

## 최소가공채소류에 적합한 갈변방지제의 선발

박우포 · 조성환\* · 이동선\*\*

마산전문대학 식품영양과, \*경상대학교 식품공학과,

\*\*경남대학교 식품공학과

## Screening of Antibrowning Agents for Minimally Processed Vegetables

Woo Po Park, Sung Hwan Cho\* and Dong Sun Lee\*\*

Department of Foods and Nutrition, Masan College

\*Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University

\*\* Department of Food Engineering, Kyungnam University

### Abstract

Peeled garlic, soybean sprouts, cut onion and cut green pepper were treated by dipping in solutions of different antibrowning agents, and then stored at 10°C. Surface color and polyphenol oxidase activity of produce were measured through the storage. Tested antibrowning agents include ascorbic acid, citric acid and allyl isothiocyanate. The commodities showed different responses to the antibrowning agent solutions; 1% citric acid for peeled garlic, 1% ascorbic acid for soybean sprouts, 2% citric acid for cut onion, and 1% ascorbic acid for cut green pepper showed better retardation in browning than the other treatments for respective product. For peeled garlic, surface browning was concomitant with increase in polyphenol oxidase activity during storage. On the other hand, there was no positive correlation between surface browning and polyphenol oxidase activity for the other stored products.

Key words: browning, antibrowning agent, polyphenol oxidase, minimal processing

### 서 론

건강에 대한 관심이 증가되고 신선식품에 대한 소비자의 기호도가 증가하면서 신선한 채소류의 소비는 꾸준히 늘어나고 있다. 최근에는 신선도와 편의성을 동시에 추구하는 소비자의 욕구를 충족시켜 줄 수 있는 최소가공채소류(minimally processed vegetables)의 소비가 미국이나 유럽 등지에서는 급격하게 증가하고 있다<sup>(1,3)</sup>. 이러한 최소가공 채소류는 생산 단계에서 세척, 박피 및 절단 등의 과정을 거치기 때문에 소비자는 이러한 제품을 구입한 후에는 전처리 과정을 거치지 않고 바로 사용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 박피, 절단 등의 공정을 거치게 됨으로써 절단 전의 세포에 비하여 호흡이 빠르고, 미생물의 침입에 대한 저항성이 약화되기 쉽다. 또한 절단 후의 세포는 절단

전의 세포에 비하여 산화적 갈변을 받기가 쉽다<sup>(4)</sup>. 수확 후 가공 처리되는 과정에서 과채류의 조직이 손상되어서 일어나는 갈변은 품질손실에 중요한 요인이 된다<sup>(5)</sup>. 이러한 갈변 반응은 주로 polyphenol oxidase에 의하여 phenolic 화합물이 산화되어서 o-quinone과 같은 화합물을 만드는 것 때문이다. 이렇게 만들어진 quinone류는 중합되어 짙은 갈색 또는 적색의 중합물을 만든다<sup>(6)</sup>. 이러한 갈변 반응은 최소가공채소류에 바람직하지 못한 색깔, 냄새를 지니게 할 뿐만 아니라 영양가를 저하시키는 것으로 알려져 있다<sup>(7)</sup>. 따라서 이와 같이 최소가공채소류를 저장·유통하는 도중에 갈변이 일어난 제품은 상품성이 저하될 것이므로 갈변을 억제할 필요가 있다.

본 실험에서는 우리나라에서 최소가공채소류의 형태로 생산, 유통 및 판매되고 있거나 앞으로 이런 형태로 할 필요가 있다고 판단된 마늘, 콩나물, 풋고추 및 양파를 시료로 사용하였다. 또한 일반적으로 과채류에 처리했을 때 갈변을 억제하는 효과가 있는 것은

Corresponding author: Woo Po Park, Department of Foods and Nutrition, Masan College, 100 Yongdam-ri, Naeseo-eup, Masan 630-729, Korea

로 알려진 ascorbic acid<sup>(8,12)</sup>, citric acid<sup>(12,13)</sup> 및 allyl isothiocyanate<sup>(14)</sup>를 이들에 처리했을 때 갈변 방지에 효과가 큰 물질의 종류와 이들의 처리 조건을 설정하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시료의 구입

마늘(*Allium sativum* L.), 양파(*Allium cepa* L.) 및 풋고추(*Capsicum annuum* L.)는 실험 당일 마산의 시장에서 구입하여 사용하였으며, 콩나물은 콩(*Glycine max* (L.) Merrill, variety Junjeri)을 12시간 동안 물에 넣어서 불린 다음 콩나물 재배기(Jaeyoung Electronic Co., Korea)를 사용하여 약 25°C의 온도에서 3일간 재배하여 실험에 사용하였다.

### 시료의 처리 및 저장

마늘은 약 200 g을 1 L 정도의 물에 2시간 정도 담궈서 불린 다음 칼로 껍질을 벗기고 흐르는 물에 씻었다. 양파는 껍질을 벗기고 흐르는 물에 씻은 다음 휴지로 표면의 물기를 제거하고 양분하여 약 5 mm 정도의 폭으로 잘랐다. 풋고추와 콩나물은 약 500 g씩을 10 L 정도의 물에 넣어서 1분간 씻은 다음 salad spinner로 1분간 탈수하였다. 그 다음에 풋고추는 약 5 mm 정도의 폭으로 잘랐다. 이렇게 준비한 시료들은 50 g씩 1 L의 갈변방지제가 들어 있는 용액에 30초 동안 침지하였다. 이때 사용한 갈변방지제 및 사용 농도는 ascorbic acid 및 citric acid가 각각 1% 및 2%였으며, allyl isothiocyanate는 0.1% 및 0.2%였다. 침지가 끝난 시료들은 salad spinner로 1분간 탈수하여 콩나물은 22×16 cm, 깎마늘, 절단 양파 및 절단 풋고추는 13×7.5 cm 크기의 발포 폴리스틸렌용기에 담고 linear low density polyethylene 필름(Clean wrap, Korea)으로 stretch wrapping하여 10°C에서 저장하였다.

### 갈변 정도 및 polyphenol oxidase의 역가 측정

갈변방지제 처리 직후 및 저장 기간 동안에 일어난 갈변의 정도는 시료의 표면색도를 측정한 다음 저장 0일의 대조구와의 색차로서 표시하였다. 즉 색차계(CR-200, Minolta Chroma Co., Ltd, Osaka, Japan)를 사용하여 시료 표면의 L, a 및 b 값을 측정한 다음  $E = [(L-L_0)^2 + (a-a_0)^2 + (b-b_0)^2]^{1/2}$  식을 이용하여 색차를 계산하였으며, 이때 사용한 표준 색판은 백색판(Y=95.2, x=0.3134, y=0.3202)이었다. 또한 시료간의 공극에 의한 측정값의 차이를 줄이기 위하여 시료를 서로 완전히

밀착하도록 한 다음 표면색도를 측정하였다. 효소적 갈변에 관계가 있는 것으로 알려진 polyphenol oxidase (PPO)의 역가는 Takahashi 등의 방법으로 측정하였다<sup>(15)</sup>. 즉 시료 10 g에 pH 7.0 인산 완충액 40 mL을 붓고 polyvinylpolypyrrolidone 0.5 g을 넣고 빙냉하면서 마쇄하였다. 마쇄한 액은 가제로 거르고, 12,000×g로 10분간 원심분리하여 상등액을 조효소액으로 하였다. PPO의 역가를 측정하기 위해서는 pH 6.0의 0.1 M 인산 완충액 1 mL에 0.1 M catechol 1.9 mL을 가한 다음 조효소액 0.1 mL을 넣었다. 반응을 진행시키면서 420 nm에서 흡광도의 증가를 측정하여 PPO의 역가로 표시하였다.

## 결과 및 고찰

깎마늘은 갈변방지제 처리 직후에 대조구와의 색차가 대략 0.7 부근으로 나타났는데, 이것은 침지 용액 중에 녹아있던 ascorbic acid 등이 마늘의 표면에 묻었기 때문이라고 생각된다. 따라서 이 정도의 색차로는 마늘이 갈변되었다고 볼 수가 없을 것으로 판단된다(Table 1). 저장 기간이 경과함에 따라 모든 시험구의 색차가 대체적으로 증가하여 갈변이 커지는 것으로 생각된다. Ascorbic acid와 citric acid 처리구의 polyphenol oxidase (PPO) 역가는 저장 기간 동안 대조구에 비하여 낮았으며, allyl isothiocyanate (AITC) 처리구도 저장 10일까지는 대조구보다 낮은 값을 나타내어 갈변의 정도와 비슷한 경향을 나타내었다. 또한 저장 10일까지는 AITC 0.2% 처리구의 색차가 가장 낮게 나타났으나 15일에 급격하게 증가하여 대조구보다 높은 값을 나타내었다. 이것은 PPO 역가의 급격한 증가와 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다. 즉 ascorbic acid 및 citric acid 처리구는 10일과 15일의 PPO 역가가 큰 차이를 나타내지 않았으나 AITC 처리구는 저장 10일에 비하여 15일에는 6~7배 높은 역가를 나타내었다. AITC를 처리하지 않은 시험구에 있어서는 부분적으로 검은 점이 생기는 것을 제외하고는 저장 15일에도 현저한 갈변 현상은 관찰되지 않았으며, 갈변 억제에 가장 효과적인 것은 citric acid 1% 처리구였다. 마늘의 갈변 정도는 풋고추 등에 비하여 현저하게 낮았다(Table 2~4). 이는 마늘 껍질이 제거되는 과정에서 조직의 손상이 그다지 심하지 않았기 때문에 PPO와 페놀성 기질이 서로 반응하기가 어려웠기 때문이라고 생각된다.

저장 중 콩나물의 갈변은 저장기간이 경과하면서 대체적으로 커지는 것으로 나타났다(Table 2). 저장

**Table 1. Changes in color vector difference ( $\Delta E$ )<sup>1)</sup> and polyphenol oxidase activity of peeled garlic treated with antibrowning solutions during storage at 10°C<sup>2)</sup>**

Quality attribute	Treatment	Storage time (days)					
		0	3	7	10	15	
Color vector difference ( $\Delta E$ )	Control		0	0.95±0.10	1.09±0.19	1.10±0.15	1.73±0.21
	Ascorbic acid 1%	0.72±0.09	0.46±0.15	0.85±0.19	0.95±0.11	1.56±0.36	
	Ascorbic acid 2%	0.71±0.10	0.80±0.12	1.03±0.11	1.19±0.27	1.30±0.37	
	Citric acid 1%	0.71±0.15	0.73±0.14	0.71±0.09	1.20±0.33	1.23±0.28	
	Citric acid 2%	0.59±0.06	0.80±0.13	0.90±0.14	1.08±0.29	1.69±0.22	
	AITC <sup>3)</sup> 0.1%	0.73±0.18	1.00±0.21	1.12±0.19	1.66±0.25	2.99±0.29	
	AITC 0.2%	0.72±0.13	0.44±0.15	0.52±0.15	0.92±0.22	2.37±0.30	
Polyphenol oxidase activity <sup>4)</sup>	Control		0.10	0.06	0.14	0.13	0.21
	Ascorbic acid 1%	0.06	0.02	0.04	0.06	0.03	
	Ascorbic acid 2%	0.01	0.02	0.00	0.06	0.06	
	Citric acid 1%	0.01	0.02	0.04	0.08	0.06	
	Citric acid 2%	0.02	0.02	0.07	0.04	0.04	
	AITC 0.1%	0.06	0.06	0.08	0.03	0.20	
	AITC 0.2%	0.06	0.04	0.04	0.02	0.12	

<sup>1)</sup>Initial values of L, a and b for initial control sample just after preparation were  $L_0=73.98$ ,  $a_0=-3.62$ ,  $b_0=19.70$ .

<sup>2)</sup>Values are means  $\pm$  standard deviations (n=3).

<sup>3)</sup>allyl isothiocyanate.

<sup>4)</sup> $A_{420} \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$ .

**Table 2. Changes in color vector difference ( $\Delta E$ )<sup>1)</sup> and polyphenol oxidase activity of soybean sprouts treated with antibrowning solutions during storage at 10°C<sup>2)</sup>**

Quality attribute	Treatment	Storage time (days)				
		0	3	7	15	
Color vector difference ( $\Delta E$ )	Control		0	1.32±0.21	2.81±0.20	3.22±0.45
	Ascorbic acid 1%	1.07±0.15	0.66±0.04	2.11±0.32	3.19±0.30	
	Ascorbic acid 2%	1.06±0.22	0.81±0.05	2.17±0.25	6.49±0.37	
	Citric acid 1%	1.08±0.21	1.12±0.15	2.91±0.23	5.97±0.41	
	Citric acid 2%	0.98±0.28	0.80±0.24	4.22±0.32	8.84±0.25	
	AITC <sup>3)</sup> 0.1%	1.09±0.29	4.91±0.24	5.81±0.61	-	
	AITC 0.2%	1.10±0.30	1.60±0.31	4.01±0.55	-	
Polyphenol oxidase activity <sup>4)</sup>	Control		0.65	0.65	0.74	0.86
	Ascorbic acid 1%	0.96	0.28	0.88	0.74	
	Ascorbic acid 2%	0.70	0.54	0.98	0.78	
	Citric acid 1%	0.40	0.44	0.94	0.80	
	Citric acid 2%	0.48	0.54	0.72	0.86	
	AITC 0.1%	0.44	0.50	0.62	-	
	AITC 0.2%	0.48	0.62	0.38	-	

<sup>1)</sup>Initial values of L, a and b for initial control sample just after preparation were  $L_0=70.73$ ,  $a_0=-3.00$ ,  $b_0=9.26$ .

<sup>2),3),4)</sup>Refer to the footnote of table 1.

3일까지는 ascorbic acid와 citric acid 처리구의 색차가 대조구보다 낮아서 갈변 방지에 효과가 있는 것으로 나타났으나 AITC 처리구는 대조구에 비하여 높은 값을 나타내어 갈변 방지에 효과가 그다지 크지 않은 것으로 생각된다. 저장 7일까지는 ascorbic acid 처리구가 비교적 낮은 색차를 나타내어 citric acid에 비하여 효과가 큰 것으로 나타났다. Ascorbic acid는 2% 처리보다는 1% 처리구의 색차가 저장 15일까지 가장 낮게 나타나 콩나물의 갈변 억제에 효과가 가장 큰 것으로

나타났다. 갈변방지제 처리 직후에는 citric acid 및 AITC 처리구의 PPO 역가는 대조구에 비하여 낮게 나타나 이 효소의 역가가 저해되는 것으로 나타났다. 이것은 citric acid에 의하여 pH가 낮아지고 PPO의 활성 부위에 있는 구리가 킬레이트화됨으로써 PPO의 활성이 저해되기 때문이라고 생각된다<sup>(16)</sup>. 그러나 ascorbic acid 처리 직후 콩나물에 있어서의 PPO 역가는 오히려 높은 것으로 나타났다. 이러한 점은 깎마늘 및 풋고추에 대해서 처리직후 낮아진 PPO역가를 각각 보

**Table 3. Changes in color vector difference ( $\Delta E$ )<sup>1)</sup> and polyphenol oxidase activity of sliced green pepper treated with antibrowning solutions during storage at 10°C<sup>2)</sup>**

Quality attribute	Treatment	Storage time (days)			
		0	3	7	10
Color vector difference ( $\Delta E$ )	Control	0	2.24±0.18	4.13±0.27	5.31±0.63
	Ascorbic acid 1%	0.92±0.10	2.96±0.24	3.12±0.47	4.85±0.40
	Ascorbic acid 2%	0.61±0.11	2.43±0.20	5.55±0.38	6.15±0.54
	Citric acid 1%	0.68±0.04	3.22±0.19	5.27±0.59	7.66±0.31
	Citric acid 2%	0.96±0.18	1.50±0.21	3.93±0.48	7.92±0.48
	AITC <sup>3)</sup> 0.1%	1.01±0.13	3.82±0.32	4.24±0.76	6.26±0.43
	AITC 0.2%	1.14±0.14	3.76±0.22	3.98±0.54	6.82±0.64
Polyphenol oxidase activity <sup>4)</sup>	Control	1.66	1.14	1.11	1.04
	Ascorbic acid 1%	0.86	0.82	0.56	0.62
	Ascorbic acid 2%	0.72	1.26	0.30	0.62
	Citric acid 1%	0.92	0.62	0.56	0.84
	Citric acid 2%	1.04	0.82	0.58	0.52
	AITC 0.1%	2.46	0.36	0.02	0.26
	AITC 0.2%	1.88	0.10	0.04	0.02

<sup>1)</sup>Initial values of L, a and b for initial control sample just after preparation were L<sub>0</sub>=37.68, a<sub>0</sub>=-14.10, b<sub>0</sub>=19.58

<sup>2),3),4)</sup>Refer to the footnote of table 1.

**Table 4. Changes in color vector difference ( $\Delta E$ )<sup>1)</sup> of sliced onion treated with antibrowning solutions during storage at 10°C<sup>2)</sup>**

Quality attribute	Treatment	Storage time (days)				
		0	3	7	10	15
Color vector difference ( $\Delta E$ )	Control	0	2.37±0.23	3.29±0.32	3.79±0.57	9.80±1.49
	Ascorbic acid 1%	0.83±0.07	2.13±0.18	2.95±0.21	2.97±0.49	6.63±0.21
	Ascorbic acid 2%	0.87±0.03	2.55±0.22	3.37±0.41	3.76±0.19	7.87±1.08
	Citric acid 1%	1.20±0.16	2.36±0.24	3.30±0.22	3.36±0.10	6.29±0.31
	Citric acid 2%	0.98±0.19	2.31±0.33	2.13±0.26	2.93±0.39	4.85±0.64
	AITC <sup>3)</sup> 0.1%	1.18±0.16	3.74±0.23	12.33±0.82	10.25±0.93	13.20±1.65
	AITC 0.2%	1.15±0.11	1.90±0.21	7.77±0.61	7.09±0.72	10.84±1.46

<sup>1)</sup>Initial values of L, a and b for initial control sample just after preparation were L<sub>0</sub>=68.88, a<sub>0</sub>=-2.37, b<sub>0</sub>=5.08.

<sup>2),3)</sup>Refer to the footnote of table 1.

여주는 Table 1과 Table 3의 결과와는 상반된다. 이는 PPO에 대해서 ascorbic acid는 채소에 따라서 그 작용을 활성화하기도 하고, 저해하기도 한다고 보고한 Mcevely 등<sup>(16)</sup>의 결과와 일치된다. PPO 역가는 저장 3일까지는 갈변방지제 처리 직후보다 낮아지거나 비슷하였으나 저장 7일에는 급격하게 증가하였다. 따라서 ascorbic acid, citric acid와 같은 갈변방지제를 콩나물에 처리하면 PPO의 역가를 억제하는 것은 저장 초기이며, 그 이후에는 이들이 PPO의 작용을 억제하지 못함으로써 갈변이 촉진된다고 생각된다. 저장 15일에 ascorbic acid 1% 및 2% 처리구는 비슷한 PPO 역가를 나타내었으나 색차는 2배 이상 차이를 보여서 콩나물에 있어서 PPO 역가와 갈변 정도와의 상관관계는 그다지 크지 않을 것으로 생각된다. 또한 저장 15일의 AITC 처리 콩나물은 조직이 심하게 부패되어 색도 및 PPO 역가를 측정할 수가 없었다. 이것은 절단

배추에서 AITC 처리시에 갈변이 억제되고, PPO 활성이 저하된다는 Nagata 등<sup>(14)</sup>의 결과와는 달랐다.

절단 풋고추는 저장 기간이 경과함에 따라 갈변 정도가 증가하기 시작했으며, 7일경부터는 씨앗이 부분적으로 검은색으로 변했다(Table 3). 10일에는 대부분의 시험구에 있어서 씨앗이 검게 썩고 조직 또한 물렁물렁하게 되어서 상품성이 거의 없는 것으로 판단되었다. 부분적으로 차이는 있으나 ascorbic acid 1% 처리구를 제외한 다른 시험구는 대조구보다 색차가 높게 나타나 갈변 억제에 효과가 거의 없는 것으로 판단되었다. PPO 역가는 저장 기간 동안 대조구가 가장 높게 나타났으며, 저장 기간이 증가함에 따라 역가가 낮아지는 것으로 나타나 갈변 정도와는 반대의 경향을 보였다.

저장 기간이 경과함에 따라 절단 양파의 갈변 정도는 모든 시험구에서 대체적으로 증가하는 것으로 나

타났다(Table 4). AITC처리구를 제외한 다른 처리구들은 대조구보다 낮은 색차를 나타내어 갈변을 억제하는 데 효과가 있는 것으로 판단되었다. 그중에서도 citric acid 2% 처리구의 색차가 저장 기간중에 다른 처리구에 비하여 낮게 나타나 갈변 억제에 가장 큰 효과가 있는 것으로 생각되었다. AITC 처리구는 저장 7일에 다른 처리구의 15일과 비슷한 값을 나타내어 절단 양파의 갈변 억제에는 그다지 효과가 없을 뿐만 아니라 오히려 갈변을 촉진하는 점이 있을 것으로 생각되었다. 저장 기간중 절단 양파의 PPO 역가가 거의 나타나지 않아서 측정할 수가 없었다(데이터는 생략).

최소가공채소류에 대한 몇가지 갈변억제제의 효과를 시험한 결과, 각 품목에 따라 최적의 갈변 억제제의 종류와 그 처리 농도가 달라지는 것을 알 수 있었다. 그리고 깐마늘에 있어서는 PPO 역가가 표면 갈변도와 상관성을 보였으나 콩나물, 절단 풋고추, 절단 양파에 대해서는 PPO의 역가의 변화가 이들의 갈변 정도와 비례적인 관계를 보여주지 못하였다.

## 요 약

편의성과 신선함을 동시에 추구하는 최소가공채소류의 저장·유통중에 품질을 저하시키는 요인중의 하나인 갈변을 억제할 수 있는 적절한 갈변방지제를 선발하기 위하여 ascorbic acid, citric acid 및 allyl isothiocyanate (AITC)의 농도를 달리하여 깐마늘, 콩나물, 절단 양파 및 절단 풋고추에 처리하여 저장하면서 이들의 효과를 검토한 결과는 다음과 같았다. 즉 깐마늘은 citric acid 1%, 콩나물은 ascorbic acid 1%, 양파는 citric acid 2%, 풋고추는 ascorbic acid 1% 처리시에 색차가 비교적 낮게 나타나 갈변 억제에 효과가 있는 것으로 나타났다. AITC는 마늘에 있어서 저장 10일까지는 갈변 억제의 효과가 있었으나 다른 품목에 있어서는 오히려 갈변을 촉진하는 것으로 나타났다. 깐마늘은 저장 기간이 경과함에 따라서 시료 표면의 갈변 정도와 polyphenol oxidase의 역가가 증가하였으나 절단 풋고추는 갈변 정도가 커짐에 따라 효소의 역가가 오히려 감소하는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 특정연구과제(95-0402-02-3)로 수행된 내용의 일부로서 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Huxsoll, C.C. and Bolin, H.R.: Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, **43**, 124-128 (1989)
2. King, A.D. Jr and Bolin, H.R.: Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.*, **43**, 132-135 (1989)
3. Howard, L.R., Yoo, K.S., Pike, L.M., and Miller, G.H.: Quality changes in diced onions stored in film packages. *J. Food Sci.*, **59**, 110-117 (1994)
4. Wiley, R.C.: Minimally processed refrigerated fruits and vegetables, Chapman & Hall, Inc., New York, p. 1-14 (1994)
5. Vamos-Vigyazo, L.: Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. in Food Sci. Nutr.*, **15**, 49-127 (1981)
6. Joslyn, M.A. and Ponting, J.D.: Enzyme-catalyzed oxidative browning of fruits products. *Adv. Food Res.*, **3**, 1-44 (1955)
7. Goupy, P., Amiot, M.J., Richard-forget, F., Duprat, F., Aubert, S. and Nicolas, J.: Enzymatic browning of model solutions and apple phenolic extracts by apple polyphenoloxidase. *J. Food Sci.*, **60**, 497-501 (1995)
8. Rosen, J.C. and Kader, A.A.: Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *J. Food Sci.*, **54**, 656-659 (1989)
9. Castaner, M., Gil, M.I., Artes, F. and Tomas-barberan, F. A.: Inhibition of browning of harvested head lettuce. *J. Food Sci.*, **61**, 314-316 (1996)
10. Kawano, S. and Shina, T.: Factors affecting the storage stability of shredded vegetables during processing and distribution (in Japanese). *J. Japanese Soc. for Food Sci. Technol.* **36**, 159-167 (1989)
11. Ohta, H. and Sugawara, W.: Influence of processing and storage conditions on quality stability of shredded lettuce (in Japanese). *J. Japanese Soc. for Food Sci. Technol.* **34**, 432-438 (1987)
12. Sapers, G.M. and Miller, R.L.: Heated ascorbic/citric acid solution as browning inhibitor for pre-peeled potatoes. *J. Food Sci.*, **60**, 762-766 (1995)
13. 김명삼: Low temperature, preservative dip 및 active MAP를 이용한 fresh-cut Chinese cabbage (배추)의 신선도 연장. *식품기술*, **9**, 139-151 (1996)
14. Nagata, M., Yano, M. and Saijo, R.: Inhibitory mechanism of allyl isothiocyanate on browning of shredded cabbage (in Japanese). *J. Japanese Soc. for Food Sci. Technol.* **39**, 322-326 (1992)
15. Takahashi, T., Abe, K. and Chachin, K.: Effect of air-exposure at low temperature on physiological activities and browning of shredded cabbage (in Japanese). *J. Japanese Soc. for Food Sci. Technol.* **43**, 663-667 (1996)
16. Mcevely, A. J., Lyengar, R. and Otwell, W. S.: Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. *CRC Crit. Rev. in Food Sci. Nutr.*, **32**, 253-273 (1992)

(1997년 11월 25일 접수)