

Browning inhibition of fresh-cut lotus roots by blanching in *Glycyrrhiza glabra* L. and *Astragalus membranaceus* Bunge extracts

Han-Bit Kim¹, Hun-Sik Chung², Kwang-Deog Moon^{1,3,*}

¹Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

³Food and Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

감초, 황기 추출물로 블랜칭 처리한 신선편이 연근의 갈변 억제

김한빛¹ · 정헌식² · 문광덕^{1,3,*}

¹경북대학교 식품공학부, ²부산대학교 식품공학과, ³경북대학교 식품생물산업연구소

Abstract

This study was conducted to inhibit the browning of fresh-cut lotus roots by blanching in a *Glycyrrhiza glabra* L. and *Astragalus membranaceus* Bunge extract solution (0.5%). Lotus roots were cut to 1 cm using a knife. The fresh-cut lotus roots were blanched at 50 °C in distilled water (DW, Cont), *Glycyrrhiza glabra* L. extract solution (GE), and *Astragalus membranaceus* Bunge extract solution (AE). After treatment, they were packaged with 0.04 mm PE bags and were stored at 10 °C for 12 days. Their color, hardness, DPPH radical scavenging activity, pH, and total soluble solids were then investigated. During storage, the samples treated with GE and AE had high L* values. They were also found to have higher values compared to the control group in the analysis of the browning index. No difference was found, however, in the hardness analysis. With regard to the DPPH radical scavenging activity, the sample treated with *Glycyrrhiza glabra* L. extract had the highest activity. In the pH analysis, all the groups were found to have a decrease tendency for all the storage periods. The total soluble solids decreased in the control group and slightly increased in the AE and GE groups. These results show that blanching in *Glycyrrhiza glabra* L. or *Astragalus membranaceus* Bunge extract is effective for preventing the browning of fresh-cut lotus roots.

Key words : browning inhibition, *Glycyrrhiza glabra* L. extracts, *Astragalus membranaceus* Bunge extracts, fresh-cut, lotus root

서 론

연(*Nelumbo nucifera* G)은 중국과 인도 등 아시아 남부 지역과 호주가 원산지인 수련과의 다년생 수초로, 예로부터 잎과 뿌리, 열매 모두 약재로 이용해 왔으며 주로 생식하거나 줄여먹는 경우가 많다(1). 최근에는 연잎차, 연꽃차 등 잎을 약재나 차로 가공하여 성인병 예방에 이용하고 있으며, 뿌리는 아삭한 식감으로 인해 식용으로 많이 이용되고 특히 우리나라의 경우 생식하거나 정과, 조림 등으로

이용하고 있다(2,3).

경제 발전과 식습관의 현대화에 따라 ready-to-eat 형태의 식품에 대한 소비가 증가하고 있으며, 건강 지향 문화가 확산되면서 신선편이 채소류에 대한 소비도 늘어나고 있다. 연근은 박피 이후 표면에 갈변이 진행되면서 외관은 물론 소비자의 기호도에 나쁜 영향을 미친다. 신선편이 연근의 갈변을 방지하기 위한 연구로는 열처리(4,6), 진공 포장(4), 갈변저해제 처리(5,7) 등이 시도되고 있으나 천연 갈변저해제를 이용한 연구는 거의 시도되지 않고 있다.

본 연구에 사용된 갈변저해제인 감초(*Glycyrrhiza glabra* L.)는 콩과 식물에 속하는 다년생 초본으로 한국, 중국 및

*Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

일본에서 한약재로 이용된다(8). 주성분은 단맛을 내는 성분인 glycyrrhizin이며(9), 다진 마늘의 갈변 억제에 위하여 추출물을 citric acid와 병용 처리한 연구가 있다(10). 한편, 황기(*Astragalus membranaceus* Bunge)는 한국, 중국을 비롯한 아시아 지역과 유럽, 아프리카 일부 지역에 널리 분포하며 민간에서 혈압강하, 면역증강 등에 많이 이용하고 있으며, 주성분은 saponin류의 배당체가 포함된 triterpenoids, isoflavonoids 등이 있다(11-13). 신선절단 사과를 황기 추출물에 침지한 연구(14)가 있으나 다른 갈변 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 감초 및 황기 추출물의 저온 블랜칭을 통하여 신선편이 연근의 갈변 억제 효과를 조사하였다. 열처리가 신선편이 연근의 갈변 억제에 효과적이라는 연구결과(4-6)에 따라 예비실험을 진행하여 온도와 시간에 따른 블랜칭 조건을 설정한 후, 신선편이 연근을 각 추출물에 각각 블랜칭 처리하여 갈변 제어와 품질에 미치는 효과를 연구하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 연근은 대구 인근 지역에서 생산된 것으로 모양과 크기가 균일한 것을 구입하여 사용하였다.

전처리 조건 및 저장

선별된 연근 표면의 흙을 흐르는 물로 세척하여 제거하였다. 감초와 황기는 지역의 약재상에서 구입하여 각각 열수 추출하여 고형분 함량 2 °Brix로 추출물을 얻은 후 0.5 °Brix로 희석하였다. 감초 추출물(GE)과 황기 추출물(AE), 그리고 대조구로 사용한 증류수(DW)를 50°C로 가온한 후 두께 약 1 cm로 절단한 연근을 각 추출액에 5분 동안 블랜칭한 후 자연 탈수하였다. 제조된 신선편이 연근은 0.04 mm 두께의 PE 봉지(20×20 cm)에 네 조각씩 넣은 후 열접합 포장하였고, 10°C에서 12일간 저장하며 3일 간격으로 품질 특성을 분석하였다.

색도

색도는 표준 백색판($L^*=97.79$, $a^*=-0.38$, $b^*=2.05$)으로 보정된 colorimeter(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하였다. 연근 조각을 임의로 선택하여 10회 반복 측정 후 그 평균값을 이용하였으며, L^* , a^* , b^* 값을 나타내었다. 또한 갈변도(browning index, BI)는 Chung 등(14)의 방법에 따라 다음의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Browning degree} = \frac{L^* \text{ value}_{\text{initial}} - L^* \text{ value}_{\text{treatment}}}{L^* \text{ value}_{\text{initial}}} \times 100$$

경도

경도는 직경 2 mm의 원형 probe를 부착한 rheometer (Compac-100 II, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. Test speed 60 mm/min, 진입 깊이 2 mm의 조건에서 10회 반복 측정 후 평균값을 이용하였다.

DPPH radical 소거능

항산화 활성은 Blois의 방법(15)을 응용하여, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)에 대한 전자공여능으로 DPPH 라디칼 소거능을 이용하여 측정하였다. 시료와 80% 메탄올을 1:9의 비율로 1분 동안 균질화한 후 원심 분리한 상등액을 시료 용액으로 사용하였다. 시료 용액 0.2 mL를 취하여 흡광도 값이 0.95-0.99가 되도록 ethanol로 보정한 0.4 mM DPPH 용액을 0.8 mL 가하여 10초 진탕하고 10분 동안 방치한 뒤 UV-Visible spectrophotometer(Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc, Madison, WI, USA)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였다.

$$\text{DPPH radical 소거능 (\%)} = \frac{1 - \text{시료 흡광도}}{\text{대조구 흡광도}} \times 100$$

pH 및 가용성 고형분

시료와 증류수를 1:1로 하여 마쇄한 후 거즈로 여과한 액을 시액으로 사용하여 pH는 pH meter(Orion 3 star, Thermo Electron Co., Waltham, MA, USA)를 사용하여 3회 반복 측정하였고, 가용성 고형분 함량은 굴절 당도계(Master- α , Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하였다.

통계처리

통계처리는 SAS(Statistical Analysis System, Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)를 실시하였다.

결과 및 고찰

색도의 변화

감초 또는 황기 추출물로 블랜칭 처리한 신선편이 연근의 저장 중 L^* , a^* , b^* 값의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 저장 기간에 따라 모든 구에서 L^* 값이 감소하였으며, 대조구가 가장 큰 폭으로 감소하였다. 저장기간 동안 감초 추출물과 황기 추출물 처리구 사이에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 이는 천연물 추출물을 블랜칭과 병용 처리하여 효과가 커진 것이라고 볼 수 있다. 저장 12일째에는 실험값에는 차이가 있으나 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않았다. 감초 추출물과 황기 추출물은 각각 다진 마늘과

사과의 갈변 저해에 효과가 있는 것으로 입증되었다 (10,14). 또한, 열처리가 신선편이 연근의 저장 기간 동안 L*값을 높게 유지한다는 연구 결과가 확인된 바 있다(4,10). a*값의 경우 저장 기간에 따라 증가하였는데, 대조구의 경우 a*값이 -2.61에서 저장 3일째에 -0.37로 증가하였으며, 황기 추출물 처리 실험구가 -0.78에서 -0.19로 가장 적은 폭으로 증가하였다. b*값도 마찬가지로 저장기간에 따라

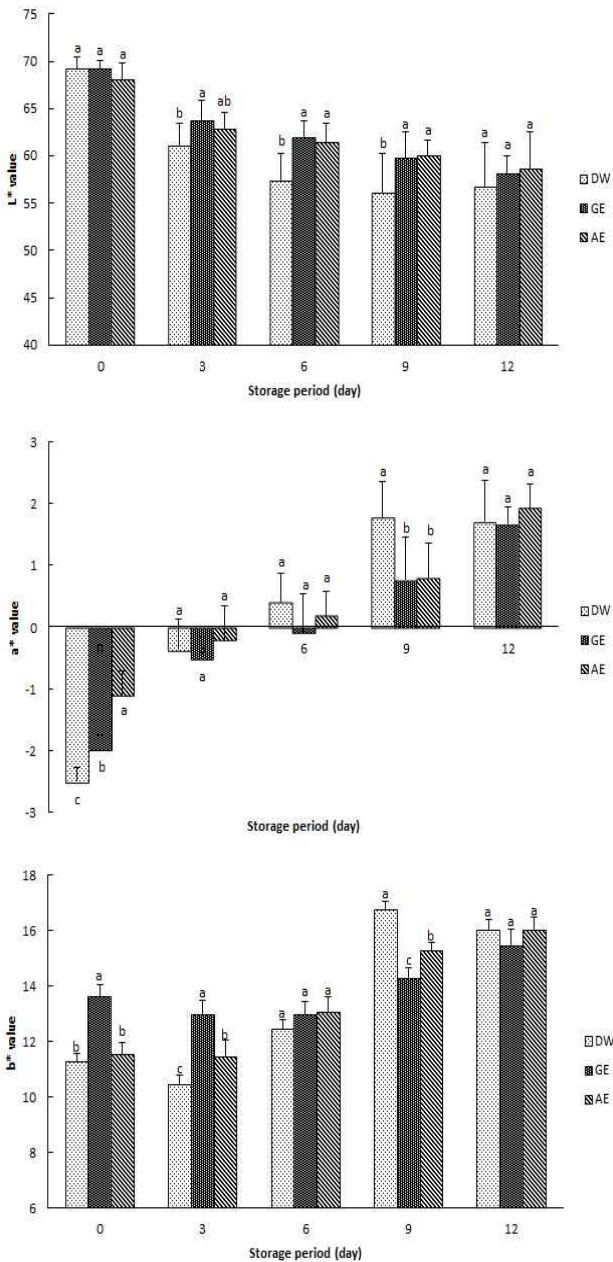


Fig. 1. Changes in L*, a*, b* values of fresh-cut lotus root treated with different methods during storage for 12 days at 10°C.

DW, blanched in distilled water at 50°C for 5 mins as control; GE, blanched in *Glycyrrhiza glabra* L. extracts at 50°C for 5 mins; AE, blanched in *Astragalus membranaceus* Bunge extracts at 50°C for 5 mins. Means (n=10) with different letters are significantly different at 5% level.

증가하였으나, 감초 추출물 처리구는 저장 초기부터 높은 값을 나타내어 변화 폭이 크지 않았다.

L* 값을 이용하여 browning index(BI) 값을 계산한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 모든 저장 기간 동안 대조구의 BI값이 가장 높게 나타났는데, 저장 6일째에 대조구는 16.98, 감초와 황기 추출물은 각각 10.41과 9.85를 나타내며 대조구와 처리구 사이에서 가장 큰 차이를 나타냈다. 저장 기간이 경과함에 따라 황기추출물 처리구에서 가장 낮은 BI값이 나타났으나 감초 추출물과 유의적 차이는 없었다. 황기 추출물의 경우 Chung 등(14)의 실험에서 신선절단 사과의 갈변 저해제로써 갈근, 당귀 등의 추출물과 비교했을 때 황기추출물이 유의적으로 낮은 BI값을 가지는 것과 유사한 결과이다.

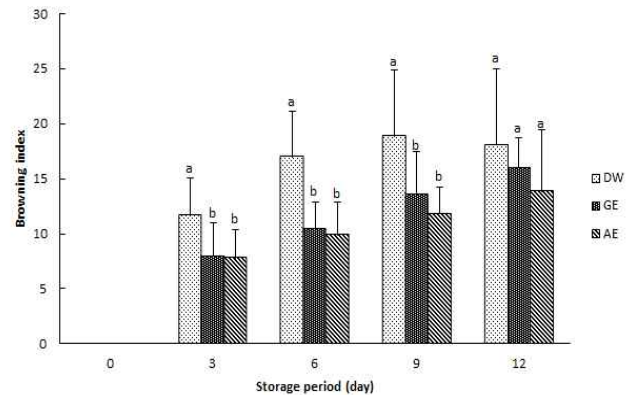


Fig. 2. Changes in browning index of fresh-cut lotus root treated with different methods during storage for 12 days at 10°C.

DW, blanched in distilled water at 50°C for 5 mins as control; GE, blanched in *Glycyrrhiza glabra* L. extracts at 50°C for 5 mins; AE, blanched in *Astragalus membranaceus* Bunge extracts at 50°C for 5 mins. Means (n=10) with different letters are significantly different at 5% level.

경도의 변화

감초 또는 황기 추출물로 블랜칭 처리한 신선편이 연근의 저장 중 경도의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 모든 실험구에서 비슷한 수준으로 감소하였으며 저장 중 유의적 차이는 발견되지 않았으나, 대조구의 경우 저장 후반으로 갈수록 곱팡이로 인한 짓무름이 발견되었다. Chang 등(4)의 연구에서는 시간이 경과함에 따라 포장 재질 별 연근의 경도가 감소함을 알 수 있었으며, Yoo 등(16)의 연구에서도 저장 온도에 관계없이 연근의 경도가 감소하였음을 확인할 수 있었다. 경도는 신선편이 식품의 식감에 영향을 미치는 요인으로 경도 유지는 신선도 유지와도 상관이 있을 것이라 판단되는 바, 본 연구를 통해 천연물 추출물은 연근의 경도에는 영향을 주지 않으면서 색도 변화 억제에는 효과적인 것으로 판단되었다. 갈변 저해 처리 후 진공 포장 상태로 낮은 온도에서 저장 및 유통할 경우 경도 감소 수준을 완회시킬 수 있을 것으로 사료된다.

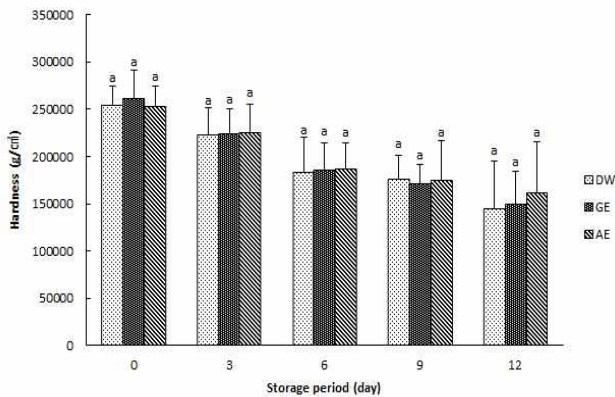


Fig. 3. Changes in hardness of fresh-cut lotus root treated with different methods during storage for 12 days at 10°C.

DW, blanched in distilled water at 50°C for 5 mins as control; GE, blanched in *Glycyrrhiza glabra* L. extracts at 50°C for 5 mins; AE, blanched in *Astragalus membranaceus* Bunge extracts at 50°C for 5 mins. Means (n=10) with different letters are significantly different at 5% level.

DPPH radical 소거능의 변화

감초 또는 황기 추출물로 블랜칭 처리한 신선편이 연근의 저장 중 DPPH radical 소거능의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 대조구와 감초 추출물 처리구의 DPPH radical 소거능은 저장 0일째에 각각 65.66%와 68.91%를 나타내었고 12일째에 65.82%, 63.19%를 나타내며 저장기간 내내 비슷한 수준을 유지하였다. 반면 황기 추출물 처리구의 경우 저장 초기 71.89%로 높았던 활성이 저장 후반에 59.99%까지 감소하는 경향을 나타내었으나 전체적으로 그 차이가 크지 않았다. 저장 9일째까지 감초 추출물 처리구의 활성이 가장 높게 나타났으나 저장 마지막 날에는 모든 구에서 유의적 차이가 나타나지 않았다. 처리 조건에 따라 감초와 황기 추출의 항산화 활성이 증가한다고 보고된 바 있으나(9,17), 각 추출물을 5분 동안 블랜칭 처리하는 것이 신선편이 연근의 항산

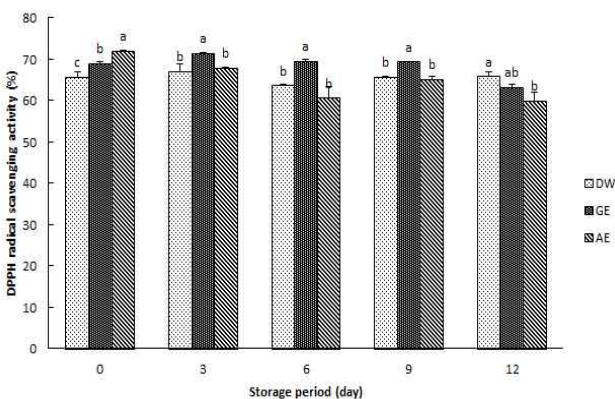


Fig. 4. Changes in DPPH radical scavenging activity of fresh-cut lotus root treated with different methods during storage for 12 days at 10°C.

DW, blanched in distilled water at 50°C for 5 mins as control; GE, blanched in *Glycyrrhiza glabra* L. extracts at 50°C for 5 mins; AE, blanched in *Astragalus membranaceus* Bunge extracts at 50°C for 5 mins. Means (n=3) with different letters are significantly different at 5% level.

화 활성을 증가시키는 데에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

pH 및 가용성 고형분의 변화

감초 또는 황기 추출물로 블랜칭 처리한 신선편이 연근의 저장 중 pH 변화는 Fig. 5에 나타내었다. 저장 6일차부터 감초와 황기 추출물 처리구의 pH가 유의적 수준으로 감소하였으며, 저장 후기로 갈수록 변화량이 감소하였다. Hwang 등(5)의 연구에서, 신선편이 감자의 저장 초기 pH 감소에 동반 저해 침지 용액 중에 존재하는 유기산이 영향을 준 것으로 보고되었으며, Park 등(5)의 연구에서도 유기산 동반 저해제 처리가 저장 초기 신선편이 연근의 pH를 감소에 영향을 준 것이 확인되었다. 그러나 본 연구에서 저장 초기 실험구 간에 pH값의 유의적 차이가 없는 이유는 감초와 황기추출물이 유기산 저해제에 비해 유기산 함량이 낮기 때문인 것으로 추측되며, 상기 연구의 유의적 차이 수준과도 큰 차이가 있는바 천연물 추출물과 연근의 pH의 감소 수준에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

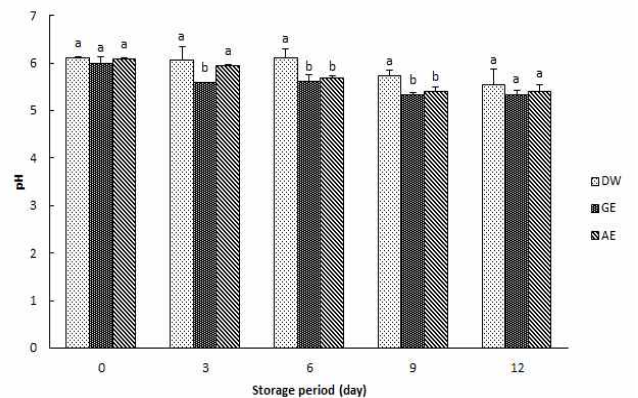


Fig. 5. Changes in pH of fresh-cut lotus root treated with different methods during storage for 12 days at 10°C.

DW, blanched in distilled water at 50°C for 5 mins as control; GE, blanched in *Glycyrrhiza glabra* L. extracts at 50°C for 5 mins; AE, blanched in *Astragalus membranaceus* Bunge extracts at 50°C for 5 mins. Means (n=3) with different letters are significantly different at 5% level.

감초 또는 황기 추출물로 블랜칭 처리한 신선편이 연근의 저장 기간 동안 가용성 고형분 함량의 변화는 Fig. 6에 나타내었다. 대조구는 저장 기간 동안 비슷한 수준을 유지하거나 감소하였고, 처리구는 서서히 증가하였다. 감초 추출물 처리구는 저장 마지막날 3.5 °Brix를 나타내며 0.3 °Brix 증가하였고, 황기 추출물 처리구는 0.1 °Brix 증가하였다. 대조구는 0.22 °Brix 감소하여 2.77 °Brix를 나타냈다. 저장 3일째부터 감초 추출물과 황기 추출물 처리구의 가용성 고형분 함량에서 유의적 차이는 나타나지 않았으며, 저장 시간이 경과할수록 대조구와 처리구 사이에 유의적 차이가 나타났다.

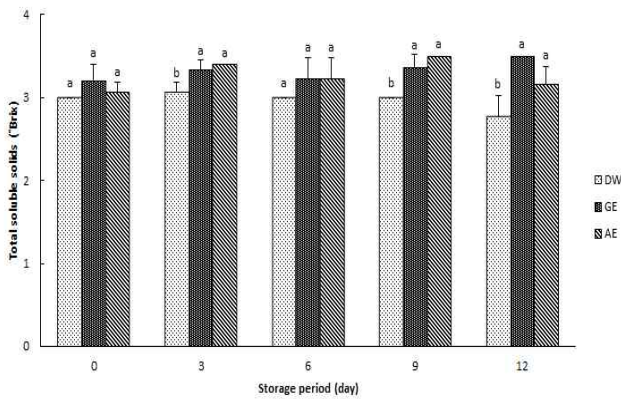


Fig. 6. Changes in total soluble solids of fresh-cut lotus root treated with different methods during storage for 12 days at 10°C.

DW, blanched in distilled water at 50°C for 5 mins as control; GE, blanched in *Glycyrrhiza glabra* L. extracts at 50°C for 5 mins; AE, blanched in *Astragalus membranaceus* Bunge extracts at 50°C for 5 mins. Means (n=3) with different letters are significantly different at 5% level.

요 약

신선편이 연근의 갈변을 저해하기 위해 감초, 황기 추출물로 블랜칭 처리하여 색도, 경도, DPPH radical 소거능, pH 및 가용성 고형분 함량을 분석하였다. 갈변의 지표인 색도 L* 값의 결과, 감초 또는 황기 추출물을 처리한 구에서 대조구보다 높게 나타났다. 경도의 경우 모든 구에서 유의적 차이가 발견되지 않았으며, DPPH radical 소거능은 모든 구에서 저장 기간에 따라 감소하였으나 감초 추출물 처리구의 활성이 가장 높게 유지되었다. pH는 저장 기간에 따라 모든 구에서 감소하였으나 대조구가 가장 서서히 감소하였으며, 가용성 고형분 함량의 경우 저장 기간이 증가할수록 처리구의 함량은 증가하고 대조구는 그 수준을 유지하였으며 처리구 사이의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 이러한 연구 결과를 통해 감초와 황기 열수 추출물의 블랜칭 처리가 신선편이 연근의 품질 열화에는 영향을 주지 않으면서 갈변을 효과적으로 억제함을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림수산식품기술기획평가원에 의하여 이루어졌으며 일부는 2013학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

References

1. Jung JW, Park KJ, Sung JM, Kim JH, Kwon KH (2006) Comparision of quality of peeled lotus roots stored in

various immersion liquids during storage. Korean J Food Sci Technol, 38, 526-533

2. Yoo YK, Roh YS, Kong XF (2010) Quality changes by packing environment in white lotus storage. J Korean Soc People Plants Environ, 13, 43-50

3. Yang HC, Kim YH, Lee TK, Cha YS (1985) Physicochemical properties of lotus root (*Nelumbo nucifera* G.). Agri Chem Biotechnol, 28, 239-244

4. Chang MS, Kim JG, Kim GH (2012) Effects of various packaging materials on the quality of heat treated lotus roots during storage. Korean J Food Preserv, 19, 807-812

5. Park JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM (2013) Effects of mild heat and organic acid treatments on the quality of fresh-cut lotus roots. Korean J Food Preserv, 20, 23-29

6. Chang MS, Kim JG, Kim GH (2011) Quality characteristics of fresh-cut lotus roots according to the temperature of the wash water. Korean J Food Preserv, 18, 288-293

7. Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD (2001) Quality changes of minimally processed lotus root (*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. Korean J Postharvest Sci Technol, 8, 164-168

8. Han SB, Gu HA, Kim SJ, Kim HJ, Kwon SS, Kim HS, Jeon SH, Hwang JP, Park SN (2013) Comparative study on antioxidative activity of *Glycyrrhiza uralensis* and *Glycyrrhiza glabra* extracts by country of origin. J Soc Cosmet Scientists Korea, 39, 1-8

9. Woo KS, Jang KI, Kim KY, Lee HB, Jeong HS (2006) Antioxidative activity of heat treated licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) extracts. Korean J Food Sci Technol, 3, 355-360

10. Hwang TY, Sohn KH, Lim JH, Moon KD (2010) Antibrowning effect of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) extracts on chopped galic. Korean J Food Preserv, 17, 160-164

11. You SG, Kim SW, Jung KH, Moon SK, Yu KW, Choi WS (2010) Effect of *Astragali radix* and *Opuntia humifusa* on quality of red ginseng drink. Food Eng Prog, 14, 299-306

12. Kim MJ, Lim KR, Jung TK, Yoon KS (2007) Anti-aging effect of *Astragalus membranaceus* root extract. J Soc Cosmet Scientists Korea, 33, 33-40

13. Im KR, Kim MJ, Jung TK, Yoon KS (2010) Analysis of isoflavonoid contents in *Astragalus membranaceus* bunge cultivated in different areas and at various ages. KSBB, 25, 271-276

14. Chung HS, Lee JB, Moon KD (2012) Effects of medicinal

- herb extracts and heat and coating treatments on the browning degree of fresh-cut apples. Korean J Food Preserv, 19, 813-817
15. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1199-1200
16. Yoo YK, Roh YS, Lee BK (2010) Quality changes by storage temperature and rhizome condition in white lotus storage. J Korean Soc People Plants Environ, 13, 59-68
17. Kim JW, Kim SD, Youn KS (2011) Antioxidant activity of Hwangki and Beni-Koji extracts and mixture. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 1-6
18. Hwang TY, Jang JH, Moon KD (2009) Quality changes in fresh-cut potato (*Solanum tuberosum* var. *Romano*) after low-temperature blanching and treatment with anti-browning agents. Korean J Food Preserv, 16, 499-505
-
- (접수 2013년 10월 28일 수정 2013년 12월 17일 채택 2013년 12월 23일)