

Antioxidant Activity of *Pyrus pyrifolia* Fruit in Different Cultivars and Parts

Jang-Jeon Choi¹, Sun-Hee Yim^{1*}, Jin-Ho Choi¹, Jang-Hyun Park², Seung-Hee Nam³,
and Han-Chan Lee¹

¹Pear Research Station, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Naju 520-821, Korea

²Insect and Sericultural Research Institute, Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Jangseong 520-715, Korea

³Food Research Institute, Jeonnam Agricultural Research and Extension Services, Naju 520-715, Korea

국내 육성 배 신품종의 과실 부위별 항산화활성

최장전¹ · 임순희^{1*} · 최진호¹ · 박장현² · 남승희³ · 이한찬¹

¹국립원예특작과학원 배시험장, ²전남농업기술원 곤충잡업연구소, ³전남농업기술원 식품연구소

Abstract

This study was performed to confirm physiological activities according to parts of new pear cultivars (Gamcheonbae, Manpungbae, Chuwhangbae, Hanareum) and Niitaka pear. The total polyphenol compound contents of pear peel, flesh and core were 178~235, 95~113, 177~229 mg/100 g as tannic acid equivalent, respectively. There were differences in the contents by cultivars, Chuwhangbae and Hanareum cultivars showed high contents. The total flavonoid contents of the pear peel, flesh and core were 29.2~40.2, 24.3~34.3, 26.9~38.8 mg/100 g, respectively and those of Chuwhangbae and Gamcheonbae cultivars showed comparatively high values. The electron-donating ability was high in Chuwhangbae, Gamcheonbae and in the pear peel (29.7~57.7%), core (29.1~38.2%), flesh (7.6~17.7%), in that order. The nitrate scavenging activity was highest in that pear peel (21.0~49.8%), followed by the core (11.8~16.2%) and flesh (7.8~9.7%), but there was little difference by cultivar.

Key words : New pear cultivars, total polyphenol contents, electron donating ability, nitrate scavenging activity

서 론

배는 장미과 배나무속에 속하는 과수로 인도 북서부, 아프카니스탄, 중국 서부, 남동 유럽이 원산지이며, 배의 종류에는 우리나라와 일본이 원산지인 남방형 동양배(*Pyrus pyrifolia* Nakai)와 중국이 원산지인 북방형 동양배(*Pyrus ussuriensis* Maxim), 그리고 유럽 및 아시아가 원산지인 서양배(*Pyrus communis* Linn) 등이 있다(1).

배는 85~88%의 수분을 함유하고 있으며 주성분은 탄수화물이고, 단맛을 내는 당분은 10~13%로 품종에 따라 차이가 많으며, 일반적으로 sucrose의 함량이 가장 많고, fructose, glucose, sorbitol 순이다. 다른 과실과 비교해 볼 때 단백질 함량은 0.3%로 비슷하며, 지방질은 0.2%로 다소

적은 편이다. 식이섬유의 함량은 100 g당 1~2 g 정도로 과실류 중에서는 함량이 높은 편으로 다이어트와 장내 유해균을 억제하는 정장작용을 하는 것으로 알려져 있다(2,3). 식물의 주요 2차대사산물의 하나로 알려진 폴리페놀은 항산화, 항암, 항알러지 등 다양한 생리활성 효과를 보이는 것으로 보고되어 있다(4). 특히 배에서 분리된 폴리페놀은 면역강화(5), 혈장 및 간장의 총지질, 총 콜레스테롤 및 중성지질 감소(6), 항통풍, 유선암과 전립선암 등 암세포의 생육 억제효과 및 항산화활성(7)이 우수한 것으로 보고되어 있다.

따라서 본 연구는 국내에서 재배되고 있는 배의 품종별 부위에 따른 페놀성 물질과 생리활성 효과를 분석하여 가공 및 기능성 소재로 개발하기 위한 기초 자료로 활용하여 배의 소비 촉진에 기여하고자 하였다.

*Corresponding author. E-mail : sunny4756@korea.kr
Phone : 82-61-330-1563, Fax : 82-61-330-1502

재료 및 방법

재 료

본 실험에서 사용한 배는 2011년 배시험장에서 재배한 감천배, 만풍배, 추황배, 한아름, 신고 5품종의 배를 수확하여 사용하였다. 각 과실은 수세 후 과피, 과육, 과심 및 전체 과실 등 4조건으로 나누어 동결건조기(FD8512, Iishin Lab. Co. Ltd., Yangju, Korea)로 동결건조한 후, 건조된 시료를 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric., Wonju, Korea)로 분쇄하였다. 과피는 과일박피기(CP52WJ, Muro Corp, Utsunomiya, Japan)를 이용하여 1.5~2.0 mm 두께로 벗겨내었으며, 과육은 과피와 과심이 완전하게 제거된 부분을 사용하였고, 과심은 종자를 둘러싸고 있는 경화된 부분을 잘라 종자를 제거한 후 동결건조 하였다. 과실 전체에 대한 각 부위별 함량은 과피 10.9±0.37%, 과육 76.6±3.62%, 과심 11.5±2.86%였다. 각 분쇄시료는 80% 에탄올을 용매로 하여 냉각기가 부착된 환류냉각추출기(R-114, Buchi Labortechnik, Switzerland)의 항온수조를 60 °C로 조절한 다음 6시간 동안 환류냉각 추출하였다. 추출액은 여과지(Watman No.4, Maidstone, England)를 사용하여 vacuum pump (V-500, Buchi Labortechnik, Zurich, Switzerland)로 감압여과 하였으며 추출에 사용한 건조시료 중량의 50배로 정량하였다. 50배로 정량한 추출물은 -70°C의 초저온냉동고(SW-UF-200, Samwon Engineering Co., Daejeon, Korea)에 보관하면서 실험에 사용하였다.

총 폴리페놀 함량

100배로 희석한 각 추출물 0.1 mL와 2% Na₂CO₃ 2 mL를 혼합하여 3분 동안 실온에서 반응시킨 다음 1 N의 Folin & Ciocalteu's phenol reagent (F9252, Sigma, USA)를 0.1 mL 첨가하여 혼합하였다. 혼합물은 실온에서 30분 동안 반응시켰으며, UV/Visible Spectrophotometer (JP/U-3900, Hitachi, Tokyo, Japan.)로 725 nm에서 흡광도를 측정하였다(8). Tannic acid (T0200, Sigma, USA)를 표준물질로 작성한 검량선을 이용하여 각 시료의 건조시료 g당 총 폴리페놀 함량 (mg/g)을 tannic acid기준으로 환산하였다.

총 플라보노이드 함량

200배로 희석한 각 추출물 0.2 mL, diethylene glycol (H26456, Sigma, USA) 2 mL, 1N NaOH 0.2 mL을 첨가한 다음 혼합하여 37°C의 항온수조(VS-190CS, Vision Sci., Daejeon, Korea)에서 1시간 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(9). Total flavonoid 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준 곡선으로 함량을 구하였다.

DPPH radical 소거활성

DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl)를 이용한 라디칼 소거능은 Blies(10) 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 1 mg/mL농도로 제조한 시료 0.25 mL에 0.15 mM DPPH용액 1 mL를 첨가하고 잘 혼합하여 30분 후 분광광도계(JP/U-

3900, Hitachi, Tokyo, Japan)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 대신 80% 에탄올을 취하여 상기와 같은 방법으로 실험하였다. 전자공여능력은 시료 첨가구와 시료 무첨가구의 흡광도를 이용하여 다음 식과 같이 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = [1 - (\text{실험구의 흡광도/대조구의 흡광도})] \times 100$$

아질산염 소거능 측정

시료의 아질산염 소거능(nitrite-scavenging ability, NSA)은 Gray 와 Dugan(11)의 방법으로 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO₂ 용액 0.1 mL에 시료를 농도별로 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl 및 0.2 M 구연산 완충 용액(pH 1.2, 4.0 및 6.0)을 0.7 mL 가하여 반응 용액의 최종부피를 1 mL로 하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간 반응시킨 후 여기에 2% 초산 용액 5mL, Griess 시약 0.4 mL를 가하여 잘 혼합한 다음, 실온에서 15분간 방치시킨 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염의 양을 산출하였다. 그리고 대조구는 Griess 시약 대신 증류수를 0.4 mL를 가하여 상기와 동일하게 행하였다. 아질산염 소거능은 [1-(시료 첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)]×100으로 표기하였다.

통계처리

모든 처리는 3번 이상 반복하여 측정한 후 평균값으로 나타내었으며, 각 시험구 간의 유의성은 Duncan's multiple range test를 이용하여 p<0.05 범위에서 검정하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀 화합물 함량

국내 육성 신품종 4품종(감천배, 만풍배, 추황배, 한아름)과 신고의 과피, 과육, 과심과 전체과실 4조건으로 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같았다.

품종별 과실의 총폴리페놀 함량은 추황배와 한아름이 145 mg/100 g, 감천배가 134 mg/100 g로 높았으며, 신고와 만풍배가 각각 121, 116 mg/100 g으로 낮았다. 과피, 과육, 과심의 과실 부위별 총 폴리페놀 함량은 과피는 178~235 mg/100 g, 과심은 177~229 mg/100 g, 과육은 95~113 mg/100 g로 과피, 과심, 과육 순으로 그 함량이 높았다. 이는 Park 등(12)이 보고한 원황, 황금배, 추황배 수확기 과실의 폴리페놀 함량보다는 다소 높았지만 Zhang 등(13)이 보고한 추황배와는 비슷한 함량을 보였다. 또한 Choi 등(14)의 울산에서 생산되는 배의 품종별 부위에 따른 생리활성 연구에서 조사한 원황, 풍수, 황금배, 화산, 신고 5품종의 함량보다

약간 낮았으나 이는 품종과 추출 용매에 따른 함량의 차이를 보인 것으로 판단되었다.

Table 1. Contents of total polyphenols of 80% EtOH extracts from pear cultivars

Cultivars	Total polyphenols (mg/100g, FW)			
	Whole fruit	Peel	Flesh	Core
Gamcheonbae	134±6.17 ^{a1(C2)}	198±7.55 ^{abA}	109±4.31 ^{aD}	182±4.04 ^{abB}
Manpungbae	116±5.93 ^{bb}	179±5.61 ^{ba}	97±2.85 ^{ac}	185±2.46 ^{aA}
Chuwangbae	145±9.78 ^{ab}	235±8.00 ^{aA}	102±2.19 ^{ac}	190±3.03 ^{bb}
Hanareum	145±3.49 ^{ab}	222±7.50 ^{aA}	113±6.88 ^{ac}	229±21.6 ^{aA}
Niitaka	121±3.62 ^{bb}	178±4.30 ^{ba}	95±2.17 ^{ab}	177±2.14 ^{aA}

¹Values in each column with the different small letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²Values in each row with the different capital letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

총플라보노이드 함량

플라보노이드 화합물은 식물계에 존재하는 천연 항산화제의 대부분을 차지하며, 지방질의 산화, 활성산소의 소거 및 산화적 스트레스를 막는 역할을 함으로서 노화방지, 암 및 심장질환 등을 예방하거나 지연하는 효과를 나타내어 오늘날 식품, 의약품, 화장품 등 많은 분야에서 활용되고 있다(16).

품종에 따른 부위별 총 플라보노이드 함량은 Table 2와 같으며, 전체과실에서 25.0~37.7 mg/100 g으로 추황배, 감천배>한아름>신고>만풍배 순이었으며, 과피가 과육과 과심에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다. 품종별로는 추황배가 모든 부위에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 과피의 총 플라보노이드 함량은 추황배가 40.2 mg/100 g, 감천배, 한아름이 각각 33.9, 31.9 mg/100 g, 신고, 만풍배가 29.4, 29.2 mg/100 g 순이었다. 품종에 따른 과심의 함량도 과피와 같은 경향이었으며, 추황배가 가장 많았으며 다음은 감천배, 한아름이었고, 만풍배와 신고가 가장

Table 2. Content of total flavonoids of 80% EtOH extracts in part of several pear cultivars

Cultivars	Total flavonoids (mg/100g, FW)			
	Whole fruit	Peel	Flesh	Core
Gamcheonbae	30.2±1.45 ^{a1(B2)}	33.9±0.97 ^{ba}	28.7±0.91 ^{bc}	30.2±0.43 ^{bb}
Manpungbae	25.0±0.67 ^{ac}	29.2±0.22 ^{aA}	24.3±0.17 ^{cc}	26.9±0.65 ^{cb}
Chuwangbae	37.7±1.24 ^{aA}	40.2±0.76 ^{aA}	34.3±0.18 ^{ab}	38.8±1.02 ^{aA}
Hanareum	29.2±0.54 ^{bb}	31.9±0.87 ^{ba}	28.4±0.82 ^{cc}	30.9±0.46 ^{bb}
Niitaka	26.8±0.77 ^{cb}	29.4±0.18 ^{aA}	24.9±0.35 ^{cc}	27.2±0.33 ^{cb}

¹Values in each column with the different small letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²Values in each row with the different capital letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

적었다. 과육은 추황배가 가장 많았으며, 다음은 감천배였고, 한아름, 만풍배, 신고는 유의차가 없었다. 이러한 부위에 따른 총 폴리페놀이나 플라보노이드 화합물 함량의 차이는 tannin과 폴리페놀, 플라보노이드 등이 가장 많이 함유되어 있는 석세포가 동양배에서는 도관속, 과심부 그리고 표피, 즉 과피층에 많이 분포되어 있기 때문(17)으로 판단되었다.

DPPH radical 소거활성

최근 인체 내에서 생성된 free radical이 각종 질병과 세포 노화 및 특정암을 유발시킨다는 보고와 함께 다양한 형태의 free radical에 대한 관심이 증대되고 있다(18). 전자공여능은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 식품 중의 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되고 있을 뿐만 아니라 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 작용의 척도로도 이용되고 있다(19,20).

국내 육성된 4개의 신품종(감천배, 만풍배, 추황배, 한아름)과 신고의 DPPH radical 소거능 측정 결과(Table 3), 품종별로는 추황배와 감천배가, 부위별로는 과육이나 과심보다 과피에서 더 높은 소거능을 보여, 박 등(12)이 보고한 원황, 황금배, 추황배 수확기 과실에서 과육보다는 과피 부분이 더 높은 소거활성을 보인다는 보고와 같은 결과를 보였다. 식물 추출물의 항산화 활성은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량과 밀접한 관계가 있으며(21), 본 실험에서도 총 폴리페놀과 총플라보노이드의 함량이 높았던 품종의 DPPH radical 소거능이 높았다.

Table 3. DPPH free radical scavenging activities of 80% EtOH extracts in part of several pear cultivars

Cultivars	DPPH free radical scavenging (%)			
	Whole fruit	Peel	Flesh	Core
Gamcheonbae	26.8±1.19 ^{ab1(C2)}	45.1±2.88 ^{ba}	10.4±3.02 ^{cd}	36.1±2.97 ^{abB}
Manpungbae	17.4±1.64 ^{cb}	29.7±3.49 ^{aA}	11.5±2.57 ^{bc}	29.6±2.30 ^{ca}
Chuwangbae	30.3±6.41 ^{ab}	57.7±7.50 ^{aA}	17.7±5.63 ^{ac}	38.2±3.34 ^{ab}
Hanareum	23.3±1.49 ^{cb}	34.0±5.63 ^{aA}	7.6±1.51 ^{cc}	32.3±3.21 ^{ca}
Niitaka	18.9±1.45 ^{cb}	32.5±3.34 ^{aA}	13.2±3.08 ^{abB}	29.1±2.76 ^{ca}

¹Values in each column with the different small letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²Values in each row with the different capital letter are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

아질산염 소거능

아질산염은 합성 식품첨가물서 미생물의 독소 및 생육을 억제하고, 육제품의 독특한 풍미를 증가시키며 지방의 산패를 억제함으로써 육가공 제품에 널리 사용되어지고 있다. 그러나 아질산염을 일정농도 이상 섭취하게 되면 혈액 중의 헤모글로빈이 산화되어 methemoglobin을 형성함으로써 중독 증상을 일으키고, 2급 및 3급 아민과의 nitroso화

반응은 위장내의 낮은 산성 조건하에서 쉽게 일어나서 발암 물질인 nitrosoamine을 생성할 수 있다(22). 이러한 반응을 억제하기 위해서는 nitrosoamine을 생성하는 기질물질인 amine의 생성을 억제하거나 아질산염을 소거하는 방법이 있으며 아질산염의 소거에는 ascorbic acid, α -tocopherol, sulfur dioxide, 폴리페놀 등이 많이 이용되고 있다.

아질산염 소거능을 분석한 결과 추황배와 한아름이 18.0, 17.9%로 가장 높았으며, 신고, 감천배, 만풍배 순이었고, 부위별로는 과피(21.0~49.8%)>과심(11.8~16.2%) > 과육(7.8~9.7%)의 순으로 높았으며, 특히 과피의 소거능이 우수하였다. 과심과 과육은 품종별로 비슷한 경향을 보였으나 과피에서는 감천배와 추황배에서 높았다. 이는 DPPH radical 소거능과도 같은 양상으로 과피 추출물이 nitrosamine의 생성을 다소 억제할 수 있을 것으로 판단되었다.

국내 육성된 4개의 품종과 신고의 항산화 활성을 비교한 결과 대과 품종인 만풍배를 제외하고 모든 품종에서 신고보다 우수한 항산화 활성을 확인하였다. 앞으로 생리활성이 높은 신품종들은 향후 가공 및 새로운 기능성 식품의 소재로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 4. Nitrate scavenging activities of 80% EtOH extraction in part of several pear cultivars

Cultivars	Nitrate scavenging activities (%)			
	Whole fruit	Peel	Flesh	Core
Gamcheonbae	12.2±2.20 ^{(bc)(C2)}	49.8±2.05 ^{aA}	9.5±1.52 ^{abD}	16.2±1.85 ^{aB}
Manpungbae	9.9±0.95 ^{cC}	35.7±1.77 ^{cA}	8.1±0.93 ^{abC}	11.8±2.41 ^{bb}
Chuwangbae	18.0±2.94 ^{bB}	45.8±4.63 ^{bA}	9.7±2.36 ^{aC}	16.2±1.98 ^{aB}
Hanareum	17.9±1.98 ^{aA}	21.0±1.33 ^{dA}	7.8±1.16 ^{bC}	13.4±1.08 ^{bb}
Niitaka	15.5±2.33 ^{abB}	36.3±2.20 ^{cA}	8.7±0.99 ^{abD}	12.5±2.25 ^{bc}

¹Values in each column with the different small letter are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

²Values in each row with the different capital letter are significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

요 약

국내 육성 배 신품종과 신고 품종의 부위별 생리활성을 확인하고자 총 폴리페놀 화합물 및 총 플라보노이드 함량과 전자공여능, 아질산염 소거능 등 항산화 활성을 비교하였다. 총 폴리페놀 함량은 품종별로는 추황배와 한아름이 다른 품종에 비해 높았으며, 과피, 과육, 과심이 각각 178~235, 95~113, 177~229 mg/100 g으로, 과피>과심>과육의 순으로 높아 부위별로 차이가 있었다. 총 플라보노이드 함량은 품종별로 추황배와 감천배가 높았으며, 과피, 과육, 과심이 각각 29.2~40.2, 24.3~34.3, 26.9~38.8 mg/100 g으로 과피가 과육과 과심에 비해 높았다. 전자공여능은 품종별로는 추황배와 감천배가, 부위별로는 과육(7.6~17.7%)이나 과심

(29.1~38.2%)보다 과피(29.7~57.7%)에서 더 높은 소거능을 보였다. 아질산소거능은 추황배와 한아름이 18.0, 17.9%로 가장 높았으며, 부위별로는 과피(21.0~49.8%)>과심(11.8~16.2%)>과육(7.8~9.7%)의 순으로 높았으며, 특히 과피의 항산화활성이 우수하였다.

참고문헌

- Feron G, Bonnarme P, Durand A (1996) Prospects for the microbial production of food flavours. Trends Food Sci Technol, 7, 285-293
- Son DS, Kang SJ, Jeong SB, Kim JK, Cho KS, Choi YM, Hong KJ, Choi JJ, Kang SS (2004) Phytochemical and health effect of pear. RDA Semyung Press, Suwon, Korea, p 1-37
- RDA (2003) Anniversary of fifty year in horticulture reasearch institute. Scientific Horticulture Press, Seoul, Korea, p 270-360
- Hasimoto F, Nonaka GI, Nishioka I, (1989) Tannins and related compound from Oolong tea. Chem Pharm Bull, 37, 3255-3263.
- Choi HJ, Han HS, Park JH, Bae JH, Woo HS., An BJ, Bae MJ, Kim HG, Choi C (2003) Effect of polyphenol compounds from Korean pear on immunofunctional activity. Korean J Food Cult, 18, 303-310
- Choi HJ, Park JH, Han HS, Son JH, Choi C (2004) Effect of polyphenol compounds from Korean pear on lipid metabolism. J Korean Soc Food Sci Nutr, 33, 299-304
- Ahn BJ, Lee JT, Gwag JH, Park JM, Lee JY, Shom JH, Bae JH, Chung C (2004) Biological activity of polyphenol group fraction from Korean pear peel. J Korean Soc Appl Bio Chem, 47, 92-95
- Velioglu YS, Mazza G, Cao L, Oomah BD (1998) Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. J Agric Food Chem, 46, 4113-4117
- Lister, CE, Lancaster JE, Sutton KH, Walker JRL (1994) Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar. J Sci Food Agric, 64, 155-161
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1198-1204
- Gray JI, Dugan JLR (1975) Inhibition of N-nitrosoamine formation in model food system, J Food Sci, 40, 978-985.
- Park YO, Choi JJ, Choi JH, Kim MS, Yim SH, Lee HC (2012) antioxidant activities of young and mature

- fruit in several asian pear cultivars. Korean J Hort Sci Technol, 30, 1-6
13. Zhang X, Lee FZ, Eun JB (2007) Changes of phenolic compounds and pectin in Asian pear fruit during growth. Korean J Food Sci Technol, 39, 7-13.
 14. Choi JH, Lee EY, Kim JS, Choi GB, Jung SG, Ham YS, Seo DC, Heo JS (2006) Physiological activities according to cultivars and parts of Ulsan pear. J Korean Soc Appl Biol Chem, 49, 43-48
 15. Choi HS, Li X, Kim WS, Lee Y (2010) Comparison of fruit quality and antioxidant compound of 'Niitaka' pear trees grown in the organically and conventionally managed systems. Korean J Enriron Agric, 29, 367-373
 16. Kim JB (1998) Changes of major components during growth and physiological functionality of *Eucommia ulmoides* leaves. Ph D. Thesis, Yeungnam University, Korea
 17. Choi HJ, Park JH, Han HS, Son JH, Son GM, Bae JH, Choi C (2004) Effect of polyphenol compound from Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) on lipid metabolism. J Korean Soc Food Sci Nutr, 33, 299-304
 18. Cao GHM, Culter RG (1993) Oxygen radical absorbance capacity assay for antioxidants. Free Radical Bio Med, 14, 303
 19. Choi JH, Oh SK (1985) Studies on the anti-agent action of Korean ginseng. Korean J Food Sci Technol, 17, 506-515.
 20. Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC Lee BY (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. Korean J Food Sci Technol, 27, 80-85.
 21. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR (2004) Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. Korean J Food Sci Technol, 36, 333-338.
 22. Crosby NT, Sawyer R (1976) N-nitrosoamines, a review of chemical and biological properties and their estimation in food stuffs. Adv Food Res Academic press, 21, 1-71.

(접수 2013년 1월 7일 수정 2013년 2월 15일 채택 2013년 3월 27일)