

## 반응표면분석을 이용한 들깨잎차 볶음처리의 최적화

한호석 · 박정혜 · 최희진 · 성태수<sup>1</sup> · 우희섭<sup>2</sup> · 최 청\*

영남대학교 생물산업공학부, <sup>1</sup>창원전문대학 식품영양과, <sup>2</sup>동주대학 식품과학계열

(2003년 12월 11일 접수, 2004년 3월 10일 수리)

들깨잎차 개발을 목적으로 볶음처리 한 차의 관능적 특성 및 전자공여능 등을 조사하고 반응표면분석을 통한 최적화를 시도하였다. 중심합성계획에 따라 볶음온도 140~220°C와 볶음시간 5~25분 등 두 가지 조건을 독립변수로 하고 관능검사를 통한 맛, 색, 향기와 전자공여능의 기능적 특성을 종속변수로 하여 측정된 결과를 statistical analysis system(SAS) program을 사용하여 들깨잎의 기능성 차 개발을 위한 볶음조건을 최적화 하였다. 깻잎차는 볶음처리에 따라 Hunter 색체계에서의 백색도(L)와 황색도(b)는 볶음시간과 볶음온도가 증가될수록 높아진 반면, 적색도(a)는 감소하는 경향을 나타내었다. DPPH에 의한 전자공여능은 볶음온도와 볶음시간이 1% 유의수준에서 영향을 미치며, 회귀식의 결정계수(R<sup>2</sup>)는 220°C, 15분에서 볶음처리 했을 때 70.30%로 높게 나타났다. 깻잎차의 관능적 품질로써 맛, 색 및 향은 볶음처리와 더불어 기호도가 증가되었으며, 반응표면분석(RSM, response surface methodology)에 의해 볶음온도 210~220°C, 볶음시간 10~20분 범위를 최적 볶음조건으로 예측할 수 있었다. 최적볶음조건에 의해 만들어진 들깨잎차의 효소활성을 측정된 결과 tyrosinase, xanthine oxidase 및 전자공여능에서 각각 10.14, 14.37 및 59.19%의 저해효과를 보였다.

**Key words:** 들깨잎차, 볶음조건, 품질특성, 전자공여능, response surface methodology(RSM), statistical analysis system(SAS), tyrosinase, xanthine oxidase

### 서 론

들깨(*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara)는 꿀풀과에 속하는 1년생 초본으로서 중국 및 동아시아가 원산지이고 우리나라에서는 통일신라시대부터 재배되어온 대표적 유료작물 중 하나이며, 현재 우리나라 이외에 인도, 일본 등에서도 널리 재배되고 있다.<sup>1-3</sup>) 들깨잎은 한국인이 즐겨먹는 채소이며 독특한 향기 성분이 있어 예로부터 콩밭이나 조밭 주변에 소의 접근을 막기 위해 들깨를 심었으나, 한국인에게 있어서 들깨의 향기는 비교적 좋은 이미지로 기억되고 있다.<sup>4</sup>) 이용형태로는 독특한 향미와 개운한 맛 때문에 채소 대용으로 육류 섭취 시 상추와 깻잎도 함께 먹으며 깻잎절임, 튀김, 나물, 깻잎김치 및 양념으로도 많이 쓰이며, 들깨잎에서 추출한 정유는 소스, 과자, 치약 등의 향료 및 강한 방부력을 가지고 있어 항곰팡이 제제로도 이용되고 있다.<sup>5,6</sup>) 들깨잎의 주요 색소인 anthocyanins, flavones 및 flavone glycosides와 같은 안토시아닌계 색소가 많이 함유되어 있어 일본에서는 식용 착색제로 이용되고 있으며<sup>7,8</sup>) 이러한 잎의 색깔과 향기를 가지는 새로운 타입의 음료도 개발되고 있다고 보고하였다.<sup>9</sup>) 최근 들깨잎의 생리기능성이 밝혀지면서 들깨잎의 추출물에서 항산화작용, 항돌연변이 및 항암효과 등의 연구가 수행되었다.<sup>10,11</sup>) 생체노화의 원인물질로 밝혀진 과산화지질의 제거제 중 하나인 superoxide dismutase의 활성을 이용하여 들깨잎의 항산화효과를 보고한 바 있다.<sup>12</sup>) 들깨잎의 가공품에 관한 연구로는 찌는 시간과 양과 첨가량에 따른 깻잎장아

찌의 최적화<sup>13</sup>) 및 깻잎 분말 첨가와 도체등급이 돈육소시지의 품질 및 기호성에 미치는 영향<sup>14</sup>) 등이 보고되었다. 그러나 들깨잎의 영양성분, 향기 및 생리활성에 대한 전반적인 연구와 저장성과 변패 등의 문제로 생식 이외의 가공품에 대한 개발도 아직은 미비한 실정이다.

본 연구에서는 비타민 C와 무기질 및 항산화성이 우수한 들깨잎을 손쉽게 이용할 수 있는 고부가가치의 들깨잎차 생산을 위해 반응표면분석을 이용한 들깨잎차의 최적 볶음조건을 규명하고 녹차, 현미녹차 및 차스민차와 최적볶음조건에서 생산된 들깨잎차로 피부 미백에 관련된 tyrosinase 저해활성, 통풍과 관련된 xanthine oxidase 저해활성 및 전자공여능에 의한 항산화활성 등의 생리활성을 검증하였다.

### 재료 및 방법

**공시재료.** 본 실험에서 사용된 들깨(*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara)잎은 밀양영남농업시험장에서 2003년 3월에 파종되어 재배된 품종인 밀양들깨 25호를 분양 받아 이물질들을 제거하고 세척한 후 polyethylene 필름에 넣어 4°C로 보관하면서 사용하였으며, 생리활성을 비교하고자 차 전문회사인 (주)태평양에서 생산한 녹차, 현미녹차 및 차스민차를 구입하여 공시재료로 사용하였다.

**볶음조건의 실험계획.** 볶음조건의 최적화를 설정하기 위해 실험계획은 중심합성계획<sup>15,16</sup>)에 의하여 설계하였고, 반응표면 회귀분석을 위해 SAS(statistical analysis system 8.0) program<sup>17</sup>)을 사용하였다. 중심합성계획은 Fig. 1과 같으며, 독립변수(X<sub>n</sub>)로는 볶음온도(X<sub>1</sub>) 및 볶음시간(X<sub>2</sub>)이었으며, 실험계획은 -2, -1, 0, 1, 2로써 다섯 단계로 부호화하여 실험값은 Table 1에

\*연락처

Phone: 82-53-810-2952; Fax: 82-53-815-1891

E-mail: cchoi@yumail.ac.k

$X_1$	$X_2$	$2^2$ factorial experimental points	
1	1		
1	-1		
-1	1		
-1	-1		
0	0		center points
0	0		
2	0		axial points
-2	0		
0	2		
0	-2		

Fig. 1. Central composite design to  $k=2$  ( $X_1$ : Temperature,  $X_2$ : Time).

나타내었다. 중심합성계획에서 중심점의 수는 두 개의 중심점 (0, 0)으로 설정하였다. 축점의 수는 볶음조건이 2개이므로 4개의 축점으로 하였으며, 축점에서  $\alpha$  및  $-\alpha$ 값은 각각 2 및 -2로 하고 축점으로 ( $\alpha$ , 0), ( $-\alpha$ , 0), (0,  $\alpha$ ), (0,  $-\alpha$ )로 설정하였다. 독립변수(볶음조건,  $X_n$ )는 중심합성계획에 따라 10 실험구로 설정하여 실험을 실시하였다. 또한 요인변수에 의해 영향을 받는 반응변수, 즉 들깨잎차의 관능적 품질에 관련된 종속변수( $Y_n$ )로는 맛(taste,  $Y_1$ ), 향기(flavor,  $Y_2$ ), 색(color,  $Y_3$ ) 등의 관능평점 및 기능적 특성인 전자공여능( $Y_4$ )과 기계적 색도에 대한 종속변수( $Y_n$ )로 Hunter color values(L, a, b,  $\Delta E$ ) 등으로 각각 나타내었고, 실험은 5반복으로 측정하여 그 평균값을 회귀분석에 사용하였다. 이때 두 가지 볶음조건에 대한 2차 회귀모형은 다음과 같다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_{12} + \beta_{22} X_{22}$$

여기서  $Y$ 는 종속변수,  $X_1$ ,  $X_2$ 는 독립변수,  $\beta_0$ 는 절편,  $\beta_n$ 은 회귀계수이다. 회귀분석 결과, 임계점이 최대점과 최소점이 아니고 안장점일 경우에 능선분석을 통하여 최적점을 구하였다.

**차의 제조.** 들깨잎차의 볶음공정은 Kim과 Oh의 방법<sup>18)</sup>에 준하여 시행하였다. 먼저 들깨잎을 수세한 뒤 1cm<sup>2</sup> 정도의 크기로 절단하였으며, 볶음공정을 위해 지름 44 cm, 길이 17 cm의 무쇠 가마솥을 미리 소정의 온도까지 온도를 올린 다음 볶음온도는 140, 160, 180, 200 및 220°C에서 각각 5, 10, 15, 20 및 25분으로 설정하여 각각 볶음처리 하였고, 이때의 열원은 가스렌지로 화력을 조절하였으며 온도변화는 표면온도계(spot thermometer HT-11, Minolta Co, Japan)를 사용하여 솥의 중앙부분을  $\pm 5^\circ\text{C}$  내외가 되도록 조절하면서 반복 측정하였다.

**관능적 품질평가.** 각 조건별로 볶음처리 한 시료의 관능적 품질 평가를 위하여 본 대학 식품가공학과 대학원생 중에서 실험에 흥미가 있고 차이 식별능력을 갖춘 10명의 남녀 학생을 관능검사 요원으로 선정하여 이들에게 실험목적 및 평가항목들에 대해 설명하고 반복하여 훈련시킨 다음 맛(taste), 향기(flavor), 색(color)에 대한 각 항목을 10점 채점법(10: 매우좋다/very good, 8: 좋다/good, 6: 보통이다/fair, 4: 나쁘다/poor, 2: 매우 나쁘다/very poor)으로 3회 반복 실시하였다. 평가시료는 각 조건별로 볶은 시료 1g을 티백에 담고 100°C로 끓인 뒤 80°C의 물 100 ml에 넣어 약 2분간 침출한 다음 60°C 부근에서 측정하였다.

**색도 측정.** 볶음처리한 들깨잎차의 색도 측정은 색차계(Color and color difference meter, Yasuda seiki Co, Japan)를 사용하여 Hunter의 L값(whiteness), a값(redness), b값(yellowness) 및  $\Delta E$ 값(color difference) 값을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준 백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 각각 97.22, -0.02 및 1.95이었다.

**Tyrosinase 저해.** Tyrosinase 활성저해 측정은 Yagi 등<sup>19)</sup>의 방법에 준하여 측정하였다. 0.5 ml의 1/15 M sodium phosphate buffer(pH 6.8)에 0.2 ml의 mushroom tyrosinase(110 units/ml, Sigma, USA), 0.2 ml의 L-3,4-dihydroxyphenyl alanine(10 mM L-DOPA, Sigma, USA) 기질용액 및 각 추출시료 용액 0.1 ml를 혼합하여 37°C에서 2분간 반응시킨 후 Spectrophotometer (UV mini 1240, Shimadzu, Japan)를 사용하여 475 nm에서 측정된 값과 추출시료액 대신 증류수 0.1 ml를 첨가하여 흡광도를 측정된 값으로 DOPA chrome의 변화를 저해율(%)로 계산하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left( \frac{1 - \text{반응구의 O.D.}}{\text{대조구의 O.D.}} \right) \times 100$$

**Xanthine oxidase 저해.** Xanthine oxidase 활성저해 측정은 Stürpe와 Corte의 방법<sup>20)</sup>에 따라 측정하였다. 즉, 반응구는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5) 0.6 ml에 xanthine (Sigma, USA) 2 mM을 녹인 기질액 0.2 ml와 xanthine oxidase(0.2 unit/ml, Sigma, USA) 0.1 ml 및 각 추출시료 용액 0.1 ml를 가하고 대조구에는 추출시료액 대신 증류수를 0.1 ml 첨가하여 37°C에서 15분간 반응시키고 1 N HCl 1 ml를 첨가하여 반응을 종료시킨 다음 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하여, 다음 식으로 저해율(%)을 구하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left( \frac{1 - \text{반응구의 uric acid 생성량}}{\text{대조구의 uric acid 생성량}} \right) \times 100$$

**전자공여능.** DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl-2-picryl-hydrazyl, Sigma, USA) radical에 대한 소거활성은 Blois<sup>21)</sup>의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 추출시료 용액 1 ml에  $2 \times 10^{-4}$  M DPPH 0.5 ml

Table 1. Levels of roasting conditions in experimental design

$X_i$	Roasting conditions	Levels				
		-2	-1	0	1	2
$X_1$	Temperature (°C)	140	160	180	200	220
$X_2$	Time (min)	5	10	15	20	25

를 넣고 vortex한 후 30분 동안 방치한 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = \left( \frac{1 - \text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{대조구의 흡광도}} \right) \times 100$$

**통계처리.** 통계처리는 SAS(statistical analysis system 8.0) program<sup>17)</sup>을 사용하여 각각의 시료에 대해 평균 ± 표준편차로 나타내었으며, 각 군에 따른 유의차 검증은 분산분석과 반응표면분석으로 유의성을 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**관능적 품질평가 및 전자공여능에 대한 볶음조건의 최적화.** 들깨잎차의 관능적 품질로서 맛, 향기 및 색과 전자공여능에 대한 중심합성계획에 의해 설계된 여러 가지 볶음처리에 따른 품질평가는 Table 2와 같으며, 단순 통계치는 Table 3과 같다. 관능평가에 있어서 맛, 향기 및 색의 평균은 각각 5.20, 4.92 및

5.64이며, 그에 따른 표준편차는 0.78, 0.66 및 0.88로 나타났다. 맛, 향기 및 색에 대한 최고치는 각각 7.01, 7.18 및 8.68이며, 최저치는 3.96, 3.65 및 2.75로 나타났다. 또한 전자공여능은 평균이 56.19, 표준편차가 3.42 및 최고치가 75.60, 최저치가 5.73로 실험 데이터가 통계처리에 적합한 정밀도를 가졌으므로 회귀분석을 위해 SAS program을 이용하여 2차 회귀모형의 회귀계수를 Table 4와 같이 나타내었다.

**볶음처리에 따른 들깨잎차의 색도 최적화.** 들깨잎의 볶음처리에 따른 기계적 색도 변화를 알아보고자 중심합성계획에 의해 설계된 볶음조건에 따른 변화는 Table 5와 같으며, 단순 통계치는 Table 3과 같다. 색도 변화에 있어서 L(whiteness), a(redness), b(yellowness) 및 ΔE의 평균은 각각 39.94, -0.16, 2.37 및 40.02이며, 표준편차는 각각 2.71, 0.18, 0.77 및 2.68로 나타났다. 색도변화에 있어서의 L, a, b 및 ΔE의 최고치는 44.26, 0, 4.34 및 44.50이며 최저치는 36.55, -0.39, 1.75 및 36.65로 나타났다. 회귀분석을 위해 SAS program을 이용하여 2차 회귀모형의 회귀계수를 Table 6과 같이 나타내었다.

**Table 2. Experimental data for organoleptic scores and electron donating ability under various roasting conditions of perilla leaf by response surface methodology**

Exp. No.	Roasting conditions <sup>1)</sup>		Organoleptic scores <sup>2)</sup>			DPPH <sup>3)</sup> (%)
	Temp. (°C)	Time (min)	Taste	Flavor	Color	
1	200(1)	20(1)	6.2	6.2	7.6	67.27
2	200(1)	10(-1)	6.0	6.0	7.0	66.32
3	160(-1)	20(1)	3.8	3.8	4.2	64.22
4	160(-1)	10(-1)	3.8	3.6	3.0	26.22
5	180(0)	15(0)	5.2	4.4	5.4	66.12
6	180(0)	15(0)	6.0	4.4	5.6	68.89
7	220(2)	15(0)	6.6	6.6	8.0	70.30
8	140(-2)	15(0)	5.0	4.6	4.4	31.65
9	180(0)	25(2)	5.2	5.8	7.4	64.77
10	180(0)	5(-2)	4.2	3.8	3.8	36.12

<sup>1)</sup>Numbers in parentheses are the coded symbols of levels of roasting conditions for central composite design.

<sup>2)</sup>Organoleptic score: 10 points scales

<sup>3)</sup>DPPH: electron donating ability to α, α-diphenyl-β-picrylhydrazyl at 517 nm  
Exp. No.: experiment number.

**Table 3. Simple statistics of experimental data for organoleptic scores, electron donating ability and Hunter color parameters under the different roasting temperature and time**

Variable	N. <sup>5)</sup>	Mean	S.D.	Sum	Minimum	Maximum
Taste <sup>1)</sup>	5	5.20	0.78	2.44	3.96	7.01
Flavor <sup>1)</sup>	5	4.92	0.66	1.76	3.66	7.18
Color <sup>1)</sup>	5	5.64	0.88	3.11	2.75	8.68
DPPH <sup>2)</sup>	5	56.19	3.42	46.86	5.73	75.60
L <sup>3)</sup>	5	39.94	2.71	29.27	36.55	44.26
a <sup>3)</sup>	5	-0.16	0.18	0.13	-0.39	-0
b <sup>3)</sup>	5	2.37	0.77	2.36	1.75	4.34
ΔE <sup>4)</sup>	5	40.02	2.68	28.77	36.65	44.50

<sup>1)</sup>Organoleptic score: 10 points scales

<sup>2)</sup>DPPH: electron donating ability to α, β-diphenyl-β-picrylhydrazyl at 517 nm

<sup>3)</sup>Hunter color L, a, and b value

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

S.D.: standard deviation values represent mean ± S.D. of 5 replications

<sup>5)</sup>N.: degrees of freedom

**Table 4. Regression coefficients of the second order polynomials for organoleptic scores and electron donating ability**

Coefficients	Taste <sup>1)</sup>		Flavor <sup>1)</sup>		Color <sup>1)</sup>		DPPH <sup>2)</sup>	
	Estimate	Pr> T	Estimate	Pr> T	Estimate	Pr> T	Estimate	Pr> T
$\beta_0$	5.3571	0.7956	21.3143	0.2638	4.1143	0.8597	-651.9429**	0.0015
Linear	0.5949		0.7141*		0.8636**		0.7268**	
$\beta_1 (X_1)$	-0.0505	0.7958	-0.2269	0.2168	-0.0902	0.6841	5.4112**	0.0025
$\beta_2 (X_2)$	0.1760	0.8241	-0.0381	0.9546	0.3686	0.6823	23.1290**	0.0021
Crossproduct	0.0011		0		0.0032		0.1259**	
$\beta_{11} (X_1^2)$	0.0002	0.6843	0.0007	0.1462	0.0005	0.4233	-0.0098**	0.0096
$\beta_{22} (X_2^2)$	-0.0076	0.3756	0.0037	0.5986	0.0017	0.8527	-0.1617**	0.0086
Quadratic	0.1385	0.1304	0.0236	0.1301*				
$\beta_{12} (X_1X_2)$	0.0005	0.9043	0	1.0000	-0.0015	0.7508	-0.0926**	0.0056
$R^2$	0.7345		0.8445		0.8904*		0.9828**	
Pr>F	0.2307		0.0898		0.0469		0.0013	

<sup>1)</sup>Organoleptic score: 10 points scales

<sup>2)</sup>DPPH: electron donating ability to  $\alpha$ ,  $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl at 517 nm

\*: significant at 5% level, \*\*: significant at 1% level

Model on which  $X_1$  = roasting temperature,  $X_2$  = roasting time is  $Y_i = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_{11}X_1^2 + \beta_{22}X_2^2 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_1^1X_1^2 + \beta_2^2X_2^2$  ( $Y_i$ : organoleptic scores and electron donating ability to  $\alpha$ ,  $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl at 517 nm,  $\beta_0$ : intercept,  $\beta_n$ : regression coefficients).

$R^2$ : coefficient of determination

**Table 5. Experimental data for Hunter color parameters under various roasting conditions of perilla leaf by response surface methodology**

Exp. No.	Roasting conditions <sup>1)</sup>		Hunter color parameters <sup>2)</sup>			
	Temp. (°C)	Time (min)	L	a	b	$\Delta E^3)$
1	200(1)	20(1)	39.55	-0.36	2.23	39.61
2	200(1)	10(-1)	42.89	-0.31	1.82	42.93
3	160(-1)	20(1)	33.53	-0.11	2.22	33.60
4	160(-1)	10(-1)	40.07	-0.31	1.80	40.11
5	180(0)	15(0)	38.65	0.10	2.01	38.70
6	180(0)	15(0)	39.38	-0.02	1.66	39.41
7	220(2)	15(0)	43.14	-0.09	4.98	43.43
8	140(-2)	15(0)	42.18	-0.04	1.54	42.21
9	180(0)	25(2)	39.88	-0.26	3.17	40.01
10	180(0)	5(-2)	40.09	-0.23	2.28	40.16

<sup>1)</sup>Numbers in parentheses are the coded symbols of levels of roasting conditions for central composite design.

<sup>2)</sup>L: degree of whiteness (white + 100  $\leftrightarrow$  0 black)

a: degree of redness (red + 100  $\leftrightarrow$  0  $\leftrightarrow$  -80 green)

b: degree of yellowness (yellow+70  $\leftrightarrow$  0  $\leftrightarrow$  -80 blue)

$$^3)\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + \Delta a^3 + \Delta b^3}$$

Exp. No. : experiment number

**관능적 품질평가 및 전자공여능의 변화.** 관능검사와 DPPH에 의한 전자공여능에 대한 회귀분석 결과 맛, 향기 및 색은 두 가지 볶음조건인 볶음온도, 볶음시간이 변할 때 맛에 대한 반응표면 회귀식(1)은 다음과 같았다. 맛에 대한 회귀식  $R^2$ 는 Table 4와 같이 quadratic에서 0.1385로 유의성이 낮았고, linear와 crossproduct에서도 0.5949 및 0.0011로 유의성이 낮게 나타났다. 전체의  $R^2$ 는 0.7345로 역시 유의성이 낮은 것으로 나타났다. 볶음온도 및 볶음시간에 대하여 분산분석한 결과는 Table 7과 같다. 맛에 대한 F-ratio의 값이 볶음온도 및 볶음시간에서도 2.84, 0.56으로 유의성이 낮음을 알 수 있었다.

$$Y_1 = 5.3571 - 0.0505X_1 + 0.1760X_2 + 0.0005X_1X_2 + 0.0002X_1^2 - 0.0076X_2^2 \quad (1)$$

두 가지 볶음조건인 볶음온도, 볶음시간이 변할 때 향기에 대한 반응표면 회귀식(2)은 다음과 같았다. 향기에 대한 회귀식  $R^2$ 는 Table 5와 같이 quadratic에서 0.1304로 유의성이 낮았으나 linear와 crossproduct에서는 0.7141 및 0으로 5% 유의수준에서 유의성이 인정되었으며, 전체의  $R^2$ 는 0.8445로 유의성은 낮은 것으로 나타났다. 볶음온도 및 볶음시간에 대하여 분산분석한 결과는 Table 7과 같다. 향기에 대한 F-ratio의 값이 볶음온도 및 볶음시간에서도 5.98, 1.33으로 유의성이 낮은 것으로 나타났다.

$$Y_2 = 21.3143 - 0.2269X_1 - 0.0381X_2 + 0X_1X_2 + 0.0007X_1^2 + 0.0037X_2^2 \quad (2)$$

**Table 6. Regression coefficients of the second order polynomials for Hunter color parameters**

Coefficients	L value <sup>1)</sup>		a value <sup>1)</sup>		b value <sup>1)</sup>		ΔE value <sup>2)</sup>	
	Estimate	Pr>  T	Estimate	Pr>  T	Estimate	Pr>  T	Estimate	Pr>  T
β <sub>0</sub>	137.9007	0.1087	-2.9157	0.5418	29.1121	0.2006	140.2036	0.1024
Linear		0.2750		0.0521		0.4810		0.2797
β <sub>1</sub> (X <sub>1</sub> )	-0.9698	0.1999	0.0177	0.6901	-0.3169	0.1522	-0.9964	0.1872
β <sub>2</sub> (X <sub>2</sub> )	-2.0020	0.4789	0.1811	0.3409	-0.2530	0.7459	-2.0154	0.4726
Crossproduct		0.0381		0.0748		0		0.0372
β <sub>1</sub> <sup>1</sup> (X <sub>1</sub> <sup>2</sup> )	0.0025	0.2088	-0	0.8141	0.0010	0.1110	0.0026	0.1940
β <sub>2</sub> <sup>2</sup> (X <sub>2</sub> <sup>2</sup> )	0.0130	0.6499	-0.0022	0.2671	0.0100	0.2542	0.0137	0.6303
Quadratic		0.2514		0.2748		0.2694		0.2627
β <sub>1</sub> <sup>2</sup> (X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> )	0.0080	0.5860	-0.0006	0.5184	-0	0.9951	0.0080	0.5840
R <sup>2</sup>		0.5646		0.4017		0.7505		0.5796
Pr>F		0.4996		0.7447		0.2078		0.4755

<sup>1)</sup>Hunter color L, a and b value

$$^2)\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^3 + \Delta b^3)}$$

\*: Significant at 5% level, \*\*: Significant at 1% level

Model on which X<sub>1</sub>=roasting temperature, X<sub>2</sub>=roasting time is Y<sub>i</sub>=β<sub>0</sub>+β<sub>1</sub>X<sub>1</sub>+β<sub>2</sub>X<sub>2</sub>+β<sub>1</sub><sup>2</sup>X<sub>1</sub>X<sub>2</sub>+β<sub>1</sub><sup>1</sup>X<sub>1</sub><sup>2</sup>+β<sub>2</sub><sup>2</sup>X<sub>2</sub><sup>2</sup> (Y<sub>i</sub>: Hunter color L, a, b and ΔE value, β<sub>0</sub>: intercept, β<sub>n</sub>: regression coefficients).

R<sup>2</sup>: coefficient of determination

**Table 7. Analysis of variance for regression model of organoleptic scores and electron donating ability on roasting conditions**

Roasting conditions	F-Ratio			
	Taste <sup>1)</sup>	Flavor <sup>1)</sup>	Color <sup>1)</sup>	DPPH <sup>2)</sup>
Roasting temp.	2.84	5.98	7.92*	51.39**
Roasting Time	0.56	1.33	2.95	39.45**

<sup>1)</sup>Organoleptic score: 10 points scales

<sup>2)</sup>DPPH: electron donating ability to α, α-diphenyl-β-picrylhydrazyl at 517 nm

\*: Significant at 5% level, \*\*: Significant at 1% level

**Table 8. Analysis of variance for regression model of Hunter color parameters on roasting conditions**

Roasting conditions	F-Ratio			
	L <sup>1)</sup>	a <sup>1)</sup>	b <sup>1)</sup>	ΔE <sup>2)</sup>
Roasting temp.	1.30	0.30	3.64	1.42
Roasting Time	0.60	0.73	0.91	0.60

<sup>1)</sup>Hunter color L, a, b value

$$^2)\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^3 + \Delta b^3)}$$

\*: Significant at 5% level, \*\*: Significant at 1% level

두 가지 볶음조건인 볶음온도, 볶음시간이 변할 때 색에 대한 반응표면 회귀식(3)은 다음과 같았다. 색에 대한 회귀식 R<sup>2</sup>는 Table 5와 같이 quadratic에서 0.0236으로 유의성은 낮았으나 linear와 crossproduct에서는 0.8636 및 0.0032로 1%유의수준에서 유의성이 인정되었으며, 전체의 R<sup>2</sup>는 0.8904로 5% 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 볶음온도 및 볶음시간에 대하여 분산분석한 결과는 Table 7과 같다. 색에 대한 F-ratio의 값이 볶음온도 및 볶음시간에서도 7.92, 2.95로 5% 유의수준에서 유의성이 인정되었다.

$$Y_3 = 4.1143 - 0.0902X_1 + 0.3686X_2 - 0.0015X_1X_2 + 0.0005X_1^2 + 0.0017X_2^2 \quad (3)$$

두 가지 볶음조건인 볶음온도, 볶음시간이 변할 때 DPPH에

의한 전자공여능의 반응표면 회귀식(4)은 다음과 같았다. 전자공여능에 대한 회귀식 R<sup>2</sup>는 Table 5와 같이 quadratic에서 0.1301로 5% 유의성이 인정되었고 linear와 crossproduct에서는 0.7268 및 0.1259로 1% 유의수준에서 유의성이 인정되었으며, 전체의 R<sup>2</sup>는 0.9828로 10% 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 볶음온도 및 볶음시간에 대하여 분산분석한 결과는 Table 7과 같다. 전자공여능에 대한 F-ratio의 값이 볶음온도 및 볶음시간에서 51.39, 39.45로 1% 유의수준에서 유의성이 인정되었다.

$$Y_4 = -651.9429 + 5.4112X_1 + 23.1290X_2 - 0.0926X_1X_2 - 0.0098X_1^2 - 0.1617X_2^2 \quad (4)$$

반응표면을 정준분석 한 결과의 고유벡터(eigen vector)와 고유치(eigen value)는 Table 9와 같았다. 맛과 전자공여능은 고유

Table 9. Canonical analysis of response surfaces

Eigenvalues	Eigenvectors		Eigenvalues	Eigenvectors	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y <sub>1</sub>			Y <sub>2</sub>		
0.3447	0.9960	0.0898	1.1714	1.0000	0
-0.7733	-0.0898	0.9960	0.3714	0	1.0000
Y <sub>3</sub>			Y <sub>4</sub>		
0.8957	0.9239	-0.3827	2.6176	0.7121	-0.7020
0.0472	0.3827	0.9239	-34.4362	0.7020	0.7121
Y <sub>5</sub>			Y <sub>6</sub>		
4.7240	0.9059	0.4235	0.0205	0.8900	-0.4559
0.5532	-0.4235	0.9059	-0.2876	0.4559	0.8900
Y <sub>7</sub>			Y <sub>8</sub>		
1.5383	1.0000	-0.0093	4.8388	0.9085	0.4178
1.0032	0.0093	1.0000	0.6369	-0.4178	0.9085

X<sub>1</sub>: roasting temperature, X<sub>2</sub>: roasting time, Y<sub>1</sub>: organoleptic taste, Y<sub>2</sub>: organoleptic flavor, Y<sub>3</sub>: organoleptic color, Y<sub>4</sub>: electron donating ability to  $\alpha$ ,  $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl at 517 nm, Y<sub>5</sub>: Hunter L value, Y<sub>6</sub>: Hunter a value, Y<sub>7</sub>: Hunter b value, Y<sub>8</sub>: Hunter  $\Delta E$  value

Table 10. Predicted levels of organoleptic scores and electron donating ability yielding optimum responses by analysis of ridge

Roasting conditions	Levels for optimum responses <sup>1)</sup>			
	Taste	Flavor	Color	DPPH
Temperature (°C)	102.71	154.96	176.35	173.89
Time (min)	14.87	5.13	11.53	21.71
Morphology	S.P. <sup>2)</sup>	Min. <sup>2)</sup>	Min. <sup>2)</sup>	S.P. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>organoleptic taste, flavor, color and electron donating ability to  $\alpha$ ,  $\alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl at 517 nm

<sup>2)</sup>minimum, maximum and saddle point were analyzed by analysis of ridge

치의 값이 +값과 -값이 같이 존재하므로 정상점(stationary point)은 안장점(saddle point)으로 판명되어 단일 최적점을 구하기 어려웠으나, 고유치의 값이 모두 +값으로 나타난 향기와 색의 정상점은 최저점(minimum point)으로 판명되어 단일 최적점을 구할 수 있었다.

**들깨잎차의 기계적 색도에서의 변화.** 볶음처리된 들깨잎차의 기계적 색도에 대한 회귀분석 결과 L, a, b 및  $\Delta E$ 는 두 가지 볶음조건인 볶음온도, 볶음시간이 변할 때 L에 대한 반응표면 회귀식(5)은 다음과 같았다. L에 대한 회귀식 R<sup>2</sup>는 Table 6과 같이 quadratic에서 0.2514로 유의성이 낮게 나타났고, linear와 crossproduct에서는 0.2750 및 0.0381로 역시 유의성이 낮았으며 전체의 R<sup>2</sup> 역시 0.5646으로 유의성이 낮은 것으로 나타났다. 볶음온도 및 볶음시간에 대하여 분산분석한 결과는 Table 8과 같다. L에 대한 F-ratio의 값이 볶음온도 및 볶음시간에서 1.30, 0.60으로 유의성이 낮음을 알 수 있었다.

$$Y_5 = 137.9007 - 0.9698X_1 - 2.0020X_2 + 0.0080X_1X_2 + 0.0025X_1^2 + 0.0130X_2^2 \quad (5)$$

두 가지 볶음조건인 볶음온도, 볶음시간이 변할 때 a에 대한 반응표면 회귀식(6)은 다음과 같았다. a에 대한 회귀식 R<sup>2</sup>는 Table 6과 같이 quadratic에서 0.2748로 유의성이 낮게 나타났고, linear와 crossproduct에서는 0.0521 및 0.0748로 역시 유의성이 낮게 나타났으며, 전체의 R<sup>2</sup> 역시 0.4017로 유의성이 낮은 것으로 나타났다. 볶음온도 및 볶음시간에 대하여 분산분석한 결

과는 Table 8과 같다. a에 대한 F-ratio의 값도 볶음온도 및 볶음시간에서 0.30, 0.73으로 유의성이 낮은 것으로 나타났다.

$$Y_6 = -2.9157 + 0.0177X_1 + 0.1811X_2 - 0.0006X_1X_2 - 0X_1^2 - 0.0024X_2^2 \quad (6)$$

두 가지 볶음조건인 볶음온도, 볶음시간이 변할 때 b에 대한 반응표면 회귀식(7)은 다음과 같았다. b에 대한 회귀식 R<sup>2</sup>는 Table 6과 같이 quadratic에서 0.2694로 유의성이 낮게 나타났고, linear와 crossproduct에서는 0.4810 및 0으로 역시 유의성이 낮게 나타났으며 전체의 R<sup>2</sup> 역시 0.7505로 유의성이 낮은 것으로 나타났다. 볶음온도 및 볶음시간에 대하여 분산분석한 결과는 Table 8과 같다. b에 대한 F-ratio의 값도 볶음온도 및 볶음시간에서 3.64, 0.91로 유의성이 낮은 것으로 나타났다.

$$Y_7 = 29.1121 - 0.3169X_1 - 0.2530X_2 - 0X_1X_2 + 0.0010X_1^2 + 0.0100X_2^2 \quad (7)$$

두 가지 볶음조건인 볶음온도, 볶음시간이 변할 때  $\Delta E$ 에 대한 반응표면 회귀식(8)은 다음과 같았다.  $\Delta E$ 에 대한 회귀식 R<sup>2</sup>는 Table 6과 같이 quadratic에서 0.2627로 유의성이 낮게 나타났고, linear와 crossproduct에서는 0.2797 및 0.0372으로 역시 유의성이 낮게 나타났으며, 전체의 R<sup>2</sup> 역시 0.5796로 유의성이 낮게 나타났다. 볶음온도 및 볶음시간에 대하여 분산분석한 결과는 Table 8과 같다.  $\Delta E$ 에 대한 F-ratio의 값 역시 볶음온도 및 볶음시간에서 1.42, 0.60로 유의성이 낮은 것으로 나타났다.

**Table 11. Predicted levels of Hunter color parameters yielding optimum responses by analysis of ridge**

Roasting conditions	Levels for optimum responses <sup>1)</sup>			
	L value	a value	b value	ΔE value
Temperature (°C)	141.12	230.71	165.00	145.82
Time (min)	33.55	8.25	12.81	31.11
Morphology	Min. <sup>2)</sup>	S.P. <sup>2)</sup>	Min. <sup>2)</sup>	Min. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Hunter color L, a, b and ΔE value

<sup>2)</sup>minimum, maximum and saddle point were analyzed by analysis of ridge

**Table 12. The range of optimum conditions for optimum response variables analysed from superimposing of contour map on organoleptic scores and electron donating ability**

Roasting conditions	Range
Roasting temperature (°C)	210~220
Roasting time (min)	10~20

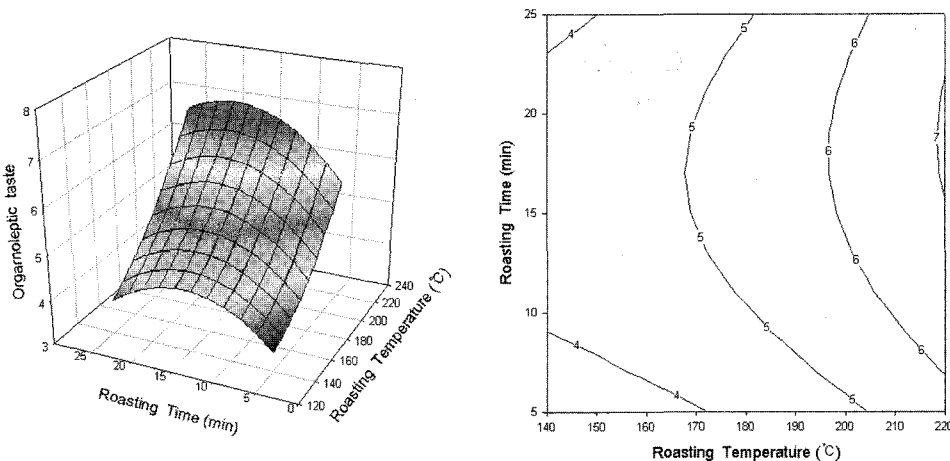
$$Y_8 = 140.2036 - 0.9964X_1 - 2.0154X_2 + 0.0080X_1X_2 + 0.0026X_1^2 + 0.0137X_2^2 \quad (8)$$

반응표면을 정준분석 한 결과의 고유벡터(eigen vector)와 고유치(eigen value)는 Table 9와 같다. a는 고유치의 값이 +값과 -값이 같이 존재하므로 정상점(stationary point)은 안장점(saddle point)으로 판명되어 단일 최적점을 구하기 어려웠으나, 고유치의 값이 모두 +값으로 나타난 L, b와 ΔE의 정상점은 최저점(minimum point)으로 판명되어 단일 최적점을 구할 수 있었다.

통계적 분석에 의한 최적 볶음조건. 통계적 분석에 의해 나타난 관능검사와 전자공여능에 대한 각각의 최적 볶음조건에 대한 예측치는 Table 10과 같다. 맛에 대한 볶음조건은 볶음온도 및 시간이 102.7°C, 14.9분, 향기에 대한 볶음조건은 볶음온도 및 시간이 155.0°C, 5.1분, 색에 대한 볶음조건은 176.4°C, 11.5분 및 DPPH에 의한 전자공여능에 대한 볶음조건은 173.9°C, 21.7분에서 가장 높게 나타났으며 맛과 전자공여능은 안장점을 나타내었고, 향기와 색에서는 최저점을 나타내었다. 또한 기계적 색차에 의한 각각의 최적 볶음조건에 대한 예측치

는 Table 11과 같다. L, a, b 및 ΔE에 대한 볶음조건은 볶음온도 및 시간이 각각 (141.1°C, 33.6분), (230.7°C, 8.3분), (165.0°C, 12.8분) 및 (145.8°C, 31.1분)에서 가장 높게 나타났으며 a에서만 안장점을 나타내었고, L, b 및 ΔE에서는 최저점을 나타내었다.

**관능적 특성 및 전자공여능의 최적화.** 볶음온도 및 시간에 대한 반응표면분석을 함으로써 볶음조건에 대한 맛, 향기 및 색과 전자공여능의 반응표면과 contour map을 나타내었다. 맛, 향기 및 색에 대한 contour map과 반응표면은 Fig. 2~4에서와 같이 안장점과 최저점을 가지고 온도와 시간이 증가할수록 점차 증가하는 것으로 나타났다. 높은 온도와 시간이 길어질수록 값이 증가하는 결과를 얻었다. 또한 전자공여능에 의한 항산화성에 대한 contour map의 반응표면은 Fig. 5와 같이 안장점을 가지나, 온도와 시간의 영향을 받는 것은 맛, 향기 및 색과 유사하게 온도가 높아지고 시간이 길어질수록 그 값이 점차 증가하나 일정온도와 시간에서 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 관능평가에서도 볶음시간과 볶음온도가 증가될수록 선호도가 높은 것으로 나타났으며 맛, 향기 및 색과 전자공여능에 대한 contour map을 겹쳐서 그려본 결과는 Fig. 7과 같다. 검은색으로 나타난 부분은 각각 맛, 향기 및 색과 전자공여능이 모두 최대 조건 값을 만족하는 범위를 나타낸 것으로서 최적 볶음조건을 예측하여 서로 중복되는 부분을 표시하였으며, 그 범위를 나타낸 결과 Table 12와 같이 볶음온도 210~220°C, 볶음시간은 10~20분 범위에서 들깨잎차의 최적 볶음조건임을 확인할 수 있었다.



**Fig. 2. Contour map response surface for the effect of roasting temperature and time on organoleptic taste of perilla leaf tea.**

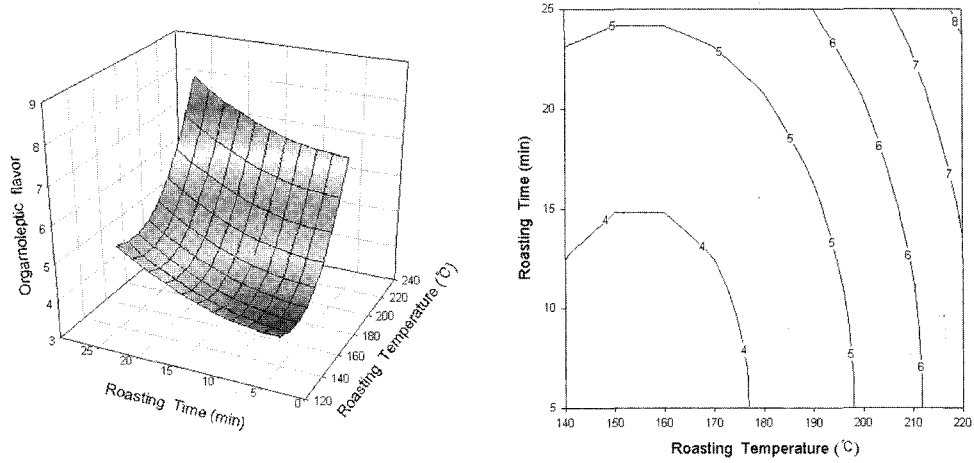


Fig. 3. Contour map response surface for the effect of roasting temperature and time on organoleptic flavor of perilla leaf tea.

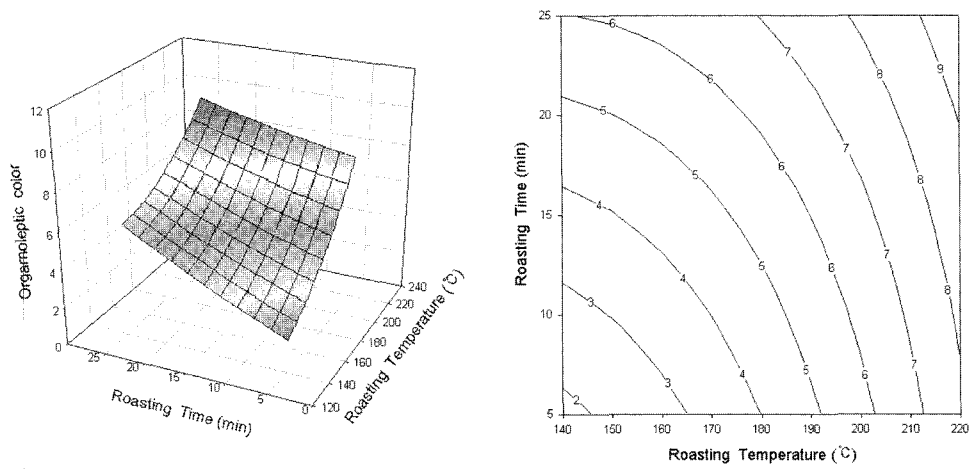


Fig. 4. Contour map response surface for the effect of roasting temperature and time on organoleptic color of perilla leaf tea.

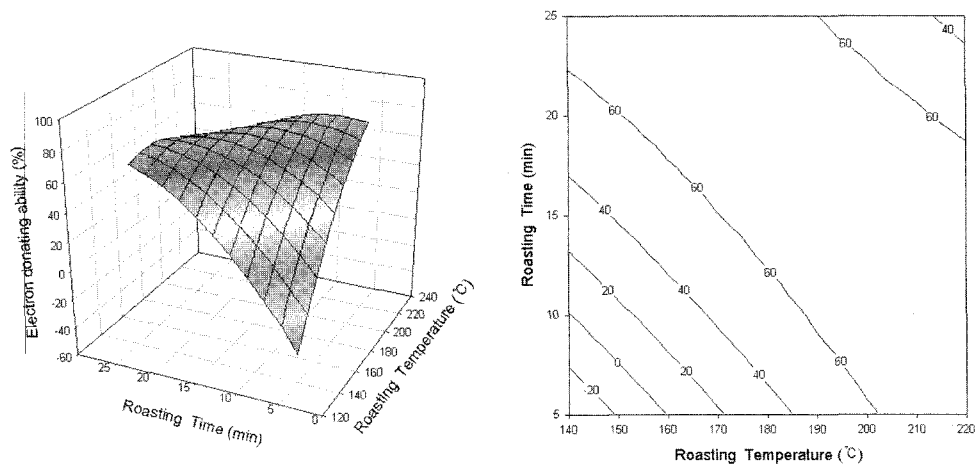


Fig. 5. Contour map response surface for the effect of roasting temperature and time on electron donating ability of perilla leaf tea.

**볶음처리에 따른 차의 색도변화 및 최적화.** 볶음온도 및 시간에 대한 반응표면분석을 함으로써 볶음조건에 대한 L, a, b 및  $\Delta E$ 의 반응표면과 contour map을 나타낸 결과는 Fig. 6과 같다. 전반적으로 볶음온도와 볶음시간이 증가될수록 L, a, b 및  $\Delta E$ 값이 증가되었고, 차의 색깔도 열에 의해 갈변화 되는 것

을 확인할 수 있었다. 그러나, 본 실험에서는 반응표면분석에 의해 나타난 볶음처리한 차의 색도변화는 유의성이 낮았고, 볶음조건을 달리한 차의 비교시 큰 차이가 나지 않았으므로 관능적 특성과 전자공여능의 분석 값으로만 최적 볶음조건을 예측하였다.



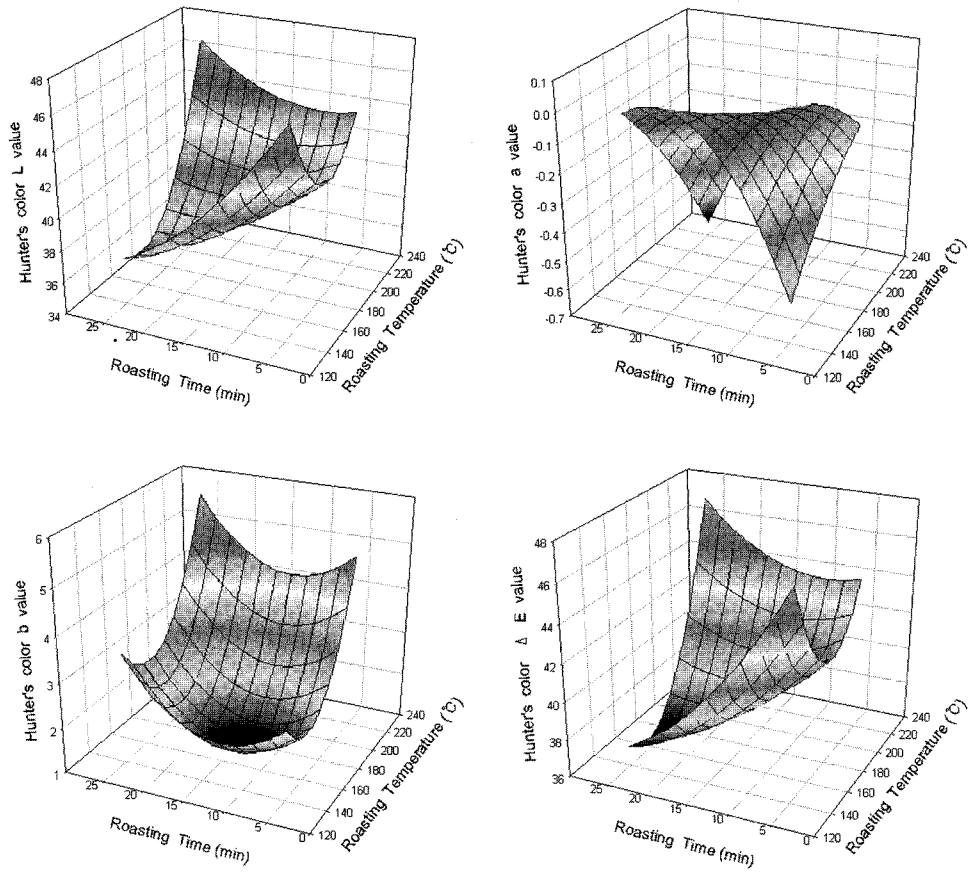


Fig. 6. Response surfaces for the effect of roasting temperature and time on Hunter's color L, a, b and ΔE value of perilla leaf tea.

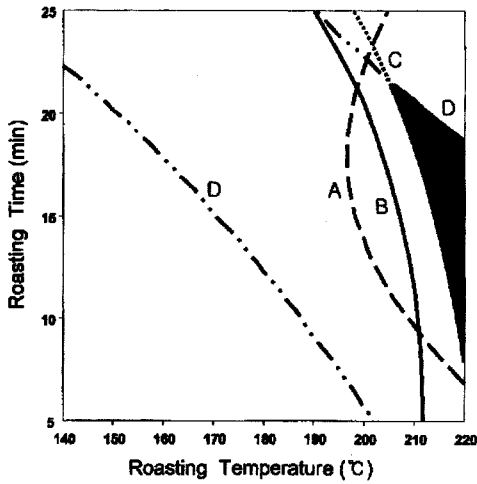


Fig. 7. Superimposed contour map for optimization of organoleptic properties and electron donating ability in roasting of perilla leaf. A: Organoleptic taste, B: Organoleptic flavor, C: Organoleptic color, D: electron donating ability

**깨잎차 제품 및 생리활성 비교.** 최적 볶음조건으로 만든 깨잎차의 효소저해 효과를 알아보고자 차 전문회사인 (주)태평양에서 생산한 녹차, 현미녹차 및 자스민차를 가지고 tyrosinase, xanthine oxidase 및 전자공여능을 측정하여 효소저해 효과를 Fig. 8~10에서 보는바와 같이 비교 분석하였다. 미백효과를 알아보기 위하여 먼저 tyrosinase의 저해효과를 비교해본 결과 녹

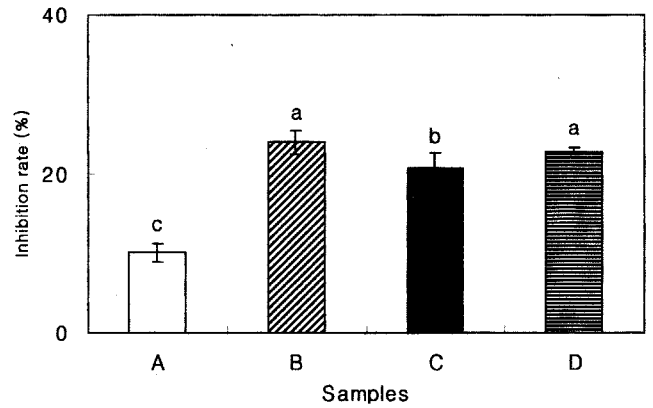
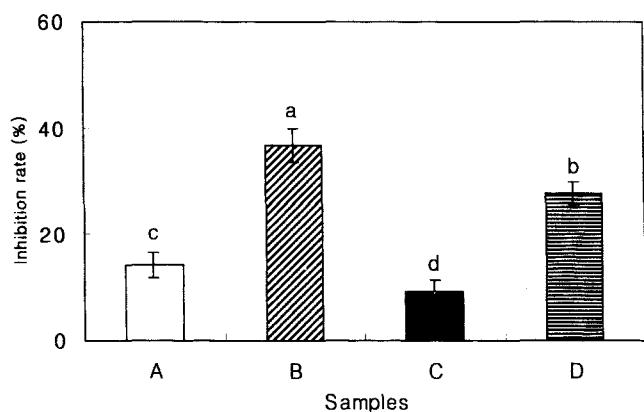
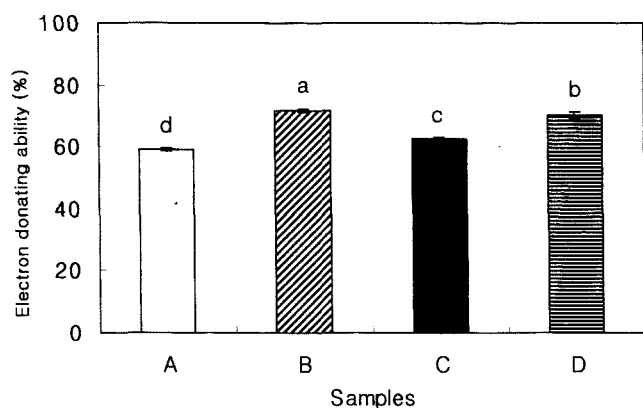


Fig. 8. Inhibition effect from each tea on tyrosinase. Each sample was tested at an undiluted tea. Values represent mean ± S.D. of 5 replications. P-values was determined by F-test. A: Perilla leaf Tea, B: Green Tea, C: Bran rice-green Tea, D: Jasmine Tea

차가 23.96%의 저해율을 보였으며 자스민차, 현미녹차 및 깨잎차에서는 각각 22.86, 20.67 및 10.14%로 다소 낮은 저해율을 나타냈다. 통풍효과를 알아보기 위해서 xanthine oxidase 저해효과를 비교한 결과 역시 녹차가 36.82%로 높은 저해율을 나타냈으며 자스민차, 깨잎차 및 현미녹차가 각각 27.71, 14.37 및 9.34%의 저해율을 보였으나 통풍효과에서는 깨잎차가 현미녹차보다 5.03% 더 높은 저해율을 나타내었다. 마지막으로 전자공여능에서도 녹차가 71.53%의 높은 저해율을 보였으며 자



**Fig. 9. Inhibition effect from each tea on xanthine oxidase.** Each sample was tested at an undiluted tea. Values represent mean  $\pm$  S.D. of 5 replications. P-values was determined by F-test. A: Perilla leaf Tea, B: Green Tea, C: Bran rice-green Tea, D: Jasmine Tea



**Fig. 10. Electron donating abilities from each tea.** Each sample was tested at an undiluted tea. Values represent mean  $\pm$  S.D. of 5 replications. P-values was determined by F-test. A: Perilla leaf Tea, B: Green Tea, C: Bran rice-green Tea, D: Jasmine Tea

스민차, 현미녹차 및 깻잎차가 각각 70.18, 62.42 및 59.19%의 저해율을 나타냈다. 이와 같이 생리활성을 비교한 결과 다른 차들에 비해 녹차가 높은 생리활성이 나타났으나, 들깨잎차 역시 다른 차들과 비슷한 활성을 가졌으므로 이에 기능적인 보강과 더불어 영양적인 면을 보강한다면 다류 개발품인 깻잎차 생산을 위한 그 가능성이 크다고 보겠다.

### 참고문헌

- Lee, J. I., Han, E. D., Lee, S. T. and Park, H. W. (1986) Study on the evaluation of oil quality and the differences of fatty acid composition between varieties in perilla (*perilla frutescens* Britton var. *japonica* Hara). *Korean J. Breed.* **18**, 228-233.
- Park, J. H. and Yang, C. B. (1990) Studies on the removal of phytate from Korean perilla (*perilla ocimoides*, L.) protein. *Korean J. Food Sci. Technol.* **22**, 343-349.
- Heath, H. B., M.B.E and Pharm, B. (1978) In *flavor*

*technology*. The AVI Publishing Co., Inc., Westport. pp. 269-367.

- Choi, Y. H. (1999) A study on nutritive components and cooking properties of perilla leaves, Ph. D. Thesis, Yeungnam University, Daegu, Korea.
- Hong, Y. P., Kim, S. Y. and Choi, W. Y. (1986) Postharvest changes in quality and biochemical components of perilla leaves. *Korean J. Food Sci. Technol.* **18**, 255-258.
- Guenther, E. (1974) In *essential oils* (2nd ed.) Robert, E. (ed.) Krieger Publishing Co., p.3.
- Ishikura, N. (1981) Anthocyanins and flavones in leaves and seeds of perilla plant. *Agric. Biol. Chem.* **45**, 1855.
- Tamura, H., Fujiwara, M. and Sugisawa, H. (1989) Production of phenyl-propanoids from cultured callus tissue of the leaves of *Akachirimem-shiso* (*perilla* sp.). *Agric. Biol. Chem.* **53**, 1971.
- Ohba, T., Hasuo, T., Akita, O. and Yamamoto, Y. (1985) A liqueur using the extract of *perilla ocimoides* var. *Crispa*. *J. Brewing Soc. Japan* **80**, 287.
- Park, K. Y., Lee, K. I. and Rhee, S. H. (1992) Inhibitory effect of green-yellow vegetables on the mutagenicity in *Salmonella* assay system and on the growth of AZ-521 human gastric cancer cells. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**, 149-153.
- Lee, K. I., Rhee, S. H., Kim, J. O., Chung, H. Y. and Park, K. Y. (1993) Antimutagenic and antioxidative effects of perilla leaf extracts. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **22**, 175-180.
- Chung, I. M., Yun, S. J., Kim, J. T., Gwag, J. G., Sung, J. D. and Suh, H. S. (1995) Test of superoxide dismutase characteristics and antioxidant activity in perilla leaves. *Korean J. Crop Sci.* **40**, 504-511.
- Lee, J. M., Lee, H. R. and Nam, S. M. (2002) Optimization for preparation of perilla jangachi according to steaming time and onion contents. *Korean J. Food Culture* **17**, 653-662.
- Jung, I. C., Kang, S. J., Kim, J. K., Hyon, J. S., Kim, M. S. and Moon, Y. H. (2003) Effects of addition of perilla leaf powder and carcass grade on th quality and palatability of pork sausage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**, 350-355.
- Lee, G. D., Kim, J. S. and Kwon, J. H. (1996) Monitoring of cynamic changes in Maillard reaction substrates by response surface methodology (in Korean). *J. Food Sci. Technol.* **28**, 212-219.
- Lee, G. D., Lee, J. E. and Kwon, J. H. (2000) Application of response surface methodology in food chemistry. *Food Ind.* **33**, 33-45.
- SAS. SAS/STAT. (1990) User's Guide Version 6, (4th ed.), vol. 2, SAS Institute Inc. pp. 1457-1478.
- Kim, M. J. and Oh, S. L. (1999) Effect of pre-treatment methods on the quality improvement of persimmon leaf tea. *Korean J. Food Preservation* **6**, 435-441.
- Yagi, A., Kanbara, T. and Morinobu, N. (1986) The effect of tyrosinase inhibition for aloea. *Planta Med.* **3981**, 517-519.
- Stürpe, F. and Corte, E. D. (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J. Biol. Chem.* **244**, 3855-3863.
- Blois, M. S. (1958) Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* **26**, 1198-1199.

---

**Optimization of Roasted Perilla Leaf Tea Using Response Surface Methodology**

Ho-Suk Han, Jung-Hye Park, Hee-Jin Choi, Tae-Su Sung<sup>1</sup>, Hi-Seob Woo<sup>2</sup> and Cheong Choi\* (*Department of Food Science & Technology Yeungnam University, Kyongsan, 712-749, Korea; <sup>1</sup>Division of Food Science, Changwon Junior College; <sup>2</sup>School of Food Science, Dongju College*)

**Abstract:** Response surface methodology (RSM) was applied in roasting processes of perilla leaves to develop a high quality perilla leaf tea. The Hunter color parameters and electron donating ability were monitored to optimize organoleptic properties of perilla leaf tea. The roasting processes were based on the central composite design with primary variables-roasting temperature (140~220°C), time (5~25 min), and reaction variables-sensory test, electron donating ability. From the variables, the roasting condition was optimized using statistical analysis system (SAS) program as developing the functional tea using perilla leaf. Hunter color L and b values of the powdered samples increased with the roasting processes, but Hunter color a value decreased. Electron donating ability was influenced by roasting temperature ( $p < 0.01$ ) and time ( $p < 0.01$ ), and optimum condition selected was at 220°C for 15 min with coefficient of determinations ( $R^2$ ) above 0.98. After preference test of perilla leaf tea using parameter of taste, color, and flavor, we can estimate that the optimal roasting condition of perilla leaf for function tea manufacturing are 210~220°C for 10~20 min by response surface methodology (RSM). Tyrosinase, xanthine oxidase and electron donating ability were 10.14, 14.37 and 59.19% of perilla leaf tea.

---

Key words: perilla leaf tea, roasting, organoleptic properties, electron donating ability, response surface methodology (RSM), statistical analysis system (SAS), tyrosinase, xanthine oxidase

\*Corresponding author