

## 상압조건의 마이크로웨이브 공정을 위한 인삼성분의 추출조건 설정

김정은 · 이기동\* · 권중호

경북대학교 식품공학과, \*경북과학기술대학 전통발효식품과

### Pre-establishment of Microwave-Assisted Extraction Under Atmospheric Pressure Condition for Ginseng Components

Kyungeun Kim, Gee-Dong Lee\* and Joong-Ho Kwon

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

\*Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science

#### Abstract

Microwave-assisted process (2,450MHz), which is known as a more environmental-friendly process with economic advantages than the current extraction methods, was investigated to pre-establish the extraction conditions for soluble ginseng components used for the processing of ginseng products. The extractions of soluble ginseng components showed optimum conditions, such as 60 mesh in particle size, 1 : 10 (g/mL) in the sample to solvent ratio, and less than 100 watts in energy efficiency. Under these conditions using along with 60% ethanol for 5 min, the overall yield of ginseng extracts was about 83%. Most soluble components including saponins were extracted by repeating five times of microwave-assisted extraction.

Key words : ginseng components, microwave extraction, atmospheric pressure

#### 서 론

고려인삼은 식물분류학상으로 오갈피과(Araliaceae) 과 낙스속에 속하는 다년생 숙근초로서 뿌리의 다양한 약리성분이 알려지고 있다<sup>(1)</sup>. 인삼의 주된 약리 효능은 간 보호 및 해독<sup>(2)</sup>, 항피로<sup>(3)</sup>, 항스트레스<sup>(4)</sup>, 면역증진<sup>(5,6)</sup>, 중추신경 흥분작용<sup>(7)</sup>, 항암<sup>(1)</sup>, 항산화<sup>(8)</sup>, 동맥경화 예방<sup>(9)</sup> 등이 보고되고 있으며, 이러한 인삼의 약리 효능들은 대부분 사포닌 성분들의 작용으로 해석되고 있다. 현대인의 생활수준 향상으로 건강에 대한 관심이 높아지면서 여러 가지 약리 효능을 지닌 인삼은 기호 식품으로서 인삼차, 인삼주, 인삼 드링크, 인삼 캡슐 등 다양한 제품이 개발되고 있는 실정이다<sup>(10)</sup>.

식품산업에서 추출방법은 용도가 다양하고 저렴하며 공정이 간단하여 작업자 및 소비자의 안전과 환경 공해의 위험을 배제할 수 있는 조건이 필요하다. 따라서 이상의 조건을 갖춘 추출방법이 연구개발 되기까지 스

팀증류법, 고온용매추출법 등의 전통적인 방법과 최근 실용화되고 있는 초임계유체추출방법(supercritical fluid extraction, SFE)이 새로운 추출기술로 이용되어 왔다. 그러나 전자들은 추출효율이 낮고 에너지 소비가 많으며, 후자는 높은 경비가 요구되는 등 단점을 지니고 있다<sup>(11)</sup>. 이러한 단점을 보완하기 위한 추출방법으로서 최근 마이크로웨이브 에너지를 이용한 파프리카의 색소추출<sup>(12)</sup>, 셀러/후추/마늘 등으로부터 oleoresin의 추출<sup>(13)</sup>, 육류제품의 조지방 추출<sup>(14)</sup>, 서양박하잎으로부터의 정유성분 추출<sup>(15)</sup>, 가압조건에서의 인삼성분 추출<sup>(16)</sup> 등이 연구 보고되고 있다.

따라서 본 연구는 가용성 인삼성분의 새로운 추출 방법 개발을 위한 일련의 연구로서, 기존 추출방법들에 비해 "less time, less solvent, less energy & less wastes" 등의 환경친화적 및 경제적 장점을 지닌 마이크로파 에너지를 활용하여 인삼성분의 추출에 필요한 몇가지 기본 조건들을 설정하였다.

#### 재료 및 방법

##### 실험재료

본 실험에서는 4년근 백미삼(금산산)을 구입하여 비

Corresponding author : Joong-Ho Kwon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea  
Tel : 82-53-950-5775  
Fax : 82-53-950-6772  
E-mail : jhkwon@knu.ac.kr

교적 균일한 크기의 시료를 선별하고 60 mesh로 분말 화하여 사용하였다. 본 실험에 사용된 시료의 일반성분을 AOAC 방법<sup>(17)</sup>에 의해 분석한 결과, 수분 8.22%, 조단백질 4.39%, 조지방 1.54%, 조회분 5.49%, 조섬유 7.58% 등이었다.

추출장치 및 추출방법

본 실험에 사용된 마이크로웨이브 추출장치는 2,450 MHz 주파수의 상압형 추출장치(open vessel type : microdigest unit, Prolabo, France)이었다. 추출장치는 에너지(power, watt, W)와 time control이 가능하며, 환류냉각관이 장착되어 있었다. 추출공정에서 추출물의 온도변화를 측정하기 위해서는 Digital Megal 500 thermometer(Prolabo, France)를 사용하였다. 가용성 성분의 추출방법은 전보<sup>(18)</sup>와 같이 추출관에 시료와 용매(ethanol, 50 mL)를 넣고 마이크로웨이브를 조사하고 추출액을 여과(Whatman No.42)하여 시험용액으로 사용하였다.

추출용매의 가열특성 시험

가용성 인삼성분의 추출조건을 설정하기 위하여 용매의 마이크로파 가열특성을 알아보았다. 즉, 전보<sup>(18)</sup>에서 인삼성분의 최적 추출용매로 1차 확인된 60% 에탄올 용매에 분말시료 5g을 가한 다음 microwave power별(50, 100, 150, 200 W)로 heating curve를 10분간 작성하였다.

조건별 추출특성 시험

상압형 장치에서 추출조건을 설정하고자 먼저 에너지 효율을 알아보기 위해 microwave power 별(50, 100, 150, 200 W)로 시료를 추출하여 가용성 인삼성분의 추출수율과 조사포닌 함량을 측정하였다. 그리고 선정된 power에서 1, 3, 5 및 7분의 추출시간 별로 추출물의 특성을 조사하였다. 원료삼의 입자크기 별 추출특성을 알아보기 위하여 20, 60, 100 및 140 mesh 시료를 사용하여 추출실험을 실시하였다. 또한 시료와 용매비(1:2.5, 1:5, 1:10, 1:20) 별 실험과 아울러 동일시료에 대해 새로운 용매를 사용하여 1~5회에 걸쳐 추출물을 얻고, 추출특성을 확인하여 추출조건을 설정하였다.

가용성 인삼성분 수율 측정

각 조건에서 얻어진 추출물의 가용성 성분 수율은 공정법<sup>(19)</sup>에 준하여 3회 반복 측정하고 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

조사포닌 함량 측정

마이크로웨이브 추출에 의해 얻어진 추출물의 조사포닌 함량은 n-butanol 추출법<sup>(20)</sup>에 따라 정량하였다. 즉, 추출액을 여과(Whatman No.42)한 후, 3000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 상층액을 100 mL 정용하여 이 중 50 mL를 55°C에서 감압 농축한 후 증류수 30 mL에 용해하고 분액깔대기에 취하여 30 mL diethyl ether로 2~3회 세척하여 지용성 성분을 제거하였다. 수층에 수포화 n-butanol을 30 mL씩 3회 가하여 분리하고, n-butanol 층을 농축시켜 조사포닌을 얻은 다음 105°C의 건조기에서 함량이 될 때까지 2시간 이상 건조하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

결과 및 고찰

추출용매의 마이크로웨이브 가열특성

가용성 인삼 성분의 추출에 사용되는 60% 에탄올 용매에 대하여 microwave power(50, 100, 150, 200 W) 별로 가열곡선을 작성하였다. 용매 자체는 150W와 200 W에서 각각 90초와 120초 정도에서 끓는점에 도달한 반면, 50 W에서는 7분 정도, 100 W에서는 210초가 소요되었다. 그러나 시료를 가한 용매(1:10, 5g/50 mL)에서의 heating curve는 Fig. 1에서와 같이 100 W와 150 W 용량에서 boiling point에 도달하는 시간이 2분 내외로 거의 유사한 패턴을 나타내었다. 이 등<sup>(16)</sup>은 가압조건의 마이크로웨이브 추출에서 50% 에탄올과 75% 에탄올 용매에서 각각 1분 30초와 1분 18초에 용기내 온도가 120°C에 도달한다고 보고하여 상압하에서는 가압조건에서 보다는 용기내 온도가 늦게 올라가는 것을 볼 수 있었다. 본 실험에서는 에너지 효율과 조사시간 등을 고려하여 100 W에서 예비 실험을 실시하였다. 또한 동일 용매에 대하여 시료의 첨가여부에 따른 heating curve는 시료에 함유된 수분

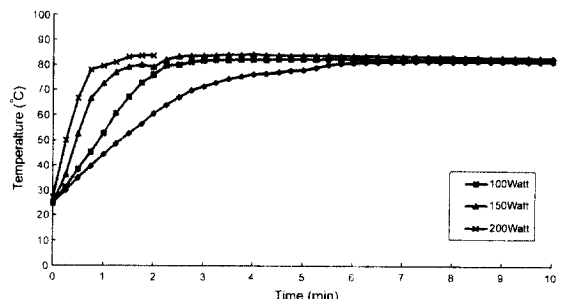


Fig. 1. Heating curves of 60% ethanol (50 mL) containing 5g of ginseng powder at different power of microwave.

**Table 1. Energy efficiency of microwave-assisted extraction (MAE) on total yield and crude saponin content from ginseng powder<sup>1)</sup>**

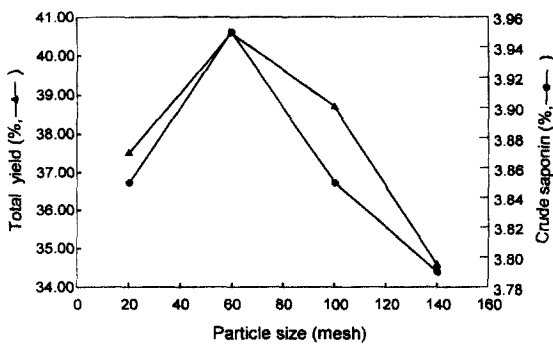
Power(watt)	Total yield(% , d.b)	Total yield(% , d.b)/watt	Crude saponin(% , d.b)	Crude saponin(% , d.b)/watt
50(% RSD)	40.62 ± 0.31 <sup>2)</sup> (0.76)	0.8 ± 0.007(0.86)	7.83 ± 0.23(2.93)	0.15 ± 0.00(0.00)
100(% RSD)	41.23 ± 0.61(1.48)	0.4 ± 0.007(1.70)	8.29 ± 0.60(7.23)	0.08 ± 0.00(0.00)
150(% RSD)	39.09 ± 0.35(0.89)	0.26 ± 0.00 (0.00)	8.11 ± 0.55(6.78)	0.05 ± 0.00(0.00)
200(% RSD)	39.28 ± 0.00(0.00)	0.19 ± 0.00 (0.00)	6.66 ± 0.00(0.00)	0.03 ± 0.00(0.00)

<sup>1)</sup>MAE was performed for 5 min on a mixture composed of 5 g ginseng powder (100 mesh) and 50 mL of 60% ethanol.

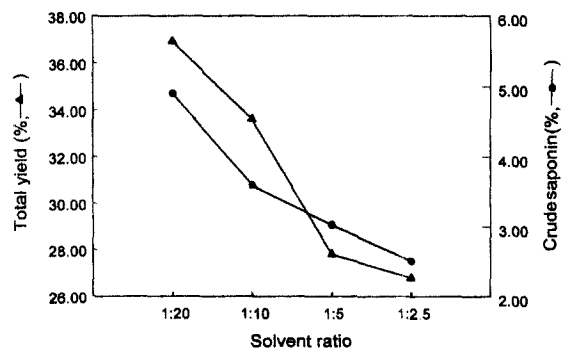
<sup>2)</sup>Mean of triplicates ± standard deviation.

**Table 2. Effect of microwave-assisted extraction (MAE) time on total yield and crude saponin content from ginseng powder<sup>1)</sup>**

Extraction time(min)	Total yield(% , d.b)	Total yield(% , d.b)/min	Crude saponin(% , d.b)	Crude saponin(% , d.b)/min
1(% RSD)	32.83 ± 0.55 <sup>2)</sup> (1.67)	32.83 ± 0.55(1.67)	3.81 ± 0.25(6.56)	3.81 ± 0.25(6.56)
3(% RSD)	33.29 ± 0.23(0.69)	11.10 ± 0.08(0.72)	4.07 ± 0.08(1.96)	1.36 ± 0.03(2.20)
5(% RSD)	33.97 ± 0.39(1.15)	6.79 ± 0.07(0.29)	4.21 ± 0.06(1.42)	0.84 ± 0.01(1.19)
7(% RSD)	33.75 ± 0.82(2.42)	4.82 ± 0.11(2.28)	3.81 ± 0.06(1.57)	0.54 ± 0.00(0.00)



**Fig. 2. Effect of particle size of ginseng powder on total yield and crude saponin content of 60% ethanol extracts by microwave-assisted extraction at 100 watt for 5 min.**



**Fig. 3. Effect of sample to solvent ratio of ginseng powder on total yield and crude saponin content of 60% ethanol extracts by microwave-assisted extraction at 100 watt for 5 min.**

이 독특한 마이크로파 흡수특성(유전상수)을 나타내어 추출공정의 선택에 있어서 에탄올 농도별, 시료와 용매비 별 조건설정에 고려되어야 할 것이다.

**에너지 효율 비교**

마이크로웨이브 power에 따른 추출효율을 검토한 결과, Table 1과 같이 100 W에서 총 수율과 조사포닌이 각각 41.23%와 8.29%로 가장 높게 나타났다. 에너지 효율면에서는 50 W에서 가용성 인삼성분의 효율이 가장 높았으며, microwave power가 높을수록 단위에너지 당 추출효율은 떨어지는 경향이었고, 이와 같은 현상은 지나친 용량의 마이크로파 조사는 에너지의 효율을 저하시킬 뿐만 아니라 성분의 안정성에도 영향을 미칠 수 있음을 시사하였다.

**추출시간의 영향**

추출시간 별 마이크로파 추출특성을 검토해 본 결

과, Table 2와 같이 추출시간이 길어질수록 가용성 성분의 추출이 많았고, 특히 5분에서 가용성 인삼성분의 수율과 조사포닌이 각각 33.97%와 4.21%로 가장 높았다. 반면에 7분 이상의 마이크로파 가열에서는 총 수율과 조사포닌 함량이 거의 증가되지 않거나 오히려 감소되는 경향을 보였다.

이와 같은 결과는 이<sup>(16)</sup>의 microwave extraction system을 이용한 가용성 인삼성분 추출조건 최적화에 대한 논문에서 장시간 추출시에는 유효성분의 분해 가능성이 있을 것이라는 보고와 연관되며, 7분 이상의 장시간 추출시에는 유효성분의 안정성에 영향이 발생 될 수 있음을 확인하였다.

**원료삼의 입자크기와 용매비의 영향**

인삼 유용성분의 마이크로웨이브 추출에서 인삼시료의 입자크기와 용매비에 따른 추출효율을 확인하여 보

**Table 3. Effect of microwave-assisted extraction (MAE) steps on total yield and crude saponin content from ginseng powder<sup>1)</sup>**

Extraction steps	Total yield(% , d.b)	Rel. content(%)	Crude saponin(% , d.b)	Rel. content(%)
1st(% RSD)	35.45 ± 0.07 <sup>2)</sup> (0.19)	83	5.95 ± 0.16(2.68)	80.16
2nd(% RSD)	5.45 ± 0.08(1.46)	12.8	0.56 ± 0.00(0.00)	7.54
3rd(% RSD)	0.97 ± 0.07(7.21)	2.27	0.36 ± 0.02(5.55)	4.85
4th(% RSD)	0.44 ± 0.02(4.54)	1.03	0.31 ± 0.02(6.45)	4.18
5th(% RSD)	0.38 ± 0.00(0.00)	0.89	0.24 ± 0.03(9.09)	3.23
Total	42.69	99.99	7.42	99.99

<sup>1)</sup>MAE was performed at 100 W power for 5min on a mixture composed of 5g of ginseng powder (60 mesh) and 50mL of 60% ethanol.

<sup>2)</sup>Mean of triplicates ± standard deviation.

았다. Fig. 2에서 보는 것과 같이 입자크기 60 mesh에서 가용성 성분의 수율과 조사포닌의 함량이 가장 높게 나타났다. 시료와 용매비에 따른 실험에서는 용매에 대한 시료의 비가 높을수록 추출수율과 조사포닌 함량이 낮은 것으로 나타났다(Fig. 3). 따라서 본 실험에서는 인삼 시료의 입자크기는 60 mesh 내외로 결정하고, 시료와 용매비는 가열특성 및 추출수율을 고려하여 1 : 10(5 g : 50 mL)가 적당하였다.

#### 추출횟수의 영향

추출횟수 별 가용성 인삼 유용성분의 추출 효율을 확인하여 본 결과, Table 3과 같이 100 W에서 5분 동안 추출시 1회 추출로 가용성 성분은 83.00%, 조사포닌은 80.16%가 추출되었으며, 3회 추출에서는 각각 98.07%와 92.55% 이상의 높은 추출수율이 확인되었는데, 이것은 전보에서 보고한 가압형 마이크로웨이브 추출에서와 유사한 결과였다<sup>16)</sup>.

#### 추출조건 설정

이상의 실험 결과에서 볼 때 가용성 인삼성분의 마이크로파 추출에서는 에너지 용량은 100 W 내외, 원료삼의 입자크기는 60 mesh 범위, 시료와 용매비는 1 : 10 (g/mL), 1회 추출시간은 5분 이내이며, 5분간 5회 반복 추출로써 대부분의 가용성 인삼성분을 추출할 수 있는 것으로 나타났다.

### 요 약

인삼가공제품의 원료로 사용되는 가용성 인삼성분의 신속한 추출방법을 개발하기 위한 기초연구로서, 기존 추출 방법들에 비해 환경친화적이고 경제적인 장점이 알려진 마이크로웨이브(2450 MHz)의 추출조건을 조사하였다. 가용성 인삼성분의 추출에서 백미삼 원료의 입자크기는 60 mesh, 시료 대 용매비는 1 : 10(g/mL)이 각

각 적당하였고, 마이크로웨이브 에너지는 100 W 이하에서 인삼성분의 추출이 용이하였다. 가용성 성분의 수율은 60% 에탄올을 용매로 하여 5분간 1회 추출시 약 83%, 5회 반복 추출시에는 사포닌 성분을 포함한 대부분의 가용성 성분을 추출할 수 있었다.

### 문 헌

1. Park, M.G. Korean ginseng, Korea ginseng and tobacco research institute, Taejon, Korea (1996)
2. Kwak, H.S. and Joo, C.N. Effect of ginseng saponin fraction on ethanol metabolism in rat liver. Korean J. Ginseng Sci. 12: 76-81 (1980)
3. Takagi, K. Pharmacological studies in ginseng. Proc. 1st Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea, pp. 119-127 (1974)
4. Kim, N.D., Han, B.H., Lee, E.B. and Kong, J.Y. Studies on ginseng on antistress effects. Korean J. Pharmacog. 10: 61-65 (1979)
5. Kim, M.J. and Jung, N.P. The effect of ginseng saponin fractions on the mouse immune system. Korean J. Ginseng Sci. 11: 130-135 (1987)
6. Park, H.W., Kim, S.C. and Jung, N.P. The effect of ginseng saponin factions on humoral immunity of mouse. Korean J. Ginseng Sci. 12: 63-68 (1988)
7. Saito, H. and Lee, Y.M. Pharmacological properties of panax ginseng root. Proc. 2nd Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea, pp. 109-114 (1978)
8. Han, B.H., Park, M.W., Woo, L.K., Woo, W.S. and Han, Y.N. Studies on the antioxidant components of Korean ginseng. Proc. 2nd Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea., pp. 13-15 (1978)
9. Yamamoto, M., Hyashi, Y. and Kumagai, A. Lipid metabolism and several saponin principles. Proc. 3rd Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea, pp. 115-116 (1980)
10. Lee, S.S. Park, J.M., Oh, H.J and Kwak, H.S. Optimization of saponin extraction in ginseng milk using response surface methodology. Korean J. Ginseng Sci. 18: 53-59 (1994)
11. Pare, J.R.J., Belanger, J.M.R., and Stafford, M.R. Microwave-assisted process : a new tool for the analytical laboratory. Trends in Analytical Chemistry 13:

- 176, Elsevier Science (1994)
12. Belanger, J.M.R. and Pare, J.R.J. Procède assiste par micro-ondes (MAP™) : Application paprika. Riv. Ital. EPPOS 5: 126-135 (1994)
  13. Belanger, J.M.R., Belanger, A. and Pare, J.R.J. Microwave-Assisted Process(MAP™): Application to oleoresins of celery seeds and black pepper. Research Articles of Environmental Technical Centre, Environment Canada (1996)
  14. Pare, J.R.R., Matni, G., Yaylayan, V., Belanger, J.M.R., Li, K., Rule, C., Thibert, B., Mathe, D., and Racquilt, P. Novel approaches in the use of the Microwave-assisted Process(MAP™) Part I: Extraction of fat from meat and meat products under atmospheric pressure conditions, submitted for publication
  15. Pare, J.R.J. and Belanger, J.M.R. Microwave-assisted process (MAP™) applications to the extraction of natural products. Proc. 28th Microwave Power Symposium, International Microwave Power Institute, Manassas, U.S.A, 62 (1993)
  16. Lee, S.B., Lee, G.D. and Kwon, J.H. Optimization of extraction conditions for soluble ginseng components using microwave extraction system under pressure. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 409-416 (1999)
  17. A.O.A.C.: Official Methods for Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA (1990)
  18. Kwon, J.H, Belanger, M.R.J and Pare, J.R.J. Prediction of microwave-assisted extraction conditions for ginseng components by response surface methodology. Paper Presented at 7th International Symposium on Ginseng, Seoul, Korea, pp. 22-25 Sept. (1998)
  19. KGTRI : *Analytical Methods of Ginseng Components*, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taegon, Korea, pp. 56-61 (1991)
  20. Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S. Chemical studies on the Oriental plant drugs(XXV). Comparative studies on the saponins and sapogenins of Ginseng and Related Crude Drugs. Syoyakugaku Zasshi 25: 28-32 (1971)

---

(1999년 8월 30일 접수)