

醱酵 川芎의 항산화 및 항당뇨 활성에 관한 研究

용시은¹, 박필상², 임지민¹, 권혁진¹, 최지호¹, 최윤희¹, 김은미¹, 박신영*

1 : 국립농업과학원 발효이용과, 2 : 농림수산물검역검사본부 세균과

Studies on Antioxidant and Antidiabetic Effects of Fermented *Cnidium officinale* Makino

Si-Eun Yong¹, Pil-Sang Park², Ji-Min Lim¹, Hyuk-Jin Kwon¹, Ji-Ho Choi¹,
Yoon-Hee Choi¹, Eun-Mi Kim¹, Shin-Young Park*

1 : Fermentation & Food Processing Division, National Academy of Agricultural Science, RDA
Suwon 441-853, Korea

2 : Bacterial Disease Division, Animal plant & Fisheries Quarantine & Inspeccion Agency,
Anyang 430-757, Korea

ABSTRACT

Objectives : We investigated the antioxidant and Antidiabetic effects of Cnidii Rhizoma Fermentata by *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus Kawauchi* for 3days.

Methods : In this study we compared Cnidii Rhizoma Fermentata with *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus Kawauchi* that examined using reducing sugar, DPPH radical scavenging activity, α -amylase and α -glucosidase inhibitory activity. Also determined changes of pH and sugar content during fermentation for 3days.

Results : The values for DPPH radical scavenging activity of Cnidii Rhizoma fermented by *Aspergillus oryzae* (86.6%) was higher than that of *Aspergillus Kawauchi* (77.9%). In α -amylase inhibitory activity, fermented by *Aspergillus Kawauchi* had the highest inhibitory activity among other groups. But in α -glucosidase inhibitory activity, fermented by *Aspergillus oryzae* had the highest inhibitory activity among other groups. While all groups of the sugar content increased During 3days fermentation, the pH was decreased.

Conclusions : Based on these results, It was suggested that Cnidii Rhizoma Fermentata can be a useful and cost-effective resource for fuctional food and medicine.

Key words : Cnidii Rhizoma Fermentata, Antioxidant activity, Antidiabetic activity.

서 론

川芎(*Cnidium officinale* Makino)은 미나리과(Umbelliferae)에 속하는 多年生草本으로 根莖을 건조하여 쓰는 약용식물자원이다¹⁾. 일반적으로 일천궁과 토천궁 그리고 중국천궁으로 분류되며²⁾, 活血行氣, 祛風止痛 등의 효능이 있어, 한방에서는 四物湯, 膠艾芎歸湯 등에 주요 약재로 사용되고 있다. 특히 月經不調, 經閉痛經, 癥瘕腹痛, 胸脇刺痛, 跌撲腫痛, 頭痛, 風濕痺痛 등 부인과 질환과 각종 통증성 질환에 많이 이용되고 있으며³⁾, 최근에는 진경작용, 혈압강화작용, 혈관확장작용, 항근작용 및 항산화작용 등의 약리활성 연구가 보고되어 그 쓰임이 널리 확대되고 있다⁴⁻⁶⁾. 천궁의 根莖에는

cnidilide, ligustilide neocnidilide, butylphthalide, sedanoic acid 등을 主體로 하는 精油 1-2%가 함유되어 있는데, 그 중에서 phthalides가 가장 많은 함량을 차지하는 것으로 보고되었고⁷⁾, 천궁 근경의 성분을 분석한 연구와⁸⁻⁹⁾ 향기성분¹⁰⁾ 및 세포배양에 의한 정유생산¹¹⁾에 대한 연구 역시 활발하게 이루어져 다양한 생리 활성을 지니고 있는 것으로 보고되어 있다.

발효는 아주 오래전부터 이어져 내려온 우리의 친환경 가공기술로서 미생물의 작용을 통해 식품에 좋은 맛과 향, 조직감 등을 부여하고 유용성분을 증진시키는 작용을 하며, 식품 소재에 저장성을 부여하고 영양을 증진시키는 작용을 한다. 이 가공기술은 장류, 요크루트, 술 등의 양조식품제조에 널리

*교신저자 : 박신영. 경기도 수원시 권선구 녹지로 160 농식품자원부 발효이용과.
· Tel : 031-299-0573. · Fax : 031-299-0554. · E-mail : soyoenj@korea.kr
· 접수 : 2011년 11월 8일 · 수정 : 2011년 11월 28일 · 채택 : 2011년 12월 16일

사용되었을 뿐 아니라 한의학 분야에서도 한약의 독성을 줄이고 그 효능을 높이는 포제법 중의 하나로도 이용되어 왔다. 주로 약물에 따른 일정한 처리를 거친 후 적정 온도 및 습도의 조건에서 곰팡이와 효소의 촉매 및 분해 작용에 의해 약물을 발효시키는 방법이 널리 쓰이고 있으며, 그 대표적인 예로는 神曲, 淡豆豉 등이 있다¹²⁻¹³⁾.

최근 서구화와 산업화에 따른 인구의 고령화 등으로 우리나라에서도 각종 만성질환의 발병률이 증가하고 있다. 특히 우리나라의 30세 이상 당뇨병 유병률은 2001년 8.6%에 비해 2005년 9.2%, 2007년 9.5%, 2008년 9.7%, 2009년 9.6%로 선진국에 비해 빠른 속도로 꾸준히 증가하고 있어 국민 건강을 위협하는 심각한 요인으로 자리잡고 있다¹⁴⁻¹⁵⁾.

당뇨병은 진행되는 동안 베타세포의 기능 손상에 의해 체내 free radical의 농도와 산화적 스트레스가 증가되며, 항산화 효소의 활성을 감소시켜 합병증으로 인한 사망의 주요한 원인으로 작용한다¹⁶⁾. 게다가 산화적 스트레스는 정상적인 경우 생체 내 항산화계에 의해 제거되지만, 만약 산화적 스트레스가 제거되지 못하면 생체막이 손상되어 DNA의 파괴 및 고분자 단백질의 기능 상실로 인한 다양한 퇴행성 질환이 유발된다¹⁷⁻¹⁸⁾. 따라서 인체 내 활성산소 생성을 억제하고 건강 문제를 해결할 수 있는 천연 항산화제 개발에 대한 많은 연구가 절실히 필요하다.

이에 본 연구에서는 항산화작용과 다양한 약리활성을 갖는 천궁을 발효시킴으로서 다양한 생리활성 기능을 비교 측정하여 유용한 생물 소재로서의 이용 가능성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시료의 제조

1) 실험재료

본 실험에 사용된 천궁은 국내산 천궁(*Cnidium officinale* Makino)으로 경동 시장 예랑건재한약방에서 구입하여 시료로 사용하였으며, 건조시킨 천궁은 멸균 후 실험에 사용하였다.

2) 균주배양

천궁 발효 균주로 쓰인 황국은 고두밥을 쪄 *Aspergillus oryzae*를 입국 후 36°C에서 15시간 배양과정을 거쳐 1차 뒤집기 후에 다시 38°C로 온도를 조정하여 배양을 마친 다음 50°C에서 24시간 건조하여 사용하였다. 백국은 고두밥을 쪄 *Aspergillus Kawauchi*를 입국한 후, 배양기에서 36°C, 2일간 배양을 거쳐 50°C에서 24시간 건조하여 사용하였다. 실험에 쓰인 두 균은 각각 분말화를 거친 후 사용하였다.

3) 발효물의 제조

천궁 50g에 증류수 90ml를 각각 같은 배합비로 500ml 유리재질의 용기에 정밀히 정량 후 autoclave (vision scientific, VS-1321-80, 80l)에서 121°C, 15분간 멸균하였다. 이에 황국과 백국을 각각 천궁 무게 대비 10%에 해당하는 양을 첨가하고 골고루 혼합한 후 다시 증류수 100ml를 가하고 밀폐하여 Low Temp Incubator (vision scientific, VS-1203pl)에서 38°C조건 하에 3일간 발효시켰다.

2. pH 및 당도 측정

각 발효구의 pH는 시료 10g에 증류수 40ml를 가하여 균질화한 후 pH meter(DKK-TOA, Japan)를 이용하여 실온에서 3회 반복하여 측정하였고, 당도는 refractometer (PAL-BX/RI, Atago Co., Japan)로 측정하였다.

3. 환원당 측정

환원당은 Miller의 방법¹⁹⁾을 개량하여 분석하였다. 즉, 시료 1g을 취하고 증류수를 가하여 50배 희석한 용액 3mL와 DNS (dinitro salicylic acid; Sigma Chemical, St. Louis, MO, USA) 시약 3mL를 혼합하여 100°C에서 15분간 증탕 가열한 다음 Rochelle salt 1mL를 가하여 반응을 안정시킨 후 냉각수로 방냉한 용액을 분광광도계 (Multi-Mode Microplate Reader, Biotek, USA)를 사용하여 570nm에서 흡광도를 측정하였다. 분석용 표준용액은 glucose (Sigma Chemical)를 사용하여 0.2-2.0mg/ml의 농도범위에서 작성한 표준검량곡선에 따라 환원당 함량을 정량하였다.

4. 항산화 활성의 측정

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical을 이용한 항산화활성은 Blois의 방법을 변형시켜 사용하였다²⁰⁾. DPPH radical에 대한 전자공여능을 측정하는 것으로 1000 μg/ml의 농도로 제조한 각각의 시료 1ml에 0.2mM DPPH 용액 1ml를 잘 혼합한 후 상온의 압소에서 30분간 방치하여 multiplate spectrophotometer 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 3회 반복 실험하여 그 평균값을 사용하였으며 DPPH radical 소거능은 시료 용액의 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 아래와 같이 백분율로 나타내었으며, DPPH radicals scavenging activity의 값이 50%가 되는 시료의 농도를 IC₅₀값으로 구하였다. 아래와 같이 계산하여 나타내었다.

$$\text{Scavenging effect(\%)} = [1 - (A_{\text{sample}} - A_{\text{blank}}) / A_{\text{control}}] \times 100\%$$

5. 항당뇨 활성의 측정

α -Amylase는 탄수화물의 α -D-(1,4)-glucan 결합을 분해하는 효소이고, α -Glucosidase 소장 상피세포의 brush membrane에 존재하는 효소로서 소장에서 음식물 중의 전분을 포도당과 같은 단당으로 분해하여 흡수시킨다²¹⁾. 따라서 소장의 α -Amylase와 α -Glucosidase를 저해함으로써 포도당의 흡수를 억제시킬 수 있어 α -Amylase와 α -Glucosidase의 저해활성은 혈당수치 상승억제의 지표로서 사용된다²²⁾.

1) α -Amylase 저해 활성

Amylase 활성측정은 DUN (Dextrinogenic Unit of Nagase)법에 의하여 측정하였다²³⁾. 1% 전분기질액 (pH7.0) 3ml에 효소액 1ml를 넣고 40°C water bath에서 10분간 반응시킨 후 반응액 1ml에 0.1M HCl 10ml를 넣어 반응을 정

지시켰다. 이 반응 정지액 1ml에 0.005% I₂-0.05% KI 용액 10ml를 넣어 발색시킨 다음 multiplate spectrophotometer 660nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 기질에 반응정지를 먼저 시킨 후, 위와 같은 방법으로 측정하였다.

$$DUN = \frac{\text{대조구흡광도} - \text{반응액흡광도}}{\text{대조구흡광도}} \times \frac{100}{10} \times \text{효소희석배수}$$

2) α -Glucosidase 저해 활성

α -Glucosidase 저해 활성은²⁴⁾ 각 시료 (1mg/mL) 50 μ l를 0.3U/ml α -Glucosidase 효소액 50 μ l, 200mM KPB (pH 7.0) 50 μ l와 혼합하여 37 $^{\circ}$ C에서 15분간 예비배양 후 3mM pNPG (4-nitrophenyl- α -D-Glucopyranoside) 100 μ l를 가하여 37 $^{\circ}$ C 10분간 반응시켰다. 그 다음 0.1M Na₂CO₃을 가하여 반응을 정지시킨 후 multiplate spectrophotometer에서 405nm의 흡광도로 측정하였다.

$$\text{저해율}(\%) = (1 - \text{시료첨가구흡광도} / \text{시료무첨가구흡광도}) \times 100$$

6. 통계분석

모든 실험은 SPSS (ver. 10, Statistical Package for Social Science, Chicago, IL, USA) 통계프로그램의 one-way ANOVA를 실시한 후 p<0.05의 유의수준에서 Duncan's multiple range test에 의하여 각 실험구의 평균치 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. pH 및 당도

식이로 섭취된 지방의 분해와 흡수는 장내 낮은 pH에 의한 물리화학적 지방의 변화와 아울러 여러 가지 효소 작용이 동반되는 매우 복잡한 경로를 거쳐 진행된다²⁵⁻²⁶⁾. 본 실험에서는 무첨가 천궁 발효구와 황국과 백국을 각각 첨가한 발효구의 pH값을 Fig. 1과 같이 나타내었다. 천궁 발효구의 pH는 모두 산성을 나타내었고, 세 실험구 모두 시간이 경과함에 따라 발효가 진행되면서 pH가 조금씩 감소하는 양상을 보였으며 백국 발효구에서 pH가 좀더 낮아지는 경향을 나타내어 천궁의 분해와 흡수에 보다 나은 효과를 보일 것이라 추정할 수 있다.

당도를 측정한 결과는 Fig. 2로 세 실험구 모두 발효가 진행되면서 당도가 점차 높아지는 양상을 보였으며, 그 중에서 황국이 9.2° Bx로 가장 높은 당도를 나타냈다.

2. 환원당

환원당 함량은 3일이 경과함에 따라 황국, 백국 발효에 의해 모두 증가하는 추세를 보였다. 무첨가 천궁 발효구의 경우 0.011%, 황국첨가 천궁 발효구는 0.401%, 백국첨가 천궁 발효구는 0.615%로 백국첨가 천궁 발효구가 가장 많은 환원당 함량을 나타내었다. 이는 백국균이 분비하는 α -Amylase 등

의 효소 작용에 의해 환원당이 증가한 것으로 사료된다.

3. DPPH radical scavenging activity

Free radical은 인체 내에서 지질 또는 단백질 등과 결합하여 노화를 일으키는 것으로 폐놀성 화합물인 경우 free radical을 상쇄시키는 능력이 강하므로 인체 내에서 free radical에 의한 노화를 억제하는데 이용된다²⁷⁾. DPPH는 비교적 안정한 radical scavenging activity로 항산화 활성이 있는 물질과 반응하면 radical이 소거되어 탈색되는 점을 이용하여 항산화 활성을 간단히 측정할 수 있기 때문에 검정하는데 널리 사용되고 있다.²⁸⁻²⁹⁾

본 실험에서는 황국첨가 천궁 발효구가 86.6%로 가장 높은 항산화 활성을 나타내었고, 백국첨가 천궁 발효구는 무첨가 천궁 발효구보다 약간 낮은 77.9%로 백국 발효에 의해 낮아지는 경향을 보였다. 이는 전체적으로 볼 때 기존의 연구와 비교하여 높은 수치를 나타내었다고 볼 수 있으며 기존의 합성 항산화제의 문제점을 보완할 수 있는 천연 항산화제로서의 가능성을 보여주었다.

4. α -Amylase 저해 활성 및 α -Glucosidase 저해 활성

탄수화물의 소화와 있어서 가장 먼저 작용하는 효소인 α -Amylase의 저해제 개발을 통해 탄수화물의 소화속도를 낮추어 식후 혈당 상승을 억제할 수 있다. 본 실험에서 각 천궁 발효구를 이용하여 α -Amylase에 대한 저해 활성을 검토한 결과 백국첨가 천궁 발효구의 저해 활성은 18.41%로 황국첨가 천궁 발효구 15.88%에 비해 약간 높게 나타났다.

α -Glucosidase는 brush-border membrane에 존재하는 소화효소로 이당류나 다당류를 단당류로 가수분해하는 역할을 한다. α -Glucosidase 저해제는 탄수화물 식이 후 혈당 상승을 억제할 수 있는데, 이는 활성물질이 α -Glucosidase에 경쟁적으로 결합하여 효소 활성을 억제함으로써 장내에서 당질의 소화와 흡수를 지연시켜 급격한 혈당의 상승과 불필요한 인슐린의 분비를 억제하기 때문이다³⁰⁾. 본 실험에서는 α -Glucosidase 저해율이 무첨가 발효구에서 31.12%를 나타내어 다른 생약의 α -Glucosidase 저해율과 비교하여 볼 때³¹⁻³³⁾, 1mg/ml의 농도에서 비교적 높은 저해율을 보였다고 판단할 수 있겠다. 또한 백국첨가 발효구에서는 8.14%로 비교적 낮은 저해율을 보였지만, 황국첨가 천궁 발효구에서는 47.86%로 무첨가 발효구보다 더욱 높은 저해율을 보여 당뇨 등의 대사성질환에 대해 예방 혹은 치료효과가 있는 기능성식품과 약품의 개발에 좋은 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Table 1. α -Amylase and α -Glucosidase inhibitory activities of Fermented *Cnidium officinale* Makino by *Aspergillus Oryzae* and *Aspergillus Kawauchi*

Samples	Con. (μ g/ml)	inhibition(%)	
		α -Amylase	α -Glucosidase
무첨가		31.12 \pm 0.74	-
황국첨가	1000	15.88 \pm 0.00	47.86 \pm 0.74
백국첨가		18.41 \pm 1.73	8.14 \pm 0.98

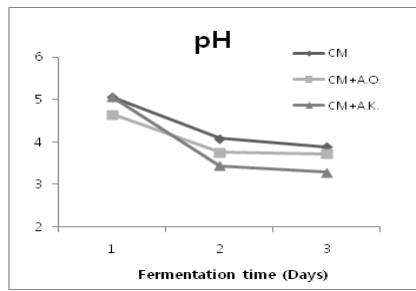


Fig. 1 Changes in pH during fermentation of *Cnidium officinale* Makino

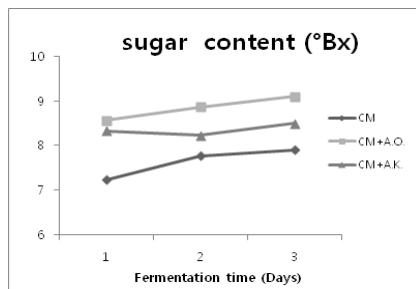


Fig. 2 Changes in sugar content during fermentation of *Cnidium officinale* Makino

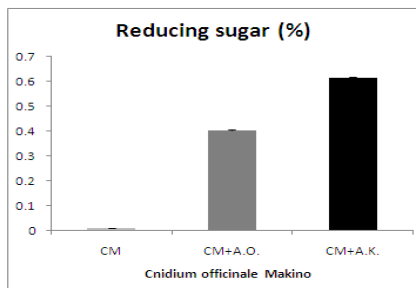


Fig. 3 Comparison of Reducing sugar on Fermented *Cnidium officinale* Makino with *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus Kawauchi* after 3days.

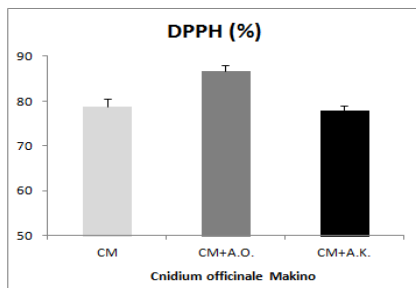


Fig. 4 Comparison of DPPH radical scavenging on Fermented *Cnidium officinale* Makino with *Aspergillus oryzae* and *Aspergillus Kawauchi* after 3days.

결론

최근 건강에 관한 관심이 증진되면서 천연으로부터 항산화 및 항당뇨 물질을 찾고자 하는 연구들이 활발히 진행되고 있다. 천궁은 실제 임상에서 가장 많이 사용되는 약물로, 향신료 및 기능성 식품 소재로의 활용 가능성이 높은 약용자원이다. 본 연구에서는 황국과 백국 발효에 의한 천궁을 대상으로 항산화 및 항당뇨 활성을 측정하였다. 항산화 활성에 있어

DPPH radical scavenging activity는 황국첨가 천궁 발효구가 가장 높은 항산화 활성을 나타냈다. 항당뇨 활성을 평가하는 α -Amylase 저해 활성에서는 백국첨가 발효구의 활성이, α -Glucosidase 저해 활성에서는 황국첨가 발효구의 활성이 각각 높은 효과를 나타냈다. 이로서 천궁은 발효 후 항산화 및 항당뇨 활성이 높아짐을 확인할 수 있었으며, 이를 통해 기능성 식품 및 의약품 소재로의 개발에 기여할 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업 (과제번호 : PJ0075322011)의 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Park YK, The anti-oxidant effects of *Ligusticum chuanxiong*, *Cnidium officinale* and their mixture with *Angelica gigas*, *Kor. J. Herbology* 2007 ; 22(4) : 101-108.
2. Choi JK, Lim DB and Lee YJ, Studies on the Shapes of the Flours of *Cnidium* and *Lingusticum* Rhizome, *Kor. J. Herbology* 2003 ; 18(3) : 233-242.
3. Shin MK, CLINICAL HERBAL MEDICINE (臨床本草學). Seoul : Younglim Co . 2000 : 530-532.
4. Jung DS, Lee NH. Antimicrobial Activity of the Aerial Part Extracts of *Cnidium officinale* Makino, *Kor. J. Microbiol. Biotechnol* 2007 ; 35(1) : 30-35.
5. Jeong JB, Park JH, Lee HK, Ju SY, Hong SC, Lee JR, Chung GY and Lim JH, Protective effect of the extracts from *Cnidium officinale* against oxidative damage induced by hydrogen peroxide via antioxidant effect, *Food and Chemical Toxicology* 2009 ; 47 : 525-529.
6. Kim SD, Kim GW, Shin HM, Effect of *Cnidium officinale*, *Petasites japonicus*, *Coptis chinensis* Extract Mixture on Vasodilation, *Korean J. Oriental Physiology & Pathology*. 2006 ; 20(6) : 1620-1624.
7. Lee JH, Choi HS, Chung MS and Lee MS, Volatile flavour components and free radical scavenging activity of *Cnidium officinale*, *Korean Journal of Food Science and Technology* 2002 ; 34 : 330-338
8. Lee SY, Kim MJ, Yim DS, Chi KJ and Kim HS, Phthalide content of *Cnidium* rhizome, *Korean Journal of Phamacognosy* 1990 ; 21 : 69-73
9. Hwang JB and Yang MO, Comparision of Chemical Components of *Ligusticum chuanxiong* HORT and *Cnidium officinale* MAKINO, *ANALYTICAL SCIENCE & TECHNOLOGY* 1998 ; 11(1) : 54-61
10. Kim SK, Kim YH, Kang DK, Jung SH, Lee SP

- and Lee SC. Essential oil content and composition of aromatic constituents leaf of *Saururus*, *Angelica dahurica* and *Cnidium officinale*. *Kor. J. Medical Crop Sci* 1998 ; 6 : 299-304
11. Shin SW and Park BM. The production of essential oils by tissue culture of *Cnidium officinale*. *Yakhak Hoeji* 1994 ; 38 : 179-183
 12. An DK, Kim HC. HERBAL-PROCESSING METHOD No.2 (한약포제학 제2판). Seoul : IlJoong Co. 2000 : 86.
 13. Kim YM, Sim SK, Yim MH. NEW FERMENTATION TECHNOLOGY(최신 발효공학). GoYang : Ulim Co. 2000 : 64.
 14. Ministry for health, welfare and family affairs : The Forth Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES IV). Available from : //knhanes.cds.go.kr (updated 2011. 5)
 15. Ahn KJ. Westernization of Korean Diabetes. *Korea Clin Diabetes J.* 2010 ; 11 : 91-94.
 16. Drews G, Krippeit-Drews P, Düfer M. Oxidative stress and beta-cell dysfunction. *Pflugers Arch.* 2010 ; 460 : 703-718.
 17. Yasushi S, Tsukase N, Keiko S, Hiroe Y, Hisashi Y. Stopped-flow and spectrophotometric study on radical scavenging by tea catechins and model compound. *Chem Pharm Bull.* 1999 ; 47 : 1369-1374.
 18. Kim SI, Sim KH, Ju SY, Han YS. A study of antioxidative and hypoglycemic activities of Omija(*Schizandra chinensis* Baillon) extract under variable extract conditions. *Korean J Food & Nutr.* 2009 ; 22 : 41-47.
 19. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination reducing sugar. *Anal Chem.* 1959 ; 31 : 426-428.
 20. Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 1958 ; 181 : 1199-1200.
 21. Lee BB, Park SR, Han CS, Han DY, Park E, Park HS, Lee SC. Antioxidant activity and inhibition activity against α -amylase and α -glucosidase of *Viola mandshurica* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2008 ; 37 : 405-409.
 22. Oh SJ, Hong SS, Kim YH, Koh SC. Screening of biological activities in fern plants native to Jeju island. *Korean J Plant Res.* 2008 ; 21 : 12-18.
 23. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR and Rhyu MR. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol* 2004 ; 36 : 333-338.
 24. Wang HZ, Chang CH, Lin CP, Tsai MC. Using MTT viability assay to test the cytotoxicity of antibiotics and steroid to cultured porcine corneal endothelial cells. *J Ocular Pharm Therapeutics.* 2006 ; 12 : 35-43.
 25. Kim YJ, Kim BH, Lee SY, Kim MS, Park CS, Rhee MS, Lee KH, Kim DS. Screening of medicinal plants for development of functional food ingredients with antiobesity. *J Korean Soc Appl Biol Chem.* 2006 ; 49 : 221-226.
 26. Borgstrom B. Luminal digestion of fat. In *The Exocrine Pancreas : Biology, Pathobiology, and Disease.* 1st ed. Raven press, New York, NY, USA, 1986 : 361-373.
 27. An BJ, Lee SA, Kwak JH, Park JM, Lee JY and Son JH. Antioxidant effects and application as natural ingredients of Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV). Available from : //knhanes.cds.go.kr (updated 2011.5)
 28. You JK, Chung MJ, Kim DJ, Seo DJ, Park JH, Kim TW and Choi M. Antioxidant and tyrosinase inhibitory effects of *Paeonia suffruticosa* water extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr* 2009 ; 38 : 292-296
 29. Yu Y, Heo SH, Jung MJ and Wang MH. Antioxidant and Antidiabetic Effects of Various Sections of *Astragalus membranaceus*. *Kor. J. Pharmacog.* 2009 ; 40(1) : 1-5
 30. Kim SD, Kim GW, Shin HM. Effect of *Cnidium officinale*, *Petasites japonicus*, *Coptis chinensis* Extract Mixture on Vasodilation. *Korean J. Oriental Physiology & Pathology.* 2006 ; 20(6) : 1620-1624.
 31. Kim JS, Kwon CS, Son KH, Kim JI. Alpha-glucosidase inhibitory activities of some wild vegetable extracts. *J Food Sci Nutr.* 2000 ; 5 : 174-176.
 32. Watanabe J, Kawabata J, Kurihara H. Isolation and identification of α -glucosidase inhibitors from Tochu-cha. *Biosci Biotechnol Biochem.* 1997 ; 61 : 177-178.
 33. Park JH, Baek MR, Lee BH, Yon GH, Ryu SY, Kim YS, Park SU, Hong KS. α -glucosidase and α -amylase inhibition activity of compounds from roots extract of *Pueraria thunbergiana*. *Korean J Med Crop Sci.* 2009 ; 17 : 357-362.