

## 갈변저해제 처리에 따른 최소가공 연근(*Nelumbo nucifera*)의 품질 변화

박선영 · 황태영 · 김준한 · 문광덕  
경북대학교 식품공학과

### Quality Changes of Minimally Processed Lotus Root (*Nelumbo nucifera*) with Browning Inhibitors

Sun-Young Park, Tae-Young Hwang, Jun-Han Kim, Kwang-Deog Moon

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

#### Abstract

Minimally processed lotus root was stored at 4°C followed by dipping in distilled water, 3% ascorbic acid, 1% citric acid, 1% acetic acid, 1% EDTA, 2% lactic acid and 3% malic acid. The weight loss, color, soluble solids, pH, vitamin C and sensory characteristic were measured during storage period. The rate of weight loss decreased in the minimally processed lotus root.  $\Delta L$  was changed slightly after 1 week storage and 1% acetic acid and 1% EDTA especially retarded a little retardation in browning during storage. Soluble solids was changed slightly, but decreased after 2 week storage in lotus root treated with 2% lactic acid and 3% malic acid. pH increased but vitamin C decreased during storage. The organoleptic quality of lotus root treated with 1% EDTA showed the best by sensory evaluation.

**Key words** : minimal processing, Lotus root, browning inhibitor, ready-to-use

#### 서 론

신선식품에 대한 소비자의 선호도가 증가하면서 신선 채소류에 대한 소비가 꾸준히 늘어나고 있으며(1), 가정이나 외식업소에서는 편의식 형태의 신선 채소류 이용이 증대되고 있는 실정이다. Fresh-cut 타입의 가공 혹은 허들 효과(hurdle effect)를 이용한 최소한의 가공 및 보존처리하는 편의성과 함께 원래의 영양소를 거의 그대로 가지는 장점을 가지고 있다(2). 이에 소위 최소가공(minimally processed)이라는 기술을 개발, 적용한 가공제품들의 생산이 1990년대 초부터 미국과 유럽을 중심으로

급속히 신장되고 있다(3). 최소가공이란 식품 본래의 신선한 품질을 그대로 유지하면서 안전하게 저장수명을 연장시키는 가공방법으로, 채소류의 최소가공시 소비자가 바로 이용할 수 있는 장점이 있지만, 가공공정을 거치면서 품질이 저하될 수 있는 단점이 있다. 식품의 저장기간을 단축시키는 대표적인 원인으로 효소에 의한 갈변과 미생물에 의한 부패를 들 수 있다(4). 품질저하 요소인 갈변을 억제하기 위해 최근까지 갈변억제 물질로 sulfite를 이용하였으나 sulfite가 천식환자들에게 심각한 알러지성 반응을 일으킬 수 있음이 알려지고 FDA에서 사용을 제한하게 됨에 따라 sulfite 대체 갈변저해제 개발에 관한 연구가 활발해지고 있다(5-9).

가공 및 저장시 갈변이 잘 일어나는 채소류인 연근은 조림류로 한국 식단에 많이 이용되고 있는 식품으로 전처리가 완료된 상태의 제품 즉, 즉시 조리에 이용할 수

Corresponding author : Kwang-Deog Moon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea  
E-mail : kdmooon@knu.ac.kr

있는(ready-to-use) 제품 형태에 대한 수요가 갈수록 증가하고 있다. 그러나 절단 및 박피시 발생하는 연근 표면의 갈변 현상으로 인해 연근의 최소가공이 제한되어 왔다. 또한 연근의 최소가공시 발생하는 갈변을 방지하기 위한 갈변저해 처리에 대한 연구도 미비한 상태로 다양한 갈변저해제에 대한 연구가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 연근의 최소가공 이용을 활성화할 수 있는 기초자료 제공을 목적으로 신선 절단한 연근에 갈변저해처리를 한 후 이를 저장하면서 그 품질 변화를 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 재 료

본 실험에 이용된 연근은 대구의 재래시장에서 구입 후 4℃에서 냉장 보관하면서 시료로 사용하였다.

#### 갈변저해제 처리 및 저장

연근은 흐르는 물에서 2~3회 수세하여 불순물을 제거한 후 박피하고, 0.5cm 두께로 절단하였다. 준비한 시료는 예비실험을 통해 갈변저해 효과가 인정된 3% ascorbic acid, 1% citric acid, 1% acetic acid, 1% EDTA, 2% lactic acid, 3% malic acid 용액에 각각 5분간 dipping한 후 물기를 제거하고 저밀도 폴리에틸렌 비닐(18cm × 20cm, 10 $\mu$ m)에 포장하여 4℃에서 저장하였다.

#### 중량감소율

중량감소율은 처리 직후 연근의 중량에서 측정 시 중량을 뺀 값을 저장 전 중량에 대한 총감소 중량의 백분율로 나타내었다.

#### 색 도

색도 변화는 Colorimeter(Minolta, CR-200, Japan)를 이용해 Hunter value L, a, b를 측정하였고 갈변의 정도는 L값의 변화를 이용하여  $\Delta L$ 로 나타내었다.

#### 가용성 고형물 함량

가용성 고형물은 시료를 마쇄하여 착즙하여 그 액을 굴절당도계(Atago Hand Refractometer, N1, Japan)를 이용하여 측정하였고 °Brix로 표현하였다.

#### pH

pH는 시료와 증류수를 1:1로 혼합하여 균질화 한 다음 여과하여 pH meter로 측정하였다.

#### Vitamin C

비타민 C 함량은 indophenol 적정법(10)에 준하여 환원형 vitamin C 함량을 분석하였다.

#### 관능검사

관능검사는 패널요원 10명을 선발하여 저장 1주일의 각 처리구에 대해 색(color), 향(odor), 외관(appearance) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 9점 채점법으로 평가하였으며, 결과는 SAS를 이용하여 Duncan의 다중비교 분석법으로 통계처리 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 중량감소율

최소가공 연근의 갈변저해제 처리 후 저장 중 중량감소율은 Fig. 1과 같이 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 1% EDTA 처리구를 제외한 갈변저해제 처리구가 대조구에 비해 중량감소가 많이 일어나는 것을 알 수 있었으며, 특히 2% lactic acid, 3% malic acid 처리한 구가 중량변화가 많이 일어났다.

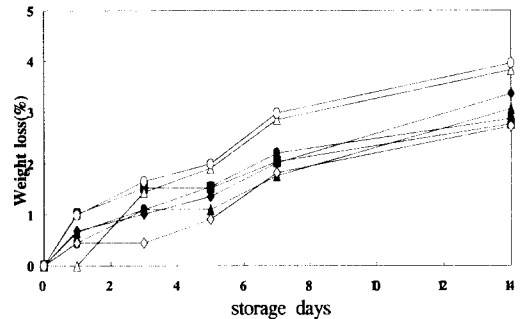


Fig. 1. Effect of browning inhibitors on weight loss in minimally processed lotus root during storage at 4℃. ■-■ : Control, ◆-◆ : 3% Ascorbic acid, ▲-▲ : 1% Citric acid, ●-● : 1% Acetic acid, ◇-◇ : 1% EDTA, △-△ : 2% Lactic acid, ○-○ : 3% Malic acid

색 도

색도의 변화는 Fig. 2와 같이 저장기간이 경과할수록  $\Delta L$ 값이 증가하는 것을 볼 수 있으나 갈변저해제 처리구의 저장 1주 내에서의  $\Delta L$ 값은 거의 증가하지 않아 대조구와 비교했을 때 처리구의 갈변이 저해됨을 알 수 있었다. 저장 2주 후의  $\Delta L$ 값은 1% acetic acid, 1% EDTA 처리구의 경우 거의 변화가 나타나지 않아 갈변저해 효과가 높은 것을 알 수 있었다. 그러나 다른 처리구의 경우 급격하게  $\Delta L$ 값이 크게 증가하여 대조구 보다 높은 값을 나타내어 갈변이 촉진됨을 알 수 있었다.

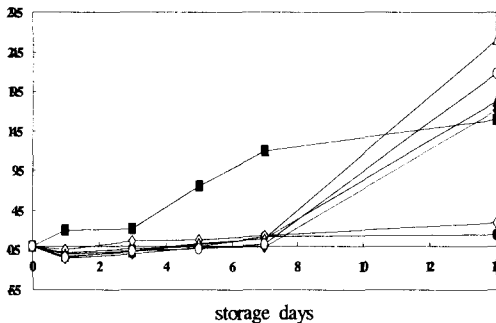


Fig. 2. Changes of  $\Delta L$  in lotus root with Browning inhibitors during storage at 4°C.  
 ■-■ : Control, ◆-◆ : 3% Ascorbic acid, ▲-▲ : 1% Citric acid, ●-● : 1% Acetic acid, ◇-◇ : 1% EDTA, △-△ : 2% Lactic acid, ○-○ : 3% Malic acid

Table 1. Changes in soluble solids of Lotus root with browning inhibitors during storage at 4°C (unit : ° Brix)

Browning inhibitors	Storage days		
	0	7	14
control	6.4	6.7	6.6
Ascorbic acid 3%	7.4	7.6	7.4
Citric acid 1%	7	7.2	7.3
Acetic acid 1%	7	7.4	7
EDTA 1%	7	7.2	7.3
Lactic acid 2%	6.4	6.6	5.6
Malic acid 3%	7	7.5	6.6

가용성 고형물 함량

가용성 고형물 함량은 Table 1에 나타난 바와 같이 갈변저해제 처리구가 대조구에 비해 높은 함량을 나타내고 있으며, 저장기간에 따른 가용성 고형물 함량은 거의 변화를 보이지 않았다. 한편, 2% lactic acid 처리구는 처리 직후 대조구와 같은 함량을 나타내었으며,

2% lactic acid, 3% malic acid는 다른 처리구에 비해 저장 기간 경과 시 낮은 함량을 나타내고 있었으며 이는 가용성 고형물 함량의 감소가 갈변 발생과 관계가 있음을 나타내는 결과이다(11).

Table 2. Changes in pH of Lotus root with browning inhibitors during storage at 4°C

Browning inhibitors	Storage days		
	0	7	14
control	6.31	6.7	7.17
Ascorbic acid 3%	5.17	5.52	7.36
Citric acid 1%	5.23	5.58	7.38
Acetic acid 1%	5.06	4.73	5.11
EDTA 1%	5.16	6.29	6.5
Lactic acid 2%	4.58	4.97	8.45
Malic acid 3%	4.32	4.46	7.78

pH

저장 중 pH의 변화는 Table 2와 같다. 갈변저해제를 처리한 결과 pH가 낮아진 것을 알 수 있었으며, 저장기간이 지남에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. 1% acetic acid의 경우 pH 변화가 거의 일어나지 않았으며, 2% lactic acid, 3% malic acid의 pH 변화는 큰 폭으로 증가하였다. 갈변의 거의 일어나지 않은 1% acetic acid의 경우 pH 변화가 적고, 갈변이 급격히 일어난 2% lactic acid, 3% malic acid의 경우 pH 변화가 많은 것으로 보아 갈변 발생이 산의 감소로 인한 pH의 변화와 관계가 있음을 알 수 있다(12-13).

Table 3. Changes in Vitamin C of Lotus root with browning inhibitors during storage at 4°C (unit : mg%)

Browning inhibitors	Storage days		
	0	7	14
control	35.68	27.08	26.92
Ascorbic acid 3%	359.46	42.95	31.81
Citric acid 1%	37.74	36.94	26.28
Acetic acid 1%	38.50	6.65	3.29
EDTA 1%	35.40	40.22	45.67
Lactic acid 2%	39.60	24.44	23.24
Malic acid 3%	33.96	22.52	19.47

Vitamin C

Vitamin C의 함량은 Table 3에서 나타난 바와 같이 저장 기간 중 전반적으로 감소하는 경향을 나타내었다.

대조구의 경우 증류수에 침지 처리 전 vitamin C의 함량에 비해 30% 정도 감소하였는데 이는 vitamin C가 침지 과정 중 물에 용출되었기 때문이라고 생각된다. Ascorbic acid는 처리한 구는 다른 처리구에 비해 높은 vitamin C 함량을 나타내었다.

### 관능검사

최소가공한 연근을 갈변저해제 처리를 한 후 1주일 저장하고 시료를 취해 관능검사를 실시한 결과는 Table 4에 나타내었다. 관능평가 결과 처리구별 점수차가 크게 나타났다. 색, 향, 외관 및 전반적 기호도는 1% EDTA, 3% lactic acid에서 전반적으로 높은 점수를 나타내었다. 특히 3% malic acid가 관능평가에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

Table 4. Effect of browning inhibitors on sensory characteristics in minimally processed lotus root after 7days at 4°C

Browning inhibitors	Sensory characteristics			
	Color*	Odor	Appearance	Overall acceptability
Control	2.4e**	5.6a	4.2c	3.0e
Ascorbic acid 3%	6.0bc	4.9ab	5.8b	5.7bc
Citric acid 1%	3.7d	5.4ab	5.0bc	4.1d
Acetic acid 1%	5.3c	2.6c	5.6b	4.9cd
EDTA 1%	6.4b	5.3ab	6.3ab	6.0b
Lactic acid 2%	5.4c	4.4b	5.9ab	4.8cd
Malic acid 3%	7.6a	5.4ab	7.2a	7.0a

\*Each values represent the mean of the ratings by 10 judges using 9-point scale (1 : very poor, 5 : pair, 9 : very good).

\*\*Values within column with the same superscripts are not significantly different(p<0.05).

### 감사의 글

이 논문은 2000년도 경북대학교의 연구비에 의하여 연구되었으며 지원에 감사드립니다.

### 요 약

최소가공한 연근의 갈변을 저해하기 위해 3% ascorbic acid, 1% citric acid, 1% acetic acid, 1% EDTA, 2% lactic acid, 3% malic acid용액을 처리 후 저밀도 폴리에틸렌

비닐팩 포장을 하여 4°C에서 저장하였다. 저장 중의 중량감소율, 색도 변화, 가용성 고형물 함량, pH, vitamin C를 측정하였으며, 저장 1주일 후 관능검사를 실시하였다. 그 결과, 모든 처리구에서 선형적으로 중량감소가 일어났으며, 갈변저해제 처리구의 경우 저장 1주일째 ΔL값의 변화가 거의 없어 갈변저해 효과가 있음을 알 수 있었으며, 저장 2주의 경우 1% acetic acid, 1% EDTA 처리구를 제외한 나머지 처리구의 ΔL값이 대조구에 비해 높은 값을 나타내 2주 정도가 경과한 후에는 품질이 저하됨을 알 수 있었다. 저장기간에 따른 가용성 고형물 함량의 변화는 거의 나타나지 않았고, pH는 증가하는 경향을 나타냈으며, vitamin C의 함량은 감소하는 경향을 나타냈다. 그러나 갈변이 많이 일어난 2% lactic acid, 3% malic acid의 경우 가용성 고형물 함량의 감소가 일어났으며 pH도 급격히 상승하였다.

### 참고문헌

1. Park, W.P., Cho, S.H. and Lee, D.S. (1998) Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J. Food Sci. Tec.*, **30**, 278-282
2. Kim, B.S. and Klieber, A. (1997) Quality maintenance of minimally processed Chinese cabbage with low temperature and citric acid dip. *J. Sci. Food Agric.* **75**, 31-36
3. Thomas, T.L. (1987) Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents. *Food Tech.*, **64-67**
4. Donard, V.S. (1995) Marketing lightly processed fruits and vegetables. *Hortsci.*, **30**, 15-17
5. Adelmo, M., Gustavo, V., Ralph, P., Arthur, J. and Rhada, I. (1993) Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods. 4-hexylresorcinol as anti-browning agent. *J. Food Sci.*, **58**, 797-800
6. Weller, A., Sims, C.A., Matthews, R.F., Bates, R.P. and Brecht J.K. (1997) Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. *J. Food Sci.*, **62**, 256-260
7. Kim, D.M., Smith, N.L. and Lee, C.Y. (1993) Quality of minimally processed apple slices from selected

- cultivars. *J. Food Sci.*, **58**, 1115-1117
8. Huxsoll, C.C. and Harold, R.C. (1989) Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Tech.*, 124-128
9. Drake, S.R. and Spayd, S.E. (1983) Influence of calcium treatment on 'Golden Delicious' apple quality. *J. Food Sci.*, **48**, 403-405
10. 한국식품영양과학회편 (2000) 식품영양실험핸드북. 효일출판사, 서울, 347-348
11. Watada, A.E., Nathanee, P.K. and Donna, A.M. (1996) Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biology and Tech.* **9**, 115-125
12. Patrick, V., Jerome, M. and Guy, A. (1996) The influence of raw material characteristics on the storage life of fresh-cut butterhead lettuce. *Postharvest Biology and Tech.* **9**, 127-139
13. George, J.B., Harold, E.M., David, W.S. and Chien, Y.W. (1999) Extending storage life of fresh-cut apples using natural products and their derivatives. *J. Agricultural and Food chem.* **47**, 1-6

---

(접수 2001년 3월 12일)