

최 종
연구보고서

신고 배 고품질화를 위한 예측프로그램 구축
및 생리장애 발생요인 구명

Establishment of Forecasting Programs and Control of
Physiological Disorders for Premium Quality 'Niitaka' Pear

연구기관

충남대학교 농업생명과학대학

농림수산식품부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “신고 배 고품질화를 위한 예측프로그램 구축 및 생리장해 발생요인 구명” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 4월 24일

주관연구기관명 : 충남대학교

총괄연구책임자 : 천 중 필

세부연구책임자 : 황 용 수

세부연구책임자 : 서 영 범

연 구 원 : 심 훈 기

연 구 원 : 김 병 기

연 구 원 : 이 충 현

협동연구기관명 : 배 시 험장

협동연구책임자 : 손 동 수

연 구 원 : 홍 경 희

연 구 원 : 최 장 전

연 구 원 : 한 점 화

요 약 문

I. 제 목

“신고 배 고품질화를 위한 예측프로그램 구축 및 생리장해 발생요인 구명”

II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라 주요 배 품종인 ‘신고’의 지속적인 수출증대를 도모하기 위해서는 고품질 과실의 생산이 중요하다. 이를 위한 신고 배의 품질등급화는 품질개선, 수출물량증대, 소비자 권익보호 등 선진국형 생산체제로 나아가는데 전제 조건이 된다. 신고 품종에서 수확 전후에 발생하는 다양한 장해발생요인으로 품질 저하가 흔히 발생하며 이러한 품질저하요인에는 과형 불량과 및 저장, 유통 및 수출과정에서 발생하는 과실의 연화, 조직의 갈변, 과피흑변, 얼룩 장해 및 바람들이 과실 등이 포함되는데 이러한 장해는 부적절한 수확 후 관리, 조직의 노화가 진행된 장기 저장한 과실 또는 스트레스를 많이 주는 장기수송을 요구하는 수출 및 유통기간 중에 많이 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 생산, 저장, 유통기간에 나타날 수 있는 문제점을 제어하고 과실의 선도유지를 위한 적정 수확후 처리 및 저장기술 개발이 시급히 요구되고 있다. 즉 수확후 처리과정에서 발생할 수 있는 스트레스요인을 찾고 이러한 스트레스가 많은 과실에서 노화를 유발하는 홀몬인 에틸렌의 생합성 및 현재 문제가 되고 있는 생리적 장해의 발생과 어떠한 관련이 있는지 밝히는 것이 필요함. 본 연구팀에 의한 기존의 연구에서도 에틸렌제거는 신고의 생리적 장해를 어느 정도 완화시키는 것으로 확인되어 긍정적인 효과를 얻은 바 있다. 그러나 에틸렌생합성이 적은 신고에서 에틸렌발생 요인이 무엇인지는 명확하지 않아 과실 자체의 에틸렌에 의한 반응인지 또는 수확 후 관리과정에서 받은 스트레스에 의하여 에틸렌 생합성이 증가하기 때문인지는 뚜렷하지 않다. 한편 지구온난화 등 최근의 기후변화는 과수재배에도 큰 영향을 미치고 있다. 한반도에서 최근 100년 동안 온난화 경향은 직선적으로 증가하여 1.5℃증가하였으며, 지구온난화 경향(0.5℃/100년)보다 2-3배 크

게 나타났다. 계절적으로는 겨울에 가장 컸고, 여름에 가장 작았는데 지구온난화에 따른 기후 변화는 과수의 성장과 발육에 영향을 주어 개화기, 수확기 등 생육단계가 전반적으로 빨라지고 과실 발육상태도 달라져 배의 경우 유체과 발생, 밀증상, 과심 갈변 등의 생리장해가 증가가 빈번하게 나타나고 있다. 그러므로 저온요구도, 휴면 타파, 기상요인, 개화 특성에 기초한 만개일 예측은 안정적인 고품질 과실 생산을 위해 매우 중요하다. 또한 수확시기는 과실품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나로써 수확시기 결정을 지원할수 있는 수확시기 예측모델개발이 절실한 실정이다.

따라서 본 연구는 국내 육성 품종 중 수출 유망 품종인 '신고'와 기타 국내 육성 품종의 에틸렌 생합성에 관한 유전조성의 패턴을 밝히고 아울러 품종별 에틸렌 반응에 따른 조직의 노화 및 생리적 장애의 발생과정을 살펴 장애가 발생하는 원인을 구명할 목적으로 수행되었다. 또한 본 과제에서는 재배 방법 개선, 수확 후의 저장 전처리 방법 개선, 저장 및 유통조건의 개선 등을 통하여 과실의 품위 유지 및 생리 장애를 경감시킴으로써 농민, APC, 수출업체 등 관련기관에 정보제공 및 배의 수출 촉진을 위한 국제경쟁력 강화를 모색하고자 연구개발을 수행하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 '신고' 배 품종의 수출 촉진을 위한 고품질 과실 생산과 품질의 고급화를 실현하기 위해 배 생리장애의 발생경로를 기술적, 환경적 요인으로 조사하여 해마다 달라지는 배 품질의 편차를 줄이고 저장, 유통과정 중에 발생하는 생리장애를 극복하기 위한 기초자료 및 실용적 조치를 개발하고자 실시하였다. 두개의 세부 과제 및 한 개의 협동과제에서 다음과 같은 내용 및 범위로 수행하였다.

1. 신고 배의 과피흑변 등 생리장애 발생요인 구명

- (1) 신고 배의 성숙도가 저장 중 과실품질 및 생리장애 발생에 미치는 영향
- (2) 봉지 종류 및 예조처리가 신고 배 과실품질 및 생리장애 발생에 미치는 영향

2.1. 봉지종류별 성숙기 과실 품질 비교

- 2.2. 수출용 신고에 있어 봉지종류별 예조 처리의 효과
- 2.3. 지베렐린 도포 신고에 있어 봉지종류별 예조 처리 효과
- 2.4. 신개발 솟 봉지가 저장 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향
- (3) 과실형태 및 칼슘처리가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
 - 3.1. 과실형태별 저온저장 중 과실품질 및 생리장해에 미치는 영향
 - 3.2. 유과기 칼슘 및 ascorbic acid 복합처리의 효과
 - 3.3. 유과기 칼슘처리가 저온저장 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향
 - 3-4. 유과기 칼슘처리 과실의 은나노솟봉지 패대처리의 효과
- (4) 저장 전처리 방법이 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
 - 4.1. 농가 관행 저장 전 처리들의 효과 비교
 - 4.2. 컨테이너 피복처리가 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
 - 4.3. 선과라인내 UV 살균시스템 도입을 위한 타당성 검토
 - 4.4. UV 및 오존처리가 수출기간 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향
- (5) 유통기간 중 신선도 유지를 위한 포장방법의 개선
 - 5.1. 수출기간 중 신선도유지를 위한 내장재들의 효과 구명
 - 5.2. 솟함유 포장 패드의 개발 타당성 검토

2. 배의 에틸렌 감수성과 스트레스관련 생리변화 추적

- (1) 에틸렌 및 1-MCP처리가 신고 배의 저장중 생리장해 및 품질에 미치는 영향
- (2) 물리적 충격이 신고 배의 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
- (3) 1-MCP 처리가 물리적 충격 및 수출기간 중 과실품질에 미치는 영향
- (4) 온도 스트레스가 신고 배의 저장 중 품질 및 생리장해에 미치는 영향
- (5) 수출배의 유통지역 온도 스트레스에 따른 품질변화
- (6) 수출배의 유통 온도 스트레스 경감을 위한 패드처리의 효과
- (7) 품종별 에틸렌 생합성관련 ACS 유전분석

3. 고품질 배 생산을 위한 권역별 개화기, 수확기 예측프로그램 구축

- (1) 재료 및 방법

(2) 결과 및 고찰

(3) 예측프로그램을 활용한 계측기기의 개발

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발결과

가. 신고 배의 과피흑변 등 생리장해 발생요인 구명

(1) 신고 배의 성숙도가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사한 결과, 과실의 경도는 저장기간의 경과에 따라 유의하게 감소하였고 미숙과에 비해 성숙과가 저장기간이 진행될수록 과실의 품질저하 정도가 심했고 생리장해 발생률을 보면 바람들이와 과심갈변의 발생이 속도가 진행된 성숙과 미숙과에 비해 4개월 저장기간 동안 유의하게 높게 조사되었다.

(2) 봉지 종류 및 예조처리가 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사한 결과, 착색봉지는 외관적 착색을 촉진시키는 효과는 인정되었으나 생리장해의 발생이 유의하게 높게 나타나 장기저장의 경우에는 수출전용 노루지의 사용이 바람직하며 신개발 숯봉지의 경우 차광효과에 의한 착색촉진과 동시에 10% 활성탄 첨가의 경우 과피얼룩의 발생이 무처리구 대비 40% 경감된 것으로 조사되었다.

(3) 과실행태가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사한 결과, 유체과의 경우는 전반적으로 정상과실에 비하여 외관이외의 품질차이는 크지 않은 것으로 조사되었으나 저장기간 중의 과심갈변의 발생은 유체과가 정상과에 비해 3개월 저장 후에는 5배, 5개월 후에는 2.5배 높았다.

(4) 칼슘처리가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사한 결과, 구연산칼슘 처리 과실은 무처리구에 비하여 경도가 유의하게 높았고 당함량, 및 외관평가 지수가 높았고 생리장해의 발생이 저온저장 5개월 후에도 과피흑변은 무처리구의 1/3, 과심갈변은 1/2 수준으로 낮게 조사되었다.

(5) 은나노활성탄 처리 봉지가 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사한

결과, 품질에는 영향하지 않았으나 바람들의 발생이 구연산칼슘을 처리한 과실에 패대한 경우 노루지 패대구에 비해 50% 이상 경감효과를 보였다. 그러나 칼슘을 처리하지 않은 경우에는 경감효과가 나타나지 않았다.

(6) 농가 관행 저장 전 처리 방법이 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 비교한 결과, 봉지를 벗기지 않고 과실을 수확한 상태 그대로 저장한 경우에는 과피의 오염률, 흑변 및 바람들이의 발생이 저장 3개월째 유의하게 높았다. 저온 저장 중 수확 후 봉지를 제거하여 망만 싸서 저장한 구가 봉지째 저장하였던 구에 비해 바람들이의 발생이 다소 억제되었고 신문지 피복구는 PE피복구에 비해 5개월 저장시에 과심갈변이 2배 정도 증가하였다. 과심갈변은 PE피복으로 수분상실을 막은 경우에 적게 발생하였다.

(7) 컨테이너 피복처리가 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사한 결과, 저장 3개월 후 과실의 경도는 모든 피복처리구에서 무처리구에 비하여 높은 경도를 유지하고 있었고 가용성고형물 및 산함량은 무처리구에 비하여 다소 낮은 경향이였다. 과피마름은 무처리구 67%, 신문지피복 34%로 높게 발생되었으나 PE처리구는 전혀 발생하지 않았고, PE에 10% 구멍을 낸 경우(PEP)는 3.3%, 활성탄처리 종이를 피복한 경우에는 4.5%로 낮게 나타나 수분감모를 방지하였다. 과피얼룩의 경우, 활성탄처리종이 피복구가 가장 발생률이 낮아 약 7%로 기타 처리구의 15-22%에 비해 유의한 발생억제효과를 보였다. 과피흑변의 경우, 숯처리종이 11%, 신문지 8%로 종이피복구에서 낮은 발생률을 보였고 PE처리구는 환기를 위한 구멍을 부여한 경우에도 20-21%의 비교적 높은 발생률을 보였다. 과심갈변은 PE 처리구 19%, PEP 처리구 25%로 낮았고 신문지, 무처리 및 활성탄처리종이구가 30-34%로 나타났다.

(8) UV 및 오존처리가 수출기간 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향을 조사한 결과, 과실 수확 후에 UV-C 및 오존램프를 장착한 살균기에 2분간 살균처리 후 25일간 1℃에서 저장하고 5일간 상온유통을 실시하였던 경우, 살균처리에 의한 부작용 및 품질요인 감소는 없었다. UV-C 처리구에서 과피얼룩의 발생지수는 50% 경감되었으나 과심갈변은 3배 증가된 결과를 보였다. 2개월 저온 저장한 과실을 대상으로 실시한 시험결과, 전 처리구에서 과심갈변이 수확 후에 즉시 처리하여 모의수출을 실시하였던 경우에 비하여 4배 이상 증가하였다.

(9) 수출기간 중 신선도유지를 위한 내장재들의 효과를 구명하기 위해 각종 제제를 사용하였던 결과, 품질요인에 미친 영향은 크게 나타나지 않았는데 과실의 외관, 경

도는 carbon ceramic 처리구가 가장 높았고 실리카겔의 경우 다소 과도한 수분상실로 인한 외관 점수가 낮게 나타났다. 생리장해의 억제도 carbon ceramic 처리구에서 과피얼룩과 과심갈변이 낮게 나타났다.

(10) 에틸렌 및 1-MCP처리가 신고 배의 저장 중 생리장해 및 품질에 미치는 영향을 조사한 결과, 과실품질 변화에는 크게 영향하지 않았으나 생리장해의 발생억제에 현저한 효과를 보여 과피얼룩 발생률의 경우 1-MCP 1000ppb 처리구는 25%로 100 ppm ethylene 처리구 65.4%, 무처리구 55.0%에 비해 현저히 발생이 적었다. 과심갈변률도 에틸렌처리구 85.7%, 무처리구 33.3%에 비하여 1-MCP 처리구는 7.1%로 유의하게 낮아 매우 효과적이었다.

(11) 물리적 충격과 1-MCP 처리가 신고 배의 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사한 결과, 압상을 받은 과실은 외관적 가치의 하락, 흑변, 바람들이 등 생리장해의 유의한 증가가 관찰되는데 과심갈변은 무처리구 대비 3배 이상 증가하였다. 물리적 충격을 부여받은 과실에 대한 1-MCP 박스내 처리는 압상과실의 저장 후 과육갈변 및 바람들의 발생을 유의하게 억제하였고 1-MCP 살포처리는 효과를 나타내지 않았다.

(12) 저장 전 온도 스트레스가 신고 배의 저장 중 품질 및 생리장해에 미치는 영향을 조사한 결과, 과실의 경도는 예조 후 온도순화 처리를 하지 않고 바로 1°C에 저장한 경우 유의하게 경도가 낮았다. 순화온도가 높을수록 2개월의 단기저장에서는 경도유지효과가 컸다. 기타 당, 산, 설탕 등의 품질요인은 처리간 큰 차이를 보이지 않았다. 저장 중 생리장해 발생률도 순화온도가 8-12°C로 높을수록 발생률이 낮은 것으로 나타났는데 12°C/3일 처리구의 경우 4개월 장기저장 후에는 과심갈변은 무처리구와 동일하게 높게 조사되었다.

(13) 수출배의 유통지역 온도 스트레스에 따른 품질변화를 조사한 결과, 유통지역의 고온 스트레스에 따른 감모율은 유통온도가 높을수록 증가하였는데 5일간 감모율은 온도처리구간 유의차가 없었으나 10일이 경과된 경우 30°C에 유통된 경우에는 10°C에 비해 3배 이상 감모율이 증가하여 온도에 따른 고도의 유의성이 인정되었다. 과실의 경도, 당도는 5-10일간의 모의유통 기간에는 온도에 따른 유의성이 인정되지 않았지만 유통기간이 경과할수록 경도가 떨어지는 경향을 나타내었다. 생리장해 발

생물은 고온에서 유통될수록 발생률이 높게 조사되었는데 과피얼룩, 과육갈변, 바람들이의 발생은 유통온도 및 유통기간이 증가할수록 발생률이 증가하는 경향이었고 30℃ 유통구의 경우 10일 유통 후 10%가 부패하였다.

(14) 수출배의 유통 온도 스트레스 경감을 위한 패드처리의 효과를 조사한 결과, 10 및 20℃ 유통온도에서의 처리효과는 나타나지 않았으나 30℃에서는 처리간 유의성이 인정되어 illite 처리구에서의 경도유지효과가 가장 크게 나타났다. 유통 중 생리장해 발생률은 고온인 30℃ 유통구에서 발생률이 높게 조사되었는데 과피얼룩과 바람들이의 발생률에서 유의성이 인정되었고 과심갈변의 경우에는 유통온도가 낮을수록 발생률이 증가하는 경향으로 나타났다. 패드 처리별로는 zeolite와 illite 처리구에서 내부갈변, 과심갈변, 바람들이 발생률 및 발생지수가 낮게 조사되었다.

(15) 품종별 에틸렌 생합성관련 ACS 유전자분석을 실시한 결과, 공시한 전 품종에서 고에틸렌발생 유전자형은 없었고 미니배, 신천, 조생황금은 중간에틸렌발생 유전자형 (aB)으로 선황, 신일, 원황, 황금배, 화산, 신고, 감천배, 추황배, 만수, 미황은 저에틸렌발생 유전자형 (ab) 로 나타났다.

(16) 배 '신고'품종의 만개일 및 수확일의 예측모델을 개발하여, 만개일 예측모델을 영농활용하였다. 자발휴면기의 발육속도와 타발휴면기의 발육속도를 결합한 만개일 예측모델을 개발함으로써 지구온난화, 특히 겨울철 온난화에 따른 개화기의 변동 예측이 가능하게 되었고 개발 계측기기를 장기간 검토를 거쳐 보급할 계획이다.

2. 활용에 대한 건의

(1) 신고 배의 장기저장 중 품질 저하를 막기 위해서는 당도가 어느 정도 확보되는 경우에는 다소 미숙한 과실의 저장이 바람직한 것으로 사료됨.

(2) 농가에서 활용하고 있는 적, 청, 황색의 착색봉지는 수출전용 봉지에 비하여 생리장해의 발생이 유의하게 높게 조사되어 장기저장의 경우에는 수출전용 봉지를 사용하는 것이 바람직하다고 사료됨.

(3) 장기저장 중의 과심갈변을 억제하기 위해서는 예조처리가 필수적이며 유체과의 경우에는 생리장해 발생 위험이 크므로 수출용 배의 장기저장을 위해서는 가급적 선별과정에서 유체과의 배제가 필요함. 한편 칼슘처리는 과실의 경도유지 및 생리장해의 발생 억제에 효과적이므로 수출용 배에 대한 칼슘 처리가 추천됨.

(4) 저장전 처리로 농가에서 관행적으로 실시하고 있는 봉지를 벗기지 않고 과실을 수확한 상태 그대로 저장한 경우에는 과피의 오염물이 유의하게 높아 장기저장시 회피해야 하며 과실컨테이너의 신문지피복은 단기적으로는 효과적이나 장기저장시에는 PE에 작은 환기구멍을 내어 피복하는 것이 바람직함.

(5) UV 및 오존처리 시험 결과, 수출 신고 배의 내외적 품위를 상승시키고 안정적인 수출을 위해서는 가급적 수확 후 빠른 시간 내에 과실을 선별, 포장하여 수출하는 것이 바람직하며 장기간 저장 후에 재선별, 포장하여 수출하는 것은 과심갈변 등 내부적 생리장해가 증가한다는 측면에서 더욱 더 철저한 선별 과정이 뒷받침 되어야 할 것으로 사료됨.

(6) 신고 배의 압상은 노화를 유발하여 저장 중 생리장해 발생이 증가시키므로 수확 후 선별, 포장, 수송 중에 발생할 수 있는 과실의 물리적 스트레스를 줄이는 것이 필요하다고 판단됨.

(7) 수확 후 과실을 1°C에 저온저장하기 전 예조온도는 8°C로 3일간 처리하고 이후 1°C로 온도를 내리는 것이 바람직하며 특히 온도순화가 없이 직접 1°C로 온도를 내리는 경우에는 경도의 감소 및 저장생리장해가 증가하는 것으로 사료됨.

(8) 수출 후 유통지역의 온도가 30°C로 높은 경우 5일간의 유통기간에도 상품성이 떨어지고 10일후에는 완전히 상품성을 상실하므로 고온유통조건에서는 5일 이상 유통시키는 것은 삼가야 할 것으로 사료되며 illite 및 zeolite가 삽입된 패드처리는 고온유통 중 과실품위 유지에 효과적인 것으로 사료되어 추후 개발이 요구됨.

(9) 조사된 품종별 에틸렌 생합성관련 ACS 유전분석을 바탕으로 에틸렌 발생정도를 예측하여 육종소재로 선별 이용한다면 보다 숙기가 빠르거나 반대로 저장력이 향상된 신품종개발을 위한 기초자료로 활용 가능함.

(10) 개발된 예측기기를 활용하여 농가별로 기상환경 변화를 측정하고 누적 적산온도를 조사하므로써 개인별 기상상황 변동에 따른 정확한 개화기 및 수확기 예측이 가능하며 본 기기를 업그레이드하여 정확성을 높이고 농가에 보급하기 위해서는 수년간의 데이터 누적 및 실증시험이 요망됨.

SUMMARY

Establishment of Forecasting Programs and Control of Physiological Disorders for Premium Quality 'Niiitaka' Pear

'Niiitaka' pear fruit tends to show severe physiological disorders during long period of low temperature storage and extended shelf life. In the present experiments, we evaluate several experimental approaches related to the prevention of physiological disorders and keeping the freshness of Korean 'Niiitaka' pear for the acceleration of exportation. For this, we discussed three categories, (1) Study of factors affecting physiological disorders during storage and shelf life in 'Niiitaka' pears, (2) Study of ethylene susceptibility and stress-related physiological change in 'Niiitaka' pears, and (3) Establishment of Forecasting Programs for Premium Quality 'Niiitaka' Pear.

We examined physiological and chemical characteristics of unripe and ripe 'Niiitaka' pears (*Pyrus pyrifolia* 'Nakai') at harvest and during 4 months of cold storage. Decrease of fruit quality factor was prominent in ripe fruit when compared with unripe fruit and incidence of physiological disorders were increased as low temperature storage time passes.

Fruits of colored-paperbag treated ones showed promotion of skin color development but induced high incidence of physiological disorders including skin contamination, skin blackening and core breakdown when we compared with roll paper or charcoal treated roll paper which showed 40% less incidence of skin light browning(skin sooty dapple). We also confirm the effects of pre-drying treatments on Asian pear fruits before cold storage, incompleteness of pre-drying induced severe increase of physiological disorders regardless of used paperbags.

Comparison of fruit quality between calyx perpetual and calyx deciduous

'Niiitaka' pears during storage also examined. Calyx perpetual fruit which showed inferior appearance did not differ in quality factors but developed a higher incidence of physiological disorder compared to calyx deciduous fruit, showed 5 or 2.5 times higher rate of core breakdown after 3–5 months of cold storage, respectively.

Fruit clusters of 'Niiitaka' pear were sprayed at 35–40 days after full bloom with ascorbic acid at 0.1% solution. Single spray of those chemicals increased flesh firmness, soluble solids and external appearance at harvest time. This treatment also effective on the prevention of the physiological disorders during 5 months of cold storage, skin blackening and core breakdown incidence decreased to the extent of one third and half of untreated control, respectively.

Incidence of pithiness during 4 months of cold storage decreased up to 50% with the combination treatment of calcium citrate solution spray at 40 days after full bloom and continued bagging with charcoal– or nanosilver charcoal–treated fruit bag. However, the influence of paperbags on this disorder were not appeared with the absence of calcium spray.

Considerable deterioration of fruit quality was observed with customary pre–storage fruit container coverings. Severe contamination of fruit skin and high incidence of skin blackening and pithiness were observed in the fruit block stored together with paperbags during 3 months of cold storage period. Polyethylene film covering of fruit container decreased incidence of core breakdown when compared with uncovered control, while newspaper covering was not effective on the prevention of this disorder.

Polyethylene film(PE) covering also completely prevent fruit skin wrinkle induced by water loss during storage period, no wrinkles were observed in the fruit blocks of PE while newspaper and untreated control increased incidence of this disorder to the extent of 34 and 67%, respectively. Whereas, 10% punctured PE(PEP) and charcoal treated paper effectively prevent this disorder, only 3.3 and 4.5% of the stored fruits were disordered. Significant differences between

covering materials were observed for storage disorders. Charcoal treated papers were revealed as a better material for the reduction of external disorders such as skin blackening and skin light browning (skin sooty dapple) during three months of cold storage when compared with PE and newspaper. On the other hand, PE and PEP effectively reduced internal disorder core breakdown when compared with untreated control and papers.

As a pre-storage treatment, ozone irradiation for 5 or 1 min affected adversely on fruit quality and incidence of physiological disorders during cold storage. Meanwhile, UV-C irradiation for 2 min revealed somewhat effective on the maintenance of external appearance and the mitigation of skin light browning.

For the development of fresh-keeping absorber in paper box, we tested several absorbant such as silica gel, activated charcoal, carbon ceramic and ethylene scrubber. Occurrence of skin browning and core breakdown considerably decreased by the addition of the pack of carbon ceramic in the box, while the pack of silica gel decreased external appearance by excess loss of fruit moisture.

The use of 1-MCP at 1000ppb was very effective on the control of storage disorders without any adverse effects on fruit quality during two months of cold storage. No pithiness disorder was found in 1-MCP treated fruits, and the occurrence of core breakdown was as low as 20% of untreated control, while the treatment of ethylene at 100ppm promoted those disorders considerably.

We tested the influence of the artificial damage (wounding) on the fruit quality factors and the occurrence of physiological disorders during 4 months of cold storage in 'Niiitaka' pears. Artificially damaged fruit showed decrease of external appearance after four months of cold storage. Typically wounding treatment increase core breakdown and pithiness up to 3 times when compared with sound fruits. The direct use of 1-MCP at 1000ppb on a box capable of

containing 5kg for exportation was compatible with mitigation of the disorders in mechanically damaged fruit resulting in fruit that can reduce the incidence of flesh browning and pithiness disorder than non-treated fruit during month of simulated exportation.

Differences in low temperature acclimation before cold storage in harvested warm fruits were large between selected temperature. There was considerable decrease in firmness of the fruits stored directly to 1°C without any temperature acclimation, while the fruits of acclimated at 4 to 12°C maintained their firmness fairly high during 4 months of cold storage. The fruits of temperature acclimated during three days at 8 or 12°C showed better quality and lower incidence of storage disorder than those of untreated one.

Influence of high temperature stress during shelf life in stored cold fruits were tested. There was considerable increase in weight loss of the fruits marketed at high temperature(30°C) which showed 3 times higher than those of low temperature(10°C) or room temperature(20°C). The fruits marketed at 30°C showed high incidence of external and internal disorders and the trends were increased coincide with the duration of shelf life.

For the prevention of high temperature stress during shelf life in stored cold fruits, we tested the effects of several pads which consisted of carbon ceramic, illite and zeolite. Insertion of illite and zeolite powder on the inside of the paper pad fairly effective on the prevention of physiological disorders such as internal (flesh) browning, core breakdown and pithiness. In particular, illite treated pad affected more than 50% overall reduction in skin light browning and pithiness disorder during 5 days of shelf life at 30°C in 'Niiitaka' pears.

Using genes encoding for ethylene biosynthetic enzymes as probes, RFLP analysis was conducted for the pears grown in Korea and Korean native one. RFLPs were designated as A(2.8kb of *PPACSI*), linked to high levels of

ethylene(≥ 10 ul/kg F.W./hr) and B(0.8kb of *PPACS2*), linked to moderate levels of ethylene(0.5ul/kg F.W./hr - 10ul/kg F.W./hr), when the total DNA was digested by *Hind*III. Four RFLP types(AB, Ab, aB, ab) were identified based on RFLPs using this gene diagnosis. Based on those methods, 'Minibae', 'Shinchun', 'Josaengwhangkeum' identified as a fruit of moderate ethylene production(aB) type. On the other hand, 'Sunhwang', 'Shinil', 'Wonhwang', 'Whangkeumbae', 'Hwasan', 'Niitaka', 'Gamchunbae', 'Chuwhangbae', 'Mansoo', 'Mihwang' identified as a fruit of lowest ethylene production type. This research will be very useful for breeding strategies to improve storage potential in Korean pears.

Hourly development rate model was established for predict full bloom date of 'Niitaka' pear cultivar. The difference of predicted and observed full bloom date was $-2\sim 1$ days in NaJu region and $-5\sim 4$ days in Cheonan. The degree of estimation precision by hourly development rate model was improved $3\sim 4$ days compared with regression model and daily development rate model. The model to predict the harvest time was established using climatic factors of young fruit season and August. The difference of predicted and observed harvest time was $-5\sim 5$ days.

CONTENTS

Chapter I. Introduction of the study subject	19
Section 1. Objective and necessity of the study	19
Section 2. Contents and category of the study	22
Chapter 2. Present state of the study in domestic and overseas	24
Chapter 3. Major research and results obtained	27
I. Study of factors affecting physiological disorders during storage and shelf life in 'Niitaka' pear	27
1. Effect of ripeness on the fruit quality and physiological disorders during storage	27
2. Effects of fruit bags and preconditioning treatment	29
2.1. Comparison of customary paper bags and charcoal treated one	31
2.2. Effects of paper bags and preconditioning	32
2.3. Effects of paper bags and preconditioning in GA-treated pears	38
2.4. Effect of newly developed charcoal fruit bags	41
3. Fruit shape and calcium treatment affect fruit quality factor and physiological disorders	47
3.1. Comparison of calyx perpetual and calyx deciduous fruit	48
3.2. Comparison of calcium source and ascorbic acid addition	51
3.3. Effects of calcium spray and preconditioning	53
3.4. Effects of calcium spray and charcoal treated paper bags	56
4. Development of pre-storage treatments for the reduction of storage disorders	62
4.1. Comparison of customary treatments	62
4.2. Comparison of container covering methods	65

4.3. Effect of UV and ozone during long term storage	69
4.4. Effect of UV and ozone during simulated marketing	74
5. Improvement of packing material for keeping freshness	80
5.1. Effects of fresh keeping absorbers	81
5.2. Effects of charcoal inserted paper pads for fresh keeping	85
II. Study of ethylene susceptibility and stress-related physiological change in 'Niitaka' pear	87
1. Effects of ethylene and 1-MCP	87
2. Effect of mechanical damage	89
3. Effects of 1-MCP treatments on mechanically damage fruits	93
4. Effects of temperature acclimation before cold storage	96
5. Effects of high temperature stress during simulated marketing	101
6. Effects of functional pads in high temperature stressed condition	106
7. Analysis of ethylene-related ACS gene type	112
III. Establishment of Forecasting Programs for Premium Quality 'Niitaka' Pear	115
1. Materials and method	115
2. Results and discussion	116
3. Deveopment of forecasting instrument	127
Chapter 4. Achievement of research purpose and its contribution to the related research field	134
Chapter 5. Application plan of the results	136
Chapter 6. Scientific and technological information obtained from the study process	137
Chapter 7. References	138
Appendix	144

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	19
제 1 절.	연구개발의 목적 및 필요성	19
제 2 절.	연구개발 내용 및 범위	22
제 2 장	국내외 기술개발 현황	24
제 3 장	연구 개발 수행 내용 및 결과	27
I.	신고 배의 과피흑변 등 생리장해 발생요인 구명	27
1.	신고 배의 성숙도가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	27
2.	봉지 종류 및 예조처리가 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	29
2.1.	봉지종류별 성숙기 과실 품질 비교	31
2.2.	수출용 신고에 있어 봉지종류별 예조 처리의 효과	32
2.3.	지베렐린 도포 신고에 있어 봉지종류별 예조 처리 효과	38
2.4.	신개발 슛 봉지가 저장 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향	41
3.	과실형태 및 칼슘처리가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	47
3.1.	과실형태별 저온저장 중 과실품질 및 생리장해에 미치는 영향	48
3.2.	유과기 칼슘 급원 및 ascorbic acid 복합처리의 효과	51
3.3.	유과기칼슘 및 예조처리가 저온저장중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향	53
3.4.	유과기 칼슘처리 과실의 은나노스푼지 패대처리의 효과	56
4.	저장 전처리 방법이 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	62
4.1.	농가 관행 저장 전 처리들의 효과 비교	62
4.2.	컨테이너 피복처리가 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	65
4.3.	선과라인내 UV 살균시스템 도입을 위한 타당성 검토	69

4.4. UV 및 오존처리가 수출기간 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향	74
5. 유통기간 중 신선도 유지를 위한 포장방법의 개선	80
5.1 수출기간 중 신선도유지를 위한 내장재들의 효과 구명	81
5.2. 슛함유 포장 패드의 개발 타당성 검토	85
II. 배의 에틸렌 감수성과 스트레스관련 생리변화 추적	87
1. 에틸렌 및 1-MCP처리가 신고 배의 저장 중 생리장해 및 품질에 미치는 영향	87
2. 물리적 충격이 신고 배의 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	89
3. 1-MCP 처리가 물리적 충격 및 수출기간 중 과실품질에 미치는 영향	93
4. 온도 스트레스가 신고 배의 저장 중 품질 및 생리장해에 미치는 영향	96
5. 수출배의 유통지역 온도 스트레스에 따른 품질변화	101
6. 수출배의 유통 온도 스트레스 경감을 위한 패드처리의 효과	106
7. 품종별 에틸렌 생합성관련 ACS 유전분석	112
III. 신고 배의 개화기, 수확기예측 프로그램 구축	115
1. 재료 및 방법	115
2. 결과 및 고찰	116
3. 예측프로그램을 활용한 계측기기의 개발	127
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	134
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	136
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	137
제 7 장 참고문헌	138
부 록	144

제 1 장. 연구개발과제의 개요

제 1 절. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

우리나라 주요 재배 품종이자 수출주력 품종인 ‘신고’ 배의 지속적인 수출증대를 도모하기 위해서는 무엇보다도 고품질 과실의 생산이 중요하다. 신고 배에 있어 기본적인 생산체계에 의한 증수기술은 이미 포화상태에 도달하였고 생산농가의 고령화 및 일용임부 활용 등에 따른 여러 문제점들은 고품질 과실 생산의 제한요인으로 작용하고 있다. 따라서 신고 배의 품질등급화는 품질개선, 수출물량증대, 소비자 권익보호 등 선진국형 생산체제로 나아가는데 전제 조건이 된다. 한편 신고 품종에서 수확 전후에 발생하는 다양한 장애발생요인으로 품질 저하가 흔히 발생하며 이러한 품질저하요인에는 과형 불량과 및 저장, 유통 및 수출과정에서 발생하는 과실의 연화, 조직의 갈변, 과피흑변, 얼룩 장애 및 바람들이 과실 등이 포함되는데 이러한 장애는 부적절한 수확 후 관리, 조직의 노화가 진행된 장기 저장한 과실 또는 스트레스를 많이 주는 장기수송을 요구하는 수출 및 유통기간 중에 많이 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 생산, 저장, 유통기간에 나타날 수 있는 문제점을 제어하고 과실의 선도유지를 위한 적정 수확후 처리 및 저장기술 개발이 시급히 요구되고 있다. 즉 수확후 처리과정에서 발생할 수 있는 스트레스요인을 찾고 이러한 스트레스가 많은 과실에서 노화를 유발하는 홀몬인 에틸렌의 생합성 및 현재 문제가 되고 있는 생리적 장애의 발생과 어떠한 관련이 있는지 밝히는 것이 필요함. 본 연구팀에 의한 기존의 연구에서도 에틸렌제거는 신고의 생리적 장애를 어느 정도 완화시키는 것으로 확인되어 긍정적인 효과를 얻은 바 있다. 그러나 에틸렌생합성이 적은 신고에서 에틸렌발생 요인이 무엇인지는 명확하지 않아 과실 자체의 에틸렌에 의한 반응인지 또는 수확 후 관리과정에서 받은 스트레스에 의하여 에틸렌 생합성이 증가하기 때문인지는 뚜렷하지 않다. 한편 만개기 예측프로그램 개발의 목적은 개화기 인공수분은 개화 후 3~4일이내의 짧은 기간 동안 이루어져야 하므로, 꽃가루 준비, 노동력 확보 등 철저한 사전준비가 요구된다. 또한 병해충의 효율적 방제를 위해서는 생육 초기의 개화기 전후의 초기방제가 매우 중요하다. 또한 개화기 예측은 인공수분, 병해충 방제 작업계획 수립에 필요한 기초자료로서 안정적인 과실생산에 기여한다. 수확기 예측프로그램 개발은 신고 배의 수확시기를 예측하므로써 판매 목적에 따른 수확시기 조절이 가능하여, 품질향상을 꾀할 수 있는 장점이 있다.

따라서 본 연구는 국내 육성 품종 중 수출 유망 품종인 '신고'와 기타 국내 육성 품종의 에틸렌 생합성에 관한 유전조성의 패턴을 밝히고 아울러 품종별 에틸렌 반응에 따른 조직의 노화 및 생리적 장애의 발생과정을 살펴 장애가 발생하는 원인을 구명할 목적으로 수행되었다. 또한 본 과제에서는 재배 방법 개선, 수확 후의 저장 전처리 방법 개선, 저장 및 유통조건의 개선 등을 통하여 과실의 품위 유지 및 생리 장애를 경감시킴으로서 농민, APC, 수출업체 등 관련기관에 정보제공 및 배의 수출 촉진을 위한 국제경쟁력 강화를 모색하고자 연구개발을 수행하였다. 따라서 본 연구는 다음과 같은 구체적인 목적을 수행하고자 수행하였다.

- (1) 신고 배의 과피흑변 등 생리장애 발생 요인 구명
- (2) 배의 에틸렌 감수성과 스트레스관련 생리변화 추적
- (3) 고품질 배 생산을 위한 권역별 개화기, 수확기 예측 프로그램 구축

2. 연구개발의 필요성

우리나라의 배 수출은 1994년 나주배 수출단지를 시작으로 전국으로 확대되어 2006년 통계로 16,300톤, 3,662만달러를 수출하고 있는데 2002년 이후의 수출은 답보 상태에 머물고 있는 상태이다. 수출동향을 분석할 때 월별로 보면 주로 9월에서 익년 1월까지 수출물량이 많으며 수출단가는 2월 이후 상승하는 경향을 보여주며 현재 전국 22개소 전문수출단지에서 30개 수출업체를 통하여 2007년 총 8,822톤, 30,086,000달러를 수출하여 배 총생산량의 5.1% (16,204t/316,568t)를 수출하였으며 기상이변이 발생한 해를 제외하고 해마다 증가하고 있는 실정으로 수출증진을 위해 총력을 기울여야할 시점이다. 2006년도 우리 배의 대미수출물량은 8,340톤, 2000만불 규모로 전체 수출액 3000만달러의 67%를 차지할 정도로 큰 규모인데 최근 중국배, 일본배 그리고 미국내에서 생산되는 저가(국산의 1/5수준)의 동양배의 증가(2천ha, 5만톤)등 우리 배의 수출 저해요인이 커지고 있다.

대내적으로는 사과와 구조조정과 더불어, 배 재배면적이 1990년대 이후 급격히 증가하였고 최근 생산과잉에 따른 가격하락으로 많은 농가가 경제적 어려움을 겪고 있다. 또한 배 재배 품종의 다변화가 이루어져 있지 않아 신고 품종이 전체 재배면적의 77%를 차지하고 있으므로 재배관리와 출하수급을 조절하는데 많은 어려움이 있다. 이러한 어려움을 타개하기 위하여 서구 및 동남아시아로 수출을 시도하고 있고, 그 물량이 해마다 증가하고 있으나 수출한 과실에서 여러가지 생리장애가 발생하여 품질이 크게 저하되거나 상품성을 상실하므로 수출증대에 어려움이 있는 실정

이다. 또한, 우리나라 배 수출은 그동안 주로 외국에 거주하는 교민에 그 초점이 맞춰져 왔으므로 사용농약의 규제를 제외하고는 품질경쟁 측면에서 다소 느슨하게 적용 되었던 것이 사실이다. 그러나 최근 들어 수입국내의 인적교류가 활발해지고 지속적인 현지 ‘프로모션’을 통하여 우리 ‘신고’의 우수성이 홍보되어 수입국의 외국인들의 수요가 나날이 증가하고 있으며 아직까지는 교민들을 대상으로 하는 배와는 달리 현지인의 경우, 소과(350g 정도)를 선호하여 비교적 저렴한 가격에 수출되고 있는 실정이나, 앞으로는 중, 대과의 수요도 증가할 것으로 예상되고 있다.

따라서, 현재 우리나라 과수산업에서 국제적 경쟁력을 확보하고 있는 우리나라 배 산업의 안정화를 위해서는 무엇보다도 현재 재배 우위를 차지하고 있는 ‘신고’ 품종의 철저한 품질등급화를 통한 차별화가 요구되며 이를 통한 국제적인 인지도의 상승과 일본 등 수입 유망국에의 지속적인 수출증대가 필요한 시점이다. 정부에서는 한국산 ‘신고’의 수출에 있어 그 애로사항으로 첫째, ‘02년부터 지속된 이상기온으로 한국산 배의 품질 (당도)이 저하되어 대만, 미국 등 주요 수출국 소비자에 대한 신뢰회복이 필요하다는 점과, 둘째, 중국산 동양배 (풍수, 신고, 황금)의 품질이 점차 향상되어 저가(8불/10kg)로 동남아 등 한국산 배의 주요 수출시장 대부분을 잠식 중에 있음을 인지하고 그 대책으로 미국, 유럽시장 등 신규시장 개척을 위한 해외관측 행사 지속적인 추진, 중국산과 차별화를 위해 고품질 공급기반 구축을 위한 전문생산단지 수출활성화 지원, 그리고 포장, 선별, 운송비 등 수출물류비 지속 지원을 통해 수출업체의 수출 경쟁력 강화 지원과 덤핑·저품질과 수출업체에 대한 수출자율 규제 지속 실시로 수출질서 확립 등을 수출강화요인으로 인식하고 있다. 즉 고품질 과실 생산과 품질의 고급화를 실현하기 위한 품질등급시스템 정착을 위한 품질편차 문제와 생리장해의 발생경로를 기술적, 환경적 요인으로 조사하여 해마다 달라지는 배 품질의 편차를 줄여나가야 할 필요성이 매우 크다. 특히 저장, 유통과정 중에 발생하는 생리장해 및 병해의 발생에 좀 더 주목할 필요가 있고 일본과 같은 유망 수출국가의 다변화 및 물량증대를 위해서는 철저한 수확 이후의 품질관리가 한층 요구되고 있는 실정이다.

지구온난화 등 최근의 기후변화는 과수재배에도 큰 영향을 미치고 있다. 한반도에서 최근 100년동안 온난화 경향은 직선적으로 증가하여 1.5℃ 증가하였으며, 지구온난화 경향(0.5℃/100년)보다 2-3배 크게 나타났다(Youn, 2004). 계절적으로는 겨울에 가장 컸고, 여름에 가장 작았다(Koo, 2007). 지구온난화에 따른 기후 변화는 과수의 생장과 발육에 영향을 주어 개화기, 수확기 등 생육단계가 전반적으로 빨라지고 과실 발육상태도 달라져 배의 경우 유체과 발생, 밀증상, 과심갈변 등의 생리장해가 증가되고, 포도의 경우 화진현상이 빈번하게 나타나고 있다. 특히 겨울의 온난화는 낙엽과수의 자발휴면각성에 필요한 충분한 저온을 조우하지 못하기 때문에 휴면이 정상적으로 종료되지 못하고, 발아나 개화의 불균일, 생육이상, 개화기간의 장기화

등이 일어나게 될 것이다. 그러므로 저온요구도, 휴면타파, 기상요인, 개화 특성에 기초한 만개일 예측은 안정적인 고품질 과실 생산을 위해 매우 중요하다. 또한 수확 시기는 과실품질을 결정하는 중요한 요인중 하나로서 수확시기 결정을 지원할 수 있는 수확시기 예측모델개발이 절실한 실정이다.

제 2 절. 연구개발 내용 및 범위

I. 신고 배의 과피흑변 등 생리장해 발생요인 구명

1. 신고 배의 성숙도가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
2. 봉지 종류 및 예조처리가 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
 - 2.1. 봉지종류별 성숙기 과실 품질 비교
 - 2.2. 수출용 신고에 있어 봉지종류별 예조 처리의 효과
 - 2.3. 지베렐린 도포 신고에 있어 봉지종류별 예조 처리 효과
 - 2.4. 신개발 숯 봉지가 저장 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향
3. 과실형태 및 칼슘처리가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
 - 3.1. 과실형태별 저온저장 중 과실품질 및 생리장해에 미치는 영향
 - 3.2. 유과기 칼슘 급원 및 ascorbic acid 복합처리의 효과
 - 3.3. 유과기칼슘 및 예조처리가 저온저장중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향
 - 3.4. 유과기 칼슘처리 과실의 은나노숯봉지 패대처리의 효과
4. 저장 전처리 방법이 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
 - 4.1. 농가 관행 저장 전 처리들의 효과 비교
 - 4.2. 컨테이너 피복처리가 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
 - 4.3. 선과라인내 UV 살균시스템 도입을 위한 타당성 검토
 - 4.4. UV 및 오존처리가 수출기간 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향

5. 유통기간 중 신선도 유지를 위한 포장방법의 개선
 - 5.1 수출기간 중 신선도유지를 위한 내장재들의 효과 구명
 - 5.2. 슷함유 포장 패드의 개발 타당성 검토

II. 배의 에틸렌 감수성과 스트레스관련 생리변화 추적

1. 에틸렌 및 1-MCP처리가 신고 배의 저장 중 생리장해 및 품질에 미치는 영향
2. 물리적 충격이 신고 배의 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향
3. 1-MCP 처리가 물리적 충격 및 수출기간 중 과실품질에 미치는 영향
4. 온도 스트레스가 신고 배의 저장 중 품질 및 생리장해에 미치는 영향
5. 수출배의 유통지역 온도 스트레스에 따른 품질변화
6. 수출배의 유통 온도 스트레스 경감을 위한 패드처리의 효과
7. 품종별 에틸렌 생합성관련 ACS 유전분석

III. 신고 배의 개화기, 수확기예측 프로그램 구축

1. 재료 및 방법
2. 결과 및 고찰
3. 예측프로그램을 활용한 계측기기의 개발

제 2 장. 국내외 기술개발 현황

-현재까지 신고 수출용 배에서 주로 발생하는 생리적 장애 중 과심과 과육의 갈변 등은 고이산화탄소, 저산소, 또는 에틸렌의 영향을 받을 것을 추정되어 있으나 (최와 이, 1992) 일반 저온 저장한 과실에서도 이러한 장애가 관찰되므로 수확 후 관리 또는 수출 과정에서 과실에 스트레스로 작용할 수 있는 요인을 밝히고 아울러 이를 완화할 수 있는 방안을 모색하여야 할 것으로 판단됨.

-성숙기 환경에 있어 광량에 관계없이 고습조건에서 재배한 경우, 저장 중 흑변발생이 높았다고 보고하여 재배중의 고습환경이 장애발생에 있어 과실수분의 중요성을 제시한 바 있음(이 등, 1996)

-과피흑변의 발생기작에 관해서는 그 동안 여러 각도에서 조사되어 과피의 폴리페놀이 기질이 되어 산화효소인 PPO의 작용을 받아 변색되는 것으로 알려져 있고 상온저장에서는 발견되지 않고 저온저장시에 발생률이 급증하는 것으로 알려짐. 특히 이 장애는 봉지를 씌운 과실에서 발생이 심한 것으로 보고됨(최 등, 1993).

-신고의 경우 재배 특성상 봉지재배가 불가결하므로 더욱 문제가 됨. 봉지별로는 흑색봉지에서 발생이 심한 것으로 알려졌으나 그 원인에 대하여는 과습으로 추정함(김 등, 1989)

-또한 수확시기에 따른 발생율은 보고자에 따라 서로 다른 결과가 발표되어 이 부분에 대한 정확한 조사가 요구됨(김 등, 1975; 최 등, 1993; 최 등, 1995). 또한 수확 전에 봉지를 미리 벗겨주어 햇빛을 받은 경우 폴리페놀함량의 저하와 장애가 경감되었다고 보고됨(김, 1975)

-다수의 논문에서 생리장애 방지를 위한 통풍(예조)의 중요성(이 등, 1992; 최 등, 1993)과 열처리의 효과를 보고한 바 있으나(최 등, 1995) 기간이 5일 이상 소요되고 열처리의 경우, 비용이 수반되므로 현실적용이 어려움이 있고 항산화제 처리(최와 이, 1992) 역시 실용적 도입이 어려움

-Lammertyn 등(2000)은 서양배에서 과심갈변을 일으키는 요인을 조사하였지만 성숙특성이 다른 동양배에서의 구체적인 연구는 수행된 바 없음. 또한 과피흑변은 주로 금촌추를 모본으로 육성된 품종에서 심각히 발생하므로 서양에서의 연구 결과는

거의 없는 실정임

-이외에 기형과, 유부과, 유체과, 오염과, 미착색과 등의 외부적 생리장해는 그 제거가 비교적 용이하나 내적으로 발생하는 공동과, 과육갈변과, 수침과 등은 비파괴적 방법으로도 그 제거가 어려우므로 재배시의 발생요인 구명이 시급하며 수확 후 이루어지는 수송, 선과, 포장, 저장 등의 과정중에 받은 많은 물리적 손상으로 인한 장해 발생과 그 피해가 대두되고 있음 (임, 2002)

-이와 같은 생리장해들은 노화와 관련되는 증상이므로 보편적으로 노화호르몬인 에틸렌과 관련을 지을 수 있는데 에틸렌은 조직의 노화에 직접적인 영향을 미쳐 저장환경에서 에틸렌 제거는 긍정적인 효과가 있는 것으로 평가되고 있음 (Van Eijden, 1992)

-그러나 서양배는 성숙과 수확 후 생리적 특성이 동양배와 다르며 특히 동양배에서도 품종에 따라 에틸렌 생합성율과 호흡 등의 패턴에 차이를 보이므로 신고를 비롯한 국내 재배 품종에 적용하기 어려운 점이 있음(Cheng과 He, 1993; Itai 등, 1999, Ning 등, 1997; Ohkawa 등, 1998; Saltveit, 1999; Satoh 등, 2000; Tian 등, 1992; Wei 등, 1994; Yang 등, 1997)

-기상조건에 따른 식물의 성장반응 추정 모델에 관한 연구는 주로 벼와 1년생 채소 작물을 중심으로 이루어져 왔다. 과수에 있어서는 배의 만개기와 일최고기온과의 회귀식을 이용하여 배의 만개기 예측 모델을 개발하였으며(한, 1996), 김(2002a, 2002b)은 감귤의 발아기와 평균기온, 일조시수와 관계, 감귤의 만개기와 발아일, 평균기온, 강수량, 일조시수와 관계를 stepwise regression 분석법을 이용하여 발아기와 만개기의 예측모델을 개발하였다. 농촌진흥청 농업기술연구소에서는 1990년에 그동안의 연구결과를 정리하여 '주요 과수 재배지대의 기후 특성'이라는 책을 발간하였으며, 여기에는 우리나라 주요 과수인 사과, 배, 포도, 복숭아의 만개기 예측모델과 만개기 상해지수가 수록되어 있다.

-1990년 이전에 온도와 개화기와의 회귀식을 이용한 주요 과수 및 품종별 개화기에 관한 예측모델이 개발되었으며(松崎, 1990) 1990년대에는 기계화된 개화기 예측모델의 보정 및 수확기 예측모델이 개발되었고 최근에는 자발휴면 타파 추정모델에 관한 연구가 수행되고 있으며 이를 이용한 개화기 제어모델 개발이 동시에 수행되고 있다. (Sugiura, 1997).

-따라서 본 시험에서는 고품질 배 생산 및 유통을 위한 방법의 일환으로 우선 환경
적요인을 제어하기 위해 개화기, 수확기를 예측하고, 수확 전후에 일어나는 배 생리
장해 억제를 위한 재배적처리 및 에틸렌의 역할을 구명하고 그 대책을 제시함으로
서 '신고' 배의 경쟁력을 제고하는데 일조하고자 함

제 3 장. 연구개발 수행내용 및 결과

I. 신고 배의 과피흑변 등 생리장해 발생요인 구명

1. 신고 배의 성숙도가 저장 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향

본 시험에서는 수출용 신고 배의 적정 수확 시기 및 저장기간 설정을 위하여 신고 배 과실의 성숙도에 따른 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사하여 수출과실의 적합 성숙도 설정을 위하여 실시하였다.

가. 재료 및 방법

천안의 개인농가에서 2005년 9월 30일 1차 수확하여 미숙상태의 과실로 간주하였고 10월 15일 2차로 수확하여 성숙상태의 과실로 간주하였다. 각 과실은 수확 후 5일간 예조처리한 이후 컨테이너 박스에 담아 1°C저장고에 입고한 다음 저장 4개월 간 품질 변화 및 생리장해 발생률을 조사하였다.

과실의 경도는 적도면을 기준으로 과피를 벗기고 8mm flat-tipped probe를 장착한 Rheometer (CR-100D, Sunscientific, Japan)로 경도를 측정하였다. 단위는 Newton으로 환산 표기하였다. 가용성고형물 함량은 굴절당도계 (PR-1, Atago, Japan)로 과즙을 채취하여 거즈로 거른 후 측정하였고, 산함량은 과즙을 희석한 샘플을 0.1N NaOH로 적정한 후 사과산 함량을 기준으로 계산하였다. 과피의 색도 측정은 과립의 적도면을 대상으로 색차계(CR-200b, Minolta, Japan)를 이용 L*, a*, b* 값을 측정하였다. 외관과 과피흑변, 바람들이, 과심갈변 등 생리장해 발생을 조사는 발생과 비발생으로 구분하여 조사하여 발생률을 계산하고 발생정도를 6단계(0:비발생 - 5:발생 면적 50% 이상)로 조사하여 발생지수로 표기하였다.

나. 결과 및 고찰

과실의 경도는 저장기간의 경과에 따라 유의하게 감소하였으나 미숙과에서의 변화량이 매우 커서 저장 4개월 후에는 저장 전에 비해 5N의 낙폭이 조사되었다. 그러나 저장 4개월에도 10.9N으로 비교적 높게 유지되었고 가용성고형물함량도 12%를 유지하여 장기저장을 위한 품위를 유지하는 것으로 조사되었으며 성숙과의 경우 경도의 변화폭은 적었으나 저장 4개월후 경도가 9N 정도까지 크게 떨어져 속도가 진행될수록 과실의 품질이 저하되는 일반적인 결과를 볼 수 있었다 (Table 1).

숙도에 따른 저장 기간 중의 생리장해 발생률을 보면 숙도가 진행된 성숙과의 경우 4개월 저장기간 동안 10%까지 발생되어 미숙과의 5% 보다는 다소 높았다. 특히 바람들이과와 과심갈변의 출현은 성숙한 과실을 저장한 경우에 유의하게 높게 조사되어 저장 4개월 후에는 각각 80%까지 나타났다(Table 2). 따라서 장기저장을 위해서는 당도가 어느 정도 확보되는 경우에는 다소 미숙한 과실의 저장이 바람직한 것으로 사료되었다.

Table 1. Effects of fruit maturity on the fruit quality factors during four months of low temperature storage in 'Niitaka' pears^z.

Storage (month)	Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
				L	a	b
<i>Immature</i>						
0	15.8 a ^x	10.4 d	0.115 a	109 b	14.6 d	49.9 c
2	13.4 b	11.5 bc	0.099 b	110 b	17.9 c	54.1 a
4	10.9 cd	12.0 ab	0.084 c	110 b	25.8 a	52.9 ab
<i>Mature</i>						
0	11.0 c	10.9 cd	0.093 bc	115 a	17.8 c	50.8 bc
2	9.9 de	12.5 a	0.103 b	112 ab	20.9 b	48.4 c
4	9.1 e	12.0 ab	0.084 c	113 ab	22.7 b	52.7 ab

^zSamples were harvested on Sep. 30 for immature stage and Oct. 15 for commercial maturity, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with paper bags at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 2. Effects of fruit maturity on the occurrence of physiological disorders during four months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Storage (month)	Appearance (Index, 0-5)	Skin blackening (%)	Pithiness (%)	Core break-down (%)	Decay (%)
<i>Immature</i>					
0	4.0 a ^x	0 ^w	0	0	0
2	3.8 b	3.6	21.4	57.1	3.6
4	3.5 cd	5.0	31.6	31.6	5.0
<i>Mature</i>					
0	4.7 c	0	0	0	0
2	4.3 de	4.8	9.5	47.6	4.8
4	3.4 e	10.0	80.0	80.0	15.0

^zSamples were harvested on Sep. 30 for immature stage and Oct. 15 for commercial maturity, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with paper bags at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

^wData were the average of 45–60 fruits.

2. 봉지 종류 및 예조처리가 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향

신고 배의 껍대(봉지씌우기)는 병이나 해충으로부터 과실을 보호할 목적으로 사용되어 왔으며(Kitagawa 등, 1992) 초기의 신문지나 전화번호부에서 시작하여 현재는 파라핀지, 하드롤지, 롤지 등이 재료로 이용되고 있다. 또한 특정 품종의 전용 봉지가 개발되어 과실의 품질향상을 도모하고 있는데, 항균과 방충제를 처리한 봉지, 칼슘을 처리한 봉지 등 다양한 기능을 부여하고 있는 실정이다. 봉지의 껍대에 의한 효과는 그동안 서양배, 사과, 복숭아 및 동양배의 성숙 및 저장력에 관련이 있음이 밝혀진 바 있다(Amarante, 2002; Fan and Mattheis, 1998; 김영호 등, 200b; 김정배, 1990). 한편 봉지 속의 미기상을 조절하여 과실의 품질을 향상시킬 목적으로 이중

봉지, 삼중 봉지 그리고 과피의 미려도를 증진시키기 위한 착색 봉지도 활용되고 있으며 최근에는 이러한 다양한 목적을 충족시키기 위하여 봉지의 지질에 대한 연구와 기능성을 부여한 봉지의 개발 등이 이루어지고 있다. 특히 배 재배농가에서는 성숙, 착색 증진 등의 품질적 요인과 과피의 동녹장해 경감 등 생리장해의 방지에 효과적인 봉지를 선호하고 있는 실정이다.

본 시험에서는 현재 수출용 노루지 및 신고 배 재배 농가에서 일반적으로 사용하고 있는 봉지와 노루지에 백탄처리를 한 특수봉지를 제작하여 과실에 패대하고 그 봉지간 효과를 비교하여 수출용 배 생산에 가장 적합한 봉지를 비교분석하고자 실시하였다.

가. 재료 및 방법

농가에서 주로 사용하고 있는 다양한 종류의 봉지가 저장 전후 과실의 품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사하였다. 과실은 과실비대 및 숙기촉진을 위하여 관행적으로 이용되는 지베렐린도포제(GA₃)를 처리한 과실과 무처리 과실을 대상으로 각각 조사하였다. 공시한 봉지는 수출전용 2중 노루지, 청색, 적색, 황색의 이중 착색봉지 3종(이상 백제산업), 2중노루지의 내지에 백탄을 직접 바른 처리구, 2중 노루지의 황색내지와 외지 사이에 백탄을 처리한 종이를 삽입한 처리구, 착색봉지 내지와 외지 사이에 백탄처리 종이를 삽입한 처리구 등을 두어 비교하였다(Fig. 1). 과실의 경도는 적도면을 기준으로 과피를 벗기고 경도를 측정하였고 가용성고형물 함량, 산함량, 과피의 색도, 외관평가 및 생리장해 발생은 실험 1에서 언급한 방법으로 수행하였다.



Fig. 1. Paper bags using the experiment.

나. 결과 및 고찰

2.1. 봉지종류별 성숙기 과실 품질 비교

수출용 신고를 대상으로 착색봉지별 수확기 과실 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 봉지는 청색, 적색, 황색의 이중착색봉지 3종(백제산업), 노루지의 내지에 솥을 처리한 처리를 두어 비교하였다.

봉지 종류별로 과실중, 과형에는 차이가 없었다(미발표). 본 실험에서는 솥봉지의 착색 및 외관에 미치는 효과를 검토하기 위하여 착색봉지를 관행의 노루지대조구와 함께 비교하였는데, 관행의 노루지 (yellow+yellow)에 비교하여 착색봉지 및 솥처리 노루지의 경우 과피엽록소 함량이 유의하게 낮게 조사되었다 (Table 3). 이는 착색봉지의 경우 외지가 회색으로 솥처리한 노루지의 경우는 내지가 흑색으로 광차단 효과가 일반 노루지에 비해 많았기 때문으로 사료되었다. GA를 처리하지 않은 수출용 과실의 경우 수확 시기에 관계없이 착색이 고르게 되어야 상품가치가 있는데 단순하게 외관적 요소만 평가할 때에는 처리간 차이가 없었으나 착색도만 평가한 경우에는 솥처리구가 우수한 것으로 조사되었고 기타의 수확기 호흡률 및 과피두께는 처리간 차이를 보이지 않았다 (Table 3).

일반적으로 봉지를 씌우면 봉지 내 미기상이 변화하여 과실의 품질에 영향을 주는 것으로 알려져 있고(Faragher, 1984; 고와 신, 1992; 송과 문, 1998) 착색구분이 뚜렷한 사과(변재균 등, 1989; Fan and Mattheis, 1998)나 포도(김학규, 1998)와 같이 뚜렷하지 않은 동양배에 있어서도 미묘한 과실미려도와 착색에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(김정배 등, 1988; 김정배, 1990; 김종천 and 김몽섭 1972; 김성수, 2000; 이한찬, 1991; 홍경희 등, 1999). 한편 적색내대지를 사용하였던 경우 '감천'배의 녹색과피현상을 크게 감소시켰다는 보고(박지선과 김용구, 2000)를 보더라도 봉지의 색깔 특히 내지의 색깔이 과피색과 관련성이 크다고 보여진다. 즉 봉지종류별 पै대가 감천배와 영산배 품종의 과피 미려도에 미치는 영향이 다르게 나타난다는 보고(홍 등, 1999)를 감안 하더라도 본 실험에 사용하였던 백탄처리 솥봉지의 신고 품종에의 적용가능성은 충분하다고 판단된다.

Table 3. Effects of charcoal and bag colors on the fruit quality factors in on-time harvested 'Niitaka' pears^y.

Bag treatment		Chlorophyll (ug/cm ²)	Color (Index)	O ₂ evolution (ml·kg·hr ⁻¹)	CO ₂ evolution (ml·kg·hr ⁻¹)	Skin thickness (mm)
Outer	Inner					
Grey	Blue	1.21 bc ^x	4.9 a	194.6 a	33.3 a	1.00 a
Grey	Red	1.05 c	4.7 ab	189.4 a	32.2 a	0.85 a
Grey	Yellow	0.76 d	4.6 b	218.1 a	22.8 a	0.92 a
Yellow	charcoal	0.71 d	4.9 a	196.0 a	25.9 a	0.88 a
Yellow	Yellow	1.54 a	4.2 c	184.1 a	27.7 a	0.90 a

^zFruits were harvested on Oct. 15, 2005.

^yFruits were grown in the private orchard in Sunghwan, Chonan.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

봉지 씌우기는 차광효과를 나타내어 봉지 내로 투과되는 광의 양을 감소시켜 배와 사과 과실의 클로로필이 소실되는데(廣田, 1985), 본 실험에서 노랑색으로만 구성된 수출전용노루지의 엽록소 함량이 높고 외관지수가 떨어진 것(Table 3)은 착색봉지나 숯처리 봉지에 비해 투광량이 높았다는 것을 시사한다.

2.2. 수출용 신고에 있어 봉지종류별 예조 처리의 효과

GA 도포제를 처리하지 않은 신고를 대상으로 착색봉지별 저장 중 생리장해 및 과실 품질에 미치는 예건처리의 영향을 조사하였다. 저장 전 성숙기의 과실 경도 및 당도가 숯(백탄)처리구가 유의하게 높은 것으로 조사되었으나 저장 3-5개월 후에는 처리 간 차이를 보이지는 않았다 (Table 4, 5). 동일 과실에 예건 처리를 5일간 실시하여 1℃에서 저장한 경우 과실품질은 봉지종류별로 큰 차이를 보이지 않았으나 관행의 수출용 노루지는 저장 전 및 저장 후에 색차계상의 a값 낮아 과피색이 다소 녹색을 띠는 것으로 조사되었다 (Table 4, 5). 이는 노루지의 경우 외지가 회색인 착색봉지에 비하여 상대적으로 광투과율이 높았기 때문에 엽록소의 소실이 지연된 결과(Table 3)로 해석되며(이한찬, 1991; 홍경희 등, 1999; Amarante 등, 2002내지에

숯치리를 한 봉지의 경우에는 육안으로 과피색을 구분한 경우(Table 3) 및 색차계로 측정된 a 값(Table 4)이 높게 측정되었다. 결국 이렇게 착색봉지 및 숯치리 봉지의 착색도가 높게 조사된 것은 봉지의 차광도 차이에 기인하는 것으로 사료된다(工藤, 1985).

Table 4. Effects of paper bags and pre-drying on the fruit quality factors during three months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Treatment ^y		Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
Outer	Inner				L	a	b
<i>Before storage</i>							
Grey	Blue	1.194 c ^x	11.3 bc	0.095 a	116 a	24.2 a	49.8 a
Grey	Red	1.343 ab	10.8 c	0.099 a	116 a	22.4 a	49.1 a
Grey	Yellow	1.209 c	11.4 b	0.091 a	116 a	23.2 a	50.6 a
Yellow	charcoal	1.391 a	12.1 a	0.101 a	116 a	22.4 a	49.6 a
Yellow	Yellow	1.122 c	10.9 c	0.093 a	115 a	17.8 b	50.8 a
<i>3 months after direct cooling</i>							
Grey	Blue	1.052 a	12.3 a	0.094 a	115 a	27.8 a	51.9 a
Grey	Red	1.099 a	11.6 b	0.099 a	116 a	26.4 a	50.8 a
Grey	Yellow	1.193 a	11.3 b	0.092 a	116 a	26.9 a	51.8 a
Yellow	charcoal	1.190 a	11.6 b	0.103 a	117 a	23.3 b	50.1 a
Yellow	Yellow	1.224 a	11.5 b	0.092 a	116 a	20.5 c	51.3 a
<i>3 months after pre-drying treatment</i>							
Grey	Blue	1.226 a	12.1 a	0.096 a	117 ^{ab}	24.6 a	50.1 a
Grey	Red	1.188 a	10.6 c	0.089 a	118 a	23.6 ab	49.3 a
Grey	Yellow	1.134 a	11.6 ab	0.087 a	116 b	25.4 a	49.9 a
Yellow	charcoal	1.109 a	11.7 ab	0.086 a	116 b	24.4 ab	49.4 a
Yellow	Yellow	1.130 a	11.3 b	0.088 a	117 ^{ab}	18.3 b	50.2 a

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with paper bags at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 5. Effects of paper bags and pre-drying on the fruit quality factors during five months of low temperature storage in 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y		Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
Outer	Inner				L	a	b
<i>Before storage</i>							
Grey	Blue	1.194 c	11.3 bc	0.095 a	116 a	24.2 a	49.8 a
Grey	Red	1.343 ab	10.8 c	0.099 a	116 a	22.4 a	49.1 a
Grey	Yellow	1.209 c	11.4 b	0.091 a	116 a	23.2 a	50.6 a
Yellow	charcoal	1.391 a	12.1 a	0.101 a	116 a	22.4 a	49.6 a
Yellow	Yellow	1.122 c	10.9 c	0.093 a	115 a	17.8 b	50.8 a
<i>5 months after direct cooling</i>							
Grey	Blue	1.218 ab	12.0 bc	0.118 a	114 ab	25.9 a	50.1 a
Grey	Red	1.102 bc	12.1 ab	0.104 ab	115 a	25.9 a	49.9 a
Grey	Yellow	1.057 c	11.8 cd	0.089 b	115 a	24.7 a	48.9 a
Yellow	charcoal	1.256 a	11.7 d	0.110 ab	112 b	26.0 a	50.1 a
Yellow	Yellow	1.097 bc	12.2 a	0.094 b	113 ab	21.8 b	50.6 a
<i>5 months after pre-drying treatment</i>							
Grey	Blue	1.032 b	12.1 a	0.122 a	114 a	25.5 b	48.6 a
Grey	Red	1.179 a	11.9 b	0.112 ab	113 a	27.6 a	51.4 a
Grey	Yellow	1.229 a	11.1 c	0.111 ab	114 a	25.0 b	49.3 a
Yellow	charcoal	1.231 a	11.7 b	0.102 b	114 a	24.8 b	49.4 a
Yellow	Yellow	1.134 a	11.7 b	0.103 b	114 a	21.6 c	50.0 a

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were stored directly on the day of harvest in the container boxes with paper bags at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

예조처리의 효과는 저장 기간 중 직접 저온저장 하였던 경우와 비교하여 유의하게 품질 차이가 크게 나타나지는 않아 5일간의 예조기간 중 일어날 것으로 예측되는 정도의 감소, 감모율 증가, 외관적 마름 등 과실의 품질하락에 대한 문제점은 나타나지 않았다(Table 4, 5)

장기 저온저장 중 생리장해 발생에 미치는 영향을 보면, 과피흑변은 예조처리구에서 직접저장에 비하여 유의하게 발생이 억제되어 3, 5개월의 저온저장 후 처리간 유의한 차이를 볼 수 있었다. 봉지종류별 흑변발생 양상은 유의한 차이를 보이지 않았지만 비교적 착색이중봉지에서 발생률이 높은 경향이었는데 특히 직접저온 저장한 경우 내지가 청색, 적색인 착색봉지가 황색내지보다 발생률이 유의하게 높은 것으로 조사되었다(Table 6, 7)

과심갈변의 발생은 흑변과 마찬가지로 예조처리를 실시한 과실에서 발생률이 낮게 조사되었고 저장기간이 증가할수록 착색봉지를 사용한 경우 유의하게 증가함을 확인할 수 있었다. 한편 대조구인 노루지에서는 발생률이 낮게 조사되었는데 이는 노루지의 경우 앞에서 언급한 것처럼 착색봉지에 비해 투광량의 상대적 증가에 따른 엽록소의 소실이 늦고 당도가 다소 낮은 등 상대적으로 성숙도가 떨어졌기 때문인 것으로 추측되었다 (Table 6, 7). 얼룩과실의 발생은 저장 3개월의 결과를 보면 예조처리구는 전혀 발생하지 않았고 저장 5개월의 경우 노루지를 사용한 솥처리 봉지와 대조구인 노루지 처리 과실에서는 전혀 발생하지 않았다. 봉지별로 보면 얼룩과의 발생은 주로 착색이중봉지에서 발생하는 경향을 보였다(Table 6, 7). 바람들이의 발생은 관찰되지 않았다.

이상의 결과를 종합적으로 볼 때 착색봉지는 노루지에 비하여 외관적 착색을 촉진시키는 효과는 인정되었으나 생리장해의 발생이 노루지 및 솥처리노루지에 비하여 유의하게 높게 나타나 장기저장의 경우에는 착색봉지를 사용하기 보다는 수출전용 노루지의 사용이 바람직한 것으로 사료되며 노루지 내지에 솥처리를 하는 경우 착색의 촉진을 도모함과 동시에 흑변 및 얼룩과의 방지에 효과적이며 예조를 동시에 실시하여 저장하는 경우 5개월의 장기저온 저장기간 중의 과실 품위유지에 효과적이라고 판단된다.

Table 6. Effects of paper bags and pre-drying on the appearance and physiological disorders during three months of low temperature storage in 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y		Appearance (Index, 0-5)	Skin contami- -nation (%)	Skin blacke- -ning (%)	Light black -ening (%)	Pithiness (%)	Core breakdown (%)
Outer	Inner						
<i>Before storage</i>							
Grey	Blue	4.7±0.1 ^x	0	0	0	0	0
Grey	Red	4.7±0.1	0	0	0	0	0
Grey	Yellow	4.7±0.2	0	0	0	0	0
Yellow	charcoal	4.7±0.1	0	0	0	0	0
Yellow	Yellow	4.7±0.2	0	0	0	0	0
<i>3 months after direct cooling</i>							
Grey	Blue	3.5±0.1	45.7±8.5	24.4±6.8	2.4±2.4	0	19.5±6.3
Grey	Red	3.5±0.1	34.1±7.5	31.7±7.4	4.9±3.4	0	26.8±7.0
Grey	Yellow	3.7±0.1	20.0±8.2	12.9±6.1	3.2±3.2	0	29.0±8.3
Yellow	charcoal	3.5±0.1	8.3±4.7	8.3±4.7	2.8±2.8	0	11.1±5.3
Yellow	Yellow	3.5±0.1	17.5±6.1	12.5±5.3	2.5±2.5	0	11.1±5.3
<i>3 months after pre-drying treatment</i>							
Grey	Blue	3.4±0.1	52.0±10.2	3.2±3.2	0	0	19.4±7.2
Grey	Red	3.3±0.1	12.0±6.6	3.2±3.2	0	0	19.4±7.2
Grey	Yellow	3.3±0.1	25.0±9.9	0	0	0	7.7±5.3
Yellow	charcoal	3.4±0.1	10.0±5.6	2.8±2.8	0	0	8.3±4.7
Yellow	Yellow	3.5±0.1	20.0±6.9	0	0	0	2.5±2.5

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with paper bags at 90% RH and 1°C.

^xData were the average of 20–40 fruits with SE.

Table 7. Effects of paper bags and pre-drying on the appearance and physiological disorders during five months of low temperature storage in 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y		Appearance	Skin contami	Skin blacke-	Light black	Pithiness	Core break-
Outer	Inner	(Index, 0-5)	-nation (%)	ning (%)	-ening (%)	(%)	down (%)
<i>Before storage</i>							
Grey	Blue	4.7±0.1 ^x	0	0	0	0	0
Grey	Red	4.7±0.1	0	0	0	0	0
Grey	Yellow	4.7±0.2	0	0	0	0	0
Yellow	charcoal	4.7±0.1	0	0	0	0	0
Yellow	Yellow	4.7±0.2	0	0	0	0	0
<i>5 months after direct cooling</i>							
Grey	Blue	3.4±0.1	27.8±10.9	25.0±9.0	5.6±5.6	8.3±5.7	50.0±10.4
Grey	Red	3.3±0.1	4.8±4.8	29.6±8.9	19.1±8.8	18.5±7.6	66.7±9.2
Grey	Yellow	3.3±0.1	16.7±11.2	5.6±5.6	5.5±5.5	16.7±9.0	33.3±11.4
Yellow	charcoal	3.4±0.1	0	0	0	4.8±4.8	38.1±10.9
Yellow	Yellow	3.3±0.1	13.3±9.1	14.3±7.8	4.3±4.3	4.8±4.8	23.8±9.5
<i>5 months after pre-drying treatment</i>							
Grey	Blue	3.4±0.1	33.3±10.5	3.7±3.7	3.7±3.7	11.1±6.2	40.7±9.6
Grey	Red	3.4±0.1	35.0±10.9	0	25.0±9.9	11.5±6.4	61.5±9.7
Grey	Yellow	3.4±0.1	26.3±10.4	0	15.8±8.6	4.0±4.0	36.0±9.8
Yellow	charcoal	3.3±0.1	10.0±6.9	0	0	0	31.3±12.0
Yellow	Yellow	3.5±0.1	21.4±11.4	5.0±5.0	0	10.0±6.9	35.0±10.9

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were stored directly on the day of harvest in the container boxes with paper bags at 90% RH and 1°C.

^xData were the average of 21–46 fruits with SE.

2.3. 지베렐린 도포 신고에 있어 봉지종류별 예조 처리 효과

본 시험에서는 GA 도포제를 처리한 신고배 과실을 대상으로 3종의 착색봉지 처리구, 착색봉지 내지에 숯처리한 구 및 노루지내지에 숯처리한 처리구 등 5처리를 두고 비교하였다. 과실을 적숙기인 9월 24일 수확하여 실험 1.2.2과 같은 방법으로 3개월간 저장하면서 생리장해 및 과실 품질에 미치는 예조의 영향을 조사하였다.

봉지 종류별로 과실중, 과형에는 차이가 없었고 과피의 착색도는 GA 무처리 신고의 경우와 마찬가지로 숯처리한 두개의 처리구에서 높게 조사되었는데 과피를 채취하여 chlorophyll 함량을 측정한 결과를 보면 착색도가 높게 나타났음에도 불구하고 엽록소 함량은 높게 조사되었다 (Table 8).

Table 8. Effects of charcoal and commercial double layer paper bags on the fruit quality factors in GA-treated^z 'Niitaka' pears^y.

Bag treatment		Weight	Length	Diameter	L/D	Color (Index)	Skin chl. (ug/cm ²)
Outer	Inner						
Grey	Red	881.7 a	11.10 a	11.78 a	0.91 a	4.2 bc	2.61 c
Grey	Blue	913.9 a	11.31 a	12.35 a	0.92 a	4.2 bc	2.94 c
Grey	Yellow	953.6 a	11.59 a	12.54 a	0.92 a	3.9 c	3.73 b
Grey	Charcoal	893.1 a	11.10 a	12.10 a	0.92 a	4.4 ab	3.90 b
Yellow	Charcoal	895.6 a	11.05 a	12.36 a	0.89 a	4.6 a	4.84 a

^zGA paste was treated on 35 DAFB and fruits were harvested on Sep. 24, 2005.

^yFruits were grown in the private orchard in Sunghwan, Chonan.

GA 처리 신고를 대상으로 착색봉지별 저장 중 과실 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 선택면으로 볼때 숯처리구가 L 값이 다소 낮아 외관상 성숙도가 높게 보였고 다른 색의 이중 봉지에 비하여 외관 및 착색지수가 높게 평가되었으나 실제로 과실 경도는 숯처리구에서 다소 높게 나타났다. 당도 및 산도에의 영향도 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 9).

GA 처리 신고를 대상으로 착색봉지별 저장 중 생리장해에 미치는 영향을 조사하였다. GA 처리한 신고 배에 예조 처리를 실시하지 않고 저온저장고에 직접 입고하

었던 경우, 과실품질은 봉지종류별로 큰 차이를 보이지 않았으나 (Table 10) 생리장해 발생에 미치는 다소간의 차이를 보여 관행의 착색봉지는 저장 3개월 후에 열은 흑변 (얼룩이), 바람들이, 과심갈변 등이 발생되었으나 숯치리의 경우 유의하게 바람들이 및 과심갈변발생률이 낮았다. 한편 무예건 입고의 경우 예건처리에 비해 과심갈변률이 상대적으로 높게 조사되었다 (Table 10).

Table 9. Effects of paper bags and pre-drying on the fruit quality factors during three months of low temperature storage in GA-treated 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y		Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
Outer	Inner				L	a	b
<i>Before storage</i>							
Grey	Blue	1.241 b ^x	10.6 a	0.104 a	118 a	18.4 a	50.9 a
Grey	Red	1.133 c	10.5 a	0.106 a	116 ab	18.7 a	51.0 a
Grey	Yellow	1.199 bc	10.9 a	0.109 a	117 ab	17.5 a	50.8 a
Grey	charcoal	1.355 a	10.9 a	0.109 a	115 bc	19.3 a	50.3 a
Yellow	charcoal	1.205 bc	10.7 a	0.103 a	114 c	17.5 a	51.1 a
<i>3 months after direct cooling</i>							
Grey	Blue	1.030 a	11.8 a	0.112 a	115 a	24.9 ab	49.8 a
Grey	Red	1.032 a	11.5 a	0.112 a	114 a	25.5 a	50.9 a
Grey	Yellow	0.997 a	11.5 a	0.106 a	117 a	23.1 b	48.1 a
Grey	charcoal	1.166 a	11.5 a	0.113 a	117 a	24.0 ab	51.2 a
Yellow	charcoal	1.183 a	11.8 a	0.102 a	117 a	23.1 b	51.2 a
<i>3 months after pre-drying treatment</i>							
Grey	Blue	1.109 a	11.4 ab	0.109 a	118 ab	23.8 a	50.0 b
Grey	Red	1.172 a	11.6 a	0.103 a	118 ab	23.6 ab	49.7 b
Grey	Yellow	1.037 a	11.1 b	0.102 a	119 a	23.7 b	51.5 ab
Grey	charcoal	1.172 a	11.7 a	0.105 a	113 c	25.6 ab	50.6 ab
Yellow	charcoal	1.097 a	11.1 b	0.111 a	115 bc	24.7 a	52.0 a

^zSamples were harvested on Sep. 24, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with paper bags at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 10. Effects of paper bags and pre-drying on the appearance and physiological disorders during three months of low temperature storage in GA-treated 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y		Appearance (Index, 0-5)	Skin contami- -nation (%)	Skin blacke- -ning (%)	Light black -ening (%)	Pithiness (%)	Core break- -down (%)
Outer	Inner						
<i>Before storage</i>							
Grey	Blue	4.0±0.1 ^x	0	0	0	0	0
Grey	Red	4.2±0.1	0	0	0	0	0
Grey	Yellow	3.8±0.2	0	0	0	0	0
Grey	charcoal	4.1±0.1	0	0	0	0	0
Yellow	charcoal	4.4±0.2	0	0	0	0	0
<i>3 months after direct cooling</i>							
Grey	Blue	3.4±0.1	71.4±7.7	0	0	2.4±2.4	29.3±7.2
Grey	Red	3.4±0.1	48.6±8.6	0	5.7±4.0	2.4±2.4	9.8±4.7
Grey	Yellow	3.3±0.1	37.1±8.3	0	5.7±4.0	0	29.3±7.2
Grey	charcoal	3.4±0.1	13.0±7.3	0	4.5±4.5	0	10.7±5.9
Yellow	charcoal	3.4±0.1	14.3±6.7	0	7.1±5.0	0	5.9±4.1
<i>3 months after pre-drying treatment</i>							
Grey	Blue	3.5±0.1	68.0±6.7	0	4.1±2.8	0	3.3±2.4
Grey	Red	3.4±0.1	70.0±7.3	0	17.5±6.1	0	15.2±5.3
Grey	Yellow	3.3±0.1	60.5±8.0	0	7.9±4.4	4.6±3.2	13.6±5.2
Grey	charcoal	3.5±0.1	17.6±9.5	0	0	0	0
Yellow	charcoal	3.5±0.1	10.5±7.2	0	0	0	8.0±5.5

^zSamples were harvested on Sep. 24, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with paper bags at 90% RH and 1°C.

^xData were the average of 23–56 fruits with SE.

결과적으로 GA 도포제를 처리한 신고 과실의 경우, 선택축진을 위한 착색봉지의 사용은 3개월의 저장기간 중 유의하게 얼룩이 및 과심갈변의 발생이 조장되었다. 한편 예조를 한 경우 다소간 발생률이 감소되었는데, 이러한 현상은 GA 무처리구에서도 유사하게 나타나 예건 처리를 실시하지 않은 경우 예건 처리구에 비해 생리장해의 발생률이 유의하게 높아졌다. 실제 농가에서 GA 무처리 과실에 착색봉지를 사용하여 선택을 높이려고 시도하는 경우가 있는데 본 실험 결과, 저장 중 생리장해 특히 흑변 및 과심갈변의 발생이 조장된다는 측면에서 바람직하지 않은 것으로 사료된다. 한편 숯함유 노루지는 과실경도가 높게 유지되고 생리장해 발생이 유의하게 억제되었고 예조처리는 통해 과실의 품질에 큰 영향 없이 생리장해 발생이 억제되는 경향을 보여 기존의 보고와 일치하였다.

2.4. 신개발 숯 봉지가 저장 중 과실품질 및 생리장해에 미치는 영향

전 실험에서 숯 (백탄)을 이용하여 시제품 봉지를 제작 대조구와 비교하여 저장 중 생리장해 및 과실 품질에 미치는 영향을 조사하였던 결과 신고의 장기저장 중 과실 품질 및 생리장해 방지에 긍정적 결과를 얻은 바 있다. 이에 충남 천안시 성환읍에 소재한 백제산업(사장, 백현철)에서 활성탄을 처리한 봉지를 대량으로 제작하여(Fig. 2) 본 시험에 적용하였다.

재배기간 중 환경조건에 의해 봉지의 물성변화는 기존의 수출전용 노루지와 차이가 없었으며 수확기까지 봉지의 파손은 목격되지 않았다(미발표). 적숙기(2006년 10월 23일)에 과실을 수확하여 5kg 종이박스에 포장한 후 봉지종류에 따른 품질을 비교한 결과, 경도에 있어 활성탄 10% 및 20% 처리봉지는 약 25N으로 기존의 노루지를 사용한 대조구의 22N보다 높게 조사되었고 10% 처리구의 경우 가용성고형물의 함량은 13.4%Bx로 높았고 산함량도 0.127%로 높게 조사되었다. 2개월 저장 후 조사된 결과를 보면 산의 소실이 많았으나 여전히 높은 당함량을 보이고 경도 및 기타 외관적 요소도 비교적 높게 유지되었다 (Table 11). 한편 저장 전후의 외관 및 생리장해의 발생을 보더라도 10% 처리구가 무처리나 20% 처리구에 비해서 우수한 결과를 나타내었는데 특히 과피얼룩의 발생이 유의하게 낮았다 (Table 12). 한편 20% 활성탄 첨가 봉지의 경우 10% 처리구에 비해 봉지 외관적으로 검은 색이 산재하고 있어 얼룩덜룩한 외관을 보이고 있어 구매력이 떨어지는 것으로 판단되고 그 효과에 있어서도 10% 첨가구에 비하여 큰 차이가 없으므로 비용상의 문제점 등을 고려한다면 추후 제작되는 봉지는 10%만을 첨가하는 것이 타당할 것으로 사료된다 (Fig. 3).



Fig. 2. Roll papers (left), charcoal papers (middle) and produced paper bags (right).



Fig. 3. Roll paper (left), 20% charcoal (middle) and 10% charcoal paper (right)

Table 11. Effect of bagging treatments on the fruit quality during two months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Treatments ^y	Firmness (N)	Soluble solids (°Bx)	Acidity (%)	Skin color (L value)	Skin color (Hue value)
<i>Before storage</i>					
Control	22.1±0.7 ^x	12.5±0.1	0.099±0.001	117.2±0.4	71.3±1.1
Charcoal I	25.4±1.2	12.8±0.2	0.119±0.006	117.6±0.8	70.6±1.2
Charcoal II	25.8±1.4	13.4±0.4	0.127±0.002	116.2±0.8	68.6±0.6
<i>After storage</i>					
Control	25.4±0.6	11.9±0.1	0.100±0.003	116.3±0.6	69.6±0.4
Charcoal I	26.0±0.6	12.5±0.1	0.088±0.003	116.8±0.4	67.5±0.4
Charcoal II	24.3±0.6	12.7±0.2	0.084±0.003	116.3±0.5	67.5±1.0

^zFruits were stored in 5kg paper box without paper bags at 1°C for 60 days.

^yControl; double layer roll paper, charcoal I; activated charcoal(AC) 20%, charcoal II; AC 10%

^xData were the average±standard error, n=40.

Table 12. Effects of packing treatment on the physiological disorder during two months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Treatments ^y	Appearance (Index)	Light browning (%) [index]	Internal breakdown (%) [index]	Core breakdown (%) [index]
<i>Before storage</i>				
Control	4.1±0.2 ^x	0	0	0
Charcoal I	4.1±0.2	0	0	0
Charcoal II	4.4±0.2	0	0	0
<i>After storage</i>				
Control	3.4±0.1	39.4±8.6 [0.6±0.2]	2.0±0.0 [0.1±0.0]	7.0±0.1 [0.3±0.1]
Charcoal I	3.1±0.1	36.4±8.5 [0.6±0.2]	4.0±0.1 [0.1±0.1]	13.0±0.1 [0.6±0.2]
Charcoal II	3.4±0.1	24.2±7.6 [0.4±0.1]	5.0±0.1 [0.2±0.1]	9.0±0.1 [0.3±0.1]

^zFruits were stored in 5kg paper box without paper bags at 1°C for 60 days.

^yControl; double layer roll paper, charcoal I; activated charcoal(AC) 20%, charcoal II; AC 10%

^xData were the average±standard error, n=33.

Numbers in parenthesis were the index of disorder (0=none, 5=severe).

한편 과실을 컨테이너 박스에 넣어 저장한 경우의 활성탄 처리봉지구의 품질변화를 살펴 보았다. 위에서 언급한대로 과실을 종이박스에 넣어 비교적 단기간 (2개월) 저장하였을 경우 활성탄 10% 처리봉지를 사용한 과실의 품질이 무처리구(노루지)나 20% 활성탄 처리구에 비하여 유의하게 우수하였는데 본 시험에서는 농가 및 APC에서 관행적으로 저장하고 있는 방법인 봉지 채 그대로 저장하였을 때의 경우를 설정하여 조사하였다. 20% 활성탄처리 봉지는 본 시험에서는 배제하였다. 컨테이너 박스에 넣어 3개월간 저장하였던 경우, 10% 활성탄 처리봉지를 사용하였던 과실의 품질은 수출용 노루지를 사용하였던 구와 비교하여 품질적 인자들이 큰 차이 없이 나타나 앞에서 보고한 결과와 유사하게 나타났다 (Fig. 4).

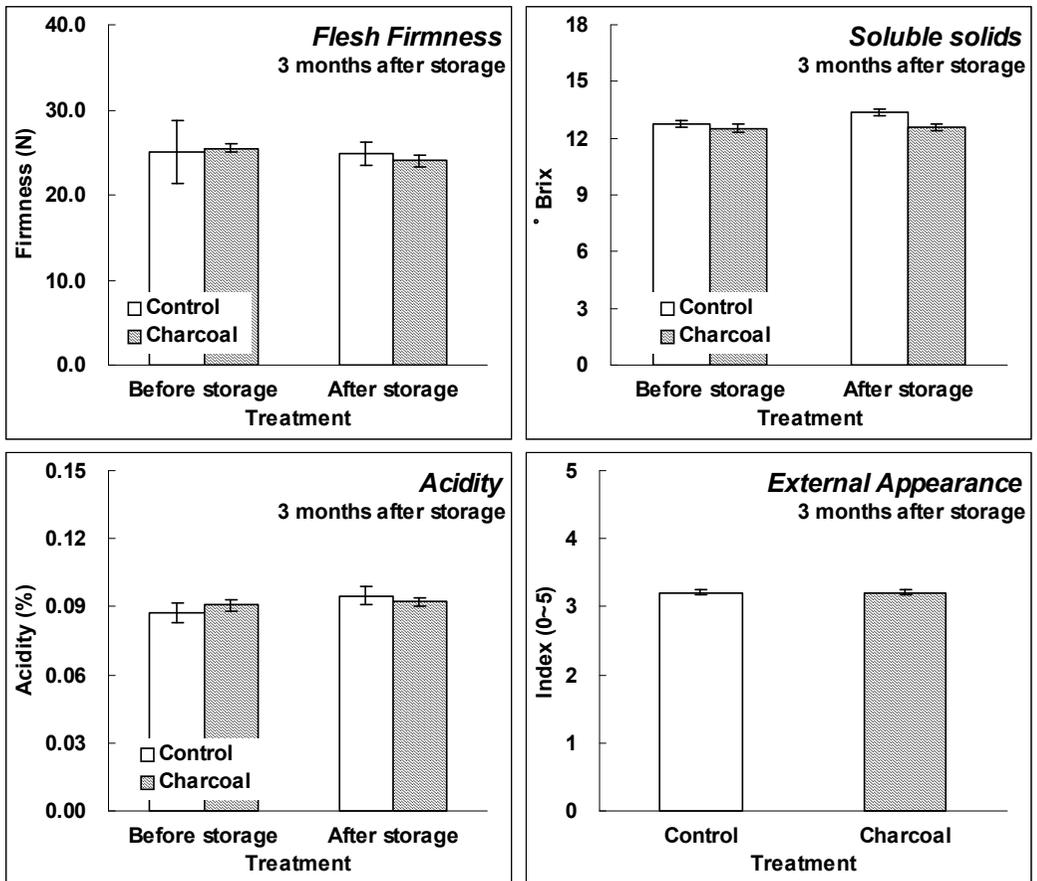


Fig. 4. Comparison of fruit quality between roll paper- and charcoal treated-bag after 3 months of storage in 'Nitaka' pears.

생리장애의 발생 패턴은 다소 차이를 보여 과피얼룩이의 발생이 종이박스 저장에 비하여 유의하게 증가하였는데 활성탄 처리봉지의 경우에도 무처리구와 동일하게 발생하고 발생정도도 유사하게 나타나 과피얼룩이 방제효과는 없는 것으로 나타났다. 이는 앞에서 보고한 박스저장의 경우에는 과실을 벗겨 저장하였고 본 시험의 경우에는 쾌대한 상태로 저장하였기 때문에 과실 주변 미기상이 과습을 조장하였던 결과로 해석된다. 한편 과피흑변의 발생은 6%로 무처리의 19%에 비하여 현저히 적었고 발생지수도 매우 낮아 흑변억제에는 다소간의 효과가 인정되었다 (Fig. 5). 그러나 본 시험에서도 외부적 장애는 어느 정도 활성탄 봉지의 효과가 있었지만 내부적 생리장애는 발생패턴이 다르게 나타나는 결과를 보였는데, 과육갈변은 억제되었던 반면, 과심갈변과 바람들이 발생은 다소간 조장된 결과를 보였다. 한편, 저장 중 쾌대 봉지에 의한 과피의 오염 및 2006년도 생산 과실의 주요 생리적 특징인 과정부 열과 (calyx-end cracking)의 발생은 활성탄처리 봉지에서 다소간 억제된 것으로 나타나 신 개발 봉지의 과실 외관적 미려도 향상효과는 어느 정도 인정된다고 판단된다.

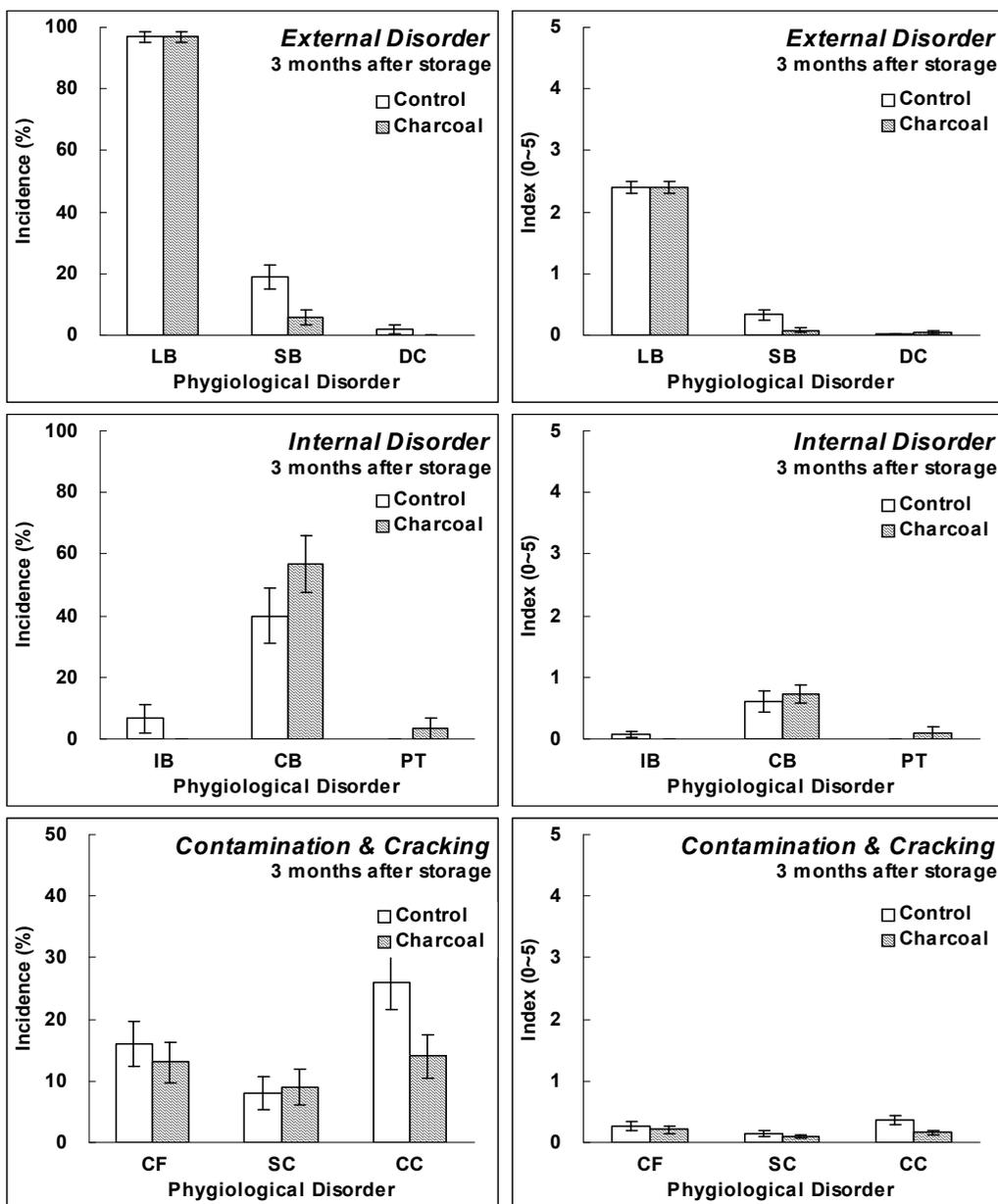


Fig. 5. Comparison of physiological disorders between roll paper- and charcoal treated- bag after 3 months of storage in 'Niiitaka' pears. LB: light skin browning, SB: Skin blackening, DC: decay, IB: internal breakdown, CB: core breakdown, PT: pithiness, CF: contaminated fruit, SC: stem-end cracking, CC: calyx-end cracking.

3. 과실형태 및 칼슘처리가 저온저장 중 과신품질 및 생리장해에 미치는 영향

칼슘부족은 여러 과실에서 다양한 종류의 생리장해 발생과 관련이 있다. 즉 서양 배와 사과에서는 코르크스팟, 껍질덴병, 고두병 등이 칼슘 함량이 낮은 경우 나타나며(Shear, 1972; Bramlage 등, 1985b; Curtis 등, 1990; 김, 1991; 김 등, 1991) 반대로 칼슘함량이 높은 경우 사과의 밀병, 고두병, 고무병, lentical breakdown 등의 발생률이 낮은 것으로 알려졌다(Conway 등, 2002; Curry, 2003). 과실의 생육기에 칼슘염을 수관 살포하면 과실 경도가 높게 유지되고(이 등, 1993b; Gerasopoulos와 Richardson, 1996; 최 등, 2000; Chitarra 등, 2001; 김 등, 2003a; Gerasopoulos와 Drogoudi, 2005; Kadir, 2005), 수확 후 과실을 침지 처리하면 경도 저하가 둔화되는 것으로 보고되고 있다(Glenn, 1987; 최, 1989; 인 등, 2005). 한편 이 등(1998)은 우리나라 배 ‘신고’ 배 과원을 대상으로 잎의 무기성분을 조사한 결과 칼슘함량이 정상보다 부족한 과원은 69.1%라고 보고하였는데 칼슘염을 잎에 살포하면 칼슘이 과실로 이행되지 않으므로 과실의 칼슘 증가를 위해서는 과실 표면에 직접 살포해야 하고, 수관 살포된 칼슘염은 과실의 기공, 과점, 균열된 곳을 통해 침투한다고 하였다.

이러한 칼슘염의 수관 살포는 과실의 칼슘함량을 직접적으로 증가시키는데(최, 1989; Crisosto 등, 2000; Zavalloni 등, 2001; Conway 등, 2002; Alcaraz-López 등, 2004; 김, 2004; Gerasopoulos와 Drogoudi, 2005), 칼슘염 중에서는 염화칼슘의 흡수가 가장 높은 것으로 보고되었다(Glenn과 Poovaiah, 1985; Bramlage 등, 1985a). 사과의 경우 염화칼슘의 과실흡수는 재배 전기 및 후기에 처리하면 높다고 보고되었는데(Zavalloni 등, 2001; Schlegel과 Schönherr, 2002a), 신고 배의 경우에는 생육전기에 처리할 수록 과실내 칼슘함량이 높은 것으로 보고되고 있다(윤철구 등, 2000). 이는 재배 전기에는 과실이 여러 기공과 많은 모상체를 통해 칼슘이 흡수되고 후기에는 갈수록 과점이 발달하여 칼슘이 침투되는 장소를 제공하기 때문으로 알려졌다(Zavalloni 등, 2001; Schlegel과 Schönherr, 2002a).

가. 재료 및 방법

본 실험에서는 최근 급증하고 있는 과실발달과정에서 화탁이 떨어지지 않고 성숙기까지 남아 있는 체와부들출과(유체과)의 과신평형 및 저장성을 정상과실과 비교하고 여러 칼슘 급원 중 인체흡수율이 높아 폐경기 여성의 골다공증 방지에 효과적이라고 알려진 칼슘구연산염 (calcium citrate)의 효과 및 Ascorbic acid(0.1%) 첨가효과를 검토하고 1회 처리의 생력화를 구현하기 위하여 만개 후 40일에 염화칼슘(0.1%)을 대조구로 엽면살포 한 후 수확기에 과실을 공시하여 실험을 실시하였다.

나. 결과 및 고찰

3.1. 과실형태가 저온저장 중 과실품질 및 생리장해에 미치는 영향

과실의 형태에 따른 품질 및 생리장해 발생양상을 알아보기 위해 유과기때 자연 발생된 유체과만을 표식한 후 무처리구와 동일한 시기에 과실을 수확하여 공시재료로 삼았다. 채와부 돌출의 정도에 관계없이 유체인 것은 모두 시험에 사용하였다.

수확기에 조사한 과실 품질을 보면 유체과의 경우는 전반적으로 정상과실에 비하여 품질이 떨어지는 것으로 조사되었으나 당도는 무처리 과실에 비해 높은 경향이 있었다(Table 13). 5일간의 예조처리 후 1℃에서 저온저장 5개월간 정상과 및 유체과의 품질적 차이는 크게 나타나지 않았다(Table 13). 저장기간 중의 생리장해를 조사한 결과, 유체과의 경우는 3-5개월 저장 중 과피흑변, 얼룩과, 바람들이 등의 생리장해 발생은 정상과와 큰 차이가 없었으나 과심갈변률이 유의하게 높아 정상과에 비교하여 노화가 빨리 진행되는 것으로 추측되었다 (Table 14). 한편 유체과를 대상으로 수확 후 예조를 실시하지 않고 즉시 1℃에 입고하여 저온 저장 중 과실품질에 미치는 영향을 5개월 저장 후에 조사한 결과 유체과의 경우는 전반적으로 품질이 떨어지는 것으로 조사되었다(Table 13). 특히 무예조 즉시 입고의 경우 과심갈변률이 85.7%로 예건처리 59.1%에 비해 높게 조사되었고 유체과에 있어서도 예조의 생리장해 경감효과는 인정되었다 (Table 14).

Table 13. Comparison of normal and calyx perpetual 'Niitaka' pears on the fruit quality factors during five months of low temperature storage^z.

Treatment ^y		Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
Type	Pre-drying				L	a	b
<i>Before storage</i>							
Normal	-	1.122 a	10.9 a	0.093 a	115 a	17.8 a	50.8 a
Calyx perpetual	-	1.106 a	11.7 a	0.085 b	114 a	18.3 a	50.9 a
<i>After 3 months of storage</i>							
Normal	Pre-drying	1.130 a	11.3 a	0.088 b	117 a	18.3 b	50.2 a
	None	1.224 a	11.5 a	0.092 a	116 a	20.5 b	51.3 a
Calyx perpetual	Pre-drying	1.045 b	11.8 a	0.111 a	113 a	23.6 a	51.6 a
	None	1.250 a	11.9 a	0.099 a	115 a	23.1 a	50.8 a
<i>After 5 months of storage</i>							
Normal	Pre-drying	1.097 a	12.2 a	0.094 a	113 a	21.8 a	50.6 a
	None	1.134 a	11.7 a	0.103 a	114 a	21.6 a	50.0 a
Calyx perpetual	Pre-drying	1.151 a	11.4 b	0.099 a	123 a	20.2 a	50.1 a
	None	0.924 b	11.9 c	0.103 a	112 a	22.5 a	50.0 a

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with or without 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with "noru" paper bags at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 14. Comparison of normal and calyx perpetual 'Niitaka' pears on the appearance and physiological disorders during five months of low temperature storage^z.

Treatment ^y		Appearance (Index, 0-5)	Skin contamination (%)	Skin blackening (%)	Light blackening (%)	Pithiness (%)	Core breakdown (%)
Type	Pre-drying						
<i>Before storage</i>							
Normal	-	4.7±0.1	0	0	0	0	0
Calyx perpetual	-	4.2±0.1	0	0	0	0	0
<i>After 3 months of storage</i>							
Normal	Pre-drying	3.5±0.1	20.0±6.9	0	0	0	2.5±2.5
	None	3.5±0.1	17.5±6.1	12.5±5.3	2.5±2.5	0	11.1±5.3
Calyx perpetual	Pre-drying	3.5±0.1	11.1±7.6	11.1±7.6	0	5.6±5.6	38.9±11.9
	None	3.5±0.1	14.3±7.8	19.1±8.8	0	4.8±4.8	33.3±10.5
<i>After 5 months of storage</i>							
Normal	Pre-drying	3.5±0.1	21.4±11.4	5.0±5.0	0	10.0±6.9	35.0±10.9
	None	3.3±0.1	13.3±9.1	14.3±7.8	0	4.8±4.8	23.8±9.5
Calyx perpetual	Pre-drying	3.3±0.1	18.8±10.1	6.3±6.3	0	9.1±6.3	59.1±10.7
	None	3.3±0.1	6.7±6.7	9.5±6.6	6.7±6.7	9.5±6.6	85.7±7.8

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with or without 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with "noru" paper bags at 90% RH and 1°C.

^xData were the average of 20–23 fruits with SE.

3.2. 유과기 칼슘 급원 및 ascorbic acid 복합처리의 효과 구명

본 시험에서는 신고 배 품질향상을 위한 재배적 방법 개발을 위하여 신급원 칼슘을 조제하고 유과기에 1회 살포하여 작업의 생력화를 도모하고자 실시하였다. 칼슘구연산염 (calcium citrate) 및 염화칼슘을 0.1%로 조제하고 전 실험에서 첨가하였던 ascorbic acid의 효과를 구명하기 위하여 첨가, 비첨가로 나누어 만개 후 40일에 엽면살포 한 후 수확기에 과실을 공시하였다.

수확기에 조사한 과실 품질을 보면 칼슘 및 ascorbic acid 처리 과실은 과실의 비대, 경도, 가용성고형물함량 및 산함량에 유의한 영향을 주지 않은 것으로 조사되었다(Table 15, 16). 한편 과피의 색택을 색차계로 조사한 결과를 보면 구연산칼슘처리구에서 a 및 b 값이 무처리구 및 염화칼슘 처리구에 비해 높아 착색도가 우수하게 나타났는데 특히 ascorbic acid를 첨가하여 처리하였던 과실은 hue값이 유의하게 낮은 등 착색도가 증가하여 첨가효과가 인정되었다(Table 17). 그러나 염화칼슘 처리구의 경우에는 ascorbic acid 첨가효과가 구연산칼슘 처리구에 비해 저조하였다.

Table 15. Effects of calcium and ascorbic acid spray on fruit growth parameters in 'Niitaka' pears.

Treatments ^z	Weight (g)	L (mm)	D (mm)	L/D (ratio)
Untreated	718.8 a	98.26 a	113.79 a	0.86 a
Ca-Chloride	709.8 a	98.99 a	113.39 a	0.87 a
Ca-Chloride+A.A.	706.0 a	97.62 a	113.29 a	0.86 a
Ca-Citrate	686.7 a	98.10 a	112.79 a	0.87 a
Ca-Citrate+A.A.	699.2 a	95.55 a	112.73 a	0.85 a

^z0.1% calcium chloride and calcium citrate solution with or without 0.1% ascorbic acid(A.A.) were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with roll paper after treatments and harvested on 160 DAFB.

^yDifferent letters within each column show a significant difference by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 16. Effects of calcium and ascorbic acid spray on fruit quality parameters in 'Niitaka' pears.

Treatments ^z	Firmness (N)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)
Untreated	26.9 a	11.4 a	0.09 a
Ca-Chloride	24.8 a	11.2 a	0.08 a
Ca-Chloride+A.A.	26.9 a	11.6 a	0.07 a
Ca-Citrate	25.5 a	11.1 a	0.08 a
Ca-Citrate+A.A.	24.1 a	11.2 a	0.08 a

^z0.1% calcium chloride and calcium citrate solution with or without 0.1% ascorbic acid(A.A.) were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with roll paper after treatments and harvested on 160 DAFB.

^yDifferent letters within each column show a significant difference by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 17. Effects of calcium and ascorbic acid spray on skin color development in 'Niitaka' pears.

Treatments ^z	Skin color difference			
	L	a	b	Hue
Untreated	65.17 a	7.10 c	35.67 b	78.78 a
Ca-Chloride	64.69 a	7.35 bc	35.43 b	78.36 ab
Ca-Chloride+A.A.	61.70 a	7.46 bc	35.96 b	78.38 ab
Ca-Citrate	60.37 a	8.51 ab	36.56 ab	76.93 b
Ca-Citrate+A.A.	64.02 a	8.68 a	37.12 a	76.86 b

^z0.1% calcium chloride and calcium citrate solution with or without 0.1% ascorbic acid(A.A.) were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with roll paper after treatments and harvested on 160 DAFB.

^yDifferent letters within each column show a significant difference by Duncan's multiple range test at 5% level.

한편 구연산칼슘처리에 따른 과실내 기능성물질의 변동을 조사하였던 바 칼슘처리 과실에서 항산화물질의 양적차이는 발견되지 않았고 SOD 유사활성은 무처리 과실에 비해 다소 높게 조사되었으나 유의차가 나타나지 않아 0.1%의 구연산칼슘의 1회 처리로서는 기능성물질의 증가에 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다(Table 18). 이는 가식하는 부위인 과육을 대상으로 실험을 실시하였던 결과로 이해되며 추후 칼슘제제별로 중복처리를 통한 기능성물질의 변동을 조사할 예정에 있다.

Table 18. Comparison of functional activity between calcium and untreated Niitaka pear.

Treatment ^z	SOD-like activity (%)	Antioxidant activity (%)
Calcium sprayed	10.1±2.5	21.1±5.1
Untreated	9.2±1.7	21.6±1.7

^z0.1% calcium citrate solution with 0.1% ascorbic acid(A.A.) were sprayed at 30 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with roll paper after treatments and harvested on 160 DAFB.

3.3. 유과기 칼슘 및 예조처리가 저온 저장 중 과실품질 및 생리장해에 미치는 영향

본 시험은 신고 배 저장 중 발생하는 생리장해 경감을 위한 재배적 방법 개발을 위하여 긴급원 칼슘을 조제하고 유과기에 1회 살포하여 작업의 생력화를 도모하고자 실시하였다.

수확기에 조사한 과실 품질을 보면 칼슘처리 과실은 경도가 유의하게 높았고 당산이 공히 높은 과실이었다. 5일간의 예조처리 후 1℃에서 5개월 저장 후에 조사한 결과 칼슘처리구는 여전히 높은 경도를 유지하고 있었다(Table 19). 과피의 색택은 표에는 나타나지 않지만 칼슘처리구의 미려도가 무처리구에 비해 높아 외관평가 지수가 높았고 저온저장 3개월 후에 칼슘처리과의 생리장해를 조사한 결과, 칼슘처리구는 얼룩이, 바람들이, 과심갈변이 나타나지 않았고 5개월 후에도 무처리구에 비해

낮게 조사되어 효과적 이었다(Table 20). 한편 수확 후 예건을 실시하지 않고 즉시 1℃에 입고하여 저온 저장 중 과실품질에 미치는 영향을 5개월 저장 후에 조사한 결과 칼슘처리구는 무처리구에 비해 경도 및 당함량이 유의하게 높고 a값이 낮아 성숙이 지연되었고 (Table 19) 흑변, 얼룩이, 바람들이, 과심갈변률이 현저히 낮아 무예건입고에서도 내적품질이 우수한 것으로 조사되었다 (Table 20).

Table 19. Effects of calcium spray on the fruit quality factors during five months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Treatment ^y		Firmness	TSS	T. Acidity	Color difference		
Calcium	Pre-drying	(kg)	(°Brix)	(%)	L	a	b
<i>Before storage</i>							
Untreated	-	1.122 a	10.9 a	0.093 a	115 a	17.8 a	50.8 a
Calcium spray	-	1.241 a	11.6 a	0.113 a	116 a	19.2 a	51.7 a
<i>After 3 months of storage</i>							
Untreated	Pre-drying	1.130 b	11.3 a	0.088 b	117 a	18.3 b	50.2 a
	None	1.224 a	11.5 a	0.092 a	116 a	20.5 b	51.3 a
Calcium spray	Pre-drying	1.202 a	11.4 a	0.080 b	116 a	18.7 b	51.4 a
	None	1.242 a	12.2 a	0.098 a	116 a	17.1 c	51.6 a
<i>After 5 months of storage</i>							
Untreated	Pre-drying	1.097 b	12.2 a	0.094 a	113 a	21.8 a	50.6 a
	None	1.134 b	11.7 a	0.103 a	114 a	21.6 a	50.0 a
Calcium spray	Pre-drying	1.159 b	11.9 a	0.102 a	114 a	21.4 a	50.9 a
	None	1.265 a	12.6 a	0.122 a	114 a	22.2 a	52.4 a

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with or without 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with "noru" paper bags at 90% RH and 1℃.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 20. Effects of calcium spray on the occurrence of physiological disorder during five months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Treatment ^y		Appearance	Skin contami	Skin blacke-	Light	Pithiness	Core break-
Calcium	Pre-drying	(Index, 0-5)	-nation (%)	ning (%)	black	(%)	down (%)
					-ening (%)		
<i>Before storage</i>							
Untreated	-	4.7±0.1	0	0	0	0	0
Calcium spray	-	4.7±0.1	0	0	0	0	0
<i>After 3 months of storage</i>							
Untreated	Pre-drying	3.5±0.1	20.0±6.9	0	0	0	2.5±2.5
	None	3.5±0.1	17.5±6.1	12.5±5.3	2.5±2.5	0	11.1±5.3
Calcium spray	Pre-drying	3.6±0.1	9.5±6.6	9.5±6.6	0	0	0
	None	3.5±0.1	8.7±6.0	0	0	0	8.7±6.0
<i>After 5 months of storage</i>							
Untreated	Pre-drying	3.5±0.1	21.4±11.4	5.0±5.0	0	10.0±6.9	35.0±10.9
	None	3.3±0.1	13.3±9.1	14.3±7.8	0	4.8±4.8	23.8±9.5
Calcium spray	Pre-drying	3.5±0.1	14.3±9.7	0	0	5.0±5.0	15.0±8.2
	None	3.3±0.1	10.5±7.2	5.3±5.3	0	5.3±5.3	10.5±7.2

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with or without 5 days of pre-drying after harvest and stored in the container boxes with "noru" paper bags at 90% RH and 1°C.

^xData were the average of 20-23 fruits with SE.

3-4. 유과기 칼슘처리 과실의 은나노숯봉지 패대처리의 효과

본 시험은 신고 배 품질 및 저장 중 발생하는 생리장해 경감을 위한 재배적 방법 개발을 위하여 전 실험에서 과실품질 및 저장품질에서 효과를 보인 구연산칼슘을 만개 후 40일에 엽면살포 한 후 전실험에서 개발된 숯처리봉지(활성탄으로 10%처리) 및 활성탄 입자에 은나노를 처리(Kavotec, Korea)한 봉지를 제작하여 수확기에 과실을 공시하였다. 대조구로는 수출전용 노루지를 공시하였다.

수확기에 조사한 과실 품질을 보면 칼슘처리 과실은 무처리구에 비해 전반적으로 경도가 높게 조사되었는데 특히 숯봉지 및 은나노처리 숯봉지를 공시한 처리구에서 유의하게 경도가 높은 경향이였다. 가용성고형물 함량 및 산 함량의 차이는 크지 않았고(Table 21), 선택에도 큰 차이를 보이지 않았다(Table 22).

Table 21. Effects of calcium spray and several paper bags on the fruit quality factors in 'Niitaka' pears^z.

Treatments ^z	Paper bags	Flesh firmness	Soluble solids	Acidity
		(N)	(°Brix)	(%)
Untreated	Roll paper	24.6 c ^y	11.8 a	0.09 ab
	Activated charcoal	25.2 c	11.0 ab	0.10 a
	Ag-nano charcoal	25.6 bc	11.1 ab	0.09 ab
Calcium spray	Roll paper	24.3 c	10.7 b	0.08 b
	Activated charcoal	29.0 a	10.8 b	0.10 ab
	Ag-nano charcoal	28.6 ab	11.2 ab	0.09 ab

^z0.1% calcium citrate solution with 0.1% ascorbic acid(A.A.) were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with each paper bag after calcium spray and harvested on 165 DAFB.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 22. Effects of calcium spray and several paper bags on the fruit skin color development in 'Niitaka' pears^z.

Treatments ^z	Paper bags	L*	a*	b*	Hue value
Untreated	Roll paper	62.15 b ^y	4.69 a	38.69 a	83.04 a
	Activated charcoal	63.15 a	5.33 a	38.19 a	82.04 a
	Ag-nano charcoal	63.23 a	5.46 a	38.42 a	81.92 a
Calcium spray	Roll paper	62.82 ab	5.23 a	38.41 a	82.26 a
	Activated charcoal	63.51 a	5.13 a	38.44 a	82.44 a
	Ag-nano charcoal	63.54 a	4.39 a	38.10 a	83.44 a

^z0.1% calcium citrate solution with 0.1% ascorbic acid(A.A.) were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with each paper bag after calcium spray and harvested on 165 DAFB.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

수확 후 7일간의 예조처리 후 1℃에서 4개월간 저장하면서 과실품질을 조사하였다. 저장 2개월 후의 결과를 보면 칼슘 살포처리구는 봉지의 종류에 관계없이 경도가 높게 조사되었고 외관지수가 높게 평가되었다(Table 23). 가용성고형물함량 및 산함량은 큰 차이를 보이지 않았지만 칼슘처리구에서 전반적으로 산함량이 높은 경향이였다(Table 23). 이러한 경향은 저장 4개월 후에 조사하였던 결과에서도 유사하게 나타났는데 칼슘처리구의 외관평가 지수는 2개월 저장의 경우에 비하여 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 한편 공시하였던 봉지 종류간 차이는 2-4개월의 저장기간 중 유의한 차이를 보여 칼슘처리에 관계없이 활성탄처리 숯봉지와 은나노숯봉지 처리구의 경우 대조구인 노루지에 비하여 외관지수가 높게 조사되었다(Table 24).

Table 23. Effects of charcoal treated paper bags and calcium treatment on fruit quality parameters during 2 months of low temperature storage in 'Niitaka' pears.

Treatments ^z	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (%)	External appearance (Index; 1-5)
Untreated				
Roll paper	24.0 b ^y	11.3 a	0.09 a	3.5 c
Activated charcoal	23.5 b	11.1 a	0.07 b	3.9 b
Nano-Ag charcoal	23.6 b	10.9 a	0.09 a	4.2 b
Calcium treated				
Roll paper	25.5 a	11.2 a	0.10 a	3.8 bc
Activated charcoal	25.6 a	11.1 a	0.10 a	4.1 b
Nano-Ag charcoal	26.5 a	10.9 a	0.08 b	4.5 a

^z0.1% calcium citrate solution with 0.1% ascorbic acid were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with each paper bag after calcium spray and harvested on 165 DAFB. Fruits were stored at 1°C after 7 days of delayed cooling.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 24. Effects of charcoal treated paper bags and calcium treatment on fruit quality parameters during 4 months of low temperature storage in 'Niitaka' pears.

Treatments ^z	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (%)	External appearance (Index; 1-5)
Untreated				
Roll paper	26.1 b ^y	12.2 ab	0.11 a	2.7 b
Activated charcoal	24.9 b	11.6 c	0.09 b	3.4 a
Nano-Ag charcoal	24.6 b	12.0 b	0.09 b	3.4 a
Calcium treated				
Roll paper	24.1 b	12.6 a	0.09 b	2.9 b
Activated charcoal	25.7 b	11.4 c	0.09 b	3.0 ab
Nano-Ag charcoal	30.0 a	11.2 c	0.09 b	3.3 a

^z0.1% calcium citrate solution with 0.1% ascorbic acid were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with each paper bag after calcium spray and harvested on 165 DAFB. Fruits were stored at 1°C after 7 days of delayed cooling.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

한편 칼슘처리 및 봉지간 과피의 색택 차이는 크게 나타나지 않은 것으로 조사되었다(Table 25, 26). 저온저장 2-4개월 후에 칼슘처리 및 봉지간 생리장해 발생률을 조사한 결과, 칼슘처리구는 봉지의 종류에 관계없이 과심갈변의 발생이 유의하게 적은 것으로 조사되었다(Fig. 6). 과심갈변의 발생은 저장기간이 경과되면서 증가하는 경향을 보였는데 4개월 저장 후에는 칼슘처리구는 무처리구에 비해 평균 10% 이상 경감효과를 보였다. 활성화탄처리 숯봉지와 은나노숯봉지 처리구의 과심갈변 경감 효과는 나타나지 않았다. 바람들이의 발생율을 저장 4개월후에 조사한 결과, 과심갈변과 유사한 결과를 보여 칼슘처리구의 발생율이 낮았고 신개발 봉지들의 바람들이 경감효과가 나타나 활성화탄처리 숯봉지와 은나노숯봉지 처리구의 발생률이 12.5 및 13.3%로 노루지의 33.3%에 비해 50% 이상 경감효과를 보였다. 그러나 칼슘을 처리하지 않은 경우에는 경감효과가 나타나지 않았다(Fig. 6).

Table 25. Effects of charcoal treated paper bags and calcium treatment on fruit color during 2 months of low temperature storage in 'Niitaka' pears.

Treatments ^z	L*	a*	b*	h°
Untreated				
Roll paper	62.67 a ^y	7.76 a	39.01 a	78.78 c
Activated charcoal	62.11 a	7.24 ab	38.76 a	79.44 bc
Nano-Ag charcoal	61.47 a	6.13 bc	38.75 a	81.08 ab
Calcium treated				
Roll paper	62.11 a	6.40 bc	38.53 a	80.61 abc
Activated charcoal	62.53 a	6.00 bc	38.33 a	81.17 ab
Nano-Ag charcoal	63.07 a	5.67 c	38.05 a	81.54 a

^z0.1% calcium citrate solution with 0.1% ascorbic acid were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with each paper bag after calcium spray and harvested on 165 DAFB. Fruits were stored at 1°C after 7 days of delayed cooling.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 26. Effects of charcoal treated paper bags and calcium treatment on fruit color during 4 months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears.

Treatments ^z	L*	a*	b*	h°
Untreated				
Roll paper	61.24 a ^y	8.30 a	38.66 ab	77.90 b
Activated charcoal	61.91 a	7.93 a	38.37 abc	78.33 b
Nano-Ag charcoal	62.65 a	8.38 a	39.01 a	77.88 b
Calcium treated				
Roll paper	62.35 a	7.50 ab	38.11 bc	78.88 ab
Activated charcoal	60.67 a	6.57 b	38.80 a	80.40 a
Nano-Ag charcoal	61.94 a	7.31 ab	37.86 c	79.08 ab

^z0.1% calcium citrate solution with 0.1% ascorbic acid were sprayed at 40 days after full bloom in 2007. Fruits were bagged with each paper bag after calcium spray and harvested on 165 DAFB. Fruits were stored at 1°C after 7 days of delayed cooling.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

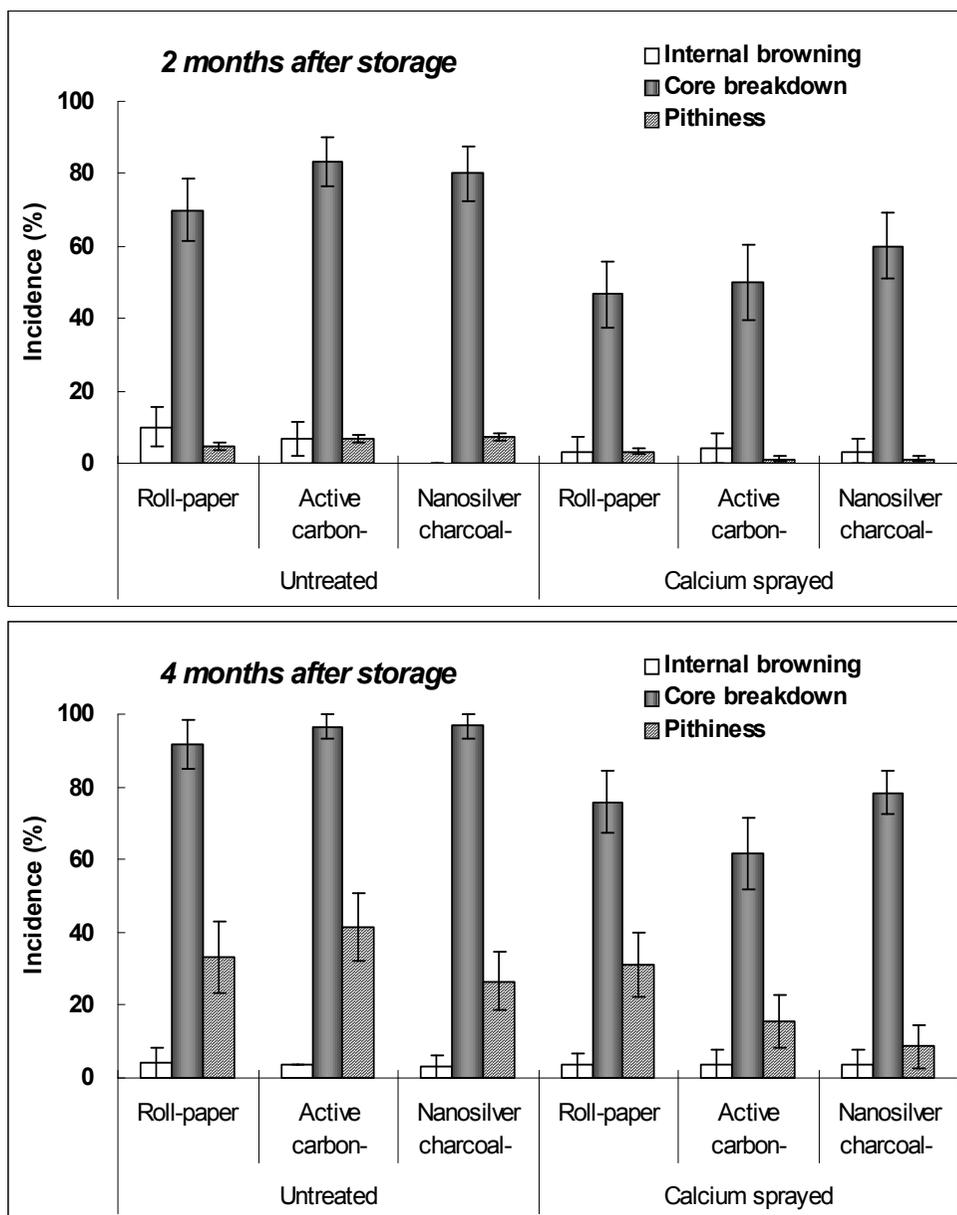


Fig. 6. Effects of charcoal treated paper bags and calcium treatment on the occurrences of internal disorders during 4 months of low temperature storage in 'Niitaka' pears.

4. 저장 전처리 방법이 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향

가. 재료 및 방법

본 시험에서는 수출용 노루지를 공시하여 재배하였던 신고 배 과실을 대상으로 농가에서 관행적으로 실시하고 있는 각종 저장 전 처리들의 장기저장 중 품질변화 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사 분석하기 위하여 여러 가지 저장 처리 방법을 달리 하여 실험하고 그 결과를 분석하였다.

과실을 적숙기에 수확하여 농가 관행 저장처리 방법 중 과실폍지를 제거하지 않고 봉지 채 저장하는 구, 꼭지만 제거하고 저장하는 구, 꼭지를 제거한 후 컨테이너 박스에 polyethylene film (0.03mm)을 넣고 과실을 담아 저장하는 구, 꼭지를 제거한 후 컨테이너 박스에 신문지를 넣고 과실을 담아 저장하는 구, 꼭지를 제거한 후 봉지를 벗기고 저장하는 구, 꼭지를 제거한 후 봉지를 벗기고 컨테이너 박스에 polyethylene film (0.03mm)을 넣고 과실을 담아 저장하는 구, 꼭지를 제거한 후 봉지를 벗기고 컨테이너 박스에 신문지를 넣고 과실을 담아 저장하는 구 등 7개 처리구를 설정하여 5개월간 저장하면서 비교분석하였다.

나. 결과 및 고찰

4.1. 농가 관행 저장 전 처리들의 효과 비교

그 결과, 패대, 제대 처리에 관계없이 PE 및 신문지로 컨테이너박스를 처리한 경우 저장 3개월간 과실 경도가 높게 유지되었으나 당도는 낮은 결과를 보였는데 저장 5개월에는 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 27).

농가에서 관행적으로 처리되고 있는 방법들이 장기저장 중 생리 장해 발생에 미치는 영향을 보면 봉지를 벗기고 신문지를 처리하여 저장한 경우 흑변, 얼룩이, 과심갈변의 발생이 유의하게 낮게 나타났는데 이와 같은 박스에 멸칭처리를 하지 않고 제대만 하여 망에 싸 넣은 경우에는 외관적 요소는 우수하였으나 과심갈변률이 유의하게 높아 봉지를 제거하지 않거나 제거 후 박스에 보조처리를 한 경우에 비교해서 노화가 다소 촉진되는 것으로 보여진다. 또한 봉지를 벗기지 않고 과실을 수확한 상태 그대로 저장한 경우에는 과피의 오염률이 유의하게 높아 농가에서 저장할 경우 회피해야 할 사항으로 사료되었다. 5개월의 장기저장의 결과, PE 처리는 노화에 의해 촉진되는 과심갈변을 낮추어 효과적이었으나 과습으로 인한 흑변의 발생을 조장하는 경향을 보여 농가에서 실용적으로 사용하고 있는 신문지나 비닐을 대체할 새로운 박스 피복재의 개발이 요구되는 것으로 사료되었다 (Table 28).

Table 27. Effects of de-bagging storage with or without PE film and newspaper covering of container boxes on the fruit quality factors during five months of low temp. storage in 'Niitaka' pears ^z.

Treatment ^y	Firmness (N)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
				L	a	b
<i>After 3 months of storage</i>						
Bag with stalk	9.8 c	12.1 a	0.100 a	114 b	24.6 a	52.3 a
Bag without stalk	10.7 ab	11.6 b	0.095 a	115 b	21.0 b	50.5 a
+ PE	11.2 a	10.8 cd	0.100 a	115 b	20.4 b	51.5 a
+ newspaper	11.3 a	11.0 c	0.096 a	117 ab	19.6 b	49.9 a
De-bag without stalk	10.4 bc	12.1 a	0.103 a	116 b	20.9 b	51.7 a
+ PE	11.1 a	10.7 d	0.100 a	118 a	19.4 b	50.6 a
+ newspaper	11.0 ab	10.8 cd	0.093 a	117 ab	18.1 b	50.5 a
<i>After 5 months of storage</i>						
Bag with stalk	11.4 a	12.5 a	0.124 a	110 b	21.6 a	50.5 a
Bag without stalk	11.0 a	11.9 b	0.104 c	111 ab	21.4 a	50.3 a
+ PE	10.9 a	11.7 bc	0.099 c	114 a	23.1 a	51.3 a
+ newspaper	10.8 a	11.7 bc	0.115 b	111 ab	22.1 a	51.0 a
de-bag without stalk	11.1 a	12.3 a	0.127 a	112 a	22.8 a	51.7 a
+ PE	11.0 a	11.1 d	0.117 ab	113 a	22.1 a	50.0 a
+ newspaper	10.8 a	11.4 c	0.109 bc	115 a	21.7 a	51.1 a

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Sunghwan, Cheonan.

^yFruits were stored directly on the day of harvest in the container boxes, the five sides covered with or without polyethylene film (0.03mm) and newspaper at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 28. Effects of de-bagging storage with or without PE film and newspaper covering of container boxes on the appearance and physiological disorders during five months of low temp. storage in 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y	Appearance (Index, 0-5)	Skin contamination (%)	Skin blackening (%)	Skin blackening (Index)	Light blackening (%)	Pithiness (%)	Core breakdown (%)
<i>After 3 months of storage</i>							
Bag with stalk	3.4±0.1	14.7±6.2	14.7±6.2	1.8±0.4	2.9±2.9	2.9±2.9	20.6±7.0
Bag without stalk	3.3±0.1	2.5±2.5	15.0±5.7	1.8±0.5	7.5±4.2	2.5±2.5	30.0±7.3
+ PE	3.5±0.1	2.3±2.3	22.7±6.4	2.2±0.4	6.8±3.8	4.6±3.2	20.5±6.2
+ newspaper	3.5±0.1	2.4±2.4	17.1±5.9	1.7±0.4	2.4±2.4	2.4±2.4	24.4±6.8
de-bag without stalk	3.5±0.1	4.4±3.1	8.9±4.3	1.0±0	0	4.4±3.1	40.0±7.4
+ PE	3.5±0.1	0	11.6±4.9	1.6±0.6	2.3±2.3	0	13.9±5.3
+ newspaper	3.6±0.1	0	4.9±3.4	1.0±0	0	0	17.1±5.9
<i>After 5 months of storage</i>							
Bag with stalk	3.2±0.1	13.3±6.3	15.8±6.0	2.0±0.4	3.3±3.3	6.7±4.6	28.9±7.5
Bag without stalk	3.2±0.1	12.5±5.9	12.5±5.3	1.8±0.5	3.1±3.1	12.5±5.9	32.5±7.5
+ PE	3.3±0.1	9.7±5.4	33.3±7.6	2.2±0.3	3.2±3.2	9.7±5.4	20.5±6.6
+ newspaper	3.4±0.1	2.8±2.8	18.2±5.9	2.3±0.3	2.8±2.8	16.7±6.3	47.7±7.6
de-bag without stalk	3.5±0.1	9.7±5.4	7.7±4.3	2.0±1.0	3.2±3.2	6.5±4.5	35.9±7.8
+ PE	3.4±0.1	11.4±5.5	16.3±5.7	1.9±0.3	5.7±4.0	8.6±4.8	16.3±5.7
+ newspaper	3.3±0.1	11.1±5.3	22.7±6.4	2.3±0.5	2.8±2.8	5.6±3.9	31.8±7.1

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Sunghwan, Cheonan.

^yFruits were stored directly on the day of harvest in the container boxes, the five sides covered with or without polyethylene film (0.03mm) and newspaper at 90% RH and 1°C.

^xData were the average of 38–45 fruits with SE.

결과적으로 저온저장 중 흑변발생을 억제하기 위해서는 수확 후 봉지를 제대하여 망만 싸서 저장하는 것이 바람직하지만 이 경우, 장기저장시에 노화가 촉진될 우려가 커지고 과심갈변이 증가하는 것으로 보여진다. 즉, 과심갈변은 PE로 수분상실을 막은 경우에 적게 발생하는 경향을 보였고 신문지의 경우에도 저장 3개월까지는 효과가 인정되었으나 장기저장에는 신문지처리는 PE처리에 비하여 효과가 떨어지는 것으로 판단된다. 따라서 PE 및 신문지를 대체할 기능성 패드(숯처리 흡습지 등) 개발이 요구되어 다음의 실험을 수행하였다.

4.2. 컨테이너 피복처리가 과신품질 및 생리장해에 미치는 영향

본 시험에서는 전 실험의 결과를 바탕으로 그 결과가 우수하였던 몇 개의 처리를 재시험하고 발생하였던 문제점에 대한 개선법을 제시함으로써 농가 및 APC에서 관행적으로 사용되고 있는 저장법을 개선하고자 실시하였다.



Fig. 7. Treatments: Control, PE, charcoal paper, news paper (from the top left)

전 시험 결과를 바탕으로 컨테이너를 피복 처리하는 방법으로 PE film에 10%의 구멍을 뚫어 환기성을 부여하였고 종이 (폭 395mm, roll paper) 표면에 단면으로 활성탄을 처리하여 컨테이너를 피복하므로써 기존의 신문지 피복에 의한 위생상의 문제 및 부작용을 대체하기 위한 효과를 검토하였다(Fig. 7).

시험결과를 그림 8에서 보면 저장 3개월 후 과실의 경도는 모든 피복처리구에서 무처리구에 비하여 높은 경도를 유지하고 있었고 가용성고형물 및 산함량은 무처리구에 비하여 다소 낮은 경향이였다. 과실 색택의 밝기를 의미하는 색차계로 측정된 L*값은 전 피복처리구에서 높은 경향으로 나타났으며 특히 장기저장 중에 발생하기 쉬운 마른 피해의 전형적 증상인 과피마름의 경우 무처리구에서는 67%, 신문지피복은 34%로 높게 발생되었으나 PE처리구는 전혀 발생하지 않았고, PE에 10% 구멍을 낸 경우(PEP)는 3.3% 활성탄처리 종이를 피복한 경우에는 4.5%로 낮게 나타나 수분감모를 방지하는 효과가 활성탄처리 종이 및 PEP에서도 유의하게 나타났다. 종합적인 과실의 외관 품질지수는 PE, PEP, 숯처리종이에서 높게 조사되었고 무처리구가 가장 떨어지는 것으로 조사되었다.

과실에 발생한 생리장해는 외관적 장해와 내부장해를 구분하여 조사하였다. 처리구당 과실수는 42-64개의 과실을 사용하였다. 과피얼룩의 경우, 활성탄처리종이 피복구가 가장 발생률이 낮아 7% 정도를 보였고 나머지 처리구는 15-22%로 비교적 높은 발생률을 보였다. 과피흑변의 경우, 숯처리종이 11%, 신문지 8%로 종이피복구에서 낮은 발생률을 보였고 PE처리구는 환기를 위한 구멍을 부여한 경우에도 20-21%의 비교적 높은 발생률을 보였다. 부패과의 발생은 매우 적어 신문지의 3%를 제외하고 거의 발생하지 않았다. 결과적으로 본 시험에서 시범 적용하였던 활성탄처리 종이의 경우 흑변 및 얼룩이의 발생을 유의하게 억제하는 효과를 보여 과실의 외관향상에 효과적인 것으로 조사되었다(Fig. 9).

그러나 내부장해를 조사한 결과를 보면 외부공기와의 접촉이 가장 적었던 PE 처리구에서 낮게 조사되었는데 과심갈변의 경우 PE처리구 19%, PEP 처리구 25%로 낮았고 신문지, 무처리 및 활성탄처리종이구가 30-34%로 유사하게 나타났다(Fig 9).

활성탄처리종이의 효과가 외부적 효과와는 반대로 내부적 장해에는 부정적으로 조사되었다.

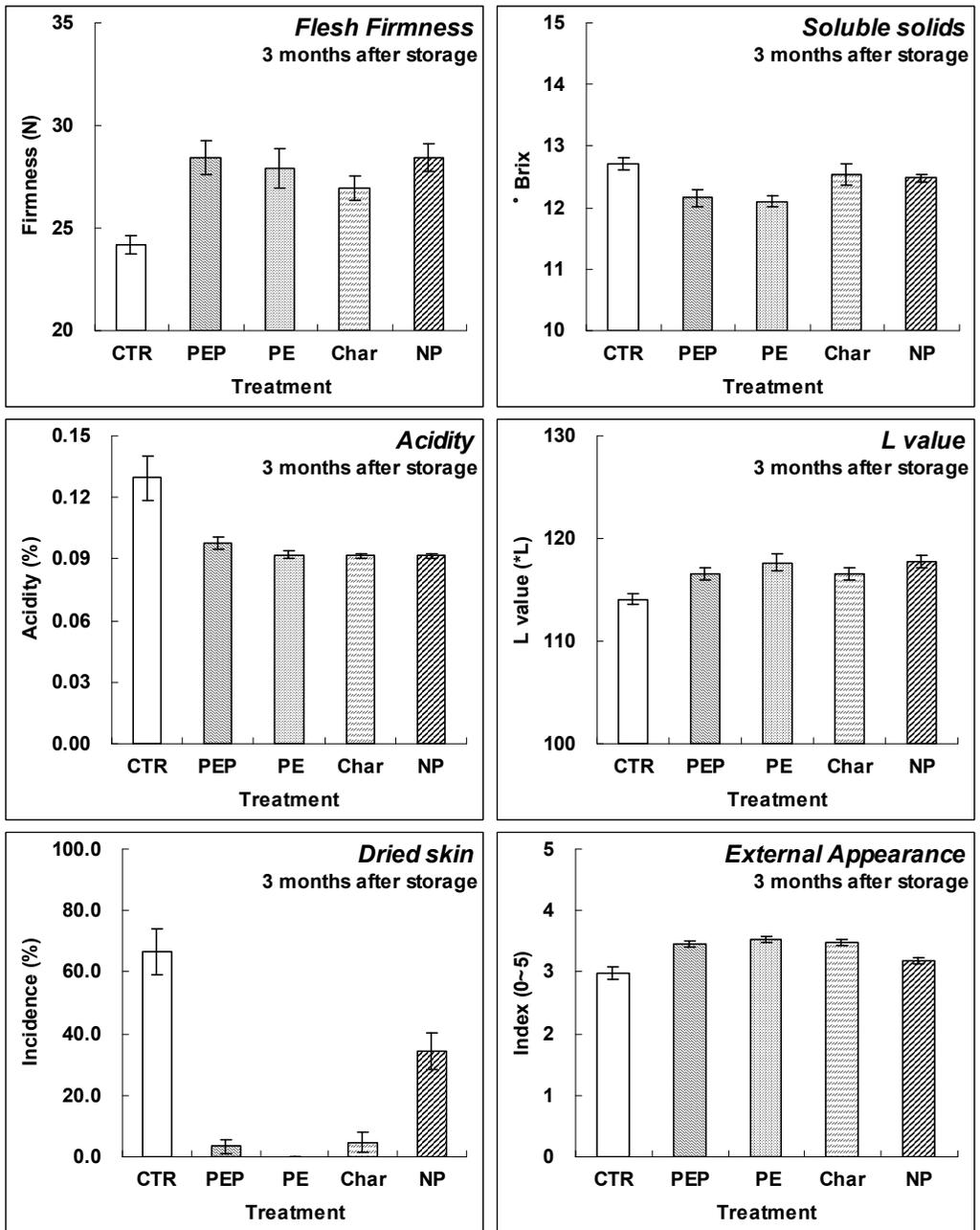


Fig. 8. Comparison of fruit quality among various storage treatment during three months of storage in 'Niitaka' pears. CTR: Control, PEP: PE puncture, PE: polyethylene film, Char: charcoal paper, NP: news paper.

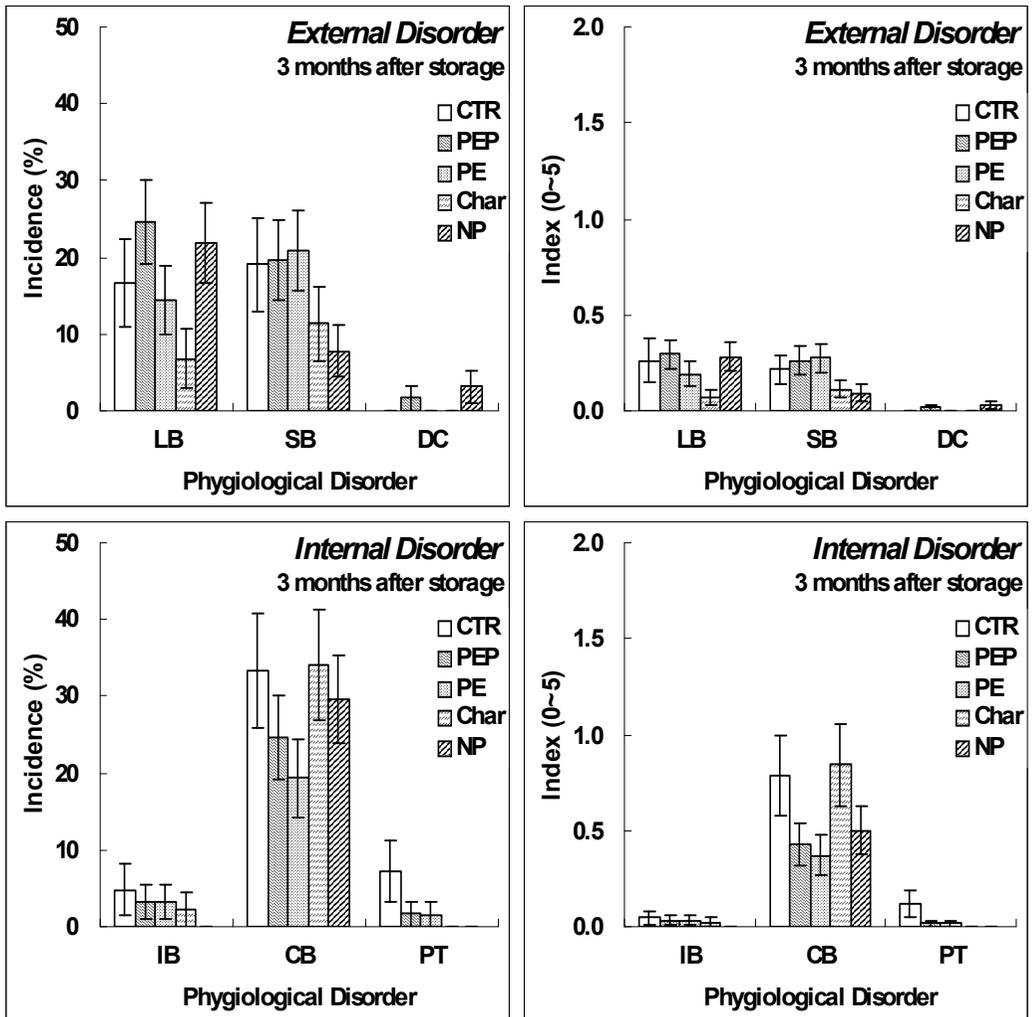


Fig. 9. Comparison of physiological disorders among various storage treatment during 3 month of storage in 'Nitaka' pears. CTR: Control, PEP: PE puncture, PE: polyethylene film, Char: charcoal paper, NP: news paper. LB: light skin browning, SB: Skin blackening, DC: decay, IB: internal breakdown, CB: core breakdown, PT: pithiness

4.3. 선과라인내 UV 살균시스템 도입을 위한 타당성 검토

수출 배에 대한 품질요소 이외의 문제점으로는 수출 배의 현지유통 전 해충 검출에 따른 클레임 발생을 들 수 있는데 검역지연 및 폐기 처리에 따른 경제적 손실이 크다. 현재 배 수출과정에서 이루어지고 있는 작업은 과실을 선별라인에 올리기 전 봉지를 벗겨 1차 인력선별을 하고 탈봉 후 air로 공기세척을 실시함으로써 과실에 부착되어 있는 벌레나 이물질을 제거하고 있다(Fig. 10). 선별된 과실들은 수출용 5kg들이 종이박스에 포장되어 일정기간 저온저장을 거친 후 선적되어 수출과정을 거치게 된다. 배의 수출에는 미주의 경우 약 20-30일간의 기간이 소요되므로 저장, 수송 및 상온유통기간 중 내부과육갈변, 과심갈변, 과피열룩 등 생리장해의 발생이 잦아 바이어들이 어려움을 호소하고 있다. 그래서 저장기간 중의 생리장해 경감을 통한 상품성의 제고가 절실한 시점이다. 본 시험에서는 이를 해결하기 위한 수확후 처리방법의 하나로 UV 및 ozone처리의 효과를 살펴보고자 한다. 자외선(UV-C)은 1801년 독일의 화학자 J.W.리터가 자외선이 가지는 사진작용에서 처음 발견하였다. 약 397~10nm에 이르는 파장으로 된 넓은 범위의 전자기파의 총칭으로서, 극단적으로 파장이 짧은 자외선은 X선과 거의 구별되지 않는다. 자외선은 여러 기능이 있는데 자외선의 4대 작용으로 광화학 반응, 흥반현상, 살균작용, 오존발생이 있다. 자외선은 식물의 여러 가지 생리적 병원균의 발육을 억제시키는 것으로 알려져 있다. 내병성을 증진시키는 물질인 phytoalexin의 합성역시 자외선의 영향을 받는다. 두 번째로 ozone은 상온에서는 약간 청색을 띠는 기체이나, 액체가 될 때는 흑청색, 고체가 될 때는 암자색을 띤다. 특이한 냄새가 나며, 공기 속에 0.0002%만 존재해도 냄새를 감지할 수 있다. 극장·학교·병원 등에서 산소에 분해되는 성질을 이용하여 공기의 정화(淨化)에 사용되며 살균작용에 의한 음료수 소독, 표백이나 유기화합물의 구조 결정 등에 사용되고 있다. 인체에 독성이 있어 장시간 흡입하면 호흡기관을 해치므로 주의해야 한다. 오존은 여러 가지 기능을 가지고 있는데 강한 산화력에 의한 살균, 에틸렌분해, 농약 등 물질분해 효과가 있는 것으로 알려졌다.

이러한 UV 및 ozone의 장점을 이용하여 본 실험에서는 자외선과 오존처리를 통한 살균처리 기술 개발을 위하여 기계를 제작하여 살균공정의 체계화 가능성을 검토하고 저장 중 품질변화와 생리장해 발생에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다.



Fig. 10. Cleaning chamber for sanitation of pears using air pressure

수출용 노루지를 패대하여 재배한 신고를 적숙기에 수확하여 5일간 예조 후 UV 및 오존램프(Philips, USA)를 장착한 특수제작 살균기에 20개씩 넣고 각각 5분간 살균처리 후 저온 저장고에 입고하였다(Fig. 11). 입고 후 4개월간 과실 품질변화 및 생리장해 발생률을 조사하였다. 2-4개월 저장 중 UV처리구가 무처리나 오존처리구에 비하여 경도 및 당도가 다소 높게 유지되고 감모율이 유의차는 없었으나 낮게 조사되었다. 결국 5분간의 UV-C 처리가 과실중 감소에는 영향을 미치지 않아 수출용 배의 품위 유지를 위한 긍정적인 결과를 보였다. 산함량 및 과피의 색도변화 등 기타 품질요인에의 영향은 크게 나타나지 않았다(Table 29).



Fig. 11. Picture of UV or O₃ treatment

한편 4개월간의 저장기간 중 생리장해 발생을 조사한 결과, 오존처리는 다소 부작용을 보여 비교적 단기간인 2개월 저장 후에 과심갈변과실이 많이 발생하였다. 저장 4개월 후에는 UV처리 효과를 보이지 않았으므로 UV처리는 단기간을 목표로 수행하는 것이 바람직하다고 사료되었다(Table 30).

Table 29. Effects of UV-C and ozone on the fruit quality factors during four months of low temperature storage in 'Nitaka' pears^z.

Treatment ^y	Wt. loss (%)	Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
					L	a	b
<i>Before storage</i>							
Untreated	-	1.122	10.9	0.093	115	17.8	50.8
<i>After 2 months of storage</i>							
Control	4.81 a ^x	1.108 ab	11.8 a	0.158 a	114 a	23.5 a	52.8 a
UV-C	4.71 a	1.199 a	12.2 a	0.177 a	114 a	20.9 a	51.2 a
Ozone	5.19 a	1.064 b	11.9 a	0.155 a	114 a	22.3 a	51.5 a
<i>After 4 months of storage</i>							
Control	6.60 a	0.927 c	11.9 a	0.084 a	113 b	22.7 b	52.4 b
UV-C	5.53 a	1.190 a	11.9 a	0.077 a	112 a	23.7 a	57.9 a
Ozone	6.27 a	1.086 b	11.8 a	0.084 a	113 b	24.8 ab	53.4 b

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yUV-C and ozone were treated in the chamber equipped with lamps for 5 min at R. T., and stored in the paper boxes at 90% RH and 1°C right after treatment.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 30. Effects of UV-C and ozone on the appearance and physiological disorders during four months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Treatment ^y	Appearance (Index, 0-5)	Pithiness (%)	Core break- down (%)	Decay (%)
<i>Before storage</i>				
Untreated	4.8	0	0	0
<i>After 2 months of storage</i>				
Control	4.4 a ^x	0	5.0±5.0 ^w	15.0±8.2
UV-C	4.6 a	0	5.0±5.0	0
Ozone	4.5 a	10.0±6.9	30.0±10.5	0
<i>After 4 months of storage</i>				
Control	3.4 a	30.0±10.5	35.0±10.9	15.0±8.2
UV-C	3.4 a	40.0±11.2	30.0±10.5	15.0±8.2
Ozone	3.5 a	35.0±10.9	40.0±11.2	15.0±8.2

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yUV-C and ozone were treated in the chamber equipped with lamps for 5 min at R. T., and stored in the paper boxes at 90% RH and 1°C right after treatment.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

^wData were the average of 20 fruits with SE.

한편 지베렐린 도포제를 사용하여 국내 유통을 위한 신고 배를 대상으로 실험을 수행한 결과를 보면 수출용 과실과 마찬가지로 4개월 저장 중 오존 및 UV처리구에서 경도가 다소 높게 유지되었으나 기타 요인들은 처리 간에 큰 차이는 없으므로 조사되었다(Table 31). 그러나 저장 중 생리장해 발생률은 큰 차이를 보여 오존 처리는 저장 4개월 후에 과심갈변과 바람들이의 발생을 조장하였고 부패율도 지베렐린을 도포하지 않은 수출용 과실에 비하여 다소 높게 발생하였다(Table 32). 그러나 UV 처리의 경우, 2개월까지의 단기저장에서 긍정적인 효과를 보여 수출용 과실을 대상으로 수행하였던 실험과 유사한 결과를 도출하였다.

Table 31. Effects of UV-C and ozone on the fruit quality factors during four months of low temperature storage in GA-treated 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y	Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
				L	a	b
<i><u>Before storage</u></i>						
Untreated	1.236	10.9	0.109	117	17.5	50.8
<i><u>After 2 months of storage</u></i>						
Control	1.248 a	12.4 a	0.157 a	112 a	26.6 a	50.6 a
UV-C	1.195 a	12.0 a	0.158 a	115 a	24.3 b	49.7 a
Ozone	1.292 a	11.7 a	0.152 a	113 a	25.6 ab	50.3 a
<i><u>After 4 months of storage</u></i>						
Control	1.293 b	11.6 a	0.097 a	112 b	26.4 a	51.7 a
UV-C	1.365 ab	11.1 a	0.102 a	114 a	25.7 b	51.7 a
Ozone	1.388 a	11.5 a	0.109 a	111 b	26.7 ab	51.5 a

^zSamples were harvested on Sep. 24, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yUV-C and ozone were treated in the chamber equipped with lamps for 5 min at R. T., and stored in the paper boxes at 90% RH and 1°C right after treatment.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 32. Effects of UV-C and ozone on the appearance and physiological disorders during four months of low temperature storage in GA-treated 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y	Appearance (Index, 0-5)	Pithiness (%)	Core break- down (%)	Decay (%)
<i>Before storage</i>				
Untreated	4.8	0	0	0
<i>After 2 months of storage</i>				
Control	4.5 a ^x	10.0±6.9 ^w	0	15.0±8.2
UV-C	4.5 a	5.0±5.0	0	15.0±8.2
Ozone	4.4 a	0	20.0±9.2	0
<i>After 4 months of storage</i>				
Control	3.4 a	30.0±6.9	20.0±9.2	15.0±8.2
UV-C	3.4 a	25.0±9.9	25.0±9.9	15.0±8.2
Ozone	3.4 a	38.5±9.7	38.5±9.7	20.0±9.2

^zSamples were harvested on Sep. 24, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yUV-C and ozone were treated in the chamber equipped with lamps for 5 min at R. T., and stored in the paper boxes at 90% RH and 1°C right after treatment.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

^wData were the average of 20 fruits with SE.

4.4. UV 및 오존처리가 수출기간 중 생리장해 및 과실품질에 미치는 영향

과실 수확 후 선과에서 포장에 이르는 일련의 과정들이 선과장에서 진행된다. 따라서 과실의 수확후 처리를 효과적으로 하나의 라인상에서 진행하는 것은 비용의 절감을 위해 매우 중요하다. 이에 본 시험에서는 수출을 위한 선적 후 수송 및 유통

기간 중의 과실의 생리장해경감 및 신선도, 안전성의 확보를 위한 실험을 위해 UV/Ozone 살균기(Fig. 12)를 이용하여 과실을 처리하고 수출전용 박스에 입고하였다(Fig. 13).



Fig. 12. Boxing for simulated marketing of UV/O₃ treated pears.

UV를 이용한 저장 전 처리의 가능성을 살피고자 수행하였던 전 실험 결과를 보면 UV-C 및 오존램프(Philips, USA)를 장착한 살균기에 5분간 살균처리 후 저온 저장고에 입고 후 4개월간 과실 품질변화 및 생리장해 발생률을 조사하였던 결과, UV 처리의 경우 2개월까지의 단기저장에서 긍정적인 효과를 보인 바 있으나 오존 처리는 저장 4개월 후에 과심갈변과 바람들이의 발생을 조장하였으므로 본 시험에서는 UV를 2분, 오존을 1분으로 제한하여 재 수행하였다. 본 실험에서는 수출기간인 1개월 내외에서의 변화를 검토하였고 수확 이후 수출하지 못하고 익년 1-2월에 수출작업을 하게 되는 저온저장 과실을 대상으로 같은 처리를 수행하여 저장되었던 과실에 대한 살균효과 및 품위에 미치는 영향을 검토하였다.

수확 후 처리하여 25일간 1℃에서 저장(simulated transportation)하고 5일간 상온유통(simulated marketing)을 실시하였던 경우, 저장실험 결과와 유사한 결과를 보였는데 과실의 외관, 가용성고형물, 경도 등 전 품질인자들의 수준이 무처리구에 대비하여 유사하게 나타나 (Fig. 13) 살균처리에 의한 부작용은 관찰되지 않았다. 수송 및 유통 시물레이션 기간 중의 생리장해 발생에 미치는 영향을 Fig 12에서 보면 장기저장실험 결과와 유사하게 UV-C 처리구에서 과피얼룩의 발생이 다소 경감되었으나 과심갈변은 다소간 증가된 결과를 보여 (Fig. 14) 문제점으로 대두되었다. 과피 흑변은 전처리구에서 관찰되지 않았는데(미발표) 이는 과실을 수확 후 충분히 예조

하였고 종이 박스에 저장하면서 화선지 내지를 사용하여 과실을 이중 포장하였기
때문으로 추측된다.

한편 2개월 저온저장되었던 과실을 대상으로 실시한 처리시험의 결과를 보면 산
함량이 감소된 상태를 제외하고는 수확직후 처리하였던 결과와 유사한 품질변화를
보였다 (Fig. 15). 다만 2개월 저장한 결과로 전반적으로 외관 지수가 떨어졌고 생리
장해의 발생도 무처리와 차이를 보이지 않았는데 특히 무처리구를 포함한 전 처리
구에서 과심갈변이 수확 후에 즉시 처리하여 모의수출을 실시하였던 경우(Fig. 14)
에 비하여 4배 이상 유의하게 증가한 결과를 보였다 (Fig. 16).

종합적으로 보면 UV처리는 과실의 외관적 가치를 상승하는 효과를 보이고 있으
며 수출을 담당하고 있는 업체에서 해외바이어들에게 홍보하는 측면 즉 한국에서
생산되어 수출되는 신고 배의 경우 박스에 입고하기 전 최소한의 위생처리를 실시
하고 있다는 점을 부각하여 마케팅 측면에서 이용한다면 상당한 긍정적 효과를 보
일 것으로 생각된다. 그러나 수출 신고 배의 내외적 품위를 상승시키고 안정적인 수
출을 위해서는 가급적 수확 후 빠른 시간 내에 과실을 선별, 포장하여 수출하는 것
이 바람직하며 장기간 저장 후에 재선별, 포장하여 수출하는 것은 내부적 생리장해
가 증가한다는 측면에서 더욱 더 철저한 선별 과정이 뒷받침 되어야 할 것으로 사
료된다.

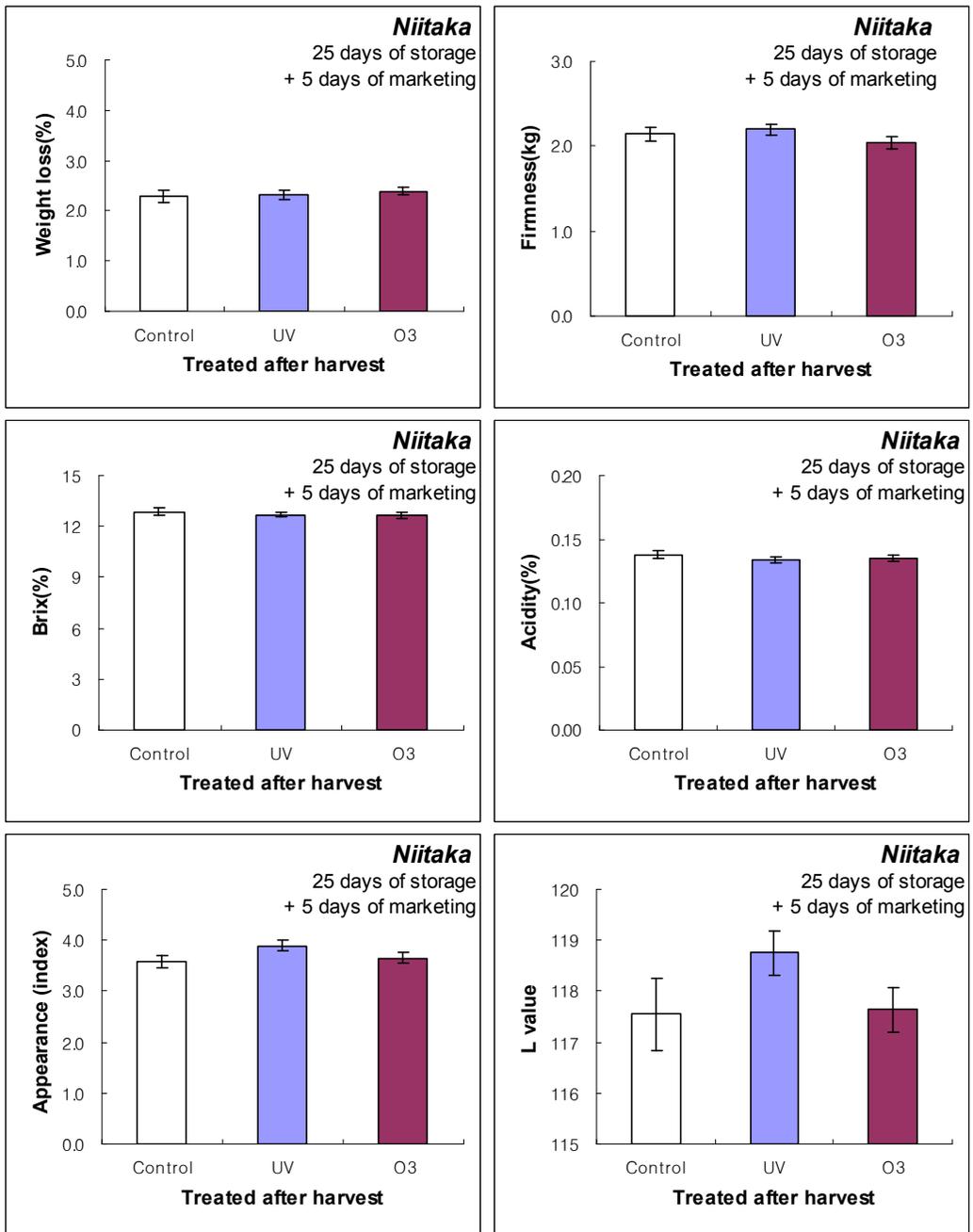


Fig. 13. Comparison of fruit quality between UV-C and ozone sterilization treatment during 25 days of storage and 5 days of simulated marketing in 'Niitaka' pears.

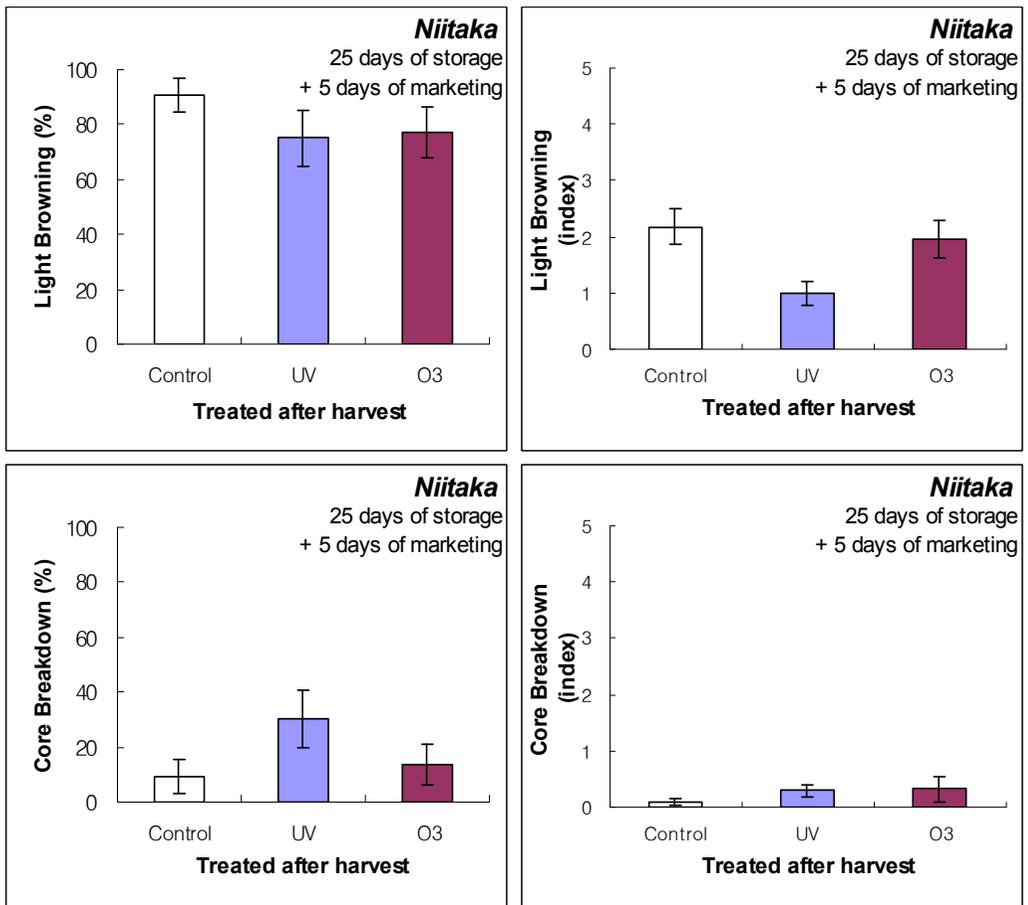


Fig. 14. Comparison of physiological disorders between UV-C and ozone sterilization treatment during 25 days of storage and 5 days of simulated marketing in 'Niiitaka' pears.

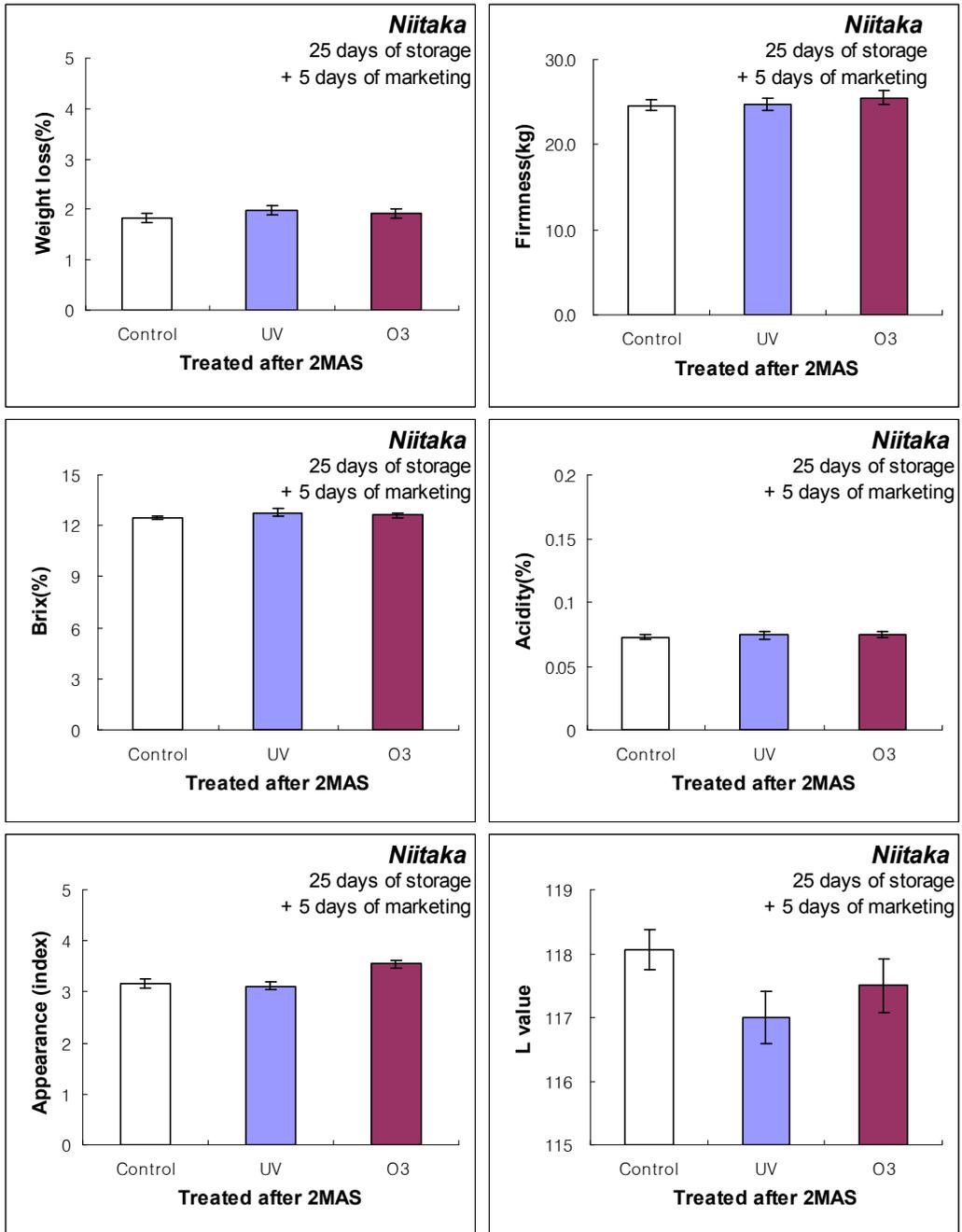


Fig. 15. Comparison of fruit quality between UV-C and ozone sterilization treatment during 25 days of storage and 5 days of simulated marketing in 'Niiitaka' pears stored two months in low temperature.

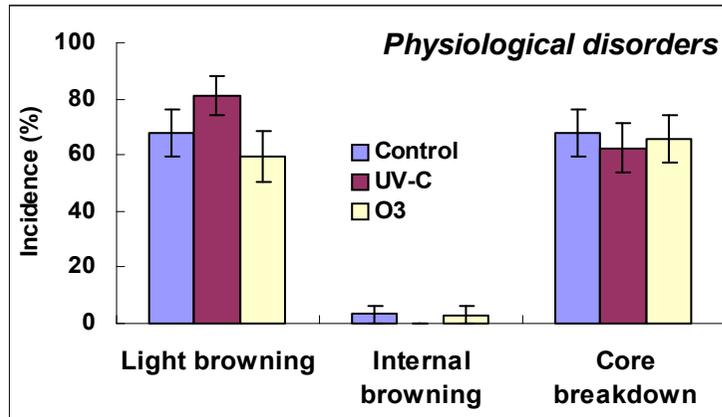


Fig. 16. Occurrence of physiological disorders between UV-C and ozone sterilization treatment during 25 days of storage and 5 days of simulated marketing in 'Nitaka' pears stored two months in low temperature.

5. 유통기간 중 신선도 유지를 위한 포장방법의 개선

배 과실은 수확 후 즉시 선별하여 수출작업이 이루어지거나 장단기간의 저온저장을 거친 후 수출작업이 이루어진다. 대개의 경우 계약물량을 미리 작업하여 박스포장(5kg)을 한 후 즉시 수출하거나 일정기간 저온저장(1℃) 후 수출과정을 거친다.

또한 수출 중에는 온도를 저온(1℃) 으로 유지하여 수출하고 유통과정을 거치면서 상온 상태로 방치되므로 온도가 변하는 다양한 환경변화를 접하게 된다. 이 과정을 겪으면서 과실은 결로현상이 나타나는데 과실 품온과 외기온의 차이가 클수록 결로가 심하게 발생한다 (Fig. 17). 따라서 종이 박스 내의 과실은 과습하게 되어 과실의 변질을 조장하는 결과를 유발할 수 있으므로 개선이 요망되고 있다..

가. 재료 및 방법

본 시험에서는 여러 가지 박스내장재를 이용하여 박스 내 습도 조절효과를 살펴
고 과일품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향을 살펴보고자 실시하였다. 실리카겔, 카
본세라믹, 에틸렌제거제, 활성탄을 4g 씩 포장하여 수출용 종이박스에 넣고 저온저
장 및 상온유통기간 중의 품질변화 및 생리장해 발생률을 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

5.1 수출기간 중 신선도유지를 위한 내장재들의 효과 구명

각 처리제들이 박스내에서 흡수하였던 총 수분의 양을 40일간의 저온저장 (수
송시물레이션)과 5일간의 모의유통기간을 부여한 후 조사한 결과 에틸렌제거제는
1.25g 으로 거의 수분을 흡착하지 않았으나 실리카겔은 8.75g의 수분을 박스 내에서
흡수하여 흡습성이 가장 높게 나타났다 (Fig. 18).



Fig. 17. Wet inner paper (top-left), fruit skin (top-right) by sweating
during simulated marketing and treated material (bottom).

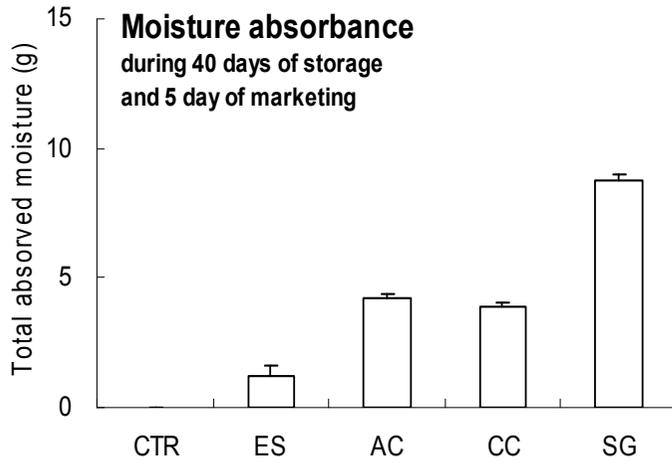


Fig. 18. Ability of moisture absorption by several absorbents. CTR: untreated, ES: ethylene scrubber, AC: activated charcoal, CC: carbon ceramic, SG: silica gel.

이들 흡습제들이 수송 및 유통기간 후의 과일 품질에 미친 영향을 보면(Fig. 19) 과육경도, 가용성고형물, 산함량 등의 품질요인에 미친 영향은 크게 나타나지 않았다. 과실의 외관은 실리카겔에서 다소 떨어지는 것으로 조사되었고 carbon ceramic 처리구가 가장 높은 외관지수를 보였다. carbon ceramic의 경우, 물성과 식미가 다른 처리구에 비하여 전체적으로 우수하였는데 실리카겔의 경우 다소 과도한 수분상실로 인한 외관 점수가 낮게 나타났다.

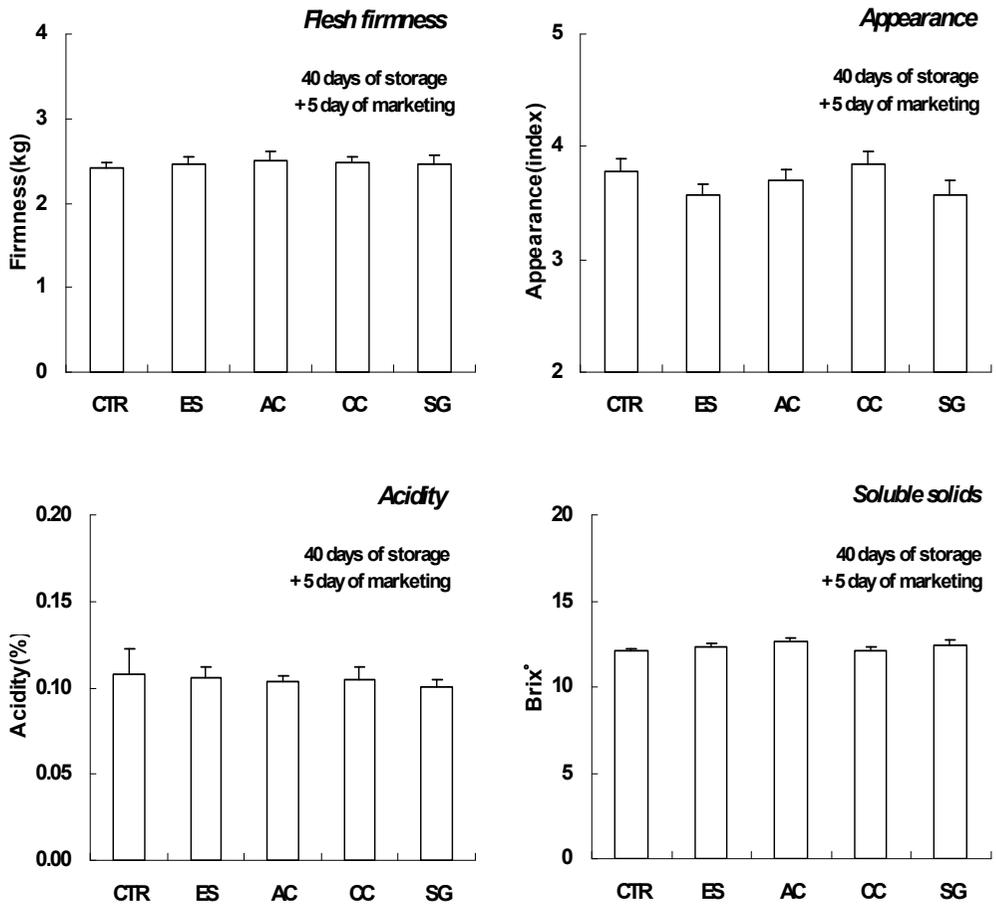


Fig. 19. Comparison of fruit quality among various absorbents during 40 days of storage and 5 days of simulated marketing in 'Niiitaka' pears. CTR: untreated, ES: ethylene scrubber, AC: activated charcoal, CC: carbon ceramic, SG: silica gel.

본 시험에서 기대하였던 바는 저온저장 (수송) 이후에 유통과정에서 접하게 되는 고온에 의한 과실의 팍흠(결로) 발생이 과실의 품질을 악화시키고 생리장해의 발생을 유도한다는 가정하에서 다양한 종류의 흡습제를 처리한 것이었으나 시험 결과

흡습능력을 가진 어떠한 종류의 제제들도 생리장해를 유의하게 감소시키거나(Fig. 20) 결로에 의해서 무처리 과실의 내외부 생리장해의 발생유도가 적었다는 점에서 결로에 의해 직접적으로 외부적 생리장해가 유도된다는 점은 타당하지 않다는 결론을 내릴수가 있고 에틸렌흡착능력을 보유한 ethylene scrubber 혹은 활성탄 및 carbon ceramic 처리가 다소간 생리장해 억제 효과는 보였지만 기대한 만큼 유의한 효과를 보이지 않았다.

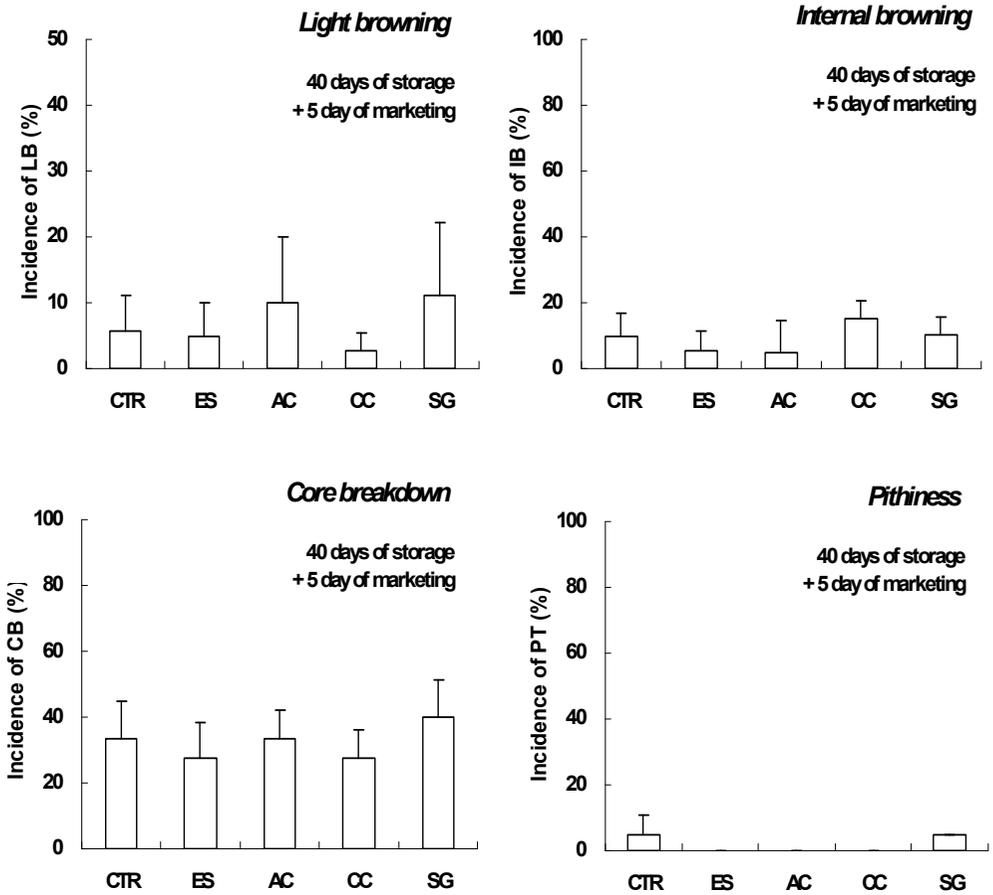


Fig. 20. Comparison of physiological disorders among various absorbents during 40 days of storage and 5 days of simulated marketing in 'Niiitaka' pears. CTR: untreated, ES: ethylene scrubber, AC: activated charcoal, CC: carbon ceramic, SG: silica gel.

5.2. 숯함유 포장 패드의 개발 타당성 검토

본 실험은 수출용 종이박스 내에 사용되고 있는 종이패드에 기능성을 부여하여 박스 내 미기상조절과 가스환경의 개선 및 살균효과 부여를 통한 저온 장기저장 중의 과실 품질 증진 및 생리장해 방지를 위해 실시하였다. 숯(백탄)을 처리한 패드를 삽입하였고 최근 살균효과를 가지고 있는 것으로 알려진 광물질 중에서 Illite 및 Phylite 돌가루를 종이패드에 처리하여 그 효과를 검토하였다.

처리 후 3개월간 저온저장한 결과 과실 품질요인에 미치는 영향은 전 처리구에서 거의 나타나지 않았고 오히려 당도 및 외관 품질이 떨어지는 결과를 보였다 (Fig. 21).

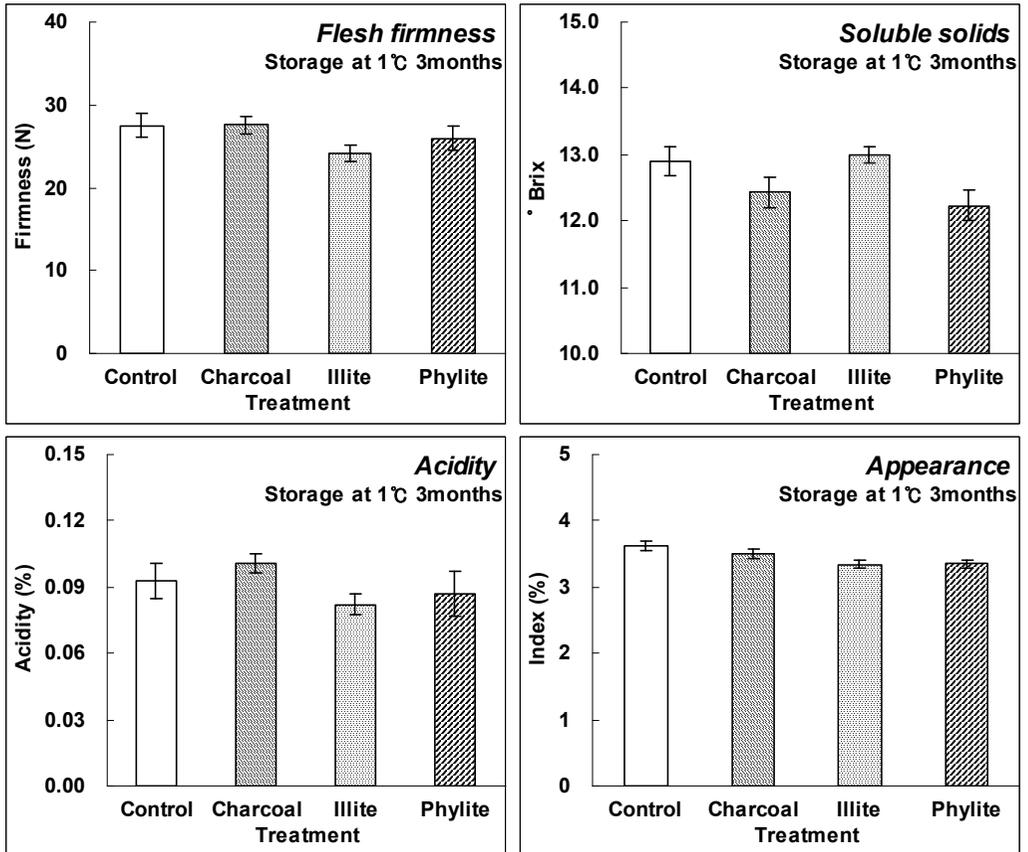


Fig. 21. Comparison of fruit quality among various pad treatment during three months of storage in 'Niitaka'.

생리장애의 발생 특히 과피얼룩을 포함하는 생리장애의 발생에 대한 억제영향이 전혀 나타나지 않았고 오히려 증가하는 경향을 보였는데 (Fig. 22) 이는 패드에 각종 물질들을 처리하면서 접착력 증진을 위해 접착제를 사용하였기 때문에 패드가 가지고 있는 표면의 기공들을 막아 박스 내 과실 주변의 습도의 증가 혹은 가스환경의 변화에 기인하는 것으로 추측되며 Illite 및 Phylite와 같은 광물질 살균제의 효과는 기대하였던 것보다 떨어지는 것으로 조사되었다.

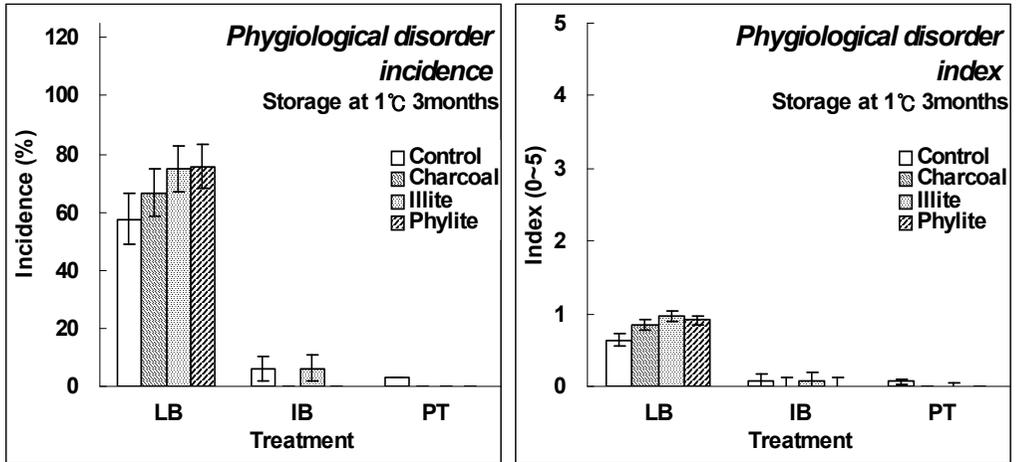


Fig. 22. Comparison of physiological disorders among various pad treatment during three months of storage in 'Niiitaka'.

II. 배의 에틸렌 감수성과 스트레스관련 생리변화 추적

1. 1-MCP 및 에틸렌처리가 신고배의 저장 중 생리장해 및 품질에 미치는 영향

배 과실에서 내부적으로 발생하는 과육, 과심갈변 및 외부적 장해인 과피얼룩 등의 생리장해들은 노화와 관련되는 증상이므로 보편적으로 노화호르몬인 에틸렌과 관련을 지을 수 있는데 에틸렌은 조직의 노화에 직접적인 영향을 미쳐 저장환경에서 에틸렌 제거는 긍정적인 효과가 있는 것으로 평가되고 있다(Van Eijden, 1992). 그러나 서양배는 성숙과 수확 후 생리적 특성이 동양배와 다르며 특히 동양배에서도 품종에 따라 에틸렌 생합성율과 호흡 등의 패턴에 차이를 보이므로 신고를 비롯한 국내 재배 품종에 적용하기 어려운 점이 있다(Cheng과 He, 1993; Itai 등, 1999, Ning 등, 1997; Ohkawa 등, 1998; Saltveit, 1999; Satoh 등, 2000; Tian 등, 1992; Wei 등, 1994; Yang 등, 1997). 1-MCP는 에틸렌작용억제제로 이미 사과를 비롯한 많은 과실류에 적용되고 있으며 우리나라에서도 많은 연구가 진행 중에 있다. 본 시험에서는 에틸렌 100 ppm 및 1-MCP 1000 ppb 처리가 신고 배의 과실 품질 및 생리장해의 발생에 어떻게 영향하는지를 살펴보고자 실시하였다.

가. 재료 및 방법

적숙기에 과실을 수확하여 선별한 후 30L 들이 플라스틱 컨테이너에 넣고 상온에서 에틸렌 및 1-MCP를 6시간 처리한 후 밀폐통을 개봉하여 환기시킨 후 15kg 들이 종이박스에 넣어 2개월간 1°C에 저장한 후 분석하였다.

나. 결과 및 고찰

저장 2개월 후의 감모율, 경도, 가용성고형물, 산함량 등 품질 인자들의 영향은 눈에 띄게 차이는 없었으나 호흡률은 1-MCP 처리 과실이 유의하게 낮았으며 과실의 밝기를 시사하는 색차계의 L* 값이 유의하게 높게 유지되어 어느 정도 1-MCP의 효과가 인정되었다 (Table 33). 한편 생리장해의 발생에 현저한 효과를 보여 과피얼룩과 과육갈변이 유의하게 억제되었고 바람들이 발생이 전혀 나타나지 않아 매우 효과적인 것으로 조사되었는데 에틸렌 100ppm 처리구는 13.3%가 바람들이 장해가 발생하였다. 과심갈변률도 무처리 33%, 에틸렌 47%에 비하여 1-MCP 처리구는 7% 수준에 머물러 매우 효과적이었다(Table 34).

Table 33. Effects of ethylene and 1-MCP on the fruit quality during two months of storage in 'Niitaka' pears.

Treatment	Weight loss (%)	Flesh firmness (N)	soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (%)
<i>Before storage</i>				
Untreated	-	11.1±0.4 ^z	10.9±0.1	0.09±0.00
<i>2 months after storage</i>				
Control	5.4±0.2	10.2±0.7	11.9±0.1	0.10±0.00
C ₂ H ₄ 100	4.6±0.8	10.7±0.8	12.2±0.1	0.08±0.00
1-MCP 1000	5.1±0.4	10.2±0.7	11.9±0.1	0.09±0.00

^z Data were the average of 20–38 ± S.E.

Table 34. Effects of ethylene and 1-MCP on the skin color development during two months of storage in 'Niitaka' pears.

Treatment	L*	a*	b*	h°
<i>Before storage</i>				
Untreated	114.5±1.1 ^z	17.7±0.5	50.7±0.6	70.8±0.4
<i>2 months after storage</i>				
Control	113.2±0.4	21.8±0.4	51.0±0.5	66.9±0.5
C ₂ H ₄ 100	112.8±0.6	23.7±0.6	51.2±0.7	65.2±0.5
1-MCP 1000	114.2±0.9	22.2±0.4	51.1±0.6	66.4±0.3

^z Data were the average of 20–38 ± S.E.

Table 35. Effects of ethylene and 1-MCP on the physiological disorders and respiration rate during two months of storage in 'Niitaka' pears.

Treatment	Light browning	Pithiness	Core breakdown	Respiration
	Index(0-5)	Incidence(%)	Incidence(%)	CO ₂ Product(%)
<i>Before storage</i>				
Untreated	-	-	-	0.81±0.09 ^z
<i>2 months after storage</i>				
Control	0.9±0.3	8.3	33.3	0.73±0.01
C ₂ H ₄ 100	1.5±0.4	13.3	46.6	0.75±0.03
1-MCP 1000	0.3±0.1	0.0	7.1	0.64±0.01

^z Data were the average of 20–38 ± S.E.

2. 물리적 충격이 신고 배의 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향

성숙기에 이른 배는 수확 과정 및 수확 후 취급과정에서 여러가지 스트레스를 받는다. 예를 들면 수확과정에서의 손의 압력에 의한 과육의 손상, 수확용 플라스틱 트레이에 과적되면서 과실끼리 주고받는 물리적 충격, 수확한 과실의 이동 중에 플라스틱 트레이 내에서의 충격, 과원에서 선과장까지 이동중 받게 되는 흔들림에 의한 충격, 선과장에서 선과라인을 이동하거나 선과후 중량식선별 장치를 지나면서 던져지는 충격 등 다양한 요인들에 의해 과실의 잠재적 결점을 증가시키게 된다.

배의 결점 중 외부적 결점들은 수확 중 폐기되거나 선과과정에서 배제되므로 큰 문제가 없지만 눈에 보이지 않는 잠재적 결점들은 과실에 저장기간을 거치면서 서서히 피해가 나타나므로 특히 장기저장 후 많은 문제점을 유발할 수 있다.

가. 재료 및 방법

본 시험에서는 위와 같은 문제점을 해결하기 위하여 수확한 신고 배에 인위적으로 물리적 충격 처리를 부여하고 저온 저장 중 과실품질에 미치는 영향을 살피기 위하여 적숙기에 과실을 수확하여 선과라인 상에서 물리적 충격시험을 실시하였다.

처리방법은 과실을 천안배원예농협 선과장에서 선과용 컨베이어 상에 올려놓고

1.2m 길이에 5도 경사도를 가진 면으로 과실을 선과스프링의 속도로 굴러서 서로 압상이 일어나도록 처리하였다. 처리후 과실을 땅에 싸 컨테이너 박스에 넣고 저장하면서 과실의 품질변화 및 생리장해 발생 양상을 조사하였다. 처리된 과실은 1℃ (상대습도 90%) 저장고에 넣은 후 4개월간 저장하였다.

나. 결과 및 고찰

저장 2개월 후 조사한 결과 처리한 과실 중 69.1%가 압상을 유지하고 있었고 경도 및 당, 산 등 품질의 차이는 무처리구와 차이를 보이지 않았다 (Table 36). 그러나 저장 4개월 후 조사결과 압상비율이 42.6%로 2개월 저장보다 줄어 충격에 의한 외부적 압상 표징은 저장기간이 증가하면서 다소 줄어드는 것으로 조사되었다(Fig. 23).

그러나 외관적 가치의 하락, 흑변, 과심갈변, 바람들이 등 생리장해의 유의한 증가가 관찰되었다(Table 37). 특히 과심갈변은 무처리구 대비 3배 이상 증가하였고 저장 4개월의 결과를 보면 압상과에서 바람들이의 발생이 높아 노화가 촉진되었음을 알 수 있었다. 따라서 과실의 품질을 보전하고 저장 중에 나타나는 여러 가지 생리장해의 발생을 억제하기 위해서는 가급적이면 수확 후 선별, 포장, 수송 중에 발생할 수 있는 과실의 물리적 스트레스를 줄이는 것이 필요하다고 판단된다.



Fig. 23. Wound fruit (left) and healed fruit (right)

Table 36. Effects of physical damage on the fruit quality factors during four months of low temperature storage in 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y	Damaged fruit (%)	Damage (Index)	Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
						L	a	b
<i><u>Before storage</u></i>								
Untreated			1.122	10.9	0.093	115	17.8	50.8
<i><u>After 2 months of storage</u></i>								
Sound	-	-	1.224 a ^x	11.5 a	0.092 a	116 a	20.5 a	51.3 a
Damaged	69.1±7.2 ^w	2.0±0.2	1.236 a	11.3 a	0.090 a	114 a	21.7 a	50.2 a
<i><u>After 4 months of storage</u></i>								
Sound	-	-	1.134 a	11.7 a	0.103 a	114 a	21.6 a	50.0 a
Damaged	42.6±6.8	1.9±0.2	1.089 a	11.5 a	0.100 a	111 a	22.3 a	51.7 a

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with rolling damages on the fruit sorting line (1.2m distance, 5° slope) and stored in the container boxes with net covers at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

^wData were the average of 60–63 fruits with SE.

Table 37. Effects of physical damage on the appearance and physiological disorders during four months of low temperature storage in 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y	Appearance (Index, 0-5)	Skin blacke- ning (%)	Pithiness (%)	Core break- down (%)	Core break- down (Index)
<i><u>Before storage</u></i>					
Untreated	4.7±0.1 ^x	0	0	0	0
<i><u>After 2 months of storage</u></i>					
Sound	3.5±0.1	12.5±5.3	0	11.1±5.3	1.0±0.0
Damaged	3.2±0.1	26.2±6.9	4.8±3.3	33.3±7.4	1.4±0.2
<i><u>After 4 months of storage</u></i>					
Sound	3.3±0.1	14.3±7.8	4.8±4.8	23.8±9.5	1.5±0.2
Damaged	3.0±0.1	22.2±5.7	11.1±4.3	31.5±6.3	1.5±0.2

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yFruits were treated with rolling damages on the fruit sorting line (1.2m distance, 5° slope) and stored in the container boxes with net covers at 90% RH and 1°C.

^xData were the average of 20–63 fruits with SE.

3. 1-MCP 처리가 물리적 충격 및 수출기간 중 과실 품질에 미치는 영향

앞에서 언급한 것처럼 배의 수확 및 수확 후에 받는 물리적 스트레스에 의해 나타나는 품질 악화를 막고 수출용 배 과실의 품질을 보전하는 일은 매우 중요하다. 즉 물리적으로 스트레스를 받은 과실의 저장 중에 나타나는 여러 가지 생리장해의 발생을 억제하기 위해서는 무엇보다도 수확 후 선별, 포장, 수송 중에 발생할 수 있는 과실의 물리적 스트레스를 줄이는 것이 필요하며 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 에틸렌작용 억제제인 1-MCP 처리를 수행하였다.

가. 재료 및 방법

1-MCP 처리의 기본은 고체의 1-MCP powder를 기체상태로 기화시켜 6-12시간 처리하도록 매뉴얼에 나와 있으나 농가에서 현실적으로 적용하는데는 농도계산이나 밀폐시설 등의 복잡한 과정때문에 실용화가 어려운 실정이다.

따라서 본 시험에서는 1-MCP powder를 물에 녹여 1000 ppb 액체상태로 만들고 과실표면에 스프레이한 후 자연건조하여 박스포장하거나(이하, 살포처리) 박스 내에 과실을 넣은 후 포장박스 볼륨을 계산하여 총량으로 1000 ppb가 발생되도록 농도를 조정하여 직접 분사한 후 포장(이하, 박스처리)하여 고유의 1-MCP 효과가 나타나는지 검토하고자 실시하였다.

나. 결과 및 고찰

시험 결과를 보면, 충격처리 후 1개월간의 모의수출기간 중 과실경도는 유의하게 감소하였는데 건전과에 대한 1-MCP 처리 효과는 1000 ppb 살포처리(1-MCP I)에 비해 박스처리(1-MCP II)가 경도 유지효과가 높았다. 한편 물리적 충격을 받은 조직부위의 경도회복 효과는 기대한 만큼 크지는 않았지만 다소간 높게 나타났다. 충격을 받은 과실은 건전과에 비하여 감모량이 많았고 1-MCP 처리효과는 나타나지 않았다(Fig. 24). 충격을 받은 과실의 경우 저장기간의 경과에 따라 상처가 자연적으로 회복되는 것을 확인한 바 있는데(Table 36) 본 시험에서 1-MCP를 사용한 경우 처리 방법에 관계없이 30일 저온저장 이후에 무처리구 대비 20% 이상 발생량이 줄어들어 상처회복에 어느 정도 효과를 보이는 것으로 판단된다.

물리적 충격을 부여받은 과실에 대한 1-MCP 살포 및 박스내처리가 모의수출기간 중 생리장해 발생에 미치는 영향을 조사하였다.

고농도의 1-MCP 용액을 단위공간의 종이박스내의 과실에 스프레이하고 테이핑

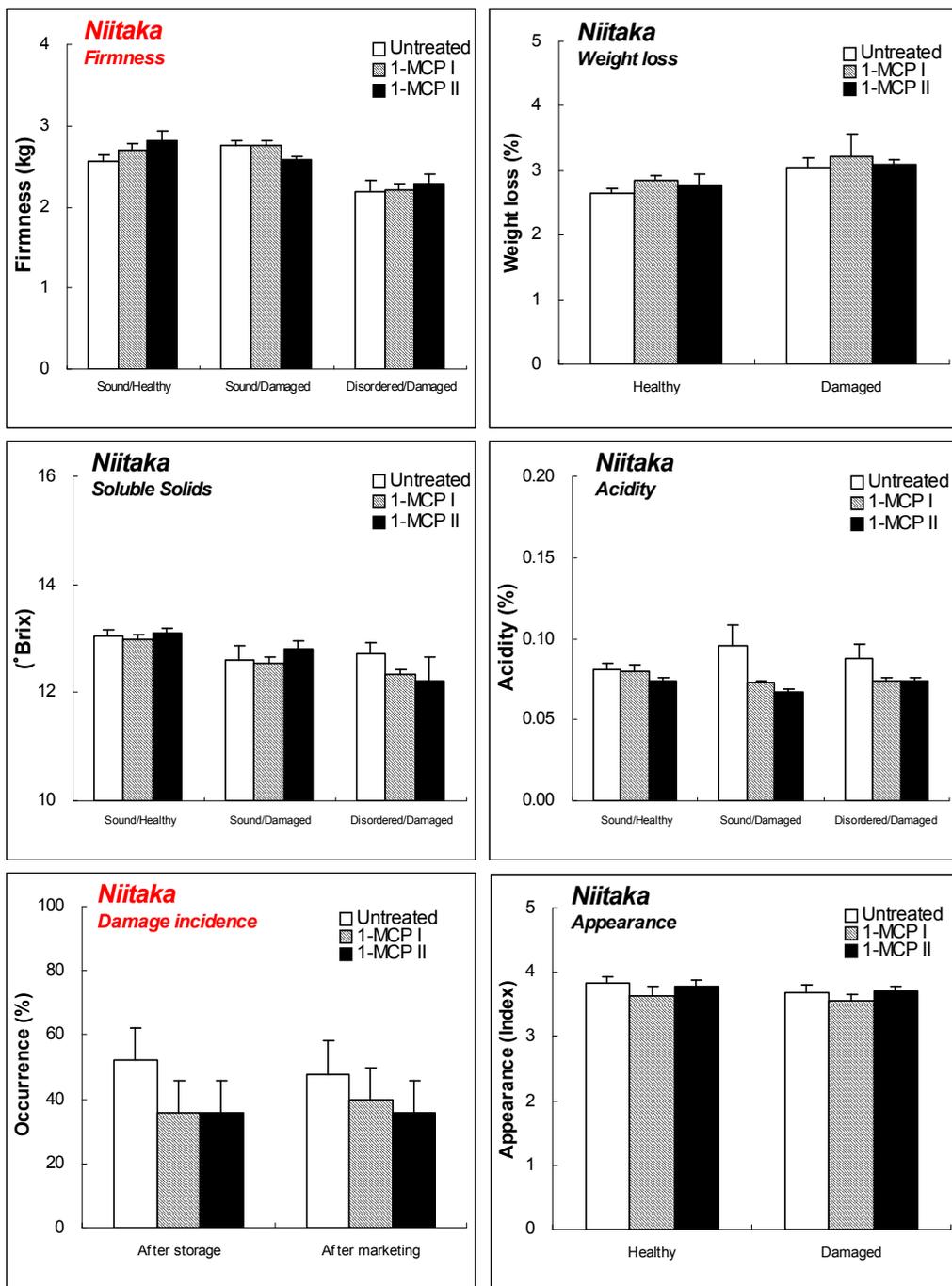


Fig. 24. Effects of 1-MCP treatment on the fruit quality during one month of simulated exportation at 1°C in mechanically damaged 'Niitaka' pears.

하였던 1-MCP 박스처리(1-MCP II)는 충격처리를 실시하지 않은 건전과의 경우 유의차는 없었으나 과피얼룩을 다소간 억제시켰으며 충격과에 대해서는 효과를 나타내지 않았다(Fig. 25). 과육갈변의 경우 1-MCP 박스처리는 전혀 발생되지 않아 매우 효과적이었는데 바람들이는 충격장해를 받은 과실에서만 관찰되었고 충격장해를 받은 경우에도 1-MCP 박스처리는 유의하게 발생이 억제되었다. 과심갈변의 발생은 압상처리구의 경우 무처리 대비 유의하게 증가하였고 1-MCP 처리는 과심갈변의 경감에는 효과를 나타내지 않았다(Fig. 25). 본 시험의 결과 1-MCP의 경우 물리적으로 충격을 받은 과실의 저장 및 수출기간 중 과실의 품위유지를 위해 긍정적인 효과를 보였으나 처리비용에 대한 경제성 분석은 추후 반드시 선행되어야 할 것으로 사료되었다.

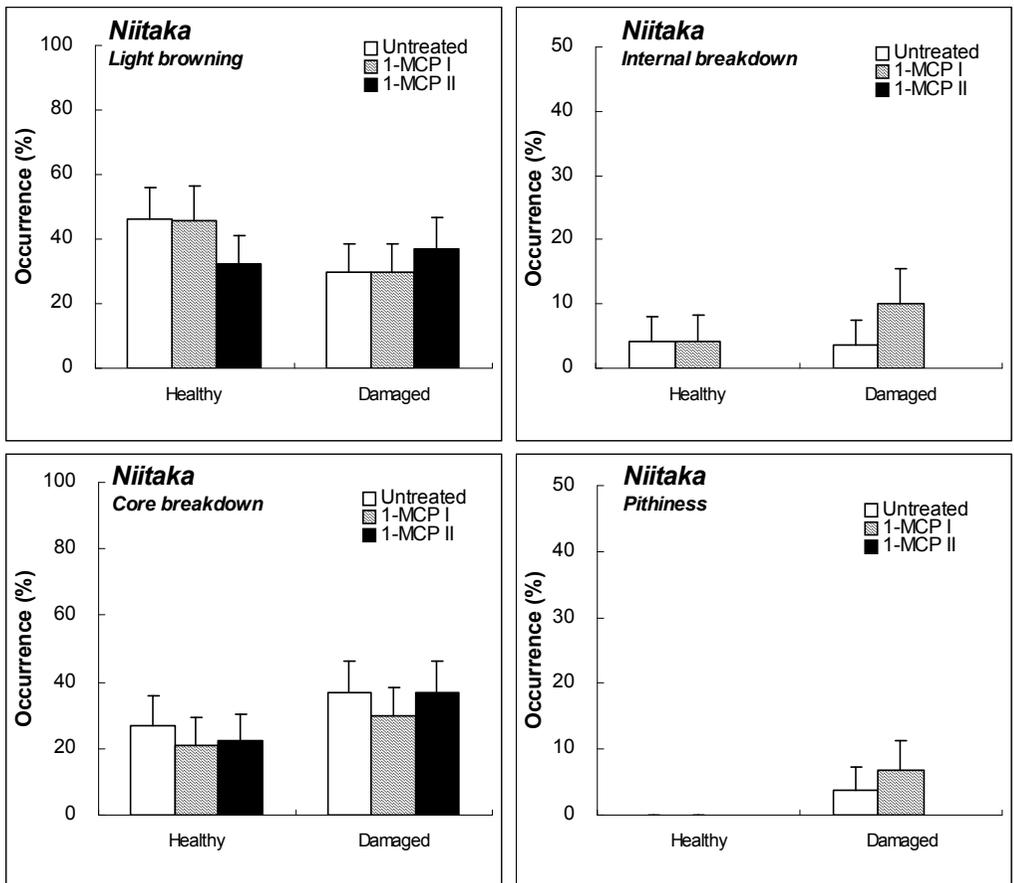


Fig. 25. Effects of 1-MCP treatment on the physiological disorder during one month of simulated exportation in mechanically damaged 'Niiitaka' pears.

4. 저장전 온도스트레스가 신고 배의 저장 중 품질 및 생리장해에 미치는 영향

신고 배는 숙기가 10월초, 중순으로 비교적 온도가 낮은 시기에 수확되지만 해에 따라 추석이 이른 해에는 9월중, 하순 수확하게 된다. 즉 비교적 온도가 높은 상태에서 수확되고 최소 수일-10일간의 예조기간을 거치게 된다.

예조를 위한 별도의 시설이 있는 경우 혹은 충분한 저장고 공간이 있는 경우에는 비교적 온도를 낮추어 예조를 거치게 되지만 과원의 한편에서 비닐을 덮어씌우고 야적하는 경우에는 비교적 높은 온도에 노출되며 이후 일반 농가의 경우에서 처럼 과실의 감모를 우려하여 바로 저온저장고에 입고되는 경우에는 급격한 저온에 접하게 되는 온도스트레스를 받게된다. 반대로 일정기간의 저온저장(1℃)을 거친 과실은 필요에 따라 출고하여 상온에 노출되고 상품화를 위한 작업을 진행하게 되므로 온도차에 의한 결로 피해 등 스트레스를 받게 된다.

가. 재료 및 방법

본 시험에서는 과실이 부여받는 스트레스 중에서 눈에 보이지 않는 온도 쇼크에 대한 과실의 반응을 검토하고 대책을 마련하고자 수확 후 저장고에 입고하기 전 온도 순화처리를 통한 과실의 저온 스트레스 반응 시험을 실시하였다.

온도처리는 수확 후 5일간 20℃에서 예조 후, 즉시 1℃에 저장한 구, 예조 후 4℃에서 3일 경과 후 1℃에 저장한 구, 예조 후 8℃에서 3일 경과한 후 1℃에 저장한 구 및 예조 후 12℃에서 3일 경과한 후 1℃에 저장한 구 등을 두고 4개월간 저장하였다.

나. 결과 및 고찰

온도 스트레스에 따른 과실품질의 변화를 4개월간 조사한 결과를 보면 과실의 경도는 예조 후 온도순화 처리를 하지 않고 바로 1℃에 저장한 경우 유의하게 경도가 낮았다. 반면에 12℃에서 3일 경과 후 1℃에 저장한 구가 가장 높았고 4℃에서 3일 경과 후 1℃에 저장한 처리구가 다음으로 높았다. 기타 당, 산, 설탕 등의 품질요인은 처리간 차이를 보이지 않았으나 8℃에서 3일간 순화처리가 저장 4개월 후 당도를 높게 유지하는 경향이였다(Table 38). 저장 중 생리장해 발생률은 예조 후 저온 충격이 적었던 12℃ 처리구에서 발생률이 낮은 것으로 나타났다. 저장 2개월의 조사 결과에는 예조 후 저온 순화 온도가 높았던 경우가 생리장해 발생률이 낮아 12℃ 처리구의 과실이 가장 양호하였고 저장 4개월에도 양호한 품질을 유지하였다. 또한 과심갈변의 경우에도 저장4개월 후 조사결과를 보면 4, 8℃ 순화처리가 비교적 발생

률이 낮았다 (Table 39).

Table 38. Effects of temperature acclimation on the fruit quality factors during four months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Treatment ^y	Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
				L	a	b
<i>After 2 months of storage</i>						
No acclimation	1.033 c ^x	12.4 ab	0.084 b	113 a	23.4 a	46.2 a
3 days at 4°C	1.225 b	11.8 b	0.081 b	112 a	23.9 a	47.2 a
3 days at 8°C	1.296 ab	12.7 ab	0.080 b	113 a	23.5 a	48.4 a
3 days at 12°C	1.397 a	13.1 a	0.096 a	113 a	23.7 a	47.0 a
<i>After 4 months of storage</i>						
No acclimation	0.849 c	11.6 b	0.091 b	112 a	23.9 a	51.3 a
3 days at 4°C	1.131 a	11.6 b	0.097 ab	111 a	22.4 a	50.0 a
3 days at 8°C	1.006 b	12.3 a	0.100 ab	112 a	22.4 a	50.7 a
3 days at 12°C	1.170 a	11.5 b	0.114 a	112 a	23.9 a	51.4 a

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yTemperature acclimation treatment were conducted after 5 days of room temperature cooling after harvest and then, acclimated at each selected low temperature for 3 days and finally stored in the container boxes at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 39. Effects of temperature acclimation on the appearance and physiological disorders during four months of low temperature storage in 'Niiitaka' pears^z.

Treatment ^y	Appearance (Index, 0-5)	Skin blackening (%)	Pithiness (%)	Core break-down (%)	Decay (%)
<i>After 2 months of storage</i>					
No acclimation	4.4 b ^x	24.0±8.7 ^w	10.0±6.9	4.0±4.0	4.0±4.0
3 days at 4°C	4.7 a	0	8.0±5.5	4.0±4.0	4.0±4.0
3 days at 8°C	4.5 ab	0	0	8.0±5.5	4.0±4.0
3 days at 12°C	4.5 ab	0	0	0	8.0±8.0
<i>After 4 months of storage</i>					
No acclimation	3.5 a	10.0±6.9	80.0±9.2	80.0±9.2	15.0±8.2
3 days at 4°C	3.4 a	10.0±6.9	45.0±11.4	50.0±11.5	15.0±8.2
3 days at 8°C	3.5 a	5.0±5.0	50.0±11.5	50.0±11.5	15.0±8.2
3 days at 12°C	3.6 a	5.0±5.0	40.0±11.2	75.0±9.9	10.0±6.9

^zSamples were harvested on Oct. 15, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yTemperature acclimation treatment were conducted after 5 days of room temperature cooling after harvest and then, acclimated at each selected low temperature for 3 days and finally stored in the container boxes at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

^wData were the average of 20 fruits with SE.

한편 많은 농가에서 과실비대를 촉진시키기 위하여 사용하고 있는 지베렐린도포제를 처리한 신고에 있어 온도 순화처리를 통한 과실의 저온 스트레스 반응 시험을 실시한 결과, 과실의 경도는 예조 후 4°C에서 3일 경과 후 1°C에 저장한 구가 가장 높았고 다른 처리간에는 큰 차이를 보이지 않았다 (Table 40). 저장 중 생리장해 발생률은 예조 후 저온 충격이 적었던 8°C 및 12°C 처리구에서 발생률이 낮은 것으로 나타났다 (Table 41).

이상의 결과를 종합하면 수확 후 과실을 1°C에 저온저장하기 전 예조온도는 8°C 정도로 유지하여 처리하고 이후 1°C로 온도를 내리는 것이 바람직하며 특히 온도순화가 없이 직접 1°C로 온도를 내리는 경우에는 경도의 감소 및 저장생리장해가 증가하는 것으로 사료된다.

Table 40. Effects of temperature acclimation on the fruit quality factors during four months of low temperature storage in GA-treated 'Niiitaka' pears^z.

Treatment ^y	Firmness (kg)	TSS (°Brix)	T. Acidity (%)	Color difference		
				L	a	b
<i>After 2 months of storage</i>						
No acclimation	1.276 a ^x	11.9 a	0.169 a	113 a	25.9 a	50.7 a
3 days at 4°C	1.316 a	11.6 a	0.159 ab	115 a	25.0 a	51.1 a
3 days at 8°C	1.190 a	11.6 a	0.148 bc	115 a	24.9 a	49.4 a
3 days at 12°C	1.190 a	12.1 a	0.143 c	113 a	24.7 a	48.3 a
<i>After 4 months of storage</i>						
No acclimation	1.310 b ^x	11.4 b	0.099 b	111 a	26.9 a	51.4 a
3 days at 4°C	1.399 a	11.6 ab	0.100 b	112 a	25.9 a	51.5 a
3 days at 8°C	1.221 c	11.5 ab	0.122 a	114 a	24.4 a	50.9 a
3 days at 12°C	1.301 b	12.2 a	0.115 ab	112 a	26.7 a	51.2 a

^zSamples were harvested on Sep. 24, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yTemperature acclimation treatment were conducted after 5 days of room temperature cooling after harvest and then, acclimated at each selected low temperature for 3 days and finally stored in the container boxes at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

Table 41. Effects of temperature acclimation on the appearance and physiological disorders during four months of low temperature storage in GA-treated 'Niitaka' pears^z.

Treatment ^y	Appearance (Index, 0-5)	Skin blackening (%)	Pithiness (%)	Core break-down (%)	Decay (%)
<i>After 2 months of storage</i>					
No acclimation	4.3 b ^x	10.0±6.9 ^w	10.0±6.9	40.0±11.2	5.0±5.0
3 days at 4°C	4.8 a	0	8.0±5.5	36.0±9.8	0
3 days at 8°C	4.5 ab	0	0	24.0±8.7	0
3 days at 12°C	4.5 ab	4.0±4.0	0	4.0±4.0	0
<i>After 4 months of storage</i>					
No acclimation	3.4 a	10.0±6.9	30.0±10.5	70.0±10.5	10.0±6.9
3 days at 4°C	3.5 a	5.0±5.0	30.0±10.5	70.0±10.5	15.0±8.2
3 days at 8°C	3.4 a	5.0±5.0	10.0±6.9	40.0±11.2	10.0±6.9
3 days at 12°C	3.6 a	5.0±5.0	40.0±11.2	40.0±11.2	10.0±6.9

^zSamples were harvested on Sep. 24, 2005 in the private orchard of Seonghwan, Chonan.

^yTemperature acclimation treatment were conducted after 5 days of room temperature cooling after harvest and then, acclimated at each selected low temperature for 3 days and finally stored in the container boxes at 90% RH and 1°C.

^xMean separation within columns and same investigated date by DMRT at 5% level.

^wData were the average of 20–30 fruits with SE.

5. 수출배의 유통지역 온도 스트레스가 과신품질에 미치는 영향

수출용 신고 배는 수출되어 외국 현지의 소비자들에게 공급되기까지 수확 후부터 일정기간의 저장, 선적, 수송기간을 거치게 되는데 이때 저온(1℃)을 경과하게 된다. 현재 수출지역을 보면 미국, 캐나다, 러시아, 대만, 동남아시아 등으로 수출대상국별로 심한 계절적 차이를 보여 유통온도가 제각각인 경우가 많으며 특히 고온에서 유통되면서 과실이 받게 되는 스트레스가 문제가 된다. 앞에서 언급한 것처럼 이 과정을 겪으면서 과실에는 품온차이에 의한 땀흘림(결로)현상이 나타나는데 과실 품온과 외기온의 차이가 클수록 결로가 심하게 발생하여 품질의 악화는 물론 부패균 노출시 완전히 품위를 상실하게 되며 소비자들의 신뢰를 상실하므로 한국산 과실의 이미지에 큰 타격을 입힐수도 있다.

본 실험에서는 장시간의 저온을 경과한 과실들이 온도가 다른 유통현지에서 받게 되는 고온 스트레스를 인위적으로 설정하여 과실반응을 검정하므로써 유통온도 및 유통한계기간 설정을 위한 기초자료로 활용하고자 실시하였다.

가. 재료 및 방법

과실은 적숙기인 10월 9일 수확하여 7일간의 예조기간을 거친 후 즉시 수출하지 못하고 2개월간 저온저장하였던 과실을 공시하였다. 12월 16일 저장고에서 과실을 꺼내어 박스포장하고 수출용 종이박스에 과실을 담아 다시 30일간 1℃에 저장하면서 모의수출기간을 경과시켰다. 과실을 박스에서 꺼내어 무게를 측정한 후 유통온도를 10, 20, 30℃로 각각 설정된 성장상에 24개의 박스를 넣어 5일 및 10일간 유통과정(shelf life)을 부여한 후 품질 및 생리장해 발생을 조사하였다.

나. 결과 및 고찰

유통지역의 고온 스트레스에 따른 감모율은 유통온도가 높을수록 증가하였는데 5일간 감모율은 온도처리구간 유의차가 없었으나 10일이 경과된 경우 30℃에 유통된 경우에는 10℃에 비해 3배 이상 감모율이 증가하여 온도에 따른 고도의 유의성이 인정되었다(Table 42).

과신품질의 변화를 조사한 결과를 보면 과실의 경도, 당도는 5-10일간의 모의유통 기간에는 온도에 따른 유의성이 인정되지 않았지만 유통기간이 경과할수록 경도가 떨어지는 경향을 나타내었다. 산함량은 유통온도간 차이가 나타나지 않았다. 한편 외관적 선택을 조사한 결과 유통온도가 높을수록 명도가 낮아 탁한 과피색을 보였고 a 값이 높아 hue값이 떨어져 구매선호도가 떨어지는 것으로 나타났다(Table 43).

유통 중 생리장해 발생률은 고온에서 유통될수록 발생률이 높게 조사되었는데 과 피얼룩, 과육갈변, 바람들이의 발생은 유통온도 및 유통기간이 증가할수록 발생률이 증가하는 경향이었고 부패과실의 발생은 10℃에서 유통된 경우 10일간 전혀 발생하지 않았는데 30℃ 유통구의 경우에는 10일 유통 후 10%의 발생률을 보였다(Table 44). 한편 과실의 외관을 조사한 결과 유통온도가 높은 경우 5일간의 유통기간에도 급격하게 떨어져 상품성이 떨어진 것으로 나타났으며 10일후에는 지수가 2.0 이하로 완전히 상품성을 상실하므로(Table 44, Fig. 26) 30℃의 유통조건에서는 5일 이상 유통시키는 것은 삼가야 할 것으로 사료되었다.

Table 42. Effects of shelf life temperature on fruit quality parameters during 10 days of simulated marketing in 'Niitaka' pears^z.

shelf life temp. (°C)	Weight loss (%)	Flesh firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (%)
<i>Before shelf life</i>				
	-	22.3	11.3	0.10
<i>5 days after shelf life</i>				
10	0.6 c ^y	20.8 a	11.5 ab	0.08 bcd
20	1.2 bc	21.2 a	11.4 ab	0.07 d
30	1.1 bc	21.7 a	11.4 ab	0.07 cd
<i>10 days after shelf life</i>				
10	0.9 bc	21.9 a	11.8 a	0.09 a
20	1.6 b	20.1 a	11.6 ab	0.08 abc
30	2.8 a	19.5 a	11.3 b	0.08 ab

^zTreatments were conducted to the fruits exposed two months of storage and 30 days of simulated transportation with the paper boxes containing 5kg at 1°C.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 43. Effects of shelf life temperature on the changes of skin color during 10 days of simulated marketing in 'Niitaka' pears^z.

shelf life temp. (°C)	L*	a*	b*	h°
	<i>Before shelf life</i>			
	60.36 ^z	9.17	36.88	76.08
	<i>5 days after shelf life</i>			
10	61.52 a ^y	9.07 b	37.23 b	76.33 a
20	61.00 ab	9.30 b	37.14 b	75.98 a
30	60.63 ab	10.29 a	37.24 b	74.56 b
	<i>10 days after shelf life</i>			
10	60.72 ab	9.77 ab	38.27 a	75.68 ab
20	61.00 ab	9.47 ab	37.35 ab	75.77 ab
30	60.28 b	10.32 a	37.59 ab	74.67 b

^zTreatments were conducted to the fruits exposed two months of storage and 30 days of simulated transportation with the paper boxes containing 5kg at 1°C.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 44. Effects of shelf life temperature on the occurrence of physiological disorders during 10 days of simulated marketing in 'Niiitaka' pears^z.

shelf life temp. (°C)	Light browning (%)	Internal browning (%)	Core breakdown (%)	Pithiness (%)	Decay (%)
<i>Before shelf life</i>					
	44.2±7.3 ^z	2.1±2.1	83.3±5.4	18.8±5.7	0.0±0.0
<i>5days after shelf life</i>					
10	37.5±7.1	2.1±2.1	83.3±5.4	25.0±6.3	0.0±0.0
20	45.8±7.3	14.6±5.1	91.7±4.0	27.1±6.5	2.1±2.1
30	50.0±7.5	2.2±2.2	100.0±0.0	30.4±6.9	0.0±0.0
<i>10 days after shelf life</i>					
10	45.8±7.3	18.8±5.7	79.2±5.9	27.1±6.5	0.0±0.0
20	41.7±7.2	27.1±6.5	89.6±4.5	45.8±7.3	4.2±2.9
30	67.4±7.0	30.4±6.9	97.8±2.2	47.8±7.4	10.9±4.6

^zTreatments were conducted to the fruits exposed two months of storage and 30 days of simulated transportation with the paper boxes containing 5kg at 1°C.

^yData were the average of 54 fruits with S.E.

Table 45. Effects of shelf life temperature on the index of physiological disorders during 10 days of simulated marketing in 'Niiitaka' pears^z.

shelf life temp. (°C)	External appearance	Light browning	Internal browning	Core breakdown	Pithiness
	Index(1-5)	Index(0-5)	Index(0-5)	Index(0-5)	Index(0-5)
	<i>Before shelf life</i>				
	4.2	0.7	0.0	2.0	0.2
	<i>5 days after shelf life</i>				
10	3.9 a ^y	0.7 ab	0.0 b	2.6 ab	0.3 b
20	3.4 b	0.9 ab	0.3 b	2.4 ab	0.3 b
30	2.4 d	0.8 ab	0.1 b	2.8 ab	0.4 b
	<i>10 days after shelf life</i>				
10	3.0 bc	0.7 ab	0.2 b	1.9 b	0.3 b
20	2.7 cd	0.7 ab	0.4 ab	2.7 ab	0.7 ab
30	1.8 e	1.1 a	0.7 a	3.1 a	0.9 a

^zTreatments were conducted to the fruits exposed two months of storage and 30 days of simulated transportation with the paper boxes containing 5kg at 1°C.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

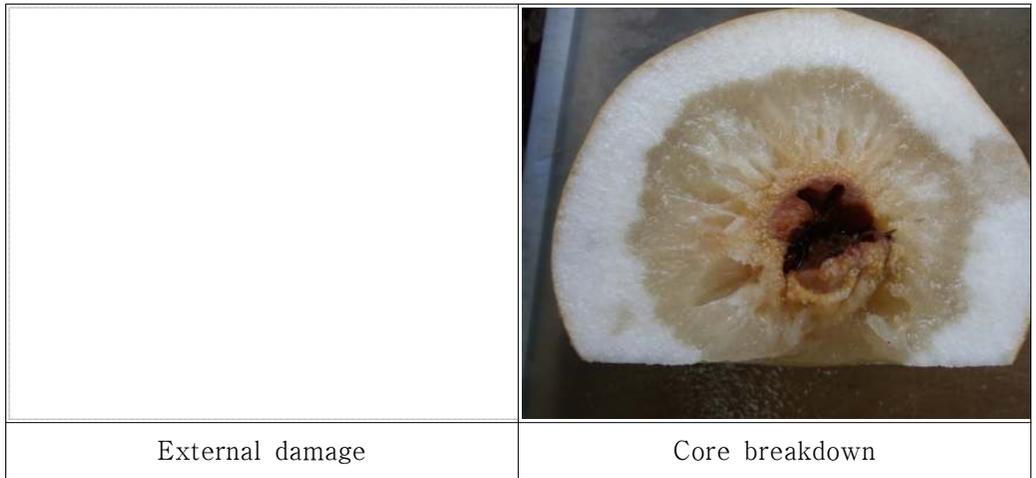


Fig. 26. External appearance and physiological disorder of the fruits marketed for 10 days at 30°C condition.

6. 수출배의 유통온도 스트레스경감을 위한 박스 내 패드처리의 효과

수출용 신고 배는 일정기간의 저장, 선적, 수송기간을 거치면서 저온(1°C)을 경과하게 된다. 수출지역을 보면 미국, 캐나다, 러시아, 대만, 동남아시아 등으로 수출대상국별로 계절적 차이를 보여 유통온도가 제각각인 경우가 많다. 본 실험에서는 장기간의 저온을 경과한 과실들이 유통현지에서 받게 되는 고온 스트레스에 대한 과실반응을 검정하고 그 대책을 마련하고자 저온저장 후 온도상승실험을 통한 과실의 고온 스트레스 반응 시험 및 각종 패드처리가 장해경감에 미치는 영향을 조사하였다.

가. 재료 및 방법

과실은 적숙기인 10월 9일 수확하여 7일간의 예조기간을 거친 후 공시하였다. 온도처리는 1°C에 30일 저장하여 수송기간을 동일하게 부여하고 유통온도를 10, 20, 30°C로 각각 설정하여 5일간 유통과정(shelf life)을 부여한 후 품질 및 생리장해 발생을 조사하였다. 패드처리는 carbon ceramic, zeolite, illite를 각각 4g을 골판지패드를 절개하여 삽입하여 제작한 후 시험에 공시하였다.

나. 결과 및 고찰

유통지역의 고온 스트레스에 따른 감모율은 유통온도가 높을수록 증가하여 무처리구의 경우는 30℃에 유통된 5일간 10 및 20℃에 비해 1% 이상 감모율이 증가하여 온도에 따른 고도의 유의성이 인정되었다(Table 46). 과신품질의 변화를 조사한 결과를 보면 과실의 경도, 당도는 유통온도에 따른 유의성이 인정되지 않았고 산함량은 10℃에서 유통된 경우 가장 높은 수준을 유지하고 있었다. 과실을 덮고 있는 패드에 각종 물질을 처리하여 시험하였던 결과, 10 및 20℃ 유통온도에서의 처리효과는 나타나지 않았으나 30℃에서는 처리간 유의성이 인정되어 illite 처리구에서의 경도유지효과가 가장 크게 나타났다(Table 46). 한편 외관적 색택을 조사한 결과 유통온도간, 처리간 차이가 없는 것으로 조사되었다(Table 47).

유통 중 생리장해 발생률은 고온인 30℃ 유통구에서 발생률이 높게 조사되었는데 과피얼룩과 바람들이의 발생률에서 유의성이 인정되었는데 과심갈변의 경우에는 유통온도가 낮을수록 발생률이 증가하는 경향으로 나타났다. 패드 처리별로는 내부갈변, 과심갈변, 바람들이발생률에 있어 유의성이 인정되었는데 zeolite와 illite 처리구에서 발생률 및 발생지수가 낮게 조사되었다(Table 48, 49).

이상의 결과를 종합하면 저온을 경과하게 되는 저장 및 수송기간 이후에 수출현지에서 접하게 되는 고온은 과실의 품위 및 생리장해 발생에 결정적인 원인을 제공한다는 사실을 확인할 수 있었다. 또한 음이온을 방사하여 식품의 변질을 경감하는 것으로 알려진 zeolite와 illite와 같은 광물질의 패드내 투입효과는 기대하였던 것 보다는 긍정적으로 조사되었으므로 추후 정밀한 시험을 통하여 그 효과를 재검증한다면 추후 수출 과실의 저장 유통 중 선도유지제로서의 개발 가능성이 있을 것으로 사료된다.

Table 46. Effects of inner pads treated with carbon ceramic, zeolite or illite on fruit quality parameters during 30 days of low temperature storage and five days of shelf life at various temperatures in 'Niiitaka' pears.

Treatments ^z	Weight loss (%)	Firmness (N)	Soluble solids (°Brix)	Titratable acidity (%)
<i>Shelf life at 10 °C</i>				
Untreated	2.0 a ^y	23.3 b	11.3 a	0.11 a
Carbon ceramic	1.8 a	23.7 ab	11.2 a	0.10 a
Zeolite	1.7 a	25.7 a	11.2 a	0.11 a
Illite	1.9 a	24.8 ab	10.9 b	0.11 a
<i>Shelf life at 20 °C</i>				
Untreated	1.9 a	22.9 a	11.2 a	0.09 b
Carbon ceramic	1.9 a	26.2 a	11.1 a	0.08 b
Zeolite	2.2 a	25.2 a	11.3 a	0.10 a
Illite	2.1 a	23.5 a	11.1 a	0.10 a
<i>Shelf life at 30 °C</i>				
Untreated	3.0 a	22.7 c	11.2 a	0.11 a
Carbon ceramic	2.7 a	24.7 ab	11.1 a	0.10 a
Zeolite	2.6 a	23.2 bc	11.1 a	0.09 a
Illite	2.3 a	25.6 a	11.1 a	0.09 a
ANOVA				
Temperature(A)	**x	NS	NS	**
Treatments(B)	NS	*	NS	NS
A×B	NS	NS	NS	NS

^zFour grams of each chemical was treated at the inside of paper pad.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

^xNS, *,** indicate non-significant and significantly different at $P < 0.5$ or 0.1, respectively, by ANOVA.

Table 47. Effects of inner pads treated with carbon ceramic, zeolite or illite on fruit color during 30 days of low temperature storage and five days of shelf life at various temperatures in 'Niiitaka' pears.

Treatments ^z	L*	a*	b*	h°
<i>Shelf life at 10 C</i>				
Untreated	62.13 a ^y	6.90 a	38.17 a	79.80 a
Carbon ceramic	62.76 a	6.58 a	38.62 a	80.33 a
Zeolite	61.21 a	7.17 a	38.40 a	79.44 a
Illite	62.68 a	6.21 a	38.66 a	80.87 a
<i>Shelf life at 20 C</i>				
Untreated	63.17 a	7.33 a	38.63 a	79.27 a
Carbon ceramic	62.57 ab	7.32 a	39.26 a	79.33 a
Zeolite	62.50 ab	7.58 a	38.90 a	78.94 a
Illite	62.06 b	7.10 a	38.05 a	79.45 a
<i>Shelf life at 30 C</i>				
Untreated	62.87 a	7.23 a	37.67 b	79.17 a
Carbon ceramic	62.35 ab	7.24 a	38.14 a	79.25 a
Zeolite	62.64 ab	6.83 a	37.88 ab	79.78 a
Illite	62.37 ab	7.57 a	38.28 a	78.83 a
ANOVA				
Temperature(A)	NS ^x	NS	NS	NS
Treatments(B)	NS	NS	NS	NS
A×B	NS	NS	NS	NS

^zFour grams of each chemical was treated at the inside of paper pad.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

^xNS, *,** indicate non-significant and significantly different at $P < 0.5$ or 0.1 , respectively, by ANOVA.

Table 48. Effects of inner pads treated with carbon ceramic, zeolite or illite on physiological disorder incidence during 30 days of low temperature storage and five days of shelf life at various temperatures in 'Niiitaka' pears.

Treatments ^z	Light browning (%)	Internal browning (%)	Core breakdown (%)	Pithiness (%)
<i>Shelf life at 10 °C</i>				
Untreated	-	12.2 a ^y	88.9 a	20.0 a
Carbon ceramic	-	0.0 b	80.9 a	19.1 a
Zeolite	-	0.0 b	70.9 a	9.4 a
Illite	-	3.0 ab	71.2 a	6.4 a
<i>Shelf life at 20 °C</i>				
Untreated	0.0 a	6.7 a	88.9 a	13.3 a
Carbon ceramic	9.7 a	3.0 a	65.7 ab	24.6 a
Zeolite	3.0 a	0.0 a	69.1 ab	19.1 a
Illite	3.0 a	3.0 a	62.4 b	6.1 a
<i>Shelf life at 30 °C</i>				
Untreated	37.8 a	6.7 a	74.4 a	37.8 a
Carbon ceramic	15.5 b	6.4 a	62.1 ab	25.2 ab
Zeolite	21.2 ab	3.0 a	72.1 a	18.5 b
Illite	15.8 b	0.0 a	40.6 b	15.8 b
ANOVA				
Temperature(A)	**x	NS	NS	*
Treatments(B)	NS	*	*	*
A×B	NS	NS	NS	NS

^zFour grams of each chemical was treated at the inside of paper pad.

^yMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

^xNS, *,** indicate non-significant and significantly different at $P < 0.5$ or 0.1, respectively, by ANOVA.

Table 49. Effects of inner pads treated with carbon ceramic, zeolite or illite on physiological disorder during 30 days of low temperature storage and five days of shelf life at various temperatures in 'Niitaka' pears.

Treatments ^z	External appearance (Index ^y)	Light browning (Index ^x)	Internal browning (Index)	Core breakdown (Index)	Pithiness (index)
<i>Shelf life at 10 °C</i>					
Untreated	4.0 b ^w	-	0.1 a	1.7 a	0.3 a
Carbon ceramic	4.5 a	-	0.0 b	1.4 a	0.2 a
Zeolite	4.5 a	-	0.0 b	1.0 a	0.2 a
Illite	4.5 a	-	0.0 ab	1.0 a	0.1 a
<i>Shelf life at 20 °C</i>					
Untreated	4.3 a	0.0 a	0.3 a	1.5 a	0.4 a
Carbon ceramic	4.2 a	0.1 a	0.0 a	1.2 a	0.4 a
Zeolite	4.2 a	0.0 a	0.0 a	1.4 a	0.4 a
Illite	4.4 a	0.0 a	0.0 a	0.9 a	0.1 a
<i>Shelf life at 30 °C</i>					
Untreated	3.9 ab	0.4 a	0.3 a	1.6 a	0.7 a
Carbon ceramic	4.1 a	0.2 a	0.2 a	1.3 a	0.5 a
Zeolite	3.8 b	0.3 a	0.2 a	1.4 a	0.4 a
Illite	3.7 b	0.2 a	0.0 a	0.6 b	0.2 a
ANOVA					
Temperature(A)	** ^v	**	NS	NS	NS
Treatments(B)	NS	NS	NS	*	NS
A×B	*	NS	NS	NS	NS

^zFour grams of each chemical was treated at the inside of paper pad.

^yIndex; 0;not good to 5;good.

^xIndex; 0; sound to 5; severe disorder

^wMean separation within columns between shelf life temperature by Duncan's multiple range test, 5% level.

^vNS, *,** indicate non-significant and significantly different at $P < 0.5$ or 0.1, respectively, by ANOVA.

7. 품종별 에틸렌 생합성관련 ACS 유전분석

본 시험에서는 배 주요품종들의 에틸렌 생합성관련 유전자를 분석하여 에틸렌에 의해 과실의 감수성 및 육종의 기초자료로 활용하고자 에틸렌 전구물질인 ACC 생합성 효소인 ACC synthase를 생합성하는 유전자인 ACS gene의 조성을 분석하였다.

과실의 저장능력은 에틸렌 최대생성 수준과 밀접한 관련을 가지는데 일본 돗토리 대학의 타나베 교수 등에 의해 발표된 자료에 따르면 에틸렌생합성과 관련된 마커는 A, B의 두가지 형이 있고 A형은 과실의 성숙 및 연화기간 중에 높은 에틸렌 발생을 보부이고 B형의 경우는 중간정도의 발생량을 보인다고 하였는데 ACC synthase과 에틸렌 생합성량에 따라 분류하면 AB 및 Ab형은 에틸렌발생량이 많은 그룹으로 서양배, 자리, 야리, 사과배 등이 속하며 aB 형은 에틸렌 생합성량이 중간 정도인 그룹으로 장십랑, 군총조생, 신수 등이 속하며 ab형은 에틸렌 발생량이 적은 그룹으로 신고, 풍수, 신수, 행수, 이십세기 등이 해당된다고 보고한 바 있다. 따라서 이 방법을 이용하여 국내에서 육종된 배의 품종별 유전자 진단을 수행하여 성숙 및 연화의 추이를 예측할 수 있는 기구를 확립할 필요성이 있다.

예를 들면 육종의 목표가 저장성에 있다면 에틸렌생합성 유전자의 조성이 A 및 B를 보이는 품종은 부적절하며 a, b의 유전형을 가지고 있다면 적합할 것이다. 한편 '신고'의 경우 조사 결과 에틸렌발생량은 거의 적게 나타나지만 에틸렌에 접촉하였을 때의 반응성은 발생량과는 또 다른 패턴으로 나타나기 때문에 유전자의 조성을 살피는 것은 앞으로 수행될 에틸렌반응성 시험을 예측하는 좋은 기구가 될 것이다. 즉 에틸렌 생합성과 민감성은 무관하며 에틸렌 합성량이 적은 품종일지라도 적은 양의 에틸렌이 합성될 수 있는 스트레스 조건에서 저장할 때 에틸렌 장애가 발생할 우려가 있기 때문이다. 한편 본 시험에서 조사된 정보를 이용하여 양친을 선별하여 교잡육종을 수행한다면 저장성, 과실의 연화속도 및 관련된 생리장애의 경감을 모색하는데 도움이 될 것으로 기대하고 있다.

가. 재료 및 방법

과실의 숙기별로 미니배, 신천, 선황, 조생황금, 신일, 원황, 황금배, 화산배, 신고, 추황배, 감천배, 만수 및 미황을 공시하였다. 발육기에 유엽을 채취하여 아세톤 파우더를 조제한 후 동결건조하여 일본 돗토리대학 원예학연구실로 샘플을 보내 DNA 분석을 실시하였다.

분석과정을 요약하면 DNA 추출은 SDS방법 (Dellaporta 등, 1983)을 변형하여 사

용하였는데 100mg 샘플을 액체질소를 넣고 마쇄하여 1.5ml 튜브에 수세액 (0.1M HEPES, pH 8.0, 0.1% PVPP, 2% 2-mercaptoethanol)을 넣고 원심분리한 후 상정액을 제거한 후 재수세하였다. 3번의 수세를 통하여 샘플의 가용성 당류를 완전히 제거하고 잔사를 DNA 추출완충액 (0.5M NaCl, 100mM Tris-HCl pH 8.0, 50mM Na-EDTA, 2% SDS)에 넣고 70°C에서 10분 배양한 후 5M K-acetate 120 ul를 넣고 원심분리하였다. 상정액을 새로운 튜브에 넣고 동량의 2-propanol을 넣은 후 DNA를 침전시키고 원심분리하여 침전된 DNA를 수거한 후 PCR 분석을 실시하였다.

PCR분석은 Itai 등 (2005)의 방법으로 실시하였는데 증폭된 절편을 *Hind*III로 37°C에서 3시간 이상 digestion하고 생성물을 1.2% agarose 배지에서 1 X TAE 완충액으로 분리하고 ethidiumbromide로 염색하였다. Progeny에서의 마커 A의 분리는 CAPS 마커의 유무로 분석하였고 *PPACS2* cDNA, SYN2F: 5' - G T C A C A G A A T C A A C G A T T G A - 3' 과 S Y N 2 R : 5'-AGTAGAACGCGAAAACAAAT-3'의 sequence를 바탕으로 마커 B를 분리하였다.

증폭된 절편은 다시 *Hind*III로 digestion하고 생성물을 1.2% agarose 배지에서 1 X TAE 완충액으로 분리하고 ethidiumbromide로 염색하고 UV광하에서 사진을 취하였다. 두 마커에 대해 관찰된 분리와 예측된 분리율은 카이스퀘어 검정을 실시하였다.

나. 결과 및 고찰

시험 결과 공시한 전 품종에서 고에틸렌발생 유전자형 (Genotypes in high ethylene producers, AB)은 없었고 미니배, 신천, 조생황금은 중간에틸렌발생 유전자형 (Genotypes in moderate ethylene producers, aB)으로 선황, 신일, 원황, 황금배, 화산, 신고, 감천배, 추황배, 만수, 미황은 저에틸렌발생 유전자형 (Genotypes in low ethylene producers, ab)로 나타났다(Table 50). 중간에틸렌발생 유전자형 (aB)으로 분류된 미니배는 부분이 행수로 aB형이지만 선황은 모본인 신고가 ab이고 부분이 만삼길로 ab형이고 신천의 경우에도 모본인 신고와 부분인 추황이 모두 ab형인데도 불구하고 aB로 조사되었으므로 다소 상이한 결과로 나타나 추후 재확인 시험을 수행할 예정이다. 한편 대부분의 중만생종 품종은 모두 ab형으로 나타나 모두 에틸렌발생이 낮으므로 우수한 저장성을 보유하고 있는 것으로 생각된다.

결과적으로 본 시험결과를 바탕으로 양친의 선정을 고려한다면 추후 육성될 신품종 배의 에틸렌생합성 능력 조정을 통하여 저장성이 우수한 배의 개발이 가능할 것으로 사료된다.

Table 50. Identification of ethylene synthetic genotype in pear cultivars.

Cultivar	ACS1	ACS2	RFLP marker type	C ₂ H ₄ production
미니배	-	+	aB	Moderate
신천	-	+	aB	Moderate
선황	-	-	ab	Low
조생황금	-	+	aB	Moderate
신일	-	-	ab	Low
원황	-	-	ab	Low
황금배	-	-	ab	Low
화산	-	-	ab	Low
신고	-	-	ab	Low
감천배	-	-	ab	Low
추황배	-	-	ab	Low
만수	-	-	ab	Low
미황	-	-	ab	Low

III. 고품질 배 생산을 위한 권역별 개화기, 수확기 예측프로그램 구축

1. 재료 및 방법

1) 만개기 예측모델 개발

기존에 개발된 회귀모형과 일발육속도모델의 적합성 검증과 본 연구에서 개발한 시간별발육속도모델의 검증을 위한 '신고'의 만개일 실측 데이터는 1996년부터 2006년까지 원예연구소 배시험장에서 관측된 자료와 1991년부터 2004년까지 천안시농업기술센터에서 관측된 자료를 이용하였다. 시간별 기온자료는 나주지역의 경우, 배시험장의 관측데이터를 이용하였으며, 천안지역은 관측데이터가 없으므로 기상청의 일최고기온과 일최저기온자료를 이용하여 정시의 기온을 추정하였다(Sugiura,1999). 회귀모델과 일발육속도모델 식은 각각 다음과 같다.

회귀식 모델(한점화, 1992)은

$$Y=119.8192-0.1274*\chi_1-0.0648*\chi_2$$

Y는 예측 만개일로 줄리안데일로 표시되며, χ_1 은 3월 중순의 8°C이상의 최고기온 적산온도, χ_2 는 3월 중순~하순의 8°C이상의 최고기온 적산온도이다.

일별 평균기온을 이용한 일발육속도 모델(최돈향 등, 1995)은

$$DVR=1/(107.94*0.9^t) \quad (t가\ 5보다\ 작으면\ 0, t가\ 19.5보다\ 크면\ 7.23)$$

DVR은 일별 발육속도이며, 일별 발육속도를 누적하여 1이 되면 만개일로 추정한다. t는 일 평균기온이며, 발육속도 계산 시작일은 일평균기온이 5°C이상인 날이 5일 이상 지속되는 날이며, 3일 이상 지속된 날, 처음 관측된 날을 추가하였다. 시간별 발육속도모델의 자발휴면기의 발육속도(DVR₁) 모델 개발을 위해 꽃눈이 착생된 가치를 10월 25일에 채취하여 0, 3, 6, 9, 12°C의 향온기에 암상태로 일정기간동안 노출시킨 후 20°C의 향온기로 옮겨 발아율을 조사하여, 발아율이 70%이상되는 저온 노출시간을 자발휴면 각성기로 하였다. 타발휴면기의 발육속도 모델 개발을 위해 꽃눈이 착생된 가치를 2월 22일에 채취하여 5, 10, 15, 20, 25°C의 향온기에 수삽처리하고, 개화까지 소요되는 시간을 조사하였으며, 개화율이 70%이상인때를 만개일로 하였다.

만개일 예측을 위한 두 발육모델의 결합방법 검토를 위해 나주지역의 실측만개

일의 타발휴면 발육량(DVI)을 조사하여 년도별 표준편차를 비교하였다. 타발휴면 발육속도 계산 시작일을 자발휴면 각성 이후 저온에 의한 자발휴면 발육량(α)을 0.1 씩 증가시켜 가면서 변경하여 만개일의 타발 휴면 발육량을 계산하고 년차간 표준편차가 가장 적은 경우를 타발휴면 계산시작일로 결정하였다.

2) 수확기 예측모델

배 ‘신고’의 실측 수확일 및 기상자료는 배시험장에서 1985~2003년까지 9년동안 조사된 자료를 이용하였다. 생육기간 중의 기온, 강수량, 일조시수 등과 만개일로부터 수확일까지의 소요일수와의 상관분석을 실시하여, 유의성이 높은 요인을 선택하여 회귀분석을 실시하였다.

3) 예측 만개일 및 수확일의 분포도 작성

기상청 홈페이지(<http://www.kma.go.kr>)에서 제공되는 속초를 포함한 68지역의 평년(1971~2000년)의 일별 최고기온 및 최저기온 기상자료를 다운 받아 시간별 기온을 추정하였다. 시간별 기온 추정에는 위에서 언급된 Sugiura(1999)의 방법을 이용하였다. 추정된 시간별 데이터를 본 시험에서 도출된 배 ‘신고’ 만개일 예측 모델 및 수확기 예측모델에 적용하여 68지역의 예측 만개일을 추정한 후 ArcMap 9.0프로그램의 포인트파일로 저장한 다음 전국을 대상으로 250m 해상도로 거리역산가중법(IDW)에 의해 공간내삽을 실시하였다.

2. 결과 및 고찰

1. 만개일 예측모델 개발

가. 기존 모델의 검토

회귀식모델은 개발 당시 나주지역의 기상자료와 만개일 예측자료를 이용하여 개발되었던 것으로, 나주지역에서는 3월 중하순의 기온자료와 만개일과의 상관성이 높아, 이들을 이용한 회귀식이 개발되었으나 천안지역은 나주지역보다 만개일이 늦으므로, 4월 상순의 기온과 만개일간의 상관관계가 높을 가능성이 있다. 이러한 이유로 회귀식모델은 나주지역에서는 예측 오차가 타 모델과 비슷한 정도를 보이고 있으나 천안지역에서는 다소간 차이를 보이는 것으로 판단된다(Table 51).

Table 51. Comparison of an error between two areas based on calculated formula.

Year	An estimated error							
	Naju				Chunan			
	Regression model	DDRM ^z			Regression model	DDRM		
		Day start ($\geq 5^{\circ}\text{CDAT}$)				Day start ($\geq 5^{\circ}\text{CDAT}$)		
5day		3day	1day	5day		3day	1day	
'85	-1	5	5	1				
'86	0	4	2	0				
'87	-1	5	1	1				
'88	-1	6	6	-1				
'89	1	3	3	3				
'90	5	4	4	4	3	9	2	-1
'91	3	1	1	0	0	4	4	2
'92	1	0	0	0	-1	1	1	1
'93	1	8	8	6	-6	5	5	1
'94					4	5	2	2
'95	4	7	7	6	-3	6	2	2
'96	-3	7	5	4	-9	2	0	-2
'97	2	-2	-4	-4	-6	1	-1	-1
'98	6	-4	-4	-4	3	3	-1	-2
'99	-4	2	-4	-5	-4	2	1	0
'00	-5	5	1	1	-8	11	11	7
'01	0	7	4	4	-4	4	4	3
'02	3	9	9	4	-4	3	3	2
'03	5	2	2	0	0	5	5	2
'04	-5	6	3	1	-4	4	0	0
Range	-5~6	-4~9	-4~9	-5~4	-9~4	1~11	-1~11	-2~7

^zDDRM; Daily development rate model

일발육속도 모델을 이용하여 계산 시작일을 달리하여 만개일을 예측하고, 계산 시작일에 따른 예측 오차를 비교하였다. 나주, 천안 모두 일평균기온이 5°C 이상이 최초로 관측된 날을 계산 시작일로 하였을 때, 예측오차가 가장 작았다.

나. 시간발육속도 모델 개발

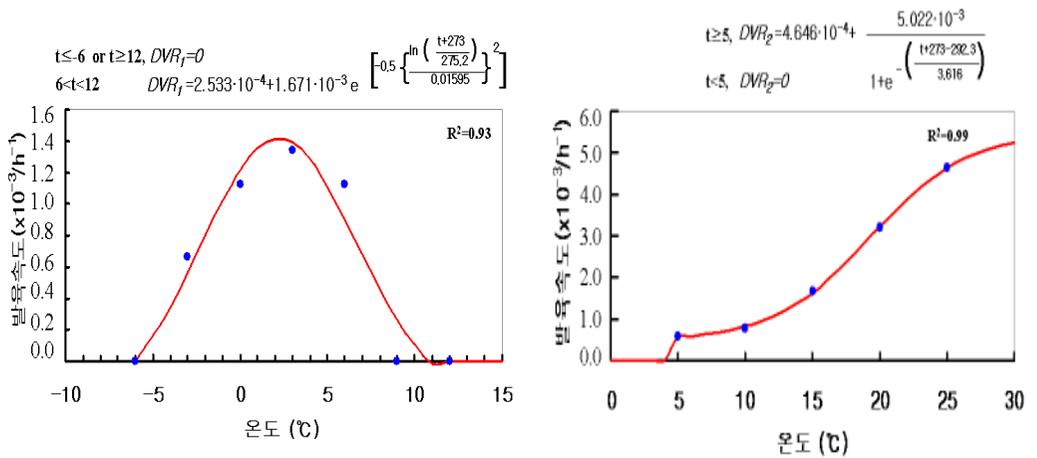


Fig. 27. An estimated model and growth rate during the periods of rest (left) and dormancy (right)

Table 52. Development of hourly development rate model for the prediction of full bloom in 'Naitaka' pear.

	Condition	Development rate	Amount of development
Rest	$t \leq -6$ or $t \geq 12$	$DVR_1 = 0$	$DVI_1 = \sum DVR_1$
	$6 < t < 12$	$DVR_1 = 2.533 \cdot 10^{-4} + 1.671 \cdot 10^{-3} e \left[-0.5 \left\{ \frac{\ln \left(\frac{t+273}{275.2} \right)}{0.01595} \right\}^2 \right]$	
Dor-mancy	$t < 5$	$DVR_2 = 0$	$DVI_2 = \sum DVR_2$
	$t \geq 5$	$DVR_2 = 4.646 \cdot 10^{-4} + \frac{5.022 \cdot 10^{-3}}{1 + e^{\left(\frac{t+273-292.3}{3.616} \right)}}$	
Full bloom prediction	$DVI_2 > 2.0$	$DVR_f = DVR_2$	$DVI_f = \sum DVR_f$
	Full bloom :	$DVI_f = 0.9525$	

※ t : temperature at the exact time of every hour

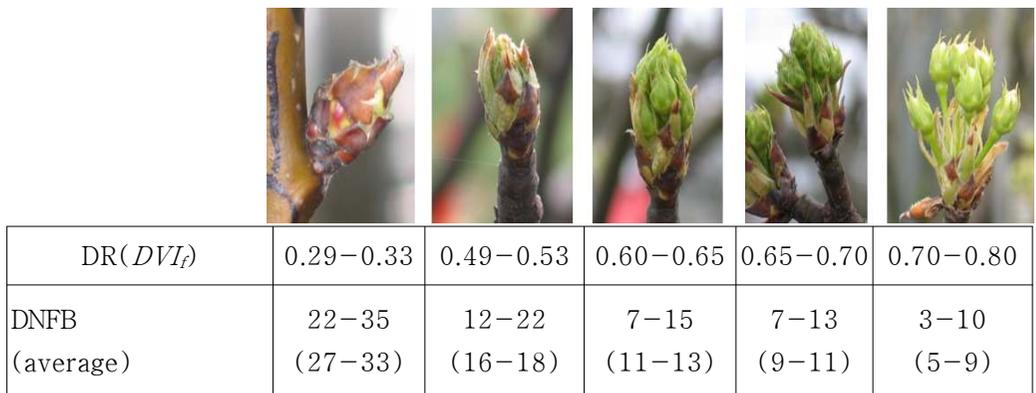
온도수준별 저온 요구도는 0°C, 3°C, 6°C에서 각각 816~888시간, 672~744시간, 816~888시간이었으며, 9°C와 12°C에서는 1,000시간 이상에서 40~50%의 발아율을 보였으나, 1,500시간에서도 발아율 50%이하로써, 9°C 이상에서는 저온요구도가 충족되지 못하는 것으로 판단하였다.

모델 작성을 위해 자발휴면 각성에 필요한 시간은 0, 3, 6°C에서 각각 888, 744, 888시간으로 하였으며 0°C 미만의 소요시간은 실험결과로부터 얻을 수 없었기 때문에 Sugiura *et al.* (2000)의 ‘행수’ 결과를 이용하여 -3°C에서는 1,500시간, -6°C 이하에서는 각성되지 않은 것으로 하였다. 자발휴면 각성이후 개화까지 소요되는 시간은 5, 10, 15, 20, 25°C에서 각각 1704, 1296, 600, 312, 216시간 소요되었으며, 이상의 결과를 이용하여 자발휴면기와 타발휴면기간의 발육속도를 구하고, 그것을 수식화 한 것은 Fig. 27과 같다.

또한 타발휴면기 계산시작일은 년차간 DVI_t 의 표준편차가 가장 적은 $DVI_t > 2.0$ 으로 하였으며 만개일의 $DVI_F = 0.9525$ 로 하였다(Table 52). Table 52의 자발휴면기와 타발휴면기의 발육속도모델을 결합하여 만개일을 예측한 결과 예측오차는 Fig. 29와 같이, 기존의 일발육속도모델, 회귀모델에 비해 예측의 정밀도가 3~4일정도 향상되었다.

또한 이 모델은 나주, 천안 두 지역에서 모두 기존의 모델에 비해 정밀도가 향상되었으므로, 전국적인 적용 가능성이 기존의 두모델에 비해 높은 것으로 판단되었으므로 이를 이용한 전국 평년의 만개일 추정 분포도는 Fig. 30과 같다.

Fig. 28에서는 나주지역의 과거 10년동안의 생육단계별 발육량과 각 단계별 만개일 소요일수를 표시하였다. Fig. 28를 이용한 만개일 예측은 정밀도는 다소 떨어질 수 있으나 표 52의 복잡한 계산식을 이용하지 않고 간편하게 만개일을 예측할 수 있어 농가에서 만개일을 예측하는데 큰 도움이 될 것으로 생각된다.



DR: Development rate, DNFB: Days needed for full bloom

Fig. 28. Development rate and days needed for full bloom

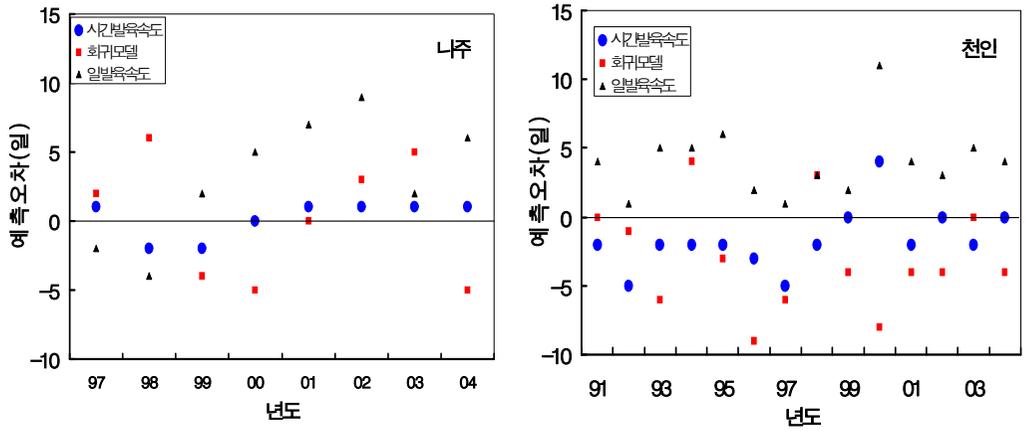


Fig. 29. An error between estimated- and real full bloom

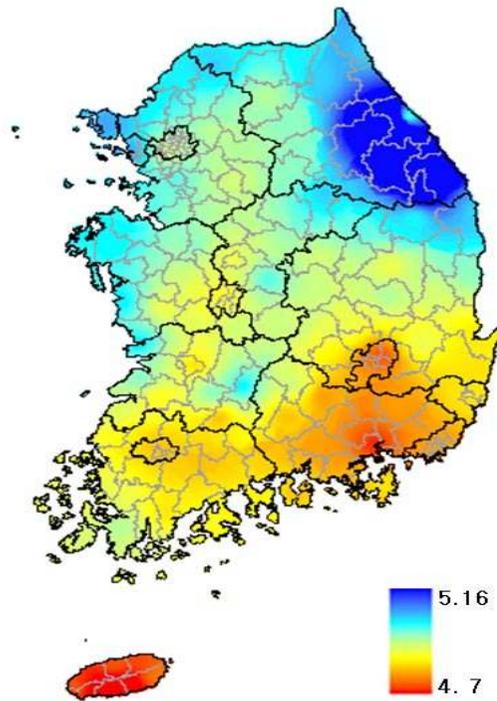


Fig. 30. Domestic distribution of day of full bloom using development rate model

2. 수확기 예측모델 개발

생육기 기상요인과 수확소요일수와의 상관분석 결과, 5월의 일조시수 및 8월의 기상요인과 상관이 높았다. 특히 8월 중순의 최고기온 및 일조시수, 8월의 강우량과는 고도의 상관관계가 인정되었다(Table 53).

Table 53. Correlation between climate factors during development period and days needed harvest

Month	Avg. Temp	Highest Temp.	Lowest Temp.	Precipitation	Sunlight
30DAFB	-	0.17137	-	-	-0.4578
Late in April	0.15983	0.03301	0.26876	-0.05940	-0.2760
April	0.38863	0.21334	0.40576	0.26322	-0.3735
Early in May	0.20913	-0.13630	0.38408	0.12423	-0.5651*
Mid in May	0.00248	-0.34450	0.45172	0.04208	-0.5432*
Late in May	-0.09420	0.14709	-0.38540	0.03302	-0.1131
May	0.08282	-0.22910	0.24123	0.12697	-0.4603
Early in June	-0.00020	-0.00290	-0.29780	-0.11080	-0.1981
Mid in June	0.16375	0.30673	-0.23290	-0.11430	-0.0930
Late in June	-0.14410	0.04203	-0.20800	-0.26490	-0.1485
June	0.02698	0.21913	-0.33600	-0.33840	-0.1699
Early in July	0.15200	-0.09770	0.18361	0.21132	-0.3823
Mid in July	-0.09150	-0.13260	-0.11660	-0.09840	-0.1038
Late in July	0.11435	0.09373	0.13341	0.07129	-0.2405
July	0.11655	-0.04050	0.10213	0.08952	-0.3064
Early in Aug.	-0.05050	-0.22400	0.11339	0.51470*	-0.3637
Mid in Aug.	-0.55760*	-0.62680**	-0.45630	0.57134*	-0.6955**
Late in Aug.	0.14453	0.01899	0.20158	-0.04180	-0.3656
Aug.	-0.22340	-0.38760	-0.04490	0.63103**	-0.5423*
Early in Sep.	0.33069	0.45542	0.13663	-0.37220	0.08672
Mid in Sep.	0.15204	-0.01130	0.08476	0.05257	-0.2017
Late in Sep.	0.07825	-0.15970	0.01960	-0.00800	-0.1367
Sep.	0.22481	0.14859	0.11325	-0.10240	-0.1068

5월 상순과 중순, 8월 상순의 기상요인과 수확소요일수와는 상관관계는 인정되었으나 회귀분석 결과, 결정계수는 0.30으로 매우 낮아 실용적이지 못한 것으로 판단되었다. 8월상순의 일조시수와 8월중순의 최고기온을 이용한 회귀식은 결정계수 0.499로 향상되었으며, 8월 중순의 일조시수 및 최고기온과 8월의 강우량을 이용한 회귀식은 결정계수 0.580으로 향상되었다(Table 54). 그러나 나주지역에서 배 ‘신고’의 수확기는 해에 따라 9월 하순부터 10월 상순에 해당되므로 9월 1일 이후 수확일을 예측하는 것은 다소 늦은감이 있어 유과기 기온과 수확소요일수와의 관계를 재검토 하였다. 만개직후부터 30일까지, 그리고 1일씩 증가시켜 60일까지의 평균기온, 최고기온, 최저기온과 수확소요일수와의 상관을 분석한 결과, 평균기온은 52일부터 60일까지 상관관계가 인정되었으며 최고기온은 31일부터 60일까지 상관관계가 인정되었고, 최저기온은 상관관계가 인정되지 않았다. 평균기온과 최고기온 모두 만개 후 56일까지의 기온과 가장 높은 상관을 보이고 있으며, 특히 최고기온이 보다 높은 상관을 보였다(Table 55).

Table 54. Regression analysis between days from full bloom date to harvesting date, and climatic factors in young fruit season and August.

Season	Independent variable	The results		
		Adjusted-R ²	Probability >F	Parameter estimate
Young fruit season ^z	x1: Maximum temperature for 56days after full bloom date	0.3834	0.002	intercept: 214.7 x1: -2.0219
Late in July	x1: sunshined hours during middle in August x2: maximum temperature during middle in August x3: rainfall amount in August	0.580	0.002	intercept: 2.7857 x1: -0.0958 x2: -0.0249 x3: 0.013

^zMeans until 56days after full bloom date

Table 55. Correlation coefficient between temperature in young fruit season and young fruit season.

Days after full bloom date	Mean temp.	Max. temp.	Min. temp.	Days after full bloom date	Mean temp.	Max. temp.	Min. temp.
30	-0.2177	-0.4152	NS	46	-0.4035	-0.6035**	NS
31	-0.2312	-0.4617*		47	-0.4149	-0.6216**	
32	-0.2461	-0.5342*		48	-0.4202	-0.6138**	
33	-0.2545	-0.5442*		49	-0.4204	-0.6073**	
34	-0.2692	-0.5338*		50	-0.4245	-0.5953**	
35	-0.2949	-0.5214*		51	-0.4378	-0.5920**	
36	-0.3222	-0.5199*		52	-0.4540*	-0.5937**	
37	-0.3453	-0.5196*		53	-0.4708*	-0.6090**	
38	-0.3566	-0.5211*		54	-0.4756*	-0.6170**	
39	-0.3632	-0.5208*		55	-0.4810*	-0.6335**	
40	-0.3724	-0.5372*		56	-0.4849*	-0.6449**	
41	-0.3768	-0.5566*		57	-0.4739*	-0.6387**	
42	-0.3833	-0.5746**		58	-0.4670*	-0.6331**	
43	-0.3848	-0.5845**		59	-0.4626*	-0.6225**	
44	-0.3826	-0.5853**		60	-0.4579*	-0.6117**	
45	-0.3917	-0.5919**					

이상의 결과로부터, 만개후 56일까지의 일 최고기온의 평균값과 수확소요일수와의 회귀분석을 실시한 결과는 위와 같으며, 결정계수는 0.38로서 8월의 기상요인에 의한 결정계수 0.58에 비해 낮았다. 위의 모델을 이용한 수확기 예측일과 실측일과의 오차는 1996년과 2001년에는 각각 5일과 4일로써 다소 큰 편차를 보이나 그 이외의 해에는 3일 이내의 오차범위로 예측되었다. 유과기 기상자료를 이용한 평년의 배 신고의 수확일

전국분포도는 Fig. 31과 같다.

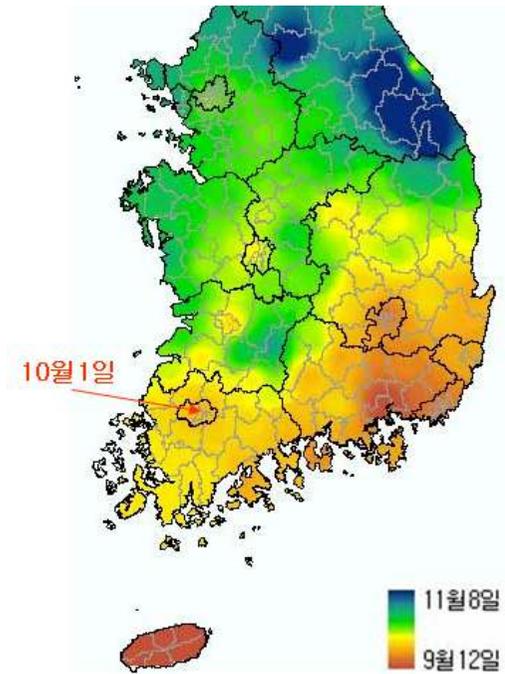


Fig. 31. Distribution of normal year's harvesting date estimated by regression model derived from maximum temperature for 56 days after full bloom date.

한편, 생육기 과신품질 변화를 조사한 결과를 보면 다음과 같다(Table 56)

Table 56. Changes of fruit quality with growing season(2005, Naju)

Date (Month.date)	Fruit quality			
	Weight (g)	Hardness (kg/10mmØ)	Soluble solid contents (°Bx)	Eating quality (degree)
8.25	441	4.6	9.5	2.4
8.30	459	4.2	9.6	2.0
9.5	409	4.3	9.6	2.3
9.10	489	3.6	9.8	3.4
9.15	485	6.7	9.9	3.6
9.20	537	3.5	10.1	4.5
9.25	604	2.7	10.4	6.5
9.30	623	2.8	10.8	6.4

eating quality : 1(bad)~10(excellent), edible : above 5, good : above 6

생육기별 경도, 당도, 식미 조사 결과, 2005년의 경우 9월 25일부터 가식이 가능한 것으로 판단되므로 수확적기인 10월 3일을 기준으로 7~8일전부터 수출, 저장용 과실의 수확이 가능할 것으로 추정되었다. 2007년에는 11.0°Bx이상, 경도 1.2kg/5mmØ이하를 기준으로 한 수확 가능시기는 나주 9월 25~26일, 천안 9월28~29일 이후 인 것으로 판단되어 수확적기인 9월 30일~10월1일, 10월 4일~10월 6일보다 5~7일전부터 가능한 것으로 추정되었다(Fig. 32).

위의 결과로서, 식미를 기준으로하였을때 수출, 저장용 과실은 수확적기보다 5~7일 이전에 수확하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 껍지가 흑색인 봉지를 씌웠을 경우, 과피의 엽록소가 조기에 소실되어 과피의 명도가 높아지나 역시 빨리 낮아지는 경향을 보였다.

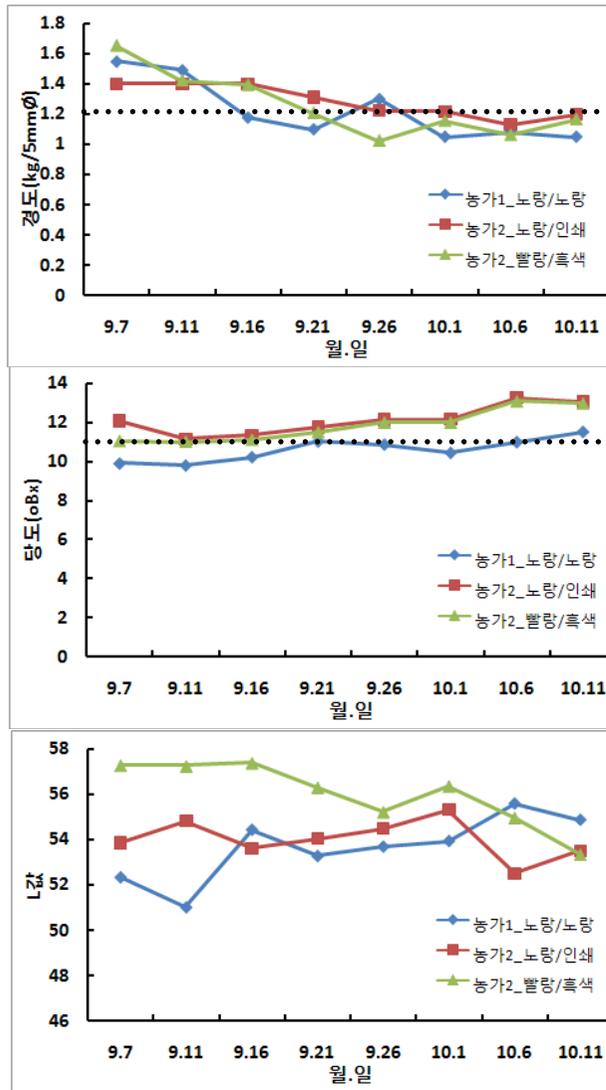


Fig. 32. Changes of fruit quality with growing season. (2007).

본 연구 결과 보다 정확도가 높은 만개일 예측이 가능하여졌다. 그러나 지구온난화 영향 평가를 위해서는 자발휴면기 이후 타발휴면기로의 전환기 발육모델에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각되며, 수확일 예측모델은 금후에도 보다 많은 연구가 이루어져 할 것으로 생각된다.

3. 개화기, 수확기 예측기기(적산온도계)의 개발

앞에서 언급한 데이터를 바탕으로 신고 배의 개화 및 수확기를 예측하기 위하여 지난 10년간의 데이터를 수집하여 적정 공식을 산출하고 평균하여 computerizing한 온도계를 개발하였다(Fig. 35).

1) 만개기 예측을 위한 적산온도의 계산

앞에서 조사된 결과와 같이 시간발육속도모델로 예측하는 것이 가장 오차가 적게 나타났지만 그 수식의 적용성이 온도계로 측정하여 잡아내기가 어려운 이유로 본 연구에서는 온도계를 이용한 누적온도의 계산을 통해 간편성을 부여하고자 지역별 오차가 다소 있는 것으로 추정되는 회귀식을 이용하여 적용가능성을 테스트하였다. 즉, 기준온도는 8°C로 잡고 3월 11일에 온도를 관측하기 시작하여 20일 까지 10일간 측정된 적산온도 (X1, 일일최고온도-8°C)와 3월 11일부터 30일에 걸쳐 20일간 측정된 적산온도 (X2, 일일최고온도-8°C)를 가지고 계산하였다.

$$Y = 119.8192 - 0.1274 \times X1 - 0.0648 \times X2$$

X1 : 3월 중순의 8°C 이상의 최고온도 적산온도

X2 : 3월 중하순의 8°C 이상의 최고온도 적산온도

Y : 줄리안데이

예를 들어 3월중하순의 천안지역 일일최고온도가 다음의 표 7과 같이 나타났다면, 당해 연도 만개일 예측은

$$\begin{aligned} Y &= 119.8192 - (0.12174 \times 56) - (0.0648 \times 143.3) \\ &= 119.8192 - 6.8174 - 9.2858 \\ &= 103.716 \text{일로 계산되는데} \end{aligned}$$

103.7일은 Julian day로 1, 2, 3월의 31일+28일+30일=89일을 제하면
103.7-89=14.7일이 남는데 이는 4월 15일이 만개일이라는 의미를 갖는다.

수식으로 계산된 예상만개일은 온도계 화면에 4월 1일 이후에 “만개예상일=4.16”

으로 표시됨.

Table 57. Air temperature in middle March 2004 on Cheonan province.

월일	최고온도	기준온도	최고-기준	적산누적(X1)	적산누적(X2)
3.11	8.8	8	0.8	0.8	0.8
3.12	13.6	8	5.6	6.4	6.4
3.13	14.6	8	6.6	13.0	13.0
3.14	10.3	8	2.3	15.3	15.3
3.15	17.1	8	9.1	24.4	24.4
3.16	21.7	8	13.7	38.1	38.1
3.17	19.0	8	11.0	49.1	49.1
3.18	6.5	8	0	49.1	49.1
3.19	10.1	8	2.1	51.2	51.2
3.20	12.8	8	4.8	56.0	56.0
3.21	17.5	8	9.5		65.5
3.22	15.6	8	7.6		73.1
3.23	16.2	8	8.2		81.3
3.24	13.5	8	5.5		86.8
3.25	13.5	8	5.5		92.3
3.26	17	8	9.0		101.3
3.27	18.6	8	10.6		111.9
3.28	20.2	8	12.2		124.1
3.29	21.6	8	13.6		137.7
3.30	13.6	8	5.6		143.3

한편 실제로 관측된 2004년도 천안지역의 만개일도 4월 16일로 나타났으며 2005년도는 이론적으로 계산한 일자가 4월 23일로 실측치와 같았으며, 2006년도에는 이론치가 4월 23일 실측치가 4월 24일로 조사되어 비교적 정확하게 계산식이 적용됨을 알 수 있었다. 천안과 나주지역에서 조사된 이론치와 실측치간의 상호관계는 그림 28과 같다.

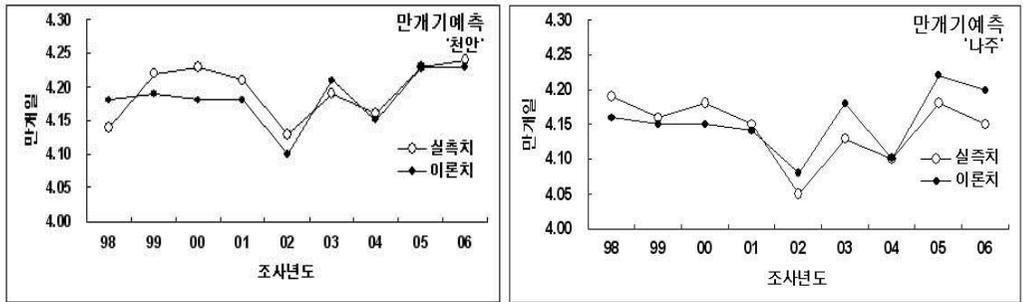


Fig. 33. Difference of full bloom date observed and estimated by regression model.

2) 수확기 예측을 위한 적산온도의 계산

농민이 자신의 과수원에서 꽃이 만개(滿開)하면 직접 버튼을 눌러 수확기 예측을 시작하는 방식으로 설계하였다. 만일 만개일이 4월 17일이라면 데이터 축적은 4월 18일-6월14 까지로 56일간 측정 한 후 그 결과를 적산온도계 내부에 설치한 미니컴퓨터가

$$Y=214.7-2.0219 X1$$

수식으로 계산하여 온도계 화면에 6월 15일 이후에 “수확예상일=10.15” 로 표시하는 형식으로 개발되었다.



Fig. 34. Devised thermometer(Proto-type, 2007).

한편 생육기인 8월11-20일에 걸쳐 10일간 최고기온을 평균하여 계산하는 방안을 검토하여

$$Y=198.6-1.023 X1$$

- X1 : 8월 중순(11~20일) 최고기온
- Y : 만개일부터 수확일까지 소요일수

검토한 결과 생육후기(8월중순) 최고기온을 이용한 예측식은 결정계수가 0.393으로 매우 낮아 앞에서 적용하였던 유과기(만개후56일) 예측모델의 결정계수 0.383과 차이가 없으므로 유과기 모델을 사용하였음.

시험 결과, 2년 만개일 예측은 기기가 설치된 대전 유성구 지족동의 경우 실제 만개일이 4월 22일이었는데 기기상에는 4월 20일로 표시되어 2일의 오차가 발생하였고 수확일의 경우에는 실제 10월 5일이었는데 기기상에는 9월 29일로 표시되어 약 6일의 오차가 발생하였다.

이는 기기에 설치된 온도센서의 부착위치에 따른 오차로 판단된다. 즉 센터의 일부분에 직사광선이 비추어 온도를 실제 백엽상에서 측정하는 경우보다 높게 올라간 결과로 추정된다. 따라서 제품개발시에는 온도센서를 기기내에 내장하여 직사광선으로부터의 오차를 제거하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

한편 본 기기를 천안농업기술센터에 설치하고 데이터를 모았던 결과, 수확기의 품질조사(Table 58) 및 결과를 얻었고 (Table 59).

Table 58. Accumulated temperature for fruit ripe and fruit quality at harvesting date(2007).

Cultivar	Full bloom date	Harvesting date	Days from full bloom date to harvesting date	Accumulated temperature (8℃above)	Hardness (kg)	Soluble solids (Brix)	wide diameter (mm)	length diameter (mm)
Niitaka	4.22	9.28	159	2217	1.9	12.5	115	98

Table 59. Estimated harvesting date by developed thermometer(2007).

Cultivar	Harvesting date (month. date)	Days after full bloom date	Accumulated temperature	
			observed	by KMA*
Sunwhang	8. 27	127	1796.3	1790.6
Hanareum				
Shincheon	8. 29	129	1815.0	1827.0
Housui	9. 3	134	1882.3	1892.4
Shinseiki	9. 4	135	1896.7	1905.3
Shinil				
Wonwhang	9. 7	138	1921.3	1940.3
Whangkeumbae				
Josaengwhangkeum				
Geumchonjosaeng				
Shinseiki	9. 10	141	1950.7	1978.9
KiKusui	9. 11	142	1975.0	1999.2
Kosui	9. 12	143	1989.9	2006.3
Chojuro				
Shugyoku	9. 13	144	2004.9	2020.4
Niitaka	9. 28	159	2216.9	2235.9

*KMA : Korea Meteorological Administration.

*Data were collected from Mar. 11, 2007 at Chunan ATC, 2007 .

품종별 수확일과 성숙소요일수를 기본으로 수확일까지의 적산온도를 수집한 결과 기상청자료를 분석하여 수집된 결과와 거의 동일한 결과를 보여 기기의 정확성을 확보할 수 있었다. 즉 신고의 경우, 8°C 이상의 일평균온도를 누적한 적산온도를 보면 개발기기는 2217도, 기상자료에 근거한 경우 2236도로 계산되었다.

따라서 본 시험 결과 기기의 오차를 줄이기 위해서는 기기의 설계를 일부 변경하여 만개예측에 정확성을 기하고 수확예측일의 경우, 온도에 의해서만 예측식을 구성하는 것 보다는 일조와 강우량을 기반으로하는 공식을 도입하는 것이 더욱 정확성을 기할 수 있을 것으로 사료된다.

즉, 상관계수가 높은 아래의 두가지 회귀식

$$Y=170.5-0.096 X1 -0.0249 X2 + 0.013 X3 (R^2=0.659)$$

- X1 : 8월중순 일조시간
- X2 : 8월중순 최고기온
- X3 : 8월 강우량
- Y : 만개일부터 수확일까지 소요일수

혹은

$$Y=189.469-0.5537 X1-0.0902 X2+0.0003 X3 (R^2=0.562)$$

- X1 : 8월중순 최고기온
- X2 : 8월중순 일조시간
- X3 : 8월 일조시간
- Y : 만개일부터 수확일까지 소요일수

공식을 이용하는 것이 바람직하나 기기에 직접 강우량과 일조량 측정기기를 설치하여 실측 데이터를 구하는 것은 본 과제 구성상 개발이 불가능하였다.

그러나 본기기는 적산온도의 리얼타임리코딩이 가능하고 데이터의 신빙성이 매우 높게 나타났으므로 농가별로 설치하여 농가의 환경에 대비하는 적산온도의 수집을 통하여 각 농가의 정확한 수확기 설정이 가능할 것으로 기대된다. 결국, 본 기기의 정확성을 보장하고 지역별 수확시기를 예측하기 위해서는 매년 기상상황에 따라 달라지므로 기기보급을 통하여 다년에 걸친 지역별, 농가별, 품종별 데이터의 수집이 요구되는 것으로 사료되었다.

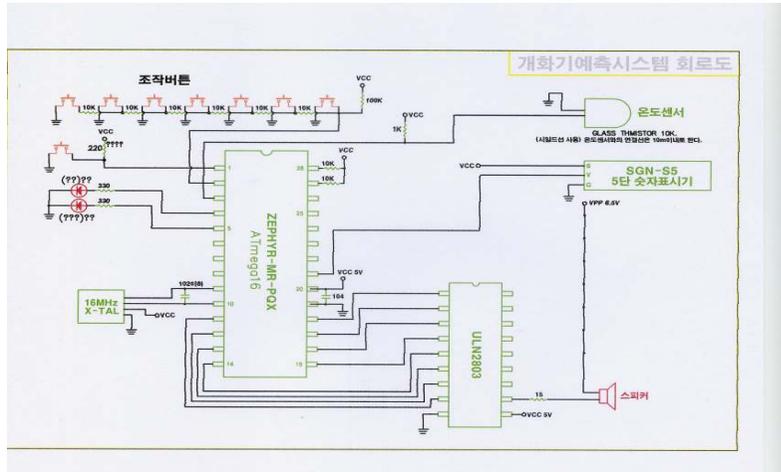


Fig. 35. Developed thermometer (Harvimaster)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절. 목표 달성도

과제명	세부과제명	목표달성도
신고 배의 과 피 흑 변 등 생리장 해 발생요 인 구명	(1) 신고 배의 성숙도가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	100%
	(2) 봉지 종류 및 예조처리가 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	100%
	(3) 과신행태 및 칼슘처리가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	100%
	(4) 저장 전처리 방법이 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	100%
	(5) 유통기간 중 신선도 유지를 위한 포장방법의 개선	100%
배의 에틸 렌 감수성 과 스트레 스관련 생 리변화 추 적	(1) 에틸렌 및 1-MCP처리가 신고 배의 저장 중 생리장해 및 품질에 미치는 영향	100%
	(2) 물리적 충격이 신고 배의 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향	100%
	(3) 1-MCP 처리가 물리적 충격 및 수출기간 중 과실품질에 미치는 영향	100%
	(4) 온도 스트레스가 신고 배의 저장 중 품질 및 생리장해에 미치는 영향	100%
	(5) 수출배의 유통지역 온도 스트레스에 따른 품질 및 변화 생리장해의 발생	100%
	(6) 수출배의 유통 온도 스트레스 경감을 위한 패드 처리의 효과	100%
	(7) 품종별 에틸렌 생합성관련 ACS 유전분석	100%
고 품 질 배 생산을 위한 권역 별 개화기, 수확기 예 측 프 로 그 램 구축	(1) 만개기 예측프로그램의 개발	100%
	(2) 수확기 예측프로그램의 개발	100%
	(3) 예측프로그램을 활용한 계측기기의 개발	100%

제 2 절. 관련분야에의 기여도

과제명	세부과제명	관련분야기여도
신고 배의 과피혹변 등 생리장해 발생요인 구명	<ul style="list-style-type: none"> (1) 신고 배의 성숙도가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향 (2) 봉지 종류 및 예조처리가 신고 배 과실 품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향 (3) 과실형태 및 칼슘처리가 저장 중 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향 (4) 저장 전처리 방법이 신고 배 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향 (5) 유통기간 중 신선도 유지를 위한 포장방법의 개선 	<ul style="list-style-type: none"> (1)수출용 배의 수확기 산정에 기여함. (2)봉지제조회사에 기술지도 기여함(백제산업) (3)수출용 정형과 생산에 기여하였음 (4)농가의 관행적인 전처리방법의 개선에 기여함 (5)솟함유포장 패드의 사용 가능성에 기여함
배의 에틸렌 감수성과 스트레스관련 생리변화 추적	<ul style="list-style-type: none"> (1) 에틸렌 및 1-MCP처리가 신고 배의 저장 중 생리장해 및 품질에 미치는 영향 (2) 물리적 충격이 신고 배의 과실품질 및 생리장해 발생에 미치는 영향 (3) 1-MCP 처리가 물리적 충격 및 수출기간 중 과실 품질에 미치는 영향 (4) 온도 스트레스가 신고 배의 저장 중 품질 및 생리장해에 미치는 영향 (5) 수출배의 유통지역 온도 스트레스에 따른 품질 및 변화 생리장해의 발생 (6) 수출배의 유통 온도 스트레스 경감을 위한 패드 처리의 효과 (7) 품종별 에틸렌 생합성관련 ACS 유전 분석 	<ul style="list-style-type: none"> (1)에틸렌 및 1-MCP 배에의 적용성에 기여함 (2)수확 및 선과장에서취급방법개선에 기여함 (3)압상과의 품질악화 경감기술 제공에 기여함 (4)저장전 온도순화방법을 제시하였음 (5)저온저장후 고온유통의 위험성을 제시하였음 (6)고온유통중 품질유지방법을 제시하였음 (7)육종을 위한 에틸렌관련 유전정보를 제공함
고 품질 배 생산을 위한 권역별 개화기, 수확기 예측 프로그램 구축	<ul style="list-style-type: none"> (1) 만개기 예측프로그램의 개발 (2) 수확기 예측프로그램의 개발 (3) 예측프로그램을 활용한 계측기기의 개발 	<ul style="list-style-type: none"> (1)만개기 예측을 통한 농가의 작업 생력화에 기여 (2)수확기 예측을 통한 목적별 수확적기 제공 (3)계측기를 활용한 농가별 재배생력화에 기여

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

과제명	관련분야	활용계획
신고 배의 과 피 흑 변 등 생리장 해 발생요 인 구명	산지	-수출용 배의 수확기 판정 -수출용 정형과 생산활용 -관행적인 전처리방법의 개선
	APC	-수출용 배의 선별시스템에 숙기판정에 활용 -수출용 정형과 선별에 활용 -APC 수출작업 중 도입
	봉지회사	-기능성 봉지 생산 위한 지속적 기술지도
	포장재 회사	기능성 소재의 박스소재 적용 기술 컨설팅
배의 에틸 렌 감수성 과 스트레 스관련 생 리변화 추 적	산지	-수확 및 저장고 취급방법 개선 -저장 전 온도순화방법 개선에 활용
	APC	-선별작업에 도입하여 적극 활용 -저장고 운영기술 적용에 활용 -저장고 환경관리 기술 활용 -저장후 선적, 유통기술에 활용
	수출회사	-수출현지 환경에 맞는 기능성 소재적용 -장기저장 후 과실상태 인식개선에 활용 -익년 수출 과실의 선별필요성 인식에 활용
	포장재 회사	-수출전용박스의 개선 기술에 활용
	학계, 연구소	-육종을 위한 기초데이터로 활용
고 품 질 배 생산을 위한 권역 별 개화기, 수확기 예 측 프 로 그 램 구축	산지	-만개기 예측에 활용 -수확기 예측에 활용 -적산온도 기록으로 마이컴 활용
	학계, 연구소	-동일한 연구기법을 이용하여 새로 육성된 품종들의 저온 요구도 검토 -온난화에 따른 휴면병 발생 가능성 추정에 활용 -온난화 대책 수립의 기초자료로 활용

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

배의 수출촉진을 위한 연구는 해외에서는 수행된 기록이 없으나 수확 후 품질보전 및 저장 유통 중 생리장해 경감을 위한 연구들이 일부 수행되고 있다. Lammertyn 등(2000)은 서양배에서 과심갈변을 일으키는 요인을 조사하였지만 성숙 특성이 다른 동양배에서의 구체적인 연구는 수행된 바 없다. 노화와 관련되어 나타나는 생리장해는 노화호르몬인 에틸렌과 관련을 지을 수 있는데 에틸렌 제거는 긍정적인 효과가 있는 것으로 평가되고 있는데(Van Eijden, 1992), 성숙, 저장생리와 관련되어 동양배에서도 품종에 따라 에틸렌 생합성율과 호흡 등의 패턴에 차이를 보이고 신고를 비롯한 국내 재배 품종에 적용하기 어려운 점이 있다(Cheng과 He, 1993; Itai 등, 1999, Ning 등, 1997; Ohkawa 등, 1998; Saltveit, 1999; Satoh 등, 2000; Tian 등, 1992; Wei 등, 1994; Yang 등, 1997).

일본에서는 1990년대 후반부터 수확 후 신품종 육종 및 저장력 증진 구명을 위한 일본 내 배 품종별 (유전자원+재배종) 에틸렌관련 유전정보 해독에 대해 연구를 집중하여 일본 돗토리대학에서 일본내 배 품종에 대한 정보해독을 완료하였다(Itai 등, 1999).. 최근에는 중국배에 대한 연구를 진행하고 있는 것으로 보여지므로 (personal communication) 우리나라에서도 관련 연구에 관심을 기울여야할 시점이다.

1990년 이전에 온도와 개화기와의 회귀식을 이용한 주요 과수 및 품종별 개화기에 관한 예측모델이 개발되었으며 (松崎, 1990) 1990년대에는 기개발된 개화기 예측모델의 보정 및 수확기 예측모델이 개발되었고 최근에는 자발휴면 타파 추정모델에 관한 연구가 수행되고 있으며 이를 이용한 개화기 제어모델 개발이 동시에 수행되고 있다. (Sugiura, 1997). 또한 지구온난화에 대비한 과수의 휴면관련 연구가 돗토리대학의 Tamura 교수연구실에서 진행되고 있으므로 추후 공동연구를 수행하여 국내 기술확립에 도움을 받고자 한다.

제 7 장 참고문헌

Amarante, C., N.H. Banks, and S. Max. 2002. Effect of preharvest bagging on fruit quality and postharvest physiology of pears (*Pyrus communis*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 30:99-107.

변재균, 변봉용, 장경호. 1989. 사과 “후지” 과실의 색소발현에 미치는 유대재배 및 질소추비 효과. 한국원예학회 발표논문요지 7(2):84-85.

Chen, P.M. and D.M. Varga. 1999. Ethylene from 'Bartlett' pears promotes early ripening of 'd'Anjou' pears when packed together in modified atmosphere bags. HortTechnology. 9: 190-194.

Cheng, S.Y and F.R. He. 1993. Study on the physiological characteristics of maturation of pear fruits. J. Fruit Sci. 10:16-20.

최돈향, 윤성호, 이병렬, 1995. 과수별 주요 생육단계 예측에 관한 연구. 농업기술연구소 시험연구보고서. p. 546-571.

최진호, 홍경희, 김점국, 한점화. 1993. 배 과피흑변 방지시험. 과수연구소 시험연구보고서, p. 713-718.

최성진, 홍윤표, 이중섭. 1995. ‘신고’ 배의 저온저장중 과피흑변의 발생방지를 위한 저장전 처리. 한국원예학회지. 36-218-223.

최성진, 홍윤표, 이중섭. 1993. 배 과피흑변 발생의 생리적 기작 구명 및 방지시험. 과수연구소 시험연구보고서. p. 363-365.

최성진, 이중섭. 1992. 배 과피흑변발생의 환경적 요인시험. 과수연구소 시험연구보고서. p. 371-373.

Facteau, T.J. and E.A. Mielke. 1998. Effect of harvest maturity and postharvest-prestorage ethylene treatment on the storage and ripenability of d'Anjou pears. *Acta Hort.* 475:567-574.

Fan, X. and J.P. Mattheis. 1998. Bagging 'Fuji' apples during fruit development affect color development and storage quality. *HortScience* 33:1235-1238.

Hardenburg, R.E. and R.E. Anderson. 1981. Keeping qualities of 'Stayman' and 'Delicious' apples treated with calcium chloride, scald inhibitors, and other chemicals. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:776-779.

한점화, 홍경희, 최진호, 장한익, 김기열. 1996. '신고' 배의 개화기 예측. *한국원예학회지* 14(2):636-637.

홍경희, 김점국, 장한익, 최진호, 한점화, 김기열. 1999. 봉지종류별 과대가 감천배와 영산배 품종의 과피 미려도에 미치는 영향. *한국원예학회지* 40:554-558.

Itai, A., K. Tanabe, F. Tamura and T. Tanaka. 2000. Isolation of cDNA clones corresponding to genes expressed during fruit ripening in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai): involvement of the ethylene signal transduction pathway in their expression. *J. Exp. Bot.* 51: 1163-1166.

Itai, A., T. Kawata, K. Tanabe, F. Tamura, M. Uchiyama, M. Tomomitsu and N. Shiraiwa. 1999. Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase genes controlling the ethylene level of ripening fruit in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). *Molecular General Genetics.* 261:42-49.

Jeong, S.T., J.G. Kim, S.S. Hong, H.S. Jang and Y.B. Kim. 1998. Influence of maturity and storage temperature on the respiration rate and ethylene production in 'Kosui', 'Chojuro' and 'Nitaka' pears. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 39:446-448.

Kato, M. and H. Hyodo. 1999. Purification and characterization of ACC oxidase and increase in its activity during ripening of pear fruit. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*

68:551-557.

김창명, 고상옥, 문영일, 문두길. 2002a. 제주지방에 있어서 온주밀감의 개화기에 미치는 기상요인의 영향. 한국원예과학기술지. 20(6):36

김창명, 고상옥, 문영일, 문두길. 2002b. 제주지방에 있어서 온주밀감의 발아기에 미치는 기상요인의 영향. 한국원예과학기술지. 20(6):36.

김동관, 최덕수, 김은식, 허길현, 임경호, 김광식, 임근철. 2000a. 유자 품질향상을 위한 패대적기와 봉지종류에 관한 연구. 한국원예학회지 41:190-193.

김학규. 1998. 대지재료 및 패대시기가 포도 '거봉'의 품질에 미치는 영향. 경상대학교 석사학위논문.

김정배. 1990. 대지의 물성과 패대시기가 사과, 배 과실의 품질에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.

김정배, 김기열, 김점국, 김성봉. 1988. 과실품질 향상을 위한 봉지개발에 관한 연구. 농시논문집(원예편) 30(2):55-63.

김정호. 1975. 동양배 '금촌추' 품종의 저장중에 발생하는 과피흑변 현상의 유기요인 및 그 방지에 관한 연구. 서울대학교 박사논문.

김종천, 김몽섭. 1972. 봉지의 종류가 배의 품질에 미치는 영향. 원예시험장연구보고서.

김용석, 정상복, 손동수, 이경국, 이운식. 1989. 단감저장중에 발생하는 과피흑변 현상의 발생원인과 그 방지에 관한 연구. 농시논문집. 31:62-72.

김영호, 김선규, 임상철, 이철희, 윤철구, 김학현, 최관순. 2000b. 봉지 종류가 복숭아 과실의 착색, 숙기 및 품질에 미치는 영향. 한국원예학회지 41:395-400.

Koo, G.S., K.O. Boo and W.T. Kwon. 2007. The estimation of urbanization effect in global warming over Korea using daily maximum and minimum temperature. *Atmosphere*. 17(2):185-193.

Lammertyn J., M. Aerts, B.E. Verlinden, W. Schotsmans and B.M. Nicolai. 2000. Logistic regression analysis of factors influencing core breakdown in 'Conference' pears. *Postharvest Biology and Technology* 20:25-37.

이재창, 황용수, 김기열, 천종필, 서정학, 심훈기. 1992. 배 수출모델 개발 및 상품성 향상에 관한 연구. 과기처 특정연구개발사업 보고서.

이한찬. 1991. 사과, 배의 품질향상을 위한 몇 가지 과실대지의 쾌대효과. 서울대학교 석사학위논문.

이한찬, 최인명, 문정수, 윤천중, 김성봉. 1996. 배 과피흑변 발생 기작에 관한 연구. 원예연구소 시험연구보고서. 과수편. p. 311-317.

Lelievre, J.M., L. Tichit, P. Dao, L. Fillion, Y.W. Nam, J.C. Pech and A. Latche. 1997. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruits. *Plant Molecular Biol.* 33:847-855.

임병선. 2002. 수확후 환경 및 물리적 스트레스가 배 '신고'의 저장성에 미치는 영향. 충남대학교 박사논문.

松崎昭二. 1990. 果樹野菜栽培에 있어서 豫測과 診斷. 化學工業日報社. 東京

Merodio, C. and J.L. Plaza. 1989. Ethylene levels of 'Blanca de Aranjuez' pears in low-oxygen atmosphere storage. *Acta Hort.* 256:223-230.

Ning, B., Y. Kubo, A. Inaba and R. Nakamura. 1997. Softening characteristics of Chinese pear 'Yali' fruit with special relation to changes in cell-wall polysaccharides and their degrading enzymes. *Sci. Reports Faculty Agri., Okayama Univ.* 86:71-78.

Ohkawa, K., H. Ohara, H. Matsui, E. Takahashi and N. Hirata. 1998. Relationship between polyamine content and ethylene evolution during the ripening of Japanese pear 'Kosui'. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 67:970-972.

박지선, 김용구. 2000. 적색내 대지는 '감천'배의 녹색과피현상을 크게 감소시켰다. *원예과학기술지* 18:706.

Ritenour, M.A., M.E. Mangrich, J.C. Beaulieu, A. Rab and M.E. Saltveit. 1997. Ethanol effects on the ripening of climacteric fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 12:35-42.

Rosen, J.C. and A.A. Kader. 1991. Physiology and prediction of fruit tolerance to low-oxygen atmospheres. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:253-260.

Saltveit, M. E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 15:279-292.

Satoh, S. C. Kanke, T. Yoneno, T. Yoshioka and T. Hashiba. 2000. Characterization of pear (*Pyrus communis* L.) strains unresponsive to cold-induced ripening in relation to the production and action of ethylene. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 69: 176-182.

杉浦俊彦 . 1999. ナシの 氣象條件と 開花豫測. *農耕と 園藝*. 54(10):146-149.

杉浦俊彦, 2002. 農業技術大系(果樹編8卷). 落葉果樹の休眠と低溫要求性. 農産漁村文化協會. 50の2-50の7の4.

Sugiura T., S. Ono, F. Kamota, T. Asakura, T. Okuno and S. Asano. 2001. A model for developmental rate from rest break to flowering of Japanese pear. *J. Agr. Met.* 46(4):197-203.

Sugiura T. and H. Honjo. 1997. The effects of temperature on endormancy completion in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) and modeling the relationship. *J. Agric. Meteorol.* 53(4):285-290.

Tian, M.S., E.W. Hewett and R.E. Lill. 1994. Effects of carbon dioxide on ethylene-forming enzyme in Japanese pear and apple. *Postharvest Biol. Technol.* 4:1–12.

Tian, M.S., E.W. Hewett and R.E. Lill. 1994. Effects of inhibitors on the carbon dioxide-stimulation of ethylene-forming enzyme activity in fruit of Japanese pear and apple. *Postharvest Biol. Technol.* 4:13–21.

Tian, M.S., E.W. Hewett, R.E. Lill. 1992. 'Hosui' fruit (*Pyrus serotina*) grown in New Zealand is nonclimacteric. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 20:371–375.

Van Eijden O. J. and O.J. Van Eijden. 1992. Ethylene scrubbing is favourable for storage quality. *Fruittenteel Den Haag.* 82:14–15.

Wei, J., K. Tanabe and F. Tamura. 1994. Changes of polyamine, ACC contents and EFE activity in the peel and pulp of Japanese pear fruits during a postharvest period. *J. Faculty Agri. Tottori Univ.* 30:1–6.

Wei, J. and K. Tanabe. 1994. Effect of temperature on polyamine, ACC contents, EFE activities and ethylene production in post-harvested pear fruits. *Acta Hort.* 21:139–144.

Yang, Y.J., E.J. Lee and E.J. Mitcham. 1997. Postharvest factors inhibit the skin blackening in 'Niiitaka' pear fruit. Seventh international controlled atmosphere research conference. CA '97. Pro. vol. 2: Apples and pears, Davis, California, USA.

Youn, Y.H., I.S. Oh, Y.H. Park and J.B. Ahn. 2004. Long-term variabilities of air temperature in the Korean peninsula. *J. of the Kor. Meteorological society.* 40(3):361–368.

○ 정시기온자료가 없는 경우 일 최고기온과 일 최저기온을 이용한 정시기온 추정

(1999, SUGIURA)

시각 (c)	정시의 기온 (t _c)
① 0 ≤ c ≤ 3	$t_c = (h_y - m) \times \{\sin((4 - c) \times 3.14/30)\}^2 + m$
② 4 ≤ c ≤ 13	$t_c = (h - m) \times \{\sin((c - 4) \times 3.14/18)\}^2 + m$
③ 1 ≤ c ≤ 23	$t_c = (h - m_t) \times \{\sin((28 - c) \times 3.14/30)\}^2 + m_t$
※ c:시각, t:기온, h _y :전일의 최고기온, h:당일의 최고기온, m:당일의 최저기온, m _t :다음날의 최저기온	

나. 3월의 최고기온 이용

$$Y = 119.8192 - 0.1274\chi_1 - 0.0648\chi_2$$

χ₁: 3월 중순의 8°C 이상의 최고온도 적산온도

χ₂: 3월 중하순의 8°C 이상의 최고온도 적산온도

Y : 줄리안데이(년중일수, 1년을 365일로 표현하는 숫자)

열	입력내용 (11행 기준)
A	월, 일 입력 (3월1일부터 3월 31일까지)
B	해당일의 일최고기온 입력
C	최고기온-8°C 계 산, $C = \text{IF}(B2 < 8, 0, B2 - 8)$
D	χ ₁ 계산, C열의 3월11일부터 20일까지 값 누적(59.4) $D = \text{SUM}(C2:C11)$
E	χ ₂ 계산, C열의 3월11일부터 31일까지 값 누적(139.9) $E = \text{SUM}(B2:B22)$
Y값계산	위 함수식에 χ ₁ , χ ₂ 대입하여 Y값 계산, $Y = 119.8192 - 0.1274 * 59.4 - 0.0648 * 139.9 = 103.1861$
만개일	계산된 Y값은 년중일수이므로 월별 날짜로 변환 $104 - 31(1월) - 29(2월) - 31(3월) = 13$, 그러므로 만개일은 4월 13일임

	A	B	C	D	E
1	월, 일	최고	최고기온-8°C	χ ₁	χ ₂
2	3월11일	12.5	4.5	59.4	139.9
3	12	14.7	6.7		
4	13	14.3	6.3		
5	14	16	8		
6	15	16.4	8.4		
7	16	7.9	-0.1 → 0		
8	17	15.5	7.5		
9	18	17.5	9.5		
10	19	8.8	0.8		
11	20	15.8	7.8		
12	21	15	7		
13	22	18.3	10.3		
14	23	12.2	4.2		
15	24	10.2	2.2		
16	25	13.4	5.4		
17	26	18.5	10.5		
18	27	20	12		
19	28	13.5	5.5		
20	29	11.4	3.4		
21	30	16.2	8.2		
22	31	19.8	11.8		
23					

II. 유과기 기온을 이용한 배 ‘신고’ 수확일 예측

$$Y=214.7-2.0219x1$$

Y : 만개일부터 수확일까지 소요일수

x1 : 만개일부터 만개후 56일까지의 최고기온의 평균

열	입력내용 (11행 기준)
A-C	월, 일 입력 (만개일부터 만개후 56일까지) 만개일이 4월 19일인 경우 4월19일부터 6월 14일까지 입력 4월 19일은 년중일수로 표시하면 109(110)임
D	해당일의 일최고기온 입력
E	만개일부터 만개후 56일까지의 일최고기온 평균 계산 (22.8℃) =AVERAGE(D2:D58)
Y값 계산	위 함수식에 x1을 대입하여 Y값 계산(169일), Y=214.7-2.0219*22.8 = 214.7-46.1=168.6
수확일	계산된 Y값은 만개일부터 수확일까지 소요일수 이므로 만개일인 109일(4월19일)부터 169일후인 278일은 10월 5일임

	A	B	C	D	E	F
	월	일	만개후 일수	일최고 기온	56일후 평균	
1						
2	4	19	0	21.2	22.8	
3	4	20	1	16		
4	4	21	2	16.6		
5	4	22	3	19.6		
6	4	23	4	14.9		
7	4	24	5	13.6		
8	4	25	6	17.7		
9	4	26	7	21.8		
10	4	27	8	15.1		
11	4	28	9	18.2		
12	4	29	10	22.2		
13	4	30	11	21.6		
14	5	1	12	23.2		
15	5	2	13	24.2		
16	5	3	14	21.2		
17	5	4	15	22.9		
18	5	5	16	25.0		
19	5	6	17	18.6		
20	5	7	18	30.6		
21	5	8	19	13.0		
22	5	9	20	18.4		
23	5	10	21	23.2		
24	5	11	22	28.2		
25	5	12	23	18.0		
26	5	13	24	21.4		
27	5	14	25	23.0		
28	5	15	26	24.2		

○ 년중일수 (줄리안데이)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2월	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59			
3월	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
4월	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
5월	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151
6월	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	
7월	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212
8월	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243
9월	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	
10월	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304
11월	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	
12월	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365

III. 핵심기술의 경제성 분석

핵심 기술명	경제성분석				
	손실적 요소(B)		이익적 요소(A)		효과 B-A
	구분	내역	구분	내역	
신개발 숲 및 온나노 숲 봉지제 작 기술	봉지대추가 1원/장	1333원/톤	수확후손실 10% 경감	1333과X0.1X 1666원=222,0 77원	222,000원/톤 (투자대비 166배)
유과기 구 연산칼슘 1 회 처리 기 술	칼슘대추가 10원/개	13,300원/톤	수확후손실 10% 경감	1333과X0.1X 1666원=220,0 77원	208,000원/톤 (투자대비 16배)
컨테이너 피복처리 기술	PE대추가 100원/박스	5000원/50박스/ 톤	수확후손실 10% 경감	2,220,000X0. 1=222,000원	217,000/톤 (투자대비 43배)
중이박스 내장재 처 리 기술	내장재추가 200원/P박스	27,200원/136개 (5kg들이, 팔렛 트)	저장유통중 손실 10% 경감	136X0.1X111 00원=150,960	123,760원/팔렛 (투자대비 5배)
물리적 충 격과 품위 유지 기술	1-MCP처리비	56000원/톤 (280원/5kg박스)	저장유통중 손실 20% 경감	1333과X0.2X 1666원=444,2 00원	388,200원/톤 (투자대비7배)
저장 전 저 온스트레스 경감 기술	처리비용없음	-	저장유통중 손실 10% 경감	1333과X0.1X 1666원=220,0 77원	222,000원/톤 (순이익)
저장 후 고 온스트레스 경감 기술	내장재추가 200원/P박스	27,200원/136개 (5kg들이, 팔렛 트)	유통중손실 10% 경감	136X0.1X111 00원=150,960	123,760원/팔렛 (투자대비 5배)
만개 및 수 확기 예측 을 위한 적 산 온도 계 개발 기술	적산온도계 제작비용	300,000원/개	수확기 예측으로 저장력증진 10%	460,000톤/34 000농가=13.5 톤/농가X0.1 X2,220,000=2 99,7000원	2,697,000원/농가 (투자대비9배)

(주) 과실가격 기준은 한국농촌경제연구원 농업관측정보센터의 배 2월 평년도매가
 격 33,314원/15kg을 기준으로 계산하였으며, 15kg을 1톤으로 환산하여 금액
 (2,220,000원)을 적용하였고 과실1개의 무게는 750g 기준 (1666원/개)으로 환산하였
 음(국립농산물품질관리원, 농산물표준규격)