

## '신고' 배 저온 저장중 발생하는 얼룩과 원인 및 방지

홍윤표 · 정대성 · 이승구\*

원예연구소 품질보전연구팀, \*서울대학교 원예학과

### Causal Factors of Black Stain during Cold Storage of Pear(*Pyrus pyrifolia* cv. Niitaka) and Its Postharvest Control

Yoon Pyo Hong, Dae Sung Jung and \*Seung Koo Lee

Postharvest Technology laboratory Fruit Breeding Division, NHRI, RDA, Suwon, 440-706, Korea

\*Department of Horticulture, Seoul National University, Suwon, 441-744, Korea

#### Abstract

Causal factors related to the skin disorder such as black stains during cold storage of 'Niitaka' pear fruit are of great importance to solve the postharvest disorder problems. The morphological and biochemical changes observe of pear skin affected by different harvest times and storage environments. Occurrence rate of black stain in 'Niitaka' pear fruit was the highest in newspaper bagging with 75% among various bagging materials at harvest time because of the high relative humidity within the double layer paper bags. During cold storage, the rate was 54~100% in 30 μm polyethylene (PE) film packaging. As the harvest time was postponed, the rate increased during cold storage. The rate was 1.5 to 2.4 times higher in pears harvested in late September than in those harvested in early and mid October. There was no significant difference in occurrence of black stain fruit between the 30 and 50 μm PE film bags. The causal fungus of the black stain pear was assumed as *Gloeodes pomigena* (Schweintz, 1920). The treatment of 0.1~0.5 ppm ozone gas prevented the occurrence of the pear fruit black stain until 180 days after cold storage. The ozone treatment on the affected fruit was also effective in preventing the progress of the black stain.

Key words : pear, cold storage, skin disorder, black stain fruit

## 서 론

'신고' 배는 저온 저장의 경우, 온도 0°C, 상대습도 90% 조건에서 약 6개월 가량 상품성이 유지되며 controlled atmosphere(CA) 저장의 경우에도 O<sub>2</sub> 1%, CO<sub>2</sub> 1% 조건에서 8개월 정도 상품성이 유지되는 것으로 보고되고 있다(4, 6). 그러나 '신고' 배는 저장중에 여러 형태의 과피 장해현상이 나타나는데 대표적인 장해현상으로는 과피흑변과, 얼룩과, 탈피과를 들 수 있다. '신고' 배 얼룩과는 저장 말기에 과피에 먹물을 묻혀 놓은 듯한 현상이 발생하여 상품성을 저하시키는 요인이 되고 있다. 또한 재배중에도 발생되고 있어서 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나 아직까지 그 원인과 방지 방법에 대한 구멍이 미흡한 실정에 있다. 윤 등(23)에 의하면 얼룩과는 저장중에 곰팡이에 의해 발생한다고 추정하고 있으며 저장중에 얼룩과를 방지할 수 있는 방법에 대해서는 여러 연구자들에 의해 연구가 진

행되고 있는 상태에 있다. 따라서 본 연구는 '신고' 배 과피 장해현상 중 얼룩과의 원인 구명과 방지 방법을 확립하고자 일련의 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

'신고' 배는 1998년과 1999년도에는 충북 충주, 경기도 안성, 2000년도에는 경남 산청, 경기도 안성지역에서 수확하였는데 충북 충주, 경남 산청 지역은 얼룩과 발생이 비교적 많은 농가를 선택하였으며 시험 재료는 수확 시기에 맞추어 과피흑변과 방지를 위해 현장에서 약 7일간 예건 처리한 후 이용하였고, 예건 처리와 관련된 과실 중 무예건 처리는 곧바로 원예연구소 품질보전과 저온 저장실에 입고하였다.

### 재배조건

재배시에는 (주)농협아그로에서 개발한 'Agro' 봉지, (주)

Corresponding author : Yoon Pyo Hong postharvest Technology Division, NHRI, RDA, Suwon, 440-706, Korea  
E-mail : tca2005@Roca.go.kr

동보산업에서 개발한 'Yellow'(노루지) 봉지, (주)대성과수산업에서 개발한 'DS' 봉지, 일본 신문지가 원재료인 '신문' 봉지 등을 사용하였다.

### 저장조건 및 오존처리

저장 온도는 0°C, 기본 습도는 75~80%로 유지하였으며 고습 조건을 형성하기 위하여 30 $\mu$ m PE 필름을 이용하여 MA(modified atmosphere) 저장하였다. 오존 가스 처리는 오존발생기(O<sub>3</sub> generator, JIOTEC, Korea)를 이용하였고 오존 가스의 토출 농도는 20ppm 이었고 저장고 내의 오존 농도는 0.1~0.5ppm, 1~5ppm, 6~10ppm 등 3수준으로 조절하였다.

### 총페놀 정량

전페놀은 에탄올에 추출하여 Folin-Ciocalteu reagent에 반응시킨후 NaCO<sub>3</sub>를 넣어 640nm에서 흡광도를 측정하였다.

### Polyphenol oxidase 활성측정

Polyphenol oxidase 활성은 acetone powder를 만든 후 catechol을 기질로 넣어 30초 간격으로 5분동안 420nm에서 흡광도를 측정하여 1분동안 효소추출액 ml 당 0.001을 OD 값의 변화를 1 unit로 정의하여 사용하였다.

### 병원균 조사

병원균 분리는 감염된 '신고' 배 과실을 수집하여 얼룩 부위를 채취 후 70% 에탄올에 5분간, 1% 차아염소산나트륨에 1분간 표면 살균한 다음 한천배지에 배양하여 분리하였다. 분리된 균을 선별하여 potato dextrose agar(PDA)에 이식하고 계대 배양하면서 사용하였으며 포자의 형태와 크기 등을 조사하였고 병원균의 병원성 검정을 조사하기 위하여 '신고' 배 얼룩과에서 분리한 균주를 WALM에서 근자외선을 12시간씩 2주간 조사하면서 배양시켜 포자의 형성을 유도하여 공시하였고 포자 현탁액의 농도는 5 $\times$ 10<sup>5</sup>/ml로 하였다. 배양된 포자를 멸균수에 넣어 '신고' 배 과피 표면에 분무하여 병징의 발현 유무를 관찰하였으며 오존 가스에 대한 민감도를 조사하기 위하여 오존을 0.1~0.5ppm으로 발생시켜서 '신고' 배 과피 표면의 병징 발현 유무를 관찰하였다. 또한 얼룩과 균을 보다 자세히 관찰하기 위하여 주사전자현미경(Hitachi 2460N, Japan)으로 검정하였다.

## 결과 및 고찰

과대종류, 수확시기 및 저장중 환경조건과 얼룩과 발생의 관계

'신고' 배 수확 30일전의 얼룩과 발생률은 신문봉지가 가

장 높게 나타났으며 이후 수확기에도 비슷한 양상을 보였다 (Fig. 1). 김 등(12)은 봉지 종류별로 과피 얼룩과 발생 정도는 광투과량이 적고 투기성이 적은 봉지에서 발생이 심하였다고 하였으며 신문봉지에서 발생률이 많은 이유는 이중 봉지 중 바깥 봉지인 대외 봉지의 흡습성이 높고 안쪽 봉지인 대내 봉지의 투기성이 불량하기 때문이라고 했는데 본 실험에서도 신문봉지에서 얼룩과 발생률이 많은 이유가 김 등(12)이 지적한 바와 같기 때문이라고 생각된다. 수확 후 저온 저장 기간 중에 얼룩과와 습도와 상관을 구명하기 위하여 PE 필름 30 $\mu$ m에 밀봉하여 저장하였다. 그 결과 수확 30일전이나 수확시 전혀 얼룩과 발생을 보이지 않았던 Agro 봉지가 저장 180일 후 51%의 얼룩과 발생을 보여 PE 밀봉을 하지 않은 구의 24%보다 두 배의 높은 발생률을 보였으며 신문봉지, Yellow봉지, DS봉지 모두 PE 필름 밀봉 처리구에서 얼룩과 발생률이 높았다. PE 필름으로 밀봉하여 저온 저장하는 경우 얼룩과 발생이 심한 것은 높은 상대습도가 얼룩과 발생에 호조건인 것으로 간주되었으며 윤 등(23)이 보고한 바와 일치하였다. 이는 얼룩과와는 발생 양상이 차이가 있지만 '신고' 배 과피흑변과 발생에 있어서 높은 상대습도가 과피흑변 발생을 많이 유기시킨다는 최 등(1)의 결과와도 일치하였다. 저온 저장고내의 높은 상대습도는 과실의 경도를 유지시켜 줄 뿐만아니라 호흡량 및 증산을 감소시켜 과실의 품질을 유지시켜 주지만(8, 17) 얼룩과나 과피흑변과와 같은 장해현상의 발현에는 호조건을 형성하는

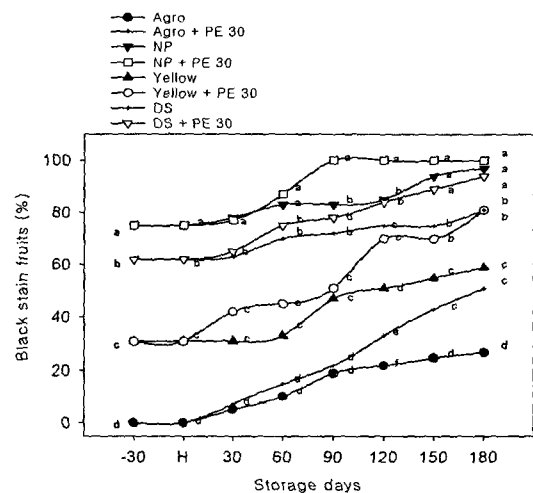


Fig. 1. Occurrence of black stain on 'Nütaka' pear fruit as influenced by bagging materials on the tree and by 30  $\mu$ m polyethylene(PE) film packaging during cold storage, 1998-99.

Abbreviations of the captions indicate manufacturers or product types of the bags. Agro, Nonghyup agro Co.; Yellow, Dongbo Co.; DS, Daesung Co.; NP, newspaper made in Japan. Plus PE (+ PE) treatment means postharvest packaging of fruits inside 30  $\mu$ m PE film. Same letters indicate insignificant differences among treatments on each period as determined by Duncan's multiple range test at 5% level.

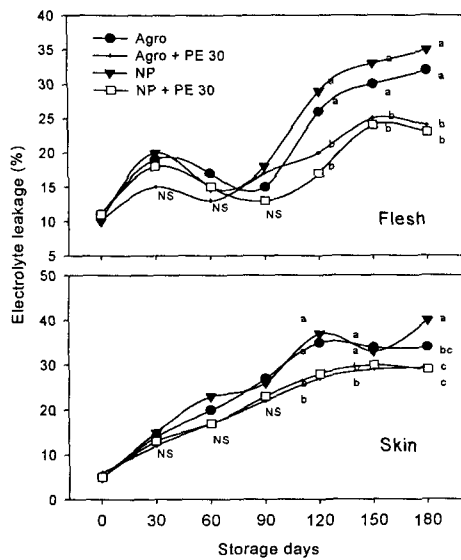


Fig. 2. Changes in electrolyte leakage of ‘Nittaka’ pear fruit as influenced by bagging materials on the tree and by 30  $\mu$ m polyethylene(PE) film packaging during cold storage, 1998-99.

Abbreviations of the captions indicate manufacturers or product types of the bags. Agro, Nonghyup agro Co.; NP, newspaper made in Japan. Plus PE(+ PE) treatment means postharvest packaging of fruits inside 30  $\mu$ m PE film. Same letters indicate insignificant differences among treatments on each period as determined by Duncan’s multiple range test at 5% level.

것으로 생각된다. ‘신고’ 배의 얼룩과는 과피와 관련된 장애이기 때문에 과피 세포의 손상 정도를 알아보기 위해 세포막의 투과성을 나타내는 과피와 과육의 전해물질 누출을 저장 기간 동안 조사한 결과 과육보다는 과피의 전해물질 누출이 높았으며 과피에서는 수확 후 지속적으로 증가하는 경향을 보였으나 과육에서는 초기에 증가하다가 감소하고 다시 증가하는 양상을 보였다(Fig. 2). 이와 같은 결과는 홍과 이(3)가 ‘신고’ 배 유대 재배 과실을 가지고 실험한 결과 과피와 과육에서 저온저장 기간중 나타나는 전해물질 누출 변화와 일치하여 ‘신고’ 배에 있어서 저온 저장중 전해물질 누출 변화의 전형적인 유형으로 보인다. 조사된 4처리구 중 PE 필름에 밀봉 저장된 ‘신고’ 배가 무밀봉된 처리구보다 전해물질 누출의 증가가 적었는데 이는 무밀봉 저장보다는 밀봉 저장이 습도 유지에 따른 과실 품질을 더욱 유지시킨다는 홍과 이(3)의 결과와도 일치하였다. 한편 ‘신고’ 배 수확 후 과피후변 발생을 억제하기 위하여 열처리한 배에서 전해물질 누출이 감소하였고(1, 4), Hirose(2)는 오이를 저장 전에 37°C에서 24시간 열처리했을 경우 chilling injury에 의한 전해물질 누출을 감소시킨다고 보고하였고 Lurie 등(18)은 사과 Golden Delicious 품종을 38°C에서 4일간 열처리하면 scald가 방지될 뿐만 아니라 0°C에서 5개월 저장한 후에도 전해물질 누출이 낮았다고 하였는데 이는 열처리에 의해 막구조의 견고성이 유지되기 때문인 것으로 보인다. 또한

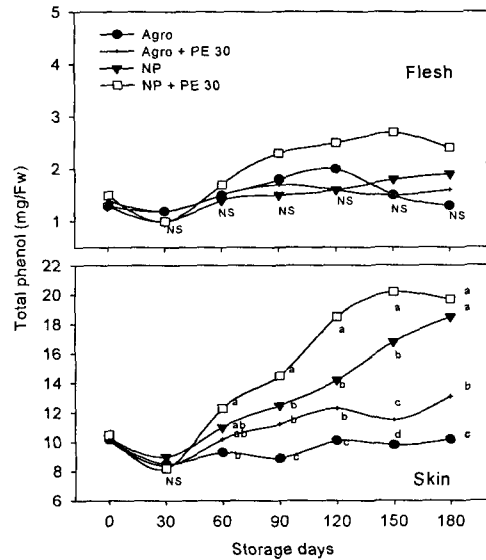


Fig. 3. Changes in total phenolic compounds of ‘Nittaka’ pear fruit as influenced by bagging materials on the tree and by 30  $\mu$ m PE film packaging during cold storage, 1998-99.

Abbreviations of the captions indicate manufacturers or product types of the bags. Agro, Nonghyup agro Co.; NP, newspaper made in Japan. Plus PE(+ PE) treatment means postharvest packaging of fruits inside 30  $\mu$ m PE film. Same letters indicate insignificant differences among treatments on each period as determined by Duncan’s multiple range test at 5% level.

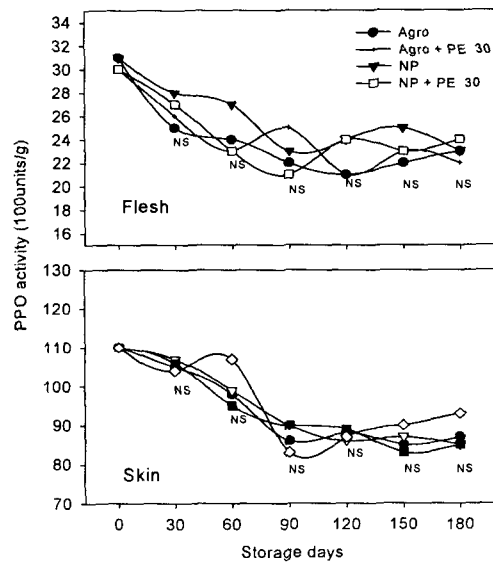
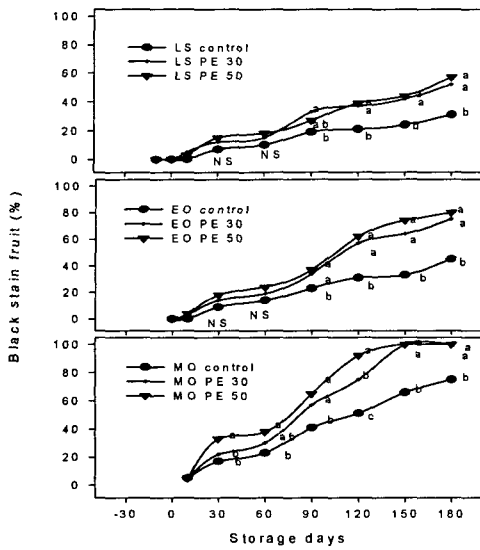


Fig. 4. Changes in PPO activity of ‘Nittaka’ pear fruit as influenced by bagging material on the tree and by 30  $\mu$ m PE film packaging during cold storage, 1998-99.

Abbreviations of the captions indicate manufacturers or product types of the bags. Agro, Nonghyup agro Co.; NP, newspaper made in Japan. Plus PE(+ PE) treatment means, postharvest packaging of fruits inside 30  $\mu$ m PE film. NS: non-significant by duncan’s multiple range test at 5% level.

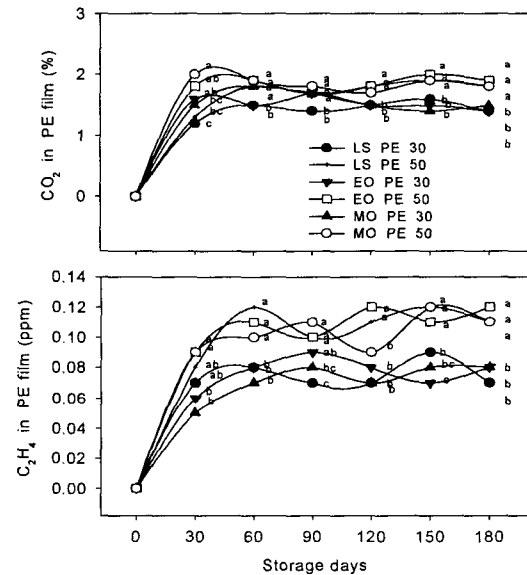


**Fig. 5. Occurrence of black stain on the 'Niiitaka' pear fruit during cold storage as influenced by harvest dates and postharvest 30 μm polyethylene film packaging.**

LS, late September; EO, early October; MO, mid October. PE 30 and 50 indicates postharvest packaging treatments with 30 μm or 50 μm PE film. Same letters indicate insignificant differences among treatments on each period as determined by Duncan's multiple range test at 5% level.

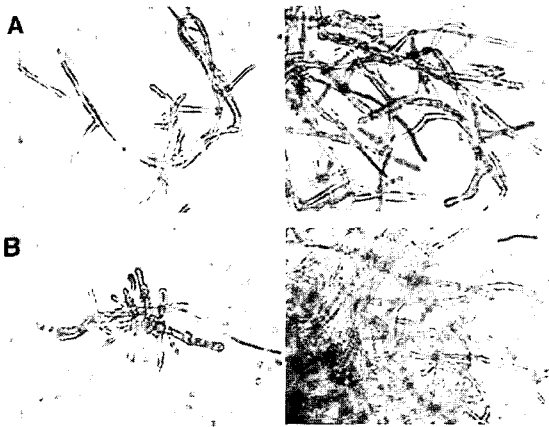
양(21)은 '신고' 배 과피흑변 억제를 위해 CO<sub>2</sub> 1.2%, O<sub>2</sub> 1.2%조건에서 CA저장한 배가 CO<sub>2</sub> 3%, O<sub>2</sub> 20%에서 CA저장한 배보다 전해물질 누출이 낮게 유지되어 과피흑변을 억제할 수 있다고 했는데 이런 결과들을 종합해 볼 때 '신고' 배 과피흑변 현상의 억제를 위해서는 과실에서 전해물질 누출이 낮게 유지가 되어야만 장해현상을 억제시킬 수 있다는 결론을 도출할 수 있는데 본 실험에서 PE 필름 밀봉구에서 전해물질 누출의 감소는 있었지만 얼룩과 발생은 무밀봉 저장보다 높은 결과로 보아서 과피흑변 발현 억제시 나타나는 전해물질 누출의 감소와 얼룩과 발생이 많은 PE 필름 밀봉구에서의 전해물질 누출의 감소와는 상관이 없는 것으로 여겨져 과피흑변과 얼룩과의 발현 기작에는 차이가 있는 것으로 보여진다. '신고' 배 저온 저장 기간 중 전폐놀의 함량 변화를 보면 과육에서는 처리간 차이가 없이 초기에 감소하다가 증가하여 일정 수준을 유지하고 있으며, 과피에서는 저장 60일 이후에 증가하고 있는데 신문봉지로 재배하였던 과실은 PE 필름 밀봉 유무에 관계없이 다른 두 처리구보다 많은 증가를 보이고 있다(Fig. 3). 신문봉지로 재배하였던 과실은 저장중 PE 필름 밀봉 유무에 관계없이 얼룩과가 저장 180일에 거의 100% 가 발생하였는데 이는 전폐놀의 함량 증가와 관계가 있는 것으로 추정되며 얼룩과 발생과 전폐놀과 정의 상관성을 보인 윤 등(23)의 결과와 일치하였다. 일반적으로 '신고' 배에 있어서 전폐놀의 함량은 저온 저장 기간 중에 일정한 수준으로 유지되는 것으로 알려져 있으며

과피흑변 현상이 많이 나타날수록 감소하는 것으로 보고되고 있다(11, 13). PPO 활성은 과육보다는 과피에서 이 높았으며 수확 후 저장 기간 내내 조사된 4처리구에서 꾸준히 감소하는 경향을 보이고 있다(Fig. 4). 일반적으로 갈변 또는 흑변과 같은 식물 조직의 변색에는 조직내 페놀화합물의 산화가 관련되어 있음은 잘 알려져 있는데 김(13), 이와 황(16), 그리고 강(11)은 금춘추 또는 '신고' 배의 흑변 과실 또는 흑변 부위는 정상 부위에 비하여 PPO의 활성이 높을 뿐만 아니라 페놀화합물의 함량이 낮음을 관찰하고 이는 PPO의 산화 작용에 의해 조직내 페놀화합물이 흑변 물질로 변화하였기 때문으로 보았다. 본 실험에서 과육이나 과피에서의 PPO 활성은 4처리간에 뚜렷한 차이를 볼 수가 없었고 윤 등(23)이 보고한 '신고' 배 저온 저장중 PPO 활성은 과육보다는 과피에서 높았다는 결과와 일치하였다. 그러나 앞서 신문봉지로 재배하였던 과실을 PE 필름으로 밀봉하지 않았던 처리구에서 전폐놀 함량 증가를 가져올 수 있는 요인으로 PPO 활성이 낮아야 하는데 Fig. 4에서 보는 바와 같이 PPO 활성이 다른 처리구와 비교하여 차이가 없는 사실로 비추어 볼 때 얼룩과가 많이 발생하는 요인은 PPO 활성 증가에 따른 전폐놀의 감소와는 상관이 없는 것으로 간주된다. 수확 시기의 조만에 따른 얼룩과 발생 정도의 차이를 조사한 결과 수확시기가 늦을수록 얼룩과 발생이 많았다(Fig. 5). 한편 수확된 '신고' 배를 30 μm, 50 μm의 PE 필름



**Fig. 6. Accumulation of CO<sub>2</sub> and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> on the 'Niiitaka' pear fruit during cold storage as influenced by harvest dates and postharvest 30 μm PE film packaging.**

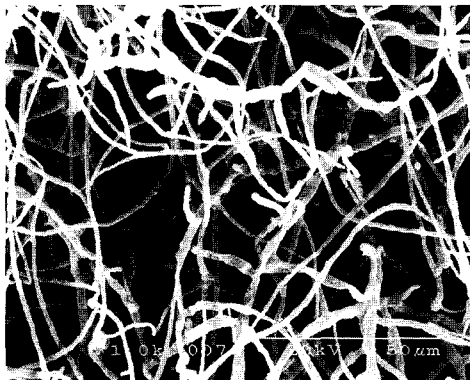
LS, late September; EO, early October; MO, mid October. PE 30 and 50 indicates postharvest packaging treatments with 30 μm or 50 μm PE film. Same letters indicate insignificant differences among treatments on each period as determined by Duncan's multiple range test at 5% level.



**Fig. 7. Conidial shapes and acervulus of *Gloeodes pomigena* isolated from black stain ‘Niitaka’ pear fruit skin.**  
 A, One- (left) or two-septate (right) spores (×400); B, Three- (left), four- (right), or five-septate spores (×400).



(A)



(B)

**Fig. 8. Scanning electron micrographs of the conidial shapes and acervulus of *Gloeodes pomigena* isolated from black stain ‘Niitaka’ pear fruit skin.**  
 A, Colony separated from black stain pear fruit skin(×1k); B, Colony separated from black stain pear fruit skin(×20k).

에 각각 밀봉 저장하였던 경우 PE 필름 밀봉을 하지 않은 처리구보다 상당히 높은 얼룩과 발생을 보였다. 이와 같은 결과는 저장시 높은 상대 습도에 기인한 것으로 판단된다.

이를 뒷받침 할 수 있는 또 다른 근거는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 PE 필름 두께에 따라 이산화탄소, 에틸렌 축적이 다소간 차이가 있는데도 불구하고 얼룩과 발생률에서는 차이를 보이지 않음으로 이산화탄소나 에틸렌이 얼룩과 발생에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. PE 필름 밀봉에 의한 높은 상대습도, 그리고 수확 시기가 늦어질수록 얼룩과 발생이 높았던 본 실험의 결과는 홍 등(7)의 보고와 일치하였다.

**얼룩과 원인균 구명 및 병원성 검정**

육안으로 보이는 얼룩과를 실체 현미경을 통하여 관찰하여 보면 과피를 중심으로 정상과는 깨끗해 보이지만 얼룩과는 검은색의 이물질이 과실 표면의 코르크층으로 보이는 곳에 많이 부착되어 있는 것을 관찰할 수 있었다. 이렇게 과실 표면에 부착된 이물질을 실체 현미경으로 보면서 곰팡이로 보이는 균을 채취하여 WA 배지에 배양하고 균사 조직이 어느 정도 자랐을 때 PDA 배지에 계대 배양하면서 형태적 특징을 살펴보았다. 얼룩과의 분리균을 동정하기 위하여 배양된 균을 채취하여 광학현미경으로 관찰한 결과 균사의 모양은 다양한 모양을 하고 있는데 길이에 차이가 있었지만 기본적으로는 막대 모양을 하고 있으며 격막이 있는 부위는 약간 잘룩한 모습이었다(Fig. 7). 격막이 하나 혹은 둘이 있는 포자는 길이가  $3.06 \times 15.0 \pm 1.5 \mu\text{m}$  정도이고 격막이 3, 4, 5개가 있는 포자의 길이는  $3.0 \sim 3.5 \times 25.0 \pm 2.5 \mu\text{m}$  정도이며 이들 균사들은 일련의 연속체를 형성하고 있었다. 이와 같은 형태적 특성은 Jones와 Aldwinckle(9), 小林 등(14), 그리고 Johnson 등(10)이 배와 사과에서 과실 재배 중에 발생하는 ‘Sooty Blotch’의 원인균으로 보고된 *Gloeodes pomigena*와 형태적 모습과 비슷하였다. 이 연구자들은 *G. pomigena*의 형태적 특징에서 원론적으로 균사는 크게 4가지 유형으로 분류할 수 있지만 이 4가지 유형을 정확히 분류하기란 어렵거나 불가능하다고 하였고 본 실험에서도 균사의 모양이 몇가지 유형임을 발견할 수는 있었지만 정확히 4가지 유형을 모두 발견하지는 못하였다. 형태적으로 보다 정확히 얼룩과의 분리균을 동정하기 위하여 ‘신고’ 배 얼룩과에 감염된 과피 표면과 과피에서 채취하여 배양된 균사체를 주사 전자현미경(SEM)으로 비교 검정하였다(Fig. 8). ‘신고’ 배 얼룩과 과피에 묻어 있는 균은 약 6개월간 저온( $0 \sim 1^\circ\text{C}$ )에서 지속적으로 성장한 균사들이고 배양된 균은 15일간 배양실( $23 \pm 1^\circ\text{C}$ )에서 성장된 균들인데 Fig. 8에서 보는 바와 같이 ‘신고’ 배 얼룩과 표피에서 1,000배로 촬영된 균사의 모양에서 격막이 있는 포자가 많이 형성되어 있는 것을 볼 수 있고 배양실에서 성장된 균사들은 격막이 드물게 있는 것을 볼 수 있는데 이 균의 성장 특성상 저온에 장기간 노출되면 Fig. 8B와 같이 격막이 많은 포자를 형성한다고 하였다(14). 따라서 ‘신고’ 배 얼룩과 과피에서 채취된 균과 배양실에서 배양된 균과는 동일균으로 추정되어진다.

### 결룩과 방지를 위한 오존 가스 효과

‘신고’ 배 수확 후 저온 저장중 얼룩과 발생을 억제하기 위해 예건, 열처리, 화학제 처리를 하였으나 어느 정도는 효과가 인정되었으나(테이타 미세시) 생력적인 처리방법이 되지 못하여 저장고내에서 오존 가스를 적용하여 얼룩과를 효과적으로 방지하고자 하였다. ‘신고’ 배 저장 초기부터 0.1~1.5ppm의 오존 가스를 저장 150일간 처리하였을 때 대조구에서 얼룩과가 45% 발생하였는데 오존 가스 처리에서는 얼룩과가 전혀 발생되지 않았다. 그러나 1~5ppm, 6~10ppm 처리구에서는 얼룩과를 전혀 발생시키지 않았으나 1~5ppm 처리구에서는 저장 60일 이후에, 6~10ppm 처리구에서는 저장 30일 이후에 ‘신고’ 배 과피에 이상 흑반이 생기는 증상을 보였다(Table 2). 오존 가스는 발생 농도에 따라 살균력이 다르다고 알려져 있으며(20), Norton 등(19)은 cranberries의 Early Black 품종은 오존 가스 0.6ppm에서 장해를 받는다고 하였고 Kuprianoff(15)는 사과에서 10ppm 이상의 오존 가스에 수 시간 동안의 노출은 이상과를 발생시킨다고 보고하였다. ‘신고’ 배에 오존 가스를 적용한 사례는 본 실험이 최초였는데 이 실험의 결과로 볼 때 오존 가스 1ppm 이상의 농도에서 2개월 이상 지속적으로 노출되는 것은 과피에 이상 흑반을 일으킬 수 있는 결과를 초래하기 때문에 1ppm 이상의 농도는 회피하는 것이 바람직하며 이는 米肉(22)가 청과물에 오존가스를 적용할때는 0.1~0.5ppm의 농도가 안전하다고 보고한 결과와 일치하였다. 이상과 같은 소규모 실험실에서의 결과를 가지고 농가 저온 저장고(81m<sup>3</sup>)에서 오존 가스 농도를 0.1~0.5ppm으로 적용하였을 때의 얼룩과 발생률을 조사한 결과, 저장 150일 기간 중에 오존 가스를 발생시키지 않은 대조구 저장고는 얼룩과가 43% 발생하였지만 오존 가스 처리 저장고는 전혀 얼룩과가 발생되지 않았다(Table 2). 한편 얼룩과를 발생시키는 원인균인 *G. pomigena*의 특징은 활력이 상당히 떨어지고 특히 저온에서는 균생장의 진행속도가 늦은 것으로 알려져 있는데 이미 병원균에 감염된 ‘신고’ 배에 오존 가스를 처리했을 경우 얼룩과 발생의 진행 추이가 어떤지를 살펴보았다. 얼룩과가 비교적 많이 발생하는 과수원에서 채취된 ‘신고’ 배를 실험실 저온 저장고에 50일간 저장을 했을 경우 얼룩과가 21% 발생되었는데 이때부터 오존 가스를 0.1~0.5ppm으로 발생시켰을 경우 저온 저장 100일 후에 대조구가 51% 발생하여 2.4배가 증가한 반면 오존 가스 처리구는 더 이상 얼룩과 발생에 진전이 없었다(Table 3). 이상의 결과를 가지고 농가 저온 저장고(81m<sup>3</sup>)에 적용한 결과 저온 저장 100일 후에 대조구 83%가 발생하여 오존 가스 적용 전과 비교하면 1.7배나 증가하였고 오존 가스 처리구는 실험실에서와 마찬가지로 얼룩과 발생에 진전이 없었다. 위의 결과를 종합해 보면 ‘신고’ 배에 있어서 저온 저장중 얼룩과 발생 방지를 위한 오존 가스의 적정 농도는 0.1~0.5 ppm이며 열처리, 화

학제 처리와 비교하여 볼 때 생력적이면서도 효율적으로 얼룩과 방지가 가능함을 확인할 수 있었다.

**Table 1. Disease severity on the skin of ‘Niitaka’ pear fruit inoculated with *Gloeodes pomigena*.**

Temperature	Days after inoculation					
	0	5	10	15	20	25
	Disease severityz					
Room temp.	-	+	+	+	++	+++
Low temp.	-	-	-	-	-	+

<sup>z</sup> : no lesion developed, + : lesion developed 1-10% on skin, ++ : lesion developed 11-30% on skin, +++ : lesion developed 31-100% of skin.

**Table 2. Inhibition affects of O<sub>3</sub> on the occurrence of black stain on ‘Niitaka’ pear fruit during cold storage.**

Storage location	O <sub>3</sub> concentration (ppm)	Storage days					
		0	30	60	90	120	150
		Black stain fruit(%)					
NHRI <sup>z</sup>	Control	0	0	7	27	38	45
	0.1 - 0.5	0	0	0	0	0	0
	1 - 5	0	0	0	<sup>y</sup>	-	-
	6 - 10	0	-	-	-	-	-
Farm	Control	0	4	12	25	36	43
	0.1-0.5	0	0	0	0	0	0

<sup>z</sup>NHRI, National Horticultural Research Institute.

<sup>y</sup>Damaged fruit by O<sub>3</sub> treatment.

**Table 3. Effect of postharvest 50-day O<sub>3</sub> treatments on the incidence of black stain on ‘Niitaka’ pear fruit during cold storage.**

Storage location	O <sub>3</sub> concentrations (ppm)	Storage days					
		0	20	40	60	80	100
		Black stain fruit(%)					
NHRI <sup>z</sup>	Control	21	25	32	35	43	51
	0.1 - 0.5	21	21	21	21	21	21
Farm	Control	47	58	63	63	71	83
	0.1 - 0.5	47	47	47	47	47	47

<sup>z</sup>NHRI, National Horticultural Research Institute.

## 요 약

얼룩과는 배 재배중에 사용하는 봉지 종류에 따라 수확시 발생률이 다른데 흡습성과 투기성이 불량한 이중 봉지인 신문 봉지를 사용한 경우 수확시 발생률이 75%로 가장 높았

으며 저온 저장중에는 습도가 높을수록 많이 발생하여 저장 180일까지 폴리에틸렌 필름 밀봉구에서 54~100% 까지 발생하였다. 또한 수확 시기가 늦어질수록 얼룩과 발생이 많아져 관행 수확기보다 일주일 빠른 9월 하순에 수확한 배보다 10월 초순이나 10월 중순에 수확한 배는 저장중에 각각 1.5, 2.4배나 높은 발생률을 보였고 저장중 폴리에틸렌 필름 두께에 따라서는 얼룩과 발생률이 차이가 없었다. 얼룩과의 발현 원인이 미생물로 추정되어 과피에서 분리균을 채취, 배양하여 형태적으로 관찰한 결과, 원인균은 *Gloeodes pomigena*와 유사한 균으로 추정되었다. 저온 저장고 내에서 0.1~0.5ppm의 오존 가스를 처리하면 저장 180일까지 얼룩과가 전혀 발생하지 않았으며 얼룩과 발생 이후에 오존 가스를 처리해도 얼룩과의 진전을 막을 수 있었다.

### 참고문헌

1. 최성진, 홍윤표, 김영배 (1995) 신고 배의 저온 저장중 과피흑변의 발생 방지를 위한 저장 전처리. 한원지, 36, 218-228
2. Hirose, T. (1985) Effects of pre- and interposed warming on chilling injury, respiratory rate, and membrane permeability of cucumber fruits during cold storage. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 53, 459-466
3. 홍지훈, 이승구 (1997a) ‘신고’ 배의 유대 재배과와 무대 재배과의 수확 후 품질 변화. 한원지, 38, 396-398
4. 홍지훈, 이승구 (1997b) 수확 후 열처리가 ‘신고’ 배의 저장성 및 흑변에 미치는 영향. 한원지, 38, 506-509
5. 홍성식, 홍윤표, 정대성, 김영배 (1995) 신고 배 CA 저장 시험. 원예연구소 시험연구보고서 저장이용연구편, pp. 483-494
6. 홍세진, 김명수, 박세원, 신일섭 (1998) 조생종 배 과실의 성숙 중 당과 산의 함량 및 식미의 변화. 한원지, 39, 408-411
7. 홍윤표, 홍성식, 이종석 (1999) 배 저장 중 생리장해 원인 구명 및 방지 연구. 1999년도 원예연구소 시험연구보고서 저장이용편, pp. 389-394
8. 홍윤표, 홍성식, 정대성, 김영배 (1996) 사과 주요 품종의 상온 유통 기간 및 저온저장 한계기 설정. 한원지 논문발표요지, 14, 154-155
9. Jones, A.L. and Aldwinckle. H.S. (1990) Compendium of apple and pear diseases. Amer. Phytopathol. Soc. pp. 20-22
10. Johnson, E.M., Sutton, T.B. and Hodges, C.S. (1997). Etiology of apple sooty blotch disease in North Carolina. Phytopathology 87, 88-95
11. 강호경 (1996) 저온 저장중 ‘신고’ 배의 과피흑변 방지에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문, p 87
12. 김점국, 박희승, 이한찬, 송기철 (2000) 배 과실의 생육기 발생하는 과피얼룩과 발생요인 구명. 2000년도 원예연구소 시험연구보고서, 과수재배편 pp. 130-132
13. 김정호 (1974) 동양배 금촌추 품종의 저장중에 발생하는 과피흑변 현상의 유기요인 및 그 방지에 관한 연구. 한원지, 16, 1-25
14. 小林亭夫, 荷部恭久, 我孫子和雄 (1992) 植物病原菌類図説. 全國農村教育協會, pp. 378-379
15. Kuprianoff, J. (1953) The use of ozone in cold storage of fruits. J. Food Sci. 18, 257-342
16. 이재창, 황용수 (1992) 배 수출 모델 개발 및 상품성 향상에 관한 연구. 제 5장 흑변 발생에 따른 조직의 생화학적 변화와 그 발생 요인. 배 수출 모델 개발 및 상품성 향상에 관한 연구. 과기처 특정연구개발 사업보고서, pp. 88-99
17. 임병선, 이종석, 홍성식, 최선태, 김휘찬, 김영배, 이재창, 황용수 (1998) 저온 저장고의 습도 조건이 ‘신고’ 배 과실의 품질에 미치는 영향. 한원지 39, 736-740
18. Lurie, S., Othman, S. and Borochov. A. (1995) Effects of heat treatment on plasma membrane of apple fruit. Postharvest Biol. Technol. 5, 29-38
19. Norton, J.S., Chang, A.J. and Demomnville. I.E. (1968) The affect of ozone on storage of cranberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93, 792-796
20. Xu, L. (1999) Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. Food Technology 53, 58-63
21. Yang, Y. J. 1997. Effect of controlled atmospheres on storage life in ‘Nütaka’ pear fruit. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 38, 734-738
22. 米肉伸一 (1995) オゾンによる氣相・液相の殺菌効果. 新版オゾン利用の新技術, pp. 120-121
23. 윤상돈, 홍윤표, 목일진, 이종석 (1995) ‘신고’ 배 저장중 과피 얼룩 반점 발생에 관여하는 요인. 한원지, 41, 523-525

(접수 2003년 9월 8일, 채택 2003년 10월 9일)