

건지황 증포횟수에 따른 숙지황의 항산화 특성

이지연 · 김나연 · 오혜림 · 이근종¹ · 양기현 · 도은수² · 김미리[†]

충남대학교 식품영양학과, ¹서일대학교 식품영양학과, ²중부대학교 한방제약과학과

Antioxidant Activity of *Rehmanniae Radix* Preparata Prepared from Dried Root through Steaming-Drying Cycles

Ji Yeon Lee, Na Yeon Kim, Hye Lim Oh, Kun Jong Lee, Kee Heun Yang, Eun Soo Doh, Mee Ree Kim[†]

Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

¹Dept. of Food & Nutrition, Seoil College, Seoul 131-702, Korea

²Dept. of Oriental Pharmaceutical Science, Joongbu University, Geumsan 312-702, Korea

Abstract

The objective of this study is to evaluate antioxidant activities of *Rehmanniae Radix* Preparata (RRP) prepared from dried root through nine repeated steaming-drying cycles. The total phenolic content of the final cycle of RRP increased to 165.2% compared with that of the 1st cycling product. Antioxidant activities which were determined by ferric-reducing antioxidant potential (FRAP), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), and hydroxyl radical scavenging activities, increased remarkably as the number of steaming-drying cycles increased. Especially, FRAP value increased to 89.1%. Further, IC₅₀ values for DPPH and hydroxyl radical scavenging activities of the final 9th-cycling product decreased to 58.3% and 67%, respectively. Based on these results, it was observed that the antioxidant activities of RRP improve according to an increased number of steaming-drying cycles.

Key words : *Rehmanniae Radix* Preparata, dried root, antioxidant activities, steaming-drying cycle

서론

지황(*Rehmania Glutinosa*)은 현삼과(*Scrophulariaceae*)에 속하며, 우리나라를 비롯한 일본, 중국, 베트남 등지에 분포하는 다년생 숙근초이다(송주택 1983, 이창복 1993). 우리나라에서 지황의 재배면적은 '89년에 392 ha까지 이르렀으나, 그 후로 점차 감소하여 현재는 100 ha 내외에서 머무르고 있으며, 수입량은 해마다 증가하고 있는 추세로 매년 2,000 M/T 이상을 약재 및 식품용으로 수입하고 있다(농림부 2006). 생지황은 청열(淸熱), 양혈(涼血), 생진(生津)의 효능이 있으며, 건지황은 자음양혈(滋陰涼血)의 효능이 있다. 숙지황은 보혈(補血), 자음(滋陰)의 효능이 있어 혈허(血虛), 심계정충(心悸怔忡), 실면(失眠), 붕루(崩漏), 월경부조(月經不調), 신음부족(腎陰不足)으로 인한 골증조열(骨蒸潮熱), 도한(盜汗), 이명(耳鳴), 목현(目眩), 수발조백(鬚髮早白), 유정(遺精), 소갈(消渴) 등에 적용되어 사물탕(四物湯), 육미지황환(六味地黃丸), 숙지황환(熟地黃丸) 등에 배합되어진다(Lee & Seo 2004, 안 등 1998). 건지황은 생지황을 건조시킨 것으로 주요 성분으로는 iridoid

glycoside인 catalpol, mannitol 및 rehmannioside 등이 있고, 그 외에도 daucosterol, stachyose, 아미노산, β -sitosterol 등과 같은 다양한 중요 물질들이 밝혀지고 있으며(Lim JS 2008), 생지황은 자연 그대로의 것으로 주요 성분으로는 catalpol, rehmanin, carotene, β -sitosterol, 5-HMF, 비타민 A 및 glucose를 비롯한 당류 등이 알려져 있다(안 등 1998). 본초강목(장 등 1981)에서는 지황에 술과 사인가루를 함께 넣고 구증구포하면 맛이 달게 되고 자색이 흑색으로 변화하고, 신경으로 직접 들어가 작용한다고 하였다. 또한 제조과정을 거치면서 소화 장애가 생기는데 숙지황의 소화 장애를 없애기 위해 술(酒)을 보료로 하여 초(炒)하면 위(胃)를 방해하지 않는다고 하였다. 숙지황은 항산화, 혈압강하, 당뇨병, 비만증, 고지혈증 등의 질병을 치료하는데 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Gray GM 1975). 기존의 숙지황에 대한 연구로는 포제에 따른 숙지황의 당 성분변화 연구(Kwon et al 2007)와 숙지황 제조과정에 따른 성분함량 변화(Lee & Seo 2004)연구가 보고되었으며, 숙지황의 지표성분인 5-HMF의 함량에 관한 연구(Lee et al 2002, Chun et al 2002)가 대부분이고, 항산화 평가 연구는 미비한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 막걸리에 건지황을 침지시킨 후 구증구포하여 숙지황을 제조하는 과

[†] Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel : +82-42-821-6837, Fax : +82-42-821-8887, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

정에서의 항산화 특성을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

건지황과 생지황은 금산군 남이면 GAP농가에서 재배한 고려지황을 사용하였으며, 건조기(SFC-302, Shinsaeng Scientific Co., Gyeonggi-do, Korea)로 50℃에서 4일 동안 건조하여 사용하였다. 숙지황 제조 시 사용되는 막걸리는 이동백운주조에서 제조한 포천 쌀 막걸리를 사용하였다.

2. 숙지황 제조

숙지황은 한약재 수침법 중의 하나인 구증구포(九蒸九曝)의 원리를 이용해 건지황을 9번 찌고 말리는 과정을 반복하여 제조된 것이다(Jo *et al* 2009). 주침에 사용된 막걸리는 지황의 쓴맛이 제거되며 막걸리에 함유된 당류에 의해 숙지황의 당도가 증가한다. 또한, 숙지황의 색이 진해지며 표면에 광택이 형성되어 색감이 좋아진다. 건지황 1 kg을 막걸리 1,000 mL에 넣고 18~22℃에서 48시간 주침(酒浸)한 후 찜통에서 100℃의 수증기로 약 2시간 동안 증숙 후 시료를 건조기(SFC-302, Shinsaeng Scientific Co., Gyeonggi-do, Korea)로 50℃로 16시간 동안 건조, 9시간 막걸리에 주침하는 과정을 9번 반복하여 숙지황을 제조하였고, 생지황도 같은 방법으로 처리하였다.

3. 총 Flavonoid 함량

Davis 변법(한국식품영양과학회 2000)의 방법에 따라 시료추출액 10 mL에 증류수 및 메탄올을 각각 30 mL씩 넣고 90℃에서 30분 동안 플라보노이드를 추출한 다음 냉각시켜 100 mL로 정용하였다. 정용한 용액을 여과시켜 시료용액 0.5 mL에 Diethylene 5 mL, 1 N NaOH 용액 0.5 mL를 넣고 30℃에서 60분간 방치시킨 뒤 420 nm에서 흡광도를 측정한다. 이때 표준품은 naringin을 사용하였다.

4. 총페놀 함량

Folin-Denis(Singleton & Rossi 1965)의 방법에 따라 시료추출액에 Folin-Denis 시약 0.16 mL와 Na₂CO₃ 포화용액을 0.3 mL 넣고 30분간 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도(Beckman, USA)를 측정하였고, standard는 tannic acid(Yakuri Pure Chemicals Co., LTD, Kyoto Japan)를 사용하였다.

5. 항산화능

1) DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) Radical 소거능
Blois MS(1958)의 방법에 따라 시료 3 g에 methanol 50

mL을 넣은 후 15시간 동안 잘 교반한 후 3,000 rpm으로 4℃에서 15분간 원심 분리하여 얻어진 상정액을 evaporator로 용매를 휘발하여 추출물만 얻었다. 추출물 10 mg 당 1 mL methanol을 첨가하여 10 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다.

시료용액 50 μL에 1.5×10⁻⁴ mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 용액 150 μL를 가한 후 30분 후에 분광광도계를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 라디칼 소거능(%)을 다음의 식으로 계산한 후 각 농도별 라디칼 소거능에 대한 검량선에서 라디칼 소거능이 50%가 되는 농도인 IC₅₀을 구하였다.

$$\text{Free radical scavenging effect(\%)} = \frac{\text{Abs}_{\text{DPPH}} - \text{Abs}_{\text{sample}}}{\text{Abs}_{\text{DPPH}}} \times 100$$

2) Hydroxyl Radical 소거능

Gutteridge JM(1984)의 방법에 따라 추출물을 10 mg 당 1 mL PBS buffer를 첨가하여 10 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 시료용액 0.15 mL에 buffer 0.35 mL, 3 mM deoxyribose, 0.1 mM ascorbic acid, 0.1 mM EDTA, 0.1 mM FeCl₃, 1 mM H₂O₂ 용액 0.1 mL를 넣어 잘 교반한 후 37℃에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후 2% TCA 용액과 1% TBA 용액을 잘 섞은 후 100℃에서 20분간 반응한 후 실온에서 냉각하여 원심분리 하였다. 원심 분리하여 얻은 상정액을 분광광도계를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3) FRAP(Ferric-Reducing Antioxidant Potential) 값

Benzie & Strain(1996)에 따라 추출물 10 mg 당 1 mL methanol을 첨가하여 10 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 제조된 0.9 mL FRAP reagent에 시료 0.03 mL와 증류수 0.09 mL을 넣은 후 37℃에서 10분간 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) ABTS Radical 소거능

Pellegrini *et al*(1998)의 방법에 따라 추출물 10 mg 당 1 mL methanol을 첨가하여 10 mg/mL 농도의 추출물 용액을 제조하여 시료 용액으로 사용하였다. 시료 용액 50 μL와 ABTS solution 1 mL를 30초 동안 섞은 후 2.5분간 incubation하여 734 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 의해 저해율을 계산하였다.

$$\text{Inhibition rate (\%)} = \frac{1 - \text{Sample O.D}}{\text{Control O.D}} \times 100$$

6. 통계처리

SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램을 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 총 Flavonoid 함량

Flavonoid는 주된 식물계 폴리페놀 물질이며, 총치 예방, 고혈압 억제, 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진다고 보고하였다(Yu *et al* 2006). 숙지황을 제조 시 최적의 숙지황 공정을 확립하기 위한 실험으로 막걸리에 생지황과 건지황을 침지시킨 후 구증구포하여 숙지황을 제조하였다. 생지황과 건지황을 이용한 숙지황의 총 flavonoid 함량에 대한 결과는 Fig. 1에 제시하였다. 생지황을 이용한 숙지황의 총 flavonoid 함량은 0.04 mM이고, 건지황을 이용한 숙지황의 총 flavonoid 함량은 0.08 mM으로 건지황을 이용한 숙지황이 2배 더 많은 flavonoid를 함유하고 있었다. 이 결과로 보아 건지황을 이용한 숙지황이 생지황을 이용한 숙지황보다 항산화능이 우수하다고 사료된다. 일반적으로 총 페놀 및 flavonoid 함량은 높은 상관관계가 있다고 보고된 바 있는데

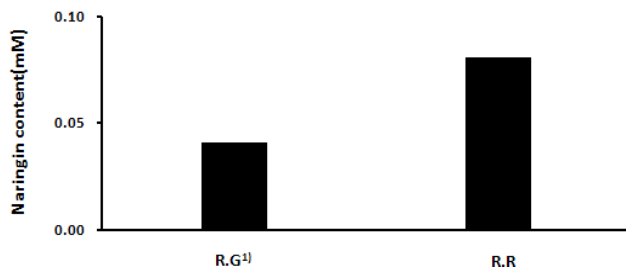


Fig. 1. Total flavonoid contents of fresh or dried root of *Rehmanniae Glutinosa*.

¹⁾ R.G : Fresh root of *Rehmannia*, R.R : Dried root of *Rehmanniae Glutinosa*.

(Gheldof & Engeseth 2002), 본 연구에서도 건지황을 이용한 숙지황이 생지황을 이용한 숙지황보다 총 flavonoid 함량이 더 많아 항산화능도 더 우수할 것으로 사료된다.

2. 총 페놀 함량

폴리페놀계 물질들은 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl(-OH)기를 가진 방향족 화합물들을 총칭하며, 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 산화-환원 반응에서 기질로 작용한다. 총 phenol 함량은 Han *et al*(1981)의 연구 보고에 의하면 주요 항산화 활성성분으로 밝혀져 있으며, Padayatty *et al*(2003)은 플라보노이드, 페놀산, 그리고 안토시아닌 등의 총 페놀함량은 유리라디칼 소거능을 가지는 주요한 인자로 작용한다고 보고하였다. 생지황으로 제조한 숙지황보다 건지황으로 제조한 숙지황에서 flavonoid 함량이 더 높은 결과를 바탕으로 본 실험에서는 건지황을 이용한 숙지황 제조과정 중 1회부터 9회까지의 증포 횟수별에 따른 페놀 함량을 측정하였다. 실험 결과는 Table 1에 제시하였다. 1회 증포에서 1.09 mg/mL로 측정되었고, 증포 횟수가 증가함에 따라 총 페놀 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내어 9회 증포 시 2.89 mg/mL로 가장 높게 나타내었다. 1회에서 9회까지 증포하는 동안 총 페놀 함량이 165.2%까지 증가하는 것으로 보아 증포 횟수가 증가함에 따라 항산화능이 증가하는 것으로 사료된다.

3. 항산화능

1) DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) Radical 소거능

DPPH법은 항산화 활성을 나타내는 생리활성 물질에 의해 환원됨으로서 짙은 자색이 탈색되는 과정에 따라 항산화 효과를 측정하는 방법으로 항산화 물질 탐색에 가장 일반적으로 사용되는 항산화 측정 방법으로 알려져 있다(Son *et al* 2008). 건지황을 이용하여 숙지황을 제조 시 1회에서 9회까지의 증포 횟수별에 따른 DPPH radical 소거능 IC₅₀ 값에 대한 결과는 Fig. 2에 제시하였다. 1회 증포에서 40.1 mg/mL를 나타내었고, 증포 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 감

Table 1. Total phenol contents of *Rehmanniae Radix Preparata* prepared from dried root by steaming-drying cycles

	Steaming-drying cycles								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Total phenol contents (mg/mL)	1.09±0.01 ^{g1)}	2.01±0.01 ^g	2.16±0.01 ^f	2.21±0.01 ^f	2.43±0.02 ^e	2.55±0.01 ^d	2.74±0.01 ^c	2.83±0.01 ^b	2.89±0.01 ^a

¹⁾All values are mean±S.D. (n=3).

^{a-g} Means in the same row with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

소하는 경향을 나타내어 9회 증포에서는 16.73 mg/mL로 가장 낮게 나타내었다. 1회에서 9회까지 증포하는 동안 IC₅₀ 값이 58.3% 까지 감소하는 것으로 보아 증포 횟수가 증가함에 따라 항산화능이 증가하는 것을 알 수 있다. Jo SI(2003)는 숙지황 추출물이 항산화 효과가 있다고 보고한 것과 같이 생지황과 건지황을 사용한 숙지황에서 항산화능이 나타났다.

2) Hydroxyl Radical 소거능

Hydroxyl radical이 DNA의 핵산과 결합하여 발암성, 돌연변이 및 세포독성을 유발하게 되는데, hydroxyl radical 소거능은 지질과산화 과정의 진행을 방해하거나 활성화된 산소종을 소거하기 때문이라고 알려져 있으며(Manian *et al* 2008), Hydroxyl radical(\cdot OH)은 반응성이 매우 강한 활성산소로 생체 산화에 주된 역할을 하는 것으로 보고 하였다(Chung *et al* 1997).

Hydroxyl radical 소거능 IC₅₀ 값에 대한 결과는 Fig. 3에 제시하였다. 1회 증포 시 22.09 mg/mL로 나타내었고, 증포 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내어 9회 증포 시 7.29 mg/mL로 가장 낮게 나타내었다. 1회에서 9회까지 증포하는 동안 IC₅₀ 값이 67%까지 감소하는 것으로 보아, 증포 횟수가 증가함에 따라 항산화능이 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 DPPH radical 소거능과 마찬가지로 증포 횟수가 증가함에 따라 항산화능도 증가하는

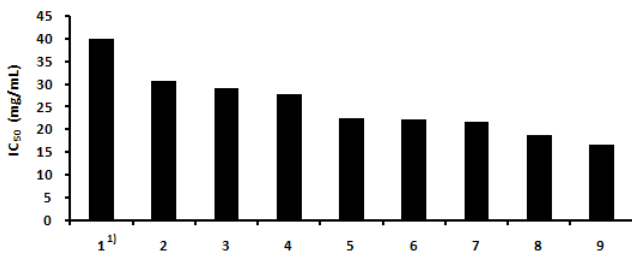


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of *Rehmanniae Radix Preparata* prepared from dried root by steaming-drying cycles.

¹⁾ 1~9 : steaming-drying cycles.

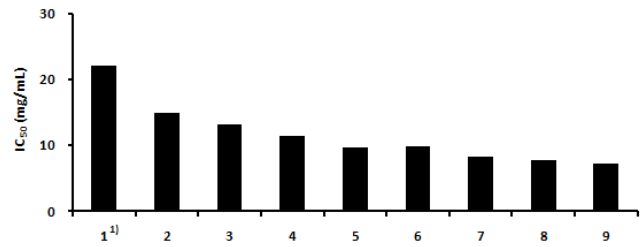


Fig. 3. Hydroxyl radical scavenging activity of *Rehmanniae Radix Preparata* prepared from dried root by steaming-drying cycles.

¹⁾ 1~9 : steaming-drying cycles.

것으로 사료된다.

3) FRAP(Ferric-Reducing Antioxidant Potential) 값

FRAP값에 대한 결과는 Table 2에 제시하였다. 1회 증포 시 0.81 mg/mL로 나타내었고, 증포 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 9회 증포 시 1.54 mg/mL로 나타내었다. 이 결과는 1회에서 9회까지의 증포 시 숙지황의 FRAP 값이 89.1%로 증가한 것으로 나타내었다. 이는 증포 횟수가 증가할수록 숙지황의 항산화능이 증가되는 것으로 사료된다. Kim *et al*(2011)의 연구에서 흑삼을 만드는 과정에서 증포 횟수가 증가할수록 FRAP값이 증가하는 경향을 보여 본 실험에서의 숙지황의 활성과 비슷한 결과를 나타내었다.

4) ABTS Radical 소거능

ABTS radical 소거능 측정 결과를 Table 3에 나타내었다. 1회 증포 시 28.41%로 나타내었고, 증포 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 9회 증포 시 73.59%로 나타내었다. 이는 건지황을 이용하여 구증구포 방법으로 숙지황을 제조하는 방법에서 증포 횟수에 따라 항산화능이 증가하는 것으로 사료된다. Kim *et al*(2011)의 연구에서 피부직삼을 9회 증포하여 흑삼을 만드는 과정에서 증포 횟수가 증가할수록 ABTS radical 소거능이 증가하는 경향을 보여, 이는 본 실험에서의 숙지황의 활성과 비슷한 결과를

Table 2. FRAP value of *Rehmanniae Radix Preparata* prepared from dried root by steaming-drying cycles.

	Steaming-drying cycles								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FRAP value (mg/mL)	0.81±0.01 ¹⁾	0.83±0.01 ^h	0.90±0.01 ^g	1.01±0.01 ^f	1.12±0.02 ^e	1.28±0.01 ^d	1.31±0.01 ^c	1.45±0.01 ^b	1.54±0.01 ^a

¹⁾All values are mean±S.D. (n=3).

^{a-i} Means in the same row with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. ABTS radical scavenging activity of *Rehmanniae Radix Preparata* prepared from dried root by steaming-drying cycles

	Steaming-drying cycles								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(%)	28.41±0.01 ⁱⁱ⁾	35.21±0.01 ^h	38.78±0.01 ^g	40.68±0.01 ^f	46.41±0.02 ^e	55.40±0.01 ^d	67.04±0.01 ^c	71.0±0.01 ^b	73.59±0.01 ^a

ⁱ⁾All values are mean±S.D. (n=3).

^{a-i} Means in the same row with different letters are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

나타내었다.

요약 및 결론

본 연구는 건지황을 구증구포하여 숙지황을 제조하는 과정 중 증포 횟수에 따른 항산화 특성을 평가하기 위한 실험으로, 먼저 생지황과 건지황을 구증구포하여 숙지황을 제조한 후 각각의 총 flavonoid 함량을 비교한 결과, 건지황으로 제조한 숙지황이 생지황으로 제조한 숙지황보다 2배 더 높은 함량을 나타내었다. 이를 토대로 건지황을 1회부터 9회까지 증포 횟수별에 따른 항산화 특성을 평가하였다. 총 페놀 함량은 9회 증포 까지 165.2% 증가하였고, DPPH radical 소거능 IC₅₀ 값은 9회 증포 까지 58.3% 감소하였으며, hydroxyl radical 소거능 IC₅₀ 값은 9회 증포 까지 67% 감소하였다. 또한 FRAP value는 89.1% 증가하였고, ABTS radical 소거능 활성은 9회 증포에서 73.59% 로 나타내어 증포 횟수가 증가할수록 항산화능이 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 이를 종합하여 건지황을 이용하여 숙지황을 제조 시 1회에서 9회까지의 증포 과정에 의하여 항산화 활성이 유의적으로 증가하는 것을 알 수 있으며, 이는 페놀 함량이 165.2%까지 증대된데 기인된 것으로 사료된다. 본 연구 결과에 따라 항산화 효과가 있는 숙지황을 식품학적으로 활용하기 위해 기준에 알려져 있던 성분 외에 다른 성분이나 활성에 대한 연구가 더 많이 필요한 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2011년도 지역농업 특성화 기술 지원연구과제로 수행한 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

문헌

농림부 (2006) 특용작물 생산실적. pp 222-228.
 송주택 (1983) 한국자원식물. 한국자원식물연구소, 서울. pp 924.
 안덕균, 김창민, 신민교, 이경순 (1998) 중약대사전. 도서출판 정담, 서울. pp 168-176.

이창복 (1993) 대한식물도감. 향문사, 서울. pp 680.

장은암, 섭천사, 진수원 (1981) 본초삼가합주. 성보출판사, 서울. pp 89.

한국식품영양과학회 (2000) 식품영양실험핸드북. 효일문화사, 서울. pp 285-286.

Benzie IFF, Strain JJ (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem* 230: 70-79.

Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1199-1204.

Chun JC, Kim JC, Hwang IT, Kim SE (2002) Acteoside form *Rehmannia glutinosa* nullifies paraquat activity in *Cucumis sativus*. *Pest Biochem Phys* 72: 153-159.

Chung SK, Osawa T, Kawakishi (1997) Hydroxy radical scavenging effects of species and scavengers from brown mustard. *Biosci Biotech Biochem* 61: 118-123.

Gheldof N, Engeseth NJ (2002) Antioxidants capacity of honeys from various flora sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of *in vitro* lipoprotein oxidation in human serum samples. *J Agric Food Chem* 50: 3050-3055.

Gray GM (1975) Carbohydrates digestion and absorption. *New Eng J Med* 292: 1225-1230.

Gutteridge JM (1984) Reactivity of hydroxyl and hydroxyl like radicals discriminated by release of thiobarbituric acid reactive material from deoxy sugars, nucleosides and benzoate. *Biochem J* 224: 761-767.

Han BH, Park MH, Han YN (1981) Studies on the antioxidant components of Korean ginseng(III) identification of phenolic acid. *Arch Pharm Res* 4(1): 53-58.

Jo EJ, Kang SJ, Kim AJ (2009) Effects of steam-and dry-processing temperatures on the benzo(a)pyrene content of black and red ginseng. *Korean J Food & Nutr* 22:199-204.

Jo SI (2003) Anti oxidative effects of Radix Rehmanniae Preparata on toxic agent induced kidney cell injury. *Korean J Herbology* 18: 119-127.

- Kim HJ, Lee JY, You BR, Kim HR, Choi JE, Nam KY, Moon BD, Kim MR (2011) Antioxidant activities of ethanol extracts from black ginseng prepared by steaming-drying cycles. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 40: 156-162.
- Kwon SR, Kim HG, Ham IH, Lee JJ, Lee JH, Hong SP, Kim DH, Choi HY (2007) Studies on the changes of oligosaccharide contents in *Rehmanniae Radix Preparata* according to various processing methods. *Korean J Herbology* 22: 261-270.
- Lee CK, Seo JM (2004) Changes of the constituents in the *Rehmanniae Radix Preparata* during processing. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 33: 1748-1752.
- Lee JH, Koh JA, Hwang EY, Hong SP (2002) Quantitative determination of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde from *Rehmanniae Radix Preparata* according to various processings. *Korean J Herbology* 17:145-149.
- Lim JS (2008) Changes of biological activities of *Rehmanniae Radix Preparata* (R.R.P) during preparation and comparison of biological activities between commercial products. *Ms Thesis Chonnam National University, Daejeon.* p 1-4.
- Manian R, Anusuya N, Siddhyraju P, Manian S (2008) The antioxidant activity and free radical of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chem* 107: 1000-1007.
- Padayatty SJ, Katz A, Wang Y, Eck P, Kwon O, Lee JH, Chen S, Corpe C, Dutta A, Dutta SK, Levine M (2003) Vitamin c as an antioxidant: Evaluation of its role in disease prevention. *J Am College Nutr* 22: 18-25.
- Pellegrini N, Re R, Yang M, Rice-Evans V (1998) Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis (3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay. *Methods Enzymol* 299: 379-389.
- Singleton VL, Rossi JA (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16: 144-158.
- Son CW, Jeon MR, Kim MH, Kim MR (2008) Quality characteristics and antioxidant activities of green tea garlic paste added calcium. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 879-881.
- Yu MH, Im HG, Lee HJ, Ji YJ, Lee IS (2006) Components and their antioxidative activities of methanol extracts from sarcocarp and seed of *Zizyphus jujuba* var. *inermis* Rehder. *Korean J Food Sci Technol* 38: 128-134.

접 수: 2011년 9월 22일
 최종수정: 2011년 12월 1일
 채 택: 2011년 12월 27일