

## 둥굴레의 볶음처리에 따른 갈변반응 기질의 동적변화

권중호<sup>†</sup> · 류기철 · 이기동  
경북대학교 식품공학과

### Dynamic Changes in Browning Reaction Substrates of *Polygonatum odoratum* Roots during Roasting

Joong-Ho Kwon<sup>†</sup>, Ki-Cheoul Ryu and Gee-Dong Lee

Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

#### Abstract

Response surface methodology was applied to monitor dynamic changes in free sugars and free amino acids associated with browning reaction during roasting of *Polygonatum odoratum* roots. Second-order model for qualities of water-soluble extracts was employed to generate contour maps and response surfaces. Browning color intensity of water-soluble extracts was increased with the roasting time up to around 140°C, but decreased in increasing temperature above 160°C. Free sugars, mainly composed of sucrose and fructose, were remarkably decreased at roasting under the higher temperature and longer time, while glucose linearly increased with the increase of roasting temperature up to 150°C. Most of free amino acids was decreased in their amounts in proportion to the roasting temperature and time, while threonine and lysine were insignificantly increased under the roasting conditions at above 170°C and 60min.

**Key words:** *Polygonatum odoratum* roots, roasting, browning reaction substrates, RSM

#### 서 론

둥굴레는 백합과에 속하는 다년생 식물로서 전국 산야의 그늘이나 고산지역에 널리 분포한다. 둥굴레속 식물을 약초로 이용할 때는 황정(黃精) 또는 옥죽(玉竹)이라고 불리어지며, 줄기는 40~80cm의 곧은 외대이고 녹색의 꽃은 5~6월경에 엽맥에서 나와 그대로 핀다. 근경(根莖)은 옆으로 뻗으면서 비대해지는 특성을 지니며 길이가 6~20cm, 지름이 1~2cm의 원추형 또는 덩어리모양으로서 껍질은 감미가 있고 끈적끈적한 특성을 지닌 전통적인 약용 및 식용 식물자원이라 할 수 있다(1).

둥굴레는 점액질이 풍부하고 전분, 당, 알카로이드 등이 많이 함유된 것으로 알려져 있으며(2), 한방에서는 다년생 식물 중에서 으뜸으로 치면서 자양 및 강장효과 외에도 허약 증상, 영양 불량, 폐결핵, 당뇨 등에 이용되어 왔다(3). 이러한 둥굴레 근경은 건조 후 볶음처리할 경우 우리 입맛에 맞는 고유한 풍미를 내게 되므로 전

통차로써의 가치를 지니게 되었으며, 따라서 현재 시중에는 재래적인 방법으로 볶은 둥굴레차가 여러 가지 상품명으로 유통되면서 수요가 증가되고 있다(3).

식품 가공에서 볶음처리는 제품에 고유한 향미와 색을 얻기 위한 원료의 가공방법의 하나로서 대표적인 예는 coffee, cocoa, 보리차 등을 들 수 있다. 특히 식품 성분 중 환원당과 아미노화합물은 열처리에 따라 갈색화 반응을 일으켜 갈색 색소 및 향기 성분을 생성하며, 이때 생성된 Maillard 반응 생성물들은 항산화성 외에도 여러가지 생리활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다(4-9). 그러므로 볶음공정을 거치는 차(茶)류의 고유한 향미는 볶음과정에서 생성되므로 볶음온도, 볶음시간 등의 볶음조건에 따른 둥굴레 성분의 변화를 모니터링할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 볶음처리 중 둥굴레의 갈색화 반응에서 Maillard 반응 기질의 변화를 해석하기 위하여 반응표면분석법(response surface methodology)을 적용하였으며, SAS program으로 반응표면을 그래픽하

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

여 주요 아미노산 및 당의 동적변화를 모니터링하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 실험에 사용된 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* Ohwi)의 근경은 경남 함양군 일대의 산에서 야생하는 것으로서, 농민들에 의해 채취되어 증자 후 말린 시료를 경남 함양 약초시험장을 통하여 구입하였다. 볶음용 시료는 약 0.5cm<sup>3</sup> 크기로 절단하였으며, 분석용 시료는 볶은 후 80mesh로 분쇄하여 각각 사용하였다. 둥굴레 시료의 일반성분은 A.O.A.C.방법(10)에 의하여 분석하였다.

#### 볶음방법

본 실험에 사용된 볶음장치는 Fig. 1과 같이 열풍건조기를 개조하여 볶음용 오븐으로 사용하였으며, 장치는 오븐 본체, 오븐 내에 설치된 볶음드럼(stainless steel), 오븐의 온도제어장치 등으로 구성되어 있으며, 열원으로서 오븐 내의 온도를 일정하게 유지하여 사용하였다. 볶음처리는 미리 소정의 온도까지 상승시킨 오븐 내의 볶음드럼에 일정한 크기로 절단된 시료 100g을 넣고 시료를 40rpm으로 저으면서 행하였다. 볶음오븐의 온도는 소정의 볶음온도를 넘지 않도록 ±1°C 범위 내에서 조절하였다. 볶음이 완료된 시료는 즉시 드럼에서 꺼내어 냉풍을 가하여 실온으로 냉각시킨 다음 밀봉 보관하고, 이를 각종 분석용 시료로 사용하였다.

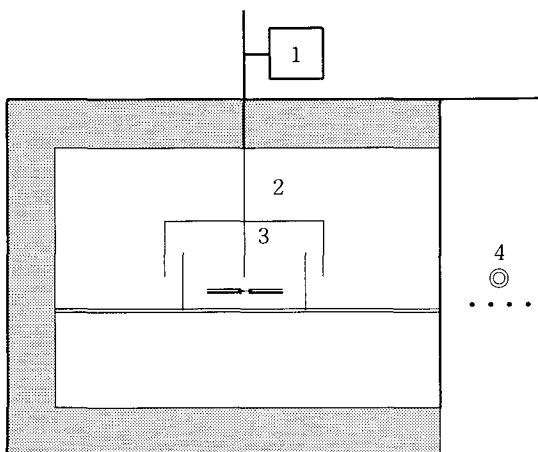


Fig. 1. Schematic diagram of roaster for *Polygonatum odoratum* roots.

- |                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| 1. Stirring motor | 2. Roasting drum    |
| 3. Impeller       | 4. Temp. controller |

#### 실험계획

반응표면분석법은 두개 이상의 요인변수(독립변수)  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ 가 복합적으로 작용하여 어떤 반응변수(종속변수)  $Y_n$ 에 영향을 주었을 때, 이러한 반응의 변화가 이루는 반응표면에 대하여 통계적인 분석을 실시하고 이에 필요한 실험조건을 설계하는 방법이다. 둥굴레 근경의 볶음을 위한 실험계획은 중심합성실험계획법(11)에 의하여 설계하였고, 반응표면 회귀분석을 위해서는 SAS(statistical analysis system version 6.12) program을 사용하였다. 중심합성실험계획에서 독립변수 즉, 반응조건은 볶음온도( $X_1$ )와 볶음시간( $X_2$ )이며, 각 반응조건은 5수준(-2, -1, 0, 1, 2)으로 하였다. 그리고 볶음 둥굴레의 갈색화반응에 관련된 반응변수( $Y_n$ )로서는 갈색도( $Y_1$ ), 유리아미노산 함량( $Y_2$ ), 유리당 함량( $Y_3$ )으로 하였다. 이때 두가지의 반응조건에 따른 2차 회귀모형식은 식(1)와 같다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 \quad (1)$$

여기서  $Y$ 는 볶음 둥굴레의 갈색도, 유리아미노산 및 당의 함량,  $X_1$  및  $X_2$ 는 반응조건,  $b_0$ 는 절편,  $b_n$ 은 회귀계수이다.

#### 추출액의 조제

실험계획에 의해 설계된 볶음조건에 따라 제조된 둥굴레를 80 mesh로 분쇄하고, 분말시료 5g에 증류수 100 ml를 가하여 상온에서 3시간 동안 진탕(300rpm) 추출하였다. 이상의 추출조작은 3회 반복으로 실시하고, 추출액을 원심분리(2,500rpm, 15min)하여 상층액을 얻은 뒤 감압농축(40°C)시켜 부피를 일정량(200ml)으로 정용한 후 추출용액으로 사용하였다. 이상의 추출방법은 가열 등에 의한 볶음시료의 특성 변화를 배제하기 위하여 상온에서 실시하였다.

#### 갈색도의 측정

시료추출액의 갈색도 측정은 추출용액을 5배로 희석하여 spectrophotometer(Cecil, model CE393, U.K.)를 사용하여 420nm에서 흡광도로써 측정하였다(12).

#### 유리당 및 유리아미노산의 분석

유리당 및 유리아미노산의 분석은 이 등(13)의 방법에 따라 각 조건별로 볶은 둥굴레를 분쇄하여 80 mesh 체를 통과시켜 분말로 만들어 분석용 시료를 조제하고 HPLC(Waters model 600)와 아미노산 자동분석기(Hitachi L-8500A)로 각각 분석하였다.

결과 및 고찰

등굴레의 성분조성

등굴레 근경의 일반성분은 Table 1과 같이 수분 18.85%, 가용성 무질소물 64.48%이었고 조단백질과 환원당 함량도 각각 6.57%와 5.01%로 높게 나타났다. 등굴레 근경의 유리당과 유리아미노산 조성은 Table 2와 같이 확인되었다. 확인된 유리당 함량은 sucrose, fructose, glucose가 각각 4534mg%, 1922mg%로서 나타났다. 유리아미노산류는 총 12종이 확인되었으며, threonine과 arginine은 각각 514.97mg%와 121.61mg%로서 가장 높은 함량을 나타내었다. Glutamic acid, lysine, leucine 등의 함량은 비교적 낮은 값을 보였다.

볶음처리에 따른 갈색도의 변화

중심합성실험계획에 의한 각 처리구에서 수용성 추출물의 갈색도는 Table 3과 같으며, 이들의 반응표면은 Fig. 2에 나타내었다. 또 볶음조건인 볶음온도 및

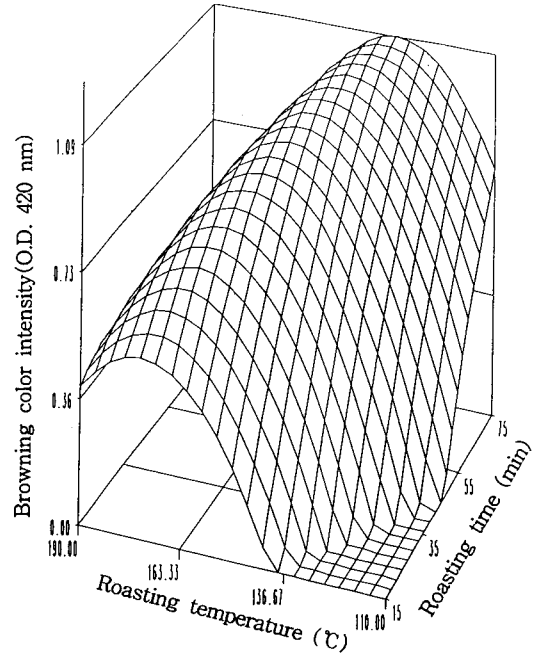


Fig. 2. Response surface for the effect of roasting temperature and time on browning color intensity of *Polygonatum odoratum* roots.

Table 1. Proximate composition of *Polygonatum odoratum* roots

Compositions	Contents(%)
Moisture	18.84
Crude protein	6.57
Crude fat	0.93
Crude fiber	6.35
Crude ash	2.83
N-Free ext.	64.48
Reducing sugar	5.01

Table 2. The composition of free sugars and free amino acids of raw *Polygonatum odoratum* roots

Sugars	Contents		
	(mg/100g, dry basis)	(mg/100g, dry basis)	
Sucrose	4,534.00	Aspartic acid	22.73
Glucose	394.00	Threonine	514.97
Fructose	1,922.00	Serine	48.36
		Glycine	35.05
		Glutamic acid	11.15
		Alanine	20.21
		Cysteine	27.23
		Valine	22.42
		Methionine	13.25
		Leucine	12.20
		Lysine	11.89
		Arginine	121.61
Total sugars	6,850.00	Total amino acids	900.38

볶음시간에 따른 갈색도에 대한 반응표면 회귀식은 아래의 식(2)과 같다.

$$Y_c = -14.75577 + 0.164031X_1 + 0.117935X_2 - 0.000538X_1X_2 - 0.000448X_1^2 - 0.00027X_2^2 \quad (2)$$

갈색도에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.8189이었고 유의성은 10% 이내의 수준에서 인정되었다. 석(14)은 쌀보리 맥아의 볶음처리에 있어서 갈색도는 볶음온도가 증가함에 따라 증가하다가 일정 온도 이상에서는 감소한다고 보고한 바 있는데, 본 실험에서도 140°C 이하에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 갈색도가 증가하였으나, 160°C 이상에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 감소하였다. 이러한 결과는 당 및 아미노산이 갈변반응에 중요한 인자가 되어 쌀보리 맥아와 마찬가지로 등굴레차는 고온장시간 조건에서는 이러한 기질이 상대적으로 감소하게 되고 갈색물질 또한 중합과 축합으로 고분자화되어 불용화되기 때문으로 생각된다(11). 또한 등굴레의 갈변정도는 볶음온도 보다는 볶음시간에 더 밀접한 영향을 받으며, Fig. 2와 같이 최대 갈색도는 볶음온도 139°C, 볶음시간 74분으로 나타났다. 이때 갈색도의 최고 추정치(estimated value)는 0.99이었다.

**Table 3. Experimental data for browning color intensity and free sugar contents of *Polygonatum odoratum* roots under different conditions of roasting temperature and time**

Exp. No.	Roasting conditions <sup>1)</sup>		Browning color intensity <sup>2)</sup>	Contents(mg/100g, dry basis)			
	Temp.(°C)	Time(min)		Sucrose	Glucose	Fructose	Total sugars
1	170( 1)	60( 1)	0.735	2346	277	107	2730
2	170( 1)	30(-1)	0.976	4249	320	1623	6192
3	130(-1)	60( 1)	0.562	3289	129	1385	4803
4	130(-1)	30(-1)	0.158	3427	173	1909	5509
5	150( 0)	45( 0)	0.888	3353	989	1504	5846
6	150( 0)	45( 0)	0.974	3564	258	1546	5368
7	190( 2)	45( 0)	0.266	1872	21	170	2063
8	110(-2)	45( 0)	0.120	3646	86	2300	6032
9	150( 0)	75( 2)	1.202	1196	726	598	2520
10	150( 0)	15(-2)	0.129	3886	22	1468	5376

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

<sup>2)</sup>Optical density at 420nm(R<sup>2</sup>: 0.8189, Pro>F: 0.0710)

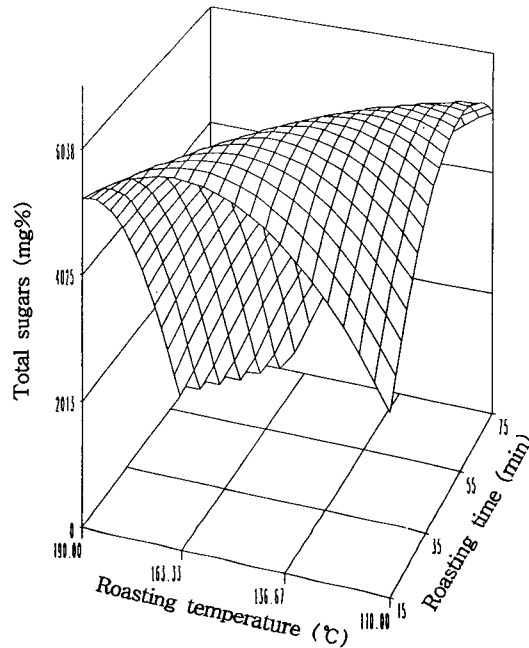
**갈변반응에 따른 유리당의 변화**

둥글레 근경의 볶음조건에 따른 처리구의 유리당 함량은 Table 3과 같으며 볶음조건에 따른 총 유리당의 반응표면 회귀식은 다음의 식(3)와 같다.

$$Y_{TS} = -27284 + 357.2177X_1 + 455.6861X_2 - 2.2967X_1X_2 - 0.9758X_1^2 - 1.8453X_2^2 \quad (3)$$

그리고 Table 4는 총 유리당과 각 당의 R<sup>2</sup>와 유의성을 나타낸 것으로서 총 유리당 함량에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.9327(p<0.05)였다. 총 유리당 함량에 대한 contour map은 Fig. 3에 나타내었으며, 150°C 이하에서 볶음 초기에는 유리당 함량이 증가하였으나 시간이 경과하고 온도가 150°C 이상으로 증가함에 따라 유리당 함량은 급속도로 감소되었다. 이러한 결과는 탈자대두박과 옥수수전분 가수분해물을 이용하여 Maillard 반응을 유도한 이 등(13)의 결과에서와 유사한 경향으로 유리당이 아미노산과의 Maillard 반응에 의해 갈색물질로 전환되기 때문으로 생각된다.

Sucrose 함량 변화에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.9140이고, 유의성은 5% 이내의 수준에서 인정되었다. Sucrose 함량은 Fig. 4의 contour map에 나타난 바와 같이 볶음 초기에는 볶음온도와 볶음시간이 커질수록 함량이 증가하다가 갈색도가 급격히 증가하기 시작하는 140°C, 40분에서 감소하기 시작하여 160°C, 50분 이상에서는 급격히 감소하였다. 이러한 경향은 총 유리당과 일치하는 경향이며, 이 등(13)의 결과와도 유사한 경향이었다. 또한 볶음 초기에는 고분자의 탄수화물이 열분해됨에 따라 sucrose 함량이 증가하다가 일정 시점 이상에서 부터는 생성되는 유리당 보다는 열분해에 의한 glycosidic bond의 절단으로 sucrose가 환원당인 fructose와 glu-



**Fig. 3. Response surface for the effect of roasting temperature and time on total free sugars of *Polygonatum odoratum* roots.**

**Table 4. Regression coefficients for the overall effects of roasting conditions on contents of free sugars**

Free sugars	R <sup>2</sup>	Pro> F
Sucrose	0.9140	0.0296
Glucose	0.4709	0.6466
Fructose	0.9385	0.0185
Total free sugars	0.9327	0.0156

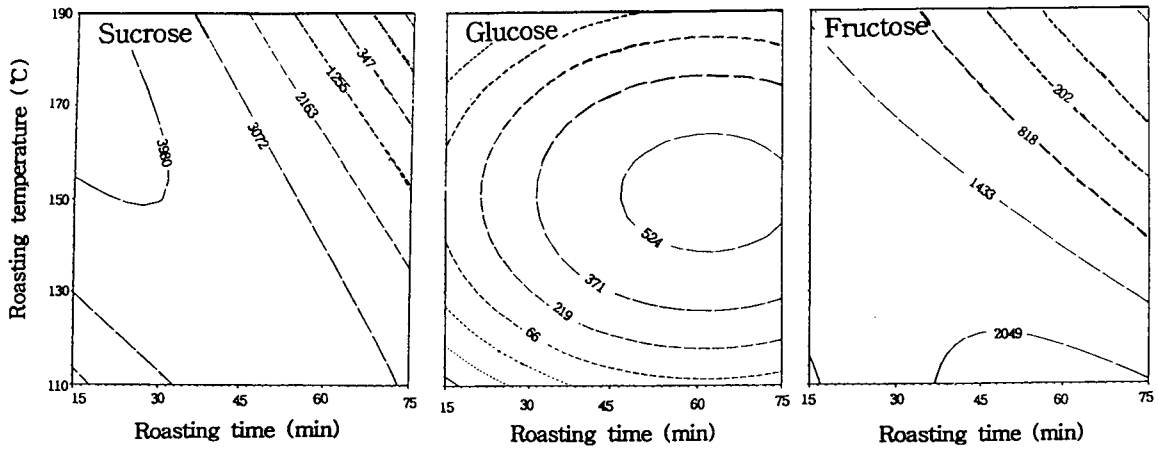


Fig. 4. Contour maps for the effect of roasting temperature and time on free sugar contents of *Polygonatum odoratum* roots.

Table 5. Experimental data for free amino acid contents of *Polygonatum odoratum* roots under different conditions of roasting temperature and time

Exp. No. <sup>1)</sup>	Amino acids(mg/100g, dry basis)												Total AA
	Asp	Thr	Ser	Gly	Glu	Ala	Cys	Val	Met	Leu	Lys	Arg	
1	2.77	25.70	4.69	7.78	- <sup>2)</sup>	-	23.24	8.96	21.00	8.96	5.06	7.73	118.30
2	7.58	16.44	6.30	4.38	2.56	2.40	23.44	11.10	9.45	8.97	2.78	15.64	114.72
3	16.98	96.22	20.93	13.47	4.65	14.77	14.82	21.58	19.36	8.76	5.95	96.60	354.07
4	21.91	332.48	35.95	24.24	7.70	23.00	11.39	29.39	21.31	10.74	12.42	145.55	719.69
5	12.09	39.76	12.52	7.20	4.30	6.50	12.09	14.67	13.65	10.21	3.92	43.52	189.82
6	9.79	19.75	8.32	5.21	3.06	3.86	24.75	11.81	11.33	4.40	3.49	24.37	135.43
7	2.87	8.88	4.47	2.02	2.87	-	23.50	8.14	19.25	8.45	3.08	-	86.41
8	23.82	340.00	41.67	28.59	10.04	18.83	14.32	29.62	8.46	13.13	11.23	168.57	747.29
9	4.91	43.56	8.17	5.07	3.20	3.20	24.08	11.10	8.76	8.96	3.15	21.30	152.31
10	23.91	340.62	42.91	28.61	9.23	9.23	13.71	25.91	7.61	11.82	10.90	142.81	712.17

<sup>1)</sup>Numbers are the coded symbols for the levels of roasting conditions by central composite experimental design

<sup>2)</sup>Trace

cose로 분해되거나 아미노산과 Maillard 반응에 의해 갈색물질로 전환되는 유리당 함량이 많기 때문으로 생각된다.

Glucose 함량 변화에 대한 contour map은 Fig. 4와 같고, 회귀식의 유의성은 Table 4에서와 같이 10%의 유의수준에서 인정되지 않았다. Glucose 함량은 sucrose 함량에 대한 contour map과는 다른 경향으로 온도와 시간이 경과함에 따라 계속 증가하다가 온도가 150°C 이상에서 부터는 다시 줄어들기 시작하였다. 이것은 150°C 이하에서 glucose가 Maillard 반응의 기질로서 이용되는 것 보다 전분이나 sucrose로 부터 분해되어 생기는 양이 증가하는 것으로 여겨진다.

Fructose 함량 변화에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.9385이었으며 5% 내의 수준에서 유의성이 인정되었다. Fructose의 함량은 Fig. 4에서와 같이 볶음 초기에 큰 변화

가 없다가 일정 시간이 경과한 후에는 급격히 감소함으로써 sucrose의 contour map과 유사한 경향이였다. 이는 fructose가 갈색반응의 기질로서 크게 관여하고 있는 것으로 생각되지만 glucose와는 다른 경향으로써 glucose 보다 쉽게 Maillard 반응 기질로 이용되고 있음을 시사하고 있다. 이같은 결과는 당의 종류에 따라 Maillard 반응 특성이 상이하다는 보고(15)와, 또한 pentose가 hexose 보다, hexose 중에서는 fructose가 갈색화 반응성이 크다는 결과(16)와 일치하였다.

갈변반응에 따른 유리아미노산의 변화

식품을 가공할 때 아미노산과 당이 서로 반응하여 일어나는 Maillard 반응은 많은 가열식품의 갈색색소와 향미생성에 크게 관여하는 것으로 알려져 있고, 그 결과 amides, furans, pyrroles, pyridines, pyrazines 등

의 화합물이 생성된다고 Hayase와 Kato(17)는 보고하였다.

중심합성실험계획에 의한 각각의 처리구에서 유리 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 5에 나타내었다. 총 유리아미노산의 함량 변화에 대한 회귀식은 식 (4)과 같으며, R<sup>2</sup>는 0.9777(p<0.001)이었다(Table 6).

$$Y_{TA}=8007.6541-68.7489X_1-80.3975X_2+0.3077X_1X_2+0.1530X_1^2+0.2891X_2^2 \quad (4)$$

총 유리아미노산은 Fig. 5와 같이 볶음온도가 증가하고 볶음시간이 길어질수록 감소하다가 일정한 시점을 지나서는 유리아미노산 함량의 변화가 거의 없거나 약간 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 볶음온도와 볶음시간이 커질수록 Maillard 반응에 관여하는 유리아미노산 함량 보다는 시료 속의 단백질이 변성, 열분해됨으로써 생성되는 유리아미노산의 양이 다소 많아지기 때문으로 생각된다(14). 그리고 유리아미노산은 볶음시간 보다 볶음온도의 영향을 많이 받아 온도가 높을수록 크게 감소하였으며, 갈색도와 높은 부의 상관관계를 나타내어 아미노산이 갈변반응에 주로 관여하는 것으로 여겨진다(Fig. 5, Table 7).

각 유리아미노산별 회귀식의 R<sup>2</sup>는 Table 6에 나타난 바와 같이 methionine, leucine, cysteine 등을 제외

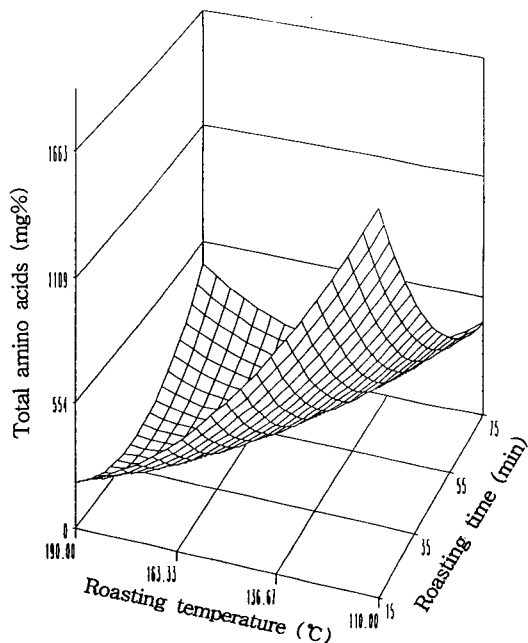


Fig. 5. Response surface for the effect of roasting temperature and time on total amino acids of *Polygonatum odoratum* roots.

Table 6. Regression coefficients for the overall effects of roasting conditions on the contents of amino acids

Amino acids	R <sup>2</sup>	Pro> F
Aspartic acid	0.9587	0.0071
Threonine	0.9908	0.0004
Serine	0.9657	0.0050
Glycine	0.9498	0.0105
Glutamic acid	0.9389	0.0153
Alanine	0.9077	0.0339
Cysteine	0.6165	0.4155
Valine	0.9541	0.0038
Methionine	0.4009	0.7458
Leucine	0.6128	0.4214
Lysine	0.9526	0.0094
Arginine	0.9623	0.0060
Total amino acids	0.9777	0.0021

Table 7. Correlation coefficients among roasting conditions, substrates, and browning color intensity in roasting of *Polygonatum odoratum* roots

Variables	Temperature	Time	Total Sugar	Total amino acid
Total sugar	-0.56847*	-0.60211*		
Total amino acid	-0.73976**	-0.50689	0.49248	
Browning color intensity	0.30186	0.54326*	0.54326*	-0.77436***

\*Significant at 10% level; \*\*Significant at 5% level; \*\*\*Significant at 1% level

하고는 0.9000 이상의 높은 R<sup>2</sup> 값을 나타내었고, 이들의 contour map은 Fig. 6과 같다. Aspartic acid의 함량은 온도와 시간이 증가함에 따라 계속적으로 감소하는 경향으로 나타났다. 아미노산 중에서 함량이 가장 많은 threonine은 온도와 시간이 경과함에 따라 급격히 감소하였으며, 160°C, 50분 이상에서 거의 변화가 없다가 고온, 장시간에서는 다소 증가하는 경향을 보였다. Serine, glutamic acid, glycine, valine, alanine 및 arginine은 온도와 시간이 증가할수록 그 함량이 증가하였으며, 고온, 장시간에서는 그 함량변화가 거의 없었다. 그러나 lysine은 threonine과 유사한 경향으로 볶음조건 170°C, 60분 이상에서 총 유리아미노산이 증가하는데 lysine 및 threonine이 관여하는 것으로 판단된다.

요 약

전통적인 볶음방법으로 제조되고 있는 등갈래차의

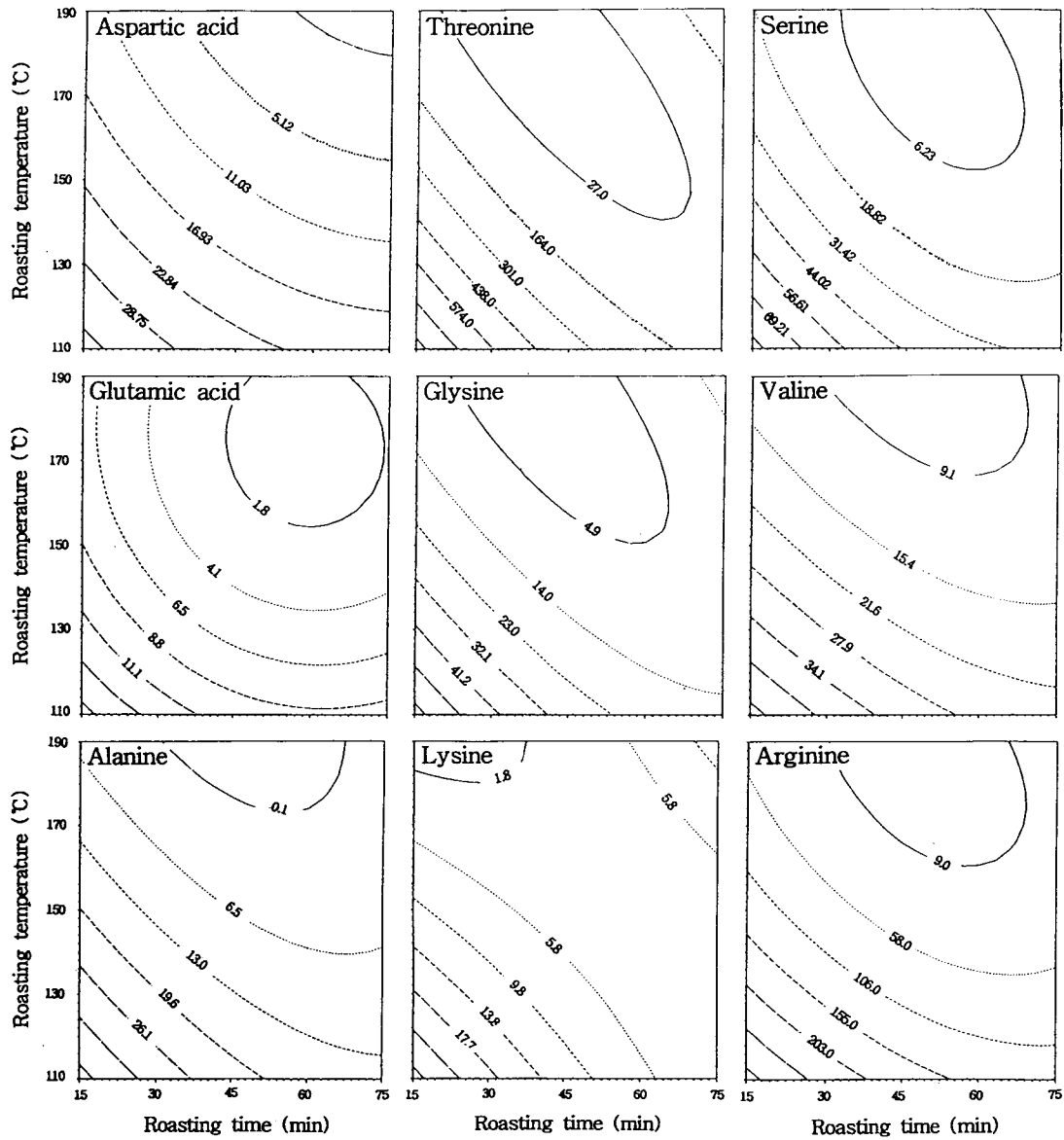


Fig. 6. Contour maps for the effect of roasting temperature and time on different amino acids of *Polygonatum odoratum* roots.

제조 중 성분변화를 검토하고자 중심합성계획에 의한 반응표면분석법으로 볶음조건에 따른 유리당 및 아미노산의 동적변화를 모니터링하였다. 볶음 등갈레 수용성 추출물의 갈색도는 볶음온도 140°C 이하에서 볶음시간이 길어짐에 따라 증가하였으며, 160°C 이상에서는 감소하였다. 유리당은 주로 sucrose와 fructose로 구성되어 있으며, 그 함량은 볶음처리에 따라 급격히 감소하였다. 그러나 glucose는 150°C까지 온도가 증가할수록 증가하였다. 대부분의 유리아미노산 함량은 볶

음온도가 증가하고 볶음시간이 길어질수록 감소하다가 고온, 장시간 조건에서는 함량변화가 거의 없었다. 그러나 threonine과 lysine은 170°C, 60분 이상에서 다소 증가하는 경향을 보였다.

## 문 헌

1. 이창복 : 대한식물연감. 향문사, p.213(1985)
2. 농촌진흥청 작물시험장 : 한국약용식물자원분류, p.243

- (1990)
3. 김만배 : 황정의 이용 연구. 함양약초시험장(1994)
  4. Collins, E. : Steam volatile components of roasted barley. *J. Agr. Food Chem.*, **19**, 532(1971)
  5. 서정식, 전재근 : 볶음보리의 색도 및 가용성 고형분 함량과 볶음조건과의 관계. *한국식품과학회지*, **13**, 334(1981)
  6. 윤석권, 김우정 : 보리의 볶음조건이 보리차의 품질 및 수율에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **21**, 575(1989)
  7. 清水康夫, 松任茂樹, 伊東保之, 岡田郁之助 : 麥茶の香氣に關する 研究(第1報)-麥茶の香氣成分の分離ならびた 酸性區分香氣につりて. *日本農藝化學會誌*, **41**, 653(1967)
  8. Namiki, M. : Chemisty of Maillard reactions; recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagens. *Adv. Food Res.*, **32**, 115(1988)
  9. 김상달, 도재호, 오훈일 : 고려인삼 갈변물질의 항산화 효과. *한국농화학회지*, **24**, 161(1981)
  10. A.O.A.C. : *Official method of anaylsis*. 16th ed., Association of official analytical chemists. Arlington, VA (1995)
  11. 이기동 : 복합기질계 Maillard 반응에 있어서 황산화성 및 항돌연변이원성에 대한 Melanoidin의 최적화. 경북대학교 박사학위논문(1994)
  12. 박명환, 김교창, 김종승 : 볶음처리에 의한 인삼의 이화학적 특성변화. *고려인삼학회지*, **17**, 228(1993)
  13. 이영택, 석호문, 김성수, 김경탁, 홍희도 : 미숙보리의 볶음중 이화학적 특성 변화. *한국식품과학회지*, **26**, 336(1994)
  14. 석호문 : Roasting 온도가 쌀보리 맥아의 향기생성에 미치는 영향. 중앙대학교 박사학위논문(1987)
  15. 채수규 : 식품화학. 효일문화사, p.373(1990)
  16. 김동훈 : 식품화학. 탐구당, p.415(1990)
  17. Hayase, F. and Kato, H. : Chemical analysis of the compounds produced by amino-carbonyl reaction in foods and biological systems. *J. Jpn. Oil Chem. Soc.*, **38**, 864(1989)

(1997년 5월 12일 접수)