

모과내 기능성 유용성분 용매추출공정의 최적화

전주영¹ · 조인희¹ · 경현규¹ · 김현아 · 이창민 · 최용희*
경북대학교 응용생명과학부, ¹경북대학교 식품공학과

Optimization of Solvent Extraction Process on the Active Functional Components from Chinese Quince

Ju-Yeong Jeon¹, In-Hee Jo¹, Hyun-Kyu Kyung¹, Hyun-A Kim, Chang-Min Lee, and Yong-Hee Choi

¹Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University
Department of Applied Biosciences, Kyungpook National University

Abstract

In this study, various active functional components in Chinese Quince were extracted by solvent extraction method. A central composit design for optimization was applied to investigate the effects of independent variables such as solvent to sample ratio (X_1), extraction temperature (X_2), and extraction time (X_3) on the soluble solid contents (Y_1), total phenols (Y_2), electron donating ability (Y_3), browning color (Y_4) and reducing sugar contents (Y_5). It was found that extraction temperature and extraction time were the main effective factors in this extraction process. The maximum soluble solid contents of 35.77% was obtained at 26.38 mL/g (X_1), 72.82°C (X_2) and 74.86 min (X_3) in saddle point. Total phenols were rarely affected by solvent ratio and extraction time, but it was affected by extraction temperature. The maximum total phenols of 20.70% was obtained at 22.61 mL/g (X_1), 84.49°C (X_2), 77.25 min (X_3) in saddle point. The electron donating ability was affected by extraction time. The maximum electron donating ability of 94.12% was obtained at 10.65 mL/g (X_1), 67.78°C (X_2), 96.75 min (X_3) in saddle point. The maximum browning color of 0.32% was obtained at 23.77 mL/g (X_1), 87.27°C (X_2), 96.68 min (X_3) in saddle point. The maximum value of reducing sugar content of 10.55% was obtained at 26.83 mL/g (X_1), 82.167°C (X_2), 81.94 min (X_3). Reducing sugar content was affected by extraction time.

Key words: response surface methodology, Chinese quince, solvent extraction, central composit design

서 론

모과는 나무의 열매가 작은 오이처럼 생겼기 때문에 생긴 이름이다. 모과나무의 높이는 10 m에 달하며 꽃은 5월에 피며 열매는 원형 또는 타원형이고 지름은 8~15 cm이다. 9월에 황색으로 익어가며 향기가 좋아진다(Park & Lee, 2000). 일반적으로 한국에서 모과라 함은 *Chaenomeles sinensis* Koehne의 성숙과실을 일컬으며 중국이 원산지로서 고려이전에 들어와 재배되고 있는 장미과에 속하는 과실이다. 우리나라에서는 전남, 충남, 경기도 등 중부이남 지역에 많이 난다.

모과의 주요성분을 보면 과육인 경우 수분 74-85%, 당질 13-20%, 섬유질 1.3-4.4%, 회분 0.3-0.5%이며, 과실에는 saponin 약 2% 유기산 2-3%, 사과산, 주석산, 구연산, 비타민 C, 플라보노이드, 탄닌이 함유되어 있고 종자에는 시안화수소산이 함유되어 있다(Lee & Kim, 2002). 모과는 천연항산화제로서 비타민류 외에 페놀성 화합물인 flavonoids를 포함한 식물체 유래 천연물이며, 저분자 물질인 향기 성분들도 포함하고 있다. 페놀 성분은 미생물의 공격을 막아 식물 자체를 보호하며, 특히 생약제 및 식용 식물 추출물 등이 항산화활성을 가진다고 알려져 있다(Kim et al., 1999).

모과는 항산화성이 있어 활성산소종(reactive oxygen species)을 조절하거나 제거하는 기능을 한다. 활성산소종은 생명유지에 절대적으로 필요한 존재이지만, 최근 연구보고에선 활성산소종 특히 생체막의 구성성분인 불포화지방산을 공격하여 생성되는 과산화지질은 생체기능 장애를 유발시켜 암을 비롯한 뇌졸중, 파킨슨병 등의 뇌질환과 심장질환

Corresponding author: Yong-Hee Choi, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong, Buk-gu, Daegu 702-701, Republic of Korea
Tel: +82-53-950-5777; Fax: +82-53-950-6772
E-mail: yhechoi@knu.ac.kr
Received January 6, 2010; revised February 26, 2010; accepted March 8, 2010

환, 동백경화, 염증 노화, 자기면역 질환 등의 각종 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다(Adelson et al., 1988; Bendish et al., 1985). 따라서 모과를 통해 이런 질병들을 예방할 수 있을 뿐만 아니라 천연항산화제로서 합성항산화제가 가지고 있는 단점인 발암성과 같은 독성 및 변이원성에 대해 안전성을 가지고 있다(Chan et al., 1993; Barene, 1975; Ito et al., 1983).

모과의 효능은 한의학에서는 기관지염, 폐렴, 천식, 인후염, 관절염, 진해거담 작용 등 치료제로서 사용하였다(Lee, 1982). 모과씨 속에 있는 아미그달린(amygdalin)이라는 성분은 항암 작용이 있다(Hong, 1995). 중국과 일본에서는 백발치료효과(Liang, 1997), 류마티스치료제(Wu, 1997), 위암치료(Li, 1997), 간장기능 개선(Jing, 1997), melanin 색소의 생합성을 저해하는 기능(Matsuda et al., 1994; Shin et al., 2000), 알레르기로 인한 소양증에 항종양 효과(Gao et al., 2003), 항산화 효능(Lee et al., 2006; Hamauzu et al., 2005; Chung, 1990), 혈액응고에 관여하는 조직 thromboplastin을 억제하는 작용(Lee et al., 2002) 등의 연구 결과들이 있다.

그러나 모과의 유용성분을 효율적으로 추출하는 방법에 대한 연구 결과가 매우 부족한 실정이다. 특히 다른 약리작용을 하는 일반과실들은 생식으로 먹어도 효과적이지만 모과는 생식으로는 부적합하다. 왜냐하면 일반과실에 비해 수분이 적고 짠맛이 강하고, 석세포 및 목질이 발달하여 육질이 거칠기 때문이다.

따라서 본 연구에서는 모과내의 기능성 유용성분을 효과적으로 추출하기 위하여 용매로 알코올을 사용하여 추출공정의 최적화를 시도하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에서 사용한 모과는 2008년 6월 대구광역시 약령시장에서 건조된 모과를 구입하였고, 이를 분쇄하여 표준망체(40 mesh)를 통과한 분말을 4°C의 압소에 냉동보관하면서 사용하였다.

용매 추출 공정 최적화를 위한 실험 계획

실험 계획으로서 독립변수들과 종속변수간의 함수관계를 데이터로부터 추정하여 독립변수들의 값의 변화에 따라서 종속변수의 값이 어떻게 달라지는지를 쉽게 예측할 수 있는 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)사용하였으며, 5단계로 3가지 변수의 구간별 최소실험을 위한 중심합성계획법(central composite design)을 사용하였다.

추출공정의 독립변수(X_n)는 시료에 따라 용매비(X_1)와 추출 온도(X_2), 추출 시간(X_3)에 대한 실험범위를 선정하여 5단계로 부호화하였으며 Table 1에 나타내었다. 또한 이들의 독립변수에 영향을 받는 종속변수를 추출 수율, 총페놀

Table 1. Central composite design for optimization of solvent extraction conditions using a response surface methodology

Exp ¹⁾ no.	Independent variables		
	Solvent to sample ratio (mL/g)	Extraction temperature	Extraction time (min)
1	25(1)	80(1)	100(1)
2	25(1)	80(1)	80(-1)
3	25(1)	60(-1)	100(1)
4	25(1)	60(-1)	80(-1)
5	15(-1)	80(1)	100(1)
6	15(-1)	80(1)	80(-1)
7	15(-1)	60(-1)	100(1)
8	15(-1)	60(-1)	80(-1)
9	20(0)	70(0)	90(0)
10	20(0)	70(0)	90(0)
11	10(-2)	70(0)	90(0)
12	30(2)	70(0)	90(0)
13	20(0)	50(-2)	90(0)
14	20(0)	90(2)	90(0)
15	20(0)	70(0)	70(-2)
16	20(0)	70(0)	110(2)

¹⁾the number of experimental conditions by central composite design

함량, 전자공여능, 갈색도, 환원당함량으로 각각 회귀분석을 실시하였다. SAS(statistical analysis system Version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, U.S.A.) program을 이용한 회귀분석에 의한 최적조건의 예측 결과, 임계점이 최대점이거나 최소점이 아니고 안장점일 경우에는 능선분석을 삽입하여 최대 반응점을 구하였다. 회귀식은 다음과 같다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{22}X_2^2 + b_{31}X_3X_1 + b_{32}X_3X_2 + b_{33}X_3^2$$

모과의 용매 추출공정

각 공정의 방법에 따른 용매 추출 시험은 Fig. 1에 나타낸 바와 같다.

수율 측정

수율은 각각의 추출액 10 mL를 취하고 60에서 1차 증발시킨 후 105°C에서 증발 건조시켜 데시케이터에 60분 보관 후 무게를 측정하였다. 사용된 원료 양의 백분율로 나타내었다. 시료 당 각각 3회 반복 실험하여 평균값을 계산하여 나타내었다.

Total Phenolics 측정

각 추출물의 total phenolics는 Amerinem & Ough(1980)의 방법에 의해 비색 정량하였다. 실험방법은 일정하게 희석한 검액 1 mL씩 ppm별로 세 개씩 시험관에 넣은 후 Folin-Ciocalteu 시약(Sigma-Aldrich Chemical Co., USA) 1 mL를 넣고 vortex 3분 후 10% 1 mL를 넣고, 실내온도

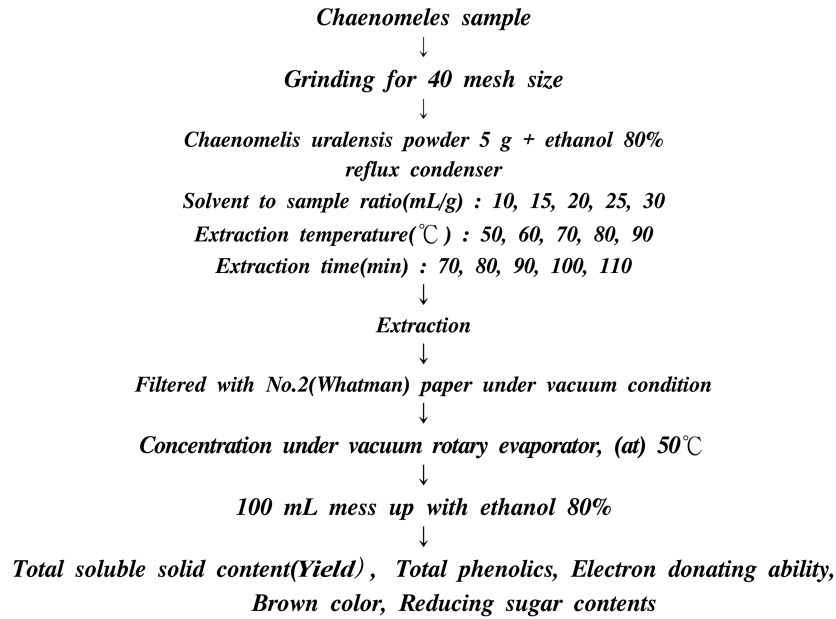


Fig. 1. Scheme for extraction process from Chinese Quince.

(23)에서 60분 동안 방치한 후, 각 시료들을 UV-visible spectrophotometer(TU-1800, Human Crop. Co., Korea)를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준검량곡선은 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Chemical Co., USA)를 농도별로 조제하여 동일한 방법으로 작성된 표준곡선(standard curve)으로 부터 phenolics 함량을 환산하여, 다음의 식과 같이 계산한 후 그 평균값을 백분율로 환산하여 건조시료 중의 %로 나타내었다.

$$\text{Total phenolics(mg/100 g)} = C \times \left(\frac{V \times N}{S} \times \frac{10}{100} \right)$$

C : 시험용액 중 phenol 농도

S : 시험에 사용된 시료 량(g)

V : 시험용액 total volume(mL)

N : 시험용액 희석배수

전자공여능 측정(Electron donating ability, EDA)

각 추출물의 free radical 소거활성은 Bois(1985) 방법을 변형한 것이다. α, α -'Diphenyl- β -pycrrylhydrazyl에 대한 전자공여능으로 시료의 환원력을 측정하였다. DPPH 12 mg을 absolute ethanol 100 mL에 용해하여 4×10^{-4} M의 DPPH 용액을 조제한 다음 ethanol 용액을 blank로 하여 525 nm에서 흡광도가 0.95-0.99가 되도록 50% ethanol을 첨가하여 조정하였다. 그 다음 추출물 1 mL에 조제한 DPPH 시액 4 mL를 혼합하여 vortex 한 후 실온에 방치한 후 525 nm에서 3회 반복 실시하여 UV-visible spectrophotometer를 사

Table 2. Polynomial equation calculated by RSM program for extraction of Chinese Quince

Responses	The second order polynomial ¹⁾	R ²	significance
Yield (Y ₁)	$Y_1 = 116.718750 + 0.642000X_1 - 1.460750X_2 - 0.906500X_3 - 0.001600X_1^2 + 0.030300X_2X_1 - 0.002650X_2^2 - 0.030500X_3X_1 + 0.014700X_3X_2 + 0.002375X_3^2$	0.51	0.69
Total phenolics (Y ₂)	$Y_2 = -59.649750 - 1.984362X_1 + 1.704069X_2 + 0.632281X_3 - 0.012010X_1^2 + 0.019542X_2X_1 - 0.000657X_2^2 + 0.014962X_3X_1 - 0.021321X_3X_2 + 0.003171X_3^2$	0.95	0.002
Electron donating ability (Y ₃)	$Y_3 = -80.245375 + 1.719575X_1 + 2.944312X_2 + 1.337250X_3 + 0.011385X_1^2 - 0.020645X_2X_1 - 0.011236X_2^2 - 0.011185X_3X_1 - 0.012732X_3X_2 - 0.001350X_3^2$	0.85	0.05
Brown color (Y ₄)	$Y_4 = 3.486688 - 0.041938X_1 - 0.053219X_2 - 0.028419X_3 - 0.000140X_1^2 + 0.000458X_2X_1 + 0.000215X_2^2 + 0.000218X_3X_1 + 0.000196X_3X_2 + 0.000060000X_3^2$	0.84	0.06
Reducing sugar contents (Y ₅)	$Y_5 = 58.737687 + 0.667575X_1 - 0.882400X_2 - 0.715837X_3 - 0.001190X_1^2 + 0.014595X_2X_1 + 0.001414X_2^2 - 0.016755X_3X_1 + 0.005488X_3X_2 + 0.003587X_3^2$	0.76	0.18

¹⁾ X₁: Solvent to sample ratio (mL/g), X₂: Extraction temperature (°C), X₃: Extraction time (min)

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{22}X_2^2 + b_{31}X_3X_1 + b_{32}X_3X_2 + b_{33}X_3^2$$

Table 3. Predicted values of optimum condition for the maximized and minimized responses to variables by the ridge analysis by their response surface

Responses	Extraction condition ¹⁾			Estimated Responses	Morphology
	X ₁	X ₂	X ₃		
Yield (%)	25.39	56.66	100.27	23.14(min)	saddle point
	26.38	72.82	74.86	35.67(max)	
Total phenolics (%)	12.84	80.21	99.53	8.72(min)	saddle point
	22.61	84.49	77.25	20.70(max)	
Electron donating ability (%)	23.65	87.24	96.99	79.13(min)	saddle point
	10.65	67.78	96.75	94.12(max)	
Brown color (O.D)	10.38	69.43	95.43	0.05(min)	saddle point
	23.77	87.27	96.68	0.32(max)	
Reducing sugar contents (%)	24.95	55.36	99.35	3.23(min)	saddle point
	26.83	82.16	81.94	10.55(max)	

¹⁾ X₁:Solvent to sample ratio (mL/g), X₂: Extraction temperature (°C), X₃: Extraction time (min)

용하여 흡광도를 측정하였다. 전자공여능 측정은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타낸다. 이때 시료무첨가구에는 methanaol 4 mL을 이용한다. 아래는 계산식이다.

$$EDA(\%) = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가의 흡광도} - \text{공시험의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \right) \times 100$$

갈색도 측정

모과추출물의 갈색화반응은 시료를 UV-visible spectrophotometer를 사용하여 흡광도 420 nm에서 측정하였다(Rhim et al., 1989). 신뢰성을 위해 3회 반복하여 평균으로 계산하였다.

환원당

각 추출물의 시료용액 1 mL를 test tube에 넣고 dinitrosalicylic acid(DNS) reagent 1 mL를 가하여 잘 혼합시킨 후 끓는 물에서 15분 동안 중탕시켰다. 상온에서 충분히 식힌 후 증류수 3 mL를 넣고 희석하여 발색된 정도를 UV-

Table 4. Regression analysis for regression model of variables in extraction condition

Responses	F-Ratio		
	X ₁	X ₂	X ₃
Yield (%)	0.75	1.03	0.85
Total phenolics (%)	12.44	17.87	13.76
Electron donating ability (%)	2.53	5.77	0.97
Brown color (O.D)	2.05	6.26	0.85
Reducing sugar contents (%)	2.09	2.87	1.32

X₁:Solvent to sample ratio (mL/g), X₂: Extraction temperature (°C), X₃: Extraction time (min)

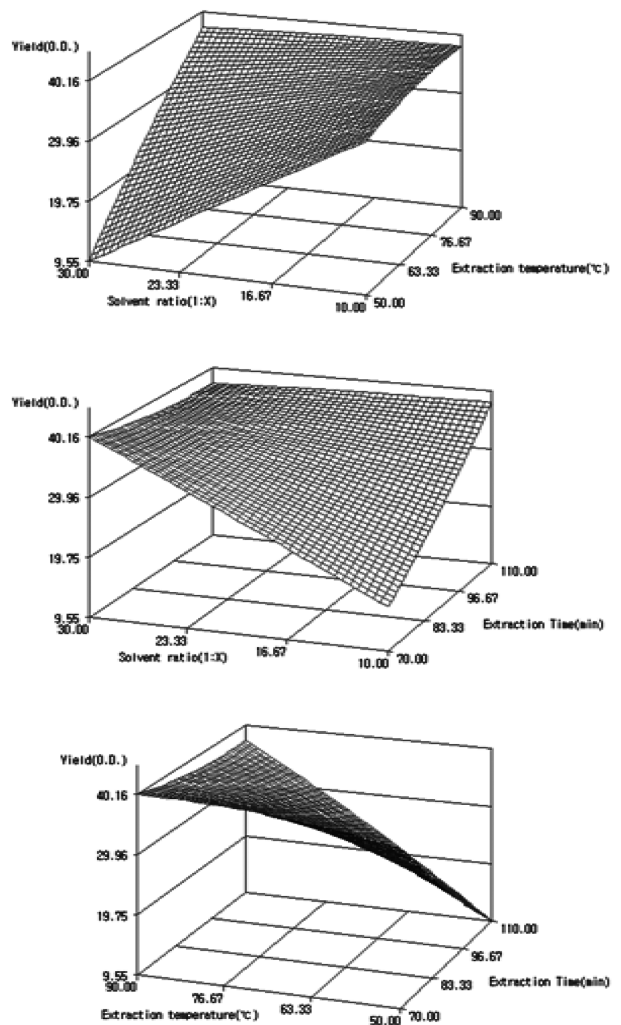


Fig. 2. Contour maps for the effects of extraction conditions on Yield (%).

visible spectrophotometer를 사용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하여 glucose standard curve를 이용하여 환원당 함량(%)을 구하였다.

결과 및 고찰

추출조건이 추출수율에 미치는 영향

모과를 시료로 하여 용매비(X_1)와 추출온도(X_2), 추출시간(X_3)을 달리하여 추출조건에 따른 추출수율의 결과에 대한 반응표면 회귀식은 Table 2에 나타냈으며 R^2 값은 0.51로 측정되었다. 예측된 정상점은 Table 3에 나타난 바와 같이 시료에 대한 용매비는 26.38 mL/g, 추출온도는 72.82°C, 추출시간은 74.86 min로 나타났다. 이 때 추출수율은 35.67%로 최대값을 나타냈다. 조건이 다른 추출수율의 변화는 Fig. 2에서 나타난 바와 같이 추출수율은 추출시간과 추출온도에 유의하게 영향을 받음을 알 수 있다.

추출조건이 Total phenolics에 미치는 영향

각각의 추출조건에 따라 모과 추출물의 총페놀 함량 측

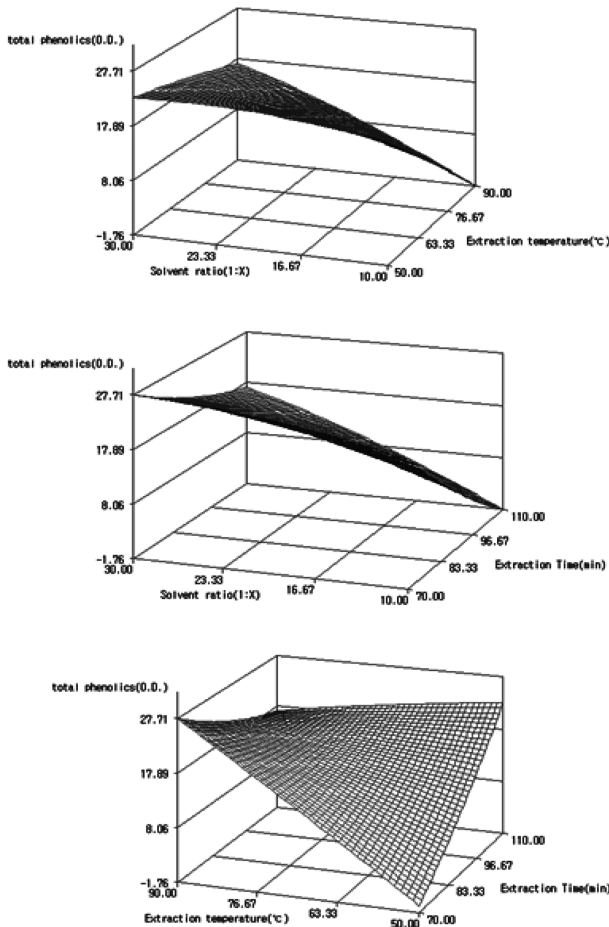


Fig. 3. Contour maps for the effects of extraction conditions on total Phenolics (%).

정결과에 대한 회귀식의 R^2 값은 0.9515로 나타났다(Table 2). 추출조건이 다른 total phenolics의 변화는 Fig. 3에서 나타난 바와 같이 총페놀 함량은 용매비와 시간에 영향을 거의 받지 않았고 추출시간에는 영향을 받았으며, 이때 최대값은 20.70 mg/mL로 나타났다. 이때의 추출조건은 Table 3에 나타난 바와 같이 시료에 대한 용매비는 22.61 mL/g, 추출온도는 84.49°C, 추출시간은 77.25 min에서 20.70 mg/mL로 최대값을 나타냈다.

추출조건이 전자공여능에 미치는 영향

각각의 추출조건에 따라 추출물의 전자공여능에 대한 회귀식은 Table 2에 나타냈으며 R^2 는 0.85으로 나타났다. 각 종속변수의 contour map을 통해 추출온도에 따라 유의하게 영향을 미치는 것을 Fig. 4를 통해 예측할 수 있다. 또한 Table 3에 나타난 바와 같이 안장점에서의 추출조건인 시료에 대한 용매비 10.65 mL/g, 추출온도 67.78°C, 추출시

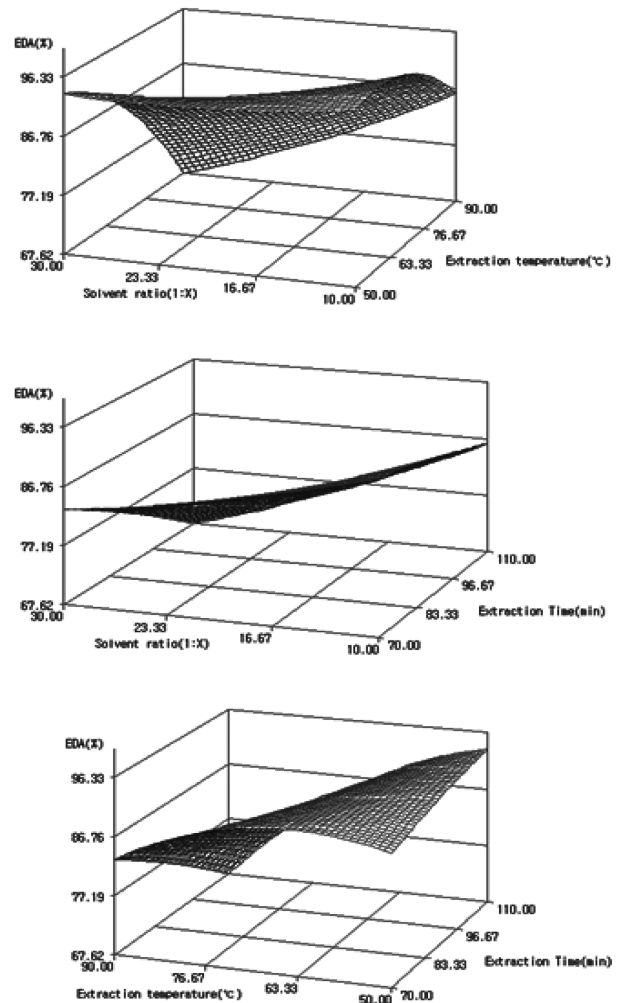


Fig. 4. Contour maps for the effects of extraction conditions on electron donating activity (%).

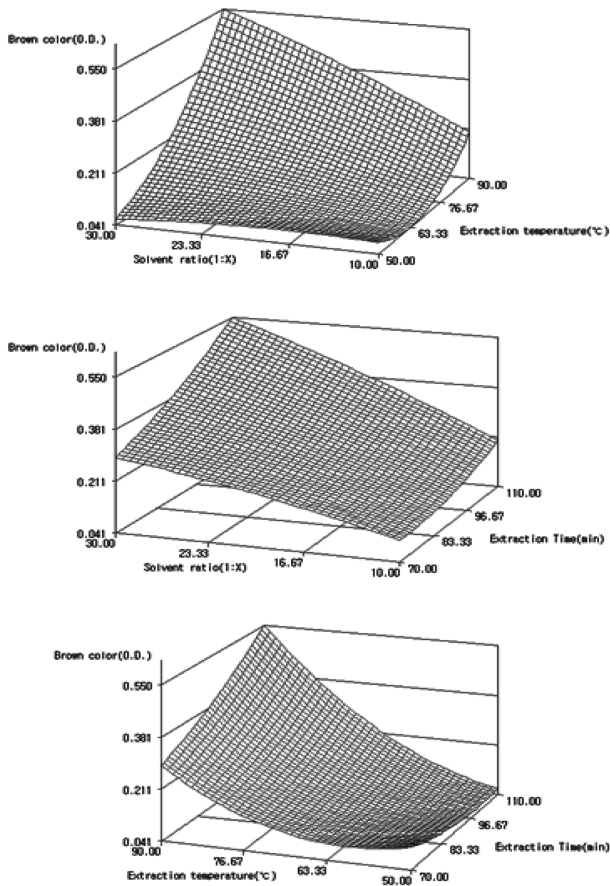


Fig. 5. Contour maps for the effects of extraction conditions on brown color (O.D).

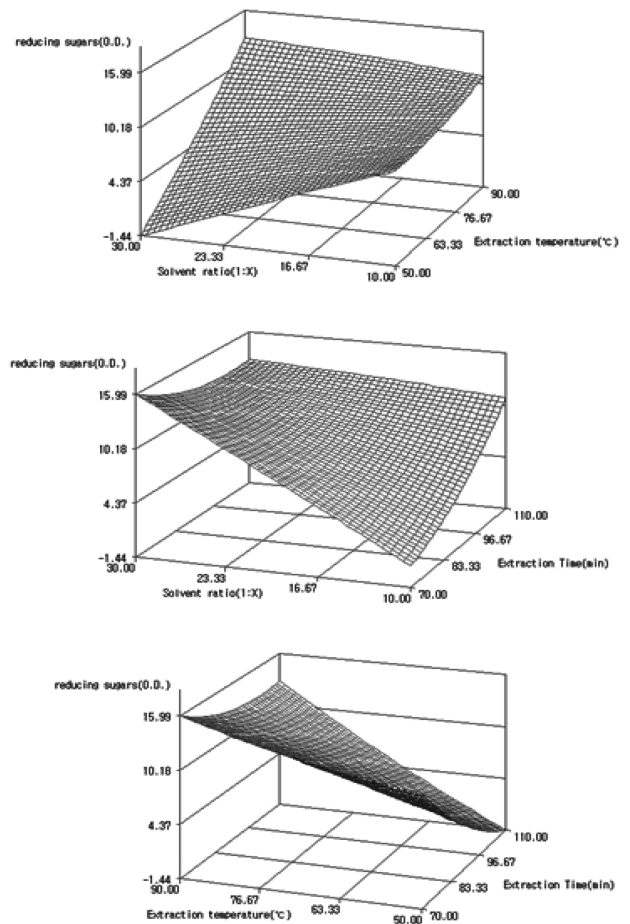


Fig. 6. Contour maps for the effects of extraction conditions on reducing sugar contents (%).

간 96.75 min에서 추출 수율은 94.12%로 예측되었다.

추출조건이 갈색도에 미치는 영향

각각의 추출조건에 따라 갈색도를 측정한 결과, 갈색도에 대한 회귀식은 Table 2에 나타냈으며 R²값은 0.84로 측정되었다. 반응표면분석에 의해 예측된 정상점은 안장점으로 Table 3에 나타난 바와 같이 시료에 대한 용매비는 23.77 mL/g, 추출온도는 87.27°C, 추출시간은 96.68 min에서 최대값 0.32로 나타났다.

추출조건이 환원당에 미치는 영향

각각의 추출 조건에 따라 환원당의 변화는 Fig. 6에서 나타난 바와 같이 추출 시간에 영향을 받았으며, 이때 최대값은 10.55 mg/mL로 나타났다. 이때의 추출 조건은 Table 2에 나타난 바와 같이 환원당은 시료에 대한 용매비는 26.83 mL/g, 추출온도는 82.16°C, 추출시간은 81.94 min으로 나타났다.

요 약

본 연구에서는 모과내의 여러 가지 기능성 유용성분을

효과적으로 추출하기 위해서, 모과나무의 익은 열매로 만든 약재인 모과를 사용 하였다. 모과의 기능성 유용성분 용매 추출 공정의 최적 조건을 확립하고자 하였다. 모과를 에탄올에 추출하여 반응표면 분석법으로 모니터링하여 최적 용매 조건을 설정하였다.

중심합성계획법에 따라 시료에 대한 용매비(X₁)와 추출 온도(X₂), 추출시간(X₃)을 요인변수로 하고 추출수율(Y₁), 총페놀 함량(Y₂), 전자공여능(Y₃), 갈색도(Y₄), 환원당(Y₅)을 종속변수로 하여 시행하였다. 실험 결과 추출수율은 추출 온도와 추출 시간에 유의하게 영향을 받음을 알 수 있었다. 안장점에서 추출조건은 시료에 대한 용매비는 26.38 mL/g, 추출온도는 72.82°C, 추출시간은 74.86 min에서 최대값을 나타내었다. 총페놀 함량은 용매비와 시간에 영향을 거의 받지 않았고 추출시간에는 영향을 받았으며, 최대값은 20.70 mg/mL 로 나타났다. 이때의 추출조건은 시료에 대한 용매비는 22.61 mL/g, 추출온도는 84.49°C, 추출시간은 77.25 min으로 나타났다. 전자공여능은 추출온도에 따라 유의하게 영향을 받은 것으로 나타났다. 안장점에서의 추출조

건인 시료에 대한 용매비 10.65 mL/g, 추출온도 67.78°C, 추출시간 96.75 min에서 추출수율은 94.12%로 예측되었다. 갈색도에 대한 추출조건은 시료에 대한 용매비 23.77 mL/g, 추출온도 87.27°C, 추출시간 96.68 min 일 때 안장점이 나타났다. 환원당은 시료에 대한 용매비 26.83 mL/g, 추출온도 82.167°C, 추출시간 81.94 min에서 10.55 mg/mL로 최대값을 나타내었고 추출시간에 영향을 받았다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린21사업의 지원에 의하여 수행된 내용의 일부로서 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Adelson R, Saul RL, Ames BN. 1988. Oxidative damage to DNA: Relation to species metabolic and life span. *Natl. Acad. Sci. USA.* 85: 2706-2708.
- Amerine MA, Ough CS. 1980. *Methods for analysis of musts and win.* Wiley & sons, NY, USA, pp. 176-180.
- Barane AL. 1975. Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluen. *J. Am. oil. Chem. Soc.* 52: 59-63.
- Bendish A, Machlin L, Scadurra O, Burton GW. 1985. The antioxidant role of vitamin C. *Free Radical Biol. Med.* 2: 419-444.
- Bios MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Chan KM, Decker EA, Means WJ. 1993. Extraction and activity of camosine a naturally occurring antioxidant in beef muscle. *J. Food Sci.* 58: 1-4.
- Chung TY, Kim EK. 1990. Antioxidative Effect of *Chaenomeles Fructus*. *Korean J. Agric Chem. Soci.* 33: 361.
- Gao H, Wu L, Kuroyanagi M, Harada K, Kawahara N, Nakane T, Umehara K, Hirasawa A, Nakamura Y. 2003. Antitumor-promoting constituents from *Chaenomeles sinensis* KOEHNE and their activities in JB6 mouse epidermal cells. *Chem. Pharm. Bull (Tokyo).* 51: 1318-1321.
- Hamazu Y, Yasui H, Inno T, Kume C, Omanyuda M. 2005. Phenolic profile, antioxidant property, and anti-influenza viral activity of Chinese uince (*Pseudocycdonia sinensis* Schneid), quince (*Sydonia obonga* Mill.) and apple (*Malus domestica* Mill.) Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 53: 923-934.
- Hong MH. 1995. *The food story that can be made of chinese herbal medicine.* Artmedia, Seoul, Korea, pp. 206-207.
- Ito N, Fukushima S, Hasebawa A. 1983. Carcinogenicity of BHA in F344 rat. *J. Natl. Cancer Inst.* 70 : 343-352.
- Jing Z. 1997. Preparation of medicine for recovery and replenishing liver. CN-1124153.
- Kim IW, Shin DH, Choi U. 1999. Isolation of antioxidative components from the bark of *Rhus verniciflua* S. screened from some Chinese medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 885-863.
- Lee CB. 1982. *Forest Economics-mokchogangmok.* Korean plant map. Hyangmunsa, Seoul, Korea, p. 29.
- Lee DH, Kim JH, Kim NM, Choi JS, Lee JS. 2002. Physiological functionality of chinese quince wine and liquors. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 17: 266-270.
- Lee MH, Son YK, Han YN. 2002. Tissue Factor inhibitory flavonoids from the fruits of *Chaenomeles sinensis*. *Arch. Pharm. Res.* 25: 327-331.
- Lee YM, Shin HD, Lee JJ, Lee MY. 2006. Antioxidative Effect of *Chaenomeles Fructus* Ethanol Extract. *Korean. J. Soc. Food Sci. Nutr.* 14: 177-182.
- Li Y. 1997. Medicine for curing stomach cancer. CN-1100951.
- Liang Z. 1997. Medicine for e.g. changing white hair into black. CN-1114577.
- Matsuda H, NaKamura S, Kubo M. 1994. Studies of cuticle drugs from natural sources. 4. Inhibitory effects of *Prunus* plants on melanin biosynthesis. *Biol. Pharm. Bull.* 17: 1417-1420.
- Park JH, Lee CK. 2000. *The encyclopedia of medicinal plants.* Shinilbooks, Seoul, Korea, p. 133.
- Rhim JW, Nunes RV, Jones, Swartzel BA. 1989. Kinetics of color change of grape juice generated using linearly increasing temperature. *J. Food Sci.* 54: 776-777.
- Shin YJ, Han DS, Kim SJ, Kim IH. 2000. Ability of Lipophilic Extract Obtained from Plants to Inhibit Tyrosinase Activity in Reverse Micelles. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 736-741.
- Wu X. 1997. Traditional chinese medicine for curing rheumatism. CN-1110584.