

단감 안정생산을 위한 재배적지, 고품질 생산
및 저장시스템 개발

Development of Suitable Site for Growing, Technology for
Production of High Quality Fruit and Optimum Storage
System for Stable Production in Non-astringent Persimmon

연구기관

원광대학교, 단감연구소, 밀양대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “단감 안정생산을 위한 재배적지, 고품질 생산 및 저장시스템 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2005년 11월

주관연구기관명: 원광대학교
총괄연구책임자: 김 태 춘
세부연구책임자: 김 태 춘
연구 원: 손동수, 김명수
 김윤경, 배강순
 김호철
협동연구기관명: 단감연구소
협동연구책임자: 최 성 태
연구 원: 강성모, 박두상
 김학규, 윤영환
협동연구기관명: 밀양대학교
협동연구책임자: 이 용 재
연구 원: 박윤문, 안광환

여 백

요 약 문

I. 제 목

단감 안정생산을 위한 재배적지, 고품질 생산 및 저장시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 '단감 안정생산을 위한 재배적지, 고품질 생산 및 저장시스템 개발'에 관한 연구는 주요 타 과수에 비해 아주 미흡한 실정이다. 우리나라 감 재배면적은 타과종의 감소에 반하여 꾸준히 증가하고 있고, 또한 원예 산업 중에서 단감의 재배규모는 사과, 배, 포도 등과 대등하다. 그러나 감의 대부분 품종과 재배 기술은 일본으로부터 도입되었으며, 타 과수에 비해 기술개발의 체계화가 미흡한 실정이다. 이에 본 연구는 단감의 안정 생산을 위한 안전 재배지대를 설정하고, 품종 선발을 위한 변이 특성 조사 기준표 작성 및 품종해설집을 작성하며, 환경 변화에 따른 다양한 재배 기술 개발로 인한 고품질 과실 생산 그리고 수확 후 안정적인 판매와 농가 소득을 위해 최적 저장법 기술 개발을 목적으로 시행하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 단감 안정생산을 위한 재배적지, 고품질 생산 및 저장시스템 개발을 위해 재배환경에 따른 품종의 연차간 형질변이를 추정하고 재배단지별 단감 품종 탐색을 통해 단감 안전 재배지대 설정, 아조변이 품종선발 기준표 및 단감 품종 해설집을 작성하고자 하였다. 그리고 과수원 재배환경이 과실 품질에 미치는 영향을 구명하고 재배조건별 수채 및 과실 품질 조사를 통해 재배환경 및 조건에 따른 고품질 과실 생산 기술을 개발하고자 하였다. 또한 재배지 및 재배조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 시스템을 구명하고 이에 따른 기술체계도를 작성하고자 하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 단감 안전 재배 지대 설정 및 아조변이 품종선발 기준표 작성

가. 재배 단지별 국지기상 분석에 따른 단감 안전 재배 적지 선정

연 평균기온, 서리 및 결빙 현상 일수, 평균기온 및 1월 평균최저기온 분포도 등을 종합해 보면, 단감 재배 가능 지역으로는 충남의 경우 군산과 가까운 보령 및 서천 지역, 경북 지역에서는 중 저위도 남부 및 동부 해안 지역, 전북에서는 군산을 비롯한 해안 지역 및 저위도 해안 지역과 지리산 인근 지역을 제외한 일부 지역, 전남에서는 지리산 인근 일부 지역을 제외한 모든 지역, 경남에서는 태백산맥 인근 지역인 거창, 고령 등의 지역을 제외한 전 지역으로 판단되었다. 이 중 단감 안전 재배 지역으로는 전남에서 광주, 목포 이하 지역, 경남에서 부산, 마산 및 산청 지역으로 판단되었다. 하지만 과원의 위치마다 차이가 있으며 특히, 고산 인근 지역의 과원은 그늘에 의한 온도, 일조량의 저하와 서리나 다양한 찬 공기의 피해가 예상되고, 해안지역은 강풍 또는 태풍에 의한 생장 불량, 과실의 상처 발생, 생육 중 낙엽 등 피해가 예상된다. 추후 주요 재배 지역별로 과원의 지형, 위치, 방향 등 국지 기상 변화 요인을 세밀히 분석 보완하여 관련 행사(학회, 연구회 등)에 공개하고 관련 기관, 개원 및 재배 농가(작목반)에 정보를 보급하여 기상 피해를 줄이는데 활용할 것이다.

나. 아조변이 탐색 및 품종선발 기준표 작성

아조변이 탐색 중 충남 서천 재배 농가의 '부유' 재배 구역에서 아조변이로 예상되는 나무를 발견하였다. 당시 발견되었던 나무는 동일 과원의 '상서조생' 보다 7일 정도 첫 수확시기가 빨랐고 동일 나무에서 과실간 성숙시기가 비슷하여 수확기가 짧은 편이었다. 또한 이 나무의 가지를 채취하여 접목 재식한 나무의 과실 수확 시기도 모본과 동일하여 유전적으로 고정된 것으로 판단되었다. 과실 특성에서는 '상서조생' 보다 L/D율이 다소 컸으며, 당도가 높은 편이었다. 그리고 동일 과원 '상서조생' 과실에 발생하는 녹반증이 아조변이 예상품종에서는 전혀 나타나지 않았다. 아조변이 품종 선발 조사 기준표 작성은 농촌진흥청의 형질 조사 기준표와 UPOV의 감 특성 조사 기준표를 기준으로 작성하였다. 조사 항목수는 63개로 수체 및 가지, 엽, 화기, 과실, 종자 특성 및 기타 등으로 구분하였다. 이 작은 항목에 대하여는 9 등급으로 나누어 이에 주요 재배 품종인 '부유'와 '차량'을 기준으로 평가 비교하여 작성하였다. 품종 조사 기준표 작성에 따라 관련 기관 및 농가에 보급하여 재배자 스스로 지방 재래종 및 재배 품종에서 새로운 변이 품종을 탐색할 수 있어 민간육종의 활성화

가 기대된다.

다. 품종 해설집 작성

현재 경남농업기술원 단감연구소와 배시험장에서 보유하고 있는 완전단감 품종을 조사대상으로 하였다. 주요 생육 및 과실 특성은 최근 3년간 조사한 성적을 중심으로 작성하였으며, 국내외 관련 기관 자료, 연구 논문, 단행본, 전문 잡지 등을 참고하여 보완하였다. 각 품종에 대한 선발경위, 주요 특성 및 재배상의 유의점을 기재하였다. 본 보고서에서는 내용을 요약하여 작성하였다. 추후 더 많은 연구를 통해 단감 품종에 대한 세밀한 분석을 포함한 해설집을 작성하여 농가에 보급하고 개원이나 품종 갱신 시 품종의 특성 이해 및 보완책의 기초 자료로 사용할 것이다.

2. 단감 재배 환경 및 조건에 따른 고품질 과실 생산 기술 개발

가. 과수원 입지 조건과 수관 위치에 따른 과실품질과 품질 요인 간 상관관계

과원 입지 조건과 수관 위치에 따른 과실품질을 조사하고 품질 요인들 간의 상관관계를 파악하여 과원관리 또는 수확 후 관리에 활용코자 본 연구를 수행하였다. 경남 창원과 김해 지역에서 경사지와 평지 과원을 각각 7곳씩 선정하여 과실을 채취하고, 경사지 3과원에 대해서는 수관 외부와 내부로 나누어 채취하였다. 유의적인 차이는 없었지만 경사지 과원에서 성숙이 빠른 경향이었고, 수관 내부보다 외부의 과실이 20% 크고 착색은 좋은 반면 경도는 낮았다. 칼륨을 제외한 과실의 무기원소 농도는 과원 위치 또는 수관 위치에 따른 차이가 뚜렷하지 않았다. 96일간 저장 후 과실 품질은 과원 위치 간에는 차이가 크지 않았으나, 수관 위치 간에는 수관 내부 과실이 경도가 높고 연화과 발생률이 1.1%로 수관 외부의 6.1%보다 유의적으로 적어 구별되었다. 과실 품질요인 간 상관분석 결과 착색과 당도는 과실 크기와 각각 $r=0.63^{**}$, $r=0.56^{*}$ 으로 정의 상관관계가 있었으나 경도와 저장 중 연화과 발생률과 유의적인 부의 상관관계가 있었다.

나. 단감 '부유'의 측지 나이별 과실특성

고품질과 생산을 위해 '부유'단감의 측지 나이별 과실품질을 조사한 결과는 과중, 색도, 당도는 4년생 이하의 측지에 착과한 과실이 좋았다. 결과지의 전분 농도는 4년

생 이하의 측지에서 착생된 가지에서 5.08%로 높았다. 따라서 측지 나이가 많아지지 않도록 적절한 시기에 갱신 전정이 필요한 것으로 판단되었다.

다. 가을철 질소추비가 '부유' 단감의 과실 품질 및 양분 축적에 미치는 영향

가을철 서리가 일찍 오는 남부지방 과원에서 만생종 '부유' 단감의 품질과 저장양분 축적에 미치는 질소 가을시비 효과를 알아보기 위하여 본 시험을 수행하였다. 당해 질소 시비를 하지 않은 나무에 9월 17일과 10월 2일에 연간 표준시비량의 44%에 해당하는 요소 500g씩을 8년생 나무에 시비하였다. 9월 17일 시비구의 수확 과실은 Hunter a 색도가 대조구 29.9에 비해 26.8로 유의적으로 낮았으며, 크기가 작고 경도가 높은 경향을 나타내어 성숙이 지연되었음을 보였다. 그러나 과실의 질소, 탄수화물, 질소화합물 농도는 처리구간에 유의적인 차이가 없었고, 3개월 저온저장 후 연화과 발생은 질소 시비구들에서 적게 나타났다. 10월 30일 잎의 질소, 가용성당, 아미노산은 질소 시비구들에서 유의적으로 높은 농도로 나타났으며, 10월 2일 시비구보다 9월 17일 시비구에서 더 높은 경향이였다. 이듬해 3월 21에 채취한 신초의 질소 농도는 9월 17일과 10월 2일 시비구가 각각 0.81, 0.78%로 대조구 0.66%과 유의적인 차이를 보였다. 신초의 가용성당과 아미노산 농도가 질소 시비구들에서 유의적으로 높은 것과 대조적으로 전분은 대조구가 10.9%인데 반해 질소비구들은 공히 9.5%로 유의적으로 낮아 질소대사에 탄수화물이 소모되었음을 시사하였다.

라. 환상박피 시기가 '부유'의 수체생육, 과실품질, 저장양분 축적에 미치는 영향

단감나무의 수세안정 및 착색 촉진에 미치는 환상박피 효과를 검토하기 위하여 발아 후 27일째인 4월 20일과 만개 후 18일째인 6월 10일에 접목부로부터 15cm 상단에 1cm 폭으로 환상박피를 하였다. 환상박피구 나무들은 처리 당년에 낙과, 주간비대, 도장지 발생, 엽면적 등이 감소하였다. 특히 4월 20일 환상박피구 나무들은 이듬해에도 주간비대와 도장지 발생이 유의적으로 감소하였다. 2004년과 2005년에 조사한 주당 도장지 수는 대조구가 각각 29.5, 27.3개인데 반해 4월 20일 환상박피구는 각각 0.3, 5.3개에 불과하였다. 수확 과실의 Hunter a 값은 대조구에서 29.3인데 반해, 4월 20일과 6월 10일 환상박피구에서는 각각 34.1, 31.8로 유의적으로 높아 환상박피

에 의한 착색 촉진 효과가 뚜렷하였다. 반면 경도는 4월 20일 처리구에서 유의적으로 낮았으며, 과실 크기 및 당도는 환상박피에 의한 유의적인 효과가 없는 것으로 나타났다.

마. 가을철 조기 잎 손실이 '부유'의 과실 특성과 이듬해 수채 발육에 미치는 영향

본 연구는 태풍에 의해 조기에 잎 손실이 되었을 때 감나무의 수채 반응을 이해하기 위하여 수행되었다. 2002년 10월 9일에 6년생 '부유' 감나무를 대상으로 0, 75, 100%를 적엽하였다. 과중, 당도는 적엽 비율이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 과실 횡경 증가는 적엽구들에서 유의적으로 적었으나 적엽 후 잎이 없어도 증가하는 것으로 나타났다. 월동기 신초의 전분 농도는 적엽구들에서 유의적으로 낮아 대조구가 4.0%인데 반해 75%와 100% 적엽구는 각각 3.2, 3.1%로서 차이를 보였다. 이듬해 신초생장, 착과수, 착과율은 전년도 적엽에 따른 차이가 발견되지 않았으나 겨울 동안 발생한 고사지수는 적엽구들에서 현저하게 많아 75% 적엽구는 대조구의 4.4배에 이르렀다. 이듬해 과실 크기는 유의적인 수준은 아니지만 적엽 비율이 높을수록 작았으며, 당도는 적엽구들에서 유의적으로 낮았다. 그러므로 태풍에 의해 조기 잎 손실이 되었을 때 과실 품질을 높이고 저장 탄수화물 축적을 높이는 방법이 강구되어야 할 것이다.

바. 초가을 잎 손실 감나무에서 적과 정도가 과실특성 및 탄수화물 축적에 미치는 영향

70L 용기에서 재배한 2년생 '부유' 감나무를 대상으로 9월 7일에 총 잎 수의 80%를 적엽한 다음 0, 60, 80, 100%로 적과를 하였다. 엽과비는 0, 60, 80% 적과구에서 각각 4, 10, 20으로 바뀌었고, 적과 효과를 비교하기 위해 적엽을 하지 않은 무처리수에서는 20으로 유지되었다. 적엽 후 적과를 하지 않은 대조구는 과중, 당도가 유의적으로 낮았으나 60%와 80% 적과구에서는 과중과 당도가 유의적으로 증가하였다. 그러나 당도는 80% 적과로도 무처리수 수준에 이르지 못하였다. 과실의 80%를 적과하였을 때 지상부 목질과 뿌리에서 가용성당 함량이 대조구보다 1.5배 높았고 100% 적과했을 때는 지상부 목질에서 1.4배, 뿌리에서 2.2배가 높았다. 80% 적과로서 주당

총 가용성당 함량은 무처리수 수준으로 증가하였고, 전분 함량은 80%와 100% 적과에 의해 각각 1.7, 3배로 증가하였다. 전분 함량의 경우 80% 적과로 무처리수 수준으로 회복되었다. 이듬해에 대조구에서는 고사지가 많이 발견되었으며, 신초생장과 착과도 나쁜 것으로 나타나 조기 잎 손실 감나무에서 적과가 매우 중요함을 알 수 있었다.

사. 9월 상순 적엽과 제과가 단감 ‘부유’의 탄수화물 분배에 미치는 영향

9월 상순 완전 적엽구와 완전 제과구를 두어 잎과 과실이 부위별 탄수화물분배에 미치는 영향을 이해하고자 본 연구를 수행하였다. 9월 4일에 70L 용기에서 재배한 3년생 ‘부유’ 감나무를 100% 적엽한 구와 적엽하지 않은 구로 나누고 완전히 제과하거나 그대로 두는 처리를 한 후 11월 3일에 나무를 채취하여 부위별 탄수화물을 분석하였다. 적엽을 하지 않은 나무에 비해 적엽한 나무의 과실, 지상부 목질부 및 뿌리는 가용성당 함량이 각각 49, 60, 72%, 전분이 각각 57, 76, 82% 적은 것으로 나타났다. 제과를 했을 때 지상부 목질부와 뿌리의 가용성당 함량은 적엽을 하지 않은 나무에서는 각각 8, 24%가 증가했지만 완전히 적엽된 나무에서는 각각 103, 149%로 더 많이 증가하였다. 제과로 증가되는 지상부 목질부와 뿌리의 전분 함량은 적엽하지 않은 나무에서는 각각 49, 73%였으나 적엽한 나무에서는 각각 177, 230%에 달하였다. 본 연구의 결과 적엽은 특히 뿌리의 탄수화물을 현저히 감소시키고, 착과 유무가 탄수화물 축적에 미치는 이 같은 영향은 적엽된 나무에서 훨씬 큰 것을 알 수 있었다.

아. 환상박피 시기가 ‘서촌조생’ 단감의 과실 특성, 수채생육과 저장양분 축적에 미치는 영향

본 시험은 환상박피 시기가 서촌조생 단감의 과실품질 및 수채에 미치는 영향을 조사하여 조기수확을 위한 환상박피 기술을 확립하기 위해 수행되었다. 60L 용기에서 재배한 4~5년생 ‘서촌조생’ 단감을 대상으로 2004년과 2005년에 6월 3일, 8월 3일, 9월 3일에 연속적으로 3mm 폭의 환상박피 처리를 하였다. 2004년에 6월 3일 처리구의 과실이 189g으로 대조구보다 29g이 크고, 칼라차트 색도는 5.9로서 1.2가 높

았다. 환상박피구들은 뿌리의 건물중이 감소하고 탄수화물 및 무기원소 축적이 나쁜 것으로 나타났는데 6월 3일 처리구에서 가장 심하였다. 2005년에는 6월 3일 처리구에서도 과중, 색도의 증가가 유의적인 수준에 이르지 못하였으며, 주당 수량은 1.8kg으로 대조구보다 1kg이 오히려 감소하였다. 2005년에도 뿌리의 건물중 감소는 모든 환상박피구에서 관찰되었으며 9월 3일 처리구에 가장 심하고, 다음으로 6월 3일 처리구였다. 결론적으로 6월 3일 처리가 과실 크기 및 착색 측면에서 조기수확에 가장 적합하나 수세 관리에 주의가 필요하였다.

자. 화분차단이 '전천차랑' 단감의 무핵과 착과와 품질에 미치는 영향

7~9년생 전천차랑 품종을 대상으로 2003년에는 가지 단위로, 2004년과 2005년에는 수체 전체 단위로 방입수분(대조구) 또는 방충망에 의한 화분차단 처리를 한 후 무핵과의 착과와 품질을 조사하였다. 방입 수분 및 화분차단 처리에 따른 3년 동안의 착과율은 유의적인 차이나 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 대조구의 3년간 과실당 종자수는 각각 2.5, 0.7, 2.0개인데 반해 화분차단구에서는 전부 무핵과만 생산되었다. 과실 크기는 가지 단위로 처리한 2003년에는 화분차단구가 187g으로 대조구 201g보다 유의적으로 작았지만 수체 전체를 화분차단 처리한 2004년과 2005년에는 처리구간에 차이가 없었다. 과실 경도는 3년 동안 화분차단구에서 높고, 색도는 2004년과 2005년에 화분차단구의 색도가 낮은 경향이였다. 화분을 차단하였더라도 당도는 대조구와 유의적인 차이가 나지 않았으며, 과형지수도 2003년을 제외하고는 차이가 없었다. -0.5°C 에 2개월간 저장한 무핵과실의 특성도 대조구와 다르지 않았다. 따라서 전천차랑 품종은 화분차단을 하여 재배하더라도 안정 생산이 가능하고 품질도 양호한 것으로 판단되었다.

차. 대목 종류 및 환상박피 시기가 감 '갑주백목'의 생리적 낙과에 미치는 영향

생리적 낙과가 심한 감 '갑주백목'을 대상으로 대목 종류 및 환상박피 시기에 따른 낙과율을 조사하였다. 1997년 심은 나무를 2002년부터 2005까지 조사한 결과, 공대보다 고욤대에서 주간단면적이 증가가 크고 도장지 발생수가 많았으며, 낙과도 심한 것으로 나타났다. 고욤대에 접목된 10~11년생 나무를 대상으로 2004년에 5월 4일, 6

월 24일에, 2005년에는 6월 7일, 7월 7일, 8월 7일에 각각 6mm 폭으로 주지 또는 부주지에 환상박피를 했을 때 처리구 모두 낙과가 줄어든 경향을 보였다. 2004년에는 6월 24일 처리구, 2005년에는 7월 7일 처리구에서 낙과율이 가장 낮았으며, 2004년 6월 24일 처리구는 이듬해에도 뚜렷하게 낙과율이 낮았다.

3. 단감 숙기별 최적 MAP 저장 모델링 및 종합 체계도 작성

1) 단감 재배환경과 재배조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 구명

본 연구에서는 먼저 2002년부터 2004년까지 생산된 과실의 경도, 색도, 당도 등의 품질 특성을 조사하여 년도별 큰 차이가 없음을 밝혔다. 그러나 일반적인 방법과 폐쇄계호흡측정방법(Closed system method)으로 조사하여 Michaelis-Manten 효소반응속도식으로 분석한 단감과실의 호흡률은 년도와 숙기별로 차이가 있는 것으로 조사되었고 이는 농업의 생산 현장에서 해마다 동일한 과원과 숙기에서도 과실의 저장성이 차이를 보이므로 많은 저장농가의 어려움에 대한 원인을 파악하고 대책을 강구하기 위해서는 매년 수확되는 과실에 대하여 정기적인 과실의 호흡률 조사가 필요할 것으로 판단되었다. 또한 단감포장의 최적 포장조건을 설정하기 위하여 포장용으로 가장 많이 사용되고 있는 저밀도폴리에틸렌의 산소와 이산화탄소에 대한 가스투과도를 조사하여 저장 중 포장내 공기조성변화를 예측하여 과피변색과 같이 포장내 공기조성과 관련이 깊은 생리장해과를 경감시키고 품질을 유지하는 숙기별 MA포장조건을 설정하였다. 이 예측 결과를 실증하기 위하여 숙기별 여러 가지 포장두께의 포장지를 사용하여 실제 저장성 조사를 실시한 결과 저장 중 발생하는 주요 생리 장해 현상중 하나인 갈변과의 발생을 방지하기 위해서는 적정 두께의 포장지를 활용해야 할 것으로 판단되었다. 또한 안정적인 장기저장을 위해서는 갈변과 외의 다른 장해발생을 줄이기 위한 대책도 마련되어야 할 것으로 판단되었다.

2) 기술체계도 작성

국내 감 산업을 육종, 재배, 수확 후 관리 및 상품화 분야로 대별하여 각각의 산업 분야에서 요구되는 핵심기술의 범주를 기술체계도에 의거하여 소분류 수준 53개 항

으로 도출한 후 중요도에 따라 핵심기술과제 32개를 제시하였다. 이러한 체계도 작성 및 핵심기술과제 도출은 앞으로 감 산업 발전을 위한 전략 수립 및 현장 매뉴얼 개발 및 과제 선정 시 평가자료로 활용되어야 할 것으로 생각된다.

여 백

SUMMARY

I . Title

Development of suitable site for growing, technology for production of high quality fruit and optimum storage system for stable production in non-astringent persimmon.

II . Purpose and Importance of Reserch

In the present time, the cultivating area of persimmon is increasing against that of other fruit trees, and non-astringent persimmon of horticultural industry is not low as compared to apple, pear, grape, etc. But technology about non-astringent persimmon in our country is not enough because the majority of cultivars and technology was introduced from Japan. So that, this report was conducted to develop suitable site for the growing, growing technology and storage system for stable production of high quality fruit.

III . The Contents and Scopes of Research

1. Development of suitable site for growing and making persimmon cultivars criterion for bud mutation selection
 - 1) For development of suitable site for growing of non-astringent persimmon,
 - Presumption of character change by investigation of tree growth, fruit characteristics, and climate factors (temperature, frost and freezing days etc.) per region yearly.
 - Examination (germination, EC, TTC) for freezing hardness of shoot by environment condition (temperature).

2) For making of the persimmon criterion guidelines,
- Research of the persimmon criterion guidelines of National Horticultural Research Institute (NHRI), International Union for the Protection of New Varieties Plants (UPOV) etc.

3) For making of guide of non-astringent persimmon,
- Research of the accumulated data of relational research institution, scholarly monograph, and technical book related with persimmon cultivars (PCNA: pollination constant non-astringent).
- Investigation on characteristics of fruit in holding persimmon cultivars (PCNA) of Sweet Persimmon Research Institute.

2. Development of technology for high quality fruit by growing environment and condition in non-astringent persimmon

1) Effect of environmental factor and condition, site of orchard, and method of fertilizer application on fruit growing and quality

2) Effect of canopy environment (by pruning), soil moisture on fruit growing and quality.

3) Effect of growing environment and method during storage of fruit.

3. Development of optimum MAP storage modeling and multiple system by maturation period of fruit in non-astringent persimmon

1) Investigation of fruit respiration rate and characteristics by maturation period.

2) Investigation of transmittance of oxygen, carbon dioxide and nitrogen by packaging material and thickness.

IV. Result and Recommendation for Application

1. Development of suitable site for growing and making persimmon cultivars criterion for bud mutation selection

1) Selection of suitable area for growing per atmospheric phenomena of limited area in non-astringent persimmon

Considering the mean air temperature, frost and freezing appearance days of year, and the distribution chart of mean air temperature and minimum air temperature of January, the possible area on growing of non-astringent persimmon was estimated Seocheon, Boryeong, and the around to areas in Chungnam, the low latitudes southern regions and eastern coast in Gyeongbuk, Gunsan included coastal regions, partial regions except for Mt. Jiri in Jeonbuk, all region except for Mt. Jiri in Jeonnam, all region except for Geochang, Goryeong, and the around tow areas in Gyeongnam. The safety area on growing of non-astringent persimmon was estimated Gwangju, Mokpo, and the around area in Jeonnam, Busan, Masan, and the around area in Gyeongnam.

2) Investigation of bud mutation and making of persimmon cultivars criterion for variety selection in non-astringent persimmon

In investigation bud mutation, there was discovered that estimated bud mutation of 'Fuyu' orchard in Seocheon of Chungnam. The bud mutation cultivar was earlier about one week than 'Uenishiwase' of the orchard in harvest season, and sugar contents and L/D ratio of the fruit was higher, too. Coloring period of the bud mutation cultivar was a short time by five days. 'Uenishiwase' showed many the green mottle of fruit but the bud mutation cultivar showed not it entirely. Persimmon cultivars criterion was based on the persimmon criterion guidelines of National Horticultural Research Institute (NHRI), International Union for the Protection of New Varieties Plants (UPOV) etc. and was consisted of characteristics of tree and branch, leaf, flower organ, fruit, seed and etc. These

were divided into 10, 13, 10, 20, 3 and 7 items, respectively. The item was estimated by 9 grade and compared with 'Fuyu' and 'Jiro'.

3) A guide of non-astringent persimmon

Characteristics of non-astringent persimmon cultivars were based on data by direct investigation, an accumulated data of relational research institution, scholarly monograph, and technical book, etc. The cultivars for investigation have been held in relational research institution. The explanation of cultivars was consisted of selection reason, major fruit and cultural characteristics, and points of attention on growing. And appended photograph and table of characteristics on the fruit.

2. Development of technology for high quality fruit by growing environment and condition in non-astringent persimmon

1) Fruit characteristics as affected by location of the orchards and position within the tree canopy and correlations among the fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon

Fruit characteristics were investigated at different locations of the orchard and position within the tree canopy and correlations among the fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon were analyzed, to establish better cultural practices for producing quality fruits. The fruits were collected from 7 orchards at slop and low lands in Changwon and Gimhae districts, respectively, and additionally harvested inside and outside the tree canopy from 3 slop land orchards. Although not significant, fruits from slop lands tended to mature earlier than from low land. Fruits outside tree canopy were weighed heavier by 20% and colored better than inside the canopy, but showed significantly lower firmness. Different locations of the orchard and position within the tree canopy did not affect

concentration of inorganic elements in fruits except for potassium which was significantly higher in those inside the tree canopy. Percent fruit with softening after low temperature storing for 96 days was only 1.1% inside the tree canopy due to higher firmness, while 6.1% outside the canopy. Fruit size was positively related to color ($r = 0.63^{**}$) and soluble solids ($r = 0.56^{*}$). On the other hand, color and soluble solids were negatively related to firmness.

2) Fruit characteristics as affected by different ages of lateral branches in 'Fuyu' persimmon

Effect of different ages of lateral branches on fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon was assessed to estimate appropriate age for renewal of the branch. When the branch age was less than 4-year old, weight, color, and soluble solids of its fruits were better. Starch concentration of fruiting shoot was significantly high in young branches less than 4-year old. These results suggested that renewal of old lateral branches is very important to produce quality fruits.

3) Effect of different nitrogen application dates in autumn on fruit characteristics and reserve accumulation of 'Fuyu' persimmon

Nitrogen (urea 500 g/tree) was applied to 8-year-old 'Fuyu' persimmon trees on Sept. 17 or Oct. 2, to estimate effect of the application date in autumn on fruit characteristics and reserve accumulation in orchard where early frost damage frequently occurred. Fruits of the trees applied on Sept. 17 showed lower coloration, smaller size, and higher firmness than the control without nitrogen application, indicating delayed maturing. Different application dates did not significantly affect concentrations of nitrogen, carbohydrates, and nitrogenous compounds in fruits of trees with nitrogen application. However, fruit softening after low-temperature storage during 3 months was reduced in the trees applied with nitrogen, regardless of the dates. Nitrogen, soluble sugars, and amino acids

of leaves on Oct. 30 were highest in Sept. 17 application, followed by Oct. 2. Nitrogen concentration of shoots collected on March 21 the following year were 0.81 and 0.78% in Sept. 17 and Oct. 2 application, respectively, exhibiting significant difference compared with 0.66% of the control. Although concentrations of soluble sugars and amino acids of shoots were higher, starch was significantly lower in the trees applied with nitrogen than the control: starch was 10.9% in the control while 9.5% in Sept. 17 or Oct. 2 nitrogen application. This starch concentration of shoots indicated that carbohydrates had been consumed in nitrogen metabolism.

4) Effect of different girdling dates on tree growth, fruit characteristics, and reserve accumulations of 'Fuyu' persimmon

Trunks of vigorous 'Fuyu' persimmon trees were girdled on April 20 (27 days after sprouting) and June 10 (18 days after full bloom) in 2004 to 1-cm width at 15 cm above the graft union, to investigate effect of the girdling on tree vigor and fruit coloration. Fruit drop, trunk growth, number of water sprouts, and leaf area decreased in the girdling treatments in 2004 and/or 2005, especially in April 20 girdling. Number of water sprouts was 29.5 and 27.3 in the control (not girdled) in 2004 and 2005, respectively, but it was reduced to 0.3 and 5.3 in April 20 girdling. Girdling significantly improved fruit coloring: Hunter a value as fruit color was 34.1 and 31.8 in April 20 and June 10 girdling in 2004, respectively, while 29.3 in the control. Different girdling dates did not affect fruit size and soluble solids but April 20 girdling significantly lowered fruit firmness.

5) Tree responses of 'Fuyu' persimmon to different degrees of early defoliation on fruit characteristics at harvest and tree development the next season

This study was conducted to understand the responses of persimmon trees to

early defoliation by typhoons. In 6-year-old 'Fuyu' trees, 0 (control), 75, and 100% on Oct. 9 in 2002. Fruit fresh weight and soluble solids tended to decrease as defoliation percentages increased. However, fruit diameter continued to increase in the absence of any leaves, and defoliation in early September did not significantly affect fruit weight at harvest. Starch concentration in dormant shoots significantly decreased to 3.2 and 3.1% by 75 and 100% defoliation, respectively, from 4.0% for the control in the 2002 experiment. Shoot growth, number of flower buds, and fruit set the following year were not consistently affected by different degrees of defoliation the previous year. However, 75% defoliation resulted in 4.4-fold increase in winter-shoot mortality in 2003. Although not significant, only fruit weight the following year tended to decrease with increasing degrees of defoliation. Soluble solids were significantly low in the fruits of 75%- and 100%-defoliated trees in 2003. The results indicated that measures to enhance fruit quality and carbohydrate reserve of the tree should be practiced after a severe defoliation by typhoons.

6) Effect of thinning degrees on fruit characteristics and carbohydrate accumulations of persimmon trees defoliated in early autumn

Leaves of 2-year-old 'Fuyu' trees, grown in 70-L containers, were defoliated 80% on Sept. 7, and the effect of different degrees of fruit thinning on these trees was determined with regard to fruit characteristics and carbohydrate accumulation in tree parts. After the defoliation, the leaf-to-fruit ratio of the trees was changed to 4, 10, and 20 by thinning 0 (control), 60, and 80% of their fruits, respectively. Data from non-defoliated trees that had maintained the ratio at 20 throughout the season are also presented for comparison; these trees are referred to as being "intact." After the defoliation, fruit weight and soluble solids significantly decreased. Fruit weight increased significantly when thinned 60 and 80% of the fruits. Soluble solids significantly increased with the increase in fruit

thinning, but never to the level found in the fruits from intact trees. When thinned 80% of the fruits, sugar content increased 1.5-folds both in aerial woods and the roots; when thinned 100%, however, the increase was 1.4-folds in aerial woods and 2.2-folds in roots. With an 80% thinning, total soluble sugar contents of a tree significantly increased almost to the level of intact trees. Starch contents of aerial woods increased 2- and 2.3-folds, whereas those of the root 1.7- and 3-folds, by 80 and 100% fruit thinning, respectively. Starch contents in an 80%-defoliated tree were at the comparable levels of an intact tree only when all the fruits were removed. The control trees, which had lost 80% of their leaves in 2002, showed a significantly poor shoot and leaf growth, fewer flower buds, and fruit dry weight in 2003. Almost one-half of the shoots grown in 2002 died in the control trees by the time of bud break in 2003. Fruit characteristics were not significantly changed the following year. In conclusion, fruit thinning could be of practical importance for reserve accumulation as well as for improving the quality of remaining fruits when young persimmon trees lose their leaves up to 80% in early September.

7) Effects of defoliation combined with defruiting in early September on carbohydrate partitioning of 'Fuyu' persimmon

This experiment was conducted to assess effects of defoliation combined with defruiting in early September on carbohydrate partitioning of persimmon tree. Three-year-old 'Fuyu' trees were grouped to non-defoliated and defoliated ones with or without fruits after completely defoliating and defruiting on September 4. The results indicated that the defoliation reduced carbohydrates more severely in roots than in aerial woods, and defruiting effect on increase of the carbohydrates was much better in defoliated trees than in non-defoliated ones.

8) Effect of girdling date on fruit characteristics, tree growth, and

reserve accumulations of 'Nishimurawase' persimmon

This experiment was conducted to assess effect of different girdling dates on fruit characteristics and tree growth of 'Nishimurawas' persimmon for early harvest. Four- to 5-year-old trees, grown in 60-L containers, were girdled in 3-mm width at the trunk on June 3, Aug. 3, and Sept. 3 in 2004 and 2005 consecutively. When the trees were girdled on June 3, fruit weight in 2004 was 189 g, heavier by 29 g than non-girdled control, and color was 5.9 as color chart, higher by 1.2. Dry weight and contents of carbohydrates and inorganic elements tended to be reduced in roots of all the girdled trees in 2004, especially in June 3 treatment. June 3 girdling in 2005 did not significantly increased fruit weight and color, and reduced yield compared with the control. Also was reduction observed in root dry weight of the girdled trees in 2005, being the most severe in Sept. 3 girdling treatment followed by June 3 girdling. In conclusion, June 3 girdling was effective to a some extent for early harvest but needed careful management for tree growth.

9) Effect of non-pollination treatment on fruit set and characteristics of 'Maekawa-Jiro' persimmon

Production of seedless persimmon fruit has been of commercial importance. This experiment was conducted to investigate effect of non-pollination treatment on fruit set and characteristics of 'Maekawa-Jiro' persimmon. Insect-proof nets were covered before flowering on 3- to 4-year-old branch in 2003 or whole tree in 2004 and 2005 for non-pollination treatment. All the branches or trees with the non-pollination treatment produced only seedless fruits while fruit of the open-pollinated control trees had 2.5, 0.7, and 2.0 seeds, respectively, in 2003, 2004, and 2005. However, percent fruit set of the seedless ones was not significantly reduced during the three experiment years compared with the control. Although fruit size was smaller in non-pollinated branches, there were no

consistent differences of fruit characteristics at harvest in 2004 and 2005 between the control and non-pollination treatment. When stored at -0.5°C during two months in 2005, the fruits showed so similar quality between the two treatments. It was concluded that seedless fruits of 'Maekawa-Jiro' persimmon could be commercially produced even by non-pollination condition.

10) Effects of different rootstocks and girdling dates on physiological fruit drop of 'Hachiya' persimmon

Physiological fruit drop of 'Hachiya' persimmon, which has severe fruit-drop characteristic, was investigated in the trees grafted by different rootstocks or girdled at different dates. The trees grafted on *D. lotus* was greater in trunk cross-sectional area during 9 years after planting and produced more water sprouts than those on *D. kaki*. Higher percent fruit drop was observed in the vigorous trees on *D. lotus* rootstock. When the scaffold or second scaffold of 10- to 11-year-old trees were girdled in 6-mm width on May 4 and June 24 in 2004 or June 7, July 7, and Aug. 7 in 2005, fruit drop tended to decrease in all the girdled treatments. The most lower percent fruit drop was found in June 24 girdling in 2004 and June 7 in 2005. Furthermore, June 24 girdling in 2004 reduced fruit drop even the following year.

3. Development of optimum MAP storage modeling and multiple system by maturation period of fruit in non-astringent persimmon

1) Optimal MAP storage system according to maturity

In order to maintain the quality of a sweet persimmons, the activities of the various enzyme related to softening the sweet persimmons have to be restrained and the one of the method is MAP (modified atmosphere packaging) preservation. MAP preservation uses air transmission and respiration rate of fruits in the film

by inducing an appropriate air composition to preserve quality of fruits within packaging. However, there could be a physiology obstacle phenomenon if the condition of packaging and the amount of respiration are not corresponding together. Therefore, in order for the optimum MA packaging, the precise amount of respiration investigation of fruits, gas transmission are required and also the changes in the amount of respiration according to the air composition changes should be estimated. Therefore, the study executed an investigation to design an optimum packaging system according to the harvest maturity of the sweet persimmons and the investigation was made first on the quality of fruits and the respiration rate which is important part of a physiology phenomenon in accordance with the harvest period and last the optimum MA packaging per the harvest period has been carefully reviewed.

The study showed that there isn't much difference in the quality characteristics per year when examined the fruits produced from 2002~2004 for the hardness, chromaticity, and saccharinity. However, the findings in the respiration rate of the sweet persimmons showed significant difference as per year and the harvest maturity. The investigation on the respiration rate of the fruits that are harvested every year are an essential practice to resolve the difficulties of the preservation farmhouses. In addition, to establish the optimum MA packaging condition of the sweet persimmons, the investigation on the gas transmission for the low density polyethylene. Furthermore, by estimating the changes of air composition that are in the MA packaging while in preservation, the optimum MA packaging condition per harvest maturity to maintain the quality and reduced physiology obstacle course that has close relations with air composition within the packaging. As a result of actual investigation using a various kinds of package thickness per harvest maturity to corroborate the result of estimation. To prevent browning occurrence which is one of the main physiology obstacle phenomenon, the estimation showed that an appropriate

thickness packages are required and for long term preservation, it has been determined that a countermeasure should be established to reduce obstacle occurrence.

2) Technical tree and core strategy research proposals

Technical tree for the persimmon industry was suggested and 53 category corresponding to core strategic field of research were finalized. Based on the technical tree, outline of 32 core strategy research were proposed and summarized into d-Base file.

CONTENTS

Chapter 1. Summary	29
Section 1. The goal and needs of the research	29
Section 2. The scope of the research	34
Chapter 2. The presents condition and problems of technical development in domestic and foreign	35
Section 1. The present condition and problems in domestic	35
Section 2. The present condition in foreign	35
Section 3. The prospects for field of this study	36
Section 4. Propriety of the introduction of technology	36
Chapter 3. Development of suitable site for growing and making persimmon cultivars criterion for bud mutation selection	37
Section 1. Selection of suitable area for growing per atmospheric phenomena of limited area in non-astringent persimmon	37
Section 2. Investigation of bud mutation and making of persimmon cultivars criterion for variety selection in non-astringent persimmon	64
Section 3. A guide of non-astringent persimmon	77
Chapter 4. Development of technology for high quality fruit by growing environment and condition in non-astringent persimmon	114
Section 1. Fruit characteristics as affected by location of the orchards and position within the tree canopy and correlation among the fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon	114
Section 2. Fruit characteristics as affected by different ages of lateral branches in 'Fuyu' persimmon	121
Section 3. Effect of different nitrogen application dates in autumn on fruit characteristics and reserve accumulation of 'Fuyu' persimmon	126

Section 4. Effect of different girdling dates on tree growth, fruit characteristics and reserve accumulations of 'Fuyu' persimmon	135
Section 5. Tree responses of 'Fuyu' persimmon to different degrees of early defoliation on fruit characteristics at harvest and tree development the next season	147
Section 6. Effect of thinning degrees on fruit characteristics and carbohydrate accumulations of persimmon trees defoliated in early autumn	152
Section 7. Effects of defoliation combined with defruiting in early September on carbohydrate partitioning of 'Fuyu' persimmon	163
Section 8. Effect of girdling date on fruit characteristics, tree growth, and reserve accumulations of 'Nishimurawase' persimmon	171
Section 9. Effect of non-pollination treatment on fruit set and characteristics of 'Maekawa-Jiro' persimmon	183
Section 10. Effects of different rootstocks and girdling dates on physiological fruit drop of 'Hachiya' persimmon	190
Chapter 5. Development of optimum MAP storage modeling and multiple system by maturation period of fruit in non-astringent persimmon	195
Section 1. Optimal MAP storage system according to maturity	195
Section 2. Technical tree and core strategy research proposals	210
Chapter 6. Degree of achievement, and degree of contribution for related sphere	252
Chapter 7. Application plans from research results	254
Chapter 8. Reference	256

목 차

제 출 문	1
요 약 문	3
SUMMARY	13
CONTENTS	25
제1장 연구개발과제의 개요	29
제1절 연구개발의 목적 및 필요성	29
제2절 연구개발 범위	34
제2장 국내외 기술개발 현황	35
제1절 국내 현황과 문제점	35
제2절 외국의 현황	35
제3절 앞으로 전망	36
제4절 기술 도입의 타당성	36
제3장 단감 안전 재배 지대 설정 및 아조변이 품종 선발 기준표 작성	37
제1절 재배단지별 국지기상 분석에 따른 단감 안전재배 적지 설정	37
제2절 아조변이 탐색 및 품종 선발 기준표 작성	64
제3절 품종 해설	77
제4장 단감 재배 환경 및 조건에 따른 고품질 과실 생산 기술 개발	114
제1절 과수원 입지 조건과 수관 위치에 따른 과실 품질과 품질 요인 간 상관관계 ..	114
제2절 단감 ‘부유’의 측지 나이별 과실특성	121

제3절	가을철 질소 추비 시기가 ‘부유’ 단감의 과실 품질 및 양분 축적에 미치는 영향	126
제4절	환상박피 시기가 ‘부유’ 단감의 수채생육, 과실품질, 저장양분 축적에 미치는 영향	135
제5절	가을철 조기 잎 손실이 ‘부유’ 감나무의 과실 특성과 이듬해 수채 발육에 미치는 영향	147
제6절	초가을 잎 손실 감나무에서 적과 정도가 과실특성 및 탄수화물 축적에 미치는 영향	152
제7절	9월 상순 적엽과 제과가 단감 ‘부유’의 탄수화물 분배에 미치는 영향	163
제8절	환상박피 시기가 ‘서촌조생’ 단감의 과실 특성, 수채생육과 저장양분 축적에 미치는 영향	171
제9절	화분차단이 ‘전천차량’ 단감의 무핵과 착과와 품질에 미치는 영향	183
제10절	대목 종류 및 환상박피 시기가 감 ‘갑주백목’의 생리적 낙과에 미치는 영향	190
제5장	단감 숙기별 최적 MAP 저장 모델링 및 종합 체계도 작성	195
제1절	단감 재배 환경 및 조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 구명	195
제2절	기술체계도 작성	210
제6장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	252
제7장	연구개발결과의 활용계획	254
제8장	참고문헌	256

제1장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발 목적

- 가. 단감 안정생산을 위한 안전 재배지대 설정
- 나. 단감 아조변이 품종 선발을 위한 특성조사 기준표 작성
- 다. 단감 안정생산을 위한 재배 기술 개발
- 라. 단감 재배지와 재배조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 모델 구명
- 마. 고품질 단감의 안정생산을 위한 핵심기술 개발 및 기술체계도 작성

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

- 1) 국내 농업의 경쟁력 강화를 위해서는 품목별 품질, 가격, 경영 분야가 연계된 최적화 모델의 설정이 요구되는 바, 이중 품질과 가격경쟁력은 기술에 의해 결정된다고 할 수 있다. 따라서 기술체계도의 구축을 통한 효율적인 기술개발은 품목별 경쟁력 강화를 위한 구체적인 실천방안이라 할 수 있다.
- 2) 대학이나 연구소에서 진행 중인 연구개발과제는 일반적으로 현장에 그대로 적용되기에는 너무나 전문화 내지는 세분화되어 있다. 하지만 현장에서는 보다 많은 연구 성과에 의해 결집된 실용기술이 보급되기를 원하고 있다. 따라서 이러한 세분화된 연구성과와 실용기술을 체계적으로 연계시켜 시급히 해결해야할 연구개발과제를 도출하는 하나의 통합된 기술체계도(Technical tree)의 구축이 시급히 요구된다.
- 3) 일반적으로 전문적인 연구의 성과는 현장에서 검증되기에는 너무 일정한 조건하에서 수행되는데다 일반 농업인이 이용하기에는 너무 어렵거나 전문적이기 때문에 자료를 통한 최신기술의 보급은 그리 실용적이지 못하다. 따라서 현장 여건에 맞는 기술체계로써의 재구성이 필요하다.
- 4) 농업인이 현장에서 오랜 경험에 의해 체득한 기술내용을 체계적으로 정리하

고 과학적으로 검증함으로써 잠재되어 있는 기술 정보를 많은 사람들이 이용할 수 있도록 공유화 필요가 있다.

5) 기술체계가 구축되면 대분류에서 세분류까지 종적인 연관체계에서 실험실 연구와 기술보급을 다룰 수 있는 기술보급 시스템 전문가가 양성될 수 있을 뿐만 아니라 동일한 분류 수준에서의 횡적인 기술개발시스템 전문가를 키울 수 있을 것이다.

6) 우리나라 원예 산업 중에서 단감재배 규모는 사과, 배, 포도 등과 대등하나, 연구개발의 역사는 20여 년으로 짧아, 일본으로부터 도입된 기술이 많으며, 사과, 배, 포도 등 타 과수에 비해 개발기술의 체계화도 미흡한 편이다.

7) 재배환경, 사회 문화적인 차이를 갖고 있는 일본에서 개발된 기술을 여건이 다른 우리나라에 적용하는 데는 한계가 있으며 국내 연구개발은 짧은 기간의 많은 성과에도 불구하고 기술정보가 전달, 공유, 적용 과정에서 사장되거나, 전달이 지연되고 오용되는 사례가 많아 이들 정보의 체계적인 구축이 필요하다.

8) 감나무는 단일종으로 품종분화가 잘 되어 있으나 대부분 뽕은감이다. 단감은 300여년 전에 뽕은감 품종에서 돌연변이로 발생되었으며, 현재까지 완전단감 품종 수가 30여 품종으로 알려져 있으나 대부분 '부유'나 '어소' 품종의 아조변이 계통이다. 따라서 완전단감은 유전적 다양성이 적은 편이기 때문에 교배육종에 어려움이 있다. 일본의 경우, 1938년부터 조숙 대과의 완전단감을 육성코자 많은 시도를 하였으나 교배에 의해 육성한 품종은 '이두', '준하' 등 수 품종에 불과하며, 최근에 발표되는 품종은 기존 단감 재배 농가에서 돌연변이에 의해 발생한 아조변이 품종이 많다.

9) 우리나라에서는 1990년대 초부터 조숙성과 대과인 완전단감을 육종 목표로 많은 교배 조합을 작성하여 단감 신품종 육종을 시도하고 있으나 아직 발표된 품종은 없다.

10) 단감의 생산량이 증가하면서 수확후 관리 및 수출, 이용기술에 대한 요구가

커지고 있다. 최근 단감의 수확후 관리에 대해 많은 연구가 진행되고 있으므로 이들 기술을 체계적으로 정리, 필요한 산업체에 신속히 정보를 제공할 수 있는 기술체계도 구축이 필요하다.

나. 경제·산업적 측면

- 1) 국내 단감 총생산량은 2001년 210천톤으로 생산액은 약 2,000억원에 달하며, 이 중 수출량은 2001년 4,100톤으로 매년 증가추세에 있다. 단감산업 분야의 체계적인 생산, 유통, 수확후 관리, 가공 및 지도 시스템 개발은 부가가치향상 및 수출활성화를 촉발시킬 수 있을 것이다.
- 2) 체계적으로 개발된 기술을 통해 국내 농산물의 대외 경쟁력을 제고시킬 수 있으리라 판단된다.
- 3) 우리나라의 단감 재배면적은 꾸준히 증가하여 2000년에 24,000ha이며 뽕은감 재배면적을 포함하면 재배면적이 1위를 차지한다. 그러나 품종 중 ‘부유’가 82%, ‘차랑’이 10.5%로 이 두 만생종 품종이 차지하는 비율이 92.5%로 일시에 홍수출하 되면서 가격 폭락을 맞고 있다. 따라서 노력집중을 배제하고, 출하시기 및 위험을 분산하기 위해 다양한 품종을 재식할 필요가 있다.
- 4) 최근 빈번한 이상기상으로 발아기 전 초봄의 기온이 평년기온 이상으로 고온이 지속되어 발아가 빨라졌으나 일부 지역별 국지기상의 영향으로 발아 후 기온 하락에 따른 늦서리 피해가 심하다. 특히 발아가 빠른 품종일수록 늦서리 피해로 어린 꽃눈이 고사되어 수량감소의 원인이 되고 있다. 따라서 국지적인 미기상을 조사하여 단감 안전 재배지대를 구분하고 아울러 적품종을 선별하여 안정생산을 도모해야 한다.
- 5) 국내농업이 규모화 되지 않은 상황에서는 가격경쟁력은 열위에 있을 수밖에 없다. 하지만 기술개발을 통해 작업체계를 개선할 수 있다면 품질향상과 더불어 생산단가를 대폭 낮출 수 있을 것이다.
- 6) 농업현장에서는 기술정보에 대한 제공이 용이하지 않아 재배 및 수확후 관리

과정에서 많은 시행착오를 겪고 있을 뿐만 아니라 엄청난 경제적 손실을 감내하고 있다. 따라서 농산물 생산 및 유통과정에서 시행착오와 경제적 손실을 줄이기 위해 현장에서 원하는 기술정보를 손쉽게 제공받을 수 있는 시스템의 구축이 요구된다.

7) 기술체계도의 구축은 농업 이외의 분야로부터 새로운 첨단기술을 아웃소싱(out sourcing) 받을 수 있도록 하여 기술의 발전에 크게 기여하게 할뿐만 아니라 경제성 있는 기술 발전을 위한 기반 역할을 할 것이다.

표 1-1. 연도별 단감 생산 동향.

구 분	단위	1990	1995	1997	1998	1999	2000	2001
재배면적	천ha	9.9	20.2	22.6	23.5	23.9	23.8	22.8
생산량	천 톤	65.7	154.7	185.1	210.1	213.8	227	210
1인당소비	kg/년	1.5	3.5	4.0	4.5	4.6	4.7	(4.2)

* 자료 : 농림부(2002)

표 1-2. 과종별 재배면적 및 생산량(2001년).

구 분	단감	포도	감귤	사과	배	복숭아
재배면적 (천ha)	22.8	26.8	26.7	26.3	25.5	17.0
생산량 (천톤)	210	470	645	404	417	270

* 자료 : 한국농촌경제연구원(2002)

표 1-3. 과종별 10a당 소득.

구 분	단 감	사 과	배	쌀
'98	1,197천원	1,655	2,525	671
'99	1,018	1,802	2,675	725
2000	749	1,476	1,656	760

표 1-4. 단감 수출실적 및 예상 목표.

구 분	'98	'99	2000	2001	2005	2001
물 량	679톤	2,245	3,060	4,107	10,000	20,000
금 액	939천불	3,390	3,922	4,385	-	-

다. 사회·문화적 측면

- 1) 단감은 남부지방 농촌 마을 어디에서나 볼 수 있는 정감어린 과수로, 농업인에게는 소득 작물로서 자리잡고 있다.

- 2) 경제 수준이 증가함에 따라 소비자는 다양한 과종과 품종을 원하고 있으나 우리나라는 재배되고 있는 주요 과종이 사과, 배, 복숭아, 포도, 감귤, 감 등 6과종이 전체과수 재배면적의 93.5%를 차지한다. 더구나 단감의 경우 '부유' 품종의 재배면적이 20,000ha 일본보다 2.5배나 많이 재식되어 있다. 따라서 소비자의 다양한 기호특성을 충족시키기 위해 '부유'의 재배 면적을 줄이고, 조, 중, 만생종의 재식비율을 어느 정도 균등하게 정책적으로 지도할 필요가 있다.

- 3) WTO 출범과 더불어 값싼 수입과실의 증가와 최근의 단감가격 하락 등은 향후 단감산업뿐만 아니라 과수산업의 불안을 야기할 수 있을 것으로 우려되므로 종합 기술체계 적용을 통해 생산에서 수출에 이르기까지 다방면으로 단감산업의 경쟁력을 키우는 것이 시급하다.

- 4) 국가 과학기술 정보 및 인프라 구축 사업을 보면 농업분야를 제외한 제반 산업분야가 과학기술표준화사업과 이를 기반으로 하는 e-R&D 사업에 엄청난 예산계획을 세우고 있다. 농업분야가 기술개발 시스템을 구축하지 않고 기술정보 표준화 사업을 게을리 한다면 국가 과학기술표준화사업에 동참하지 못하고 낙오될 것이다.

제2절 연구개발 범위

1. 단감 안전 재배지대 설정 및 아조변이 품종선발 기준표 작성

- 가. 재배환경에 따른 품종의 연차간 형질변이 추정 및 안전 재배지대 설정
- 나. 아조변이 품종 선발을 위한 특성조사 기준표 작성
- 다. 재배단지별 단감 품종 탐색 및 단감 품종 해설집 작성

2. 단감 재배환경 및 재배조건에 따른 고품질 과실생산 기술 개발

- 가. 과수원 재배환경이 과실 품질에 미치는 영향 구명
- 나. 과수원 재배조건별 고품질 단감 생산기술 개발

3. 단감 재배지와 재배조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 구명 및 기술체계도 작성

- 가. 재배지에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 구명
- 나. 재배조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 구명
- 다. 고품질 단감의 안정생산을 위한 핵심기술 개발 및 기술체계도 작성

제2장 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

제1절 국내 현황과 문제점

1. 국내 단감 연구개발 결과의 전달은 논문, 연구보고서, 서적, 인터넷 등으로 이루어지고 있다.
가. 논문, 연구보고서 : 이론적인 내용을 현장에서 이해하고 적용하는데 어려움이 있음
나. 서적 : 지금까지 표준영농교본 감재배(농진청, 1990, 2001), 단감재배기술(단감시험장, 1998), 단감재배 신기술(김성봉, 1995), 단감재배기술(박용서, 2001), 최신 감재배 기술(이용문과 이용재, 2001), 감의 생리생태와 재배신기술(김태춘 등, 1999) 등의 책이 출간되었음.
2. 이들 책이나 정보의 내용은 중복되거나 중요한 내용이 생략된 경우가 많은데다 체계적인 d-Base화 되어있지 못한 경우가 대부분으로 원하는 정보가 산만한 경우가 많다. 따라서 정보 소스를 한번 방문하여 일괄적인 자료를 얻을 수 있는 정보 제공 시스템이 요구되고 있다.
3. 예를 들면 농진청 홈페이지에서 품목별 재배기술 내용을 볼 수 있으나 상세하지 못한 아쉬움이 있고 경남농업기술원 등 단감 연구기관의 홈페이지 등을 통해 연구결과가 소개되고 있으나 단편적인 정보에 그치고 있다.
4. 농림분야는 기술개발 지원체계가 농촌진흥청과 ARPC를 중심으로 이원화되어있고 과학재단이나 학술진흥재단에서 농림분야를 지원하고 있다. 따라서 기술개발 정보의 표준화가 미흡하여 효율적인 정보제공이 어려운 것으로 파악되고 있다.

제2절 외국의 현황

1. 선진국의 경우 품목별로 기술개발 체계가 갖추어져 있어 효율적인 기술개발이 가능하며, 특히 이스라엘 Volcanic Center의 경우 품목별로 기술개발 경쟁을 유도하여 기술개발에 박차를 가하고 있다.

제3절 앞으로 전망

1. 국내 농업기술은 분야에 따라 선진국에 비해 매우 낙후되어 있기 때문에 효율적인 기술개발 및 보급 시스템에 대한 요구가 시급한 실정이다. 따라서 기술체계의 구축을 통한 기술개발 및 보급 체계의 효율을 높일 필요가 있다.
2. 국가적으로 기술표준화 사업에 과학기술 지원예산(약 5조원)의 10%를 지원할 계획으로 알려지고 있다. 따라서 국가 농업기술 정보도 체계화 및 표준화하여 국가과학기술 정보 인프라 사업에 동참하도록 해야 한다.

제4절 기술도입의 타당성

1. 선진농업국의 기술개발 시스템을 조사하고 국내 농업 기술개발에 적용할 수 있는지에 대한 타당성 검토를 실시한다.
2. 국내에서 타분야(산자부·정통부·국방부 등)의 기술체계도 및 dBase 작성 과정에 대한 벤치마킹을 실시한다.

제3장 단감 안전 재배 지대 설정 및 아조변이 품종 선발 기준표 작성

제1절 재배단지별 국지기상 분석에 따른 단감 안전 재배 적지 설정

1. 서 언

우리나라의 현재까지 기온은 대체로 연 평균기온은 10~16℃, 꽃눈분화가 거의 끝나는 시기인 8월은 23~27℃, 늦서리가 있는 5월은 16~19℃, 과실 수확기인 10월은 11~19℃, 그리고 휴면기인 1월은 -6~7℃ 정도이다(기상청, 2004). 그러나 위도나 표고(Park과 Yoon, 1991) 등에 따라 다소 차이를 보이고 있으며 삼면의 바다와 많은 산악지대의 지형(박 등, 2000; Park과 Park, 1991; Park과 Yoon, 1991)에 따라 기후의 다양한 변화가 있어 국지 기상에 의한 피해가 증가한다(오 등, 2004). 또한 과수 휴면기인 1월 중순 최저기온 평균은 약 -17℃, 최고값은 -8℃, 최저값은 -36℃로 주요 과종의 동해 지역은 태백산맥을 끼고 있는 강원도, 충북 북부 일부, 수원 일부 지역 및 지리산 인근 지역으로 파악된다(Jeong 등, 2001). 그리고 최저온도극값이 낮은 지역일수록 피해가 심하다(Song 등, 2000).

우리나라 감의 재배 면적은 꾸준히 증가하여 2004년도 재배 면적이 27,159ha에 이르러 과수 중 가장 넓은 면적을 갖고 있다. 이 중 단감은 18,533ha로 따뜻한 남부 지역인 경남과 전남에서 주로 재배되고 있다(농림부, 2004). 감은 타 과종에 비해 내동성에 민감한 과수이며 발아 단계에서 가장 민감하고 온도에 따라 달라진다(Kang 등, 1998). 특히 우리나라에서 저온 피해에 대한 단감 안전 재배 지역은 연평균기온 13℃ 이상이고 평균 5℃, 최저 5℃ 및 평균 10℃ 이상일수가 각각 250, 210, 220일 이상인 지역, 그리고 적산 및 최저 온도가 각각 4,300 및 -14℃ 이상, 온량지수가 105 및 연일조시수가 2,340 이상인 지역으로 알려져 있다(이 등, 2001). 낙엽성 과수는 겨울철(휴면기)에는 저온 저항성을 갖고 있다(Ashworth와 Wisniewski, 1991). 그러나 발아 후 내동성은 일반적으로 신초생장과 함께 감소하지만, 발아기 단계 저온에 아주 민감하여 발아기 조건 형성이 아주 중요하다(Kang 등, 1998). 감의 동해정도는 온도는 -1~0℃에서 약 888시간이면 발아와 뿌리의 신장이 억제, -10~-12℃부터는 쇠약한 1년생 가지 고사, -14℃에서는 1~2년생 가지 고사, 그리고 -15~-16℃에서는 2년생

가지가 고사하고 -20°C 이하의 온도에서는 원줄기까지 피해를 받는 것으로 알려져 있다(이 등, 2001). 실제로 2004년 1월 전북 익산은 -20°C 이하로 내려가 단감과 뽕은감 모두 선단부 눈이나 축지, 결과모지가 고사하는 피해를 입었다. 현재 다수 재배되는 국내 육성 감 품종이나 외래 감 품종보다는 재래 품종이 내한성이 강하다는 연구 결과가 있어(Song 등, 2003) 우수한 내한성 품종 육성의 가능성을 갖고 있다.

저온에 민감한 식물은 저온 노출시 성장과 질소 흡수가 억제되고 저온 적응 능력이 감소하고 등 저온 노출 강도, 시간 및 질소 함량이 식물의 회복 능력에 관계한다(Laura 등, 2004). 그러나 저온 노출이 내동성 유발을 좌우할지라도 최대 내동성을 얻는 것에는 크게 좌우하지 않는다(Gray 등, 1997).

순화(Gray 등, 1997; Javier 등, 1997)와 관계하여 순화되지 않은 수체는 내동성이 아주 약하고 저온에 민감한 식물일수록 저온 순화의 효과는 분명히 나타난다(Kang 등, 1998). 그리고 내동성(내한성)에는 탈수(Akyildiz 등, 2004), 증산 작용 및 아브시스산(ABA) 농도 등이 관여하고(Javier 등, 1997; Thomashow, 1998), 또한 저온에 의한 스트레스에 반응을 잘 일으키는 것은 가뭄이나 다른 삼투성의 스트레스에도 반응을 잘 일으키고(Guy, 2003) 수체의 세포막의 전이 외부열은 적은 high melting-point lipids에 의해 유도된다(Raison과 Wright, 1983).

낙엽성 과수의 내한(동)성에는 많은 인자들이 관여를 한다. 수분농도 및 탈수(Cheong과 Moon, 1988), 그리고 탄수화물(Song 등, 2000), 질소(Cheong과 Moon, 1988), 지방산(Matsuo 등, 1992), 아미노산, 단백질, 가용성 당 및 전분(Yoon, 1996) 등 저장양분(Choi 등, 1997) 등이 관여한다. 또한 lipid 효소나 신타아제 등 효소의 작용(Allen과 Ort, 2001; Downton과 Hawker, 1975) 및 엽록체 내 광합성 전자전달물(Shneyour 등, 1973) 등도 영향을 미친다.

과수의 내동(한)성은 품종 간(Moon과 Lee, 1985), 저온 강도와 노출 시간(Lee 등, 1997; Park과 Park, 1994; Song 등, 2000) 등에 따라 다르다. 또한 과원의 고도나 방향(Chung 등, 2003; Hwang 등, 2001; Moon과 Lee, 1985; Shin 등, 2004)간에도 차이를 보인다. 또한 월동기 휴면 시기에 따라 차이가 있는데 휴면타파기와 수액이동기(Cheong과 Moon, 1988; Song 등, 2000)에 동해가 심하며 수체 연령이 너무 어리거나 많은 유목과 노목(Moon과 Lee, 1985)에서도 심하게 나타난다. 동일한 수체라도 상부, 외부 및 선단부(Choi와 Lee, 1988)와 늦게 발생한 가지(Moon과 Lee, 1986), 그리고 지표에 가까운 축지 및 가지 목질부와 눈(Choi와 Lee, 1988)이 내동성이 약하다. 또한 유과기 생식기관(Choi와 Lee, 1988)도 내동성이 약하여 피해를 입을 경우

과실 생산에 영향을 미칠 뿐 아니라 이런 저온은 단감 재배에 있어 과실의 불완전탈삼을 유도하기도 한다(Taira 등, 1998). 그러나 과실에 있어 냉해는 물리적, 구조적 특성과 관계가 없다는 연구 결과가 있다(Collins와 Tisdell, 1995).

재배 시 과다 결실(Cheong과 Moon, 1988; Miller 등, 1988; Song 등, 2000) 회피, 생육 중 장기간 고온은 수체(Moon과 Lee, 1986)나 과실(Woolf 등, 1997)에 저온 피해나 동해를 감소시키며 수확 후 저온 저장 시 장해율을 감소시킨다. 또한 온수 처리(Lay-Yee 등, 1997), 과실 열처리(Woolf 등, 1997), 1-methylcyclopropene 처리(Salvador 등, 2004), 질소의 시비(Ercoli 등, 2004), SADH 처리제와 살수 처리(Lay-Yee 등, 1997) 등도 저온에 의한 스트레스 증상과 동해를 감소시키는데 효과가 있다.

이러한 다양한 원인에 의한 저온 피해나 겨울철 동해는 재배 농가에 직접적인 소득 감소를 주고 있어 이에 대한 대책이 시급하다. 이에 본 연구는 지역별로 감 품질과 우리나라 생육단계별 기상 환경(온도), 그리고 겨울철(휴면기에 휴면타파기까지) 품종별 내동성 조사를 실시하여 이들 간 상관 분석을 통해 고품질 단감의 안정적 생산을 위해 재배 적지 및 품종을 선정하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 수체 생육특성과 과실특성 변이

주요 단감 품종의 생육기와 과실 특성의 연차간 변이 정도를 분석하기 위해 전남 나주 지역에서 재배되고 있는 주요 품종 ‘부유’, ‘차량’ 및 ‘서촌조생’을 대상으로 하여 나주배연구소 연구논문집(80-96년)을 기초로 하여 전엽기, 개화기, 숙기를 평균, 표준편차 및 변이계수로 나타내었다.

나. 기상 조사

기상조사는 조사 선정 지역의 기상청 설립년도부터 현재까지의 자료를 활용하였다. 조사항목은 연평균기온은 년, 9월, 10월, 생육기(4월~10월) 및 휴면기(12월~이듬해 2월)로 구분하였고, 최저 평균기온은 생육기와 휴면기로 구분하여 평균값을 내어 사용하였다.

일조시간은 연평균 및 생육기 시간으로 평균값을 구하였고, 서리 및 결빙 현상 일수는 1999년도 기상청 자료를 이용하였다.

다. 지역별 단감 ‘부유’의 특성 조사

단감 특성조사는 지역을 기존 단감 재배 분포선 내의 지역으로 한정하고 과실을 구입하여 특성조사를 실시하였다. 과중은 전자저울을 이용하였고, 과형은 종경과 횡경을 전자 캘리퍼스로 측정하여 L/D율로 나타냈다. 그리고 당도는 과정부와 꼭지부로 구분하여 전자당도계로 측정하였으며, 종자수는 횡단면으로 절단하여 확인하였다. 갈반정도는 과실 종단면적에 대한 갈반면적 정도를 0~9 단계로 구분하여 0~100%로 나타내었다. 과피 및 과육색은 색차계를 이용하여 Hunter L*, a* 및 b* 로 나타내었다. 악편+화탁면적은 과실 횡단면과 함께 원으로 간주하여 과실 횡단면적에 대한 악편+화탁면적을 백분율로 나타내었다. 그리고 각 측정항목은 최대값, 최소값, 평균값, 표준편차 및 변이계수로 표기하였다.

라. 기상과 과실 특성간 상관 분석

기상 조사(나 항)와 지역별 단감 특성 조사(다 항)간에 상관관계를 분석하였다.

마. 재배 지역별 안전 재배 적품종 선발

현재 우리나라 감 품종별 재배면적을 2002년도 과수실태조사를 바탕으로 조사하였고 이를 다시 지역별로 구분하여 재배되고 있는 품종을 조사하였다.

내동성 검정은 단감 ‘부유’, ‘상서조생’, ‘서촌조생’, 그리고 뚝은감 ‘갑주백목’, ‘청도반시’ 등 5 품종을 대상으로 변칙주간형 수형으로 재배되는 20년생 성목의 1년생 신훈을 자발휴면기(1월 20일), 타발휴면기(2월 20일) 및 휴면타파기(3월 20일) 등 3시기로 구분하여 채취하였다(그림 1).

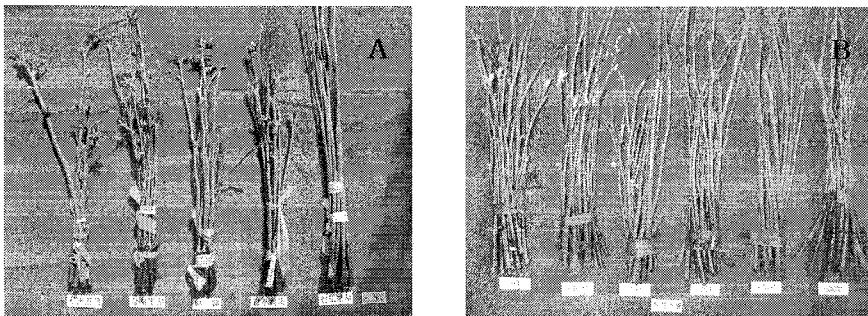


그림 1. 내동성 검정을 위해 채취한 품종(A)과 처리 온도(B).

각 채취한 신초는 -5, -10, -15, -20, -25, -30℃ 등으로 처리하였고 각 설정 온도는 5시간에 걸쳐 천천히 하강시켰다. 그리고 각 처리 온도 도달 후 5시간 동안 처리 온도를 유지하였다. 처리된 신초 30개 중 15개는 20℃, 12시간 일장조건 하에 20일 동안 수삼한 후 발아율을 조사하였고 동해 정도 판정은 Ping Leng 등(1993)의 방식에 의해 저온 침출물로 조사하였다.

$$\text{전해질 침출률} = C_1/C_2 \times 100(\%)$$

각 저온 처리된 가지는 눈이 포함되지 않은 중간 부분을 잘게 잘라 5g으로 정량하고 40mL 증류수에 담귀 20℃에 15시간 방치한 후 전기전도계(conductivity TDS Meter, Orion)로 침출액의 전해질 침출량(C_1)을 측정하고 95℃에서 30분간 끓여 조직을 파괴시킨 다음 15시간 경과 후 침출액의 전해질 침출량(C_2)을 측정하였다. 또한 두께가 5~6mm 정도가 되는 가지의 수피를 벗겨 0.5g 정량 후 25℃에서 0.1% TTC 용액에 15시간동안 침지하였다. 침지한 수피를 증류수로 2회 수세한 후 에탄올 10mL를 첨가하여 70℃에서 30분 방치하여 취한 상정액을 UV spectrophotometer(530nm)로 측정하였다.

바. 재배 지역별 최저기온 발생률 및 지형에 따른 동해 피해 정도

지역별로 기상청 설립부터 현재까지의 일일 최저기온 자료를 수집하여 감 동해 정도에 따라 -20℃ 이하, -19.9~-17.5℃, -17.4~-15℃, -14.9~-10℃ 등으로 구분하여 발생 횟수를 조사하였다. 그리고 전체 발생 횟수에 대하여 연 발생확률을 구하여 지역간 차이를 보았다.

지역별 피해 양상과 안전재배 여부와의 상관분석을 위해 재배지역 83농가를 대상으로 재배현황, 생육환경 및 기상재해 발생여부의 조사를 실시하여 과원 지형 및 방향, 동해, 늦서리 및 안전재배 여부와의 상관관계를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 수채 생육특성과 과실특성 연차간 변이 추정

주요 단감 품종의 생육기와 과실특성의 연차간 변이정도를 분석하였다(표 1). 전남 나주지역에서 '부유' 품종의 개화기는 5월 31일이었으며, 표준편차가 5.1일로 편차가

커서 변이계수가 60.7로 높게 나타났다. ‘차랑’과 ‘서촌조생’ 품종은 개화기가 5월 31일과 5월 28일이었으며, ‘부유’ 품종보다 변이계수가 다소 낮게 나타났다. 숙기는 ‘부유’가 10월 30일, ‘차랑’이 10월 24일, ‘서촌조생’은 9월25일이었으며, ‘서촌조생’ 품종이 변이계수가 가장 높아 연차간 숙기의 변이가 크게 나타났다. 과중과 과실 당함량의 변이는 생육기의 변이계수보다 낮게 나타났다. 품종간에는 ‘서촌조생’이 과중의 연차간 변이 폭이 컸으며, 당도는 ‘차랑’이 연차간 변이 폭이 크게 나타났다.

표 1. 주요 단감 품종의 생육기와 과실특성의 연차간 변이(나주배연, '80-'96).

구 분	부 유			차 랑			서촌조생		
	전엽기 (월.일)	개화기 (월.일)	숙기 (월.일)	전엽기 (월.일)	개화기 (월.일)	숙기 (월.일)	전엽기 (월.일)	개화기 (월.일)	숙기 (월.일)
평 균	4.23	5.31	10.30	4.20	5.31	10.24	4.19	5.28	9.25
표준편차	5.7	5.1	4.5	6.4	4.7	5.0	6.2	4.1	7.1
변이계수 (%)	44.9	60.7	40.9	51.2	52.2	51.5	57.9	49.4	59.2

구 분	부 유		차 랑		서촌조생	
	과중 (g)	당도 (°Bx)	과중 (g)	당도 (°Bx)	과중 (g)	당도 (°Bx)
평 균	194	14.5	214	15.0	184	14.9
표준편차	15.7	1.09	22.0	1.78	22.7	0.68
변이계수 (%)	8.1	7.5	10.3	11.9	12.4	4.6

나. 국지기상과 생육특성과의 상관분석

1) 재배 지역별 국지 기상

재배 지역별 기상 자료는 기상청 자료를 이용하여 평균기온은 년, 9월, 10월, 생육기(4~10월) 및 휴면기(동계로 12~이듬해 2월) 온도를 데이터화 하였고, 일조시간은 연 및 생육기 총시간을 조사하였다(표 2; 그림 2). 최저기온은 생육기와 휴면기의 일별최저기온의 평균기온을 이용하였다. 현재 대부분의 재배 지역인 경남과 전남의 연평균기온을 보면, 경남 마산과 부산은 14℃ 이상이었고 경남 진주, 밀양 및 울산지역과 전남 광주와 목포가 13℃ 이상이었다. 이 외에 경북 대구와 포항, 전북 전주가 13℃ 이상이었다. 9월 평균기온에서는 22℃ 이상을 보인 지역은 주로 전남과 경남 지

역이었고, 전북 지역은 19~21℃ 정도였으며 충남 지역은 19~20℃ 이었지만, 경북은 대구와 포항을 제외한 모든 지역이 20℃ 이하였다. 10월 평균기온에서는 전남과 경남 지역이 15℃ 이상을 보였지만 나머지 지역은 15℃ 이하를 보였다. 생육기인 4~10월 평균기온에서는 경북 남부지역과 경남, 전남이 19℃ 이상을 보여 재배 적지에 포함되었다. 휴면기인 12~이듬해 2월 평균기온은 전남과 경남 지역의 일부를 제외하고는 영하로 내려가지 않았다. 또한 휴면기 평균최저기온에서는 경남의 일부지역이 영상을 나타내기도 하였다.

가장 최근인 2004년도 연평균기온 및 1월 평균최저기온에 대한 지역 분포도를 작성하였다(그림 2). 연평균기온 분포도에서는 동일 위도상 대도시와 해안 인근 지역의 온도가 높았다. 또한 산맥, 특히 태백 산맥 인근 지역이 낮았다. 온도별 지역 분포를 살펴보면, 단감 안전 재배 기온인 13℃ 이상인 지역은 제주도를 비롯하여 부산, 마산, 여수 및 해남 지역이 14℃ 이상이었고 포항, 울산, 대구, 진주, 순천, 목포, 광주 및 전주 지역 등이 13℃ 이상이었다. 이외에 12℃ 이상인 지역은 경북에서는 구미, 영천, 영덕 지역과 그 이하 및 인근 지역, 충남에서는 대전, 보령 지역과 그 이하 및 인근 지역, 그리고 전북지역에서는 전주 이하 지역, 전남지역에서는 보성, 벌교, 장흥 지역과 전북 임실과 장수 이하 지역 등이었다. 그러나 전북의 임실, 장수 지역과 인근 지역은 경북 구미 지역보다 위도가 낮은 지역임에도 태백산맥(지리산)에 위치하고 있어 낮은 편이었다.

1월 평균최저기온 분포도의 경향은 연평균기온과 비슷하였다. 온도별 지역 분포를 살펴보면, -6℃ 이내 지역은 충남에서는 서산, 보령, 대전 및 인근 지역과 그 이하 지역, 경북에서는 울진, 문경, 상주 및 인근 지역과 그 이하 지역, 전남과 경남에서는 모든 지역이었다. 이외에 -6℃ 이하 지역에서 -10℃이하 지역은 전북 덕유산과 경북 월악산 인근 지역과 우리나라 북부 내륙 지역이었으며, -6~-9℃ 지역은 경기에서는 수원, 용인 및 인근 지역, 전북에서는 장수, 임실 및 인근 지역, 충북에서는 거창 및 인근 지역, 충북에서는 청주, 충주, 제천 및 인근 지역 등이었다.

표 2. 지역별 기상청 기상 정보(기상청, 설립~2003년).

지역		평균기온 (°C)					평균최저기온 (°C)		연일조시수 (시간)	
		년	9월	10월	생육기 ^z	휴면기 ^y	생육기	휴면기	년	생육기
경기	강화	11.0	19.5	13.1	18.2	-2.1	13.4	-7.1	2504	1575
	강원	속초	12.1	19.7	14.9	18.2	1.2	14.7	-2.5	2178
충북	보은	10.7	18.5	11.8	18.0	-2.2	12.1	-8.1	2426	1529
경북	영덕	12.7	19.9	14.7	18.8	1.8	14.0	-2.8	2698	1626
	포항	13.8	21.3	16.1	20.0	2.9	16.1	-1.2	2165	1271
	문경	11.9	19.5	13.3	19.0	-0.5	13.6	-5.4	2568	1588
	구미	12.1	19.6	13.3	19.2	-0.3	13.7	-5.5	2326	1449
	대구	13.7	21.3	15.4	20.5	1.6	15.7	-2.8	2290	1349
	영주	11.2	18.9	12.5	18.4	-1.6	12.7	-7.1	2605	1585
	영천	12.2	19.8	13.6	19.1	0.1	13.5	-5.3	2308	1407
	안동	11.8	19.7	13	19.0	-0.8	13.7	-6.1	2221	1324
충남	대전	12.3	20.3	13.8	19.6	-0.3	14.7	-4.9	2221	1403
	서산	11.8	20.1	13.8	18.7	-0.5	14.2	-4.8	2223	1406
	보령	12.1	20.4	14.2	18.9	0.2	14.1	-4.2	2538	1642
	부여	12.0	20.0	13.3	19.1	-0.6	13.9	-5.7	2731	1732
	금산	11.4	19.2	12.5	18.6	-1.4	13.0	-6.8	2364	1496
전북	군산	12.7	21.1	15.1	19.4	0.9	15.8	-2.4	2162	1355
	전주	13.0	21.1	14.7	20.0	0.7	15.3	-3.6	2106	1319
	부안	12.4	20.4	14.3	19.1	0.5	14.3	-4.0	2603	1684
	정읍	12.8	20.8	14.6	19.7	0.7	14.5	-3.9	2392	1560
	남원	12.2	20.2	13.6	19.3	-0.3	13.5	-5.6	2216	1410
	임실	10.8	18.7	12.0	17.9	-1.7	12.3	-7.2	2444	1547
전남	광주	13.5	21.4	15.4	20.2	1.7	15.7	-2.3	2214	1365
	목포	13.8	22.0	16.6	20.0	2.9	16.5	-0.4	2164	1375
	순천	12.5	20.2	13.8	19.2	0.7	14.0	-4.4	2065	1281
	장흥	12.8	20.7	14.6	19.3	1.6	14.3	-3.4	2090	1295
경남	거창	11.5	18.8	12.4	18.3	-0.5	12.6	-6.3	2481	1493
	산청	12.7	20.0	13.8	19.2	1.2	14.0	-3.9	2340	1441
	진주	13.1	20.9	14.7	19.7	1.4	14.8	-4.2	2214	1285
	밀양	13.0	20.8	14.6	19.7	1.1	14.3	-4.8	2431	1448
	울산	13.8	21.2	15.9	19.9	2.9	15.6	-1.6	2205	1283
	마산	14.9	22.8	17.4	20.9	4.2	17.2	0.1	2146	1248
	부산	14.4	22.1	17.3	20.1	4.3	17.1	0.5	2323	1357
	합천	12.7	20.3	13.9	19.5	0.7	14.2	-4.9	2483	1487

^z4월에서 10월, ^y12월에서 이듬해 2월(동계).

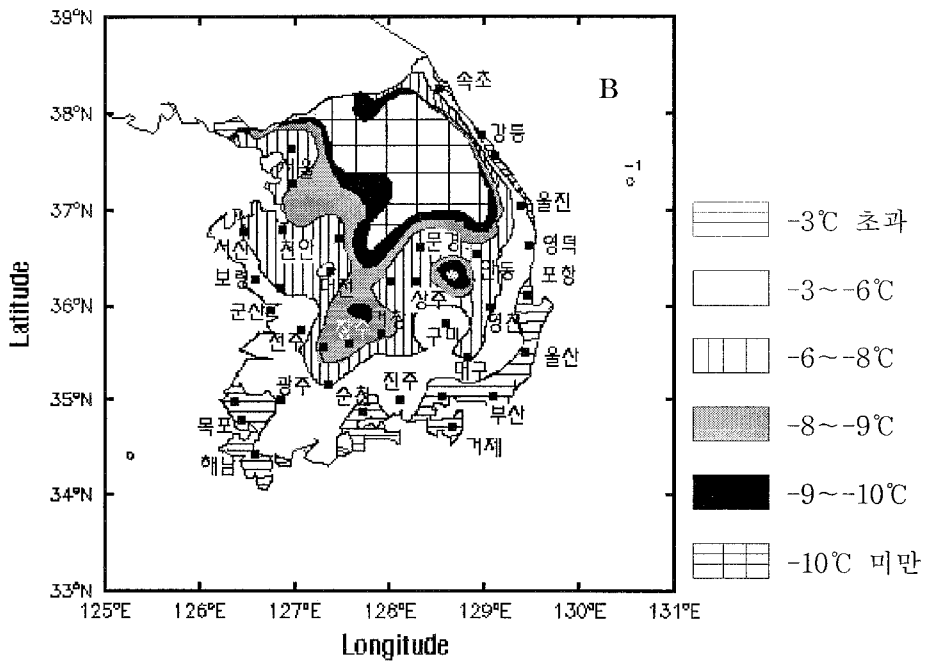
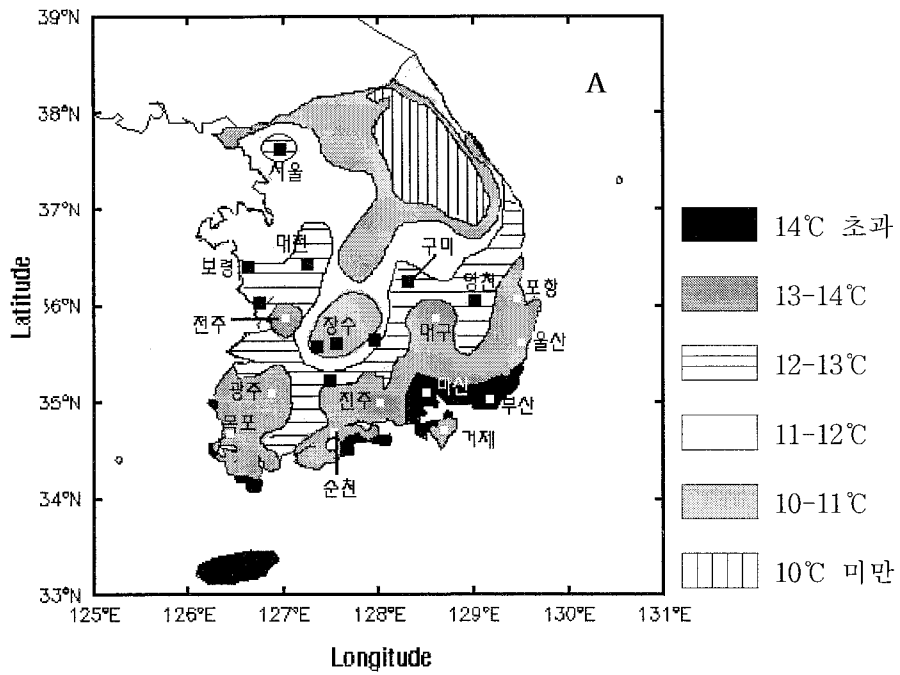


그림 2. 연평균온도 및 1월 평균최저기온 분포도 (기상청, 2004).

우리나라 주요 지역의 연 서리 및 결빙 현상 일수를 조사하였다(표 3). 연 서리 및 결빙 현상 일수는 해안과 가까운 지역일수록 적었지만 내륙이라도 대도시를 형성하고 있는 지역은 적은 편이었다. 그리고 전국적으로 산, 특히 태백산맥과 인접해 있는 지역은 그렇지 않은 지역에 비해 많았고 또한 동일 위도상에서 동해안과 해안 남부 지역 적었다. 지역별로 서리 현상 일수가 100일 이하인 지역을 살펴보면, 경북에서는 영덕, 포항, 울진, 문경, 구미, 대구, 영주, 영천 및 안동 지역, 충남에서는 대도시인 대전, 서산, 보령 및 인근 지역, 전북에서는 군산, 전주, 부안, 정읍 및 인근 지역 등이 적었고, 전남에서는 광주, 목포, 순천, 장흥 및 인근 지역, 경남에서는 산청, 진주, 울산, 마산, 부산, 함천, 밀양 및 인근 지역 등이 적었다.

서리 현상 일수가 100일 이하인 지역 중 결빙 현상 일수가 100일 내외인 지역을 살펴보면, 경북은 영덕, 포항, 울진, 대구 및 인근 지역, 충남은 보령 및 인근 지역, 전북은 군산, 전주, 부안 및 인근 지역, 전남은 광주, 목포, 순천, 장흥 및 인근 지역, 경남은 진주, 울산, 마산, 부산, 함천 및 인근 지역이었다.

위 서리 및 결빙 현상 일수 100일 이하 및 내외가 지역(행정단위 도) 내에서 낮은 지역을 살펴보면, 경북은 동해안 인근 지역인 포항, 울진 및 인근 지역 등이었으나 내륙 지역 중 태백산맥과 근접한 지역은 결빙 현상 일수가 많았다. 충남에서는 해안 인근 지역인 보령 및 인근 지역이 낮은 편이었고, 전북에서도 해안 인근 지역인 군산, 부안 및 인근 지역이 낮았다. 그리고 전남에서는 대도시인 광주, 저위도 남부 해안 지역인 목포 및 인근 지역, 경남에서는 저위도 남부 해안 지역인 부산, 마산, 울산 및 인근 지역이 낮았다.

표. 3. 우리나라 주요 지역 연 서리 및 결빙 현상 일수(기상청, 1999년).

지역		서리 현상 일수	결빙 현상 일수	지리적 특성	
충북	보은	114	142	내륙, 속리산	
	경북	영덕	16	97	해안가
		포항	7	70	해안가
		울진	7	84	해안가
		문경	71	129	속리산
		구미	93	130	내륙, 가야. 팔공산
		대구	30	82	내륙
		영주	68	131	내륙, 월악산
		영천	96	130	산 및 해안
안동	83	122	내륙		
충남	대전	85	110	내륙, 대도시	
	서산	92	125	해안가	
	보령	86	107	해안가	
	부여	137	128	해안과 가까움	
	금산	132	139	내륙	
전북	군산	35	82	해안가	
	전주	60	92	내륙, 대도시	
	부안	84	109	해안가	
	정읍	76	122	해안 인근, 내장산	
	남원	123	130	내륙, 지리산	
	임실	112	136	내륙, 덕유.지리.내장산	
전남	광주	58	95	내륙, 대도시	
	목포	25	69	해안가	
	순천	70	106	해안가	
	장흥	73	102	해안가	
경남	거창	118	137	내륙, 덕유.가야.지리산	
	산청	65	115	내륙, 지리산	
	진주	99	109	해안 인근	
	밀양	108	116	내륙	
	울산	43	85	해안가	
	마산	23	67	해안가	
	부산	1	57	해안가	
	합천	99	108	내륙 및 평야	

따라서 연 평균기온, 서리 및 결빙 현상 일수, 평균기온 및 1월 평균최저기온 분포도를 종합해 보면, 단감 재배 가능 지역으로는 충남에서 군산과 가까운 보령 및 서천 지역, 경북에서는 지역 중 저위도 남부 지역, 전북에서는 군산을 비롯한 해안 지역 및 저위도 해안 지역과 지리산 인근 지역을 제외한 일부 지역, 전남에서는 지리

산 인근 일부 지역을 제외한 모든 지역, 경남에서는 태백산맥 인근 지역인 거창, 고령 등 일부 지역을 제외한 전 지역으로 판단된다. 이 중 단감 안전 재배 지역으로는 전남에서 광주, 목포 이하 지역, 경남에서 부산, 마산 및 산청 지역으로 판단된다. 하지만 과원의 위치마다 차이가 있을 것으로 생각된다. 특히, 고산 인근 지역의 과원은 그늘에 의한 온도, 일조량의 저하로 인한 서리나 다양한 찬 공기의 피해도 예상되고, 해안지역은 강풍 또는 태풍에 의한 생장 불량, 과실의 상처 발생, 생육 중 낙엽 등 피해가 예상된다.

2) 지역별 단감 ‘부유’ 품종 특성

지역별로 농가를 선정하여 ‘부유’ 과실 특성을 조사하였다(표 4). 과중은 선별 작업이 된 것이기 때문에 신뢰성이 적었다. 과실 특성 중 과형지수 L/D율은 모든 조사 지역 과실이 편원형을 나타내었다. 경남 김해 지역은 L/D율이 7.1로 대부분 0.74~0.75을 나타내는 다른 지역 과실에 비해 과고가 높았고, 전남 지역 과실은 0.72~0.74, 충남 서천과 전북 고창 지역 과실은 각각 0.73과 0.74였다. 과정부 당도에서는 충남 서천과 전북 고창 지역 과실이 각각 15°Bx와 15.1°Bx로 높았고, 전남 지역 과실은 13.7~14.9°Bx, 경남 지역 과실은 12.3~15.3°Bx로 나타났다. 꼭지부 당도에서는 경남 지역 과실이 다른 지역 과실에 비해 다소 낮게 나타났다. 종자수에서는 전북 고창 지역 과실이 4.7개, 전남 장성 지역 과실이 4.8개로 평균기온이 다소 낮은 지역에 과실에서 많았고, 전남 지역 과실에서는 1.9개~4.8개로 다양하게 나타났다. 그리고 경남 지역 과실에서는 3개 이하가 많았지만 충남 서천, 전북 고창, 전남 장성 및 경남 진주 과실을 제외한 나머지 지역의 과실 종자수에서 변이계수가 50% 이상으로 과실 간 종자수의 차이가 많았다. 갈반정도에서는 경남 진주 지역 과실이 4.8로 가장 높았고, 경남 나머지 지역도 4.0 이상으로 다른 지역 과실에 비해 갈반이 많았다. 또한 전북 고창 과실도 4.6으로 많았으나, 전남 지역 과실은 3.4~4.4로 다양하였고 충남 서천 지역 과실은 3.3으로 가장 낮았다. 과피색에서는 Hunter L* 값은 모든 지역 과실이 비슷한 경향이었고 Hunter a* 값에서는 경남 김해 지역 과실이 32.2로 다른 지역에 비해 월등히 높아 성숙 시 붉은 색을 많이 띠었다. 그러나 전남 영암과 보성 지역 과실은 각각 15.3과 16.1로 다른 지역과 다소 큰 차이를 보였다. 과육색에서는 Hunter L* 값은 모든 지역이 비슷한 경향이었고 Hunter a* 값은 전남 장성과 경남 김해 과실이 10.7로 가장 높았고 다른 지역은 6.3~8.5 범위였다. 과실 종단면적에 대한 악편+화탁 비율은 모든 지역 과실이 비슷하였다.

표 4. 지역별 단감 ‘부유’ 과실 특성 비교.

조사 항목	충남		전북		전남			경남					
	서천	고창	장성	구례	영암	보성	창원	진주	밀양	산청	김해		
과중 (g)	최 대	270	246	268	268	260	218	215	255	215	223	236	
	최 소	186	193	188	195	211	171	181	200	162	178	206	
	평 균	225	227	219	229	231	187	202	223	180	210	223	
	표준편차	19.3	15.1	20.0	21.1	13.8	10.9	11.0	13.0	11.0	9.9	8.1	
	변이계수(%)	8.6	6.7	9.2	9.2	6.0	5.8	5.5	5.8	6.1	4.7	3.6	
L/D율	최 대	0.82	0.89	0.80	0.81	0.80	0.77	0.84	0.84	0.81	0.83	0.76	
	최 소	0.69	0.66	0.65	0.62	0.65	0.64	0.69	0.67	0.67	0.71	0.65	
	평 균	0.73	0.74	0.74	0.73	0.72	0.72	0.75	0.74	0.75	0.74	0.71	
	표준편차	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	
	변이계수(%)	4.3	5.2	4.6	5.0	4.8	5.1	5.4	5.0	4.2	4.0	4.3	
당도 (°Bx)	과정부	최 대	18.4	17.3	16.5	15.4	17.0	16.0	15.3	15.6	14.2	15.0	16.3
		최 소	13.5	14.3	13.3	11.9	13.2	12.1	10.3	12.1	9.9	10.6	11.5
		평 균	15.0	15.1	14.9	13.7	14.5	13.7	12.3	15.3	12.4	12.7	14.0
		표준편차	1.13	0.61	0.91	0.91	0.79	1.05	1.11	1.14	1.18	1.12	1.18
		변이계수(%)	7.5	4.0	6.1	6.6	5.4	7.7	9.0	8.3	9.5	8.8	8.5
	꼭지부	최 대	15.6	16.1	16.4	14.7	15.8	15.5	13.7	15.3	14.6	14.3	15.3
		최 소	13.0	12.4	12.8	11.7	13.2	11.8	9.6	11.6	10.3	10.5	11.2
		평 균	14.4	14.6	14.6	13.3	14.3	13.4	12.0	13.3	12.4	12.5	13.4
		표준편차	0.74	0.83	0.17	0.73	0.63	0.95	1.13	0.98	1.19	0.93	1.01
		변이계수(%)	5.1	5.7	6.3	5.5	4.4	7.1	9.4	7.4	9.6	7.4	7.5
종자수	최 대	5	8	8	7	7	5	7	7	8	8	6	
	최 소	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	
	평 균	3.1	4.7	4.8	2.9	3.2	1.9	2.3	3.4	2.6	2.2	2.9	
	표준편차	1.26	1.67	1.74	2.41	2.14	1.17	1.72	1.54	1.73	1.59	1.93	
	변이계수(%)	40.6	35.7	36.1	82.0	66.3	60.6	75.9	45.8	66.7	71.2	66.8	

조사 항목			충남	전북	전남				경남				
			서천	고창	장성	구례	영암	보성	창원	진주	밀양	산청	김해
갈반정도 ^y	최 대		6	7	6	7	6	5	6	6	6	6	6
	최 소		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	평 균		3.3	4.6	4.4	4.1	3.4	3.5	4.1	4.8	4.3	4.2	4.0
	표준편차		1.24	1.28	1.13	1.31	1.22	0.94	1.09	1.06	1.27	1.10	1.26
	변이계수(%)		37.8	27.7	25.5	32.2	35.9	26.8	26.7	22.2	29.3	26.1	31.5
과피색	최 대		66.4	66.5	64.7	67.8	67.4	65.9	66.8	66.6	66.6	66.7	64.8
	Hunter a*		61.1	60.8	59.8	62.0	58.2	61.0	60.4	60.4	58.7	61.0	56.9
	Hunter L*	평 균	63.4	63.0	62.4	64.4	63.0	63.8	63.6	63.1	63.0	64.1	61.4
	표준편차		1.42	1.86	1.18	1.48	1.93	1.34	1.90	1.31	1.90	1.28	1.83
	변이계수(%)		2.2	3.0	1.9	2.3	3.1	2.1	3.0	2.1	3.0	2.0	2.3
과육색	최 대		29.4	30.9	31.0	26.9	23.4	26.5	33.0	33.3	27.7	32.0	39.3
	최 소		17.2	12.7	14.9	13.6	7.6	4.5	12.7	10.4	10.8	9.7	24.7
	Hunter a*	평 균	23.1	21.6	24.9	20.9	15.3	16.1	22.6	21.1	23.5	21.3	32.2
	표준편차		2.81	4.35	4.05	4.16	4.06	5.75	4.58	4.73	4.40	4.80	4.03
	변이계수(%)		12.2	20.1	16.2	19.9	26.5	35.7	20.2	22.4	18.6	22.6	12.5
과육색	최 대		69.8	70.1	70.8	72.3	68.5	71.7	71.5	67.4	71.2	70.2	72.0
	최 소		54.5	55.6	57.8	61.2	55.6	53.4	60.2	58.4	55.6	60.4	54.4
	Hunter L*	평 균	64.3	62.4	61.9	66.4	63.0	63.9	65.9	62.9	65.2	66.1	65.1
	표준편차		3.53	3.64	2.93	2.95	3.82	3.86	2.81	3.00	3.68	2.75	4.44
	변이계수(%)		5.5	5.8	4.7	4.4	6.1	6.0	4.3	4.8	5.6	4.2	6.8
과육색	최 대		10.3	16.0	15.5	11.7	11.9	13.5	14.4	13.7	14.5	11.2	17.5
	최 소		3.7	1.9	6.1	3.7	2.3	2.2	2.1	4.0	3.8	5.1	5.1
	Hunter a*	평 균	7.3	9.2	10.7	7.3	7.7	7.4	6.3	8.5	7.3	7.7	10.7
	표준편차		1.84	2.95	2.29	1.98	2.36	2.84	2.60	2.44	2.40	1.95	2.67
	변이계수(%)		25.1	32.3	21.4	27.2	30.7	38.2	41.4	28.6	32.6	25.4	24.9

조사 항목			전 남					경 남				
	충남	전북	장성	구례	영암	보성	창원	진주	밀양	산청	김해	
	최 대	74.9	81.3	77.2	75.0	81.6	81.7	77.9	78.5	74.9	75.4	75.4
	최 소	57.9	65.5	63.8	62.0	63.9	51.8	62.6	64.0	62.5	61.7	62.2
악편+화탁 면적비율 ^z (%)	평 균	67.8	70.1	70.5	67.5	70.6	71.8	69.1	69.3	69.1	70.7	68.2
	표준편차	4.94	3.60	3.44	3.21	4.54	5.55	4.41	4.17	3.12	3.71	3.62
	변이계수(%)	7.3	5.1	4.9	4.8	6.4	7.7	6.4	6.0	4.5	5.2	5.3

^x기상청자료.

^y(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^z과실횡단면적에 대한 악편+화탁면적의 비율.

3) 기상과 과실 특성간 상관 분석

단감 재배에 영향을 미치는 기온, 일조 등 기상 요인(표 2)과 지역별 '부유' 과실 특성(표 4) 간 상관분석을 실시하였다(표 5). 지역별 과실 특성과 기상 요인 간에는 전혀 유의성이 나타나지 않았다. 기상 요인 간에는 연평균기온과 생육기 및 휴면기 평균최저기온 간 높은 정의 상관관계를 보여 연평균기온이 높은 지역은 생육기와 휴면기 평균최저기온도 높은 것으로 나타나 현재 연평균기온이 높은 단감 주 재배단지 지역에는 통계에도 타 지역에 비해 높은 것으로 생각된다. 하지만 기온의 변화 요인들, 즉 국지 기상을 일으키는 요인들에 의한 차이는 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다. 과실 특성 간에는 과정부 및 꼭지부 당도와 L/D율 간에 부의상관 관계, 종자수 간에는 정의상관관계를 나타내어 과형이 납작할수록, 종자가 많을수록 당도가 높은 경향을 나타냈다.

표 5. 기상 요인과 과실 특성 간 상관 분석.

항 목		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
평균 기온 (°C)	1. 년	1.0 ^z	0.9**	1.0**	0.9**	0.9**	-0.5	-0.7*	-0.1	-0.5	0.5	-0.2	0.1	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.2
	2. 생육기		1.0	0.8**	0.8**	0.7*	-0.3	-0.5	-0.1	-0.4	0.6	0.1	0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.2
	3. 휴면기			1.0	0.9**	0.9**	-0.6	-0.7*	-0.1	-0.5	0.3	-0.3	-0.1	-0.0	-0.3	-0.3	-0.6	-0.3
최저 평균 기온 (°C)	4. 생육기				1.0	1.0**	-0.5	-0.8*	-0.2	-0.5	0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.0	-0.1	-0.6	-0.1
	5. 휴면기					1.0	-0.5	-0.8**	-0.2	-0.5	0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.0	-0.1	-0.6	-0.2
	6. -15°C 이하 횟수						1.0	0.9**	0.0	0.3	-0.2	0.0	0.1	-0.4	0.0	-0.0	0.5	0.2
	7. -10°C 이하 횟수							1.0	0.3	0.5	-0.1	-0.0	0.3	-0.3	-0.1	-0.1	0.5	0.2
일조 시수 (시)	8. 년								1.0	0.8**	0.2	0.0	0.5	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
	9. 생육기									1.0	-0.2	0.3	0.3	-0.1	0.2	0.2	0.1	-0.1
	10. L/D 율										1.0	-0.4	0.1	-0.1	-0.7*	-0.7*	0.1	0.3
	11. 종자수(개)											1.0	0.3	0.2	0.8**	0.8**	-0.4	-0.6
	12. 갈반정도												1.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.3
	13. 악편+화탁 비율 ^y													1.0	0.1	0.2	-0.1	-0.5
당도 (°Bx)	14. 과정부														1.0	1.0**	-0.3	-0.3
	15. 꼭지부															1.0	-0.3	-0.4
과 피 색	16. Hunter L*																1.0	0.6*
	17. Hunter a*																	1.0

^zPearson 상관분석: ^{ns}, *, **: 상관계수(P)=0.05 or 0.01.

^y과실 횡단면적에 대한 악편+화탁 면적의 비율.

다. 재배 지역별 안전재배 적품종 선별

1) 품종별 재배 지역 및 면적

감 재배 면적 중 가장 많이 차지하는 품종은 ‘부유’로 단감 재배 면적의 64%를 차지하고 있었고(표 6), 이 외에 ‘차랑’, ‘서촌조생’ 등이 다수 재배되고 있었다. 재배 지역으로는 우리나라에서 연평균기온이 높은 남부 지역인 경남(73%)과 전남(16%)에서 대부분 재배되고 있었다. 짧은감에서는 감주백목이 감 재배면적의 9% 정도를 차지하고 있으며 감주백목도 마찬가지로 전남(58%)과 경남(29%)에서 대부분 재배하고 있었다.

표 6. 감 품종별 재배면적 및 주요 재배지역 비교(2002 과수실태조사)

품종	구분	재배면적 (ha)	비율 (%)	주요 재배지역 (%)
부유	완전단감	17,709.1	64.0	경남(73.5), 전남(16.3), 경북(3.8), 울산(2.5), 기타(3.9)
갑주백목	떨은감	2,447.9	8.9	전남(57.9), 경남(28.6), 전북(7.4), 경북(3.7), 기타(2.4)
차랑	완전단감	2,200.6	8.0	전남(83.6), 광주(5.7), 경북(3.8), 전북(3.5), 기타(3.4)
청도반시	떨은감	1,830.5	6.6	경북(85.5), 경남(13.7), 기타(0.8)
서촌조생	불완전단감	1,135.5	4.1	경남(34.8), 전남(31.0), 경북(24.4), 제주(5.3), 기타(4.5)
등시	떨은감	644.6	2.3	경북(74.0), 전북(9.9), 충북(13.2), 기타(2.9)
고종시	떨은감	356.5	1.3	경남(47.3), 경북(16.2), 전남(17.1), 기타(19.4)
대안단감	완전단감	118.3	0.4	전남(54.6), 경북(14.7), 기타(30.7)
월하시	떨은감	111.3	0.4	전남(57.3), 충남(18.5), 기타(24.2)
송본조생부유	완전단감	98.9	0.4	전남(31.1), 경남(23.8), 경북(23.0), 기타(22.1)
기타		1,003.6	3.6	
전체		27,656.8	100	경남(53.4), 전남(24.8), 경북(12.7), 기타(9.1)

* 기타 단감품종 ; 이두, 전천차랑, 준하, 상서조생, 태추, 스나미 등

2) 주요 재배 품종 내한성 검정

온도별 처리 후 수삽에서 신초 눈 발아율을 살펴보면(그림 3), 자발휴면기인 1월에 채취한 신초에서는 ‘갑주백목’이 가장 높았으나 모든 품종이 -15℃ 처리에서는 30% 이하를 보였고, -20℃ 처리에서는 10% 이하로 아주 낮았다. 그리고 -25℃ 이하 처리에서는 전혀 발아하지 않았다. 타발휴면기인 2월에 채취한 신초에서는 단감 품종인 ‘서촌조생’, ‘부유’ 및 ‘상서조생’이 40~50% 정도였으며, ‘갑주백목’과 ‘청도반시’는 30% 이하로 낮았다. 휴면타파기인 3월에 채취한 신초에서는 -5℃ 처리에서 모든 품

종이 30% 이하로 낮았고 -5℃ 이하로 온도가 낮아질수록 계속 감소하다가 -20℃ 처리에서 전혀 발아하지 않았다. 채취 시기 간에는 타발휴면기가 가장 높은 발아율을 보여 내동성이 가장 강하였고 휴면타파기가 가장 약하였다. 그리고 단감과 뽕은감 간 차이는 나타나지 않았다.

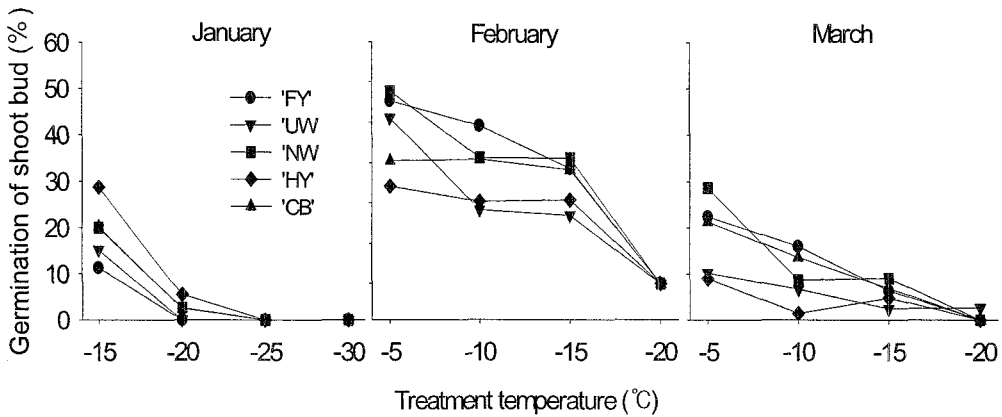


그림 3. 처리 온도별 수삽에서 휴면지의 눈 발아율. 'FY', '부유(Fuyu)'; 'UW', '상서조생(Uenishiwase)'; 'NW', '서촌조생(Nishimurawase)'; 'HY', '갑주백목(Hachiya)'; 'CB', '청도반시(Cheongdobansi)'.

온도별 처리 후 수삽에서 신초의 가지 발생률을 살펴보면(그림 4), 1월에 채취한 신초에서는 -15℃ 처리에서 '부유' 20% 이하를 제외한 모든 품종은 65~80%로 높았지만 -20℃ 처리에서 급격히 낮아졌고 -25℃ 처리에서는 전혀 발생하지 않았다. 2월에 채취한 신초에서는 -5~-15℃ 처리에서는 모든 품종이 50% 이상을 보였으나, -20℃ 처리에서는 급격히 하락하여 전혀 발생하지 않았다. 3월에 채취한 신초에서는 -5℃ 처리에서 '부유', '서촌조생' 및 '청도반시'가 75% 이상, '상서조생'과 '갑주백목'은 각각 40, 20%에 가까웠으나, -20℃ 처리에서는 모든 품종이 20% 이하였다. 채취 시기 간에는 타발휴면기가 가장 높은 발생률을 보여 내동성이 가장 강하였고 자발휴면기와 휴면타파기에 발생률이 낮아 내동성이 약하였다.

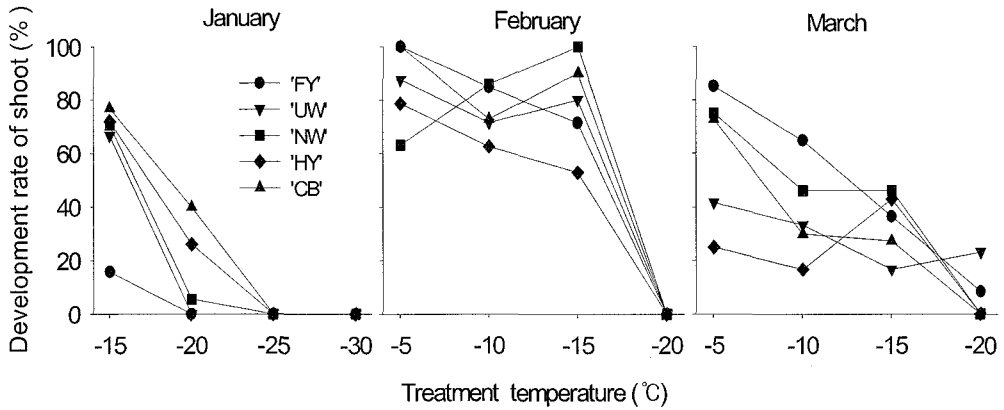


그림 4. 처리 온도별 수삽에서 가지 발생률. 'FY', '부유(Fuyu)'; 'UW', '상서조생(Uenishiwase)'; 'NW', '서촌조생(Nishimurawase)'; 'HY', '갑주백목(Hachiya)'; 'CB', '청도반시(Cheongdobansi)'.

온도별 처리 후 신초의 전기전도도 변화율은 조직 전체 파괴 시 전기전도도에 대한 비율로 나타내어 살펴보았다(그림 5). 1월에 채취한 신초에서는 0°C와 -15°C 처리에서는 35~50%였으며, -20°C 처리에서는 '부유'와 '청도반시'가 65% 정도로 다른 품종에 비해 조직 파괴가 컸으나, 나머지 품종은 거의 변화가 없었다. 그러나 -25°C 이하처리에서는 모든 품종이 70~90%로 조직파괴가 아주 큰 편이었다. 2월에 채취한 신초에서는 0~15°C 처리에서는 대부분 50% 이하였으나, 20°C 처리에서 급격히 증가하여 조직파괴가 컸다. 특히, '상서조생'이 조직 파괴가 가장 컸다. 3월 채취한 신초에서는 0°C 처리에서부터 75% 이상으로 조직파괴가 커 내동성이 아주 약하였다. 채취 시기 간에는 휴면타파기에 모든 품종에서 조직파괴가 월등히 커 내동성이 가장 약하였다.

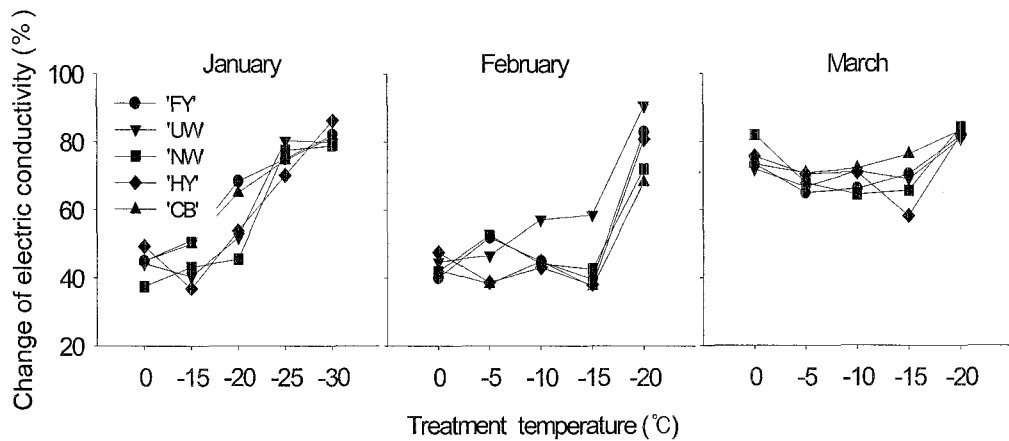


그림 5. 처리 온도별 휴면지의 전기전도도 변화율. 'FY', '부유(Fuyu)'; 'UW', '상서조생(Uenishiwase)'; 'NW', '서촌조생(Nishimurawase)'; 'HY', '갑주백목(Hachiya)'; 'CB', '청도반시(Cheongdobansi)'.

온도별 처리 후 신초의 TTC 검정에 의한 흡광률 변화를 0°C 처리 신초의 흡광률에 대한 온도 처리 신초의 흡광률로 나타내어 살펴보았다(그림 6). 1월에 채취한 신초에서는 -15°C 처리에서 '서촌조생'은 동일하였고 '갑주백목'과 '상서조생'은 80%, 나머지 품종은 70%에 가까웠다. 그러나 -20°C 처리에서 '갑주백목'을 제외한 모든 품종이 급격히 하락하여 '서촌조생'은 60%, '상서조생', '부유' 및 '청도반시'는 40% 정도로 조직파괴가 급격히 많았다. 그리고 -25°C 이하 처리에서는 대부분 품종이 40% 이하로 나타났다. 2월에 채취한 신초에서는 -5°C 처리에서 모든 품종이 급격히 하락하여 '청도반시'가 30%, 나머지 품종이 55~65% 정도였고 -10~-15°C 처리에서도 -5°C 처리와 유사하였다. 3월에 채취한 신초에서는 -5°C 처리에서 '부유', '상서조생' 및 '청도반시'가 50% 정도로 급격히 하락하였다. -10~-15°C 처리에서는 '부유', '상서조생' 및 '청도반시'가 30%, '서촌조생'과 '갑주백목'은 60% 정도까지 하락하였다. -20°C 처리에서는 모든 품종이 25~30% 정도까지 하락하였다. 채취 시기 간에는 자발휴면기와 휴면타파기가 급격히 변동하였고 조직의 파괴가 많았다.

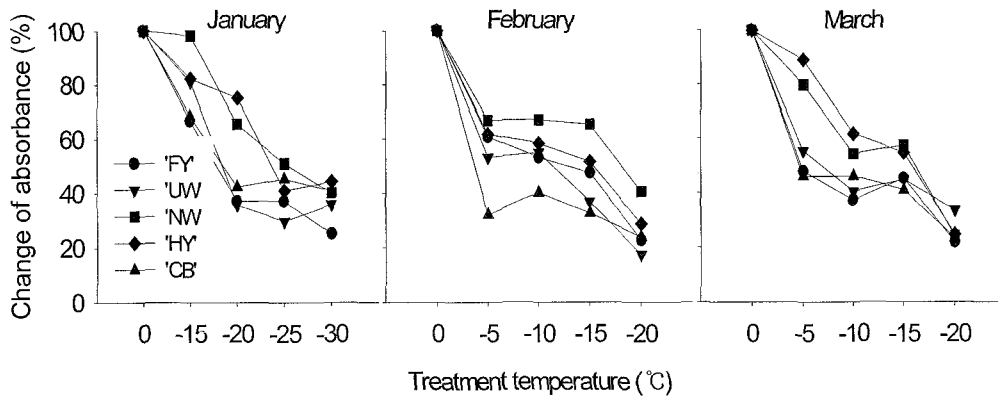


그림 6. 처리 온도별 휴면지의 흡광률 변화. 'FY', 'Fuyu(부유)'; 'UW', 'Uenishiwase(상서조생)'; 'NW', 'Nishimurawase(서촌조생)'; 'HY', 'Hachiya(갑주백목)'; 'CB', 'Cheongdobansi(청도반시)'.

그림 3~6을 종합해 보면, 단감과 뽕은감 간 내동성 차이는 없었으며 모두 휴면타파기 또는 수액 이동기에 내동성이 가장 약하여 동해가 심하였다. 그리고 휴면타파기 또는 수액이동기가 아니더라도 겨울철 -15°C 이하에서는 눈의 고사, -20°C 이하에서는 열매까지 고사나 그 이상의 동해가 예상된다.

라. 재배 지역별 최저기온 발생률 및 지형에 따른 동해 피해 정도

1) 지역별 최저기온 조사

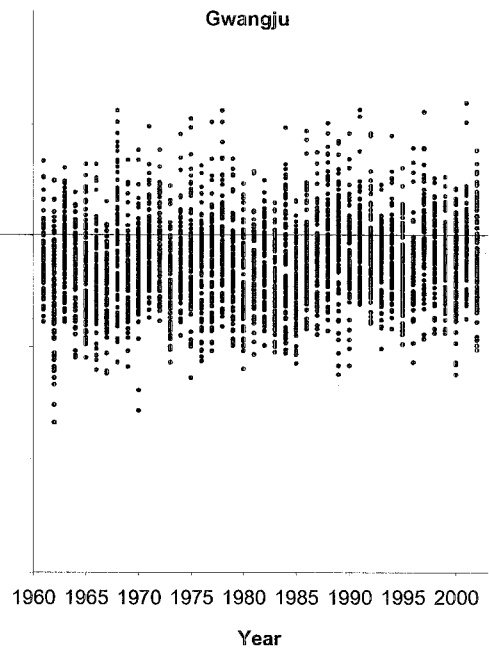
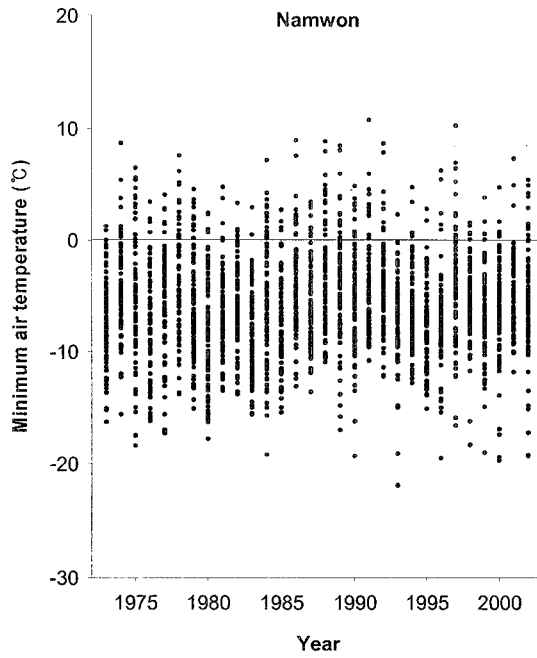
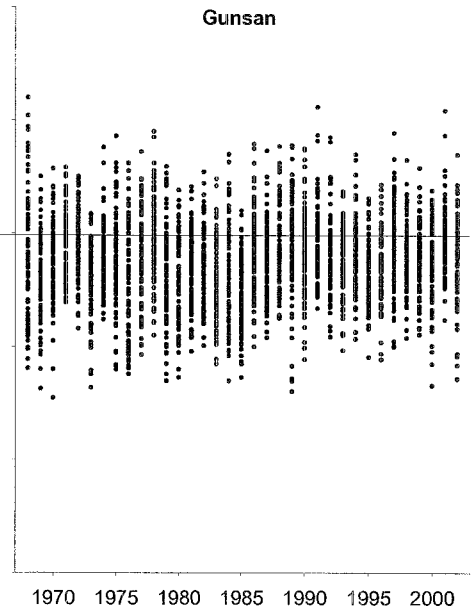
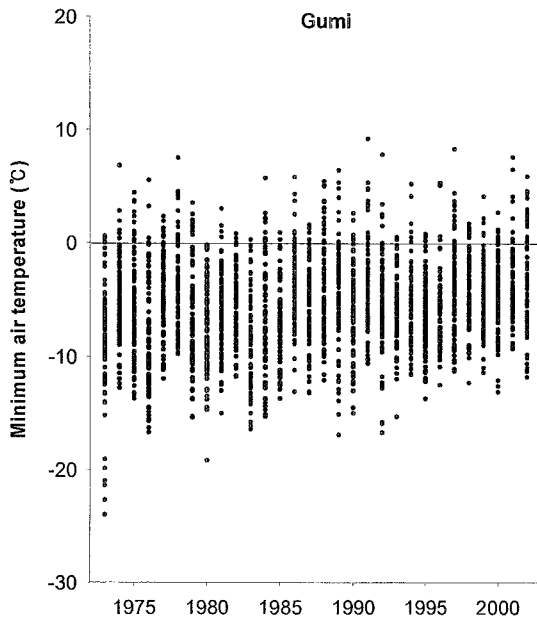
단감 재배지역을 중심으로 기상청 기상자료를 이용하여 지역별 겨울철 일중 최저기온 발생횟수를 온도별로 구분하여 분석하였다(표 7). 단감 재배지역 중 12월과 2월 사이의 겨울철에 감나무 동해온도로 알려져 있는 -20°C 이하의 최저기온이 기록된 날이 있는 지역은 경북 구미와 전북 부안으로 연간 0.07회였으며, 충남 부여는 연간 0.2회로 5년에 1회였다. 생육 특성에 따라 동해가 발생하는 온도인 -17.5°C 이하로 내려간 지역은 경북 구미, 충남 부여, 전북 부안으로 발생 횟수가 더 증가하였다. 동해 위험 온도인 -15°C 이하로 내려간 지역은 강원 속초, 전북 정읍, 전남 광주, 순천, 장흥, 경남 진주, 밀양, 합천 등이었다.

동해 위험 온도 -15°C 이하로 내려간 주요 지역의 동계 일별 최저기온 빈도분포를 조사하였다(그림 7). 태백산맥을 서쪽으로 하고 있는 경북 구미는 -15°C 이하로 내려

간 횡수가 많았고 0℃를 중심으로 대부분 영하로 분포하였다. 단감의 일부 재배되고 있는 충남 서천은 지역적으로 인근 지역인 전북 군산이 -15℃이하로 내려간 횡수가 없었다. 그리고 지리산 인근 지역인 전북 남원은 -15℃이하로 내려간 횡수가 많았으며 최저기온 분포가 대부분 영하에 분포하였다. 전남 광주는 30년 전 이래로 -15℃이하의 온도는 없었으며 군산과 비슷한 경향에 분포를 보였다. 단감 주요 재배 단지인 경남 재배 지역에서는 진주, 밀양 및 함천이 내려간 횡수는 조금 있으나 최근 10년간 겨울철 온도가 -15℃이하로 내려간 날이 없었다. 대부분의 지역이 밀집 분포의 폭이 조금씩 좁아져 동계 평균온도가 조금씩 상승함을 알 수 있다.

표 7. 지역별 겨울철 일중 최저기온 발생횟수 비교.

기상조사		겨울철(12~2월) 최저기온 발생 횟수 (%)				조사연수	
지역		-20℃이하	-19.9~-17.5℃	-17.4~-15℃	-14.9~-10℃		
경기	강화	10(0.3)	40(1.3)	96(3.2)	574(19.1)	1973~	
	강원				10(0.9)	1992~	
	속초			2(0.06)	134(3.8)	1968~	
충북	보은	36(3.2)	71(2.4)	120(4.0)	675(22.5)	1973~	
경북	영덕				84(2.8)	1973~	
	포항				73(1.7)	1961~	
	문경	1(0.03)	3(0.1)	17(0.6)	314(10.5)	1973~	
	상주				5(5.0)	2002	
	구미	2(0.07)	3(0.1)	21(0.7)	292(9.7)	1973~	
	대구			2(0.05)	128(3.0)	1961~	
	영주	17(0.6)	40(1.3)	101(3.4)	568(18.9)	1973~	
	영천	1(0.03)	2(0.07)	13(0.4)	304(10.1)	1973~	
	안동		4(0.2)	25(1.3)	301(15.1)	1983~	
	충남	대전		3(0.09)	26(0.8)	339(10.0)	1969~
		서산		4(0.1)	23(0.7)	318(9.1)	1968~
보령			1(0.03)	10(0.3)	199(6.6)	1973~	
부여		5(0.2)	15(0.5)	55(1.8)	356(11.9)	1973~	
금산		5(0.2)	18(0.6)	81(2.7)	557(18.6)	1973~	
전북	군산				66(1.9)	1968~	
	전주			6(0.1)	209(5.1)	1962~	
	부안	2(0.07)	8(0.3)	35(1.2)	174(5.8)	1973~	
	정읍			11(0.4)	176(5.9)	1973~	
	남원	1(0.03)	12(0.4)	43(1.4)	362(12.1)	1973~	
	임실	47(1.6)	54(1.8)	105(3.5)	508(16.9)	1973~	
전남	광주			3(0.07)	63(1.5)	1961~	
	목포				11(0.3)	1961~	
	순천			4(0.1)	153(5.1)	1973~	
	장흥			1(0.03)	63(2.1)	1973~	
경남	거창		4(0.1)	27(0.9)	448(14.9)	1973~	
	산청				104(3.5)	1973~	
	진주			4(0.1)	166(5.0)	1970~	
	밀양			6(0.2)	219(7.3)	1973~	
	울산				51(1.2)	1961~	
	마산				2(0.1)	1985~	
	부산				24(0.6)	1961~	
	합천			9(0.3)	252(8.4)	1973~	



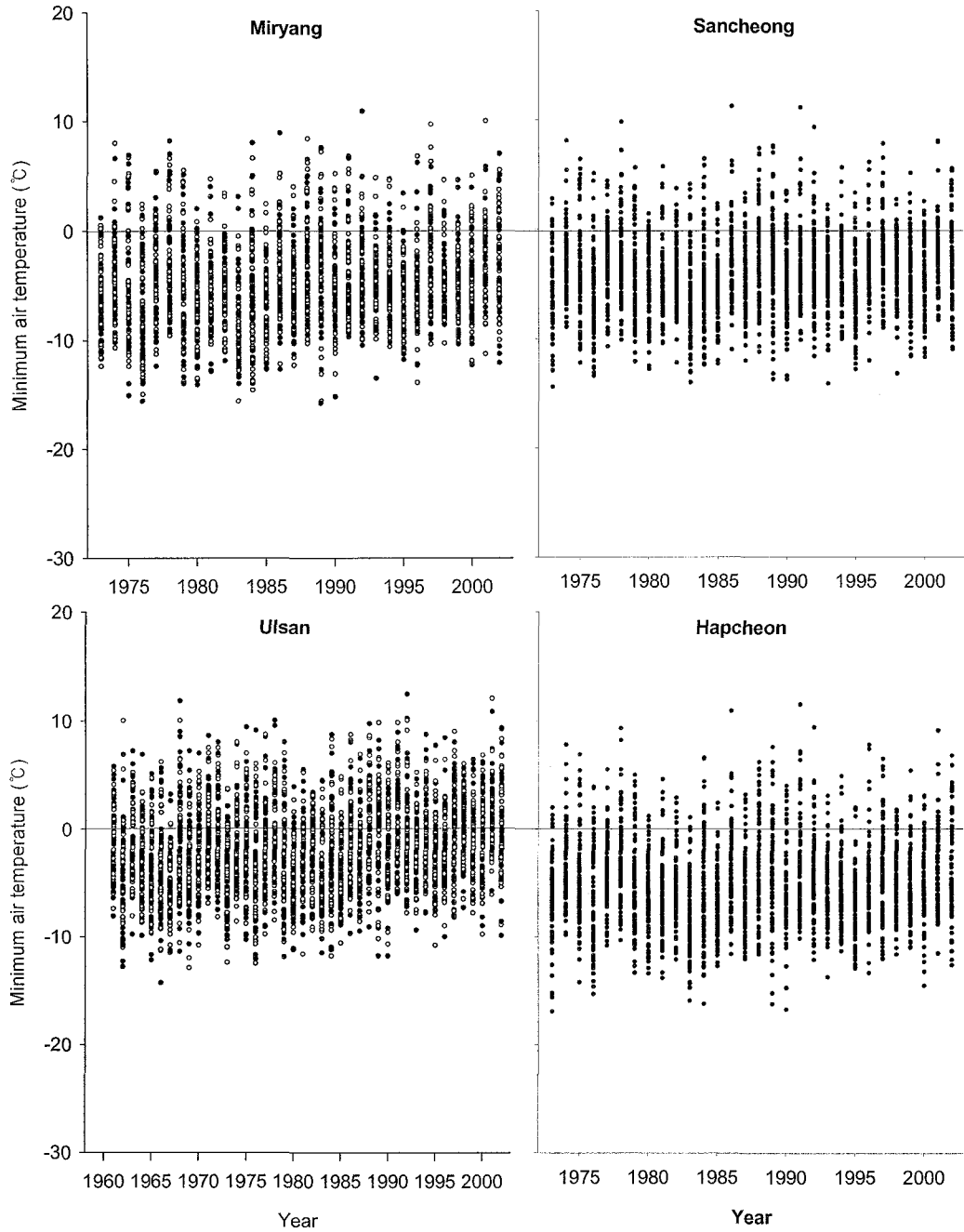


그림 7. 지역별 동계(12~2월)의 일별 최저기온 분포도.

2) 재배 지역별 생육환경, 기상재해 발생 및 안전재배여부와의 상관분석

단감 재배지역별 83개 농가를 대상으로 하여 감 재배현황, 생육 환경 및 기상재해 발생 여부에 대한 조사를 실시한 후 각 농가별 과수원 지형 및 방향과 동해, 늦서리 피해 및 안전 재배지대 여부에 대한 상관분석을 실시하였다(표 8). 과수원 지형이 평지인 경우는 경사지의 경우보다 동해가 더 심하게 발생되었으며, 특히 늦서리 피해는 $r=-0.367$ 로 매우 심한 것으로 나타났다. 그러나 과수원 지형이나 방향과 안전지대 여부와는 전혀 상관이 없는 것으로 분석되었다. 또한 낙엽시기가 빨랐던 과수원일수록 동해와 늦서리 피해가 심한 것으로 나타났다.

표 8. 과수원 지형 및 방향과 단감나무 동해, 늦서리 피해 및 안전지대 상관분석.

구 분	동해(무→심)	늦서리 피해(무→심)	안전지대(예→아니오)
지 형 (평지→경사지)	-0.224*	-0.367***	-0.096 ^{NS}
방 향 (남→북)	-0.019 ^{NS}	-0.168 ^{NS}	-0.096 ^{NS}
낙엽시기 (조→만)	-0.243*	-0.383***	-0.174 ^{NS}

Duncan test: ^{NS}, *, **, ***,상관계수(P)=0.5, 0.1 또는 0.01.

2004년 겨울(1월 상순)에 익산지역의 최저기온이 -20°C 이하를 기록했으며 이에 따라 주요 품종별 동해 정도를 조사하였다(표 9; 그림 8). 뚝은감인 '도근조생' 품종이 피해가 가장 심하여 원가지가 고사되었고 원줄기 하부에서 잠아가 발생되었다. '서촌조생'은 측지나 결과모지가 고사되었고, '부유', '상서조생', '갑주백목' 등은 결과모지나 선단부의 눈이 고사되었다.

표 9. 주요 품종별 동해피해정도 조사(2003년).

품 종	동해정도	비고
부유	++	선단부 눈 고사
갑주백목	++	선단부 눈 고사
차량	+	선단부 눈 고사
상서조생	++	선단부 눈 고사
서촌조생	+++	측지 및 결과모지 고사
도근조생	++++	원가지 고사

동해정도: +, 소; ++, 중; +++, 심; +++++, 극심.



그림 8. 감나무 눈과 가지 동해.

제2절 아조변이 탐색 및 품종 선발 기준표 작성

1. 서 언

변이 중 아조변이는 줄기나 가지의 생장점 세포에서 변이가 일어나 그곳에서 자란 가지나 과실이 원래 나무와는 다른 특성을 지니는 경우를 말한다. 수도작이나 화훼(de Schepper 등, 2003), 채소(Yang과 Park, 1999) 분야에서는 형질 변이 및 형질 분류 기준 작성에 대한 연구가 아주 활발하여 다수의 신품종 육성 등이 이루어지고 있고, 과수 분야에서는 감귤류(Kim 등, 1972), 사과(Kim 등, 2002c; Paek 등, 2002), 배(Son 등, 2002;), 포도(Park 등, 2002a), 복숭아(Masami 등, 2003; Toshiya 등, 2003), 참다래(Kim 등, 1999a) 등에서 변이에 의한 신품종 육성이 다소 활발하지만, 재배면적의 꾸준한 증가 추세를 보이고 있는 감은 적은 편이다. 표 1에서 보는 바와 같이 완전단감에서 변이에 의한 육성 품종은 ‘일목계차랑’, ‘소진조생차랑’, ‘전천차랑’, ‘송본조생부유’, ‘상서조생’, ‘스나미’, ‘광양’ 및 ‘고조’ 등이다.

품종 판별과 분류에서는 대부분 형태 형질 분류 기준을 설정(Kim 등, 1972; Kim 등, 2002; Yun 등, 2002b)하고 이에 대해 RAPD(Kim 등, 1999b; Kim 등, 2002d; 방 등, 2001; Jun 등, 2002; Lee 등, 2002a; Park 등, 2002b; Pooler와 Scorza, 1995; Yang 등, 1999; Yun 등, 2002a), IRAP 또는 REMAP(Guo 등, 2005), RFLP(Yun 등, 1999) 등에 의한 DNA 판별(Kim 등, 2002a, b; Lee 등, 2002b, c; Park 등, 2002b), 그리고 과실 형태 형질 특성 간 차이(de Schepper 등 2003; 김 등, 1995; Kim 등, 1999a; Kim과 Heu, 1992; Kobayashi 등, 2000; Kwon과 Song, 1981; Paek 등, 2002) 등에 의해 판별하고 있다. 또한 형태 형질뿐만 아니라 수채 생육(Kim 등 1984), 성분 함량(Kobayashi 등, 2000; Lee 등, 1999), 기관 구성 세포(Masam 등, 2003; Kim 등, 1984) 등에 의한 분류도 이용되고 있다. 최근 많은 판별 방법에 의해 특정 형질을 이용한 다양한 계통 및 품종 분류 marker(Jun 등, 2002; Kim 등, 2002a, b; Lee 등, 2002a, b; Toshiya 등, 2003)를 개발하고 있다.

형질 변이는 재배 조건에 의한 차이도 나타나며(박 등, 1974) 조직배양 시 첨가물질에 따른 변이 발생(Hong 등, 2003)도 나타난다. 또한 신품종 육성이나 형질변형을 위해 방사선(Kim 등, 1972; Kwon과 Song, 1981; 이 등, 1995; Won과 Ko, 1983) 등에 의한 인위적 변이에 관한 연구들이 활발히 이루어지고 있다.

표 1. 변이에 의한 완전단감 품종.

국 명	품종명	내 렷	비 고
	영 명		
일목계차랑	Ichikijiro	차랑 아조변이	
소진조생차랑	Fuizuwasejiro	차랑 변이	
전천차랑	Maegawajiro	차랑 변이	
송본조생부유	Matsumotowasefuyu	부유 변이	
상서조생	Kaminishi	송본조생부유 아조변이	
스나미	Sunami	부유대과 아조변이	
광양		전천차랑 아조변이	
고조	Hisahaya	부유 아조변이	

2. 재료 및 방법

가. 아조변이 탐색

완전단감 재배 농가를 대상으로 하여 설문조사 및 방문을 통하여 ‘부유’와 ‘차랑’ 품종의 아조변이를 탐색하였다. 설문 주요 항목으로는 주요 재배 품종, 수분수 품종, 대목 종류, 과수원 지형적 환경, 발아시기, 개화시기, 단풍시기, 낙엽시기, 과실 착색 시기, 과수원 기상 환경(동해, 늦서리 및 우박 피해 정도), 발견 시 주과종과의 특성과 과형 차이, 그리고 수꽃의 착생 등이다.

‘부유’ 아조변이로 예상되는 품종에 대한 생육 및 과실 특성 조사는 동일 과원에서 재배되고 있는 ‘부유’, ‘상서조생’ 각 30개와 함께 동일 시기에 수확하여 실시하였다. 생육 특성 조사는 재배자의 농사 일지와 현장 의견을 참고로 하여 3년에 걸쳐 확인 조사하였다. 과실 특성은 전자 저울, 전자 당도계, 색차계 및 오토 캘리퍼스 등을 이용하여 과중, 과형, 당도, 갈반정도, 횡단면적에 대한 악편+화탁, 과심부 및 섬유상 중앙부 너비, 과피 및 과육색 등을 조사하였다. 갈반 정도는 과실의 종단면적에 대한 갈반 면적을 0~9 등급으로 나누고 0~100%로 나타내었고 악편+화탁 크기는 과실 형태를 원형으로 간주하고 과실횡단면적에 대하여 백분율로 나타내었다. 그리고 종자는 수, 형태, 상칭성 및 봉합선 형태를 조사하였고, 잎은 잎 정상부 형태, 길이, 너비, 자루길이 및 잎 색 등을 조사하였다. 그리고 모든 항목을 평균과 표준편차로 나타내었다. 그리고 발견 당시 ‘부유’ 아조변이예상품종의 가치를 접수로 하여 접목 재

식한 후 2005년 수확한 과실의 특성조사도 동일한 방법으로 실시하였다.

나. 품종 선발을 위한 특성 조사 기준표 작성

아조변이 품종 선발을 위한 특성 조사 기준표 작성은 UPOV의 감 특성 조사 기준표를 중심으로 현 활용되고 있는 기준표들에서 항목별로 필요 문항을 선별하여 작성하였다. 조사 항목을 크게 수채 및 가지, 엽, 화기, 과실, 종자 특성 및 기타 등으로 구분하여 각각 항목을 각각 10, 13, 10, 20, 3 및 7개의 작은 항목으로 구분하였다. 이 작은 항목에 대하여는 9 계급으로 나누어 이에 주요 재배 품종인 ‘부유’와 ‘차랑’을 표본으로 비교 및 평가토록 작성하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 아조변이 탐색

1) 재배 농가 설문 조사

완전단감 재배 농가를 대상으로 부유와 차랑 품종의 아조변이를 탐색하였다(표 2). 조기착색의 특성이 있는 농가는 경남 13, 경북 2, 전남 5, 충남 2, 울산 1 등 23농가였으며, 대과 특성이 있는 농가는 경남 1였다. 암꽃만 착생하는 부유와 차랑 품종에서 숫꽃의 착생이 보였다는 농가가 경남 4, 전남 1 등 5농가였다.

표 2. 재배농가 부유 및 차랑 단감 아조변이 탐색

아조변이 주요 특성	농가수	비 고
조기 착색	23농가	경남 13농가, 경북, 2농가, 전남 5농가, 충남 2농가, 울산 1농가
대과 특성	1농가	경남
숫꽃 착생	5농가	경남 4, 전남 1

2) 동일 과원의 아조 변이 예상 품종과 주요 재배 품종 간 특성 비교

(1) 탐색 단감 품종에 대한 생육 및 과실특성 정밀 분석

2003년 단감 아조변이 탐색 중 충남 서천의 과수원에서 아조변이로 예상되는 품종을 발견하였다(그림 1). 재배자에 의하면 ‘부유’ 품종을 재식하여 재배하던 중 우연히 착색이 빨리 오는 그루를 발견하였고 이를 계속 관찰하였다고 한다. 충남 서천 동일과원의 ‘부유’ 아조변이 예상품종과 ‘부유’, ‘상서조생’ 특성을 조사·비교하였다(표

3). 당시 아조변이예상품종은 ‘부유’ 품종을 심은 곳에서 발견되었으며, 나무 전체과실이 성숙과였고, ‘상서조생’은 첫 수확과, ‘부유’는 미숙과였다.

아조변이예상품종 과실크기는 ‘상서조생’, ‘부유’ 미숙과보다 크고 일반적으로 알려진 ‘부유’ 성숙과(210~220g)보다는 작았지만 그루 전체 과실크기가 대체로 균일하였고, 과형에 있어 종단면과 횡단면은 편원형~원형으로 다른 2품종과 동일하였다. 당도는 과정부 13.6°Bx 정도로 ‘상서조생’과 비슷하였으나, 일반적으로 알려진 ‘부유’ 성숙과(15~16°Bx)에는 떨어지는 경향을 보였다. 갈반정도는 4.7(57%)로 ‘부유’보다는 많고 ‘상서조생’과 비슷하였으며, 악편은 3품종 모두 과실에 밀착되어 있는 형태이고 과실대비 악편크기가 모두 유사하였다. 과심중앙부직경에서는 ‘상서조생’보다 다소 작고 ‘부유’ 미숙과보다는 컸지만 과실대비크기로는 유사하였다. 과피색은 등홍색으로 ‘상서조생’보다 밝고 질었으며, 과육색은 더 짙은 붉은색을 띄었다. 그리고 종자수는 ‘부유’보다 적고 ‘상서조생’보다는 많았지만, 종자형태·상징성·봉합선모양에서는 동일하였다. 잎은 형태가 ‘부유’는 도란형인데 비해 ‘상서조생’과 마찬가지로 타원형이었고, 잎 길이와 너비, 잎자루길이에서는 ‘부유’보다 짧고 ‘상서조생’보다는 길었으며 잎색에서는 ‘부유’와 유사하고 ‘상서조생’보다는 밝았다. 하지만 아조변이예상품종의 특이사항은 착색경향과 수확기에서 ‘부유’와 많은 차이를 나타내었다. 2003년도 착색경향은 ‘부유’와 ‘상서조생’은 한 그루의 과실이 부분적으로 착색이 되어 수확기간이 첫 수확(부유 10월 20일경, 상서조생 10월 8일경)으로부터 2주 정도가 되는 데 비해 아조변이예상품종은 전체과실의 착색 경향이 착색 초기부터 수확가능한 성숙과까지 일주일 이내였다. 아조변이예상품종의 특성이 대부분 ‘부유’와 유사하지만, 과실크기·잎 길이·잎 모양이 다르고 착색 경향과 수확기에서 큰 차이를 보이고 있다.

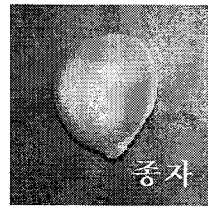
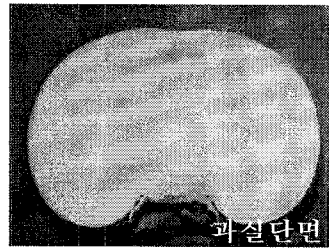
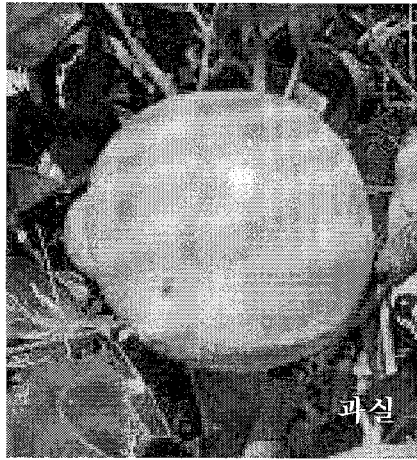
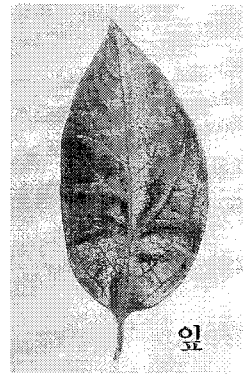
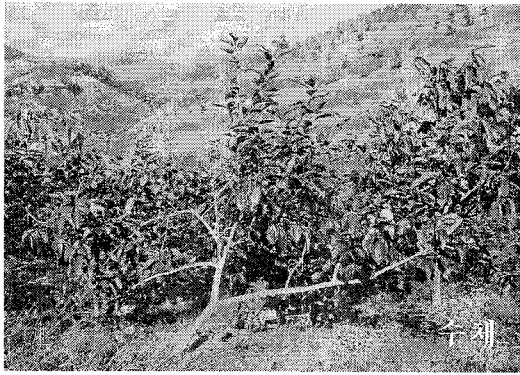


그림 1. 발견 당시 아조변이예상품종(2003).

표 3. 동일 과원의 '부유' 아조변이예상품종과 주요 재배 품종 간 특성 비교.

항 목	아조변이 예상품종	'상서조생'	'부 유'	비 고 ²
무 계(g)	201.4±15.05 ^y	181.4±17.64	149.9±11.85	
L/D율	0.7±0.02	0.7±0.03	0.8±0.03	
형 태 종단면	편원형	편원형	편원형	감특성표
횡단면	원형	원형	원형	감특성표
당 도 (°Bx)				
과정부	13.6±0.86	13.6±0.61	11.7±0.92	
꼭지부	13.5±0.66	13.3±0.39	11.5±0.58	
갈반정도 ^x	4.7±1.39	4.8±1.15	3.7±1.26	
상대적위치	붙어있다	붙어있다	붙어있다	감특성표
과실				
약편 +화탁				
직 경(mm)	53.5±2.89	54.8±5.99	54.0±2.30	
크 기	중	중	중	감특성표
비율 ^w	69.4±3.10	74.5±8.79	80.3±4.46	
과 심 중 앙 부 직 경 (mm)	14.7±2.93	15.1±2.62	11.6±1.77	
섬유상중앙부크기	중	중	중	감특성표
Hunter L	65.0±1.53	63.9±1.61	59.2±1.74	
과피색 Hunter a	6.0±5.73	0.4±3.00	-12.0±2.63	
Hunter b	59.6±3.45	57.7±2.36	49.3±2.72	
Hunter L	63.9±3.63	65.8±3.11	67.0±2.66	
과육색 Hunter a	4.5±2.05	3.6±1.25	0.8±1.51	
Hunter b	31.9±2.93	31.4±3.22	22.3±4.17	
과피표면	녹반증 무(無) 녹반증 다수			

항 목	아조변이 예상품종	‘상서조생’	‘부 유’	비 고 ^z	
수	2.6±1.50	2.1±1.52	3.3±2.00		
종자	형 태	원형	원형	원형	감특성표
	상칭성	상칭	상칭	상칭	감특성표
	끝	불합선에만	불합선에만	불합선에만	감특성표
형 태	타원형	타원형	도란형	감특성표	
길 이(cm)	15.45±1.22	12.5±1.12	17.8±2.24		
너 비(cm)	8.12±0.65	6.3±0.57	9.0±1.33		
잎	자루길이(mm)	15.6±0.87	14.8±1.80	15.9±1.36	
	Hunter L	33.5±1.10	35.2±1.52	33.4±1.53	
	색 Hunter a	-6.0±1.24	-6.8±0.53	-5.6±0.82	
	Hunter b	9.2±2.00	11.5±1.75	8.8±1.93	
착색경향	전체적으로	부분적으로	부분적으로		
생육	모본	10월 1일부터			
특성	수확기	(2003-4) 6일간 수확	10월 초순부터	10월 중하순부	
	접목 재식	10월 1일부터 5일간 수확	2주간 수확	터 2주간 수확	
	묘 (2005)				

^z감(UPOV TG/92/3) 특성조사표에 의거 판단.

^y평균±표준편차.

^x(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%.

^w(악편+화탁면적/과실횡단면적)*100.

(2) 탐색 단감 품종 가지 접목 후 생육 및 과실 특성 정밀 분석

2003년에 아조변이예상품종(모본)의 가지를 채취하여 접수로 이용, 대목에 접목한 후 동일 과원에 재식하였다(그림 2). 재식지는 동일 과원의 암석이 많은 급경사지였다. 2005년 재식한 감나무는 3년생으로 수고는 약 1.6m 정도였고 수폭은 약 1.2m 정도였고 잎이 크고 색이 짙었으며 생육 상태가 양호하였다.

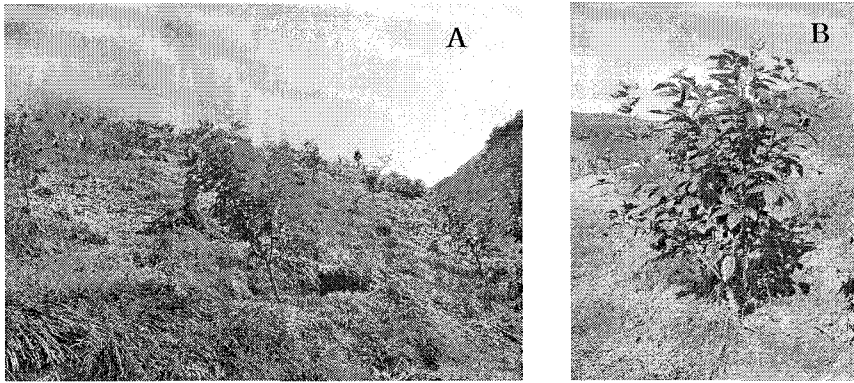


그림 2. 동일 과원의 아조변이예상품종 접목 재식 토양(A) 및 수체(B).

‘부유’ 아조변이예상품종 접목 후 재식 묘에서 2005년 수확한 과실과 수확기가 ‘부유’보다 빠른 동일 과원의 ‘상서조생’ 과실을 비교 관찰하였다(표 4; 그림 3). 과형지수에서는 두 품종 모두 0.70로 편원형이었지만 변이계수에서 아조변이예상품종이 ‘상서조생’보다 2배 정도 커 횡경에 대한 과고가 다소 큰 과실이 많았다. 종자수는 아조변이예상품종이 ‘상서조생’에 보다 평균 1.2개가 많았고 당도에서는 14.6°Bx로 월등히 높아 우수한 형질을 나타내었다. 과육 절반 정도인 종단면적에 대한 갈반면적 비율은 ‘상서조생’이 약간 더 컸다. 수확기 판정 요인 중 하나인 과피 착색에서는 아조변이예상품종은 첫 수확이 ‘상서조생’보다도 7일 이상 빨랐다. 그리고 본 농가에서는 ‘상서조생’ 수확을 판매가 전략에 맞추어 완전 착색 전에 수확을 하고 있고 조사 기간에도 녹색을 많이 띠는 미숙과 상태인 것으로 보아 수확기 차이가 더욱 클 것으로 생각된다. 아조변이예상품종은 ‘상서조생’에 비해 적색계통을 나타내는 Hunter a* 값이 정단부, 중앙부 및 꼭지부 모두에서 월등히 높아 착색 차이를 보이고 있고 육안 상으로도 그림 4(C)에서 보는 바와 같이 분명하였다. 또한 변이계수가 작아 그루 전체 과실의 착색 경향이 일괄적인 것으로 생각된다.

표 4. 아조변이예상품종 접목 재식 묘 수확 과실과 동일 과원의 '상서조생'의 과실 특성 비교.

품종		L/D율	종자수 (개)	당도 (°Bx)	갈반 정도 ^z (%)	과피색(Hunter a*)			첫 수확일 (기간)
						정단 부	중앙 부	꼭지 부	
아조변이 예상품종	평균	0.70	3.2	14.6	4.8	21.6	16.7	15.6	10월 1일 (5일간)
	표준편차	0.03	2.04	0.88	1.13	5.60	2.83	2.33	
	변이계수(%)	7.2	63.8	6.0	23.7	25.9	17.0	14.9	
'상서조생'	평균	0.69	2.0	11.7	5.8	11.0	9.3	5.6	10월 8일 (17일간)
	표준편차	0.03	1.41	0.57	1.03	4.56	3.81	4.68	
	변이계수(%)	3.7	70.7	4.9	17.8	41.3	41.2	84.2	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%.

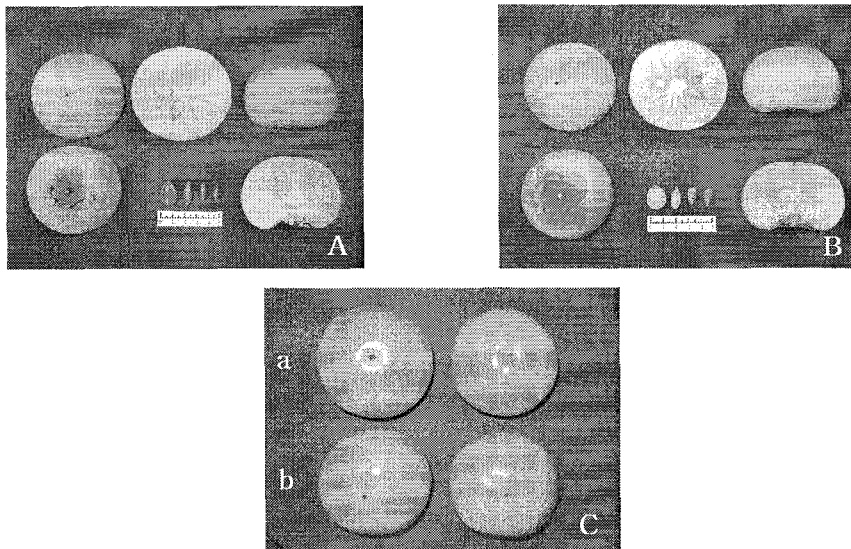


그림 4. 아조변이예상품종(A, a)과 동일 과원 '상서조생'(B, b)의 과실 특성(C).

3년의 관찰 결과로 아조변이예상품종의 모본과 접목 재식묘 수확 과실을 살펴보면, 과실 비대 속도가 빠르고 착색 기간이 짧아 조기 수확이 가능하고 매년 녹반증이 많이 나타나는 '상서조생'과는 달리 모본과 접목 재식묘 과실은 전혀 나타나지 않아 추후 꾸준한 관찰을 통해 신품종 육성이 가능할 것으로 생각된다.

나. 품종 선발을 위한 특성 조사 기준표 작성

특성 조사 기준표 작성에서 항목 구분은 수체 및 가지, 엽, 화기, 과실 및 종자 특성 등 5개로 구분하였다(표 5).

수체 및 가지 특성은 수세(새가지 신장 정도), 수자(수형), 가지발생정도(가지 끝방향권 10cm 이상 신초수), 미결실 1년생 가지 길이(10개 이상 평균), 1년생 휴면지의 색, 1년생 가지 피목의 형태, 피목 크기, 피목 밀도, 피목 정확도 및 가지의 굴곡정도 등 10개의 형질로 구성하였다.

엽의 특성은 엽적 형태, 유연발아기와 전엽기, 유연갈색 농도, 엽신 크기, 엽항 지수, 엽신 형태, 엽신 기부형, 엽신선단부형, 엽신선단형태, 엽 가장자리 파상, 엽병상, 낙엽기 및 낙엽시 엽색 등 13개의 형질, 그리고 화기 특성은 눈의 크기, 화아착생 다소, 암꽃개화기, 결과지당 암꽃수, 악편 형태, 화탁 형태, 자방횡단형태, 자방종단형태, 화경장 및 포엽 위치 등 10개의 형질로 구성하였다.

과실 특성은 성숙기, 과실크기(20개 이상 평균, 엽과비 25-30), 과실횡단형태, 과실종단형태, 과정열과, 체부과실주름, 꼭지들림발생, 과피색, 꼭지모양, 과경길이, 과피두께, 과육색, 완전단감갈반크기, 완전단감밀도, 과육갈반분포, 과심크기, 과육경도, 과육탄성, 연시육질 및 감미 등 20개의 형질로 가장 중점을 두어 작성하였다.

종자 특성은 종자수, 종자크기 및 종자형태 등 3개의 형질로 구성하였고, 이들 항목 외에 기타 항목으로 수확 후 연화, 결실성, 후기 낙과, 착과량, 내병충성, 내상선 및 내한성 등 7개 형질을 추가하였다. 그리고 표본 품종을 가장 많이 재배되고 있는 '부유'와 다수 재배되고 있는 '차량'으로 하여 각 형질에 대한 점수를 표기하여 비교토록 하였다.

표 5. 단감 품종에 대한 형질 조사 기준표

구분	형질	상태 및 계급									부유	차량
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
수체 및 가지 특성	수세*			약		중		강			6	6
	수형(수자)*			개장형		중		직립형			3	6
	1년생 가지 길이*			단		중		장			7	5
	1년생 가지 굵기*			세		중		후			7	5
	1년생 가지 절간장*			단		중		장			7	3
	1년생 휴면지의 색*			회갈색		갈색		흑적색			6	6
	1년생 가지의 굴곡성*			약		중		심			5	5
	피목 수 (밀도)*			소		중		다			5	5
	피목 크기*			소		중		대			5	4
	피목 형태*			장타원		타원		원			6	6
	엽적 크기*			소		중		대			6	5
	엽적 형태*			장형		원형		단형			5	6
	눈의 크기*			소		중		대			6	6
	눈의 형태*			방추형		난형		원형			3	6
	눈의 모용 발생*			약		중		강			5	5
	눈의 돌출 정도*			소		중		심			5	5
새가지 발생밀도 (주지나 부주지 선단 50cm 범위에 발생한 10cm 이상의 신초수)			5이하		7.5-10		10-12.5			5	5	
엽의 특성	유엽 갈색			담		중		농			1	1
	엽신 크기*			소		중		대			5	5
	엽신 형태*			도란형		타원형		장타원 형			5	6
	엽형지수 (엽장/엽폭)×100			세장		중		광			5	5
	엽신 파상성*			소		중		다			7	5
	엽신 횡단면 형태*			오목		편평		볼록			4	4
	엽신 선단 각도*			뽕족		중		둔각			5	5
	엽신 기부 각도*			뽕족		중		둔각			7	6
	엽병 길이			단		중		장			5	4
낙엽 시 엽색*			황색		홍색		자흑색			5	5	

구분	형질	상태 및 계급									부유	차량
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
화기 특성	암꽃과 수꽃 착생*			우		우상		상,우,양 성화			1	1
	암꽃 크기*			소		중		대			6	6
	암꽃 화관 크기*			소		중		대			5	5
	꽃잎편 수*					4장		5장이상			4	4
	악편 크기*			소		중		대			5	5
	화탁 형태*			원형		방형					5	5
	자방 형태			원형		방형		도란형			3	2
	화경 길이*			단		중		장			4	4
	포엽 위치			상		중		하			3	3
	수꽃 크기	무		소		중		대			1	1
	꽃가루 다소	무		소		중		다			1	1
응예 수	무		소		중		다			1	1	
과실 특성	과실 크기*			소		중		대			6	6
	과실 종단 형태*			편형		원,방형		장형			3	3
	과실 횡단 형태*			원형		방형					3	5
	과실 골 유무*	무				유					1	5
	수확 시 과피 색*			주황색		등색		주홍색			7	6
	완숙 시 과피 색*			등색		주홍색		홍색			7	7
	수확 시 과육 색*			주황색		등색		주홍색		갈색	7	6
	완숙 시 과육 색*			등색		주홍색		홍색		암갈색	7	7
	당도*			저		중		고			5	6
	과심 크기*			소		중		대			7	5
	꼭지 크기*			소		중		대			5	6
	꽃받침 방향*	밀착		횡		사면		직립			1	2
	과경 굵기*			가늘		중		굵음			7	7
	과경 길이*			단		중		장			4	4
	과육 경도			연		중		경			6	6
	과육 탄성			무름		중		탄력			6	4
	연시 육질			분질		점질		장질			5	5
꼭지들림발생			소		중		다			5	4	

구분	형질	상태 및 계급									부유	차량
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
종자 특성	종자 수(개)			소(1-2)		중(3-4)		다(5-6)			7	4
	종자 크기*			소		중		대			7	6
	종자 형태*	무		원형		삼각형		타원		장타원	5	3
	종자 대칭성*			비대칭		대칭					5	5
	종피 주름(골)*			봉합선		봉합선 과 측면		측면			3	3
기타	유엽 전엽기			조		중		만			7	6
	암꽃 개화기*			조		중		만			7	5
	수확기*			조		중		만			6	5
	성숙기*			조		중		만			6	5
	낙엽기			조		중		만			6	7
	결실성			소		중		다			7	5
	후기낙과			소		중		다			3	5
	착과량			소		중		다			7	5
	내병충성(탄저병)			약		중		강			7	5
	내상선(耐霜性)			약		중		강			7	5
내한성			약		중		강			5	5	

*UPOV 조사기준임.

제3절 품종 해설

1. 서 언

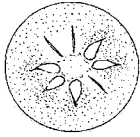
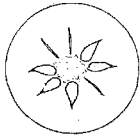
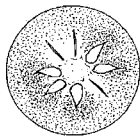
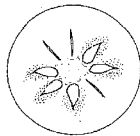
세계적으로 감나무속 식물은 약 190여종으로 낙엽성과 상록성이 있고 관목성과 교목성도 있다. 대부분은 열대에서 온대지방까지 널리 분포되어 있다. 감나무의 원산지는 대부분 우리나라를 비롯해 일본, 중국으로 식용하거나 대목, 또는 약(藥)과 염료(染料)로 사용되고 있다. 그러나 현재 우리나라 감 재배에 대한 연구가 미흡한 실정으로 대부분 재배되고 있는 품종이나 쓰여지고 있는 재배기술은 일본에서 도입되어 수채 특성, 기상과 작업조건 및 병충해 발생 등의 차이에 의한 피해가 많이 발생하고 있다. 우리나라 환경에 적응력이 우수한 유전적 형질을 갖춘 품종 개발이나 기존 감 재배기술의 효율적 적용 방법 또는 기술 개발 등이 절실히 필요하다.

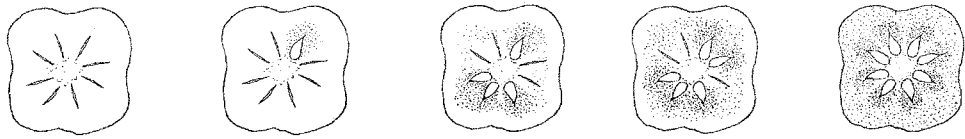
감은 종자의 유무나 수, 그리고 갈반정도에 따라 완전단감, 불완전단감, 완전뿔은감 및 불완전뿔은감으로 분류한다(표 1). 완전단감과 완전뿔은감은 종자의 유무와 관계없이 갈반 정도와 관계를 갖고 있고 불완전단감과 불완전뿔은감은 종자의 유무나 수와 관련이 있다. 완전단감에는 가장 많이 재배되고 있는 ‘부유’를 비롯하여 ‘상서조생’, ‘차랑’, ‘전천차랑’, ‘일목계차랑’, ‘이두’, ‘어소’, ‘화어소’, ‘대안단감’, ‘신추’, ‘양풍’, ‘태추’, ‘스나미’ 등이 있고 불완전단감에는 ‘서촌조생’, ‘선사환’, ‘정월’, ‘감백목’, ‘적시’, ‘조홍시’, ‘대아’ 등이 있다.

불완전단감의 경우 종자수에 따라 갈반이 생기는 모양을 보면(그림 1), 무종자에서는 갈반이 없는 뿔은감이 되고 종자수가 많아질수록 갈반이 종자주변을 중심으로 과육에 부분적, 전체적으로 발생하고 특정 종자수가 생기면 완전히 탈삼되어 단감이 된다.

수확시기별로는 조생종으로 ‘서촌조생’을 중심으로 재배되고 있고, 중생종은 ‘송본조생부유’를 중심으로 이에 변이지에서 육성된 ‘상서조생’, ‘일목계차랑’, ‘전천차랑’, ‘선사환’ 등이 재배되고 있다. 만생종으로는 단감 재배의 대부분을 차지하고 있는 ‘부유’를 중심으로 하여 ‘차랑’, ‘대안단감’, ‘준하’, ‘미가도’, ‘만어소’ 등이 재배되고 있다.

표 1. 감삼에 의한 감의 분류.

구분	특징	과실횡단면의 형태	품종
완전 단감	종자의 유무에 관계없이 단감으로 되며, 소량의 갈반이 생긴다.		부유, 상서조생, (전천) 차랑, 일목계차랑, 이두, 어소, 화어소, 대안 단감, 신추, 양풍, 태추, 스나미 등
완전 뽕은감	종자의 유무에 관계없이 뽕은감이며, 갈반은 생기지 않는다.		대다수의 재래감, 당상 봉옥, 서조, 애탕, 시전 시 등
불완전 단감	종자가 있으면 다량의 갈반이 생기며 단감이 되지만 종자수가 적으면 뽕은감이 된다.		서촌조생, 선사환, 정월, 감백목, 적시, 조홍시, 대아 등
불완전 뽕은감	종자가 생기면 그 주변만 약간의 갈반이 생기며 과실 전체로는 뽕은감이다.		수중시, 평핵무, 갑주백목, 도근조생, 부사, 회진신부지 등



무 핵

1 립

4 립

5 립

8 립

뽕은감

종자 주위만 약간 탈삼

종자를 중심으로 탈삼되지만 과피쪽은 뽕은맛이 남음

특정 종자수 이상으로 되면 완전히 탈삼



뽕은 부분



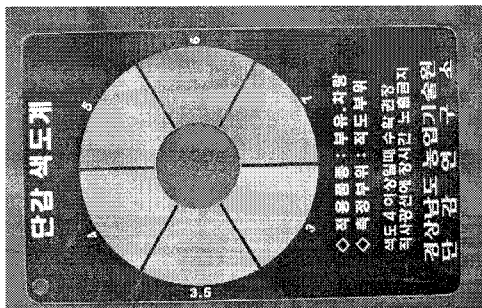
탈삼된 부분 (갈반이 생긴 부분)

그림 1. 과육 갈반 생성 모양 (遠藤, 1988).

2. 재료 및 방법

가. 완전 단감 기초 조사 및 특성 조사

완전 단감 중 단감연구소 보유 품종을 대상으로 하여 특성 조사를 실시하였다. 과실 특성은 과중, L/D율, 종자수, 갈반정도, 경도 및 과피색을 조사하였고, 육안상 표면 관찰을 하였다. 과중은 전자저울, L/D율은 캘리퍼스로 과고와 횡경을 측정하였다. 갈반정도는 과실의 종단면적에 대한 갈반 면적으로 0, 10, 30, 50, 70 및 90% 이상으로 구분하여 각각 0, 1, 3, 5, 7 및 9점을 주었다. 경도는 물성측정기(Rheometer, adaptor No. 5/1mmØ, Compac-100Ⅱ, Sun scientific Co., LTD., Japan)로 측정하였다. 과피색은 단감연구소와 경상남도 농업기술원에서 '부유'와 '차랑'의 수확시기를 판정하기 위해 제작한 단감 색도계로 측정하였다(그림 2). 이 색도계는 3, 3.5, 4, 5, 6 및 7 등 6 등급으로 구분하여 점수가 클수록 붉은 색이 짙고 수확 적기는 색도 4를 나타내고 있다. 그리고 각 품종에 대한 선발 경위, 재배 특성이나 기타 특성 자료는 국내외 관련기관 자료, 연구 논문, 단행본 및 전문 잡지 등을 참고하여 보완, 작성하였다.



등급	Hunter L*	Hunter a*	Hunter b*
3	63.69	5.26	67.33
3.5	59.10	15.49	59.20
4	62.29	21.78	65.68
5	57.92	31.93	60.08
6	55.34	36.33	54.56
7	51.73	43.26	48.63

그림 2. 단감연구소 단감색도계 및 Hunter L*, a*, b*.

3. 결과 및 고찰

가. 완전 단감 기초 조사

우리나라와 일본에서 보유하고 있는 완전단감 품종 목록은 표 2과 같다. 완전단감 품종은 모두 49품종이며 그 중 단감시험장에서 보유하고 있는 품종은 32품종이다. 완전단감 품종의 육성 내력을 보면 교배육성 품종이 '준하'(1959), '이두'(1970) 등 10

품종이었고 그 중 ‘금수’(1993)와 ‘단려’(1993)는 단풍 잎을 생산할 목적으로 육성된 품종이었다. 우연실생에 의해 육성된 품종은 ‘어대’(어소), ‘만어소’(어소) 등 5품종이었고, 유래가 불확실한 품종이 ‘어소’, ‘차랑’, ‘부유’ 등 20품종으로 가장 많은 비율을 차지하였다. 아조변이 품종으로는 ‘부유’계통이 ‘송본조생부유’(1952), ‘이사하야’(1985), ‘상서조생’(1986), ‘스나미’(1988), ‘종진조생’(1999) 등 5품종이었으며, ‘차랑’계통이 ‘일목차랑’, ‘소진조생차랑’, ‘전천차랑’(1957), ‘애추풍’(1994), ‘광양’ 등 5품종이었다. 국내 육성품종으로는 유래가 불확실한 ‘대안단감’(1988) 1품종이었다. ‘로-19’는 일본에서 ‘대어소’×‘화어소’로 육성된 ‘홍진 20호’라는 품종 등록이 되지 못한 계통명이다.

표 2. 완전단감 품종 목록.

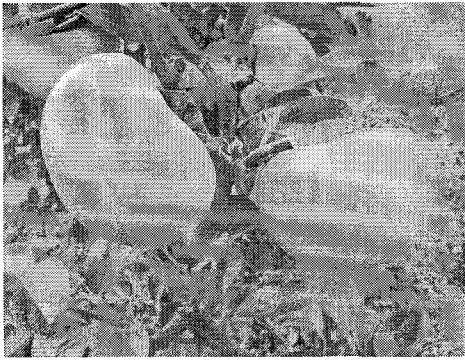
품 종 명			내 력	비 고
국 명	원 명	영 명		
부유	富有	Fuyu	내력 불명	○
열어소	裂御所	Hazegosho	내력 불명	
이두	伊豆	Izu	부유×A-4(만어소×만어소)	○
준하	駿河	Suruga	화어소×만어소	○
차랑	次郎	Jiro	내력 불명	○
어소	御所	Gosho	내력 불명	○
등원어소	藤原御所	Fuziwaragosho	내력 불명	○
화어소	花御所	Hanagosho	내력 불명	○
복어소	福御所	Fukugosho	내력 불명	
신진시	新津柿	Niitsugak	내력 불명	○
어대	御代	Midai	어소 우연실생	○
만어소	晩御所	Okugosho	어소 우연실생	○
천신어소	天神御所	Tenzingosho	어소 우연실생	○
덕진어소	徳田御所	Tokudagosho	내력 불명	
석진어소	席田御所	Musirodagosho	내력 불명	
일목차랑	一木次郎	Ichikijiro	차랑 아조변이	○
소진조생차랑	燒津早生次郎	Fuizuwasejiro	차랑 아조변이	○
약삼계차랑	若杉系次郎	Wakasugijiro	내력 불명	○
애지조생부유	愛知早生富有	Aichiwasefuyu	부유 우연실생	○
국부	國富	Kunitomi	내력 불명	
행진어소	幸田御所	Koudagosho	내력 불명	
전천차랑	前川次郎	Maegawajiro	차랑 아조변이	○
사다리	似たり	Nitari	내력 불명	
송본조생부유	松本早生富有	Matsumotowasefuyu	부유 아조변이	○
출석대어소	出石大御所	Izusiogosho	내력 불명	
대어소	大御所	Ogosho	내력 불명	
백원어소	柏原御所	Kaibaragosho	내력 불명	
대화어소	大和御所	Yamatogosho	내력 불명	
생부	生富	Ikutomi	내력 불명	
길본어소	吉本御所	Yosimotogosho	화어소와 부유 우연실생	○
제(미가도)	帝	Mikado	내력 불명	○
양풍	陽豊	Youhou	부유×차랑	○

상서조생	上西早生	Kaminishi	송분조생부유 아조변이	○
태추	太秋	Taishuu	부유×iG-16	○
종전조생	宗田早生	Munetawase	부유 아조변이	
스나미	すなみ	Sunami	부유 아조변이	○
신추	新秋	Shinshuu	홍진20(ろ-19)×홍진1호(A-4)	○
애추풍	愛秋豊		전천차랑 아조변이	
가즈사	かずさ	Kazusa	부유×리어소	○
석홍	夕紅	Yubeni	송분조생부유×F-2	
광양	光陽		전천차랑 아조변이	
이사하야	いさはや	Isahaya	부유 아조변이	○
동경어소	東京御所	Tokyugosho	(부유×만어소)×화어소	
대안단감	대안단감	Daeandangam	내력 불명	○
로-10	ろ-19	Ro-19	얼어소×화어소	○
맘모스	まんも-す	Mammoth	내력불명	○
약목차랑	若木次郎	Wakakijiro	내력불명	○
단려	丹麗	Tanrei	(부유×만어소)×(만어소×화어소)	○
금수	錦繡	Kinshu	(부유×만어소)×(만어소×화어소)	○

■ 교배육성 품종, ○ 단감연구소 보유 품종

나. 완전 단감 품종 해설

□ ‘부유’(富有, Fuyu)



<‘부유’의 과실>

가. 선발 경위

일본이 원산지로서 내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

수세가 강하고 수자는 개장성이며, 가지는 길고 굵으며 마디 사이가 길다. 과중은 평균 187g이었으며 큰 것은 350g 정도 되는 것도 있고, 과형지수가 0.7 정도로 편원형이고 횡단면은 거의 원형이다.

당도가 평균 13.7°Bx 정도이고 종자는 평균 1.9개였으나 과실마다 차이가 있어 2-4개 들어 있어 변이계수가 60.6으로 매우 컸다. 과피색은 등홍색으로 광택이 많은 편이고 과육은 황홍색이고 갈반이 적은 편이며, 화주흔은 작은 편이다. 과실은 일찍 탈삼되어 9월 하순이면 먹을 수 있다.

<‘부유’의 과실 특성>

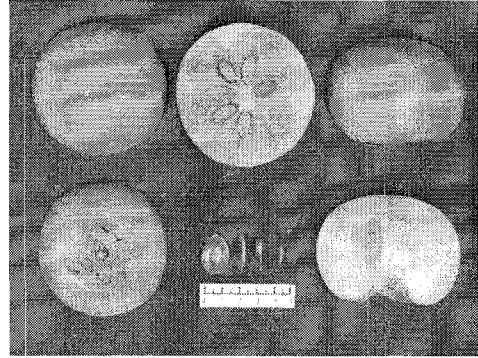
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ²	과피색			화주흔 크기
						L*	a*	b*	
평균	187.3	0.72	13.7	1.9	3.5	63.78	16.08	60.58	
표준편차	10.86	0.04	1.05	1.17	0.94	1.34	5.75	2.59	소
변이계수(%)	5.8	5.1	7.7	60.6	26.8	2.1	35.7	4.3	

²(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%.

다. 재배 특성과 유의점

11월 상중순이 수확기로 결실연령이 빨리 도달하고 꽃눈이 잘 생기며 풍산성이다. 그리고 수꽃이 없어 반드시 수분수가 필요하고, 고욤나무 대목에는 접목 친화성이 없어 처음에는 잘 활착되지만 나중에 고사한다.

□ ‘이두’(伊豆, Izu)



<‘이두’의 과실 특성>

가. 선발 경위

일본이 원산지인 ‘부유’와 ‘A-4(만어소×만어소)’의 교잡에서 육성된 품종이다.

나. 주요 특성

수세는 약한 편이며 개장성이다. 과중은 평균 195g으로 다소 소과에 속하며, 과형 지수가 평균 0.74로 ‘부유’나 ‘상서조생’과 비슷하다. 당도는 평균 13.9°Bx 정도며, 종자수는 평균 3.9개이다. 과육 갈반은 다소 있었고 과육이 치밀하고 연한 담황색으로 과즙이 많다. 경도는 1278kg/cm²로 아주 단단하고, 과피색은 등황색이나 녹색을 다소 띤다. 화주흔은 작은 편이다. 경도가 높게 나타나며 일반적으로 저장성은 ‘부유’보다는 못한 것으로 알려져 있다.

<‘이두’의 과실 특성>

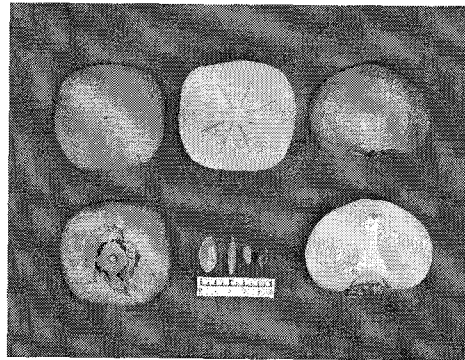
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	194.6	0.74	13.9	3.9	2.8	1277.9	3.7	
표준편차	24.43	0.41	0.78	2.13	0.63	63.70	0.26	소
변이계수(%)	12.6	0.6	5.6	54.7	22.6	5.0	7.0	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성 및 유의점

수확기는 10월 상순으로 '서촌조생'보다 10일 정도 늦다. 꼭지떨림이 생기며 과피 검은무늬증상이 많이 발생한다.

□ '준하'(駿河, Suruga)



<'준하'의 과실 특성>

가. 선발 경위

일본에서 '화어소'에 '만어소'를 교배하여 얻은 실생에서 선발한 품종이다.

나. 주요 특성

수세가 강하고 유목기에는 직립성이지만 성목이 되면 개장성으로 된다. 과중은 평균 201g이었으며, 과형은 0.78로 '부유'에 비해 과고가 높았고 '어소'형으로 4-5모꼴의 짧은 보주형이다. 당도는 평균 14°Bx 정도며, 종자수는 단위 결실하여 없거나 1-2 정도이다. 과육 갈반은 거의 없고, 경도가 평균 1318kg/cm²정도로 단단하다. 과피색은 등황색이며 과분(果粉)이 있다. 탈삼이 잘되는 완전 단감으로 낙과가 거의 없고 해거리가 없는 안정된 품종으로 알려져 있다.

<‘준하’의 과실 특성>

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	201.7	0.78	13.9	0.9	0.2	1317.5	4.2	중소 (과정부 열과)
표준편차	15.58	0.67	0.36	2.03	0.44	112.88	0.79	
변이계수(%)	7.7	0.9	2.6	228.1	198.4	8.6	19.0	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확기는 11월 상중순으로 결실 연령이 빠르고 매년 잘 결실하며, 1개의 열매 가지에 2-3개씩 암꽃만 착생하고, 극만생종으로서 저장용으로 우수하다.

□ ‘차량’(次郎, Jiro)

가. 선발 경위

일본이 원산지로서 내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

수세가 강하며 직립성이고, 가지가 다소 굵으며 짧고 마디 사이도 짧다. 과중은 평균 230.6g이며, 과형지수가 0.64정도로 ‘부유’에 비해 다소 납작한 과실이고 측면에 4개의 얇은 골이 있다. 당도는 평균 16.5°Bx로 높은 편이고, 종자수는 평균 2.9개이다. 과육은 갈반이 거의 없고, 과피색은 녹색을 다소 띤다. 화주흔은 큰 편으로 과정부 열과가 다수 보인다.

<‘차랑’의 과실 특성>

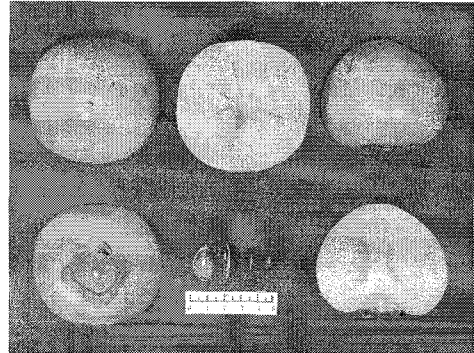
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	230.6	0.64	16.5	2.9	1.2	3.6	중대 (과정부 열과)
표준편차	27.93	0.02	0.97	2.39	0.41	0.46	
변이계수(%)	12.1	3.9	5.9	83.9	34.2	12.6	

^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확기는 10월 하순에서 11월 상순으로 발아시기가 다소 늦지만 ‘부유’보다는 빠르다.

□ ‘등원어소’(藤原御所, Fuziwaragosho)



<‘등원어소’의 과실 특성>

가. 선발 경위

내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

수세는 약간 강하고, 수자는 개장성으로 나무 크기는 중 정도이다. 화성은 암꽃이다. 과중은 평균 188g 정도이나 일반적으로 250g 정도로 알려져 있다. 과형 지수는 평균 0.81로 과고가 높은 보주형이며, 당도는 약 16.8°Bx 정도로 높다. 종자수는 1-2개 정도이고, 과육의 갈반은 전혀 없었으며 붉은 색이고 육질은 거친 편이다. 경도는

1050kg/cm² 정도로 단단한 편이다. 그리고 과피색은 짙은 등황색이고, 화주흔은 작다.

<‘등원어소’의 과실 특성>

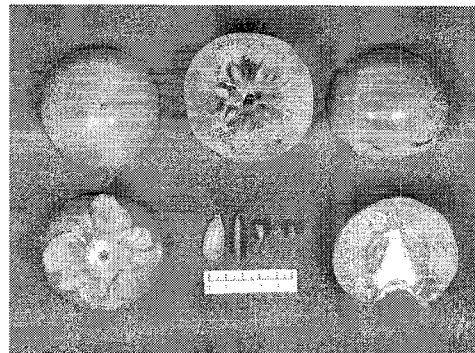
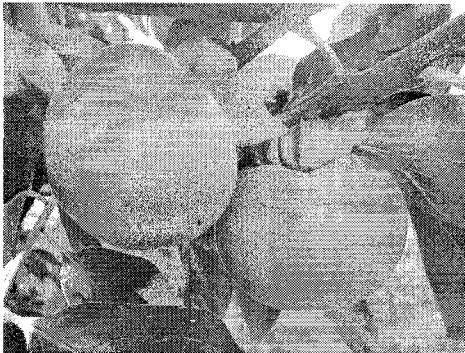
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	186.8	0.81	16.8	1.1	0.0	1050.1	4.6	
표준편차	16.45	0.75	1.48	1.10	0.00	179.99	0.60	소
변이계수(%)	8.8	0.9	8.8	100.0	0.0	17.1	13.2	

^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 9월 하순-10월 상순경으로 결실 수량이 낮고 격년 결과성이 강하다.

□ ‘신진시’(新津柿, Niitsugaki)



<‘신진시’의 과실 특성>

가. 선발 경위

내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

숙기가 늦은 만생종으로 과중은 평균 175g 정도이나 일반적으로 ‘준하’와 유사한

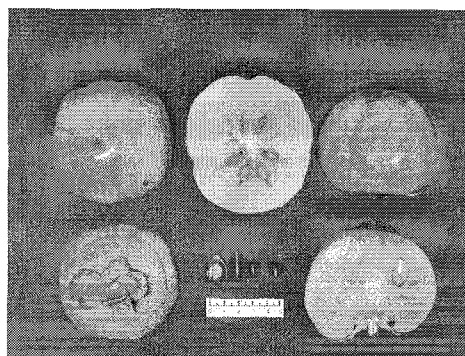
품종으로 대과이다. 과형 지수가 평균 0.8 정도로 원보주방형이고, 종자수는 평균 6개 정도이다. 과육 갈반은 아주 많았고, 화주흔은 다소 큰 중 정도이다. 과피색은 등홍색으로 전체적으로 고루게 붉은 색을 많이 띤다.

<‘신진시’의 과실 특성>

구분	과중 (g)	L/D율	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	175.2	0.83	6.3	8.6	5.4	
표준편차	16.26	1.48	1.00	1.33	0.53	중대
변이계수(%)	9.3	1.8	15.8	15.6	9.7	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

□ ‘어대’(御代, Midai)



<‘어대’의 과실 특성>

가. 선발 경위

‘어소’의 실생에서 선발된 품종이다.

나. 주요 특성

중생종으로 과중은 평균 315g 정도로 극대과이고 과형 지수가 평균 0.85 정도로 과고가 다소 높은 편방원형이다. 당도는 평균 17°Bx 정도로 높고, 종자수는 평균 5개 정도이다. 과육 갈반은 전혀 없으며, 경도가 957.8kg/cm² 정도로 다소 단단하다. 과

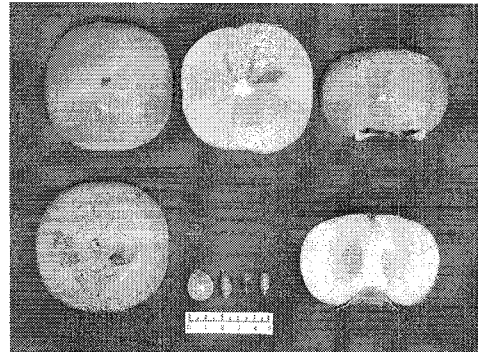
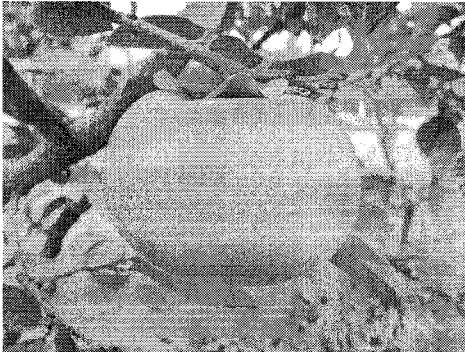
피색은 등홍색에 가까우며 표면에는 불규칙한 간격으로 4-5개 정도의 골이 깊게 있었고 또한 특이하게 꼭지부를 중심으로 불규칙한 원형으로 깊은 골이 있다. 화주흔은 크고 과정부 열과가 다수 있다.

<‘어대’의 과실 특성>

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	314.9	0.85	17.3	5.1	0.0	957.8	4.9	대
표준편차	50.64	0.63	1.40	0.78	0.00	107.81	0.60	(과정부
변이계수(%)	16.1	0.7	8.1	15.3	0.0	11.3	12.3	열과)

^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

□ ‘소진조생차랑’(燒津早生次郎, Fuizuwasejiro)



<‘소진조생차랑’의 과실 특성>

가. 선발 경위

‘차랑’ 변이종이다.

나. 주요 특성

과중은 평균 207g 정도이고 일반적으로 대과로 알려져 있다. 과형은 편방형이고, 당도는 평균 14°Bx 정도이다. 종자수는 평균 2-3개 정도이고, 과육 갈반은 거의 없는 편이며, 과피색은 등황색에서 등홍색 정도이다. 화주흔 크기는 큰 편으로 과정부

열과가 다수 있다.

<‘소진조생차랑’의 과실 특성>

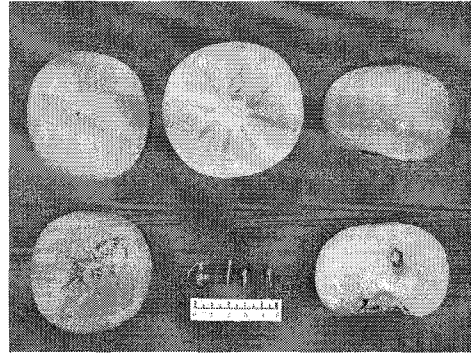
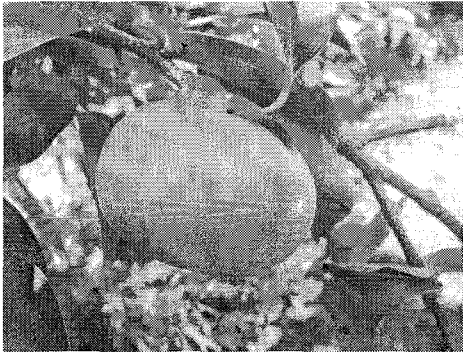
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	207.4	0.72	14.0	2.6	1.9	581.6	4.8	대
표준편차	26.19	0.92	0.55	2.01	2.02	203.07	0.42	(과정부
변이계수(%)	12.6	1.3	4.0	77.3	106.6	34.9	1.0	열과)

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

조생종 품종이다.

□ ‘애지조생부유’(愛知早生富有, Aichiwasefuyu)



<‘애지조생부유’의 과실 특성>

가. 선발 경위

우연 실생에서 선발된 품종이다.

나. 주요 특성

과중은 평균 166g 정도이고, 과형은 편원형이다. 당도는 평균 17°Bx 정도로 높은 편이고, 종자가 3-4개 정도이다. 과육 갈반은 거의 없고, 경도가 평균 1092kg/cm² 정

도로 단단하며, 과피색은 등홍색이다. 화주흔은 작은 편이다.

<‘애지조생부유’의 과실 특성>

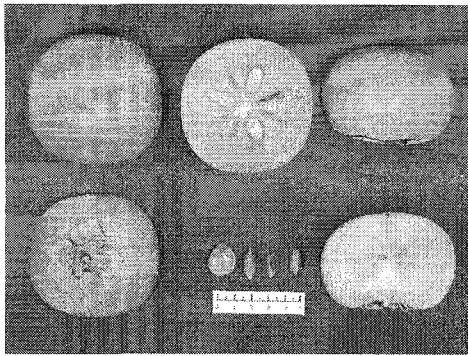
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	165.6	0.69	17.1	3.7	0.4	1092.3	4.7	
표준편차	13.17	0.58	1.05	2.24	1.01	55.79	0.75	소
변이계수(%)	7.9	0.8	6.1	61.0	228.1	5.1	16.0	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

만생종이다.

□ ‘전천차랑’(前川次郎, Maegawajiro)



<‘전천차랑’의 과실 특성>

가. 선발 경위

일본이 원산지로서 ‘차랑’의 변이종이다.

나. 주요 특성

수세는 ‘일목계차랑’이나 ‘차랑’보다 약간 강한 편이고 수관 확대는 느리고 개장성이다. 과중은 평균 194g이나 보통 200~250g 정도로 ‘차랑’과 비슷하다. 과형지수가 0.7로 편원형이며 측면의 끝이 넓고

얇다. 당도는 평균 14.8°Bx정도이며, 종자수는 평균 4.5개로 다소 많다. 갈반정도는 다른 ‘차랑’계통과 마찬가지로 거의 없다. 경도는 평균 391kg/cm²정도로 조사 품종 중 낮은 편이다. 과피색은 등황색으로 ‘차랑’보다 매끄럽고 광택이 나고 착색이 잘 된다. 화주흔은 다소 큰 편으로 과정부 열과가 다수 있다.

<‘전천차랑’의 과실 특성>

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	194.4	0.70	14.8	4.5	1.1	391.0	4.3	중대 (과정부 열과)
표준편차	26.46	0.36	1.50	1.58	1.37	92.52	1.16	
변이계수(%)	13.6	0.5	10.1	35.1	124.6	23.7	27.0	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확기는 10월 중순경으로 가을에 강우량이 적고 온난한 기간이 길고 10월 기온이 비교적 높은 지방이 아니면 고품질 과실 생산이 어렵다. 약간 추운 곳에서도 비교적 재배가 가능하며, 꼭지 쪽에 녹색이 남아 있는 과실은 미숙과로 완전히 착색된 후에 수확하도록 한다.

□ ‘송분조생부유’(松本早生富有, Matsumotowasefuyu)

가. 선발 경위

일본에서 발견된 ‘부유’의 아조변이 품종이다.

나. 주요 특성

대부분의 특성은 ‘부유’와 거의 같으나 수세가 다소 약하며, 수자는 개장성이다. 소과로 되기 쉬우며 수량이 많지 않다. 과중은 평균 152.7g이었으며 특성상 소과로 되기 쉬워 수확량이 많지 않다. 과형지수는 0.69로 ‘부유’보다 약간 편평한 편이고 당도는 평균 13.9°Bx 정도이다. 종자수는 0.9개이나 과실간 변이가 커 3개까지도 생긴다. 과피색은 수확시기가 약간 빨라 붉은 색이 다소 적었고, 화주흔은 ‘부유’와 비슷하다.

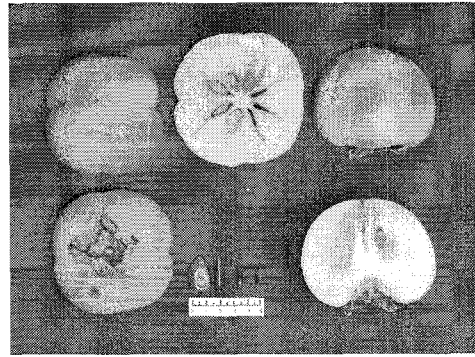
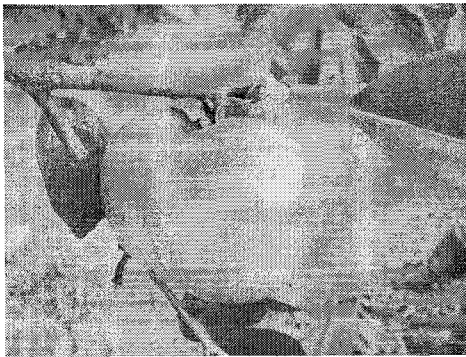
< ‘송분조생부유’의 과실 특성 >

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	화주흔 크기
평균	152.7	0.69	13.9	0.9	
표준편차	22.07	0.04	0.70	1.24	소
변이계수(%)	14.5	5.1	5.0	135.3	

다. 재배 특성과 유의점

‘부유’보다 수확 시기가 2주 정도 빠르며 탄저병에 약하므로 방제를 철저히 해야 한다.

□ ‘제’(帝, Mikado)



<‘제’의 과실 특성>

가. 선발 경위

내력이 불분명하며, 완전단감이다.

나. 주요 특성

수세는 강하고, 수자는 개장성이며 나무 크기가 크다. 가지는 성글고 길며, 화성은 주로 암꽃이나 수꽃도 약간 착생한다. 과중은 평균 347g으로 대과이며, 과형지수가 0.8 이상으로 과고가 높은 원보주형과 비슷하다. 그리고 과실 표면에는 꼭지부에서 과정부까지 4개의 깊은 골이 있다. 당도는 12°Bx 정도로 다소 낮은 편이고, 종자수는 4-5개 정도이며 과육 갈반은 전혀 없다. 과피색은 등황색으로 광택이 있다. 과육은

등홍색이며 육질은 치밀하고 감미는 중이다. 또한 갈반점은 적었지만 녹반이 다소 있다.

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주혼 크기
평균	347.0	0.83	11.9	4.2	0.00	736.2	4.4	
표준편차	48.45	0.54	0.69	2.77	0.00	234.84	0.53	소
변이계수(%)	14.0	0.7	5.8	65.7	0.0	31.9	1.0	

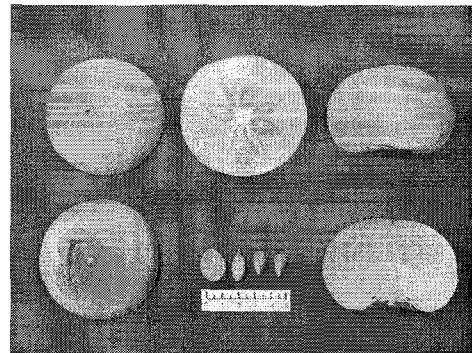
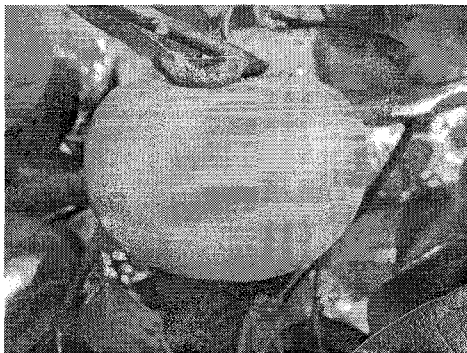
^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%.

^y단감연구소 색차계 등급.

다. 제배 특성과 유의점

수확 시기는 11월 상중순이고, 격년 결과성이 심하여 수량이 적다. ‘거부(巨富)’ 혹은 ‘대부유(大富有)’로 불리고 있다.

□ ‘상서조생’(上西早生, Uenishiwase)



<‘상서조생’의 과실>

가. 선발 경위

일본이 원산지인 ‘송본조생’의 변이이다.

나. 주요 특성

가지, 잎 및 수형은 ‘송본조생부유’와 동일하고 수세는 중이며 약간 직립성이다. 과실 형질은 ‘부유’와 비슷하고 과중은 평균 181.4g이었으나 보통 260-290g으로 대과에 속한다. 과형은 평균 0.75으로 ‘부유’보다 과고가 약간 높은 편이다. 당도는 평균 13.6°Bx이며, 종자수는 2.1개였다. 과육 갈반정도는 단면의 58% 정도였고 육질은 ‘부유’보다 약간 부드럽다. 과피색은 단감연구소 색차계 4.8로 등홍색에 가까웠으며, 화주흔은 작은 편이었다. 종자 형성력은 약하지만 단위결실이 양호하다.

<‘상서조생’의 과실 특성>

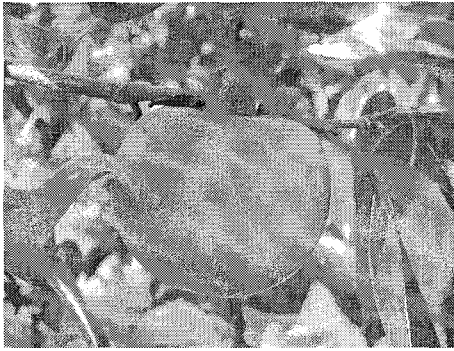
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	181.4	0.75	13.6	2.1	4.8	4.0	
표준편차	17.64	0.03	0.61	1.52	1.15	0.38	소
변이계수(%)	9.7	4.0	4.5	72.4	24.0	10.0	

^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확기는 10월 상중순으로 ‘이두’와 같거나 다소 늦고, ‘서촌조생’ 다음으로 수확할 수 있으며, ‘송본조생부유’나 ‘양풍’보다 10-15일 정도 빠른 조숙성을 갖고 있는 품종이다. 발아기, 전엽기 및 개화기도 ‘송본조생부유’와 같으며, 종자수가 적어 과정부가 오목하게 들어가 품질이 나빠지는 경향이 있으므로 수분수를 심거나 인공수분을 해야 한다. 적뢰와 적과 등으로 착과량을 조절하여 꼭지 떨림을 방지한다. 그리고 야간의 고온에서 착색이 지연되고 과실에 ‘송본조생부유’보다 어두운 색의 녹반증이 발생한다.

□ ‘가즈사’(Kazusa)



<‘가즈사’의 과실>

가. 주요 특성

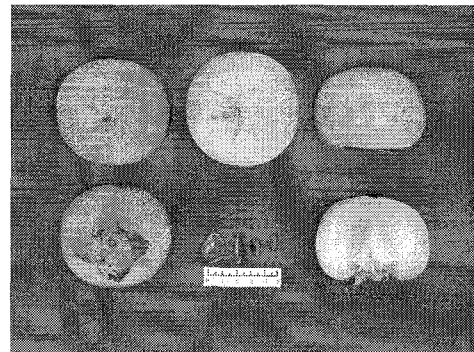
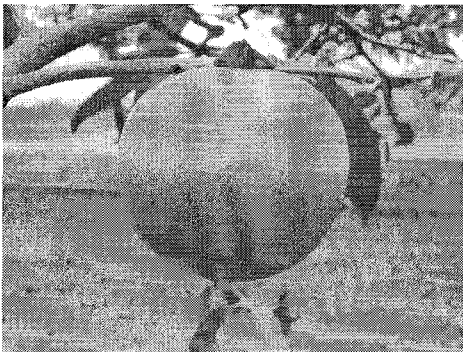
과중은 평균 170g 정도이고, 과형은 과고가 다소 높은 편원형이다. 당도는 평균 16°Bx 정도이고, 종자수는 평균 4개 정도이다. 과육 갈반은 다소 많은 편이고, 경도는 1145kg/cm² 정도로 단단하다. 과피색은 등황색이나 옅은 등홍색이며, 화주흔이 작다.

<‘가즈사’의 과실 특성>

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	169.6	0.83	16.0	4.1	5.0	1144.5	4.0	
표준편차	13.20	0.73	0.76	1.91	0.94	168.11	0.16	소
변이계수(%)	7.8	0.9	4.8	46.6	18.9	14.7	4.0	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

□ ‘대안단감’(大安, Daean)



<‘대안단감’의 과실 특성>

가. 선발 경위

우리나라에서 선발된 품종으로 ‘툼머리 단감(일명 대홍시)’으로 수집한 품종이다.

나. 주요 특성

수세가 중 정도이고 개장성이며, 가지가 굵고 길게 자란다. 그리고 가지의 수가 '부유'보다 적은 편이고 발아 시기는 비슷하다. 과중은 평균 173g 정도이나 일반적으로 250-300g 정도로 대과종으로 알려져 있다. 과형지수가 평균 0.73으로 편원형이며 과정부에 4개의 얇은 골이 있다. 당도는 평균 14°Bx 정도며, 종자수가 2개 정도이다. 과육 갈반은 거의 없고, 과육이 연하고 과즙이 많아 식미가 좋다. 경도는 평균 405kg/cm² 정도로 단단하지는 않고, 과피색은 등황색이었으며, 화주흔이 작다.

<'대안단감'의 과실 특성>

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	172.8	0.73	14.1	2.2	0.10	405.2	4.0	
표준편차	54.73	1.14	0.51	1.62	0.32	61.46	0.16	소
변이계수(%)	31.7	1.6	3.6	73.6	316.2	15.2	4.0	

^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확기는 10월 하순으로 '부유'보다 다소 빠르며, 꽃눈 형성이 좋고 낙과가 적어 풍산성이다.

□ '맘모스'(Mammoth)



가. 주요 특성

과중은 평균 265g 정도이며, 과형은 과고가 높은 다소 보주형을 띄고 있다. 당도는 평균 13°Bx 정도이고, 종자수는 평균 3-4개 정도이다. 과육 갈반은 전혀 없고, 경도는 평균 550kg/cm² 정도로 다소 낮은 편이다. 과피색은 등홍색으로 붉은 색이 다소 많고, 화주흔은 아주 작다.

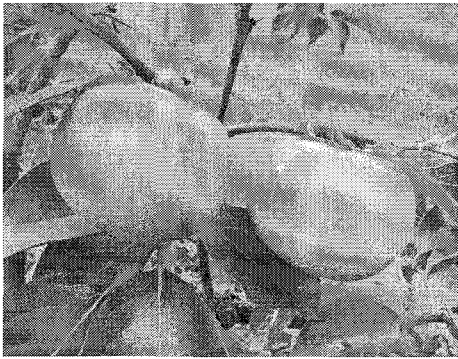
<'맘모스'의 과실>

<‘맘모스’의 과실 특성>

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	264.9	0.80	13.4	3.6	0.00	549.8	5.3	
표준편차	42.80	0.91	0.81	1.90	0.00	75.14	0.48	극소
변이계수(%)	16.2	1.1	6.0	52.7	0.0	13.7	1.0	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

□ ‘어소’(御所, Gosho)



<‘어소’의 과실>

가. 선발 경위

내력이 불분명하다.

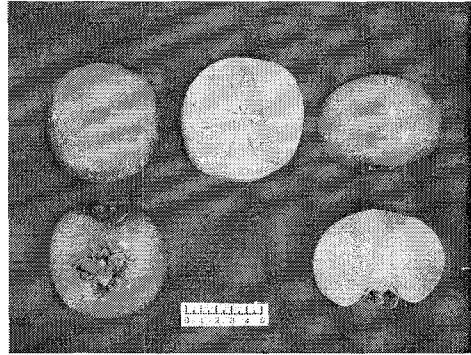
나. 주요 특성

수세는 강하고 약간 개장성으로 나무 크기가 중 정도이고 화성은 암꽃과 수꽃이다. 과중은 150g으로 소과이고, 과형은 편원형으로 육질은 치밀하며, 당도는 17-18°Bx이

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 11월 중순으로 격년결과가 심하고, 단위 결과력 및 종자 형성력이 약해 생리적 낙과가 많다.

□ ‘화어소’(花御所, Hanagosho)



<‘화어소’의 과실 특성>

가. 선발 경위

내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

수세는 강하고 직립성으로 나무 크기가 크며, 화성은 암꽃과 수꽃이다. 과중은 200g이며 편원형으로 육질이 아주 치밀하며, 당도는 17°Bx이다.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 11월 중하순으로 토양 수분 변화가 적은 비옥지가 재배지로 적당하다. 개간한 경사지에서는 생리 낙과와 적년 결과가 심하고 착색도 잘 되지 않는다.

□ ‘만어소’(晩御所, Okugosho)



가. 선발 경위

우연 실생에서 선발된 품종이다.

나. 주요 특성

수세는 약간 강한 편으로 개장형이며, 나무 크기는 작은 편이다. 화성은 암꽃과 수꽃이며, 과중이 140-180g으로 소과이고, 과형은 편원형이다. 육질은 아주 치밀하며, 당도가 15-16°Bx 정도이다.

<‘만어소’의 과실>

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 11월 중순경으로 풍산성이고 정부 열과 발생이 많은 편이다.

□ ‘천신어소’(天神御所, Tenzingosho)



<‘천신어소’의 과실>

가. 선발 경위

우연 실생에서 선발된 품종이다.

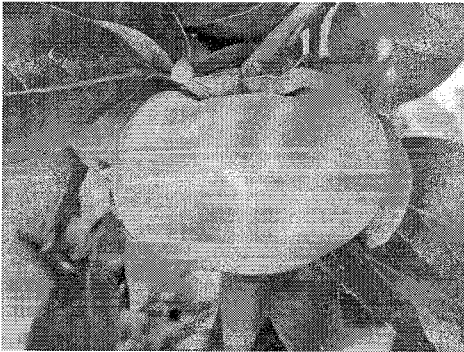
나. 주요 특성

수세는 약간 약하며, 수세는 약간 직립성을 갖고 있다. 화성은 암꽃과 수꽃이며, 과중이 220-260g이고, 과형은 과고가 높은 약간 편원형이다. 육질이 치밀하며, 당도가 15-16°Bx이다.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 11월 하순-12월 상순경으로 수상 연화과 발생이 많다.

□ ‘일목계차랑’(一木次郎, Ichikijiro)



<‘일목계차랑’의 과실>

가. 선발 경위

일본이 원산지인 ‘차랑’의 아조변이로서 ‘차랑’ 대체 품종으로 유망시 된 품종이다.

나. 주요 특성

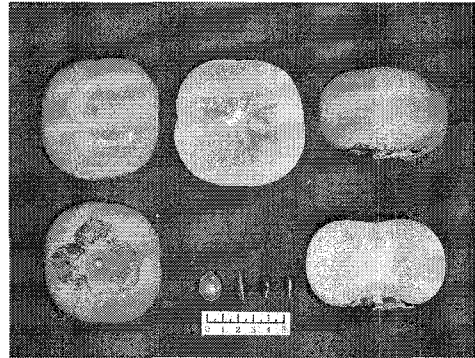
수세는 강하며 곧게 자라나 왜화성이다. 가지는 회갈색으로 윤기가 있고 마디 사이가 짧고 굵으며 밀생하고, 잎은 ‘차랑’처럼 작고 두텁다. 과중은 220-230g으로 대

과중에 속하며 과형은 ‘차랑’과 비슷하나 정부 열과가 적고 당도는 16°Bx로 높은 편이다.

다. 재배 특성과 유의점

수확기는 10월 중순으로 ‘차랑’보다 10-15일 정도 빠르다. 왜화성이기 때문에 산지에서 재배하기에 아주 알맞고 다른 품종보다 밀식 재배를 하면 다수확 할 수 있으며, 결실기가 빠르고 꽃눈 형성이 양호하며 짧은 가지에서도 잘 결실한다. 종자 형성력과 단위 결실성이 강하고 생리 낙과가 거의 없어 과다 결실을 하기 쉽다. 그리고 추위, 썩음병 및 낙엽병에 강한 품종이다.

□ ‘약삼계차랑’(若杉系次郎, Wakasugijiro)



<‘약삼계차랑’의 과실 특성>

내력은 불분명하다. 대부분 ‘차랑’ 특성과 같으나 과정부 열과가 없다.

□ ‘양풍’(陽豊, Youhou)



<‘양풍’의 과실>

가. 선발 경위

‘부유’와 ‘차랑’의 교잡에 의해 선발된 품종이다.

나. 주요 특성

수세는 ‘부유’ 정도이고, 수자는 개장성으로 과중은 240g 정도이고, 과형은 ‘부유’와 유사하고, 육질이 다소 단단하며 과즙이 다소 적고, 맛은 ‘차랑’과 비슷하다.

과색은 적색이며, 당도가 15-17°Bx 정도이고, 보구력이 좋다.

다. 재배 특성과 유의점

숙기는 11월 상순경으로 자연탈삼이 잘 되며, 과정부 열과가 거의 없고, 꼭지 들림이나 오염과의 발생 정도는 '송본조생부유' 정도이다. 단위 결과성이 강하며, 격년 결과가 적고 생산성이 안정되어 있다. 수세가 '부유' 정도이지만 늦꽃이 '부유' 정도로 착생하기 쉽기 때문에 적외에 노력이 소요된다.

□ '신추'(新秋, Shinshuu)



<'신추'의 과실>

가. 선발 경위

'흥진(興津)20호(로-19)'와 '흥진1호(A-4: 만어소의 자가교배에 의해 선발)'의 교잡에 의해 선발된 품종이다.

나. 주요 특성

수세는 중 정도로 개장과 직립의 중간 성질을 갖고 있어 나무 크기가 중 정도이고, 화성은 암꽃이다.

과중은 240g 정도로 '송본조생부유' 정도이다. 과형은 편원형으로 육질이 치밀하며, 과색은 황등색이다. 당도가 17-18°Bx 정도로 '부유'보다 높다.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 10월 하순경으로 격년 결과성, 단위 결과성이 작고 생리적 낙과도 적다. 오염과, 정부 열과가 발생이 많고 그곳에서 연화가 되기 쉽다. 노지 재배에서는 밀식을 피하고 수관내의 통풍을 좋게 하여 과실 발육 후기에 농약 살포를 하지 않는 것이 바람직하다. 시설 재배에서는 오염과의 원인인 과실 표면 젖음이 없어서 재배가 적합하다.

□ ‘흥진 20호’(興津 20호=로-19)



<‘흥진 20호’의 과실>

가. 선발 경위

일본에서 ‘열어소’와 ‘화어소’를 교배하여 실생으로부터 선발된 품종이다.

나. 주요 특성

수세가 중 정도이고 수자가 개장성이다. 과중은 200g 정도로 과형은 ‘부유’와 같은 둥근 편원형이며 불수정과도 고른 편이다.

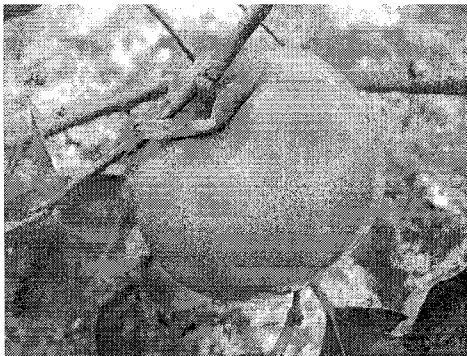
과피색은 등색이며 대과로 되면 과정(果

頂)에 줄무늬가 생기고, 과육은 단단하고 갈반이 없으며, 당도가 18-19°Bx로 극상품에 속한다.

다. 재배 특성과 유의점

수확기는 11월 상중순으로 추운 지방과 저습 지대에서 재배하였을 때, 또는 수확시기가 지나치게 빠를 때는 뚝은맛을 남기므로 적기에 수확해야 한다. 인공 수분이 필요하고 종자가 많으면 단맛이 많은 특성이 있다. 수량은 ‘부유’보다 약간 적으며, 꼭지 부분이 약해 낙과되기 쉽고 탄저병에 대해서는 ‘부유’보다 강하다.

□ ‘태추’(太秋, Taishuu)



<‘태추’의 과실>

가. 선발 경위

‘부유’와 ‘HiG-16’의 교잡에 의해 선발된 품종이다.

나. 주요 특성

수세는 중정도이고 약간 개장성을 갖고 있다. 나무 크기가 중 정도이며, 화성은 암꽃과 수꽃이며 완전화이다. 과중은 380g으로 대과이며, 과형은 편원형이다.

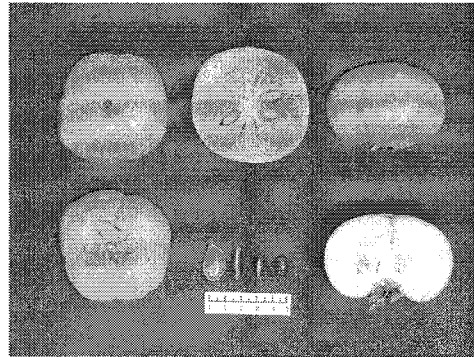
육질은 거칠며, 당도는 17-18°Bx이다.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 11월 상순경으로 오염과와 동심 원상의 균열이 많다. 그리고 정부 열과도 약간 발생하고 수량도 적다. 매년 일정량의 수확을 위해서는 정지, 전정 및 적과 등을 철저히 해야 한다.

다. 불완전 단감 품종 해설

□ ‘삼곡어소’(三谷御所)



<‘삼곡어소’의 과실 특성>

가. 선발 경위

내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

수세가 강하고, 수자는 직립성으로 나무가 크며, 화성은 암꽃이다. 과중은 평균 145g 정도로 소과이고, 과형 지수가 7 정도로 편원형이다. 당도는 평균 18°Bx 정도로 매우 높으며, 과육 갈반은 많은 편이고 육질이 거칠다. 경도는 평균 192.9kg/cm² 정도로 조사 품종 중 매우 낮으며, 과피색은 등홍색으로 붉은 색을 많이 나타낸다.

<‘삼곡어소’의 과실 특성>

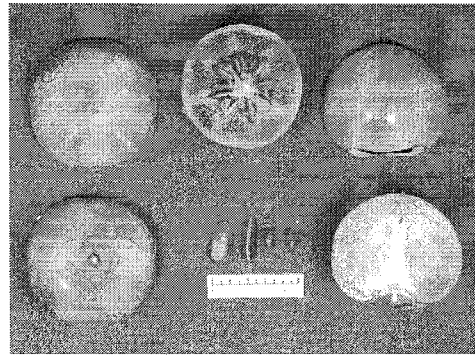
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	144.7	0.69	18.4	2.9	7.2	192.9	5.3	대
표준편차	12.16	0.85	1.54	1.60	3.33	35.15	0.48	(과정부 열과)
변이계수(%)	8.4	1.2	8.4	55.0	46.2	18.2	1.0	

^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 8월 하순경으로 조생종이며, 기형과가 많고 수량이 중 정도이다. 탄저병에 약하여 방제가 필요하며, 8월 하순에 기형과, 소과 및 녹색과를 적과하면 좋다.

□ ‘수도’(水島)



<‘수도’의 과실 특성>

가. 선발 경위

내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

수세가 강한 편이고, 약간 개장형으로 나무가 크며, 화성은 암꽃이다. 과중은 평균 164g 정도이고, 과형 지수가 평균 0.9로 과고가 높은 보주형이다. 당도는 평균 16°Bx 정도이고, 종자수는 평균 7개 정도이다. 과육 갈반은 아주 많고 육질이 거칠다. 과피

색은 등홍색으로 붉은 색을 많이 띠고, 화주흔이 작은 편이다.

<‘수도’의 과실 특성>

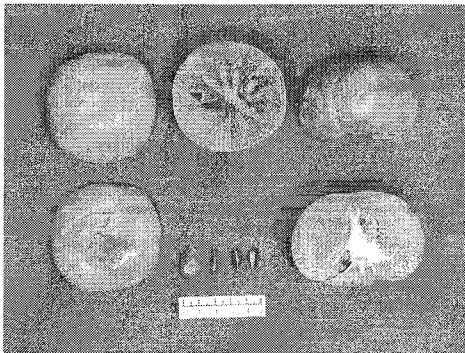
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	164.2	0.90	16.1	6.9	9.0	5.4	
표준편차	14.82	0.50	0.71	0.74	0.00	0.53	소
변이계수(%)	9.0	0.5	4.4	10.7	0.0	9.7	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 10월 중하순으로 풍산성이고 한랭지에서도 탈삼이 잘 된다. 종자 형성력은 강하나 단위 결과력이 약한 편이다.

□ ‘조홍시’(早紅柿)



<‘조홍시’의 과실 특성>

가. 선발 경위

‘부유’ 실생으로 추정되며 1968년 나주 배연구소에서 수집하였다.

나. 주요 특성

수세는 중 정도로 직립성이며, 나무 크기가 중 정도이다. 화성은 암꽃과 수꽃이며, 과중은 평균 152g 정도로 다소 소과이다. 과형지수가 평균 7.0 정도로 편원형

이고, 당도가 평균 19°Bx 정도로 매우 높다. 종자수는 평균 5개 정도이고, 과육 갈반이 아주 많고 육질이 거칠다. 화주흔은 작은 편이다.

<조홍시'의 과실 특성>

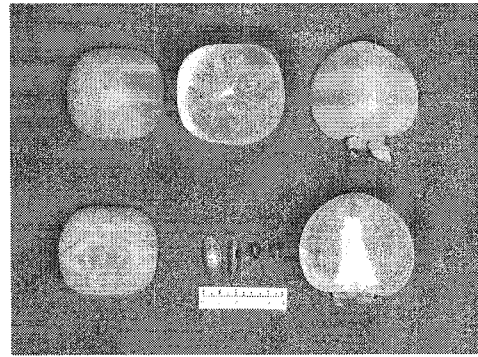
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	화주흔 크기
평균	152.2	0.69	18.8	5.4	9.0	
표준편차	32.66	0.76	2.14	1.52	0.00	소
변이계수(%)	21.5	1.1	11.4	28.1	0.0	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기는 9월 중하순으로 뽕은맛이 덜 빠지며 꼭지떨림이 심하다. 그리고 추위에 약한 편이다.

□ '삼국일'(三國一)



<삼국일'의 과실 특성>

가. 주요 특성

과중은 평균 130g 정도로 다소 소과이고 과형은 횡단면이 사각형에 가깝고 보주형이다. 당도는 평균 16°Bx 정도이고, 종자수는 평균 4-5개 정도이다. 과육 갈반은 아주 많지만 종자가 없는 쪽으로 뚜렷이 없는 부분이 구별된다. 경도는 평균 780kg/cm² 정도로 다소 단단한 편이며, 과피색은 등홍색으로 붉은 색이 다소 많이 띤다.

<‘삼국일’의 과실 특성>

구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	130.9	0.95	16.0	4.2	9.0	779.9	5.3	
표준편차	9.61	2.66	1.66	1.87	0.00	220.95	0.48	중
변이계수(%)	7.3	2.8	10.4	44.6	0.0	28.3	1.0	

^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%.

^y단감연구소 색차계 등급.

나. 재배 특성과 유의점

풍산성이고 탈삼성이 좋다.

□ ‘감백목’(甘百目)

가. 선발 경위

내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

수성은 강하고, 개장형이다. 나무의 크기는 중 정도로 화성이 암꽃과 수꽃이다. 과중은 평균 165g이나 일반적인 250g 정도가 된다. 과형 지수가 평균 0.92로 거의 원형이고, 당도가 평균 15.7°Bx 정도이다. 종자수는 평균 3개 정도이고, 과육 갈반은 다소 많은 편으로 육질이 거칠다. 과피색은 등황색으로 다소 녹색이 있으며, 화주흔은 작은 편이다.

<‘감백목’의 과실 특성>

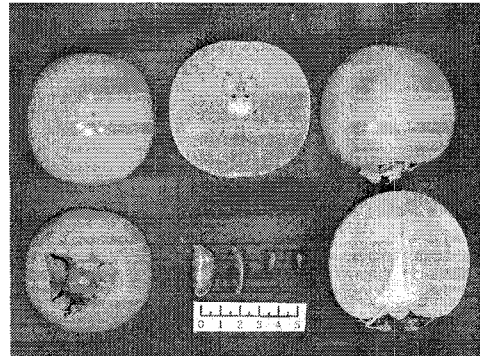
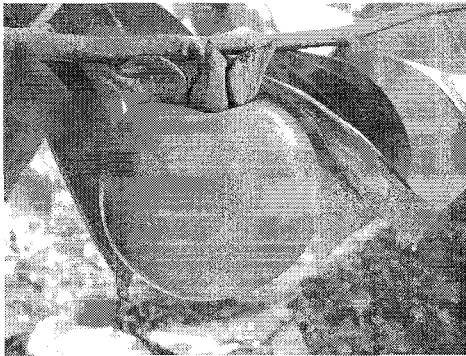
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	164.7	0.92	15.7	3.3	5.8	3.7	
표준편차	25.74	0.08	1.67	1.35	2.49	0.44	소
변이계수(%)	15.6	8.5	10.7	40.8	43.3	12.0	

^z(과실중단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확 시기가 10월 하순-11월 상순경으로 격년결과성이 강하고 단위결과력이 약하다. 그리고 탄저병에 약하여 방제가 필요하며 저장성이 좋지 않다.

□ ‘가라’(伽羅)



<‘가라’의 과실 특성>

가. 선발 경위

내력이 불분명하다.

나. 주요 특성

수세는 강한 편으로 개장형으로 나무가 크며, 화성은 암꽃과 수꽃이다. 과중은 평균 209g 정도이며, 과형 지수가 평균 0.96으로 거의 원형이다. 당도는 평균 17°Bx 정도이고, 종자수는 평균 5개 정도이다. 과육 갈반은 아주 많고 육질이 거칠며, 경도가 814kg/cm²로 단단한 편이다. 과피색은 등황색으로 다소 녹색을 띄고 있으며, 화주흔

은 작은 편이다.

<‘가라’의 과실 특성>

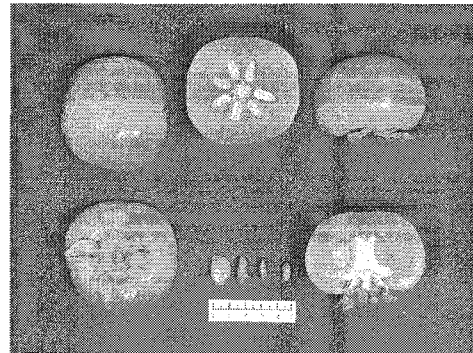
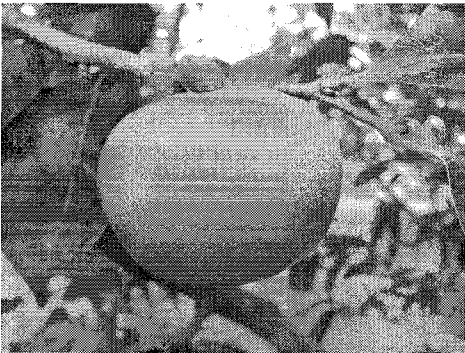
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	209.2	0.96	16.6	4.9	8.3	814.0	3.7	
표준편차	17.55	1.01	0.80	1.62	1.00	85.59	0.36	소
변이계수(%)	8.4	1.0	4.8	33.1	12.0	10.5	9.8	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

다. 재배 특성과 유의점

수확기는 11월 상순경으로 풍산성이다. 완전탈삼과는 품질이 양호하지만 반탈삼과는 상품화가 어렵다.

□ ‘등팔’(藤八)



<‘등팔’의 과실 특성>

가. 주요 특성

형질, 특성은 적시와 비슷하다. 과중은 평균 128g 정도로 소과이고, 과형은 편원형이다. 당도는 평균 15°Bx 정도이고, 종자수가 6-7개 정도이다. 과육 갈반은 많고, 경도는 984kg/cm² 정도로 단단한 편이다. 과피색은 홍색에 가까울 정도로 아주 붉은 색이 강하고, 화주흔은 작다.

<‘등팔’의 과실 특성>

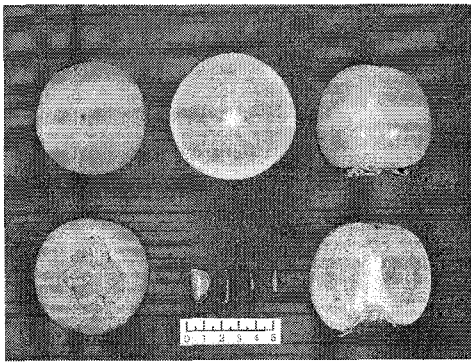
구분	과중 (g)	L/D율	당도 (°Bx)	종자수 (개)	갈반 정도 ^z	경도 (kg/cm ²)	과피색 ^y	화주흔 크기
평균	128.3	0.73	15.1	6.7	8.8	984.3	6.3	
표준편차	12.76	0.36	0.84	2.41	0.63	119.97	0.48	소
변이계수(%)	9.9	0.5	5.6	35.9	7.2	12.2	1.0	

^z(과실종단면/갈반면적)×100: 0, 0%; 1, 10~20%; 2, 30%; 3, 40%; 4, 50%; 5, 60%; 6, 70%; 7, 80%; 8, 90%; 9, 100%. ^y단감연구소 색차계 등급.

나. 재배 특성과 유의점

탄저병에 약하고 저장성이 낮다.

□ ‘선사환’(禪寺丸)



<‘선사환’의 과실 특성>

가. 선발 경위

일본에서 우연 실생으로 발견한 품종이다.

나. 주요 특성

수확기는 10월 중하순으로 수꽃 착생이 많고 화분의 양이 많아 수분수로 이용되며, 수세는 중 정도로 다소 왜화성을 나타내고 개장성이다.

과실은 황홍색으로 원형이며, 과정부가 원형 줄무늬로 갈라진다. 과중은 100-120g으로 소과종이며, 과육에 갈반이 많고 육질이 거칠며, 당도는 17°Bx이다.

□ ‘풍강’(風岡)



풍산성이지만 격년결과성이 강하다.
수분수 겸용으로 이용된다.

<‘풍강’의 과실>

제4장 단감 재배 환경 및 조건에 따른 고품질 과실 생산 기술 개발

제1절 과수원 입지 조건과 수관 위치에 따른 과실품질과 품질요인 간 상관관계

1. 서 언

수입 과실이 늘고 소비자들의 기호가 고급화됨에 따라 품질 향상이 단감 생산농가의 중요한 관심사가 되고 있다. 단감 품질은 수확 후 바로 출하할 때는 크기, 색도, 당도, 경도 등의 요인에 의해 크게 좌우되지만, 저장을 할 경우 연화 또는 갈변과 발생 정도도 중요한 것으로 간주된다. 현재 색도, 당도 등이 과중 못지않게 소비자의 입맛을 맞추는데 중요시되나 만생종 ‘부유’는 서리피해 때문에 불가피하게 일찍 수확해야 하는 경우가 빈번하다.

과거 남부지방에서 단감 과원은 주로 산지의 경사지에 조성되었으나 최근 평지에 조성된 과원도 많다. 대개 경사지는 사질토로서 물 빠짐이 좋으나 평지는 수분이 많기 때문에 과원 위치가 나무의 양수분 흡수에 영향을 줄 것으로 생각된다. 토양수분 (Park, 2002; Tanaka와 Aoki, 1971)과 무기원소(Agustí 등, 2004; George 등, 2003a) 등은 감 품질에 영향을 끼치지만 과원 위치가 직접 과실에 미치는 영향에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 광 환경은 과실의 착색(Erez와 Flore, 1986), 크기(Seeley 등, 1980), 당도(Doud와 Ferree, 1980)에 지대한 영향을 주는데, 호주의 아열대 ‘부유’ 과원의 경우 수관 내부라도 과실품질에 차이가 없는 예(George 등, 1996)도 있다. 남부 지방 과원이 밀식이고 수고가 높은 점을 감안하면 수관 내 광 환경이 과실품질에 어느 정도 제한 요인으로 작용하는 지 조사할 필요가 있다.

한편 출하하는 시장과 출하시기에 따라 우선 되는 품질 요인의 규격이 달라지므로 그러한 형편을 감안하여 재배방법을 맞출 필요가 있다. 따라서 목표하는 품질 요인을 충족시키기 위해 다른 요인들과 관련성을 파악하여 원하는 품질 요인이 최대한 부각되도록 관리해야 하고, 생산된 과실은 품질 특성에 맞게 유통되어야 한다.

본 연구는 입지 조건과 수관 위치에 따른 과실품질을 조사하고 품질 요인들 간의 상관관계를 파악하여 과원관리 또는 수확 후 관리에 참고하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2002년 10월 28~29일에 경남 창원과 김해 지역에서 경사도 15° 이상의 경사지와 5° 이하 평지에 위치한 7과원을 각각 선정하여 생육상태가 양호한 수관 외부의 과실을 과원당 80개씩을 채취하였다. 경사지 과원은 경사 방향이 한쪽으로 치우치지 않도록 여러 방향으로 위치한 과원을 택하였으며, 그 중 3곳에서는 수관 바깥에서 80cm 이상 안쪽에 위치한 수관 내부의 과실을 80개씩 별도로 채취하였다. 수령은 10~25년생, 재식밀도는 40주/10a 정도였고, 과실은 과원 당 5주 이상에서 채취하였다.

수집한 과실은 과원별로 총무게를 측정하여 평균과중을 구하고, 그 중 20개를 대상으로 당도, 경도, 색도 등을 조사하였다. 당도는 굴절당도계(N1, Atago Co., Japan), 경도는 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Co., England)를 사용하여 측정하였고, 색도는 휴대용 색도계(CM-508i, Minolta Co., Japan)로 Hunter a 값을 구하였다. 조사한 과실들은 과피를 포함하여 잘게 썰어 80°C에서 48시간 건조시켜 무기원소 분석에 사용하였다. 분쇄한 시료를 0.5g씩 달아 습식 분해한 후 질소는 Kjeldahl 법, 인산은 vanadate 반응으로 측정하고, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 원자흡광장치로 측정하였다. 나머지 60개의 과실은 실온에 두어 예건한 후 폭 13.5×13.5cm, 두께 0.05mm의 저밀도 폴리에틸렌 필름에 1개씩 밀봉하여 $-0.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 저장고에서 11월 2일부터 이듬해 2월 6일까지 96일간 저장하였다. 저장을 마친 후 포장 필름을 제거하고 손으로 만져서 과피가 함몰되는 것은 연화과로, 과피색이 약 1cm² 이상으로 갈변한 것들은 갈변과로 구분하였고, 건전 과실 중에서 21개씩을 골라 경도를 측정하였다.

과원의 위치는 물론 수관 위치에 따른 과실 품질 차이를 각각 t-검정으로 통계분석하였고, 수관 내부 과실들을 포함하여 14과원의 과실들을 대상으로 과실품질 요인간의 상관관계를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 과원의 위치와 수관 위치에 따른 과실 특성을 나타낸 것이다. 경사지 과원의 과실은 214g으로 평지 과원의 과실보다 3% 크고, 착색도 좋으며, 당도도 0.5°Bx 높았던 반면 경도는 약간 낮은 것으로 나타났다. 유의적인 차이는 발견되지 않았으나 종합하면 경사지 과원의 과실이 평지 과원의 과실보다 성숙이 빠른 것으로 판단되었다. 경사지와 평지 간의 온도 차이도 영향을 주겠지만 본 시험의 경사지 과

원 높이가 평지에서 100m 이내로 높지 않았기 때문에, 온도 차이보다는 과원 위치에 따른 토양 특성이 과실품질에 더 많이 영향을 준 것으로 생각되었다. 과실 성장기에 토양수분 부족은 과중을 감소시키지만(Tanaka와 Aoki, 1971), 지나친 수분 감소가 아니면 과실 생장이 큰 영향을 받지 않는다(Wang과 Stutte, 1992; Yakushiji 등, 1996). 오히려 수분부족이 신초생장을 억제하고 동화산물의 과실 분배를 증가시킴으로써 당도를 증가시킨 결과(Tanaka와 Aoki, 1971)도 있기 때문이다.

수관 외부와 내부 간 과실 특성을 비교했을 때, 과실 성숙의 뚜렷한 차이가 발견되어 광 환경의 영향이 큼을 확인할 수 있었다. 즉 수관 외부의 과실은 과중이 224g으로 수관 내부 과실보다 20%나 크고 Hunter a 값도 24.8로서 2배 이상 높았으나 경도는 낮았다. 유의적인 차이는 없었지만 당도는 수관 외부에서 약간 높았다. 이는 수관 내 광 투과 정도에 따라 감의 품질이 달라진다(Takano 등, 1991; Yakushiji 등 1997)는 기존 성적과 비슷한 결과였다.

과원 위치는 토양환경에 영향을 주어 나무의 무기원소 축적에 영향을 줄 것(Mowat과 George, 1994; Tanaka 등, 1966)으로 예상되었지만, 경사지와 평지 과수원 간에 과실의 무기원소 농도는 유의적인 차이가 발견되지 않았다(Table 2). 그러나 수관 외부와 내부를 비교해 보면 칼슘을 제외한 과실의 무기원소 농도가 수관 외부에서 낮은 경향이었고 특히 칼륨은 유의적으로 낮은 농도를 나타냈다. 이는 수관 외부 과실이 큰 것에서 알 수 있듯이 과실 비대가 많을수록 과실 내 무기원소는 더 희석되었기 때문(Faust, 1989)으로 생각된다.

Table 1. Fruit characteristics as affected by location of the orchards and position within the tree canopy.

Location	Average weight (g)	Color (Hunter <i>a</i>)	Firmness (<i>N</i>)	Soluble solids (°Bx)
Orchard				
Slope land	214	24.7	21.6	13.7
Low land	205	23.7	22.3	13.2
Significance	NS	NS	NS	NS
Canopy				
Outside	224	24.8	20.2	14.0
Inside	186	12.1	23.3	13.6
Significance	*	**	*	NS

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

과실 경도는 수확 당시와 마찬가지로 96일간 저온저장 후에도 평지 과원의 과실에서 약간 높은 경향이였다(Table 3). 유의적인 수준은 아니었지만 연화과 발생률은 경사지에서 4.3%로 평지보다 1.8%만큼 높았고, 갈변과는 평지 과원에서 2.9%로서 경사지보다 2배 정도 높았다. 반면 수관 내부의 과실은 경도가 23.1N으로서 수관 외부 과실 20.0N보다 높게 유지되어 수확기와 비슷하였다.

Table 2. Concentration of inorganic elements in the fruit as affected by location of the orchards and position within the tree canopy.

Location	N	P	K	Ca	Mg
Orchard					
Slope land	0.23	0.069	0.99	0.11	0.061
Low land	0.22	0.082	0.99	0.13	0.064
Significance	NS	NS	NS	NS	NS
Canopy					
Outside	0.20	0.064	0.93	0.11	0.058
Inside	0.24	0.080	1.13	0.09	0.072
Significance	NS	NS	*	NS	NS

NS, *Non-significant or significant at $P = 0.05$, respectively.

Table 3. Effects of location of the orchards and position within the tree canopy on firmness and percent fruits with softening and browning of 'Fuyu' fruits stored at -0.5°C for 96 days.

Location	Firmness (N)	Fruit softening (%)	Fruit browning (%)
Orchard			
Slope land	21.1	4.3	1.4
Low land	21.6	2.5	2.9
Significance	NS	NS	NS
Canopy			
Outside	20.0	6.1	0.6
Inside	23.1	1.1	0.6
Significance	*	**	NS

NS, *, ** Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

그 결과 연화과 발생률이 1.1%에 그쳐 수관 외부 과실의 6.1%보다 유의적으로 낮았다. 갈변과 발생률은 수관 내부와 외부에서 공히 0.6%로 차이가 없었다. 과실의 연화는 성숙에 따른 에틸렌 발생과 밀접하게 관련되어 있으므로(Tanaka, 1983) 성숙이 늦게 진행된 것으로 판단되는 평지 및 수관 내부의 과실이 경도가 오래도록 높게 유지되고 연화도 적었던 것으로 생각된다. 갈변과는 과실의 호흡에 의해 포장지 내 산소 부족과 이산화탄소 과다 조건이 되거나(Ahn 등, 2004; Lee 등, 2001) 미성숙과일 때 많이 생기는 것으로 알려져 있으나(Lee 등, 1993), 본 시험에서는 그러한 결과를 확인할 수 없었다.

조사된 과실 특성 상호간 상관분석 결과(Table 4), 과중은 가용성고형물, 색도 등 성숙 정도와 관련된 요인과 유의적인 정의 상관관계를 보였다. 특히 색도와 $r = 0.63^{**}$ 으로 고도도 정의 상관관계가 있어 색도가 높은 과실 생산을 위해서는 충분한 과실 비대가 이루어지는 것이 유리할 것으로 여겨진다. 그러나 과중과 경도 간에는 $r = -0.72^{**}$ 로 부의 상관관계가 이루어져 과실이 커지면 연화과 발생이 쉬워짐을 시사하였다. 과중과 연화과 발생률 간의 유의적인 정의 상관관계($r = 0.55^{*}$)가 이를 뒷받침한다.

Table 4. Correlation coefficients among the fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon at harvest and after storing at -0.5°C for 96 days.

Fruit characteristic	Correlation coefficient between					
	Average weight	Soluble solids	Color	Firmness	Fruit softening	Fruit browning
Soluble solids	0.56*					
Color	0.63**	0.16 ^{NS}				
Firmness	-0.72**	-0.61**	-0.51*			
Fruit softening	0.55*	0.60**	0.46*	-0.75**		
Fruit browning	0.24 ^{NS}	0.07 ^{NS}	-0.19 ^{NS}	-0.11 ^{NS}	-0.00 ^{NS}	
N (%)	0.08 ^{NS}	0.02 ^{NS}	-0.08 ^{NS}	0.09 ^{NS}	0.12 ^{NS}	0.36 ^{NS}
P (%)	-0.08 ^{NS}	-0.10 ^{NS}	-0.08 ^{NS}	0.14 ^{NS}	-0.16 ^{NS}	0.29 ^{NS}
K (%)	-0.39 ^{NS}	-0.20 ^{NS}	-0.57 ^{NS}	0.45 ^{NS}	-0.42 ^{NS}	-0.13 ^{NS}
Ca (%)	0.16 ^{NS}	-0.35 ^{NS}	0.23 ^{NS}	-0.06 ^{NS}	-0.19 ^{NS}	0.14 ^{NS}
Mg (%)	-0.06 ^{NS}	-0.23 ^{NS}	-0.25 ^{NS}	0.30 ^{NS}	-0.43 ^{NS}	-0.07 ^{NS}

^{NS}, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

착색과 당도는 밀접하게 관련되어 있는 것으로 알려져 있으나(Takano 등, 1991; Yakushiji 등 1997) 본 시험에서는 유의성이 인정되지 않았다. 더 많은 과원을 대상으로 조사할 경우 결과가 달라질 수도 있을 지는 앞으로 검토 대상이 된다. 그러나 당도는 경도와 $r = -0.61^{**}$, 연화과 발생률과 $r = 0.60^{**}$ 로서 유의적인 상관을 보여 당도를 증가시키기 위한 조치들이 경도 감소와 저장력 감소로 이어질 수 있음을 알 수 있었다. 색도와 경도, 경도와 연화과 발생률 간에는 각각 $r = -0.51^{*}$, $r = -0.75^{**}$ 의 유의적인 부의 상관이 성립되므로 수확기 색도 및 경도가 유통 과실 품질에 큰 영향을 줄 수 있게 된다. 따라서 수확기 색도에 따라 출하시기를 조절할 필요가 있을 것으로 판단된다. 한편 갈변과 발생률은 본 시험에서 다른 과실 특성들과 유의적인 상관관계를 찾을 수 없었는데, 전체 저장 과실의 갈변과 발생률이 낮은 것(Table 3)이 한 원인이 될 수 있을 것이다.

무기원소들과 다른 품질 요인 간에는 유의적인 상관관계가 이루어지지 않았다. 질소는 감 생산성을 좌우하는 핵심 원소로서 부족하게 되면 과실생장이 저해되고(George 등, 2003a) 과다하면 착색이 지연된다(Agustí 등, 2004)고 알려져 있다. 칼륨도 과실 내 농도가 증가할수록 과실생장이 좋아지지만 과다하면 저해되며(George

등, 2003a), 칼슘 증가는 과실 경도를 높이는 데 어느 정도 효과가 있다(George 등, 2003b; Rato 등, 2005)고 한다. 본 시험에서는 이러한 관계가 발견되지 않은 것은 무기원소 이외에 조사 농가의 다양한 재배환경 및 재배방법이 과실품질에 미친 영향이 컸기 때문으로 생각된다.

이상의 결과로부터 과실품질은 과원 위치에 따라 어느 정도 영향을 받는 것으로 여겨지지만, 적절한 토양수분 관리 및 시비 방법을 제시하기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 수관 내부의 과실 성숙이 늦은 것은 서리 피해를 받기 전에 일찍 수확을 해야 하는 남부지방에서는 바람직하지 못하므로 수고 낮추기, 전정방법 개선, 간벌 등에 의한 광 환경 개선이 중요함을 알 수 있었다. 중요한 품질 요인이 되는 당도와 색도는 과중과 유의적인 정의 상관관계가 있고, 경도와 저장 중 연화과 발생률과는 부의 상관관계가 있으므로 이 두 품질 요인을 높이기 위해서는 과실비대를 촉진할 결실조절과 같은 재배기술 투입이 필요하고, 품질 상태에 맞게 수확 및 출하시기를 조절해야 할 것으로 생각되었다.

4. 초 록

과원 입지 조건과 수관 위치에 따른 과실품질을 조사하고 품질 요인들 간의 상관관계를 파악하여 과원관리 또는 수확 후 관리에 활용코자 본 연구를 수행하였다. 경남 창원과 김해 지역에서 경사지와 평지 과원을 각각 7곳씩 선정하여 과실을 채취하고, 경사지 3과원에 대해서는 수관 외부와 내부로 나누어 채취하였다. 유의적인 차이는 없었지만 경사지 과원에서 성숙이 빠른 경향이었고, 수관 내부보다 외부의 과실이 20% 크고 착색은 좋은 반면 경도는 낮았다. 칼륨을 제외한 과실의 무기원소 농도는 과원 위치 또는 수관 위치에 따른 차이가 뚜렷하지 않았다. 96일간 저장 후 과실 품질은 과원 위치 간에는 차이가 크지 않았으나, 수관 위치 간에는 수관 내부 과실이 경도가 높고 연화과 발생률이 1.1%로 수관 외부의 6.1%보다 유의적으로 적어 구별되었다. 과실 품질요인 간 상관분석 결과 착색과 당도는 과실 크기와 각각 $r = 0.63^{**}$, $r = 0.56^{*}$ 으로 정의 상관관계가 있었으나 경도와 저장 중 연화과 발생률과 유의적인 부의 상관관계가 있었다.

제2절 단감 ‘부유’의 측지 나이별 과실특성

1. 서 언

재배적인 측면에서 감 고품질과 생산문제를 살펴보면 매년 안정적인 수량을 확보하기 위하여 수채와 과실로의 물질분배 균형을 유지하려는 노력이 필요한데, 이는 토양관리와 시비, 결실 조절, 착색관리 및 병해충방제, 정지전정 등이 종합적으로 이루어져야 한다. 감 품질에 관련되는 요인에 대한 연구는 결실조절(北川, 1970; 中村, 1985; Park 등, 1999; 2000), 식물생장조절제(Choi 등, 1999), 시비(Kim, 2001), 수형(Choi 등, 2005; Shinzo 등, 1991), 2차 생장지 전정(Park 등, 2003) 등이 있으나 측지의 나이별 과실품질을 조사한 결과는 없다.

생산성이 높은 수형을 형성하고 과실의 품질을 결정하는 중요한 요인의 하나는 측지의 배치라 할 수 있다. 측지는 주지 또는 부주지와 결과모지를 이어주는 역할을 하는 가지로 배치하는 방법에 따라 수량이 결정된다. 측지의 나이가 많아지면 선단의 가지는 아래로 처지게 되고, 가지가 처지게 되면 수량이 감소하며 과실품질이 나빠진다(沖嶋, 2001). 매년 안정된 수세와 수량을 유지할 수 있는 측지 배치 기술이 필요한데 이의 해결책의 하나로 측지나이별 과실품질을 조사하게 되었다.

2. 재료 및 방법

측지나이별 과실 특성조사는 진주시 이반성면 평촌리에 있는 단감원에 재식된 16년생 ‘부유’(*Diospyros kaki*)를 공시하여 2004년에 수행하였다. 수분수 품종의 수꽃이 시험수보다 7일 정도 먼저 개화되어 수정에는 불리한 조건이었다.

2월의 동계전정 후에 주지 또는 부주지에 착생된 측지를 4년생 이하, 5년, 6년, 7년생 이상으로 나누었다. 5월 21일 결과모지를 기준으로 하여 착생된 꽃봉오리수의 1/2을 적뢰하였다. 결과지와 잎은 10월 26일 과실수확과 동시에 절단하여 가지와 잎으로 나누어 분해한 후 분석재료로 사용하였다. 실험구는 처리당 3반복, 반복당 1주로 하여 완전임의로 배치하였다. 시험수로 사용된 나무의 수형은 개심자연형이었다.

5월 21일에 착뢰수와 결과모지당 잎 수, 8월 6일에 적뢰한 이후의 낙과수를 조사하였고, 10월 26일에 처리별로 수확하여 과실특성을 조사하였다. 건조한 시료는 Wiley mill을 이용하여 20 mesh를 통과하도록 분쇄하여 분석시료로 사용하였다. 모든 분석은 각 처리별, 부위별 3반복으로 각각 3회 실시하였다. 분석 대상은 각 측지

의 선단에 위치한 결과지와 그 결과지에 착생한 잎을 대상으로 하였다.

가용성 당과 전분 분석은 건조 분말시료 100mg에 80%(v/v) ethanol 0.9mL를 첨가하여 80±5℃ 수조에서 30분간 용출시킨 후, 15,000×g에서 5분간 원심분리하여 상정액을 모으는 과정을 2회 반복하여 추출한 가용성 당을 추출하고 남은 잔사에 4.6N HClO₄를 0.9mL를 첨가하여 실온에서 30분간 분해시킨 후 15,000×g에서 5분간 원심분리 하여 얻은 상정액으로부터 위와 같은 방법으로 측정된 포도당을 전분으로 간주하였는데, 전분 추출도 2회 실시하였다. 각 부위별 건조시료 500mg을 습식 분해한 후 전 질소는 Kjeldahl법(Pieterzk와 Frank, 1979), 인산은 vanadate 반응으로 측정하고, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 원자흡광분광분석기를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 영양생장 및 과실특성

16년생 '부유'의 결과모지는 327개로 4년생 이하 측지 하나에 4.1개의 결과모지와 12.0개의 새가지가 착생되었다(Table 1). 7년생은 결과모지가 11.1개와 새가지는 27.1개로 측지나이가 많아짐에 따라서 결과모지와 새가지 수가 많아졌다.

Table 1. Numbers of lateral branches in a trees, mother branches in a lateral branch, and shoots in a lateral branch and leaf-to-fruit ratio in the experiment lateral branch of 16-year-old 'Fuyu' trees.

Branch age	Lateral branches (No./tree)	Mother branches (No./lateral branch)	Shoots (No./mother branch)	Leaf-to-fruit ratio
≤4-yr-old	38	4.1	12.0	9.9 a ^z
5-yr-old	16	5.2	12.2	11.4 a
6-yr-old	4	7.5	19.3	11.8 a
≥7-yr-old	8	11.1	27.1	13.2 a

* Number of mother branches and shoots in a tree was 327 and 912, respectively.

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

한 나무에서 5년생 이하의 측지에 착생한 결과모지는 64.8%이었고 새가지 비율은 68.9%이었다. 수확과실 1개당 엽수는 유의적인 차이는 없지만 4년 이하의 측지에서 9.9매로 7년생 이상(13.2매)보다 25%적었다.

측지나이별 꽃봉오리 수에 있어서 5년생 이하는 15개 내외인데 반해 6년 이상의 측지에서는 31개 내외로 이와 같은 결과는 결과모지수와 새가지수가 많았던 결과로 판단된다(표 2). 적뢰 후 낙과율은 6년생에서 30.6%로 가장 낮았고, 7년생 이상에서 42.9%로 가장 높았다. 수확과수는 5년생 이하에서 73.2%이었고, 6년생 이상은 26.8%에 불과했다. 과중은 4년생 이하에서 230g로 가장 무거웠고 5년생 203g, 6년생 207g, 7년생 이상은 169g로 4년생 이하 과중의 73.4%에 지나지 않았다. 색도는 유의적인 차이가 없었지만 측지 나이가 많아지면 Hunter a 값이 낮아지는 것은 분명하였다. 경도와 당도는 처리 간 차이가 없었으나, 4년생 이하의 측지에 착과된 과실이 15.1 °Bx로 다른 처리보다 다소 높았고 6년생에서 14.2 °Bx로 낮은 경향이였다.

나. 탄수화물

수확시기에 각 처리별 선단에 착생된 결과지의 비구조적 탄수화물을 조사한 결과는 표 3과 같다. 가지의 가용성당 농도는 유의적인 차이는 없었지만 4년생 이하에서 7.05%로 낮았고, 7년생 이상에서 9.05%로 높았으며 측지나이가 많아짐에 따라서 농도가 높아지는 경향이였다.

Table 2. Fruit growth on the lateral branches of different ages.

Branch age	Fruit set			Fruit characteristics			
	Flower buds (No./lateral branch)	Fruit drop (%)	Fruits (No./lateral branch)	Weight (g)	Color (Hunter a)	Firmness (N)	Sugars (°Brix)
≤4-yr-old	15.3	37.5	105	230 a ^z	19.6 a	22.8 a	15.1 a
5-yr-old	14.7	40.0	97	203 a	19.2 a	23.9 a	14.8 a
6-yr-old	30.8	30.6	15	207 a	15.1 a	22.9 a	14.2 a
≥7-yr-old	32.0	42.9	59	169 b	13.8 a	24.3 a	14.8 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

잎에서는 가지와 반대의 경향을 보였으며 7년생 이상에서 8.85%로 가장 낮았다. 가지의 전분은 4년생 이하에서 5.08%로 가장 높았고 7년생 이상에서 3.47%로 가장 낮았다. 잎에서는 2.33(6년생)~2.60(4년 이하, 7년 이상)%로 차이가 없었다.

다. 무기성분

질소 농도는 가지에서 0.55~0.60%, 잎은 1.50~1.56%로 처리 간 차이가 없었으며 (표 4), 가지의 인산은 7년생 이상에서 0.124%로 가장 낮았고, 6년생에서 0.162%로 높았다. 잎은 5년생에서 0.143%로 낮았으나 가지나 잎 모두 측지나이 7년생 이상에서 낮은 경향이였다. 칼륨은 가지와 잎 모두 측지나이가 많아짐에 따라 농도도 높아졌다. 가지는 7년생 이상에서 0.69%, 잎에서도 7년생 이상에서 2.91%로 가장 높았다. 칼슘은 칼륨과 반대 경향을 보였는데 가지에서는 유의적인 차이는 없었지만, 측지나이가 많아짐에 따라서 농도가 낮아졌다. 마그네슘은 일정한 경향을 찾기가 어려웠다.

4. 초 록

고품질과 생산을 위해 '부유'단감의 측지나이별 과실품질을 조사한 결과는 과중, 색도, 당도는 4년생 이하의 측지 착과한 과실이 좋았다. 결과지의 전분 농도는 4년생 이하의 측지에서 착생된 가지에서 5.08%로 높았다. 따라서 측지 나이가 많아지지 않도록 적절한 시기에 갱신 전정이 필요한 것으로 판단되었다.

Table 3. Effect of lateral branch ages on concentration of carbohydrates of shoot and leaf collected on October 26.

Branch age	Soluble sugars (%)		Starch (%)	
	Shoot	Leaf	Shoot	Leaf
≤4-yr-old	7.05 a ^z	10.95 a	5.08 a	2.60 a
5-yr-old	8.92 a	11.23 a	3.98 bc	2.52 a
6-yr-old	9.02 a	10.58 ab	4.44 ab	2.33 a
≥7-yr-old	9.05 a	8.85 b	3.47 c	2.60 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

Table 4. Effect of lateral branch ages on concentration of inorganic elements of shoot and leaf collected on October 26.

Branch age	N	P	K	Ca	Mg
			<i>Shoot</i>		
≤4-yr-old	0.58 a ^z	0.144 ab	0.55 b	0.018 a	0.109 a
5-yr-old	0.59 a	0.142 bc	0.60 ab	0.016 a	0.110 a
6-yr-old	0.60 a	0.162 a	0.65 ab	0.016 a	0.113 a
≥7-yr-old	0.55 a	0.124 c	0.69 a	0.012 a	0.104 a
			<i>Leaf</i>		
≤4-yr-old	1.50 a	0.144 b	2.57 b	0.034 a	0.464 a
5-yr-old	1.56 a	0.143 b	2.54 b	0.034 a	0.456 a
6-yr-old	1.50 a	0.163 a	2.82 ab	0.030 b	0.457 a
≥7-yr-old	1.52 a	0.149 ab	2.91 a	0.027 c	0.462 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

제3절 가을철 질소추비 시기가 ‘부유’ 단감의 과실품질 및 양분 축적에 미치는 영향

1. 서 언

단감 ‘부유’는 만생종으로 우리나라에서 가장 많이 재배되는 품종이지만 경남을 비롯한 남부지방에서는 10월 하순~11월 상순경에 서리가 오기 때문에 충분히 착색된 과실을 수확하기가 어려운 경우가 많다. 착색에 미치는 환경 요인은 온도(Sugiura 등, 1991)나 광(Amano 등, 1972), 토양수분(Mowat와 George, 1994) 등 여러 가지이지만 인위적으로 제어하기가 쉽지 않다. 재배적으로 강구할 수 있는 방법의 하나로 질소 영양관리를 들 수 있는데, 질소시비 방법에 따라 사과와 과실생장이 촉진되거나 착색이 지연되기도 한다(Byun 등, 1989; Flocker 등, 1965; Neilsen 등, 1984; Wargo 등, 2004). 그러나 질소시비를 하였더라도 사과(Toselli 등, 2000)나 배(Sugar 등, 1992) 과실의 질소 농도가 반드시 증가하는 것은 아니다. 질소 시비가 나무의 저장양분에 미치는 영향도 큰데, 수확 40일 이전(Toselli 등, 2000) 또는 수확기(Sanchez 등, 1992; Sugar 등, 1992; Toselli 등, 2000)의 질소 시비는 수체에 저장 질소를 증가시키는 역할을 한다.

감에서도 질소 추비가 과실 착색에 관여하는 것으로 알려져 있다(Agustí 등, 2004; George 등, 2003). 그러나 기후 조건이 다른 국내에서 가을철 질소 시비시기와 과실 품질 관계를 연구한 예는 찾기 어려운 형편이다. 또한 저장양분이 겨울철 내한성과 이듬해 과실 크기에 영향을 준다는 점에서 질소 추비에 따른 저장양분 축적도 관심 사항이 되고 있다.

따라서 본 연구는 가을철 질소 시용이 과실품질과 영양 성분의 축적에 미치는 영향을 조사하여 가을철 질소 영양관리에 기초 자료로 활용코자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

경남 김해에 소재한 단감연구소에서 8년생 ‘부유’(*Diospyros kaki* Thunb.)를 대상으로 본 연구를 수행하였다. 시험포장은 표층으로부터 60cm 깊이까지는 사질이고, 그 이하는 식질 토양인 평지에 위치하였다. 약 6×3m 거리로 재식된 나무들 중에 비슷한 세력인 것들을 골라 시험수로 사용하였다. 휴면기의 강전정으로 인해 시험수의

세력이 강하였으므로 6월까지 퇴비 및 화학비료를 전혀 사용하지 않았고, 7월과 8월에 황산칼리만 주당 100g씩 2회 사용하였다.

결실조절을 위하여 5월에 결과지당 1~2개 꽃봉오리를 남기고 적뢰를 하고 7월에는 엽과비가 20 정도 되도록 적과를 하였다. 2004년 9월 17일과 10월 2일에 나무 주위에 작은 구덩이를 6곳 파고 주당 요소 500g(연간 표준시비량의 44% 수준)을 지하수 24L에 녹여 관주하였고, 처리를 하지 않은 나무들을 대조구로 두었다. 시험구는 반복당 1주를 공시하여 완전임의배치 5반복으로 배치하였으며, 처리가 다른 나무 간 거리는 6m 이상 되도록 하였다.

10월 30일에 주당 20개의 잎을 채취하여 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta Co., Japan)로 엽록소 값을 측정하고 80°C에서 48시간 건조시켜 분석시료로 사용하였다. 11월 1일에 과실을 수확하여 주당 40개씩 무게를 달아 평균과중을 구하였고 그 중 20개로 당도, 경도, 색도를 측정하였다. 당도는 굴절당도계(N1, Atago Co., Japan), 경도는 물성측정기(TA-XT2, Stable Micro Systems Co., England)로 측정하였고, 색도는 휴대용 색도계(CM-508i, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter a 값을 구하였다. 조사한 과실들은 과피와 과육으로 구분하여 썰어서 건조기에서 말려 분석시료로 사용하였다.

11월 2일 저장시험을 위해 수확 과실 중 무게가 200 ± 10 g인 것들을 주당 40개씩 골라 -0.5 ± 0.5 °C 저장고에 임시로 보관하였다. 1주일 후 두께가 0.05mm인 저밀도 PE 포장지에 과실을 5개씩 넣어 밀봉하여 이듬해 2월 1일까지 다시 저장고에 두었다. 저장이 끝난 과실들은 포장지를 제거한 후 손으로 만져서 과피가 함몰되는 것은 연화과로, 과피색이 1cm² 이상으로 갈변한 것들은 갈변과로 구분하여 그 비율을 구하였다. 신탄 내 저장양분 상태를 조사하기 위하여 2005년 3월 21일에 길이가 25 ± 5 cm되는 신탄를 주당 10개씩 채취하여 건조시켰다.

분석을 위해 건조시킨 잎, 과실, 가지 시료들은 분쇄 후 Anthrone 반응(McCready 등, 1950)으로 당과 전분, Ninhydrin 방법(Yemm과 Cocking, 1955)으로 아미노산, Bradford 방법(Bradford, 1976)으로 단백질을 측정하였다. 전질소는 Kjeldahl 법, 인산은 vanadate 반응으로 측정하였으며, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 원자흡광장치로 측정하였다. 시험성적은 SAS 프로그램(Ver. 8.01. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., 1999~2000)을 이용하여 최소유의차검정(LSD)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 과실 특성

가을철 질소 시비시기에 따른 과실 특성을 보면 유의적인 차이는 아니지만 질소를 사용한 나무들에서 크기가 작고, 경도는 높은 경향이었다(Table 1). 질소 시비에 의한 가장 뚜렷한 차이는 색도에서 나타났는데, Hunter a 값이 대조구는 29.9인데 반해 9월 17일 시비구는 26.8로 유의적으로 낮았다. 이와 같이 질소 시비가 착색을 지연시킨 예는 사과(Byun 등, 1989; Flocker 등, 1965; Neilsin 등, 1984; Wargo 등, 2004) 뿐만 아니라 감(Agustí 등, 2004)에서도 보고된 바 있어, 과실 착색 향상을 위해 질소 시비시기 조절이 유효함을 알 수 있었다. 당도는 유의적인 차이가 없었으나 9월 17일 처리구가 15.9°Bx로 가장 낮았다. 과실 특성을 종합해보면 질소 시비가 과실 성숙에 영향을 주었고, 10월 10일 시비보다 9월 17일 시비구가 그러한 영향을 더 많이 준 것으로 판단된다.

나. 과실의 무기원소

그러나 과실의 무기원소 농도를 보면(Table 2), 과육이나 과피에서 처리구간에 질소 농도의 차이가 없어 9월 17일에 질소를 시비했더라도 과실로 질소 이동이 많지 않았던 것으로 짐작된다. 사과(Toselli 등, 2000)나 배(Sugar 등, 1992)에서도 질소 시비가 과실의 질소 농도에 영향을 주지 않았다는 보고가 있다. 다른 무기성분들 중에서는 칼륨 농도가 9월 17일 시비구 과육에서 높은 것을 제외하면 처리구 간의 유의적인 차이가 없었다. 칼륨을 제외한 무기성분 함량은 성숙기 과실에서 거의 증가가 없기 때문에(Fukui 등, 1997), 처리의 영향을 받기 어려웠을 것으로 추측된다.

다. 과실의 유기화합물

Table 3은 과육과 과피의 탄수화물과 질소화합물 농도를 나타낸 것으로 질소 시비에 따른 어떤 유의적인 차이도 없었다. 그러나 가용성당이 질소 시비구들의 과육과 과피에서 약간 낮은 것은 질소 시비구의 늦은 성숙(Table 1)과 관련이 있을 것으로 생각된다.

Table 1. Effect of nitrogen application times in autumn on fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon.

Treatment	Average wt (g)	Color (Hunter <i>a</i>)	Firmness (<i>N</i>)	Soluble solids (°Bx)
Control	225 a ^z	29.9 a	21.6 a	16.4 a
Sept. 17	212 a	26.8 b	22.6 a	15.9 a
Oct. 2	213 a	28.3 ab	23.2 a	16.2 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

Table 2. Effect of nitrogen application times in autumn on concentration of fruit inorganic elements of 'Fuyu' persimmon.

Treatment	Inorganics (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
	Flesh				
Control	0.26 a ^z	0.12 a	0.97 b	0.13 a	0.03 a
Sept. 17	0.27 a	0.12 a	1.06 a	0.12 a	0.04 a
Oct. 2	0.25 a	0.12 a	1.01 ab	0.13 a	0.04 a
	Peel				
Control	0.43 a	0.11 a	1.43 a	0.17 a	0.06 a
Sept. 17	0.44 a	0.11 a	1.44 a	0.18 a	0.05 a
Oct. 2	0.43 a	0.11 a	1.43 a	0.18 a	0.06 a

^zMean separation within columns of each portion by LSD at 5%.

Table 3. Effect of nitrogen application times in autumn on fruit organic compounds of 'Fuyu' persimmon.

Treatment	Concentration of organic compounds (%)			
	Soluble sugars	Starch	Amino acids	Protein
	Flesh			
Control	85.5 a ^z	4.8 a	0.15 a	0.22 a
Sept. 17	84.4 a	5.3 a	0.17 a	0.26 a
Oct. 2	82.2 a	5.3 a	0.14 a	0.23 a
	Peel			
Control	54.4 a	5.9 a	0.12 a	0.35 a
Sept. 17	49.9 a	5.7 a	0.14 a	0.40 a
Oct. 2	49.2 a	5.7 a	0.12 a	0.34 a

^zMean separation within columns of each portion by LSD test at 5%.

비록 과실의 질소 농도는 유의적인 차이가 없었지만(Table 2) 아미노산과 단백질이 9월 17일 처리구의 두 부위에서 모두 높은 것도 어느 정도 질소 시비의 영향으로 보인다.

라. 저장 과실의 장해과 발생률

약 3개월 동안 저온저장 후 연화과 발생은 대조구가 1.5%인데 반해 질소 시비구 들에는 발견되지 않아 대조적이었다(Table 4). 이는 질소 처리구들의 수확기 과실 경도가 상대적으로 높았기 때문(Table 1)으로 생각된다. 감은 성숙이 많이 진행될수록 에틸렌 발생이 많고 연화도 쉬워지는 것으로 알려져 있다(Tanaka, 1983).

갈변과 발생은 9월 17일 시비구에는 없었고, 대조구와 10월 2일 시비구에는 각각 1.1과 1%로 모든 처리구에서 적게 나타나 비교가 어려웠다. 갈변과는 포장지 내 산소 부족과 이산화탄소 과다 조건(Ahn 등, 2004)이거나 미성숙과일 때 많이 생기지만(Lee 등, 1993) 그 정도가 포장 전 처리 조건에 따라 감소할 수 있기 때문으로(Lee, 2001) 여겨진다.

마. 잎과 신초의 무기원소

10월 30일의 SPAD-502 값은 대조구에서 38이었지만 9월 17일, 10월 2일 시비구에서는 각각 41, 45로서 유의적으로 높아 질소를 시비한 나무들의 잎 노화가 적었음을 나타냈다. 이는 감나무 잎의 광합성 활력이 가을철 낙엽 전 약 50일부터 급격하게 감소하지만(Hino 등, 1974), 질소 시비로 잎의 활력이 오래 유지된 결과(Limuro 등, 1974)로 해석된다.

Table 4. Effect of nitrogen application times in autumn on percent fruits with softening and browning of 'Fuyu' stored at -0.5°C for 3 months.

Treatment	Fruit softening (%)	Fruit browning (%)
Control	1.5 a ^z	1.1 a
Sept. 17	0 b	0 a
Oct. 2	0 b	1.0 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

Neilsen 등(1995)은 잎의 SPAD-502 값은 사과나무 초기생장기에 잎의 질소 농도와 유의적인 상관관계가 있다고 하였는데, 본 시험의 노화기 잎에서도 비슷한 경향으로 나타났다. 잎의 질소 농도는 대조구가 1.18%인데 반해 SPAD-502 값이 높았던 9월 17일과 10월 2일 질소 시비구에서 각각 1.46, 1.43%로 유의적으로 높았다(Table 5). 칼륨과 마그네슘은 질소 시비구들에서 낮은 경향이었는데 질소 시비에 따른 영향 인지는 정밀한 조사가 더 되어야 할 것으로 생각된다.

처리 이듬해 신초의 질소 농도도 대조구의 0.66%에 비해 9월 17일과 10월 2일 질소 시비구는 각각 0.81, 0.78%로 유의적인 높아(Table 5) 전년도의 질소 시비 효과가 있었다. 잎과 신초에서 10월 2일 시비구보다 9월 17일 시비구에서 질소 농도가 더 높은 것은 질소 시비시기가 빠를수록 상대적으로 뿌리 활력이 높아(Fukui 등, 1993) 흡수되는 양이 많았기 때문으로 판단된다. 인산과 칼륨 농도는 9월 17일 시비구에서 낮았고 칼슘과 마그네슘은 처리구간에 뚜렷한 차이가 없었다.

Table 5. Effect of nitrogen application on September 17 or October 2 to 'Fuyu' trees on concentration of inorganic elements of the leaves on October 30 and of the shoots on March 21 the following year.

Treatment	Inorganics (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
	Leaf				
Control	1.18 b ^z	0.12 a	2.11 a	1.22 a	0.35 a
Sept. 17	1.46 a	0.11 a	1.93 ab	1.02 a	0.34 a
Oct. 2	1.43 a	0.11 a	1.72 b	0.98 a	0.27 b
	Shoot				
Control	0.66 b	0.18 a	0.72 ab	0.81 a	0.10 a
Sept. 17	0.81 a	0.16 b	0.66 b	0.67 a	0.09 a
Oct. 2	0.78 a	0.17 ab	0.73 a	0.71 a	0.09 a

^zMean separation within columns of each organ by LSD test at 5%.

바. 잎과 신초의 유기화합물

10월 30일 잎의 가용성당 농도는 대조구 5.6%에 비해 질소 시비구가 각각 6.7, 6.5%로 유의적으로 높았고 전분 농도도 높은 경향이였다(Table 6). 이러한 결과는 질소 공급에 따라 잎의 광합성이 촉진되고 잎의 노화가 지연된 것에 그 원인이 있었던 것으로 생각된다. 그러나 노화되면서 잎의 탄수화물이 수채로 이동하게 되지만 (Oliveira와 Priestley, 1988; Park 등, 2003), 서리피해를 받게 되면 그 이전에 잃게 된다는 점에서 반드시 유리한 것만은 아니다. 아미노산은 대조구에서 0.44%인데 반해 9월 17일과 10월 2일 시비구에서는 각각 0.76, 0.60%로 유의적으로 높았다. 차이는 적었지만 단백질 농도도 9월 시비구에서 가장 높았다.

처리 이듬해 3월 21일에 채취한 신초의 가용성당 농도는 대조구가 7.1%인데 비해 질소 시비구들은 각각 8.5, 8.4%로 유의적으로 높았다. 전년도에 대부분의 낙엽이 11월 7일에 이루어져 수확 후 질소 시비구 잎에 많았던 가용성당(Table 5)이 목질부로서 어느 정도 이동되었을 것으로 추측된다. 반면 전분 농도는 대조구에서 10.9%였지만 9월과 10월 질소 시비구에서는 9.5%로 낮아 가용성당과 대조적이였다.

Table 6. Effect of nitrogen application on September 17 or October 2 to 'Fuyu' trees on concentration of organic compounds of the leaves on October 30 and of the shoots on March 21 the following year.

Treatment	Concentration of organic compounds (%)			
	Soluble sugars	Starch	Amino acids	Protein
	Leaf			
Control	5.6 b ^z	3.7 a	0.44 c	0.21 a
Sept. 17	6.7 a	3.9 a	0.76 a	0.25 a
Oct. 2	6.5 a	4.0 a	0.60 b	0.23 a
	Shoot			
Control	7.1 b	10.9 a	0.25 b	0.60 a
Sept. 17	8.5 a	9.5 b	0.32 a	0.61 a
Oct. 2	8.4 a	9.5 b	0.33 a	0.68 a

^zMean separation within columns of each organ by LSD test at 5%.

저장 탄수화물은 가을철 질소 시비로 증가하기도 하지만(Sanchez 등, 1992; Sugar 등, 1992; Toselli 등, 2000), 질소의 흡수 및 동화에 탄수화물이 탄소 골격과 에너지 원으로 사용되기 때문에 감소할 수도 있다(Titus와 Kang, 1982; Xia와 Cheng, 2004). 본 연구에서는 뿌리 등의 다른 부위에 대한 조사가 이루어지지 않아 질소대사에 어느정도 탄수화물이 이용되었는지를 추정하기는 어렵지만, 가을철 질소시비로 저장 탄수화물이 감소할 수 있다는 것은 분명해 보인다. 아미노산은 대조구에서 0.25%인데 반해 질소시비구들에서는 각각 0.32, 0.33%로 유의적으로 높았고 단백질도 전년 질소 시비구들에서 높은 경향이였다. 질소시비구의 잎과 가지 내 질소화합물이 많은 것은 질소흡수가 증가함에 따라 이들의 합성도 늘어난 결과로 볼 수 있다.

본 시험은 기비와 여름 추비는 하지 않고 가을 추비만으로 비교적 많은 양의 질소를 공급하는 처리였기 때문에 시비시기와 양을 달리한 처리를 한다면 결과가 다를 수 있었을 것이다. 그러나 가을철 질소시비로 과실 성숙이 늦어지고 과실품질이 나빠질 수 있다는 결과는 성숙기에 서리가 일찍 오는 지역이면 질소 시비량과 시기를 결정하는데 매우 신중해야 함을 시사한다. 잎의 활력이 높게 유지되더라도 동화물질이 저장기관으로 제대로 전류되기 전에 서리로 일찍 낙엽이 된다면 저장양분 축적에도움이 되기 어렵고, 질소대사로 상당량의 탄수화물이 소모된다는 사실도 염두에 두어야 할 것이다.

4. 초 록

가을철 서리가 일찍 오는 남부지방 과원에서 만생종 ‘부유’ 단감의 품질과 저장양분 축적에 미치는 질소 가을시비 효과를 알아보기 위하여 본 시험을 수행하였다. 당해 질소 시비를 하지 않은 나무에 9월 17일과 10월 2일에 연간 표준시비량의 44%에 해당하는 요소 500g씩을 8년생 나무에 시비하였다. 9월 17일 시비구의 수확 과실은 Hunter a 색도가 대조구 29.9에 비해 26.8로 유의적으로 낮았으며, 크기가 작고 경도가 높은 경향을 나타내어 성숙이 지연되었음을 보였다. 그러나 과실의 질소, 탄수화물, 질소화합물 농도는 처리구간에 유의적인 차이가 없었고, 3개월 저온저장 후 연화과 발생은 질소 시비구들에서 적게 나타났다. 10월 30일 잎의 질소, 가용성당, 아미노산은 질소 시비구들에서 유의적으로 높은 농도로 나타났으며, 10월 2일 시비구보다 9월 17일 시비구에서 더 높은 경향이였다. 이듬해 3월 21에 채취한 신초의 질소

농도는 9월 17일과 10월 2일 시비구가 각각 0.81, 0.78%로 대조구 0.66%과 유의적인 차이를 보였다. 신초의 가용성당과 아미노산 농도가 질소 시비구들에서 유의적으로 높은 것과 대조적으로 전분은 대조구가 10.9%인데 반해 질소비구들은 공히 9.5%로 유의적으로 낮아 질소대사에 탄수화물이 소모되었음을 시사하였다.

제4절 환상박피 시기가 ‘부유’ 단감의 수체생육, 과실품질, 저장양분 축적에 미치는 영향

1. 서 언

농촌의 노동력 부족, 노령화가 심화되면서 단감나무의 키를 낮추는 작업은 주산지에서 이제 일반화된 추세이다. 이러한 수고 낮추기는 광환경 개선에도 부합되기 때문에 고품질과 생산을 위해 필수적인 작업으로 인식되고 있다. 그러나 수고를 낮춘 나무의 세력이 강해져 지나치게 도장지가 많이 발생하고, 낙과 증가, 과실생장 불량으로 이어지는 경우를 자주 볼 수 있다. 한편 남부지방에서 만생종 ‘부유’는 가을철 서리피해 때문에 성숙이 제대로 되기 전에 미숙과를 수확해야 하는 경우가 많은데, 이는 고품질과 생산에 큰 걸림돌이 되어 왔다.

이러한 문제를 해결하기 위해 환상박피 기술을 이용하여 나무 세력을 안정시키고 과실 성숙을 촉진하려는 농가들이 늘고 있다. 환상박피를 하면 지상부에서 만들어진 광합성 산물의 지하부 이동이 차단되어 뿌리 생장이 나쁘게 되고(Fumuro, 1997), 뿌리에서 지상부로 공급되는 무기영양분(Day와 DeJong, 1990; Fumuro, 1998)과 생장 조절물질들(Cutting과 Lyne, 1993; Grierson 등, 1982)이 줄어드는 것으로 알려져 있다. 이러한 효과로 인해 환상박피를 한 나무의 영양생장은 적어지는 반면(Arakawa 등, 1997; Fumuro, 1997, 1998; Ido와 Proctor, 1994) 과실에 동화산물의 공급이 많아 지므로 성숙이 빨라진다고 한다(Agusti 등, 1998; Day와 Dejong, 1990; Kim과 Chung, 2000; Mebelo 등, 1998; Noel, 1970). 그러나 감나무의 경우 만생종 ‘부유’를 대상으로 그 실용성을 검토한 시험결과는 찾기 어려운 형편이다. 본 시험의 목적은 환상박피가 수체 및 과실품질에 미치는 영향을 조사하여 수고 낮추기를 하였거나 서리가 일찍 내리는 과원에서 환상박피를 합리적으로 이용하기 위한 기초자료로 활용코자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 처리 및 시험수 관리

약 6×3m 거리로 재식된 8년생 ‘부유’(*Diospyros kaki* Thunb.) 포장에서 2004년부터 2005년까지 본 연구를 수행하였다. 시험수들은 2004년 3월 상순에 비슷한 수준으로 수고를 낮추 변칙주간형 나무들을 골라 사용하였다. 발아 후 27일째가 되는 4월 20일에 접목부로부터 15cm 상단 주간에 접도로 1cm 폭으로 환상박피를 하였다. 박

피를 할 때 선단신초장은 평균 8cm이었다. 만개 18일 후인 6월 10일에도 동일한 방법으로 환상박피하였는데, 이때는 도장지를 제외한 신초들의 생장이 거의 멈춘 상태였다. 처리를 하지 않은 나무들은 대조구로 두었다. 박피부가 80% 이상 유합된 시기는 4월 20일 처리구에서 6월 상순, 6월 10일 처리구에서는 7월 하순경이었다. 시험구는 반복당 1주를 공시하여 완전임의배치 4반복으로 배치하였다. 그러나 4월 20일 처리구의 경우 한 그루가 6월 이후 유합 부위에 해충 침입을 받아 손상되었으므로 세 그루에 대해서만 조사하였다. 6월까지의 시험포에 퇴비나 화학비료를 전혀 사용하지 않았고 7월과 8월에 황산칼리만 주당 100g씩 2회 사용하였다. 이듬해 2005년에는 3월에 퇴비 20kg을 사용하고 7월에 황산칼리를 주당 200g씩 사용하였다. 결실조절을 위하여 2년 모두 5월에 결과지당 1~2개 꽃봉오리를 남기고 적퇴를 하고 7월 하순에는 엽과비가 20 정도 되도록 적과를 하였다.

나. 생육 조사

2004년 4월 20일 처리일과 이듬해 3월 31일, 10월 29일에 접목부로부터 10cm 상단에서 간주를 채어 주간단면적을 산출하고 연간 증가량을 구하였다. 생리적 낙과가 종료된 후 처리 당년 7월 21일, 이듬해 7월 16일에 나무별로 40개 정도 꽃이 맺혔던 3~4개의 가지를 선택하여 착과수와 낙과수를 세어 착과율을 산출하였다. 환상박피가 이듬해 착과수에 미치는 영향을 조사하기 위하여 2005년 5월 14일에 25±5cm 길이의 1년생 가지(결과모지)를 주당 20개 선택하여 화퇴수를 세었다. 처리 당에는 하계전정을 하지 않았고, 이듬해는 3월에 동계전정과 7월 22일에 도장지를 씌는 하계전정을 한 후 전정량을 측정하였다. 도장지 발생량은 2004년 11월 30일, 이듬해 하계전정 전인 7월 21일에 60cm 이상인 신초수를 세어 구하였다. 신초 생육을 조사하기 위하여 당년 11월 30일과 이듬해 6월 3일에 25±5cm 길이의 1년생 가지(결과모지)를 주당 20개씩 골라 선단신초 길이와 신초수를 조사하였다. 처리 당년 8월 31일과 이듬해 6월 3일에 주당 20개의 잎을 채취하여 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta Co., Japan)로 엽록소 값을 구하고, 엽면적계(AAM-8, Hayashi Denkoh Co., Japan)로 엽면적을 측정한 후 80℃에서 48시간 건조시켜 분석 시료로 사용하였다. 분석을 위해 건조시킨 시료들은 분쇄 후 Anthrone 반응(McCready 등, 1950)으로 당과 전분을 분석하였다. 무기원소로 전질소는 Kjeldahl 법, 인산은 vanadate 반응으로 측정하였으며, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 원자흡광장치로 측정하였다. 시험성적은 SAS 프로그램(Ver. 8.01. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., 1999~2000)을 이용하여 최소유의차검

정(LSD)으로 분석하였다.

다. 과실 특성 조사

처리 당년 11월 1일에 과실을 수확하여 주당 40개씩 무게를 달아 평균과중을 구하였고 그 중 20개로 당도, 경도, 색도를 측정하였다. 당도는 굴절당도계(N1, Atago Co., Japan), 경도는 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Co., England)로 측정하였고, 색도는 휴대용 색도계(CM-508i, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter a 값을 구하였다. 조사한 과실들은 과피와 과육으로 구분하여 썰어서 건조기에서 말린 후 분석 시료로 사용하였다.

라. 생화학적 분석

신초 내 저장양분 상태를 조사하기 위하여 2005년 3월 21일에 길이가 25±5cm되는 신초를 주당 10개씩 채취하고 선단에서 5번째까지 눈들을 따로 떼어 다음 건조시켰다. 분석을 위해 건조시킨 시료들은 분쇄 후 Anthrone 반응(McCready 등, 1950)으로 당과 전분을 분석하였다. 전질소는 Kjeldahl 법, 인산은 vanadate 반응으로 측정하였으며, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 원자흡광장치로 측정하였다. 시험성적은 SAS 프로그램(Ver. 8.01. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., 1999~2000)을 이용하여 최소유의차검정(LSD)으로 분석하였다.

3. 결 과

4월 20일 또는 6월 10일에 환상박피를 한 나무들은 처리 당년의 생리적 낙과가 줄어들어 각각 91, 88%의 높은 착과율을 나타내었다(Table 1). 이는 대조구 56%에 비해 유의적으로 높은 비율이므로 처리 후 낙과가 적었음을 알 수 있었다. 이듬해 결과모지당 착과수는 유의적인 차이는 없었으나 환상박피구들에서 착과율이 높은 경향을 보였다.

Table 1. Effect of different girdling dates on fruit set of 'Fuyu' persimmon in 2004 and its carry-over effects on fruit set and flower buds in 2005.

Girdling date	Fruit set ^z (%)		Flower buds in 2005 (No./one-year-old branch) ^y
	2004	2005	
Control	56 b ^x	66 a	7.1 a
April 20	91 a	70 a	7.6 a
June 10	88 a	74 a	8.2 a

^zFruit set was measured on July 21, 2004 and July 16, 2005.

^yFlower buds were counted on May 15, 2005.

^xMean separation within columns by LSD test at 5%.

Table 2는 환상박피 후 2년간 수체생육을 나타낸 것이다. 처리 당년의 주간단면적 증가는 대조구에서 16.7cm²인데 반해 4월 20일과 6월 10일 환상박피구에서는 각각 3.6cm², 8.9cm²로 대조구보다 약 2~4배 적었다. 전년도 4월 20일 환상박피 처리구에서는 이듬해에도 주간비대가 현저히 적었던 것으로 나타났다. 결과모지의 선단신 초장은 대조구가 2년간 각각 34, 35cm인데 반해 4월 20일 처리구는 이보다 9~12cm 가 짧아 유의적인 차이를 보였으며, 6월 20일 처리구는 당년에는 차이가 없었으나 이듬해에는 대조구보다 4cm가 짧았다. 결과모지당 신초수는 2년 동안 처리간의 차이를 찾을 수 없었다. 주당 도장지 발생은 환상박피구에서 현저히 적어 처리효과가 매우 뚜렷하였는데, 대조구에서 당년 및 이듬해에 각각 29.5, 27.3개인데 반해 4월 20일 환상박피구에서 0.3, 5.3개, 6월 10일 환상박피구에서는 8.3, 13.3개에 불과하였다. 종합해보면 환상박피로 당년와 이듬해 나무 생육이 감소하였고, 신초생장이 거의 끝난 6월 10일 처리보다 신초생장이 진행되는 4월 20일 처리구에서 효과가 더 뚜렷함을 알 수 있다.

Table 2. Effect of different girdling dates in 2004 on trunk cross-sectional area (TCSA), shoot growth, and occurrence of water sprouts of 'Fuyu' persimmon in 2004 and 2005.

Girdling date	TCSA increment ^z (cm ²)		In one-year-old branch ^y				Water sprout ^x (No./tree)	
			Terminal shoot length (cm)		No. of shoots			
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Control	16.7 a ^w	13.8 a	34 a	35 a	4.0 a	3.7 a	29.5 a	27.3 a
April 20	3.6 c	8.2 b	25 b	23 c	4.1 a	4.1 a	0.3 b	5.3 c
June 10	8.9 b	12.4 ab	33 a	31 b	4.4 a	3.8 a	8.3 b	13.3 b

^zTCSA increments for 2004 and 2005 are from April 20, 2004 to March 31, 2005 and from March 31 to October 29, 2005, respectively.

^yOne-year-old branches were 25±5 cm long.

^xShoots grown longer than 60 cm.

^wMean separation within columns by LSD test at 5%.

엽면적은 발아 후 27일 째에 처리한 4월 20일 환상박피구에서 당년에 75cm²로 대조구보다 18cm²가 작았고, 이듬해도 작은 편이었다(Table 3). 환상박피로 당년 7월과 처리 이듬해 6월의 엽록소(SPAD-502) 값이 낮았는데, 특히 4월 20일 환상박피구는 대조구의 52, 42에 비해 73, 79% 수준으로 낮았다. 유의적인 차이는 아니지만 비엽중은 2년 모두 4월 20일 환상박피구에서 높게 나타났다.

Table 3. Effect of different girdling dates in 2004 on leaf area, chlorophyll, and specific leaf weight (SLW) of 'Fuyu' persimmon in 2004 and 2005. Leaf samples were collected on August 11 in the year of treatment and June 3 the following year.

Girdling date	Area (cm ² /leaf)		Chlorophyll (SPAD-502)		SLW (mg · cm ⁻²)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Control	93 a ^z	86 a	52 a	42 a	11.8 a	8.3 a
April 20	75 b	83 a	38 c	33 b	12.3 a	9.0 a
June 10	90 a	88 a	46 b	38 a	11.9 a	8.7 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

환상박피로 인한 수체생육 감소(Table 2)는 전정량 감소로 이어져, 2005년 3월 동계전정량은 대조구에서 6.1kg였지만 4월 20일 처리구는 3.1kg으로 약 2배의 차이를 보였다(Table 4). 7월 하순 여름전정량도 마찬가지로 경향으로 도장지 발생이 심했던 대조구에서 3.4kg으로 많았으나 4월 20일과 6월 10일 환상박피구는 각각 1.0, 1.9개로 적었다.

Table 4. Effect of different girdling dates on pruning weights of 'Fuyu' persimmon.

Girdling date	Prunings ^z (kg/tree)	
	Dormant	Summer
Control	6.1 a ^y	3.4 a
April 20	3.1 b	1.0 c
June 10	5.3 ab	1.9 b

^zTrees were dormant-pruned in early March and summer-pruned in late July of 2005.

^yMean separation within columns by LSD test at 5%.

처리 당년 과실 크기는 6월 10일 환상박피구에서 233g으로 가장 컸으나 대조구와 유의적인 차이가 없었고, 당도도 환상박피에 따른 차이를 찾을 수 없었다(Table 5). 반면 색도와 경도는 처리간의 뚜렷한 차이가 나타났다. Hunter a 색도는 대조구에서 29.3이었으나 4월 20일과 6월 10일 환상박피구에서는 각각 34.1, 31.8로서 환상박피와 그 처리시기에 따른 효과가 분명하였다. 반면 경도는 착색이 좋았던 환상박피구에서 오히려 낮게 나타나 착색 정도와 대조를 이루었다. 이듬해의 과실특성에서는 유의적인 차이가 없어 전년도 환상박피 시기에 따른 영향이 명확하지 않았다.

Table 5. Effect of different girdling dates in 2004 on fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon in 2004 and 2005.

Girdling date	Average wt (g)	Color (Hunter <i>a</i>)	Firmness (N)	Soluble solids (°Bx)
<i>2004</i>				
Control	225 a ^z	29.3 c	21.8 a	16.2 a
April 20	222 a	34.1 a	20.6 b	16.3 a
June 10	233 a	31.8 b	21.3 ab	16.4 a
<i>2005</i>				
Control	241 a	31.2 a	22.4 a	15.1 a
April 20	249 a	27.7 a	23.7 a	15.1 a
June 10	256 a	28.6 a	23.0 a	15.1 a

^zMean separation within columns of each year by LSD test at 5%.

Table 6은 환상박피가 과실의 무기원소 축적에 미친 영향을 조사한 결과이다. 질소 농도는 4월 20일과 6월 10일 환상박피구의 과육에서 각각 0.19, 0.22%로 대조구의 0.26%보다 유의적으로 낮았다. 유의적인 수준은 아니었지만 과피에서도 비슷한 경향으로 나타났다. 환상박피구들의 인산 농도는 과육에서 낮았으나 과피에서는 차이가 없었다. 칼륨은 큰 차이는 아니었지만 4월 10일 환상박피구의 과육에서 낮고 과피에서 높았다. 칼슘은 환상박피구들의 과육과 과피에서 모두 낮았으나 유의적인 차이를 발견할 수 없었다. 반면 마그네슘 농도는 환상박피구들의 과육에서 높은 경향이였다.

Table 6. Effect of different girdling dates on concentrations of inorganic elements in flesh and peel of 'Fuyu' persimmon fruits.

Girdling date	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
<i>Flesh</i>					
Control	0.26 a ^z	0.12 a	0.97 a	0.13 a	0.034 b
April 20	0.19 b	0.09 b	0.88 a	0.12 a	0.043 a
June 10	0.22 b	0.10 b	0.97 a	0.12 a	0.037 ab
<i>Peel</i>					
Control	0.43 a	0.12 a	1.42 a	0.16 a	0.053 a
April 20	0.35 a	0.12 a	1.63 a	0.12 a	0.063 a
June 10	0.42 a	0.11 a	1.49 a	0.13 a	0.061 a

^zMean separation within columns of each portion by LSD test at 5%.

처리 당년 8월에 채취한 잎의 탄수화물 농도는 환상박피 처리구에서 높아 동화양분이 잎에 많이 축적되었음을 알 수 있었다(Table 7). 가용성당 농도는 6월 10일 처리구가 6.2%로 대조구보다 0.8%, 전분은 4월 20일 처리구가 7.1%로 대조구보다 2.5% 만큼 높아 유의적인 차이를 나타냈다. 그러나 이듬해 3월 21에 채취한 신초의 탄수화물은 잎에서의 결과와는 달랐다. 가용성당 농도는 처리구간에 뚜렷한 차이가 없었고, 전분은 4월 20일 처리구에서 9.4%로 대조구보다 1.7%가 오히려 더 낮았다. 눈의 가용성당은 환상박피구들에서 각각 8.6, 9.3%로 대조구의 10.3%보다 유의적으로 낮았던 반면 전분 농도는 처리구간에 차이가 분명하지 않았다. 잎의 모든 무기원소 농도는 4월 20일 환상박피구에서 유의적으로 낮았고, 마그네슘을 제외하면 6월 10일 환상박피구에서도 낮은 경향이 뚜렷하였다. 그러나 신초의 질소 농도는 6월 10일 환상박피구가 오히려 높게 나타났다. 인산 농도는 4월 20일 환상박피구에서 유의적으로 낮았으나 6월 10일 처리구에서는 대조구와 차이가 없었다. 칼슘 농도는 박피 처리구 모두에서 유의적으로 낮았는데 4월 20일 박피구의 경우 0.56%로서 대조구의 0.84%와 큰 차이를 보였다. 신초의 칼륨과 마그네슘 농도는 환상박피에 따른 효과를 찾기 어려웠다. 눈의 무기성분 중 인산이 환상박피구들에서 0.19%로 대조구 0.21%보다 유의적으로 낮은 농도를 나타내었고, 다른 원소들은 차이를 보이지 않았다.

Table 7. Effect of girdling dates in 2004 on concentrations of carbohydrates and inorganic elements in the leaves collected on August 31, 2004 and in shoots and buds collected on March 21, 2005.

Girdling Date	Carbohydrates (%)		Inorganics (%)				
	Soluble sugars	Starch	N	P	K	Ca	Mg
<i>Leaf</i>							
Control	5.4 bz	4.6 b	1.49 a	0.12 a	2.73 a	1.21 a	0.35 a
April 20	6.9 ab	7.1 a	1.07 b	0.09 c	2.00 b	0.60 c	0.23 b
June 10	6.2 a	5.0 b	1.28 ab	0.10 b	2.60 a	0.96 b	0.35 a
<i>Shoot</i>							
Control	7.1 a	11.1 a	0.64 b	0.18 a	0.76 a	0.84 a	0.09 a
April 20	7.3 a	9.4 b	0.65 b	0.13 b	0.77 a	0.56 c	0.10 a
June 10	6.8 a	10.1 ab	0.73 a	0.18 a	0.78 a	0.70 b	0.10 a
<i>Bud</i>							
Control	10.3 a	5.7 a	1.18 a	0.21 a	0.38 a	0.43 a	0.06 a
April 20	8.6 c	5.6 a	1.05 a	0.19 b	0.40 a	0.47 a	0.06 a
June 10	9.3 b	5.9 a	1.11 a	0.19 b	0.38 a	0.45 a	0.06 a

^aMean separation within columns of each organ by LSD test at 5%.

4. 고찰

처리 당년에 환상박피 나무들의 착과율이 높은 것(Table 1)은 다른 과수에서 보고된 바(Byun 등, 1997; Choi와 Kim, 2000; Mebelo 등, 1998)와 같은 결과로서, 세력이 강한 나무에서 볼 수 있는 낙과 과다로 인한 수량 감소나 신초의 재생장과 같은 문제들을 해결하기 위해 환상박피 기술을 적용할 수 있음을 의미한다. 환상박피로 낙과가 감소된 것은 박피부 아래로 이동되는 광합성산물이 줄어드는 반면 과실이 이용할 수 있는 양은 늘어나(Mattaa 등, 1998), 과실 사이 또는 과실과 신초 사이의 동화산물 경합이 줄어든 결과(Grierson 등, 1982; Kitajima 등, 1993)로 이해된다. 이러한 낙과 감소가 이듬해까지 어느 정도 이어진 것으로 보아 환상박피가 이듬해까지 영향을 미친 것으로 생각된다. 환상박피를 하면 이듬해 착화량이 많아졌다는 보고들이 있지만(Arakawa 등, 1997; Green과 Lord, 1983; Smit 등, 2005) 본 시험의 환상박피 구들은 이듬해 결과모지당 착과수가 대조구보다 현저히 많은 것은 아니었다. 이는 수세 감소(Table 2)와 함께 잎과 가지의 무기원소와 눈의 탄수화물 축적이 대조구와

큰 차이가 없었던 것(Table 7)과 관련지을 수 있을 것이다.

환상박피 후 당년 및 이듬해에 선단신초장이 감소하고 도장지수가 현저히 감소한 것으로 보아 환상박피의 수세조절 효과가 매우 큼을 알 수 있다. 환상박피로 인해 지상부에서 만들어진 동화양분의 지하부 이동이 줄어 뿌리생장이 감소했을 것(Fumuro, 1997)으로 생각된다. 이로 인해 뿌리에서 흡수되는 무기원소(Fumuro, 1998) 및 뿌리에서 생성되는 시토키닌과 지베렐린과 같은 성장조절물질의 지상부 이동이 줄어들어(Cutting과 Lyne, 1993; Grierson 등, 1982) 신초 성장에 영향을 끼칠 수 있다. Day와 DeJong(1990)은 환상박피를 한 승도복숭아 나무 잎의 무기원소 감소를 보고한 바 있는데, 본 시험에서도 8월의 잎 내 무기원소의 감소를 환상박피구들에서 찾을 수 있었다(Table 7). 4월 20일 환상박피구가 6월 10일 박피구보다 2년간 수체생육이 더 감소한 것(Tables 2, 3)도 잎의 무기원소, 특히 질소 농도 차이(Table 7)에서 그 원인을 어느 정도 유추할 수 있을 것이다. 이와 더불어 환상박피 후의 수체생장은 뿌리에서 공급되는 성장조절물질 감소(Cutting과 Lyne, 1993; Grierson 등, 1982)에 따른 영향도 컸을 것으로 생각된다. 환상박피한 나무의 탄수화물 농도(Table 7)가 당년 8월 잎에서 높았더라도 이듬해 3월 신초에서는 높지 않아 저장 탄수화물에 따른 수체성장 차이는 크지 않은 것으로 생각된다. '서촌조생' 품종에서도 5월 상순보다 4월 하순 환상박피 처리가 신초와 주간 성장을 더 억제한 결과(Fumuro, 1998)로 보아 박피 시기가 수체생장에 미치는 영향이 매우 큼을 알 수 있다. 환상박피 후 볼 수 있는 수체성장 감소는 전정량을 감소시키고(Table 4), 과원 관리의 작업 효율을 높이는 데도 기여할 수 있을 것이다.

4월 20일 환상박피구의 당년 엽면적 감소(Table 3)도 수체성장 감소(Table 2)와 같은 맥락으로 이해된다. 환상박피구의 잎에서 나타난 질소, 마그네슘과 같은 무기원소의 감소(Table 7)는 엽록소(SPAD-502) 값을 낮추는 작용을 했을 것으로 여겨진다. 4월 20일 환상박피구 잎의 낮은 엽록소 값, 낮은 질소 농도와 높은 전분 농도가 광합성에 저해요인으로 작용하여 수체생장에 영향을 주었을 것이다. 사과에서 환상박피를 한 나무에서 광합성 속도가 감소되는 것으로 알려져 있다(Schechter 등, 1994). 유의적인 차이는 없었지만 비엽중이 환상박피구에서 높은 것은 영양성장 감소에 따른 높은 수준의 전분 축적(Table 7)과 관련 있을 것으로 생각된다.

과실 색도나 경도(Table 5)를 보면 환상박피를 한 나무들의 과실이 빨리 성숙하는 것으로 나타나 서리 때문에 수확을 일찍 해야 하는 경우에 이 방법이 유용할 수 있음을 나타내었다. 6월 10일 환상박피구보다 4월 20일 환상박피구에서 성숙 촉진 효

과가 두드러진 것을 볼 수 있는데, 이는 환상박피로 과실 내 당 집적이 빨리 이루어진 반면(Noel, 1970) 질소 축적(Table 6)이 적었던 것과 관련지을 수 있다. 사과에서 환상박피로 과실 성숙기에 탄수화물 공급을 증가시키면 안토시안 합성 관련 물질이 증가되지만(Noel, 1970), 질소 시용으로 착색이 지연(Byun 등, 1989; Wargo 등, 2004)되기도 한다. 4월 20일 환상박피구가 대조구보다 과중 증가가 없었던 이유는 앞서 언급한대로 광합성 활력의 저하가 한 원인으로 추측된다. 또한 본 시험에서 낙과 후 적과가 7월 중순에 이루어졌기 때문에 그 때까지 환상박피구의 착과량이 많게 유지된 반면 신초생장은 적어 상대적으로 과실당 엽면적이 적었던 것도 과실 생장에 영향을 준 것으로 생각된다. 환상박피를 하였더라도 나무의 질소 수준이 낮으면 사과 과중은 오히려 감소하는 것(Wargo 등, 2004)으로 보아 환상박피 후 건전한 수체 관리가 중요하다 하겠다. 환상박피 후에 과실이 커지고(Byun 등, 1997; Kim과 Chung, 2000; Mebelo 등, 1998) 당도가 높아지는 효과(Arakawa 등, 1997; Kim과 Chung, 2000)를 거두기 위해서는 박피 시기나 박피 정도뿐만 아니라 시비, 결실관리와 같은 과원관리도 신중하게 해야 할 것으로 판단된다. 동일한 착색의 과실을 수확했을 때 환상박피한 나무의 과실 내 낮은 무기성분이 과실품질에 어떤 영향을 줄 지에 대해서는 차후 검토가 필요하다.

이상의 결과로부터 환상박피는 당년과 이듬해까지 수체생장을 감소시켜 수고를 많이 낮춘 나무의 세력을 안정시키는 수단이 될 수 있음을 알 수 있었다. 또한 성숙을 촉진시켜 서리가 일찍 내리는 지역에서 수확을 앞당기는데 효과적일 것으로 판단되었다. 환상박피의 효과는 신초생장이 거의 끝난 시기보다는 신초 생장 초기처리에서 더 뚜렷하므로 나무 세력을 감안하여 처리시기를 조절할 필요가 있었다.

5. 초 록

단감나무의 수세안정 및 착색 촉진에 미치는 환상박피 효과를 검토하기 위하여 본 시험을 수행하였다. 2004년 발아 후 27일째인 4월 20일과 만개 후 18일째인 6월 10일에 접목부로부터 15cm 상단에 1cm 폭으로 환상박피를 하였다. 환상박피구 나무들은 처리 당년에 낙과, 주간비대, 도장지 발생, 엽면적 등이 감소하였다. 특히 4월 20일 환상박피구 나무들은 이듬해에도 주간비대와 도장지 발생이 유의적으로 감소하였다. 2004년과 2005년에 조사한 주당 도장지 수는 대조구가 각각 29.5, 27.3개인데 반해 4월 20일 환상박피구는 각각 0.3, 5.3개에 불과하였다. 수확 과실의 Hunter a 값은 대조구에서 29.3인데 반해, 4월 20일과 6월 10일 환상박피구에서는 각각 34.1,

31.8로 유의적으로 높아 환상박피에 의한 착색 촉진 효과가 뚜렷하였다. 반면 경도는 4월 20일 처리구에서 유의적으로 낮았으며, 과실 크기 및 당도는 환상박피에 의한 유의적인 효과가 없는 것으로 나타났다.

제5절 가을철 조기 잎 손실이 ‘부유’ 감나무의 과실특성과 이듬해 수채 발육에 미치는 영향

1. 서 언

우리나라 남부지방에서 초가을 태풍에 의한 단감나무의 잎 손실 피해가 빈번하나 이에 대한 체계적인 연구가 없어 과원관리에 문제가 되어 왔다. 최근에 이루어진 적엽 시험들(Choi 등, 2002, 2003; Park, 2002)은 주로 용기에서 재배한 유목에서 이루어진 형편이다. 과수에서 조기 잎 손실은 당년의 과실 품질을 떨어뜨리기도 하지만, 저장양분을 감소시켜 이듬해 수채 발육(Choi 등, 2003; Kang과 Ko, 1976; McCamant, 1988; Park, 2002)에도 영향을 줄 수 있다. 본 연구는 노지에서 재배한 ‘부유’ 품종을 대상으로 적엽이 당년 및 이듬해 과실 품질과 수채생육에 미치는 영향을 조사하여 태풍에 의한 잎 손실 과원의 합리적 관리를 위한 기초 자료로 활용코자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2002년 10월 9일에 6년생 ‘부유’ 감나무를 대상으로 총 잎 수의 0(대조구), 75, 100%를 나무 전체 신초에서 고루 적엽하여 엽과비가 각각 20, 5, 0이 되도록 하였다. 시험구는 1주를 반복으로 하여 완전임의배치 3반복으로 배치하였다. 적엽 후 과실 비대를 조사하기 위하여 처리 당일과 수확일에 주당 9개의 과실을 대상으로 횡경을 측정하였다. 10월 31일에 과실을 수확하여 그 중 주당 20개의 과실을 골라 평균 과중, 색도(Hunter a), 당도를 조사하였다.

가지 내 저장양분 축적을 조사하기 위하여 이듬해인 2003년 2월 17일에 길이가 25~35cm인 신초를 주당 6개씩 채취하여 80°C에서 48시간 동안 건조시켰다. 건조시킨 시료는 Wiley mill로 분쇄하여 가용성당과 전분을 앞 시험에서 언급한대로 분석하였다. 적엽 정도가 이듬해 수채 발육에 미치는 영향을 알기 위하여 처리 이듬해 5월 상순에 주당 10개의 결과모지를 대상으로 결과모지당 신초수, 신초장, 착뢰수를 조사하였다.

착과율을 조사하기 위하여 2~3년생 가지를 주당 4개씩 선택하여 적뢰 후 5월 상순의 착뢰수와 생리적 낙과가 끝난 8월 상순에 과실수를 세어 착과율을 구하였다. 또한 2003년 5월 20일에 전년도에 자란 1년생 가지 중에서 고사한 가지수를 조사하

었고, 10월 28일에는 과실을 수확하여 평균과중, 색도, 당도를 측정하여 적엽 이듬해의 영향을 조사하였다. 시험성적은 SAS 프로그램(SAS Institute, Inc., 1999-2000)을 사용하여 최소유의차검정(LSD)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 적엽 당년의 과실 특성

Table 1은 적엽 정도가 과실 특성에 미친 영향을 나타낸 것이다. 유의적인 차이는 횡경 증가량에서만 나타났는데 대조구가 12.7mm인데 반해 75%와 100% 적엽구는 각각 6.8, 4.0mm였다. 적엽 비율이 높을수록 과실 크기가 작고 당도가 감소하는 경향은 분명하였으나 기존 결과들(Choi 등, 2002; Park, 2002)과 달리 유의적인 차이가 나타나지 않은 것은 적엽 시기가 늦었기 때문으로 생각된다.

잎이 부족한 75% 적엽구나 전혀 없는 100% 적엽구에서도 과실 비대가 이루어진 것은 사과와 하계전정(Taylor와 Ferree, 1981) 또는 앵두의 적엽 실험(Layne와 Flore, 1995)에서 밝혀진 바와 같이 남은 잎의 광합성 활력 증가와 뿌리와 같은 양분 저장기관으로부터 동화물질을 공급받았기 때문(Fernandez와 Pritts, 1996)으로 판단된다.

Table 1. Effect of different degrees of defoliation on fruit characteristics at their harvest.

Defoliated (%)	Diameter ^z increment (mm)	Fresh weight (g)	Color (Hunter <i>a</i>)	Soluble solids (°Brix)
0	12.7 a ^y	202 a	27 a	13.4 a
75	6.8 b	192 a	29 a	12.9 a
100	4.0 b	173 a	29 a	12.6 a

^zFruit diameter was measured on Oct. 9 and Oct. 31 to determine increase in diameter after defoliation. It was 70.3 mm on Oct. 9 in 2002.

^yMean separation within columns by LSD test at 5%.

나. 신초의 탄수화물 축적

월동 중 신초의 탄수화물 농도를 보면(Table 2) 가용성당은 차이가 없었으나 전분은 적엽구들에서 유의적으로 낮게 나타났다. 대조구가 4.0%인데 반해 75%와 100% 적엽구는 각각 3.2, 3.1%로 낮았다. 뿌리가 주된 탄수화물 축적 장소임(Choi 등, 2002, 2003; Park, 2002)을 감안하면 적엽구들의 전분 감소는 신초에서 나타난 것보다 더 심할 수도 있을 것이다. 이와 같은 저장 탄수화물 감소는 겨울철 내한성을 약화시키고(Kang과 Ko, 1976; Weiser, 1970) 이듬해 초기생장을 감소시키는 것(Hirata와 Kurooka, 1974)으로 알려져 있다.

다. 이듬해 수채 발육

적엽 정도가 이듬해 수채 발육에 미친 가장 큰 영향은 겨울 동안의 고사지 발생에서 찾을 수 있었다(Table 3). 75% 적엽구는 대조구에 비해 고사지수가 4.4배 정도가 많아 전년도 적엽에 따른 영향이 큼을 알 수 있었다. 이는 Table 2에서 나타난 바와 같이 적엽 후 저장 탄수화물 축적이 감소되었기 때문으로 판단된다. 이러한 고사지 발생은 겨울이 추운 해에는 훨씬 더 심하게 나타나 감나무에 치명적인 손상을 줄 수 있을 것이다.

한편 기존 연구결과들(Hirata와 Kurooka, 1974; Park, 2002)과 달리 본 시험에서는 적엽 이듬해 처리구간에 신초생장 차이가 없어 신초생장에 영향을 줄 수 있는 저장양분의 한계 수준이 있을 것으로 추측되었다.

Table 2. Effect of different degrees of defoliation in 2002 on carbohydrate concentrations of shoots in winter. The shoots were collected on Feb. 17, 2003.

Defoliated (%)	Soluble sugars (% DW)	Starch (% DW)
0	9.0 a ²	4.0 a
75	9.0 a	3.2 b
100	8.7 a	3.1 b

²Mean separation within columns by LSD test at 5%.

사과의 경우 봄에 신초생장에 사용된 저장 탄수화물은 20% 정도이고 발아 후 19일이면 새로 나온 신초가 탄수화물을 공급하게 되는 것으로 보고되었다(Johnson과 Lakso, 1986). 감나무의 꽃눈분화는 7월부터 8월에 주로 이루어지기 때문에(Harada, 1984) 본 시험의 10월 적엽 처리는 꽃눈분화에 영향을 주지 못한 것으로 생각된다.

Table 4는 적엽 이듬해 과실 특성을 나타낸 것이다. 과실 크기는 유의적인 차이가 없었지만 전년도 적엽 비율이 높을수록 감소하는 경향이 뚜렷하였다. 당도는 대조구가 12.7°Bx이었으나 75%와 100% 적엽구는 각각 11.7, 12.3°Bx로 유의적으로 낮아 전년도 적엽이 이듬해 과실 품질에 영향을 줄 수 있음을 시사하였다. 이러한 결과는 적엽 후 탄수화물 부족이 이듬해 봄 유과의 세포분열을 적게 하여 과실 크기를 감소시키고(Hirata 등, 1974), 과실 당도에도 영향을 준 기존 연구결과(Hirada와 Kurooka, 1974)와 어느 정도 유사하다고 볼 수 있다.

본 시험 결과 감나무의 조기 잎 손실은 당년의 과실 품질에도 영향을 주지만 저장양분을 감소시켜 가지의 동해를 유발하고 이듬해 과실 품질도 감소시킬 수 있음을 나타냈다. 따라서 태풍으로 조기에 낙엽이 되었을 때 저장양분 축적을 위해 적과와 같은 조치가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Table 3. Effect of different degrees of defoliation in 2002 on shoot growth and fruit set the following year.

Defoliated (%)	In 1-year-old branch ^z			Fruit set ^y (No. fruits /buds)	Dead shoots ^x (No./total)
	No. of shoots	Shoot length (cm)	No. of flower buds		
0	6.0 a ^w	81 a	5.6 a	100/160	43/526
75	5.5 a	62 a	2.8 a	84/155	193/533
100	5.6 a	72 a	4.2 a	101/194	113/476

^zNumber and shoot length were measured on May 6 in 2003

^yFruit set shown is the number of fruits in early August and of buds in early May.

^xDead shoots shown are the numbers found dead out of number of shoots grown the previous year. They were counted on May 20 in 2003.

^wMean separation within columns by LSD test at 5%.

4. 초 록

본 연구는 태풍에 의해 조기에 잎 손실이 되었을 때 감나무의 수체 반응을 이해하기 위하여 수행되었다. 2002년 10월 9일에 6년생 '부유' 감나무를 대상으로 0, 75, 100%를 적엽하였다. 과중, 당도는 적엽 비율이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 과실 횡경 증가는 적엽구들에서 유의적으로 적었으나 적엽 후 잎이 없어도 증가하는 것으로 나타났다. 월동기 신초의 전분 농도는 적엽구들에서 유의적으로 낮아 대조구가 4.0%인데 반해 75%와 100% 적엽구는 각각 3.2, 3.1%로서 차이를 보였다. 이듬해 신초생장, 착과수, 착과율은 전년도 적엽에 따른 차이가 발견되지 않았으나 겨울 동안 발생한 고사지수는 적엽구들에서 현저하게 많아 75% 적엽구는 대조구의 4.4배에 이르렀다. 이듬해 과실 크기는 유의적인 수준은 아니지만 적엽 비율이 높을수록 작았으며, 당도는 적엽구들에서 유의적으로 낮았다. 그러므로 태풍에 의해 조기 잎 손실이 되었을 때 과실 품질을 높이고 저장 탄수화물 축적을 높이는 방법이 강구되어야 할 것이다.

Table 4. Effect of different degrees of defoliation in 2002 on fruit characteristics of the trees in 2003.

Defoliated (%)	Fresh weight (g)	Color (Hunter <i>a</i>)	Soluble solids (°Brix)
0	184 a ^z	27 a	12.7 a
75	160 a	27 a	11.7 c
100	152 a	26 a	12.3 b

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

제6절 초가을 잎 손실 감나무에서 적과정도가 과실특성 및 탄수화물 축적에 미치는 영향

1. 서 언

적엽 정도 시험에서 나타난 바와 같이 조기 잎 손실은 당년의 과실 품질을 나쁘게 할 뿐만 아니라 저장양분을 감소시켜 겨울에 동해를 유발하거나 이듬해 수체 발육도 나쁘게 한다. 그러나 태풍으로 인한 조기 잎 손실에 대한 관리대책은 매우 미흡한 실정이다. 태풍 후 적과가 필요하다는 것은 알려져 있지만 감나무의 과실과 수체에 미치는 영향에 대해 구체적으로 밝힌 연구는 드물다. 본 연구는 태풍피해 과원의 관리대책의 하나로 적과가 당년 및 이듬해에 과실과 수체에 미치는 영향을 조사하여 그 효과를 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2년생 ‘부유’(*Diospyros kaki*)를 대상으로 본 시험을 수행하였는데, 시험수는 70L 용기에 심겨져 있었으며 과실이 약 10개씩 달려 있었다. 2002년 9월 7일에 나무 전체 잎 수를 세어 그 중 80%를 나무 전체 신초들에서 고루 적엽하였다. 적엽 후 엽과비는 20에서 4로 감소하였다. 이들 나무에서 적과 효과를 평가하기 위하여 적엽 당일 과실의 0, 60, 80, 100%를 적과하였다. 그 결과 엽과비는 0, 60, 80% 적과 비율에 대해 각각 4, 10, 20으로 변하였다. 무적과구를 대조구로 하였으며, 정상 나무와 적과한 나무를 비교하기 위하여 적엽과 적과를 하지 않은 무처리수(intact)를 두고 수확 때까지 엽과비가 20으로 유지되도록 하였다. 시험구는 1주를 반복으로 하여 처리당 8주를 완전임의로 배치하였다.

11월 6일에 과실과 잎을 수확하여 과중, 색도(Hunter a), 경도, 당도를 조사하였고, 잎 20개를 대상으로 엽록소 값(SPAD-502)을 측정하였다. 뿌리와 지상부 목질의 생장과 저장양분을 조사하기 위하여 처리 당일인 9월 7일에 4주를 채취하고, 과실 수확일인 11월 6일에 처리당 4주씩 채취하여 지상부는 신초, 1년생 가지, 주간으로, 뿌리는 직경을 기준으로 세균($\leq 2\text{mm}$), 중균($2.1\sim 10\text{mm}$), 대균($>10.1\text{mm}$)으로 나누었다.

분석을 위한 시료들은 80°C에서 48시간 동안 말려서 Wiley mill로 분쇄한 다음 앞 시험에서 언급한 방법과 같이 가용성당, 전분을 분석하였다. 주당 탄수화물 함량은

건물중과 농도를 곱하여 구하였다.

시험성적은 SAS 프로그램(SAS Institute, Inc., Cary, N.C., 1999-2000)을 사용하여 통계분석을 하였고 최소유의차 검정(LSD)으로 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

가. 잎과 과실특성

엽록소는 나무의 광합성 능력을 결정짓는 중요한 요인으로(Faust, 1989), 본 시험에서 11월 6일 엽록소 값(SPAD-502)은 적엽 후 적과를 하지 않은 대조구에서 57.3이었고, 적엽을 하지 않았던 무처리수에서는 46.3이었다(Table 1). 적과 정도가 증가함에 따라 11월 6일 엽록소 값은 감소하여 80, 100% 적과구에서는 각각 52.4, 50.2로 대조구와 유의적인 차이를 보였다. 비엽중은 적과 비율에 따른 유의적인 차이가 없었다. 무적과 대조구가 무처리수에 비해 높은 엽록소 값을 나타낸 것은 잎 손실이 남아있는 잎의 광합성 활력을 오래 유지하게 한 것으로 판단된다. 이러한 남은 잎의 광합성 증가는 사과와의 적엽(Zhou와 Quebedeaux, 2003) 또는 하계전정(Myers와 Ferree, 1983) 시험에서도 나타났다. 사과와의 하계전정 시험에서 잎 면적 감소로 인해 노화기에 기부 잎의 광합성 감소(Myers와 Ferree, 1983)와 낙엽(Taylor와 Ferree, 1981)이 지연되는 것으로 알려져 있다.

Table 1. Effect of different degrees of fruit thinning in 80%-defoliated persimmon trees on leaf and fruit characteristics on Nov. 6. The defoliation and thinning were done on Sept. 7.

Thinning (%)	Leaf		Fruit		
	Chlorophyll (SPAD-502)	SLW (mg·cm ⁻²)	Fresh weight (g/fruit)	Color (Hunter 'a')	Soluble solids (°Bx)
0	57.3 a ^z	10.98 a	166 b	27.1 a	13.3 b
60	54.0 ab	10.66 a	193 a	27.7 a	14.7 a
80	52.4 b	10.98 a	191 a	29.1 a	14.6 a
100	50.2 b	11.17 a	-	-	-
Intact	46.3	10.84	187	28.4	15.8

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

적과 비율이 높은 처리구에서 엽록소 값이 크게 감소한 것은 잎의 활력이 착과 정도에 따라 달라졌기 때문으로 생각된다. 늦여름에 사과나무 수관 내 순광합성률은 과일이 많은 나무보다 없는 나무에서 더 낮아지고(Giuliani 등, 1997), 잎 면적을 늘리거나 착과수를 줄여 수용부위에 대한 공급부위 비율을 높이면 사과나무의 광합성이 감소한 결과(Hansen, 1982)가 이를 뒷받침한다.

과중은 적과 비율이 60%를 넘었을 때 유의적으로 증가하여 무처리수와 비슷한 수준이 되었다(Table 1). 그러나 엽과비가 10과 20으로 큰 차이가 있음에도 불구하고 60%와 80% 적과구 간에는 과실 크기의 유의적인 차이가 없었다. 엽과비가 80% 적과구의 절반임에도 60% 적과구 과실이 80% 적과구와 비슷한 것은 남은 잎의 광합성 활력이 증가하고 나무의 영구기관으로부터 저장양분을 공급받았기 때문으로 생각된다. 라즈베리의 경우 영구기관, 특히 뿌리의 저장양분이 과실생장에 이용되는 것으로 확인되었다(Fernandez와 Pritts, 1996).

다른 적엽 시험에서 보고된 바(Choi 등, 2002; Hirata와 Kurooka, 1974)와 같이 80%로 적엽된 대조구의 과실 색도는 무처리수에 비해 약간 나뻐다. 적과 비율이 높아짐에 따라 색도가 좋아지는 경향이었으나 적과에 의해 유의적인 수준까지 이르지 못하는 못하였다. 대조구의 과실 당도는 13.3°Bx로 낮았지만 60% 또는 80% 적과로 유의적으로 증가하였다. 그럼에도 불구하고 무처리수의 당도 수준에 이르지 못하는 못하였다.

나. 영구기관의 건물중

9월 7일 적과 전 지상부 목질과 뿌리의 총 건물중은 각각 159, 151g이었고, 11월 6일까지 대조구의 경우 각각 179, 182g으로 증가하였다(Table 2). 적과 정도는 2개월 동안 지상부 어느 부위에서도 건물중 증가에 영향을 주지 못하였지만, 적과를 하지 않았을 때 뿌리의 세근에서는 유의적인 건물중 감소를 보여 세근이 잎 손실에 매우 민감함을 보였다. 적과 비율이 높을수록 11월 6일의 지상부 목질과 뿌리 건물중이 모두 증가하는 경향이었는데 특히 뿌리에서 두드러졌다. 그러나 처리구간의 주당 총 건물중 차이는 유의성이 인정되지 않았다.

가을철 뿌리 생장은 다음해를 위한 양분 저장 측면에서 매우 중요하다(Terblanche, 1986). 사과에서 착과를 시킴에 따라 뿌리 건물중이 감소하는 것으로 알려져 있는데, Head (1969)는 가벼운 착과라도 7월 이후의 새 뿌리 생장을 감소시킨다고 하였다. 착과한 사과나무의 뿌리 건물중이 착과를 하지 않은 나무의 절반이하가 되는 경우도 있다(Hansen과 Grauslund, 1978). 비슷한 결과가 감에서는 재과

실험(Park, 2002a)과 75% 적엽 후 적과 실험(Choi 등, 2002)에서도 보고된 바 있다. 이러한 착과 또는 탄수화물 스트레스에 대한 뿌리의 민감성은 가지나 과실보다 상대적으로 낮은 뿌리의 수용부위 활성화 때문으로 볼 수 있다(Faust, 1989; Kramer와 Kozlowski, 1979). 본 연구에서 80% 적엽한 나무들에 80%와 100% 적과를 했을 때 뿌리 건물중이 무처리수 수준에 도달하여, 착과량을 줄이는 것이 오히려 손실된 나무의 뿌리생장을 회복하는데 가장 중요한 방법 중 하나임을 나타내었다.

다. 탄수화물 축적

9월 7일 신초, 1년생 가지, 주간 가용성당 농도는 4.0~4.4% 범위에 있었지만, 11월 6일 대조구의 가용성당은 각각 11.0, 9.0, 6.5%로 증가하였고, 적과구들에서는 15.1, 12.2, 9.5%로 증가하였다(Fig. 1). 지상부와 대조적으로 뿌리의 가용성당 농도는 9월 7일에 세근, 중근, 대근에서 각각 10.3, 8, 6.8%이었으나 11월 6일에는 각각 10.4, 10, 8.6%로 약간씩 증가하였다. 적과 효과를 보면 가용성당은 적과 비율이 높아질수록 유의적인 증가를 보였는데, 100%를 적과했을 때 세근, 중근, 대근에서 각각 17.3, 13.0, 13.9%로 높아 대조구와 유의적인 차이를 보였다.

Table 2. Effect of different degrees of fruit thinning in 80%-defoliated persimmon trees on dry weight of permanent parts of a tree. The defoliation and thinning were done on Sept. 7 and dry weight was determined on Nov. 6.

Thinning (%)	Aerial woods (g/tree)				Roots (g/tree)				Total
	Shoot	1-yr-old	Trunk	Total	Fine	Medium	Large	Total	
	Sept. 7								
0	55	42	62	159	56	23	72	151	310
	Nov. 6								
0	63 a ^z	42 a	73 a	179 a	49 b	39 a	95 a	182 a	361 a
60	62 a	46 a	70 a	178 a	59 ab	32 a	83 a	174 a	352 a
80	66 a	53 a	75 a	194 a	78 ab	36 a	101 a	216 a	410 a
100	67 a	52 a	85 a	204 a	92 a	52 a	116 a	260 a	465 a
Intact	79	47	75	201	73	46	96	214	415

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

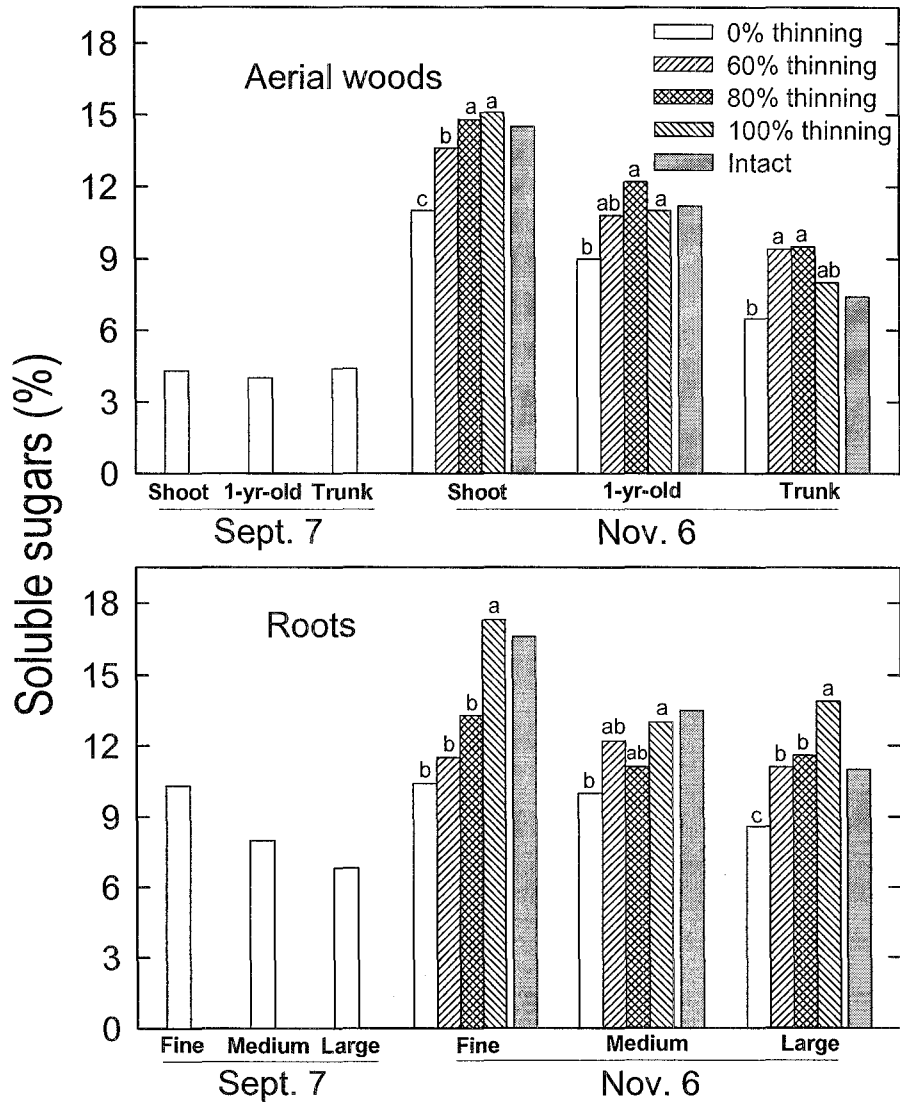


Fig. 1. Soluble sugar concentrations in aerial woods and the roots on Nov. 6 as affected by different degrees of fruit thinning on Sept. 7 in 80%-defoliated persimmon trees. Symbols having different letters within a particular tree part are significantly different by LSD test at 5%. Also shown for comparison are the values of intact trees that had maintained the leaf-to-fruit ratio at 20 throughout the season.

지상부 목질과 뿌리의 가용성당 함량은 9월 7일 각각 6.7, 13.1g이었으나 11월 6일까지 15.7, 17.2g으로 증가하였다. 11월 6일의 총 당 함량에 미치는 적과 효과는 지상부 목질보다 뿌리에서 더 뚜렷하여, 80% 및 100% 적과구는 대조구보다 각각 1.5, 2.2배가 더 많았다. 한편 무처리수 수준까지 총 당 함량 증가하는 것은 80%의 적과에 의해 가능하였다.

가용성당은 가을철 노화기에 감나무의 영구기관에서 급속히 증가한다(Park 등, 1997; Park, 2002a, 2002b; Yoon, 1996). 본 시험에서 적과 비율이 증가함에 따라 가용성당 함량이 유의적으로 증가한 것은 과수에서 착과가 영구기관의 당 축적에 결정적인 역할을 함을 확인시켜 주는 것이다(Faust, 1989; Kramer와 Kozlowski, 1979; Wright, 1989). Park (2002a)은 착과한 유목에서 연간 증가한 총 당의 95% 이상이 과실로 분배되는 반면 적과구에서는 당의 대부분이 뿌리로 분배된다고 하였다.

전분 농도는 적엽 후 60일 동안 대조구의 지상부 목질 및 뿌리의 모든 부위에서 감소하였다(Fig. 2). 신초, 1년생 가지, 주간에서 9월 7일에 각각 4.3, 3.2, 4.4%였지만 11월 6일에는 2.8, 2.7, 1.9%로 큰 폭으로 감소하였으며 감소 정도는 주간부에서 가장 심한 것으로 나타났다. 적과 비율이 증가할수록 전분 농도는 지상부 목질의 모든 부위에서 대부분 직선적으로 증가하여 대조구와 100% 적과구 간에는 1.7~2.3배의 차이가 있었다. 반면 대조구 뿌리의 전분은 처리 후 채취할 때까지 뚜렷하게 감소하였는데, 세근, 중근, 대근에서 9월 7일에 각각 5.6, 13.2, 10.8% 이던 것이 11월 6일에는 3.6, 4.8, 6.1%에 불과하였다. 적과 비율이 증가할수록 전분 농도는 11월 6일까지 뿌리의 모든 부위에서 유의적으로 증가하였다. 대조구와 100% 적과구의 세근, 중근, 대근 간에는 각각 1.7, 3.3, 2배의 농도 차이가 있었다.

총 가용성당 함량과 대조적으로 2개월 동안 대조구의 전분 함량은 지상부 목질에서 6.5g에서 4.3g으로, 뿌리에서는 14.5g에서 9.8g으로 감소하였다(Table 3). 적과를 많이 할수록 영구기관의 총 전분 함량이 증가하였는데, 80%와 100% 적과구는 지상부에서 각각 2, 2.3배, 뿌리에서 각각 1.7, 3배까지 증가하였다. 그러나 무처리수 수준으로 증가하기까지는 100% 적과가 필요하였다. 뿌리의 전분은 지상부 목질보다 많고 가을 동안 급격히 증가한다(Choi 등, 2003; Park, 2002a, 2002b; Park 등, 1997; Yoon, 1996). 본 시험 대조구의 영구기관에서 이 기간에 전분 함량이 감소한 것은 과실생장과 호흡에 전분이 소모되었기 때문으로 생각된다(Faust, 1989). 감소된 엽과 비는 뿌리, 가지, 잎에 있는 동화산물을 과실로 재분배시킬 수 있다(Wardlaw, 1968). 적과에 따른 뿌리의 전분이 증가한 것은 감나무의 착과량 조절 시험을 통해서도 밝

혀진 바 있다(Collins와 George, 1997).

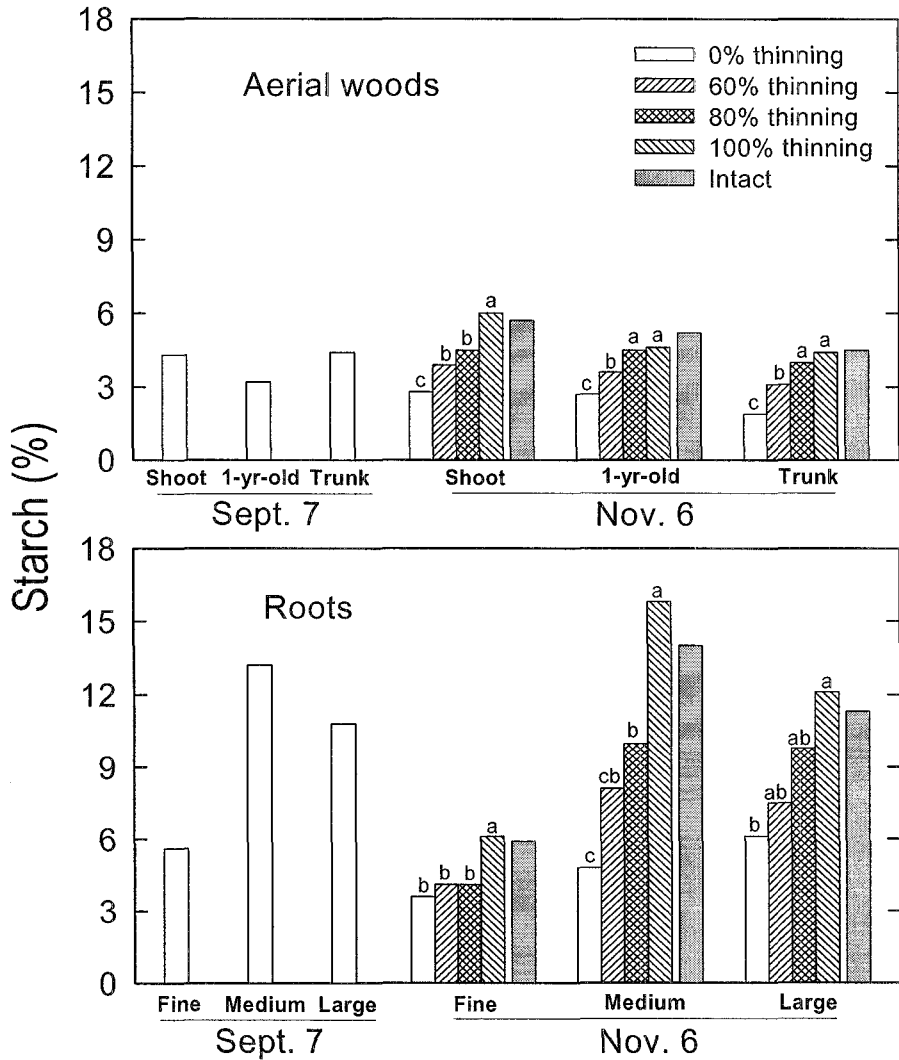


Fig. 2. Starch concentrations in aerial woods and the roots on Nov. 6 as affected by different degrees of fruit thinning on Sept. 7 in 80%-defoliated persimmon trees. Symbols having different letters within a particular tree part are significantly different by LSD test at 5%. Also shown for comparison are the values of intact trees that had maintained the leaf-to-fruit ratio at 20 throughout the season.

라. 이듬해 수채 발육

Table 4와 5는 전년도 적엽과 적과에 따른 이듬해 신초 및 잎 생육을 나타낸 것이다. 2002년 9월에 80%의 잎 손실을 받았던 대조구는 2003년에 주당 신초 길이와 신초 수(Table 4)뿐만 아니라 잎 수와 엽면적(Table 5)도 빈약하여 적과구들과 유의적인 차이를 보였다. 대조구의 신초 길이와 엽면적은 100% 적과구와 비교했을 때 각각 47%, 70%에 그쳤다. 특히 대조구에서는 전년도에 자란 신초의 거의 절반이 발아 무렵까지 고사하여 저장양분의 중요성을 확인할 수 있었다.

비록 전년도 저장양분 축적 정도는 달랐지만(Table 3), 적과구간에는 신초생장의 유의적인 차이가 전혀 발견되지 않았다. 그러나 적과 비율이 증가할수록 주당 엽수뿐만 아니라 신초 길이와 신초수도 점진적으로 증가하는 경향이였다. 비엽중에서는 전년도 적과 정도에 따른 어떠한 차이도 발견되지 않았다. 신초생장과 엽수가 무처리수 수준으로 증가하는 것은 적과 비율이 80%를 초과했을 때 가능하였다. Park (2000b)은 10월 상순에 감나무 잎을 100%를 제거했을 때 저장 탄수화물 감소로 인해 이듬해 신초생장이 감소하였다고 하였다. 본 연구의 처리 이듬해 대조구의 빈약한 신초생육 및 가지 고사도 전년도 영구기관의 낮은 저장양분 수준(Figs. 1, 2, Table 3) 때문으로 판단된다.

Table 3. Effect of different degrees of fruit thinning in 80%-defoliated persimmon trees on soluble sugar and starch contents in permanent parts of a tree. The defoliation and thinning were done on Sept. 7.

Thinning (%)	Soluble sugar (g/tree)			Starch (g/tree)		
	Aerial woods	Roots	Total	Aerial woods	Roots	Total
	Sept. 7					
0	6.7	13.1	19.8	6.5	14.5	21.0
	Nov. 6					
0	15.7 b ²	17.2 b	32.9 b	4.3 c	9.8 b	14.1 b
60	20.0 ab	19.8 b	39.9 b	6.3 bc	12.7 ab	19.0 ab
80	23.4 a	26.4 ab	49.7 ab	8.4 ab	17.0 ab	25.4 ab
100	22.6 a	38.1 a	60.7 a	10.1 a	29.6 a	39.7 a
Intact	22.2	29.5	51.7	10.2	23.6	33.8

²Mean separation within columns by LSD test at 5%.

과수가 조기에 잎을 잃으면 내한성이 현저히 감소한다(Howell과 Stackhouse, 1973; Kang과 Ko, 1976). 앵두에서 8월 또는 9월의 적엽으로 인해 이듬해 봄에 작고 황색인 잎이 발생하며(McCamant, 1988), 피칸에서는 조기 적엽 때문에 이듬해 발아와 신초생장을 지연되었다(Worley, 1971)고 하였다.

Table 4. Effect of different degrees of fruit thinning on Sept. 7, 2002 in 80%-defoliated trees on shoot growth in 2003.

Thinning (%)	Shoot length (cm/tree)		Shoots ^z (No./tree)	Dead shoots ^y (No./tree)
	May 16	Oct. 24		
0	395 b ^x	599 b	39 b	54/98
60	903 ab	943 ab	71 a	3/104
80	1104 a	1135 ab	82 a	8/108
100	1251 a	1392 a	89 a	1/101
Intact	1266	1263	69	0/95

^zNumber of shoots were counted on May 16, 2003.

^yDead shoots, counted on May 16, 2003, were those grown in 2002 but found dead in 2003.

^xMean separation within columns by LSD test at 5%.

Table 5. Effect of different degrees of fruit thinning on Sept. 7, 2002 in 80%-defoliated trees on leaf growth in 2003.

Thinning (%)	Leaves (No./tree)	Leaf area (cm ² /leaf)	SLW (mg · cm ⁻²)	Total DW (g/tree)
0	207 b ^z	35.8 b	10.82 a	53 c
60	449 a	59.7 a	10.33 a	142 b
80	516 a	46.0 a	10.58 a	149 b
100	622 a	51.4 a	10.40 a	208 a
Intact	550	54.9	10.64	179

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

처리 이듬해 2003년 대조구의 착과율, 주당 화퇴수, 과실 건물중은 대조구에서 유의적으로 낮게 나타났으나 적과 비율이 높아질수록 증가하는 경향이였다(Table 6). 그러나 적과구들간에는 유의적인 차이가 발견되지 않았고 적과 비율이 60%를 초과할 때 총 과실 건물중이 무처리수 수준으로 증가하는 것으로 나타났다. 착과율은 적과구들 간에서는 일정한 경향을 찾기 어려웠다.

Table 7은 전년도 적엽과 적과 정도에 따른 이듬해 과실 특성을 나타낸 것이다. 80% 적엽 후 적과를 하지 않았던 대조구는 과실수 부족으로 성적에 포함시키지 않았다. 과중, 당도, 경도 등의 과실 특성은 전년도 적과 정도에 따른 일정한 경향이 없었으나 당도는 전년도 적과 비율의 증가에 따라 높아지는 경향이였다. 색도는 80% 적과구보다 60% 적과구에서 유의적으로 낮았다. 무처리수의 과실은 100% 적과구 과실보다 당도와 경도가 높은 것이 특이하였다.

이상의 결과로부터 조기 잎 손실이 과실 품질을 감소시킬 뿐만 아니라 저장양분 축적에도 큰 손실을 가져옴을 알 수 있었다. 뿌리가 감나무의 주된 탄수화물 저장장소로서 지상부보다 뿌리에서 적엽에 의한 탄수화물 감소가 더 심하며, 적과에 의한 증가 정도도 뿌리에서 더 현저한 것으로 나타났다.

Table 6. Effect of different degrees of fruit thinning on Sept. 7, 2002 in 80%-defoliated trees on number of flower buds, fruit set, and fruit dry weight in 2003.

Thinning (%)	Flower buds ^z (No./tree)	Fruit set ^y (No. fruit/bud)	Fruit DW ^x (g/tree)
0	18.0 b ^w	21/34	90 b
60	43.5 ab	111/130	669 a
80	67.8 a	118/158	671 a
100	72.5 a	142/175	822 a
Intact	51.5	119/143	784

^zNumber of flower buds were counted on May 16, 2003.

^yFruit set shows the number of fruits that set by July 14 out of number of flower buds.

^xFruits were harvested on Oct. 24, 2003.

^wMean separation within columns by LSD test at 5%.

저장 탄수화물의 감소는 겨울철 내한성(Kang과 Ko, 1976; Weiser, 1970)과 이듬해 수채생육(Hirata와 Kurooka, 1974; Kang과 Ko, 1976; Park, 2002b)을 감소시키는 것을 확인하였다. 결론적으로 나무가 잎 손실을 심하게 받았을 때 적과를 하여 남은 과실의 품질을 높일 뿐만 아니라 저장양분 축적을 도모하는 것이 매우 중요할 것으로 판단되었다.

4. 초 록

70L 용기에서 재배한 2년생 ‘부유’ 감나무를 대상으로 9월 7일에 총 잎 수의 80%를 적엽한 다음 0, 60, 80, 100%로 적과를 하였다. 엽과비는 0, 60, 80% 적과구에서 각각 4, 10, 20으로 바뀌었고, 적과 효과를 비교하기 위해 적엽을 하지 않은 무처리수에서는 20으로 유지되었다. 적엽 후 적과를 하지 않은 대조구는 과중, 당도가 유의적으로 낮았으나 60%와 80% 적과구에서는 과중과 당도가 유의적으로 증가하였다. 그러나 당도는 80% 적과로도 무처리수 수준에 이르지 못하였다. 과실의 80%를 적과하였을 때 지상부 목질과 뿌리에서 가용성당 함량이 대조구보다 1.5배 높았고 100% 적과했을 때는 지상부 목질에서 1.4배, 뿌리에서 2.2배가 높았다. 80% 적과로서 주당 총 가용성당 함량은 무처리수 수준으로 증가하였고, 전분 함량은 80%와 100% 적과에 의해 각각 1.7, 3배로 증가하였다. 전분 함량의 경우 80% 적과로 무처리수 수준으로 회복되었다. 이듬해에 대조구에서는 고사지가 많았으며, 신초생장과 착과도 나쁜 것으로 나타나 조기 잎 손실 감나무에서 적과가 매우 중요함을 알 수 있었다.

Table 7. Effect of different degrees of fruit thinning on Sept. 7, 2002 in 80%-defoliated trees on fruit characteristics on Oct. 24, 2003.

Thinning (%)	Fresh weight (g)	Color (Hunter <i>a</i>)	Soluble solids (°Bx)	Firmness (<i>N</i>)
0	-	-	-	-
60	178 a ^z	21.8 b	12.7 a	24.9 a
80	174 a	25.6 a	13.5 a	24.9 a
100	173 a	23.8 ab	13.7 a	23.7 a
Intact	176	24.3	14.4	28.1

^zMean separation within columns by LSD test at 5% level.

제7절 9월 상순 적엽과 적과가 단감 ‘부유’의 탄수화물 분배에 미치는 영향

1. 서 언

앞의 보고에서 언급한 바와 같이 초가을 태풍으로 인한 낙엽피해가 감 과원에서 심각한 문제가 되고 있다. 그 대책으로 낙엽 정도에 맞는 적과를 해 주는 것이 과실 품질과 저장양분 축적을 위해 중요하다고 보고 되었다. 본 연구에서는 9월 상순 완전 적엽구와 완전 적과구를 두어 잎과 과실이 부위별 탄수화물 분배 미치는 영향을 이해하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

시험재료로 용기에서 재배한 3년생 ‘부유’ 단감을 사용하였고, 이들 나무들은 7월 상순에 엽과비를 20으로 맞추었다. 시험처리는 9월 4일에 하였는데, 주구로 잎을 둔 것과 모두 제거한 처리, 세구로 과실을 그대로 둔 것과 모두 제거한 처리를 두었다. 시험구배치는 분할구배치 4반복으로 하였다. 11월 3일에 과실과 잎을 수확하여 과중, 색도(Hunter a), 경도, 당도를 조사하였고, 적엽을 하지 않은 나무에서는 잎 20개를 대상으로 엽록소 값(SPAD-502)을 측정하였다. 뿌리와 지상부 목질의 생장과 저장양분을 조사하기 위하여 처리 당일인 9월 4일에 4주를 채취하고, 과실 수확일인 11월 3일에 모든 나무를 채취하여 지상부는 신초, 1~2년생 가지, 주간으로, 뿌리는 직경을 기준으로 세균($\leq 2\text{mm}$), 중근($2.1\sim 10\text{mm}$), 대근($>10.1\text{mm}$)으로 나누었다. 분석을 위한 시료들은 80°C 에서 48시간 동안 말려서 Wiley mill로 분쇄한 다음 앞 시험에서 언급한 방법과 같이 가용성당, 전분을 분석하였다. 주당 탄수화물 함량은 건물중과 농도를 곱하여 구하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 적엽하지 않았을 때와 적엽하였을 때 과실을 둔 나무의 과실특성을 나타낸 것이다. 기존 결과(Choi 등, 2003; Park, 2002)와 마찬가지로 잎이 있는 나무에 비해 잎을 제거한 나무는 평균과중, 가용성당 및 전분 농도가 유의적으로 감소하였다. 그러나 잎이 없더라도 9월 4일 이후 과실 생장이 계속되고 가용성 당의 농도가 증가한 것으로 나타났다.

적엽을 하지 않은 나무에서 적과 후 과실 유무에 따른 잎 특성(Table 2)을 보면 엽록소는 과실이 있는 나무보다 없는 나무에서 더 많이 감소한 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 과실이 없을 때 잎의 활력이 빨리 감소했기 때문으로 판단된다(Giuliani 등, 1997). 반면 과실이 없는 적과구에서 잎의 건물중이 유의적으로 높았고, 가용성 당과 전분도 높은 경향을 나타내어 과실이 있을 때 잎의 동화산물이 타 기관으로 잘 이동됨을 시사하였다(Faust, 1989).

Table 1. Fruit characteristics of the 'Fuyu' trees with or without leaves.

Leaf	Fresh weight (g/fruit)	Color (Hunter a)	Soluble sugars (%)	Starch (%)
<i>Sept. 4</i>				
	114	4.5	50.6	7.2
<i>Nov. 3</i>				
Yes	234	33.2	70.0	8.0
No	192	30.9	64.9	6.2
Significance	**	NS	*	**

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

Table 2. Leaf characteristics of the 'Fuyu' trees with or without fruits.

Fruit	Chlorophyll (SPAD-502)	Dry weight (g/leaf)	Soluble sugars (%)	Starch (%)
<i>Sept. 4</i>				
	48.4	0.70	9.3	3.9
<i>Nov. 3</i>				
Yes	36.6	0.66	8.9	5.3
No	15.3	0.77	9.8	8.0
Significance	**	*	NS	NS

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

Table 3은 나무 당 과실, 잎, 지상부 목질부, 뿌리 등의 건물중을 나타낸 것이다. 과실 건물중은 9월 4일 221g에서 2개월 후 잎이 있는 나무에서 567g으로, 잎이 없는 나무에서 314g으로 증가하였고, 나무당 분배 비율도 23에서 각각 42, 39%로 증가하였다. 지상부 목질부는 과실과 달리 처리 후 변화가 크지 않았고, 유의적인 처리효과도 없었다. 반면 뿌리 건물중은 잎의 유무에 따른 유의적인 차이가 나타나 과실 유무보다 더 큰 영향을 받은 것으로 나타났다. 특히 적엽한 나무들에서는 뿌리 건물중이 처리 당시 325g에서 236g으로 오히려 감소하여 과실 건물중과 대조적이었다. 총 건물중은 잎과 과실의 유무에 따른 차이가 모두 유의하였다.

저장양분이 축적되는 영구기관인 부위별 건물중은 Table 4와 같다. 신초, 1~2년생 가지, 주간 등의 지상부보다 세근, 중근, 대근 등의 지하부에서 잎의 유무가 과실 유무보다 더 큰 처리효과가 나타났고, 뿌리 중에서 세근 건물중이 적엽 후 99.2g에서 68.2g으로 크게 감소하여 변화가 가장 뚜렷하였다.

Table 3. Effect of defoliation combined with defruiting in early September on dry weight of different parts of 'Fuyu' tree.

Treatment		Dry weight (g/tree)				
Leaf	Fruit	Fruit	Leaf	Aerial wood	Root	Total
<i>Sept. 4</i>						
		221 (23)	183 (19)	266 (27)	300 (30)	971 (100)
<i>Nov. 3</i>						
Yes	Yes	567 (42)	167 (12)	276 (21)	334 (25)	1,345 (100)
	No	-	187 (23)	288 (35)	347 (42)	822 (100)
No	Yes	314 (39)	-	257 (32)	236 (29)	822 (100)
	No	-	-	269 (48)	288 (52)	557 (100)
Leaf (L)		**	-	NS	**	**
Fruit (F)		-	NS	NS	NS	**
L×F		-	-	NS	NS	*

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

Numbers in parenthesis are partitioning ratios.

지상부와 지하부 각 부위에서 잎이 없거나 과실이 있을 때 유의하게 가용성당 농도가 낮은 것으로 나타났다(Table 5). 잎과 과실이 모두 있는 정상 나무에서 가용성당 농도는 9월 4일 이후 지상부 목질에서는 증가하지만 지하부에서는 증가가 작거나 감소하는 것으로 나타났다. 예를 들면 신초에서 6.3%에서 9.8%으로 증가했지만 세근에서는 18.7%에서 13.5%으로 감소하였다. 과실 유무에 따른 영향은 잎이 있는 나무보다 없는 나무에서 커, 제과를 했을 때 각 부위 가용성당 농도가 현저히 증가하는 것을 볼 수 있었다.

전분 농도는 9월 4일 처리 후 정상 나무에서 지상부에서는 증가하고, 지하부에서는 감소하였는데, 이는 뿌리의 전분이 가용성당으로 해리하여 뿌리에서 지상부로 이동되었기 때문(Fernandez와 Pritts, 1996; Wardlaw, 1968)으로 생각된다. 가용성당 농도와 마찬가지로 잎 또는 과실 유무에 따른 차이가 유의하게 나타났는데 과실보다는 잎의 유무에 따른 차이가 더 큰 경향이였다.

Table 4. Effect of defoliation combined with defruiting in early September on dry weight in different parts of permanent organs.

Treatment		Dry weight (g/tree)					
		Aerial woods			Roots		
Leaf	Fruit	Shoot	1- to 2-yr-old	Trunk	Fine	Medium	Large
		<i>Sept. 4</i>					
		55.3	117.2	93.7	99.2	92.6	110.7
		<i>Nov. 3</i>					
Yes	Yes	67.5	115.7	93.2	96.0	108.9	129.4
	No	73.2	124.6	90.4	98.4	117.9	130.9
No	Yes	58.8	115.7	82.7	68.2	70.6	96.8
	No	64.9	113.0	90.8	83.2	84.8	119.8
Leaf (L)		NS	NS	NS	**	**	**
Fruit (F)		NS	NS	NS	NS	NS	NS
L×F		NS	NS	NS	NS	NS	NS

NS, *, ** Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

Table 5. Effect of defoliation combined with defruiting in early September on soluble sugar concentration in different parts of permanent part.

Treatment		Soluble sugar concentration (%)					
		Aerial woods			Roots		
Leaf	Fruit	Shoot	1- to 2-yr-old	Trunk	Fine	Medium	Large
<i>Sept. 4</i>							
		6.3	6.1	5.9	18.7	12.1	10.2
<i>Nov. 3</i>							
Yes	Yes	9.8	7.7	8.8	13.5	9.6	10.5
	No	9.7	8.5	8.7	19.4	11.6	10.3
No	Yes	4.1	3.8	3.0	5.0	5.6	3.1
	No	8.4	6.7	6.8	11.4	9.0	7.5
	Leaf (L)	**	**	**	**	**	**
	Fruit (F)	**	**	**	**	**	*
	L×F	**	*	**	NS	NS	*

NS, *, ** Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

Table 6. Effect of defoliation combined with defruiting in early September on starch concentration in different parts of permanent part.

Treatment		Starch concentration (%)					
		Aerial woods			Roots		
Leaf	Fruit	Shoot	1- to 2-yr-old	Trunk	Fine	Medium	Large
<i>Sept. 4</i>							
		2.7	3.1	3.7	5.5	13.2	9.0
<i>Nov. 3</i>							
Yes	Yes	4.7	4.4	4.9	4.6	11.6	5.4
	No	6.0	6.6	7.3	8.4	17.7	9.7
No	Yes	1.3	1.2	1.2	2.6	2.1	1.1
	No	3.2	3.0	3.4	3.8	8.6	2.9
	Leaf (L)	**	**	**	**	**	**
	Fruit (F)	**	**	**	**	**	**
	L×F	NS	NS	NS	*	NS	NS

NS, *, ** Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

수체 각 부위의 건물중과 농도를 곱하여 탄수화물 함량을 구하였는데, 먼저 처리 후 부위별 가용성당 함량 변화를 보면(Table 7) 잎과 과실이 있는 정상 나무의 과실에서 9월 4일 112.4g에서 397.4g으로 3배 이상 증가하였고, 다음으로 지상부 목질에서 많이 증가하였다. 반면 잎과 뿌리에서는 감소하였는데 뿌리 부위의 감소가 특히 심하였다. 따라서 가용성당 함량의 분배는 9월 4일 과실에서 59%인 것이 11월 3일에 84%로 증가하였고, 뿌리는 23%이던 것이 8%로 감소하여 대조를 이루었다. 이는 과실의 수용부위 활력이 다른 기관보다 높아(Faust, 1989) 성숙하면서 동화산물을 상대적으로 더 많이 공급받았기 때문으로 생각된다.

다음으로 처리효과를 보면 잎 또는 과실 유무에 따른 가용성당 함량이 있을 제외한 모든 부위에서 유의적인 차이가 있음을 알 수 있다. 특이한 것은 잎이 없고 과실만 있는 나무에서 과실의 가용성당 함량이 처리 후 2개월간 112.4g에서 203.4g으로 증가된 것을 볼 수 있는데 이 또한 상대적으로 높은 과실의 수용부위 활력 때문으로 이해된다. 그리하여 이들 직접한 나무의 가용성당 분배는 과실에서 91%를 차지한 반면, 지상부 목질과 뿌리에서는 처리 후 감소하여 각각 4%와 5%에 불과하였다.

Table 7. Effect of defoliation combined with defruiting in early September on soluble sugar content in different parts of the tree.

Treatment		Soluble sugars (g/tree)				
Leaf	Fruit	Fruit	Leaf	Aerial wood	Root	Total
<i>Sept. 4</i>						
		112.4 (59)	16.9 (9)	17.3 (9)	43.5 (23)	190.1 (100)
<i>Nov. 3</i>						
Yes	Yes	397.4 (84)	14.9 (3)	23.7 (5)	37.2 (8)	473.2 (100)
	No	-	18.5 (20)	25.7 (28)	46.1 (51)	90.3 (100)
No	Yes	203.4 (91)	-	9.4 (4)	10.6 (5)	223.4 (100)
	No	-	-	19.1 (42)	26.4 (58)	45.6 (100)
Leaf (L)		**	-	**	**	**
Fruit (F)		-	NS	*	**	**
L×F		-	-	NS	NS	**

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

Numbers in parenthesis are partitioning ratios.

제과에 따른 처리효과는 지상부 목질과 뿌리의 가용성당 함량의 분배 비율에서 나타난 바와 같이 잎이 있을 때보다 없을 때 더 크고, 지상부 목질보다 뿌리에서 큰 것을 알 수 있다. 잎이 있는 나무에서 제과했을 때 뿌리의 가용성당이 37.2g에서 46.1g으로 증가한데 반해 잎이 없는 나무에서는 10.6g에서 26.4g으로 더 많이 증가한 것을 한 예로 들 수 있다.

전분 함량의 경우(Table 8) 9월 4일에 정상 나무에서 뿌리부가 총 함량의 48%를 차지하고 다음으로 과실이 26%를 차지하였으나 2개월 후에는 과실 전분이 15.9에서 45.2g으로 증가하여 분배비율은 과실이 51%, 뿌리는 28%로 감소하였다. 또한 잎이 없을 때에도 과실의 전분은 15.9g에서 19.4g으로 증가하여 과실이 총량의 72%를 차지한 반면, 지상부 목질은 9.2에서 3.1g, 뿌리는 29.8에서 4.3g으로 급격한 감소를 하여 각각 12, 16%에 머물렀다. 이는 가용성당 함량의 경우와 마찬가지로 과실의 높은 수용부위 활력 때문으로 생각된다. 지상부 목질과 뿌리의 전분 감소는 지상부의 증가된 가용성당 함량에서 나타난 바와 같이 전분이 해리 후 지상부로 이동하여 과실에 이용되고 일부는 호흡으로 소모된 결과(Fernandez와 Pritts, 1996; Wright, 1989)로 추측된다.

Table 8. Effect of defoliation combined with defruiting in early September on starch content in different parts of the tree.

Treatment		Starch (g/tree)				
Leaf	Fruit	Fruit	Leaf	Aerial wood	Root	Total
<i>Sept. 4</i>						
		15.9 (26)	7.1 (11)	9.2 (15)	29.8 (48)	62.0 (100)
<i>Nov. 3</i>						
Yes	Yes	45.2 (51)	5.3 (6)	12.9 (15)	24.5 (28)	87.9 (100)
	No	-	8.0 (12)	19.2 (28)	42.3 (61)	69.5 (100)
No	Yes	19.4 (72)	-	3.1 (12)	4.3 (16)	26.8 (100)
	No	-	-	8.6 (38)	14.2 (62)	22.8 (100)
	Leaf (L)	**	-	**	**	**
	Fruit (F)	-	NS	**	**	NS
	L×F	-	-	NS	NS	NS

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

Numbers in parenthesis are partitioning ratios.

잎의 유무에 따른 효과가 모든 부위와 총 전분 함량에서 나타나는데 반해 과실 유무의 효과는 총 함량에서는 나타나지 않아 가용성당 함량과 마찬가지로 과실보다 잎의 영향이 더 큼을 알 수 있다. 제과에 따른 저장기관의 전분 분배 비율 증가는 역시 잎이 없는 나무에서 뚜렷하였다. 즉 잎이 없을 때 제과하지 않은 나무는 지상부 목질과 뿌리가 각각 총 전분 함량의 12, 16%를 차지하는데 반해 제과한 것은 38, 62%로 증가하여 잎이 있을 때 제과한 나무보다 높았다.

가용성당과 전분 함량을 종합해 보면, 적과가 탄수화물 축적에 미치는 영향은 잎 손실이 심한 나무일 수록, 또 뿌리와 같이 탄수화물 스트레스를 받기 쉬운 부위일 수록 뚜렷하게 나타났다. 요약하면 9월 상순의 적엽은 감나무의 탄수화물 축적을 유의적으로 감소시키는 데 감소 정도는 뿌리에서 가장 심하며 과실에서 가장 작았다. 반면 제과는 저장기관 특히 뿌리로 분배되는 탄수화물을 증가시켰으며 그러한 효과는 잎이 있는 나무보다 잎이 없는 나무에서 더 컸다.

4. 초 록

9월 상순 완전 적엽구와 완전 제과구를 두어 잎과 과실이 부위별 탄수화물분배에 미치는 영향을 이해하고자 본 연구를 수행하였다. 9월 4일에 70L 용기에서 재배한 3년생 '부유' 감나무를 100% 적엽한 구와 적엽하지 않은 구로 나누고 완전히 제과하거나 그대로 두는 처리를 한 후 11월 3일에 나무를 채취하여 부위별 탄수화물을 분석하였다. 적엽을 하지 않은 나무에 비해 적엽한 나무의 과실, 지상부 목질부 및 뿌리는 가용성당 함량이 각각 49, 60, 72%, 전분이 각각 57, 76, 82% 적은 것으로 나타났다. 제과를 했을 때 지상부 목질부와 뿌리의 가용성당 함량은 적엽을 하지 않은 나무에서는 각각 8, 24%가 증가했지만 완전히 적엽된 나무에서는 각각 103, 149%로 더 많이 증가하였다. 제과로 증가되는 지상부 목질부와 뿌리의 전분 함량은 적엽하지 않은 나무에서는 각각 49, 73%였으나 적엽한 나무에서는 각각 177, 230%에 달하였다. 본 연구의 결과 적엽은 특히 뿌리의 탄수화물을 현저히 감소시키고, 착과 유무가 탄수화물 축적에 미치는 이 같은 영향은 적엽된 나무에서 훨씬 큰 것을 알 수 있었다.

제8절 환상박피 시기가 ‘서촌조생’ 단감의 과실 특성, 수체 생육과 저장양분 축적에 미치는 영향

1. 서 언

추석명절은 우리나라에서 과실 소비가 가장 많은 시기 중의 하나로 단감의 경우 조생종인 서촌조생이 주로 출하된다. 남부지방에서 충분히 성숙한 서촌조생 감을 수확하기 위해서는 9월 하순~10월 상순이 되어야 하지만 추석이 그 이전에 빨리 드는 해에는 미숙과를 출하할 수밖에 없다. 이러한 미숙과 출하는 상품 가격을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 단감 맛에 대한 소비자들의 인식을 나쁘게 하여 만생종의 소비까지 위축시킬 수 있다. 서촌조생 단감의 숙기를 촉진하는 방법으로 ethephon(Kim 등, 1999) 또는 ethychlozate(Chijiwa 등, 2003)와 같은 생장조절제 처리가 연구되었으나, 효과가 일정하지 않거나 연화과 발생이 문제되어 이용이 많지 않다. 현재 농가에서 많이 활용하고 있는 기술로서 환상박피는 숙기 촉진, 과중 증가 등의 효과가 있는 반면 지나친 수세약화를 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 처리 시기와 정도 등에 대한 기술체계가 확립되어 있지 않고 서촌조생 단감을 대상으로 한 구체적인 연구 결과도 찾기 어려운 실정이다. 환상박피를 하면 과실에 동화산물의 공급이 많아지므로 대부분 성숙이 빨라진다고 한다(Agusti 등, 1998; Day와 Dejong, 1990; Kim과 Chung, 2000; Mebelo 등, 1998; Noel, 1970). 그러나 나무의 영양생장은 적어지고(Arakawa 등, 1997; Fumuro, 1997, 1998; Ido와 Proctor, 1994) 지상부에서 만들어진 광합성 산물의 지하부 이동이 차단되어 뿌리 생장이 나쁠 수 있는 것으로 보고되었다(Fumuro, 1997). 본 시험은 환상박피 시기가 서촌조생 단감의 과실품질 및 수체에 미치는 영향을 조사하여 효과적인 환상박피 기술을 확립하는데 기초자료를 제공코자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

60L 용기에서 재배한 4~5년생 ‘서촌조생’(*Diospyros kaki* Thunb.) 단감을 대상으로 2004년부터 2005년까지 본 연구를 수행하였다. 2004년 6월 3일 시험수들의 박피부 주간 직경은 약 3cm였는데, 6월 3일(개화 후 10일째), 8월 3일, 9월 3일에 접목부로부터 12cm 상단 주간에 접도로 3mm 폭의 환상박피를 하였고, 처리를 하지 않은 나무들은 대조구로 두었다. 환상박피한 나무들에서는 해충의 침입을 차단하기 위하여 처리 직후에 폭 5cm의 비닐테이프를 박피부에 감았다. 시험구는 반복당 1주를 공

시하여 완전입의배치 8반복으로 배치하였다. 생리적 낙과가 끝난 7월 상순에 엽과비 15 정도가 되도록 적과를 하였으며 8월에 모든 시험수에 대하여 단감용 복합비료 (N-P-K : 13-10-10)를 주당 20g씩 2회 사용하였다.

2004년 9월 21일에 모든 과실을 수확하였다. 과실수와 총무게를 조사하여 평균과중을 구하고 전체 과실을 대상으로 당도와 색도를 측정하였다. 당도는 굴절당도계 (N1, Atago Co., Japan), 색도는 칼라차트(일본 농림성)를 사용하여 조사하였다. 10월 19일에는 주당 20개씩 잎을 채취하여 엽록소측정기(SPAD-502, Minolta Co., Japan)로 엽록소 값을 구하고, 엽면적계(AAM-8, Hayashi Denkoh Co., Japan)로 엽면적을 측정한 후 80℃에서 48시간 건조시켜 분석 시료로 사용하였다. 환상박피가 수채생장과 저장양분 축적에 미치는 영향을 조사하기 위하여 10월 28일에 처리별로 4주씩을 굴취하여, 지상부는 신초, 1~3년생 가지, 주간으로, 뿌리는 직경을 기준으로 세균 (<2mm), 중근($\geq 2\text{mm}$, <1cm), 대근($\geq 1\text{cm}$)으로 나누어 80℃에서 48시간 건조시켜 분석 시료로 사용하였다. 분석을 위해 건조시킨 시료들은 분쇄 후 Anthrone 반응 (McCready 등, 1950)으로 당과 전분을 분석하였다. 무기원소로 전질소는 Kjeldahl 법, 인산은 vanadate 반응으로 측정하였으며, 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 원자흡광장치로 측정하였다.

2005년에도 2004년 처리한 나무한 나무들을 대상으로 같은 시기에 4주씩 환상박피를 하였는데, 전년도 박피부로부터 약 2cm 상단 주간에 동일한 방법으로 하였다. 시험수들은 7월 상순에 엽과비가 20이 되도록 적과를 하였고, 7월부터 8월까지 단감용 복합비료(N-P-K : 13-10-10)를 주당 30g씩 3회 사용하였다. 9월 12일에 과실을 전부 수확하여 2004년과 같은 방법으로 수량과 평균과중, 당도, 색도를 측정하였고, 잎은 나무당 15개씩 채취하여 전년과 같은 방법으로 생육 상태를 조사하였다. 낙엽 후인 11월 17일에 모든 시험수를 굴취하여 지상부와 지하부를 각각 3부위로 나누어 건물중을 측정하였다. 2년간의 시험성적은 SAS 프로그램(Ver. 8.01. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., 1999~2000)을 이용하여 최소유의차검정(LSD)으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 박피 부위 유합 상태

2004년과 2005년에 각각 시기별로 환상박피 처리한 부위의 유합(Fig. 1)이 80% 이상 되기까지는 30~45일이 걸렸으며, 9월 3일 처리구의 유합이 가장 느린 것으로 나타났다. 2004년 10월 28일에 6월 3일 처리구의 환상 박피부는 유합이 완전하게 되었

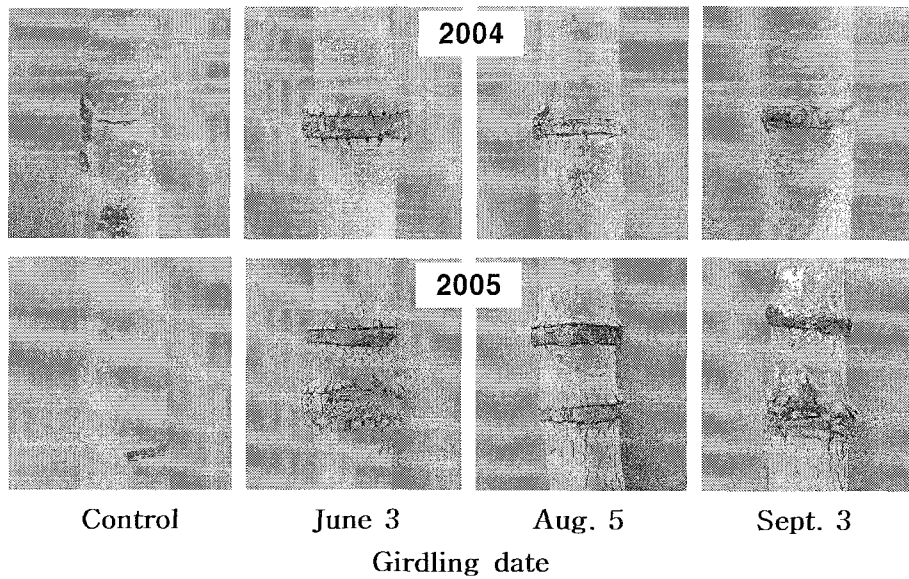


Fig. 1. Trunk parts girdled at different dates in 2004 and 2005. They were photographed on Oct. 28, 2004 and Nov. 17, 2005.

으나 불룩하게 돌출이 심한 반면 9월 3일 처리구는 유합면의 돌출이 없고 유합이 완전하지 않은 부분도 있었다.

이듬해 같은 나무에 동일한 처리를 한 후 11월 17일 찍은 사진을 보면 6월 3일 처리구의 박피부 돌출이 전년처럼 심하지 않았고 8월 3일과 9월 3일 처리구는 전년과 비슷한 양상이었다. 한편 2004년에 박피한 부분의 2005년 모습에서 유합 부위가 6월 상순 처리구에서 크게 비대 되어 있고, 9월 3일 처리구에서는 전년 유합 조직 일부가 죽어 틈이 발생한 것이 보였다. 6월 3일 처리구의 유합부 형태가 전년과 다른 것은 나무 세력 또는 재배조건의 영향으로 생각된다. 9월 3일 처리구의 전년도 유합 조직에 틈이 생긴 것은 겨울철 동해 때문이었다.

나. 2004년 특성 조사

1) 과실 특성

Table 1은 2004년 시기별 환상박피 처리가 과실 특성에 미친 영향을 나타낸 것이다. 평균과중은 6월 3일 처리구가 189g으로 대조구보다 28g이 커 유의적인 차이를 나타냈다. 8월 3일과 9월 3일 처리구도 대조구보다 과중이 컸으나 유의적인 수준은

아니었다. 환상박피로 인해 착색이 좋아진 경향을 보였는데 6월 3일 처리구에서 가장 현저하였고 다음으로 8월 3일 처리구였다. 이와 같이 환상박피한 나무의 과실 크기가 증가하고(Byun 등, 1997; Kim과 Chung, 2000; Mebelo 등, 1998) 착색이 향상된 것(Agusti 등, 1998; Day와 Dejong, 1990; Noel, 1970)은 기존 연구결과와 유사한 것으로 과실에 동화산물의 공급이 많아졌기 때문으로 판단된다.

따라서 '서촌조생'을 일찍 수확해야 하는 경우에 과실 크기와 색도 면에서 환상박피가 효과적이고, 처리 시기가 빠를수록 유리함을 알 수 있다. 그러나 당도(가용성고형물)는 6월 3일 처리구가 13.5°Bx로 대조구 14.4°Bx보다 낮은 반면, 8월 3일 처리구는 대조구와 차이가 없고 9월 3일 처리구는 15.5°Bx로 유의적으로 높게 나타나 처리 시기에 따른 효과가 크거나 색도와 달랐다. 환상박피 후 성숙이 촉진되어 당도가 높아진 선행 연구 결과들(Arakawa 등, 1997; Kim과 Chung, 2000)을 고려하면, 6월 3일 처리구와 같이 당도가 낮은 원인에 대해서는 정밀한 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Table 1. Effect of girdling date on fruit characteristic of 'Nishimurawase' persimmon on Sept. 21 in 2004.

Girdling date	Average wt (g)	Color (Color chart)	Soluble solids (°Bx)
Control	160 b ^z	4.7 b	14.4 b
June 3	189 a	5.9 a	13.5 c
Aug. 3	166 b	5.1 b	14.4 b
Sept. 3	175 ab	4.8 b	15.5 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

2) 잎 생육

잎의 노화가 진행 중인 10월 19일의 엽록소 값(SPAD-502)을 보면(Table 2), 환상박피가 잎의 노화를 촉진하지 않았음을 짐작할 수 있다. 엽록소 값은 환상박피 시기가 늦을수록 높은 경향을 보였는데, 9월 3일 처리구의 경우 35.2로서 대조구의 29.7과 유의적인 차이가 있었다(Table 2).

Table 2. Effect of girdling date on leaf chlorophyll value and specific leaf weight (SLW) of 'Nishimurawase' persimmon on Oct. 19 in 2004.

Girdling date	Chlorophyll (SPAD-502)	SLW (mg·cm ⁻²)
Control	29.7 b ^z	10.5 b
June 3	30.0 b	10.2 b
Aug. 3	31.0 ab	10.6 b
Sept. 3	35.2 a	12.0 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

비엽중도 9월 3일 처리구가 가장 높은 것으로 나타났다. 9월 3일 처리구의 비엽중이 유의적으로 높은 것은 전분 축적이 많은 것(Table 3)과 관련 있을 것으로 생각된다. 잎의 탄수화물과 무기원소를 분석해 본 결과, 가용성당 농도는 처리 시기에 따른 차이가 없었으나, 전분은 9월 3일 처리구에서 유의적으로 높게 나타난 점이 특징이었다(Table 3). 9월 3일 처리구의 높은 전분 농도는, 박피부의 유합 시기가 늦어 동화산물의 지하부 이동이 적고 잎 내 축적은 많았기 때문으로 추측된다. Day와 DeJong(1990)은 환상박피를 한 승도복숭아 나무 잎의 무기원소 감소를 보고한 바 있는데, 본 시험에서는 6월 3일 처리구에서 인산, 칼륨, 칼슘이 유의적인 감소를 보인 것을 제외하면 다른 처리구들에서는 뚜렷한 감소를 발견할 수 없었다.

Table 3. Effect of girdling date on concentration of carbohydrates and inorganic elements in leaves of 'Nishimurawase' persimmon on Oct. 19 in 2004.

Girdling date	Soluble sugars (%, DW)	Starch (%, DW)	N	P	K	Ca	Mg
Control	12.7 a ^z	7.2 b	0.74 a	0.13 a	1.73 a	1.01 a	0.20 a
June 3	13.3 a	5.8 b	0.85 a	0.11 c	1.34 b	0.77 b	0.16 a
Aug. 3	13.4 a	6.9 b	0.79 a	0.12 bc	1.51 ab	0.99 ab	0.20 a
Sept. 3	12.7 a	10.1 a	0.83 a	0.13 a	1.64 a	0.96 ab	0.19 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

3) 영구기관의 건물중

Table 4는 2004년 수체생장이 거의 완료된 시기에 채취한 시험수의 건물중을 나타낸 것이다. 지상부의 건물중은 유의적인 수준은 아니지만 박피구들이 작은 경향이었고, 6월 3일 처리구가 가장 작았다. 반면 뿌리에서는 세근의 건물중이 대조구가 194g 인데 반해 6월 3일 처리구는 58g으로 가장 작고, 8월 3일과 9월 3일 처리구도 각각 122, 131g에 불과하여 현저한 차이를 나타냈다. 중근과 대근 건물중도 처리시기는 다르지만 모든 환상박피구들에서 뚜렷하게 작았다. 그 결과 총 뿌리 건물중은 대조구에서 873g이었으나 처리 시기가 가장 빠른 6월 3일 처리구에서는 515g으로 가장 작게 나타났고, 다음으로 9월 3일, 8월 3일 처리구 순이었다.

환상박피구들의 뿌리 건물중이 작은 것은 환상박피로 인해 지상부에서 만들어진 동화양분의 지하부 이동이 줄어 뿌리생장이 감소했기 때문(Fumuro, 1997)으로 판단된다. 6월 3일 환상박피구는 뿌리 생장이 왕성해 지는 시기에 처리가 이루어 졌고, 유합 기간이 한 달 정도 되었기 때문에 뿌리생장이 심하게 감소될 수 있었을 것이다. 9월 3일 환상박피구도 뿌리의 후기생장이 이루어지기 시작할 무렵에 처리가 이루어진데다 유합이 느리게 진행되었으므로 뿌리 생장에 큰 영향을 주었을 것이다. Choi 등(2005b)은 감나무 적엽 실험에서 뿌리 중 세근의 성장 감소가 가장 심하다고 하였는데, 본 시험에서도 세근이 탄수화물 스트레스에 가장 민감하다는 것을 확인할 수 있었다. 뿌리 성장 감소는 뿌리에서 흡수되는 무기원소(Fumuro, 1998) 및 뿌리에서 생성되는 시토키닌과 지베렐린과 같은 성장조절물질의 지상부 이동을 감소시켜(Cutting과 Lyne, 1993; Grierson 등, 1982) 지상부 성장에도 어느 정도 영향을 준 것으로 판단된다.

Table 4. Effect of girdling date on dry weight of permanent parts of a tree on Oct. 28 in 2004.

Girdling date	Aerial woods (g/tree)				Roots (g/tree)			
	Shoot	1- to 3-yr-old	Trunk	Total	Fine	Medium	Large	Total
Control	67 a ^z	240 a	215 a	522 a	194 a	366 a	313 a	873 a
June 3	58 a	193 a	180 a	431 a	58 c	231 a	226 b	515 b
Aug. 3	65 a	196 a	198 a	459 a	122 b	285 a	240 ab	647 ab
Sept. 3	69 a	196 a	198 a	463 a	131 b	203 a	222 b	556 b

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

4) 영구기관의 탄수화물

환상박피 시기에 따른 수체 내 가용성당 함량의 차이는 지상부 목질부에서는 뚜렷하지 않은 반면 뿌리에서 유의적인 수준으로 나타났다(Table 5). 세근의 가용성당 함량은 모든 환상박피 처리구에서 유의적으로 낮았는데, 특히 6월 3일 처리구는 9.4g으로 대조구 33.5g에 비해 3배 이상의 큰 차이를 보였다. 8월 3일과 9월 3일 처리구는 각각 20.2, 19.2g으로 6월 3일 처리구에 비하면 감소가 심하지 않았다. 대근의 경우 9월 3일 처리구의 가용성당 함량이 25.5g으로 대조구의 38.3g과 유의적인 차이를 보이며 가장 낮았다. 뿌리의 총 가용성당 함량은 모든 환상박피구들에서 낮은 경향으로 나타났으나 통계적인 차이는 9월 3일 처리구에서만 찾을 수 있었다.

전분 함량도 가용성당과 마찬가지로 지상부 목질보다 뿌리에서 환상박피에 따른 감소가 더 큰 것으로 나타났다. 신초의 전분 함량이 대조구에서 3.5g일 때 6월 3일 처리구에서 2.7g으로 가장 낮고 9월 3일 처리구에서는 4.0g으로 가장 높아 유의적인 차이를 보인 것을 제외하면 지상부에서 전분의 두드러진 차이는 없었다. 뿌리의 경우 세근에서 모든 환상박피 처리구의 전분 함량이 유의적으로 낮았는데 6월 3일 처리구가 가장 심하였다. 6월 3일 처리구는 4.1g으로 대조구 12.9g에 비해 약 3배의 차이가 있었다. 중근과 대근에서도 환상박피구들의 전분 함량이 낮은 경향으로 나타났는데 8월 3일 처리구보다 6월 3일과 9월 3일 처리구에서 더 낮았다. 뿌리의 총 전분 함량은 대조구에서 106.9g이었으나 6월 3일과 9월 3일 처리구에서 각각 59.6, 61.4g으로 유의적으로 낮았다. 그러나 8월 3일 처리구에서는 90g으로 대조구와 큰 차이를 보이지 않았다.

환상박피구들에서 탄수화물이 지상부 목질보다 뿌리에서 적었던 것은 수피를 통한 동화양분의 지하부 이동이 억제(Fumuro, 1997; Noel, 1970)되어 뿌리 성장 감소와 함께 탄수화물 축적도 줄었기 때문으로 생각된다. 환상박피 시기에 따른 뿌리의 탄수화물 감소 정도는 건물중의 경우와 같이 6월 3일과 9월 3일 처리구에서 심하였는데, 이러한 저장 탄수화물 감소가 이듬해 수체생장에 영향을 줄 수 있을 것이다.

Table 5. Effect of girdling date on carbohydrate content in permanent parts of a tree on Oct. 28 in 2004.

Girdling date	Aerial woods (g/tree)				Roots (g/tree)			
	Shoot	1- to 3-yr-old	Trunk	Total	Fine	Medium	Large	Total
<i>Soluble sugars</i>								
Control	7.6 a ^z	21.9 a	21.3 a	50.8 a	33.5 a	40.3 a	38.3 a	112.1 a
June 3	6.3 a	19.9 a	18.7 a	44.9 a	9.4 c	35.9 a	38.2 a	83.4 ab
Aug. 3	7.2 a	19.4 a	19.4 a	46.0 a	20.2 b	40.0 a	35.7 ab	95.9 ab
Sept. 3	7.5 a	17.3 a	21.1 a	45.9 a	19.2 b	23.2 a	25.5 b	67.9 b
<i>Starch</i>								
Control	3.5 ab	11.2 a	12.8 a	27.5 a	12.9 a	69.6 a	24.4 a	106.9 a
June 3	2.7 b	8.4 a	10.7 a	21.8 a	4.1 c	37.2 b	18.3 a	59.6 b
Aug. 3	3.3 ab	9.3 a	11.3 a	23.9 a	8.6 b	56.8 ab	24.6 a	90.0 ab
Sept. 3	4.0 a	9.4 a	12.1 a	25.5 a	10.0 b	35.2 b	16.2 a	61.4 b

^zMean separation within columns of soluble sugars and starch by LSD test at 5%.

5) 영구기관의 무기원소

지상부 목질의 무기원소 중 질소 함량은 대조구와 6월 3일 처리구의 신초와 주간에서 유의적으로 낮게 나타났으나 다른 원소들은 환상박피에 따른 차이가 뚜렷하지 않았다(Table 6). 그러나 뿌리의 경우 환상박피들의 모든 무기원소 함량이 낮은 경향을 보였다. 그러한 경향은 세근에서 현저하였는데, 6월 3일 처리구의 세근에서는 모든 무기원소의 감소가 유의적인 수준이었다. 마그네슘 함량은 9월 3일 처리구의 중근과 대근에서도 낮은 것으로 나타났다. 감나무에서 시기별 무기성분의 흡수량이 뿌리 성장량과 유사하다는 점으로 미루어 볼 때 뿌리의 성장 감소가 무기원소 흡수를 나쁘게 하였음을 알 수 있다.

Table 6. Effect of girdling date on content of inorganic elements in permanent parts of a tree on Oct. 28 in 2004.

Girdling date	Aerial woods				Roots			
	Shoot	1- to 3-yr-old	Trunk	Total	Fine	Medium	Large	Total
<i>N</i>								
Control	0.37 b ^z	1.07 a	0.64 b	2.08 a	1.44 a	1.27 a	1.05 a	3.76 a
June 3	0.38 ab	0.91 a	0.65 b	1.94 a	0.50 c	1.14 a	1.13 a	2.78 b
Aug. 3	0.39 ab	0.85 a	0.67 ab	1.91 a	0.97 b	1.21 a	1.02 a	3.20 ab
Sept. 3	0.48 a	0.94 a	0.85 a	2.27 a	1.02 b	0.89 a	0.93 a	2.84 b
<i>P</i>								
Control	0.13 ab	0.35 a	0.27 a	0.75 a	0.66 a	0.72 a	0.50 a	1.87 a
June 3	0.12 b	0.34 a	0.27 a	0.73 a	0.14 c	0.53 a	0.41 a	1.08 b
Aug. 3	0.14 ab	0.37 a	0.34 a	0.85 a	0.35 bc	0.68 a	0.34 a	1.37 b
Sept. 3	0.15 a	0.36 a	0.30 a	0.80 a	0.38 b	0.41 a	0.37 a	1.16 b
<i>K</i>								
Control	0.60 a	1.18 a	0.83 a	2.60 a	1.90 a	1.49 a	1.33 a	4.71 a
June 3	0.52 a	0.95 a	0.76 a	2.23 a	0.52 c	0.87 a	0.90 a	2.29 b
Aug. 3	0.58 a	0.95 a	0.87 a	2.40 a	1.05 b	1.31 a	1.05 a	3.41 b
Sept. 3	0.54 a	0.89 a	0.78 a	2.20 a	1.35 b	0.89 a	0.92 a	3.16 b
<i>Ca</i>								
Control	0.62 a	1.81 a	1.00 a	3.43 a	0.37 a	1.32 a	1.35 a	3.04 a
June 3	0.50 a	1.36 a	1.01 a	2.88 a	0.12 b	0.60 a	1.13 a	1.85 a
Aug. 3	0.57 a	1.29 a	1.13 a	2.99 a	0.27 a	0.97 a	1.22 a	2.46 a
Sept. 3	0.60 a	1.29 a	1.07 a	2.96 a	0.27 a	0.59 a	1.11 a	1.96 a
<i>Mg</i>								
Control	0.08 a	0.19 a	0.16 a	0.43 a	0.40 a	0.33 a	0.26 a	0.99 a
June 3	0.08 a	0.19 a	0.15 a	0.42 a	0.09 c	0.21 ab	0.21 ab	0.50 b
Aug. 3	0.08 a	0.18 a	0.18 a	0.45 a	0.20 b	0.26 ab	0.21 ab	0.68 b
Sept. 3	0.09 a	0.19 a	0.15 a	0.43 a	0.23 b	0.16 b	0.16 b	0.55 b

^zMean separation within columns of each element by LSD test at 5%.

다. 2005년 특성 조사

1) 과실 특성

Table 7은 2004년과 2005년에 2회에 걸쳐 시기별로 환상박피 처리를 한 나무들의

2005년 수량과 과실 특성을 나타낸 것이다. 환상박피구들의 수량이 적은 경향이었는데 그중 6월 3일 처리구가 1.8kg으로 대조구 2.8kg과 유의적으로 큰 차이를 보였다.

Table 7. Effect of consecutive girdling at different dates in 2004 and 2005 on yield and fruit characteristic of 'Nishimurawase' persimmon on Sept. 12 in 2005.

Girdling date	Yield (kg/tree)	Average wt (g)	Color (Color chart)	Soluble solids (°Bx)
Control	2.8 a ^z	135 a	4.0 a	14.9 a
June 3	1.8 b	142 a	4.5 a	14.8 a
Aug. 3	2.2 ab	139 a	4.2 a	15.0 a
Sept. 3	2.4 ab	141 a	4.0 a	15.0 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

이러한 환상박피에 의한 수량 감소는 엽면적(Table 8) 또는 신초 건물중(Table 9)에서 나타난 바와 같이 수체생장 감소로부터 기인된 것으로 판단된다. 과실 크기는 환상박피구들에서 크고, 색도도 6월 3일 및 8월 3일 처리구가 약간 높아 전년과 비슷한 경향이었으나 유의적인 수준은 아니었다. 당도도 처리구 간에 환상박피 시기에 따른 차이를 찾을 수 없었다. 환상박피에 따른 과실품질 향상 효과가 전년과 같이 뚜렷하지 않은 것은 2년간 연속된 환상박피에 의한 수세 감소 또는 재배 및 환경 조건의 영향을 받았기 때문으로 생각된다.

2) 2005년 잎 생육

2005년 9월 16일에 채취한 잎의 면적은 대조구와 유의적인 차이는 아니었지만 6월 3일 처리구에서 가장 작고, 8월 3일 처리구에서 큰 것으로 나타났다(Table 8). 잎의 엽록소 값과 비엽중은 2004년과 마찬가지로 환상박피구들에서 높은 경향을 보였는데 특히 9월 3일 처리구가 대조구 큰 차이를 보인 것이 특징이었다.

Table 8. Effect of consecutive girdling at different dates in 2004 and 2005 on leaf area, chlorophyll, and specific leaf weight (SLW) of 'Nishimurawase' persimmon on Sept. 12 in 2005.

Girdling date	Leaf area (cm ² /leaf)	Chlorophyll (SPAD-502)	SLW (mg·cm ⁻²)
Control	69.4 ab ^z	54.5 b	10.5 c
June 3	64.7 b	57.0 ab	12.1 a
Aug. 3	73.0 a	54.9 b	11.3 b
Sept. 3	68.8 ab	61.2 a	12.4 a

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

3) 2005년 수체 건물중

Table 9는 2년 연속 시기별로 환상박피한 나무들의 건물중을 나타낸 것이다. 지상부 목질에서 9월 3일 처리구는 가지들과 주간의 건물중이 모두 작아 총 건물중이 유의적으로 작았으나 다른 박피구들은 대조구와 차이가 없었다. 9월 3일 처리구의 지상부 총 건물중은 527g으로 대조구와 137g의 차이가 있었다. 뿌리에서는 모든 환상박피구들의 건물중이 작은 경향이었는데, 전년과 달리 9월 3일 처리구가 가장 심하고 다음으로 6월 3일 처리구 순이었다. 9월 3일 처리구의 세근, 중근 및 대근 건물중은 대조구의 55~58% 수준으로 유의적으로 작았고 뿌리의 총 건물중은 657g으로 대조구와 512g의 차이가 있었다. 6월 3일과 8월 3일 처리구의 총 뿌리 건물중은 각각 860, 973g으로 대조구와 306, 196g의 차이를 보였다. 9월 3일 처리구의 뿌리 건물중

Table 9. Effect of consecutive girdling at different dates in 2004 and 2005 on dry weight of permanent parts of a tree on Nov. 17 in 2005.

Girdling date	Aerial woods				Roots			
	Shoot	1- to 4-yr-old	Trunk	Total	Fine	Medium	Large	Total
Control	54 a ^z	335 a	275 a	664 ab	172 a	336 a	661 a	1169 a
June 3	42 a	325 ab	275 a	642 ab	126 ab	285 ab	449 ab	860 ab
Aug. 3	47 a	339 a	311 a	697 a	138 ab	263 ab	572 ab	973 ab
Sept. 3	46 a	254 b	227 a	527 b	94 b	196 b	367 b	657 b

^zMean separation within columns by LSD test at 5%.

이 특히 작았던 것은 전년도 박피부의 유합 조직이 충분히 경화되지 못하고(Fig. 1) 겨울철에 동해를 입은 후 제대로 유합되지 않았기 때문이다. 이런 측면에서 9월 이후의 환상박피는 지양되어야 할 것으로 판단된다.

이상에서 조기수확이 필요한 조생종 ‘서촌조생’에서 환상박피로 2004년과 같이 과실 크기와 색도가 좋아진 점은 긍정적인 결과로 평가된다. 그러나 뿌리 생장과 저장양분 축적이 줄어들었고, 2005년에는 과실품질 향상 효과가 뚜렷하지 않았던 점은 환상박피를 적용할 때 신중해야 함을 시사한다. 특히 저장양분이 부족하면 내한성이 약해져 동해를 받기 쉽고(Choi 등, 2005a), 이듬해 수채생장(Kang과 Ko, 1976; Park, 2002)과 과실생장(Choi 등, 2005a; Hirata와 Kurooka, 1974)이 나빠져 장기적으로 안정적인 과실생산이 불리할 수 있기 때문이다. 본 시험에서 6월 3일 처리구가 과실 크기 및 색도 면에서 가장 적합하지만 수채생장에 미치는 영향 또한 크므로 세력이 양호한 나무에 한하여 환상박피 처리를 하고, 이 후 수세관리에도 유의할 필요가 있다고 판단된다.

4. 초 록

본 시험은 환상박피 시기가 서촌조생 단감의 과실품질 및 수체에 미치는 영향을 조사하여 조기수확을 위한 환상박피 기술을 확립하기 위해 수행되었다. 60L 용기에서 재배한 4~5년생 ‘서촌조생’ 단감을 대상으로 2004년과 2005년에 6월 3일, 8월 3일, 9월 3일에 연속적으로 3mm 폭의 환상박피 처리를 하였다. 2004년에 6월 3일 처리구의 과실이 189g으로 대조구보다 29g이 크고, 칼라차트 색도는 5.9로서 1.2가 높았다. 환상박피구들은 뿌리의 건물중이 감소하고 탄수화물 및 무기원소 축적이 나쁜 것으로 나타났는데 6월 3일 처리구에서 가장 심하였다. 2005년에는 6월 3일 처리구에서도 과중, 색도의 증가가 유의적인 수준에 이르지 못하였으며, 주당 수량은 1.8kg으로 대조구보다 1kg이 오히려 감소하였다. 2005년에도 뿌리의 건물중 감소는 모든 환상박피구에서 관찰되었으며 9월 3일 처리구에 가장 심하고, 다음으로 6월 3일 처리구였다. 결론적으로 6월 3일 처리가 과실 크기 및 착색 측면에서 조기수확에 가장 적합하나 수세 관리에 주의가 필요하였다.

제9절 화분차단이 ‘전천차랑’ 단감의 무핵과 착과와 품질에 미치는 영향

1. 서 언

최근 10여 년 동안 단감 생산량이 급격히 증가함에 따라 과잉생산에 따른 문제가 야기되었고 소비자들의 기호에 맞는 다양한 상품 및 가공품 개발 필요성이 커졌다. 이러한 배경 하에서 씨가 없는 무핵 단감을 생산하여 상품화시키는데 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 우리나라에서 가장 많이 재배되는 ‘부유’ 단감은 종자형성력은 강하나 단위결과력이 약하여(Kaura, 1941; Yamada 등, 1987) 수정이 되면 종자가 잘 생기고 낙과가 잘 되지 않으나, 수정이 되지 않으면 낙과가 심하거나 과실생장도 부진하다(Choi 등, 1999; Kitajima 등, 1993). 반면 차랑 품종은 비교적 높은 단위결과력을 나타내지만(Kaura, 1941), 그 아조변이 품종인 ‘전천차랑’의 경우 유핵과실이 많은 나무에 착과된 무핵과실은 유핵과실에 비해 작고 착색이 지연되며 당도도 낮은 것으로 보고되었다(Hasegawa와 Nakajima, 1990). 한편 Kitajima 등(1993a; 1993b)은 감의 단위결과력이 반드시 유전적이라기보다는 유핵과실과 무핵과실의 양분경합에 따라 달라지기 때문에 주지 또는 수체 전체의 과실을 무핵화 시켜 양분경합을 줄이면 무핵과실의 낙과가 줄어들고 과실생장도 나빠지지 않는다고 하였다. 본 연구에서는 현재 재배면적은 적으나 품질이 좋고 다수성으로 보급가치가 높은 전천차랑 품종을 대상으로 가지 단위 또는 수체 전체 화분차단 처리를 한 후 무핵과의 착과와 품질을 조사하여 실용성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

경남 김해시 진영읍 단감연구소 포장에 재식된 7~9년생 ‘전천차랑’(*Diospyros kaki* cv. Maekawa-Jiro) 단감나무를 대상으로 2003년부터 2005년까지 본 시험을 수행하였다. 나무들은 열간 3m, 주간 1.5m 거리로 재식되어 있었으며 15m 이내에 수분수 ‘선사환’이 있었다. 시험수 관리를 위해 매년 5월 중순에 결과지마다 1화퇴를 남기고 적외하였고 생리적 낙과가 끝난 7월에 엽과비가 15 정도 되도록 적과를 하였다.

감꽃은 충매에 의해 수분이 이루어지기 때문에 시험처리 방법으로 2003년 시험수로 4주를 대상으로 주당 3~4년생 가지 2개씩을 개화 전부터 낙화가 되기까지 방충망으로 가지 전체를 싸매었다(Fig. 1, A). 곤충의 출입을 방충망으로 차단한 가지를 화분차단구(Fig. 1, A), 자연 수분이 되도록 그대로 둔 가지들을 대조구로 하였다.

2004년과 2005년에는 화분차단과 대조구 나무를 각각 3주씩 완전임의로 선정 한 후, 화분차단구는 나무 전체를 개화기간 동안 방충망으로 덮어 처리하고(Fig. 1, B) 대조구는 그대로 두어 충매 수분이 이루어지도록 하였다.

7월에 생리적 낙과가 끝난 후 착과수와 낙과수를 조사하여 착과율을 구하였다. 수확은 3년간 각각 10월 21, 13, 24일에 하였으며 처리한 가지 또는 나무의 과실 개수와 충무게를 조사하여 평균과중을 구하고, 반복당 10~35개의 과실을 대상으로 당도, 경도, 색도를 측정하였다.

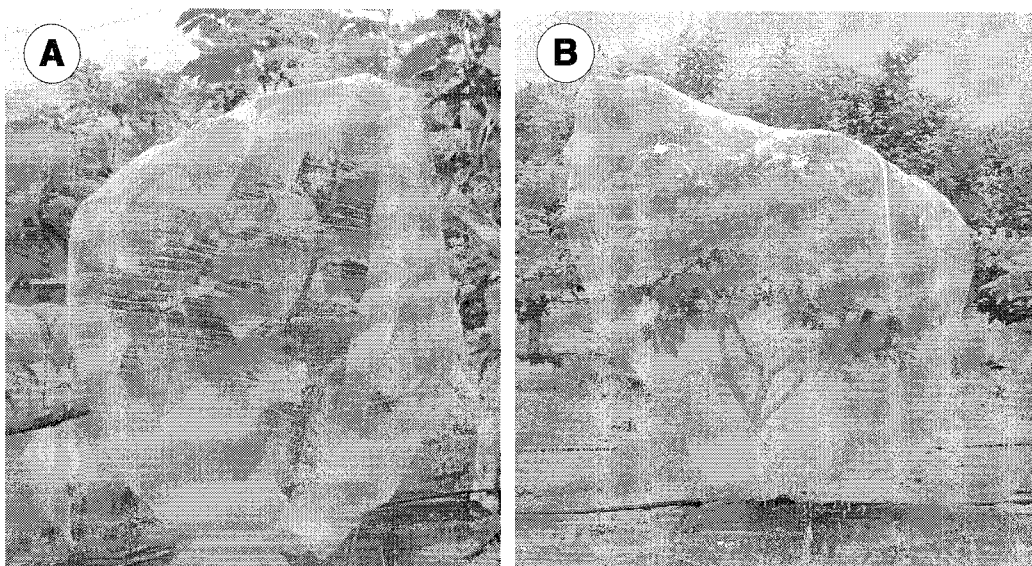


Fig. 1. Insect-proof nets were covered on 3- to 4-year-old branch in 2003 (A) or whole tree in 2004 and 2005 (B) for non-pollination treatment before flowering.

당도는 굴절당도계(N1, Atago Co., Japan), 경도는 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Co., England)로 측정하였고, 색도는 휴대용 색도계(CM-508i, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter a 값을 구하였다. 2005년에는 무핵과실의 저장성을 알아보기 위하여 대조 및 화분차단구별로 무게 172 ± 20 g, Hunter a 색도가 23 ± 3 인 과실을 반복당 25개씩 별도로 골랐다. 4일간 상온에서 임시로 보관하였다가 10월 28일에 두께가 0.05mm인 5개들이 저밀도 PE 포장지에 과실을 5개씩 넣어 밀봉하여 12월 27일까지 $-0.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 저장고에 둔 후 수확 때와 마찬가지로 당도, 경도,

색도를 조사하였다. 3년간 수확기에 대조구의 과실 각각 81, 90, 105개를 대상으로 종자수와 과실품질간의 상관관계를 구하여 종자가 과실특성에 미치는 영향을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 방임 수분(대조구) 및 화분차단 처리에 따른 3년 동안의 착과율을 나타낸 것이다. 가지 단위로 화분차단을 한 2003년이나 나무 전체를 대상으로 처리한 2004년과 2005년에도 대조구와 유의적인 차이나 처리에 따른 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 감의 낙과는 종자수 부족(Choi 등, 1999), 광환경 불량(Kitajima 등, 1990)과 과실과 신초의 경합(Kaura, 1942; Kitajima 등, 1990), 토양수분의 과부족(Suzuki 등, 1988) 등에 의한 영양조건으로 생기지만 단위결과력이 크게 관여하는 것(Kaura, 1941; Yamada 등, 1987)으로 알려져 있다. 특히 단위결과력이 낮은 부유 품종의 경우 무핵과의 착과율이 낮을 뿐만 아니라 해에 따라 변동이 심한 것이 특징이다(Yamada 등, 1987). 본 실험에서 전천차량 품종의 화분차단 과실이 낙과가 적어 해마다 높은 착과율을 보인 것은 부유 품종과 달리 단위결과력이 높기 때문으로 해석된다.

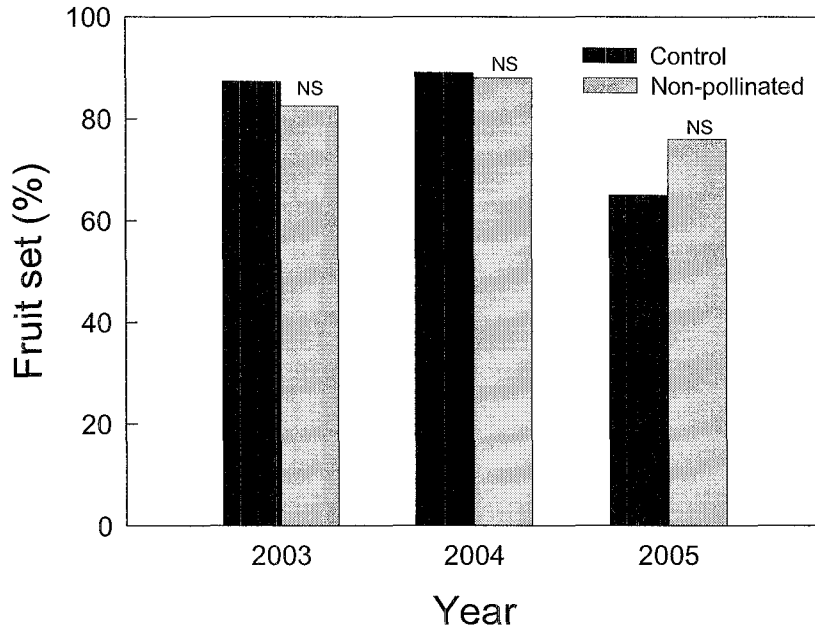


Fig. 2. Effects of open-pollination (control) and non-pollination treatment on fruit set of 'Maekawa-Jiro' persimmon during 3 years.

과실 특성을 보면(Table 1) 대조구에서 무핵과 비율이 3년간 각각 15, 66, 32%이고 과실당 종자수가 각각 2.5, 0.7, 2.0개인데 반해 화분차단구에서는 전부 무핵과만 생산되었다. 방임 수분한 대조구의 높은 무핵과 비율은 '전천차랑'의 높은 단위결과력 때문에 유핵과와 양분경합에 의한 무핵과가 낙과가 적었음을 암시한다. 대조구의 종자수가 해에 따라 일정치 않은 것은 개화기의 기상에 따라 충매 곤충들의 활동이나 꽃의 수정 능력이 달라지기 때문으로 생각된다. 과실 크기는 2003년에는 화분차단구가 187g으로 대조구 201g보다 유의적으로 작았지만 2004년과 2005년에는 처리구간에 큰 차이가 없었고 일관된 경향도 없었다.

양분경합 측면에서 '부유' 무핵과는 유핵과보다 약하기 때문에 무핵과 가까이에 유핵과가 있으면 과실생장이 나빠지지만, 주지 또는 수체 전체의 과실을 무핵화시키면 유핵과의 영향을 받지 않아 과실생장이 양호하다고 한다(Kitajima 등, 1993b). 2003년 화분차단구의 과실 크기가 작은 것은 3~4년생의 작은 가지 단위로 화분을 차단했기 때문에 화분차단구의 무핵과가 인접한 대조구 가지의 유핵과의 영향으로 생장

이 나빠진 것으로 추측된다. 2004년과 2005년의 경우 이러한 유핵과의 영향을 받지 않았기 때문에 화분차단구의 무핵과 생장이 양호했을 것이다. 유핵과실이 많은 나무에 착과된 무핵과실의 생장 감소는 전천차량 품종에서도 확인된 바 있다(Hasegawa와 Nakajima, 1990). 한 나무에서 유핵과와 무핵과가 혼재할 경우 당도도 낮아지지 만(Hasegawa와 Nakajima, 1990), 처리한 가지가 다르거나 나무가 다른 본 시험에서는 뚜렷한 당도 감소가 없었다.

Table 1. Effects of open-pollination (control) and non-pollination treatment on fruit characteristic of 'Maekawa-Jiro' persimmon during 3 years.

Treatment	Seedless fruit (%)	Seed (No./fruit)	Average wt (g)	Soluble solids (°Bx)	Color (Hunter a)	Firmness (N)	Fruit shape index ^z
2003							
Control	15	2.5	201	12.7	25.6	33.9	0.70
Non-pollinated	100	0	187	12.6	25.7	36.7	0.67
Significance	**	**	*	NS	NS	*	**
2004							
Control	66	0.7	181	16.0	33.9	25.6	0.64
Non-pollinated	100	0	171	15.5	31.1	30.2	0.63
Significance	*	*	NS	NS	*	*	NS
2005							
Control	32	2.0	173	14.1	26.6	31.2	0.68
Non-pollinated	100	0	176	14.4	20.8	32.5	0.67
Significance	**	**	NS	NS	NS	NS	NS

^zFruit shape index was calculated dividing length by diameter.

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

과실 경도는 2003년과 2004년에 화분차단구에서 각각 36.7, 30.2로서 대조구에 비해 2.8, 4.6만큼 높아 유의적인 차이를 보였고, 2005년에도 화분차단구에서 높은 경향이 있었다. 색도는 가지 단위로 처리한 2003년에는 차이가 없었으나 나무별로 처리한 2004년과 2005년에는 화분차단구에서 낮은 경향을 보였다. 일반적으로 과실 경도는 과실이 작거나 성숙이 늦어 색도가 낮을수록 높기 때문에(Faust, 1989) 화분차단구의 높은 과실 경도는 2003년의 작은 과중 또는 2004년의 낮은 색도와 관련이 있을 것으로 생각된다. 과형지수는 2003년에 화분차단구에서 0.67로 대조구의 0.70보다 유의적

으로 작아 과실 모양이 편평하였음을 나타냈으나 다른 해에서는 처리간 차이가 뚜렷하지 않았다. 2003년의 대조구의 과형지수가 화분차단구보다 큰 것은 평균 종자수가 많았고 과실도 컸기 때문으로 생각된다. 무핵과의 저장성을 검토하기 위하여 -0.5°C 저장고에서 2개월 동안 저장 후 당도, 색도, 경도를 조사해 본 결과(Table 2), 대조구와 화분차단구간에 유의적인 차이가 발견되지 않아 무핵과의 저장성이 나쁘지 않음이 확인되었다.

Table 2. Effects of open-pollination (control) and non-pollination treatment on fruit characteristics of 'Maekawa-Jiro' stored at -0.5°C for 2 months in 2005.

Treatment	Soluble solids ($^{\circ}\text{Bx}$)	Color (Hunter a)	Firmness (N)
Control	14.4	32.8	28.3
Non-pollinated	14.4	33.0	28.8
Significance	NS	NS	NS

^{NS}Non-significant at $P = 0.05$.

Table 3은 자연 수분이 되도록 둔 대조구의 과실들을 대상으로 종자수와 과실품질 요인들 간의 상관관계를 구한 것이다. 종자수와 과중에서 높은 상관관계를 찾을 수 있었는데 3년간 모두 유의성이 인정되었다. 반면 종자수와 다른 품질 요인과의 유의적인 상관관계는 나타나지 않아 본 시험 대조구에서 종자수가 과중을 제외한 다른 품질 요인에 직접적으로 미치는 영향이 적었음을 알 수 있었다. 따라서 유핵과와 무핵과가 혼재한 나무에서는 종자가 과실 크기에 미치는 영향이 크긴 하지만 2004년과 2005년 시험과 같이 나무 전체에 무핵과를 맺게 한다면 종자의 영향이 배제되어 과실 크기가 양호해진다고 볼 수 있다.

Table 3. Correlation coefficients between the characteristics and number of seeds of 'Maekawa-Jiro' fruit.

Year	Fruit wt	Firmness	Color	Soluble solids	Fruit shape index
2003	0.24 [*]	0.08 ^{NS}	-0.10 ^{NS}	0.04 ^{NS}	0.13 ^{NS}
2004	0.60 ^{**}	-0.15 ^{NS}	-0.09 ^{NS}	0.04 ^{NS}	-0.05 ^{NS}
2005	0.29 ^{**}	0.02 ^{NS}	-0.07 ^{NS}	0.06 ^{NS}	-0.12 ^{NS}

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

이상의 결과로부터, 전천차랑 품종의 수체 전체를 화분 차단하더라도 안정적인 무핵과 생산이 가능하고 과실품질도 방임 수분한 과실과 대등하므로, 이 같은 무핵과 생산이 소비촉진이나 가공품을 개발에 실용적일 것으로 판단된다. 그러나 방충망을 설치하는 것이 번거롭기 때문에 과원 내 수분수를 심지 않고 주변의 수분수를 제거하는 방법으로 화분을 차단한다면 보다 효과적으로 무핵과를 생산할 수 있을 것이다.

4. 초 록

7~9년생 전천차랑 품종을 대상으로 2003년에는 가지 단위로, 2004년과 2005년에는 수체 전체 단위로 방임 수분(대조구) 또는 방충망에 의한 화분차단 처리를 한 후 무핵과의 착과와 품질을 조사하였다. 방임 수분 및 화분차단 처리에 따른 3년 동안의 착과율은 유의적인 차이나 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 대조구의 3년간 과실당 종자수는 각각 2.5, 0.7, 2.0개인데 반해 화분차단구에서는 전부 무핵과만 생산되었다. 과실 크기는 가지 단위로 처리한 2003년에는 화분차단구가 187g으로 대조구 201g보다 유의적으로 작았지만 수체 전체를 화분차단 처리한 2004년과 2005년에는 처리구간에 차이가 없었다. 과실 경도는 3년 동안 화분차단구에서 높고, 색도는 2004년과 2005년에 화분차단구의 색도가 낮은 경향이었다. 화분을 차단하였더라도 당도는 대조구와 유의적인 차이가 나지 않았으며, 과형지수도 2003년을 제외하고는 차이가 없었다. -0.5°C 에 2개월간 저장한 무핵과실의 특성도 대조구와 다르지 않았다. 따라서 전천차랑 품종은 화분차단을 하여 재배하더라도 안정 생산이 가능하고 품질도 양호한 것으로 판단되었다.

제10절 대목 종류 및 환상박피 시기가 감 ‘갑주백목’의 생리적 낙과에 미치는 영향

1. 서 언

‘갑주백목’은 연시로 소비되는 품질이 매우 우수한 감 품종으로, 현재 남부지방에서는 그 재배면적이 증가되는 추세이다. 이 품종의 재배에서 가장 큰 문제는 수세가 강하고 8월 이후에 나타나는 후기낙과가 특히 심하다는 점이다. 낙과는 해에 따라 또는 재배지역에 따라서 그 정도가 많이 달라 재배환경에 매우 민감한 특성을 보이고 있다. 일반적으로 감의 낙과는 종자수 부족(Choi 등, 1999), 광환경 불량(Kitajima 등, 1990)과 과실과 신초의 경합(Kaura, 1942; Kitajima 등, 1990), 토양수분의 과부족(Suzuki 등, 1988) 등에 의한 영양조건으로 생기는 것을 알려져 있지만 ‘갑주백목’에 대한 조사는 많지 않았다. 한편 대부분 묘목 업자들이 갑주백목 묘목을 생산할 때 공대 대신 고욤대를 많이 사용하는데, 이는 대목 양성이 쉽고 묘목의 초기 생장이 좋기 때문이다. 그러나 고욤대를 사용했을 때 수체생장과 결실에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 환상박피의 경우 수세안정 및 낙과 억제를 위해 일부 농가들에서 활용되고 있으나 구체적인 방법과 효과에 대해서는 불확실한 실정이다. 본 시험에서는 대목 종류가 수체생장과 낙과율에 미치는 영향과 환상박피 시기가 낙과율에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가. 대목 종류에 따른 낙과율

1996년에 공대(*Diospyros kaki*) 및 고욤대(*Diospyros lotus*)에 접목하여 1997년에 심은 갑주백목(*Diospyros kaki* cv. Hachiya) 품종을 대상으로 수체생장과 낙과율을 조사하였다. 시험수들은 2005년 3월까지 3×1.5m 거리로 각각 5주씩 재식되어 있었으나 이후 간벌에 의해 3×3m 재식거리에 3주씩 남게 되었다. 매년 10~12월에 접목부로부터 10cm 상단에서 간주를 채어 주간단면적을 구하였고, 신초 신장이 멈춘 후에 60cm 이상 자란 도장지의 개수를 조사하였다. 개화 후 햇빛이 잘 들고 40개 이상 착과된 가지를 나무별로 선정하고 8월 31일까지 낙과된 수를 세어 낙과율을 계산하였다.

나. 환상박피에 따른 낙과율

약 4m 간격으로 1열로 심겨진 10~11년생 '갑주백목'/고욤 나무를 시험재료로 하여 2004년과 2005년에 각각 시기별로 환상박피 처리를 하였다. 시험수들은 3~5개의 주지가 있었는데 주지 또는 부주지 기부에 6mm 폭으로 처리한 후 폭 5cm 비닐테이프를 감아 해충의 침입을 막았다. 2004년에 5월 4일과 6월 24일에, 2005년에는 6월 7일, 7월 7일, 8월 7일에 각각 처리를 하였고, 처리하지 않은 가지를 대조구로 두었다. 환상박피 부위의 유합이 80% 이상 이루어지기까지는 30~45일이 소요되었으며, 2005년 8월 7일 처리구에서는 수확 때까지 완전히 되지 않은 가지도 있었다. 한 가지를 반복으로 하여 처리 시기별로 4반복을 완전입의로 배치하였다. 한 나무에 처리 시기가 다른 2개의 가지를 두기도 했는데 이 경우 처리 가지간의 거리가 멀도록 하여 서로 영향을 주지 않도록 하였다. 개화 후 50개 이상 착과된 가지를 표시해 두고 10월 중순까지 낙과된 수를 세어 낙과율을 계산하였다. 2004년 10월 21, 2005년 11월 2일에 각각 수확하여 평균과중과 Hunter a 색도를 측정하였다. 환상박피의 이듬해 효과를 알기 위하여 2004년 처리구들에 대해 2005년에 낙과율 및 과실 특성을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 대목 종류에 따른 낙과율

나무의 크기를 나타내는 주간단면적을 보면(Table 1) 나무를 심은 1997년에는 공대와 고욤대구 간에 유의적인 차이가 없었으나 해가 거듭될수록 고욤대구가 현저하게 큰 증가를 보였다. 2002년 공대구가 30.1cm²일 때 고욤대구는 44.6cm²였으며, 2005년에는 고욤대구가 110.9cm²로 공대구보다 98%가 컸다. 이와 같이 고욤대구의 나무가 큰 것은 고욤대가 공대보다 뿌리생장이 왕성하여 토양으로부터 양분과 수분을 더 많이 흡수했기 때문으로 생각된다. 나무 생장이 왕성한 결과로 인해 고욤대에서는 도장지 발생이 심하였다. 2002년부터 2005년까지 주당 도장지수가 공대구에서는 3~10개이었으나 고욤대구에서는 19~39개로 대목 종류에 따른 유의적인 차이를 나타냈다.

Table 1. Annual changes in trunk cross-sectional area and occurrence of water sprouts of 'Hachiya' persimmon as affected by different rootstocks.

Rootstock	Trunk cross-sectional area (cm ²)					Water sprout ^z (No./tree)			
	1997	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
<i>D. kaki</i>	3.0	30.1	48.4	53.9	55.9	9.0	7.8	9.6	2.7
<i>D. lotus</i>	3.3	44.6	78.2	92.7	110.9	22.6	20.0	38.6	19.3
Significance	NS	**	**	**	*	*	**	**	*

^zShoots grown longer than 60 cm.

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

낙과율은 4년의 조사기간 동안 나무세력이 강했던 고욤대구에서 모두 높은 경향을 보였다(Table 2). 2002년과 2003년의 경우 공대구가 각각 55, 64%인데 반해 고욤대구는 70, 77%로 큰 차이로 높아 유의성이 인정되었다. 같은 여러 가지 원인으로 낙과가 되지만 그 중 과실과 신초의 경합(Kaura, 1942; Kitajima 등, 1990)이 중요한 원인이라고 알려져 있다. 고욤대구는 나무 생장이 많고 도장지 발생이 심하여 과실에 공급되는 동화양분이 공대구보다 상대적으로 낙과가 조장되었을 것으로 추측된다. 그러므로 갑주백목 품종의 낙과를 줄이기 위해서는 나무세력이 강해질 수 있는 고욤대 묘목보다는 공대 묘목을 심는 것이 유리할 것으로 판단된다.

Table 2. Annual percent fruit drop of 'Hachiya' persimmon as affected by different rootstocks.

Rootstock	Fruit drop ^z (%)			
	2002	2003	2004	2005
<i>D. kaki</i>	55	64	70	71
<i>D. lotus</i>	70	77	75	77
Significance	**	*	NS	NS

^zPercent fruit drop was calculated after counting fruits dropped from flower abscission to Aug. 31 in each years.

NS, *, **Non-significant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively.

나. 환상박피에 따른 낙과율

환상박피 시기를 달리한 가지들의 처리 당년 낙과율을 보면(Table 3), 2004년과

2005년 모두 대조구보다 환상박피한 구들에서 낮은 낙과율을 나타내었다. 2004년에 대조구가 85%인데 반해 6월 24일 처리구는 78%로 가장 낮았으나 유의적인 차이는 없었다. 반면 2005년에는 7월 7일 처리구가 47%로 대조구보다 24%나 낮아 유의적인 차이를 보였고, 6월 7일과 8월 7일 처리구는 공히 61%였다.

환상박피로 과실 크기가 증가한 경향을 보였는데, 2004년에 6월 24일 처리구, 2005년에는 7월 7일 처리구에서 가장 컸다. 2005년 7월 7일 처리구는 433g으로 대조구와 70g의 큰 차이를 나타냈다. 색도에서는 2년 모두 환상박피 처리 시기에 따른 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.

Table 3. Effect of different girdling dates in 2004 or 2005 on percent fruit drop and fruit characteristics of 'Hachiya' persimmon in each treatment years.

Girdling date		Fruit drop ^z (%)	Fruit wt (g/fruit)	Color (Hunter a)
2004	Control	85 a ^y	282 a	33 a
	May 4	81 a	294 a	31 a
	June 24	78 a	320 a	36 a
2005	Control	71 a	363 b	35 a
	June 7	61 ab	409 ab	39 a
	July 7	47 b	433 a	39 a
	Aug. 7	61 ab	403 ab	38 a

^zPercent fruit drop was calculated after counting fruits dropped from flower abscission to mid-October in each years.

^yMean separation within columns by LSD test at 5%.

2004년 환상박피구의 2005년 낙과율도 감소하였는데 전년과 마찬가지로 6월 24일 처리구가 가장 낮았다. 대조구가 84%인데 반해 6월 24일 처리구는 64%에 불과하였다. 유의적인 차이가 없었지만 과실이 환상박피구에서 큰 경향을 보였고, 색도는 환상박피한 두 처리구에서 모두 높았다.

Table 4. Effect of different girdling dates in 2004 on percent fruit drop and fruit characteristics of 'Hachiya' persimmon in 2005.

Girdling date	Fruit drop ^z (%)	Fruit wt (g/fruit)	Color (Hunter a)
Control	84 a ^y	363 a	35 b
May 4	77 a	377 a	39 a
June 24	64 b	370 a	40 a

^zPercent fruit drop was calculated after counting fruits dropped from flower abscission to Oct. 17 in 2005.

^yMean separation within columns by LSD test at 5%.

이와 같이 환상박피로 인해 낙과 감소(Byun 등, 1997; Choi와 Kim, 2000; Mebelo 등, 1998), 과실 크기 증가(Byun 등, 1997; Kim과 Chung, 2000; Mebelo 등, 1998), 또는 착색 향상(Agusti 등, 1998; Day와 Dejong, 1990; Noel, 1970)등의 효과가 나타날 수 있었던 것은 동화양분이 수피를 통해 가지 아래로 제대로 이동되지 못하고 과실에 많이 공급되었기 때문(Mattaa 등, 1998)으로 판단된다. 이상의 결과로 환상박피가 '갑주백목'의 낙과 억제에 효과가 있고 과실품질도 어느 정도 높일 수 있음을 알 수 있었다. 낙과 억제효과가 가장 현저한 처리 시기는 본 시험에서 6월 하순~7월 상순경으로 판단되었다.

4. 초 록

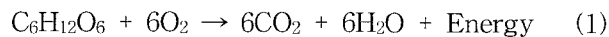
생리적 낙과가 심한 감 '갑주백목'을 대상으로 대목 종류 및 환상박피 시기에 따른 낙과율을 조사하였다. 1997년 심은 나무를 2002년부터 2005까지 조사한 결과, 공대보다 고음대에서 주간단면적이 증가가 크고 도장지 발생수가 많았으며, 낙과도 심한 것으로 나타났다. 고음대에 접목된 10~11년생 나무를 대상으로 2004년에 5월 4일, 6월 24일에, 2005년에는 6월 7일, 7월 7일, 8월 7일에 각각 6mm 폭으로 주지 또는 부주지에 환상박피를 했을 때 처리구 모두 낙과가 줄어든 경향을 보였다. 2004년에는 6월 24일 처리구, 2005년에는 7월 7일 처리구에서 낙과율이 가장 낮았으며, 2004년 6월 24일 처리구는 이듬해에도 뚜렷하게 낙과율이 낮았다.

제5장 단감 재배환경과 재배조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장시스템 구명 및 기술체제도 작성

제1절 단감 재배 환경 및 조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 구명

1. 서 언

MA포장 설계에 관한 연구는 최근 많은 진전을 보이고 있으며, 특히 신선농산물의 호흡을 효소반응속도론으로 설명한 Lee 등의 방법이 많이 활용되고 있다. MA 포장 은 신선과채류의 호흡과 포장필름을 투과하는 가스의 상호작용으로 포장 내에 적정 수준의 저산소와 고이산화탄소 농도를 형성하여 신선 과채류의 호흡량을 떨어뜨리고, 에틸렌작용과 곰팡이와 같은 미생물에 의한 부패를 억제하여 품질을 보존하고 손실을 줄이는 중요한 기술이다(Fonseca 등, 2002; Kader 등, 1989; Yam과 Lee, 1995). 따라서 포장 내 적정 공기조성을 유도하기 위한 포장조건의 설계에는 신선과 채류의 호흡특성과 포장필름에 대한 각 가스의 투과도에 대한 정보가 있어야 한다. 특히 신선과채류의 호흡은 온도 및 산소와 이산화탄소의 농도에 영향을 받으므로 이 들이 대상작물의 호흡에 미치는 영향을 수량화할 필요가 있다.



신선 농산물의 호흡작용을 식 1과 같은 화학반응의 개념으로 단순화 하여 효소반 응속도론을 호흡모델로 이용하는 연구가 많이 수행되었다(Kader, 1987; Lee 등 1991; Ryall과 Pentzer, 1979; Ryall과 Pentzer, 1982; Yam과 Lee, 1995). 즉 식 1에서 산소 는 호흡의 반응물로 작용하며, 이산화탄소는 생성물 또는 반응속도를 저해하는 물질 로 작용한다.

먼저 호흡에 미치는 산소의 영향을 평가할 때 즉 이산화탄소가 없거나 그 효과가 적을 때에는 식 2의 Michaelis-Manten 효소반응속도식을 사용한다(Lee 등 1996; Lee와 Lee 1996; Mahajan과 Goswami, 2001; Mclaughlin과 O'Beirne, 1999;

Salvador 등, 2002; Song 등, 1992; Yam 등, 1993; Zhu 등, 2001).

$$R = \frac{V_m \times [O_2]}{K_m + [O_2]} \quad (2)$$

여기서 R은 호흡률(mL/kg · hr), V_m 은 반응 초기의 최대호흡률(mL/kg · hr), K_m 은 Michaelis-Manten 상수, $[O_2]$ 는 산소농도(%)이다.

만약 이산화탄소가 호흡속도를 저해하는 역할을 할 경우에는 식 3의 비경쟁억제 효소반응속도식을 모델로 사용하는 것이 일반적이다.

$$R_{O_2} = \frac{V_{mO} \times [O_2]}{K_{mO} + (1 + [CO_2]/K_{iO})[O_2]} \quad (3)$$

$$R_{CO_2} = \frac{V_{mC} \times [O_2]}{K_{mC} + (1 + [CO_2]/K_{iC})[O_2]} \quad (4)$$

여기서 R_{O_2} 는 산소소비 호흡속도, R_{CO_2} 는 이산화탄소발생 호흡속도, $[O_2]$ 는 산소농도(%), $[CO_2]$ 는 이산화탄소농도(%), V_{mO} , V_{mC} , K_{mO} , K_{mC} , K_{iO} , K_{iC} 는 호흡 parameter이다. 호흡모델의 parameter를 구하면 다양한 공기조성에서 과실의 호흡률을 계산할 수 있다. 또 저장온도에서 다양한 포장필름의 기체 투과도를 조사하면 최적의 포장 조건을 설계할 수 있다.

2. 재료 및 방법

단감의 저장력 평가와 저장 중 발생하는 장애요인을 파악하기 위하여 수확시기(숙기)별 과실 외에 품질특성과 저장력(생리장해, 품질변화)을 조사하였고, 시험방법은 수확시기(초기: 10월 21일, 중기: 10월30일, 말기:11월11일)별로 각각 경남 김해시 진영지역의 20~25년생 '부유' 품종(*Diospyros kaki* cv. Fuyu) 과원에서 관행으로 재배된 단감을 시료로 사용하였다.

저장전 처리 및 포장, 저장 - 수확된 과실은 수확 직후 0℃에서 21일간 예냉처리한 후 밀도폴리에틸렌포장지를 사용하여 한 개씩 개별 포장하였고, 저장온도는 0~-1℃를 유지하였다.

포장과 과육 내 O_2 , CO_2 농도 - 포장내 공기조성은 각 포장지 내부공기를 gastight syringe로 1mL를 채취하여 시료로 사용하였다. CO_2 와 O_2 분석조건은 HP5890 series II gas chromatograph(Hewlett Packard Co., USA)를 이용하여

detector, TCD; column, CTR-1(Alltech Co., USA); column temperature, 60°C; detector temperature, 120°C; carrier gas, He(50mL/min) 등이었다.

과실경도 - 과실 양쪽 적도면의 과피를 두께 1mm 정도 제거하고 Texture analyser(TA-XT₂, Stable Micro Systems Co., England)로 3mm 직경의 plunger를 1.0mm/sec의 속도로 10mm까지 주입한 후 표피로부터 3~7mm의 깊이까지 침투시키는데 요구되는 평균 저항값을 Newton 단위로 표시하였다.

생리장해과 발생률 - 저장 60일과 150일 후 육안관찰과 촉감으로 과육갈변과, 과피흑변과, 곰팡이, 연화과, 건전과로 구분하여 백분율(%)로 나타내었다.

당함량 - 당 함량은 과실의 가식부 착즙액을 증류수로 20:1로 희석하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 여액을 LC Module I plus HPLC(Waters Co., USA)를 이용하여 측정하였다. Detector, RI detector; Column, Carbohydrate Column(Waters Co., USA); Mobile phase, acetonitrile(80) : water(20); 유량, 1.5 mL/min 등으로 하였다.

호흡량 - 폐쇄계 호흡측정방법(Closed system method)을 이용하여 0°C에서 측정하였다. 단감 과실을 1,400mL 밀폐용기에 3개씩 넣고 완전 밀폐한 후 시기별 O₂와 CO₂ 농도의 변화를 측정하여 호흡량으로 환산하였다.

필름가스 투과도 - 확산 cell을 사용하여 0°C에서 산소와 이산화탄소의 투과성을 측정하였다. 기체투과도는 Karel 등(1963)의 quasi-isostatic method에 따라 측정하였으며, 단위면적당 단위압력의 차이에 대해서 단위시간당 투과되는 가스의 확산 속도로서 mL/m²/hr/atm의 단위로 나타내었다. 필름의 두께는 micrometer(Mituto Co. 일본)에 의해 측정되었다.

수치계산 - 수치계산은 MS excel(Microsoft Co.)과 Mathcad 2001(MathSoft Co.)의 프로그램을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 저장전 조사

년도별 수확 직후 과실의 품질특성을 조사한 결과는 아래 표 1과 같다. 년도별 과실의 품질 특성은 큰 차이가 없었다. 수확시기별 과실의 경도는 초기에서 가장 높았고 숙기가 진행될수록 감소하는 경향이었다. 숙기에 따른 당 함량의 변화는 숙기가

진행될수록 과당과 포도당은 증가하는 경향이었고 자당은 감소하는 경향을 보였다. 각 숙기별 색도는 수확시기가 늦을수록 명도인 L* 값과 Green수치인 b* 값은 낮아졌고, Red수치인 a*값은 높아졌다. 이러한 숙기별 과실의 품질 특징은 생산년도에 상관없이 비슷한 경향을 보였다.

나. 과실의 호흡특성

일반적으로 호흡률 조사는 밀폐된 용기에 일정량의 과실을 넣고 일정시간 후 용기 내에 변화된 산소나 이산화탄소의 변화를 조사하여 단위시간당 단위중량의 과실이 흡수한 산소나 이산화탄소의 양을 호흡률로 나타낸다. 본 시험에서는 기존의 호흡률 조사 방법과 병행하여 Lee 등이 제시한 폐쇄계호흡측정방법(Closed system method)을 이용하여 호흡률을 조사하였다.

표 1. 숙기별 과실 특성.

2002년산	경 도 (N/ø3mm)	당함량(%)			색도(Hunter)		
		과당	포도당	자당	L*	a*	b*
초 기	27.3	2.1	2.6	7.5	52.1	26.8	28.0
중 기	27.6	2.9	3.3	6.4	51.6	33.1	27.8
말 기	24.3	2.9	3.3	8.2	50.4	33.8	26.4
2003년산	경 도 (N/ø3mm)	당함량(%)			색도(Hunter)		
		과당	포도당	자당	L*	a*	b*
초 기	25.4	2.6	2.9	7.2	54.0	24.4	29.7
중 기	25.7	2.8	3.2	7.0	53.3	28.3	28.9
말 기	22.6	3.0	3.4	6.7	49.2	35.7	26.8
2004년산	경 도 (N/ø3mm)	당함량(%)			색도(Hunter)		
		과당	포도당	자당	L*	a*	b*
초 기	27.0	2.7	2.9	7.4	52.7	26.1	28.3
중 기	22.7	3.0	3.3	7.1	52.3	30.4	27.9
말 기	19.2	3.2	3.6	6.8	50.2	34.7	26.3

표 2에는 기존의 호흡률 조사 방법으로 조사한 단감의 호흡률을 나타내었다. 생산년도와 숙기별 단감 과실의 호흡률은 2002년산에서는 숙도가 진행될수록 CO₂의 호흡률은 감소하는 경향이었으나 O₂의 호흡률은 중기-말기-초기 순으로 나타났다. 그러나 2003년산에서는 중기의 호흡률이 가장 낮았으며, 말기의 호흡이 가장 높았다. 반면 2004년산에서는 숙도가 진행될수록 호흡률이 증가하는 경향을 보였다. 따라서 표 1에서 생산년도와 숙기별 과실의 품질은 일정한 경향을 나타내었으나 호흡률은 년도별 많은 변화가 있는 것으로 조사되었다.

다음은 숙기 및 호흡률에 따른 단감의 최적 포장조건을 설정하기 위하여 폐쇄계 호흡측정방법(Closed system method)으로 단감의 호흡률을 조사하고 이를 Michaelis-Manten 효소반응속도식을 이용하여 단감의 숙기별 호흡계수를 구하여 표 3에 나타내었다.

수확기가 늦어질수록 최대 호흡률인 V_m은 감소되는 경향이었고 K_m은 초기 호흡율의 CO₂ 발생과 O₂ 소비에서 각각 0.0035%와 0.0002%로 가장 높았으며, 그 외는 0.0001%로 낮았다. K_i는 초기 CO₂ 발생 호흡률에서 78.96%로 가장 낮았고 그 외는 100% 이상으로 높았다. 따라서 단감에서 산소농도 감소에 따른 호흡 감소효과는 아주 적고 또한 이산화탄소 농도의 증가에 따른 호흡 억제효과도 아주 낮은 것으로 판단할 수 있다. 다만 숙도가 낮은 초기 수확인 경우에는 말기 수확에 비해 산소와 이산화탄소가 호흡속도에 미치는 영향이 다소 높은 것으로 판단된다. 이는 표 2에서 일반적으로 사용하는 호흡측정 방법으로 구하여진 호흡률과는 다소차이가 있었다. 즉 표 2에서 2002년산 과실은 초기수확의 단감이 호흡률이 가장 높고 말기 수확과실의 호흡률이 가장 낮은 경향이었으나, 2003년산과 2004년산 단감의 호흡률은 각각

표 2. 숙기별 과실의 호흡률. (단위: mL/kg.hr)

수확시기	2002년산		2003년산		2004년산	
	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂
초 기	0.80	0.84	0.66	0.87	0.52	0.79
중 기	0.75	0.87	0.65	0.80	0.62	0.86
말 기	0.65	0.86	0.86	1.15	0.64	0.88

중기와 초기의 수확과실이 가장 낮은 호흡률을 보였고 말기 수확과실의 호흡률이 가장 높았다. 그러나 폐쇄계호흡측정방법(Closed system method)으로 단감의 호흡률을 조사하고 이를 Michaelis-Manten 효소반응속도식을 이용하여 구해진 표 3의 단감 숙기별 호흡률은 2002년산 과실의 호흡률과 같이 초기수확의 단감이 호흡률이 가장 높고 말기 수확과실의 호흡률이 가장 낮은 경향을 보이고 있다. 따라서 농업의 생산 현장에서 해마다 동일한 과원과 숙기에서도 과실의 저장성이 차이를 보이므로 많은 저장농가의 어려움에 원인을 파악하고 대책을 강구하기 위해서는 매년 수확되는 과실에 대하여 정기적인 과실의 호흡률 조사가 필요할 것으로 판단된다.

다. 포장필름의 가스투과도

다음은 단감포장의 최적 포장조건을 설정하기 위하여 포장용으로 가장 많이 사용되고 있는 저밀도 폴리에틸렌 필름의 산소와 이산화탄소에 대한 가스투과도를 조사하였다. 포장필름의 기체투과는 확산에 대한 Fick's first law에 근거한 모델을 사용하여 조사하였다. Steady state 상태에서 단위면적과 단위시간당 투과되는 가스량은 농도에 비례하고, 포장필름의 두께에 반비례한다.

표 3. 숙기별 과실 호흡 특성.

구	분	$V_m^{1)}$ ($\text{mL} \cdot \text{hr}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)	$K_m^{2)}$ ($\% \text{O}_2$)	$K_i^{3)}$ ($\% \text{CO}_2$)	r^2 4)
Parameters for O_2 consumption curve					
초	기	1.82	0.0002	490.62	0.9996
중	기	1.67	0.0001	496.85	0.9999
말	기	1.67	0.0001	465.79	0.9999
Parameters for CO_2 evolution curve					
초	기	1.09	0.0035	78.96	0.9981
중	기	0.96	0.0001	427.18	0.9999
말	기	0.90	0.0001	375.13	0.9999

1) V_m = maximum respiration rate, 2) K_m = Michaelis-Manten constant,

3) K_i = inhibition constant, 4) r^2 = coefficient of determination.

$$Q = P A t \Delta p / L \quad (5)$$

Q는 투과가스량, P는 permeability coefficient, A는 필름면적, t는 경과시간, Δp 는 필름 양쪽의 가스분압차, L은 필름의 두께이다.

그림 1은 각 sample인 저밀도 폴리에틸렌 필름의 산소와 이산화탄소 기체투과도를 나타내었다. 포장필름의 가스투과도는 필름의 두께에 반비례하므로 필름의 두께에 대하여 산소와 이산화탄소 기체투과도를 수식화 하여 아래 식을 구하였다. Sample 필름의 기체투과율은 포장의 두께에 반비례하고, 이산화탄소의 투과율은 산소 투과율보다 5.5배 정도로 높았다.

$$QO_2 = (2,814 * 1/L) - 19 \text{ mL} \cdot \text{hr}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \quad (6)$$

$$QCO_2 = (13,742 * 1/L) - 85 \text{ mL} \cdot \text{hr}^{-1} \cdot \text{atm}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \quad (7)$$

QO_2 는 산소 투과율, QCO_2 는 이산화탄소 투과율, L(단위: μm)은 포장지 두께이다.

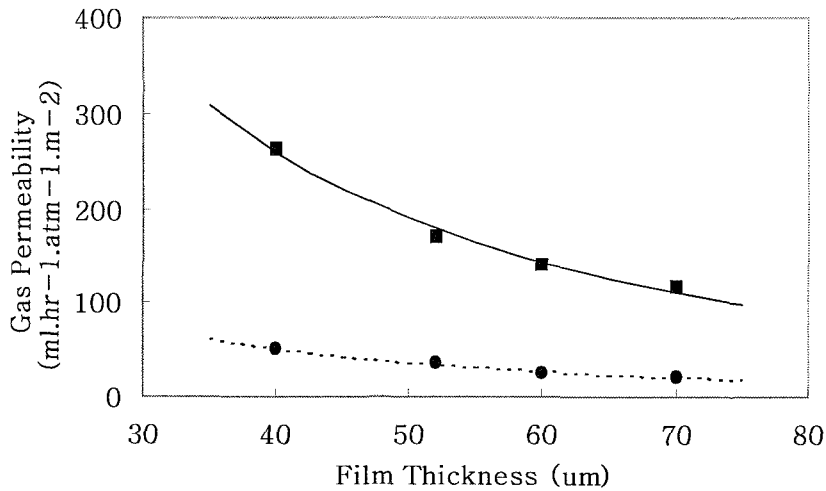


Fig. 1. Predicted and experimental oxygen and carbon dioxide gas permeabilities of low density polyethylene films at 0°C. Solid and dotted line represent predicted gas permeabilities. (Experimental data: Circles are oxygen, squares are carbon dioxide)

라. 숙기별 포장조건에 따른 공기조성 변화 예측

표 3과 그림 2에서 구해진 단감 과실의 호흡특성과 포장지의 가스투과율과 아래 식 8~13의 미분방정식을 사용하여 저장 중 포장 내 공기조성 변화를 예측하였다.

$$\frac{[O_2]}{dt} = 100 \left\{ \frac{SP_{O_2} \times A(0.21 - [O_2]/100)}{V} - \frac{W \times R_{O_2}}{V} \right\} \quad (8)$$

$$\frac{[CO_2]}{dt} = 100 \left\{ \frac{SP_{CO_2} \times A(0.00 - [CO_2]/100)}{V} + \frac{W \times R_{CO_2}}{V} \right\} \quad (9)$$

$$\frac{dV_{O_2}}{dt} = SP_{O_2} \times A(0.21 - [O_2]/100) - W \times R_{O_2} \quad (10)$$

$$\frac{dV_{CO_2}}{dt} = SP_{CO_2} \times A(0.00 - [CO_2]/100) + W \times R_{CO_2} \quad (11)$$

$$\frac{dV_{N_2}}{dt} = SP_{N_2} \times A(0.79 - [N_2]/100) \quad (12)$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV_{O_2}}{dt} + \frac{dV_{CO_2}}{dt} + \frac{dV_{N_2}}{dt} \quad (13)$$

여기서 $[O_2]$ 는 포장 내 산소 농도(%), $[CO_2]$ 는 포장 내 이산화탄소 농도(%), $[N_2]$ 는 포장 내 질소 농도(%), SP_{O_2} 는 산소의 포장지 투과율, SP_{CO_2} 는 이산화탄소의 포장지 투과율, SP_{N_2} 는 질소의 포장지 투과율, L 은 포장지 두께, R_{O_2} 는 산소 소비 호흡 속도, R_{CO_2} 는 이산화탄소 발생 호흡 속도, t 는 경과시간, a 와 b 는 시간에 따라 산소와 이산화탄소의 농도변화를 설명하는 계수, W 는 과중, V 는 포장지 내의 총부피, V_{O_2} , V_{CO_2} , V_{N_2} 는 각각의 공기가 차지하는 포장 내 부피이다.

그림 2는 저장 중 포장 내 공기조성 변화를 예측한 값과 실제 값을 비교하여 나타낸 그림이다. 시험조건은 과중 $225 \pm 5g$ 단감을 표면적 $351cm^2$ 두께가 $52\mu m$ 인 LDPE film 봉지에 과실을 1개씩 열접착 밀봉한 후 $0^\circ C$ 보관하여 시기별로 포장내 공기조

성과 공기량 변화의 실측치와 식 7~10을 통해 얻어진 예측치를 표시하였다. 실측치와 예측치 간에는 실측치의 이산화탄소 농도가 약간의 낮은 경향이 있으나 대체로 일치하였다. 따라서 이 방법은 정상 상태의 공기조성을 예측하여 과피변색과 같이 포장 내 공기조성과 관련이 깊은 생리장해과를 경감시키고 품질을 유지는 MA 포장 조건을 설정하는데 적합한 것으로 판단되었다.

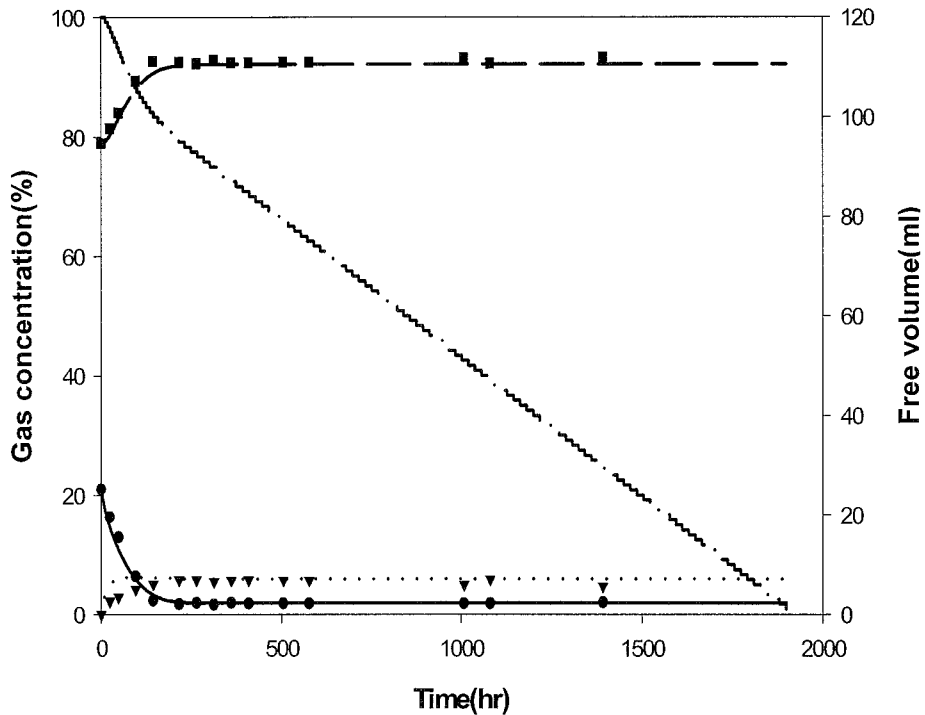


Fig. 2. Predicted package atmosphere and experimental data for permeable package of the 'Fuyu' persimmon fruits at 0°C. Package have 225 ± 5 g persimmon fruits with initial free volume of 120 mL, surface area of 0.0351 m^2 and film thickness of $52 \mu\text{m}$ LDPE. Solid, dotted and dashed line represent predicted gas compositions and dash-dotted line represent free volumes, respectively. (Experimental data : Circles are oxygen, triangles are carbon dioxide, squares are nitrogen).

따라서 표 4는 단감을 숙기별로 구분하여 0℃에서 포장 내 공기조성이 정상상태 (Steady state)에 도달하였을 때 산소와 이산화탄소의 농도를 예측한 값이다. 이때 정상 상태에서 산소와 이산화탄소의 농도를 기준으로 최적 포장조건을 설정할 수 있다. 단감 저장 시 1.0% 미만의 산소농도 조건에서는 무기호흡에 따른 이취나 생리장해가 발생하므로 포장 내 산소농도를 1.0% 이상에서 유지할 필요가 있다. 또한 산소 농도가 높을 경우 단감의 호흡속도를 억제하는 힘이 약하고, 곰팡이 등 미생물의 발생이나 과피흑변과의 발생이 우려된다. 따라서 표 4의 값들을 기준으로 숙기별 최적의 포장조건을 예측하면 개당 과중이 200-250g인 과실을 기준으로 초기 수확과실은 포장지의 두께를 50 μ m미만이 적당한 것으로 판단되며, 중기와 말기는 50-55 μ m 정도의 포장 두께가 적당한 것으로 판단되었다.

마. 숙기별 과실의 저장성 조사

저장 중 과실의 품질변화를 조사하기 위하여 2002년과 2003년산 과실에 대하여 관행적으로 사용되고 있는 두께 50-55 μ m의 저밀도 폴리에틸렌 포장지를 사용하여 MA포장하여 저온 저장한 후 과실의 품질을 조사하였다.

표 4. 필름두께 및 숙기별 저장 중 포장 내 공기조성 변화 예측. (단위: %)

필름 두께 (μ m)	공기조성	수확시기		
		초기	중기	말기
40	O ₂	3.46	4.90	4.90
	CO ₂	4.98	4.84	4.72
50	O ₂	0.05	1.98	1.92
	CO ₂	5.66	5.50	5.34
55	O ₂	0.00	1.02	1.00
	CO ₂	6.07	5.87	5.69
60	O ₂	0.00	0.00	0.00
	CO ₂	6.50	6.28	6.02
70	O ₂	0.00	0.00	0.00
	CO ₂	7.47	7.24	6.98

* 과중200-250g 수준.

아래 표 5에서 과실의 경도는 모든 처리에서 저장 전에 비해 감소하는 경향이었고, 처리 간에는 저장전과 같이 말기처리구가 낮게 조사되었다. 당 함량에 있어서 2002년산 과실은 숙기에 관계없이 저장기간 중 과당과 포도당 함량은 증가하는 경향이었고 자당은 감소하는 경향이였다. 그러나 2003년산은 초기와 중기의 과실이 저장기간 중 자당은 오히려 증가하는 경향이었고, 과당과 포도당에 있어서는 감소하는 경향을 보였다. 말기 수확의 과실에서는 2002년산과 같이 저장 중 포도당과 과당은 약간 증가하고 자당은 감소하는 경향을 보였다.

저장 중 포장내 공기조성의 변화와 생리장해과 발생률은 표 6에 나타내었다. 2002년산 단감은 저장 60일 후 포장 내 공기조성은 CO₂ 농도는 4.5~5.6%, O₂ 농도는 1.8~2.3% 정도로 조사되었고, 중기 수확과실의 포장에서 CO₂ 농도가 가장 높았고, 초기 수확과실의 포장에서 O₂ 농도가 가장 높았다. 따라서 저산소 고이산화탄소의 장해인 갈변과의 발생이 중기 수확과실에서 가장 많았으며 말기 처리에서 갈변과의 발생률이 초기와 중기에 비해 낮게 나타났다. 이는 표 2에서 2002년산 과실의 산소 소비 호흡률이 중기 과실에서 가장 높게 조사된 것과 일치하는 결과를 보인 것이다.

표 5. 저장 중 품질 변화.

2002년산	저장60일				저장150일			
	경도 (N/ø3mm)	당함량(%)			경도 (N/ø3mm)	당함량(%)		
		과당	포도당	서당		과당	포도당	서당
초기	23.1	2.1	2.6	7.3	25.4	2.4	4.2	7.2
중기	23.4	3.1	3.5	5.7	24.9	4.2	4.9	5.3
말기	22.7	3.6	3.8	7.6	20.4	5.5	6.3	4.3

2003년산	저장60일				저장150일			
	경도 (N/ø3mm)	당함량(%)			경도 (N/ø3mm)	당함량(%)		
		과당	포도당	서당		과당	포도당	서당
초기	25.5	2.1	2.2	8.4	24.3	1.7	1.7	8.5
중기	26.4	2.5	2.6	7.4	24.1	1.8	2.0	8.6
말기	21.7	3.5	3.8	6.1	20.6	3.5	3.8	5.3

표 6. 저장 중 포장 내 공기조성과 생리 장해과 발생률.

- 저장 60일 -

2002년산	포장공기농도(%)		장해과율(%)				
	CO ₂	O ₂	갈변	흑변	연화	곰팡이	건전
초 기	4.5	2.3	29.1	1.2	0.0	0.0	69.8
중 기	5.6	1.8	30.8	0.0	1.1	0.0	68.1
말 기	4.9	1.8	10.2	0.0	0.0	1.1	88.6

2003년산	포장공기농도(%)		장해과율(%)				
	CO ₂	O ₂	갈변	흑변	연화	곰팡이	건전
초 기	4.9	1.5	47.5	0.0	0.0	5.7	46.8
중 기	5.2	1.4	53.1	0.0	0.0	1.1	45.8
말 기	3.9	3.2	1.1	0.0	0.0	0.0	98.9

- 저장 150일 -

2002년산	포장공기농도(%)		장해과율(%)				
	CO ₂	O ₂	갈변	흑변	연화	곰팡이	건전
초 기	진공	진공	32.5	3.6	20.5	9.6	43.4
중 기	진공	진공	73.5	0.0	33.7	0.0	4.8
말 기	진공	진공	38.8	1.3	8.8	7.5	45.0

2003년산	포장공기농도(%)		장해과율(%)				
	CO ₂	O ₂	갈변	흑변	연화	곰팡이	건전
초 기	진공	진공	48.8	0.0	0.0	46.3	25.2
중 기	진공	진공	57.5	0.0	0.0	18.1	34.4
말 기	진공	진공	2.9	0.0	3.8	3.8	89.5

그러나 이산화탄소 발생 호흡률이 초기 수확이 가장 높았으나 포장 내 이산화탄소농도가 초기 수확 과실이 가장 낮은 것을 비교하면 반대되는 결과를 보이는 것과, 중기 수확과실과 말기 수확과실의 포장 내 산소농도가 1.8%로 같았지만 갈변과의 발생에서는 큰 차이가 나는 것을 비교하면 포장 내 공기조성에 미치는 호흡 외의 다른 영향과 생리장해 발생에 미치는 포장 내 공기조성 외의 다른 요인에 대하여도 추후 연구가 필요한 것으로 생각된다.

2003년산 과실에 있어서도 중기 수확과실에서 포장 내 이산화탄소의 농도가 가장 높고, 산소 농도가 가장 낮으므로 갈변과의 발생이 가장 많이 조사되었다. 이 또한 표 2의 호흡 조사에서는 중기 수확의 과실 호흡률이 가장 낮은 것을 감안하면 단순 호흡량 조사결과로 포장 내 공기조성 변화를 예측하는 것이 어려운 점으로 지적 할 수 있다. 따라서 앞으로 포장 내 공기조성에 미치는 호흡 이외의 다른 요인에 대한 연구도 추진되어야 할 것으로 생각된다. 저장 150일 후에는 포장 내 공기가 외부로 다 빠져나오므로 자연 진공포장이 형성되어 포장 내 공기조성을 조사할 수 없었고 갈변 외에도 생산년도에 따라 연화와 곰팡이의 피해도 다량 발생되고 있으므로 이에 대한 대책이 필요한 것으로 판단된다.

표 4에서 예측한 숙기와 포장지 두께별 포장 내 공기조성의 변화를 실증하기 위하여 숙기별 여러 가지 포장두께의 포장지를 사용하여 실제 저장성 조사를 실시하여 표 7에 나타내었다. 수확시기와 포장지 두께별로 나타나는 생리장해의 유형으로는 갈변, 흑변, 연화, 곰팡이 등으로 분류하였다.

갈변과의 발생은 이미 잘 알려진 대로 수확시기에 관계없이 포장지가 두꺼울수록 많은 경향이었고 특히 초기와 말기 수확과실에서 발생률이 높게 나타났다. 흑변은 말기 수확과실에서 가장 많이 발생되었으며 연화는 중기와 초기 수확과실에서 많이 발생되었다. 생리장해와 포장지의 두께의 관계는 갈변과의 발생에서 관련을 보였을 뿐 다른 장의 발생과는 뚜렷한 경향이 없었다. 따라서 저장 중 발생하는 생리장해 중 갈변을 방지하기 위해서는 적정 두께의 포장지를 활용해야 할 것으로 판단되나, 다른 장해발생을 줄이기 위한 대책을 마련하기 위해서는 또 다른 연구가 필요할 것으로 판단된다.

표 7. 포장지 두께별 생리장해과 발생률.

2004년산		장해과율(%)				
수확시기	포장두께 (μm)	갈변	흑변	연화	곰팡이	건전
초기	40	0.0	1.5	8.0	6.5	84.0
	50	1.9	3.8	17.9	9.6	66.7
	55	11.3	1.3	8.7	6.7	72.0
	60	17.9	1.5	12.8	10.2	57.7
	평균	4.40	2.20	11.53	7.60	74.23
중기	40	0.0	5.7	16.7	4.0	73.6
	50	0.0	3.3	27.2	3.3	66.2
	55	2.0	2.0	20.7	2.0	73.3
	60	5.1	1.1	24.4	5.1	64.2
	평균	1.60	3.30	19.03	4.22	71.83
말기	40	6.3	13.6	8.0	2.3	69.9
	50	5.3	15.2	4.6	3.3	71.5
	55	17.5	16.3	4.4	4.4	57.5
	60	18.7	17.8	3.2	1.4	58.9
	평균	7.67	12.10	9.01	3.56	67.68

본 연구에서는 먼저 2002년부터 2004년까지 생산된 과실의 경도, 색도, 당도 등의 품질 특성을 조사하여 년도별 큰 차이가 없음을 밝혔다. 그러나 일반적인 방법과 폐쇄계호흡측정방법(Closed system method)으로 조사하여 Michaelis-Menten 효소반응속도식으로 분석한 단감과실의 호흡율은 년도와 숙기별로 차이가 있는 것으로 조사되었고 이는 농업의 생산 현장에서 해마다 동일한 과원과 숙기에서도 과실의 저장성이 차이를 보이므로 많은 저장농가의 어려움에 대한 원인을 파악하고 대책을 강구하기 위해서는 매년 수확되는 과실에 대하여 정기적인 과실의 호흡률 조사가 필요할 것으로 판단되었다. 또한 단감포장의 최적 포장조건을 설정하기 위하여 포장용으로 가장 많이 사용되고 있는 저밀도폴리에틸렌의 산소와 이산화탄소에 대한 가스투과도를 조사하여 저장중 포장내 공기조성변화를 예측하여 과피변색과 같이 포장내 공기조성과 관련이 깊은 생리장해과를 경감시키고 품질을 유지는 숙기별 MA포장조건을 설정하였다. 이 예측 결과를 실증하기 위하여 숙기별 여러 가지 포장두께의 포장지를 사용하여 실제 저장성 조사를 실시한 결과 저장 중 발생하는 주요 생리 장해 현상중

하나인 갈변과의 발생을 방지하기 위해서는 적정 두께의 포장지를 활용해야 할 것으로 판단되었다. 또한 안정적인 장기저장을 위해서는 갈변과 외의 다른 장해발생을 줄이기 위한 대책도 마련되어야 할 것으로 판단되었다.

제2절 기술체계도 작성

1. 기술체계도 작성을 위한 기본 구조

가. 분류기준

농업의 기술체계도(technical tree) 구축을 위해서는 일차적으로 해당품목별(산업군)로 기술개발 내용이 유사한 기술군(대분류)으로 구분한다. 기술군은 기술체계도상의 대분류에 해당되며 산업군 내에서 가장 일반적으로 구분되어온 분야로서 오래 전부터 중요하게 검토되어온 기술영역에 해당한다(표 1). 중분류는 기술군(대분류)에 대한 1차적인 기술분류로서 해당 기술개발 수행 시 우선적으로 검토되어야 할 기술로 구분할 수 있다. 연구개발 측면에서 대분류 및 중분류급 기술은 기획과제 혹은 대형과제 수준에 해당한다.

소분류의 경우는 중분류에 해당되는 기술을 개발하는데 필수적인 핵심기술의 의미를 지닌다. 전문가 그룹 dBase 작성 시 전문분야에 해당하며 현장적용기술 개발을 위한 분류 수준으로 볼 수 있다.

세분류와 세세분류(title file)는 각각 소분류와 세분류 기술의 개발에 필요한 단위 기술로써 기반기술 혹은 기초기술의 성격을 띤다. 정보제공 영역으로 볼 때는 가장 작은 단위의 최종 제공정보 파일의 성격을 지닌다.

나. 기술개발과제 도출을 위한 적용

기술체계도는 전문가 그룹 dBase와 자료와 함께 품목별 기술개발 과제의 합리적인 도출을 가능하게 한다(그림 1). 또한 산업 경쟁력 강화를 위한 기술개발 정책의 장·단기계획 수립을 효율적이면서 체계적으로 추진할 수 있을 뿐만 아니라 기술보급을 효율적으로 수행할 수 있도록 정책지원의 합리적인 방안을 제시할 수 있다.

표 1. 단감 산업 기술 분야의 분류 체계 내용.

구분	내용
산업군	품목별 산업영역(예: 단감)
기술군 (대분류)	산업군 내에서 구분되는 분야로서 오래 전부터 중요하게 검토되어온 기술영역으로서 전력기술개발을 위한 기획과제 발굴의 기본분야
중분류	기술군(대분류)에 대한 1차적인 기술분류로서 해당 기술개발 수행시 우선적으로 검토되어야 할 기술로써 기획과제 혹은 대형과제 해당분야
소분류	중분류에 해당되는 기술을 개발하는데 필수적인 핵심과제 해당분야 전문가 그룹 dBase의 전문분야에 해당
세분류	소분류 기술의 개발에 필요한 기반 기술
세세분류	세분류 기술의 개발에 필요한 기초 기술

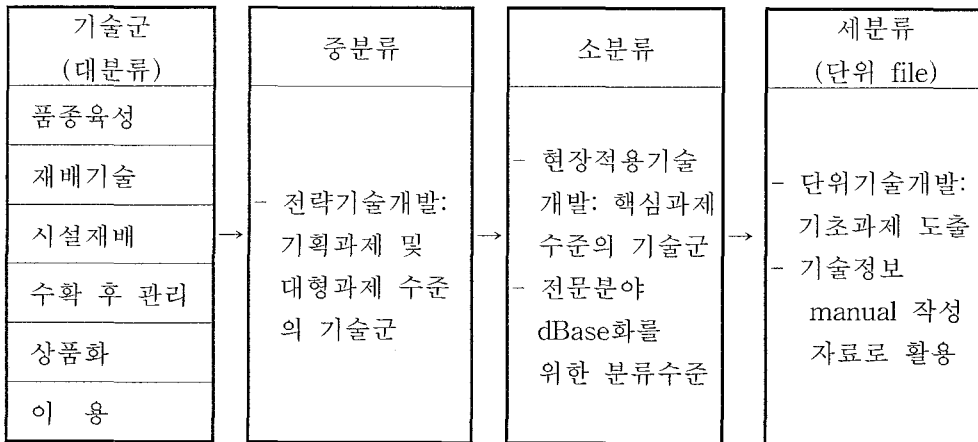


그림 1. 기술개발 및 정보제공을 위한 Top-down 방식 기술분류체계의 적용.

다. 단감 기술 체계도 dBase화를 위한 대분류 및 중분류 기본 content

단감 산업의 기술체계도 작성					
품종육성	재배기술	시설재배	수확 후 관리	상품화	이용
품종별 특성표	개원·식재	작형	수확	선별	추출가공
선발	생육·결실	결실관리	전처리	출하	첨가물
대목	토양관리	토양·비료	저장	수출	다양성
유전자원	보호 생리장해	보호			

2. 기술체계도

가. 기술체계도 작성 과정

- 1) 전문가 집단과의 협의 - 대분류, 중분류 작업
- 2) 핵심과제 수준의 소분류 작업 - 단위기술수준의 세부과제 작업
- 3) 분류수준별 조정 작업 - 최종안 작성(표 2)

나. 기술체계도 시안 검증을 위한 분류수준의 요약

기술군(대분류)	중분류	소분류	세분류	Title (file): 예상
품종육성	4	7	13	26
재배기술	8	21	73	194
시설재배	4	8	16	31
수확 후 관리	3	5	12	30
상품화	3	6	5	10
이용	3	6	6	15
계	25	53	125	306

표 2. 단감 산업의 기술체계도.

대분류	중분류	소분류	세분류	Title		
품종 육성	품종 분류	숙기	조생종	품종특성		
			중생종	품종특성		
			만생종	품종특성		
		내한성	품종선발	교배육종	발아기 기준	품종별 지역 적응성
					수확기 기준	품종별 지역 적응성
					휴면기기준	품종별 지역 적응성
		아조변이	유전자원 선발	교배육종	선발기준	선발기준
					모본선발	모본선발
					부분선발	부분선발
		대목선발	유전자원 선발	일반대목	일반대목	특성기준표; 대비표
왜성대목	지방종 특성					
유전자원 탐색	유전자원 현황	일반대목	일반대목	일반대목		
			왜성대목	왜성대목		
재배 기술	개원	재배환경	기상조건	기온; 강우량; 일조; 바람		
			토양조건	토성; 토양 화학성; 토양 물리성		
			지형조건	평지; 산지		
			과원조성법	농로설치	농로설치	
				관수, 배수시설	관수시설의 유형; 방법별 장단점; 배수시설 유형	
				방풍림	수종; 조성 방법; 효과	
			식재	대목양성	대목특성	공대; 고품대
					과종	종자채취; 과종
					재배관리	토양관리; 수분관리
				접목	접수관리	접수채취; 접수보관
		접목방법			접목준비; 절집; 할집; 피하집	
		접목 후 관리			묘관리; 병해충방제	
		묘목식재	영양생장	재식거리		
				재식구덩이파기		
				사후관리		
				뿌리	생육양상; 관련 요인: 팽/착과량/양분흡수와 저장	
		생육조절	영양생장	가지	생육양상; 관련 요인: 착과량/시비량/전정량/강우	
				잎	생육양상; 관련 요인: 착과량/시비량	
				생식생장	화아분화	화아분화; 분화시기; 관련 요인
			생식생장	개화	화기구조; 개화시기; 관련 요인	
과실구조	과실구조					
과실발육	시기별 생장 양상; 관련 요인					

표 2-계속

대분류	중분류	소분류	세분류	Title	
	결실관리	수분	수분수	수분수 품종; 수분수 확보: 식재비율/고접갱신	
			수분촉진	꿀벌방사; 인공수분: 꽃가루채취/지장/방법; 과원환경 개선	
		착과량 조절	적외	효과; 시기; 방법	
			적과	효과; 시기; 방법	
			생리적낙과	원인; 방지대책	
			해거리	원인; 방지대책	
		생장조절제		종류; 처리기술	
		토양관리	토양개량	깊이같이	필요성; 방법
				유기물사용	필요성; 방법
	석회사용			필요성; 방법	
	표토관리		토양보존	필요성; 방법	
			청경재배	장단점; 방법	
			초생재배	장단점; 방법	
			멀칭재배	장단점; 방법	
	수분관리		절충법	장단점; 방법	
			배수	관수	필요성; 방법
				관수	필요성; 관수방법; 관수시기
	시비	영양 생리	영양진단	성분별생리작용(N/P/K/Ca/Mg); 양분흡수 특성(시기별 흡수량/ 양분 소모와 축적)	
			시비량	수체생육; 엽분석; 토양검정	
시비시기			표준시비량; 시비량 결정		
시비방법			밀거름; 여름거름; 가을거름		
			윤구식; 조구식; 표층시비; 방사구시비; 엽면시비		
			호르몬; 양분		
			전정시기; 전정방법		
정지·전정	전정생리	전정관련 생리	전정시기; 전정방법		
		전정과 생장	전정시기; 전정방법		
		전정과 결실	전정시기; 전정방법		
	수형구성	수형종류		변칙주간형; 개심자연형; Y자형; 기타	
				(유목관리/수형구성/관리)	
	전정기술	수고조절, 축벌	수고조절, 축벌	일시갱신; 점진적 갱신; 축벌	
			축지전정	축지선택; 축지갱신	
			결과모지 전정	결과모지수 결정; 결과모지 선택	
	여름전정	전정정도; 전정시기; 전정방법			

표 2-계속

대분류	중분류	소분류	세분류	Title		
	병해충방제	병해	탄저병	피해증상; 병원균생태; 방제		
			동근무늬낙엽병	피해증상; 병원균생태; 방제		
			흰가루병	피해증상; 병원균생태; 방제		
			모무늬낙엽병	피해증상; 병원균생태; 방제		
			잎마름병	피해증상; 병원균생태; 방제		
			줄기마름병	피해증상; 병원균생태; 방제		
			기타	피해증상; 병원균생태; 방제		
			충해	감쪽지나방	형태; 증상; 발생생태; 방제	
				주머니깍지벌레	형태; 증상; 발생생태; 방제	
				빨밀깍지벌레	형태; 증상; 발생생태; 방제	
	긴숨깍지벌레붙이	형태; 증상; 발생생태; 방제				
	노린재	형태; 증상; 발생생태; 방제				
	애기유리나방	형태; 증상; 발생생태; 방제				
	기타 해충	형태; 증상; 발생생태; 방제				
	생리장해와 재해	생리장해	과피혹변	증상; 원인; 방지대책		
			정부열과	증상; 원인; 방지대책		
			꼭지들림	증상; 원인; 방지대책		
			녹반증	증상; 원인; 방지대책		
			줄무늬과	증상; 원인; 방지대책		
		재해	동해	실태; 발생기작; 피해유형; 대책 및 사후관리 기술		
서리피해			실태; 발생기작; 피해유형; 대책 및 사후관리기술			
바람피해			실태; 피해상황; 증상; 대책 (예방, 사후대책)			
시설재배			작형	가온재배	비닐피복 온도관리	시기; 피복재료
				무가온재배	비닐피복 온도관리	시기; 피복재료
	결실관리	착과 관리	수분 적뢰, 적과	꽃벌방사; 인공수분; 수분수 효과; 방법		
			토양관리	토양개량 표토관리 수분관리	깊이갈이; 유기물-석회 사용 토양보존; 정정재배; 멀칭재배 배수; 관수	
	보호	생리장해방지	시비방법	시비량 시비시기	표준 시비량; 시비량결정 밀거름; 덧거름	
병해 방제			줄무늬과 일소과 꼭지들림과	원인; 대책(온도/토양관리) 원인; 대책 원인; 대책		
			주요 해충	방제기술		
충해 방제	주요 병해	방제기술				

표 2-계속

대분류	중분류	소분류	세분류	Title		
수확후 관리	수확	수확지표개발		수확시기 판정; 수확방법		
			지장전처리	전처리기술	필요성/효과; 온도설정; 온도-기간 프로그램	
	저장관리	저장프로그램	품종		품종별 저장생리;	
				직출하용	저장한계기간 설정 한계기간설정; 온도관리; 습도관리	
				장기저장용	한계기간설정; 저장력 판단	
			저장기술	MAP	포장재질; 포장단위;	
				CA	적용기술; CA 환경제어;	
				저장장해	온도관리; 습도관리	
					과피흑변	유형; 원인; 방지기술
					갈변	유형; 원인; 방지기술
연화	원인; 방지기술					
		동결	원인; 방지기술			
상품화	선별-출하	선별기준		품질 기준; 선별효과;		
			선별방법	등급규격		
		포장	포장 단위화	중량선별; 품위선별		
			포장자동화	포장단위: 날개, 5개들이 날개, 5개들이		
	유통관리	규격화	출하규격			
		유통품질	품질유지기술 식품안전	저온유통환경, 품질평가 잔류농약분석,		
		유통정보	시장구조	개배관리연관기술		
	수출	수출포장기술 수출품질관리	시장구조	도매시장, 소매시장		
			단위포장	포장재질; 내부환경 제어		
			품질유지기술 검역-소독	컨테이너, 유통환경 관리 검역-소독		
이용	추출가공	음료가공기술	식초 등	원료정선; 제조공정		
		액기스제품		원료정선; 공정		
		기능성물질		원료정선; 공정		
	첨가물가공	분말가공기술		분말공정; 제품보관		
		기타 제과류		대상제과류 분류; 적용공정		
	용도개발	상품화기술 개발	뽕은감 탈삼	품종별 처리기술		
			기능성상품	요구르트, 올리고당, 화장품		
			시장조사	소비자조사, 기호도 조사		

3. 기술체제도상 소분류 기술내용(핵심기술)에 대한 dBase 자료

가. 핵심기술 도출

- 기술체제도 상에서 세분화된 소분류 수준(핵심기술) 기술내용에 대한 dBase 작성
- 기술내용: 연구논문, 전문기술자료, 실태조사서를 조사하여 취합 정리함
- dBase 양식: 기술개요, 핵심기술, 단위기술, 국내외 기술개발현황, 참고문헌 등으로 구성

표 3. 소분류 수준에서의 핵심기술 개발 dBase 작성 양식.

<과제분류 및 과제명> 단감의 수확 후 관리(대분류)/저장(중분류) /저장장해(소분류: 핵심기술)					
- 과제명					
<기술 개발의 필요성과 목표>					
- 연구의 필요성:					
- 기술개발의 최종목표 :					
<기술개발의 개요 및 범위>					
-					
-					
<단위기술>					
-					
-					
<국내외 연구개발 현황>					
- 국내:					
- 국외:					
<국내기술 수준>					
		기술개발단계			
소분류	단위기술	도입	개발	완료	활용
<주요 참고문헌>					
1.					
2.					
3.					

나. 핵심기술과제 작성 과정

- 핵심기술 도출: 기술분류 체계 상 소분류에 해당하는 핵심과제 수준의 53개 기술군 중 1차로 20개를 선발
- 선발된 20개 핵심기술에 대한 전문가 선정 및 d-Base화를 위한 자료작성
- 1차 선별 핵심기술을 토대로 보완 기술과제 12개 선정
- 최종 32개의 핵심기술 도출(표 4)

표 4. 소분류-세부과제 수준의 핵심기술과제 list.

구분 (대분류)	핵심기술 제안 과제수	전문가 (집단)
육종	1. 단감 조생종 교배육성	김태춘(원광대)
	2. 둥근무늬낙엽병 저항성 품종 교배육성	김성철(단감연)
	3. 아조변이 품종선발	권진혁(경남농업기술원)
	4. 가공적성 우수 뽕은감 육성	
재배기술	5-6. 개원 및 재배환경	박두상(단감연)
	7. 영양생장과생식생장 조절	최성태(단감연)
	8. 착과량 조절기술 개발	윤영환(단감연)
	9-10. 도양관리: 수분 및 시비 관리	손동수(나주배)
	11-12. 정지·전정: 과실품질, 수체조절	강성모(경상대)
	13-14. 병해충 종합관리 체계 구축	
	15-16. 재배과정에서의 생리장해 및 재해	
시설재배	17. 시설재배: 고온기 착색 향상기술	
수확후관리	18. 성숙지표와 저장력	이용재(밀양대)
	19-20. 전처리기술: 저온처리, 열수처리	안광환(단감연)
	21. 품질관리: 저장유통관리 프로그램	박윤문(안동대)
	22-23. 저장기술: MAP, CA포장기술개발	조영수(동아대)
	24. 저장장해 방지기술	
상품화	25. 포장기술	박윤문(안동대)
	26. 유통품질유지기술-에틸렌제어기술	조두현(상주대)
	27. 유통정보	안광환(단감연)
	28-29. 수출 상품화	송원두(양파연)
이용	30. 건조-분말 가공	박윤문(안동대)
	31. 뽕은감 탈삼 기술	조영수(동아대)
	32. 신상품 개발	

다. 핵심기술 d-Base 자료

1) 자료 #1 단감 조생종 교배육성

<p><과제명> 품종 육성(대분류)/품종선발(중분류)/ 교배육종(소분류: 핵심기술) - 우리나라 기후에 적합한 조생 우량 품종 육성</p>																															
<p><기술 개발의 필요성과 목표> - 국내의 추석용 단감 품종이 없어서 불완전 단감 ‘서촌조생’ 출하 - ‘서촌조생’은 기상조건이 나쁜 해에 품질이 낮아 단감 전체에 대한 소비 위축 우려 - 기술개발의 최종목표: ‘서촌조생’의 결점을 보완할 수 있는 완전 단감 조생종 육성</p>																															
<p><기술개발의 개요 및 범위> - 불완전단감인 ‘서촌조생’ 결점 보완 - 완전단감 ‘이두’ 품종과 숙기가 비슷한 조생단감 육성 - 우리나라 기후 및 토양에 잘 적응하는 품종 육성</p>																															
<p><단위기술> o 신품종 육성의 세부목표 - 수확기: 9월 하순 정도 - 상품과율: 80% 정도(‘서촌조생’의 상품과율은 50% 정도) - 과실의 당도: 17% 정도(기존 조생종 품종의 당도 13-14% 정도)</p>																															
<p><국내외 연구개발 현황> - 국내: 조생종 ‘조홍시’가 선발되어 이용되고 있으나 불완전단감임. - 국외: 조생종 완전단감 ‘조추’ 육성, 현재 도입하여 적응성 검토 중.</p>																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">단감 조생종 교배육성</td> <td>수확기 : 9월 하순</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>상품과율 : 80%</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>과실당도 : 17%</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	단감 조생종 교배육성	수확기 : 9월 하순	○				상품과율 : 80%		○			과실당도 : 17%		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
단감 조생종 교배육성	수확기 : 9월 하순	○																													
	상품과율 : 80%		○																												
	과실당도 : 17%		○																												
<p><주요 참고문헌> 1. 池田 勇, 山田昌彦, 栗原昭夫. 1985. カキの甘蒔の遺傳. 園學雜. 54(1):39-45. 2. 山田昌彦, 池田 勇, 山根弘康, 平林利郎. 1988. カキのへたすきと果頂裂果の遺傳. 園學雜. 57(1):8-16. 3. Masahiko Yamada. 1993. Persimmon breeding in Japan. Tropical Agriculture Research Center. Vol. 27:33-37. 4. Yamada, M., Yamane, H., Sato, A., and Hirakawa, N. 1994. Variations in fruit ripening time, fruit weight and soluble solids content of oriental persimmon cultivars native to Japan. 1994. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 63(3):485-491.</p>																															

2) 자료 #2 등근무늬낙엽병 저항성 품종 교배육성

<p><과제명> 품종 육성(대분류)/품종선발(중분류)/ 교배육성(소분류: 핵심기술) - 등근무늬낙엽병 저항성 품종 육성</p>																															
<p><기술 개발의 필요성과 목표> - 감나무 주요병해인 등근무늬낙엽병에 강한 품종을 육성하여 약제 방제 횟수 절감</p>																															
<p><기술개발의 개요 및 범위> o 신품종 육성의 목표 - 등근무늬낙엽병 저항성유전자의 형태적 지표 탐색: 수세(강), 엽색(진녹색) 등 - 단감 품종육성 교배조합에서 작성된 실생 집단 중에서 등근무늬낙엽병 저항성 개체 선발</p>																															
<p><단위기술> o 신품종 육성의 세부목표 - 등근무늬낙엽병 저항성유전자의 형태적 지표 탐색 - 등근무늬낙엽병 저항성 개체 선발 - 등근무늬낙엽병 방제회수 절감: 4회→ 2-3회</p>																															
<p><국내외 연구개발 현황> - 국내: 감나무 등근무늬낙엽병의 생활사 및 생리생태 구명 - 국외: 연구개발 미흡</p>																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">소분류</th> <th rowspan="2" style="width: 20%;">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">도입</th> <th style="width: 10%;">개발</th> <th style="width: 10%;">완료</th> <th style="width: 10%;">활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: left; padding: 5px;">등근무늬낙엽병 저항성 품종 육성</td> <td style="text-align: left; padding: 5px;">생리생태연구</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left; padding: 5px;">형태적 지표 탐색</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left; padding: 5px;">방제회수: 4회→2회</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	등근무늬낙엽병 저항성 품종 육성	생리생태연구				○	형태적 지표 탐색		○			방제회수: 4회→2회	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
등근무늬낙엽병 저항성 품종 육성	생리생태연구				○																										
	형태적 지표 탐색		○																												
	방제회수: 4회→2회	○																													
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 권진혁, 강수웅, 정부근, 김동길, 박창석, 김희규. 1997. <i>Mycosphaerella nawae</i>에 의한 등근무늬낙엽병의 약제 방제 방법 개선. 작물보호논문집 39(2):15-18. 2. 권진혁, 강수웅, 박창석, 김희규. 1997. 감나무 등근무늬낙엽병균의 위자낭각 성숙에 영향을 미치는 환경요인. 한국식물병리학회지 13(4):215-218. 3. 권진혁, 강수웅, 조동진, 신원교, 박창석, 김희규. 1997. 감나무 등근무늬낙엽병균의 자낭포자 비산 요인. 작물보호논문집 39(2):10-14. 4. 권진혁, 강수웅, 박창석, 김희규. 1998. 감나무 등근무늬낙엽병균의 분생포자 인공접종에 의한 발병. 작물보호논문집 40(2):76-79. 5. 권진혁, 강수웅, 박창석, 김희규. 1998. 감나무 등근무늬낙엽병균의 자낭포자와 분생포자의 온도반응 차이. 작물보호논문집 40(2):80-82. 																															

3) 자료 #3 아조변이 품종선발

<p><과제명> 품종육성(대분류)/품종선발(중분류)/ 아조변이(소분류: 핵심기술) - 주요 재배 품종의 아조변이 과실 탐색</p>																														
<p><기술 개발의 필요성과 목표> - 기술개발의 최종목표 : ‘부유’, ‘차랑’ 등 주요 재배품종의 조기착색성, 대과특성, 솟꽃 착생 등의 아조변이 품종 선발</p>																														
<p><기술개발의 개요 및 범위> - 농가별 재배 품종 탐색 및 기초 조사 - 주요 재배 품종 특성기준표 작성 - 유전자원 목록 및 기초자료 조사</p>																														
<p><단위기술> - 특성 기준표 작성 - 유전자원 목록화 - 응화, 자화 및 완전화 착생 특성 구명</p>																														
<p><국내외 연구개발 현황> - 국내: ‘대안단감’ 선발, 단감연구소, 상주감시험장 등에서 품종선발 연구 중 - 국외: ‘송본조생부유’, ‘도근조생’, ‘대핵무’ 등 아조변이 품종 다수 등록</p>																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">아조변이 품종 선발</td> <td>특성 기준표 작성</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>유전자원 목록화</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>품종 탐색</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	아조변이 품종 선발	특성 기준표 작성		○			유전자원 목록화			○		품종 탐색		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	개발	완료	활용																									
아조변이 품종 선발	특성 기준표 작성		○																											
	유전자원 목록화			○																										
	품종 탐색		○																											
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 김용석, 정상보, 손동수, 이경국, 이운직. 1988. 단감 대과 우량품종 ‘대안단감’ 선발. 농시논문집(원예편) 30:79-82. 2. 遠藤融郎. 1987. かき品種名鑑. 日本果樹種苗協會. 3. 천경복. 1975. 전남도내 감나무 우량수지정을 위한 특성과 분포 조사. 농어촌개발연구 제9집:127-143. 4. Yamata, M. and A. Sato. 2003. Persimmon cultivars released in the 1990s by the National Institute of Fruit Tree Science in Japan. Acta. Hort. 601:19-23. 																														

4) 자료 #4 가공적성 우수 뽕은감 육성

<p><과제명> 품종 육성(대분류)/품종선발(중분류)/ 유전자원 선발(소분류: 핵심기술) - 용도별 가공적성이 우수한 뽕은감 선발</p>																														
<p><기술 개발의 필요성과 목표> - 기술개발의 최종목표: 지방 특산 재래종의 가공적성을 구명하고 무핵, 대과 품종을 선발하여 품종 등록 후 보급 확대</p>																														
<p><기술개발의 개요 및 범위> - 꽃감, 연시, 탈삽감 등 용도별 품종특성 기준설정 - 무핵, 대과종 재래종 뽕은감 품종 선발 - 지방 특산 재래종의 가공적성 구명</p>																														
<p><단위기술> - 뽕은감의 가공적성 기준설정 - 무핵, 대과 품종 선발 - 지방 재래종 품종등록</p>																														
<p><국내외 연구개발 현황> - 국내: 지방재래종 수집 조사, 지방 특산 품종의 과실 특성 연구 - 국외: '평핵무', '도근조생' 등 뽕은감 품종 보급으로 재배면적 확대</p>																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">가공적성 우수 뽕은감 육성</td> <td>가공적성 기준설정</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>무핵, 대과 품종 선발</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>지방재래종 품종등록</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	가공적성 우수 뽕은감 육성	가공적성 기준설정		○			무핵, 대과 품종 선발		○			지방재래종 품종등록			○	
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	개발	완료	활용																									
가공적성 우수 뽕은감 육성	가공적성 기준설정		○																											
	무핵, 대과 품종 선발		○																											
	지방재래종 품종등록			○																										
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 조상규, 조덕환. 1965. 감 지방종에 관한 수집조사. 농시연구보고 8(1):147-190. 2. 김태춘, 고광출. 1995. 원예학적 특성에 의한 감의 품종분류. 한국원예학회지 36(3): 331-342. 3. 상주감시험장. 감 유전자원 수집 및 지방종 품종화에 관한 연구 4. 池田 勇, 山田昌彦, 栗原昭夫. 1985. カキの甘澁の遺傳. 園學雜. 54(1): 39-45. 5. 양덕수. 1998. 전라북도 지방재래감의 특성과 분포 및 유연관계에 관한연구. 제주대학교 박사학위논문 																														

5) 자료 #5 개원을 위한 재배환경 평가

<p><과제명> 단감의 재배 기술(대분류)/ 개원(중분류)/ 재배환경(소분류: 핵심기술) 고품질과 안정생산을 위한 재배 적지 선정 기술 <기술 개발의 배경></p>																															
<p>- 월동기 동해로 인한 수채손상, 발아기 또는 성숙기 서리 피해 발생 - 토양 및 지형 특성에 따른 과실 품질, 기상재해 양상이 다름 - 기술개발의 최종목표: 재배 적지 선정 → 저온, 태풍 등 기상재해로 인한 피해 최소화, 과실 품질 향상</p>																															
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 기상요인에 따른 수채생육 및 과실 특성 - 토양 및 지형 조건에 따른 과실 특성, 기상재해 - 고품질과 안정생산에 적합한 재배 적지 선정</p>																															
<p><단위기술></p> <p>- 안정생산 및 고품질과 생산을 위한 기상 조건 - 지형적 특성에 따른 기상재해 양상 - 고품질과 생산에 적합한 토양 및 지형 조건</p>																															
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 단감 재배지역의 재배환경 및 수채 영양 상태에 대한 조사가 이루어 졌고, 지역 및 지형에 따른 기상재해 정도, 과실 품질이 부분적으로 조사되고 있음 - 국외: 기온 조건에 따른 수채생장, 과실 품질에 대한 조사가 이루어졌음</p>																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">o 개원을 위한 재배 환경</td> <td>o 안정생산 및 고품질과 생산을 위한 기상 조건</td> <td></td> <td>o</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>o 기상재해 양상- 지형특성</td> <td></td> <td>o</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>o 고품질과 생산에 적합한 토양 및 지형 조건</td> <td></td> <td>o</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	o 개원을 위한 재배 환경	o 안정생산 및 고품질과 생산을 위한 기상 조건		o			o 기상재해 양상- 지형특성		o			o 고품질과 생산에 적합한 토양 및 지형 조건		o		
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
o 개원을 위한 재배 환경	o 안정생산 및 고품질과 생산을 위한 기상 조건		o																												
	o 기상재해 양상- 지형특성		o																												
	o 고품질과 생산에 적합한 토양 및 지형 조건		o																												
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> Ha, H.S. et al. 1991. Growth environment and nutritional physiology in sweet persimmon cultivation areas. J. Inst. Agric. Resource Utilization, Gyeongsang National University 25:149-213. 최성태, 김성철, 박두상, 윤영환, 송원두. 2004. 감나무 태풍피해 양상 조사. 2004년도 경남농업기술원 시험연구보고서. p. 445-453. 김성철, 최성태, 서광기, 안광환, 박두상. 2001. 발아기 서리피해 단감나무의 착과 및 생육조사. 2001 경남농업기술원 시험연구보고서. p. 367-374. 김용석, 정상복, 손동수, 이경국, 박종성, 이운직. 1988. 단감 안전재배 한계지 구명에 관한 연구. 농시 논문집 30:56-76. 농촌진흥청. 1994. 표준영농교본 - 과수적지선정기술. p. 161-181. 농촌진흥청. 2001. 표준영농교본 - 감재배. p. 39-48. 																															

6) 자료 #6 기상과 단감 수체생장과의 연관성

<p><과제명> 재배기술(대분류)/ 개원(중분류)/ 기상조건(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 저온 조건이 단감나무 수체생장에 미치는 영향</p>																													
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <p>- 지역별 기상조건에 따라 수체생장은 물론 심각한 동해 피해가 발생함</p> <p>- 최종목표: 단감나무 적지 재배로 과실 안정 생산</p>																													
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 저온 조건 및 지역, 지형별 저온피해 발생 양상</p> <p>- 국지기상을 고려한 단감 재배 안전지대 설정</p>																													
<p><단위기술></p> <p>- 저온 조건에 따른 감나무 저온피해 발생 정도</p> <p>- 지역, 지형별 저온피해 발생 양상</p> <p>- 단감 재배 안전지대 설정</p>																													
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 단감 안전재배 한계지에 관한 연구 서리피해 단감원의 피해양상 조사</p> <p>- 국외: 감 품종별, 시기별 내한성 차이</p>																													
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">저온피해</td> <td>온도별 저온피해 양상</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>지역, 지형별 피해 양상</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>단감 안전재배 지대</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	저온피해	온도별 저온피해 양상		○			지역, 지형별 피해 양상		○			단감 안전재배 지대		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																											
		도입	개발	완료	활용																								
저온피해	온도별 저온피해 양상		○																										
	지역, 지형별 피해 양상		○																										
	단감 안전재배 지대		○																										
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 김성철, 최성태, 서광기, 안광환, 박두상. 2001. 발아기 서리피해 단감 나무의 착과 및 생육조사. 2001 경남농업기술원 시험연보. p. 367-374. 2. 김용석, 정상복, 손동수, 이경국, 박종성, 이운직. 1988. 단감 안전재배 한계지 구명에 관한 연구. 농시논문집 30:56-76. 3. 농촌진흥청. 1999. 주요농작물 기상재해 경감기술. 4. 농촌진흥청. 2002. 과수 재해양상과 대책. 5. 조두현. 2002. 단감 주요 품종의 서리 피해 시 수량감소 정도. 농촌진흥청 영농활용자료집. 과수편. 																													

7) 자료 #7 영양생장과 생식생장의 조절

<p><과제명> 단감의 재배 기술(대분류)/ 생육조절(중분류)/ 영양생장+생식생장(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 단감의 영양생장과 생식생장의 균형으로 수세안정 및 생산효율 향상</p>																														
<p><기술 개발의 배경></p> <p>- 과도한 영양생장은 생산효율을 감소시키고 과실 품질을 나쁘게 함</p> <p>- 생식생장이 지나치면 수세 약화 및 해거리 유발</p> <p>- 당년의 수량 확보와 다음해 수채생장을 위한 동화물질의 분배 필요</p> <p>- 영양생장과 생식생장에 영향을 주는 요인과 제어기술 구명</p>																														
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 생육단계별 영양생장과 생식생장 양상 및 동화물질의 분배</p> <p>- 재배 요인이 영양생장 및 생식생장에 미치는 영향</p> <p>- 수세안정 및 생산효율 향상을 위한 효과적인 재배기술</p>																														
<p><단위기술></p> <p>- 착과량 조절에 의한 영양생장과 생식생장 조절</p> <p>- 시비법 개선에 의한 영양생장과 생식생장 조절</p> <p>- 재식방법, 전정 정도 등에 따른 영양생장과 생식생장 양상</p>																														
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 생육단계별 과실과 신초생장과 질소 시비방법에 따른 영향 연구</p> <p>- 국외: 주요 기관의 시기별 동화물질 축적, 꽃눈분화, 성장조절제 효과 연구</p>																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">영양생장- 생식생장 조절</td> <td>착과량 조절에 의한 영양생장과 생식생장 조절</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>시비법 개선에 의한 영양생장과 생식생장 조절</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>재식방법, 전정 조절을 통한 영양생장과 생식생장 양상</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	영양생장- 생식생장 조절	착과량 조절에 의한 영양생장과 생식생장 조절		○			시비법 개선에 의한 영양생장과 생식생장 조절	○				재식방법, 전정 조절을 통한 영양생장과 생식생장 양상		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	개발	완료	활용																									
영양생장- 생식생장 조절	착과량 조절에 의한 영양생장과 생식생장 조절		○																											
	시비법 개선에 의한 영양생장과 생식생장 조절	○																												
	재식방법, 전정 조절을 통한 영양생장과 생식생장 양상		○																											
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Choi, S.T. and Kang, S.M. 2005. Differential responses of assimilate partitioning in different parts of young 'Fuyu' persimmon trees to different severities of defoliation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 46:132-135. 2. Choi, S.T., Park, D.S., Yoon, Y.W. Song, W.D., Shon, G.M., Rho, C.W. and Kang, S.M. 2005. Effects of root restriction and root pruning on tree growth, yield, and fruit quality of 'Nishimurawase' persimmon. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:204-211. 3. Park, S.J. 2002. Growth and distribution of non-structural carbohydrates in persimmon seedling trees as affected by different severities of heading-back pruning. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:316-311. 																														

8) 자료 #8 착과량 조절 기술 개발

<p><과제명> 재배기술(대분류)/결실관리(중분류)/ 착과량 조절(소분류: 핵심기술) - 고품질과 안정생산을 위한 착과량 조절 기술개발</p>					
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p>					
<p>- 생산량의 증가 추세에 따라 고품질 과실 소비시장 확대 - ‘부유’ 품종을 기준으로 과중 250g, 색도 4.5이상(칼라차트), 당도 14.5°Bx 등의 고품질 과실 생산량 비율 60% 이상</p>					
<p><기술개발의 개요 및 범위></p>					
<p>- 착과량 조절 기준 설정; 적외, 적과 기준 설정 - 고품질 과실생산에 적합한 결과모지 형태, 측지의 경제적인 사용 년수 구명</p>					
<p><단위기술></p>					
<p>- 결과모지 길이에 따른 적정 착과량 - 주지 배치 기술 - 도장지와 2차생장지 활용 기술</p>					
<p><국내외 연구개발 현황></p>					
<p>- 국내: 품종별 착과량 조절 기준, 적정 결과모지 길이 및 발생각도 - 국외: 결과모지 길이별 적정 착과수 및 수형 구명</p>					
<p><국내기술 수준></p>					
소분류	단위기술	기술수준			
		도입	개발	완료	활용
착과량 조절 기술 개발	착과량 기준 제시				○
	적정 결과모지 길이 및 발생각도			○	
	수형연구		○		
<p><주요 참고문헌></p>					
<p>1. 박두상, 강성모, 손길만, 노치웅, 신원교. 1999. 결과모지 크기가 ‘부유’ 단감 신초생장과 탄수화물 축적 및 과실특성에 미치는 영향. 한국원예학회지 40:455-458.</p>					
<p>2. 박두상, 최성태, 서광기, 안광환, 김성철, 송원두, 강성모. 2000. 결과모지 크기와 결실조절시기가 ‘부유’ 단감의 신초생장과 과실특성에 미치는 영향. 한국원예학회지 41:401-405.</p>					
<p>3. 박두상, 강성모. 수확기 ‘부유’ 단감 잎과 가지의 탄수화물 수준에 미치는 결과모지 크기와 결실조절 시기의 영향. 한국원예학회지 41:613-617.</p>					
<p>4. 박두상, 강성모, 최성태, 임철안, 송원두. 2003. ‘부유’ 단감의 2차 생장지 전정이 과실 생장과 이듬해 착과에 미치는 영향. 한국원예학회지 44:678-682.</p>					

9) 자료 #9 토양수분 및 수체영양과 저장성

<p><과제명> 재배기술(대분류)/토양관리(중분류)/ 수분 및 영양생리(소분류: 핵심기술) - 토양수분 및 수체영양 관리 개선에 의한 저장성 향상</p>																													
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <ul style="list-style-type: none"> - 재배조건과 과실 저장력 간의 연관성에 대한 자료가 없음 - 장기저장 및 수출용 과실의 저장을 위한 재배기술 보급이 필요 - 품질과 저장성을 높일 수 있는 토양수분 및 수체영양 관리기술 개발 																													
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <ul style="list-style-type: none"> - 과실 품질향상을 위한 토양 수분관리 방법 개선 - 과실 품질 및 저장성 향상을 위한 토양 시비법 개선 - 엽면시비 기술 개발 																													
<p><단위기술></p> <ul style="list-style-type: none"> - 성숙기 토양수분 관리 방법 - 토양 시비법 개선에 의한 품질 향상 - 효과적 엽면시비법 																													
<p><국내외 연구개발 현황></p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내: 토양수분 조건에 따른 생리장해과 발생정도 구명 요소 및 제일인산칼리 엽면시비, 칼슘제 엽면시비에 따른 저장력 증진 효과 분석 - 국외: 질소 시비량에 따른 과실품질과 저장성 향상 																													
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">토양수분 및 영양생리</td> <td>토양 수분관리 방법</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>토양 시비방법</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>엽면시비 방법</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	토양수분 및 영양생리	토양 수분관리 방법		○			토양 시비방법		○			엽면시비 방법		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																											
		도입	개발	완료	활용																								
토양수분 및 영양생리	토양 수분관리 방법		○																										
	토양 시비방법		○																										
	엽면시비 방법		○																										
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 최성태, 박두상, 김성철, 강성모. 2002. 단감 꼭지들림과 발생원인 연구. 2002 경남농업기술원시험연구보고서. p. 375-382. 2. 송원두, 최성태, 박두상, 김학규. 2003. 단감 고효율재배 및 과실품질 향상 기술개발연구. 농촌진흥청 3. 송원두, 안광환, 서광기. 2002. 단감 저장력 증진 및 선도유지기술 개발에 관한 연구. 농촌진흥청 4. 문병우, 강인규, 이영철, 최종승. 2002. 수확 전 액상칼슘화합물 수관살포가 단감 과실의 무기성분, 과정부 갈변 및 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 43:54-57. 5. 문병우, 강인규, 이영철, 남기웅, 최종승. 2002. 액상칼슘화합물 수관살포에 따른 저장 중 단감 과실의 세포벽 성분과 세포벽 분해효소 및 세포벽 구조의 변화. 한국원예학회지 43:443-439. 																													

10) 자료 #10 단감 과수원 시비관리

<p><과제명> 단감의 재배 기술(대분류)/ 토양관리(중분류)/ 시비(소분류: 핵심기술) - 생산비 절감 및 품질 향상을 위한 시비 방법</p>					
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p>					
<p>- 과도한 질소시비로 인한 단감나무의 과번무와 성숙지연 - 엽면시비를 통한 영양성분 공급으로 품질향상을 위한 노력 증대 - 생산비 절감 및 품질 향상에 부합하는 시비 방법 개발</p>					
<p><기술개발의 개요 및 범위></p>					
<p>o 엽분석, 토양분석을 통한 영양진단 기술 o 주요 무기원소의 시비량 및 시비시기에 따른 수채생장 및 과실 품질 o 미량원소의 공급과 과실 품질과의 관계 o 엽면시비의 효과와 이용</p>					
<p><단위기술></p>					
<p>o 영양진단 기술 o 시비량 및 시비시기에 따른 수채생장 및 과실 품질 변화 o 미량원소 관리 o 주요 영양원소의 엽면시비 활용 방법</p>					
<p><국내외 연구개발 현황></p>					
<p>o 국내: 엽 및 토양 내 적정 비료성분 함량 제시 갈습 엽면시비 활용 및 질소 엽면시비 방법에 대한 연구 진행 중 o 국외: 시기별 양분흡수량과 나무 부위별 축적량이 조사되었고, 토성별 적정 시비량이 도출되었음</p>					
<p><국내기술 수준></p>					
소분류	단위기술	기술개발 단계			
		도입	개발	완료	활용
단감 과수원 시비관리	영양진단 기술			○	
	수채생장 및 과실 품질향상을 위한 시비 방법		○		
	미량원소 관리	○			
	주요 영양원소의 엽면시비 활용 방법	○			
<p><주요 참고문헌></p>					
<p>1. Ha, H.S. and Ha, Y-S. 1993. Effect of fertilization on sugar content of sweet persimmon. J. Inst. Agric. Resource Utilization, Gyeongsang National University 27:47-53. 2. Moon, B.W., Kang, I.K., Lee, Y.C. and Choi, J.S. 2002. Effects of tree-spray of liquid calcium compounds on the mineral nutrients, blossom-end browning and quality of non-astringent persimmon fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:54-57. 3. Park, S.J. 2002. Effect of irrigation and N levels on fruit quality and nutrient distribution in 'Fuyu' persimmon tree parts during the final stages of fruit growth. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:321-316.</p>					

11) 자료 #11 정지·전정 기술

<p><과제명> 단감의 재배 기술(대분류)/ 정지·전정(중분류)/ 전정 생리+수형 구성+전정 기술(소분류: 핵심기술) - 정지·전정 기술 개선으로 생산비 절감 및 과실 품질 향상</p>																																				
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <ul style="list-style-type: none"> - 정지·전정 방법에 따라 수량과 과실 품질이 달라짐 - 수고가 높고, 전정방법이 잘못된 나무들은 노동력이 많이 필요 - 생산비 절감 및 과실 품질 향상에 부합하도록 정지·전정 기술 개선 																																				
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <ul style="list-style-type: none"> - 수형 구성 방법에 따른 단감의 수체생장, 수량 - 성목의 수형 갱신과 수체 관리 방법 - 측지, 결과모지 전정 방법과 여름전정 기술 																																				
<p><단위기술></p> <ul style="list-style-type: none"> - 단감나무 주요 수형 구성과 관리 기술 - 수고 낮추기 및 생력화를 위한 수형 갱신 - 측지 및 결과모지 전정 방법 - 여름전정 방법 																																				
<p><국내외 연구개발 현황></p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내: Y자 수형 개발, 수형 갱신, 측지 및 결과모지 전정기술 연구 진행 - 국외: Y자, 울타리 수형 등이 개발, 실용화; 적정 결과모지 수 연구 개발 																																				
<p><국내기술 수준></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">정지·전정 기술</td> <td>감나무 주요 수형 구성과 관리 기술</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>수고 낮추기 및 생력화를 위한 수형 갱신</td> <td></td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>측지와 결과모지 전정방법</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>여름전정 방법</td> <td></td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	정지·전정 기술	감나무 주요 수형 구성과 관리 기술			○		수고 낮추기 및 생력화를 위한 수형 갱신		○			측지와 결과모지 전정방법	○				여름전정 방법		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																																		
		도입	개발	완료	활용																															
정지·전정 기술	감나무 주요 수형 구성과 관리 기술			○																																
	수고 낮추기 및 생력화를 위한 수형 갱신		○																																	
	측지와 결과모지 전정방법	○																																		
	여름전정 방법		○																																	
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Choi, S.T., Kang, S.M., Park, D.S., Song, W.D. and Ahn, G.H. 2003. Effect of different severities of summer pruning on fruit characteristics and tree growth in young 'Fuyu' and 'Nishimurawase' persimmon. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:569-574. 2. Choi, S.T., Song, W.D., Shon, G.M., Rho, C.W. and Kang, S.M. 2005. Early performance of 'Unishiwase' persimmon trees on a Y-trellis training system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. In press. 3. Park, D.S., Kang, S.M., Choi, S.T., Lim, C.A. and Song, W.D. 2003. Effect of secondary-shoot prunings on fruit growth and following year's fruit set of 'Fuyu' persimmon. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:678-682. 																																				

12) 자료 #12 환상박피에 의한 수세조절

<p><과제명> 재배기술(대분류)/정지·전정(중분류)/ 전정기술(소분류: 핵심기술) - 환상박피에 의한 효과적인 수세 조절 기술개발</p>					
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p>					
<p>- 환상박피에 의한 효과적인 수세조절로 과실 품질 향상 및 안정 생산</p>					
<p><기술개발의 개요 및 범위></p>					
<p>- 실용성이 높은 환상박피 기술 개발 - 과실 품질향상 및 안정생산을 위한 환상박피 강도 및 시기 구명 - 환상박피에 따른 수채생육에 미치는 영향 구명</p>					
<p><단위기술></p>					
<p>- 환상박피 적정 강도 - 환상박피 적정 시기</p>					
<p><국내외 연구개발 현황></p>					
<p>- 국내: 단감나무 적정 환상박피 폭, 시기가 과실 및 수채생육에 미치는 영향 - 국외: 환상박피가 저장양분 축적에 미치는 영향</p>					
<p><국내기술 수준></p>					
소분류	단위기술	기술수준			
		도입	개발	완료	활용
환상박피	환상박피의 효과				○
	환상박피 적정 폭				○
	환상박피 적정 시기		○		
<p><주요 참고문헌></p>					
<p>1. 김인하. 1999. 단감나무의 환상박피에 의한 수세 유지 방법 구명. 경남농업기술원 시험연보. 2. 농촌진흥청. 2001. 표준영농교본-24 감재배. 3. 송원두, 최성태, 박두상, 김학규. 2003. 단감 고효율재배 및 과실 품질향상 기술개발연구. 농촌진흥청</p>					

13) 자료 #13 주요 병해충 종합관리 체계 구축

<p><과제명> 재배기술(대분류)/병해충 방제(중분류)/ 병해충 방제기술(소분류: 핵심기술) - 주요 병해충 종합관리 체계 구축</p>																																									
<p><기술 개발의 필요성과 목표> - 감나무에 발생하는 주요 병해충이 발생 생태 구명과 천적에 안전한 선택성 농약 선발</p>																																									
<p><기술개발의 개요 및 범위> - 탄저병, 둥근무늬낙엽병, 흰가루병 등의 발생생태 및 방제 - 노린재류와 총채벌레류 발생생태 및 방제</p>																																									
<p><단위기술> - 탄저병 발생생태 및 방제 - 둥근무늬낙엽병 발생생태 및 방제 - 흰가루병 발생생태 및 방제 - 노린재류 발생생태 및 방제 - 총채벌레류 발생생태 및 방제</p>																																									
<p><국내외 연구개발 현황> - 국내: 탄저병, 둥근무늬낙엽병, 흰가루병, 노린재류 방제용 감 적용농약 개발되어 있으나 총채벌레류 방제용 농약은 품목고시 되어있지 않음 - 국외: 합성페로몬 활용에 의한 해충 방제</p>																																									
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">병충해 방제기술</td> <td>탄저병 발생생태 및 방제</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>둥근무늬낙엽병 발생생태 및 방제</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>흰가루병 발생생태 및 방제</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>노린재류 발생생태 및 방제</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>총채벌레류 발생생태 및 방제</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발단계				도입	개발	완료	활용	병충해 방제기술	탄저병 발생생태 및 방제				○	둥근무늬낙엽병 발생생태 및 방제				○	흰가루병 발생생태 및 방제				○	노린재류 발생생태 및 방제				○	총채벌레류 발생생태 및 방제		○		
소분류	단위기술	기술개발단계																																							
		도입	개발	완료	활용																																				
병충해 방제기술	탄저병 발생생태 및 방제				○																																				
	둥근무늬낙엽병 발생생태 및 방제				○																																				
	흰가루병 발생생태 및 방제				○																																				
	노린재류 발생생태 및 방제				○																																				
	총채벌레류 발생생태 및 방제		○																																						
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 농림부. 2001. 단감나무 주요 진균병의 진단, 예찰 및 종합방제기술 개발 1-129. 2. 권진혁, 강수웅, 정부근, 김동길, 박창석, 김희규. 1997. <i>Mycosphaerella navae</i>에 의한 감나무 둥근무늬낙엽병의 약제 방제 방법 개선. 작물보호논문집 39(2):15-18. 3. 농약공업협회. 2004. 농약사용지침서 949-950. 4. 정부근, 강수웅, 권진혁. 1995. 단감원에서 노린재류 피해와 발생소장 및 방제에 관한 연구. 농업논문집 37(2):376-382. 5. 신원우, 이흥수, 이규철, 박정규. 2004. 감관총채벌레(<i>Ponticulothrips diospyrosi</i>)의 발생소장과 피해 양상. 한국응용곤충학회지 43:103-109. 																																									

14) 자료 #14 응애류 종합관리 체계

<p><과제명> 단감의 재배 기술(대분류)/ 병해충방제(중분류)/ 충해(소분류: 핵심기술) - 단감에 피해를 주는 응애류의 발생생태와 방제기술</p>																															
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <ul style="list-style-type: none"> - 대미 단감 수출단지 내 응애 발생으로 수출에 장애가 되고 있음 - 응애류 방제를 위해서는 분류, 발생생태 조사가 필요 - 응애류의 효과적인 방제로 단감 안정생산 및 수출 촉진 																															
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <ul style="list-style-type: none"> - 단감과원에 발생하는 주요 응애류 분류 - 응애 종류별 발생생태 - 경종적 방제와 약제방제 방법 																															
<p><단위기술></p> <ul style="list-style-type: none"> - 단감과원 주요 응애류 분류 - 응애류 발생생태 - 응애류 방제방법 																															
<p><국내외 연구개발 현황></p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내: 단감과원에 발생하는 응애류의 종류, 발생생태에 관한 조사 진행 - 국외: 단감 수입국에서 “애응애”와 같이 보고되지 않은 종이 주요 검역 대상 해충임 																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">응애류 발생생태 및 방제기술</td> <td>주요 응애류 분류</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>응애류 발생생태</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>응애류 방제방법</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	응애류 발생생태 및 방제기술	주요 응애류 분류	○				응애류 발생생태	○				응애류 방제방법	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
응애류 발생생태 및 방제기술	주요 응애류 분류	○																													
	응애류 발생생태	○																													
	응애류 방제방법	○																													
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ryu, M.O. and Lee, W.K. 1992. Ten newly recorded phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) from Korea. Korean J. Entomol. 40:23-42. 2. Ryu, M.O. and Lee, W.K. 1995. Two new species of the genus <i>Amblyseiulella</i> Muma (Acari: Phytoseiidae) from Korea. Korean J. Syst. Zool. 11:199-205. 3. 경상대학교, 농림부. 2002. 단감 수출 촉진을 위한 병해충 조사와 수입국의 검역기준에 적합한 방제체계의 개발. 농림부. 4. 서정우, 이소영, 전옥경. 2003. 단감나무에서 발생하는 감나무응애(일명 감나무주름응애, <i>Tenuipalpus zhizhilashviliae</i> Reck) 발생상황 조사. 국립식물검역소 식물검역조사 연구사업보고서. 																															

15) 자료 #15 생리장해과 발생 방지 대책

<p><과제명> 재배기술(대분류)/생리장해(중분류)/ 생리장해 방지 대책(소분류: 핵심기술) - 생리장해과 발생 방지로 고품질과 생산</p>					
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p>					
<p>- 단감의 재배포장 환경 및 기상조건에 따라 다양한 생리장해 발생 - 주요 생리장해과 발생 원인 구명으로 재배법 개선 및 효율적 방지대책으로 상품과 비율 제고</p>					
<p><기술개발의 개요 및 범위></p>					
<p>- 오염과 발생 원인 및 방지 - 녹반증 발생 원인 및 방지 - 꼭지들림과 발생 원인 및 방지</p>					
<p><단위기술></p>					
<p>- 오염과 증상 종류별 재배법 개선 - 토양 pH와 녹반증 발생 - 꼭지들림과 방지 기술</p>					
<p><국내외 연구개발 현황></p>					
<p>- 국내: 단감 꼭지들림과 발생 원인 연구 - 국외: 토양관리 방법에 따른 오염과 발생, 녹반증과 과실 내 칼슘 농도 관계</p>					
<p><국내기술 수준></p>					
소분류	단위기술	기술개발 단계			
		도입	개발	완료	활용
생리장해	오염과 방지 기술		○		
	녹반증 방지 기술				○
	꼭지들림과 방지 기술			○	
<p><주요 참고문헌></p>					
<p>1. 農山漁村文化協會. 2000. 果樹園藝大百科-6 카키. 2. 농촌진흥청. 2001. 표준영농교본-24 감재배. 3. 김병삼, 최성태. 2002. 꼭지들림과 발생원인과 요소 엽면살포에 의한 피해 경감. 농촌진흥청 영농활용 자료집., 과수편. 4. 최성태, 박두상, 김성철, 강성모. 2002. 단감 꼭지들림과 발생원인 연구. 2002 경남농업기술원 시험연구보고서. p. 375-382.</p>					

16) 자료 #16 태풍피해 대책

<p><과제명> 재배기술(대분류)/생리장해-재해(중분류)/ 재해-바람피해(소분류: 핵심기술) - 태풍에 의한 감나무 피해 경감 기술 개발</p>						
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p>						
<p>- 단감 주 재배지역인 전남, 경남 지역에 여름철 태풍 내습으로 인한 잎의 피해가 발생 - 태풍 피해가 발생한 과원의 당년도 및 이듬해 수체생장 및 회복을 위한 연구가 부족 - 태풍에 의한 낙엽 피해 후 적과, 비배관리 등에 의한 피해경감 기술개발</p>						
<p><기술개발의 개요 및 범위></p>						
<p>- 태풍에 의한 피해 형태, 규모, 경제적 손실 등 실태 조사 - 엽 손실이 과실 품질 및 수체에 미치는 영향 - 엽 손실 후 적과 및 엽면시비에 의한 수체 회복 효과</p>						
<p><단위기술></p>						
<p>- 태풍피해 예방 대책 - 태풍에 의한 엽 손실 정도에 따른 적과 방법 - 엽 손실 정도에 따른 엽면시비량</p>						
<p><국내외 연구개발 현황></p>						
<p>- 국내: 감나무 태풍피해 양상 조사, 엽 손실 정도에 따른 적과 효과 - 국외: 엽 손실에 따른 저장양분 감소가 이듬해 과실 세포분열, 과실 품질에 미치는 영향</p>						
<p><국내기술 수준></p>						
태풍피해 대책	소분류	단위기술	기술수준			
			도입	개발	완료	활용
					○	
					○	
			○			
<p><주요 참고문헌></p>						
<p>1. 농촌진흥청. 1999. 주요농작물 기상재해 경감기술. 2. 농촌진흥청. 2002. 과수 재해양상과 대책. 3. 박수정. 2002. 적엽 수준이 '부유' 단감의 과실 특성, 저장양분 축적 및 익년 초기 생장에 미치는 영향. 원예과학기술지 20: 110-113. 4. 최성태, 강성모, 박두상, 송원두, 서광기. 2002. 적과가 조기 적엽한 감나무의 과실특성과 저장양분 축적에 미치는 영향. 한국원예학회지. 43:660-665. 5. 최성태, 박두상, 김학규, 송원두, 강성모. 2003. 단감 적엽이 수체 및 과실에 미치는 영향. 2003. 경남농업기술원 시험연구보고서</p>						

17) 자료 #17 고온기 착색 향상 기술

<p><과제명> 시설재배(대분류)/결실관리(중분류)/온도관리(소분류: 핵심기술) - 감 시설재배 시 고온기의 착색 향상 기술 개발</p>					
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p>					
<p>- 시설재배 과실의 착색 불량으로 인한 상품성 저하 - 기술개발의 최종목표: 감 시설재배 시 성숙기의 효과적 온도관리 기술 개발로 착색 향상</p>					
<p><기술개발의 개요 및 범위></p>					
<p>- 과실의 적정 착색온도 구명 - 시설재배 시 성숙기의 온도관리 기술</p>					
<p><단위기술></p>					
<p>- 착색 온도 최적화 - 시설재배 시 고온기의 온도 관리기술 최적화</p>					
<p><국내외 연구개발 현황></p>					
<p>- 국내: 시설재배 시 고온기 온도관리 기술 개발 - 국외: 시설재배 시 성숙기의 착색 온도관리 활용</p>					
<p><국내기술 수준></p>					
소분류	단위기술	기술수준			
		도입	개발	완료	활용
시설재배기술	적정 착색온도 구명			○	
	착색 온도관리 기술			○	
<p><주요 참고문헌></p>					
<p>1. 문두영, 김천환, 서효덕, 김몽섭. 1999. 비닐멀칭종류가 시설재배단감의 품질에 미치는 영향. 원예과학기술지 17(2):239. 2. 果樹全書. 1989. カキ, キウイ 343-354. 3. 농촌진흥청. 2004. 과수시설재배 298-326.</p>					

18) 자료 #18 단감 수확지표 개발

<p><과제명> 단감의 수확 후 관리(대분류)/수확(중분류)/수확지표 개발(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 단감 수확지표 개발</p>																													
<p><기술 개발의 배경 및 목표></p> <p>- 수확시기는 품질을 결정하는 주요 요소</p> <p>- 수확시기는 저장·유통 중 장해발생의 원인 요소</p> <p>- 기술개발의 최종목표: 품종별 직출하용 및 저장용 수확적기 구명</p>																													
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 품종별, 출하시기별 적정 색도 및 당도 구명</p> <p>- 저장용 과실의 적정 호흡량 구명</p>																													
<p><단위기술></p> <p>- 칼라차트 작성기술</p> <p>- 과실색도와 호흡량 측정 및 상관관계 작성기술</p> <p>- 비과피 색도, 당도 측정기술</p>																													
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 6계급의 단감(부유, 차랑) 색도계 제작 완료 및 보급(2004년)</p> <p>- 국외: 색도계 제작 및 보급</p>																													
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">o 단감 수확지표 개발</td> <td>o 칼라차트 작성기술</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>o</td> </tr> <tr> <td>o 색도·호흡량 상관관계 작성기술</td> <td></td> <td></td> <td>o</td> <td></td> </tr> <tr> <td>o 비과피 당도 측정기술</td> <td>o</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				소분류	단위기술	기술개발단계				도입	개발	완료	활용	o 단감 수확지표 개발	o 칼라차트 작성기술				o	o 색도·호흡량 상관관계 작성기술			o		o 비과피 당도 측정기술	o			
소분류	단위기술	기술개발단계																											
		도입	개발	완료	활용																								
o 단감 수확지표 개발	o 칼라차트 작성기술				o																								
	o 색도·호흡량 상관관계 작성기술			o																									
	o 비과피 당도 측정기술	o																											
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 이용문, 장선주, 이용재. 1997. MGC - 140 과 GA3 수확 전 살포 처리가 '부유' 단감의 저장 중 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 38:157-161. 이용문, 김종천. 1991. 생장조절제 처리가 단감의 성숙에 미치는 영향. 한국원예학회지 32:173-177 양용준. 1996. 부유 단감의 과피내 카로티노이드 색소의 특성과 저온 및 CA 저장 중 분포도 변화. 한국원예학회지 37:787-790. Takama, M. 1967. Changes of respiration rate during development and ripening of japanese persimmon and tomato fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 36:357-362. Iwata, T., K. Nakagawa, and K. Ogawata. 1969. Relationship between the ripening of harvested fruits and the respiratory rate. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 39:194-201. 																													

19) 자료 #19 수확 후 저온처리 기술

<p><과제명> 단감의 수확후 관리(대분류)/전처리(중분류)/ 전처리기술(소분류: 핵심기술) - 단감 수확 후 저온 전처리기술 개발</p>																														
<p><기술 개발의 필요성과 목표> - 단감의 장해 발생 경감을 위한 수확 후 전처리 기술이 확립되어야 함 - 갈변과 발생률을 5% 이하로 감소</p>																														
<p><기술개발의 개요 및 범위> - 수확 후 발생하는 생리장해 원인 구명 및 방지기술 - 전처리 기술 개발과 적용 - 저온전처리 기술 개발</p>																														
<p><단위기술> - 수확 후 발생하는 생리장해 원인 구명 - 작업조건별 최적 전처리 방법 - 최적 저온전처리 기술 확립</p>																														
<p><국내외 연구개발 현황> - 국내: 상온 전처리 방법 기술 확립 - 국외: 열처리 및 저온처리 기술 연구 및 실용화</p>																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">전처리 기술</td> <td>생리장해 발생원인</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>저온처리 기술</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>열처리 기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	전처리 기술	생리장해 발생원인			○		저온처리 기술			○		열처리 기술		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	개발	완료	활용																									
전처리 기술	생리장해 발생원인			○																										
	저온처리 기술			○																										
	열처리 기술		○																											
<p><주요 참고문헌> 1. Ahn, G.H., W.D. Song, S.J. Choi, and D.S. Lee, 2004. The association of post-storage physiological disorder incidence with respiration and ethylene production in 'Fuyu' persimmon fruits. Kor. J. Food Sci. Tech. 36:283-287. 2. Woolf, A.B., E.A. MaCrae, K.J. Spooner, and R.J. Redgwell. 1997. Changes to physical properties of the cell wall and polyuronides in response to heat treatment of 'Fuyu' persimmon that alleviate chilling injury. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122:698-702. 3. Woolf, A.B., S. Ball, K.J. Spooner, M. Lay-Yee, I.B. Ferguson, C.B. Watkins, A. Gunson, and S.K. Forbes. 1997. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon 'Fuyu' during storage by dry air heat treatments. Postharvest Biol. Technol. 11:155-164. 4. MacRAE E.A., 1987. Development of chilling injury in New Zealand grown 'Fuyu' persimmon during storage. New Zealand J. Exp. Agric. 15:333-344.</p>																														

20) 자료 #20 단감 열수세척 기술

<p><과제명> 단감의 수확 후 관리(대분류)/ 저장전처리(중분류)/ 전처리기술(소분류: 핵심기술) 단감 열수세척 기술</p>																															
<p><기술 개발의 배경></p> <ul style="list-style-type: none"> - 수확 후 품질유지, 병해충 제거, 잔류농약 제거 및 검역기술로서 화학 약품을 대신할 수 있는 유해하지 않은 물리적 처리기술 요구 - 저장·유통 중 과피흑변 및 병과 발생을 감소시킬 수 있는 기술 요구 - 기술개발의 최종목표: 저장·유통 중 과피흑변 및 병과발생 감소 																															
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <ul style="list-style-type: none"> - 적정 열수세척 방식 구명(dipping, brush & spray) - 최적 열수처리 조건구명(온도, 시간) - 최적 열수세척 프로그램 확립 																															
<p><단위기술></p> <ul style="list-style-type: none"> - 열수 온도제어 기술 - 세척방식별 구동기술 - 세척력 검정기술 																															
<p><국내외 연구개발 현황></p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내: '부유' 단감에 대한 열수세척 기술 연구 시작 - 국외: 단감에 대한 열처리 효과에 대해 다각도로 연구가 진행 중 																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">숙기별 최적 MAP 저장 시스템</td> <td>열수 온도제어 기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>세척방식별 구동기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>세척력 검정기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	숙기별 최적 MAP 저장 시스템	열수 온도제어 기술		○			세척방식별 구동기술		○			세척력 검정기술		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
숙기별 최적 MAP 저장 시스템	열수 온도제어 기술		○																												
	세척방식별 구동기술		○																												
	세척력 검정기술		○																												
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Burmeister, D.M., S. Ball, S. Green, and A.B. Woolf. 1997. Interaction of hot water treatments and controlled atmosphere storage on quality of 'Fuyu' persimmons. <i>Postharvest Biology and Technology</i>. 12:71-81. 2. Saltveit, M.E. 2000. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. <i>Postharvest Biol. Technol.</i> 21:61-69. 3. Yee, M.L., S. Ball, S.K. Forbes, and A.B. Woolf. 1997. Hot-water treatment for insect disinfestation and reduction of chilling injury of 'Fuyu' persimmon. <i>Postharvest Biol. Technol.</i> 10:81-87. 4. Lester, P.J., P.R. Dentener, R.J. Petry, and S.M. Alexander. 1995. Hot-water immersion for disinfestation of lightbrown apple moth (<i>Epiphyas postvittana</i>) and longtailed mealy bug (<i>Pseudococcus longispinus</i>) on persimmons. <i>Postharvest Biol. Technol.</i> 6:349-356. 																															

21) 자료 #21 단감 저장프로그램 개발

<p><과제명> 단감의 수확 후 관리(대분류)/저장관리(중분류)/ 저장기술(소분류: 핵심기술) - 단감의 출하계획별 저장 프로그램 작성</p>																															
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <ul style="list-style-type: none"> - 대부분 수확 후 MA포장을 한 후 저온저장하는 일괄적인 관리기술 적용 - 수확 후 출하계획에 따라 수확후처리 및 저장기술 적용의 차별화 필요 - 장기저장 및 수출용 단감에 적용하여 유통시장에서의 품질변화 최소화 																															
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <ul style="list-style-type: none"> - 수확 후 처리 기술별 단감의 품질변화 양상 - 저장기간 및 유통환경에 따른 품질변화 양상 - 소비자요구도(관능)를 파악하여 이에 부응하는 저장-유통기간 프로그램 																															
<p><단위기술></p> <ul style="list-style-type: none"> - 출하유통계획에 따른 수확 후 처리 및 저온-MA 포장, CA 저장 기술 - 저장기간별 유통과정에서의 품질변화 예측 																															
<p><국내외 연구개발 현황></p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내: MAP 저장기술에 국한하여 저장품질 조사, 수확전처리는 관능 품질보다는 생리장해 방지 차원에서 기술이 개발되고 있음. 종합관리보다는 단위기술별로 연구개발이 이루어지고 있음 - 국외: MA 저장기술과 함께 수출을 위한 열처리 기술 등을 다양하게 개발하고 있음 																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">출하계획별 저장-유통 프로그램</td> <td>저장중 품질변화 예측</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>유통환경별 품질변화</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>저장-유통 과정 품질 변화 예측모델</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	출하계획별 저장-유통 프로그램	저장중 품질변화 예측		○			유통환경별 품질변화		○			저장-유통 과정 품질 변화 예측모델	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
출하계획별 저장-유통 프로그램	저장중 품질변화 예측		○																												
	유통환경별 품질변화		○																												
	저장-유통 과정 품질 변화 예측모델	○																													
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 박윤문, 이용재, 권오창, 조영수, 김태춘. 2001. 극저산소 Controlled Atmosphere 조성에 의한 "부유" 단감의 과정부갈변 장해 유기. 원예과학기술지19(별호1):43. 2. Woolf, A.B., S. Ball, K.L, Spooner, M. Lay-Yee, I.B. Ferguson, C.B. Watkins, A. Gunson, and S.K. Forbes. 1997. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon 'Fuyu' during storage by dry air heat treatments. Postharvest Biol. Technol. 11:155-164. 4. Collins, R.J. and S. Tisdell. 1995. The influence of storage time and temperature on chilling injury in Fuyu and Suruga persimmon (<i>Diospyros kaki</i> L.) grown in subtropical Australia. Postharvest Biol. Technol. 6:149-157. 																															

22) 자료 #22 단감 숙기별 최적 MAP 저장 시스템

<p><과제명> 단감의 수확 후 관리(대분류)/저장(중분류)/ 성숙지표와 저장력(소분류: 핵심기술) - 단감 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 개발</p>							
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p>							
<p>- 과실 숙기별(수확시기) 저장력에 차이가 발생 - 그 원인을 구명하고 방지대책을 개발하고자 함 - 기술개발의 최종목표 : 수확시기에 관계없이 단감의 MAP 저장 중 손실률 2% 이하로 감소</p>							
<p><기술개발의 개요 및 범위></p>							
<p>- 숙기 판정과 숙기별 과실특성 및 호흡특성 조사 - 숙기별 호흡특성에 맞는 포장재 개발 - 호흡 이외의 저장력 저하요인 탐색</p>							
<p><단위기술></p>							
<p>- 숙기 판정 - 숙기별 호흡 및 포장재 투과도 측정 기술 - 호흡특성에 맞는 포장재 규격 모델링 기술</p>							
<p><국내외 연구개발 현황></p>							
<p>- 국내: 단감 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 개발 - 국외: 발육 단계와 숙성 중 호흡 패턴 조사</p>							
<p><국내기술 수준></p>							
		기술개발 단계					
소분류		단위기술		도입	개발	완료	활용
숙기별 최적 MAP 저장 시스템		숙기 판정				○	
		숙기별 호흡 및 포장재 투과도 측정 기술			○		
		호흡특성에 맞는 포장재 모델링 기술			○		
<p><주요 참고문헌></p>							
<p>1. Iwata, T., K. Nakagawa, and K. Ogata. 1968. Relationship the ripening of harvested fruits and the respiratory pattern. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 38:194-201. 2. Takata, M. 1967. Changes of respiration rate during development and ripening of Japanese persimmon and tomato fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 35:95-100. 3. 이용문, 권오창, 조영수 박윤문, 이용재. 1999. '부유' 단감 MA 저장 중 과피흑변과 과육갈변 장애에 미치는 PE 필름내 산소와 이산화탄소의 영향. 한국원예학회지 40:585-590. 4. 김명수, 오성도, 손동수. 1999. 단감 종자 유무가 MA 저장 시 과육갈변에 미치는 영향. 한국원예학회지 40:79-82.</p>							

23) 자료 #23 단감의 CA 저장 활용기술

<p><과제명> 단감의 수확 후 관리(대분류)/저장관리(중분류)/ 저장기술(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 단감의 간이 CA 저장 기술</p>																															
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <p>- 단감의 MAP 저장은 경제성은 있으나 포장 내부의 산소와 이산화탄소 농도변화의 조절이 사실상 불가능</p> <p>- 대규모 CA 저장시설을 대체할 수 있는 소규모 간이 CA 저장기술의 개발 필요</p> <p>- 장기저장 및 수출용 단감의 유통과정에서의 품질 저하를 최소화(유통기간 7일)</p>																															
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 경제적인 CA 처리기술</p> <p>- CA 환경을 유지할 수 있는 설비 개발</p> <p>- 단감 CA 환경 최적화 모델</p>																															
<p><단위기술></p> <p>- 단감 저장 중 CA 환경 설정 프로그램</p> <p>- 간이 CA 환경 조성장치</p> <p>- CA 저장 단감의 유통과정 품질유지 기술</p>																															
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내 : 경제적인 단감 CA 저장 설비 개발 진행 중</p> <p>- 국외 : 주로 MAP 연구에 한정되며 단감의 CA 저장 연구는 극히 적음</p>																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">저장기술</td> <td>CA 설정 프로그램</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>간이 CA 조성장치</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CA저장 단감의 유통기술</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	저장기술	CA 설정 프로그램			○		간이 CA 조성장치		○			CA저장 단감의 유통기술	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
저장기술	CA 설정 프로그램			○																											
	간이 CA 조성장치		○																												
	CA저장 단감의 유통기술	○																													
<p><주요 참고문헌></p> <p>1. 최성진, 1999. 혼합 가스의 연속 공급 방법을 이용한 '후지' 사과 과실의 CA 저장 및 CA System의 개발. 한국원예학회지 40: 702-704.</p> <p>2. 박윤문, 이용재, 권오창, 조영수, 김태춘. 2001. 극저산소 Controlled Atmosphere 조성에 의한 "부유" 단감의 과정부갈변장애 유기. 원예과학기술지 19(별호1):43.</p>																															

24) 자료 #24 단감의 MA저장 장해 방지

<p><과제명> 단감의 수확후 관리(대분류)/저장(중분류)/ 저장장해(소분류: 핵심기술) 단감 저장 중 발생하는 생리장해 방지기술 개발</p>					
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p>					
<p>- MA 포장 시 포장의 밀봉도에 따라 연화, 흑변, 갈변 등의 장해가 심할 경우 20% 이상 발생 - 단감의 MA 포장(MAP) 저장 중 발생하는 생리적 변색 및 연화장해 발생률 : 5% 이하로 감소</p>					
<p><기술개발의 개요 및 범위></p>					
<p>- 과피흑변 발생원인 구명 및 방지기술 - 갈변장해 발생원인 구명 및 방지기술 - 저온장해형 연화현상 원인 구명 및 방지기술</p>					
<p><단위기술></p>					
<p>- MA 포장 재질 최적화 - 포장 단위 및 밀봉기술 - 수확 후 저장-유통 온도 관리기술 최적화</p>					
<p><국내외 연구개발 현황></p>					
<p>- 국내: 과실 크기별 5개들이 포장재 PE 필름의 적용 두께 세분화 - 국외: 날개들이 MA 포장재 활용</p>					
<p><국내기술 수준></p>					
소분류	단위기술	기술개발 단계			
		도입	개발	완료	활용
저장장해 방지기술	MA 포장재 규격 개발				○
	온도관리 기술				○
	저온장해형 연화방지		○		
<p><주요 참고문헌></p>					
<p>1. 이용재, 이용문, 권오창, 정순재, 이영병, 조영수, 박윤문, 김태춘. 2000. '부유' 단감 MA 저장에서 과피흑변 및 과육갈변 발생에 미치는 과실 크기와 PE 필름 면적. 한국원예학회지 41:71-74. 2. 이용문, 권오창, 조영수, 박윤문, 이용재. 1999. '부유' 단감 MA 저장 중 과피흑변과 과육 갈변 장해에 미치는 PE 필름내 산소와 이산화탄소의 영향. 한국원예학회지 40:585-590. 3. 김명수, 오성도, 손동수. 1999. 단감 종자 유무가 MA 저장 시 과육갈변에 미치는 영향. 한국원예학회지 40:79-82.</p>					

25) 자료 #25 포장기술 개발

<p><과제명> 단감의 상품화(대분류)/선별-출하(중분류)/ 포장기술 개발(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 유통단위별 포장 시스템 개발</p>																																									
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <p>- 포장 단위(날개, 5개, 15kg)와 포장 방법이 달라짐에 따라 포장 내 기체(산소, 이산화탄소) 농도가 다르게 조성되어 단감의 저장력에 영향을 줌</p> <p>- 수확기에 수확 노동력도 부족한 현실에서 많은 노동력이 소모되고 있는 수작업 포장을 자동화하여 포장노동력을 절감하고자 함</p> <p>- 과실 특성별 포장 기술 차별화 및 포장노력비 25% 수준 감소</p>																																									
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 날개, 5개들이, 15kg들이 MAP 저장 시스템 개발</p> <p>- 날개 자동화 포장기술 개발</p> <p>- 5개들이 자동화 포장기술 개발</p>																																									
<p><단위기술></p> <p>- 포장재 종류별 포장재 투과도 분석</p> <p>- 포장 단위와 포장 방법에 따른 포장재 규격 모델링 기술</p> <p>- 포장 자동화 기술</p>																																									
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 포장 단위와 과실 크기별 포장재 적정 규격에 대한 기술개발 진행</p> <p>- 국외: 날개와 4kg들이 포장이 활용되고 있음</p>																																									
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">단감 최적 MA 포장 시스템</td> <td>날개 MAP 시스템</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>5개들이 MAP 시스템</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>15kg들이 MAP 시스템</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>날개 자동화 포장기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5개들이 자동화 포장기술</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	단감 최적 MA 포장 시스템	날개 MAP 시스템				○	5개들이 MAP 시스템				○	15kg들이 MAP 시스템			○		날개 자동화 포장기술		○			5개들이 자동화 포장기술	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																																							
		도입	개발	완료	활용																																				
단감 최적 MA 포장 시스템	날개 MAP 시스템				○																																				
	5개들이 MAP 시스템				○																																				
	15kg들이 MAP 시스템			○																																					
	날개 자동화 포장기술		○																																						
	5개들이 자동화 포장기술	○																																							
<p><주요 참고문헌></p> <p>1. 이용재. 2001. '부유' 단감 MAP 저장에서 PE 필름 봉지의 밀봉방법에 따른 변색장해. 한국원예학회지 42:721-724.</p> <p>2. 권진혁, 한승두, 이태성, 김진현, 김태욱. 단감 등의 자동정열 포장장치 개발. 농림부. 농림기술개발과제 보고서. 2002</p> <p>3. 이용재. 2000. 단감 수확 후 관리 실제. 원예과학기술지 18:904-909.</p>																																									

26) 자료 #26 단감의 저장-유통 중 품질유지를 위한 에틸렌 제어기술

<p><과제명> 단감의 수확 후 관리+상품화(대분류)/저장관리+유통관리 (중분류)/저장기술-유통품질(소분류: 핵심기술) - 단감의 저장-유통 중 품질유지를 위한 에틸렌 제어기술</p>																															
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <ul style="list-style-type: none"> - 단감의 저장-유통과정에서 에틸렌에 의한 숙성 진행 및 과육 연화 - 효과적인 에틸렌 제어기술을 개발하여 상품성을 유지하고자 함 - 기술개발의 최종목표: 저장기간 연장(1개월 이상) +유통 품질기간 연장 (현재 3-5일 → 7일) 																															
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <ul style="list-style-type: none"> - 에틸렌 흡착제 사용효과 검정 - 1-MCP 처리 효과 - 1-MCP 처리시기 및 방법의 최적화 																															
<p><단위기술></p> <ul style="list-style-type: none"> - 품종별 에틸렌 감응도 - 에틸렌 억제물질 처리기술 - 1-MCP 처리기술 																															
<p><국내외 연구개발 현황></p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내: 단감 '부유' 품종에 대한 에틸렌 흡착제 및 1-MCP 처리기술에 대한 연구 시작 - 국외: 단감에 대한 1-MCP 처리 효과에 대해 다각도로 연구가 진행중 																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">저장기술-유통품질</td> <td>품종별 에틸렌 감응도</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>에틸렌 생성 및 작용 억제물질 처리기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1-MCP 처리기술</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	저장기술-유통품질	품종별 에틸렌 감응도	○				에틸렌 생성 및 작용 억제물질 처리기술		○			1-MCP 처리기술	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
저장기술-유통품질	품종별 에틸렌 감응도	○																													
	에틸렌 생성 및 작용 억제물질 처리기술		○																												
	1-MCP 처리기술	○																													
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ortiz, G.I., Sugaya, S., Sekozawa, Y, Gemma, H., Ito, H. and Wada, K. 2005. Ripening of 'Rendaiji' persimmon treated with 1-methylcyclopropene after ethanol vapor treatment to remove astringency. Proceedings of the Third International Symposium on Persimmon. In press. 2. 김미애, 안광환, 이승구, 최성진. 2000. 1-methylcyclopropene 처리에 의한 '부유' 단감 과실의 저장 후 연화 현상과 관련된 에틸렌 작용의 억제. 원예과학기술지 19:545-549. 3. Ahn, G.H., Ha, Y.L., Shon, G.M. and Song, W.D. 2000. The effects of ethylene absorbent on the quality of 'Fuyu' persimmon fruits in MA packaging. J. Food Sci. Technol. 32:1278-1284. 																															

27) 자료 #27 단감 유통정보

<p><과제명> 단감 상품화(대분류)/유통관리(중분류)/ 유통정보(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 국내 주요 단감 생산지 및 소비시장의 유통정보를 파악 활용</p>																														
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <p>- 단감의 효율적인 유통을 위한 산지 및 소비자 유통실태 파악 필요 - 유통마진, 가격정보 등을 생산 및 소비자가 활용할 수 있는 시스템 구축</p>																														
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 산지 유통실태: 재배면적, 생산량, 수확 및 출하시기, 선별 및 포장작업 - 소비자 유통실태: 도매상, 소매상, 유통경로, 유통비용 등</p>																														
<p><단위기술></p> <p>- 생산자, 산지조합, 산지유통인, 저장업체 현황 및 특성 - 유통경로 : 산지조합, 도매상, 소매상, 대량소비처별 비율 - 유통비용 : 직접비(포장재비, 운송비, 하차비, 배송료), 운영비, 이윤</p>																														
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 도매시장의 반입량이 가장 많은 비중이나 대형마트의 수요가 급격히 증가하고 있음 - 국외: 동남아 수출물량이 감소 추세임</p>																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">소분류</th> <th rowspan="2" style="width: 30%;">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">도입</th> <th style="width: 10%;">개발</th> <th style="width: 10%;">완료</th> <th style="width: 10%;">활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="width: 20%;">유통 실태</td> <td style="width: 30%;">산지 등급별 생산비율</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>도매시장 출하비율</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>저온저장 비율</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	유통 실태	산지 등급별 생산비율			○		도매시장 출하비율				○	저온저장 비율			○	
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	개발	완료	활용																									
유통 실태	산지 등급별 생산비율			○																										
	도매시장 출하비율				○																									
	저온저장 비율			○																										
<p><주요 참고문헌></p> <p>1. 박선주. 2002 단감 유통현황 농수산물 유통정보 KATI. 1-12. 2. 이주표 2004. '03 단감의 생산 및 수출현황. KATI. 3. 김영일 2001. 단감의 국내동향.</p>																														

28) 자료 #28 단감 수출포장 기술

<p><과제명> 단감의 수확 후 관리(대분류)/수출(중분류)/수출포장기술(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 단감 수출 포장기술</p>																														
<p><기술 개발의 배경></p> <p>- 단감은 MAP 저장 과일로 기체 투과량을 결정하는 포장의 재질과 규격이 신선도 유지에 큰 영향을 미침</p> <p>- MAP 효과에 의한 검역절차 완화</p> <p>- 수입국의 포장요구단위가 매우 다양함</p>																														
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 포장단위에 적합한 기체 투과량을 갖는 포장재의 재질과 규격설정</p> <p>- 포장자동화 기술</p> <p>- 저장 후 수출 시의 재포장 조건 구명</p>																														
<p><단위기술></p> <p>- 포장 단위에 적합한 다양한 기체투과도의 포장재 개발</p> <p>- 적정규격 설정</p> <p>- 포장자동화 기술</p>																														
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 포장 단위에 적합한 다양한 기체투과도의 포장재 개발 연구 중</p> <p>- 국외: 포장 단위별 적정 포장재 일부 개발(일본)</p>																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">숙기별 최적 MAP 저장 시스템</td> <td>포장재 개발</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>적정규격설정</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>포장자동화기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	숙기별 최적 MAP 저장 시스템	포장재 개발		○			적정규격설정			○		포장자동화기술		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	개발	완료	활용																									
숙기별 최적 MAP 저장 시스템	포장재 개발		○																											
	적정규격설정			○																										
	포장자동화기술		○																											
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 이용재. 2004. 부유 단감 MAP 저장에서 과실 크기에 따른 PE 필름 봉지의 적정규격. 한국식품과학회지 36:733-739. 이용재, 이용문, 권오창, 정순재, 이영병, 조영수, 박윤문, 김태춘. 2000. '부유' 단감 MA 저장에서 과피흑변 및 과육갈변 발생에 미치는 과실 크기와 PE 필름 면적. 한국원예학회지 41:71-74. 이용재. 2001. '부유' 단감 MAP 저장에서 PE 필름 봉지의 밀봉방법에 따른 변색장해. 한국원예학회지 42:721-724. 권진혁, 한승두, 이태성, 김진현, 김태욱. 단감 등의 자동정열 포장장치 개발. 농림부. 농림기술개발과제 보고서. 2002 Ben-Arie, R. and Y. Zutkhi. 1992. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified-atmosphere packaging. HortScience 27:811-813. 																														

29) 자료 #29 수출용 단감의 품질 유지 기술

<p><과제명> 단감의 상품화(대분류)/수출(중분류)/ 수출 품질관리(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 단감 수출 품질관리기술</p>																														
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <p>- 저장 단감의 수출 시 수송 및 유통 과정에서 급격한 품질저하 발생 - 수입국에서의 검역요구 - 단감의 수출확대를 위한 신선도유지 및 검역 소독처리 기술 개발</p>																														
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 수출단감의 신선도 유지 기술 - 수출 단감의 포장방법 연구 - 검역소독처리 기술 개발</p>																														
<p><단위기술></p> <p>- 고온 및 장기수송에 적합한 신선도 유지 방법 - 수입국 소비자 기호에 적합한 포장방법 연구 - 선진국의 식품안전과 법규에 적합한 검역 소독처리 기술 개발</p>																														
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 동남아 수출 시 장해과 다량발생, 포장방법 연구 전무 - 국외: 뉴질랜드, 이스라엘 등에서는 국가적 과제로 연구수행 중</p>																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">수출 시 현장애로 사항</td> <td>생리장해 대책</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>선도유지를 위한 기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>검역 소독처리 기술</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	수출 시 현장애로 사항	생리장해 대책		○			선도유지를 위한 기술		○			검역 소독처리 기술	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	개발	완료	활용																									
수출 시 현장애로 사항	생리장해 대책		○																											
	선도유지를 위한 기술		○																											
	검역 소독처리 기술	○																												
<p><주요 참고문헌></p> <p>1. Ahn, G.H., W.D. Song, S.J. Choi, and D.S. Lee. 2004. The association of post-storage physiological disorder incidence with respiration and ethylene production in 'Fuyu' persimmon fruits. Kor. J. Food Sci. Tech. 36:283-287.</p> <p>2. 안관환, 송원두, 박두상, 이 연, 이동선, 최성진, 2001. '부유' 단감의 MA 포장 조건에 따른 포장 기체조성 및 과실의 품질 변화. 한국식품과학회지 33:200-204.</p>																														

30) 자료 #30 단감의 분말가공 기술

<p><과제명> 단감의 이용(대분류)/ 첨가물가공(중분류)/ 분말가공기술(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 단감 비상품과의 분말가공 기술</p>																														
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <p>- 단감 선별 과정에서 발생하는 비상품과의 이용기술이 필요 - 제과 제빵 시장에서의 단감 건조-분말가공 및 보관 기술에 대한 요구 - 선별과정에서 비상품으로 분류되는 감을 이용한 제과, 제빵 및 기타 가공품의 첨가물로 활용</p>																														
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 건조효율 향상 기술 - 가공 과정 및 가공 후 감의 풍미유지 기술 - 분말 제품의 장기보관 기술</p>																														
<p><단위기술></p> <p>- 풍미를 유지하는 가열가공 및 냉동건조 가공의 효율증대 기술 - 분말화 가공 기술 - 분말 제품의 포장 및 shelf-life test</p>																														
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 단감 및 뽕은감을 이용한 발효가공식품 개발은 어느 정도 진행되고 있으나 건조 및 분말가공을 통한 첨가물(부재료) 원료 차원에서의 연구는 극히 제한적임 - 국외: 단감 가공 기술에 대한 등록 현황 없음</p>																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>단계</th> <th>단계</th> <th>단계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">단감 분말 가공기술</td> <td>풍미유지 건조기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>분말화 기술</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>분말제품 저장기술</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	단계	단계	단계	단감 분말 가공기술	풍미유지 건조기술		○			분말화 기술	○				분말제품 저장기술	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	단계	단계	단계																									
단감 분말 가공기술	풍미유지 건조기술		○																											
	분말화 기술	○																												
	분말제품 저장기술	○																												
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 김성규, 이용재, 권오창, 박윤문, 김태춘, 조영수. 2000. 파찌 감 이용을 위한 분말화의 건조방법에 관한 연구. 농산물저장유통학회지 7(4):389-394. 2. Moon, K.D., J.K. Kim, and J.H. Kim. 1997. The composition of acid and amino acid and storage property in dried persimmon. Korean J. Postharvest Sci. Technology 4:1-10. 3. Chung, S.K. and J.U. Choi. 1990. The effects of drying methods on the quality of the garlic powder. Korean J. Food Sci. Technol. 22:44-49. 																														

31) 자료 #31 뽕은감 탈삼기술

<p><과제명> 감 과실의 이용(대분류)/용도개발(중분류)/ 뽕은감 탈삼기술(소분류: 핵심기술)</p> <p>- 뽕은감 이산화탄소 탈삼 기술</p>																															
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <p>- 고농도 이산화탄소를 이용하여 뽕은감의 뽕은맛을 제거하면서도 과육 경도는 유지시켜 단감과 같은 신선과실로의 이용 필요</p> <p>- 특히 완전 탈삼을 위한 품종별 최적화 프로그램의 제시가 필요함</p> <p>- 탈삼지표 95% 이상, 과실경도 단감수준 유지 기술 개발</p>																															
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <p>- 기존의 알코올 탈삼이나 수침 탈삼 기술의 단점을 보완</p> <p>- 대량 단시간 처리 가능한 기술</p> <p>- 탈삼과실의 저장 및 유통 기술</p>																															
<p><단위기술></p> <p>- 이산화탄소 농도별 탈삼시간 및 정도</p> <p>- 품종별 탈삼과정 최적화</p> <p>- 탈삼한 과실의 적정 저장기술, 저장 한계기간 및 shelf-life 설정</p>																															
<p><국내외 연구개발 현황></p> <p>- 국내: 대량 탈삼을 위한 고농도 이산화탄소 처리시설이 되어 있으나 실제 상업화 수준에 이르지 못하고 있음.</p> <p>- 국외: 특정품종을 대상으로 고농도이산화탄소 탈삼기술 실용화</p>																															
<p><국내기술 수준></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">단감 분말 가공기술</td> <td>이산화탄소 농도조절</td> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>품종별 최적화</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>탈삼후 저장-유통기술</td> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	단감 분말 가공기술	이산화탄소 농도조절			○		품종별 최적화	○				탈삼후 저장-유통기술		○		
소분류	단위기술	기술개발 단계																													
		도입	개발	완료	활용																										
단감 분말 가공기술	이산화탄소 농도조절			○																											
	품종별 최적화	○																													
	탈삼후 저장-유통기술		○																												
<p><주요 참고문헌></p> <p>1. Ham, Y.J. and Y.M. Park. 2003. 뽕은 감 ‘사곡시’ 과실의 이산화탄소 탈삼 지표 및 저장 품질 평가. 한국원예학회지 44(4):417-421.</p> <p>2. Matsuo, T. and S. Ito. 1977. On mechanism of removing astringency in persimmon fruits by carbon dioxide treatment. 1. Some properties of the two processes in the de-astringency. Plant and Cell Physiol. 18:17-25.</p> <p>3. Byun, H.S., S.H. Park, Y.K. Roh, and J.J. Sung. 1999. Changes in the quality of astringent persimmon during removal of astringency by carbon dioxide. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 6: 392-397.</p>																															

32) 자료 #32 단감을 이용한 신상품 개발

<p><과제명> 단감의 이용(대분류)/ 용도개발(중분류)/ 상품화기술(소분류: 핵심기술) - 단감 가공상품 개발을 위한 시장 및 소비자 조사</p>																														
<p><기술 개발의 필요성과 목표></p> <ul style="list-style-type: none"> - 단감의 재배면적과 생산량이 증가하면서 생과 이외의 수요 확대 필요 - 기존의 전통가공 방식에서 벗어나 기능성, 편의성은 물론 대량소비가 가능한 상품 유형에 대한 소비시장 개발 필요. 대기업 위주의 시장주도 구조에서 중소기업 차별화 전략 필요 - 새로운 개념의 가공상품 개발을 위한 소비자의 기호도 및 시장 잠재수요 제시 																														
<p><기술개발의 개요 및 범위></p> <ul style="list-style-type: none"> - 단감 가공상품에 대한 소비자 선호도 - 단감 가공상품에 대한 소비자 기호도 - 과실가공 시장에서 예상되는 단감 가공식품의 포트폴리오 분석 																														
<p><단위기술></p> <ul style="list-style-type: none"> - 단감 가공상품 소비자 조사 - 단감 가공 시장조사 - 단감 가공제품 포트폴리오 																														
<p><국내외 연구개발 현황></p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내: 단감뿐 아니라 모든 과실 가공제품에 대한 소비시장 조사나 제품 포트폴리오 분석이 극히 제한적으로 이루어지고 있음 - 국외: 일본 위주의 단감 가공제품의 유형이 소개되고 있으나 국내 소비시장에 적용하기에는 무리가 있음 기타 과실가공품에 대해서는 소비자 관능조사에 대해 폭넓은 조사가 이루어지고 있음 																														
<p><국내기술 수준></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">소분류</th> <th rowspan="2">단위기술</th> <th colspan="4">기술개발 단계</th> </tr> <tr> <th>도입</th> <th>개발</th> <th>완료</th> <th>활용</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">상품화 기술개발</td> <td>소비자 조사</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>시장조사</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>제품 포트폴리오</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					소분류	단위기술	기술개발 단계				도입	개발	완료	활용	상품화 기술개발	소비자 조사	○				시장조사	○				제품 포트폴리오	○			
소분류	단위기술	기술개발 단계																												
		도입	개발	완료	활용																									
상품화 기술개발	소비자 조사	○																												
	시장조사	○																												
	제품 포트폴리오	○																												
<p><주요 참고문헌></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. http://www.kamis.co.kr/kamis/circle/kccaag002.jsp?menuid=303&seq= 농산물 소비실태조사 2003. 농수산물 유통공사. 2. 경상남도 농업기술원. 1997-1999. 단감 가공적성 구명. 농업기술원 연구보고서. 3. 이승철, 황용일, 신동주, 김정목, 배성문, 박강주. 2002. 단감을 이용한 발효와인의 제조 및 특성. 한국농화학회지. 45(2):66-70. 4. 배성문, 박강주, 신동주, 황용일, 이승철. 2001. 단감을 이용한 조청의 제조 및 특성. 한국농화학회지 44(2):88-92. 																														

4. 핵심기술 과제의 메뉴구성 및 d-Base 화일링

표 5. 단감 핵심기술체계 메뉴 구성도

초기 메뉴	서브 메뉴	서브서브 메뉴	하위메뉴			
			분류번호	메뉴명	구성화일	
품종육성 PM1---	품종선발 PM11--	교배육종 PM111-	PM1110 PM1111	조생우량품종 병 저항성 품종	PM1110.HWP PM1111.HWP	
		아조변이 PM112-	PM1120	아조변이 과실탐색	PM1120.HWP	
		유전자원선발 PM113-	PM1130	가공적성 우수 품종	PM1130.HWP	
재배기술 PM2---	개원 PM21--)	재배환경 PM211-	PM2110	재배적지선정	PM2110.HWP	
		기상조건 PM212-	PM2120	저온기상과 수체생장	PM2120.HWP	
	생육조절 PM22--)	영양생장 PM221-	PM2210	영양생장-생식생장균형	PM2210.HWP	
		결실관리 PM23--)	작과조절 PM231-	PM2310	작과량조절기술	PM2310.HWP
	토양관리 PM24--)	수분관리 PM241-	PM2410	토양수분과 수체영양	PM2410.HWP	
		시비 PM242-	PM2420	생산비절감 시비기술	PM2420.HWP	
	정지·전정 PM25--)	전정생리 PM251-	PM2510	전정생리와 과실품질	PM2510.HWP	
		전정기술 PM253-	PM2530	환상박과기술	PM2530.HWP	
	병해충방제 PM26--)	병해 PM261-	PM2610	병해충종합관리	PM2610.HWP	
		중해 PM262-	PM2620	응애류 종합방제	PM2620.HWP	
생리장해- 재해 PM27--)	생리장해 PM271-	PM2710	생리장해과 발생 방지	PM2710.HWP		
	재해 PM272-	PM2720	태풍피해 경감기술	PM2720.HWP		
시설재배 PM3---	결실관리 PM32--)	작과관리 PM321	PM3210	고온기 착색향상기술	PM3210.HWP	
수확후 관리 PM4---	수확 PM41--)	수확지표개발 PM411-	PM4110	단감수확지표개발	PM4110.HWP	
		저장전처리 PM42--)	전처리기술 PM421-	PM4210 PM4211	저온전처리 기술 열수세척기술	PM4210.HWP PM4211.HWP
	저장관리 PM43--)		저장프로그램 PM431-	PM4310	저장-출하 프로그램	PM4310.HWP
			저장기술 PM432-	PM4320 PM4321	숙기별 MAP 저장 CA저장기술	PM4320.HWP PM4321.HWP
저장장해 PM433-	PM4330	MA 저장장해 방지	PM4330.HWP			
상품화 PM5---	선별출하 PM51--)	포장 PM513-	PM5130	포장기술개발	PM5130.HWP	
		유통관리 PM52--)	유통품질 PM521-	PM5210	에틸렌과 유통품질	PM5210.HWP
	유통정보 PM522-		PM5220	생산-소비시장 정보	PM5220.HWP	
	수출 PM53--)	수출포장 PM531-	PM5310	수출용상품 포장기술	PM5310.HWP	
수출품질관리 PM532-		PM5320	수출상품 품질관리	PM5320.HWP		
이용 PM6---	첨가물가공 PM62--)	분말가공기술 PM621-	PM6210	비상품과 분말가공	PM6210.HWP	
		용도개발 PM63--)	상품화기술 PM631-	PM6310 PM6311	뽕은감 탈삼기술 시장 및 소비자 조사	PM6310.HWP PM6311.HWP

제6장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 목표달성도

주요 내용	연 도	02-03년	03-04년	04-05년	비 고
		(1차년도)	(2차년도)	(3차년도)	
o 주관연구(원광대)					
- 재배지역별 생육 및 기상 조사		■			
- 단감 품종 탐색 및 유전자원 기초조사		■			
- 재배 환경별 연차간 형질변이 추정			■		
- 아조변이 선발 기준표 초안 작성			■		
- 단감 안전 재배 적지 선정				■	
- 아조변이 선발 기준표 및 품종해설집 작성				■	
o 협동연구(단감시험장)					
- 과수원 환경조건에 따른 과실 품질 분석		■			
- 과수원 재배조건에 따른 과실 품질 분석		■			
- 재배환경과 과실특성 상호 영향 분석			■		
- 핵심재배기술의 검증 및 보완			■		
- 고품질과 생산을 위한 최적 재배환경 구명				■	
- 고품질과 생산을 위한 최적 재배방법 구명				■	
o 협동연구(밀양대)					
- 저장력 및 포장재 투과특성 분석방법 setting		■			
- dBase 초안작성, 자료수집		■			
- 숙기별 호흡생리, 과실특성, 포장재 투과도			■		
- 세분화 기술 dBase 작성			■		
- 숙기별 최적 MAP 저장 모델 작성				■	
- 핵심기술 filing 및 기술체계도 구축				■	

■ : 계획

■ : 수행

2. 관련 분야의 기여도

- 1) 단감 안전 재배지대 설정으로 안정 생산을 위한 현장 애로 해결
- 2) 재배 품종 중에서 아조변이 발생 시 농가에서 손쉽게 선별할 수 있음으로써 자원 확보에 기여
- 3) 단감 안정 생산을 위한 핵심 재배기술 개발 및 보급
- 4) 재배지와 재배조건에 의한 숙기별 최적 MAP 저장 시스템 구명으로 재배 지역간 적용 시 저장력 향상
- 5) 기술체계도 작성으로 개발된 기술을 보급하기 위한 체계적인 기초 작업
- 6) 현장에서 요구하는 기술에 대해 신속히 대처
- 7) 단감의 지역별 품종 및 생산 구조 개선을 통한 비용절감
- 8) 저장력 향상에 의한 단감의 국내 소비 기반 확충 및 수출 기회 증대를 통한 안정적 생산기반 조성 및 소득 확보
- 9) 단감 기술의 효율적 보급 및 산업 경쟁력 강화를 위한 구체적인 실천방안 제시
- 10) 단감 관련 산업 기술개발 정책 수립에 기여

제7장 연구개발 결과의 활용 계획

1) 연구 결과의 학회 투고에 의한 정보 공유

현 연구 과제 과정의 결과를 학회에 투고 및 공개하여 정보를 공유하고 관련 분야 연구에 참고 자료로 활용하게 할 계획이다.

2) 단감 안전 재배 지대 설정으로 따른 안정 생산을 위한 현장 애로 문제 해결 기초 자료로 활용

현재 단감 재배 농가에서 겪고 있는 많은 기상 재해 등에 대한 지형적, 기상적 원인이나 피해 대책의 기초 자료로 활용하게 할 계획이다.

3) 아조변이 선발 기준표의 보급에 따른 현장 선발 용이성 부여

재배 농가에서는 아조변이에 대한 인식 부족과 이에 대한 정보가 미흡하여 자원 확보에 어려움이 있었다. 이에 아조변이에 대한 선발 기준표를 관련 기관 및 재배 농가에 제시하여 농가 지도 자료 및 현장에서 직접 활용 가능한 자료로 이용할 계획이다.

4) 단감 안정 생산을 위한 핵심 재배 기술 보급

본 연구 과정에서 개발 및 보완된 재배 기술을 관련 기관 및 농가에 보급하여 단감의 안정적 재배 방법으로 활용할 계획이다.

5) 최적 MAP 저장 시스템 구명에 따른 기술 보급

현재 보유 저장고의 낙후성과 기술 미흡으로 인한 저장 장애가 많이 발생하고 있다. 재배 조건 및 방법에 따른 따른 최적 MAP 저장 기술을 관련 기관의 지도 자료로 활용하게 하고 저장고 보유 농가에서 직접 활용할 계획이다.

6) 최적 MAP 저장 시스템의 저장 업체 및 농가에 기술이전

공동 또는 개인 보유 저장고나 저장 업체에 기술을 이전하여 기존 저장고의 보완, 저장고의 신설 등에 기술을 적용하게 할 계획이다.

7) 소외 품목의 기술체계도 구축 및 dBase 작성에 대한 기초 자료로 활용

단감 이외의 기술 체계도가 미흡한 품목의 체계도 구축 시 조사 분야 및 방법, 등의 기초 자료로 활용하게 할 계획이다.

8) 단감 연구회 등을 통한 기술 정보 교류

재배 농가가 다수 참여하고 있는 단감 연구회 및 관련 행사를 통하여 연구 결과 및 개발된 기술에 대한 정보를 제공하고 재배자의 현장 애로사항을 파악하여 현장에서 효율성을 높일 수 있는 활용 방법을 강구하는 등 지속적인 정보 교류 활동을 할 계획이다.

제8장 참고문헌

- 김찬수, 강영제, 고정근. 1995. 후박나무 선발 집단의 엽형 및 종자의 형질변이 한국 임학회 학술발표회 p. 54-55.
- 방경환, 김영국, 성낙술, 차문석, 김홍식, 조용구. 2001. C25 RAPD에 의한 홍화 품종군 분류. 한국육종학회지 33(별호 1):152-153.
- 오성도(대표저자). 2004. 과수 온도 생리. 길모음 출판.
- 이용재, 이용문. 2001. 최신 감 재배 기술. 서원 출판.
- 이영일, 이은경, 강권규. 1995. 감마선조사 Callus 유래 고구마의 전당함량 및 형질변이. 한국식물생명공학회 정기총회 및 학술연구발표회.
- 박종서, 부경은, 오성남, 홍성길. 2000. 기상관측지점에서의 미세 국지기상에 관한 연구. 한국기상학회 학술발표지 2000:327-330.
- 北川博敏. 1970. カキの栽培と利用. 養賢堂. 東京. p. 84-88.
- 中村三夫, 1985. 果樹栽培大典(カキ). 農山漁村文化協會. 東京. p. 54-58.
- 沖鳴秀史, 2001. 果樹園藝大白科(カキ). 農山漁村文化協會. 東京. p. 283-287.
- Agusti, M., I. Andreu, M. Juan, V. Almela, and L. Zacarias. 1998. Effects of ringing branches on fruit size and maturity of peach and nectarine cultivars. J. Hort. Sci. Biotechnol. 73:537-540.
- Agustí, M., M. Juan, A. Martínez-Fuentes, C. Mesejo, and V. Almela. 2004. Calcium nitrate delays climacteric of persimmon fruit. Ann. Appl. Biol. 144:65-69.

- Aharoni, Y. 1968. Respiration of oranges and grapefruits harvested at different stages of development. *Plant Physiol.* 43:99-108.
- Ahn, G.H., W.D. Song, S.J. Choi, and D.S. Lee. 2004. The association of post-storage physiological disorder incidence with respiration and ethylene production in 'Fuyu' persimmon fruits. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36:283-287.
- Amano, S., A. Hino, H. Daito, and T. Kuraoka. 1972. Studies on photosynthetic activity in several kinds of fruit tree. I. Effect of some environmental factors on the rate of photosynthesis. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 41:144-150.
- Arakawa, O., K. Kanno, A. Kanetsuka, and Y. Shiozaki. 1997. Effects of girdling and bark inversion on tree growth and fruit quality of apple. *Acta Hort.* 451:579-586.
- Baker, R. O., Qureshi, R. A. and Hotchkiss, J. H. 1986. Effect of an elevated level of carbon dioxide containing atmosphere on the growth of spoilage pathogenic bacteria at 2°C, 7°C, and 13°C. *Poultry Sci.* 65:729-736.
- Ben-Arie, R., Bazak, H. and Blumenfeld, A. 1986. Gibberellin delays harvest and prolongs storage life of persimmon fruits. *Acta Hort.* 179:807-813.
- Ben-Arie, R., Zutkhi, Y., Sonogo, L. and Klein, J. 1991. Modified atmosphere packaging for long-term storage of astringent persimmons. *Postharvest Biology and Technol.* 1:169-179.
- Ben-Arie, R. and Zutkhi, Y. 1992. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified-atmosphere packaging. *Hort. Sci.* 27:811-813.
- Ben-Yehoshus, S. 1985. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in

- plastic film-A postharvest technique. Hort Science 20(1):32-39.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Biochem. 72:248-254.
- Brecht, P. E. 1980. Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. Food Technol. 34(3):45-51.
- Byun, J.K., B.Y. Byun, and K.H. Chang. 1989. Effect of fruit bagging and application of additional nitrogen fertilizer on color development of 'Fuji' apples. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 30:271-277.
- Byun, J.K., I.K. Kang, and K.H. Chang. 1997. Inhibition of early drop by girdling, GA paste and AVG in 'Sekaiichi' apple fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38:238-241.
- Chijiwa, H. K. Hayashi, and K. Ushijima. 2003. Effect of ethychlozate on fruit maturity in 'Nishimura-Wase' persimmon (*Diospyros kaki* L.). Acta Hort. 601:105-112.
- Cho, K.T., Y.M. Park, D.H. Shin, and J.I. Lee. 2004. Technology forecasting survey on postharvest management using delphi method. Korean J. Hort. Sci. Technol. 22(2):251-259.
- Choi, S.T., S.M. Kang, D.S. Park, Y.W. Yoon, and G.H. Ahn. 2005a. Tree responses of 'Fuyu' persimmon to different degrees of early defoliation on fruit characteristics at harvest and tree development the next season. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 46:136-139.
- Choi, S.T., S.M. Kang, G.H. Ahn, D.S. Park, G.M. Shon, and C.W. Ro. 1999.

- Effect of GA3 artificial pollination on fruit set and growth of 'Fuyu' persimmon (*Diospyros kaki*). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:581-584.
- Choi, S.T. S.M. D.S. Park, W.D. Song, and S.M. Kang. 2005b. Effect of thinning degrees on fruit characteristics and carbohydrate accumulations of persimmon trees defoliated in early autumn. Acta Hort. 685:105-112.
- Choi, S.T., S.M. Kang, D.S. Park, W.D. Song, and K.K. Seo. 2002. Thinning effect on fruit characteristics and reserve accumulation of persimmon trees defoliated in early autumn. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:660-665.
- Choi, S.T., D.S. Park, W.D. Song, G.M. Shon, and S.M. Kang. 2003. Effect of different degrees of defoliation on fruit growth and reserve accumulation in young 'Fuyu' trees. Acta Hort. 601:99-104.
- Choi, S.T., W.D. Song, G.M. Shon, C.W. Ro, and S.M. Kang. 2005. Early performance of 'Uenishiwase' persimmon trees on Y-trellis training system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 46:255-259.
- 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.
- Clark, D. S. and Lentz, C. P. 1969. The effect of carbon dioxide on the growth of slimeproducing bacteria on fresh beef. Can. Inst. Food Tech. J. 2:72-78.
- Collins, R.J. and A.P. George. 1997. Managing crop load on non-astringent persimmon (*Diospyros kaki* L.) grown in the subtropics. Acta Hort. 436:251-260.
- Coyne, F. P. 1933. The effect of carbon dioxide on bacterial growth. Royal Soc. London Proc. Series B. 113:196-201.
- Cutting, J.G.M. and M.C. Lyne. 1993. Girdling and the reduction in shoot xylem sap

- concentrations of cytokinins and gibberellins in peach. *J. Hort. Sci.* 68:619-626.
- Day, K.R. and T.M. DeJong. 1990. Girdling of early season 'Mayfire' nectarine trees. *J. Hort. Sci.* 65:529-534.
- Dewey, D. H. 1983. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables, p. 1. In: S. Thorne (ed.). *Developments in food preservation-2*. Applied Sci. Pub., London.
- Dilley, D. R. 1983. Manipulation of the postharvest atmosphere for preservation of food crops, p. 383. In: M. Lieberman (ed.). *Postharvest physiology and crop preservation*. Plenum Pub. Corp., New York.
- Doud, D.S. and D.C. Ferree. 1980. Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:325-328.
- Eklund, T. and Jarmund, T. 1983. Microculture model studies on the effect of various gas atmospheres on microbial growth at different temperatures. *J. Appl. Bacteriol.* 55:119-126.
- El-Goorani, M. A. and Sommer, N. F. 1981. Effects of modified atmospheres on postharvest pathogens of fruits and vegetables. *Hort. Rev.* 3:412-416.
- Erez, A. and J.A. Flore. 1986. The quantitative effect of solar radiation on anthocyanin production in 'Redhaven' peach skin color. *HortScience* 21:1424-1429.
- Faust, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees*. John Wiley & Sons, New York. p. 1-51.
- Fernandez, G.E. and M.P. Pritts. 1996. Carbon supply reduction has a minimal

- influence on current year's red raspberry (*Rubus idaeus* L.) fruit production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:473-477.
- Fishman, S.V., Rodov, V., Peretz, J. and Ben-Yehoshua, S. 1995. Model for gas exchange dynamics in modified-atmosphere packages of fruits and vegetables. *J. Food Sci.* 60:1078-1087
- Flocker, W.J., J.C. Lingle, R.M. Kavis, and R.J. Miller. 1965. Influence of irrigation and nitrogen fertilization on yield, quality, and size of Cantaloupes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86:424-432.
- Fukui, H., K. Mochizuki, and M. Nakamura. 1993. Seasonal changes in cell division in the root tips of Japanese persimmon cv. Nishimurawase. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 62:359-362.
- Fukui, H., Y. Suzuki, T. Horibe, and M. Goto. 1997. Potassium, calcium and magnesium uptake of Japanese persimmon trees in root restricted culture. *Acta Hort.* 436:285-294.
- Fumuro, M. 1997. Trunk girdling at an early stage of shoot elongation affects dry matter production and partitioning of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.) cv. Tonewase. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 66:481-488.
- Fumuro, M. 1998. Effects of trunk girdling during early shoot elongation period on tree growth, mineral absorption, water stress, and root respiration in Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.) cv. Nishimurawase. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67:219-229.
- George, A.P., R.J. Nissen, A. Mowat, and R.J. Collins. 2003b. Innovative production systems for non-astringent persimmon. *Acta Hort.* 601:151-157.
- George, A.P., R.J. Nissen, R.H. Broadley, and R.J. Collins. 2003a. Improving the

- nutritional management of non-astringent persimmon in subtropical Australia. *Acta Hort.* 601:131-138.
- George, A.P., R.J. Nissen, R.J. Collins, and T.S. Rasmussen. 1996. Effects of shoot variables and canopy position on fruit set, fruit quality and starch reserves of persimmon (*Diospyros kaki* L.). *J. Hort. Sci.* 71:217-226.
- Gill, C. O. and Tan, K. H. 1980. Effect of carbon dioxide on growth of meat spoilage bacteria. *Appl. Env. Microbial.* 39:317-322.
- Giuliani, R., L. Corelli-Grappadelli, and E. Magnanini, 1997. Effects of crop load on apple photosynthetic responses and yield. *Acta Hort.* 451:303-312.
- Greene, D.W. and W.J. Lord. 1983. Effects of dormant pruning, summer pruning, scoring, and growth regulators on growth, yield, and fruit quality of 'Delicious' and 'Cortland' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:590-595.
- Grierson, W., J. Soule, and K. Kawada. 1982. Beneficial aspects of physiological stress. *Hort. Rev.* 4:247-271.
- Hansen, P. 1982. Assimilation and carbohydrate utilization in apple. *Proc. 21st Intl. Hort. Congr.* 1:257-268.
- Hansen, P. and J. Grauslund. 1973. 14C-studies on apple trees. VIII. The seasonal variation and nature of reserves. *Physiol. Plant.* 28:24-32.
- Harada, H. 1984. The relationship between shoot growth, auxiliary bud development, and flower initiation in Japanese persimmon, *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 53:271-277.
- Hasegawa, K. and Y. Nakajima. 1990. Effects of seediness on fruit quality of

- Japanese persimmon cv. Maekawa-Jiro. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 59:255-262.
- Head, G.C. 1969. The effects of fruiting and defoliation on seasonal trends in new root production on apple trees. J. Hort. Sci. 44:175-181.
- Hino, A., S. Amano, Y. Sawamura, S. Sasaki, and T. Kuraoka. 1974. Studies on the photosynthetic activity in several kinds of fruit trees. II. Seasonal changes in the rate of photosynthesis. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 34:209-214.
- Hirata, N. and H. Kurooka. 1974. Physiological studies of developing and ripening fruits of the Japanese persimmon. I. The effects of degrees or times of artificial defoliation during last fall on carbohydrate contents in shoot, fruit growth and fruit quality. Bull. Fac. Agric., Tottori Univ. 26:1-14.
- Hirata, N., S. Hayahsi, and H. Kurooka. 1974. Physiological studies of developing and ripening fruits of the Japanese persimmon. II. The effects of degrees or times of artificial defoliation during last fall on cell division and cell enlargement during the development of fruit, fruit size and fruit quality at maturity. Bull. Fac. Agric., Tottori Univ. 26:15-27.
- Hosoda, H., Nasu, I. 1970. Biochemical studies on postharvest quality changes in vegetables. Report of the national food research institute. 35:80-91.
- Howell, G.H. and S.S. Stackhouse. 1973. The effect of defoliation time on acclimation and dehardening in tart cherry (*Prunus cerasus* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98:132-136.
- Ido, S. and J.T.A. Proctor. 1994. Apple fruit removal and limb girdling affect fruit and leaf characteristics. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:157-162.
- Iimuro, S., T. Okamura, Y. Sawamura, Y. Matsumoto, and S. Fukunaga. 1974.

- Studies on nutrition of persimmon trees and the sugar content of the fruit. I. Relationship between leaf nitrogen and fruit sugar content in the autumn. Bull. Nara Agr. Expt. Sta. 6:9-15.
- Isenberg, M. F. R. 1979. Controlled atmosphere storage of vegetables. Hort. Rev. 1:337-342.
- Johnson, R.S. and A.N. Lakso. 1986. Carbon balance model of a growing apple shoot: I. Development of the model. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111:160-164.
- Kader, A.A. 1980. Prevention of ripening in fruits by use of controlled atmospheres. Food Technol. 51:210-218.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Technol. 40(5):99-106.
- Kader, A.A. 1993. A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than pome fruits. In Sixth International Controlled Atmosphere Research Conference, Proceedings, G.D., Blanpied, J.A. Bartsch, and J.R. Hicks(Ed.), Cornell University, Ithaca, NY. 2:859-887.
- Kader, A.A. 1999. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. Acta Hort. 485:203-208.
- Kader, A.A., D. Zagory and E.L. Kerbel. 1988. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. In Press.
- Kang, S.M. and K.C. Ko. 1976. A study on cold hardiness, flowering, and fruit bearing, in 'Okubo' peach trees (*Prunus persica*) as affected by defoliation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 17:1-11.
- Kaura, M. 1941. Studies on physiological drops in persimmon. II. Relationship

- between seedlessness of the fruits and physiological drop. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 12:247-283.
- Kaura, M. 1942. Studies on physiological drops in persimmon. V. Relationship between the extent of shoot growth and fruit drop. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 13:97-101.
- Kawada, K. 1982. Use of polymeric films to extend postharvest life and improve marketability of fruits and vegetables - Unipack : Individually wrapped storage of tomatoes, oriental persimmons and grapefruit, p. 87-99. In : D.G. Richardson and M. Metheruik (eds.). *Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities*. Symp. 1, Oregon State University School of Agriculture. Timber Press, Beaverton, OR.
- Kim, I.H., K.K. Seo, K.H. Ahn, Y.W. Yoon, S.C. Kim, G.M. Shon, and C.W. Ro. 1999. Effects of ethephon treatments on accelerating of maturity of sweet persimmon 'Nishimurawase' cultivar. *Korean J. Environ. Agr.* 18:339-343.
- Kim, W.S. and S.J. Chung 2000. Effect of GA₃, ethephon, girdling and wiring treatment on the berry enlargement and maturity of 'Himrod' grape. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:75-77.
- Kim, Y.K. 2001. Effect of irrigation levels and nitrogen supply on vegetative and fruit growth of 'Fuyu' persimmon. M.S. Thesis. Gyeongsang National Univ. Jinju.
- Kitajima, A., T. Matsumoto, M. Ishida, and Y. Sobajima. 1990. Relationship between dry matter production of bearing shoots and physiological fruit drop of Japanese persimmon, by shading treatments. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 59:75-81.
- Kitajima, A., Y. Kuramoto, K. Ohoka, M. Nakano, and M. Ishida. 1993. Influence

- of fruiting position and co-existence of pollinated fruit on a shoot on parthenocarpic fruit set of kaki cvs. Fuyu and Hiratanenashi (*Diospyros kaki* L. f.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 62:317-325.
- Kitajima, A., Y. Ohshita, M. Nakano, and M. Ishida. 1993b. Comparisons of fruit set and quality between seeded and parthenocarpic kaki fruits cv. Fuyu in relation to the location of the fruiting shoot. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 62:505-512.
- Kramer, P.J. and T.T. Kozłowski. 1979. *Physiology of woody plants*. Academic Press, New York.
- Layne, D.R. and J.A. Flore. 1995. End-product inhibition of photosynthesis in *Prunus cerasus* L. in response to whole-plant source-sink manipulation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:583-599.
- Lee, S.K., I.S. Shin, and Y.M. Park. 1993. Factors involved in skin browning of non-astringent 'Fuyu' persimmon. *Acta Hort.* 343:300-303.
- Lee, Y.J. 2001. Browning disorders of 'Fuyu' persimmon fruit caused by low oxygen and low temperature in modified atmosphere storage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42:725-731.
- Lee, Y.M., Kwon, O.C., Cho, Y.S., Park, Y.M. and Lee, Y.J. 1999. Effects of oxygen and carbon dioxide concentration in PE film bag on blackening and flesh browning disorder MA storage of 'Fuyu' persimmon fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40(5):585-590.
- Lipton, W.J. 1975. Controlled atmospheres for fresh vegetables and fruits-Why and When, p. 130. In: N.F. Haard and D.K. Salunkhe (eds.). *Postharvest biology and handling of fruits and vegetables*, AVI, Westport, Conn.
- MacRAE, E.A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand grown

- 'Fuyu' persimmon during storage. *New Zealand J. Experi. Agric.* 15:333-344.
- Marcellin, P. 1977. Use and potential development of controlled atmosphere in the storage of fruits and vegetables. *Intl. Inst. Refrig. Bull.* 59:1151-1158.
- Marcotte, M. 1992. Irradiated strawberries enter the U.S. market. *Food Technol.* 46(5):80-86.
- Mattaa, M., S. Tominaga, and I. Kozaki. 1998. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in Pokan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Scientia Hort.* 73:203-211.
- McCamant, T. 1988. Utilization and transport of storage carbohydrates in sweet cherry. MS Thesis, Washington State Univ., Pullman, USA.
- McCready, R.M., J. Guggolz, V. Silveira, and H.S. Owens. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. *Anal. Chem.* 22:1156-1158.
- Mebelo, M., T. Shigeto, and K. Itaru. 1998. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Scientia Hort.* 73:203-211.
- Mowat, A.D. and A.G. George. 1994. Persimmon, p. 209-232. In: B. Schaffer and P.C. Andersen (eds.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. Vol. I: Temperate crops. CRC Press, Boca Raton, FLA.
- Myers, S.C. and D.C. Ferree. 1983. Influence of time of summer pruning and limb orientation on yield, fruit size, and quality of vigorous 'Delicious' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:630-633.
- Neilsen, D. and G.H. Neilsen. 2002. Efficient use of nitrogen and water in

- high-density apple orchards. HortTechnology 12(1).
- Noel, A.R.A. 1970. The girdled tree. Bot. Rev. 162-195.
- Oliveira, C.M. and A. Priestley 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. Hort. Rev. 10:403-430.
- Park, D.S. and S.M. Kang, 2000. Effect of the size of bearing mother branches and the time of fruit-load adjustment on the level of carbohydrates in senescing leaves and the shoots of 'Fuyu' persimmon. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:613-617.
- Park, D.S., S.M. Kang, G.M. Shon, C.W. Ro, and W.K. Shin. 1999. Growth and carbohydrate accumulation of shoots and fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon as affected by the size of bearing mother branches. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:455-458.
- Park, D.S., S.M. Kang, S.T. Choi, C.A. Lim, and W.D. Song. 2003. Effect of secondary-shoot prunings on fruit growth and following year's fruit set of 'Fuyu' persimmon. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:613-617.
- Park, D.S., S.T. Choi, K.K. Choi, G.H. Ahn, S.C. Kim, W.D. Song, and S.M. Kang, 2000. Shoot growth and fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon as affected by the size of bearing mother branches and the time of fruit-load adjustment. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:401-405.
- Park, M.J., B.H. Kim, and S.M. Kang. 1997. Effect of kinetin and B-9 on growth and carbohydrate partitioning in one-year-old trees of persimmon (*Diospyros kaki*). Acta Hort. 436:165-168.
- Park, S.J. 2002. Effect of irrigation and N levels on fruit quality and nutrient

- distribution in 'Fuyu' persimmon tree parts during the final stages of fruit growth. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:321-325.
- Park, S.J. 2002a. Defruiting affects assimilate partitioning and early growth of young Fuyu persimmon. PhD Diss., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju, Korea.
- Park, S.J. 2002b. Effect of different degrees of defoliation on fruit quality, reserve accumulation, and early growth of young Fuyu persimmon. *Korean J. Hort. Sci. Technol.* 20:110-113.
- Park, S.J., Y.G. Kim, J.C. Kim, J.L. Cho, B.R. Jeong, S.M. Kang, and Y.C. Lee. 2003. Changes of organic elements in senescing Fuyu leaves at two locations differing the time of abscission. *Acta Hort.* 601:73-78.
- Pesis, E., Levi, A. and Ben-Arie, R. 1986. Deastringency of persimmon fruits by creating a modified atmosphere in polyethylene bags. *J. Food Sci.* 51:1014-1017.
- Pesis, E., Levi, A. and Ben-Arie, R. 1988. Role of acetaldehyde production in the removal of astringency from persimmon fruits under-various modified atmospheres. *J. Food Sci.* 53:153-156.
- Rato, A.E., H.I. Marreiros, A.C. Santos, and J.M. Barroso. 2005. Effects of different fruit calcium levels on the postharvest physiology of plums (*Prunus domestica* L.). *Acta Hort.* 682:171-176.
- Sanchez, E.E., T.L. Righetti, D. Sugar, and P.B. Lombard. 1992. Effect of timing of nitrogen application on nitrogen partitioning between vegetative, reproductive, and structural component of mature 'Comice' pears. *J. Hort. Sci.* 67:51-58.
- SAS Institute, Inc. 1999-2000. The SAS System for Windows V8: SAS Proprietary Software Release 8.01. SAS Inst., Inc., Cary, N.C.

- Schechter, I., J.T.A. Proctor, and D.C. Elfving. 1994. Apple fruit removal and limb girdling affect fruit and leaf characteristics. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:157-162.
- Seeley, E.J., W.C. Micke, and R. Kammereck. 1980. 'Delicious' apple fruit size and quality as influenced by radiant flux density in the immediate growing environment. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:645-657.
- Shinzo, T., S. Nishino, and K. Kuroda. 1991. Establishment of a technique for producing high quality fruits of Japanese persimmon variety 'Fuyu' with two low limbs. *Bull. Nara Agr. Sta.* 22:29-33.
- Smit, M., J.J. Meintjes, G. Jacobs, P.J.C. Stassen and K.I. Theron. 2005. Shoot growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione-calcium. *Scientia Hort.* 106:515-529.
- Smock, R. M. 1979. Controlled atmosphere storage of fruits. *Hort. Rev.* 1 : 301 - 306.
- Steven, A.S., Tim, E.C. and Judith, J.Z. 1993. Storage Characteristics of 'Fuyu' Persimmons. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 106:131-134.
- Sugar, D., T.L. Righetti, E.E. Sanchez, and H. Khemira. 1992. Management of nitrogen and calcium in pear trees for enhancement of fruit resistance to postharvest decay. *HortTechnology* 2:282-387.
- Sugiura, A., G.H. Zheng, and K. Yonemori. 1991. Growth and ripening of persimmon fruit at controlled temperatures during growth stage III. *HortScience* 26:574-576.
- Suzuki, A., Y. Murakami, and T. Maotani. 1988. Physiological fruit drop of persimmon, *Diospyros kaki* Thunb. IV. Effect of fruit growth on physiological

- fruit drop of persimmon. Bull. Fruit Tree Res. Stn. A 15:41-49.
- Takano, S., S. Nishino, and K. Kuroda. 1991. Establishment of a technique for producing high quality fruits of Japanese persimmon variety Fuyu with two limbs. (1) Relationship between the character of the branch or shoot, degree of thinning and fruit quality in each condition of solar radiation. Bull. Nara. Agr. Expt. Sta. 22:29-33.
- Tanaka, M. 1983. Respiration, ethylene production and ripening of Japanese persimmon fruit at various stages of development. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 52:78-84.
- Tanaka, K. and M. Aoki. 1971. Effects of irrigation and nitrogen fertilizer application in summer on the fruiting on 'Fuyu' kaki (*Diospyros kaki* Linn. f.). Bull. Aichi-Ken Agr. Res. Ctr. B (3):9-18.
- Tanaka, K., M. Aoki, K. Hirota, A. Kawabuchi, and H. Sinoda. 1966. Magnesium deficiency in kaki (*Diospyros kaki* Linn. f.). I. Influences of foliar sprays of magnesium salts and the mineral composition of the leaves, fruits and shoots. Bulletin of the Aichi Horticultural Experiment Station 5:19.
- Talasila, P.C. and Cameron, A.C. 1997. Free-volume changes in flexible, hermetic packages containing respiring produce. J. Food Sci. 62:659-664.
- Tarutani, T. 1965. Studies on the storage of persimmon fruits. Memoirs of Faculty of Agriculture, Kagawa University (in Japanese with English summary). 19:52-54.
- Taylor, B.H. and D.C. Ferree. 1981. The influence of summer pruning on photosynthesis, transpiration, leaf abscission, and dry weight accumulation of young apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:389-393.

- Terblanche, J.H. 1986. Technical implications of the post-harvest physiology in deciduous fruit. *Decid. Fruit Grow.* 36:23-27.
- Titus, J.S. and S.M. Kang. 1982. Nitrogen metabolism, translocation, and recycling in apple trees. *Hort. Rev.* 4:204-246.
- Toselli, M., J.A. Flore, C. Zavalloni, and B. Marangoni. 2000. Nitrogen partitioning in apple trees as affected by application time. *HortTechnology* 10:136-141.
- Xia, G and L. Cheng. 2004. Foliar urea application in the fall affects both nitrogen and carbon storage in young 'Concord' grapevines grown under a wide range of nitrogen supply. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129:653-569.
- Wang, Z. and G.W. Stutte. 1992. The role of carbohydrates in active osmotic adjustment in apple under water stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:816-823.
- Wardlaw, I.F. 1968. The control and pattern of movement of carbohydrates in plants. *Bot. Rev.* 34:79-105.
- Wargo, J.M., I.A. Merwin, and C.B. Watkins. 2004. Nitrogen fertilization, midsummer trunk girdling, and AVG treatments affect maturity and quality of 'Jonagold' apples. *HortScience* 39:493-500.
- Weiser, C.J. 1970. Cold resistance and acclimation in woody plants. *HortScience* 5:403-410.
- Worley, R.E. 1971. Effects of defoliation date on yield, quality, nutlet set, and foliage regrowth for pecan. *HortScience* 6:446-447.
- Wright, C.J. 1989. Manipulation of fruiting. Butterworths & Co., Ltd., England. p. 15-27.

- Yakushiji, H., H. Nonami, T. Fukuyama, S. Ono, N. Takagi, and Y. Hashimoto. 1996. Sugar accumulation enhanced by osmoregulation in Satsuma mandarin fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:466-472.
- Yakushiji, H., K. Morinaga, and S. Ono. 1997. Effect of different shading times on the fruit quality of 'Fuyu' Japanese persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Acta Hort.* 436:165-168.
- Yamada, M., A. Kurihara, and T. Sumi. 1987. Varietal differences in fruit bearing in Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) and their yearly fluctuations. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 56:293-299.
- Yamazaki, T., Suzuki, S.M. and Otake, S. 1988. Color charts: Useful guide to evaluate the fruit maturation. II. Colorimetric specification of Color chart for kaki fruit, cv. 'Hiratanenashi'. *Bul. Fruit Tree Res. Stn. A.* 8: 79-84.
- Yemm, E.W. and E.C. Cocking. 1955. The determination of amino acids with ninhydrin. *Analyst* 80:209-213.
- Yoon, M.S. 1996. Seasonal changes of nitrogenous compounds and carbohydrates in one-year-old seedlings of persimmon (*Diospyros kaki*). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:257-262.
- Zhou, R. and B. Quebedeaux. 2003. Changes in photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature apple leaves in response to whole plant source-sink manipulation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128:113-119.