

## 사과과실 저장성에 미치는 에틸렌흡착제의 효과

안영직, 최종승, 민병훈, 이경욱  
배재대학교 원예학과

### Effect of Ethylene Adsorbent on Apple Fruit Quality during Storage

Young-Jik Ahn, Jong-Seung Choi, Byung-Hoon Min, Kyoung-Uk Yi  
*Dept. of Horticulture, Pai Chai University*

사과 과실의 PE필름 포장 저장 중 에틸렌을 제거하여 저장성을 증대시키기 위한 에틸렌흡착제의 사용이 과실의 저장력에 미치는 영향을 조사하고 자 본 시험을 수행하였다. 에틸렌흡착제 처리는 저장 중 경도저하가 현저하게 억제되었고 흡착제양이 많을수록 억제효과가 크게 나타나는 경향을 보였으나 과실의 당함량과 산함량에는 영향이 없었으며, 과실의 에틸렌 발생량과 호흡량이 감소되었다. 에틸렌흡착제의 처리량은 과실 10kg 당 30g 이상이 적당하였다. .

This experiment was conducted to investigate the effect of ethylene adsorbent removing ethylene gas produced from apple fruits in poly ethylene film bag storage. The treatment of ethylene adsorbent was not effected the change in soluble solids and organic acid content of fruits. The fruit softening was remarkably delayed by the absorbent treatment, and the more amount of it was the more effective. The ethylene evolution and respiration of fruits reduced or decreased by this treatment during storage. The ethylene adsorbent for 'Fuji' apple fruit was effective more than 30g per 10kg fruits.

**Key words** : Ethylene adsorbent, Ethylene, Fruit storage, Fruit firmness, Respiration

### 1. 서 언

과실은 신선하며 품종 고유의 특성을 유지한 상태로 유통되어 소비되는 것이 이상적이라 할 수 있다. 과실은 특히 수분함량이 많아 수확 후 저장성이 매우 약한 특성이 있고 저장 중 각종 생리장해의 발생으로 인하여 품질이 저하되기 쉽기 때문에 선도유지가 어렵다.

따라서 저장기간 중 품질저하를 방지하기 위하여 저장온도, 저장습도, 저장고 또는 저장용기 내의 공기조성의 조절, 피막제의 도포, poly ethylene(PE) 필름 포장, 선도유지제 사용 등의 여러 분야에서 연구가 수행되어 왔다(Porritt, 1964; 朴 等, 1970; 笹島 等, 1983; Little, 1987;

大久保, 1988; Lau, 1990; 張 等, 1991). 이러한 연구는 궁극적으로 과실의 호흡을 조절하여 양분의 소모와 생리작용을 억제 또는 지연시켜 저장성을 향상시키는 데 그 목적이 있다.

과실의 호흡은 여러가지 요인에 의하여 영향을 받지만 특히 과실의 에틸렌 발생과 밀접한 관계가 있다. 식물체 내에서 methionine을 전구물질로 하여 생성되는 에틸렌은 과실의 성숙과 노화를 촉진하는 것으로 알려져 있다. 또한 저장 중 과실로부터 발생된 에틸렌은 다시 과실에 영향을 미치는 자기촉매 작용을 하여 과실의 노화를 촉진하게 된다(下川, 1988). 따라서 저장 중 에틸렌 발생을 억제하거나 그 농도를 낮게 유지함으로써 저장력을 증진시킬 수 있다.

과실로부터 발생된 에틸렌을 제거하는 방법으로는 촉매분해와 화학적 흡착 그리고 자외선조사 등이 있는데(Blanpied, 1990), 이중 실용적으로는 화학적 흡착에 의한 방법이 주로 이용되고 있다. 즉 강산화제인 과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>)용액을 산화알루미늄입자에 흡착시켜 'Purafil'이란 상품명으로 외국에서는 제조 판매되고 있고(Blanpied, 1985), 우리나라에서는 아직 시판되지는 않고 여러 연구가 수행되어 왔다(Park과 Lee, 1992; Lee, 1992; 黄等, 1993). 본 연구는 前報(안 등, 1995)에서 에틸렌 흡착효과가 우수한 브롬산칼륨(KBrO<sub>3</sub>)용액을 입상활성탄에 흡착시켜 제조한 에틸렌흡착제를 사용하여 과실의 저장 중 생리적 변화 양상과 저장성에 미치는 영향을 밝히고 자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

농가에서 재배되는 '후지' 사과를 10월 27일 수확하여 충분히 예냉하여 속도가 비슷하고 정상적으로 발육한 상처없는 과실을 선택하여 공시재료로 이용하였다. 공시과실은 경도 1.9kg, 산도 3.98%와 당도 14.8%인 것을 무게가 260~290g을 소과, 290~320g을 중과, 320~340g을 대과로 구분하여 6과씩 저밀도 poly ethylene 필름(두께 0.04mm) 봉지에 넣었다. 그리고 에틸렌흡착제(황산 혼합처리 15% KBrO<sub>3</sub>)를 과실 10kg 당 0, 15, 30, 60, 90g을 각각 넣고 밀봉하여 3반복으로 저장하였으며 저장 94일까지는 상온에서, 그 이후는 5°C±2에서 저장하였다. 저장 중 과실특성(경도, 산도, 당도), 에틸렌 발생량, 과실 내부 에틸렌농도, 호흡량을 저장 94일부터 20일 간격으로 4회에 걸쳐 조사하였다. 과실특성 중 경도는 과실경도계(KM hardness tester)를 사용하여 과피를 제거한 과육의 경도를 측정하였고, 총산함량은 과즙 10ml를 0.1N NaOH로 적정한 후 사과산으로 환산하여 표시하였으며, 당함량은 굴절당도계(ATAGO N1)를 사용하여 과즙의 가용성고형물을 측정하였다. 과실의 에틸렌 발생량은 4620ml의 밀폐된 플라스틱 용기에 4과씩 넣어 18~20 시간 동안 실온에 방치한 후 주사기로 용기 내 가스를 채취하여 GC로 측정하였다. 과실의 내부 에틸렌은 진공 포집법(Saltveit, 1982)으로 포집하여 GC로 측정하였다. 과실의 호흡량은 데시케이터에 과실을 넣고 18~20시간 동안 2N KOH로 CO<sub>2</sub>를 흡수시킨 다음 0.2N HCl로 적정

하여 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 저장 중 과실의 특성변화

과실을 PE필름으로 밀봉할 때 에틸렌흡착제(황산을 혼합처리한 KBrO<sub>3</sub>)를 함께 넣어 저장 중 과실의 경도에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 1과 같다.

Table 1. Effect of ethylene adsorbent(KBrO<sub>3</sub>) on the fruit firmness<sup>z</sup>(kg) of 'Fuji' apple in poly ethylene film bag storage.

Adsorbent <sup>y</sup> (g)	Days after harvest			
	94	115	134	154
.0	0.68b <sup>x</sup>	0.65b	0.61c	0.65b
15	1.40a	1.55a	1.22b	1.33a
30	1.60a	1.44a	1.42a	1.43a
60	1.58a	1.47a	1.56a	1.46a
90	1.64a	1.60a	1.52a	1.45a

<sup>z</sup> Fruit firmness before storage was 1.9kg.

<sup>y</sup> Amount of ethylene adsorbent per 10kg fruit.

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

저장 당시 과실의 경도는 1.9kg이었는데 무처리구에서는 저장 94일 후의 경도는 0.68kg으로 현저히 낮아졌으며 그 이후부터 154일까지 경도의 변화는 거의 없었다. 그러나 15g의 흡착제 처리에서는 저장 94일 후에도 경도가 1.4kg으로 무처리구의 0.68kg보다 2배가 높았으며 154일 후에도 1.33kg으로 비교적 높은 경도를 유지하였다. 15g 이상의 흡착제 처리간에는 유의차가 없었으나 흡착제의 처리량이 많을수록 과실의 경도는 비교적 높게 나타났다.

이상의 결과에서 과실 10kg 당 흡착제량은 30g 이상이 적당하다고 생각되었다. Park과 Lee(1992), 嚴(1993)은 에틸렌흡착제는 과실 저장 중 경도저하를 지연시키고, 품질저하를 억제한다고 하였다. 본 실험에서도 에틸렌흡착제 처리는 과실 경도저하가 현저히 억제되어 이들의 보고와 일치하였다. Pratt과 Goeschl(1969)에 의하면 ethylene이

노화하는 조직에서 호흡활성의 증가, polygalacturonase, peroxidase, lipoxidase, α-amylase, polyphenol oxidase 및 phenylalanine ammonia-lyase 등의 효소활성의 증가, 막투과성의 증대 및 옥신의 전류나 대사작용의 변화 등을 일으킨다고 하였다. 따라서 과실의 경도저하가 억제된 것은 에틸렌흡착제 처리로 과실로부터 발생된 에틸렌을 흡착하여 과실의 노화를 억제시키므로 과실의 연화가 둔화되었기 때문이라고 생각되었다.

Table 2. Effect of ethylene adsorbent(KBrO<sub>3</sub>) on the titratable acidity(%) of 'Fuji' apple fruit in poly ethylene film bag storage.

Adsorbent <sup>y</sup> (g)	Days after harvest		
	94	134	154
0	2.19a <sup>x</sup>	1.64a	1.45b
15	1.79b	1.51a	1.83ab
30	1.81b	1.72a	1.76ab
60	1.90ab	1.79a	2.08a
90	2.01ab	1.65a	1.77ab

<sup>z</sup> Titratable acidity of fruit before storage was 3.98%.

<sup>y</sup> Amount of ethylene adsorbent per 10kg fruit.

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

에틸렌흡착제를 처리하여 저장 중 과실 산함량의 변화상태는 표 2와 같다. 저장 후 94일에 과실 산함량은 무처리구에서 2.19%로 90g 처리구에서의 2.01%와는 큰 차이가 없었다. 저장 후 134일에서도 무처리와 흡착제 처리구에서의 산함량은 각각 1.64%와 1.65%로 처리간 차이가 없었다. 그러나 154일에서는 무처리구에서의 산함량은 1.45%이었으나, 15g 처리에서는 1.83%이었고 90g 처리는 1.77%이었다. 이상의 결과에서 과실의 산함량은 저장초기에는 무처리구와 흡착제 처리구간에는 뚜렷한 차이가 없었으나 저장기간이 경과할수록 흡착제처리가 무처리보다 높았다.

에틸렌흡착제 처리량이 과실당도에 미치는 영향은 표 3과 같다. 과실의 당도는 저장 후 134일까지는 무처리구와 흡착제 처리구간에 차이가 없었으나 저장기간이 길어짐에 따라 무처리구와 흡착제 처리구간에 다소의 차이가 있었다. 즉 저장 후 154일에서는 무처리구에서의 당도는 13.3%이었으나 15~60g의 처리구에서는 14.1~14.7%로

무처리보다 높게 나타났다. 장기저장에서는 흡착제 처리가 과실 당함량 유지에 효과적인 결과에 관하여는 추후 자세한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

Table 3. Effect of ethylene adsorbent(KBrO<sub>3</sub>) on the fruit soluble solids(%) of 'Fuji' apple in poly ethylene film bag storage.

Adsorbent <sup>y</sup> (g)	Days after harvest			
	94	115	134	154
0	13.3a <sup>x</sup>	14.0a	13.9a	13.3b
15	12.7a	13.5a	14.0a	14.4ab
30	14.1a	13.5a	13.7a	14.1ab
60	13.3a	14.3a	13.1a	14.7a
90	13.7a	13.5a	13.3a	13.3b

<sup>z</sup> Soluble solids of fruit before storage was 14.8%.

<sup>y</sup> Amount of ethylene adsorbent per 10kg fruit.

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

2. 저장 중 호흡활성과 에틸렌발생의 변화

'후지' 사과에 에틸렌흡착제를 처리하여 저장한 후 호흡량, 과실내부 에틸렌농도 및 에틸렌발생량을 조사하였다. 그림 1은 에틸렌흡착제(KBrO<sub>3</sub>) 양에 따라 저장 중 호흡량에 미치는 영향을 조사한 것이다. 무처리구에서는 저장 후 94일에 호흡량은 8.66mg/kg/hr이었으나 134일에는 다소 증가하여 15.36mg/kg/hr이었고 저장 154일에는 감소하여 12.5mg/kg/hr이었다.

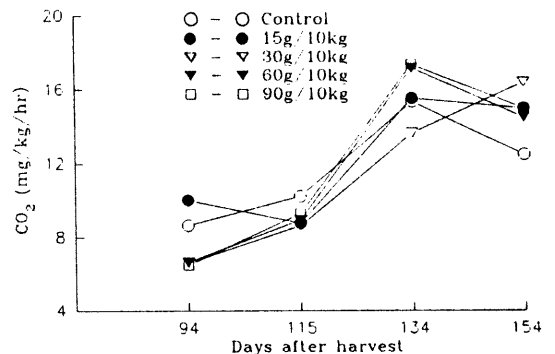


Fig. 1. Effect of ethylene adsorbent(KBrO<sub>3</sub>) on the respiration of 'Fuji' apple fruits during storage.

15g 처리구에서는 호흡량이 저장 후 94일에 10.02mg/kg/hr으로 무처리구보다 높았으며 134일에는 15.53mg/kg/hr으로 다소 증가하였고 154일에는 약간 감소하였다. 60g 처리구와 90g 처리구에서의 변화는 15g 처리구와 비슷한 경향이었으나 134일에는 약간 높았다. 그러나 30g 처리구는 타처리와는 달리 저장 후 94일부터 호흡량이 계속 증가되는 경향이 나타났다. 白等(1990)은 '후지' 사과를 6°C에서 PE필름으로 밀봉저장하였을 때 저장 후 2주에 호흡의 최대를 보이고 저장 4주에는 호흡량이 최저치를 이룬 후 저장 14주까지 점진적인 호흡의 증가를 가져왔다고 하였다. 본 실험에서 134일에 호흡의 최대치를 이루는데 이는 첫 조사일(저장후 94일) 이전에 최대의 호흡을 이룬 후 호흡이 감소하다가 다시 호흡의 증가를 가져온 것으로 추정되었다.

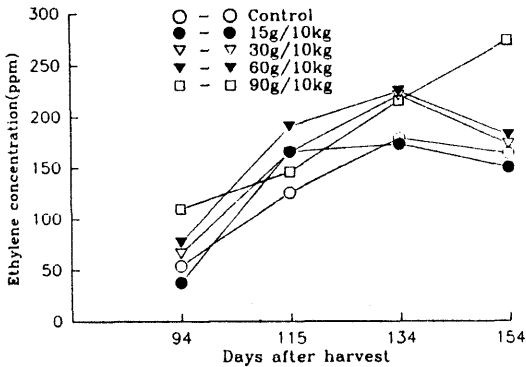


Fig. 2. Effect of ethylene adsorbent(KBrO<sub>3</sub>) on the internal ethylene of 'Fuji' apple fruits during storage.

그림 2는 에틸렌흡착제 처리량이 '후지' 사과의 저장 중 내부 에틸렌농도에 미치는 영향을 조사한 것이다. 에틸렌흡착제 90g 처리는 저장 후 94일부터 계속 증가하였다. 그러나 타처리구에서는 저장 후 134일까지 계속 증가하다가 그 후부터는 감소되었다. 처리별 내부 에틸렌농도는 흡착제양이 60g까지 많을수록 증가되는 경향이였다. 따라서 저장기간이 길어지면 흡착제의 처리가 내부 에틸렌농도를 저하시키는 것으로 판단되었다.

Climacteric형의 성숙된 과실에서는 다량의 에틸렌이 발생되는데, 미숙과실에서는 거의 에틸렌이 생성되지 않다가 성숙이 어느 정도 진행된 단계에서는 에틸렌의 생성이 시작되어 과육 내의 에틸렌농도가 약간 높아짐에 따라 호흡량이 상승하여 성숙이 진행된다(岩政, 1985). Carmen과 De

la Plaza(1989)는 내부 에틸렌농도는 서양배에서 저온저장 중 저장 4주일부터 증가하여 정점을 이룬 후 저장 5주에서 에틸렌농도가 가장 낮았다고 보고하여 본 실험의 결과와도 유사하였다. 間等(1982)은 감과실 저장 중 에틸렌흡착제 처리로 내부 에틸렌이 낮게 되었고, 에틸렌흡착제를 처리하였을 때에는 저장 20일에 내부 에틸렌농도가 가장 높았고 27일에 가장 낮았으며 이후 다시 증가한다고 보고한 바 이는 본 실험의 결과와는 차이가 있었다. 이러한 차이는 실험재료가 달랐기 때문(과종의 차이)이거나, 표 1에서 보는 바와 같이 무처리구 과실이 상당히 노화된 상태였기 때문으로 판단되었다. 또한 과실의 후숙과 함께 호흡량과 내부 에틸렌은 거의 같은 시기에 정점을 이루는 것이 일반적이는데(岩政, 1985) 이는 본 실험과도 일치하였다.

그림 3은 과실로부터 발생된 에틸렌을 조사한 결과이다. 흡착제처리는 무처리에 비하여 에틸렌발생이 감소되었고 90g 처리를 제외하고는 내부 에틸렌농도와 같은 경향으로 처리량이 적을수록 발생이 억제되었고 90g 처리는 15g과 30g 처리의 중간이었다. 저장기간 중의 에틸렌 발생량을 보면 무처리구는 저장 후 115일에 최대를 보였으나 흡착제 처리구는 134일에 최대를 보였다.

張等(1991)은 청매실을 PE film bag속에 에틸렌흡착제를 함께 넣으므로 에틸렌발생을 억제하였다고 보고하였다. 본 실험도 에틸렌흡착제 처리구의 에틸렌발생이 억제되어 이들의 결과와는 일치하였으나 黃等(1993)은 '후지' 사과 저온저장 21주에서 에틸렌흡착제 처리구가 무처리구보다 에틸렌발생량이 많다고 한 것과는 다소 상이한 결과를 보였다.

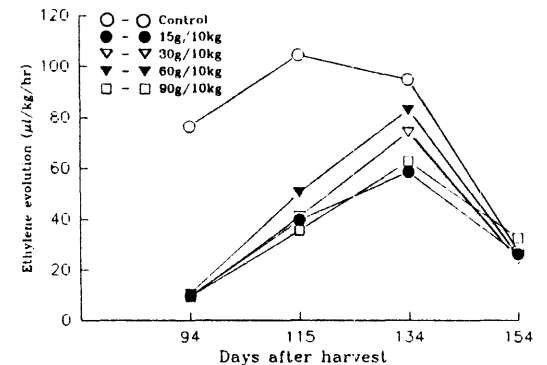


Fig. 3. Effect of ethylene adsorbent(KBrO<sub>3</sub>) on the ethylene evolution of 'Fuji' apple fruits during storage.

## 참 고 문 헌

1. 안영직, 최종승, 이경욱. 1995. 과실저장성 향상을 위한 에틸렌흡착제 개발. 배재대학교 자연과학논문집 8(1):81-85.
2. 白普和, 上田悅範, 岩田陸, 吉岡博人. 1990. ポリエチレン包装がリンゴ果實の揮發性分生成に及ぼす影響. 園學要旨59別 2:714-715.
3. Blanpied, G.D. 1985. Low-ethylene CA storage for 'Empire' apples. p.95-102. In: S.M. Blankenship(ed). Proc. 4th Nat'l. Controlled Atmosphere Res. Conf. Hort. Rpt. 126. North Carolina State Univ., Raleigh.
4. Blanpied, G.D. 1990. Low-ethylene CA storage for apples. Postharvest News and Information 1:29-34.
5. Carmen, M. and J.L. De la Plaza. 1989. Ethylene levels of 'Blanca de Aranjuez' pears in low-oxygen atmosphere storage. Acta Hort. 256:223-231.
6. 嚴在奎. 1993. Alcohol과 ethylene scrubber를 이용한 감의 脫澁과 脫澁後 貯藏力 增進에 관한 研究. 忠南大學校 大學院 碩士學位論文.
7. 岩政正男. 1985. 果樹共通技術. p.501-505. 農山漁村文化協會, 東京.
8. Lau, O.L. 1990. Efficacy of diphenylamine, ultra-low oxygen, and ethylene scrubbing on scald control in 'Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:959-961.
9. 이재창. 1992. 배 수출 모델 개발 및 상품성 향상에 관한 연구. 과학기술처 연구보고.
10. Little, C.R. 1987. Storage injury of pome fruit caused by stress levels of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene. HortScience 22:783-790.
11. 間苧谷徹, 山田昌彦, 栗原昭夫. 1982. 脱エチレン劑の利用による pollination constant의 甘ガキ의 貯藏法. 園學雜 51:195-202.
12. 大久保増太郎. 1988. 青果物の 鮮度保持劑利用の 現狀とエチレンの 自己感作. 農業および園藝 63:59-65.
13. 箆島豊, 田園毅, 山本房江, 中島正利, 下田滿哉, 松本清. 1983. エチレン 吸收劑開發とその 利用に 關する 研究. 日本園藝學會誌 57:1127-1133.
14. 朴魯豊, 崔彦浩, 李玉徽. 1970. 배 貯藏에 關한 研究(II). 배의 貯藏에 미치는 polyethylene film 包裝과 CO<sub>2</sub> shock의 效果. 韓國園藝學會誌 7:21-25.
15. Park, Y.M. and S.K. Lee. 1992. Effects of an ethylene scrubber on storability and incidence of low-oxygen injury of 'Fuji' apples during CA storage and efficiency of several ethylene scrubbers. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 33:44-47.
16. Porritt, S.W. 1964. The effect of temperature on postharvest physiology and storage life of pears. Can. J. Plant Sci. 44:568.
17. Pratt, H.K. and J.D. Goeschl. 1969. Physiological roles in ethylene in plant. Ann. Rev. Plant Physiol. 20:541-584.
18. Saltveit, M.E. 1982. Procedures for extracting and analyzing internal gas samples from plant tissues by gas chromatography. HortScience 17:878-881.
19. 下川敬之. 1988. Up biology エチレン. p. 95-97. 東京大學出版會, 東京.
20. 黃龍洙, 李載昌, 千鍾弼. 1993. 과실 皮막제 및 ethylene 제거제의 수확후 처리가 '후지'사과의 저장력과 상온유통에서의 상품성에 미치는 영향. 忠南大學校 農業科學研究 20:9-17.
21. 張世明, 茶珍和雄, 岩田陸. 1991. 青ウメ의 常溫貯藏におけるエチレン 除去劑とポリエチレン 密封包裝의 影響. 園學雜 60:183-190.