

반응표면분석법을 이용한 감국(甘菊) 열수 추출물의 추출조건 최적화

윤옥희 · 조정순[†]
명지대학교 식품영양학과

Optimization of Extraction Conditions for Hot Water Extracts from *Chrysanthemum indicum L.*
by Response Surface Methodology

Ok Hee Yoon, Jung Soon Cho[†]
Department of Food & Nutrition, Myongji University

Abstract

Extraction conditions were optimized using response surface methodology for preparing high-quality, hot water extracts from cultivated *Chrysanthemum indicum L.* petals. A fractional factorial design was applied to investigate the effects of added sample ratio (X_1), extraction temperature (X_2) and extraction time (X_3) variables on extract properties, such as, soluble solid contents (Y_1), sugar content (Y_2), ?E (Y_3), turbidity (Y_4), total phenol (Y_5) and DPPH (Y_6). Second-order models were employed to generate a 3-dimensional response surface for dependent variables and their coefficients of determination (R^2) ranged from 0.8408~0.9914. The range of optimum conditions at 80°C extraction for maximize characteristics of hot water extracts was 2.3~2.7 g and 9.2~11.2 hr.

Key words : *Chrysanthemum indicum L.*, Water Extract, Optimization, Response Surface Methodology

I. 서 론

감국(甘菊, *Chrysanthemum indicum Linne*)은 국화과 (Compositae)의 *Chrysanthemum* 속에 속하는 다년생 초본으로 높이는 약 30~50 cm이다. 꽃은 황색으로 10~11월에 피며 두화는 지름이 약 2 cm이고 성기게 난 방상화서인데 가장자리의 일열은 설상화이다(Han SM 2005). 특히 野花(甘菊, 山菊)는 神農本草經 上品에 수재되었으며 옛부터 약용으로 사용된 중요한 생약이며, 감국은 산국보다 비교적 꽃이 크며 황국, 고의(苦薏)라고 한다(小學館 編 1985).

감국은 국화주로 제조하여 궁중에서는 축하주로 마셔왔고 민가에서는 고혈압 환자들이 약술로 애용하여

왔으며 국화주를 각 집안의 상비약처럼 정성껏 담가 간직하기도 했다(최옥자 1991). 또한 전통식품의 천연 향 및 천연색소 소재로서 다양하게 이용되었으며, 건조시켜 차로 타 마시기도 하며 특유의 향을 음식에 이용하기 위해 꽃이나 잎을 사용하였다. 본초강목(本草綱目)에는 감국을 장기간 복용하면 혈기에 좋고 몸을 가볍게 하며 위장을 평안케 하고 오장(五臟)을 도우며 사지를 고르게 하며 그 외 감기, 두통, 현기증에 유효하다고 기록되어 있다(江蘇新醫學院 1985). 한방에서는 해열작용, 소염작용과 혈압강하 작용에 주로 사용되는데, 그 작용은 현저한 관상동맥 확장으로 인하여 혈류량의 증가에 기인한다. 그 외 신경쇠약으로 인한 두통과 현훈(眩暈) 등에 치료 효과가 있는 것으로 알려져 있다(陣存仁 1982).

감국에 대한 연구로 Maladenova 등(1985)이 sesquiterpene lacton류 등이 항균력이 있음을 보고하였으며, 노동분(1986)이 감국의 acacetin, diosmetin, 5,7-dihydroxy chromone이 MAO(monoamine oxidase) 저해작용을 나타

Corresponding author : Jung Soon Cho, Myongji University, San 38-2, Nam-dong, Yong In, Kyonggi-do 449-728, Korea
Tel : 031-330-6201
Fax : 031-330-6201
E-mail : chojs@mju.ac.kr

념으로 혈압저하작용이 있음을 보고하였다. Ryou KO(1992)는 감국의 꽃에서 camphor, p-cymene, \triangle -selinene, $C_{15}H_{22}$, sesquiterpene 등의 정유성분을 확인 보고하였다. 이혜경(1995)은 감국이 자발성 고혈압 흰쥐의 혈압을 강하하는데 효과가 있다고 보고하였다. Nam SH(1995)는 국화과 식물에서 분리한 sesquiterpenoid lacton류가 세포독성 및 항암활성이 있다고 하였다. 이와 같이 감국은 생약적인 측면에서는 많은 연구가 수행되었지만 식품학적인 측면에 관한 연구는 Park KS 등(2000)의 감국 첨가에 의한 감국 설기의 효화 및 노화도 비교, Park KS와 Shin YJ(1998)의 감국 첨가에 따른 감국 설기액의 품질 특성과 기호도 연구 외에는 거의 수행되지 않은 실정이다.

본 연구는 전통식품소재로 사용되어 온 감국 꽃잎의 식품학적 가치를 재조명하고 식품재료를 이용한 새로운 가공 식품 개발의 기초 연구 전단계로써 반응표면 분석법을 이용한 추출물의 특성을 모니터링하고 기능적 특성에 대한 추출조건을 최적화하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 감국(상주산, 2004년 10월 채취)은 서울 경동시장에서 열풍 건조된 상태로 판매하는 것을 2004년 12월에 구입하였다. 감국은 잎, 줄기 등의 이물질을 수작업으로 제거한 뒤 일반적으로 식용으로 사용되는 꽃잎을 따로 분리하여 사용하였다. 분리한 시료는 분쇄기(Cyclotec Sample Mill, Foss Tecator Co., Sweden)로 분쇄한 후 40mesh 체에 넣어 사용하였고, -20°C로 냉동보관하면서 시료로 사용하였다.

2. 실험계획

감국의 꽃잎으로부터 우수한 특성을 지닌 열수추출물을 얻고자 추출조건에 대한 실험계획은 fractional factorial design을 사용하였고, 실험결과의 반응표면 분

Table 1. Levels of extraction conditions in experimental design

X_i	Extraction conditions	Levels				
		-2	-1	0	1	2
X_1	Added sample ratio (%)	1	2	3	4	5
X_2	Extraction temperature (°C)	60	70	80	90	100
X_3	Extraction time (hrs)	3	6	9	12	15

석을 위해서 SAS (statistical analysis system) program을 이용하였다(Park SH 1991).

이때 물 추출조건은 시료에 대한 용매비(X_1), 추출온도(X_2) 및 추출시간(X_3)이었으며, 이들 요인 변수들은 -2, -1, 0, 1, 2로써 5단계로 부호화하여 Table 1에 나타내었다. 또 추출물의 품질특성에 관련된 반응변수(Y_n)로서는 가용성 고형분 함량(Y_1), 당도(Y_2), 색도($\triangle E : Y_3$), 탁도(Y_4), 총페놀(Y_5), DPPH(Y_6) 등으로 Table 2와 같은 조건으로 중심합성계획을 하고 16개의 설정된 조건으로 실험을 실시하였다. 이때 추출물은 Watman(No. 2) 여과지로 여과한 다음 전체의 양을 일정하게 하여 분석용 시료로 사용하였다.

3. 가용성 고형분 함량 측정

감국 꽃잎 열수추출물의 고형분 함량은 3회 반복 측정하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다. 즉 추출물 50 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105°C에서 증발 건조시켜 그 무게를 측정하였다. 추출물 조제에 사용된 원료량(건물량)에 대한 백분율로 고형분 수율(%)을 구하였다(Lim DK 등 1994).

4. 당도 측정

감국 꽃잎 열수추출물의 당도 측정은 추출물을 취하

Table 2. The fractional factorial design by RSM(computer program) to optimize water-extraction conditions for the preparation of extracts from *Chrysanthemum indicum L.*

Treatment number	Added sample ratio (%)	Extraction temperature (°C)	Extraction time (hrs)
1	2(-1)	70(-1)	6(-1)
2	2(-1)	70(-1)	12(1)
3	2(-1)	90(1)	6(-1)
4	2(-1)	90(1)	12(1)
5	4(1)	70(-1)	6(-1)
6	4(1)	70(-1)	12(1)
7	4(1)	90(1)	6(-1)
8	4(1)	90(1)	12(1)
9	3(0)	80(0)	9(0)
10	3(0)	80(0)	9(0)
11	1(-2)	80(0)	9(0)
12	5(2)	80(0)	9(0)
13	3(0)	60(-2)	9(0)
14	3(0)	100(2)	9(0)
15	3(0)	80(0)	3(-2)
16	3(0)	80(0)	15(2)

여 디지털 당도계(Atago PR 201 palette refractometer, Atago Co., Japan)로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다(Kim JG 등 1989).

5. 색도 측정

감국 꽃잎 열수추출물의 색도 측정은 추출물을 취하여 색차계(Spectrocolorimeter, USXE/SAV/UV-2, Hunterlab Overseas, Ltd, U.S.A)를 이용하여 명도(L-value, lightness), 적색도(a-value, redness) 및 황색도(b-value, yellowness) 값을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때의 표준 백색판($L=99.11$, $a=0.23$, $b=-0.28$)을 사용하였다(Oh SH 등 2003).

6. 탁도 측정

감국 꽃잎 열수추출물의 탁도 측정은 일정량의 시료를 취하여 각각 UV-spectrophotometer(MultiSpec-1501, Shimadzu Corporation, Japan)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였다(Oh SH 등 2003).

7. 총 페놀 함량 측정

총 페놀 함량은 페놀성물질이 phosphomolybdic acid 와 반응하여 청색을 나타내는 것을 이용한 Folin-Denis 법으로 측정하였다(Folin O와 Denis W 1912). 감국 꽃잎 추출액 1 mL와 Folin-Denis시약 3 mL를 혼합하여 30분간 실온에 방치한 다음 10% Na_2CO_3 용액 3 mL를 가하여 혼합하고 실온에서 1시간 정치시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 garlic acid를 이용하여 작성하였다.

8. 전자공여능(DPPH) 측정

DPPH(α,α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) radical 소거활성은 Blois의 방법에 준하여 변형하여 측정하였다. 각 추출물 1 mL에 60 μM DPPH 3 mL를 넣고 vortex한 후 15분 동안 암소에 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하여 다음 식에 의하여 나타내었다(Blois MS 1958).

9. 통계처리

감국의 꽃잎으로부터 최적의 열수추출물을 얻고자 추출조건에 대한 실험계획으로써 fractional factorial design을 사용하였으며, 반응표면 회귀분석을 위해서

SAS (statistical analysis system) program을 사용하였다(Park SH 1991).

III. 결과 및 고찰

1. 조건별 추출물의 특성

감국 꽃잎으로부터 최적의 열수추출조건을 예측하고자 실험계획에 따라 추출한 열수추출물의 기능적 특성은 Table 3과 같다. 이러한 결과를 이용하여 첨가하는 시료량, 추출온도, 추출시간 등의 추출조건($X_1 \sim X_3$)과 가용성 고형분 함량, 당도, 색도(ΔE), 탁도, 총페놀함량, 전자공여능 등 추출물의 특성($Y_1 \sim Y_6$)에 대한 각각의 반응표면회귀식은 Table 4와 같다. 추출물의 특성은 R^2 가 0.90이상으로 5%의 수준에서 유의성이 인정되었다. X_2 를 고정시켜 3차 반응표면 분석을 나타내었다.

2. 가용성 고형분 함량

추출조건별 열수추출물의 가용성 고형분 함량에 대한 contour map은 Fig. 1에 나타내었다. 시료량이 많을수록 높은 함량을 나타내었으며, 추출온도 90°C, 감국 꽃잎 4 g 및 추출시간 12시간일 때 2.74로 가장 높은 수치를 나타내었다. 전반적으로 추출물 중 고형분 함량은 시료량과 처리 시간에 따라 차이가 많이 났으며

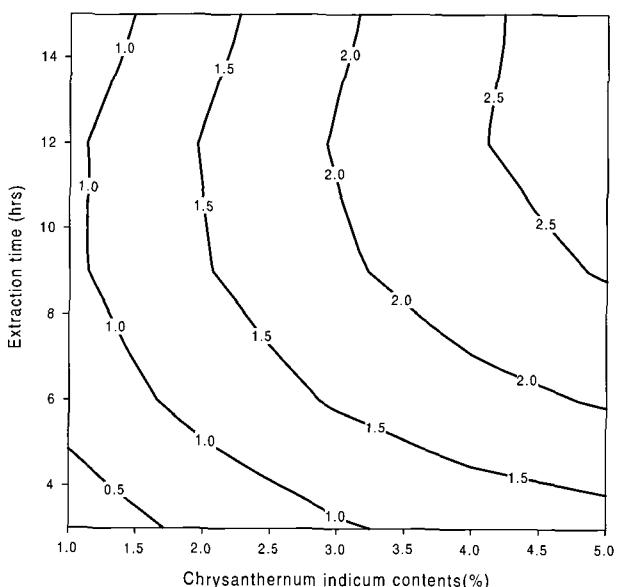


Fig. 1. Contour map for the effect of soluble solid contents at hot water extraction from petals of *Chrysanthemum indicum* L.

Table 3. Soluble solid contents, sugar content, color value(ΔE), Turbidity, Total phenol contents, DPPH contents of hot water extracts from *Chrysanthemum indicum L.*

Added sample ratio (%)	Extraction temperature (°C)	Extraction time (hrs)	Soluble solid contents (%)	Sugar content (°Brix)	ΔE	Turbidity (660 nm)	Total phenol (mg/100 mL)	DPPH (%)
2(-1)	70(-1)	6(-1)	0.76	1.1	77.047	0.078	9.457	48.89
2(-1)	70(-1)	12(1)	1.01	1.1	77.007	0.078	11.386	57.78
2(-1)	90(1)	6(-1)	1.23	1.2	76.460	0.079	16.862	56.78
2(-1)	90(1)	12(1)	1.74	1.5	76.053	0.081	16.910	61.70
4(1)	70(-1)	6(-1)	1.38	2.1	77.477	0.158	26.517	59.19
4(1)	70(-1)	12(1)	1.95	2.2	75.837	0.160	28.179	68.50
4(1)	90(1)	6(-1)	2.04	2.3	77.010	0.163	26.886	59.46
4(1)	90(1)	12(1)	2.74	2.5	76.630	0.165	27.052	74.23
3(0)	80(0)	9(0)	1.97	1.8	76.687	0.080	18.148	56.12
3(0)	80(0)	9(0)	1.97	1.9	76.837	0.081	20.100	57.43
1(-2)	80(0)	9(0)	1.01	0.8	76.210	0.042	6.707	45.37
5(2)	80(0)	9(0)	2.55	2.7	77.040	0.170	26.898	69.07
3(0)	60(-2)	9(0)	1.17	1.4	76.553	0.079	14.910	49.12
3(0)	100(2)	9(0)	1.96	2.0	76.163	0.100	28.893	71.11
3(0)	80(0)	3(-2)	1.01	1.8	76.947	0.080	18.267	55.74
3(0)	80(0)	15(2)	1.96	1.9	76.272	0.081	18.850	70.74

Table 4. Polynomial equations calculated by RSM program on quality test for processing of extracts from petals of *Chrysanthemum indicum L.*

Response	Polynomial Model equation ¹⁾	R ²
Soluble solid contents(%)	r=-7.643125+0.246875*x+0.164438*y+0.130625*z-0.047500*x^2+0.003125*y*x-0.001013*y^2+0.021250*z*x+0.001625*z*y-0.013472*z^2	0.9776
Sugar content (°Brix)	r=-2.343750+0.650000*x+0.058750*y-0.116667*z-0.025000*x^2+0.0*y*x-0.000375*y^2+0.00*z*x+0.001667*z*y+0.000*z^2	0.9914
ΔE	r=77.537125-0.943687*x+0.045631*y-0.104312*z-0.034250*x^2+0.023338*y*x-0.001010*y^2-0.065542*z*x+0.003721*z*y-0.004236*z^2	0.9092
Turbidity (660 nm)	r=-1.809625+0.644438*x+0.071981*y-0.113104*z-0.025750*x^2+0.000087500*y*x-0.000458*y^2-0.000125*z*x+0.001638*z*y-0.000125*z^2	0.8408
Total phenol (mg/100 mL)	r=18.4312-0.008375*x-0.003550*y-0.000750*z+0.006375*x^2+0.000075000*y*x+0.0000225000*y^2+0.000083333*z*x+0.000008333*z*y+0*z^2	0.9897
DPPH (%)	r=-66.96875-11.039375*x+0.677313*y+0.504375*z+2.350000*x^2-0.082625*y*x+0.001437*y^2-0.307917*z*x+0.031375*z*y-0.077639*z^2	0.9452

1) X₁ : Added concentration(%) of petals of *Chrysanthemum indicum L.*

X₂ : Extraction temperature(°C)

X₃ : Extraction time(Min)

$$2) Y_n = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon$$

100°C, 3 g, 9시간 조건에서 추출물의 가용성 고형분 함량과 80°C, 3 g, 9시간 조건에서 추출물의 가용성 고형분 함량의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. Kim NM 등(1993)은 계피 추출액의 유효성분과 가용성 고형분의 용출량에 미치는 추출용매 및 추출시간 등의 추출조건을 연구한 결과에서 물보다는 70% 에탄올로

추출한 추출액의 가용성 고형분 함량이 더 높은 수치를 나타내었고 추출 시간이 길어질수록 고형분 함량이 증가하기는 하나 2시간 이상의 추출은 불필요하다고 보고하였는데 본 실험에서의 결과는 가용성 고형분에 대한 추출 조건은 시료량, 추출시간 등에 따른 결과를 바탕으로 경제적인 측면을 고려했을 때 시료 3 g, 추

출온도 80°C, 추출시간 9시간이 가장 좋은 결과로 판단되었다.

3. 당도

당도는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 추출온도 80°C, 시료량 5 g, 추출시간 9시간일 때 2.7로 가장 높은 값을 나타내었다. 같은 시료량에서는 추출시간의 차이에 대해 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 동일한 시료량에서 온도의 변화에 의해서도 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 결과적으로 동일한 시료량에 대해 일정온도와 일정시간 이상이 지나면 당의 추출은 완료되어 추출 시간을 연장해도 당의 추출량은(결과값은) 변화가 없고 경제적으로 비용만 증가하는 것으로 사료된다.

4. 색도

감국 꽃잎 추출물의 ΔE (overall color difference)값으로 80°C의 온도에서 추출시간과 시료량을 증가시키면서 실험한 결과는 Fig. 3과 같다. 낮은 추출시간과 적은 시료량에서는 ΔE 값의 변화가 적게 나타난 반면 추출시간과 시료량이 증가할수록 ΔE 값은 증가하는 경향을 나타내었다. 추출시간보다는 시료량이 추출물의 색도에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나

타났으며 3 g이상의 시료량에서는 색도 증가가 뚜렷하게 증가하는 경향을 나타내었다. 감국의 주요 색소물질로서는 카로티노이드로서 당근의 색소인 카로틴에 유사한 색소군으로 노랑, 오렌지, 분홍의 색소로서 지용성이며 공기중에서 대단히 불안정한 물질이다. Shin YJ 등(2004)의 연구에서 감국의 총 카로티노이드의 함량이 0.84 mg% 정도로 감국의 색도를 나타내는 카로티노이드의 지용성 특성으로 인해 본 연구에서는 열수추출인 관계로 황색도의 변화가 적은 것으로 판단된다.

5. 탁도

탁도는 response surface로 Fig. 4에 나타내었는데 동일한 시료량일 경우 추출온도와 추출시간에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 100°C에서 높게 나타났다. 또한 탁도는 시료량의 증가에 따라 수치가 높아지는 경향을 나타내었으며 5 g, 80°C, 9시간일 경우 가장 높은 0.170을 나타내었다. 탁도는 무기물질, 단백질, 전분 등 불용성 물질의 함량에 영향을 받으며, Kim DC 등(1995)의 연구에서 수용성 제품의 탁도는 제품의 품질에 중요한 인자로 작용하여 식품가공 측면에서 불용성 고분자 물질의 제거 방법이 고려되어야 한다고 보고하였다.

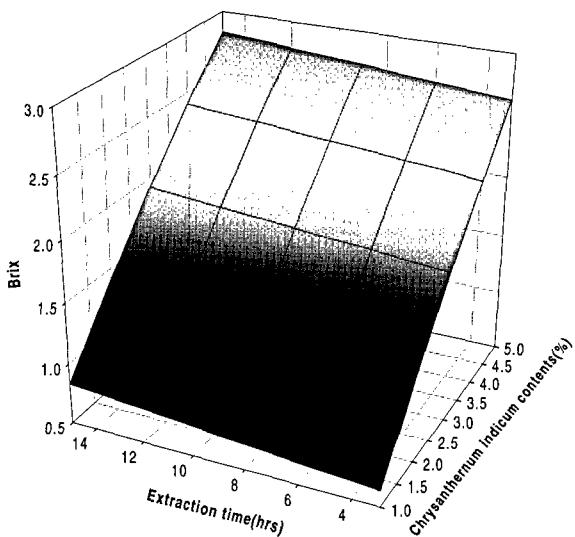


Fig. 2. Response surface for the effect of sugar content($^{\circ}$ Brix) at hot water extraction from petals of *Chrysanthemum indicum* L.

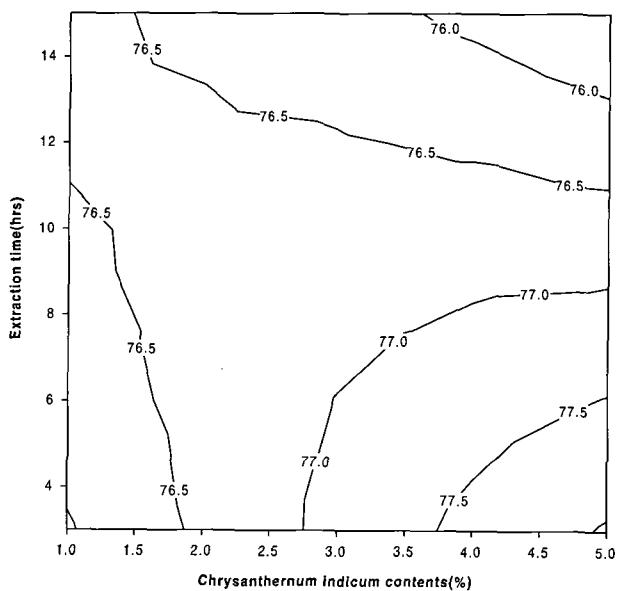


Fig. 3. Contour map for the effect of color value(ΔE) at hot water extraction from petals of *Chrysanthemum indicum* L.

6. 총 페놀 함량

총 페놀 함량에 대한 contour map을 Fig. 5에 나타내었다. 총 페놀 함량은 시료 량이 증가할수록 값이 높아지는 경향이었고, 같은 시료량에서 추출온도가 높을수록 높은 값을 나타내었다. 또한 같은 시료 량에서 추출시간이 길수록 높은 값을 나타내었으며, 전반적으로 시료량, 온도, 추출 시간에 영향을 받는 것으로 확

인되었다. 추출시간 9 hr, 시료량 1 g, 80°C에서 67.07로 가장 낮은 값을 얻었고, 추출시간 9 hr, 시료량 3 g, 100°C에서 288.93으로 가장 높은 값을 얻었다. Kim JH와 Kim JK(2005)의 장뇌삼 열수추출액 함유 캔디제품의 품질 특성 보고에서 총 페놀 함량은 장뇌산삼의 첨가량이 증가할수록 총 페놀 함량이 증가한다는 보고와 일치하였다.

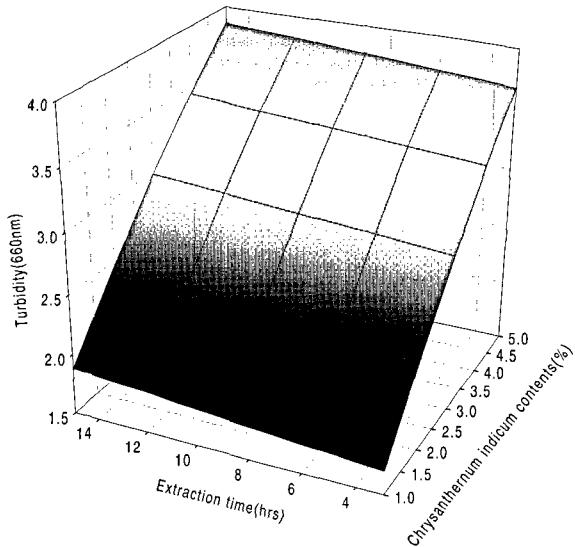


Fig. 4. Response surface for the effect of turbidity(660 nm) at hot water extraction from petals of *Chrysanthemum indicum* L.

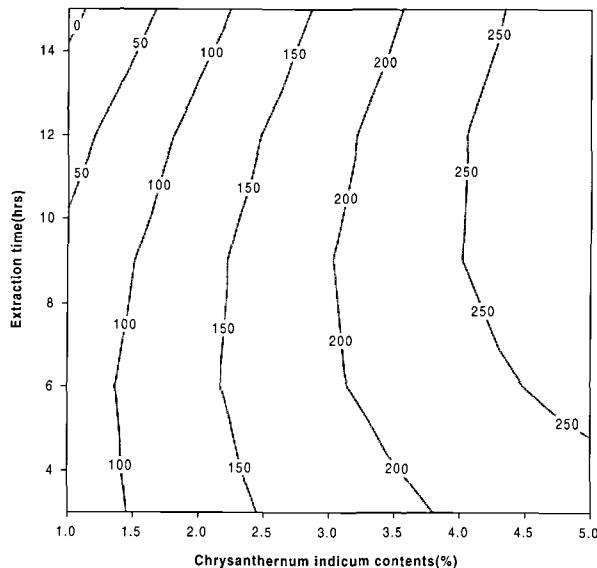


Fig. 5. Contour map for the effect of total phenol content at hot water extraction from petals of *Chrysanthemum indicum* L.

7. 전자공여능

전자공여능(DPPH)에 대한 response surface는 Fig. 6과 같다. 전자공여능(DPPH)은 추출온도, 추출시간, 시료 량이 증가할수록 높은 값을 나타내었으며, 추출시간 9 hr, 온도 80°C, 시료량 1 g에서 45.37로 가장 낮은 값을 추출시간 12 hr, 온도 90°C, 시료량 4 g에서 74.23으로 가장 높은 값을 나타내었다. Cho YJ 등 (2005)은 캐모마일의 생리활성 보고에서 캐모마일 추출액의 전자공여능 값이 91.05%라고 하였는데 이는 본 실험보다는 조금 높은 값을 나타내었다.

8. 열수 추출조건의 최적화

감국 꽃잎에 대한 열수 추출조건을 최적화 할 목적으로 추출온도를 80°C로 고정하고 시료량의 첨가비와 추출 시간에 대한 각 종속변수들의 contour map을 superimposing하여 추출물의 특성을 모두 만족시켜주는

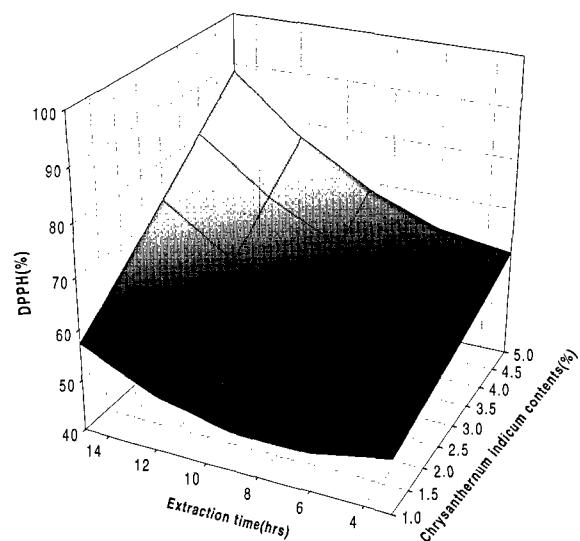


Fig. 6. Response surface for the effect of DPPH content at hot water extraction from petals of *Chrysanthemum indicum* L.

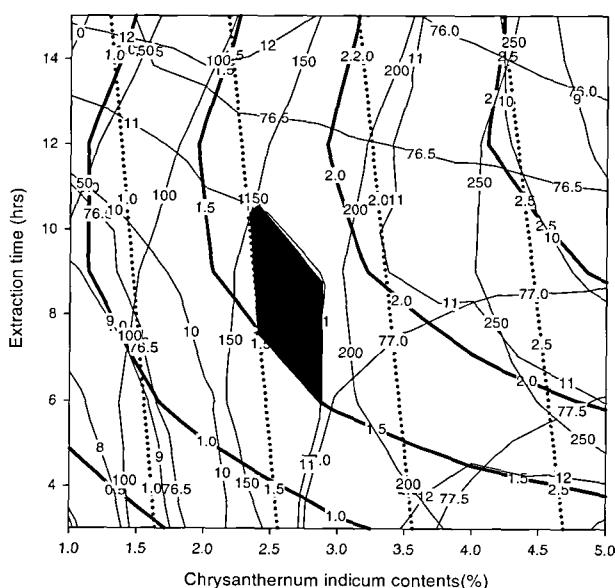


Fig. 7. Superimposed contour map for optimization of response variables in *Chrysanthemum indicum* L.

최적조건은 80°C의 온도에서 2.3~2.7 g의 시료량과 9.2~11.2 시간의 추출시간으로 각각 예측되었다. 이와 같은 최적 추출조건들은 추출물에 대해 고려되어지는 특성에 따라 다소 변화되어 질 수 있으며 감국이 가지고 있는 기능적 특성을 기초로 하여 새로운 기능성 제품에 이용되는 원료로 사용될 가능성을 보여준다.

IV. 요약 및 결론

감국의 꽃잎을 이용하여 우수한 품질특성의 열수추출물을 얻고자 반응표면분석에 의해 추출조건을 최적화 하였다. 중심합성계획에 따라 시료 첨가비(X_1), 추출온도(X_2), 추출시간(X_3)을 요인변수로 하고 추출물의 특성으로 가용성고형분합량(Y_1), 당도(Y_2), 색도(ΔE : Y_3), 탁도(Y_4), 총페놀함량(Y_5), 전자공여능(Y_6)을 종속변수로 하여 추출하였다. 각 조건별 실험결과를 회귀분석하여 3차원 반응표면분석을 실시한 결과 종속변수들에 대한 R^2 는 0.8408~0.9914 범위를 나타내었다. 추출물의 여러 기능적 특성으로 추출조건을 최적화 해본 결과 시료 첨가비는 2.3~2.7 g%, 추출온도는 80°C, 추출시간은 9.2~11.2 (hr)로 예측되었다.

참고문헌

- Noh DB. 1986. A study on the MAO inhibitors *Chrysanthemum Indicum*. Graduate School of Seoul National University 小學館 編. 1985. 中藥大辭典. 上海科學出版社. p.2546
- Lee HK. 1993. The effect of Aqua-acupuncture with *Prunellae Herba*, *Corydalis Tuber*, *Chrysanthemi Flos Compound* prescription Extract Solution Administration on Blood Presure and Serum in S.H.R. Graduate School of Daejeon University.
- 陳存仁. 1982. 圖說韓方醫藥大辭典(中國藥學大典). 講談社. 東京.
- 최옥자. 1991. 약초의 성분과 이용. 일월서각
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 26 : 1199-1200
- Cho YJ, Yoon SJ, Kim JH, Chun SS. 2005. Biological Activity of Chamomile (*Matricaria chamomilla L.*) Extracts. J Korean Soc Food Nutr 34(4) : 446-450
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungsticphosphomolybdis compounds as color reagents. J Biol Chem 12 : 239-249
- Han SM. 2005. Studies on the Functional Components and Cooking Aptitude for Medicinal Tea of *Chrysanthemum indicum* L. Sejong University. Doctorate thesis.
- Kim DC, Jang SM, Choi J. 1995. Variation of Effective Constituents Contents, Physical Properties and Color Intensities of Extracts from White Ginseng Roots of Different Cultivating Years. J Korean Agric Chem Soc 38(1) : 67-71
- Kim JG, Choi HS, Kim SS, Kim WJ. 1989. Changes in physicochemical and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. Korean J Food Sci Technol 21(6) : 838-844
- Kim JH, Kim JK. 2005. Quality Characteristics of Candy Products Added with Hot-Water Extracts of Korean Mountain Ginsengs. Korean J Food Preserv 12(4), 336-343
- Kim NM, Ko SR, Choi KJ, Kim WJ. 1993. Effect of some factors on extraction of effectual components in cinnamon extracts. J Korean Agric Chem Soc 36(1) : 17-22
- Lim DK, Choi U, Shin DH, Jeong YS. 1994. Antioxidative effect of propolis extract on palm oil and lard. Korean J Food Sci Technol 26 : 622-626
- Maladenova K, Tsankova E and Stoianova. 1985. Sesquiterpene lactones from *Chrysanthemum indicum*. Plant Med. 51: 284-285
- Nam SH. 1995. Antitumor and Antibacterial Activities of the Extracts from *Chrysanthemum boreale* M. and *Chrysanthemum indicum* L. and Structural Clarification of the Effective Substances. Gyeongsang National University. Doctorate thesis.
- Oh SH, Oh YK, Park HH, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of turnip pickle prepared with different pickling spices during storage. Korean Journal of

- different pickling spices during storage. Korean Journal of Food Preservation 10(4) : 347-353
- Park KS, Choi MA, Lim JK. 2000. Comparative Degree of Gelatinization and Retrogradation on Gamkugsulgie with Added of Gamkug. J of the East Asian Society of Dietary Life, 10(6) : 514-521
- Park KS, Shin YJ. 1998. Mechanical Characteristics and Preferences of Gamkugsulgie-dduk by Different Addition of Chrysanthemum indicum L. J of the East Asian Society of Dietary Life 8(3) : 289-296
- Park SH. 1991. Modern Experimental Design. Minyongsa. Seoul
- Ryou KO. 1992. Studies on The constituents of Essential Oil in *Dendranthema boreale*, *D. indicum* and *D. morifolium*. Kyunghee University. master's thesis.
- Shin YJ, Jeon JR and Park GS. 2004. Physicochemical Properties of Gamgug (*Chrysanthemum indicum* L.). J Korean Soc of Food Sci Nutr, 33(1) : 146-151
- 江蘇新醫學院. 1985. 中藥大辭典(第四卷). 小學館. 東京. p2546

(2006년 8월 4일 접수, 2007년 2월 12일 채택)