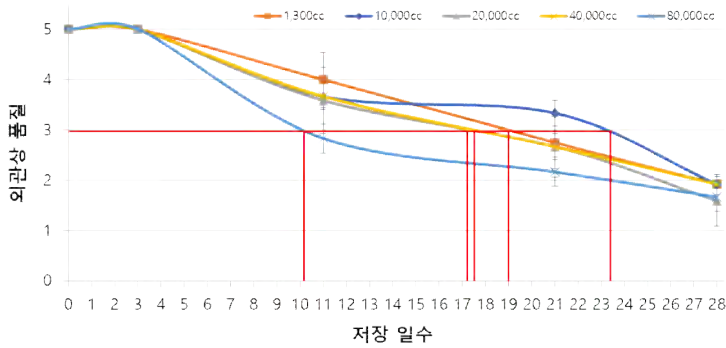
포장 필름의 산소투과도에 따른 양배추 포장 필름 내 산소, 이산화탄소 농도 변화

저장 중 포장 필름 내 산소 농도는 1,300cc 처리구에서 저장 시작과 동시에 가장 큰 폭으로 감소하였으며, 저장 종료일에는 2% 대의 낮은 농도를 보였고, 나머지 처리구는 15% 이내의 농도를 유지하였다. 저장 중 포장 필름 내 이산화탄소 농도의 경우 역시 1,300cc 처리구에서 가장 가파르게 증가하였으며, 저장 종료일에는 약 13%의 농도를 보였다. 이외의 처리구들은 저장 종료일까지 5% 이내의 값을 유지하였다.



포장 필름의 산소투과도에 따른 양배추 포장필름 내 에틸렌 가스 농도변화

저장 중 에틸렌 가스는 모든 처리구에서 1.5ul/L 내외를 유지하였으며, 저장 종료일에 1,300, 20,000, 80,000cc 처리구는 1ul/L 이상의 값을 보였고, 10,000cc 처리구는 1ul/L 이하의 값을 보였다.



포장 필름의 산소투과도에 따른 양배추 저장중 외관상 품질의 변화(左)와 상품성 한계일(右)

외관상 품질이 상품성의 한계로 설정한 3점에 가장 빨리 도달한 것은 산소투과율이 가장 높은 80,000cc 처리구였으며, 이후 20,000, 40,000cc 처리구가 약 17일에 상품성 한계에 도달하였다. 상품성 한계일이 가장 긴 처리구는 10,000cc 처리구였다.

위 결과를 종합해 볼 때, 양배추 MA 저장 시 10,000cc OTR 필름으로 포장하는 것이 수분 손실로 인한 생체중 감소를 적정수준으로 유지할 수 있고, 포장 필름 내 산소와 이산화탄소 농도도 적당히 유지하며, 에틸렌 가스 발생량도 적어 저장 기간을 연장할 수 있을 것으로 판단된다.

나. 파프리카

- 연구 방법

공시재료: '나가노' 적색 품종

처리방법: 80% 숙기 수확 후 예냉 처리

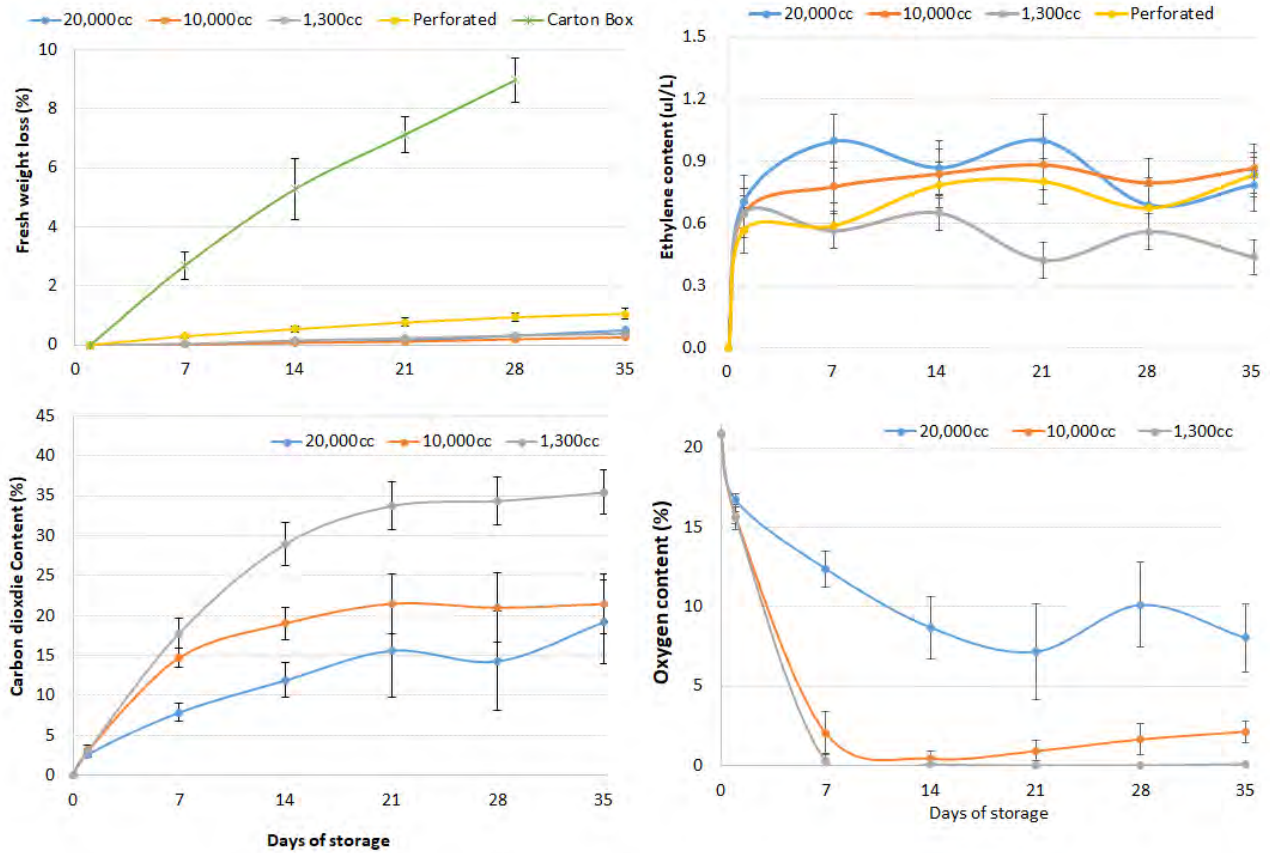
저장방법: 5°C (85±5%RH) 저온고에서 35일 저장

포장방법: 대조구 - 유공필름(perforated), 기존 골판지 박스(box)

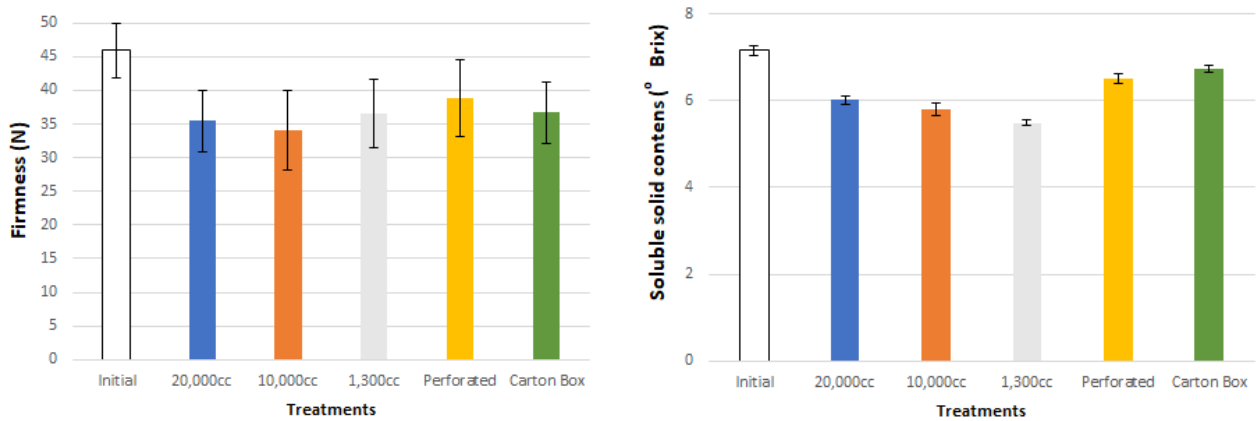
20,000, 10,000, 1,300cc·m⁻²·day⁻¹·atm⁻¹ OTR(Oxygen transmission rate) 필름

- 연구 결과

파프리카 수확 후 예냉처리 하여 산소투과도가 다른 필름을 사용하여 MAP 비교 저장하였다. 저장 중 생체중 감소율은 대조구인 박스 저장 처리구가 가장 높은 감소율을 보였고, 이를 제외한 MA저장 처리구는 저장 종료일인 35일까지 1% 이하의 수치를 나타냈다. 필름내 산소 농도는 저장 직후 급격히 감소하였고, 이산화탄소는 급격히 증가하여 산소투과도가 가장 낮은 1,300cc의 경우 저장 종료일에 35%에 달하는 높은 농도를 보였다. 에틸렌 농도는 모든 처리구 증가와 감소를 반복하며 저장 종료일까지 0.8μL/L 내외를 유지하였는데 처리구 통계적 유의성은 없었다.

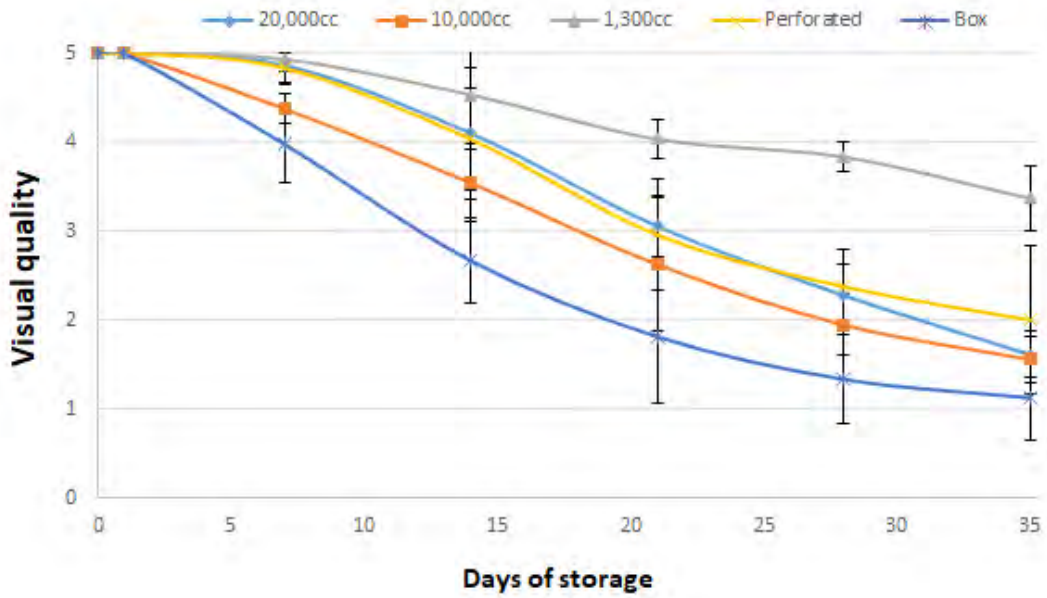


파프리카 MA저장 중 생체중 감소율, 필름내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화



파프리카 MA저장 종료일 경도와 당도 비교

저장 종료일의 경도는 1,300cc가 가장 높았고, 당도는 MA저장 처리구 중 20,000cc가 가장 높았으나 통계적 유의성은 없었다. 저장 중 패널테스트를 통한 외관상 품질은 1,300cc가 저장 종료일인 35째까지 상품성 한계점인 3점 이상을 나타내었다.



파프리카 MA저장 중 외관상 품질 변화

위의 결과를 종합해 보면, 1,300cc 처리구가 외관상 품질에서도 우수하였으나 당도가 가장 낮고, 당도와 경도가 양호한 10,000c 처리구는, 높은 이산화탄소 농도로 이취를 발생할 가능성이 크고 외관상 품질이 떨어지며, 20,000cc 처리구는 당도와 경도가 양호하지만 다른 MA저장 처리구에 비해 가장 낮은 외관상 품질을 보였는데 이는 필름내 가장 낮은 이산화탄소 농도로 인해 파프리카 저온장해를 일으키는 5℃에 저장하였기 때문에 외관상 발현된 저온장해 증상으로 외관 점수가 낮았던 것으로 해석 가능하다.



파프리카 MA저장 종료일 외관

5. 포장 상자 개발

[4협동 연세대학교]

▶ 1차년도

5-1. 대만 신선채소 수출 전용 포장 박스 개발

1. 1차년도 연구개요

가. 연구목표

- 1차년도 연구목표는 국내외 신선 농산물 유통 포장 박스의 현황 조사를 통해 수출에 사용되는 포장재 전반에 대한 자료를 수집하여 개선 필요 사항을 확립하고자 함.
- 세부 목표로는 첫째, 국내외 신선 농산물의 유통 포장 현황 조사를 통해 포장 형태, 규격, 골조 및 골조율, 내용물의 무게 등을 파악하는 것과 둘째, 참여기업 제품 및 타사 제품의 물성을 분석하여 개선점을 파악하고자함 (표 1).

표 1. 1차년도 연구개요

1차년도 연구목표	국내외 신선 농산물 유통 포장 현황 조사를 통한 개선점 확립
세부 목표	<ul style="list-style-type: none">▪ 국내외 신선 농산물의 유통 포장 현황 조사▪ 참여기업 제품 및 타사 제품의 물성 분석 및 평가
세부 수행내용	<ul style="list-style-type: none">▪ 신선 농산물 유통 포장 현황 조사 및 골판지 상자 샘플 수집▪ 수집한 골판지 상자 샘플의 물성 분석 및 평가

나. 세부 수행내용

- 국내 신선 농산물 포장 현황 조사를 위해 현재 유통에 사용 중인 수송 포장박스로 농산물의 골판지 상자 샘플을 다량으로 수집하여 포장형태, 골판지 규격, 골수 및 골조율, 내용물의 종류 및 무게 등을 분석하고자함.
- 국외 신선 농산물 포장의 현황은 수출입 되고 있는 관련 신선 농산물 중 온라인 판매처 및 문헌자료를 제공하는 대표적인 농산물을 검토함.
- 현재 유통 되고 있는 주요 신선 농산물 포장 박스 제품들에 대한 포장 물성 분석을 위해 수집한 골판지 상자 샘플을 KS규격 등의 시험 기준에 따라 압축강도, 파열강도, 수직압축강도 등을 평가 비교하고자함.

5-1-1 국내외 신선 농산물 포장 현황 조사

다. 국내외 농산물 골판지 박스 소개 및 기술/지식재산권 현황

- 신선 농산물 포장 형태는 주로 오픈형과 밀폐형으로 구분되며, 다수의 파프리카 제품이 오픈형 상자에 수출입 되고 그 외 배추, 양배추, 양상추 등은 오픈형과 밀폐형을 선택적으로 사용하고 있음 (그림 1).

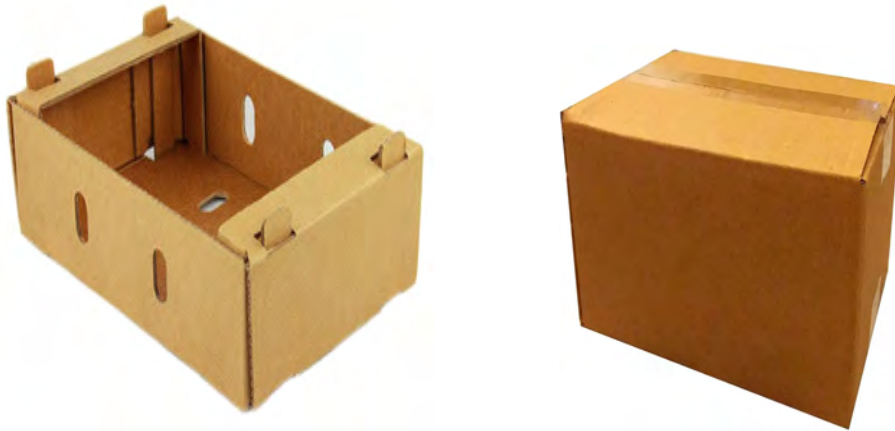


그림 1. 오픈형 박스 (좌) 및 밀폐형 박스 (우) 형태

- 농산물 종류와 상관없이 해당 농산물의 수확 후 특성 혹은 유통조건 (온도, 소요시간 등)에 따라 필요시 필름, 종이 등을 활용하여 추가로 개별 포장하는 사례도 다수 조사됨 (그림 2).

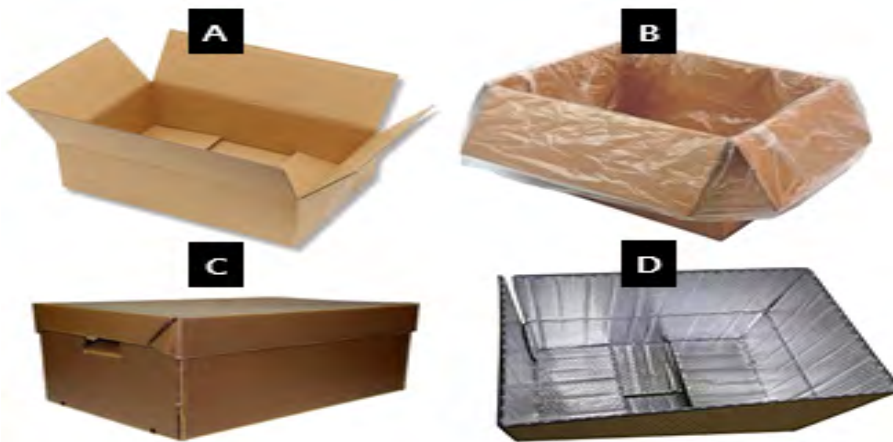


그림 2. 유통 환경에 따른 기능성 농산물 골판지 상자 예시
(A. 일반 골판지 상자, B. PE 적층 골판지 상자, C. 왁스 코팅 골판지 상자, D. Al Foil 골판지 상자)

- 이는 수확 후 대사 작용에 의해 발생하는 수분으로 골판지 상자의 물성이 저하되거나 오염되는 것을 방지하는 목적으로 판단됨. 따라서 필요에 따라 통기성을 고려 설계된 골판지 박스가 적용 되고 있음 (그림 3).



그림 3. 제품의 품질 유지 관리를 위한 통기구가 적용된 골판지 상자 예시

- 국내외 실제 사용되는 제품에도 위와 같은 골판지의 형태, 내용물 포장 방법 그리고 통기구 등이 적용되어 사용되고 있으나 (그림 4), 수출용 농산물 골판지 상자는 국내 유통 조건과 달리 외부 온습도조건, 수송/유통 환경 및 기간 등 더욱 가혹한 조건이기 때문에 이에 대한 연구가 필요할 것으로 판단됨.



그림 4. 국내외 신선 농산물 포장 형태
(국내: 상단, 국외: 하단)

- 따라서 현재 유통되는 농산물 포장 골판지 상자에 대해 포장 상자의 형태 등 외관 특성뿐만 아니라 골판지 상자의 기본적인 정보에 해당하는 치수, 골수, 골조율 등의 구체적인 조사를 실시하였고, 해당 조사 내용은 2.3 국내 농산물 포장 박스 조사 방법, 2.4. 국내 농산물 포장 박스 조사 결과, 2.5 결론 부분과 같음.

라. 국내외 기술/지식 재산권 현황

- 국내 유통에 신선 제품의 품질 개선을 위한 선도유지 농산물 박스에 대한 상용화는 대상 적용 품목에 따라 비교적 제품화가 잘 이루어져 있지만, 대상 국가별 수출용 박스에 대한 연구는 여전히 미비한 실정임 (표 2).

표 2. 국내 신선채소류 선도유지 기술 연구 현황

연도	제목	저자	저널명
2017	골판지 포장재에 알루미늄 코팅이 파프리카의 저장 중 품질특성에 미치는 영향	김아나 외 5	한국식품저장유통학회
2017	고온기 결구상추의 수확 후 포장조건에 따른 선도유지 효과	장민선, 이정수	한국식품저장유통학회
2014	농산물용 복합 골판지의 항균성 및 선도유지기능 평가	이지영 외 7	Journal of Korea TAPPI
2014	Ca ²⁺ 처리 절단배추의 소포장 단기 저장 특성	김상섭 외 4	한국식품저장유통학회
2012	MA저장 중 파프리카 과실의 품종별 품질 및 저장성 비교	최인이 외 3	생물환경조절학회
2008	포장 방법이 상추 품질에 미치는 영향	이정수 외 3	한국식품저장유통학회
2003	배추의 저온유통용 골판지상자 개발	이원옥 외 5	한국식품저장유통학회

- 또한 국내에서는 농산물 포장 박스 연구는 많이 이루어지지 않은 실정이며, 각 채소 품목 별 선도유지를 위한 소포장 단위의 연구가 주로 이루어지고 있음.
- 김아나(2017)의 연구에서 알루미늄이 코팅된 골판지 박스를 사용하여 파프리카의 품질 변화를 평가하였으며, 이지영(2014)은 골판지의 항균성을 부여하여 농산물의 선도유지 기능을 확인함을 보고함.
- 이정수(2017)는 소포장 및 포장 처리 방법에 따라 상추의 품질 변화를 평가하였으며, 김상섭(2014) 및 이원옥(2003)의 연구는 소포장 처리 방법에 따른 배추의 품질 변화와 저온유통용 배추의 골판지 상자 개발 연구를 진행함.
- 국내 현재 특허 현황은 주로 농산물 박스의 구조나 선도유지를 위한 기능성을 부여한 원지 제조에 관한 특허로 이루어짐 (표 3).
- 농산물 유통 포장재의 경우 골판지 박스에 항균이나 흡습 등 기능성 부여 특허가 있으며, 보온 및 보냉 기능을 부여하여 제품의 선도유지를 부여하는 특허도 있음.
- 그러나 여전히 농산물 전용 박스 개발로 예냉 효율성 부여를 위한 통기구 및 압축강도 개선 박스 구조 설계와 관련된 연구가 미비하여 필요한 실정임.

표 3. 국내 지식재산권 현황

연도	특허명	출원번호	출원인
2019	저장성 및 항균성이 우수한 농산물 보관용 포장보드	10-2017-006593 1	문경대학교 산학협력단
2019	개폐 및 적재 편의성이 개선된 포장용 박스	10-2018-006361 8	남우승
2017	보온 및 보냉 기능을 갖는 포장용 박스	10-2017-014298 8	이정숙
2016	농산물용 포장상자	10-2016-011934 9	농업회사법인 케이팜주식회사
2014	전자파 차단 효과, 설치류 기피 효과 및 강도가 보강된 골판지용 원지 제조방법 및 이 원지를 이용한 골판지 및 골판지 상자	10-2014-012355 4	한국생산기술연구 원
2013	농산물 포장에서 통기구의 시간주기에 따른 개폐 장치 및 방법	10-2013-013552 9	동국대학교 산학협력단

- 국외에서 최근 농산물 유통 포장박스의 문제점을 개선하기 이루어지는 연구는 골판지의 구조 설계 또는 골판지 원지에 선도 유지 기능성 물질을 첨가하여 골판지의 물성을 개선하거나 기능성을 부여하는 연구가 활발히 이루어지고 있음 (표 4).

표 4. 국외 신선채소류 선도유지 기술 연구 현황

연도	제목	저자	저널명
2018	Molecular markers reliably predict post-harvest deterioration of fresh-cut lettuce in modified atmosphere packaging	I Simko et al.	Horticulture research
2018	Modeling sorption phenomena and moisture migration rates in paprika (<i>Capsicum annum</i> L.) using physicochemical characteristics	SS Shirkole, PP Sutar	Journal of food science and technology
2015	Preservative effectiveness of essential oils in vapor phase combined with modified atmosphere packaging against spoilage bacteria on fresh cabbage	JE Hyun, et al.	Food control
2014	Structural design of corrugated boxes for horticultural produce: A review	Pankaj B. Pathare, Umezurike Linus Opara	Biosystems Engineering
2008	The Effect of Ventilation and Hand Holes on Loss of Compression Strength in Corrugated Boxes	J. Singh, et al.	Journal of Applied Packaging Research
2007	Finite Element Analysis of Vent/Hand Hole Designs for Corrugated Fibreboard Boxes	Jongkoo Han, Jong Min Park	Journal of Applied Packaging Research technology and science

- 골판지 박스의 손잡이나 통기구 유무에 따른 골판지상자의 물성 변화를 파악하는 연구와 국내와 동일하게 각 신선 채소별 선도유지 기술에 관한 연구도 많이 이루어져 있음.
- 국외 농산물 박스의 특허 현황은 주로 농산물의 선도를 유지하기 위한 방법이나 시스템에 관련된 특허로 이루어져 있음(표 5).

표 5. 국외 지식재산권 현황

연도	특허명	출원번호	출원인
2016	Agricultural product freshness preservation method	CN106069252A	岳朝雷
2013	Pressure resistance load-bearing agricultural product packaging carton	CN203047647U	潘占乾, 胡文杰, 潘思甫, 刘自厚, 葛全忠
2003	System and method for packaging of fresh produce incorporating modified atmosphere packaging	EP2157025A1	Craig Machado

- 결론적으로 연구 자료 및 문헌 조사의 통한 결과로 최근까지 국내 기술/지식재산권은 대부분 소포장 단위에서 선도유지를 위한 연구가 주로 수행되어 왔으며, 상용화나 수출에 대응하여 농산물 포장 골판지 상자가 연구된 사례는 상대적으로 적음을 확인할 수 있음.
- 반면 국외 기술/지식재산권은 대부분 구조적 효율이나 원지와 골판지의 강도 향상을 목적으로 한 연구 사례가 대부분임.
- 따라서 본 연구에서는 농산물 포장 골판지 상자의 구조적, 물리적 특성을 개선하여 상용화 및 수출에 적합한 연구를 진행해야 할 것으로 판단되며, 수출 유통에 적합한 제품 품목 특성에 따른 예냉 및 선도유지 향상에도 영향을 미치는 통기구 혹은 골판지 내부에 기능성 부여를 할 수 있는 연구가 필요할 것으로 판단함.

5-1-2 참여기업 신선 농산물 유통 포장재 분석

가. 국내 농산물 포장 박스 조사 방법

- 최근 국내 농협 등 농가 현지에서 사용하고 있는 신선 농산물 골판지 박스 포장재를 실험군으로 경산, 봉화, 창원, 칠곡 4개 지역에서 41개의 실험 샘플을 무작위 수집하여 실험으로 사용하였음.
- 대조군으로 현재 수출하고 있는 대표적인 신선 농산물 골판지 상자 4 종류를 참여기업인 (주)오대 파프리카 및 (주)한스농장으로 부터 각각 제공 받아 실험에 사용하였음 (그림 5).



그림 5. 참여기업의 농산물 골판지 상자의 외관
(A: 파프리카, B: 양배추, C: 대관령 배추, D: 고급 양채)

- 참여기업의 농산물 포장 골판지 상자의 기본적인 정보를 수집하여, 골판지 상자의 구성에 대해 같이 조사하였음.
- 기본적인 정보는 내치수, 통기구, 포장 형태, 골 종류, 골 두께, 골 수 그리고 골조율로 구성하였고, 이러한 정보는 내용물의 특성 및 원지 구성에 따라 달라지는 골판지 상자를 보다 객관적인 기준으로 분류하고, 조사하는 기초자료로 쓰임.

나. 국내 농산물 포장 박스 조사 결과

- 참여기업의 농산물 포장 골판지 상자의 기본적인 정보인 내치수, 통기구, 포장 형태, 골 종류, 골 두께, 골 수 그리고 골조율은 다음과 같음.

표 6. 수출 포장 골판지 상자의 구성 (참여기업의 대조구 박스)

제품명	특성	내치수 (mm)	통기구 (mm)	포장 형태	골 종류 (2중 양면)	골 두께 (mm)	골 수 (30cm)	골조율*
파프리카		430*265*180	50*30	오픈형	BB골	5	48±2	1.3
양배추		560*380*200	-	밀폐형	BB골	5	48±2	1.3
고급 양채		520*300*300	-	밀폐형	BB골	5	47±2	1.3
대관령 배추		510*300*325	-	밀폐형	BB골	5	48±2	1.2

*골조율(T-factor) = 일정한 길이의 골판지의 골심지 길이/ 같은 치수의 골판지의 라이너 길이

- 동일한 방식으로 타사의 농산물 포장 골판지 상자의 구성을 조사하였음 (표 7).

표 7. 타사 농산물 포장 골판지 상자의 구성

제품명	특성	내치수 (mm)	통기구 (mm)	포장 형태	골 종류 (2,3중 양면)	골 두께 (mm)	골 수 (30cm)	골조율*
A사-1		471*314*108	50*30	오픈형	BE/F	5	33/47	1.3/1.4
A사-2		440*330*180	50*30	오픈형	AB/F	8.5	33/46	1.3/1.5
A사-3		471*314*108	50*30	오픈형	B/F	4	33/46	1.3/1.5
A사-4		471*314*108	50*30	오픈형	BE/F	5	40/78	1.3/1.2
A사-5		471*314*180	50*30	오픈형	B/F	4	45/83	1.4/1.3
B사-1		366*275*125	20*20	오픈형	BE/F	5	47/95	1.3/1.2
B사-2		366*275*125	20*20	오픈형	BE/F	5	36/51	1.3/1.4
C사-1		545*335*130	20*20	오픈형	BE/F	5	33/46	1.3/1.5
C사-2		412*275*125	20*20	오픈형	BE/F	5	32/48	1.4/1.5
C사-3		545*335*130	20*20	오픈형	BE/F	5	46/84	1.2/1.3
C사-4		545*335*130	20*20	오픈형	BE/F	5	36/54	1.4/1.5
C사-5		440*330*125	20*20	오픈형	BE/F	5	37/52	1.3/1.4
C사-6		345*250*120	20*20	오픈형	B/F	4	34/51	1.4/1.5
C사-7		440*330*125	20*20	오픈형	BE/F	5	33/47	1.3/1.5
C사-8		345*250*120	20*20	오픈형	B/F	4	32/49	1.3/1.5
C사-9		440*330*125	20*20	오픈형	BE/F	5	33/48	1.3/1.5

C사-10	345*250*125	20*20	오픈형	B/F	4	33/48	1.5/1.2
C사-11	440*330*125	20*20	오픈형	BE/F	5	33/47	1.3/1.4
C사-12	550*366*110	20*20	오픈형	BE/F	5	33/47	1.3/1.5
C사-13	550*366*110	20*20	오픈형	BE/F	5	34/46	1.3/1.4
C사-14	550*366*120	20*20	오픈형	BE/F	5	46/86	1.3/1.3
D사-1	440*330*180	20*20	밀폐형	AB/F	8	32/48	1.3/1.4
D사-2	500*300*175	20*20	밀폐형	AB/F	8	48	1.3/1.3
D사-3	440*330*180	20*20	밀폐형	AB/F	8	47	1.3
D사-4	500*300*175	20*20	밀폐형	BE/F	5	47	1.3
E사-1	510*360*125	20*20	밀폐형	BE/F	5	47	1.3
E사-2	510*360*125	20*20	밀폐형	BE/F	5	47	1.3
F사-1	440*330*150	-	밀폐형	AB	8	48/78	1.2/1.2
F사-2	391*317*210	-	밀폐형	AB	8	47/85	1.2/1.3
G사-1	450*326*250	-	밀폐형	AB	8	46	1.3
G사-2	440*330*275	-	밀폐형	AB	8	47	1.4
H사-1	440*330*260	-	밀폐형	AB	8	48/81	1.2/1.2
H사-2	395*310*200	-	밀폐형	BE	5	48/82	1.3/1.2
I사-1	475*265*220	-	밀폐형	AB	8	48/84	1.3/1.2
I사-2	490*355*290	-	밀폐형	AB	8	48	1.4
J사-1	545*335*320	-	밀폐형	AB	8	46/88	1.2/1.2
J사-2	391*317*210	-	밀폐형	AB	8	47	1.3
K사-1	420*325*195	-	밀폐형	AB	8	47/88	1.3/1.2
L사-1	450*305*195	-	밀폐형	AB	8	46/86	1.1/1.3
L사-2	450*305*195	-	밀폐형	AB	8	46/88	1.3/1.2
L사-3	450*305*195	-	밀폐형	AB	8	47/87	1.3/1.2

*골조율(T-factor) = 일정한 길이의 골판지의 골심지 길이/ 같은 치수의 골판지의 라이너 길이

- 국내 농산물 포장 골판지의 구성을 살펴보면 우선, 골판지의 형태는 크게 오픈형과 밀폐형으로 구분됨.
- 내치수와 통기구 유무는 내용물의 특성에 따라 구성되는 항목이므로, 제품 간 차이가 상이하지만, 통기구의 경우 그 치수, 형태, 위치에 따라 골판지 전체의 물리적 특성이 달라짐에도 불구하고, 일반적인 치수 (50*30 혹은 20*20), 형태 (원형), 위치 (중앙)이 굉장히 보편적으로 적용되어져 있음.
- 이는 유통 중 발생 가능한 물성 저하를 고려하지 않고, 비용효율적인 대량 생산의 결과라고 사료됨.
- 골 특성의 측면에서는 양면 골판지에 편면 골판지가 추가된 2중 양면 골판지가 주로 사용됨.
- 참여기업에서는 주로 BB골을, 타사 제품은 주로 AB골 혹은 B골에 E/F골을 추가하는 형태를 선택함.

- 이는 골 두께와 골수, 골조율의 조합이 통상적으로 국내외에 유통되는 농산물의 양과 무게에 적절하게 대응할 수 있기 때문인 것으로 사료됨.
- 그러나 농산물 포장 골판지 상자는 주로 여름의 고온다습한 환경이나 유통 중 농산물의 증산으로 인한 수분에 골판지 상자의 물성이 저하되는 문제점과 다량의 제품 취급 시, 예냉 효율이 떨어진다는 문제점이 공통적으로 가장 흔한 애로사항으로 알려져 있음.
- 특히 국내보다 수출용 농산물 포장 골판지 상자는 열악한 온습도 조건을 더 장기간 농산물과 함께 노출되어야 하며, 유통(수송) 중 진동이나 상/하적 시에 받는 충격으로 그 취급에 더 주의를 기울여야함.

다. 결론

- 참여기업과 타사의 농산물 골판지 박스 제품의 조사 비교 결과, 제품의 품목 특성에 따라 골판지 상자 디자인 형태(오픈형/ 밀폐형)와 취급하는 내용물의 무게 (5kg/ 15~20kg)를 기준으로 수출 유통 환경에 따른 포장재의 물성 특성을 평가할 필요가 있음.
- 또한 KS규격에서 제시하는 골판지 상자의 품질기준 및 포장제한기준 등을 고려하여 국내 농산물 골판지 상자에 대한 수출 포장 박스의 적합 특성을 파악할 필요가 있으며, 이를 기반으로 수출 대상국 환경 조건에 따른 적합한 포장 박스의 특성을 정량적 기준으로 제시하여 과대 또는 과소 포장재로 인한 포장재 비용 손실 감소 및 제품의 선도 유지 개선을 위한 포장 디자인 설계안 제시는 수출 농산물의 상품성 부여에 중요한 역할을 하리라 판단됨.

2. 신선 농산물 골판지 상자의 물성 분석 및 평가

가. 실험 목표 및 개요

- 신선 농산물 골판지 상자의 기계적 물성 평가 실험의 주요 목표는 다음과 같음.
- 첫째, 참여기업의 골판지 상자가 KS 규격에서 제시하는 품질기준과 포장제한 기준 등에 부합하는지 여부,
- 둘째, 국내에 사용되고 있는 타사의 농산물 골판지 상자와 비교하였을 때, 압축강도, 수직 압축강도, 파열강도 등과 같은 물리적 강도를 가지고 있는지를 비교분석하는 것,
- 셋째, 현재 유통되는 포장 박스 조사 및 분석을 통하여 연구 개발할 개선 포장재가 참여기업의 포장 박스 제품과 비교하여 개선되었는지 정량적으로 평가하기 위한 기초자료 데이터로 확보하고자함 (표 8).

표 8. 실험 목표 및 개요

실험 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 참여기업 골판지 상자의 KS 규격 품질기준에 부합 여부 확인 ▪ 국내 유통되는 농산물 골판지 상자의 물성 평가 및 비교 ▪ 향후 연구에 활용될 참여기업 제품의 기초자료 확보
세부 실험 내용	<ul style="list-style-type: none"> ▪ KS A 1502와 KS A 1531 규격에 부합하는지 여부 ▪ KS 규격에 따른 파열강도, 수직압축강도, 압축강도, 발수도 실험

나. 실험 재료 및 방법

1) 시편의 준비

- 파열강도 실험용 시편은 400 mm × 250 mm 크기로 시편 절단기를 사용하여 준비하였으며, 시편의 조습처리로 KS M ISO 187에 따라 항온항습기 (TEMP.&HUMID. CHAMBER, HST-105MG, 한백에스티, Korea)를 이용하여 상대습도 50±2%, 23±C° 조건에서 1시간 정도 처리하였음.
- 수직압축강도 실험용 시편은 KS M ISO 186에 따라 나비모양 시편으로 샘플링하고 그 조습은 KS M ISO 187에 따라 실시함.
- 압축강도 실험용 시편은 골판지 상자를 KS M 7012 시편을 선정하고 실시함.
- 각 실험은 오픈형 골판지 상자와 밀폐형으로 구분하여 진행하였고, 오픈형은 내용물 중량이 약 5 kg인 것을 고려하여 제작된 상자들을 선별하여 비교하고, 밀폐형은 내용물 중량이 약 15~20 kg인 것을 고려하여 제작된 상자들을 선별하여 비교함.

2) 파열강도 (KS M ISO 2759)

- 시편 고정 후 종이 면에 대하여 수직으로 정적인 압력을 가하여 종이를 파열시키는데 요구되는 압력을 파열강도라 함.
- 파열강도 측정은 디지털식 파열강도 측정기 (SJTM-003, Sejin Technology Co., Ltd, Korea)에 투입하여 측정하였고, 5회 반복시험 실시함 (그림 6).
- 실험식은 아래와 같이 계산하여 파열지수 (kPa · m²/g)로 표현함.

$$\text{파열지수 (kPa} \cdot \text{m}^2/\text{g)} = \text{평균 파열강도 (kPa)} / \text{시험편의 평량 (g/m}^2\text{)}$$



그림 6. 골판지 상자의 파열강도 시험 이미지
(좌: 실험전후 시편변화, 우: 시험 장비 가동 시 이미지)

3) 수직압축강도 (KS M 7063-1)

- 시편을 시험편 지지구를 이용해 고정 후 종이의 절단면에 대하여 수직으로 정적인 압력을 가하여 종이를 파열시키는데 요구되는 압력을 수직압축강도라 함.
- 수직압축강도 측정은 만능재료시험기 (DTU801, DT&T, Korea)에 투입하여 측정하였고, 5회 반복시험 실시함 (그림 7).

- 수직 압축 강도는 아래 식으로 계산되어 얻을 수 있음.

$$\text{수직 압축 강도 (kN/m)} = 0.02 \cdot \text{최대하중 (N)}$$

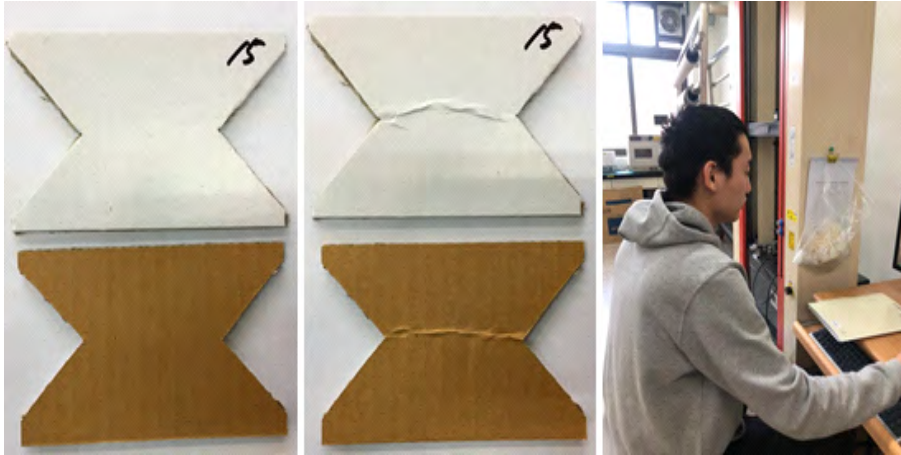


그림 7. 골판지 상자의 수직압축강도 시험 이미지
(좌: 실험전후 시편변화, 우: 시험 장비 가동 시 이미지)

4) 압축강도 (KS A ISO 12048)

- 골판지 상자의 압축강도란 상자가 하중을 받아 파손될 때 최대 하중값 (kgf)을 말함.
- 압축강도 측정은 만능재료시험기 (DTU801, DT&T, Korea)에 투입하여 측정하였고, 3회 반복시험 실시함 (그림 8).

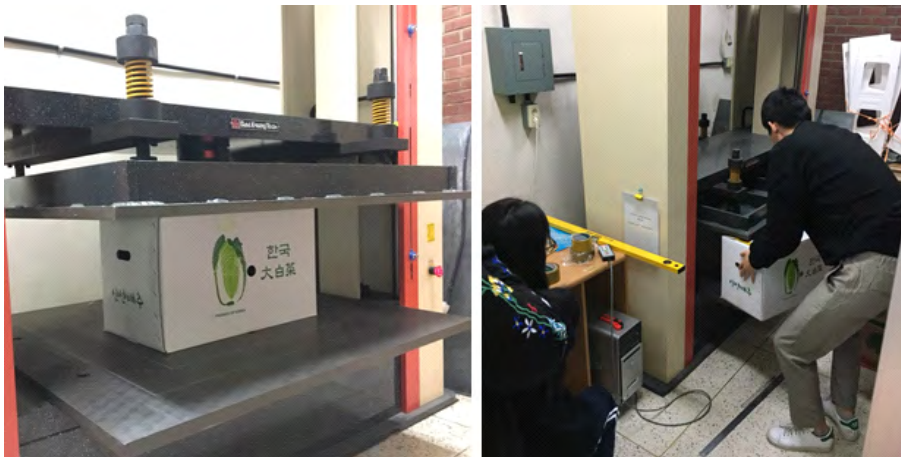


그림 8. 골판지 상자의 수직압축강도 시험 이미지
(좌: 실험 시편, 우: 시험 장비 가동 시 이미지)

5) 발수도 (KS M 7057)

- KS M ISO 186 규격에 맞추어 시편을 처리하고, 시편을 30 cm 길이로 샘플링하여 시편의

표면에 물방울을 떨어뜨릴 때 어느 정도의 발수도 저항을 보이는지 관찰하고 규격에서 제시하는 R₀에서 R₁₀ 중 가장 유사하게 서술하고 있는 단계를 선택하여 표현함.

- 시험을 실시할 때 물방울은 0.1 mL이 되도록 하고, 뷰렛에서 시편의 거리를 1 cm로 유지하여 실시함 (그림 9).

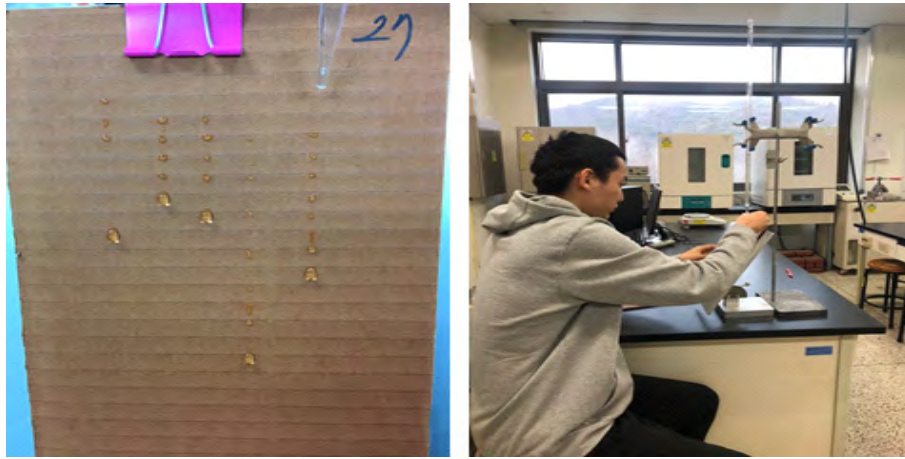


그림 9. 골판지 상자의 발수도 시험 이미지 (좌: 실험 시편, 우: 시험 실시 중 이미지)

- 발수도 결과 값을 서술하는 KS 규격표는 아래와 같음.

표 9. 발수도 시험 결과표

결과	발수도
물이 흐른 자국이 연속적이고, 일정한 너비를 나타내는 것	R ₀
물이 흐른 자국이 연속적이고, 물방울보다 약간 좁은 너비를 나타내는 것	R ₂
물이 흐른 자국이 연속해 있지만, 군데군데 끊어져 확실히 물방울보다 좁은 너비를 나타내는 것	R ₄
흐른 자국의 반이 적셔져 있는 것	R ₆
흐른 자국의 1/4은 늘어진 물방울에 의해 적셔져 있는 것	R ₇
흐른 자국의 1/4 이상은 구형의 작은 물방울이 산재해 있는 것	R ₈
곳곳에 구형의 작은 물방울이 산재해 있는 것	R ₉
완전하게 굴러 떨어지는 것	R ₁₀

다. 실험 결과 및 분석

1) 파열강도

- 지면에 수직압력을 가할 때, 그 종이를 눌러 찢는데 필요한 힘을 측정하여 나타낸 수치를 파열강도라 함.
- 종이의 파열강도 (bursting strength)는 포장의 가장 기본적인 역할을 하는 특성으로 KS M 7502 (라이너)에서 종이의 구성요소인 펄프섬유가 인장되어 늘어나고 (신장), 섬유 간 결합이 파괴되어 시편이 저항하지 못하고 파단 (인열) 되는 현상이라 규정함 (그림 6).
- 오픈형 상자 중 참여기업 농산물 골판지 상자인 파프리카 품목의 샘플 파열지수는 1.01 ± 0.06 으로 측정됨 (표 10).
- 타사 농산물 골판지 상자와의 유의성 검사 통한 비교를 해보면, 두 번째로 강한 강도를 보이는 그룹 b에 해당됨.
- 파열강도는 구조적인 강도라기보다는 비구고적인 강도로서 골판지를 구성하는 라이너의 강도를 평가하는 것이라고 보는 것이 일반적이므로, 상자압축강도 결과와도 비교하여 평가하는 것이 적절함.

표 10. 농산물 골판지 상자의 파열지수 (오픈형)

샘플 구분		품목	파열지수 (kPa · m ² /g)
오픈형	참여기업 골판지 상자	파프리카	1.01 ± 0.06^b
		B사-1	0.94 ± 0.08^c
	타사 골판지 상자	B사-2	1.09 ± 0.08^{ab}
		C사-1	0.82 ± 0.02^{ef}
		C사-3	0.75 ± 0.03^{fg}
		C사-4	0.81 ± 0.04^{ef}
		C사-12	0.89 ± 0.05^{cd}
		C사-13	0.87 ± 0.06^{de}
		C사-14	0.72 ± 0.03^{gh}
		A사-1	0.76 ± 0.04^{fg}
		A사-3	0.67 ± 0.02^h
		A사-5	1.11 ± 0.04^a

- 밀폐형 상자 중 참여기업 농산물 골판지 상자인 양배추, 고급 양채, 대관령 배추 품목의 샘플 파열지수는 각각 1.10 ± 0.04 , 1.06 ± 0.02 그리고 0.89 ± 0.03 로 측정됨 (표 11).
- 양배추와 고급 양채 샘플은 타사와 비교하여도 파열강도가 가장 높은 그룹 a에 해당됨.
- 반면, 대관령 배추는 그룹 c으로 상대적으로 낮은 파열강도를 보임.

표 11. 농산물 골판지 상자의 파열지수 (밀폐형)

샘플 구분		품목	파열지수 (kPa · m ² /g)
밀폐형	참여기업 골판지 상자	양배추	1.10 ± 0.04^a
		고급 양채	1.06 ± 0.02^a
		대관령 배추	0.89 ± 0.03^c
	타사 골판지 상자	F사-1	1.01 ± 0.07^b
		F사-2	1.08 ± 0.03^a
		J사-1	0.79 ± 0.04^d
		J사-2	1.04 ± 0.04^{ab}

- 2중 양면 골판지는 KS 규격 (KS A 1502)에 따라 품질기준을 구분하고 있음
- 외부 포장용으로서 품질기준에 따라 1종부터 5종까지의 5단계로 구분하고 있으며, 2중 양면골판지 중에는 AB골과 BC골의 강도 기준을 대표적으로 제시함 (표 12).

표 12. 2중 양면 골판지의 품질기준 (KS 규격; KS A 1502)

종류	기호	파열강도 (kPa)*	수직압축강도 (kN/m)		수분(%)**
			AB골	BC골	
2중 양면골판지	1종 D-1	785 이상	4.46 이상	4.90 이상	10.0±2.0
	2종 D-2	981 이상	5.89 이상	5.20 이상	
	3종 D-3	1373 이상	6.39 이상	6.35 이상	
	4종 D-4	1766 이상	8.53 이상	8.47 이상	
	5종 D-5	2159 이상	10.02 이상	9.94 이상	

*파열강도: 파열강도는 건상 파열강도를 말함

**수분: 수분은 골판지를 절단 후 30~60분이 경과했을 때의 수분으로 함

- 2중 양면 골판지의 품질기준에 적합한지 여부를 확인하기 위해 참여기업 농산물 골판지 상자의 파열 지수 (kPa · m²/g)을 파열 강도 (kPa)로 환산하면 표 13과 같음.

표 13. 참여기업 농산물 골판지 상자의 파열강도

샘플 구분	품목		파열강도 (kPa)
	오픈형	파프리카	
참여기업 골판지 상자	오픈형	양배추	1021.9
		고급 양채	952.6
	밀폐형	대관령 배추	979.0

- 표 13을 기준으로 살펴보면 파프리카, 양배추, 대관령 배추는 1종 (D-1) 품질기준에 적합하고, 고급 양채는 2종 (D-2) 기준에 적합하였음.
- 그러나 수직압축강도까지 살펴봐야하므로 다음 실험 결과에서도 표 12를 참고해야함.

2) 수직압축강도

- 수직압축강도는 골판지를 수직으로 고정하고 하중을 가하여 골판지의 벽면이 좌굴될 때 최대 하중을 말하며, 골판지 상자의 압축당도와 가장 상관성이 큰 물성임.
- 오픈형 중 참여기업 농산물 골판지 상자인 파프리카 품목의 샘플은 수직압축강도가 8.67±0.82로 측정됨.
- 이는 타사 골판지 상자 중에서 제일 낮은 수직압축강도이며, B사-1, C사-1 C사-4 제품이 같은 그룹에 해당되는 품목임.

표 14. 농산물 골판지 상자의 수직압축강도 (오픈형)

샘플 구분		품목	수직압축강도 (kN/m)
오픈형	참여기업 골판지 상자	파프리카	8.67±0.82 ^e
		B사-1	8.85±0.38 ^e
	타사 골판지 상자	B사-2	10.45±0.42 ^{cd}
		C사-1	8.10±1.08 ^e
		C사-3	11.38±0.60 ^b
		C사-4	8.20±0.18 ^e
		C사-12	11.04±0.51 ^{bc}
		C사-13	13.06±0.68 ^a
		C사-14	8.07±3.99 ^d
		A사-1	11.24±0.48 ^b
		A사-3	11.57±0.48 ^b
		A사-5	10.89±0.13 ^{bc}

- 밀폐형 중 참여기업 농산물 골판지 상자인 양배추, 고급양채, 대관령 배추 품목 샘플의 수직압축강도는 각각 11.30±0.71, 10.71±0.64 그리고 10.26±0.32 임 (표 15).
- 이는 각각 그룹 b, 그룹 bc 그리고 그룹 c에 해당되므로 상대적으로 준수한 수직압축강도에 해당됨.
- 표 14와 15의 결과를 바탕으로, 표 12에 제시된 품질기준 부합여부를 살펴보면 골형태를 다르지만 파프리카, 양배추, 대관령 배추는 1종 (D-1) 품질기준에 적합하고, 고급 양채는 2종 (D-2) 기준에 적합하였음.

표 15. 농산물 골판지 상자의 수직압축강도 (밀폐형)

샘플 구분		품목	수직압축강도 (kN/m)
밀폐형	참여기업 골판지 상자	양배추	11.30±0.71 ^b
		고급 양채	10.71±0.64 ^{bc}
		대관령 배추	10.26±0.32 ^c
	타사 골판지 상자	F사-1	12.08±0.54 ^a
		F사-2	11.19±0.18 ^b
		J사-1	10.87±0.77 ^{bc}
		J사-2	9.15±0.63 ^d

- 따라서 향후 연구에서 개발된 골판지 상자는 최소한 위 기준에 부합하거나 그 이상의 품질 향상을 보여야함.
- 또한 외부 포장용 골판지 상자는 KS 규격 (KS A 1531)을 기준으로 포장제한이 적용되는데 단, 컨테이너로 수송되는 수출용 골판지 상자의 포장 제한은 표 16와 동일하지만 일반 수출용 골판지 상자의 포장제한은 포장제한 조건에 맞는 종류의 1단계 상위 종류를 적용해야함 (표 16).

표 16. 2중 양면 골판지의 포장제한 (KS규격; KS A 1531)

종류	기호	사용하는 골판지	포장제한*	
			최대 총무게 (kg)	최대 안쪽 치수 (cm)**
1종	CD-1	2중 양면 골판지 1종	20	150
2중	2종	2중 양면 골판지 2종	30	175
양면골판지	3종	2중 양면 골판지 3종	40	200
	4종	2중 양면 골판지 4종	50	250
	5종	2중 양면 골판지 5종	60	275

*포장제한은 KS A 1003 골판지 상자의 형식의 0201 형을 기준으로 함

**최대 안쪽 치수는 길이, 너비 및 깊이의 안쪽 치수 합의 최대치를 표시함

- 참여기업의 수출 농산물 골판지 상자에 적용할 내용물은 최대 총무게가 약 20kg 이하이기 때문에 KS 규격 기준으로 포장재 분석 결과가 기준치에 부합하는 결과를 보임.
- 그러나 내용물 최대 총무게가 그 이상으로 주어질 경우에는 수출의 경우 1단계 상위 종류를 적용해야하므로 강도 개선이 필요하다고 판단됨.

3) 압축강도

- 골판지 상자의 포장시험은 여러 목적에 따라 구분되지만, 기본적으로 정적시험으로 압축시험 (저장 보관 목적)이 실시됨.
- 오픈형 중 참여기업 농산물 골판지 상자인 파프리카 품목 샘플은 압축강도가 678.57 ± 102.81 로, 타사 골판지 상자와 비교했을 때 강도가 가장 낮은 그룹에 속함 (표 17).
- 같은 그룹에 있는 상자의 품목으로는 B사-1, B사-2, C사-1이 있음.

표 17. 농산물 골판지 상자의 압축강도 (오픈형)

샘플 구분	품목	압축강도 (kgf)		
오픈형	참여기업 골판지 상자	678.57 ± 102.81^e		
		B사-1	700.68 ± 5.61^e	
		B사-2	768.37 ± 48.64^e	
		C사-1	687.26 ± 70.92^e	
		C사-3	1418.70 ± 86.42^b	
		C사-4	1207.03 ± 107.18^c	
		타사 골판지 상자	C사-12	1547.17 ± 73.65^a
			C사-13	1147.66 ± 65.69^c
			C사-14	1571.43 ± 46.26^a
			A사-1	1188.05 ± 108.15^c
			A사-3	894.06 ± 56.15^d
			A사-5	1097.56 ± 13.65^c

- 밀폐형 중 참여기업 골판지 상자인 양배추, 고급양채, 대관령 배추 샘플의 압축강도 결과는 각각 961.88 ± 1.40 , 943.29 ± 63.36 그리고 558.81 ± 21.65 로 측정됨.
- 양배추 품목의 샘플이 가장 높은 압축강도를 보인 그룹 a에 속하였고, 고급 양채는 그룹 b, 그리고 대관령 배추는 그룹 d에 포함되는 것을 확인할 수 있었음.

표 18. 농산물 골판지 상자의 압축강도 (밀폐형)

샘플 구분		품목	압축강도 (kgf)
밀폐형	참여기업 골판지 상자	양배추	961.88 ± 1.40^a
		고급 양채	843.29 ± 63.36^b
		대관령 배추	558.81 ± 21.65^d
	타사 골판지 상자	F사-1	888.46 ± 61.16^{ab}
		F사-2	663.79 ± 19.23^c
		J사-1	711.73 ± 101.89^c
	J사-2	624.81 ± 61.33^{cd}	

4) 발수도

- 참여기업 골판지 상자인 파프리카 품목의 샘플은 내부 발수도가 R6로 준수한 발수도 결과를 보였고, 외부는 R4로 타사 제품과 비교해 가장 낮은 발수도를 보였음 (표 19).
- 그러나 외부 발수도의 경우 타사 제품은 모두 상품성 향상을 위해 외관에 인쇄나 코팅을 실시하였으므로 높은 발수도를 보였다고 판단됨.

표 19. 농산물 골판지 상자의 발수도 (오픈형)

샘플 구분		품목	발수도 (내부/외부)	
	참여기업 골판지 상자	파프리카	R6	R4
			오픈형	타사 골판지 상자	B사-1	R4	R10
B사-2	R0	R10		
C사-1	R4	R9		
C사-3	R0	R9		
C사-4	R4	R9		
C사-12	R4	R10		
C사-13	R4	R10		
C사-14	R4	R10		
A사-1	R4	R7		
A사-3	R0	R8		
A사-5	R10	R9		

- 밀폐형 중 참여기업 골판지 상자인 양배추, 고급 양채, 대관령 배추 품목 샘플의 내부 발수도는 R4, R0 그리고 R4이며, 외부는 R4, R0 그리고 R9임 (표 20).
- 양배추와 대관령 배추 품목이 내부와 외부 발수도 모두에서 타사 대비 높은 발수도를 보였으나, 고급 양채 제품은 가장 낮은 발수도를 보였음.
- 이는 타사 제품은 J사-1, 2도 마찬가지였는데, 위 제품들은 공통적으로 인쇄나 코팅 등의 외관처리가 실시되지 않았기 때문에 특히 낮은 발수도를 보였다고 판단됨.

표 20. 농산물 골판지 상자의 발수도 (밀폐형)

샘플 구분		품목	발수도 (내부/외부)	
밀폐형	참여기업 골판지 상자	양배추	R4	R4
		고급 양채	R0	R0
		대관령 배추	R4	R9
	타사 골판지 상자	F사-1	R4	R0
		F사-2	R2	R10
		J사-1	R4	R0
		J사-2	R0	R0

라. 결론

- 실험에 사용한 참여기업의 수출용 골판지 상자에 대한 파열강도와 수직압축강도 결과 값은 KS 규격이 제시하는 품질기준에 모두 부합하였고, 타사 제품들과 물성을 비교 평가하였을 때 큰 차이가 없는 강도 값을 보여 주었으며, 물성 평가 측면에서 큰 차이점을 발견할 수 없었음.
- 상자 압축강도 및 발수도 측정값에서도 타사 제품과 비교하였을 때, 실험 측정 결과 값에 대해 큰 차이를 발견 할 수 없었음.
- 따라서 본 포장 실험 측정값은 현재 유통되고 있는 농산물 포장 박스의 특성을 파악하여, 2차년에 적용 고려중인 개선 수출 포장 박스 개발을 위한 비교 값을 제시하는데 정량적 데이터로 활용 하고자하며, 수출 대상국에 따른 환경 조건에 적합한 포장 박스가 요구되는 최소 기준을 정립하고자 하는 농산물 포장 박스 특성의 기초 데이터로 사용하고자 함.
- 즉 수출 유통(수송) 중 골판지가 겪게 되는 외부 요인 (온습도, 수송 중 진동, 하역 중 파손)이나 내부 요인 (내용물의 대사활동, 예냉효율을 위한 통기구 배치)에 따라 저하 될 수 있는 골판지 특성을 고려하여, 2차 연구에서는 포장재 물성 개선 및 선도 유지가 필요한 수출 포장재 개발 연구를 실시하고자함.

▶ 2차년도

가. 2차년도 연구목표

- 2차년도 연구목표는 참여기업의 농산물 골판지 상자와 유통 환경을 고려한 신선채소별 수출용 골판지 상자 구조 설계 및 평가를 목표로함.
- 세부 목표는 첫째, 현재 참여기업에서 사용하는 골판지 상자 구조에 KS규격에 따른 통기구를 설계하여, 변화된 물성을 평가하는 것과 둘째, 설계된 통기구에 따른 농산물의 품온 변화를 평가하는 것을 목표로함.

2차년도 연구목표	신선채소별 수출용 농산물 박스 구조 설계
세부 목표	<ul style="list-style-type: none"> • KS규격에 따른 통기구 설계 및 물성 평가 • 통기구 설계에 따른 농산물의 품온 변화 평가 • KS T 1020 규격에 따른 통기구 설계
수행내용	<ul style="list-style-type: none"> • KS T ISO 12048 규격에 따른 상자 압축강도 평가 • 통기구 설계에 따른 농산물 품온 변화 평가

- 세부 수행내용은 첫째, 현재 참여기업에서 사용하는 골판지 상자 구조에서 KS T 1020 규격을 적용하여 통기구를 설계하는 것과 둘째, 통기구 설계에 따른 물성 변화를 평가하기 위해 KS T ISO 12048 규격에 따른 상자 압축강도 평가를 실시하는 것 그리고 셋째, 통기구 설계에 따른 농산물 품온 변화를 평가하는 것으로 구분함.

나. 수출용 농산물 박스 구조 설계를 위한 현장 애로사항 요약

- 참여기업인 (주)한스농장은 강원도 횡성군 소재로 고랭지 농업의 이점을 살려 농산물 중 특히 배추, 양배추, 양상추, 로메인과 같은 엽채류 제품을 대만으로 수출하고 있음.
- 그러나 여름철 고온다습한 환경조건과 더불어 컨테이너 조건 또는 적재 조건과 같은 여러 복합적인 유통방식으로 인해 수출용 제품 간 품질 차이가 발생함.
- 구체적으로 현재 수출 유통 라인에서 손잡이 외 통기구 설계가 안 된 골판지를 사용하여 블록적재 방식으로 1회 출고 시에 컨테이너 당 1300여개 상자를 유통하는 실정임.
- 순환이 어려운 골판지 설계로 인해, 유통 중 제품 온도를 낮추기 위한 컨테이너의 저온 조건이 제공되어도 효과성이 떨어짐.
- 따라서 골판지 상자에 적절한 통기구 설계가 꼭 필요하기 때문에 이를 위한 연구를 실시함.



그림. 참여기업 (주) 한스농장의 신선 농산물 유통 방식

- 올해에는 현장 단위 (컨테이너 단위의 물량)의 실험에 앞서 골판지에 요구되는 물리적 강도를 유지한 상태에서 통기구 설계를 얼마나 실시할 수 있는지와 더불어 통기구 설계를 통해 단일 상자 단위에서 신선 농산물의 품온에 얼마나 효과성을 보이는지 평가하였음.

5-2-1 농산물 골판지 통기구 설계에 따른 물성 평가

1) 재료 및 분석

가. 실험 재료

- 실험에 사용된 농산물은 배추, 양배추 그리고 양상추이며, 강원도 원주시 소재의 농협 하나로 마트에서 구입함.
- 참여기업에서 사용하는 기존 골판지 3종 (배추, 양배추, 양상추)은 강원도 횡성군 소재의 (주)한스농장에서 제공받아 사용함.
- 기존 골판지와 유사한 골판지에 통기구 설계한 실험용 샘플은 경기도 용인시 소재의 (주)모던패키지에 의뢰하여 구입함.

나. 골판지 상자 압축 하중의 최적화를 위한 공기구멍 설계기준 (KS T 1020)에 따른 제작

- 기존 골판지 3종과 유사하게 제작한 골판지는 각각의 치수 (장, 폭, 고)를 고려하여 KS T 1020 규격에 따라 통기구를 설계함.

표 1. 골판지 상자 압축 하중의 최적화를 위한 공기구멍 설계기준 (KS T 1020)의 주요 내용 요약

공기구멍의 효과 요인은 아래와 같음.

1. 상자 측면적 대비 통기구 점유 면적비율 2 % 이상 (통기구 면적/골판지 상자 측면적 x 100)
2. 통기구의 최소 면적은 127 mm²/ ea.
3. 수직 통기구 유효폭은 12 - 25 mm
4. 단방향과 장방향의 비율은 1 : 3.5 ~ 2.5
5. 통기구의 장방향 길이는 상자 높이의 1/4 이하
6. 내용물이 과채류 등의 구 형상일 때, 통기구가 막히지 않도록 기하학적 설계에 따라 장타원형 배치
7. 통기구 4개 이상부터 짝수로 추가 설계

- 배추용 골판지 상자는 양쪽 전면에 수직의 타원 통기구 (장방향 7.75 cm, 단방향 2.5 cm, 넓이 15.2 cm²)를 총 4개, 6개, 8개, 12개 그리고 16개를 설계하고 각각의 샘플을 V4, V6, V8, V8, V12 그리고 V16으로 명명함.
- 양쪽 측면은 수평의 타원 손잡이 (장방향 6.25 cm, 단방향 2.5 cm, 넓이 12.3 cm²) 1개와 원형 통기구 (넓이 6 cm²)를 설계함.
- 양배추용 골판지 상자는 양쪽 전면에 수직의 타원 통기구 (장방향 5.1 cm, 단방향 2.05 cm, 넓이 8.2 cm²)를 총 6개, 8개, 12개 그리고 16개를 설계하고, 각각의 샘플을 V6, V8, V8, V12 그리고 V16으로 명명함.
- 양쪽 측면은 수평의 타원 손잡이 (장방향 5.1 cm, 단방향 2.04 cm, 넓이 8.2 cm²) 1개와 원형 통기구 (넓이 7.4 cm²)를 설계함.
- 양상추용 골판지 상자는 양쪽 전면에 수직의 타원 통기구 (장방향 8 cm, 단방향 2.5 cm,

넓이 15.7 cm²)를 총 6개, 8개, 12개 그리고 16개를 설계하고, 각각의 샘플을 V6, V8, V8, V12 그리고 V16으로 명명함.

- 양쪽 측면은 수평의 타원 손잡이 (장방향 6.25 cm, 단방향 2.5 cm, 넓이 12.3 cm²) 1개와 원형 통기구 (넓이 6.9 cm²)를 설계함.



그림. 제작 의뢰한 골판지 상자의 실제 이미지 (A: 배추용, B: 양배추용, C: 양상추용)

- 또한 통기구가 설계된 골판지 상자는 KS규격에서 요구하는 압축강도를 만족해야하므로 아래의 식을 충족해야함.
- $P = k \cdot w (n-1) \leq P_1$ (1)
P는 상자에 필요한 압축강도 (kgf), k는 안전계수 (통산 안전율: 3 ~ 5), w는 상자에 포장된 상품의 총 질량 (kg), n는 적재 단수 (n = 적재 총 높이 (cm)/ 골판지 상자 높이 (cm)), P₁는 피포장물의 실제 압축 강도 (kgf)

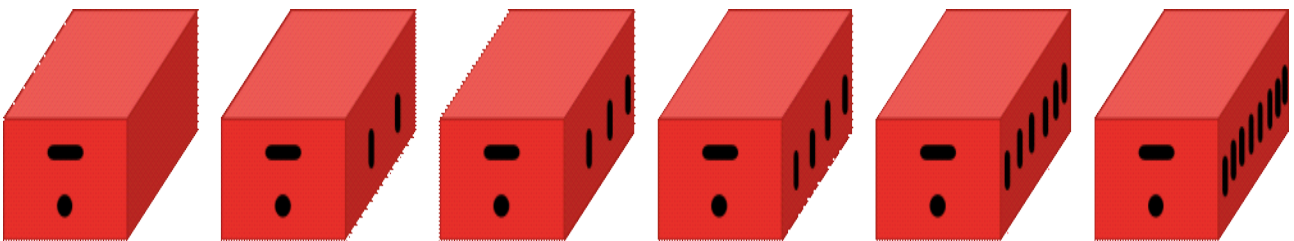


그림. 제작 의뢰한 골판지 상자의 통기구 배치 도식화

다. 골판지 상자의 기본 특성 분석 (KS M ISO 3034, KS M ISO 3039, KS T 1034)

- 골판지 상자의 기본 특성을 분석하기 위해 시편의 조습처리로 KS M ISO 187에 따라 항온항습기 (TEMP.&HUMID. CHAMBER, HST-105MG, 한백에스티, Korea)를 이용하여 상대습도 50±2%, 23±°C 조건에서 1시간 처리하였음.
- 골판지 - 두께 측정 (KS M ISO 3034), 골판지 - 구성층의 분리 후 원지의 평량 측정 (KS

M ISO 3039) 그리고 외부 포장용 골판지 (KS T 1034) 규격에 따라 치수, 골 종류, 골 두께, 골 수, 골조율 등의 기본 특성을 분석하였음.

마. 포장-수송포장-압축시험기를 이용한 압축 및 적재시험 (KS T ISO 12048)

- 시편의 조습처리로 KS M ISO 187에 따라 항온항습기 (TEMP.&HUMID. CHAMBER, HST-105MG, 한백에스티, Korea)를 이용하여 상대습도 50±2%, 23±0.5℃ 조건에서 1시간 처리하였고, 시험은 각 샘플별로 10회 반복하여 실시하였음.
- KS T ISO 12048에 따라 압축강도 시험을 실시하였으며, Universal Test Machine (DTU-801, DAEKYUNG TECH & TESTERS, South Korea)을 test speed 13 mm/ min. 로 설정하여 평가함.

바. 열전대 측정기

- 배추, 양배추, 양상추를 각각 25 ± 1 °C, RH 50% 조건에서 24시간 이상 저장하여 품온이 저장 조건과 유사하게 되었을 때, 각 골판지 상자 샘플에 제품을 포장하고 0, 6, 12, 24시간 동안 4 ± 1 °C, RH 50% 조건의 저장고로 이동시켜 품온 변화를 관찰함.
- 열전대 측정기 (T108-2, Testo, Germany)는 각 농산물을 골판지 상자 개봉과 동시에 가장 내부 T-type 열전대 probe를 침투시켜 품온을 측정함.
- 측정은 각 샘플별로 10회 반복하여 실시하였음.

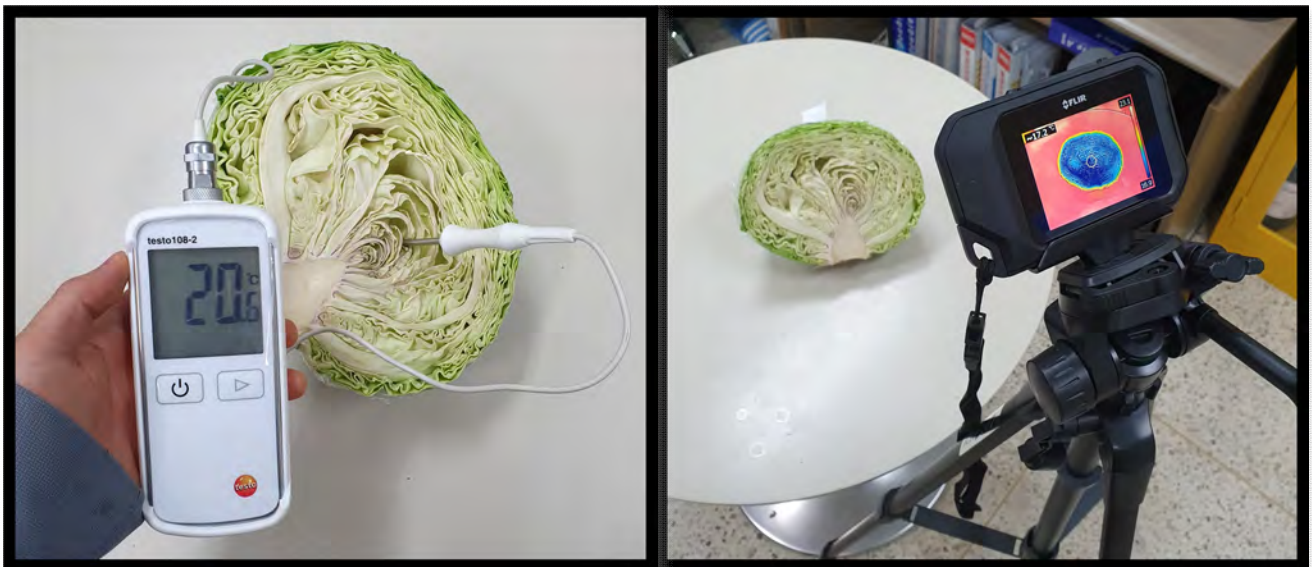


그림. 농산물 품온 관찰을 위한 열전대 측정기 (좌)와 적외선 열화상 카메라(우)

사. 적외선 열화상 카메라

- 배추, 양배추, 양상추를 각각 25 ± 1 °C, RH 50% 조건에서 24시간 이상 저장하여 품온이 저장 조건과 유사하게 되었을 때, 각 골판지 상자 샘플에 제품을 포장하고 0, 6, 12, 24시간 동안 4 ± 1 °C, RH 50% 조건의 저장고로 이동시켜 품온 변화를 관찰함.
- 각 농산물을 적외선 열화상 카메라 (FLIR C3, FLIR system, USA)로 촬영하기 위해, 골판지 상자 개봉과 즉시 반절로 자르고, 단면을 촬영하여 품온을 관찰함.

아. 통계 분석

- 데이터의 유의적 차이를 분석하기 위해 IBM SPSS Version 24.0 for Window 통계 분석 프로그램 (Armonk, NY, IBM Co. USA)을 사용해 Duncan’s multiple range test를 실시함.
- Significant differences는 p-level = 0.05에서 모든 데이터를 standard deviation과 함께 나타냄.

3. 결과 및 고찰

가. 참여기업 (주)한스농장 수출용 농산물 골판지의 기본 특성 및 필요 압축강도

1) 참여기업 (주)한스농장 수출용 농산물 골판지의 기본 특성

- 신선 농산물 3종 중 배추용 골판지 상자는 AB골 2중 양면을, 나머지 양배추와 양상추용 골판지 상자는 BB골 2중 양면을 사용함.
- 골 두께는 배추용 골판지 상자가 약 7.5 mm (A골: 4.5 - 4.8, B골: 2.5 - 2.8), 나머지 양배추와 양상추용 골판지 상자는 약 5.0 (B골: 2.5 - 2.8, B골: 2.5 - 2.8)이고, KS규격에서 정의하는 골 두께와 유사하였음.
- 손잡이는 일종의 통기구로써 골판지 상자 압축 하중의 최적화를 위한 공기구멍 설계기준 (KS T 1020)에 따르면 통기구의 효과 요인으로 골판지 상자 측면적 대비 공기 구멍의 점유 면적 비율이 2 % 이상이어야 한다고 정의하고 있음.
- 그 외에도 KS T 1020에서 정의하는 통기구 효과 요인으로 통기구의 최소 면적, vertical slot의 유효폭, 단/장방향 비율, 통기구와 상자 높이의 관계, 내용물에 따른 기하학적 설계 등을 고려해야 하므로 현재 손잡이 (수평 통기구)의 치수를 파악해야함.

표 2. 참여기업 (주)한스농장 수출용 농산물 골판지의 기본 특성 요약표

	내치수 (mm)	골 종류 (2중 양면)	골 두께 (mm)	골 수 (no./30 cm)	손잡이 (mm ² x no.)	골조율 (T-factor)	비고
배추	장: 500	AB골	약 7.5	A골: 34 ± 2 B골: 50 ± 2	1178.1 x 2	A골: 1.5 - 1.6 B골: 1.3 - 1.4	상단개방: 22400 mm ²
	폭: 295		A골: 4.5 - 4.8 B골: 2.5 - 2.8				
	고: 310						
양배추	장: 565	BB골	약 5.0	B골: 50±2 B골: 50±2	2120.6 x 2	B골: 1.3 - 1.4 B골: 1.3 - 1.4	상단개방: 30800 mm ²
	폭: 380		B골: 2.5 - 2.8 B골: 2.5 - 2.8				
	고: 205						
양상추	장: 530	BB골	약 5.0	B골: 50±2 B골: 50±2	1570.8 x 2	B골: 1.3 - 1.4 B골: 1.3 - 1.4	밀폐형
	폭: 300		B골: 2.5 - 2.8 B골: 2.5 - 2.8				
	고: 320						

- 배추, 양배추 그리고 양상추용 골판지 손잡이의 넓이는 각각 1개 당 1178.1 , 2120.6 그리고 1570.8 mm² 으로 측정됨.
- 골조율은 배추용 골판지가 A골: 1.5 - 1.6, B골 1.3 - 1.4이고, 나머지 양배추와 양상추용 골판지는 B골: 1.3 - 1.4, B골: 1.3 - 1.4로 KS규격과 유사함.
- 추가로 배추와 양배추 골판지 상자는 상단의 날개 부분이 짧게 제작되어 상자 상단이 일부 개방되어있는 형태를 보이고 있음.



그림. 참여기업 (주)한스농장 수출용 농산물 골판지의 실제 이미지 (상: 배추, 좌: 양배추, 우: 양상추)

- 이는 (주)한스농장에 문의를 통해 신선 농산물의 저온 유통 효과성을 높이기 위하여 실시하고 있는 것으로 파악됨.
- 그러나 블록적재 방식으로 결국 상단은 다른 상자의 하단면에 의해 덮어지고 또한 통기구 설계에 따른 효과성 검증에 불필요한 변수가 되므로, 향후 연구에 추가 요소로 고려하기로 하고 본 연구에서는 일반 상자와 같이 상단을 밀폐하여 제작 의뢰함.

2) 참여기업 (주)한스농협 수출용 농산물 골판지의 필요 압축강도

- 참여기업 (주)한스농장의 수출용 농산물 골판지의 압축강도를 평가한 이유는 두 가지로 구분됨.
- 첫째, 현재 (주)한스농장의 농산물 골판지는 배추, 양배추 등 부피가 큰 업체류를 포장하기 때문에 일반 골판지 치수보다 상대적으로 큰 치수의 골판지 상자임.
- 이에 소량 생산이 의뢰 가능한 영세 업체에서는 골판지 원단의 수급이 어려워 제작 의뢰한 상자와 기존 골판지 상자 간 압축강도 차이를 파악하기 위해 데이터 확보를 실시함.
- 둘째, 통기구를 설계를 적용할 때 KS T 1020에서 요구하는 필요 압축강도와 실제 상자의 압축강도를 고려하여 통기구 설계가 어느 정도까지 가능한지 기준을 파악하기 위함임.
- KS T ISO 12048에 따라 (주)한스농장의 수출용 농산물 골판지 압축강도 결과는 아래와 같음.

표 3. 참여기업 (주)한스농협 수출용 농산물 골판지의 필요 압축강도 산출을 위한 대입값

샘플명	w (kg)	n	*P ₁ (kgf)	P (if k=5)	**여유 압축강도 (kgf)
배추	15	8	568.13 ± 34.21	525	43.13 (7.6 %)
양배추	15	8	943.23 ± 67.30	525	418.23 (44.3 %)
양상추	10	8	621.48 ± 52.64	350	271.48 (43.7 %)

*: values are mean ± SD(n=10); KS T ISO 12048

** : average of P₁- P (if k=5); (average of P₁- P)/average of P₁ x 100 (if k=5)

- 현재 (주)한스농장은 수출 시, 8단 적재하여 유통하고 있고, 배추와 양배추는 1개 당 약 15 kg, 양상추는 약 10 kg 포장하고 있음.
- 배추용, 양배추용 그리고 양상추용 골판지 상자의 압축강도는 각각 약 568.13, 943.23 그리고 521.48 kgf로 측정됨.
- 즉 3종의 농산물 골판지 상자 모두 KS규격에서 요구하는 압축강도를 만족하고 있음.
- 또한 안전율은 통상 3 ~ 5인데, 가장 높은 안전율(k)가 5일 때, 통기구 설계로 인해 감소하여도 배추용 골판지 상자는 약 43.13 kgf, 양배추용은 418.23 kgf 그리고 양상추용은 271.48 kgf 까지 여유가 있음.
- 위에서 언급한대로 실제 (주)한스농장에서 사용하고 있는 수출용 농산물 골판지 상자는 그 치수가 상대적으로 크기 때문에 소량 생산하는 영세 업체에 의뢰하기에는 원단의 수급 등 현실적으로 어려운 점이 많음.
- 따라서 앞서 평가한 골판지 기본 특성과 압축강도 결과를 근거로 유사한 치수의 상자 제작을 의뢰하고, 통기구 설계를 적용하여 압축 강도의 저하율과 원활한 저온 유통을 위해 품온에 미치는 영향을 평가해야함.

나. 통기구가 설계된 수출용 농산물 골판지의 기본 특성 및 압축강도

1) 통기구가 설계된 수출용 농산물 골판지의 기본 특성

- 3.1.1.의 (주)한스농장 농산물 골판지의 기본 특성을 바탕으로 의뢰한 샘플 아래의 표와 같음.
- 치수는 기존 골판지 상자와 동일하지만 BB골 원단의 취급이 어려워 AB골을 동일하게 적용하여 제작 의뢰함.

표 4. 통기구가 설계된 수출용 농산물 골판지의 기본 특성표

	배추	양배추	양상추
내치수 (mm)	장: 500, 폭: 295, 고: 310	장: 565, 폭: 380, 고: 205	장: 530, 폭: 300, 고: 320
골 종류 (2종 양면)	AB골		
골 두께 (mm)	약 7.5 (A골: 4.5 - 4.8, B골: 2.5 - 2.8)		
골 수 (no./ 30 cm)	A골: 34 ± 2, B골: 50 ± 2		
전면	수직 통기구	수직 통기구	수직 통기구
	장방향 7.75 cm	장방향 5.1 cm	장방향 7.75 cm
	단방향 2.50 cm	단방향 2.05 cm	단방향 2.50 cm
통기구 설계	수평 통기구 (손잡이)	수평 통기구 (손잡이)	수평 통기구 (손잡이)
	장방향 6.25 cm	장방향 5.1 cm	장방향 6.25 cm
	단방향 2.50 cm	단방향 2.04 cm	단방향 2.50 cm
측면	넓이 15.2 cm ²	넓이 8.2 cm ²	넓이 15.2 cm ²
	원형 통기구	원형 통기구	원형 통기구
	넓이 6 cm ²	넓이 5.2 cm ²	넓이 7.4 cm ²

- (주)한스농장에서 KS규격과 상관없이 손잡이를 사용하고 있었기 때문에 KS규격 기준으로 보면 기존 손잡이는 장타원형 비율이 KS규격과 어긋나 크기를 축소해야만 함.
- 반면, 측면적 대비 2 % 이상의 통기구를 확보해야한다는 규격에 또 어긋나기 때문에 원형 통기구를 추가로 설계함.
- 이와 같이 KS규격을 기준으로 설계를 할 경우, 측면의 통기구 (손잡이 포함)가 필연적으로 수정해야지만, 작업 용이성이 떨어질 수도 있는 우려가 있음.
- 따라서 본 연구에서는 위 표와 같이 측면 통기구를 설계하고 고정하였지만, 향후에 기존과 같은 손잡이 구조가 압축 강도 저하를 유의적으로 감소시키지 않는다면 작업 용이성을 위해 조금 더 단순히 제조할 수도 있음.

2) 통기구가 설계된 수출용 농산물 골판지의 필요 압축강도

- 배추용 골판지 상자의 압축강도는 아래와 같음.
- (주)한스농장의 골판지 상자의 압축 강도 결과에 따르면 여유 압축 강도는 7.6 %이고, 제작한 골판지 상자의 압축 강도 결과에 따르면 V6 샘플의 압축 강도 저하율이 9.0 % 이지만, 통계적 분석에 의해 V4와 V6는 동일한 유의적 결과값이므로, V6 통기구 설계가 가장 적절함.
- 또한 안전을 계산은 KS규격에서도 전 유통과정을 모니터링하여도 정밀하게 산출하기 어렵다고 설명하고 있어, 통상적인 안전을 3~5 범위에서 가장 안전한 범위인 안전을 5를 대입하여 여유 압축 강도 7.6 %를 도출한 것이므로 V6 샘플 선정이 합리적임.

표 5. 배추용 골판지 상자의 압축강도 및 저하율

Sample	Control	V4	V6	V8	V12	V16
*Box Compression	497.49	480.18	452.51	404.75	374.79	385.26
Strength (kgf)	± 57.50 ^a	± 51.24 ^{ab}	± 28.68 ^b	± 26.74 ^c	± 25.21 ^c	± 20.45 ^c
**Loss (%)	0.0	3.5	9.0	18.6	24.7	22.6

*: values are mean ± SD(n=10); KS T ISO 12048

** : (average of control sample - non-control sample) / average of control sample x 100

a-c: values with different superscript letter are significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

- 양배추용 골판지 상자의 압축강도는 아래와 같음.
- (주)한스농장 골판지 상자의 압축 강도 결과에 따르면 여유 압축 강도는 44.3 %임.
- V8 샘플은 압축강도 저하율이 37.0 %로 여유 압축강도를 넘지 않는 범위에서 가장 적절한 통기구 설계임.

표 6. 양배추용 골판지 상자의 압축강도 및 저하율

Sample	Control	V6	V8	V12	V16
*Box Compression	725.93	497.67	457.29	393.33	379.14
Strength (kgf)	± 54.07 ^a	± 27.74 ^b	± 21.62 ^c	± 18.5 ^d	± 16.78 ^d
**Loss (%)	0.0	31.4	37.0	45.8	47.8

*: values are mean ± SD(n=10); KS T ISO 12048

** : (average of control sample - non-control sample) / average of control sample x 100

a-d: values with different superscript letter are significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

- 양상추용 골판지 상자의 압축강도는 아래와 같음.
- (주)한스농장 골판지 상자의 압축 강도 결과에 따르면 여유 압축 강도는 43.7 %임.
- 통기구를 가장 많이 배치한 V16 샘플의 압축 강도 저하율 조차도 27.4 %로 여유 압축 강도를 넘지 않았음.
- 16개의 통기구 이상을 배치하는 것은 면적이 협소하여 어려우므로 가장 적절한 통기구 설계 샘플은 V16임.

표 7. 양상추용 골판지 상자의 압축강도 및 저하율

Sample	Control	V4	V6	V8	V12	V16
*Box Compression	506.15	417.66	419.55	414.08	405.70	367.63
Strength (kgf)	± 24.61 ^a	± 14.86 ^b	± 14.88 ^b	± 24.99 ^b	± 14.62 ^b	± 20.46 ^c
**Loss (%)	0.0	17.5	17.1	18.2	19.8	27.4

*: values are mean ± SD(n=10); KS T ISO 12048

** : (average of control sample - non-control sample) / average of control sample x 100

a-c: values with different superscript letter are significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

5-2-2 농산물 골판지 통기구 설계에 따른 품온 변화 분석

1) 열전대 측정 결과

- 배추용 골판지에서 저장 6시간 동안 평균적으로 약 8.5 °C의 배추 품온이 감소하였음.
- 12시간 동안 평균적으로 약 14 °C, 그리고 24시간 동안 약 20.2 °C 감소하였음.
- 각 실험군은 대조군보다 더욱 유의적인 저온 효과성을 보였으며, 통기구가 가장 많은 V16 샘플이 가장 효과적이었음.

표 8. 배추용 골판지 상자에 저장된 배추 내부 온도

Sample	Temperature (°C)			
	0 h	6 h	12 h	24 h
Control		17.6 ± 0.2 ^a	12.6 ± 0.3 ^a	5.3 ± 0.1 ^a
V4		16.4 ± 0.1 ^b	11.2 ± 0.5 ^b	4.5 ± 0.1 ^b
V6	24.3	15.9 ± 0.1 ^c	10.2 ± 0.2 ^c	4.2 ± 0.1 ^c
V8		16.0 ± 0.1 ^c	9.3 ± 0.1 ^d	3.9 ± 0.1 ^d
V12		14.7 ± 0.1 ^d	9.5 ± 0.3 ^d	3.3 ± 0.1 ^e
V16		14.2 ± 0.1 ^e	9.0 ± 0.1 ^e	3.0 ± 0.1 ^f

values are mean ± SD(n=10)

a-f: values with different superscript letter are significantly different in a column at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

- 양배추용 골판지에서 저장 6시간 동안 평균적으로 약 6.1 °C의 양배추 품온이 감소하였음.
- 12시간 동안 평균적으로 약 11.4 °C, 그리고 24시간 동안 약 17.4 °C 감소하였음.
- 각 실험군은 대조군보다 더욱 유의적인 저온 효과성을 보였으며, 통기구가 가장 많은 V16 샘플이 가장 효과적이었지만 24 시간 후에는 V12와 유의적 차이를 보이지 않음.

표 9. 양배추용 골판지 상자에 저장된 양배추 내부 온도

Sample	Temperature (°C)			
	0 h	6 h	12 h	24 h
Control		18.4 ± 0.5 ^a	12.1 ± 0.1 ^a	6.6 ± 0.3 ^a
V6		17.9 ± 0.4 ^b	11.7 ± 0.1 ^b	6.3 ± 0.2 ^b
V8	23.3	17.4 ± 0.2 ^c	11.5 ± 0.2 ^b	6.3 ± 0.3 ^b
V12		16.6 ± 0.2 ^d	11.0 ± 0.1 ^c	5.3 ± 0.1 ^c
V16		15.9 ± 0.3 ^e	10.7 ± 0.4 ^d	5.2 ± 0.2 ^c

values are mean ± SD(n=10)

a-e: values with different superscript letter are significantly different in a column at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

- 양상추용 골판지에서 저장 6시간 동안 평균적으로 약 15.1 °C의 양상추 품온이 감소하였음.
- 12시간 동안 평균적으로 약 18.4 °C, 그리고 24시간 동안 약 19.7 °C 감소하였음.
- 저장 12시간의 대조군과 V4 샘플을 제외한 나머지 실험에서 각 실험군은 대조군보다 더욱 유의적인 저온 효과성을 보였으며, 통기구가 가장 많은 V16 샘플이 가장 효과적이었지만, 저장 12시간의 V8, V12, V16 그리고 24 시간의 V4, V6, V8, V12는 서로 유의적 차이를

보이지 않음.

표 10. 양상추용 골판지 상자에 저장된 양상추 내부 온도

Sample	Temperature (°C)			
	0 h	6 h	12 h	24 h
Control		11.7 ± 0.6 ^a	4.9 ± 0.2 ^a	3.9 ± 0.4 ^a
V4		10.0 ± 0.1 ^b	5.1 ± 0.2 ^a	2.9 ± 0.1 ^b
V6	22.7	9.0 ± 0.1 ^c	4.5 ± 0.3 ^b	2.8 ± 0.2 ^b
V8		7.1 ± 0.2 ^d	3.9 ± 0.2 ^c	2.9 ± 0.2 ^b
V12		4.2 ± 0.1 ^e	3.8 ± 0.5 ^c	2.8 ± 0.1 ^b
V16		3.8 ± 0.2 ^f	3.8 ± 0.2 ^c	2.9 ± 0.1 ^b

values are mean ± SD(n=10)

a-f: values with different superscript letter are significantly different in a column at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

- 단일 골판지 상자에서 통기구 설계에 따른 저온저장 효과성이 유의적으로 향상되었음이 관찰되었음.
- 엽채류의 특성상 잎사귀가 촘촘하고 많을수록 열전도 속도 등의 차이로 저온저장의 효과성이 품온에 영향을 미치는데 더 긴 시간이 소요됨.
- 이러한 이유로 단일 골판지 상자가 아닌 수출용 컨테이너 내부에서는 적재 위치에 따른 제품 간 품온 차이가 더욱 크게 발생할 것으로 사료됨.
- 또한 양상추와 같이 잎사귀가 많지 않고 촘촘하게 자라지 않을 경우에는 필요 이상의 통기구 설계가 불필요해 보이며, 경우에 따라서는 오히려 동결 장애나 수침현상 (water soaking)이 등이 발생할 가능성도 보임.

3) 적외선 열화상 카메라 촬영 결과

- 배추용 골판지 상자에 보관된 배추 내부의 적외선 열화상 카메라 촬영 결과는 아래와 같음.
- 조금 더 정확한 품온 측정에는 적외선 열화상 촬영보다 열전대 측정기가 정밀하다 알려져 있으나, 신선 식품 내부의 층별 온도 변화를 시각적으로 관찰하기에 적외선 열화상 촬영이 더욱 적절함.
- 열전대 실험 결과보다 적외선 열화상 카메라에 관찰된 온도가 2 ± 1 °C 정도 오차를 보임.
- 주로 적외선 열화상 카메라에서 온도가 1 ~ 2 °C 더 낮게 관찰됨.
- 배추의 경우, 품온이 (내부 중심온도) 고온다습 조건에서 10 °C 가까이 감소하는데, 약 12 시간이 소요됨.
- 이후 24 시간에는 저장고 온도와 비슷한 4 °C에 도달함.

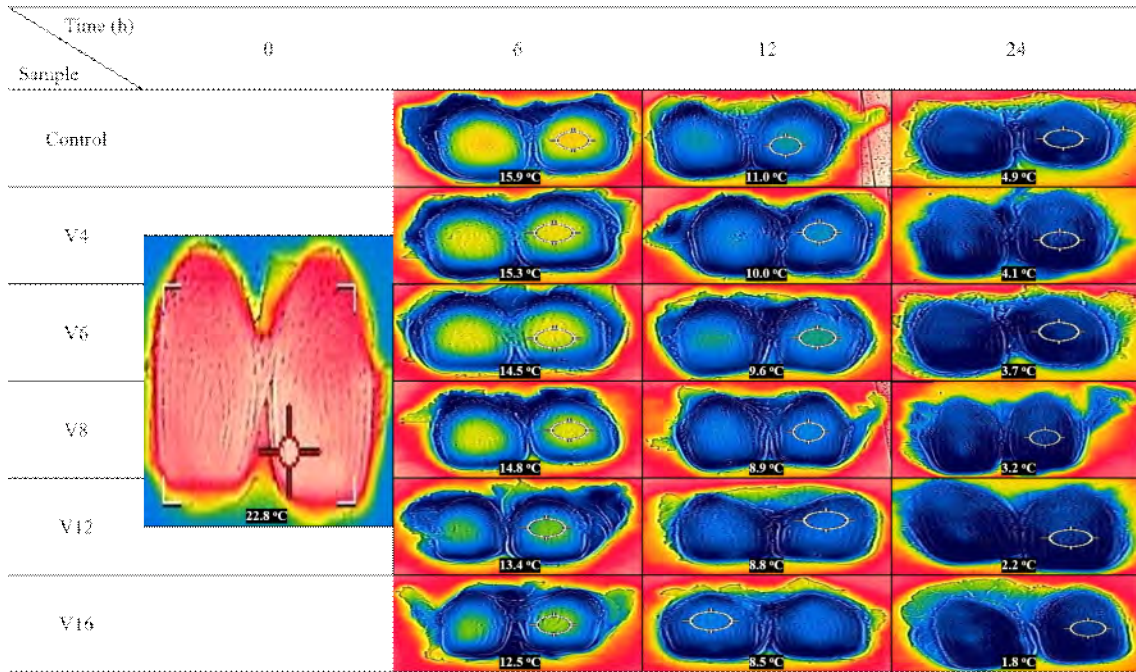


그림. 배추용 골판지 상자에 저장된 배추 내부의 적외선 열화상 촬영 이미지

- 양배추도 품온이 (내부 중심온도) 고온다습 조건에서 10 °C 가까이 감소하는데, 약 12 시간이 소요됨.
- 이후 24 시간에는 저장고 온도와 비슷한 4 °C에 도달함.
- 따라서 수분함량이 높고, 부피와 질량이 크며, 잎사귀가 촘촘하게 자라는 배추와 양배추는 품온이 떨어지는 과정에서도 내부적으로 온도 차이가 장시간 발생함.
- 그러므로 현장에서 컨테이너 단위의 대량 수출 시에는 컨테이너 내부 안에서 제품 간 품온 차이가 더욱 뚜렷히 발생할 것으로 판단됨.

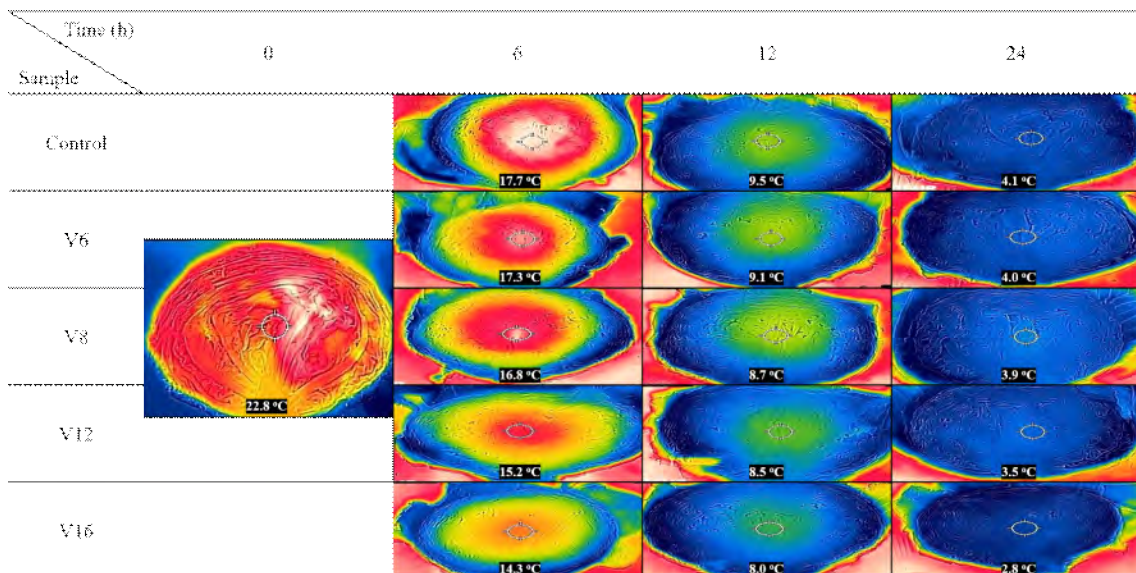


그림. 양배추용 골판지 상자에 저장된 양배추 내부의 적외선 열화상 촬영 이미지

- 반면 양상추는 질량과 부피가 비교적 낮고, 잎사귀가 촘촘하게 성장하지 않기 때문에 배추, 양배추와는 달리 저장 6시간만에 V14, V16 샘플의 양상추는 저온 효과가 품온에 영향을 빠르게 끼쳤음.
- 저장 12시간에는 이미 품온까지 저온으로 떨어져 있는 것이 관찰되었고, 이미 열전대 시험에서와 같이 오히려 동결 건도나 수침 현상이 발생 할 수 있음.

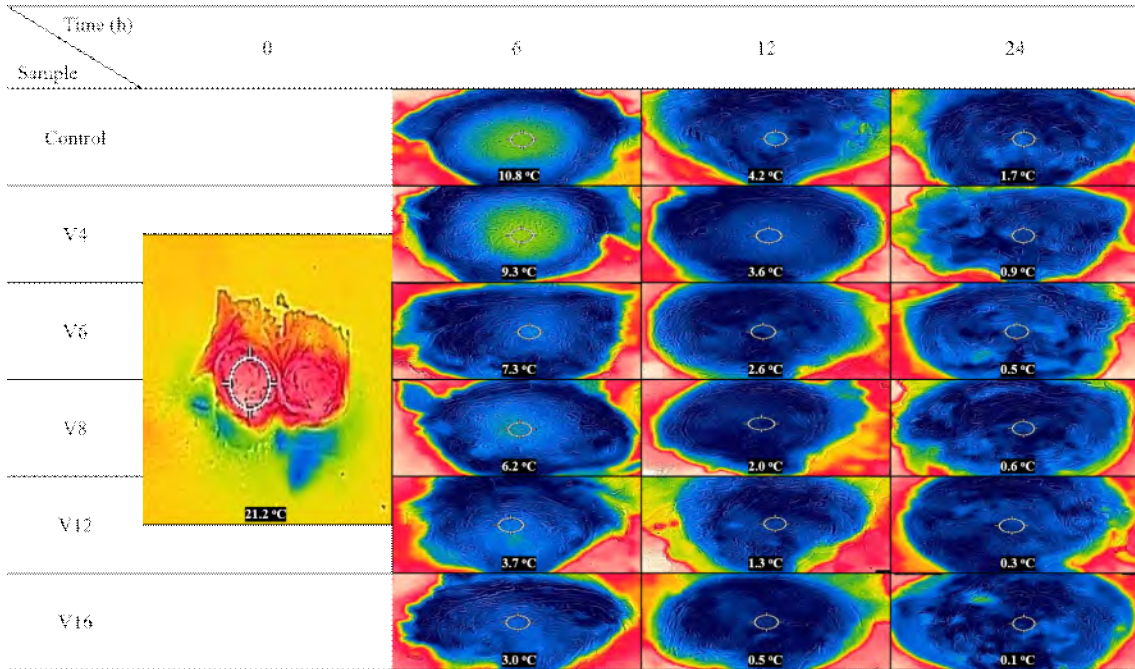


그림. 양상추용 골판지 상자에 저장된 양상추 내부의 적외선 열화상 촬영 이미지

4. 결론

- KS 규격에서 제공하는 기준을 근거로 신선 농산물 (배추, 양배추, 양상추) 골판지의 통기구 설계를 실시하였음.
- 또한 적재와 유통 방식을 고려하여 상자 압축 강도를 평가하여 상자에 요구되는 물리적 강도를 적용하여 통기구를 선정할 수 있었음.
- 추가로 열전대 측정기와 적외선 열화상 촬영을 통해 각 업체류의 내부 온도 변화 패턴을 관찰하고 평가함.
- 향후 현장에 더욱 근접한 연구 방법이 실시되어야 하겠지만, 본 연구를 통해 배추용 골판지에서는 V6 샘플의 통기구 설계가 가장 적합하였음.
- 양배추용 골판지에서는 V8 샘플이 가장 적합하고, 양상추용 골판지로는 V16 샘플이 가장 적합함.

대만 수출용 농산물 골판지 상자 개발을 위한 최적의 통기구 설계 선정 과정

농산물 종류	배추용	양배추용	양상추용
통기구 설계 전체 샘플 종류	V4, V6, V8, V12, V16	V6, V8, V12, V16	V4, V6, V8, V12, V16

압축강도 기준	V4, V6			V6, V8			V4, V6, V8, V12, V16		
저온 유통 효율성 기준	6h	12h	24h	6h	12h	24h	6h	12h	24h
	V6, V8	V6	V6	V8	V6, V8	V6, V8	V16	V8~16	V4~16
최종 선정	V6			V8			V16		

- 차후 대량의 수출 규모에서는 현재 단일 상자 기준에서보다 더욱 정밀하게 압축강도와 저온 유통 효율성을 분석 및 평가해야함.
- 따라서 대량 수출 단위의 실험에 적합한 시뮬레이션 실험 및 현장 적용 실험을 실시할 계획임.

5. 보완 요구 사항

- 보완요구사항: “수출포장 박스는 농림수산물부의 휘모리 브랜드 등 활용방안과 신선도 유지방안, 박스 안 슬리브 재료 등 보완 필요함.”
- 계획서 “농림수산물부의 휘모리 브랜드에 대한 포장 활용 가능할 수 있는 지원방안을 검토 고려”하겠음.
- 신선도 유지 방안은 세부 연구 목적인 통기구 적용에 따른 품질 평가를 실시하며 추가적인 신선도 유지 방안이 필요할 것으로 판단될 경우 “소포장용 필름 등 추가적인 기능성 포장재 연구를 보완 수행”하겠음.
- 박스 안 슬리브 재료 등의 추가 보완은 현재 통기구 설계 목적이 기본적으로 유통 중 원활한 cool air의 순환이기 때문에 연구 수행 내용과 상이하며 포장 재료비 부담 및 작업 효율 저하 등이 되는 부분이 있어, 슬리브 재료 등의 보완 없이 박스 재질 개선을 통한 충분한 강도를 유지하는지 검증 평가하겠음

▶ 3차년도

5-3-1 CFD 시뮬레이션 및 실증 실험을 통한 골판지 상자의 저온 유통 효율성 평가

5-3-1-1 연구 배경

- 냉장 컨테이너(리퍼 컨테이너; reefer container)를 사용한 농산물 수출 과정에서 예냉(pre-cooling), 특히 강제통풍식 예냉(forced-air pre-cooling; FAC)은 농산물의 중심온도를 낮추어 품질을 유지하는데 기여함.
- 그러나 FAC 설비를 설치 혹은 이용하는데 높은 비용이 발생하고, 유통 루트에 따라서는 추가적인 운송비가 발생함.
- 또한 농산물의 수출량이 FAC 설비 규모보다 클 경우, 시간과 비용이 추가로 증가하기 때문에 최근 연구 동향은 FAC 과정을 생략하고 냉장 컨테이너로만 유통하였을 때의 상황을 분석, 평가하는 방향으로 집중되고 있음 (Thijs Defraeye et al., 2015, Matia Mukama et al., 2020).
- 이러한 냉장 컨테이너의 유통 방식을 ambient (warm) loading이라고 부르고 있고 FAC와 가장 다른 특징은 기류(airflow)의 방향이 수평이 아닌 수직이며, 풍량(airflow rate)이 매우 낮다는 것임.
- 구체적으로 일반적인 FAC 방식의 주입구(inlet) 풍량은 1~3L/s/kg이 요구되는 반면, 글로벌 컨테이너 기업 Maerk Starcool의 저온 컨테이너(40ft) 기준으로 ambient loading에서는 0.02~0.06 L/s/kg의 풍량이 발생함.
- 위와 같은 FAC 과정을 생략하는 현상은 대만 수출 현장에서도 일어나고 있으며, 비용 문제 및 설비의 부재 등과 같은 애로사항이 유사하게 발생하는 실정임.
- 따라서 Ambient loading 유통 방식의 적용 가능 여부와 예측 가능한 문제점을 분석, 평가할 필요성이 있음.
- 연구 방법 중에는 실제 규모의 냉장 컨테이너를 활용하는 실험이 가장 현장과 유사한 조건이지만, 매우 고가의 설비 실험이며 긴 소요 시간 대비 제한적인 횟수 안에 정밀한 결과를 도출해야 하는 리스크가 높은 실험임.
- 이러한 리스크를 해소하기 위해 전산유체역학(computational fluid dynamics; CFD) 시뮬레이션을 활용한 연구들이 다수 보고되었음(Samuel Getahun et al., 2017a, Samuel Getahun et al., 2017b, Wentao Wu et al., 2019).
- CFD 시뮬레이션은 농산물이 적재된 골판지 상자 내외부의 복잡한 공기의 흐름을 실험적으로 측정하고, 계산하여 기류와 열과 물질전달의 정보를 누적하는 고도의 분석 방식임.
- 시간과 비용을 줄이기 위해 적절한 수학적 모델을 선택하고, 현장에서 발생 가능한 문제를 예측할 수 있도록 검토되어야 함.
- 이를 위해 일반적으로 기하학적 모델(model geometry) - 이산화(discretization) - 지배방정식(governing equation) 등을 정확히 설계하고, 무엇보다 실증 실험을 반드시 실시하여 유사 모델의 실험적 검증을 통해 상호보완적 연구 결과를 도출해야 함.
- 본 연구에서는 골판지 상자의 통기구 면적 차이에 따른 대만 수출용 배추의 중심온도 변화 중심으로 분석 및 평가하였음.
- 실증 실험은 CFD와 유사한 조건에서 실제 실험을 통해 시뮬레이션과의 차이점을 상호보완하는 결론을 도출함.

5-3-1-2 실험 재료 및 방법

5-3-1-2-1 실험 재료

- 실험에 사용된 배추 (*Brassica rapa subsp. pekinensis*)는 강원도에서 2021년 12월에 재배된 것으로 강원도 원주지역 농산물 판매처를 통해 구입함.
- 배추는 외관에 문제가 없는 제품만을 선별하였고, 길이는 약 15~25 cm 지름은 약 14~20 cm 무게는 약 2~3 kg의 배추를 그림 5-3-1-1처럼 포장함.
- 냉장 컨테이너 안에서는 기류의 순환이 수직 방향으로 일어나기 때문에 실험에 사용된 AB 골 이중양면 골판지(Modern box Co., Yonjin, Korea)는 그림 5-3-1-2처럼 상자의 모서리 부분에 통기구를 설계되어 제조되었고, 수치는 mm 단위로 표기함.



그림 5-3-1-1. 배추가 포장된 골판지 상자의 외관(A: Vent 0%, B: Vent 2%, C: Vent 3%, D: Vent 4%, E: 배추가 포장된 골판지 상자의 내부 이미지)

- 실제 현장의 판매 단위를 참고하여 한 상자에 배추 6포기씩 15 ± 1 kg이 되도록 포장하고, 7단 적재함.
- 그림 5-3-1-2처럼 설계된 골판지 상자의 통기구를 “Edge vent”라고 하며, 각 시편의 명칭은 통기구 면적에 따라 Vent 0%, Vent 2%, Vent 3%, Vent 4%라고 명명함 (Tarl M. Berry et al., 2017).

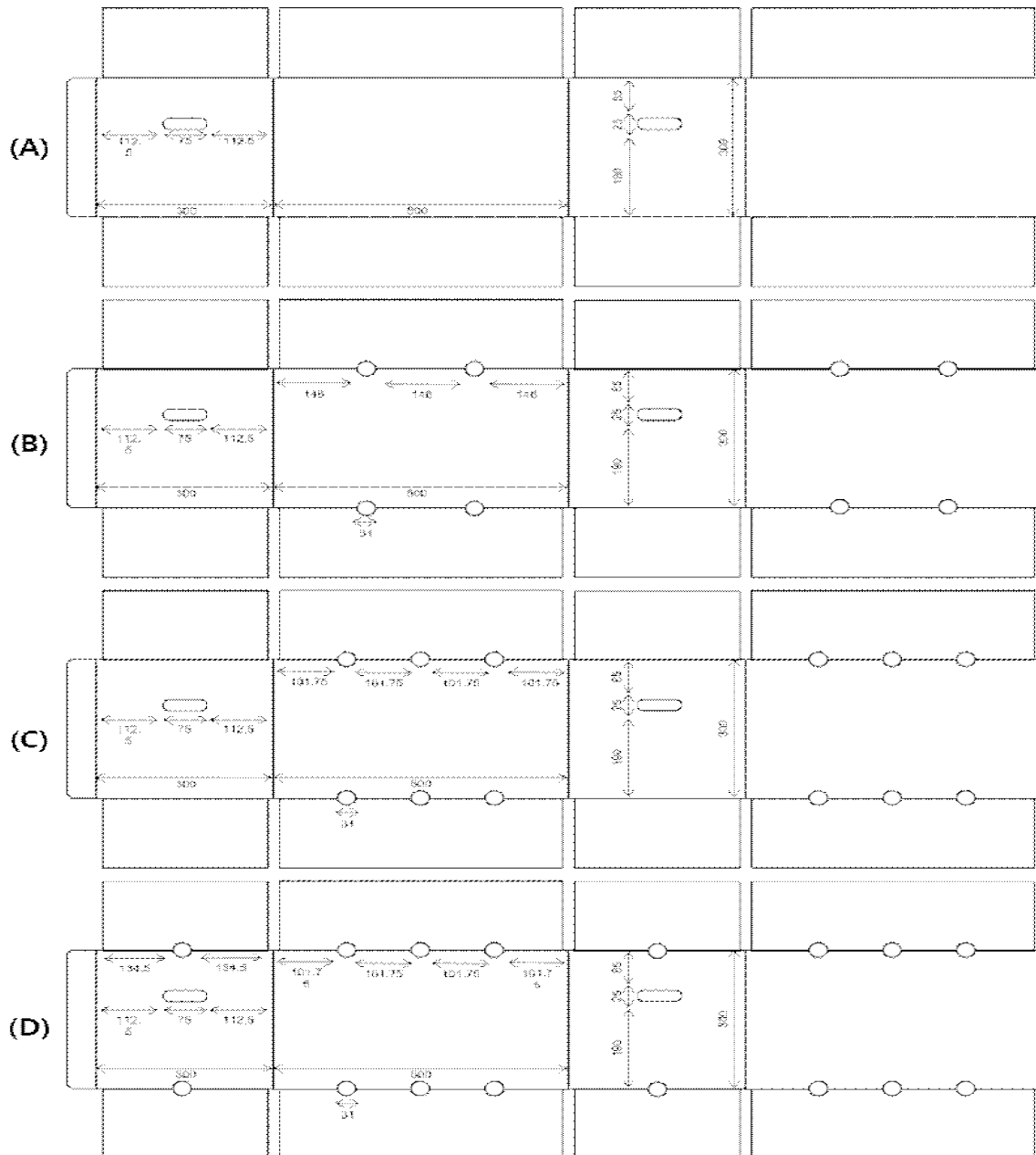


그림 5-3-1-2. 골판지 상자의 설계 도면 (A: Vent 0%, B: Vent 2%, C: Vent 3%, D: Vent 4%)

- Vent 0%는 명칭 다르게 실제로는 손잡이(일종의 통기구)가 있으나 냉장 컨테이너에서 수직으로 흐르는 기류에 영향을 거의 받지 않는 방향으로 설계되었기 때문에 통기구로서는 그 기능이 미비하다고 판단됨.
- 또한 실제 현장에서 널리 사용되고 있으므로 손잡이는 무시하고, 연구 보고의 용이성을 위해 Vent 0%라고 명명하였음.

5-3-1-2-2 CFD 시뮬레이션 실험 방법

- CFD 시뮬레이션 수치 연구를 위해 사용된 유동 해석 프로그램은 유체 상용프로그램 Ansys FLUENT임.

- 본 연구를 위해 사용된 지배방정식은 아래와 같음.
- 질량보존 방정식(Mass conservation equation)은 제어 체적에서의 질량의 증가는 제어 체적을 통해 들어오는 질량의 양과 같다는 의미로 질량보존의 법칙에 기초하고 있으며, 아래의 식을 따름.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U) = 0 \quad \text{수식 5-3-1-1}$$

- 운동량보존 방정식(Momentum conservative equation)은 작용하는 힘의 합은 제어 체적의 운동량 변화와 같다는 의미로 아래의 식을 따르며, 이는 각각 제어 체적의 각 방향에 수직으로 유출되는 운동량, 제어 체적에 작용하는 압력, 제어 체적에 작용하는 점성력 및 밀도차이로 인한 중력을 나타냄.

$$\frac{\partial (\rho U)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U \times U) = -\nabla P + \nabla \cdot \tau + S_M \quad \text{수식 5-3-1-2}$$

- 에너지 방정식(Energy Equation)은 제어 체적에서의 에너지 증가는 제어 체적을 통해 들어오는 에너지의 양과 같다는 의미이며, 에너지보존의 법칙에 기초하고 에너지 생성항과 점성력 및 밀도에 의한 유체의 유동을 고려하여 아래의 식을 따름.

$$\partial (\rho h) \quad \text{수식 5-3-1-}$$

- 상태 방정식(Equation of State)는 이상기체로 가정이 가능한 공기에서는 아래 식을 따르며 ANSYS FLUENT V.19.2 내에서는 각 유체의 데이터베이스를 기준으로 계산됨.

$$P = \rho RT \quad \text{수식 5-3-1-}$$

$$i = C_v T \quad \text{수식 5-3-1-5}$$

- Standard $k-\varepsilon$ 난류 모델은 난류에 의한 비정상성을 해석하기 위해 Reynolds-averaged Navier Stokes (RANS)에서 파생된 standard $k-\varepsilon$ 난류 모델을 사용함
- 상대적으로 간단한 구조에 쓰이는 $k-\varepsilon$ 난류 모델이 채택되었고, 해당 모델은 난류 운동 에너지와 난류 소멸률로 이루어져 있으며 운동 에너지 식과 난류 소멸률 식은 각각 아래의 식을 따름.

$$\frac{\partial (\rho u_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right] + P - \rho \varepsilon \quad \text{수식 5-3-1-6}$$

$$\frac{\partial (\rho u_i \varepsilon)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + C_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} P - C_{\varepsilon 2} \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \quad \text{수식 5-3-1-7}$$

- 이때 난류 생성항 P는 아래의 식을 따름.

$$P = -\overline{\rho u_i u_j} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \quad \text{수식 5-3-1-8}$$

- 이때 난류 점성 계수 μ_t 는 다음의 난류 운동에너지 k 와 에너지 소멸률 ε 의 관계식으로 아래의 식을 따름.

$$\mu_t = C_{\mu} \rho \frac{k^2}{\varepsilon} \quad \text{수식 5-3-1-9}$$

여기에서, 상수 $C_{\varepsilon 1} = 1.44$, $C_{\varepsilon 2} = 1.92$, $C_{\mu} = 0.09$, $\sigma_k = 0.3$, $\sigma_{\varepsilon} = 1.3$

- 벽 근처 유동에 대해서는 Scalable wall function을 사용함.
- 초기 조건으로 21 °C 공기의 유체영역이 설정되었으며, 고체 영역인 배추와 상자에 대해서는 21 °C로 초기 온도를 설정하였는데, 이는 수출 현장의 의견과 문헌을 참고하였음.
- 배추는 714kg/m³의 밀도, 4020 J/kg-K의 비열, 0.5022995 W/m-K의 열전도율이 설정되었으며, 상자에서는 1201 kg/m³의 밀도, 1400 J/kg-K의 비열, 0.05 W/m-K의 열전도율이 설정되었음.
- 주요 경계조건(Boundary Condition)은 1% 난류강도(Turbulent Intensity), 유입조건은 균일 유속조건(Uniform Velocity), 출구는 0 gradient 조건(outflow outlet)으로 설정하였으며, 벽면에서는 점착 조건(no slip condition)과 system coupling에 의한 온도 계산이 설정됨.
- Uniform velocity inlet은 0.5 °C 온도에서 2.1 L/s의 유량에 해당하는 유속으로 0.02L/s/kg는 (냉장 컨테이너의 유량) x 105kg (15kg 배추가 포장된 상태로 7단 적재된 상자의 무게)를 유도함.
- 수치해석을 위한 난류 모델은 간단한 형상에서 대중적으로 사용되는 Standard k-εmodel을 사용하였고 수렴조건은 오차율(residual) 0.001 이내를 수렴으로 가정함.
- 2초의 time step에 대하여 35만의 time step이 설정하여 해석에 적용된 경계조건과 3차원 모델링은 그림 5-3-1-3처럼 구성함.

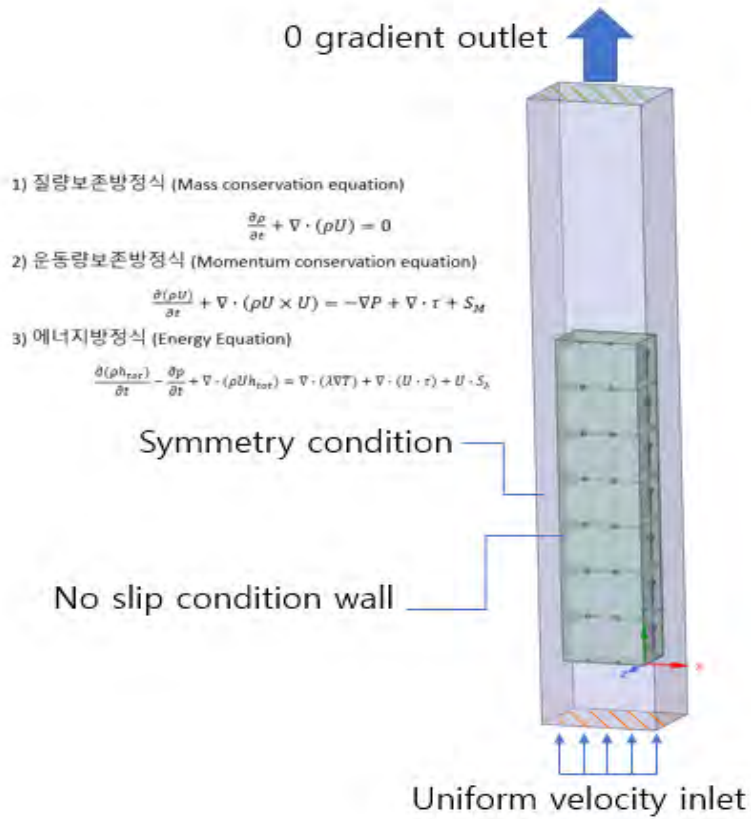


그림 5-3-1-3. 해석 경계조건, 해석 영역, 주요 지배방정식 도식화

- 수치해석 연구를 위해 Tetrahedron mesh를 사용하여 mesh 격자를 구성하였고 그림 5-3-1-4처럼 설정함.

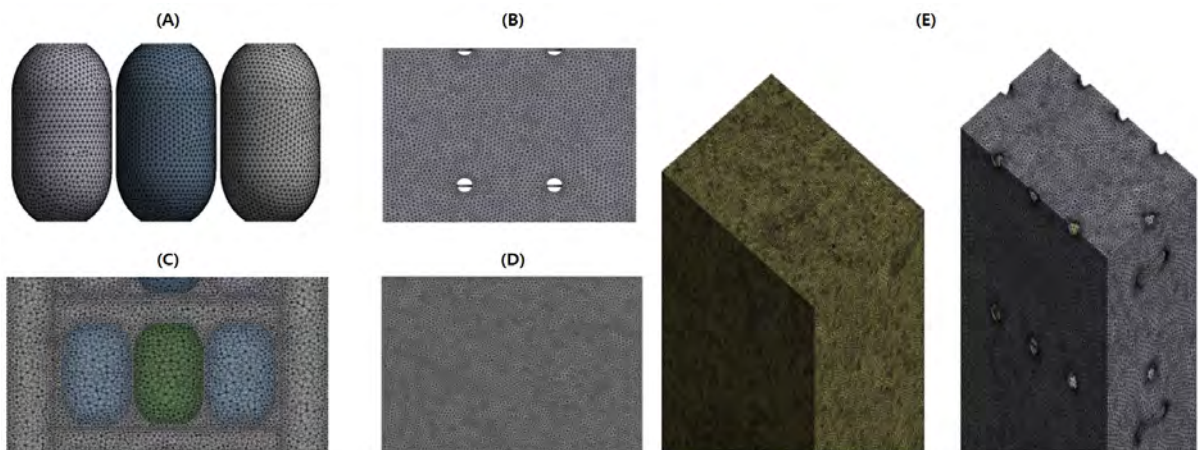


그림 5-3-1-4. 수치해석을 위한 격자 구성 이미지 (A: 배추의 측면도, B: 적재된 Vent 2%의 측면도, C: 상자 내부 단면도, D: 주입구/토출구의 평면도, E: 적재된 Vent 0%와 Vent 4%의 사시도

- 해석 정확도 향상을 위해 총 격자수는 17만 개로 구성하고 격자 민감도 테스트와 벽면 격자

수를 Y+값이 30을 넘지 않도록 격자수를 조절함.

- 전체 CFD 해석은 Vent 0%, Vent 2%, Vent 3%, Vent 4%를 대상으로 수행함.
- CFD 시뮬레이션을 통해 수집한 데이터는 각 적재 층(layer)별로 구분하거나, Vent 0%, Vent 2%, Vent 3%, Vent 4%로 각각 구분하여 HCT와 SECT를 분석함.

5-3-1-2-3 실증 실험 방법

- 수출 현장에서 발생 가능한 현상들을 CFD 시뮬레이션의 수치 연구와 상호보완될 수 있도록 실증 실험을 수행함.
- 냉장 컨테이너(40ft) 내부에 적재 가능한 높이와 수출 현장의 적재 방식을 참고하여 각각의 Vent 0%, Vent 2%, Vent 3%, Vent 4%를 저온저장고에 7단 적재함.
- 저온저장고의 내부 공간은 장, 폭, 고가 각각 약 4m, 3m, 2.5m이고, 1 ± 0.5 °C 조건에서 배추의 중심온도가 초기 대비 1/2과 7/8 이하로 떨어지는데 소요된 시간을 관찰하였고, 이를 각각 half-cooling time (HCT), seven-eighths cooling time (SECT)라고 명명함.
- 배추의 초기 중심온도는 수출 현장과 문헌을 참고하여 21 °C 이상으로 증가시켰음.
- 저온저장고로 이동하기 전에 23 ± 1 °C 조건의 고온 저장고에서 보관하였고, 유사한 온도 조건의 연구실에서 즉시 포장하여 실험을 수행함.
- 7단 적재된 골판지 상자는 그림 5-3-1-5처럼 즉시 0.100 mm 두께의 LDPE 시트로 측면을 감싸고 고정하여 경계면을 제공함.

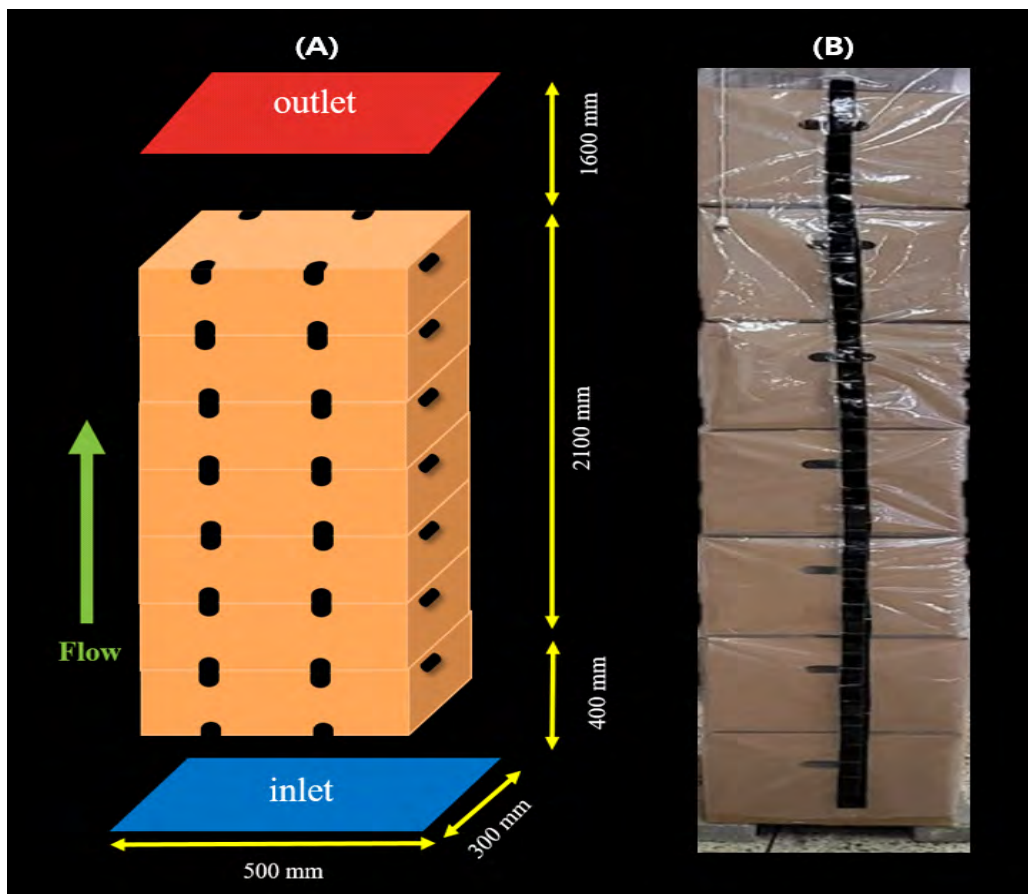


그림 5-3-1-5. CFD와 실증 실험의 골판지 상자 적재 방식 (A: Vent 2%의 CFD 적재 이미지, B: 실증 실험의 적재 이미지)

- 이때 측면과 달리 하단과 상단은 LDPE 시트 없이 개방되어 있으므로 냉장 컨테이너와 유사하게 수직으로 대류가 발생할 수 있도록 조성됨.
- 각 배추의 중심온도 측정을 위해 Testo 0560 1110 (Testo Korea, Inc., Seoul, Korea)를 사용하여 3시간 간격으로 78시간까지 관찰하면서 수집한 데이터는 각 적재 층(layer)별로 구분하거나, Vent 0%, Vent 2%, Vent 3%, Vent 4%로 각각 구분하여 HCT와 SECT를 분석함.
- 각 골판지 상자 내부의 온습도 측정을 위해 Testo 176H (Testo Korea, Inc., Seoul, Korea)를 사용하여 5분 간격으로 측정하였으나, 6시간 간격으로 78시간까지의 온습도 변화만을 수집하여 분석함.
- 또한 CFD 시뮬레이션과 달리 실증 실험에서 온도 데이터 단위를 백분율(%)로 표기하였는데, 이는 초기 각 배추의 중심온도를 21 °C 이상으로 높이는 과정에서 각 배추의 초기 온도가 서로 다소 다르기 때문임.
- 실험 목적은 초기 중심온도에서 HCT와 SECT까지 도달하는 것을 관찰하는 것이기 때문에 백분율로 표기해도 문제가 없고, 오히려 통계적 분석에서 초기 중심온도 차이에 의한 유의성 검증에 오류가 발생하지 않기 때문에 적용하였음.

5-3-1-2-4 통계적 분석

- 통계적 분석을 위해 IBM SPSS Version 24.0 for Window (Armonk, IBM Co., NY, USA)를 사용하였고, Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)를 적용하여 시료 간 유의성 검증을 하였으며, 평균±표준편차로 나타냄.
- 유의적 차이는 서로 다른 알파벳을 위첨자 하여 나타냈고, 반복 수는 CFD 시뮬레이션을 통한 Vent 0%에서 Vent 4%까지의 중심온도 측정실험은 $n=7$, 실증 실험을 통한 각 layer 별 중심온도 측정실험은 $n=6$, 실증 실험을 통한 Vent 0%부터 Vent 4%까지의 중심온도 측정 실험은 $n=42$, 골판지 상자 내부의 온습도 측정실험은 각각 $n=10$ 으로 수행함.

5-3-1-3 실험 결과 및 고찰

- 그림 5-3-1-6은 CFD 시뮬레이션을 통해 각 골판지 상자 종류의 layer 별 배추 중심온도를 측정한 결과임.
- 가장 큰 특징은 골판지 상자 종류와 상관없이 Layer 1이 가장 이른 시간에 HCT와 SECT에 도달하는 패턴이 관찰됨.
- 또한 골판지 상자 종류와 상관없이 Layer 1~6까지는 HCT와 SECT에 도달하는 시점의 차이가 점차 줄어드는 반면 Layer 7은 Layer 4와 유사한 시점에 HCT와 SECT에 도달하는 패턴이 관찰됨.
- 반면, 골판지 상자의 종류가 달라도 각 layer의 배추 중심온도는 유사한 시점과 패턴으로 HCT와 SECT에 도달함.

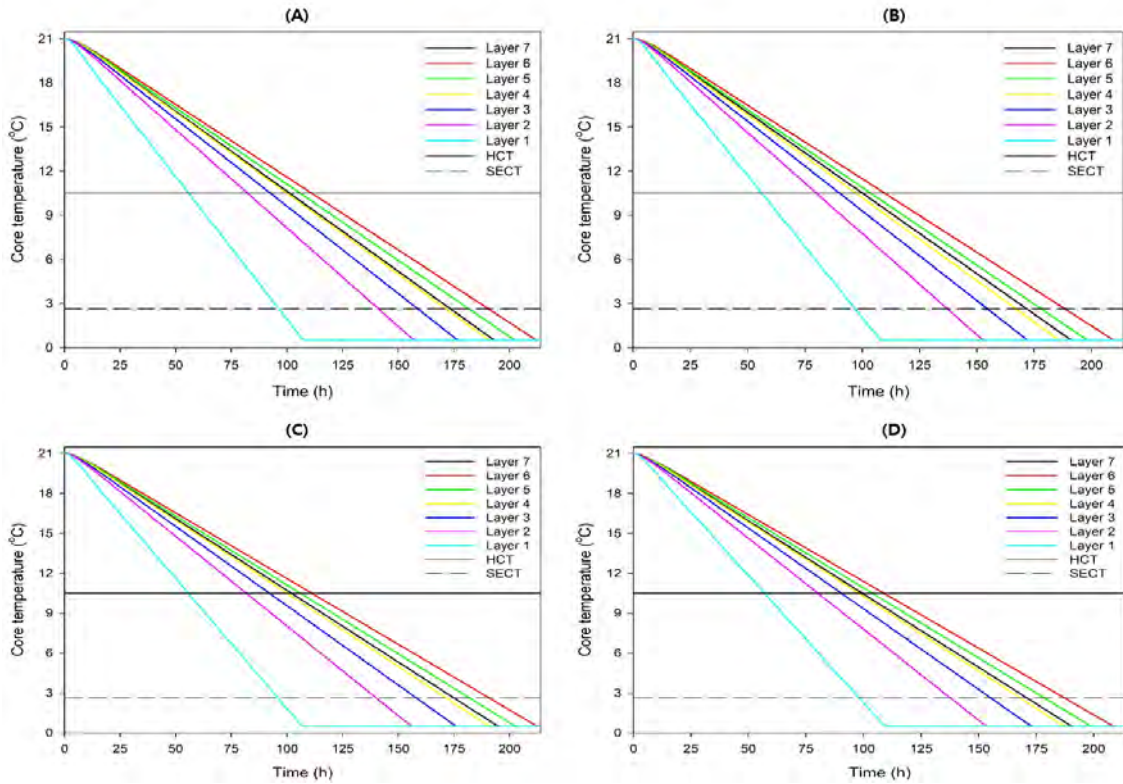


그림 5-3-1-6. CFD 시뮬레이션을 통해 분석한 각 layer의 배추 중심온도 변화 (A: Vent 0%, B: Vent 2%, C: Vent 3%, D: Vent 4%)

- 그림 5-3-1-7처럼 Layer 1이 가장 이른 시간에 HCT에 도달하는 이유는 차가운 기류가 Layer 1에서 주입되어 Layer 7로 토출되기 때문으로 판단됨.

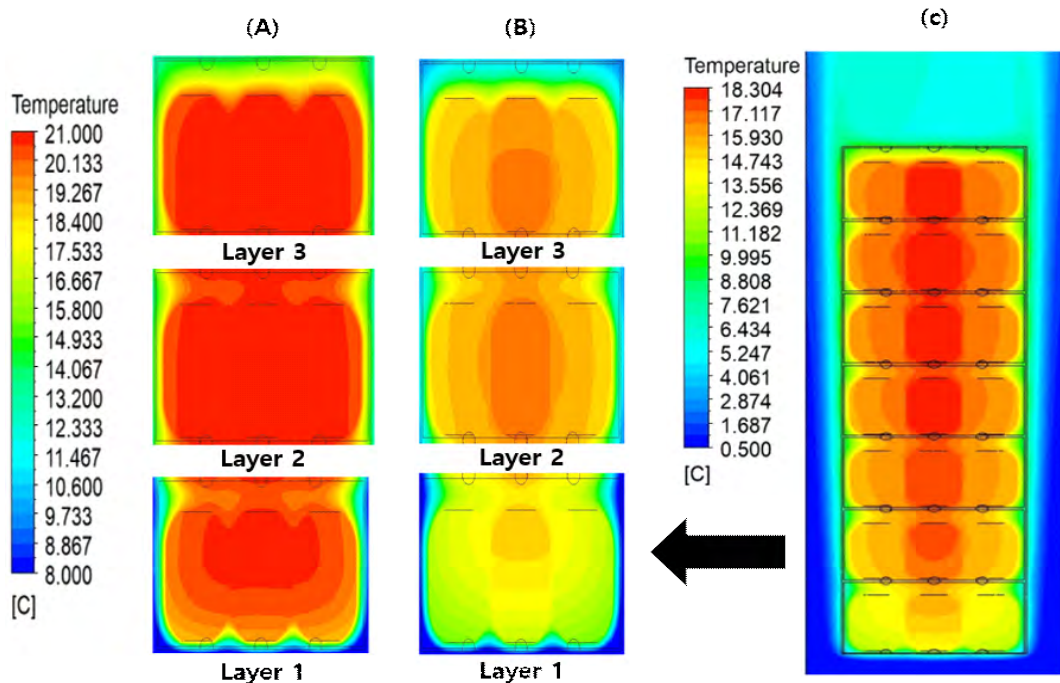


그림 5-3-1-7. Vent 3%의 시간에 따른 온도 변화 CFD 시뮬레이션 이미지 (A: 4시간 경과, B: 16시간 경과, C: 16시간 경과 전체 이미지)

- 그림 5-3-1-8처럼 주입구에서 수직으로 흐르는 유동은 박스 내부의 벽을 타고 상승하게 되고, 통기구를 제외한 면들과 충돌하면서 벽 근처에서 경계층(boundary layer)을 형성함.

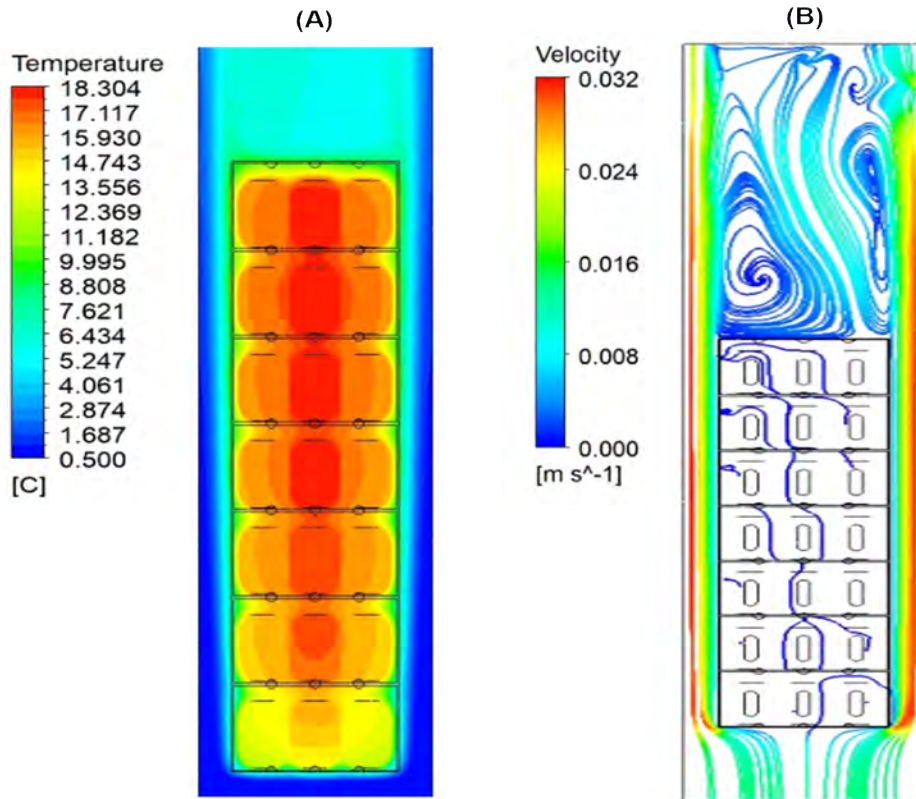


그림 5-3-1-8. Vent 3%의 배추 중심온도 및 유체의 유선 (A: 16시간 경과 후 배추 중심온도, B: 16시간 경과 후 유선)

- Boundary layer는 유통의 진행에 따라 점점 그 형태가 두꺼워지는데, 얇을 때와 달리 열전도 진행이 느려짐.
- 이러한 이유로 Layer 1~7로 갈수록 일정한 패턴으로 HCT와 SECT에 도달하는 시간이 달라짐.
- Layer 1은 boundary layer가 얇게 형성되어 열전도가 빠르게 발생하기 때문에 나머지 Layer 2~7보다 배추의 중심온도가 HCT와 SECT에 빨리 도달한 것으로 해석됨.
- 또한, Layer 7은 가장 상단에 위치하기 때문에 넓어진 접촉면에서 2차 유동이 발생하여 Layer 5~6보다 HCT와 SECT 먼저 도달함.

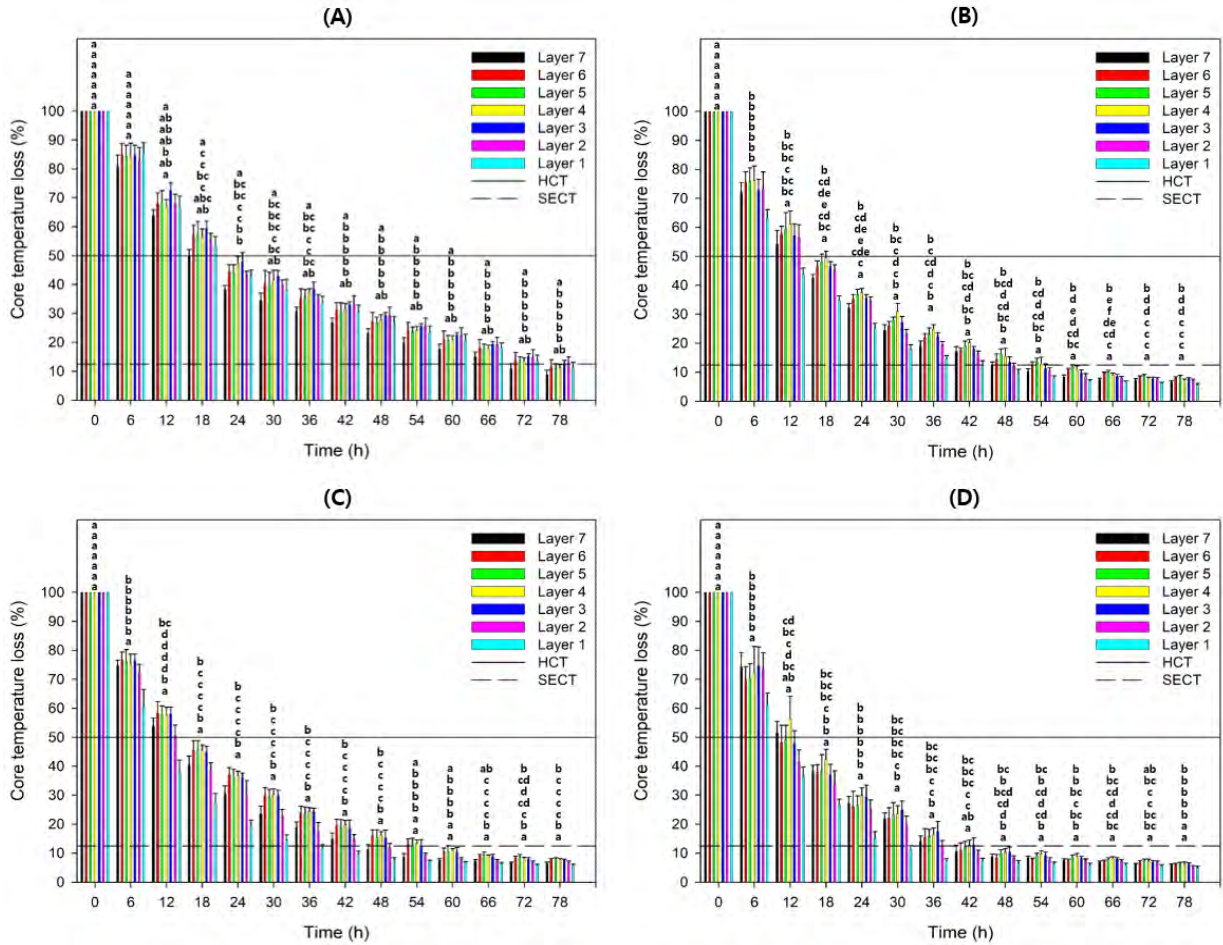


그림 5-3-1-9. 실증 실험을 통해 분석한 각 layer의 배추 중심온도 변화 (A: Vent 0%, B: Vent 2%, C: Vent 3%, D: Vent 4%)

- 그림 5-4-1-9처럼 실증 실험에서도 골판지 상자 종류와 상관없이 Layer 1은 나머지 Layer 2~7보다 HCT와 SECT에 빠르게 도달함.
- 또한, Layer 7도 골판지 상자 종류와 상관없이 Layer 2~6보다 HCT와 SECT에 같거나 빠르게 도달함.
- 위와 같은 패턴은 CFD 시뮬레이션과 실증 실험에서 모두에서 관찰된 유사점임.
- 그러나 시뮬레이션과 다르게 실증 실험에서는 통기구 상자 종류에 따라 HCT와 SECT에 도달하는 시점이 서로 달랐음.

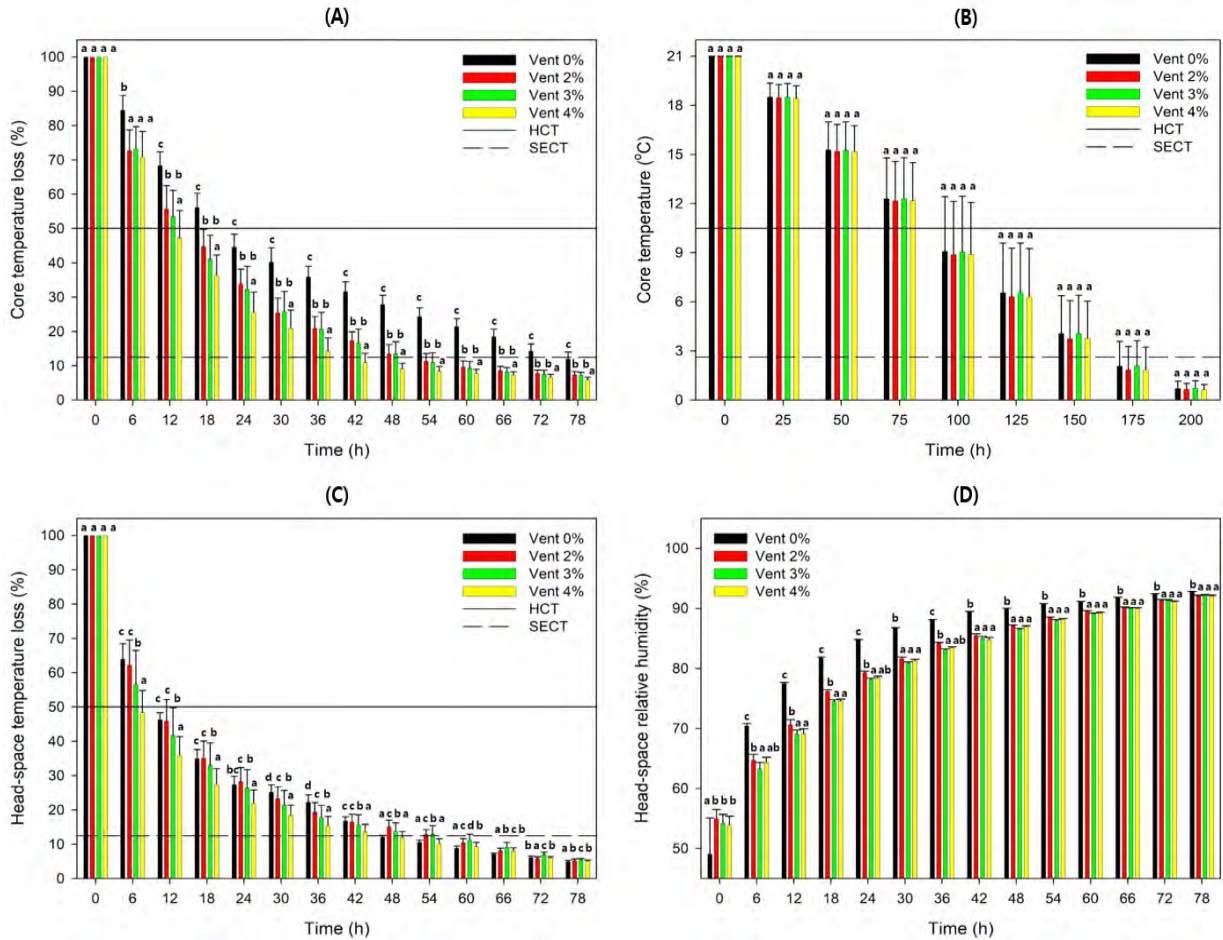


그림 5-3-1-10. 골판지 상자의 종류에 따른 배추 중심온도 및 내부 온습도 변화 (A: 실증 실험, B: CFD 시뮬레이션, C: 상자 내부 온도 변화, D: 상자 내부 습도 변화)

- 그림 5-3-1-10에서는 Layer 간의 차이점이 아닌 골판지 상자 종류, 즉 Vent 0%, Vent 2%, Vent 3%, Vent 4% 간의 차이점을 살펴봄.
- 그림 5-3-1-10의 (A)처럼 Vent 0%에 포장된 배추의 중심온도는 나머지 Vent 2%, Vent 3%, Vent 4%보다 HCT와 SECT 유의적으로 더 느리게 도달함.
- 반면, Vent 4%에 포장된 배추의 중심온도는 HCT와 SECT에 유의적으로 가장 빠르게 도달함.
- Vent 2%와 Vent 3%에 포장된 배추의 중심온도는 서로 유의적인 차이를 보이지 않았음.
- 이와 유사한 패턴은 그림 5-3-1-10의 (C)처럼 상자 내부 head-space에서의 온도 변화에서도 관찰되었음.
- 그림 5-3-1-10의 (B)는 CFD 시뮬레이션에서 관찰한 골판지 상자 종류에 따른 배추의 중심온도 변화 그래프인데, 시뮬레이션에서는 골판지 상자 간 유의적 차이가 없었음.
- 이러한 차이는 CFD 시뮬레이션과 실증 실험 사이에서 필연적으로 발생하는 실험 방법의 차이에서 발생한 것으로 판단됨.

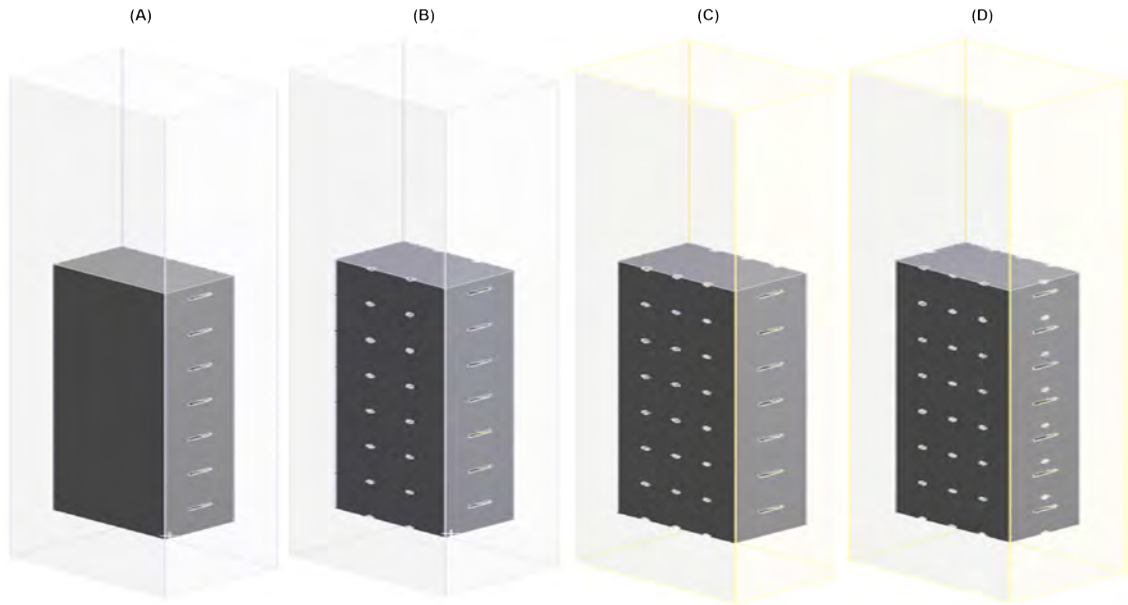


그림 5-3-1-11. CFD 시뮬레이션의 실험 영역 이미지 (A: Vent 0%, B: Vent 2%, C: Vent 3%, D: Vent 4%)

- 그림 5-3-1-11처럼 골판지 상자 외부의 경계면이 CFD 시뮬레이션에서는 상자 외부 표면에 접촉하지 않고 일정 거리를 확보하여 실험 영역이 설정됨 (gap model).
- 이는 현장에서 실제 파렛트 단위나 컨테이너 단위로 적재되었을 때, 골판지 상자 간의 크고 작은 공간이 필연적으로 발생하기 때문임.
- CFD 시뮬레이션에서 상자 외부 표면에 경계면이 접촉되어 설정되면(base model), 통기구 면적에 따른 차이점을 분명하게 관찰하는 것에는 도움이 될 수 있으나, 이는 너무 이상적이 조건이기 때문에 gap model이 현장에서 발생할 수 있는 문제점을 예측하는데 더 적합하다고 다수의 문헌에 보고됨.
- 또한, 냉장 컨테이너에서 수직으로 흐르는 유량 자체가 너무 적어 기류에 의한 배추의 중심 온도 감소보다 열전도에 의한 영향이 더욱 클 것으로 판단됨.
- 반면, 실증 실험에서는 CFD 시뮬레이션과 상호 보완적인 결과를 도출하기 위해 경계면을 LDPE 시트로 처리했는데, 이는 다소 골판지 상자의 외부 표면에 밀착된 형태이기 때문에 골판지 상자 종류에 따른 차이를 관찰하는 것에 도움이 되었을 것으로 판단됨.
- 끝으로 그림 5-3-1-10의 (D)는 각 종류의 골판지 상자 내부 head-space의 습도를 기록한 데이터인데, 초기의 중심온도가 높은 배추가 활발한 증산 활동을 통해 상자 내부의 습도를 증가시키는 것으로 관찰됨(Ji-Hoon Kang et al., 2019, Eun Ji Choi et al., 2020).
- 이것은 향후 유통 중 골판지 상자의 물리적 강도가 크게 저하할 수 있으므로, 향후 이를 개선할 수 있는 2차 포장에 연구되어야 할 것으로 판단됨(Tobi Fadiji et al., 2016, Tita Archaviboonyobul et al., 2020).

5-3-1-4 1차 결론

- CFD 시뮬레이션에서 골판지 상자에 설계된 통기구 면적에 따른 배추의 중심온도 감소 효과성 차이가 명확히 관찰되지 않았음.

- 그 원인은 냉장 컨테이너에서 수직으로 흐르는 유량 자체가 너무 적어 기류에 의한 배추의 중심온도 감소보다 열전도에 의한 영향이 더욱 컸기 때문임.
- CFD 시뮬레이션에서 골판지 상자의 종류와 상관없이 Layer 1의 배추 중심온도가 제일 먼저 HCT와 SECT에 도달하는 패턴과 Layer 7이 Layer 5~6보다 HCT와 SECT에 먼저 도달하는 패턴이 관찰됨.
- 실증 실험에서도 유사한 패턴이 관찰되었는데, 구체적으로 골판지 상자의 종류와 상관없이 Layer 1은 Layer 2~7보다 먼저 HCT와 SECT에 도달했고, Layer 7은 Layer 2~6보다 유의적으로 같거나 먼저 HCT와 SECT에 도달함.
- CFD 시뮬레이션과 달리 실증 실험에서는 골판지 상자의 통기구 면적에 따른 배추의 중심온도 감소 효과성 차이가 명확히 관찰되었음.
- Vent 0%의 효과성은 유의적으로 제일 낮았고, Vent 2%와 Vent 3%의 효과성은 서로 유의적 차이가 없었으며, Vent 4%의 효과성이 유의적으로 가장 높았음.
- 추가로 실증 실험 중 골판지 상자 내부 head-space의 온습도를 관찰했는데, 배추의 증산 활동에 의한 상대 습도의 급격한 증가로 골판지 상자의 압축강도 저하 우려가 관찰됨.
- 따라서 향후 이를 개선 할 수 있는 2차 포장 연구가 필요할 것으로 판단됨.

5-3-2 2차 포장 방식에 따른 배추의 품질 변화 및 골판지 상자의 강도 변화 평가

5-3-2-1 연구 배경

- 신선 농산물은 유통 중에서 호흡과 증산 활동을 하며, 이로 인해 품질의 변화가 발생함.
- 일반적으로 이러한 생명 활동은 온도가 높을수록 더욱 활발하게 발생하므로 수확 후 예냉 (pre-cooling)을 실시함.
- 그러나 ambient loading은 예냉을 생략하므로, 이로 인한 호흡과 증산 활동으로 인해 유통 중 어떤 문제가 발생하는지 연구할 필요성이 있음(Ji-Hoon Kang et al., 2019, Eun Ji Choi et al., 2020).
- 일반적으로 증산 활동은 다량의 수분을 발생시키므로 수분 손실에 의한 배추의 품질 저하 문제 혹은 수분에 의한 골판지 상자의 압축강도 저하 등과 같은 문제가 예상됨(Tobi Fadiji et al., 2016, Tita Archaviboonyobul et al., 2020).
- 이러한 문제를 개선하기 위해 본 연구에서는 2차 포장 방식에 따른 배추의 품질 변화와 골판지 상자의 압축강도 변화를 관찰함.

5-3-2-2 실험 재료 및 방법

5-3-2-2-1 실험 재료

- 실험에 사용된 배추 (*Brassica rapa subsp. pekinensis*)는 강원도에서 2021년 7월에 재배된 것으로 강원도 원주지역 농산물 판매처를 통해 구입함.
- 배추는 외관에 문제가 없는 제품만을 선별하였고, 길이는 약 15~25 cm 지름은 약 14~20 cm 무게는 약 2~3 kg의 제품을 사용함.
- 실험에 사용된 AB골 이중양면 골판지(Modern box Co., Yonjin, Korea)의 원지 배합은 SK180/K200/SK180/K200/SK180으로 구성됨.
- SK180 라이너는 평량 180 g/m²가 크라프트 펄프(unbleached Kraft pulp) 30%, 국내 고지

(Korean old corrugated container; KOCC) 50%, 수입 고지(American old corrugated container; AOCC)로 구성된 원지임.

- K200 골심지는 평량 200 g/m²가 국내 고지 50%와 수입 고지 50%로 구성된 원지임.
- 골판지 상자의 장, 폭, 고는 각각 500mm, 300mm, 300mm이고 그림 5-3-1-1처럼 상자의 모서리 부분에 통기구를 설계하여 제조하여 mm 단위로 표기함.
- 그림 5-3-1-2처럼 설계된 골판지 상자의 통기구를 “Edge vent”라고 하며, 각 시편의 명칭은 통기구 면적에 따라 Vent 0%, Vent 2%, Vent 3%, Vent 4%라고 명명함.
- 실제 현장의 판매 단위를 참고하여 그림 5-3-13-12처럼 한 상자에 배추 6포기씩 15 ± 1kg이 되도록 포장함.

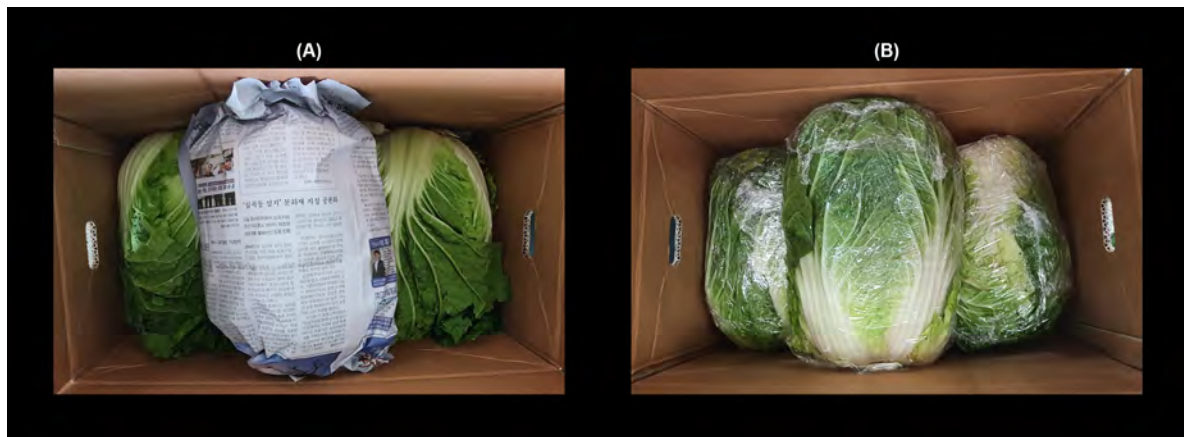


그림 5-3-1-12. 2차 포장이 적용된 배추를 골판지 상자에 포장한 이미지 (A: Paper 포장, B: LLDPE 포장)

- 이때 2차 포장의 포장재로 쓰인 것은 실제 현장과 문헌을 참고하여 오염되지 않은 고지(신문지; paper)와 10 ± 1 um 두께의 LLDPE 필름으로 각각 랩핑(wrapping) 처리하여 포장함.

5-3-2-2-2 배추의 저장 중 품질 변화

- 여름철 수확 후 냉장 컨테이너 유통을 가정한 실험이므로 23 ± 1°C 조건의 향온향습기 (TH500, HanyoungNux, Incheon, Korea)에서 배추의 중심온도를 21°C 이상으로 높인 후 나머지 실험을 수행함.
- 준비된 배추는 즉시 2차 포장 처리 후 각각의 골판지 상자에 포장되어 온도 2 ± 1 °C와 상대습도 70 ± 5 % RH 조건으로 준비된 향온향습기(TH500, HanyoungNux, Incheon, Korea)에서 5주 동안 저장되었음.
- 매주 중량감소율(weight loss;WL), 정선손실률(trimming loss;TL), 가용성 고형물(Total soluble solid;TSS), pH, 색도, 경도(firmness)를 측정함.
- 중량감소율은 초기 중량과 매주 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타냄.
- 정선손실률은 신선도가 상품성을 갖기에 충분한지 파악하기 위해 실시되며 상품성을 상실한 최외각 잎을 제거한 후 무게를 측정함.
- 가용성 고형물은 배추의 단축경(심)을 기준으로 1/4로 절단하여 착즙 후 굴절당도계(PAK-1,

ATAGO Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix로 표시함.

- pH도 배추의 단축경(심)을 기준으로 1/4로 절단하여 착즙 후 pH측정기(Orion Star A211, Thermo Scientific, MA, USA)로 측정함.
- 색도는 색도계(CR-10Plus, Konica Minolta, Tokyo, Japan)로 배추의 최외각 잎의 중간 부위를 일정하게 측정함.
- 경도는 배추의 최외각 줄기 중간 부위를 중 두께가 약 0.5cm인 곳을 선별하여 면적을 4 cm x 6 cm로 동일하게 절단 후 경도분석기(TA1, AMETEK, PA, USA)로 puncture test를 실시함. 이때 직경 5mm의 cylindrical probe를 사용해 2.00 mm/s 속도로 배추 시편을 관통하면서 받는 최대 강도(N)를 측정함.

5-3-2-2-3 골판지 상자의 저장 중 압축강도 변화(ISO 12048)

- 유통 중 배추의 증산 활동에 따른 다량의 수분으로 인한 골판지 상자의 압축 강도 변화를 평가하기 위해 저장 실험 전 압축강도와 저장실험 후 압축강도를 각각 10회 반복 측정함.
- 저장 실험 전과 후의 골판지 상자의 중량 변화도 측정했는데, 전자저울(ED-C, CAS, Seoul, Korea)를 활용하여 아래의 식에 따라 관찰함.

$$W(\%) = W_i - W_f / W_f \times 100 \quad \text{수식 2-3-1-10}$$

여기에서, W 는 중량 증가 혹은 감소의 백분율(%), W_i 는 저장실험 전 중량(kg), W_f 는 저장실험 후 중량(kg)

- 골판지 상자의 압축강도를 평가하기 위해 만능재료시험기(Universal testing machine; UTM)(DTU-801, DT&T Co., Ltd., Incheon, Korea)를 사용함.
- 압축강도 실험은 3000 kgf 로드셀을 10 ± 2 mm/min 속도로 수행하였고, 시편의 파단이 발생할 때까지의 측정 과정에서 최대하중값(maximum load)(kgf)를 기록함.

5-3-2-2-3 통계적 분석

- 통계적 분석을 위해 IBM SPSS Version 24.0 for Window (Armonk, IBM Co., NY, USA)를 사용하였고, Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)를 적용하여 시료 간 유의성 검증을 하였으며, 평균±표준편차로 나타냄.
- 유의적 차이는 서로 다른 숫자 혹은 알파벳을 위첨자 하여 나타냈고, 반복 수는 각각 중량 감소율과 정선손실률이 $n=6$, 가용성 고형물과 pH가 $n=3$, 색도와 경도가 $n=10$, 상자 압축 강도가 $n=10$ 으로 수행함.

5-3-2-3 실험 결과 및 고찰

5-3-2-3-1 배추의 저장 중 품질 변화 결과

- 표 5-3-1-1처럼 배추의 중량감소율을 시간이 지날수록 점점 유의적 차이를 보이며 발생하였음.
- 골판지 상자의 종류에 따른 차이는 없었지만, 2차 포장에 따른 유의적 차이가 관찰되었음.
- LLDPE로 처리된 배추는 저장 실험 중 약 1% 이하의 중량감소율을 보였지만, Paper로 처리

된 배추는 저장 실험 중 꾸준히 중량감소율이 증가했고, 실험 5주 차에는 5% 이상의 중량 감소율을 보였음.

- 배추와 같은 엽채류 제품은 중량감소율이 5~10% 이상 발생하면 상품성을 상실함(Kasim et al., 2012).

표 5-3-1-1. 저장 중 배추의 중량감소율, 정선손실률, 가용성 고형물, pH 변화

Parameter	Treatment	Storage time (week)						
		0	1	2	3	4	5	
WL (%)	Paper	Vent 0%	0.0 ± 0.0 ^{aE}	1.5 ± 0.1 ^{aD}	1.8 ± 0.2 ^{aD}	2.7 ± 0.3 ^{abC}	3.7 ± 0.0 ^{bB}	5.0 ± 0.2 ^{aA}
		Vent 2%	0.0 ± 0.0 ^{aE}	1.6 ± 0.2 ^{aD}	1.9 ± 0.4 ^{aD}	2.5 ± 0.2 ^{bC}	4.2 ± 0.3 ^{abB}	5.1 ± 0.3 ^{aA}
		Vent 3%	0.0 ± 0.0 ^{aE}	1.6 ± 0.1 ^{aE}	2.1 ± 0.5 ^{aD}	2.9 ± 0.1 ^{aC}	4.4 ± 0.4 ^{aB}	5.3 ± 0.2 ^{aA}
		Vent 4%	0.0 ± 0.0 ^{aE}	1.6 ± 0.1 ^{aD}	1.9 ± 0.3 ^{aD}	2.8 ± 0.2 ^{abC}	4.3 ± 0.5 ^{aB}	5.3 ± 0.3 ^{aA}
	LLDPE	Vent 0%	0.0 ± 0.0 ^{aD}	0.2 ± 0.2 ^{bAB}	0.5 ± 0.0 ^{bBC}	0.6 ± 0.1 ^{cA}	0.7 ± 0.4 ^{cA}	0.8 ± 0.3 ^{bA}
		Vent 2%	0.0 ± 0.0 ^{aD}	0.2 ± 0.0 ^{bBCD}	0.5 ± 0.0 ^{bCD}	0.6 ± 0.1 ^{cABC}	0.7 ± 0.3 ^{cAB}	0.9 ± 0.5 ^{bA}
		Vent 3%	0.0 ± 0.0 ^{aC}	0.2 ± 0.1 ^{bAB}	0.5 ± 0.0 ^{bBC}	0.6 ± 0.2 ^{cAB}	0.7 ± 0.2 ^{cA}	0.8 ± 0.5 ^{bA}
		Vent 4%	0.0 ± 0.0 ^{aC}	0.2 ± 0.0 ^{bBC}	0.5 ± 0.1 ^{bBC}	0.6 ± 0.2 ^{cAB}	0.7 ± 0.2 ^{cA}	0.8 ± 0.3 ^{bA}
TL (%)	Paper	Vent 0%	4.2 ± 0.4 ^{aE}	4.5 ± 0.5 ^{bE}	7.8 ± 1.1 ^{abD}	9.9 ± 0.6 ^{bC}	12.7 ± 0.3 ^{abB}	14.7 ± 0.3 ^{aA}
		Vent 2%	4.2 ± 0.4 ^{aD}	4.6 ± 0.7 ^{bD}	9.4 ± 0.9 ^{aC}	11.2 ± 0.7 ^{aB}	11.8 ± 0.4 ^{bB}	14.9 ± 0.7 ^{aA}
		Vent 3%	4.2 ± 0.4 ^{aE}	4.4 ± 0.3 ^{bE}	7.2 ± 2.0 ^{bD}	10.3 ± 0.3 ^{abC}	12.9 ± 0.3 ^{aB}	15.4 ± 0.7 ^{aA}
		Vent 4%	4.2 ± 0.4 ^{aE}	4.5 ± 0.2 ^{bE}	6.9 ± 1.0 ^{bD}	10.4 ± 0.5 ^{abC}	13.1 ± 0.5 ^{aB}	14.8 ± 0.6 ^{aA}
	LLDPE	Vent 0%	4.2 ± 0.4 ^{aD}	6.5 ± 0.6 ^{aC}	6.0 ± 0.5 ^{bC}	8.2 ± 0.8 ^{cB}	10.0 ± 0.5 ^{cA}	10.7 ± 0.5 ^{bA}
		Vent 2%	4.2 ± 0.4 ^{aD}	5.9 ± 1.0 ^{aC}	6.3 ± 0.7 ^{bC}	8.2 ± 0.5 ^{cB}	10.2 ± 0.9 ^{cA}	10.7 ± 0.6 ^{bA}
		Vent 3%	4.2 ± 0.4 ^{aE}	6.1 ± 0.9 ^{aD}	6.0 ± 0.5 ^{bD}	8.0 ± 0.4 ^{cC}	9.8 ± 0.7 ^{cB}	11.2 ± 0.7 ^{bA}
		Vent 4%	4.2 ± 0.4 ^{aE}	5.8 ± 1.1 ^{abD}	6.1 ± 0.3 ^{bD}	8.1 ± 0.8 ^{cC}	9.7 ± 0.5 ^{cB}	11.1 ± 0.8 ^{bA}
TSS (°Brix)	Paper	Vent 0%	3.4 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.4 ^{aA}	3.8 ± 0.2 ^{aA}
		Vent 2%	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.6 ± 0.4 ^{aA}	3.6 ± 0.4 ^{aA}	3.7 ± 0.4 ^{aA}
		Vent 3%	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.4 ^{aA}	3.7 ± 0.3 ^{aA}	3.8 ± 0.2 ^{aA}
		Vent 4%	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.6 ± 0.4 ^{aA}	3.7 ± 0.3 ^{aA}	3.8 ± 0.2 ^{aA}
	LLDPE	Vent 0%	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.1 ^{aA}
		Vent 2%	3.3 ± 0.2 ^{aA}	3.3 ± 0.2 ^{aA}	3.4 ± 0.2 ^{aA}	3.4 ± 0.2 ^{aA}	3.4 ± 0.2 ^{aA}	3.4 ± 0.1 ^{aA}
		Vent 3%	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.5 ± 0.1 ^{aA}	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.4 ± 0.2 ^{aA}
		Vent 4%	3.5 ± 0.3 ^{aA}	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.5 ± 0.2 ^{aA}	3.5 ± 0.1 ^{aA}	3.5 ± 0.1 ^{aA}	3.5 ± 0.1 ^{aA}
pH	Paper	Vent 0%	6.5 ± 0.1 ^{aAB}	6.5 ± 0.1 ^{aB}	6.5 ± 0.1 ^{aAB}	6.5 ± 0.1 ^{aAB}	6.4 ± 0.1 ^{aAB}	6.3 ± 0.1 ^{aA}
		Vent 2%	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.4 ± 0.1 ^{abA}
		Vent 3%	6.5 ± 0.1 ^{abB}	6.5 ± 0.1 ^{aB}	6.5 ± 0.1 ^{abB}	6.5 ± 0.1 ^{abB}	6.4 ± 0.1 ^{aAB}	6.3 ± 0.1 ^{aA}
		Vent 4%	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{bA}
	LLDPE	Vent 0%	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{bA}
		Vent 2%	6.6 ± 0.1 ^{aB}	6.5 ± 0.1 ^{aAB}	6.5 ± 0.1 ^{aAB}	6.5 ± 0.1 ^{aAB}	6.4 ± 0.1 ^{aA}	6.4 ± 0.1 ^{abAB}
		Vent 3%	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.4 ± 0.1 ^{abA}
		Vent 4%	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{aA}	6.4 ± 0.1 ^{aA}	6.5 ± 0.1 ^{bA}

Values are presented as means ± SD standard deviation

WL and TL are n=6, TSS and pH are n=3
































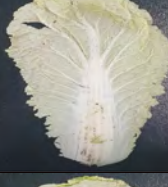



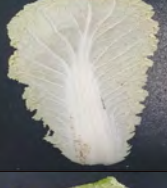
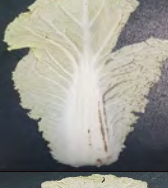


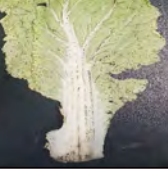


WL=weight loss, TL=trimming loss, TSS=total soluble solids

Means with the same small letter in each column and parameter are not significantly different

Means with the same capital letter in each row and parameter are not significantly different

- 정선손실률은 표 5-3-1-2처럼 저장 2주 차에는 LLDPE로 처리된 배추가 필름의 압박으로 인한 최외각 이파리의 외관이 훼손되어 Paper 처리된 배추보다 더 높은 정선손실률 보임.
- 그러나 나머지 저장 기간에는 수분 손실로 인한 최외각 이파리의 품질이 Paper로 처리된 배추에서 더 많이 관찰되었음.
- Paper 처리한 배추의 최외각 이파리는 수분 손실로 인한 상품성 저하가 주로 발생함.
- 결론적으로 최외각 이파리는 2차 포장 처리에 따라 외관 손상의 형태가 다를 뿐, 반드시 정선손실이 발생하며 오히려 Paper 처리한 배추의 최외각 이파리는 수분이 다량으로 손실되어 저장 3~4주 차에는 더 큰 정선손실률이 발생함.
- 저장 실험 동안 가용성 고형물과 pH 값은 유의적인 차이없이 유지되었음.

표 5-3-1-2. 저장 중 정선손실된 배추의 이파리 외관

Sample	Storage time (week)					
	0	1	2	3	4	5
Paper-Vent 0%						
Paper-Vent 2%						
Paper-Vent 3%						
Paper-Vent 4%						
LLDPE-Vent 0%						
LLDPE-Vent 2%						
LLDPE-Vent 3%						
LLDPE-Vent 4%						

- 표 5-3-1-3처럼 색도 중 백색도를 나타내는 L*값은 골판지 상자의 종류와 관계없이 저장 기간이 길어질수록 감소하는 경향이 있음.
- 그러나 2차 포장 중 LLDPE 처리된 배추는 저장 3주 차에 L*값이 60대 초반으로 감소한 반

면 Paper 처리된 배추는 저장 4주 차에 60대 초반으로 감소하였음.

- 이는 정선손실률에서 설명한 것과 같이 필름의 압박으로 인해 최외각 배추의 외관 손상이 발생한 것 때문으로 판단됨.

표 5-3-1-3. 저장 중 배추의 색도 및 경도

Parameter	Treatment	Storage time (week)						
		0	1	2	3	4	5	
L^*	Paper	Vent 0%	78.6 ± 1.1 ^{aC}	83.0 ± 0.9 ^{dD}	79.6 ± 3.8 ^{bC}	75.1 ± 4.1 ^{BB}	62.9 ± 4.4 ^{aA}	63.2 ± 3.3 ^{bcdA}
		Vent 2%	78.6 ± 1.1 ^{aBC}	80.7 ± 0.8 ^{cC}	77.9 ± 3.3 ^{abB}	76.1 ± 2.7 ^{BB}	62.7 ± 3.4 ^{aA}	64.2 ± 3.6 ^{cdA}
		Vent 3%	78.6 ± 1.1 ^{aD}	79.3 ± 1.3 ^{bD}	78.4 ± 1.3 ^{bD}	75.5 ± 3.7 ^{BC}	62.4 ± 3.5 ^{aA}	66.9 ± 3.9 ^{dB}
		Vent 4%	78.6 ± 1.1 ^{aC}	80.5 ± 1.2 ^{cC}	78.6 ± 1.7 ^{bC}	74.1 ± 1.3 ^{BB}	65.3 ± 3.6 ^{aA}	66.0 ± 4.5 ^{dA}
	LLDPE	Vent 0%	78.6 ± 1.1 ^{ab}	78.2 ± 1.5 ^{BB}	77.0 ± 3.9 ^{abB}	62.7 ± 4.5 ^{aA}	63.1 ± 6.2 ^{aA}	66.9 ± 7.8 ^{dA}
		Vent 2%	78.6 ± 1.1 ^{aC}	82.7 ± 1.2 ^{dD}	77.5 ± 1.4 ^{abC}	63.5 ± 4.7 ^{abB}	61.3 ± 4.8 ^{abB}	57.1 ± 8.3 ^{aA}
		Vent 3%	78.6 ± 1.1 ^{ab}	79.3 ± 0.7 ^{bB}	75.5 ± 2.8 ^{abB}	62.8 ± 4.4 ^{aA}	63.7 ± 6.8 ^{aA}	60.7 ± 5.4 ^{abcA}
		Vent 4%	78.6 ± 1.1 ^{aC}	80.1 ± 1.5 ^{bC}	79.3 ± 3.1 ^{bC}	65.0 ± 3.1 ^{abB}	65.0 ± 4.5 ^{abB}	59.0 ± 3.1 ^{abA}
a^*	Paper	Vent 0%	-0.4 ± 0.5 ^{aA}	-0.7 ± 0.1 ^{bA}	-0.6 ± 0.2 ^{bA}	1.0 ± 0.5 ^{abB}	2.5 ± 0.4 ^{dD}	3.0 ± 0.8 ^{cC}
		Vent 2%	-0.4 ± 0.5 ^{aA}	-0.3 ± 0.1 ^{cIA}	-0.5 ± 0.1 ^{bA}	1.0 ± 0.2 ^{abB}	2.8 ± 1.5 ^{aC}	3.2 ± 0.6 ^{aC}
		Vent 3%	-0.4 ± 0.5 ^{aA}	-0.4 ± 0.2 ^{dA}	-1.1 ± 0.4 ^{aA}	1.0 ± 0.2 ^{abB}	2.8 ± 1.5 ^{abB}	3.2 ± 0.6 ^{aC}
		Vent 4%	-0.4 ± 0.5 ^{ab}	-0.3 ± 0.1 ^{cB}	-1.1 ± 0.5 ^{aA}	1.0 ± 0.1 ^{aC}	2.2 ± 1.5 ^{ad}	3.1 ± 0.4 ^{IE}
	LLDPE	Vent 0%	-0.4 ± 0.5 ^{aA}	-0.6 ± 0.1 ^{bcA}	-0.8 ± 0.2 ^{abA}	3.0 ± 1.4 ^{bcB}	3.4 ± 2.6 ^{abBC}	4.5 ± 1.4 ^{bcC}
		Vent 2%	-0.4 ± 0.5 ^{aA}	-0.5 ± 0.1 ^{cdA}	-0.6 ± 0.3 ^{bA}	3.8 ± 1.3 ^{cB}	4.0 ± 1.0 ^{bBC}	5.0 ± 2.0 ^{bcC}
		Vent 3%	-0.4 ± 0.5 ^{aA}	-0.9 ± 0.1 ^{aA}	-0.6 ± 0.4 ^{bA}	3.3 ± 1.8 ^{bcB}	3.8 ± 1.9 ^{abBC}	4.7 ± 1.2 ^{bcC}
		Vent 4%	-0.4 ± 0.5 ^{aA}	-0.1 ± 0.2 ^{fA}	-0.6 ± 0.6 ^{bA}	2.6 ± 0.6 ^{bbB}	3.8 ± 1.0 ^{abC}	5.2 ± 0.6 ^{dD}
b^*	Paper	Vent 0%	8.6 ± 0.9 ^{aA}	8.4 ± 0.4 ^{dA}	9.1 ± 0.7 ^{aAB}	9.6 ± 0.8 ^{abB}	11.3 ± 1.2 ^{aC}	11.3 ± 0.7 ^{aC}
		Vent 2%	8.6 ± 0.9 ^{aA}	8.6 ± 0.2 ^{dA}	8.7 ± 0.5 ^{aA}	9.6 ± 0.4 ^{aA}	13.1 ± 1.7 ^{bcB}	12.4 ± 3.3 ^{abB}
		Vent 3%	8.6 ± 0.9 ^{aA}	8.5 ± 0.3 ^{cA}	9.2 ± 0.6 ^{abA}	9.5 ± 0.4 ^{aA}	13.4 ± 1.4 ^{bcB}	13.0 ± 2.7 ^{abB}
		Vent 4%	8.6 ± 0.9 ^{aA}	8.3 ± 0.6 ^{abA}	10.1 ± 0.6 ^{dB}	9.1 ± 0.7 ^{aAB}	12.4 ± 0.8 ^{abC}	12.1 ± 2.8 ^{acA}
	LLDPE	Vent 0%	8.6 ± 0.9 ^{aA}	8.4 ± 0.8 ^{abA}	9.0 ± 0.8 ^{aA}	11.9 ± 2.3 ^{bcB}	11.2 ± 2.4 ^{bcB}	16.9 ± 3.9 ^{bcC}
		Vent 2%	8.6 ± 0.9 ^{aA}	8.4 ± 0.3 ^{aA}	9.3 ± 0.4 ^{abA}	13.2 ± 3.4 ^{bcB}	14.4 ± 3.3 ^{cB}	16.3 ± 3.7 ^{bcC}
		Vent 3%	8.6 ± 0.9 ^{aA}	8.6 ± 0.6 ^{bcA}	9.8 ± 1.0 ^{bcA}	13.6 ± 4.7 ^{cB}	13.1 ± 4.3 ^{cB}	17.0 ± 2.8 ^{bcC}
		Vent 4%	8.6 ± 0.9 ^{aA}	8.6 ± 0.5 ^{bcA}	8.8 ± 0.3 ^{aA}	11.1 ± 1.7 ^{abB}	13.2 ± 2.5 ^{bcC}	14.3 ± 3.6 ^{bcC}
Firmness	Paper	Vent 0%	22.5 ± 1.8 ^{abE}	21.0 ± 1.1 ^{abD}	18.9 ± 1.6 ^{aC}	16.0 ± 1.7 ^{abB}	15.4 ± 1.2 ^{abB}	14.0 ± 1.7 ^{aA}
		Vent 2%	22.5 ± 1.8 ^{aC}	22.1 ± 1.8 ^{bcdC}	19.4 ± 1.6 ^{abB}	17.0 ± 2.2 ^{abcA}	16.4 ± 1.8 ^{abA}	15.6 ± 1.0 ^{ba}
		Vent 3%	22.5 ± 1.8 ^{ad}	21.3 ± 0.8 ^{abcdD}	18.7 ± 1.1 ^{aC}	16.1 ± 2.4 ^{abB}	15.4 ± 2.2 ^{aAB}	14.3 ± 1.3 ^{abA}
		Vent 4%	22.5 ± 1.8 ^{ad}	20.3 ± 0.9 ^{aC}	19.4 ± 1.0 ^{aC}	16.1 ± 2.3 ^{abB}	15.8 ± 1.0 ^{abB}	13.4 ± 1.7 ^{ba}
	LLDPE	Vent 0%	22.5 ± 1.8 ^{aC}	21.3 ± 0.8 ^{abCC}	19.2 ± 1.7 ^{abB}	18.9 ± 2.3 ^{abB}	17.7 ± 2.4 ^{bcAB}	17.2 ± 0.7 ^{ca}
		Vent 2%	22.5 ± 1.8 ^{aC}	22.4 ± 1.1 ^{cdC}	20.2 ± 1.8 ^{abB}	18.4 ± 1.0 ^{bcA}	17.8 ± 1.9 ^{bcA}	17.8 ± 1.6 ^{ca}
		Vent 3%	22.5 ± 1.8 ^{abB}	21.9 ± 1.7 ^{bcdB}	19.1 ± 1.6 ^{aA}	18.5 ± 2.1 ^{ba}	18.5 ± 1.9 ^{ca}	17.9 ± 1.1 ^{ca}
		Vent 4%	22.5 ± 1.8 ^{aC}	22.5 ± 1.4 ^{dC}	19.0 ± 1.5 ^{abB}	18.9 ± 1.2 ^{cb}	17.9 ± 1.5 ^{bcAB}	17.1 ± 2.4 ^{ca}

Values are presented as means ± SD standard deviation

All parameters are n=10

Means with the same small letter in each column and parameter are not significantly different

Means with the same capital letter in each row and parameter are not significantly different

- 색도 중 적색도와 황색도를 나타내는 a^* 값과 b^* 값에서도 골판지 종류와 상관없이 저장 기간이 길어질수록 값이 증가하는 것으로 관찰됨.
- 저장 3주 차부터 2차 포장 처리에 따른 유의적인 차이가 관찰되었는데, 표 5-3-1-2와 표 5-3-1-4처럼 LLDPE 필름 처리한 배추가 압박으로 인한 최외각 이파리의 외관 손상이 발생해서 나타난 결과로 판단됨.

표 5-3-1-4. 저장 중 배추의 단면 외관

Sample	Storage time (week)										
	0	1		2		3		4		5	
Paper-Vent 0%											
Paper-Vent 2%											
Paper-Vent 3%											
Paper-Vent 4%											
LLDPE-Vent 0%											
LLDPE-Vent 2%											
LLDPE-Vent 3%											
LLDPE-Vent 4%											

- 반면, 경도는 저장 3주 차부터 2차 포장에 따른 유의적 차이가 발생하였는데, LLDPE 필름 처리한 배추의 경도가 Paper 처리한 배추보다 유의적으로 높은 경도를 보였음.
- 이는 표 -5-3-1-1처럼 LLDPE 필름 처리한 배추의 수분손실률이 저장 기간 동안 약 1% 이하로 발생하였기 때문에 경도도 높은 수치를 유지하였다고 판단됨.

5-3-2-3-2 골판지 상자의 저장 중 압축강도 변화

- 배추의 저장 실험을 수행하기 전과 후의 골판지 상자의 압축강도 변화를 관찰함.
- 여름철 고온에 노출된 배추가 예냉 없이 포장되어 곧바로 냉장 컨테이너에 적재되어 유통할 경우, 배추의 증산 활동에 의한 다량의 수분이 골판지 상자의 압축강도를 감소시킬 것으로 예상하여 실험을 수행함.
- 표 5-3-1-5는 골판지 상자 압축강도 실험의 결과인데, Vent 0% 골판지 상자에서 통기구 면적이 커질수록 압축강도가 유의적으로 감소하는 것을 0 week (저장 실험 전)에서 확인함.

표 5-3-1-5. 저장 실험 전과 후 골판지 상자의 중량 및 압축강도 변화

Storage (week)	Treatment	Vent 0%*		Vent 2%*		Vent 3%*		Vent 4%*	
		CS (kgf)	WG (%)	CS (kgf)	WG (%)	CS (kgf)	WG (%)	CS (kgf)	WG (%)
0**	-	514.6 ± 22.2 ^{A2}	0	494.6 ± 18.6 ^{B1}	0	461.4 ± 24.3 ^{C1}	0	412.3 ± 16.2 ^{D2}	0
5***	Paper	440.0 ± 13.0 ^{d1}	5.8 ± 1.1	489.0 ± 16.5 ^{b1}	1.7 ± 0.3	452.0 ± 13.3 ^{cd1}	1.6 ± 0.3	394.1 ± 17.2 ^{e1}	1.5 ± 0.2
	LLDPE	511.1 ± 15.0 ^{a2}	1.3 ± 0.2	492.9 ± 12.2 ^{b1}	1.5 ± 0.3	456.5 ± 19.1 ^{c1}	1.6 ± 0.3	398.6 ± 20.3 ^{e12}	1.5 ± 0.2

Values are presented as means ± SD standard deviation

CS is n=10, WG is n=6

CS=compression strength, WG=weight gain

*Means with the same number in each column are not significantly different

**Means with the same capital letter in each row are not significantly different

***Means with the same small letter in each row are not significantly different

- Week 5 (저장 실험 후)의 압축강도 변화는 Paper 처리한 배추를 포장한 Vent 0% 골판지 상자에서 가장 크게 나타났음.
- 통기구가 없는 Vent 0% 골판지 상자는 배추의 증산 활동으로 발생한 수분으로 중량이 초기 대비 약 5.8% 증가하였음.
- 그림 5-3-1-13처럼, 위와 같은 이유로 실험 전 골판지 상자의 압축강도는 물론 LLDPE 필름 처리한 배추를 포장한 골판지 상자와 비교해도 유의적인 강도 저하가 발생함.



그림 5-3-1-13. Paper 처리된 배추를 포장한 Vent 0%의 저장 실험 후 내부 외관

- 반면, 골판지 상자의 통기구가 설계된 나머지 Vent 2%, Vent 3%, Vent 4% 골판지 상자는 2차 포장 처리와 상관없이 약 1.3~1.7%의 중량이 증가함.
- 이들의 압축강도는 Vent 4%를 제외하고는 2차 포장에 따른 유의적 차이가 없었음.
- Vent 4%는 이미 통기구 설계로 인한 압축강도 감소가 있는 상태에서 Paper 처리한 배추의 증산에 의한 수분으로 저장 중 유의적인 압축강도 감소를 보임.

5-3-2-4 최종 결론

- CFD 시뮬레이션과 실증 실험을 통해 통기구가 설계되지 않은 기존의 Vent 0% 골판지 상자 보다 통기구가 설계된 골판지 상자가 냉장 컨테이너 유통 중 배추의 중심온도를 낮추는데 효과적인 것을 확인함.
- 그러나 CFD 시뮬레이션에서는 Vent 2~4% 골판지 상자 간의 효과성 차이를 발견하지 못하였으나, 실증 실험에서는 Vent 4%가 가장 효과성이 높았고, Vent 2%와 Vent 3%는 유의적으로 차이가 없었음.
- 실증 실험 중 배추의 증산 활동으로 생성된 수분이 골판지 상자의 압축강도를 감소시켜 유통 중 문제가 발생 할 수 있음을 확인함.
- 이에 현장과 문헌을 바탕으로 2차 포장 (Paper와 LLDPE 필름)을 적용하고, 그에 따른 저장 중 배추의 품질 변화와 골판지 상자의 압축강도 변화를 관찰함.
- LLDPE 필름으로 2차 포장을 처리한 배추는 Paper 처리한 배추보다 수분 손실에 의한 중량 감소율이 약 1% 이하로 매우 낮았음.
- 이러한 이유로 LLDPE 필름으로 2차 포장된 배추의 경도도 Paper 처리한 배추보다 유의적으로 높은 수치를 보였음.
- 골판지 상자의 압축강도는 Paper 처리된 배추를 포장한 Vent 0% 골판지 상자가 유의적으로 가장 낮은 수치를 보임.
- 또한, Vent 4% 골판지 상자는 이미 설계적으로 압축강도가 많이 낮아진 상태이기 때문에 저장 실험 후의 압축강도가 실험 전보다 유의적으로 감소함.
- 종합적으로 여름철 냉장 컨테이너를 활용한 배추 수출에 가장 적합한 골판지 상자는 Vent 2%이고, 증산에 의한 배추의 중량감소(수분 손실)를 최소화하기 위해서는 LLDPE 필름으로 2차 포장하는 것이 가장 효과적임

<병해충 방제 분야>

6. 병해충 관리 기술

[4협동 강릉원주대학교]

▶ 1차년도

6-1-1 여름철 저장성을 결정하는 주요 배추병인 무름병 방제



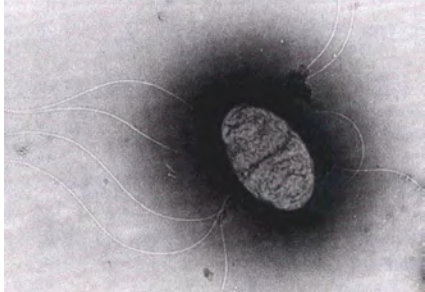
1-1. 무름병 전파 및 병징

가. 전파¹

- 월동 병원균이 흙먼지와 함께 바람을 타고 에어로졸 상태로 이동하거나 물에 섞여 전파
- 농작업, 해충, 바람 등에 의해 생긴 상처로 감수성 식물에 침입
- 여름철 고온기에 파종한 배추에 많이 발생
- 늦가을부터 겨울에 걸쳐 따뜻한 해 생육전기에 비가 많은 해에 많이 발생
- 병든 식물조직이 섞여 있으면 배추를 운반하는 도중에도 인접한 배추에 점염

나. 병징과 병원균

- 수확후 방제 실험을 위해 강릉원주대학교 부속농장(왕산면 고랭지 포장)에서 발병유기 조건하에서 배추를 재배함
- 배추 무름병균의 전자현미경 사진을 제공 받음

		
<p>무름병에 감염된 배추</p>	<p><i>Pectobacterium carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i></p>	<p><i>Pectobacterium</i> 형태</p>
<p>그림. 실험을 위해 재배된 강릉원주대학교 부속농장에서 무름병에 감염된 배추 및 병원균(강원대학교 박덕환 교수)</p>		

1-2. 수확전후 방제

가. 수확전 방제¹

- 농약안전사용기준(PLS)에 따라 8엽기-결구기 까지 등록약제로 효과적으로 방제 가능
- 병원균은 건조에 약하기 때문에 배수와 통풍이 잘되는 밭에서 재배하는 것이 좋음

- 수확물이 젖었을 경우 수송 중에도 무름병이 생기기 쉬우므로 비가 온 직 후에는 수확하지 않는 것이 좋음

나. 수확후 발병 억제²

- 수확이후에는 화학적 방제가 불가능하며, 통풍이 잘되는 비가림 시설에서 절단부위와 외엽의 적절한 예건처리로 병 발생을 7주까지도 효과적으로 발병을 억제시킬 수 있음

1-3. 무름병 전파 방지를 위한 수확용 칼 소독

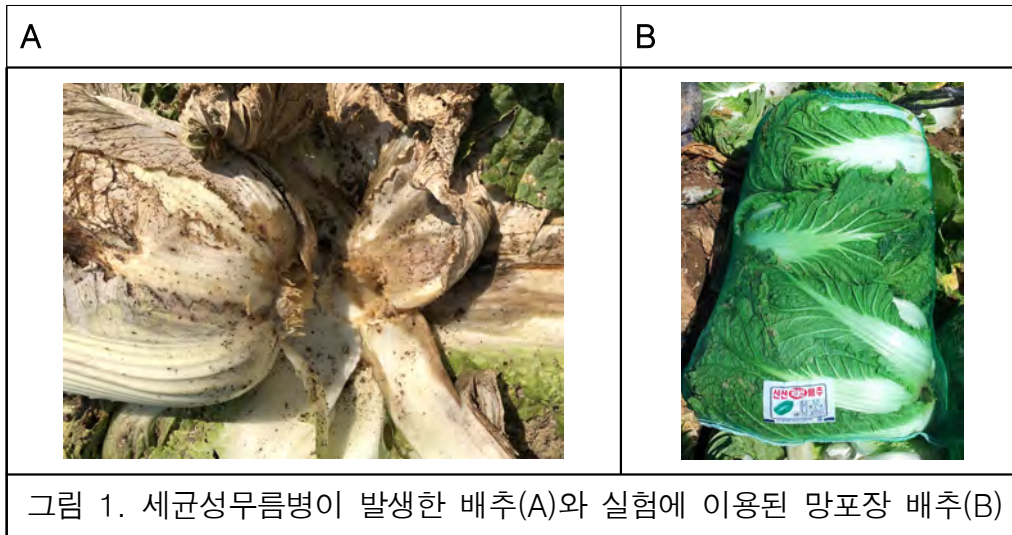
가. 연구개발의 이론적 배경

- 배추는 서늘한 기후를 좋아하는 저온성 채소로 생육기에 고온이 되면 결구가 잘 이루어지지 않으며 여러 병과 해충들에 의해서 해를 입게 됨
- 배추에 발생하는 무름병(*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)은 고랭지 지역에서 재배되는 여름 배추의 생산성에 크게 영향을 미치는 요인으로 작용함
- 무름병의 발생은 고온다습한 지역의 연작을 하는 밭에서 발병이 많음
- 매년 동일한 재배지에서 경작되는 배추에서 주로 발생되며 연약한 조직에서 수침상으로 연부되며, 악취를 동반하는 특징을 가짐
- 생산지에서 감염된 무름 병원균은 수송, 판매, 그리고 저장 중에도 발병되어 막대한 피해를 유기함³
- 배추 무름병은 세균성 토양병으로 약제에 의한 방제효과가 낮아 예방적으로 농약을 살포하는 등의 화학적 방제에 의존하고 있음
- 예방과 방제에도 불구하고 유통과 저장기간 동안에 발생하는 무름병을 억제시키는 데에는 한계가 있음

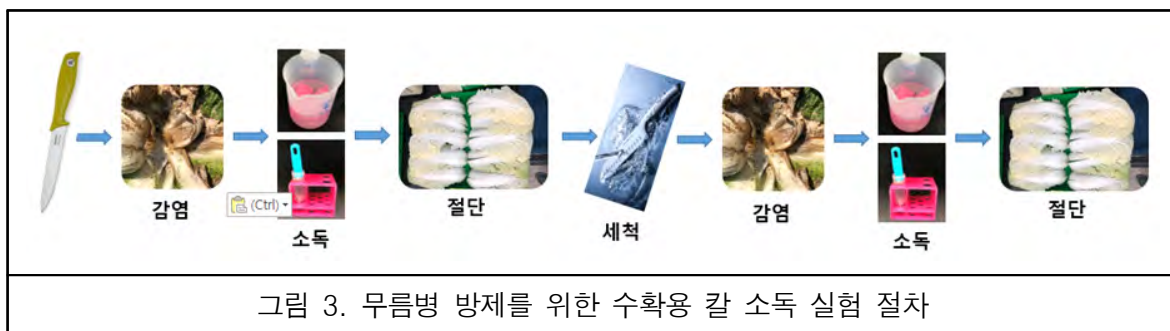
나. 연구내용

1) 시료

- 병원균은 강릉시 왕산면 대기리에 위치한 강릉원주대학교 시험포장에서 무름병이 발생한 배추로부터 분리하였다(그림. 1A).
- 실험에 사용된 배추는 강릉지역소재 배추 농가로부터 구입(그림. 1B).
- 배추 수확 과정 동안에 무름병 감염 방제를 위한 소독제로는 처리농도별로 락스, 과산화수소, 소독용 에탄올을 이용함(그림 2)
- 처리방법은 배추 수확시 이용한 칼을 행주로 닦거나 소독제가 담겨진 통에 담그는 방법으로 실행하였으며, 처리순서는 그림 3과 같음



	락스	소독약 과산화수소	소독용 에탄올
소독제			
	Sodium hypochlorite 5.5%	Hydrogen peroxide 2.5-3.5%	Ethanol 83%
구입장소	마트	약국	약국
처리농도	110ppm (500배액 희석)	2.5-3.5%	83%
처리방법	 행주로 칼을 닦음	 소독제 통에 담그기	
그림 2. 실험에 이용된 약제, 처리농도, 그리고 처리방법			



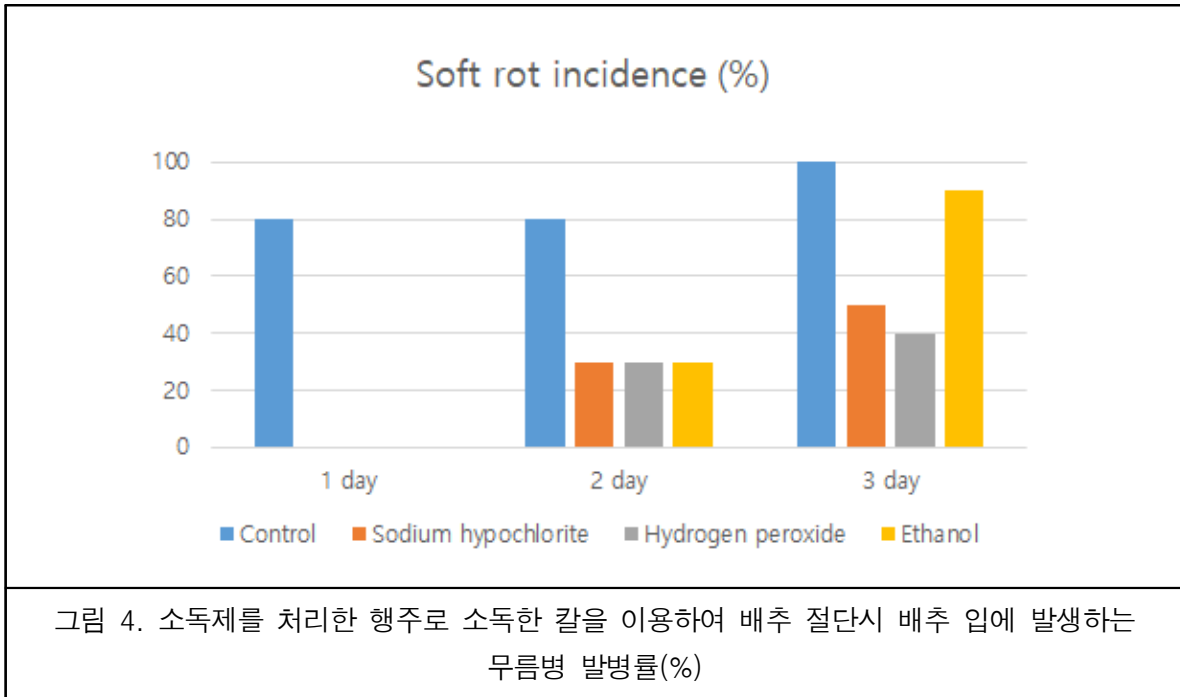
다. 연구결과

- 여름에 재배되는 배추의 생산성과 저장성을 크게 저하시키는 무름병을 발생 증가의 주요 요인 중의 하나는 수확시 이용하는 도구임
- 수확작업은 칼을 이용하여 배추의 뿌리부분을 절단하는데, 이때 사용한 칼은 중간 소독 없이 그대로 포장에 있는 모든 배추를 절단함
- 초기에 작업한 배추가 무름병에 감염된 배추일 경우, 이후에 수확되는 모든 배추의 절단면에는 무름 병원균이 잔존하게 되고 이 병원균은 병징 발생을 초래함
- 본 연구에서 절단용 칼을 소독하는 방법은 칼을 행주로 닦는 방법과 소독제가 담겨진 통에 칼을 넣어 흔드는 방법 등 2가지의 소독방법을 비교
- 실험에 사용된 배추는 포기단위로 이용하지 않고 개별 잎을 단위로 이용
- 소독을 실시하지 않은 칼로 배춧잎을 절단할 경우(대조구) 실험시작 1일 경과 후부터 무름병 증상이 나타났으며 발생률은 80%임(그림 4와 6)
- 저장 3일이 경과됐을 때에는 100% 무름병 발생률을 보임
- 행주로 칼을 닦은 처리구는 저장 2일이 경과되면서 락스, 과산화수소, 알코올 처리구에서 각각 30%씩 무름병이 발생함
- 저장 3일 경과 후에는 락스, 과산화수소, 알코올이 각각 50%, 40%, 90%로 과산화수소 처리구에서 효과가 좋았음(그림 4와 5)
- 절단용 칼을 소독제가 담겨진 통에 넣어 흔드는 방법은 행주로 닦는 방법과 마찬가지로 저장 2일이 경과된 후부터 무름병 증상이 발병하며, 알코올 처리구에서 10% 발생율을 보임(그림 6과 7).
- 저장 3일이 경과되면서 락스 처리구에도 무름병 증상이 발생하였으며, 10% 정도의 발병률에 그친 반면 알코올 처리구에서는 60%까지 증가하였음
- 과산화수소 처리구에서는 실험 진행 3일이 경과될 때까지 무름병 증상이 발생되지 않음

라. 연구 결론

- 절단용 칼을 행주로 닦거나 소독제가 담겨진 통에 넣는 것만으로도 무름병을 방제하는데 효과적임
- 행주로 매번 칼을 닦는 방법은 작업자들에게 번거로움을 줄 수 있으며, 병원균이 행주에 그대로 잔존한 상태에서 다시 칼을 닦기 때문에 행주의 병원균이 칼에 묻어나는 2차 피해가 발생할 우려가 있음
- 소독제가 담겨진 통에 칼을 넣어 흔드는 방법은 배추를 수확하는 작업 중에 손쉽게 진행할 수 있으며, 칼에 병원균이 잔존할 확률이 크게 저하됨으로써 무름병 방제의 효율성이 크게 증대됨
- 소독제 종류별로 비교해 보면 과산화수소 > 락스 > 알코올 순으로 과산화수소(소독약)의 처리효과가 크게 나타남
- 단, 과산화수소는 공기중에서 쉽게 산화되는 특성을 가지고 있으므로, 작업중에 소독제로서의 효능이 저하될 우려가 있음
- 본 실험에서 사용된 락스의 농도는 110ppm 정도로 일반적으로 과일과 채소를 소독하는 저농도임
- 따라서 칼을 소독하는 범위인 200-300ppm 농도로 실험을 진행하여 과산화수소와 무름

병 발생률을 비교하여 락스와 과산화수소를 사용했을 때의 경제성 및 실용성을 점검해볼 필요가 있음



Storage day	Control	Sodium hypochlorite	Hydrogen peroxide	Ethanol
2				
3				

그림 5. 소독제를 처리한 행주로 소독한 칼을 이용하여 배추 절단시 배추 입에 발생하는 무름병 증상 비교

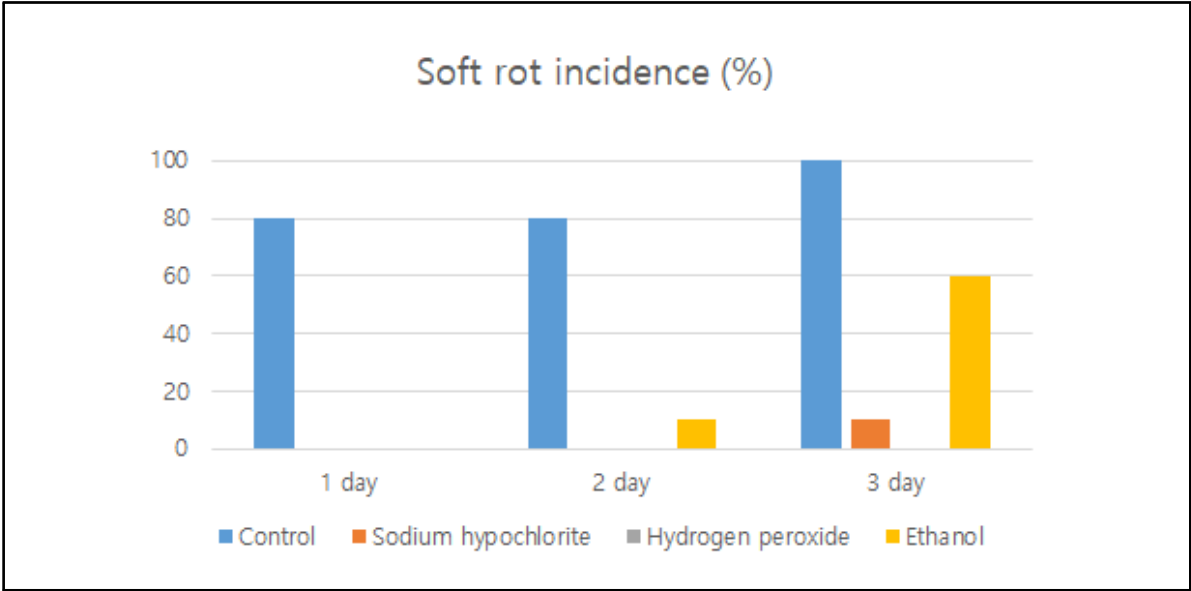



그림 6. 소독제가 담긴 통을 이용하여 소독한 칼을 이용하여 배추 절단시 배추 입에 발생하는 무름병 발병률(%)

Storage day	Control	Sodium hypochlorite	Hydrogen peroxide	Ethanol
2				
3				

그림 7. 소독제가 담긴 통을 이용하여 소독한 칼을 이용하여 배추 절단시 배추 입에 발생하는 무름병 증상 비교

1-4. 결론

가. 무름병 전파와 수확전후 관리

전파	병징 및 병원균	수확전관리	수확후관리
고온 다습기간에 토양 및 에어로졸 전염		PLS 규정을 준수하며 8엽-결구기까지 약제 방제	절단부위와 외엽 예건으로 최대 7주까지 발병 억제 가능

나. 무름병 전파 방지를 위한 수확용 수확용 칼 소독

소독제별 소독효과	소독방법 비교	비고
과산화수소 > 락스 > 알코올	소독통 > 행주	산화로 과산화수소 약효 감소 락스 처리농도 상향 조정 검토

- 참고 자료 -

- ¹농촌진흥청. 작물기술정보. 배추-병해충 방제-무름병. <http://www.nongsaro.go.kr>
- ²이인권 등. 2001. 수확 후 예건이 배추 '노랑' 품종의 저온저장에 미치는 영향. 원예과학기술지 19:521-525
- ³Chung EK, Zhang XZ, Yeung YR, Kim BS. 2003. Screening of effective control agents against bacterial soft rot on Chinese cabbage in alpine area. Kor J Pest Sci 7:32-37

[3협동 순천대학교]

▶ 1차년도

6-1-2. 대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축

가. 재배시 배추류, 상추류 주요 해충의 동정 및 발생양상 조사

- 채소류 재배 기간 중 발생하는 주요 해충에 대하여 1차년도(2019. 08. 01. - 2020. 04. 30.) 연구기간 중 조사를 실시한 결과는 다음과 같음
- 배추의 경우 주요 주산단지를 중심으로 발생하고 있는 해충을 조사한 결과, 도둑나방 등 14종의 해충이 조사되었고, 그 중 발생이 심하여 방제대상이 될 수 있는 종으로는 무잎벌, 무테두리진딧물, 배추흰나비, 작은뽕족민달팽이 등 4종이 확인되었음(표 1; 그림 1)

<표 1> 2019년 배추에서 조사된 해충

작 물	해 충 명	발 생 밀 도	발생정도	방제대상
배 추	달팽이	유성체 1~2마리/10주	소	
	도둑나방	유충 1~2마리/10주	소	
	무잎벌	유충 1~2마리/주	다	○
	무테두리진딧물	약성충 >200마리/주	심	○
	미국흰불나방	유충 1~2마리/10주	소	
	바늘꽃벼룩잎벌레	성충 1~2마리/10주	소	
	배추흰나비	유충 3~4마리/주	다	○
	불나방 일종	유충 1개체	소	
	섬서구메뚜기	성충 1~2마리/10주	소	
	작은뽕족민달팽이	유성체 2~3마리/주	다	○
	좁은가슴잎벌레	유성충 1~2마리/10주	소	
	줄베짱이	성충 1개체	소	
	크로바잎벌레	성충 4~5마리/주	소	
	홍비단노린재	성충 1~2마리/10주	소	



작은뽕족민달팽이



무떼두리진딧물



무잎벌



도둑나방

<그림 1> 배추에서 조사된 해충의 생태사진

- 양배추의 경우 주요 주산단지를 중심으로 발생하고 있는 해충을 조사한 결과, 배추좀나방과 배추흰나비 2종의 해충이 조사되었고, 그 중 발생이 심하여 방제대상이 될 수 있는 종으로는 배추좀나방이 확인되었음(표 2; 그림 2)

<표 2> 2019년 양배추에서 조사된 해충

작 물	해 충 명	발 생 밀 도	발생정도	방제대상
양배추	배추좀나방	유성충 10~20마리/주	심	○
	배추흰나비	유충 2~3마리/주	중	



배추좀나방



배추흰나비

<그림 2> 양배추에서 조사된 해충의 생태사진

- 상추의 경우 주요 주산단지를 중심으로 발생하고 있는 해충을 조사한 결과, 대만수염진딧물 등 7종의 해충이 조사되었고, 그 중 발생이 심하여 방제대상이 될 수 있는 종으로는 진딧물 일종(현재 종 동정 중에 있음)이 확인되었음(표 3; 그림 3)

<표 3> 2019년 상추에서 조사된 해충

작 물	해충명	발생밀도	발생정도	방제대상
상 추	대만수염진딧물	약성충 10~15/주	중	
	도둑나방	유충 1~2마리/엽	소	
	맵시곱추밤나방	유충 1~2마리/주	소	
	완두굴파리	유충/용 1~2/엽	소	
	은무늬밤나방	유충 1개체	소	
	진딧물 일종	약성충 >50마리/엽	심	○
	총채벌레 일종	약성충 5~10마리/엽	중	



상추진딧물



맵시곱추밤나방

<그림 3> 상추에서 조사된 해충의 생태사진

1-2. 품종별 주요 해충 발생 양상 조사를 통한 맞춤형 해충 방제 연구

- 대만으로 수출한 채소류에서 수출검역과정에서 어떠한 병해충이 문제가 되는지를 조사하기 위해 2015년부터 2019년까지 채소류 검역실적을 조사하였음
- 대만으로 수출하는 배추의 경우, 검사건수는 증가하고 있으나, 수출물량은 매우 줄어들어 2019년에 26천톤 정도 수출을 허가하였고, 그 과정에서 84회의 해충 검출이 이루어졌음 (표 4)

<표 4> 대만으로 수출하는 배추의 검역실적(2015 ~ 2019)

연도	배추 수출검역		수출허가		병해충검출 (건수)
	건수	수량(톤)	건수	수량(톤)	
2015	1,025	16,787.52	1,020	16,708.35	26
2016	853	13,984.29	850	13,927	19
2017	1,449	23,506	1,447	23,475	14
2018	1,153	18,782	1,152	18,766	10
2019	1,598	26,066	1,597	26,050	15
계	6,078	99,126.17	6,066	98,925.72	84

- 대만으로 수출하는 배추를 검사하는 과정에서 해충만이 84회 검출이 되었고, 주요한 검출 해충은 대만총채벌레, 벼룩잎벌레, 복숭아혹진딧물, 배추좀나방이었음(표 5)

<표 5> 대만으로 수출하는 배추 검역에서 검출된 병해충 종류(2015 ~ 2019)

병해충명	검출 건수	병해충명	검출 건수
대만총채벌레(<i>Frankliniella intonsa</i>)	18	목화진딧물(<i>Aphis gossypii</i>)	2
벼룩잎벌레(<i>Phyllotreta striolata</i>)	16	잎선충 일종(<i>Aphelenchoides parietinus</i>)	1
복숭아혹진딧물(<i>Myzus persicae</i>)	13	검정날개버섯파리 일종(<i>Bradysia paupera</i>)	1
배추좀나방(<i>Plutella xylostella</i>)	9	파밤나방(<i>Spodoptera exigua</i>)	1
파총채벌레(<i>Thrips tabaci</i>)	3	좁은가슴잎벌레(<i>Phaedon brassicae</i>)	1
점박이응애(<i>Tetranychus urticae</i>)	3	톱다리개미허리노린재(<i>Riptortus clavatus</i>)	1
꽃노랑총채벌레(<i>Frankliniella occidentalis</i>)	3	장님노린재 일종(<i>Cyrtopeltis tenuis</i>)	1
민달팽이(<i>Incililaria bilineata</i>)	3	씩덩나무노린재(<i>Halyomorpha halys</i>)	1
무테두리진딧물(<i>Lipaphis pseudobrassicae</i>)	3	뽕나무이(<i>Amomoneura mori</i>)	1
포식성 응애 일종(<i>Amblyseius sp.</i>)	2	파리류 일종	1
		20종 해충	84

- 대만으로 수출하는 양배추의 경우, 2019년에 검사건수 840건 및 수출물량 17천톤으로 급격히 증가하였고, 그 과정에서 17회의 해충 검출이 이루어졌음(표 6)

<표 6> 대만으로 수출하는 양배추의 검역실적(2015 ~ 2019)

연도	양배추 수출검역		수출허가		병해충검출(건수)
	건수	수량(톤)	건수	수량(톤)	
2015	469	9,855.20	469	9,855.20	7
2016	477	10,012.14	474	9,948.84	6
2017	417	8,623.04	417	8,623.04	2
2018	157	3,089.66	157	3,089.66	0
2019	840	17,230.79	840	17,230.65	2
계	2,360	48,810.81	2,357	48,747.37	17

- 대만으로 수출하는 양배추를 검사하는 과정에서 해충만이 17회 검출이 되었고, 주요한 검출해충은 배추좀나방, 대만총채벌레 등 이었음(표 7)

<표 7> 대만으로 수출하는 양배추 검역에서 검출된 병해충 종류(2015 ~ 2019)

병해충명	검출 건수	병해충명	검출 건수
배추좀나방(<i>Plutella xylostella</i>)	8	싸리수염진딧물(<i>Aulacorthum solani</i>)	1
대만총채벌레(<i>Frankliniella intonsa</i>)	4	왕담배나방(<i>Helicoverpa armigera</i>)	1
민달팽이(<i>Incililaria bilineata</i>)	3	5종 해충	17

- 대만으로 수출하는 꽃상추의 경우, 5년 동안 검사건수 24건 및 수출물량 140톤으로 매우 미미하였으며, 그 과정에서 병해충 검출은 이루어지지 않음(표 8)

<표 8> 대만으로 수출하는 꽃상추의 검역실적(2015 ~ 2019)

연도	꽃상추 수출검역		수출허가		병해충검출 (건수)
	건수	수량(톤)	건수	수량(톤)	
2015	7	67.04	7	67.04	0
2016	4	27.05	4	27.05	0
2017	0	0	0	0	0
2018	7	41.5	7	41.5	0
2019	6	4.28	6	4.28	0
계	24	139.85	24	139.85	0

2. 배추류 저장시 발생하는 주요 해충 동정

2-1. 저장 시 문제가 될 수 있는 주요 해충의 동정 및 무감염 조건 구명

- 채소류 저장기간 중 발생하는 주요 해충에 대하여 1차년도(2019. 08. 01. - 2020. 04. 30.) 연구기간 중 조사를 실시한 결과, 배추, 양배추, 상추의 저장 시 문제가 될 해충은 확인되지 않았음
- 또한 2015 ~ 2019에 수출검역과정에서 검출된 해충의 경우 저장 시 문제가 될 수 있는 해충으로는 꽃노랑총채벌레 1종으로 확인됨
- 대만 측에서 채소류 작물의 수입과 관련하여 무감염 증명을 요구할 수 있는 해충으로는 꽃노랑총채벌레, 감자썩이선충, 뿌리응애이며, 그 중 배추의 수출검역과정에서 확인된 꽃노랑총채벌레에 대하여 검토할 필요가 있음

3. 대만측 잔류허용기준에 맞는 화학 약제의 살포조건 및 잔류 여부 조사

3-1. 살충제 처리 기법 최적화를 통한 방제 및 확산 억제 연구

3-2. 작용기작별 살충제 효과 및 저항성 연구

3-3. 잔류 특성 및 허용기준에 맞는 약제 살포를 위한 기초 개발 연구

- 대만측에서 관리하는 엽채류에 대한 농약잔류허용량을 조사한 결과, 엽채류에서 살충제 76종, 살비제 2종, 살선충제 2종에 대하여 최대잔류허용치를 확보하여(표 9-11) 국내 채소류에 사용하고 있는 살충제의 잔류농도와 비교할 계획임

<표 9> 대만의 엽채류에 대한 살선충제 잔류허용치(2019)

구분	농약명	작 물	최대잔류허용치 (ppm)
살선충제	Fluensulfone	양상추(Cos lettuce)	2.0
		작은 잎의 십자화과 엽채류	2.0
		결구된 십자화과 엽채류	1.0
		양상추(Head lettuce)	1.0
		상추(Leaf lettuce)	2.0
살선충제	Oxamyl	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5

<표 10> 대만의 엽채류에 대한 살비제 잔류허용치(2019)

구분	농약명	작 물	최대잔류허용치 (ppm)
살비제	Milbemectin	작은 잎의 엽채류	0.2
		결구된 엽채류	0.2
살비제	Spirotetramat	브로콜리	1.0
		양배추	2.0
		작은 잎의 십자화과 엽채류	1.0
		결구된 기타 십자화과 엽채류	1.0
		양상추(Head lettuce)	3.0
		작은 잎의 기타 엽채류	3.0

<표 11> 대만의 엽채류에 대한 살충제 잔류허용치(2019)

구분	농약명	작 물	최대 잔류허용치 (ppm)
살충제	Abamectin	결구된 십자화과 잎 채소류	0.05
		양상추	0.05
살충제	Acephate	양상추	0.05
		양상추 제외 결구 잎 채소류	1.0
살충제	Acetamiprid	결구된 십자화과 잎 채소류	2.0
		작은 잎의 십자화과 엽채류	2.0
		상추	2.0
살충제	Acibenzolar-S-methyl	브로콜리	0.6
		양배추(Cabbage)	0.6
		양상추(Cos lettuce)	0.05
		양상추(Head lettuce)	0.1
		상추(Leaf lettuce)	0.05
살충제	Allethrin	기타 채소 및 과채류	0.02
살충제	Bensultap	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Bifenthrin	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Buprofezin	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Carbaryl	작은 잎의 엽채류	0.8
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Carbofuran	작은 잎의 엽채류	0.2
		결구된 엽채류	0.1
살충제	Carbosulfan	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.2
살충제	Cartap	작은 잎의 엽채류	2.0
		결구된 엽채류	2.0
살충제	Chlorantraniliprole	브로콜리	4.0
		양배추	2.0
		양상추(Cos lettuce)	10.0
		작은 잎의 십자화과 엽채류	3.0
		결구된 십자화과 엽채류	2.0
		양상추(Head lettuce)	4.0
		상추(Leaf lettuce)	10.0
살충제	Chlorfenapyr	결구된 십자화과 엽채류	1.0
		양상추(Head lettuce)	1.0
살충제	Chlorfluazuron	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	2.0
살충제	Chlorpyrifos	컬리플라워	0.5
		작은 잎의 십자화과 엽채류	1.0
		결구된 십자화과 엽채류	0.5

구분	농약명	작 물	최대 잔류허용치 (ppm)
살충제	Chromafenozide	양상추(Cos lettuce)	3.0
		작은 잎의 십자화과 엽채류	3.0
		결구된 십자화과 엽채류	1.0
		양상추(Head lettuce)	1.0
		상추(Leaf lettuce)	3.0
살충제	Clothianidin	양상추(Cos lettuce)	0.5
		작은 잎의 십자화과 엽채류	0.5
		결구된 십자화과 엽채류	1.0
		상추(Leaf lettuce)	0.5
		상추(Lettuce)	0.5
살충제	Cyfluthrin	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Cyhalothrin	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Cypermethrin	브로콜리	1.0
		양배추	1.0
		작은 잎의 엽채류	2.0
		결구된 기타 엽채류	1.0
		양상추(Head lettuce)	2.0
살충제	Cyromazine	기타 과채류	0.5
		양상추(Head lettuce)	4.0
		결구된 기타 엽채류	2.0
살충제	Deltamethrin	작은 잎의 엽채류	0.2
		결구된 엽채류	0.2
살충제	Diafenthiuron	작은 잎의 엽채류	2.0
		결구된 엽채류	2.0
살충제	Diazinon	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Diflubenzuron	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Dimethoate	작은 잎의 십자화과 엽채류	0.1
		결구된 십자화과 엽채류	0.02
살충제	Dinotefuran	양상추(Cos lettuce)	2.0
		십자화과 채소류	2.0
		양상추(Head lettuce)	2.0
		양상추(Leaf lettuce)	2.0
살충제	Emamectin benzoate	작은 잎의 엽채류	0.05
		결구된 엽채류	0.05
살충제	Fenitrothion	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.3
살충제	Fenoxycarb	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5

구분	농약명	작 물	최대 잔류허용치 (ppm)
살충제	Fenpropathrin	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Fenvalerate	양상추(Head lettuce)	0.5
		작은 잎의 엽채류	2.0
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Flubendiamide	작은 잎의 십자화과 엽채류	1.0
		결구된 십자화과 엽채류	1.0
		양상추(Head lettuce)	1.0
살충제	Flucythrinate	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Flupyradifurone	양배추	3.0
		컬리플라워	3.0
		양상추(Cos lettuce)	9.0
		양상추(Head lettuce)	3.0
		상추(Leaf lettuce)	9.0
살충제	Fluvalinate	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Imidacloprid	양상추(Cos lettuce)	3.5
		양상추(Head lettuce)	2.0
		기타 작은 잎의 엽채류	1.0
		상추(Leaf lettuce)	3.5
		기타 결구된 엽채류	1.0
살충제	Indoxacarb	작은 잎의 십자화과 엽채류	2.0
		결구된 십자화과 엽채류	2.0
살충제	Isazofos	결구된 엽채류	0.01
살충제	Isoxathion	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Lufenuron	결구된 십자화과 엽채류	1.0
		작은 잎의 엽채류	1.0
살충제	Malathion	작은 잎의 엽채류	2.0
		결구된 엽채류	2.0
살충제	Metaflumizone	작은 잎의 십자화과 엽채류	2.0
		결구된 십자화과 엽채류	2.0
		양상추(Head lettuce)	7.0
살충제	Methamidophos	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Methiocarb	양배추	0.1
		컬리플라워	0.1
		양상추(Head lettuce)	0.05
살충제	Methomyl	작은 잎의 엽채류	3.0
		결구된 엽채류	0.7

구분	농약명	작 물	최대 잔류허용치 (ppm)
살충제	Methoxyfenozide	양배추	7.0
		양상추(Head lettuce)	7.0
		상추(Leaf lettuce)	15.0
살충제	Naled	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Novaluron	결구된 십자화과 엽채류	0.7
		기타 과채류	0.7
살충제	Parathion-methyl	양배추	0.05
살충제	Permethrin	양배추	5.0
		양상추(Head lettuce)	5.0
		작은 잎의 엽채류	2.0
		결구된 기타 엽채류	2.0
살충제	Phenthoate	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Phorate	작은 잎의 엽채류	0.05
		결구된 엽채류	0.05
살충제	Phosalone	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Phosmet	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Pirimicarb	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Pirimiphos-methyl	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Profenophos	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Prothiofos	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Pymetrozine	브로콜리	0.2
		양배추	0.5
		양상추(Cos lettuce)	0.6
		양상추(Head lettuce)	1.0
		상추(Leaf lettuce)	0.6
살충제	Pyraclofos	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Pyridaphenthion	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Quinalphos	작은 잎의 엽채류	0.03
		결구된 엽채류	0.03
살충제	Rotenone	작은 잎의 엽채류	0.2
		결구된 엽채류	0.2

구분	농약명	작 물	최대잔류허용치 (ppm)
살충제	Spinetoram	작은 잎의 십자화과 엽채류	2.0
		결구된 십자화과 엽채류	2.0
		양상추(Head lettuce)	2.0
		상추(Leaf lettuce)	2.0
살충제	Spinosad	양상추(Cos lettuce)	4.0
		상추(Leaf lettuce)	4.0
		결구된 엽채류	2.0
		작은 잎의 기타 엽채류	1.0
살충제	Sulfoxaflor	콜리플라워	0.1
		양상추(Head lettuce)	3.0
		작은 잎의 엽채류	3.0
		결구된 기타 십자화과 엽채류	3.0
살충제	Tebufenozide	작은 잎의 기타 엽채류	5.0
살충제	Teflubenzuron	작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Terbufos	작은 잎의 엽채류	0.05
		결구된 엽채류	0.05
살충제	Thiamethoxam	작은 잎의 십자화과 엽채류	2.0
		결구된 십자화과 엽채류	1.0
		양상추(Head lettuce)	3.0
		상추(Leaf lettuce)	3.0
살충제	Thiocyclam	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5
살충제	Thiodicarb	브로콜리	2.0
		양배추	3.0
		양상추(Head lettuce)	5.0
		작은 잎의 엽채류	1.0
		결구된 엽채류	1.0
살충제	Tolfenpyrad	양상추(Cos lettuce)	0.5
		작은 잎의 십자화과 엽채류	0.5
		결구된 십자화과 엽채류	0.5
		양상추(Head lettuce)	0.5
		상추(Leaf lettuce)	0.5
살충제	Tralomethrin	작은 잎의 엽채류	0.5
		결구된 엽채류	0.5

[2협동 강릉원주대학교]

▶ 2차년도

6-2-1. 배추의 무름병 발생억제를 위한 기술보급

무름병 전파 방지를 위한 수확용 칼 소독제 선정 및 적정 농도 구명을 위해 연구를 수행함

① 연구개발의 이론적 배경

- 저온성 채소인 배추는 생육기에 고온이 되면 결구가 잘 이루어지지 않으며 여러 병과 해충들에 의해서 해를 입게 됨
- 배추에 발생하는 무름병(*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)은 토양 전염성 세균병으로, 주로 지면 부위에 감염되어 잎이 황화되고 수침상으로 연부되어 악취를 동반함
- *E. carotovora*는 고온 활동성 세균으로 고온 다습한 여름 고랭지 지역에서 7월부터 9월 사이에 발병이 급격히 증가하여 여름 배추의 생산성에 크게 영향을 미치는 요인으로 작용함
- 생산지에서 감염된 무름병 원균은 유통과 저장 중에 발병되어 농가에 막대한 피해를 야기함
- 배추 무름병 예방은 농약 살포를 통한 화학적 방제에 의존적이나 수확 단계에서 감염된 무름병을 억제시키는 데에는 한계가 있음

② 연구내용

◦ 시료

- 병원균은 강릉원주대학교 식물생명과학과 식물병리학실험실에서 보관 중인 국제표준 균주인 ATCC15713 균주를 시험에 사용함(그림 1A)2
- 실험에 사용된 배추는 강릉지역 소재 배추 농가로부터 구입(그림 1B)



◦ 병원균 접종실험

- 시험 균주들의 병원성 검정을 위해 배추를 4×4 cm² 크기로 자른 후 핀으로 상처를 내고, 1% sodium hypochlorite에 침지하여 소독 후 멸균수로 여러 차례 세척, 물기를 제거하고

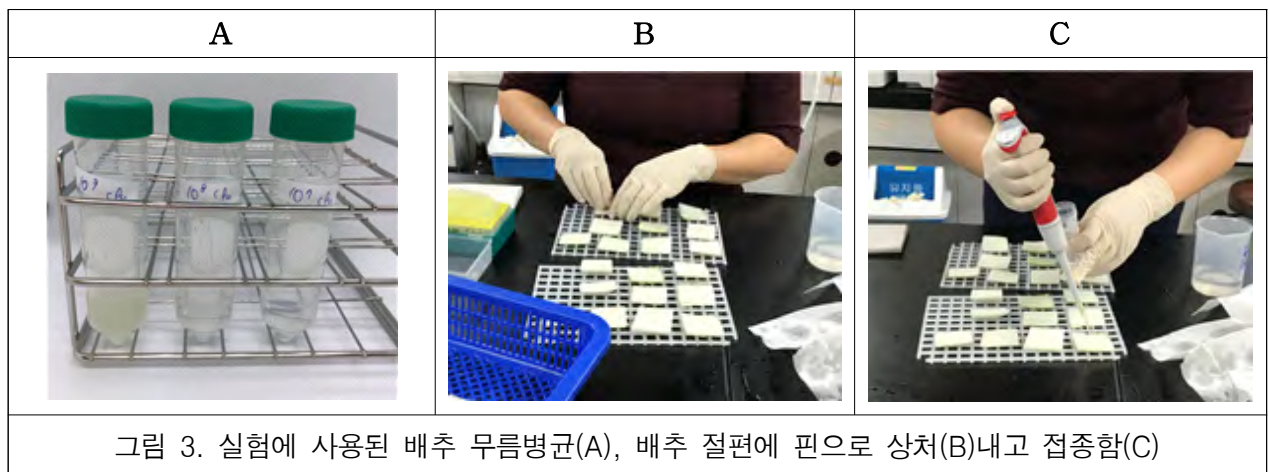
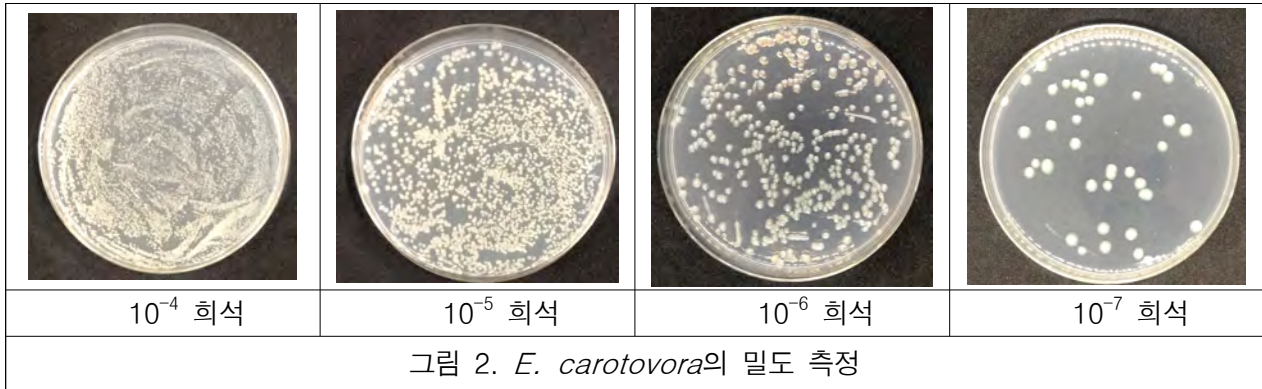
병원균을 접종함

- 병원균 접종 농도는 분광 광도계(Shimadzu UV-1201, UV/VIS spectrophotometer)로 세균 밀도를 측정하여 1×10^7 cfu/ml, 1×10^8 cfu/ml, 1×10^9 cfu/ml로 희석하여 접종에 사용함(그림 2)

접종 방법은 배추 절편의 가운데 부위에 핀으로 상처를 낸 후, *E. carotovora* 현탁액을 100 μ L를 상처 부위에 접종하는 상처접종 법을 이용함(그림 3)

접종된 배추 절편은 플라스틱 용기에 넣어 28 $^{\circ}$ C 항온기에서 배양함

플라스틱 용기는 2겹의 종이타올을 깔고 증류수를 부어 포화습도를 유지함



◦ 소독제 처리농도 실험

- 마트에서 구매한 락스(차아염소산 나트륨)를 희석하여 100ppm, 200ppm, 400ppm 농도로 준비함

- 배추를 6×3 cm2(가로×세로) 크기로 자른 후 절편 가로 쪽의 한 면을 메스를 이용하여 시험구에 따라 약 5mm 정도를 절단함(그림 4A)

시험구는 무처리구(멸균수), *E. carotovora* 처리구(1×10^8 cfu/ml), 그리고 소독제 처리구(100ppm, 200ppm, 400ppm)로함

- 소독제 처리구는 1차로 *E. carotovora*을 메스에 문힌 후 메스를 소독제 통에 넣어 흔든 다음 배추 절편의 한 면을 절단함

처리된 배추 절편을 28 $^{\circ}$ C 배양기에 보관하면서 무름병 발생 정도를 mm 단위로 측정함(그림 4B)

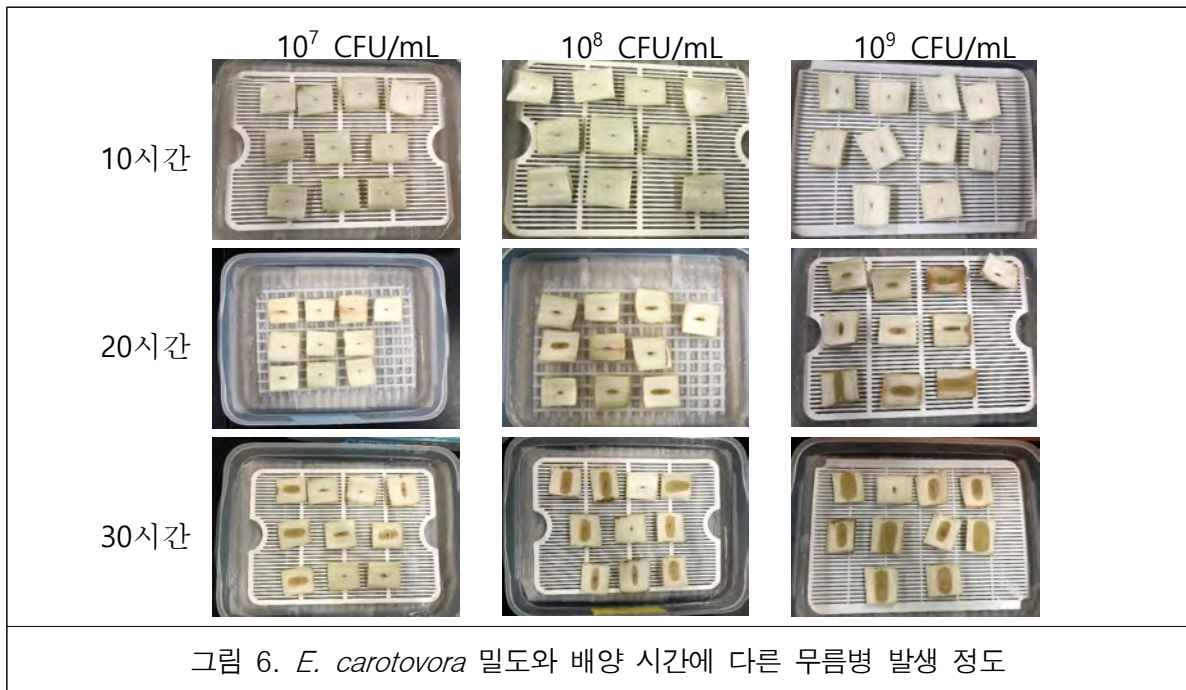
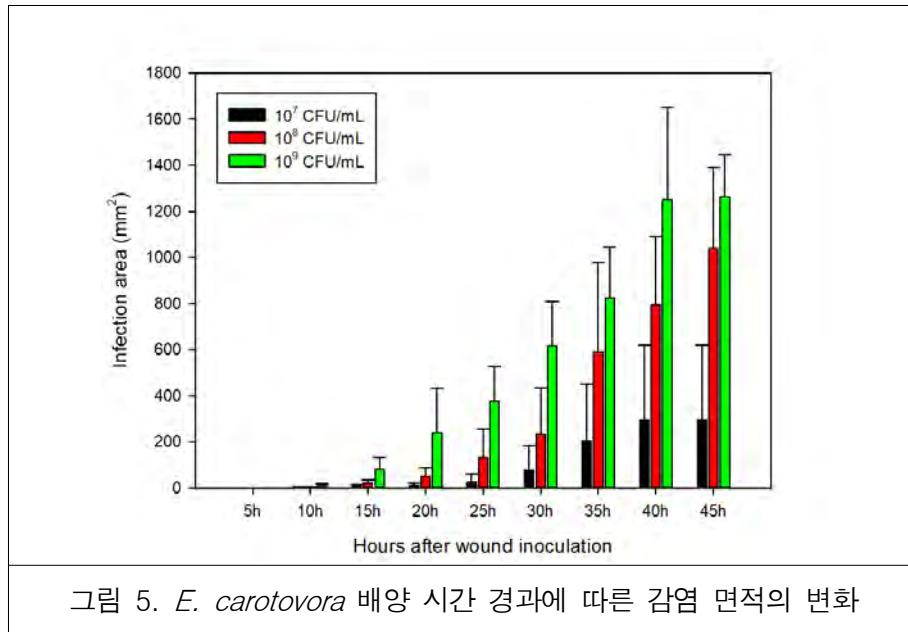
- 살균제 처리 유무에 따른 유전자 발현 정도는 SYBR Green방법을 이용해서 Real time PCR을 수행함^{4,5}. 관련 유전자는 에틸렌 생합성 관련 유전자(ACO1, ACO2, ER1, ER2), 세포벽 분해효소 유전자(PG10, PG12-1, PG12-2, PG12-3, PG17, PG59), 그리고 병 저항성 관련 유전자(defense, WRKY33, CCoADMT, MPK3)임

생리활성 분석은 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, 그리고 항산화 활성도(DPPH, ABTS)를 실시함



③ 연구결과

- 무름병 실험을 위한 *E. carotovora* 밀도 선정 실험
 - 소독제 실험을 위한 적정 *E. carotovora*의 밀도는 1×10^8 cfu/ml이 적합함(그림 5)
 - 1×10^7 cfu/ml은 배양시간이 경과 되어도 무름병 증상의 발현이 지연되며, 1×10^9 cfu/ml은 증상 발현이 너무 급속히 진행되어 살균제의 효율성을 확인하는 연구에 부적합(그림 6)

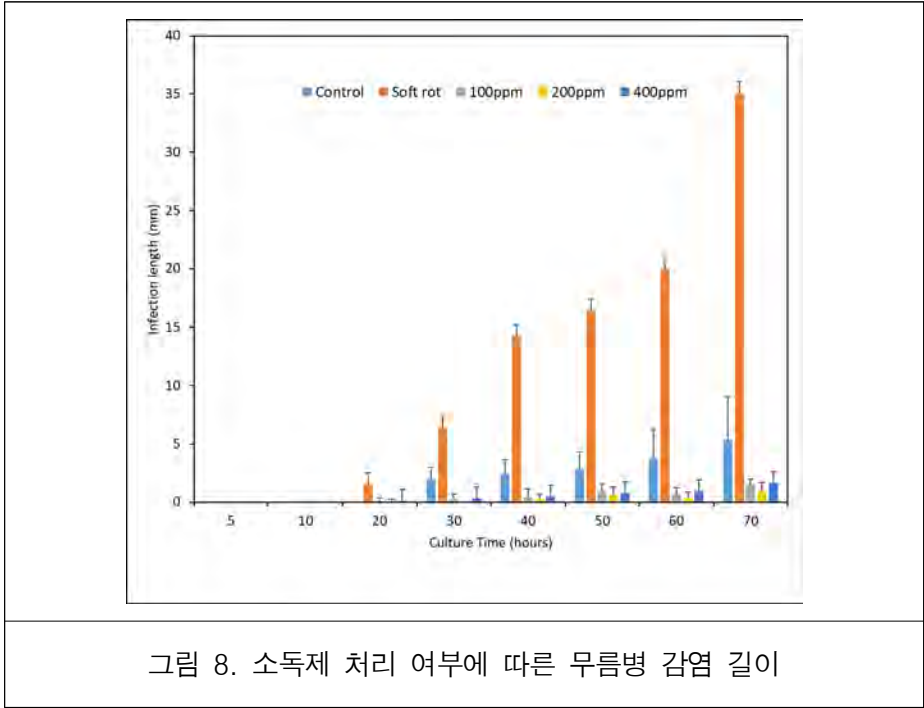


- 소독제 처리농도 실험
- *E. carotovora* 단독 처리구는 20시간 배양 후부터 병징이 발생했지만 무처리구는 30시간 이후에 병징이 발생함(그림 7)
- 100ppm, 200ppm, 400ppm 소독제 처리구는 병징 발생이 지연되며, 배추 절편의 4면 중 소독제가 처리된 면에서는 무름병의 증상 발현이 지연됐지만, 나머지 다른 면에서는 증상들이 다소 나타남
- 40시간 배양 시간이 경과되면서 소독제 처리 구에서도 병징을 나타나기 시작하였으나 200ppm 처리구에서 증상 발현이 지연됨(그림 8)

- 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, 그리고 항산화활성도는 배양기간 동안에 증감하는 현상은 있으나 대조구, *E. carotovora* 처리구, 소독제 처리구(100ppm=T1, 200ppm=T2, 400ppm=T3) 모두 유의적 차이를 보이지는 않으며(그림 9, 10), 200ppm 소독제에 의한 배추 절단 칼의 소독은 배추 수확 시 간단하게 처리할 수 있으므로 농업 현장에서의 활용이 기대됨
 - 에틸렌 생합성 관련 유전자인 1-aminocyclopropane carboxylic acid oxidase(ACO1, ACO2)의 발현은 *E. carotovora* 단독 처리구에서 10시간부터 증가하기 시작하여 30시간에 최대 발현량을 보임. 이는 무름병 증상의 발현이 시각화되기 전부터 유전자의 발현이 나타난 것으로 보임(그림 11)
 - 에틸렌 수용체(ethylene receptor) 유전자인 ER1과 ER2의 발현 양상은 무처리구, 병원균 처리구, 소독제 처리구 모두 뚜렷한 향상을 보이지는 않았으며, 오히려 ER1의 경우는 배양 1-3시간만에 유전자가 발현되었음. ER1과 ER2 유전자 모두 배양 초기(10시간 내외)에 유전자 발현이 나타났지만 배양시간이 경과되면서 일정하게 유지되는 경향임
 - 무름병의 주요증상인 세포벽의 연화와 관련지어 polygalacturonase 유전자 발현을 살펴본 결과 *E. carotovora* 처리는 PG10와 PG12-1에서 배양 3시간에 최대치를 보임. 나머지 PG 관련 유전자는 *E. carotovora* 처리 여부에 따른 특이 사항이 관찰되지 않았으며 오히려 PG17 유전자는 *E. carotovora* 단독 처리에 의해서 발현이 급격히 저하되며 소독제를 처리할 경우 발현이 증가함(그림 12)
 - PG 유전자는 무름병의 징후가 시각화 되기 전에 유전자 수준에서 발현이 된 후 병징이 나타남
 - Jasmonic acid(JA)는 식물의 생장과 발달을 조절하고 병원균에 대한 signal로써 병 저항성 반응을 중재하는 식물 호르몬 중에 하나이며, WRKY33 유전자는 JA-dependent gene을 조절하는 역할을 수행함
 - *E. carotovora* 처리된 배추 절편은 배양 5시간부터 WRKY33의 발현이 증가되기 시작하여 20시간에 최대치를 보이고 감소한 반면 소독제 처리는 배양 5시간까지 다소 증가하는 양상이나 급격한 증가는 보이지 않음. *E. carotovora* 처리에 의해서 배추의 병 저항성의 유도된 것으로 판단되며, 소독제 처리는 이를 감소시킴(그림 12)
 - 리그닌은 세포벽의 구조적 견고성을 유지시키며 병원균의 침입을 받을 경우 식물체가 병에 대한 방어기작으로 생성되는 물질로써 리그닌 생합성에 caffeoyl-CoA O-methyltransferase(CCoAOMT)가 관여됨
- CCoAOMT 유전자 발현도 배양초기에 모든 처리구에서 급격한 증가, 감소, 다시 증가의 양상을 보이며 *E. carotovora* 처리구에서 발현양상이 증가됨
- 병 저항성과 관련된 유전자의 발현은 배양초기에 모두 나타나고 배양 후기에는 발현도가 낮으며, 무름병의 발생이 심하게 나타나 *E. carotovora* 단독처리구에서 유전자의 발현이 증가한 반면 소독제 처리구는 무름병의 발생 정도가 낮아 병 저항성 관련 유전자의 발현이 낮은 것으로 판단됨

배양시간	대조구(C)	무름병균(S)	차아염소산나트륨		
			100ppm (T1)	200ppm (T1)	400ppm (T1)
30시간					
40시간					
70시간					

그림 7. 소독제 처리 유무에 따른 무름병 발생 정도



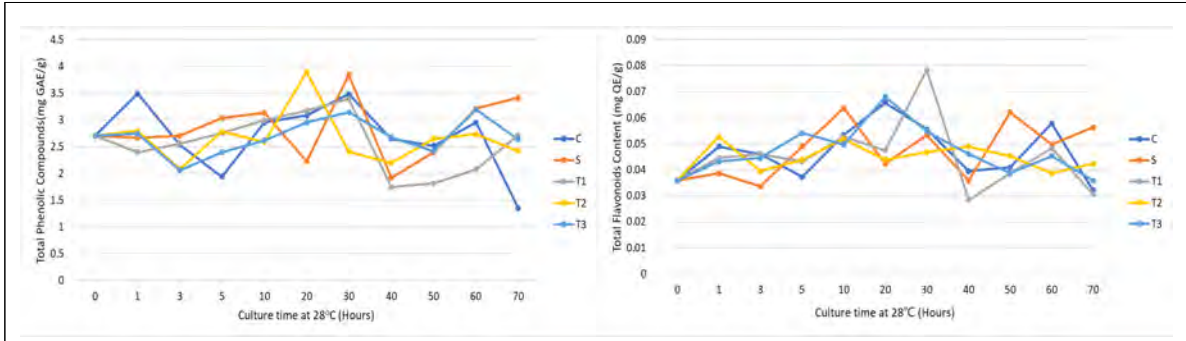


그림 9. 소독제 처리 여부에 따른 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 비교

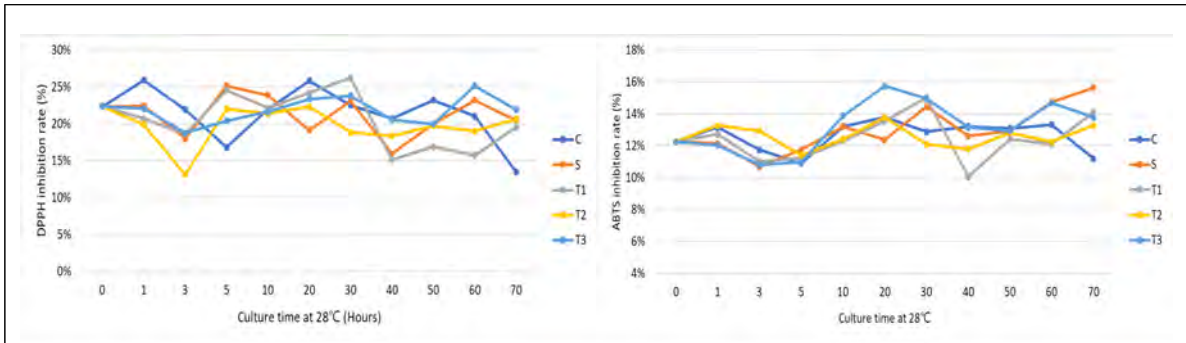


그림 10. 소독제 처리 여부에 따른 항산화 활성도 비교 (DPPH, ABTS)

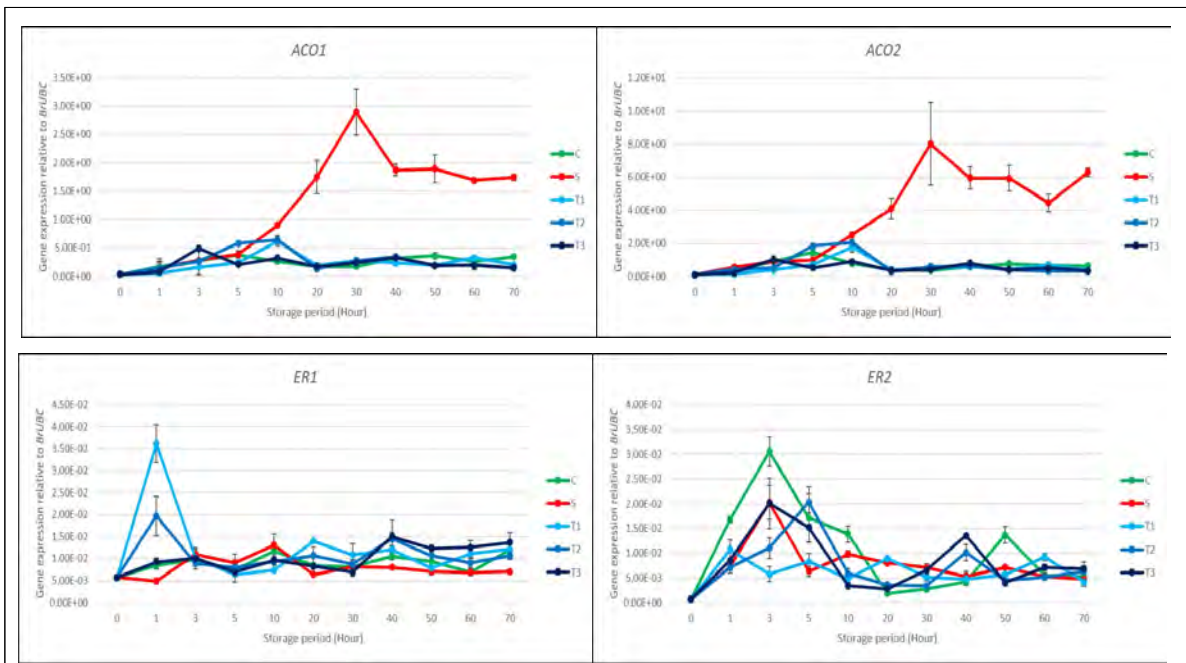


그림 11. 소독제 처리 여부에 따른 에틸렌 생합성 유전자 발현 비교

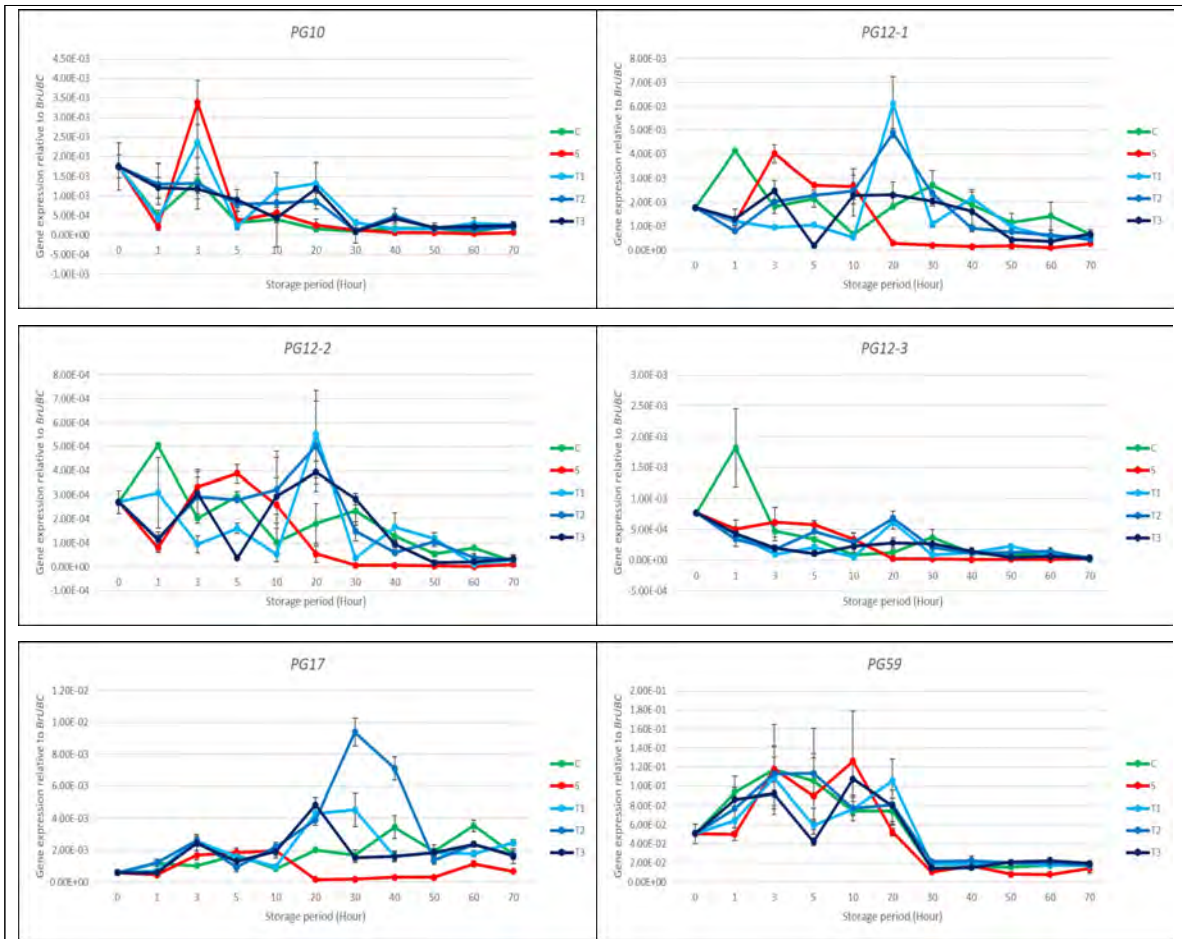


그림 12. 소독제 처리 여부에 따른 세포벽 분해효소 유전자 발현 비교

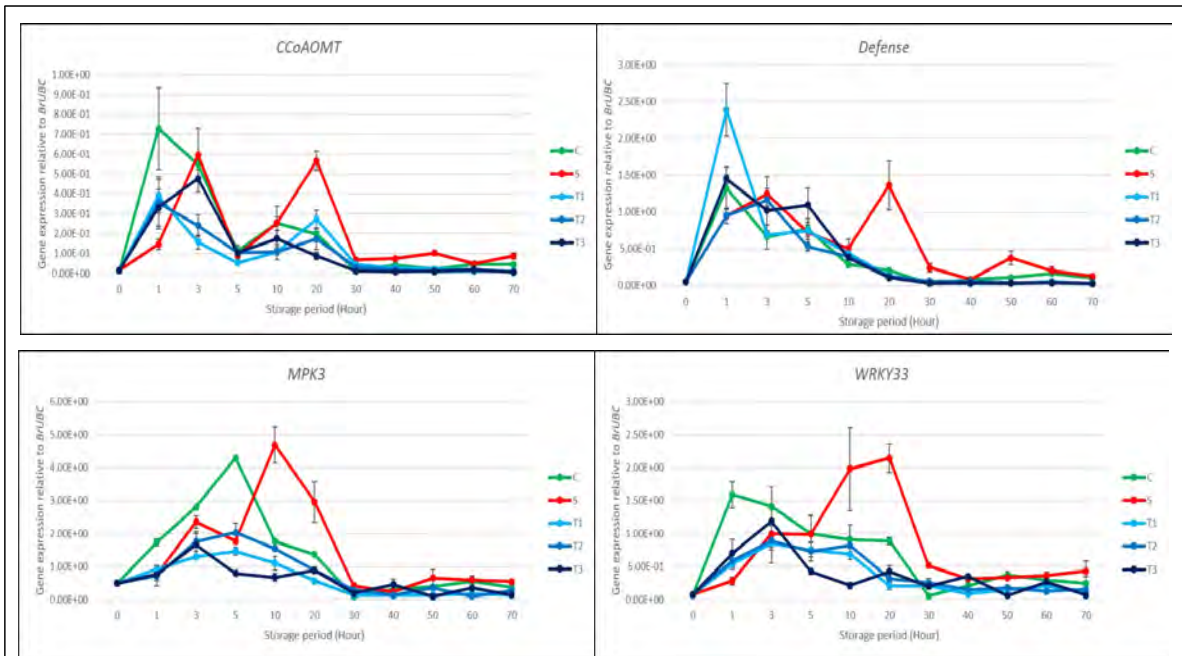


그림 13. 소독제 처리 여부에 따른 병 저항성 유전자 발현 비교

- 참고 자료 -

1. 정은경 등. 2003. 배추 무름병에 대한 저항성 품종 검정. 식물병연구. 9(1):39-41
2. Chung EK, Zhang XZ, Yeoung YR, Kim BS. 2003. Screening of effective control agents against bacterial soft rot on Chinese cabbage in alpine area. Kor J Pest Sci 7:32-37
3. 정향영 등. 2013. 칼라의 무름병 저항성 품종 선발을 위한 검정 방법 개발. 원예과학기술지. 31(3):366-370
4. 홍세진 등. 2018. 배추 '춘광'의 저장 중 1-MCP 처리효과. 원예과학기술지. 36(2):215-223
5. Liu M, Wu F, Wang S, Lu Y, Chen X, Wang Y, Gu A, Zhao J, Shen S. 2019. Comparative transcriptome analysis reveals defense responses against soft rot in Chinese cabbage. Horticulture Research 6:68

[3협동 순천대학교]

▶ 2차년도

6-2-2. 대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축

가 배추류에 발생하는 주요 해충 동정 및 무감염 조건 구명

1-1. 재배시기별 주요 해충 발생 및 피해조사, 원인 해충 동정

- 채소류 재배 기간 중 발생하는 주요 해충에 대하여 2차년도(2020. 05. 01. - 2021. 01. 31.) 연구기간 중 조사를 실시한 결과는 다음과 같음
- 배추의 경우 주요 재배지를 중심으로 발생하고 있는 해충을 조사한 결과, 유럽좁쌀바구미, 배추좁나방 등 11종의 해충 확인되었고, 그 중 발생이 심하여 방제대상이 될 수 있는 종으로는 복숭아혹진딧물 및 배추순나방으로 확인되었음(표 1; 그림 1)

<표 1> 2020년 배추에서 조사된 해충

작 물	해 충 명	발 생 밀 도	발생정도	방제대상
배 추	달팽이	약충 및 성충 3~4마리/주	2	
	배추순나방	유충 4~5주/30주	3	○
	배추좁나방	유충 1~2마리/엽	1	
	벼룩잎벌레	성충 4~5마리/엽	2	
	북쪽비단노린재	약충 및 성충 3~4마리/주	2	
	알락수염노린재	약충 1~2마리/주	1	
	장님노린재일종	성충 1개체	1	
	좁은가슴잎벌레	성충 1~2마리/주	2	
	청날개바구미	성충 1개체	1	
	유럽좁쌀바구미	성충 1.5마리/m ²	1	
	복숭아혹진딧물	약충 및 성충 200~300마리/엽	4	○

* 발생정도(0: 미발생, 1: 1%미만, 2:1~10%, 3:11~20%, 4:21~30%, 5:31% 이상), *방제대상: 발생정도 3이상)



<그림 1> 배추에서 방제가 필요한 해충(복숭아혹진딧물(좌) 및 배추순나방(우))

- 양배추의 경우 주요 재배지를 중심으로 발생하고 있는 해충을 조사한 결과, 배추좀나방, 배추흰나비 등 7종의 해충이 확인되었고, 그 중 발생이 심하여 방제대상이 될 수 있는 종으로는 도둑나방이 확인되었음(표 2; 그림 2)

<표 2> 2020년 양배추에서 조사된 해충

작 물	해 충 명	발 생 밀 도	발생정도	방제대상
양배추	도둑나방	유충 3~4마리/주	3	○
	민달팽이	유체 1~2마리/주	2	
	배추좀나방	유충 1~2마리/주	1	
	배추흰나비	유충 1~2마리/엽	1	
	복숭아혹진딧물	약충 및 성충 4~5마리/엽	1	
	섬서구메뚜기	약충 1개체	1	
	완두굴파리	유충 1~2마리/엽	1	

* 발생정도(0: 미발생, 1: 1%미만, 2:1~10%, 3:11~20%, 4:21~30%, 5:31% 이상), *방제대상: 발생정도 3이상)



<그림 2> 양배추에서 방제가 필요한 해충(도둑나방)

- 상추의 경우 주요 재배지를 중심으로 발생하고 있는 해충을 조사한 결과, 꽃노랑총채벌레, 아메리카잎굴파리 등 9종의 해충이 확인되었고, 그 중 발생이 심하여 방제대상이 될 수 있는 종으로는 대만수염진딧물이 확인되었음(표 3; 그림 3)

<표 3> 2020년 상추에서 조사된 해충

작 물	해충명	발생밀도	발생정도	방제대상
상 추	꽃노랑총채벌레	약충 및 성충 3~4마리/엽	2	
	대만수염진딧물	약충 및 성충 20~30마리/주	3	○
	도둑나방?	유충 1개체	1	
	섬서구메뚜기	약충 1~2마리/30주	1	
	수염진딧물 일종	약충 및 성충 15~20마리/엽	2	
	아메리카잎굴파리	유충 1~2마리/엽	1	
	완두굴파리	유충 1~2마리/엽	1	
	작은뿌리파리	유충 3~4마리/뿌리	1	
	홍비단노린재	성충 1개체	1	

* 발생정도(0: 미발생, 1: 1%미만, 2:1~10%, 3:11~20%, 4:21~30%, 5:31% 이상), *방제대상: 발생정도 3이상)



<그림 3> 상추에서 방제가 필요한 해충(대만수염진딧물)

1-2. 저장 시 문제가 될 수 있는 주요 해충의 동정 및 무감염 조건 구명

- 채소류 저장기간 중 발생하는 주요 해충에 대하여 2차년도(2020. 05. 01. - 2021. 01. 31.) 연구기간 중 조사를 실시한 결과, 배추, 양배추, 상추의 저장 시 문제가 될 해충은 확인되지 않았음
- 한국산 신선 엽채류 수출관련 관리방안 제시(한국응용곤충학회 추계학술발표회 발표; 2020년 10월)
 - 2015년부터 2020년 8월 현재까지 한국산 신선 엽채류 수출에서 배추는 7개국으로 대만에 88~97%를, 양배추는 9개국으로 대만에 83~99%를, 상추는 8개국으로 대만에 72~99%를 수출하고 있으며, 그 중 2018년을 제외하고는 대만으로의 수출 비중이 매우 높았음
 - 국내산 엽채류 수출 시 대만 측에서는 식물검역증명서(PC) 상의 부기사항으로 배추와 양배추의 경우 꽃노랑총채벌레와 마늘줄기선충, 상추의 경우 꽃노랑총채벌레에 대하여 무감염 증명을 요구하고 있음
 - 배추와 양배추의 대만 수출과정에서 농약잔류허용기준 초과로 살충제는 flonicamid, etofenprox, tebufenozide, flufenoxuron, pymetrozine, methoxyfenozide, flupyradifurone, 살선충제로 fosthiazate, 살응애제로 dimethoate가 문제가 되었음(농진청, 2020),
 - PLS 제도 전면 시행에 따라 농약허용기준이 엄격하게 적용되고 있어 잔류허용기준 초과로 인한 문제가 상당히 줄어들 것으로 예상
 - 수출농가에 해충의 조기에찰과 등록된 농약을 안전사용기준에 준하여 사용토록 지도

2. 대만측 잔류허용기준에 맞는 화학 약제의 살포조건 및 잔류 특성 연구

2-1. 살충제 처리 기법 최적화를 통한 방제 및 확산 억제 연구

2-2. 작용기작별 살충제 효과 및 저항성 연구

2-3. 잔류 특성 및 허용기준에 맞는 약제 살포를 위한 기초 개발 연구

- 배추류 농약 잔류 검사

- 강원도 지역(철원, 양양, 인제, 평창, 홍천, 화천, 원주, 영구, 춘천, 속초, 동해, 정선, 횡성) 산 13개 시료 및 전라남도 3개 지역(순천, 해남, 화순)산 3개 시료에 대한 농약 잔류 검사
- 검사항목: 잔류농약 320성분
- 검사기관: 순천대학교 친환경농업센터

<표 4> 2020년 무작위로 구입한 배추에서 농약 잔류검사

작 물	검사시료	성분명	분석결과 (ppm)	잔류허용기준치 (ppm)		농약성분
				한국	대만	
배 추	CA-01 (철원)	-	-	-		
	CA-02 (양양)	-	-	-		
	CA-03 (인제)	-	-	-		
	CA-04 (평창)	Benthiavalicarb-isopropyl	0.032	2.0	미설정	살균제
		Indoxacarb	0.039	0.7	2	살충제
	CA-05 (홍천)	-	-	-		
	CA-06 (화천)	Procymidone*	0.028	0.01	미설정	살균제
	CA-07 (원주)	Cyhalothrin	0.012	0.2	0.5	살충제
		Indoxacarb	0.072	0.7	2	살충제
	CA-08 (양구)	-	-	-		
	CA-09 (춘천)	Sulfoxaflor	0.038	0.2	3	살충제
	CA-10 (속초)	Dinotefuran	0.052	1.0	2	살충제
		Flonicamid	0.050	0.7	미설정	살충제
		Indoxacarb	0.094	0.7	2	살충제
		Novaluron	0.016	0.7	0.7	살충제
		Pyraclostrobin	0.024	2.0	2	살균제
		Sulfoxaflor	0.015	0.2	3	살충제
	CA-11 (동해)	Bifenthrin	0.044	0.7	1	살충제
		Dimethomorph	0.163	2.0	2.5	살균제
		Dinotefuran	0.074	1.0	2	살충제
		Flonicamid*	0.196	0.7	미설정	살충제
		Fluopicolide	0.033	0.3	3	살균제
		Imidacloprid	0.079	0.3	1	살충제
		Indoxacarb*	0.120	0.7	2	살충제
	Propamocarb	0.405	1.0	5	살균제	
	CA-12 (정선)	-	-	-		
CA-13 (횡성)	Flonicamid	0.027	0.7	미설정	살충제	
CA-14 (순천)	Cyhalothrin	0.036	0.2	0.5	살충제	
	Dimethomorph	0.181	2.0	2.5	살균제	
	Diniconazole	0.010	0.1	미설정	생장조정제	
	Flonicamid	0.046	0.7	미설정	살충제	
	Indoxacarb	0.039	0.7	2	살충제	
	Sulfoxaflor	0.018	0.2	3	살충제	
CA-15 (해남)						
CA-16 (화순)	Indoxacarb	0.011	0.7	2	살충제	

·잔류농약을 검사한 결과(표 4), 살균제, 살충제, 생장조정제 등이 일부 시료에서 검출되었으며, 특히 일부 시료에서는 살균제 Procymidone 및 살충제 Flonicamid 및 Indoxacarb가 잔류허용기준치를 초과하여 검출되었음

·특히 배추를 대만에 수출할 경우 잔류허용기준이 설정되지 않은 농약성분이 검출됨

살균제 - Benthiavalicarb-isopropyl, Procymidone

살충제 - Flonicamid

생장조정제 - Diniconazole

- 상추류 농약 잔류 검사

- 한스영농법인측으로부터 의뢰받은 로메인상추 1개 시료에 대한 농약 잔류 검사
- 검사항목: 잔류농약 320성분
- 검사기관: 순천대학교 친환경농업센터

<표 5> 2020년 로메인상추에서 농약 잔류검사

작 물	검사시료	성분명	분석결과 (ppm)	잔류허용기준치 (ppm)		농약성분
				한국	대만	
배 추	CA-17	Deltamethrin	0.035	0.7	-	살충제
		Indoxacarb	0.170	3.0	-	살충제

·잔류농약을 검사한 결과(표 4), 살충제 성분인 Deltamethrin 및 Indoxacarb가 검출되었음

3. 친환경적 방제방법을 이용한 주요 해충 방제 연구

3-1. 유기농자재를 이용한 주요 해충의 방제 효과 구명

- 순천시 낙안면 배추 포장에서 파밤나방 및 배추좀나방에 대한 인도사카브 수화제를 대조약제로 하여 유기농업자재 2종(모두싹충, 아트라왕) 및 노발루론 액상수화제에 대한 방제효과를 비교한 결과(표 6 및 표 7),

<표 6> 배추 파밤나방에 대한 약제방제 효과(약제처리 7일 후)

시 험 약 제	사전밀도 (평균)	생 총 률(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평 균		
님 오 일 + 해 조 추 출 물 액제 [모두싹충]	60	43.3	48.3	51.7	47.8	b	50.0
제충국+파라핀오일 액 제 [아트라왕]	60	43.3	38.3	41.7	41.1	c	57.0
노발루론 액상수화제 (10%)	60	13.3	15.0	15.0	14.4	d	84.9
인독사카브 수화제 (10%)[대조]	60	8.3	10.0	8.3	8.9	e	90.7
무처리	60	96.7	95.0	95.0	95.6	a	-

C.V.(%) ----- (5.99)

<표 7> 배추 배추좀나방에 대한 약제방제 효과(약제처리 7일 후)

시 험 약 제	사전밀도 (평균)	생 충 륜(%)				유의차 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평 균		
넴오일+해조추출물 액제 [모두싹충]	60	46.7	43.3	41.7	43.9	b	54.1
제충국+파라핀오일 액제 [아트라왕]	60	43.3	33.3	38.3	38.3	c	59.9
노발루론 액상수화제 (10%)	60	8.3	6.7	6.7	7.2	d	92.5
인독사카브 수화제 (10%)[대조]	60	8.3	8.3	6.7	7.8	d	91.8
무처리	60	95.0	96.7	95.0	95.6	a	-

C.V.(%) ----- (6.15)

- 곤충생장조정제인 노발루론 액상수화제가 배추좀나방에 대해서는 대조약제와 동등한 효과를 보였지만, 유기농업자재인 제충국+파라핀오일 액제[아트라왕]과 넴오일+해조추출물 액제[모두싹충]는 배추좀나방 및 파밤나방 모두에서 대조약제보다 효과가 훨씬 떨어졌지만, 제충국+파라핀오일 액제[아트라왕]는 친환경 방제제 등록 방제가(60%)에 근접하여 친환경 방제제로 기대할 수 있었음
- 공시한 약제는 모두 기준량 및 배량에서 약해증상을 나타내지 않았음

3-2. 배추류 해충의 천적자원 조사

- 배추 포장에서 기생벌류를 채집한 결과, 진딧물류 기생벌인 가루진디벌(*Diaeretiella rapae*), 유럽좁쌀바구미 유충의 외부기생벌인 좁쌀바구미금좀벌(*Chlorocytus spicatus*), 완두굴파리 기생벌로 굴파리좀벌 일종(*Diglyphus* sp.) 및 앞굴파리고치벌 일종(*Dacnusa* sp.) 이 확인되었음(그림 4)







진딧물류 기생벌	유럽좁쌀바구미 유충 기생벌	
		
가루진디벌(<i>Diaeretiella rapae</i>)	좁쌀바구미금좀벌(<i>Chlorocytus spicatus</i>)	
완두굴파리 기생벌		
		
앞굴파리고치벌류(<i>Dacnusa</i> sp.)	굴파리좀벌류(<i>Diglyphus</i> sp.1)	굴파리좀벌류(<i>Diglyphus</i> sp.2)

그림 4. 배추 포장에서 확인된 천적류

▶ 1,2,3차년도 취합

6-3-1 대만 수출용 신선채소류 병해 방제 체계 구축

가. 배추류 상추류 주요 병해 동정

1) 배추류 재배시 발생하는 주요 병해 동정

- 재배 기간 중 발생하는 주요 병해를 조사하기 위하여 강원도 춘천 및 횡성에서 발병을 모니터링하고 배추와 이병체를 수집하였다. 배추는 수확시기(10월~12월)에 접어들면서 연한 황색의 부정형 병반이 생기고 심하면 잎 전체가 황록색에서 황갈색으로 변하며 말라죽는 병징을 보이는 노균병에 의한 피해가 극심한 것을 알 수 있었다.



그림 6-3-1. 춘천 신북읍 배추재배 포장 전경



그림 6-3-2. 노균병 병징을 보이는 배추.

- 또한 7~8월 사이 검은색의 썩음 병징을 보이는 배추가 많이 확인되었다. 정확한 원인균을 동정하기 위하여 강원도 횡성 배추 포장에서 검은색의 썩음 병징을 보이는 배추를 수집해서 실험실로 가져왔다.
- 실험실에 가져온 잎은 하루간 말린 후, 5 mm 정도 크기로 잘라 ampicillin(100 µg/ml)이 첨가된 PDA 배지에서 배양하여 곰팡이가 자랄 수 있게 하였. 자라난 곰팡이는 단포자 분리하여 개체별로 배양하였다. DNA 추출은 우선 PDA 배지에서 자란 균사를 멸균 이쑤시개를 이용하여 10-20 mg의 균사를 긁어내어 1.5 ml microcentrifuge tube에 옮겼고, 500 µl의 완충용액(1M KCl; 100 mM Tris-HCl; 10mM EDTA)을 넣고 보라매 드릴로 균사를 갈아주었다. 완충용액이 담긴 갈아준 균사를 5,000 rpm에서 10분간 원심분리 하고, 상층액을 새로운 1.5 ml microcentrifuge tube에 옮겨 담았다. 옮겨담은 상층액에 300 µl의 2-propanol을 넣고 잘 흔들어준 뒤, -4°C의 냉동실에서 20분간 보관하였다. 이후 4°C, 10,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 뒤 상층액을 따라 버렸고, 500 µl의 70% EtOH로 washing하고 실

온에서 4~6시간 동안 두어 EtOH를 완전히 말려주었다. Pellet이 된 DNA에 50 μ l의 Tris EDTA(TE) buffer(10mM Tris pH 7.5; 1mM EDTA)를 넣어 DNA를 용액에 녹여주어 genomic DNA를 얻어내었다.

- 추출한 DNA는 서울대학교 농업생명과학공공기기에 의뢰하여 18S rRNA internal transcribed spacer의 염기서열을 분석하였다.



그림 6-3-3. 검은색의 썩음병 병징을 보이는 배추.

- 분석된 ITS 염기서열을 NCBI(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)에서 BLAST 하여 동정한 결과 *Alternaria alternata*가 가장 많이 확인되었고, *Didymella* sp.도 확인되었다. 분리된 균을 배추에 다시 접종하였을 때 동심원 모양의 검은무늬병 병징이 나타나는 것을 통하여, 분리된 *A. alternata*가 배추 검은무늬병의 원인균임을 확인하였다.

표 6-3-1. 배추 재배포장에서 발생하는 검은무늬병에서 분리한 균들의 동정 결과

No.	Name	병징	작물	지역	동정결과 (ITS)
1	2021KHS-1	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
2	2021KHS-2	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
3	2021KHS-3	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria tenuissima</i>
4	2021KHS-4	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria sp</i>
5	2021KHS-5	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
6	2021KHS-6	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>

7	2021KHS-7	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria sp</i>
8	2021KHS-8	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
9	2021KHS-9	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
10	2021KHS-10	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
11	2021KHS-11	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Bipolaris sorokiniana</i>
12	2021KHS-12	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
13	2021KHS-13	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Alternaria sp</i>
14	2021KHS-14	잎 썩음	배추	강원도 횡성	<i>Didymella sp</i>

2021KHS-3 ITS1

TGAGGGTTCAAAATGAAGGCGGGGCTGGACCTCTCGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTCACCCTT
 GTCTTTTTCGCTACTTCTTGTTCCTTGGTGGGTTTCGCCACCACTAGGACAAACATAAACCTTTTGT
 AATTGCAATCAGCGTCAGTAACAAATTAATAATTACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGC
 ATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAAT
 CTTTGAACGCACATTCGCCCTTTGGTATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTC
 AAGCTTTGCTTGGTGTGGGCGTCTTGTCTCTAGCTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCA
 GCCGGCCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCATTA
 AGCCTTTTTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAA
 GCGGAGGAA

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
Alternaria alternata isolate DT1884-B internal transcribe...	Alternari...	989	989	97%	0.0	100.00%	551	MW009021.1
Alternaria tenuissima isolate ZB11060981 internal trans...	Alternari...	985	985	99%	0.0	99.45%	544	KX783385.1
Alternaria alternata isolate SA internal transcribed space...	Alternari...	983	983	97%	0.0	100.00%	535	MW361306.1
Alternaria tenuissima isolate GXBj-1 small subunit ribos...	Alternari...	983	983	98%	0.0	99.63%	570	MN893910.1
Alternaria tenuissima strain EGS34-015 18S ribosomal...	Alternari...	983	983	98%	0.0	99.63%	553	AY751455.1

2021KHS-8 ITS1

GGGAATAAATATGATGCGGGCTGGACCTCTCGGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTCACCCTTGTCT
 TTTGCGTACTTCTTGTTCCTTGGTGGGTTTCGCCACCACTAGGACAAACATAAACCTTTTGTAAAT
 GCAATCAGCGTCAGTAACAAATTAATAATTACAACCTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCG
 ATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTT
 GAACGCACATTGCGCCCTTTGGTATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGC
 TTTGCTTGGTGTGGGCGTCTTGTCTCTAGCTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAGCCGG
 CCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCATTAAGCCT
 TTTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGA
 GGAGGGATCATTACCAATATGAAGGCGGGCTGGAACCTCTCGGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTC
 ACCCTTGTCTTTTGCATACTTCTTGTTCCTTGGTAGGTTCCCCACCACTAGGACAAACATAAACCTT
 TTGTAATTGCAATCAGCGTCAGTAACAAATTAATAAATTACACTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTC
 GGCATCGATGAAAAAGCACGAAATGCCATAGTAATGTGAATTGCAAAATTTGTGAAATCATCAATC
 TTTAACGCCATTGCGCCTTTTGTATTCCAAGGGCATGCCGTTTCAACCTCATTGTACCTCAACTTGC
 TTGATGTTGGGCGTCTGTCTTTCTTTGCAGGAAATCCCCTTAAAGTATTGGACCGT

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
Alternaria sp. P11 YNW-2014 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S riboso...	Alternaria sp...	1463	2627	98%	0.0	95.29%	997	KP027305.1
Alternaria alternata 18S ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed space...	Alternaria alt...	1417	2729	98%	0.0	94.73%	1005	JQ080319.1
Alternaria alternata isolate AKJK-2 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S rib...	Alternaria alt...	1406	2717	98%	0.0	94.52%	1005	MW300285.1
Alternaria alternata isolate 10FEB internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S rib...	Alternaria alt...	1402	2695	98%	0.0	94.41%	1007	MW723780.1
Alternaria alternata isolate 151FEB internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ri...	Alternaria alt...	1382	2476	98%	0.0	94.79%	1061	MW723921.1

2021KHS-9 ITS1

AAACAAAAATGATGCGGGCTGGACCTCTCGGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTCACCCTTGTCTTT
 TGCGTACTTCTTGTTCCTTGGTGGGTTTCGCCACCACTAGGACAAACATAAACCTTTTGTAAATTGC
 AATCAGCGTCAGTAACAAATTAATAATTACAACCTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGAT
 GAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGA
 ACGCACATTGCGCCCTTTGGTATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTT
 TGCTTGGTGTGGGCGTCTTGTCTCTAGCTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAGCCGGCC
 TACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCATTAAGCCTTT
 TTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAAAAGGCCGGAG
 GAAAATCATTACAAAAATATGAAGGCGGGCTGGAACCTCTCGGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTC
 ACCCTTGTCTTTTGCCTACTTCTTGTTCCTTGGTGGGTTCCCCACCACTAGGACAAACATAAACCTT
 TTGTAATTGCAATCAGCGTCGTAACAATTAATAATTACACTTTCACAACGGATCTTGGGTTTGGCAT
 CGATAAAACGCACGAATGCGATAGTGTGTGAATTGCAAAATCAGTGAATCACGAATCTTGACGCACA
 TTGCGCCTTTGGTATTTCAAGGGCATGCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCTCAGCTTTGCTTGGTATTT
 GCGCTCTTGTCTTGTCTTGTCTCGAAACTCGCCGTAAGTAATTGGCAGCCGCTATGGTTTCGAGCGCA
 CAAAGTCCCATCTTTTTTAAAGGGTTTAGCACCT

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
Alternaria sp. P11 YNW-2014 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S riboso...	Alternaria sp...	1496	2714	97%	0.0	94.95%	997	KP027305.1
Alternaria alternata 18S ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed space...	Alternaria alt...	1469	2834	97%	0.0	94.64%	1005	JQ080319.1
Alternaria alternata isolate AKJK-2 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S rib...	Alternaria alt...	1458	2812	97%	0.0	94.44%	1005	MW300285.1
Alternaria alternata isolate 10FEB internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S rib...	Alternaria alt...	1454	2795	97%	0.0	94.34%	1007	MW723780.1
Alternaria alternata isolate 8FEB internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribo...	Alternaria alt...	1441	2632	97%	0.0	94.52%	1060	MW723778.1

2021KHS-10 ITS1

TAAAAAATATGAACGCGGGCTGGACCTCTCGGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTCACCCTTGCTCTT
 TTGCGTACTTCTTGTTCCTTGGTGGGTTCCGCCACCACTAGGACAAACATAAACCTTTTGTAATTG
 CAATCAGCGTCAGTAACAAATTAATAATTACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGA
 TGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTG
 AACGCACATTGCGCCCTTTGGTATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCT
 TTGCTTGGTGTGGGGCTTGTCTCTAGCTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAGCCGGC
 CTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCATTAAGCCTT
 TTTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAAAAAGCCGGA
 GGAAAATCATTACACAAATATGAAGGCGGGCTGGAACCTCTCGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATT
 CACCCTTGCTTTTTGCGTACTTCTTGTTCATGGTGGGTTCCCCACCACTAGGACAAACATAAACCT
 TTTGTAATTGCAATCAGCGTCAGTACAAATTAATAATTACACTTTTCACAACGGATCTCTGGTTCTG
 GCATCGATGAAGAAGCATCGAAATGCGATCAGTAGTGTGAATTGCAGAAATTCGTGAACCACAAACT
 TTGAACGCACATGCGCCTTTGGTATTCAAGGGAAGCTGTTTCGAGCGTCTTGGTACCCAGCTTTGCTG
 GAGTTGGGGCTCTTGTCCT

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
Alternaria sp. P11 YNW-2014 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosom...	Alternaria sp...	1435	2588	99%	0.0	95.78%	997	KP027305.1
Alternaria alternata isolate 151FEB internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S rib...	Alternaria alte...	1430	2509	99%	0.0	95.77%	1061	MW723921.1
Alternaria alternata isolate 8FEB internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribos...	Alternaria alte...	1421	2549	99%	0.0	95.56%	1060	MW723778.1
Alternaria alternata isolate 3FEB internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribos...	Alternaria alte...	1413	2599	99%	0.0	95.25%	1082	MW723773.1
Alternaria alternata 18S ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer...	Alternaria alte...	1404	2708	99%	0.0	95.52%	1005	JQ080319.1

2021KHS-14 ITS1

GGTTTCCTAAAAGTTGTAGGCTTTGCCTGCTATCTCTTACCCATGTCTTTTGAGTACCTTCGTTTCC
 TCGGTGGGTTCCGCCCGCGATTGGACAAAACCTTAAACCCTTTGTAGTTGCAATCAGCGTCTGAAAAA
 ACTTAATAGTTACAACCTTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAAT
 GCGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTT
 GGTATTCCATGGGGCATGCCTGTTCGAGCGTCATTTGTACCTTCAAGCTCTGCTTGGTGTGGGTGTT
 TGTCTCGCCTTTGCGTGTAGACTCGCCTCAAACAATTGGCAGCCGGCGTATTGATTTTCGGAGCGCAG
 TACATCTCGCGCTTTGCACTCATAACGACGACGTCCAAAAGTACATTTTTTACACTCTTGACCTCGG
 ATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAAGGATCATTACCTAGAGTT
 GTAGGCTTTGCCTGCTATCTCTTACCCATGTCTTTTGAGTACCTTCGTTTCCCTCGGTGGGTTCCGCCG
 CCGATTGGACAAAACCTTAAACCCTTTGTAGTTGCAATCAGCGTCTGAAAAA ACTTAATAGTTACAAC
 TTTCACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCACGAAATGCCATAAATAGTGTGAAT
 GCAAATCATGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCCCTTGGTAATTCCAGGGGGCAGCCGG
 TCCAGCGCATGTCACTTCAACTCTGCTGGGGGTGGGGGGTTTTGTTCCCTTTTG

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
Didymella sp. isolate L29 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal...	Didymella sp.	1267	2132	97%	0.0	93.81%	865	MG198901.1
Didymella sp. isolate 63JAN internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosom...	Didymella sp.	1254	2139	97%	0.0	94.54%	818	MW723759.1
Coniothyrium aleuritidis internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RN...	Coniothyrium...	1218	2097	97%	0.0	93.61%	840	KP749188.1
Phoma costarricensis strain IR11 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S rib...	Phoma costa...	1212	2058	98%	0.0	92.40%	1197	KT881552.1
Fungal sp. 9.5V1 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gen...fungal sp. 9.5...	fungal sp. 9.5...	1197	1977	98%	0.0	95.19%	759	KP749198.1

그림 6-3-4. 배추에서 분리된 진균의 ITS 지역 염기서열 분석을 이용한 종 동정 결과.

2) 상추류 재배시 발생하는 주요 병해 동정

- 상추는 주년재배가 일반화된 작목으로, 연중 생산 및 공급되고 있다. 9월에 강원도 춘천 및 횡성 지역에서 로메인 상추(Romaine lettuce) 이병체를 조사한 결과, 주로 *Alternaria alternata*에 의한 점무늬병(*Alternaria leaf spot*)에 의한 피해가 가장 큰 것을 알 수 있었다.



그림 6-3-5. A. 점무늬 병징을 보이는 로메인 상추, B. *A. alternata*의 분생포자.

- 로메인 상추에서 발병하는 점무늬병은 국내에서 거의 연구가 되지 않았는데 상추 잎에 검은 색 점무늬 병반들이 생기며 발병된 부위에는 검은 곰팡이 균사가 피는 병징을 보였다. *A. alternata* 이외에도 *Cladosporium cladosporioides*와 *Stemphylium lycopersici* 등도 분리되었는데 국내에서 거의 연구되지 않았으며, 해외에서는 상추나 토마토 등에 점무늬병(Leaf spot)을 일으키는 것으로 알려져 있었다 (Liu et al., 2019; Robles-Yerena et al., 2019).
- 로메인 상추에서의 병원균의 분리는 우선 지상부의 잎에 병이 발병한 조직을 멸균수로 세척하여 실온에서 잘 말려준 뒤, 잎을 5 mm 정도 길이로 잘라 ampicillin(100 µg/ml) 첨가된 PDA(Potato Dextrose Agar)배지에 접종하여 25°C 배양기에 2일간 두어 곰팡이가 자랄 수 있게 하였고, 자라난 균사는 끝을 5 mm 정도의 크기로 잘라 새로운 PDA 배지에 접종하여 다시 배양하였으며, 현미경을 이용하여 자라난 균사에서 단포자를 분리하여 배양하였다. 자라난 균은 배추에서의 방법과 동일하게 DNA를 추출하여 18S rRNA internal transcribed spacer 지역의 염기서열을 분석하여 종을 동정하였다. 이후 분리된 *A. alternaria* 균주를 상추에 다시 재접종하여 동일한 병징이 나타나는 것을 확인하였다.

표 6-3-2. 로메인 상추 이병체에서 분리된 진균의 동정 결과

No.	Name	병징	작물	지역	동정결과
1	1909KCR-1	검은반점	로메인 상추	강원도 춘천	<i>Alternaria alternata</i>
2	1909KCR-2	검은반점	로메인 상추	강원도 춘천	<i>Alternaria alternata</i>
3	1909KCR-3	검은반점	로메인 상추	강원도 춘천	<i>Stemphylium lycopersici</i>
4	1909KCR-4	검은반점	로메인 상추	강원도 춘천	<i>Cladosporium cladosporioides</i>
5	1909KHR-1	검은반점	로메인 상추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
6	1909KHR-2	검은반점	로메인 상추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>
7	1909KHR-3	검은반점	로메인 상추	강원도 횡성	<i>Alternaria alternata</i>

1709KCR-1 ITS

CCTCTCGGGGTTACAGCCTTGCTGAATTATTCACCCTTGTCTTTTGCCTACTTCTTGTTCCTTGGTG
 GGTTTCGCCACCAGTACAGCAAACATAAACCTTTTGTAAATTGCAATCAGCGTCAGTAACAAATTAAT
 AATTACAACCTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAA
 GTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTTTGGTATTC
 CAAAGGGCATGCCTGTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTGGTGTGGGCGTCTTGTCTC
 TAGCTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAGCCGGCCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAAG
 TCGACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCA

	Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per Ident	Accession
<input type="checkbox"/>	Alternaria alternata isolate F8215 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	809	809	100%	0.0	100.00%	MN429265.1
<input type="checkbox"/>	Alternaria alternata isolate F8214 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2	809	809	100%	0.0	100.00%	MN429264.1
<input type="checkbox"/>	Alternaria alternata isolate J1AA internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene, complete sequence, and internal	809	809	100%	0.0	100.00%	MN396241.1
<input type="checkbox"/>	Alternaria tenuissima isolate KAC-3 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer	809	809	100%	0.0	100.00%	MN396735.1
<input type="checkbox"/>	Alternaria alternata isolate TCS3002 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA	809	809	100%	0.0	100.00%	MN394890.1

1709KCR-3 ITS

TACTTCGGTGAGGGCTCCAGCTTGTCTGAATTATTCACCATGTCTTTTGCCTACTTCTTGTTCCTG
 GGCGGGTTCGCCCGCCACCAGGACCAAACCATAAACCTTTTGTAAATTGCAATCAGCGTCAGTAACA
 ATGTAATTATTACAACCTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAAT
 GCGATACGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTTT
 GGTATTCCAAAGGGCATGCCTGTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTGGTGTGGGCGTC
 TTGTCTCTCACGAGACTCGCCTTAAAATCATTGGCAGCCGACCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAAT
 TCTTGCACTTTGAATCAGCCTTGGTTGAGCATCCATCAAGACCCTATTTTTTTT

	Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per Ident	Accession
<input type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain UMS10026 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribos	850	850	100%	0.0	100.00%	MK336828.1
<input type="checkbox"/>	Stemphylium romboidicum small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosomal RNA gene	850	850	100%	0.0	100.00%	MK336819.1
<input type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain UMS1006 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosor	850	850	100%	0.0	100.00%	MK336817.1
<input type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain UMS1003 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosor	850	850	100%	0.0	100.00%	MK336814.1
<input type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain UMS1002 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1 and 5.8S ribosor	850	850	100%	0.0	100.00%	MK336813.1

1709KCR-4 ITS

TAACCCTTTGTTGTCCGACTCTGTTGCCTCCGGGGCGACCCTGCCTTCGGGCGGGGGCTCCGGGTGGAC
 ACTTCAAACCTTTGCGTAACTTTGCAGTCTGAGTAACTTAATTAATAAAATTTAAACAA
 CGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAA
 TTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCCCTGGTATTCCGGGGGGCATGCCTGTTCCG
 AGCGTCAATTTACCACCTCAAGCCTCGCTTGGTATTGGGCATCGCGGTCCGCCGCGTGCCTCAAATCGA
 CCGGCTGGGTCTTCTGTCCCCTAAGCGTTGTGGAACTATTTCGCTAAAGGGTGTTCGGGAGGCTACGC
 CGTAAACAACCCCATTTCTAAGGTTGACC

	Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per Ident	Accession
<input checked="" type="checkbox"/>	Cladosporium cladosporioides culture MUT<ITA> 6257 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and interna	806	806	100%	0.0	100.00%	MN947588.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Cladosporium cladosporioides strain 5R-6Np-2-3-4 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and internal tra	806	806	100%	0.0	100.00%	KJ1171028.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Cladosporium cladosporioides voucher KoLRI_ELO05874 internal transcribed spacer 1, partial sequence, 5.8S ribosomal RNA gene and inter	806	806	100%	0.0	100.00%	MN844807.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Cladosporium cladosporioides strain GZYQ-08-01 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ni	806	806	100%	0.0	100.00%	MK852271.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Cladosporium cladosporioides strain LW8 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence, internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	806	806	100%	0.0	100.00%	MN077159.1

그림 6-3-6. 상추에서 분리된 진균의 ITS 지역 염기서열 분석을 이용한 종 동정 결과.

- 상추 점무늬병은 *A. alternata* 이외에도 *Alternaria*에 속하는 여러 균들에 의해서도 발생한다고 알려져 있다. *Alternaria*에 속하는 균들의 염기서열은 유사하기 때문에 18s rRNA internal transcribed spacer 지역의 염기서열 분석 결과만으로는 정확한 종 동정이 어려울 수 있다. Woudenberg et al.(2013)의 동정법을 따라 RNA polymerase II subunit 2 (RPB2)영역의 DNA 염기서열을 추가적으로 분석하여, 18s rRNA ITS 지역의 염기서열과 결합하여 phylogenetic tree를 작성하였다.
- RPB2 영역의 DNA 염기서열은 RPB2-5f(5' GAYGAYMGWGATCAYTTYGG 3')와 RPB2-7cR(5' CCCATRGCTTGTTTCCCAT 3') 프라이머를 이용하여 증폭하고 서울대학교 농업생명과학공공기기에 의뢰하여 분석하였다.
- Phylogenetic tree는 Mega 6 프로그램을 이용하여 분석한 2개의 지역을 결합하여 neighbor-joining 방법으로 작성하였고, sequence distribution은 Poisson model로 계산하였다(Saitou & Nei, 1987).
- 그 결과 로메인상추 점무늬병 *A. alternata* KL-1은 *Alternaria* section *Alternata*의 계통군에 속하며 *A. alternata* CBS 916.96과 가장 가까운 유연관계에 있음을 확인하였다.
- 따라서 분리한 병원균이 종 수준으로 *A. alternata*임을 최종 확인하였다.

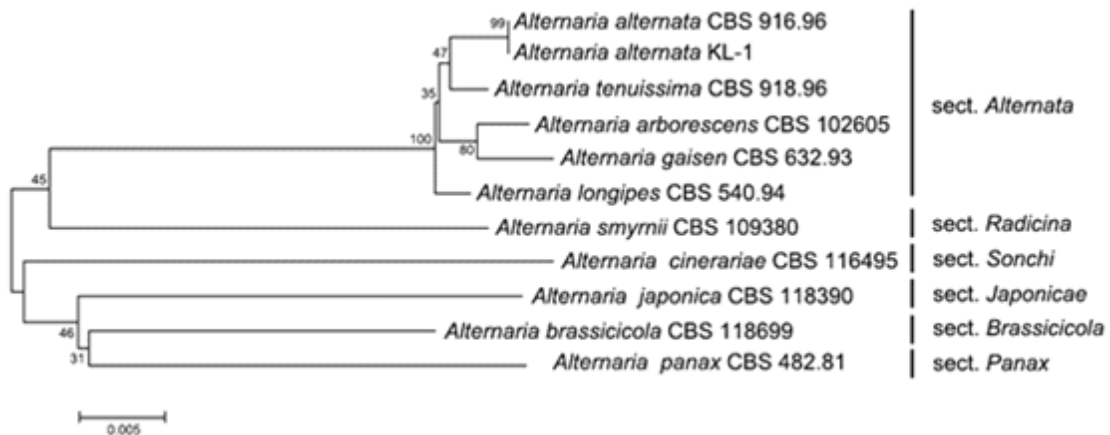


그림 6-3-7. 로메인상추에서 분리된 진균의 ITS + RPB2 염기서열 분석을 이용한 종 동정 결과.

A. alternata KL-1 ITS + RPB2 region

GCCTTGCTGAATTATTCACCCTTGTCTTTTGCCTACTTCTTGTTCCTTGGTGGGTTTCGCC
 CACCACTAGGACAAACATAAACCTTTTGTAAATTGCAATCAGCGTCAGTAACAAATTAATA
 ATTACAACCTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATG
 CGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCG
 CCCTTTGGTATTCCAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTG

GTGTTGGGCGTCTTGTCTCTAGTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAGCCGGCC
TACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAGTCGCACTCTCTATCAGCAAAGGTCAGCATCCATTAA
GCCTTTTTTCAACTTTTGACCTCGGATCAGGTAGGGATACCATGTGCTATGTTAGTGTCTG
GTAGTGACGCTTCTCCCATCATCGACTTCATGACACAACGAAACATGCAACTCCTAGAAG
AGTATGATCAGAACCAGAACCCCGATGCCACCAAGGTCTTTGTCAACGGTGTCTGGGTTGG
TGTCATTCCAACGCTCAACAACCTTGTACAGTTGTGCAGGACTGCGACGAAACGGAACTC
TATCCTATGAGATGAGTCTGATTCGTGACATTCGTGACCGAGAGTTCAAGATCTTCACAG
ATGCTGGCCGTGTCATGAGACCACTGTTCGTTGTTGAGAACGACATTCGGAAGCCAAACCG
CAACCACCTCATCTTCACCAAGGAGATCAGTAACAAGCTCAAGCAGGAACAACAAGAGAC
AAGCACACGACAGGGTTGGAGCCAGGATGAGGTGGAATCAGCTACCTACGGCTGGAGAGG
TCTTATTCAAGACGGTGTGTGGAGTACCTAGACGCTGAAGAGGAGGAGACCGCCATGAT
AACGTTCTCCCCTGAGGATCTGGAGGAGTGGCGAGAGATGAAATTGGGTTTGCCGGCGGCG
GAGCGATCCACCGAGGGTGAGCACCGTCTCCGACGCTCAA

그림 6-3-8. 로메인상추에서 분리된 진균의 ITS + RPB2 지역의 염기서열.

표 6-3-3. Phylogenetic tree를 작성하는데 사용한 *Alternaria* species의 GenBank accession number.

Species	Strain number	Section	GenBank accession numbers	
			ITS	rpb2
<i>A. alternate</i>	CBS 916.96	<i>Alternata</i>	AF347031	KC584375
<i>A. arborescens</i>	CBS 102605	<i>Alternata</i>	AF347033	KC584377
<i>A. tenuissima</i>	CBS 918.96	<i>Alternata</i>	AF347032	KC584435
<i>A. gaisen</i>	CBS 632.96	<i>Alternata</i>	KC584197	KC584399
<i>A. longipes</i>	CBS 540.94	<i>Alternata</i>	AY278835	KC584409
<i>A. smyrnii</i>	CBS 109380	<i>Radicina</i>	AF229456	KC584429
<i>A. brassicicola</i>	CBS 118699	<i>Brassicicola</i>	JX499031	KC584383
<i>A. panax</i>	CBS 482.81	<i>Panax</i>	KC584209	KC584417
<i>A. cinerariae</i>	CBS 116495	<i>Sonchi</i>	KC584190	KC584389
<i>A. japonica</i>	CBS 118390	<i>Japonicae</i>	KC584201	KC584405

3) 배추류 저장시 발생하는 주요 병해 동정

- 배추는 봄배추, 여름배추, 가을배추, 겨울배추 등으로 연중 생산되고 있다. 그 중 여름배추는 병해충에 의해 저장성이 극히 열악하고 품질관리가 어려워 수확 후 처리가 선행되지 않으면 수출이 어렵다. 따라서 여름배추는 약제 의존도가 다른 계절에 비해 높은 편이다. 하지만 아직까지 대만통관 기준에 적합한 병해충 관리 및 약제 매뉴얼이 부재하여 2018년도

에는 대만으로 수출하려는 배추가 잔류농약 기준치 초과로 인하여 국내로 다시 반송되는 사례도 발생하였다(<http://www.ntoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=64630>). 따라서 배추 저장 시 발생하는 주요 병해를 동정하고 저농약·친환경적 관리를 할 수 있는 매뉴얼을 만들 필요성이 있다.

- 본 연구에서는 저장·유통 과정에서 발생하는 배추의 주요 병해들을 수집·동정하기 위하여, 강원도 지역의 대형마트, 시장, 저온저장 창고 등에서 병에 걸린 배추를 실험실로 가져왔고 줄기, 잎, 밑동 등에서 병원균을 분리하여 ITS 염기서열을 이용하여 동정하였다.
- 실험실에 가져온 줄기, 잎, 밑동 조직을 실온에서 하루간 말린 후, 5 mm 정도의 크기로 잘라 ampicillin(100 µg/ml)이 첨가된 PDA 배지에서 배양하여 곰팡이가 자랄 수 있게 하였고, 배양된 곰팡이를 단포자 분리하였고, DNA를 추출하여 서울대학교 농업생명과학공공기원에 의뢰하여 18S rRNA internal transcribed spacer 지역의 염기서열을 분석하였다.



그림 6-3-9. 배추 저장 및 유통과정에서 발생하는 배추의 병징 및 분리 균의 배양 형태.

표 6-3-4. 배추 저장 및 유통과정에서 발생하는 주요 병원균의 동정 결과.

No.	Name	병징	작물	지역	동정결과 (ITS)
1	2020KCC-1	잎 썩음	배추	강원도 춘천	<i>Fusarium</i> spp.
2	2020KCC-2	잎 썩음	배추	강원도 춘천	<i>Fusarium</i> spp.
3	2020KCC-3	잎 썩음	배추	강원도 춘천	<i>Fusarium</i> spp.
4	2020KCC-4	잎 썩음	배추	강원도 춘천	<i>Stemphylium lycopersici</i>
5	2020KCC-5	잎 썩음	배추	강원도 춘천	<i>Stemphylium lycopersici</i>
6	2020KCC-6	잎 썩음	배추	강원도 춘천	<i>Alternaria alternata</i>
7	2020KCC-7	밑동 썩음	배추	강원도 춘천	<i>Alternaria alternata</i>
8	2020KCC-8	밑동 썩음	배추	강원도 춘천	<i>Fusarium</i> spp.
9	2020KCC-9	줄기 반점	배추	강원도 춘천	<i>Alternaria alternata</i>
10	2020KCC-10	줄기 반점	배추	강원도 춘천	<i>Alternaria alternata</i>
11	2020KCC-11	줄기 반점	배추	강원도 춘천	<i>Alternaria alternata</i>
12	2020KCC-12	줄기 반점	배추	강원도 춘천	<i>Alternaria alternata</i>

2020KCC-1 ITS

ATACCTATACGTTGCCTCGGCGGATCAGCCCGCGCCCCGTAAAACGGGACGGCCCCGCCGAGGACCCCT
 AAACCTCTGTTTTTAGTGGAACCTTCTGAGTAAAACAAACAAATAAATCAAAACTTTCAACAACGGAT
 CTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCAAAATGCGATAAGTAATGTGAATTGCAGAATTTCAG
 TGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCGCCAGTATTCTGGCGGGCATGCCTGTTCGAGCGT
 CATTTC AACCCCTCAAGCTCAGCTTGGTGTGGGACTCGCGGTAACCCGCGTTCCCCAAATCGATTGGC
 GGTCACGTCGAGCTTCCATAGCGTAGTAATCATAACCTCGTTACTGGTAATCGTCGCGGCCACGCCG
 TAAAACCCCAACTTCTGAATGTTGACCTCGGATCAGGTAGGAATACCCGCTGAACTTAAGCATATCA
 ATAAGCGGAGGAA

	Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
<input checked="" type="checkbox"/>	Fungal sp. strain DR29-1 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and	898	898	100%	0.0	100.00%	MK172759.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Fusarium incarnatum strain PaB-2 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA ge	898	898	100%	0.0	100.00%	MN646257.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Fusarium incarnatum strain PaB-1 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA ge	898	898	100%	0.0	100.00%	MN646256.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Fusarium incarnatum strain SN10 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA ge	898	898	100%	0.0	100.00%	MT012109.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Fusarium sp. strain CEP5 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and	898	898	100%	0.0	100.00%	MN904955.1

2020KCC-4 ITS

TTCGGTGAGGGCTCCAGCTTGTCTGAATTATTCACCCATGTCTTTTGCGCACTTCTTGTTCCTGGGC
 GGGTTCGCCCCGCCACCAGGACCAAACCATAAACCTTTTGTAAATTGCAATCAGCGTCAGTAAACAAT
 GTAATTATTACAACCTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGC
 GATACGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTTTGG
 TATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTGGTGTGGGCGTCTT
 GTCTCTCACGAGACTCGCCTTAAAATCATTGGCAGCCGACCTACTGGTTTCGGAGCGCAGCACAAATTC
 TTGCACTTTGAATCAGCCTTGGTTGAGCATCCATCAAGACCCTATTTTTTTTAACTTTTGACCTCGG
 ATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

	Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
<input checked="" type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain cidefi_274 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	961	961	100%	0.0	100.00%	MK088160.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain cidefi_273 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	961	961	100%	0.0	100.00%	MK088159.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain cidefi_272 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	961	961	100%	0.0	100.00%	MK088158.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain cidefi_271 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	961	961	100%	0.0	100.00%	MK088157.1
<input checked="" type="checkbox"/>	Stemphylium lycopersici strain cidefi_263 small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence: internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal	961	961	100%	0.0	100.00%	MK088156.1

2020KCC-10 ITS

GCTGGACCTCTCGGGGTACAGCCTTGCTGAATTATTCACCCTTGCTTTTTCGCTACTTCTTGTTCCT
 TTGGTGGGTTCGCCCCACTAGGACAAACATAAACCTTTTGTAAATTGCAATCAGCGTCAGTAAACA
 ATTAATAATTACAACCTTCAACAACGGATCTCTTGGTTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATG
 CGATAAGTAGTGTGAATTGCAGAATTCAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCTTTG
 GTATTCCAAAGGGCATGCCTGTTTCGAGCGTCATTTGTACCCTCAAGCTTTGCTTGGTGTGGGCGTCT
 TGTCTCTAGCTTTGCTGGAGACTCGCCTTAAAGTAATTGGCAGCCGGCCTACTGGTTTCGGAGCGCAG
 CACAAGTCGACTCTCTATCAGCAAAGGTCTAGCATCCATTAAGCCTTTTTTCAACTTTTGACCTCG
 GATCAGGTAGGGATACCCGCTGAACTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGAA

	Description	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Accession
<input type="checkbox"/>	Alternaria sp. isolate 34 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete	965	965	100%	0.0	100.00%	MT102670.1
<input type="checkbox"/>	Alternaria alternata isolate Jehan16 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer	965	965	100%	0.0	100.00%	MK560182.1
<input type="checkbox"/>	Alternaria alternata strain Al1 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, cor	965	965	100%	0.0	100.00%	MH728994.1
<input type="checkbox"/>	Alternaria tenuissima isolate RT36 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer	965	965	100%	0.0	100.00%	MG975636.1
<input type="checkbox"/>	Alternaria sp. isolate Y207 internal transcribed spacer 1, partial sequence: 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, comp	965	965	100%	0.0	100.00%	KY931492.1

그림 6-3-10. 배추에서 분리된 진균의 ITS 지역 염기서열 분석을 이용한 종 동정 결과.

- 동정결과 *A. alternata*, *S. lycopersici*, *Fusarium* spp. 등의 균들이 확인되었다. 분리된 균주를 배추에 재접종한 결과 *A. alternata*가 동일한 병징을 일으키는 것으로 확인되었다.

나. 대만 수출용 품종에서의 병 발생에 대한 특성 연구

1) 배추 품종에 따른 병 발생 연구

- 배추에서 분리한 *A. alternata* 균주들을 PDA 배지에서 배양하고, 배양한 균의 agar plug를 cork borer로 잘라내어 기내에서 배추(일품봄배추) 줄기에 접종하여 7일 뒤 병징을 확인하였다. 또한 춘천 강원대학교 배추 포장에서 *A. alternata*의 분생포자를 배추의 잎에(일품봄배추, 서울배추) spray 접종하여 20일 뒤 병 발생 유무를 확인하였다.
- 확인 결과 분리된 *A. alternata* 균주들이 일품봄배추의 줄기에 반점 모양의 병징을 일으키는 것을 확인하였고 또한 잎에서는 일품봄배추 및 서울배추에서 *A. alternata*의 전형적인 동심원 모양으로 병징을 일으키는 것으로 확인하였다. 따라서 배추의 저장 및 유통과정에서 분리된 *A. alternata*는 일품봄배추 및 서울배추 모두에서 병을 일으키는 병원균임을 확인하였다.

기내 접종 (일품봄배추)

필드 접종 (좌: 일품봄배추, 우: 서울배추)



그림 6-3-11. 분리된 *A. alternata*를 배추의 줄기 및 잎에 접종했을 때 나타나는 병징.

2) 상추 품종에 따른 병 발생 연구

- 수출용 품종에 대한 병 발생 특성 연구를 위한 실험으로 상추 포장 전반에 걸쳐 가장 많이 분리되고 심각한 병을 일으킨 *A. alternata*를 서로 다른 품종의 상추에 접종하여 기내 병 발생 여부를 확인하였다.
- *A. alternata*를 25℃에서 3일간 PDA 배지에서 배양하여 분생포자(conidia) 형성을 유도하였다. 배지에 5 ml의 멸균수를 넣고 1.5 ml microcentrifuge tube로 배지 표면을 살살 긁어 포자현탁액을 얻어내었고, 포자현탁액은 hemocytometer를 이용하여 10×10^4 conidia/ml의 농도로 맞추었다. 상추는 잎의 길이가 약 15~17 cm의 로메인상추와 13~16 cm의 적촉면상추 및 청촉면상추 잎을 사용하였다. 농도가 조절된 포자현탁액 약 2 ml을 상추 표면에 스프레이 처리한 뒤 습실처리 하여 4일 뒤 병징을 확인하였다.

- 관련 연구보고에 의하면 *Alternaria leaf spot*에 걸린 상추 앞에는 처음에 반점 형태의 병반이 나타나고 이후에 원형 또는 불규칙한 형태의 병반으로 발달한다고 알려져 있다(Guo et al., 2018; kim & Choi, 2020). 이와 동일하게 접종한 로메인상추, 청축면상추, 적축면상추 모두에서 검은색의 반점 형태의 병반들이 형성되는 것을 확인할 수 있었다.
- 따라서 분리된 *A. alternata*는 상추의 다양한 품종에서 병일 일으킨다는 것을 확인할 수 있었다.



그림 6-3-12. *A. alternata*의 분생포자를 상추에 스프레이 처리하고 4일 뒤 나타난 병징.

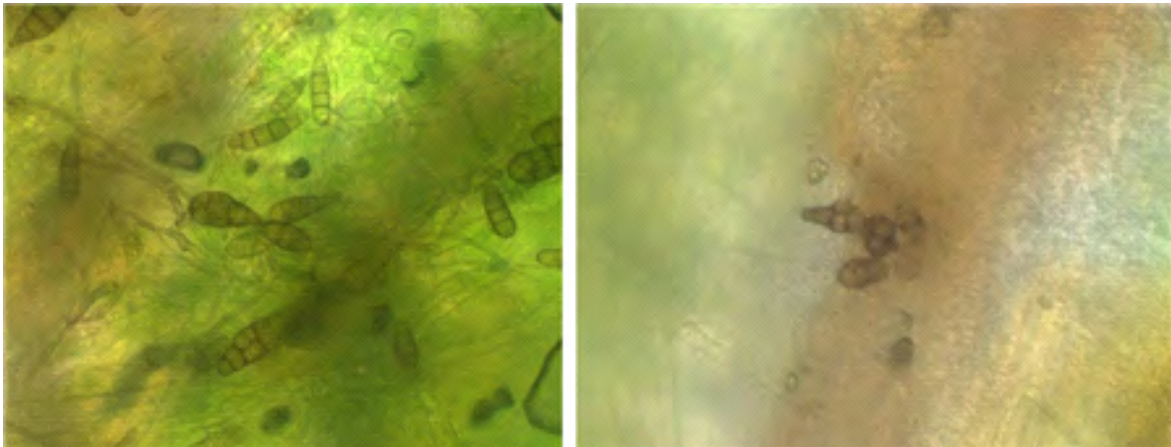


그림 6-3-13. *A. alternata*의 분생포자(conidia)를 스프레이 처리하고 4일 뒤 나타난 병징을 현미경으로 관찰한 사진

다. 화학 약제, 유기농자재를 이용한 방제 및 잔류성 연구

1) 화학약제 및 유기농자재를 이용한 상추 병해 억제 연구

- 국내나 국외에서 상추류의 곰팡이 방제에 등록되어 있는 살균제 6가지를 선별하여 방제 연

구를 진행하였다. 상추 포장에서 가장 피해가 크고 많이 분리된 검은곰팡이병 *A. alternata*에 대한 살균제의 효과를 분석하였다.

표 6-3-5. 실험에 사용된 살균제

화학적 그룹	주성분	작용기작	상표명	제형	작물
Dithiocarbamates	Mancozeb	다점 접촉작용	다이엔셈-45	수화제	상추
Pyridine-carboxamide	Boscalid	호흡	칸투스	입상수화제	상추
Triazole	Difenoconazole	호흡	푸르겐	수화제	상추
Methoxy-acrylates	Azoxystrobin	호흡	오티바	액상수화제	상추
benzimidazole	Benomyl	β -tubulin 합성	동부베노밀	수화제	상추
Phenylpyrrole	Fludioxonil	신호전달	샤이나	액상수화제	상추

- 살균제는 멸균한 PDA를 90 mm 페트리접시에 붓기 전 55°C 정도까지 식었을 때, 살균제 농도가 1000 $\mu\text{g/ml}$, 100 $\mu\text{g/ml}$, 10 $\mu\text{g/ml}$, 1 $\mu\text{g/ml}$, 0.1 $\mu\text{g/ml}$, 0.01 $\mu\text{g/ml}$ 이 되도록 PDA에 희석해서 페트리접시에 부어 살균제 배지를 만들었다. PDA 배지에서 배양한 균의 균총 선단부를 cork-borer를 이용하여 5 mm 정도 크기로 자른 뒤, 살균제 배지 중앙에 접종하여 25°C에서 5일간 배양한 뒤 자라난 균사의 직경을 측정하여 균사 성장 억제율을 측정하였다. 실험은 3회 반복으로 시행하였으며, Duncan multiple range test를 이용하여 통계분석 하였다.

$$\text{균사 성장 억제율(\%)} = \left(\frac{\text{무처리구균사생장길이} - \text{처리구균사생장길이}}{\text{무처리구균사생장길이}} \right) \times 100$$

- 서로 다른 5가지의 균주에 대한 약제별 균사생장 억제효과의 평균을 측정한 결과 병원균의 상투압에 대한 신호전달을 방해하는 작용기작을 가진 fludioxonil이 10 $\mu\text{g/ml}$ 에서 약 98%로 가장 높은 균사생장 억제효과를 보였으며, 세포막의 에르고스테를 생합성을 억제하는 작용기작을 가진 difenoconazole도 10 $\mu\text{g/ml}$ 에서 약 85%로 우수한 균사생장 억제효과를 보였다.
- 숙신산 탈수소효소를 저해하는 것으로 알려진 boscalid의 경우 10 $\mu\text{g/ml}$ 에서 약 58%의 균사생장 억제율을 보여 세 번째로 효과가 있었다.
- 베타 튜블린 형성 억제 기작을 갖는 것으로 알려진 베노밀과 multi-site activity 살균제인 mancozeb는 10 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 각각 12%, 7%를 억제하여 다른 살균제들에 비해 효과가 크게 떨어졌다.

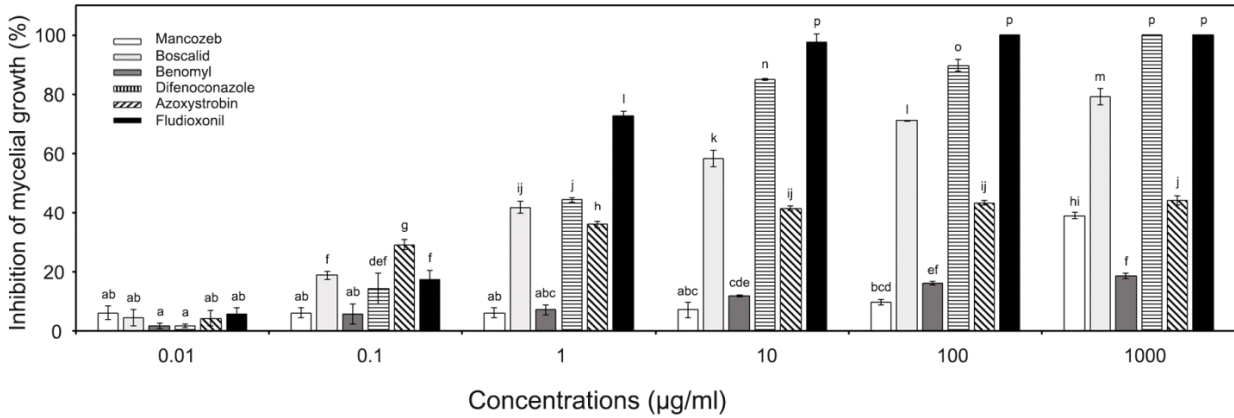


그림 6-3-14. 6가지 살균제의 상추 점무늬병균(*A. alternata*) 균사생장 억제 실험.

- Fludioxonil, difenoconazole, boscalid 성분이 상추 점무늬병균 *A. alternata*의 균사생장 억제에 효과가 있음을 확인하였는데, 이러한 살균제들이 다른 상추 병해에도 동시에 효과적이라면 살균제 사용량을 줄일 수 있을 것이다.
- 상추의 주요 병해로는 점무늬병 이외에도 *Bremia lactucae*에 의한 노균병(downy mildew), *Pythium ultimum*에 의한 모잘록병(damping-off), *Rhizoctonia solani*에 의한 밑둥썩음병(bottom rot), *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 균핵병(Sclerotinia rot), *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병(gray mold)등이 알려져 있다.
- 이 중 상추에 밑둥썩음병을 일으키는 *R. solani* AG-1 (KACC 40108)를 한국미생물 보존센터(Korean Culture Center of Microorganisms, KCCM)에서 분양받아 *A. alternata*에서 효과가 좋았던 fludioxonil, difenoconazole, boscalid에 대한 균사생장 억제 실험을 진행하였다.
- 실험결과 fludioxonil이 0.01 µg/ml의 농도에서 25%, 1 µg/ml의 농도에서 84%의 균사생장 억제효과를 나타내어 가장 효과가 좋았다.
- Boscalid는 0.01 µg/ml에서 4%, 100 µg/ml에서 71%를, difenoconazole은 0.01 µg/ml에서 27%, 100 µg/ml에서 65%의 억제율을 나타내었다.
- Boscalid, difenoconazole, fludioxonil 모두 100 µg/ml의 농도에서 50% 이상의 억제율을 보여주어 상추 밑둥썩음병 방제에도 효과적으로 사용될 수 있을 것이라 사료 된다.

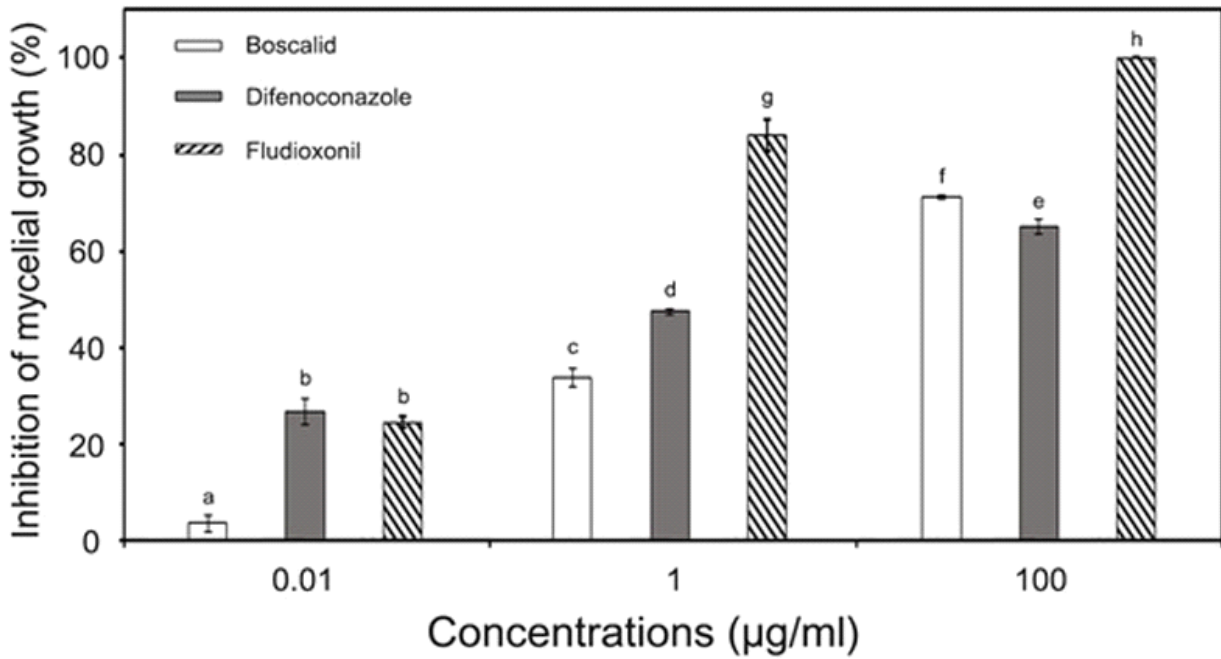


그림 6-3-15. 3가지 살균제의 밀둥썩음병균(*R. solani*) 균사생장 억제 실험.

- 최근 잔류농약에 대한 관심이 높아지면서 한국, 일본, 대만, 홍콩 등의 나라에서 수입 농산물의 농약 잔류 허용기준을 설정하고 그 외의 농약은 불검출 수준으로 관리하는 PLS (Positive List System)을 시행하고 있다.
- Fludioxonil은 *A. alternata*와 *R. solani*의 균사생장 억제에 큰 효과를 보였으나, 대만과 홍콩의 잎상추에 대한 fludioxonil 잔류 허용량(Standards for Pesticide Residue Limits in Foods, 2020)은 0.01 mg/kg으로 매우 낮다. 반면 difenoconazole은 대만과 홍콩에서 각각 1.0 mg/kg과 2.0 mg/kg, boscalid은 4.0 mg/kg과 40.0 mg/kg으로 설정되어 있다. 따라서 수출용으로 재배할 시에는 잔류농약 허용 기준이 상대적으로 높으면서도 상당한 효과를 나타내는 boscalid나 difenoconazole의 사용이 수출을 위한 전략적인 방법이라 사료된다.

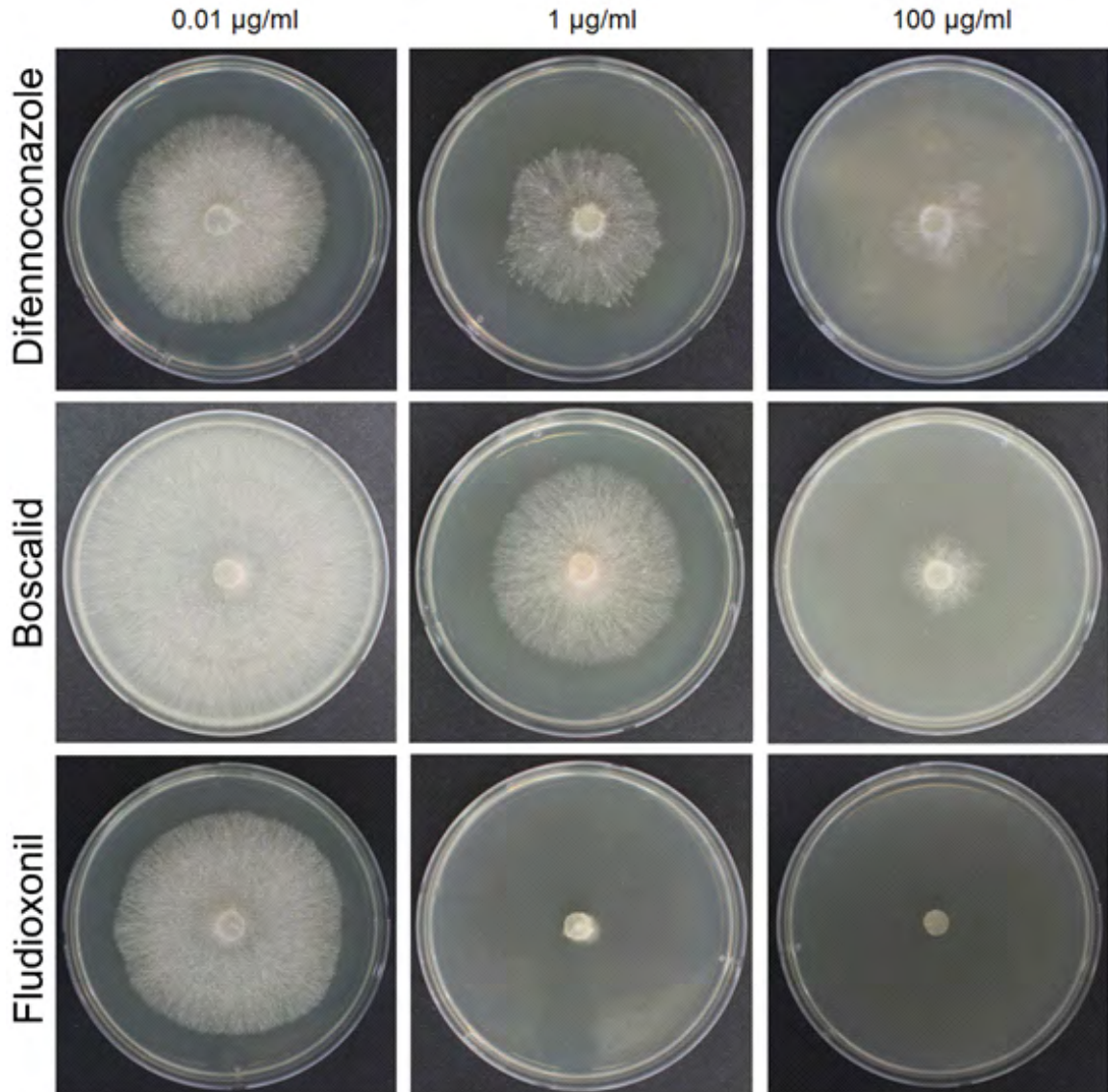


그림 6-3-15. 3가지 살균제의 밀동썩음병균(*R. solani*) 균사생장 억제 실험.

- 소비자들의 관심이 건강한 웰빙 식품쪽으로 변화하고 있고 농식품들의 수출 과정에서 화학 농약 잔류성 문제가 발생하여 농식품들이 반송되는 문제가 빈번하게 발생하고 있는데, 이에 따라 건강에 무해하고 화학농약 잔류성 문제가 없는 친환경 자재를 이용한 병원균 방제 연구가 활발히 진행되고 있다.
- 이에 따라 친환경 유기농자재(식물추출물)를 이용한 시험을 진행하였다. 식물추출물 유기농자재는 국립농산물품질관리원 유기농업자재정보시스템에서 병해나 병해충관리용으로 등록되어 있는 제품을 선정하여 사용하였다.
- *A. alternata*의 유기농자재 시험은 멸균한 PDA에 각각의 유기농자재를 0.1, 1, 10, 100, 1000 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도로 맞춰서 첨가하여 배지를 만들고, PDA에서 3일간 배양한 *A. alternata* KL-1의 균총 선단부를 코르크 보러로 잘라 배지 가운데 접종하여 25°C에서 4일간 배양하여 균들의 유기농자재에 대한 균사생장 억제율을 측정하였다.

표 6-3-6. 실험에 사용된 식물추출물 성분과 제품

No.	주성분 (%)	상표명
1	대황(Rhubarb) 92% + 피마자오일(Castor oil) 3%	균타진플러스
2	영릉향(LysimachiaeFoenum-GraeciHerba) 5%	아라아라
3	계피오일(Cinnamon oil) 28% + 차나무(Tea plant) 25%	균에탄
4	정향나무(Clove tree) 70%	오가닉팡
5	소프넛(Soap nut) 40% + 계피오일(Cinnamon oil) 20%	균졸라
6	황련(Coptischinesis) 80%	가드팡
7	황련 + 대황(Coptischinesis, Rhubarb) 7%	멸규니

표 6-3-7. 실험에 사용된 식물추출물과 항균효과를 갖는 주요 성분

식물추출물	항균효과를 갖는 주요 성분
대황	anthraquinone derivatives
피마자오일	undeca-2E,4Z-diene-8,10-diyonic acid isobutylamide, dodeca-2E,4E,8Z,10E/Z-tetraenoic acid isobutylamide
차나무	polyphenols, terpenen-4-ol (terpene)
영릉향	triterpene saponins
계피오일	cinnamaldehyde, eugenol
정향나무	eugenol
소프넛	saponin
황련	berberine

- 측정된 결과 10 µg/ml의 농도까지는 사용한 모든 식물추출물에서 20% 이하의 균사생장 억제율을 보여주어 큰 효과가 없었다.
- 100 µg/ml의 농도에서부터 높은 균사생장 억제율을 보여주었는데, 황련을 주요 성분으로 함유하고 있는 가드팡이 약 72%의 억제율을 보여주어 가장 효과가 좋았다.
- 영릉향이 주요 성분인 아라아라, 정향나무가 주요 성분인 오가닉팡, 소프넛과 계피오일이 주요 성분인 균졸라가 100 µg/ml의 농도에서 각각 61%, 54%, 54%의 억제율을 보여주어 다음으로 효과가 좋았다.

- 반면 대황과 피마자오일이 주요 성분인 균타진과, 황련과 대황이 주요 성분인 멸규니는 100 $\mu\text{g/ml}$ 의 농도에서 각각 23%, 0%의 억제율을 보여주어 다른 식물추출물 제품에 비해 효과가 떨어졌다.
- 효과가 상대적으로 떨어졌던 균타진은 대황 성분을 92%이상 함유하고 있는데 이러한 결과로 짐작하여 볼 때 대황 성분은 *A. alternata*를 방제하는데 있어 효과가 떨어지는 것으로 판단된다.
- 가장 효과가 좋았던 가드팜은 황련 성분을 80% 이상 함유하고 있는데 이러한 결과로 짐작하여 볼 때 황련 성분이 *A. alternata*를 방제하는데 있어 효과적일 것으로 판단된다.
- 가장 효과가 떨어졌던 멸규니는 황련과 대황 성분을 7% 함유하고 있는데, 가드팜의 결과와 비교하여 볼 때 황련 성분의 경우 적은 농도에서는 효과가 떨어지고 상대적으로 높은 농도에서 효과를 보이는 것으로 판단된다.
- 중간 정도의 효과를 보였던 아라아라는 영릉향 성분을 5% 함유하고 있는데 이러한 결과로 볼 때 적은 농도의 영릉향으로도 *A. alternata* 방제를 효과적으로 할 수 있을 것으로 판단된다.

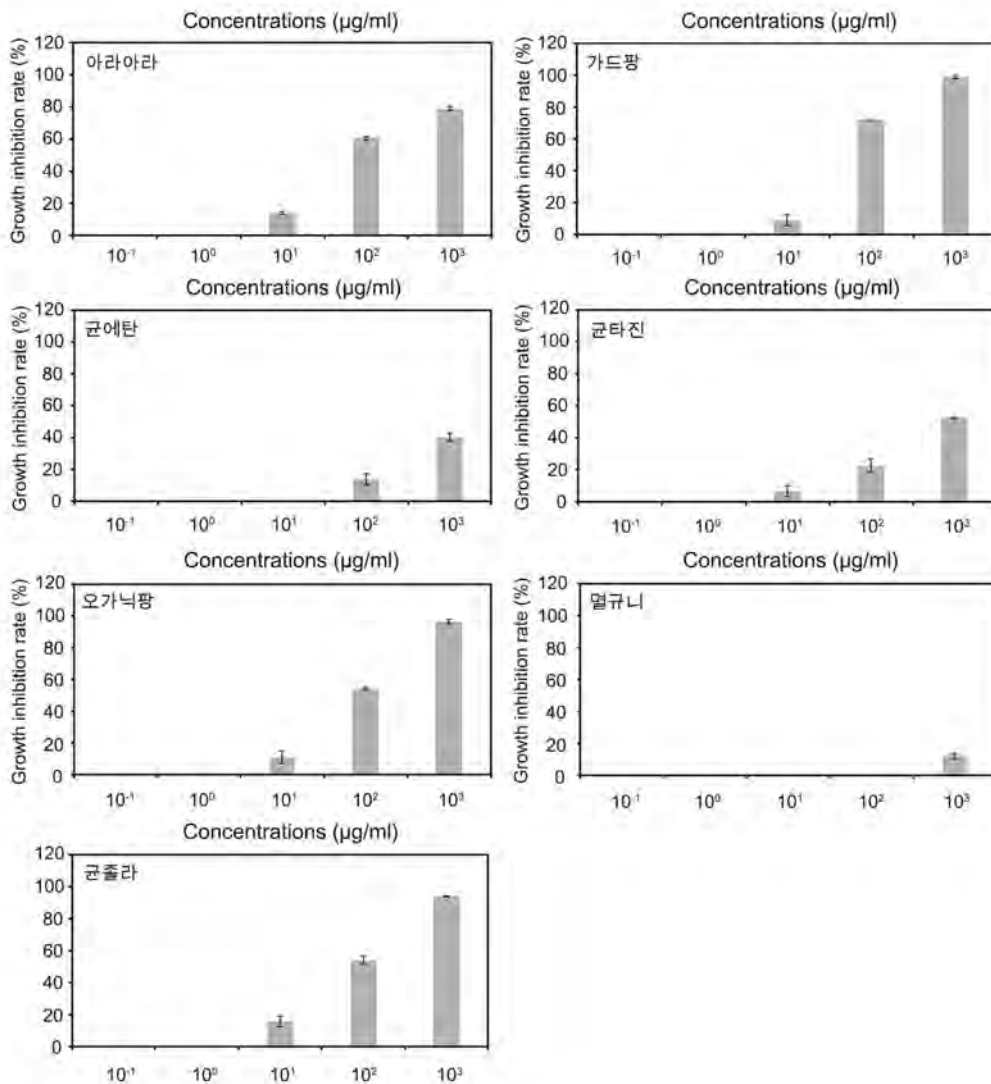


그림 6-3-16. 7가지 식물추출물의 로메인상추 점무늬병(*A. alternata*)의 균사 성장 억제 실험.

- *Bacillus* spp.는 세균의 생육 안정성과 식물병원성 곰팡이들에 대해 항균활성을 나타내어 엽채류 등 다양한 작물에 생물학적 방제제로 이용된다.
- 살균제는 확실한 효과로 농업 생산성에 크게 기여하고 있지만, 약제 내성균의 출현, 잔류농약, 수질오염 등의 우려가 있다. 최근 소비자들의 웰빙과 건강에 대한 관심이 크게 증가함에 따라 살균제를 사용하지 않은 친환경농업의 중요성이 대두되고 있다. 이에 따라 상추 점무늬병을 방제할 수 있는 길항미생물을 선발하는 연구를 진행하였다.
- 길항 미생물은 충청남도 논산시 성동면 인근의 살균제를 사용하지 않은 상추 재배지의 토양으로부터 분리하였다. 분리한 길항미생물들은 상추 점무늬병을 일으키는 *A. alternata* 균주에서 대치배양을 하여 효과가 있는 균주들을 최종 선발하였다.
- 길항미생물의 DNA는 Wizard Genomic DNA Purification kit(Promega, USA)를 통해 추출하였고, 16s rRNA 지역은 universal primer인 27F(5' AGAGTTTGTATCMTGGCTCAG '3)와 1492R primer(5' TACGGYTACCTTGTACGACTT '3)를 사용하여 PCR 증폭하였다.
- 증폭한 DNA는 서울대학교 농업생명과학공공기기원(NICEM, Korea)에 의뢰하여 염기서열 분석하였고, 염기서열을 NCBI(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)에서 BLAST하여 균주를 동정하였다. 가장 효과가 좋았던 분리균주의 염기서열이 *B. velezensis*(GenBank accession OK178287)와 가장 유사함을 확인하여 분리균주를 *B. velezensis* UK1으로 명명하였다.
- *B. velezensis* UK은 4 ml LB broth에 접종하고 실온에서 1일간 190 rpm으로 진탕배양하였다. 배양한 현탁액을 2 ml tube에 분주한 뒤 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 배지성분을 제거하였고, 멸균수로 희석하여 OD₆₀₀ 1.0으로 조정하여 사용하였다.
- 세균과 곰팡이를 접종하여 배양하기 위하여 LPA(LB 50%+PDA 50%)배지를 만들어 사용하였다. *A. alternata* 균주는 배지 중앙에 접종하였고, 길항미생물 균주는 배지의 정삼각형 꼭짓점의 위치에 cork-borer를 이용하여 직경 3 mm의 구멍을 내어 접종하였다.
- 세균을 먼저 접종하였을 경우 T-1, 세균과 곰팡이를 동시에 접종하였을 경우 T+0, 곰팡이를 먼저 접종하였을 경우 T+1로 표기하였다. *B. velezensis* UK1을 하루 먼저 접종한 T-1의 경우 약 47% 정도의 균사생장 억제율을 보였고, *B. velezensis* UK1과 *A. alternata*를 동시에 접종한 T+0은 약 35%를, *A. alternata*을 하루 먼저 접종한 T+1에서는 약 15%의 억제율을 보였다.
- 이러한 결과를 보았을 때 상추에 점무늬병이 발병하기 전에 먼저 *B. velezensis* UK1을 처리하는 것이 병 발생 억제에 가장 효과가 좋을 것이라고 사료된다.

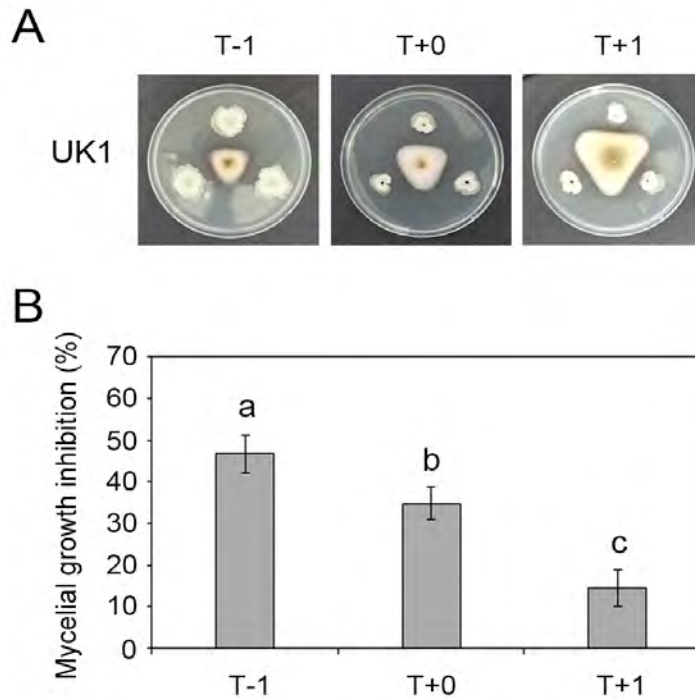


그림 6-3-18. *B. velezensis* UK1의 상추 점무늬병(*A. alternata*)의 균사생장 억제.

- 가장 효과가 좋았던 T-1의 조건에서 *B. velezensis* UK1의 농도에 따른 균사생장 억제 효과를 테스트하였다. OD₆₀₀ 1.0을 기준으로 1배, 10배, 100배 희석하여 확인해 본 결과 43%에서 46%의 균사생장 억제율을 보여 100배 희석의 농도까지는 큰 차이가 없음을 확인하였다.

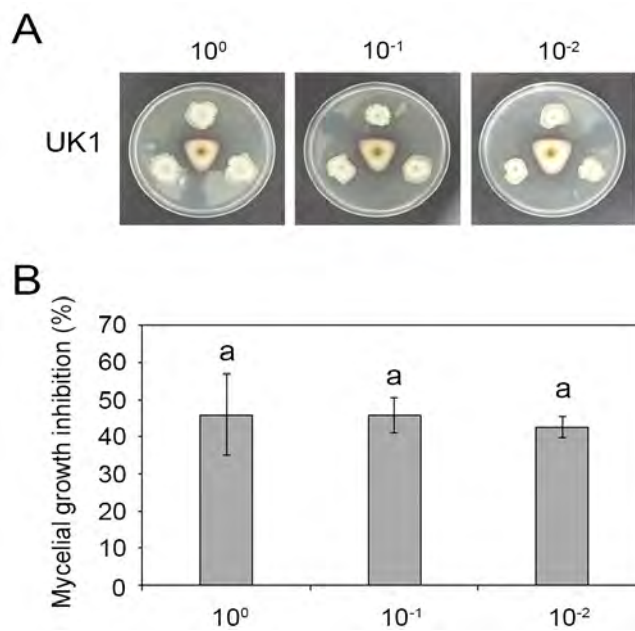


그림 6-3-19. *B. velezensis* UK1의 상추 점무늬병(*A. alternata*)의 균사생장 억제.

2) 화학약제 및 유기농자재를 이용한 배추 병해 억제 연구

- 배추 저장·유통 과정에서 확인된 *A. alternata*(2020KCC-6, 2020KCC-7, 2020KCC-10) 함께, 배추포장에서 분리된 *A. alternaria* 균주들에 대한 살균제 방제 실험을 진행하였다 (2021KHS-1, 2021KHS-2, 2021KHS-5).
- 살균제는 1,2차 년도에서 잔류성 실험을 진행하여 안전 사용기준을 준수하였을 때 대만의 maximum residue limit(mg/kg)를 초과하지 않았던 살균제 제품을 선발하였다.

표 6-3-9. 실험에 사용된 살균제

적용 병해	주성분	작용기작	상표명	제형	희석배수
노균병	Dimethomorph	세포벽 합성	포룸	수화제	2,000배
노균병	Mandipropamid	세포벽 합성	래버스	액상수화제	2,000배
흰가루병, 검은무늬병, 검은점무늬병	Penthiopyrad	호흡	크린캡	유제	2,000배
균핵병, 검은점무늬병, 검은무늬병	Iprodione	신호전달	로브랄	수화제	1,000배
노균병	Metalaxyl-M	핵산대사	리도밀골드	수화제	2,000배

- 살균제의 균사생장 억제 실험을 하기 위하여 멸균한 PDA에 각각의 살균제를 제품에 명시된 희석배수에 맞게 희석하여 90 mm 페트리접시에 부어 살균제 배지를 만들었다. 이후 PDA 배지에서 배양한 균의 균총 선단부를 cork-borer를 이용하여 5 mm 정도 크기로 잘라 살균제 배지 중앙에 접종하였다. 접종한 배지는 25℃에서 5일간 배양하였고, 자라난 균사의 직경을 측정하여 억제율을 측정하였다. 실험은 3회 반복으로 시행하였으며, Tukey's HSD test를 이용하여 통계분석 하였다.
- 선발한 살균제 중에서 배추 검은무늬병에 방제에 등록되어 있는 살균제는 로브랄과 크린캡이다. 이에 맞게 로브랄과 크린캡이 배추 검은무늬병 균사생장 억제에 가장 큰 효과를 보였다.
- 로브랄은 대부분의 균주에서 약 100%에 가까운 균사생장 억제 효과를 보였는데, 2021KHS-1 균주에 대해서는 약 90%의 억제효과를 보였다. 이는 균주별로 살균제에 대해 저항성에서 차이가 있음을 의미한다.
- 크린캡은 약 70%에서 81%의 균사생장 억제율을 보였다.
- 노균병 방제용으로 등록된 살균제인 포룸과 래버스는 대부분의 균주에 대해서 15% 이하의 균사생장 억제율을 보여 큰 효과가 없었다.
- 마지막으로 리도밀골드의 경우 노균병 방제용으로 등록된 살균제이지만, 검은무늬병균인 *A. alternata*에 대해서 최소 43%에서 최대 72%의 균사생장 억제율을 보였다. 따라서 리도밀골드는 노균병과 검은무늬병을 동시에 방제하는데 효과가 있을 것으로 예상된다.

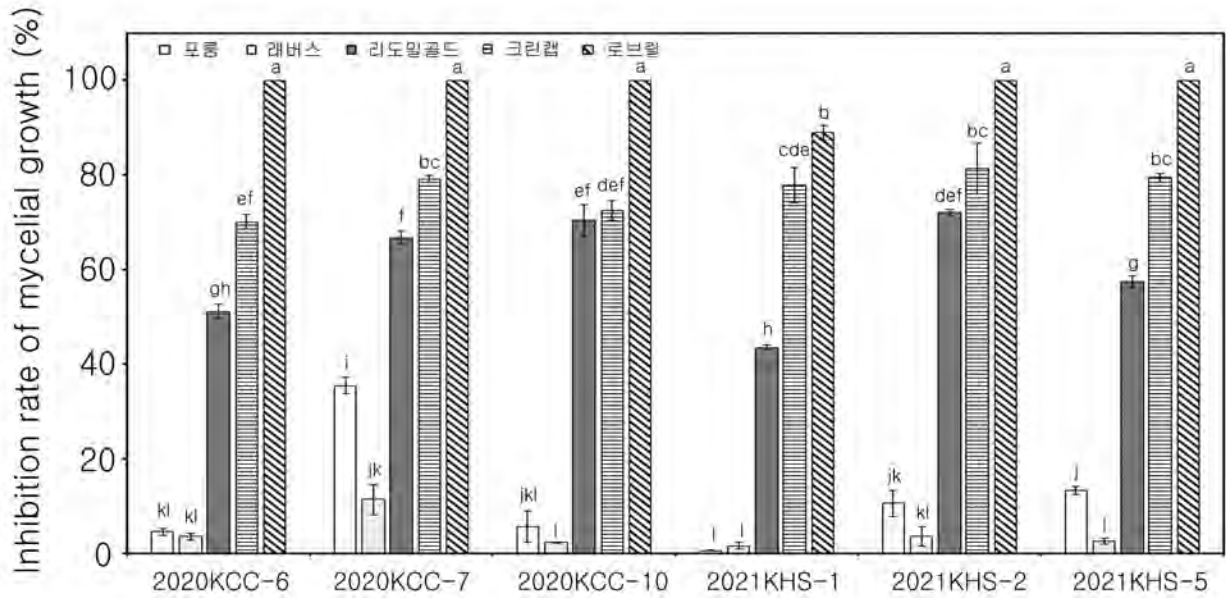


그림 6-3-20. 5가지 살균제의 배추 검은무늬병(*A. alternata*)의 균사생장 억제 실험.

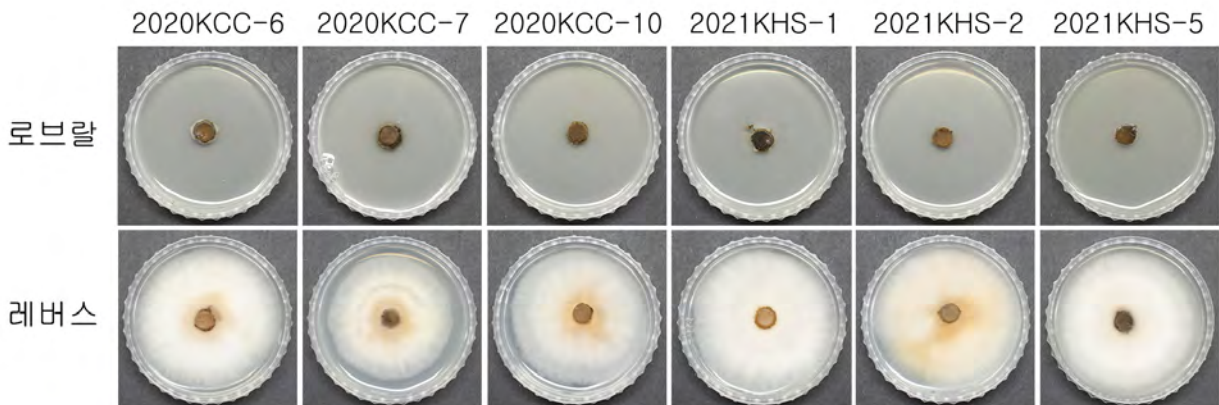


그림 6-3-21. 살균제 로브랄과 레버스의 배추 검은무늬병 *A. alternata* 균사생장 억제.

라. 유용 미생물을 이용한 식물생장촉진 연구

1) 로메인상추에 대한 유용미생물의 식물생장촉진 연구

- 토양에서 분리되는 유용미생물들 중에는 식물생장촉진 및 항균작용 능력이 있는 세균들이 있다. 인산은 무기 인삼염 형태로 토양에 사용되는 양분인데 많은 부분이 불용화 상태여서 식물이 이용하기 어렵다. 이를 유용미생물이 난용성 인삼염을 분해하여 식물이 사용할 수 있는 영양원으로 가용화 하여 인의 공급을 원활히 하여 식물의 성장을 돕는다 (Lee *et al.*, 2013). 유용미생물이 생성하는 시데로포어의 경우 철을 흡수하여 근권 병원성 미생물들이 잘 자라지 못하게 하며, 흡수된 철이 식물체에 이용되면서 식물생장촉진 능력을 갖는다. 단백질 분해효소 및 셀룰로오스 분해효소는 항균작용을 한다.
- 신선채소류의 경우 식용하는 앞에 직접 살균제를 뿌려야 되기 때문에 화학농약 잔류성 문제가 다른 작물에 비해 비교적 큰 편이다. 이 때문에 유용미생물을 통한 식물생장촉진 및 병

원균방제 연구가 활발히 진행되고 있다.

- 본 연구에서는 토양에서 유용미생물을 분리하여 로메인상추에 미치는 영향을 조사하였고, 인산 가용능, 셀룰로오스의 분해능, 시데로포어 생성능, 단백질 분해능 등을 조사하였다.
- 항균활성을 보이는 토양미생물을 분리하기 위하여 로메인상추 및 배추 포장에서 토양시료를 채취하였다.
- 시료에서 길항 미생물의 분리를 위하여 토양 1 g과 생리식염수(NaCl 0.85%) 9 ml을 섞고 1.5 ml tube에 10^{-3} - 10^{-5} 의 농도로 희석하여 LB agar(Duchefa, 네덜란드) 배지에 도말하고 28°C에서 1~2일 동안 배양하였다.
- 배양 후 단일 콜로니를 분리하여 순수 분리하여 실험에 사용하였다.
- 미생물의 배양은 LB 액체배지(Duchefa, Netherlands) 4 ml에 26°C, 190 rpm으로 24시간 진탕 배양하고, 배양된 길항미생물을 5000 rpm에서 10분간 원심분리 하여, 10mM MgSO₄ 로 2번의 washing 하고, 멸균된 증류수로 펠렛을 현탁하여 사용하였다. 현탁된 미생물은 50mL conical tube로 옮겨, 총량 20mL에 농도 1.24×10^7 cfu/mL로 맞추어 사용하였다.
- 본 연구에서 사용한 로메인상추는 청로메인 품종을 이용하였으며, 약 2주된 유묘기부터 총 5주간 실험을 진행하였다.
- 실험은 1주일에 한번씩 20 ml의 현탁액을 잎에 분무 처리하며 총 5주간 진행하였고, 잎의 길이와 폭을 측정하였다.
- 실험 결과 가장 효과가 좋았던 처리구에서 잎의 길이가 약 146%, 폭이 121% 증가하였다.



그림 6-3-22. 포트에서 30일간 배양한 청로메인 상추. 좌: 유용미생물 처리구, 우: 대조구.

- 가장 효과가 좋았던 처리구의 미생물은 16s rRNA, gyrA, gyrB 지역의 염기서열 분석을 통해 동정하였다(Yang *et al.*, 2020; Yamamoto *et al.*, 1995).
- 미생물의 genomic DNA는 미생물을 3 mL의 LB 액체배지에서 26°C, 190 rpm으로 24시간 동안 배양시키고 Wizard Genomic DNA Purification Kit (Promega, USA)의 방법에 따라 추출하였다.

- 추출한 DNA의 16s rRNA, gyrA, gyrB 지역을 표 7에 있는 프라이머를 이용하여 PCR 증폭하였고, 증폭한 DNA를 전기영동 및 gel extraction elution을 통해 정제 후 서울대학교 염기서열분석 서비스(<http://nicem.snu.ac.kr>)를 이용하여 염기서열을 분석하였다.

표 6-3-10. PCR 및 염기서열 분석에 사용된 프라이머

사용한 프라이머 (5'-3')	
27F	GAGTTTGATCMTGGCTCAG
1492_R	TACGGYTACCTTGTTACGACTT
gyrA_F	CAGTCAGGAAATGCGTACGTCTT
gyrA_R	CAAGGTAATGCTCCAGGCATTGCT
gyrB_F	GAAGTCATCATGACCGTTCTGCA
gyrB_F	AGCAGGGTACGGATGTGCGAGCC

- 우선 분석된 16s rRNA 염기서열을 NCBI(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)에서 blast 하여 분리된 미생물이 *Bacillus* 속에 속한다는 것을 확인하였고, gyrA 및 gyrB 지역을 추가로 blast하여 phylogenetic tree를 작성하고 종 수준의 동정을 하였다.
- 그 결과 분리된 미생물이 *B. velezensis* strain GH1-13과 가장 유연관계가 가까운 것을 확인하였다.

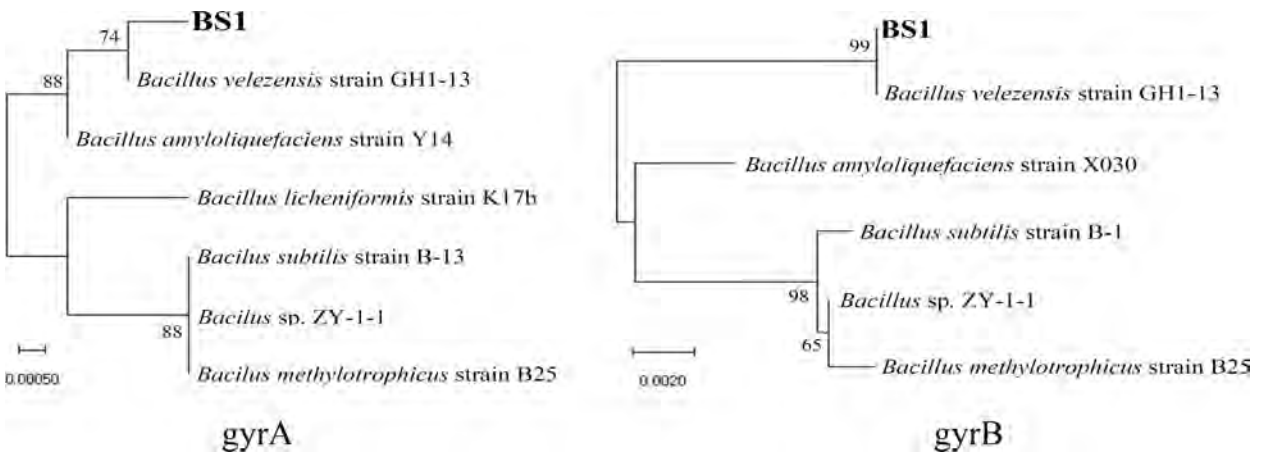


그림 6-3-22. 분리된 미생물의 gyrA 및 gyrB 지역을 통한 phylogenetic analysis 분석.

- 분리한 유용미생물의 효소 활성 검정을 위해 *B. velezensis* BS1을 3 mL의 LB 액체배지에서 26°C, 190 rpm에서 24시간 동안 배양 후, 배양액을 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액을 제거하고 10 mM MgSO₄로 3번 washing 후 증류수로 1.24 x 10⁹cfu/mL의 농도로 현탁액을 만들었다.
- 셀룰로오스 분해능은 1% carboxymethylcellulose sodium salt(CMC)와 25mM Sodium phosphate(pH7.0)가 포함된 배지를 이용하였으며(Sazci *et al.*, 1986), 만든 배지에 paper disk를 올리고 그 위에 농도를 맞춘 유용미생물 현탁액 10 µL를 접종하여 25°C에서 3일간 배양하였다. 그 후 0.1% congo red 용액에 15분간 배지를 담귀서 염색하였고, 1M NaCl 용

- 액에 15분동안 배지를 탈색시켜 clear zone 형성을 확인하였다.
- 단백질 분해능은 3% skim milk powder가 첨가된 LB 배지를 만들고 그 위에 paper disk를 올리고 유용미생물 현탁액 10 μ L를 접종하여 25 $^{\circ}$ C에서 3일간 배양하였다. 그 후 clear zone 형성을 관찰하여 protease 활성을 검정하였다.
 - 시데로포어 생성능은 CAS(Chrome Azurol Sulfonate) 분석법을 사용하여 검정하였다. 우선 50 mL의 증류수에 60 mg의 CAS을 넣고 마그네틱바를 이용하여 천천히 섞어주면서 73 mg의 hexadecyltrimethyl ammonium bromide가 녹아있는 증류수 40 ml를 첨가하였다. 그리고 2.7 mg의 iron(III) chloride hexahydrate가 녹아있는 10mM HCl을 첨가하여 잘 섞은 후 고압멸균하여 청색염료를 준비하였다. 그리고 750 mL의 증류수, 100 mL의 10X MM9 salt, 32.24 g의 PIPES, 10g의 cassamino acid가 녹아있는 30mL의 용액, 15 g의 agar, vitamin과 carbon source를 혼합하여 pH 6.8로 조정하고 고압멸균 하였다. 그 후 청색염료와 혼합하여 CAS 평판 배지를 만들었다. 그 후 유용미생물 현탁액 10 μ L를 접종하여 25 $^{\circ}$ C에서 3일간 배양한 후 오렌지색 clear zone 형성을 확인하였다.
 - 인산 가용능은 불용성 인산 tricalcium phosphate 0.5%가 포함된 Pikovskaya's agar 배지를 이용하였으며(Gaind *et al.*, 1991), 같은 방법으로 유용미생물 현탁액을 접종하고 10일간 배양한 후 clear zone 형성을 확인하여 인산 가용능을 분석하였다.
 - 시험결과 셀룰로오스 분해 및 인산 가용화능은 없는 것으로 확인되었고, 시데로포어 생성능에서는 오렌지색 clear zone 형성을 확인하여 시데로포어 생성능이 있음을 확인하였고, 단백질 분해능에서도 역시 투명한 clear zone이 형성되는 것을 확인하여 단백질 분해능이 있음을 확인하였다. 따라서 향균능력 및 식물생장촉진 효과가 있음을 확인하였다.



그림 6-3-23. *B. velezensis* BS1의 효소활성 검정.

- 상추의 주요 병해로는 *Rhizoctonia solani*에 의한 밑동썩음병(bottom rot), *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 균핵병(Sclerotinia rot), *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병(gray

mold)등이 알려져 있다.

- 식물생장촉진 효과가 있었던 *B. velezensis* BS1의 항균효과를 실험하기 위해서 멸균한 PDA에 paper disk를 올리고 그 위에 *B. velezensis* BS1 현탁액 20 μ l를 접종하였다. 같은 배지에 *B. cinerea*, *R. solani*, *S. sclerotiorum*의 균총 선단부를 cork-borer를 이용하여 5 mm 정도 크기로 잘라 접종하였다. 접종한 배지를 25°C에서 4일간 배양 후 균사생장 억제효과를 확인하였다.
- 그 결과 *B. cinerea*에서 50-60%의 균사생장 억제율을, *R. solani*에서 40-50%의 균사생장 억제율을, 그리고 *S. sclerotiorum*에서 50-60%의 균사생장 억제율을 나타내어 식물생장촉진 능력이 있는 *B. velezensis* BS1이 상추 주요 병해에 대한 항균효과도 있음을 확인할 수 있었다.

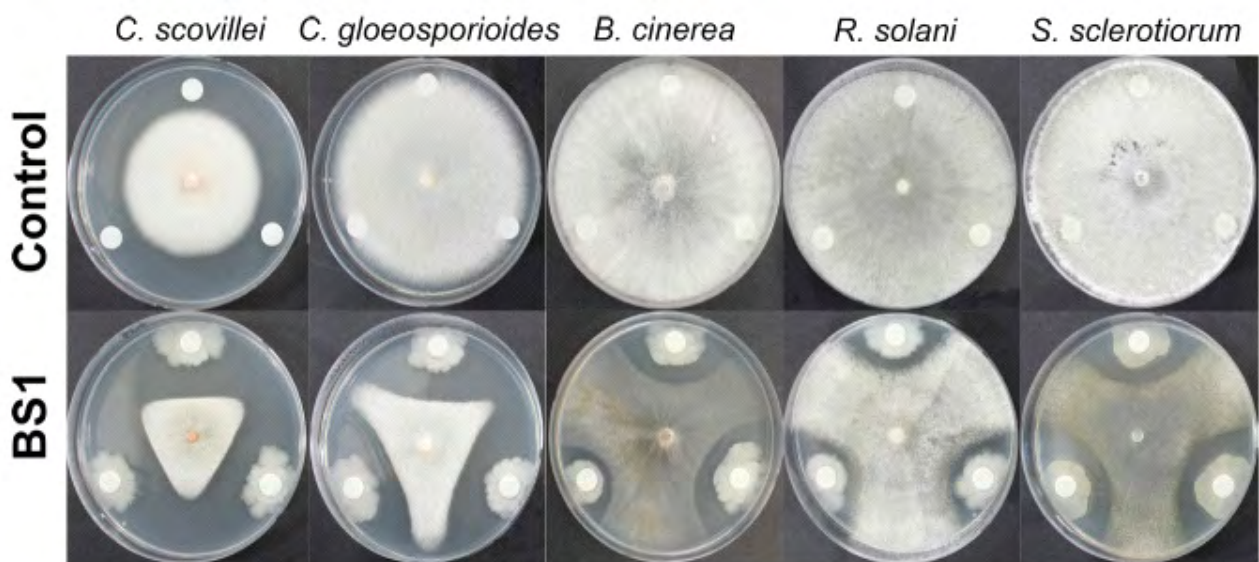


그림 6-3-24. *B. velezensis* BS1의 항균효과 검정.

표 6-3-11. *B. velezensis* BS1의 항균효과 검정.

Fungal pathogen	BS1
<i>Colletotrichum scovillei</i>	+++ ^a
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	+++++
<i>Botrytis cinerea</i>	++++
<i>Rhizoctonia solani</i>	+++
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	++++

^a+++ , 40-50%; +++++, 50-60%; and ++++++, 60-70% 균사생장 억제.

마. 살균제의 작용기작 특성, 잔류성, 효능 등을 고려한 교호살포 및 방제 기술 기초 연구

1) 배추 주요 병해에 대한 화학약제 잔류성 연구

- 대만에서 배추의 생산은 2016년 기준 약 8만 톤으로 양배추, 청경채에 이어 3번째로 많이 재배되고 있다. 그러나 2010년 10만 톤에서 지속적으로 생산량이 감소되고 있으며, 부족분은 외국산으로 대체되고 있고 기후상태가 안좋은 5~9월에 특히 수입량이 많다.
- 대만에서 2016년 기준 수입국의 한국 점유율은 약 30.8%로, 한국은 베트남(35.2%)에 이어 2번째로 많은 배추를 대만에 수출하고 있다. 하지만 과용적인 살균제의 살포로 인하여 대만에서의 배추 수출과정에서 농산물 안전성에 문제가 제시되고 있다.
- 따라서 본 실험에서는 1차적으로 배추류 병해 방제용으로 등록되어있는 4가지의 살균제 dimethomorph, mandipropamid, penthiopyrad, iprodione를 선발하고, 단일 살균제를 안전 사용기준에 맞춰서 살포하였을 때의 잔류특성을 조사하였다.
- Dimethomorph와 mandipropamid는 곰팡이의 세포벽 중에서 셀룰로오스 생합성을 저해하는 살균제에 속하며, penthiopyrad은 호흡을 저해하는 살균제, iprodione은 세포 신호전달을 저해하는 살균제에 속한다 (표 3). 동일한 작용기작을 갖는 살균제를 반복적으로 사용할 경우 병원균의 저항성을 유발할 수 있으므로, 서로 다른 기작을 갖는 살균제의 교호살포가 매우 중요하다.

표 6-3-11. 배추에 사용된 살균제의 작용기작

화학적 그룹	주성분	작용기작	상표명	제형
Cinnamic acid amide	Dimethomorph	세포벽 합성	포름	수화제
Mandelic acid amide	Mandipropamid	세포벽 합성	래버스	액상수화제
Pyrazole-carboxamide	Penthiopyrad	호흡	크린캡	유제
Dicarboximide	Iprodione	신호전달	로브랄	수화제
Cyano-imidazole	Cyazofamid	호흡	미리카드	액상수화제
Acylalanines	Metalaxyl-M	핵산대사	리도밀골드	수화제

- Dimethomorph의 안전 사용기준은 수확 14일전까지 3회 이내, mandipropamid는 수확 7일전까지 3회 이내, penthiopyrad는 수확 21일전까지 1회 이내, iprodione은 수확 21일전까지 2회 이내이다.

표 6-3-12. 배추에 사용된 살균제의 사용기준 및 대만 기준 최대 잔류허용량(Maximum Residue Limit, MRL)

상표명	주성분	희석배수	안전 사용기준		MRL(대만) ¹⁾
			시기	사용횟수	
포름	Dimethomorph	2,000배	수확 14일전까지	3회 이내	2.5
래버스	Mandipropamid	2,000배	수확 7일전까지	3회 이내	3.0
크린캡	Penthiopyrad	2,000배	수확 21일전까지	1회 이내	5.0
로브랄	Iprodione	1,000배	수확 21일전까지	2회 이내	7.0
미리카드	Cyazofamid	2,000배	수확 14일전까지	3회 이내	1.0
리도밀골드	Metalaxyl-M	2,000배	수확 10일전까지	2회 이내	2.0

¹⁾Maximum Residue Limit(mg/kg)

- 강원도 춘천의 배추 포장에서 각각의 살균제를 안전 사용기준에 맞춰 살포하였다. Dimethomorph, mandipropamid, cyazofamid는 10일 간격으로 3회, iprodione과 metalaxyl-M은 10일 간격으로 2회, penthiopyrad는 1회로 앞에 약액이 흐를 정도로 충분히 분무 살포하였다. 이후 dimethomorph, mandipropamid, iprodione, penthiopyrad는 최종 약제 살포일로부터 10일 뒤에, cyazofamid와 metalaxyl-M은 20일 뒤에 강원대학교 친환경농업연구센터에서 농약잔류량을 분석하였다.
- 배추 검체 10 g이 들어있는 PE tube에 증류수(distilled water) 10 ml 및 acetonitrile 10 ml 을 가하고, ceramic homogenizer를 첨가한 뒤 1,500 rpm에서 10분간 shaking 하여 진탕·추출하였다. 추출액에 QuEChERS kit (4.0 g magnesium sulfate, 1.0 g sodium chloride, 1.0 g sodium citrate tribasic dihydrate 및 0.5 g sodium citrate dibasic sesquihydrate)를 첨가한 후, 1500 rpm에서 10분간 shaking 하여 진탕·추출하였으며 추출액은 4,000 rpm으로 10분간 원심분리 하였다. 이후, 상층액을 취해 필터링하고 GC-MS/MS에 1.0 µl 주입하여 최종 분석하였다.
- 분석 결과 사용된 살균제 모두 대만에서의 MRL 보다 적은 양의 잔류량이 검출되었으며, penthiopyrad와 iprodione은 0.01 mg/kg 미만으로 거의 검출되지 않았다. Dimethomorph와 mandipropamid의 잔류량은 각각 0.065~0.202 mg/kg와 0.023~0.050 mg/kg으로 검출되었다. 따라서 사용된 4가지의 약제는 배추에서 안전 사용기준에 준수하여 사용한다면 수출 대상국의 MRL 기준에 적합하여 농약 잔류 발생에 의한 문제가 없을 것으로 사료된다.
- Cyazofamid의 경우 처리구 1은 한국 기준 MRL를 초과하였고, 대만의 MRL 기준과 거의 근접하였다. 따라서 살균제 사용을 약간 줄이는 것이 바람직할 것으로 사료된다. Metalaxyl-M의 경우 처리구 모두 한국 및 대만의 MRL 기준보다 훨씬 낮은 양의 잔류량이 검출되어 사용의 문제가 없을 것으로 보인다.

표 6-3-13. 배추에서의 살균제 잔류량 분석 결과

처리구	Dimethomorph의 잔류량(mg/kg)	Mandipropamid의 잔류량(mg/kg)	Penthiopyrad의 잔류량(mg/kg)	Iprodione의 잔류량(mg/kg)
1	0.195	0.023	<0.01	<0.01
2	0.202	0.023	<0.01	<0.01
3	0.065	0.048	<0.01	<0.01
4	0.065	0.050	<0.01	<0.01
MRL(대만) ¹⁾	2.5	3.0	5.0	7.0

표 6-3-14. 배추에서의 살균제 잔류량 분석 결과

처리구	Cyazofamid의 잔류량(mg/kg)	Metalaxyl-M의 잔류량(mg/kg)
1	0.921	0.022
2	0.264	0.015
3	0.371	0.013
4	0.147	0.008
MRL(대만) ¹⁾	1.0	2.0
MRL(한국)	0.7	0.2

바. 수출 증대를 위한 활동

1) 배추 수출 증대를 위한 수출협의회 특강

- 2020 배추 수출 증대를 위한 사업계획은 공동마케팅지원 사업을 활용한 협의회 사업기반 강화, 수출질서자율주위[수출가이드라인 운영 등]를 통한 수출활성화 도모임.
- 배추 수출 증대를 위해 2020 상반기 배추수출협의회 정기총회에서 배추대만수출 병해 관리 특강을 진행하였음.
- 농약허용물질목록관리제도 (PLS)는 사용 가능한 농약의 목록(Positive List System)을 작성하고, 작목별로 등록된 농약만 사용하고 이외에는 사용 금지하는 제도임.
- 이는 안전성이 입증되지 않은 수입 농산물을 차단하고 국민에게 건강하고 안전한 먹거리를 제공하기 위해서임.
- PLS는 2016년 12월 31일에는 견과종실류 및 열대과일류를 대상으로 우선적용 되었고, 2019년부터 모든 농산물에 확대 적용 되었음.
- 이에따라 전류농약 허용기준이 설정된 농산물은 기준치 이하만 적합하고 잔류농약 허용기준 이 미 설정된 농산물은 일률기준(0.01 ppm)이하만 적합 판정을 받게 되었음(일률기준이 없는 미등록 농약의 경우 미량이라도 검출되어서는 안 됨).
- 대만에서도 2008년부터 이러한 제도를 시행하고 있다. 따라서 수출시 대만의 농산물 잔류허용기준, 잔류허용기준 면제 살균제, 금지 살균제, 기준 미설정 농약, 기준 미설정 농약(안전성 위반 농약, 사용 금지)등을 사전에 숙지하고 병해에 맞는 적절한 살균제를 사용하여야 배추 및 신선채소류의 원활한 수출이 가능할 것임.

표 6-3-15. 대만 잔류허용기준 면제 살균제 및 금지 살균제

면제 품목	금지 품목
코퍼옥시클로라이드	유기수은제
코퍼설페이트	캡타폴
코퍼하이드록사이드	폴펫
큐프러스옥사이드	디노캡
옥시테트라사이클린	디노뷰톤
폴리옥신	지네브
스트렙토마이신	디탈림포스
테트라사이클린	피라카볼리드
트리베이식코퍼설페이트	글리오딘
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> YCMA1	-
<i>Bacillus subtilis</i>	-
<i>Bacillus thuringiensis</i>	-

표 6-3-16. 대만 기준 미설정 농약(안전성 위반 농약, 사용 금지)

성분	상표명
디니코나졸	빈나리 등
메트코나졸	살림꾼 등
파목사돈	클립톤, 매듭, 골든키, 노타치, 늘사랑, 돌개바람 등

표 6-3-17. 한국 vs 대만 잔류허용기준 비교(등록 살균제). 테부코나졸을 제외한 품목은 대만 잔류 허용기준이 한국보다 같거나 높다

성분	대만 잔류허용기준(ppm)	한국 잔류허용기준(ppm)
아미설프롬	1	0.7
아족시스트로빈	2	0.05
카벤다짐	4	0.7
클로로탈로닐	5	2
사이아조파미드	1	0.7
사이목사닐	1	0.2
디메토모르프	2.5	2
에트리디아졸	0.5	0.07
플루오피콜라이드	3	0.3
만디프로파미드	3	1
메탈락실	2	0.2
프로파모카브하이드로클로라이드	5	1
피라클로스트로빈	2	2
테부코나졸	0.05	2
트리플록시스트로빈	5	0.2
족사마이드	1	1

표 6-3-18. 일정에 따른 병해 및 약제

1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
봄배추 ->						가을배추 ->					
		경엽신장기	결구기, 수확기				경엽신장기	결구기, 수확기			
			뿌리혹병, 노균병, 그루썩음병			무름병, 밀둥썩음병, 검은무늬병, 노균병, 그루썩음병					

병해	적용가능농약
뿌리혹병	미리카트, 명작, 카브리오에이, 에이플 등
노균병	리도밀골드, 포룸, 미리카트, 명작, 코사이드, 인피니트 등
그루썩음병	프리엔, 명작
무름병	영일스마트, 부라마이신, 방범대, 성보싸이클린, 무름탄, 아리농용신 등
밀둥썩음병	명작, 영일바이오
검은무늬병	실바코

2) 배추 및 상추 병해 방제 매뉴얼 개발

- 배추 재배 시 많이 발생하는 병해로 검은무늬병과 노균병이 있으며, 상추에는 점무늬병과 밀둥썩음병이 있다. 배추의 검은무늬병은 Alternaria 곰팡이에 의해 발생하는데, 배추 수확 이후에도 발생한다.
- 상추의 점무늬병도 Alternaria에 의해 발생하는데, 수확 이후 저장한 상추에서 발생하는 검은색의 곰팡이도 Alternaria에 의한 썩음병이다.
- Fludioxonil, defenoconazole, boscalid가 포함된 살균제를 처리하면 효과적으로 억제할 수 있다.
- 배추를 수출할 때 잔류농약 기준치 초과로 인해 국내로 반송되는 사례가 발생하고 있다. 이에 배추에서 사용하는 살균제의 적정 사용량을 제시하였다.

[3협동 순천대학교]

▶ 3차년도

6-3-2 대만 수출용 신선채소류 해충 방제 체계 구축

가. 종합적 방제에서의 농약잔류 최소화 연구

1.1 친환경적 방제방법과 병합하여 잔류 특성 및 허용기준에 맞는 약제 선정

1. 배추좀나방(*Plutella xylostella*)의 약제선택 및 방제방법

약제에 대한 저항성이 쉽게 발달되므로 효과적인 방제를 위해서는 약종선택이 무엇보다도 중요하다. 약제를 선택할 때에는 반드시 동일계통인 약제보다 약제의 작용특성이 다른 계통을 선택해야 하며, 동일 약종을 2~3회 이상 계속 사용하지 않는다. 또한 과다한 약제살포를 피하고 적정약제를 사용해 약제저항성 발달을 사전에 예방하고 지연시켜 방제효과를 높일 수 있게 한다.

배추좀나방 유충은 발육정도에 따라 살충률의 차이가 심하게 나타난다. 3~4령의 유충과 번데기는 살충제에 대한 감수성이 크게 떨어져 효과가 낮다. 일반재배지에서는 알, 유충, 성충이 혼재되어 발생되기 때문에 많은 발생 시에는 7~10일 간격으로 2~3회의 약제살포를 실시해야 한다. 어린유충은 잎살 내에 잠입해 있고 3~4령 유충은 잎 뒷면에 서식하므로 약액이 작물 전체에 고루 묻도록 뿌려 주어야 방제효과를 높일 수 있다. 약제에 대한 저항성이 유발되면 오랜 기간 지속되기 때문에 약제선택, 방제시기 및 방제횟수 등에 세심한 주의를 기울여 저항성이 유발되지 않도록 한다.

2. 파밤나방(*Spodoptera exigua*)의 약제선택 및 방제방법

이 해충은 세계적으로 약제에 대한 저항성이 강한 해충으로 유명하며 국내에서도 농민들이 이들 해충방제에 어려움을 겪고 있다. 비교적 1~2령의 어린유충 기간에는 약제에 대한 감수성이 있는 편이다. 그러나 3령 이후의 다 자란 유충이 되면 약제에 대한 내성이 증가한다. 최근 합성약제에 의한 방제와 더불어 페로몬(성유인물질)에 의한 방제가 큰 효과를 보고 있다.

<표> 배추 및 양배추의 나방류 해충에 등록된 살충제

품목명	상표명	품목명	상표명	품목명	상표명
노발루론 액상수화제	라이몬	디노테퓨란 수화제	오신	디노테퓨란 입상수화제	팬텀
디노테퓨란.스피네토람 입상수화제	격파	디클로르보스.람다사이할로트린 분산성액제	돌격대	디클로르보스.에마멕틴벤조에이트 유제	동방아그로디아블로
디클로르보스.에토펜프록스 유제	희소식	디플루벤주론.인독사카브 수화제	특명	람다사이할로트린 유제	침병, 주령, 서티스, 콘돌, 효자손, 에포킬,
람다사이할로트린.루페뉴론 유제	길라자비	레피멕틴 유제	검투사	루페뉴론 유제	젠토나방킬, 렉스턴, 탄생, 매치, 나방스타, 파밤탄, 총저지, 활주로, 스마트킬
메타플루미존 액상수화제	앨버트	메타플루미존 유제	벨스모	메톡시페노자이드 액상수화제	런너
메톡시페노자이드.스피네토람 액상수화제	제왕, 아그로톱	브로플라닐라이드 액상수화제	모스킬	브로플라닐라이드 유제	제라진
브로플라닐라이드 입상수화제	메디충	브로플라닐라이드.에마멕틴벤조에이트 유제	포르티스브이	비스트리플루론 유제	하나로
비스트리플루론.플루페독수론 액상수화제	슈터	비티아이자와이 입상수화제	젠타리	비티아이자와이엔티423 (액상)수화제	토박이
비티쿠르스타키 수화제	그물망, 스톨피온케이	비티쿠르스타키 입상수화제	툰업	비펜트린 수화제	강써브, 타스타, 이차메, 기개세, 총에짱
비펜트린 입상수화제	메이저, 캡처	비펜트린.디클로르보스 유제	디펜트	비펜트린.인독사카브 수화제	후러니, 선제타격

품목명	상표명	품목명	상표명	품목명	상표명
비펜트린.인독사카브 유현탁제	피엔나노킹	사이안트라닐리프롤 분산성액제	토리치	사이안트라닐리프롤 액상수화제	베리마크
사이안트라닐리프롤 유상수화제	베네비아	사이안트라닐리프롤 유제	프로큐어	사이안트라닐리프롤 유현탁제	엑시렐
사이안트라닐리프롤.루페뉴론 액상수화제	미네토엑스트라	사이안트라닐리프롤.티아메톡삼 입상수화제	미네토듀오	사이안트라닐리프롤.피메트로진 입상수화제	미네토스타
사이클라닐리프롤 액제	라피탄, 버디프린스	사이퍼메트린 유제	푸레스, 강심장, 경농피레스, 성보피레스, 아리피레스, 인바이오피레스, 하이피레스, 피레탄	스피네토람 액상수화제	엑셀트
스피네토람 입상수화제	델리게이트	스피노사드 액상수화제	올가미	스피노사드 입상수화제	촌장, 부메랑
아바멕틴.디노테퓨란 액제	번아웃	아바멕틴.스피네토람 액상수화제	더블клик	아바멕틴.에마멕틴벤조에이트 미탁제	아뱌, 충체포
아바멕틴.에마멕틴벤조에이트 수화제	아바에마	아세타미프리트.루페뉴론 액상수화제	젠토린	아세타미프리트.스피네토람 액상수화제	당찬
아세타미프리트.에마멕틴벤조에이트 분산성액제	크레모아, 빅샷	아세타미프리트.인독사카브 액상수화제	캐치온	아세타미프리트.테부페노자이드 액상수화제	행진
아세타미프리트.플루페녹수론 수화제	모카스	알파사이퍼메트린 유제	화스탁, 멀티플러스, 명쾌탄, 메가패스	알파사이퍼메트린.클로르페나피르 유제	강자촌
알파사이퍼메트린.플루페녹수론 유제	명중	에마멕틴벤조에이트 미탁제	레전드, 아그리젠토레전드	에마멕틴벤조에이트 유제	에마킹, 말라타, 썬이충, 트라제, 메카, 카이노바, 볼카누스, 킹팜골드, 충편치, 동작그만, 에이팜션더, 코난, 에이팜, 워록, 제트팜, 모스파워, 네이팜, 압사충, 맥스팜, 닥터팜
에마멕틴벤조에이트 유탁제	제트팜	에마멕틴벤조에이트 입상수용제	라인업, 하이페론, 프로클레임, 킹팜, 파워네트	에마멕틴벤조에이트.루페뉴론 입상수화제	가이던스
에마멕틴벤조에이트.인독사카브 수화제	쌍권총, 포총탄	에마멕틴벤조에이트.인독사카브 액상수화제	티렉스	에마멕틴벤조에이트.플로니카미드 입상수화제	기대찬
에마멕틴벤조에이트.플로메토퀸 액상수화제	총채나방방	에마멕틴벤조에이트.피리달릴 유현탁제	피리에마	에토펜프록스 수화제	트레본, 충스타, 크로캡, 타키온
에토펜프록스 유제	총케이오, 세베로, 에토펜, 델타포스, 샷건	에토펜프록스.메타플루미존 유현탁제	살리미	에토펜프록스.인독사카브 수화제	바이킹
에토펜프록스.인독사카브 유탁제	청출어람	에토펜프록스.펜토에이트 수화제	로드	에토펜프록스.피리달릴 미탁제	수페리온
인독사카브 분산성액제	어바운트	인독사카브 수화제	암메이트	인독사카브 액상수화제	블랙폭스, 스투어드울트라, 졸결자, 파라독스
인독사카브 유제	암메이트에스, 샬로트	인독사카브 입상수화제	스파랑, 셸파, 아크모스, 아바타	인독사카브.노발루론 액상수화제	플레토라
인독사카브.스피노사드 입상수화제	원파워	인독사카브.테플루벤주론 수화제	송골매	카탐하이드로클로라이드 수용제	선문세다, 파단, 아리갈탑
클로란트라닐리프롤 수화제	프레바톤	클로란트라닐리프롤 입상수화제	알타코아	클로란트라닐리프롤.디노테퓨란 입상수화제	큐어링
클로란트라닐리프롤.람다사이할로트린 액상수화제	앰폴리고	클로란트라닐리프롤.설펡사플로르 액상수화제	나노진	클로란트라닐리프롤.인독사카브 입상수화제	알리세
클로란트라닐리프롤.티아메톡삼 액상수화제	볼리암후레쉬	클로르페나피르 액상수화제	헌티드, 킬체인, 잭큐어, 충킵, 섹큐어, 와일더	클로르페나피르 유제	렘페이지, 아이언맨
클로르페나피르.메타플루미존 유제	라스트원	클로르페나피르.에마멕틴벤조에이트 유제	엘티이	클로르페나피르.클로티아니딘 액상수화제	스트라이크
클로르페나피르.클로티아니딘 유제	섬광	클로르페나피르.플록사메타마이드 유제	타르보	클로르플루아주론 액상수화제	아타브론
클로르플루아주론 유제	아타브론	클로티아니딘.페노자이드 액상수화제	유도피아	클로티아니딘.피리달릴 액상수화제	수퍼볼

품목명	상표명	품목명	상표명	품목명	상표명
테플루벤주론 액상수화제	노몰트	티오디카브 수화제	신기록	펜발러레이트 유제	푸로사이딘, 멀나방탄, 총아웃, 플레톤, 스미사이딘
플루벤디아마이드 액상수화제	애니충	플루벤디아마이드.테플루벤주론 액상수화제	한창	플루벤디아마이드.티아클로프리드 액상수화제	신나고
플루벤디아마이드.플루페녹수론 액상수화제	비락탄	플루페녹수론 분산성액제	카스케이드, 총애존	플루페녹수론.메타플루미존 액상수화제	맬렛플러스
플루페녹수론.인독사카브 수화제	박사내	플루페녹수론.플록사메타마이드 분산성액제	에스페로	플록사메타마이드 유제	캡틴
플록사메타마이드 유탁제	다트룰	플록사메타마이드.메타플루미존 유제	라이징	피리달릴 유탁제	알지오
피리달릴.스피네토람 유탁제	아리썬버드	피리달릴.테부페노자이드 유현탁제	골드러쉬	아미설브롬.디노테퓨란 입상수화제	트레이온

3. 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)의 약제선택 및 방제방법

한 세대 경과일수가 짧아 알, 유충, 용(번데기), 성충이 함께 발생하고 있으므로 비교적 약제에 약한 약충은 약제살포시 사망률이 높다. 그러나 땅속의 번데기나 조직 속의 알은 상대적으로 생존율이 높아 방제가 어렵다. 따라서 시설재배의 경우 아주 심기(정식) 전에 앞작물(전작물)의 잔재물을 제거하고 잡초 등 발생원을 제거하며, 토양소독을 하여 번데기의 생존을 제거시키는 것이 중요하다. 오염되지 않은 건전한 묘를 사용하고 한냉사를 설치하여 시설 내로 성충의 유입을 막는 것이 중요하다. 약제방제는 발생초기 낮은 밀도에서 효과가 있으며 높은 밀도가 되면 용이나 알이 살아남기 때문에 충분한 효과가 없다. 따라서 잎 뒷면이나 꽃, 신초부위 등을 면밀히 조사하여 조기발견에 노력하고 점착 유인리본 등을 설치하여 낮은 밀도에서의 성충 밀도를 억제시킨다. 또한 용화를 방지하기 위하여 은색필름으로 바닥을 덮고(멀칭), 고온 시에는 재배 후 5~7일간 밀폐하여 양열처리한다. 총채벌레의 황색, 흰색 및 청색에 유인되는 성질을 이용한 황색점착트랩을 설치하여 발생량을 예찰한다.

<표> 배추 및 양배추의 총채벌레류 해충에 등록된 살충제

품목명	상표명	품목명	상표명	품목명	상표명
노발루론 액상수화제	라이몬	사이안트라닐리프롤 분산성액제	토리치	사이안트라닐리프롤.티아메독삼 입상수화제	미네토듀오
설포사플로르 액상수화제	트랜스폼	스피네토람 입상수화제	델리게이트	아바멕틴.스피네토람 액상수화제	더블킵
아바멕틴.아세타미프리드 미탁제	온사랑	클로르페나피르 유제	렘페이지, 아이언맨	플록사메타마이드 유제	캡틴
플록사메타마이드 유탁제	다트룰				

4. 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)의 약제선택 및 방제방법

월동난 밀도가 높을 때는 겨울에 기계유 유제를 살포하거나, 발생 초기에 진딧물 전용약제를 1회 살포한다. 6월 이후는 여름기주로 이동하여 피해가 없으며 각종 천적이 발생하므로 약제를 살포하지 않는 것이 좋다. 노지재배의 경우 유시충이 여름기주로 날아와 단위생식을 시작할 때 약제를 살포하여 방제한다. 시설 내일 경우 무당벌레, 꽃등에, 진디벌 등의 천적류를 방사하여 방제할 수 있다. 다른 해충의 방제법과 마찬가지로 약제를 이용한 화학적 방제법을

비롯해 배추가 싹트는 시기에 망사나 비닐 등을 이용하여 진딧물의 기생을 차단하는 방법이 있다. 채소밭 주위에 키가 큰 작물을 심어 진딧물이 날아드는 것을 줄이거나 싫어하는 색깔인 백색이나 청색 테이프를 밭 주위에 설치해 날아드는 진딧물의 수를 줄이는 방법도 있다. 또 진딧물의 기주식물이나 전염원이 되는 작물을 미리 제거해 진딧물 발생을 줄이는 방법 등 다양한 방제법이 시도되고 있다. 진딧물은 번식력이 매우 왕성하고 채소류에 큰 피해를 주는 해충으로, 발생 초기에 방제를 소홀히 할 경우 엄청난 피해를 받는다. 진딧물은 종류가 다양할 뿐만 아니라 종류에 따라 약제에 대한 감수성이 크게 다르기 때문에 약제의 특성에 따라 살충 효과가 다르게 나타난다.

<표> 배추 및 양배추의 진딧물류 해충에 등록된 살충제

품목명		상표명	품목명	상표명	품목명	상표명
델타메트린 유제	선문델타린, 델타시스, 신농팜델타린, 총앤드, 장원, 데스플러스, 업로드, 데시스	델타메트린 유탁제	컨버터, 총장군, 총스타, 승자, 총가네, 단발탄	델타메트린.프로페노포스 유제	한방	
메톡시페노자이드.설포사플로르 액상수화제	포워드	벤퓨라카브 입제	키워드	벤퓨라카브.이미다클로프리드 입제	들바람	
비펜트린 유제	스머프, 다이다이, 강써브, 뉴증원군, 타스타, 비펜스	사이안트라닐리프롤 분산성액제	토리치	사이안트라닐리프롤 유제	포르큐어	
사이안트라닐리프롤.피메트로진 입상수화제	미네토스타	설포사플로르 액상수화제	트랜스폼	설포사플로르 입상수화제	스트레이트	
스피로테트라맷 액상수화제	모벤토	아바멕틴.설포사플로르 액상수화제	수퍼펀치	아바멕틴.아세타미프리드 입상수화제	타이틀	
아세타미프리드 수용제	모스피란	아세타미프리드.스피네토람 액상수화제	당찬	아세페이트.이미다클로프리드 수화제	아나콘다	
알파사이퍼메트린 유제	멀티플러스, 명쾌탄, 화스타, 메가패스	에마멕틴벤조에이트.플로니카미드 입상수화제	기대찬	에스펜발라레이트 유제	적시타	
이미다클로프리드 수화제	코니도, 호리도, 트렉다운, 아리아미다, 타격왕, 래피드킬, 코사인, 코르니, 총채.진디.꽃매미.가루이뚝	이미다클로프리드.메톡시페노자이드 수화제	매리트	클로티아니딘 수화제	세시미	
클로티아니딘 액상수화제	빅카드	클로티아니딘 입상수용제	뚝소리	테플루트린.티아메톡삼 입제	테라피	
티아메톡삼 입상수화제	아라치, 아타라	티아클로프리드 액상수화제	칼립소, 용단폭격	플로니카미드 입상수용제	헥사곤, 만능키, 진디충, 노믹스, 플로리카, 보스카, 세티스, 한판승, 쌍투스, 록키, 애피드킬, 총대포	
플로니카미드.설포사플로르 입상수화제	빅스톤	플루벤디아마이드.티아클로프리드 액상수화제	신나고	플루피라디퓨론 액제	시반토	
피리플루퀴나존 액상수화제	팡파레에스	피메트로진 수화제	체스, 죠스, 무사	피메트로진 입상수화제	플레넵, 우수수	

5. 벼룩잎벌레(*Phyllotreta striolata*)의 약제선택 및 방제방법

생육 초기의 방제가 중요하다. 씨뿌리기 전에 토양살충제를 처리하여 땅속의 유충을 방제하고 싹튼 후 또는 아주심기 후(정식 후)에 희석제를 뿌려 방제한다.

<표> 배추 및 양배추의 벼룩잎벌레 해충에 등록된 살충제

품목명	상표명	품목명	상표명	품목명	상표명
감마사이할로트린 캡슐현탁제	리무진	다이아지논 유제	다지논, 다이진, 델타포스, 다이아톤	다이아지논.에토펜프록스 입제	선풍
다이아지논.테부포스 입제	심토충	다이아지논.폭심 입제	루케테	델타메트린.테부피림포스 입제	근충탄
디노테퓨란 분제	디티07	디노테퓨란 수화제	오신	디노테퓨란 입상수용제	보스, 참수리, 팬텀
디노테퓨란 입제	대포	디노테퓨란.스피네토람 입상수화제	격파	디노테퓨란.에토펜프록스 미탁제	청실홍실
람다사이할로트린 분제	블락킹	메타플루미존 액상수화제	앨버트	메타플루미존 유제	벨스모
베타사이플루트린 분제	지오콜드	벤푸라카브 입제	큐라스타, 키워드	벤푸라카브.이미다클로프리드 입제	들바람
브로플라닐라이드 액상수화제	모스킬	브로플라닐라이드 유제	제라진	브로플라닐라이드 입상수화제	메디충
브로플라닐라이드.에마멕틴벤조에이트 유제	포르키스브이	브로플라닐라이드.에토펜프록스 유현탁제	나방노린채	비펜트린 분제	올커니
비펜트린 입제	스팩, 농활탄	비펜트린.카두사포스 입제	슈퍼갑	비펜트린.카보설판 입제	충폭탄
비펜트린.테부포스 입제	데푸콘	비펜트린.폭심 입제	나가충	사이안트라닐리프롤 분산성액제	토리치
사이안트라닐리프롤 액상수화제	베리마크	사이안트라닐리프롤 유현탁제	엑시렐	사이안트라닐리프롤.티아메톡삼 입상수화제	미네토듀오
사이클라닐리프롤 액제	라피탄	사이플루트린.테부피림포스 입제	카핀다	스피네토람 액상수화제	엑셀트
스피네토람 입상수화제	델리게이트	아세타미프리드 액제	신엑스, 모르피란	아세타미프리드.스피네토람 액상수화제	당찬
에토펜프록스 수화제	크로갑, 트레본, 충스탑, 타키온	에토펜프록스 유제	세베로, 총케이오	에토펜프록스.메타플루미존 유현탁제	살리미
에토펜프록스.테부포스 입제	바태다	에토프로포스 입제	모캡, 신농팜캡, 총에센, 젠토캡, 필사충	에토프로포스.테부포스 입제	심마니
에토프로포스.피프로닐 입제	토양충평정	제타사이퍼메트린 분제	무스탕	카보설판 수화제	포수
카보설판 액상수화제	만루포, 마진	카보설판 입제	쏘버린, 쌀지기, 마살	카보설판.테플루트린 입제	카테고리
카탐하이드로클로라이드 수용제	선문썬다, 파단, 아리칼담	클로란트라닐리프롤 입상수화제	알타코아	클로란트라닐리프롤.디노테퓨란 입상수화제	큐어링
클로란트라닐리프롤.인독사카브 입상수화제	알리세	클로란트라닐리프롤.티아메톡삼 액상수화제	볼리암후레쉬	클로르페나피르.플록사메타마이드 유제	타르보
클로티아니딘 입제	코뿔소	클로티아니딘.페니트로티온 입제	다아라	테부포스 입제	말뚝, 토양탄, 땅사, 멸땅충, 카운타, 아리타보
테부피림포스.테플루트린 입제	자바드림	테플루트린 입제	포스	테플루트린.티아메톡삼 입제	테라피
티오사이클람하이드로젠옥살레이트 수화제	주무기	펜토에이트 분제	엘산	펜토에이트 유제	엘산, 총자비
포레이트 입제	싸이메트, 올광	플록사메타마이드 유제	캡틴	플록사메타마이드 유탁제	다트룰
디메틸디설파이드 직접살포액제	팔라딘	석회황 분제	인바이오석회황	아미설프롬.디노테퓨란 입상수화제	트레이온

6-3-3 대만 수출 맞춤형 해충 무감염을 위한 systems approach (재배적 접근) 매뉴얼 작성

1-1. 대만 수출 포장의 선정부터 파종/재배/수확/저장에서 해충의 감염을 줄일 수 있는 일련의 과정을 매뉴얼로 정리

1. 종자선택

본밭에 있어서 병해충 발생의 1차적인 원인이 되는 종자전염성 병해충을 방제하기 위해서는 건전한 종자의 선택이 필수적이다. 특히 채소의 종자에는 많은 병원균들이 들어있기 쉽다. 또 바이러스병을 일으키는 입자들까지 존재 할 수 있으므로 이들을 파종 전 살균시키기 위한 대책이 필요하다.

2. 육묘 시 방제

종자가 발아할 때는 각종 병해충에 대한 저항력이 매우 약하므로 종자 속에 들어있는 종자 전염성병원균이나 토양 속에 있는 각종 병해충에 의하여 피해받기 쉽다. 종자소독방법에 의하여 퇴치할 수 있지만, 종자가 자라는 토양이 건전하지 않으면 종자가 발아하여 제대로 자랄 수 없다. 육묘 시 또 하나 주의하여야 할 사항은 모판이 진딧물 등 해충에 노출되지 않도록 하는 일이다. 진딧물에 노출되면 이들이 매개하는 바이러스에 오염되게 되는데, 육묘 상의 어린모에는 그 증상이 나타나지 않더라도 본밭에 정식 후 바이러스병이 나타나게 된다. 따라서 육묘상은 가급적 망사로 덮어 환기 시 진딧물 등이 들어오지 않도록 하는 적절한 관리가 필요하다.

3. 정식 전 재배지 관리

토양 속의 각종 병해충의 전염원을 제거하는 것이 중요한데 작물을 재배하기 전에 토양소독을 하여 이들 전염원을 제거하고 재배하는 것이 가장 안전한 방법이다. 동일 작물이나 근연 작물을 연작한 재배지는 병해충이 선택적으로 증식하여 소위 윤작 장애를 일으키게 되므로 이런 밭은 가능한 피하고, 근연작물을 재배하지 않았던 재배지나 처너지에 재배하는 것이 안전하다.

4. 본밭에서 관리

약제를 시용할 때는 병해충의 저항성을 줄이기 위하여 약효가 뚜렷한 전문약제와 일반적으로 널리 쓰이는 범용성 약제를 교호 살포하는 것이 바람직하다. 약제의 사용시기는 되도록 병해충의 밀도가 낮은 발생초기에 할수록 효과가 높다.

1-2. 수출상대국(대만)의 신선채소류 수입검역요건 및 검역대상 해충 제시

1. 수출가능여부 검색 사이트 소개: <https://www.baphiq.gov.tw/ws.php?id=14344>

2. 수출가능 채소류로는 무, 당근, 배추, 양배추, 고추, 파프리카, 피망, 브로콜리, 오이, 호박 (*Cucurbita moschata*), 수박, 참외, 멜론, 딸기, 토마토, 가지, 마늘, 파슬리, 아스파라거스 등이며, 수출가능 품목이라 하더라도 휴대수출은 불가하고, 우편/특송화물로는 수출이 가능하다.

3. 조건부로 허용된 신선 배추 및 양배추의 대만 수출검역 요건

가. 배추

- ① 토양(흙)이 부착되지 않아야 함
- ② 국내에 분포하는 다음의 병해충은 수출식물검역증명서(PC)에 “수출검사 결과 해당 병해충에 감염되지 않았음”을 부기하여야 함
 - 꽃노랑총채벌레, 마늘줄기선충
 - (부기사항) The plants have been thoroughly inspected and found free from western flower thrips [*Frankliniella occidentalis* (Pergande)] and stem nematode [*Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev].

나. 양배추

- ① 토양(흙)이 부착되지 않아야 함
- ② 국내에 분포하는 다음의 병해충은 수출식물검역증명서(PC)에 “수출검사 결과 해당 병해충에 감염되지 않았음”을 부기하여야 함
 - 꽃노랑총채벌레, 뿌리응애, 마늘줄기선충
 - (부기사항) The plants have been thoroughly inspected and found free from western flower thrips [*Frankliniella occidentalis* (Pergande)], bulb mite [*Rhizoglyphus echinopus* Fumouze and Robin] and stem nematode [*Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev].

- 대만 수출 신선채소류 재배 시 사용가능한 농약과 불가능한 농약 일람표 작성

1. 대만수출 양배추 안전성 위반성분 농약

- ① 살균제: 디니코니azole(diniconazole), 메트코니azole(metconazole), 테부코니azole(tebuconazole), 파목사돈(famoxadone)
- ② 살충제: 에토펜프록스(etofenprox), 테부페노자이드(tebufenozide), 플로니카미드(Flonicamid), 플루페녹수론(flufenoxuron)
- ③ 살선충제: 포스티아제이트(fosthiazate)
- ④ 살응애제: 디메 토에이트(dimethoate)

※ 2021년에 양배추 재배농가의 농약사용실태를 조사한 결과, 16개 시군에서 수집한 시료에서 모두에서 잔류농약이 전혀 검출되지 않았음

<표> 양배추에서 농약잔류검사(2021, 순천대 친환경농업센터)

검사시료	성분명	분석결과 (ppm)	잔류허용기준치(ppm)		농약성분
			한국	대만	
CA-01 (화천)	-	-			
CA-02 (양양)	-	-			
CA-03 (원주)	-	-			
CA-04 (인제)	-	-			
CA-05 (홍천)	-	-			
CA-06 (양구)	-	-			
CA-07 (광양)	-	-			
CA-08 (전주)	-	-			
CA-09 (완주)	-	-			
CA-10 (예산)	-	-			
CA-11 (음성)	-	-			
CA-12 (충주)	-	-			
CA-13 (포천)	-	-			
CA-14 (가평)	-	-			
CA-15 (양평)	-	-			
CA-16 (광주광역시)	-	-			

< 수출 마케팅 분야 >

7. 수출국 needs 대응 전략 구축

[1세부 강원대학교]

▶ 1차년도

7-1-1 냉장 컨테이너의 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 최적 조건 정립

: 현지 수출 조직(생산자단체, 수출업체 등) 등과 연계한 수출 전과정 현장 조사
가. 대만 수출 단계별 온습도 환경 변화

- 연구 방법

공시재료: 참여기업 '한스'에서 로메인상추를 대만으로 냉장컨테이너로 수출한 과정 조사

처리방법: 온습도 기록계 4개를 냉장컨테이너 문쪽 2번째 줄 중앙부 등 4곳에 위치

조사내용: 냉장 컨테이너내 온습도 조사

- 연구 결과

상차는 오전에 마쳤으나, 냉장컨테이너의 냉장장치를 켜지 않아 당시 상온이었던 20-25도에 있다가 냉장컨테이너 이동과 동시에 급격히 변화하여 온도는 13시(상차 후 3시간)에 5도, 습도는 90%까지 올라가 적정 저장 수송 조건에 부합하였다. 이후 3일 후 오전 10시경에 현지에 도착하여 컨테이너 개봉 등의 작업이 이루어졌다. 상차 3일 후 12시경에 온습도기록계는 로메인상추 박스에서 꺼내에 상온에 보관되었다. 이상의 내용으로 보면 저온 컨테이너 수송 중 온도는 5도 내외, 습도는 95%이상 유지되어 수송중 품질저하는 거의 발생하지 않았을 것으로 판단된다. 그러나 상차시 냉장장치를 바로 사용하지 않아 저온으로 내려가기 전 2-3시간동안 저온관리가 되지 않았다. 현재 대만 수출 업체류는 수출당일 새벽부터 작업하여 당일 오전 9시~10시까지 상차가 끝나는데, 이 과정에서 예냉단계는 없으며 상차후 냉장컨테이너 이동중 예냉이 이루어지는 것으로 보아야 함. 따라서 여름철 고온기에는 이 기간(상차 후 수송 초기) 품질저하가 발생할 것으로 판단된다. 이번 조사에서는 현지 도착 직후 온습도계를 수거하여 국내 산지에서 상차후 현지 도착 컨테이너 개봉까지의 온습도 변화만 조사되어, 이후 온습도 관리에 대한 정보는 없다. 추후 현지 소매상까지 이동경도의 환경정보 수집이 필요할 것이라 판단된다.

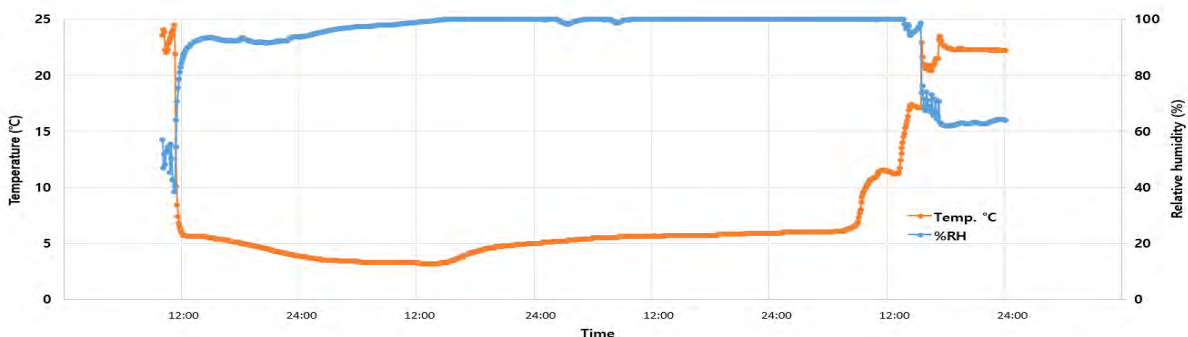


그림. 대만 수출 시 냉장 컨테이너내 온습도 변화

나. 수출시 발생하는 애로사항 발굴

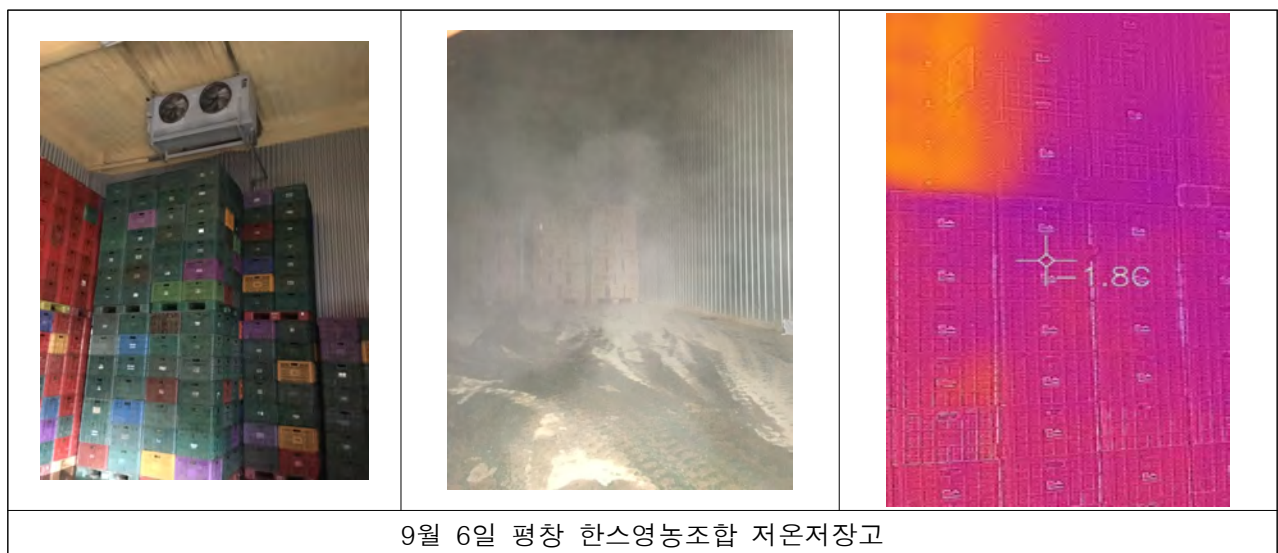
- 수출이 많은 주산지를 대상으로 개발된 기술을 적용하고, 현지 수출 실증을 통해 수출시 발생하는 애로사항 발굴

대부분 대만 수출 업체류는 아래 그림과 같이 포장에서 바로 수확하여 냉장 컨테이너에 상차되어 수출되어 고온기에 예냉과정이 없는 단점이 있다.



그림. 강원도 횡성 상추류 재배 포장에서 수확 직후 상차 과정(2019년 여름)

아래 그림은 수확당시 일기(강우)가 불량하여 수확 후 예냉/저온저장 시설로 이동하여 저장한 경우로 시설의 온도는 1도내외로 예냉을 함께 고려한 저장을 실시하고 있었음 특히 예냉 효과를 얻기 위해 유공플라스틱상자에 보관하여 품온저하를 유도하고 있었다.



9월 6일 평창 한스영농조합 저온저장고

그러나 생산농가의 시설이 열악하여 저장고내 여러 유해인자들에 의해 안정성이 저하 될수 있으며, 저장후 상자포장 단계에서 상온에 노출되고 있었는데 실제 포장상자의 온도를 측정한 결과 14℃까지 상승하여 온도관리 허점이 있었다.



9월 6일 평창 한스영농조합 packing house

▶ 1차년도

7-1 -2 팔레트 단위 차압예냉+필름포장+냉장유통 수확후관리시스템

1) 주요 수출용 농산물의 수확후관리 기술 체계

가. 토마토 예시¹¹

- APC 선별장 온도 12-15℃ 유지 추천
- 예냉처리 : 차압예냉 또는 강제통풍식 예냉 추천
- 이산화탄소 처리 : 변색이 지연되며, 조직이 견고해지고, 병에 대한 저항성이 높아짐
- 포장 : 내포장, 외포장, 팔레트 단위 랩포장 등으로 품질 유지와 충격 방지



나. 딸기 예시¹²

- APC에서 딸기의 품온이 4-5℃ 이하로 유지되도록 관리
- 예냉처리 : 차압예냉을 이용하며, 품온이 0-2℃ 과냉각이 되지 않도록 주의
- 이산화탄소 처리 : 경도 증가
- 이산화염소 처리 : 부패균 발생 경감
- 포장 : 내포장, 완충재, 팔레트 고정 등으로 품질 유지와 충격 방지



다. 엽채류 예시²

- 엽채류 품목에 따른 예냉, 적정필름 포장, 제습처리 후 수출 추적 조사 시행
- 상추 : 개선된 상자 포장 이용시 현지 유통 기간 동안 신선도를 유지함
- 깻잎 : 꼭지 갈변, 해충발생, 물러짐 없이 상품성이 유지됨
- 시금치 : 흡습지와 미세천공필름 이용시 신선도 향상
- 얼갈이배추 : 시들음 및 물러짐 없이 신선도와 품질을 유지함



7-1-3 배추 수출에 적용 가능한 수확후관리 기술 검토

가. 품종^{6,8}

- 현재 국내에서 작기별 재배품종은 매우 다양함
- 품종별로 즉시출하, 단기저장, 그리고 장기저장에 유리한 품종이 있음
- 수출시 신선배추 품질의 균일한 유지를 위해 컨테이너 단위로 단일품종으로 적재해야 함

나. 예냉 및 예건^{3,7}

- 평안지와 고령지에서 재배한 배추의 예냉과 예건처리시 신선배추의 품질유지 효과는 동일한 경향을 보임
- 예건처리한 배추는 장기저장시 갈변 등의 생리장해가 발생함
- 예냉처리는 통풍식 예냉보다는 차압식 예냉이 배추의 품질유지에 우수한 효과를 보임

다. 저장온습도^{4,6}

- 봄배추의 적정 저장온도는 0-2℃임
- 여름배추의 적정 저장온도는 2℃로 조사됨
- 배추 수출시 저장고 및 컨테이너 내부의 온도는 2℃가 유지되도록 설정함

라. 골판지 포장상자⁹

- 배추 수출시 골판지상자는 대부분 흡판형 상자가 사용되고 있음
- 예냉처리와 저온유통을 위해서는 개공을 5.4% 이상의 접음식 상자가 예냉처리와 유통중 품질유지에 효과가 우수함

마. 필름포장^{1,4,5,10}

- 필름포장은 신선배추의 감모 방지로 생체중과 품질유지에 효과적임
- 필름포장은 진균성 병원균의 비산에 의한 감염을 차단하여 병의 전파를 억제함
- 완전밀봉은 혐기조건을 조성하고 필름포장내 물방울이 맺혀 병의 증식이 촉진될 수 있음
- 포장은 팔레트 단위로 HDPE와 LDPE 재질의 기체 이동이 가능한 천공필름으로 외포장을 추천함

4-3. 배추 수출 사례

가. 수출업체 : 농업회사법인 청명

- 수출 원물 : 배추 및 양배추
- 수출 실적(수출금액) : 667,704\$/2017년, 2,157,308\$/2018년

나. 수출 예시

- 일시 : 2019년 11월 22일
- 물량 : 약 110ton(16.2ton/컨테이너 × 7 컨테이너)



그림. 수출에 필요한 각종서류(선적서, 검역증명서, 계약서)

다. 기본적인 유통체계

- 배추 수출은 기본적으로 배추 산지에서 수확후 상차하여 바로 부산항으로 운송하고, 세관 신고 후 선적하여 대만 현지로 수출함
- 대부분의 수출용 배추의 원물은 수확후처리 및 저장 시설을 이용하고 있지 않음
- 수출용 컨테이너는 농산물 유통을 위해 40ft 냉장컨테이너를 이용하며 1회 운송물량은 16.2ton/1,078box임
- 컨테이너 내부 환경조건은 온도는 0-1℃로 설정하고 있으나 습도는 파악하지 못하고 있음
- 수출기간은 각 단계별 상황에 따라 부산항에서 세관신고 및 선적까지 1-2일, 해운운송 2일, 대만항에서 검역 통관 1-2일, 현지운송으로 최종 수입업체 물류기지 입고까지 1-2일 등 총 7일의 유통기간이 소요됨

라. 문제점

- 수확시 : 작업팀원에 따라 작업시간, 작업효율, 작업비용 등이 상이하며 수확에서 상차까지 150-170만원의 경비 소요됨
- 물류비용의 증가도 부담이 됨
- 수확후 처리 없이 바로 유통시킴으로써 품질변화 및 저하된 배추가 발생하며 현지 바이어는 반품 등의 크레임이 없더라도 계약시 수출비용 대비 가격의 하향 조정을 요구하는 경우가 있음

4-4. 결론

가. 수출용 농산물의 수확후관리 기술 체계에서 우수 사례

토마토 수출	딸기 수출	엽채류 수출
<ul style="list-style-type: none"> ○ 경도 유지를 위한 예냉과 이산화탄소 처리 ○ 운송중 물리장해 발생 억제를 위한 충격과 진동방지 포장법 ○ 안전 수출을 위한 수출실증 모니터링 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 병 발생 억제를 위한 이산화탄소+이산화염소 복합처리 기술 개발 ○ 운송중 물리장해 발생 억제를 위한 충격과 진동방지 포장법 ○ 안전 수출을 위한 수출실증 모니터링 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신선도 유지를 위한 적정 필름포장 선발과 제습처리 ○ 포장상자 개선으로 상품성 유지 ○ 안전 수출을 위한 수출실증 모니터링

나. 배추 수출에 적용 가능한 수확후관리 기술

즉시 적용 사항	추후 적용 사항	도입 검토 사항
<ul style="list-style-type: none"> ○ 컨테이너 단위로 단일품종 적재 ○ 수출 전과정중 컨테이너 내부 환경 모니터링 ○ 적정 유통조건인 온도 1-2℃ 및 상대습도 90-95% 유지 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고온기에 수확한 배추는 예냉처리 후 운송 ○ 팔레트 단위 천공필름 포장 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배추 수출용 골판지 상자 개발

다. 배추 수출 사례

현황 및 문제점	보완사항	전망 및 목표
<ul style="list-style-type: none"> ○ 배추 수출과정 중 컨테이너 내부 환경 변화를 모름 ○ 수확후처리 없이 수출하여 품질유지를 위한 관리가 미흡함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 즉시 출하용과 저장용을 구분한 수확후관리법의 제시가 요구됨 ○ 수출시장에서 절임배추의 소비층 확보가 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 품질유지 개선으로 50% 이상 수출증대 촉진

- 참고 자료 -

¹김병삼 등, 2001 포장 및 적입방법이 늦가을배추의 저온저장 중 품질에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지. 8:23-29

- ²김지강, 장민선. 2018. 엽채류, 과채류 혼합 싱가포르 시범 선박수출 및 품질평가. 국립원예특작과학원
- ³배상준 등. 2015. 수확 후 전처리에 의한 고랭지 배추 춘광품종의 저온 저장 중 품질 변화에 대한 비교. 원예과학기술지 33:233-241
- ⁴양용준 등. 1993. 온도 및 포장 방법에 따른 저온저장 봄배추의 호흡량 및 감모율. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:267-272
- ⁵양용준 등. 1993. 가을배추의 장기 저온저장중 저장성에 미치는 품종 및 포장방법의 효과. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34:184-190.
- ⁶엄향란 등. 2013. 고랭지 여름배추 품종간 품질 비교 및 저장온도 최적화. 원예과학기술지 31:211-218
- ⁷엄향란 등. 2013. 저장 전처리 방법에 따른 배추 춘광 품종의 품질변화. 원예과학기술지 31:429-436
- ⁸이광희 등. 2013. 봄 배추 품종별 품질 특성 비교. 한국식품저장유통학회지. 20:182-190
- ⁹이원옥 등. 2003. 배추의 저온유통용 골판지포장상자 개발. 한국식품저장유통학회지. 10:23-27
- ¹⁰이혜옥 등. 2018. Pallet Unit MAP 포장과 플라즈마 복합처리가 봄배추의 선도 연장에 미치는 영향. 원예과학기술지 36:224-236
- ¹¹홍세진. 2019. 농식품 수확후관리매뉴얼 토마토. 농협중앙회
- ¹²홍윤표. 2019. 농식품 수확후관리매뉴얼 딸기. 농협중앙회

[1세부 강원대학교]

▶ 2차년도

7-2-1 냉장 컨테이너의 냉각 효율을 향상시킬 수 있는 최적 조건 정립

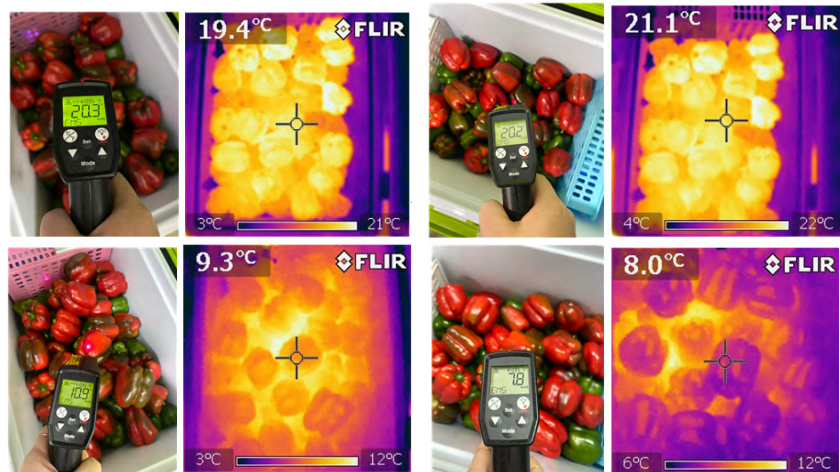
: 재배 산지에서 업체 선별장까지의 모의 유통 방법에 따른 저장성 비교
가, 모의실험 조건 설정을 위한 파프리카 예비 실험

- 연구 방법

처리방법: 강원대학교 유리온실에서 재배된 파프리카 ‘나가노’ 품종을 재배하여 수확 후 아
이스박스내 냉매 및 송풍 크기에 따른 품온 변화

조사내용: 품온 및 열화상 온도

- 연구 결과



냉장 강도에 따른 파프리카 품온 변화(좌: 1 Fan, 우: 2 Fan)

강원대학교 유리 온실내에서 재배된 파프리카를 가지고 냉매 및 송풍에 따른 품온의 차이를 조사하였다. 파프리카 수확 직후 품온은 20°C 내외로 상온 온도와 유사하였는데 송풍의 크기를 작게 하여 4시간 후 조사하였을 때는 10.9°C의 온도를 보였다. 송풍의 크기를 크게 하였을 때는 7.8°C의 온도를 보이며 열화상 카메라로 찍은 이미지에서도 품온이 확실히 떨어진 것을 확인 할 수 있었다. 본 예비 실험을 통해 로메인 상추 재배 산지에서 선별장 이동 시 냉장이 저장성에 미치는 영향을 알아보고자 모의 유통 조사를 수행하였다.

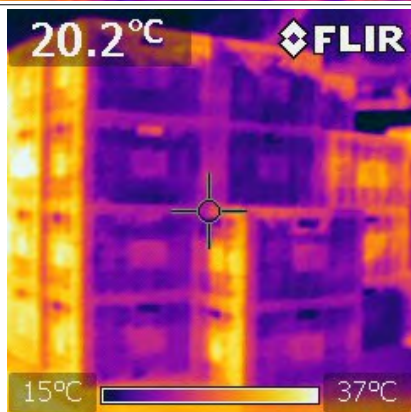
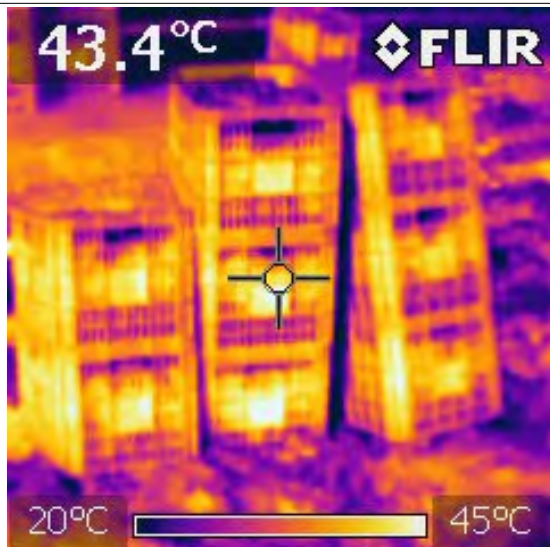
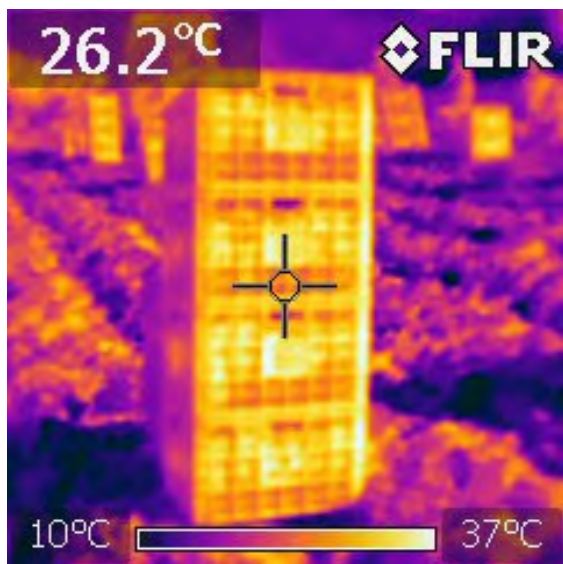
나. 로메인 상추 모의 유통 과정에서 예냉 방법과 포장 조건이 품질에 미치는 영향

- 연구 방법

처리방법: 강원도 삼척 로메인 재배 산지에서 상온으로 3시간, 6시간, 18시간 유통
냉장 3시간 유통

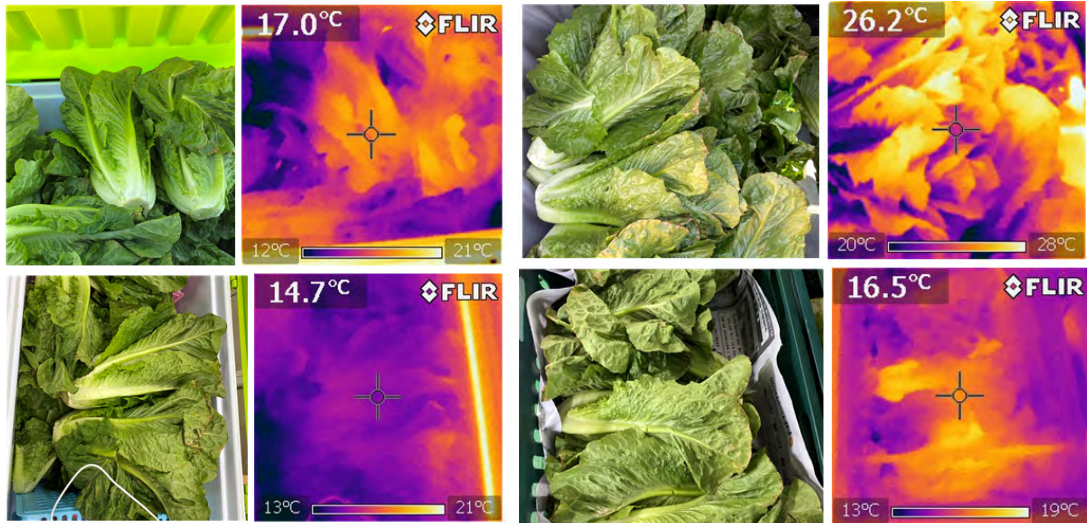
저장방법: 기존 골판지 박스, 천공필름, 50,000cc 비천공필름

조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 포장내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화, 외관, 이취, 경도, 엽록소 함량, 색도



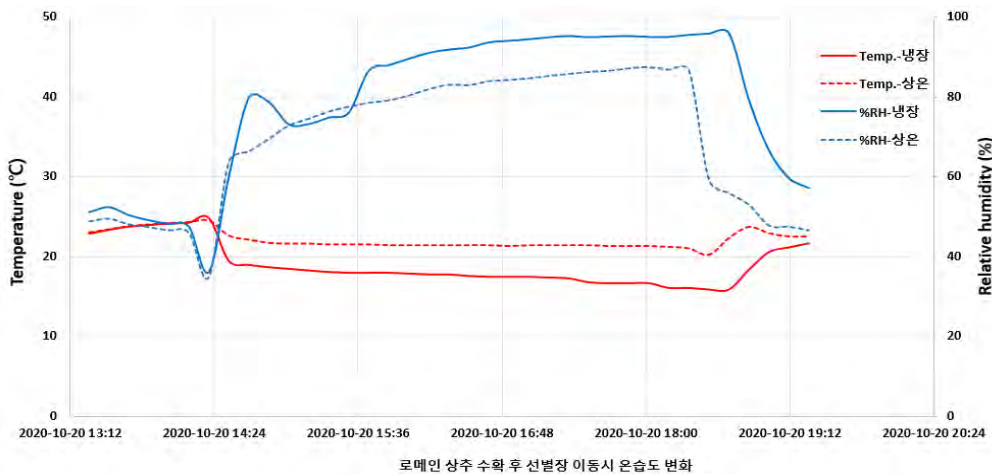


로메인 상추 재배 산지



로메인 상추 재배 산지에서 냉장(좌) 및 상온(우)으로 3시간 이동 후 온도

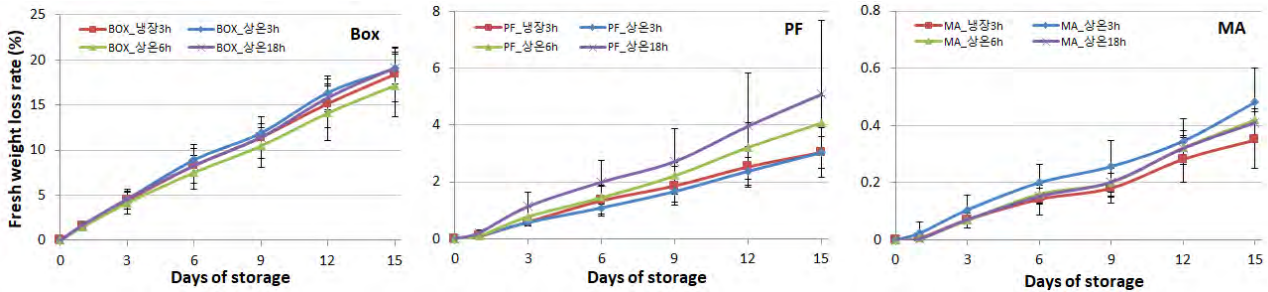
예비 실험 결과를 바탕으로 로메인 상추 산지에서 모의 유통 과정에서 상온과 냉장으로 수송 하였을 때 저장성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수행되었다. 10월 하순에 방문한 상추 재배 산지에서는 해가 있는 낮에도 수확이 이뤄졌는데 상추를 담고 있는 플라스틱의 온도를 측정해보면 최대 45°C까지 올라가는 것을 확인 할 수 있었다. 원예 산물은 품온이 올라가면 올라갈수록 호흡과 에틸렌 발생량이 증가하여 품질 저하가 빠르게 진행되는데 이러한 수확 환경은 로메인 상추의 급격한 외관상 품질 및 내적 품질에도 영향을 미친다. 재배 산지에서 로메인 상추를 수확하여 냉장과 상온으로 3시간 수송하며 품온을 측정하였는데, 냉장의 경우 14.7°C, 상온의 경우 16.5°C로 가을철이라 상온 이동한 원물도 품온은 크게 높지 않았다.



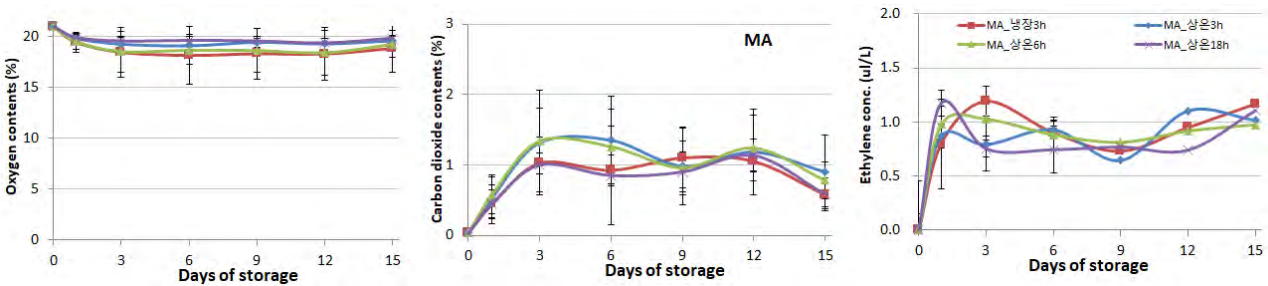
- 연구 결과

로메인 상추 저장 중 생체중 감소율은 기존 골판지 박스에 저장한 처리구들의 경우 저장 종료일인 15일까지 20%에 달하는 높은 감소 정도를 보였고, 유공필름 저장 처리구는 상온에서

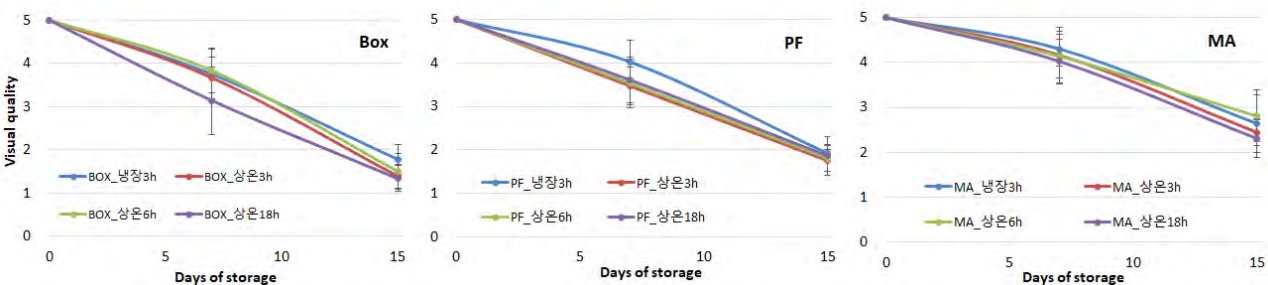
18시간 이동 처리구의 경우 5%, MA저장 처리구는 상온에서 3시간 이동 처리구가 다소 높은 0.5% 감소하였지만 낮은 수치를 나타냈다. 모의 이동 방법에 따른 생체중 감소의 차이는 나타나지 않았다.



모의 유통에서 저장 방법에 따른 저장 중 생체중 감소를 변화

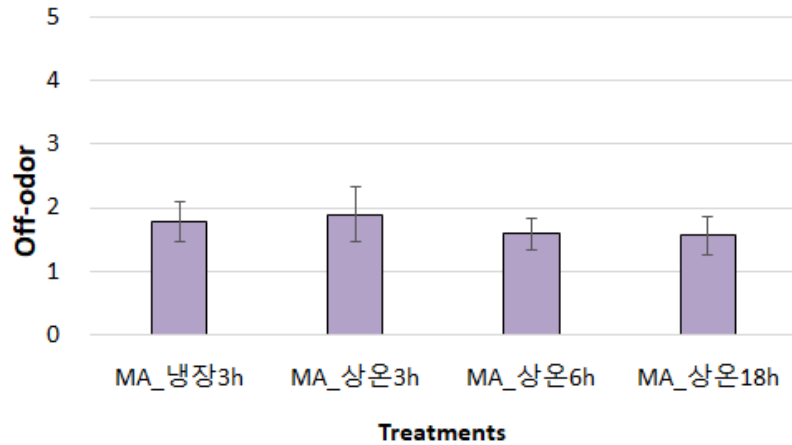


모의 유통에서 저장 방법에 따른 MA저장 중 필름내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

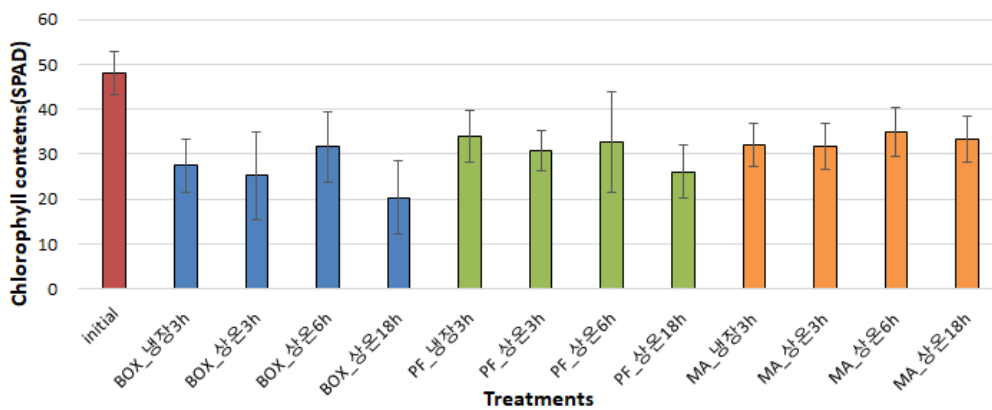


모의 유통에서 저장 방법에 따른 MA저장 중 필름내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

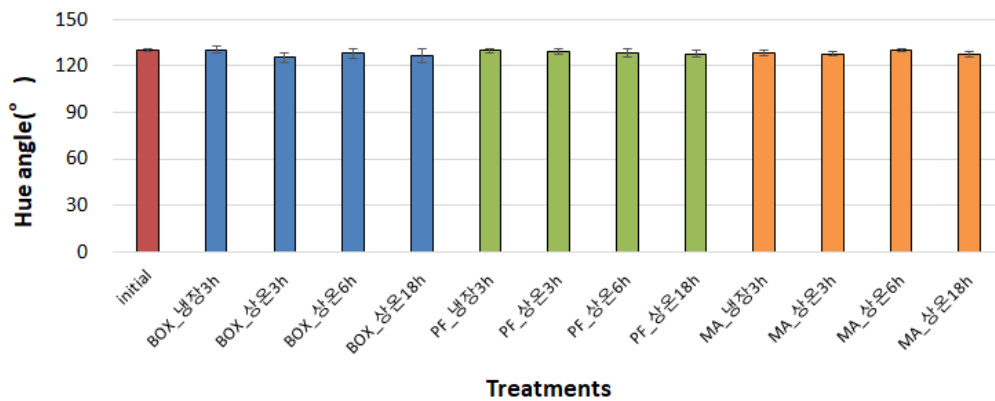
MA저장 중 필름내 산소 농도는 저장 종료일인 15일까지 모든 처리구가 18-19% 내외, 이산화탄소 농도는 1% 내외, 그리고 에틸렌 농도는 1uL/L내외의 수치를 유지하였는데 처리구간의 차이는 나타나지 않았다. 패널 테스트를 통한 외관상 품질은 박스 저장, 유공필름 저장, MA저장 모두 냉장 3시간 유통 처리구가 다소 높았고, 상온 18시간 유통 처리구가 낮았다. 저장 종료일에 박스 저장은 2점 이하, 유공필름 저장은 2점대, 그리고 MA저장의 경우 2-3점의 수치를 보이며 한계치인 3점과 유사하였다. 저장 종료일의 MA저장 포장내 이취는 모든 처리구에서 비슷한 정도를 나타냈다.



모의 유통에서 저장 방법에 따른 MA저장 종료일의 필름내 이취 정도



모의 유통에서 저장 방법에 따른 저장 종료일의 엽록소 함량



모의 유통에서 저장 방법에 따른 저장 종료일의 색도

저장 종료일의 엽록소 함량은 모든 처리구가 초기값에 비해 감소하였고, 박스 저장과 유공필름 저장 중에서는 상온 18시간 유통 처리구가 가장 낮았고, MA저장 중에서는 모든 처리구 유사하였다. 색도의 경우 모든 처리구 초기값과 유사하였고 저장 방법에 따른 차이도 나타나지 않았다.

로메인 상추의 경우 산지에서 선별장 또는 저장고로 유통 시 냉장 상태로 유통 하는 것이 유리하며, 선별 후 MA저장시 수분 감소로 인한 품질저하를 막을 수 있다.

7-2-2 대만 수출 유망 작목 개발 육성

가. 품목 선정 및 타당성 - 품목: 아스파라거스 -

전략 일본으로 수출되는 아스파라거스의 수출 다변화를 위해 2019년부터 시범 수출을 위한 현장 컨설팅, 수출업체 연결 등의 노력을 수행해 옴. 그 결과 2019년 대만 수출 물량은 0.2톤의 시범 수출의 성과를 얻음

아스파라거스의 대만 수출 가능성: 대만현지에서 생산되는 아스파라거스도 많지만, 대만을 포함한 동남아에서는 월동이 없이 계속 생산되는 특성 때문에 아스파라거스의 굵기가 M이하의 작은 사이즈가 주로 생산되고 있으나, 대만 소비자의 선호 등급이 LL임. 국내에서 LL사이지가 많이 생산되어 수출이 가능한 4-5월에 대만시장에서 경합할 국가는 멕시코, 페루로 신선도 유지에 한국산 아스파라거스가 유리함.

The screenshot shows a search results page for '아스파라거스 대만 수출'. The search bar contains the text '아스파라거스 대만 수출'. Below the search bar, there are navigation tabs: '통합', 'VIEW', '이미지', '지식IN', '동영상', '쇼핑', '뉴스', '실시간검색', '어학사전', and '검색옵션'. Three search results are displayed:

- Result 1:** From www.ajunews.com. Title: '[미래의 농어촌]2년새 수출액 11배 경증...품질 좋은 아스파라거스 일본 사로...'. Snippet: '일본 대형마트에서 판매 중인 국산 아스파라거스. [사진 = 농촌진흥청 제공]아스파라거스가 농식품 수출 효자로 떠오르고 있다. 당도·경도가 우수한 국산 우량 품종이 일본시장에서 인기 | 5개국어 글로벌 경제신문 2018.04.04.'
- Result 2:** From tbsm.co.kr. Title: '양구 産 아스파라거스 일본 수출 길 올라'. Snippet: '양구 산(産) 아스파라거스는 2017년에 15.8톤(일본 14.6톤, 호주 1.2톤)이 수출돼 11만5600여달러의 수입을 올렸고, 지난해에는 13.5톤(일본 13.3톤, 대만 0.2톤)이 수출돼 약 10만달러의 수입을 올렸다. 군은 올해에는 1kg당 7,200원의 가격에 20톤을 수출해 12만달러(1달러=1,200원 기준)의 소득을 올리는 것을 목표로 하고 있으며, 기 2019.05.08.'
- Result 3:** From www.ajunews.com. Title: '[미래의 농어촌]국내 최초 아스파라거스 선박수출길 개척한 서현택 연구사 ...'. Snippet: '2% 인사이더즈 중국 산업 체테크 경제 정치 사회 포토 문화연예 보도자료 아주TV [미래의 농어촌]국내 최초 아스파라거스 선박수출길 개척한 서현택 연구사 현상철 기자 입력.. 아시아 타이완 올해 국내여행자 수 10년간 최대 필리핀 교통부, 요금징수 시스템 등 토지은행과 제휴 아주로엔피 아주로엔피 바로가기 정부, '임신14주까 2018.04.04.'

1협동 기관은 강원도농업기술원과 강원대학교 강호민 연구팀은 아스파라거스의 대만 수출 기지가 되고 있는 양구 농가(강원도아스파라거스 생산자 연합회)를 대상으로 한 교육지도와 현장 컨설팅을 2019년부터 지속적으로 수행함

나. 총괄책임자 강원대학교 강호민교수 활동]

- 2020년 5월 19일, 농촌진흥청 주관 '2020년 지역수출단지 양구 아스파라거스 제 1 차 집 중건설팅' 수확 후 관리 기술 담당으로 활동함: 2협동기관 전신재 연구사는 재배기술 담당으로 활동함
- 2020년 10월 28일, 농촌진흥청 주관 '아스파라거스 수출거점 기반조성 방안' 포럼에 토론자 및 좌장 활동

나. 1협동과제 책임자 전신재 연구사 활동 내용

<p>목표보고</p> <p>제목 : 농촌현장 기술지원 추진 결과 보고(아스파라거스, 6603)</p> <p>보고자 : 전신재 / 농촌기술원 특임연구사 / 033-648-6062</p> <p>보고일 : 2020.09.19 18:07:18</p> <p>아스파라거스 농가 기술지원 결과를 점검과 같이 보고합니다.</p> <p>- 일 시 : 2020. 5. 20(수)</p> <p>- 장 소 : 화천군 간동면 동림리 175-29, 정광삼 회장 선별장</p> <p>- 참석자 : 화천 아스파라거스 직박반 15명</p> <p>- 내 용 : 아스파라거스 수출변경에 따른 기술적 대책</p> <p>붙임 : 농촌현장 기술지원 추진일지(5.20)</p> <p>첨부 : [아스_20200520-농촌현장 기술지원 추진일지_1개](6093)</p>	<p>목표보고</p> <p>제목 : 농촌현장 기술지원 추진 결과 보고(아스파라거스, 2077)</p> <p>보고자 : 전신재 / 농촌기술원 특임연구사 / 033-648-6062</p> <p>보고일 : 2020.09.19 18:08:38</p> <p>아스파라거스 농가 기술지원 결과를 점검과 같이 보고합니다.</p> <p>- 일 시 : 2020. 7. 7.(수)</p> <p>- 장 소 : 칠원군 칠원면 녹가</p> <p>- 참석자 : 칠원 아스파라거스 직박반 5명</p> <p>- 내 용 : 수출 아스파라거스 여흥길 관리기술</p> <p>붙임 : 농촌현장 기술지원 추진일지(7.7.)</p> <p>첨부 : [아스_20200707-농촌현장 기술지원 추진일지_1개](6098)</p>	<p>목표보고</p> <p>제목 : 농촌현장 기술지원 추진 결과 보고(아스파라거스, 6819)</p> <p>보고자 : 전신재 / 농촌기술원 특임연구사 / 033-648-6062</p> <p>보고일 : 2020.09.19 18:09:02</p> <p>아스파라거스 농가 기술지원 결과를 점검과 같이 보고합니다.</p> <p>- 일 시 : 2020. 8. 18(수)</p> <p>- 장 소 : 춘천시 서면 금산리 1208(박희봉 회장)</p> <p>- 참석자 : 아스파라거스 신규계약 예정 농민인 등 5명</p> <p>- 내 용 : 아스파라거스 재배와 일반현황</p> <p>붙임 : 농촌현장 기술지원 추진일지(8.19.)</p> <p>첨부 : [아스_20200818-농촌현장 기술지원 추진일지_1개](6898)</p>
<p>농촌현장 기술지원 추진일지</p> <p>일 시 : 2020. 05. 20(수) 10:00-12:00</p> <p>장 소 : 화천군 간동면 동림리 175-29, 정광삼 회장 선별장</p> <p>참석인원 : 참여농가 화천 아스파라거스 직박반 15명 기술지원단 농업연구사 전신재</p> <p>핵심내용 : 아스파라거스 수출변경에 따른 기술적 대책</p> <p>전설명 세부내용 : <ul style="list-style-type: none"> □ 전설명 핵심 내용 <ul style="list-style-type: none"> ○ 아스파라거스 운라민 판매시 포장방법 ○ 봉수축 조류 후 일경기술 등 □ 세부내용 <ul style="list-style-type: none"> ○ 봉 수축 조류시절이 다가옴에 따라 일경을 준비해야 함. 일경시기는 일반적으로 수확하고 있는 순박가 가능여지는 시기를 기준으로 하지만, 가파사실 가파 등의 영향을 받음. ○ 일경시 물기는 최대한 묽은 물기를 선별하여 주당 3-4줄기를 유지하는데, 물기양 일정한 간격을 물 수 인도표 물기를 선별해야 함. 이는 장을 일경하게 받을 수 있도록 함. ○ 일경 후 직경은 120~150cm의 물이로 하는 것이 적합함. 그보다 높은 위치에서 직박하면 바닷물의 경우 양어용 토질이 나오게 됨. 그리고 용이한 수확을 위하여 직박부에서 약 70%높이까지의 수직 벽 면을 직박해야 함. ○ 아스파라거스 수확 후 장사들은 냉장보관 후 가공에 이용함. </p> <p>【농업인 컨설팅】 【시설물 견학】 【수확 견사들】</p>	<p>농촌현장 기술지원 추진일지</p> <p>일 시 : 2020. 07. 07(수) 10:00-12:00</p> <p>장 소 : 칠원군 칠원면 녹가</p> <p>참석인원 : 참여농가 칠원 아스파라거스 직박반 5명 기술지원단 농업연구사 전신재</p> <p>핵심내용 : 수출 아스파라거스 여흥길 관리기술</p> <p>전설명 세부내용 : <ul style="list-style-type: none"> ○ 아스파라거스 고온기 생육시 지나간 고온은 광합성을 억제하고, 호흡을 증가하므로 생육이 저하됨. 이를 방지하기 위하여 시설 내 환풍 등을 통하여 온도 조절을 하고 있음. ○ 그러나, 대부분이 아스파라거스 농가는 시설 내 온도 조절을 위한 적극적인 시설을 없는 실정임. 따라서 최소한 지붕 환풍기 등을 설치할 필요가 있음. ○ 아스파라거스는 여러 가지 순박가 발생하고 있어, 이를 방지하기 위하여 하루씩 측면에 방출량을 많이 설치하고 있음. 방출량의 설치는 순박 발생되는 순 도음이 되는 것이 사실 이지만 이로 인하여 환기율을 매우 떨어짐. 따라서 방출공방비 등 지 발생지 알아짐. ○ 아스파라거스는 9월하순까지 지속적으로 수확 할 수 있으며, 기간은 가능이름. ○ 아스파라거스 알그루의 경우 물이 되고 수경하여 많은 양의 열매가 맺힘. 물결기 중자가 떨어져 나오지 않게 제거 필요함. </p> <p>【농가 컨설팅】 【방출방 견학】 【물가 견사】</p>	<p>농촌현장 기술지원 추진일지</p> <p>일 시 : 2020. 08. 18(수) 14:00-16:00</p> <p>장 소 : 춘천시 서면 박은방 회장 도장</p> <p>참석인원 : 참여농가 아스파라거스 신규계약 예정 농업인 등 5명 기술지원단 농업연구사 전신재</p> <p>핵심내용 : 아스파라거스 재배의 일반현황</p> <p>전설명 세부내용 : <ul style="list-style-type: none"> □ 아스파라거스 재배현황 <ul style="list-style-type: none"> ○ 아스파라거스는 전국 재배면적의 70%가 강원도에서 재배되고 있으며, 강원도에서는 춘천, 양구, 인제, 화천, 원주에서 재배되고 있음. 전국적으로는 중남, 양남, 전남, 전남, 경기, 강원, 경북, 경남 등이 주산지 됨. ○ 경제성의 경우 가파사실 가격은 연평균 10,000원/5kg내외이고, 장감량이 많은 5월과 7월의 단가가 낮고, 6월, 8, 10월이 가장 높음. □ 신규 재배시 어휘준비 및 유의사항 <ul style="list-style-type: none"> ○ 아스파라거스는 결기 후 3년 정도가 지나야 경제적인 수확이 가능해 짐. 이시기에 대한 대책이 필요함. ○ 재배 중 노동력이 가장 많이 투입되는 부본은 수확, 농약살포로 결구원, 수확 및 농약살포의 공적목을 위한 여러 가지 노력이 시도되고 있음. </p> <p>【기술지원】 【재배모양】 【병해관리】</p>

다. 2021년 계획




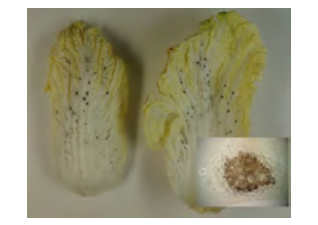

- 강원도아스파라거스생산자연합회와 함께 대만 수출을 위한 아스파라거스 수출용 포장상자 개량, 병해충 관리 분야에 대한 컨설팅 수행 예정임
- 현재 일본 수출용 아스파라거스 포장 박스는 총괄연구책임자인 강호민 교수(지적재산권 등록번호: 30-0969143)가 2017년 개발 보완한 형태로 단거리인 일본의 선박수출에는 적합하나, 대만의 경우 일부 보완이 필요함
- 대만의 경우 5일 이상의 선박수송기간을 포함하여 10일 이상의 수송 유통기간이 필요하나, 이 기간 호흡이 매우 왕성한 아스파라거스는 호흡과 증산으로 인한 수분손실이 크게 발생할 수 있어, 포장상자의 개량이 요구됨
- 10일 선박수출 후 10%이상의 중량 감소가 나타나 수입업체에서 이에 대한 보완을 요구받음. 2019년 수출은 일부 항공으로 진행되었는데, 현재 항공수송료가 작년대비 3배이상 증가하여 수출 경쟁력 확보를 위해 선박수출 기술 확보가 절실함 특히 DDA 발리 패키지 체결 영향으로 2024년부터 수출 보조금 지급이 어려워져 수출농가의 수송비 절감 등의 경쟁력 확보 노력이 더욱 필요함



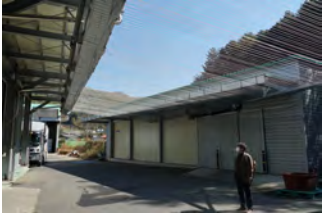





▶ 2차년도

7-2-3 수확후 처리법 중 현장적용 가능한 실용 기술 보급

- 배추의 수확후관리체계 보완 및 정리
 - 기존의 수확후관리 매뉴얼에 없거나 보완이 필요한 항목 추가
 - 3차년도까지 연구 수행으로 지속적으로 업데이트 진행

단계	내용		
수확	수확전 및 수확중	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 재배포장에서 각종 생리 및 병리장해 확인으로 상처전 비상품개체 유입 방지 <ul style="list-style-type: none"> - 저장 유통중 증상이 심해지는 장해에 주의 - 수확시 배추에 흙이 묻지 않도록 주의 ◦ 깨씨무늬증상은 질소 시비량이 부족하거나 특히 과다 시비한 토양에서 증상이 심하게 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 저온 저장중 증상은 뚜렷해지므로 포장에서 증상이 희미하게라도 발생하면 수확후 바로 출하함 ◦ 수확시 포장 내 진입하는 소형트럭에 의해 다져진 토양 <ul style="list-style-type: none"> - 석회 흡수에 불리하여 꿀통배추 발생 유도 - 다른 비료 성분의 흡수도 억제되어 저장성 악화될 수 있음 - 트럭에 의해 다져지는 지역(진입로 근처 등)에서 수확되는 배추는 즉시출하용으로 분리해서 상처 - 실제 수확 현장에서는 분리가 어려우므로 수확이 끝난 후 집중적으로 경운 ◦ 질소량이 많은 토양에서 재배한 배추는 저장성이 약하므로 즉시 출하 <ul style="list-style-type: none"> - 직출하한 배추는 절임가공시 품질에 문제 없음 - 단 장기저장시 절임배추 가공시 쉽게 물러지거나 질겨지는 형상 발생 ◦ 수확용 각종 도구는 반드시 소독하여 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 수확용 칼은 1열 수확후 소독을 반복하며 작업 	 <p>(저장중 확산될 가능성이 있는 노균병 감염 배추)</p>  <p>(흙이 묻지 않게 절단된 모습)</p>  <p>(트럭에 의해 다져진 토양)</p>  <p>(깨씨무늬증상과 현미경 사진)</p>
	수확후	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 수확시 건조처리 여부 선택 <ul style="list-style-type: none"> - 재배환경이 배수불량이나 강우 등으로 인해 배추의 수분 함량이 높아지는 경우 수확시 뿌리 절단 부위와 겉잎 건조로 병 발생억제 유도 - 시간이 경과할수록 품질유지 효과는 감소하므로 건조시간은 30분-1시간 이내로 최소화 	 <p>(포장에서 절단면이 건조가 잘되도록 쌓아 놓은 배추)</p>

<p>운송</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 운송중 흔들림 방지 대책 검토 - 운송중 흔들리지 않도록 팔레트 단위 랩핑 - 운송중 흔들림 방지를 위한 방지 대책 마련(타작물 수출 사례 도입) - 냉장탑차를 이용한 운송중 온습도 모니터링 및 데이터 보관 	 <p>(운송중 흔들리지 않도록 현장에서 팔레트 단위 랩핑)</p>  <p>(컨테이너 차량에 문에 흔들림 방지용 완충재 삽입)</p>
<p>APC</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ APC(저장고 포함)내 일반 관리 사항 - 저장고내 청결 유지 - 입고 및 출고시 원활한 물류 이동(동선) 관리 - 집하장에 반입되는 원물의 품질 유지를 위해 직사광선을 피할 수 있는 차광시설 설치 - 작업장내 청결을 유지하기 위한 시설(흡진기 등) 설치 - 고온기에 수확한 배추 저장시 차압예냉 시설 확보 - 저장고내 위생안전을 위해 플라즈마 발생기 설치 - 이용한 농자재(박스 팔레트, 수확용 칼 및 기타 장비) 소독 및 철저한 건조로 병리장해 최대한 억제 	 <p>(개폐식 간이 차광시설)</p>  <p>(박스 고압스팀 살균)</p>
<p>출하</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 출하 준비를 위한 검토 사항 - APC내 청결 유지와 동선 방해를 방지하기 위한 자재 전용 창고 확보 - 무거운 물량의 운반 작업을 용이하기 위해 도르레를 이용한 간이 운반 시설 설치 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 가공공장으로 출하시 주의 사항 - 절임가공업체로 출하시 원물이 햇빛에 최대한 노출되지 않도록 신속한 반입 유도 	 <p>(자재창고가 부족해 작업장의 동선 및 작업환경을 방해)</p>  <p>(지게차로 운반된 배추를 절임라인으로 바로 투입)</p>

*참고자료

- 본과제 연구수행 결과

- 배추 수확후관리 및 저장기술 매뉴얼(김병삼. 과학기술기반 채소류수급 유통고도화사업단)
- 농촌진흥청 배추 수확후관리매뉴얼

◦ 배추 재배 농민 현장교육 1회

- 고성군농업기술센터에서 배추 재배 농민을 대상으로 수확후관리 교육(8월 13일) 1회 수행




◦ 수출업체 현장컨설팅 2회



- 대상 기업 : 농업회사법인 청명
- 컨설팅 내용 : 일반 및 CA저장(10월 19일)'과 '배추 수확후관리(11월 16일)'

3) 수확후관리 시스템 구축을 위한 현장 실사

◦ 실험농장에서 수확기 현장 조사



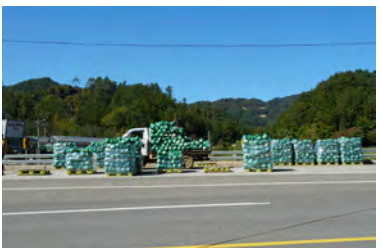
- 배추 포장에서 발생한 병리장해 조사
- 수확이후 각 병원균의 전염 및 증상 심화 가능성 검토

종류	방제법	증상
순무모자이크바이러스 (turnip mosaic virus)	<ul style="list-style-type: none"> - 연작 회피 : 유채, 무, 배추, 시금치, 썩갓 등에서 발병 - 전염 매개체인 진딧물 방제 - 배추와 잡초 제거 	
노균병 (<i>Peronospora brassicae</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - 병든 잎은 조기 제거 및 소각 - 시설 내에서는 환기에 주의 - 토양이 과습하지 않도록 관리 - 기타 흰무늬병에 준하여 방제 	
무름병 (<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - 2~3년 동안 벼과/콩과 작물 윤작 - 5~6엽기 후에 지제부까지 약제(스트렙토마이신제)가 도달하도록 1회 및 필요시 결구기까지 약제 방제 - 포장의 배수/통풍 관리 주의 - 강우 직후에는 수확하지 않을 것(수송 중에도 무름병 발생) 	
	수확시 이병주 혼입시 유통중 병의 확산 가능성 적음	
	수확시 이병주 혼입시 유통중 병의 확산 가능성 있음	
	수확시 이병주 혼입시 유통중 병의 확산 가능성 높음	

<p>뿌리혹병 (<i>Plasmodiophora brassicae</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 토양이 과습하지 않도록 관리 - 수확 후에 흙을 제거하여 소각 - 토양 pH7.2 이상으로(석회 시용) - 이병토가 유입되지 않도록 주의 - 재배지는 윤작 재배 - 저항성 품종은 약제 방제효과 우수 - 유기물을 다량 투입(생육 강화) - 발병 토양 예방적 방제(후론사이드 또는 후루아지남 제제) <p>수확시 이병주 혼입시 유통중 병의 확산 방지 적음</p>	
<p>검은무늬병(흑반세균병, 흑부병) (<i>Xanthomonas campestris pv campestris</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 저항성 품종 선택 - 해충을 제거하여 식물체에 상처 방지 - 종자 소독 - 농업용 항생제(스트렙토마이신, 델란 K)를 이용하여 방제 <p>수확시 이병주 혼입시 유통중 병의 확산 가능성 적음</p>	

*방제법 참조 : <http://www.nongsaro.go.kr>

○ 생산지 현장 조사

장소	내용	현장
<p>생산지 (A) (8월 수확)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 여름철 고온기에는 해뜨기 전(새벽 3-7시)에 수확에 집중함(새벽 5시 전후에 이미 외기는 24℃ 이상이며, 배추 품온은 17℃) - 수확하면서 바로 망 포장 작업을 하여 1ton 트럭이 적재하기 쉽게 쌓아놓음 - 대형트럭이 즉시 출하할 수 있도록 대기 - 문제점 : 병리 장애, 생리장애, 품질 등의 판별 작업에 한계가 있음 	
<p>생산지 (B) (10월 수확)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 1차 절단작업 완료후 2차 망작업 진행 - 절단후 배추 배열로 간단한 건조처리 - 절단시 1차 정선 후 망작업시 2차 정선 - 문제점 : 포장에 1ton 트럭 진입으로 재배 포장에 경반층 형성 	
<p>임시 집결지 (10월 수확)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 일반 도로 중 넓은 공간 활용으로 빠른 작업과 지게차 활용이 용이함 - 1ton 트럭으로 운반 후 대형트럭에 상차 - 유통 중 흔들림 방지를 위해 팔레트 단위로 랩핑 후 상차 - 문제점 : 차광시설을 설치할 수 없어 작업 중 직사광선에 노출되는 문제가 발생 	

○ 배추 수확후관리 현황 조사

- 배추 전용 APC 운영 현황

주요 취급작물	무, 배추
APC 현황	<ul style="list-style-type: none"> - 총면적 1,400평, 1실당 면적 50평, 저장고 높이 6.5m - 배추저장량 2,000톤/회, 6,000톤/연 - 저장고 설치연도: 2014년
전경	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> - 대형트럭에 상차된 상태에서 중량을 계측할 수 있는 시설을 진입로에 설치 - 단지내 차광시설이 없어 입고된 물량은 진계차를 이용하여 APC로 바로 진입
전처리	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <ul style="list-style-type: none"> - 대형 차압예냉 시설 보유 : 입고된 배추는 20-24시간 저온 처리후 저장 - 처리한 배추는 20일간 저장후에도 절임가공적성 유지
저장	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <ul style="list-style-type: none"> - 0-1.5℃에서 망포장 또는 수확용 박스 저장 - PE필름 저장시 저장 연장 효과 검증-
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <ul style="list-style-type: none"> - GAP와 HACCP 인증시설 보유 - 저장 원물을 직접 절임가공 공정에 투입 가능

구분	내용
배추의 원료 매입 및 출하	○ 저장유형 : 월동배추 (○), 봄배추(○) 여름배추 (○), 가을배추(○)
	○ 출하처: 도매시장 및 대형마트 시장출하(20%), 김치공장 직거래(80%)
배추저장 환경	○ 저장온도 1-1.5℃ (월동배추 : 0.5℃) ○ 환기방법: 환풍기, 환기횟수: 1회/주, 환기시간: 30분/회(겨울: 60분)
포장 및 적재 방법	○ 포장방법 : 그물망/상자/플라스틱필름 등 ○ 적재방법 : 그물망 - 철재파레트, 상자 - 플라스틱파레트 3단적재, 적재간격은 통로 확보 정도로 70-80cm
저장관리	○ 입고 및 출고 시기 : - 월동배추 : 12월 초 / 입고후 20일 - 봄 배 추 : 6월 중순 / 입고후 20일 - 여름배추 : 7월 중하순 / 입고후 20일 - 가을배추 : 9월 중하순 / 입고후 20일
	○ 전처리(예냉 등) 유무 : 예냉(5℃)
	○ 저장가능기간 : 20일
	○ 저장병(장해) 발생시 대책 : 저장기간이 짧아 저장장해 및 부패율 거의 없음 ○ 출하전 전처리방법(예: 다듬기, 재포장 등) : 없음
냉동기기 설치 및 운전	○ 냉각방식 : 직팽식 ○ 덕트 : 천덕트 ○ 제상방법: 히팅코일, 제상주기 : 30분/4시간(겨울 20분/4시간)
저장 노하우	○ 창고소독방법 : 청소 후 락스 소독 ○ 봄배추나 여름배추 저장 방법 : 차압식예냉 후 저장 ○ 에틸렌분해장치, 플라즈마나 오존장치 등은 사용하지 않음




- 강원도 일반 APC 운영 현황

소재지(주작목)	내용
강릉 (감자, 무, 배추 등)	 <p>- 개선점 : 진입로 및 집하장에 차광시설 없음, 저장은 보관 개념으로 운영 - 장점 또는 적용 검토 사항 : 수급물량 조절로 즉시 출하(원물의 품질 관리)</p>

<p>평창 대화 (감자, 고추, 배추, 브로콜리 등)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 특이점 : 브로콜리/양배추 선별 후 나오는 부산물의 사료화 - 장점 또는 적용 검토 사항 : 상대적으로 소규모 APC에서 일부 작물의 차별화된 선별 및 장기 저장기술(입고시 숙기 조절, 예건, 고습도 유지 등) 보유
<p>평창 봉평 (감자, 무, 배추 등)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 개선점 : 저장고내 청결 유지, 입고 및 출고 관리 주의 - 장점 또는 적용 검토 사항 : 집하장에 차광시설
<p>평창 진부 (감자, 무, 배추 등)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 개선점 : APC내 청결 유지, 자재 전용 창고 확보 - 장점 또는 적용 검토 사항 : 집하장에 차광시설 우수, 도르레를 이용한 간이 운선 시설
<p>횡성 (감자, 무, 배추 등)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 개선점 : 진입로 및 집하장에 차광시설 없음, 저장고내 청결 유지 - 장점 또는 적용 검토 사항 : 지게차와 소형차량이 쉽게 APC 시설내로 진입할 수 있도록 진입로(다수) 배치
<p>기타</p>	<p>정선 소재 APC(1개소) : 검토 사항 없음</p>

7-2-4 수확후관리 시스템 구축을 위한 현장 실사

(변경 : 배추 수출업체의 수출 및 우수 APC 현장 실사)

수출업체 (청명 영농조합법인)	주품목 (배추, 양배추)	주요 수출대상국 (대만)
항목	주요 현황	
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> - 2013년에 설립하여 국내 내수시장과, 특히 대만을 수출 대상으로 하여 배추와 양배추를 집중적으로 수출하고 있음 (배추8:양배추2) - 본 업체는 지역별로 ID를 부여받은 재배농가를 집중관리하면서 수출용 배추 생산에 주력하고 있음 - 수출실적 : 2017년 1,325톤, 667만불 > 2018년 5,433톤, 2,157만불 > 2019년 7,050톤 2,334만불 > 2020년 186톤, 177만불 (코로나19로 인하여 감소, 현재 수출 중) 	
수확		<ul style="list-style-type: none"> - 흙이 묻지 않도록 겉잎은 제거하며 크게 절단하고 있음 - 절단부위와 겉잎 건조로 병 발생 억제 유도가 필요하며, 수확 현장에서는 따로 절단면 건조 작업이 이루어지지 않음 - 30분~1시간 이내로 건조처리 적용이 필요함
상차		<ul style="list-style-type: none"> - 15kg 박스를 이용하여 수확과 동시에 포장하여, 소형 트럭에서 대형 트럭으로 이동함 - 수확시 포장 내 진입하는 소형 트럭에 의해 문제가 발생할 우려가 있으며, 실제 수확 현장에서는 적용 및 분리가 어려우므로 수확이 끝난 후 집중적으로 경운할 필요가 있음
유통		<ul style="list-style-type: none"> - 재배포장별로 분리되어 출하하고 있음 - 수출시 컨테이너 온도는 1-0도로 유지하며, 컨테이너 1개에 15kg 박스 1078개를 선적함 - 산지에서 부산까지는 2일, 부산에서 대만까지는 3일이 소요되어 유통까지 총 5일 소요 - 운송 중 온습도 모니터링 및 데이터 보관은 이루어지지 않음 - 현재까지 잔류농약과 관련된 클레임은 없음 - 대만 61개 업체 중 5개 대상으로 거래를 하고 있으며, 고정 거래처는 없음

◦ 내수와 수출을 병행하는 APC

APC 소재지 (강원도)	주품목 (토마토, 파프리카)	주요 출하처 (일본, 국내 대형마트 및 도매시장)
항목	주요 현황	적용 검토 항목
반입 반출	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 반입/반출 시설(데크와 캐노피)은 갖추고 있음 ◦ 반입된 원물의 하차는 지게차를 이용함 <ul style="list-style-type: none"> - 운송중 박스가 흔들리지 않고 적재량을 최대한으로 할 수 있도록 APC에서 1ton 트럭에 적합한 팔레트(150X150)를 자체 제작하여 농가에 보급 - 농사에서 반입시 전용팔레트로 작업효율 증대 ◦ 출하처의 요구에 따라 냉장/실온유통 병행 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 운송중 박스가 흔들리지 않고 적재량을 최대한으로 할 수 있는 1ton 트럭용 팔레트(150X150) 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 수확시 이용되는 1ton 트럭에서 대형트럭으로 이동시 활용 가능 ◦ 진입구간 및 집하장에 차광시설 설치
작업장	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 작업장내 필요한 시설 보유(로봇팔 없음) ◦ 작업장내 온도는 20℃로 유지하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 반입된 원물이 당일 출고시 결로 문제는 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 입고, 출고, 유통 중 결로 방지를 위해 APC 작업장 및 유통중 온도 관리
수확후처리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 수확후처리 시설 없음 ◦ 작업장내 반입부터 선별시까지 원물의 관리는 서버에 data 기록(선별장내 온습도는 수기 기록) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 원물관리 기록을 서버에 저장 및 data 관리
선별시스템	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 중량(파프리카) 및 색택(토마토) 선별기 운영 ◦ 반입시 농가에서 1차 선별이 될 수 있도록 하여, 비상품과 발생률을 1% 이하로 유지함 ◦ 선별에 이용되는 data를 관리하는 전용 컴퓨터와 서버 관리인력 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 선별 및 출하시 품질 관리를 위한 전문 선별 인력 육성
포장시스템	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 출하처에 요구하는 포장 시스템 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 대포장(골판지), 소포장(플라스틱 용기, MA포장) ◦ 출하처가 요구하는 포장 단위가 모두 달라 일괄 자동화시스템 구축이 어려움 ◦ 자동중량 체크하며, RFID는 사용 않함 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 원물의 생산 및 유통 이력의 확인이 가능하도록 ◦ 물리적 충격 방지 보완할 수 있는 방법
저장시스템	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 소포장 단위에서 모든 출하처가 요구하는 포장 시스템(다용도 기계) 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 저장고 온습도 모니터링 및 제어가 온라인(또는 스마트폰 앱)으로 가능한 시스템 구축
출하유통	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 위탁한 유통업체에서 출하처가 요구하는 온도 조건에 맞춰 운송함(저온탑차에서 모니터링) <ul style="list-style-type: none"> - APC, 운송중, 그리고 출하처에 맞춘 온도 관리로 결로 발생은 없음 - 상차시에만 APC에서 확인함 ◦ 자체 냉장유통 차량 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 유통중 온습도 모니터링 및 data 관리
위생 안전	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 두 작목 모두 GAP 인증 받음 ◦ 수확용 상자의 스팀 살균 처리 <ul style="list-style-type: none"> - 반입된 원물의 취급 후 수확용 상자는 모두 스팀살균 처리하여 건조시킨 뒤 농가에 보급함 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 출하처에 어필할 수 있는 인증 제도 취득 ◦ 업체 보유 농자제 소득
품질 평가	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 품질 체크 장비 없음 ◦ 전문 인력으로 품질관리를 수행하고 있음 ◦ 집하장 및 선별장에 품목별 수확후관리 매뉴얼과 리플릿은 구비되어 있으며, 품질평가는 현장에서 전문인력의 육안에 의존함 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 품질평가 전문 인력 확보

APC 소재지 (충청북도)	주품목 (사과)	주요 출하처 (대만, 미국, 국내 대형마트 및 도매시장)
항목	주요 현황	적용 검토 항목
반입 반출	<ul style="list-style-type: none"> 도크는 없으나 팔레트로 간이 데크를 설치하여 반입/반출 시설을 적절히 운영함 반입단계부터 농가의 입고물량과 농민이 이용하는 팔레트 박스 입출입 자동기록(재고관리) 내수용, 수출용, GAP인증 관리 등을 위해 APC에서 농약관리 <ul style="list-style-type: none"> 특히 수출용 및 글로벌GAP인증용 원물 관리를 위해 농가에 농약을 지정하여 보급하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 저장 후 수출 물량의 입고시 데크 및 차광시설 설치 수출용 원물 관리를 위해 재배 농가에 농약을 지정하여 보급
작업장	<ul style="list-style-type: none"> 물작업장과 선별장에 진입되는 물량과 동선을 파악하고 있으며 작업장 적정 온도 관리로 결로 문제는 없음 생산시부터 농민이 사과를 저장용, GAP용, 수출용으로 분리하여 입고하도록 관리하여 차별화된 출하체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 농민이 수출용으로 관리하여 생산하도록 차별화된 출하체계 구축
수확후처리	<ul style="list-style-type: none"> 주요 수확후처리시설 보유 입고물량은 자동 세척라인에 투입 후 자연풍 건조처리하며, 동시에 수확용 박스도 소독 세척 살균처리와 선별장 및 저장고의 청결유지로 꼭지 부분에 물기가 맺혀 있으나 병 발생 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 품질유지와 병 억제를 위한 수확후처리 시설 구비(차압에너지, 플라즈마, 박스 살균세척시스템 등)
선별시스템	<ul style="list-style-type: none"> 3중 자동선별라인 선척라인을 거친 후 육안선별을 필수로 수행하고 있음 출하용도별(수출용 및 내수용, 일반저장용 및 CA저장용, 일반재배용 및 GAP인증용 등)로 자동으로 분류하여 유통시키고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 사항 없음
포장시스템	<ul style="list-style-type: none"> 포장은 출하처의 요구에 따라 골판지, 플라스틱 용기, MA포장 등을 하고 있음 선별부터 포장까지의 많은 인력이 필요하며 자동화율은 60-70% 이상으로 판단됨 	<ul style="list-style-type: none"> 원물의 원활한 유통을 위해 수출용 포장재를 개선할 필요가 있음
저장시스템	<ul style="list-style-type: none"> 일반 및 CA저장고 보유 및 활용 중 1-MCP, 플라즈마, 메탈브로마이드(미국 수출용 사과) 등 처리 저장고 높이(약 8m)가 다소 높으나 온도 편차는 적은 것으로 자체 판단함 	<ul style="list-style-type: none"> 저장고 온습도 편차를 줄이도록 설계 플라즈마 발생이 설치 검토
출하유통	<ul style="list-style-type: none"> 유통업체에서 출하처가 요구하는 온도 조건에 맞춰 운송하여 결로 발생은 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 결로 방지를 위한 팔레트 단위로 적정 필름 포장 검토
위생 안전	<ul style="list-style-type: none"> 글로벌GAP인증 받음 	<ul style="list-style-type: none"> 수출 증대를 위해 인증 취득
품질 평가	<ul style="list-style-type: none"> 1-2회/년 품질 체크 전문 인력(자격증 취득자)으로 품질관리 집하장 및 선별장에 품목별 수확후관리 매뉴얼과 리플릿은 구비되어 있음 <ul style="list-style-type: none"> 각 단계별로 10년 이상 경험자를 반장으로 임명하여 품질관리 	<ul style="list-style-type: none"> 품질 관리 전문 인력 확보

◦ 내수에 집중하는 APC






APC 소재지 (강원도)	주품목 (오이)	주요 출하처 (국내 대형마트 및 도매시장)
항목	주요 현황	적용 검토 항목
반입 반출	<ul style="list-style-type: none"> 고정과 개폐식 차광시설을 갖춰 APC에 원물 반입시 직사광선 노출을 관리함 출하처에 따라 냉장탑차와 웜바다 차량 활용 출하처에서 요구하는 유통중 온습도 Data는 위탁한 유통업체에서 관리함 	<ul style="list-style-type: none"> 집하장에서의 상하차 인력을 줄이고 효율성을 높이기 위해 데크 설치와 팔레트 단위 취급 집하장에 개폐식 차광시설 설치로 비용 대비 실용성 확보
작업장	<ul style="list-style-type: none"> 작업장내 기본적인 시설은 갖추어져 있음 대부분의 물량을 당일 처리하며, 선별장내 온도를 18℃로 유지하고 있어 결로 문제는 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 입고, 출고, 유통 중 결로 방지를 위해 APC 작업장 및 유통중 온도 관리
수확후처리	<ul style="list-style-type: none"> 예냉실 이외에 수확후처리 시설 없음 선별장을 18℃로 유지하고 당일 출하를 기준으로 하므로, 예냉실을 이용하지 않고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 해당 사항 없음
선별시스템	<ul style="list-style-type: none"> 형상식 선별기 보유 육안선별을 필수로 수행하고 있으며, 선별인력 수급 문제에 따른 보완이 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> 선별 및 출하시 품질 관리를 위한 전문 선별 인력 육성
포장시스템	<ul style="list-style-type: none"> 포장은 출하처의 요구에 따라 골판지, 플라스틱 용기, MA포장 등을 하고 있음 형상식선별기가 있으며, RFID 등은 미보유 자동화 비율은 50-60%로 자체 판단함 	<ul style="list-style-type: none"> 원물의 생산 및 유통 이력의 확인이 가능하도록 물리적 충격 방지를 보완할 수 있는 방법
저장시스템	<ul style="list-style-type: none"> 저장고는 6동(30평형/동)을 갖추고 있음 스마트폰에 연동되는 자동온습도 모니터링 장치는 있으나(사용 안함) 매일 온도를 체크함 이산화탄소 감지장치는 있으나 사용 안함 저장고 내에 덕트는 없으나 2개의 냉각팬을 세로 방향으로 설치하여 온도편차를 줄이고 있음 필요시 1회/주(30분) 저장중 환기창 가동 입고시 조립형 간이선반을 이용함 	<ul style="list-style-type: none"> 저장고 온습도 모니터링 및 제어가 온라인(또는 스마트폰 앱)으로 가능한 시스템 구축
출하유통	<ul style="list-style-type: none"> 위탁한 유통업체에서 출하처가 요구하는 온도 조건에 맞춰 운송함(저온탑차에서 모니터링) APC, 운송중, 그리고 출하처(홈플러스 10℃ 입고)는 18℃로 유지하므로 결로 발생은 없음 자체 냉장유통 차량 없음 	<ul style="list-style-type: none"> 유통중 온습도 모니터링 및 data 관리
위생 안전	<ul style="list-style-type: none"> 반입/반출이 진행되는 동안 APC 내부의 청결 상태는 잘 유지되고 있음(GAP/HACCP 미인증) 	<ul style="list-style-type: none"> 출하처에 어필할 수 있는 인증 제도 취득
품질 평가	<ul style="list-style-type: none"> 품질 체크 장비 없음 집하장 및 선별장에 품목별 수확후관리 매뉴얼(출하처가 요구하는 자체 품질관리 기준 매뉴얼 포함) 리플릿은 구비되어 있으며, 품질평가는 현장에서 전문인력의 육안에 의존함 	<ul style="list-style-type: none"> 품질평가 전문 인력 확보







APC 소재지 (충청북도)	주품목 (복숭아, 사과, 수박)	주요 출하처 (국내 대형마트, 도매시장, 온라인 등)
항목	주요 현황	적용 검토 항목
반입 반출	<ul style="list-style-type: none"> 도크 및 데크 시설 없으며, 저장고와 작업장으로 대형탑차가 진입할 수 있는 실내 집하장이 확보되어 있어 캐노피 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> 반입시 차량이 주정차 하는 동안 햇빛을 가리는 차광시설 설치
작업장	<ul style="list-style-type: none"> 18-20℃로 온도를 조절하며, 작업장의 높이가 높고 공간이 넓어 온도를 낮추기 쉽지 않음 작업장 전체에 흡진시설 설치 작업장의 공간이 충분하여 지게차로 이동하는 동선에 문제가 없으나, 오히려 작업장이 넓어 보행시 효율이 떨어질 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 물량을 확인하여 작업장의 넓이와 높이를 고려한 APC 설계 <ul style="list-style-type: none"> 추후 변경이나 확장시 오히려 작업효율이 떨어지는 경우가 많음 흡진시설 등 작업장내 청결 유지 방안 검토
수확후처리	<ul style="list-style-type: none"> 신규로 설치한 사과 세척라인은 우수함 당일 입고 및 당일 출고를 원칙으로 운영하며, 수확후처리 시설의 필요성이 약함 선별장내 온습도 관리가 미흡함 	<ul style="list-style-type: none"> 해당사항 없음
선별시스템	<ul style="list-style-type: none"> 선별인력은 위탁업체에 용역 체결 농가에서 대부분 1차 선별 없이 반입하여 비상품과 발생이 많으며, 농민이 직접 선별 과정을 확인할 수 있도록 모니터 설치 수박은 전문선별사가 생산지에서 부터 반입시까지 육안(색택, 상품과)으로 선별 <ul style="list-style-type: none"> 출하처에 따라 QR코드 부여로 유통관리 함 	<ul style="list-style-type: none"> 전문 선별 인력 확보 생산이력추적시스템 도입
포장시스템	<ul style="list-style-type: none"> 출하처에서 요구하는 포장 시스템 운영 중량 체크는 하고 있으나 자동화율은 약 20% <ul style="list-style-type: none"> 출하처가 요구하는 포장 단위가 모두 달라 일괄 자동화시스템 구축이 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 출하처에서 요구하는 포장시스템이 품질 관리 및 경제적인 면에서 효율적인지 검토
저장시스템	<ul style="list-style-type: none"> 저장고내부의 온도는 복숭아는 10℃, 사과 0-1℃, 복숭아 10-12℃로 관리함 필요시 사과에 1-MCP를 처리함 온습도는 시설관리자가 매일 체크함 	<ul style="list-style-type: none"> 저장고 온습도 모니터링 및 제어가 온라인(또는 스마트폰 앱)으로 가능한 시스템 구축
출하유통	<ul style="list-style-type: none"> 유통업체에서 출하처가 요구하는 온도 조건에 맞춰 운송하여 APC, 운송중, 그리고 출하처에 맞춘 온도 관리로 결로 발생은 없음 출하시 온도는 수기로 작성하여 보관하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 유통중 온습도 기록은 반드시 자체 서버에 보유하고 있어야 함
위생 안전	<ul style="list-style-type: none"> 품목 및 시설에 대한 GAP 인증 받음 	<ul style="list-style-type: none"> 품목 또는 시설 인증 취득
품질 평가	<ul style="list-style-type: none"> 품목별 수확후관리 매뉴얼, 리플릿 등은 구비하고 있음 품목별로 반입시 선별사가 육안으로 품질 확인 전문 인력으로 품질관리를 수행 	<ul style="list-style-type: none"> 품질평가 전문 인력 확보

APC 소재지 (충청북도)	주품목 (감자 등 친환경농산물)	주요 출하처 (학교급식, 온라인 등)
항목	주요 현황	적용 검토 항목
반입 반출	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 작업장으로 진입하는 대형 개방형 문이 있어 반입은 원활함 ◦ 당일 반입-당일 검수-당일 출하를 원칙으로 함 ◦ 주품목은 감자이나 농수축산물 및 가공품의 취급 품목이 너무 많아 물류관리가 매우 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 반입 물량의 원활한 이동이 가능한 동선 및 구조 설계
작업장	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 필수적인 일부 품목에 대한 선별기와 자동 포장기는 갖추고 있음 ◦ 작업장 내부 온도는 18-20℃로 유지하며 관리자가 현장에서 확인하며, 흡진시설 보유 ◦ 대부분의 스티로폼 박스로 냉장유통하여 결로 문제는 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 흡진시설 등 작업장내 청결 유지 방안 검토
수확후처리	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 반입 물량을 최대한 빨리 출하하므로 장기저장을 위한 수확후처리기기 미보유 ◦ 단순 가공을 위한 자동세척기 2식(감자 전용, 사과/무/고구마 용), 탈피기(감자), 파저리가공기계 등 보유 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 해당사항 없음
선별시스템	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 농가에서 친환경농산물인증 라벨 부착 후 반입 ◦ 농가에서 4-5일 동안 습을 제거하여 반입(부분적인 큐어링 처리) 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 재배환경에 따라 수분이 많게 생산된 배추의 절단 부위와 외엽의 제습을 위한 건조처리 검토
포장시스템	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 출하처와 소비자의 요구에 따라 다양한 포장시스템 운영 ◦ 탈피 감자 등 가공품은 진공포장기를 이용 ◦ 감자의 손실율은 5% 미만임 ◦ 이용하고 있는 필름소포장기는 AS가 문제임 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 해당사항 없음
저장시스템	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 주요 저장 품목은 감자, 양파, 당근이나 이외에도 다양한 농산물을 보관함 ◦ 저장고에 가습기 플라즈마 발생기 설치 ◦ 소량의 다품목을 보관하기 위해 저장고내 선반 설치되어 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 저장시 배추 단일 품목만 저장 ◦ 동일한 저장고에는 최대한 동일한 품종과 수확일이 같은 배추 입고
출하유통	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 반입 당일 출하하므로 결로 문제는 없음 ◦ 상자 담기에 PDA를 활용함 <ul style="list-style-type: none"> - 품목의 오류(다른 품목을 넣거나 품목이 빠진 경우) 방지 및 작업자 확인 ◦ 포장 비용과 포장 작업에 인력 투입이 많음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 해당 사항 없음
위생 안전	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 모든 취급 품목(감자 포함) 친환경인증 받음 ◦ 박스는 고압 세척(차아염소산수)하여 재사용함 ◦ GAP는 일부 사과에서 인증 받음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 품목 또는 시설 인증 취득 ◦ 수확에 사용되는 도구(칼, 박스 등)는 철저히 소독 후 재사용
품질 평가	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 친환경농산물을 취급하므로 매년 매뉴얼을 자체 제작하여 농가 교육 및 지도에 활용 ◦ 품질은 육안으로 팀장과 담당 요원이 검수 ◦ 안전성 검사 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 품질평가 전문 인력 확보

▶ 3차년도

7-3-1 개선된 수확후관리 시스템을 배추 수출에 적용

단계	내용		
수확	수확전 및 수확중	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 재배포장에서 각종 생리 및 병리장해 확인으로 상처전 비상품개체 유입 방지 <ul style="list-style-type: none"> - 저장 유통중 증상이 심해지는 장해에 주의 - 수확시 배추에 흠이 묻지 않도록 주의 ◦ 깨씨무늬증상은 질소 시비량이 부족하거나 특히 과다 시비한 토양에서 증상이 심하게 발생 <ul style="list-style-type: none"> - 저온 저장중 증상은 뚜렷해지므로 포장에서 증상이 희미하게라도 발생하면 수확후 바로 출하함 ◦ 수확시 포장 내 진입하는 소형트럭에 의해 다져진 토양 <ul style="list-style-type: none"> - 석회 흡수에 불리하여 꿀통배추 발생 유도 - 다른 비료 성분의 흡수도 억제되어 저장성 약화될 수 있음 - 트럭에 의해 다져지는 지역(진입로 근처 등)에서 수확되는 배추는 즉시출하용으로 분리해서 상처 <ul style="list-style-type: none"> - 실제 수확 현장에서는 분리가 어려우므로 수확이 끝난 후 집중적으로 경운 ◦ 질소량이 많은 토양에서 재배한 배추는 저장성이 약하므로 즉시 출하 <ul style="list-style-type: none"> - 직출하한 배추는 절임가공시 품질에 문제 없음 - 단 장기저장시 절임배추 가공시 쉽게 물러지거나 질겨지는 형상 발생 ◦ 수확용 각종 도구는 반드시 소독하여 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 수확용 칼은 1열 수확후 소독을 반복하며 작업 	 <p>(저장중 확산될 가능성이 있는 노균병 감염 배추)</p>  <p>(흠이 묻지 않게 절단된 모습)</p>  <p>(트럭에 의해 다져진 토양)</p>  <p>(깨씨무늬증상과 현미경 사진)</p>
	수확후	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 수확시 건조처리 여부 선택 <ul style="list-style-type: none"> - 재배환경이 배수불량이나 강우 등으로 인해 배추의 수분 함량이 높아지는 경우 수확시 뿌리 절단부위와 겉잎 건조로 병 발생억제 유도 - 시간이 경과할수록 품질유지 효과는 감소하므로 건조시간은 30분-1시간 이내로 최소화 	 <p>(포장에서 절단면이 건조가 잘되도록 쌓아 놓은 배추)</p>

<p>운송</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 운송중 흔들림 방지 대책 검토 - 운송중 흔들리지 않도록 팔레트 단위 랩핑 - 운송중 흔들림 방지를 위한 방지 대책 마련(타작물 수출 사례 도입) - 냉장탑차를 이용한 운송중 온습도 모니터링 및 데이터 보관 	 <p>(운송중 흔들리지 않도록 현장에서 팔레트 단위 랩핑)</p>  <p>(컨테이너 차량에 문에 흔들림 방지용 완충재 삽입)</p>
<p>APC</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ APC(저장고 포함)내 일반 관리 사항 - 저장고내 청결 유지 - 입고 및 출고시 원활한 물류 이동(동선) 관리 - 집하장에 반입되는 원물의 품질 유지를 위해 직사광선을 피할 수 있는 차광시설 설치 - 작업장내 청결을 유지하기 위한 시설(흡진기 등) 설치 - 고온기에 수확한 배추 저장시 차압예방 시설 확보 - 저장고내 위생안전을 위해 플라즈마 발생기 설치 - 이용한 농자재(박스 팔레트, 수확용 칼 및 기타 장비) 소독 및 철저한 건조로 병리장해 최대한 억제 	 <p>(개폐식 간이 차광시설)</p>  <p>(박스 고압스팀 살균)</p>
<p>출하</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 출하 준비를 위한 검토 사항 - APC내 청결 유지와 동선 방해를 방지하기 위한 자재 전용 창고 확보 - 무거운 물량의 운반 작업을 용이하기 위해 도르레를 이용한 간이 운반 시설 설치 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 가공공장으로 출하시 주의 사항 - 절임가공업체로 출하시 원물이 햇빛에 최대한 노출되지 않도록 신속한 반입 유도 	 <p>(자재창고가 부족해 작업장의 동선 및 작업환경을 방해)</p>  <p>(지게차로 운반된 배추를 절임라인으로 바로 투입)</p>

- 현재 국내에서 작기별 재배되는 배추 품종은 매우 다양하며 품종별로 즉시출하, 단기저장, 그리고 장기저장에 유리한 품종이 있다. 수출시 신선배추 품질의 균일한 유지를 위해 컨테이너 단위로 단일품종으로 적재해야 한다. 평안지와 고령지에서 재배한 배추의 예냉과 예건처리시 신선배추의 품질유지 효과는 동일한 경향을 보이며, 예냉처리는 통풍식 예냉보다는 차압식 예냉이 배추의 품질유지에 우수한 효과를 보인다.

- 봄배추의 적정 저장온도는 0-2℃이며, 여름배추의 적정 저장온도는 2℃로 조사되었다. 배추 수출시 저장고 및 컨테이너 내부의 온도는 2℃가 유지되도록 설정하는 것이 좋다. 배추 수출시 골판지상자는 대부분 흡판형 상자가 사용되고 있으며, 예냉처리와 저온유통을 위해서는 개공율 5.4% 이상의 접음식 상자가 예냉처리와 유통중 품질유지에 효과가 우수하게 나타났다. 또한 필름포장은 신선배추의 감모 방지로 생체중과 품질유지에 효과적이며, 진균성 병원균의 비산에 의한 감염을 차단하여 병의 전파를 억제할수 있다. 그러나 완전밀봉은 혐기조건을 조성하고 필름포장내 물방울이 맺혀 병의 증식이 촉진될 수 있어, 포장은 팔레트 단위로 HDPE와 LDPE 재질의 기체 이동이 가능한 천공필름으로 외포장을 추천한다.

- 월동배추는 풋내가 적고 조직이 단단해 김치를 만들 경우 품질이 우수하며, 저장해뒀다가 배춧값이 급등하는 4~5월에 수급조절을 쉽게 할 수 있다. 배추를 150일 동안 저온(0℃) 저장할 경우, 배추 저장 장애와 부패가 가장 적은 최적 조건은 기밀 컨테이너 내부의 산소 농도는 2±0.5%, 이산화탄소 농도는 5±1%로 유지될 때였다. 기체조절 없이 기존 방법으로 저온 저장한 배추 겉잎의 수분 함량이 저장 초기보다 6.5% 줄어들었으나 CA 저장한 배추는 1% 미만 감소에 그쳤다. 중량감모율의 경우, 저장 150일 후 저온 저장한 배추는 16.5%까지 증가했으나 CA 저장한 배추는 3% 미만으로 나타났다. 정선손실률의 경우, CA 저장으로 약 12% 줄어 김치제조업체의 배추폐기물 발생을 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 또한 CA 저장 150일 동안 배추의 경도, 가용성 고형물 함량, 색도는 저장 초기 수준을 유지했으며, 글루코시놀레이트 글루코시놀레이트: 십자화과 식물에 존재하는 유기화합물 함량은 저온 저장 배추보다 186% 높았다.

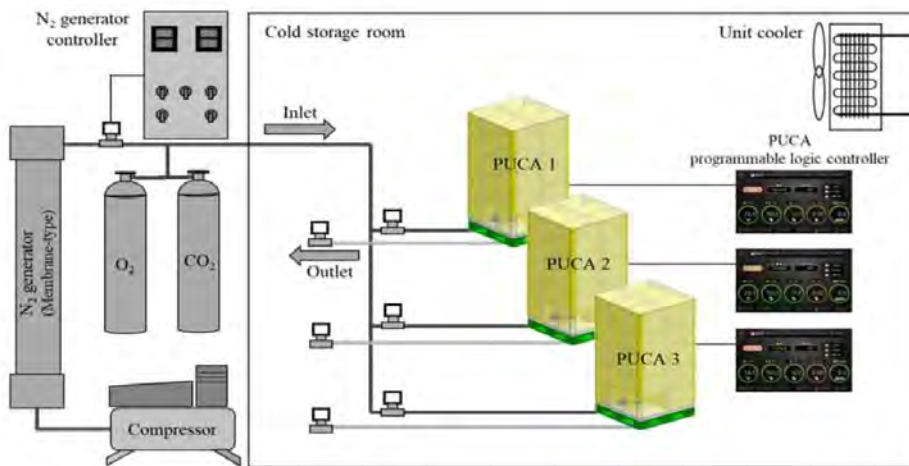


그림 7-3-1-1. 팔레트 단위 기체 습도 제어 시스템 (PUCAH)

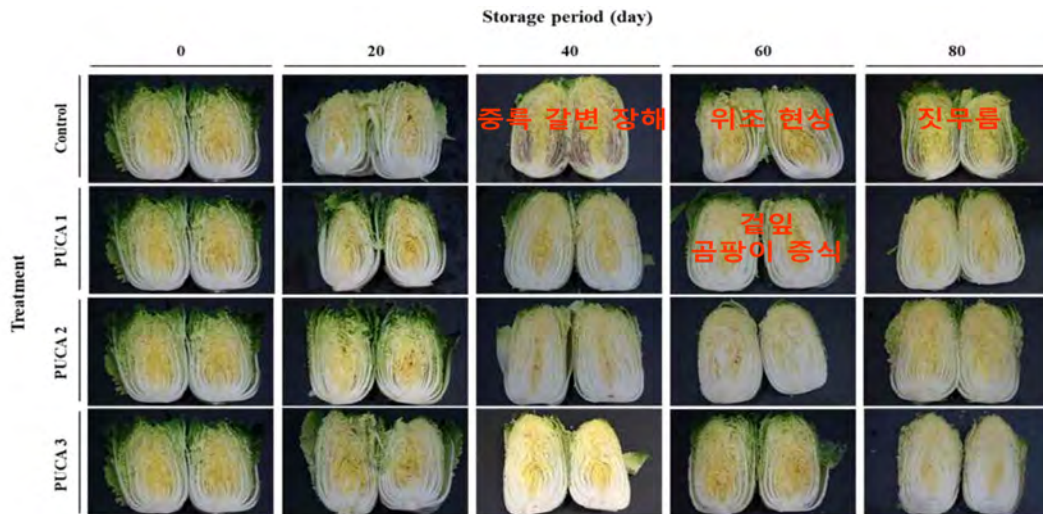


그림 7-3-1-2. PUCAH 시스템 저장 중 여름배추 외관 변화

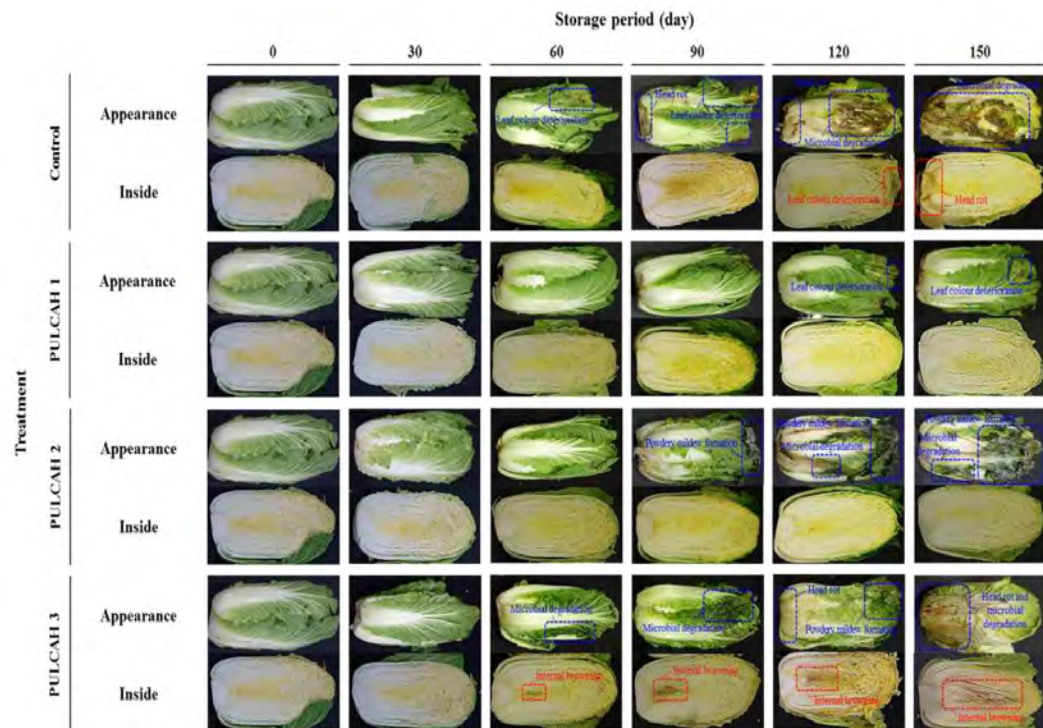


그림 7-3-1-3. PUCAH 시스템 저장 중 겨울배추 외관 변화

- 수출 배추 포장 상자에 적입하기 위하여 일정한 크기와 적절한 무게를 가진 배추를 선별해야 한다. 흡습지를 배추 사이에 끼워주면 물리적 상처와 무름병 발생을 억제하는 데 효과적이다. 충분한 물성 강도를 가진 배추 수출전용 골판지 상자를 사용한다. 봄, 여름배추는 수확 시기가 고온기이며, 생육후기 및 수확기가 장마철 전후의 경우도 있으므로 품온을 낮추기 위해 수확 직후 예냉 처리로 포장열을 제거해 주어야 한다. 저장 및 유통 중 배추의 수분 손실을 줄이고 생리장애와 부패 발생을 억제시켜 장기간 안전하고 품질 좋은 배추를 공급하기 위해서는 적절한 수확후관리 기술의 적용이 중요하다. 배추는 저장 중 90% 이상의 고습도 환경이 요구되며, 저장고 내의 습도가 낮으면 배추에 함유된 수분이 증발하게 되면서 급격한 감모

가 발생하며 심할 경우 건조피해가 발생한다. 저장 중 신선도 유지를 위하여 배추의 수분 증발을 억제하기 위해서 범용 플라스틱 필름 또는 PVC 랩핑으로 포장한다. 수송 중 차량의 흔들림으로 배추의 눌림과 상처 발생이 증가할 수 있으므로 장거리 운송이나 저장용 배추는 포장 단위 또는 팔레트 랩핑으로 흔들림을 방지한다.



그림 7-3-1-4. 저장용 배추의 플라스틱상자 적입과 적재 준비

- 수출용 배추는 대부분 저장하지 않고 수확 당일 재배 현장의 밭에서 골판지 종이 상자에 담아 주로 팔레트 단위 작업 보다는 개별 상자 작업(까대기 작업)으로 적재하여 수출하고 있다. 대만에는 봄배추가 많이 수출되는데 수확후처리 없이 골판지 종이 상자에 담아 유통시킴으로, 현지 도착시 포장 상자가 찌그러져 눌림에 의한 압상, 물러져 부패 발생, 그리고 시들음 현상이 발생하기도 한다. 배추의 증장기 저장을 위해서 플라스틱 상자를 사용하면 적재 시 망 포장에 비교하여 압상이나 물리적 상처 발생을 크게 억제할 수 있으며, 이때 팔레트 단위로 취급 및 운송하게 된다. 배추 전용 플라스틱 상자는 보통 6단 또는 7단까지 적재하게 되며, 팔레트를 사용하면 지게차로 활용할 수 있다. 그물망으로 포장한 배추를 철제 팔레트에 망 단위로 적재하는 경우 압상과 물리적 상처가 발생하기 쉽다. 크기가 일정하지 않은 배추로 그물망 포장시 제품의 상품 가치도 저하되지만, 그물망 포장은 적재할수록 기울어지거나 돌출부가 발생하게 되며, 이때 취급시 압상과 물리적 상처가 쉽게 발생하게 된다. 압상과 물리적 상처의 품질 손실을 줄이기 위해서는 망포장 단위로 균일한 크기의 배추가 적입되어야 하며, 적재시에도 하중을 고르게 받을 수 있도록 일정한 패턴으로 고르게 적재한다.

- 수출용 골판지 종이 상자는 배추의 안전과 품질 유지를 위해 유통 환경 조건에 맞는 1단계 상위 포장재 등급을 적용한다. 흡습지를 배추 사이에 끼워 넣어 포장하면 물리적 상처와 무름병 발생 억제에 효과적이다. 배추 수출 시 수송 컨테이너 안에 밀폐된 골판지 종이 상자

가 겹겹이 적재되어 유통되기 때문에, 선도유지에 필요한 원활한 공기 흐름을 방해하므로 적절한 통기구를 가진 골판지 종이 상자의 적용이 중요하다. 수출 시 포장 상자의 배추 종량은 현지 시장에서 요구하는 무게보다 다소 무겁게 적입되는 경향이 있다. 현재 유통되고 있는 골판지 종이 상자는 견고함이 비교적 약하여, 적재 하중을 견디는 강도가 낮다. 포장 상자 규격보다 적입하는 배추의 부피가 작으면, 상자를 적재할수록 찌그러지기 쉬우며, 적입 배추의 종량이 초과하여 무거우면, 적재된 아래쪽의 상자는 찢어지거나 파손이 되기 쉽다. 수출용 골판지 종이 상자는 배추의 안전과 품질 유지를 위해 유통 환경 조건에 맞는 1단계 상위 포장재 등급을 적용한다. 흡습지를 배추 사이에 끼워 넣어 포장하면 물리적 상처와 무름병 발생 억제에 효과적이다. 배추 수출 시 수송 컨테이너 안에 밀폐된 골판지 종이 상자가 겹겹이 적재되어 유통되기 때문에, 선도유지에 필요한 원활한 공기 흐름을 방해하므로 적절한 통기구를 가진 골판지 종이 상자의 적용이 중요하다. 수출용 배추에 사용되는 포장 형태는 주로 플라스틱 상자와 골판지 종이 상자로 구분되며, 수확-예냉(저장)-육로/해상 운송-저장 과정에서 일정한 저온 유통 관리로 수송되어 온습도 관리가 일정할 때는 플라스틱 상자와 골판지 종이 상자를 모두 사용할 수 있다. 플라스틱 상자는 수확 후 예냉(저장) 단계에서 주로 사용되며, 육로/해상 운송 단계 전에 골판지 종이 상자로 교체되어 수송된다. 저온 관리가 어려운 유통 환경인 경우는 수확 후 즉시 육로/해상 운송이 진행되며, 온습도 관리가 일정하지 못한 현장에서 일반적으로 골판지 종이 상자만으로 유통에 사용하고 있다.

	
<p>밭에서 상자에 적입된 배추</p>	<p>지게차를 이용한 팔레트 운송</p>
	
<p>균일하게 적입된 배추</p>	<p>공기 순환을 고려한 팔레트 배열</p>

그림 7-3-1-5. 저장용 플라스틱 상자 배추의 팔레트 적재

	
<p>지게차를 사용한 팔레트 운반</p>	<p>균일하게 적재된 망포장 배추</p>
	
<p>불규칙하게 적재된 망포장 배추</p>	<p>부적절하게 적재한 망포장 배추 (장기 저장시 압상과 부패 발생)</p>

그림 7-3-1-6. 저장용 망포장 배추의 철제 팔레트 적재

	
<p>적재된 중량에 의해 찢어진 상자</p>	<p>중량 초과 적입되어 파손된 상자</p>
	
<p>수출 현장에서 배추 상자의 눌림 현상 (상자내 배추의 물러짐 발생)</p>	

그림 7-3-1-7. 수출용 종이 상자의 문제점



그림 7-3-1-8. 수출용 배추의 적입된 포장 형태

- 수출 배추 포장 상자에 적입하기 위하여 일정한 크기와 적절한 무게를 가진 배추를 선별해야 한다. 흡습지를 배추 사이에 끼워주면 물리적 상처와 무름병 발생을 억제하는 데 효과적이다. 충분한 물성 강도를 가진 배추 수출전용 골판지 상자를 사용한다. 수출용 포장은 기본적으로 내용물의 무게와 부피를 충분히 고려되어야 한다. 배추와 같은 신선 농산물은 무게와 부피가 일관되지 않으므로, 이를 위한 최적의 포장재 치수를 설정해야 한다. 수출용 배추 포장은 플라스틱 상자와 골판지 종이 상자가 주로 사용되고 있다. 플라스틱 상자는 육로/해상 운송 전에 예냉 또는 저온저장 목적으로 주로 사용되며, 이후 수출 유통 단계에서는 골판지 종이 상자가 적용되고 있다. 수출되는 포장 상자의 물성을 고려한 배추의 부피와 무게뿐만 아니라, 표준 팔레트를 기준으로 제안된 포장 치수를 동시에 고려해야 한다.

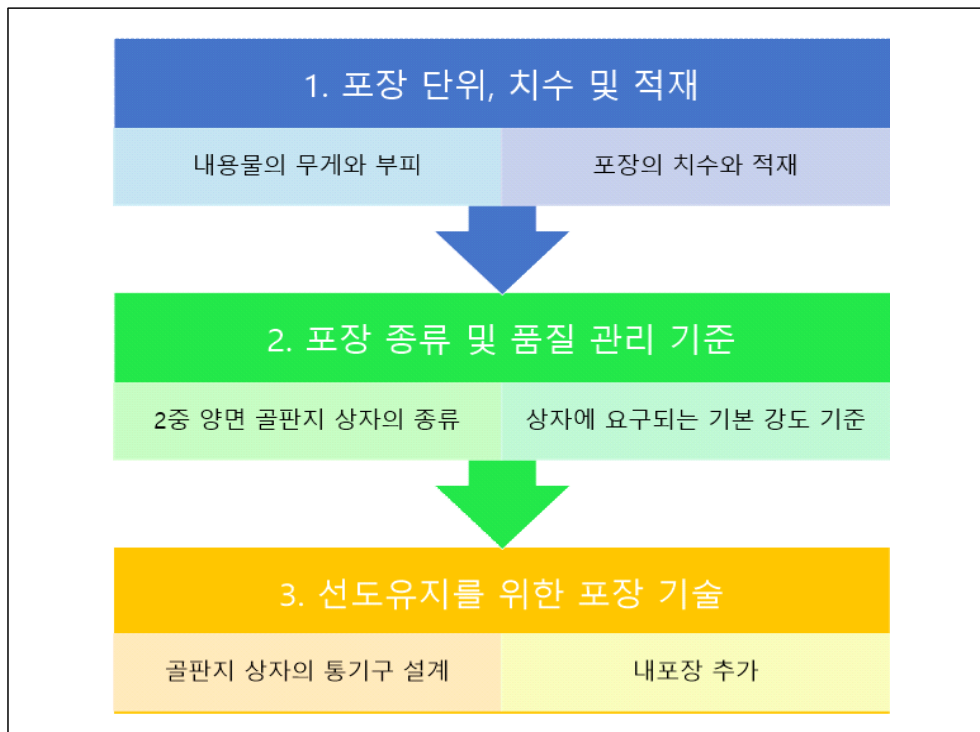


그림 7-3-1-9. 수출용 배추 포장을 위한 고려사항 및 순서

표 7-3-1-1. 수출용 배추의 치수 및 유통조건 예시

제품	길이 (mm)	지름 (mm)	무게 (kg)	포장 단위 (포기, kg)	저장 조건 (°C, %RH)
배추	200-250	150-200	1.3-4.1	2-4, 15	0<1, 98



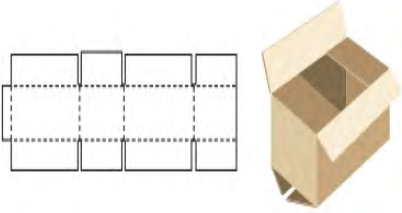
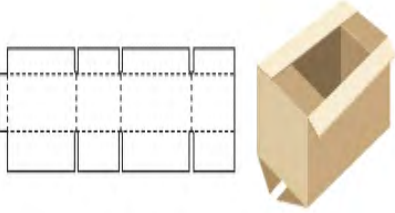
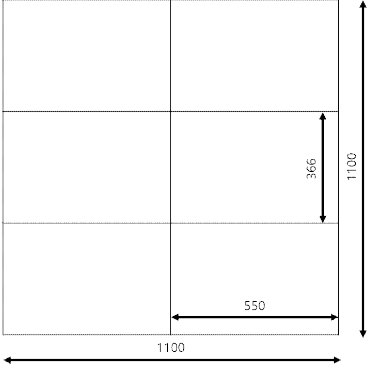
	
<p>플라스틱 용기 (중첩형 회전식)</p>	<p>플라스틱 용기 (적층형 접이식)</p>
	
<p>골판지 상자 (0201형)</p>	<p>골판지 상자 (0209형)</p>
 <p>표준 팔레트 적재 방법 예시 (단위: mm)</p>	

그림 7-3-1-10. 수출용 배추 포장 상자 종류 및 적재 안 예시

표 7-3-1-2. 수출용 배추 포장을 위한 치수 제안

플라스틱 용기 치수 (mm) ^a				골판지 상자 치수 (mm)				표준 팔레트 적재 효율 ^b (%)	
용기 형식	길이	너비	높이	상자 형식	길이	너비	높이		
중첩형 회전식	550	366	230	0201형 0209형	550	366	230	99.8	
적층형 접이식	조립 전	550	366						74
	조립 후	550	366						230
비고									
^a 치수 중 길이 및 너비 허용오차는 ±0.7%로 하고, 압축강도는 2,400N이다. ^b 표준 팔레트 (1,100 mm x 1,100 mm)를 기준으로 한다.									

- 수출용 배추는 예냉 등 수확후처리 기술을 활용하지 않고 수확 당일 현장에서 수출포장을 하여 유통하는 경우가 대부분으로, 수출 현지 시장에서 품질 관리에 문제가 발생한다. 수출시 컨테이너 적재는 팔레트 보다는 인력에 의한 상하차 분류작업으로 적재하여 유통시키고 있다. 한국산 배추는 수확후관리 미흡으로 물러짐이나 신선도 문제가 발생하며, 고품질의 상품성을 인정받지 못하고 있다. 원물 개념에서 우수한 품질의 신선배추를 현지까지 유통시켜, 수출대상국의 유통업체에서 소비자에게 고품질로 상품화된 배추를 제공할 수 있도록 해야 한다. 1개월 이상 장기 저장한 봄배추와 여름배추는 상온 또는 변온의 유통 환경에 노출되면 출하시 결로 발생 및 품질 저하가 매우 빠르게 진행되므로, 가능한 저온 판매장이 구축된 판매시설로 출하하거나 가공공장으로 바로 출하해야 한다.

- 출하 요령은 배추는 정확한 상품성 평가로 엄격히 선별하여 출하를 해야 한다. 크기 및 품질에 따라 선별 및 등급구분을 하여 출하하며, 겉잎을 한두겹 벗긴 뒤 동일한 크기의 배추를 넣고 규격에 맞지 않으면 사용하지 않는다. 작업시기에 이슬과 비를 맞았으면 보습지료 짓무름을 방지하고 저장배추는 겉잎을 완전히 제거하지 말고 원형을 보존할 수 있는 형태로 저장하며, 출하시 정선 작업으로 품질을 관리한다. 배추는 내수는 개별포장(망 또는 비닐)과 신선편이 등 다양하게 유통되며, 주로 무포장 포기 단위 또는 비닐포장 형태로 판매되나 김장철에는 3포기들이 망 단위로 판매된다. 내수용의 가공품은 간편 가공의 형태인 1/2 또는 1/4 포기로 절단하여 소포장으로 판매되며, 김장철에는 절임배추의 판매가 많다. 수출은 거의 종이상자로 유통되므로 종이상자의 규격, 디자인, 그리고 내구성 등이 매우 중요하다.



그림 7-3-1-11. 소매용 판매 수출 배추의 진열 단위(캐나다 수출 사례)

표 7-3-1-3. 신선배추 수출시 문제점과 개선안

항목	문제점	개선 방향
컨테이너 적재	 현황	 개선(안)
	○ 대만 수출용 종이상자의 규격 문제로 컨테이너 측면에 세로로 적재되는 경우	○ 대만 수출용 종이상자의 규격 개선이 필요함 (캐나다 수출용 참조)
종이상자 물성	 현황	 개선(안)
	○ 수출용 종이상자의 강도 저하로 견고함이 약하여 상차할 때부터 이미 찌그러지기 시작됨	○ 흡습에 강하며 물성이 강화된 견고한 상자를 개발하여 적용 필요함
상자 표기	 현황	 개선(안)
	○ 수출용 상자에 영문 이 Chinese cabbage로 작성됨	○ 영문 표기를 Korean 또는 Kimchi로 변경이 필요함

배추 물러짐	 <p>현황</p>	 <p>개선(안)</p>
	○ 저장성이 좋은 가을 및 월동배추도 수출시 물러짐으로 잎을 많이 제거하여 쌈배추 크기로 작아짐	○ 배추를 보호하도록 흡습지로 감싸주어 상처 발생과 과습을 방지함
신선도 저하	 <p>현황</p>	 <p>개선(안)</p>
	○ 배추 상자적입부터 진열대에서 판매될 때까지 수분이 손실되어 신선도면에서 품질이 저하됨	○ 배추를 보호하도록 흡습지로 감싸주어 상처 발생과 과습을 방지함

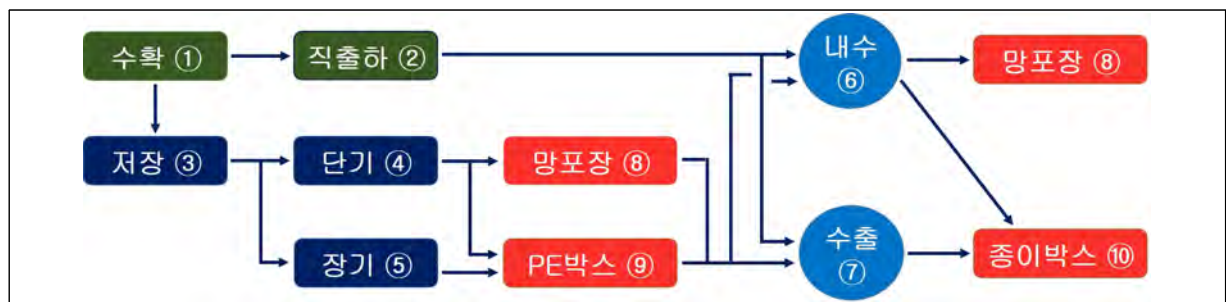


그림 7-3-1-12. 배추 유통 단계별 흐름

수확후 관리		관리 포인트
호	구분	
①	수확후 단계	<ul style="list-style-type: none"> - 수확시 1열 절단 후 마다 칼 소독 - 현장 예건 : 늦봄/여름에 수확시 1시간 이내(절단부 건조) - 시설 예건(음건 24시간 전후) - 저장전 차압예냉(2∞8℃, 12∞18시간)
②		<ul style="list-style-type: none"> - 표준시비량 이상의 질소 시비시 직출하용으로 유통 - 압상과 찢과상 방지를 위해 적재시 상처 발생에 주의 - 종이로 배추 포장

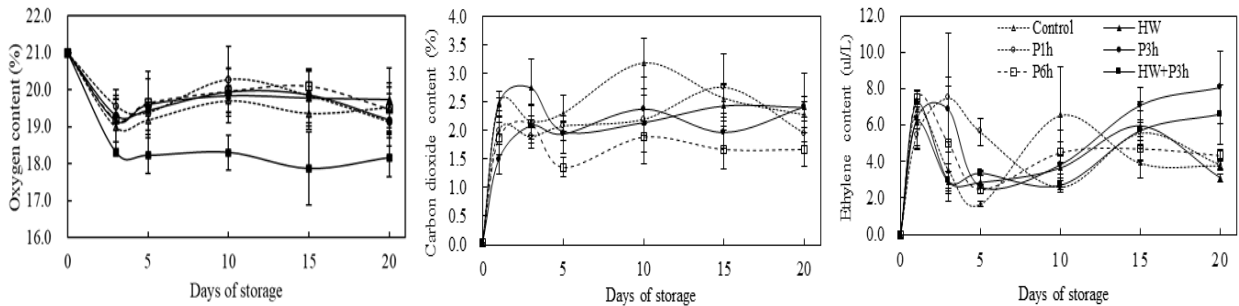
③		<ul style="list-style-type: none"> - 품온이 2℃ 되도록 0.5~1.5℃와 90~95% 습도로 설정 - 선도유지 보조시설 활용 - 저장용 품종 및 질소 시비량 확인 후 저장 기간 고려
④		<ul style="list-style-type: none"> - 늦은 봄과 여름배추(특히 우기 재배시)는 예건 추천 - 망포장 적재시 압상과 물리적 상처 방지
⑤		<ul style="list-style-type: none"> - 장기저장용 품종 및 질소 시비량 확인 - 차압예냉한 배추 저장 - 신선도 유지를 위해 팔레트 단위로 천공필름 포장 추천 - 저장 중 배추에 직냉풍이 닿지 않도록 주의
⑥		<ul style="list-style-type: none"> - 상온유통시 차광 필수 - 출하는 외기 온도와의 편차가 최소가 되는 시간에 작업
⑦		<ul style="list-style-type: none"> - 품온(2℃)을 유지하기 위해 컨테이너를 0.5~1.0℃로 설정 - 유통중 흔들림 방지를 위해 에어포켓 활용
⑧	적재 단위	<ul style="list-style-type: none"> - 수확 현장에서 흙이 묻지 않도록 주의 - 상처 및 팔레트 적재시 규칙적인 적재로 배추 하중 분산
⑨		<ul style="list-style-type: none"> - 수확 현장에서 흙이 묻지 않도록 주의 - 상자의 주기적 소독
⑩		<ul style="list-style-type: none"> - 압상과 찌그러짐 방지를 위해 개량형 종이상자 사용 - 수분이 과다한 배추는 흡습지로 포장 후 상자에 담기

7-3-2 대만 수출 유망 작목 개발 육성

: 아스파라거스 대만 수출을 위한 살균 실험

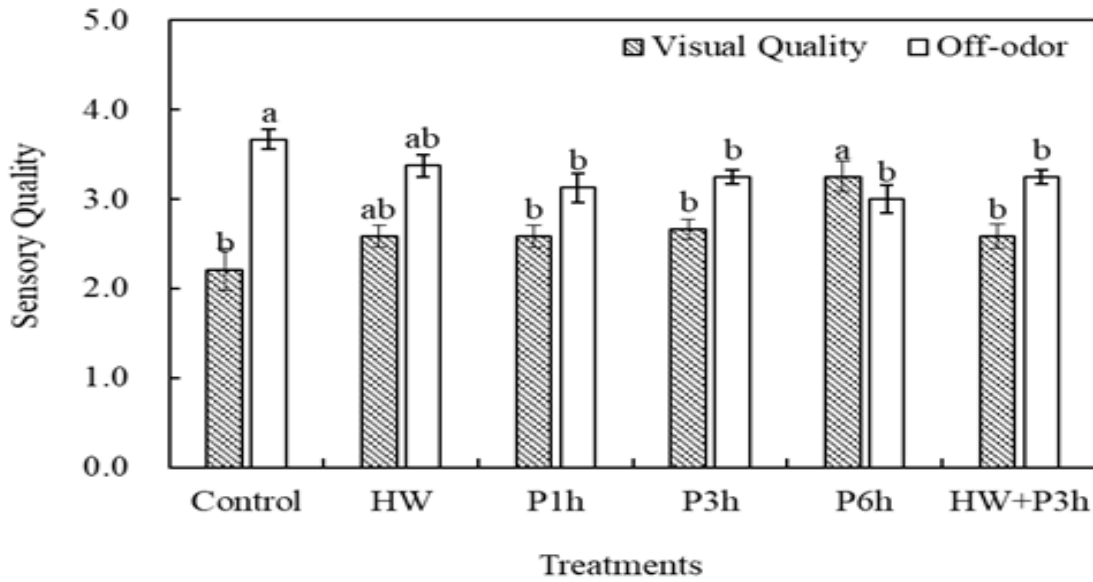
- 공시재료: 강원도 양구산 아스파라거스 (cv.Welcome, 직경 1.4±0.1cm, 초장 24±1.0cm)
- 처리방법: 열수처리(48℃/2분)_HW, 플라즈마(4℃/1시간/3시간/6시간)_P1h,P3h,P6h
열수+플라즈마(48℃/2분+3시간)_HW+P3h
- 저장방법: 4℃ 저온 저장고에 10,000cc/m²·day·atm OTR 필름으로 포장하여 21일간 저장
- 조사내용: MAP 포장 내 이산화탄소, 산소 에틸렌, 패널테스트를 통한 외관, 이취, 경도, 당도, 색도. 전해질용출량, 총 세균수, 대장균수, 곰팡이수

- 연구 결과



저장 중 포장 내 산소, 이산화탄소, 에틸렌 농도 변화

저장 중 포장 내 산소 농도는 모든 처리구가 포장 후 3일간 감소하였고, 이후 18~21% 사이로 안정적으로 유지되었으며, HW+P3h이 가장 낮았으나 처리구간 현저한 차이는 나타나지 않았다. 이산화탄소 농도는 모든 처리구가 포장 후 3일간 증가하였고, 이후 1~4% 사이로 안정적으로 유지되었으며, P6h의 CO₂ 함량이 다른 처리구보다 약간 낮았고, 대조구의 함량이 다른 처리구보다 높았으나, 현저한 차이는 나타나지 않았다. 에틸렌 농도는 저장 기간 중 증가와 감소를 반복하는 경향을 보였고, 저장종료일에 P3h 및 HW+P3h 처리구가 에틸렌 함량이 8μL/L 내외로 다른 처리구에 비해 다소 높았다.



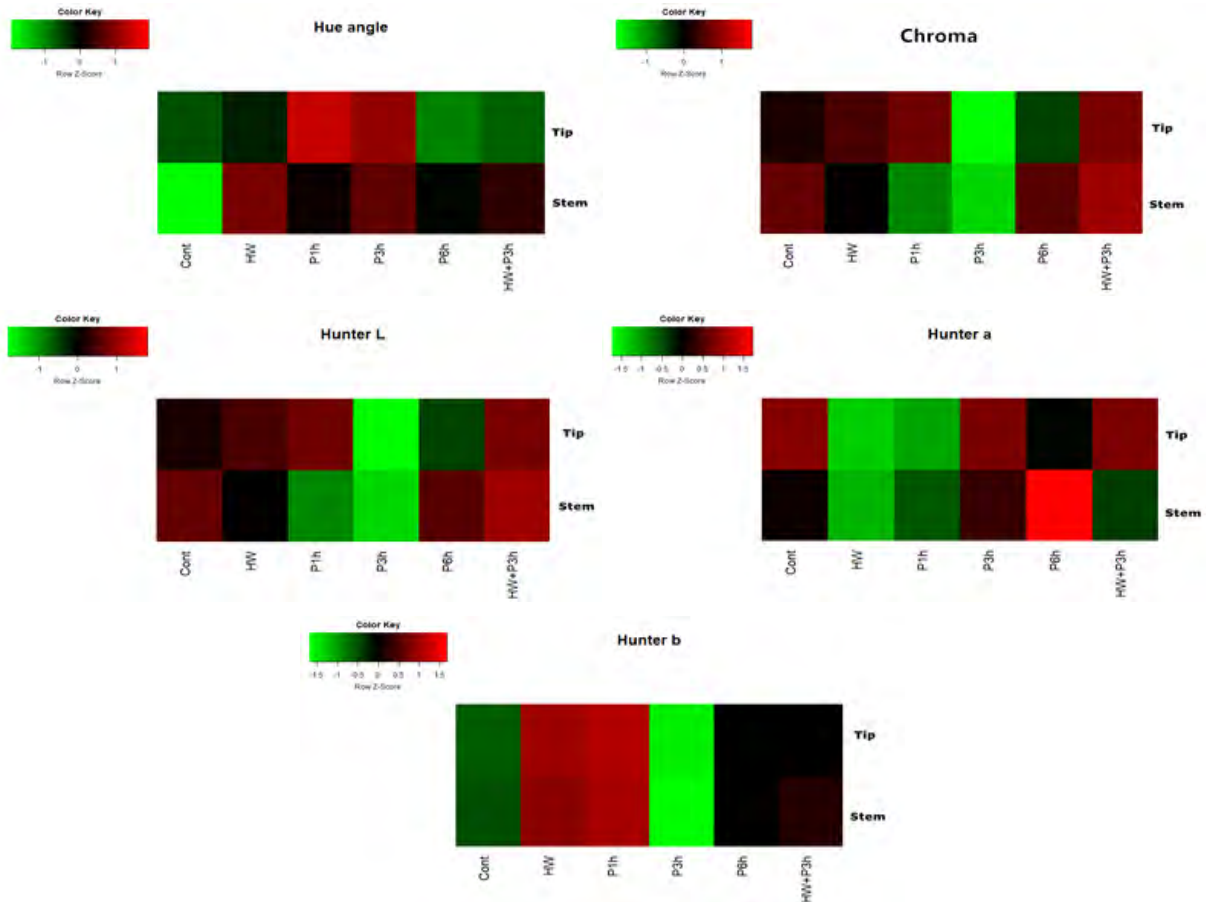
저장 종료일의 외관과 이취

패널테스트를 통한 저장 종료일의 외관상 품질은 P6h 처리구가 저장기간의 한계점인 3점보다 높은 3.25점으로 가장 우수하였고, 대조구가 가장 낮았다. 이취도 P6h 처리구가 가장 낮았으며 대조구가 3.67점으로 가장 높았다.

Treatments	Firmness (N)				Soluble solid content (° Brix)	
	0 day		21 days		0 day	21 days
	Tip	Stem	Tip	Stem		
Initial	12.9ab	12.6a	12.9a	12.6ab	6.16a	6.16a
Control	13.1a	12.1a	13.6a	14.4a	5.73bc	4.12b
HW	12.2d	12.2a	12.8a	13.2ab	6.08ab	4.42b
P1h	12.2d	12.0a	12.9a	12.0b	5.30d	4.30b
P3h	12.9ab	12.2a	13.3a	13.0ab	5.40cd	4.18b
P6h	12.6bc	12.1a	12.9a	12.9ab	5.45cd	4.12b
HW+P3h	12.5cd	12.6a	12.9a	13.5ab	5.13d	4.36b

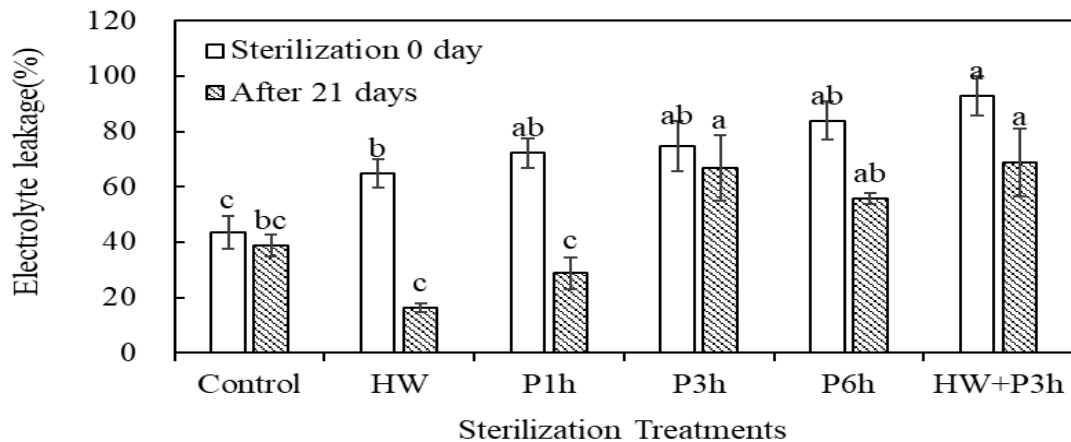
저장 초기 및 종료일의 경도와 당도 비교

경도는 대조구가 0일차에 화두 부분 경도가 가장 높았고, 유의미한 차이를 보였으며, 저장 종료일에는 모든 처리구가 0일차에 비해 증가했다. 그러나 화두 부위에서 P3h, P6h, HW+P3h가, 줄기 부위에서 P1h, HW가 경도의 증가량이 상대적으로 적었다. 당도는 저장 종료일에 모든 처리구가 0일차에 비해 많이 감소하였으며, 유의미한 차이는 보이지 않았다.



저장 종료일의 색도 비교 히트 맵

저장 종료일의 색도는 Hue angle, Chroma, L*, a*, b*을 기반으로 한 히트맵으로 나타내어 색상의 유의미한 차이를 시각화하였다. 화두의 Hue angle이 줄기 부분보다 더 높았으며, 색상 강도를 나타내는 Chroma는 HW와 P1h가 높았다. 녹색을 나타내는 a* 값의 경우 HW와 P1h 처리가 높았으며, 황색을 나타내는 b* 값의 경우에서도 유사한 결과가 나타났다. L* 값이 낮을수록 갈변도가 높는데, 대조구와 비교해 P3h 및 P6h 처리는 화두에서 갈변을 지연시켰고, P3h 및 P1h는 줄기에서 지연시켰다.



저장 초기 및 종료일의 전해질 용출량

전해질 용출량은 멸균 처리 직후 처리구에 상관없이 급격히 증가했고, 저온 플라즈마 처리 시간 (1h, 3h, 6h) 또한 영향을 주었으며, 저장 종료일의 전해질 용출량은 다시 낮아져, HW+P3h가 가장 높았고, HW가 가장 낮았다.

Treatments	Number of microorganisms (log CFU/g)					
	Total aerobic bacteria		Yeast and mold		<i>E. coli</i>	
	0 day	21 days	0 day	21 days	0 day	21 days
Control	4.10a	5.57b	1.43a	3.10ab	1.49b	4.90c
HW	3.90b	5.81a	0.00a	2.52d	2.48a	3.85e
P1h	3.44d	5.86a	0.67a	3.32a	0.00c	5.10b
P3h	3.25e	5.93a	0.00a	2.62cd	0.00c	5.89a
P6h	3.69c	3.73d	0.67a	2.86bc	0.00c	3.00f
HW+P3h	3.86b	5.19c	0.67a	2.10e	0.00c	4.25d

저장 초기 및 종료일의 전해질 용출량 곰팡이수, 대장균수, 총 세균수

멸균 처리 직후 대조구에 비교하여 대부분의 처리구가 미생물 군집 발달이 억제되었고, 특히 총 세균 수에서 처리구간 유의한 차이가 있었다. 저장 종료일에는 대조구, 처리구 모두 미생물 수가 유의하게 증가하였고, 저장 종료일에 조사한 총 세균 수는 P6h, 곰팡이 수는 HW+P3h, 대장균 수는 P6h가 가장 낮았다.

결론적으로 P6h 처리가 미생물 억제효과를 나타냈으며, 전체적인 외관상 품질도 양호하여 장기저장에 적합한 처리라고 판단된다.

7-3-3 냉장 컨테이너 냉각 효율을 향상 시키기 위한 최적 조건 정립

: 결구상추 예냉 지연시간에 따른 저장성 비교

- 연구 방법

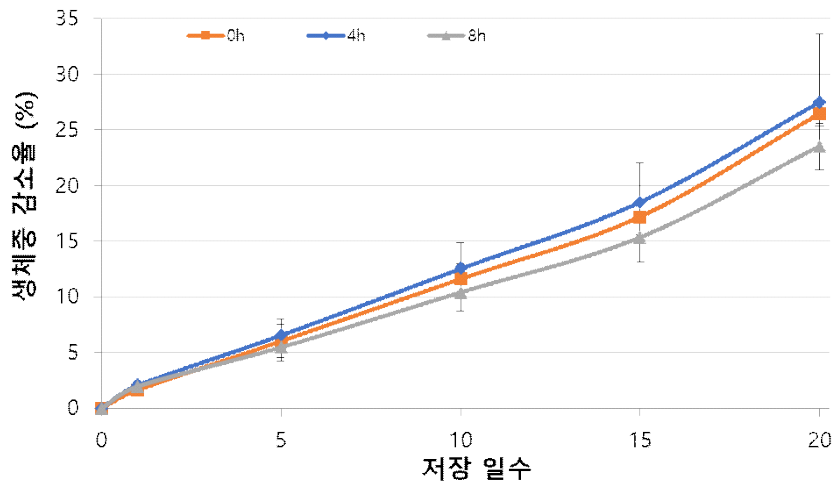
공시재료: 평창에서 재배된 결구 상추

처리방법: 재배 산지에서 결구상추를 수확 직후 예냉(0h), 수확 4시간 후 예냉 (4h), 수확 8시간 후 예냉(8h)한 후 종이 박스에 저장

저장방법: 2°C (85±5%RH) 저온고에서 20일간 저장

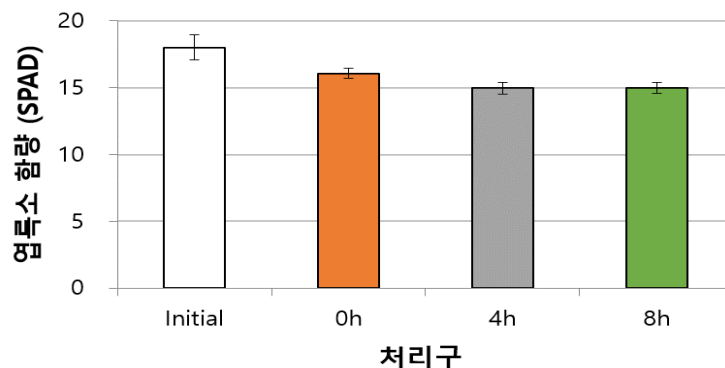
조사내용: 저장 중 생체중 감소율, 엽록소함량 변화, 잎 색도 변화, 종륜 색도 변화

- 연구 결과



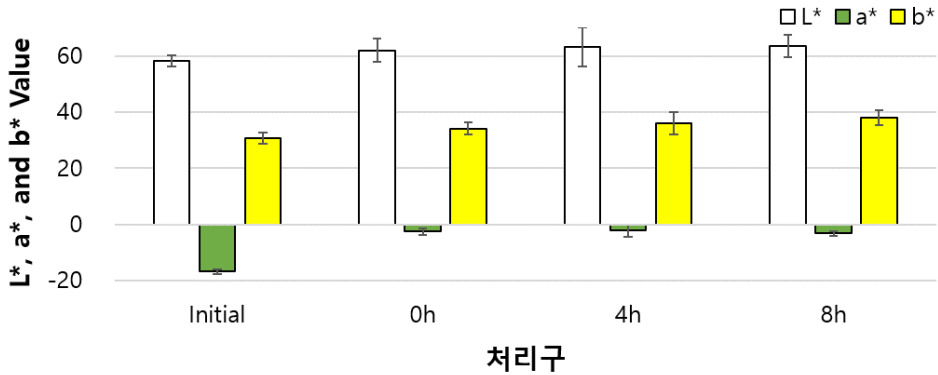
예냉 지연시간에 따른 결구상추의 저장중 생체중 감소율

저장 중 생체중 감소율은 저장 직후 큰 폭으로 증가하였으며, 저장 5일차에 5% 이상의 큰 감소율을 보였다. 수확 4시간 후 예냉(4h) 시작한 처리구에서 가장 큰 감소율을 보였으며, 8h, 0h 순으로 적은 감소율을 보였다.



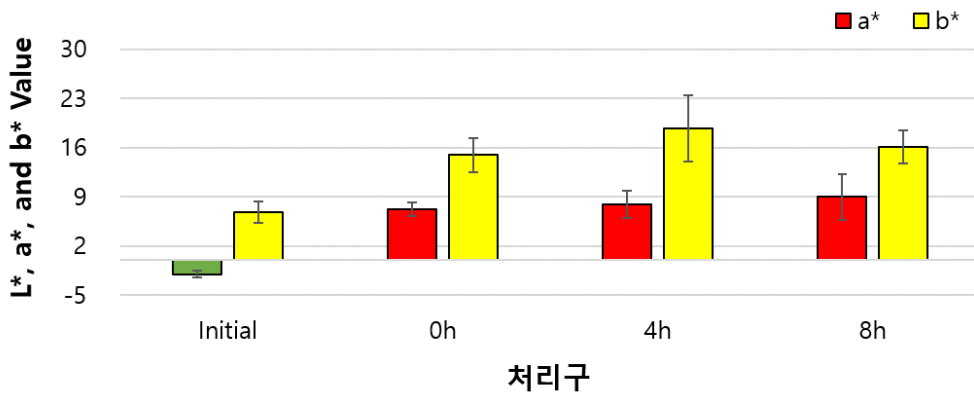
예냉 지연시간에 따른 결구상추의 저장 후 엽록소함량 변화

저장 전 측정하였던 엽록소함량(Initial)에 비해 저장 종료일에 측정한 엽록소 함량은 모든 처리구에서 감소하였으며, 수확 직후 예냉을 시작했던 0h 처리구가 가장 적은 감소폭을 보였다.



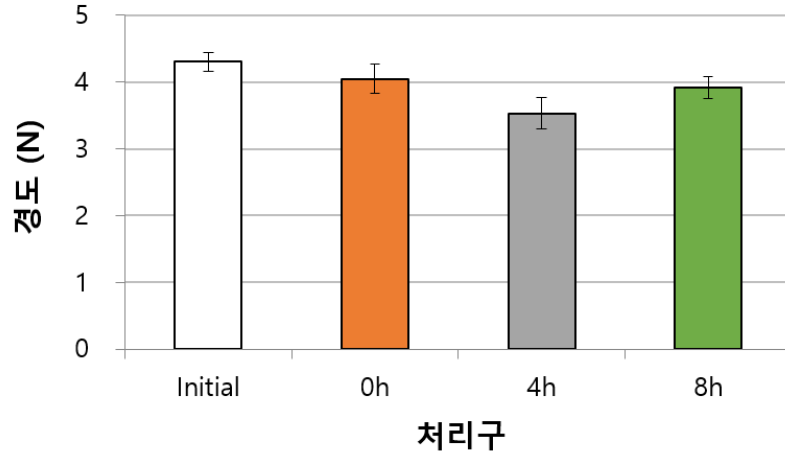
예냉 지연시간에 따른 결구상추 잎의 저장 후 색도 변화

값이 낮을수록 녹색을 나타내는 Hunter a* 값의 경우 저장 후 모두 증가하였으나 처리구간의 명확한 차이가 보이지 않았고, 명도를 나타내는 Hunter L*, 값이 클수록 황색을 나타내는 Hunter b* 값은 저장 전 초기값(Initial)에 비해 증가하였으나, 유의적 차이는 없었다.



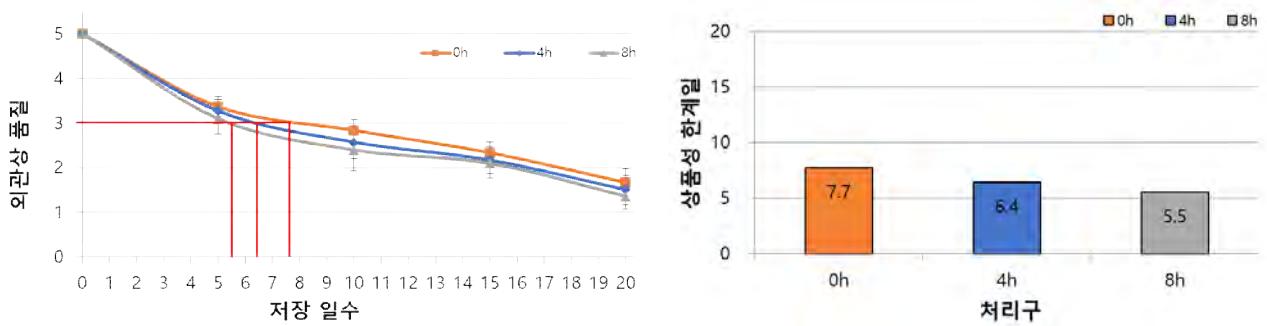
예냉 지연시간에 따른 결구상추 종륜의 저장 후 색도 변화

저장 후 결구상추의 갈변과 적변 정도를 알아보기 위해 종륜 부위의 색도를 측정하여 저장 전과 후를 비교하였다. 값이 커질수록 적색을 나타내는 Hunter a* 값은 저장 후 모든 처리구가 초기값(Initial)에 비해 증가하였고, 예냉 지연시간이 길어질수록 값이 더 커지는 경향을 보였다. 값이 높을수록 황색을 나타내는 Hunter b* 값도 저장 후 모든 처리구에서 큰 폭으로 증가하였으며, 수확 4시간 후 예냉(4h) 처리구에서 가장 크게 증가하였다.

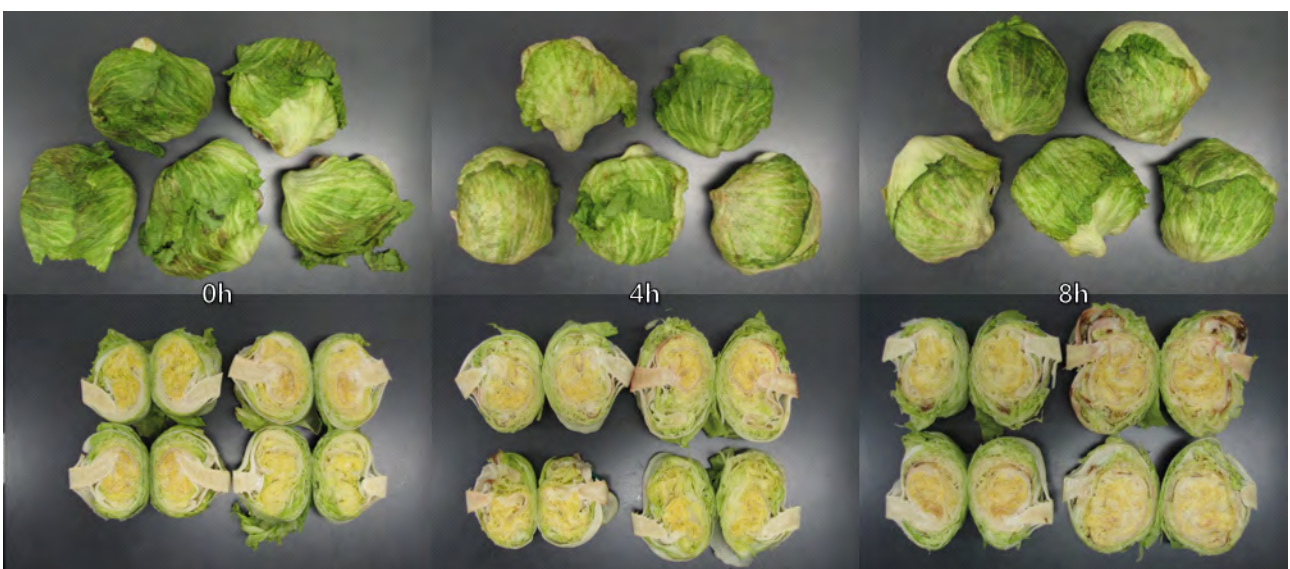


예냉 지연시간에 따른 결구상추 잎의 경도 변화

저장 후 잎 부분의 경도는 저장 전 초기값(Initial)과 비교했을 때 모든 처리구에서 감소하였으며, 수확 4시간 후 예냉(4h) 처리구에서 가장 큰 감소폭을 보였다.



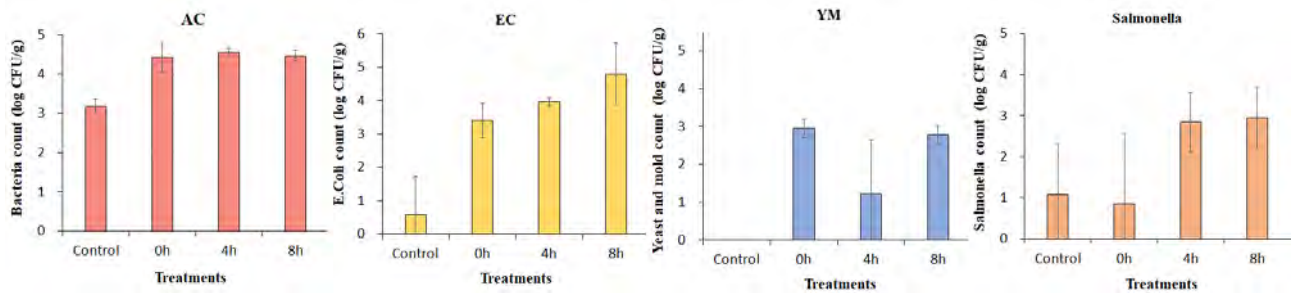
예냉 지연시간에 따른 결구상추의 외관, 상품성 한계일



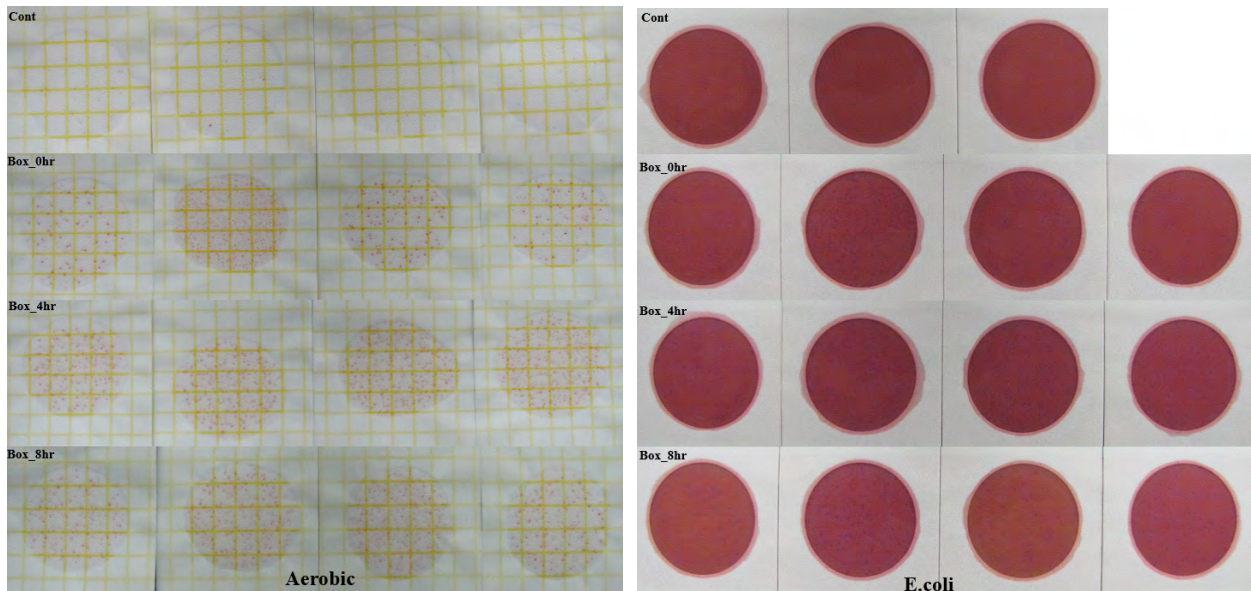
결구상추 예냉지연 시간에 따른 저장성 비교 실험 종료일의 모습

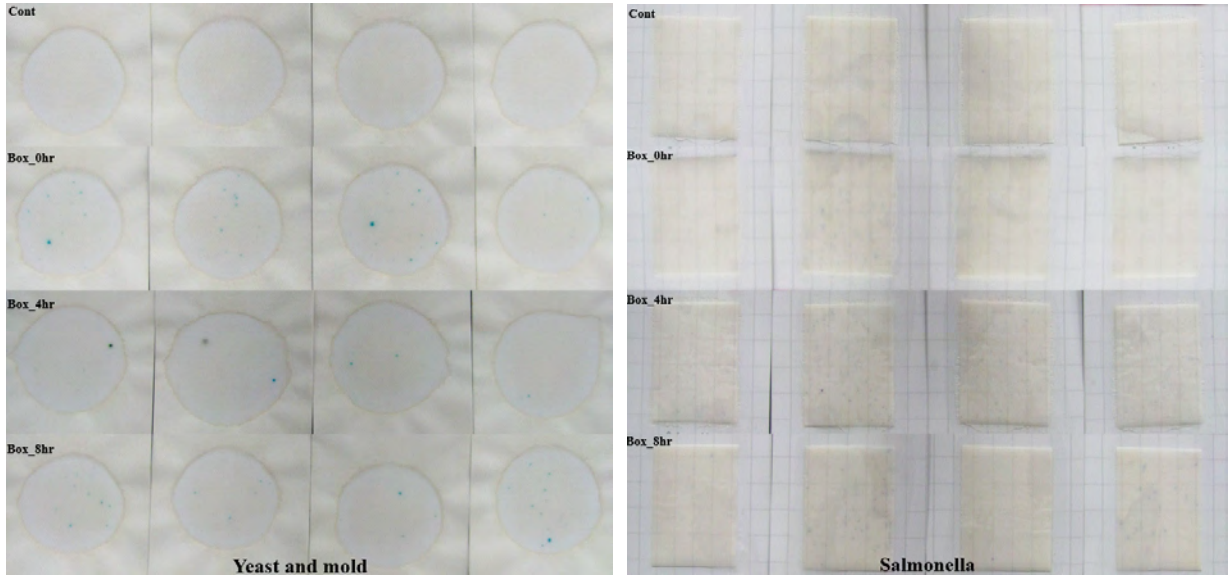
외관상 품질은 패널테스트로 진행되었으며, 수확 직후 예냉(0h)을 시작한 처리구가 상품성 한계로 지정한 3점에 도달한 날은 7.7일이었고 4h 처리구는 6.4일, 8h 처리구는 5.5일로 예냉 시작 시각이 늦춰질수록 저장 가능 기간이 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 저장 종료일의 결구상추 겉 부분의 외관은 처리구별 큰 차이가 없었지만, 속 부분을 비교하였을 때에는 예냉 시작 시각이 늦춰질수록 갈변과 적변, 무름이 심해지는 것을 확인할 수 있었다.

위 결과를 종합해 볼 때, 결구상추는 수확 직후 지연시간 없이 예냉을 시작하는 것이 엽록소 함량 감소가 적고, 가장 적은 갈변도, 적변도를 보였다. 또한, 종이 박스 저장은 생체중 감소가 빨라 급격한 품질 저하를 가져오므로, 적절한 포장재를 사용한 저장이 필요할 것으로 생각된다.



결구상추 예냉지연 시간에 따른 저장성 비교 실험 종료일의 총세균수, 대장균수, 곰팡이수, 그리고 살모넬라균수





결구상추 예냉지연 시간에 따른 저장성 비교 실험 종료일의 총세균수, 대장균수, 곰팡이수, 그리고 살모넬라균수

7-3-4 재배 현장 유해미생물 조사

- 연구 방법

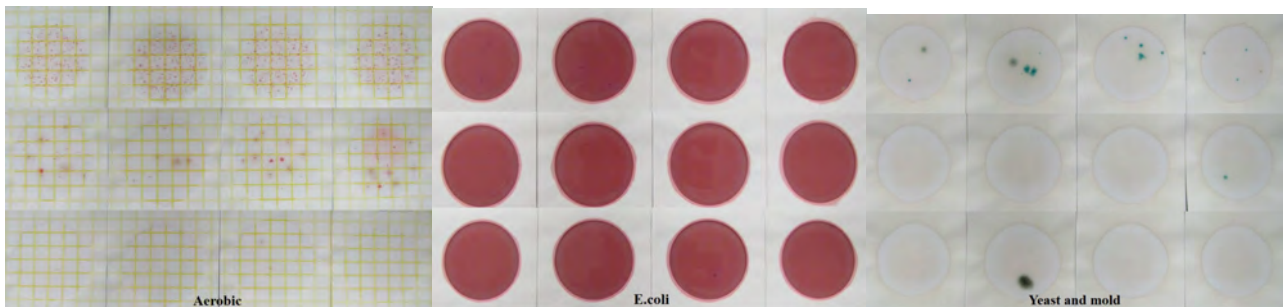
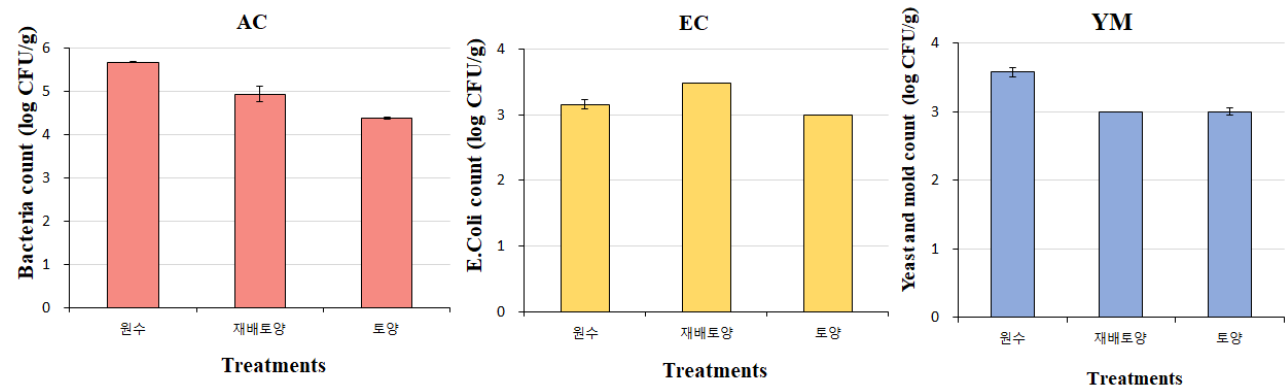
조사대상: 배추 재배지역의 원수(하천수), 토양, 재배 토양(뿌리에 부착된 토양)

조사내용: 대장균 수, 총세균 수



- 연구 결과

배추 재배지역의 원수(하천수)와 재배 토양, 인근 토양에서 샘플을 채취하여 총 세균수, 대장균수 그리고 곰팡이를 조사하였다. 대장균의 경우 재배 토양에서 가장 많이 조사되었고, 총 세균수와 곰팡이는 원수에서 가장 많이 나타났다. 하천수 이용시 유해미생물 관리가 필요할 것으로 판단된다.



원수, 재배토양, 토양의 총세균수, 대장균수, 곰팡이수

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 대만 수출용 양배추 품종 3종 선발
 - 2년에 걸친 품종 성능 검정 진행으로 대만 수출용 양배추 품종 3종 선발
 - 생산 종자 대만으로 24,000달러 수출 달성
 - Triazole계통의 생장조절제 대체 기술 개발
 - 기존 Triazolier계통 대체제로 고농도(10g/L)의 염화칼슘 3회 살포 효과 우수
 - 깨씨무늬증 저감을 위한 재배 기술 보급
 - 질소질 비료의 적정 시용량 준수 필요
 - 유안비료의 경우 깨씨무늬증 발생률이 높아 시비량 조절이 필요함
 - 대만 수출용 배추류, 상추류 병해충 관리 매뉴얼 개발 및 배포
 - 배추 병해(노균병, 검은무늬병)와 상추 병해(점무늬병) 대한 관리 매뉴얼 개발 및 배포
 - 신선채소 수출 시 검출된 배추 해충 20종에 대한 살균제 및 잔류허용치, 농약안전사용 지침 매뉴얼 개발 및 배포
 - 대만 수출용 신선채소 품목별 최적 예냉 기술 제시
 - 대만 수출용 신선채소류의 재배 및 품질 관리(예냉 기술 포함) 매뉴얼 개발 배포
 - 대만 수출용 배추류, 상추류, 파프리카 수확 후 관리 매뉴얼 개발 및 배포
 - '수출용 신선 배추, 수확 후 관리 매뉴얼' 개발 및 배포
 - '대만 수출용 파프리카 품질관리 매뉴얼' 개발 및 배포
 - '대만 수출용 엽채류 재배 및 품질관리 매뉴얼' 개발 및 배포
 - 대만 수출용 배추류, 상추류, 파프리카 포장 상자 개발
 - 대만 수출용 '배추 포장용 골판지 상자', '양배추 포장용 골판지 상자', '양상추 포장용 골판지 상자'를 개발하여 참여기업 한스에 기술이전 하였으며, '농산물용 상자' 디자인으로 특허 출원 및 등록
 - 포장 상자에 대한 애로사항이 없는 파프리카는 연구대상에서 제외함
-

(2) 정량적 연구개발성과

- 특허출원: 1건
 - 특허등록: 1건
 - 기술실시(이전): 7건
 - 사업화 - 수출액: 3,551백만원
 - 사업화 - 고용창출: 9명
 - 학술성과 - 논문 SCI: 4건
 - 학술성과 - 논문 비SCI: 8건 (게재예정 1건 포함)
 - 학술성과 - 학술발표: 20건
 - 교육지도: 11건
 - 인력양성: 14건
 - 홍보전시: 22건
 - 기타: 3건
-

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE /비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Antagonistic and Plant Growth-Promoting Effects of <i>Bacillus velezensis</i> BS1 Isolated from Rhizosphere Soil in a Pepper Field	The Plant Pathology Journal	신종환	37 (3)	대한민국	The Korean Society of Plant Pathology	SCIE	2021. 06.30.	2093 -9280	50
2	Effect of disinfecting harvesting knives with sodium hypochlorite on soft rot infection of Kimchi cabbage	Food Science and Biotechnology	홍세진	30 (8)	대한민국	The Korean Society of Food Science and Technology	SCIE	2021. 07.17	1226 -7708	100
3	Evaluation of the Storage Characteristics in Maintaining the Overall Quality of Whole and Fresh-Cut Romaine Lettuce during MA Storage	Horticulture	최인이	7 (11)	Switzerland	horticulturae	SCIE	2021. 11.03	2311 -7524	70
4	Antifungal Effects of Cold Plasma, Coupled with Modified Atmosphere Packaging on Asparagus during Cold Storage	Sains Malaysia	왕림, 최인이	50 (9)	Malaysia	Universiti Kebangsaan Malaysia	SCIE	2021. 09.30.	1266 -039X	70
5	양배추 국내 품종과 대만 재배 품종의 특성 및 저장성 비교	농업생명환경연구	최인이	32 (3)	대한민국	강원대학교	비SCIE	2020. 12.31.	2508 -870X	100
6	곰취 및 참취 점무늬병을 일으키는 <i>Alternaria alternata</i> 의 분리 및 살균제 효과 검정	농업생명환경연구	신종환 이노현	33 (2)	대한민국	강원대학교	비SCIE	2021. 03.31.	2508 -870X	100
7	상추 점무늬병을 일으키는 <i>Alternaria alternata</i> 의 분리 및 살균제 효과 검정	농업생명과학연구	김희영 신종환	55 (2)	대한민국	경상대학교	비SCIE	2021. 04.30.	2383 -8272	100
8	대만 수출용 배추 및 양배추에서 해충 및 잔류농약 실태조사	농업생명환경연구	기웅	33 (3)	대한민국	강원대학교	비SCIE	2021. 12.31.	2508 -870X	100
9	포장방법이 결구 상추의 품질과 저장성에 미치는 영향	농업생명환경연구	이주환	33 (3)	대한민국	강원대학교	비SCIE	2021.08	2508 -870X	70
10	생육온도와 MA저장이 적로메인 상추 어린잎의 품질과 저장성에 미치는 영향	포장학회지	최담희	27 (3)	대한민국	한국포장학회	비SCIE	2021. 12.31.	1226 -0207	70
11	상추 점무늬병을 일으키는 <i>Alternaria alternata</i> KL-1에 대한 식물추출물 및 길항미생물 <i>Bacillus</i> sp. UK1의 균사생장 억제효과	농업생명과학연구	김경수	34 (1)	대한민국	강원대학교	비SCIE	2022. 03.31.	2508 -870X	100

12	국내 신선 농산물 골판지 상자 사용 실태 및 물리적 특성 연구	포장학회지	김민휘	28 (2)	대한민국	한국포장학회	비SCI	(게재 예정)	1226 -0207	100
----	------------------------------------	-------	-----	--------	------	--------	------	---------	------------	-----



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국식물병리학회 - The cyclase-associated protein CAP1 is related to regulate pathogenicity hyphal growth conidiation appressorial formation in Colletotichum scovillei	박현후	2019.10.16.	나주 청흥골드스파 리조트	대한민국
2	한국원예학회 - 양배추 국내 품종과 대만 품종의 특성 및 저장성 비교	최인이	2019.10.25.	평창 알펜시아컨벤션센터	대한민국
3	2020 한국원예학회 추계 학술발표회 - 저장 방법과 질소 시비 수준이 저장 중 배추의 깨씨무늬장애에 미치는 영향	최인이, 이주환, 왕립, 최담희, 노유한, 강호민	2020.11.05.	온라인	대한민국

4	2020 한국생물환경조절학회 추계학술발표대회 - 저장온도와 기간에 따른 파프리카 저온장해 증상 비교	최인이, 이주환, 최담희, 왕립, 노유한, 김경연, 강호민	2020.10.22.	온라인	대한민국
5	2020 한국원예학회 추계학술발표회 - 준고랭지 배추 생육조절을 위한 생장조절제의 사용효과 -	전신재	2020.11.05	온라인	대한민국
6	2020 KSPP Fall Online Conference & Special Symposium (추계 한국식물병리학회)	신종환	2020.10.15	온라인	대한민국
7	2020 한국원예학회 제112차 추계학술발표회	이해린, 엄향란, 사무엘에보아, 김병섭, 홍세진	2020.11.06	대전컨벤션센터(온라인)	대한민국
8	한국포장학회 제58회 학술대회	김민휘	2020.11.26.	전주(라한호텔)	대한민국
9	한국응용곤충학회 정기총회 및 추계학술발표회 - Key pests and their management for exporting of leaves vegetables(chinese cabbage, cabbage & lettuce)	기웅, 홍기정	2020.10.28	경기 화성 푸르미르 호텔	대한민국
10	2021 한국식물병리학회 춘계 온라인 학술대회 - Isolation and evaluation of fungicides for the control of <i>Alternaria alternata</i> causing <i>Aternaria</i> leaf spot on <i>Aster scaber</i> and <i>Ligularia fischer</i>	이노현,신종환, 김희영,김사현, 이광호,김경수	2021.04. 22.- 23.	온라인	대한민국
11	2021 (사)한국균학회 춘계학술대회 및 임시총회 - Identification of <i>Alternaria alternata</i> , causal fungus of <i>Alternaria</i> leaf spot on <i>Aster scaber</i> and <i>Ligularia fischer</i> and evaluation of of fungicides against the pathogen	이노현, 신종환, 푸텐, 김사현,이의재, 송용원,김경수	2021.05. 19.-21.	부산백스코	대한민국
12	2021 한국원예학회 추계학술 발표회 - 재배온도와 MA 저장이 적로메인 어린잎 상추의 품질과 저장성에 미치는 영향	최인이,최담희, 이주환,노유한, 강호민	2021.10.22.	온라인	대한민국
13	2021 한국원예학회 춘계학술발표회 - 결구 상추의 저장 중 품질과 저장성에 미치는 포장방법의 영향	이주환,최담희, 노유한,최인이, 강호민	2021.05.06.	온라인	대한민국
14	2021 (사)한국생물환경조절학회 춘계학술발표회 발표논문집 - MA저장 중 성체와 신선편이 로메인 상추의 품질 및 저장성 비교	최인이, 이주환, 최담희 노유한, 강호민	2021.05. 06.-12.	온라인	대한민국
15	2021 (사)한국생물환경조절학회 추계학술발표회 발표논문집 - 질소질비료 시비량과 저장방법이 배추 깨서무늬장해 발생과 저장성에 미치는 영향	최담희,이주환, 권용범,노유한, 노종민,최인이, 전신재,강호민	2021.10. 07.-13.	온라인	대한민국
16	2021 제59회 한국포장학회 춘계학술대회 - Characterization of polylactic acid (PLA) coated corrugated fiberboard cartons having a moisture resistance	김민휘, 이명호, Athip Boonsiriwit, Ajit, Ajit Kumar Singh, 이윤석	2021.05.26	KINTEX 제1전시장 211호	대한민국
17	제60회 한국포장학회 추계학술대회 및 정기총회 - Effect of internal packaging on corrugated fiberboard cartons and Chinese cabbage during the storage	김민휘, 이명호, Athip Boonsiriwit, 이윤석	2021.11. 17.-19.	오션스위츠 제주호텔 2층 캐놀라홀	대한민국
18	2021 KFN International Symposium and Annual Meeting (Tailored to Fit: Food & Nutrition in New Era) - Optimization of fresh produce's package with the corrugated fiberboard cartons for international shipping	김민휘, 이명호, Athip Boonsiriwit, 이윤석	2021.10. 27.-29.	BEXCO, Busan	대한민국
19	2021 한국원예학회 추계학술발표회 - 봄 재배한 결구배추의 엽서에 따른 기공의 생성과 발육	차대환,이해린, 이영훈,김병섭, 홍세진	2021.10.22.	온라인	대한민국
20	2021 한국원예학회 추계학술발표회 - 봄 재배한 결구배추의 엽서에 따른 잎의 품질 특성 비교	이영훈,이해린, 용영록,김병섭, 홍세진	2021.10.22.	온라인	대한민국



1



2



3



4



5



6



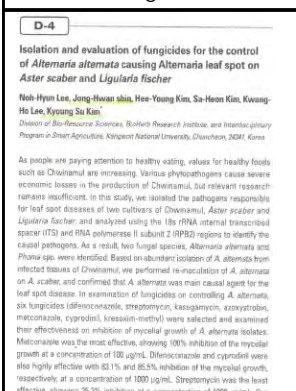
7



8



9



10



11



12



13



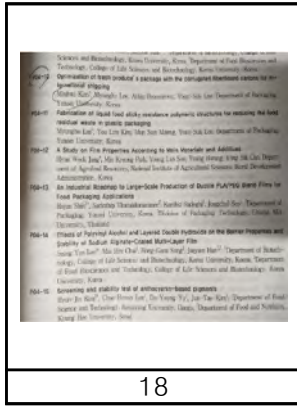
14



15



16



[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	디자인 출원	대한민국	연세 대학교 원주산학 협력단	2021.11 .03.	30-2021- 005232 7						
2	디자인 등록	대한민국					연세 대학교 원주산학 협력단	2021.11. 16.	30-1138 098		



○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
										√

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	서적 수출용 신선 배추 수확후관리 매뉴얼	22.01.31.	강호민, 김경수 김병섭, 이윤석 전신재, 홍기정 홍세진, 최인이	22.03.29.	ISBN 979-11-97788 7-7-2	농림식품기술기 획평가원	100
2	서적 대만 수출용 신선채소류 병해충 방제 매뉴얼	22.01.31.	강호민, 김경수 김병섭, 이윤석 전신재, 홍기정 홍세진, 최인이	22.03.29.	ISBN 979-11-97788 9-8-9	농림식품기술기 획평가원	100
3	서적 대만 수출용 파프리카 품질관리 매뉴얼	22.01.31.	강호민, 김경수 김병섭, 이윤석 전신재, 홍기정 홍세진, 최인이	신청 중	신청 중	농림식품기술기 획평가원	100
4	서적 대만 수출용 엽채류 재배 및 품질관리 매뉴얼	22.01.31.	강호민, 김경수 김병섭, 이윤석 전신재, 홍기정 홍세진, 최인이	신청 중	신청 중	농림식품기술기 획평가원	100



[경제적 성과]

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	노하우	“대만 수출배추 칼슘제 살포효과” 노하우 기술이전	청명	2022.01.07.	-	-
2	노하우	“대만 수출배추 칼슘제 살포효과” 노하우 기술이전	한스	2022.01.07.	-	-
3	노하우	병해충관리 노하우 기술이전	청명	2022.01.07.	-	-
4	노하우	병해충관리 노하우 기술이전	한스	2022.01.07.	-	-
5	노하우	“대만 수출 배추 수확후 관리 매뉴얼” 노하우 기술이전	청명	2022.01.07.	-	-
6	노하우	“대만 수출 배추 수확후 관리 매뉴얼” 노하우 기술이전	한스	2022.01.07.	-	-
7	노하우	“포장박스 - 한스” 노하우 3건 사용 계약	한스	2021.10.26.	1,500,000	-

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등



1



2



3



4



5



6



7(3건)

□ 수출 실적

번호	수출년도	상품명	업체명	대상국	수출액(백만원)
1	2019	배추	영농조합법인 청명	대만	1,414
2	2019	배추류, 상추류	영농조합법인 한스	대만	547
3	2020	배추	영농조합법인 청명	대만	215
4	2020	배추류, 상추류	영농조합법인 한스	대만	571
5	2021	배추	영농조합법인 청명	대만	307
6	2021	배추류, 상추류	영농조합법인 한스	대만	441
7	2021	양배추 종자	(주)아시아종묘	대만	26



□ 산업 지원(기술지도)(교육지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
1	대만 수출중인 양배추, 배추, 상추 등을 포함한 고령 업체류의 재배기술 교육	2019.11.07.	미래농업교육 농업인	강원도 미래농업교육원	20여명
2	수출 파프리카 정식전 준비 및 재식밀도, 수출국에 대한 관리 방법	2020.02.19.	수출 파프리카 재배 농가	인제 우정영 농조합법인 온실	3명
3	2020년 상반기 배추수출협의회 정기총회 : 배추대만수출 증대를 위한 농약허용물질목록관리제도를 설명하였고, 수출대상국 잔류허용기준, 면제 살균제 및 금지 살균제, 미설정 농약, 일정에 따른 병해 및 약제를 특강	2020.05.13.	배추 수출 업체인	aT센터 3층 세계로룸 1	32명
4	신선채소류 수출 동향 및 대만 수출용 양배추	2020.07.02.	양배추 재배 농가	횡성군 양배추 포장	15명
5	배추 수확 후 관리 기술	2020.08.13.	배추재배농업인	고성군농업기술센터 농업인교육관	40명
6	참여기업 (주) 청명의 자문 내용을 바탕으로 대만 수출을 위한 컨설팅	2020.10.09.	(주) 청명	동해시 (주)청명	2명
7	코로나 사태로 인한 문제점 토론 및 대만 수출을 위한 새로운 도입 품종 교육	2020.11.16.	(주) 청명	동해시 (주)청명	5명
8	평창군농업기술센터 배추재배농가 수확후관리 특강	2021.05.14.	배추재배농가	평창군 농업기술센터	50명
9	평창군농업기술센터 원예작물 병해충 방제교육	2021.05.21.	배추재배농가	평창군 농업기술센터	50명
10	토성농협 제1기 로컬푸드 작물재배기술교육	2021.07.02.	고성군 농업인	토성농협2층 대회의실	30명
11	2021년 16기 미래농업대학과정 :강원도 청년농업인 영농종사 희망자를 대상으로 배추의 일반적인 재배 방법과 수확 후 관리 및 병해충에 대해 강의	2021.09.06.	강원도 청년농업인 영농종사 희망자	강원도 미래농업교육원	15명

1

2

3

4

5

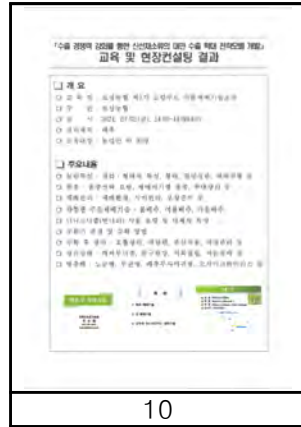
6

7

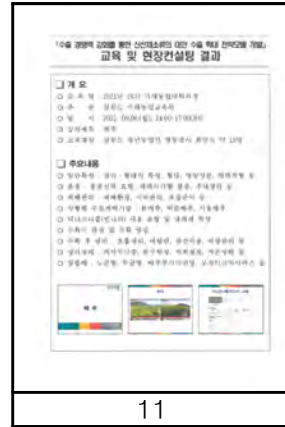
8



9



10



11

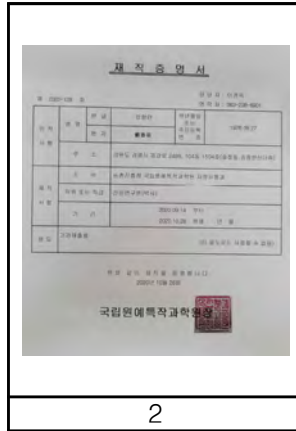
[사회적 성과]

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
1	학사 취득	2019			1			1	1					
2	취업	2020	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
			1					1					1	
3	석사 취득	2020	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
				1			1						1	
4	학사 취득	2020	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
					1			1					1	
5	학사 취득	2021	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
					1			1					1	
6	학사 취득	2021	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
					1			1					1	
7	박사 취득	2021	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
			1				1						1	
8	박사 취득	2021	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
			1					1					1	
9	석사 취득	2021	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
				1			1						1	
10	석사취득	2022	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
				1			1						1	
11	석사취득	2022	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
				1			1						1	
12	학사취득	2022	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
					1		1						1	
13	학사취득	2022	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
					1		1						1	
14	학사취득	2022	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
					1		1						1	



1



2



3



4



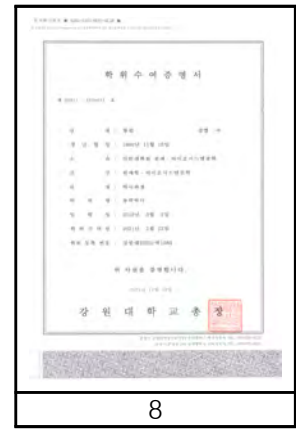
5



6



7



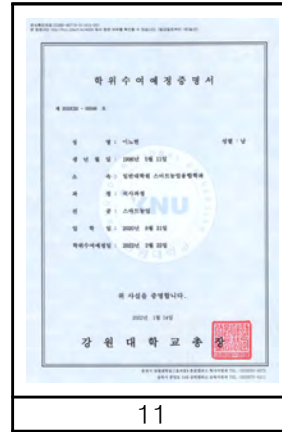
8



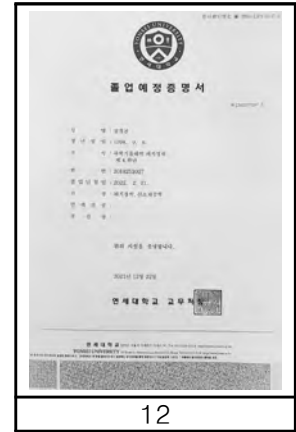
9



10



11



12



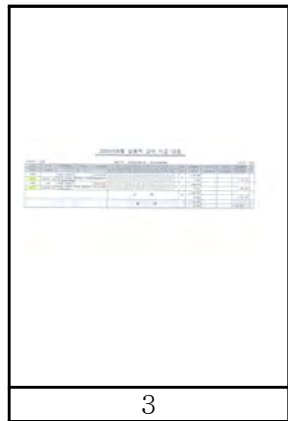
13



14

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)			합계
			2019년	2020년	2021년	
1	고용창출	강원대학교산학협력단	1			1
2	고용창출	강원도농업기술원		1		1
3	고용창출	아시아중묘		1		1
4	고용창출	아시아중묘		1		1
5	고용창출	아시아중묘		1		1
6	고용창출	강원도농업기술원			1	1
7	고용창출	강원도농업기술원			1	1
8	고용창출	강원도농업기술원			1	1
9	고용창출	강원대학교산학협력단			1	1
합계			1	4	4	9



□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	중앙전문지	한국농어민신문	참여기업이 ㈜오대가 수출 농가 소득 향상과 동시에 수출마케팅 강화, 수출시장 확대 등의 이점을 살려 매해 수출액 증가로 2019년 수출우수사례로 꼽힘	2019.11.05.
2	전시회	제13회 대전국제농업기술전	아시아 종묘 참여연구원이 참가하여 수출용 양배추 품종 소개 및 설명회	2019.09.27.
3	언론홍보	농수축산신문	강원도농업기술원, 고랭지 채소 안정 수급에 총력	2020.08.21.
4	언론홍보	농촌여성신문	현장에서 답 찾는 강원 농업의 미래	2020.04.24.
5	온라인	아시아종묘 공식 블로그	아시아종묘, '꼬꼬마양배추 재배기술 강의 영상 강의 서비스 개시	2020.03.02.
6	온라인	농업정보신문	아시아종묘, 꼬꼬마 양배추 재배기술 강의 공개	2020.03.20.
7	온라인	네이버 더농부	군산시, '꼬꼬마 양배추'로 지자체 경진대회 최우수상 아시아종묘가 개발한 '효자품목'	2020.07.06.
8	온라인	서울도시농업박람회	제9회 서울 도시농업박람회 온에어 (온라인 박람회 참석)	2020.09.24.
9	언론홍보	농촌여성신문	강릉 '청명', 수출농업 경진대회 우수상	2020.12.07.
10	언론홍보	농수축산신문	영농조합법인 '청명', 농진청 수출농업 경진대회서 우수상	2020.12.15.
11	언론홍보	농기자재신문	아시아종묘 양배추, '대박나'와 '윈스툼'을 넘어서	2021.12.21.
12	언론홍보	한국영농신문	아시아종묘, 양배추 수출과 국산화에 집중	2021.04.26.
13	언론홍보	농기자재신문	고랭지에서 더 아삭하고 달콤해진 아시아종묘 미니 양배추 '꼬꼬마'	2021.07.19.
14	언론홍보	원예산업신문	아시아종묘 양배추 '꼬꼬마' 고랭지 재배확대	2021.07.26.
15	언론홍보	원예산업신문	우리 원예품종개발 어디까지 왔나? - ◆채소분야 - 아시아종묘 양배추	2021.07.26.
16	언론홍보	news1뉴스	'군산소형양배추연구회' 최고품질 농산물 생산단지 '대상'	2021.10.06.
17	언론홍보	전국[녹색]	[녹색] 올해 최고품질 농산물 생산단지 9곳 선정	2021.10.07.
18	언론홍보	식품저널 (foodnews)	최고품질 농산물 생산단지 대상에 '군산소형양배추연구회'	2021.10.07.
19	중앙전문지	한국농어민신문	군산소형양배추연구회, 최고품질 '국무총리상'	2021.10.08.
20	언론홍보	한국영농신문	아시아종묘 소형양배추, 국무총리상 받아	2021.10.12.
21	언론홍보	농기자재신문	아시아종묘 소형양배추 '꼬꼬마' 재배 군산소형양배추연구회	2021.10.13.
22	언론홍보	농기자재신문	한국을 넘어 세계시장을 향해 나아가는	2021.11.16.



1



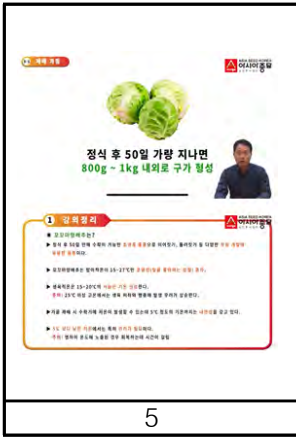
2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	우수상	2020수출농업 우수사례 경진대회 농촌진흥청장우수상	농촌진흥청이 주관한 '2020 수출농업 우수사례 경진대회'에서 우수한 성적을 거두었기에 상장을 수여	영농조합법인 청명 대표 이경형	2020. 12.02.	농촌진흥청
2	표창장	산업통상자원부장관 표창장	2019년부터 농식품수출비즈니스전략모델구축사업에 참여기업으로 활동하면서 산학연 활동에 적극 동참하며, 배추와 양배추의 대만 수출증 발생하는 각종 문제점과 현지상황에 대한 정보를 사업단에 제송하면서 사업단으로부터 현장에서 사할 해결을 위한 기술을 자문 받아 문제를 해결해 나가고 있음. 동해자유무역지역에 입주하여 대만을 상대로 집중적으로 배추와 양배추를 수출하여 수출시장 확대 및 발전 가능성이 큰 업체	영농조합법인 청명	2020. 12.30.	산업통상 자원부장관



1



2

[그 밖의 성과]

○ 대만 신선농산물 수출 협의회 개최

- 농산물 수출 신시장 개척을 통한 일본 수출 규제 대응 방안 마련 및 신선채소류 대만 수출 확대를 위한 생산 유통 체계 확립을 위한 추진계획 협의
- aT강원지역본부, 강원도철 중국통상과, 수출농업인, 본과제 참여연구원등이 참석하여 대만 수출용 선별 및 포장 현지를 견학 하고 과제 설명 및 종합토론 하였음



시 간	분	내 용	비 고
15:00-15:30	30	대인 수출용 모범인상수 선별 및 포장 견학	한사원 대표
15:30-16:00	30	연구 과제 내용 및 계획 설명	장요원 교수
16:00-17:00	60	종합토론	임상원 회장



○ 참여기업 '청명' 수출농업우수사례경진대회 우수상

- 2013년 설립하여 국내 내수 시장과 특히 대만을 수출대상국으로 하여 배추와 양배추를 집중적으로 수출하는 기업으로서, 2015년 수출 배추에서 잔류농약 검출 후 대만정부의 규제에 대응하기 위해 재배농가에 사전등록을 시행하도록 ID를 부여하여 이력추적을 실시함
- 본 과제에 참여하여 산학연 활동에 적극 동참하며, 수출중 발생하는 각종 문제점과 현지 상황에 대한 정보를 사업단에 제공하여 현장애로사항 해결을 위한 자문을 받아 문제 해결에 적극적으로 임하여 농촌진흥청이 주관한 '2020 수출농업 우수사례 경진대회'에서 우수한 성적을 거둠

○ 참여기업 '청명' 산업통상자원부장관관 표창장

- 2015년부터 동해자유무역지역 입주기업으로 대만을 수출 대상으로 하여 2017년 1,325톤(667만불), 2018년 5,433톤(2,157만불), 2019년 7,050톤(2,334만불) 수출을 달성, 동해자유무역지역 활성화에 기여하고 향후 본 과제 참여기업으로 활동하며 저장유통시설(저온저장고)과 가공품수출(절입배추 등)을 통해 수출 시장 확대 및 발전 가능성이 큰 업체로 2020년 산업통상자원부장관 표창장을 수여받음

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
※ 대만 현지 needs 맞춤 전략과 신품목 • 신품종 적용으로 신선채소류 수출 70억 원 달성	○ 과제참여업체 수출 3개 품목 중 배추류를 제외한 상추류, 양배추의 수출실적이 2019년 대비 각각 122.8%, 105.3% 증가(같은 기간 전체 국내산 대만 수출은 각각 - 23.6%, - 56.3% 감소)	50
○ 대만 수출용 양배추 품종 3종 선발	○ 개발 품종 성능검정 및 시교품종 선발 ○ 국내 전시포 개최 및 대만 수출용 양배추 재배 후 대만으로 선적 수출 실험 ○ 대만 맞춤형 품종 수출확대	100 90 100
○ Triazole계통의 생장조절제 대체 기술 개발	○ 대체제 선발 : 염화칼슘 우수 - 고농도(10g/L) 3회 살포시 생육억제 효과	100
○ 깨씨무늬증 저감을 위한 재배 기술 보급	○ 시비량에 따른 깨씨무늬증 발생: 재배시 깨씨무늬증 발생을 저감하기 위해서는 질소질 비료의 적정 시용량 준수 필요 ○ 비중에 따른 깨씨무늬증 발생: 유안비료의 경우 깨씨무늬증 발생률 높으며, 시비량 증가에 따라 심해짐	100
○ 대만 수출용 배추류, 상추류 병해충 관리 매뉴얼 개발 및 배포	○ 대만 수출용 배추 병해(노균병, 검은무늬병)와 상추 병해(점무늬병)에 대한 병해충 관리 매뉴얼을 개발하고 배포하였음	100
○ 대만 수출용 신선채소 품목별 최적 예냉 기술 제시	○ 대만 수출용 신선채소 품목별 최적 예냉 기술에 대한 품질 관리 매뉴얼을 개발하고 배포하였음 ○ 대만 배추 수출시 살균제 및 잔류허용치, 농약 안전사용지침 매뉴얼 개발 및 배포	100
○ 대만 수출용 배추류, 상추류, 파프리카 수확 후 관리 매뉴얼 개발 및 배포	○ ‘대만 수출용 업체류 재배 및 품질관리 매뉴얼’, ‘대만 수출용 파프리카 품질관리 매뉴얼’ 개발 및 배포	100
○ 대만 수출용 배추류, 상추류, 파프리카 포장 상자 개발	○ 대만 수출용 업체류 포장 상자 (통기구) 최적화 ○ 포장 상자에 대한 애로사항이 없는 파프리카는 연구대상에서 제외함	100

4. 목표 미달 시 원인분석

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

1. 대만 신선채소류 수출 실적 비교(2019년~2021년)

(단위 천원)

	1차년도 (19.08.-20.04)	2차년도 (20.05.-21.01.)	3차년도 (21.02.-22.01.)
목표	2,184	2,402	3,523
달성	1,985	1,026	776
달성률(%)	91	43	22

○ 목표 미달성 이유 (국내산 신선채소류 대만 수출 감소 원인)

- 1차년도 수출액은 목표대비 91%의 달성율을 보임
- 2차년도부터 코로나19의 영향을 받아 수출액이 급감함
 - ① 선박수출이 주를 이루는 대만 수출에서 2019년 대비 선박운송료가 500%이상 상승
 - ② 중국의 선박컨테이너 매수로 한국 출항 선박수 급감(부킹에 1개월 이상 소요)
 - ③ 재배현장 인건비 200% 상승: 배추, 양배추, 상추 등 엽채류의 경우 정식, 수확에 많은 인력이 필요하며 대부분 외국인 노동자를 활용하고 있어, 코로나 이후 외국인 노동자 수급 부족 현상 가중
 - ④ 2020년 2021년 여름철 국내 기상 이변 등으로 상추류의 경우 국내 생산량이 줄고 국내 가격이 상승하여 수출경쟁력 급감

※ Shanghai Containerized Freight Index



상하이컨테이너 운임지수는 상하이거래소(Shanghai Shipping Exchange: SSE)에서 2005년 12월 7일부터 상하이 수출컨테이너 운송시장의 15개 항로의 스팟(spot) 운임을 반영한 운임지수이다. 기존에는 정기용선운임을 기준으로 하였으나 2009년 10월 16일부터는 20ft 컨테이너(TEU)당 미달러(USD)의 컨테이너 해상화물운임에 기초하여 산정하고 있다.

자료: 한국해양진흥공사의 '2021 KOBC 연간 해운시황보고서'

○ 목표 미달성 이유 (과제 참여 업체 상황 변화)

- 2차년도 수출액은 목표대비 43%도 달성율이 급감하였는데, 업체별 품목별로 분석함
 - ① 배추의 경우 과제 기업이었던 청명이 2020년 상반기에 농약 오사용으로 대만 현지 검역에 적발되었음. 또한 이경형 대표님이 2020년 후반기에 건강 악화로 수출사업에 전념하지 못하였음
 - ② 양배추와 상추류를 수출한 한스의 경우 2019년 대비 2020년 수출액이 152.6% 크게 증가함. 세부 항목으로 보면 양배추는 당해 여름철 기상기온으로 출하량이 감소와 대만에서의 상추류 수입 오퍼의 증가로 기존 양배추 면적에 상추재배로 전환되면서 전년 대비 -99.3%의 수출실적을 보임, 이에 반해 상추류는 수출액은 무려 619% 증가함.
- 3차년도 수출액은 목표대비 29%로 회복하지 못하였음
 - ① 배추 수출은 2차년도 대비 43% 증가하였으나, 2019년에 비해서는 -83.8%로 회복되

지 못함. 참여 기업인 청명의 경우 인력수급의 문제와 이경형 대표님의 건강 문제로 수출업무에 큰차질이 발생하였음

- ② 한스의 양배추 수출은 2차년도 대비 무려 29337.8% 증가하였으며 2019년과 비교해도 105.3% 증가하는 성과를 얻음. 같은 기간 우리나라 전체 양배추 수출은 -56.3% 감소를 보임
 - ③ 한스의 상추류 수출은 2차년도 대비하면 감소하였으나, 2019년과 비교해도 122.8% 증가함. 같은기간 우리나라 전체 상추류 수출은 -23.6% 감소함
- ➔ 본과제에서 대만 수출 작목은 배추, 양배추, 상추류였으며, 이중 양배추와 상추류는 각각 2019년 대비 105.3%, 122.8% 증가하는 성과를 얻음. 그러나 수출금액이 가장 컸던 배추류가 과제참여업체의 사정과 농약오사용으로 -83.8%가 감소하여 당초 목표에 크게 못미치는 수출성과를 보임

< 과제 기간 중 우리나라 전체 대만 수출 실적과 과제 참여기관 수출 실적 비교 > (단위: \$)

기간	19년 08월	20년 05월	전년대비 증감률	21년 02월 - 22년 01월	전년대비 증감률	19년대비 증감률
	1차년도	2차년도		3차년도		
채소류-계	232,567,412	164,193,873	-29.4%	209,437,967	27.6%	-9.9%
한국산 전체 배추	77,351,665	67,803,600	-12.3%	90,765,309	33.9%	17.3%
배추(청명+한스)	1,178,928	533,680	-54.7%	190,945	-64.2%	-83.8%
한국산 전체 양배추	37,762,830	14,362,123	-62.0%	16,497,996	14.9%	-56.3%
양배추(한스)	106,260	741	-99.3%	218,134	29337.8%	105.3%
한국산 전체 상추류	4,087,624	5,139,687	25.7%	3,124,830	-39.2%	-23.6%
상추(한스)	57,400	412,714	619.0%	127,866	-69.0%	122.8%
양배추 종자	352,100	189,580	-46.2%	287,400	51.6%	-18.4%
양배추 종자(아시아종묘)	-	-	0.0%	24,000		
참여기관 총 수출액	1,342,588	947,135	-29.5%	560,945	-40.8%	

○ 목표 달성을 위한 사업단 노력

- 2차년도 강원 영동과 영덕 일대 수출 농가에서 농약 오사용으로 인한 피해가 발행하여 과제 참여 기업 청명에 관련내용 컨설팅을 실시함
- 농약 오사용을 방지하기 위해 “배추류 수출협의회”에 농약안전사용에 관한 교육을 실시함
- 추후 잠정적으로 농약 오사용의 원인이 될 수 있는 빈나리 대체 기술 개발과 기술이전을 실시함(2022년 5월 예정)

2. 국내 전시포 개최 및 대만 수출용 양배추 재배 후 대만으로 선적 수출 실험

○ 목표 미달성 이유 (과제 참여 업체 상황 변화)

- 코로나로 인해 국내 전시포에 대만 바이어 방문 무산
- 국내 연구진의 대만 현지 방문 조사 불발로 연구성과를 적용한 선적 수출 실험 무산

○ 목표 달성을 위한 사업단 노력

- 대만 바이어와 비대면 접촉 등으로 아시아종묘는 2021년 양배추종자 수출(24,000달러)
- 수출조건의 모의 유통 실험 실시(1세부 강원대학교)

2) 자체 보완활동

1. 참여기업 청명의 농약 컨설팅

: 참여기업 청명의 농약구매 내역서를 참조로 하여 대만 기준에 맞는 농약 추천 및 잔류허용기준을 온라인상으로 전달하였음

[RE][FW]청명-농약구매내역서 보냅니다

청명 이경형 대표님

Flonicamid 성분은 국내허용기준치보다 대만은 PLS 기준이네요
이 성분이 들어있는 농약은 사용을 하지 않으셔야 할 것 같습니다.

살충제성분이고요 진딧물, 파밤나방용 농약 성분입니다
국내 판매 농약명으로는
"기대관, 빅스톤, 핵사곤, 세티스, 만능카, 플로이카, 보스카, 싹투스, 에파드릴, 카라충, 한관충" 이라고 합니다.

자세한 설명은 저희 수출팀 김경수 교수님 연구실에 박현후 박사과정: [REDACTED] 추가 문의해 주십시오
감사합니다.

Kangwon National University, Division of Horticulture and Systems Engineering,
Program of Horticulture, Chuncheon 24341
강원대학교 원예과학 전공
Office [REDACTED]
Fax) [REDACTED]

----- Original Message -----
From: 청명 [REDACTED]
To: "최민미"
Cc:
Sent: 2020-06-19 15:59:41
Subject: 청명-농약구매내역서 보냅니다

연락하세요 영농조합법인 설명입니다.
강호민 교수님께 전달 부탁드립니다.

< 주관(강원대) - 청명 간의 농약구매내역서 전달(메일) >

-----Original Message-----
From: "박현후" <[REDACTED]>
To: [REDACTED]
Cc: [REDACTED]
Sent: 2020-06-23 (화) 13:35:22 (GMT+09:00)
Subject: 대만 수출 배추 안전 사용 살충제 품목_강원대

안녕하십니까 청명 이경형 대표님! 강원대학교 식물병리 연구실 박현후입니다.

대프님께서 진딧물 및 파밤나방 방제를 위해 처리하신 살충제 Flonicamid(플로니카미드) 품목은 대만 잔류허용기준 0.01ppm으로 국내 0.7ppm 기준치보다 낮아
농약 안전사용기준을 따라서 사용하시더라도 국내 잔류허용기준에는 적합하지만
대만 잔류허용기준치보다 높은 농도가 검출되어 수출에 어려움이 발생한 것으로 예상됩니다.

이에 따라 대만 잔류허용기준 리스트와 대만 수출용 배추 농약 안전사용지침 농진성 자료를 참고하여
한국의 잔류허용기준보다 더 높은 기준의 진딧물과 파밤나방 살충제를 선발했습니다.

첨부된 역설파일의 품목은 모두 대만 허용기준량이 높은 품목이거나 면제된 품목입니다.
노란색의 음영은 진딧물과 파밤나방을 동시에 방제할 수 있는 품목입니다.

각 품목에 대한 안전사용기준을 준수하시어 사용하신다면 대만 수출에 있어 문제가 되지 않을 것으로 생각합니다.

다른 문의 사항이 있으시면 답변 부탁드립니다.

좋은 하루 되십시오.
감사합니다.

< 2세부(강원대) - 청명 간의 농약 컨설팅 내용(메일) >

[RE]RE: 대만 수출 배추 안전 사용 살충제 목록, 강원대

보낸 사람: "박현우" 주소: [redacted] 수신 시간: [redacted]

일반 첨부파일 1개 (0.41KB) 첨부됨

종: 구급내역서 송고, 강원대 [redacted] [redacted] [redacted]

안녕하세요 대표님! 보내주신 내역서 확인하였습니다.

대표님께서 내역서에 파프 초기배추산 품목들에 대해서 공문을 보내시고 대만과 한국에 대한 잔류허용기준을 확인하였습니다.

미네토류오, 유단자, 우수수, 팜파레에스, 미네토스타의 경우 대만 잔류허용기준이 설정되어있지 않거나 0.01ppm으로 적용되어있어 사용금지 품목이라 생각됩니다.

또한 데스플러스와 경우 대만 0.2ppm, 한국 0.3ppm으로 설정되어있어 사용에 유의하셔야 합니다.

'보스' 상품의 경우 비록일벌레 대상품목이며 대만 2ppm, 한국 1ppm으로 사용하시기에 적합합니다.

나플레옹은 배추 노균병 약제로 대만 2ppm, 한국 2ppm 으로 설정되어 있습니다.

자세한 사항은 댓글 파일 참고 부탁드립니다.

감사합니다.

----- Original Message -----

From: 청명 권

To: "박현우"

Cc:

Sent: 2020-06-25 10:21:23

Subject: RE: 대만 수출 배추 안전 사용 살충제 목록, 강원대

안녕하세요
첨부파일에서 보냅니다.
종,그림이 첨부되지 않았을 예정입니다.
감사합니다.

A	B	C	D	잔류허용기준(ppm)	
				E	F
상품명	품목명	적용작물	대상병해충	대만	한국
보스	디노테퓨란	배추	벼룩잎벌레	2	1
미네토류오	사이안트라닐리프롤,티아메톡삼	배추	무테두리진딧물, 배추좀나방, 벼룩잎벌레	x, 1	0.7, 0.5
유단자	플로니카미드	녹색꽃양배추(브로콜리)	무테두리진딧물, 복숭아혹진딧물	0.01	0.7
우수수	피메트로진	배추	무테두리진딧물, 복숭아혹진딧물	0.01	0.2
팜파레에스	피리플루퀴나존	배추	무테두리진딧물, 복숭아혹진딧물	x	0.3
미네토스타	사이안트라닐리프롤,피메트로진	배추	무테두리진딧물, 배추좀나방, 복숭아혹진딧물, 파밤나방	x	0.7, 0.2
데스플러스	멜타메트린	배추	담배거세미나방, 배추흰나비, 복숭아혹진딧물	0.2	0.3
나플레옹	피라클로스트로빈	배추	노균병	2	2

< 2세부(강원대) - 청명 간의 농약 구매내역에 대한 잔류허용기준 전달(메일) >

2. 참여기업 청명의 수출 관련 컨설팅(2회)

1. 컨설팅 내용

- 파렛트 단위 기체제어 시스템을 이용한 여름 배추와 양배추 저장에 관한 자문 (PUCA 시스템 설명)
- 일반적으로 엽채류는 근채류나 과채류에 비해 호흡량이 많아 영양분의 손실이 많으며 저장하기 어려우나 엽채류 중에서 배추와 같은 결구성의 것이 비결구성보다는 호흡량이 적어 저장하기 용이함
- 배추, 양배추 중에서 저온기에 수확한 것이 봄에 수확한 것보다는 호흡량이 적어 저장하기에 적합함
- 포장 필름을 이용하여 기밀환경을 유지하고 질소발생기, 이산화탄소 공급기 등을 제어장치에 연결하여 기밀파렛트의 습도를 제어하여 저장기간을 80 ~ 150 일까지 증가시킬 수 있음
- 대만 수출용 배추, 양배추 농약안전사용지침 설명 (전년도 대만으로 수출된 농산물에

서 농약성분 테부페노자이드(Tebufenozide)가 0.15mg/kg 검출 되어 반송.폐기 조치되었음. 대만은 테부페노자이드 잔류허용 기준을 '0.01mg/kg'으로 설정, 관리하고 있음)



현장 방문 사진, POCA 시스템 설명

2. 컨설팅 내용

- 대만은 배추 소비량에 비하여 사계절이 비교적 온화하기 때문에 생산이 갈수록 어려워지고 있으며, 태풍 등의 영향으로 가격변동이 심하여 향후 대만 내 배추 수입량이 지속적으로 증가 될 것으로 판단됨
- 재배포장에서 각종 생리 및 병리장해 확인으로 상처전 비상품개체 유입 방지하도록 함. 특히 저장, 유통 중 증상이 심해지는 장해를 주의하고 수 확시 배추에 흠이 묻지 않도록 주의
- 깨씨무늬증상은 질소 시비량이 부족하거나 특히 과다한 토양에서 증상이 심하게 발생됨. 저온 저장 중 증상은 뚜렷해지므로 포장에서 증상이 희미하게라도 발생하면 수확후 바로 출하하도록 함
- 수확시 포장 내 진입하는 소형트럭에 의해 토양이 다져지게되면 석회 흡수에 불리하여 꿀통배추가 발생되거나 다른 비료의 성분 흡수가 억제되어 저장성이 약화될 수 있음
- 트럭이 포장안으로 들어가지 않도록 하고 혹시 트럭에 의해 다져지는 지역(진입로 근처)에서 수확되는 배추는 즉시 출하용으로 분리해서 상처하도록 함
- 실제 수확 현장에서는 분리가 어려우므로 수확이 끝난 후 집중적으로 경운하도록 지도함
- 운송 중 흔들림을 방지하기 위하여 현장에서 팔레트 단위로 랩핑을 하거나 컨테이너 차량 문에 흔들림 방지용 완충재를 삽입하도록 함



현장 방문 사진

3. 참여기업 조은그린의 농약 컨설팅

: 참여기업 조은그린을 방문하여 수출 현장 애로점을 듣고 사용농약 리스트를 받아 수출 대상을 대상으로 기준치를 정리하여 전달함



< 조은그린 방문 사진 >

2020 농업회사법인 조은그린㈜ 사용농약 (일본기준)

No	품목명	농약명	적용병해충	농약성분명	사용 농가 수
1	파프리카	가네마이브	응애(자면지용애)	아세퀴노살(액상수화제)	20
2	파프리카	가스란	탄저병	가스가마이신(수화제)	23
3	파프리카	가스란	세균성잎무늬병	가스가마이신(수화제)	22
4	파프리카	가우소	흰반딧별	피라클로스로트린(입상수화제)	23
5	파프리카	글산	질분병	플리옥시디(액상수화제)	23
6	파프리카	글디스	역병	아옥시스트로빈(액상수화제)	23
7	파프리카	개고탄	젓빛곰팡이병	디에트라핀(수화제)	23
8	파프리카	개고탄	젓빛곰팡이병	카벤다질 디에트라핀(수화제)	23
9	파프리카	달간	진딧물(목화, 복숭아목)	스피네트랄(액상수화제)	22
10	파프리카	더블클레이	젓빛곰팡이병	펜티오피라드(액상수화제)	22
11	파프리카	멀리게이트	직온부리파리	사이안트랄닐리프롬(액상수화제)	22
12	파프리카	멀리게이트	담배나방	스피네트랄(액상수화제)	22
13	파프리카	디밀란	담배나방	디플루벤주론(수화제)	23
14	파프리카	디밀란	직온부리파리	디플루벤주론(수화제)	23
15	파프리카	레버스	역병	만디프루피드(액상수화제)	23
16	파프리카	렘페이지	중저발레(꽃노랑중저발레)	클로로피나이프(수화제)	23
17	파프리카	마카니	탄저병	피라클로스로트린(입상수화제)	23
18	파프리카	마카니	탄저병	티아메톡심(입상수화제)	23
19	파프리카	머큐리	젓빛곰팡이병	플루오피라드(액상수화제)	22
20	파프리카	머큐리	흰가루병	플루오피라드(액상수화제)	22
21	파프리카	모스피란	진딧물(목화, 복숭아목)	스피네트랄(액상수화제)	17
22	파프리카	모스피란	직온부리파리	아세퀴노살(수화제)	23
23	파프리카	모스피란	중저발레(꽃노랑중저발레)	아세퀴노살(수화제)	23
24	파프리카	모스피란	진딧물(목화, 복숭아목)	아세퀴노살(수화제)	23
25	파프리카	모스피란	담배가루이	아세퀴노살(수화제)	23
26	파프리카	미리본	흰반딧별	피라클로스로트린(액상수화제)	23
27	파프리카	베리마크	직온부리파리	사이안트랄닐리프롬(액상수화제)	23
28	파프리카	베리마크	진딧물(목화, 복숭아목)	사이안트랄닐리프롬(액상수화제)	22
29	파프리카	벨리스플러스	역병	피라클로스로트린(입상수화제)	22
30	파프리카	벨리스플러스	젓빛곰팡이병	피라클로스로트린(입상수화제)	22
31	파프리카	벨스모	담배나방	메타플루비온(수화제)	22
32	파프리카	부머방	중저발레(꽃노랑중저발레)	스피네트랄(액상수화제)	20
33	파프리카	빙카드	진딧물(목화, 복숭아목)	클로로피나이프(액상수화제)	23
34	파프리카	사과이어	흰반딧별	플루오피라드(액상수화제)	23
35	파프리카	사과이어	젓빛곰팡이병	플루오피라드(액상수화제)	23
36	파프리카	세티스	진딧물(목화, 복숭아목)	클로로피나이프(액상수화제)	36
37	파프리카	세티스	담배가루이	클로로피나이프(액상수화제)	23
38	파프리카	섹큐어	응애(장박이응애)	클로로피나이프(액상수화제)	23
39	파프리카	섹큐어	중저발레(꽃노랑중저발레)	클로로피나이프(액상수화제)	22
40	파프리카	스크	응애(자면지응애)	사이엔노피라드(액상수화제)	19
41	파프리카	솔란	진딧물(목화, 복숭아목)	디노테퓨란(액제)	42
42	파프리카	시반토프라임	진딧물(목화, 복숭아목)	플루오피라드(액제)	23
43	파프리카	아크라마이브	응애(장박이응애)	비코나제이트(액상수화제)	23
44	파프리카	아라라	담배가루이	티아메톡심(입상수화제)	23
45	파프리카	아라라	직온부리파리	티아메톡심(입상수화제)	23
46	파프리카	아라라	진딧물(목화, 복숭아목)	티아메톡심(입상수화제)	22

47	파프리카	말지오	담배나방	피리달릴(유탁제)	20
48	파프리카	말타코아	담배나방	클로로피나이프(액상수화제)	15
49	파프리카	홀고초	담배나방	클로로피나이프(액상수화제)	22
50	파프리카	임에이트에스	담배나방	인독사카브(유제)	21
51	파프리카	에니솔	담배나방	클로로피나이프(액상수화제)	17
52	파프리카	에어넬트	흰가루병	펜티오피라드(액상수화제)	19
53	파프리카	에이빙	중저발레(꽃노랑중저발레)	에마엑틴벤조에이트(유제)	22
54	파프리카	에이빙	담배나방	에마엑틴벤조에이트(유제)	22
55	파프리카	엑셀트	중저발레(꽃노랑중저발레)	스피네트랄(액상수화제)	23
56	파프리카	오신	진딧물(목화, 복숭아목)	디노테퓨란(수화제)	21
57	파프리카	오티바	흰가루병	아옥시스트로빈(액상수화제)	20
58	파프리카	오티바	역병	아옥시스트로빈(액상수화제)	22
59	파프리카	솔스타	응애(장박이응애)	아바엑틴(유제)	23
60	파프리카	찰록엔	질분병	펜티오피라드(액상수화제)	23
61	파프리카	지존	응애(자면지응애)	스피네트랄(액상수화제)	22
62	파프리카	제스	진딧물(목화, 복숭아목)	피에트로진(수화제)	18
63	파프리카	중저발레	중저발레(꽃노랑중저발레)	아크리나프린(액상수화제)	22
64	파프리카	진딧물(목화, 복숭아목)	진딧물(목화, 복숭아목)	티아메톡심(액상수화제)	23
65	파프리카	캡틴	중저발레(꽃노랑중저발레)	클로로피나이프(수화제)	22
66	파프리카	코니도	진딧물(목화, 복숭아목)	이미다클로프리드(수화제)	22
67	파프리카	코드윙	응애(자면지응애)	스피네트랄(액상수화제)	18
68	파프리카	클리스	흰가루병	크레소실메(액상수화제)	21
69	파프리카	쿠루리스	흰가루병	클리스(액상수화제)	21
70	파프리카	크레오라	중저발레(꽃노랑중저발레)	아세퀴노살(수화제)	23
71	파프리카	크린캡	젓빛곰팡이병	펜티오피라드(유제)	21
72	파프리카	클린엔	탄저병	티오파네이트(액상수화제)	23
73	파프리카	트렌탈	진딧물(목화, 복숭아목)	살복사클로프리드(액상수화제)	23
74	파프리카	과옥산	응애(장박이응애)	사이클로메프렌(액상수화제)	23
75	파프리카	과옥산	응애(자면지응애)	사이클로메프렌(액상수화제)	23
76	파프리카	황라레	담배가루이	피리클로루리나프(액상수화제)	22
77	파프리카	황라레	진딧물(목화, 복숭아목)	피리클로루리나프(액상수화제)	22
78	파프리카	프리엔	역병	프로파코브하이드로클로루리드(액제)	16
79	파프리카	차트라	세균성잎무늬병	가스가마이신(수화제)	23

< 조은그린 사용 농약 리스트 >

< 조은그린 사용 농약의 수출국별 허용기준 정리 리스트 >

2020 농업회사법인 조은그린㈜ 사용농약 (일본기준)						
적용병해충	농약명	농약성분명	사용 농가수	일본	대만	한국
담배가루이	모스피란	아세퀴노살(수화제)	23	1	1	5
담배가루이	세티스	클로로피나이프(액상수화제)	23	2	1	2
담배가루이	아라라	티아메톡심(입상수화제)	23	1	0.5	1
담배가루이	핑라레	피리클로루리나프(액상수화제)	22	1	-	0.5
담배나방	멀리게이트	스피네트랄(액상수화제)	22	0.7	-	0.5
담배나방	디밀란	디플루벤주론(수화제)	23	0.7	1	2
담배나방	벨스모	메타플루비온(유제)	22	5	0.6	1
담배나방	말지오	피리달릴(유탁제)	20	2	-	2
담배나방	말타코아	클로로피나이프(액상수화제)	15	1	0.5	1
담배나방	말타코아	클로로피나이프(액상수화제)	22	1	0.5	1
담배나방	임에이트에스	인독사카브(유제)	21	1	0.3	1
담배나방	에니솔	클로로피나이프(액상수화제)	17	3	2	1
담배나방	에이빙	에마엑틴벤조에이트(유제)	22	0.2	0.02	0.2
세균성잎무늬병	가스란	가스가마이신(수화제)	22	면제	-	면제
세균성잎무늬병	차트라	가스가마이신(수화제)	23	0.2	-	-
역병	글디스	아옥시스트로빈(액상수화제)	23	3	2	2
역병	레버스	만디프루피드(액상수화제)	23	2	-	5
역병	벨리스플러스	피라클로스로트린(입상수화제)	22	10	1.2	3
역병	오티바	아옥시스트로빈(액상수화제)	22	3	0.5	1
역병	프리엔	프로파코브하이드로클로루리드(액제)	16	3	2	5
응애(장박이응애)	섹큐어	클로로피나이프(액상수화제)	23	1	0.5	0.7
응애(장박이응애)	아크라마이브	비코나제이트(액상수화제)	23	2	2	2
응애(장박이응애)	솔스타	아바엑틴(유제)	23	0.5	0.02	0.2
응애(장박이응애)	과옥산	사이클로메프렌(액상수화제)	23	5	1	2
응애(자면지응애)	가네마이브	아세퀴노살(액상수화제)	20	2	-	2
응애(자면지응애)	스크	사이엔노피라드(액상수화제)	19	1	-	1
응애(자면지응애)	지존	스피네트랄(액상수화제)	22	3	2	3
응애(자면지응애)	코드윙	스피네트랄(액상수화제)	18	2	2	2
응애(자면지응애)	과옥산	사이클로메프렌(액상수화제)	23	3	2	3

2020 농업회사법인 조은그린㈜ 사용농약 (일본기준)						
적용병해충	농약명	농약성분명	사용 농가수	일본	대만	한국
직온부리파리	멀리게이트	스피네트랄(액상수화제)	22	0.7	-	0.5
직온부리파리	디밀란	디플루벤주론(수화제)	23	0.7	1	2
직온부리파리	모스피란	아세퀴노살(수화제)	23	1	1	5
직온부리파리	베리마크	사이안트랄닐리프롬(액상수화제)	23	2	-	1
직온부리파리	아라라	티아메톡심(입상수화제)	23	1	0.5	1
질분병	글산	플리옥시디(수화제)	23	0.1	0.5	0.05
질분병	글산	플리옥시디(수화제)	23	0.05	면제	면제
흰가루병	말록엔	펜티오피라드(액상수화제)	23	0.5	-	0.05
흰가루병	말록엔	펜티오피라드(액상수화제)	23	3	-	3
젓빛곰팡이병	개고탄	디에트라핀(수화제)	23	3	-	5
젓빛곰팡이병	개고탄	카벤다질 디에트라핀(수화제)	23	3	-	5
젓빛곰팡이병	더블클레이	펜티오피라드(액상수화제)	22	5	1	3
젓빛곰팡이병	더블클레이	펜티오피라드(액상수화제)	22	3	2	3
젓빛곰팡이병	머큐리	플루오피라드(액상수화제)	22	4	-	3
젓빛곰팡이병	벨리스플러스	피라클로스로트린(입상수화제)	22	10	1.2	3
젓빛곰팡이병	벨리스플러스	피라클로스로트린(입상수화제)	22	1	0.5	1
젓빛곰팡이병	사과이어	플루오피라드(액상수화제)	23	5	1	3
젓빛곰팡이병	크린캡	펜티오피라드(유제)	21	3	2	3
진딧물(목화, 복숭아목)	달간	스피네트랄(액상수화제)	22	1	1	5
진딧물(목화, 복숭아목)	모네토	스피네트랄(액상수화제)	17	10	2	2
진딧물(목화, 복숭아목)	모스피란	아세퀴노살(수화제)	23	1	1	5
진딧물(목화, 복숭아목)	베리마크	사이안트랄닐리프롬(액상수화제)	23	2	-	1
진딧물(목화, 복숭아목)	빙카드	클로로피나이프(액상수화제)	23	3	-	2
진딧물(목화, 복숭아목)	세티스	클로로피나이프(액상수화제)	36	2	-	2
진딧물(목화, 복숭아목)	솔란	디노테퓨란(액제)	42	3	-	2
진딧물(목화, 복숭아목)	시반토프라임	플루오피라드(액제)	23	2	1	0.8
진딧물(목화, 복숭아목)	아라라	티아메톡심(입상수화제)	22	1	0.5	1
진딧물(목화, 복숭아목)	오신	디노테퓨란(수화제)	21	3	0.5	2
진딧물(목화, 복숭아목)	제스	피에트로진(수화제)	18	2	0.2	2
진딧물(목화, 복숭아목)	칼립스	티아메톡심(액상수화제)	23	5	3	1
진딧물(목화, 복숭아목)	코니도	이미다클로프리드(수화제)	22	3	1	1
진딧물(목화, 복숭아목)	트렌탈	살복사클로프리드(액상수화제)	23	2	1.5	0.5
진딧물(목화, 복숭아목)	황라레	피리클로루리나프(액상수화제)	22	1	-	0.5

2020 농업회사법인 조은그린㈜ 사용농약 (일본기준)						
적용병해충	농약명	농약성분명	사용 농가수	일본	대만	한국
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	렘피이지	클로르페나피르(유제)	23	1	0.5	0.7
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	모스피란	아세타미프리드(수화제)	23	1	1	5
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	부메랑	스피노사드(입상수화제)	20	2	0.3	0.5
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	섹큐어	클로르페나피르(역상수화제)	22	1	0.5	0.7
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	에이팜	에마멕틴벤조에이트(유제)	22	0.2	0.02	0.2
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	역살트	스피네토람(역상수화제)	23	0.7	0.2	0.5
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	총재탄	아크리나트린(역상수화제)	22	0.7	-	1
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	캡틴	플루사메타이드(유제)	22	2	-	1
총재벌레(꽃노랑총재벌레)	크레모아	아세타미프리드	23	1	1	5
				0.2	0.02	0.2
탄저병	가스란	가스가마이신(수화제)	23	면제	-	면제
				0.2	-	-
탄저병	매카니	피라클로스트로빈(입상수화제)	23	2	1	2
				1	0.5	1
탄저병	매카니	디티아논(유연탁제)	23	2	1	2
				1	0.5	1
탄저병	틀신염	티오파네이트메틸(수화제)	23	3c	1c	5c
흰가루병	머큐리	플루오피람(역상수화제)	22	4	-	3
흰가루병	에머넌트	테트라코나졸(유탁제)	19	?	?	?
흰가루병	오티바	아족시스트로빈(역상수화제)	20	3	2	2
흰가루병	코리스	크레속심메틸(역상수화제)	21	10	1.2	3
				2	1	2
흰가루병	쿠무리스	황(입상수화제)	21	면제	면제	면제
흰비단병	가우스	피라클로스트로빈(입상수화제)	23	1	0.5	1
흰비단병	미리본	피라클로스트로빈(역상수화제)	23	0.7	0.6	1
				1	0.5	1
흰비단병	사파이어	플루디옥소닐(역상수화제)	23	5	1	3

4. 파프리카 수출국 대상 병충해에 대한 농약허용기준 취합 및 배포

: 파프리카 주 수출국인 일본과 새로운 시장 개척국인 대만의 농약 규정을 따로 관리하기 때문에 농약의 종류 및 허용량에 대해 비교하기 어렵다. 이에 본 사업단에서는 두 나라의 허용 농약 및 사용 기준을 취합하여 일본 수출 농가에서도 대만 수출을 위한 손쉬운 재배가 가능하도록 작성하였으며 배포 예정 중임

파프리카 농약안전사용지침 병해편 (일본, 대만, 한국)

적용 병해충	농약품명	작물 기작 기호	상표명	안전사용기준			관리허용 기준(ppm)		
				수확전 살포일	살포 횟수	물 20L당 사용약량	일본	대만	한국
잎색줄무늬병	Kasugamycin-Polyoxin D 가스가마이신 폴리옥신디 (입상수화제)	라3 04	차트라	3	3	10g	0.2 0.05	-	- 면제
	Dithianon-Pyraclostrobin 디티아논 피라클로스트로빈 (유연탁제)	카 다3	매카니	2	3	10mL	2 1	1 0.5	2 1
	Boscalid-Pyraclostrobin 보스칼리드 피라클로스트로빈 (입상수화제)	다2 다3	벨리스클러스	5	2	10g	10 1	1.2 0.5	3 1
	Azoxystrobin-Chlorothalonil 아족시스트로빈 클로로탈로닐 (역상수화제)	다3 카	오티머스, 오티바죽티	3	3	13.3mL	3 7	2 1	2 7
	Chlorothalonil 클로로탈로닐(역상수화제)	카	다코닐에이스	2	3	20mL	7	1	7
	Chlorothalonil-Kresoxim-Methyl 클로로탈로닐 크레속심메틸 (역상수화제)	카 다3	결탄	3	3	20mL	7 2	1 1	7 2
	Tebuconazole 테부코나졸 (유제)	사1	본케이, 버디, 린터타, 초리쿠 어, 코가이버, 대유교박말, 보 중산, 예스원, 한부원, 테부칸,	7	3	10mL	1	1	3
	Tebuconazole 테부코나졸 (유탁제)	사1	바이칼, 선가드, 오리우스	7	3	10mL	1	1	3
	Trifloxystrobin 트리플록시스트로빈 (역상수화제)	다3	프린트	7	1	10mL	0.5	0.5	2
	Fluxapyroxad 플록사피록사드 (역상수화제)	다2	카디스	5	2	5mL	0.7	0.6	1
	Fluxapyroxad-Metrafenone	다2					0.7	-	1

	플록사피록사이드-메트라코논 (역상수화제)	미분류	플루오션	3	3	10mL	2	-	2
	Pyraostrobin 피라클로스트로빈(역상수화제)	D3	카브리오에이	5	3	6.7g	1	0.5	1
표준성질분	Azoxystrobin	D3	유루두루, 오티바, 원릭, 알렐말, 골든왕, 굿디스, 코메카, 다송왕, 메직람, 미라도, 아너스, 아젠포스, 풀리비전, 프리건, 그린비, 빅핀치, 알리바바, 예츠, 투빅, 영문			5mL (150mL/주)	3	2	2
	아록시스트로빈(역상수화제)								
세균성질분	Prochloraz Manganese 프로클로라자망가니즈(수화제)	사1	스포르곤, 머니업	7	3	20g (150mL/)	1	-	3
	Kasugamycin 가스가마이신(역상수화제)	라3	메가론	2	3	20g	0.2	-	-
	Kasugamycin-Thiophanate-Methyl 가스가마이신-티오판네이트메틸(역상수화제)	라3	골든볼	2	3	20mL	0.2	-	5c
	Kasugamycin-Polyoxin D 가스가마이신-폴리옥신디(역상수화제)	라3					0.2	-	-
	Dithianon-Kasugamycin 디티아논-가스가마이신(역상수화제)	카라3	탐케이	2	3	20g	2	0.2	2
	Acibenzolar-S-Methyl Dithianon 아시벤졸라-S-메틸-디티아논(역상수화제)	차1	아로빈	7	2	20mL	1	0.6	1
	Oxolinic Acid 옥솔린산(수화제)	가4	다이너스티, 일렉셀왕, 알폰, 류어관, 유플반결핵, 콜라보, 크린링, 태왕, 신빛드, 알기달청, 칼라펜서	7	3	20g	3	-	3
	Oxolinic acid 옥솔린산(수화제)	가4	무플렐다	3	3	20mL	3	-	3
	Copper Sulfate Basic 구리황산염이트베이스(수화제)	카	네오보르도	-	-	40g	연제	연제	연제
	Copper Oxchloride-Kasugamycin 구리옥소클로라이드-가스가마이신(수화제)	카라3	가스라	2	5	20g	연제	-	연제
Copper Oxchloride-Dimethomorph 구리옥소클로라이드-디메토모르프(수화제)	카	포플씨	7	2	20g	연제	연제	연제	
Copper Oxchloride Dithianon 구리옥소클로라이드-디티아논(수화제)	카	멜랑케이	7	3	40g	연제	연제	연제	

	Copper Hydroxide 구리산화수화물(수화제)	카	(경동, 동방, 영일)쿠퍼, 코자이드, 쿠피사이드, 대우코퍼	-	-	40g	연제	연제	연제
	Copper Hydroxide 구리산화수화물(역상수화제)	카	고운손	-	-	20g	연제	연제	연제
	Chlorothalonil-Kasugamycin 클로로탈로닐-가스가마이신(역상수화제)	카라3	빅맨	2	3	20mL	0.2	-	7
약분	Tribasic Copper Sulfate 트리베이식구리황산염(역상수화제)	카	세비나	-	-	40mL	연제	연제	연제
	Dimethomorph 디메토모르프(수화제)	아5	너츠, 미리스타, 포플, 유칼스피드, 청토왕, 알케이(25%)	7	2	20g	1	1	5
	Dimethomorph 디메토모르프(수화제)	아5	일파투(50%)	7	2	10g	1	1	5
	Dimethomorph 디메토모르프(역상수화제)	아5	페스티볼	7	2	20mL	1	1	5
	Dimethomorph 디메토모르프(역상수화제)	아5	엑스포플러스, 엑스포	7	3	10g	1	1	5
	Dimethomorph-Pyraostrobin 디메토모르프-피라클로스트로빈(역상수화제)	아5	캐스팅	7	2	10mL	1	1	5
	Dimethomorph-Pyraostrobin 디메토모르프-피라클로스트로빈(역상수화제)	아5	캐스팅	7	2	10mL	1	0.5	1
	Dimethomorph-Pyraostrobin 디메토모르프-피라클로스트로빈(역상수화제)	아5	캐스팅(17.6%)	7	3	20g	1	0.5	1
	Dimethomorph-Pyraostrobin 디메토모르프-피라클로스트로빈(역상수화제)	아5	캐스팅(18.7%)	7	3	20g	1	0.5	1
	Mandipropamid 만디프로파미드(역상수화제)	아5	래버스, 아글	7	2	10mL	2	-	5
Boscalid Pyraostrobin 보스칼리드-피라클로스트로빈(역상수화제)	다2					10	1.2	3	
Boscalid Pyraostrobin 보스칼리드-피라클로스트로빈(역상수화제)	다3	벨리스플러스	5	2	20g	1	0.5	1	
Cymoxanil-Mandipropamid 사이모잔닐-만디프로파미드(역상수화제)	미분류	글기퍼	7	2	20mL	0.2	2	0.1	
Cymoxanil-Zoxamide 사이모잔닐-족사이드(수화제)	미분류	카니발	3	4	20g	0.2	-	0.1	
Cymoxanil-Fenamidone 사이모잔닐-페나미돈(수화제)	미분류	모아모아	3	3	20g (150mL/)	0.2	-	0.1	
Cyazofamid 사이아조파미드(역상수화제)	다4	플렐, 미리카트, 파인더	7	3	13.3mL	1	2	2	
Cyazofamid Dimethomorph 사이아조파미드-디메토모르프(역상수화제)	다4					1	2	2	
Cyazofamid-Fluopicolide 사이아조파미드-플루피콜라이드(역상수화제)	다4					1	2	2	
		다5	윈프로	3	3	10mL	2	1	1

	Ametoctradin-Dimethomorph 아메트트라딘-디메토모르프(역상수화제)	다8	윙프로	7	2	13.3mL (150mL/)	2	2	2
	Amisulbrom 아미실브롬(역상수화제)	다4	영락	2	3	10mL	3	1	1
	Amisulbrom-Cymoxanil 아미실브롬-사이모잔닐(역상수화제)	다4	카튼	3	3	10g	3	1	1
	Amisulbrom-Chlorothalonil 아미실브롬-클로로탈로닐(역상수화제)	다4					0.2	1	0.1
	Amisulbrom-Chlorothalonil 아미실브롬-클로로탈로닐(역상수화제)	다4	셀빙	3	3	20mL	3	1	1
	Amisulbrom-Chlorothalonil 아미실브롬-클로로탈로닐(역상수화제)	다4					7	1	7
약분	Amisulbrom-Famoxadone 아미실브롬-파목사돈(역상수화제)	다4					3	1	1
	Amisulbrom-Famoxadone 아미실브롬-파목사돈(역상수화제)	다3	골든키	3	3	20mL	4	1	5
	Azoxystrobin 아록시스트로빈(역상수화제)	다3	모디바, 원릭, 알렐말, 플트콤, 핀메라, 메직람, 미라도, 아너스, 아	3	5	20mL	3	2	2
	Azoxystrobin-Dimethomorph 아록시스트로빈-디메토모르프(역상수화제)	다3	예작	7	2	20mL	3	2	2
	Azoxystrobin-Dimethomorph 아록시스트로빈-디메토모르프(역상수화제)	다3					1	1	5
	Azoxystrobin-Dimethomorph 아록시스트로빈-디메토모르프(역상수화제)	다3	라보트, 스틸라	7	2	20g	3	2	2
	Azoxystrobin-Dimethomorph 아록시스트로빈-디메토모르프(역상수화제)	아5					1	1	5
	Azoxystrobin-Chlorothalonil 아록시스트로빈-클로로탈로닐(역상수화제)	다3	오티머스, 오티바죽티	3	3	13.3mL	3	2	2
	Azoxystrobin-Chlorothalonil 아록시스트로빈-클로로탈로닐(역상수화제)	다3					7	1	7
	Azoxystrobin-Tebuconazole 아록시스트로빈-테부코나졸(역상수화제)	다3	와이카두(22%)	7	2	13.3mL	3	2	2
Azoxystrobin-Tebuconazole 아록시스트로빈-테부코나졸(역상수화제)	사1	커스토디아(29.5%)	7	3	6.7mL	1	1	3	
Oxathiapiprolin 옥사티아피프로린(역상수화제)	미분류	조로백플씨	2	3	10mL	0.5	-	0.7	
Copper Sulfate Basic 구리황산염이트베이스(수화제)	카	네오보르도	-	-	40g	연제	연제	연제	
Copper Oxchloride-Dimethomorph 구리옥소클로라이드-디메토모르프(수화제)	카	포플씨	7	2	20g	연제	연제	연제	
Copper Oxchloride-Dithianon 구리옥소클로라이드-디티아논(수화제)	카	멜랑케이	7	3	40g	연제	연제	연제	
Copper Hydroxide 구리산화수화물(수화제)	카	(경동, 동방, 영일)쿠퍼, 코자이드, 쿠피사이드, 대우코퍼	-	-	40g	연제	연제	연제	
Copper Hydroxide 구리산화수화물(역상수화제)	카	고운손	-	-	20g	연제	연제	연제	

역병	Chlorothalonil	카	다코닐에이스	2	3	20mL	7	1	7
	Chlorothalonil-Mandipropamid (역상수화제)	카 0.5	레버스솔티	7	2	25mL	2	2	5
	Chlorothalonil-Metalaxyl-M (역상수화제)	카 가1	세이브, 폴리올골드	3	3	20mL	7 2	1 1	7 1
	Chlorothalonil-Oxadixyl (역상수화제)	카 가1	알벨, 크린헛	3	3	20g	7 5	-	7 2
	Chlorothalonil-Kresoxim-Methyl (역상수화제)	카 다3	경탄	3	3	20mL	7 2	1 1	7 2
	Famoxadone (역상수화제)	다3	올린톤	7	2	20mL	4	1	5
	Famoxadone-Mandipropamid (역상수화제)	다3 0.5	메들	7	2	20mL	4 2	1 2	5 5
	Famoxadone-Metalaxyl-M (복합성액제)	다3 가1	늘사랑	2	3	20mL	4 2	1 1	5 1
	Famoxadone-Oxathiapiprolin (역상수화제)	다3 미분류	조르빅바르티	3	3	10mL	4 0.5	-	5 0.7
	Penthiacillus Polymyx AC-1 (역상수화제)	바6	탐시드	-	-	100mL	면제	면제	면제
	Fenamidon-Fluopicolide (역상수화제)	다3 L5	해나루	2	3	20mL	1 2	-	1 1
	Propomocarb Hydrochloride (역상수화제)	바4	언더카바, 쟁프런, 프리엔	21	2	28.5mL (200mL)	3	2	5
	Fluopicolide-Propomocarb Hydrochloride (역상수화제)	다3 바4	인피니트	7	2	20mL (150mL)	2 3	1 2	1 5
	Flutolanil-Propomocarb Hydrochloride (역상수화제)	다2 바4	포항천	2	3	40mL	0.7 3	2 2	1 5
	Pyraclostrobin (역상수화제)	다3	프로카이온	3	2	20mL	1	0.5	1
Pyraclostrobin (역상수화제)	다3	카브리오에이	5	3	6.7g	1	0.5	1	
Cyazofamid (역상수화제)	다4	마리카트	7	3	20mL (200mL)	1	2	2	

질류병	Etridazole Polyoxin D (수화제)	바3 0.4	코산	파종 직후	1	20g (1L/m ²)	0.1 0.05	0.5 면제	0.05 면제
	Etridazole-Flutolanil (역상수화제)	바3 다2	녹색바람	파종전	1	20mL (2.5L/m ²)	0.1 0.7	0.5 2	0.05 1
	Chlorothalonil-Propomocarb Hydrochloride (역상수화제)	카 바4	신세대	파종 직후	1	20mL (3L/m ²)	7 3	1 2	7 5
	Fludioxonil-Metalaxyl-M (역상수화제)	다2 가1	금풍	파종 직전	1	40mL (2L/m ²)	2	1	1
	Flutolanil-Propomocarb Hydrochloride (역상수화제)	다2 바4	포항천	경식기	1	40mL (2L/m ²)	0.7 3	2 2	1 5
	Fluxapyroxad-Metalaxyl-M (복합성액제)	다2 가1	뉴단	파종기	1	10mL (3L/m ²)	0.7 2	0.6 1	1 1
	Hymexazol-Penthiopryad (복합성액제)	사1 다2	질죽연	파종기	1	20mL (3L/m ²)	0.5 3	-	0.05 3
	Diethofencarb-Thiophanate-Methyl (수화제)	다2 다1	골자비	7	2	20g	3 3c	-	3 5c
	Difenoconazole-Fludioxonil (수화제)	사1 다2	매틸	7	2	10g	2 5	0.5 1	1 3
	Difenoconazole-Fluxapyroxad (복합성액제)	사1 다2	통깨어	5	2	10mL	2 0.7	0.5 0.6	1 1
	Boscalid (인상수화제)	다2	린투스	2	2	13.3g	10	1.2	3
	Boscalid-Metrafenone (인상수화제)	다2 미분류	웨트니스	3	3	13.3g	10 2	-	3 2
	Boscalid-Fludioxonil (역상수화제)	다2 다2	에스원	5	3	10mL	10 5	1.2 1	3 3
	Boscalid-Pyraclostrobin (인상수화제)	다2 다3	벨리스플러스	5	2	10g	10 1	1.2 0.5	3 1
	Iprodione (인상수화제)	다3	로브랄	2	3	20mL	10	1	5
Iprodione-Thiophanate-Methyl (수화제)	다3 다1	다스린	3	3	20g	10 3c	-	5 5c	
Carbendazim-Diethofencarb (수화제)	다1	제거제	7	2	20g	3	-	5	

질류병	Carbendazim-Chlorothalonil (역상수화제)	다1 카	함프로	3	2	20mL	3 7	1 1	5 7
	Thiophanate-Methyl-Triflumizole (수화제)	다1 사1	코타일, 모도우리	3	3	20g	3c 3	-	5c 1
	Penthiopryad (수화제)	다2	크린캡	2	3	5mL	3	2	3
	Fenhexamid (수화제)	사3	뿔도	5	2	20g	2	2	3
	Fenhexamid (복합성액제)	사3	뿔도	5	2	20mL	2	2	3
	Fenhexamid-Prochloraz Manganese (복합성액제)	사3 사1	금모이	5	3	20g	2 1	-	3 3
	Polyoxin D (인상수화제)	0.4	질류프리	7	2	10g	0.05	면제	면제
	Polyoxin B (수화제)	0.4	더마니	7	2	4g	0.05	면제	-
	Procymidone (수화제)	다3	스미렉스, 이비젤젯자이트, 핑이 큐	2	3	120g/10a	5	2	5
	Procymidone (수화제)	다3	너노사, 스키렉스, 영달프로파, 빈 바이오프로파, 와이완, 왕자비, 광	5	3	20g	5	2	5
	Prochloraz Manganese Tebuconazole (복합성액제)	사1 사1	사청봉	7	2	10g	1 1	-	3 3
	Fludioxonil (수화제)	다2	사파이어	5	3	300g/10a	5	1	3
	Fludioxonil (수화제)	다2	슈퍼사이드	3	3	10mL	5	1	3
	Fludioxonil (수화제)	다2	사파이어, 사이나	3	2	10mL	5	1	3
	Fludioxonil (수화제)	다2	테이크업, 모하비	3	2	10g	5	1	3
Fludioxonil-Penthiopryad (복합성액제)	다2 다2	더블플레이	2	3	150g /1000m ²	5 3	1 2	3 3	
Fludioxonil-Penthiopryad (수화제)	다2 다2	더블플레이	3	3	10mL	5 3	1 2	3 3	
Fluopyram (수화제)	다2	머큐리	3	3	5mL	4	-	3	
Fluxapyroxad (수화제)	다2	광명	2	3	150g /1000m ²	0.7	0.6	1	
Fluxapyroxad (수화제)	다2	골디스	5	2	10mL	0.7	0.6	1	

	플록사피록사드 (역상수화제)	디2	기타	3	3	10mL	0.7	0.6	1
탄저병	Fluxapyroxad-Pyraclostrobin	디2		3	3	10mL	0.7	0.6	1
	플록사피록사드-피라클로스트로빈 (역상수화제)	디3	이리논	3	3	10mL	1	0.5	1
	Kasugamycin-Thiophanate-Methyl	디3	골든벨	2	3	20mL	0.2	-	-
	가스가이신-티오피네이트메틸 (역상수화제)	디1					3c	-	5c
	Dimethomorph-Pyraclostrobin	디5	캐스팅	7	2	10mL	1	1	5
	디메토모르프-피라클로스트로빈 (역상수화제)	디3					1	0.5	1
	Dimethomorph-Pyraclostrobin	디5	카브리오틸 (17.6%)	7	3	13.3g	1	1	5
	디메토모르프-피라클로스트로빈 (역상수화제)	디3					1	0.5	1
	Dimethomorph-Pyraclostrobin	디5	캐스팅, 스퀴트 (18.7%)	7	3	13.3g	1	1	5
	디메토모르프-피라클로스트로빈 (역상수화제)	디3					1	0.5	1
Dithianon	카	델란, 수리란, 미들란, 보고파	7	5	20mL	2	1	2	
디티아논 (역상수화제)	카					2	1	2	
Dithianon	카	델란 (44%)	7	3	20g	2	1	2	
디티아논 (역상수화제)	카					2	1	2	
Dithianon	카	델란, 디치온 (66%)	7	3	13.3g	2	1	2	
디티아논 (역상수화제)	카					2	1	2	
Dithianon-Kasugamycin	카	탕케이	2	3	20g	2	-	2	
디티아논-가스가이신 (역상수화제)	디3					0.2	-	-	
Dithianon-Kresoxim-Methyl	카					2	1	2	
디티아논-크레옥시메틸 (역상수화제)	디3	수고탕	2	3	20mL	2	1	2	
Dithianon-Fluxapyroxad	카					2	-	2	
디티아논-플록사피록사드 (역상수화제)	디2	뉴페이스	2	2	20mL	0.7	-	1	
Dithianon-Pyraclostrobin	카					2	1	2	
디티아논-피라클로스트로빈 (유역확제)	디3	매카니	2	3	10mL	1	0.5	1	
Dithianon-Pyraclostrobin	카					2	1	2	
디티아논-피라클로스트로빈 (역상수화제)	디3	매카니	7	3	20g	1	0.5	1	
Difenoconazole	시1	푸리온	2	3	20mL	2	0.5	1	
디펜노코나졸 (역상수화제)	시1					2	0.5	1	
Difenoconazole	시1	포티발, 푸복이, 맥릭넨트, 나이판	7	2	10mL	2	0.5	1	
디펜노코나졸 (역상수화제)	시1	켓, 아이릴				2	0.5	1	
Difenoconazole Dithianon	시1					2	0.5	1	
디펜노코나졸-디티아논 (역상수화제)	카	그랄프리	3	3	10g	2	1	2	
Difenoconazole Tebuconazole	시1					2	0.5	1	
디펜노코나졸-테부코나졸 (역상수화제)	시1	르네상스	3	3	20mL	1	1	3	
Difenoconazole Tebuconazole	시1					2	0.5	1	
디펜노코나졸-테부코나졸 (역상수화제)	시1	메가칼	3	3	10mL	1	1	3	
Difenoconazole-Thiophanate-Methyl	시1	치방사, 기타란, 종골진	5	3	10g	2	0.2	1	
디펜노코나졸-티오피네이트메틸 (수화제)	디1					3c	1c	5c	
Difenoconazole-Thiophanate-Methyl	시1					2	0.5	1	
디펜노코나졸-티오피네이트메틸 (역상수화제)	디1	포카스	5	3	20mL	2	0.2	1	
Difenoconazole-Fluxapyroxad	시1					2	0.2	1	
디펜노코나졸-플록사피록사드 (역상수화제)	디2	탕케이	5	2	10mL	0.7	0.6	1	
Difenoconazole Pyraclostrobin	시1					2	0.5	1	
디펜노코나졸-피라클로스트로빈 (역상수화제)	디3	다놀라	5	3	10mL	1	0.5	1	
Bacillus Subtilis DBB 1501	디3					2	0.5	1	
바실루스 서브틸리스 디비비1501 (수화제)	디3	테라스	연제	-	40g	연제	연제	연제	
Boscalid Pyraclostrobin	디2					10	1.2	3	
보스칼리드-피라클로스트로빈 (역상수화제)	디3	발라스에스	5	2	10mL	1	0.5	1	
Boscalid-Pyraclostrobin	디2					10	1.2	3	
보스칼리드-피라클로스트로빈 (역상수화제)	디3	발라스플러스, 플렉픽	5	2	10g	1	0.5	1	
Amisulbrom Chlorothalonil	디4					3	1	1	
아미스브롬 클로로탈로닐 (역상수화제)	카	셀빙	3	3	20mL	1	1	1	
Acibenzolar-S-Methyl Dithianon	디1	아로빈	7	2	20mL	1	0.6	1	
아시벤졸라-에스-메틸-디티아논 (역상수화제)	카					2	1	2	
Acibenzolar-S-Methyl Chlorothalonil	디1	아리미소진	2	3	10mL	1	0.6	1	
아시벤졸라-에스-메틸-클로로탈로닐 (역상수화제)	카					1	1	1	
Azoxystrobin	디3	모티바, 열릭, 달렐탈, 필드윈, 코	3	5	10mL	3	2	2	
아зок시스트로빈 (역상수화제)	디3	메카, 다수완, 매직탄, 미라도, 야				3	2	2	
Azoxystrobin Dimethomorph	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-디메토모르프 (역상수화제)	디5	예작	7	2	20mL	1	1	5	
Azoxystrobin Dimethomorph	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-디메토모르프 (역상수화제)	디5	라보트, 스텔라	7	2	20g	1	1	5	
Azoxystrobin Chlorothalonil	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-클로로탈로닐 (역상수화제)	카	오티머스, 오티바움디	3	3	13.3mL	7	1	7	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1	고속탄 (15%)	7	2	20mL	1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1	와이카두 (22%)	7	2	13.3mL	1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3					3	2	2	
아зок시스트로빈-테부코나졸 (역상수화제)	시1					1	1	3	
Azoxystrobin Tebuconazole	디3								

	Chlorothalonil 클로로탈로닐(수화제)	카	필코루, 나르널, 영보데, 마린타르 비, 솔루코, 라리나, 디아제, (Myl, 판가드, 디코넬, 에이스, 탈라인, 영 보스	7	4	33g (1)28.5g	7	-	7
	Chlorothalonil 클로로탈로닐(액상수화제)	카		2	3	20mL	7	1	7
	Chlorothalonil-Kasugamycin 클로로탈로닐-가스가마이신 (액상수화제)	카 라3	빅텐	2	3	20mL	7 0.2	-	7 -
	Chlorothalonil Dithianon 클로로탈로닐 디티아논 (액상수화제)	카 카	탄저도사	2	3	20mL	7 2	1 1	7 2
탄저병	Chlorothalonil-Difenoconazole 클로로탈로닐 디페노코나졸 (액상수화제)	카 사1	탄단	2	4	20mL	7 2	1 0.5	7 1
	Chlorothalonil-Difenoconazole 클로로탈로닐 디페노코나졸 (인상수화제)	카 사1	이지팜	3	3	20g	7 2	1 0.5	7 1
	Chlorothalonil-Mandipropamid 클로로탈로닐-만디프로피이드 (액상수화제)	카 아5	레버스틀리	7	2	25mL	7 2	1 2	7 5
	Chlorothalonil-Metalaxyl-M 클로로탈로닐 메탈락실-엠 (액상수화제)	카 가1	세이브, 풀리오글드	3	3	20mL	7 2	1 1	7 1
	Chlorothalonil-Oxadixyl 클로로탈로닐 옥사디실(수화제)	카 가1	양광, 크림릿	3	3	20g	7 5	-	7 2
	Chlorothalonil-Kresoxim-Methyl 클로로탈로닐 크레소キシ메틸 (액상수화제)	카 다3	경탄	3	3	20mL	7 2	1 1	7 2
	Chlorothalonil-Tebuconazole 클로로탈로닐-테부코나졸 (수화제)	카 사1	리차원	5	3	10g	7 1	1 1	7 3
	Chlorothalonil-Tebuconazole 클로로탈로닐-테부코나졸 (액상수화제)	카 사1	필원업, 히든탄	5	3	10mL	7 1	1 1	7 3
	Chlorothalonil-Propamocarb Hydrochloride 클로로탈로닐-프로파모카르하이드로클로라이드	카 바4	신세대	5	2	40mL	7 3	1 2	7 5
	Chlorothalonil-Pyraclostrobin 클로로탈로닐 피라클로스트로빈(액상수화제)	카 다3	탄저원	3	3	13.3mL	7 1	1 0.5	7 1
Tebuconazole 테부코나졸(인탁제)	사1	부내보, 가필드, 근가미버클드, 신농산근보사, 근보사, 모란수	7	2	10mL	1	1	3	
Tebuconazole 테부코나졸(부식성액제)	사1	티포리안	7	2	20mL	1	1	3	
Tebuconazole 테부코나졸(수화제)	사1	필마크, 필마크, 탄오방, 탄 스타, 해모수, 크이텍, 마코장	7	3	10g	1	1	3	

	Tebuconazole 테부코나졸(액상수화제)	사1	프레서클	7	3	10mL	1	1	3
	Tebuconazole 테부코나졸(액상수화제)	사1	실바코플러스, 타비아	7	3	10mL	1	1	3
	Tebuconazole 테부코나졸(유제)	사1	포리쿠머, 근가미버, 누리코, 마코장고, 시크릿	7	3	10mL	1	1	3
	Tebuconazole 테부코나졸(유탁제)	사1	바이알, 선가드, 오리우스	7	3	10mL	1	1	3
	Tebuconazole 테부코나졸(인상수화제)	사1	구급탁, 필리안, 필마크, 양성 카드, 다빈치	7	3	10g	1	1	3
	Tebuconazole-Buprofezin 테부코나졸-뷰프로페진(수화제)	사1 16	총영탁	7	3	20g	1 2	1 2	3 1
	Tebuconazole-Trifloxystrobin 테부코나졸-트리플록시스트로빈(액상수화제)	사1 다3	나티보, 크리티원	7	3	10mL	1 0.5	1 0.5	3 2
	Tebuconazole-Thiophanate-Methyl 테부코나졸-티오파네이트메틸 (수화제)	사1 나1	탄올린	5	3	10g	3c	1c	5c
	Tebuconazole-Thiophanate-Methyl 테부코나졸-티오파네이트메틸 (액상수화제)	사1 나1	치프너	5	3	10mL	1 3c	1 1c	3 5c
	Tribasic Copper Sulfate 트리베이식리퍼설파이트 (액상수화제)	카	세비나	-	-	40mL	연제	연제	연제
	Triflorne 트리플로르네(부식성액제)	사1	사프클	7	2	20mL	3	-	2
	Trifloxystrobin 트리플록시스트로빈(수화제)	다3	파픽셀드	7	2	10g	0.5	0.5	2
탄저병	Trifloxystrobin 트리플록시스트로빈(액상수화제)	다3	세도우, 프리트, 스텝, 트랜디	7	1	10mL	0.5	0.5	2
	Thiophanate-Methyl 티오파네이트메틸(수화제)	나1	관시기, (동향, 양광, 영보, 마 리, 광한농) 지오판, 지오판	3	3	13.3g	3c	1c	5c
	Thiophanate-Methyl-Triflumizole 티오파네이트메틸-트리플루미졸(수화제)	사1	굴타입, 모도우리	3	3	20g	3c	-	5c
	Tebuconazole-Kresoxim-Methyl 테부코나졸-크레소キシ메틸 (액상수화제)	사1 다3	이비엘탈트	3	3	10mL	0.6 2	0.6 1	0.5 1
	Penthiopyrad-Tebuconazole 펜티오피라드-테부코나졸 (액상수화제)	다2 사1	엠펙탈스	5	3	20mL	3 1	2 1	3 3
	Penthiopyrad-Trifloxystrobin 펜티오피라드-트리플록시스트로빈(액상수화제)	다2 다3	트리플렉	5	3	10mL	3 0.5	2 0.5	3 2
	Prochloraz-Tebuconazole 프로클로라즈-테부코나졸(유제)	사1	두야클	7	3	10mL	1	-	3

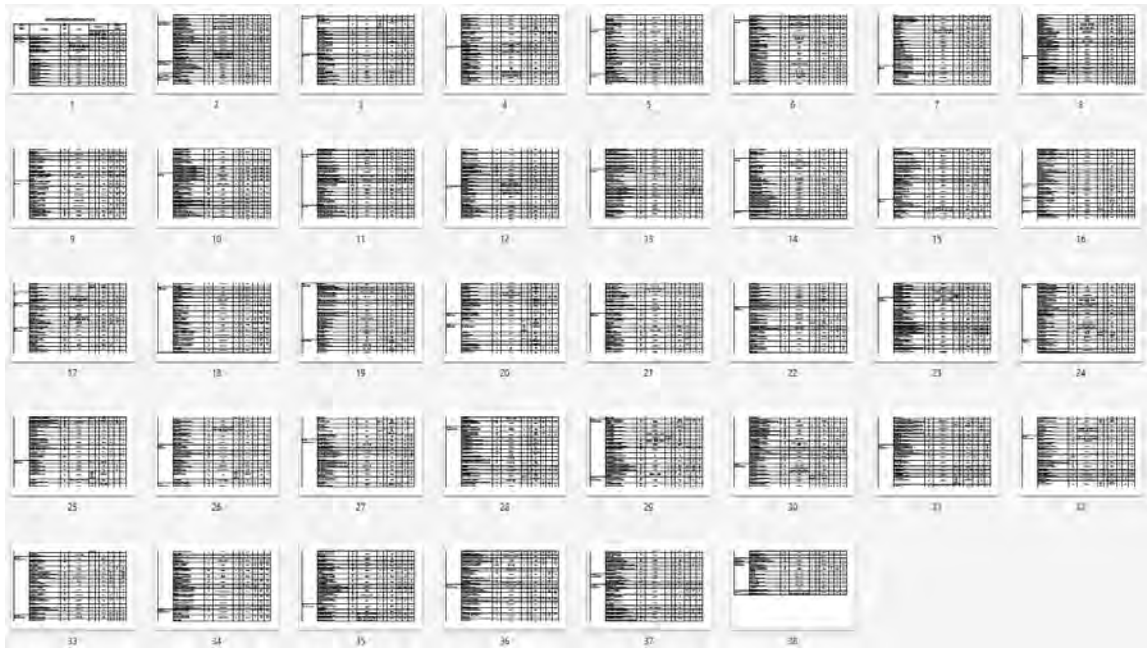
	Prochloraz Manganese 프로클로라즈망가니즈(수화제)	사1	스포르코, 머니업	7	3	10g	1	-	3
	Prochloraz Manganese-Tebuconazole 프로클로라즈망가니즈-테부코나졸(수화제)	사1 사1	사정용	7	2	10g	1 1	-	3 3
	Propineb-Pyraclostrobin 프로피네브-피라클로스트로빈 (인상수화제)	카 다3	플렉박스(60.7%)	7	3	20g	1d	2.5d	7d
	Propineb-Pyraclostrobin 프로피네브-피라클로스트로빈 (액상수화제)	카 다3	한젠트(65%)	7	3	20g	1d	2.5d	7d
	Fluxapyroxad-Pyraclostrobin 플락사피록사드-피라클로스트로빈(액상수화제)	다2 다3	미리브	3	3	10mL	0.7 1	0.6 0.5	1 1
탄저병 (무인항균기)	Pyraclostrobin 피라클로스트로빈(액상수화제)	다3	프로카운	3	2	10mL	1	0.5	1
	Pyraclostrobin 피라클로스트로빈(유제)	다3	스텝바이, 카브리오, 카네기	2	3	5mL	1	0.5	1
	Pyraclostrobin 피라클로스트로빈(인상수화제)	다3	클트렉박스, 카브트릭, 카브리오	5	3	6.7g	1	0.5	1
	Pyraclostrobin-Tebuconazole 피라클로스트로빈-테부코나졸 (액상수화제)	다3 사1	포르부나	5	2	10mL	1 1	0.5 1	1 3
	Pyribencarb-Tebuconazole 피리벤카르-테부코나졸 (액상수화제)	다3 사1	티업시	3	3	10mL	2 1	-	2 3
	Dithianon-Pyraclostrobin 디티아논 피라클로스트로빈 (유인탁제)	카 다3	매카니	2	3	1250mL (1.6L/10a)	2 1	1 0.5	2 1
	Difenoconazole-Pyraclostrobin 디페노코나졸 피라클로스트로빈(액상수화제)	사1 다3	다놀라	3	3	1250mL (1.6L/10a)	2 1	0.5 0.5	1 1
	Boscalid-Pyraclostrobin 보스칼리드 피라클로스트로빈 (액상수화제)	다2 다3	발리스에스	3	3	1250mL (1.6L/10a)	10 1	1.2 0.5	3 1
	Polyether Modified Polysiloxane 폴리에테르리플록세인(액제)	-	발라, 다가치	-	-	4mL	연제	연제	연제
	Metam Sodium 메탈스(액제)	8f	쏘윙링	정식 4주전	1	60(원액) (10a)	0.1	-	-
Difenoconazole-Metrafenone 디페노코나졸 메트라페논 (액상수화제)	사1 미부류	백마탕	7	2	10mL	2 2	연제	1 2	
Difenoconazole-Thiophanate-Methyl 디페노코나졸-티오파네이트메틸(액상수화제)	사1 나1	포커스	5	3	20mL	2 3c	0.5 1c	1 5c	
Difenoconazole-Fluxapyroxad 디페노코나졸-플락사피록사드	사1 다2	통케이	5	2	10mL	2 0.7	0.5 0.6	1 1	

(역상수화제)								
Difenoconazole-Pyriofenone 디펜노코나졸·피리오페논 (역상수화제)	사1 미분류	음션	3	3	10mL	2 1	-	1 2
Myclobutanil 마이클로부탄닐(수화제)	사1	시스템	7	3	13.3g	1	0.5	1
Metrafenone 메트라페논(역상수화제)	미분류	비반도	5	2	10mL	2	-	2
Bacillus Subtilis DB8 1501 바실루스 서브틸리스 디비비 1501 (수화제)	바6	테라스	-	-	40g	연제	연제	연제
Bacillus Subtilis QST713 바실루스 서브틸리스 큐에스티713(수화제)	바6	세레나 데릭스	-	-	40g	연제	연제	연제
Boscalid-Metrafenone 보스칼리드 메트라페논 (역상수화제)	다2 미분류	윌투원	3	3	6.7mL	10 2	연제	3 2
Boscalid-Metrafenone 보스칼리드 메트라페논 (인상수화제)	다2	윌트니스	3	3	6.7g	10 2	-	3 2
Boscalid-Kresoxim-Methyl 보스칼리드 크레소キシ메틸 (역상수화제)	다2 다3	코리스, 가이드	3	2	10mL	10 2	1.2 1	3 2
Boscalid-Pyriofenone 보스칼리드 피리오페논 (역상수화제)	다2 미분류	피리오	3	3	10mL	10 1	-	3 2
Azoxystrobin 아옥시스트로빈(역상수화제)	다3	모티바, 알락, 알렉셀, 맥직함, 미 라도, 이너스, 아젠코스, 폴리비	3	5	8mL	3	2	2
Azoxystrobin-Chlorothalonil 아옥시스트로빈 클로로탈로닐 (역상수화제)	다3 카	오티머스, 오티바움티	3	3	13.3mL	3 7	2 1	2 7
흰가루병								
Iprodione-Trifloxystrobin 이프로디온·트리플록시스트로빈 (인상수화제)	바3 다3	광관	3	3	20g	10 0.5	1 0.5	3 2
Tebuconazole 테부코나졸 (수화제)	사1	실바코, 해모수, 테부라	7	3	10g	1	1	3
Tebuconazole 테부코나졸 (유제)	사1	바이칼, 선가드, 오리우스	7	3	10mL	1	1	3
Trifloxystrobin 트리플록시스트로빈 (역상수화제)	다3	프린트	7	1	10mL	0.5	0.5	2
Triflumizole 트리플루미졸(수화제)	사1	트리루민	3	5	10g	3	1	1
Penthiopyrad 펜티오피라드(유제)	다2	코린캡	2	3	5mL	3	2	3
Polyoxin D	나4	자루코카	7	2	10g	0.5	연제	연제

플리옥시딘(인상수화제)								
Prochloraz Manganese 프로클로라자망가니스 (수화제)	사1	스포로군	7	3	10g	1	-	3
Fluopyram 플루오피람(역상수화제)	다2	머큐리	3	3	5mL	4	-	3
Fluopyram-Trifloxystrobin 플루오피람·트리플록시스트로빈 (역상수화제)	다2 다3	머큐리슈퍼	7	2	5mL	4 0.5	-	3 2
Fluxapyroxad 플록사피록사드 (역상수화제)	다2	카디스	5	2	5mL	0.7	0.6	1
Fluxapyroxad-Metrafenone 플록사피록사드·메트라페논 (역상수화제)	다2 미분류	블루오션	3	3	10mL	0.7 2	-	1 2
흰가루병								
Fluxapyroxad-Pyraclostrobin 플록사피록사드·피라클로스트로빈 (역상수화제)	다2 다3	미리브	3	3	10mL	0.7 1	0.6 0.5	1 1
Sulfur 황(인상수화제)	카	쿠무라스, 트리로그	-	-	40g	연제	연제	연제
흰반점병								
Difenoconazole-Fludioxonil 디펜노코나졸·플루디옥시닐 (수화제)	사1 다2	배팅	3	3	20g (100mL)	2 5	0.5 1	1 3
Boscalid-Fludioxonil 보스칼리드 플루디옥시닐 (역상수화제)	다2 다2	에스원	5	3	20mL (100mL)	10 5	1.2 1	3 3
Etridiazole-Flutolanil 에트리디아졸·플루톨라닐 (유제)	바3 다2	녹색바람	3	3	20mL (100mL)	0.1 0.7	0.5 2	0.05 1
Fludioxonil 플루디옥시닐(역상수화제)	다2	사파이어, (*)사이나	(*)2	(*)3	10mL (100mL/10mL/200mL)	5	1	3
Fludioxonil 플루디옥시닐(인상수화제)	다2	테이크업	3	2	10g (100mL)	5	1	3
Flutolanil 플루톨라닐 (유제)	다2	몬카트	7	3	20mL (100mL)	0.7	2	1
Fluxapyroxad 플록사피록사드 (역상수화제)	다2	카디스	3	3	5mL (100mL)	0.7	0.6	1
Fluxapyroxad-Pyraclostrobin 플록사피록사드·피라클로스트로빈 (역상수화제)	다2 다3	미리브	7	3	10mL (100mL)	0.7 1	0.6 0.5	1 1
Pyraclostrobin 피라클로스트로빈(인상수화제)	다3	카브리오에이	5	3	6.7g (100mL)	1	0.5	1
Pynbencarb 핀벤카רב(역상수화제)	다3	선우주자	2	3	10mL	2	-	2
Pynbencarb 핀벤카רב(인상수화제)	다3	판타지스타	2	3	6.7g (100mL)	2	-	2

파프리카 농약안전사용지침 총해편 (일본, 대만, 한국)

작 품 명 해충	농 약 품 목 명	작 용 기 작 기 호	상 표 명	안 전 사 용 기 준			잔 류 허 용 기 준 (ppm)		
				수확전 살포일	살포 횟수	물 20L당 사 용 약 량	일 본	대 만	한 국
거세미나방 (일대거세미나방)	Cyantraniliprole 사이안트라닐리프롤(액상수화제)	28	베리마크	14	2	2.5mL (100mL/주)	2	-	1
거세미나방 (일대거세미나방)	Gamma-Cyhalothrin 감마사이할로트린(겔슐액제)	3a	리우진	2	3	8g	1	0.5	0.5
	Deltamethrin 델타메트린(유제)	3a	데스플러스, 데시스, (선문, 아리)델타린, 업로드, 장원, 데스	3	3	20mL	0.3	0.2	0.2
	Lambda-Cyhalothrin 람다사이할로트린(유제)	3a	에포칼, 후랑, 휘명, 콘돌, 락	2	3	20mL	1	0.5	0.5
	Lambda-Cyhalothrin-Lufenuron 람다사이할로트린-루페뉴론	3a		2	3	10mL	1	0.5	0.5
	Lufenuron 루페뉴론(유제)	15	칼라자비	2	3	10mL	1	0.5	1
	Methoxyfenozide 메톡시페노자이드(수화제)	18	메치, 파말람, 나방스탄, 스마	3	3	10mL	1	0.5	1
	Methoxyfenozide 메톡시페노자이드(액상수화제)	18	트칼, 아재샷, 워뮤칼, 점토나	2	3	20g	3	2	1
	Cyantraniliprole 사이안트라닐리프롤(분산성액제)	28	런너	7	3	10mL	3	2	1
	Cyantraniliprole 사이안트라닐리프롤(분산성액제)	28	토리치	3	3	10mL	2	-	1
	Cyantraniliprole 사이안트라닐리프롤(유상수화제)	28	베네비아	3	3	5mL	2	-	1
	Cyantraniliprole 사이안트라닐리프롤(유제)	28	프로큐어	3	3	10mL	2	-	1
	Cyantraniliprole 사이안트라닐리프롤(유견액제)	28	엑시델	3	3	5mL	2	-	1
Spinetoram 스피네토람(액상수화제)	5	엑셀트	2	3	10mL	0.7	0.2	0.5	



5. 협동간의 수출 현장 애로 상황 소통 및 문제점 방안 토론

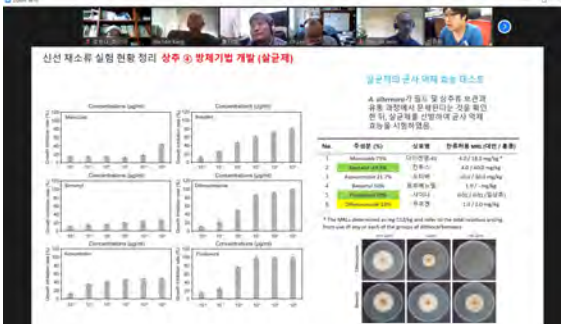
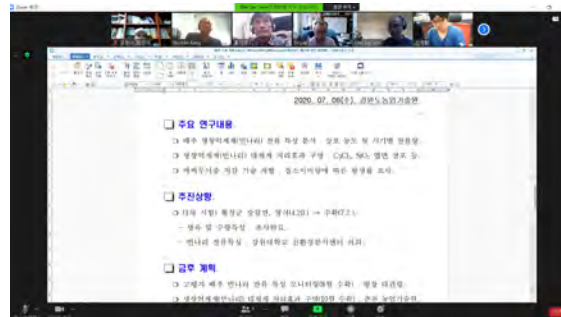
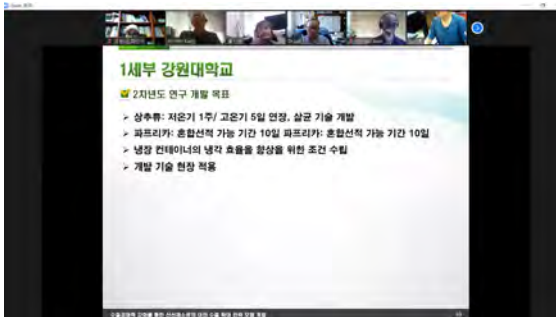
: 코로나19 사태로 인한 거리두기로 온라인 화상회의를 통해 회의 진행

대만 신선채소 수출 과제 2차년도 화상회의 회의록

일시: 2020년 07월 08일 오후 3시

장소: zoom을 통한 화상 회의

- 강원도농업기술원 전진재 연구사님
 - 새 참여기업인 조은그린은 우리나라 파프리카 대만 수출 최초로 한 농가 대만 수출관련 농약관리 어려우며, 단가 맞추기 힘들
- 강원대 김경수 교수님
 - 상추 및 배추에서 수분에 의한 병원균인 *A. alternata* 다수 발견
 - 수출 업체 작물 보관 저장고내 병원균 등 체취 필요
- 순천대 홍기정 교수님
 - 수출되는 배추 및 상추를 산지에서 수확하여 원물을 받아서 실험하고자 함
- 연세대 이운석 교수님
 - 코로나19로 인해 수출 환경 모니터링 실시하기 어려움
 - 조은그린 방문해서 박스 샘플 받을 예정
 - 한스에 방문하여 우기때 필요한 부분(포장관련) 알고자 함
- 아시아종묘 신동국 과장님
 - 코로나19로 인해 대만 바이어 초청 및 대만 전시회 진행 어려움
 - 지난해 선발된 3품종을 올해 한스 농가에 파종 및 정식 하여 조사 예정
 - 9월 중하순 수확하여 대만에 수출 실험 예정
- 강릉원주대 홍세진 교수님
 - 여름철 장마 시작하면 무름병에 관한 실험 예정
 - APC까지 조사하였으나 산지에서 수출 혹은 APC에서 수출을 통한 소비자까지의 조사 예정
 - 온습도계(호보)를 대만에 보냈을 때 회수 가능한지 (기술원에서 배터리 문제로 쉽지 않으니 원활한 방법을 찾아봐야 한다고 함)

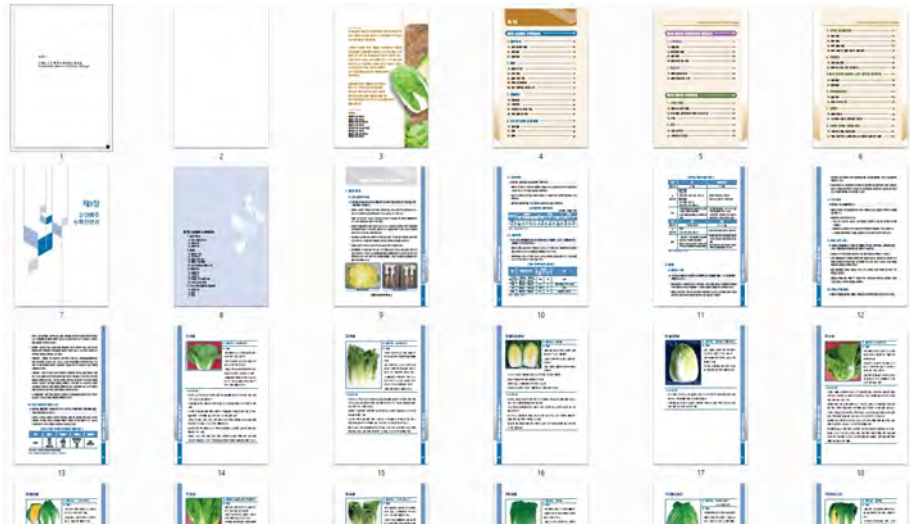


3) 연구개발 과정의 성실성

가. 관련 매뉴얼 제작 배포 및 기술이전

○ 매뉴얼 제작

- 수출용 신선 배추 수확후관리 매뉴얼 (ISBN: 979-11-977887-7-2)
- 대만 수출용 신선채소류 병해충 방제 매뉴얼 (ISBN: 979-11-977889-8-9)
- 대만 수출용 파프리카 품질관리 매뉴얼 (ISBN: 신청 중)
- 대만 수출용 엽채류 재배 및 품질관리 매뉴얼 (ISBN: 신청 중)



< 매뉴얼 일부 >

○ 매뉴얼 노하우 기술이전

- 특허와 ‘개발된 4건의 매뉴얼을 이용하여 대만 수출용 신선채소류의 재배부터 병해충 관리, 수확후 생리와 수확후 관리, 유통 중 품질관리, 포장상지 부분 등에 대한 기술이전을 통해, 수출시 부가가치 제고를 위해 참여기업 영농조합법인 청명과 영농조합법인 한스에 기존 성과 목표인 5건을 초과한 9건 기술이전을 하였으며, 농업회사법인 조은그린에 2건의 추가 기술이전을 실시할 계획임



< 기술이전 9건 >

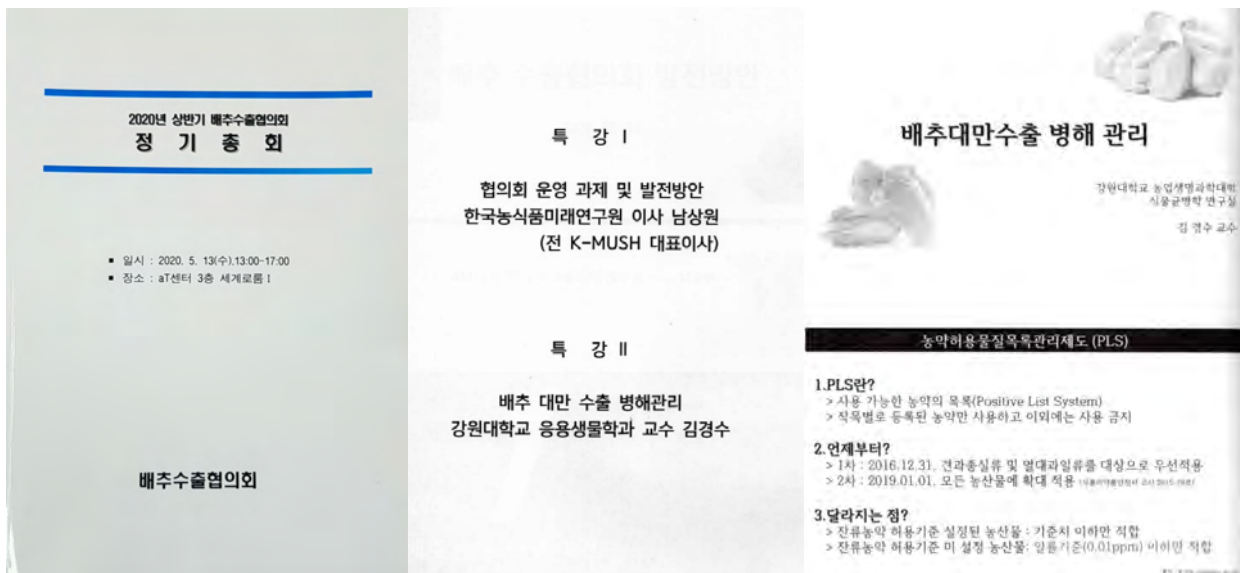
나. 대만 신선채소 수출 현장 교육 및 특강 지속

○ 총 11회의 수출생산단지 위주의 현장 교육

1. 대만 수출중인 양배추, 배추, 상추 등을 포함한 고랭 업체류의 재배기술 교육
2. 수출 파프리카 정식전 준비 및 재식밀도, 수출국에 대한 관리 방법
3. 2020년 상반기 배추수출협의회 정기총회 특강: 병해충관리 분야
4. 신선채소류 수출 동향 및 대만 수출용 양배추
5. 배추 수확 후 관리 기술
6. 참여기업 (주) 청명의 자문 내용을 바탕으로 대만 수출을 위한 컨설팅
7. 코로나 사태로 인한 문제점 토론 및 대만 수출을 위한 새로운 도입 품종 교육
8. 평창군농업기술센터 배추재배농가 수확후관리 특강
9. 평창군농업기술센터 원예작물 병해충 방제교육
10. 토성농협 제1기 로컬푸드 작물재배기술교육
11. 2021년 16기 미래농업대학과정: 강원도 청년농업인 영농종사 희망자를 대상으로 배추의 일반적인 재배 방법과 수확 후 관리 및 병해충에 대해 강의

○ 배추수출협의회 특강 교육

- 2020년: 2세부 강원대학교 김경수 교수가 배추수출협의회에서 배추대만수출 증대를 위한 농약허용물질목록관리제도를 설명하였고, 수출대상국 잔류허용기준, 면제 살균제 및 금지 살균제, 미설정 농약, 일정에 따른 병해 및 약제를 특강함



- 2021년: 코로나로 배추수출협의회 총회 개최 무산

- 2022년 4월(예정) : 대만 수출용 신선 배추 수확후관리 기술을 내용으로 배추류 수출 협의회에서 특강 예정

- 과제 종료 후에도 국내 배추 재배 농가의 대만 수출 안전성 및 고부가가치 제고를 위해 교육지도 등으로 지속적으로 참여 예정

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

가. 대만 신선채소류 수출 유통 기간 연장 기술 개발 [강원대학교 강호민]

- 상추류 유통기간 저온기, 고온기 연장 기술 개발
- 파프리카 혼합선적을 위한 저온장해 완화 기술 개발

나. 고품질 수출용 배추 생산으로 수출 농업인의 소득증대 기여 [강원도농업기술원]

- 생장조절제 사용 억제기술(고농도 염화칼슘 살포) 개발·보급 : 수출시 농약잔류 우려 종식
- 적정시비량 준수 권장 : 배추 깨씨무늬증 저감 및 탄소중립 농업 실현

다. 배추류·상추류 주요 병해 방제 및 잔류성 연구 [강원대학교 김경수]

- 정확한 화학 약제의 사용을 위해 배추 및 상추에서 발생하는 주요 병해를 분자생물학적 방법을 통하여 종 수준으로 동정하였음
- 화학 약제를 이용한 방제 연구를 수행하여 배추 및 상추 병해의 생장억제에 효과적인 살균제를 선별하였으며, 잔류성 연구를 통하여 대만 측 잔류허용기준에 맞는 살포조건을 설정하였음

라. 유기농자재를 이용한 방제 연구

- 약제 의존도를 줄이기 위하여 배추 및 상추에서 발생하는 주요 병해의 생장억제에 효과적인 식물추출물 및 길항미생물을 발굴하였음

마. 배추의 저장유통 및 상품성 유지기간 제시 및 수확후관리 기술 확립 및 보급 [강릉원주대학교]

- 수출용 배추의 재배시기별 현장적용 가능한 적정 저장 및 상품성 유지기간 설정
- 수출용 배추의 재배시기별 적합한 전처리기술 (예건, 예냉, 플라즈마 등) 설정

바. 배추의 수출용 수확후관리매뉴얼 개발 및 보급

- 수출용 배추의 수확부터 수출까지의 단계별 방법 및 주의사항이 포함된 매뉴얼 개발
- 생산현장에서부터 고품질 유지를 위한 기술투입으로 배추의 안정적 공급 가능

사. 신선채소류의 안정적 수출을 위한 병해충 관리 및 농약안전사용 기준 마련 [순천대학교]

- 대만 수출검역요건 및 검역대상 병해충을 제시함으로써 수출농가의 재배관리능력 향상
- 대만 수출 양배추 및 배추 안전성 위반성분 농약 제시로 무분별한 농약사용 억제
- 대만 수출용 신선채소류 병해충 방제 매뉴얼 제작으로 안정적 수출 기대

아. 대만 수출용 골판지 상자 개선 [연세대학교]

- 엽채류 (배추, 양배추, 양상추)를 포장한 골판지 상자의 여름철 저온 유통 효율성 개선
- 유통 중 엽채류를 포장한 골판지 상자에 발생 가능한 강도 저하에 대한 분석 및 개선
- 수출용 포장 개선을 통한 유통 중 엽채류의 품질 저하 및 폐기량 개선 전략 마련
- 농가에서 수출용 골판지 상자 구입 및 취급 시 활용 가능한 기초자료 제공

자. 국산 품종 점유율 증대 기대 [아시아종묘]

- 현재 재배되어 판매되는 양배추 품종이 대부분 일본품종으로 국산품종으로 대체 생산되어 수출시 로얄티 감소 효과 기대
 - 국내 품종으로 대체되어 생산 수출시 농민들의 애로사항을 신속하게 반영하여 맞춤형 품종 개발 가능
-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

가. 연구과제 종료 후 5년 이내

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내
학술성과	SCIE	
	비SCIE	
	학술발표	1
	계	1
인력양성	학사	
	석사	3
	박사	
	계	3
사업화	상품출시	
	기술이전	
	공정개발	
	수출액(백만원)	23,659
교육지도		6
성과홍보		2

- 연구개발 성과 중 종료 1차년도 목표한 특허등록은 연구기간내(3차년도)에 달성함
- “대만 수출 파프리카 관리 매뉴얼” 추가 기술이전예정
- “파프리카 대만 수출 농약방제” 추가 기술이전예정
- 배추수출협의회 등 수출 현장 대상 관련 교육 실시
- 본 과제 성과를 바탕으로 도출한 포장상자 및 4건의 매뉴얼을 수출 재배 농가와 수출 업체 등을 대상으로 지속적인 교육지도 예정
- 1협동 기관인 강원도농업기술원을 통해 기존 수출 농가 및 대만 신규 수출 작목(아스파라거스) 등에 대한 현장 교육 예정

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 참고문헌 등	1) 연구개발보고서 초록
	2) 자체평가의견서
	3) 연구성과 활용계획서

별첨 자료 (참고 문헌 등)

- Altunkaya, A., Gökmen, V. Effect of various inhibitors on enzymatic browning, antioxidant activity and total phenol content of fresh lettuce (*Lactuca sativa*). *Food Chem.* 107:1173–1179.
- Archaviboonyobul, T., Chaveesuk, R., Singh, J., & Jinkarn, T. (2020). An analysis of the influence of hand hole and ventilation hole design on compressive strength of corrugated fiberboard boxes by an artificial neural network model. *Packaging Technology and Science*, 33(4–5), 171–181.
- Archaviboonyobul, T., Chaveesuk, R., Singh, J., & Jinkarn, T. (2020). An analysis of the influence of hand hole and ventilation hole design on compressive strength of corrugated fiberboard boxes by an artificial neural network model. *Packaging Technology and Science*, 33(4–5), 171–181.
- Bark, D. E., Yoon, Y. N., Woo, Y. J., Cheung, G. H., Hwang, S. B., Park, S. H., Woo, Y. J., Shin, C., Choi, D. S., Lim, J. H., Park, S.E., Lee, J. S. (2015) Freshness comparison of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in accordance with storage and packaging method on high-temperature period. *Kor J Packaging Sci Technol.* 21:35–40.
- Berry, T. M., Fadji, T. S., Defraeye, T., & Opara, U. L. (2017). The role of horticultural carton vent hole design on cooling efficiency and compression strength: A multi-parameter approach. *Postharvest Biology and Technology*, 124, 62–74.
- Bolin, H. R., Huxsoll, C. C. (1991) Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad cut lettuce. *J Food Sci.* 56:60–67.
- Castaner, M., Gil, M. I., Ruiz, M. V., Artes, F. (1999) Browning susceptibility of minimally processed baby and romaine lettuces. *Eur Food Res Technol.* 209:52–56.
- Cha, H.S., Youn, A.R., Kim, S.H., Kwon, K.H., Kim, B.S. (2007) Evaluation of quality and analysis of hazard management at different seasons of lettuce. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 36:932–937.
- Chang, M. S., Lee, J. S. (2017) Effects of packaging methods on the freshness during storage of lettuce harvested in summer season of Korea. *Korean J Food Preserv.* 24:159–167.
- Cho, S. H., Lee, S. D., Choi, Y. J., Kim, N. G., Kang, J. H., Cho, S. H. (2005) Effects of packaging and storage temperature on quality during storage of mungbean sprouts. *Korean J Food Preserv.* 12:522–528.
- Choi, E. J., Lee, J. H., Kim, H. K., Park, H. W., Son, J. Y., Park, C. W., ... & Chun, H. H. (2020). Development of multi-pallet unit load storage system with controlled atmosphere and humidity for storage life extension of winter kimchi cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). *Scientia Horticulturae*, 264, 109171.
- Choi, I. L., Yoo, T. J., Kang, H. M. (2015) UV-C treatments enhance antioxidant activity, retain quality and microbial safety of fresh-cut paprika in MA storage. *Hortic Environ Biotechnol.* 56:324–329.
- Defraeye, T., Cronje, P., Verboven, P., Opara, U. L., & Nicolai, B. (2015). Exploring ambient loading of citrus fruit into reefer containers for cooling during marine transport using computational fluid dynamics. *Postharvest Biology and Technology*, 108, 91–101.
- Exama, A., Arul, J., Lencki, R. W., Lee, L. Z., Toupin, C. (1993) Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Journal of Food Science.* 58:1365–1370.
- Fadji, T., Coetzee, C., & Opara, U. L. (2016). Compression strength of ventilated corrugated paperboard packages: Numerical modelling, experimental validation and effects of vent geometric design. *Biosystems Engineering*, 151, 231–247.
- Gaind, S. and Gaur, A. 1991. Thermotolerant phosphate solubilizing microorganisms and their interaction with mung bean. *Plant Soil* 133: 141–149.
- Getahun, S., Ambaw, A., Delele, M., Meyer, C. J., & Opara, U. L. (2017). Analysis of airflow and heat transfer inside fruit packed refrigerated shipping container: Part I-Model development and validation. *Journal of food engineering*, 203, 58–68.

- Getahun, S., Ambaw, A., Delele, M., Meyer, C. J., & Opara, U. L. (2017). Analysis of airflow and heat transfer inside fruit packed refrigerated shipping container: Part II-Evaluation of apple packaging design and vertical flow resistance. *Journal of Food Engineering*, 203, 83–94.
- Guo, R., Shi, Y., Zhao, Q., & Li, B. (2018). Identification of the pathogens causing leaf spot on lettuce. *Acta Phytopathologica Sinica*, 48(3), 418–422.
- Heimdal, H., Bro, R., Larsen, L. M., Poll, L. (1997) Prediction of polyphenol oxidase activity in model solutions containing various combinations of chlorogenic acid, (–)-epicatechin, O₂, CO₂, temperature, and pH by multiway data. *J Agri Food Chem*. 45:2399–2406.
- Hwang, T. Y. (2018) Quality changes of fresh-cut lettuce with different oxygen permeability of films during storage. *J Appl Biol Chem*. 61:25–31.
- Ioannidis, A. G., Kerckhof, F. M., Drif, Y. R., Vanderroost, M., Boon, N., Ragaert, P., De Meulenaer, B., Devlieghere, F. (2018) Characterization of spoilage markers in modified atmosphere packaged iceberg lettuce. *Int J Food Microbiol*. 279:1–13.
- Islam, M. Z., Lee, Y. T., Mele, M. A., Choi, I. L., Jang, D. C., Ko, Y. W., Kim, Y. D., Kang, H. M. (2019) Effect of modified atmosphere packaging on quality and shelf life of baby leaf lettuce. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 11:749–756.
- Jacxsens, L., Devlieghere, F., Debevere, J. (2002) Predictive modelling for packaging design: Equilibrium modified atmosphere packages of fresh-cut vegetables subjected to a simulated distribution chain. *Intl J Food Microbiol*. 73:331–341.
- Jeong, I. H., Kim, G. H., Lim, M. T., Hur, J. S., Shin, J. S., & Koh, Y. J. (2008). Brown Ring Spot on Leaves of Kiwifruit Caused by *Alternaria alternata*. *Research in Plant Disease*, 14(1), 68–70.
- Jeong, M. J., Choi, I. L., Yoon, H. S., Baek, J. P., Kang, H. M. (2015) Determination of Suitable Film for Several Compositae Baby Leaf Vegetables MAP (modified atmosphere packaging) using OTR Film. *J Agri Life Environ Sci*. 27:56–60.
- Jung, J. H., Kim, S. W., Kim, Y. S., Lamsal, K., & Lee, Y. S. (2013). Inhibition Effects Against Plant Pathogenic Fungi and Plant Growth Promotion by Beneficial Microorganisms. *The Korean Journal of Mycology*, 41(2), 118–126.
- Jung, J. Y., Shin, S. H., Choi, J. H., Jeong, M. C. (2008) Browning and Quality Changes of Fresh-cut Iceberg Lettuce by Gas Flushing Packagings. *Kor J Hort Sci Technol*. 26:406–412.
- Kader, A. A. (2002) *Postharvest technology of horticultural crops* (3rd ed). University of California Agriculture and Natural Resources.
- Kang, J. H., Woo, H. J., Park, J. B., Chun, H. H., Park, C. W., & Song, K. B. (2019). Effect of storage in pallet-unit controlled atmosphere on the quality of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. spp. *pekinensis*) used in kimchi manufacturing. *LWT*, 111, 436–442.
- Kasim, M. U., & Kasim, R. (2012). Color changes of fresh-cut Swiss chard leaves stored at different light intensity. *American Journal of Food Technology*, 7(1), 13–21.
- Kays, S. J., Paull, R. E. (2004) *Postharvest biology*: 571.2 K23. P. 568. Athens, GA (EUA).
- Ke, D., Saltveit Jr, M. E. (1989) Carbon dioxide-induced brown stain development as related to phenolic metabolism in iceberg lettuce. *J Amer Soc Hort Sci*. 114:789–794.
- Ke, D., Saltveit Jr, M. E. (1989) Wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. *Physiol Plant*. 76:412–418.
- Kim, B. R., & Choi, Y. J. (2020). *Alternaria alternata* Causing Leaf Spot on *Lactuca serriola* in Korea. *Plant Disease*, 104(8), 2293.
- Kim, D.H., Kim, S.M., Kim, H.B., Moon, K.D. (2012) Effects of optimized co-treatment conditions with ultrasound and low-temperature blanching using the response surface methodology on the browning and quality of fresh-cut lettuce. *Korean J Food Preserv*. 19:470–476.

- Kim, H. J., Park, J.Y., Back, J. W., Lee, J. W., Jung, S. J., Moon, B. J. (2004) Occurrence of Bottom Rot of Crisphead Lettuce Caused by *Rhizoctonia solani* and Its Pathogenicity. *J Life Sci.* 14:689–695.
- Kim, J. G., Luo, Y., Gross, K. C. (2004) Effect of package film on the quality of fresh-cut salad savoy. *Postharvest Biol Technol.* 32:99–107.
- Kim, J. G., Luo, Y., Yang, T., Saftner, R. A., Gross, K. C. (2005b) Effect of initial oxygen concentration and film oxygen transmission rate on the quality of fresh-cut romaine lettuce. *J Sci Food Agric.* 85:1622–1630.
- Landi, M., Degl'Innocenti, E., Guglielminetti, L., Guidi, L. (2013) Role of ascorbic acid in the inhibition of polyphenol oxidase and the prevention of browning in different browning-sensitive *Lactuca sativa* var. capitata (L.) and *Eruca sativa* (Mill.) stored as fresh-cut produce. *J Sci Food Agric.* 93:1814–1819.
- Lee, G. J., Han, J. H., Shin, J. H., Kim, H. T., & Kim, K. S. (2013). Antifungal Activity of *Bacillus* sp. GJ-1 Against *Phytophthora capsici*. *The Korean Journal of Mycology*, 41(2), 112–117.
- Lee, J. S., Chung, D. S., Choi, J. W., Jo, M. A., Lee, Y. S., Chun, C. H. (2006) Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. *Korean J Food Preserv.* 13:8–12.
- Lee, J. S., Lee, H. E., Lee, Y. S., Chun, C. H. (2008) Effect of Packaging Methods on the Quality of Leaf Lettuce. *Korean J Food Preserv.* 15:630–634.
- Lee, S. G., Yu, M. H., Lee, S. P., Lee, I. S. (2008) Antioxidant activities and induction of apoptosis by methanol extracts from avocado. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 37:269–275.
- Liu, H., Wang, H., Zhong, J., Lu, X., Pan, X. T., Zhu, H. J., & Zhou, Q. (2019). First Report of *Stemphylium lycopersici* and *Stemphylium vesicarium* causing Leaf Spot on Lettuce (*Lactuca sativa*) in China. *Plant Disease*, 103(11), 2957.
- Lopez-Galvez, G., Saltveit, M., Cantwell, M. (1996a) Visual quality of minimally processed lettuces stored in air or controlled atmosphere with emphasis on romaine and iceberg types. *Postharvest Biol Technol.* 8:179–190.
- Luna, M. C., Tudela, J. A., Tomas-Barberan, F. A., Gil, M. I. (2016) Modified atmosphere (MA) prevents browning of fresh-cut romaine lettuce through multi-target effects related to phenolic metabolism. *Postharvest Biol Technol.* 119:84–93.
- Mukama, M., Ambaw, A., & Opara, U. L. (2020). Advances in design and performance evaluation of fresh fruit ventilated distribution packaging: A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 24, 100472.
- Ozgen, S., Sekerci, S. (2011) Effect of leaf position on the distribution of phytochemicals and antioxidant capacity among green and red lettuce cultivars. *Span J Agric Res.* 9:801–809.
- Raffo, A., Baiamonte, I., Nardo, N., & Paoletti, F. (2007) Internal quality and antioxidants content of cold-stored red sweet peppers as affected by polyethylene bag packaging and hot water treatment. *Eur Food Res Technol.* 225:395–405.
- Ragaert, P., Devlieghere, F., Debevere, J. (2007) Role of microbiological and physiological spoilage mechanisms during storage of minimally processed vegetables. *Postharvest Biol Technol.* 44:185–194.
- Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F., Debevere, J. (2004) Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Qual Prefer.* 15:259–270.
- Rico, D., Martín-Diana, A. B., Barat, J. M., Barry-Ryan, C. (2007) Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology.* 18:373–386.
- Robles-Yerena, L., Ayala-Escobar, V., Leyva-Mir, S. G., Lima, N. B., Camacho-Tapia, M., & Tovar-Pedraza, J. M. (2019). First report of *Cladosporium cladosporioides* causing leaf spot on tomato in Mexico. *Journal of Plant Pathology*, 101(3), 759–759.
- Rouraa, S. I., Pereyaa, L., del Valle, C. E. (2008) Phenylalanine ammonia lyase activity in fresh cut lettuce

subjected to the combined action of heat mild shocks and chemical additives. *LWT-Food Sci Technol.* 41:919-924.

Saitou, N., Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4(4), 406-425.

Saltveit, M. E. (2000) Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biol Tech.* 21:61-69.

Saltveit, M. E., Qin, L. (2008) Heating the ends of leaves cut during coring of whole heads of lettuce reduces subsequent phenolic accumulation and tissue browning. *Postharvest Biol Technol.* 47:255-259.

Sazci, A., Erenler, K. and Radford, A. 1986. Detection of cellulolytic fungi by using congo red as an indicator: a comparative study with the dinitrosalicylic acid reagent method. *J. Appl. Bacteriol.* 61: 559-562.

Seong, G. U., Hwang, I. W., Chung, S. K. (2016) Antioxidant capacities and polyphenolics of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *Pekinensis*) leaves. *Food Chemistry.* 199:612-618.

Serea, C., Barna, O., Manley, M., Kidd, M. (2014) Effect of storage temperature on the ascorbic acid content, total phenolic content and antioxidant activity in Lettuce (*Lactuca Sativa* L.). *J Anim Plant Sci.* 24:1173-1177.

Smyth, A. B., Song, J., Cameron, A. C. (1998) Modified atmosphere packaged cut iceberg lettuce: Effect of temperature and O₂ partial pressure on respiration and quality. *J Agric Food Chem.* 46:4556-4562.

Takahashi, T., Abe, K., Chachin, K. (1996) Effect of air-exposure at low temperature on physiological activities and browning of shredded cabbage. Part III. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkai-Shi.* 43:663-667.

Woudenberg, J. H., Groenewald, J. Z., Binder, M., & Crous, P. W. (2013). *Alternaria* redefined. *Studies in mycology*, 75, 171-212

Yamamoto, S., Harayama, S., 1995. PCR amplification and direct sequencing of *gyrB* genes with universal primers and their application to the detection and taxonomic analysis of *Pseudomonas-putida* strains. *Applied and Environmental Microbiology* 61, 1104-1109.

Yang, F., Zhang, R., Wu, X., Xu, T., Ahmad, S., Zhang, X., ... & Liu, Y. (2020). An endophytic strain of the genus *Bacillus* isolated from the seeds of maize (*Zea mays* L.) has antagonistic activity against maize pathogenic strains. *Microb. Pathog*, 104074.

Yang, Y. J., Park, K. W., Jeong, J. C. (1991) The influence of pre- and post-harvest factors on the shelf-life and quality of leaf lettuce. *Kor J Food Sci Technol.* 23:133-140.

Yoon, H. S., Choi, I. L., Han, S. J., Kim, J. Y., Kang, H. M. (2018) Effects of Precooling and Packaging Methods on Quality of Asparagus Spears during Simulated Distribution. *Protected Horticulture and Plant Factory.* 27:7-12.

Youn, A. R., Kwon, K.H., Kim, B. S., Cha, H.S. (2008) Quality evaluation of minimally processed lettuce (*Lactuca sativa* L.) according to degree of head formation. *Korean J Food Sci Technol.* 40:460-465.

Yun, I. J., Park, J. Nam., Joo, J. Ho., Heo, N. K., Jeong, C. S. (2004) Effects of Active MA Packaging on the Reduction of Browning of Fresh-cut Head Lettuce. *Kor J Hort Sci Technol.* 22(Supplement II):45(Abstr.)

농촌진흥청. 2014. 농업기술잡지 '배추'

농촌진흥청 국립농업과학원. 2021. 대만 수출용 양배추 농약안전사용지침

농촌진흥청 국립농업과학원. 2021. 대만 수출용 배추 농약안전사용지침

농촌진흥청 국립농업과학원. 2020. 우리 수출농업의 미래와 안전성 확보를 위한 대만 수출용 배추/양배추 농약안전 사용지침

http://www.qia.go.kr/localFile/ExportRequirements_3.pdf

<http://www.qia.go.kr/listWebQia3WGJYYQ.do>

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품수출비즈니스전략모델구축사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 수출경쟁력 강화를 통한 신선채소류의 대만 수출 확대 전략 모델 개발 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.