

전 략 체 계	안정 - 6 - 2		수행시기	전반기 (계속)	
기술분야코드	V2	기술유형코드	C05	작목구분코드	FC-01-0611
과 제 종 류	공동연구		과 제 번 호	RS-2022-RD010071	
과 제 명	홍천 '대홍' 복숭아 안정생산 및 고부가가치 상품화 기술 개발				
과 제 책 임 자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	정했님		농업연구사	강원도원 원예연구과	
연 구 기 간	2023 ~ 계속		참여연구기관	국립농업과학원 등	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 지역특산 '대홍' 복숭아 고품질 안정생산 기술 개발			강원도원 원예연구과	정했님	'22 ~ '23
2) '대홍' 복숭아 지역별 생육 모니터링 및 현장실증 연구			홍천군 농업기술센터	최성은	'22 ~ '23
3) '대홍' 복숭아의 수확 후 관리기술 개발			강원대학교	강호민	'22 ~ '23
4) '대홍' 복숭아 양조기술 개발 및 상품화			국립농업과학원	임보라	'22 ~ '23
키 워 드	'대홍', 복숭아, 안정생산, 상품화, 홍천				

## ABSTRACT

The 'Daehong' peach, a newly developed variety known for its firm flesh weighing over 350g per fruit, has been receiving favorable evaluations for its high storage stability and excellent quality. As a result, cultivation areas in regions such as Hongcheon, Gangwon Province, have been rapidly expanding, making it a locally specialized crop. This study aimed to establish a stable production base and secure fundamental data for the cultivation technology to consistently produce high-quality 'Daehong' peaches. Basic data for establishing safe cultivation zones were obtained through comparative evaluations of the dormancy characteristics and cold tolerance of 'Daehong' peaches. Additionally, information on moisture requirements for stable fruit setting according to the ripening stage was provided for pollen-free varieties, confirming that optimal thinning and early summer pruning could be selected based on the flowering period, which occurs approximately 65 days after full bloom. During abnormal weather conditions such as continuous heavy rainfall, cultivation in yellow bags showed the most stable productivity, with an average yield of 40.1kg per week and an average fruit weight of 386.7g. When setting fruit load, doubling the standard Truck Cross Area (TCA) resulted in a 10% increase in average fruit weight (433.7g) and a 6% increase in average sugar content (10.3°Bx) compared to triple the fruit load. Techniques utilizing white porous nonwoven fabric (trademark: Tyvek,

USA) for improving fruit color quality and establishing early fruit drop reduction through selective thinning were also developed to provide a cultivation manual for stable production.

## 1 연구목표

복숭아는 온대에서 아열대까지 폭 넓게 분포하는, 전 세계적으로 많이 생산, 소비되는 과일이다. 우리나라에서도 주요 6대 과일 중 하나에 속하며, 전국적으로 2010년 13,908ha에서 2019년 21,366ha까지 연평균 4%씩 지속적으로 증가해왔다(Korea Rural Economic Institute (KREI), 2020), 특히 ‘대홍’ 복숭아는 350g 이상의 대과종의 과육이 단단한 경육계 신품종으로 성숙기 과육 내 안토시아닌 착색이 많은 것이 특징이다. 감산 조화형 맛과 적색의 단단한 과육으로 소비자 선호형 품종이며, 저장성이 높고, 품질이 우수하다는 평가를 받고 있어 강원 홍천 등에서 지역특화작목으로 2015년에 15ha에서 2023년 65.2ha(155농가)로 재배면적이 급격히 확대되고 있다.

2019 시장테스트 결과 유통인(경매사, 중도매인 등)을 대상으로 외관, 품질 등에 대해 같은 시기에 출하되는 품종 대비 선호도 비교 결과 품질 우수성과, 시장성을 인정받은 바 있으며, 홍천 특화품종으로서 부가가치 향상 방안으로 농촌 어메니티 자원으로서의 가치 발굴이 필요하다. 또한 홍천 지역의 경우 수도권 접근성이 용이하며 ‘대홍’ 복숭아 수확기 여름철 관광객 활용한 다양한 체험 및 지역 브랜드 육성, 홍보 기회 제공과 상품화 및 안정적인 시장 확보를 위한 종합적인 연구가 필요하다. 현재 홍천 지역 복숭아 품종의 대부분을 차지하고 있는 대표 품종이나 최신 육성품종(2006년 등록)으로, 내한성을 비롯한 재배생리·특성 연구는 거의 없는 실정이다.

최근 지구 온난화에 따른 겨울철 이상고온 및 한파 발생 등 이상기상 발생 빈도가 높아지고 있으며, 이에 따른 동해 및 냉해 피해 발생 시 재배 확대 및 생산량 정체가 우려되며, 기후변화 대응 지역 특산 ‘대홍’복숭아 동해 피해 예방 및 내재해 고품질 안정생산 기반 구축을 위한 생물계절 연구, 예측모델 개발 및 내한성 향상 기술 확립 필요하다. 복숭아의 저온요구도는 Utah model 기준 100 ~ 1,000 CU 수준(Weinberger, 1950, Richardson, 1974, Lee, 2015)까지 유전적으로 매우 다양하며, 내재휴면 개시, 심도 및 완료 등이 저온요구도에 따라 다른 특성을 보이게 되므로, 품종 및 재배지역의 시기별 기온환경에 따라 휴면심도와 내한성이 크게 달라진다. 이 중 ‘휴면심도(dormancy depth)’는 동절기 과수 내한성을 결정하는 매우 중요한 요소이며, 품종에 따른 재배지역 온도 환경 조건이 매우 중요한 결정 요인이 된다. 또한 복숭아 동해는 품종에 따라 피해 수준이 달라지므로, 고품질 안정생산을 위한 대홍복숭아 내한성 증진 재배 기술 개발 연구가 필요하다. 내한성에는 수체 탈수과정(Akyildiz et al., 2004)를 비롯하여, 증산작용, ABA 농도 등의 요인들이 깊이 관여하며(Thomashow, 1998), 낙엽성 과수는 체내 수분 농도, 탄수화물, 질소, 지방산(Mastuo et al., 1992), 아미노산, 단백질, 가용성 당 및 전분(Yoon, 1996) 등 많은 요인에 의해 영향을 받는 것으로 보고되고 있다. 최근 지구온난화로 겨울 평균기온이 높아지고, 이상 고온현상 발생빈도 증가 등으로 휴면타파에 필요한 것으로 알려진 0~7.2℃ 범위의 저온충족시기가 더 빨라져서, 월동 전 휴면심도가 낮아지고, 환경휴면기의 내한성이

약해질 우려가 높아지고 있다. 남부지역은 휴면타파에 필요한 저온요구시간 충족여부가 중요하므로, 저온 노출 시간의 누적 개념만 적용하는 Chilling hours model(CH)과 Utah model(CU)만 사용하여도 유용하게 활용이 가능하지만, 북부지역은 내한성과 직접적으로 관계가 있는 휴면의 깊이를 가능하거나, 내생휴면 해제 이후의 탈순화 단계의 휴면심도를 상대적으로 판단하기는 어렵다. 본 연구에서는 기존의 저온요구도 산출에 가장 많이 활용하고 있는 Chilling Hour model(Weinberger, 1950), Utah model(Richardson, 1974)의 2 종과, 저온요구도와 고온요구도 두 단계를 동시에 모델링 할 수 있는 휴면시계모형(Chill days model, CD)을 추가하였다. CD 모델은 과종과 품종별 기준온도 개념을 설정하여, 생물계절 관측자료를 활용하는 방식으로 북부지역의 순화와 탈순화 과정에 대한 복합적인 휴면특성을 조사하고, 휴면심도를 중심으로 연차 및 시기별 처리 간의 내한성 평가 기준을 확립하고자 하였다. 본 연구에서는 새롭게 기후변화 대응 과수 주산지로 부상하고 있는 북부지역에서 현재 재배면적이 급증하고 있는 ‘대홍’ 복숭아에 대한 저온요구도 충족시기를 확인하고, 주요 재배지역 환경여건에 따른 겨울철 온도 변화 특성을 조사하여 휴면 개시와 시기별 내재휴면의 깊이, 환경휴면 타파시기 등 휴면 특성을 구명함으로써 복숭아의 내한성 평가 및 동해 진단 기초자료를 확보하고자 하였다.

복숭아는 1품종 수확기간이 1~2주 내외이나, 경육계 품종 ‘대홍’은 수확기가 1개월 가량으로 길고, 저장성이 우수하여 유통 경쟁력이 높은 것으로 평가되고 있다. 복숭아는 숙기 설정에 따라 당도, 산도, 경도, 저장성 등의 품질에 큰 영향을 미치므로 수확 가능 기간이 긴 ‘대홍’ 복숭아에 적합한 적정 수확시기 기준설정 연구가 필요하다. 또한 ‘대홍’ 복숭아 브랜드의 맛과 품질 기반 산업 선순환 체계 구축을 위하여 생육 품질 실시간, 간편 진단을 통한 재배기술 고도화 및 품질 향상의 추구가 필요하다. 복숭아는 기상(강우, 일조시수), 과원 지형 및 토양특성의 다양한 환경 요인 및 수형, 결과 위치 등에 따라 숙기가 달라지므로 실시간 판단할 수 있는 휴대형 비파괴 당도계 활용 수확시기 설정연구가 선행되어야 하며, 최신 개발되고 있는 휴대용 비파괴 측정기와 모바일 기반 네트워크 시스템, 첨단 ICT 기술을 활용한 품질분석, 예측 관리시스템을 통한 노지 과수 스마트팜의 기반 구축이 필요하다. 국립원예특작과학원 등에서 휴대용 비파괴 측정기를 이용한 당도판정모델의 정확도와 신뢰도를 확인한 바 있으며, 기타 재배시기, 품종이 다른 시료의 흡광도 데이터를 축적하여 시기 및 품종별 예측편차 보정 가능성의 확인과 품질관리기술이 개발되고 있다(2012, 감귤연구소, 2015 배연구소). 또한 수확시기, 개체별 품질차이가 큰 과종인 키위, 복숭아 등의 작목에서 적정 수확기 판정을 위하여 예측모델 작성, 신뢰도 검증 및 주요 품종별 상용화 단계에 있다(2020, 원예원 과수과). 그 밖에 ‘대홍’ 복숭아의 고당도 규격과 안정 생산기술 개발을 위하여 고려할 주요 요인 중에 적정 착과량, 조기 낙과 억제를 위한 안정착과 기술, 수관 하부 광 부족에 따른 과실 품질 저하 문제 개선을 위한 반사필름 처리효과, 대홍 품종 특성에 맞는 적정 봉지 선발 등의 연구가 필요하다.

본 연구는 ‘대홍’ 복숭아의 고품질 규격과 및 가공용 원료 과일을 안정생산하기 위한 흥천지역 재배한계지 설정, 품종 특성에 맞는 재배기술 확립, 품질특성 평가 및 종합적인 ‘대홍’복숭아 재배 매뉴얼을 제작하고자 수행하였다.

## 2 재료 및 방법

### <제1세부과제 : 지역특산 ‘대홍’ 복숭아 고품질 안정생산 기술 개발>

#### (시험 1) 재배지역 및 환경별 ‘대홍’ 복숭아의 휴면심도 분석 모델 개발, 동해·생육·과실특성 구명을 통한 고품질 안정생산 시스템 구축 기초자료 확보

본 시험은 ‘대홍’ 복숭아 주산지의 기상환경에 따른 저온요구도 충족 시기를 확인하고, 휴면심도별 내한성을 평가함으로써, 특화단지 조성 및 재배 관련 기초자료를 확보하고자 하였다.

저온요구도 충족시기는 강원도농업기술원 과수시험포장(춘천 유포리)에서 재배한 복숭아(‘천중도 백도’, ‘가납암백도’, ‘유명’, ‘대홍’)의 결과지를 2021년 11월부터 2022년 3월까지, 2022년 10월부터 2023년 3월까지 15일 간격으로 채취하여 항온상에서 25℃, 16시간 일장조건으로 잎눈에 대한 50% 발아 시점과, 최종발아율, 발아소요일수 등을 조사하여 산출하였다.

수삽 가지의 잎눈과 꽃눈의 발아 기준은 눈 비늘 사이로 연녹색의 인편이 3mm 이상 자라 나온 눈의 단계부터 발아된 것으로 간주하고 최초 발아까지 소요일수와 수삽 후 15일, 30일, 45일 경과 후의 발아 사진을 기록하였으며 날짜별로 가지와 눈의 위치별 발아여부를 조사하였다. 내재휴면 타파기의 실측값 산출은 평균 발아소요일수(15일 이내)와 발아율(50% 이상) 기준 이상이 충족된 시점과 바로 전 조사 시점 날짜의 평균값을 내재 휴면 개시기로 설정하였다. 월동 시기별 과수의 저온요구량 충족수준 및 이에 따른 휴면심도 변화를 측정하기 위하여 모델별 저온 충족 누적값과 해당 시기의 가지 채취 처리구의 발아율과 발아속도를 비교 하여 상관관계를 분석하였다. 휴면심도에 따라 1월15일, 2월 15일, 3월 15일에 각각 노지 과원에서 결과지를 채취하여 저온처리(-20℃, 24시간 처리) 유무에 따른 잎눈과 꽃눈의 동해 피해율을 조사하였다.

중북부지역 복숭아의 저온요구도 충족시기를 산출하기 위한 기초자료를 확보하기 위하여 시험수가 식재된 춘천(신북) 지역의 기상청 제공 AWS(지역별상세관측자료, [http://www.weather.go.kr/weather/observation/aws\\_table\\_popup.jsp](http://www.weather.go.kr/weather/observation/aws_table_popup.jsp))를 활용하였다. 조사기간 중 복숭아 낙엽기부터 발아기까지 시간대별 평균온도 데이터를 수집하여, Chilling hour(CH), Utah(CU) 모델별 저온요구도 충족시간을 산출하였다. Chill days model(CD)은 하루의 평균온도, 최고온도, 최저온도를 수집하고 ‘장호원황도’ 품종의 기준온도와 조건별 온도 가중치를 적용하여 동일 지역의 내재휴면 타파 시기(CD -108)와 환경휴면 타파시기(CD 0)를 산출하였다. 모델별로 자료수집 후 Microsoft Excel 2018로 분석하여 시험에 활용하였다(Carla Cesaraccio et al., 2004, Kim et al., 2009). 기타 주산지 지역별 모니터링은 2022년부터 2023년까지 홍천과 춘천지역의 주요 권역별 3개소 총 9개 농가의 2주 간격의 거점 조사를 통하여 주요 병해충 및 생리 장애 발생 특성과 생물계절, 과실 수량 및 품질 특성 등을 측정하였으며, 현장 컨설팅을 수행하였다.

#### (시험 2) 비파괴 당도계 활용 적정 수확시기 설정기술 개발

‘대홍’ 복숭아의 적정 수확시기를 판정하기 위하여 2022년부터 2023년까지 2년간 춘천 동내면, 홍천 남면, 홍천읍 등 3개소에서 만개 후 일수를 기준으로 90일부터 140일까지 10일 간격

으로 시료를 수확하여 과실 발달 특성 및 품질을 측정하였다.

연차별 기상특성을 비교평가하기 위하여 수확시기별 적산온도를 조사하였다. 적산온도 산출방법은 일별 자료로 변환한 평년기후도를 통해 일 평균기온이 7℃ 이상이 된 시점부터 적산온도가 1,400℃에 도달하는 날짜를 생육일수와 일평균기온을 곱하여 계산하였다.

또한 휴대용 비파괴당도계(SUNFOREST H-100F(썬해아림))를 활용하여 굴절당도계(Atago, PR-32a)와의 품질 비교를 수행하였으며, 처리 시기에 따라 동일 시료를 2개로 분할하여 당도 및 과육 색깔 등을 비교 측정하였다.

과실의 안토시아닌 함량을 비교 분석하기 위하여 건조시료 0.1 g에 1% citric acid가 함유된 60% 에탄올을 10 mL씩 첨가하여 12시간동안 상온 교반하고 2회 반복 추출하였다. 추출액을 0.45 µm membrane filter에 통과시켜 분광광도계(Evolution 201, Thermo, Waltham, MA, USA)를 사용하여 535nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 cyanidin 3-O-glucoside chloride(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 정량곡선을 작성하고 총 안토시아닌 함량을 정량하였다.

### (시험 3) 고당도 규격과 생산기술 확립

본 시험은 ‘대홍’ 복숭아 고품질 안정생산 기술을 확립하기 위하여 과대봉지 종류와, 착과 수준, 반사필름 처리 유무 등에 따른 과실 수량, 품질 특성 및 재배 관련 기초자료를 확보하고자 하였다.

시험장소는 강원도 춘천과 홍천 2개 지역에서 재배하는 수령 6년생 이상의 ‘대홍’ 복숭아 품종을 공시하였다. 과대봉지 종류는 백색, 병아리색, 황색, 이중봉지를 시험에 사용하였고, 무처리(무과대 재배)와 비교하였다. 과대시기는 2022년 6월 5~8일 만개 후 50일경 2차 적과가 마무리 되는 시기에 수행하였으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 시험에 사용한 과대봉지 종류별 물리성 특성(투기도, 광선투과율, 투습도 등)과, 봉지 내 미기상 환경(광, 온도 등)을 조사하였으며, 일 평균온도, 일 최고, 최저온도와 주야간 온도 교차를 비교하고, 과실 수확기를 만개 후 100일과 110일을 기준으로 수확하여 과일 품질 및 과피 및 과육 착색 수준, 조기 낙과 특성, 과피 엽록소, 과육내 안토시아닌 함량 등을 비교하였다. 안토시아닌 함량은 (시험2)의 방법에 준하여 수행하였다.

착과량 수준은 강원도농업기술원 춘천 동내면에서 개심자연형으로 재배하는 대홍복숭아의 주간부 직경을 기준으로 횡단면적 TCA(trunk cross-sectional area) 값에 1, 2, 3 배를 곱한 수준으로 착과량을 조절하여 시험을 수행하고, 도내 주요 재배지역 농가 관행의 TCA 기준 과실 품질 비교 연구를 수행하였다. 적뢰, 적화, 1차 적과를 농가 관행 수준으로 나누어 진행하였고, 2차 적과를 2022년 6월 5일경(만개 후 50일경) 최종 착과량에 맞추어 수행하였다.

## 3 결과 및 고찰

### <제1세부과제 : 지역특산 ‘대홍’ 복숭아 고품질 안정생산 기술 개발>

**(시험 1) 재배지역 및 환경별 ‘대홍’ 복숭아의 휴면심도 분석 모델 개발, 동해·생육·과실특성 구명을 통한 고품질 안정생산 시스템 구축 기초자료 확보**

본 시험은 춘천과 홍천 등 ‘대홍’ 복숭아 주산지의 기상환경에 따른 저온요구도 충족 시기를 확인하고, 휴면심도별 내한성을 평가함으로써, 특화단지 조성 및 재배 관련 기초자료를 확보하고자 하였다. 연차 및 주요 권역별 기상환경을 모니터링 하고(그림 1), 휴면기 2주 간격으로 수삽 및 발아특성 조사를 통하여 휴면심도 및 저온요구도 충족시기를 산출하였다.(표 1, 그림 2)

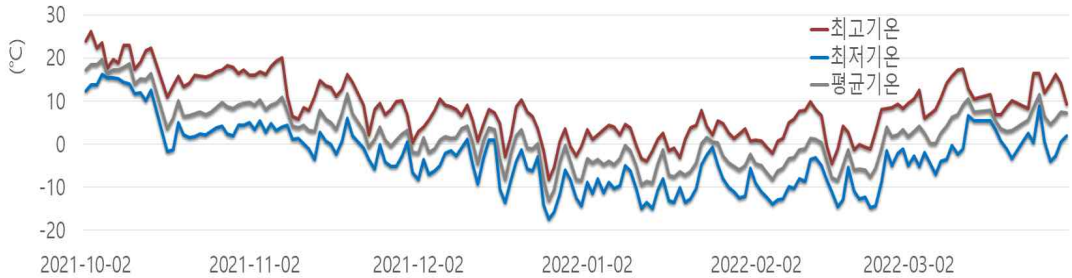


그림 1. ‘대홍’ 복숭아 휴면기 온도특성(‘21.10~’22.4, 춘천)

‘대홍’복숭아 휴면심도 및 저온요구도 충족시기를 산출하기 위하여 대조품종 ‘천중도백도’ 와 대홍 2품종의 결과지를 2021년 11월부터 2023년 3월까지 동절기에 15일 간격으로 채취하여 항온상에서 25℃, 16시간 일장조건으로 있는데 대한 50% 발아 시점과, 최종발아율, 발아소요일 수 등을 조사하여 산출하였다. 잎눈의 경우 발아율(50% 이상) 기준 2022년도 저온요구도 충족 시기를 조사한 결과, 대홍과 천중도백도 복숭아 모두 12월 중순경으로 나타났으며, 발아소요일 수 최소 시점을 기준으로 할 경우에는 1월 하순경으로 상당기간 늦춰지는 경향을 보였다(표 1, 그림 2). 꽃눈의 경우에는 저온요구도가 천중도백도가 3월 중순, 대홍이 3월 하순 이후로 잎눈 에 비해 매우 높은 것으로 추정되었다(그림 3).

나. ‘대홍’복숭아 휴면시기별 저온요구도 검정

표 1. 휴면단계별 ‘대홍’ 복숭아 결과지 수삽 잎눈 발아율(%)

품종	12/30	1/6	1/13	1/20	1/27	2/3	2/10	2/17	2/25	3/3	3/10	3/17	3/24	3/31
CH model†	780	805	846	858	940	971	1004	1044	1081	1173	1240	1266	1353	1397
Utah model	771	781	794	798	847	860	881	920	945	1022	1092	1149	1242	1323
천중도 (%)	74.0	80.0	88.8	84.0	90.0	98.0	90.0	94.0	98.0	100.0	100.0	98.0	98.0	90.0
대홍 (%)	76.0	90.0	88.0	92.0	90.0	100.0	96.0	100.0	92.0	100.0	100.0	100.0	92.0	92.0

† Chill model : 0 < 7.2 °C=1 chill unit

‡ Utah chilling model(Richardson et al, 1974)

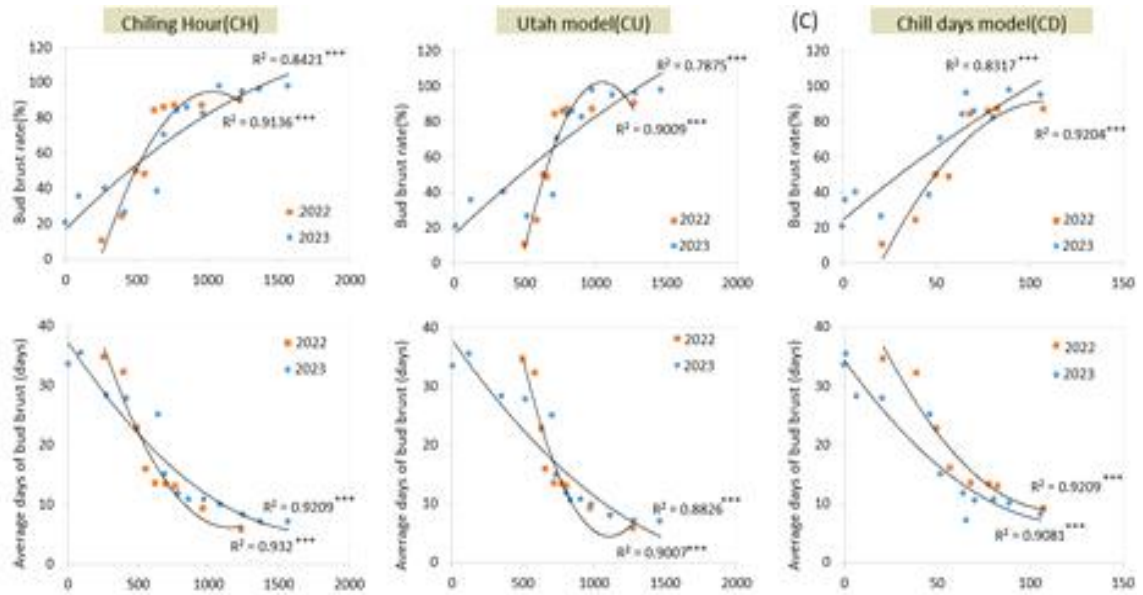


그림 2. '대홍'의 수삽 발아율 및 발아속도 기준 저온요구도 분석 모델별 비교

2022~2023년 휴면심도가 다른 1월 15일, 2월 15일, 3월 15일에 각각 노지 과원에서 결과지를 채취하여 저온처리(-20℃, 24시간 처리) 유무에 따른 앞눈과 꽃눈의 동해 피해율을 조사한 결과 휴면심도가 가장 얇은 시기로 판단되는 3월 15일 처리구에서 저온처리에 따른 동해 피해율이 가장 높은 것으로 나타났다(표 2, 3).

표 2. 휴면심도별 저온처리에 따른 '대홍' 복숭아 결과지 앞눈 동해율 비교

(%)

품종	1/15		2/15		3/15	
	대조구	-20℃	대조구	-20℃	대조구	-20℃
가남암백도	6.7±5.45	8.5±5.34	2.0±2.16	3.3±3.75	5.1±4.73	1.0±1.58
천중도백도	5.3±4.12	7.7±7.94	6.7±6.34	1.7±2.64	6.2±5.06	5.0±7.91
유명	1.5±1.44	0.0±0.00	0.0±0.00	2.5±3.96	0.0±0.00	5.3±4.84
대홍	4.5±4.97	4.7±3.30	0.0±0.00	0.0±0.00	7.0±5.86	7.2±4.09

\*Values are means ± standard errors (n = 12).

표 3. 휴면심도별 저온처리에 따른 '대홍' 복숭아 결과지 꽃눈 동해율 비교

(%)

품종	1/15		2/15		3/15	
	대조구	-20℃	대조구	-20℃	대조구	-20℃
가남암백도	41.2±5.73	52.4±12.20	28.6±16.99	29.2±29.99	31.8±7.00	41.8±7.20
천중도백도	12.3±7.39	15.4±8.73	24.9±22.47	32.3±11.82	40.0±10.14	62.9±10.06
유명	34.6±6.42	39.0±4.51	25.6±19.07	56.7±11.09	24.0±9.93	54.8±10.93
대홍	45.9±13.00	47.9±12.96	60.2±8.77	81.5±10.71	55.1±12.32	59.6±6.97

\*Values are means ± standard errors (n = 12).



그림 3. '대홍', '천중도백도' 휴면 시기별 수삽 앞·꽃눈 발아 비교

'대홍'의 경우 휴면특성을 비교한 결과 꽃눈은 천중도백도 보다 저온요구도 충족시기가 더 늦어 중북부 지역에 적합할 것으로 판단되었으나, 휴면심도별 저온처리 시험결과 동해율이 내한성이 가장 취약한 '가남암백도' 다음으로 높은 수준의 피해율을 보여, 재배방법별 동해 평가 및 내한성 증진을 위한 시비 및 착과 등 경종적 재배기술 개선 후속 연구 수행이 필요할 것으로 판단되었다.

### (시험 2) 비파괴 당도계 활용 적정 수확시기 설정기술 개발

본 시험은 '대홍' 복숭아의 주산지 권역별 개화, 수정 및 과실 발달단계별 특성을 구명하고, 적정 수확 및 생산시기를 판단하는 기준을 확립하기 위하여 수행하였다.

수확일을 판정하는 기준일이 되는 만개일(개화 80% 수준)은 춘천 동내면 시험포장 기준 2022년에는 4월 25일, 2023년에는 4월 20일로 나타났다. 동일한 재배환경 조건에서도 발아기부터 개화기까지의 기상환경에 따라 연차간에 발아 및 개화시기 및 기간등에 편차가 컸으며, 2023년도에는 이른 봄 급격한 온도상승으로 발아속도는 빠른 경향이었다(그림 4). 화퇴기부터

개화기까지 이상저온 현상이 발생하여 4월 8일과 4월 13일에 두 번에 걸쳐 영하권으로 최저기온이 떨어짐에 따라 개화기가 다소 지연되고 수정 불량, 조기낙과, 기형과 증상의 발생이 많은 특성을 보였다(그림 4).



그림 4. 평년 대비 2023년 대홍복숭아 발아 및 개화기 최저기온 발생 특성

복숭아의 적과시기를 결정할 때 가장 중요한 고려 요소인 경핵기를 판정하기 위하여 만개일을 기준으로 10일 간격으로 과실 발달 수준을 조사한 결과 대홍복숭아의 경핵기는 2022년과, 2023년 모두 만개일 기준 65일경으로 추정되었다. 따라서 수정 후 세포분열이 중점적으로 나타나는 만개 후 2주 뒤에 최종 목표 착과량의 2배 정도를 남기는 예비 적과를 진행하고, 본 적과를 만개 후 40~50일경 이내에 수행할 경우 경핵기 전에 적과 마무리 작업이 가능한 것으로 나타났다으며, 이때 최종 착과량의 20~30% 더 남기는 수준의 적과작업을 진행해야 이상기상에 대한 대응이 가능할 것으로 판단되었다.



그림 5. 과실 발달 단계 및 조기 낙과 조사

‘대홍’ 복숭아는 과육이 단단한 경육종으로서 연육종에 비하여 수확 가능시기가 1개월 가량으로 길어 수확시기에 따른 품질 편차가 큰 편 것으로 알려져 있다. 그러나 지나치게 숙기를 앞당기거나, 지연할 경우 과실 품질이나, 당도, 안토시아닌 함량 및 저장성 등에 현저한 차이가 발생하므로 규격과 생산을 위한 수확적기 판단 기준 설정을 위한 만개일 기준 적정 수확일수 범위

설정이 필요하다. 만개일 기준 90일 후부터 10일 간격으로 과실 크기와 품질을 비교한 결과 100일경부터 수확이 가능한 것으로 나타났으며, 100~120일까지는 안정적인 과일 크기와 당도를 확보할 수 있는 반면, 130일 이후부터는 평균 과중의 감소와, 품질 저하 특성이 관찰되었다.

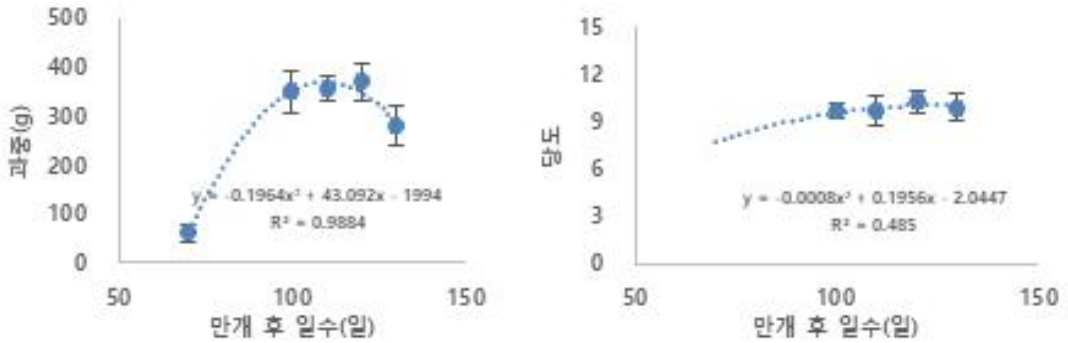


그림 6. 과실발달 단계별 평균 과중 및 당도

효율적인 숙기 판정을 위하여 휴대용 비파괴 당도계를 활용하는 기술을 개발하고자 비파괴 당도계(SUNFOREST H-100F(주)해아림)의 ‘대홍’ 복숭아 숙기별 당도 예측 성능을 비교하였다. 2022년 7월25일~8월25일, 23년 7월 25일~8월 29일까지 1주일 간격으로 시료를 수집하여 시료 개별 2개의 부위로 나누어 비파괴 당도 측정 및 분쇄 및 착즙 과정을 통하여 실측 당도 측정 데이터와 과육색깔 관찰한 결과 만개 후 90~120일의 범위에서는 휴대용 비파괴당도계 기준 별 예측성능이 매우 우수하였으나, 130일 이후에는 과육내 갈변 및 적육증 등 생리장애에 따른 공동과 발생 등으로 비파괴당도계 예측성능이 낮아지는 것으로 나타났다(그림 7, 8).



시료준비 비파괴당도측정 시료절단(핵 제거) 분쇄 및 착즙 굴절당도계 측정

그림 7. 과실발달 단계별 조사

2022년과 2023년 모두 비슷한 경향으로 만개 후 90~120일의 범위까지는 기존의 비파괴 당도계 복숭아 예측모델이 대홍복숭아에도 적용 가능한 것으로 판단되었으나, 숙기가 진행되면서 과육의 안토시아닌이 증가하는 특성이 있어, 만개 후 130일 이후에서는 일부 시료에서 과육의 적육증이 심해지면서 예측 성능이 낮아지는 현상이 나타났다.

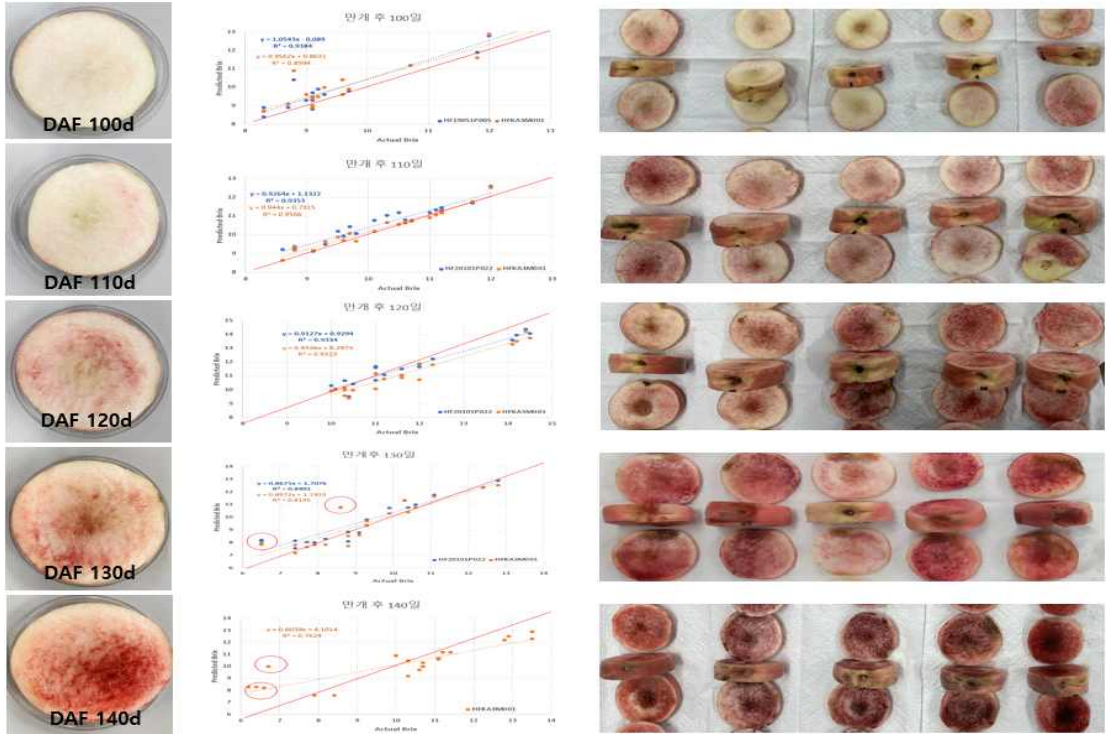


그림 8. 만개 후 일수별(DAF) 휴대용 비파괴당도계 예측 성능 및 과육 적색도 비교

과일 외관의 착색 및 과육 내 적색소가 충분히 발현되는 것은 ‘대홍’ 품질 규격과 생산에 매우 중요한 요소이다. 그러나 반대로 과숙이 된 경우에 지나치게 안토시아닌 함량이 증가하는 경우에도 품질이 낮아지고, 저장성이 나빠진다고 알려져 있다(그림 9). 또한 일반적으로 복숭아의 고온기 착색증이 심해지는 현상은 생리장해 피해수준을 판단하는 기준이 된다.

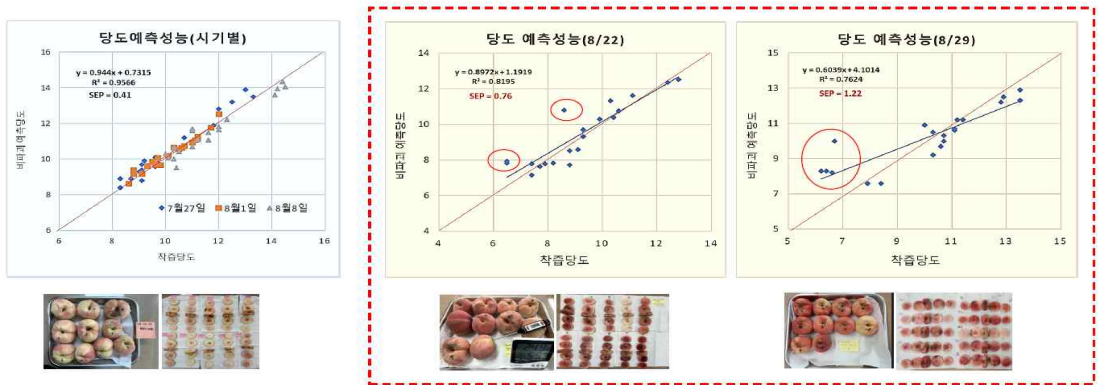


그림 9. 수확시기별 휴대용 비파괴 당도계 예측 성능 비교

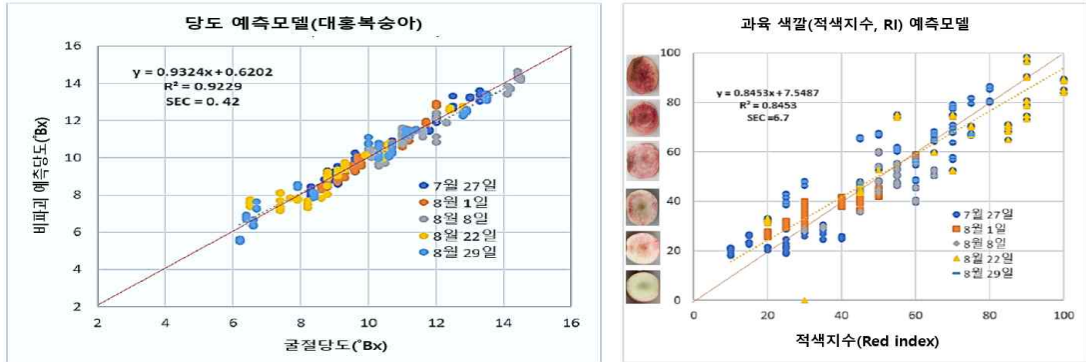


그림 10. 대홍복숭아의 휴대용 비파괴 당도계 활용 당도 및 과육색깔(RI) 예측모델

실제로 과실발달 단계별 안토시아닌 함량을 비교측정한 결과 만개 후 110일부터 130일까지는 Cyanidin-3-glucoside 기준 20 mg·100g FW 범위 내에서 안정적인 수치를 나타낸 반면 100일 미만에서는 10 mg·100g FW 이하, 140일 이후에는 30mg·100g FW 이상으로 수준으로 이상범위를 나타내었다(그림 11).

따라서 연차간 농가 현장의 다양한 사용환경과 품종 등의 적합 여부에 대한 현장실증을 통하여 농가 보급 및 기술 지원을 추진하고, 과실 품질의 미려도, 과육 내 안토시아닌 발현 등에 대한 영향까지 평가할 수 있는 기초자료를 확보하여 비파괴 휴대용 당도계를 활용한 숙기 예측모델 및 과육 색깔(적색지수, RI) 예측모델을 개발할 계획이다.

향후 과육의 적육증 발현에도 영향이 없는 대홍 복숭아 통합 비파괴 당도 예측 모델을 새롭게 수립하고, 당도와 과육의 적색지수를 동시에 측정하여 숙기 판정 및 저장, 유통 단계에서의 품질 관리 기술로 보급할 예정이다.

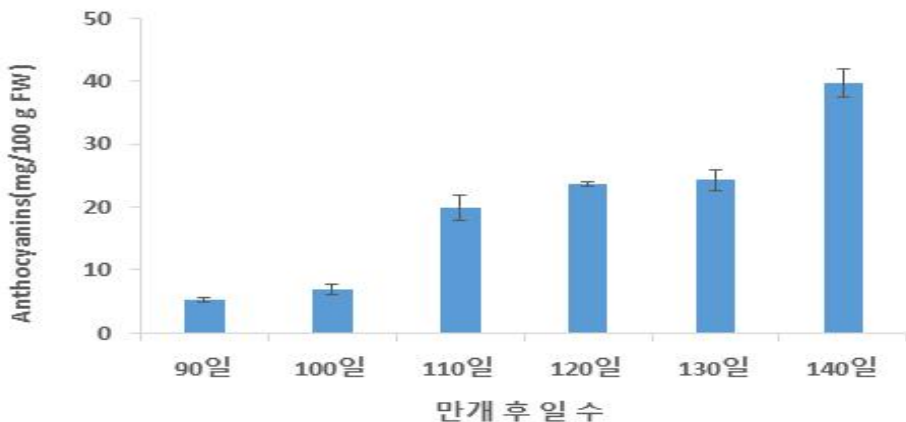


그림 11. 과실발달 단계별 안토시아닌(Cyanidin-3-glucoside) 함량 비교

### (시험 3) 고당도 규격과 생산기술 확립

2022년 6월 5~8일 만개 기준(춘천) 후 50일 경 2차 적과 시기에 과대봉지 종류별로 이중봉지(DP), 백색(WP), 노란색(YP), 갈색(BP) 4종을 시험에 사용하여 무처리(무과대 재배)와 비교하였다. 과대봉지 종류별 물리성 특성(투기도, 광선투과율, 투습도 등)과, 봉지 내 미기상 환경(광, 온도 등)을 조사하고, 과실 수확기를 만개 후 100일과 110일 기준으로 수확하여 과실 품질, 과피 및 과육 착색 수준, 조기낙과 특성, 과피 엽록소 및 과육내 안토시아닌 함량 등을 비교하였다.

홍천 기준 2021년 7~8월 누적 강수량이 258.5mm 수준인 반면, 2022년은 822mm로 강우 일수 및 강수량이 매우 높은 이상기상 조건을 나타내었으며, 수확기 복숭아 평균 당도가 10 °Bx 미만으로 과실품질이 전반적으로 매우 저조한 특성을 보였다. 무과대 처리구의 과피의 엽록소와 과피, 과육 내 안토시아닌 함량은 가장 높은 반면, 병해충 발생 및 낙과율이 높아, 수확 전 2주 이상 지속 장마기가 겹치는 시기에는 충분한 수량 확보가 어려울 것으로 판단되었다.

표 4. 과대봉지 종류별 물리성 비교

과대봉지 류	흡광도 (%)	투기도 (sec/100ml)	투습도 (g/m2/day)	
겉봉지	124.0	12.5	775.4	
이중봉지	속봉지	53.2	7.6	775.4
	전체	177.2	19.8	715.8
흰색봉지	-	54.4	21.2	728.1
노란색봉지	-	60.0	30.6	747.4
갈색봉지		72.0	20.1	750.9

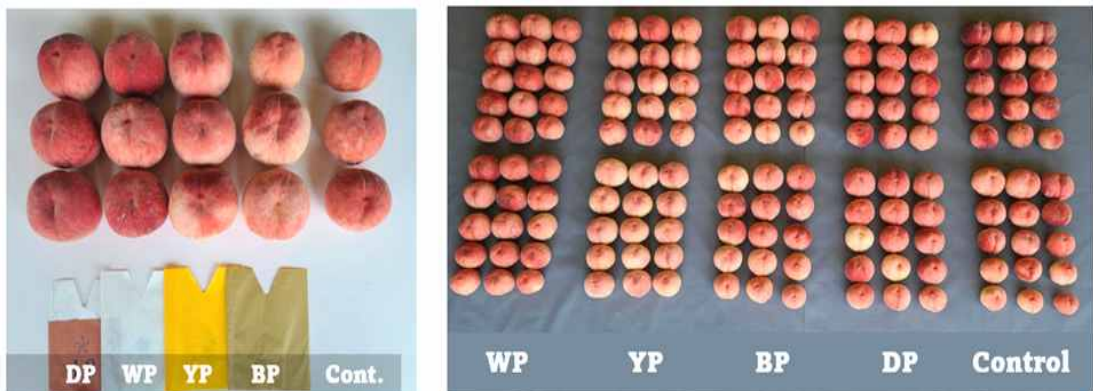


그림 12. 대홍복숭아 과대봉지 종류별 과실품질 비교

수량성 및 품질 안정성을 고려할 경우 노란색 과대봉지가 품질 안전성(평균수량 40.1 kg/주, 과중  $386.7 \pm 49.11$  g, 평균당도  $9.4 \pm 1.52$  ° Bx)이 가장 우수한 것으로 나타났다(표 5).

종합적으로 초기 착광율이 높고, 착색기 투광율이 가장 높은 이중봉지에서 미려도가 가장 우수하였으며, 이하 투광율이 높은 백색, 병아리색, 황색 순으로 과피 착색 및 과육내 안토시아닌 발현이 우수한 것으로 나타났다(표 4, 5, 그림 12).

표 5. 과대봉지 종류별 과실품질 특성

봉지 종류	착과 위치	과중 (g)	과고 (mm)	과경 (mm)	경도 (g/*5mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)
이중 봉지	2m≤	375.8±47.35	82.2	97.3	1220.0±136.01	7.8±0.80	0.4
	< 1m	374.8±51.19	83.3	84.7	1248.6±149.83	7.5±0.97	0.4
	평균	375.3±47.88	82.7	91.0	1234.3±138.27	7.7±0.87	0.4
흰색 봉지	2m≤	445.6±71.56	87.4	102.0	1282.9±159.66	8.3±1.20	0.3
	< 1m	399.2±77.31	84.4	98.9	1317.1±117.72	7.3±0.25	0.4
	평균	422.4±75.50	85.9	100.5	1300.0±135.93	7.8±1.00	0.4
노란색 봉지	2m≤	358.6±129.46	82.8	97.1	1666.0±310.69	9.6±1.47	0.3
	< 1m	382.1±66.50	85.1	97.6	1430.0±277.13	8.1±1.26	0.4
	평균	372.3±93.02	84.1	97.4	1528.3±302.92	8.7±1.51	0.3
BP	2m≤	488.2±59.28	90.4	105.5	1307.1±240.12	9.5±0.65	0.3
	< 1m	368.3±30.74	82.3	97.7	1358.6±142.06	8.2±0.83	0.4
	평균	428.2±76.99	86.4	101.6	1332.9±191.41	8.8±0.97	0.3
Control	2m≤	256.3±89.08	72.9	82.9	2002.9±934.20	10.3±1.28	0.4
	< 1m	293.2±40.95	76.9	90.4	872.0±549.93	6.8±0.83	0.4
	평균	271.7±72.80	74.6	86.1	1531.7±916.81	8.8±2.09	0.4

\*Values are means ± standard errors (n = 21)

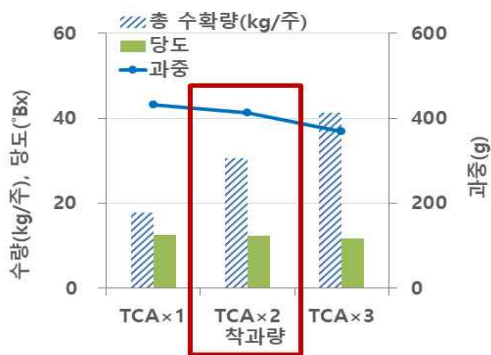
적정 착과량 구명 시험은 춘천 동내면에서 개심자연형으로 재배하는 수령 6년생 이상의 ‘대홍’ 복숭아의 주간부 직경을 기준으로 횡단면적 TCA(trunk cross-sectional area)값에 1, 2, 3 배를 곱한 수준으로 착과량을 조절하여 시험을 수행하였다. 적뢰, 적화, 1차 적과를 농가 관행 수준으로 나누어 진행하였고, 2차 적과를 2022년 6월 5일경(만개 후 50일경) 최종 착과량에 맞추어 수행한 결과, 착과량이 가장 높은 TCA 기준 3배 처리구에서는 생산성은 증가한 반면, 평균과중, 과실 당도 등의 품질은 매우 저조하였으며(평균수량48.5kg/주), 착색 과실 성숙이 지

연되고 성숙 전 낙과비율이 높았다(표 5). 2022년의 경우 수확 전 2주 이상 지속 강우의 영향으로 이러한 경향치가 심화되는 경향을 보였으며, 과다착과 처리구의 경우 월동기 수체 내한성에 큰 영향을 미치는 C/N율이 감소하는 경향을 보여 유의해야 할 것으로 나타났다. 향후 기상 환경 여건에 따른 수체 생육 및 생리장해 진단 등의 영향을 고려한 연차간 후속 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 착과량이 가장 낮은 TCA 기준 1배 처리구의 경우 수확량은 가장 낮았으나, 평균과중 443.8g/개, 평균 당도 10.7 °Bx로 품질이 가장 양호하였다.

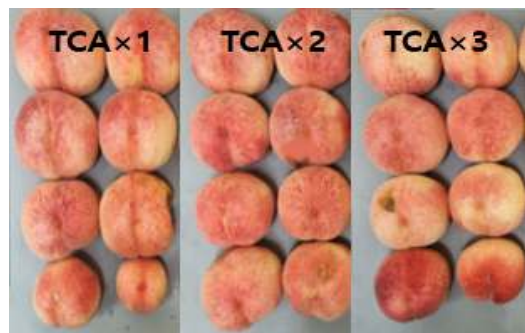
표 5. TCA 기준 착과량 수준 및 착과 위치별 수량 및 과실품질 비교

착과량 (개/cm <sup>2</sup> TCA <sup>2</sup> )	착과 위치	수량 (kg/1,000m <sup>2</sup> )	과중 (g)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (g/cm <sup>2</sup> )
1	상	489	400.3±179.0	11.5±1.15	0.5	1826
	중	211	537.9± 34.2	10.9±0.90	0.4	1477
	하	120	393.2± 79.2	9.6±0.89	0.4	1447
	평균	820	443.8± 81.6	10.7±0.96	0.4	1584
2	상	501	475.5± 99.9	11.3±0.73	0.4	1537
	중	523	442.8± 75.5	10.5±1.06	0.4	1387
	하	452	382.9± 89.1	9.2±0.93	0.5	1357
	평균	1475	433.7± 47.0	10.3±1.08	0.4	1427
3	상	674	418.9±113.8	11.1±1.16	0.4	1617
	중	636	406.2± 55.1	9.9±0.80	0.5	1550
	하	727	357.7± 62.4	8.1±0.72	0.5	1247
	평균	2037	394.3± 32.3	9.7±1.54	0.5	1471

\*TCA(주간단면적 ; trunk cross-sectional area 의 약자)



착과수준별 수량 및 품질 비교



착과수준별 과실품질 비교

그림 13. 대홍복숭아 착과 수준별 수량 및 과실 품질

\*TCA(주간단면적 ; trunk cross-sectional area 의 약자)

‘대홍’ 복숭아의 적정 착과량은 주간 단면적(TCA; cm<sup>2</sup>) 당 2개가 적정한 수준이며, 평균 과중 433.7g 수준으로 TCA 기준 3개 착과 처리구 대비 10% 이상 증가되었으며, 평균 당도 또한 10.3 °Bx 수준으로 3개 착과 처리구 대비 6% 이상 향상되는 효과가 나타났다(표 5, 그림 13).

도내 ‘대홍’ 복숭아 주요 재배지역 농가 관행의 TCA 기준에 따른 과실 품질 비교연구를 수행한 결과 주간단면적을 기준으로 평균 착과수준은 1.9개±0.8/TCAcm<sup>2</sup> 로 나타났으며, 최소 0.5개에서 최대 3.0 수준으로 농가별 편차가 큰 것으로 나타났다. ‘대홍’ 복숭아는 평균 과중이 400g에 육박하는 대과종으로 일반적인 품종과 유사한 수준의 착과량 설정 시 과다 착과 위험이 높고, 과실품질 저하, 수체 약화 및 동해 피해 위험 증가 우려가 있어 이와 관련한 적정 착과량 준수에 대한 현장교육 및 컨설팅 수행 필요한 것으로 나타났다.

표 6. 주요 재배농가별 착과실태 및 과실품질 비교

조사 농가	평균 착과수 (개./cm <sup>2</sup> TCA <sup>2</sup> )	과중 (g)	당도 (°Brix)	산도 (%)	경도 (g/cm <sup>2</sup> )
A	2.7	269.4±55.78	10.9±1.69	0.6±0.13	1473±159.3
B	2.5	311.1±49.87	10.8±1.08	0.4±0.04	2056±250.1
C	3.0	237.5±99.22	9.3±1.12	0.4±0.08	1639±446.7
D	2.5	276.4±55.50	8.5±1.99	0.4±0.10	1696±190.8
E	2.1	365.7±37.68	8.4±1.66	0.4±0.13	1221±130.7
F	1.2	400.3±65.68	8.2±1.44	0.8±0.12	1638±129.0
G	1.2	323.9±74.72	10.4±1.93	0.6±0.09	1339±344.8
H	1.6	326.0±44.22	7.5±1.41	0.4±0.09	1439±267.9
평균	1.9±0.84	313.8±52.95	9.3±1.30	0.5±0.16	1563±257.0

\*TCA(주간단면적 ; trunk cross-sectional area 의 약자)

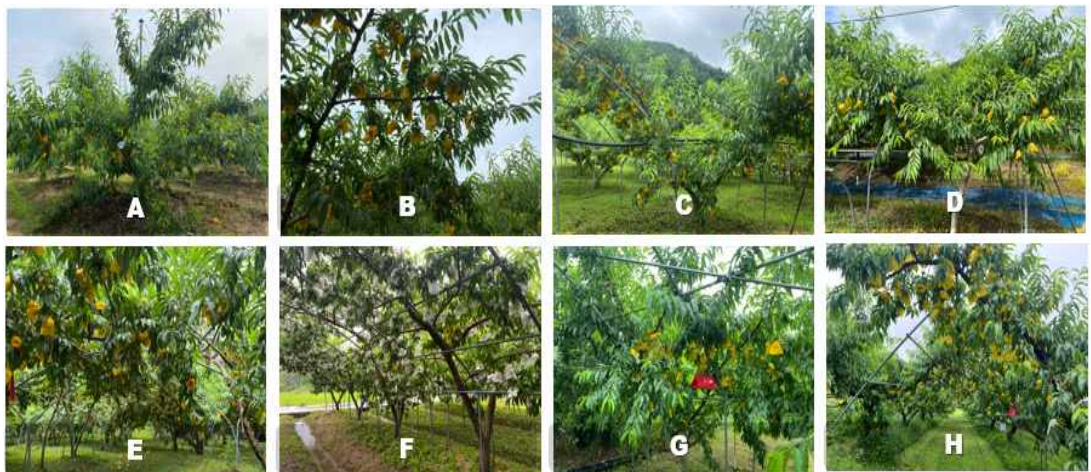


그림 14. 현장 모니터링 대상 농가 포장 전경

결과지 규격별 생육 및 수확 전 낙과특성을 비교하기 위하여 결과지 규격을 단과지(15cm 미만), 중과지(15~30cm), 장과지(30cm 이상)로 분류하여 평균 가지 길이와 직경을 비교한 결과 단과지와 중과지 그룹은 가지 평균 직경 4mm, 표준편차 0.9mm 이내로 안정적인 반면, 장과지의 경우 줄기 직경이 굵어지고, 개체별 편차가 높아지는 경향을 보였다(표 7).

표 7. 결과지 규격별 과실 초기 생육특성 비교

결과지 규격	길이(cm)	직경(mm)	과고(mm)	과폭(mm)
단과지	8.4±3.94	3.6±0.90	43.0±2.05	41.8±2.50
중과지	20.1±4.48	3.9±0.87	42.1±3.85	41.6±2.83
장과지	32.7±7.05	4.8±1.30	43.9±1.89	42.8±1.74

결과지 규격별 착과 및 과실발달 특성을 조사한 결과 낙과율은 단과지(34.3%) <중과지(49.8%) <장과지(56.5) 순으로 나타나, 열매 과경부가 깊은 ‘대홍’ 복숭아의 경우 가지직경이 가늘어서 유연성이 우수한 단과지 중심의 착과가 조기낙과 억제에 유리하였다.

반사필름 종류에 따른 과실 품질 향상 효과를 비교한 시험 결과, 대홍복숭아 수관 하부의 광 부족 문제에 따른 숙기 지연 및 착색 불량 개선 요인 검토시 알루미늄반사필름의 경우 광 개선 효과는 우수한 반면 고온기 수관 하부 열매의 표면온도가 높아지고, 조기 낙과가 증가하는 경향을 보였다. 흰색 다공질부직포(상표명: 타이벡)의 경우 알루미늄반사필름 처리구 대비 온도 상승은 상대적으로 낮았으며, 착색개선 및 과실품질 향상 효과가 우수한 것으로 나타났다.



반사필름 종류별 시험포장 전경



반사필름 종류별 과실품질 비교

그림 15. 대홍복숭아 착과 수준별 수량 및 과실 품질

반사필름 처리 종류별 수확 후 과육 내 안토시아닌(Cyanidin-3-glucoside) 함량을 비교한 결과 흰색 다공질부직포가 무처리 대비 3.7배, 알루미늄 반사필름 처리구 대비 2.5배가 높아지는 것으로 나타났다(그림 16).

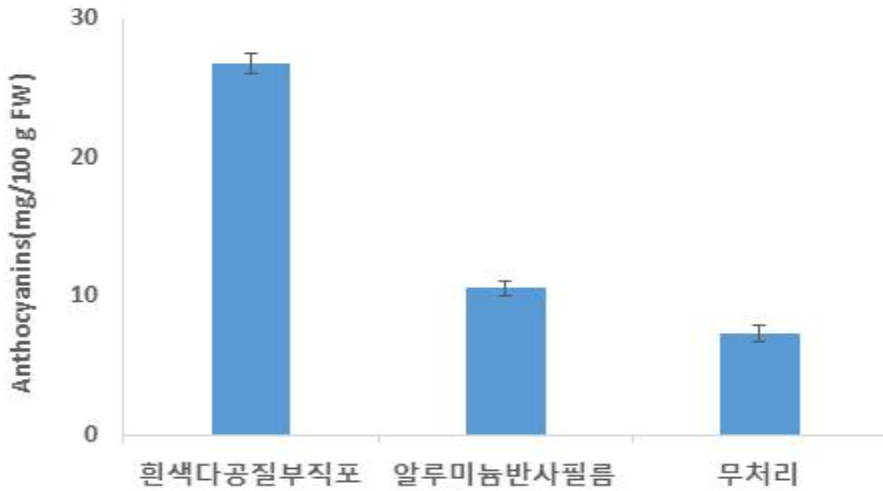


그림 16. 반사필름 종류별 안토시아닌(Cyanidin-3-glucoside) 함량 비교

#### 4 적 요

##### <제1세부과제 : 지역특산 ‘대홍’ 복숭아 고품질 안정생산 기술 개발>

(시험 1) 재배지역 및 환경별 ‘대홍’ 복숭아의 휴면심도 분석 모델 개발, 동해·생육·과실특성 구명을 통한 고품질 안정생산 시스템 구축 기초자료 확보

- 가. ‘대홍’복숭아 휴면심도 및 저온요구도 충족시기를 산출하기 위하여 대조품종 ‘천중도백도’ 대비 등 4품종의 결과지를 2021년 11월부터 2022년 3월까지 15일 간격으로 채취하여 항온상에서 25℃, 16시간 일장조건으로 잎눈에 대한 50% 발아 시점과, 최종발아율, 발아소요일수 등을 조사하여 산출한 결과, 잎눈의 경우 발아율(50% 이상) 기준 ‘대홍’과 ‘천중도백도’ 복숭아 모두 12월 중순경으로 나타났으며, 꽃눈의 경우에는 저온요구도가 잎눈에 비하여 매우 높아, 천중도백도가 3월 중순, 대홍이 3월 하순 이후로 나타남.
- 나. 휴면심도에 따라 1월 15일, 2월 15일, 3월 15일에 각각 노지 과원에서 결과지를 채취하여 저온처리(-20℃, 24시간 처리) 유무에 따른 잎눈과 꽃눈의 동해 피해율을 조사한 결과 휴면심도가 가장 낮아질 것으로 판단되는 3월 15일 처리구에서 저온처리에 따른 동해 피해율이 가장 높은 것으로 나타남
- 다. ‘대홍’의 경우 꽃눈은 천중도백도 보다 저온요구도 충족시기가 더 늦어 충북부 지역에 적합할 수준으로 판단되었으나, 동해율의 경우 ‘가남암백도’ 다음으로 높은 수준의 피해율을 보여, 재배방법별 동해 평가 및 내한성 증진을 위한 시비 및 착과 등 경종적 재배기술 개선 후속 연구 수행이 필요할 것으로 판단되었음

## (시험 2) 비파괴 당도계 활용 적정 수확시기 설정기술 개발

- 가. 숙기 판정 기준이 되는 만개일은 춘천 동내면 시험포장 기준 2022년에는 4월 25일, 2023년에는 4월 20일로 나타났으며, 동일한 재배환경 조건에서도 발아기부터 개화기까지의 기상환경에 따라 연차간 발아 및 개화시기 및 기간 등에 편차가 큰 것으로 나타남. 2023년도 이상고온으로 발아가 매우 빠른 경향이었으며, 화뢰기부터 개화기까지 이상저온 현상이 발생하여 4월 8일과 4월 13일 영하권의 최저기온 영향으로 개화기 지연 및 수정 불량, 조기낙과, 기형과 발생 많았음
- 나. 대홍복숭아의 경핵기는 2022년과, 2023년 모두 만개일 기준 65일경으로 추정되었음
- 다. 만개일 기준 90일 후부터 10일 간격으로 과실 크기와 품질을 비교한 결과 100일경부터 수확이 가능한 것으로 나타났으며, 100~120일까지는 안정적인 과일 크기와 당도를 확보할 수 있는 반면, 130일 이후부터는 평균 과중의 감소와, 품질 저하 특성이 관찰되었음
- 라. 만개 후 90~120일의 범위에서는 휴대용 비파괴당도계 기종별 예측성능이 매우 우수하였으나, 130일 이후에는 과육내 갈변 및 적육증 등 생리장애에 따른 공동과 발생 등으로 비파괴당도계 예측성능이 낮아짐

## (시험 3) 고당도 규격과 생산기술 확립

- 가. 과대봉지 종류별 물리성 특성과, 미기상 환경(광, 온도 등)을 조사하고, 과실 수확기를 만개 후 100일과 110일 기준으로 수확하여 과실 품질 및 조기낙과 특성 등을 비교한 결과 수량성 및 품질 안정성을 고려할 경우 노란색 봉지가 품질 안전성(평균수량 40.1 kg/주, 과중  $386.7 \pm 49.11$  g, 평균당도  $9.4 \pm 1.52$  ° Bx)이 가장 우수한 것으로 나타남
- 나. 적정 착과량 설정 기준을 구명하기 위하여 주간부 직경을 기준으로 횡단면적 TCA(trunk cross-sectional area) 값에 1, 2, 3 배를 곱한 수준으로 착과량을 조절하여 시험을 수행한 결과, 착과량이 가장 높은 처리구에서는 생산성은 증가한 반면 평균과중, 과실 당도 등의 품질은 매우 저조하였으며 착색 과실 성숙이 지연되고 성숙 전 낙과비율이 높았음. 착과량이 낮은 처리구는 과실품질은 우수한 반면, 수확량이 낮아, 종합적으로, '대홍' 복숭아의 적정 착과량은 주간 단면적(TCA; cm<sup>2</sup>) 당 2개가 적정한 수준이며, 평균 과중 433.7g 수준으로 TCA 기준 3개 착과 처리구 대비 10% 이상, 평균 당도 또한 10.3 ° Bx 수준으로 6% 이상 향상되는 효과가 나타남
- 다. 결과지 규격별 착과 및 과실발달 특성을 조사한 결과 낙과율은 단과지(34.3%) <중과지(49.8)<장과지(56.5) 순으로 나타나, 열매 과경부가 깊은 '대홍' 복숭아의 경우 가지직경이 가늘어서 유연성이 우수한 단과지 중심의 착과가 조기낙과 억제에 유리하였음
- 라. 대홍복숭아 수관 하부의 광 부족 문제에 따른 숙기 지연 및 착색 불량 개선을 위한 반사필름 종류별 처리 효과 비교시험 결과, 알루미늄반사필름의 경우 고온기 수관 하부 열매의 표면온도가 높아지고, 조기 낙과가 증가하는 경향을 보였으며, 흰색 다공질부직포(상표명: 타이백)의 착색개선 및 과실품질 향상 효과가 가장 우수하였음

- Ahn JB, Choi YW, Jo SR, & Hong JY (2014) Projection of 21st century climate over Korean peninsula: Temperature and precipitation simulated by WRFV 3.4 based on RCP 4.5 and 8.5 scenarios. *Atmosphere Korean Meteorological Society* 24(4) 541-554.
- Cesaraccio CD, Spano RL, Snyder, & Duce P (2004) Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. *Agr. For. Meteorol* 126 1-13
- Chung U, Kim SO, Choi MH, Hwang KH, & Yun JI (2009a) Geospatial assessment of frost and freeze risk in 'Changhowon Hwando' peach (*Prunus persica*) trees as affected by the projected winter warming in South Korea : I. Determination of freezing temperatures. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 11 206-212.
- Chung U, Kim JH, Kim SO, Seo HC, & Yun JI. (2009b) Geospatial assessment of frost and freeze risk in 'Changhowon Hwando' peach (*Prunus persica*) trees as affected by the projected winter warming in South Korea : III. Identifying freeze risk zones in the future using high-definition climate scenarios. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 11 221-232.
- Desmond RL & Daniele B (2008) *The peach : botany, production and uses*, CABI, p. 106-138.
- Lee JC, L. Hwang YS, & Cheon JP (2007) *New technology of peach cultivation*. Seonjinmunhwasa.
- Lee JC (2015) *New technique of peach cultivation*. Seonjinmunhwasa, p 37-38.
- Kim JH, Kim SO, Chung U, Yun JI, Hwang KH, Kim JB, & Yoon IK (2009c) Geospatial assessment of frost and freeze Risk in 'Changhowon Hwangdo' peach(*Prunus persica*) trees as affected by the pProjected winter warming in south Korea : *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 11(7) 213-220.
- Lee JC, L. Hwang YS, & Cheon JP (2007) *New technology of peach cultivation*. Seonjinmunhwasa.
- Leonchenko VG (1988) Relationship between anthocyanin accumulation and freezing resistance in apple shoots. (in Russian). *Fruit Growing and Viticulture* 2 26-27.
- Nam EY (2016) *New technique of peach cultivation*. National Institute of Horticultural and Herbal Science p. 3-80.
- Nam EY (2016) Breeding of cold hardiness peach progenies and identifying quantitative trait loci(QTL) associated with cold hardiness, RDA.
- Oh SD. (2004) *Fruit Tree Physiology in Relation to Temperature*, Gilmogeum. p. 12-24, 122-139

Richardson EA, SD Seeley, & Walker DR (1974) A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. Hortic. Sci. 9 331-332.

National Institute of Horticultural and Herbal Science(NIHHS), (2020) Development of a chilling model and survey on the chilling requirement of the major fruit trees to climate change. Rural Development Administration(RDA). p 1-83.

Shin HS, Kim KS, Oh YJ, Yun SK, Oh SI, Sung JH, Kim DI (2015) Carbohydrate changes in peach shoot tissues and their relationship to cold acclimation and deacclimation. Hortic J 84:21-29

Weinberger JH (1950) Chilling requirements of peach varieties. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 56 122-128.

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2022(1년)	영농활용	대홍 복숭아 전처리별 과실주 품질 특성(중앙)
	학술발표	대홍복숭아 휴면심도 분석 및 동해피해 예측 모델
		대홍복숭아 휴면심도에 따른 동해 피해수준
		대홍복숭아 TCA 기준 착과량에 따른 과실품질특성
홍보	대홍 복숭아 품평회 및 소비자 기호도 조사	
현장컨설팅	대홍 재배농가 현장컨설팅 등 2건	
2023(2년)	논문게재	대홍 복숭아를 활용한 증류주의 품질 특성
	"	1-Methylcyclopropene(1-MCP)와 MAP 처리가 저온 저장 중 복숭아 '대홍'의 품질변화에 미치는 영향
	"	대홍복숭아 과실주의 품질 특성에 미치는 효소와 침용 시간의 영향
	학술발표(국외)	Quality characteristics of fruit wine according to Daehong peach pretreatment
	"	Effects of storage temperature and duration of Daehong peach wine on physicochemical properties
	학술발표(국내)	Quality characteristics of fruit wine according to Daehong peach pretreatment
	"	Effects of storage temperature and duration of Daehong peach wine on physicochemical properties
	기술보급서	대홍복숭아 재배 매뉴얼
	영농활용	대홍복숭아 적정 착과량 기준 설정
		대홍복숭아 적정 수확시기 판단기준
	시험제품 제작	대홍이슬25
	"	대홍이슬15
	홍보	신품종 대홍 품평회 등
현장컨설팅	대홍 재배농가 현장컨설팅 등 7건	

성과지표		연도	1년차 (0000)		2년차 (0000)		계	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 게재	SCI							
	비SCI	-	-	150	199.375	150	199.375	
학술 발표	국제							
	국내	3	4	3	4	6	8	
영농 활용	기술							
	정보		1	3	2	3	3	
기술보급서				1		1	1	
시험제품 제작		1		1		2	2	
전문연구인력양성			1		3		4	
홍보실적		3	33.2	3	34.8	6	68	
현장컨설팅		3	2	3	7	6	9	
계		-		-		-	-	

## 7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'22	'23
과제책임자	강원특별자치 도농업기술원	농업연구사	정햇님	과제 총괄	○	○
세부책임자	강원특별자치 도농업기술원	농업연구사	정햇님	세부주관 수행	○	○
공동연구자	"	공업서기	이기옥	시험수행 및 평가	○	○
	"	공무직	신지영	품질조사 지원	○	○
	"	공무직	박슬기	품질조사 지원	○	○
	"	공무직	최승국	평가분석 지원	○	○
	"	농업연구관	장은하	평가분석 지원	○	○