

한약재 추출물의 항산화작용 및 아질산염 소거작용

박 찬 성[†]

대구한의대학교 한방식품조리영양학부

Antioxidative and Nitrite Scavenging Abilities of Medicinal Plant Extracts

Chan-Sung Park[†]

Faculty of Herbal Cuisine & Nutrition Daegu Haany University, Kyungsan 712-715, Korea

Abstract

The purpose of this study was to investigate antioxidative and nitrite scavenging abilities of extracts of medicinal plants. Three kinds of medicinal plants, *Angelica acutiloba* Kitagawa (AA), *Akebia quinata* Decaisne (AQ), and *Caragana chamlagu* (CC), were extracted with water and 70% ethanol. The yields of water extracts were increased in the order of *Akebia quinata* Decaisne (35.63%), *Caragana chamlagu* (31.36%) and *Angelica acutiloba* (8.98%). Those of ethanol extracts were *Akebia quinata* Decaisne (31.82%), *Angelica acutiloba* Kitagawa (14.15%), and *Caragana chamlagu* (5.20%). The highest electron donating ability (EDA) at 300-1,000 ppm of water extract was *Angelica acutiloba* Kitagawa, ranged from 62% to 88% and that of ethanol extract was *Akebia quinata* Decaisne, ranged from 72% to 87%. Nitrite scavenging ability (NSA) of extracts measured at various pH (1.2, 3.0, 4.2, 6.0) showed highest ability in all extracts at pH 1.2 and decreased with increasing pH. The highest NSA of water extracts of 1,000 ppm at pH 1.2 showed 35-40%, in *Caragana chamlagu* and that of ethanol extract was 33-42%, in *Akebia quinata* Decaisne. From these results, *Akebia quinata* Decaisne was found as a potential raw material having functionality in the respects of extract yield, EDA and NSA.

Key words : *Angelica acutiloba* Kitagawa, *Akebia quinata* Decaisne, *Caragana chamlagu*, electron donating ability, nitrite scavenging ability

서 론

오늘날 환경오염과 산업환경 장애요인에 의해 각종 활성 산소종이 축적될 기회가 많고 DNA 변형, 단백질 변성 및 세포 파괴 등으로 생체조직의 노화와 각종 성인병이 발병되고 있다(1,2). 산화적 스트레스가 증가됨에 따라 신진대사 기능의 감소, 무기력한 증상 등으로 생체기능이 저하되고 있는 실정이다(3). 식품의 산화를 방지하기 위하여 다양한 종류의 항산화제가 이용되고 있으나, 합성 항산화제는 생체 효소와 지방의 변이원성 및 독성으로 인체에 암을 유발할 수 있다는 보고가 있어(4) 이러한 질병의 독성제거 및 독성저해를 위한 free radical scavenger를 천연자원에서 이

용할려는 기능성식품의 연구가 활발히 진행되고 있다.

최근, 다양한 한약재나 식물 자원의 기능성에 관하여 삼백초(5), 둥글레(6), 어성초(7), 음양곽(8), 시호(9) 등이 강한 항산화 활성을 나타낸 것으로 보고되고 있다. Jung 등(10)은 118종의 한약재와 약용식물로서 항산화활성을 검색하여 박하, 비파엽, 초과 등에서 80% 이상의 항산화능이 있음을 보고하였으며, Nam과 Kang(11)은 130종의 한약재로서 항산화효과를 검색한 결과 25종의 한약재에서 80% 이상의 전자공여능이 있다고 보고하였고, 택사와 백자인 등은 DNA 손상을 뚜렷하게 억제하는 것으로 보고하였다.

한편, 천연물중의 생리활성을 갖는 배당체를 식용미생물로서 전환 후에는 세포독성이 줄어들고 배당체의 생리활성이 증가되어 아질산염 소거능과 항산화능이 증가하는 것으로 보고되고 있다(12), Kim 등(13)은 양파첨가 고추장에서

[†]Corresponding author. E-mail : parkcs@dhu.ac.kr,
Phone : 82-53-819-1426, Fax : 82-53-819-1284

항암 및 면역기능이 증가하는 것으로 보고하여 기능성 물질을 첨가한 발효식품이 건강 기능성식품의 개발이라는 목적에서 중요한 의미를 갖게 되었다. 이러한 의미에서 한약재를 첨가한 고추장(14-17), 음료(18,19), 요구르트 등(20)의 발효식품에서 제품의 품질향상 및 기능성 향상효과가 보고되어 프로바이오틱스의 이용에 관한 연구가 더욱 활기를 띠 전망이다.

따라서 본 연구는 3종류의 약용식물(당귀, 목통, 골담초)을 물과 에탄올로 추출하여 전자공여능과 아질산염 소거능을 조사하고 이들을 이용한 기능성 고추장 제조에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

재료

한약 재료는 2003년에 생산한 한국산 당귀, 목통, 골담초를 대구시 중구 남성로의 한약재 도매시장에서 구입하여 실험에 사용하였다.

시료의 추출

시료의 추출은 시료의 20배량의 용매로서 물추출물은 80°C, 에탄올 추출물은 70% 에탄올로서 70°C에서 3시간씩 2회 반복 추출하였다(21). 추출한 시료는 환류냉각관을 가진 진공증발 농축기로서 농축한 후 동결건조하여 사용하였다.

전자공여능 측정

전자공여능(Electron donating ability, EDA)은 Blois의 방법(22)으로 측정하였다. 각 추출시료 0.2 mL에 4×10^{-4} M DPPH용액 0.8 mL를 가한 후 vortex mixer로 10초간 진탕하여 10분 후 분광광도계로서 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 전자공여능은 [(시료 첨가구 흡광도-대조구 흡광도)/대조구 흡광도] × 100으로 나타내었다.

아질산염 소거능 측정

아질산염 소거능(Nitrite scavenging ability, NSA)은 Gray 등의 방법(23)으로 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 각 추출시료 0.2 mL를 가한 후 0.2 N 구연산 완충액을 사용하여, 반응용액의 pH를 1.2, 3.0, 4.2, 6.0으로 조정하여 반응용액의 부피를 10 mL로 조정하였다. 이 용액을 37°C에서 1시간동안 반응시킨 후 각각 1 mL씩 취하고 2% 초산용액 5 mL를 첨가한 다음, Griess 시약 0.4 mL를 가하여 잘 혼합시킨 다음 15분간 방치시킨 다음 분광광도계로서 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산의 양을 구하였다.

결과 및 고찰

한약재 추출물의 수율

Table 1은 각 한약재 추출물의 수율을 비교한 것으로 목통 추출물의 수율은 물추출물이 35.63%, 에탄올 추출물이 31.82%로 가장 높았으며 당귀는 물추출물이 8.98%, 에탄올 추출물이 14.15%로 수율이 가장 낮았다. 당귀 추출물을 제외한 나머지 추출물은 에탄올 추출물보다 물 추출물의 수율이 높았는데 특히 골담초는 물 추출물이 에탄올 추출물의 약 6배 정도의 수율을 나타내었다. Park(24)은 8종의 한약재를 물과 에탄올로 추출했을 때, 수율은 물추출물의 수율이 높았으며 시료에 따라 에탄올 추출물보다 1.6-8배까지 차이를 나타내었으며 당귀 추출물의 수율은 물 39.1%, 에탄올 11.9%로 보고하였다. 이 결과는 본 실험에서 가장 낮은 수율을 나타내었던 당귀 물 추출물보다 4배 이상 높았으나, 에탄올 추출물은 본 실험결과보다 오히려 낮은 수율을 나타내었다. 이러한 결과는 한약재의 품종과 재배조건 등에 따라 추출수율에 상당한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

Table 1. Yield of medicinal plant extracts

Korean name	Scientific name	Symbol	Yields (%)	
			Water extract	Ethanol extract
당 귀	<i>Angelica acutiloba Kitagawa</i>	AA	8.98	14.15
목 통	<i>Akebia quinata Decaisne</i>	AQ	35.63	31.82
골 담 초	<i>Caragana chamlagu</i>	CC	31.36	5.20

한약재 추출물의 전자공여능

본 실험에서의 각 한약재 추출물에 대한 DPPH radical 소거 활성을 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 물추출물에서의 전자공여능은 당귀 추출물이 1,000 ppm에서 88%, 500 ppm에서 68%, 300 ppm에서 62%로서 3종류의 시료중에서 가장 우수한 전자공여능을 나타내었다. 골담초는 1,000 ppm에서 80%, 500 ppm에서 62%, 300 ppm에서 45%의 전자공여능을 나타내었다. 한편, 목통 추출물의 전자공여능은 1,000 ppm에서 63%, 500 ppm에서 65%, 300 ppm에서 63%로서 300-1,000 ppm에서 농도간의 전자공여능 차이를 나타내지 않았다. 본 실험에 사용한 당귀와 골담초 물추출물의 전자공여능은 Park 등(21)이 보고한 쑥(57%)과 솔잎(70%), Park 등(25)의 동충하초 균사체(47%)과 자실체(48%)에 비하여 아주 우수한 전자공여능을 나타내었다.

특히, 본 실험 결과에서 가장 높은 전자공여능을 나타낸 당귀는 Nam과 Kang(11)이 80%의 전자공여능을, Park(24)은 본 실험 농도보다 5배의 농도(0.5%)에서 전자공여능이 49.6%라고 보고한 결과에 비하여 월등히 높은 항산화능을

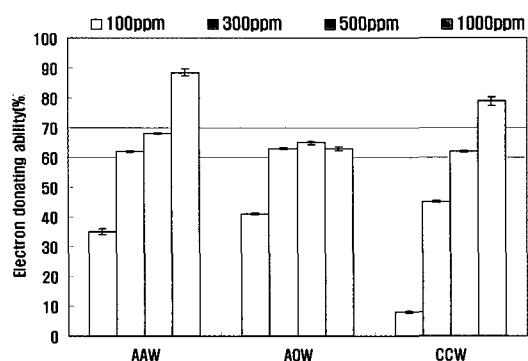


Fig. 1. Electron donating ability of medicinal plant water extracts.

AAW: *Angelica acutiloba* Kitagawa water extract.
 AQW: *Akebia quinata* Decaisne water extract.
 CCW: *Caragana chamlagu* water extract.

나타낸 결과로 볼때 한약재의 기능성 성분이 산지와 품종, 재배토양, 기후 등의 여러 가지 차이에 그 원인이 있을 것으로 추정된다.

Fig. 2는 한약재 에탄올 추출물의 전자공여능으로서 3종류의 시료 모두 농도의존적으로 항산화능이 증가하였다. 목통 에탄올 추출물은 1,000 ppm에서 87%, 500 ppm에서 75%, 300 ppm에서 72%의 전자공여능을 나타내어 에탄올 추출물중 가장 우수한 전자공여능을 나타내었으며, 특히 저농도에서도 높은 항산화능을 나타내었다. 골담초 추출물의 전자공여능은 1,000 ppm에서 87%, 500 ppm에서 58%, 300 ppm에서 41%로서 추출물의 농도가 감소함에 따라 전자공여능이 큰 폭으로 감소하였다. 한편, 물추출물에서 가장 높은 전자공여능을 나타내었던 당귀는 에탄올 추출물 1,000 ppm에서 43%로서 본 실험에 사용한 3종류의 시료중 가장 낮은 전자공여능을 나타내었다.

본 실험에서 목통과 골담초 에탄올 추출물 1,000 ppm에서 각각 87%의 전자공여능을 나타낸 것은 타 연구자들(10)이 118종의 한약재를 80% 메탄올 추출물로서 전자공여능을 측정한 결과, 괴화가 76.9%로 가장 높았으며 녹차는 64.6%, 작약 57.1%로 보고한 결과와 비교해 볼 때 매우 높은 전자공여능을 가졌음을 알 수 있다.

한편, 물추출물에서 가장 높은 전자공여능을 나타내었던 당귀는 에탄올 추출물 1,000 ppm에서 43%로서 본 실험에 사용한 3종류의 시료중 가장 낮은 전자공여능을 나타내었다. Park(24)은 당귀 에탄올 추출물 0.5%에서 전자공여능을 약 20%로 보고하여 본 실험 결과보다 월등히 낮은 결과를 보고하였으나 물추출물이 에탄올 추출물보다 더 높은 항산화능을 나타낸 것은 본 실험과 비슷한 경향이었다. 이와 같이 동일한 시료에 대하여 추출용매에 따른 항산화능이 차이를 나타내는 것은(26) 황금의 용매별 추출물의 항산화효과를 측정한 결과에서도 시료의 추출용매에 따라 큰 차이를 나타내어 각 시료의 기능성성분을 추출하는 용매가 중요한 것으로 생각된다.

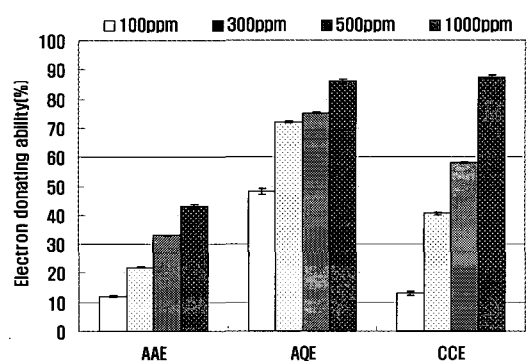


Fig. 2. Electron donating ability of medicinal plant ethanol extracts.

AAE: *Angelica acutiloba* Kitagawa ethanol extract.
 AQE: *Akebia quinata* Decaisne ethanol extract.
 CCE: *Caragana chamlagu* ethanol extract.

한약재 추출물의 아질산염 소거작용

Fig. 3은 당귀 추출물의 pH 변화에 따른 아질산염의 소거능으로서 pH 1.2에서 추출물 1,000 ppm의 아질산염 소거능은 물추출물 37%, 에탄올 추출물 35%로서 두 추출물간에는 비슷한 정도의 소거능을 나타내었다. 물추출물과 에탄올 추출물 모두 pH 의존적으로 소거능이 감소하였으며, 에탄올 추출물은 pH 3.0 에서도 33%의 소거능이 유지되었으나 전반적인 pH에서 물과 에탄올 추출물간의 소거능에 큰 차이를 나타내지는 않았다.

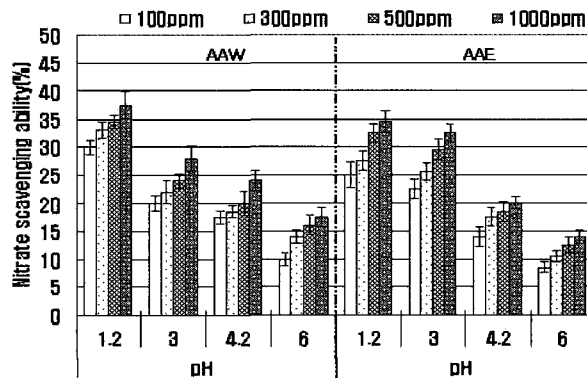


Fig. 3. Nitrite scavenging ability of *Angelica acutiloba* Kitagawa extracts at various pH.

AAW, AQW, CCW, AAE, AQE and CCE : See the legend in Fig. 1 and Fig. 2.

Fig. 4는 목통 추출물의 pH 변화에 따른 아질산염의 소거능을 나타내었다. pH 1.2에서 목통 물추출물의 소거능은 1,000 ppm에서 35%였으며 500 ppm에서도 거의 비슷한 수준을 유지하였다. 한편, 목통 에탄올 추출물은 1,000 ppm에서 42%로서 물추출물보다 높은 소거능을 나타내었는데 앞의 전자공여능의 실험결과(Fig. 1, Fig. 2)에서도 목통의 에탄올 추출물이 물추출물보다 25% 정도 높은 전자공여능을 나타낸 점으로 미루어 목통의 기능성 물질 이용에는 에탄올 추출물이 더 효율적인 것으로 판단된다.

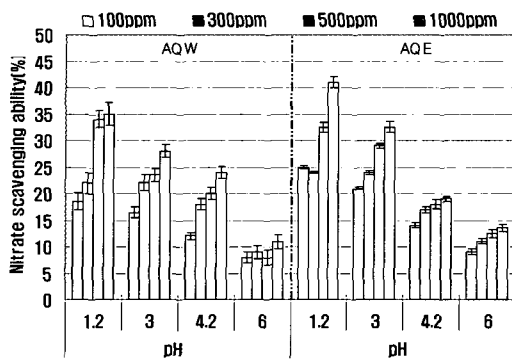


Fig. 4. Nitrite scavenging ability of *Akebia quinata* Decaisne extracts at various pH.

AAW, AQW, CCW, AAE, AQE and CCE : See the legend in Fig. 1 and Fig. 2.

Fig. 5는 골담초 추출물의 pH 변화에 따른 아질산염의 소거능으로서 pH 1.2에서 1,000 ppm의 아질산염 소거능은 물추출물 40%, 에탄올 추출물은 33%로서 전체적으로 동일한 농도에서 물추출물이 에탄올 추출물에 비해 약간 높았으며 Fig. 3에 나타난 당귀 추출물과 비슷한 경향을 나타내었다.

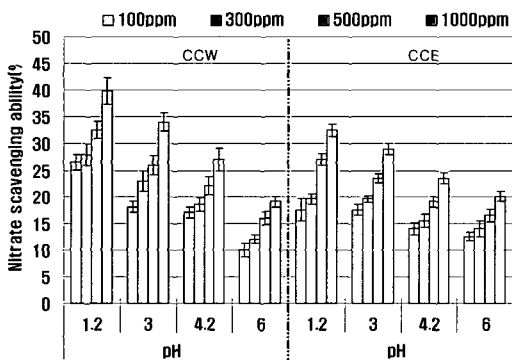


Fig. 5. Nitrite scavenging ability of *Caragana chamlagu* extracts at various pH.

AAW, AQW, CCW, AAE, AQE and CCE : See the legend in Fig. 1 and Fig. 2.

아질산염 소거능에 관한 이상의 결과(Fig. 3 - Fig. 5)를 종합해보면, 당귀, 목통, 골담초 추출물은 모두 농도의존적으로 높은 소거능을 나타내었으며 pH 1.2, 물과 에탄올 추출물 1,000 ppm의 농도에서 33-42%, 추출물 500 ppm의 농도에서 27-35%의 소거능을 나타내었다. 이러한 결과는 쑥(21), 동충하초(25)와 비슷한 수준의 아질산염 소거능을 나타내었으나 Lee 등(27)이 보고한 olive 잎의 6가지 용매 분획물이 500 ppm에서 13-18%의 아질산염 소거능을 나타낸 결과에 비하여 약 2배 높은 소거능을 나타내었다.

pH 변화에 따른 각 추출물의 소거능은 pH 1.2에서 가장

강하였고 pH의 증가에 따라 점차 감소하였는데, 동굴레(6), 녹즙추출물(28), 페놀성 화합물(29), 한약재 등(30)에서도 거의 같은 경향을 나타내었다. 아질산염은 식품제품에 발색제나 보존제로 이용되고 있으나 식품 중의 amine류와 반응하여 발암물질인 nitrosamine을 생성하는데 pH가 낮은 조건에서 반응이 쉽게 일어나는 것으로 알려져 있으며(31) 본 실험 결과에서 pH 1.2에서 아질산염 소거작용이 높았던 점으로 미루어 생체내에서도 nitrosamine의 생성을 억제할 것으로 추정된다.

한편, Kim 등(32)은 비빔밥의 재료에 대한 각각의 전자공여능과 아질산염 소거능을 조사한 후, 이들로 구성된 비빔밥의 전자공여능과 아질산염 소거능을 밥, 김밥, 햄버거 등과 비교하여 비빔밥이 우수한 항산화능과 높은 아질산염 소거능을 나타낸 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구에서 사용한 한약재들을 조리나 식품의 가공시에 첨가하면 식품의 항산화능과 아질산염 소거능을 높일 수 있어 건강식품의 제조에 도움이 될 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 3종류의 약용식물(당귀, 목통, 골담초)을 물과 70% 에탄올로 추출하여 전자공여능과 아질산염 소거능을 조사하여 건강 식품의 제조에 필요한 기초자료를 얻고자 하였다. 3종류의 한약재중 물추출물의 수율은 목통(35.63%)>골담초(31.36%)>당귀(8.98%)의 순이었으며 에탄올 추출물의 수율은 목통(31.82%)>당귀(14.15%), 골담초(5.20%)의 순으로서 목통이 가장 높은 수율을 나타내었다. 한약재 추출물의 전자공여능은 물추출물 300-1,000 ppm에서 당귀가 62-88%로 가장 높았으며, 에탄올 추출물 300-1,000 ppm에서는 목통이 72-87%로 가장 높은 전자공여능을 나타내었다. 아질산염 소거능은 pH 1.2에서 가장 높았고 pH가 증가할수록 감소하였다. pH 1.2에서 아질산염 소거능은 물추출물 1,000 ppm에서 35-40%로 골담초가 가장 높았고, 에탄올 추출물 1,000 ppm에서 33-42%로서 목통이 가장 높았다. 3종류의 한약재 중에서 목통은 추출물의 수율이 가장 높고 전자공여능과 아질산염 소거능이 가장 우수하여 식품에 항산화 및 아질산염 소거의 목적으로 첨가할 수 있는 적합한 약재로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 대구한의대학교 기린연구비 지원으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Ames, B.N. and Saul, R.L. (1987) Oxidative DNA damage, cancer and aging. oxygen and human disease. *Ann. Inter. Med.*, 107, 536-539
- Giacosa, A. and Filiberti, R. (1996) Free radicals, oxidative damage and degenerative disease. *Eur. J. Cancer Prev.*, 5, 307-312
- Ludvigsson, J. (1993) Intervention at diagnosis of type I diabetes using either antioxidants or photopheresis. *Diabetes Metab. Rev.* 9, 329-336
- Kyrtopoulos, S.A. (1989) N-nitroso compound formation in human gastric juice. *Cancer Surv.*, 8, 423-442
- Kim, S.K., Ban, S.Y., Kim, J.S. and Chung, S.K. (2005) Change of antioxidant activity and antioxidant compounds in *Saururus chinensis* by extraction conditions. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 48, 89-92
- Kim, K.T., Kim, J.O., Lee, G.D. and Kwon, J.H. (2005) Antioxidative and nitrite scavenging activities of *Polygonatum odoratum* root extracts with different steaming and roasting conditions. *Korean J. Food Preserv.*, 12, 166-172
- Chung, C.K., Ham, S.S., Lee, S.Y., Oh, D.H., Choi, S.Y., Kang, I.J. and Nam, S.M. (1999) Effects of *Houttynia cordata* ethanol extracts on serum lipids and antioxidant enzymes in rats fed high fat diet. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 205-211
- Lee, J.W., Do, J.H. and Lee, S.K. (2000) Antioxidant activity of the aerial part of *Epimedium Koreanum* NAKAI. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 732-736
- Lee, E., Choi, M.Y. and Oh, H.S. (2000) Effects of powdered Siho(*Bupleuri Radix*) on serum and liver lipid composition and antioxidative capacity in rat fed high oxidized fat. *J. Nutr.*, 33, 502-506
- Jeong, S.J., Lee, J.H., Song, H.N., Seong, N.S., Lee, S.E. and Baeg, N.I. (2004) Screening for antioxidant activity of plant medicinal extracts. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 47, 135-140
- Nam, S.H. and Kang, M.Y. (2000) Screening of antioxidative activity of hot-water extracts from medicinal plants. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 43, 141-147
- 지 현, 위혜정, 황인경, 박경래, 최은경, 지근익 (2005) 식품 발효중 기능성 물질의 생전환 및 기능성 변화. 2005년도 한국조리과학회 추계학술대회 발표요지집, 9-14
- Kim, J.Y., Park, K.W., Yang, H.S., Cho, Y.S. Jeong, C.H., Shim, K.H. Yee, S.T. and Seo, K.I. (2005) Anticancer and immuno-activity of methanol extract from onion *Kochujang*. *Korean J. Food Preserv.*, 12, 173-178
- Shin, H.J., Shin, D.H., Kwak, Y.S., Choo, J.J. and Ryu, C.H. (1999) Sensory evaluation and changes in microflora and enzyme activities of red ginseng *Kochujang*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 766-772
- Kwon, D.J. (2004) Quality improvement of *Kochujang* using *Cordyceps* sp.. *Korea J. Food Sci. Technol.*, 36, 81-85
- Bang, H.Y., Park, M.H. and Kim, G.H. (2004) Quality characteristics of *Kochujang* prepared with *Paecilomyces japonica* from silkworm. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 36, 44-49
- Kim, Y.S., Park, Y.S. and Lim, M.H. (2003) Antibacterial activity of *Prunus mume* and *Schizandra chinensis* H-20 extracts and their effect on quality of functional *Kochujang*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35, 893-897
- Park, S.H., Hwang, H.S. and Han, J.H. (2004) Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function. *The Korean Nutr. Soc.*, 37, 364-372
- Park, C.S. (2003) Functional properties of Tea-fungus beverage. *Korean J. Food Preserv.*, 10, 241-245
- Bae, H.C., Cho, I.S. and Nam, M.S. (2004) Animal products and processing : Fermentation properties and functionality of yogurt added with *Lycium chinense* Miller. *J. Anim. & Technol.*, 46, 687-700
- Park, C.S., Kwon, C.J., Choi, M.A., Park, G.S. and Choi, K.H. (2002) Antioxidative and nitrite scavenging activities of mugwort and pine needle extracts. *Korean J. Food Preserv.*, 9, 248-252
- Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
- Gray, J.I. and Dugan, Jr. L.R. (1975) Inhibition of N-nitrosoamine formation in model food systems. *J. Food. Sci.*, 40, 981-984
- Park, Y.S. (2002) Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of medicinal herb extracts. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 12, 23-31
- Park, C.S., Kwon, C.J., Choi, M.A., Park, G.S. and Choi, K.H. (2002) Antioxidative and nitrite scavenging activities of *Cordyceps militaris* extracts. *Korean J. Food Preserv.*, 9, 109-113
- Kim, H.K., Kim, Y.E., Do, J.R., Lee, Y.C. and Lee, B.Y. (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some korean medical plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 80-85

27. Lee, O.H., Lee, H.B. and Son, J.Y. (2004) Antimicrobial activities and nitrite-scavenging ability of olive leaf fractions. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 20, 204-210
28. Chung, S.Y., Kim, N.K. and Yoon, S. (1999) Nitrite scavenging effect of methanol fraction obtained from green yellow vegetable juices. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 342-347
29. Kang, Y.H., Park, Y.G. and Lee, G.D. (1996) The Nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol*, 28, 232-239
30. Kim, S.M., Cho, Y.S. and Sung, S.K. (2001) The antioxidant ability and nitrate scavenging ability of plant extract. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 33, 626-632
31. Gregory, E.J., Healy, E.M., Agerborg, H.P.K. Jr. and Warren, G.H. (1966) Studies on antitumor substances produced by *Basidiomycetes*. *Mycologia*, 58, 80-90
32. Kim, U.S., Yoon, H.K. and Koo, S.J. (2004) Electron donating ability and nitrite scavenging activity of materials in a traditional one-dish meal (Bibimbab). *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 20, 677-683

(접수 2005년 9월 12일, 채택 2005년 11월 29일)