

최 종  
연구보고서

배 과실 품질 향상을 위한 칼슘 함유  
봉지 개발

Development of New Fruit Paper Bag for  
Increasing Calcium Content in Pear fruits

연구 기관

배재대학교

농 립 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “배 과실 품질 향상을 위한 칼슘 함유 봉지 개발”의 최종보고서로 제출합니다.

2005 년 11 월 일

주관연구기관명 : 배재대학교  
총괄연구책임자 : 최 종 승  
세부연구책임자 : 최 종 승  
세부연구책임자 : 문 병 우  
연 구 원 : 안 영 직  
연 구 원 : 서 옥 명  
연 구 원 : 인 광 교  
연 구 원 : 조 중 남  
연 구 원 : 김 대 순  
참 여 기 업 명 : (주) 코프  
연 구 원 : 허 동 훈

# 요 약 문

## I. 제 목

배 과실 품질 향상을 위한 칼슘 함유 봉지 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라의 배나무 재배는 신고 품종이 전체 재배면적의 73.2%나 차지하고 있고 그 이외의 품종들은 매우 적은 비율로 재배되고 있어 중생종인 ‘신고’에 너무 편중된 실정이다. ‘신고’는 품질이 우수하고 저장력도 중생종으로서는 강한 편이기 때문에 수확 직후보다는 저장한 후 이용된다. 그러나 만생종보다 저장력이 약하여 장기 저장할 때에는 품질의 저하가 우려되고 생리장해로 인한 상품과 비율이 감소된다.

일반적으로 과실에 나타나는 생리장해는 칼슘의 결핍에 의한 것이 많은데, 배에서는 돌배, 유부과 및 바람들이 등이 발생되고, 가시적인 장해가 나타나지 않아도 칼슘이 부족한 경우에는 과실의 저장력이 매우 나빠진다. 토양관리가 적합하지 않은 과수원에서 칼슘결핍증상이 많이 발생하지만 정상적으로 토양관리를 하는 과수원에서도 과실에 칼슘이 부족하거나 결핍되는 일이 있다.

이렇게 과실에서 칼슘이 부족하게 되는 원인 중의 하나는 뿌리에서의 흡수량이 부족하기 때문이고, 다른 하나는 흡수량이 적당하여도 칼슘의 전류, 수체 부위에 따른 분포 및 축적에 제한을 받기 때문이다. 따라서 많은 과수원에서 칼슘이 결핍되거나 부족한 과실이 생산된다. 과실의 칼슘함량을 많게 하기 위해서는 적절한 토양관리는 물론 생육 중에 칼슘화합물을 수관살포하거나 수확 후에 칼슘화합물 용액에 과실을 침지한다.

토양에서 흡수되는 양분이 부족할 때에는 잎을 통한 흡수 즉 엽면살포로 보충할 수 있다. 엽면살포액의 성분은 잎, 가지, 줄기 및 과실 등 지상부의 각 부위 표피를 통하여 내부로 흡수된다. 내부로의 흡수는 주로 잎을 통하지만 일부는 다른 부위를 통해서도 이루어진다. 표면에서 흡수된 성분은 다른 부위로 전류되어 뿌리에서 흡수된 것과 같이 대사에 이용된다. 그러나 칼슘은 다른 무기 성분과는 달리 잎에서 흡수된 것은 과실로의 전류가 극히 제한된다. 따라서 잎이나 가지에만 살포액이 묻게 되면 과실의 칼슘 증가는 매우 적다.

배나무는 대부분 이중 봉지를 씌워서 재배한다. 과실에 봉지를 씌운 채로 칼슘 화합물을 살포하면 과실표면에 살포액이 묻지 않으므로 살포 효과를 거의 기대할 수 없다. 칼슘화합물을 배나무에 살포할 때에는 봉지를 씌우기 전인 유과기에 하여야 한다. 유과기에는 과실의 표면적이 적기 때문에 용액의 부착량이 적고, 내부로의 침투 여건도 좋지 않아서 흡수량도 적게 된다. 과실은 발육하면서 과실 표면에 있는 기공이 퇴화되어 과점으로 발달하는데 기공이 퇴화되면 미세한 裂開 부분이 생긴다. 과실 표면으로의 흡수는 이러한 열개 부분을 통하여 주로 흡수되고, 정상적인 표면은 큐틴이나 왁스 같은 보호 물질 또는 보호 조직으로 덮여 있기 때문에 흡수에 많은 제한을 받는다.

과실에 씌우는 봉지에 칼슘이 함유되어 있고 그 칼슘이 서서히 용출되어 과실 표면에 묻게 된다면 과실의 칼슘함량은 증가할 것으로 생각된다. 봉지의 칼슘은 빗물이나 이슬 또는 안개 등에 의하여 용출될 수 있는 봉지의 개발이 필요하다.

칼슘이 함유된 기능성 봉지의 개발이 성공적으로 이루어진다면 이 기능성 봉지를 이용하므로 과실의 칼슘함량이 증가되어 품질이 향상되고 상품률이 높아져서 농가의 소득이 증가할 것이다. 또한 칼슘함량을 증가하기 위한 칼슘화합물의 살포 노력을 절감할 수 있어 생산비 절감에도 기여할 것이다.

배 과실용 기능성 봉지의 제조 기술이 확립된다면 다른 과실 즉 사과, 복숭아 및 포도 등의 과수에도 확대 적용할 수 있어 관련 산업에 기여할 것이다. 또한 기능성 봉지 제품과 제조기술 및 활용방법을 외국에 수출도 예상할 수 있다.

최근 배 재배면적은 대단히 증가하였다. 또한 재배기술도 향상되어 생산량은 많아져 과실 가격의 하락이 예상되므로 재배가는 품질향상에 관심이 높아간다. 여러 가지 요인에 의하여 과실 품질이 좌우되지만 그 중에서 중요한 것은 과실의 칼슘함량이라 할 것이다. 칼슘함량이 높은 과실은 유통 중 신선한 상태의 품질을 장기간 유지할 수 있어 출하기간을 연장하므로 과실 가격의 안정화를 기하고 소비자에게는 칼슘 공급의 측면에서 보건에도 도움이 될 것이다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 칼슘 함유 봉지의 제조 및 봉지 패대 효과

농가에서 유통되는 배 봉지를 조사한 결과 크기는 170~190×205~220mm이며 평균 및 방충처리가 되어 있었고, 봉지는 이중, 삼중 및 홑겹이었는데 이중 봉지가 가장 많았다. 봉지 내지의 색깔은 황색, 백색, 적색, 녹색, 남색, 청색 등인데 황색이 가장 많았고, 외지의 색깔은 회색(신문용지에 글씨가 인쇄된 것도 포함), 황색, 백색 및 흑색 등 4종 중 회색이 가장 많았다. 내지로 사용되는 원지는 국내에서 생산한 것을 주로 사용하였고, 우리나라에서 재배면적이 가장 많은 주요 품종인 '신고'를 재배하는 농가는 195×215mm 크기인 황색 이중 봉지(외지와 내지: 황색 롤지) 및 신문 이중 봉지(외지: 신문지, 내지: 황색 롤지)를 가장 많이 사용하였다. 유통되고 있는 봉지의 내지 무게는 27.7~36.9g/m<sup>2</sup>이었다.

칼슘을 봉지에 코팅하기에 적합한 봉지로 '신고'에 많이 사용되고 있는 황색 이중 봉지(외지와 내지: 황색 롤지)와 신문 이중 봉지(외지: 신문용지, 내지: 황색 롤지)를 선택하였고, 내지의 무게는 27g/m<sup>2</sup>이었다.

OS-Ca와 염화칼슘을 보조제 없이 봉지의 내지에 각각 코팅하여 만든 봉지를 패대하였을 경우 과실 표면에 갈색의 부정형 얼룩무늬가 생기는 오염과실이 발생하였다. 따라서 코팅제를 만들 때 이러한 오염 과실이 발생하지 않는 보조제를 개발할 필요성이 대두되었다. 그러나 OS-Ca와 염화칼슘을 각각 코팅한 봉지를 씌웠을 때 과피의 오염을 제외하고는 이상 증상이 없어 과실의 칼슘함량과 품질을 조사하였다. 과실의 과피와 과육의 칼슘함량은 OS-Ca와 염화칼슘 고농도인 6%와 12%의 코팅 봉지 과실이 무처리나 다른 처리보다 많았다. 과실 경도는 무처리과에 비하여 OS-Ca 12, 6, 3%, CaCl<sub>2</sub> 12, 6% 코팅한 봉지의 과실이 높았고 가용성 고형물 함량은 처리 간에 차이가 없었다. 염화칼슘과 OS-Ca 중에서 염화칼슘은 pH가 높고 종이에 코팅하였을 때 흡습성이 강하여 코팅용 칼슘으로는 OS-Ca가 적합할 것으로 판단하였다.

OS-Ca를 코팅할 때 첨가하는 적합한 보조제를 찾기 위하여 시험한 결과, wax emulsion(WE로 표현함)과 colloidal-Ag(Ag로 표현함)를 첨가한 용액이 칼

습화합물 단독처리에 비하여 과실의 칼슘함량이 높아 WE와 Ag를 보조제로 선발하게 되었다. 상기 시험의 결과를 기초로 하여 4종류의 코팅제(OS-Ca 3%+ WE, OS-Ca 3%+ WE+ Ag, OS-Ca 6%+ WE, OS-Ca 6%+ WE+ Ag)를 제조하였는데 이들의 pH는 4.56-5.20, 칼슘함량은 2.8~5.6%로써 안정된 칼슘화합물이었다. 이들 4종의 칼슘 코팅제를 종이에 코팅하여 황색이중봉지와 신문이중봉지를 만들어 과실을 패대하여 그 효과를 검토하였다. 과실의 칼슘함량에 대한 칼슘 함유 봉지 패대 효과를 보면, 수확 전 60일부터 수확일까지 OS-Ca 6%+ WE+ Ag를 코팅한 봉지를 패대한 과실이 황색 이중봉지와 신문 이중봉지 모두에서 과피의 칼슘함량이 많았다. 수확 전 60일부터 수확일까지는 과피 직하 과육의 칼슘 함량은 OS-Ca 6%+ WE 또는 OS-Ca 6%+ WE+ Ag를 코팅한 황색 이중봉지 그리고 OS-Ca 3%+ WE+ Ag 및 OS-Ca 6%+ WE+ Ag를 코팅한 신문 이중봉지 등을 패대한 과실에서 많았다. 코팅제에 Ag 콜로이드를 첨가하는 것은 효과는 우수하지만 생산 단가를 고려하여 패대 효과가 우수한 OS-Ca 6%+ WE를 코팅제로 선발하였다.

선발된 OS-Ca+ WE를 메탄올로 희석하여 칼슘함량이 6%가 되도록 한 다음 공장에서 칼슘함유봉지를 대량생산하여 시험용으로 이용하였다. 패대효과를 보면 과실의 칼슘함량은 일반봉지의 과실보다 칼슘함유봉지의 패대 과실이 과피와 과육에서 많았다. 저장기간 중에도 계속 많은 상태를 유지하였다. 과실의 경도, 가용성 고형물 및 산함량은 차이가 없었으며 과실의 저장 중 호흡량과 에틸렌발생량도 차이가 없었다.

칼슘함유봉지의 물성을 일반봉지와 비교한 결과 인장강도는 높았고 투광률과 투기도는 낮았으며 밀도와 과열강도는 비슷하였다. 봉지에 코팅된 칼슘이 패대기간 동안 남아있는 정도를 조사한 결과 패대 후 75일까지 급격하게 감소하였으며 그 후부터는 감소폭이 완만하였다. 칼슘함유봉지와 일반봉지를 과실에 씌운 봉지 속의 습도와 온도는 차이가 없었다. 칼슘함유봉지와 일반봉지를 패대한 과실의 과피의 과점과 표면 상태는 차이가 없었다.

## 2. 칼슘 함유 봉지의 대량 생산 및 농가 실증시험

칼슘을 봉지에 코팅하여 기능성이 부여된 과실용 봉지를 대량생산하는 기술을 개발하기 위하여 도포공장과 봉지제조 공장에서 시험을 수행하였다. 기계에 의한 코팅은 roller 온도를 140℃, 코팅제 온도를 24℃, 회전속도를 55.3회/min으로 코팅환경을 설정하는 것이 양호하였다. 일반 봉지는 관행적으로 콩기름과 석유를 혼합한 제품이나 파라핀을 코팅하는데 이 도포장치에서 칼슘을 코팅하기 위하여 상기의 조건을 부여하면 제조가 가능하였다. 칼슘 함유 봉지 제조 공정은 다음과 같았다. 「배 봉지 내지용 롤지(27g·m<sup>-2</sup>) → 코팅장치를 이용하여 내지 안쪽에 코팅(코팅제 온도는 24℃가 적합) → 롤을 이용한 순간 건조(온도는 140℃가 적합) → 재 감기 → 봉지제조장치 → 일정 크기로 종이 재단 → 풀 붙이기 → 최종 절단 → 칼슘 함유 봉지 생산」의 순이었다.

칼슘함유봉지의 농가실증시험은 2차년도에는 칼슘의 농도를 달리한 칼슘함유 봉지를 만들어 4개의 과수원에서 검토하였다. 패대한 과실은 오염과가 발생되지 않았고 과실의 칼슘함량도 증가되었다. 3차년에는 최종 선발된 칼슘함유봉지(OS-Ca 6%+ WE+ MeOH를 코팅한 봉지)를 3개의 과수원(E, F, G)에서 검토하였다. 칼슘함유봉지를 패대한 과실은 오염과실이 발생되지 않았고, 과실의 칼슘함량도 증가되었으며 과신품질도 관행 봉지의 과실과 차이가 없었다.

칼슘이 코팅된 황색 이중봉지와 신문 이중봉지의 제조 원가는 관행 봉지에 비하여 10장 당 3원이 상승되었다.

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발 결과

#### 가. 칼슘함유 봉지의 제조 및 실용화 기술 개발

##### 1) 패대용 봉지에 칼슘을 coating 하는 기술 개발

칼슘을 봉지에 코팅하기에 적합한 봉지는 ‘신고’에 많이 사용되고 있는 황색 2중 봉지(외지와 내지: 황색 롤지), 신문 2중 봉지(외지: 신문용지, 내지: 황색 롤지)를 선택하였고, 내지로 이용할 황색 롤지 무게는  $27\text{g}/\text{m}^2$ 을 선발하였다.

봉지 내지 코팅제로 적합한 칼슘염은 OS-Ca(굴껍질에서 추출한 액상 칼슘화합물)를 봉지의 코팅제로 선발하였다. 그러나 OS-Ca나 염화칼슘을 보조제 없이 봉지의 내지에 코팅하여 만든 봉지를 패대하였을 경우 과실 표면에 갈색의 부정형 얼룩무늬가 생기는 오염과실이 발생하였다. 따라서 코팅제를 만들 때 이러한 오염 과실이 발생하지 않는 보조제를 개발하게 되었다.

##### 2) 보조제의 개발

부작용이 없고 안정적이며 패대효과가 우수한 코팅제를 찾기 위하여 OS-Ca에 첨가하는 보조제를 개발하게 되었다. Wax emulsion(WE로 표현함)과 colloidal-Ag(Ag로 표현함)를 첨가한 용액이 칼슘화합물 단독처리에 비하여 과실의 칼슘함량이 높고 부작용이 발생하지 않아 WE와 Ag를 보조제로 선발하게 되었다. 그결과 4종류의 코팅제(OS-Ca 3%+ WE, OS-Ca 3%+ WE+ Ag, OS-Ca 6%+ WE, OS-Ca 6%+ WE+ Ag)를 1차로 선발하였는데 이들의 pH는 4.56-5.20, 칼슘함량은 2.8~5.6%로써 안정된 칼슘화합물이었다.

##### 3) 코팅제의 개발

OS-Ca의 단독 코팅은 침투력, 건조성, 보존성이 불량하고 위에서 언급했듯이 봉지에 의하여 과실이 오염되는 부작용이 있기 때문에 안전하고 지속성이 우수한 wax-emulsion이 포함된 OS-Ca 6%+ WE을 선발하였다. OS-Ca 6%+ WE는

침투력, 건조성, 칼슘의 보존성이 우수하였다.

#### 4) 봉지 속의 미기상

칼슘이 코팅된 봉지의 광 투과율과 투기도는 코팅하지 않은 봉지보다 낮았고 인장강도는 높았으며 밀도와 파열강도는 비슷하였다.

칼슘을 코팅한 봉지를 과실에 패대하였을 때 봉지 속의 온도와 습도 변화는 봉지 종류별, 코팅제 종류별로 차이가 없었다. 과실을 패대하지 않고 그냥 봉지를 나무에 매달아 놓은 봉지 속의 온도와 습도는 봉지들 간에는 차이가 없었다. 그러나 나무에 착과된 과실을 봉지로 씌웠을 때 봉지 속의 주야간 온도와 습도의 변화 폭은 과실이 없을 때보다 매우 적었다.

#### 5) 코팅된 칼슘의 수용성화

칼슘을 코팅한 봉지를 과실에 패대한 다음 봉지를 수거하여 내지에 코팅된 수용성 칼슘함량의 시기별 변화는 매우 컸다. 즉 패대할 때에는 10.7-10.1%이었는데 패대 후 75일에는 0.3-0.35%로 감소되었고 그 후에는 감소 폭이 적었다.

#### 6) 대량생산 기술

칼슘을 봉지에 코팅하여 기능성이 부여된 과실용 봉지를 대량생산하는 기술을 개발하기 위하여 일반 봉지에 관행적으로 콩기름과 석유를 혼합한 제품이나 파라핀을 코팅하는 도포장치에서 적합한 코팅 조건을 구명하였다. 그리고 칼슘이 코팅된 종이를 배 봉지를 제조하는 공장에서는 일반 봉지를 제작하는 공정을 그대로 적용하는 공정도를 작성하였다. 칼슘 코팅제의 유기용매로는 MeOH와 EtOH가 가장 경제적이며 안정적이므로 본 연구에서는 MeOH를 택하여 유기용매로 사용하였다. 칼슘 함유 봉지 제조 공정은 다음과 같다. 「배 봉지 내지용 롤지(27g·m<sup>2</sup>) → 코팅장치를 이용하여 내지 안쪽에 코팅(코팅제 온도는 24℃가 적합) → 롤을 이용한 순간 건조(온도는 140℃가 적합) → 재감기 → 봉지제조장치 → 일정 크기로 종이 재단 → 폴 붙이기 → 최종 절단 → 칼슘 함유 봉지 생산」의 순이었다.

## 7) 코팅된 봉지의 패대 효과

과실의 칼슘함량에 대한 칼슘 함유 봉지 패대 효과를 보면, 수확 전 60일부터 수확일까지 OS-Ca 6%+WE+Ag를 코팅한 봉지를 패대한 과실이 황색 이중 봉지와 신문 이중 봉지 모두에서 과피의 칼슘함량이 많았다. 수확 전 60일부터 수확일까지 과피 직하 과육의 칼슘 함량은 OS-Ca 6% 또는 OS-Ca 6%+Ag를 코팅한 황색 이중 봉지 그리고 OS-Ca 3%+Ag 및 OS-Ca 6%+Ag를 코팅한 신문 이중 봉지 등을 패대한 과실에서 많았다. OS-Ca 6%+Ag를 황색 이중 봉지와 신문 이중 봉지에 코팅한 봉지를 패대한 과실이 처리를 달리한 봉지의 과실보다 과육의 칼슘함량이 많았다.

패대한 과실 경도는 신문 이중 봉지에서만 OS-Ca 6%를 코팅한 봉지 패대 과실에서 증가하였다. 가용성 고형물 및 산 함량은 처리 간, 봉지 간에는 차이가 없었다. 수확 시의 과피색은 황색 이중 봉지에서는 처리 간 차이가 없었으며, 신문 이중 봉지에서는 Hunter L, a값은 차이가 없었으나 b값(청색-황색)은 OS-Ca 3%+Ag 처리가 청색이 많았다.

저장 후 30일과 수확 시에 과피로부터 0~15mm 깊이의 과육 칼슘함량은 OS-Ca 6% 처리가 무처리보다 현저하게 많이 되었다. 수확 시부터 저장 180일까지 과실 경도, 가용성 고형물, 산 함량 및 과피색 변화에는 영향을 주지 못하였다. 칼슘 함유 봉지를 패대한 과실의 저장 중 호흡량 및 에틸렌 발생량은 무처리 과실과 차이가 없었다.

## 8) 농가실증시험

칼슘 함유 봉지의 농가 실증시험은 2년차에는 4개의 과수원, 3년차에는 3개의 과수원에서 실시하였다. 칼슘을 코팅한 봉지를 패대한 과실은 오염과실이 발생되지 않았고, 과실의 칼슘함량도 증가되었으며 과실 품질도 관행 봉지의 과실과 차이가 없었다.

## 2. 결과활용에 대한 건의

배나무는 병해충을 방지하고 과실 표면의 미려도를 향상시키기 위하여 과실이

어렸을 때 봉지를 씌워서 재배한다. 많은 농가의 나무에서 칼슘 부족이 나타나고 있다. 특히 과실의 생리장해는 대부분 칼슘의 결핍이나 부족에 의하여 발생되기 때문에 뿌리에서 칼슘의 흡수가 충분해야만 된다. 그러나 칼슘의 흡수가 충분히 이루어진다고 하여도 환경 조건 및 지상부 관리 상태에 따라 과실에는 부족한 경우가 종종 발생한다. 따라서 수관살포(엽면살포)를 통하여 칼슘을 보충하여 주는데 과실이 봉지가 씌워진 채로는 살포 효과를 얻을 수 없기 때문에 유과기인 봉지씌우기 전 짧은 기간 동안에 살포하게 된다. 살포회수는 1회로는 불충분하고 4-5회 이상 살포해야 그 효과가 나타나는데 유과기에 국한된 살포는 효과가 아주 적다. 그러므로 봉지씌우기 재배는 수관살포에 의한 칼슘의 공급을 차단하고 있다. 따라서 봉지 속에 칼슘이 함유되어 있으면 봉지에 접촉된 과실 표면을 통하여 서서히 칼슘이 침투된다.

칼슘이 함유된 봉지가 다량생산되면 농업기술센터 등 영농지도를 담당하는 지도원들을 통해 봉지의 활용에 대한 홍보교육이 필요하다. 또한 과수에 칼슘이 중요한 품질 결정 요소라는 것을 교육하고 특히 과실 속의 칼슘함량을 높일 수 있는 영농교육이 필요하다.

## SUMMARY

### Development of New Fruit Paper Bag for Increasing Calcium Content in Pear fruits

The paper bags for pear used in commercial orchards were 170~190 mm×205~220 mm in size, and they were fungus-proof and insect-proof treated. They were double-layered, triple-layered, or single-layered, and of those three kinds of bags, double-layer bag was the most common. Inner bag was yellow, white, red, green, dark blue, and blue, and of those colors, yellow bag was the most common. Outer bag was gray (including newspaper with some prints on it), yellow, white, and black, and the most common color was gray. Non-processed paper for inner bag was mostly made in Korea, and the inner bag weighed 27.7~36.9 g·m<sup>-2</sup>. The orchards that planted 'Nittaka', a major cultivar in Korea, used yellow double-layer bag (yellow roll paper for both outer and inner bags) and newspaper double-layer bag (newspaper bag for outer bag and yellow roll paper for inner bag).

We chose yellow double-layer bag and newspaper double-layer bag as the appropriate bag for coating calcium, and the yellow roll paper bag weighed 27 g·m<sup>-2</sup>.

There were some brownish irregular stains on the skin of the fruit when we used bag that were made without adjuvant. So it was necessary to use adjuvant that prevents making contaminated fruits. However, there was no particular problem other than contamination of the fruit skin. We investigated the calcium content and quality of the fruits, and the calcium content of OS-Ca or CaCl<sub>2</sub> coated (6 and 12%) fruits was higher than that of other treatment or non-treatment. The OS-Ca 12, 6, 3%, CaCl<sub>2</sub> 12, 6% coated fruits had higher firmness and almost the same soluble solid content compared to those of non-treated fruits. However, CaCl<sub>2</sub> has high pH and CaCl<sub>2</sub>-coated bag had higher hygroscopic ability, which can injure the fruit chemically; so we selected Os-Ca for bag-coating agent.

To select an appropriate coating agent for inner bag, we went through some tests. It was observed that the solution with WE and Ag added had bigger amount of fruit calcium content than calcium non-treated. So we selected WE and Ag as adjuvant. Based on the results of the test, we made four kinds of coating agent - OS-Ca. The pH of these was 4.56-5.20, and calcium content of these was 2.8-5.6%. We coated paper with these and made yellow double-layer bag and newspaper double-layer bag. We bagged the fruits with them and looked at the effects. The fruits bagged with OS-Ca 6%+WE+Ag bag for 60 days till harvest had the biggest calcium content both in yellow double-layer bag and newspaper double-layer bag. OS-Ca 6%+WE+Ag- or OS-Ca 6%+WE-coated bag and OS-Ca 3%+WE+Ag or OS-Ca 6%+WE+Ag-coated bag had the highest calcium content of flesh adjacent to the skin of the fruits. Adding Ag colloid to the coating agent is effective, but considering the price, we selected OS-Ca 6%+WE as coating agent.

Selected OS-Ca+WE was diluted by methyl alcohol and it had 6% of calcium content. It was manufactured in a factory and was used for a test. The fruits bagged with calcium-coated bags had more calcium content than those bagged with normal bags in the fruits' skin and flesh. and it still had more calcium content during storage. There was no big difference in the fruit's firmness, soluble solids, and acidity, and respiration rate and ethylene evolution during storage.

We compared the physical characteristics of calcium-coated bag to that of common bag. Calcium-coated bag had higher 인장강도, lower air permeability and light permeability, and almost the same density and bursting strength compared to common bag. We investigated the amount of calcium remaining in the bag, and it was observed that it decreased sharply for 75 days after bagging. It decreased in a lower rate after that. There was no difference in humidity and temperature in the bag between the two kinds of bag. There wasn't any difference in fruit lenticel and condition of fruit skin of the fruits bagged with calcium-coated bag and common bag.

For mass production of calcium-coated bag, the roller temperature had

to be 140°C, coating agent temperature 24°C, and rotating speed 55.3 round per min. Generally common bags are coated with bean oil and petroleum or paraffin, and to coat the bag with calcium, the condition written above was needed. The process of making calcium-coated bag was: roll paper ( $27 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) for inner bag → coat the inner part of inner bag (coating agent temperature: 24°C) → immediate drying using the roller (temperature: 140°C) → rewinding → bag-making device → cutting → gluing → calcium-coated bag.

For a test in commercial orchard, we made calcium-coated bags that had different amount of calcium in them and examined them in the second year. There were no contaminated fruits and they had increased calcium. In the third year, we tested finally selected calcium-coated bags in three orchards. There was no contaminated fruit, and the fruits had increased calcium content.

The primary price of yellow double-layer bag and newspaper double layer bag was increased from common bag by 3 won per 10 sheets of bag.

# CONTENTS

Chapter 1. General Introduction-----	19
Chapter 2. Foreign and Domestic Tendency of Technology Development---	21
Chapter 3. Materials, Methods, and Results-----	23
1. The Survey of Actual State of Commercial Pear Fruit bags and Selection of Appropriate Coating Bag -----	23
A. Physical Characteristics of Commercial Pear Fruit Bag and the Survey of Actual State -----	24
B. Selection of Appropriate Coating Bag -----	29
2. Selection of Calcium Compound and Adjuvant -----	31
A. The First Selection of Appropriate Calcium Compound -----	31
1) Selection of Calcium Compound -----	31
2) Selection of Appropriate Adjuvant-----	35
3) Test of Mixture of Calcium Compound and Adjuvant -----	37
B. Development of Coating agents with Calcium Compound Adjuvant ---	41
1) Mixture of Calcium Compound and Adjuvant (Wax and Ag) -----	41
2) Effects of Calcium-coated Bag -----	47
C. Effects of Bagging with Calcium-Coated Bag Selected Finaly -----	57
1) Contents of Fruit Calium -----	58
2) The Quality of Fruit -----	60
3) Respiration Rate and Ethylene Evolution of Fruit during Storage ---	61
D. Physical Characteristics and Calcium Contends in the Inner Bag -----	61
1) Physical Characteristics of the Inner Bag -----	61

2) Micro-meteorology in the Bags -----	62
3) The Seasonal Change of Calcium Contents in the Inner Bag -----	68
3. Transportation of Calcium into the Fruit and Change of Fruit Skin after Being Bagged -----	70
A. Transportation of Radio Isotop ( <sup>45</sup> Ca) into The Skin -----	70
B. Change of Fruit Skin after Being Bagged -----	71
4. Mass Production of Calcium-coated Bag -----	77
A. Mass Production of Calcium-coated Bags in Factory-----	77
B. Selection of Solvent and Monitoring Process -----	77
5. The Test in Commercial Orchards and Analysis of Cost -----	80
A. The Test in Commercial Orchards -----	80
B. The Cost Analisis of Calcium-coated Bag -----	87
 Chapter 4. Achievement and Contribution -----	 89
 Chapter 5. Plans of Using the Results -----	 90
 Chapter 6. Information Collected from Foreign Countries -----	 91
 Chapter 7. References -----	 92

# 목 차

제 1 장 연구개발 과제의 개요-----	18
제 2 장 국내외 기술개발 동향-----	21
제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과-----	23
제 1 절 배 봉지 실태 조사 및 칼슘 코팅용 봉지 선정-----	23
1. 배 유통 봉지의 실태 및 물성-----	24
2. 적합한 봉지 선정-----	29
제 2 절 코팅용 칼슘제와 보조제의 개발-----	31
1. 칼슘제와 보조제의 개발을 위한 1차 선정 시험-----	31
가. 적합한 칼슘염 선정-----	31
나. 보조제 선발-----	35
다. 칼슘화합물과 보조제와의 혼용 가능성 검토-----	37
2. 칼슘염과 보조제가 혼합된 코팅제의 개발-----	41
가. 칼슘염과 보조제(wax, Ag)의 혼합성 검토-----	41
나. 칼슘염과 보조제(wax, Ag)가 코팅된 봉지의 패대 효과-----	47
3. 최종 선발된 칼슘함유 봉지의 패대 효과-----	57
가. 과실 칼슘함량-----	58
나. 과실품질-----	60
다. 과실의 호흡량과 에틸렌 발생량-----	61
4. 칼슘이 코팅된 봉지의 물성과 칼슘함유량-----	61
가. 칼슘이 코팅된 봉지의 물성조사-----	61
나. 봉지 속의 미기상 조사-----	62
다. 칼슘이 코팅된 봉지 패대 후 봉지 내지의 시기별 칼슘 함량의 변화---	68

제 3 절 과피를 통한 칼슘의 침투와 시기별 과피의 변화-----	70
1. 방사성 동위원소를 이용한 칼슘의 과피 침투 조사-----	70
2. 칼슘 함유 봉지 패대에 따른 시기별 과실 표피의 상태-----	71
제 4 절 칼슘 함유 봉지의 대량생산 조건 구명 -----	77
1. 대량 생산을 위한 공장화 모색-----	77
2. 코팅제에 첨가하는 유기용제의 선발과 봉지 제조 공정도 작성-----	77
제 5 절 농가 실증시험 및 제조 원가분석-----	80
1. 칼슘함유 봉지의 농가 실증시험 -----	80
2. 칼슘함유 봉지의 원가 분석-----	87
제 4 장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도-----	89
제 5 장 연구개발 결과의 활용계획-----	90
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보-----	91
제 7 장 참고문헌-----	92

## 제 1 장 연구개발 과제의 개요

○ 우리나라의 배나무 재배는 ‘신고’ 한 품종이 전체 재배면적의 73.2%나 차지하고 있고 그 이외의 품종들은 매우 적은 비율로 재배되고 있어 중생종인 ‘신고’에 너무 편중된 실정이다. ‘신고’는 품질이 우수하고 저장력도 중생종으로서는 강한 편으로 수확 직후부터 출하되어 소비되지만 주로 저장한 후 이용된다. ‘신고’는 품질이 우수하지만 생리장해가 많이 발생하고 만생종보다 저장력이 떨어지는 것이 단점이라 할 수 있다.

○ 과실에 나타나는 생리장해는 칼슘의 결핍에 의한 것이 많은데, 배에서는 돌배, 유부과 및 바람들이 등 생리장해가 발생되고, 장해가 나타나지 않아도 과실의 저장력이 매우 나빠진다. 토양관리가 잘 되지 않은 과수원에서 칼슘결핍증상이 많이 발생하지만 정상적으로 토양관리를 하는 과수원에서도 과실에 칼슘이 부족하거나 결핍되는 일이 있다.

○ 이렇게 과실에서 칼슘이 부족하게 되는 원인 중의 하나는 뿌리에서의 흡수량이 부족하기 때문이고, 다른 하나는 흡수량이 적당하여도 칼슘의 전류, 수체 부위에 따른 분포 및 축적에 제한을 받기 때문이다. 따라서 많은 과수원에서 칼슘이 결핍되거나 부족한 과실이 생산된다. 과실의 칼슘함량을 많게 하기 위해서는 적절한 토양관리는 물론 생육 중에 칼슘화합물을 수관살포하거나 수확 후에 칼슘화합물 용액에 과실을 침지한다.

○ 토양에서 흡수되는 양분이 부족할 때에는 잎을 통한 흡수 즉 엽면살포로 보충할 수 있다. 엽면 살포액의 성분은 잎, 가지, 줄기 및 과실 등 지상부의 각 부위 표면을 통하여 내부로 침투한다. 내부로의 침투는 주로 잎을 통하지만 일부는 다른 부위를 통해서도 흡수된다. 표면에서 흡수된 성분은 다른 부위로 전류되어 뿌리에서 흡수된 것과 같이 대사에 이용된다. 그러나 칼슘은 다른 무기 성분과는 달리 잎에서 흡수된 것은 과실로의 전류가 극히 제한된다. 따라서 잎이나 가지에만 살포액이 묻게 되면 과실의 칼슘 증가는 매우 적다.

○ 배나무는 대부분 이중봉지를 씌워서 재배한다. 과실에 봉지를 씌운 채로 칼슘화합물을 살포하면 과실표면에 살포액이 묻지 않으므로 과실의 칼슘함량을 증가하는 효과를 거의 기대할 수 없다. 따라서 칼슘화합물을 배나무에 살포할 때에는 봉지를 씌우기 전인 유과기에 하여야 한다. 유과기에는 과실의 표면적이 적기 때문에 용액의 부착량이 적어서 흡수량도 적게 된다. 과실은 발육하면서 과실 표면에 있는 기공이 퇴화되어 과점으로 발달하는데 기공이 퇴화되면 미세한 裂開 부분이 생긴다. 과실 표면으로의 흡수는 이러한 열개 부분을 통하여 주로 흡수되고, 정상적인 표면은 큐틴이나 왁스 같은 보호 물질 또는 보호 조직으로 덮여 있기 때문에 흡수에 많은 제한을 받는다.

○ 과실에 씌우는 봉지에 수용성 칼슘이 함유되어 있고 그 칼슘이 서서히 용출되어 과실 표면에 묻게 된다면 과실의 칼슘함량은 증가할 것으로 생각된다. 봉지의 칼슘은 빗물이나 이슬 또는 안개 등에 의하여 용출될 수 있는 봉지의 개발이 필요하다.

○ 칼슘이 함유된 기능성 봉지를 이용한다면 과실의 칼슘함량이 증가되어 품질이 향상되고 상품률이 높아져서 농가의 소득이 증가할 것이다. 또한 칼슘화합물을 살포하기 위한 노력과 재료를 절감할 수 있어 생산비 절감에 일조를 하여 부가가치를 높일 수 있을 것이다.

○ 배 과실용 기능성 봉지의 제조 기술이 확립된다면 다른 과실 즉 포도, 복숭아, 사과 등의 과실 봉지에도 확대 적용될 수 있어 관련 산업 발전에 기여할 것이다. 또한 기능성 봉지 제품, 제조 기술 및 응용방법을 인근 일본과 중국 등에 수출하므로 과수 관련 산업에 큰 기여를 할 것이다.

○ 최근 몇년 동안 배 재배면적이 증가하였고 재배기술 향상으로 단위면적 당 생산량이 증가되어 과실 가격이 하락되므로 재배가는 품질로 경쟁력을 높여야 하는 실정에 놓여 있다. 과실의 품질을 좌우하는 요인은 다양하지만 과실의 칼슘함량이 많고 적음에 따라 크게 영향을 받는다. 칼슘함량이 높은 과실은 유통기간 동안 저장력이 높아져 신선한 과실을 장기간 공급할 수 있다. 따라서 과실 가격의 안정화와 소비량을 증가시키는 데 기여할 것으로 생각되며, 칼슘이 많이 함유

된 배 과실을 공급하여 인체에 부족한 칼슘을 자연 그대로 섭취함으로써 국민 보건에도 도움이 될 것이다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 동향

과수 재배에서 봉지 씌우기는 배 과실을 심식층으로부터 보호하기 위하여 일본에서 16세기부터 시작되었다. 이때에는 지금과 같이 해충에 대한 효과적인 방제체계가 갖추어지지 못하였기 때문에 봉지 씌운 효과는 획기적이었을 것이다. 따라서 배나무 외에도 포도나무, 사과나무 및 복숭아나무에까지 봉지 씌우기가 확대되었다. 우리나라에는 1900년대 초인 조선총독부 시절에 봉지에 대한 시험이 실시되어 재배에 보급되었다. 초창기의 봉지 씌우기는 병이나 해충으로부터 과실을 보호할 목적이었으나 근래에는 다양한 목적으로 봉지를 씌워 재배하게 되었고, 최근에는 이러한 다양한 목적을 충족시키기 위하여 지질에 대한 연구와 기능성을 부여한 봉지의 개발 등이 이루어지고 있다. 봉지 씌우기는 착색증진, 열과방지, 반점성 생리장해 경감 등을 목적으로 행해지고 있다.

초기의 과실용 봉지는 대부분 활자가 인쇄된 신문지나 전화번호부로 만들어졌다. 인쇄잉크가 묻은 종이는 해충이 싫어하여 이들 봉지는 해충방지에 효과적이었으나 지질이 약하여 파손되는 정도가 심하고 인쇄잉크 또는 결속용 핀에 의하여 과실 표면이 오염되는 부작용도 있었다. 봉지에 이용되는 종지도 고급화 되어 파라핀지, 하드롱지, 롤지 등이 신문지와 함께 이용되고 있다. 또한 주요 특정 품종의 전용 봉지가 개발되어 과실의 품질을 향상시키는가 하면, 기능성을 부여한 봉지 즉 향균과 방충처리를 한 봉지, 봉지를 씌우는 노력을 경감하기 위하여 핀을 부착한 봉지 등이 개발되어 사용되고 있다. 봉지 속의 미기상을 조절하여 과실의 품질을 향상시킬 목적으로 이중 봉지, 삼중 봉지 그리고 착색 봉지도 활용되고 있다.

과실의 칼슘을 증가하기 위하여 토양관리를 합리적으로 하므로 뿌리에서 충분한 양의 칼슘을 흡수하도록 하는 것이 필요하다. 그러나 합리적인 토양관리가 이루어진다고 하여도 기상환경이 칼슘의 흡수와 과실로의 전류가 나쁜 상태이거나 지상부 관리가 불충분하여 과실로의 칼슘 축적이 적어질 경우 과실은 칼슘부족이나 결핍증상이 나타난다. 물론 토양관리가 불합리한 경우 칼슘의 흡수는 상당히 지장을 받게 된다. 이렇게 뿌리에서 칼슘의 흡수가 부족할 경우 또는 과실로의 전류가 적을 경우에는 지상부의 표피를 통해 칼슘을 공급하여 보충할 수 있다. 즉 칼슘화합물을 수관살포하는 것이다. 수관살포는 잎, 가지 및 과실표면에 칼슘이 부착되므로 표피를 통하여 칼슘이 흡수된다. 수관살포에 의한 양분 흡수는 주로 잎 표면으로 이루어지고 가지나 과실 표피를 통해서는 그 양이 적다.

그러나 잎을 통하여 흡수된 칼슘은 과실로의 전류가 잘 이루어지지 않기 때문

에 과실의 칼슘 함량을 증가시키기 위해서는 과실표피를 통한 흡수에 기대할 수 밖에 없다. 배나무는 대부분 과실을 봉지 씌워서 재배되고 있기 때문에 봉지를 씌운 채로 칼슘화합물을 수관살포하면 그 효과가 없다. 따라서 칼슘염을 수관살포하려면 봉지를 씌우기 전인 유과기에 한한다. 이때에는 적과와 봉지 씌우기 등 작업량이 많은 시기로서 4-5차례 수관살포하는 것은 그리 용이한 일이 아니다. 그리고 과실이 작기 때문에 수관살포한 용액이 과실 표면에 부착되는 양이 적어 살포효과는 크게 나타나지 않는다.

일반적인 수관살포용 칼슘제는 염화칼슘이나 탄산칼슘 그리고 액상칼슘을 이용하고 있으나 용해 정도가 적은 탄산칼슘은 그 효과가 용해성이 큰 염화칼슘보다 적다.

기능성이 부여된 몇 가지 봉지가 개발되어 시판되지만 봉지를 통하여 칼슘을 증가시키면서 상기한 봉지의 기능을 복합적으로 가진 봉지의 개발 연구는 이루어지지 않고 있다. 본인 등은 기존의 일반 봉지 기능이 있으며 칼슘을 과실에 공급할 수 있는 기능성 봉지의 개발이 절실하다고 생각하였다.

## 제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제 1 절 배 봉지 실태 조사 및 칼슘 코팅용 봉지 선정

#### 서 론

과수에서 봉지 씌우기는 16세기에 배 과실을 심식충으로부터 보호하기 위하여 일본에서 처음 시작되었다. 그 후 배 뿐만 아니라 사과나 복숭아 재배에도 봉지 씌우기가 확대되어 사과 과실의 병충해를 방지하기 위하여 봉지를 이용하였고 복숭아에는 심식충을 방지하기 위하여 이중 봉지까지 사용하였다.

우리나라에서 봉지재배는 일제시대에 시작된 것으로 추정하고 있으며 봉지 씌우기는 과실의 착색과 병해충 방지 목적을 두게 되었으나, 최근에는 착색증진을 통한 과실품질향상, 농약살포 회수 절감 및 농약에 대한 안전성 등의 목적을 두게 되었다. 또한 착색뿐만 아니라 과실의 비대, 당도, 산도 등에 미치는 봉지 재료들의 물성에 대하여 검토되고 있다.

봉지재배의 초기에는 주로 신문지나 진화번호부를 이용하여 봉지를 제작하여 사용하였는데 이는 인쇄잉크로 인한 해충의 기피성 및 광 차단으로 엽록소 형성의 억제 등을 통한 해충의 감소 및 착색 증진 효과 때문이었으나, 과피의 얼룩과 발생이 발생하는 부작용도 있었다. 봉지 재료는 신문지, 폴리에틸렌 필름, 파라핀지, 하드롱지 및 톨지 등이 용도에 따라 다양하게 개발되었다. 또한 기능성을 부과하여 농약을 도포한 봉지, 에틸렌을 처리한 봉지, 노동력 절감을 위한 봉지, 은나노를 접목한 항균성 봉지(박 등, 2004) 및 수확기를 쉽게 관정할 수 있는 봉지가 개발되었다. 그리고 최근에는 봉지의 발수성, 투기성, 투광량, 습도 및 온도를 변화시켜 과실의 품질을 향상시키기 위한 이중 봉지 및 삼중 봉지 등이 개발되었다. 그러나 이러한 기능을 갖춘 봉지들은 가격이 너무 비싸 생산비를 가중시키고 있는 실정이다.

봉지의 지질에 따라 봉지의 미기상이 변화되는데 파라핀 봉지가 신문봉지나 무대에 비하여 주간의 습도가 높다고 하였으며, 폴리에틸렌 봉지가 과실의 발육기간 중에 봉지 속을 고온 다습한 상태로 유지시킨다고 하였다(김과 김, 1972). 봉지 속의 습도는 과실 표면의 wax 발달에 영향을 미치며(Baker, 1930), 외지 및

내지의 조합으로 과실의 콜크 발달 정도가 달라지는데, 이는 주로 봉지 속의 습도차이에 기인된다고 하였다. 봉지 속의 과습 조건은 과실의 탄수화물 축적을 저하시키고 세포벽이 얇아지게 하며, 칼슘의 전류를 감소시켜 세포벽 발달을 억제한다. 봉지의 투광성에 따라 봉지 속으로 들어가는 광의 광과장이 달라질 뿐만 아니라 온도 및 습도에도 영향을 미친다(Arakawa와 Ogata, 1986).

배 과실의 경우 산 함량은 무대과에 비하여 유대과가 낮으며 이 등(2001)은 포도 '캠벨얼리'에서 봉지의 지질의 원료를 달리하여 가용성고형물 함량을 1~2 °Bx 정도 증가시킬 수 있고, 봉지 내부의 미기상을 변화시키므로 과실의 특성이 변화되며 봉지의 종류에 따라 봉지의 온도가 달라진다고 하였다. 플라스틱 봉지는 외기 온도에 비하여 높으며(Brooks와 Fisher, 1926), 착색 셀로판 봉지는 무색 셀로판 봉지보다 온도가 높다(Pearson, 1933). 봉지 속의 온도를 적절히 유지하기 위하여 지질의 물리성을 개선하는 방법으로 광 파장 투과 범위를 300~450nm로 유지하는 봉지 등이 개발되고 있다.

봉지의 코팅제로는 주로 파라핀 왁스 135F를 열처리하여 봉지에 도포하고 있으며, 소량의 기름 처리는 투기성이 좋아지지만 과도한 처리는 오히려 투기성을 감소시킨다(신과 고, 1993). 송과 문(1998)은 신문봉지에 석유와 옥수수기름 혼합 비율에 따라 광투과율의 차이가 있으며 봉지 속의 온도는 기름을 칠하여도 큰 차이가 없다고 하였다.

과실에 칼슘을 공급할 수 있는 기능성 봉지를 개발하기 위하여 우선 국내에서 유통되고 있는 봉지의 실태조사를 하였고 칼슘을 코팅하는데 적합한 봉지를 선정하고자 하였다.

## 1. 배 유통 봉지의 실태 및 물성

### 재료 및 방법

국내에서 시판되고 있는 배 봉지를 제작 판매하는 6개 회사에서 봉지를 수집하여 봉지의 특징을 육안 조사하였다. 이들 회사에서 생산되는 봉지의 크기, 색깔 등을 조사하였고, 종이의 무게, 밀도, 인장강도, 파열강도와 투기도는 상대 습도 50%, 온도 20℃의 항온항습실에서 봉지를 24시간 전처리를 하여 샘플을 동일한 조건으로 한 후 측정하였다. 인장강도는 일정한 폭과 길이로 자른 종이 시

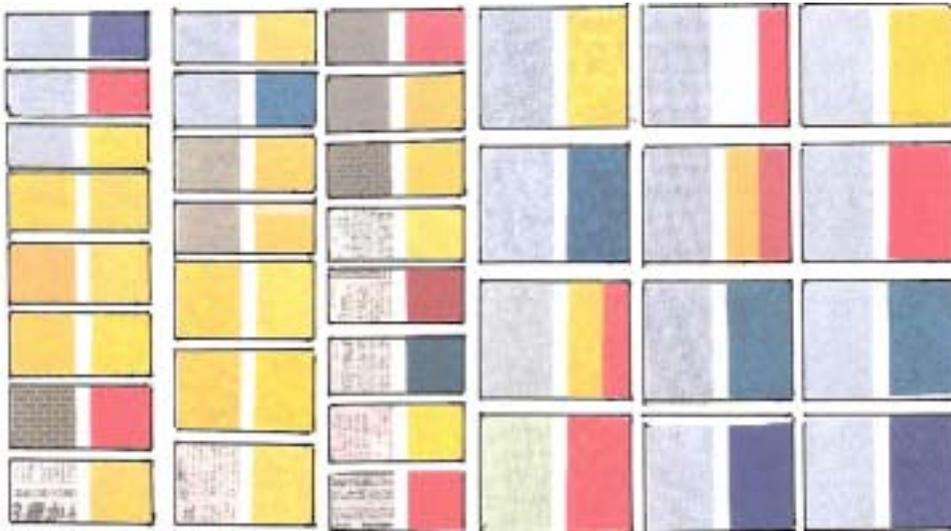
편을 두 개의 집게 사이에 고정시켜 인장력을 측정하였다. 파열강도는 원형 구멍이 있는 측정기기에 시편을 올려놓고 압력을 가해 시편이 파괴될 때까지의 힘을 측정하였다. 투기도는 공기 100mL를 wire 면과 felt 면을 통과하는 시간을 측정하였다.

## 결과 및 고찰

국내 과실봉지 제조회사에서 생산되는 과실봉지를 조사하였다(그림 1-1, 표 1-1). 봉지의 크기는 370-379mm<sup>2</sup> 인 것이 40%로 가장 많았고 390-399mm<sup>2</sup>가 36%로 그 다음이었다. 봉지의 가로는 170-190mm, 세로는 205-220mm의 범위였다. 두 겹의 봉지가 85%, 세 겹은 12%, 홑겹은 3%로서 대부분 이중 봉지가 생산되고 있었다. 봉지 외지의 색깔은 회색(흰색 신문지에 활자가 인쇄된 것도 회색으로 포함)이 가장 많아 70%이었고, 황색, 백색, 흑색의 순이었다. 그러나 내지의 색깔은 외지와는 달라서 황색이 58%로서 가장 많고 적색, 백색, 녹색, 그리고 청색과 남색의 순이었다.

외지의 왁스코팅은 일부 봉지에만 되어 있었고, 핀 부착률은 24.2%로서 봉지의 가로 방향 또는 세로 방향으로 부착되어 있었다. 대부분 봉지는 방충과 방균처리를 하여 병충해 방제에 효과가 있을 것이다.

유통봉지의 물성(무게, 밀도, 인장강도, 파열강도, 투기도)을 조사한 결과, 봉지 내지의 무게는 27.7-36.99g/m<sup>2</sup>, 밀도는 0.57-0.93g/cm<sup>3</sup>, 인장강도는 10.70-43.53kN/m, 파열 강도는 측정이 안 되는 것부터 0.75kPa까지, 투기도는 매우 변이가 커서 아주 적은 것에서부터 wire로는 55.58초까지, felt로는 42.37초까지 봉지의 종류에 따라 차이가 있었다.



외지 내지 외지 내지 외지 내지 외지 내지 외지 내지 외지 내지  
 그림 1-1. 배 봉지 외지 및 내지의 지질과 색.

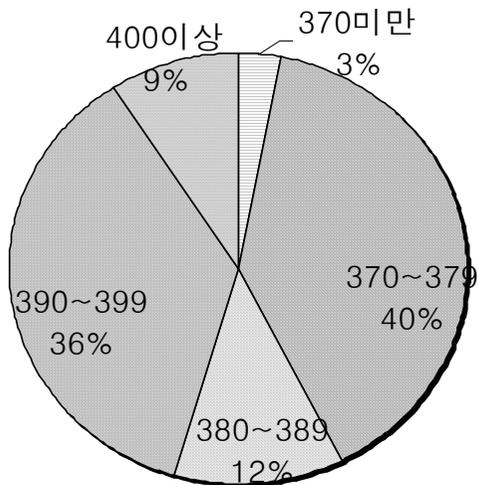


그림 1-2. 유통되는 배 봉지의 크기(cm<sup>2</sup>).

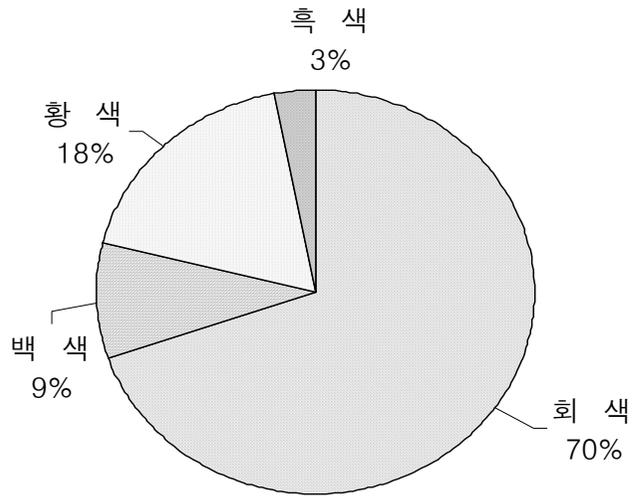


그림 1-3. 유통되는 배 봉지 외지의 색깔.  
(회색은 신문에 활자가 인쇄된 것도 포함됨)

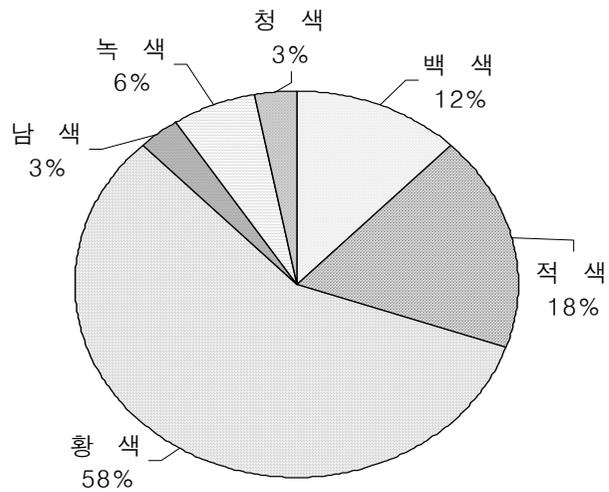


그림 1-4. 유통되는 배 봉지 내지의 색깔.

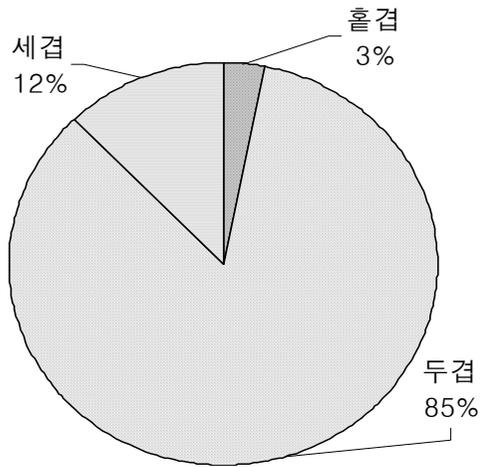


그림 1-5. 유통되는 봉지의 겹 수.

표 1-1. 우리나라 유통봉지 내지의 물성.

봉지 종류	무게 (g/m <sup>2</sup> )	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	인장강도 (kN/m)	파열강도 (kPa)	투기도		
					Wire(sec)	Felt(sec)	
J사	A	31.20	0.70	22.37	0.46	16.98	16.27
	B	29.25	0.60	18.25	0.34	13.25	11.71
	C	30.62	0.67	24.50	0.21	24.34	23.51
N사	A	27.70	0.60	23.16	0.33	17.02	16.65
	B	28.75	0.57	25.35	0.33	18.89	14.46
	C	32.19	0.66	24.58	0.40	25.70	21.52
S사	A	31.32	0.66	35.54	0.30	18.44	16.58
	B	23.25	0.58	10.70	0.02	3.21	2.62
H사	A	27.86	0.68	22.08	0.75	11.37	10.29
	B	29.75	0.72	43.53	0.35	17.25	16.27
	C	36.99	0.92	35.00	-	-	-
	D	36.61	0.93	35.01	0.53	55.58	42.37
	E	28.28	0.68	35.19	0.33	13.32	13.05

## 2. 적합한 봉지 선정

### 재료 및 방법

배 봉지 실태조사에서 조사된 6개 회사 자료를 토대로 많은 농가에서 이용되고 있으며 '신고'에 알맞은 봉지를 대상으로 칼슘화합물을 코팅했을 때 변형되는 정도, 건조 정도 등을 육안으로 판정하여 선정하였다.

## 결과 및 고찰

칼슘을 코팅할 때 종이에 용액이 잘 부착되고 손상이 없으며 작업성이 편리하고 농가에서 많이 사용되고 있으며 일반적으로 가장 많이 시판되는 황색 롤지 ( $27\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ )를 내지로 선택하였다. 그리고 외지는 내지로 사용되는 황색 롤지와 신문용지 등 2종을 선택하여 각각 이중 봉지로 제조하였다(그림 1-6).



황색 이중 봉지  
(외지, 내지: 롤지)

신문 이중 봉지  
(외지: 신문지, 내지: 롤지)

그림 1-6. 본 시험에서 칼슘 코팅용으로 선발한 봉지.

## 제 2 절 코팅용 칼슘제와 보조제의 개발

### 1. 칼슘제와 보조제의 개발을 위한 1차 선정 시험

#### 가. 적합한 칼슘염 선정

작물에 이용 가능한 칼슘염은 많으나 엽면시비가 가능한 칼슘염을 대상으로 검토하였다. 일반적으로 이용되는 칼슘염은 염화칼슘, 질산칼슘, 초산칼슘, 탄산칼슘 그리고 굴 껍질을 원료로 한 액상칼슘(OS-Ca) 등인데 그 중에서도 물에 용해되기 쉬우며 냄새가 없고 질소성분이 없거나 매우 적은 염화칼슘과 굴 껍질을 원료로 한 액상칼슘화합물(OS-Ca)를 1차 선발하여 코팅 정도와 효과를 검토하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

굴껍질을 원료로 한 액상칼슘화합물(OS-Ca)과 염화칼슘의 농도를 달리한 용액을 황색 롤지에 도포하였다. OS-Ca 12%, OS-Ca 6%, OS-Ca 3%, CaCl<sub>2</sub> 12%, CaCl<sub>2</sub> 6%, CaCl<sub>2</sub> 3% OS-Ca 2.4%+Ag 액을 황색 롤지에 도포하여 건조한 다음 이것을 내지로 하고 외지는 신문지와 황색 롤지로 이중봉지로 만들었다. Ag는 colloid 상태의 것을 15mg · L<sup>-1</sup>의 농도로 첨가하였다. 제조한 봉지를 '신고' 과실에 6월 25일 패대하였으며 시험구는 난과법 3반복(반복당 1주)으로 배치하여 수행하였다. 패대 후 경시적으로 과실을 정밀 관찰하여 패대한 과실에 나타나는 부작용을 조사하였다.

과실을 적숙기에 수확하여 1반복 당 5개의 과실 품질을 조사하였다. 과실경도는 probe가 5mm인 과실경도계((Fruit Hardness Tester, Japan)를 사용하여 과실 어깨부위 2곳에서 과피를 제거한 후 과육 경도를 측정하였고, 가용성 고형물은 과육의 즙을 굴절당도계(Atago Co., Japan)로 측정하였다. 과실에 나타나는 얼룩장애는 육안으로 관찰하여 심, 중 경, 무 등 4단계로 분류하였다.

과실의 칼슘함량을 분석하기 위하여 수확한 과실을 잘 씻고 과피와 과육을 분리하여 건조한 후 분쇄하여 분석용 시료로 하였다. 또한 저장 중에도 칼슘함량의 변화를 보고자 저장 30일과 60일에 과피와 과육의 칼슘함량을 분석하였다. 조제

된 분석용 시료를 ternary 용액으로 가열 분해하고 원자흡광분광광도계(AA-680, Shimadzu)로 측정하였다.

### 결과 및 고찰

패대 후 30일부터 과실의 표면에 오염이 생기기 시작하여 수확할 때까지 진행은 계속되었다. 과실을 세척제로 세척하여도 없어지지 않고 남아 있어 상품과로 사용할 수 없었다(그림 2-1). 코팅제별 오염과실 발생 정도는 표 2-1과 같이 OS-Ca 6과 12%,  $\text{CaCl}_2$  6과 12%는 매우 심한 상태였고 OS-Ca 3%와  $\text{CaCl}_2$  3%는 중 정도였으며 OS-Ca 2.4%+Ag는 경미하였다. 따라서 오염과실의 발생 원인을 구명한 다음 코팅제의 제조법을 다시 검토하기로 하였다.



$\text{CaCl}_2$  코팅 봉지 패대 과실  
좌상 3% 좌하 12% 우상하 6%



OS-Ca 코팅 봉지 패대 과실  
좌상 3%, 좌하 6%, 우상 2.4%+Ag,  
우하 OS-Ca 12%

그림 2-1. 칼슘을 코팅한 봉지 패대 시 과실의 오염과.

표 2-1. 칼슘코팅 황색 및 신문 이중 봉지 패대 후 수확 시 과실의 품질.

처 리	오염과 발생 정도	경 도(N)	가용성 고형물(°Bx)
무 처 리	무	38.22 c <sup>z</sup>	12.0 b
OS-Ca 12%	심	54.88 a	11.6 c
OS-Ca 6%	심	52.92 a	12.0 b
OS-Ca 3%	중	45.08 b	11.9 bc
CaCl <sub>2</sub> 12%	심	54.88 a	12.0 b
CaCl <sub>2</sub> 6%	심	46.06 b	11.6 c
CaCl <sub>2</sub> 3%	중	37.24 c	12.4 a
OS-Ca 2.4%+ Ag	경	40.18 c	12.2 ab

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level

OS-Ca와 염화칼슘 농도별 봉지 내지에 코팅한 후 패대하여 수확 시 과실품질에 미치는 영향을 조사한 결과(표 2-1), 과피에는 오염 장애가 발생하였으나 과피를 제외하고는 이상 증상이 없어 과실의 칼슘함량 증가와 과실품질에 미치는 영향을 조사하고자 하였다. 무처리과에 비하여 OS-Ca 12, 6, 3%, CaCl<sub>2</sub> 12, 6% 코팅한 봉지가 경도가 높았으나, CaCl<sub>2</sub> 6% 및 OS-Ca 2.4%+Ag는 비슷하였다. 가용성 고형물은 무처리과에 비하여 CaCl<sub>2</sub> 3%처리는 증가되었으나, OS-Ca 12% 및 CaCl<sub>2</sub> 6% 처리구는 오히려 감소하였으며, 다른 처리구와는 큰 차이가 없었다. OS-Ca 및 CaCl<sub>2</sub> 농도 간 차이는 인정할 수 없었다.

표 2-2는 8처리의 봉지를 패대 후 수확 시와 저장 후 30, 60일에 과피와 과육의 칼슘 함량을 조사한 것이다. 과피의 칼슘 함량은 OS-Ca 6과 12%의 처리구에서 전 기간에 걸쳐 가장 많았고 다음으로 CaCl<sub>2</sub> 6과 12%가 많은 것으로 나타났다. 그 다음으로 CaCl<sub>2</sub> 12%, CaCl<sub>2</sub> 6%의 처리구에서 칼슘 함량이 많았다. OS-Ca 3%, CaCl<sub>2</sub> 3% 처리구에서도 무처리보다 많은 Ca 함량을 보이지만 다른 칼슘 처리구에 비해 적었다. 과육에서는 OS-Ca 12%, OS-Ca 6%, CaCl<sub>2</sub> 12%, CaCl<sub>2</sub> 6%에서는 무처리보다 칼슘 함량이 많아 처리의 효과가 있는 것으로 조사되었으나 OS-Ca 3%, CaCl<sub>2</sub> 3%, OS-Ca 2.4%+Ag 처리구는 무처리 비해 약간 많은 함량을 보이거나 비슷한 수준으로 조사되었다. 이 결과로 볼 때 효과적인

칼슘 코팅 봉지를 제작하려면 코팅제의 칼슘염이 6% 이상이어야 될 것이라고 판단되었지만 3%에 대해서도 6%와 같이 정밀 검토하였다.

표 2-2. 칼슘코팅 황색 이중 봉지 폐대 후 수확 시와 저장 중 과피와 과육의 칼슘 함량.

처 리	수확 후 저장일(일)		
	0	30	60
<i>과피 Ca(mg · kg<sup>-1</sup>)</i>			
무처리	346 e <sup>z</sup>	336 e	321 f
OS-Ca 12%	949 a	968 a	948 a
OS-Ca 6%	951 a	948 a	943 a
OS-Ca 3%	445 d	482 d	485 d
CaCl <sub>2</sub> 12%	643 b	694 b	686 b
CaCl <sub>2</sub> 6%	621 b	636 c	638 c
CaCl <sub>2</sub> 3%	449 c	482 d	430 e
OS-Ca 2.4%+Ag	343 e	345 e	342 f
<i>과육 Ca(mg · kg<sup>-1</sup>)</i>			
무처리	145 d	145 c	143 c
OS-Ca 12%	227 a	239 ab	224 ab
OS-Ca 6%	186 bc	220 ab	213 ab
OS-Ca 3%	163 cd	167 c	159 c
CaCl <sub>2</sub> 12%	233 a	236 b	238 a
CaCl <sub>2</sub> 6%	192 b	216 a	205 b
CaCl <sub>2</sub> 3%	158 d	157 c	159 c
OS-Ca 2.4%+Ag	145 d	145 c	147 c

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level

## 나. 보조제 선발

염화칼슘과 OS-Ca의 코팅한 봉지 과대로 과실에 얼룩 장애가 발생하므로 이를 방지하기 위한 보조제를 개발할 필요가 있었다. 과피에 장애가 발생하였지만 OS-Ca를 코팅용 칼슘염으로 하는 것이 칼슘함량 증가에 효과적이라 판단하였다. 오염 장애의 원인은 밝혀지지 않았지만 봉지에 코팅된 칼슘염이 너무 빨리 용출되어 과피에 묻게 되어 장애가 발생한 것으로 추측되었다. 따라서 봉지에서 수용성 칼슘이 서서히 용출되도록 하는 보조제를 찾고자 하였다. 코팅제를 봉지에 코팅하였을 때 코팅된 봉지의 색깔 변화를 우선 관찰하므로 장애 원인을 1차로 밝혀보고자 하였다.

## 재료 및 방법

칼슘화합물에 몇 가지 보조제를 첨가하여 배 봉지의 내지로 사용할 황색 롤지 ( $27\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ )에 실험실에서 붓으로 도포하였다. OS-Ca 칼슘염 16, 12, 3, 2.4, 0%의 농도가 되도록 wax emulsion 36%, 메틸알콜 20% 및 Ag  $15\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  등 보조제를 첨가한 용액을 동일한 양으로 붓으로 골고루 도포하였다. 코팅제별 봉지 내지의 색깔의 차이가 있는지를 확인하기 위하여 색차계(Minolta CR-200)로 Hunter L, a, b값을 측정하였다.

## 결과 및 고찰

간이시험에서는 무처리에 비하여 코팅된 칼슘 농도가 높을수록 도포된 내지는 진한 황색인 경향이 있었으며 동일 농도에서 보조제 간에는 큰 차이를 인정할 수 없었다(그림 2-2). 그러나 칼슘에 Ag가 첨가된 내지는 무처리와 유사한 색깔을 나타냈다(그림 2-2). Ca 16 및 12%에서는 대기 중의 습기를 흡수하여 축축해지는 경향이 있었다.

코팅 후 Hunter L값(명도), a값(녹색-적색) 및 b값(청색-황색)을 조사한 결과(표 2-3) OS-Ca 농도별 그리고 보조제별로 큰 차이를 인정할 수 없었으나, a값에서는 무처리 및 WE 단독 처리에 비하여 OS-Ca 16과 12%, OS-Ca 6%+WE, OS-Ca 6%+MeOH, OS-Ca 3%+WE, OS-Ca 3%+MeOH 처리구가 현저히 높았

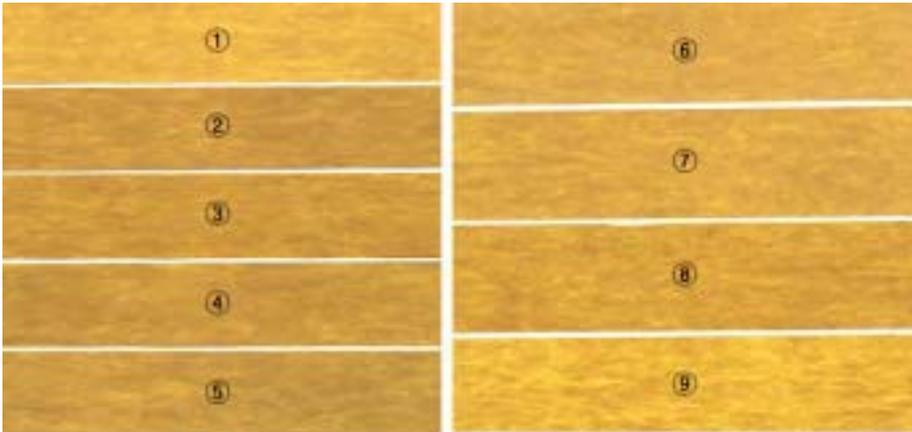


그림 2-2. 코팅제를 봉지 내지에 도포한 후 내지의 색깔.

- ① 무처리, ② OS-Ca 16%, ③ OS-Ca 12%, ④ OS-Ca 6%+WE,  
 ⑤ OS-Ca 6%+MeOH. ⑥ OS-Ca 3%+WE, ⑦ OS-Ca 3%+MeOH,  
 ⑧ WE-36, ⑨ OS-Ca 2.4%+Ag.

표 2-3. 코팅제 종류별 도포한 봉지 내지의 Hunter 값.

보조제 종류	Hunter 값		
	L	a	b
무 처리	79.5	5.93	48.75
OS-Ca 16%	72.2	7.40	50.74
OS-Ca 12%	73.7	6.94	49.78
OS-Ca 6%+ WE	73.2	8.31	51.15
OS-Ca 6% + MeOH	73.0	8.52	46.97
OS-Ca 3%+ WE	74.9	8.90	53.31
OS-Ca 3% + MeOH	77.6	7.20	50.07
OS-Ca 2.4%+ Ag	74.5	9.06	43.46
WE	79.5	5.01	59.37

으며, 특히 OS-Ca 2.4%+Ag 처리는 전 처리 중에서 가장 높았는데 이는 보조제인 콜로이드 은이 영향을 준 것으로 생각되었다. 봉지의 내지 및 외지의 색깔에 따라 배 과실의 과피색에 영향이 미칠 것이며 적절한 보조제의 첨가는 과피색

개선에 도움이 될 것으로 생각되었다.

## 다. 칼슘화합물과 보조제와의 혼용 가능성 검토

### 재료 및 방법

칼슘염과 보조제의 혼용성을 검토하고 혼용한 용액을 물지에 도포했을 때의 성상을 조사하고자 하였다. 공시된 칼슘염은 OS-Ca이었고, 왁스에멀전, 메탄올, 그리고 은 콜로이드였다. 이들의 조성은 표 2-3과 같다.

이들을 봉지 내지 원지(27g/m<sup>2</sup>)에 간이 도포하여 자연 건조 후 도포에 따른 특성을 육안 조사하였으며 내지의 표면 중앙부분을 SEM(Hitachi, S-3500N)으로 관찰하였다.

표 2-3. 처리된 코팅제의 혼합 조성.

코팅제	Ca (%)	Wax emulsion (%)	Methanol (%)	Ag (mg·L <sup>-1</sup> )
CA-16	16	-	-	-
CA-12	12	-	-	-
WE	-	36	-	-
WM1	-	28.8	20	-
WM2	-	21.6	20	-
WMS	-	21.6	20	15
OS-CA6	6	36	20	-
OS-CA6S	6	36	20	15

\* 사용된 칼슘염은 OS-Ca임.

### 결과 및 고찰

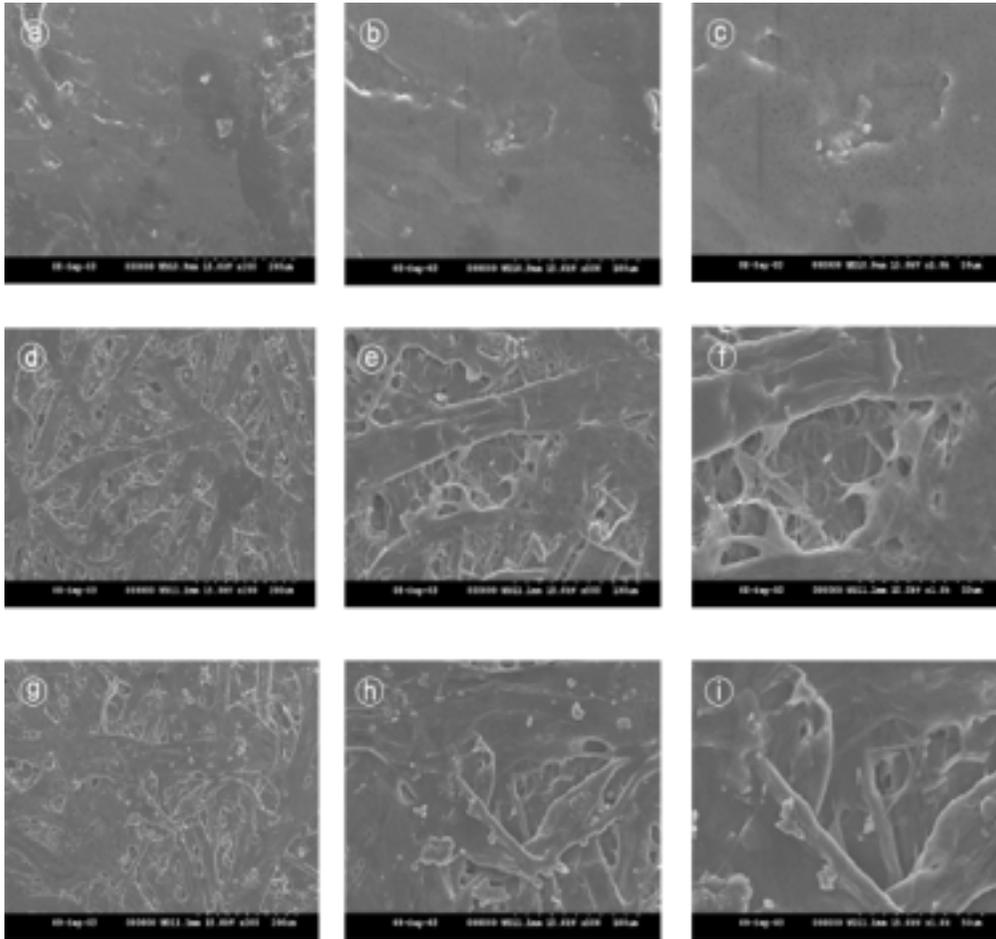
봉지 내지의 침투성은 Ca-16, Ca-12를 코팅한 내지에 비하여 WM1, WM2, OS-CA6, OS-CA6S가 우수하였으며 WE은 중간이었다. 건조성과 보존성은 타처

리에 비하여 OS-CA6 및 OS-CA6S 처리가 가장 우수하였으나, CA-16, CA-12 처리는 불량하였다. 원가 절감 효과는 타처리에 비하여 많았다. 칼슘염 단독 코팅은 침투성, 건조성, 보존성이 떨어졌으며 코팅 시 칼슘염을 지속적으로 보유할 수 있는 왁스 에멀전이 함유되어 있는 칼슘제와 보조제를 혼합한 OS-CA6 및 OS-CA6S는 우수하였으나, 최종적으로 원가 절감이 되는 OS-CA6을 선정하는 것이 합리적이라 생각했다.

표 2-4. 칼슘제 및 보조제의 봉지 내지 간이 도포에 따른 특성.

처 리	침투력	건조성	보존성
CA-16	불량	불량	불량
CA-12	불량	불량	불량
WE	양호	양호	양호
WM1	우수	양호	양호
WM2	우수	양호	양호
WMS	양호	양호	양호
OS-CA6	우수	우수	우수
OS-CA6S	우수	우수	우수

그림 2-4는 칼슘염과 왁스 에멀전을 도포한 후 SEM(주사전자현미경)으로 관찰한 결과, WE 도포구는 많은 양의 왁스가 도포되었으며, CA-16 및 Ca-12 도포구는 미미하게 도포되었다. 칼슘 농도 간에는 12%가 도포량이 적었다. 이와 같은 결과로 미루어 보면 왁스와 칼슘 간 상승효과를 보기 위해서는 왁스 에멀전과 칼슘과의 혼합제제가 필요하게 되었다.



200배

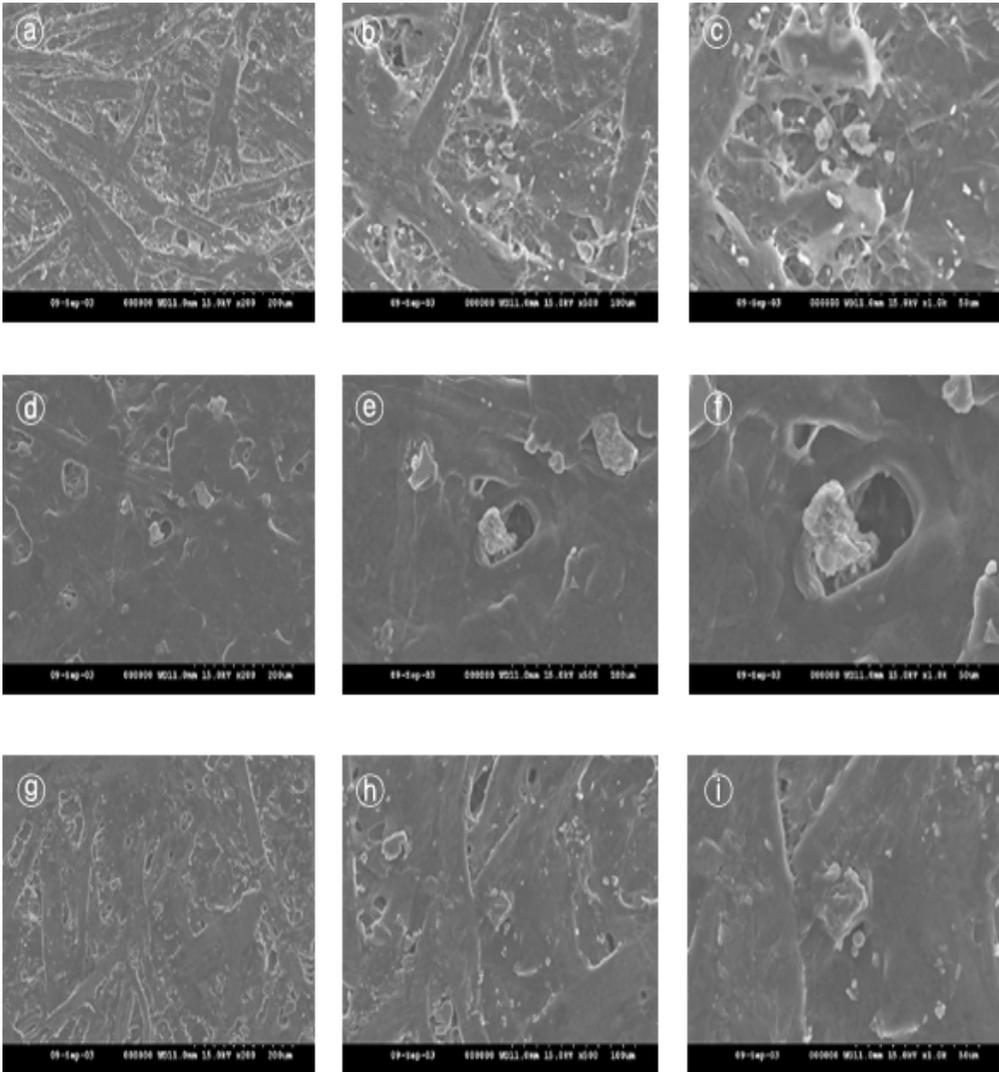
500배

1000배

그림 2-4. 봉지 내지에 Wax 및 Ca 화합물을 코팅한 후의 표면.

ⓐ ⓑ ⓒ: WE, ⓓ ⓔ ⓕ: CA-16, ⓖ ⓗ ⓘ: CA-12.

\*Wax 코팅은 표면 전체가 코팅되었으나, CA 12% 및 CA 16%는 섬유와 섬유 사이에 공극이 많음.



200배

500배

1000배

그림 2-5. 붕지 내지에 Ca 화합물 6%와 보조제의 혼용액을 코팅한 후 표면.

Ⓐ Ⓑ Ⓒ: WM1, Ⓓ Ⓔ Ⓕ: WMS, Ⓖ Ⓗ Ⓖ: WM2).

\*Ca 화합물 6%와 보조제(WM1, WMS, WM2)를 혼용 코팅한 것은 섬유와 섬유 사이의 공극이 많이 메워졌다.

그림 2-10은 칼슘염 6%에 왁스 에멀전과 은 콜로이드 및 유기 용제를 혼합하여 제조한 코팅제를 도포한 후 주사현미경으로 봉지 내지의 표면을 관찰한 결과, WMS 도포구가 섬유와 섬유 사이 공극에 도포량이 많았다. 왁스에멀션량 간에는 WM1 도포구가 WM2에 비하여 적은 도포량을 보였다. 칼슘이 코팅된 봉지를 대량생산하기 위하여 사용되는 유기용매는 칼슘염과 보조제가 희석이 잘되고 건조성이 뛰어나야 하기 때문에 MeOH 20%가 가장 좋을 것으로 생각되었다.

## 2. 칼슘염과 보조제가 혼합된 코팅제의 개발

### 가. 칼슘염과 보조제(wax, Ag)의 혼합성 검토

#### 재료 및 방법

칼슘염 OS-Ca와 보조제 Wax emulsion(WE), colloidal-Ag(Ag)를 혼용한 코팅제를 이용하였다. OS-Ca 3%+WE, OS-Ca 3%+WE+Ag, OS-Ca 6%+WE 및 OS-Ca %+WE+Ag 등 4개의 코팅제를 만들어 황색 롤지에 도포하여 시험을 수행하였다. 이때 첨가한 WE는 36%이었고 Ag는  $15\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 이었으며 유기용매로는 메탄올 20%이었다.

제조한 4개의 코팅제의 용액 pH와 Ca함량을 분석하였다. 코팅하여 제조한 봉지를 과실에 패대하였을 때 경시적인 봉지의 표면상태 변화를 관찰하고자 경기도 안성에 위치한 배 과원에서 ‘신고’ 과실에 봉지를 패대하였다. 패대 시기는 6월 20일이었고 패대하기 전의 봉지와 과실 수확일에 봉지를 수거하여 내지의 표면 중앙 부분을 SEM(Hitachi, S-3500N)으로 관찰하였다.

#### 결과 및 고찰

봉지 내지에 적합한 코팅제를 선별하기 위하여 상기 시험 결과를 기초로 하여 OS-Ca를 코팅용 칼슘염으로 하고 WE와 CAg를 보조제로 하여 여러 조합을 작성 시험한 결과, OS-Ca 3%+WE, OS-Ca 3%+WE+Ag, OS-Ca 6%+WE, OS-Ca 6%+WE+Ag 등 4종류의 코팅제를 선별하였으며 이들 코팅제의 pH는 4.56~5.20이었고 칼슘함량은 2.8~5.6%로써 안정적인 화합물이라고 생각하였다(표 2-5).

표 2-5. 선발된 봉지내지 코팅제의 pH와 칼슘함량.

코팅제 명	pH	Ca 함량 (%)
OS-Ca 3%+WE	4.95	3.1
OS-Ca 3%+WE+Ag	5.20	2.8
OS-Ca 6%+WE	4.56	5.5
OS-Ca 6%+WE+Ag	4.76	5.6

‘신고’ 과실에 패대한 봉지와 패대하지 않은 봉지의 표면을 촬영한 것은 그림 2-6, 2-7, 2-8, 2-9이다. 코팅제가 도포된 봉지 내지(그림 2-6, 7, 8, 9)는 무처리(그림 2-10)에 비하여 섬유조직과 조직 사이의 공간을 코팅제가 메워주고 있었으며, OS-Ca 3%+WE 및 OS-Ca 6%+WE 코팅제 별로 패대 전과 수확 시의 내지의 표면조직 상태는 농도 간에는 큰 차이를 발견하지 못하였으나, 은 콜로이드가 첨가된 칼슘용액에서는 OS-Ca 3%+WE 및 OS-Ca 6%+WE에 비하여 수확 시 봉지의 표면색이 밝았다(그림 2-7, 9). 또한 수확 시의 봉지 표면은 패대 전보다 코팅된 부분의 조직이 손상되어 나타났다(그림 2-6, 7, 8, 9). 패대 전과 수확 시 봉지 표면에 차이가 나타난 이유는 코팅제가 도포된 부분이 점차 시일이 경과함에 따라 광, 빗물, 이슬 등에 의해 분해가 되어 나타난 결과로 생각되었다. 그러나 은 콜로이드 첨가로 인한 다른 해는 발견할 수 없었다.

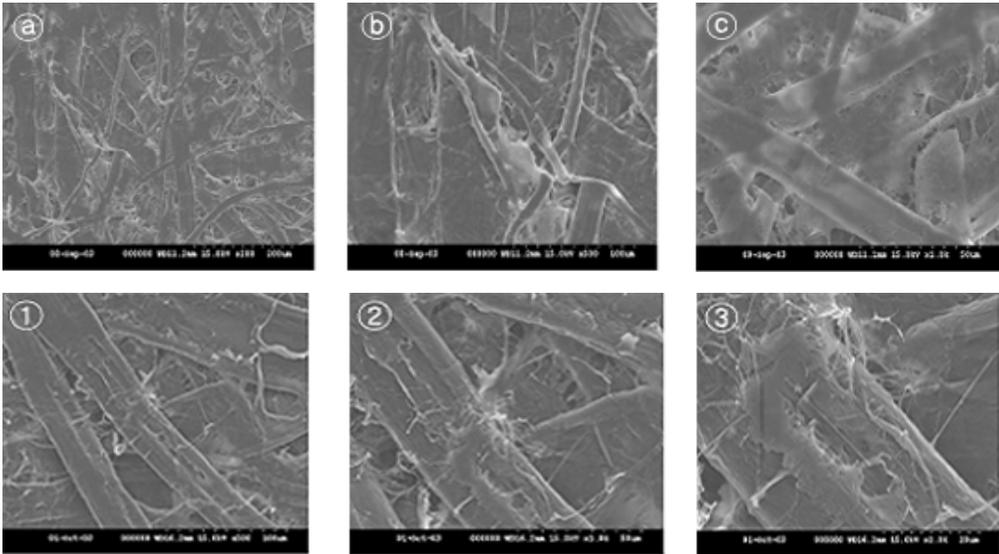


그림 2-6. 황색 룰지에 OS-Ca 3%+WE을 코팅한 후 봉지 씌우기 전과 수확할 때 벗긴 봉지 내지의 표면 상태.

위의 사진: 봉지 씌우기 전 ① 200배, ② 500배, ③ 1000배.

아래 사진: 수확 시 ① 500배 ② 1000배, ③ 2000배.

\*무처리(그림 2-10)에 비하여 OS-Ca 3%+WE 처리는 칼슘이 코팅되어 섬유와 섬유사이의 공극을 메우고 있음.

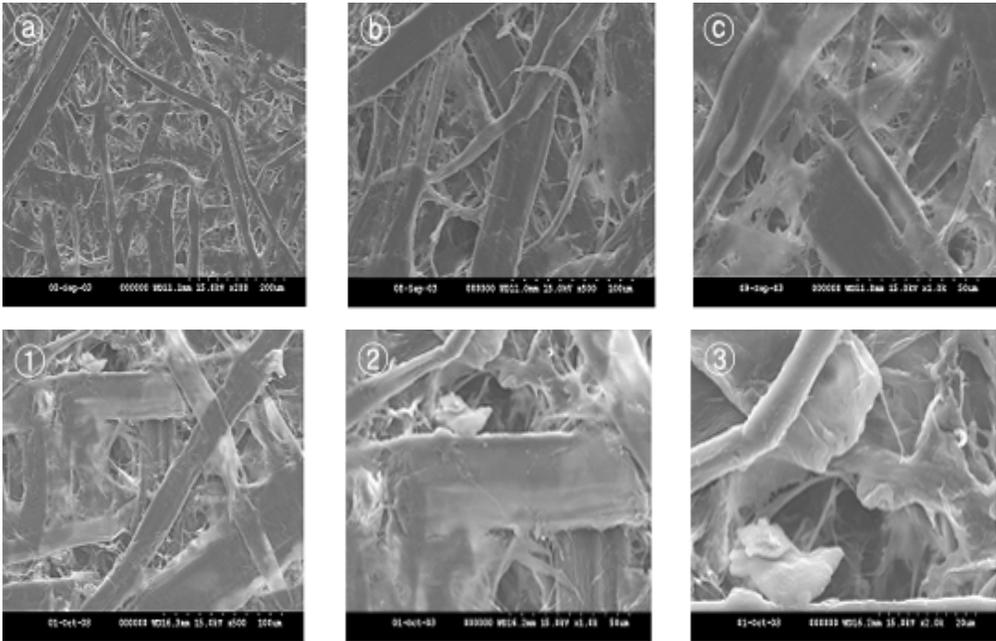


그림 2-7. 황색 롤지에 OS-Ca 3%+WE+Ag를 코팅한 후 붓지 씻우기 전과 수확할 때 벗긴 붓지 내지의 표면 상태.

위 사진: 붓지 씻우기 전 ① 200배, ② 500배, ③ 1000배.

아래 사진: 수확 시 ① 500배 ② 1000배, ③2000배.

\*무처리(그림 2-10)에 비하여 OS-Ca 3%+WE+Ag처리는 칼슘이 코팅되어 섬유와 섬유사이의 공극을 메우고 있음.

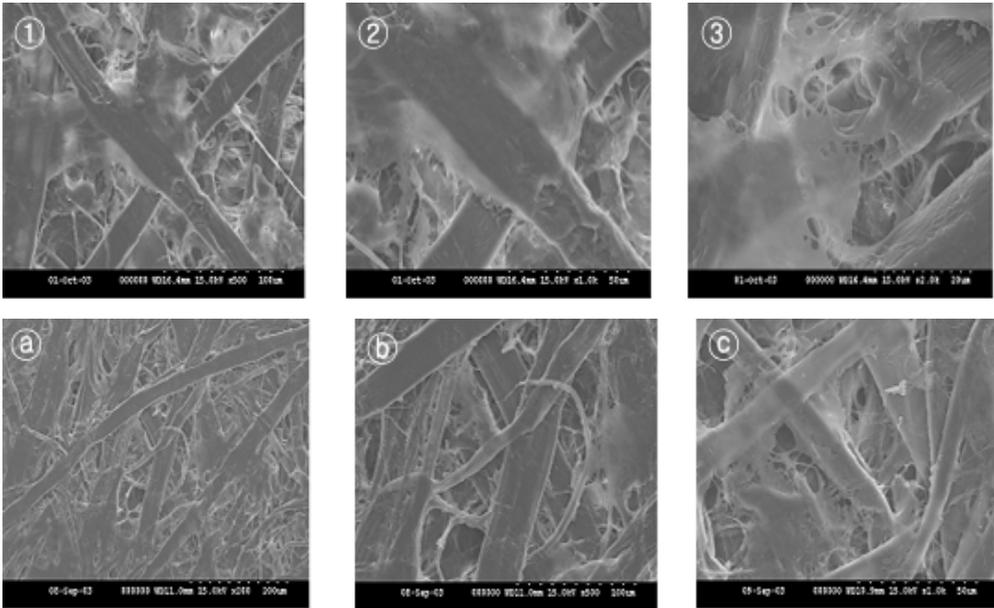


그림 2-8. 황색 룰지에 OS-Ca 6%+WE를 코팅한 후 봉지 씌우기 전과 수확할 때 벗긴 봉지 내지의 표면 상태.

위 사진: 수확 시 ① 500배, ② 1000배, ③ 2000배.

아래 사진: 봉지 씌우기 전 ④ 200배, ⑤ 500배, ⑥ 1000배.

\*무처리(그림 2-10)에 비하여 OS-Ca 6%+WE처리는 칼슘이 코팅되어 섬유와 섬유사이의 공극을 메우고 있음.

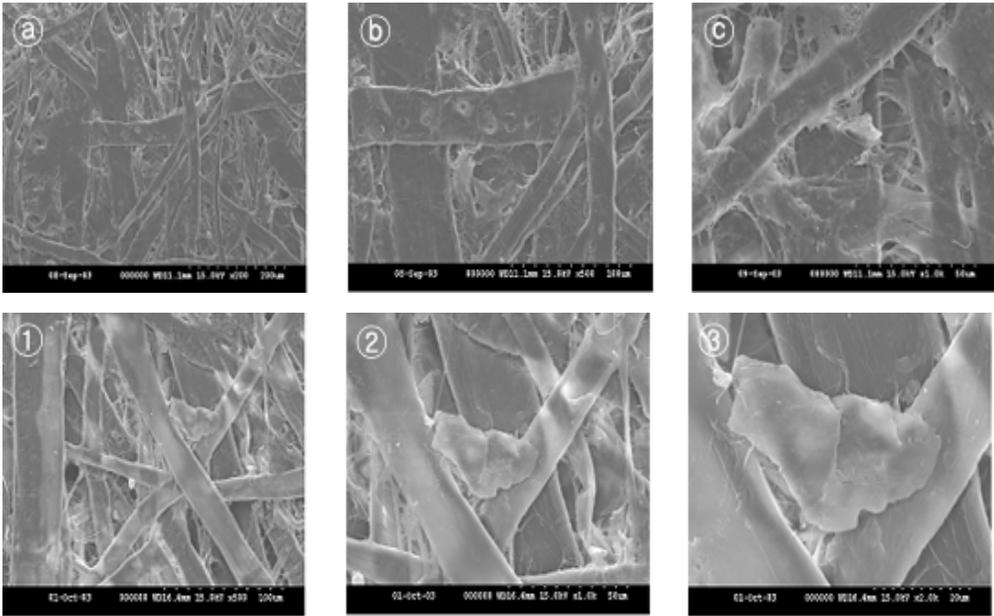


그림 2-9. 황색 톨지에 OS-Ca 6%+WE+Ag를 코팅한 후 붕지 썬우기 전  
과 수확할 때 벗긴 붕지 내지의 표면 상태.

위 사진: 붕지 썬우기 전 ㉠ 200배, ㉡ 500배, ㉢ 1000배.

아래 사진: 수확 시 ① 500배, ② 1000배, ③ 2000배.

\*무처리(그림 2-10)에 비하여 OS-Ca 6%+WE+Ag처리는 칼슘이 코팅되어  
섬유와 섬유사이의 공극을 메우고 있음.

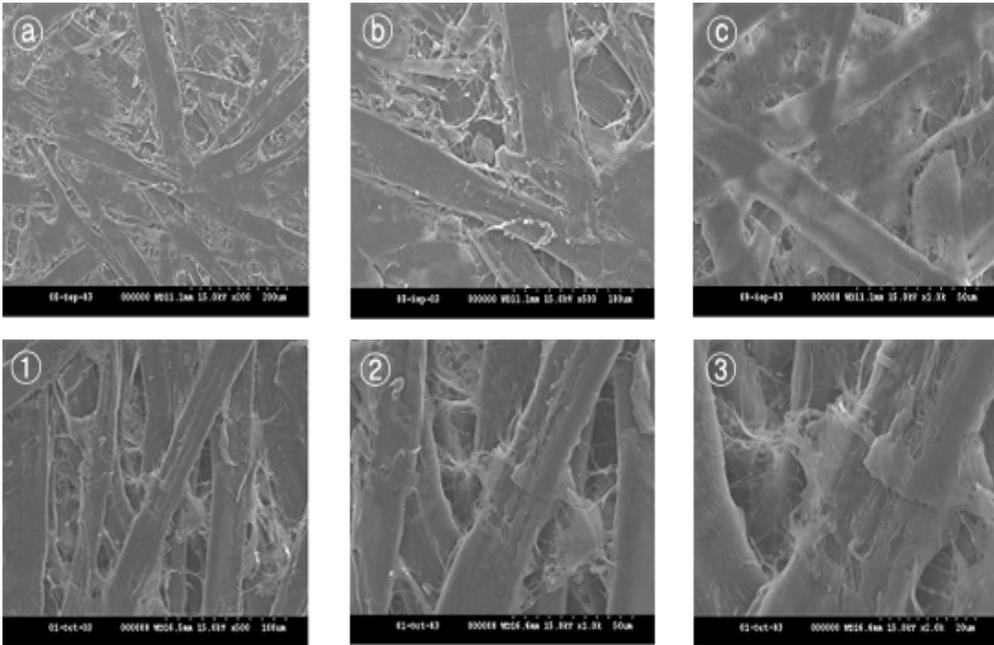


그림 2-10. 칼슘을 코팅하지 않은 황색 물지의 봉지 씌우기 전과 수확할 벗긴 봉지 내지의 표면 상태.

위 사진: 봉지 씌우기 전 ㉠ 200배, ㉡ 500배, ㉢ 1000배.

아래 사진: 수확 시 ㉠ 500배 ㉡ 1000배, ㉢ 2000배.

\*무처리는 섬유와 섬유 사이는 공극이 많음.

## 나. 칼슘염과 보조제(wax, Ag)가 코팅된 봉지의 패대 효과

위의 시험(2-가)에서 혼용성을 검토하였던 4종의 코팅제를 코팅한 봉지를 패대 하였을 때 과실에 나타나는 영향을 조사하고자 하였다.

### 1) 과실의 칼슘함량

#### 재료 및 방법

본 시험은 대전광역시 에 있는 배 재배 농가에서 실시하였으며 품종은 신고를 대상으로 OS-Ca 3%, OS-Ca 3%+Ag, OS-Ca 6%, OS-Ca 6%+Ag 등 칼슘화합물에 왁스 에멀전을 코팅 보조제로 첨가한 코팅제를 황색 물지에 코팅하였다. 코

팅제에 첨가된 보조제는 왁스 에멀전 36%이었고 유기용매는 메탄올이었다. 코팅된 종이를 내지로 하여 황색 이중 봉지와 신문 이중 봉지를 제작하여 농가에서 이용하는 코팅하지 않은 관행봉지를 대조로 하여 6월 30일에 패대하였다. 시험구 배치는 난괴법 4반복으로 실시하였다. 과실의 칼슘 분석을 위하여 패대 후 60일, 90일, 120일에 1.5-2m 부근에 있는 크기가 비슷한 과실(반복 당 10개)을 채취하여 빙초산 0.3%액에 깨끗이 세척한 후 과피와, 과피 직하 과육으로 구분하였다.

또한 칼슘 코팅 봉지를 패대한 후 칼슘이 과피를 통해 과육으로 침투하는 정도를 알아보기 위하여 과피 제거 후 과피 직하부터 0-5, 5-10, 10-15mm의 과육으로 구분하여 채취하여 건조기 60℃에서 충분히 건조한 후 분쇄기로 분쇄한 시료 500mg을 ternary 용액 10mL을 넣고 전열판에서 완전 분해한 후 원자흡광분광광도계(AA-680, Shimadzu, Japan)로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

표 2-6은 칼슘 코팅 봉지 패대 후 수확 전 60일, 30일 전, 수확 시에 시료를 채취하여 과피의 칼슘 함량을 알아 본 결과이다. 황색 이중 봉지나 신문 이중 봉지 모두 무처리보다 칼슘코팅한 봉지의 칼슘함량 증가효과가 있었다. 코팅제 종류에 따라서 다소 차이는 있었으나 수확 시의 과실은 OS-Ca 6%+Ag 처리구는 타처리에 비하여 칼슘함량의 증가가 인정되었다. 수확 60일 전에도 처리의 효과가 나타나 황색과 신문 봉지 모두 OS-Ca 6%+Ag 처리가 함량이 많았고 이러한 증가는 수확 시까지 이어졌다. 같은 칼슘 농도로 코팅하고 은 콜로이드를 첨가했을 때 봉지에서 과피로의 침투가 많아진 것을 알 수 있었다.

표 2-6. 칼슘 함유 봉지 폐대 후 시기별 '신고' 과피의 칼슘 함량.

처 리	과피의 칼슘 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )		
	수확 60일 전	수확 30일 전	수확 시
<u>황색 이중 봉지</u>			
무 처 리	378.0 b <sup>z</sup>	322.0 d	343.5 d
OS-Ca 3%	368.5 b	336.9 cd	385.9 bc
OS-Ca 3%+Ag	365.5 b	356.9 c	417.1 b
OS-Ca 6%	403.4 ab	395.3 b	360.0 cd
OS-Ca 6%+Ag.	444.9 a	431.9 a	502.0 a
<u>신문 이중 봉지</u>			
무 처 리	339.1 b	320.0 b	355.5 d
OS-Ca 3%	374.3 ab	338.0 b	381.7 d
OS-Ca 3%+Ag	381.6 ab	467.7 a	461.2 b
OS-Ca 6%	374.5 ab	364.8 b	429.1 c
OS-Ca 6%+Ag.	403.7 a	457.9 a	494.4 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 2-7은 과피를 벗겨내고 과피 직하 약 2mm 부위에 있는 과육의 칼슘 함량을 조사한 것이다. 과피 직하 과육에서도 과피와 같은 경향을 나타냈다(표 2-6). 황색과 신문 이중 봉지의 OS-Ca 6%+Ag 처리와 무처리의 칼슘함량을 비교하여 보면, 폐대 60일부터 120일까지 차이가 있었고 수확시인 폐대 120일의 칼슘 함량은 황색 이중 봉지에서  $23.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 신문지 이중 봉지에서  $33.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 코팅처리한 봉지를 폐대한 과실의 칼슘 함량이 증가되었다.

이러한 결과는 수관살포에 의하여 과실로의 칼슘 축적량이 많다는 여러 연구자의 보고는 있었으나, 칼슘 함유 봉지를 이용하여 칼슘축적이 많아졌다는 보고는 아직까지 없다. 본 시험(표 3-1)에서 <sup>45</sup>Ca 방사성 동위원소를 흡습지에 묻혀 과피에 부착했을 때 과실 속으로 <sup>45</sup>Ca가 침투되었는데 이 결과로 미루어보아 봉지에 코팅된 칼슘이 과실 면과 접촉하므로 칼슘이 봉지에서 과실 속으로 들어간

것으로 판단할 수 있었다.

표 2-7. 칼슘 함유 봉지 패대 후 시기별 과피 직하 '신고' 과육의 칼슘 함량.

처 리	과피 직하 과육의 칼슘 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )		
	수확 60일 전	수확 30일 전	수확 시
	<u>황색 이중 봉지</u>		
무 처 리	132.6 c <sup>z</sup>	149.4 b	134.9 c
OS-Ca 3%	144.9 bc	151.3 b	138.5 bc
OS-Ca 3%+Ag	159.3 a	158.6 b	141.5 bc
OS-Ca 6%	150.9 ab	161.9 ab	145.2 b
OS-Ca 6%+Ag.	161.5 a	173.0 a	156.5 a
	<u>신문 이중 봉지</u>		
무 처 리	132.3 c	147.5 a	135.7 b
OS-Ca 3%	134.3 c	111.6 b	136.7 b
OS-Ca 3%+Ag	146.3 b	137.2 a	178.2 a
OS-Ca 6%	146.5 b	147.5 ab	143.1 b
OS-Ca 6%+Ag.	154.7 a	161.3 a	166.2 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 2-8과 2-9는 황색 이중 봉지와 신문지 이중 봉지를 패대한 후 수확 전 30일과 수확 시에 과실을 채취하여 과피를 제거한 후 과실 적도 부위에서 과심부 쪽으로 깊이별 칼슘 함량을 조사한 결과이다. 표 2-8에서는 0-5mm 깊이에서는 수확 시까지 OS-Ca 3%+Ag, OS-Ca 6%, OS-Ca 6%+Ag의 처리구에서 칼슘 함량이 무처리에 비해 높았다. 5-10mm의 깊이에서는 수확 시에는 무처리와 코팅 처리구 간에는 유의성이 있으나 수확 전 30일에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 10-15mm의 시료에서 수확 시에는 OS-Ca 6%+Ag 처리구가 칼슘함량이 많아서 칼슘 코팅제로는 OS-Ca 6%+Ag에 왁스 에멀전을 첨가한 것이 가장 좋은 것이라 판단되었다.

신문지 이중 봉지에 대한 결과는 표 2-9이다. 황색 이중 봉지와 비슷한 결과이

지만 OS-Ca 3%+Ag의 코팅제 처리도 과육의 칼슘함량 증가 효과가 큰 것이 특  
이하였다.

표 2-8. 칼슘을 코팅한 황색 이종 봉지 패대 후 수확 30일 전과 수확 시 '신고'  
과육의 부위별 칼슘함량.

처 리	과육 부위별 칼슘 (mg · kg <sup>-1</sup> )	
	수확 30일 전	수확 시
<u>과피 직하로부터 0~5mm 부위</u>		
무 처 리	143.0 b <sup>z</sup>	133.2 c
OS-Ca 3%	145.9 b	134.1 bc
OS-Ca 3%+Ag	167.6 a	146.5 a
OS-Ca 6%	161.7 a	146.4 a
OS-Ca 6%+Ag.	165.7 a	140.3 ab
<u>과피 직하로부터 5~10mm 부위</u>		
무 처 리	158.9 b	125.1 b
OS-Ca 3%	158.3 b	153.2 a
OS-Ca 3%+Ag	169.2 ab	161.1 a
OS-Ca 6%	158.1 b	159.4 a
OS-Ca 6%+Ag.	173.1 a	154.1 a
<u>과피 직하로부터 10~15mm 부위</u>		
무 처 리	161.9 a	150.5 b
OS-Ca 3%	167.7 a	156.0 ab
OS-Ca 3%+Ag	165.4 a	160.4 ab
OS-Ca 6%	168.8 a	159.6 ab
OS-Ca 6%+Ag.	168.5 a	178.4 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 2-9. 칼슘을 코팅한 신문 이중 봉지 패대 후 수확 30일 전과 수확 시 '신고' 과육의 부위별 칼슘 함량.

처 리	과육 부위별 칼슘 ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	
	수확 30일 전	수확 시
<u>과피 직하로부터 0~5mm 부위</u>		
무 처 리	147.4 b <sup>z</sup>	128.0 b
OS-Ca 3%	143.9 b	131.4 ab
OS-Ca 3%+Ag	165.8 a	137.3 a
OS-Ca 6%	155.4 ab	138.9 a
OS-Ca 6%+Ag.	166.4 a	138.7 a
<u>과피 직하로부터 5~10mm 부위</u>		
무 처 리	152.2 b	123.4 d
OS-Ca 3%	155.8 b	139.2 c
OS-Ca 3%+Ag	161.5 ab	165.4 a
OS-Ca 6%	159.5 ab	147.5 bc
OS-Ca 6%+Ag.	168.4 a	154.0 b
<u>과피 직하로부터 10~15mm</u>		
무 처 리	163.6 b	147.6 c
OS-Ca 3%	143.7 c	165.3 b
OS-Ca 3%+Ag	173.3 a	183.1 a
OS-Ca 6%	172.6 a	167.5 b
OS-Ca 6%+Ag.	167.1 b	174.0 ab

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

## 2) 과실 품질

### 재료 및 방법

OS-Ca 3%, OS-Ca 3%+Ag, OS-Ca 6%, OS-Ca 6%+Ag를 코팅한 봉지를 패대하여 적숙기에 수확한 과실의 품질을 조사하였다. 수행방법은 전 시험과 같았다. 경도, 산도와 가용성 고형물은 수확일에 조사하였고, 과피색은 수확 30일 전과 수확일에 조사하였다. 경도는 probe가 8mm인 스텐드형 경도계(Wagner Instruments, USA)를 사용하여 측정 후 N값으로 표시하였다. 가용성 고형물은 디지털당도계(KEM Kyoto Elec., Japan)를 이용하여 측정하였다. 산함량은 과즙에 0.2%의 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린 후 0.1N NaOH 용액을 넣어 색이 분홍색으로 변하는 점을 정점으로 하여 적정하고 이 값을 사과산으로 환산하여 표기하였다. 칼슘 함유 봉지 사용이 과실의 미려도에 미치는 영향을 보기 위하여 색차계(JS555, SUN SCIENTIFIC CO., Japan)를 이용하여 과실 중앙부에서 2곳을 측정하여 Hunter L, a, b값으로 나타냈다.

### 결과 및 고찰

표 2-10은 OS-Ca 3%와 6% 및 OS-Ca 3%와 6%에 Ag를 첨가한 코팅제를 코팅한 황색 이중 봉지와 신문 이중 봉지를 패대한 후 과실의 품질을 조사한 것이다. 과실 경도는 황색 이중 봉지에서는 무처리와 큰 차이를 인정할 수 없었으나, 신문 이중 봉지에서는 OS-Ca 6% 처리가 높았다. 가용성 고형물은 처리 간 차이가 없었다. 산 함량은 황색 이중 봉지에서는 무처리에 비하여 큰 차이가 없었으나 신문 이중 봉지에서는 OS-Ca 3%+Ag 처리구가 감소하였다.

표 2-11과 2-12는 황색 이중 봉지와 신문 이중 봉지의 사용으로 과피의 색에 변화가 있는지를 조사한 것이다. 표 2-11은 칼슘이 코팅된 황색 이중 봉지 패대 후와 수확 30일 전과 수확 시 Hunter L값으로 수확 30일 전에는 무처리에 비하여 OS-Ca 3%, OS-Ca 3%+Ag, OS-Ca 6%+Ag 처리는 명도가 어두웠으나 수확 시에는 큰 차이가 없었다. a값은 무처리에 비하여 전 처리 모두 녹색이 많았으나, 수확 시에는 처리 간 차이가 없었다. b값은 수확 30일 전 및 수확 시에는 큰 변화가 없었다. 저장 30일 후의 L, a, b값은 봉지 종류에 따라 차이를 인정할 수

없었고, 저장 60일 후의 L, b값은 칼슘 코팅 봉지와 무처리와는 차이를 인정할 수 없었으나 a값은 처리 간에 차이가 나타났으나 어떤 일정한 경향을 볼 수 없었다.

표 2-10. 칼슘코팅 황색과 신문 이중 봉지 패대 후 수확 시 '신고' 과실의 품질.

처 리	경 도(N)	가용성 고형물(°Bx)	산 도(%)
<u>황색 이중 봉지</u>			
무 처 리	20.6 a <sup>z</sup>	12.0 a	0.25 ab
OS-Ca 3%	19.9 a	12.3 a	0.27 a
OS-Ca 3%+ Ag	20.3 a	12.7 a	0.26 ab
OS-Ca 6%	22.9 a	11.7 a	0.25 ab
OS-Ca 6%+ Ag	21.2 a	12.6 a	0.24 b
<u>신문 이중 봉지</u>			
무 처 리	21.2 bc	12.4 a	0.24 a
OS-Ca 3%	21.6 abc	12.6 a	0.22 ab
OS-Ca 3%+ Ag	20.9 c	12.0 a	0.20 b
OS-Ca 6%	23.8 a	12.4 a	0.22 ab
OS-Ca 6%+ Ag	23.5 ab	11.6 a	0.22 ab

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 2-11. 칼슘이 코팅된 황색 2중 봉지 패대 후 수확 30일 전과 수확 시 '신고' 과실 과피의 헨터값.

처 리	Hunter 값		
	L	a	b
<u>수확 30일 전</u>			
무 처 리	61.78 a <sup>z</sup>	1.75 c	40.19 a
OS-Ca 3%	60.75 b	2.88 b	39.96 a
OS-Ca 3%+ Ag	60.98 b	3.05 b	40.06 a
OS-Ca 6%	61.29 ab	3.03 b	40.23 a
OS-Ca 6%+ Ag	60.81 b	4.31 a	40.10 a
<u>수확 시</u>			
무 처 리	62.00 a	5.52 a	40.11 a
OS-Ca 3%	62.63 a	6.53 a	40.45 a
OS-Ca 3%+ Ag	62.32 a	6.31 a	38.55 a
OS-Ca 6%	62.54 a	6.77 a	39.41 a
OS-Ca 6%+ Ag	61.83 a	5.85 a	39.04 a
<u>저장 후 30일</u>			
무 처 리	62.64 a <sup>z</sup>	7.26 a	40.22 a
OS-Ca 3%	62.97 a	7.58 a	39.26 a
OS-Ca 3%+ Ag	62.03 a	7.51 a	38.85 a
OS-Ca 6%	62.36 a	7.20 a	39.29 a
OS-Ca 6%+ Ag	61.86 a	7.33 a	38.75 a
<u>저장 후 60일</u>			
무 처 리	61.89 a	8.32 ab	40.08 a
OS-Ca 3%	61.82 a	9.13 a	39.79 a
OS-Ca 3%+ Ag	61.90 a	8.68 ab	39.66 a
OS-Ca 6%	62.36 a	8.10 b	39.78 a
OS-Ca 6%+ Ag	62.78 a	8.60 ab	40.43 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 2-12. 칼슘코팅 신문지 이중 봉지 패대 후 수확 30일 전과 수확 시 '신고' 과실 과피의 헨터값.

처 리	Hunter 값		
	L	a	b
<u>수확 30일 전</u>			
무 처 리	61.78 a <sup>z</sup>	1.75 b	40.19 a
OS-Ca 3%	61.17 a	3.59 a	39.94 a
OS-Ca 3%+ Ag	59.67 b	3.87 a	37.32 a
OS-Ca 6%	60.10 b	3.95 a	39.03 a
OS-Ca 6%+ Ag	59.73 b	4.60 a	38.93 a
<u>수확 시</u>			
무 처 리	62.00 a	5.52 a	40.11 a
OS-Ca 3%	62.12 a	6.06 a	41.09 a
OS-Ca 3%+ Ag	60.75 a	6.44 a	38.53 b
OS-Ca 6%	62.68 a	6.56 a	40.08 ab
OS-Ca 6%+ Ag	60.87 a	6.50 a	39.84 ab
<u>저장 후 30일</u>			
무 처 리	62.64 a <sup>z</sup>	7.26 a	40.22 a
OS-Ca 3%	63.00 a	6.18 a	40.97 a
OS-Ca 3%+ Ag	63.37 a	6.72 a	40.24 a
OS-Ca 6%	62.94 a	6.81 a	40.38 a
OS-Ca 6%+ Ag	63.04 a	7.33 a	40.15 a
<u>저장 후 60일</u>			
무 처 리	61.89 a	8.32 a	40.08 a
OS-Ca 3%	63.13 a	7.02 b	41.62 a
OS-Ca 3%+ Ag	62.11 a	7.76 b	39.92 a
OS-Ca 6%	62.63 a	8.06 ab	40.31 a
OS-Ca 6%+ Ag	62.05 a	8.19 ab	40.71 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level

표 2-12는 신문 이중 봉지를 패대한 과실 과피의 L값을 조사한 것으로 수확 30일 전에는 무처리 및 OS-Ca 3% 처리구를 제외한 전 처리 모두 과피색이 어두웠으나 수확 시에는 차이가 없었다. 수확 30일 전 과피의 a값은 무처리에 비하

여 전처리 모두 녹색이 많았다. 그러나 수확 시에는 큰 차이가 없었다. b값은 수확 30일 전에는 처리 간 차이가 없었으나 수확 시에는 무처리에 비하여 OS-Ca 3%+Ag 처리가 현저히 떨어졌다. 저장 중의 과피색의 변화는 황색 이중 봉지의 시험결과와 같은 경향을 보였다. 따라서 칼슘함유 봉지는 과피 색에는 큰 변화가 없는 것으로 생각되었다.

### 3. 최종 선발된 칼슘함유 봉지의 패대 효과

#### 재료 및 방법

본 시험은 대전광역시에 있는 배 재배 농가에서 '신고'를 시험수로 하였으며 패대한 봉지는 OS-Ca(굴 껍질을 원료로 한 액상칼슘) 6%와 왁스 에멀전으로 구성된 코팅제를 황색 이중 봉지 내지에 코팅하여 제조한 봉지를 6월 10일에 패대하였다. 시험구배치는 난피법 4반복으로 실시하였다. 과실의 칼슘 분석을 위하여 1.5-2m 높이에 착과된 크기가 비슷한 과실을 적정 수확기에 채취하여 저장 기간 중(0, 60, 120, 180일)에 과실을 빙초산 0.3%액에 깨끗이 세척한 후 과피와, 과피 직하 과육(과피 바로 밑의 과육을 2mm 두께로 채취함)으로 구분하여 채취하였다. 다시 과육을 부위별로 칼슘함량을 분석하기 위하여 과피를 제거한 과육을 과피로부터 0-5, 5-10, 10-15mm의 과육으로 분리하였다. 분리한 과육과 과피를 건조기에서 60℃로 충분히 건조시킨 후 분쇄기로 분쇄한 시료 500mg을 ternary 용액 10mL을 넣고 전열판에서 완전 분해한 후 ICP(GBC SDS-270, Australia)로 측정하였다. 조사시기별로 조사한 과실 수는 반복 당 10개였다.

과실의 품질을 측정하기 위하여 과실의 가용성 고형물, 산함량, 경도의 조사는 상기시험 방법에 준하였다. 저장조건은 0-2℃, 상대습도 85-90%로 유지하였다.

과실의 호흡량 및 ethylene 발생량의 측정은 적숙기에 수확한 과실을 상온에서 1일 간 방치한 후 밀폐되는 4L 용기에 과실을 넣고 24시간 동안 23℃±2인 곳에 놓아둔 후 용기 위 부분에서 1mL의 가스를 포집하여 가스크로마토그래프(GC, GC-14B, Shimadzu, Japan)로 측정하였다.

호흡량과 ethylene 발생량 측정을 위한 GC의 조건은 다음과 같았다.

### 호흡량

Column: Shin carbon T  
Detector: TCD  
Colume: initial temperature: 50℃  
Injector temperature: 150℃  
TCD temperature: 160℃  
Injector volume: 1mL

### Ethylene 발생량

Column: Porapac Q  
Detector: FDI  
Colume: initial temperature: 50℃  
Injector temperature: 80℃  
FDI temperature: 100℃  
Injector volume: 1mL

## 결과 및 고찰

### 가. 과실 칼슘함량

표 2-13은 칼슘 코팅 황색 이중 봉지를 패대한 배 과실의 과피와 과피 직하 과육의 칼슘 함량을 저장기간 중에 조사한 것이다. 과피와 과육 모두 무처리와 코팅처리 간에 유의적인 차이가 있어 코팅처리구에서 과실에 칼슘 함량이 많은 것을 볼 수 있다. 코팅처리는 무처리와 비교하여 과피와 과육 칼슘 함량이 저장 60일부터 저장 180일까지 차이가 계속 많은 상태로 유지되었다. 칼슘함량이 과육보다는 과피에서 차이가 많았는데 이는 봉지에 코팅된 칼슘이 과피를 통해 흡수되었다는 것을 증명하고 있다.

표 2-13. 칼슘코팅 황색 이중 봉지 패대 과실의 저장 중 과피와 과피 직하 과육의 칼슘함량.

처 리	저장 기간 (일)			
	0	60	120	180
<u>과피 Ca(mg·kg<sup>-1</sup>)</u>				
무 처 리	294.6 b <sup>z</sup>	248.9 b	294.0 b	291.9 b
OS-Ca 6%	358.0 a	327.1 a	343.0 a	340.2 a
<u>과육 Ca(mg·kg<sup>-1</sup>)</u>				
무 처 리	85.5 b	68.1 b	72.6 b	72.8 b
OS-Ca 6%	104.0 a	85.9 a	83.7 a	82.7 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 2-14. 칼슘코팅 황색 이중 봉지 패대 후 저장 중 과실의 부위별 칼슘함량.

처 리	저장 기간(일)별 과육 칼슘함량(mg·kg <sup>-1</sup> )			
	0	60	120	180
<u>과피로부터 0~5mm 깊이의 과육</u>				
무 처 리	50.9 b <sup>z</sup>	60.8 b	66.7 b	65.1 b
OS-Ca 6%	61.5 a	66.1 a	75.2 a	74.5 a
<u>과피로부터 5~10mm 깊이의 과육</u>				
무 처 리	63.8 a	63.7 b	68.2 a	67.5 a
OS-Ca 6%	73.0 a	77.9 a	78.6 a	75.5 a
<u>과피로부터 10~15mm 깊이의 과육</u>				
무 처 리	66.8 b	76.1 b	77.7 b	77.0 b
OS-Ca 6%	79.5 a	109.2 a	98.1 a	97.4 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

칼슘함유 봉지 패대 후 수확 시에 수확을 하여 저온저장 후 과실 부위별 칼슘 함량을 조사한 결과(2-14), 과피 직하로부터 0-5mm 부위의 칼슘함량은 모든 과육 부위에서 칼슘 코팅봉지가 무처리 봉지를 패대한 과실보다 저장 60일 이후 180일까지 계속 높은 상태를 유지하였다.

## 나. 과신품질

표 2-15. 칼슘코팅 황색 이중 봉지 패대에 따른 저장기간 동안의 과실 품질.

처 리	저장 후 일수			
	0	60	120	180
<u>경 도(N)</u>				
무 처 리	24.50	22.54	23.52	23.52
OS-Ca 6%	24.50	23.52	23.52	22.54
<u>가용성고형물(Bx)</u>				
무 처 리	12.36	13.80	13.72	13.27
OS-Ca 6%	12.07	14.39	14.00	13.39
<u>산 도(%)</u>				
무 처 리	0.11	0.11	0.11	0.10
OS-Ca 6%	0.14*	0.12	0.12	0.10

\*Significant at 5% level by t-test.

과실 경도, 가용성 고형물 및 산함량은 저장 기간 중 처리 간에 큰 차이를 인정할 수 없었다(표 2-15). 그러나 수확 시의 산함량에 있어서 칼슘코팅 봉지 패대과실이 대조구 과실에 비하여 높은 것이 특이하였다.

#### 다. 과실의 호흡량과 에틸렌 발생량

과실의 호흡량과 에틸렌 발생량은 무처리과와 칼슘함유 봉지 간에는 큰 차이를 인정할 수 없었다. 특히 에틸렌 발생량은 아주 적었다(표 2-16).

표 2-16. 칼슘코팅 황색 이중 봉지 패대에 따른 '신고' 과실의 저장 기간 동안 호흡량 및 에틸렌 발생량.

처 리	저장 후 일수			
	0	60	120	180
<u>호흡량(<math>mg \cdot kg^{-1} \cdot hr^{-1}</math>)</u>				
무처리	4807.9 a <sup>z</sup>	4238.4 a	2611.7 a	2548.4 a
OS-Ca 6%	5088.3 a	3489.6 a	3246.3 a	3181.9 a
<u>에틸렌 발생량(<math>\mu g \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}</math>)</u>				
무처리	-	8.5 a	6.5 a	4.6 a
OS-Ca 6%	-	7.6 a	6.5 a	4.5 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

#### 4. 칼슘이 코팅된 봉지의 물성과 칼슘함유량

##### 가. 칼슘이 코팅된 봉지의 물성조사

##### 재료 및 방법

황색 롤지( $27 g \cdot m^{-2}$ )에 OS-Ca 6%+WE의 코팅제를 균일하게 기계로 코팅하여 건조하였다. 코팅지의 투광률은 청명한 날 오후 1시에서 1시 30분 사이에 조도계(DM-28, 竹村電機製作所, Japan)로 자연광에 대한 백분율로 표시하였다. 종이의 무게, 밀도, 인장강도, 파열강도와 투기도는 상대 습도 50%, 온도 20℃의 항온항습실에서 24시간 전처리를 하여 샘플을 동일한 조건으로 맞춘 후 측정하였

다. 인장강도는 균일한 폭과 길이를 가지는 종이 시편을 두 개의 집게 사이에 고정시켜 인장력을 측정하였다. 파열강도는 원형 구멍이 있는 측정기기에 시편을 올려놓고 압력을 가해 시편이 파괴될 때까지의 힘을 측정하였다. 투기도는 공기 100mL를 wire 면과 felt 면을 통과하는 시간을 측정하였다.

### 결과 및 고찰

칼슘을 코팅한 봉지 내지의 무게는 원지에 비해 코팅지가 약간 가벼웠는데 이는 50% 습도 조건에서 코팅제는 원지보다 에멀전 등에 의해 흡습성이 저하되었기 때문이라 생각되었다. 밀도와 파열강도는 차이가 없었으며 인장강도는 코팅지가 컸는데 코팅제에 의하여 종이의 섬유소가 잘 밀착되었기 때문이라 판단하였다. 광투과율은 약간 낮아졌는데 코팅제에 의하여 종이의 색이 진해져서 광 투과량이 적은 결과였다. 투기도는 wire나 felt 모두 코팅지가 낮았다(표 2-17).

표 2-17. 칼슘 함유된 과실봉지 내지의 광 투과율 및 파열강도에 미치는 영향.

내지 종류	무게 ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )	밀도 ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )	인장강도 ( $\text{kN}/\text{m}$ )	파열강도 ( $\text{kPa}$ )	투과율 (%)	투기도(sec)	
						Wire	Felt
원 지	31.15	0.69	16.33	0.40	12.4	21.24	21.74
칼슘코팅지	30.38	0.71	28.25	0.42	10.5	26.53	23.19

### 나. 봉지 속의 미기상 조사

#### 재료 및 방법

외지는 황색 롤지와 신문지 두 종류 그리고 내지는 황색 롤지( $27\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )로 구성된 이중 봉지를 대상으로 내지를 코팅하여 봉지 속의 온도와 습도를 측정하였다. 내지는 OS-Ca6, OS-Ca6S, OS-Ca3, OS-Ca3S의 4종 코팅제로 도포하였다. 봉지 속의 온도와 상대습도 측정은 과실이 없이 봉지만 배나무에 1.5m의 높이로 매달고 그 속에 센서를 넣고 측정하였다. 이어서 1.5m 정도 높이의 수관 외부에

착과된 과실에 봉지를 씌우고 센서를 넣은 다음 다시 측정하였다. 대체로 청명한 날을 택하여 측정하고자 안성지역 배과수원에서 9월 27일부터 10월 2일에 1시간 간격으로 측정되도록 설치하였으며 외부 기상은 Data logger(DL8829), 내부는 Thermo recorder(TR-72S)를 이용하여 측정기간 중 하루(24시간)의 데이터를 택하여 기록하였다.

## 결과 및 고찰

봉지 속에 과실을 넣지 않은 채 봉지를 배나무에 매달고 봉지 속 온도를 조사한 것을 보면 한낮에는 외기와 봉지 속 온도는 차이가 있고 다른 시간대에는 차이가 없었다. 한낮의 온도가 높은 날(35-40℃)에는 봉지 속이 낮았고 30℃ 이하인 날에는 오히려 봉지 속이 높았다. 그러나 외지가 신문지나 황색 롤지 그리고 코팅 유무에 상관없이 온도 차이는 없었다(그림 2-11, 12). 상대습도를 보면 오후부터 8시까지 외부는 봉지 속보다 습도가 낮았으나 코팅 유무와는 상관이 없었다.

과수원에서 신고 품종에 6월 30일 껍대 후 9월 28일에 온도와 습도를 측정한 결과(그림 2-13), 봉지 속에 과실이 없을 때와는 아주 다른 양상을 보였다. 과실이 없을 때는 봉지 속은 외기와 같이 온도의 상승과 하강하는 경향이 비슷하였지만 봉지 속에 과실이 있을 때는 칼슘 코팅에 상관없이 온도는 24시간 큰 변화 없이 거의 일정하였고 습도 역시 큰 변화를 보이지 않았다. 봉지 속의 과실이 한낮에는 습도를 높여주고 온도를 강하시켜 주기 때문이라 생각하였다. 황색 롤지를 외지로 하고 내지의 칼슘 코팅 방법별 봉지 속의 온도와 습도의 변화는 없었다.

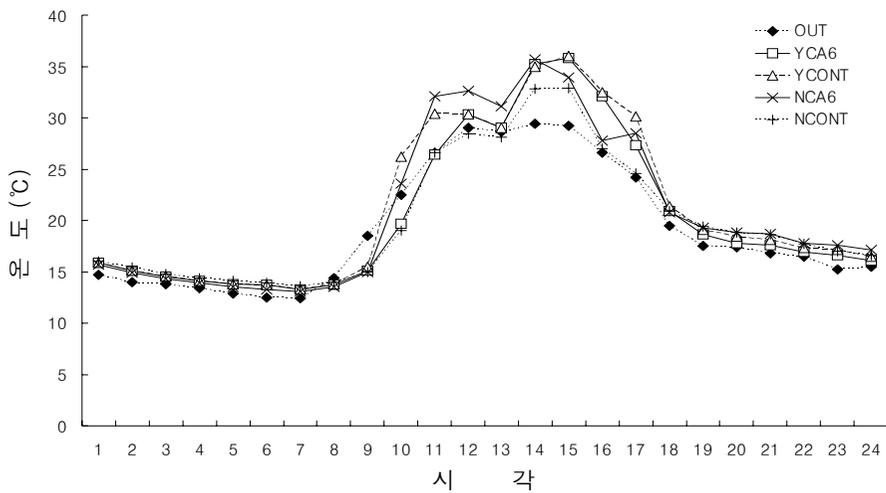
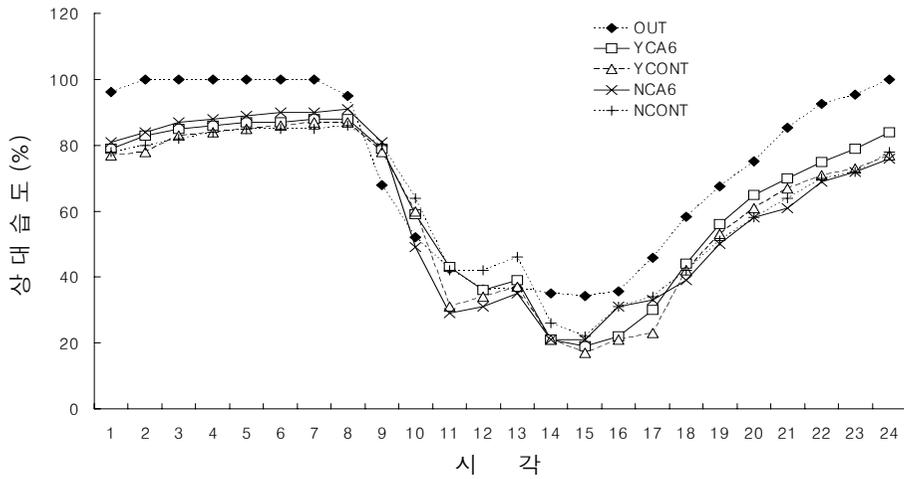


그림 2-11. 칼슘 코팅봉지와 코팅하지 않은 봉지의 1일 동안 온도와 상대 습도의 변화. 이 때 봉지 속에는 과실이 없는 상태임.

OUT: 봉지 외부의 외기, YCA6: 외지는 황색 롤지 내지는 칼슘 6%를 코팅한 황색 롤지 봉지, YCONT: 칼슘을 코팅하지 않은 황색 롤지 2중 봉지, NCA6: 외지는 신문지 내지는 칼슘 6% 코팅한 봉지, NCONT: 칼슘을 코팅하지 않은 외지는 신문지 내지는 황색 롤지 봉지.

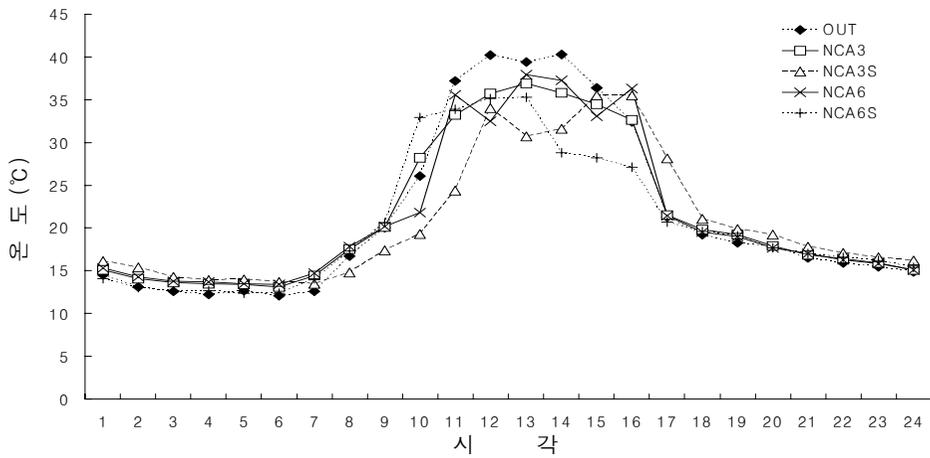
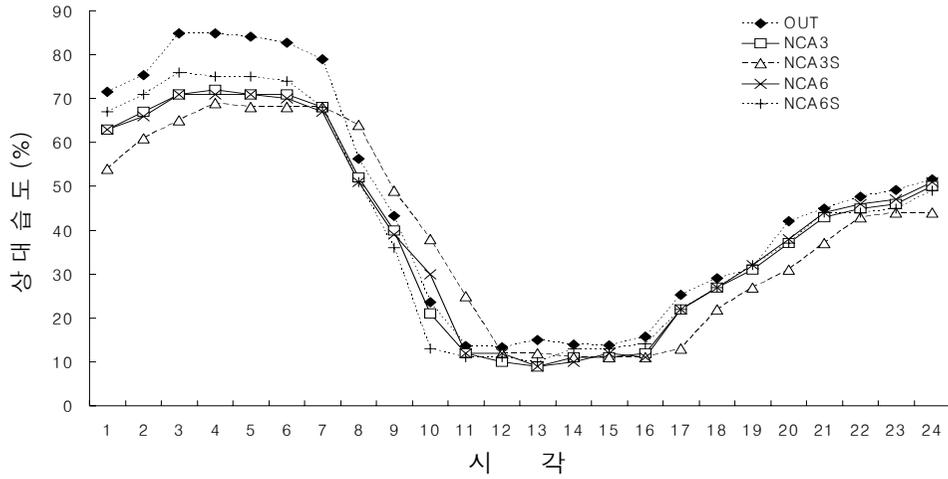


그림 2-12. 신문지를 외지로 하고 내지는 황색 롤지에 칼슘농도별로 코팅한 봉지 속의 1일 동안 온도와 상대 습도의 변화. 이때의 봉지 속에는 과실이 없는 상태임.

OUT: 봉지 외부의 외기, NCA3: Ca 3% 코팅, NCA3S: Ca 3%+Ag 15mg · L<sup>-1</sup>코팅, NCA6: Ca 6% 코팅, NCA6S: Ca 6%+Ag 15mg · L<sup>-1</sup>코팅.

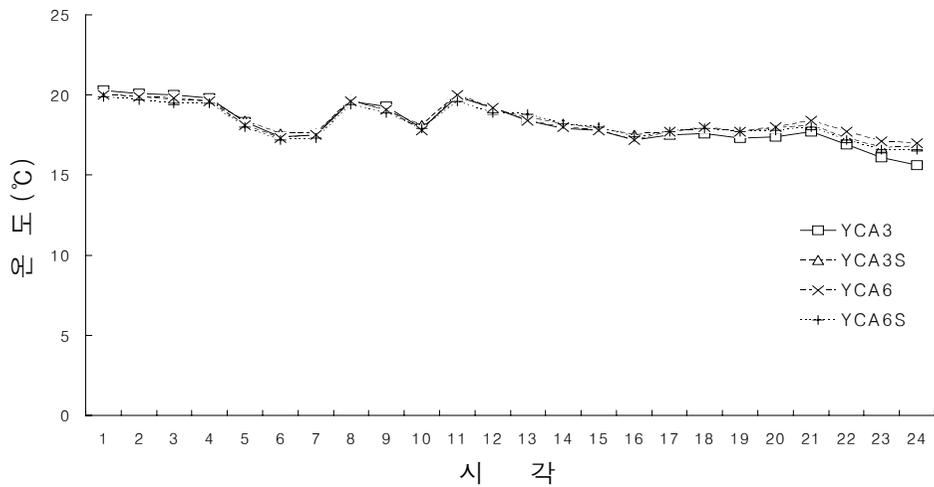
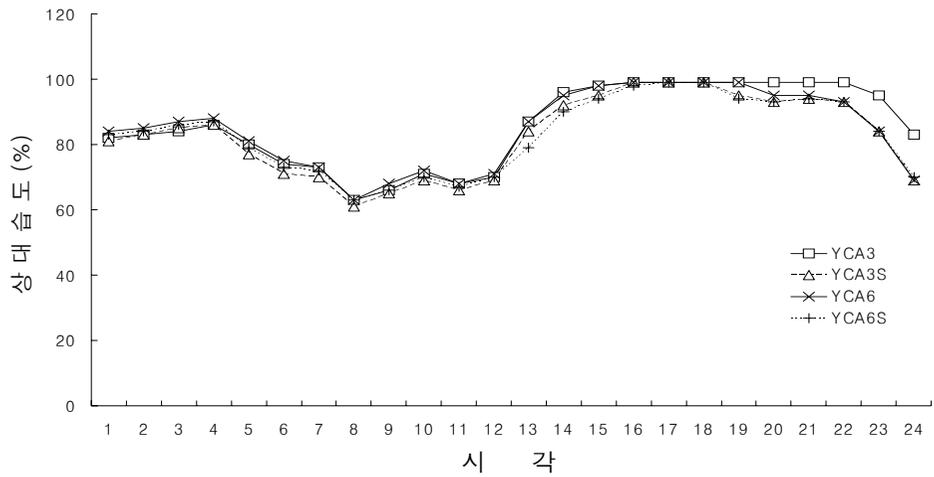


그림 2-13. 외지를 황색 물지로 하고 내지는 칼슘 농도별로 코팅한 봉지를 신고 과실에 씌웠을 때 봉지 속의 온도와 상대습도의 변화.  
 YCA3: Ca 3% 코팅, YCA3S: Ca 3%+Ag 15mg · L<sup>-1</sup>코팅, YCA6: Ca 6% 코팅, YCA6S: Ca 6%+Ag 15mg · L<sup>-1</sup>코팅.

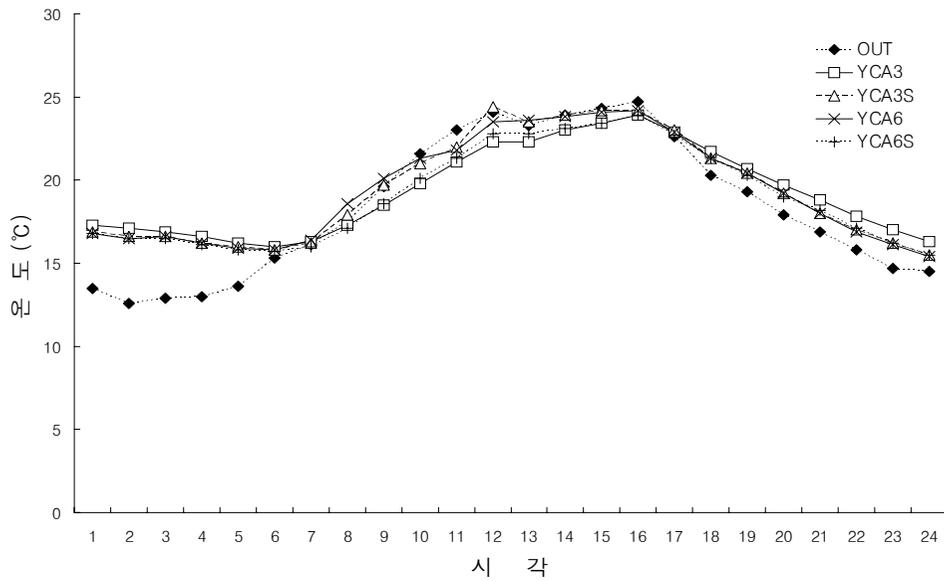
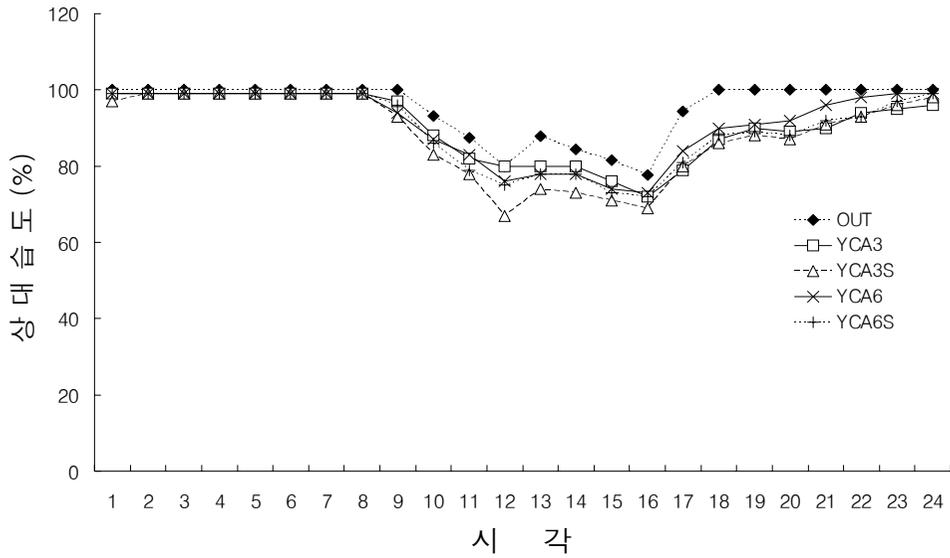


그림 2-14. 안성지역 과수원에서 황색 이중 봉지 내지의 칼슘농도별 처리에 따른 비가 오는 날 봉지 내부 온도와 상대 습도의 변화  
 YCA3: Ca 3% 코팅, YCA3S: Ca 3%+Ag 15mg · L<sup>-1</sup>, YCA6: Ca 6% 코팅, YCA6S: Ca 6%+Ag 15mg · L<sup>-1</sup>.

비가 오는 날에 봉지 속의 미기상을 측정하기 위하여 황색 이중 봉지의 내지에 OS-Ca 6%와 3% 그리고 은 콜로이드를 넣은 코팅제를 처리하여 과실을 패대하였다. 비가 오기 때문에 봉지 속이나 외기 모두 습도는 높았고 코팅제별 차이가 없었다. 봉지 속의 온도는 야간의 저온일 때는 봉지 속이 외기보다 높았으나 한 낮에는 비슷하였다. 습도는 한낮에는 봉지 속이 약간 낮았고 그 이외의 시간에는 비슷하였다. 코팅제별 봉지 속의 온도 차이는 없었다(그림 2-14).

#### 다. 칼슘이 코팅된 봉지 패대 후 봉지 내지의 시기별 칼슘 함량의 변화

##### 재료 및 방법

본 시험은 충남 천안시 성환읍 소재 과수원에 재식된 '신고' 성목을 이용하여 난괴법 4반복으로 실시하였다. 다른 화학물질이 코팅되지 않은 과실 봉지용 신문지와 황색지에 굴 껍질을 원료로 하여 제조된 액상칼슘화합물(Ca 함량: 12.3%)을 균일하게 봉지 내지에 코팅한 후 건조하였다. 코팅지를 봉지 내지로 사용하여 신문 이중 봉지(외지: 신문지, 내지: 황색 롤지)와 황색 이중 봉지(외지, 내지: 황색 롤지)를 제작하여 사용하였다. 수용성 칼슘 분석을 위하여 과수원의 과실에 패대한 봉지를 패대 후 15, 30, 45, 75, 100, 115일에 수거하여 건조기에서 80~90℃로 7일간 건조한 후 봉지의 중앙부위를 잘게 절단하여 50g을 여과지(Whatman No. 1)위에 놓고 끓는 증류수로 3회 추출한 용액을 원자흡광분광광도계(AA-6710)로 칼슘함량을 분석하였다.

##### 결과 및 고찰

칼슘이 코팅된 봉지를 패대한 후 시기별 봉지에 흡착되어 있는 칼슘 함량의 변화를 보기 위하여 내지에 칼슘이 코팅된 봉지와 코팅이 안 된 봉지를 패대한 후 시기별로 칼슘함량을 조사한 결과(표 2-19), 칼슘이 코팅된 내지의 수용성 칼슘이 10.1-10.8%이었으나 칼슘이 코팅이 안 된 봉지는 55-69 mg · kg<sup>-1</sup>으로 칼슘이 거의 없었다. 패대 후에는 봉지에 코팅된 칼슘 함량이 계속 감소하는데 감소된 칼슘은 빗물, 이슬, 안개 등 외부의 수분에 의하여 유실되었거나 과실 표면에 묻어 과실 속으로 침투되었을 것으로 생각되었다. 패대 후 칼슘함량의 감소는 75

일까지 급격하였으나 그 이후는 완만하였다.

표 2-19. 칼슘 코팅 봉지 패대 후 시기별로 채취한 봉지 내지의 칼슘 함량 변화.

처 리	패대 후 일수별 수용성 칼슘(mg · kg <sup>-1</sup> )						
	0 <sup>z</sup>	15	30	45	75	100	115
<u>신문 2중 봉지</u>							
칼슘 코팅 봉지	107,540 ** <sup>y</sup>	55,630 **	49,530 **	31,160 **	3,500 **	3,250 **	3,140 **
무처리 봉지	69	50	70	87	42	51	49
<u>황색 2중 봉지</u>							
칼슘 코팅 봉지	100,630 **	40,840 **	40,490 **	15,830 **	3,060 **	3,680 **	3,400 **
무처리 봉지	55	58	66	73	48	72	58

<sup>z</sup> 패대 후 일 수.

<sup>y</sup>\*\* : Significant at 1% level by t-test.

## 제 3 절 과피를 통한 칼슘의 침투와 시기별 과피의 변화

### 1. 방사성 동위원소를 이용한 칼슘의 과피 침투 조사

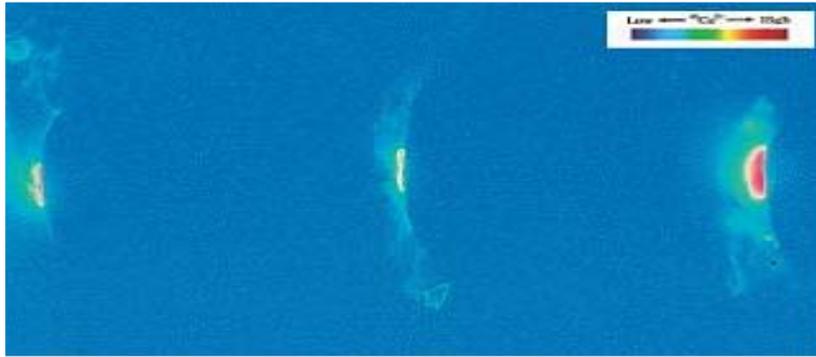
#### 재료 및 방법

과실로의  $^{45}\text{Ca}$ 의 실시간 흡수 이동을 추적하기 위하여 방사성 동위원소( $^{45}\text{CaCl}_2$  37MBq/mL, NEM, Boston, MA)를 증류수로  $^{45}\text{Ca}$  7.4MBq/mL 되게 희석한 후 그 용액 50 $\mu\text{L}$ 를 1.5 x 1.5cm 크기의 filter paper(No. 2)에 적시어 방사성 총량이 463kBq/cm<sup>2</sup>이 되게 준비하였다. 수확 30일 전의 '신고' 과실의 적도면에  $^{45}\text{Ca}$ 용액을 적신 filter paper를 고정시킨 후 36, 48, 60 시간 후에 채취하였다. 각 과실이 수평이 되도록 적도 방향으로 1mm 두께로 잘라 상기 방법으로 시료를 제조하였다. 이 시료를 Bio-imaging analyzer(Model BAS-1500, Fuji film, Tokyo)와 computer를 이용하여  $^{45}\text{Ca}$ 의 농도를 비 파괴적으로 감광정도를 측정하였다. 필름에 감광된 색은 green  $\rightarrow$  yellow  $\rightarrow$  red 순으로  $^{45}\text{Ca}$ 의 농도가 점차 진하다. 과실에 흡수된  $^{45}\text{Ca}$ 의 방사능을 측정하기 위하여 건물을 50mg씩 평량하여 도가니에 넣고 500 $^{\circ}\text{C}$  전기로에서 완전 회화한 후, 시료에 1N HCl 3mL 넣고 재를 완전히 용해시켰다. 그리고 hot plate 위에서 증발시킨 다음 3차 증류수 2 mL로 다시 녹인 후 LSC전용 cocktail 액(Ready oranic, Ceckman)을 1:4의 비율로 혼용하여 10mL LSC 전용 vial에 넣었다. 이를 LSC(Liquid scintillation counter, Model 6500, Beckman)로 방사능을 측정하여 kBq/g DW로 표시하였다.

#### 결과 및 고찰

수확 30일 전 '신고' 과실을 채취하여  $^{45}\text{CaCl}_2$ 를 과실 표면에 처리하여 처리 36, 48, 60시간 후 흡수 속도를 본 결과(그림 3-1) 시간이 경과할수록 과육으로 침투되는 양이 점차 증가하는 경향을 보였다. 과실에 침투된 칼슘의 방사능을 보면(표 3-1) 칼슘 처리된 과피에서 무처리 과피보다 점차적으로 현저히 방사능이 증가하였다. 과육 부분에 침투된 칼슘 방사능은 칼슘 처리가 안 된 과피와 비슷하였다. 처리 후 60시간으로는 과육에까지 칼슘이 침투되지 않은 것으로 보아 과피

에서 과육으로의 이동은 매우 느리다는 것을 알 수 있었다. 그러나 시간이 더 경과하면 과육으로의 확산이 일어나 방사능이 검출될 것이라 생각하였다.



36시간 후

48시간

60시간

그림 3-1. 배 ‘신고’에서 수확 30일 전  $^{45}\text{CaCl}_2$  과피 표면에 처리 후  $^{45}\text{Ca}$ 의 흡수.

표 3-1. 배 ‘신고’에서 수확 30일 전  $^{45}\text{CaCl}_2$  과피 표면에 처리 한 후 과피와 과육의 방사능.

처	리	방사능(kBq/g DW)		
		36 <sup>2</sup>	48	60
칼슘이 처리된 과피		24.7	30.3	94.2
칼슘이 처리 안 된 과피		0.2	0.3	0.2
칼슘이 처리된 과육		0.2	0.4	0.3

<sup>2</sup>처리 후 시간.

## 2. 칼슘 함유 봉지 패대에 따른 시기별 과실 표피의 상태

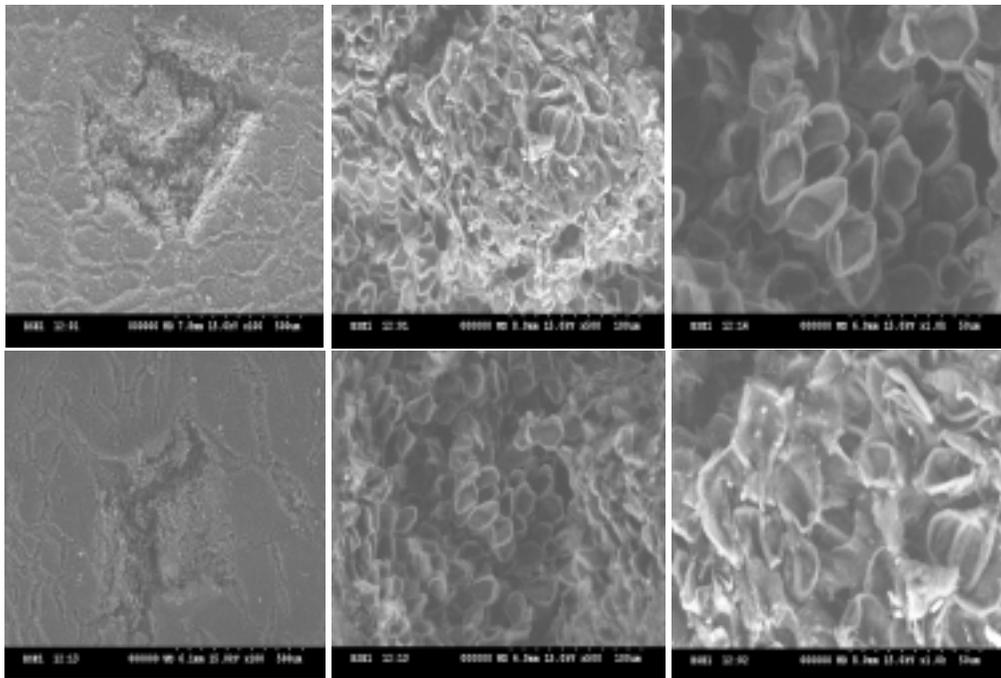
### 재료 및 방법

배 ‘신고’를 공시하여 칼슘 함유 봉지(황색 이중 봉지)와 일반 관행봉지(황색

이중 봉지)를 6월 20일에 패대한 다음 18, 48, 78, 108, 125일 후에 지상에서 1.5m 정도 높이에 착과된 과실을 채취하여 가볍게 세척한 다음 과실 중앙부의 과피 부분을 10mm x 10mm 크기로 절단하여 주사전자현미경(SEM, Hitachi, S-3500N)으로 관찰하였다.

### 결과 및 고찰

그림 3-2, 3, 4, 5, 6은 시기별 과실 중앙부의 과피를 관찰한 것으로 패대 후 18일에는 과점의 발육이 미약하다가 시일이 경과할수록 발달하여 만개 후 125일(수확기)에는 거칠어졌다. 칼슘함유봉지와 관행 봉지 간에는 큰 차이를 인정할 수 없었다. 과점 안에는 세포와 세포사이의 공극이 많이 존재하였다.

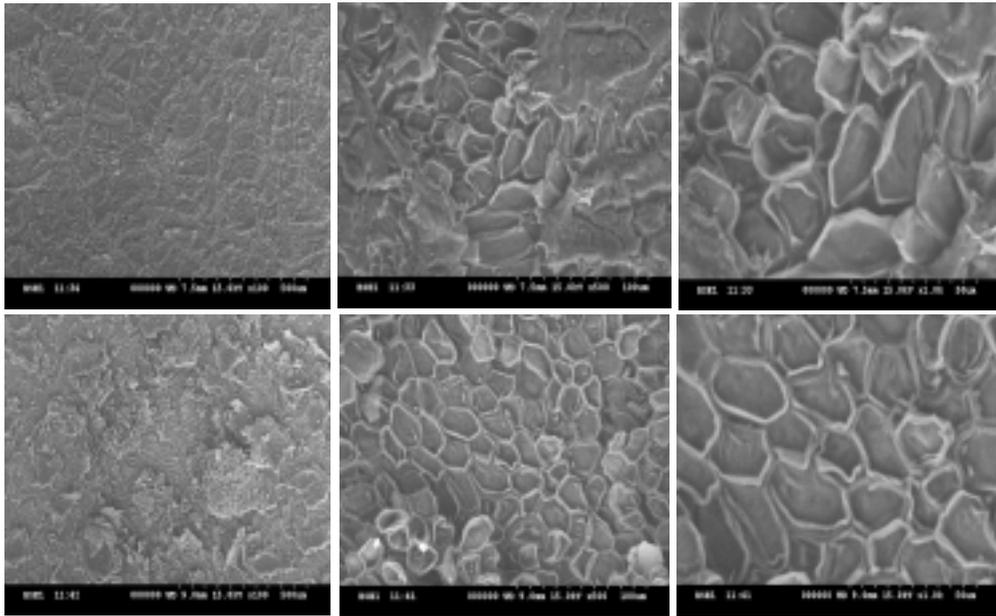


100배

500 배

1000 배

그림 3-2. 배 ‘신고’에서 칼슘함유 봉지 패대 18일 후의 과피의 상태  
위: 관행봉지, 아래: 칼슘함유봉지.



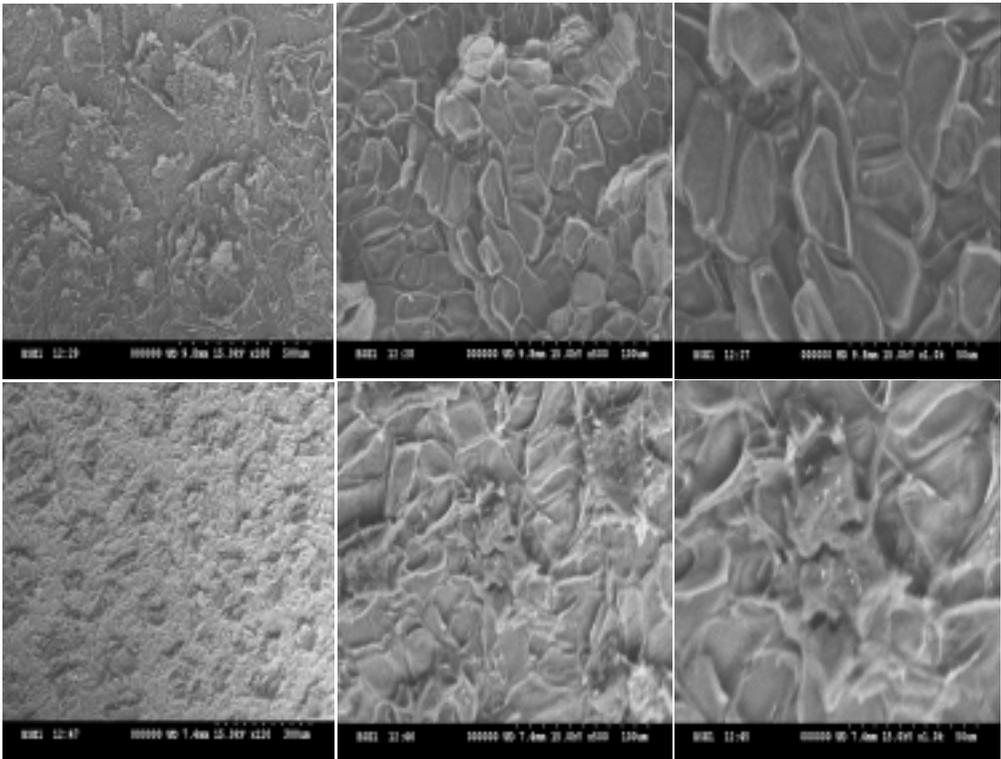
100배

500 배

1000 배

그림 3-3. 배 ‘신고’에서 칼슘함유 봉지 패대 48일 후의 과피의 상태.

위: 관행봉지, 아래: 칼슘함유봉지.



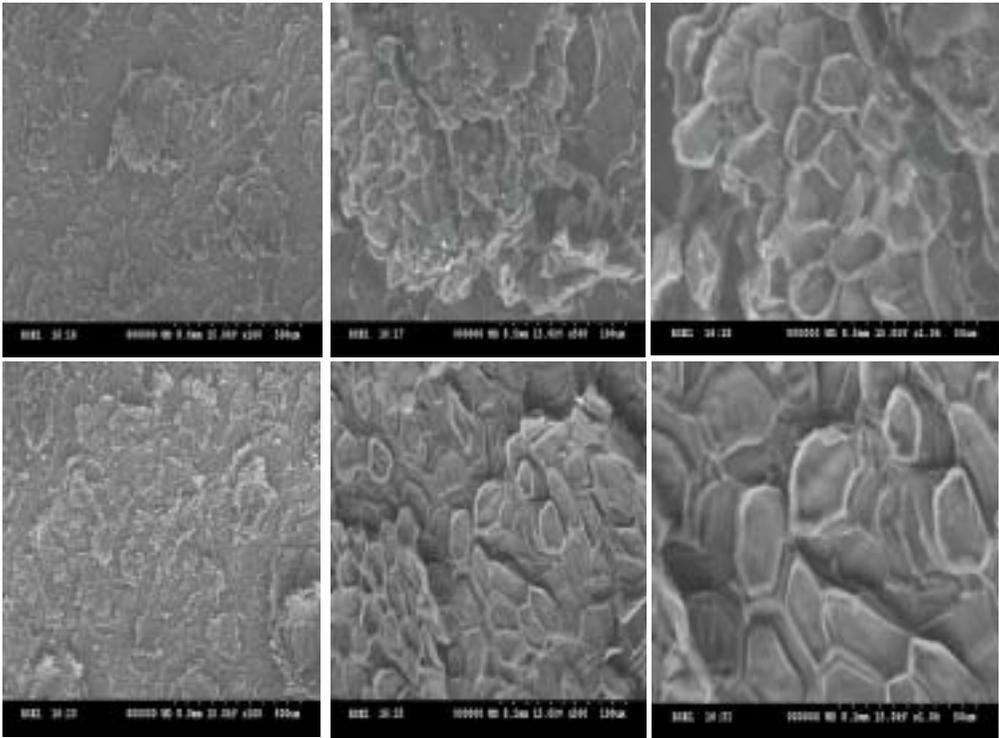
100배

500배

1000배

그림 3-4. 배 ‘신고’에서 칼슘함유 봉지 패대 78일 후의 과피의 상태.

위: 관행봉지, 아래: 칼슘함유봉지.



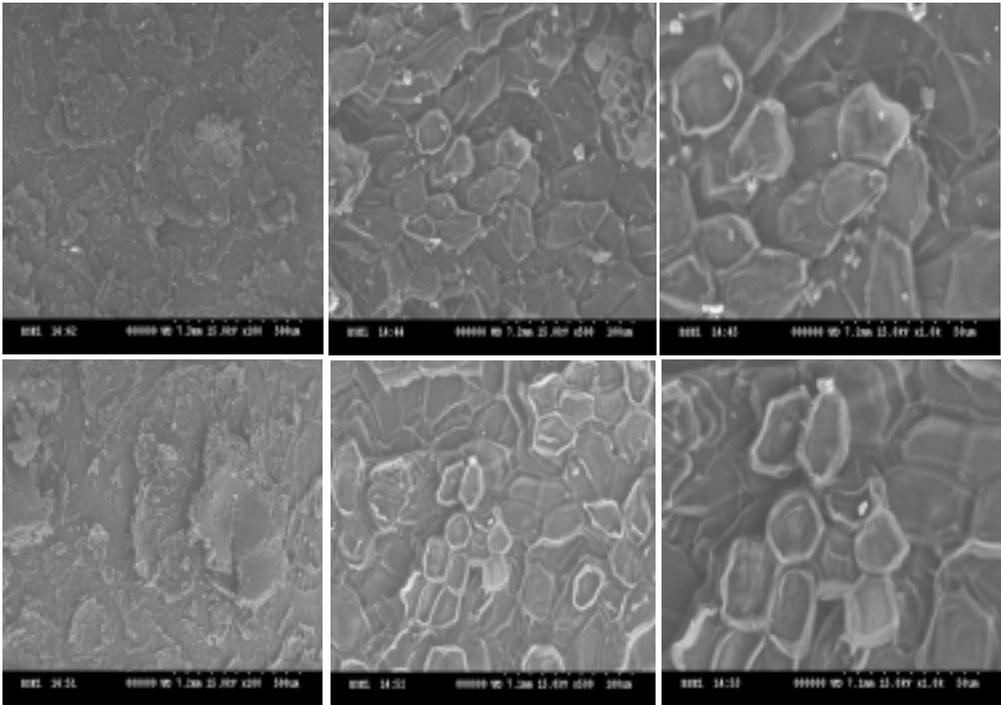
100배

500배

1000배

그림 3-5. 배 ‘신고’에서 칼슘함유 봉지 패대 108일 후의 과피의 상태.

위: 관행봉지, 아래: 칼슘 함유봉지.



100배

500배

1000배

그림 3-6. 배 '신고'에서 칼슘함유 봉지 패대 125일 후의 과피의 상태.

위: 관행봉지, 아래: 칼슘함유봉지.

## 제 4 절 칼슘 함유 봉지의 대량생산 조건 구명

### 1. 대량 생산을 위한 공장화 모색

#### 재료 및 방법

칼슘이 함유된 봉지를 대량 생산하기 위하여 기존의 공장에 적합한 공정을 확립하고자 하였다. 코팅제를 상기 시험에서 개발된 Os-Ca 6%+WE(굴겹질을 원료로 한 액상칼슘화합물로서 칼슘함량이 6%액에 왁스에멀션과 메탄올 20%를 첨가) 코팅제를 이용하였으며, 종이는 배 봉지 내지로 사용되는 황색 롤지(27g/m<sup>2</sup>)을 사용하였다. 코팅은 평택시 서탄면에 소재한 T공장에서 왁스를 코팅하는 기계를 이용하여 코팅하였고, 봉지의 제조는 화성시 정남면에 소재한 L공장에서 제조하여 각각 그 공정도와 제조시간을 측정하였다.

#### 결과 및 고찰

기존 봉지 용지에 왁스를 코팅하는 장치로도 칼슘코팅제를 코팅하기 위해서는 코팅 환경을 개선하므로 가능하였다. 칼슘이 코팅된 종이를 재단하여 봉지를 제조하는 공정은 일반 봉지 제조기에서 적합하였다. 코팅기와 봉지 제조기가 연계되어 있을 경우 정상적인 기계작동으로 봉지를 시간 당 15,000매를 생산할 수 있었다. 봉지 제조 시 코팅제의 일부 원료 중 비중이 낮아 코팅에 문제가 발생하였으나 비중이 낮은 용액을 혼합하는 장치를 설치하므로 해결하였다.

### 2. 코팅제에 첨가하는 유기용제의 선발과 봉지 제조 공정도 작성

#### 재료 및 방법

코팅제 OS-Ca6 용액을 봉지 원지에 코팅하여 고온으로 순간 건조하기 위해서는 적당한 점도를 유지하며 칼슘이나 보조제의 농도를 일정하게 희석하여 건조성을 높이는 유기용매가 필요하다. 많은 유기용매 중에서 가장 적당하다고 판단되는 에탄올, 메탄올, IPA를 1차 선정하여 이들을 칼슘코팅제와 혼합하여 실험실

에서 봉지 내지에 코팅하여 그 상태를 육안 조사하였고, 생산비용 등도 감안하여 적합한 유기용제를 선정하였다. 칼슘함유 봉지를 제조하기 위한 코팅제를 만들어 실제 공장에서 코팅과정과 봉지 제조과정을 종합하여 공정도를 작성하였다.

### 결과 및 고찰

세 가지 유기용매는 모두 내지의 침투력, 건조성, 제품의 안전성은 양호하였고 화제의 위험성은 40% 이상이었다. 원가 절감은 MeOH 및 IPA가 가장 많았다. 용매의 냄새는 IPA가 가장 심하였고 MeOH와 EtOH이 적은 편이었다. 코팅할 때의 코팅제의 온도는 24°C가 적합하였다. 따라서 유기용매로는 메탄올을 선정하는 것이 합리적이라 생각하였다. 이상과 같은 결과로 칼슘함유 봉지를 만들기 위해서는, 굴껍질을 원료로 한 액상칼슘화합물을 칼슘코팅제의 주 원료로 하고 왁스에멀전을 보조제로 하며 메탄올을 유기용매로 한 코팅제를 만들 수 있었다.

표 4-1. 유기용매별 특성 비교.

유기용제	내지의 침투력	건조성	화제위험성 (40% 이상)	원가 절감	제품의 안정성	냄새
MeOH	양호	양호	보통	많음	양호	중
EtOH	양호	양호	보통	없음	양호	중
IPA	양호	양호	보통	많음	양호	심

배 봉지 내지용 롤 상태의 원지 ( $27\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )



칼슘함유 코팅제 제조



코팅 장치를 이용하여 내지 안쪽 코팅

↓ (코팅제 온도  $24^{\circ}\text{C}$ )

롤을 이용한 순간 건조

↓ (롤 온도  $140^{\circ}\text{C}$ )

재 감기



봉지 제조 장치



관행 봉지 크기로 재단



폴 붙이기



최종 절단



칼슘함유 봉지 생산

그림 4-1. 칼슘함유 봉지 대량 생산을 위한 공정도.

## 제 5 절 농가 실증시험 및 제조 원가분석

### 1. 칼슘함유 봉지의 농가 실증시험

#### 재료 및 방법

본 시험은 2차년도에는 경기도 안성 공도(A농가), 미양(B농가), 양성(C농가), 이천 모가(D농가)에 위치한 배 과수원과 3차년도에는 경기도 평택(E농가), 안성의 양성(F, G농가)에 위치한 배 과수원에 재식된 성목 '신고'를 이용하여 수행하였다. 황색 이중 봉지(외지와 내지: 황색 롤지)와 신문 이중 봉지(외지: 신문지, 내지: 황색 롤지)를 이용하였다. 코팅한 칼슘 화합물은 굴 껍질로 제조한 액상칼슘화합물(3, 6, 9, 12%)에 보조제가 첨가된 것으로 이 코팅제를 봉지 내지에 도포하여 각각 제작된 칼슘함유 봉지로 과실을 패대하였다. 이 때 농가에서 이용하는 봉지를 대조구로 이용하였는데 A농가는 황색 이중 봉지, B, C, D, F농가는 신문 이중 봉지, G농가는 회색 회색 이중 봉지를 대조 봉지로 하였고, E농가는 대조구를 두지 않았다. 특히 C농가는 봉지를 씌우지 않은 무처리를 두고 효과를 검토하였다. 패대시기는 6월 20일에서 6월 25일 사이였다. 시험구배치는 1주를 1반복으로 하여 난괴법 3반복으로 하였다. 과실의 칼슘함량 분석을 위해 적숙기에 과실을 채취하여 0.3% 빙초산에 깨끗이 세척한 후 과피와 과피 직하 부위 과육을 분리하여 건조기 60℃에서 7일 동안 건조한 후 분석시료를 제조하였다. 시료 500mg에 ternary용액( $\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{SO}_4:\text{HClO}_4=10:1:4$  volume 비)을 10mL 넣고 220℃에서 1시간 동안 분해한 후, 원자흡광분광광도계(AA-6710)로 분석하였다. 과실의 경도, 가용성 고형물 및 산함량 등 과실품질은 반복 당 과실 5개를 사용하여 경도는 과피를 제거한 후 과실 경도계(Universal, UN형)로, 가용성 고형물함량은 과즙을 굴절 당도계(Atago, N1형)로 측정하였다. 산함량은 10mL의 과즙을 0.1N NaOH로 적정하여 능금산으로 환산한 후 표시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1) 2차년도

경기도 안성 공도지역 A농가에서 칼슘 코팅제를 황색 이중 봉지와 신문 이중 봉지 내지에 도포하여 수확 시 과실의 칼슘함량과 과실품질을 조사한 결과(표 5-1), 관행봉지(황색 이중 봉지)에 비하여 칼슘함유 봉지는 칼슘 코팅농도 및 봉지종류에 관계없이 과중, 경도, 가용성 고형물, 산함량에는 큰 차이가 없었다.

경기도 안성 미양지역 B농가(표 5-2)에서는 관행봉지(신문 이중 봉지)에 비하여 칼슘 12%가 코팅된 황색 이중 봉지가 과피의 칼슘 함량이 증가하였고 그 외의 농도에서는 큰 차이를 인정할 수 없었다. 과중, 경도, 가용성 고형물은 칼슘 농도 간 그리고 봉지 종류 간에 유의성이 없었다.

경기도 이천 모가지역의 C농가(표 5-3)에서는 관행 봉지에 비하여 황색 이중 봉지(Ca 3, 6, 9, 12%), 신문 이중 봉지(Ca 6, 9%) 처리구가 과피의 칼슘함량이 많았다. 무대과와 비교해 보면 황색 이중 봉지 3%가 유의하게 과피의 칼슘함량이 증가되었으나 과중, 경도, 가용성고형물 함량에는 처리 간 차이를 인정할 수 없었다.

경기도 안성 양성지역의 D농가(표 5-4)에서는 관행봉지(신문 이중 봉지)에 비하여 황색 이중 봉지 3, 12%, 신문 이중 봉지 3, 6%에서 과피의 칼슘함량이 증가되었다. 그러나, 과중, 과실 경도 및 가용성 고형물에는 차이가 없었다.

표 5-1. 경기도 안성 공도지역의 A농가에서 칼슘함유 봉지 패대에 따른 수확 시 ‘신고’ 과실의 칼슘함량 및 과실품질.

봉지 종류	코팅제 의 칼슘 농도 (%)	과 중 (g)	칼슘( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )		경 도 (N)	가용성 고형물 (°Bx)	산함량 (%)
			과피	과피 직하 과육			
황색 이중 봉지	3	589 a <sup>2</sup>	314.7 a	115.4 b	27.4 a	12.5 a	0.15 a
	6	612 a	263.7 bc	109.8 b	25.5 a	12.7 a	0.12 a
	9	531 a	332.3 a	120.4 ab	30.4 a	11.7 a	0.12 a
	12	561 a	347.6 a	130.8 a	25.5 a	12.1 a	0.12 a
신문 이중 봉지	3	549 a	294.3 b	133.4 a	30.4 a	12.0 a	0.15 a
	6	593 a	304.6 ab	123.4 ab	29.4 a	12.1 a	0.11 a
	9	597 a	297.4 b	131.1 a	27.4 a	12.1 a	0.12 a
	12	578 a	283.8 b	123.6 ab	26.5 a	12.1 a	0.11 a
관행봉지 (황색 2중)	-	577a	247.9 c	111.9 b	30.4 a	12.3 a	0.11 a

<sup>2</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 5-2. 경기도 안성 미양지역의 B농가에서 칼슘함유 봉지 패대에 따른 수확 시 ‘신고’ 과실의 칼슘함량 및 과실품질.

봉지 종류	코팅제의 칼슘 농도 (%)	과 중 (g)	과피의 칼슘 (mg · kg <sup>-1</sup> )	경 도 (N)	가용성 고형물 (°Bx)
황색 이중 봉지	3	686 a <sup>z</sup>	541.1 b	11.8 a	11.2 a
	6	711 a	498.2 bc	11.3 a	11.7 a
	9	633 a	583.5 b	11.6 a	11.7 a
	12	652 a	701.7 a	12.7 a	11.3 a
신문 이중 봉지	3	663 a	413.3 c	12.5 a	11.2 a
	6	667 a	426.8 c	10.9 a	11.5 a
	9	651 a	400.6 c	11.6 a	11.7 a
	12	688 a	436.7 c	11.4 a	11.8 a
관행봉지 (신문 이중)	-	610 a	481.6 bc	11.9 a	11.2 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 5-3. 경기도 이천 모가지역의 C농가에서 칼슘함유 봉지 패대에 따른 수확 시 '신고' 과실의 칼슘함량 및 과실품질.

봉지 종류	코팅제의 칼슘 농도 (%)	과 중 (g)	과피의 칼슘 (mg · kg <sup>-1</sup> )	경 도 (N)	가용성 고형물 (°Bx)
황색 이중 봉지	3	470 a <sup>z</sup>	741.5 a	11.8 a	10.9 a
	6	526 a	475.2 b	11.6 a	11.0 a
	9	494 a	372.1 c	10.3 a	10.9 a
	12	535 a	383.3 bc	11.6 a	11.1 a
신문 이중 봉지	3	505 a	359.1 cd	11.9 a	12.0 a
	6	487 a	383.8 bc	11.7 a	12.9 a
	9	503 a	378.0 c	11.5 a	12.9 a
	12	467 a	350.0 d	10.9 a	13.2 a
관행봉지 (신문 이중)	-	547 a	351.0 d	10.5 a	13.5 a
무 대 과	-	428 a	418.0 b	10.2 a	11.2 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

표 5-4. 경기도 안성 양성지역의 D농가에서 칼슘함유 봉지 패대에 따른 수확 시 '신고' 과실의 칼슘함량 및 과실품질.

봉지 종류	코팅제의 칼슘 농도 (%)	과 중 (g)	과피의 칼슘 (mg · kg <sup>-1</sup> )	경 도 (N)	가용성 고형물 (°Bx)
황색 이중 봉지	3	653 a <sup>z</sup>	330.5 b	10.0 a	12.3 a
	6	605 a	319.3 c	11.9 a	12.4 a
	9	598 a	318.5 c	9.6 a	12.9 a
	12	556 a	380.9 a	10.5 a	12.4 a
신문 이중 봉지	3	621 a	378.5 a	11.1 a	12.9 a
	6	682 a	387.5 a	10.2 a	12.6 a
	9	555 a	301.8 c	9.2 a	13.0 a
	12	655 a	304.9 c	10.6 a	13.2 a
관행봉지 (신문 이중)	-	568 a	318.7 c	10.4 a	12.8a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

## 2) 3차년도

표 5-5. 경기도 평택지역의 E농가에서 칼슘함유 봉지 패대에 따른 수확 시 '신고' 과실의 품질.

코팅제	봉지종류	과 중 (g)	경 도 (N)	가용성 고형물 (°Bx)
OS-Ca 6	황색이중봉지	873 a <sup>z</sup>	16.3 a	13.8 a
OS-Ca 6	신문이중봉지	905 a	13.5 b	13.4 a
무처리	신문이중봉지	870 a	13.9 b	13.3 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

3차년도에는 3개 농가에 실시하였는데, 평택 지역 E농가에서는 과중 및 가용성 고형물에서는 큰 차이가 없었으나, 과실 경도는 황색 이중 봉지 6% 처리 봉지가 타 처리에 비하여 높았다(표 5-5).

표 5-6은 경기도 안성지역 F농가에서 봉지를 칼슘 코팅 농도를 달리하여 껍데한 후 과실품질을 조사한 결과로 과실 경도는 관행봉지(신문 이중 봉지)에 비하여 황색 이중 봉지 3% 처리에서 증가하였다. 그리고 타처리 간에는 차이가 없었다. 과중 및 가용성 고형물은 큰 차이가 없었다.

표 5-6. 경기도 안성지역 과수원의 F농가에서 칼슘함유 봉지 껍데에 따른 수확시 '신고' 과실 품질.

코팅제	봉지종류	과 중 (g)	경 도 (N)	가용성 고형물 (°Bx)
OS-Ca 6	황색이중봉지	781 a <sup>z</sup>	11.1 b	15.3 a
OS-Ca 6	신문이중봉지	752 a	12.5 ab	13.4 a
무처리	신문이중봉지	690 a	11.1 b	14.3 a

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

경기도 안성지역 과수원 G농가(표 5-7)에서는 과중 및 가용성 고형물은 칼슘 코팅 농도 간 그리고 봉지 종류 간에는 큰 차이가 없었으나 과실 경도는 관행봉지(회색 이중)에 비하여 황색 이중 봉지 3, 6% 및 신문 이중 봉지 6% 처리된 봉지가 증가하였다. 황색 이중 봉지 및 신문 이중 봉지 12%는 오히려 감소하였다.

칼슘 농도별로 코팅한 봉지를 2차년도에는 4곳 및 3차년도에는 3곳에서 실증 시험한 결과를 보면, 과실에 나타나는 장해 증상은 발견할 수 없었고, 지역에 따라 차이는 있었지만 대체적으로 칼슘 코팅 농도 6% 처리된 봉지의 과실이 칼슘 함량이 증가되었고 과실의 경도가 높아졌다. 따라서 몇 개의 농가에서 2년간 실증 시험한 결과, 칼슘을 코팅한 봉지를 껍데하므로 과실의 칼슘함량이 증가되었고 과실 경도가 높아지는 경향이 있어 칼슘을 코팅한 봉지의 효과가 인정되었다고 생각하였다.

표 5-7. 경기도 안성지역의 G농가에서 칼슘함유 봉지 패대에 따른 수확 시 '신고' 과실의 품질.

코팅제	봉지종류	과 중 (g)	경 도 (N)	가용성 고형물 (°Bx)
OS-Ca 6	황색이중봉지	722 a	14.4 a	14.7 a
OS-Ca6	신문이중봉지	692 a	14.6 a	13.6 a
무처리	회색이중봉지	627 a	13.3 b	13.4 a

<sup>a</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

## 2. 칼슘함유 봉지의 원가 분석

### 재료 및 방법

칼슘함유 봉지의 제조 원가는 경기도 화성시에 소재한 종이를 코팅하는 전문 회사인 T사와 과실용 봉지를 전문으로 제조하는 J사의 자문을 받아 분석하였다.

### 결과 및 고찰

표 5-8는 봉지 코팅 화사와 제조회사의 원가분석 방법을 기초로 하여 칼슘함유 봉지의 제조 원가를 산출한 것으로 관행봉지에 비하여 원가 상승률은 황색 이중 봉지가 2.1%, 신문 이중 봉지가 4.1%로 그 폭이 크지 않았다. 황색 이중 봉지에 칼슘을 코팅하면 10장 가격은 3원이 상승한 146원인데 이는 코팅제 원가가 관행코팅제에 비하여 3원이 비싸기 때문이었다. 또한 신문 이중 봉지에서도 코팅제의 가격 차이만큼 생산비가 많이 들었다. 그러나 이 정도의 가격 인상은 과실에 나타난 효과를 감안한다면 경제성이 매우 좋다고 생각되었다.

표 5-8. 칼슘 코팅 봉지의 제조 원가 산출

봉지의 종류	구 분	봉지 제조 원가 (원/10장)	코팅제 원가 (원/10장)	코팅 비용 (원/10장)	가 격 (원/10장)	지수
황색 이중 봉지	칼슘코팅 봉지	125	6	15	146	102.1
	관행봉지	125	3	15	143	100.0
신문 이중 봉지	칼슘코팅 봉지	55	6	15	76	104.1
	관행봉지	55	3	15	73	100.0

\*산출근거: 봉지제조원가 = 원지가격 + 봉지 제조비.

관행봉지 코팅제: 1,500원/kg, 칼슘함유 코팅제: 3,000원/kg.

내지의 코팅량(기계 코팅시): 2g/10장.

\*봉지 제조회사에 따라 제조원가가 다소 차이가 있을 수 있음.

## 제 4 장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

년도	연구목표(평가 착안점)	달성도	관련산업 기여도
1차년도	<b>칼슘 함유 봉지의 제조 기술 개발 및 실용화</b> -유통봉지의 실태조사와 칼슘 코팅용으로 적합한 봉지의 선발 -적합한 칼슘화합물의 선발 -코팅용 보조제의 선발 -농가에서 쾌대효과 구명	100%	-
2차년도	<b>칼슘 함유 봉지의 제조기술 개발 및 실용화</b> -기능성 봉지 제조기술의 산업화(공장화) -쾌대 과실에 대한 효과 구명 -농가실증시험으로 쾌대 효과 검증	100%	100%
3차년도	<b>칼슘 함유 봉지의 대량생산 및 농가 실증시험</b> -봉지의 대량생산환경개선 및 대량생산화 -농가 실증시험으로 쾌대 효과 검증 -과실 저장 중 품질변화 조사	100%	100%

## 제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

### 1. 칼슘 함유 봉지 코팅제 제조기술

- 과실 봉지 코팅 전문회사에 코팅제 제조기술을 이전하여 칼슘 함유 봉지 생산에 이용.
- 칼슘 이외의 유용물질을 함유하는 기능성 봉지에 기초 자료로 응용.
- 학위과정 연구원의 논문으로 일부를 활용.
- 칼슘 함유 봉지의 코팅제 제조기술을 외국에 수출.

### 2. 칼슘 함유 봉지 제조 기술

- 봉지 제조기술에 대한 특허 출원
- 봉지 제조회사에 제조 기술을 이전.
- 다른 과종의 기능성 봉지 개발에 확대 적용.
- 연구원의 학위논문으로 일부를 활용.

### 3. 배 과실에 칼슘함량을 높이는 기술

- 관련회사에 기술 이전하여 과실에 칼슘함량을 높이는 방법을 소개하는 기초자료로 활용.
- 경북능금지 등 과수기술 전문지에 소개하여 능금조합 기술담당 직원들과 농민들이 이 기술을 현장에서 직접 활용토록 유도.
- 한국원예학회지 등 원예 관련 학회지에 논문발표.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

해당없음

## 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 J. of Crop and Horticultural Science* 30: 99-107.
- 변재균, 변봉룡, 장경호. 1989. 사과 후지과실의 착색에 미치는 피대 및 질소 추비의 영향. *한원지* 30:271-277.
- Casero, T., A. Benavides, I. Recasens, and J. Rufatet. 2002 Preharvest calcium sprays and fruit calcium absorption in 'Golden' apples. *Acta Hort.* 594:467 - 473.
- Chamel, A.R. 1989. Permeability characteristics of isolated 'Golden Delicious' apple fruit cuticles with regard to calcium. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114:804 - 809.
- 최종승. 1989. 사과 과실내 칼슘축적에 미치는 요인에 관한 연구. 충남대학교 대학원 박사학위논문.
- Ferguson, I.B. 1980. The uptake and transport of calcium in the fruit tree. In: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller, Editors, *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Butterworths. London 183 - 192.
- Ford E. M. and J. D. Quinlan. 1979. The distribution of <sup>45</sup>Ca in apple fruits when supplied to the roots at three times during the season. *J. Hort. Sci.* 54:181 - 188.
- Glenn, G.M. and B.W. Poovaiah. 1985. Cuticular permeability to calcium compounds in 'Golden Delicious' apple fruit. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110:192 - 195.
- Himelrick, D.G. 1981. Determination of total and ionic calcium in apple leaf and fruit tissues. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 106:619 - 621.
- 홍경희, 김점국, 장한익, 최진호, 한점화, 김기열. 1999. 봉지종류별 패대가 감천배와 영산배 품종의 과피 미려도에 미치는 영향. *한원지* 40:554-558.
- 홍경희, 김점국, 최진호, 한점화, 윤친중. 1996. 패대에 의한 황금배의 동녹방지에 관한 연구. *한원지* 37:279-284.

- 홍지훈, 이승구. 1997. '신고' 배의 유대재배과와 무대재배과의 수확 후 품질 변화. *한원지* 38:396-398.
- 김기열, 홍경희, 김점국. 1998. 황금배 동녹 발생요인과 방지기술. *한국과수연구회지* 창간호 p 59-77.
- 김영호, 김선규, 임상철, 이철희, 윤철구, 김학현, 최관순. 2000. 봉지 종류가 복숭아 과실의 착색, 숙기 및 품질에 미치는 영향. *한원지* 41:395-400.
- 김정배, 김기열, 김점국, 김성봉. 1988. 과실품질향상을 위한 봉지개발에 관한 연구. *농시논문집(원예)* 30(2):55-63.
- 김정배. 1990. 봉지의 물성과 패대시기가 사과, 배 과실의 품질에 미치는 영향. *서울대학교 대학원 박사학위논문*.
- 김종천, 김몽섭. 1972. 봉지의 종류가 배의 품질에 미치는 영향. *원시연보* (1971) p. 208-213.
- 권혜령, 박권우, 강호민. 1999. 수확후 열 및 칼슘처리가 오이 저장중 품질에 미치는 영향. *한원지* 40:183-187.
- 이학오, 박영서. 1986. 계면활성제공업의 현황과 기술개발 동향. *산업연구원 기술정보 시리즈 제3호*.
- 이한찬. 1991. 사과, 배의 품질향상을 위한 몇가지 과실봉지의 패대효과. *서울대학교 대학원 석사학위논문*.
- Moon, B.W., J.S. Choi, and J.K., Kim. 1998. Effect of surfactant and calcium compounds extracted from oyster shell on calcium content of apple fruit treated alone or with agrochemicals. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:716-720.
- Moon, B.W., J.S. Choi, and K.H., Kim. 1999. Effect of pre- or post-harvest application of calcium compounds extracted from oyster shell on the changes in cell wall calcium content, enzyme activity, and cell structure during storage of apple. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:345-348.
- Moon, B.W., J.S. Choi, and M.Y. Park. 1998. Effect of treatment of calcium compound extracted from oyster shell on the calcium content in apple fruits. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39:454-459.
- Moon, B.W., J.U. Lim, K.C. Shin, and Y.S. Kim. 1995. Effect of calcium compound and  $\text{CaCO}_3$  on mineral nutrients, plant growth and blossom-end rot of red pepper. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36:304-308.

- Moon, B.W., S.T. Lim, and J.S. Choi. 1999. Effects of foliar sprays of liquid calcium fertilizer manufactured from oyster shell on calcium concentrations and quality of 'Niiitaka' oriental pear fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:571-573.
- Moon, B.W., S.T. Lim, J.S. Choi, and Y.K. Suh. 2000. Effects of pre- or post-harvest application of liquid calcium fertilizer manufactured from oyster shell on the calcium concentrations and quality in stored 'Niiitaka' pear fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:61-64.
- Noro, S., N. Kudo, and T. Kitsuwaa. 1989. Differences in sugar and organic acid contents between bagged and unbagged fruit of the yellow apple cultivar, and the effect on development of anthocyanin. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58:17-24.
- 윤철구, 김선규, 임상철, 김학현, 김영호, 이철희, 최관순. 2000. GA 도포제와 염화칼슘 처리가 '신고' 배나무의 생육과 과실의 품질 및 저장성에 미치는 영향. 한원지 51:517-522.