

완결과제 최종보고서

일반과제(○), 보안과제()

(과제번호 : PJ010177)

복숭아 육성 품종의 지역별 재배적응성 평가 및 재배매뉴얼 개발

(Evaluation of regional adaptation and development of cultivation manual
for new peach and nectarine cultivars)

국립원예특작과학원

연구수행기간

2014. 02. ~ 2016. 12

농촌진흥청

제 출 문

농촌진흥청장 귀하

본 보고서를 “복숭아 신육성 품종의 지역별 재배적응성 평가 및 재배매뉴얼 개발”(개발기간 : 2014.02. ~ 2016.12.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

제1세부연구과제 : 복숭아 신육성 품종별 휴면 및 저온반응 특성 구명
제2세부연구과제 : 복숭아 신육성 품종의 품질향상 기술 개발
제1협동연구과제 : 복숭아 신품종의 중부내륙지역에서 생육 및 과실특성 평가
제2협동연구과제 : 복숭아 신품종의 호남지역에서 생육 및 과실특성 평가
제3협동연구과제 : 복숭아 신품종의 영남지역에서 생육 및 과실특성 평가

2017. 02. 28.

제1세부 연구기관명 : 국립원예특작과학원
제1세부 연구책임자 : 권 정 현
참여연구원 : 전 지 혜, 윤 익 구, 윤 석 규, 남 은 영

제2세부 연구기관명 : 국립원예특작과학원
제2세부 연구책임자 : 윤 익 구
참여연구원 : 전 지 혜, 권 정 현, 윤 석 규, 남 은 영

제1협동 연구기관명 : 충청북도농업기술원
제1협동 연구책임자 : 신 현 만
참여연구원 : 이 성 희, 이 제 웅, 이 기 열, 김 현 주, 김 익 제, 강 보 구,
권 의 석, 남 상 영, 홍 의 연, 박 재 윤, 김 동 욱, 임 현 욱,
김 정 근, 주 제 희, 주 승 선

제2협동 연구기관명 : 전라북도농업기술원

제2협동 연구책임자 : 김 은 주

참여연구원 : 조 종 현, 임 주 락, 허 병 수, 한 수 곤, 정 종 성, 김 희 준,
김 정 만, 최 창 학, 신 경 민, 육 현 정, 이 혜 옥, 최 민 환,
서 일 주, 김 복 자, 송 명 복, 정 혜 민

제3협동 연구기관명 : 경상북도농업기술원

제3협동 연구책임자 : 서 은 철

참여연구원 : 이 숙 희, 최 동 진, 김 대 흥, 박 원 흙, 김 산 영, 정 경 미,
이 형 일, 박 석 진, 신 현 은, 김 성 진, 강 호 군, 정 상 진,
류 재 순, 박 은 정, 서 영 희, 남 진 희, 이 주 희, 손 선 희,
이 승 목, 손 은 경, 남 우 희, 손 희 정, 최 은 애, 강 경 하,
서 혜 원

주관연구책임자 : 윤 익 구



주관연구기관장 : 국립원예특작과학원장



농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업 운영규정 제51조에 따라
보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제번호	PJ010177		연구기간	2014. 02. 01 ~ 2016. 12. 31	
연구사업명	단위사업명	공동연구사업			
	세부사업명	FTA대응 경쟁력 향상 기술개발			
	내역사업명	원예특용작물경쟁력제고			
연구과제명	주관과제명	복숭아 육성 품종의 지역별 재배 적응성 평가 및 재배매뉴얼 개발			
	세부(협동) 과제명	(1세부) 복숭아 신육성 품종별 휴면 및 저온반응 특성 구명 (2세부) 복숭아 신육성 품종의 품질향상 기술 개발 (1협동) 복숭아 신품종의 중부내륙지역에서 생육 및 과실특성 평가 (2협동) 복숭아 신품종의 호남지역에서 생육 및 과실특성 평가 (3협동) 복숭아 신품종의 영남지역에서 생육 및 과실특성 평가			
연구책임자	구분	연구기관		소속	성명
	1세부	국립원예특작과학원		과수과	권정현
	2세부	국립원예특작과학원		과수과	윤익구
	1협동	충청북도농업기술원		원예연구과	신현만
	2협동	전라북도농업기술원		원예산업과	김은주
	3협동	경상북도농업기술원		청도복숭아시험장	서은철
총 연구기간 참여 연구원 수	총: 64명 내부 : 5명 외부: 59명		총 연구개발비	정부: 870,000 천원 민간: 천원 계: 870,000 천원	
위탁연구기관명 및 연구책임자			참여기업명		
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
요약				보고서 면수	
- 복숭아 신육성 품종의 저온요구도 및 내한성 평가 - 복숭아 신육성 품종의 품질향상을 위한 재배매뉴얼 개발 - 복숭아 신품종의 지역별 생육 및 과실특성평가				표지포함 109쪽	

〈 국 문 요 약 문 〉

연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 복숭아 신육성 품종별 휴면 및 저온반응 특성 구명 - 복숭아 신육성 품종의 품질향상 기술 개발 - 복숭아 신육성 품종의 주산지별 수채 및 생육 특성 파악 				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> - 복숭아 신육성 품종의 저온요구도 및 내한성 평가 - 복숭아 신육성 품종의 품질향상을 위한 재배매뉴얼 개발 - 복숭아 신품종의 중부내륙, 호남, 영남 지역의 생육 및 과실 특성평가 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> - 복숭아 신육성 품종의 재배 안전지대 설정 - 품종별 문제점 개선을 통한 고품질 과실 생산기술 적용 - 국내 육성 품종의 고품질 과실 생산을 통한 경쟁력 강화 				
중심어 (5개 이내)	복숭아	신품종	내한성	품질향상	재배매뉴얼

〈 Summary 〉

Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> - Research on dormancy and responses to low temperature in new peach varieties - Quality promotion and development of cultivation technique in new peach varieties - Evaluation of performance of new peach varieties in major producing areas 				
Results	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation of chilling requirement and cold hardiness of new peach varieties - Development of cultivation manual for quality promotion in new peach varieties - Evaluation of performance of new peach varieties in Chungcheong, Jeonla, and Gyeongsang areas 				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> - Establishment of cultural safety zone of new peach varieties - Application of production technique for high quality resolving problems of new peach varieties - Increase of quality promotion in new peach varieties, and competitiveness improvement 				
Keywords	peach	new variety	cold hardiness	quality promotion	cultivation manual

〈 목 차 〉

제 1 장	연구개발과제의개요	7
제 2 장	국내외 기술개발 현황	10
제 3 장	연구수행 내용 및 결과	13
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	96
제 5 장	연구결과의 활용계획 등	98
제 6 장	연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	99
제 7 장	연구개발성과의 보안등급	99
제 8 장	국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비현황	99
제 9 장	연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	99
제 10 장	연구개발과제의 대표적 연구실적	100
제 11 장	기타사항	101
제 12 장	참고문헌	102

제 1 장 연구 개발 과제의 개요

제1절 연구 개발 목적

제 1세부과제는 복숭아 품종별 휴면 및 저온반응 특성 구명을 하기 위한 과제로 재배지 변동이 가속화되고 있는 복숭아 재배환경에 신육성 품종이 보다 잘 적응할 수 있는 휴면 등 기초 생리 특성을 구명하여 안전 재배지를 선정하여 보급하고, 이후 고품질 및 안정 생산에 기여하고자 한다.

제 2세부과제는 복숭아 품종의 품질향상 기술개발로 국내 육성 신품종의 재배적인 문제점 도출, 해결방안 제시 및 주산지별 성과기 수채 및 생육 특성 파악하는데 있다. 또한 재배지 변동이 가속화되고 있는 복숭아 재배환경에 신 육성 품종이 보다 잘 적응할 수 있는 휴면 등 기초 생리 특성을 구명하며 신육성 품종의 품질향상을 위한 재배매뉴얼 개발을 통한 국내육성 복숭아 품종의 보급 확대를 기하고자 한다.

제1협동과제는 복숭아 신품종의 중부내륙지역에서 생육 및 과실특성 평가로 복숭아 재배한계 저온지역에서의 기존 주요품종과 국내 육성품종간의 내동성 구명 및 지역별 기존 주요품종과 국내 육성품종 간의 재배환경에 따른 지역 간 과실특성 비교 데이터를 제공함으로써 농가의 품종갱신 및 신규 과원 조성시 품종선택 자료로 활용하고자 한다.

제 2협동과제는 복숭아 신품종의 호남지역에서 생육 및 과실특성 평가로 일천백봉, 몽부사, 가납압백도 등 일본 품종에 편중된 복숭아 조생종 품종을 국내에서 육성한 품종으로 다양하게 재배하기 위해 지역별 특성검정을 하여 복숭아 주산지 특화작목으로 육성하고 재배기술을 확립하고자 한다.

제 3협동과제는 복숭아 신품종의 영남지역에서 생육 및 과실특성 평가로 지역별 기존 주요 복숭아 품종과 국내 육성품종의 특성을 비교하고, 재배 환경에 따른 지역관 과실 특성 및 병해충 발생을 비교하고자 한다. 또한 지역별 안정성과 고품질이 확보된 국내 육성품종 선발 및 재배상의 유의점을 구명하고 안정성과 고품질이 확보된 품종을 선발하고자 하였다.

제2절 연구 개발의 필요성

기후변화에 따른 과수 생육기 및 품질변화가 예상되고 있어 이에 대응한 신 육성 품종의 재배 적응성 평가 연구가 필요하다. 대표적 영향은 수채생육, 휴면, 내한성과 관련된 생물계절의 변화와 품종 고유의 품질특성이 발현되지 않는 데에서 오는 재배지대 변화가 예상되는데 복숭아 재배적지는 전국토의 38%(‘20)에서 52%(‘50)로 변동될 것으로 예측된다. 신규 육성 품종의 성공적인 농가 보급 및 정착을 위해 재배상 나타나는 문제점을 발견하고 이를 방지하는 대처 기술 개발 및 보급 필요하다. 또한 순화로 발달한 낙엽과수의 내한성은 언제나 일정한 것이 아니고 계절적으로나 단기적인 온도변화에 따라 달라지기 때문에 겨울이라도 일시적인 따뜻한 기간이 있으면 탈순화가 일어나 내한성을 잃어버릴 수 있다. 따라서 단순히 내한성이 강한 품종보다는 탈순화가 빨리 일어나지 않는 품종이 결과적으로 내한성이 더 강해질 수 있어 이에 대한 구명이 필요하다.

복숭아는 최근 기후온난화 등으로 재배지가 북상하고 부적지 과원이 증가하고 있어 최근에 겨울철 동해로 많은 피해를 받았으며, 품종 간에 그 차이가 커서, 최신 육성 품종의 내한성 정도를 판단하고 보급 지역을 설정하는 것은 매우 중요하다 할 수 있다. 국내 육성 복숭아 품종의 보급 확대 시험 및 복숭아 주요 품종별 내한성 구명 연구 등 선행 연구를 수행해 왔으나 신 육성 품종이 성목이 되어 감에 따라 나타나는 수세 및 결과지 관리 등 재배적 문제점 파악 및 2000년 이후 육성된

신품종의 내한성 등 재배적 특성 평가는 이루어지지 못한 실정이므로 재배지 변동이 가속화되고 있는 복숭아 재배환경에 신 육성 품종이 보다 잘 적응할 수 있는 휴면 등 기초 생리 특성을 구명하여 안전 재배지를 선정하여 보급하고, 이후 고품질 및 안전 생산을 위한 재배매뉴얼을 개발할 필요성이 있다.

최근 이상저온에 의한 복숭아 전국 재배면적의 16.3%가 동해를 받아('13, 농림축산식품부) 내동성 품종의 선발이 필요하다는 요구가 있었고, 생육기 고온과 강우양상의 변화에 고품질을 유지하는 국내육성 품종선발 요구가 있었으며, 또한 국내품종의 우월성을 과학적으로 증명하여 농가소득 향상을 위한 유망 품종 확산을 위한 근거자료 제시와 함께 국내 육성 품종의 안정 생산 체계 구축을 위한 다양한 재배기술 개발 요구에 따른 것이다.

최근 복숭아 재배에 있어서 생육기 고온, 강우량의 변화 등 이상 기상과 기후변화가 문제가 되고 있는데 이를 대비하기 위한 복숭아 신품종을 선발하여 지역별 대표 품종으로 개발할 필요성이 대두되고 있다. 또한 농촌경제연구원에 따르면 국내 복숭아 재배면적은 소비 증가 추세에 따라 '12년 14.3천 ha에서 '22년 16.2천 ha까지 확대될 것으로 예측된바 있고 2013년에는 전국적으로 복숭아 재배면적의 약 16.3%가 동해 피해를 받아 매년 신품종에 대한 관심이 높아지고 있는 상황이다. 이러한 때 농촌진흥청에서는 복숭아 유망 품종을 전국의 주산지에 보급하여 국내 육성 품종의 안정 생산 체계 구축을 위한 지역별 적응성 평가를 실시하고 신품종 재배 시 문제점을 해결하고자 본 연구를 추진하였다.

2005년까지 국내 복숭아 재배면적(15,014ha)과 생산량(223,701톤)이 증가하였으나 한·칠레 FTA 발효에 따라 생산성이 낮은 복숭아 과원의 폐원 지원사업으로 인해 2008년 국내 복숭아 재배면적은 12,638ha, 생산량은 189,064톤으로 감소되었다. 그러나 타 과수에 비해 복숭아나무는 수체 관리가 용이하고, 복숭아 효능이 부각됨에 따라 과실소비가 꾸준히 증가하여 2014년 국내 복숭아 재배면적은 15,539ha, 생산량은 210,335톤으로 다시 증가되었다(KOSIS, 2014). 이에 경제·산업적 중요성이 커질 것으로 예상된다.

2011년 이후 국내 과수 작물의 육성 품종 등록 현황은 총 306건이며 이중에서 복숭아가 106건으로 가장 많다(KSVS, 2015). 106건 중 국공립기관에서 육성된 품종은 연도에 따라 '유명', '백미조생', '천홍', '백향', '진미', '수홍', '수미', '미홍', '미스홍', '하홍', '유미', '선미', '황후', '선홍', '복숭아-PR-1', '설홍'순으로 총 16품종이다(RDA, 2015).

국내에서 육성된 신품종의 우수성과 고품질 안정재배를 위한 최적지 선정을 과학적으로 증명하여 농가소득 향상을 위한 품종 확산의 근거자료로 제시하고, 국내 육성 품종의 안정 생산 체계 구축을 위한 적응성 평가 및 재배기술 개발이 시급하다. 이에, 지역별 기존 주요품종과 국내 육성품종의 농업적 특성을 비교하고, 재배환경에 따른 과실특성 및 병해충 발생평가를 통해 안전성과 고품질이 확보된 국내 육성품종 선발 및 재배상의 유의점 구명이 필요하다.

제3절 연구 개발 범위

<제1세부과제: 복숭아 신육성 품종별 휴면 및 저온반응 특성 구명>

복숭아 신육성 품종의 개화기 및 저온요구도 조사 등을 통해 휴면 생리 특성 구명하였으며 휴면 개시기, 휴면기, 휴면타파기 등 저온한계온도처리에 의한 품종간 차이 조사하였다. 또한 신육성 품종의 저온요구도와 내한성을 평가하였다.

<제2세부과제: 복숭아 신육성 품종의 품질향상 기술 개발>

제2세부과제는 세가지 시험으로 구성되었다. 시험 1은 수미 품종의 생리적낙과 방지 및 수세안정 기술 구명시험으로 수미 품종의 과실생장기, 낙과과상, 과실의 형태적 특성 등을 조사하고 낙과경감을 위한 단초전정 처리를 하였다. 시험 2는 미홍 품종의 과실비대 및 진미품종의 착색촉진 기술 구명시험으로 미홍의 과실비대 촉진을 위한 결실관리 방법(적심 등)별 처리를 하였고 농가실태 조사를 하였으며, 진미품종의 착색촉진을 위해 이중봉지의 겉봉지 제대 시기를 구명하고자 하였다. 시험 3은 최신 육성 품종의 재배현장 모니터링으로 미스홍과 유미를 대상으로 한 재배현장의 반응과 문제점 및 개선점을 도출하고자 하였다.

본 과제의 연구개발범위는 복숭아 재배한계 저온지역에서의 도입 주요품종과 국내 육성품종간의 내동성 구명하고 지역별 도입 주요품종과 국내 육성품종 간의 재배환경에 따른 지역 간 과실특성 비교하며 지역별 안전성과 품질이 확인된 국내 육성 품종 선발 및 보급에 있다.

<제1협동과제: 복숭아 신품종의 중부내륙지역에서 생육 및 과실특성 평가>

복숭아 재배한계 저온지역에서의 도입 주요품종과 국내 육성품종간의 내동성 구명과 주요 재배지역별 도입 주요품종과 국내 육성품종 간의 재배환경에 따른 지역 간 과실특성 비교를 연구개발 범위로 하였다.

<제2협동과제: 복숭아 신품종의 호남지역에서 생육 및 과실특성 평가>

본 시험은 호남지역의 복숭아 주산지 농가 실증시험포를 모델과원으로 조성하여 지역별 안전성과 품질이 확인된 국내 육성 품종을 선발하고자 조생종 복숭아 ‘미홍’, ‘미황’, ‘유미’ 등 3품종을 전북의 전주, 임실 남원에 각각 보급하여 재배지역의 토양 및 기상환경을 분석하고 개화기, 수확기 등 연차별 생육특성변화, 과실품질, 수량, 생리장해, 병해충, 주간부 동해발생정도를 조사하였다. 또한 신 육성 품종을 조기 보급하고 면적을 확대하고자 신품종 재배법 개발을 위한 ‘미홍’, ‘미황’ 무봉지(non-bagging) 재배효과와 ‘유미’ 유목기 적정 착과수 구명 등에 관한 연구를 수행하였다.

<제3협동과제: 복숭아 신품종의 영남지역에서 생육 및 과실특성 평가>

연구개발의 범위로는 재배지역에 따른 과실특성 및 병충해 발생등을 조사하고 지역특성에 맞는 신품종 선발, 재배기술 개발 및 실용화 방안을 모색해야하며, 국내육성품종의 평가를 통해 성과기 생육 및 과실특성을 평가하여 지역별 최적품종을 선발하고자 하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내 연구 현황

주요 과수 재배적지 변화 예측에 대해 국립원예특작과학원(2012)에서 연구가 수행된 바 있다. 사과와 기후적 재배 적지는 2020년까지는 현재와 거의 비슷한 수준으로, 전 국토의 약 48%가 재배적지이나 2050년대 13%로 감소될 전망이다. 복숭아 재배적지는 현재 약 38%에서 2050년까지 52%로 완만히 재배적지가 증가할 것으로 예상되었으며 2050년대에는 경북 북부, 충청, 경기지역이 기후적으로 재배적지가 될 것으로 예상되었다.

한편 복숭아 주요 품종별 안전지대 설정을 위한 내한성 구명 연구를 수행해 왔으나 품종별 내한성 판정에는 다소 한계가 있었다(2011~2013, 국립원예특작과학원). 복숭아 결과지 동해한계 온도는 -21°C 로 평가되었으나 주간부 한계 온도 설정에 대해서는 연구가 더 필요하였다. 품종별 내한성 정도는 같은 시험 장소에서 절대적인 판정이 이루어지지 않았고, 신육성 품종에 대한 평가는 매우 미흡한 실정이다. 따라서 국내 육성 품종의 안전 재배지대 설정을 위한 내한성 등급 판정 필요한 상황이다.

복숭아 내한성과 관련된 단백질, 탄수화물 및 유전자 발현 변화에 대한 연구가 진행되었다(2013, 충북대). 국내육성품종 ‘대월’과 일본품종 ‘키라라노키와미’를 대상으로 유전자(PpDhn1)가 인코딩하는 60 kDa 디하이드린 단백질의 증가 패턴은 두 품종의 내한성 변동과 일치한 결과를 얻었으나 내한성이 다른 품종간 차이는 얻지 못하였다.

적엽에 의해 탄수화물 축적이 적을 경우 꽃눈 충실도가 떨어진 경우(1976, 한국원예학회), 품종, 수령, 지역 및 지형에 따른 피해 정도 연구(1985, 한국원예학회), 복숭아 백미조생, 유봉 및 수봉에서 잎오갈병과 세균성구멍병의 품종간 발생 차이를 보인 경우가 있다(1995, 한국식물병리학회). 황토도포에 의한 꽃눈 동해 감소되었다고 보고된바 있다(2005, 강원도원).

국내의 복숭아 교배 육종 사업은 1963년에 농촌진흥청 원예시험장 과수과에서 처음 시작되었고 1977년 ‘유명’과 1983년 ‘백미조생’이 육성된 것을 제외하면 큰 진전을 보이지 못하다가 1980년대 후반부터 도입 품종에 대한 선발 위주로 시험이 전환되어 2006년까지 약 19품종이 선발되었다(정경호 등, 2013). 현재 국내에서는 농촌진흥청에서 육성한 복숭아 신품종 13종과 민간 육종가에 의해 육성된 42종을 합하여 총 55종의 복숭아 신품종이 개발되어 있다(신용억, 2014). 또한 국내에서 개발된 복숭아 신품종의 확대 보급 방안으로 주산지 경영형태와 환경조건에 맞는 품종 도입, 현장실증 연구를 통한 시범사업추진, 규모화된 신품종 생산단지 조성 등의 사업이 추진되고 있다. 그러나 아직은 ‘미홍’ 뿐 아니라 국내 육성 과수 품종들이 일반농가에게 많이 알려지지 않은 상태이고 재배기술 또한 정립되어있지 않으므로 농촌진흥청에서 신품종 이용촉진사업을 통해 새로운 품종을 소개하고 재배상 문제점을 파악하여 국내에서 육성한 품종으로 면적을 확대해 나아가고 있는 초기단계에 있다.

농촌진흥청에서는 2008년부터 국내 육성 신품종(Choi 등, 2008; Choi 등, 2007; Kim 등 2010; Kim 등, 2012; Kwon 등, 2002)의 조기보급을 위해 신품종 이용촉진사업을 추진하고 있으며(Shin 등, 2013) 신품종에 대한 특성과, 수확 후 관리(Lee와 Kim, 2012) 등 농가에 필요한 정보를 현장평가회를 통해 적극적으로 홍보하고 있다(Shin 등, 2013). 전국 주산지 26개 지역에서의 신육성 품종의 시험포 조성 및 보급이 확대되었다. 2000년 이후 육성품종의 보급면적은 수홍(42ha), 미홍(129ha), 수

미(87ha)로 조사되었다. 한편 신육성 품종이 성목이 되어감에 따라 나타나는 수세 및 결과지 관리 등에 대한 재배적 문제점 발생하였다. 수미의 경우 생리적낙과 및 강한 수세, 진미의 경우 열과 및 착색불량, 미홍의 경우 소과, 수홍의 경우 결실불량 등의 문제가 발견되었다. 또한 2008년 이후 육성된 최신 육성 품종(하홍, 미스홍, 유미, 선미 등)에 대한 평가가 미흡한 것으로 조사되는 경우도 있었다. 이에 국내 육성품종 진미('98육성)의 과피 미세열과, 수확적 낙과 방지 및 고품질과 생산을 위한 착과기술 등을 위한 연구가 진행되었다(2010~2013, 국립원예특작과학원). 진미의 과피 미세열과 방지를 위한 토양 수분관리 및 적정 봉지 선발연구가 진행되었으며 진미의 수확전 낙과 시기는 만개 후 115~125일로 적정 숙기 조절 필요한 것으로 조사되었다. 또한 2회 적심과 20~30cm 결과지에서 중간 위치 착과를 통해 과실 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

‘미홍’은 6월 하순에서 7월 상순에 수확할 수 있는 극조생종으로 과중은 180~200g, 당도는 10.6°Bx의 산미가 적고 육질이 부드러운 품종이며 꽃눈 발생이 양호하고 꽃가루가 많아 수분수를 심지 않아도 되는 장점이 있다. ‘미황’은 경상북도 청도복숭아시험장에서 2005년에 육성한 조생종 황육계 품종으로 6월 하순에서 7월 상순에 수확할 수 있는 극조생종이고 과중은 210~230g, 당도는 11°Bx의 우수한 품종으로 평가되고 있으며 ‘유미’는 농진청에서 2008년 육성한 품종으로 7월 상순에 수확하는 조생종으로 과중은 230g, 당도는 10.6°Bx의 백육계 품종이다(RDA, 2014). 전라북도농업기술원은 2009년부터 2013년까지 복숭아 신품종 ‘미홍’ 보급 확대를 위한 재배 실증 및 기술지원 사업을 수행하면서 전북의 전주, 완주, 김제, 임실, 남원 등 전북지역 5개소에 약 30ha 규모의 재배면적을 확대하였고 '14년부터 '16년까지는 ‘유미’ 품종을 전주, 임실, 남원에 약 5.3ha 규모의 실증재배 시험포를 조성하여 적응성평가와 재배상 문제점 구명을 위한 시험을 수행하였다.

제2절 국외 연구 현황

핵과류의 내한성은 *Prunus domestica*, *P. cerasus*, *P. avium*, *P. armniaca*, *P. persica* 순으로 복숭아가 가장 약하며(Flore, 1994) 내한성은 다수의 유전자가 관여하는 양적 유전을 하는 것으로 알려져 있다.

캐나다에서 20세기 일어난 동해의 원인을 분석한 결과 한겨울철의 저온보다는 2월 최고온도와 10월 평균기온이 더 큰 영향을 미친 것으로 나타났으며, 더 심한 것은 봄에 일어난 것이라고 조사된 바 있다(Coleman 등, 1992). 일반적으로 재배지가 북쪽에서는 겨울 저온에 살아남을 수 있도록 강한 내한성이 중요한 반면, 겨울 기상의 변동이 심하거나 북쪽에 비해 따뜻한 남쪽에서는 휴면을 유지하거나 빨리 재순화할 수 있는 능력을 갖는 것이 필요하다.

과수의 순화와 탈순화 과정에서의 물질대사에 관한 연구 또한 다수 진행되었다. 저온 순화과정에 전분은 당으로 분해되므로 전분 농도는 내한성과 반비례 관계에 있는 것으로 조사되었으며(Sakai와 Yoshida, 1968), 특히 저온에 노출되면 자당(sucrose) 함량이 10배나 증가한다는 보고도 있었다(Salerno와 Pontism 1989).

한편 저온 순화과정에서 아미노산과 단백질변화는 내한성 증가에 중요한 역할을 하는데, 겨울동안 최대를 보인 단백질이 봄 생장과 함께 급속히 감소하는 것은 탈순화로 내한성을 상실하는 것과 밀접한 관계가 있는 것으로 조사되었다(Cracker 등, 1969; Titus와 Kang, 1982). 낙엽성 복숭아에서는 순화과정 중 디하이드린(dehydrin)과 유사한 60 kDa 단백질과 30 kDa 단백질이 앞에서, 19 kDa 수피 저장단백질이 수피에서 현저히 증가하는 것으로 조사되었으며(Arora 등, 1996), 저온에 의해

유기된 복숭아에서 디하이드린 유전자가 동정되었다(Wisniewski 등, 1999). 또한 순화과정에서 ABA가 증가하고, 반대로 순화과정을 거치지 않은 식물에 ABA를 처리하면 내한성이 증가하는 것으로 조사되었다(Gusta 등, 1996).

휴면의 개시와 깊이를 아는 데는 흔히 절단한 가지를 일정한 시간 간격으로 발아에 적합한 조건에 옮겨 발아소요일수 또는 발아율 등을 조사해서 추정하고 있다(Eggert, 1951; Nishimoto와 Fujisaki, 1995 등). 대부분의 과수는 12월 하순에서 2월 중순에 내재휴면이 완료되는 것으로 알려져 있는데 낙엽과수는 7.2℃ 이하의 온도를 기준으로 저온요구도(Chilling requirement)를 측정한다(Weinberger, 1950). 복숭아 품종에서 최적 휴면 타파온도가 6℃라고 하였으며, 12.5℃ 이상과 1.4℃ 이하 온도에서는 chilling 효과를 인정하지 않는 모델이 제시된 바 있다(Richardson 등, 1974). 복숭아는 품종에 따라 저온요구도가 200~1,100시간까지 차이가 있으며 복숭아 꽃눈의 휴면타파에 주간的高温이 저온의 효과를 저해하는 것을 확인하였다.

과수 눈의 내재휴면이 타파되어 발아, 개화하는 데는 저온요구(chill-unit)와 그 후 생물계절(phenology)에 따른 화기 발육에 소요되는 고온요구(heat unit)로서 생장온도시수(growing degree hour, GDH) 두 요인으로 구분 한다. 화아발육단위는 GDH에 의해 충족되는데, 1GDH는 25℃에서 1시간 경과하여야 하며 과종별, 품종별에 그 차이가 있다(Anderson과 Seeley, 1992).

또한 저온상태에서는 전분이 당으로 전환하여 내한성이 증진되었다라는 보고가 있었고(1954, Plant Physiology), 월동 전에 축적된 전분의 분해에 의한 가용성 탄수화물의 증가는 동해경감과 밀접한 관계가 있고, 꽃눈에 Sucrose의 축적이 많을 경우 동해가 경감되는 것이 보고되었다(1970, J. Am. Soc. Hort. Sci.). 미국에서는 증산억제제와 항냉동제가 복숭아 동해 예방에 효과가 있었으며(1993, Hort. Sci.), 미 남부지역에서의 복숭아 봄 동해 피해에 대한 연구가 수행되었다(1996, Hort. Technology). 전분 축적은 월동 전에 최고로 많고, 저온으로 경과함에 따라 저장류로 분해되어 세포의 결빙을 억제하면서 감소되며(1999, J. Am. Soc. Hort. Sci.), 극저온 경과 후 동해 정도 파악을 위한 전해질 용출량을 정량한 실험도 있었다(2000, J. Amer. Soc Hort. Sci.). 아열대 지역에서의 복숭아 지역적응성 연구를 통해 수확량 및 과실특성을 연구하였으며(2002, Pakistan J. Agricultural Research), 병해충에 강한 복숭아 신품종 개발에 대한 연구를 수행하였다(2003, J. Amer. Soc Hort. Sci.). 지역의 시장 상황을 고려한 복숭아의 과실특성 및 재배 방법에 대해 연구(2010, J. Anhui Agricultural Sciences)가 있었으며, 미국에서는 복숭아 동해에 강한 신품종을 육성하였다(2010, Plant Breeding Reviews). 전 세계에서 육성한 복숭아 112 품종에 대한 지중해성 기후 적응성 조사를 통해 과형, 유모의 유무에 따른 특성 연구 등을 수행한 바 있다(2013, Scientia Horticulturae).

미국과 일본은 대학, 연구소를 통해 지역특성에 맞는 신품종을 육성하고 있고(Callahan 등, 1991; Moing 등, 2003; Okie 등, 1998) 품종별 재배기술을 확립하여 개발된 기술은 농가 교육을 통해 현장에서 실용화 하고 있다(Aoun 등, 1993; Callahan 등 1991; Moing 등, 2003; Okie 등, 1998; Raseira 등 2012; Slingerland와 Subramanian, 2007; Smith 등, 1994).

제 3 장 연구 수행 내용 및 결과

<제1세부과제: 복숭아 신육성 품종별 휴면 및 저온반응 특성 구명>

제1절. 복숭아 육성 및 재배 품종의 저온요구도 평가

1. 연구수행내용

가. 저온요구도

(1) 시험 재료

시험 재료는 국내에서 육성된 신품종 9점(미스홍, 미홍, 선미, 수미, 수홍, 유미, 진미, 하홍, 황후)와 주요 재배 품종 6점(유명, 일천백봉, 장호원황도, 찌요마루, 천중도백도, 천홍), 기타 대조품종 3점(*Prunus davidiana*, 모찌쓰끼, 트로픽스노우) 총 18점으로 하였다. 처리 방법은 25cm 정도의 1년생 가지를 채취하여 온도 25℃, 습도 50%, 일장 16/8 h 조건의 생장상에서 배양하였다.



그림 1. 휴면 타파 시기 조사를 위한 꽃눈 발아율 조사

(2) 조사 방법

휴면 타파의 여부는 채취 후 2주 후의 발아율로 결정하였으며 50% 이상이 발아되었을 경우 내재휴면이 타파된 것으로 간주하였다. 채취 당시의 날짜를 기준으로 누적된 저온을 모델 별로 계산하여 저온요구도의 값을 계산하였다. 모델은 세계적으로 가장 많이 쓰이고 있는 Utah model, Chill hour model, Dynamic model과 Utah model의 North Carolina Model, Low Chilling model 등 다섯 가지 모델을 적용하였다.

나. 발아기 및 개화기

(1) 시험 재료

시험 재료는 국내에서 육성된 신품종 8점(미스홍, 미홍, 선미, 수미, 수홍, 유미, 진미, 하홍)과 주요 재배 품종 6점(유명, 일천백봉, 장호원황도, 찌요마루, 천중도백도, 천홍), 기타 대조품종 3점(*Prunus davidiana*, 모찌쓰끼, 트로픽스노우) 총 17점으로 하였다.

(2) 조사 방법

국립원예특작과학원 과수과 시험 포장내의 시험수의 발아기와 만개기를 조사하였으며 발아기는 화아의 인편이 1~2mm 밀려나왔을 때의 날짜, 만개기는 전체 꽃눈의 약 70~80%가 개화되었을 때의 날짜로 조사하였다.

2. 연구결과

가. 저온요구도

(1) 꽃눈 발아율 조사



그림 2. 수삽 2주일 후의 꽃눈 발아율 (좌) 꽃눈 발아율이 0%로 휴면이 타파되지 않은 경우, (우) 꽃눈 발아율이 100%로 휴면이 타파된 경우

(2) 저온요구도 계산을 위한 모델의 적용

(가) Chill Hour model

과수의 저온요구도를 측정하기 위한 가장 오래된 모델로 휴면 타파에 유효한 저온을 7.2℃(45°F) 이하로 정하고 이에 대한 경과시간수를 계산하는 것이다. Weinberger에 의해 시도된 모델로 단위는 chill hour(CH)를 이용한다. 실험 기간 동안 7.2℃ 이하의 온도가 처음으로 기록된 시기는 2013년 10월 16일(수원 7.1℃), 2014년 10월 17일(수원, 6.5℃), 2015년 10월 30일(전주, 7.1℃)로 조사되었다. 이후 이듬해 3월 30일까지의 저온요구도를 누적한 결과 각각 2871CH(수원, '13-14), 2821CH(수원, '14-15), 2371CH(전주, '15-16) 로 조사되었다.

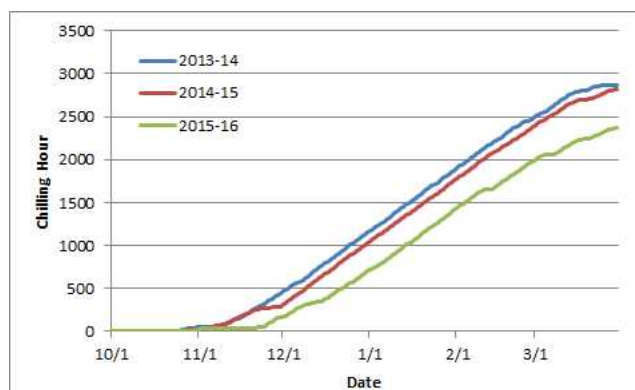


그림 3. Chill Hour model에 따른 저온요구도 누적 양상

(나) Utah model

Chill Hour model과 다르게 온도의 범위별로 휴면 타파에 유효한 정도가 다르며 고온에서는 휴면 타파에 음(-)의 효과를 낸다는 개념을 도입한 모델이다. Richardson 등(1974)에 의해 도입된 개념으로 온도 범위에 따른 휴면 타파 유효 정도를 Chilling Unit(CU)으로 나타내었다. 본 실험에서는 CU값이 더 이상 감소하지 않고 증가하기 시작하는 시점을 기점으로 하여 CU값을 누적시켜 계산하였다. 본 연구 수행기간 중 CU 누적 경향을 살펴본 결과, 양(+)의 값의 CU가 누적되기 시작하는 날짜는 2013년 10월 23일(수원), 2014년 10월 27일(수원), 2015년 10월 26일(전주)로 조사되었다.

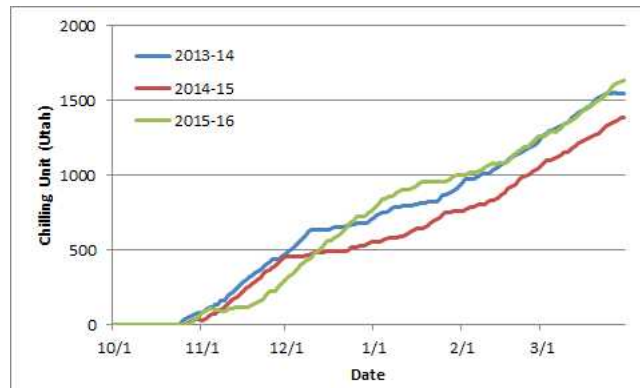


그림 4. Utah model에 따른 저온요구도 누적 양상

(다) Dynamic model

Dynamic model은 1987년 Fishman에 의해 제안된 모델로 온도의 범위별로 휴면 타파에 유효한 정도가 다르며, 휴면 타파에 유효한 온도보다 낮거나 높은 경우 음(-)의 효과를 낸다고 제안한 점에서 Utah 모델과 유사하다. 하지만 시간별 온도를 계산한 Utah 모델과 달리 Dynamic model의 경우 유효한 온도가 일정 시간 동안 누적되었을 경우에 chilling portion(CP)을 부여한다. 본 연구 수행기간 중 CP가 누적되기 시작하는 날짜는 2013년 10월 17일(수원), 2014년 10월 17일(수원), 2015년 10월 12일(전주)로 조사되었다.

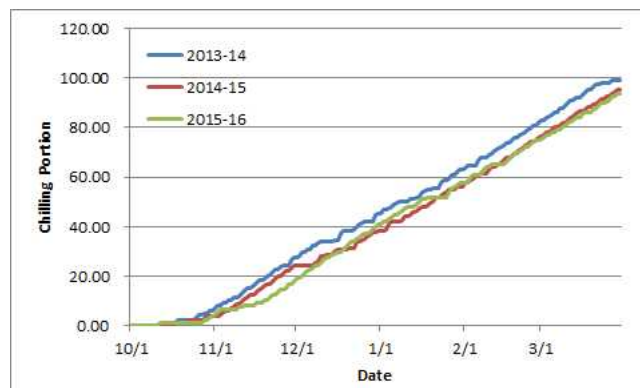


그림 5. Dynamic model에 따른 저온요구도 누적 양상

(라) North Carolina model과 Low Chilling model

North Carolina model과 Low Chilling model은 Utah 모델의 변형된 형태로 온도 범위에 따라 휴면 타파에 유효한 정도가 다르다는 Utah 모델의 개념을 이용하였으나 온도 범위와 유효한 정도가 다르다. 지역에 따라 적합한 모델을 찾기 위해 개발된 모델들로 단위는 Utah model과 같이 CU를 사용한다.

표 1. Utah model, North Carolina model, Low chilling model에 따른 온도 범위와 휴면 타파에 유효한 정도

Utah model		North Carolina model		Low Chilling model	
Temperature(°C)	Chill unit factor	Temperature(°C)	Chill unit factor	Temperature(°C)	Chill unit factor
< 1.5	0.0	≤ 1.5	0.0	≤ 1.7	0.0
1.5-2.4	0.5	1.6-7.1	0.5	1.8-7.9	0.5
2.5-9.1	1.0	7.2-12.9	1.0	8.0-13.9	1.0
9.2-12.4	0.5	13.0-16.4	0.5	14.0-16.9	0.5
12.5-15.9	0.0	16.5-18.9	0.0	17.0-19.4	0.0
16.0-18.0	-0.5	19.0-20.6	-0.5	19.5-21.4	-0.5
> 18.0	-1.0	20.7-22.0	-1.0	≥ 21.5	-1.0
		22.1-23.2	-1.5		
		≥ 23.3	-2.0		

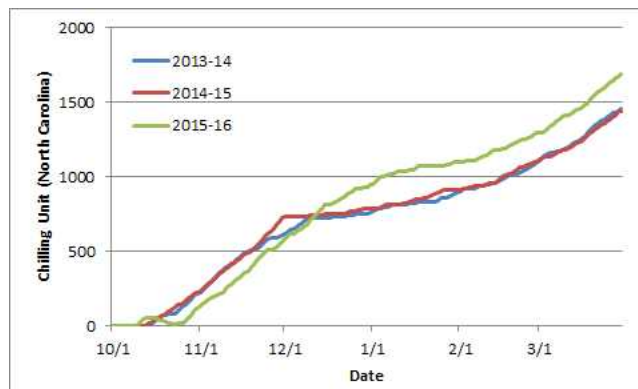


그림 6. North Carolina에 따른 저온요구도 누적 양상

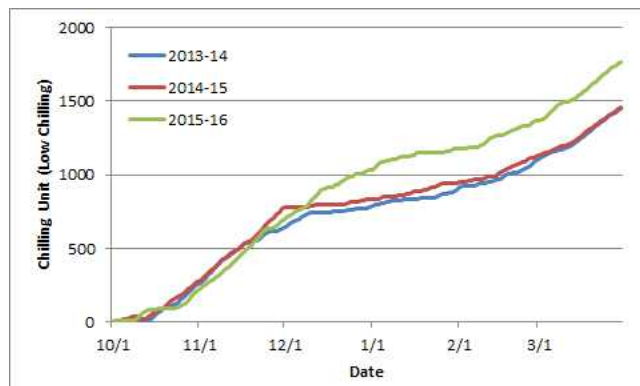


그림 7. Low Chilling에 따른 저온요구도 누적 양상

(3) 품종의 저온요구도 산출

‘미홍’ 등의 17품종의 휴면 타파 시기 및 저온요구도를 평가한 결과, *P. davidiana*와 트로픽 스노우 등 저온요구도가 낮은 품종의 경우 12월 상순에 휴면이 타파된 것으로 조사되었으며 대부분의 품종은 1월 상순~2월 중순 경에 휴면이 타파되는 것으로 조사되었다.

표 2. 복숭아 품종별 내재 휴면 타파시기와 모델에 따른 저온요구도

Cultivar	Dormancy breaking date	Chill Hour Model (CH)	Utah model (CU)	Dynamic model (CP)	North Carolina model (CU)	Low Chilling model (CU)
Changhown Hwangb	2014-02-14	2204.0	1061.0	71.7	973.0	971.3
	2015-02-22	2251.0	971.3	71.8	1053.5	1076.5
	2016-02-15	1706.0	1093.3	66.7	1188.3	1270.0
	Mean Feb. 17	2053.7	1041.8	70.1	1071.6	1105.9
	cv	13.5	6.5	5.0	9.4	12.5
Cheonhong	2015-01-17	1439.5	651.0	48.9	851.3	889.3
	2016-01-04	784.5	819.0	43.0	983.5	1068.0
	2014-01-31	1881.5	930.3	62.7	893.8	900.5
	Mean Jan. 17	1368.5	800.1	51.6	909.5	952.6
	cv	36.5	16.7	18.1	7.4	9.8
Chiyomaru	2014-02-14	2204.0	1061.0	71.7	973.0	971.3
	2015-02-22	2251.0	971.3	71.8	1053.5	1076.5
	2016-01-18	1104.0	937.8	50.9	1060.8	1139.8
	Mean Feb. 07	1853.0	990.0	64.8	1029.1	1062.5
	cv	31.6	6.9	17.0	4.9	7.5
Hahong	2014-01-06	1287.0	766.8	48.5	800.3	814.5
	2015-01-10	1275.0	595.3	43.8	817.3	859.0
	2016-01-03	772.5	812.5	42.8	980.3	1064.8
	Mean Jan. 06	1111.5	724.8	45.0	865.9	912.8
	cv	24.5	15.0	7.6	10.7	13.3
Hikawa Hakuho	2014-01-31	1881.5	930.3	62.7	893.8	900.5
	2015-02-22	2251.0	971.3	71.8	1053.5	1076.5
	2016-01-18	1104.0	937.8	50.9	1060.8	1139.8
	Mean Feb. 03	1745.5	946.4	61.8	1002.7	1038.9
	cv	30.3	4.9	15.6	8.8	10.9
Hwanghoo	2014-01-31	1881.5	930.3	62.7	893.8	900.5
	2015-01-31	1770.0	766.8	57.5	919.5	951.3
	2016-01-25	1270.0	965.3	53.8	1078.5	1155.8
	Mean Jan. 29	1640.5	887.4	58.0	963.9	1002.5
	cv	18.3	11.2	7.8	9.5	12.2
Jinni	2014-01-31	1881.5	930.3	62.7	893.8	900.5
	2015-02-15	2106.0	875.5	66.4	987.8	1015.8
	2015-12-28	635.5	732.5	38.5	923.5	1011.5
	Mean Jan. 24	1541.0	846.1	55.9	935.0	975.9
	cv	46.2	12.0	24.6	5.5	6.6
Kawanakjima Hakuto	2014-01-20	1623.0	819.8	56.1	832.0	842.3

		2015-02-15	2106.0	875.5	66.4	987.8	1015.8
		2016-01-25	1270.0	965.3	53.8	1078.5	1155.8
	Mean	Jan. 30	1666.3	886.8	58.8	966.1	1004.6
	cv		23.0	8.0	10.9	11.7	14.1
Mihong		2014-01-31	1881.5	930.3	62.7	893.8	900.5
		2015-02-08	1948.5	811.0	62.1	944.8	974.8
		2016-01-25	1270.0	965.3	53.8	1078.5	1155.8
	Mean	Jan. 31	1700.0	902.2	59.5	972.3	1010.3
	cv		20.2	8.8	8.4	9.0	11.7
Misshong		2014-01-31	1881.5	930.3	62.7	893.8	900.5
		2015-02-15	2106.0	875.5	66.4	987.8	1015.8
		2016-02-22	1852.0	1167.8	71.2	1237.3	1318.0
	Mean	2015-02-12	1946.5	991.2	66.8	1039.6	1078.1
	cv		7.4	14.8	6.6	15.5	18.1
Mochitsuki		2014-01-06	1287.0	766.8	48.5	800.3	814.5
		2015-02-22	2251.0	971.3	71.8	1053.5	1076.5
		2016-02-22	1852.0	1167.8	71.2	1237.3	1318.0
	Mean	Feb. 02	1796.7	968.6	63.8	1030.3	1069.7
	cv		24.5	18.9	19.0	19.2	21.2
<i>Prunus davidiana</i>		2013-12-09	633.5	599.3	32.4	699.3	721.8
		2014-12-08	480.0	470.8	26.1	737.8	785.0
		2015-12-07	274.5	401.8	23.0	663.5	776.5
	Mean	Dec. 08	462.7	490.6	27.2	700.2	761.1
	cv		37.8	19.8	17.8	6.5	5.6
Seonmee		2014-02-21	2358.5	1147.3	77.3	1027.5	1022.0
		2015-02-22	2251.0	971.3	71.8	1053.5	1076.5
		2016-02-22	1852.0	1167.8	71.2	1237.3	1318.0
	Mean	Feb. 21	2153.8	1095.4	73.4	1106.1	1138.8
	cv		11.6	9.6	5.2	9.5	12.5
Soomee		2014-02-07	2045.5	996.5	66.8	932.0	934.5
		2015-02-22	2251.0	971.3	71.8	1053.5	1076.5
		2016-02-22	1852.0	1167.8	71.2	1237.3	1318.0
	Mean	Feb. 17	2049.5	1045.2	69.9	1074.3	1109.7
	cv		9.4	9.8	4.9	13.0	15.7
Suhong		2014-01-06	1287.0	766.8	48.5	800.3	814.5
		2015-01-03	1110.5	567.0	40.0	799.8	842.5
		2016-01-03	772.5	812.5	42.8	980.3	1064.8
	Mean	Jan. 04	1056.7	715.4	43.7	860.1	907.3
	cv		23.4	17.1	10.0	11.2	13.8
Tropic Snow		2013-12-02	488.0	500.0	28.4	631.3	658.3
		2014-12-08	480.0	470.8	26.1	737.8	785.0
		2015-12-05	250.5	379.3	21.9	643.0	756.3
	Mean	Dec. 05	406.2	450.0	25.5	670.7	733.2
	cv		34.7	16.6	15.1	9.3	9.2
Yuni		2014-01-13	1455.0	798.8	51.9	819.0	831.5
		2015-02-15	2106.0	875.5	66.4	987.8	1015.8
		2016-02-15	1706.0	1093.3	66.7	1188.3	1270.0
	Mean	Feb. 04	1755.7	922.5	61.7	998.3	1039.1
	cv		17.2	15.1	12.7	16.7	19.1
Yumyeong		2014-02-07	2045.5	996.5	66.8	932.0	934.5

	2015-02-08	1948.5	811.0	62.1	944.8	974.8
	2016-02-10	1616.0	1049.0	63.3	1147.0	1227.0
Mean	Feb. 08	1870.0	952.2	64.1	1007.9	1045.4
cv		11.3	12.0	4.8	10.9	13.8

(4) 저온요구도의 평가

- 품종별 저온요구도를 이용하여 저온요구도와 품종 육성지 고도와의 관계, 저온요구도와 개화기 사이의 관계를 알아보았다. 그 결과 육성지 고도와 저온요구도 사이에는 정의 상관관계가 있음을 알 수 있었으며 고위도 지방에서 유래된 품종일수록 저온요구도가 높고 저위도 지방에서 유래된 품종일수록 저온요구도가 낮은 것을 알 수 있었다. 이는 저온요구도에 따른 품종 도입시 어느 지역에서 도입해야 하는지 알 수 있게 해준다. 또한 저온요구도와 개화기 사이에서도 정의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 이는 저온요구도가 낮은 품종일수록 그 경향이 뚜렷이 나타남을 볼 수 있었다. (그림8)

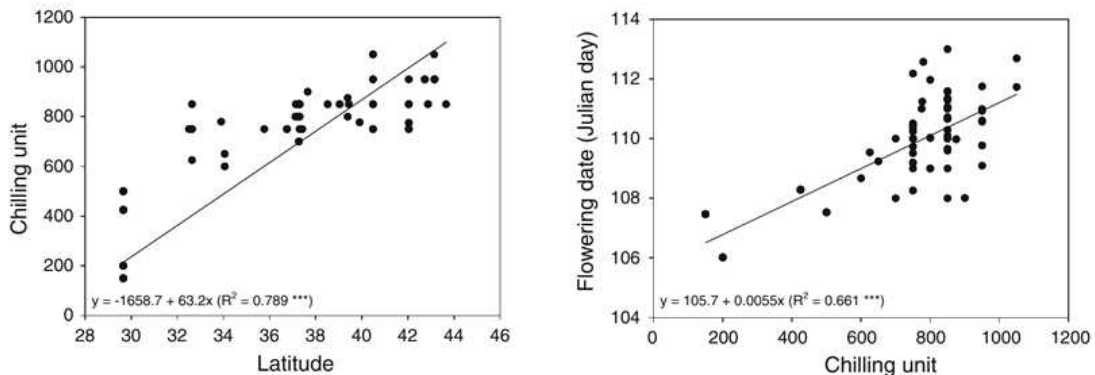


그림 8. 저온요구도와 육성지 고도(좌), 개화기(우) 사이의 상관관계

나. 발아기 및 개화기

표 3. 복숭아 품종의 발아기, 만개기

Cultivar	Germination			Full Bloom		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Changhowon Hwangdo	03월 14일	03월 08일	03월 06일	04월 14일	04월 13일	04월 09일
Cheonhong	03월 13일	03월 06일	03월 05일	04월 12일	04월 11일	04월 07일
Chiyomaru	03월 16일	03월 09일	03월 05일	04월 15일	04월 14일	04월 08일
Hahong	03월 13일	03월 07일	03월 04일	04월 13일	04월 11일	04월 06일
Hikawa Hakuho	03월 15일	03월 07일	03월 05일	04월 13일	04월 12일	04월 06일
Jinmi	03월 14일	03월 10일	03월 05일	04월 15일	04월 14일	04월 07일
Kawanakajima Hakuto	03월 14일	03월 09일	03월 05일	04월 14일	04월 14일	04월 09일
Mihong	03월 15일	03월 08일	03월 05일	04월 13일	04월 12일	04월 08일
Misshong	03월 15일	03월 09일	03월 05일	04월 14일	04월 14일	04월 09일
Mochitsuki	03월 14일	03월 10일	03월 05일	04월 14일	04월 14일	04월 09일
<i>P. davidiana</i>	03월 10일	03월 01일	02월 21일	04월 06일	03월 28일	03월 23일
Seonmee	03월 14일	03월 09일	03월 04일	04월 14일	04월 12일	04월 07일
Soomee	03월 16일	03월 11일	03월 04일	04월 13일	04월 15일	04월 06일
Suhong	03월 14일	03월 05일	03월 04일	04월 12일	04월 10일	04월 05일
Tropic Snow	03월 11일	03월 02일	03월 01일	04월 11일	03월 31일	03월 28일
Yumi	03월 12일	03월 07일	03월 05일	04월 11일	04월 12일	04월 07일
Yumyeong	03월 14일	03월 08일	03월 05일	04월 15일	04월 13일	04월 08일

미스홍



2월 23일



3월 7일



4월 1일

선미



2월 23일



3월 7일



4월 1일

수미



2월 23일



3월 7일



4월 1일

수홍



2월 23일



3월 7일



4월 1일

유미



2월 23일



3월 7일



4월 1일

장호원황도



2월 23일



3월 7일



4월 1일

진미



2월 23일



3월 7일



4월 1일

찌요마루



2월 23일



3월 21일



4월 1일



그림 9. 복숭아 품종별 시기에 따른 꽃눈 발아 양상(16년, 전주)

제2절 복숭아 신육성 품종의 내한성 조사

1. 연구수행내용

가. 전해질 누출률을 통한 내한성 조사

(1) 시험 재료

시험 대상은 국내에서 육성된 신품종 ‘유미’ 등을 포함하여 12 품종을 조사하였다. 1년생 가지를 시기별로 채취하여 내한성 평가를 하였다.

(2) 조사 방법

처리 온도를 5℃, -20℃, -25℃, -35℃, -80℃의 다섯 수준으로 잡고 5℃에서 시작하여 1시간에 5℃ 씩 온도를 일정하게 하강시키고 각각의 처리 온도에서 2시간씩 처리 후 상온에 24시간 후 피해율 조사 하였다.

저온피해율은 전해질누출률(Electrolyte Leakage, EL)법을 이용하였다(Arora 등, 1992; Pagter 등, 2008). 각 품종당 3주 이상의 시험수에서 직경이 비슷한 1년생 가지를 채취하여 흐르는 물에 씻어 불순물을 제거한 후 5cm 길이로 절단하였다. 50mL 크기의 conical tube에 5cm의 가지와 증류수 1mL을 넣고 저온 조절이 가능한 생장상(Vision Scientific Co. LTD., VS-1203P4S-3C, Daejeon, Korea)에 넣어 목표 온도를 처리하였다. 온도 처리는 4℃에서 시작하여 5℃/h의 속도로 하강시켰다. 목표 온도 온도에 도달한 후에 2시간 동안 유지한 직후에 4℃의 조건이 되도록 하였다. 목표 온도는 샘플링 시기에 따라 -10℃~-35℃의 범위에서 처리하였으며 4℃와 -80℃의 온도를 처리한 시험구를 기준으로 설정하였다. 저온처리 후, 5cm 가지의 중간의 1cm를 채취하여 15mL 튜브에 증류수 8 mL을 넣고 125 rpm, 상온 조건에서 15시간 교반하였다. 이후 전기전도도를 측정하여 이를 초기 전도도값(initial leakage)으로 기록하였고, 고압멸균기에서 샘플을 120℃에서 30분간 처리하여 모든 세포를 파괴시켜 전해질이 누출되도록 하였다. 이때의 측정된 두 번째 전기전도도를 최종 전도도값(final leakage)으로 기록하였고, 누출률(leakage), 피해율(injury), 보정피해율(adjusted injury)을 다음 식을 이용하여 계산하였다. 50%의 피해가 나타나는 온도인 LT₅₀은 Lim 등(1998)의 방법을 이용하여 Gompertz 함수로 계산되었다(그림 10).

$$\triangleright \text{leakage} = (\text{initial leakage} / \text{final leakage}) \times 100$$

$$\triangleright \text{injury} = [(\% \text{leakage}_{(\text{target temp.})} / \% \text{injury}_{(4)}) / (100 - \% \text{leakage}_{(4)})] \times 100$$

$$\triangleright \text{adjusted injury} = (\% \text{injury}_{(\text{target temp.})} / \% \text{injury}_{(-80)}) \times 100$$

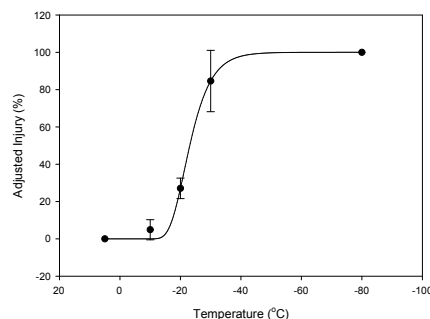


그림 10. 저온 처리별 피해율을 이용한 LT₅₀ 산출. 피해율에 따른 Gompertz 함수(2015년 12월, 미홍)

나. 갈변율

(1) 시험 재료

저온에 따른 갈변율 조사는 국내에서 육성된 ‘미홍’, ‘수미’, ‘수홍’, ‘유미’, 와 주요 재배 품종인 ‘장호원황도’, ‘천중도백도’, ‘유명’, ‘일천백봉’을 대상으로 하였다.

(2) 조사 방법

5, -15, -20, -25, -35℃의 온도에서 각각 3, 6, 9, 12시간씩 처리하였다. 꽃눈과 잎눈의 피해를 조사하였으며 꽃눈 피해율은 저온처리 2일 후 갈변율, 잎눈 피해율은 저온처리 4주 후 발아율을 기준으로 하였다.

$$\text{※ 잎눈 피해율(\%)} = 100 - \text{잎눈 발아율(\%)}$$

2. 연구결과

가. 전해질 누출률

- 복숭아 품종의 저온 처리별 전해질 누출률(leakage), 보정피해율(adjusted injury)을 산출하였다. 이렇게 산출된 보정피해율에 Gompertz function을 적용하여 LT₅₀ 값을 계산하였다. LT₅₀값은 조직의 피해율이 50% 나타나는 온도로 그 온도가 낮을수록 내한성이 강하다고 평가할 수 있다. 품종 전반적으로 1월의 내한성이 가장 강한 것으로 나타났으며 2월 하순경 휴면이 타파하면서 내한성이 약해지고 그 이후에는 내한성이 급격히 약해지는 것으로 조사되었다.

표 4. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2014년 1월 16일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀
	4℃	0℃	-25℃	-35℃	-80℃	0℃	-20℃	-30℃	
Changhonwon Hwangdo	9.4	9.4	16.4	39.7	51.9	-0.2	16.4	70.4	-30.9 ab
Cheonhong	11.1	9.7	14.5	45.2	78.7	-2.3	5.0	50.3	-34.9 bc
Chiyomaru	14.8	13.8	13.2	34.8	79.9	0.9	-3.0	33.6	-36.6 fg
Hahong	13.0	9.8	13.0	33.0	83.4	-4.5	-0.1	28.5	-37.7 bcdef
Hiakwa Hakuho	15.0	11.2	14.5	43.7	58.6	-9.4	-0.7	68.0	-33.2 bcd
Jinmi	9.9	10.5	14.7	40.1	98.6	0.7	5.5	34.1	-39.4 defg
Kanoiwa Hakuto	15.5	13.2	20.6	47.6	82.6	-3.1	8.6	49.3	-35.2 a
Kawanakajima Hakuto	9.6	10.2	17.5	42.9	67.4	0.7	14.5	62.9	-32.2 bcdef
Mihong	12.3	11.1	17.4	40.7	85.0	-1.3	7.4	39.5	-37.8 ab
Misshong	13.2	8.3	13.7	36.8	70.3	-8.6	1.0	40.8	-36.6 defg
Mochitsuki	20.2	16.1	23.4	43.4	66.1	-9.0	6.9	50.7	-34.9 cdefg
<i>Prunus davidiana</i>	13.1	15.3	16.4	44.0	63.2	4.5	6.8	61.8	-32.9 bcd
Seonmi	12.6	10.7	14.6	35.2	78.3	-3.9	2.8	34.1	-38.6 g
Soomee	9.5	11.4	16.3	35.7	79.1	2.5	9.5	37.5	-38.9 bcde
Suhong	17.5	14.6	17.4	40.2	69.1	-5.3	-0.2	45.6	-35.5 ab
Tropic snow	15.8	15.2	26.0	44.1	72.3	-1.4	19.4	51.7	-34.5 df
Yumi	11.1	11.2	17.4	36.3	79.6	0.4	9.6	37.9	-38.8 cdefg
Yumyeong	12.3	9.8	14.0	38.9	75.1	-4.0	3.0	43.0	-36.4 defg

표 5. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2014년 2월 18일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀
	4°C	-20°C	-25°C	-35°C	-80°C	-20°C	-20°C	-30°C	
Changhonwon Hwangdo	8.6	10.2	22.3	44.3	51.4	4.1	32.1	82.7	-27.8 ab
Cheonhong	9.5	10.4	18.5	46.5	49.0	2.5	22.0	94.2	-27.4 a
Chiyomaru	12.7	11.0	15.1	35.2	60.7	-4.0	5.4	46.5	-35.7 d
Hahong	16.5	10.7	23.6	40.6	50.0	-20.9	24.0	72.2	-30.0 ab
Hikawa Hakuho	11.8	13.5	19.2	51.6	63.7	3.5	15.6	77.2	-30.0 ab
Hwanghoo	9.0	10.7	15.4	45.8	66.6	2.4	10.4	65.8	-32.0 abc
Jinmi	9.5	11.3	20.2	50.5	54.0	4.1	24.1	92.4	-27.5 a
Kawanakajima Hakuto	8.9	11.6	17.8	53.3	60.4	6.2	17.1	87.9	-33.6 bc
Mihong	7.3	12.1	21.1	51.0	71.5	7.6	21.1	68.7	-30.7 abc
Misshong	7.5	10.2	18.1	46.7	64.7	5.5	20.0	72.1	-30.3 ab
Mochituki	8.8	19.7	22.9	50.9	66.9	19.1	24.8	74.2	-29.2 ab
Nagasawa Hakuho	7.7	11.4	20.6	56.9	75.4	5.6	19.2	72.5	-30.3 ab
<i>Prunus davidiana</i>	8.3	9.9	13.0	45.4	57.3	3.3	9.5	75.9	-30.7 abc
Seonmee	9.0	11.9	18.2	42.6	71.7	4.8	14.6	53.5	-34.1 cd
Soomee	7.1	10.4	17.6	52.4	68.4	6.2	18.8	76.0	-29.8 ab
Suhong	11.1	10.7	12.5	53.3	61.4	-1.6	2.5	87.7	-31.2 abc
Tropic Snow	12.8	17.3	30.0	48.0	67.8	9.0	32.3	65.6	-30.1 ab
Yumi	11.9	13.8	20.8	47.6	63.7	2.9	17.5	73.1	-30.4 ab
Yumyeong	7.9	11.4	18.1	47.0	62.7	6.7	19.4	72.1	-30.3 ab

표 6. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2014년 3월 1일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀
	4°C	0°C	-25°C	-35°C	-80°C	0°C	-20°C	-30°C	
Changhonwon Hwangdo	8.6	10.2	22.3	44.3	51.4	4.1	32.1	82.7	-27.8 ab
Cheonhong	9.5	10.4	18.5	46.5	49.0	2.5	22.0	94.2	-27.4 a
Chiyomaru	12.7	11.0	15.1	35.2	60.7	-4.0	5.4	46.5	-35.7 d
Hahong	16.5	10.7	23.6	40.6	50.0	-20.9	24.0	72.2	-30.0 ab
Hikawa Hakuho	11.8	13.5	19.2	51.6	63.7	3.5	15.6	77.2	-30.0 ab
Hwanghoo	9.0	10.7	15.4	45.8	66.6	2.4	10.4	65.8	-32.0 abc
Jinmi	9.5	11.3	20.2	50.5	54.0	4.1	24.1	92.4	-27.5 a
Kawanakajima Hakuto	8.9	11.6	17.8	53.3	60.4	6.2	17.1	87.9	-33.6 bc
Mihong	7.3	12.1	21.1	51.0	71.5	7.6	21.1	68.7	-30.7 abc
Misshong	7.5	10.2	18.1	46.7	64.7	5.5	20.0	72.1	-30.3 ab
Mochituki	8.8	19.7	22.9	50.9	66.9	19.1	24.8	74.2	-29.2 ab
Nagasawa Hakuho	7.7	11.4	20.6	56.9	75.4	5.6	19.2	72.5	-30.3 ab
<i>Prunus davidiana</i>	8.3	9.9	13.0	45.4	57.3	3.3	9.5	75.9	-30.7 abc
Seonmee	9.0	11.9	18.2	42.6	71.7	4.8	14.6	53.5	-34.1 cd
Soomee	7.1	10.4	17.6	52.4	68.4	6.2	18.8	76.0	-29.8 ab
Suhong	11.1	10.7	12.5	53.3	61.4	-1.6	2.5	87.7	-31.2 abc
Tropic Snow	12.8	17.3	30.0	48.0	67.8	9.0	32.3	65.6	-30.1 ab
Yumi	11.9	13.8	20.8	47.6	63.7	2.9	17.5	73.1	-30.4 ab
Yumyeong	7.9	11.4	18.1	47.0	62.7	6.7	19.4	72.1	-30.3 ab

표 7. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2014년 11월 12일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀	
	4°C	-20°C	-25°C	-35°C	-80°C	-20°C	-25°C	-35°C		
Changhonwon Hwangdo	16.0	36.2	44.6	52.7	56.3	49.8	71.0	90.3	-20.1	abc
Cheonhong	17.3	36.0	44.5	56.3	58.7	44.4	66.3	94.6	-20.7	abc
Chiyomaru	16.8	30.6	38.8	53.5	56.3	35.2	56.2	93.2	-23.2	cdefg
Hahong	23.4	32.6	47.0	58.4	61.3	24.2	62.4	92.3	-24.3	efg
Hikawa Hakuho	11.4	31.2	46.8	50.0	61.5	39.7	71.7	76.6	-21.4	abcde
Hwanghoo	15.4	34.1	52.8	53.1	72.6	32.0	64.6	66.8	-23.6	defg
Jinmi	16.1	33.7	39.5	45.9	51.2	49.9	66.2	85.0	-20.0	abc
Kawanakajima Hakuto	15.4	31.7	40.5	53.0	56.1	38.1	62.4	92.9	-21.9	bcdef
Mibaekdo	14.9	30.3	39.6	44.4	53.5	38.0	65.4	75.3	-21.6	abcdef
Mihong	17.8	41.1	43.3	61.5	68.8	47.9	53.0	82.7	-21.5	abcdef
Misshong	11.2	28.1	40.8	53.8	56.0	38.6	66.5	96.0	-21.9	bcdef
Mochituki	19.3	47.3	60.6	61.4	62.4	65.2	95.8	97.9	-18.5	a
Nagasawa Hakuho	13.7	32.1	47.2	58.8	67.8	34.2	62.3	85.4	-23.3	cdefg
<i>Prunus davidiana</i>	12.2	38.3	51.6	57.0	60.3	54.0	81.4	93.0	-19.7	ab
Soomee	14.3	39.8	42.9	49.7	57.0	59.7	66.7	82.8	-20.9	abcd
Suhong	20.7	38.3	43.7	54.2	72.8	34.2	42.3	65.6	-27.3	h
Tropic snow	21.0	41.8	47.7	51.9	69.8	42.7	54.7	63.5	-24.8	fgh
Yumi	19.3	23.8	46.8	47.0	60.0	8.2	69.6	69.7	-25.8	gh

표 8. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2014년 12월 22일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀	
	4°C	-20°C	-25°C	-35°C	-80°C	-20°C	-25°C	-35°C		
Changhonwon Hwangdo	11.1	14.1	25.4	52.5	72.0	5.0	23.4	67.8	-30.6	ab
Hikawa Hakuho	13.2	15.9	19.4	46.0	57.4	5.4	13.6	76.8	-30.2	ab
Jinmi	13.7	17.3	16.1	40.3	44.4	11.7	7.7	86.8	-29.5	a
Kawanakajima Hakuto	12.8	15.3	17.0	40.4	62.6	5.4	9.4	58.9	-33.2	bc
Mihong	11.5	13.6	14.1	41.0	61.0	4.4	5.9	63.0	-32.8	abc
Misshong	9.9	12.2	16.5	38.9	64.4	5.5	12.1	54.3	-34.0	bcd
Natuotome	10.9	14.7	20.1	43.8	64.3	7.6	17.0	64.4	-31.7	ab
<i>Prunus davidiana</i>	10.2	15.1	19.1	44.6	64.3	9.2	16.5	64.3	-31.8	ab
Soomee	13.5	15.1	13.9	29.0	58.1	3.8	1.4	35.7	-37.8	d
Suhong	15.9	19.3	23.5	45.3	68.3	6.6	14.2	55.9	-33.6	bcd
Tropic Snow	15.4	17.6	23.7	37.3	49.1	6.2	24.3	64.7	-31.1	ab
Yumi	12.4	13.5	17.4	33.2	57.8	2.5	11.0	47.5	-35.7	cd
Yumyeong	14.6	19.5	17.8	48.3	66.5	9.9	6.7	65.0	-32.4	abc

표 9. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2015년 1월 23일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀
	4°C	-10°C	-20°C	-30°C	-80°C	-10°C	-20°C	-30°C	
Changhonwon Hwangdo	20.2	21.7	23.1	33.6	70.8	2.4	4.0	26.8	-35.2 c
Cheonhong	24.3	24.1	28.4	43.4	58.5	-0.6	11.7	57.6	-29.3 ab
Chiyomaru	23.1	23.7	26.8	41.5	62.7	0.8	8.7	46.0	-31.0 ab
Jinmi	24.7	23.6	26.3	41.7	62.2	-2.8	4.7	45.6	-30.4 ab
Kanoiwa Hakuto	22.8	31.1	50.2	75.4	101.5	9.9	38.0	78.4	-26.6 a
Kiraranokiwami	21.0	21.9	21.1	37.3	60.6	2.4	0.4	41.4	-30.7 ab
Mibaekdo	22.6	28.4	29.7	44.2	60.1	16.5	18.7	57.3	-30.2 ab
Mihong	21.5	21.4	31.8	43.0	74.7	0.5	20.9	41.3	-31.9 bc
Misshong	23.2	29.7	26.7	43.0	58.6	18.6	10.5	56.5	-29.1 ab
Mochitsuki	25.2	26.9	34.3	51.6	69.4	2.8	21.5	60.3	-28.6 ab
Ougonto	19.6	25.1	25.4	50.1	77.8	9.3	10.2	51.9	-29.9 ab
<i>Prunus davidiana</i>	19.3	29.1	31.4	38.3	62.5	22.3	27.8	44.2	-31.9 bc
Reliance	19.5	20.5	26.7	49.6	59.3	2.5	18.7	76.5	-27.0 a
Soomee	20.6	25.2	26.5	55.9	67.0	10.3	11.9	76.0	-27.8 ab
Suhong	24.9	23.4	33.2	52.3	85.5	-3.6	14.9	45.5	-30.5 ab
Sunagowase	19.0	26.6	24.4	49.6	58.8	19.2	13.8	77.9	-27.7 ab
sungold	19.7	18.2	23.0	36.4	63.0	-3.8	7.7	38.5	-31.8 bc
Yamato Hakuto	16.8	21.6	29.2	52.7	67.3	9.8	25.0	71.7	-26.9 a
Yumi	21.7	25.7	25.6	38.4	78.4	7.4	6.6	29.3	-35.7 c

표 10. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2015년 2월 10일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀
	4°C	-20°C	-25°C	-35°C	-80°C	-20°C	-25°C	-35°C	
Changhonwon Hwangdo	14.5	20.7	18.9	41.0	69.1	12.6	7.7	49.5	-35.7 g
Cheonhong	12.3	14.9	23.9	46.6	66.5	4.8	21.4	63.3	-31.6 def
Chiyomaru	14.4	17.1	24.2	45.2	68.4	4.7	18.1	56.9	-33.1 fg
Hahong	14.6	16.0	18.7	52.6	67.8	2.6	7.9	71.7	-31.5 def
Hikawa Hakuho	14.4	17.1	19.8	52.9	65.0	5.3	10.5	76.3	-30.6 bcdef
Hwanghoo	16.9	19.7	28.1	48.8	60.2	6.3	26.0	74.0	-29.5 abcdef
Jinmi	14.0	17.9	27.9	52.1	67.0	7.2	25.3	74.0	-29.8 abcdef
Kawanakajima Hakuto	14.6	16.5	25.5	52.3	64.2	3.8	21.5	76.5	-29.6 abcdef
Mibaekdo	9.5	13.0	23.9	56.6	57.9	7.1	29.8	97.2	-26.5 ab
Mihong	12.3	13.1	27.2	55.4	73.5	-0.6	20.2	69.6	-30.8 bcdef
Misshong	13.8	14.9	32.3	53.2	76.1	1.6	31.1	69.6	-30.7 bcdef
Mochituki	8.4	12.6	35.7	65.2	70.8	6.5	43.6	90.8	-25.9 a
Nagasawa Hakuho	10.9	14.1	22.8	47.2	71.4	5.0	18.6	60.3	-32.4 efg
<i>Prunus davidiana</i>	13.8	16.5	31.0	63.5	75.7	3.7	27.8	80.3	-28.5 abcde
Seonmi	13.3	13.7	26.0	52.5	59.7	1.0	27.5	84.7	-28.3 abcde
Soomee	9.8	11.9	27.3	54.1	62.5	3.9	33.1	84.2	-27.5 abcd
Suhong	10.7	12.1	29.9	56.1	64.5	3.3	35.3	85.1	-29.3 abcdef
Tropic Snow	13.1	16.9	23.6	53.1	71.9	6.2	17.0	67.8	-31.2 cdef
Yumi	14.9	18.4	33.1	62.5	68.7	6.5	34.0	88.3	-27.0 abc
Yumyeong	13.7	13.7	17.6	56.9	68.3	-0.4	7.2	78.5	-31.0 cdef

표 11. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2015년 12월 15일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀
	4°C	-10°C	-20°C	-30°C	-80°C	-10°C	-20°C	-30°C	
Changhonwon Hwangdo	14.3	12.0	25.1	45.0	50.2	-6.4	30.3	86.1	-22.6 a
Cheonhong	12.2	13.6	19.6	43.9	55.2	2.3	17.5	73.3	-25.3 abc
Chiyomaru	12.5	13.3	24.5	39.9	53.9	1.3	32.2	68.1	-24.6 abc
Hwanghoo	11.4	13.0	18.9	40.5	52.1	3.8	17.9	71.5	-25.6 abc
Jinmi	11.9	12.6	20.0	39.3	51.9	1.7	20.2	68.5	-25.8 abc
Kanoiwa Hakuto	9.9	11.2	17.4	46.4	51.9	3.3	18.1	87.5	-23.5 abc
Kawanakajima Hakuto	9.7	12.1	20.5	37.3	53.2	5.8	27.7	68.0	-25.1 abc
Kiraranokiwami	9.4	10.0	19.1	41.2	47.2	1.6	24.5	84.9	-23.3 ab
Mibaekdo	12.3	13.6	19.3	45.3	48.6	3.6	19.5	91.8	-22.9 ab
Mihong	10.9	12.8	21.4	44.0	49.9	4.9	27.1	84.6	-23.1 a
Misshong	11.4	12.3	22.2	47.4	54.9	2.3	24.7	83.1	-23.5 ab
Mochitsuki	10.0	14.0	21.9	41.8	51.2	9.5	28.7	76.7	-23.8 ab
Odoroki	10.2	12.0	19.3	42.1	50.9	4.4	22.4	78.4	-24.2 abc
<i>Prunus davidiana</i>	10.6	14.5	19.1	38.1	52.4	10.0	20.8	65.1	-26.3 bc
Reliance	10.8	13.0	20.3	41.8	46.1	5.7	27.3	88.0	-22.7 ab
Soomee	11.6	13.2	21.4	41.6	54.4	4.1	23.8	70.7	-25.1 abc
Suhong	14.5	14.4	17.3	40.7	52.3	-0.5	7.2	69.2	-26.8 c
Yumi	12.2	13.0	19.1	36.2	48.9	2.6	19.1	65.7	-26.4 abc

표 12. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2016년 1월 4일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀
	4°C	-10°C	-20°C	-30°C	-80°C	-10°C	-20°C	-30°C	
Changhonwon Hwangdo	11.7	12.0	13.5	29.3	47.1	1.3	5.4	51.1	-29.8 abc
Cheonhong	8.3	13.8	13.1	26.8	49.0	13.3	11.6	46.0	-33.2 abcd
Chiyomaru	11.6	13.2	15.0	27.3	50.1	3.9	9.9	41.3	-32.6 abcd
Hwanghoo	10.6	13.1	11.9	25.9	53.0	6.0	2.7	36.6	-35.5 d
Jinmi	11.0	13.1	14.7	28.8	47.8	4.8	9.3	48.4	-30.4 abc
Kanoiwa Hakuto	8.3	12.2	14.1	32.9	62.6	6.7	10.5	48.4	-30.4 abcd
Kawanakajima Hakuto	10.4	12.2	11.0	30.1	50.5	4.5	2.1	50.1	-30.0 ab
Kiraranokiwami	9.8	12.2	12.1	25.7	53.6	5.3	5.1	36.3	-33.6 cd
Mibaekdo	9.6	12.4	14.5	35.7	66.5	5.2	8.9	45.9	-31.0 abcd
Mihong	7.3	10.7	15.1	36.8	56.9	7.6	16.9	63.0	-27.0 a
Misshong	10.0	13.9	16.6	38.3	57.8	8.8	14.2	59.0	-27.9 ab
Mochitsuki	8.3	13.4	17.9	35.7	57.7	9.9	19.4	56.2	-28.7 abc
Odoroki	8.2	11.3	15.2	27.8	52.4	6.7	15.6	44.2	-32.7 abcd
<i>Prunus davidiana</i>	12.0	14.0	19.4	33.2	58.7	4.3	15.9	45.6	-31.7 abcd
Reliance	11.8	13.1	15.5	30.1	46.1	3.6	10.7	53.3	-29.2 abc
Soomee	9.8	11.7	13.9	32.6	51.1	4.6	9.9	56.1	-28.7 ab
Suhong	10.9	14.3	13.5	30.0	52.0	8.1	5.9	46.5	-30.8 abc
Yumi	10.2	13.4	14.4	29.3	56.8	6.5	9.6	43.1	-32.0 abcd

표 13. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2016년 2월 22일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀	
	4°C	-10°C	-20°C	-30°C	-80°C	-10°C	-20°C	-30°C		
Changhonwon Hwangdo	12.7	13.2	15.1	42.2	56.5	0.4	5.1	73.2	-27.4	abc
Cheonhong	13.2	12.2	16.8	44.7	66.7	-1.7	7.2	59.9	-28.0	abc
Chiyomaru	12.5	14.6	16.4	42.3	71.5	3.6	6.7	50.5	-30.0	abc
Great Jumbo Akatsuki	11.1	11.9	17.8	45.9	64.1	1.5	12.8	65.6	-26.9	ab
Hahong	17.1	13.8	21.4	46.1	69.6	-6.2	8.0	54.8	-29.4	abc
Jinmi	16.1	13.5	18.0	44.2	63.4	-5.6	4.5	61.6	-28.2	abc
Kraranokiwami	11.8	11.6	14.0	34.6	52.0	-0.4	5.4	56.8	-29.1	abc
Mibaekdo	14.9	15.0	18.1	39.0	59.5	0.6	7.2	54.8	-29.0	abc
Mihong	11.7	12.5	21.8	52.0	69.1	1.6	18.1	71.4	-25.9	a
Misshong	11.1	14.4	19.6	36.1	71.9	5.4	32.4	42.2	-32.1	bc
Nagasawa Hakuho	17.5	16.8	17.6	38.9	77.7	-1.3	0.4	34.8	-33.5	c
Seonmi	14.2	16.9	20.5	51.7	72.8	4.3	10.5	63.5	-27.6	abc
Soomee	15.1	16.7	22.1	45.2	53.3	4.0	18.2	78.9	-24.5	a
Suhong	14.3	15.8	21.8	49.8	73.5	2.8	13.0	60.5	-28.3	abc
Sungold	12.4	13.1	15.9	35.9	52.6	1.7	8.4	58.5	-28.9	abc
Yumi	15.5	13.6	18.1	33.8	68.6	-3.2	5.4	35.1	-32.3	bc

표 14. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2016년 3월 21일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀	
	4°C	-10°C	-20°C	-30°C	-80°C	-10°C	-20°C	-30°C		
Changhonwon Hwangdo	23.2	25.7	40.7	72.8	75.3	0.5	31.2	97.4	-21.4	efg
Cheonhong	21.4	23.5	49.5	70.2	74.1	3.0	54.0	92.3	-19.3	abcdef
Chiyomaru	20.6	21.9	27.2	67.6	66.8	-0.5	12.3	101.2	-22.5	fg
Gardenstate	21.3	34.7	53.0	84.5	71.7	26.1	62.4	125.8	-15.0	a
Hahong	19.4	23.8	62.9	87.8	92.9	4.2	59.1	93.4	-18.5	abcdef
Jinmi	14.8	29.5	55.0	74.2	80.9	21.9	61.9	90.7	-16.5	abcde
Kiraranokiwami	19.6	23.1	52.9	71.9	82.9	4.9	51.7	83.8	-19.8	bcdef
Mibaekdo	20.6	37.0	45.0	86.6	93.1	23.0	33.2	92.6	-20.4	bcdef
Mihong	23.2	26.1	37.3	67.7	79.6	3.9	25.0	78.5	-24.0	g
Misshong	16.0	27.5	42.2	75.9	68.7	20.6	48.8	113.5	-17.6	abcd
Mochitsuki	20.0	36.0	55.4	79.0	97.7	20.0	45.3	76.6	-20.6	cdef
Nagasawa Hakuho	19.4	25.5	40.8	76.0	68.9	13.0	45.2	114.4	-20.1	abcdef
<i>Prunus davidiana</i>	29.2	36.1	56.2	79.1	70.6	15.3	66.1	120.6	-16.1	ab
Seonmee	22.0	23.7	65.0	88.6	77.3	3.6	77.7	120.2	-14.0	abc
Soomee	24.3	27.6	47.7	85.8	71.7	5.4	45.8	129.9	-20.1	abcdef
Suhong	33.5	27.2	53.1	85.6	83.9	-12.5	38.2	104.1	-20.2	defg
Sun Gold	26.1	28.8	47.4	73.2	73.2	5.4	45.7	101.3	-20.1	bcdef
Yumi	16.9	26.5	51.6	82.0	81.5	15.5	54.8	100.8	-17.8	abcde

표 15. 전해질누출률을 이용한 복숭아 품종별 피해율과 LT₅₀ (2016년 4월 27일)

Cultivar	Leakage(%)					Adjusted Injury			LT ₅₀
	4℃	-10℃	-20℃	-30℃	-80℃	-10℃	-20℃	-30℃	
Changhonwon Hwangdo	12.9	25.4	51.2	54.8	60.4	25.6	81.1	88.4	-13.4 ab
Cheonhong	13.5	28.0	55.3	57.1	62.9	29.5	86.9	91.1	-13.4 ab
Chiyomaru	16.6	31.8	64.4	60.0	67.6	28.8	95.7	87.9	-12.2 ab
Gardenstate	13.7	24.7	59.7	55.0	66.9	20.6	86.7	77.7	-12.1 ab
Great Jumbo Akatsuki	13.6	26.1	62.4	61.4	64.6	24.7	97.0	92.9	-13.1 ab
Hahong	13.9	25.2	56.9	59.5	69.7	20.3	76.7	80.4	-15.3 ab
Izumi Hakuto	15.8	23.3	62.5	67.7	70.2	13.6	85.8	95.5	-14.4 ab
Jinmi	17.6	44.9	56.6	59.7	66.4	56.1	79.3	86.8	-9.9 a
Kiraranokiwami	12.0	20.6	63.7	62.1	67.9	15.4	93.6	90.0	-12.9 ab
Mibaekdo	15.3	26.6	63.9	68.9	74.6	19.1	82.7	90.0	-14.1 ab
Mihong	12.6	22.7	63.1	60.4	61.8	19.9	101.5	96.6	-13.3 ab
Mochitsuki	14.3	31.3	59.3	60.5	64.6	33.8	89.0	91.8	-12.0 ab
Nagasawa Hakuho	14.1	30.1	66.2	62.8	63.9	31.7	104.8	98.0	-11.2 ab
Prunus davidiana	18.0	34.3	53.6	56.5	58.9	38.7	87.7	94.2	-11.4 ab
Red Heaven	12.6	29.4	77.9	65.5	67.8	30.2	118.6	95.7	-10.1 ab
Seonmi	17.2	21.9	49.7	55.6	59.9	11.1	75.7	91.0	-15.4 ab
Soomee	12.8	31.5	62.7	52.5	61.2	38.6	103.1	81.9	-10.3 ab
Suhong	13.4	26.4	61.2	61.7	76.1	22.1	80.1	80.6	-16.2 b
Sungold	16.2	19.4	54.8	55.5	62.2	6.8	84.5	85.8	-15.0 ab
Yumi	13.7	23.7	55.0	58.9	63.7	19.6	82.6	90.9	-15.2 ab

나. 갈변율을 통한 내한성 조사

복숭아 ‘미홍’ 등 8품종의 저온 처리에 따른 꽃눈의 갈변율은 표 7~10, 잎눈의 갈변율은 표 11~14와 같다. 꽃눈과 잎눈 모두 5℃ 처리구에서는 처리 시간에 상관없이 피해가 발생하지 않았다. -15℃ 처리구는 처리 시간이 증가함에 따라 피해율이 증가하였으며 꽃눈의 경우 -15℃에서 3시간 노출되었을 경우 평균 2.0%, 6시간에서 16.9%, 9시간에서 27.2%, 12시간에서 31.1%의 피해율을 나타내었다. 잎눈의 경우 -15℃에서 3시간 노출되었을 경우 평균 2.5%, 6시간에서 14.6%, 9시간에서 21.8%, 12시간에서 27.0%의 피해율을 나타내었다. -20℃ 처리구 또 처리 시간이 증가함에 따라 피해율이 증가하였으며 꽃눈의 경우 -20℃에서 3시간 노출되었을 경우 평균 5.1%, 6시간에서 34.7%, 9시간에서 46.2%, 12시간에서 51.7%의 피해율을 나타내었다. 특히 -20℃, 3시간 처리구에서 품종별로 피해율이 유의하게 달랐으며 ‘일천백봉’과 ‘장호원 황도’의 꽃눈 피해율은 15% 이상으로 피해율이 높은 편이었으나 ‘수미’와 ‘유미’는 1%의 내외의 피해율을 보여 상대적으로 강한 내한성을 보였다. 잎눈의 경우는 -20℃에서 3시간 노출되었을 경우 평균 7.4%, 6시간에서 32.1%, 9시간에서 37.5%, 12시간에서 41.3%의 피해율을 나타내었다. -25℃ 처리구의 경우도 처리 시간이 증가함에 따라 피해율이 증가하는 경향을 보였으며 잎눈과 꽃눈 모두 3시간만 노출되어도 피해율이 50%가 넘었으며 6시간 이상 지속된 경우 피해율이 90%에 가깝거나 그 이상이 되었다. -35℃에 노출된 경우는 3시간만 노출된 경우라도 잎눈과 꽃눈 모두 100% 피해를 입었다.

표 16. 복숭아 품종별 휴면기 저온 처리 후 꽃눈 갈변율 (3시간 지속)

품종	꽃눈 피해율									
	5°C		-15°C		-20°C		-25°C		-35°C	
미홍	0.0	a	0.9	bc	1.3	c	47.2	d	100.0	a
수미	0.0	a	0.0	c	1.1	c	43.6	d	100.0	a
수홍	0.0	a	1.3	bc	1.3	c	77.0	b	100.0	a
유명	0.0	a	0.8	bc	1.4	c	73.8	b	100.0	a
유미	0.0	a	0.0	d	0.3	c	44.2	d	100.0	a
일천백봉	0.0	a	5.3	a	18.1	a	94.6	a	100.0	a
장호원황도	0.0	a	4.9	ab	13.1	b	55.0	cd	100.0	a
천중도백도	0.0	a	3.2	abc	4.1	c	66.6	bc	100.0	a
	<i>NS</i>		<i>**</i>		<i>***</i>		<i>***</i>		<i>NS</i>	
평균	0.0		2.0		5.1		62.7		100.0	

표 17. 복숭아 품종별 휴면기 저온 처리 후 꽃눈 갈변율 (6시간 지속)

품종	꽃눈 피해율									
	5°C		-15°C		-20°C		-25°C		-35°C	
미홍	0.0	a	15.0	abc	18.9	d	90.9	b	100.0	a
수미	0.0	a	11.6	bc	23.1	d	89.6	b	100.0	a
수홍	0.0	a	19.1	abc	42.2	ab	94.1	ab	100.0	a
유명	0.0	a	14.7	abc	37.1	bc	89.8	b	100.0	a
유미	0.0	a	9.9	c	28.0	cd	91.4	b	100.0	a
일천백봉	0.0	a	22.5	ab	50.1	a	100.0	a	100.0	a
장호원황도	0.0	a	23.5	a	38.8	b	88.2	b	100.0	a
천중도백도	0.0	a	19.0	abc	39.7	b	90.2	b	100.0	a
	<i>NS</i>		<i>NS</i>		<i>***</i>		<i>*</i>		<i>NS</i>	
평균	0.0		16.9		34.7		91.8		100.0	

표 18. 복숭아 품종별 휴면기 저온 처리 후 꽃눈 갈변율 (9시간 지속)

품종	꽃눈 피해율									
	5°C		-15°C		-20°C		-25°C		-35°C	
미홍	0.0	a	26.0	a	40.5	b	95.4	abc	100.0	a
수미	0.0	a	24.3	a	41.9	b	94.8	abc	100.0	a
수홍	0.0	a	24.6	a	51.9	ab	97.8	ab	100.0	a
유명	0.0	a	27.4	a	40.0	b	94.0	bc	100.0	a
유미	0.0	a	27.5	a	39.4	b	91.4	c	100.0	a
일천백봉	0.0	a	34.1	a	59.1	a	100.0	a	100.0	a
장호원황도	0.0	a	25.1	a	51.9	ab	96.8	abc	100.0	a
천중도백도	0.0	a	28.5	a	45.0	b	91.9	bc	100.0	a
	<i>NS</i>		<i>NS</i>		<i>*</i>		<i>*</i>		<i>NS</i>	
평균	0.0		27.2		46.2		95.3		100.0	

표 19. 복숭아 품종별 휴면기 저온 처리 후 꽃눈 갈변율 (12시간 지속)

품종	꽃눈 피해율									
	5°C		-15°C		-20°C		-25°C		-35°C	
미홍	0.0	a	29.4	bc	49.8	bc	100.0	a	100.0	a
수미	0.0	a	28.4	bc	44.1	bc	100.0	a	100.0	a
수홍	0.0	a	25.3	c	53.0	bc	100.0	a	100.0	a
유명	0.0	a	30.8	bc	50.2	bc	100.0	a	100.0	a
유미	0.0	a	28.2	bc	42.4	c	100.0	a	100.0	a
일천백봉	0.0	a	42.6	a	68.9	a	100.0	a	100.0	a
장호원황도	0.0	a	35.1	ab	55.3	b	100.0	a	100.0	a
천중도백도	0.0	a	29.2	bc	49.7	bc	100.0	a	100.0	a
	<i>ns</i>		<i>**</i>		<i>***</i>		<i>ns</i>		<i>ns</i>	
평균	0.0		31.1		51.7		100.0		100.0	

표 20. 복숭아 품종별 휴면기 저온 처리 후 잎눈 피해율 (3시간 지속)

품종	잎눈 피해율									
	5°C		-15°C		-20°C		-25°C		-35°C	
미홍	0.0	a	2.6	ab	9.1	a	38.8	e	100.0	a
수미	0.0	a	5.0	a	5.7	a	32.4	e	100.0	a
수홍	0.0	a	3.1	ab	7.1	a	80.8	ab	100.0	a
유명	0.0	a	4.9	a	6.6	a	68.4	bc	100.0	a
유미	0.0	a	0.0	b	5.5	a	36.7	e	100.0	a
일천백봉	0.0	a	1.4	ab	10.7	a	94.4	a	100.0	a
장호원황도	0.0	a	1.4	ab	9.6	a	62.0	cd	100.0	a
천중도백도	0.0	a	1.9	ab	5.0	a	47.1	de	100.0	a
	<i>ns</i>		<i>*</i>		<i>ns</i>		<i>***</i>		<i>ns</i>	
평균	0.0		2.5		7.4		57.6		100.0	

표 21. 복숭아 품종별 휴면기 저온 처리 후 잎눈 피해율 (6시간 지속)

품종	잎눈 피해율									
	5°C		-15°C		-20°C		-25°C		-35°C	
미홍	0.0	a	11.4	a	23.9	b	76.0	a	100.0	a
수미	0.0	a	11.3	a	24.9	b	87.7	a	100.0	a
수홍	0.0	a	16.2	a	27.5	b	93.4	a	100.0	a
유명	0.0	a	14.4	a	30.2	b	87.9	a	100.0	a
유미	0.0	a	12.7	a	28.0	b	89.1	a	100.0	a
일천백봉	0.0	a	19.9	a	56.2	a	100.0	a	100.0	a
장호원황도	0.0	a	16.3	a	40.8	ab	87.4	a	100.0	a
천중도백도	0.0	a	14.2	a	24.9	b	86.6	a	100.0	a
	<i>ns</i>		<i>ns</i>		<i>***</i>		<i>ns</i>		<i>ns</i>	
평균	0.0		14.6		32.1		88.5		100.0	

표 22. 복숭아 품종별 휴면기 저온 처리 후 잎눈 피해율 (9시간 지속)

품종	잎눈 피해율									
	5°C		-15°C		-20°C		-25°C		-35°C	
미홍	0.0	a	17.1	a	31.4	bc	94.5	abc	100.0	a
수미	0.0	a	19.4	a	31.3	bc	93.7	bc	100.0	a
수홍	0.0	a	18.6	a	36.9	bc	97.1	ab	100.0	a
유명	0.0	a	16.3	a	34.4	bc	92.2	bc	100.0	a
유미	0.0	a	17.3	a	28.1	c	89.6	c	100.0	a
일천백봉	0.0	a	31.3	a	60.5	a	100.0	a	100.0	a
장호원황도	0.0	a	28.7	a	42.3	b	95.5	abc	100.0	a
천중도백도	0.0	a	25.5	a	35.1	bc	91.4	bc	100.0	a
	<i>ns</i>		<i>ns</i>		***		*		<i>ns</i>	
평균	0.0		21.8		37.5		94.3		100.0	

표 23. 복숭아 품종별 휴면기 저온 처리 후 잎눈 피해율 (12시간 지속)

품종	잎눈 피해율									
	5°C		-15°C		-20°C		-25°C		-35°C	
미홍	0.0	a	28.2	a	34.8	cd	100.0	a	100.0	a
수미	0.0	a	20.0	a	34.9	cd	100.0	a	100.0	a
수홍	0.0	a	30.2	a	39.6	bcd	100.0	a	100.0	a
유명	0.0	a	25.6	a	38.8	bcd	100.0	a	100.0	a
유미	0.0	a	21.1	a	28.7	d	100.0	a	100.0	a
일천백봉	0.0	a	33.2	a	63.2	a	100.0	a	100.0	a
장호원황도	0.0	a	29.5	a	46.5	b	100.0	a	100.0	a
천중도백도	0.0	a	28.3	a	44.2	bc	100.0	a	100.0	a
	<i>ns</i>		<i>ns</i>		***		<i>ns</i>		<i>ns</i>	
평균	0.0		27.0		41.3		100.0		100.0	

나. 휴면타파 여부와 내한성 사이의 관계

- 1월 3일 저온요구도가 낮은 트로픽스노우는 휴면이 타파되고, 저온요구도가 높은 천중도백도는 휴면이 타파되지 않은 시점에서 1년생가지를 채취하여 4°C와 25°C에서 1주일간 처리한 후 수분함량과 내한성 사이의 관계를 살펴보았다. 그 결과 휴면이 타파된 트로픽스노우의 경우 25°C에서 수분함량이 증가하는 경향을 보였으나 천중도백도의 경우는 수분함량이 트로픽스노우에 비해 거의 증가하지 않았다. 또한 수분함량이 증가한 트로픽스노우의 경우는 천중도백도에 비해 내한성이 급격히 감소함을 볼 수 있었다. (그림 11)

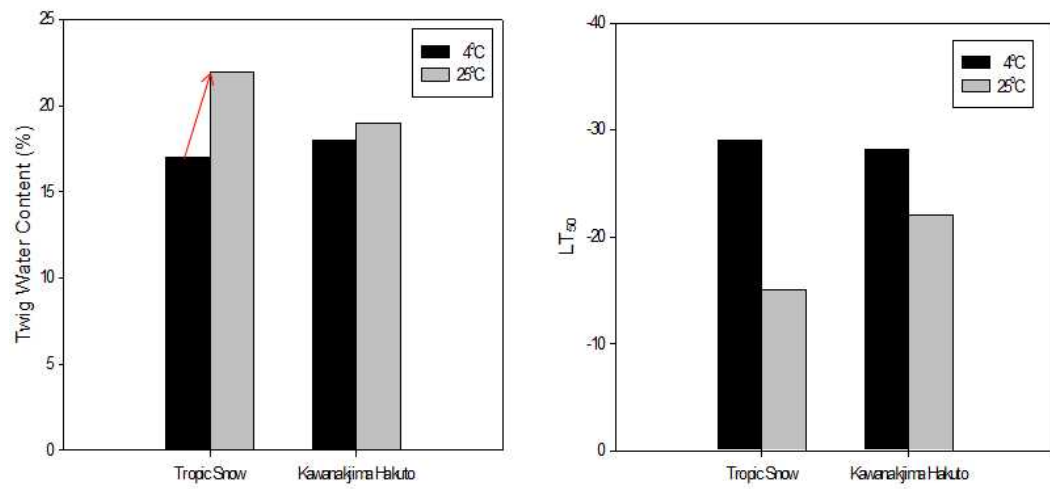


그림 11 휴면타파여부에 따른 온도별 수분함량 증가 양상(좌)과 내한성(우) 비교

<제2세부과제: 복숭아 신육성 품종의 품질향상 기술 개발>

제1절 수행내용

본 연구는 국내 육성 복숭아 품종의 보급 확대 시험 실시(2011~2013, 국립원예특작과학원)에 따른 재배현장의 애로기술 발굴에 의해 실시되었다.

【시험 1】수미 품종의 생리적낙과 방지 및 수세안정 기술 구명

수미품종에 대한 만개 후 46일부터 수확시까지 3~4일 간격으로 과실의 종경과 횡경비대 변화를 조사하였고, 또한 6월부터 수확시까지 시기별 낙과과상을 조사하였는데 June drop과 이병과는 낙과율에서 제외하였다. 과실의 성숙기에는 과실의 과경부와 결과지의 밀착 정도를 관찰하였고 낙과된 과실의 경와부에 대한 결과지의 압상정도를 조사하였다. 수확전 낙과 방지를 위해 과실의 경와부가 결과지에 의해 받는 물리적 압상을 경감하기 위해 결과모지를 유인하고 결과지는 단과지 전정을 실시하여 장과지전정과 낙과율을 비교하였고, 6월 상순과 하순에 적심처리를 하고 도장지제거 및 무처리와 낙과율을 비교하였고 과실풍속을 조사하였다, 과실풍속은 관행적인 과실풍속 조사기준을 따랐다.

【시험 2】미홍 품종의 과실비대 및 진미품종의 착색촉진 기술 구명

두 품종 모두 만개 후 46일부터 수확시까지 3~4일 간격으로 과실의 종경과 횡경비대 변화를 조사하였다. 미홍품종의 결실관리 방법별 과실비대 양상을 알아보기 위해 봉오리숙기, 적화, 적과를 실시하고 무처리와 비교하였고 각 처리간 작업노력을 비교하였으며, 재배 현장의 과실비대 상태를 알아보기로 전북 임실 미홍재배 농가를 대상으로 조, 과실이 큰 미홍 품종에서 많이 발생하는 핵할 발생 양상을 조사하였다. 또한 복숭아 재배 농업인 30명을 대상으로 미홍품종에 대한 만족도를 설문하여 평가하였다.

진미품종의 착색촉진을 위해 6월 말에 갈색, 노랑, 변색 및 이중봉지를 수확 1주전까지 씌우고 과실을 수확하여 착색도를 Hunter Value로 조사하고, 각 봉지별 미세열과 발생정도와 과실풍속을 조사하였는데 과실풍속은 농촌진흥청 과실풍속 조사기준에 따랐다. 이중봉지의 수확전 결봉 지체대시기가 과실의 착색도 및 미세열과발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 봉지 체대시기를 수확 15일, 10일, 7일, 4일전에 하고 무처리를 대조로 하여 Hunter Value를 측정하였고, 과중, 당도 및 산함량 등 과실풍속을 조사하였으며, 결봉지 체대시기에 따른 착색도 증진과 미세열과 발생 경감 시기에 대한 경제성을 분석하였다.

【시험 3】최신 육성품종의 재배현장 모니터링

경기도 이천에서 미스홍 품종을 재배하는 농가를 대상으로 재배현장의 과실풍속을 미백도 품종과 비교하였다. 과실풍속은 과중, 당도, 산함량을 조사하고 과실 경도를 과피와 과육으로 구분하여 직경 5mm 경도계로 측정하였다. 또한 미스홍과 미백도 품종의 과피와 아포피를 현미경으로 조직검정하였으며, 수확한 과실의 호흡량과 에틸렌 발생량을 조사하였다.

조생종 유미품종의 재배경험 사례를 분석하고 복숭아 재배농업인 30명을 대상으로 만족도를 조사하였다.

기타> 국내육성 복숭아품종 재배매뉴얼

재배매뉴얼은 1, 복숭아 재배일반, 2. 국내육성품종의 재배매뉴얼, 3. 부록으로 구성하였다.

복숭아 재배일반은 복숭아 재배환경, 품종 선택시 고려사항, 개원 및 재식, 복숭아나무의 생장특성 및 전정요령, 결실관리 및 토양관리와 시비 등으로 구성하였고, 국내육성 복숭아품종의 재배매뉴얼은 미홍, 진미, 수미 및 2,000년 이후 육성된 기타품종에 대한 품종 특성을 소개하였는데 원예연 육성 6품종(수홍, 미스홍, 하홍, 유미, 선미, 설홍)과 청도복숭아연구소 육성 6품종(미황, 조황, 수황, 금황, 수백, 홍백)을 대상으로 하였고, 부록에는 복숭아 재배력과 용어해설을 수록하였다.

제2절 주요 결과

【시험 1】 수미 품종의 생리적낙과 방지 및 수세안정 기술 구명

그림 1은 수미 품종의 만개후 경시적인 과실비대 양상의 변화를 나타낸 것이다. 수미 품종 역시 복숭아에서 전형적으로 나타나는 이중 S자형 과실비대 양상을 보였는데 Dejong 등(1989)은 핵과류 과실의 발달은 3단계로 구분하는데 이 중 제 2단계가 경핵기로 과실의 발달이 매우 완만한 시기라고 하였다. 경핵기는 만개후 8~12주경으로 추측되고, L/D비 전환은 만개 후 102 일부터인 것으로 관찰되었다.

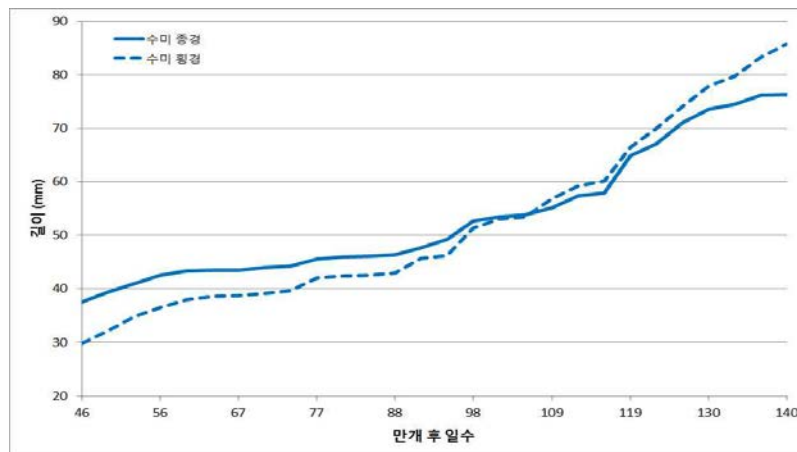


그림 1. 수미 품종의 만개후 시기별 과실비대 양상(단위: mm)

수미품종의 낙과과상은 그림 1과 같다. 6월 26일부터 7월 3일 기간 동안 낙과는 수정불량 및 과실과 과실 또는 과실과 신초와의 경쟁에서 뒤처진 과실이 낙과하는 조기 낙과 이른바 June drop이라 생각되는데 Cristoferi 등(1978)은 신초와 과실은 발육하는데 있어 양분이용 양식이 비슷하기 때문에 서로 양분경합이 발생하게 되고 이러한 경합이 조기낙과의 원인이 된다 하였다. 그 후 수확직전까지는 이병과를 제외하고는 생리적인 낙과가 거의 관찰되지 않았으며 수확 2주 전부터 낙과발생이 증가하는 전형적

인 후기낙과 즉 수확전낙과 양상을 보였다. 수확전낙과가 발생하는 이 기간에는 강수량도 많아(표 1) 과실이 성숙하면서 강우가 결과지의 흔들림과 과실의 탈리층에 물리적인 압박을 가속화하여 낙과를 조장했을 것으로 추측되었는데 김(2010)은 강우 후 복숭아 낙과발생이 증가하였다고 보고한 바 있다.

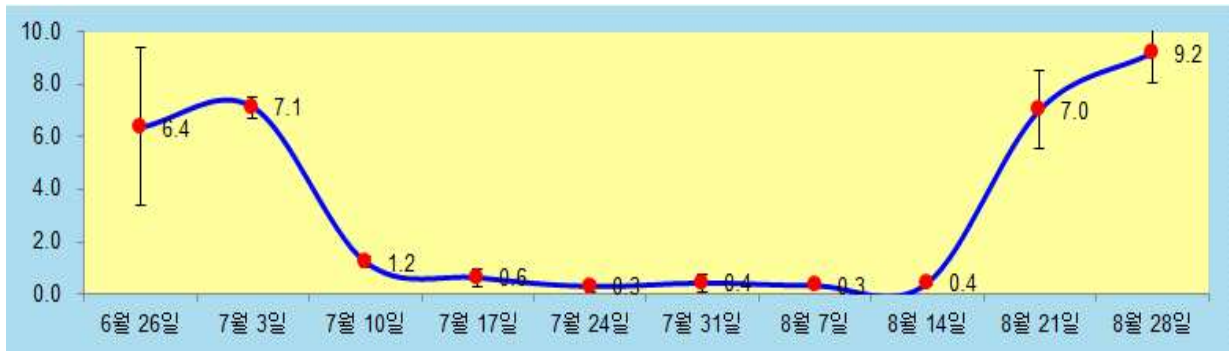


그림 2. 수미품종의 시기별 생리적 낙과 파상(2014)

표 1. 과실생육기 강수량(2014)

	6월			7월			8월	
	중	하	상	중	하	상	중	하
강수량(mm)	7.0	14.4	25.2	116.7	114.4	109.1	23.3	158.5

과실의 성숙기 착과된 과실의 결과지는 그림 3의 좌측과 같이 결과지가 열매꼭지를 중심으로 휘어져 있는 경우가 많았으며 낙과된 과실의 과경부는 그림 3의 우측 사진과 같이 결과지에 의해 눌러 있는 자욱이 관찰되었다. 이러한 현상은 수확전낙과와 깊은 관련이 있을 것으로 추정되었는데 결과지가 휘어져 있는 것은 과실의 과경부가 너무 비대하였던지 과실의 열매자루가 상대적으로 짧기 때문인 것으로 추측해 볼 수 있다.



그림 3. 성숙기 수미품종의 결과지상 착과 상태(좌) 및 낙과된 과실의 경와부 상태

그림 4의 관찰결과에 의해 수미와 천중도백도 품종의 과경부위 특징과 형태를 표 2

과 그림 3과 같이 비교하였다. 그 결과 ‘수미’는 ‘천중도백도’에 비해 과실의 종경과 횡경비는 차이가 없었으나 과경부 골의 깊이가 천중도백도 보다 더 깊었다. 그로 인해 수미품종은 성숙기 과경부가 깊어 결과지가 휘어지면서 과실의 과경부에 물리적인 압박을 가하는 형태를 보였으며, 압박된 과경부 단면을 살펴보면 압박된 부위가 쉽게 갈변되었으며 이러한 상처부위에서 변화된 내부물질이 과경의 탈리층 형성에 관여했을 것으로 추측되었다. 수미는 유명과 찌요마루를 교배하여 육성된 품종으로 유명은 열매자루가 짧아 굵은 가지의 기부 쪽에 결실된 과실의 수확전낙과 발생이 알려져 있는데(정 등; 2013) 수미의 열매자루가 짧은 것은 유명한 유전적인 영향이 큰 것으로 생각되었다. 특히 유 등(1999)은 과실 성숙기에 기온이 높으면 압박되어 갈변화 된 압상 부위에서 에틸렌 발생이 증가하고 탈리층 형성을 촉진하는 cellulase와 polygalacturonase의 활성도가 높아지므로 낙과가 더욱 증가된다고 한 바 있는데 윤 등(2016)은 수미는 전형적으로 열매자루가 짧아 과실성숙기 과실비대로 인하여 과실의 경와부가 물리적인 압박을 받는 경우가 많고 수확전낙과 발생에 약한 형태적 특징을 갖고 있다고 하였다.

표 2. ‘수미’와 ‘천중도백도’의 성숙된 과실의 외형적인 과경부위 특징 비교

품종	종경(mm)	횡경(mm)	L/D	과경깊이
수미	82.1±4.5	90.1±	0.91±0.03	22.0±2.1
천중도백도	81.2±4.0	88.1±	0.92±0.04	19.5±1.5



수미



천중도백도

그림 4. 과실 성숙기 결과지와 과실 경와부 단면

표 3은 결과지 전정방법에 따른 수확전낙과 발생 정도를 비교한 것으로 단과지전정+유인 처리구에서 장과지전정 처리구에 비해 수확전 낙과 발생율이 약 20% 정도 경감

되었다. 수미는 열매자루가 짧은 반면 성숙기 과실비대가 진행될수록 열매자루 부분이 비대하면서 과실폍지의 골이 깊어지게 되고 열매가지에 과실이 눌리게 되는 경우가 많다. 더욱이 과실의 성숙기에 강우 또는 바람에 의해 결과지가 흔들리면 눌러있는 부분이 압상을 받게 되고 이것이 수확직전에 낙과발생의 요인으로 영향을 미칠 것으로 생각되는데 특히 최근에는 장과지에 착과시키고 열매가지를 고정시키지 않는 농가가 많은데 이런 경우 강우 및 바람 등으로 열매가지가 흔들리면서 결과지에 의해 과실 과경부의 물리적 압박을 조장할 수 있을 것으로 생각되었다.

과실의 열매자루 부분의 물리적 압박을 적게 하기 위하여 중·단과지에 주로 착과시키고 열매가지는 과실성숙기에 흔들리지 않도록 고정시키면 수확전낙과를 상당히 경감시킬 수 있었는데 결과지전정 방법을 결과지 길이를 10cm 정도로 짧게 단초전정하고 원가지를 유인한 결과 장과지에 결실한 것에 비하여 낙과율을 20%정도 경감하는 것으로 나타났으며 수세도 다소 안정된 것으로 나타났다. 수미는 유명 품종을 교배 모본으로 하여 육성된 품종으로 유명도 수확전낙과 현상이 많은 것으로 알려져 있는데 겨울 전정시 열매가지의 굵기는 3~4mm가 적당하며, 길이를 10cm 정도로 짧게 자름전정을 하면 열매가지의 흔들림이 적어 수확전낙과 발생을 경감할 수 있으며, 열매가지가 굵으면 수확 직전 과실이 비대하면 과실의 열매자루 부분이 열매가지에 눌리어 물리적 압박을 더 크게 받으므로 너무 굵은 가지에 착과시키지 말아야 한다고 보고된 바 있다.

표 4는 표 3의 결과를 영농활용한 자료로 농업기술길잡이 복숭아재배편에 개정을 위한 활용내용이다.

표 3. 결과지 전정방법이 수확전낙과에 미치는 영향

처리구분	낙과발생율(%)	신초길이(cm)
단과지전정+유인	7.7 ± 2.5	34.3 ± 3.5
장과지전정	27.2 ± 4.7	38.7 ± 4.2

※ 단과지전정: 결과지 길이를 10cm로 짧게 절단



단과지전정 후 착과



원가지유인

그림 5. 수미품종에서 단과지 전정후 착과 및 원가지 유인 모습

표 4. 농업기술길잡이 복숭아재배 개정을 위한 활용내용

개정전	개정후
55쪽, 수미(품종소개) 유명에 비해 수확전낙과가 적다.	유명의 후대로서 다른 품종에 비해 수확전 낙과가 많은 편이다.
181쪽 수확전낙과-증상 성숙기 가까이의 강우나 고온건조한 해에 많이 나타나고 특히 ‘유명’ 품종에 심하다.	성숙기 가까이의 강우나 바람 및 고온건조한 해에 많이 나타나고 특히 ‘유명’ 과 ‘수미’ 품종에 심하다.
182쪽 수확전낙과-발생원인	장과지에 착과시키고 결과지를 고정시키지 않을 경우 강우 및 바람 등으로 결과지가 흔들리면서 낙과를 조장할 수 있다. (추가)
182쪽 수확전낙과-방지대책 열매꼭지 부분의 물리적 압박을 적게하기 위하여 중·단과지에 주로 착과시킨다.	열매꼭지 부분의 물리적 압박을 적게하기 위하여 중·단과지에 주로 착과시키고 결과지는 과실성숙기에 흔들리지 않도록 고정시킨다.
농업기술길잡이 16 : 복숭아재배 55, 181~182쪽	

영양생장의 불균형이 낙과율에 미치는 영향을 알아보기 위해 생육기중 적심과 도장지제거 처리를 하고 낙과율을 조사한 결과 각 처리간 차이를 보이지 않았다(표 5). 과실특성 또한 처리간 큰 차이를 보이지 않았다(표 6). Quinlan과 Perston(1971)은 사과에서 적심처리에 의하여 낙과가 억제되었다고 보고한 바 있는데 본 연구의 결과와 일치하지 않아 금후 보다 정밀한 검토가 필요할 것으로 생각되었다.

표 5. 여름철 신초관리에 따른 낙과율 비교

처리	낙과율(%)
적심 2회	20.7 ±4.2
적심 1회	21.7 ±5.0
도장지제거	22.4 ±4.3
무처리	19.5 ±4.6

표 6. 여름철 신초관리에 따른 과실특성

처리	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	경도(kg/8Φmm)
적심 2회	293.2 ± 7.7	10.8 ± 0.43	0.58 ± 0.08	2.25 ± 0.26
적심 1회	290.4 ± 14.8	11.5 ± 0.87	0.41 ± 0.07	2.61 ± 0.44
도장지제거	317.3 ± 7.8	10.6 ± 0.93	0.37 ± 0.02	2.34 ± 0.47
무처리	325.0 ± 4.6	11.1 ± 0.47	0.57 ± 0.07	2.83 ± 0.04

【시험 2】 미홍품종의 과실비대 및 진미품종의 착색촉진

가. 미홍품종의 과실비대

그림 6은 미홍의 과실비대 양상을 조사한 것으로 횡경생장을 보면 만개 후 53일부터 67일 사이가 경핵기로 추정되며, 경핵기 이후 과실비대 기간인 제 3기가 매우 짧은 것으로 추측된다.

일반적으로 복숭아를 비롯한 핵과류의 과실생장은 3단계로 구분하는데 제 1기는 세포분열기이고, 제 2기는 과실의 내과피인 씨껍질(核)이 단단해 지는 경핵기(硬核期)로 이 시기에는 과실생장이 일시적으로 멈추는 듯 하다 제 3기인 과실세포 비대기에 양적으로 크기가 증가하게 된다(Dejong and Johnson; 1989). 품종 보급 초기 일부 재배 농업인 중에는 과실비대가 불량하다고 지적하는 사례를 많이 볼 수 있었는데 이는 과실비대기(제 3기)가 짧은 미홍의 과실생장 특성과 관련이 있는 것으로 생각된다. 미홍 품종은 만개후 75일 정도면 수확할 수 있는 조생종으로 과실비대 촉진을 위해서는 과실생장 제 1기인 세포분열기에 과실의 세포수를 많게 하는 것이 효과적일 것으로 사료되었다.

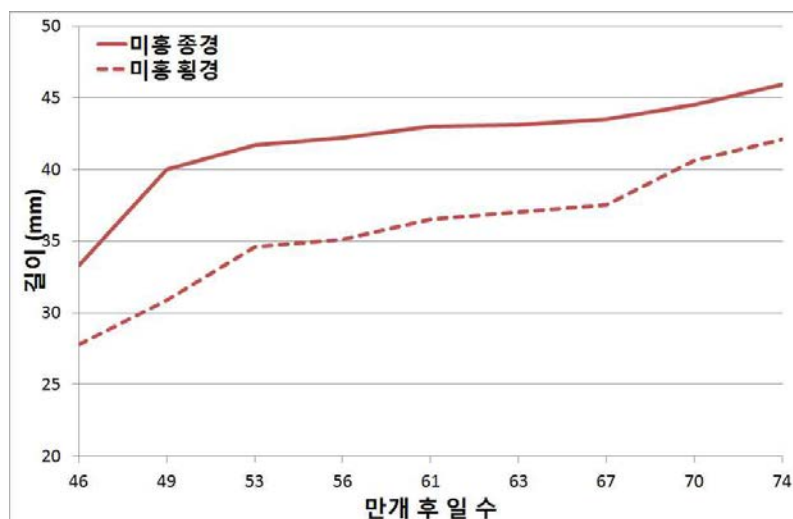


그림 6. 미홍 품종의 경시적 과실비대

표 7은 미홍품종의 결실관리 방법별 과실특성을 나타낸 것으로 봉오리숙기 및 적화 처리구에서 적과 및 무처리구에 비하여 과실비대가 증가하였다. 이러한 결과는 결실 관리에 있어 열매숙기(적과)보다는 꽃봉오리 숙기(적뢰)나 꽃 숙기(적화)를 하여 세포 분열을 촉진시키는 것이 과실크기 증가에 유리한데 특히 복숭아와 같이 과실의 비대 기간이 짧은 과종은 적과 및 적화에 의한 과실비대 효과가 높다 한 松川(1985)의 보고와 일치하였다. 당도와 산함량에 있어서는 처리간 차이가 없었다.

표 7. 미홍품종의 결실관리 방법별 과실 특성

처 리	과중(g)	종경(mm)	횡경(mm)	당도(°Bx)	산함량(%)
적 려	185.4 ± 7.5	56.9 ± 0.81	63.7 ± 0.58	10.7 ± 0.40	0.11 ± 0.02
적 화	180.9 ± 11.4	57.5 ± 1.10	64.4 ± 1.54	10.0 ± 0.76	0.12 ± 0.02
적 과	148.6 ± 5.2	53.4 ± 0.48	57.8 ± 1.01	10.8 ± 0.27	0.13 ± 0.01
무처리	136.1 ± 4.2	51.9 ± 1.03	56.8 ± 1.59	10.5 ± 0.29	0.11 ± 0.02

한편 꽃봉오리 숙기와 꽃 숙기 등 결실관리를 일찍 할수록 과실크기를 증대함은 물론 작업 노력을 절감하여 경영비절감 효과가 있었다(표 8). 相河 등(2004)은 봉오리숙기는 과실의 크기 증가는 물론 적과노력을 절감하는 효과가 있다고 한 바 있다.

표 8. 미홍품종의 결실관리 방법별 작업노력

처 리	소요노력(분/주)
적 려	22.7 ± 2.27
적 화	25.8 ± 2.40
적 과	33.0 ± 3.07

표 9는 미홍품종이 많이 보급된 임실지역에서 과실특성을 조사한 것으로 농가에서 출하되고 있는 미홍품종의 평 과실크기는 250g 이상으로 과실비대 불량 현상은 확인할 수 없었는데 대부분의 농가가 적뢰작업을 철저히 하여 과실비대를 도모하고 있었다. 그러나 250g 이상의 큰 과실에서는 80% 이상 핵할 현상이 관찰되었다(그림 8).

표 9. 재배농가 과실특성비교

지역	농가구분	과중(g)	당도(°Bx)	비고
임실	A	259 ± 11.5	12 ± 1.6	핵할 80%
	B	269 ± 14.7	13 ± 0.9	핵할 90%



그림 7. 미홍품종의 평균 출하규격- 14과/4.5kg(좌), 8과/2.5kg(우)

핵할이란 과실이 발육도중에 씨를 둘러싸고 있는 딱딱한 층인 내과피(核)가 갈라지는 현상으로 일반적으로 미홍과 같이 조생종에서 발생이 많지만 중·만생종에서도 발생하며 큰 과실일수록 많이 발생한다. 발생시기는 과실의 비대초기와 핵이 단단해지는 경핵기(硬核期)로 대별되는데 과실비대 초기의 핵할은 핵(核)이 단단해지지(木化) 않았기 때문에 점차 유합되어 정상화되기도 한다. 미홍의 경우 그림 8에서 보는 것처럼 경핵기 이전에는 핵할이 전혀 관찰되지 않았는데 전형적인 경핵기 중의 핵할로 판단되는데 과실비대를 증대시킬 경우 발생이 증가할 것으로 예상되는 핵할의 경감을 위한 연구가 있어야 할 것으로 생각되었다.



6월 5일(수확전 20일)



핵할된 종자

그림 8. 경핵기 전 핵의 상태와 그 후 핵할된 종자 상태

표 10은 복숭아 재배 농업인을 대상으로 미홍품종에 대한 만족도를 조사한 것으로서 무봉지 재배에 대한 가능성이 가장 높은 것으로 평가되었고, 맛과 크기 및 외관(모양, 착색성) 등에서도 비교적 만족도가 높았다. 관행적으로 복숭아는 병해충의 방지 및 외관의 수려함을 도모하기 위해 봉지씌우기를 하고 있지만 수작업으로 이루어지는 봉지

씩우기는 경영비가 가중되는 것은 물론 많은 노력이 단기간에 투입되므로 경영 규모 확대에 걸림돌이 되고 있는데 미홍은 무봉지재배 가능성이 높을 것으로 기대되었다.

표 10. 미홍품종에 대한 만족도

맛	크기	외관	보구력	무봉지재배 가능성
3.8	3.5	3.8	3.0	4.0

* 만족도: 5(매우 좋음) ~ 1(매우 나쁨), 조사범위: 복숭아재배농업인 30명

나. 진미품종의 착색촉진

진미 품종은 중·만생종으로서 성숙기에 강우가 있더라도 당도 변화가 적은 좋은 특성이 있어서 소비자의 기호를 만족시킬 수 있는 품종으로 기대를 모으고 있으나 수확기에 인접하여 과피에 미세균열의 발생이 많아 확대 보급에 걸림돌이 되고 있다.

봉지 재배는 미세열과를 경감하는데 가장 현실적인 방법이라 할 수 있고, 이중봉지의 경우 미세열과 방지효과가 가장 높지만 수확 시 까지 봉지를 씌운 채로 있으면 과실의 착색이 불량한 문제점이 있다. 다른 봉지의 경우도 과실의 착색성은 향상되지만(표 11, 그림 9) 이중봉지를 제외하곤 미세열과 발생율이 높은 편이었다(표 12). 마(2010)는 진미의 미세열과는 과실이 직사광선에 노출되는 정도와 정외 상관을 보이는데 이중봉지의 경우 다른 봉지에 비하여 광선 차단율이 높아 미세열과 발생을 크게 경감할 수 있었다고 하였는데 본 연구결과(표 12)와 일치하였다.

표 11. 진미 품종에 대한 봉지종류별 과실 착색 특성

봉지종류	HunterValue		
	L	a	b
갈색 봉지	73.51 ± 2.16	11.40 ± 14.70	27.49 ± 1.27
노랑 봉지	73.05 ± 1.23	1.15 ± 1.32	27.71 ± 0.58
변색 봉지	68.26 ± 1.92	5.21 ± 1.80	28.27 ± 0.52
이중 봉지	66.79 ± 2.19	18.52 ± 2.46	20.77 ± 0.57
무 처 리	69.77 ± 2.80	2.05 ± 3.58	29.13 ± 0.92



그림 9. 진미품종의 봉지종류별 착색 및 미세열과 비교

표 12. 진미 품종에 대한 봉지종류별 미세열과율 및 과실특성

봉지종류	미세열과율	과실특성		
		과중(g)	당도(oBx)	산함량(%)
갈색 봉지	12.4 ± 2.54	326.7 ± 14.7	11.6 ± 0.25	0.67 ± 0.07
노랑 봉지	16.6 ± 3.54	319.5 ± 8.08	11.9 ± 0.72	0.67 ± 0.14
변색 봉지	18.8 ± 4.63	321.6 ± 6.65	11.5 ± 0.21	0.77 ± 0.18
이중 봉지	6.0 ± 2.36	311.3 ± 3.37	11.3 ± 0.12	0.66 ± 0.04
무 처 리	47.9 ± 8.44	288.2 ± 16.3	13.6 ± 0.76	0.61 ± 0.05

표 13과 그림 10은 이중봉지 씌우고 겉봉지를 제거하는 시기에 따른 과실의 착색성을 조사한 것이며 표 14는 겉봉지 제거 시기별 미세열과 발생정도를 조사한 결과이다. 겉봉지를 벗기는 시기가 빠를수록 착색도는 향상되었으나 미세열과 발생은 증가되었다. 마(2010)는 이중봉지는 광투과율을 완전히 차단하여 다른 외겹봉지 혹은 무봉지에 비하여 과실의 착색도가 떨어진다고 하였는데 수확 1주전에 겉봉지를 벗기는 것(그림 10, 표 14)이 착색도를 향상시키고 미세열과율을 줄일 수 있는 것으로 판단되었다. 겉봉지를 벗기는 시기에 따른 과중, 당도 및 산함량 등 과실특성은 처리간 차이가 없었다.

표 13. 진미 품종에 대한 이중봉지 겉봉지 벗기는 시기별 착색 특성

제대시기	HunterValue		
	L	a	b
수확 15일 전	48.03 ± 0.52	29.52 ± 1.44	19.87 ± 0.40
수확 10일 전	55.88 ± 1.56	26.96 ± 1.09	20.23 ± 0.39
수확 7일 전	64.63 ± 1.73	23.21 ± 2.45	20.33 ± 0.40
수확 4일 전	66.79 ± 2.19	18.52 ± 2.46	20.77 ± 0.57
무 처 리	80.79 ± 2.80	-5.94 ± 0.25	27.40 ± 0.91



그림 10. 이중봉지의 겉봉지 벗기는 시기별 착색도 비교

표 14. 진미 품종에 대한 이중봉지 겉봉지 벗기는 시기별 미세열과율 및 과실특성

제대시기	미세열과율	과실특성		
		과중(g)	당도(oBx)	산함량(%)
수확 15일전	19.4 ± 3.82	317.0 ± 5.86	11.3 ± 0.25	0.66 ± 0.07
수확 10일전	19.8 ± 6.48	312.7 ± 3.40	11.6 ± 0.27	0.67 ± 0.05
수확 7일전	8.1 ± 1.12	309.0 ± 9.76	11.3 ± 0.36	0.69 ± 0.03
수확 4일전	6.0 ± 2.36	311.3 ± 3.37	11.3 ± 0.12	0.66 ± 0.04
무 제 대	3.8 ± 0.87	307.7 ± 3.58	11.0 ± 0.38	0.70 ± 0.07

표 15는 진미품종에서 이중봉지에 의한 미세열과를 경감하고 수확 4~7일전에 겉봉지를 제대하여 착색을 향상시켰을 때 경제성을 분석한 것으로 겉봉지를 벗기지 않고 미세열과를 발생을 가장 낮게 하는 것보다는 약 3~5%정도 미세열과 발생이 증가하더라도 착색증진으로 인한 품질향상 효과가 높아 수확 4~7일 전에 겉봉지를 벗기는 것이 소득이 높은 것으로 분석되었다.

표 15. 진미 품종의 착색촉진 및 미세열과 방지에 따른 경제성

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
o 증가되는 비용 : - 미세열과발생 3% : 412,500원 (산출근거 : 2,500kg/10a, 25,000원/4.5kg $75\text{kg} \times 5,500\text{원/kg} = 412,500\text{원}$) - 계(B) : 412,500원	o 증가되는 이익 - 품질향상(착색증진) : 1,212,500원 (산출근거: 수량 2,500kg - 75kg=2,425kg/10a $2,425\text{kg} \times 500\text{원/kg} = 1,212,500\text{원}$) - 계(B) : 1,212,500원
o 추정수익액(B-A) = 800,000원/10a	

【시험 3】 최신 육성품종의 재배현장 모니터링

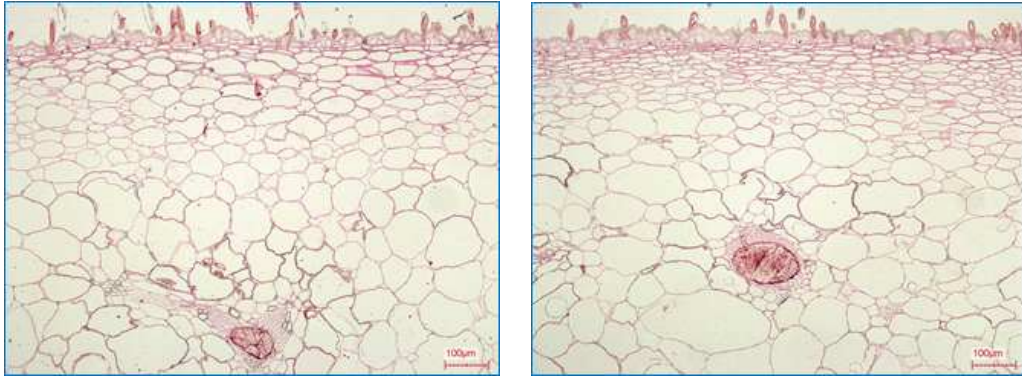
<미스홍>

표 16은 미스홍 품종에 대한 과실풍특성을 조사한 것으로서 동일 숙기인 미백도에 비하여 당도가 월등히 높고 산함량이 적어 식미가 대단히 우수한 것으로 평가되었으나 과실의 경도가 현저히 낮아 적숙기 판단에 어려움이 예상되고 유통기간 중 과육연화 현상에 대한 우려가 있어 과실보구력 증진에 대한 대책이 필요한 것으로 파악되었다.

표 16. 미스홍 품종의 재배현장 과실풍특성

품종	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	경도(kg/Φ5mm)		비고
				과피	과육	
미스홍(A농가)	356	13.2	0.16	1.64	0.45	
미스홍(B농가)	310	13.1	0.25	1.38	0.31	저온저장 8일 후
미백도	272	11.6	0.28	2.67	2.18	

수확후 과실의 조직상태를 검경한 결과 미스홍은 미백도에 비해 표피층의 상태가 불균일 하고 아표피층이 적은 것으로 관찰되었다(그림 11). 또한 미스홍은 미백도에 비하여 성숙한 과실의 호흡과 에틸렌 발생량이 많았다(표 17). 이처럼 외표피층이 균일하지 않고 아표피층이 적은 것은 과실의 호흡을 촉진하고 노화를 가속화하여 과실의 연화를 촉진하는 것으로 보이는데 앞으로 미스홍 품종의 보구력 증진을 위한 연구가 필요할 것으로 생각되었다.



미스홍

미백도

그림 11. 성숙기 과실의 조직상태

표 17. 호흡 및 에틸렌 발생량 비교

품 종	CO ₂ (mg/kg•hr)	C ₂ H ₂ (uL/kg•hr)
미스홍	59.5 ± 7.41	17.0 ± 7.58
미백도	45.5 ± 4.18	7.3 ± 4.42

<유미>

표 18은 유미 품종에 대한 현장 만족도를 조사한 것으로 미홍 품종에 비하여 과실이 크고 외관이 수려하며 보구력에서 높은 평가를 받았다. 또한 유미는 미홍보다 약 1주일 숙기가 늦은 조생종임에도 불구하고 미홍에서 나타나는 핵할 증상이 전혀 없고 열과도 없는 대과품종으로서 농가 선호도가 높아 금후 재배면적이 급속히 확대될 것으로 기대되었는데 회성병 발생이 다소 많았으며 과형이 불안정하여 편형과가 발생하는 것이 관찰되었다는 재배농가의 경험이 지적되어 이러한 부분에 대한 정밀한 검토가 있어야 할 것으로 생각되었다.

표 18. 유미품종에 대한 만족도

품종	맛	크기	외관	보구력	무봉지재배 가능성
유미	3.9	4.3	4.2	3.8	4.2
미홍	3.8	3.5	3.8	3.0	4.0

※ 조사대상: 복숭아 재배농민 30명

【기타】 최신 국내육성 복숭아 품종의 재배매뉴얼 발간

국내육성 복숭아품종의 재배매뉴얼을 그림 12와 같이 발간하였다. 미홍의 과실비대, 진미의 착색촉진 및 수미의 수확전낙과 경감 등 재배현장에서 문제되었던 애로기술을

극복할 수 있는 관리방법을 소개하고, 2008년 이후 육성되어 표준영농길잡이에 소개되지 않은 원예특작과학원 육성 6품종(수홍,미스홍,하홍,유미,선미,설홍)과 청도복숭아연구소 육성품종 6품종(미황,조황,수황,금황,수백,홍백) 등에 대한 품종특성 등을 수록하였다.

<div data-bbox="240 465 339 474"> <p>ISBN 978-89-608-4471-9-4 93920</p> </div> <div data-bbox="448 465 489 474"> <p>www.nia.go.kr</p> </div> <div data-bbox="269 537 489 582"> <p>귀농·귀촌 필수 상품종 재배매뉴얼</p> <p>'미용' '진미' '수미'</p> </div> <div data-bbox="240 571 419 786"> </div> <div data-bbox="322 801 414 822"> <p>농림수산 식품안전관리공단</p> </div>	<div data-bbox="541 454 646 548"> </div> <div data-bbox="646 526 732 548"> <p>Contents</p> </div> <div data-bbox="547 562 767 817"> <ol style="list-style-type: none"> 1. 복숭아 재배일반 14 <ul style="list-style-type: none"> 가. 복숭아 재배환경 나. 복숭아 종류 다. 재배 시기 라. 수확 시기 2. 복숭아 선별·포장·유통 11 3. 재배 및 생산 15 <ul style="list-style-type: none"> 가. 품종 나. 묘목 다. 정식 라. 관리 4. 복숭아 나무의 생장특성 및 관리방법 19 <ul style="list-style-type: none"> 가. 생장 특성 나. 생장 환경 다. 가지치기 방법 라. 병해충 관리 마. 수확 방법 바. 수확 후 관리 (수확·포장·유통) 5. 품질관리 34 <ul style="list-style-type: none"> 가. 수확 시기 나. 선별 방법 다. 포장 방법 라. 유통 관리 6. 복숭아 재배의 사회적 39 <ul style="list-style-type: none"> 가. 복숭아 재배의 중요성 나. 복숭아 재배의 현황 다. 복숭아 재배의 전망 라. 복숭아 재배의 과제 마. 복숭아 재배의 대책 </div>	<div data-bbox="842 470 946 515"> </div> <div data-bbox="836 562 1056 745"> <ol style="list-style-type: none"> II. 국내복숭아 품종의 재배매뉴얼 52 <ul style="list-style-type: none"> 1. 미용 52 <ul style="list-style-type: none"> 가. 복숭아 나. 재배 환경 다. 재배 시기 라. 수확 시기 2. 진미 41 <ul style="list-style-type: none"> 가. 복숭아 나. 재배 환경 다. 재배 시기 라. 수확 시기 3. 수미 70 <ul style="list-style-type: none"> 가. 복숭아 나. 재배 환경 다. 재배 시기 라. 수확 시기 4. 2000년 이후의 국내 복숭아 품종 78 <ul style="list-style-type: none"> 가. 복숭아 품종 나. 복숭아 품종의 재배 매뉴얼 다. 복숭아 품종의 재배 매뉴얼 라. 복숭아 품종의 재배 매뉴얼 마. 복숭아 품종의 재배 매뉴얼 </div>	<div data-bbox="1182 571 1275 716"> </div> <div data-bbox="836 786 1056 817"> <ol style="list-style-type: none"> III. 부록 100 <ul style="list-style-type: none"> 1. 복숭아 재배 100 2. 복숭아 재배 102 </div>
--	--	---	--

그림 12. 국내육성 복숭아품종 재배매뉴얼 발간 및 내용

<제1협동과제: 복숭아 신품종의 중부내륙지역에서 생육 및 과실특성 평가>

□ 연구수행 내용

시험 1) 신품종 및 주요 재배 품종별 동해 및 저온피해 수준비교

- 1) 시험장소 : 제천시
- 2) 처리내용
 - 가) 시험품종(15품종, 4년생)
 - (1) 기관육성 : 유미 등 7품종
 - (2) 민간육성 : 백천 등 4품종
 - (3) 도입품종 : 애천중도 등 4품종
- 3) 재식거리 : 휴폭 6×주간 2m
- 4) 조사내용 : 월동기 전·후의 내한성 물질 분석 및 진단

시험 2) 성과기 신육성 품종의 수체생육, 과실품질 등 조사·분석

- 1) 시험장소 : 충주시, 음성군
- 2) 처리내용
 - 가) 시험품종
 - (1) 음성 : 미스홍, 미홍, 수미, 미황, 썬요마루, 이즈미백도, 천중도백도(대조)
 - (2) 충주 : 미홍, 수미, 이즈미백도, 천중도백도(대조)
- 3) 조사내용 : 재배지역별 기상환경, 품종별 생육, 내한성 및 품질특성

□ 연구수행 방법

시험 1) 신품종 및 주요 재배 품종별 동해 및 저온피해 수준비교

시험 1의 신품종 및 주요 재배 품종별 동해 및 저온피해 수준 비교 시험은 국내·외에서 육성되어지고 현재 국내에서 주로 재배되고 있는 복숭아 품종인 유미 등 국내 기관육성종 7품종과 백천 등 국내민간육성종 4품종, 애천중도 등 도입종 4품종 등 총 15개 품종을 대상으로 각각의 품종별 수준을 비교코자 충북 제천의 농가포장에 식재된 4년생 유목을 대상으로 동해 및 저온피해와 관련된 품종별 가지 내 TTC 흡광률 및 전해질 누출액, 월동기 가지 내 전분함량, 월동기 저온처리 온도별 수피 갈변율 등을 조사하였다.

월동기 결과지의 TTC 흡광률 조사를 위해 2월 15일에 월동중인 결과지 중에 직경 약 5~6mm인 가지를 채취하여 저온처리 수준을 각각 0, -5, -10, -70℃ 등 4준으로 하여 시간당 5℃ 씩 하강시키고 9시간의 지속시간을 두고 처리하였다. 가지의 수피를 벗기고 0.5g을 정량한 후 25℃에서 0.1% TTC용액에 15시간 동안 배양한 후 수피를 증류수로 2회 수세하고 70℃의 10ml 무수에탄올에 30분간 담군 후 추출한 시료액을 비색계로 530nm에서 측정하였다. 피해정도는 무처리 대비 처리구의 흡광도를 계산하여 추정하였다.

전해질 누출액은 TTC 흡광률과 같은 방법으로 2월 15일에 월동중인 결과지 중에 직경 약 5~6mm인 가지를 채취하여 저온처리 수준을 각각 -10, -20, -30℃ 등 3준으로 하여 시간당 5℃ 씩 하강시키고 12시간의 지속시킨 후 24시간 동안 0℃ 저온저장고에 보관 처리하였다. 저온에 노출시킨 가지를 눈이 포함되지 않는 마디 중간부분을 약 5g으로 정량하여 자르고 40ml

증류수에 담군 후 20℃에서 15시간 배양한 용액을 전기전도계(EC)로 전해질 누출량을 측정(C1)하고 95℃에서 30분간 중탕하여 전해질을 파괴 후, 20℃에서 15시간 배양한 후 배양한 용액을 EC meter로 측정(C2)하였다.

전해질 누출률 = $(C1 / C2) \times 100$ (전체전해질량/동해로부터나온 전해질량) $\times 100$ 으로 계산 하였다.

전분함량은 11월 14일부터 2월 15일까지 한 달 간격으로 월동중인 결과지 중에 직경 약 5~6mm인 가지를 채취하여 total starch 분석 키트(Megazyme, Ireland)로 시료를 전 처리하여 분광광도계(Molecular devices spectra max, U.S.A.)를 이용하여 510nm에서 측정하였다(AOAC Method 996.11).

수피 갈변율은 2월 15일에 월동중인 결과지 중에 직경 약 5~6mm인 가지를 채취하여 저온처리 수준을 각각 -10, -20, -30℃ 등 3준으로 하여 시간당 5℃ 씩 하강시키고 12시간의 지속시킨 후 수피를 벗긴 후 육안조사 하였다. 갈변율은 심한 것 90, 중간 정도 50, 약한 것을 10%로 환산하여 계산하였다.

시험구배치는 품종별 완전임의배치 3반복으로 각 반복당 조사 주수는 3주로 하여 각주의 부위별 20개체씩을 조사하였다. 통계분석은 CoStat 프로그램(CoHort Software, Ver. 6.400, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA(Analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다($p=0.05$). 또한 요인들 간의 상관관계는 correlation analysis를 통하여 분석하였다. 기타 조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 준하여 실시하였다.

시험 2) 성과기 신육성 품종의 수체생육, 과실품질 등 조사·분석

시험 2의 복숭아 성과기 신육성 품종의 수체생육, 과실품질 등 조사·분석 시험은 충청북도 음성과 충주지역에서 주로 재배되고 있는 복숭아 7품종 중에 음성지역은 미홍, 미황, 미스홍, 수미, 이즈미백도, 찌요마루, 천중도백도 등 7품종과 충주지역은 미홍, 수미, 이즈미백도, 천중도백도 등 4품종을 대상으로 지역 및 품종별 월동기의 내한성 관련 TTC 흡광율, 전해질 누출율과 개화기 및 숙기와 성과기의 과중, 당도, 산도 등 과실품질을 조사하였다.

시험구배치는 품종별 완전임의배치 3반복으로 각 반복당 조사주수는 3주로 하여 각 반복별 과실은 중간크기 정도의 과실 20개씩을 조사하였다. 통계분석은 CoStat 프로그램(CoHort Software, Ver. 6.400, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way 및 two-way ANOVA(Analysis of variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다($p=0.05$). 기타 조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 준하여 실시하였다.

□ 연구수행 결과

시험 1) 신품종 및 주요 재배 품종별 동해 및 저온피해 수준비교

그림 1은 시험지역인 충청북도 제천의 복숭아 월동기인 2015년 11월부터 2016년 3월까지의 순별 최저평균기온을 조사한 결과로 2015년 11월부터 2016년 1월 상순까지는 평년보다 높았으

나 1월 중순에서 2월 상순까지는 평년에 높게 경과되었다.

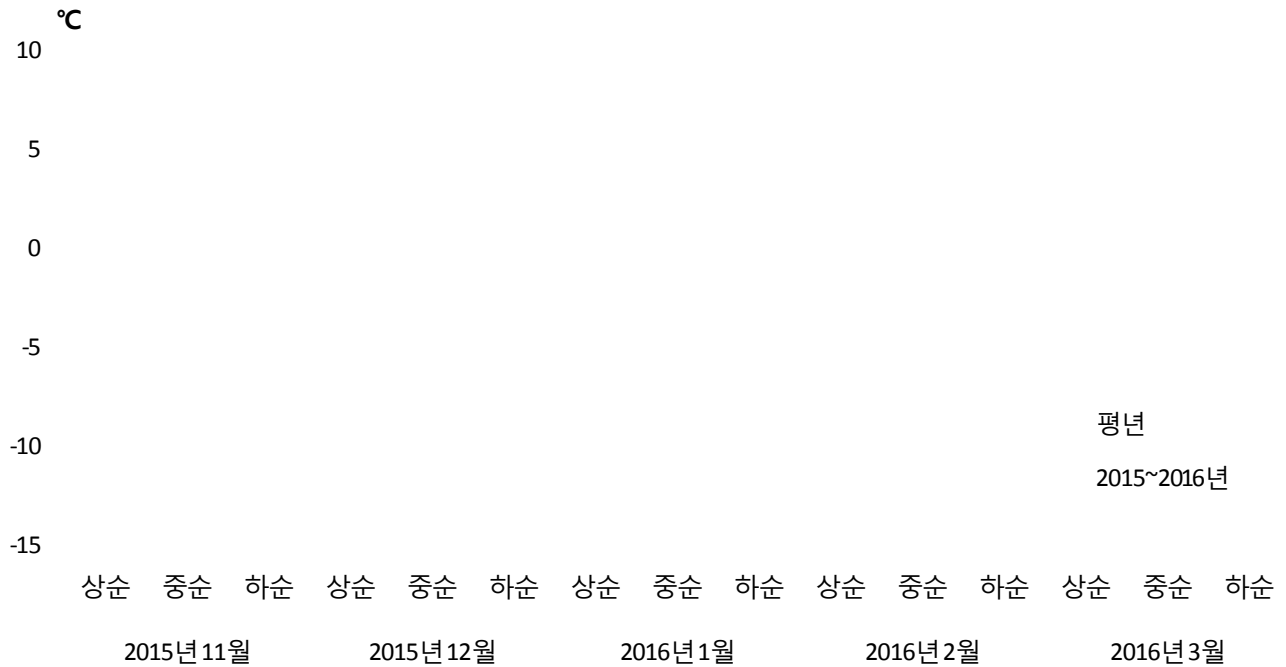


그림 1. 시험지역 제천의 월동기 순별 최저기온

표 1과 그림 2는 시험품종들의 결과지 내의 TTC 흡광율을 2016년 2월 15일에 조사한 것으로 -20℃에서 흡광율이 높았던 품종은 수미, 미스홍, 찌요마루, 천중도 등이 다른 품종들에 비해 높았고 0℃에서 -70℃등 4개처리의 평균값은 수미, 미스홍, 유미, 찌요마루, 천중도 등이 높은 것으로 조사되었다.

표 1. 품종별 결과지 내 TTC 흡광율

구 분	TTC 흡광률(530nm, %)			
	0℃ ¹⁾	-5℃	-20℃	-70℃
유미	82.7 bc	76.9 abc	65.2 b	5.2 cd
하홍	73.3 efg	70.9 def	42.1 f	3.6 efg
미스홍	86.9 b	79.5 a	72.5 a	5.3 cd
미홍	83.4 bc	60.9 hi	64.9 b	3.2 g
수미	96.1 a	81.3 a	73.8 a	6.1 abc
수홍	78.3 cde	67.7 efg	51.8 de	3.8 efg
미황	76.0 def	72.8 cde	57.3 c	5.7 bcd
백천	79.6 cde	64.5 ghi	48.6 e	4.7 def
대월	65.6 h	65.5 fgh	37.1 f	7.3 a
용궁백도	83.2 bc	68.3 efg	40.0 f	4.7 de
장호원황도	48.0 i	66.1 fgh	54.5 cd	3.5 fg
애천중도	80.2 cd	68.1 efg	65.3 b	5.3 cd
황귀비	67.0 gh	59.6 i	59.4 c	6.2 abc
찌요마루	75.5 def	73.9 bcd	77.4 a	6.8 ab
천중도	70.3 fgh	79.0 ab	73.7 a	7.0 a
평균	76.4	70.3	58.9	5.2

¹⁾저온처리 온도

²⁾Means separation within columns by 5% DMRT.

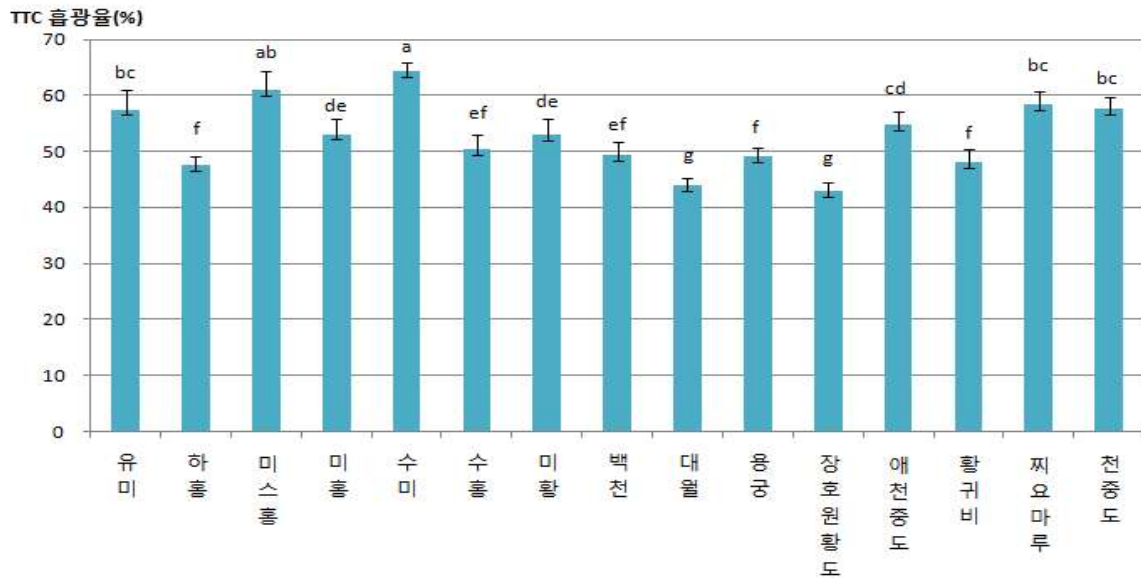


그림2. 품종별 결과지의 TTC 흡광률(0, -5, -20, -70℃ 등 4처리 평균)

표 2와 그림 3은 -10℃, -20℃, -30℃ 등 3개 처리에서의 전해질 누출율을 조사한 것으로 -20℃에서 전해질 누출율이 낮았던 품종으로는 수미, 미홍, 대월이었고 상대적으로 누출율이 높았던 품종으로는 애천중도, 황귀비, 화홍 등이었다. -10℃, -20℃, -30℃ 등 3개 처리의 전해질 누출율의 평균값이 낮았던 품종으로는 미홍, 수미, 미스홍, 대월 등이었고, 전해질 누출율의 평균값이 상대적으로 높았던 품종으로는 애천중도, 황귀비, 화홍 등이었다.

표 2. 품종별 결과지 내 전해질 누출율

구 분	전해질 누출율(EL, %)		
	-10℃	-20℃	-30℃
유미	25.0 ab	35.5 def	62.0 c
하홍	26.0 ab	41.1 bc	69.9 a
미스홍	19.2 d	32.9 efg	55.3 ef
미홍	14.6 e	31.0 gh	57.6 de
수미	23.8 abc	27.7 h	52.1 f
수홍	18.9 d	33.3 efg	61.8 c
미황	22.0 bcd	36.0 de	68.2 a
백천	22.9 bcd	38.9 cd	61.6 c
대월	18.6 d	31.7 fg	59.8 cd
용궁백도	27.8 a	40.5 bc	67.6 ab
장호원황도	18.9 d	33.3 efg	61.8 c
애천중도	27.5 a	50.6 a	66.4 ab
황귀비	23.6 abc	43.3 b	70.2 a
찌요마루	22.4 bcd	34.8 efg	55.9 def
천중도	20.5 cd	34.5 efg	63.8 bc
평균	22.1	36.3	62.3

¹저온처리 온도

²Means separation within columns by 5% DMRT.

전해질누출율(%)

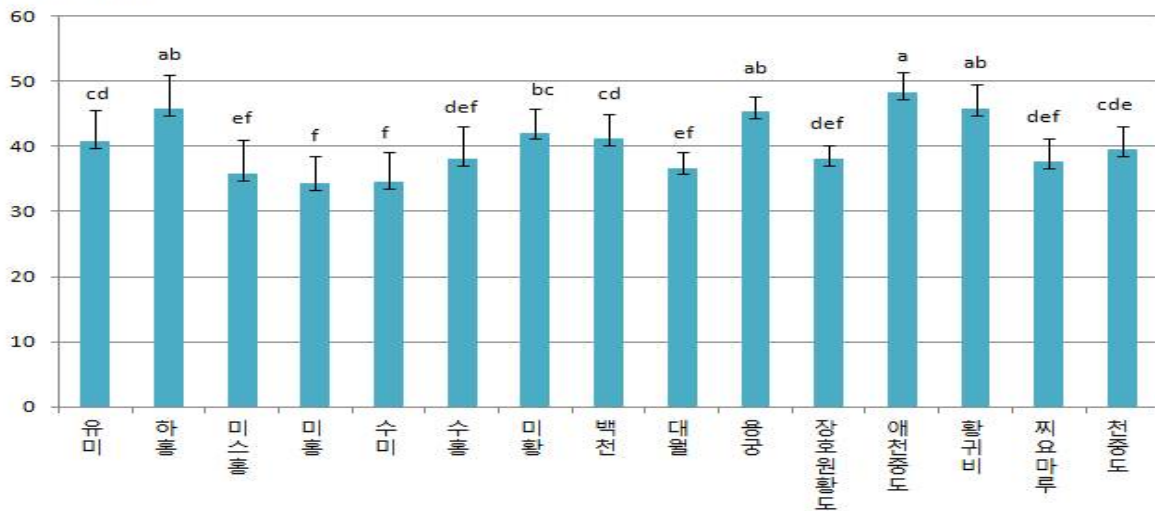


그림3. 품종별 결과지의 전해질 누출율(-10, -20, -30℃ 등 3처리 평균)

표 3과 그림 4는 월동기인 11월 14일, 12월 14일, 1월 15일, 2월 15일 등 4회에 걸쳐 품종별 결과지의 전분함량을 조사한 것으로 모든 시험품종들의 11월 14일에서 1월 15일까지는 전분함량이 감소하다가 2월 15일 조사에서는 조금씩 높아지는 경향이였다. 11월 14일에서 2월 15일까지 4회 평균 전분함량이 높았던 품종으로는 수미, 대월, 미스홍, 장호원황도 등이였고 상대적으로 전분함량이 낮았던 품종들로는 미황, 황귀비, 애천중도, 수홍 등이였다.

표 3. 품종별 결과지 내 전분함량 비교

품종	전 분 함 량($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ DW}$)			
	11월 14일	12월 14일	1월 15일	2월 15일
유미	121 de ^z	113 ef	107 de	111 ef
하홍	110 gh	106 gh	101 fgh	104 gh
미스홍	130 b	125 bc	115 bc	121 bc
미홍	124 cd	119 cd	112 cd	114 e
수미	138 a	132 a	123 a	127 a
수홍	110 gh	106 gh	97 ghi	101 h
미황	104 h	102 h	92 j	95 i
백천	113 fg	107 gh	99 ghi	104 gh
대월	138 a	130 ab	119 ab	125 ab
용궁백도	115 ef	111 efg	101 fg	107 fg
장호원황도	129 bc	123 c	115 bc	120 cd
애천중도	107 h	103 h	96 hij	99 hi
황귀비	106 h	102 h	94 ij	99 hi
찌요마루	122 d	116 de	109 d	115 de
천중도	120 de	110 fg	104 ef	110 ef
평균	119	114	106	110

^zMeans separation within columns by 5% DMRT.

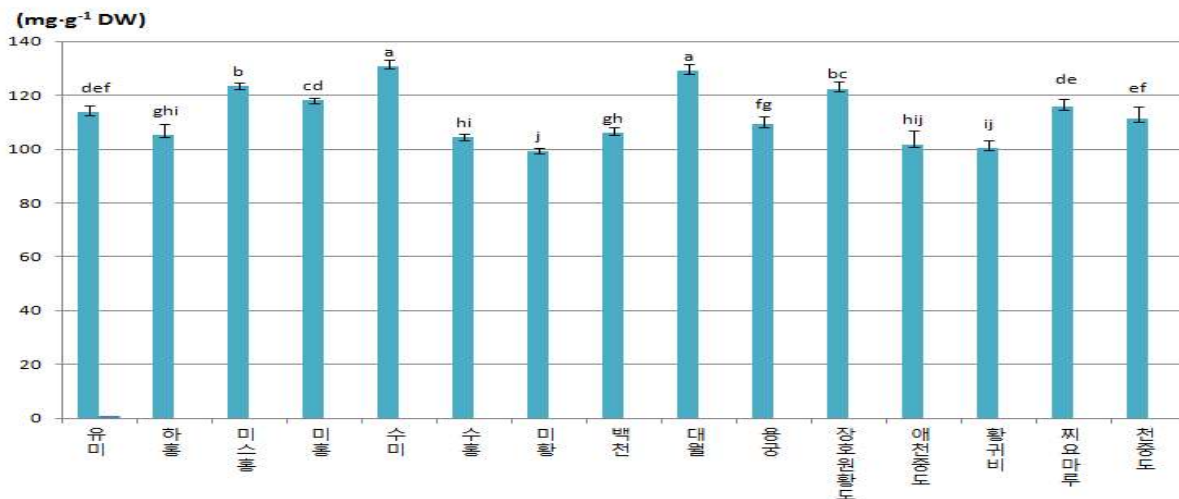


그림4. 품종별 결과지의 월동기 전분함량 (11월 14일, 12월 14일, 1월 15일, 2월 15일 등 4회 평균)

표 4와 그림 5는 월동 후기인 2월 15일에 시험품종들의 결과지를 채취하여 -10°C , -20°C , -30°C 등 3수준의 저온처리를 하여 가지의 갈변율을 조사한 것으로 -20°C 에서 갈변율이 낮았던 품종으로는 수미, 미스홍, 미홍, 찌요마루 등이었고, 상대적으로 갈변율이 높았던 품종들로는 유미, 수홍, 백천, 용궁백도, 애천중도, 황귀비 등이었다. -10°C , -20°C , -30°C 등 3개 처리의 평균값 비교에서 갈변율이 낮았던 품종으로는 수미, 찌요마루, 미스홍, 대월 등이었고, 상대적으로 평균 갈변율이 높았던 품종으로는 유미, 수홍, 백천, 용궁백도, 애천중도, 황귀비 등이었다.

표 4. 품종별 결과지의 갈변율 비교

품종	저온처리 온도별 갈변율(%)		
	-10℃	-20℃	-30℃
유미	3.4 ab ^z	37.5 a	97.5 abc
하홍	3.5 ab	33.7 bcd	97.3 abc
미스홍	3.4 abc	30.9 ef	91.6 ef
미홍	3.4 abc	32.0 def	95.1 cd
수미	3.3 bcd	30.3 f	89.3 f
수홍	3.4 ab	38.1 a	96.8 abc
미황	3.6 a	35.0 b	95.3 bcd
백천	3.5 ab	37.5 a	97.7 ab
대월	3.1 d	33.1 bcde	92.4 e
용궁백도	3.6 a	38.5 a	98.6 a
장호원황도	3.4 abc	32.4 cdef	96.1 abc
애천중도	3.5 ab	39.3 a	95.7 bcd
황귀비	3.4 ab	37.6 a	96.9 abc
찌요마루	3.3 abcd	31.6 def	91.9 e
천중도	3.2 cd	34.5 bc	93.3 de
평균	3.4	34.8	95.0

^zMeans separation within columns by 5% DMRT.

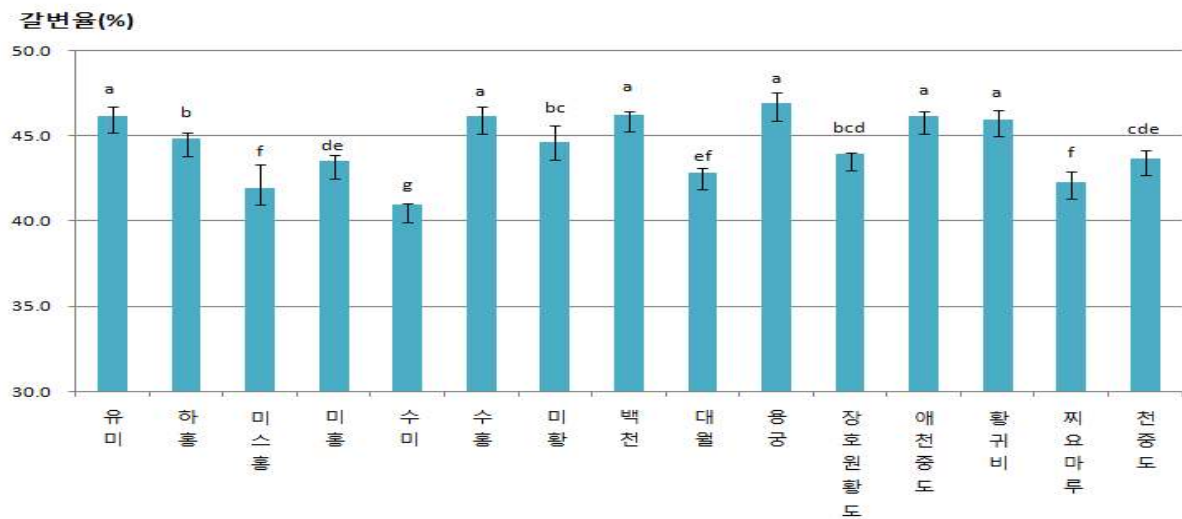
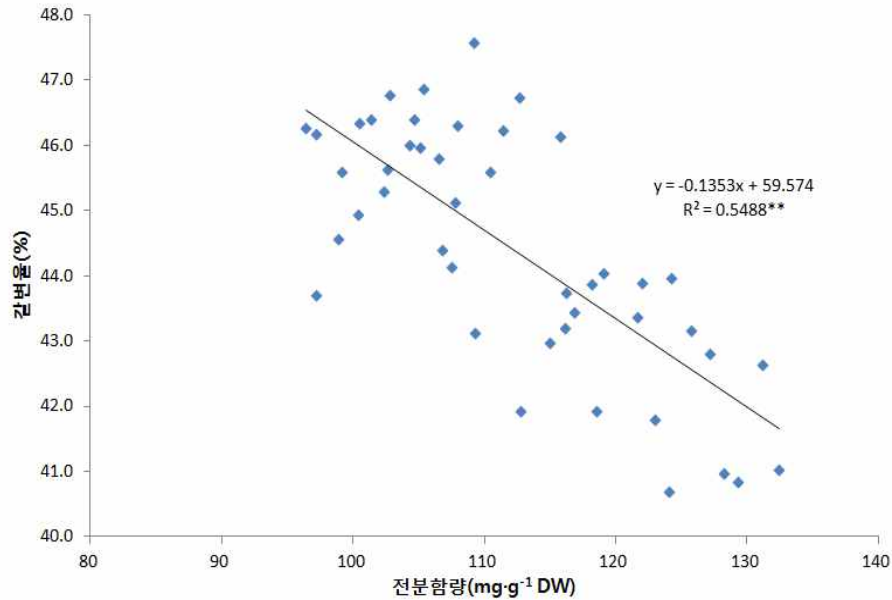


그림5. 품종별 결과지의 저온처리 온도별 갈변율(-10, -20, -30℃ 등 3처리 평균)

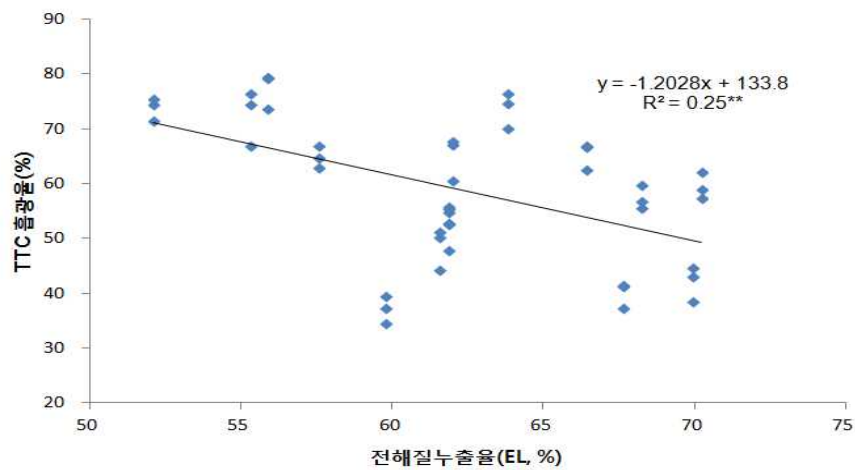
그림 6은 시험품종들의 결과지 갈변율과 전분함량간의 상관관계를 조사한 것으로 전분함량이 높을수록 갈변율이 낮아지는 부의 상관이 인정되었다.



*p<.05, **p<.01, ***p<.001

그림6. 품종별 결과지의 갈변율과 전분함량과의 상관

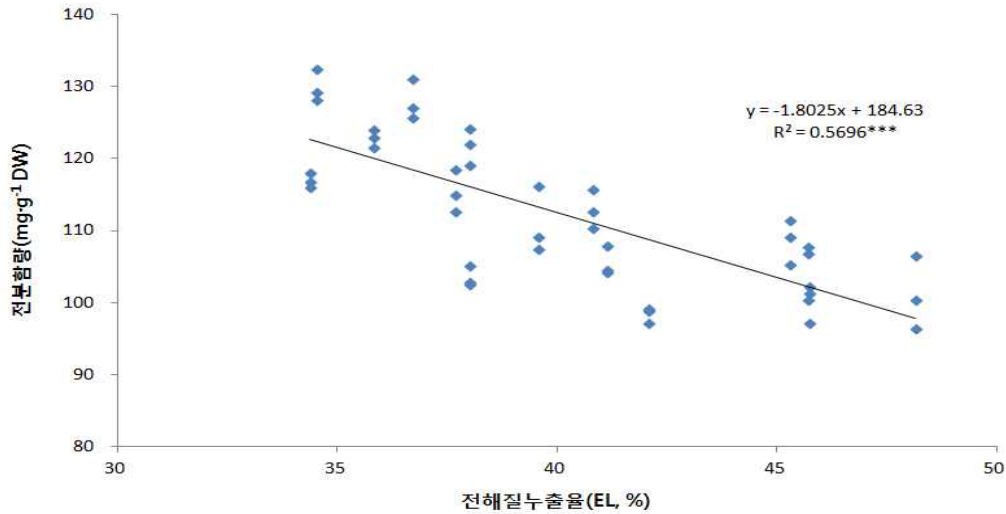
그림 7은 -20℃에서의 TTC 흡광율과 -30℃에서의 전해질 누출율과의 상관관계를 조사한 것으로 TTC 흡광율이 높을수록 전해질 누출율이 낮아지는 부의 상관관계가 인정되었다.



*p<.05, **p<.01, ***p<.001 (TTC 흡광율 : -20℃, 전해질누출율 -30℃)

그림 7. 품종별 결과지의 TTC 흡광율과 전해질 누출율과의 상관

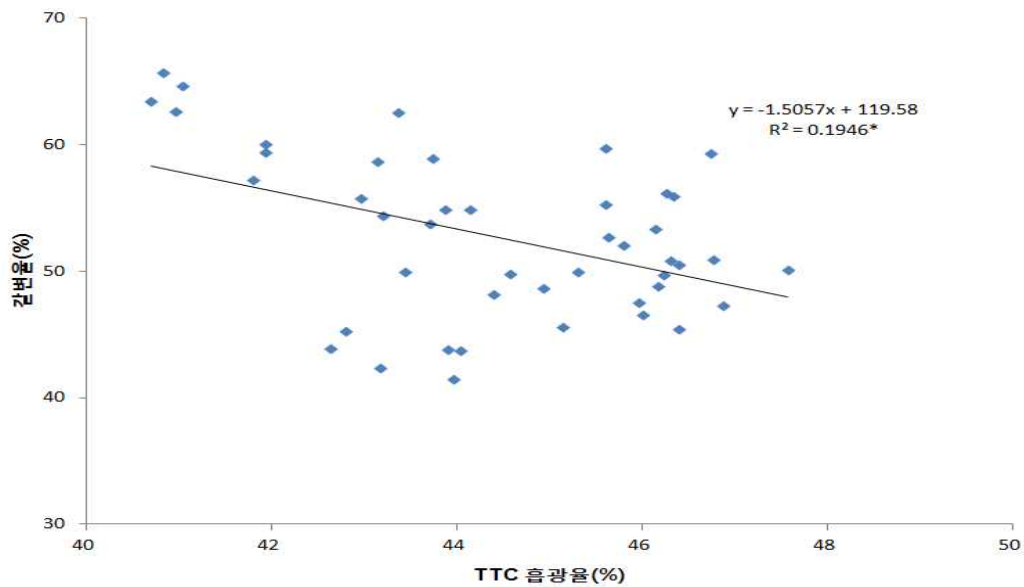
그림 8은 월동중 시험품종들의 결과지 평균 갈변율과 평균 전해질 누출율과의 상관관계를 분석한 것으로 결과지 내 전분함량이 많을수록 전해질 누출율이 낮아지는 부의 상관관계가 인정되었다.



* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ (전분함량 : 4회 평균, 전해질누출율 : 3처리 평균)

그림 8. 품종별 결과지의 월동기 전분함량과 전해질 누출율과의 상관

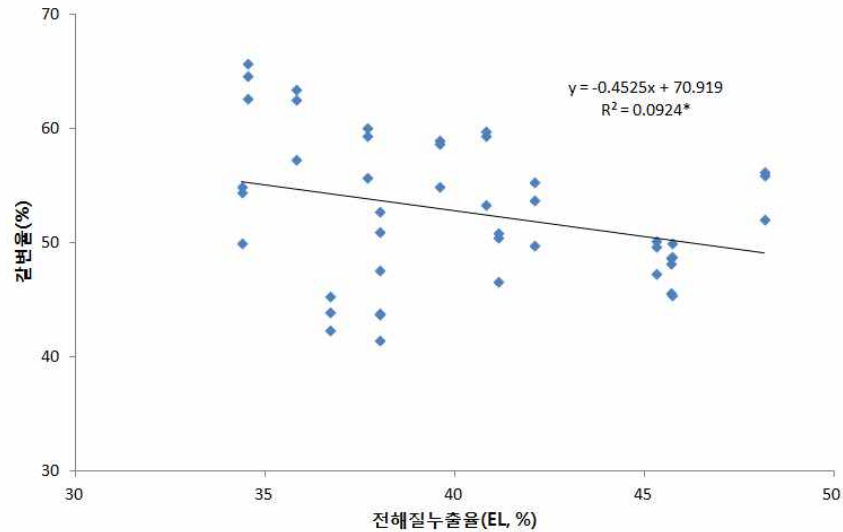
그림 9는 월동중 시험품종들의 결과지 평균 갈변율과 평균 TTC 흡광율과의 상관관계를 분석한 것으로 결과지의 갈변율이 높을수록 TTC 흡광율이 낮아지는 부의 상관관계가 인정되었다.



* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ (갈변율 : 4처리 평균, TTC 흡광율 : 3처리 평균)

그림 9. 품종별 결과지의 갈변율과 TTC 흡광율과의 상관

그림 10은 월동중 시험품종들의 결과지 평균 갈변율과 평균 전해질 누출율과의 상관관계를 분석한 것으로 결과지의 갈변율이 높을수록 전해질 누출율이 낮아지는 부의 상관관계가 인정되었다.



*p<.05, **p<.01, ***p<.001 (갈변율 : 4처리 평균, 전해질누출율 : 3처리 평균)

그림 10. 품종별 결과지의 갈변율과 전해질 누출율과의 상관

표 5. 내한성 판단 요소간의 상관

구분	전분 11.14	전분 12.14	전분 1.15	전분 2.15	전분 평균	갈변 -10℃	갈변 -20℃	갈변 -30℃	갈변 평균	TTC 0℃	TTC -5℃	TTC -20℃	TTC -70℃	TTC 평균	EL -10℃	EL -20℃	EL -30℃	EL 평균
전분 11.14	1.00																	
전분 12.14	0.98**	1.00																
전분 1.15	0.98**	0.97**	1.00															
전분 2.15	0.99**	0.97**	0.98**	1.00														
전분평균	0.99**	0.99**	0.99**	0.99**	1.00													
갈변 -10℃	-0.51*	-0.45*	-0.48*	-0.50*	-0.49*	1.00												
갈변 -20℃	-0.63*	-0.66*	-0.67*	-0.67*	-0.66*	0.30	1.00											
갈변 -30℃	-0.65*	-0.65*	-0.63*	-0.65*	-0.65*	0.46*	0.59**	1.00										
갈변평균	-0.72**	-0.74**	-0.74**	-0.74**	-0.74**	0.45*	0.90**	0.88**	1.00									
TTC 0℃	0.03	0.06	0.05	0.04	0.05	0.15	-0.02	-0.23	-0.13	1.00								
TTC -5℃	0.28	0.26	0.27	0.30	0.28	-0.07	-0.31	-0.50*	-0.45*	0.47*	1.00							
TTC -20℃	0.18	0.15	0.21	0.21	0.19	-0.12	-0.33	-0.53*	-0.47*	0.35	0.56*	1.00						
TTC -70℃	0.19	0.15	0.12	0.18	0.16	-0.40	-0.05	-0.52*	-0.32	0.06	0.35	0.28	1.00					
TTC 평균	0.20	0.19	0.21	0.22	0.20	-0.04	-0.27	-0.54*	-0.44*	0.75**	0.79**	0.84**	0.32	1.00				
EL -10℃	-0.41*	-0.42*	-0.40*	-0.38	-0.41*	0.30	0.48*	0.29	0.44	0.23	0.17	-0.13	0.13	0.09	1.00			
EL -20℃	-0.72**	-0.72**	-0.70**	-0.69**	-0.71**	0.36	0.66*	0.52*	0.67*	-0.10	-0.32	-0.21	-0.05	-0.25	0.68*	1.00		
EL -30℃	-0.77**	-0.77**	-0.78**	-0.77**	-0.78**	0.37	0.63*	0.67*	0.73**	-0.36	-0.37	-0.50*	-0.13	-0.53*	0.48*	0.74**	1.00	
EL 평균	-0.76**	-0.76**	-0.75**	-0.73**	-0.75**	0.40	0.69*	0.59*	0.72**	-0.13	-0.25	-0.34	-0.04	-0.30	0.78**	0.94**	0.88**	1.00

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

표 5는 내한성을 판단하는 요소로 알려져 있는 결과지 내의 전분함량, TTC 함광율, 전해질 누출율, 결과지 갈변율 등을 조사일과 저온처리 온도별 그리고 각 처리들의 평균값을 대상으로 요소간 연관성을 분석한 것으로 전분함량은 결과지 갈변율과 전해질 유출율과는 유의성 있는 부의 상관성이 인정되었으나 TTC 함광율과는 유의성 있는 상관관계가 인정되지 않았다. 갈변율

은 TTC 흡광율과는 부의 상관성이 그리고 전해질 누출율과는 정의 상관관계가 있음이 인정되었다.

시험 2) 성과기 신육성 품종의 수채생육, 과실품질 등 조사·분석

그림 11은 시험지역인 충청북도 음성지역의 2015년 1월부터 10월까지의 월별 평균, 최고, 최저 및 평년기온을 조사한 결과로 평균기온은 평년과 비슷한 경향이었고 1월 최저기온은 -8.9℃로 전년의 -6.8℃보다 2.1℃ 낮았으나 주간부 동해로 인한 고사된 품종은 없었다.



그림 11. 음성지역 복숭아 재배기간 중의 기온 변화 추이

그림 7은 시험지역인 충청북도 음성지역의 2016년 1월부터 10월까지의 월별 강수량을 전년 및 평년과 비교한 것으로 재배기간 중 2월의 평균강수량은 전년과 평년에 비해 많았으며 3월에는 전년과 평년에 비해 적었고 4월에는 평년에 비해 높았고 전년과는 비슷하였다. 특히 7월의 강수량은 400mm로 전년에 비해서는 250mm 이상, 평년에 비해서는 200mm 이상의 매우 많은 강수량을 보였다.

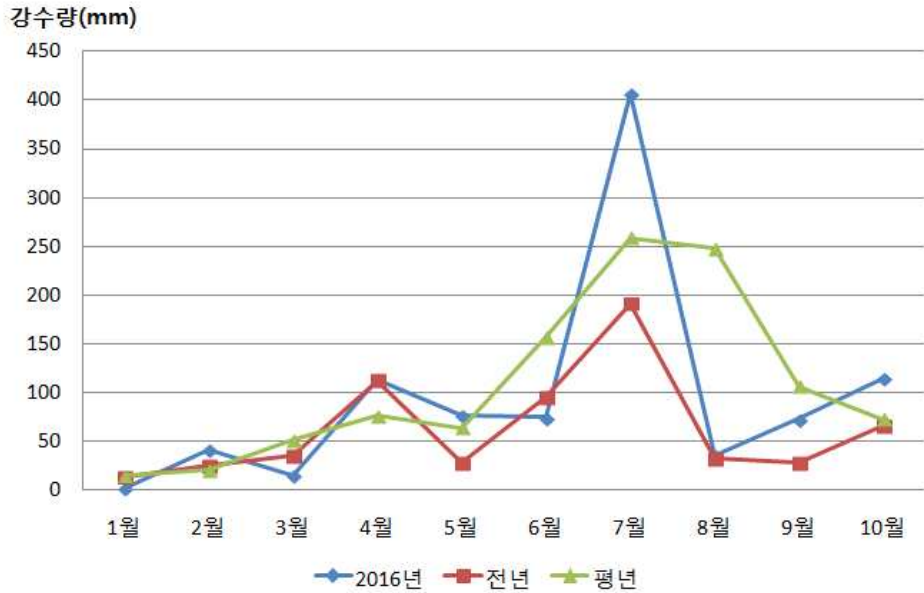


그림 12. 음성지역 복숭아 재배기간 중의 강수량 변화 추이

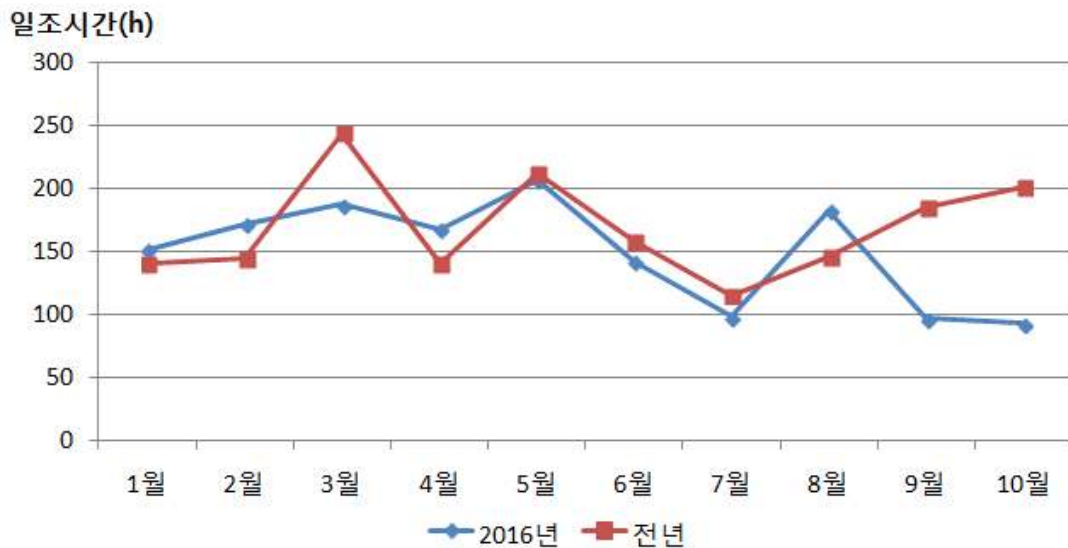


그림 13. 음성지역 복숭아 재배기간 중의 일조시간 변화 추이

그림 13은 시험지역인 충청북도 음성지역의 2016년 1월부터 10월까지의 월별 일조시간을 전 년과 비교한 것으로 재배기간 중 1월, 2월, 4월, 8월의 평균일조시간은 전년에 비해 많았으나 3 월, 6월, 7월 및 9월과 10월의 평균 일조시간은 전년에 비해 적었다.

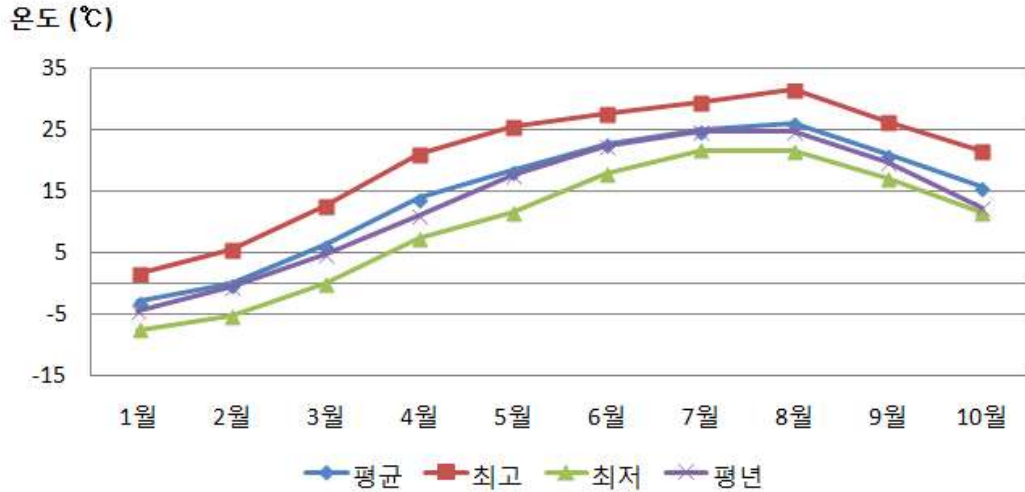


그림 14. 충주지역 복숭아 재배기간 중의 기온 변화 추이

그림 14는 시험지역인 충청북도 충주지역의 2016년 1월부터 10월까지의 월별 평균, 최고, 최저 및 평년기온을 조사한 결과로 평균기온은 음성지역과 같은 경향으로 평년과 비슷한 경향이었고 1월의 최저기온은 -7.6°C 로 전년의 -6.8°C 보다 0.8°C 낮았으나 저온으로 인한 주간부동해 등으로 고사된 품종은 없었다.

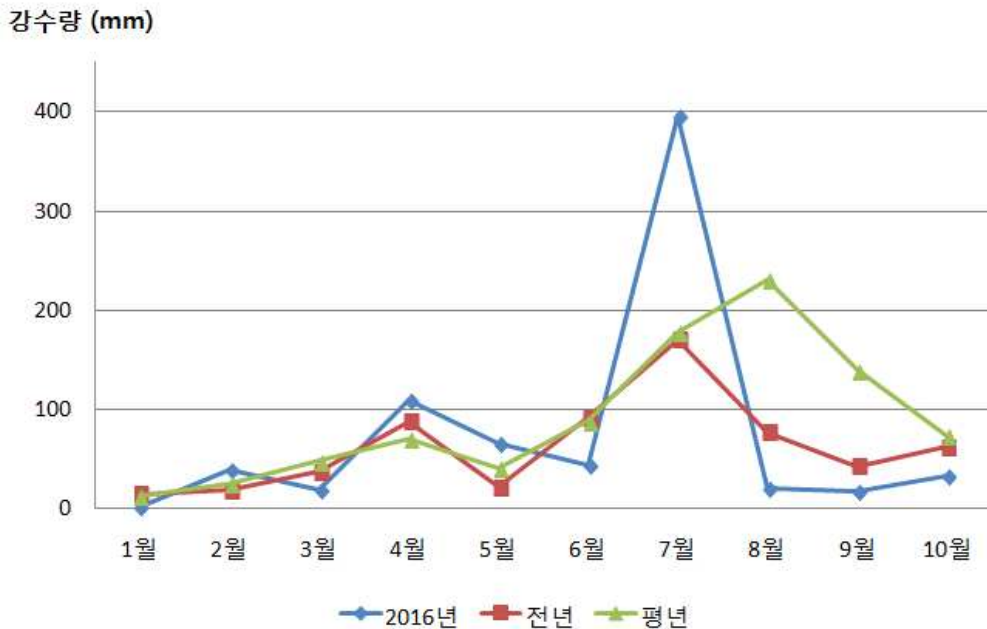


그림 15. 충주지역 복숭아 재배기간 중의 강수량 변화 추이

그림 15는 시험지역인 충청북도 충주지역의 2016년 1월부터 10월까지의 월별 강수량을 전년 및 평년과 비교한 것으로 재배기간 중 2월, 4월, 5월의 평균강수량은 전년과 평년에 비해 많았고, 3월, 6월, 8월, 9월, 10월에는 전년과 평년에 비해 적었다. 특히 7월의 강수량은 396mm 로 전년의 171mm 에 비해서는 225mm 이상, 평년의 178mm 에 비해서는 218mm 이상의 매우 많은 강수량을 보였다.



그림 16. 충주지역 복숭아 재배기간 중의 일조시간 변화 추이

그림 16은 시험지역인 충청북도 충주지역의 2016년 1월부터 10월까지의 월별 일조시간을 전년과 비교한 것으로 재배기간 중 1월, 2월, 4월, 5월, 8월의 평균일조시간은 전년에 비해 많았고, 3월, 6월, 9월, 10월의 평균 일조시간은 전년에 비해 적었으며, 7월의 평균 일조시간은 전년과 비슷한 155시간이었다.

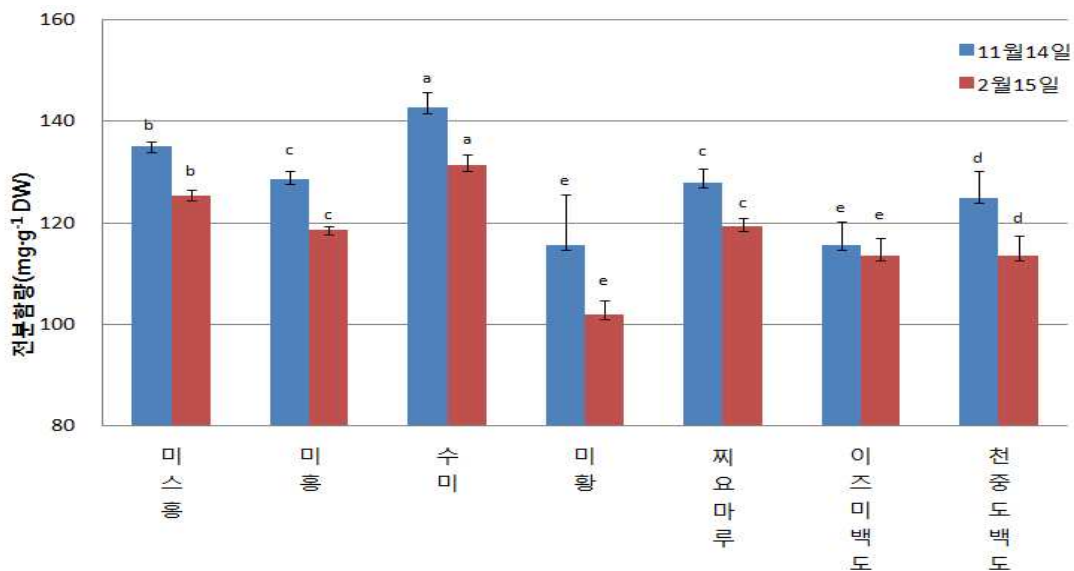


그림 17. 음성지역 월동 전·후 결과지의 전분함량

그림 17은 음성지역 시험품종들의 결가지 내의 전분함량을 월동기인 11월 14일과 2월 15일에 조사한 것으로 미스홍 등 7품종 모두 11월 14일 보다는 2월 15일 조사시의 전분함량이 낮은 경향으로 보였고, 수미의 전분함량은 11월 14일과 2월 15일 각각 143과 131(mg·g⁻¹, DW)로 다른 품종에 비해 높았고 미스홍 품종의 전분함량은 11월 14일과 2월 15일 각각 129과 119(mg·g⁻¹, DW)로 수미 품종 다음으로 높았다.

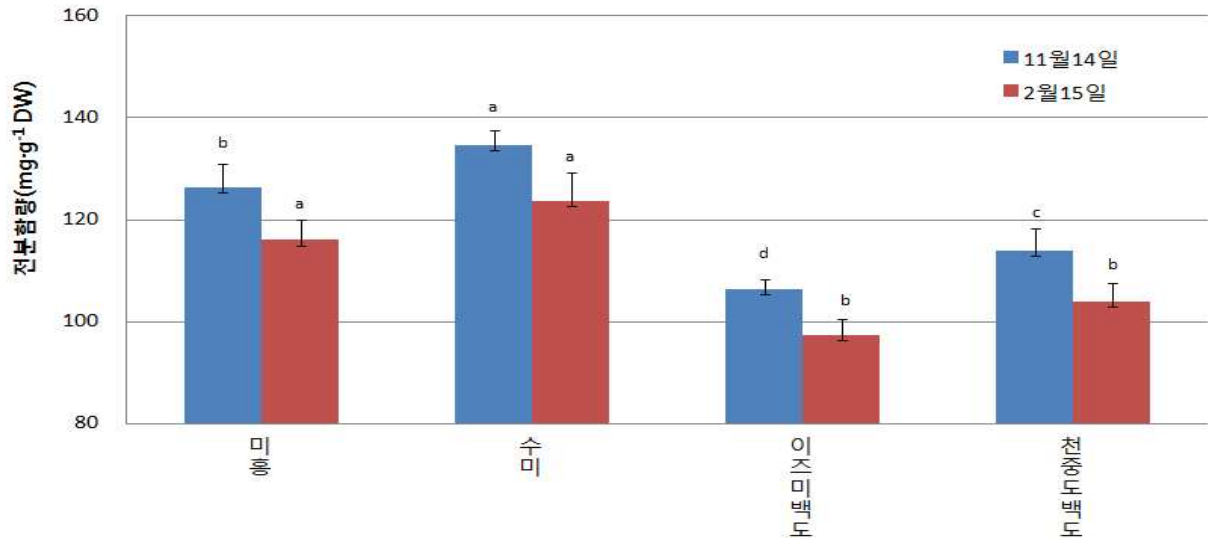


그림 18. 충주지역 월동 전·후 결과지의 전분함량

그림 18은 충주지역 시험품종들의 결과지 내의 전분함량을 월동기인 11월 14일과 2월 15일에 조사한 것으로 미홍 등 4품종 모두 11월 14일 보다는 2월 15일 조사시의 전분함량이 낮은 경향으로 보였고, 수미의 전분함량은 11월 14일과 2월 15일 각각 135과 124($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, DW)로 다른 품종에 비해 높았고, 다음으로는 미홍 품종으로 11월 14일과 2월 15일의 전분함량은 각각 126과 116($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, DW)으로 조사되었다.

표 6. 음성지역 시험품종별 개화 및 숙기 특성

품종	발아기 (월.일)	개화시 (월.일)	개화기 (월.일)	만개기 (월.일)	수확기 (월.일)	성숙일수 (일)
미스홍	3. 31	4. 10	4. 13	4. 15	8. 1	110 c ^z
미홍	3. 31	4. 10	4. 13	4. 15	6. 27	75 g
수미	4. 1	4. 11	4. 14	4. 16	8. 29	137 a
미황	4. 1	4. 11	4. 14	4. 16	7. 6	83 d
찌요마루	4. 1	4. 11	4. 14	4. 16	6. 28	76 f
이즈미백도	4. 1	4. 10	4. 13	4. 15	6. 29	77 e
천중도백도	4. 1	4. 11	4. 14	4. 16	8. 17	125 b

^zMeans separation within columns by 5% DMRT.

표 6은 음성지역 시험품종들의 개화기 및 성숙일수를 조사한 것으로 개화기는 4월 11~12일 사이로 비슷한 경향이었고, 성숙일수는 미홍이 75일로 가장 짧았고, 찌요마루, 이즈미백도는 각각 76일과 77일이었고, 미황은 83일 이었고, 미스홍, 천중도백도는 각각 110, 125일이었고, 수미는 137일로 가장 길었다.

표 7. 충주지역 시험품종별 개화 및 숙기 특성

품종	발아기 (월.일)	개화시 (월.일)	개화기 (월.일)	만개기 (월.일)	수확기 (월.일)	성숙일수 (일)
미홍	4. 1	4. 11	4. 14	4. 16	6. 29	76 d ²
수미	4. 2	4. 11	4. 14	4. 16	8. 29	137 a
이즈미백도	4. 2	4. 11	4. 14	4. 16	6. 30	78 c
천중도백도	3. 31	4. 12	4. 15	4. 17	8. 18	125 b

²Means separation within columns by 5% DMRT.

표 7은 충주지역 시험품종들의 개화기 및 성숙일수를 조사한 것으로 개화기는 4월 11~12일 사이로 비슷한 경향이었고, 성숙일수는 미홍이 76일로 가장 짧았고, 이즈미백도는 78일이었으며, 천중도백도는 125일이었고, 수미는 137일로 가장 길었다.

표 8. 음성지역 시험품종별 과신평형

품종	과중 (g/개)	과장 (mm)	과폭 (mm)	당도 (°Brix)	경도 (kg/8mmØ)	산함량 (%)
미스홍	286 c ²	73 c	68 c	14.3 a	1.01 c	0.15 d
미홍	203 e	65 d	62 d	13.1 b	0.59 e	0.17 c
수미	331 b	90 a	86 a	13.5 b	3.22 a	0.20 b
미황	248 d	80 b	68 c	11.6 c	0.72 d	0.14 d
찌요마루	172 f	72 c	67 cd	13.7 ab	0.62 e	0.12 d
이즈미백도	287 c	87 a	80 b	13.5 ab	0.60 e	0.15 d
천중도백도	357 a	88 a	80 b	13.6 ab	1.38 b	0.32 a

²Means separation within columns by 5% DMRT.

표 8은 음성지역 시험품종들의 과중, 당도, 산 함량 등 과신평형을 조사한 것으로 과중은 천중도백도와 수미, 미스홍이 각각 357, 331, 286(g/개)로 다른 품종들에 비해 높았고, 당도는 미스홍이 14.3(°Brix)로 미홍, 수미, 미황 보다는 높았으며, 경도는 수미와 천중도백도가 각각 3.22와 1.38(kg/8mmØ)으로 다른 품종들에 비해 높았으며 산 함량은 천중도백도가 0.32%로 다른 품종에 비해 높았다.

표 9. 충주지역 시험품종별 과신평형

품종	과중 (g/개)	과장 (mm)	과폭 (mm)	당도 (°Brix)	경도 (kg/8mmØ)	산함량 (%)
미홍	193 d ²	64 b	59 c	13.1 b	0.59 c	0.18 c
수미	320 b	87 a	84 a	13.6 a	3.21 a	0.24 b
이즈미백도	273 c	85 a	77 b	13.3 ab	0.55 c	0.17 c
천중도백도	349 a	85 a	80 b	13.2 b	1.43 b	0.35 a

²Means separation within columns by 5% DMRT.

표 9는 충주지역 시험품종들의 과중, 당도, 산 함량 등 과실풍성을 조사한 것으로 과중은 천중도백도가 349(g/개)로 다른 품종에 비해 무거웠으며 다음으로는 수미, 이즈미백도, 미홍이 각각 320, 273, 193(g/개)의 순이었다. 당도는 수미가 13.6(°Brix)로 미홍과 천중도백도에 비해 높았으며, 경도는 수미가 3.21(kg/8mmØ)으로 다른 품종들에 비해 높았으며 다음으로는 천중도백도, 이즈미백도, 미홍 등의 순이었고, 산 함량은 천중도백도가 0.35%로 다른 품종에 비해 높았다.

표 10. 지역 및 주요 품종간 과실풍성 비교

지역 및 품종		과 실풍 성					
		과중 (g/개)	과장 (mm)	과폭 (mm)	당도 (°Brix)	경도 (kg/8mmØ)	산함량 (%)
음성	미홍	203	65	62	13.1	0.59	0.17
	수미	331	90	86	13.5	3.22	0.20
	이즈미백도	287	87	80	13.5	0.60	0.15
	천중도백도	357	88	80	13.6	1.38	0.32
충주	미홍	193	64	59	13.1	0.59	0.18
	수미	320	87	84	13.6	3.21	0.24
	이즈미백도	273	85	77	13.3	0.55	0.17
	천중도백도	349	85	80	13.2	1.43	0.35
F value							
Two-way ANOVA	지역(A)	14.01*** ¹⁾	9.56**	6.62*	1.81ns	0.001ns	11.5**
	품종(B)	567.7***	226.2***	164.4***	3.53*	248.0***	130.5***
	A×B	0.17ns	0.13ns	1.08ns	1.04ns	0.63ns	0.41ns

¹⁾*p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 10은 음성지역과 충주지역에 공통적으로 재배되고 있는 미홍 등 4품종에 대해 지역과 품종간 특성을 비교코자 지역을 주구(A)로 미홍 등 4품종을 세구(B)로 하여 과실풍성들을 Two-way ANOVA 분석을 실시한 결과이다.

당도와 경도를 제외한 과중, 과폭, 산함량 등의 과실풍성은 지역간 차이가 있음이 인정되었고, 과중, 과폭, 당도, 경도, 산함량 등의 과실풍성은 품종간 차이가 있음이 인정되었으나 지역과 품종 교호작용간의 차이는 없다고 조사되었다.

표 11. 미스홍 품종의 과실풍성 및 기후요소 간의 상관(2014~2016, 3년간 자료)

미스홍	과중	당도	경도	산함량	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	강수량	일조량
과중	1.00								
당도	-0.54*	1.00							
경도	0.92***	-0.82***	1.00						
산함량	0.67**	-0.99***	0.90***	1.00					
평균기온	-0.43*	0.99***	-0.74**	-0.96***	1.00				
평균최고기온	-0.87***	0.89***	-0.99***	-0.95***	0.82***	1.00			
평균최저기온	0.01	0.84***	-0.38	-0.74***	0.90***	0.50*	1.00		
강수량	0.09	0.79***	-0.29	-0.67**	0.86***	0.42*	0.99***	1.00	
일조량	0.53*	-0.99***	0.81***	0.98***	-0.99***	-0.88***	-0.85***	-0.80***	1.00

※ 기후요소는 수확 전 30일 간의 자료

¹⁾*p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 11은 미스홍 품종에 있어 2014년~2016년까지의 3년간의 과중, 당도, 경도, 산함량 등의 과실풍특성과 미스홍 품종의 수확 전 30일 동안의 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후 요인간의 상과 관계를 분석한 것으로 과중은 당도, 평균기온, 평균최고기온과는 부의 상관, 경도, 산함량, 일조량과는 정의 상관, 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과는 정의 상관이 인정되었다. 경도는 평균기온, 평균최고기온과는 부의 상관, 산함량과 일조량 등과는 정의 상관이 인정되었다. 산함량은 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과는 부의 상관이 인정되었으나 일조량과는 정의 상관이 인정되었다.

표 12는 미홍 품종에 있어 2014년~2016년까지의 3년간의 과중, 당도, 경도, 산함량 등의 과실풍특성과 미홍 품종의 수확 전 30일 동안의 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후 요인간의 상과 관계를 분석한 것으로 과중은 경도, 산함량, 일조량과는 부의 상관, 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과는 정의 상관이 인정되었다. 당도는 경도, 산함량과는 부의 상관, 평균기온, 평균최고기온, 강수량과는 정의 상관이 인정되었다. 경도는 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과는 부의 상관, 산함량과 일조량 등과는 정의 상관이 인정되었다. 산함량은 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과 부의 상관이 인정되었다.

표 12. 미홍 품종의 과실풍특성 및 기후요소 간의 상관(2014~2016, 3년간 자료)

미홍	과중	당도	경도	산함량	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	강수량	일조량
과중	1.00								
당도	0.04	1.00							
경도	-0.93***	-0.41*	1.00						
산함량	-0.46*	-0.90***	0.76**	1.00					
평균기온	0.86***	0.55*	-0.99***	-0.85***	1.00				
평균최고기온	0.71**	0.73**	-0.92***	-0.95***	0.97***	1.00			
평균최저기온	0.95***	0.35	-0.99***	-0.72**	0.98***	0.90***	1.00		
강수량	0.85***	0.56*	-0.99***	-0.86***	0.99***	0.97***	0.97***	1.00	
일조량	-0.92***	0.36	0.70**	0.08	-0.59*	-0.38	-0.75**	-0.58*	1.00

※ 기후요소는 수확 전 30일 간의 자료

♯*p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 13. 수미 품종의 과실풍특성 및 기후요소 간의 상관(2014~2016, 3년간 자료)

수미	과중	당도	경도	산함량	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	강수량	일조량
과중	1.00								
당도	0.13	1.00							
경도	0.06	0.99***	1.00						
산함량	-0.97***	-0.36	-0.30	1.00					
평균기온	0.73**	0.77**	0.73**	-0.87***	1.00				
평균최고기온	0.77**	0.73**	0.68**	-0.90***	0.99***	1.00			
평균최저기온	0.80***	0.69**	0.64**	-0.92***	0.99***	0.99***	1.00		
강수량	-0.98***	-0.32	-0.26	0.99***	-0.85***	-0.88***	-0.90***	1.00	
일조량	0.85***	0.63**	0.58*	-0.95***	0.98***	0.99***	0.99***	-0.93***	1.00

※ 기후요소는 수확 전 30일 간의 자료

♯*p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 13은 수미 품종에 있어 2014년~2016년까지의 3년간의 과중, 당도, 경도, 산함량 등의 과

실험특성과 수미 품종의 수확 전 30일 동안의 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후 요인간의 상과 관계를 분석한 것으로 과중은 산함량, 강수량과는 부의 상관인, 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 일조량과는 정의 상관인 인정되었다. 당도는 경도, 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 일조량과 정의 상관인 인정되었다. 경도는 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 일조량 등과의 정의 상관인 인정되었다. 산함량은 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 일조량과는 부의 상관이었으나 강수량과는 정의 상관인 인정되었다.

표 14. 미황 품종의 과실풀특성 및 기후요소 간의 상관(2014~2016, 3년간 자료)

미황	과중	당도	경도	산함량	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	강수량	일조량
과중	1.00								
당도	0.43	1.00							
경도	-0.85***	0.12	1.00						
산함량	-0.80***	0.20	0.99***	1.00					
평균기온	0.97***	0.65**	-0.68**	-0.62**	1.00				
평균최고기온	0.99***	0.45*	-0.84***	-0.79**	0.97***	1.00			
평균최저기온	0.89***	0.80***	-0.51*	-0.43*	0.98***	0.90***	1.00		
강수량	0.97***	0.64**	-0.69**	-0.63**	0.99***	0.97***	0.97***	1.00	
일조량	-0.36	-0.99***	-0.19	-0.28	-0.59*	-0.38	-0.75**	-0.58*	1.00

※ 기후요소는 수확 전 30일 간의 자료

♯*p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 14는 미황 품종에 있어 2014년~2016년까지의 3년간의 과중, 당도, 경도, 산함량 등의 과실험특성과 미황 품종의 수확 전 30일 동안의 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후 요인간의 상과 관계를 분석한 것으로 과중은 경도, 산함량과는 부의 상관인, 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과는 정의 상관인 인정되었다. 당도는 일조량과는 부의 상관이었으나 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과는 정의 상관인 인정되었다. 경도는 산함량과는 정의 상관이었으나 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량 등과는 부의 상관인 인정되었다. 산함량은 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과 부의 상관인 인정되었다.

표 15. 찌요마루 품종의 과실풀특성 및 기후요소 간의 상관(2014~2016, 3년간 자료)

찌요마루	과중	당도	경도	산함량	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	강수량	일조량
과중	1.00								
당도	0.48*	1.00							
경도	0.98***	0.31	1.00						
산함량	0.99***	0.37	1.00	1.00					
평균기온	-0.76**	-0.93***	-0.63**	-0.68**	1.00				
평균최고기온	-0.89***	-0.82***	-0.80***	-0.83***	0.97***	1.00			
평균최저기온	-0.60**	-0.99***	-0.45*	-0.50*	0.98***	0.90***	1.00		
강수량	-0.77**	-0.93***	-0.64**	-0.69**	0.99***	0.97***	0.97***	1.00	
일조량	-0.08	0.84***	-0.26	-0.20	-0.59*	-0.38	-0.75**	-0.58*	1.00

※ 기후요소는 수확 전 30일 간의 자료

♯*p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 15는 찌요마루 품종에 있어 2014년~2016년까지의 3년간의 과중, 당도, 경도, 산함량 등의 과실특성과 찌요마루 품종의 수확 전 30일 동안의 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후 요인간의 상과 관계를 분석한 것으로 과중은 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과는 부의 상관인, 경도, 산함량 등과는 정의 상관인 인정되었다. 당도는 평균기온 평균최고기온, 평균최저기온 강수량과는 부의 상관이었으나 일조량과는 정의 상관인 인정되었다. 경도는 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온 강수량과 부의 상관인 인정되었으나, 산함량과는 정의 상관인 인정되었다. 산함량도 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과 부의 상관인 인정되었다.

표 16. 이즈미백도 품종의 과실특성 및 기후요소 간의 상관(2014~2016, 3년간 자료)

이즈미	과중	당도	경도	산함량	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	강수량	일조량
과중	1.00								
당도	0.07	1.00							
경도	-0.99***	-0.08	1.00						
산함량	-0.99***	-0.09	0.99***	1.00					
평균기온	0.73**	-0.63**	-0.73**	-0.72**	1.00				
평균최고기온	0.87***	-0.43*	-0.87***	-0.86***	0.97***	1.00			
평균최저기온	0.56*	-0.78**	-0.56*	-0.55*	0.98***	0.90***	1.00		
강수량	0.74**	-0.62**	-0.73**	-0.72**	0.99***	0.97***	0.97***	1.00	
일조량	0.12	0.99***	-0.13	-0.14	-0.59*	-0.38	-0.75**	-0.58*	1.00

※ 기후요소는 수확 전 30일 간의 자료

※ *p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 16은 이즈미백도 품종에 있어 2014년~2016년까지의 3년간의 과중, 당도, 경도, 산함량 등의 과실특성과 찌요마루 품종의 수확 전 30일 동안의 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후 요인간의 상과 관계를 분석한 것으로 과중은 경도, 산함량과는 부의 상관이었으나, 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량과는 정의 상관인 인정되었다. 당도는 평균기온 평균최고기온, 평균최저기온 강수량과는 부의 상관이었으나 일조량과는 정의 상관인 인정되었다. 경도는 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온 강수량과 부의 상관인 인정되었으나, 산함량과는 정의 상관인 인정되었다. 산함량도 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량 등과는 부의 상관인 인정되었다.

표 17은 천중도백도 품종에 있어 2014년~2016년까지의 3년간의 과중, 당도, 경도, 산함량 등의 과실특성과 찌요마루 품종의 수확 전 30일 동안의 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후 요인간의 상과 관계를 분석한 것으로 과중은 경도, 산함량, 강수량과는 부의 상관인, 당도, 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 일조량 등과는 정의 상관인 인정되었다. 당도는 경도, 산함량, 강수량과는 부의 상관이었으나 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온 일조량과는 정의 상관인 인정되었다. 경도는 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 일조량과 부의 상관인 인정되었으나, 산함량, 강수량과는 정의 상관인 인정되었다. 산함량도 평균기

온, 평균최고기온, 평균최저기온 일조량과는 부의 상관이었으나, 강수량과는 정의 상관이 인정되었다.

표 17. 천중도 품종의 과실풍성 및 기후요소 간의 상관(2014~2016, 3년간 자료)

천중도	과중	당도	경도	산함량	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	강수량	일조량
과중	1.00								
당도	0.99***	1.00							
경도	-0.95***	-0.96***	1.00						
산함량	-0.97***	-0.98***	0.99***	1.00					
평균기온	0.94***	0.92***	-0.78**	-0.82***	1.00				
평균최고기온	0.96***	0.95***	-0.82***	-0.86***	0.99***	1.00			
평균최저기온	0.97***	0.96***	-0.85***	-0.88***	0.99***	0.99***	1.00		
강수량	-0.98***	-0.99***	0.99***	0.99***	-0.85***	-0.88***	-0.90***	1.00	
일조량	0.99***	0.98***	-0.89***	-0.91***	0.98***	0.99***	0.99***	-0.93***	1.00

※ 기후요소는 수확 전 30일 간의 자료

♯*p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 18. 전체 7개 품종의 과실풍성 및 기후요소 간의 상관(2014~2016, 3년간 자료)

전체품종	과중	당도	경도	산함량	평균기온	평균최고기온	평균최저기온	강수량	일조량
과중	1.00								
당도	0.15	1.00							
경도	0.26	-0.02	1.00						
산함량	0.27	-0.48*	0.37	1.00					
평균기온	0.61**	0.29	0.09	-0.18	1.00				
평균최고기온	0.57*	0.41*	0.22	-0.31	0.91***	1.00			
평균최저기온	0.64**	0.08	0.08	0.10	0.91***	0.68**	1.00		
강수량	0.07	-0.07	-0.22	0.34	0.23	-0.14	0.50*	1.00	
일조량	0.19	0.36	0.15	-0.54	0.33	0.66**	-0.05	-0.74**	1.00

※ 기후요소는 수확 전 30일 간의 자료

♯*p<.05 **p<.01 ***p<.001

표 18은 미스홍, 미홍, 수미, 미황, 찌요마루, 이즈미백도, 천중도백도 등 7개 품종에 있어 2014년~2016년까지의 3년간의 과중, 당도, 경도, 산함량 등의 과실풍성과 이들 품종들의 수확 전 30일 동안의 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후 요인간의 상관 관계를 종합적으로 분석한 것으로 과중은 평균기온, 평균최고기온, 평균최저기온이 높을수록 무거웠음이 인정되었고, 당도는 평균최고기온이 높을수록 높았으나 산함량과는 부의 상관이 인정되었다. 경도는 과중, 당도, 산함량 등의 과실풍성과 평균기온, 최고평균기온, 평균최저기온, 강수량, 일조량 등의 기후요소와는 상관관계가 인정되지 않았다. 산함량도 경도와 같은 경향이였다.

<제2협동과제: 복숭아 신품종의 호남지역에서 생육 및 과실품질 평가>

제 1 절 재 료 및 방 법

본 시험은 2014년부터 2016년까지 전북 전주시(대성동), 임실군(오수면), 남원시(금지면)의 복숭아 선도농가 과수원에 2011년 재식한 ‘미홍’, ‘미황’, 그리고 2014년에 1년생 절절묘로 재식한 ‘유미’ 품종을 시험수로 조사하였다. 조사 내용은 재배지역별 토양 화학성, 품종별 생육특성 변화, 생리장해, 수확기 과실품질 및 수량, 주간부 동해 발생정도였는데, 토양은 생육초기인 4월과 생육후기인 10월에 각각 조사하였고 기상환경은 매년 3월부터 10월까지 전 생육기간의 평균기온, 최저기온, 최고기온, 강수량, 상대습도, 일조시간을 조사하였다. 품종별 주요 생육기는 개화시, 착과기, 수확시로 구분하여 조사하였다. 수확기 과실의 특성 조사는 각 지역별, 품종별 과실의 착색과 숙기가 비슷한 과실을 20개씩 수확하여 과중, 종경, 횡경을 측정하였다. 당도는 과실 중앙부위의 과육을 착즙하여 디지털당도계(PR-100, Atago Co., Ltd., Japan)로, 경도는 과실경도계(SD-700, Sun Scientific Co., Japan)로 직경 3mm의 probe를 이용하여 상, 중, 하부 세 방향에서 측정하였다. 과피의 착색정도는 색차계(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L^* , a^* , b^* 값을 측정하였으며, 과실의 중심을 잘라 핵할 발생정도를 조사하였다. ‘유미’ 품종의 년차별 생육상황은 수고, 경경, 엽장, 엽폭을 조사하였다.

또한 ‘미홍’과 ‘미황’ 품종의 무봉지(non-bagging)재배 효과를 구명하기 위해 같은 묘령의 나무에 2014년과 2015년에 농가에서 주로 사용하고 있는 노루지, 이중지, 병아리지, 유백지를 임실과 남원의 시험포장에서 5월 하순 최종 적과 후 처리하는 방법으로 수확기 과실품질, 수량 등을 무처리와 비교하여 조사하였다.

‘유미’ 품종의 유목기 적정 착과수준 구명은 2016년에 수행하였는데 재식 3년차 2분주지 개심자연형 수형의 나무에 길이 30cm 이하인 중·단과지(결과지 직경 4~6mm)를 기준으로 6월 상순 최종 적과 후 3년생 유목 한 나무당 착과수를 15, 20, 25, 30, 35개로 조절하여 실시하였다. 수확기인 7월 상순에 과실품질을 전수 조사하였고 8월 하순에는 처리별 신초 발생정도를 비교하였다. 모든 처리는 한 나무를 반복으로 3반복 조사하였으며 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하였다.

제 2 절 결 과 및 고 찰

재배지역별 토양화학성은 2014년에서 2016년까지 전라북도의 복숭아 주산지 전주, 임실, 남원의 신품종 재배포장에서 복숭아 생육초기인 3월 하순과 생육후기인 10월 상순에 매년 토양시료를 채취하여 3년간 조사하였다(표 1). 국내육성 복숭아 품종 재배농가의 토양은 대체로 복숭아 재배에 적합한 범위 내에서 관리되고 있었으나 전주의 시험포장은 토양 산도가 높고 다른 지역에 비해 유기물 함량이 적게 나타났다. 임실과 남원의 재배포장은 P_2O_5 함량이 높게 분석되었는데 이것은 매년 가축분 퇴비를 다량 시비하고 있는 영향으로 판단되었고 특히 남원의 경우 K, Ca, 그리고 Mg 함량이 높게 나타나 다른 지역에 비해 비교적 많은 양의 시비를 하고

있었다.

표 1. 재배지역별 토양화학성('14~'16년)

지역	구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cation(cmol ⁺ /kg)				T-N (%)
						K	Ca	Mg	Na	
전주	생육초기	5.5	0.49	12.9	528	0.32	3.27	0.73	0.06	0.7
	생육후기	5.8	0.37	15.2	322	0.33	4.37	1.50	0.07	0.8
임실	생육초기	6.0	0.44	19.2	756	0.75	3.89	1.49	0.06	0.7
	생육후기	6.1	0.40	22.6	989	0.79	5.17	1.66	0.07	0.8
남원	생육초기	6.7	0.64	27.3	740	0.93	7.88	2.28	0.08	0.8
	생육후기	6.7	0.67	50.3	939	1.34	9.10	2.65	0.09	0.8

※ 조사일 : 생육초기(3월 하순)/생육후기(10월 상순)

재배 지역별 기상환경 변화는 2014년에서 2016년까지 전주, 임실, 남원의 신품종 재배포장에서 복숭아 생육초기인 3월부터 후기인 10월까지 3년간 조사하였는데(표 2) 생육기간 중 평균기온은 전주가 가장 높았고(그림 1) 다음이 남원, 임실 순이었다. 일조시간은 과실 착과 비대기인 5월과 6월, 전주에서 가장 길었고(그림 2) 강수량은 대체로 과실 수확기인 6월 하순과 7월 상순에 임실지역에서 가장 많았다(그림 3).

표 2. 재배지역별 기상환경 변화('14~'16년)

구분		3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
평균 기온 (℃)	전주	7.8	14.0	19.2	22.9	25.5	25.2	21.8	16.5
	임실	5.3	11.7	16.9	20.9	23.8	23.4	19.2	13.7
	남원	6.5	12.7	18.0	21.6	24.4	24.0	20.3	14.9
최저 기온 (℃)	전주	-1.4	5.5	8.8	15.6	17.4	20.4	15.0	9.6
	임실	-3.3	2.0	4.8	12.3	16.7	17.5	11.0	4.8
	남원	-3.0	3.4	6.8	14.0	17.3	18.5	13.1	7.1
최고 기온 (℃)	전주	18.9	24.1	29.8	31.2	32.5	32.2	28.9	24.5
	임실	18.1	23.2	28.2	29.1	31.3	31.3	28.1	24.0
	남원	18.1	24.1	28.8	28.9	31.5	31.7	28.1	24.2
강수량 (mm)	전주	63.2	86.5	40.1	107.1	172.2	202.3	62.4	97.3
	임실	67.0	91.0	46.5	87.2	224.2	222.5	63.9	112.4
	남원	68.0	91.7	35.1	102.0	180.0	229.7	89.1	96.9
상대 습도 (%)	전주	55.8	60.3	55.6	70.0	82.1	81.8	73.2	72.1
	임실	60.2	64.6	62.9	72.6	79.8	80.3	76.1	74.6
	남원	58.2	61.5	59.2	69.3	76.3	77.2	71.2	70.6
일조 시간 (hr)	전주	221.3	195.0	283.6	180.9	156.1	154.4	207.6	211.5
	임실	211.1	178.7	269.0	146.9	128.7	121.1	180.7	192.5
	남원	219.8	185.3	281.8	164.4	153.7	136.9	201.8	208.2

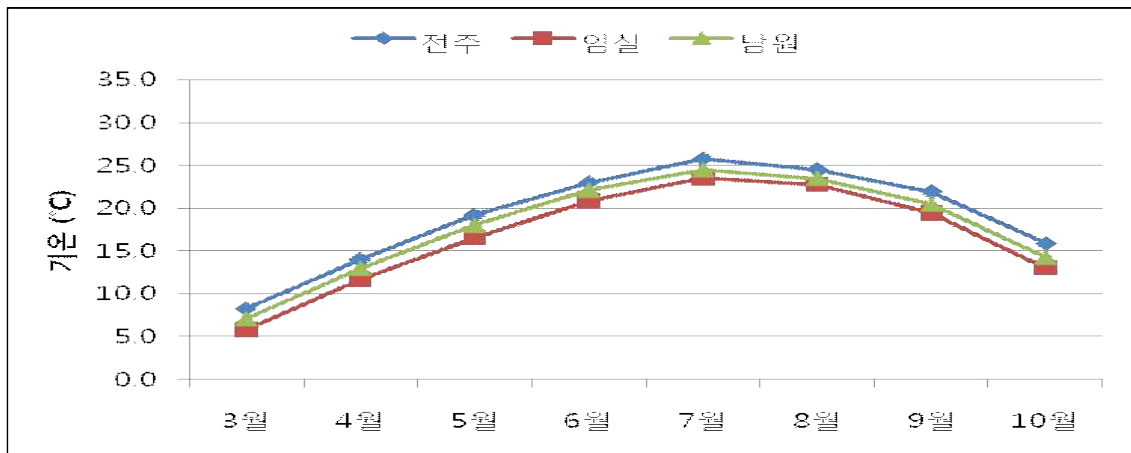


그림 1. 재배지역별 평균기온 변화

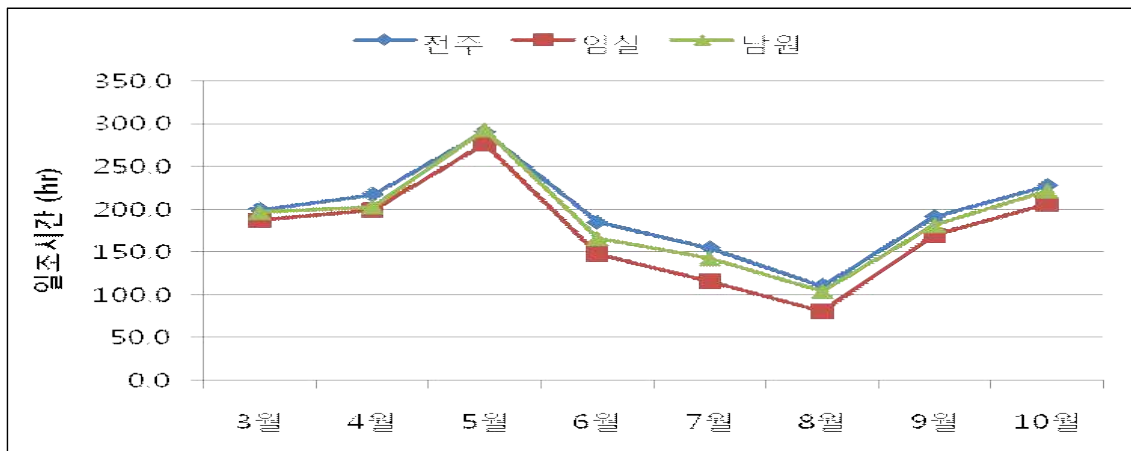


그림 2. 재배지역별 일조시간 변화

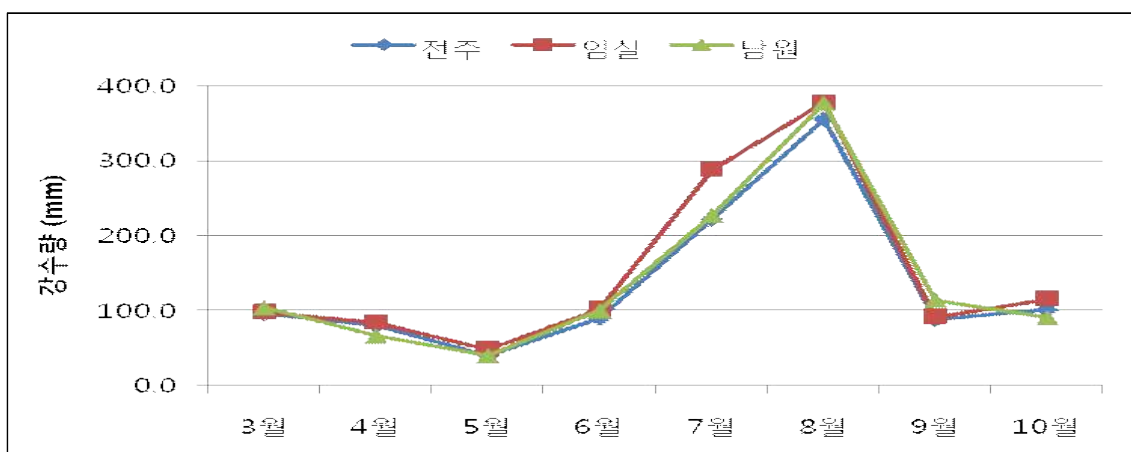


그림 3. 재배지역별 강수량 변화

‘미홍’, ‘미황’ 품종의 주요 생육기는 재배 지역 간에 차이가 있었는데 품종별 개화시는 2014년의 경우 ‘미홍’, ‘미황’ 모두 남원에서 가장 빨리 개화되었고 착과기도 같은 경향이었으며 수확시 또한 ‘미홍’이 6. 23일, ‘미황’이 6. 25일로 남원에서 빨리 수확되었다. 품종별로는 ‘미홍’이 ‘미황’에 비해 2일~3일 빨랐다(표 3).

표 3. 복숭아 신품종 ‘미홍’, ‘미황’ 생육 단계별 특성('14년)

지역	재식 년도	개화시 (월. 일)		착과기 (월. 일)		수확시 (월. 일)	
		미홍	미황	미홍	미황	미홍	미황
전주 [♪]	2011	4. 5	-	4. 29	-	6. 25	-
임실	2011	4. 5	4. 6	4. 30	4. 30	6. 24	6. 27
남원	2011	4. 3	4. 3	4. 29	4. 29	6. 23	6. 25

[♪] 전주시험포에는 ‘미홍’ 품종만 식재되어 있음

2015년 품종별 개화시는 ‘미홍’이 남원에서 4월 6일, ‘미황’이 4월 7일 이었고 수확시는 ‘미홍’이 전주와 남원에서 6월 25일, ‘미황’이 6월 27일로 임실에 비해 약 4일에서 5일 빨랐다(표 4).

표 4. 복숭아 신품종 ‘미홍’, ‘미황’ 생육 단계별 특성('15년)

지역	재식 년도	개화시 (월. 일)		착과기 (월. 일)		수확시 (월. 일)	
		미홍	미황	미홍	미황	미홍	미황
전주 [♪]	2011	4. 9	-	4. 29	-	6. 25	-
임실	2011	4. 10	4. 11	4. 30	4. 30	6. 29	7. 2
남원	2011	4. 6	4. 7	4. 29	4. 29	6. 25	6. 27

[♪] 전주시험포에는 ‘미홍’ 품종만 식재되어 있음

2016년 품종별 개화시는 ‘미홍’ ‘미황’ 모두 남원에서 4월 2일로 가장 빨랐는데 수확시는 ‘미홍’이 6. 18일, ‘미황’이 6. 21일이었다(표 5). 매년 기상상황에 따라 수확기 차이가 있었지만 복숭아 조생종 품종의 수확기는 앞당겨지는 경향이였다.

표 5. 복숭아 신품종 ‘미홍’, ‘미황’ 생육 단계별 특성('16년)

지역	재식 년도	개화시 (월. 일)		착과기 (월. 일)		수확시 (월. 일)	
		미홍	미황	미홍	미황	미홍	미황
전주 [♪]	2011	4. 7	-	4. 27	-	6. 19	-
임실	2011	4. 8	4. 10	4. 28	4. 30	6. 22	6. 25
남원	2011	4. 2	4. 2	4. 22	4. 25	6. 18	6. 21

[♪] 전주시험포에는 ‘미홍’ 품종만 식재되어 있음

2014년에 재식한 복숭아 ‘유미’ 품종의 3년간 생육은(그림 4, 그림 5, 그림 6) 지역별 재배농가의 관리방법에 따라 차이가 있었으나(표 6, 표 7, 표 8) 재식직후 활착은 양호하였다. 그러나 재식 3년차에 수세가 급격히 강해지는 경향이 있어 수세 조절이 필요하였다.

표 6. 복숭아 신품종 ‘유미’ 1년생 생육

(조사일 : '14년 10월 30일)

지역	재식 년도	묘령 (년)	수고 (cm)	경장 (cm)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
전주	2014	1	161±6	52±6	39.3±3.5	18.9±1.2	4.6±0.3
임실	2014	1	118±10	63±9	21.5±0.9	17.2±1.4	3.9±0.4
남원	2014	1	94±50	56±7	16.9±4.8	16.4±2.5	3.6±0.5



그림 4. 복숭아 ‘유미’ 1년생

표 7. 복숭아 신품종 ‘유미’ 2년생 생육

(조사일 : '15년 9월 4일)

지역	재식 년도	묘령 (년)	수고 (cm)	경장 (cm)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
전주	2014	2	209±15	111±19	50.4±9.7	19.9±1.0	4.4±0.4
임실	2014	2	240±26	117±15	44.4±4.4	21.0±1.0	4.8±0.2
남원	2014	2	147±22	73±24	21.0±2.6	18.8±2.6	4.1±0.5



그림 5. 복숭아 ‘유미’ 2년생

표 8. 복숭아 신품종 ‘유미’ 3년생 생육

(조사일 : '16년 7월 1일)

지역	재식 년도	묘령 (년)	수고 (cm)	경장 (cm)	경경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
전주	2014	3	309±15	151±19	150.4±9.7	22.9±1.0	5.4±0.4
임실	2014	3	340±26	177±15	144.4±4.4	23.0±1.0	5.8±0.2
남원	2014	3	347±22	173±24	121.0±2.6	21.8±2.6	5.1±0.5



그림 6. 복숭아 ‘유미’ 3년생

과수재배에 있어 봉지씌우기 작업은 생산비 상승의 원인이 되지만 재배 중에 봉지를 씌움으로써 병해충(Kim 등, 1989; Kitagawa 등, 1992)방제, 동녹(Hong 등, 1996; Xia와 Zhou, 1988)과 일소(Noro 등 1996)의 방제, 과실 내 미기상 조건을 인위적으로 조절하여 과실의 색택 발현과 수확기 조절, 그리고 농약 잔류 방지 등에 효과적으로 이용하고 있다(Hong 등, 1996; Kim 등, 2000). 따라서 복숭아 재배에 있어서도 대부분의 농가들은 봉지 씌우기 작업을 실시하고 있는데 사용하는 봉지의 종류도 다양하게 개발되어있고 그에 따른 많은 연구도 진행되어 왔다. 봉지 종류에 대한 연구는 봉지 내 온습도 변화가 과실의 품질에 미치는 영향(Ko와 Shin, 1992; Song과 Moon, 1998), 당 함량 변화(Arakawa 등, 1994; Barden과 Bramlage, 1994; Hayashi와 Tanabe, 1991)와 착색에 미치는 영향(Kim 등, 1988; Hong 등, 1989) 등이 있다.

그러나 복숭아 재배 시 작업별 노동력 투하량은 봉지 씌우기, 벗기기 작업이 전체 작업의 41%로 과원 경영비 증가 원인이 되고 있어 생산비 절감 기술 개발 또한 필요한 상황이다. 특히 국내에서 육성한 복숭아 ‘미홍’과 ‘미황’ 품종의 경우 호남지역에서는 6월 중하순에 수확할 수 있는 품종으로 과실 발육기간이 70일 정도로 매우 짧아 무 봉지(non-bagging) 재배가 가능하리라 판단되었다. 따라서 ‘미홍’과 ‘미황’ 품종의 생산성 향상을 위한 무봉지 재배 가능성을 구명하고자 시험을 실시하였다.

본 시험은 2014년과 2015년에 임실과 남원의 ‘미홍’, ‘미황’ 재배 포장에서 수행하였는데 임실에서 수확한 ‘미홍’ 품종의 수확기 봉지 종류별 과실특성은 표 9와 같다. 과실의 평균과중은 봉지를 씌우지 않은 처리가 240g 내외였고 봉지를 처리한 구가 260~270g, 당도는 11.0°Bx 이상이었으나 경도와 당도는 무 봉지재배에서 비교적 높고 착색도 균일하였다(그림 7).

표 9. 임실지역 ‘미홍’ 수확기 봉지 종류별 과실 특성평가(’14~’15년)

처리내용	과중 (g)	종경 (mm)	횡경 (mm)	경도 (g/Φ3mm)	당도 (°Bx)	착색정도		
						L	a	b
무처리	240±24	69.5±2.8	83.0±5.5	414±80	11.6±0.9	45.8	23.0	12.9
노루지	276±33	74.2±4.4	87.7±5.4	327±78	11.1±0.9	44.0	21.7	12.1
이중지	268±34	74.6±5.1	87.2±4.7	327±85	11.3±1.2	44.3	24.4	11.7
병아리	269±39	72.5±5.4	87.3±5.5	347±90	11.2±1.2	44.4	24.1	13.2
유백지	262±32	72.8±4.0	86.0±4.4	361±93	11.3±1.1	43.4	22.3	11.8






				
무처리	노루지	이중지	병아리지	유백지

그림 7. 임실지역 ‘미홍’ 수확기 봉지종류별 착과상태

남원에서 수확한 ‘미홍’ 품종의 수확기 봉지 종류별 과실특성은 표 10과 같다. 과실의 평균과중은 봉지를 씌우지 않은 처리가 가장 작았으나 240g 이상이었고 봉지를 처리한 구가 260~280g, 당도는 11.0°Bx 이상이였으나 경도와 당도는 무 봉지재배에서 비교적 높고 착색도 균일하였는데(그림 8) 특히 L값이 높게 나타났다.

표 10. 남원지역 ‘미홍’ 수확기 봉지 종류별 과실 특성평가(’14~’15년)

처리내용	과중 (g)	종경 (mm)	횡경 (mm)	경도 (g/Φ3mm)	당도 (°Bx)	착색정도		
						L	a	b
무처리	242±13	67.7±1.9	82.2±3.5	281±53	11.5±0.6	45.1	27.2	14.2
노루지	280±26	75.2±2.1	90.0±5.3	267±33	11.1±0.6	40.9	21.6	10.7
이중지	268±28	72.9±3.2	87.4±4.1	273±82	11.3±1.4	43.9	28.1	12.2
병아리	265±29	72.0±4.1	88.6±2.7	258±31	11.0±0.8	42.7	26.4	12.7
유백지	262±25	71.7±3.4	86.2±2.3	267±42	11.4±0.6	43.1	25.0	12.3






				
무처리	노루지	이중지	병아리지	유백지

그림 8. 남원지역 ‘미홍’ 수확기 봉지종류별 착과상태

임실에서 수확한 ‘미황’ 품종의 수확기 봉지 종류별 과실특성은 표 11과 같다. 과실의 평균과중은 노루지, 이중지 처리에서 240g 이상이었고 무 봉지재배에서 비교적 작은 편이었으나 경도는 무처리가 높았고 착색도 양호하였다(그림 9).

표 11. 임실지역 ‘미황’ 수확기 봉지 종류별 과실 특성평가(’14~’15년)

처리내용	과중 (g)	중경 (mm)	횡경 (mm)	경도 (g/Φ3mm)	당도 (°Bx)	착색정도		
						L	a	b
무처리	214±30	72.3±3.9	75.8±7.0	291±36	11.0±1.1	45.2	23.8	15.7
노루지	249±39	76.6±5.7	79.6±6.9	246±39	11.4±1.3	45.4	23.4	15.4
이중지	244±73	76.0±6.9	77.5±9.5	254±40	10.7±0.9	43.7	23.5	14.3
병아리	230±52	74.3±5.3	76.0±8.1	241±40	10.8±1.4	45.9	25.7	18.6
유백지	231±65	73.0±7.6	76.1±9.1	236±45	11.4±0.7	43.1	24.3	15.2






				
무처리	노루지	이중지	병아리지	유백지

그림 9. 임실지역 ‘미황’ 수확기 봉지종류별 착과상태

남원에서 수확한 ‘미황’ 품종의 수확기 봉지 종류별 과실특성은 표 12와 같다. 과실의 평균과중은 봉지를 처리한 구에서 220~240g 이상이었고 무 봉지재배에서 비교적 작은 편이었으나 경도는 무 봉지재배가 높고 착색도 양호하였다(그림 10).

표 12. 남원지역 ‘미황’ 수확기 봉지 종류별 과실 특성평가(’14~’15년)

처리내용	과중 (g)	중경 (mm)	횡경 (mm)	경도 (g/Φ3mm)	당도 (°Bx)	착색정도		
						L	a	b
무처리	217±20	72.5±2.0	73.5±1.5	306±39	11.4±0.8	45.6	25.0	14.8
노루지	240±15	74.0±1.6	75.5±2.4	248±44	11.0±0.9	43.8	26.5	18.1
이중지	234±15	73.5±2.1	75.0±2.4	274±44	11.2±0.8	45.5	28.8	18.8
병아리	232±21	74.0±2.2	76.1±3.6	238±37	11.5±0.7	44.9	28.9	19.9
유백지	220±16	72.3±2.9	75.2±2.3	268±39	11.7±0.6	42.7	26.9	16.6






				
무처리	노루지	이중지	병아리지	유백지

그림 10. 남원지역 ‘미황’ 수확기 봉지종류별 착과상태

봉지재배가 봉지를 씌우지 않고 재배한 과실에 비해 당도가 낮아졌다는 보고(Miyashita와 Sato, 1971; Ochiai 1980; Shimanaka, 1960)가 있는데 본 시험에서도 무 봉지재배에서 ‘미홍’, ‘미황’ 품종 모두 당도가 높게 나타났다. 이것은 과실 표면에 비추는 빛의 영향, 복숭아의 경우 착색이 양호할수록 당과 비타민 C의 함량이 많아진다는 보고(Hong과 Lee, 1997), 봉지를 씌운 과실은 과피의 엽록소 생성저하와 광 차단 등에 의해 당도가 낮아져 봉지를 씌울 경우 봉지를 씌우지 않은 과실과는 확연한 당도 차이를 보였다는 보고(Hong 등, 1999)와 연관이 있는 것으로 사료되었다. 또한 봉지 종류가 복숭아 과실의 착색, 숙기 및 품질에 미치는 영향에 대한 연구(Kim 등, 2000)결과 가용성고형물 함량은 무 봉지재배에서, 적색도는 백색봉지 및 무 봉지재배에서 향상되었고 과중은 봉지 재배를 했을 때 무 봉지재배 보다 높아졌다는 결과와 본 시험의 결과가 유사하였다.

복숭아 봉지재배가 수량에 미치는 영향(그림 11)은 ‘미홍’, ‘미황’ 품종 모두 노루지 처리에서 수확량이 가장 높게 나타났고 상대적으로 과중이 작은 무 봉지재배에서 낮았다. 그러나 조생종 복숭아의 경우 과중 210~220g 정도의 규격과 생산이 가능하다면 무 봉지재배로 경영비 절감 효과가 클 것으로 판단되었다.

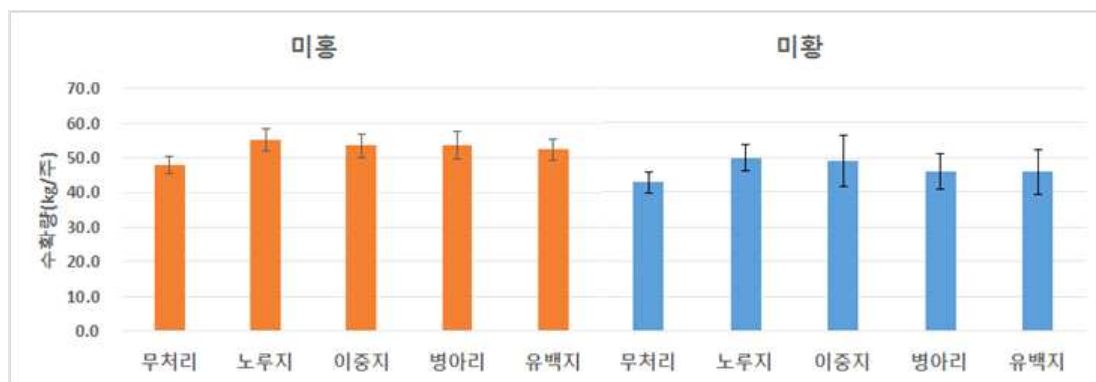


그림 11. 복숭아 품종별 봉지 처리 후 수량

복숭아 봉지처리별 핵할 발생정도(그림 12)는 품종에 따라 차이가 있었으나 대체로 ‘미홍’ 품종의 경우 무처리, 이중지, 그리고 병아리 처리에서, ‘미황’은 이중지 처리에서 비교적 적게 발생되었다. 그밖에 봉지재배 대비 무 봉지재배에서 문제가 되는 생리장해, 병해충 발생은 없었다(자료 미 제시).

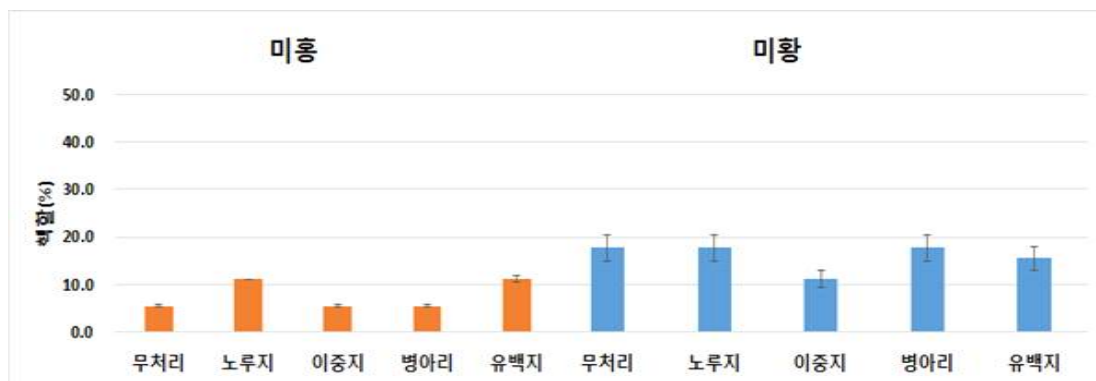


그림 12. 복숭아 품종별 봉지 처리 후 핵할 발생정도

복숭아는 다른 과수에 비해 수세가 강한 과종으로(Dann 등, 1990; Yun 등, 2014) 알려져 있다. 특히 ‘유미’ 품종은 지역별 특성평가 결과 유목기에 수세가 강해지면서 최소 3회 이상의 여름 전정을 하지 않으면 생육관리에 문제가 있다고 판단되었다. 유목기의 결실 조절은 수세의 조기안정과 수관 확보에 있어 중요한 관리기술 중의 하나다(Choi 등, 2009). 유목기에 결실을 제대로 하지 못하면 수관 확보는 빨라지나 영양생장이 지나쳐 밀식장해가 유발될 수 있고, 반대로 지나치게 결실을 시키면 수관형성이 늦어지고 수세가 약화되면서(Foshey와 Elfving, 1989; Robinson, 2003) 심하면 동해를 입는다(Yoon, 2001)는 보고가 있다. 따라서 유목기 적정 착과량 조절로 수세를 안정화시키기 위해 시험을 실시하였다.

복숭아 ‘유미’ 유목기의 적정 착과수준을 구명하기 위해 그림 13과 같이 처리하였는데 3년생, 2본주지 개심자연형 수형으로 30cm이하 중·단과지에 결과지 직경이 5~6mm를 기준으로 한 나무당 착과수 15개에서 35개까지 착과시키는 방법이었다.



그림 13. ‘유미’ 유목기 착과수 처리

‘유미’ 유목기 착과수준에 따른 과실 특성(표 13)은 한 나무에 15개에서 30개까지 착과시켰을 때 과중 및 과실 중경의 차이는 없었으나 35개 정도 착과되었을 때 과실크기가 급격히 작아지는 결과를 나타내었다. 그러나 착과수에 따른 경도, 당도, 색택 등 과실품질의 차이는 없었다. 착과수 조절에 관한 연구 결과 일반적으로 착과 수가 적어질수록 가용성 고형물 함량 및 산도는 증가하나(Awad 등, 2001; Palmer 등, 1997; Volz 등, 1993), 경도는 낮아진다는 보고(Awad 등, 2001) 등이 있으나 본 시험에서는 차이가 없었다. 따라서 ‘유미’ 유목기(3년생) 적정 착과수준은 착과수 25~30개/주까지 가능하였고 210g 이상의 규격과를 생산할 수 있었다.

표 13. ‘유미’ 유목기 착과수준에 따른 과실 특성

(수확시기 : 7월 상순)

착과수 (개/주)	과중 (g)	종경 (mm)	횡경 (mm)	경도 (g/Φ3mm)	당도 (°Bx)	착색정도		
						L	a	b
15	215a	70.9a	76.4b	749a	11.1a	49.9a	22.8a	13.4a
20	216a	71.1a	77.1ab	742a	11.5a	44.6a	18.8a	10.7a
25	220a	70.6a	79.1a	772a	10.8a	46.3a	25.0a	13.3a
30	219a	71.8a	77.2ab	735a	11.3a	46.1a	23.9a	13.2a
35	179b	68.2b	71.7c	717a	10.9a	47.4a	23.7a	11.8a

^aMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

일반적으로 도장된 신초는 수채 하부 엽의 수광량을 감소시켜 탄수화물 요구도가 높아 과실의 비대를 저하시킨다(Lescourret 등, 1998). 따라서 엽과비 조절(Park 등, 2008)이나 적심(Choi와 Kim, 2000)을 통해 광합성 증진, 신초 생장 조절, 과실 품질 향상에 관한 연구들이 수행되었고 착과수가 증가될수록 영양생장은 감소한다는 보고(Erf와 Proctor, 1987; Giuliani 등, 1997; Palmer 등, 1997; Volz 등, 1993) 등이 있다. ‘유미’ 품종의 경우 재배농가에서 대략 5월, 6월, 8월경에 약 3회 정도 신초 적심을 해야 수세 관리에 문제가 없다고 하는데 착과수 처리별 수확 후 신초발생 정도를 조사한 결과(표 14) 착과수가 적을수록 신초수, 신초장, 엽수가 많아지는 경향이 뚜렷하여 유목기에 적정 착과량 조절로 수세 안정화를 유도할 수 있음을 알 수 있었다.

표 14. ‘유미’ 유목기 수확후 신초발생 정도

(조사시기 : 8월 하순)

착과수 (개/주)	신초수 (개/줄기)	신초장 (cm)	엽수 (개/신초)
15	7.1a	60a	89a
20	6.9a	57a	81ab
25	6.0a	55ab	67b
30	5.7b	48b	70b
35	4.5c	42b	62c

^aMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

기타 본 연구기간('14~'16년)에 지역별 동해 및 이상기후로 인한 피해는 없었으며 일반적인 재배관리 하에 기존 품종 대비 신품종에서 문제가 되는 생리장해, 병해충 발생 등 특이사항은 없었다. 또한 연차별 수확량은 지역별, 품종별로 농가의 재배기술에 따라 차이가 커(자료 미제시) 금후 국내육성 품종에 대한 재배법 구명이 체계적으로 수행되어야 할 것이다.

<제3협동과제: 복숭아 신품종의 영남지역에서 생육 및 과신허성 평가>

제1절 재료 및 방법

시험재료

본 시험에 사용된 복숭아는 2014년부터 2016년까지 영천, 경산, 청도지역에서 재배된 복숭아를 대상으로 하였다. 각 지역별로 두 농가이상에서 복숭아를 수확하였고, 특성조사를 위해 한 품종당 고른 품질의 과실을 각 농가당 30개를 조사하였다. 시험품종으로는 조생종은 미황, 미홍 품종으로 찌요마루 품종을 대조품종으로 사용하였고, 천도계통은 천홍, 수홍, 하홍을 대상으로 하였다. 또한 만생종 계통은 진미, 수미 품종을 대상으로 천중도백도를 대조품종으로 선정하였다.

병해충 조사에 사용된 재료는 청도복숭아연구소 재배포장에 식재된 품종을 대상으로 하였다.

과중분포 조사에 사용된 복숭아는 청도복숭아연구소 재배포장에 식재된 품종 중 무작위로 한그루 ~ 세그루를 선정하여 전수를 대상으로 하였다.

반사자재 효과 시험에 사용된 복숭아는 2016년 청도복숭아연구소 재배포장에 열간 6m, 주간 5m의 간격으로 식재된 미황 품종을 대상으로 하였다.

기상데이터 분석

지역별 기상상황 분석을 위한 기상자료는 평균기온과 강우량에 대해서 청도군, 경산시, 영천군농업기술센터의 기상자료를 이용하여 2014년부터 2016년까지의 기상을 비교하였다.

병해충 발생 조사

병해 발생조사는 농촌진흥청 시험연구 조사기준과 과수 관찰포 조사요령에 의거하여 실시하였다. 이병엽률은 과원별로 5주를 선정하고 각 나무의 4방향에서 임의로 신초 가지 8가지를 선정하여 총 800개 엽을 조사하였다. 세균구멍병과 잣빛무늬병 등의 이병과율은 과원별로 5주를 선정하고 각 나무의 2방향에서 임의로 과실 40개씩 총 200개 과실에 대한 병든 과실수를 조사하여 이병률을 구하였으며, 품종은 봉지재배를 하지 않은 계통을 중심으로 조사하였다.

해충의 발생조사는 복숭아순나방 등 심식나방류의 피해과율은 생육조사 지점의 조사대상 나무에서 임의로 5주를 선정하고 나무당 2방향에서 40개씩 총 200개 과실에 대한 피해 과실수를 조사하여 평균 피해 과실률을 구하였고, 피해순률은 비슷한 요령으로 총 200개 신초에 대한 피해순률을 구하였다. 응애류와 진딧물류는 조사대상 포장에서 5주를 선정하고 나무마다 2방향에서 지상 1 ~ 2m 높이의 수관내부와 외부의 신초에서 임의로 10잎씩 총 50잎당 성충 마리수를 조사하여 구하였다.

과신허성조사

과신허성 조사는 각 품종별로 착과위치가 비슷한 과실을 10개씩 3반복으로 수확하여 종경, 횡경 및 과중을 조사하였다. 경도는 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 적도부위 두 방향에서 측정하였으며, 기기조건을 table speed 120mm/min, plunger diameter 5mm로 설정하였다.

당도 및 산도는 Kim 등(1998)의 방법에 따라 시료 3mL을 취해 30mL의 증류수를 가한 후 1분간 균질한 후 여과한 여액을 사용하였으며, 당도는 굴절 당도계(SAM-706AC, GMK, Korea)를 이용하여

측정하였고, 산도는 0.01N NaOH로 pH가 8.30이 될 때까지 적정하여 소비된 양을 사과산(malic acid)으로 환산하여 나타내었다.

반사자재 처리

실험은 반사자재를 멀칭하지 않은 무처리구와, 다공질 반사필름 30일 처리구와 15일 처리구, 알루미늄 반사필름 30일 처리구와 15일 처리구로 두어 시험하였다. 과실흐성조사는 수확 당일 각 처리별로 착과위치가 비슷한 과실을 선별하여 시험에 사용하였다. 반사필름은 폭 1.5m 인 것을 사용하였으며, 반사광을 골고루 받게 하기 위하여 반사필름을 주간부에서 양쪽으로 수관 끝까지 지표면에 피복하였다.

일사량 측정

일사량은 일사량센서(PTRAR NO-70, 미래센서, Korea) 이용하여, 처리구별로 150cm, 50cm 위치에 지표면 방향으로 설치하였고, 직사광 측정을 위해 250cm 위치에 위를 향해 설치하여 측정하였다.

색도측정

색도는 색차계(Chromameter, CM-700D, Minolta, Japan)로 측정하였으며, 밝기를 나타내는 L^* (lightness), 적색도를 나타내는 a^* (redness) 및 황색도를 나타내는 b^* (yellowness)를 측정하였다.

통계분석

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, 12, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다($p \leq 0.05$).

제2절 연구 수행 내용 및 결과

가. 생육기의 기상환경

2014년부터 2016년까지, 3월에서 8월까지 생육기 기상환경을 영천, 경산, 청도지역을 대상으로 조사하였다(그림 1. 2).

기온

그림 1에서 보는 바와 같이 연도별 평균 기온은 지역별로 비슷한 양상을 보였다. 2014년도에는 7월 상순~중순경에 경산지역의 기온이 다른 지역에 비해 평균 2°C 정도 낮게 나타났고, 2015년도에는 청도지역이 다른 지역에 비해 1°C 정도 기온이 높았으며, 2016년에는 세 지역의 기온은 비슷한 경향을 보였다. 연도별 평균기온을 살펴보면 5월 기온이 2016년도에 다른 해에 비해 2°C 정도 낮았고, 2014년도에는 6월 이후부터 8월까지 다른 해보다 기온이 다소 높았던 것으로 조사되었다.

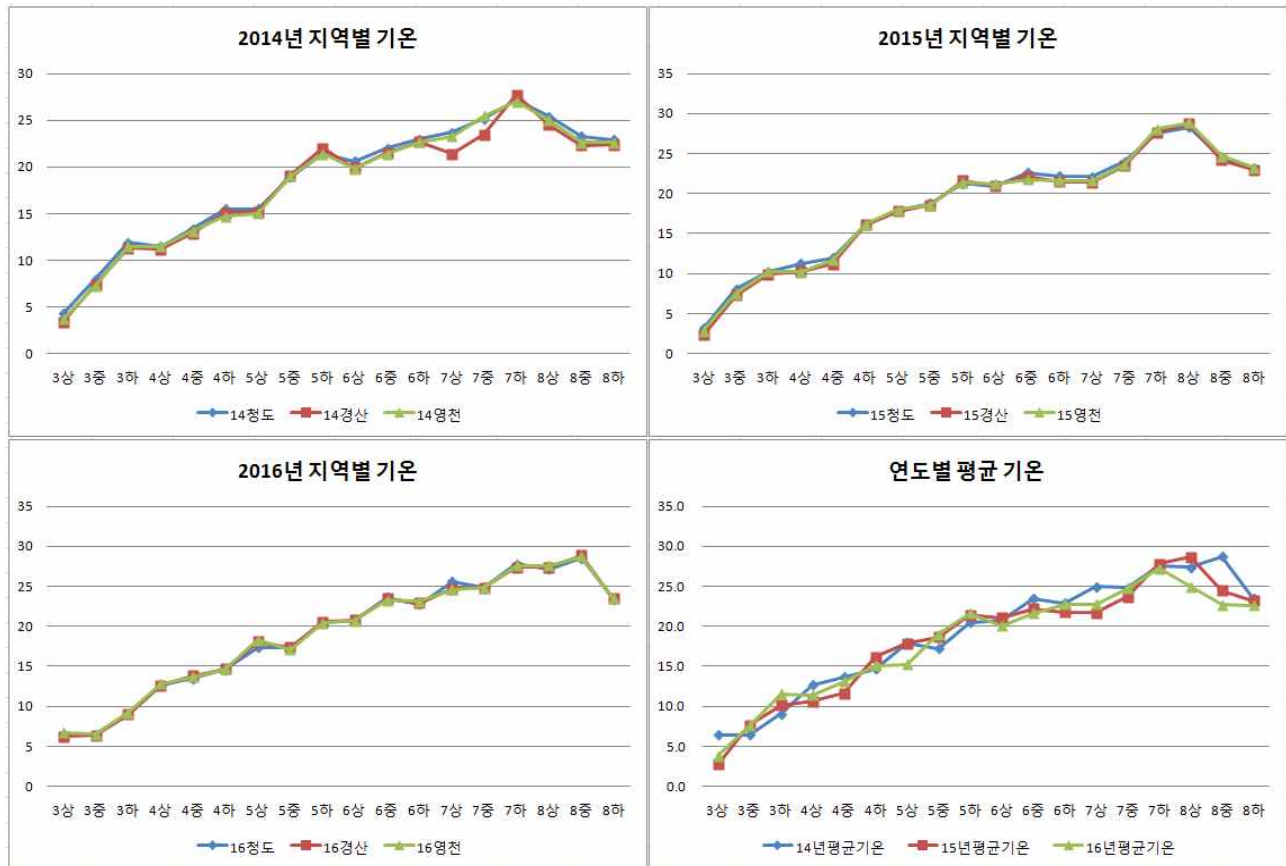


그림 1. 경북지역 지역별, 연도별 평균 기온

강수량

기온에 비해 강수량은 지역·연도별 큰 차이를 보였다. 2014년도의 경우 8월 강수량이 청도, 경산지역이 영천지역에 비해 200mm이상 많은 강우량을 보였고, 영천지역은 생육기 대부분에서 다른지역에 비해 강수량이 적은 것으로 조사되었다. 2015년에는 전체적인 강수량은 다른 해보다 적었지만, 6월부터 8월까지 강수량은 청도, 경산지역이 영천지역에 비해 강수량이 많았던 것으로 조사되었고, 2016년은 2014, 2015년에 비해 4월, 5월, 7월에 강우가 많았던 것으로 조사되었다. 특히 2016년에는 평균적으로 다른 지역보다 강수량이 적었던 영천지역에서 7월 강수량이 많았다. 수확 전 1개월간의 온도와 일조가 과중과 당도와의 관계에 대한 연구(Shin, 2016)에서도 보는 것처럼 이는 당해에 조사되었던, 병해충 발생양상과 과신폭도에도 영향을 끼친 것으로 판단된다. 이와 같이 여름에 비가 많이 오면 일조부족으로 과실내의 당분 축적이 저하되어 품질이 떨어지고 품종에 따라서 열과의 원인이 되기도 하며 병해 발생도 심하게 되므로(농촌진흥청, 2010) 강수량과 일조의 영향에 대한 지역별 영향도 좀 더 심도 있는 추적관찰이 필요할 것으로 사료된다.

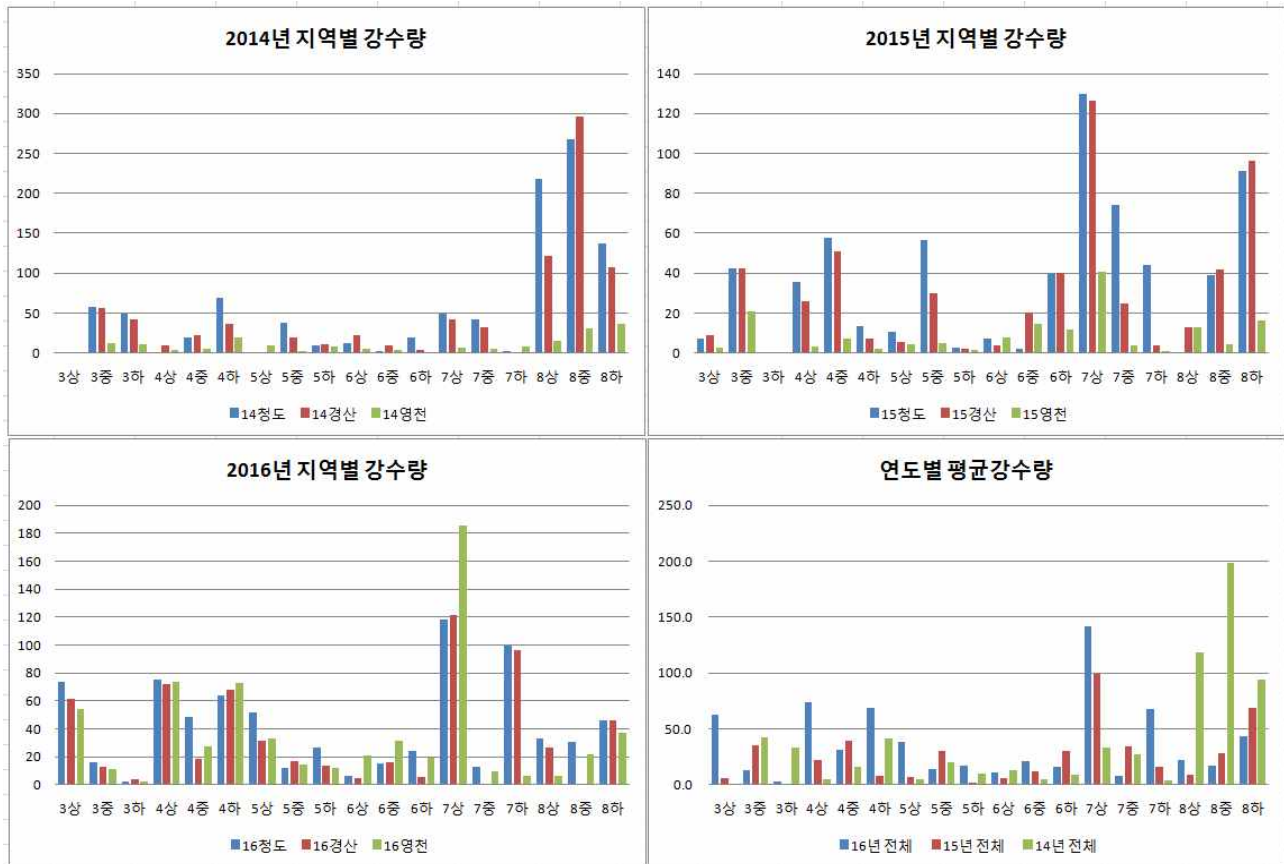


그림 2. 경북지역 지역별, 연도별 평균 강수량

나. 경북지역 연차·품종별 과실통계

영남지역에서 2014년에서 2016년까지 연차별, 품종별 과실통계를 살펴보면 아래와 같다(표 1, 2, 3).

미황, 미홍은 영남지역에서 6월 하순부터 출하되는 조생종 품종이며, 미황, 미홍, 찌요마루 세 품종의 과실의 크기(평균과중)는 미황 226g, 미홍 209g, 찌요마루 184g으로 조사되었고, 미황이 미홍보다 17g 정도, 찌요마루보다 42g 정도 높은 것으로 나타났다. 당도는 미황 10.1° Bx, 미홍 10.6° Bx, 찌요마루는 11.3° Bx로 미황이 찌요마루에 비해 1.2° Bx정도 낮은 것으로 나타났다. 또한 산도는 미홍, 미황은 0.3%, 찌요마루는 0.5% 나타나 찌요마루가 미황, 미홍보다 산도가 높은 것으로 조사되었다.

미홍은 임실에서 과실통계를 연구한 자료를 살펴보면 과중이 295g이상 나오는 것으로 보이는데(Bae, 2016), 이는 수량과 관계가 되는 것으로 보이며 경북지역에서는 미홍의 보급이 늦어 아직 유목상태에서 조사가 되어 위의 결과를 얻은 것으로 보여진다.

표 1. 미황, 미홍 품종의 경북지역에서의 과실통계

품종	연도	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(° Bx)	산도(%)
미황	2014	224.3±35.6a	0.519±0.392b	11.0±0.9a	0.3±0.1b
	2015	219.9±28.9a	1.097±0.708a	9.7±1.2c	0.3±0.1a
	2016	231.5±38.3a	0.318±0.263b	10.3±1.0b	0.3±0.1ab
	평균	225.9±34.6	0.708±0.654	10.1±1.2	0.3±0.1
미홍	2015	198.1±37.4	0.634±0.649	10.6±1.0	0.4±0.1
	2016	230.8±42.2	0.234±0.124	10.8±1.1	0.3±0.1
	평균	209.1±42.0	0.499±0.566	10.6±0.10	0.3±0.1
찌요 마루	2014	149.7±17.8b	0.801±0.775b	11.4±1.3a	0.3±0.1b
	2015	189.5±39.1a	0.752±0.563a	11.2±1.5a	0.5±0.1a
	2016	181.4±31.9a	0.431±0.393a	11.4±1.4a	0.5±0.4a
	평균	184.0±36.7	0.634±0.544	11.3±1.5	0.5±0.3

천홍, 하홍, 수홍은 천도계 품종이며, 평균과중은 천홍, 수홍이 217g, 하홍은 235g으로 하홍이 20g 정도 높게 나타났다. 당도는 세 품종 모두 10° Bx 정도로 조사되었고, 산도는 0.8% 정도로 비슷하게 나타났다.

표 2. 천홍, 수홍, 하홍 품종의 경북지역에서의 과실특성

품종	연도	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(° Bx)	산도(%)
천홍	2014	221.1±60.7b	2.449±0.546a	10.6±0.9a	0.9±0.1a
	2015	194.4±31.8c	2.328±0.651a	9.3±1.0a	0.8±0.6a
	2016	245.7±45.3a	2.042±0.698b	11.2±9.7a	0.8±0.1a
	평균	217.2±47.3	2.221±0.679	10.2±6.3	0.8±0.4
수홍	2014	216.0±49.0b	1.914±1.033a	9.5±0.8c	0.7±0.1a
	2015	192.5±47.0c	2.059±0.772a	10.3±0.8b	0.8±0.1a
	2016	251.9±45.9a	1.147±0.967b	10.6±0.9a	0.8±0.6a
	평균	217.5±53.4	1.684±0.980	10.3±0.8	0.8±0.4
하홍	2014	221.4±19.8b	2.077±0.630b	8.6±0.8b	0.7±0.1b
	2015	213.2±54.3b	2.443±0.478a	10.5±1.2a	0.8±0.1a
	2016	283.0±45.3a	1.090±0.874c	10.8±1.1a	0.7±0.1b
	평균	235.5±53.5	1.952±0.863	10.1±1.4	0.8±0.1

진미, 수미 품종의 특성을 살펴보면 평균과중이 진미 275g, 수미 304g 으로 나타났고, 당도는 진미가 12.9° Bx, 수미가 평균 11.9° Bx로 조사되었다. 진미의 경우 2014년, 2015년보다 2016년에 평균당도가 높게 나타났으며, 수미의 경우 2015년에 당도가 높게 나타났다. 대조품종인 천중도백도는 평균과중 329g, 당도 12.8° Bx로 나타나 경북지역에서 진미, 수미에 비해 높

은 과중, 당도를 보였다.

표 3. 진미, 수미, 천중도백도의 경북지역에서 과일특성

품종	연도	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(° Bx)	산도(%)
진미	2014	327.1±38.7a	1.809±0.352a	13.8±1.1a	0.5±0.0b
	2015	272.0±50.7b	2.011±0.706a	12.2±1.3b	0.5±0.1b
	2016	258.1±57.1b	1.799±1.085a	14.2±1.9a	0.7±0.1a
	평균	275.6±55.1	1.927±0.796	12.9±1.7	0.6±0.1
수미	2014	324.0±14.4a	0.637±0.507b	10.8±0.9b	0.3±0.1c
	2015	302.5±60.0a	1.094±0.641a	12.2±0.9a	0.4±0.1b
	2016	308.5±54.0a	0.914±0.906ab	11.3±2.2b	0.6±0.1a
	평균	304.8±57.7	1.024±0.756	11.9±1.6	0.4±0.1
천중도백도	2014	312.1±19.3b	0.979±0.596a	12.5±1.5b	0.4±0.1c
	2015	306.6±57.5b	1.259±0.764a	12.0±2.1b	0.5±0.1b
	2016	358.0±47.4a	1.041±0.709a	14.0±2.0a	0.5±0.1a
	평균	329.5±54.7	1.150±0.746	12.8±2.2	0.5±0.1

다. 지역별 과실특성

미황은 6월 하순부터 7월 상순까지 출하되는 조생종 품종으로 경북지역 중 경산지역에서 숙기가 가장 빠르고, 과중도 가장 높게 나타났다. 또한 당도는 영천지역에서 출하된 북송아에서 가장 높게 조사되었다.

미홍 또한 6월하순부터 7월상순까지 출하되며, 영천지역에서 과실이 높은 과중을 보였고, 당도는 청도지역에서 과실이 높게 나타났다. 미황과 미홍은 대조품종인 찌요마루 보다 숙기는 1~2일정도 늦었지만, 과중은 20g 이상 높아 경북지역에서는 미황, 미홍이 찌요마루보다 선호되는 것으로 보인다.

표 4. 지역별 과실특성(미황, 미홍, 찌요마루(대조))

품종	지역	만개기	숙기	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(° Bx)	산도(%)
미황	영천	4/16	7/01	213.3±20.5b	0.912±0.652a	10.4±1.0a	0.4±0.0a
	경산	4/10	6/25	252.6±32.5a	0.883±0.688a	10.1±1.0ab	0.3±0.1b
	청도	4/11	6/27	218.9±34.4b	0.485±0.561b	9.8±1.3a	0.3±0.1c
미홍	영천	4/14	6/30	226.7±40.9	0.557±0.687	10.0±0.8	0.4±0.1
	청도	4/11	6/26	195.4±37.5	0.454±0.447	11.1±1.0	0.3±0.1
찌요마루	영천	4/14	6/30	211.5±45.8a	0.678±0.493a	12.1±0.9a	0.5±0.1a
	경산	4/08	6/25	181.8±20.0b	0.625±0.448a	11.1±1.5b	0.6±0.5a
	청도	4/09	6/25	162.9±21.2c	0.607±0.650a	10.8±1.6b	0.3±0.1b

경북지역에서 천홍의 숙기는 7월 중순에서 하순까지이며, 수홍, 하홍은 7월 하순에서 8월 상순까지로 나타났다.

천홍은 청도지역에서 과중이 가장 높게 나타났고, 당도는 비슷한 양상이었지만, 경산지역에서 약간 높게 나타났다. 천도품종의 특성상 산도는 약간 높아 0.8% 정도 나타났다.

수홍은 영천에서 과중이 가장 높게 나타났고, 당도는 세 지역 비슷한 경향을 보였다. 또한 하홍은 천홍과 수홍에 비해 과중이 높게 조사되었고, 당도와 산도는 10° Bx, 0.8%로 천홍, 수홍과 비슷하게 나타났다. 세품종의 경도는 천홍이 2.2kg/Ø5mm정도가 되었고, 수홍은 1.6kg/Ø5mm, 하홍은 1.9kg/Ø5mm정도로 조사되었다.

표 5. 지역별 과실통계(천홍, 수홍, 하홍)

품종	지역	만개기	숙기	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(° Bx)	산도(%)
천홍	영천	4/14	7/23	210.2±36.0b	2.326±0.725a	10.0±1.1a	0.8±0.1a
	경산	4/10	7/21	214.6±35.2b	2.286±0.541a	10.6±10.5a	0.8±0.7a
	청도	4/11	7/21	227.8±65.0a	2.024±0.729b	9.8±1.5a	0.8±0.1a
수홍	영천	4/13	8/3	234.2±47.6a	1.587±0.980a	10.5±0.9a	0.7±0.1a
	경산	4/8	8/2	214.0±53.1b	1.755±0.926a	10.1±0.9b	0.8±0.6a
	청도	4/10	8/3	206.0±55.6b	1.686±1.046a	10.2±0.7b	0.8±0.1a
하홍	경산	4/10	8/1	232.9±36.0	2.118±0.744	9.5±1.1	0.7±0.1
	청도	4/10	8/2	240.2±75.6	1.653±0.983	11.1±1.2	0.8±0.1

진미는 경북지역에서 8월 중순~하순까지 출하되며, 수미는 8월 하순에서 9월 상순까지 출하되는 만생종 품종이다. 진미는 청도지역에서 영천지역보다 2일정도 숙기가 빨랐고, 수미는 청도지역이 영천지역보다 숙기가 3일 정도 빨랐다.

진미, 수미는 영천지역에서 청도지역보다 과중20g, 40정도 높게 나타났고, 당도는 진미의 경우 두 지역 비슷하였고, 수미는 영천지역이 청도지역보다 1.8° Bx 정도 높게 나타났다.

표 6. 지역별 과실통계(진미, 수미, 천중도백도(대조))

품종	지역	만개기	숙기	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(° Bx)	산도(%)
진미	영천	4/14	8/20	259.5±46.0	2.411±0.663	13.0±1.0	0.6±0.1
	청도	4/10	8/18	283.8±57.6	1.682±0.746	12.9±2.0	0.5±0.1
수미	영천	4/14	9/3	320.3±61.9	0.788±0.512	12.5±1.2	0.4±0.1
	청도	4/10	8/30	277.0±35.5	1.447±0.926	10.7±1.5	0.4±0.1
천중도 백도	영천	4/15	8/20	357.5±60.2a	0.874±0.596b	12.1±2.1c	0.5±0.1b
	경산	4/11	8/17	335.2±41.4b	1.219±0.810a	13.8±2.4a	0.5±0.1a
	청도	4/12	8/17	304.7±47.7c	1.302±0.744a	12.7±1.9b	0.5±0.1c

지역별, 품종별 주요 병해충 조사(이병엽률)는 표 7과 같다.

경북지역에서 2년간 세균구멍병이 10%정도로 많이 발병하였고, 특히 2016년 청도지역에서 평균 20% 가까운 이병엽률을 보였다. 이는 5월 강우량이 평년에 비해 많았고, 청도지역이 다른 지역에 비해 5월 강풍(순간 최대풍속 20m/sec)의 영향을 받아 큰 피해를 본 것으로 추정된다.

세균구멍병의 품종간 차이를 살펴보면 미홍이 미황에 비해 높은 이병엽률을 나타내고, 미홍이 미황이나 찌요마루에 비해 세균구멍병이 약한 것으로 보여진다.

잣빛무늬병, 노린재, 순나방은 전반적으로 1~5% 정도 발병율을 보였지만 지역·품종간 차이에 의한 것으로 보이지는 않았다.

표 7. 지역·품종별 병해충 조사(이병엽률)

(단위 : %)

지역	품종	세균구멍병		잣빛무늬병		노린재		순나방	
		2015년	2016년	2015년	2016년	2015년	2016년	2015년	2016년
영천	미황	9.0	6.1	-	-	3.2	1.0	0.2	0.2
	미홍	9.8	22.9	0.2	-	2.5	2.6	-	0.2
	찌요마루	11.6	16.3	-	-	5.2	3.8	0.4	0.2
	천홍	7.9	11.8	-	-	2.2	0.9	1.1	0.5
	수홍	5.6	14.0	-	-	0.0	0.2	1.2	0.4
	진미	5.6	11.2	-	-	8.3	2.2	0.1	0.4
	수미	3.5	1.9	0.2	-	1.3	0.9	0.3	0.0
	천중도백도	4.4	2.9	-	-	3.1	0.7	0.8	0.0
경산	미황	11.4	10.5	0.1	0.5	2.4	3.0	0.0	0.2
	찌요마루	11.6	7.3	-	-	5.5	5.0	0.3	0.8
	천홍	5.7	8.7	0.2	-	1.3	0.9	0.1	0.1
	수홍	6.9	5.0	-	0.3	0.7	1.9	0.8	0.7
	하홍	11.2	11.3	-	1.3	3.0	1.3	0.7	1.9
	천중도백도	5.4	4.6	-	0.1	2.0	4.3	0.2	0.3
청도	미황	6.9	16.1	0.1	-	4.1	2.8	0.1	0.9
	미홍	14.9	26.0	1.0	-	4.9	2.2	1.0	0.9
	찌요마루	7.9	9.8	0.5	-	7.2	3.3	2.4	0.8
	천홍	9.1	15.4	-	-	4.9	3.0	0.7	1.8
	수홍	6.0	19.1	0.3	-	1.0	5.9	0.4	2.7
	하홍	1.0	12.4	-	-	1.4	9.1	1.0	2.0
	진미	0.0	8.8	-	-	2.4	3.1	-	0.5
	수미	1.0	13.0	-	-	2.5	3.8	2.0	2.5
	천중도백도	5.3	21.7	0.2	-	4.1	2.2	-	1.3

품종별 과실의 생리장해 및 병해충 조사(이병과율)는 표 8과 같다. 조사는 2015년, 2016년 2년간 실시하였고, 조사지역은 청도북송아연구소 시험포장에서 조사하였다.

미황, 미홍 등 조생종의 경우 5% 내외로 핵할이 나타났고, 천도계통은 핵할 발생이 많았으며 특히 천홍은 2016년에 36% 정도 핵할이 발생하였다.

만생종 품종에서 열과 발생율이 높았으며, 특히 천중도백도에서는 2015년, 2016년 조사기간

동안 15%의 열과가 발생하였다.

품종별로 세균구멍병은 미황이 2015년에 23%, 2016년에 46%로 높은 이병과율을 보였고, 천중도백도에서 2016년에 20% 정도, 천홍에서 16% 정도 발생하였다. 잣빛무늬병은 천도계통에서 많이 발생을 하였으며, 해충의 피해는 품종 간 차이는 적은 것으로 나타났다.

표 8. 품종별 과실 생리장해 및 병해충 조사(이병과율)

(단위 : %)

품종	해할	열과	세균구멍병	잣빛무늬병	노린재	순나방	심식나방	
미황	2015	4.1	-	2.6	0.5	3.1	-	0.5
	2016	3.7	2.8	4.6	6.0	0.2	2.1	-
미홍	2015	5.1	1.0	23.5	-	0.5	2.6	0.5
	2016	4.9	0.5	46.3	1.4	-	1.4	2.3
찌요마루	2015	1.1	-	1.6	-	1.1	0.5	0.5
	2016	0.7	4.9	9.8	0.7	1.7	4.2	-
천홍	2015	9.0	-	-	9.0	-	-	-
	2016	36.0	4.0	16.0	25.0	6.0	-	-
수홍	2015	4.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0
	2016	14.0	1.0	8.0	17.0	1.0	3.0	1.0
하홍	2015	23.0	2.0	-	-	-	-	2.0
	2016	18.0	7.0	5.0	8.0	2.0	2.0	1.0
진미	2015	-	-	2.0	9.0	-	-	-
	2016	-	15.0	3.0	9.0	-	2.0	1.0
수미	2015	-	-	1.0	-	-	1.0	3.0
	2016	5.0	7.0	-	1.0	-	1.0	-
천중도백도	2015	2.0	17.0	-	1.0	1.0	1.0	1.0
	2016	1.0	15.0	20.0	21.0	-	1.0	1.0

* 조사지역 : 청도복숭아연구소 시험포장

라. 품종별 과중 분포 비교

조생품종인 미황은 찌요마루보다 3년간 평균과중이 더 높게 나타났으며, 그래프에서 오른쪽으로 낮게 정규분포 곡선을 나타냈다(그림 3).

천도계통의 과중분포는 품종간 큰 차이는 없었으나, 하홍>수홍>천홍 순으로 나타냈다(그림 4).

만생종 품종의 과중 분포에서는 품종간 큰 차이를 보이지는 않았고, 300g 정도에서 가장 높은 그래프 양상을 보였다(그림 5).

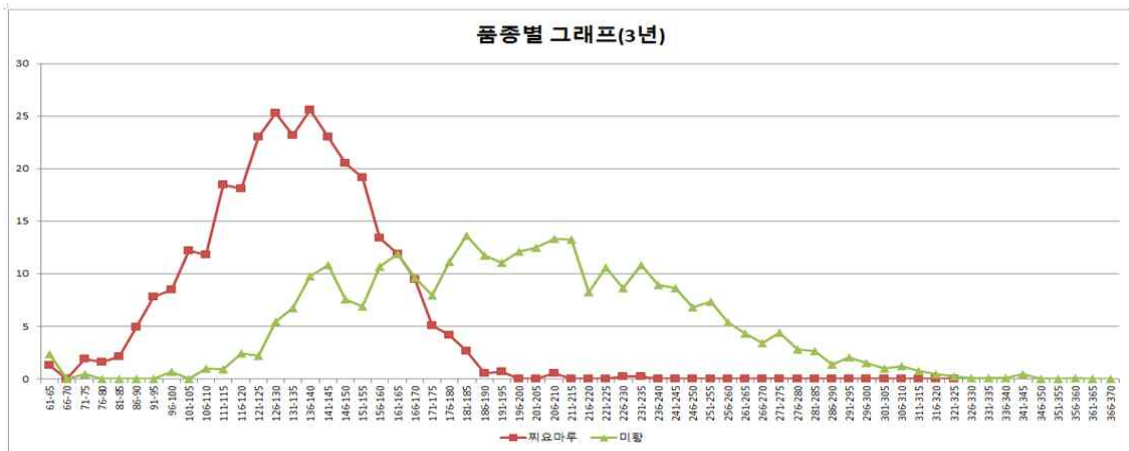


그림 3. 조생품종의 과중 분포 비교(미황, 찌요마루)

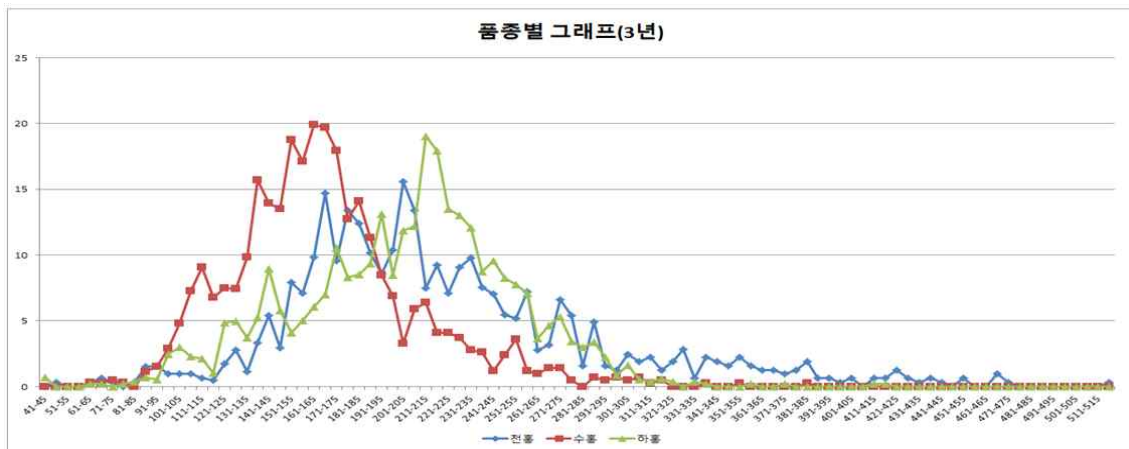


그림 4. 천도계통의 과중 분포 비교(천홍, 수홍, 하홍)

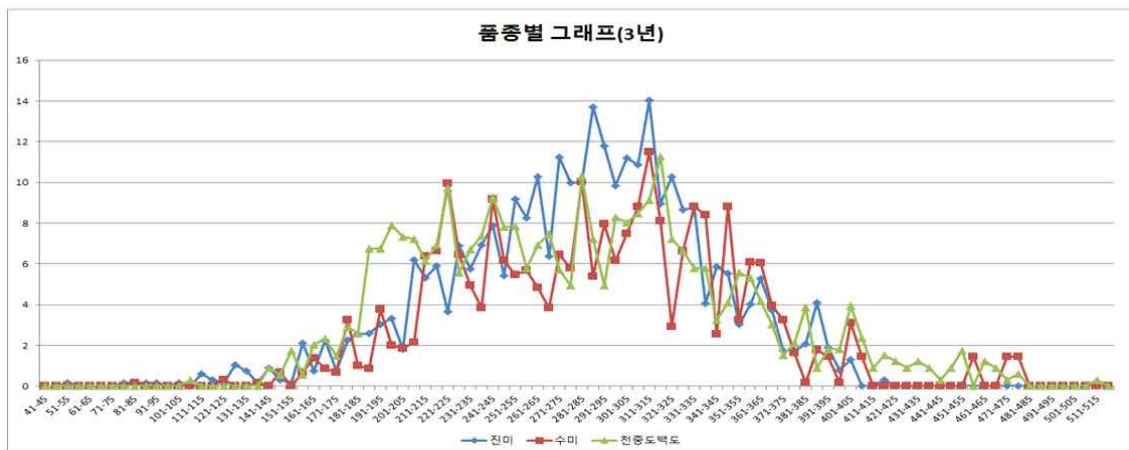


그림 5. 만생종 품종의 과중 분포 비교(진미, 수미, 천중도백도)

마. 경북지역 과실 출하



조생종(2kg)

천도계통(10kg)
그림 6. 포장 박스 규격

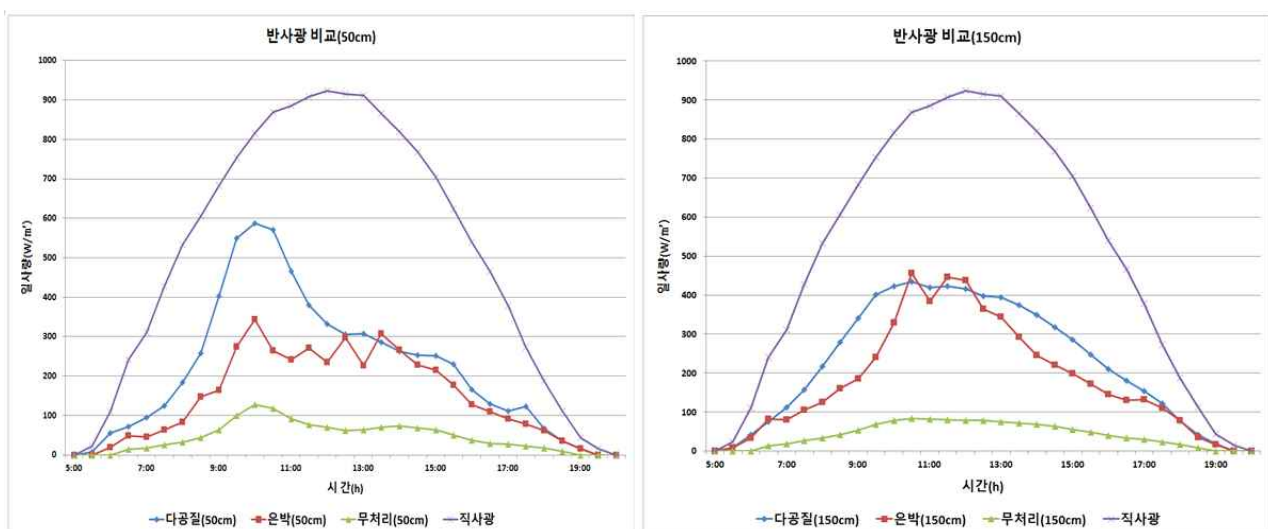
만생종(4.5kg)

그림 6에서 보는 것과 같이 조생종 품종인 미황, 미홍은 소포장(2kg)을 이용하여 많이 출하되고, 천도계통은 과실의 경도가 높아 10kg 포장으로 출하되고 있으며, 만생종은 일반적인 4.5kg 포장으로 출하되고 있는 것으로 조사되었다.

바. 반사자재 멀칭에 의한 조생종 복숭아 미황 품질 향상 효과

수체 생육 환경

반사필름 종류별 일사량 변화는 그림 7과 같다. 지표면에서 50cm 위치에서 받는 반사광량을 비교해보면 반사필름을 처리한 곳의 반사광량이 무처리구에 비해 다공질필름은 최고 4배 이상, 알루미늄 반사필름은 3배 이상 많은 양의 일사를 받았다. 또한 오전 12시까지는 급격하게 증가하였고, 12시 이후에는 증가정도 보다 완만하게 감소하였다. 150cm 위치에서 받는 반사광량은 약간의 차이는 있었지만 비슷한 양상이었다. 반사 필름 이용 연구에 따르면 반사필름 사용 시 반사광량이 16% 증진되었다는 보고가 있었다(Kim, 2006).



반사필름 종류별 일사량 변화(지표에서 50cm) 반사필름 종류별 일사량 변화(지표에서 150cm)

그림 7. 반사필름 종류별 수관하부 반사량 비교

또한 반사필름 종류별 처리는 그림 8과 같이 수관하부에 최대한 많은 빛을 받기위해 수관끝까지 멀칭하였다.



다공질 반사필름

알루미늄 반사필름

무처리

그림 8. 반사필름 종류별 처리 사진

품질 개선 효과(과중 증가, 당도 증가)

반사필름 종류 및 처리시기에 따른 과실특성을 살펴보면 과중은 다공질필름 30일처리 시 무처리에 비해 평균 과중은 30.9g(14.5%) 증가하였고, 평균 당도는 2.8° Bx 증가하였다. 다공질필름 15일 처리 시 평균 과중은 13.8g 증가하였고, 평균 당도는 1.4° Bx 증가하였다. 또한 알루미늄 반사필름 30일 처리 시 무처리에 비해 평균 과중은 19.1g(9%) 증가하였고, 평균 당도는 1.7° Bx 증가하였다. 알루미늄 반사필름 15일 처리 시 평균 과중 4.8g 증가하였고, 평균 당도는 0.9° Bx 증가하였다. 평균 산함량은 0.2~0.3% 정도로 유의차는 없었다.

표 9. 반사필름 종류 및 처리시기에 따른 과실특성(미황 : 6월 26일 수확)

위치	처리별	과중(g)	경도(kg/Ø5mm)	당도(° Bx)	산도(%)
상부	다공질필름 30일	258.9±12.3a	0.170±0.014b	14.3±0.9a	0.3±0.1a
	다공질필름 15일	250.4±16.7ab	0.168±0.077ab	12.7±0.7bc	0.3±0.0ab
	반사필름 30일	256.4±23.2a	0.177±0.123ab	13.8±1.3ab	0.4±0.1b
	반사필름 15일	233.2±34.5bc	0.151±0.017ab	12.5±0.8c	0.3±0.1ab
	무처리	223.5±18.8c	0.253±0.098a	11.0±0.8d	0.2±0.0b
하부	다공질필름 30일	228.0±20.6a	0.142±0.080a	12.5±1.1a	0.3±0.0a
	다공질필름 15일	202.3±20.8a	0.200±0.052a	11.2±0.8b	0.2±0.1a
	반사필름 30일	206.8±30.5a	0.141±0.019a	10.8±1.0b	0.3±0.1a
	반사필름 15일	201.4±33.6a	0.164±0.030a	10.4±1.0b	0.3±0.0a
	무처리	201.6±28.0a	0.179±0.042a	10.1±0.5b	0.3±0.1a
평균	다공질필름 30일	243.4±22.9a	0.125±0.058b	13.4±1.3a	0.3±0.1a
	다공질필름 15일	226.3±30.7ab	0.184±0.064ab	12.0±1.1b	0.3±0.1ab
	반사필름 30일	231.6±36.6ab	0.159±0.085ab	12.3±1.9ab	0.3±0.1a
	반사필름 15일	217.3±36.9b	0.158±0.024ab	11.5±1.4bc	0.3±0.1ab
	무처리	212.5±25.8b	0.216±0.081a	10.6±0.8c	0.2±0.1b

복숭아 품종 미황의 수확 시기에 따른 색차도는 표 10과 같다. 6월 26일 수확한 미황 품종은 다공질 반사필름 30일 처리 시 L값은 55.5, a값은 14.0, b값은 18.7로 나타났고, 무처리에서는 L값이 65.2, a값은 6.7, b값은 22.3으로 나타났다. 다공질 반사필름 30일, 다공질 필름 15일, 알루미늄 반사필름 30일, 알루미늄 반사필름 15일, 무처리 순으로 L값, b값은 증가하고, a 값은 감소하였다.

그림 9는 6월 26일 수확한 미황의 처리별 과실사진이다. 다공질 반사필름은 색도값의 경향처럼 붉은 빛이 많이 나고 밝기가 어두운 것을 알 수 있으며, 무처리로 갈수록 붉은 빛이 적고 밝기가 밝아지는 것을 볼 수 있다.

표 10. 미황 수확 시기에 따른 색차도(하부 평균값)

구분	색차도(6월26일 수확)			색차도(6월28일 수확)		
	L	a	b	L	a	b
다공질필름 30일	55.5±7.5b	14.0±3.6ab	18.7±4.3b	45.2±10.1bc	15.3±4.2a	13.3±5.6bc
다공질필름 15일	49.7±7.2b	14.4±2.7ab	15.4±4.5b	42.9±6.7c	17.6±3.4a	11.6±4.5c
반사필름 30일	50.7±5.3b	15.3±4.1a	16.2±2.8b	46.6±8.8bc	16.3±2.8a	13.9±5.0bc
반사필름 15일	51.7±11.6b	11.3±5.9b	16.0±6.4b	49.9±8.2b	15.4±3.2a	15.3±4.5b
무처리	65.2±7.0a	6.7±5.0c	22.3±3.7a	57.3±6.9a	12.3±4.1b	18.9±3.7a



다공질 반사필름

알루미늄 반사필름

무처리

그림 9. 반사필름 종류별 과실 사진

사. 적 요

복숭아 주산지인 경북지역에 적합한 품종을 선택하기 위한 기초자료를 마련하기 위하여, 국내육성품종 미황, 미홍, 천홍, 수홍, 하홍, 진미, 수미의 과실특성을 평가하였다. 또한 재배지 변동이 가속화되고 있는 복숭아 재배환경에 신육성 품종이 보다 잘 적응할 수 있는 안전 재배지를 선정하여 보급하고, 고품질 안전생산을 위한 재배매뉴얼을 개발하기 위하여 수행되었다.

1. 신품종 복숭아 미황, 미홍은 영남지역에서의 생육 및 과실특성은 6월 하순부터 7월 상순에 수확하는 조생종 품종으로 과중이 200g, 당도가 10° Bx 이상되는 고품질 복숭아 품종이다. 미황은 경북지역에서 과중은 경산지역에서 가장 높게 나타났고, 당도는 영천지역에서 가장 높게 나타났다.
2. 천도계통 복숭아 품종인 천홍, 하홍, 수홍은 영남지역에서 7월 하순부터 8월 중순에 수확되며, 경도가 높아 유통이 용이하고, 하홍, 수홍은 당도가 10° Bx이상되는 품종이며, 경북지역에서 10kg박스를 주로 이용하여 출하된다.

3. 만생종 복숭아 수미, 진미는 경북지역에서 8월 하순에서 9월 상순에 수확되며, 평균과중 300g이상되는 대과형 품종으로, 진미는 당도가 13° Bx이상 되는 고당도 품종이며, 수미 또한 평균당도 12° Bx이상이고 영천지역에서 과중, 당도가 높게 조사되었다.
4. 경북지역에서 2년간 세균구멍병이 10% 정도로 많이 발병하였고, 특히 2016년에 청도지역에서 평균 20% 가까운 이병엽률을 보였고 품종별로는 미홍이 세균구멍병에 약한 것으로 나타났다. 또한 생리장해인 핵할은 천도계통에서 많이 나타났다.
5. 조생종 복숭아 미황에 반사자재를 이용하면 품질향상에 효과가 있었다. 다공질 반사필름 멀칭 시 과중 13g이상, 1.4° Bx이상의 과중, 당도 증가의 효과가 있었고, 알루미늄 반사필름 멀칭 시에는 과중 4.9g이상, 0.9° Bx이상의 과중, 당도 증가의 효과가 있었다. 또한, 착색촉진, 숙기 단축의 효과도 있었다.
6. 미황과 미홍은 찌요마루보다 과중이 크고, 식미가 우수한 조생품종으로 점차 보급이 확대될 것으로 판단되며, 천홍은 경북지역에서 널리 분포하고 있는 선호품종이다. 수홍과 하홍은 신육성 품종이지만 천홍과 비슷한 과실특성을 나타내며, 수홍은 수확기에 낙과 피해가 있고, 하홍은 천홍에 비해 보구력이 떨어져 재배농가에 많이 보급되지 않은 것으로 보인다.
7. 수미, 진미는 과중 및 당도가 높은 고품질의 복숭아 품종이지만, 수미의 경우 조기 낙과가 많고, 진미는 열과가 많아 널리 보급되지 않은 것으로 보인다. 재배적인 방법으로 위의 문제를 극복하면 재배면적이 확대될 것으로 보인다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

* 연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 연구개발목표의 달성도 및 관련분야의 기술발전예의 기여도 등을 기술

제1절 : 목표대비 달성도

<제1세부과제: 복숭아 신육성 품종별 휴면 및 저온반응 특성 구명>

당초 목표	가중치(%)	개발 내용	달성도(%)
1) 복숭아 신육성 및 주요품종에 대한 저온요구도 조사	50	1) 복숭아 신육성 및 주요품종에 대한 저온요구도 조사	50
2) 복숭아 신육성 및 주요 품종에 대한 품종별 내한성 평가	50	2) 복숭아 신육성 및 주요 품종에 대한 품종별 내한성 평가	50

<제2세부과제: 복숭아 신육성 품종의 품질향상 기술 개발>

당초 목표	가중치(%)	개발 내용	달성도(%)
○ 국내 육성 품종의 재배적 문제점 대응기술 개발 및 신품종에 맞는 재배법 구명	60	○ 수미품종 수확전낙과 원인 및 방지기술 구명	20
		○ 미홍 과실비대, 진미 착색촉진 기술개발	20
		○ 미스홍, 유미 품종의 재배현장 반응 및 애로기술 발굴	20
○ 재배매뉴얼 개발	40	○ 진미, 수미, 미홍의 재배적 문제점 및 대응기술 정보제공	20
		○ 최근 육성 신품종 품종특성 정보 제공	20

<제1협동과제: 복숭아 신품종의 중부내륙지역에서 생육 및 과실특성 평가>

당초 목표	가중치(%)	개발 내용	달성도(%)
1)복숭아 재배한계 저온지역에서의 기존 주요품종과 국내 육성품종의 내한성 검토	40	1)복숭아 신품종 및 주요 재배 품종별 동해 및 저온피해 수준 비교	40
2)지역별 기존 주요품종과 국내 육성품종의 과실 특성 비교	30	2)성과기 중부내륙지역 신 육성 복숭아 품종들의 과실특성 비교	30
3)지역별 안전성과 고품질이 확보된 국내육성 품종선발	30	3)지역별 안전성과 고품질이 확보된 국내육성 품종 최종 선발	30

<제2협동과제: 복숭아 신품종의 호남지역에서 생육 및 과신허성 평가>

당초 목표	가중치(%)	개발 내용	달성도(%)
○ 재배지역별 국내 육성 신품종의 생육 특성 비교 및 적응성 검토 ○ 기존품종 대비 과신허성 평가 및 신품종에 맞는 재배법 구명	100	○ 복숭아 신품종 ‘유미 전북지역 확대보급’(14~16) - 전주, 임실, 남원 40농가 53ha - 신규 재식묘 활착률 높고 생육 양호 ○ 기존 보급 품종 생육 및 과신허성 평가: ‘미홍’, ‘미황’ - 수확기가 평년대비 빨라지고 있음(6월 18~25일) - 일본품종 대비 수확기 빠르고 과중 및 당도 높음 ○ 재배환경기상 토양, 생리장해 등에 따른 생육 양상 - 기존 품종 대비 특별한 문제점 발견되지 않음 ○ 복숭아 생육재배를 위한 ‘미홍’ 무방치재배기술 개발 - 과중 240g, 당도 11.0°Bx의 규격과 생산 ○ 신품종 품종 ‘유미’ 유목기 적정 착과수준 구명 - 길이 30mm 이하인 중단과지 기준 25~30개/주	100

<제3협동과제: 복숭아 신품종의 영남지역에서 생육 및 과신허성 평가>

당초 목표	가중치(%)	개발 내용	달성도(%)
국내 육성품종의 농업적 특성 비교	100	과신허성 및 생리장해 발생 비교	100

제2절 : 정량적 성과(논문게재, 특허출원, 기타)를 기술

성과지표명		연도	당초 목표 (전체)	실적	달성도 (%)	가중치 (%)
논문게재	SCI		2	2	100	15
	비SCI		4	1	25	20
농가기술지도/컨설팅/ 현장기술지원			15	17	113	10
영농활용기관제출			8	8	100	20
자료발간건수			2	3	150	5
정책제안기관제출			1	0	0	5
학술발표	국제		1	2	200	5
	국내		8	17	213	10
홍보성과(점)			30	54.2	180	10
기술이전			0	1		
계			71	105.2	120	

제 5 장 연구 결과의 활용 계획

<제1세부과제: 복숭아 신육성 품종별 휴면 및 저온반응 특성 구명>

복숭아 품종별 저온요구도에 대한 정보는 수채 휴면 생리에 대한 기초자료로 활용할 수 있으며 추후 지구온난화로 인한 겨울철 저온 경과 시간 변화 등 환경 변화에 따른 수채 반응을 예상할 수 있다. 복숭아 품종별 내한성 검정을 통해 얻어진 내한성 자료는 복숭아 동해 위험지역에서 과원을 신규 조성하거나 품종을 갱신할 때 품종 선택에 있어서 참고할 수 있는 자료가 될 것으로 예상된다. 특히 저온에 따른 꽃눈 피해를 등은 저온 및 경과 시간에 따른 피해를 정보를 확인할 수 있다.

<제2세부과제: 복숭아 신육성 품종의 품질향상 기술 개발>

복숭아 품종별 저온 및 휴면 생리를 기초한 안전재배지대 선정 및 복숭아 생육단계별 동해 한계온도 설정으로 내한성 정보를 구축하고 생육시기별 동해 대책 마련에 활용할 수 있다. 육성 신품종의 재배현장의 문제점을 조기 해결하고 재배매뉴얼 개발을 통한 신품종의 안전재배 기술 및 조기 보급 촉진 및 확대할 것으로 기대된다. 또한 육성 복숭아 신품종 안정생산을 위한 주산지 재배농가 실용기술 보급에 도움이 될 것으로 판단된다.

<제1협동과제: 복숭아 신품종의 중부내륙지역에서 생육 및 과실특성 평가>

복숭아 품종들의 내한성 정보 활용 및 중부내륙지역 복숭아 품종들의 과실특성 비교 등의 영농기술정보를 통해 중부내륙지역 복숭아 농가의 재배기술 보급에 도움이 될 것이다.

<제2협동과제: 복숭아 신품종의 호남지역에서 생육 및 과실특성 평가>

국내 육성 복숭아 안정생산체계 구축을 위한 적응성 평가 및 재배법 구명으로 복숭아 유망 품종 확대 보급 및 신품종 재배적지를 선정하여 대표 품종으로 개발하고 복숭아 신품종 재배면적 확대에 따른 문제점 해결을 위한 중장기 연구과제 계획수립에 활용할 것으로 기대된다.

<제3협동과제: 복숭아 신품종의 영남지역에서 생육 및 과실특성 평가>

신품종 과실특성 정보 제공을 통해 국내 육성 품종의 보급 확대에 기여할 것으로 생각된다. 또한, 신육성 품종의 재배상의 문제점 해결을 통한 농가 소득을 향상시켜 고품질 복숭아 안정생산에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

제 6 장 연구 과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

- 해당없음

제 7 장 연구 개발 결과의 보안 등급

- 해당없음

제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

- 해당없음

제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

연구실 안전조치를 충분히 이행하여 필요시 연구실 안전확보를 위한 안전관리 담당자에게 수시 점검 요청하였으며, 시험포장 및 연구실 안전시설이나 장비에 관한 관리가 정기적으로 실시함

제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	논문	Profiling diversity and comparison of Eastern and Western cultivars of <i>Prunus persica</i> based on phenotypic traits	원예원	1저자	Euphytica	1.385	2015.06.	단독사사	SCI
2	논문	'Hahong' Nectarine	원예원	공동 저자	HortScience	0.938	2014.01.	단독사사	SCI
3	논문	복숭아 과원에서 잡초방제 방법이 신초 생육 및 수량에 미치는 영향	충북 도원	참여	한국	60.0	2015.07.19	단독	
4	학술 발표	Changes of starch contents according to cultivars and regions in peach tree	"	참여	이탈리아		2014.08.17	"	
5	학술 발표	Relationships between starch content and freezing injury occurrence	"	참여	한국		2014.10.22	"	
6	학술 발표	Effect of Potassium Dihydrogen Phosphate Foliar-applied on Peach Cultivar 'Changhown Hwangdo' damaged by a Hailstorm	"	주관	"		2015.05.20	"	
7	학술 발표	복숭아 주요 품종들의 중부 내륙지역에서 동해 저항성 평가	"	"	"		2015.05.20	"	
8	학술 발표	몇 가지 복숭아 품종들의 중부 내륙지역에서 과신통성 평가	"	"	"		2015.10.28	"	
9	학술 발표	복숭아 유명 품종의 과신통성에 미치는 기후요인	"	"	"		2016.05.25	"	
10	학술 발표	복숭아 천홍 품종의 과신통성에 미치는 기후요인	"	"	"		2016.10.26	"	
11	영농 기술	복숭아 품종들의 내한성 정보 활용	"	"	"		2016.11.18	"	
12	영농 기술	중부내륙지역에서 복숭아 품종들의 과신통성 비교	"	"	"		2016.11.18	"	
1	홍보	국내 육성 복숭아 농가소득기여	전북 도원	"	"		2015.07.01		
2	학술 발표	국내육성 복숭아 보급확대를 위한 적응성 평가	"	"	"		2015.10.26		
3	학술 발표	복숭아 신품종 '미홍'의 전북지역에서 생육 및 과신통성 평가	"	"	"		2016.11.30		
4	영농 기술	복숭아 신품종 '미홍' 무봉지재배효과	"	"	"		2015.11.30		
5	영농 기술	복숭아 '유미' 유목기 적정 착과수준	"	"	"		2016.11.30		

제 11 장 기타사항

당초 계획	변경 내용	변경 사유
논문게재(비SCI) : 1건(2016년)	논문게재(비SCI) : 1건(2015년)	조기달성

제 12 장 참고문헌

- Anderson, J.L. and S.D. Seeley. 1993. Bloom delay in deciduous fruits. *Horts. Rev.* 15:97-144
- Aoun, M.F., K.B. Perry, W.H. Swallow, D.J. Werner, and M.L. Parker. 1993. Antitranspirant and cryoprotectant do not prevent peach freezing injury. *HortScience.* 28(4):343.
- Arakawa, O., N. Uematsu, and H. Nakajima. 1994. Effect of bagging on fruit in quality apples (*Malus pumila*). *Bull. Fac. Agr. Hirosaki Univ.* 57:25-32.
- Arora, R., M. Wisniewski, and L.J. Rowland. 1996. Cold acclimation and alterations in dehydrin-like and bark storage proteins in the leaves of sibling deciduous and evergreen peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:915-919
- Arora, R., M. Wisniewski, and R. Scorza. 1992. Cold acclimation in genetically related (sibling) deciduous and evergreen peach. I Seasonal changes in cold hardiness and polypeptides of bark and xylem tissues. *Plant Physiol.* 99:1562-1568
- Award, M.A., A.D. Jager, M. Dekker, and W.M.F. Jongen. 2001. Formation of flavonoids and chlorogenic acid in apples as affected by crop load. *Sci. Hort.* 91:227-237.
- Bae, K. S., H. J. Jeon, H. C. Kim, S. K. Yun, and T. C. Kim. 2016. Fruit Characteristics and Free Sugar Content of 'Mihong' Peach. *원예과학기술지 제34권 별호Ⅱ*: 151-151
- Barden, C.L. and W.J. Bramlage. 1994. Accumulation of antioxidants in apple peel as related to preharvest factors and superficial scald susceptibility of the fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:264-269.
- Bartels, D. and R. Sunkar. 2005. Drought and salt tolerance in plants. *Critical Rev. Plant Sci.* 24:23-58.
- Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218:443-448.
- Breton, G., J. Danyluk, F. Ouellet, and F. Sarhan. 2000. Biotechnological applications of plant freezing associated proteins. *Biotech. Annu. Rev.* 6:57-99.
- Burke, M.J., L.V. Gusta, H.A. Quamme, C.J. Weiser, and P.H. Li. 1976. Freezing and injury in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27:507-528.
- Burr, K.E., R.W. Tinus, S.J. Wallner, and R.M. King. 1990. Comparison of three cold hardiness tests for conifer seedlings. *Tree Physiol.* 6:351-369.
- Cai, Q., G.A. Moore, and C.L. Guy. 1995. An unusual group 2 LEA gene family in citrus responsive to low temperature. *Plant Mol. Biol.* 29:11-23.
- Callahan, A., R. Scorza, P. Morgens, S. Morgens, S. Mante, J. Cordts, and R. Cohen. 1991. Breeding for cold hardiness: searching for genes to improve fruit quality in cold-hardy peach germplasm. *Hort. Sci.* 26(5):552-526.
- Chang, S., J. Puryear, and J. Cairney. 1993. A simple and efficient method for isolating RNA from pine trees. *Plant Mol. Biol. Rep.* 11:113-116.
- Choi, D.J., W.H. Park, I.S. Kim, J.W. Cho, S.Y. Choi, and Y.G. Sim. 2008. Breeding of early season peach cultivar 'Chowhang' (*Prunus* sp.) with high quality. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 26. (SUPPL.). p.71.

- Choi, D.J., W.H. Park, I.S. Kim, J.W. Cho, Y.G. Sim, and S.J. Kim. 2007. Breeding of early season peach cultivar 'Miwhang' (*Prunus* sp.) with high quality. Kor. J. Hort. Sci. Technol. p.83.
- Choi, S.W. and K.R. Kim. 2000. Effects of girdling and pinching on the June drop of 'Sekaiichi' apple. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18:391-394.
- Choi, S.W., D.H. Sagong, Y.Y. Song, and T.M. Yoon. 2009. Optimum crop load of 'Fuji'/M.9 young apple trees. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27(4):547-553.
- Close, T.J. 1996. Dehydrins: Emergence of a biochemical role of a family of plant dehydration proteins. Physiol. Plant. 97:795-803.
- Close, T.J. 1997. Dehydrins: A commonality in the response of plants to dehydration and low temperature. Physiol. Plant. 100:291-296.
- Coleman, W.K. 1992. A proposed winter injury classification for apple trees on the northern fringe of commercial production. Can. J. Plant Sci. 72:507-516
- Craker, L.E., L.V. Gusta, and C.J. Weiser. 1969. Soluble proteins and cold hardiness of two woody species. Can. J. Plant Sci. 49: 279-286
- Eggert, R. 1944. Cambium temperatures of peach and apple trees in winter. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 45:33-36
- Cristoferi, G., N. Feliti, and S. Sansavini, 1978. Chemical control of fruit set June drop in young 'Golden Delicious' apple trees. Acta Horticult. 80: 199-205.
- Crowe, J.H., J.F. Carpenter, L.M. Crowe. 1998. The role of vitrification in anhydrobiosis. Annu. Rev. Physiol. 60:73-103.
- Dann, I.R., P.D. Mitchell, and P.H. Jerie. 1990. The influence of branch angle on gradients of growth and cropping within peach trees. Sci. Hort. 43:37-45.
- Dejong, T. M. and R. S. Johnson. 1989. Peach, Plums, and Nectarines Growing and Handling for fresh market. University of California. pp 34-35.
- Erf, J.A. and J.T.A. Proctor. 1987. Changes in apple leaf water status and vegetative growth as influenced by crop load. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:617-620.
- Flore, J.A. 1994. Stone fruit. p.233-270. In: Handbook of environmental physiology of fruit crops. Vol. 1: Temperate crops. CRC Press.
- Forshey, C.G. and D.A. Elfving. 1989. The relationship between vegetative growth and fruiting in apples. Hort. Rev. 11:229-287.
- Giuliani, R., L. Corelli-Grappadelli, and E. Magnanini. 1997. Effects of crop load on apple photosynthetic responses and yield. Acta Hort. 451:303-311
- Gusta, L.V., R.W. Wilen, and P. Fu. 1996. Low temperature stress tolerance: The role of abscisic acid, sugars, and heat-stable proteins. HortScience 31:39-46
- Guy, C.L. 1990. Cold acclimation and freezing stress tolerance: Role of protein metabolism. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 41:187-223.
- Guy, C.L., G. Yelenosky, and H.C. Sweet. 1980. Light exposure and soluble sugars in citrus frost hardiness. Fla. Sci. 43:268-273.
- Hayashi, S. and K. Tanabe. 1991. Fruit quality and appearance with bagging. Basics of fruit culture. p. 146-157. Tottori Fruit Growers Cooperative Association, Tottori.

- Hong, J.H. and S.K. Lee. 1997. Postharvest changes in quality of 'Niitaka' pear fruit produced with or without bagging. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:396-398.
- Hong, K.H., J.H. Choi, J.W. Han, J.K. Kim, and C.J. Yun. 1996. Russet prevention of 'Whangkeumbae' pear by fruit bagging. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:279-284.
- Hong, K.H., J.K. Kim, H.I. Jang, J.H. Choi, J.W. Han, and K.Y. Kim. 1999. Effect of paper sources for bagging on the appearance of fruit skin in Oriental pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai cvs. Gamcheonbae and Yeongsanbae). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:554-558.
- Hong, K.H., Y.S. Kim, T.C. Kim, J.S. Choi, and M.S. Yiem. 1989. Effect of the kinds of fruit bags and the bagging time on fruit quality of 'Whangkeum Bae' pear. Res. Rpt. RDA(H) 31(4): 26-33.
- Howell, G.S. and C.J. Weiser. 1970. Fluctuations in the cold resistance of apple twigs during spring dehardening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95:190-192.
- Kim, D.K., D.S. Choi, E.S. Kim, K.H. Hur, K.H. Lim, K.S. Kim, and K.C. Lim. 2000. Fruit quality of yuzu(*Citrus junos* L.) as influenced by bagging time and materials of bagging treatment. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:190-193.
- Kim, E. J., K. D. Choi, J. S. Jeong, D. G. Choi, and S. N. Jin. 2006: A Characteristic of Growth and Fruit with Reflex Film Mulching cultivation before Harvesting in Plum(*Prunus domestica* L.). Abstracts 27th International Horticultural & Exhibition, 8: 122-123
- Kim, H. K., B. Y. Lee, D. B. Shin, J. H. Kwon. 1998: Effect of roasting conditions on physicochemical characteristics and volatile flavor components of chicory roots. Korean J Food Sci Technol 30: 1279-1284
- Kim, I.S., W.H. Park, and S.H. Lee. 2010. Breeding of early season peach cultivar 'Soohwang' (*Prunus* sp.) with high quality. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28. (SUPPL. II). p.99.
- Kim, I.S., W.H. Park, S.H. Lee, and S.Y. Kim. 2012. Breeding of early season peach cultivar '00B011' (*Prunus* sp.) with high quality. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30. (SUPPL. II). p.126.
- Kim, J.B., K.Y. Kim, J.K. Kim, and S.B. Kim. 1988. Studies on the development of fruit bags suitable for the improved fruit qualities. 1. Physical characteristics of and fruit qualities as related by some kinds of pear bags. Res. Rpt. RDA(H) 30(2): 55-63.
- Kim, S.B., W.S. Kim, J.H. Kim, and J.H. Oh. 1989. Studies on chemical spray systems in apple orchard-reduction of spray frequency of agricultural chemicals by means of fruit bagging. Res. Rpt. RDA(H) 31(2):15-21.
- Kim, Y.H., S.K. Kim, S.C. Lim, C.H. Lee, C.K. Youn, H.H. Kim, and K.S. Choi. 2000. Effects of bagging material on coloration, maturity, and quality of peach fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:395-400.
- Kitagawa, H., K. Manabe, and E.B. Esguerra. 1992. Bagging of fruit on the tree to control disease. Frontier in tropical fruit research(ISHS). p. 871-875.
- Ko, K.C. and D.S. Shin. 1992. Studies on fruit bagging paper for apple and pear (2).

- Effects of fruit bagging papers with different physical properties on the growth and qualities of apples and pears. J. Kor. Tech. Assn. Pulp Paper Ind. 24:5-25.
- Koch, K.E. 1996. Carbohydrate-modulated gene expression in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 47:509-540.
- Korea Seed & Variety Service (KSVS). 2015. Variety registration and registration status. KSVS, Kimcheon, Korea.
- Korea Statistical Information Service (KOSIS). 2014a. Fruit production. <http://kosis.kr/wnsearch/totalSearch.jsp>.
- Korea Statistical Information Service (KOSIS). 2014b. Cultivation area of peach. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ET0014&vw_cd=MT_ZTITLE&list_id=F1G&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1
- Kossmann, J. and J.R. Lloyd. 2000. Understanding and influencing starch biochemistry. Plant Mol. Biol. 52:553-567.
- Kwon, T.Y., G.W. Lee, C.D. Choi, and S.Y. Choi. 2002. Breeding of 'Daemyeong' peach cultivar with high storability and large-sized fruit. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20. (SUPPL. II). p.138.
- Lalk, I. and K. Dörffling. 1985. Hardening, abscisic acid, proline and freezing resistance in two winter wheat varieties. Physiol. Plant. 63:287-292.
- Lee, J.H. and J.K. Kim. 2012. Physiological changes in 'Soomee' and 'Jinmi' peach fruit (*Prunus persica*(L.) Batsch. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30. (SUPPL. I). p.139.
- Lescourret, F., M.B. Mimoun, and M. Génard. 1998. A simulation model of growth at the shoot-bearing fruit level: Description and parameterization for peach. European J. Agron. 9:173 - 188.
- Lim, C.C., R. Arora, and E.C. Townsend. 1998. Comparing Gompertz and Recharads function to estimate freezing injury in Rhododendron using electrolyte leakage. J. amer. Soc. hort. Sci. 123:246-252
- Lundmark, M. 2007. Low temperature acclimation in plants. PhD Diss., Umeå Univ., Umeå, Sweden. (ISBN 978-91-7264-374-1)
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31:426-428.
- Miyashita, K. and M. Sato. 1971. Research on character of fruit without bagging. Hokaido Agr. Expt. Rpt. 78:1-22.
- Moing, A., J.L. Poëssel, L.S. Dumas, M. Loonis, and J. Kervella. 2003. Biochemical basic of low fruit quality of *Prunus davidiana*, a pest and disease resistance donor for peach breeding. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128(1):55-62.
- Nielsen, T.M., U. Deiting, and M. Stitt. 1997. A beta-amylase in potato tubers is induced by storage at low temperature. Plant Physiol. 99:422-427.
- Nishimoto, N. and M. Fujisaki. 1995. Chilling requirement of buds of some deciduous fruits grown in southern Japan and the means to break dormancy. Acta hort. 395:153-160
- Noro, S., T. Arai, and T. Kudo. 1996. Effect of double paper bagging on superficial scald

- and volatiles on 'Mutsu' apples (*Malus pumila*) during cold storage. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 65:161-168.
- Ochiai, K. 1980. Production and marketing of 'Nijisseiki' without bagging. *Fruit Jpn* 35(2):59-65.
- Ögren, E. 1997. Relationship between temperature, respiratory loss of sugar and premature dehardening in dormant Scots pine seedlings. *Tree Physiol.* 17:47- 51.
- Okie, W.R., G.L. Reighard, W.C. Newall, Jr.C.J. Graham, D.J. Werner, A.A. Powell, G. Krewer, and T.G. Beckman. 1998. Spring freeze damage to the 1996 peach and nectarine crop in the southeastern united states. *Hort. Technol.* 8(3):381-386.
- Pagter, M., C.R. Jensen, K.K. Petersen, F. Liu, and R. Arora. 2008. Changes in carbohydrates, ABA and bark proteins during seasonal cold acclimation and deacclimation in *Hydrangea* species differing in cold hardiness. *Physiol. Plant* 134:473-485
- Palmer, J.W., R. Giulani, and H.M. Adams. 1997. Effect of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of 'Braeburn'/M.26 apple trees. *Tree Physiol.* 17:741-746.
- Park, M.Y., J.K. Park, S.J. Yang, H.H. Han, I.K. Kang, and J.K. Byun. 2008. Proper tree vigor and crop load in high density planting system for 'Fuji'/M.9 apple trees. *J. Bio-Envrion. Control* 17:306-311.
- Parker, J. 1963. Cold Resistance in woody plants. *Bot. Rev.* 29:123-201. Pearce, R.S. 2001. Plant freezing and damage. *Ann. Bot.* 87:417-424.
- Quinlan, J. D. and A. P. Perston. 1971. The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple tree. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 101; 579-582.
- Raseira, MCB., L.M. P, and H.G. F. 2012. Brazilian peach cultivars growing on the site of origin and in Spain: a comparative study. *Int. J. Agric. Sci.* Vol. 2:204-206.
- Repo, T. 1991. Rehardening potential of Scots pine seedlings during dehardening. *Silva Fenn.* 25:13-21.
- Richardson, E.A., S.D. Seeley, and D.R. Walker. 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redheaven' and Elberta' peach trees. *HortScience* 9:331-332
- Robinson, T.L. 2003. Apple-orchard planting systems, p. 345-407. In: D.C. Ferree and I.J. Warrington (eds.). *Apples; botany, production and uses*. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA.
- Rock, C.D. 2000. Pathways to abscisic acid-regulated gene expression. *New Phytol.* 148:357-396.
- Rural Development Administration (RDA). 2014. 'Cultivar information (report)'. URL :http://www.nihhs.go.kr/farmer/research/breed_info.asp.
- Rural Development Administration (RDA). 2015. Information about the varietal. <http://www.nongsaro.go.kr/>
- Sakai, A. and S. Yoshida. 1968. The role of sugar and related compounds in variations of freezing resistance. *Cryobiology* 5:160:174

- Salerno, G.L. and H.G. Pontis. 1989. Raffinose synthesis in *Chlorella vulgaris* cultures after cold shock. *Plant Physiol.* 89:648-651
- Saxe, H., M.G.R. Cannell, Ø. Johnson, M.G. Ryan, G. Vourlitis. 2001. Tree and forest functioning in response to global warming. *New Phytol.* 149:369-400.
- Sheen, J., L. Zhou, and J.C. Jang. 1999. Sugars as signaling molecules. *Curr. Opin. Plant Biol.* 2:410-418.
- Shimanaka, H. 1960. Control culture of Japanese cultivar of 'Chojuro'. *Agr. and Hort.* 35:1769-1772.
- Shin, H. M., S. H. Lee, Y. S. Kwon, S. Y. Nam, E. Y. Hong, and D. I. Kim. 2016: Fruit Characteristics of 'Cheonhong' Peach Influenced by Weather Factors. *원예과학기술지 제 34권 별호 II*: 145-145
- Shin, Y.U., S.J. Yang, S.J. Kim, S.S. Na, and Y.S. Jeong. 2013. Results of the project for expanding growing area of new peach cultivar released by National Institute of Horticulture & Herbal Science. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31. (SUPPL. II). p.194.
- Slingerland, K. and J. Subramanian. 2007. Peach and nectarine cultivars. *Agdex* 212. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Guelph, Ontario. Queen's Printer for Ontario, Toronto, Ontario.
- Smith, M.W., B.L. Carroll, and G.G. Taylor. 1994. Cold injury of peach and nectarine cultivars after a fall freeze. *HortScience*, Vol. 29(7):821.
- Song, G.C. and J.Y. Moon. 1998. Effects of oil mixing methods and ratios for paper bags on the physical characteristics of paper bags and fruit qualities in 'Niitaka' pear. *RDA J. Hort. Sci.* 40:119-124.
- Suojala, T. and L. Lindén. 1997. Frost hardiness of *Philadelphus* and *Hydrangea* clones during ecodormancy. *Acta Agr. Scand. B-S.* P. 47:58-63.
- Thomashow, M.F. 1999. Plant cold acclimation: Freezing tolerance genes and regulatory mechanisms. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50:571- 599.
- Titus, J.S. and S.M. Kang. 1982. Nitrogen metabolism, translocation, and recycling in apple trees. *Hort. Rev.* 4:204-246
- Väinölä, A. 2000. Genetic and physiological aspects of cold hardiness in *Rhododendron*. PhD Diss., Univ. of Helsinki, Helsinki, Finland. (ISBN 952- 91-2010-2)
- Volz, R.K., I.B. Ferguson, J.H. Browen, and C.B. Watkins. 1993. Crop load effects on fruit mineral nutrition, maturity, fruiting and tree growth of 'Cox's Orange Pippin' apple. *J. Hort. Sci.* 68:127-137.
- Weinberger, J.H. 1950. Chilling requirements of peach varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 56:122-128
- Welling, A. and E.T. Palva. 2006. Molecular control of cold acclimation in trees. *Physiol. Plant.* 127:167-181.
- Wilner, J. 1960. Relative and absolute electrolytic conductance tests for frost hardiness of apple varieties. *Can. J. Plant Sci.* 40:630-637.
- Wisniewski, M. and M. Fuller. 1999. Ice nucleation and deep supercooling: New insights

- using infrared thermography. p.105-118. In: R. Margesin and F. Schinner (eds.). Cold-adapted organism: Ecology, physiology, enzymology, and molecular biology. Springer Verlag, Berlin
- Xia, C. and P. Zhou. 1988. Factors influencing the formation of russet on the fruit of 'Golden Delicions' apple. Acta. Hort. Sinica 15:139-142.
- Xin, Z. and J. Browse. 2000. Cold comfort farm: The acclimation of plants to freezing temperatures. Plant Cell Environ. 23:893-902.
- Yoon, T.M. 2001. Integrated production of good quality apple. Proc. Symp. on sustainable development of apple industry in Gyeong-Buk Province. Andong Nat'l Univ. and Gyeong-Buk Province. P. 9-30.
- Yun, S.K., I.K. Yoon, E.Y. Nam, H.J. Bae, H.C. Kim, and T.C. Kim. 2014. Shoot growth and fruit characteristics according to bearing branch direction and thickness in 'Kawanakajima Hakuto' peach trees. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 32:421-426.
- Zhu, J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. Annu. Rev. Plant Biol. 53:247-273.
- 김승희. 2010. 복숭아 수확전 낙과 원인 구명 및 방지기술 개발. 국립원예특작과학원 시험연구 보고서.
- 농촌진흥청. 2010. 복숭아 재배 표준영농교본-16. 35~36
- 마경복. 2010. 복숭아 진미품종의 미세균열 원인 구명 및 방지기술 개발. 국립원예특작과학원 시험연구보고서.
- 相河良博 外. 2004. 桃の郷から 山梨縣果樹園藝會. p 44.
- 松川裕. 1985. 果樹全書; もも・すもも; 摘蕾, 摘花. 農産漁村文化協會. pp 125-126.
- 신용억. 2014. 과수 품종 개발의 현황 및 보급 증진 방안. 원예종자 산업의 발전방안 심포지움 자료. p.37-62.
- 유영산, 강상조, 김선규, 성진근, 추연대. 1999. 복숭아 고품질 안정생산 기술과 경영. 농민신문사. pp 228-237.
- 윤익구, 권정현, 김성중, 윤석규, 남은영, 신현만, 김은주, 서은철. 2016. 국내 육성 복숭아품종 재배매뉴얼; 미홍, 진미, 수미. 국립원예특작과학원. pp 72-75.
- 정경호, 남은영, 윤석규, 윤익구. 2013. 복숭아 품종 개발 및 보급. 한국원예 발달사. p.226-230.
- 정경호, 윤석규, 남은영, 윤익구, 박진면, 이성찬, 양창열, 정대성. 2013. 농업기술길잡이 16; 복숭아재배. 농촌진흥청. p 54.

주 의

1. 이 보고서는 농촌진흥청에서 시행한 「FTA대응경쟁력향상기술개발 사업」의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농촌진흥청에서 시행한 「FTA대응경쟁력향상기술개발 사업」의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.