

## 추출방법과 감마선 조사에 따른 귤피 추출물 생리활성의 변화

강호진 · 조철훈 · 김덕진\* · 서재수\*\* · 변명우  
한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학연구팀  
\*대구대학교 식품공학과  
\*\*고신대학교 식품영양학과

### Physiological Activities of Citrus Peel Extracts by Different Extraction Methods and Gamma Irradiation

Ho Jin Kang, Cheorun Jo, Duk Jin Kim\*, Jae Soo Seo\*\* and Myung-Woo Byun

Team for Radiation Food Science and Biotechnology,  
Korea Atomic Energy Research Institute, Daejeon 305-353, Korea  
\*Department of Food Engineering, Daegu University 705-714, Korea  
\*\*Department of Food and Nutrition, Kosin University 606-701, Korea

#### Abstract

Citrus peel extract was prepared using 70% ethanol solution by two extraction conditions (20°C for 72 hours and 85°C for 3 hours). The effect of gamma-irradiation on the changes of physiological activity also investigated at 0, 5, 10 and 20 kGy of absorbed doses. Color characteristics, DPPH radical scavenging, tyrosinase inhibition and nitrite scavenging activities of the extracts were measured at 4°C for 30 days. Color values were different by extraction methods at the initial stage, which heat-extracted sample had lower L\* but higher a\* and b\*-values than those extracted at room temperature. Irradiation changed color of the extract lighter by increasing Hunter color L\* and a\*-values. DPPH radical scavenging, tyrosinase inhibition and nitrite scavenging activities were not affected by either extraction methods or irradiation but significantly reduced by storage time. Therefore, when the cost-effective extraction methods is selected, the citrus peel extracts, which is a major byproduct in citrus processing, could be used as a functional material in various applications.

Key words : citrus peel extract, physiological activities, extraction methods, irradiation

## 서 론

식품가공산업은 많은 양의 부산물을 생산하는데 생물학적 산소요구량 때문에 처리하기에 곤란한 경우가 많다. 특히 식물소재의 폐기물 중에는 높은 수준의 페놀 화합물을 함유하고 있어 환경에도 바람직하지 않은 영향을 주는 것이 사실이다. 그러나 이러한 천연 페놀화합물 중에는 항암 효과 뿐만 아니라 항알러지, 항바이러스, 항염 등 다양한 생리 기능을 갖고 있는 것으로 밝혀지면서 이에 대한 관심이 증가되고 있다(1-3). 이와 관련된 물질로는 anthocyanidins, flavonols, flavones, catechins 및 flavanones로 보고되고 있으며 그 구조에 따라 특정 플라보노이드는 항산화 및 항균성을 갖고 있는 것으로 알려져 있다(4-6).

우리나라 감귤산업은 최근 연평균 생산량이 60만톤에 이

르고 있으나 생과소비가 많고 가공시에도 역시 부산물로 과피가 많이 발생하여 이의 처리에 따른 문제점이 발생하고 있다(7). 귤피내에 존재하는 bioflavonoids는 diphenylpropane을 기본구조로 하는 물질로서 항산화, 항균성 및 항암성의 생리활성을 가지며(8) 특히, 귤피 중에 다량 함유되어 있는 naringin과 hesperidin은 각각 항균작용과 혈압저하 작용을 가진다고 알려져 있다(9,10). 이러한 bioflavonoids의 종류와 양은 성숙도, 품종, 수확시기에 따라 많은 차이가 있으며 추출방법에 따라 많은 영향을 받는다(11).

한편 천연물 추출물에 감마선 조사를 응용하면 색택을 첨가제 등으로 사용하기에 바람직하도록 밝고 투명하게 변화시키면서 본래 가지고 있던 생리활성은 유지한다는 연구결과가 보고되었다(12-14).

따라서 본 연구에서는 막대한 양이 폐기처분되고 있는 감귤 껍질 추출물의 다양한 생리활성을 평가하고 천연기능성 식품소재로서 개발 가능성을 밝히고자 추출방법을 달리하여 귤피 추출물을 제조한 후 감마선 처리를 병행하여 추출물의 생리활성의 변화를 측정하였다.

Corresponding author : Myung-Woo Byun, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Daejeon 305-353, Korea  
E-mail : mwbyun@kaeri.re.kr

## 재료 및 방법

### 재료 및 감마선 조사

본 실험에 사용된 꾀피는 2002년에 수확된 제주도산 mandarine(*Citrus unshiu*)을 사용하였다. 추출방법으로는 1) 수확된 꾀피 1 kg과 70% 에탄올 10 L를 실온(20°C)에서 72시간 침지한 후 감압여과하는 방법(정치추출)과, 2) 꾀피 1 kg과 70% 에탄올 10 L를 Soxhlet 추출장치를 이용하여 85°C에서 3시간동안 추출한 후 감압여과하는 방법(열수추출)을 사용하였다. 추출 후 얻어진 추출액의 °Brix는 21로 두 처리구에서 유의적인 차이는 나타나지 않았다( $P > 0.05$ ).

감마선 조사는 한국원자력연구소 내 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설(point source, AECL, IR-79, MDS Nordion, Canada)을 이용하여 실온(12±1°C)에서 분당 83.3 Gy의 선량율로 방사선 조사하였다. 선량은 0, 5, 10 및 20 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 조사처리 방법은 Jo 등(14)의 방법을 준용하였다. 감마선 조사 후 추출액의 °Brix 또한 변화가 없었으며, 시료는 4°C 냉장고에 30일간 저장하면서 색도 및 생리활성 능력을 평가하였다.

### 색도 측정

꾀피 추출물의 색도 측정은 추출물 10 mL을 quartz cell(CM A-98, 10 mm in width)에 옮기고 Color Difference Meter(Spectrophotometer CM-3500d, Minolta Co., Ltd. Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였으며 Illuminant D65 10° 광원을 사용하였다. 기기는 측정전 표준흑판과 표준백판으로 표준화한 후 사용하였으며 Hunter color L\*값(lightness), a\*값(redness) 및 b\*값(yellowness)을 보고하였다.

### 전자공여능(DPPH) 측정

꾀피 추출물의 전자공여능은 Blois(15)의 방법을 변형하여 측정하였다. 우선 준비된 꾀피 추출물을 100배 희석한 후 각 희석액 1 mL에 0.2 mM  $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picryl-hydrazyl (DPPH) 1 mL를 넣고 교반한 후 30분 동안 실온에서 정치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 다음과 같은 계산식에 의해 환산되었다.

$$\text{전자 공여능(\%)} = \left( 1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \right) \times 100$$

### Tyrosinase 저해효과

Tyrosinase 활성저해 측정 방법은 tyrosinase의 작용결과 생성되는 dopachrome을 비색법을 이용하여 측정하였다(16). Mushroom tyrosinase(100 unit/mL)를 0.2 mL, 기질로서 DOPA

0.4 mL, buffer 0.2 mL의 혼합액에 꾀피 추출물 원액 0.2 mL을 첨가한 후 37°C에서 15분간 반응시켜 475 nm에서 측정하고 dopachrome의 변화를 저해능으로 환산하였다.

$$\text{저해능(\%)} = \left( 1 - \frac{A - C}{B} \right) \times 100$$

A : 시료자체의 흡광도

B : 시료대신 증류수를 첨가한 흡광도

C : 효소액 대신 증류수를 첨가한 흡광도

### 아질산염 소거능 측정

꾀피 추출물의 아질산염 소거능은 Kato 등의 방법(17)을 이용하여 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO<sub>2</sub>용액 1 mL에 준비된 꾀피 추출물 원액 1 mL 첨가하고 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.2 M 구연산 완충액(pH 4.2, 6.0)을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 4.2 및 6.0으로 조정된 후 각 반응용액을 10 mL로 정용하였다. 각 반응용액은 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 1 mL를 취해 2% 초산 용액 5 mL를 첨가한 다음 Griess 시약(1:1 solution of 1% sulfanilic acid in 30% acetic acid and 1% of naphthylamine in 30% acetic acid) 0.4 mL를 가하여 잘 혼합한 후 실온에서 15분간 방치하였다. 반응용액을 분광광도계(Shimadzu UV-1601PC, Japan)를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 아래식에 의하여 아질산염 소거능을 구하였다.

$$\text{소거능(\%)} = \left( 1 - \frac{A - C}{B} \right) \times 100$$

A : 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액에 시료를 첨가하여 1시간 방치시킨 후의 흡광도

B : NaNO<sub>2</sub> 용액의 흡광도

C : 시료자체의 흡광도

### 통계분석

모든 실험은 2회 반복하였으며, One-way Analysis of Variance를 Statistical Analysis System(SAS Version 5 edition)(18)을 사용하여 실시하였다. Student-Newman-Keuls multiple range test를 이용하여 평균값간의 유의성을 5%이내의 수준에서 조사하였으며 평균값과 표준오차를 보고하였다.

## 결과 및 고찰

### 색도 변화

추출방법을 달리한 꾀피추출물을 용기에 담아 감마선을 조사한 직후 색차계를 이용하여 측정한 결과는 Table 1에서 보여준다. 조사선량이 증가함에 따라 열수추출과 정치추출

한 처리구 모두 L\*값이 증가하는 경향을 보였다. 열수추출하여 감마선을 조사하지 않은 경우 저장 0일차에서 정치추출한 처리구보다 L\*값이 낮게 나타났으나, 이러한 차이는 감마선 조사후 색상의 변화로 유의적인 차이를 나타내지는 않았다.

**Table 1. Color changes of citrus peel extract by different extraction methods and irradiation during storage at 4°C**

Color parameter	Extraction method <sup>1)</sup>	Storage (day)	Irradiation dose (kGy)				SEM	
			0	5	10	20		
L	RT	0	98.40 <sup>dh</sup>	99.27 <sup>ai</sup>	101.11 <sup>bw</sup>	100.91 <sup>aw</sup>	0.020	
		10	98.36 <sup>dh</sup>	99.27 <sup>ai</sup>	99.78 <sup>bt</sup>	100.42 <sup>ay</sup>	0.014	
		20	98.21 <sup>cy</sup>	98.83 <sup>bt</sup>	99.44 <sup>ay</sup>	99.45 <sup>ay</sup>	0.010	
		30	98.19 <sup>by</sup>	98.83 <sup>cy</sup>	99.30 <sup>az</sup>	98.21 <sup>bz</sup>	0.007	
		SEM	0.021	0.008	0.013	0.009		
	Heat	0	94.89 <sup>dy</sup>	100.41 <sup>cw</sup>	100.87 <sup>aw</sup>	100.53 <sup>bw</sup>	0.018	
		10	94.73 <sup>dz</sup>	99.20 <sup>by</sup>	99.22 <sup>az</sup>	98.67 <sup>ax</sup>	0.008	
		20	95.00 <sup>dx</sup>	99.31 <sup>bx</sup>	99.60 <sup>ay</sup>	98.20 <sup>az</sup>	0.019	
		30	95.26 <sup>dw</sup>	99.35 <sup>bx</sup>	99.79 <sup>ax</sup>	98.49 <sup>cy</sup>	0.012	
		SEM	0.018	0.012	0.007	0.020		
	a	RT	0	-10.91 <sup>dz</sup>	-6.91 <sup>cz</sup>	-5.64 <sup>bx</sup>	-5.43 <sup>ay</sup>	0.009
			10	-10.65 <sup>dy</sup>	-6.76 <sup>cyz</sup>	-5.70 <sup>by</sup>	-5.55 <sup>az</sup>	0.006
20			-10.18 <sup>dx</sup>	-6.74 <sup>cy</sup>	-5.40 <sup>bx</sup>	-4.19 <sup>ax</sup>	0.006	
30			-9.95 <sup>dw</sup>	-6.76 <sup>cz</sup>	-5.28 <sup>bx</sup>	-3.31 <sup>aw</sup>	0.008	
SEM			0.009	0.006	0.008	0.007		
Heat		0	-6.78 <sup>bw</sup>	-10.16 <sup>dy</sup>	-7.78 <sup>cz</sup>	-4.60 <sup>az</sup>	0.010	
		10	-7.06 <sup>bx</sup>	-9.56 <sup>dx</sup>	-7.24 <sup>cy</sup>	-4.24 <sup>ay</sup>	0.006	
		20	-7.23 <sup>cy</sup>	-9.40 <sup>dxw</sup>	-7.18 <sup>bxw</sup>	-3.93 <sup>ax</sup>	0.005	
		30	-7.48 <sup>cz</sup>	-9.38 <sup>dxw</sup>	-7.25 <sup>bx</sup>	-3.85 <sup>aw</sup>	0.008	
		SEM	0.009	0.010	0.006	0.006		
b		RT	0	51.09 <sup>az</sup>	25.45 <sup>bz</sup>	19.16 <sup>cz</sup>	16.01 <sup>dz</sup>	0.058
			10	50.33 <sup>ay</sup>	26.06 <sup>by</sup>	21.94 <sup>cy</sup>	18.70 <sup>dy</sup>	0.007
	20		49.26 <sup>ax</sup>	26.31 <sup>bx</sup>	22.63 <sup>cz</sup>	22.05 <sup>dx</sup>	0.013	
	30		48.21 <sup>aw</sup>	26.58 <sup>bw</sup>	22.84 <sup>cw</sup>	23.18 <sup>dx</sup>	0.008	
	SEM		0.056	0.012	0.014	0.013		
	Heat	0	56.52 <sup>aw</sup>	30.80 <sup>bx</sup>	22.37 <sup>cz</sup>	15.77 <sup>dz</sup>	0.038	
		10	55.15 <sup>ax</sup>	31.96 <sup>by</sup>	24.42 <sup>cy</sup>	19.17 <sup>dy</sup>	0.005	
		20	54.82 <sup>ay</sup>	32.38 <sup>bx</sup>	25.16 <sup>cz</sup>	20.82 <sup>dx</sup>	0.009	
		30	54.71 <sup>az</sup>	32.73 <sup>bw</sup>	25.70 <sup>cw</sup>	21.71 <sup>dx</sup>	0.012	
		SEM	0.014	0.035	0.013	0.012		
	ΔE	RT	0	111.41 <sup>aw</sup>	102.21 <sup>cz</sup>	103.15 <sup>bx</sup>	102.32 <sup>ax</sup>	0.041
			10	111.00 <sup>at</sup>	102.86 <sup>by</sup>	102.33 <sup>ax</sup>	102.30 <sup>ay</sup>	0.011
20			110.34 <sup>ay</sup>	102.92 <sup>bx</sup>	102.12 <sup>ay</sup>	101.46 <sup>bx</sup>	0.015	
30			109.84 <sup>az</sup>	102.99 <sup>bw</sup>	102.03 <sup>az</sup>	100.96 <sup>dz</sup>	0.008	
SEM			0.042	0.008	0.015	0.009		
Heat		0	110.66 <sup>aw</sup>	105.53 <sup>bx</sup>	103.61 <sup>ax</sup>	101.87 <sup>bw</sup>	0.025	
		10	109.84 <sup>az</sup>	104.65 <sup>bx</sup>	102.44 <sup>az</sup>	100.60 <sup>dy</sup>	0.008	
		20	109.92 <sup>ay</sup>	104.88 <sup>by</sup>	102.98 <sup>cy</sup>	100.46 <sup>dz</sup>	0.019	
		30	110.11 <sup>aw</sup>	105.02 <sup>bx</sup>	103.30 <sup>ax</sup>	100.93 <sup>dx</sup>	0.013	
		SEM	0.021	0.091	0.007	0.019		

<sup>1)</sup>RT : Extracted at room temperature for 72 h with several agitation.

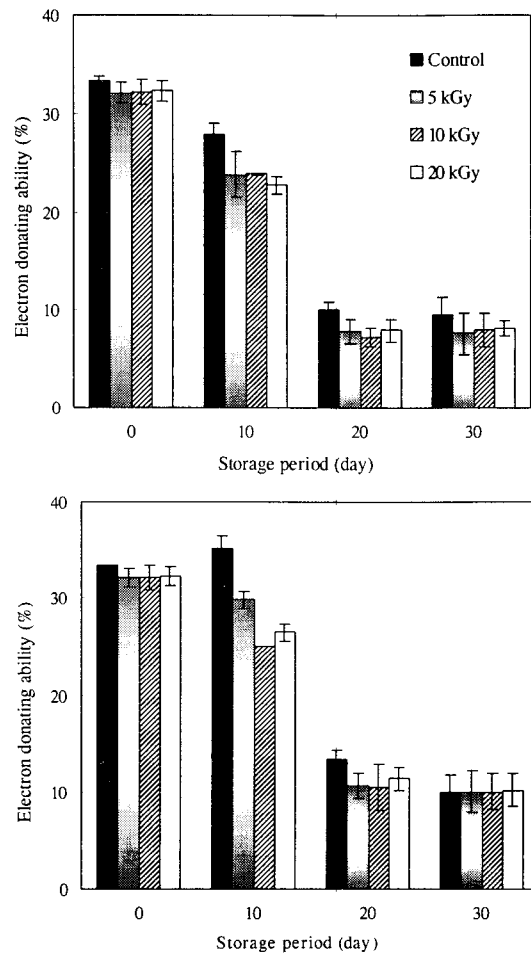
Heat : Extracted at 85°C for 3 h with Soxhlet apparatus.

<sup>d</sup> Different letters within the same row differ significantly(p<0.05)

<sup>z</sup> Different letters within the same column with same extraction method differ significantly(p<0.05).

적색도(a\*-value)의 경우, 정치 추출한 처리구는 조사선량의 증가에 따라 값이 증가하였고 열수추출한 처리구는 5 kGy에서 적색도가 가장 낮았으나 10 kGy에서는 대조구와 같은 값을 나타내면서 색이 옅어졌다. 초기의 a\*값이 열수추출한 처리구가 정치추출한 처리구보다 높는데 이는 가열처리로 인해 껍질 내에 있는 flavonoid계 색소의 파괴로 인한 것으로 판단된다.

황색도(b\* value)는 두가지 추출방법 모두에서 비조사처리구에 비해 조사한 처리구가 선량이 증가함에 따라 감소하였다. 특히 열수추출한 처리구는 정치추출한 처리구에 비해 황색도가 초기에 매우 높았으나, 20 kGy에서는 유의적인 차이가 거의 없었다. 이러한 감마선 조사에 의한 색상 변화는 천연물 추출물의 초기 색상에 의해 변화 정도의 차이는 있지만 녹차, 감잎, 오미자 등을 사용한 연구와 일치하는 현상으로 나타났으며(12-14), 또한 감마선 조사된 간장(19) 및 멸치액젓(20)의 갈색도가 옅어진다는 보고와도 일치한다.



**Fig. 1. DPPH electron donating ability(%) of citrus peel extract by different extraction methods and irradiation during storage at 4°C (Left : extracted at room temperature (20°C) for 72 hours with several agitations. Right : extracted at 85°C for 3 hours using Soxhlet apparatus).**

## 전자공여능

추출방법을 달리한 꾀피추출액을 감마선 조사한 후 저장 기간 중 전자공여능의 변화는 Figure 1에서 보여준다. 자유 라디칼을 소거하는 능력은 지방산화 억제력과 깊은 상관관계가 있으며 본 실험에서 사용한 DPPH radical scavenging activity는 천연물 특히 식물체에 존재하는 라디칼 소거능을 확인하는데 광범위하게 사용되고 있다(21). 열수추출한 꾀피 추출물의 경우 조사처리 직후에 33%의 전자공여능을 보였으며 감마선 조사에 의한 차이는 없었다. 그러나 저장 30일째 약 10% 내외로 감소하여 냉장(4°C) 저장기간 동안 꾀피 추출물의 전자공여능이 현저히 감소함을 확인할 수 있었다. 식품의 항산화 특성은 식품 공정, 저장방법 등에 따라 증감하거나 또는 영향을 받지 않을 수도 있으며 또한 천연물을 가공하는 과정에서 생성되는 물질이 항산화 효과 또는 항산화 물질 전구체 형성에 기여할 수 있다(22). 이전의 녹차 및 오미자 추출물은 본 연구결과와 유사하게 저장기간에 따라 전자공여능이 감소하였으나(23) 청국장과 된장의 전자공여능은 저장기간에 영향을 받지 않았다는 보고(24)에서 이러한 경향을 확인할 수 있다.

## Tyrosinase 저해효과

꾀피 추출물의 Tyrosinase 억제효과는 Figure. 2에서 보여준다. 감마선 처리 직후 비조사구와 감마선 조사구는 모두 55%의 tyrosinase 억제효과를 보였으며 처리간 유의적 차이는 없었다. 저장 30일째에는 비조사구가 21.62%, 20 kGy 감마선 조사 처리구가 24.30%의 tyrosinase 억제효과를 나타내었으며 전자공여능에서와 마찬가지로 저장기간이 증가할수록 효과가 감소함을 볼 수 있었다. 감마선 조사처리시 색상과 같은 물리적 성질이 변하면서도 비조사구와 비교하여 생리활성능력은 변화하지 않은 것은 녹차잎 추출물(23)과 감초(24) 및 한국전통발효식품인 청국장과 된장(25)에서 나타난 결과와 일치하였다. 반면 인동(*Lonicera japonica*) 추출물의 경우 감마선 비조사구가 약 20%의 저해율을 보인 반면 30 kGy 감마선 조사구에서 90%로 30 kGy까지 조사선량이 증가하면서 증가한다고 보고된 바 있다(26). 저자들은 인동의 tyrosinase inhibition effect가 flavonoids, tannins, lignan 등 페놀화합물에 의해 생성되며 이러한 약용식물의 감마선 조사에 의한 생리활성의 변화를 지속적으로 연구할 필요가 있다고 보고하였다.

## 아질산염 소거능 측정

식품이나 식품을 섭취하는 과정에서 아질산염이 존재할 때 인체내 위액 조건과 같은 강산성의 적절한 환경에서 발암성 물질인 나이트로자민(nitrosamine)이 생성될 수 있다. 따라서 강산성 환경에서 효과적인 잔류 아질산염 함량의 감소

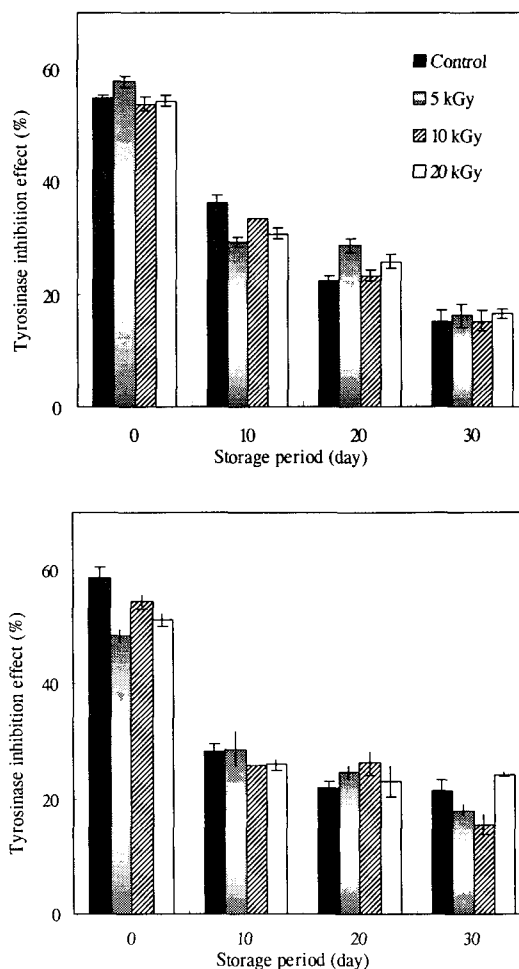


Fig. 2. Tyrosinase inhibition effect citrus peel extract by different extraction methods and irradiation during storage at 4°C (Left : extracted at room temperature (20°C) for 72 hours with several agitations. Right : extracted at 85°C for 3 hours using Soxhlet apparatus).

는 발암물질인 nitrosamine 형성 억제에 매우 중요하며 잔류 아질산염 소거능을 가진 물질의 존재 또한 발암성 물질의 생성 억제에 큰 영향을 미친다. 추출방법과 감마선 조사에 따른 꾀피 추출물의 아질산염 소거능의 변화는 없었다. 꾀피 추출물의 아질산염 소거능은 pH 1.2에서 80~85%의 높은 아질산염 소거 효과를 보였다(Table 2). 선행 연구에 따르면 polyphenol류가 nitrite억제에 매우 효과적이라는 보고(27)가 있으며, 이 polyphenol류는 낮은 pH 상태에서 nitrite억제 효과가 더욱 높다는 보고(28)로 보아 있어 본 결과는 이러한 연구내용과 일치하는 경향을 보였다. 특히 꾀피에는 hesperidin, diosmin, naringin, tangeretin 등 다량의 polyphenol류와 hydroxycinnamate, polymethoxylated flavon 등이 소량 함유되어 있어 항산화, 항균, 및 항암효과를 보인다고 밝혀져 왔다(29).

**Table 2. Changes in nitrite scavenging ability (%) of citrus peel extract by different extraction methods and irradiation during storage at 4 °C**

pH	Extraction method <sup>1)</sup>	Storage (day)	Irradiation dose (kGy)				SEM	
			0	5	10	20		
1.2	RT	0	79.79 <sup>a</sup>	81.18 <sup>b</sup>	86.57 <sup>c</sup>	74.78 <sup>d</sup>	3.917	
		10	90.06 <sup>e</sup>	90.64 <sup>e</sup>	90.70 <sup>e</sup>	90.16 <sup>e</sup>	2.051	
		20	85.76 <sup>bc</sup>	83.72 <sup>ab</sup>	86.00 <sup>ab</sup>	89.87 <sup>ab</sup>	0.549	
		30	92.44 <sup>f</sup>	94.59 <sup>f</sup>	79.57 <sup>a</sup>	80.91 <sup>a</sup>	0.565	
		SEM	1.478	1.575	0.510	3.905		
		Heat	0	75.46 <sup>bc</sup>	86.71 <sup>de</sup>	87.82 <sup>de</sup>	85.98 <sup>de</sup>	1.702
	10	94.05 <sup>f</sup>	93.43 <sup>f</sup>	91.70 <sup>e</sup>	93.70 <sup>f</sup>	1.639		
	20	89.07 <sup>bc</sup>	89.50 <sup>bc</sup>	87.54 <sup>bc</sup>	92.12 <sup>bc</sup>	0.421		
	30	80.16 <sup>ab</sup>	82.47 <sup>ab</sup>	82.95 <sup>bc</sup>	79.14 <sup>ab</sup>	0.300		
	SEM	1.451	1.642	0.855	0.562			
	4.2	RT	0	35.93 <sup>xy</sup>	29.24 <sup>by</sup>	28.30 <sup>by</sup>	39.30 <sup>xy</sup>	1.652
			10	39.68 <sup>xy</sup>	39.27 <sup>by</sup>	39.79 <sup>xy</sup>	41.82 <sup>xy</sup>	0.970
20			32.94 <sup>y</sup>	30.03 <sup>y</sup>	29.95 <sup>y</sup>	32.60 <sup>y</sup>	1.782	
30			49.13 <sup>x</sup>	49.32 <sup>x</sup>	44.96 <sup>x</sup>	44.98 <sup>x</sup>	1.132	
SEM			1.953	1.109	1.345	1.129		
Heat			0	28.08 <sup>x</sup>	28.94 <sup>yz</sup>	25.73 <sup>y</sup>	28.22 <sup>y</sup>	1.002
10		39.97 <sup>yz</sup>	38.06 <sup>x</sup>	28.30 <sup>y</sup>	27.52 <sup>y</sup>	3.121		
20		35.56 <sup>xy</sup>	27.37 <sup>yz</sup>	27.87 <sup>xy</sup>	27.11 <sup>xy</sup>	0.973		
30		39.86 <sup>ax</sup>	35.00 <sup>ax</sup>	26.37 <sup>bx</sup>	13.96 <sup>bx</sup>	0.760		
SEM		0.732	1.021	1.738	2.769			
6.0		RT	0	20.97 <sup>xy</sup>	14.20 <sup>by</sup>	23.56 <sup>ax</sup>	17.69 <sup>aby</sup>	1.986
			10	17.37 <sup>y</sup>	18.65 <sup>y</sup>	17.10 <sup>y</sup>	19.22 <sup>y</sup>	1.809
	20		19.25 <sup>x</sup>	20.48 <sup>x</sup>	17.53 <sup>x</sup>	18.89 <sup>x</sup>	1.695	
	30		18.24 <sup>x</sup>	18.93 <sup>x</sup>	20.33 <sup>y</sup>	23.46 <sup>x</sup>	1.214	
	SEM		2.729	1.661	1.067	1.910		
	Heat		0	15.30 <sup>az</sup>	14.82 <sup>aby</sup>	11.55 <sup>bc</sup>	11.17 <sup>xy</sup>	1.025
	10	22.30 <sup>yz</sup>	16.63 <sup>y</sup>	18.36	13.09 <sup>x</sup>	1.194		
	20	16.53 <sup>aby</sup>	17.03 <sup>ax</sup>	16.12 <sup>b</sup>	17.01 <sup>bx</sup>	1.512		
	30	26.75 <sup>ax</sup>	23.56 <sup>by</sup>	18.02 <sup>b</sup>	13.75 <sup>aby</sup>	1.351		
	SEM	0.997	1.289	1.792	0.850			

<sup>1)</sup>RT : Extracted at room temperature for 72 h with several agitation.  
 Heat : Extracted at 85 °C for 3 h with Soxhlet apparatus.  
<sup>x-d</sup> Different letters within the same row differ significantly(p<0.05)  
<sup>xy-z</sup> Different letters within the same column with same extraction method differ significantly(p<0.05).

결론적으로 추출방법(열수 vs 정치)에 따른 껍질 추출물의 생리활성의 차이는 나타나지 않았으며 감마선 조사가 천연물 추출물의 생리활성에 영향을 미치지 않는다는 것도 확인되었다. 따라서 비용적 측면을 고려하여 알맞은 추출방법을 결정한다면 폐자원인 껍질을 산업적으로 재활용 하고 부가적으로 폐기물 처리에 따른 비용 및 환경문제의 경감효과를 가져 올 것으로 판단된다.

**요 약**

가공 과정에서 대량 발생하는 폐기물 중 하나인 껍질을

천연 기능성 소재로 개발하기 위한 기초자료를 마련하고자 추출방법을 달리한 껍질 추출물의 생리활성을 확인하였다. 또한 감마선 조사에 의한 껍질 추출물의 생리활성 변화에 관하여도 관찰하였다. 정치추출의 경우 열수추출에 비해 초기 L\*값이 낮은 반면 a\*값과 b\*값이 높았으나 저장기간 또는 감마선 조사에 의해 차이가 없어졌으며, 감마선 조사선량의 증가에 따라 껍질추출액의 L\*값과 a\*값은 증가하였으며, b\*값은 감소하였다. 전자공여능, tyrosinase 저해효과, nitrite 소거능은 감마선 조사에 의해 영향을 받지 않았으나 저장기간 동안 이러한 생리활성이 감소함을 확인하였다. 또한 추출방법(열수 vs 정치)에 따른 껍질 추출물의 생리활성의 차이는 나타나지 않았으며 감마선 조사는 천연물 추출물의 생리활성에 영향을 주지 않음을 확인하였다. 그러므로 경제적인 추출방법을 선택한다면 감귤가공후 폐자원인 껍질을 다양한 용도의 기능성 소재로 활용할 수 있다고 판단된다.

**감사의 글**

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업에 의하여 수행되었으며 그 지원에 감사드립니다.

**참고문헌**

- Meyer, A., Yi, O., Pearson, D., Waterhouse, A.L. and Frankel, E. (1997) Inhibition of human low-density lipoproteins oxidation in relation to phenolic antioxidants in grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 1638-1643
- Williams, R.L. and Elliot, M.S. (1997) Antioxidants in grapes and wines: Chemistry and health effects. In Shahidi F., *Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects and Applications*, Illinois, AOCS Press., 150-173
- Carrol, K.K., Kurowska, E.M. and Guthrie, N. (1999) Use of citrus limonoids and flavonoids as well as tocotrienols for the treatment of cancer. *International patent WO 9916167*
- Lam, L.K.T., Zhang, J. and Hasegawa, S. (1994) Citrus limonoid reduction of chemically induced tumorigensis. *Food Technol.*, 48, 104-108
- Miller, E.G., Gonzales-Sanders, A.P., Couvillion, A.M., Binnie, W.H., Hasegawa, S. and Lam L.K.T. (1994) Citrus limonoids as inhibitors of oral carcinogenesis. *Food Technol.*, 48, 110
- Middleton, E.Jr. and Kandaswami, C. (1994) Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food*

- Technol., 48, 115
7. 고정삼 (1994) 제주농업과 감귤가공산업. 광일문화사, 38-40
  8. Brack, M.E., Bruyneel, E.A., Vermeulen, S.J., Vennekens, K., Marck, V.V. and Mareel, M.M. (1994) Citrus flavonoid effect on tumor invasion and metastasis. Food Technol., 48, 121-124
  9. Han, S.S and You, I.J. (1988) Studies on antimicrobial activities and safety of natural naringin in Korea. Korean J. Mycol., 16, 33-40
  10. Son, H.S., Kim, H.S., Kwon, T.B. and Ju, J.S. (1992) Isolation, purification and hypotensive effect of bioflavonoids in Citrus sinensis. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 21, 136-142
  11. Braddock, R.J. (1995) Products from juice extraction residues have many functional uses in food and beverage processing. Food Technol., 49, 74-77
  12. Jo, C., Son, J.H. and Byun, M.W. (2003) Irradiation application for color removal and purification of green tea leaves extract. Radiat. Phy. Chem., 66, 179-184
  13. Jeon, T.W., Jo, C., Kim, K.H. and Byun, M.W. (2002) Inhibitory effect on tyrosinase and xanthine oxidase, and nitrite scavenging activities of Schizandrae Fructus Extract by gamma irradiation. Korean J. Food Preserv., 9, 369-374
  14. Jo, C., Kim, M. C., Kim, K.S., Kang, S.M., Kim, C.B., Lee, H.J. and Byun, M.W. (2002) Comparison of physiological properties of gamma irradiated root and stolon extracts of gamcho (Licorice, Glycyrrhiza uralensi Fischer). Nutraceuticals Food., 7, 273-277
  15. Blois, M.S. (1958) Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. Nature., 181, 1199-1200
  16. Masamoto, Y., Iida, S. and Kubo, M. (1980) Inhibitory effect of Chinese crude drugs on tyrosinase. Planta Med., 40, 361-365
  17. Kato, H., Lee, I.E., Chuyen, N.V., Kim S.B. and Hayase, F. (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric. Boil. Chem., 51, 1333-1336
  18. Statistical Analysis System. (1989) User's Guide: Statistics, Version 5 edition, SAS Institute. Cary, NC.
  19. Song, T.H., Kim, D.H., Park, B.J., Shin, M.G. and Byun, M.W. (2001) Changes in microbiological and general quality characteristics of gamma irradiated *Kanjang* and *Shoyu*. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 338-344
  20. Kim, J.H., Ahn, H.J., Kim, J.O., Ryu, K.H., Yook, H.S., Lee, Y.N. and Byun, M.W. (2000) Sanitation and quality improvement of salted and fermented anchovy sauce by gamma irradiation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29, 1035-1041
  21. Arano, M.B. (2000) Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. Trends Food Sci. Technol., 11, 419-421.
  22. Jung, S.W., Lee, N.Y., Kim, S.J. and Han, D.S. (1995) Screening of tyrosinase inhibitor from plants. Korean J. Food Sci. Technol., 27, 891-896
  23. Son, J.H., Jo, C., Kim, M.R., Kim, J.O. and Byun, M.W. (2001) Effect of gamma irradiation on removal of undesirable color from green tea extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 30(6), 1305-1308
  24. Byun, M.W., Jo, C., Lee, K.H. and Kim, K.S. (2002) Chlorophyll breakdown by gamma irradiation in a model system containing linoleic acid. J. Am. Oil Chem. Soc., 79, 145-150
  25. Byun M.W., Son, H.J. Yook, H.S., Jo, C. and Kim, D.H. (2002) Effect of gamma-irradiation on physiological activities of Korean soybean fermented foods, *Chungkookjang* and *Doejang*. Radiat. Phy. Chem., 64, 245-248
  26. Byun, M. W., Jo, C. and Jeon, T. W. (2003) Effect of gamma irradiation on color characteristics and biological activities of extracts of *Lonicera japonica* with methanol and acetone. Lebensm.-Wiss. u. Technol., (In Press).
  27. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D. (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 232-239
  28. Noh, K.S., Yang, M.O. and Cho, E.J. (2002) Nitrite scavenging effect of Umbelligeraceae. J. Korean Soc. Food Sci. Cook., 18, 8-12
  29. Chen, J.H. and Ho, C.T. (1997) Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxy cinnamic compounds. J. Agric. Food. Chem., 45, 2374-2378