

반응표면분석에 의한 소국(小菊) 에탄올 추출물의 추출조건 최적화

박난영 · 권중호 · 김현구*

경북대학교 식품공학과, *한국식품개발연구원

Optimization of Extraction Conditions for Ethanol Extracts from *Chrysanthemum morifolium* by Response Surface Methodology

Nan-Young Park, Joong-Ho Kwon and Hyun-Ku Kim*

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

*Korea Food Research Institute

Abstract

Extraction conditions were optimized using response surface methodology for preparing high-quality ethanol extracts from cultivated *Chrysanthemum petals*. A fractional factorial design was applied to investigate effects of solvent ratio to sample (X_1), ethanol concentration (X_2) and extraction time (X_3) at 60°C on dependent variables of the extract properties, such as yellow color (Y_1), carotenoids (Y_2), soluble solids (Y_3), phenolic compounds (Y_4), electron donating ability (Y_5), sensory color (Y_6) and sensory aroma (Y_7). Second-order models were employed to generate 3-dimensional response surfaces for dependent variables and their coefficients of determination (R^2) were ranged from 0.8063 to 0.9963. Optimum extraction conditions for each variable were 115 mL/g, 97%, 18 hr in yellow color, 145 mL/g, 50%, 12 hr in carotenoids, 147 mL/g, 48%, 17 hr in soluble solids, 116 mL/g, 68%, 17 hr in phenolic compounds, 110 mL/g, 98%, 14 hr in electron donating ability, 101 mL/g, 48%, 54 hr in organoleptic color and 109 mL/g, 54%, 4 hr in organoleptic aroma, respectively. The range of optimum conditions at 16hr extraction for maximized characteristics of ethanol extracts was 103~122 mL/g and 64~78%. Predicted values at the optimum condition agreed with experimental values.

Key words: *Chrysanthemum morifolium*, ethanol extract, optimization, RSM

서 론

국화속 식물은 산야에 널리 자생되고 있는 산국(山菊)과 원예종인 재배국(小菊, 大菊)으로 구분한다^(1,2). 국화는 음력 9월 9일에 국화주를 담아 마셨다는 고사와 국화전을 빚어 먹었다는 민속에서도 알 수 있듯이 전통식품의 기능성 소재로써 다양하게 사용되어 왔다⁽³⁾. 국화의 효용에 대하여 본초강목에는 오랫동안 국화를 복용하면 위장, 감기, 두통, 현기증 등에 유효하다고 기록되어 있으며, 치풍제 및 고혈압 환자에게 이용되기도 하였다⁽⁴⁾. 국화 꽃잎의 생약적 측면의 연구에는 항바이러스 억제효과⁽⁵⁾, 항균력과 항암활성 성분의 분리^(6,7) 등이 보고된 바 있으며, 성분 및 색소의 이용과 관련하여 국화 꽃잎의 화학조성⁽⁸⁾, 정유성분⁽⁹⁾,

carotenoid계 색소의 안정성⁽¹⁰⁾, 산국 추출물의 특성^(11,12), 꽃잎단백질의 기능성 및 영양가⁽¹³⁾ 등에 대한 연구가 이루어 졌다. 본 연구는 전통식품소재로 사용되어 온 국화 꽃잎의 식품학적 가치를 재조명하고 전통주 제조 등에 활용도를 제고하기 위하여, 재배국인 소국 꽃잎으로부터 우수한 에탄올 추출물을 얻고자 반응표면 분석에 의해 추출물의 특성을 모니터링하고 기능적 특성에 대한 추출조건을 최적화하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 소국(小菊, *Chrysanthemum morifolium* R.)은 경북대학교 시험농장에서 재배된 것을 11월에 채취하여 음지에서 약 2주일 간 건조시킨 후 꽃잎 부분을 분리하고 폴리에틸렌 필름(두께 0.06 mm)으로 포장하여 약 -60°C 냉동고에 보관하면서 실험에

Corresponding author: Joong-Ho Kwon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Sankyuk-Dong, 1370, Taegu 702-701, Korea

사용하였다.

실험계획

국화 꽃잎으로부터 우수한 특성을 지닌 에탄올 추출물을 얻고자 추출조건에 대한 실험계획은 fractional factorial design⁽¹⁴⁾을 사용하였고, 실험결과의 반응표면분석을 위해서 SAS (statistical analysis system) program⁽¹⁵⁾을 이용하였다. 이 때 에탄올 추출조건은 시료에 대한 용매비(X_1), 에탄올 농도(X_2) 및 추출시간(X_3)이었으며, 이들 독립변수(조건)들은 -1, 0, 1 등 3단계로 부호화하여 Table 1에 나타내었다. 또 추출물의 품질특성에 관련된 종속(반응)변수(Y_i)로서는 황색도(Y_1), 카로티노이드 함량(Y_2), 가용성고형분 함량(Y_3), 페놀성 화합물 함량(Y_4), 전자공여 작용(Y_5), 관능적 색상(Y_6), 관능적 향(Y_7) 등으로 하였다. 이 때 추출온도는 예비실험을 거쳐 60°C로 고정하였고⁽¹⁶⁾, 추출물은 Whatman (No.1) 여과지로 여과한 다음 전체의 양을 일정하게 하여 분석용 시료로 사용하였다.

황색도 측정

국화 꽃잎의 황색도는 꽃잎의 주요 색소인 β -carotene과 xanthophyll의 최대흡광치를 나타내는 450 nm에서 흡광도로서 측정하였다⁽¹⁷⁾.

카로티노이드 함량 측정

총 카로티노이드 함량은 Pyeun 등⁽¹⁸⁾의 방법에 준하여 전 보⁽¹²⁾와 같이 실시하였다.

가용성고형분 함량 측정

각 조건별 추출액의 가용성고형분 함량은 시험용액 20 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105°C에서 증발건고시킨 후 그 무게를 측정하였으며, 추출액 조제에 사용된 건물 시료량에 대한 백분율로써 고형분 함량을 나타내었다.

페놀성 화합물 함량 측정

국화 추출액의 떫은맛 및 쓴맛에 관련되는 주요 성

분으로서 페놀성 화합물의 함량을 Amerine & Ough⁽¹⁹⁾의 방법에 준하여 Folin-Ciocalteu 시약을 사용하여 700 nm에서 비색 정량하였다.

전자공여 작용 측정

국화 꽃잎 에탄올추출물의 전자공여 작용은 α, α -diphenyl- β -picrylhydraziyl (DPPH)을 사용한 방법⁽²⁰⁾으로 spectrophotometer (UV-160 PC Shimadzu)를 이용하여 528 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다.

관능검사

추출조건을 달리한 산국 꽃잎 에탄올추출물의 색상 및 향에 대한 기호도를 평가하기 위하여 대학원생 중 본 시험에 흥미를 가진 30명의 검사요원들에게 시험의 목적과 평가방법을 주지시킨 뒤 육안적 방법과 sniffing법을 이용한 6점채점법⁽²¹⁾에 의하여 관능시험을 실시하였다. 이 때 검사시료는 알콜농도를 일정하게 하여 국화주(菊花酒)의 색상과 향을 기준으로 평점, 6점; 가장 좋다(excellent), 5점; 대단히 좋다(very good), 4점; 약간 좋다(good), 3점; 보통이다(fair), 2점; 나쁘다(poor), 1점; 대단히 나쁘다(very poor)로 하여 각 시료에 대한 기호도를 평가하게 하였다.

결과 및 고찰

조건별 추출물의 특성

소국 꽃잎으로부터 최적의 에탄올추출조건을 예측하고자 실험계획에 따라 추출한 추출물의 기능적 특성은 Table 2와 같다. 이러한 결과를 이용하여 시료에 대한 용매비, 에탄올 농도, 추출시간 등의 추출조건($X_1 \sim X_3$)과 황색도, 카로티노이드 함량, 페놀성 화합물 함량, 가용성 고형분 함량, 전자공여능, 관능적 품질 등 추출물의 특성($Y_1 \sim Y_7$)에 대한 각각의 반응표면회귀식은 Table 3과 같다. 추출물의 특성들 중 가용성고형분 함량, 관능적 품질(aroma), 전자공여작용을 제외하고는 R^2 가 0.90 이상으로 5%의 수준에서 유의성이 인정되었다.

이 때 에탄올 추출시간은 Table 3에서의 반응변수들의 2차 방정식과 반응표면 분석을 실행 검토한 결과 황색도, 페놀 함량, 전자공여능을 제외한 반응변수가 안장점을 나타내어 최대값과 최소값을 알 수가 없었다. 따라서 능선분석을 실행한 결과 Table 4와 같이 추출시간(X_3)이 16시간 내외에서 반응변수들이 최대값을 나타내었다. 따라서 X_3 를 고정시켜 3차원 반응표면을 분석하였다. 추출조건별 에탄올 추출물의 황색도

Table 1. Levels of extraction conditions in experimental design

Xi	Extraction conditions	Levels		
		-1	0	1
X_1	Solvent/sample (mL/g)	50	100	150
X_2	Ethanol concentration (%)	20	60	100
X_3	Extraction time (hr)	4	16	28

Table 2. Experimental data on functional properties¹⁾ for ethanol extracts of *Chrysanthemum morifolium*

Exp No.	Solvent per sample (mL/g)	Ethanol concentration (%)	Extraction time (hr)	Color (O.D)	Carotenoids (mg%)	Soluble solid (%)	Phenolic compounds (O.D)	DPPH (O.D)	Sensory score	
									color	aroma
1	50(-1)	20(-1)	16(0)	0.22	0.78	0.24	0.45	0.03	2.00	2.00
2	50(-1)	60(0)	4(-1)	0.32	0.64	0.24	0.51	0.04	4.00	4.25
3	50(-1)	60(0)	28(1)	0.35	1.20	0.26	0.58	0.05	4.00	2.50
4	50(-1)	100(1)	16(0)	0.85	1.17	0.29	0.48	0.23	2.70	3.00
5	100(0)	20(-1)	4(-1)	0.18	1.84	0.26	0.56	0.04	5.30	4.30
6	100(0)	20(-1)	28(1)	0.26	1.61	0.25	0.60	0.06	4.30	3.00
7	100(0)	100(1)	4(-1)	1.20	1.27	0.22	0.58	0.35	4.30	4.70
8	100(0)	100(1)	28(1)	1.38	0.89	0.24	0.70	0.25	4.00	3.00
9	150(1)	20(-1)	16(0)	0.27	2.71	0.30	0.59	0.49	4.00	5.00
10	150(1)	60(0)	4(-1)	0.47	3.40	0.30	0.68	0.15	3.00	4.30
11	150(1)	60(0)	28(1)	0.86	2.36	0.33	0.74	0.08	3.80	3.00
12	150(1)	100(1)	16(0)	1.59	1.70	0.25	0.99	0.48	4.30	2.30
13	100(0)	60(0)	16(0)	0.47	1.72	0.26	0.67	0.07	3.00	2.70
14	100(0)	60(0)	16(0)	0.48	1.74	0.27	0.64	0.07	4.00	3.50
15	100(0)	60(0)	16(0)	0.48	1.73	0.27	0.65	0.06	4.00	3.50

¹⁾Color: yellow color intensity (O.D. in 450 nm).
 Carotenoids (Values at O.D. in 450 nm).
 Soluble solids (%).
 Phenolic compounds (O.D. in 700 nm).
 DPPH: electron donating ability to α,α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (O.D. in 528 nm).

Table 3. Taylor second equations calculated by RSM program for extraction condition of *Chrysanthemum morifolium*

Response ¹⁾	Taylor second equation	R ²	Significance
Color (O.D)	$Y_1=0.658-0.004X_1-0.016X_2-0.016X_3-0.0000002X_1^2+0.00008X_1X_2+0.0001X_2^2+0.0001X_1X_3+0.00005X_2X_3+0.0001X_3^2$	0.9965	0.0001
Carotenoids (mg%)	$Y_2=-1.534+0.022X_1+0.036X_2+0.061X_3+0.00007X_1^2-0.0001X_1X_2-0.0001X_2^2-0.0006X_1X_3-0.00007X_2X_3-0.00006X_3^2$	0.9577	0.0062
Soluble solid (%)	$Y_3=0.212-0.007X_1+0.002X_2+0.0006X_3+0.000008X_1^2-0.00001X_1X_2-0.000002X_2^2+0.000003X_1X_3+0.00001X_2X_3-0.00004X_3^2$	0.8223	0.1554
Phenolic compounds (O.D)	$Y_4=0.464+0.00008X_1-0.0019X_2+0.006X_3-0.000002X_1^2+0.000005X_1X_2-0.00001X_2^2-0.000004X_1X_3+0.00004X_2X_3-0.0002X_3^2$	0.8909	0.0552
DPPH (O.D)	$Y_5=0.041-0.001X_1-0.007X_2+0.018X_3+0.00003X_1^2-0.00003X_1X_2+0.0001X_2^2-0.00003X_1X_3-0.00006X_2X_3-0.00004X_3^2$	0.8538	0.1040
Sensory color	$Y_6=1.5356+0.0473X_1+0.0336X_2-0.1767X_3-0.0001X_1^2-0.0003X_1X_2-0.000004X_2^2+0.0003X_1X_3-0.0002X_2X_3+0.0035X_3^2$	0.9048	0.0408
Sensory aroma	$Y_7=1.2435+0.0477X_1+0.0425X_2-0.1753X_3-0.0007X_1^2-0.0004X_1X_2+0.00002X_2^2-0.00019X_1X_3-0.0002X_2X_3+0.0033X_3^2$	0.8839	0.0634

¹⁾Color: yellow color intensity (O.D. in 450 nm).
 Carotenoids (Values at O.D. in 450 nm).
 Soluble solids (%).
 Phenolic compounds (O.D. in 700 nm).
 DPPH: electron donating ability to α,α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (O.D. in 528 nm).
 Sensory score: 6 points scales.

Table 4. Predicted levels for physicochemical characteristics and sensory score of ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium* yielding optimum responses by analysis of ridge

Extraction conditions	Levels for optimum responses ¹⁾						
	Carotenoids		Soluble solids	Phenolic compounds	DPPH	Sensory score	
	color	aroma					
Solvent/sample (mL/g)	115	145	147	140	110	101	109
Ethanol concentration (%)	97	50	48	83	98	48	54
Extraction time (hr)	18	12	17	18	14	54	4
Morphology	S.P	S.P	S.P	S.P	S.P	S.P	S.P

¹⁾Color: yellow color intensity (O.D. in 450 nm).
 Carotenoids (Values at O.D. in 450 nm).
 Soluble solids (%).
 Phenolic compounds (O.D. in 700 nm).
 DPPH: electron donating ability to α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (O.D. in 528 nm).
 Sensory score: 6 points scales.

에 대한 3차원 반응표면은 Fig. 1에 나타내었다. 시료에 대한 용매비(50~150 mL/g)와 에탄올 농도(20~100%)에 따른 추출물의 황색도의 변화는 용매비와 에탄올 농도가 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었으나 에탄올 농도의 영향을 많이 받았다. 카로티노이드 함량은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 용매비에 크게 영향을 받았고, 에탄올추출물의 가용성고형분에 대한 contour map은 Fig. 3와 같이 용매비가 증가할수록 증가하지만 에탄올 농도가 일정 수준 이후에는 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 성⁽¹⁷⁾과 Oh 등⁽²²⁾은 인삼, 구기자, 당귀, 오미자, 오갈피 등의 생약재 추출에서

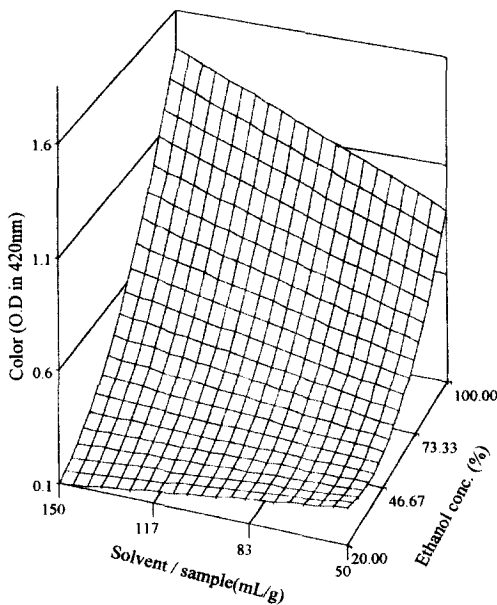


Fig. 1. Response surface of yellow color in ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium*.

에탄올 농도가 증가할수록 추출액의 고형분 수율은 낮아졌다는 보고와 유사한 경향이였다. 에탄올추출물의 페놀성 화합물 함량은 에탄올 농도가 약 70% 이상의 범위에서는 용매비가 높을수록 추출율이 높게 나타났다(Fig. 4). 이러한 경향은 산국의 경우와 유사한 경향으로써⁽¹²⁾, Kim 등^(23,24)의 계피에 대한 총페놀성 화합물의 추출에서 70% 에탄올은 가장 우수한 추출율을 보였다는 보고와도 일치하였다. 에탄올 추출물의 전자공여작용은 Fig. 5와 같이 시료에 대한 용매비와 에탄올 농도 모두에서 많은 영향을 받는 반응표면을 보였다. 추출물의 관능적 특성에서 색상은 Fig. 6의 반응표면에서와 같이 안장점의 형태를 나타내면서 에탄올 농도보다는 용매비에 매우 큰 영향을 받았으며, 추출물의 향에 대한 기호도는 Fig. 7의 반응표면과 같이

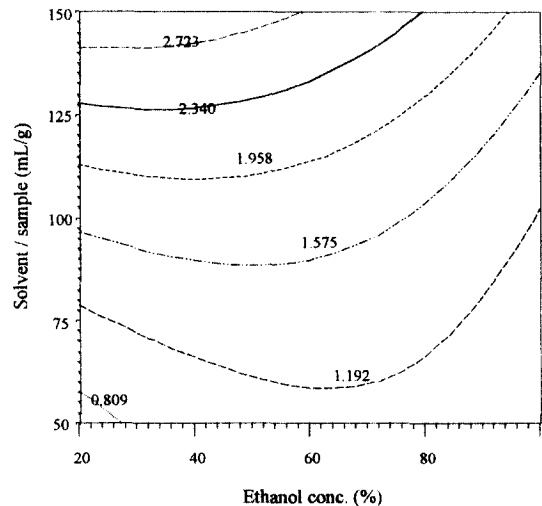


Fig. 2. Contour map of carotenoids in ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium*.

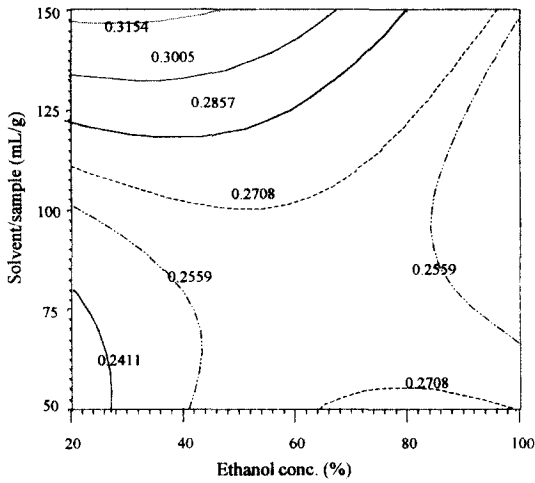


Fig. 3. Contour map of soluble solid in ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium*.

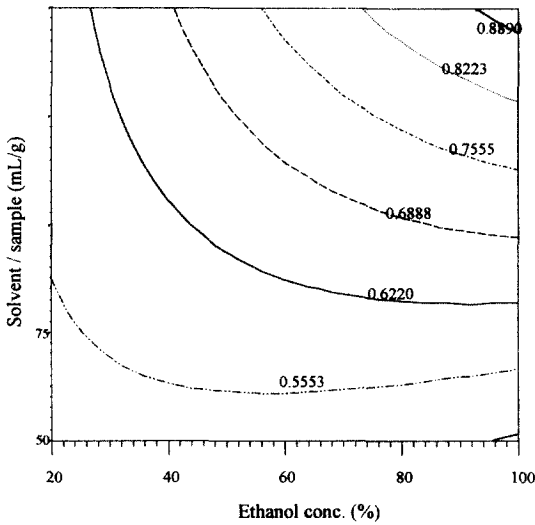


Fig. 4. Contour map of phenolic compounds in ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium*.

에탄올 농도가 낮고 용매비가 높을수록, 용매비가 낮은 조건에 에탄올 농도가 높을수록 증가하여, 오미자⁽²⁵⁾의 음료제조 최적화 연구에서 용매에 대한 시료의 비가 높을수록 향에 대한 관능평점이 높았다는 보고는 일치하지 않았다. 이와 같이 국화 꽃잎의 황색소와 페놀성화합물이 가장 많이 추출되는 조건 즉, 시료에 대한 용매비가 높고 에탄올 농도가 높은 조건에서는 향에 대한 기호도가 상대적으로 낮은 것으로 나타나 에탄올 추출물 기능적 특성을 고려하여 추출조건의 최적화가 필요하다고 생각된다.

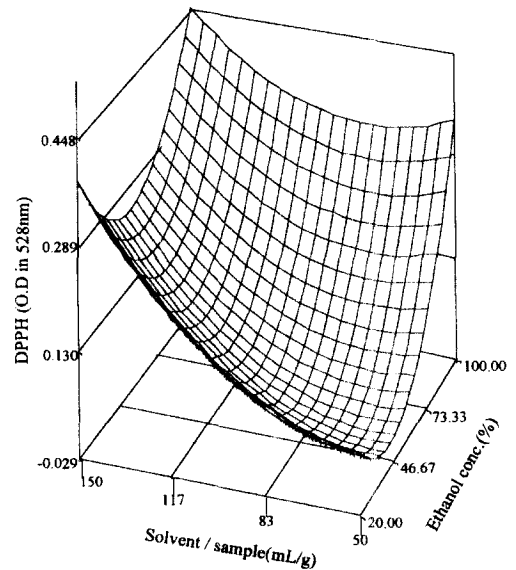


Fig. 5. Response surface of electron donating ability in ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium*.

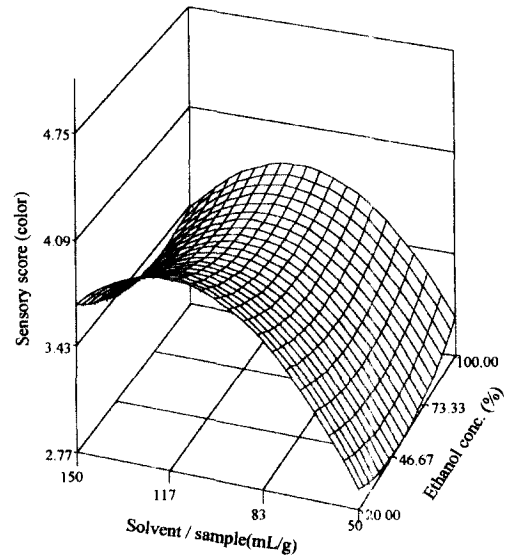


Fig. 6. Response surface of sensory score (color) in ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium*.

추출물의 특성에 대한 최적 추출조건 예측

소국 꽃잎에서 얻은 에탄올추출물의 추출조건에 대한 회귀분석 결과, 반응표면에서 황색도, 페놀 함량, 전자공여능을 제외하고 안장점을 나타내었으므로 능선분석을 하여 최적점을 구해 보았다. Table 4와 같이 소국 에탄올추출물의 황색도는 시료에 대한 용매비 115 mL/g, 에탄올 농도 97%, 추출시간 18 hr의 추출조

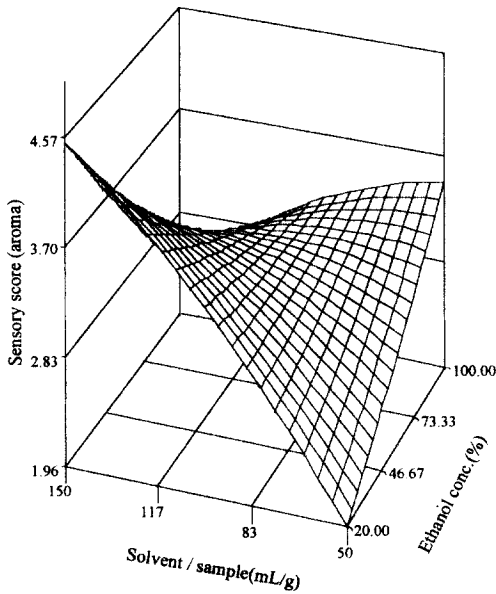


Fig. 7. Response surface of sensory score (aroma) in ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium*.

전에서 가장 높은 값을 나타내었고, 카로티노이드 함량은 용매비 145 mL/g, 에탄올 농도 50%, 추출시간 12 hr의 추출조건에서 각각 가장 높은 값을 나타내었다. 가용성 고형분 함량은 147 mL/g, 48% 및 17 hr의 추출조건에서 최대값을 나타내었다. Kang 등⁽¹⁴⁾은 반응표면분석에 의한 오미자의 에탄올 추출에서 추출은도가 높고 추출시간이 증가하며 저농도의 에탄올 농도에서 수율이 가장 높았다고 하였으며, 520 nm에서의 흡광도는 70~90°C의 추출온도에서 1시간 추출시 45%의 에탄올 농도에서 최고값을 나타내었다고 하여 본 실험의 결과와 다소 상이한 경향임을 알 수 있었다. 페놀성화합물의 추출조건은 국화주에서의 쓴맛, 떼은맛 등의 원인 물질임을 고려하여 용매비 116 mL/g, 에탄올 농도 68%, 추출시간 17 hrs로 예측되었으며, 에탄올추출물의 DPPH에 의한 전자공여작용은 110 mL/g, 98 %, 14 hr에서 가장 높은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 이는 Kim 등⁽²⁴⁾의 계피의 70% 에탄올 추출물이 가장 높은 항산화능을 나타내었다는 보고와 유사한 경향을 보여 주었다. 관능적 기호도에서 추출물의 색상은 시료에 대한 용매비 101 mL/g, 에탄올 농도 48%, 추출시간 54 hr에서, 추출물의 향은 109 mL/g, 54% 및 4 hr에서 얻은 추출물에서 가장 높은 기호도를 나타내었다. 이상에서 보는 바와 같이 소국 에탄올추출물의 특성은 추출조건에 영향을 직접적으로 받게 되므로 추출물의 품질과 관련된 기능적 특성을 극

대화 할 수 있는 추출조건 최적화가 요구된다.

에탄올 추출조건 최적화

소국 꽃잎에 대한 에탄올 추출조건을 최적화할 목적으로 추출시간을 16시간으로 고정하고^(11,12) 용매비와 용매농도에 대한 각 종속변수들의 contour map을 superimposing하여 추출물의 특성을 모두 만족시켜 주는 추출조건 범위를 나타내 보았다(Fig. 8). 에탄올 추출물의 특성 변화에 대한 contour map을 이용하여 superimposed map을 작성한 결과, 예측된 최적조건 범위는 Fig. 8의 빗금친 부분으로 Table 5과 같이 시료에 대한 용매비 103~122 mL/g, 에탄올 농도 64~78%로

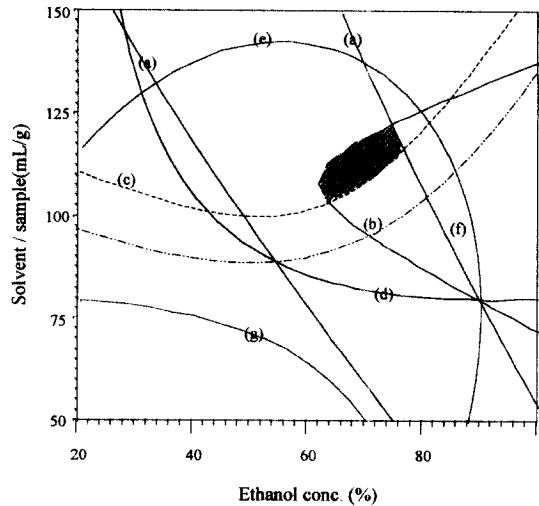


Fig. 8. Superimposed contour map for optimization of response variables in *Chrysanthemum morifolium*. (a) Yellow color (O.D), (b) Carotenoids (mg%), (c) Soluble solids (%), (d) Phenolic compounds (O.D), (e) Electron donating ability (O.D), (f) Sensory score (color), (g) Sensory score (aroma).

Table 5. The optimum range of ethanol extraction conditions for response variables¹⁾ yielding optimum responses by superimposing of contour maps for petals of *Chrysanthemum morifolium*

Solvent/sample (mL/g)	Ethanol concentration (%)	Extraction time (hr)
95~113	58~78	16

¹⁾Color: yellow color intensity (O.D. in 450 nm).
 Carotenoids (Values at O.D. in 450 nm).
 Soluble solids (%).
 Phenolic compounds (O.D. in 700 nm).
 DPPH: electron donating ability to α,α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (O.D. in 528 nm).
 Sensory score: 6 points scales.

Table 6. Predicted and experimental values of response variables for ethanol extracts from *Chrysanthemum morifolium* at a given condition within the range of optimum-extraction conditions

Response variables	Predicted values	Experimental values
Yellow color	0.47~0.89	0.79
Carotenoids	1.50~2.00	1.59
Phenolic compounds	0.60~0.70	0.71
DPPH	0.07~0.14	0.09
Soluble solids	0.27~0.29	0.29
Sensory score (color)	3.38~3.72	3.67
Sensory score (aroma)	2.90~3.36	3.33

¹⁾Color: yellow color intensity (O.D. in 450 nm).
 Carotenoids (Values at O.D. in 450 nm).
 Soluble solids (%).
 Phenolic compounds (O.D. in 700 nm).
 DPPH: electron donating ability to α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (O.D. in 528 nm).
 Sensory score: 6 points scales.

각각 나타났다. 이상의 예측모델식을 검증하기 위하여 최적조건 범위 내의 임의의 최적점 즉, 용매비 112 mL/g, 에탄올 농도 71%로 추출조건을 설정하여 실제 추출실험을 실시하고 그 추출물의 기능적 특성을 측정하여 본 결과, Table 6과 같이 실제 값들은 예측된 값들과 유사한 수준으로 비교되었다. 이와 같은 최적 추출조건들은 추출물에 대해 고려되어지는 특성에 따라 다소 변화되어 질 수 있는 것으로써, 국화주의 색상과 향, 떫은맛 등을 개선하고 관련 기능적 특성을 보완하는 기초자료로 활용될 것이다.

요 약

재배국인 소국의 꽃잎을 이용하여 우수한 품질특성의 에탄올추출물을 얻고자 반응표면분석에 의해 추출조건을 최적화 하였다. 중심합성계획에 따라 시료에 대한 용매비(X_1), 에탄올 농도(X_2), 추출시간(X_3)을 요인변수로 하고 추출물의 특성 즉, 황색도(Y_1), 카로티노이드 함량(Y_2), 가용성고형분(Y_3), 페놀성 화합물 함량(Y_4), 전자공여능(Y_5), 관능적 색과 향(Y_6, Y_7)을 각각 종속변수로 하여 60°C에서 추출을 실시하였다. 각 조건별 실험결과를 회귀분석하여 3차원 반응표면분석을 실시하여 본 결과, 종속변수들에 대한 결정계수(R^2)는 0.8223~0.9965 범위로 나타났다. 추출물의 기능적 특성들을 극대화하기 위한 최적추출조건은 황색도가 시료에 대한 용매비 115 mL/g, 에탄올 농도 97%, 추출시간 18 hr, 카로티노이드 함량 145 mL/g, 50%, 12 hr, 가용성고형분 147 mL/g, 48%, 17 hr, 페놀성 화합

물 함량 116 mL/g, 68%, 17 hr, 전자공여작용 110 mL/g, 98%, 14 hr, 관능적 색은 101 mL/g, 48%, 54 hr에서, 향은 109 mL/g, 54% 및 4 hr 조건일 때 최대값을 나타내었다. 추출물의 여러 기능적 특성을 고려한 추출조건 범위를 최적화 해 본 결과 시료에 대한 용매비 103~122 (mL/g), 에탄올 농도 64~78 (%), 추출시간 16 (hr)로 나타났다. 최적조건에서 얻어진 에탄올 추출물의 예측값들은 실제 측정값과 유사한 수준으로 확인 되었다.

문 헌

1. 육창수 : 원색한국약용식물도감, 아카데미서적, p.536 (1990)
2. 이창복 : 대한식물도감, 향문사, p.648 (1989)
3. 유태종 : 식품카르테, 민영사, p.151 (1977)
4. 홍권삼 : 중앙일보 (1998년 2월 28일자)
5. Danbrensky, R and Andrew, G.: In *Chinese Herbal Medicine*, Eastland Press, Seattle, p.59 (1986)
6. Nam, S.H. and Yang, M.S.: Antibacterial activities of extracts from *Chrysanthemum boreale* M. (in Korean). *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 269-272 (1995)
7. Nam, S.H. and Yang, M.S.: Isolation of cytotoxic substances from *Chrysanthemum boreale* M. (in Korean). *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 273-277 (1995)
8. Park, N.Y. and Kwon, J.H.: Chemical composition of petals *Chrysanthemum* spp.. *J. Food Sci & Nutri.*, **2**, 304-309 (1997)
9. Uchio, Y., Tomosue, K., Nakyyama, M., Yamamura, A. and Waki, T.: Constituents of the essential oils from three tetraploid species of *Chrysanthemum*. *Phytochemistry*, **20**, 2691-2693 (1981)
10. Park, N.Y., Kwon, J.H. and Park, I.H.: Stability of carotenoids pigments of *Chrysanthemum* petals (in Korean). *Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products*, **4**(3), 331-335 (1997)
11. Park, N.Y., Lee, G.D., Jeong, Y.J., Kim, H.K. and Kwon, J.H.: Optimization for electron donating ability and organoleptic properties of ethanol extracts from *Chrysanthemum* petals (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 523-528 (1998)
12. Park, N.Y., Lee, G.D., Jeong, Y.J. and Kwon, J.H.: Optimization of extraction conditions for physicochemical properties of ethanol extracts from *Chrysanthemum* petals (in Korean). *Korean J. Food Sci & Nutri.*, in press (1998)
13. Park, N.Y., Jeong, Y.J. and Kwon, J.H.: Nutritive value and functional properties of protein concentrate fractionated from chrysanthemum flowers. *J. Food Sci. & Nutri.*, in press (1998)
14. Kang, K.C., Park, J.H., Baek, S.B., Jhin, H.S. and Rhee, K.S.: Optimization of beverage preparation from *Schizandra chinensis* bailon by response surface methodology (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **24**, 74-81 (1992)
15. SAS : SAS/STAT : User's Guide Version 6, 4th ed., Ch. 37, Vol. 2, p.1457. SAS Institute Inc., Cary, NC, U.S.A.

- (1995)
16. Park, N.Y.: Volatile flavors of wild and cultivated Chrysanthemums and optimization of ethanol extraction. *M.S. Thesis*, Kyungpook National Univ., Seoul, Korea (1995)
 17. Sung, H.S.: Studies on the effect of extracting conditions on the physicochemical properties of korean ginseng extract. *Ph. D. Dissertation*, Hanyang Univ., Seoul, Korea (1983)
 18. Pyeun, J.H., Park, Y.H. and Lee, K.H.: Factors involved in the quality retention of cultured *Undaria pinnatifida* (in Korean). *Bull. Korean Fish. Soc.*, **10**(2), 125-130 (1977)
 19. Amerine, M.A. and Ough, C.S.: Methods for Analysis of Musts and Wine. John Wiley & Sons., New York, p. 177 (1980)
 20. Blois, M.S.: Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, **181**, 1199-1202 (1958)
 21. 김광옥, 이영춘 : 식품의 관능검사. 학연사, p. 241 (1989)
 22. Oh, S.L., Kim, S.S., Min, B.Y. and Chung, D.H.: Composition of free sugars, free amino acids, non-volatile organic acids and tannins in the extracts of *L. chinensis* M., *A. acutiloba* K., *S. chinensis* B. and *A. sessiliflorum* S., **22**, 76-81 (1990)
 23. Kim, N.M., Sung, H.S. and Kim, W.J.: Effect of solvents and some extraction conditions on antioxidant activity in cinnamon extracts (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**(3), 204-209 (1993)
 24. Kim, N.M., Yang, J.W. and Kim, W.J.: Effect of ethanol concentration on index components and physicochemical characteristics of cinnamon extracts (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**(3), 282-287 (1993)

(1998년 8월 14일 접수)