

가압형 마이크로웨이브 추출장치를 이용한 가용성 인삼성분의 추출조건 최적화

이세봄 · 이기동* · 권중호[†]

경북대학교 식품공학과

*경북과학대학 전통발효식품과

Optimization of Extraction Conditions for Soluble Ginseng Components Using Microwave Extraction System under Pressure

Sae-Bom Lee, Gee-Dong Lee* and Joong-Ho Kwon[†]

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

*Dept. of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Kyongbuk 718-850, Korea

Abstract

Microwave extraction system equipped with closed vessels was applied to confirm its capability of extracting ginseng solubles including saponin, which was monitored to optimize extraction conditions by response surface methodology. Total yield increased with the decrease in particles size and more extraction steps. Soluble components were completely extracted by operating the system within 6 min per one step, which should be repeated by 3 or 4 times. Optimized conditions for maximum extraction of response variables(total yield, crude saponin) were 40~50% of ethanol concentration, about 140°C of extraction temperature, and within 6 min of the extraction time. The extraction efficiency of total yield was dependent on the decrease of ethanol concentration, while crude saponin content was favored on the higher degree of ethanol concentration. According to the temperature guideline, below 90°C of extraction temperature, the optimal ranges of extraction conditions were predicted as 30~50% of ethanol concentration and 2.5~6.5 min of extraction time. Estimated values of total yield and crude saponin were in good agreement with experimental values.

Key words: ginseng, microwave-assisted extraction, soluble components, optimization

서 론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 옛부터 우리나라 고유의 생약으로 민간 또는 한방에서 영약으로 애용되어 왔으며, 최근 약리적 효능이 과학적으로 입증됨에 따라 생약은 물론 건강식품으로서도 그 진가를 국내외에서 인정받게 되었다(1). 지금까지 알려진 인삼의 약리작용 및 임상효과에 대한 연구는 중추신경억제 및 흥분작용(2,3), 단백질 및 핵산 생합성 촉진작용(4,5), 조혈작용(6,7), 동맥경화 예방(8), 혈당강하 작용(8,9), 항피로(10,11) 및 항스트레스 작용(12) 등이 보고되고 있는데, 이와 같은 작용은 대개 인삼사포닌의 작용에 기인하는 것으로 이해되고 있다.

최근 생활수준의 향상과 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 인삼은 건강식품으로서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 이와 관련하여 기호도를 높인 인삼차, 인삼엑기스, 인삼캡슐, 인삼드링크, 인삼주, 인삼과자 등 다양한 제품이 개발되어 있다(13).

인삼가공제품의 원료로 사용되는 가용성 인삼성분은 4년근 이상의 인삼근을 원료로 하여 물 또는 알코올을 용매로 90°C 이하의 온도에서 추출하도록 규정되어 있다(14). 국내 인삼업계에서 사용되고 있는 인삼 엑기스 추출용 원료삼으로는 유용성분(사포닌 등)의 함량이 높고 값이 비교적 저렴한 미삼류(尾蔘類)가 대부분 사용되고 있으며, 가용성 인삼성분의 현행 추출방법은 5~6배량의 에탄올(70% 이상)이나 물을 용매로 하여

[†]To whom all correspondence should be addressed

8시간씩 5회 반복 추출하는 등 장시간이 소요되는 비경제적인 방법이 이용되고 있으므로 이에 대한 개선방안 마련이 요구되고 있다.

따라서 본 실험은 가용성 인삼성분의 신속한 추출방법을 마련하기 위한 시도로써, 최근 천연물로부터 목적 성분을 신속하게 추출할 수 있고 “less solvent, less time, less wastes” 등의 환경친화적 특성(15)을 지닌 마이크로웨이브 공정을 이용하여 반응표면분석에 의해 추출특성을 모니터링하고 추출조건을 최적화하였다.

재료 및 방법

재료

가용성 인삼성분 추출 실험은 국내산 4년근 백미삼을 사용하였다. 실험에 사용된 시료의 일반성분은 수분 11.5%, 조단백질 13.6%, 조지방 1.7%, 조회분 4.5%, 조섬유 4.3% 등이었다.

추출장치 및 추출방법

실험에 사용된 마이크로웨이브 추출장치는 2,450 MHz의 주파수에 12개의 밀폐형 추출관(extraction vessel)이 장착된 MES-1000(CEM Corp., USA)이었다. 시료의 마이크로웨이브 추출방법은 3개의 extraction vessel에 3g의 시료와 60ml의 용매(에탄올)를 각각 가하고 100%의 출력과 190 psi 압력 하에서 추출시간(tap time), 추출온도(°C) 및 용매농도(%)를 달리하면서 15분간(run time) 추출하였다. 추출이 완료된 vessel은 냉수에서 식힌 후 개봉하여 두 겹의 여과지(Whatman No. 1)로 흡입 여과하였으며, 여액을 일정 부피로 하여 분석용 시료로 사용하였다.

추출용매의 가열특성 시험

가용성 인삼성분의 추출조건을 설정하기에 앞서 사용될 용매의 마이크로웨이브 가열특성을 알아보았다. 즉, 추출장치는 microwave power 100%(950 watts), max. pressure 190 psi, running time 10 min, heating temp. 120°C 등의 조건으로 60ml의 농도별 용매에 대하여 각각의 heating curve를 작성하였다.

조건별 추출특성 시험

예비실험을 통하여 분말시료(250 μ m)와 용매비를 1:20(3g/60ml)으로 선택하여 원료삼의 입자 크기(250 μ m, 2mm, 4 mm)에 따른 추출효율 실험을 실시하였다. 아울러 선택된 조건에서 추출횟수, 즉 2분간(tap time) 1,

2 및 3회 추출에 따른 반복추출의 영향과 추출시간(2, 4, 6 min)에 따른 영향을 각각 50% 에탄올을 추출용매로 하여 120°C의 추출온도에서 2분간 실시하였다. 이때 3반복 실험으로 얻어진 추출물은 가용성 인삼성분 수율(total yield, %)과 조사포닌 함량(crude saponin, %)의 분석(16)에 사용하였다.

가용성 인삼성분 수율 측정

각 조건에서 얻어진 추출물의 품질특성으로서 가용성 인삼성분의 수율은 공정법(16)에 따라 3회 반복 측정하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

조사포닌 함량 측정

추출물의 조사포닌 함량은 n-butanol 추출방법(17-19)에 준하여 정량하였다. 즉, 추출액을 여과(Whatman No. 41)한 후 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 상층액은 60°C 이하에서 감압 농축한 후 40ml의 증류수에 용해하고 분액깔대기에 취해 40ml diethyl ether로 2회 세척하여 지용성 성분을 제거하였다. 수층에는 수포화 butanol을 40ml씩 3회 가하여 분리하고, n-butanol 층을 농축시켜 조사포닌을 얻은 다음, 50~60°C의 진공건조기에서 함량이 될 때까지 3시간 이상 건조하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

추출조건 최적화를 위한 실험계획 및 결과분석

마이크로웨이브 추출공정은 추출온도, 추출시간, 용매농도 등 여러 변수에 따라 추출효율이 좌우될 수 있다. 본 실험에서는 최근 제조공정이나 신제품 개발 등에서 최적화기법으로 활용되고 있는 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)(20)을 사용하였으며, 실험계획은 중심합성계획(21,22)을 적용하였다. 이때 독립(요인)변수는 에탄올농도(0~100%), 추출온도(90~150°C) 및 추출시간(0.5~8.5 min, tap time)으로 하여 -2, -1, 0, 1, 2의 다섯 단계로 부호화하였다. 또한 독립변수(추출조건, X_n)는 중심합성계획에 따라 16군으로 구분하였으며, 이들 독립변수에 의해 영향을 받는 종속변수(Y_n)는 추출물의 총수율(Y_1)과 조사포닌 함량(Y_2)로 하여 3회 반복 실험을 실시하고 평균값으로 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석에 의한 모델식의 예측에는 SAS(statistical analysis system) program(22)이 사용되었으며, 회귀분석 결과에서 임계점이 최대점이거나 최소점이 아니고 안장점일 경우에는 능선분석을 하여 최적점을 구하였다. 또한 마이크로웨이브 추출에서 추출조건에 따른 총수율 및 조사포닌의

추출특성 모니터링은 예측된 모델식을 바탕으로 Mathematica program을 이용하여 4차원 반응표면분석(23)으로 실시하였다.

결과 및 고찰

추출조건 설정

가용성 인삼성분의 추출용매에 대한 마이크로웨이브 가열특성을 확인해 본 결과, 물의 경우에는 1분 44초에 용기내 온도가 heating temp.인 120°C에 도달한 반면, 50% 에탄올과 75% 에탄올 용매에서는 각각 1분 33초와 1분 18초에 각각 heating temp.에 도달한 것으로 나타났다(Fig. 1). 또한 용기내 압력(psi)도 온도와 비례하여 증가하면서 에탄올의 농도가 높을수록 발생 압력이 큼을 알 수 있었다. 그러나 최대 발생압력은 50psi 이하임을 알 수 있었다. 이상의 실험결과를 바탕으로 인삼시료를 사용한 추출조건 설정 실험에서는 50% 에탄올과 시료 일정량을 사용하여 tap time을 2분으로 하였다.

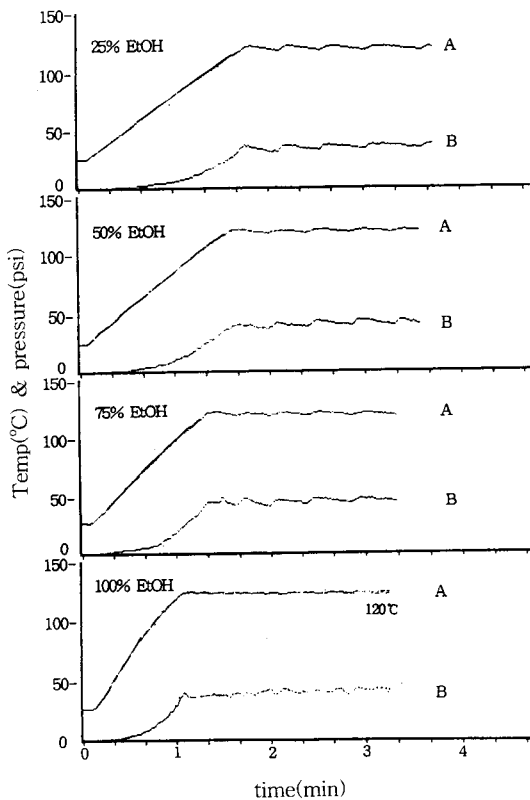


Fig. 1. Microwave heating curves of different concentrations of ethanol(A: temp., B: pressure).

백미삼(細尾)의 입자 크기(250µm, 2mm, 4mm)에 따른 추출 특성을 검토해 본 결과, Table 1과 같이 시료의 입자가 작을수록 가용성 인삼성분의 수율이 높은 것으로 나타났다. 조사포닌 함량은 분말 시료(250µm)와 입자 시료(2mm)에서 유사하게 건물량으로 약 6.8% 정도가 추출되었다. 따라서 분말화된 시료를 사용하여 시료와 용매비에 따른 추출실험을 실시하여 본 결과, 용매에 대한 시료의 비가 높을 경우에는 추출용기 내의 압력이 쉽게 상승하고 추출 후 여액의 회수가 용이하지 않았으므로, 용매비 1 : 20 즉, 시료 3g당 60ml의 에탄올을 사용하였다.

이상의 조건에서 추출횟수에 따른 영향을 검토해 본 결과, Table 2와 같이 120°C에서 2분간 1회 추출로써 가용성 인삼성분은 약 89%, 조사포닌은 약 83%가 추출되었으며, 2회 추출시에는 수율이 약 98%, 조사포닌이 95% 이상이 추출됨을 알 수 있었다. 그리고 120°C에서 추출시간에 따른 수율 및 조사포닌의 함량을 측정해 본 결과, Table 3과 같이 4분 추출구에서 수율(35.73%) 및 조사포닌(7.76%) 함량이 2분 및 6분 추출구보다 더 높은 값을 나타내어 고온에서 장시간 추출시에는 유효성분의 분해 가능성이 예상되었다. 따라서 이상의 추출조건 설정실험 결과들은 가용성 인삼성분 및 사포닌 함량을 최대로 추출할 수 있는 용매농도, 추출온도, 추출시간 등 추출조건의 최적화 실험에 사용되었다.

조건별 추출물의 수율

먼저 조건별 추출물의 수율(total yield)은 Table 4

Table 1. Effect of particle size of ginseng roots on total yield and crude saponin content in 50% ethanol extracts by microwave extraction system at 120°C for 2 min

Component	Particle size of sample		
	250µm	2mm	4mm
Total yield(%)	32.15	29.76	18.50
Crude saponin(%)	6.82	6.84	3.14

Table 2. Effect of extraction steps on total yield and crude saponin content of 50% ethanol extracts from ginseng powder by microwave extraction system at 120°C for 2 min

Component	Extraction step/2min			Total
	1st	2nd	3rd	
Total yield(%)	32.15	3.33	0.78	36.26
Relative content(%)	88.67	9.18	2.15	100
Crude saponin(%)	6.82	1.03	0.38	8.23
Relative content(%)	82.87	12.52	4.61	100

Table 3. Effect of extraction time on total yield and crude saponin content of 50% ethanol extracts from ginseng powder by microwave extraction system at 120°C

Component (dry basis)	Extraction time(min)		
	2	4	6
Total yield(%)	32.15	35.73	34.87
Crude saponin(%)	6.82	7.76	7.55

와 같으며, 이상의 결과에 대한 4차원 반응표면은 Fig. 2에 나타내었다. 용매농도, 추출온도 및 추출시간에 따른 가용성 인삼성분의 수율에 대한 회귀식은 아래 식과 같으며, R²는 0.9035으로 5%의 수준에서 유의성이 인정되었다.

$$Y_1 = 81.461328 + 0.149712X_1 - 0.790938X_2 - 1.9350A00X_3 + 0.001597X_1X_2 - 0.00037X_1X_3 + 0.014125X_2X_3 - 0.004956X_1^2 + 0.003033X_2^2 + 0.039688X_3^2$$

가용성 인삼성분의 총 수율은 Fig. 2의 반응표면에서 볼 때 에탄올 농도가 낮을수록 증가하여 30% 부근에서 최대 수율을 나타내었다. 특히, 추출온도가 140°C 이상에서 에탄올 농도가 30~40%일 경우 수율이 39% 이상으로 높게 나타났다. 그러나 110~130°C, 5~7분 추출에서는 에탄올 농도가 30~40%일 경우에도 수율이 낮게 나타남을 볼 수 있었다. 수율은 추출온도와 추출시간에 거의 영향을 받지 않고, 주로 에탄올 농도에 의해 영향을 받는 것으로 나타났으며, 이는 Park 등(24), Sung (25), Ko 등(18)의 보고에서 국화 및 인삼의 가용성 고

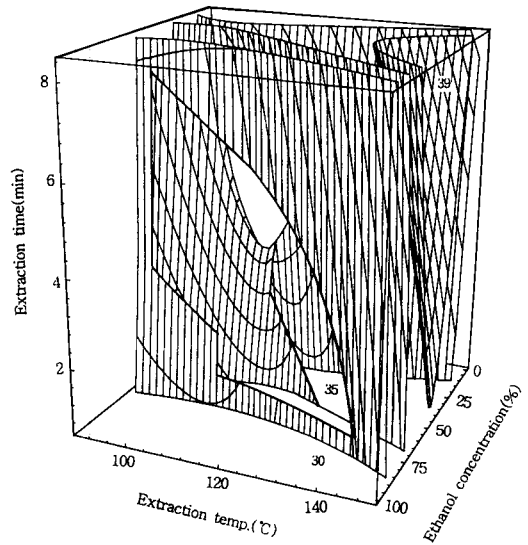


Fig. 2. Four-dimensional response surface for total yield of ginseng extracts(at constant value, 30-35-39%) as functions of ethanol concentration, temperature and time in microwave-assisted extraction.

형분은 일정 수준 이상의 에탄올 농도에서는 수율이 감소하였다는 보고와 일치하였다. 이때 반응표면에서 예측된 정상점(stationary point)은 안장점(saddle point)이므로 능선분석(ridge analysis)을 실시하여 본 결과, 수율의 최대값은 40.45%로 예측되었다. 그리고 요인변수

Table 4. Experimental data on total yield and crude saponin content of ginseng extracts under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Experiment number ¹⁾	Ethanol conc.(%)	Extraction temp.(°C)	Extraction time(min)	Total yield (%)	Crude saponin (%)
1	25(-1)	105(-1)	2.5(-1)	33.58	4.35
2	25(-1)	105(-1)	6.5(1)	33.46	5.70
3	25(-1)	135(1)	2.5(-1)	33.86	5.81
4	25(-1)	135(1)	6.5(1)	34.94	6.70
5	75(1)	105(-1)	2.5(-1)	28.63	6.56
6	75(1)	105(-1)	6.5(1)	27.94	6.78
7	75(1)	135(1)	2.5(-1)	30.81	7.90
8	75(1)	135(1)	6.5(1)	32.31	7.84
9	50(0)	120(0)	4.5(0)	34.88	7.29
10	50(0)	120(0)	4.5(0)	34.86	7.30
11	0(-2)	120(0)	4.5(0)	34.06	3.61
12	100(2)	120(0)	4.5(0)	10.94	4.11
13	50(0)	90(-2)	4.5(0)	34.87	4.81
14	50(0)	150(2)	4.5(0)	40.37	8.02
15	50(0)	120(0)	0.5(-2)	35.18	5.60
16	50(0)	120(0)	8.5(2)	35.87	6.56

¹⁾The number of experimental conditions by central composite design

즉, 예측된 최적추출조건은 에탄올 농도 41.54%, 추출온도 148.24°C, 추출시간 5.67분으로 나타났다(Table 5).

조건별 추출물의 조사포닌 함량

각 조건별 추출물의 조사포닌 함량과 이들의 추출특성을 나타내는 반응표면은 각각 Table 4 및 Fig. 3과 같다. 이때 추출조건에 따른 조사포닌 함량에 대한 예측회귀식은 아래 식과 같으며, 회귀식의 R²는 0.8894로 5%의 수준에서 유의성이 인정되었다.

$$Y_2 = -21.715937 + 0.182200X_1 + 0.297875X_2 + 1.451250X_3 - 0.000020000X_1X_2 - 0.005200X_1X_3 - 0.003083X_2X_3 - 0.001376X_1^2 - 0.000983X_2^2 - 0.076250X_3^2$$

각 조건별 추출물의 조사포닌의 함량은 Fig. 3의 반응표면에서와 같이 추출온도가 높을수록 증가하였으며, 에탄올 농도가 40~60% 수준이고 추출시간이 4분대인 범위의 반응표면에서 가장 높은 추출율을 나타내었다. 마이크로웨이브 추출에서 조사포닌은 2~8분대

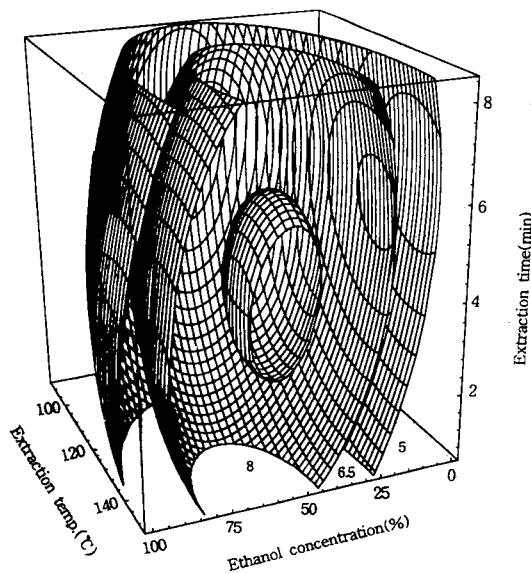


Fig. 3. Four-dimensional response surface for crude saponin content of ginseng extracts (at constant value, 5-6.5-8%) as functions of ethanol concentration, temperature and time in microwave-assisted extraction.

의 추출시간에는 거의 영향을 받지않고 추출온도와 에탄올 농도에 의해 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 현행의 장시간 추출방법과는 아주 대조되는 특성임을 시사하였으나(26,27), 추출온도와 에탄올 농도의 영향은 기존의 추출방법들과 유사한 경향을 보여 주었다(24,25,28). 그리고 반응표면에서 예측된 정상점은 최대점이었으며 최대 조사포닌 추출량은 8.20%로 예측되었다. 이때 요인변수들의 값은 에탄올 농도 56.29%, 추출온도 143.53°C, 추출시간 4.70분이었다(Table 5). Lee 등(13)은 인삼우유의 사포닌 추출에서 반응표면분석을 이용하여 추출조건을 최적화한 결과, 가열추출온도 90°C, 추출시간 3시간에서 가장 높은 추출수율을 보였다고 하여 본 실험의 결과와는 추출시간에서 현저한 차이를 나타내었다.

추출조건 최적화

마이크로웨이브 추출법에 의한 가용성 인삼성분의 추출조건을 최적화하기 위하여 총수율 및 조사포닌 함량에 대한 4차원 반응표면을 동시에 superimposing하여 최적 추출조건 범위를 예측하였다(Fig. 4, Table 6). Fig. 4에서와 같이 중복된 부분의 범위는 에탄올 농도 40~50%, 추출온도 135~150°C, 추출시간 5.5~6.5분이었으며, 최적 추출조건은 에탄올 농도 약 45%, 추출온도 약 140°C, 추출시간 약 6분이었다. 따라서 예측된 조건으로 얻어지는 예상 추출율은 수율 38.52%, 조사포닌 7.7%이었다(Table 8). 그러나 현행 식품공전에서 규정하고 있는 가용성 인삼성분 추출온도 90°C를 제한조건으로 설정한 후 가용성 인삼성분의 수율과 조사포닌의 함량을 contour map으로 작성하여 본 결과는 Fig. 5와 6에 나타내었으며, 제한조건에서 최적 추출조건을 구하고자 가용성 인삼성분의 총수율과 조사포닌 함량에 대한 contour maps을 superimposing한 결과, Fig. 7과 같이 빗금친 부분 범위는 에탄올 농도 35~50%, 추출시간 3.5~7.5분이었으며, 이때 마이크로웨이브에 의한 인삼성분의 최적 추출조건은 에탄올 농도 약 50%, 추출시간 약 4.0분이었고(Table 7), 예측된 최적조건에서의 수율은 35.03%, 조사포닌 함량은 6.06%로 나타났다.

가용성 인삼성분의 수율 및 조사포닌 함량에 대한

Table 5. Predicted levels of extraction conditions for the maximum responses of total yield and crude saponin contents by the ridge analysis

Yn	X ₁ (EtOH/%)	X ₂ (temp./°C)	X ₃ (time/min)	Max./Min.	Morphology
Total yield	41.5405	148.2378	5.6690	40.4517(max.)	Saddle point
Crude saponin	56.2920	143.5286	4.6950	8.1959(max.)	Maximum

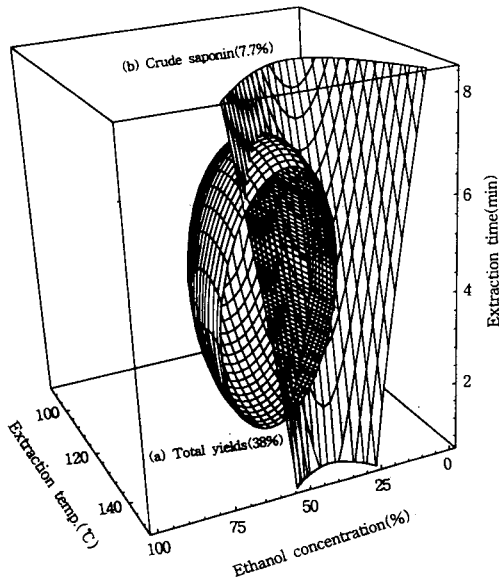


Fig. 4. Superimposed four-dimensional response surfaces for maximized levels of total yield and crude saponin content in ginseng extracts(at constant value: (A) total yield-38% and (B) crude saponin content-7.7% as functions of ethanol concentration, temperature and time in micro-wave-assisted extraction.

Table 6. Optimum extraction conditions for maximum responses of total yield and saponin content by superimposing their 4-dimensional response surfaces

Extraction condition	Range of optimum condition	Optimum condition
Ethanol conc.(%)	40~50	45
Extraction temp.(°C)	135~150	140
Extraction time(min)	5.5~6.5	6.0

Table 7. Optimum extraction conditions for maximum responses of total yield and saponin content by superimposing their contour maps at 90°C as an optional condition

Extraction condition	Range of optimum condition	Optimum condition
Ethanol conc.(%)	35~50	50
Extraction time(min)	3.5~7.5	4.0

contour map을 superimposing하여 얻은 최적 추출조건
범위에서 임의의 조건을 선택하여 예측치와 동일
조건에서 실제 실험치의 추출효율을 비교해 본 결과,
Table 8와 같이 추출물의 수율과 조사포닌 함량은 예

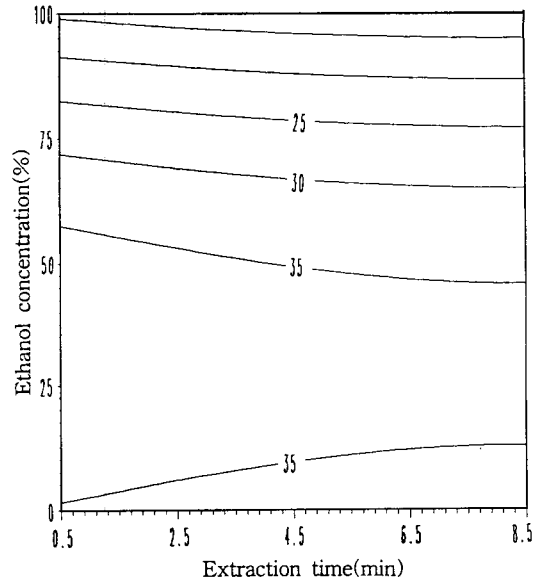


Fig. 5. Contour map for total yield(12.98-17.20-21.42-25.63-29.85-34.07%) of ginseng extracts as functions (at 90°C) of ethanol concentration, temperature and time in micro-wave-assisted extraction.

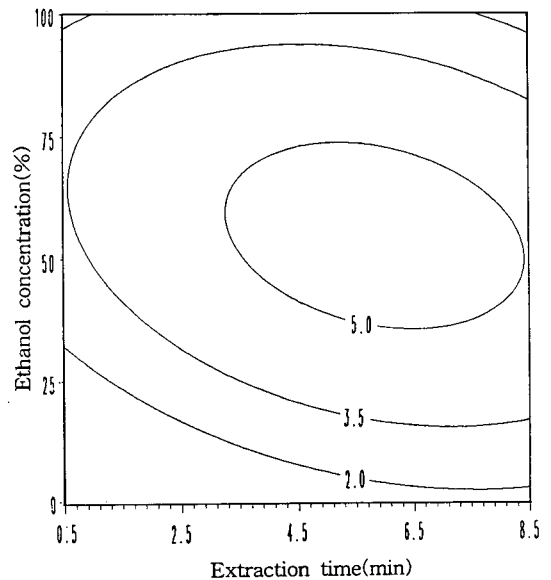


Fig. 6. Contour map for crude saponin content(1.34-2.90-4.46%) of ginseng extracts as functions (at 90°C) of ethanol concentration, temperature and time in microwave-assisted extraction.

측치와 실험치 간에 유사한 수준임을 확인하여 회귀식
의 신뢰도를 뒷받침하였다.

이상의 결과에서 볼 때 마이크로웨이브 공정은 가용

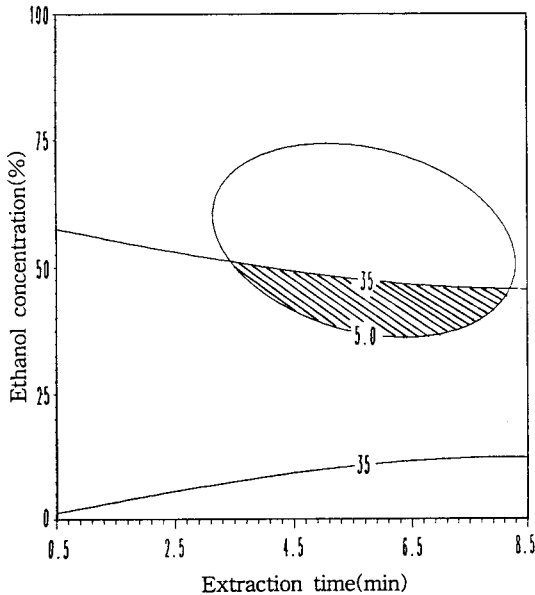


Fig. 7. Superimposed contour maps for maximized levels of total yield and crude saponin content in ginseng extracts(at 90°C) as functions of ethanol concentration, temperature and time in microwave-assisted extraction.

Table 8. Comparison between predicted and experimental values of response variables at the given condition within the range of optimum conditions

Given condition	Response variables	Predicted values	Experimental values
45% EtOH, 140°C, 6min ¹⁾	Yield(%)	38.52	38.67
	Crude saponin(%)	7.7	8.47
50% EtOH, 90°C, 4min	Yield(%)	35.03	34.48
	Crude saponin(%)	6.06	6.16

¹⁾Ethanol conc. 45%, extraction temperature 140°C, extraction time 6min.

성 인삼성분의 추출에 효과적인 것으로 판단되며, 특히 1회에 4~5분 동안 3~5회 반복 추출을 시행한다면 30분 이내에 기존 추출법과 유사한 추출효율을 얻을 것으로 예상되었다. 따라서 기존 추출법과의 비교연구에서는 마이크로웨이브 추출물의 안정성 검토와 전반적인 추출효율이 비교 검토될 예정이다.

요 약

가압형 마이크로웨이브 추출장치를 이용하여 가용성 인삼성분의 추출특성을 반응표면분석에 의해 모니터링하고 추출조건을 최적화하였다. 가용성 인삼성분의 총 수율은 입자 크기가 작고 추출회수가 많을수록

증가하였다. 그리고 1회 추출시간은 6분 이내가 적합하였으며, 3~4회 반복 추출로써 대부분의 가용성 성분이 추출되는 것으로 나타났다. 추출조건을 최적화하기 위하여 반응표면분석을 실시하여 본 결과, 가용성 인삼성분 및 사포닌 함량의 최적 추출조건은 에탄올 농도 40~50%, 추출온도 140°C 부근, 추출시간 6분 이내로 나타났다. 이때 가용성 인삼성분은 에탄올 농도가 낮을수록, 사포닌 함량은 에탄올 농도가 높을수록 추출율이 증가하는 경향이었다. 식품공전에 규정되어 있는 추출 온도 90°C 이하를 제한조건으로 고정하고 추출조건을 예측하여 본 결과는 에탄올 농도 35~50%, 추출시간 3.5~7.5분 범위였으며, 이상의 예측조건에 의한 총수율 및 조사포닌 함량은 실험치와 유사한 값을 나타내었다.

감사의 말

본 논문은 한국담배인삼공사에서 시행한 출연연구사업의 연구결과이며 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. SKG : *Understanding of Korean Ginseng*. The Society for Korean Ginseng, Seoul, Korea, pp.1-26(1995)
2. Takagi, K. : Pharmacological studies in ginseng. Proc. 1st Intl. Ginseng Symp., Seoul Korea, pp.119-127(1974)
3. Saito, H. and Lee, Y. M. : Pharmacological properties of *Panax ginseng* root. Proc. 2nd Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea, pp.109-114(1978)
4. Lee, K. S. : Effect of ginseng saponin on protein synthesis in heart muscle. Proc. 2nd. Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea, pp.93-94(1978)
5. Iivim, M., Higashi, T., Sanada, S. and Shoji, T. : Effect of ginseng saponins on nuclear ribonucleic acid(RNA) metabolism. I. RNA synthesis in rats treated with ginsenosides. *Chem. Pharm. Bull.*, **24**, 2400-2405(1976)
6. Yamamoto, M., Kumagai, A. and Yamamura, Y. : Metabolic actions of ginseng principles in bone marrow and testes. Proc. 1st Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea, pp.129-136(1974)
7. Yamamoto, M., Takeuchi, N., Kumagai, A. and Yamamura, Y. : Stimulatory effect of *Panax ginseng* principles on DNA, RNA, protein and lipid synthesis in hat bone marrow. *Arzneim. Forsch.*, **27**, 1404-1405(1977)
8. Yamamoto, M. and Uemura, T. : Endocrinological and metabolic action of ginseng principles. Proc. 3rd Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea, p.115(1980)
9. Yaokazawa, T., Kobayashi, T., Oura, H. and Kawashima, Y. : Improving effects of ginsenoside-Rb₂ in streptozotocin diabetic rat with hyperglycemia and hyperlipemia. *Wakan Yaku Gakkaishi*, **1**, 22-26(1984)
10. Waki, I., Kyo, H., Yasuda, M. and Kimura, M. : Effect of a hypoglycerin compounds on ginseng radix on

- insulin biosynthesis in normal and diabetic animals. *J. Pharm. Dyn.*, **5**, 547-554(1982)
11. Saito, H., Yoshida, Y. and Takagi, K. : Effect of *Panax ginseng* root on exhaustive exercise in mice. *Japan, J. Pharmacol.*, **24**, 119-127(1974)
 12. Hia, S., Yokoyama, H. and Oura, H. : Adrenocorticotropin and corticosterone secretion by ginseng saponin. Proc. 3rd Intl. Ginseng Symp., Seoul, Korea, p.77 (1980)
 13. Lee, S. S., Park, J. M., Oh, H. I. and Kwak, H. S. : Optimization of saponin extraction conditions in ginseng milk using response surface methodology. *Korean J. Ginseng Sci.*, **18**, 53-59(1994)
 14. KMHW : *Korean Food Standard Code*. The Korean Ministry of Health and Welfare, pp.507-510(1997)
 15. Lopez-Avila, V., Young, R. and Teplitsky, N. : Microwave-assisted extraction as an alternative to Soxhlet, sonication, and supercritical fluid extraction. *J. AOAC Intl.* **79**, 142-156(1996)
 16. KGTRI : *Analytical Methods of Ginseng Components*. Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taegon, Korea, pp.56-61(1991)
 17. Ando, T., Tanaka, O. and Shibata, S. : Chemical studies on the Oriental plant drugs(XXV.). Comparative studies on the saponins and saponinogenins of Ginseng and Related Crude Drugs. *Soyakugaku Zasshi*, **25**, 28-32 (1971)
 18. Ko, S. R., Kim, S. C. and Choi, K. J. : Extract yields and saponin contents of red ginseng extracts prepared with various concentrations of ethanol (in Korean). *Kor. J. Pharmacogn.*, **23**, 24-28(1992)
 19. Ko, S. R. : Comparative study on chemical components and biological activities of *Panax* species. *Ph. D. Thesis*, Chonbuk National University, Korea, pp.10-14 (1994)
 20. Myers, R. H. : *Response surface methodology*. Allyn and Bacon Inc., Boston, pp.127-139(1971)
 21. Gontard, N., Guilbert, S. and Cuq, J. L. : Edible wheat gluten films: Influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *J. Food Sci.*, **57**, 190-196(1992)
 22. SAS : SAS/STAT : User's Guide Version 6. 4th ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, Vol. 2, Ch.37, pp.1457-1478(1988)
 23. 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.15-511(1992)
 24. Park, N. Y., Kwon, J. H. and Kim, H. K. : Optimization of extraction conditions for ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium* by response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 1189-1196(1998)
 25. Sung, H. S. : Studies on the effects of extracting conditions on the physicochemical properties of Korean ginseng extract. *Ph.D. Dissertation*, Hanyang Univ., Seoul, Korea(1983)
 26. Kwon, J. H., Lee, S. B., Lee, G. D. and Kim, H. K. : Optimization of microwave-assisted extraction for effective components of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Presented at IFT Annual Meeting, Atlanta, Georgia, USA(1998)
 27. 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**, 176-184(1994)
 28. Joo, H. K. and Cho, K. S. : Studies on the extracting methods of ginseng extract and saponins in *Panax ginseng* (in Korean). *J. Ginseng Sci.*, **3**, 40-53(1979)

(1999년 1월 28일 접수)