

## 천연 갈변저해제를 처리한 신선절단 감자의 저장 중 품질특성

황태영\* · 문광덕<sup>1</sup>

CJ(주) 식품연구소, <sup>1</sup>경북대학교 식품공학과

### Quality Characteristics of Fresh-cut Potatoes with Natural Antibrowning Treatment during Storage

Tae-Young Hwang\* and Kwang-Deog Moon<sup>1</sup>

R&D center, CJ Corp.

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

**Abstract** Surface browning, caused by cutting and other wound during minimal processing, is very important quality criterion to consumers. Shelf-life of fresh-cut potatoes was extended using natural antibrowning treatments. Fresh-cut potatoes dipped with licorice and green tea extracts were packed with LDPE film and stored at 4°C for 14 days. Quality characteristics of fresh-cut potatoes were investigated during storage. During storage, L value decreased and PPO activity increased. PPO showed the lowest activity at around 7 days storage, during which browning was effectively inhibited in licorice- and green tea extract-treated potatoes. Total phenol and chlorogenic acid contents increased for 7 days. Results suggest natural licorice extracts with ascorbic acids are effective antibrowning agents for maintaining quality of fresh-cut potatoes.

**Key words:** fresh-cut potato, quality, natural browning inhibitor, storage

## 서 론

최근 건강을 중시하는 현대의 소비자들은 식품의 선택 시 품질과 함께 사용 시 편의성을 요구하고 있다. 이러한 수요의 변화는 신선 과일 및 채소류의 경우도 예외는 아니어서 최소한의 가공 처리를 행한 최소가공 제품 혹은 신선절단 제품에 대한 수요 및 소비가 증대되고 있다(1-3). 이러한 신선절단 제품들은 제조 공정 중 절단 등으로 인한 조직의 손상을 유발하여 제품의 색과 조직감(특히 firmness)의 변화, 미생물 번식 등이 중요한 문제로 대두되고 있다(4-6). 특히 절단 및 박피한 최소가공 제품의 경우 표면 갈변은 매우 중요한 품질 지표로 작용하여 품질의 상품성을 좌우하는 중요한 요인이 된다. 최소가공 제품의 효소적 혹은 비효소적 갈변 반응은 절단 직후 발생하는 경우가 많다(7-9).

감자는 특히 효소적 갈변에 매우 민감한데, 일반적으로 감자의 가공 시 냉장 저장 할 경우 적어도 7일 내지 14일 간 상업적 품질을 유지하여야 하기 때문에 감자에 대한 효과적인 갈변 저해 방법 및 황 화합물을 대체할 수 있는 갈변 저해 물질을 탐색하는 것이 매우 중요하다. 최소가공 감자에 대한 몇몇 연구보고로는 박피 감자에 대한 ascorbic acid 유도체 처리(10), NaOH를 이용한 surface digestion(11), 가열 처리한 ascorbic/citric acid solution

(12), vacuum 및 pressure infiltration, MAP(vacuum packaging을 포함한)(13) 등이 있으나 박피 감자 및 신선절단 감자의 표면 갈변 반응을 효과적으로 저해할 만한 방법이 아직 확립되어 있지 못한 상태이므로 이에 대한 부가적인 연구가 요구된다.

한편 천연물을 이용한 갈변 저해제로는 honey(14), rhubarb juice(15), protease(16) 등을 적용한 예가 있으며 이는 신선절단 사과 등에 적용한 것으로 신선절단 감자에 대한 천연물 저해제를 응용한 연구보고는 거의 없는 상황이다. 최근 들어 각종 한약재나 차류를 이용한 천연갈변저해제에 대한 연구가 활발히 수행되고 있으나 실제로 식품에 응용된 예는 거의 찾아보기 힘들며 화장품 공업에서 이들 갈변효소들을 저해하는 aloesin, quercetin 등을 이용하고 있는 실정이다(17).

감초(*Glycyrrhiza uralensis* FISCH)는 *Glycyrrhiza*류로 뿌리나 근경을 한약재의 원료로 이용하고 있는 식물로써 주성분은 감미성분의 3~7%를 차지하는 glycyrrhizin이며 liquoumarin, glucose, sucrose, mannitol 등의 당류와 liquiritigenin, liquiritin 등의 flavonoid도 미량 존재한다고 알려져 있다. 한약으로의 용도 외에도 최근에는 항산화, 항알레르기, 항바이러스성을 가지는 것으로 연구되면서 의약품의 원료로 많이 이용되고 있다(18-20). 녹차는 각종 생리활성을 가지는 것으로 보고되고 있는 polyphenol과 카페인이 많이 함유되어 있으며 단백질 및 금속이온과의 결합 및 그 응용, 효소활성의 저해에 관해서 연구가 진행되어 왔다(17,21). 그러나 감초 및 녹차추출물을 이용하여 직접적으로 식품의 갈변을 저해하고자 하는 시도는 아직 보고되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 고품질의 최소가공 감자의 생산을 위해 해결해야 할 우선적 과제인 신선절단 감자의 표면 갈변을 방지하기 위해 안전성과 경제성을 갖춘 천연물 및 천연물 유래 갈변저해제를 신선절단 감자에 적용하여 그 품질 변화를 조사하였다.

\*Corresponding author: Kwang-Deog Moon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong, Puk-ku, Daegu 702-701, Korea

Tel: 82-53-950-5773

Fax: 82-53-950-6772

E-mail: kdmoon@knu.ac.kr

Received September 24, 2005; accepted March 8, 2006

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 감자(*Solanum tuberosum* var. Romano)는 2002년 당해 생산된 제주도산 감자를 재래 시장에서 구입하여 10°C의 냉장고에서 저장한 것으로 예비실험을 거쳐 갈변도가 가장 심한 품종인 수미(Shepody) 품종을 선택하였다. 감자의 수분 함량은  $83.10 \pm 0.42\%$ , pH는  $6.19 \pm 0.02$ 였으며 가용성 고형분의 함량은  $4.6 \pm 0.2\%$  Brix였다.

### 천연추출물 제조

천연 추출물 중 갈변저해 효과가 가장 뛰어나며 산업적 이용 가치가 높은 품목으로 감초와 녹차를 선정하고 각각 증류수에 2%(w/v)의 농도로 하여 80°C에서 1시간 추출하였다. 또 실험에 이용한 갈변저해제가 천연 조추출물인 점을 감안하여 저장 안정성을 높이기 위해 각각의 천연추출물에 1%(w/v)의 ascorbic acid를 첨가하였다. 천연추출물과 ascorbic acid를 혼합한 경우는 2% 천연추출물과 1%의 ascorbic acid를 동량 혼합하였다. 이 천연추출물과 ascorbic acid혼합물에도 위와 같이 신선절단 감자를 침지하여 저장 중 품질변화를 조사하였다. 대조구로는 증류수를 침지 용액으로 사용하였다. 침지를 포함한 최소가공 처리는 모두 상온에서 실시하였다.

### 감자의 최소가공 처리 및 저장

균일한 무게( $137 \pm 10$  g)의 감자를 선택하여 세척 후 손으로 박피하였고 일정 크기의 절편을 얻기 위해 박피한 감자를 cork borer (diameter 2 cm, thickness 0.5 cm)로 균일하게 절단하였다. 이렇게 절단한 원통형의 감자 절편 30개를 각각의 천연추출물로 만들어진 저해제 용액(500 mL)에 3분간 dipping하였다. 침지 후 종이타월로 불기를 제거한 감자 절편은 겹쳐지지 않도록 하면서 단일 층으로 되도록 LDPE 필름(20 cm × 15 cm × 0.05 cm)으로 포장하고 4°C에서 저장하면서 저장 중 품질 특성을 조사하였다.

### 갈변도 및 색도

최소가공을 행한 감자의 갈변도 및 색도 변화는 Chroma-meter (CR-200, Minolta Co., Japan)로 절단 감자의 표면을 측정하였으며, Hunter's value인 L값으로 나타내었다. 최소가공한 감자 표면의 갈변 정도는 저장 초기와 저장 후의 L 값의 차이로 나타내었다.

### 경도 측정

신선절단 감자의 저장 중 경도변화는 Texture Analyzer(Model TA-XT2, England)를 이용하여 측정하였다. 시료는 처리구별로 15 개씩 취하여 측정하였으며 측정조건은 다음의 Table 1과 같다.

**Table 1. The operating conditions of Texture Analyzer for fresh-cut potatoes**

Items	Conditions
Sample height	5 mm
Sample width	25 mm
Test Type	Hardness
Adaptor type	Circle
Adaptor area	5 mm (diameter)
Sample type	Vertical Round
Table speed	60 mm/min
Load cell	2 kg

### 포장내부의 가스 분석

저장 중 포장 내부의 가스 분석은 dual gas analyzer(David bishop Instruments, 280 Combo, USA)를 이용하여 CO<sub>2</sub>와 O<sub>2</sub>의 농도 변화를 측정하였다.

### 총페놀 및 chlorogenic acid 함량

총페놀의 정량은 Mapson 등의 방법(22)을 변용하여 측정하였다. 즉, 신선절단 감자 시료 10 g을 80%의 ethanol 100 mL에 넣어 마쇄하고 85°C의 진탕수조에서 4시간 추출하여 그 여액을 진공감압건조기를 이용, 10 mL로 농축하였다. 이 농축액 1 mL를 9 mL의 Folin-Ciocalteu reagent(Sigma Chemical Co. St. Louis, MO)와 혼합하고 여기에 10 mL의 saturated sodium carbonate를 첨가하여 1시간 방치하였다. 이 발색된 시료액을 640 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 chlorogenic acid(Sigma Chemical Co. St. Louis, MO)를 사용하였으며 모든 실험은 3회 반복 시행하여 평균값으로 나타내었다.

Chlorogenic acid의 함량은 sodium molybdate 방법(23)에 따라 측정하였다. 즉, 시료의 ethanol 추출액 1 mL에 2 mL의 5% sodium molybdate solution(50% ethanol용액으로 조제)와 혼합하고 여기에 2 mL의 50% ethanol 용액을 섞어 발색이 되도록 1시간 방치한 후 No. 2 동양여지로 여과하여 370 nm에서 흡광도를 측정하여 표준물질로 사용한 chlorogenic acid의 standard curve로부터 정량하였다.

### PPO(polyphenol oxidase) 활성 측정

10 g의 감자에 동량의 냉각된 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)를 가하여 마쇄하고 ice bath 상에서 여과하여 그 여액을 이용하여 PPO 활성을 측정하였다. 즉, 조효소 추출액 0.2 mL를 2.8 mL의 0.1 M phosphate buffer와 혼합하여 25°C 조건에서 총 180초간 420 nm에서의 흡광도 변화를 조사하여 단위시간당 흡수량으로 표시하였다(14).

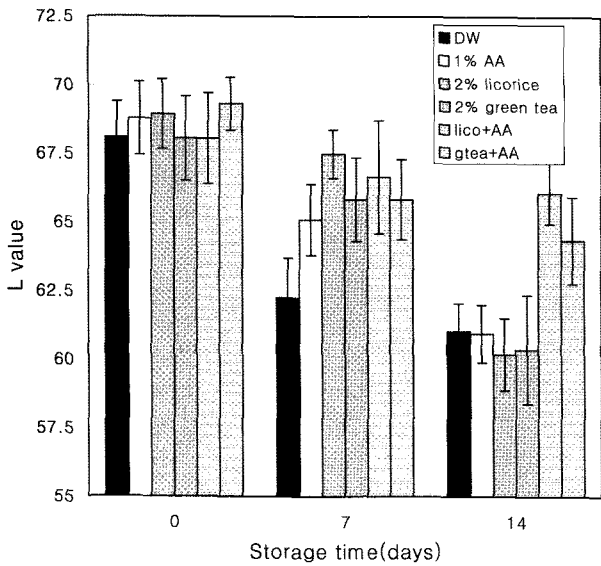
## 결과 및 고찰

### 색도의 변화

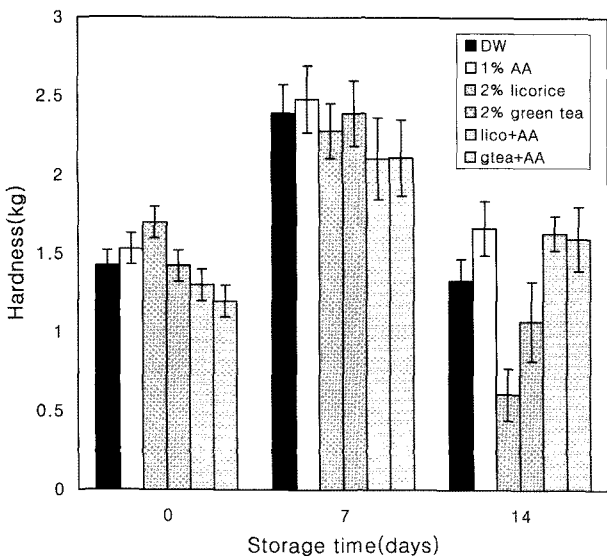
Fig. 1은 저장 중 신선절단 감자의 표면색도 중 L값의 변화를 나타낸 결과이다. 저장 기간의 증가에 따라 L value는 전반적으로 감소하는 경향을 나타냈으며 가장 큰 폭으로 갈변이 진행된 대조구와 비교하여 감초와 녹차추출물 처리구는 저장 7일경까지 우수한 갈변저해 효과를 나타내었다. 저장 14일경에는 감초와 녹차 단독으로 처리한 구에서 급격한 L 값의 감소가 나타났지만 ascorbic acid를 함께 처리한 경우 그 감소가 둔화되었다. 관능적으로 저장 7일경에는 감초추출물 처리가 가장 우수한 갈변저해 효과를 나타냈으나 저장 14일경에는 감초 단독 처리구의 경우 초기 부패가 시작되어 상업적 품질을 보유하지 못하였다. 따라서 감초와 ascorbic acid를 병행하여 처리하는 것이 7일 정도의 저장 기간 동안은 매우 우수한 시각적 품질 유지가 가능할 것으로 보인다.

### 경도의 변화

저장 중 신선절단 감자의 경도변화는 Fig. 2와 같다. 즉, 저장 7일경 일시적으로 증가하였다가 저장 14일 경에는 매우 급격한 감소를 나타내었으며 감초와 녹차추출물 단독 처리구의 경우 초기부패 현상으로 인해 조직의 연화가 매우 심하였다. 감초와 녹차를 ascorbic acid와 병용한 경우는 균일한 값의 경도를 나타내



**Fig. 1.** L value of fresh-cut potato treated with natural extracts. DW: distilled water, AA: ascorbic acid, lico: licorice, gtea: green tea, lico + AA: 2% licorice + 1% AA (= 1 : 1), gtea + AA: 2% green tea + 1% AA (= 1 : 1).



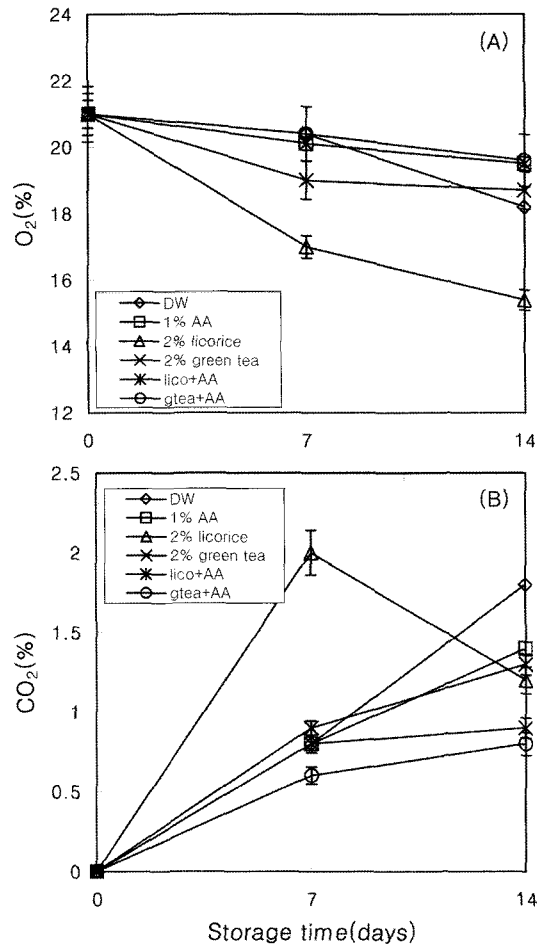
**Fig. 2.** Hardness of fresh-cut potato treated with natural extracts. DW: distilled water, AA: ascorbic acid, lico: licorice, gtea: green tea, lico + AA: 2% licorice + 1% AA (= 1 : 1), gtea + AA: 2% green tea + 1% AA (= 1 : 1).

고 있으며 저장 14일에 이르러서도 저장 초기와 크게 변화하지 않은 것으로 나타났다.

이와 같은 저장 초기 경도의 일시적 증가 현상은 상기의 chemical solution을 이용한 결과와 비슷한 양상을 나타내는 것으로 저장 중 수분의 증발로 인한 일시적인 경도의 증가로 보인다. 또한 저장 초기의 일시적인 경도 증가 현상은 신선과채류를 절단할 경우 손상된 조직의 상처를 회복하기 위한 phenolic 화합물의 복구 활동에 의한 것으로 보고하는 경우도 있으며(24) 본 연구결과에서도 이와 같은 경향을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

**산소 및 이산화탄소의 변화**

신선절단 감자의 저장 중 포장 내 산소 및 이산화탄소의 농도



**Fig. 3.** Gas composition of fresh-cut potato treated with natural extracts during storage. A: O<sub>2</sub>, B: CO<sub>2</sub>, DW: distilled water, AA: ascorbic acid, lico: licorice, gtea: green tea, lico + AA: 2% licorice + 1% AA (= 1 : 1), gtea + AA: 2% green tea + 1% AA (= 1 : 1).

를 조사한 결과는 Fig. 3에 나타나 있다. 저장 중 포장내의 이산화탄소 함량은 증가하였고 산소의 함량은 감소하였다. 저장 7일 경부터 감초추출물 단독 처리구의 이산화탄소 함량이 급격히 증가하였고 이로 인해 저장 14일경 부패 현상이 심화된 것으로 보인다. 전반적으로 감초추출물 처리구에서 호흡률이 높게 나타났는데 ascorbic acid를 병용할 경우 이러한 호흡률을 낮추어 주는 것으로 나타났으며 이러한 현상은 ascorbic acid와 병용할 경우 갈변을 저해하는 것뿐 아니라 저장 수명도 연장시켜 줄 수 있음을 알 수 있다.

**총페놀 및 chlorogenic acid 함량의 변화**

신선절단 감자의 저장 중 총페놀 및 chlorogenic acid의 함량을 나타낸 결과는 다음의 Fig. 4, 5와 같다. 저장 7일경까지는 녹차와 ascorbic acid와의 병용처리구를 제외하고는 큰 변화가 없었으나 저장 14일경에는 모든 구에서 급격한 증가를 보였다. 저장 중 총페놀 함량의 증가는 chemical을 처리할 경우에도 일어나는 현상으로 손상 조직의 치유를 위한 자연적인 기구에 의한 것으로 추측된다. Chlorogenic acid의 경우에도 총페놀과 유사한 경향을 나타내었으며 저장 기간 경과에 따라 직선적으로 증가하는 양상을 띠었다. 감자의 페놀성 기질물질 중 90% 이상을 차지하는 것으로 알려진 chlorogenic acid는 그 자체가 기질로 사용되기도 하지만 손상을 입은 조직의 회복작용에도 관여하는 것으로 알려져

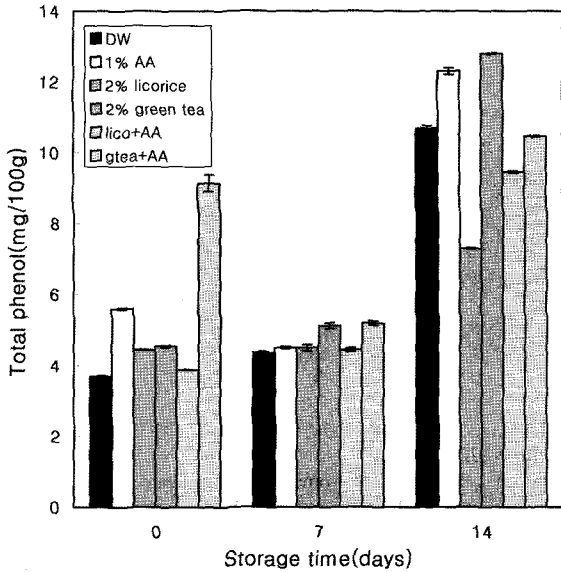


Fig. 4. Changes of total phenol of fresh-cut potatoes treated with natural extracts during storage. DW: distilled water, AA: ascorbic acid, lico: licorice, gtea: green tea, lico + AA: 2% licorice + 1% AA (= 1 : 1), gtea + AA: 2% green tea + 1% AA (= 1 : 1).

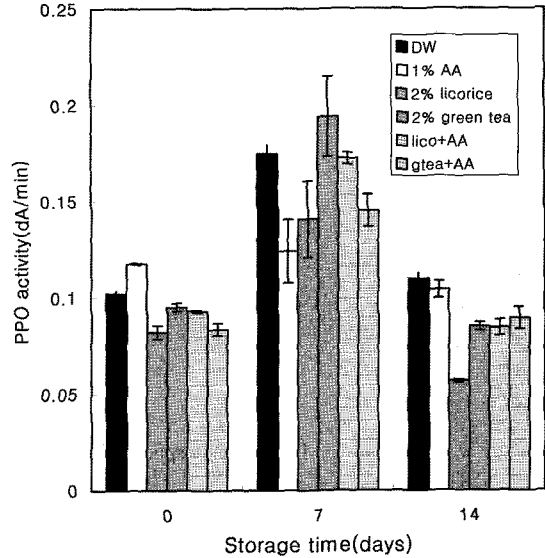


Fig. 6. Changes of PPO activity of fresh-cut potatoes treated with natural extracts during storage. DW: distilled water, AA: ascorbic acid, lico: licorice, gtea: green tea, lico + AA: 2% licorice + 1% AA (= 1 : 1), gtea + AA: 2% green tea + 1% AA (= 1 : 1).

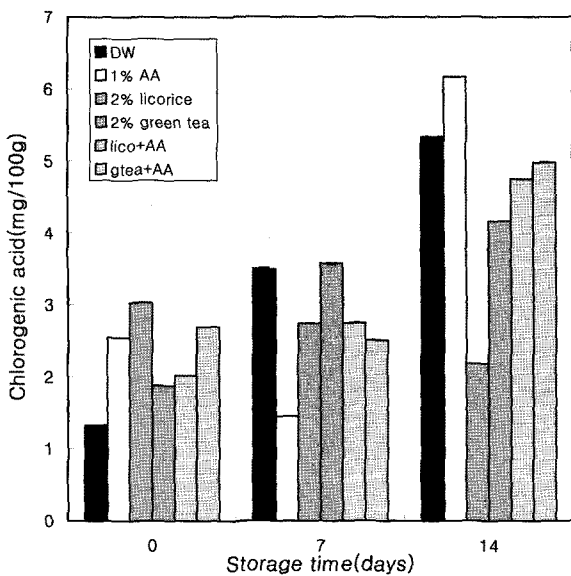


Fig. 5. Changes of chlorogenic acid of fresh-cut potatoes treated with natural extracts during storage. DW: distilled water, AA: ascorbic acid, lico: licorice, gtea: green tea, lico + AA: 2% licorice + 1% AA (= 1 : 1), gtea + AA: 2% green tea + 1% AA (= 1 : 1).

있으며 농도에 따라 갈변을 저해하기도 하는 것으로 나타났다(24).

저장 중 갈변효소인 PPO activity를 측정된 결과 저장 기간 경과에 따라 증가하고 있었으며 갈변이 효과적으로 저해되었던 저장 7일경의 감초 및 녹차에서 가장 낮은 활성을 나타내고 있으나 이후 14일경 갈변의 심화와 함께 효소의 활성도 함께 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 6).

요 약

감초와 녹차추출액에 신선절단한 감자를 침지하고 각각 LDPE 필름으로 포장하여 4°C에서 저장하면서 저장 중 품질 특성을 조

사하였다. 저장함에 따라 L value는 전반적으로 감소하는 경향을 나타냈으며 ascorbic acid를 함께 처리한 경우 하락 폭을 줄여 줄 수 있었다. 저장 중 포장내의 이산화탄소 함량은 증가하였고 산소의 함량은 감소하였다. 저장 7일경까지는 녹차와 ascorbic과의 병용처리구를 제외하고는 큰 변화가 없었으나 저장 14일경에는 모든 구에서 급격한 증가 현상을 보였다. Chlorogenic acid의 경우에도 총페놀과 유사한 경향을 나타내었으며 저장 기간 경과에 따라 직선적으로 증가하는 양상을 띠었다. PPO activity를 측정된 결과 저장 기간 경과에 따라 증가하고 있었으며 갈변이 효과적으로 저해되었던 저장 7일경의 감초 및 녹차에서 가장 낮은 활성을 나타내고 있으나 이후 14일경 갈변의 심화와 함께 효소의 활성도 함께 증가하는 것으로 나타났다. 따라서 천연물인 감초추출물과 ascorbic acid를 병용하여 사용할 경우 냉장저장 시 일정 기간 동안 천연물을 이용한 갈변저해 및 품질유지가 가능할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Ohlsson T. Minimal processing preservation methods of the future, an overview. Trends Food Sci. Technol. 5: 341-344 (1994)
2. Ahvenainen R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trends Food Sci. Technol. 7: 179-186 (1996)
3. Hwang TY, Son SM, Lee CY, Moon KD. Quality changes of fresh-cut packaged fuji apples during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 469-473 (2001)
4. Gamage TV, Yuen CMC, Wills RBH. Minimal processing of custard apple (*Annona atemoya*) pulp. J. Food Proces. Pres. 21: 289-301 (1997)
5. Brecht JK. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. Hort. Sci. 30: 18-21 (1995)

6. Chi JH, Ha TM, Kim YH, Ju YC. Effects of storage temperature and packing method for keeping freshness of fresh mushrooms. RDA. J. Agri Sci. 38: 915-921 (1996)
7. Jiang Z, Ooraikul B. Reduction of nonenzymatic browning in potato chips and French fries with glucose oxidase. J. Food Process. Pres. 13: 175-186 (1989)
8. Lee-Kim MS, Hwang ES. Inhibition studies on burdock polyphenyl oxidase (PPO) activity. J. Food Process. Pres. 21: 485-494 (1997)
9. Rosen JC, Kader AA. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. J. Food Sci. 54: 656-659 (1989)
10. Gunes G, Lee CY. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents. J. Food Sci. 62: 572-582 (1997)
11. Sapers GM, Miller RL. Control of enzymatic browning in pre-peeled potatoes by surface digestion. J. Food Sci. 58: 1076-1078 (1993)
12. Walingo A, Davidson V. Modified atmosphere packaging of pre-peeled potatoes. E. Afr. Agric. For. J. 60: 67-74 (1994)
13. Hughes JC, Swain T. After-cooking blackening in potatoes. III-Examination of the interaction of factors by *in vitro* experiments. J. Sci. Food Agric. 13: 358-363 (1962)
14. Oszmianski J, Lee CY. Inhibition of polyphenol oxidase activity and browning by honey. J. Agric. Food Chem. 38: 1892-1895 (1990)
15. Son SM, Moon KD, Lee CY. Rhubarb juice as a natural anti-browning agent. J. Food Sci. 65: 1288-1289 (2000)
16. Osuna-garcia JA, Wall MM, Waddell CA. Natural antioxidants for preventing color loss in stored paprika. J. Food Sci. 62: 1017-1021 (1997)
17. Kim JK, Cha WS, Park JH, Oh SL, Cho YJ, Chun SS, Choi C. Inhibition effect against tyrosinase of condensed tannins from Korean green tea. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 173-177 (1997)
18. Wang ZY, Athar M, Bickers DR. Licorice in foods and herbal drugs: Chemistry, pharmacology, toxicology and uses. pp. 321-353. In: Herbs, Botanicals and Teas. Technomic Co., Langaster, PA, USA (2000)
19. Kim NJ, Hong ND. Studies on the processing of crude drugs (V). Korean J. Pharmacogn. 27: 196-206 (1996)
20. Chung WT, Lee SH, Cha MS, Sung NS, Hwang B, Lee HY. Biological activities of *Glycyrrhizae uralensis* FISCH. Korean J. Med. Crop Sci. 9: 45-54 (2001)
21. Tan NH, Wong KC, Lumen BO. Relationship of tannin levels and trypsin inhibitor activity with the *in vitro* protein digestibilities of raw and heat-treated winged bean. J. Agric. Food Chem. 32: 819-822 (1984)
22. Mapson LW, Swain T, Tomalin A. Influence of variety, cultural conditions and temperature of storage on enzymatic browning of potato tubers. J. Sci. Food Agric. 14: 673-684 (1963)
23. Coseteng MY, Lee CY. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. J. Food Sci. 52: 985-989 (1987)
24. Agblor A, Scanlon MG. Effects of blanching conditions on the mechanical properties of french fry strips. Am. J. Potato Res. 75: 245-255 (1998)