

최 종
보 고 서

삼시와 밤과실의 부가가치 증진을 위한 수확 후 처리
및 장기저장 기술 개발

Improvement of Postharvest Treatments and Long-term
Storage techniques of Astringent Persimmon and
Chestnut Fruits to Increase Marketability

충남대학교 농과대학

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “삼시와 밤과실의 부가가치 증진을 위한 수확 후 처리 및 장기저장기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 1. .

주관 연구 기관 : 충 남 대 학 교

총괄연구책임자 : 이 재 창

연 구 원 : 황 용 수

여 백

요 약 문

I. 제 목

삼시와 밤과실의 부가가치 증진을 위한 수확 후 처리 및 장기 저장기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

뽕은감은 우리나라를 비롯한 일본, 중국 등에서 주로 생산되며 일부 이스라엘을 비롯한 유럽에서도 생산된다. 우리나라의 뽕은감은 일부 지역에서 과원을 개발하여 집약적으로 재배되기도 하지만 산간지를 이용하여 방임상태에서 생산되는 경우가 흔하다. 대체적으로 과실이 크고 육질이 우수한 품종은 집약적으로 관리하며 생산하고 있다. 지금까지 뽕은감의 이용은 수확기에 일부 과실을 탈삼처리하여 생과로 소비하였고, 대부분은 건시로 제조하여 이용하였으며 부분적으로 저장 중 또는 후숙 과정을 거쳐 연시로 만든 과실을 이용하는 경향이였다.

탈삼된 과실은 쉽게 육질이 연화되고 표피가 변색되어 유통기간이 매우 짧아 5~7일에 불과하기 때문에 생과유통에 제한적인 요인으로 작용하고 있다.

건시 생산은 저가의 중국산 건시의 수입이 자유화되면서 가격경쟁력을 상실하였기 때문에 국내의 건시생산은 생산비 증가 등으로 인하여 위축되고

있는 실정이다.

근래에 들어 감식초가 보건의식품으로 인식되기 시작하면서 뽕은감을 이용한 식초생산이 활성화되고 있어 품질이 우수한 경우에도 건시를 제조하고 남은 부산물 등과 함께 식초 생산에 이용되는 경향이 있다. 따라서 뽕은감에 대해서는 생과의 소비기간을 증대시키기 위한 노력은 극히 미약하였으며 이에 대한 연구도 많이 이루어지지 못하고 있다. 뽕은감의 부가가치를 증대시키기 위해서는 생과로서의 가치가 높은 과실에 대한 생과저장 및 유통기술이 개발될 필요가 있고, 또한 연시의 유통성 증대를 위한 기술 개발도 뽕은감의 부가가치 증진을 위하여 해결되어야 할 사항으로 판단된다.

밤과실은 국내 단일 농산물로 최대의 수출을 이루고 있는 작물이지만 70년대 저장 및 가공에 대한 연구가 활발히 진행되었을 뿐 그 이후에는 새로운 기술 개발과 저장 및 유통력 증진을 위한 연구가 미약하였고, 농가의 저온저장 형태도 통일되지 않아 품질관리에 많은 어려움을 겪고 있다. 수확한 과실의 훈증 및 수확 후 처리기술이 안정적이지 못하여 저장중 부패하여 폐기되는 사례도 흔히 관찰되고, 지나친 훈증에 의하여 품질이 악화되거나 또는 저장 후 유통과정에서 외관이 불량해지므로 가격이 하락하는 경우도 흔히 관찰되고 있다.

최근 CA 저장기법이 밤 저장에도 도입되었으나 적절한 CA 조건 확립에 대한 이론적 배경이 적어 시설을 도입한 농가의 어려움이 많은 실정이다. 또한 밤의 소비패턴 변화로 요식 업소, 전통 떡집, 제과점 등에서는 박피한 밤의 이용이 증가하고 있으나 박피한 경우 상처부위를 통한 미생물 감염이 더욱 심해지기 때문에 유통상에 더 많은 어려움이 있다.

본 연구는 이러한 국내 생산 및 유통실태에서 뽕은감과 밤의 부가가치 증진을 위하여 적정의 수확 후 관리기술을 개선하기 위한 방안을 모색하고 연구수행 중 개발된 기술의 현장 적용을 위한 방안을 찾고자 하였다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 뚝은감 저장성 증대를 통한 유통력 증대 방안

상품성이 높은 뚝은 감의 저장성을 증대시키므로 부가가치를 창출하기 위한 수확 후 처리기술을 개발하므로 저장기간을 현재의 1개월 이내에서 4-5개월까지 증가시키고자 하였다.

2. 에틸렌제거와 MA 조성에 따른 탈삼 및 연화지연을 통한 중단기저장 기술 개발

감압밀봉 처리기술을 대체할 수 있는 간편한 뚝은감 저장기술을 개발하고자 하였다. 즉, 감압밀봉처리기술 도입이 어려운 농가를 위하여 플라스틱 봉지에 담아 처리하는 기술을 개발하고자 하였다.

3. 연시의 저장 및 유통성 증대 방안

여름철 냉동연시의 유통성을 증대시키고 냉동저장중 품질을 유지할 위하여 수축필름을 이용한 포장법을 도입하므로 연시의 유통상 불편함 점을 개선하므로 소비촉진을 위한 포장법을 개발하고자 하였다.

4. 밤과실의 수확 후 대사생리 구멍을 통한 저장기술 개선 방안 모색

생을 저장에 있어 부패와 온도관리에 어려움이 많은 것으로 조사되어 저장관리 개선을 위한 기초 자료를 얻기 위하여 밤의 수확 후 대사생리의 일부를 구멍하고 하였다.

5. 천연화합물을 이용한 외관품질 증진 방안 모색

저장한 밤의 유통중 탈색되거나 광택을 상실하여 품질이 저하되는 것과

진균류 서식에 의하여 외관품질이 저하되는 점을 개선하기 위하여 천연화합 무르이 처리방안을 모색하고자 하였다.

6. 박피율(간밤)의 유통기간 확대방안

간밤의 소비가 증가하고 있으나 탈피후 변색 또는 무름병 발생으로 인한 손실이 많아 이를 개선하기 위한 오존수 세척의 효과를 구명하여 문제점을 개선하고자 하였다.

7. 밤의 CA 저장 효과 및 조건 구명

CA 저장 효과와 조건을 살펴 CA를 통한 밤의 수확 후 품질 증대방안을 모색하기 위한 기초 자료를 수집하고자 하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

뽕은감의 저장기간 확대를 통한 유통력 증진을 위하여 탈삼처리를 거치지 않고 감압밀봉 처리기술을 개발하고자 하였으며, 또한 이러한 기술도입을 위한 중간단계로 탈산소제 및 에틸렌제거제를 활용한 간이 저장방안을 모색하였다. 또한 탈삼처리를 마친 연시의 저장성과 여름철 소비확대를 위한 방안을 마련하기 위하여 수축필름포장과 적정 냉동저장조건을 검토하였다. 또한 탈삼처리 중 과육 연화를 지연시키기 위한 기술개선을 시도하였다.

밤의 경우 농가의 저장조건을 검토하여 관리 기술의 개선방안을 모색하여 이를 지도하였고 저장과실의 품질저하를 감소시키기 위한 방안을 마련하였다. 또한 CA 저장조건을 부분적으로 검토하여 이를 현장에 활용하도록 지도하고 있으며, 박피율의 저장성과 상품성 증진을 위하여 수확 후 오존살균 방안을 모색하고 처리효과를 검토하였다. 또한 저장한 밤과실의 표피가 변색되거나 곰팡이 감염으로 인한 유통력 저하를 막기 위하여 천연물질의 처리방안을 검토하였다.

1. 뽕은감 감압밀봉 저장기술 개발

가. 수확시기에 따른 저장성 비교

뽕은감의 감압밀봉 처리는 탁월한 효과를 나타내었는데 처리 효과는 품종간에 차이가 많아 반시계통이 감압밀봉 처리에 효과적이었다. 적숙기에 수확한 ‘청도반시’ 및 ‘평핵무’ 품종은 감압밀봉 처리에 대한 적응성이 매우 높아 이듬해 5월까지 생과로서 이용이 가능하였다. 반면에 ‘갑주백목’ 품종은 과실이 크고 상품성이 높으나 감압밀봉 환경에 대한 적응성이 비교적 낮아

저장 후 3개월부터 과육이 갈변되는 현상이 관찰되었다. 이러한 장해는 조기 수확한 미숙과에서 심하였다. 지연 수확한 경우 과실의 연화가 빠르게 진행되어 적숙기보다 저장성이 감소되었는데 '평핵무'의 경우 저장 3~4개월 까지 생과로서의 품질을 유지하였고, '갑주백목'의 경우 2개월 이내에서 과육이 연화되는 현상을 나타내었다.

감압밀봉 처리의 경우 별도의 탈삼 과정을 경과시킬 필요가 없으며 저장을 완료한 이후 포장한 상태로 유통시킬 경우 경도가 상온에서 5일정도 유지되어 유통기간 중의 손실을 크게 억제할 수 있었다.

나. 지연저장이 감압밀봉 처리에 미치는 영향

'청도반시' 품종을 대상으로 수확한 과실을 감압밀봉 처리를 지연시켰을 경우 저장성이 크게 감소되는 현상을 나타내었는데 지연일수가 길어질수록 저장 후 과육의 연화가 빠르게 발생하였으며 처리지연이 5일이 넘을 경우 저장기간은 2개월 이내로 감소되었다.

처리지연기간 중 수확한 과실을 상온 또는 저온(5℃)에 보관하여 비교하였는데 저장온도에 따른 차이는 명확하지 않았다. 따라서 수확 후 처리까지의 기간이 길어질 경우 과실의 연화가 조기에 발생하기 때문으로 판단되었으며 따라서 수확한 과실은 가급적 빨리 처리를 완료하는 것이 저장기간 연장에 필요하였다.

다. 감압밀봉 처리를 위한 필름소재에 따른 저장성 비교

필름소재와 두께에 따른 저장성은 품종간 차이를 나타내어 '평핵무'의 경우 60~80um 저밀도 폴리에틸렌 필름에서 효과가 우수하였으나 '갑주백목'

의 경우 80um의 저밀도 폴리에틸렌 필름에서 과육갈변이 심화되는 현상을 보여 주었다.

최근 기능성 필름으로 소개되고 있는 세라믹필름은 감압밀봉 후 감압상태가 유지되지 못하였으며 복합소재를 사용하여 필름두께를 80um로 조절한 경우 밀봉저장시 필름이 파열되는 현상을 감소되었으나 저장 2개월에 무기호흡에 의한 이취가 발생하여 불리하였다. 따라서 저밀도 폴리에틸렌 필름이 뚫은감의 감압밀봉 저장에 효과적인 것으로 나타났으며 필름 두께는 50~60um가 적절하였다.

동일한 필름두께에서는 밀봉포장 규격에 따른 차이를 보여주지 않았으나 많은 과실을 동시에 감압밀봉할 경우 과실끼리 지나치게 밀착되어 상처를 받는 경우가 발생하였고 상처를 받은 과실은 저장중 연화되는 경향을 보여 주었다. 본 연구 결과에서는 5개 포장이 가장 적절한 것으로 나타났다.

2. 탈산소제 및 에틸렌제거 처리에 의한 뚫은감 저장성 증대

감압밀봉은 저장효과가 우수하나 처리에 따른 노동력 투입이 증가되어 농가에서 쉽게 활용할 수 있는 방안을 마련하고자 뚫은감을 저밀도 폴리에틸렌 봉지에 담아 플라스틱 컨테이너에 적재한 다음 탈산소제 및 에틸렌제거제를 동시에 포장하여 저장성을 비교하였다.

저밀도 폴리에틸렌 필름(두께 50um)으로 처리한 경우 저장기간은 감압밀봉한 경우보다 감소되었으나 무처리 경우보다는 현저히 저장성이 증가되어 중기 저장방안으로 유리하였다. 그러나 봉지 내의 에틸렌을 제거하지 않은 경우 과육이 쉽게 연화되어 저장환경 내에서 에틸렌제거가 저장기간 연장에 중요하였다.

플라스틱 상자에 밀봉하여 탈산소제 및 에틸렌제거제를 처리한 경우 콘테

이너 내에 이산화탄소가 20% 이상으로 과도하게 축적되었으며 산소 농도는 1% 이내로 감소되어 저장 2개월에 무기호흡에 의한 이취가 발생하기 시작하여 품질을 상실하였다.

따라서 감압밀봉 처리는 장기저장을 위한 처리기술로 활용하고 탈산소제를 이용한 간이 저장법은 중·단기 저장을 위하여 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

3. 탈삼시 에틸렌제거가 과실 연화에 미치는 영향

뽕은감의 삼미 제거에는 이산화탄소 처리가 가장 널리 활용되고 있으며 알콜처리도 소규모에서 활용되고 있다. 이산화탄소 처리는 탈삼효율을 증대시키지만 탈삼 후 과실이 지나치게 연화되어 유통기간이 단축되는 문제점이 있다. 알콜탈삼은 과실의 외관을 수려하게 유지시켜 탈삼 후에도 품질이 우수한 장점이 있으나 탈삼에 소요되는 기간이 길어 불리한 점도 있다. 본 연구에서 사용한 감압밀봉 처리는 밀봉 후 과육내 소량의 아세트알데히드를 생성시키므로 탈삼과 저장을 동시에 이룰 수 있는 방안이었다.

관행 탈삼처리중 에틸렌제거는 과육 경도를 높게 유지시키는데 기여하였으나 탈삼한 과실에 삼미가 다소 남아 있는 경우가 있었다. 그러나 유통기간중에 삼미는 제거되었다. 알콜을 이용한 감압처리는 탈삼 소요시간을 단축하였으나 처리가 복잡하고 처리중 고농도의 알콜이 과실에 닿은 경우 표피가 변색되어 처리를 위한 특별한 용기 제작이 필요하였다. 대체적으로 에틸렌제거는 탈삼방법에 관계없이 탈삼 과정중 경도를 높게 유지시키는데 효과적이었다.

4. 연시의 수축필름포장을 이용한 유통성 증대

최근 연시의 냉동저장이 일부 농가에서 시도되어 여름철에 판매되고 있는데 부적절한 저장시 과피가 변색되어 품질이 저하되고 고온기 유통시 조직이 해동되면서 과즙이 흘러 소비시 불편한 점이 많았다. 본 연구에서 이러한 문제점을 해소하기 위하여 수확한 과실을 에틸렌으로 부분연화시켜 수축필름을 이용하여 포장하였을 때 냉동저장 중 과피 변색을 방지할 수 있었으며 유통시에도 해동한 조직으로부터 과즙이 흐르는 것을 방지할 수 있어 상품화에 유리하였다. 냉동온도는 -15°C 이하가 적절하였으며 -5°C 에서는 저장 2개월부터 일부 과실에서 표피가 변색되어 흑변이 발생하기 시작하였으며 4개월에는 이러한 장애가 심하게 발생하여 적절하지 않았다.

본 연구 결과, 연시의 냉동온도는 -15°C 이하가 바람직하였고 수축포장은 유통성을 증대시켜 상업화에 기여할 것으로 판단되었다.

5. 밤의 수확 후 생리적 변화 구명

밤과실은 수확 후 처음 저장 2개월에 많은 생리적 변화가 수반되며 이 시기의 부적절한 관리는 품질을 악화시킬 우려가 있는 것으로 확인되었다. 초기 저장기간의 급격한 생리적 변화에는 전분함량의 감소가 특징적이었으며 반면에 가용성 당류의 증가가 확인되었다. 유사한 시기에 환원당 함량도 다소 증가되나 저장 6개월까지 환원당 함량은 총당에 비하여 비교적 일정한 수준으로 유지되었다. 전분 감소와 더불어 과실의 가용성 당류 증가는 당화현상에 의하여 발생하는 것으로 추정되는데 이 시기를 경과한 이후 발아가 시작되는 것으로 판단된다.

과실의 호흡은 품종에 따른 차이가 현저하지 않았고 수확당시 품종에 따

큰 호흡률은 0℃에서 20℃범위에서 호흡률은 7.68-10.52mg/kg/hr으로 다른 청과류에 비하여 낮은 수준이었다. 에틸렌 생합성량은 0.52-0.016ul/kg/hr수준에 불과하였다. 그러나 단위면적당 입고량이 많아 호흡이 증가하였으며 특히 부패균에 감염된 과실이 혼입된 정도에 따라 호흡열 발생에 차이가 있을 것으로 추정되었다.

저장온도 조건에서 경시적으로 호흡률을 조사하였을 때 품종에 따라 약간의 차이는 있었지만 전분감소가 증가되고 유리당 함량이 증가한 이후에 호흡률이 저장온도 조건에서도 증가한 것으로 조사되어 호흡열보다 초기 품은 제거를 위한 저장고 관리가 중요할 것으로 판단되었다.

따라서 적정 입고량 및 저장고 냉동시설에 따른 냉각용량에 대하여 우선적으로 고려하여 관리하는 것이 필요하였다.

6. 불량 사과선별기술 개발

수확한 밤의 처리는 농가마다 달라 훈증 후 수일간 수침하여 저장하거나 저장 중 건조를 방지하기 위하여 지나치게 많은 수분을 공급하는 사례가 많아 저장 중 열과되거나 부패에 의한 손실이 증가하는 경우가 많았다. 또한 선별이 정확히 이루어지지 않은 상태에서 저장을 실시하므로 저장 중 불량과가 증가하거나 부패로 인한 손실이 증가하였다.

불량과 선별은 수침으로 95%이상 선별이 가능하였고 소금농도를 2.5%까지 높일 경우 98%이상 선별이 가능하였다. 그러나 염류를 사용할 경우 선별후 세척과정이 필요한데 이러한 시설을 갖추지 못한 경우에는 물에 의한 선별만으로도 장지저장이 어려운 과실의 선별하는데 효과적일 것으로 예상된다.

7. 밤과실의 저장성 증대를 위한 수확 후 처리방안 개선

수확한 과실의 즉각적인 훈증은 매우 중요하며 훈증제로는 이황화탄소 및 에피훔 제재가 모두 효과적이었다. 처리시간은 8시간 이내로 약제가 고르게 분포될 수 있도록 처리하는 것이 필요하여 이 처리를 위해 약제 훈증시설 내에 순환 팬설치와 약제 사용량에 대한 지도를 실시하였다.

저장고내 과실 적재는 농가에 따라 다양하여 틈밥과 혼합하여 저장하는 경우부터 폴리에틸렌필름 저장 및 컨테이너 적재저장 등을 실시하고 있었다. 적재 방법에 따른 과실의 품온 저하에 많은 차이가 있어 1일 입고량 및 품온 저하에 따른 저장고 관리에 대한 지도를 실시하였다.

농가에서 흔히 애로사항으로 지적하고 있는 저장 중 건조로 인한 광택의 상실은 키토산(분자량 1,000,000이상)으로 부분적으로 해결할 수 있었으며, 이러한 처리는 과피면에 발생하는 진균류의 번식을 지연시키는 효과도 인정되었다. 왁스처리는 광택유지에 효과적이었으나 과습에 따른 진균류 번식이 증가하여 불리하였다. 그러나 장기저장에 따른 진균류 번식을 방지하는 데에는 탁월한 효과를 나타내지 못하였다.

본 연구에서 얻어진 결과를 종합할 때 수확한 과실은 즉시 훈증을 실시하여 밤바구미 등의 해충을 박멸하고 이어 물에 넣어 선별을 실시하는 것이 필요하였다. 물에 의하여 선별할 경우 물로 선별하여 물에 뜨는 과실과 가라앉는 과실을 분리하여 물에 뜨는 과실은 중단기 저장용으로 사용하고 건실한 종실은 장기저장용으로 구분하는 것이 바람직하였다. 장기저장을 위해서는 선별한 과실에 대하여 저장고 유형에 따라 저장을 실시하는데 폴리에틸렌 필름 포장 저장을 실시할 경우 무게감량이 가장 적게 발생하므로 유리하나 품온을 조기에 제거하기 위하여 냉매순환이 원활히 이루어질 수 있도록 적재방법을 개선해야 되며 냉각용량을 고려하여 1일 적재량을 결정하는

것이 초기 과실 품질 관리에 중요한 것으로 밝혀졌다.

8. 박피율의 품질 증진을 위한 오존 살균기술 개발

밤과실은 박피 후 변색이 쉽게 발생하는데 이는 탄닌성분의 산화에 의하여 발생한다. 변색을 방지하기 위한 처리로 ascorbic acid 처리 등이 실시되고 있으나 박피한 과실의 부패에는 효과적이지 못하였다. 또한 관례적으로는 박피한 과실을 물에 담가 변색을 방지하고 있었으나 가용성 당류의 손실이 30% 이상 발생하므로 품질이 저하되는 원인으로 작용하였다. 따라서 박피한 밤과실을 오존수(0.1ppm) 처리시 살균과 동시에 표피 갈변을 방지할 수 있었으므로 매우 유리한 박피율 처리방안으로 확인되었다. 이 경우 감압 밀봉을 실시하지 않아도 30일 이상 저온저장이 가능하였으므로 일부 농가에 관련 기술을 전수하였다.

9. 밤과실의 CA 저장기술 검토

최근 CA 저장고의 도입에 따라 밤 저장고에 대한 CA 저장이 실시되고 있는데 적정 CA 조건이 명확히 구명되어 있지 못하여 어려움을 겪고 있다. 밤과실의 품질이 저하된 이후 O₂ 2%+CO₂ 6% 및 O₂ 4%+CO₂ 6% 조합에서 저장을 실시한 결과 CA 조합간에 명확한 차이를 보여주지 않았으나 대체적으로 CA 조건보다는 품종간 저장성 차이가 큰 것으로 확인되었다.

본 연구 수행에서 얻어진 결과 중 실용화가 가능한 뚝은감과 연시 저장기술은 관련 농가를 대상으로 기술을 이전할 계획이며 밤의 수확 후 훈증 및 선별에 관련된 기술은 시설이 완비된 농가를 대상으로 관련기술을 이전할

예정이다.

밤의 CA 저장고가 건립되어 있어 현재 관련된 기술자문을 실시하고 있으며, 간밤에 대한 오존수 처리를 위하여 유관업체와 농산물 살균 및 세척을 위한 시스템 구성 및 경제적 처리장치 개발을 위한 협의를 진행하고 있다.

SUMMARY

This experiment was conducted to develop postharvest practices to increase the marketing period of astringent persimmons and chestnuts produced in Korea.

1. Astringent persimmon

Vacuum sealing of astringent persimmons using low density plastic film (60-80um in thickness) greatly increased the storage time up to 6 months. Also, astringency disappeared during storage without any further treatment.

Fruit remained the freshness and firmness for 5 to 7 days when vacuum sealed fruit were placed at ambient temperature. Etylene removal with ethylene scrubber in vacuum sealing environment contributed to keep freshness in part. However, immature fruit (harvested 10 days prior to optimum harvest season) developed flesh brown and late-harvested fruit became soft within 3 months. There were differences in occurrence of flesh browning disordered between cultivars. This disorder was more severe in 'Hachiya' than 'Hiratanenashi' and 'Chungdobansi'. Thus this storage technique can be recommended to cultivars such as 'Chungdobansi' and 'Hiratanenashi'.

Delay treatment reduced the storage time of persimmon fruit due to the softening. Thus, fruits showed the high storage response when vacuum-sealed with 5 days after harvest.

Application of oxygen scrubber in plastic wrapping container using low density plastic film without vacuum also increased the storage time of astringent persimmons up to 2 months. Also, fruit lost astringency within 2 months. Ethylene scrubber packed with oxygen scrubber prolonged the storage time of fruit another 1 to 2 months. And fruit did not developed browning disorder. However, fruit became soft when exposed to ambient temperature with 3-4 days. Thus, this postharvest technique is recommended to the short and/or mid-term storage.

Removal of ethylene during deastringent treatment prevented fruit softening in part. This indicated that softening of astringent persimmons is affected by ethylene.

Wrapping of frozen astringent persimmons with shrink film was effectively increased the market quality of fruit. This treatment also contributed to skin browning of thawed fruits. Optimum temperature for the storage of frozen persimmon is considered below -15°C . At higher temperature (-5°C), fruit developed severe skin browning with 2 months resulted great loss of market quality.

2. Chestnut

Rapid physiological changes occurred in fresh chestnuts within 2

months. These changes included severe loss of stored starch and increase of soluble sugars. Respiration of fresh chestnut ranged from 7.68-10.52 mg·CO₂/kg/hr. Ethylene evolution was very low at harvest and during storage. Respiration in storage temperature increased 3-4 months after storage. This increase of respiration was agreed with the time of rate loss of starch and increase of total soluble sugars.

Difficulty to control fruit temperature at early stage of storage in commercial stores seemed to be not resulted from the high respiration of fruits. This problem was improved to adjust the loading amount and time.

CA storage of chestnut was effective to control decay and to maintain the internal quality such as starch and soluble sugar content. High CO₂ (6%) was not effective when O₂ was low (2%). In examined CO₂ (6%) environment, 4% O₂ was more favorable to chestnut.

Fungal infection in skin increased after 2 months of storage even though flesh of chestnut did not decayed and this contamination resulted the decrease of market quality. Postharvest management program is required to be introduced to inhibit the fungal infection and decay.

Presorting of chestnuts through water was effective to remove unfavorable fruits for long-term storage. Addition of salts (2.5%) in dumping water increased the sorting effect.

Fumigation of chestnut after harvest was effectively conducted with aluminum phosphide or CS₂ with 24 hours at the concentration 11g and 25 ml/100L, respectively. Fumigating effect was enhanced with

circulation of air during treatment using simple circulating fans.

Application of high molecular weight chitosan on stored chestnut was found to be effective to recover glossy of skin and this treatment contributed to delayed fungus contamination during marketing period.

Peeled chestnut rapidly developed browning probably due to the oxidation of tannin. Color change resulted in the decrease of market quality. However, water soaking of peeled chestnut was found not to be favorable because soluble sugar loss during water soaking resulted in the decrease of sensory quality. And bacterial contamination occurred during water soaking of chestnut after peeling. Also, decay of fruit increased during marketing condition. Washing of peeled chestnut with ozonated water (0.2 ppm) significantly prevented the color change and decay.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	24
Chapter 2. Materials and methods	26
1. Plant materials	26
2. Vacuum sealing of astringent persimmon	27
3. Deastringent treatment and packaging	27
4. Wrapping of soft astringent fruit with shrinking film and frozen storage	28
5. Postharvest fumigation and sorting treatment of chestnuts	28
6. Postharvest management of chestnut	29
7. Washing of peeled chestnut with ozonated water	29
8. CA storage of fresh chestnuts	30
9. Analysis of fruit quality	31
Chapter 3. Results and discussion	33
1. Development of vacuum sealing technique for astringent persimmons	33
2. Improvement of storage time using oxygen and ethylene scrubber	59

3. Effect of ethylene removal during deastringent treatment on the softening	67
4. Effect of shirinking film wrapping on the market quality of soft persimmon	70
5. Studied of physiological changes in stored fresh chestnut	73
6. Presorting of chestnuts fumigation, and storage management	83
7. Effect of chitosan and ozonated water on the appearnce of fresh chestnuts	89
8. Effect of ozonated water washing on the sensory quality of peeled chestnuts	94
9. Effect of CA storage on the quality of fresh chestnut	99
Chapter 4. Summary	104
Chapter 5. Literature cited	107

목 차

제 1 장. 서 론	24
제 2 장. 재 료 및 방 법	26
1. 공시재료	26
2. 뚝은감 감압밀봉처리	27
3. 탈삼 및 포장처리	27
4. 연화처리 및 수출필름 포장 저장	28
5. 밤과실의 수확 후 선별 및 훈증	28
6. 밤과실의 저장 후 처리	29
7. 박피율 오존수 살균 처리	29
8. CA 조성 및 관리	30
9. 과실 품질 분석	31
제 3 장. 결과 및 고찰	33
1. 뚝은 감의 수확시기에 따른 감압밀봉 저장효과구명	33
2. 탈산소제 및 에틸렌제거 처리에 의한 뚝은감 저장성 증대	59
3. 탈삼시 에틸렌제거가 과실 연화에 미치는 영향	67
4. 연시의 수축필름 포장을 이용한 유통성 증대방안.....	70
5. 밤의 수확 후 생리적 변화 구명	73

6. 수확한 과실의 훈증, 불량과실 선별 및 입고후 저장관리 방안 개선	83
7. 밤과실에 대한 피막제 처리효과.....	89
8. 박피율의 품질 증진을 위한 오존 살균기술 개발	94
9. 밤과실의 CA 저장기술 검토	99
제 4 장. 적 요	104
제 5 장. 인 용 문 헌	107

제 1 장. 서 론

뽕은감은 우리나라의 중요한 과수자원의 하나로 간주되어 왔으나 농촌노동력 감소와 수확한 과실의 저장이 어렵고 가공을 위한 기간도 짧아 생산된 과실의 활용률이 낮은 실정이었다. 뽕은감의 이용은 수확시기에 탈삼처리로 뽕은 맛을 제거한 후 생과로 소비하거나 건시를 만들어 소비하는 것이 주된 이용 수단이었다. 또한 일부 과실은 연화시켜 연시로 소비되었으나 저장기간이 짧고 저장 및 유통 중 손실이 많아 부가가치 창출에 어려움이 있었다. 최근 들어 감식초가 건강보조식품으로 소비자에게 인식되어 감식초 생산이 많이 이루어지고 있어 생과로 활용이 가능한 과실마저 식초생산에 투입되고 있는 실정이었다.

감의 삼미는 조직내 축적되는 acetaldehyde에 의하여 결정되는 것이 밝혀져 있으므로(8, 21, 22) 과실의 대사작용을 이용하여 탈삼을 유도하며 아울러 조직의 연화가 에틸렌에 의하여 빠르게 촉진된다는 사실이 확인되어 있으므로 (11, 29) 이러한 요인을 제거할 방안을 마련하여 장기저장기술을 개발하고자 하였다.

최근 연시의 냉동저장을 실시하여 여름철 출하를 시도하고 있으나 저장중 과피색이 갈변하여 변색되거나 유통과정에서 해동된 조직으로부터 과즙이 흘러 소비에 불편한 점이 많았다.

따라서 본 연구에서는 이러한 현장에서의 문제점을 해소하기 위한 방안을 마련함으로써 뽕은감의 저장성을 증진시키고자 하였다.

밤은 우리나라에서 단일농산물로 수출이 가장 많은 작물로 일본시장으로 수출이 가장 활발하다. 주된 수출형태는 박피율(간밤) 형태로 수출되는 것이

전체 수출물량의 88%를 점유하고 있어(해외시장동향, 충청남도, 1997) 대체적으로 가공용으로 이용되고 있기 때문에 계절적 진폭이 적은 편이다. 밤에 대한 연구는 70년대 초반부터 후반 사이에 집중적으로 이루어져 왔다(34). 최근 저온저장고 보급이 증가하고 CA 저장시설 등이 도입되고 있는 실정이나 이러한 저장환경 변화에 대응한 새로운 저장기법이 개발되지 못하여 농가마다 경험에 의한 저장을 실시하고 있는 실정이다. 또한 간밤의 수출이 주종을 이루고 있고 국내 소비도 점증하는 추세이므로 박피율의 부패 및 변색 방지를 위한 처리 방안이 개선될 필요가 있다. 지금까지는 박피 후 물에 담가 변색을 방지하고 있으나 이런 과정에서 세균성 미생물에 의한 감염으로 과육이 심하게 물러지거나 품질이 저하되는 경우가 많아 개선책 마련이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 이러한 국내 밤 생산 농가의 실정을 고려하여 수확 후 처리기술 개선 방안을 모색하고 이의 실용적 활용을 실시하고자 하였다.

제 2 장. 재료 및 방법

1. 공 시 재 료

뽕은감의 경우 제 1차 연도에는 '평핵무'와 '갑주백목'을 선정하여 실험을 실시하였고, 일부 시험은 충남 지방에서 생산되는 '월하시'를 사용하였다. 감의 수확기는 관행적 수확기를 적숙기로 잡아 적숙기 10일전, 적숙기 및 적숙기 10일후 과실을 수확한 다음 즉시 실험실로 수송하여 과실을 크기별 및 색도별로 선별하여 균일한 과실을 대상으로 실험에 공시하였다. 제 2차 년도와 3차 년도에는 '청도반시', '갑주백목', '등시' 등을 대상으로 적숙기에 수확하여 출하되는 과실을 구입하여 선별한 다음 이를 각각 수확 즉시 및 5내지 10일간 상온 또는 저온에 보관한 다음 실험에 공시하였다.

밤 과실은 충남 공주지역에서 생산된 것을 수확기에 구입하여 공시하였다. 제 1차 년도에는 품종별 구분이 어려웠기 때문에 혼합된 상태에서 실험을 실시하였고 수확 후 대사생리를 조사한 실험에서는 품종별로 구분하여 공시하였다.

모든 과실은 공시하기 전에 외관을 조사하여 실험재료로 부적당한 것은 선별하여 제외하고 비교적 외관이 균일한 것을 사용하였다. 일부 실험은 이러한 구분 없이 농가 실정과 동일한 조건을 부여하여 실험을 실시하였다. 모든 실험은 특별히 언급하지 않은 한 3반복으로 수행하였다.

2. 뚝은감 감압밀봉 처리

선별한 과실을 대상으로 감압밀봉 포장기를 이용하여 포장을 실시하였는데 포장규격을 5개 포장을 기준으로 하고 경우에 따라 24개까지 동시에 포장하여 그 효과를 비교하였다. 감압 정도는 기계적 압력 측정이 곤란하여 조사하지 못하였으나 과실표면에 폴리에틸렌 필름이 완전히 밀착될 때까지 감압을 실시하여 포장하였다. 폴리에틸렌 필름은 저밀도 필름을 사용하였는데 두께는 50-80 μ m의 것을 활용하였다. 저밀도 폴리에틸렌 필름이외에 경우에 따라서는 기능성 세라믹필름 또는 혼합필름을 제조하여 사용하기도 하였다.

감압밀봉을 마친 과실은 상온(25 $^{\circ}$ C)에서 1일간 경과시킨 후 0 $^{\circ}$ C에 저장을 실시하였다. 일부 과실은 포장 시 에틸렌제거제를 함께 포장하여 포장용기내 에틸렌을 제거하는 처리를 병행하였다. 에틸렌제거제는 활성탄 제재를 사용하였다.

3. 탈삼 및 포장처리

탈삼처리는 관행적인 처리를 시도하였는데 에탄올(95%), 드라이아이스를 사용하였고, 경우에 따라 에틸렌제거제를 동시에 처리하였다. 일부 시험은 감압포장대신 80 μ m의 저밀도 폴리에틸렌 봉지를 만들어 일정량의 과실을 담은 다음 탈산소제와 에틸렌제거제를 동시에 포장하여 실험을 실시하였다. 이 경우 에틸렌제거제는 과망간산카리를 용해하여 perlite에 침지 흡수시킨 다음 건조하여 사용하였다. 일부 과실은 10L 부피의 플라스틱 용기에 담아 동일한 처리를 실시하였다. 처리를 마친 포장용기내 이산화탄소, 산소 또는

에틸렌농도를 변화를 경시적으로 조사하였다.

4. 연화처리 및 수축필름 포장 저장

수확한 과실을 에틸렌처리로 연화시킨 다음 부분적으로 연화가 시작될 때 수축필름을 이용하여 포장하였다. 수축필름은 20 μ m 두께의 것을 사용하였는데 봉지에 과실을 담아 접착시킨 후 250 $^{\circ}$ C의 열풍을 3-4초간 가하여 필름을 수축시켰으며 처리를 마친 과실은 -5 $^{\circ}$ C와 -15 $^{\circ}$ C에 각각 저장하였다. 대조구로 일부 과실은 연화된 이후 그대로 냉동저장을 실시하였다.

5. 밤과실의 수확 후 선별 및 혼중

수확한 밤과실의 선별을 위하여 임의로 구입한 과실을 대상으로 수돗물 또는 소금물을 농도별로 만들어 건조되었거나 품질이 저하된 밤과실을 선별하는 실험을 수행하였다. 일부 실험은 부패하였거나 건조된 밤과 건전한 밤을 일정 비율로 혼합하여 선별효과를 예상치와 비교하였다.

혼중효과를 검토하기 위하여 농가에서 흔히 사용하고 있는 CS₂혼중제와 에피흙 제재를 구입하여 실험에 공시하였다. 실험에 공시한 과실은 수확 즉시 실험실로 옮겨와 실험에 공시하였으며 일부 실험은 수확한 과실을 상온 4일간 보관하여 밤바구미를 부화시킨 다음 혼중을 실시하였다. 혼중을 마친 과실은 모두 꺼내에 살아있는 해충의 수를 조사하였다. 혼중농도 및 시간은 연구결과에 표기하였다. 본 연구의 경우 품종별 구분없이 농가에서 혼합되어 수집한 과실을 대상으로 실험을 실시하였다.

6. 밤과실의 저장 후 처리

저온저장한 밤과실을 구입하여 유통전 처리를 실시하였다. 일부 농가에서는 저장한 밤의 표피가 광택을 상실하여 품질이 저하되는 것으로 방지하기 위하여 세재를 처리하는 경우도 확인되었으므로 이를 개선하기 위하여 키토산, 수용성 왁스를 처리한 다음 건조시켜 30um의 저밀도폴리에틸렌 필름에 1 kg씩 포장하였으며 포장을 마친 과실은 상온 또는 저온(5-10℃)에 보관하며 외적 품질을 조사하였다.

키토산의 경우 분자량 1,000,000이상의 고분자 키토산(3%)을 구입하여 희석한 다음 과실 표면에 살포하여 처리하였으며 경우에 따라서는 침치처리하였다. 처리를 마친 과실은 표면이 충분히 건조된 다음 플라스틱 봉지에 포장하여 주어진 온도조건에 저장하였다.

곰팡이 감염정도는 육안으로 관찰하여 구분하였으며 표피 광택정도도 육안으로 관찰하여 우수, 양호, 불량 3등급으로 구분 표시하였다.

7. 박피율 오존수 살균 처리

무작위로 구입한 과실을 박피하여 실험에 공시하였다. 대조구로 무세척 처리를 두었으며 일부는 중류수에 담아 두었고 경우에 따라서는 변색방지를 위하여 ascorbic acid를 처리하였다.

오존수 처리는 오존수발생기로부터 만들어진 오존수를 농도 0.1-0.2ppm으로 하여 간밤 표면에 흘려 처리하였다. 처리를 마친 과실의 일부는 저밀도 플라스틱 필름(50um)으로 감압포장 하였고 일부는 감압처리 없이 밀봉하여 저장하였다. 저장온도는 0℃로 유지하였다.

오존수 살균을 실시한 과실 표면의 세균밀도를 조사하기 위하여 과실을 소독수에 담아 10분간 진탕하여 세균을 분리하여 조사하였으며 일부 실험에서는 과육을 마쇄하여 세균밀도를 조사하였다. 세균을 분리한 용액을 10^3 까지 희석한 다음, 희석액 100ul를 취하여 nutrient agar배지에 도포하여 30℃에서 24시간 배양한 후 colony를 계측하였다.

용존 오존 농도는 오존수 발생기로부터 나오는 물을 받아 즉시 indigo색소의 탈색반응을 조사하여 측정하였으며 실험 시작 전에 적정 조건을 구명하여 동일한 조건에서 실험을 반복하였다. 일부 실험에서는 용존 오존수 농도 측정 키트(Chemets, USA)를 구입하여 사용하였다.

박피한 밤으로부터 당의 손실량을 조사하기 위하여 박피한 과실의 처리전 과실의 총당 및 환원당 함량을 조사하였고 수침한 용액에 추출된 당함량을 조사하였다. 또한 처리를 마친 후 저장한 과실의 표피색을 조사하여 변색정도를 비교하였다.

8. CA 조성 및 저장고 관리

CA 조성은 가스혼합기를 제작하여 실시하였는데 일단 가스농도를 조절한 다음 유량을 결정하여 처리하였다. 가스 조성을 위하여 이산화탄소(100%)와 공기(산소 21%)를 혼합하여 산소와 이산화탄소 농도를 조절하였으며, 밀폐통 내의 공기가 3시간에 1회 순환될 정도의 유량을 공급하여 주었다. 공기 조성을 고르게 하기 위하여 혼합된 공기의 이산화탄소 및 산소 농도를 측정하여 확인한 다음 실험을 실시하였다.

유량조절은 모세관 튜브의 길이로 조절하였고 모세관 튜브의 길이 및 압력에 따른 유량을 미리 결정하여 실험에 이용하였다. 건조한 공기에 의한 과건을 막기 위하여 혼합가스가 스폰지를 물에 담근 가슴관을 경과하여 CA

챔버로 흘러들도록 조절하여 주었다. CA 챔버내 습도는 습도계를 챔버내에 장착하여 데이터를 수집한 다음 확인하였다.

이산화탄소 및 산소 농도는 G.C (TCD)를 이용하여 측정하였으며 일부 실험은 휴대용 측정기를 이용하여 가스 농도를 분석하였다. 에틸렌가스는 G.C (FID)를 이용하여 측정하였다.

처리를 마친 과실은 교내에 설치된 5평 규모의 저장고에 입고하였으며, 경우에 따라서는 500L 규모의 저온챔버에 넣어 저장하였다. 저장 온도는 특별히 표시하지 않는 한 0℃를 기준으로 하였고, 상온 유통조건에서는 20℃ 또는 일반 유통조건과 유사한 모의조건을 부여하여 실험을 실시하였다.

9. 과실 품질 분석

뽕은감의 경우 과실 품질을 조사하기 위하여 경도 및 당류를 조사하였다. 경도는 침투성 경도계로 측정하였고, 과피색은 색도차계(Minolta CR-200, Japan)로 측정하였으며 가용성 고형물 측정은 착즙한 과즙을 굴정당도계를 이용하여 측정하였다. 산 함량은 과즙을 대상으로 0.1N-NaOH로 적정하여 사과산으로 환산·표시하였다.

샐미는 관능적으로 맛을 조사하여 매우 뽕음(5)에서 샐미 없음(1)의 5단계로 구분하여 표시하였다. 생리적 장애의 발생정도는 육안으로 관찰하여 외관의 흑변 또는 과육 흑변정도를 살핀 다음, 건전(0)에서 매우 심함(3)으로 4단계로 구분하여 표기하였다.

밤의 경우 건물중은 조직 절편을 만든 다음 정량하여 80℃에서 3-4일간 건조시킨 후 무게를 확인하여 조사하였다. 외관 품질은 육안으로 관찰하여 광택이 유지된 정도와 곰팡이 감염정도로 구분하여 표시하였다.

전분 함량은 생체조직 5g을 취하여 DMSO(90%) 25 ml을 가하여 마쇄한

다음 용해성 성분을 24시간 2회 추출하여 원심분리하여 잔사는 버리고 용해 성분을 취하였다. 여기에 95% 용액부피 대비 3배의 에탄올을 가하여 전분을 침전시킨 다음 다시 원심분리하여 잔사를 취하였다. 잔사는 0.01N-NaOH에 용해시켜 원심분리하였으며 상정액을 취하여 전분 분석시료로 삼았다(AOAC, 1993). 전분분석은 anthoron법으로 측정하였다.

가용성 당류는 80% 에탄올을 가하여 조직을 마쇄한 다음 60℃에서 2회 추출한 다음 여과하여 여과액의 총당 및 환원당 함량을 조사하였다. 총당은 phenol-sulfuric acid법으로 비색정량하였으며 환원당은 2-cyanoacetamide법을 이용하여 측정하였다(10).

제 3 장. 결과 및 고찰

제 1절. 뚝은감의 수확시기에 따른 감압밀봉 저장 효과 구명

뚝은감은 육질이 부드럽고 단 맛이 강해 많이 소비되는 과실의 하나이었다. 그러나 수확한 과실은 뚝은 맛이 강하여 곧바로 식용할 수 없기 때문에 삼미를 제거하기 위한 탈삼처리를 거쳐야 식용이 가능하다. 탈삼처리는 과실조직을 쉽게 연화시키므로 탈삼처리한 과실의 유통기간은 5-7일에 불과하며 유통중 부분적으로 연화되는 경우가 많아 뚝은 감의 생과로서의 소비가 제한적인 원인이 되고 있다. 일부 연화된 과실을 소비하고 있으나 연시의 경우 유통 중에 쉽게 손상되거나 부패가 심하여 유통 중 손실이 많아 특정 시기에만 소비될 뿐이다.

감의 탈삼은 탈삼시에 조직내 축적된 acetaldehyde 농도가 중요하게 작용하는 것으로 밝혀져 있으므로(21, 22) 과실의 대사작용을 이용하여 삼미를 제거하는 방안이 마련될 수 있으며 저장기간을 증대시킬 수 있는 가능성이 제시된 바 있다(4, 5). 따라서 본 연구에서는 뚝은감을 감압밀봉 포장하여 과실내 무기호흡을 증가시키고 아울러 저산소 환경을 만들어 저장성을 증대시키고자 하는 연구를 시도하였다. 또한 수확시기에 따른 과실의 저장반응을 살펴 감압밀봉 저장에 적당한 수확기간을 살피고자 하였다.

‘평핵무’와 ‘갑주백목’ 품종을 대상으로 관행적인 수확기를 적숙기로 하여 적숙 10일전, 적숙기, 및 적숙 10일 후에 각각 과실을 수확하여 감압밀봉 처리를 실시하였다(표 1).

표 1. 뽕은감 ‘평핵무’ 품종에서 수확시기에 따른 감압밀봉처리가 경도변화에 미치는 영향

수확시기	처 리	감압	저장기간(월)			
			0	2	4	6
			경도(kg)			
적 속 10일전	Control	-	5.20	3.94	3.50	3.58
	PE 60um	-	-	3.68	2.99	3.17
	PE 60um	+	-	4.31	4.18	3.56
	PE 60um+ES	+	-	4.66	4.52	3.97
	PE 80um	+	-	4.51	4.03	3.77
	PE 80um+ES	+	-	4.57	4.18	4.22
적 속 10일후	Control	-	4.42	3.40	2.01	2.15
	PE 60um	-	-	3.50	1.75* ^z	1.43*
	PE 60um	+	-	3.89	3.66	2.84
	PE 60um+ES	+	-	3.74	3.25	2.21
	PE 80um	+	-	4.24	3.97	3.37
	PE 80um+ES	+	-	4.43	3.87	3.67
적 속 10일후	Control	-	4.02	0.97*	연화	연화
	PE 60um	-	-	0.81*	"	"
	PE 60um	+	-	1.69*	"	"
	PE 60um+ES	+	-	1.40*	"	"
	PE 80um	+	-	2.95	"	"
	PE 80um+ES	+	-	1.85	"	"

^z과육의 일부가 연화

수확시기에 따라 과실 경도 변화에 차이를 보여주었는데 전반적으로 적숙 10일전에 수확한 과실의 수확직후 경도는 5.2kg으로 가장 높았고 숙기가 지연될수록 경도가 현저히 저하되는 경향을 보여주었다. 또한 저장 이후의 경도변화도 적숙 10일 전에 수확한 과실에서 가장 적었으며 저장 6개월까지 처리에 관계없이 비교적 경도가 높게 유지되어 연화된 과실이 관찰되지 않았다. 그러나 감압하지 않고 polyethylene film(PE)봉지에 담아 저장한 과실의 경도는 저장 6개월에 3.17kg으로 조사되어 무처리구의 3.58kg보다 낮았다. 반면에 감압 포장처리구의 경도는 무처리구나 감압하지 않은 PE봉지 저장에 비하여 현저히 높았다. 특히 에틸렌제거제를 함께 포장하여 감압한 경우 동일한 PE두께에서도 경도가 높았다. 에틸렌은 감의 연화에 직접적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있듯이(1, 29, 14) 감압하에서도 에틸렌은 연화를 어느 정도 억제하는데 기여하였다.

적숙기에 수확한 과실의 경우 PE포장 처리에서 저장 4개월에 연화된 과실이 관찰되기 시작하였으며 6개월에서는 대부분 연화되었다. 반면에 무처리구의 과실도 경도는 현저히 감소되었지만 육안으로 관찰하였을 때 연화된 과실은 발견되지 않았다. 에틸렌제거제를 넣어 포장한 경우 경도가 높았으며 특히 PE 필름 두께 80 μ m에서 가장 높게 유지되었다.

적숙 10일 후에 수확한 과실은 PE 80 μ m 감압처리를 제외하고는 모든 처리에서 저장 2개월에 연화되었으며 무감압 PE포장의 경우 연화상태가 현저히 심하게 진행되었다. 이러한 결과를 살펴볼 때 감압밀봉 저장은 '평행무' 품종의 저장기간을 현저히 증대시키는데 기여할 것으로 예상된다. 특히 에틸렌제거제 처리는 동일 처리에서도 과육 연화를 지연시키는 효과가 있는 것으로 판단되었다. 따라서 감 과실의 에틸렌 생합성량은 다른 과실에 비하여 낮지만 에틸렌에 대한 반응이 매우 민감한 것을 확인할 수 있었다.

과실의 무게감량은 무포장 처리에서 크게 증가되어(표 2) 적숙 10일전에

표 2. 뽕은감 '평핵무' 품종에서 수확시기에 따른 감압밀봉처리가 무게감량에 미치는 영향

수확시기	처 리	감압	저장기간(월)			
			0	2	4	6
			감량(%)			
적 속 10일전	Control	-	0	4.20	7.98	10.08
	PE 60um	-	-	0.62	2.85	4.14
	PE 60um	+	-	0	0.36	0.79
	PE 60um+ES	+	-	0	0.37	0.68
	PE 80um	+	-	0	0.38	0.69
	PE 80um+ES	+	-	0	0.35	0.75
적 속	Control	-	0	4.01	7.35	12.37
	PE 60um	-	-	0.78	0.84	1.94
	PE 60um	+	-	0	0.54	0.91
	PE 60um+ES	+	-	0	0.45	0.40
	PE 80um	+	-	0	0.45	0.52
	PE 80um+ES	+	-	0	0.49	0.43
적 속 10일후	Control	-	0	4.01	-	-
	PE 60um	-	-	0.78	-	-
	PE 60um	+	-	0	-	-
	PE 60um+ES	+	-	0	-	-
	PE 80um	+	-	0	-	-
	PE 80um+ES	+	-	0	-	-

수확한 과실의 경우 저장 2개월에 이미 4.2%의 감량이 발생하였고 저장 6개월에는 10.08%의 감량을 보여주었다.

반면에 적숙기에 수확한 과실의 감량은 미숙한 과실보다 더욱 많은 경향이였다. 감압밀봉 포장처리의 경우 처리간에 명확한 차이를 보여주지 않았고 전반적으로 저장 6개월까지 1% 미만의 감량을 나타내어 PE포장에 따른 중산율 크게 억제시킨 것으로 확인되었다. 그러나 감압을 실시하지 않은 경우 미숙과에서 저장 6개월에 4.14%, 적숙기에 수확한 과실의 경우 1.94%의 감량을 각각 보여주었다.

처리별 삼미를 조사한 결과(표 3), 적숙 10일전에 수확한 무처리 과실은 저장 6개월까지 삼미가 강하게 남아있었던 반면 PE 포장 처리의 경우 삼미는 어느 정도 제거되었지만 관능적으로 뚝은맛을 크게 느낄 수 있는 상태였다. 그러나 감압밀봉 처리의 경우 필름두께 또는 에틸렌제거제 처리에 관계없이 저장 2개월에 모든 과실에서 삼미가 전혀 느껴지지 않아 처리 2개월 이내에 탈삼이 완료된 것으로 확인되었다. 따라서 수확 후 별도의 탈삼처리를 거치지 않고 삼미를 제거할 수 있었으므로 감압밀봉포장 처리는 ‘평핵무’ 품종의 장기저장에 효과적인 것으로 판단되었다.

그러나 수확시기에 따라 이러한 감압밀봉 처리는 과육의 갈변을 일으켰는데, 과육 갈변현상은 저장 2개월까지는 전혀 관찰되지 않았으나 그 이후에는 처리간에 갈변을 일으킨 과실이 발견되었다.

과육 갈변 장애는 수확시기간에 차이를 나타내었는데 적숙 10일 전에 수확한 과실에서 심하였고, 적숙기에 수확한 과실에서도 갈변현상이 관찰되었지만 매우 미약한 상태였다(표 4). 특히 갈변현상은 PE필름 두께가 80um 일 경우 더욱 심하였다. 이러한 갈변 장애는 적숙 10일 전에 수확한 과실의 풍미를 감소시켰으나 적숙기에 수확한 과실의 경우 맛의 차이를 관능적으로 구분할 정도가 아니어서 실용상 문제가 없는 것으로 판단되었다.

표 3. 뽕은감 ‘평핵무’ 품종에서 수확시기에 따른 감압밀봉처리가 뽕은 맛에 미치는 영향

수확시기	처 리	감압	저장기간(월)			
			0	2	4	6
뽕은 맛²						
적 속 10일전	Control	-	5.0	5.0	5.0	4.4
	PE 60um	-	-	5.0	4.4	1.8
	PE 60um	+	-	0	0	0
	PE 60um+ES	+	-	0	0	0
	PE 80um	+	-	0	0	0
	PE 80um+ES	+	-	0	0	0
적 속	Control	-	5.0	4.2	4.0	4.0
	PE 60um	-	-	4.2	4.2	2.8
	PE 60um	+	-	0	0	0
	PE 60um+ES	+	-	0	0	0
	PE 80um	+	-	0	0	0
	PE 80um+ES	+	-	0	0	0
적 속 10일후	Control	-	5.0	2.2	2.0	-
	PE 60um	-	-	2.0	2.0	-
	PE 60um	+	-	0	0	-
	PE 60um+ES	+	-	0	0	-
	PE 80um	+	-	0	0	-
	PE 80um+ES	+	-	0	0	-

²삽미는 0(완전탈삽)에서 5(매우 뽕음)으로 구분하여 표시함

표 4. 뚝은감 ‘평핵무’ 품종에서 수확시기에 따른 감압밀봉처리가 과육갈변 발생에 미치는 영향

수확시기	처 리	감압	저장기간(월)			
			0	2	4	6
<u>과육갈변²</u>						
적 속 10일전	Control	-	0	0	0	0.4
	PE 60um	-	-	0	0	3.4
	PE 60um	+	-	0	0.7	4.3
	PE 60um+ES	+	-	0	1.0	4.2
	PE 80um	+	-	0	2.0	3.0
	PE 80um+ES	+	-	0	3.0	3.4
적 속	Control	-	0	0	0.2	0
	PE 60um	-	-	0	0.8	0
	PE 60um	+	-	0	1.6	0.4
	PE 60um+ES	+	-	0	1.5	0.9
	PE 80um	+	-	0	1.1	1.9
	PE 80um+ES	+	-	0	1.0	2.4
적 속 10일후	Control	-	0	0	-	-
	PE 60um	-	-	0	-	-
	PE 60um	+	-	0	-	-
	PE 60um+ES	+	-	0	-	-
	PE 80um	+	-	0	-	-
	PE 80um+ES	+	-	0	-	-

²갈변발생정도는 0(없음)에서 5(매우 심함)으로 구분하여 표시함

과육 갈변 장애가 발생한 직접적인 원인은 조사하지 않았지만 혐기조건에서 지나치게 장기간 보관함에 따라 발생한 저산소에 의한 장애일 가능성이 있다. 또한 에틸렌제거제를 함께 포장한 경우에도 이러한 장애가 감소되지 않은 사실은 과육갈변장애가 에틸렌과 관련이 없음을 나타내는 것으로 추정되었다.

흑변 장애는 재배조건 또는 수확후에도 발생하는데(32), 본 연구에서는 저장 전 건전한 과실을 대상으로 실험을 수행하였으므로 수확 전 조건에 따른 장애는 아니며 감압조건에서 호흡 등 대사작용의 변화에 의한 것으로 추정된다.

장애의 양상은 과피면에 특별한 증상을 나타내지 않았으나 과육 절단면에 갈변한 부위가 부분적으로 관찰되기 시작하며 그 증상이 점차 확산되는 경향을 보여 주었다(그림. 1). 그러나 증상이 아주 심하게 진전된 경우에는 과육조직의 갈변증상이 과피면에서 확인되는 경우도 있었지만 대부분 과실은 과육 조직의 일부만 갈변증상을 보여주었다. 미숙한 과실에서 매우 심하게 장애가 발생한 경우를 제외하고는 관능적인 맛의 변화를 보여주지 않았다.

‘갑주백목’의 감압밀봉 포장에 대한 반응은 ‘평핵무’와 다소간 차이를 보여주었다. 과실 경도는 대체적으로 ‘평핵무’보다 높은 경향을 보여주었는데, 적숙 10일전에 수확한 과실의 수확당시 경도는 5.84kg이었으며 저장 이후에도 ‘평핵무’보다 경도가 높게 유지되었다(표 5). 따라서 수확시기와 처리에 관계 없이 모든 조사시기에서 완전히 연화된 과실은 나타나지 않았다.

무게 감량은 ‘평핵무’ 품종과 유사한 경향을 보여 감압밀봉한 경우 저장 6개월 동안 감량이 1% 미만이었다(표 6).

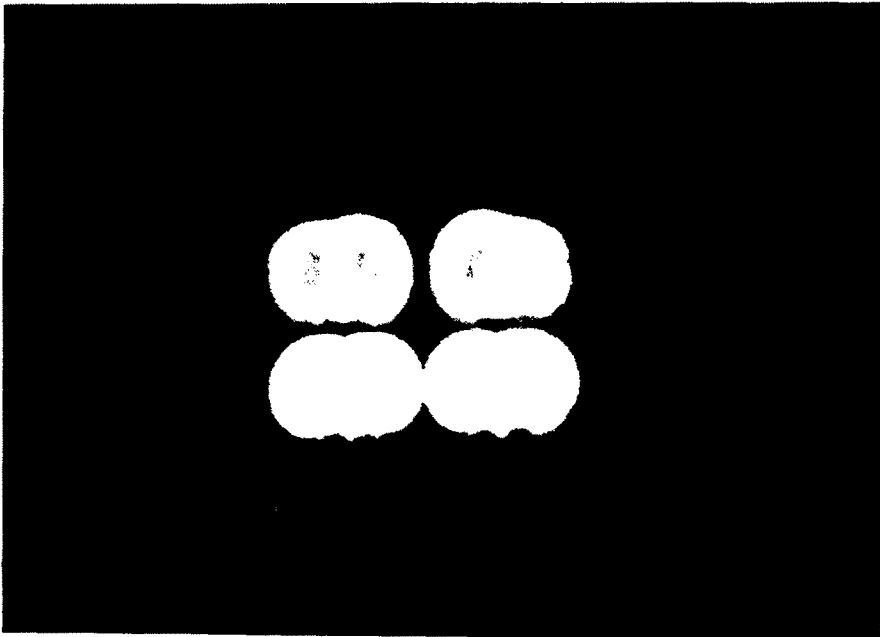


그림 1. '평핵무' 과실에서 발생한 과육갈변 증상

(상 : 저장 4개월후의 외관, 하 : 과육갈변장해)

표 5. 뽕은감 ‘갑주백목’ 품종에서 수확시기에 따른 감압밀봉처리가 경도에 미치는 영향

수확시기	처 리	감압	저장기간(월)			
			0	2	4	6
			<u>경도(kg)</u>			
적 속 10일전	Control	-	5.84	4.17	3.38	3.61
	PE 60um	-	-	4.30	4.28	3.12
	PE 60um	+	-	4.58	4.48	4.38
	PE 60um+ES	+	-	4.57	4.51	4.47
	PE 80um	+	-	4.59	4.48	4.02
	PE 80um+ES	+	-	4.76	4.75	4.70
적 속 10일후	Control	-	5.33	4.05	3.75	2.72
	PE 60um	-	-	4.07	3.88	2.44
	PE 60um	+	-	4.41	4.15	3.76
	PE 60um+ES	+	-	4.24	4.14	4.01
	PE 80um	+	-	4.53	4.23	3.88
	PE 80um+ES	+	-	4.33	4.40	4.30
적 속 10일후	Control	-	5.30	3.30	2.78	2.72
	PE 60um	-	-	3.67	2.86	2.44
	PE 60um	+	-	4.17	4.39	3.76
	PE 60um+ES	+	-	4.26	3.99	4.01
	PE 80um	+	-	4.30	3.89	3.89
	PE 80um+ES	+	-	4.20	4.10	4.19

표 6. 뽕은감 ‘갑주백목’ 품종에서 수확시기에 따른 감압밀봉처리가 무게감
 량에 미치는 영향

수확시기	처 리	감압	저장기간(월)			
			0	2	4	6
감량(%)						
적 속 10일전	Control	-	0	4.51	6.84	10.51
	PE 60um	-	-	0.91	1.26	1.82
	PE 60um	+	-	0.40	0.39	0.92
	PE 60um+ES	+	-	0.60	0.64	0.82
	PE 80um	+	-	0.41	0.64	0.79
	PE 80um+ES	+	-	0.44	0.51	0.80
적 속 10일후	Control	-	0	4.59	7.49	11.47
	PE 60um	-	-	0.98	1.43	2.09
	PE 60um	+	-	0.78	0.87	0.94
	PE 60um+ES	+	-	0.59	0.66	0.79
	PE 80um	+	-	0.46	0.74	0.81
	PE 80um+ES	+	-	0.39	0.55	0.82
적 속 10일후	Control	-	0	3.60	6.82	10.14
	PE 60um	-	-	1.29	1.32	2.09
	PE 60um	+	-	0.24	0.38	0.54
	PE 60um+ES	+	-	0.18	0.38	0.59
	PE 80um	+	-	-	0.75	0.61
	PE 80um+ES	+	-	-	0.75	0.82

삼미는 대체적으로 '평핵무'보다 오랫동안 유지되었는데 적숙 10일 전과 적숙기에 수확한 과실은 저장 4개월까지 약간의 삼미가 남아 있었지만 뚫은 맛은 과피면에서 약하게 느껴지는 정도이었고, 과육부위에서는 뚫은 맛을 느낄 수 없었다(표 7). 적숙 10일 후에 수확한 과실은 저장 2개월 후에 뚫은 맛이 완전히 제거되어 식용상 불편함이 없었다.

과육 갈변 장애는 '평핵무' 품종보다 훨씬 심하게 발생한 것으로 나타났으며, 특히 적숙 10일전에 수확한 과실에서는 과실 받침부위에서 내부 조직이 갈변된 증상을 관찰할 수 있는 정도이었다(표 8, 그림. 2). 그러나 장애의 양상은 정도의 차이가 있었을 뿐 '평핵무'와 동일하였다. 즉, 갈변 장애는 과심 깊은 곳에서 시작되어 점차 확산하는 것으로 나타나 저산소에 의한 장애인 것으로 추정할 수 있었다.

이상의 결과를 살펴 볼 때, PE 감압포장 저장은 뚫은감의 저장성을 크게 향상시킬 수 있는 방안으로 확인되었지만 품종에 따른 적응성에 많은 차이를 나타내는 것으로 판단되었다. 본 연구에서 검토한 '평핵무'는 반시류로 동시인 '갑주백목'과는 조직구성상의 차이가 있을 것으로 예상되며 육질이 치밀한 경우 조직내 산소가 부족하여 갈변장애가 더욱 크게 발생하는 것으로 추정할 수 있다.

본 연구에서 얻어진 결과에 의하면 감압밀봉 저장에 대한 반응은 적기에 수확한 과실에서 탁월한 효과를 나타내었고, 수확시기가 지나치게 빨라 미숙한 과실이나 과숙한 과실에서는 저장성이 감소한 것으로 나타났다. 따라서 국내 재배종인 '청도반시'를 대상으로 적기에 수확한 과실을 대상으로 처리시기를 늦춰 지연 입고시킬 때의 저장반응을 살펴보았다.

표 7. 뽕은감 ‘갑주백목’ 품종에서 수확시기에 따른 감압밀봉처리가 뽕은 맛에 미치는 영향

수확시기	처 리	감압	저장기간(월)			
			0	2	4	6
			<u>뽕은 맛²</u>			
적 속 10일전	Control	-	5.0	5.0	4.9	1.4
	PE 60um	-	-	4.6	4.5	0.2
	PE 60um	+	-	0.6	0.6	0
	PE 60um+ES	+	-	0.6	0.6	0
	PE 80um	+	-	0.6	0.6	0
	PE 80um+ES	+	-	0.6	0.6	0
적 속	Control	-	5.0	4.9	4.8	4.9
	PE 60um	-	-	4.3	4.2	2.6
	PE 60um	+	-	0.2	0.2	0
	PE 60um+ES	+	-	0.2	0.2	0
	PE 80um	+	-	0.3	0.2	0
	PE 80um+ES	+	-	0.3	0.2	0
적 속 10일후	Control	-	5.0	4.8	4.2	4.2
	PE 60um	-	-	4.7	3.6	2.0
	PE 60um	+	-	0	0	0
	PE 60um+ES	+	-	0	0	0
	PE 80um	+	-	0	0	0
	PE 80um+ES	+	-	0	0	0

²삼미는 0(뽕은 없음)에서 5(매우 뽕은)로 구분하여 표시함.

표 8. 뽕은감 ‘갑주백목’ 품종에서 수확시기에 따른 감압밀봉처리가 과육갈변 발생에 미치는 영향

수확시기	처 리	감압	저장기간(월)			
			0	2	4	6
<u>과육장해^z</u>						
적 속 10일전	Control	-	0	2.1	3.8	3.0
	PE 60um	-	-	2.7	3.2	2.2
	PE 60um	+	-	2.7	3.1	3.2
	PE 60um+ES	+	-	3.4	2.9	2.9
	PE 80um	+	-	3.8	3.5	2.8
	PE 80um+ES	+	-	2.7	3.8	2.2
적 속	Control	-	0	0	2.0	2.6
	PE 60um	-	-	0	1.6	2.4
	PE 60um	+	-	0	3.5	2.9
	PE 60um+ES	+	-	0	3.4	2.7
	PE 80um	+	-	0	3.6	2.4
	PE 80um+ES	+	-	0	3.3	3.0
적 속 10일후	Control	-	0	1.3	2.4	2.0
	PE 60um	-	-	1.0	2.2	2.8
	PE 60um	+	-	3.2	3.0	1.9
	PE 60um+ES	+	-	2.6	2.1	2.0
	PE 80um	+	-	3.5	2.6	1.8
	PE 80um+ES	+	-	4.1	2.9	2.0

^z장해발생정도는 0(없음)에서 5(매우 심함)으로 구분하여 표시함

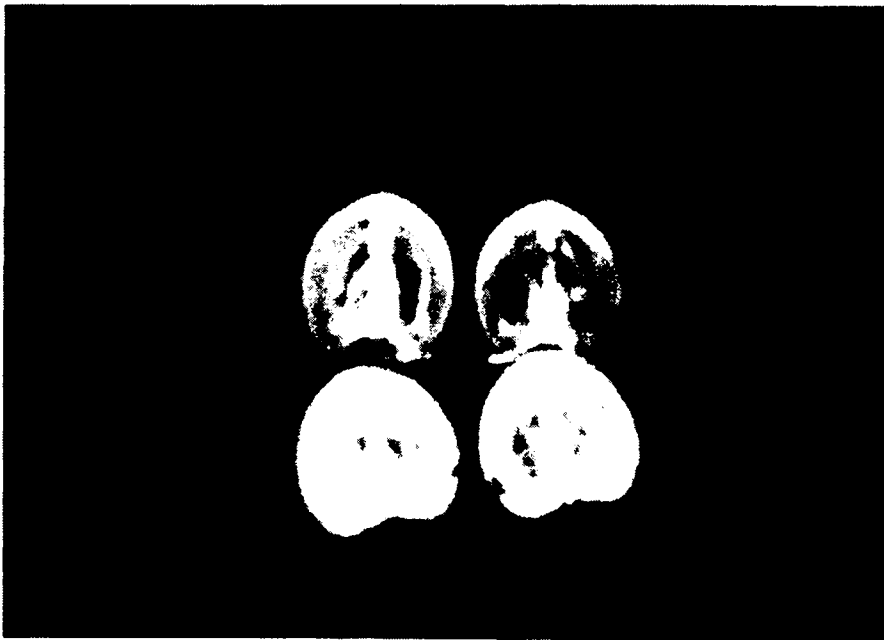
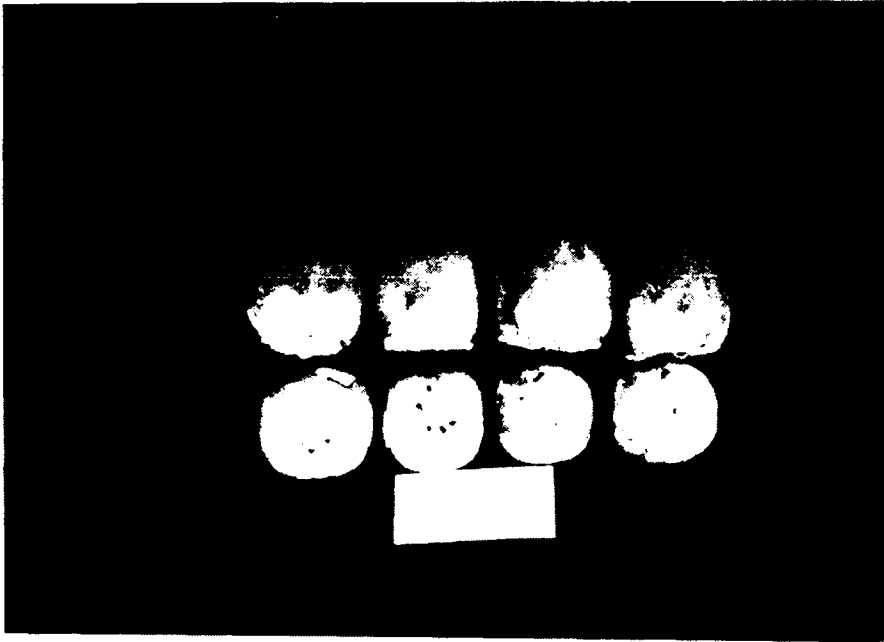


그림. 2. '갑주백목' 품종에서 감압밀봉처리에 의한 과육장해

본 연구에서는 청도지역에서 출하되는 과실을 무작위로 구입하여 선별한 다음 실험에 공시하였다.

수확 당시의 경도는 6.5kg이었는데 상온 또는 저온에 보관함에 따라 경도 저하가 빠르게 진행되었다(그림. 3). 따라서 상온 5일 보관한 후의 경도는 6.34kg으로 감소되었고 5℃에 보관한 경우도 이와 유사한 수준이었다. 10일간 상온에 보관한 과실은 경도가 1.3kg이하로 감소되어 부분적으로 연화되었으므로 본 실험에서 제외하였다. 과실 경도는 입고지연 일수가 증가할수록 더욱 빠르게 감소하는 경향을 보여주었는데 저장 6개월 후의 경도는 즉시 포장하여 입고한 처리에서 가장 높아 4.05kg이었고, 다음이 상온에서 5일간 보관한 경우로 3.7kg이었으며 가장 빠르게 연화된 것은 10일간 입고를 지연시킨 처리로 저장 4개월에 완전히 연화되었다.

삼미는 '평핵무'와 달리 저장 4개월까지 남아 있었는데 입고를 지연시킨 경우 삼미가 더욱 빠르게 소실되는 경향이었다(그림. 3). 저장 5개월 후의 삼미는 과피면에서 약하게 느껴지는 과실이 조사대상 중 일부가 느껴질 뿐 대부분의 과실은 완전히 탈삼되었다.

과색 변화는 수확 후 5일간 입고를 지연시킨 경우에는 즉시 입고한 경우와 차이가 없었으나 10일간 입고를 지연시킨 경우는 저장 4개월에 과색이 홍조를 짙게 띄며 부분적으로 연화되었다(표 9).

저장중 과실의 품질을 조사한 결과, 고형물 함량은 입고가 지연될수록 점차 감소하는 경향을 보여 수확당시 고형물 함량은 18.6%이었으나 입고를 지연시킨 경우 17.9%에서 17.1%로 감소되었다(표 10). 이러한 사실로 미루어 볼 때 수확한 과실의 생리적 변화가 매우 빠르게 진행되는 것을 알 수 있었다. 저장기간이 길어질수록 점차 감소하는 추세를 보여주었으나 처리간의 차이는 현저하지 않았다.

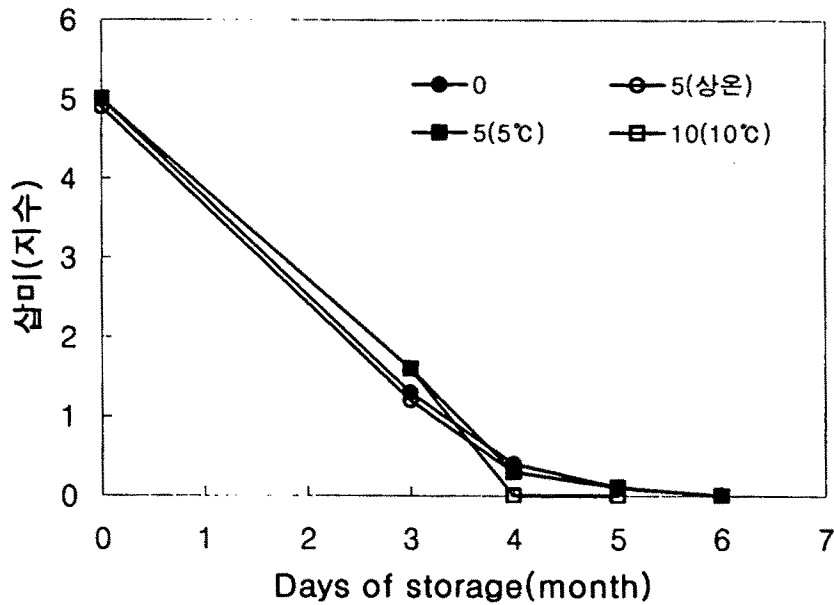
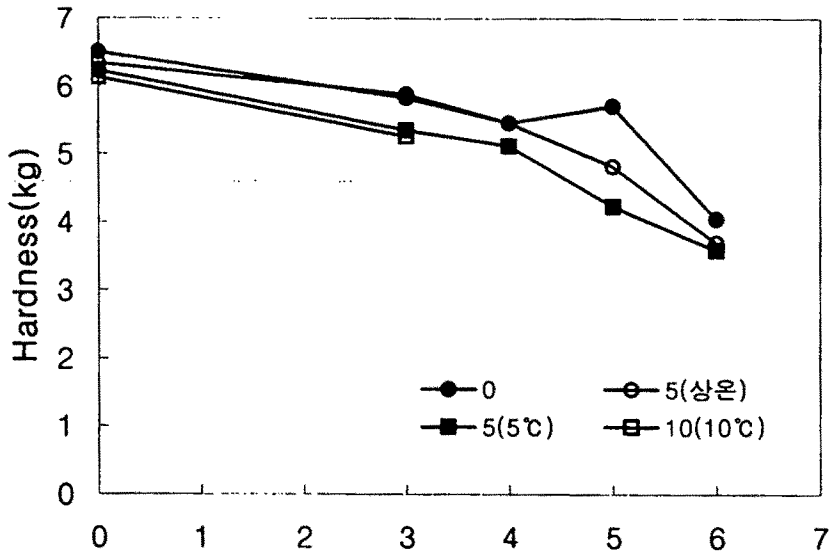


그림. 3. 감압밀봉과 자연입고가 '청도반시'의 저장 중 경도와 삼미에 미치는 영향

표 9. 감압밀봉과 지연입고가 '청도반시'의 저장중 과색 변화에 미치는 영향

입고지연(일)	저장기간(월)	Hunter value		
		L	a	b
0	0	66.15	19.21	59.13
	3	63.92	22.07	57.25
	4	64.62	24.22	59.69
	5	63.26	21.77	57.04
	6	63.63	15.73	55.37
	5 (상온)	0	65.89	23.52
3		60.16	25.53	59.63
4		61.96	23.36	55.85
5		62.04	24.33	52.62
6		63.03	25.15	56.62
5 (5℃)	0	62.51	29.62	58.66
	3	62.53	26.31	54.63
	4	62.54	24.25	57.03
	5	61.81	22.18	54.93
	6	63.58	26.53	54.71
10 (5℃)	0	62.51	29.62	58.66
	3	65.69	25.70	60.35
	4	58.23	24.24	48.90

표 10. 감압밀봉과 지연입고가 '청도반시'의 저장 중 품질에 미치는 영향

입고지연(일)	저장기간(월)	고형물 (°Brix)	산 (%)	총당 (mg/g.fr.wt)
0	0	18.60	0.248	79.9
	3	16.93	0.087	72.4
	4	15.67	0.050	62.0
	5	15.83	0.074	57.8
	6	15.57	0.056	68.6
5 (상온)	0	17.87	0.152	80.1
	3	16.33	0.095	71.9
	4	15.80	0.076	58.7
	5	15.43	0.063	59.3
	6	15.17	0.063	67.8
5 (5℃)	0	17.13	0.214	70.9
	3	17.10	0.088	73.3
	4	16.57	0.078	63.4
	5	16.53	0.058	59.2
	6	15.87	0.069	58.2
10 (5℃)	0	17.13	0.214	72.2
	3	19.59	0.186	65.9
	4	17.57	0.089	-

총당 함량도 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하는 경향을 보여주었는데 처리에 따른 특징적인 차이는 관찰되지 않았다. 당대사와 탈삼의 관련성을 보고된 바(12) 있으나 처리간에 명확한 당 함량의 차이를 나타내지 않아 구체적인 당대사와 탈삼 등의 기작에 관한 조사는 실시하지 못하였다.

따라서 입고가 지연될수록 과실은 빠르게 연화되는 경향을 보여주었지만 기타 과실 품질에는 차이가 크지 않았던 것은 감압처리로 인하여 과실의 수확 후 대사작용이 극히 제한적으로 발생하기 때문인 것으로 추정되나 과육의 연화는 초기 에틸렌 또는 기타 연화에 관련된 생리적 기작이 시작된 이후에는 이러한 작용을 감압포장으로도 지연시킬 수 없음을 의미하는 것으로 판단된다.

본 연구에 사용한 과실을 살펴 볼 때 수확당시 과색에 많은 차이를 보여주었으므로 구입한 과실을 과색에 따라 구분하여 조사하였다(그림. 4).

미숙한 과실의 입고 전의 경도는 적숙기의 과실보다 다소 높게 측정되었는데 저장 후에는 오히려 경도 저하가 더욱 빠르게 진행되었다(그림. 5). 따라서 저장 전 미숙과의 경도는 6.6kg이었으나, 저장 6개월 후에는 3.0kg으로 감소되었다. 반면에 숙도가 어느 정도 진행된 과실의 경도는 저장 6개월에도 4.7kg으로 측정되어 감압적응성이 높은 것으로 밝혀졌다.

저장전의 고형물 함량은 미숙과에서 오히려 높았으나 저장 6개월에는 처리간 차이가 없었다. 산함량 또한 유사한 경향을 보여주었다.

과실의 삼미는 저장중 현저히 감소하는 경향이었는데 저장 4개월까지는 조사대상 과실중 일부가 삼미를 지니고 있었다(그림. 6). 그러나 삼미는 과피면에서 약하게 느껴졌을 뿐 과육에서는 삼미가 완전히 제거된 상태였다. 과실 숙도에 따른 삼미 변화는 현저한 차이를 보여주지 않았다.

과색변화 중 저장 전 미숙과의 Hunter a값이 적숙과보다 현저히 낮게 측정되었는데 이러한 경향은 저장말기까지 지속되었다. 따라서 감압밀봉 조

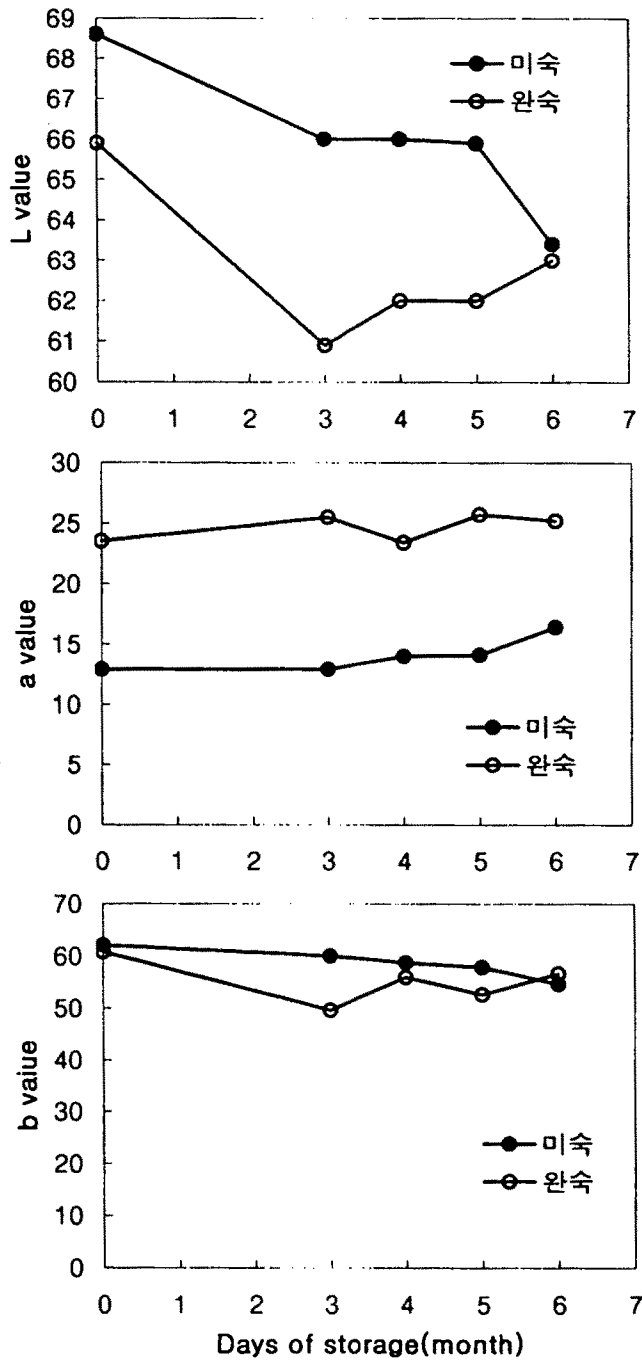


그림. 4. 숙도차이가 감압밀봉한 '청도반시'의 과색에 미치는 영향

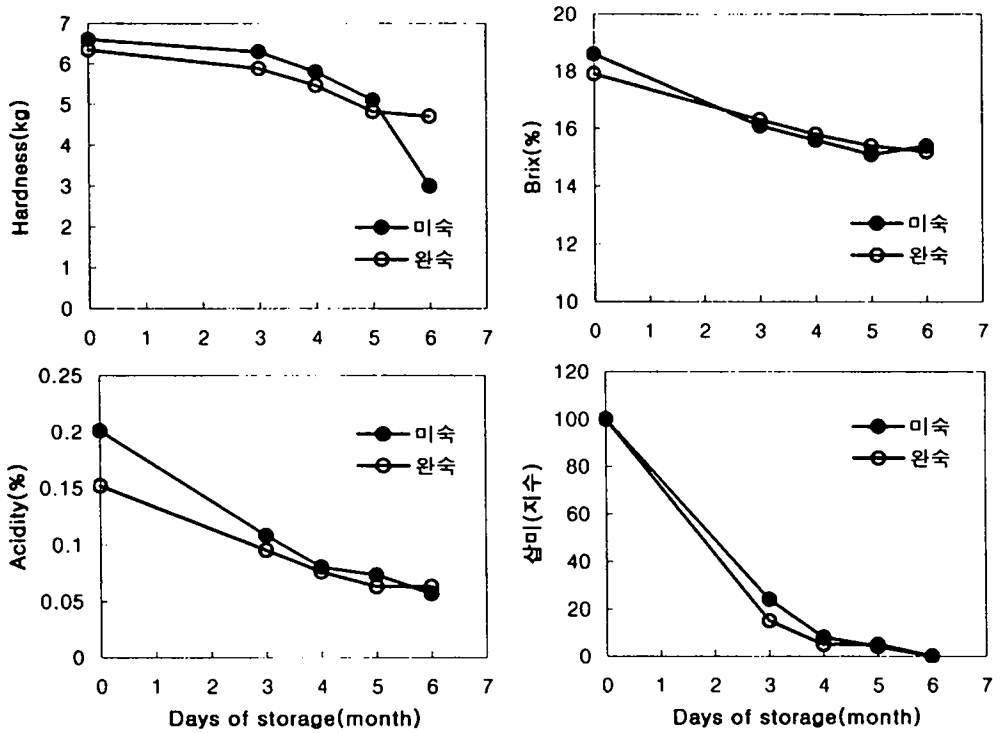


그림. 5. 숙도차이가 감압밀봉한 '청도만시'의 품질에 미치는 영향

건에서 과색의 변화는 제한적으로 일어나는 것으로 판단할 수 있다.

과실의 경도가 저장 6개월에도 미숙과에서 3.0kg에 달하였던 사실과 전술한 '평해무' 또는 '갑주백목'과 달리 생리적 장해가 발생하지 않은 사실은 '청도반시'의 감압저장 적응성이 전술한 두 품종보다 우수하기 때문으로 판단되며 저장 6개월까지 연화되지 않고 생과로 이용할 정도의 경도를 유지한 점으로 미루어 볼 때 반시류는 감압저장에 적합한 것으로 생각할 수 있다.

또한 수확 후 5일까지 감압저장 효과가 나타난 점으로 미루어 볼 때 '청도반시'의 감압저장성이 가장 우수하며 그 다음이 '평해무' 품종인 것으로 판단된다.

충북 옥천지방에서 생산된 등시를 대상으로 감압저장을 실시한 결과, 과육 연화가 빠르게 진행되어 저장 3개월 이후에는 부분적으로 연화된 과실이 관찰되었고 4개월에는 전반적으로 연화되는 양상을 보여주었다(표 11). 또한 삼미도 과실이 부분적으로 연화된 4개월에도 약 절반 가량의 과실에서 삼미가 느껴져 감압저장에 부적합한 것으로 결론지을 수 있었다. 또한 저장이후 상온에 노출시킬 때 2일 정도에 과색이 검게 변하는 등 품질이 크게 저하되었다. 충남 양촌에서 수확한 '월하시'의 경우도 등시와 비슷한 반응을 보여주었다(자료 미제출).

감압밀봉 작업효율을 증진시키기 위하여 전술한 실험과 달리 1회 포장시 과실의 개수를 16개에서 24개까지 조절하여 처리하였다. 대체적인 저장 반응은 5개 과실단위로 포장한 것과 유사하였으나 포장규격을 크게 할 경우 처리시간은 단축될 수 있으나 처리시 봉지에 구멍이 생기는 경우가 발생하였고, 또한 과실사이가 지나치게 압축되어 압상이 발생하는 경우도 있었다. 저장 후 밀봉된 상태에서 유통하는 조건을 고려할 때 포장규격을 크게 하는 것보다는 5개 단위로 포장하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

세라믹 필름은 통기성에 유리한 것으로 알려져 있어 저밀도 PE와 감압저장에 미치는 영향을 검토하였다(표 11). 그러나 저밀도 필름에 비하여 감압 직후의 포장상태에는 큰 차이가 없었으나 저장기간이 경과된 이후에는 대부분의 처리에서 감압조건이 풀어진 상태로 되었으며, 경도가 3개월 후에 크게 저하되었고 4개월에는 조사한 모든 과실이 부분적으로 연화되어 생과로서의 가치를 상실하였다. 이러한 결과는 필름제조시 첨가한 세라믹 소재에 의하여 감압상태가 오랫동안 유지되지 못한 까닭에 기인된 한 것으로 판단되어 세라믹 필름은 감압포장 소재로 부적당한 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 수종의 뚫은감에 대한 감압저장성을 검토한 결과, 반시계통인 '청도반시'와 '평해무' 품종의 감압저장성이 우수한 것으로 밝혀졌다(표 12). 이 두 품종의 저장기간은 최소 4개월 이상이며 '청도반시'의 경우 6개월까지 생과로 이용할 정도의 경도를 유지하였다. 반면에 '갑주백목'의 경우 과육갈변이 심하게 발생하여 감압저장에 불리하였고, '월하시' 또는 동시에 경우 과육이 쉽게 연화되어 이들 품종에 대하여서는 수확시기에 따른 감압적응성에 대한 추후 연구가 필요할 것으로 판단되었다. 특히 '평해무'와 '청도반시'의 경우 저장을 마친 후 감압상태로 유통시킬 경우 연화가 최대 7일까지 지연되어 유리하였다.

따라서 장기저장을 목적으로 할 경우 수확시기를 결정하는 것이 매우 중요하며 관행적인 숙기에서 수확한 과실을 상온에 5일정도 보관하며 감압처리를 할 경우 이듬해 3-4월까지 저장이 가능하므로 그 시기에 출하되는 단감의 품질이 매우 열악한 점을 고려할 때 경제성이 있는 것으로 판단할 수 있다

표 11. 포장용 필름 유형이 등시의 감압저장성에 미치는 영향

필름종류	저장기간(월)	경도(kg)	고형물(°Brix)	삼미과(%)
세라믹	0	5.12	18.5	100
	3	2.25	16.6	64
	4	1.71*	15.3	52
	5	1.38*	15.9	0
저밀도	0	5.12	18.5	100
	3	1.65*	17.5	80
	4	1.22*	16.6	75
	5	1.08*	15.9	0

표 12. 감압밀봉 포장처리에 따른 짧은감 품종별 저장성 비교

품 종	저장기간 (월)	저장반응	비 고
평 핵 무	>4	우수	감압포장상태로 상온유통시 5일간 경도유지
청도반시	6	우수	“
감주백목	3	보통	과육갈변발생
등 시	2	불량	저장2개월 후 부분연화 상온유통시 과피갈변
월 하	2	불량	“

제 2절. 탈산소제 및 에틸렌제거 처리에 의한 뚝은 감 저장성 증대

감압저장 기술은 뚝은감의 저장성 증진에 탁월한 효과를 나타내지만 수확 후 처리기간이 짧고 작업이 다소 복잡하여 일일 처리량에 한계가 있을 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 보다 손쉬운 작업으로 뚝은감의 저장기간을 연장시키고자 탈산소제 및 에틸렌제거 처리 효과를 검토하였다.

‘청도반시’와 ‘갑주백목’ 품종을 대상으로 60um PE 포장지에 담아 15kg의 과실을 각각 담아 탈산소제와 에틸렌제거제를 넣어 밀봉한 후 0℃에 저장하였다. 밀봉 후 포장재 내의 가스환경을 조사한 결과(그림 6, 7), 산소 농도는 처리 1일 후 ‘청도반시’의 경우 2.37%로 낮아졌고 ‘갑주백목’은 이보다 낮은 0.51%까지 감소되었으며 그 이후에는 일정한 수준으로 유지되었다. 에틸렌제거제를 처리한 경우에는 산소의 감소가 다소 지연되었으나 처리 2일 후에는 큰 차이를 보이지 않았다. 산소농도와 달리 이산화탄소의 농도는 처리 1일 후 ‘청도반시’의 경우 0.65-0.83%, ‘갑주백목’의 경우 0.76-0.54%로 증가되었으나 지속적으로 증가하지 않고 일정한 수준으로 유지되었다. 에틸렌농도는 에틸렌제거제 처리에 따라 큰 차이를 보여주었는데 탈산소제만 처리한 경우 품종에 관계없이 저장일수가 길어질수록 증가하는 경향을 보였고, 에틸렌제거제를 처리한 경우에는 검출 하한치로 유지되었다.

저장환경의 가스농도를 변화시켜 탈삼 및 저장성을 증대하고자 하는 시도로 고이산화탄소 처리(6, 9, 24), MA 환경조성에 의한 무기호흡발생(22), 에데폰 탈삼(1), 열탕 탈삼(3) 방안이 사용되고 있으나 과육의 연화가 빠르게 진행되어 이러한 점을 해소하기 위하여 giberrellin과 같은 성장조절물질처리(2) 등의 효과가 검토된 바 있다. 그 중 에틸렌은 노화와 조직에 연화에 많

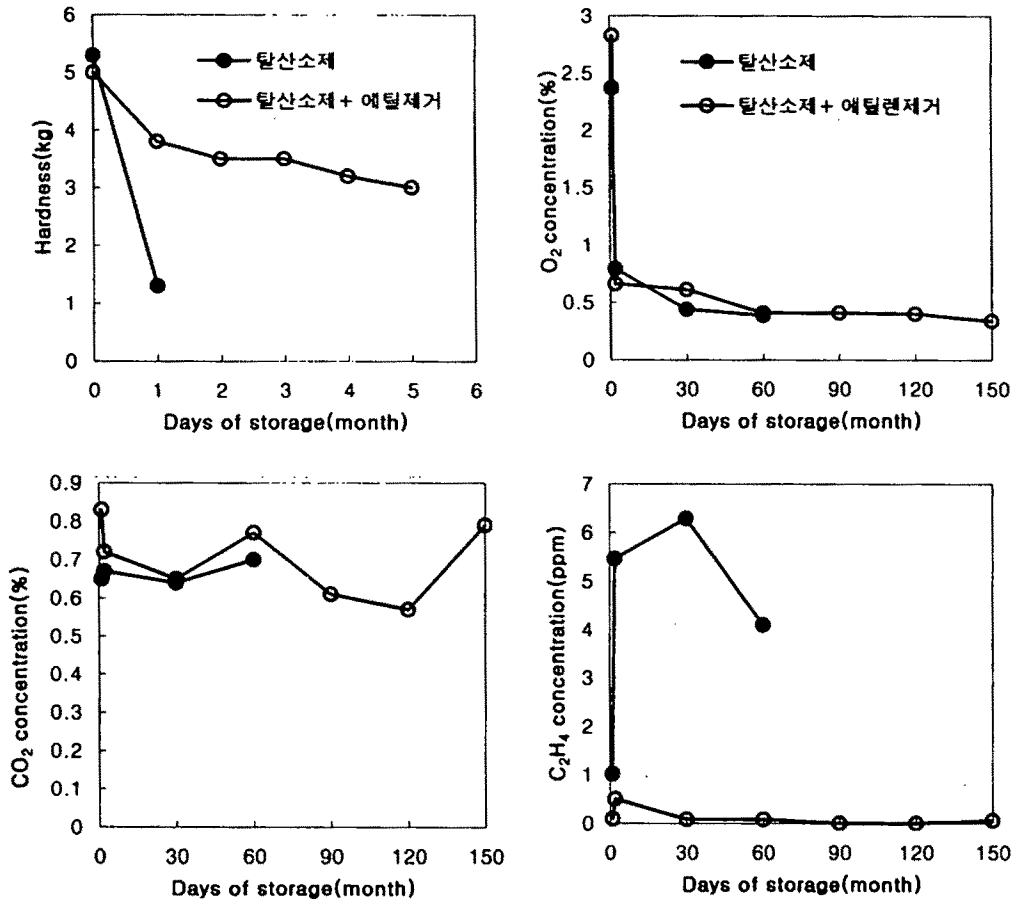


그림 6. 탄산소제 및 에틸렌제거제 처리가 PE 포장내에 가스환경에 미치는 영향

은 영향을 미치므로(1, 29) 저산소환경에서 에틸렌제거를 실시하였다.

과실 경도는 '청도반시'에 탈산소제만 처리한 경우 저장 전 5.3kg에서 저장 1개월 후에 1.3kg으로 감소되어 연화되었으나, 에틸렌제거제를 처리한 경우에는 저장 5개월까지 건전한 과실의 경우 3.0kg까지 유지되어 생과로서의 상품가치를 지니고 있었다.

'갑주백목' 품종도 유사한 경향을 보여주었는데 탈산소제 처리시 경도가 저장 5개월까지 유지되었다. 특이하게 감압밀봉한 경우와 달리 '갑주백목' 품종에서도 과육이 갈변되는 장애가 현저히 적게 발생하였다.

탈삼은 '청도반시'의 경우 에틸렌제거제 처리구에서 다소 지연되었으나 저장 3개월에는 모든 과실이 탈삼되었고 '갑주백목'에서도 저장 2개월에 처리간 차이 없이 삼미가 제거되었다. 그러나 저장 3개월이 넘으면서 상처를 받았던 과실부터 부패되기 시작하여 감압포장보다는 저장성 증진에 효과적이지 못하였다.

다른 실험에서 포장용기를 바꾸어 동일한 실험을 실시하였다(그림 8, 9, 10). 이 경우 플라스틱 밀폐용기에 과실을 담고 탈산소제 및 에틸렌제거제를 처리하여 저장성을 비교하였는데 플라스틱 필름 봉지에 처리한 경우와 달리 용기의 가스 투과성이 없었기 때문에 무처리구에서도 산소 농도가 처리 26시간에 1%이하로 낮아졌으며 탈산소제를 처리한 경우에는 0.2%까지 저하되었다. 반면에 이산화탄소는 처리 후 26시간에 낮게는 16.2%에서 23.9%까지 급격히 증가하였다. 처리간에서 탈산소제 처리량을 증가시킨 경우 이산화탄소 축적량은 상대적으로 적었다.

삼미는 플라스틱 필름 봉지에 처리한 것과 마찬가지로 저장 2개월 후에 삼미가 완전히 제거되었으나 일부 과실에서 이취가 발생하기 시작하였고 3개월에는 이취 발생이 더욱 심하여졌다. 이러한 결과는 과실의 지나친 무기호흡의 결과에서 비롯된 것으로 추정되었다. 또한 탈산소제와 에틸렌제거제

를 병행처리한 경우를 제외하고는 과육이 변색되는 경우도 발생하여 상품가치를 상실한 것으로 판단되었다. 따라서 탈산소제처리시 용기는 가스투과성이 보장되는 저밀도폴리에틸렌 필름이 유리한 것으로 판단되었다.

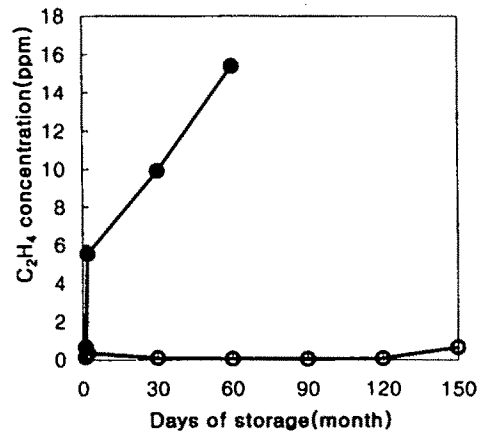
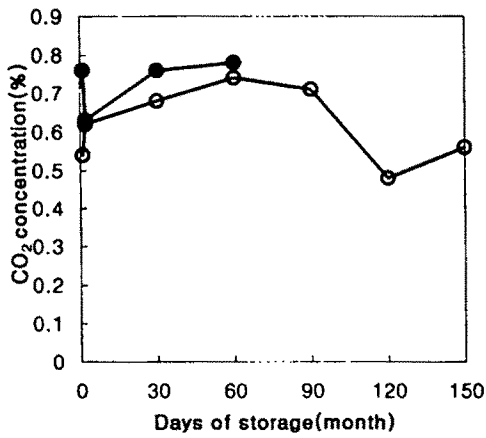
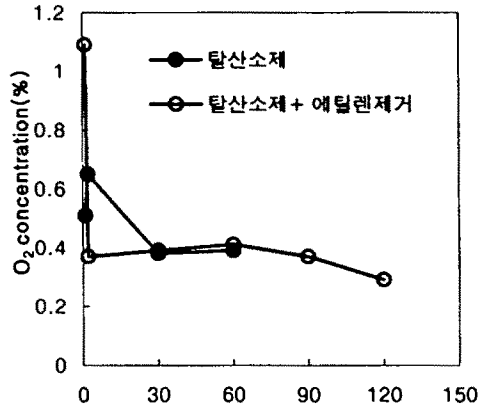
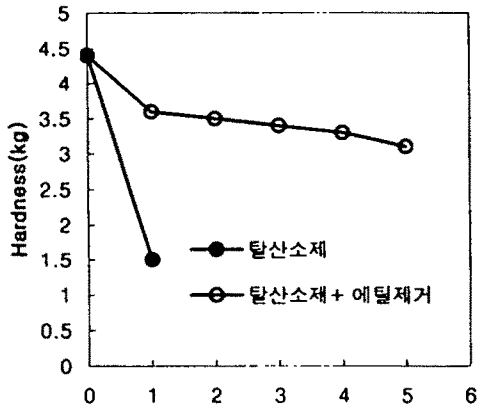


그림 7. 탈산소제 및 에틸렌제거제 처리가 PE 포장한 과실의 경도에 미치는 영향

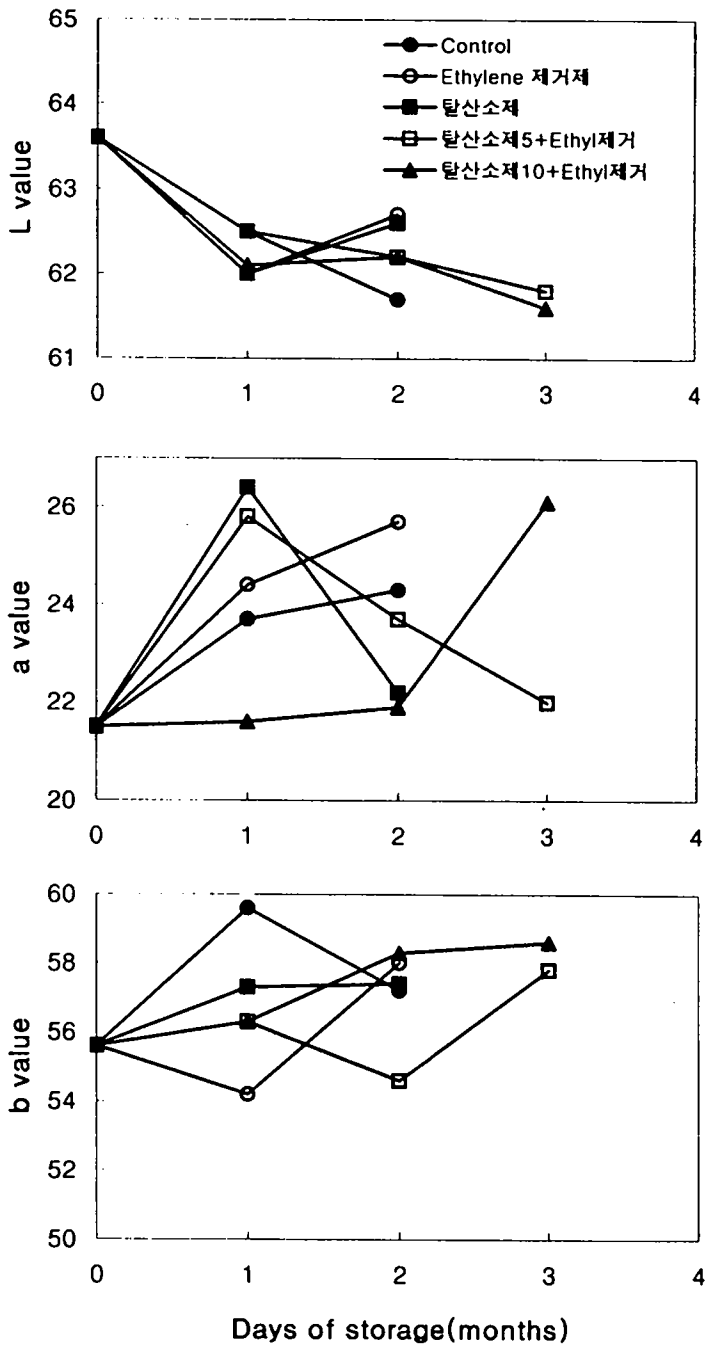


그림 8. 감 '평해무' 탈산소제 및 에틸렌제거제 처리가 과실의 품질에 미치는 영향

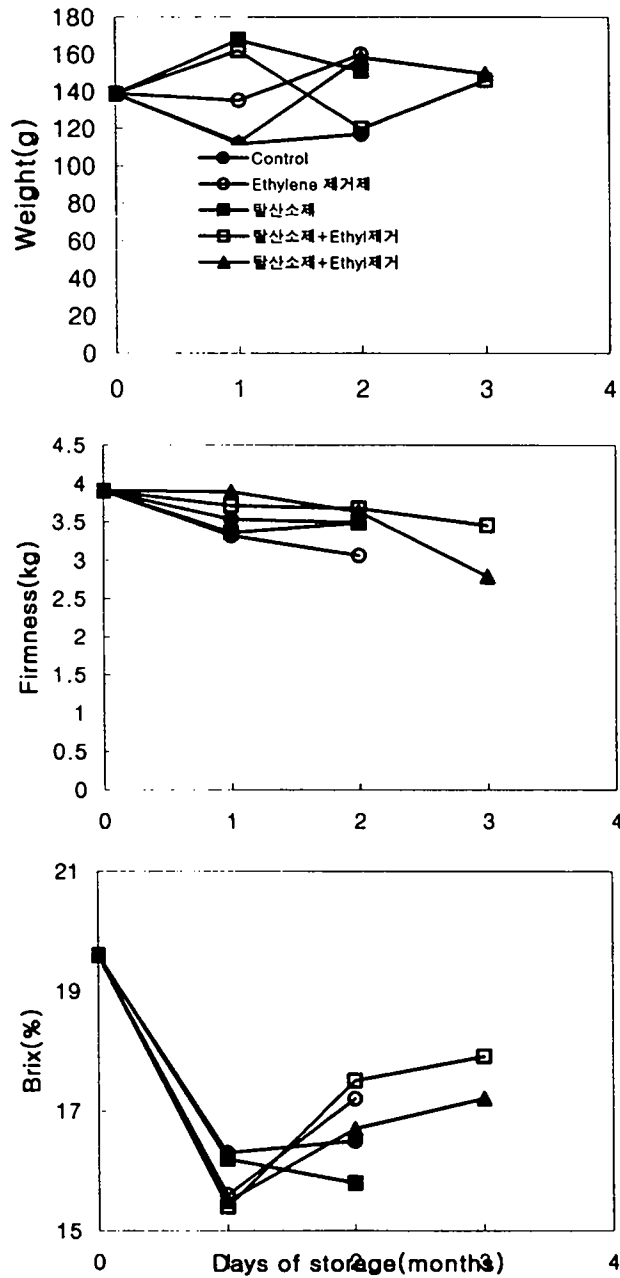


그림 9. 감 '평해무' 탄산소제 및 에틸렌제거제 처리가 과실의 품질에 미치는 영향

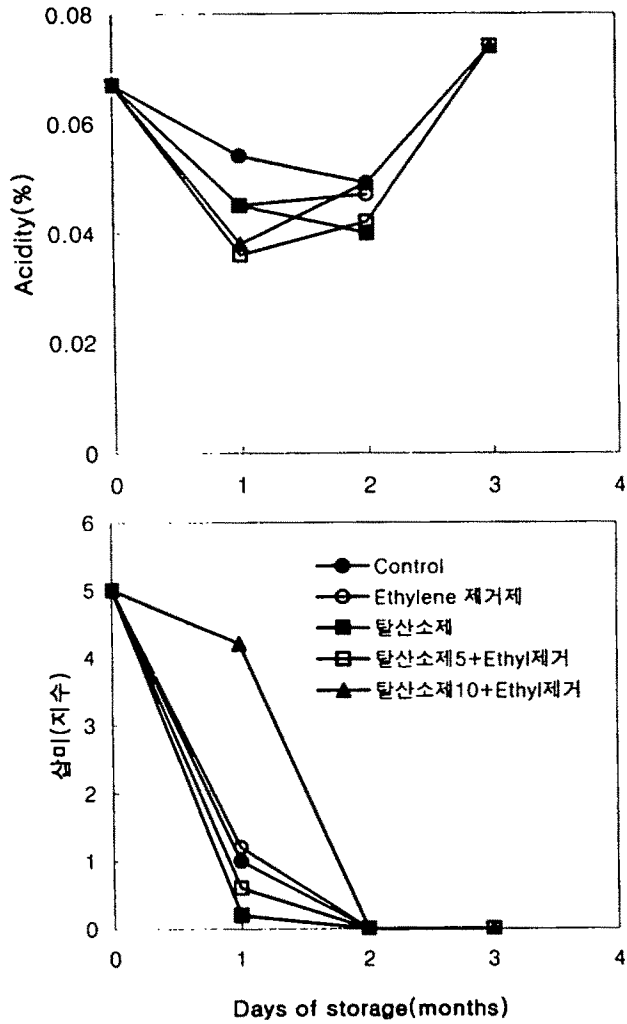


그림 10. 감 '평해무' 탈산소제 및 에틸렌제거제 처리가 과실의 품질에 미치는 영향

제 3절. 탈삼시 에틸렌 제거제가 과실 연화에 미치는 영향

탈삼은 뽕은 감의 삼미를 제거하는 수확후 처리과정으로 다양한 탈삼방법이 제시되어 있다. 이러한 탈삼처리에는 에테폰 처리(1), 열탕처리(3), 알콜처리(8, 14), CO₂처리(9, 12, 24, 30) 등이 포함되며 주로 알콜 및 CO₂처리에 의한 탈삼이 실용적으로 사용되고 있다. 이들을 혼용하여 처리하는 방안도 제시되어 있다. 즉 열처리와 탄산가스 탈삼을 병행하거나(28)

그러나 탈삼처리는 과실에 많은 스트레스를 가하여 조직을 연화시키는데 조직의 연화는 에틸렌과 매우 밀접한 관련이 있으므로(29) 탈삼중 에틸렌제거는 과실연화를 지연시키며 당의 가수분해(16)와 연화관련 효소(17)의 활성을 억제하는 효과가 있는 것으로 보고되어 있다. 또한 새로운 탈삼제로 dinitrophenol를 제시한 바 있다(18). 또한 탈삼반응은 품종에 따라 또는 재배지역의 환경조건에 따라 다르며(26) 이는 조직내 알콜 및 아세트알데히드 축적량에 따라 탈삼반응에 차이가 있는 것으로 보고된 바 있다(28).

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 흔히 실용적으로 사용하는 알콜 및 CO₂ 탈삼과정에서 에틸렌제거가 과실경도에 미치는 영향을 검토하였다(표 13). 감압알콜 탈삼은 알콜탈삼에 소요되는 단축시킨다고 하여(personal communication, Tanabe Kenji, Tottori Univ. Japan), 탈삼효율을 증진시키기 위하여 감압조건하에서 탈삼을 실시하였다.

탈삼처리 5일 후 삼미를 조사한 결과 알콜탈삼 처리를 제외하고는 삼미가 완전히 제거되었으나 알콜탈삼 처리 과실에서는 약한 삼미를 느낄 수 있었다. 탈삼을 완료한 과실의 경도는 알콜탈삼 과실에서 높게 유지된 반면에

표 13. 탈삼처리시 에틸렌제거가 '청도반시'에 있어 삼미와 경도에 미치는 영향

탈삼방법	에틸렌 제거제	감압	삼미 (지수)	과피장해 (지수)	경도 (kg)
무처리	-	+	5.0	1.0	6.8
알 콜	-	+	0.1	2.6	4.9
	+	+	0.2	3.4	5.2
에테폰	-	+	0	1.2	3.2
	+	+	0	1.3	3.4
드라이아이스	-	-	0	1.8	3.3
	+	-	0	1.6	3.4

데폰 또는 드라이아이스 처리과실의 경도는 현저히 낮은 결과를 보여주었다. 그러나 동일 처리 내에서는 에틸렌제거제 처리에서 경도가 높게 유지되어 탈삼과실의 연화가 발생하는 주원인이 탈삼과정에서 발생한 에틸렌이 조직을 연화시키는 것으로 판단되었다. 알콜탈삼의 경우 감압조건을 부여하였기 때문에 처리한 고농도의 알콜 일부가 과실에 닿아 표피가 변색되었는데, 이러한 문제점을 제거할 수 있는 탈삼용기를 만들어 사용할 경우 과실의 경도를 높게 하여줄 수 있을 것으로 예상되며, 특히 에틸렌에 제거된 환경을 조성하여 탈삼을 시도하는 것이 탈삼한 과실의 유통기간 확대에 도움이 될 것으로 확인되었다. 에데폰 또는 드라이아이스 처리는 과피면을 일부 갈변시키는 결과를 보여주었는데 이러한 장애는 드라이아이스 처리에서 더욱 심하게 발생하였다. CO₂탈삼에는 최소 72시간이 소요되며(30) 품종에 따라 열탕침지시에는 삼미가 되살아나는 문제점도 있는 것으로 보고되어 있다(3).

전반적으로 살필 때 알콜 탈삼은 고농도의 알콜이 과실에 직접 닿지 않았을 때는 과색이나 품질면에서 유리하였고 또한 CO₂탈삼은 탈삼소요시간이 짧은 장점이 있으나 연화가 심하게 발생하였다. 그러나 에틸렌제거환경은 탈삼방법에 관계없이 연화방지에 효과적이었으나 삼미 제거효율이 다소 감소되는 점이 문제점으로 지적되었다.

제 4절. 연시의 수축필름 포장을 이용한 유통성 증대 방안

최근 냉동저장한 연시가 판매되고 있으나 해동시 과즙이 흐르거나 저장시 변색되어 상품화율이 감소하는 경우가 있다. 따라서 본 연구는 농가의 실정에 적합한 냉동 연시 포장법을 개발하기 위하여 실시하였다.

수확한 과실은 처리 전에 연시로 만들기 위하여 밀폐된 용기 내에 과실을 담고 에데폰 용액(3.9%)에 NaOH 7배를 가하여 에틸렌을 발생시켜 접촉시켰다. 에틸렌 처리 3일 후 부분적으로 연화될 때 과실을 꺼내 수축필름으로 포장한 다음 냉동저장을 실시하였다. 본 실험은 '평핵무' 품종과 '청도반시' 품종을 선정하여 2년에 걸쳐 수행하였는데 품종간 차이가 없어 1차년도 '평핵무' 품종의 성적을 정리하였다(표 14).

냉동연시의 저장적온은 -15°C 이하인 것으로 확인되었는데 -5°C 저장시 저장 4개월부터 무처리구의 과실은 변색되기 시작하였고, 수축포장한 경우에도 갈변되는 과실이 관찰되었다. 그러나 -15°C 에서 저장한 과실은 1년까지 색택이나 맛에 변화를 보이지 않았다.

-15°C 저장한 연시일 경우에도 수출포장이 완전하지 못한 부분에서는 저장 6개월 후부터 부분적으로 갈변된 반점이 형성되었으나 이러한 증상은 매우 제한적으로 발생하였다.

저장한 과실을 해동시킬 경우 무처리 과실은 해동 중 변색되어 품질이 저하되거나 과피가 파열되어 과즙이 흐르는 현상을 보인 반면(그림 8), 수축필름 포장한 과실은 색택이 3시간이상 유지되었고 해동한 조직으로부터 과즙이 흐르는 것이 방지되어 식용상 불편함을 해소할 수 있었다.

수축필름 포장은 열풍처리기 같은 간단한 시설을 갖출 경우 곧바로 현장에 적용할 수 있기 때문에 냉동연시의 보관과 유통 중 손실을 방지할 수 있는 방안으로 판단된다.

표 14. 수축필름 포장이 냉동연시의 저장성에 미치는 영향

저장기간 (월)	저장온도 (℃)	수축필름 포 장	관능평가 (지수)	색택 (지수)
2	-5	+	9.8	5.0
		-	9.6	5.0
	-15	+	10.0	5.0
		-	10.0	5.0
4	-5	+	7.4	4.2
		-	6.5	2.8
	-15	+	10.0	5.0
		-	10.0	5.0
6	-5	+	-	1.2
		-	-	1.1
	-15	+	10.0	4.8*
		-	10.0	4.1
10	-15	+	10.0	4.2*
12	-15	+	10.0	4.5*

*포장이 완전하지 못한 부위에 갈색반점 형성

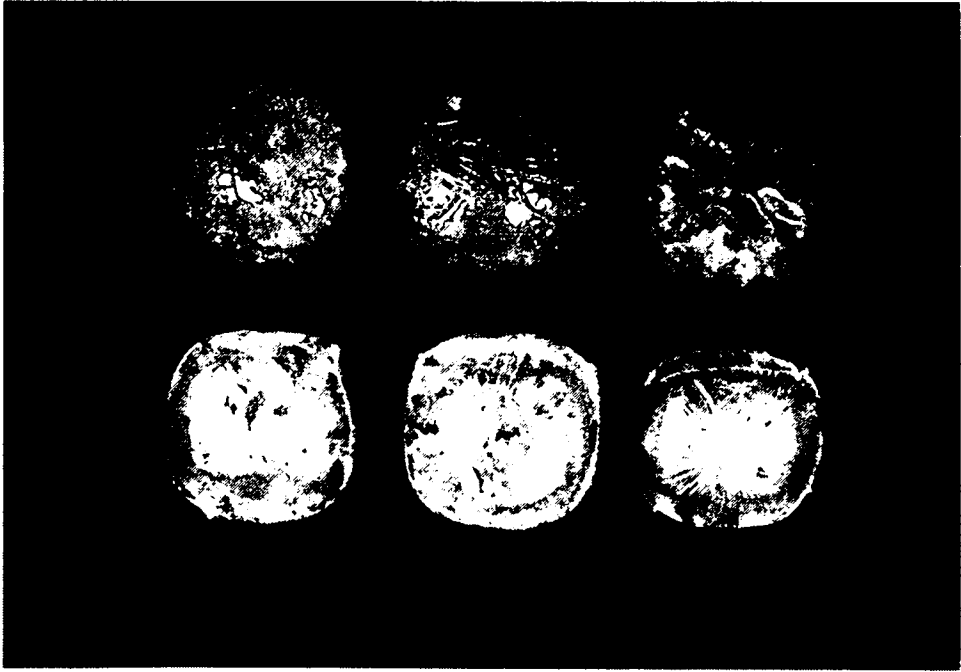


그림 11. 수축필름 포장한 냉동 연시의 해동 후 외관

제 5절. 밤의 수확 후 생리적 변화 구명

밤은 종실로서 일반적인 과실과 대사작용에 차이를 나타낼 것으로 추정되어 우리나라에서 많이 재배되는 7개 품종의 수확 후 대사특성을 검토하였다. 특히 밤의 저장시 호흡열 제거에 많은 어려움이 있는 것으로 알려져 있어 수확 후 관리에 있어 특징적인 변화를 찾고자 하였다.

밤과실의 0℃에서 20℃ 온도범위에서 호흡률을 조사하였다(표 15, 그림 12). 호흡률은 품종간 차이를 나타내었지만 특징적으로 조사한 모든 품종에서 호흡률이 5℃보다 0℃에서 다소 높게 측정되었다. 그러나 그 이상의 온도에서는 온도상승에 따라 호흡률이 증가하는 경향을 보여주었다. 품종간에는 '옥광'과 '이평'의 호흡률이 다른 품종보다 높은 경향이었고 '축파'와 '유마'는 상대적으로 낮은 품종에 속하였다. 또한 '은기', '병고', 및 '대단파' 등의 품종은 중간그룹에 속하였다. 그러나 이러한 품종간 호흡률 차이는 5℃ 이하에서 관찰되었을 뿐 10℃이상의 온도조건에서는 이러한 차이가 현저히 감소하였으며 최대 호흡률은 '옥광' 품종에서 수확기의 온도조건인 20℃에서 10.5mg · CO₂/kg/hr로 조사되었다. 그러나 호흡률이 측정온도에 따른 상승이 매우 낮은 것으로 나타났다.

밤의 생장조절물질의 수확후 변화에 대한 연구에서 저장중 ABA는 점차 감소하며 IAA는 증가하는데 10-40% CO₂ 처리시 IAA가 감소되어 저장에 효과적이라고 하였다(31). 일부 연구자는 옥신 처리가 밤의 저장성을 높인다고 하여 상반된 결과를 보고하고 있다(15). 본 연구에서 저장 초기에 호흡을 조사하였기 때문에 종실이 휴면상태이어서 전체적으로 호흡률이 낮게 측정된 것인지는 명확하지 않았다. 그러나 농가에서 제기하는 바와같이 밤의 호흡이 지나치게 많아 저장관리가 어렵다고 하는 점은 호흡열 발생 이외의 원인에 기인할 가능성이 있다.

표 15. 밥 품종별 호흡률 비교

품 종	온 도(℃)			
	0	5	10	20
	<u>(mgCO₂/kg/hr)</u>			
옥 광	7.68	6.72	9.02	10.52
이 평	8.39	6.38	9.02	9.08
은 기	6.42	4.57	7.26	7.88
병 고	6.09	5.40	8.10	8.10
대 단과	6.58	6.16	8.08	8.86
축 과	5.50	5.17	6.70	8.60
유 마	5.44	5.02	8.27	8.88

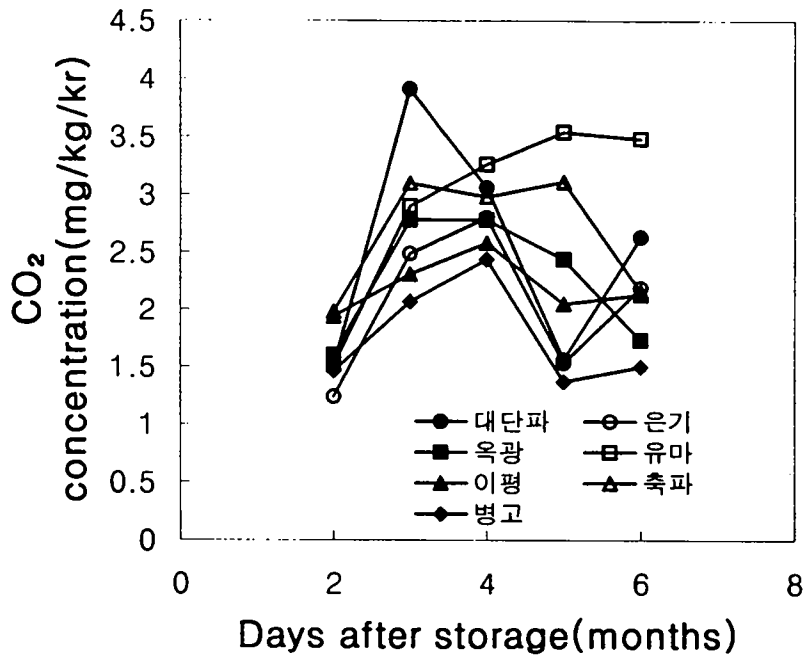


그림 12. 밤과실의 품종별 저장중 호흡률 변화

저장기간 중 저장온도(0-1℃)에서의 호흡률을 경시적으로 조사하였는데 수확기에 비하여 저장 2개월까지 호흡률은 비교적 낮은 상태로 감소하였으나 그 이후 3-4개월 사이에 품종에 관계없이 호흡률이 다소 증가하였으며 다시 낮아지는 추세를 보여주었다(표 16). 그러나 '축파'는 저장 5개월까지 증가 추세를 보여주었고, '유마'는 저장 후 호흡률이 증가율은 비교적 낮았지만 지속적으로 증가한 것으로 조사되어 품종간 특징적인 변화를 보여주었다. 이러한 결과는 과실의 휴면과 관련된 변화일 것으로 추정되었으나 그 이외 내적 대사작용의 변화에 기인되었을 가능성도 배제할 수 없다.

에틸렌 생합성량은 비교적 낮은 수준이었는데 전 조사기간 동안 에틸렌생합성량은 0.1 μ l/kg/hr이하로 측정되어 일반 원예산물과는 대조적이었다. 또한 저장기간이 길어질수록 에틸렌 생합성량은 오히려 감소하여 에틸렌이 작물의 저장성에 미치는 영향은 제한적일 것으로 추정되었다.

건물중 변화를 조사한 결과 수확당시의 건물함량은 '병고'와 '축파'에서 40%이하로 조사되었고 다른 품종은 40.4에서 41.8%까지 균일한 수준이었고 '대단파'의 경우 46.2%로 가장 높게 측정되었다(표 17). 그러나 저장기간이 경과하면서 모든 품종에서 건물중이 감소하는 추세이었는데 품종간에는 초기 건물중이 높았던 '대단파'에서 감소량이 가장 높았고 수확시 건물함량이 가장 낮았던 '병고'에서 가장 적은 수준으로 감소하였다. 특징적으로 모든 품종에서 초기 저장 2개월에 감소폭이 컸고 그 이후는 비교적 감소폭이 적거나 거의 유사한 수준으로 유지되었다. 이러한 차이는 수확당시 종실가의 편차가 컸기 때문일 가능성도 배제할 수 없으나 초기의 급격한 대사작용에 의한 저장산물의 소모가 컸기 때문에 얻어진 결과일 수도 있다.

표 16. 밥과실의 저장중 호흡률 변화

품 종	저장기간(월)					
	0	2	3	4	5	6
	(mgCO ₂ /kg/hr)					
옥 광	7.68	1.60	2.78	2.78	2.44	1.73
이 평	8.39	1.94	2.31	2.58	2.05	2.13
은 기	6.42	1.24	2.49	2.80	1.53	2.19
병 고	6.09	1.46	2.07	2.44	1.37	1.50
대단파	6.58	1.51	3.91	3.06	1.56	2.63
축 파	5.50	1.98	2.98	2.98	3.11	2.16
유 마	5.44	1.51	2.90	3.26	3.54	3.48

표 17. 저장기간에 따른 품종간 건물중 변화 비교

품 종	저장기간(월)					
	0	2	3	4	5	6
	(%)					
옥 광	41.7	33.1	36.4	33.7	36.3	36.6
이 평	40.4	38.9	36.4	38.2	39.4	35.1
은 기	41.0	37.8	38.0	38.0	37.3	38.0
병 고	36.9	34.9	35.3	36.1	36.7	34.5
대단파	46.2	38.1	37.0	35.1	38.7	37.6
축 파	39.5	35.7	35.6	35.4	36.8	36.2
유 마	41.8	38.0	39.0	39.5	40.0	40.1

종실의 탄수화물은 저장기간 중 많은 변화를 보여주었는데 특히 전분 함량은 수확즉시보다 저장 2개월까지 급격히 감소된 것으로 나타났다. 이러한 전분의 급격한 감소는 품종에 관계없이 발생하였는데 2개월이 지난 이후에는 변화 폭이 현저히 낮아졌지만 저장기간이 길어질수록 감소하는 경향을 보여주었다(표 18).

전분과 달리 총당 함량은 수확당시에 비하여 저장중 꾸준히 증가하는 경향을 모든 품종에서 보여주었다(표 19). 유리당의 증가는 전분의 감소와 더불어 발생하고 있었는데 이는 조직내 축적되었던 전분의 가수분해로 인하여 발생한 것으로 보인다. 또한 저장중 총당함량의 변화는 품종간에 다소간 차이를 보여주었지만 대체적으로 전분이 급격히 감소한 시기에 급격한 증가를 보이고 그 이후에는 일정한 수준을 유지하고 있었다. 전분이 급격히 감소한 시기와 호흡이 다소 증가한 시기와 일치하는 점에서 볼 때 저장초기 품온이 낮아지지 않은 시기에 밤의 저장물질 소모가 크게 발생하며 이 시기의 저장관리가 전체적인 품질유지에 매우 중요할 것으로 판단되었다.

반면에 환원당은 일정한 수준으로 저장말기까지 유지되었다(표 20). 호흡률이 저장 3-4개월에 다소 증가하고 그 이후 일정한 수준을 보여준 결과를 고려할 때 가수분해된 전분은 대부분 비환원당 형태로 조직내에 저장되며 일정 수준의 비환원당이 환원당으로 전환되어 호흡기질로 소모되는 것으로 생각할 수 있다. Nomura 등(1995)은 밤에 축적된 주요 당은 자당이며 저장중 invertase와 amylase활성이 증가한다고 하였다(20).

표 18. 저장기간에 따른 품종별 밤과실의 전분 변화

품종	저장기간 (월)					
	0	2	3	4	5	6
	(%)					
대단과	218.8±13.4	57.8±6.8	50.6±5.4	66.9±8.8	65.4±6.8	44.6± 5.2
은기	169.8± 6.8	43.9±2.4	46.7±1.4	66.6±4.5	61.7±3.6	42.6± 1.2
옥광	177.8± 8.1	38.6±4.2	38.0±1.7	54.5±5.0	62.8±1.1	36.5± 5.0
유마	166.9±14.8	42.8±0.9	41.8±2.3	56.9±2.7	53.7±1.3	24.8±10.9
이평	181.0±10.3	43.9±2.2	42.1±4.2	64.4±1.1	62.2±4.1	49.9± 7.6
축과	160.4± 8.9	34.5±4.6	29.4±4.6	47.0±3.3	63.0±1.6	47.3± 7.1
병고	173.3±15.0	53.3±5.4	40.8±2.5	57.3±0.8	72.6±6.5	41.0± 2.4

표 19. 저장기간에 따른 품종별 밤과실의 총당 변화

품종	저장기간 (월)					
	0	2	3	4	5	6
	(mg/g.fw)					
대단과	34.6±2.0	79.1±4.1	71.6±0.9	69.7±1.3	79.0±4.9	59.8±2.0
은기	47.0±2.4	92.2±8.8	92.5±1.1	75.8±4.1	87.2±2.4	72.5±2.0
옥광	42.6±1.0	89.4±2.8	84.5±1.3	70.2±1.8	73.3±2.1	70.0±4.3
유마	45.0±2.6	108.9±5.4	105.4±3.0	79.5±1.0	104.9±1.6	91.7±2.5
이평	47.8±1.1	109.1±2.7	97.5±1.9	78.0±0.5	74.52±2.8	74.9±1.7
축과	48.2±1.6	109.1±3.5	117.0±5.6	82.5±4.0	87.4±1.8	81.4±0.6
병고	40.5±1.9	117.7±3.7	93.9±2.9	79.4±0.5	89.8±0.2	76.9±2.4

표 20. 저장기간에 따른 품종별 밤과실의 환원당 변화

품종	저장기간(월)					
	0	2	3	4	5	6
	(mg/g.fw)					
대단파	3.1±0.2	1.8±0.1	1.7±0.1	2.3±0.1	2.2±0.1	1.7±0.2
은기	2.4±0.1	2.0±0.2	1.9±0.2	1.6±0.1	1.6±0.0	2.2±0.4
옥광	2.6±0.0	3.4±0.1	3.1±0.3	3.0±0.2	2.4±0.1	3.5±0.5
유마	2.8±0.2	1.7±0.0	2.1±0.1	1.9±0.1	2.6±0.1	2.2±0.0
이평	2.4±0.1	5.1±0.3	3.7±0.1	3.9±0.2	3.1±0.1	3.4±0.0
축과	2.9±0.1	3.6±0.1	3.6±0.4	3.3±0.1	2.8±0.1	2.5±0.0
병고	3.2±0.4	6.7±0.3	4.1±0.4	5.0±0.3	4.8±0.2	4.5±0.3

저장중 과실 표면의 진균류 감염상태를 조사한 결과, 품종간에 차이를 나타내었는데 왁스가 많아 광택이 많고 표피가 매끄러운 '이평'과 '옥광'의 감염율이 초기에 낮았으며 후기까지 감염된 과실 비율이 다른 품종에 비하여 낮았다(표 21). 그러나 '병고'의 경우 초기 감염율은 낮았으나 저장 2개월에 모든 과실 표면에 진균이 서식하기 시작하였다. 겉면에 진균이 번식하였을 지라도 모든 과실이 과육까지 부패한 것은 아니었으며 저장 5개월 후의 부패율은 '옥광'에서 가장 낮은 8.7%의 부패율을 보여주었고, 기타의 품종은 15.3 - 25.7%까지 다소간 차이를 나타내었다. 과육까지 부패가 심하게 발생한 품종은 '병고', '대단파', '축파'로 20%이상의 과실이 과육까지 부패되었다.

저장중 과실 표면에 부패균의 서식밀도가 증가하는 것은 결국 과육까지 부패하게 만들기 때문에 저장전 처리를 통하여 진균의 밀도를 낮추기 위한 방안을 모색하여야 할 것으로 판단된다. 특히 이러한 균의 증식은 과습한 상태에서 더욱 심하여지기 때문에 저장관리에 있어 이러한 점이 고려되어야 할 것이다.

소비자의 관능적 기준에서 볼 때 밤의 품질은 단 맛에 크게 영향을 받는데 이는 전분의 당화와 비환원 형태의 당류수준의 영향을 크게 받을 것으로 추정되므로 출하시기에 전분의 당화가 어느 정도 이루어 질 수 있도록 관리하는 것이 품질 증대에 기여할 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 전분의 가수분해 및 호흡기질로의 전환에 관여하는 기작은 살펴보지 않았다.

표 21. 저장기간에 따른 품종간 곰팡이 감염율 비교

품 종	저장기간(월)				
	0	2	3	4	5
	(%)				
옥 광	73.1	83.7	95.1	95.4	94.6
이 평	64.4	60.5	64.3	82.1	84.4
은 기	70.1	92.5	100.0	97.4	100.0
병 고	64.7	100.0	100.0	100.0	100.0
대 단 파	72.7	90.3	94.4	96.9	100.0
축 파	60.5	92.5	92.5	92.7	100.0
유 마	91.1	93.3	99.0	100.0	100.0

제 6절. 수확한 과실의 훈증, 불량과실 선별 및 입고 후 저장관리 방안 개선

밤과실의 수확은 수확기에 자연 낙과된 과실을 수집하여 수확하는 것이 일반적이다. 따라서 낙과된 이후 수집하여 저장하기까지 시기적 차이가 크고 동일한 시기에 수확한 과실일지라도 낙과 시기가 달라 품질에 많은 차이를 나타낼 수 있다. 불량 과실의 혼입으로 저장중 건전 과실의 부패가 증가하여 저장효율을 감소시키는 결과를 낳게되는 경우가 흔히 발생한다. 본 연구는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 수확 후 입고전의 처리과정을 재검토하여 개선방안을 마련하고자 하였다.

수확한 과실의 훈증은 충해를 방지하기 위하여 필요한데 밤바구미는 과실 생육중 침투하여 충난 상태로 휴면상태에 있다가 수확 후 온도조건이 적당할 때 부화하여 가해하거나 이미 부화된 해충은 수확 후 저장중에 과실에 많은 피해를 일으키게 된다. 따라서 수확 후 즉각적인 훈증을 실시하지 못할 경우 저장 또는 유통 중 충해에 의한 피해가 증가한다.

농가에서 널리 사용하고 있는 훈증제는 에피훬과 CS₂인데 훈증처리시간 또는 약제 사용농도 등에 대한 적당한 기준이 없이 훈증을 실시하고 있어 지나친 훈증으로 인한 품질저하와 장해가 발생하는 사례도 있다. CS₂훈증량은 50ml/m³(34, 36)이 적절하며 에피훬 훈증은 13.2g/m³처리시 24시간 내지 72시간에 94%이상의 살충효과를 나타낸다고 하였다.

본 연구에서 농가에서 사용하는 약제를 이용한 훈증을 실시한 결과(표 22), 에피훬의 경우 11g/100L 8시간 훈증으로 97.9%의 박멸률을 나타내었으며 CS₂의 경우 25ml/100L에서 유사한 결과를 얻었다. 따라서 농가에서와 같이 처리농도를 높이고 처리시간을 늘리는 것보다는 처리효율을 높이기 위

표 22. 훈증제 처리농도와 처리시간이 밤바구미 박멸에 미치는 영향

훈증제	처리농도	훈증시간	치사율
무처리(-2℃)	-	48	0.0
에피솜	11g/100L	8	97.9
		24	100.0
	22g/100L	8	93.6
		24	100.0
CS ₂	25ml/100L	8	99.6
		24	100.0
	50ml/100	8	99.4
		24	100.0

한 방안을 도입하는 것이 필요하다.

우리나라 대부분 농가에서는 훈증시 수확한 밤을 적재하고 비닐천을 덮어 두고 약제를 처리하므로 훈증제가 과실에 고르게 스며들지 못하게 되며 같은 시기에 처리한 과실에서도 훈증효과가 달리 나타나는 경우가 있다. 따라서 훈증제가 작물에 고르게 전파될 수 있도록 훈증시 밀폐공간 내에서 휘발한 약제를 순환시켜 약제와 작물의 접촉을 높일 수 있도록 시설을 보완하는 것이 필요하였다. 또한 CS₂의 경우 비닐천 속에 약제를 놓아두므로 다습한 환경에서 물이 훈증약제 위에 고이게 되므로 약제의 휘발이 제대로 되지 못하는 경우도 있었다. 이러한 원인으로 훈증제 사용량을 증가시키거나 처리 시간을 48시간까지 늘리는 경우도 있었는데 이는 바람직하지 못한 것으로 판단된다.

개선 방안으로 약제 처리시간 또는 농도를 변경시키는 것보다 훈증공간 내에서 훈증제가 제대로 순환될 수 있도록 하고 또한 공기순환을 위한 팬을 설치하는 것이 적은 비용을 훈증효과를 높일 수 있는 방안으로 판단되어 이러한 개선방안을 시범농가에 직접 지도하였다. 개선된 방법으로 훈증을 실시한 다음 임의로 표본을 위하여 충의 생존율을 3회에 걸쳐 조사한 결과 살아있는 충을 발견할 수 없었다.

훈증을 마친 과실에 대한 수확 후 처리로 일부 농가에서는 24시간 이상 침수하여 수분함량을 높인 다음 40kg들이 자루에 담아 저장고에 적재를 하고 있어 불량과실의 선별이 전혀 이루어지지 않고 있었다. 전술한 바와 같이 건조하거나 저장성이 적은 과실은 미리 선별하여 장기 저장용과 구분하여 관리하는 것이 저장고 활용 효율을 증대시킨다는 점에서 중요할 것으로 판단되었다.

불량과 선별효율을 높이기 위하여 물과 소금용액을 각각 준비하여 염류 농도에 따른 불량과 선별효과를 검토하였다(그림 13). 불량과 선별효과는 선

별용액의 염류농도가 높아질수록 증가하여 염류농도가 2.5%에서 98.3%의 선별효과를 나타내었다. 그러나 염을 가하지 않는 물에서의 선별효과는 87.6%에 불과하였다. 선별용액에 염을 가하여 불량과를 선별할 경우 재차 염을 제거하는 시설이 필요하여 선과장치가 준비된 농가에 대한 적용은 가능하나 소규모 농가단위에서 활용하는데는 어려움이 있을 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구 수행중 농가별 지도에서는 수침과정에서 개선하여 이를 불량과 선별에 활용하는 방안을 지도하였다.

처리를 마친 작물의 입고시 적재방법과 저장고 관리에 대한 실태를 조사하여 문제점을 개선하고자 하였다. 농가단위의 저장관리는 많은 기술적 차이를 보이고 있었는데 처리량에 대한 수확 후 처리 시설수준 및 작물에 대한 이해에 있어 가장 시급한 문제는 작물의 다루는 농민의 작물에 대한 이해부족과 냉각효율 등에 대한 기술적 이해부족으로 인한 품질저하가 개선점으로 확인되었다. 입고상태를 조사한 결과 많은 농가에서 40kg들이 자루에 밤과실을 담아 저장하고 있었는데(그림 14) 저장고 공기온도와 적재한 작물 내부 사이의 온도가 심할 경우 2℃의 편차를 보이는 경우도 있었으며 냉매의 흐름이 차단되도록 적재한 경우가 많아 이에 대한 지도를 실시하였다. 본 연구에서 조사된 농가단위의 저장고 운영상에 기술개선을 위한 지속적인 교육이 필요한 것으로 판단된다.

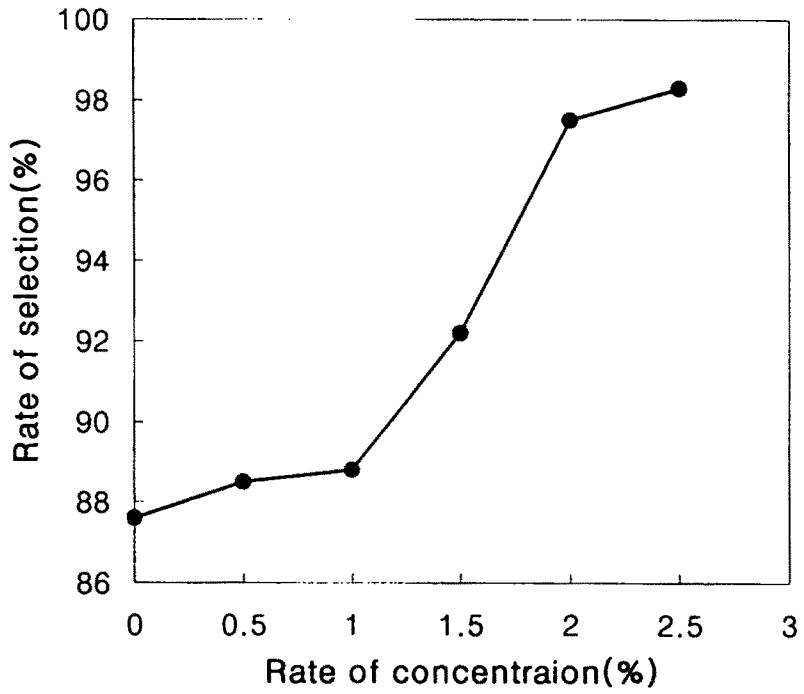


그림 13. 선별 용액중 염류농도가 불량과실 선별에 미치는 영향



그림 14. 자루에 담아 적재한 모습.

제 7절. 밤과실에 대한 피막제 처리효과

저장한 밤은 표피의 왁스층이 분해되어 광택을 상실하는데 이렇게 광택이 낮아진 밤은 상품가치가 감소된 것으로 간주된다. 또한 유통중 종실 겉면에 곰팡이가 서식하여 품질이 저하되기도 한다.

수확한 밤에 대한 살균제 처리에 대한 처리를 소비자가 기피하는 경향이 있으므로 잔류성이 없는 물질을 이용하여 살균 및 광택 유지효과를 보고자 하였다.

오존은 강력한 산화제로 잔류성이 없으며 공기정화, 수질정화 및 식품류의 살균소독에 이용되고 있으며(33, 36) 청과물의 살균(23) 및 포장센터(25)에서 살균제를 대체할 수 있는 효과가 있는 것으로 보고되어 있다. 또한 키토산은 갑각류의 껍질에 함유되어 있는 성분으로 몇가지 균류의 생장을 억제시키는 효과가 입증되어 있으므로(8) 본 연구는 오존수 살균과 몇가지 피막제 처리를 통하여 상품성 제고를 위한 방안을 모색하였다.

처리를 마친 과실은 각각 1kg 플라스틱 봉지에 담아 모의 유통과정을 부여하였다(표 23). 왁스 처리는 과실의 광택 회복에 매우 우수한 효과를 나타내었지만 종실 하단부의 곰팡이 번식이 증가되어 오히려 상품가치가 저하된 것으로 조사되었으며 이러한 결과는 상온 조건에서 더욱 심하였다. 오존수 세척은 종실 표면의 광택을 더욱 저하시켜 불리하였고 또한 표면건조가 심해지는 결과를 나타내었다(그림 15). 동일한 처리조건에서도 유통중 발아하는 과실의 비율이 높아지는 현상이 관찰되었다.

전반적으로 처리의 효과는 처리 전 밤의 상태에 따라 큰 차이를 보이고 있었는데 저장중 건조를 방지하기 위하여 지나치게 많이 수분을 공급한 경우 이러한 현상이 심하였다. 따라서 현재 농가에서 자루에 담아 입고한 경우 과실의 건조를 방지하기 위하여 지나치게 많은 수분을 공급하는 것은 전

표 23. 몇가지 유통전 처리가 밤과실의 모의 유통조건에서 외관품질에 미치는 영향

처 리	모의유통 기간 (일)	외관 (지수)	비 고
무처리	5	3.1	과실표면 건조
	10	2.2	곰팡이 번식
오존수(0.2ppm) 5분	5	3.0	과실표면건조, 발아
	10	2.3	
키토산(0.5%)	5	4.3	표면광택 양호
	10	3.6	곰팡이 번식억제
약 스	5	4.5	표면광택 우수
	10	1.8	곰팡이 번식 증가

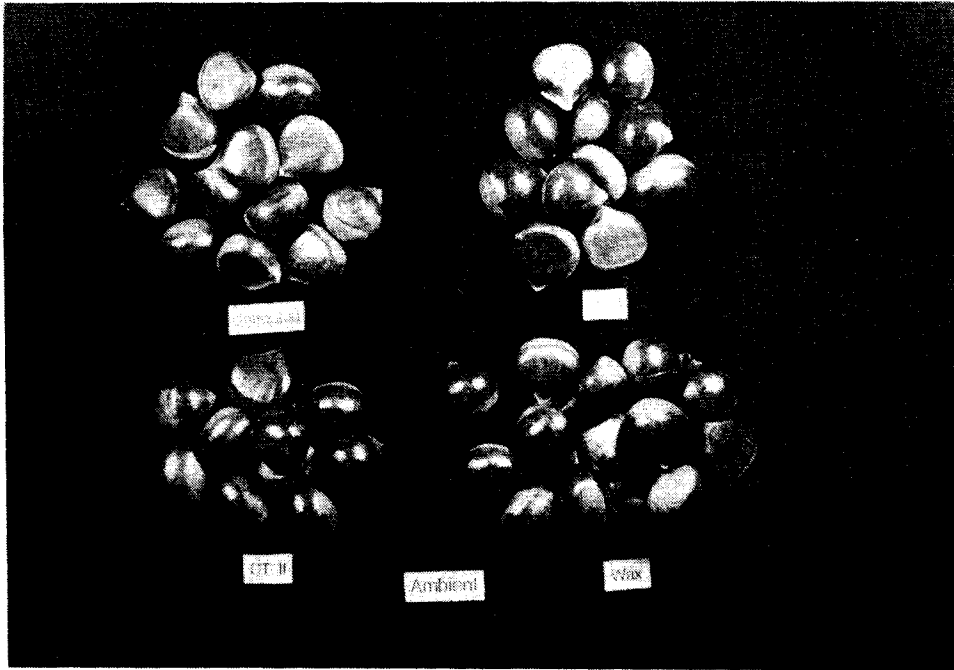


그림 15. 몇 가지 저장 후 처리가 밤의 외관품질에 미치는 영향

체적인 품질을 감소시키는 것으로 나타나 이에 대한 개선 방안이 필요하였다. 또한 저장고 온도관리에 있어 -2°C 를 선호하고 있었는데 이렇게 냉동조건에 둘 경우에도 냉매의 순환이 부적절하여 내부 과실의 품온이 설정온도보다 높게 유지되기 때문에 부패되는 경우도 흔히 관찰되었다.

1차 실험에서 키토산의 처리효과가 우수한 것으로 나타나 고분자 키토산(분자량: MW 1,000,000 이상)을 피막제 대용으로 처리하여 그 효과를 비교하였다. 처리한 과실은 전술한 바와 마찬가지로 플라스틱 봉지에 담아 20°C 에 노출시켜 5일 간격으로 조사하였다(표 24).

전반적으로 전술한 바와 마찬가지로 저장상태에 따라 차이를 나타내었지만 키토산 처리 농도가 높을수록 과실표면의 광택과 진균번식 억제효과가 우수하였으며 키토산 처리에 의한 불리한 장애는 나타나지 않았다(표 24). 따라서 금후에는 이러한 처리를 저장 전에 실시함으로써 저장중 부패와 곰팡이 번식을 억제하는 방안을 강구하는 것이 바람직할 것으로 예상된다.

또한 일부 실험에서는 3,000ppm농도로 건전한 과실을 선별하여 처리하였을 때 무처리에 비하여 비교적 품질이 우수하게 유지되어 키토산 처리 효과가 인정되었다. 그러나 저장상태가 불량하여 이미 진균에 감염되어 있거나 또는 탈색이 많이 진행된 과실에 대한 처리 효과는 현저히 낮았다. 따라서 키토산 처리는 저장관리와 함께 병행할 경우 효과적으로 밤과실의 품질을 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.

표 . 키토산 유통전 처리가 밤과실의 외관 품질에 미치는 영향

농도(%)	광택	진균
0	-	+++
0.125	+,-	+
0.25	++	+,-
0.5	+++	-

주)광택은 +++(매우 우수)에서 -(불량)으로, 진균감염정도는 +++(심함)에서 -(없음)으로 구분함

제 8절. 박피율의 품질 증진을 위한 오존 살균기술 개발

우리나라 수출 밤의 대부분은 일본으로 간밤 상태로 수출되고 있는데 간밤의 수출은 전체수출 물량의 88%를 점유하고 있다. 또한 국내에서도 제과점, 전통떡집, 요식업소를 중심으로 간밤의 소비가 증가하는 추세이며 생울 저장시 당화현상이 발생하는 문제점으로 품질이 저하되며 가공용으로 이용되는 양이 증가하므로 간밤의 세계적 시장 수용도 증가할 것으로 예측되고 있다(19). 이러한 실정에 맞추어 박피 후 간밤의 처리기술을 개선하는 것이 필요하다.

박피한 밤은 세균성 미생물에 의하여 감염되어 유통중 쉽게 물러지거나 또한 표면이 갈색으로 변색되어 품질이 저하되는 어려움이 있다. 관행적으로 박피한 밤의 변색을 방지하기 위하여 포장전까지 물에 담가두거나 명반액에 담가 변색을 방지한다. 그러나 장기간 물에 담가둘 경우 당류가 유출되어 맛이 떨어지는 문제가 제기되고 있으며, 또한 수인성 세균류의 감염으로 부패되는 경우가 많아 이에 대한 대책을 마련하기 위하여 오존수 세척방법과 항산화제 처리방안을 검토하였다.

무처리 과실의 경우 1℃에서도 박피 10일에 이미 표면이 갈변되는 장해를 일으켰으며 저장 10일에는 부패하기 시작하였다(표 25). 또한 30일간 저장한 과실의 경우 부패율은 15.3%에 달하고 전체적인 품질은 매우 낮았다. 물로 세척한 경우에는 무름병 발생이 발생하여 저장 20일에는 5.7%, 30일에는 17.6% 부패가 발생하였는데 대부분 세균성 미생물에 의한 무름병이 주된 부패 원인이었다.

표면 갈변을 방지하기 위하여 항산화제로 ascorbic acid를 처리하였을 때 갈변 현상은 어느 정도 방지할 수 있었으나 물로 세척한 경우와 마찬가지로

표 25. 간밤의 유통성 증진을 위한 박피후 처리방안 비교

처 리	유통기간(일)	외관(지수)	부패율(%)	비 고
무처리	10	3.2	0.0	갈변
	20	2.5	3.3	
	30	2.0	15.3	
물세척	10	4.5	0.0	무름병
	20	3.4	5.7	
	30	2.6	17.6	
Ascobic acid (2,000ppm)	10	4.5	0.0	무름병
	20	3.6	6.7	
	30	3.1	18.3	
오존수 (0.2ppm)	10	4.6	0.0	진균부패
	20	4.1	0.0	
	30	3.8	1.6	

*박피한 과실은 50um 플라스틱봉지에 담아 감압밀봉하였고 1℃ 저장함

또한 간밤을 감압밀봉하지 않고 저장하였을 경우에도 감압밀봉과 유사한 효과를 나타내었는데 저장기간은 다소 감소되었지만 오존수 세척과실은 부패가 발생하지 않았고 또한 색택도 맑게 유지되어 유리하였다.

간밤의 수침에 따른 품질 변화를 조사하기 위하여 총당과 환원당 함량 변화를 조사하였다(그림 16). 박피 즉시 과실에 함유된 총당 함량을 측정된 결과 94.4mg/g·fw이었는데 오존수 20분 세척 후에는 90.5mg/g·fw로 4.5% 가량 총당이 감소하였는데 관행적으로 물에 9시간 담가둔 경우 12%이상이 감소되는 것으로 나타났다. 환원당의 경우 환원당의 경우도 이와 유사하였으나 손실량이 더욱 많은 것으로 나타나 오존수 세척의 경우 14%의 감소를 보인 반면 9시간 수침시에는 22.5%의 손실되는 것으로 조사되었다.

오존세척이 간밤의 세균밀도에 미치는 영향을 조사한 결과, 간밤 표면의 세균수는 40×10^3 CFU이었으나 오존수 살균후에는 10×10^3 CFU로 크게 감소되었다(그림 17).

9시간 수침한 밤을 오존수로 20분간 세척하였을 경우에도 세균밀도를 크게 저하시킨 것으로 나타나 오존수 세척을 통한 간밤의 살균과 세척에 매우 효과적인 수단인 것으로 밝혀졌다.

이러한 결과를 비교할 때 관행적으로 간밤을 물에 담가두는 것은 당류의 손실을 지나치게 많이 초래하므로 관능적인 맛을 저하시키는 원인이 되고 있으며 또한 수인성 미생물의 감염에 의한 부패를 증가시키는 것으로 밝혀졌다. 그러나 오존수를 활용한 세척과 살균을 동시에 이루는 방안을 도입할 경우 변색을 방지하며 간밤의 유통중 부패를 감소시킬 수 있는 적절한 개선책인 것으로 확인되었다. 현재 이러한 처리기술을 일부 농가에 보급하였다.

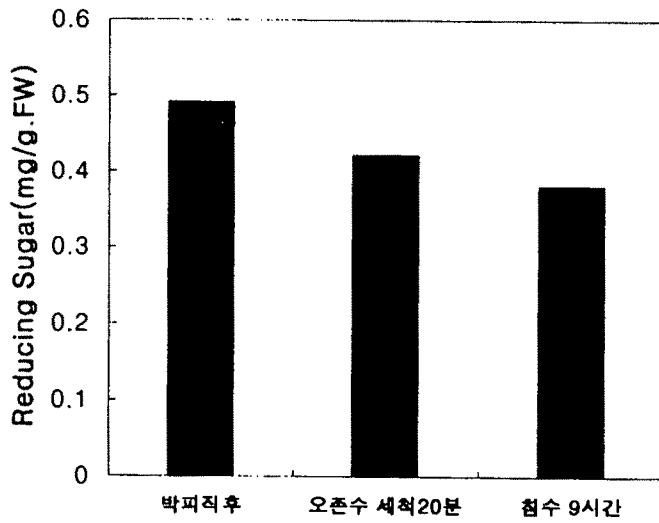
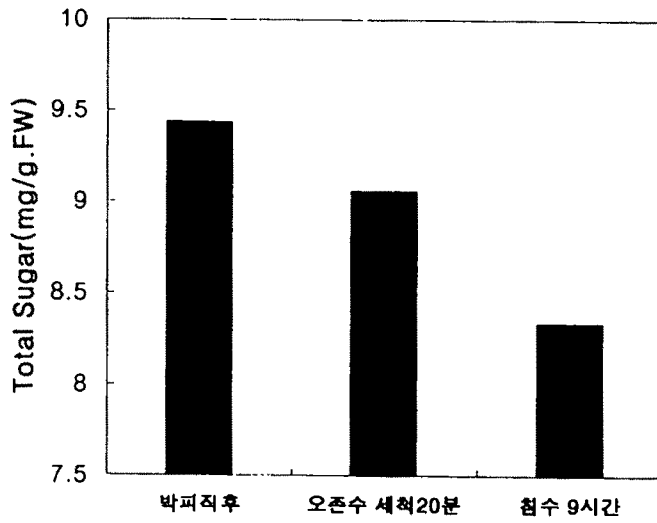


그림 16. 박피율 세척 방식에 따른 당류 손실 비교

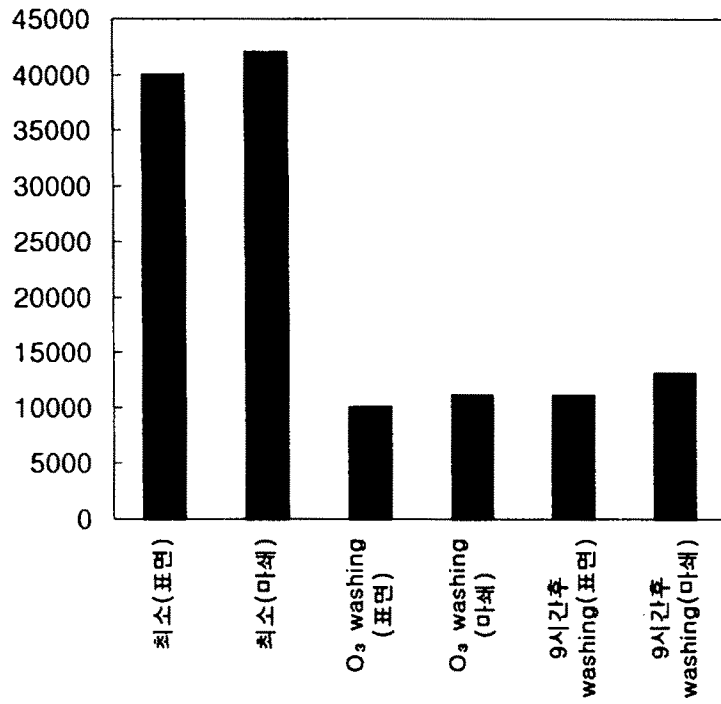


그림 17. 오존수 세척이 간밤의 세단밀도에 미치는 영향

제 9절. 밤과실의 CA 저장기술 검토

저장고내의 대기조성을 변화시켜 원예산물의 저장성을 증대시키고자 하는 연구는 오래 전부터 활용되어 왔다. 우리나라에서도 이러한 CA 저장 기술이 근래에 도입되고 있으며 상업적 규모의 CA 저장고가 건립되고 있다. 밤의 CA 저장은 유럽에서 주로 활용되어 왔으나 우리나라와 밤의 소비패턴이 다르고 품종이 달라 현재 사용되고 있는 CA 저장기술을 그대로 도입하기 어려운 실정이다. 전술한 바와 같이 수확후 고농도의 CO₂ 처리는 저장성을 증대시킨다고 하였으나 적절한 처리조합에 관해 연구자에 따라 서로 다른 의견을 제시하고 있다.

따라서 본 연구는 밤의 CA 저장기술 확립을 위한 자료를 수집하기 위하여 몇 가지 가스조성 조건에서 품질 변화를 검토하여 밤 CA 저장기술 확립을 위한 자료로 삼고자 하였다.

이산화탄소 농도를 6%로 고정하고 산소농도를 2%와 4%로 구분하여 3개의 품종과 품종이 구분되지 않는 혼합율을 공시하여 실험을 수행하였다.

건물중은 품종이나 CA 조건에 관계없이 저장기간이 길어질수록 감소하는 경향을 보여주었다(표 26). 감량정도는 '옥광'에서 가장 적었으며 '단택' 또는 혼합율은 거의 유사한 수준이었다. CA 조성간에는 동일한 품종에서 오히려 산소농도를 4%로 하였을 때 건물중이 더 높게 유지된 것으로 나타났다. 그러나 건물중의 변화는 저온저장의 경우에 비하여 현저한 차이를 보이지 않았다.

과실 부패는 저장 2개월까지 전혀 관찰되지 않았으나 3개월부터 부패과가 관찰되기 시작하여 점차 증가하는 경향이었다(표 26). 저장 5개월간의 부패율은 '이평'에서 다른 품종보다 높게 나타나 산소 2% 조건에서 4.6%이었으며, 4% 조건에서는 4.2%로 조사되었다. 기타의 품종은 거의 유사한 수준이었으며 전반적으로는 산소 4% 수준에서 부패가 적은 것으로 조사되었다.

표 26. CA 조건에 따른 밤과실의 품질변화

Treatment	품 종	저 장 기 간 (월)				
		0	2	3	4	5
		건물중(%)				
2% O ₂ +6% CO ₂	단 택	40.8±0.5	36.9±0.3	35.4±0.5	36.1±0.2	35.3±0.6
	이 평	41.7±0.3	38.2±0.7	36.7±0.6	37.1±0.7	36.2±0.4
	옥 광	38.6±0.4	37.5±0.4	38.2±0.5	37.9±0.3	37.5±0.7
4% O ₂ +6% CO ₂	혼 합	40.1±0.4	39.3±0.4	37.6±0.4	36.8±0.7	36.5±0.5
	단 택	40.8±0.5	37.8±0.4	37.0±0.2	37.2±0.6	36.4±0.4
	이 평	41.7±0.3	38.7±0.5	38.1±0.3	38.5±0.4	37.5±0.6
2% O ₂ +6% CO ₂	옥 광	38.6±0.4	36.9±0.3	36.3±0.6	35.9±0.5	36.1±0.4
	혼 합	40.1±0.4	38.7±0.3	37.1±0.8	36.8±0.4	37.2±0.6
			부패율(%)			
2% O ₂ +6% CO ₂	단 택	0	0	1.5	1.4	2.6
	이 평	0	0	2.8	3.7	4.6
	옥 광	0	0	1.3	1.5	2.3
4% O ₂ +6% CO ₂	혼 합	0	0	1.6	2.0	3.0
	단 택	0	0	1.2	2.0	1.9
	이 평	0	0	2.7	4.7	4.2
4% O ₂ +6% CO ₂	옥 광	0	0	1.3	1.6	1.8
	혼 합	0	0	1.1	2.4	1.9
			감량(%)			
2% O ₂ +6% CO ₂	단 택	0	1.5	1.64	2.09	2.06
	이 평	0	2.8	1.98	2.33	2.41
	옥 광	0	1.3	1.50	2.13	2.07
4% O ₂ +6% CO ₂	혼 합	0	1.6	1.60	1.97	2.31
	단 택	0	1.93	1.72	1.85	2.00
	이 평	0	1.48	1.35	1.50	1.70
4% O ₂ +6% CO ₂	옥 광	0	1.80	1.57	1.76	2.50
	혼 합	0	1.48	1.80	1.40	1.90

또한 과실겉면에 곰팡이가 감염된 과실도 일반 저온저장한 경우에 비하여 현저히 낮아 CA 저장의 우수성이 입증되었다.

무게감량 또한 전반적으로는 산소 4%에서 차이는 적지만 다소 낮게 측정되었고 품종간의 차이는 현저하지 않았다(표 26). 일반 저온저장시 보다는 전체적으로 감량폭이 현저히 낮은 것으로 조사되어 CA 조건이 습도유지에 월등히 유리한 것을 알 수 있었다.

총당의 변화는 저온저장시와 마찬가지로 저장 3개월에서 4월 사이에 다소 증가하는 경향을 보여주었는데 품종간에는 특기할 만한 차이를 나타내지 않았으며 대체적으로 균일한 수준으로 저장 후기까지 유지되었다(표 27). CA 조건사이의 조사시기에 따른 차이가 있었지만 산소 4% 조건에서 다소간 낮게 측정되었다.

환원당의 경우는 전반적으로 저장 후기에 감소하는 경향을 보여주었다(표 27). 그러나 총당 함량이 증가되는 시기에는 환원당 함량도 증가되는 경향을 보여주었는데 이 시기에는 과실을 상온에 둘 경우 발아가 심하게 발생한다는 사실과 관련지어 생각할 때 종실의 휴면이 타파되어 발아를 위한 대사작용이 재개되는 시기일 것으로 추정되었다.

전분함량은 저장기간이 길어질수록 점차 감소하는 추세를 모든 품종에서 보여주었는데 CA 조건사이의 명확한 차이는 관찰되지 않았다(표 27). 그러나 초기에 다소 감소폭이 컸고 저장 4개월부터는 감소비율이 다소 낮아지는 경향을 보여주었다. 전분은 저온저장과는 달리 저장 초기에 급격히 감소하는 현상이 관찰되지 않았는데 이러한 결과가 CA 저장에 의한 효과인지는 명확하지 않았다. 저장 5개월부터 산소 2% 조건의 과실에서 이취가 발생하는 경우가 혼합물에서 있었는데 과육에는 특별한 장애 증상은 관찰되지 않았다. 본 연구 수행중 연구기자재의 고장으로 5월 이후의 결과는 얻지 못하였다.

두 조건에서 밤의 CA 저장을 시도한 결과는 산소 2%+이산화 탄소 6% 조건에서 연구수행기간 중 높은 이산화탄소에 의한 직접적인 과육장해는 관찰되지 않았지만 이취발생이 발생한 점으로 미루어 볼 때 산소 대비 이산화탄소의 농도가 지나치게 높은 것으로 추정할 수 있다.

산소 농도가 4%에서는 이산화탄소 농도가 6%로 높았을지라도 이취발생 등이 전혀 관찰되지 않아 밤과실은 고이산화탄소 장해보다는 저산소에 의한 피해였을 가능성이 있다. 사과와의 경우 동일한 산소 농도에서도 이산화 탄소 농도가 2배를 넣을 경우 갈변 등 장해를 일으킬 수 있는 것으로 알려져 있기 때문에 CA 조성시 가스의 절대 농도보다는 상대적 비율을 고려하여 조성하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 본 연구 수행중 상업용 CA 저장고에서 채취한 밤과실에서 이산화탄소 농도를 6%이상으로 유지하였을 때 과육의 연화가 발생하였다는 사실로 미루어 볼 때 호흡억제를 위한 고이산화탄소 조건을 시도할 경우 여기에 상응하도록 산소농도를 높여주어야 바람직할 것으로 판단된다.

표 27. CA 조건에 따른 밤과실의 품질변화

Treatment	품 종	저 장 기 간 (월)				
		0	2	3	4	5
		총당(mg/g · FW)				
2% O ₂ +6% CO ₂	단 택	60.20±0.16	64.49±0.13	67.99±0.34	65.37±0.07	63.03±0.04
	이 평	64.58±0.02	74.45±0.37	80.27±0.56	77.37±0.49	70.64±0.57
	옥 광	70.06±0.02	80.11±0.68	88.23±0.54	85.07±0.33	77.44±0.44
4% O ₂ +6% CO ₂	혼 합	61.30±0.07	63.20±0.31	68.30±0.45	67.13±0.34	63.77±0.63
	단 택	60.20±0.12	64.94±0.17	67.37±0.48	68.40±0.33	62.01±0.75
	이 평	64.58±0.20	75.61±0.10	81.44±0.37	80.27±0.12	78.48±0.31
4% O ₂ +6% CO ₂	옥 광	70.06±0.02	81.89±0.09	82.95±0.57	84.36±0.46	78.54±0.38
	혼 합	61.30±0.02	63.97±0.42	62.34±0.16	63.01±0.08	60.40±0.22
			환원당(mg/g · FW)			
2% O ₂ +6% CO ₂	단 택	4.31±0.03	7.68±0.03	5.41±0.03	4.31±0.04	2.15±0.01
	이 평	5.92±0.04	8.53±0.08	7.44±0.04	5.22±0.07	2.99±0.03
	옥 광	5.31±0.03	8.94±0.04	6.74±0.02	5.71±0.07	3.11±0.01
4% O ₂ +6% CO ₂	혼 합	4.39±0.07	6.68±0.03	4.08±0.01	3.37±0.05	1.77±0.07
	단 택	4.31±0.03	6.77±0.07	4.45±0.03	3.99±0.03	2.11±0.04
	이 평	5.92±0.04	8.67±0.06	6.85±0.02	5.27±0.05	3.01±0.07
4% O ₂ +6% CO ₂	옥 광	5.31±0.03	10.07±0.07	7.39±0.04	5.01±0.06	3.39±0.06
	혼 합	4.39±0.07	5.51±0.03	4.35±0.04	2.89±0.04	1.61±0.05
			전분(%)			
2% O ₂ +6% CO ₂	단 택	23.5±2.3	21.2±1.6	18.6±2.3	17.3±1.9	16.1±0.8
	이 평	24.6±1.3	21.6±1.4	19.8±1.1	18.3±2.5	16.5±1.5
	옥 광	25.0±1.5	21.8±2.1	20.3±1.7	18.4±2.4	16.9±1.7
4% O ₂ +6% CO ₂	혼 합	23.1±2.7	19.6±2.1	18.7±1.5	17.3±2.6	15.2±1.2
	단 택	23.5±2.3	20.7±1.9	18.1±1.4	16.5±1.1	15.7±1.4
	이 평	24.6±1.3	20.8±1.7	19.2±1.1	18.3±0.9	17.0±1.2
4% O ₂ +6% CO ₂	옥 광	25.0±1.5	22.3±2.6	20.7±2.1	18.1±1.5	17.3±0.9
	혼 합	23.1±2.7	20.2±0.3	18.7±2.0	17.0±2.2	15.4±1.6

제 4 장. 적 요

1. 뚝은감 저장과 이용확대 방안

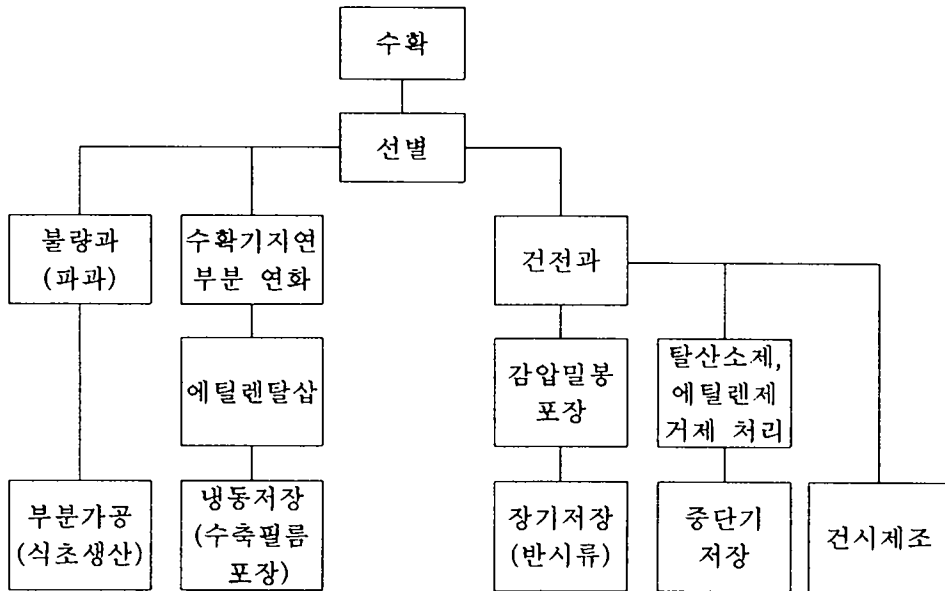
1) 뚝은감은 ‘청도반시’ 또는 ‘평핵무’와 같은 품종은 적기에 수확하여 감압 밀봉포장으로 저장할 경우 최대 4-5개월까지 생과로 소비할 수 있는 경도를 유지하였다. 감압밀봉 포장시 적절한 필름은 저밀도 필름으로 두께는 50-60um가 바람직하였다. 또한 감압포장 상대로 유통시킬 경우 상온에서 5일간 경도가 유지되었다.

감압저장은 별도의 탈삼처리를 거치지 않아도 되기 때문에 유리하였다.

2) 탈산소제와 에틸렌제거제를 함께 처리할 경우 감압포장을 실시하지 않고서 3개월까지 저장이 가능하였다. 과실은 저장중 자연 탈삼이 이루어졌으나 ‘청도반시’의 경우 2개월, ‘평핵무’의 경우 1개월에 삼미가 제거되었다.

3) 연시의 냉동저장은 -15°C 이하가 바람직하였다. 수축필름포장은 저장중 연시의 변색을 방지하는데 효과적이었으며 해동후 과즙이 흐르는 것을 방지하여 유통에 유리하였다.

따라서 본 연구에서 확인된 저장법과 기존의 이용방안을 결합하여 생산능가의 실정에 알맞게 활용할 경우 뚝은 감 생산능가의 부가가치 증대에 기여할 것으로 생각되며 뚝은감의 수확 후 이용확대를 위한 수확 후 처리 흐름도를 다음과 같이 요약할 수 있다.



2. 밤과실의 이용확대를 위한 수확 후 처리 방안

1) 밤 수확은 낙과된 과실을 수집하여 이루어지기 때문에 수확당시 품질에 차이가 많으므로 조기 선별하여 장기저장에 부적합한 과실은 단기저장용으로 구분하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2) 훈증시 약제 농도와 처리시간을 늘리는 것보다는 훈증약제가 약제를 순환시켜 훈증효율을 증가시키는 것이 필요하다. 순환시 CS₂는 25ml/100L, 에피솜은 11g/100L의 농도에서 8시간 처리에 97%이상 해충을 제거할 수 있었다.

3) 저장고 온도관리에 있어 적재방법을 개선할 필요가 있었다. 즉 냉매의 순환이 적절히 이루어질 수 있도록 적재하고 냉각용량에 상응하는 1일 입고량

을 결정하므로 초기 품질저하를 방지할 수 있을 것으로 예상된다. 자루저장 시 고내기온과 과실품온사이에 2℃이상의 편차가 확인되었다.

4) 밤은 저장초기에 전분함량이 크게 감소하며 가용성 당의 함량이 증가하는 당화현상이 발생하였다. 전분의 가수분해가 진행된 다음 호흡률이 증가되는 현상이 관찰되었다.

5) 고분자 키토산(MW 1,000,000이상) 처리는 밤의 외관품질을 향상시키는데 기여하였으나 처리전 밤 상태에 따라 처리 효과에 차이가 있었다. 건실한 경우 3,000ppm농도에서도 광택을 회복시키고 곰팡이의 지연하는 효과가 인정되었다.

6) 간밤의 변색을 방지하기 위한 수침은 당류의 유실을 초래하여 관능적 품질을 저하시켰다. 오존수(0.2ppm) 세척은 간밤의 변색방지에 매우 효과적이었으며 또한 세균성 미생물 밀도를 현저히 감소시키므로 유통중 부패를 감소시켰다.

7) 밤의 CA은 품질유지에 유리하였으며 CA 조성시 CO₂ 6% 농도에서 O₂ 2%보다는 O₂ 4% 조합에서 전반적인 저장효과가 높았다.

제 5 장. 인 용 문 헌

1. Award, M. and H. Amenomori. 1972. Astringency removal in persimmon fruits with ethephon. HortScience 7:174-175
2. Ben-Aire, R., Y. Roisman, Y. Zuthi, and A. Blumenfeld. 1989. Gibberellic acid reduces sensitivity of persimmon fruits to ethylene(Abst). Advan. Agri. Biotech. 26:165-171
3. Ben-Aire, R. and L. Sonego. 1993. Temperature affects astringency removal and recurrence in persimmon. J. Food Sci. 58:1397-1400
4. Ben-Aire, R., Y. Zutkhi, L. Sonego, and J. Klein. 1991. Modified atmosphere packaging for long-term storage of astringent persimmons. Post. Bio. Tech. 1:169-179
5. Ben-Aire, R. and Y. Zutkhi. 1992. Extending the storage life of 'Fuyu' persimmon by modified-atmosphere packaging. HortScience. 27:811-813
6. Ben-Aire, R. and S. Guelfat-Reich. 1976. Softening effects of CO₂ treatment for removal of astringency from stored persimmon fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101:179-181
7. Fukushima, T., T. Kitamura, H. Murayama, and T. Yoshida. 1991. Mechanisms of astringency removal by ethanol treatment in 'Hiratanenashi' kaki fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 60:685-694
8. Gazit, S. and I. Adato. 1972. Effect of carbon dioxide atmosphere on the course of astringency disappearance of persimmon(*Diospyros kaki* L.)fruits. J. Food Sci. 37:815-817

9. Gross, K. 1982. A rapid and sensitive spectrophotometric method for assaying polygalacturonase using 2-cyanoacetamide. HortScience 17:933-934
10. Itamura, H., T. Kitamura, S. Tiara, H. Harada, N. Ito, and T. Fukushima. 1991. Relationship between fruit softening, ethylene production, and respiration in Japanese persimmon 'Hiratanenashi'. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 60:695-701
11. Ittah, Y. 1993. Sugar content changes in persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) during artificial ripening with CO₂: a possible connection to deastringency mechanisms. Food Chem. 48:25-29
12. Li, N.C., M.Z. Fan, Y.L.Guo, K.S. Wang, and L.Q. Cheng. 1989. Tests on fumigating against chestnut seed pests (Abst). Forest Pest and Disease. 1:28-30
13. Kato, K. 1990. Astringency removal and ripening in persimmons treated with ethanol and ethylene. HortScience 25:205-207
14. Liu, HengLie, HuiMin Ge, WenZhong Li, YonPing Cai, YongLi Cai, GuangQin Zhan, H.L. Liu, H.M. Ge, W.Z. Li, Y.P. Cai, Y.L. Cai, and G.Q. Zhan. 1994. Effect of fresh-keeping membrane on the storage of Chinese chestnut. Plant Physiology Communications. 30:334-339
15. Matsui, T. and H. Kitagawa. 1988. Effects of ethylene absorbent on invertase activity of persimmon fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:507-512
16. Matsui, T. and H. Kitagawa. 1989. Effects of ethylene absorbent on polygalacturonase activity of persimmon fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:697-701

17. Matsuo, T., S. Ito, and R. Ben-Arie. 1991. A model experiment for elucidating the mechanism of astringency removal in persimmon fruits using respiration inhibitors. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 60:437-442
18. Miller, G. Peeled chestnuts-commercial prospects. 1992. 83rd Annual report-Northern Nut Growers' Association. 46-52.
19. Nomura, K., Y. Ogasawara, H. Uemukai, M. Yoshida, and H. Hyodo. 1995. Change of sugar content in chestnut during low temperature storage. *Postharvest physiology of fruits.* 398:265-276
20. Pesis, E. and R. Ben-Arie. 1984. Involvement of acetaldehyde and ethanol accumulation during induced deastringency of persimmon fruits. *J. Food Sci.* 49:896-899
21. Pesis, E., A. Levi, and R. Ben-Arie. 1988. Role of acetaldehyde production in the removal of astringency from persimmon fruits under various modified atmospheres. *J. Food Sci.* 53:153-156
22. Rice, R. G., J. W. Farquhar, and L. J. Bollyky. 1983. Review of the application of ozone for increasing storage times of perishable foods. (In) *Ozone : Science and engineering* Vol. 4. pp. 147-163. International Ozone Association. Pergamon Press Ltd.
23. Shao, Z.G. 1993. An experiment on removing astringency with CO₂ from fresh persimmon fruits(Abst). *J. Fruit Sci.* 10:224-225
24. Spotts, R. A. and L. A. Cervantes. 1992. Effect of ozonated water on postharvest pathogens of pear in laboratory and packing house tests. *Plant Diseases* 76:256-259
25. Taira, S., K. Abe, K. Ooi, and S. Watanabe. 1990. Influence of fruit size, defoliation, gibberellin, and growing regions on the ease of removal of astringency in Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb. cv.

- Hiratanenashi). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59:299-305
26. Taira, S., S. Oba, and S. Watanabe. 1992. Removal of astringency from 'Hiratanenashi' persimmon fruit with a mixture of ethanol and carbon dioxide. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 61:437-443
27. Taira, S., I. Satoh, and S. Watanabe. 1992. Relationship between differences in the ease of removal of astringency among fruits of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) and their ability to accumulate ethanol and acetaldehyde. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 60:1003-1009
28. Tian, J.W., X.M. Xu, and P.C. He. 1991. Study on the physiology of postharvest softening of *Diospyros kaki*. Plant Physiol Comm. 2:109-111
29. Vidrih, R., M. Simcic, J. Hribar, A. Plestenjak, and P. Sass. 1994. Astringency removal by high CO₂ treatment in persimmon fruit (*Diospyros kaki*). Acta Hort. 368:652-656
30. Wu, Q., J.C. Han, and Z.P. He. 1993. Changes of phytohormone content in the embryos of chestnut during refrigerated storage. Acta Agriculturae Universitatis Pekinensis. 19:11-14.
31. Yamamura, H., H. Bessho, and R. Naito. 1984. Occurrence of black stain on fruit skin(black spot) in relation to growth and development of pericarp tissue in Japanese persimmons. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 53:115-120
32. 구자형. 1997. 오존을 이용한 무농약 농산물 재배기술 개발. 통산산업부 연구보고서
33. 농어촌개발공사. 1979. 밤 저장과 가공이용연구. 연구보고서

34. 송은선. 오존을 이용한 식품살균과 보존. 출처미상

35. 海老原 武士. 1961. 現代のクリ. 農業圖書株式會社