

## 진귤 및 온주밀감 진피의 항산화 활성

현재석<sup>1</sup> · 강성명<sup>2</sup> · 마힌다<sup>3</sup> · 고원준<sup>4</sup> · 양태석<sup>5</sup> · 오명철<sup>5</sup> · 오창경<sup>5\*</sup> · 전유진<sup>2</sup> · 김수현<sup>6</sup>

<sup>1</sup>제주산업정보대학 식품영양과, <sup>2</sup>제주대학교 해양의생명과학부  
<sup>3</sup>전남대학교 식품수산생명의학부, <sup>4</sup>제주특별자치도개발공사 연구소  
<sup>5</sup>제주산업정보대학 관광호텔조리과, <sup>6</sup>제주대학교 식품생명공학과

## Antioxidative Activities of Extracts from Dried *Citrus sunki* and *C. unshiu* Peels

Jae-Seok Hyon<sup>1</sup>, Sung-Myung Kang<sup>2</sup>, Mahinda Senevirathne<sup>3</sup>, Won-Joon Koh<sup>4</sup>, Tai-Suk Yang<sup>5</sup>,  
Myung-Cheol Oh<sup>5</sup>, Chang-Kyung Oh<sup>5\*</sup>, You-Jin Jeon<sup>2</sup>, and Soo-Hyun Kim<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food & Nutrition, Jeju College of Technology, Jeju 690-140, Korea

<sup>2</sup>School of Marine Biomedical Sciences, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

<sup>3</sup>Div. of Food Science & Aqualife Medicine, Chonnam National University, Jeonnam 550-749, Korea

<sup>4</sup>R&D Center, Jeju Special Self-Governing Province Development Corp., Jeju 690-961, Korea

<sup>5</sup>Dept. of Tourism Hotel Culinary Art, Jeju College of Technology, Jeju 690-140, Korea

<sup>6</sup>Dept. of Food Bioengineering, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

### Abstract

This study was carried out to investigate total polyphenol contents, total flavonoid contents and antioxidative activities of the methanol extracts from dried *Citrus sunki* and *C. unshiu* peels. The dried *C. sunki* peels displayed higher total polyphenol and flavonoid contents for older dried peels. In contrast, the dried *C. unshiu* peels displayed higher total polyphenol contents for more recently dried and displayed high total flavonoid contents by order of 2007, 2008 and 2006. DPPH radical scavenging activities of dried *C. sunki* peels were high by order of 2007 (0.25 mg/mL exception), 2006 and 2008, but *C. unshiu* peels could not confirm clear regularity. In particular, the dried *C. sunki* (2008, exception) and *C. unshiu* peels displayed very high activities of more than 86% in 1.0 mg/mL. Alkyl radical scavenging activities of dried *C. sunki* peels were higher for older dried peels (2007, 1.0 mg/mL exception), and that of dried *C. unshiu* peels were higher for more recently dried in below 0.5 mg/mL but were higher for older peels in 1.0 mg/mL. Hydrogen peroxide scavenging activities of dried *C. sunki* peels were higher for older peels (2007, 2.5 mg/mL exception), on the other hand, dried *C. unshiu* were higher for more recently dried. In particular, dried *C. unshiu* peels displayed high activities of more than 85% in 2.5 mg/mL. Hydroxyl radical scavenging activities of dried *C. sunki* and *C. unshiu* peels displayed low activities compared to other reactive oxygen species as the range of  $49.9 \pm 2.2 \sim 63.5 \pm 0.9\%$  in 1.0 mg/mL.

**Key words:** *Citrus sunki*, *Citrus unshiu*, dried peels, antioxidative activities, DPPH radical, hydrogen peroxide, alkyl radical, hydroxyl radical scavenging activities

### 서 론

감귤류는 한방이나 생약의 원료로 사용되고 있는 기능성 약효 성분이 많이 함유되어 있는 과일로서, 우리나라는 기상적, 지리적으로 감귤 재배지 중 최북단에 위치하고 있어서 내한성이 강한 만다린계의 온주밀감이 감귤 생산의 주종을 이루고 있다(1). 현재 제주도에서 대표적인 과실로 재배되고 있는 것은 20세기 초 일본으로부터 도입된 온주밀감류가 대부분이며, 제주 자생 재래 감귤 중 진귤(*Citrus sunki* Hort Tanaka)은 제주지역에서 '산귤'로 불리는 것으로 다른 이름으로는 '산귤'이라고 부르기도 한다(2).

이러한 감귤류는 polyphenol류, vitamin류, lomonoid류, synepheine 등의 다양한 화합물을 함유하고 있으며(3), rutin 및 deosmine 등의 일반적인 flavonoid류, hesperidin, naringin 등 citrus 과일 특유의 flavonoid류, 또한 채소나 과일에서는 보고되지 않는 감귤류 고유의 tangeretin, nobietin 등의 flavonoid류가 함유되어 있다(4). 또한 감귤류에서 지금까지 60여종의 생리활성물질이 밝혀져 있으며, 감귤류 특유의 flavone을 함유하여 기능성에 대한 평가도 여러 방향에서 검토되고 있다(5,6). 특히 감귤 과피에는 페놀성 화합물이 높은 농도로 존재하기 때문에 flavonoid류의 풍부한 공급원이 된다(7,8). 감귤류 과피에는 carotenoid류, bio-

\*Corresponding author. E-mail: ohcky59@jeju.ac.kr  
Phone: 82-64-754-0351, Fax: 82-64-754-0360

flavonoid류, pectin 및 terpene류가 풍부하게 함유되어 있으며(9-11), 고혈압 예방(12), 혈중 LDL 콜레스테롤 함량 감소 작용(13) 및 HDL 콜레스테롤을 높이며, 순환계 질환의 예방 및 개선효과(14) 등 다양한 생리적 작용이 보고되고 있다.

감귤 가공품을 제조할 때 발생하는 부산물인 감귤 과피는 진피, 귤피 등의 이름으로 한방 처방의 원료인 동시에 비타민, 유기산, 유리당 등의 영양성분 공급원으로 건강식품의 소재로서 그 소비량도 증가하는 추세에 있다. 감귤 과피 중의 펙틴은 예전부터 잼, 젤리, 마말레이드 등의 제조에 이용되고 있으며, 최근에는 겔화, 증점, 유화안정 등의 목적으로 뿐만 아니라 다이어트식품으로서 그 중요성이 강조되고 있다(15,16). 그러나 가공공정에서 발생하는 폐과피의 이용 방법이 없어서 대부분 버려지고 있는 실정으로서 대단위 감귤 가공공장에서 생기는 폐과피의 경제적이며 효과적인 이용 방안이 요구되고 있다.

예로부터 감귤 과피를 건조시킨 것을 진피라고 하여 기가 멍친 것을 풀어주고 비장 기능을 강화시켜 메스꺼움, 소화불량, 해수, 가래를 없애주며 이뇨작용의 효과가 있어서 한약재로 사용되어 왔다(17). 진귤의 과피를 건조시킨 것을 진피라 부르는데, 한의학에서는 없어서는 안 될 필수적인 한약재로 사용되어 왔으나, 최근에는 일반 온주밀감의 건조과피를 진피로 잘못 인식하여 한약재로 사용하고 있다(18).

따라서 본 연구에서는 한방 재료로 이용되고 있는 진피인 진귤(*Citrus sunki*)과 온주밀감(*C. unshiu*)의 건조 과피의 항산화 물질과 유리라디칼 소거활성을 연도별로 분석하여 진귤 진피와 온주밀감 건조 과피의 기능성을 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

실험에 사용된 진귤(*Citrus sunki*)과 온주밀감(*C. unshiu*)의 진피(dried peel)는 2006, 2007 및 2008년도에 각각 개별 농가별로 읍지에서 건조한 것을 제주특별자치도 서귀포시 대정읍에 있는 유통업체인 금산건강원에서 수집하여 저온 저장(5°C)한 것을 구입하였다. 실험에 사용된 모든 시약 및 용매는 Fluka(Bushes, Switzerland)나 Sigma-Aldrich사(St. Louis, USA)의 제품을 사용하였다.

### 일반성분

수확 연도별 진귤 및 온주밀감 진피의 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 각각 AOAC법(19)으로 수분은 상압 가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet추출법 및 회분은 건식회화법으로 측정하였다.

### 진귤 및 온주밀감 진피의 메탄올 추출물의 제조

진귤 및 온주밀감 진피 1 kg을 증류수로 세척한 다음 습식 분쇄기로 분쇄하여 -80°C에서 냉동 보관한 후 동결건조기를 이용하여 48시간 건조하였다. 활성성분의 추출은 건조된 과

피 분말 1 g을 순수 메탄올 1,000 mL에 넣어 상온에서 24시간 추출하였으며, 추출 후 membrane filter(0.45 µm, Whatman)로 여과하여 사용하고 메탄올로 세척한 다음 40 mL로 조제하여 항산화 시험에 사용하였다. 각 추출물의 추출수율은 추출 방법에 따라 획득된 양을 %(g/100 g, dry base)로 계산하였다.

### 총 폴리페놀 정량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 시약을 이용하는 방법(20)에 따라 측정하였다. 즉 시험관에 각 감귤 진피 메탄올 추출물 1 mL, 95% ethanol 1 mL, 증류수 5 mL, 50% Folin-Ciocalteu reagent 0.5 mL를 가하여 실온에 5분간 방치하여 반응시킨 후, 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL를 가하고 어두운 곳(실온)에서 1시간 반응시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 (+)catechin 표준액에 의하여 작성한 검량선에 따라 계산하였다.

### 총 플라보노이드 정량

총 플라보노이드 함량은 Zhuang 등의 방법(21)에 따라 각 감귤 진피 메탄올 추출물 0.5 mL에 2 mL의 증류수와 0.5 mL의 5% NaNO<sub>2</sub>를 넣고 혼합한 후 6분간 반응시켰다. 그 후 10% AlCl<sub>3</sub> 0.15 mL를 넣고 다시 6분간 반응시켰다. 이어서 2 mL의 4% NaOH를 넣고 총 양을 5 mL로 증류수로 맞춘 후 15분간 반응하였고 510 nm에서 측정하였다. 총 플라보노이드 함량은 quercetin 표준품에 의하여 작성한 검량선에 따라 계산되었다.

### DPPH 라디칼 소거활성

진귤 및 온주밀감 진피의 메탄올 추출물의 DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl) radical 소거활성은 Nanjo 등의 방법(22)에 의하여 측정하였다. 60 µL 시료 용액(또는 비타민 C 용액)에 60 µL DPPH 용액(60 µM)을 첨가하여 10초 동안 교반한 다음 혼합용액을 quartz capillary tube에 옮긴 후 2분 후에 electron spin resonance(ESR) spectrophotometer(JEOL Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 스펙트럼은 scan time: 2 min, field: 337.1±5 mT, time constant: 0.3 sec, power: 1 mW, amplitude: 1×500의 조건으로 기록하였다. 항산화시료에 대한 DPPH radical 소거활성은 아래의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Activity (\%)} = \left( \frac{\text{ESR signal intensity for medium containing the additives of concern}}{\text{ESR signal intensity for the control medium}} \right) \times 100$$

### Hydroxyl 라디칼 소거활성

진귤 및 온주밀감 진피의 메탄올 추출물의 hydroxyl radical 소거활성은 Rosen과 Rauckman의 방법(23)에 준하여 측정하였다. 즉, 시료(또는 비타민 C 용액) 20 µL에 0.3 M 5,5-dimethyl-1-pyrroline-N-oxide(DMPO) 20 µL, 10 mM

FeSO<sub>4</sub> 20 μL 및 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/0.1 M phosphate buffer(pH 7.4) 20 μL 첨가하여 혼합한 다음 실온에서 2.5분 방치한 후 quartz capillary tube에 옮겨 ESR spectrophotometer로 측정하였다. 항산화시료에 대한 hydroxyl radical의 소거활성 계산은 위의 DPPH radical 소거활성 계산 방법과 동일하다.

**Alkyl 라디칼 소거활성**

진귤 및 온주밀감 진피의 메탄올 추출물의 alkyl radical 소거활성은 Hiramoto 등의 방법(24)에 준하여 측정하였다. 시료(또는 비타민 C 용액) 20 μL에 증류수 20 μL을 혼합한 후 40mM 2,2'-azobis(2-methylpropion-amidine)dihydrochloride(AAPH) 20 μL를 넣고 40 mM α-(4-pyridyl N-oxide)-N-tert-butyl nitron(POBN) 20 μL를 혼합한 다음 37°C에서 30분간 반응 후 quartz capillary tube에 옮겨 ESR spectrophotometer로 측정하였다. 항산화 시료에 대한 alkyl radical의 소거활성 계산은 위의 DPPH radical 소거활성 계산 방법과 동일하다.

**Hydrogen peroxide(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 소거활성**

진귤 및 온주밀감 진피 메탄올 추출물의 hydrogen peroxide 소거활성은 Müller의 방법(25)인 2,2-azinobis(3-ethylbenzthiazolin)-6-sulfonicacid(ABTS)-peroxidase system에서 측정하였다. 96 well plate에서 시료용액 80 μL, 10 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 20 μL phosphate buffer(pH 5.0, 0.1 M) 100 μL를 넣어 37°C에서 5분간 반응시켰다. 그 후 1.25 mM ABTS 30 μL와 1 U/mL peroxidase 30 μL를 넣고 혼합한 후 37°C에서 10분간 반응시키고 enzyme-linked immunosorbent assay(ELISA) reader(Sunrise Tecan Co. Ltd., Grödig, Austria)를 이용하여 405 nm에서 흡광도를 측정하였다.

**통계처리**

본 연구의 실험 결과는 3회 반복 측정된 후 평균과 표준편차를 나타내었으며, SPSS 11.1을 이용하여 실험군간의 유의차를 ANOVA로 검증한 후 p<0.05 수준에서 상호 비교하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분**

제조 연도에 따른 진귤과 온주밀감 진피의 일반성분을 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 일반성분은 같은 품종의 감귤 진피의 경우 제조 연도별로는 차이가 없었다. 그러나 진귤 진피에는 온주밀감 진피에 비하여 조단백질과 조회분 함량이 약간 높은 반면, 온주밀감 진피에는 진귤에 비하여 탄수화물이 약간 높았다.

**추출수율**

진귤과 온주밀감 진피를 동결건조 하여 분말화 한 후 순수 메탄올로 추출한 다음 제조 연도에 따른 수율을 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 추출수율은 2007년 진귤(34.8±1.5%) 진피를 제외하고는 40.7±1.6~45.0±1.00%로서 비슷한 값을 나타내었다.

**총 폴리페놀 함량**

페놀 화합물은 식물계에 널리 분포하는 2차 대사물질로서 수산기를 가지는 방향성 화합물을 총칭하는 것으로서 대부분의 폴리페놀 화합물은 세포벽 다당류, 리그닌 등과 에스테르 결합을 이루고 있거나(26) 중합체로 존재하며(27), 수산기를 통한 수소공여와 페놀 고리구조의 공명 안정화에 의하여 항산화능을 나타낸다(28). 즉, polyphenol류는 체내의 항산화 체계와 함께 자유기로부터 조직을 보호해 주는 역할을 한다(29).

제조 연도에 따른 진귤과 온주밀감 진피의 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 온주밀감(460.2±11.0~484.2±5.8 mg/100 g, dry base) 진피가 진귤(367.9±7.6~432.4±17.5 mg/100 g, dry base)보다 높았다. 진귤 진피의 총 폴리페놀 함량은 2006, 2007 및 2008년 진피가 각각 432.4±17.5, 383.3±4.5 및 367.9±7.6 mg/100 g(dry base)으로 오래된 것일수록 높았으나, 2007년과 2008년간에는 차이가 없었다. 반면, 온주밀

Table 1. Proximate composition of dried *C. sunki* and *C. unshiu* peels by harvested year (%)

Component	<i>Citrus sunki</i>			<i>Citrus unshiu</i>		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Moisture	9.6±0.4 <sup>b</sup>	8.9±0.4 <sup>a</sup>	11.6±0.5 <sup>c</sup>	10.3±0.4 <sup>bc</sup>	10.4±0.3 <sup>bc</sup>	10.5±0.4 <sup>bc</sup>
Crude protein	7.8±0.4 <sup>b</sup>	7.5±0.3 <sup>b</sup>	7.6±0.3 <sup>b</sup>	6.3±0.4 <sup>a</sup>	6.3±0.2 <sup>a</sup>	6.1±0.2 <sup>a</sup>
Carbohydrate	78.0±4.5 <sup>a</sup>	78.6±6.0 <sup>a</sup>	76.5±4.6 <sup>a</sup>	80.0±3.6 <sup>a</sup>	79.7±5.3 <sup>a</sup>	79.7±4.5 <sup>a</sup>
Crude fat	1.1±0.0 <sup>bc</sup>	1.2±0.0 <sup>bc</sup>	1.0±0.0 <sup>b</sup>	0.9±0.0 <sup>a</sup>	1.3±0.1 <sup>c</sup>	1.1±0.0 <sup>bc</sup>
Crude ash	3.5±0.3 <sup>b</sup>	3.8±0.3 <sup>b</sup>	3.3±0.3 <sup>b</sup>	2.5±0.2 <sup>a</sup>	2.3±0.2 <sup>a</sup>	2.6±0.2 <sup>a</sup>

Values with different superscripts (a-c) within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 2. Yields of methanol extracts from dried citrus peels (% , dry base)

	<i>Citrus sunki</i>			<i>Citrus unshiu</i>		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
	41.2±2.6 <sup>b</sup>	34.8±1.5 <sup>a</sup>	40.7±1.6 <sup>b</sup>	43.7±0.8 <sup>bc</sup>	45.0±1.0 <sup>c</sup>	42.8±1.5 <sup>bc</sup>

Values with different superscripts (a-c) within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. Total polyphenol contents of methanol extracts from dried citrus peels by manufactured year

(mg/100 g, dry base)

<i>Citrus sunki</i>			<i>Citrus unshiu</i>		
2006	2007	2008	2006	2007	2008
432.4±17.5 <sup>b</sup>	383.3±4.5 <sup>a</sup>	367.9±7.6 <sup>a</sup>	460.2±11.0 <sup>c</sup>	465.2±4.8 <sup>c</sup>	484.2±5.8 <sup>d</sup>

Values with different superscripts (a-d) within the same row are significantly different at p&lt;0.05 by Duncan's multiple range test.

감 진피의 총 폴리페놀 함량은 2006, 2007 및 2008년 진피가 각각 460.7±11.0, 465.2±4.8 및 484.2±5.8 mg/100 g(dry base)으로 최근에 제조된 것일수록 높았으나, 그 차이는 별로 크지 않았다. 또한 같은 연도에 제조된 진피의 총 폴리페놀 함량은 온주밀감이 진귤 진피에 비하여 높았다. 이상의 결과로부터 총 폴리페놀 함량은 진귤의 진피보다 온주밀감의 진피가 더 높음을 알 수 있었다. 한편 Ahn 등(30)은 동결 건조된 온주밀감의 70% 에탄올 추출물의 총 페놀함량은 836.8 mg%라고 보고하였으며, Kim 등(31)은 수확 시기별로 진귤 생과피의 폴리페놀 함량이 126.8 mg%에서 85.2 mg%로 감소하였다고 보고하였고, Goinstein 등(32)은 감귤 건조 과피의 대표적인 감귤류인 오렌지, 레몬 등의 과피에 함유된 총 폴리페놀 함량은 140~200 mg% 정도이었다고 보고하였다. 본 연구결과 Ahn 등(30)의 결과보다는 약 4배 정도, Kim 등(31) 및 Goinstein 등(32)의 결과보다는 각각 약 3배와 4배 높게 나타났는데, 이러한 차이는 재료의 건조조건, 수분함량, 추출용매, 저장조건 등의 차이에 의한 것으로 판단된다.

#### 총 플라보노이드 함량

건조 연도에 따른 진귤과 온주밀감 진피의 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 진귤(50.7±0.9~62.2±3.0 mg/100 g, dry base)과 온주밀감(54.1±1.3~63.9±2.0 mg/100 g, dry base) 진피가 서로 비슷하였다. 제조 연도별로 보면, 총 폴리페놀과 마찬가지로 진귤 진피의 총 플라보노이드 함량은 오래된 것일수록 높은 반면, 온주밀감의 진피는 최근에 제조된 것일수록 높았다. 특히하게 2008년의 진귤(50.7±0.9 mg/100 g, dry base)과 2006년(54.1±1.3 mg/100 g, dry base)의 온주밀감 진피의 플라보노이드 함량은 다른 것들에 비하여 낮았는데, 이들 시료들은 표준화된 조건에서 건조한 것이 아니라 개별 농가에서 건조하여 보관하던 것을 유통업체에서 수집하여 배급한 것에 따른 차이로 판단된다. 이상의 결과로부터 총 플라보노이드 함량은 2008년 진귤 및 2006년 온주밀감 진피를 제외하고는 진귤 및 온주밀감 진피에서 서로 비슷함을 알 수 있었다. Yang 등(33)에 의하면 온주밀감 과피의

플라보노이드 함량은 약 345.3 mg%(rutin 13.6, naringin 241.8, hesperidin 285.2, neohesperidin 3.6, hesperidin 1.1 mg%)로서 과육(199.4 mg%)보다 약 1.7배 높고 종류도 다양하게 존재한다고 보고하였다. 본 연구결과 이들의 결과보다는 약 4배 낮게 나타났는데, 이러한 차이는 재료의 건조조건, 수분함량, 추출용매, 저장조건 등의 차이에 의한 것으로 판단된다.

#### DPPH radical 소거활성

제조 연도에 따른 진귤과 온주밀감 진피의 DPPH radical 소거활성을 측정한 결과는 Table 5에 나타내었다. DPPH radical 소거활성은 진귤과 온주밀감의 진피 추출물 첨가량이 높을수록 높았다. 제조 연도별로 보면, 진귤의 진피는 2007(0.25 mg/mL는 예외), 2006 및 2008년도의 순서로 통계적인 유의차(p<0.05)를 보이면서 높게 나타난 반면, 온주밀감은 뚜렷한 규칙성을 확인할 수 없었다. 그러나 1.0 mg/mL에서는 2008년 진귤(67.8±0.8%)을 제외하고는 86.3±2.2~92.6±2.8% 범위로서 비타민 C(81.9±1.1%)보다도 더 높은 활성을 보이는 것으로 보아 유용한 기능성 소재로 이용될 수 있을 것으로 기대된다. 특히 2007년 진귤 진피는 92.6±2.8%로서 매우 높은 활성을 나타내었다. 같은 해에 제조된 진피의 DPPH radical 소거활성을 보면, 0.5 mg/mL에서는 2006년(진귤 40.5±2.6, 온주밀감 56.8±2.6%)을 제외하고는 온주밀감 진피가 진귤 진피에 비하여 좀 더 높은 활성을 보였다. 그러나 1.0 mg/mL에서는 2006 및 2007년 진귤 진피가 온주밀감보다 높은 활성을 나타내었다. 이와 같이 온주밀감 진피의 DPPH radical 소거활성이 진귤 진피에 비하여 전반적으로 높게 나타나는 것으로 보아, 예로부터 한방에서 한약재로 이용되어 온 진귤 진피를 온주밀감 진피로 대체하여 사용되고 있는 것은 일면 타당성이 있는 것으로 생각된다. IC<sub>50</sub>은 2008년 온주밀감(0.23±0.01 mg/mL), 2006년 진귤(0.25±0.01 mg/mL), 2006년 온주밀감(0.30±0.05 mg/mL), 2007년 온주밀감(0.35±0.02 mg/mL), 2007년 진귤(0.36±0.02 mg/mL) 및 2008년 진귤 진피(0.56±0.04 mg/mL)의 순서로서 2008년 온주밀감 및 2006년 진귤 진피가

Table 4. Total flavonoid contents of methanol extracts from dried citrus peels

(mg/100 g, dry base)

<i>Citrus sunki</i>			<i>Citrus unshiu</i>		
2006	2007	2008	2006	2007	2008
62.2±3.0 <sup>b</sup>	60.5±2.6 <sup>b</sup>	50.7±0.9 <sup>a</sup>	54.1±1.3 <sup>a</sup>	63.9±2.0 <sup>b</sup>	63.1±1.5 <sup>b</sup>

Values with different superscripts (a,b) within the same row are significantly different at p&lt;0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 5. DPPH radical scavenging activities (%) and IC<sub>50</sub> (mg/mL) of methanol extracts from dried citrus peels

Extracts (mg/mL)	<i>Citrus sunki</i>			<i>Citrus unshiu</i>			Vitamin C
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	
0.125	18.0±1.8 <sup>b</sup>	20.7±2.0 <sup>c</sup>	13.6±1.2 <sup>a</sup>	22.7±1.7 <sup>cd</sup>	20.6±0.8 <sup>c</sup>	23.6±0.9 <sup>d</sup>	58.4±0.9 <sup>e</sup>
0.25	51.9±1.7 <sup>d</sup>	37.5±1.7 <sup>b</sup>	28.5±1.3 <sup>a</sup>	48.8±2.3 <sup>c</sup>	37.2±1.3 <sup>b</sup>	55.3±1.4 <sup>e</sup>	59.1±1.2 <sup>e</sup>
0.5	60.5±2.6 <sup>c</sup>	65.3±1.7 <sup>d</sup>	47.5±1.5 <sup>a</sup>	56.8±2.6 <sup>b</sup>	71.7±2.2 <sup>e</sup>	71.6±2.3 <sup>e</sup>	77.8±0.7 <sup>f</sup>
1.0	89.7±1.5 <sup>cd</sup>	92.6±2.8 <sup>d</sup>	67.8±0.8 <sup>a</sup>	89.2±2.9 <sup>cd</sup>	86.6±2.2 <sup>c</sup>	86.3±2.2 <sup>c</sup>	81.9±1.1 <sup>b</sup>
IC <sub>50</sub>	0.25±0.01 <sup>a</sup>	0.36±0.02 <sup>c</sup>	0.56±0.04 <sup>d</sup>	0.30±0.05 <sup>b</sup>	0.35±0.02 <sup>c</sup>	0.23±0.01 <sup>a</sup>	

Values with different superscripts (a-f) within the same row are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

높은 활성을 나타내었다. 한편 You 등(34)은 유자의 용매 추출물의 총 폴리페놀 함량과 DPPH 소거능을 측정하여 유자의 과육보다 과피에서 높은 항산화 효과가 있음을 보고하였다.

#### Hydroxyl radical 소거활성

제조 연도에 따른 진귤과 온주밀감 진피의 alkyl radical 소거활성을 측정한 결과는 Table 6에 나타내었다. Hydroxyl radical 소거활성은 진귤과 온주밀감 진피 추출물의 양이 증가할수록 높았으나, 2.0 mg/mL에서도 60% 전후(49.9±2.2~63.5±2.0%)로서 다른 활성산소 종들의 소거활성에 비하여 상대적으로 낮았다. 진귤은 1.0 mg/mL 이하에서 오래된 것일수록 활성이 높았으나, 2.0 mg/mL에서는 최근의 것일수록 높았다. 온주밀감 진피는 모두 오래된 것일수록 활성이 높았다. 이와 같이 오래된 것일수록 hydroxy radical 소거활성이 높은 것으로 보아 한방에서 흔히 오래된 진피가 더 약효가 좋다고 하는 것은 일면 타당성이 있는 것으로 판단된다. 같은 해에 제조된 진피들을 비교해 보면, 1.0 mg/mL 이하에서는 온주밀감 진피들이 진귤 진피에 비하여 약간 높은 활성을 나타내었으나, 2006년 온주밀감 진피를 제외하고는 50% 이하의 활성을 나타내었다. 그러나 2.0 mg/mL에서는 2006년을 제외하고는 진귤 진피들(2006년 56.0±1.4, 2007년 57.4±2.0 및 2008년 63.5±0.9%)이 온주밀감 진피(2006년 58.6±2.0, 2007년 51.9±1.2 및 2008년 49.9±2.2%)보다 높은 활성을 나타내었다. IC<sub>50</sub>은 2006년 온주밀감(0.92±0.10 mg/mL), 2008년 진귤(1.58±0.10 mg/mL), 2007년 진귤(1.70±0.08 mg/mL), 2007년 온주밀감(1.72±0.08 mg/mL), 2006년 진귤(1.82±0.14 mg/mL) 및 2008년 온주밀감 진피(2.00±0.14 mg/mL)의 순서로서 2006년 온주밀감 진피에서 가장 좋았으며, 또한 다량의 추출물을 사용해야 hydroxy

radical 소거활성을 기대할 수 있었다. 이상의 결과로부터 진귤과 온주밀감 진피 추출물의 hydroxyl radical 소거활성은 다른 활성산소종의 소거활성에 비하여 매우 낮음을 알 수 있었다.

#### Alkyl radical 소거활성

제조 연도에 따른 진귤과 온주밀감 진피의 alkyl radical 소거활성을 측정한 결과는 Table 7에 나타내었다. Alkyl radical 소거활성은 진귤과 온주밀감 진피 추출물의 양이 증가할수록 높았다. 진귤은 0.5 mg/mL 이하에서는 오래된 것일수록 활성이 높았으나(2007년 예외), 1.0 mg/mL에서는 2007년(72.2±0.4%), 2006년(69.0±1.3%), 2008년(68.4±0.7%)의 순서로 활성이 높았다. 온주밀감은 0.5 mg/mL 이하에서는 최근에 건조된 것일수록 활성이 높았으나, 1.0 mg/mL에서는 오래된 것일수록(2006년 72.2±0.7, 2007년 70.0±0.8, 2008년 66.4±0.6%) 활성이 높았다. 특히 1.0 mg/mL에서는 2008년 온주밀감 진피를 제외하고는 비타민 C(69.2±2.2%)의 활성과 거의 같거나 높은 활성을 나타내었다. 같은 해에 제조된 진피들을 비교해 보면, 진귤 진피는 0.5 mg/mL 이하에서는 2006년 진귤 진피를 제외하고는 온주밀감 진피가 진귤 진피보다 비교적 활성이 높았으나, 1.0 mg/mL에서는 진귤이나 온주밀감 시료들이 거의 비슷한 활성을 나타내었다. 이상과 같이 alkyl radical 소거활성은 제조된 연도에 따른 뚜렷한 규칙성을 찾을 수 없었으나, 0.5 mg/mL 이하에서는 2008년 온주밀감 진피의 활성이 비타민 C와 비슷한 활성을 나타냄을 알 수 있었다. IC<sub>50</sub>은 2008년 온주밀감(0.11±0.01 mg/mL), 2006년 진귤(0.16±0.01 mg/mL), 2008년 진귤(0.21±0.01 mg/mL), 2007년 진귤(0.23±0.01 mg/mL), 2006년 온주밀감(0.26±0.02 mg/mL) 및 2007년 온주밀감 진피(0.26±0.02 mg/mL)의 순서로서 2008년 온주밀감

Table 6. Hydroxyl radical scavenging activities (%) and IC<sub>50</sub> (mg/mL) of methanol extracts from dried citrus peels

Extracts (mg/mL)	<i>Citrus sunki</i>			<i>Citrus unshiu</i>			Vitamin C
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	
0.25	14.6±1.2 <sup>b</sup>	16.6±1.1 <sup>c</sup>	13.6±1.0 <sup>ab</sup>	17.6±2.1 <sup>d</sup>	12.9±0.9 <sup>ab</sup>	11.6±1.0 <sup>a</sup>	
0.5	22.6±1.4 <sup>b</sup>	25.4±2.2 <sup>c</sup>	15.6±1.1 <sup>a</sup>	43.1±1.7 <sup>f</sup>	31.1±1.0 <sup>d</sup>	28.9±1.3 <sup>d</sup>	32.5±0.3 <sup>e</sup>
1.0	40.4±1.0 <sup>b</sup>	33.3±1.4 <sup>a</sup>	31.7±1.1 <sup>a</sup>	51.4±1.8 <sup>d</sup>	45.0±3.1 <sup>c</sup>	34.5±1.9 <sup>a</sup>	63.0±0.7 <sup>e</sup>
2.0	56.0±1.4 <sup>b</sup>	57.4±2.0 <sup>b</sup>	63.5±0.9 <sup>c</sup>	58.6±2.0 <sup>b</sup>	51.9±1.2 <sup>a</sup>	49.9±2.2 <sup>a</sup>	92.1±1.5 <sup>d</sup>
IC <sub>50</sub>	1.82±0.14 <sup>c</sup>	1.70±0.08 <sup>bc</sup>	1.58±0.03 <sup>b</sup>	0.92±0.10 <sup>a</sup>	1.72±0.08 <sup>bc</sup>	2.00±0.14 <sup>d</sup>	

Values with different superscripts (a-e) within the same row are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

Table 7. Alkyl radical scavenging activities (%) and IC<sub>50</sub> (mg/mL) of methanol extracts from dried citrus peels

Extracts (mg/mL)	<i>Citrus sunki</i>			<i>Citrus unshiu</i>			Vitamin C
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	
0.125	40.8±0.7 <sup>d</sup>	31.1±0.9 <sup>b</sup>	25.7±0.3 <sup>a</sup>	26.1±0.6 <sup>a</sup>	38.5±0.8 <sup>c</sup>	41.6±1.0 <sup>e</sup>	52.6±0.7 <sup>f</sup>
0.25	46.1±0.7 <sup>cd</sup>	34.9±0.9 <sup>b</sup>	31.5±0.9 <sup>a</sup>	43.9±0.9 <sup>c</sup>	45.7±0.9 <sup>cd</sup>	55.0±0.9 <sup>d</sup>	55.5±1.0 <sup>d</sup>
0.5	63.2±0.7 <sup>d</sup>	54.7±0.5 <sup>b</sup>	60.5±0.6 <sup>c</sup>	47.9±0.9 <sup>b</sup>	47.5±0.8 <sup>a</sup>	65.7±0.9 <sup>c</sup>	66.2±1.0 <sup>c</sup>
1.0	69.0±1.3 <sup>bc</sup>	72.2±0.4 <sup>d</sup>	68.4±0.7 <sup>b</sup>	72.2±0.7 <sup>d</sup>	70.0±0.8 <sup>c</sup>	66.4±0.6 <sup>a</sup>	69.2±1.1 <sup>bc</sup>
IC <sub>50</sub>	0.31±0.01 <sup>b</sup>	0.44±0.01 <sup>d</sup>	0.41±0.01 <sup>c</sup>	0.54±0.02 <sup>e</sup>	0.58±0.02 <sup>e</sup>	0.20±0.01 <sup>a</sup>	

Values with different superscripts (a-f) within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 8. Hydrogen peroxide scavenging activities (%) and IC<sub>50</sub> (mg/mL) of methanol extracts from dried citrus peels

Extracts (mg/mL)	<i>Citrus sunki</i>			<i>Citrus unshiu</i>			Vitamin C
	2006	2007	2008	2006	2007	2008	
0.0781	11.2±0.9 <sup>c</sup>	8.9±0.1 <sup>ab</sup>	7.7±0.8 <sup>a</sup>	9.6±0.8 <sup>b</sup>	8.7±0.3 <sup>ab</sup>	12.5±0.4 <sup>c</sup>	52.6±1.3 <sup>d</sup>
0.1562	17.2±0.2 <sup>b</sup>	15.3±0.6 <sup>c</sup>	12.1±0.3 <sup>a</sup>	14.5±0.6 <sup>b</sup>	16.0±0.5 <sup>c</sup>	18.1±0.3 <sup>c</sup>	54.5±0.8 <sup>f</sup>
0.3125	27.5±0.5 <sup>c</sup>	25.5±0.8 <sup>b</sup>	21.9±0.7 <sup>a</sup>	24.9±0.7 <sup>b</sup>	28.0±0.8 <sup>c</sup>	30.4±0.7 <sup>d</sup>	77.9±1.4 <sup>e</sup>
0.625	41.8±1.1 <sup>c</sup>	39.6±1.0 <sup>b</sup>	33.8±0.6 <sup>a</sup>	38.2±0.3 <sup>b</sup>	46.9±0.2 <sup>d</sup>	48.1±0.8 <sup>e</sup>	82.2±0.4 <sup>f</sup>
1.25	57.7±0.5 <sup>c</sup>	53.3±0.8 <sup>b</sup>	50.6±0.7 <sup>a</sup>	56.9±0.6 <sup>c</sup>	60.9±1.2 <sup>d</sup>	65.7±1.6 <sup>e</sup>	92.2±0.9 <sup>f</sup>
2.5	72.1±0.4 <sup>b</sup>	76.3±0.8 <sup>c</sup>	65.3±0.8 <sup>a</sup>	87.3±1.1 <sup>d</sup>	85.8±1.9 <sup>d</sup>	90.4±0.2 <sup>e</sup>	96.1±0.3 <sup>f</sup>
IC <sub>50</sub>	0.76±0.02 <sup>c</sup>	0.88±0.02 <sup>e</sup>	0.98±0.02 <sup>f</sup>	0.82±0.01 <sup>d</sup>	0.61±0.02 <sup>b</sup>	0.56±0.02 <sup>a</sup>	

Values with different superscripts (a-f) within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

진피가 가장 높았다. 이상의 결과로부터 온주밀감 진피를 진균의 진피로 대체하여 사용되고 있는 것은 일면 타당성이 있는 것으로 판단된다.

#### Hydrogen peroxide 소거활성

제조 연도에 따른 진균과 온주밀감 진피의 hydrogen peroxide 소거활성을 측정한 결과는 Table 8에 나타내었다. Hydrogen peroxide 소거활성은 진균과 온주밀감 진피 추출물의 양이 증가할수록 높았다. 진균의 진피는 2007년 2.5 mg/mL(76.3±9.8%)를 제외하고는 모두 오래된 것일수록 활성이 높은 반면, 온주밀감은 최근에 건조된 것일수록 높았다. 특히 온주밀감 진피는 2.5 mg/mL에서 85.8±1.9~90.4±0.2% 범위로서 비타민 C(96.1±0.3%)에 버금가는 활성을 나타내었다. 같은 해에 제조된 진피들을 비교해 보면, 전반적으로 온주밀감 진피가 진균 진피에 비하여 좀 더 높은 활성을 나타내었다. 이상으로 볼 때 온주밀감 진피는 한방에서 진균 진피를 대체하여 사용하는 것은 일면 타당성이 있는 것으로 생각된다. IC<sub>50</sub>은 2008년 온주밀감(0.56±0.02 mg/mL), 2007년 온주밀감(0.61±0.02 mg/mL), 2006년 진균(0.76±0.02 mg/mL), 2006년 온주밀감(0.82±0.01 mg/mL), 2007년 진균(0.88±0.02 mg/mL) 및 2008년 진균 진피(0.98±0.02 mg/mL)의 순서로서 2008년 온주밀감의 진피가 가장 높은 활성을 나타내었다. 이상의 결과로부터 hydrogen peroxide 소거활성은 전반적으로 온주밀감 진피들이 진균에 비하여 높음을 알 수 있었다. 한편 Shin 등(35)은 유자 및 온주밀감의 에탄올 추출물과 열수 추출물의 hydrogen peroxide 소거활성은 21.2~25.8%라고 보고하였는데, 이들의 결과보다는 매우 높은 활성을 나타내었다. 이상의 결과로부터

터, 우리는 온주밀감 진피의 항산화 효과는 진균의 진피의 그것과 비슷하거나 높다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 요 약

본 연구는 진균 및 온주밀감 진피의 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량 및 항산화활성을 조사하였다. 진균 진피의 총 폴리페놀 함량은 오래된 것일수록 높았으며, 온주밀감의 진피는 최근의 것일수록 높았다. 진균 진피의 총 플라보노이드 함량은 오래된 것일수록 높았으며, 온주밀감의 진피는 2007, 2008 및 2006년의 순서로 높았다. 진균 진피의 DPPH radical 소거활성은 2007, 2006(0.25 mg/mL는 예외), 2008년의 순서로 높았으나, 온주밀감은 뚜렷한 규칙성을 확인할 수 없었다. 특히 진균(2008년 예외)과 온주밀감의 진피는 1.0 mg/mL에서 86% 이상의 매우 높은 활성을 나타내었다. 진균 진피의 alkyl radical 소거활성은 오래된 것일수록 높았으며(2007년 1.0 mg/mL 예외), 온주밀감 진피는 0.5 mg/mL 이하에서 최근에 건조된 것일수록 높았으나 1.0 mg/mL에서는 오래된 것일수록 높았다. 진균 진피의 hydrogen peroxide 소거활성은 2007년 2.5 mg/mL를 제외하고는 모두 오래된 것일수록 활성이 높았으나, 온주밀감은 최근에 건조된 것일수록 높았다. 특히 온주밀감 진피는 2.5 mg/mL에서 85% 이상의 높은 활성을 나타내었다. 진균 진피의 hydroxy radical 소거활성은 1.0 mg/mL에서 49.9±2.2~63.5±0.9%의 범위로서 다른 활성산소 종들에 비하여 낮은 활성을 나타내었다. 이상의 결과로부터, 우리는 온주밀감 진피의 항산화 효과는 진균의 진피의 그것과 비슷하거나 높다는 것을 확인할 수 있었다.

## 문헌

- Jeong SM, Kim SY, Park HR, Lee SC. 2004. Effect of far-infrared radiation on the antioxidant activity of extracts from *Citrus unshiu* peels. *J Korean Soc Food Sci* 38: 462-469.
- Kim HY. 1988. Distribution, taxonomy, horticultural characters of the local *Citrus* spp. in Cheju, and the genetic markers among them. *PhD Dissertation*. Cheonnam National University, Cheonnam, Korea.
- Laura B. 1998. Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev* 56: 317-333.
- Cha JY, Kim SY, Jeong SJ, Cho YS. 1999. Effects of hesperetin and narigenin on lipid concentration in orotic acid treated mice. *Korean J Life Sci* 9: 389-394.
- Miyake T, Yamamoto K, Tsujihara N, Osawa T. 1998. Protective effect of lemon flavonoids on oxidative stress in diabetic rats. *Lipids* 33: 689-695.
- Jeong WS, Park SW, Chung SK. 1997. The antioxidative activity of Korean citrus peels. *Foods Biotechnol* 6: 292-296.
- Manthey JA, Grohmann K. 2001. Phenolics in citrus peel byproducts: Concentrations of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. *J Agric Food Chem* 49: 3268-3273.
- Rousff RL, Martin SF, Youtsey CO. 1987. Quantitative survey of narirutin, naringin, hesperidin and neohesperidin in citrus. *J Agric Food Chem* 35: 1027-1030.
- Kim YD, Kim YJ, Oh SW, Kang YJ, Lee YC. 1999. Antimicrobial activity of solvent extracts from *Citrus sudachi* juice and peel. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1613-1618.
- Moresi M, Clementi F, Rossi J, Medici R, Vinti L. 1987. Production of biomass untreated orange peel by *Fusarium avenaceum*. *Appl Microbiol Biotechnol* 27: 37-45.
- Kamiya S, Esaki S. 1971. Recent advances in the chemistry of the citrus flavonoids. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 18: 38-48.
- Son HS, Kim HS, Kwon TB, Ju JS. 1992. Isolation, purification and hypotensive effects of bioflavonoids in *Citrus sinensis*. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 136-142.
- Son HS, Lee SH, Park YB, Bae KH, Son KH, Jeong TS, Choi MS. 1999. Plasma and hepatic cholesterol and hepatic activities of 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase and acyl CoA cholesterol transferase are lower in rat fed citrus peel extract or a mixture of citrus bioflavonoids. *J Nutr* 129: 1182-1185.
- Monforte MT, Trovato A, Kirjavanien S, Forestieri AM, Galati EMI, Curto RB. 1995. Biological effects of hesperidin, a citrus flavonoid hypolipidemic activity on experimental hypercholesterolemia in rat. *Famco* 50: 595-599.
- Braddock RJ, Crandall PG. 1981. Carbohydrate fiber from orange albedo. *J Food Sci* 46: 650-655.
- Braddock RJ. 1983. Utilization of citrus juice vesicle and peel fiber. *Food Tech* 12: 85-89.
- 육창수. 1997. 아세아 생약도감. 도서출판 경원, 서울. p 273-274, p 282, p 305.
- Kang SH, Lee YJ, Lee CH, Kim SJ, Lee DH, Lee YK, Park DB. 2005. Physiological activities of peel of Jeju-indigenous *Citrus sunki* Hort, Tanaka. *Kor Food Sci Technol* 37: 983-988.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AOAC. 1980. *Official methods of analysis*. 13th ed. Association of Official Analysis Chemists, Washington, DC, USA. Method 914-915.
- Zhuang XP, Lu YY, Yang GS. 1992. Extraction and determination of flavonoid in ginkgo. *Chinese Herbe Med* 23: 122-124.
- Nanjo F, Goto K, Seto R, Suzuki H, Sakai M, Hara Y. 1996. Scavenging effects of tea catechins and their derivatives on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Free Radic Biol Med* 21: 885-902.
- Rosen GM, Rauckman EJ. 1980. Spin trapping of the primary radical involved in the activation of the carcinogen N-hydroxy-2-acetylaminofluorene by cumene hydroperoxide hematin. *Molec Pharmacol* 17: 233-238.
- Hiramoto K, Johkoh H, Sako K, Kikugawa K. 1993. DNA breaking activity of the carbon-centered radical generated from 2,2'-azobis(2-amidinopropane) hydrochloride (AAPH). *Free Radic Res Commun* 19: 323-332.
- Müller HE. 1995. Detection of hydrogen peroxide produced by microorganism on ABTS peroxidase medium. *Zentralbl Bakterio Mikrobiol Hyg* 259: 151-158.
- Herrmann K. 1989. Occurrence and content of hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid compounds in foods. *Crit Rev Food Sci Nutr* 28: 315-347.
- Niwa Y, Miyachi Y. 1986. Antioxidant action of natural health products and Chinese herbs. *Inflammation* 10: 79-91.
- Shahidi F, Wanasundara PK. 1992. Phenolic antioxidant. *Crit Rev Food Sci Nutr* 32: 67-103.
- Kim JK, Kwon SH, Kim JK, Kim MK. 2006. Effects of different mandarin formulations on antioxidative capacity and oxidative DNA damage in fifteen-month aged rats. *Korean J Nutr* 39: 610-616.
- Ahn MS, Kim HJ, Seo MS. 2007. A study on the antioxidative and antimicrobial activities of the *Citrus unshiu* peel extracts. *Kor J Food Cul* 22: 454-461.
- Kim YD, Mahinda S, Koh KS, Jeon YJ, Kim SH. 2009. Reactive oxygen species scavenging activity of Jeju native citrus peel during maturation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 462-469.
- Goinstein S, Martin-Belloso O, Park YS, Hanuenkit R, Lojek A, Ciz M, Caspi A, Libman I, Trakhtenberg S. 2001. Composition of some biochemical characteristics of different citrus fruit. *Food Chem* 74: 309-315.
- Yang YT, Kim MS, Hyun KH, Kim YC, Koh JS. 2008. Chemical constituents and flavonoids in citrus passed cake. *Korean J Food Preserv* 15: 94-98.
- You JM, Park JB, Seoung KS, Kim DY, Hwang IK. 2005. Antioxidant activities and anticancer effects of Yuza. *Food Sci and Ind* 38: 72-77.
- Shin DB, Lee DW, Yang R, Kim JA. 2006. Antioxidative properties and flavonoids contents of matured citrus peel extracts. *Food Sci Biotechnol* 15: 357-362.

(2009년 9월 30일 접수; 2009년 12월 22일 채택)