

MA포장 기술을 이용한 신선한 과실 및 채소류의 품질보존에 대한 연구

김 건 회

덕성여자대학교 식품영양학과

Studies on Quality Maintenance of Fresh Fruit and Vegetables Using Modified Atmosphere Packaging

Gun-Hee Kim

Department of Food and Nutrition, DukSung Women's University

Abstract

The objective of this study was to investigate the methods of quality maintenance using modified atmosphere packaging with various quality preservatives at ambient and low temperatures. Ethylene(<1.0ppm) accumulated during modified atmosphere storage of Chinese cabbage using polyethylene film(60 μ m) caused quality deterioration such as yellowing and abscission. The addition of potassium permanganate reduced ethylene level and thus extended storage life of 100% at 20 °C and 140% at 0 °C. To establish the storage conditions of minimally processed fruit and vegetables, the experiment was conducted with various quality preservatives and packaging materials. Ceramic film(Zeolite 7%, 60 μ m) showed increasing storage life of 50%, reducing total microbial counts of 50% and keeping high appearance quality of minimally processed pears stored at 20 °C and 0 °C. Minimally processed Chinese cabbage treated with 1% CaCl₂ at 20 °C, and 1% CaCl₂ and 1% NaCl at 0 °C has a longer storage life of 90% with good marketable quality. Treatment of 1% NaCl for cut Asian pears appeared increased storage life of 100%, decreased cut surface browning and the best overall acceptability by a sensory panel.

Key words : Modified atmosphere packaging, Chinese cabbage, pear, quality, ceramic film, polyethylene film

서 론

과실 및 채소는 수확 후에도 호흡등의 대사활동이 계속되고 여러 생리화학적 변화가 일어나기 때문에 품질저하 현상이 급격히 일어난다(1). 따라서 저장·유통기간에 과실 및 채소의 신선도를 최대화하기 위해서는 적절한 품질보존처리, 포장 및 저장방법등이 연구되어야 한다. 고품질의 농산물 유통을 위해서는 각 과실 및 채소의 품질보존 조건에 맞는 저장환경내의 CO₂ 및 O₂의 조절(2), 품질저하요인이되는 ethylene 함량의 저하(3) 및 여러종류의 품질변화억제제를 사용하는 방법(4)등이 고려되어야 하며, 이러한

품질보존 효과는 과실 및 채소의 modified atmosphere packaging(MAP)으로 가능하게 할 수 있다. MAP는 최근의 여러종류의 식품에 광범위하게 적용되며 발전해 나아가고 있는 분야로, 특히 과실 및 채소에 있어서는 다른 식품들과는 다르게 수확 후에도 호흡활동이 계속되는 특징으로 MA 저장된 농산물의 호흡율이 높을수록 그 저장수명은 반비례적으로 짧다. 호흡율은 과실 및 채소의 본질적인 성질 및 저장환경등의 외부적 조건에 의해 영향을 받는다(5). MA 포장을 위해서는 과실 및 채소의 호흡시 생성하는 CO₂ 및 O₂를 적절한 투과율로 조절가능하여 저장 최적의 기체조성조건을 만들 수 있는 포장재의 재질 및 두께 선정이 매우 중요하다.

MAP 는 CO₂ 농도가 높아지고 O₂ 농도는 낮아지는 저장환경을 조성하게 되어 이로 인해 저장된 과

Corresponding author : Gun-Hee Kim, Dept of Food and Nutrition, Duksung Women's University, 419 SSangmun-Dong Tobong-ku, Seoul 132-714, Korea

실 및 채소의 호흡율이 낮아지고(1), ethylene의 생산 억제(6)가 이루어져 저장수명을 증가시킬 수 있으며, 아미노산, vitamin C, 지질등의 최소의 생화학적 성분변화를 일으켜 저장유통기간 동안에 좋은 품질 유지를 할 수 있다(1).

과실 및 채소는 각 품목 및 품종에 따라 각기 다른 최적의 기체조성조건(배추: 2-5% CO₂+ 2% O₂(7), 느타리버섯: 15% CO₂+2% O₂(8), 배: 1% CO₂+ 1.5% O₂(9); 3-4% CO₂+2-5% O₂(10))을 나타내고 있으나 이는 저장환경에 의해 큰 영향을 받는다.

본 연구는 배추 및 배를 시료로하여 MA포장시 품질에 영향을 주는 여러 요인 및 최적의 품질보존을 위한 저장환경을 조사하여 고 품질의 농산물을 유통시키는 기본 연구를 확립하고자 수행하였다.

재료 및 방법

재료

배추는 저장실험용으로 중간크기(1.5-2kg)의 가을 결구배추(*Brassica campestris* var. *pekinensis*)와 minimal processing을 위해 봄배추(*Brassica campestris* var. *chinensis*)를 도매시장에서 신선한 상태로 구입하여 사용하였다. 배는 경기도 성환에서 수확된 신고품종(*Pyrus serotina* var. *Shingo*)으로 과피의 색과 크기(약 500g)가 고르고 흠집이 없는 과실을 선별하여 본 실험에 이용하였다. 저장실험으로는 6통의 배추를 포장 박스에 넣고 potassium permanganate 200g을 방수용 film에 넣어 함께 첨가한 후 포장 및 저장하였다. 배추 및 배의 minimal processing제품은 1회 사용가능한 양(배: 약200g, 배추: 약150g)으로 소 단위 포장하여 사용하였다.

품질보존처리

Minimal processing 제품화를 위해 배는 8등급한 후 박피하였고, 배추는 5cm정도로 절단하여 시료로 사용하였다. 절단한 배는 1% NaCl, 0.2% L-cysteine, 1% CaCl₂, 1% calcium lactate로 배추는 1% CaCl₂, 1% NaCl, 3% sucrose, 1% calcium lactate, 1% vitamin C 및 0.05% chitosan + 1% vitamin C 용액에 1분간 dipping 시킨 후 포장하였다.

포장

실험에 사용한 포장재질은 polyethylene(Low density polyethylene, 60 μm) film, ceramic(zeolite 7%, 60 μm) film 및 vacuum(Ny/PE, 80 μm) film을 20 x 30cm 크기로 만들어 minimal processing제품 포장에 사용하였다.

통배추 저장실험은 polyethylene (low density polyethylene, 60 μm) film을 포장박스안에 넣은 후 시료를 넣은 후 20 °C 및 0 °C에 저장한후 그 품질변화를 관찰하였다.

기체조성

포장저장된 배추 및 배의 기체조성 분석조건은 다음과 같다 (Table 1).

Table 1. Analytical conditions for the storage atmosphere by gas chromatograph

CO ₂ 및 O ₂	
Instrument :	Gas chromatograph (Shimadzu, Japan)
Column :	CTR I (Alltech)
Detector :	TCD detector
Column temp. :	35 °C
Injector temp. :	60 °C
Detector temp. :	60 °C
Carrier gas :	Helium(60ml/min)
C ₂ H ₄	
Instrument :	Gas chromatograph (Varian, USA)
Column :	Porapak Q(Supelco)
Detector :	FID
Column temp. :	50 °C
Injector temp. :	135 °C
Detector temp. :	135 °C
Carrier gas :	Nitrogen 50ml/min Hydrogen 40ml/min

품질평가

배추 및 배의 저장수명은 외관적으로 신선함을 유지하고 미생물의 번식이 없는상태로 상품 가치가 인정되는 저장기간까지로 3번 이상의 반복실험의 평균값으로 계산하였다. 포장 저장된 실험시료의 색도변화 관찰은 colorimeter(Minolta, CR-200, Japan)를 이용해 Hunter value L, a, b를 측정하였고 갈변의 정도(Degree of browning = $(L_{initial} - L_{measurement}) / L_{initial} \times 100$)는 L값을 이용하여 나타내었다. 배추의 fiber 함량은 Kramer(11) 방법에 의해, 절단 배의 경도는 Back extrusion test cell (10.2 cm internal diameter x 12cm internal height)을 이용해 Instron Universal Testing Machine(Model No. A 31-1002, England)으로 측정하였다. 또한, pH는 시료를 분쇄한 후 원심분리하여 측정하였고 적정산도는 0.1N NaOH로 pH 8.3까지 소비되는 양을 malic acid로 환산하였다.

Vitamin C 측정

포장 저장된 배의 vitamin C 함량은 마쇄된 40g의 시료에 동량의 10% HPO₃을 가한후 5% HPO₃을 첨가하여 균질화를 시켜 원심분리하여 시험용액으로 사용하였다. 표준용액은 ascorbic acid 10mg을 5% HPO₃ 용액에 녹여 표준원액(100ppm)으로 하였으며 이 용액으로부터 1, 2, 3, 4, 5ppm의 표준곡선을 작성하여 처리된 시료의 측정 peak를 표준곡선을 이용해 정량하였으며 high performance liquid chromatograph(JASCO PU-980)을 사용하여 분석하였다. 분석조건은 다음과 같다: column; Finepak-SIL NH₂-10, mobile phase; 0.05M KH₂PO₄/Acetonitrile(60:40), detector; UV 260nm, flow rate; 1.0ml/min.

총균수

포장 저장된 배의 마쇄액을 0.1% peptone수로 희석하여 0.1ml 희석액을 plate count agar(Difco) 배지에 도말한 후 37℃에서 48시간 배양한 후 형성된 colony 수를 colony forming unit(CFU/ml)로 표시하였다.

관능검사

Minimal processing 제품화된 배를 20℃에서 2일 0℃에서 저장 6일 후 10명의 panel을 대상으로 외관, 조직감, 풍미 및 전체적인 기호도 등을 9점 척도를 사용해 품질평가를 하였다.

결과 및 고찰

Ethylene 영향

배추의 저장중 생산되는 ethylene의 영향을 관찰하기 위해 20℃ 및 0℃에서 polyethylene film liner로 modified atmosphere 저장환경을 만들어 관찰한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Storage life and ethylene concentration of Chinese cabbage stored under modified atmosphere packaging using polyethylene film (50 μm) liner inside box with and without potassium permanganate at 20℃ and 0℃

Treatment	Storage life (days/weeks)	Ethylene concentration (ppm)	Carbon dioxide concentration (%)
20℃			
Without KMnO ₄	2.5	0.69	17.9
With KMnO ₄	5.0	0.08	17.1
0℃			
Without KMnO ₄	3.5	0.34	1.9
With KMnO ₄	8.5	0.01	1.2

Each value is the mean of 3 replicates

배추의 저장수명은 ethylene의 함량이 높을수록 낮은 저장수명을 나타내었으며, 통배추 저장시 potassium permanganate 첨가는 20℃에서 ethylene의 함량을 0.08ppm으로 감소시켰으며 이에 따른 저장수명을 100% 연장시켰다. 또한 0℃에서도 ethylene의 함량이 0.01ppm으로 감소하였고 저장수명도 140% 증가함을 보여주었다. CO₂ 함량은 두 처리군간에는 큰 변화를 보이지 않았고 온도간에는 큰 차이를 보여 20℃에서는 17.1-17.9%, 0℃에서는 1.2-1.9%를 나타내었다. 품질저하의 특징을 살펴보면 20℃에서는 수분 증발로 인한 중량감소와 배추잎의 황변화현상(yellowing)이고 0℃에서는 황변화현상 및 potassium permanganate를 첨가하지 않은 배추군에서는 저장 6주 이후 잎의 절단현상(abscission)이 관찰되었다. 이러한 결과는 배추저장에 있어 0.1ppm 과 같은 저농도의

Table 3. Quality attributes of Asian pear slices packed with selected films during storage at 20℃ and 0℃

Treatment	Gas composition		Browning* (%)	Firmness (kg)	Soluble solids (° Brix)	pH	Titratable acidity (%)	Microorganism (cfu/ml)	Storage life (day)
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)							
20℃ (after 2 days)									
Polyethylene (PE, 60 μm)	3.8	13.7	11.76	173.7	12.5	4.94	0.10	1.17×10 ⁶	1
Ceramic (CE, 60 μm)	5.9	10.2	9.00	191.3	12.5	4.97	0.11	2.84×10 ⁶	1.5
Vacuum (PE+Nylon, 80 μm)	17.7	0.2	9.68	205.5	12.1	5.02	0.10	1.93×10 ⁶	1.5
0℃ (after 4 days)									
Polyethylene (PE, 60 μm)	2.9	12.7	11.45	190.5	12.2	4.81	0.11	6.63×10 ⁵	2
Ceramic (CE, 60 μm)	2.8	12.1	7.73	195.0	12.3	4.81	0.11	2.51×10 ⁵	3
Vacuum (PE+Nylon, 80 μm)	14.2	0.6	10.45	206.0	12.2	5.01	0.11	1.52×10 ⁵	3

*Degree of browning =(Linitial-Lmeasurement)/Linitial x 100

ethylene에서도 갈변화 및 잎의 절단현상을 야기시킬 수 있다는 연구보고(12-13)와 일치함을 보여주었다.

포장 film재질에 따른 품질변화

포장재질이 다른 3종류의 film을 사용하여 절단배를 포장 저장한 후의 품질변화 결과는 Table 3과 같다. Ceramic film(zeolite 7% 함유, 60 μ m)과 vacuum (polyethylene+nylon, 80 μ m) 으로 포장한 처리군이 polyethylene film포장군에 비해 50%증가된 저장수명과 최소한의 품질변화를 보여주었다. 경도는 vacuum 처리군이 높았고, 특히 갈변도에 있어서는 ceramic film 포장군이 vacuum 포장군에 비해 유의적으로 낮은 변화를 보여 외관적 품질에 있어서는 우수한 것으로 나타났다. 가용성물질 함량, pH, 적정산도에 있어서는 처리군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 총균수에 있어서는 ceramic 및 vacuum포장군이 유의적으로 낮게 나타나 위생적인 품질면에 있어서 우수함을 보여주었고 0 $^{\circ}$ C 처리가 20 $^{\circ}$ C에 비해 50%이상 총균수가 감소됨을 알 수 있었다. 따라서 절단가공된 제품의 품질보존에 있어서는 저온처리가 가장 효과적임을 알 수 있었다.

기체조성은 polyethylene과 ceramic film 포장군은 20 $^{\circ}$ C 저장 2일후에 3.9-5.9% CO₂ 및 10.2-13.7% O₂, 0 $^{\circ}$ C 저장 4일후에 2.8-2.9% CO₂ 및 12.1-12.7% O₂를 보여주었고 vacuum포장은 CO₂ 함량에 있어 20 $^{\circ}$ C에서 17.7%, 0 $^{\circ}$ C에서 14.2%를 O₂는 양 온도 조건에서 1% 미만을 나타내었다. 이러한 기체조성은 polyethylene 및 ceramic film을 이용한 다른 과일 및 채소의 저장(5,12) 시에 비해 낮은 CO₂ 함량을 나타내었다.

Minimal processing

배추를 시료로 하여 예비실험을 통해 품질보존 효과가 인정되는 1% CaCl₂, 1% NaCl, 3% sucrose, 1%

Ca lactate, 1% vitamin C, 0.05% chitosan + 1% vitamin C를 절단배추에 처리하여 polyethylene film(60 μ m)으로 포장한 후 품질보존효과를 관찰한 결과는 Table 4와 같다. 저장수명은 20 $^{\circ}$ C에서 1% CaCl₂ 처리군이 대조군에 비해 92% 증가를 0 $^{\circ}$ C에서는 1% CaCl₂와 1% NaCl 처리군이 90% 증가된 저장수명을 나타내었다. 생화학적 변화를 살펴보면 20 $^{\circ}$ C에서 저장 3일 후 0 $^{\circ}$ C에서 저장 5일후의 섬유소의 함량은 신선한 배추(1.3%)에 비해 다소 낮아졌으나 대조군 보다는 높은것은 처리군이 절단배추의 신선함을 보존하고 있기 때문인 것으로 사료된다. 적정산도는 각 처리군간 및 온도변화에 유의적인 변화를 보이지 않았고, 가용성 물질의 함량은 1% CaCl₂ 와 1% NaCl 처리군이, 20 $^{\circ}$ C비해 0 $^{\circ}$ C 처리군이 낮은 함량을 보여주었다. 이는 품질보존제 처리 이전의 신선한 배추의 가용성 물질함량(1.2%)과 비교해 거의 변화를 보이지 않아 1% CaCl₂ 와 1% NaCl 처리군이 원래의 배추 품질을 최대한 보존하고 있음을 알 수 있었다. Vitamin C함량은 20 $^{\circ}$ C 저장 3일 후, 0 $^{\circ}$ C 저장 5일 후에는 처리전의 신선배추(23.1mg%)에 비해 전반적으로 감소하는 경향을 보였으며 품질보존제중 vitamin C를 첨가한 처리군은 다른 처리군에 비해 높은 vitamin C함량을 나타내었다. 1% vitamin C 처리는 절단 과일 및 채소의 갈변방지 및 품질보존 효과가 보고(14, 15)되고 있으나 본 연구에서는 1% CaCl₂ 와 1% NaCl 처리에 비해 유의적으로 낮은 효과를 보여주었다.

절단 배를 1% NaCl, 0.2% L-cysteine, 1% CaCl₂, 1% calcium lactate로 처리하여 저장수명, 기체조성 및 품질변화를 살펴본 결과는 Table 5와 같으며 1% NaCl 과 0.2% L-cysteine 처리군이 가장 품질보존효과가 우수한 것으로 나타났다. 기체조성은 각 처리군간의 유의적인 차이를 보이지 않았고 저장온도 간에는

Table 4. Storage life and biochemical changes of minimally processed Chinese cabbage treated with various quality preservatives and stored at 20 $^{\circ}$ C and 4 $^{\circ}$ C

Treatment	Storage life (day)		Fiber content (%)		Titratable acidity (%)		Total soluble solids (%)		Vitamin C content (mg%)	
	20 $^{\circ}$ C	4 $^{\circ}$ C	20 $^{\circ}$ C	4 $^{\circ}$ C	20 $^{\circ}$ C	4 $^{\circ}$ C	20 $^{\circ}$ C	4 $^{\circ}$ C	20 $^{\circ}$ C	4 $^{\circ}$ C
Untreated	2.6	4.0	0.79	0.79	0.4	0.5	2.3	1.6	13.6	13.2
1% CaCl ₂	5.0	7.6	1.03	1.03	0.6	0.8	1.3	1.2	12.6	14.2
1% NaCl	4.0	7.6	0.88	0.88	0.4	0.5	1.5	1.4	13.0	19.4
3% Sucrose	3.0	6.6	1.10	1.10	0.6	0.8	3.0	2.3	12.3	18.1
1% Ca lactate	2.3	7.0	0.94	0.94	0.4	0.5	3.2	3.0	12.0	20.1
1% Vitamin C	2.6	5.6	0.92	0.92	0.4	0.5	3.5	1.5	17.8	22.5
0.05% Chitosan + 1% Vitamin C	3.3	5.6	1.07	1.07	0.4	0.5	3.5	1.5	16.2	20.3

차이를 보여 20℃의 기체조성은 0℃ 저장조건하에서 약 80% CO₂ 감소(20℃: 4.4-5.9%, 0℃: 2.6-3.5%)와 약 24% O₂ (20℃: 8.6-11.0%, 0℃: 10.6-15.3%)증가 현상을 보여주었다. 품질변화중에서 가장 외관품질에 영향을 미치는 갈변도의 정도는 1% NaCl 처리군이 다른 처리군에 비해 유의적으로 낮은 변화율을 보여주었다. 특히 20℃ 저장 2일 후, 0℃ 저장 6일 후 절단가공된 배의 관능검사의 결과는 1% NaCl 처리군이 가장 선호도가 높아 이 처리군은 품질변화 억제 효과 및 배의 맛의 증진효과를 아울러 나타내어 앞으로 상업적인 개발 가능성을 나타내었다. 서양배의 경우 절단 가공시 1% CaCl₂ + 2% vitamin C 처리가 갈변 및 경도손실을 최소화 시키는 연구 보고(16-19)가 있으나 본 연구에서는 동양배를 시료로 할 경우 vitaminC 처리는 품질변화 억제 효과를 나타내지 않았다. 1% CaCl₂처리 및 1% calcium lactate 처리군은 품질보존제 처리전의 신선한 배의 경도(184.7 Kg)를 8-20%증진시켰으나 외관 및 향미적인 품질이 낮아 전반적인 품질에서 낮게 평가되었다.

요 약

과실 및 채소의 수확 후 품질변화를 최소화시켜 저장수명을 연장시키기 위한 연구의 일환으로 modified atmosphere packaging(MAP)를 이용해 저장한 배추 및 배의 품질에 미치는 영향을 관찰하였다.

Polyethylene film(60μm)을 이용한 MA저장환경내에서의 ethylene의 축적은 1.0 ppm 미만과 같은 저농도에서도 배추잎의 황변화 현상과 잎의 절단현상을 야기시켰다. Potassium permanganate 첨가로 인한 ethylene 함량의 저하는 저장수명을 20℃에서 100%, 0℃에서 140% 증가시켰다. 포장 Film재질에 따른 품질변화는 Ceramic film(Zeolite 7%, 60μm)이 50% 증가된 저장수명, 50% 감소된 총균수 및 물리화학적 품질변화 중에서 특히 갈변방지에 있어 유의적인 효과를 보여주었다. 절단 및 품질보존처리 후 포장 저장한 minimal processing 과실 및 채소의 저장조건 확립을 위한 연구의 결과는 배추의 경우 20℃는 1% CaCl₂, 0℃는 1% CaCl₂ 와 1% NaCl 처리군이 90% 이상 증가된 저장수명을 보여주었다. 또한 절단 배에 있어서는 1% NaCl 처리군이 100% 증가된 저장수명, 갈변억제 효과 및 관능검사에 있어서 선호도가 가장 우수한 것으로 나타났다. 기체조성은 온도 간에 함량차이를 보여 저장환경을 0℃로 저장 할 때 20℃에 비해 CO₂가 80% 감소 O₂ 24% 증가된 함량을 보여주었다.

감사의 글

이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 이루어진 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

Table 5. Effects of various preservation treatments on quality attributes of Asian pear slices packed in ceramic films (CE, 60 μm) during storage at 20℃ and 0℃

Treatment	Gas composition		Browning* (%)	Firmness (kgf)	Soluble solids (%)	pH	Titratable acidity (%)	Overall acceptability	Storage life (day)
	CO ₂ (%)	O ₂ (%)							
20℃ (after 2 days)									
Untreated	5.9	10.2	7.97	170.0	12.0	4.84	0.12	4.5	1
Water	4.7	11.0	8.20	184.5	11.4	4.98	0.12	4.7	1
1% NaCl	5.2	8.6	4.11	200.0	12.0	4.87	0.12	6.1	2
0.2% L-cysteine	5.0	8.8	6.64	198.5	11.8	4.93	0.12	5.6	2
1% CaCl ₂	5.9	9.5	7.86	221.7	11.1	4.81	0.13	5.5	1.5
1% Calcium lactate	4.4	10.0	6.47	217.0	11.4	4.85	0.12	5.2	1.5
0℃ (after 6 days)									
Untreatment	2.8	12.1	9.03	175.5	12.2	5.17	0.11	5.1	3
Water	2.6	12.7	7.37	182.0	12.0	5.12	0.09	5.6	3.5
1% NaCl	3.1	12.5	3.18	191.2	11.4	5.19	0.09	6.2	6
0.2% L-cysteine	3.5	10.6	3.54	185.5	11.6	5.11	0.10	5.9	6
1% CaCl ₂	2.6	15.3	6.59	203.0	12.0	5.09	0.10	5.7	5
1% Calcium lactate	2.6	13.5	6.76	200.2	12.0	5.10	0.10	5.4	4

* Degree of browning = $(L_{\text{initial}} - L_{\text{measurement}}) / L_{\text{initial}} \times 100$

참고문헌

1. Wills, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D., Lee, T.H. and Hall, E.G.(1989) Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. 3rd ed., NSW Univ. Press, Sydney, Australia
2. Wang, C.Y.(1990) Physiological and biochemical effects of controlled atmosphere on fruits and vegetables. In Calderon, M. and Barkai-Golan R.(Editor), "Food Preservation by Modified Atmospheres" CRC Press, Boca Raton, U.S.A.
3. Knee, M., Proctor, F.J. and Dover, C.J.(1985) The technology of ethylene control: use and removal in postharvest handling of horticultural commodities. *Ann. Appl. Biol.*, 107, 581-595
4. Watada, A.E., Abe, K., and Yamanchi, N.(1990) Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technology*, 44, 116-122
5. Day, B.P.F.(1993) Fruit and vegetables. In Parry, R.T.(Editor), "Principles and applications of modified atmosphere packaging of food", Blackie Academic & Professional, Glasgow, U.K.
6. Schouten, S.P.(1985) Significance of ethylene in postharvest handling of vegetables. In Robert, J.A. and Tucker, G.A.(Editor), "Ethylene and plant development", Butterworths, London, U.K.
7. Weichmann, J.(1977) CA storage of Chinese cabbage. *ACTA Horticulturae*, 62, 119-129
8. 김건희(1996) 느타리버섯의 CA저장중 총질소 함유량 및 무기성분 변화, 덕성여자대학교 논문집, 27, 539-546
9. Johnson, J.F.(1989) Nashi growing, Agfact H 4.1.5, Division of plant industry, Sydney, Australia
10. White, A.G., Granwell, D., Drewitt, B., Hale, C., Lallu, N., Marsh, K. and Walker, J.(1990) Nash-Asian pears in New Zealand, D.S.I.R. Publishing, Wellington, New Zealand
11. Kramer, A. (1973) Fruits and Vegetables. In Kramer, A. and Twigg, B.A.(Editor), "Quality control for the food industry", AVI Publishing Co., Westport, Connecticut, U.S.A.
12. Kim, G.H.(1992) Effect of ethylene on quality deterioration of Chinese cabbage. *Food and Biotechnology*, 1, 85-90
13. Rujing, Z. and Morris, L.(1986) Responses to exogenous ethylene treatment and ethylene evolution of Chinese cabbage during storage. *ACTA Horticulturae Sinica*, 13, 113-116
14. 김 건희(1997) 신선편의 식품화된 양상치의 품질보존, 덕성여자대학교 자연과학논문집, 3, 305-312
15. Amiot, M.J., Tacchini, M., Aubert, S.Y. and Oleszek, W.(1995) Influence of cultivar, maturity stage, and storage conditions on phenolic composition and enzymatic browning in pear fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 1132-1137
16. Gorny, J.R., Gil, M.I. and Kader A.A.(1996) Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut pears. Proceedings of "PH'96 International Postharvest Science Conference", 18
17. Bangerth, F., Dille, D.R. and Dewey, D.H.(1972) Effect of postharvest calcium treatments on internal breakdown and respiration of apple fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 97, 679-682
18. Poovaiah, B.W.(1986) Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology*, 40, 86-89
19. Rosen, J.C. and Kader A.A.(1989) Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *J. Food Sci.*, 54, 656-659

(1998년 3월 10일 접수)