

## 가압조건의 마이크로웨이브 추출에서 Ginsenosides의 추출특성 모니터링과 추출효율 비교

이새봄 · 이기동\* · 권중호#

경북대학교 식품공학과, \*경북과학대학 전통발효식품과

(1999년 6월 7일 접수)

## Monitoring of Extraction Characteristics and Comparison of Extraction Efficiencies for Ginsenosides in the Microwave-Assisted Process Under Pressure

Sae-Bom Lee, Gee-Dong Lee\* and Joong-Ho Kwon#

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

\*Department of Traditional Fermented Food, Kyungbuk College of Science, Kyungbuk 718-850, Korea

(Received June 7, 1999)

**Abstract :** Microwave-assisted extraction, which is known to rapidly extract target compounds from natural products, was monitored by response surface methodology (RSM) while extracting ginsenosides by using microwave extraction system (MES) equipped with closed vessels, and was confirmed on its extraction efficiency. On the whole, coefficients of determinations ( $R^2$ ) of the models on ginsenoside contents of extracts with various extraction conditions were above 0.83 ( $p < 0.1$ ). Ginsenoside-Rb<sub>2</sub>, -Rc, -Re and -Rg<sub>1</sub> were maximized in 140°C of extraction temperature and 50~75% range of ethanol concentration. Unknown compound peak on HPLC chromatogram observed at extraction temperature over 120°C, increased at the extraction temperature of 150°C. The extraction temperature of ginsenoside-Rb<sub>2</sub> and -Re increased from 129°C to 147°C with including unknown compound, and  $R^2$  of the models on ginsenoside contents of extracts increased with including unknown compound into ginsenoside Rb<sub>2</sub> and Re. Contents of unknown compound were minimized in 67.33% of ethanol concentration, 99.34°C of extraction temperature and 3.65 min of extraction time. Ginsenoside contents extracted by microwave system for 8 min showed a similar tendency to those of the current extraction method for 40 hrs.

**Key words :** Ginsenosides, microwave-assisted extraction, monitoring, response surface methodology(RSM)

## 서 론

인삼이 건강식품으로서 관심을 갖기 시작하면서 그 수요가 급증함은 물론 식품으로서의 기호적인 면뿐만 아니라 약효성분에 대한 연구가 요구되어 왔다. Shibata

등<sup>1)</sup>은 인삼사포닌 성분을 ginsenoside라고 명명하였으며, 박층 크로마토그램 상에서 Rf value가 작은 것부터 큰 순으로 ginsenoside-Ro, -Ra, -Rb<sub>2</sub>, -Rc, -Rd, -Re, -Rf, -Rg<sub>1</sub>, -Rg<sub>2</sub>, -Rg<sub>3</sub>, -Rh<sub>1</sub>, -Rh<sub>2</sub> 등으로 명명하였고, 현재까지 30여 종의 ginsenoside가 밝혀지고 있다.<sup>2)</sup> 그리고 백삼의 특유 사포닌인 malonyl-ginsenosides는 매우 물에 잘 녹는 성질을 지니고 있으며, 화학 구조적으로 불안정하여 홍삼제조시 열처리 과정 중 malonyl기가 떨어져 나가 ginsenoside-Rb<sub>1</sub>, -Rb<sub>2</sub>, -Rc, -Rd 혹은

# 본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로  
(전화) 053-950-5775; (팩스) 053-950-6772  
(E-mail) jhkwon@kyungpook.ac.kr

특유 사포닌 성분인  $-R_s$ , 및  $-R_s$ 으로 변환되는 것으로 보고되고 있다.<sup>2,3)</sup> 또한 홍삼의 특수성분인 ginsenoside- $R_{h_2}$ 는 여러 가지 암세포에 대한 강한 증식억제 작용과 동물실험을 통한 중앙증식 억제효과가 확인되었으며,<sup>4)</sup> ginsenoside- $R_{g_3}$ 는 암세포가 정상 세포로 침윤, 전이되는 것을 억제하는 작용이 있다는 것이 밝혀지고 있어 백삼의 가열처리에 의해 생성되는 홍삼 특유 사포닌의 항암활성에 대한 많은 관심이 모아지고 있다.<sup>5)</sup>

이상의 주요 ginsenoside에 대한 효능 연구는 각 성분들의 추출 분리가 가능해지면서 시도되었으나, 인삼 사포닌 성분의 추출에는 장시간이 소요되는 어려움이 있으므로<sup>6)</sup> 이에 대한 개선 연구가 요망되고 있다. 이 등<sup>7)</sup>은 인삼우유 중의 유효 지표성분인 사포닌의 최적 추출조건을 반응표면분석(RSM)에 의해 연구한 결과, 총 사포닌의 최적 추출조건은 추출온도 86°C, 추출시간 2시간 50분이라고 하였다. 팍 등<sup>8)</sup>은 waring blender를 이용한 용매추출법에 의해 6개의 주종 사포닌을 30분 내외의 시간으로 추출이 어느정도 가능하였다고 보고하였다. 그러나 이 등<sup>9)</sup>은 가압형 마이크로웨이브 추출장치를 이용하여 조사포닌을 추출해 본 결과, 에탄올 농도 56%, 추출온도 144°C, 추출시간 4.7분에서 추출율이 가장 높았다고 보고하였다. 그러나 이와 같이 고온에서의 마이크로파 추출에서 각 ginsenoside의 추출효율과 이들의 안정성에 관련된 연구는 아직 이루어진 바 없으며, 또한 현행 추출법과의 추출효율 비교 연구도 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 마이크로웨이브를 이용하여 인삼의 사포닌 성분을 신속하게 추출하는 일련의 연구를 수행하면서, 가압형 추출공정에서 주요 ginsenoside의 추출특성을 반응표면분석에 의해 모니터링하고, 아울러 동일 용매를 사용하여 현행 추출법과 마이크로파 추출의 추출효율을 비교해 보았다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

인삼의 ginsenoside 추출실험에는 국내산 4년근 백미삼을 250  $\mu$ m의 입자크기로 분쇄하여 추출실험에 사용하였다. 시료의 수분함량은 11.5%, 조단백질 13.6%, 가용성무질소물 64.4% 등이었다.

### 2. 추출장치 및 추출방법

본 실험에 사용된 마이크로웨이브 추출장치는 전보<sup>9)</sup>와 같이 2,450 MHz의 주파수에 12개의 밀폐형 추출

관이 장착된 MES-1000(CEM Corp., USA)을 사용하였다. 추출장치에서 3개의 추출관에 3g의 시료와 60 ml의 용매를 각각 가하고 100%의 출력과 190 psi 압력 하에서 추출시간(tap time), 추출온도(°C) 및 추출용매 농도(%)를 달리하면서 15분간(run time) 추출하였다. 한편 마이크로웨이브 추출법 (microwave-assisted process, MAP)의 추출효율을 비교해 보고자 추출용매를 80% 에탄올로 정하여 현행 방법은 85°C에서 8시간씩 5회 반복 추출하고 MAP은 2분과 8분 동안 추출하였다. 추출이 완료된 추출물은 두 겹의 여과지(Whatman No. 1)로 흡입 여과하여 일정 부피로 맞추어 분석용 시료로 사용하였다.

### 3. 실험계획 및 회귀분석

마이크로웨이브 추출공정은 추출온도, 추출시간, 용매농도 등 여러 변수에 따라 인삼 ginsenoside의 추출효율이 좌우될 수 있다. 따라서 본 실험에서는 추출조건에 따른 ginsenoside의 추출특성을 모니터링하기 위하여 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)<sup>10)</sup>을 사용하였으며, 실험계획은 중심합성계획(central composite design)<sup>11)</sup>을 적용하였다. 이때 독립변수로는 에탄올 농도(0~100%), 추출온도(90~150°C) 및 추출시간(0.5~8.5 min, tap time)을 -2, -1, 0, 1, 2 등 다섯 단계로 부호화하였다. 또한 독립변수(추출조건,  $X_n$ )는 중심합성계획에 따라 16군으로 구분하였으며, 이들 독립변수에 의해 영향을 받는 종속변수( $Y_n$ )들은 추출물의 주요 ginsenoside 함량으로 하여 회귀분석에 사용하였다. 회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 SAS(statistical analysis system) program<sup>12)</sup>이 사용되었고, 회귀분석 결과 임계점이 최대점이거나 최소점이 아니고 안장점일 경우에는 능선분석을 하여 최적점을 구하였다. 또한 마이크로웨이브 추출에 있어서 추출조건이 인삼 추출물의 ginsenoside 추출특성에 미치는 영향은 예측된 모델식을 바탕으로 Mathematica program<sup>13)</sup>을 이용하여 4차원 반응표면분석으로 해석하였다.

### 4. Ginsenoside 분석

HPLC를 이용하여 ginsenoside을 정량하고자 추출액을 여과(Whatman No. 41)한 후 5,000 rpm에서 10분간 원심분리 하였다. 상층액은 60°C 이하에서 감압 농축한 후 40 ml의 증류수에 용해하고 분액깔대기에 취해 40 ml diethyl ether로 2회 세척하여 지용성 성분을 제거하였다. 수층에는 수포화 butanol을 40 ml씩 3회 가하여 분리하고, n-butanol 층을 농축시켜 얻은 조사포닌을 10%

methanol 용액(w/v)으로 조제한 다음 HPLC (Analytical HPLC/ALC-244)을 이용하여 칼럼 Waters microbondapack NH<sub>2</sub>(10 μm), 검출기 Water 410 differential refractometer, 이동상 ACCN/H<sub>2</sub>O/n-BuOH=80:20:10, 유속 1.1 ml/min 등의 분석조건에서 정량하였다.<sup>6,14,15</sup> 이상의 측정은 모두 3회 반복으로 실시하여 평균값으로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 추출조건 별 ginsenoside 함량 변화

마이크로웨이브 에너지의 선택적 추출 원리<sup>16</sup>를 응용하여 주요 ginsenoside의 추출실험을 중심합성계획에 의해 설계된 16구의 추출조건에서 3회 반복 실시하였다. 각 추출물의 ginsenoside 함량은 Table 1과 같으며, 이 결과를 이용하여 반응표면 회귀분석을 실시하고 각 요인변수에 따른 반응변수 즉, 각 ginsenoside 함량에 대한 회귀식을 Table 2와 같이 구하였다. 또한 각 ginsenoside 별 최적 추출조건을 예측하고(Table 3) 추출조건에 따른 ginsenoside의 추출 특성을 나타내는 4차원 반응표면은 Fig. 1~7에 나타내었다.

추출조건 별 추출물의 ginsenoside 함량에 대한 회귀식에서 대부분의 ginsenoside 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.830 이상으로 10% 이내의 수준에서 유의성이 인정되었다. 그

러나 ginsenoside-Re와 -Rg<sub>1</sub>에서는 R<sup>2</sup>가 각각 0.6036와 0.5306으로 유의성이 인정되지 않았다. 추출조건에 따라 예측된 정상점은 대부분의 ginsenoside에서 최대점을 나타내었고, ginsenoside-Rd와 -Rg<sub>1</sub>는 안장점을 나타내었다(Table 3). 따라서 ginsenoside-Rd와 -Rg<sub>1</sub>에 대하여 능선분석을 실시하여 본 결과, ginsenoside의 최대 추출 함량과 최적 추출조건을 예측할 수 있었고, 이때 요인변수들의 값은 각각 Table 3에 나타내었다.

Ginsenoside-Rb<sub>2</sub>, -Rc, -Re 및 -Rg<sub>1</sub>의 반응표면(Fig. 2, 3, 5, 6)은 에탄올 농도와 추출온도에 의해 크게 영향을 받았으며 추출시간의 영향은 크지 않았다. 이 같은 경향은 조사포닌의 추출 특성과 유사하였으며,<sup>9</sup> 이들의 추출량은 추출온도가 높을수록 증가하면서 특히, 140°C 내외와 에탄올 농도 50~75% 범위에서 가장 높게 나타났다. 또한 ginsenoside-Rd의 함량은 Fig. 4와 같이 추출시간의 영향은 거의 받지 않았고, 추출온도와 에탄올 농도에 의해 크게 영향을 받았으므로 추출온도와 에탄올 농도가 증가할수록 추출량이 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 ginsenoside-Rb<sub>1</sub>에 대한 반응표면(Fig. 1)은 에탄올 농도, 추출온도 및 시간의 영향을 다 같이 받았으며, 에탄올 농도가 40~70% 범위에서 추출온도와 추출시간이 증가할수록 추출량이 증가하였다.

### 2. Ginsenoside와 unknown 화합물의 함량 변화

마이크로웨이브에 의해 추출된 인삼 추출물의 사포

**Table 1.** Experimental data on ginsenoside contents of ginseng extracts under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. No. <sup>a</sup>	Ethanol conc. (%)	Extraction temp. (°C)	Extraction time (min)	Ginsenoside (%)							Total
				Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Re	Rg <sub>1</sub>	Unk <sup>b</sup>	
1	25(-1)	105(-1)	2.5(-1)	0.665	0.619	0.617	0.297	0.662	0.102	0.000	2.962
2	25(-1)	105(-1)	6.5(1)	0.629	0.679	0.573	0.308	0.605	0.091	0.000	2.885
3	25(-1)	135(1)	2.5(-1)	0.709	0.699	0.670	0.433	0.535	0.084	0.701	3.829
4	25(-1)	135(1)	6.5(1)	0.862	0.851	0.795	0.540	0.615	0.099	0.797	4.613
5	75(1)	105(-1)	2.5(-1)	0.724	0.711	0.655	0.340	0.641	0.085	0.000	3.156
6	75(1)	105(-1)	6.5(1)	0.807	0.826	0.727	0.397	0.641	0.081	0.000	3.479
7	75(1)	135(1)	2.5(-1)	0.948	0.958	0.880	0.733	0.705	0.114	1.175	5.296
8	75(1)	135(1)	6.5(1)	0.952	0.949	0.864	0.683	0.670	0.091	1.652	5.158
9	50(0)	120(0)	4.5(0)	1.059	1.164	0.968	0.629	0.828	0.126	1.016	5.938
10	50(0)	120(0)	4.5(0)	1.058	1.159	0.970	0.630	0.830	0.125	1.018	5.936
11	0(-2)	120(0)	4.5(0)	0.628	0.603	0.567	0.300	0.572	0.091	0.000	2.761
12	100(2)	120(0)	4.5(0)	0.541	0.562	0.655	0.414	0.610	0.090	0.617	3.434
13	50(0)	90(-2)	4.5(0)	0.718	0.668	0.667	0.364	0.711	0.117	0.000	3.245
14	50(0)	150(2)	4.5(0)	1.093	1.078	1.008	0.869	0.814	0.135	1.781	6.075
15	50(0)	120(0)	0.5(-2)	0.821	0.792	0.755	0.436	0.772	0.120	0.000	3.696
16	50(0)	120(0)	8.5(2)	1.088	1.097	0.982	0.648	0.765	0.116	1.015	5.793

<sup>a</sup> The number of experimental conditions by central composite design

<sup>b</sup> Contents of unknown compound were calculated based on ginsenoside-Rb<sub>1</sub>

**Table 2.** The second order polynomials for ginsenosides as functions of temperature, time and ethanol concentration in microwave-assisted extraction

Responses	Second order polynomials	R <sup>2</sup>	Significance
Ginsenoside-Rb <sub>1</sub>	$Y_3 = -2.519133 + 0.016698X_1 + 0.043688X_2 + 0.031719X_3 + 0.000030667X_1X_2 - 0.000075000X_1X_3 + 0.000458X_2X_3 - 0.000191X_1^2 - 0.000173X_2^2 - 0.006656X_3^2$	0.8358	0.0754
Ginsenoside-Rb <sub>2</sub>	$Y_4 = -5.197539 + 0.020977X_1 + 0.081975X_2 + 0.181156X_3 + 0.000039333X_1X_2 - 0.000265X_1X_3 - 0.000133X_2X_3 - 0.000232X_1^2 - 0.000322X_2^2 - 0.013656X_3^2$	0.8647	0.0459
Ginsenoside-Rc	$Y_5 = -2.116148 + 0.012659X_1 + 0.037060X_2 + 0.036500X_3 + 0.000029000X_1X_2 - 0.000062500X_1X_3 + 0.000338X_2X_3 - 0.000142X_1^2 - 0.000144X_2^2 - 0.006156X_3^2$	0.8335	0.0780
Ginsenoside-Rd	$Y_6 = -0.676641 + 0.001736X_1 + 0.007194X_2 + 0.086031X_3 + 0.000104X_1X_2 - 0.000277X_1X_3 - 0.000045833X_2X_3 - 0.000109X_1^2 - 0.000015000X_2^2 - 0.005500X_3^2$	0.9192	0.0014
Ginsenoside-Re	$Y_7 = -0.128680 + 0.002603X_1 + 0.013346X_2 - 0.009969X_3 + 0.000070000X_1X_2 - 0.000145X_1X_3 + 0.000425X_2X_3 - 0.000096X_1^2 - 0.000075000X_2^2 - 0.003844X_3^2$	0.6036	0.5124
Ginsenoside-Rg <sub>1</sub>	$Y_8 = 0.112461 - 0.000149X_1 - 0.000277X_2 + 0.004750X_3 + 0.000016333X_1X_2 - 0.000077500X_1X_3 + 0.000029167X_2X_3 - 0.000014800X_1^2 - 0.000001667X_2^2 - 0.000594X_3^2$	0.5306	0.6629
Unknown compound <sup>a</sup>	$Y_9 = -2.898820 - 0.022699X_1 + 0.033702X_2 + 0.033813X_3 + 0.000443X_1X_2 + 0.000952X_1X_3 + 0.002388X_2X_3 - 0.000283X_1^2 - 0.000141X_2^2 - 0.031844X_3^2$	0.9550	0.0022

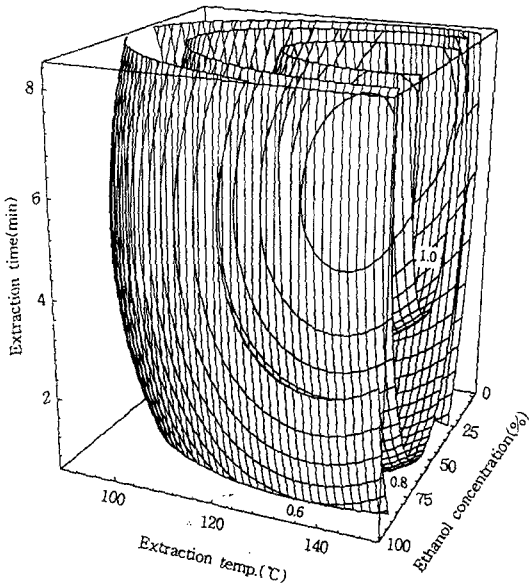
<sup>a</sup> Contents of unknown compound were calculated based on ginsenoside-Rb<sub>1</sub>

**Table 3.** Predicted levels of extraction conditions for the maximum responses of ginsenosides by the ridge analysis

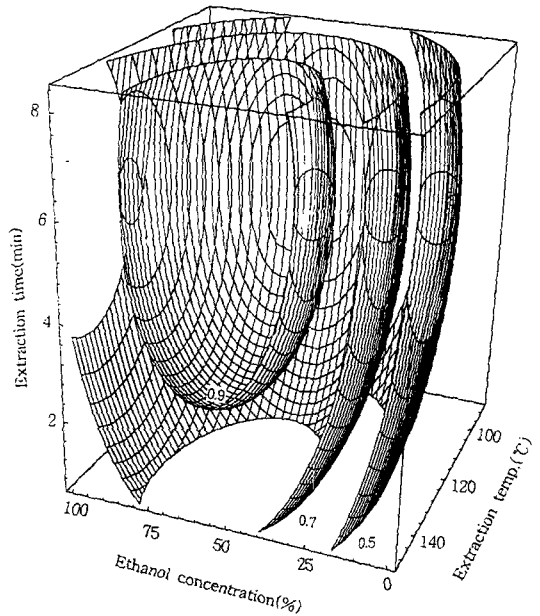
Yn	R <sup>2</sup>	Prob>F	X <sub>1</sub> (EtOH/%)	X <sub>2</sub> (temp./°C)	X <sub>3</sub> (time/min)	Max./Min.	Morphology
Rb <sub>1</sub>	0.8358	0.0754	53.73	140.36	6.91	1.11 (max.)	max.
Rb <sub>2</sub>	0.8647	0.0459	52.99	129.30	5.49	1.16 (max.)	max.
Rc	0.8335	0.0780	57.49	142.28	6.57	1.00 (max.)	max.
Rd	0.9192	0.0114	64.51	148.55	4.91	0.88 (max.)	saddle point
Re	0.6036	0.5124	57.31	129.22	4.77	0.78 (max.)	max.
Rg <sub>1</sub>	0.5306	0.6629	64.31	148.34	3.86	0.13 (max.)	saddle point
Total	0.8341	0.0773	57.34	141.12	5.92	4.90 (max.)	max

닌 성분을 HPLC에 의해 분석한 결과는 Fig. 8과 같다. 이때 ginsenoside 패턴은 마이크로웨이브 추출온도의 상승에 따라 다소 변화되기 시작하면서 식품공전상<sup>17)</sup>의 추출온도인 90°C(Fig. 8A)에 비해 120°C(Fig. 8B)에서는 unknown peak가 확인되었고 150°C(Fig. 8C) 추출구에서는 미지화합물의 함량이 증가되었다. 따라서 마이크로웨이브 처리에 따른 ginsenoside의 함량 변화를

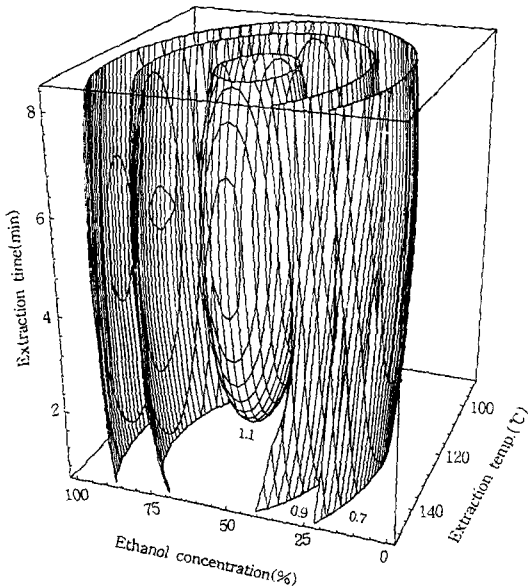
모니터링하고자 반응표면분석에 의해 추출조건에 따라 각각의 ginsenoside와 unknown peak의 최고 함량에 대한 최적 추출조건을 예측하여 Table 4에 나타내었다. 이때 unknown 화합물의 회귀식에 대한 R<sup>2</sup>는 0.9550으로 5% 이내의 수준에서 유의성이 인정되었으며, ginsenoside-Rb<sub>2</sub>, -Rc, -Re, -Rg<sub>1</sub> 및 total ginsenoside에 unknown 화합물을 포함시켰을 경우 R<sup>2</sup>가 0.8647,



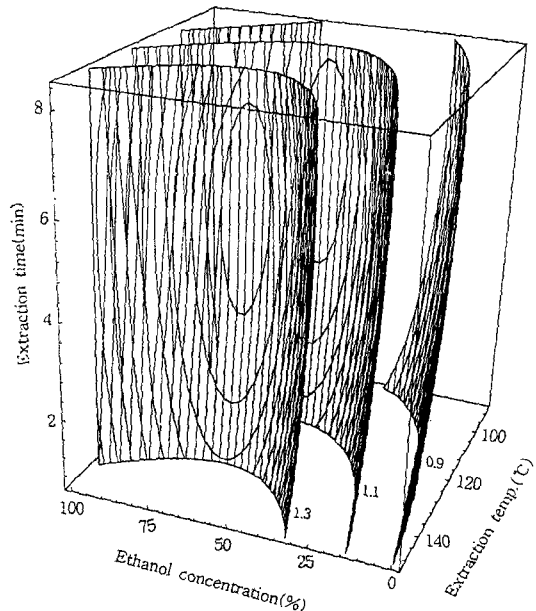
**Fig. 1.** Four-dimensional response surface for ginsenoside-Rb1 of ginseng extracts (at constant value, 0.6–0.8–1.0%) as functions of temperature, time and ethanol concentration in microwave extraction system.



**Fig. 3.** Four-dimensional response surface for ginsenoside-Rc of ginseng extracts (at constant value, 0.5–0.7–0.9%) as functions of temperature, time and ethanol concentration in microwave extraction system.



**Fig. 2.** Four-dimensional response surface for ginsenoside-Rb<sub>2</sub> of ginseng extracts (at constant value, 0.7–0.9–1.1%) as functions of temperature, time and ethanol concentration in microwave extraction system.



**Fig. 4.** Four-dimensional response surface for ginsenoside-Rd of ginseng extracts (at constant value, 0.9–1.1–1.3%) as functions of temperature, time and ethanol concentration in microwave extraction system.

0.8335, 0.6036, 0.5306 및 0.8341에서 0.9476, 0.9401, 0.8705, 0.9065 및 0.8722로 각각 증가하였으며, 이들은 5% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 또

한 예측된 정상점은 ginsenoside-Rc와 -Re에서 unknown 화합물을 포함시킬 경우 최대점에서 안장점으로 변화

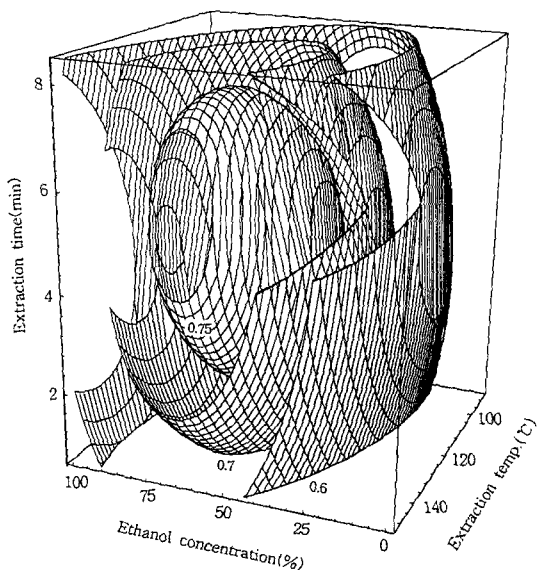


Fig. 5. Four-dimensional response surface for ginsenoside-Re of ginseng extracts (at constant value, 0.6–0.7–0.75%) as functions of temperature, time and ethanol concentration in microwave extraction system.

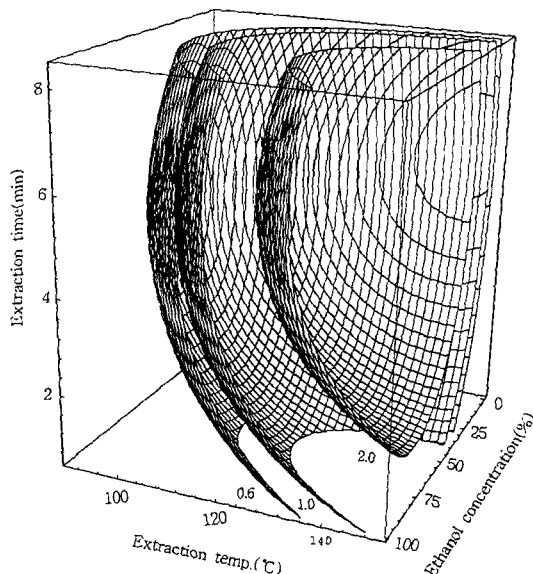


Fig. 7. Four-dimensional response surface for ginsenoside-Rb<sub>2</sub> and unknown ginsenoside contents of ginseng extracts (at constant value, 0.6–1.0–2.0%) as functions of temperature, time and ethanol concentration in microwave extraction system.

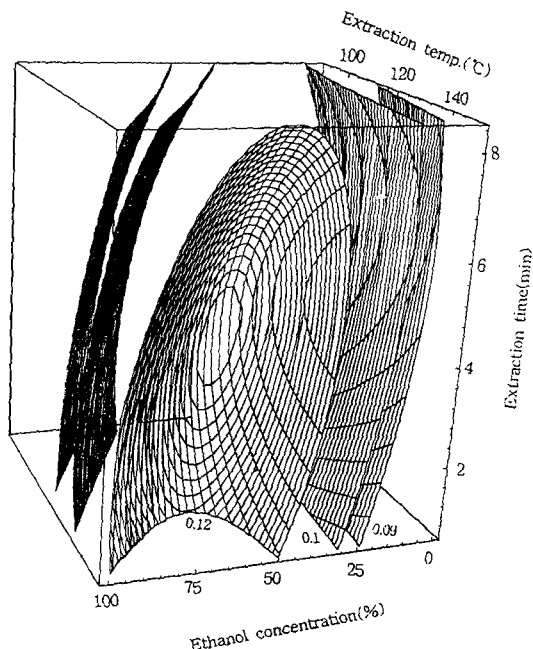


Fig. 6. Four-dimensional response surface for ginsenoside-Rg<sub>1</sub> of ginseng extracts (at constant value, 0.09–0.1–1.12%) as functions of temperature, time and ethanol concentration in microwave extraction system.

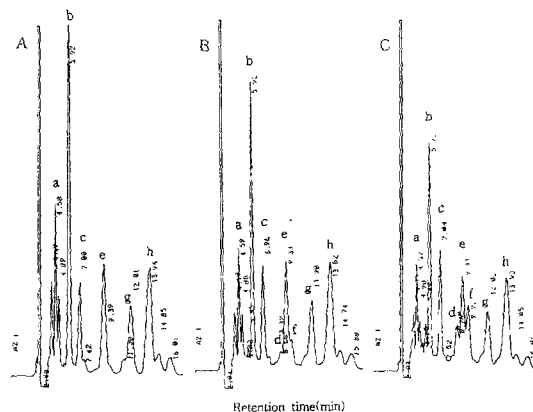


Fig. 8. Comparison of HPLC chromatograms for ginsenosides of 50% ethanol extracts from ginseng powder by microwave extraction system for 4.5min at 90°C. (A), 120°C (B) and 150°C (C). a, Rg<sub>1</sub>; b, Re; c, Rd; d, Unk<sub>1</sub>; e, Rc; f, Unk<sub>2</sub>; g, Rb<sub>2</sub>; h, Rb<sub>1</sub>.

하였고, 그 외의 ginsenoside에서는 동일한 정상점을 나타내었다. 또한 예측된 최대 total ginsenoside 함량은

4.90%에서 6.22%로 증가되었다. Ginsenoside-Rb<sub>2</sub>와 -Re에서는 unknown 화합물을 포함함에 따라 최대 추출온도가 129°C에서 147°C로 증가하였고, 특히 Rb<sub>2</sub>는 129°C부터는 급격히 감소하던 것이 unknown 화합물을 포함하여 반응표면분석을 하여 본 결과, 온도가 증가할수록 Rb<sub>2</sub>의 추출율은 계속 증가하는 것으로 나타났으

**Table 4.** Predicted levels of extraction conditions for the maximum responses of ginsenosides and unknown compounds by the ridge analysis

Yn	R <sup>2</sup>	Prob>F	X <sub>1</sub> (EtOH/%)	X <sub>2</sub> (temp./°C)	X <sub>3</sub> (time/min)	Max. (Min.)	Morphology
Rb <sub>2</sub>	0.8647	0.0459	52.99	129.30	5.49	1.16	max.
Unk <sup>a</sup>	0.9550	0.0022	68.22 (67.33)	146.56 (99.34)	5.65 (3.65)	2.10 (0.01)	max.
Rb <sub>2</sub> +Unk <sup>a</sup>	0.9476	0.0034	66.07	146.65	5.82	3.13	max.
Rc	0.8335	0.0780	57.49	142.28	6.57	1.00	max.
Rc+Unk <sup>b</sup>	0.9401	0.0049	68.19	147.16	5.38	2.29	saddle point
Re	0.6036	0.5124	57.31	129.22	4.77	0.78	max.
Re+Unk <sup>c</sup>	0.8705	0.0409	68.95	147.09	5.31	1.20	saddle point
Rg <sub>1</sub>	0.5306	0.6629	64.31	148.34	3.86	0.13	saddle point
Rg <sub>1</sub> +Unk <sup>d</sup>	0.9065	0.0170	68.76	147.64	4.91	0.28	saddle point
Total	0.8341	0.0773	57.34	141.12	5.92	4.90	max.
Total+Unk <sup>a</sup>	0.8722	0.0395	57.37	139.50	5.72	6.22	max.

<sup>a</sup> Contents of unknown compounds were calculated based on ginsenoside-Rb<sub>2</sub>.

<sup>b</sup> Contents of unknown compounds were calculated based on ginsenoside-Rc.

<sup>c</sup> Contents of unknown compounds were calculated based on ginsenoside-Re.

<sup>d</sup> Contents of unknown compounds were calculated based on ginsenoside-Rg<sub>1</sub>.

며, 동시에 추출시간과 더불어 R<sub>2</sub>가 증가하는 것으로 보아 129~147°C 범위에서 ginsenoside-Rb<sub>2</sub>와 -Re가 unknown 화합물로 분해되어 그 함량이 줄어드는 것으로 예상되었다(Table 4, Fig. 7). 대부분의 ginsenoside는 최대 추출온도가 147°C 부근이었었는데, ginsenoside Rb<sub>2</sub>와 Re에 unknown 화합물을 포함시킬 경우 R<sub>2</sub>의 증가와 동시에 최대 추출온도가 147°C로 증가되는 점이 ginsenoside의 분해를 뒷받침해 주는 것으로 생각된다. 또한 unknown 화합물은 137°C에서 최대 함량을 나타내었으며, 이 온도까지는 온도가 증가함에 따라 ginsenoside-Rb<sub>2</sub>와 -Re가 129°C에서부터 급격히 감소되어 unknown 화합물이 증가하는 것으로 나타났다(Table 4, Fig. 7).

최 등<sup>16)</sup>은 열처리 중 홍삼엑기스 사포닌은 ginsenoside-Re와 -Rg<sub>1</sub>이 감소하는 반면, ginsenoside-Rg<sub>1</sub>와 -Rh는 증가되어 사포닌의 상호변환이 있음을 추정한다. 그러나 본 실험의 결과에서는 주어진 압력(50 psi 이하)과 가열조건에서 사포닌의 상호 변환보다는 사포닌 성분 중 일부 ginsenoside가 분해되는 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 Park 등<sup>18)</sup>의 마이크로웨이브 오븐을 이용한 사포닌의 사포계닌으로의 신속한 가수분해 효과에 대한 발표와 잘 연관됨을 알 수 있었다.

따라서 마이크로웨이브 에너지를 인삼의 사포닌 성분의 추출에 사용하기 위해서는 먼저 가열 및 압력에 의한 분해를 고려하여 추출조건을 선택할 필요가 있다고 생각된다. 그리하여 마이크로웨이브 추출시 unknown

화합물이 발생되지 않는 추출조건을 설정해 보고자 unknown 화합물에 대한 능선분석을 실시하여 본 결과, Table 4에서와 같이 예측된 최솟점에서 unknown 화합물의 함량은 0.0106%로 예측되었으며, 이때 요인변수들의 값은 에탄올 농도 67.33%, 추출온도 99.34°C, 추출시간 3.65분 이었다. 이상의 결과에서 볼 때 인삼 사포닌 성분에 대한 마이크로웨이브 추출조건은 unknown peak를 고려할 경우 100°C 이하의 온도에서 추출하는 것이 바람직하다고 생각된다.

### 3. 현행 추출방법과 마이크로웨이브 추출방법의 추출 효율 비교

인삼사포닌에 대한 현행 추출법과 MAP 추출법에 의한 주요 ginsenoside별 함량은 Table 5에 나타내었다. 현행 추출방법에 의한 총 ginsenoside 추출량은 7.46% 수준이었고, 2분간의 MAP 추출물은 ginsenoside-Re를 제외하고는 대체로 낮은 결과를 보이면서 총 함량이 약 4.97%였다. 그러나 8분간의 MAP 추출에서는 대부분의 ginsenoside 성분에서 현행 방법과 유사한 수준으로 총 함량이 7.68%를 나타내었다. 이상의 결과에서 인삼사포닌 성분의 추출에서 마이크로웨이브 추출법은 현행 추출법과 비교해 볼 때 동일한 결과는 아니지만 주요 ginsenoside의 추출효율에서 필적한 수준을 보였다. 따라서 MAP 방법은 추출시간을 10분 이내의 수준으로 단축할 수 있을 뿐 아니라 용매 및 에너지의 사용량도 절감할 수 있는 가능성을 보여 주었다.

**Table 5.** Comparison of extraction efficiency on ginsenoside contents between current extraction method and microwave extraction method

Extraction method	Ext. time	Ginsenoside (%)						
		Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rc	Rd	Re	Rg <sub>1</sub>	Total
Current extraction method <sup>a</sup>	40 hrs	3.032	1.161	1.213	0.470	1.346	0.235	7.457
Microwave extraction method <sup>b</sup>	2 min	1.708	0.651	0.733	0.276	1.396	0.209	4.973
	8 min	2.904	1.117	1.216	0.572	1.613	0.260	7.682

<sup>a</sup> Ethanol conc. 80%, extraction temperature 85°C, extraction time 8 hrs×5.

<sup>b</sup> Ethanol conc. 80%, extraction temperature 85°C.

## 요 약

가압형 마이크로웨이브 추출장치를 이용하여 추출조건(에탄올농도, 추출온도 및 추출시간)에 따른 인삼 ginsenoside의 추출특성을 반응표면분석에 의해 모니터링하고, 마이크로파 추출법의 추출효율을 확인하였다. 조건별 추출물의 ginsenoside 함량에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 대부분 0.830 이상으로 10% 이내의 수준에서 유의성이 인정되었다. Ginsenoside-Rb<sub>2</sub>, -Rc, -Re 및 -Rg<sub>1</sub>은 추출온도가 높을수록 증가하여 140°C에서 가장 높게 나타났으며, 에탄올 농도가 50~75%에서 가장 높은 추출율을 보였다. Ginsenoside의 HPLC 패턴은 MAP 추출온도 120°C에서 unknown peak가 확인되었으며, 150°C 추출에서는 unknown peak가 증가되었다. Ginsenoside-Rb<sub>2</sub>와 -Re 함량에 미지화합물(unknown peak)을 포함하였을 때는 최대의 추출온도가 129°C에서 147°C로 증가하였고, 동시에 추출시간과 R<sup>2</sup>가 증가하였다. MAP 추출에서 unknown 화합물의 함량이 최소가 되는 조건은 에탄올 농도 67.33%, 추출온도 99.34°C, 추출시간 3.65분이었다. 추출효율의 확인시험에서 8분간의 MAP 추출법은 현행 추출법(40시간)과 매우 유사한 수준의 ginsenoside 추출효율을 나타내었다.

## 인 용 문 헌

- Shibita, S., Tanaka, O., Ando, T., Sado, M., Tsushima, S. and Ohsawa, T. : *Chem. Pharm. Bull.* **14**, 595 (1966).
- 남기열 : 최신고려인삼 (성분 및 효능 편), 한국인삼협회 연구원, 대전, p. 13 (1996).
- Kitagawa, I., Taniyama, T., Hayashi, T. and Yoshikawa, M. : *Chem. Pharm. Bull.* **31**, 3353 (1983).
- Kikuchi, Y., Sasa, H., Kita, T., Hirata, J. and Tode, T. : *Anticancer Drugs(England)* **2**, 63 (1991).
- Azuma, I. : *Biol. Pharm. Bull.* **18**, 1197 (1995).
- Ko, S. R., Kim, S. C., and Choi, K. J. : *Kor. J. Pharmacogn.* **23**, 24 (1992).
- Lee, S. S., Park, J. M., Oh, H. I. and Kwak, H. S. : *Korean J. Ginseng Sci.* **18**, 53 (1994).
- 곽이성, 김미주, 김은희, 김영애 : *한국식품과학회지* **29**, 1327 (1997).
- Lee, S. B., Lee, G. D. and Kwon, J. H. : *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 409 (1999).
- Myers, R. H. : *Response Surface Methodology*, Allyn and Bacon Inc., Boston, p. 127 (1971).
- Gontard, N., Guilbert, S. and Cuq, J. L. : *J. Food Sci.* **57**, 190 (1992).
- SAS : *SAS/STAT : User's Guide Version 6, 4th ed.*, Vol. 2, Ch.37, SAS Institute Inc., Cary, NC., p. 1457 (1988).
- Martha, L. A. and James, P. B. : *The Mathematica Handbook*, compatible with Mathematica Version 2.0. An Inprint of a Division of Academic Press, Inc. Harcourt Brace & Co., Massachusetts, p.75 (1992).
- Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S. : *Syoyakugaku Zasshi* **25**, 28 (1971).
- Choi, J. H. and Oh, S. K. : *Korean J. Food & Nutrition* **12**, 323 (1983).
- 최진호, 김우정, 양재원, 성현순, 홍순근 : *한국농화학회지* **24**, 166 (1981).
- KMHW : *Korean Food Standard Code*, The Korean Ministry of Health and Welfare, p. 507 (1997).
- Park, M. K., Park, J. H., Kang, J. S., Lee, M. Y., Park, Y. I., Yu, S. J. and Han, B. H. : *Korean J. Ginseng Sci.* **17**, 35 (1993).