

과실 및 채소의 신선편의 식품화 개발기술에 관한 연구

김 건 희

덕성여자대학교 식품영양학과

Development of Minimal Processing Technology for Korean Fruit and Vegetables

Gun-Hee Kim

Department of Food and Nutrition, DukSung Women's University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of various quality preservative treatments for extending shelf life and maintaining good quality of minimally processed fruit and vegetables produced in Korea. To determine the suitable treatments for delaying quality deterioration, fresh Asian pears and Chinese cabbages were sliced and treated with various quality preservatives (1% CaCl₂, 1% NaCl, 3% sucrose, 1% Ca-lactate, 1% vitamin C, 0.05% chitosan+1% vitamin C, 0.1% Sporix+1% vitamin C, hot water (60°C), 0.2% L-cysteine), packed with polyethylene film (60 μm-thick), and stored at 4°C/0°C or 20°C. Various biological and sensory tests were performed to evaluate the quality changes in minimally processed products. Results indicated that Chinese cabbages treated with 1% CaCl₂ at 4, and 1% CaCl₂ and 1% NaCl at 20°C were most effective in maintaining the quality and minimizing the biochemical changes during storage. For sliced Asian pears, 0.2% L-cysteine and 1% NaCl treatments were effective to reduce browning, and 1% CaCl₂ treatment was the most effective to prevent softening during storage at 20°C and 0°C. Modified atmosphere packaging of *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes* had a significantly different shelf life depending on packaging material, packaging thickness and storage temperature. Sealed packaging with polyethylene film (60 μm-thick) for two kinds of mushrooms maintained a good quality with an extended shelf life by 30~50% at 20°C and by 30~130% at 0°C. To minimize the quality deterioration which appeared in the condition of polyethylene film packaging, quality preservatives such as KMnO₄ and KHSO₄+K₂S₂O₅ for SO₂ generation were added inside of mushroom packaging. The best condition for maintaining good quality longer was packaging with polyethylene film+SO₂ which showed 5080% extended shelf life for both *Pleurotus ostreatus* and *Lentinus edodes* at 20°C and 0°C.

Key words: minimally processed, fruit and vegetables, quality preservatives

I. 서 론

식품에 대한 구매성향은 여러 가지 주변환경 여건에 의해서 변화되며, 최근의 식품소비는 건강지향성 및 편의성이 강조되고 있다¹⁾. 이러한 추세에 따라 식품소재로는 과실과 채소류의 비중이 점차 증대되고 있으며 특히, 가공제품보다는 신선한 식품에 대한 소비 지향이 급신장하고 있는 특징을 보이고 있다. 신선 과실 및 채소류가 가지고 있는 특성은 현대인의 건강과 관련하여 항암, 항산화, 면역증강 및 각종 성인병 예방에 유효한 생리활성 물질의 금원이라는 점이 소비자층을 더욱 확대시키고 있다. 또한, 식품관련 지식이 각종 매체를 통하여 보급됨에

따라 소비자의 건강지향적 성향이 식품의 선택에도 영향을 미쳐 신선한 과실 및 채소류의 수요 잠재력이 더욱 증대되고 있다. 한편, 과실 및 채소류의 소비에 있어 변화되고 있는 또 다른 성향은 가격이나 양보다는 품질위주로 변화하고 있으며 이용시 간편성과 합리성을 추구하고 있다는 점을 들 수 있다. 이러한 시대적 특성을 반영하여 새로운 반기공제품류인 신선편의 식품화된 과실 및 채소류(minimally processed fruits and vegetables)가 등장²⁾하게 되었으며, 이는 소비자들 요구 및 과실 및 채소류의 고부가가치성을 부여하는 미래형 식품산업이다.

그러나 과실 및 채소류 특유의 신선도, 영양성분 및 기능성 인자 등의 품질요소를 최대화하고 소비자들의 사

본 연구는 1999년도 한국대학교육협의회 대학교수 국내교류 연구지원에 의해 연구되었음.

용 편리성과 고부가가치성을 창출하는 신선편의화 제품개발 기술에는 농산물 생리 특성상 여러 가지 수반되는 문제점이 많다. 먼저, 과채류는 열화속도가 빨라 저장수명이 다른 식품에 비해 현저하게 짧을 뿐 아니라 과실 및 채소류를 가공저장목적으로 절단, 박피할 경우 여러 가지 생리변화에 따른 갈변, 연화 및 미생물 오염 등의 품질 저하 현상이 급격하게 일어난다^{1,2)}. 따라서 좋은 품질의 과실 및 채소류의 신선품화를 위해서는 가공목적의 원료선별기술, 미생물 등 각종 혼입물 제거를 위한 세척기술, 절단 박피에 따른 갈변, 연화 등의 품질변화 억제기술³⁾ 및 사용의 편의성과 내용물의 신선도를 유지시키기 위한 포장기술 개발⁴⁾, 신선도 저하를 방지하기 위한 유통체계에 대한 연구 등이 필요하다. 지금까지의 연구는 과채류의 생리 특성상 쉽게 악변하는 것을 방지하기 위한 방법으로 염소수에 담구거나⁵⁾, 환원제 및 항산화제 등을 사용하여 항균효과 및 산화방지를 꾀하였으며, 과채류 신선편의 식품화에서 크게 문제시되는 미생물의 번식 억제 및 살균 방법⁶⁻⁸⁾으로 고압처리, 김마션조사, 고전기장 진동 및 여러 형태의 새로운 열가공 방법들^{9,10)}과 신선편의 과채류 제품 내용물의 pH를 낮추는 방법들이 알려져 있고, 저장환경에서의 기체조성변화로 항균효과 및 과채류의 호흡률을 저하시켜 저장수명을 연장하기 위한 다양한 MAP(Modified Atmosphere Packaging)에 대한 연구^{11,12)}가 계속 진행되고 있다. 또한 미생물 번식 방지에 대한 새로운 개념으로 길항작용을 하는 미생물(antagonistic organisms)을 이용해 과채류 각각의 품질저하현상을 초래하는 미생물의 성장을 억제하는 방법에 대해서도 보고되고 있다.

그러나 과실 채소는 다른 식품재료와는 달리 수확후에도 계속 생리활동이 지속되는 특징으로 인해 신선한 상태의 고 품질 가공제품을 위해서는 선행되어야 될 많은 연구가 필요하다. 현재 국내에는 신선 과실 및 채소에 대한 품질연구가 거의 이루어지지 않은 상태에서 박피, 절단 등의 단순 가공품이 판매되어 소비자들의 건강을 위협하고 있다. 따라서 보다 위생적이며, 신선하여 조리 및 이용이 간편한 고품질의 과실 및 채소의 최소가공에 대한 연구가 시급한 실정이다.

본 연구는 과채류 고유의 신선도 및 영양·기능적 특성을 유지하면서 장소나 시간에 구애없이 편리하고 간편하게 사용하며 폐기물 발생을 줄일 수 있는 고부가 가치 성 미래지향적인 식품개발을 위해 국내산 배와 배추를 대상으로 절단가공 후 소비자에게 공급하기까지의 고품질을 유지하는 가공조건을 확립하고자 한다. 또한 과실 및 채소의 MAP조건 확립을 위해 느타리 및 표고버섯을 대상으로 소비자가 손쉽게 시중에서 조리용도에 맞게 사용

할 수 있도록 소량 단위포장조건을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 과실 및 채소는 1999년 10월 ~ 2000년 6월 기간 동안 가락동 도매시장을 통해 산지에서 곧바로 수확되어 올라온 배, 배추 및 느타리·표고버섯을 대상으로 실험하였다.

2. 전처리

배는 성화에서 수확된 신고품종을 구입 후 과피의 색이 고르고, 단단한 것 중에서 크기(500~550 g)가 일정하며 흡집이 없는 과실을 선별하여 세척, 박피 후 8등분하여 실험재료로 사용하였다. 배추는 시중에서 구입한 신선한 봄배추(*Brassica campestris* ssp. *chinensis*)를 깨끗하게 세척하여 trimming한 후 김치를 담을 수 있는 크기인 5~6 cm 정도로 절단하여 줄기와 잎을 합쳐 150 g 정도로 sampling한 후 사용하였다. 느타리·표고버섯은 포천 종균배양소에서 수확 후 3~4 시간 내 본 실험실에 도착한 시료를 사용하였다.

3. 포장 및 저장

실험에 사용한 포장재질은 polyethylene(low density polyethylene, 60 µm) film 및 ceramic(zeolite 7%, 60 µm) film을 20×30 cm 크기로 만든 후 처리한 배 및 배추를 약 200 g씩 넣어 밀봉 포장하였으며 20°C, 4°C 및 0°C에서 저장하였다. 또한 느타리·표고버섯을 약 150 g씩 소단위로 나누어 ceramic film(zeolite 5%), polypropylene film 및 polyethylene film을 각기 다른 두께(20, 40, 60 µm)를 사용하여 포장하여 20°C와 0°C에서 저장한 후 품질변화를 관찰하였다.

4. 품질보존제 처리

본 실험에 사용된 품질 보존제는 각 과실 및 채소의 특성에 맞게 제조된 후 예비실험 단계를 거쳐 선정되었다. 배의 경우 갈변과 연화방지에 효과가 있다고 알려진 처리군 중 예비실험을 통하여 4가지(1% NaCl³⁾, 0.2% L-cysteine¹⁴⁾, 1% CaCl₂¹⁵⁾, 1% calcium lactate¹⁶⁾ 용액을 선정한 후 절단 배(4조각, 200 g)를 각각 60초 동안 침지하였다. 이 때, 시약은 필요 농도에 따라 조제하였으며, 절단배와 조제액의 양은 배의 양을 고려하여 일정비율로 유지하였다. 배추는 길이 5 cm 정도로 잘라 1% CaCl₂, 1% NaCl, 3% sucrose, 1% calcium lactate, 1% vitamin C 및 0.05% chitosan+1% vitamin C 용

액에 1분간 침지시킨 후 포장하였다. 또한, MA포장된 버섯의 품질을 오래 보존하기 위해 1) Potassium permanganate 포화용액을 zeolite분말에 섞은 후 용기에 담아 polyethylene film으로 포장하였고 2) MA 포장내 SO_2 를 발생시키기 위해 KHSO_4 와 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 를 각각 버섯 중량의 0.05%씩 사용해 KHSO_4 를 종이봉지에 담아 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 를 함유한 polyethylene bag에 함께 넣고 지름 0.5 cm인 구멍을 3~4개 뚫어 버섯 시료와 함께 polyethylene film으로 포장하였다.

5. 기체조성

포장 내부의 기체조성은 gas chromatograph(GC, Shimadzu GC-14A, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 산소와 이산화탄소의 분석조건은 detector: TCD, column: CTR I(Alltech Co.), column temp.: 35°C, injector temp.: 60°C, detector temp.: 60°C, carrier gas: He(60 ml/min)로 하였다.

6. 품질평가

(1) 저장수명

과실 및 채소의 저장수명은 외관적으로는 신선함을 유지하고 미생물의 번식이 없는 상태이며, marketable quality가 인정되는 저장기간까지로 3번 이상 반복실험의 평균값으로 계산하였다.

(2) 일반특성조사

포장 저장된 실험시료의 색도변화는 colorimeter (Minolta, CR-200, Japan)를 이용해 Hunter value L, a, b로 측정하였다. Fiber 함량은 Kramer¹⁷⁾ 방법에 의해, 절단 배의 경도는 Back extrusion test cell(10.2 cm internal diameter × 12 cm internal height)을 이용해 Instron Universal Testing Machine(Model No. A 31-1002, England)으로 측정하였다.

(3) Vitamin C 측정

포장 저장된 과실 및 채소의 vitamin C 함량은 마쇄된 40 g의 시료에 동량의 10% HPO_3 을 가한 후 5% HPO_3 을 첨가하여 균질화를 시켜 원심분리하여 시험용액으로 사용하였다. 표준용액은 ascorbic acid 10 mg을 5% HPO_3 용액에 녹여 표준용액(100 ppm)으로 하였으며 이 용액으로부터 1, 2, 3, 4, 5 ppm의 표준곡선을 작성하여 처리된 시료의 측정 peak를 표준곡선을 이용해 정량한 high performance liquid chromatograph(JASCO PU-980)를 사용하여 분석하였다. 분석조건은 column: Finepak-SIL NH₂-10, mobile phase: 0.05 M KH_2PO_4 /acetone(60:40), detector: UV 260 nm, flow rate: 1.0 ml/min로 하였다.

(4) 총균수

총균수의 측정은 회석액 0.1 ml를 plate count agar (Difco Laboratories) 배지에 도말한 후 37°C에서 48시간 배양한 다음, 형성된 colony의 수를 colony forming unit(CFU/ml)로 표시하였다.

(5) 관능검사

신선편의 제품화된 과실 및 채소를 각 처리온도별 최적 품질을 보이는 최대 저장일에 10명의 panel을 대상으로 외관, 조직감, 풍미 및 전체적인 기호도 등을 line scale을 이용해 품질 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 절단 배의 품질변화

(1) 포장내 기체조성 변화

절단배(cut-Asian pear)를 필름으로 포장하여 각 온도에서 저장한 후 포장내 O_2 와 CO_2 농도를 측정한 결과, 20°C에서는 O_2 가 4.8~7.8%로, CO_2 는 3.9~4.6%를 나타내었으며, 0°C에서 O_2 는 8.4~10.6%, CO_2 는 2.8~3.8%로 유지되었다. 처리구별로 보면 무처리한 것의 O_2 농도가 다른 처리구에 비해 높게 나타났다.

(2) 품질보존 처리효과

절단배의 고품질 유지를 위한 다양한 품질 보존 처리효과는 Table 1과 같다. 절단 배의 저장수명은 20°C 및 0°C에서 1% NaCl과 0.2% L-cysteine 처리구가 대조구에 비해 약 100% 연장효과를 보여주고 있다. 0°C에서 색도변화를 보면 a값은 큰 변화가 없었으며 L값은 저장기간이 증가할수록 감소하였고, b값은 점차 증가하였다. 처리구 중 1% NaCl과 0.2% L-cysteine이 가장 적게 변화하였다. 경도는 저장기간이 증가함에 따라 감소하였으며 1% CaCl_2 와 1% calcium lactate 처리구가 다른 처리구들보다 각 저장온도에서 연화가 약간 지연되는 경향을 보였다. 이러한 결과는 서양배를 대상으로 1% CaCl_2 와 1% calcium lactate 처리가 연화방지에 효과가 있는 연구결과와 일치함을 보여주었다^{16,18,19)}. Vitamin C의 함량은 초기 3.7 mg%였으나 20°C에서 2일간 저장 후에는 무처리구가 1.4 mg%로 가장 많이 감소하였으며, 나머지는 처리구간 큰 차이가 없이 모두 2.3~2.7 mg%의 범위를 유지하였다. 0°C에서도 20°C의 결과와 큰 차이를 보이지 않았으며 저장 6일 후 2.4~2.9 mg%의 범위로 감소하였다. 미생물의 경우 0.2% L-cysteine이 20°C에서 저장 2일 후에는 6.5×10^6 CFU/ml, 0°C 저장 6일 후에는 4.7×10^5 CFU/ml로 다른 처리구에 비해 미생물 증식이 가장 적었다.

(3) 관능평가

Table 1. Effect of various treatments on quality attributes of 'Asian' pear slices packed in ceramic films

Treatment	Storage life (days)	Hunter color value			Firmness (kg)	Vitamin C (mg%)	Total viable counts (CFU/ml)
		L	a	b			
After 2 days storage at 20°C							
Untreated	1.0	65.3±1.7	-1.1±0.2	11.3±0.8	170.0±8.2	1.4±0.1	5.7×10 ⁷
1% CaCl ₂	1.5	65.4±1.8	-1.0±0.2	10.7±0.9	221.7±8.6	2.7±0.1	6.8×10 ⁷
0.2% L-cysteine	2.0	66.3±1.7	-1.4±0.2	10.6±1.6	198.5±2.5	2.3±0.0	6.5×10 ⁶
1% NaCl	2.0	68.1±1.2	-1.4±0.2	9.5±0.5	200.0±0.3	2.6±0.2	3.5×10 ⁷
1% Calcium lactate	1.5	66.4±1.6	-0.9±0.2	11.3±1.2	217.0±6.4	2.6±0.6	2.5×10 ⁷
After 6 days storage at 0°C							
Untreated	1.0	64.6±1.1	-0.9±0.5	12.6±1.1	175.5±5.4	1.8±0.0	3.0×10 ⁶
1% CaCl ₂	1.5	66.3±1.0	-1.2±0.3	10.3±1.1	203.0±3.9	2.7±0.1	2.7×10 ⁶
0.2% L-cysteine	2.0	68.5±0.8	-1.0±0.4	10.3±1.8	185.5±4.8	2.9±0.1	4.7×10 ⁵
1% NaCl	2.0	68.7±3.4	-1.3±0.3	9.8±0.8	191.2±8.9	2.7±0.2	3.0×10 ⁶
1% Calcium lactate	1.5	66.2±0.8	-0.7±0.3	11.2±1.2	200.2±5.7	2.4±0.1	5.3×10 ⁶

Table 2. Effect of various treatments on sensory quality of 'Asian' pear slices packed in ceramic film during storage

Treatment	Appearance	Crispness	Flavor	Overall acceptability
After 2 days storage at 20°C				
Untreated	4.0±0.7	5.8±0.8	6.0±0.8	4.5±0.9
1% CaCl ₂	4.8±0.8	6.2±0.8	6.2±0.9	5.5±0.5
1% NaCl	6.0±1.1	6.0±0.8	6.3±0.8	6.1±0.7
0.2% L-cysteine	6.4±1.1	6.3±1.1	5.9±0.7	5.6±0.5
1% Calcium lactate	4.7±1.0	6.1±0.9	6.1±0.7	5.2±1.6
After 6 days storage at 0°C				
Untreated	4.5±0.5	6.0±0.7	6.0±0.7	5.1±0.6
1% CaCl ₂	5.0±0.7	6.4±0.7	6.1±0.9	5.7±0.8
1% NaCl	6.2±0.8	6.1±0.9	6.4±1.0	6.2±0.8
0.2% L-cysteine	6.5±0.9	6.3±1.1	5.9±0.7	5.9±0.7
1% Calcium lactate	4.7±1.0	6.0±0.9	6.1±1.0	5.4±0.5

관능평가는 색을 중심으로 한 외관, 사각거림, 향미 및 전체적 기호도 등에 대해 실시하였으며 그 결과는 Table 2와 같다. 외관에 있어서는 0.2% L-cysteine이 0°C 및 20°C 모두 가장 높은 선호도를 보였고, 전체적 기호도에서는 1% NaCl이 0°C 및 20°C에서 높은 선호도를 나타내었다. 0.2% L-cysteine의 경우 외관에서는 높은 기호도를 보였으나, 전체적 기호도에서 점수가 낮은 이유는 아마도 좋지 않은 풍미를 내기 때문이라 판단된다. 따라서 전체적 기호도를 판단함에 있어서는 맛이 가장 중요한 지표라 할 수 있다.

2. 절단배추의 품질변화

(1) 저장수명

배추에 있어 품질 보존제(quality preservatives) 처리 효과에 대한 실험결과는 Table 3과 같다. 대조구의 경우 저장 평균 수명이 20°C의 경우 약 2.6일 정도였으며 처리구 별로 보면 20°C에서 저장 수명이 가장 길었던 1% CaCl₂는 약 5일 정도로, 대조구에 비해 약 2배 정도 길었으며 그 다음으로는 1% NaCl이 약 4일 정도의 저장 수명을 나타냈다. 0.05% chitosan+1% vitamin C와 0.1% Sporix+1% vitamin C는 각각 3.3일, 3.2일로 대

Table 3. Effect of preservatives on storage life and quality of minimally processed Chinese cabbage stored at 4°C and 20°C

Treatment	Storage life (days)	Hunter color value			Fiber content (%)	Titratable acidity (%)
		L	a	b		
After 2 days storage at 20°C						
Untreated	2.6	36.2	-4.6	10.0	0.8	0.4
1% CaCl ₂	5.0	39.4	-14.6	28.2	1.0	0.6
1% NaCl	4.0	31.2	-10.1	14.5	0.8	0.4
3% sucrose	3.0	27.9	-8.0	11.0	1.1	0.6
1% Ca-lactate	2.3	24.4	-6.3	8.1	0.9	0.4
1% vitamin C	2.6	23.5	-5.9	6.7	0.9	0.4
0.05% chitosan+1% vitamin C	3.3	37.6	-15.3	28.9	1.1	0.4
0.1% Sporix+1% vitamin C	3.2	38.9	-3.0	11.7	0.9	0.3
Hot water (60°C)	2.0	38.2	-3.6	10.8	0.7	0.3
After 5 days storage at 4°C						
Untreated	4.0	40.1	-14.3	24.9	1.0	0.5
1% CaCl ₂	7.6	40.1	-13.2	20.2	1.2	0.8
1% NaCl	7.6	44.3	-17.4	29.1	1.2	0.5
3% sucrose	6.6	41.5	-14.8	22.1	1.1	0.8
1% Ca-lactate	7.0	44.8	-14.8	24.7	1.2	0.5
1% vitamin C	5.6	42.2	-15.4	23.5	1.0	0.5
0.05% chitosan+1% vitamin C	5.6	40.7	-13.9	20.6	1.1	0.5
0.1% Sporix+1% vitamin C	5.6	42.4	-16.0	27.2	1.1	0.4
Hot water (60°C)	6.3	43.3	-17.2	27.9	1.0	0.4

조구에 비해서는 높았으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 또한 1% Ca-lactate, 1% vitamin C 처리구에서는 3일 미만으로 저장수명에는 큰 영향을 미치지 못했고, hot water(60°C)의 경우에는 2일로 오히려 대조구 2.6일에 비하여 낮았다. 이에 비해 4°C의 경우에는 약 4일 정도로 20°C에 비해 상당히 높았으며, 처리구 별로는 1% CaCl₂, 1% NaCl이 각각 7.6일로 20°C에서의 5일, 4일에 비하여 상당히 높은 수명 연장효과를 보였다. 외관 품질의 경우, 1% CaCl₂ 처리구가 20°C와 4°C 모두 다른 처리구들에 비하여 가장 좋았다. 0.1% Sporix+1% vitamin C 처리구는 다른 처리구에 비하여 연화(softening) 현상이 매우 심하였으며, 1% Ca-lactate, 1% vitamin C 처리구는 갈변(yellowing)현상과 이취(off-flavor)가 심했다. 특히 1% vitamin C 처리구의 경우에는 반점(black spot)이 눈에 띠게 나타났다.

(2) 품질변화

저장에 따른 Fiber 함량의 변화는 저장 초기함량(1.32%)에 비하여 다소 낮아지긴 했으나 1% CaCl₂와 1% NaCl의 fiber함량이 대조구나 다른 처리구에 비해 높았으며 20°C에 비하여 4°C의 함량이 높게 나타났다 (Table 3). 색도는 전반적으로 초기(L: 47.24, a: -14.86, b: 25.27)에 비해서 낮은 값을 나타내었으며, 전체적으로 엽 부위보다는 줄기 부위에 품질 보존제(quality preservatives) 처리효과가 좋았다. 이러한 배추의 yellowing 현상은 저장 중 발생, 축적되는 ethylene의 낮

은 농도(0.1 µl/liter)에 의해 발생되는 것으로 보고되고 있다²⁰⁾. 산도(titratable acidity)는 초기값(1.2%)에 비하여 다소 낮아졌으나 전체적으로 20°C에 비하여 4°C의 변화가 훨씬 낮았으며 처리구별로는 1% CaCl₂와 3% sucrose 처리구의 변화율이 다른 처리구들에 비하여 낮았다.

3. 버섯의 MAP 조건과 품질변화

(1) MAP 조건과 품질보존제 첨가

버섯의 MAP 조건은 포장재질, 두께 및 저장온도에 따라 저장수명의 큰 차이를 보여주었다. 느타리버섯의 경우 ceramic, polypropylene, polyethylene film 모두 60 µm 두께에서 가장 높은 저장수명을 보여주었다(data not shown). 60 µm 이상의 film 두께는 버섯의 off-flavor 성분인 ethanol과 acetaldehyde 등의 축적²¹⁾으로 좋은 외관품질유지는 가능하나 포장을 개봉했을 때 상품성 저하의 요인이 된다.

포장재질로써 좋은 결과를 보여준 polyethylene film을 사용하여 버섯의 고 품질 유지를 연장하기 위한 시도로 식물 성장 조절제인 ethylene 제거를 위한 potassium permanganate와 SO₂ 발생을 위한 KHSO₄+K₂S₂O₅ 처리를 한 후 저장수명을 비교한 결과는 Table 4와 같다. SO₂ 발생 처리구가 느타리버섯은 20°C와 0°C에서 70%, 표고버섯은 20°C에서 50%, 0°C에서 80%의 증가된 저장수명을 보여주었다. 반면, potassium permanganate 처

Table 4. Comparison of storage life and gas compositions of mushrooms packed with quality preservatives under modified atmosphere packaging at 2°C and 0°C

Treatment	<i>Pleurotus ostreatus</i>			<i>Lentinus edodes</i>		
	storage life(days)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	storage life(days)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
20°C						
Polyethylene film	3.0	10.7	1.8	4.0	14.4	1.4
PE+Potassium permanganate	4.0	11.0	1.9	6.0	15.8	1.2
PE+KHSO ₄ +K ₂ S ₂ O ₅	5.0	11.6	1.4	6.0	16.7	1.3
0°C						
Polyethylene film	9.0	10.2	1.2	9.0	11.3	1.8
PE+Potassium permanganate	12.0	10.6	1.4	13.0	10.8	1.3
PE+KHSO ₄ +K ₂ S ₂ O ₅	15.0	10.5	1.2	16.0	10.6	1.2

리구는 30~50%의 높은 저장수명을 나타내었다. 각 처리구간의 기체조성의 차이는 크게 나타나지 않았으나 표고버섯의 경우 온도간의 유의적인 차이를 보여 주었다. 최대 저장수명을 나타내었을 때에 있어 느타리버섯의 기체조성은 CO₂ 10.2~11.6%, O₂ 1.2~1.9%였으며, 표고버섯의 경우 20°C에서 CO₂ 14.4~16.7%, O₂ 1.2~1.4%로 CO₂ 함량이 다소 높았으며, 0°C에서는 CO₂ 10.6~11.3%, O₂ 1.2~1.8% 수준을 보여주었다.

Polyethylene film을 이용한 버섯류의 MAP 조건하에 고품질보존을 위해 과실 및 채소의 단위포장시 ethylene에 의한 품질저하의 최소화를 위한 potassium permanganate 사용 및 미생물에 의한 오염예방을 위한 SO₂ 발생은 버섯의 경우에 있어서도 유효한 것으로 확인되었다. 버섯의 MAP 조건 하에서 고유의 풍미 보존을 위해 이 분야의 좀 더 심도 있는 연구가 요구된다.

IV. 요 약

신선편의화된 신고배를 이용하여 연구를 수행한 결과 처리구 중에서 1% NaCl과 0.2% L-cysteine 용액에 1분간 처리한 절단배의 색도가 가장 적게 변화하였으며, 1% CaCl₂ 용액처리한 것이 가장 높은 경도를 나타내었다. Vitamin C의 함량은 초기 3.7 mg%에서 저장 후에는 무처리구가 1.6 mg%로 가장 많이 감소하였으며, 나머지는 처리구간 큰 차이가 없이 모두 2.3~2.9 mg%의 범위를 유지하였다. 관능평가 결과 사각거림이나 다즙성, 풍미에 있어서는 큰 차이가 없었으나 외관에 있어서는 0.2% L-cysteine 처리구, 전체적 기호도에서는 1% NaCl 처리구가 각각 높은 선호도를 나타내었다.

신선편의 식품화를 위하여 배추를 절단한 후 저장수명과 품질변화를 관찰한 결과 4°C에서 1% CaCl₂ 처리구와 1% NaCl 처리구의 저장수명이 가장 길었으며 전반

적인 외관의 유지효과 역시 20°C와 4°C 모두 1% CaCl₂ 처리구가 대조구와 다른 처리구들에 비하여 줄기 절단 부위에 약간의 갈변 발생을 제외하고는 외관이 가장 좋았고, fiber함량, 색도, 산도 등의 생화학적인 변화에 있어서도 역시 다른 처리구에 비하여 효과가 우수하였다.

느타리버섯의 MAP 조건은 포장재질, 두께 및 저장온도에 따라 저장수명의 큰 차이를 보여주었다. 포장두께는 사용한 creamic, polypropylene 및 polyethylene film 모두 60 μm 두께에서 가장 높은 저장수명을, 포장재질로는 polyethylene film이 20°C에서 30~50%, 0°C에서 30~125% 증가된 저장수명을 보여주었다. Polyethylene film을 이용해 버섯의 고품질 유지기간의 연장을 위한 시도로 사용된 potassium permanganate와 SO₂ 발생 처리는 potassium permanganate 처리구가 30~50%, SO₂ 발생 처리구는 50~78%의 저장수명 연장 효과를 보여주었다. MA 저장시 기체조성은 느타리버섯의 경우 CO₂ 10.2~11.6%, O₂ 1.2~1.9%, 표고버섯은 CO₂ 10.8~16.7%, O₂ 1.1~1.9%를 나타내었다.

감사의 글

본 연구수행을 위해 많은 도움을 주신 한국식품개발연구원의 김동만 박사님께 감사드립니다.

참고문헌

- King Jr, A. D. and Bolin, H. R. : Physical and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, **43**:132, 1989
- Kim, D. M. : Minimal processing of fruits and vegetables. *Kor. Food Technol.*, **8**:85, 1995
- Aldemo Monsalve-Gonzalez, Gustavo V. Barbosa-

- Canovas, Ralph P. Cavalieri, Arthur J. McEvily and Rhada : Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods. 4-hexylresorcinol as anti-browning agent. *J. Food Sci.*, **58**: 797, 1993
4. 한응수 : 포장방법에 따른 절임 배추의 저장 중 품질변화. *한국식품과학회지*, **26**:283, 1994
5. 이동선 : 염소처리와 포장조건이 최소가공 (minimal processing) 채소류의 선도유지에 미치는 영향. *원예저장 유통연구회지*, **8**:47, 1997
6. Adams, M. R., Hartley, A. D., and Cox, L. J. : Factors affecting the efficiency of washing procedures used in the production of prepared salads. *Food microbiol.* **6**:69, 1989
7. Park, W. P. and Lee, D. S. : Effect of chlorine treatment on cut water cress and onion. *J. Food Quality*, **18**:415, 1995
8. 이동선 : 염소처리와 포장조건이 최소가공 (minimal processing) 채소류의 선도유지에 미치는 영향. *원예저장 유통연구회지*, **8**:47, 1997
9. Lee, C. Y., Smith, N. L., Kim, D. M., C. de Lagarde, Yang, P., Kim, I. H. and Hotchkiss, J. H. : Quality enhancement of minimally processed apple slices and fresh apples by browning inhibitors and heat shock treatment. Proceeding of the Sixth International CA Research Conference. p. 15, 1993
10. 윤정원, 김종근, 김우정 : Microwave 열처리 및 혼합염의 첨가가 까두기의 물리적 성질에 미치는 영향. *한국농화학회지*, **34**:219, 1991
11. Kwon, H. R. and Lee D. S. : Modified atmosphere packaging of precut and prepared vegetables. *Food and Biotechnology*, **4**:169, 1995
12. Day, B.P.F. : Optimization of parameters for modified atmosphere packaging of fresh fruits and vegetables, CAP'88, Schotland Business Reaserch Inc., p. 147, 1988
13. Macheix, J. J., Fleuriet, A. and Billot, F. : Fruit phenolics. CRC Press. New York, USA. p. 310, 1990
14. Dudley, E. D. and Hotchkiss, J. H. : Cysteine as an inhibitor of polyphenol oxidase. *J. Food Biochem.*, **13**: 65, 1989
15. Rosen, J. C. and Kader, A. A. : Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *J. Food Sci.*, **54**:656, 1989
16. Gorny, J. R., Gil, M. I. and Kader, A. A. : Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut pears. Proceeding of 1996 postharvest conference, Taupo, New Zealand, 1997
17. Kramer, A. and Twigg, B. A. : Kinesthetic or texture. Vol.2, 83. In: Quality control for the food industry. AVI publishing Co., Inc., Westport, Conn., 1973
18. Anonymous : Prevention of browning in fresh prepared vegetables. Miles Laboratories, Inc., Biotech Division, Elkhart, IN. 1983
19. Boling, H.R. and Huxsoll, C.C. : Partial drying of cut pears to improve freeze/thaw texture. *J. Food Sci.*, **58**:357, 1993
20. Kim, G. H. : Effect of ethylene on quality of Chinese cabbage. *Food and Biotechnology* **1**:85, 1992
21. 이세은, 김동만, 김길환 : MA저장중 표고버섯의 품질변화에 관한 연구. *한국식품영양과학회지*, **20**(2):133, 1991

(2000년 10월 27일 접수)