

## 파프리카 유용성분의 추출공정 최적화

임선주 · 전주영 · 최용희  
경북대학교 식품공학과

### Optimization for the Extraction Process of Effective Components from Paprika

Sun-Ju Im, Ju-yeong Jun, and Yong-Hee Choi

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

#### Abstract

A central composite design was applied to investigate the effects of independent variables of ethanol concentration( $X_1$ ), extraction temperature( $X_2$ ), and extraction time( $X_3$ ) on dependent variables such as total phenol( $Y_1$ ), carotenoid( $Y_2$ ), electron donating ability( $Y_3$ ), absorbance of extract( $Y_4$ ), and browning color( $Y_5$ ) of the *Capsicum annuum*. The amounts of total phenol increased with increasing ethanol concentration and extraction time, however it decreased after reaching a maximum level. Total phenol also increased with raising extraction temperature. Carotenoid content increased with increasing ethanol concentration and extraction temperature. Carotenoid increased with increasing extraction time, however it decreased after reaching a maximum point. Electron donating ability increased with increase in ethanol concentration. It increased with increasing extraction temperature and extraction time, but it decreased after a maximum point. Absorbance of extract increased with increasing ethanol concentration and extraction time. Absorbance of extract also decreased with increasing extraction temperature. Browning color content increased with increasing ethanol concentration. It increased with increasing extraction temperature and extraction time.

**Key words** : paprika, ethanol concentration, extraction temperature, extraction time

#### 서 론

최근 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 식품이 갖는 건강 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 가운데 최근 붉은 파프리카에서 항산화 효과가 있다는 것으로 알려진 이래 붉은 파프리카에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 파프리카는 가지과(Solanaceae), 고추속(Capsicum), 고추종(Annuum)에 속하는 한해살이 식물로 6개의 이종이 있으며, 파프리카란 말은 어원이 희랍어로 현재 유럽에서

모든 고추를 통칭하고 있다(황재희와 장명숙, 2001). 우리나라에서는 매운맛이 없는 bell type의 고추(단고추)를 파프리카라고 하고 있으며, 단고추는 영명으로 sweet pepper, bell pepper, 일본에서는 불어인 piment를 피망으로 부르고 있고, 빨간색, 주황색, 노랑색, 자주색 백색 등 다양한 색상을 가지고 있으며, 그 중 붉은 색이 약 40%의 생산량을 차지하고 있다(이재욱, 1998; 이선옥 등, 2002). 파프리카는 capsanthin,  $\beta$ -cryptoxanthin, zeaxanthin 등의 카로티노이드계 색소를 함유하고 있다. 카로티노이드계 색소는 생리적 활성(Sthl *et al.*, 1996), 발암성(Sergeyev *et al.*, 1992), 산화방지제(Lim *et al.*, 1992), 항암효과(Zang *et al.*, 1991)와 같은 특성을 나타낸다. 매운맛이 별로 없고 단맛이 강하며 비타민 A, B1 및 C가 풍부한 알칼리성 강장식품으로

Corresponding author: Yong-Hee Choi, Professor Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, 1370 Sankyukdong, Dukgu, Taegu 702-701, Korea.  
Phone: +82-53-950-5777, Fax: +82-53-950-6772  
E-mail: yhechoi@knu.ac.kr

음식, 샐러드, 고기요리용 향신료로 많이 이용되고 있으나 수분함량이 높고, 저장성이 낮아 생과로 주로 많이 이용되고 있는 실정이다(Biacs *et al.*, 1993; Ittah *et al.*, 1993; Fisher와 Kocis, 1987; Minguez-Mosquera와 Mornero-Mendez, 1994; Osuna-Garcia *et al.*, 1997). 또한 아이들 성장촉진에 좋으며, 성인병의 원인인 콜레스테롤 수치를 저하 시키고, 암과 비염 예방에 효능이 있다.

지금까지 파프리카에 대한 연구로는 착색단고추 재배현황 및 수출전망(이재욱, 2001), 파프리카(단고추) 재배기술 및 품질관리 요령(이재욱, 1998), 파프리카즙 첨가가 생면의 기호와 품질에 미치는 영향(황재희와 장명숙, 2001), 파프리카 추출물의 색소안정성과 ethoxyquin 및 잔류용매 검출(이선옥 등, 2002), 파프리카즙을 첨가한 증편의 품질 특성(정진영 등, 2004) 등 원예 관련 연구와 파프리카 즙을 첨가한 일부가공품 제조에만 국한되어 있으며 아직까지 capsanthin의 항산화능에 대한 연구는 체계적으로 이루어지지 않고 있는 실정이다. 붉은 파프리카는 카로티노이드계 색소인 capsanthin 함량이 가장 높으며 이것은 항산화 효능이 높은 것으로 알려져 있다(Takashi *et al.*, 2001). 따라서 본 연구에서는 식용 가능한 용매인 에탄올로 용매 추출을 이용하여 추출 공정변수에 따른 파프리카 추출물의 특성을 측정하여 에탄올 추출공정을 최적화하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

본 실험에 사용된 파프리카는 2006년 6월에 대구 시내 전문시장에서 구입하였으며, 붉은색 파프리카를 사용하였다. 동결건조 시킨 후 분쇄기로 분쇄하고 표준망체(40 mesh)를 통과한 분말을 취하여 -20°C 의 암소에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 일반 성분 분석

수분은 105°C 상압 가열 건조법으로, 조단백질은 Kjeltac Auto-sampler System(TECATOR SE/AUTO 2300, Foss Co., Switzerland)을 사용하였고, 조지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 550°C 회화법, 조섬유는 Henneber-Stohmann 법에 따라 구하였다. 가용성 무질소물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유를 제한 값으로 하였다. 모든 실험은 3회 반복하여 그 평균값으로 나타내었다(AOAC, 1990).

### 총 페놀 함량

각 추출물의 total phenol 함량은 Folin-Denis법(Amerine와 Ough, 1980)에 따라 비색정량 하였다. 즉, 일정하게 희석한 검액 1 mL에 Folin-Ciocalteu 시약(Sigma-Aldrich Chemical Co., U.S.A.) 1 mL을 가하여 혼합하고 3분 후 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL을 넣어 진탕하고 1시간 실온에 방치하여 UV-visible spectrophotometer(TU-1800 Human crop. Co., Korea)를 사용하여 700 nm 에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Chemical Co., U.S.A.)를 농도별로 조제하여 표준 검량선을 작성한 후 정량분석 하였다(최상철 등, 2004). Total phenol 함량은 3회 반복 측정하여 다음의 식과같이 계산한 후 그 평균값을 백분율로 환산하여 건조시료중의 %로 나타내었다.

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

C : 시험용액 중 phenol 농도

S : 시험에 사용된 시료 량(g)

V : 시험용액 total volume(mL)

N : 시험용액 희석배수

### Carotenoid 함량

파프리카의 추출물을 sample 100 ml 와 에탄올 9.9 ml 를 조제하여 450 nm 의 파장에서 흡광도를 측정하였다.

### 전자 공여능

항산화능을 알아보기 위한 추출물의 전자공여능(Electron donating ability, EDA)시험은 DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich chemical, Co. USA)를 사용한 방법으로 측정하였다(Blios, 1958). 즉, DPPH시약 16 mg 을 absolute ethanol 100 mL 에 용해하여 4×10<sup>-4</sup>M의 DPPH용액을 조제한 다음 ethanol 용액을 Blank로하여 525 nm 에서의 흡광도가 0.95~0.99가 되도록 조정하였다. 그 다음 추출물을 mg/mL 로 조제한 검액 0.2 mL 에 ethanol 3 mL 을 가한다음 조제한 DPPH시액 0.8 mL 을 혼합하여 10초간 강하게 진탕한 후 상온에서 10분간 방치하였다. 이를 525 nm 에서 UV-visible spectrophotometer로 흡광도를 측정한 후 sample 첨가구와 무 첨가구의 흡광도차이를 백분율(%)로 표시하여 전자공여능을 측정하였으며 아래와 같이 계산하였다.

$$EDA(\%) = \left(1 - \frac{ABS}{ABC}\right) \times 100$$

ABS : 시료 첨가군의 흡광도  
 ABC : 시료 무첨가군의 흡광도

**추출물의 흡광도**

추출액을 ethanol에 일정량 희석하여 450 nm 에서 흡광도를 측정하여 그 함량을 분석하였다 (Handelman, 1994).

**갈색도**

붉은 파프리카 추출물의 갈색화 반응 생성물질의 농도를 나타내는 갈색도는 420 nm 에서 측정하였다(Rhim *et al.*, 1989). 일부 갈색화 반응 생성물질은 항산화 효과를 나타낸다.

**에탄올 공정 최적화를 위한 실험계획**

에탄올 추출을 이용한 파프리카의 에탄올 추출 조건 최적화를 위해 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 사용하였으며 예비실험의 결과를 바탕으로 중심합성계획(central composite design)을 실시하였다. 즉, 추출공정의 독립변수( $X_n$ )는 에탄올 농도( $X_1$ )와 추출 온도( $X_2$ ), 추출 시간( $X_3$ )에 대한 실험범위를 선정하여 3단계(-1, 0, 1)로 부호화하였으며 Table 1에 나타내었다. 또한 이들의 독립변수에 영향을 받는 종속변수는 총페놀, 카로티노이드함량, 전자공여능, 추출물의 흡광도, 갈색도로 3회 반복으로 측정하여 각각 회귀분석을 실시하였다. 회귀분석에 의한 최적조건의 예측은 SAS (statistical analysis system, Version 9.1) program을 이용하였으며(SAS Institute, 1990) 회귀분석 결과 임계점이 최대점이거나 최소점이 아니고 안장점일 경우에는 능선분석을 하여 최적점을 구하였다. 회귀식은 다음과 같다.

**Table 1. Uncoded and coded independent variables used in RSM design of Ethanol-assisted extraction of *Capsicum annum***

$X_i$	Independent variable	Coded levels		
		-1	0	1
$X_1$	Ethanol concentration (%)	45	70	95
$X_2$	Extraction temperature(°C)	40	60	80
$X_3$	Extraction time(min)	40	60	80

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + B_{11}X_1^2 + b_{21}X_2X_1 + b_{22}X_2^2 + b_{31}X_3X_1 + b_{32}X_3X_2 + b_{33}X_3^2$$

추출특성의 모니터링과 최적조건범위 예측은 각 종속변수의 contour map을 이용하여 분석하였다.

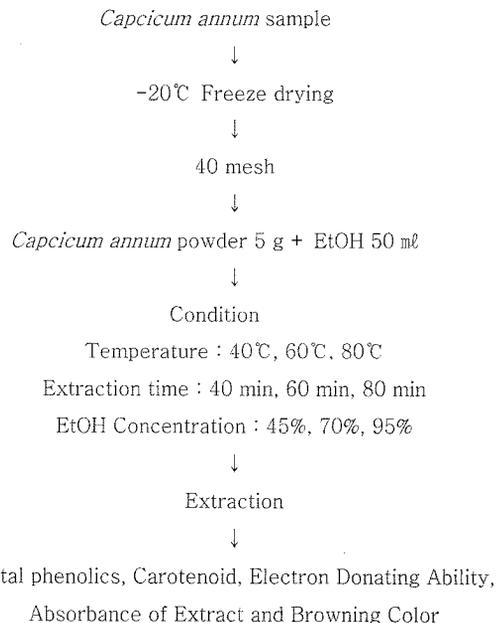
**파프리카의 에탄올 추출공정**

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

즉, Fig. 1에서 보는 바와 같이 -20°C에서 동결건조 시킨 후 40 mesh 에 통과시킨 분말 5 g 에 에탄올 50 mL 로 녹인 후 추출조건으로 추출하였다. 즉, Table 2에 나타난 바와 같이 추출 과정을 거친 추출물을 항산화 활성 측정에 사용하였다.

**결과 및 고찰**

에탄올 추출을 이용해 파프리카내의 유용성분 추출조건 최적화를 위해 중심합성계획을 실시 하였으며, 본 실험에서 공정변수로 에탄올 농도와 추출 온도, 추출시간으로 두고, 이에 따른 파프리카 추출물의 총 페놀함량, 전자공여능, carotenoid함량, 추출물의 흡광도, 갈색도의 값을 Table 3에 나타내었다. Table 3의 결과를 바탕으로 sas program을 사용하여

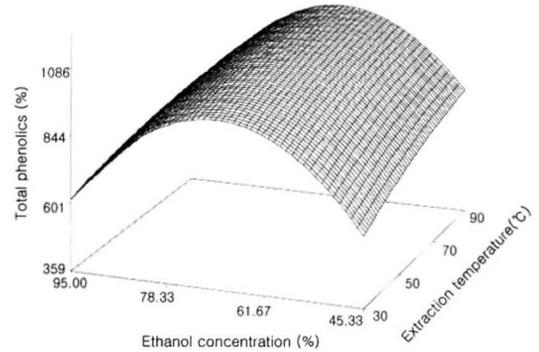


**Fig. 1. Flow chart of extraction process by ethanol from *Capsicum annum*.**

**Table 2. The central composite design by RSM for optimization on the extraction process**

Treatment No.	EtOH Conc.	Extraction Temp.(°C)	Extraction Time(mim)
1	45	40	60
2	45	60	40
3	45	60	80
4	45	80	60
5	70	40	40
6	70	40	80
7	70	80	40
8	70	80	80
9	95	40	60
10	95	60	40
11	95	60	80
12	95	80	60
13	70	60	60
14	70	60	60
15	70	60	60

분석한 결과는 Table 4에 나타내었으며, 또한 총 페놀함량, 전자공여능, carotenoid 함량, 추출물의 흡광도, 갈색도와 같은 품질 특성에 추출조건이 미치는 영향을 보기위해 Figs. 2~5에 반응표면곡선으로 나타내었다.



**Fig. 2. Contour maps for the effects of extraction conditions on total phenolics(%).**

**파프리카의 일반성분 함량**

본 실험에서 사용된 일반성분 분석결과는 수분 90.35%, 조단백 1.23%, 조지방 0.33%, 조회분 3.72%, 조섬유 4.37%이다.

**추출조건이 총 페놀함량에 미치는 영향**

파프리카 추출물의 총 페놀함량에 대한 R<sup>2</sup> 값은

**Table 3. Experimental point of the central design and the experimental data of *Capicum annum***

Exp <sup>1)</sup> No.	EtOH Conc.(X <sub>1</sub> )	Extraction Temp(X <sub>2</sub> )	Extraction Time(X <sub>3</sub> )	TP <sup>2)</sup> (%)	Carotinoid (O.D)	EDA <sup>3)</sup> (%)	AE <sup>4)</sup> (O.D)	BC <sup>5)</sup> (O.D)
1	45	40	60	394.4	0.006	66.99	0.113	0.027
2	45	60	40	581.2	0.014	42.16	0.116	0.062
3	45	60	80	699.7	0.015	51.19	0.209	0.081
4	45	80	60	520.6	0.013	65.11	0.190	0.070
5	70	40	40	947.9	0.048	4.57	0.324	0.220
6	70	40	80	636.9	0.050	11.53	0.416	0.201
7	70	80	40	1098.1	0.051	-18.13	0.472	0.304
8	70	80	80	1011.7	0.051	-12.74	0.194	0.244
9	95	40	60	596.2	0.105	69.79	0.521	0.395
10	95	60	40	506.6	0.089	73.98	0.125	0.293
11	95	60	80	559.7	0.095	72.48	0.210	0.382
12	95	80	60	680.2	0.112	70.76	0.220	0.394
13	70	60	60	974.9	0.072	4.95	0.442	0.229
14	70	60	60	755.9	0.049	17.84	0.363	0.221
15	70	60	60	1053.1	0.050	14.5	0.366	0.223

<sup>1)</sup>Experiments were performed in random order

<sup>2)</sup>Total phenolics

<sup>3)</sup>Electron donating ability

<sup>4)</sup>Absorbance of extract

<sup>5)</sup>Browning color

**Table 4. Polynomial equation calculated by RSM program for extraction of *Capsicum annum***

Dependent variable( $Y_n$ )	The second order polynomial <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>
Total phenolics( $Y_1$ )	$Y_1 = -2316.606358 + 85.494962X_1 + 5.696024X_2 - 1.722858X_3 - 0.551701X_1^2 - 0.083419X_2X_1 - 0.019907X_2^2 - 0.052349X_3X_1 + 0.131769X_3X_2 - 0.025649X_3^2$	0.8244
Carotinoid( $Y_2$ )	$Y_2 = -0.089729 + 0.001105X_1 + 0.000342X_2 - 0.001053X_3 + 0.000005891X_1^2 - 0.000004409X_2X_1 + 0.000001079X_2^2 + 0.000000935X_3X_1 + 8.11403518X_3X_2 - 0.000008969X_3^2$	0.9673
EDA <sup>2)</sup> ( $Y_3$ )	$Y_3 = 394.279330 - 13.303980X_1 + 1.112653X_2 + 1.515864X_3 + 0.096912X_1^2 - 0.000910X_2X_1 - 0.007687X_2^2 + 0.001255X_3X_1 - 0.006610X_3X_2 - 0.009865X_3^2$	0.9431
AE <sup>3)</sup> ( $Y_4$ )	$Y_4 = -2.385318 + 0.050707X_1 + 0.010896X_2 + 0.021829X_3 - 0.000246X_1^2 - 0.000211X_2X_1 + 0.000081599X_2^2 - 0.000025989X_3X_1 - 0.000125X_3X_2 - 0.000102X_3^2$	0.8299
Browning color( $Y_5$ )	$Y_5 = -0.381021 + 0.0113892X_1 - 0.0022218X_2 + 0.000837X_3 - 0.000032379X_1^2 - 0.000024993X_2X_1 + 0.000043783X_2^2 + 0.000012237X_3X_1 - 0.000003213X_3X_2 - 0.000010340X_3^2$	0.9553

<sup>1)</sup> $X_1$ : Ethanol concentration,  $X_2$ : Extraction temperature,  $X_3$ : Extraction time

<sup>2)</sup>Electron donating ability

<sup>3)</sup>Absorbance of extract

0.8244로 나타났으며, 예측된 회귀분석은 Table 4에 나타낸 바와 같다. 반응표면 곡선을 나타낸 Fig. 2에서 보면 에탄올 농도가 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 70%일 때 함량이 가장 높았고, 70% 이상일 때의 값은 낮아졌다. 이는 감초의 에탄올 추출물이 에탄올 농도가 낮아질수록 항산화활성이 감소함을 알 수 있다는 김수정 등(2006)의 보고와는 다소 상이한 결과를 나타내었다. 반응표면 분석을 통해 예측된 정상점은 추출조건이 68%, 78°C와 70 min일 때 최대점이 1055.698로 총 페놀함량이 예측되었다.

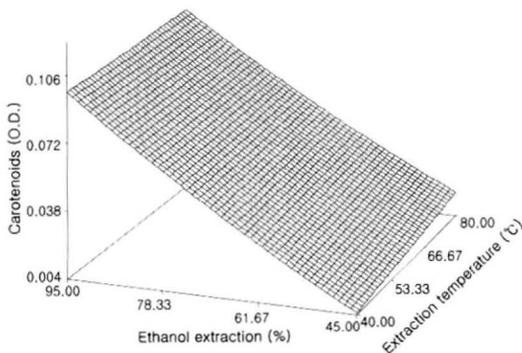
**추출조건이 Carotenoid 함량에 미치는 영향**

파프리카 추출물의 carotenoid 함량에 대한 R<sup>2</sup> 값은 0.9673으로 나타났으며, 예측된 회귀식은 Table 4에 나타낸 바와 같다. 반응표면 곡선을 나타낸 Fig.

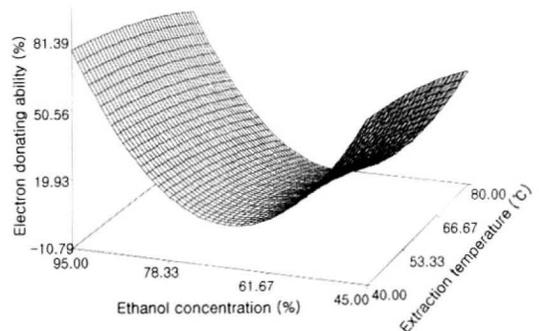
3에서 보면 에탄올 농도와 추출 온도가 증가함에 따라 함량이 높아지는 경향을 보였고, 추출 시간은 증가시킴에 따라 높아지는 경향을 보이다가 최대점 이후에 감소하였다. 이는 김천제 등(1995)의 에탄올 추출을 이용하여 난황의 레시틴 추출 최적 조건이 온도 50°C~70°C, 추출시간 30 min, 에탄올 농도 95%인 결과와 농도, 추출온도는 비슷하나 추출시간은 다소 차이를 보였다. 반응표면분석을 통해 예측된 정상점은 추출조건이 94%, 60°C와 60 min 일때 최대점이 0.1041로 carotenoid 함량이 예측되었다.

**추출조건이 전자공여능에 미치는 영향**

파프리카 추출물의 전자공여능에 대한 R<sup>2</sup> 값은 0.9431로 나타났으며, 예측된 회귀식은 Table 4에 나타낸 바와 같다. 반응표면 곡선을 나타낸 Fig. 4에서 보면 에탄올 농도가 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 95%일 때 함량이



**Fig. 3. Contour maps for the effects of extraction conditions on total carotenoids(O.D.).**



**Fig. 4. Contour maps for the effects of extraction conditions on Electron donating ability(%).**

가장 높았다. 이는 감초의 에탄올 추출물이 에탄올 농도가 낮아질수록 항산화 활성이 감소함을 알 수 있다는 김수정 등(2006)의 보고에서도 에탄올 농도의 최적조건은 95%로 같은 결과를 나타내었다. 반응표면분석을 통해 예측된 정상점은 추출조건이 94%, 59°C와 60 min 일때 최대점이 77.8679로 전자공여능이 예측되었다.

#### 추출조건이 추출물의 흡광도에 미치는 영향

파프리카 추출물의 흡광도에 대한  $R^2$  값은 0.8299로 나타났으며, 예측된 회귀식은 Table 4에 나타낸 바와 같다. 반응표면 곡선을 나타낸 Fig. 5에서 보면 에탄올 농도가 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 70%일 때 함량이 가장 높았고, 70% 이상 일시의 값은 낮아졌다. 고추장의 추출물 흡광도를 실험한 김문숙 등(2000)의 보고에서 고추장 색소의 중요 성분인 capsanthin이 450~470 nm 에서 용출되었다고 하였으나 본 실험에서

는 285 nm 에서 추출최적조건이 예측되었다. 반응표면분석을 통해 예측된 정상점은 추출조건이 77%, 41°C와 66 min 일때 최대점이 0.5015로 추출물의 흡광도가 예측되었다.

#### 추출조건이 갈색도에 미치는 영향

파프리카 추출물의 갈색도에 대한  $R^2$  값은 0.9553으로 나타났으며, 예측된 회귀식은 Table 4에 나타낸 바와 같다. 반응표면 곡선을 나타낸 Fig. 6에서 보면 에탄올 농도가 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 95%일 때 함량이 가장 높았다. 그리고 추출 온도와 추출 시간은 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 경향을 보이다가 최대점 이후에 감소하였다. 임종화 등(2001)의 보고에서 갈색도 실험을 위해 에탄올의 최적추출조건을 20%와 30°C 24hr로 다소 차이를 보였다. 반응표면분석을 통해 예측된 정상점은 추출조건이 92%, 62°C와 63 min 일때 최대점이 0.3635로 전자공여능이 예측되었다.

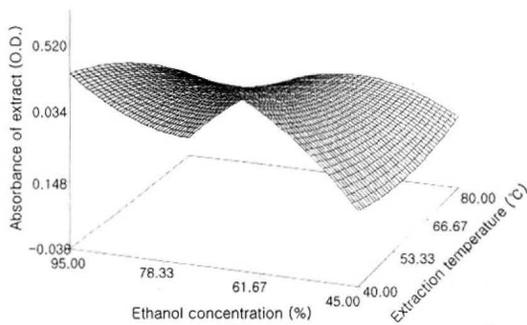


Fig. 5. Contour maps for the effects of extraction conditions on Absorbance of extract(O.D.).

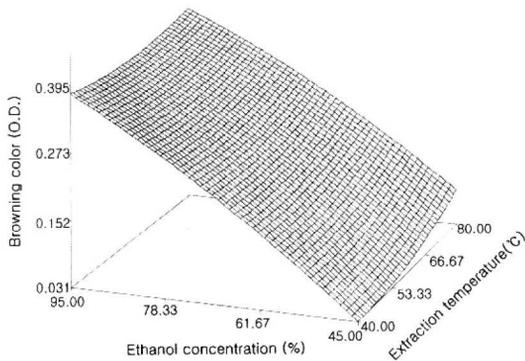


Fig. 6. Contour maps for the effects of extraction conditions on Browning color (O.D.).

## 요 약

파프리카내의 유용성분을 효율적으로 추출할 수 있는 공정을 개발하고자 반응표면분석법에 의한 에탄올 추출공정 최적화를 실시하였다. 붉은 파프리카가 가지는 항산화 효능성분을 효율적으로 추출하기 위해 에탄올 추출을 실시하여 반응표면분석에 의해 추출조건을 최적화하였다. 중심합성계획에 따라 Ethanol concentration( $X_1$ ), 추출 온도( $X_2$ ), 추출 시간( $X_3$ )을 독립변수( $X_i$ )로 하고 추출물의 특성 즉, 총페놀( $Y_1$ ), 카로티노이드( $Y_2$ ), EDA( $Y_3$ ), 추출물의 흡광도( $Y_4$ ), 갈색도 ( $Y_5$ )를 종속변수로 하여 추출을 실시하였다. 총페놀 함량은 에탄올 농도와 추출 시간을 증가시킴에 따라 높아지는 경향을 보이다가 최대점 이후에는 감소하였다. 추출 온도가 높아질수록 총페놀 함량은 증가하였다. 카로티노이드 함량은 에탄올 농도와 추출 온도가 증가함에 따라 함량은 높아졌고 추출시간을 증가시킴에 따라 높아지는 경향을 보이다가 최대점 이후에 감소하였다. 전자공여능은 에탄올 농도가 증가할수록 높아지는 경향을 보였고 추출 온도와 추출 시간은 증가할수록 높아지다가 최대점 이후에 감소하는 경향을 보였다. 추출물의 흡광도는 에탄올 농도와 추출 시간이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보이다가 최대점 이후로 감소하였다. 추출 온도는 높아질수록 감소하

였다. 갈색도는 에탄올 농도가 증가할수록 값이 커지고 추출 온도 및 추출 시간은 높아질수록 증가하다가 최대점 이후에 감소하는 경향을 보였다.

## 참고문헌

- A.O.A.C. Official method of analysis 15th Ed. 1990. Associate of official Analytical Chemists, Washington D.C
- Amerine, M.A. and C.S. Ough. 1980. Method for analysis of musts and win. Wiley & Sons, New York. 176-180
- Biacs, P.A., H.G. Daood, T.T. Huszka and P.K. Biacs. 1993. Carotenoids and carotenoid esters from new cross cultivars of paprika. *J. Agric. Food Chem.* 41:1864-1867
- Blios MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature.* 181: 1199-1201
- Fisher, C. and J.A. Kocis. 1987. Separation of paprika pigments by HPLC. *J. Agric. Food Chem.* 35: 55-57
- Handelman, G.J. 1994. Carotenoids as scavengers of active oxygen species. In Handbook of Antioxidants, E. Cadenas and L. Packer (Ed.), Marcel Dekker, New York. 259-314
- Hwang, J.H. and M.S. Jang. 2001. Effect of paprika (*Capsicum annuum* L.) juice on the acceptability and quality of wet noodle(I). *Kor. J. Soc. Food Cookery Sci.* 17: 373-379
- Ittah, Y., J. Kanner and R. Granity. 1993. Hydrolysis study of carotenoid pigments paprika by HPLC/ photodiode array detection. *J. Agric. Food Chem.* 41: 899-901
- Jung, J.Y., M.H. Choi, J.H. Hwang and H.J. Chung. 2004. Quality characteristics of Jeung-Pyun Prepared with paprika juice. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 33: 869-874
- Kim, J.Y., Y.S. Maeng and K.Y. Lee. 1995. Antioxidative Effects of Soybean Extracts by using Various Solvents *Kor. J. Food Sci. Technol.* 635-639
- Kim, M.S., Y.S. Ahn and D.H. Shin. 2000. Analysis of Browning Factors During Fermentation of Kochujang *Kor. J. Food Sci. Technol.* 1149-1157
- Kim, S.J., D.H. Kweon and J.H. Lee. 2006. Investigation of Antioxidative Active and Stability of Ethanol Extracts of Licorice Root(*Glycyrrhiza glabra*) *Kor. J. Food Sci. Technol.* 584-588
- Kim, Y.S., I.J. Yoo, K.H. Jeon and C.J. Kim. 1995. Optimal Conditions for Ethanol Extraction of Egg Lecithins *Kor. Food Res. Ins.* 36: 186-192
- Lee, J.W. 1998. 파프리카(단고추) 재배기술 및 품질관리 요령. *Protected Hort.* 11: 17-28
- Lee, J.W. 2001. Present Condition of paprika cultivation and its prospects for export. *Kor. Res. Soc. Protected Hort.* 14: 36-41
- Lee, S.O., S.K. Lee, S.H. Kyung, K.D. Park, H.G. Kang and J.S. Park. 2002. A study on detection of residual solvent, ethoxyquin and color stability in oleoresin paprika extracts. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 45: 77-83
- Lim, B.P., A. Nagao, J. Terao, K. Tanaka, T. Suzuki and K. Takama. 1992. Antioxidant activity of xanthophylls on peroxy radical-mediated phospholipid peroxidation. *Biochim Biophys Acta.* 1126: 173-184
- Minguez-Mosquera, M.A. and M. Mornero-Mendez. 1994. Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in pepper(*Capsicum annuum*) of the Bola and Agriducle Varieties. *J. Agric Food Chem.* 42: 1555-1560
- Osuna-Garcia, J.A., M.M. Wall and C.A. Waddell. 1997. Natural antioxidant for preventing color loss in stored paprika. *J. Food Sci.* 62: 1017-1021
- Sthl, W., H. Sies, 1996 Lycopene: A Biologically Important Carotenoid for Humans? *Arch Biochem Biophys.* 336: 1-9
- Rhim, J.W., R.V. Nunes, V.A. Jones and K.R. Swartzel. 1989. Kinetics of color change of grape juice generated using linearly increasing temperature. *J. Food Sci.* 54: 776-777
- Rhim, J.Y., J.W. Lee J.S. Jo and K.M. Yeo. 2001. Pilot Plant Scale Extraction and Concentration of Purple-Fleshed Sweet Potato Anthocyanin Pigment *Kor. J. Food Sci. Technol.* 33: 808-811
- Sergeyev, A.V., S.A. Korostylev and N.I. Sherenesheva. 1992. Immunomodulating and Anticarcinogenic Activity of Carotenoids *Vopr, Med. Khim.* 38: 42-45
- Suh, S.C., S.G. Cho, J.H. Hong, and Y.H. Choi. 2005. Extraction Characteristics of Flavonoids from *Lonicera flos* by Supercritical Fluid Carbon Dioxide(SF-CO<sub>2</sub>) with Co-solvent. *Kor. J. Food Sci Technol.* 37: 183-188
- Takashi, M., M.K. Kooichida, I. Yoshihiro, F.H. Yasuhiro, E. Fumio, O. Masakazu, N. Yoshitoshi, T. Harukuni and N. Hoyoku. 2001. Cancer chemopreventive activity of carotenoids in the fruits of red paprika *Capsicum annuum* L. *Cancer Lett.* 172: 103-109
- Zhang, L.X., R.V. Cooney and J.S. Bertram. 1991. Carotenoids Enhance Gap Junctional Communication and Inhibit Lipid Peroxidation in C3H/10T1/2 cells: Relationship to Their Cancer Chemopreventive Action. *Carcinogenesis* (London). 12: 2109-2114