Korean J. Food Preserv.
Vol. 12, No. 2. pp. 146-150, April 2005

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

마이크로파, 초음파 및 볶음 전처리가 오가피의 열수 추출특성에 미치는 영향

정헌식[1] · 윤광섭†
[1]경북대학교 식품생물산업연구소, 대구가톨릭대학교 식품산업학부

Effects of Microwave, Ultrasound and Roasting Pretreatments on Hot Water Extraction of *Acanthopanax senticosus*

Hun-Sik Chung[1] and Kwang-Sup Youn†
[1]*Food and Bio-Industry Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea*
Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Kyungsan 712-702, Korea

Abstract

A comparative study of pretreatment and extraction methods was conducted to investigate their effects on nutritional and bioactive components during hot-water extraction of *Acanthopanax senticosus*. The herb samples, ground and sifted (8~20 mesh) were pretreated with ultrasound (20 kHz), microwave (2,450 MHz) or roasting (180℃) for 10 min, and then extracted by a boiling (100℃) under atmospheric pressure or a pressured boiling (121℃) for 2 hr. In general, the pretreatments improved the extraction efficiency and the DPPH radical scavenging activity of extract. Particularly, the extraction yields of soluble solids, total sugar and phenolic compounds were increased in microwaving methods, and the protein yield and the radical scavenging activity were higher in roasting pretreatment. Yields of soluble solids, total sugar, protein and phenolic compouds in pressured extraction were higher than those in nonpressured extraction. These results suggested that pretreatment including microwave radiation, sonication and roasting and pressured extraction can be utilized for improving the extraction efficiency of *A. senticosus*.

Key words : *Acanthopanax senticosus*, extraction, microwave, ultrasound, roasting

서 론

오가피는 전통적으로 근육과 골격을 강화시키고 사지마비, 무력감, 골절상, 타박상, 부종 등에 약효를 지니는 한약재로 널리 사용되어 왔으며 근래에 들어서는 과학적 연구를 통해 혈압강하작용(1), 간기능 보호능(2), 조혈촉진 및 면역기능 증진작용(3), 혈중콜레스테롤 저하작용(4), 항산화작용(5), 항알러지작용(6) 및 항암작용(7) 등을 가지는 것으로 규명되어 건강기능성 식품분야에서도 관심과 사용이 증가하는 추세에 있다.

약용식물체의 활용에 있어 가장 기본이 되는 처리공정은 재료로부터 유용성분을 분리하는 추출공정이며 주로 열수 추출법이 사용되고 있으나 추출에 장시간 소요되고 추출고형분의 수율이 낮은 단점이 있어 개선책 마련이 필요하다. 이를 위해 특수한 장치를 사용하는 마이크로파 추출(microwave-assisted extraction)(8,9) 및 초임계유체 추출(supercritical fluid extraction)(10,11) 그리고 초음파 세척기를 사용하는 초음파 추출(ultrasound-assisted extraction)(12,13) 등의 방법이 연구되었으나 비경제적 이라는 문제가 가장 크게 작용하여 상용화에 어려움이 있다(14,15). 따라서 기존의 열수추출법을 기본으로 하면서 단지 단점만을 개선시킬 수 있는 병행방법이 필요하다 볼 수 있으며 이러한 목적으로 적절한 전처리 기술의 적용을 예상할 수 있다. 전처리 방법으로는 특수목적이 아닌 비교적 범용성을 가진 장비들인 전자오븐을 이용한 마이크로웨이브 조사, 초음파 파쇄기를 이용한 초음파 처리 및 볶음장치를 이용한 볶음처

†Corresponding author. E-mail : ksyoun@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3209, Fax : 82-52-850-3209

리 등이 적용 가능할 것으로 생각된다.

마이크로파는 주파수가 300 MHz~300 GHz인 전자기파를 말하며 물체에 조사되면 성분의 쌍극자 모멘트를 유도하여 급속한 유전가열을 발생시키는 특성을 가져 식품의 조리, 해동, 건조, 배소, 데치기, 살균 등의 여러 분야에 사용된다(16). 초음파는 주파수가 약 20 kHz 이상인 음파를 지칭하며 low-intensity(< 1 W/cm^2)와 high-intensity(10~1,000 W/cm^2) 초음파로 대별되며, 전자는 반사되는 성질을 이용하여 식품의 성분과 구조 등의 비파괴 검사에 적용되고 후자는 물체를 전단 및 압축시켜 조직의 물리적 파괴, 유화형성, 화학반응 촉진 등의 성질을 가지는 것으로 알려져 있다(17). 볶음 처리는 고온에 기인된 성분과 조직의 변화를 유발하는 공정으로 식물유나 음용차 제조공정에서 추출수율과 풍미의 향상을 위하여 사용되고 있다(18,19). 이들 중 마이크로파와 볶음 처리는 물질이동을 용이하게 하는 조직의 가열연화를 유도하고, 초음파 처리는 물질전달 통로를 형성하는 성질로 인해 구성성분의 열수추출의 효율이 개선될 것으로 예상된다. 그러나 이러한 전처리가 약용식물체의 열수 추출특성에 미치는 영향에 대한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 오가피로부터 영양 및 생리활성 성분의 열수 추출특성을 향상시킬 수 있는 전처리 방법을 모색하고자 마이크로파, 초음파 및 볶음 처리의 효과를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

오가피(*Acanthopanax senticosus*)는 대구약령시장에서 구입하였으며, 실험에 사용하기 위해 분쇄기로 분쇄하고 표준체(8, 20 mesh)로 체질한 다음 플라스틱 필름봉지로 밀봉하여 4℃에서 보관하였다.

전처리 및 추출 방법

전처리로는 마이크로파, 초음파 및 볶음 처리를 행하였다. 마이크로파 처리는 오가피 분말(8~20 mesh) 10 g에 증류수 200 mL를 첨가하고 그 혼합물을 전자레인지에 넣고 2,450 MHz로 10분간 조사하였다. 초음파 처리는 시료 분말(8~20 mesh) 10 g에 증류수 200 mL를 첨가한 혼합물을 초음파 파쇄기(Sonic Dismembrator F550, Fisher Scientific, USA)의 20 kHz로 10분간 행하였다. 볶음 처리는 시료 분말(8~20 mesh) 10g을 볶음장치에 넣고 180℃에서 10분간 행하였다. 대조구로 무처리 시료를 사용하였다. 추출은 전처리구와 대조구를 증류수로 200 mL로 정용하고 heating mantle를 사용한 상압(100℃)과 autoclave를 사용한 가압(121℃) 조건하에서 각각 2시간씩 실시하였다.

가용성 고형분 측정

가용성 고형분의 함량은 각 조건으로 추출한 액 일부를 취해 굴절계(N-1E, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였다.

총당 측정

총당 함량은 phenol-sulfuric acid법(20)에 따라 측정하였다. 즉, 추출액 1 mL에 5% 페놀 1 mL와 황산 5 mL를 가하여 발색시킨 다음 20분간 방치 후 spectrophotometer(UV1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총당의 정량은 glucose 표준품을 사용하여 검량선을 작성하여 실시하였다. 총당의 추출수율은 오가피 시료무게에 대한 추출된 총당의 무게로 나타내었다.

단백질 측정

단백질 함량은 Lowry법(21)에 따라 측정하였다. 즉, 추출액 0.1 mL에 2N NaOH 0.1 mL를 가하고 10분간 가열한 후 상온으로 냉각시키고 여기에 complex-forming reagent 1 mL를 가하고 10분간 방치 후 Folin reagent 0.1 mL를 넣고 혼합 후 30분간 방치하고 spectrophotometer(UV1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 단백질의 정량은 bovine serum albumin 표준품을 사용하여 검량선을 작성하여 실시하였다. 단백질의 추출수율은 오가피 시료무게에 대한 추출된 단백질의 무게로 나타내었다.

페놀성 물질 측정

총페놀성 물질의 함량은 Folin-Denis법(22)에 따라 측정하였다. 즉, 추출액 5 mL를 취하여 Folin-Denis reagent 5 mL를 가하고 3분간 정치한 다음 10% Na_2CO_3 용액 5 mL를 가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 spectrophotometer (UV1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였고, gallic acid 표준품으로 검량선을 작성하여 정량하였다. 페놀성 물질의 추출수율은 오가피 시료무게에 대한 추출된 페놀성 물질의 무게로 나타내었다.

DPPH유리기 소거능 측정

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity는 Blois의 방법(23)으로 측정하였다. 즉, 추출액 0.2 mL에 에탄올에 용해한 4×10^{-4}M DPPH 용액 0.8 mL에 에탄올 2.8 mL을 혼합한 것을 가하고 10초간 강하게 진탕하고 10분간 정치한 후에 spectrophotometer(UV1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 소거활성은 다음 식으로 계산하였다.

DPPH radical scavenging activity (%) = [1-(시료의 흡광도/대조구의 흡광도)]×100

통계처리

실험결과의 통계처리는 SPSS software(ver. 12, SPSS Inc., USA)를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test ($p<=0.05$)를 실시하였다.

결과 및 고찰

가용성 고형분 함량

전처리 및 추출 방법에 따른 오가피 열수 추출액의 가용성 고형분 농도를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 가용성 고형분의 함량은 상압과 가압추출액 모두에서 대조구에 비해 전처리구에서 높았으며, 상압추출액에서는 볶음처리구보다는 초음파와 마이크로파 처리구가 유의적인 차이가 없이 높았고 가압추출액에서는 초음파와 볶음 처리구보다는 마이크로파처리구가 유의적으로 높게 나타났다. 한편 동일한 전처리구일 경우는 상압추출구보다는 가압추출구에서 높은 가용성 고형물 함량을 나타내었다. 이러한 결과를 볼 때, 오가피로부터 총괄적인 수용성 성분의 추출은 추출방법에 영향은 받지만 추출 전 초음파, 마이크로파 및 볶음 처리에 의해 촉진되며, 이러한 전처리는 추출시간을 단축시킬 수 있을 것으로 판단된다. 마이크로파 및 초음파 전처리에 의해 가용성 고형물의 추출이 촉진된 것은 기존의 마이크로파 또는 초음파 추출에 의해 아가리쿠스 버섯, 인삼 및 솔잎 등으로부터 고형물의 추출률이 상승되었다는 보고(8-10)와 유사하였으며, 또한 볶음 전처리에 의한 고형물 추출의 촉진은 구기자에 대한 보고(19)와 유사하였다.

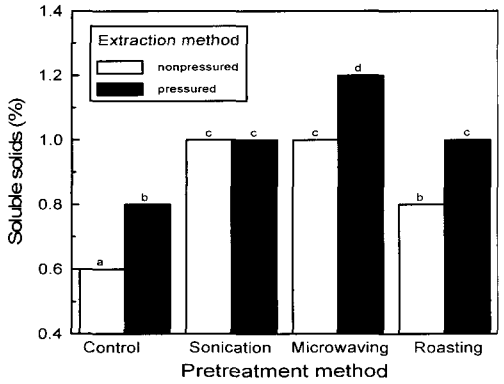

Fig. 1. Effect of pretreatment and extraction methods on soluble solids content of extract isolated from *Acanthopanax senticosus*. Values with the same letter are not significantly different at the 5% level.

총당의 추출수율

전처리 및 추출 방법에 따른 오가피로부터 총당의 추출수율을 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 총당의 추출수율은 추출방법에 상관없이 초음파와 마이크로파 전처리구에서는 대조구보다 높았으나 볶음처리구는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 상압추출구에서는 마이크로파 처리구가 초음파처리구보다 유의적으로 높았으나 가압추출구에서는 두 전처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 각 전처리구에서는 상압추출보다는 가압추출의 경우가 약 25% 높은 총당의 추출수율을 보였다. 이로써 오가피의 열수추출에 있어 초음파와 마이크로파 전처리는 총당의 추출수율을 증대시키는 효과가 있으며 여기에 가압추출이 병행되면 추출수율은 더욱 증가되는 것으로 볼 수 있다. 볶음 전처리가 총당의 추출수율에 영향을 나타내지 않은 결과는 볶음 중 당질의 저분자화와 복합체 형성에 기인된 것으로 생각된다(19).

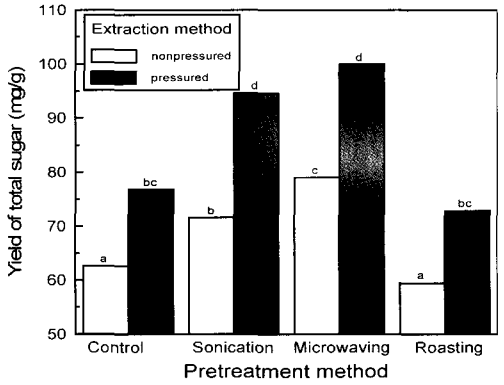

Fig. 2. Effect of pretreatment and extraction methods on yield of total sugar extracted from *Acanthopanax senticosus*. Values with the same letter are not significantly different at the 5% level.

단백질의 추출수율

전처리 및 추출 방법에 따른 오가피로부터 단백질의 추출수율을 측정한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 단백질의 열수 추출수율은 상압추출구에서는 볶음처리구만이 다른 방법의 전처리구보다 유의적으로 높게 나타내었으나 가압추출구에서는 대조구보다 초음파와 마이크로파 처리구가 약간 높은 추출수율을 나타낸 반면 볶음처리구는 상당히 높은 수율을 나타내었다. 동일한 전처리 조건일 경우는

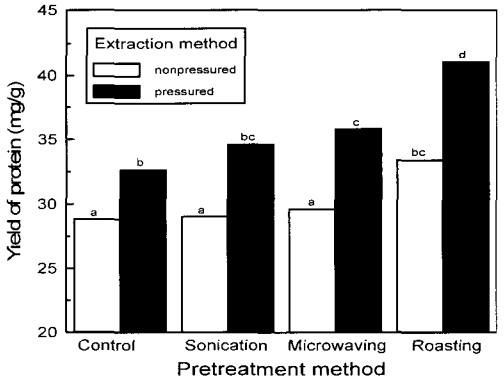

Fig. 3. Effect of pretreatment and extraction methods on yield of protein extracted from *Acanthopanax senticosus*. Values with the same letter are not significantly different at the 5% level.

상압보다는 가압추출에서 유의적으로 높은 단백질 추출수율을 나타내었다. 이를 볼 때, 오가피의 열수 추출에 있어 단백질의 추출수율은 추출온도의 영향이 적으며 볶음 전처리에 의해서 더욱 증가되는 것으로 판단된다.

페놀성 물질의 추출수율

전처리 및 추출 방법에 따른 오가피로부터 페놀성 물질의 추출수율을 측정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 페놀성 물질의 열수 추출수율은 전반적으로 상압 추출구보다는 가압 추출구에서 높게 나타났다. 전처리 방법의 영향을 보면, 페놀성 물질의 추출수율이 상압추출구에서는 대조구보다 초음파와 마이크로파 처리구에서 높게 나타났으나 가압추출구에서는 볶음처리구 역시 초음파와 마이크로파 처리구와 더불어 대조구보다 높게 나타났다. 이로써 오가피의 열수 추출에 있어 페놀성 물질의 추출수율은 추출조건에 따라 약간의 차이는 있지만 추출 전 초음파, 마이크로파 및 볶음 처리는 추출수율 증대에 유효한 것으로 여겨진다.

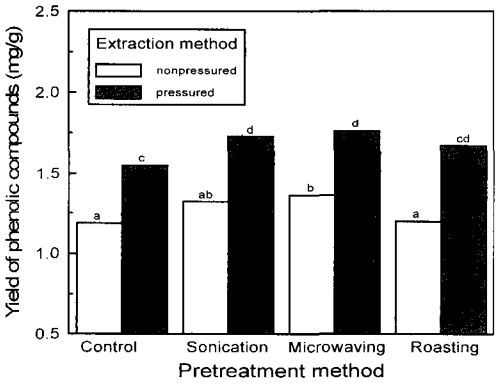

Fig. 4. Effect of pretreatment and extraction methods on yield of total phenolic compounds extracted from *Acanthopanax senticosus*. Values with the same letter are not significantly different at the 5% level.

DPPH 유리기 소거능

전처리 및 추출 방법에 따른 오가피 추출액의 DPPH radical scavenging activity를 측정한 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 추출액의 DPPH radical scavenging activity는 상압 및 가압 추출조건에서 대조구보다 초음파와 마이크로파 처리구에서 약간 높게 나타난 반면에 볶음처리구에서는 상당히 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과를 볼 때, 오가피의 열수 추출액의 DPPH radical scavenging activity는 초음파, 마이크로파 및 볶음 전처리에 의해 높아지지만 특히, 볶음 처리에 의해 더욱 높아지는 것으로 판단된다. DPPH radical scavenging activity는 항산화력을 나타내는 지표로 사용하며 일반적으로 페놀성 물질의 함량과 연관성이 아주 높은 것으로 알려져 있다(24). 그러나 앞서 언급한 Fig. 4와 같이 볶음처리구의 페놀성 물질의 함량이 다른 전처리구보다 높지 않음에도 불구하고 DPPH radical scavenging activity는 높게 나타난 것은 볶음처리에 의해 항산화력이 강한 물질이 생성되었기 때문인 것으로 생각된다(25).

이상의 모든 결과를 고려해 보면, 오가피의 열수 추출에 있어 영양 및 생리활성 성분의 추출수율 증대를 위해 초음파, 마이크로파 및 볶음 전처리와 가압추출 방법은 유효한 방법인 것으로 확인되었다. 앞으로 이러한 방법의 보다 세밀한 적용조건에 대한 연구가 필요한 것으로 생각된다.

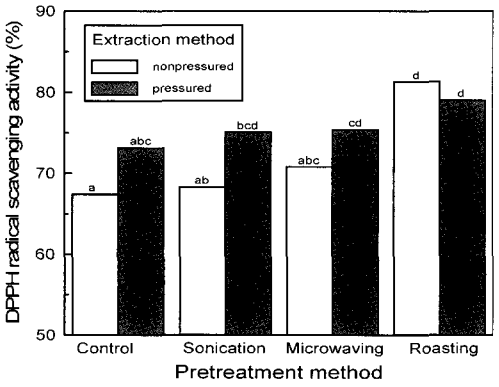

Fig. 5. Effect of pretreatment and extraction methods on DPPH radical scavenging activity of extract isolated from *Acanthopanax senticosus*. Values with the same letter are not significantly different at the 5% level.

요 약

오가피(*Acanthopanax senticosus*)로부터 영양 및 기능성 성분의 열수추출 수율을 증대시킬 수 있는 방법을 개발하기 위하여 추출 전처리 및 방법의 효과를 검토하였다. 오가피를 분쇄, 체질(8~20 mesh)하고 초음파(20 kHz), 마이크로파(2,450 MHz) 또는 볶음(180℃) 처리를 10분 동안 실시한 후 물을 용매로 상압(100℃) 추출과 가압(121℃) 추출을 각각 2시간 동안 실시하였다. 전반적으로 전처리는 성분들의 추출수율과 유리기 소거능을 증가 시키는 경향을 보였다. 특히, 가용성 고형물, 총당 및 페놀성 물질의 추출수율은 마이크로파와 초음파에 의해, 단백질의 추출수율과 유리기 소거능은 볶음처리에 의해 더욱 증가됨을 보였다. 상압추출보다 가압추출에 의해 가용성 고형물, 총당, 단백질 및 페놀성 물질의 추출수율이 증대되는 경향을 보였다. 이로써 초음파, 마이크로파 및 볶음 전처리 및 가압추출은 오가피의 추출효율 향상에 유효한 방법인 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Ko, S.T., Kim, S.W. and Lim, D.Y. (1978) A study on the hypotensive action of *Acanthopanax* extract in rabbit. J. Korean Pharm. Sci., 8, 6-16
2. Kim, S.K., Kim, Y.G., Lee, M.K., Han, J.S., Lee, J.H. and Lee, H.Y. (2000) Comparison of biological activity

according to extracting solvents of four *Acanthopanax* root bark. Korean J. Medicinal Crop Sci., 8, 21-28
3. Lim, J.K., Seo, Y.B., Kim, D.H. and Seol, I.C. (2000) The experimental studies on the reinforcemental effects of *Acanthopanax* radicis Cortex about immunity hematogenic action. Korean J. Herbology, 15, 1-17
4. Lee, Y.S., Jung, S.H., Lim, S.S., Ji, J., Lee, S.H. and Shin, K.H. (2001) Effects of the water extract from the stem bark of *Acanthopanax* senticosus on hyperlipidemia in rats. Korean J. Pharmacogn., 32, 103-107
5. Kim, L.H., Han, S.S. and Choi, Y.S. (2002) Antioxidant effects of the extracts of *Acanthopanax senticosus*. Korean J. Pharmacogn., 33, 359-363
6. Yoon, T.J., Lee, S.W., Shin, K.S., Choi, W.H., Hwang, S.H., Seo, S.H., Kim, S.H. and Park, W.M. (2002) Effect of hot water extract from *Acanthopanax senticosus* on systemic anaphylaxis. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 518-523
7. Park, J.H., Lee, H.S., Mun, H.C., Kim, D.H., Seong, N.S., Jung, H.G. and Lee, H.Y. (2004) Improvement of anticancer activation of ultrasonificated extracts from *Acanthopanax senticosus* Harms, *Ephedra sinica* Stapf, *Rubus coreanus* Miq. and *Artemisia capillaris* Thunb. Korean J. Medicinal Crop Sci., 12, 273-278
8. Choi, J.W., Ryu, D.Y., Hong, E.K., Kwun, M.S., Han, J.S. and Lee, W.H. (2000) Microwave assisted extraction of physiologically active materials from *Agaricus blazei* fruiting bodies. Korean J. Biotechnol. Bioeng., 15, 307-312
9. Kwon, J.H., Lee, G.D., Kim, K, Belanger, J.M.R. and Pare, J.R. (2004) Monitoring and optimization of microwave-assisted extraction for total solid, crude saponin, and ginsenosides from ginseng roots. Food Sci. Biotechnol., 13, 309-314
10. Jo, Y.J., Lee, S.G., An, Y.H. and Pi, J.H. (2003) Development of ultrasonication-assisted extraction process for manufacturing extracts with high content of pinosylvin from pine leaves. Agric. Biosys. Eng., 28, 325-334
11. Schinor, E.C., Salvador, M.J., Turatti, I.C.C., Zucchi, O.L.A.D. and Dias, D.A. (2004) Comparison of classical and ultrasound-assisted extractions of steroids and triterpenoids from three *Chresta* spp. Ultrasonics Sonochemistry, 11, 415-421
12. Lee, C.J., Kim, M.S., Shen, J.Y., Kim, Y.D. and Shin, J.H. (2003) The extraction condition of pungent compounds from Zanthoxylum piperltum D.C pericarps by using supercritical fluid extraction. Korean J. Medicinal Crop Sci., 11, 19-23
13. Yang, S.J., Shin, J.S. and Kang, C.H. (2004) Extraction of acanthoside-D from *Acanthopanax Cortex* using supercritical carbon dioxide. Korean J. Biotechnol. Bioeng., 19, 284-287
14. Luque-García, J.L. and Luque de Castro, M.D. (2004) Focused microwave-assisted soxhlet extraction: devices and applications. Talanta, 64, 571-577
15. Brunner, G. (2005) Supercritical fluids: technology and application to food processing. J. Food Eng., 67, 21-33
16. Fellows, P. (2000) Food processing technology. CRC press, New York, U.S.A., p.365-384
17. Earnshaw, R.G. (1998) Ultrasound - a new opportunity for food preservation. In: Ultrasound in food processing, Povey, M.J.W. and Mason, T.J.(Editor), Blackie academic and professional, London, England, p.183-192
18. Kim, Y.E., Kim, I.H., Jung, S.Y. and Jo, J.S. (1996) Changes in components and sensory attribute of the oil extracted from perilla seed roasted at different roasting conditions. Agri. Chem. Biotech., 39, 118-122
19. Lee, B.Y., Kim, E.J., Choi, H.D., Kim, Y.S., Kim, I.H. and Kim, S.S. (1995) Physico-chemical properties of boxthorn(*Lycii fructus*) hot water extracts by roasting conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 27, 768-772
20. Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Revers, P.A. and Smith, F. (1956) Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem., 28, 350-356
21. Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. (1951) Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193, 265-275
22. Lee, J.H., and Lee, S.R. (1994) Analysis of phenolic substances content in Korean plant foods. Korean J. Food Sci. Technol., 26, 310-316
23. Blois, M.S. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1204
24. Hong, M.J., Lee, G.D., Kim, H.K. and Kwon, J.H. (1998) Changes in functional and sensory properties of chicory roots induced by roasting processes. Korean J. Food Sci. Technol., 30, 413-418
25. Kim, H.W. (2000) Studies on the antioxidative compounds of sesame oils with roasting temperature. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 246-251

(접수 2005년 1월 10일, 채택 2005년 3월 25일)