

천연 갈변 억제제 개발을 위한 양파, 사과 및 감귤 과피 추출물의 항산화 및 갈변 저해 효과

장민선 · 안세진 · 정문철* · 김동만* · †김건희

덕성여자대학교 식품영양학과, *한국식품연구원

Effects of Antioxidative Activities and Antibrowning of Extracts from Onion, Apple and Mandarin Orange Peel as Natural Antibrowning Agents

Min-Sun Chang, Sejin An, Moon-Cheol Jeong*, Dongman Kim* and †Gun-Hee Kim

Dept. of Food & Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea

*Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate antioxidative properties of various extracts and antibrowning effects of extracts in apple slices were investigated by ΔE value and PPO relative activity. Apples were cut into 1.5 cm thickness and they were dipped in 1% extract solutions(OW: water extracts of onion, OE: 80% EtOH extracts of onion, AW: water extracts of apple, AE: 80% EtOH extracts of apple, MW: water extracts of mandarin orange peel, ME: 80% EtOH extracts of mandarin orange peel) for 1 min. OW showed higher than the other treatments for total phenolic contents(94.35 mg/g), PPO inhibition(74.00%). And the highest DPPH free radical scavenging activity(40.27%) measured in ME. ΔE value of apple slices dipped in MW was 2.37 whereas ΔE value of apple slices dipped in AW was 12.12. These results suggest that onion and mandarin orange peel extracts should be a potential source for controlling browning during storage of apple slices.

Key words: onion, apple, mandarin orange peel, antioxidative, antibrowning

서 론

최근 건강에 대한 관심과 신선 및 천연식품에 대한 소비자의 기호도가 증가하면서 신선편이 농산물의 소비가 꾸준히 늘어나고 있는 추세이다(Chung 등 2008; Park 등 1998). 이러한 신선편이 농산물은 생산 단계에서 세척, 박피 및 절단 등의 과정을 거치기 때문에 절단 전의 세포에 비하여 호흡이 빠르고, 미생물의 침입에 대한 저항성이 약화되기 쉬우며 산화적 갈변을 일으키기 쉽다(Wiley 1994). 수확 후 가공 처리되는 과정에서 과일 및 채소류의 조직이 손상되어 일어나는 갈변은 품질 손실에 중요한 요인이 되며(Hur J 2007; Vamos-Vigyazo L 1981), 이는 식물 내에 들어있는 폴리페놀 화합물이 산소의

존재 하에 polyphenol oxidase(PPO)에 의해서 퀴논 화합물로 산화된 후에 일련의 산화반응을 거쳐 중합체인 갈색 색소를 형성하는 것으로 알려져 있다(Hwang 등 2010; Kim YA 1998). 이러한 갈변은 가공이나 저장 시 색, 조직감, 이취 등에 영향을 미치므로 갈변을 억제하려는 연구가 보고되고 있다. Ascorbic acid, citric acid 등(Sapers & Miller 1992; Mondy & Munski 1993) 여러 화학 물질이 PPO 활성을 억제하기 위하여 사용되고 있으나, 이와 같은 화학적인 갈변 저해제의 사용은 소비자에게 식품에 인위적인 첨가물이 함유됨으로 인하여 거부감을 주고 있어 최근 천연 갈변 저해제에 대한 소비자의 요구가 증가하고 있는 추세이다(Rupasinghe 등 2005; Lee & Ahn 1997). 한편, 천연물을 이용한 갈변 저해제로는 honey(Oszmianski &

† Corresponding author: Gun-Hee Kim, Dept. of Food and Nutrition, Duksung Women's University, Seoul 132-714, Korea. Tel: +82-2-901-8496, Fax: +82-2-901-8474, E-mail: ghkim@duksung.ac.kr

Lee 1990), rhubarb juice(Son 등 2000) 등을 적용한 예가 있으나, 실제로 농산물에 응용된 연구 보고는 많이 부족한 실정이다.

페놀성 화합물은 여러 가지 식물류에 널리 분포되어 있는 것으로 알려져 있으며, flavonoid류가 주를 이루며, 단순한 phenol류, phenolic acid류, phenol성 quinone류 등을 포함한다(Kim 등 2001). 최근에 이런 페놀성 화합물 등이 항산화(Serafini 등 1996), 항암(Sadzuka 등 1996; Stoner & Mykhtar 1995), 항균(Vijaya 등 1995) 등에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 또한 이런 생리활성물질 중 항산화성이 있는 식물류로부터 천연 항산화제 및 천연 갈변 저해제 개발도 시도되고 있으며(Ohmori 등 1995; Hattori 등 1990), 그 중 우리나라 제주도에 서 재배되는 감귤류는 전체 과수 생산량 중 30%를 차지하는 농산물로 가공 공정 시 감귤 과피가 가공부산물로 발생하며, 이러한 과피의 활용성에 대한 필요성이 대두되고 있다(Cheigh 등 2010). 감귤 과피에는 풍부한 essence oil, carotenoid, flavonoid, cellulose, pectin, limonoid, terpene 등의 생리활성 물질들이 다량 함유되어 있고(Kim 등 1999; Rhyu 등 2002), 고혈압 예방, 혈중 LDL 콜레스테롤 함량 감소 작용, HDL 콜레스테롤 함량 증가 작용, 순환계질환의 예방 및 개선 효과 등의 다양한 생리작용이 확인되고 있다(Kang 등 2003; Kim 등 2011). 또한 양파와 사과의 경우 농축액에 대하여 갈변 억제 효과를 시도한 연구(Lee 등 2002, Kim & Bae 2002)가 보고된 바 있으나, 감귤 과피를 포함하여 이들 추출물에 대한 항산화 효과, PPO 효소 활성저해력 평가 등 신선편이 농산물 갈변 저해에 대한 연구는 매우 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 양파, 사과 및 감귤 과피 등의 천연 농산물로부터 PPO 활성 저해력과 항산화 특성을 조사하고, 이를 사과 슬라이스에 적용하여 갈변 억제에 미치는 효과를 통해 천연 갈변 억제제로서 응용 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 사과는 'Fuji' 품종으로 경북 영천에서 2011년에 수확된 것을 구입하여 외관이 건전한 것을 선별하여 실험에 사용하였다. 갈변 저해를 목적으로 사용한 양파는 전남 함평에서, 사과는 경북 영천에서 그리고 감귤은 제주도에 서 재배된 조생종 감귤로 시중에서 구입하여 사용하였으며, 그 중 양파는 과피를 제거한 과육을, 사과는 과피를 포함한 과육 전체를, 감귤은 과피만을 시료로 사용하였다.

2. 추출물의 제조

양파, 사과 및 감귤 과피의 추출은 열수 추출 방법과 에탄올 추출 방법을 적용하였으며, 열수 추출은 건조하여 분쇄한

양파, 사과 및 감귤 과피 30 g에 증류수 150 ml를 넣고, 60°C의 진탕수조에서 6시간 3회 반복 추출하였으며, 에탄올 추출은 양파, 사과 및 감귤 과피 분쇄 시료 30 g에 80% 에탄올 용액 150 ml를 넣고 60°C의 환류냉각장치에서 6시간 3회 반복 추출하였다. 각 추출물을 5,000×g에서 15분간 원심분리한 후 상정액을 취하여 동결건조한 후 시료로 사용하였다.

3. 사과에 대한 갈변 저해제 처리

사과를 세라믹 칼을 이용하여 1.5 cm 두께로 슬라이스한 후 각 1%(w/v)의 양파, 사과 및 감귤 과피 추출물 용액 20 ml에 1분간 침지한 후 3분간 자연 건조하고, 흡수지로 수분을 가볍게 제거한 후 상온에서 24시간 동안 보관하며 외관의 변화를 관찰하였다.

4. 효소활성 저해력 조사

50 mM phosphate buffer(pH 6.5) 1.7 ml와 PPO(4,276 units/mg) 0.2 ml를 혼합한 후 0.5, 1 and 1.5% 농도의 저해제를 0.1 ml를 첨가하여 25°C로 조절된 항온수조에서 15분간 방치하고 기질로서 4 mM catechin 용액 1 ml를 각각 첨가하고, Microplate reader(M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 420 nm에서 5분간의 변화를 측정하였다. 효소의 활성능은 흡광도의 변화를 관찰한 후 curve의 직선부위로부터 계산하였으며, 효소 저해활성은 흡광도 감소량 %로 나타내었다(Dennis & Miller 1998). 그리고 시료별 PPO 저해활성의 상대적 비교를 위하여 효소활성의 50%를 저해하는 시료의 농도를 환산하여 IC₅₀ 값으로 하였으며, 통계처리는 PASW Statistics(Version 18)을 이용하여 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다.

$$\text{Inhibition of PPO activity(\%)}=[1-(A/B)]\times 100$$

(A: sample의 흡광도, B: blank solution의 흡광도)

5. DPPH Radical 소거능 측정

4 mM의 DPPH 에탄올 용액을 제조하여 흡광도를 1.000±0.1로 조절하여 사용하였다. 1% 농도의 시료 0.2 ml를 시험관에 가하고 DPPH 용액 2.8 ml를 혼합하여 10분간 반응시킨 후, 517 nm에서 Microplate reader(M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 측정하여 다음의 식으로부터 DPPH radical 소거 활성을 계산하였다(Santoru 등 2002).

$$\text{DPPH radical scavenging activity(\%)}=[1-(A/B)]\times 100$$

(A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 시료 무첨가구의 흡광도)

6. 총 페놀 함량 측정

Folin-Ciocalteu법을 이용하여 측정하였다(Florence 등 1992).

시료 0.1 ml에 2 N Folin-Ciocalteu 용액 0.5 ml를 첨가하여 3 분간 반응시킨 후 20% Na₂CO₃ 1 ml를 첨가하여 1시간 동안 침전반응을 거친 후 반응 용액을 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 Microplate reader(M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 이 때 총 페놀 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 구하였다.

7. 총 플라보노이드 함량 측정

Lee 등(1997)의 방법을 변형하여 시료 0.2 ml에 diethylene glycol 10 ml와 1 N NaOH 1 ml를 가하고 잘 혼합한 다음 37°C에서 1시간 반응시킨 후 microplate reader(M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며, naringin을 이용하여 얻어진 표준곡선으로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

8. 금속이온(Fe²⁺)에 대한 Chelating 효과 측정

Gulcin I(2006)의 방법을 일부 변형하여 측정하였으며, 각 시료용액 0.3 ml에 2 mM FeCl₂ 0.1 ml를 가하고, 5 mM ferrozine 0.2 ml ethanol 3.4 ml를 가한 후 혼합하여 실온에서 10분간 방치한 다음 562 nm에서 microplate reader(M2, Molecular Device, Canada)를 이용하여 흡광도를 측정하고, 다음의 식으로부터 계산하였다.

$$\text{Metal chelating effect(\%)} = [1 - (A/B)] \times 100$$

(A: 시료 첨가구의 흡광도, B: 시료 무첨가구의 흡광도)

9. 사과 슬라이스의 표면색 측정

표면색은 표준백판(L=97.40, a=-0.49, b=1.96)으로 보정된

Chromameter(CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 시료 절단면의 중심부위를 3반복으로 Hunter L, a and b값을 측정하였고, 각 처리구간의 색도의 차이는 색차(color difference, ΔE)를 이용하여 분석하였으며 계산식은 다음과 같다.

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

결과 및 고찰

1. PPO 활성 저해력

양파, 사과 및 감귤 과피 추출물에 대한 PPO 활성 저해력을 catechin 기질을 이용하여 비교한 결과는 Table 1과 같다. 시료의 농도가 증가할수록 저해활성이 증가하였으며, 양파 열수 및 에탄올 추출물의 경우 0.5%에서 각각 38.07%와 24.12%, 1%에서 74.00%와 53.22%, 1.5%에서 89.95%와 73.65%의 저해활성을 나타내었다. 이에 대한 IC₅₀의 값은 각각 2.18%, 3.89%으로 에탄올 추출물보다 열수 추출물에서 더 높은 효소 저해활성을 나타내었다. 사과 추출물의 경우 열수 추출물에 대한 IC₅₀의 값은 7.81, 에탄올 추출물에 대한 IC₅₀의 값은 7.92로 열수 추출물의 PPO 활성 저해력이 낮았으나 큰 차이를 보이지 않았다. 감귤 과피 추출물의 경우 역시 농도가 증가할수록 PPO 활성 저해력이 높아졌으며, 열수 추출물에 대한 IC₅₀의 값은 3.38, 에탄올 추출물에 대한 IC₅₀의 값은 3.41이었다. 결과적으로 PPO 활성 저해력은 양파 열수 추출물>감귤 과피 열수 추출물>감귤 과피 에탄올 추출물>양파 에탄올 추출물>사과 열수 추출물>사과 에탄올 추출물의 순으로 양파 열수 추출물에서 가장 높게 나타났다. 오렌지, 사과, 배, 감, 바나나 등에 대하여 tyrosinase 활성 저해력을 탐색하였을 때 갈변도가 높게 나타난 Jung 등(1995)의 결과와 다소 차이

Table 1. Inhibition ratio of PPO activity according to different concentrations of onion, apple and mandarin orange peel extracts in catechin

Natural substances	Conc. (%)	Water		EtOH	
		Inhibition(%)	IC ₅₀ (%)	Inhibition(%)	IC ₅₀ (%)
Onion	0.5	38.07±2.12 ^{a1)}		24.12±2.61 ^a	
	1.0	74.00±1.55 ^b	2.18	53.22±2.58 ^b	3.89
	1.5	89.95±0.37 ^b		73.65±2.12 ^c	
Apple	0.5	7.56±2.85 ^a		8.10±0.38 ^a	
	1.0	18.53±1.86 ^b	7.81	18.09±2.00 ^b	7.92
	1.5	31.61±0.48 ^c		25.54±2.89 ^b	
<i>Citrus unshiu</i> (Mandarin orange)	0.5	25.61±1.15 ^a		29.21±2.43 ^a	
	1.0	57.33±2.95 ^b	3.38	49.37±1.88 ^b	3.41
	1.5	74.98±2.08 ^c		69.82±3.01 ^c	

¹⁾ Each values are means±S.D., Means with the different letters within a column are significantly different($p < 0.05$).

를 보였으나, 이는 추출 방법의 상이함 등에 기인하는 것으로 사료된다. Coleman 등(1990)은 여러 천연물질의 추출물들이 가열에 의해 마이알 반응을 통하여 휘발성 및 비휘발성 물질을 생성하며, 이들 물질의 특성은 천연물질의 종류와는 무관하게 보편성을 갖는다고 하였다.

2. DPPH Radical 소거능

양파, 사과 및 감귤 과피 추출물의 DPPH radical 소거능을 조사한 결과는 Fig. 1과 같으며, 양파 열수 추출물에서 18.26%, 양파 에탄올 추출물에서 21.80%, 사과 열수 추출물에서 9.00%, 사과 에탄올 추출물에서 20.84%, 감귤 과피 열수 추출물에서 37.19% 그리고 감귤 과피 에탄올 추출물에서 40.27%로 조사되었다. 감귤 과피 에탄올 추출물>감귤 과피 열수 추출물>양파 에탄올 추출물>사과 에탄올 추출물>양파 열수 추출물>사과 열수 추출물의 순으로 감귤 과피 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거 활성이 가장 높았다. 항산화 물질의 가장 특징적인 역할은 oxidative free radical과 반응하는 것으로 이것을 이용하여 항산화능을 측정하며, DPPH는 안정한 free radical로 cysteine, glutathione과 같은 황 함유 아미노산과 ascorbic acid, tocopherol 등의 항산화 물질에 의해 환원되어 탈색되므로 항산화능을 측정할 때 DPPH radical 소거능 측정법이 많이 이용된다(Kim 등 1995). Cheigh 등(2010)의 연구 결과에 따르면 감귤 과피를 다양한 추출 방법에 의해 항산화 활성을 측정한 결과, 열수 및 에탄올 추출물에서 21.14~21.16%로 열수 및 에탄올 추출물에서의 값 차이가 적었는데, 이는 본 연구 결과와도 유사하였다. 이러한 전자공여능 측정에 사용된 DPPH는 517 nm 부근에서 최대 흡수치를 나타내며, 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하게 된다. 추출물에

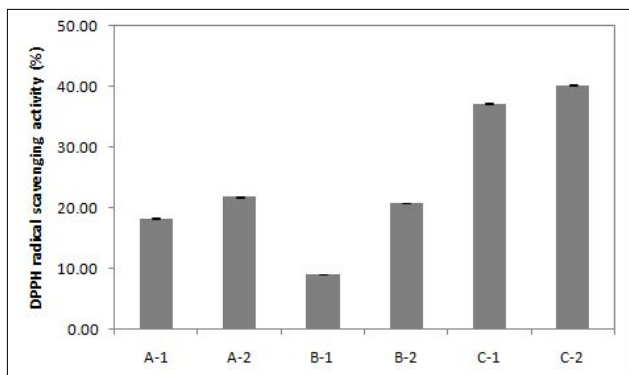


Fig. 1. DPPH radical scavenging activities of onion, apple and mandarin orange peel extracts. A-1: water extract of onion, A-2: 80% EtOH extract of onion, B-1: water extract of apple, B-2: 80% EtOH extract of apple, C-1: water extract of mandarin orange peel, C-2: 80% EtOH extract of mandarin orange peel.

서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성을 기대할 수 있다(Choi 등 2003).

3. 총 페놀 함량

총 페놀 함량의 경우, 양파 열수 추출물에서 94.35 mg/g, 양파 에탄올 추출물에서 88.90 mg/g, 사과 열수 추출물에서 7.83 mg/g, 사과 에탄올 추출물에서 11.06 mg/g, 감귤 과피 열수 추출물에서 77.96 mg/g, 감귤 과피 에탄올 추출물에서 84.39 mg/g의 함량을 나타내어 양파 열수 추출물>양파 에탄올 추출물>감귤 과피 에탄올 추출물>감귤 과피 열수 추출물>사과 에탄올 추출물>사과 열수 추출물의 순으로 양파 열수 추출물의 총 페놀 함량이 가장 높았다(Fig. 2). 양파 및 감귤 과피 추출물은 사과 추출물보다 약 7~13배 정도의 차이를 보였다. 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl 기를 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(Seong 등 2002). Kim 등(2002)은 식물체의 총 폴리페놀 함량과 전자공여 작용 사이에 밀접한 상관관계가 있어 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능이 높은 경향이 있다고 하였다.

4. 총 플라보노이드 함량 측정

PPO 활성 저해력 및 DPPH radical 소거 활성이 가장 낮았던 사과 추출물을 제외한 양파와 감귤 과피 추출물에 대하여 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. 양파 열수 추출물에서 98.68 mg/g, 양파 에탄올 추출물에서 86.41 mg/g, 감귤 과피 에탄올 추출물에서 83.79 mg/g, 감귤 과피 열수 추출물에서 68.84 mg/g으로 양파 열수 추출물의 총 플라보

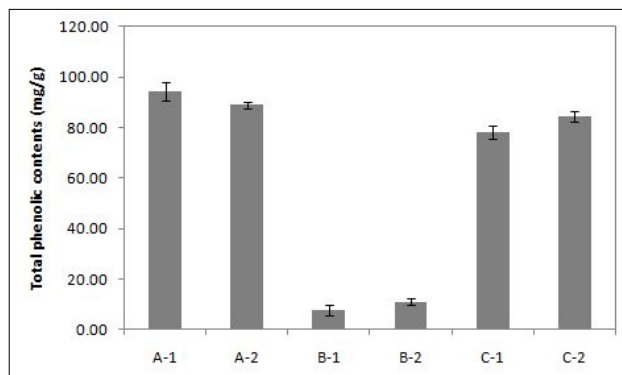


Fig. 2. Total phenolic contents of onion, apple and mandarin orange peel extracts. A-1: water extract of onion, A-2: 80% EtOH extract of onion, B-1: water extract of apple, B-2: 80% EtOH extract of apple, C-1: water extract of mandarin orange peel, C-2: 80% EtOH extract of mandarin orange peel.

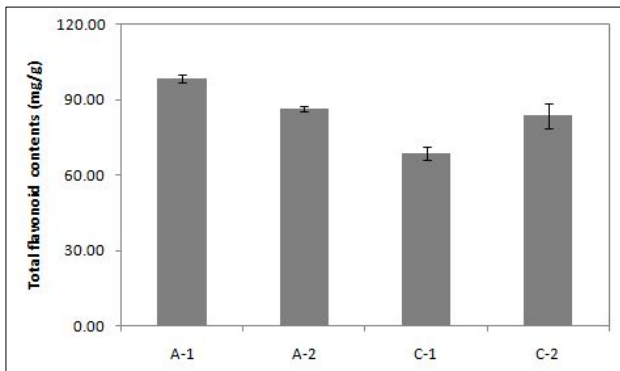


Fig. 3. Total flavonoid contents of onion and mandarin orange peel extracts. A-1: water extract of onion, A-2: 80% EtOH extract of onion, C-1: water extract of mandarin orange peel, C-2: 80% EtOH extract of mandarin orange peel.

노이드 함량이 가장 높았다. Bocco 등(1998)에 의해 감귤 과피와 씨앗 추출물에서 강한 항산화능을 가진 페놀화합물의 존재가 보고된 이래 감귤 과피로부터 polyphenol을 추출하기 위한 다양한 시도가 있었으며, Manthey & Grohmann(2001)은 감귤 과피의 주된 polyphenol로서 flavone glyceride(hesperidin과 naringin)을 제안하였고, methoxyl기가 많이 붙은 flavone과 수많은 hydroxycinnamate가 존재한다고 보고하였다.

5. 금속이온(Fe^{2+})에 대한 Chelating 효과

PPO 활성 저해력 및 DPPH radical 소거 활성이 가장 낮았던 사과 추출물을 제외한 양파와 감귤 과피 추출물에 대하여 metal chelating 효과를 측정한 결과는 Fig. 4와 같다. 감귤 과피 에탄올 추출물에서 24.22%로 가장 높은 chelating 효과를 나타내었고, 그 다음으로 양파 에탄올 추출물에서 16.41 mg/g

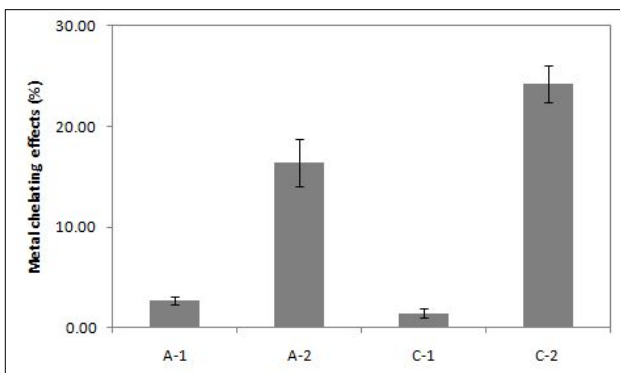


Fig. 4. Metal chelating effects of onion and mandarin orange peel extracts. A-1: water extract of onion, A-2: 80% EtOH extract of onion, C-1: water extract of mandarin orange peel, C-2: 80% EtOH extract of mandarin orange peel.

의 chelating 효과를 나타내었다. 양파와 감귤 과피 추출물 모두 열수 추출물보다 에탄올 추출물일 때 더 높은 chelating 효과를 보였다. Metal chelating agent는 제 2의 항산화제라고 할 만큼 중요하며, 이는 산화환원 전위를 감소시켜 금속이온의 산화상태를 안정화시키기 때문이다(Gulcin I 2006). 실제로 구연산, 주석산 등과 같은 유기산 및 폴리페놀 성분은 철이온, 구리이온과 같은 산화촉진제를 chelating하여 free radical 형성을 억제하는 효과가 탁월하다고 보고(Wong 등 2009)되고 있으며, 본 실험 결과 감귤 과피 에탄올 추출물이 Fe^{2+} -ferrozine complex 형성을 효과적으로 억제함으로써 철 이온과의 chelating 능력이 우수한 것을 알 수 있었다.

6. 사과 슬라이스의 표면색

사과 슬라이스를 양파, 사과 및 감귤 과피 추출물에 침지하여 상온에서 24시간 동안의 색 변화를 관찰한 결과, 처리하지 않은 사과 슬라이스의 L값이 52.50을 나타낸 반면, 전반적으로 추출물을 처리한 경우 L값이 69.52~78.11로 추출물을 처리한 경우의 L값이 높았으나 처리구간의 뚜렷한 차이는 보이지 않았다(Table 2). 사과 슬라이스의 외관상 가장 큰 문제를 나타내는 갈변 정도를 ΔE 값으로 나타낼 수 있으며, 값이 크게 나타날수록 색 변화가 많이 일어난 것으로 판단할 수 있다. ΔE 값의 경우 처리하지 않은 사과 슬라이스에서 17.08의 색 변화를 나타낸 반면, 감귤 과피 추출물에서 2.37~2.63, 양파 추출물에서 3.00~3.71 그리고 사과 추출물에서 7.11~12.12로 감귤 과피 추출물에서 색 변화가 가장 적게 일어난 것을 알 수 있었다. 사과 슬라이스의 외관을 관찰한 결과 처리하지 않은 경우보다 양파 및 감귤 과피 추출물을 처리한 사과 슬라이스에서 갈변이 다소 지연되는 것을 알 수 있었다(Fig. 5). Weller A 등(1997)은 L값의 변화는 PPO 활성의 증가와 관련이 있으며, PPO는 조직이 노화되거나 저장 시 스트레스를 받으면 매우 용해성이 커지고, 활성화된다고 하였다.

Table 2. Changes in Hunter L and ΔE value of apple slices by onion, apple and mandarin orange peel extracts solutions after 24 hours at room temperature

Natural substances	Extract	L	ΔE
Control		52.50±6.89	-17.08
Onion	Water	78.11±3.57	3.00
	EtOH	76.41±0.67	3.71
Apple	Water	71.83±1.38	12.12
	EtOH	69.52±0.21	7.11
<i>Citrus unshiu</i> (Mandarin orange)	Water	74.27±3.63	2.37
	EtOH	71.64±3.48	2.63

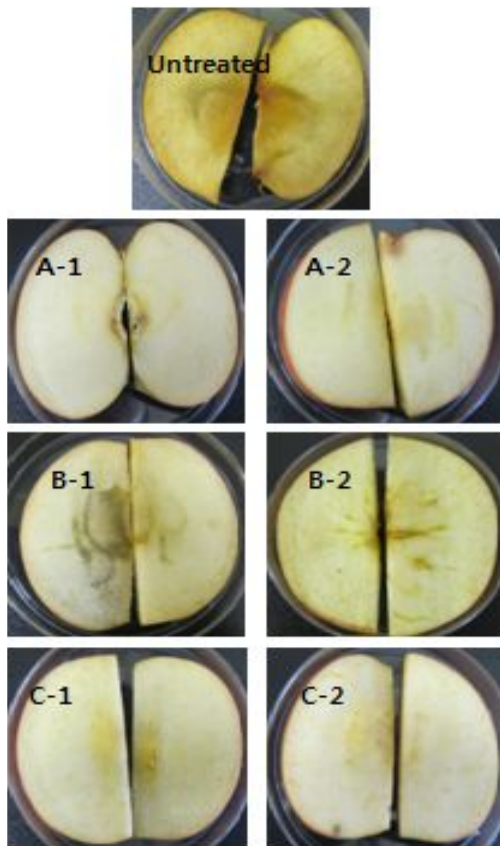


Fig. 5. Changes the appearances of apple slices by onion, apple and mandarin orange peel extracts solutions after 24 hours at room temperature. A-1: water extract of onion, A-2: 80% EtOH extract of onion, B-1: water extract of apple, B-2: 80% EtOH extract of apple, C-1: water extract of mandarin orange peel, C-2: 80% EtOH extract of mandarin orange peel.

요 약

천연 갈변 저해제 소재를 발굴하기 위하여 양파, 사과 그리고 감귤 과피를 열수 및 80% 에탄올로 추출하고, 그 추출물에 대하여 PPO 저해활성을 측정하고, DPPH radical 소거능, 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량 등을 통하여 항산화 효과를 조사하였다. 또한 추출물을 사과슬라이스에 침지하여 외관의 변화를 관찰하였다. 그 결과, 양파 및 감귤 과피 추출물이 사과 추출물보다 PPO 저해활성, DPPH radical 소거능, 총 페놀에 대하여 높은 함량을 나타냈으며, 또한 Fe^{2+} 의 chelating 효과가 우수하였다. 각 추출물에 대하여 사과 슬라이스에 침지하여 처리한 결과에서도 양파 및 감귤 과피 추출물에서 L 값과 ΔE 값이 낮게 나타나, 색 변화가 적게 일어났음을 알 수 있었다. 본 연구를 통하여 양파와 감귤 과피 추출물이 천연 갈변 저해제로의 사용이 가능할 것이라 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농림수산식품부 농림기술개발사업의 연구비 지원(310017-03-1-HD110)을 받아 수행된 연구로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ahn SC, Lee GC. 2005. Effects of antibrowning agents on browning of apple slices during cold storage. *Korean J Food Cookery Sci* 21:24-31
- Bocco A, Cuvelier ME, Richard H, Berset C. 1998. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *J Agric Food Chem* 46:2123-2129
- Cheigh CI, Jung WG, Chung EY, Ko MJ, Cho SW, Lee JH, Chang PS, Park YS, Paik HD, Kim KT, Chung MS. 2010. Comparison on the extraction efficiency and antioxidant activity of flavonoid from citrus peel by different extraction methods. *Food Engineering Progress* 14:166-172
- Choi Y, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727
- Chung HS, Toivonen P, Moon KD. 2008. Combined effects of vanillin and antibrowning agent on changes of quality and microorganisms in fresh-cut apples. *Korean J Food Preserv* 15:385-389
- Coleman MN, Soum MH, Boivin P, Berset C. 1990. Antioxidant activity of barley and mait: Relationship with phenolic content. *Lebensm Wiss Technol* 29:238-242
- Dennis D, Miller JW. 1998. Enzymatic Browning. In: Kinetics of Tyrosinase. Chapman & Hall, Inc. New York pp.44-49
- Florence CRF, Pascale MG, Jacques JN. 1992. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2 Kinetic studies. *J Agric Food Chem* 40:2108-2113
- Gulcin I. 2006. Antioxidant activity of caffeic acid (3,4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology* 21:213-220
- Hattori M, Namba T, Hara Y. 1990. Effect of tea polyphenols on glucosyltransferase from *Streptococcus mutans*. *Chem Pharm Bull* 38:717-720
- Hur J. 2007. Effect of citrate and phosphate on the inhibition of browning in minimally processed potatoes. *Korean J Culinary Research* 13:254-259
- Hwang TY, Sohn KH, Lim JH, Moon KD. 2010. Antibrowning effects of Licorice extracts on chopped garlic. *Korean J*

- Food Preserv* 17:160-164
- Jung SW, Lee NK, Kim SJ, Han DS. 1995. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J Food Sci Technol* 27:891-896
- Kang JH, Duk CJ, Kim KJ, Seo JS, Byun MW. 2003 Physical activities of citrus peel extracts by different extraction methods and gamma irradiation. *Korean J Food Preserv* 10:388-393
- Kim HK, Choi YJ, Kim KH. 2002. Functional activities of microwave-assisted extracts from *Flammulina velutipes*. *Korean J Food Sci Technol* 34:1013-1017
- Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY. 1995. Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medical plants. *Korean J Food Sci Technol* 27:80-85
- Kim HS, Han MR, Kim AJ, Kim MH. 2001. Optimum processing conditions for pesticides removal in mangarine orange peel by ultraviolet rays and photocatalytic materials. *Food Engineering Progress* 15:28-33
- Kim HW, Bae SK. 2002. The effect of antibrowning agents on enzymatic reaction in apple concentrate. *Korean J Food Sci Technol* 34:454-458
- Kim MH, Kim MC, Park JS, Kim JW, Lee JO. 2001. The antioxidative effects of the water-soluble extracts of plants used as tea materials. *Korean J Food Sci Technol* 33:12-18
- Kim YA. 1998. Effects of antibrowning agents on the browning reaction of enzymatic garlic hydrolyzate. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:201-206
- Kim YD, Kim YJ, Oh SW, Kang YJ, Lee YC. 1999. Antimicrobial activity of solvent extracts from *Citrus sudachi* juice and peel. *J Korean Food Sci Technol* 31:1613-1618
- Lee GC, Ahn SC. 1997. Inhibition effect of several cereal extracts on enzymatic browning. *Korean J Soc Food Sci* 13:390-395
- Lee MK, Kim YM, Kim NY, Kim GN, Kim SH, Bang SH, Park I. 2002. Prevention of browning in potato with a heat-treated onion extract. *Biosci Biotech Biochem* 66:856-858
- Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Composition of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 5:847-853
- Manthey JA, Grohmann K. 2001. Phenolics in citrus peel by-products. Concentrations of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. *J Agric Food Chem* 49: 3268-3273
- Mondy NI, Munski CB. 1993. Effect of boron on enzymatic discoloration and phenolic and ascorbic acid contents of potatoes. *J Agric Food Chem* 41:554
- Ohmori Y, Kishi M, Mizutani H, Katada T, Konishi H. 1995. Antiallergic constituents from oolong tea stem. *Biol Pharm Bull* 18:683-686
- Oszmianski J, Lee CY. 1990. Inhibition of polyphenol oxidase activity and browning by honey. *J Agric Food Chem* 38: 1892-1895
- Park WP, Cho SH, Lee DS. 1998. Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 30:278-282
- Ramatahman N, Osawa T, Ochi H, Kawakishi S. 1995. The contribution of plant food antioxidants to human health. *Trends Food Sci Tech* 6:75-82
- Rhyu MR, Kim EY, Bae IY, Park YK. 2002. Content of naringin, hesperidin and neohesperidin in premature Korean citrus fruits. *J Korean Food Sci Technol* 34:132-135
- Rupasinghe HPV, Murr DP, Dell JR, Odumeru J. 2005. Effects of 1-methylcyclopropene(1-MCP) and NatureSeal on the quality of fresh-cut apples. *J Food Quality* 28:289-307
- Sadzuka Y, Sugiyama T, Miyagishima A, Nozawa Y, Hirota S. 1996. The effects of theanine, as a novel biochemical modulator, on the antitumor activity of adriamycin. *Cancer Lett* 105:203-209
- Santoru K, Kazuhiko T, Nori M, Jinetsu U. 2002. Antioxidative activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. *Scient Horticult* 96:177-185
- Sapers GM, Miller RL. 1992. Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphate. *J Food Sci* 57:1132
- Seong HM, Seo MS, Kim SR, Park YK, Lee YT. 2002. Characteristics of barley polyphenol extract (BPE) separated from pearling by-products. *Korean J Food Sci Technol* 34:775-779
- Serafini M, Ghiselli A, Ferro-Luzzi A. 1996. *In vivo* antioxidant effect of green and black tea in man. *Eur J Clin Nutr* 50:28-32
- Son SM, Moon KD, Lee CY. 2000. Rhubarb juice as a natural antibrowning agent. *J Food Sci* 65:1288-1289
- Stoner GD, Mykhtar H. 1995. Polyphenols as cancer chemopreventive agents. *J Cell Bio Chem* 22:169-180
- Vamos-Vigyazo L. 1981. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Crit Rev in Food Sci Nutr* 15:49-127
- Vijaya K, Ananthan S, Nalini R. 1995. Antibacterial effect of theaflavin, Polyphenon 60(*Camellia sinensis*) and *Euphorbia hirta* on *Shigella* spp. *J Ethnopharmacol* 49:115-118

Weller A, Sims CA, Matthews RF, Bates RP, Brecht JK. 1997. Browning susceptibility and changes in composition during storage of carambola slices. *J Food Sci* 62: 256

Wiley RC. 1994. Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. Chapman & Hall, Inc. New York, pp.1-14

Wong JY, Chey FY. 2009. Antioxidant properties of selected

tropical wild edible mushrooms. *J Food Comp Anal* 22: 269-277

접 수 : 2011년 8월 15일
최종수정 : 2011년 9월 4일
채 택 : 2011년 9월 9일