

## 도라지차의 구수한 향미 발현 최적화

이기동<sup>†</sup> · 주길재<sup>\*</sup> · 권중호<sup>\*\*</sup>

경북과학대학 첨단발효식품과

\*경북대학교 농화학과

\*\*경북대학교 식품공학과

### Optimization for Roast Flavour Formation of *Platycodon grandiflorum* Tea

Gee-Dong Lee<sup>†</sup>, Gil-Jae Joo<sup>\*</sup> and Joong-Ho Kwon<sup>\*\*</sup>

Dept. of Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Chilgok 718-850, Korea

\*Dept. of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

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

#### Abstract

Response surface methodology was used to optimize soaking and roasting conditions and monitor organoleptic properties of roasted *Platycodon grandiflorum* tea. In soaking and roasting processes based on the central composite design with variations in threonine/sucrose concentration for soaking of *Platycodon grandiflorum*, roasting temperature and roasting time, coefficients of determinations ( $R^2$ ) of the models were above 0.86 ( $p<0.05$ ) in organoleptic properties. The maximum conditions predicted for each corresponding organoleptic properties of roasted *Platycodon grandiflorum* tea were 1.64% threonine concentration, 137.83°C and 27.76 min in aroma, 1.46% threonine concentration, 136.10°C and 25.19 min in taste, and 1.39 % threonine concentration, 136.44°C and 29.05 min in overall flavour. The optimum condition ranges for organoleptic properties of roasted *Platycodon grandiflorum* tea were soaking in 1.40~1.64% threonine concentration, and roasting at 136.10~137.90°C for 25.19~29.00 min.

**Key words:** roast flavour formation, roasted *Platycodon grandiflorum* tea, organoleptic properties, optimization, RSM

#### 서 론

우리 나라 사람들은 예로부터 도라지를 약용 및 식용으로 많이 이용해 왔다(1,2). 최근 국내에서 값싼 중국산 수입 도라지의 이용이 증가하여 국산 도라지의 판매가 어려워지고 있으며, 국산 도라지의 소비 확대와 부가가치를 높이기 위한 가공기술 개발이 절실히 요구되고 있다. 도라지의 성분에 대한 연구로는 Chung 등(3)이 도라지의 일반성분, 무기질 함량, 유리 아미노산 및 유리지방산을 분석하여 연근별로 비교한 바 있다. 도라지는 한방에서 거담, 배농, 편도선염, 친해약 등으로 사용되며(1,2,4), 약리 활성에 대한 연구 결과로 항염증 및 항궤양 작용, 위액분비 억제작용, 중추신경 억제작용, 혈압 강하작용, 용혈 작용, 항보체 활성 등이 밝혀지고 있다(5). 또한 최근의 연구로 길경 saponin이 고지방식이를 한 흰쥐의 혈청, 간장 및 분변 지질 함량에 미치는 영향에 대한 연구(6)가 있으며, 도라지 추출 성분의 암세포 증식 억제 효과에 대한 연구

보고(7)가 있다. 도라지 뿌리의 향기 성분으로는 aliphatic hydrocarbon류, aromatic hydrocarbon류, terpene hydrocarbon류, alcohol류, terpene alcohol류, aldehyde류, ketone류, ester류 등 103종이 보고되었으며, 도라지의 향기 성분 중에서 중성부분에서 분리된 성분은 꽃내의 주성분으로서 hexanal, trans-2-hexenal, hexanol, cis-3-hexenol, trans-2-hexenol, 1-octen-3-ol 등이 밝혀져 있다(8). 도라지를 이용한 가공식품은 도라지 분말죽, 도라지 차, 도라지 음료, 도라지 당과 및 도라지 벡터가 있으며, 도라지 차는 도라지를 전조하여 분말화한 후 부형제로 포도당을 첨가하여 과립화한 후 전조한 것이 알려져 있다(9).

산업 사회의 발달로 기호성이 우수한 고품질의 기호식품에 대한 관심이 증가되고 있으며 실수요도 증가하고 있다. 식용이 가능하고 건강식품으로서의 기능을 가지고 있는 도라지를 이용하여 기호성을 높이기 위한 향미 발현 기술 개발이 필요하다 하겠다. 커피콩, 둥글레, 치커리 등과 같은 볶음차에서 주요한 갈변물질과 향기 성분 생성에

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

관여하는 기질로 알려져 있는 threonine과 sucrose를 도라지에 침투시킴으로서 도라지의 향미를 다소 감소시키고 구수한 향미가 부가된 기호성이 높은 도라지차를 개발할 수 있을 것이다(10-13).

따라서 본 연구에서는 도라지차의 구수한 향미발현을 위하여 중심합성계획에 의한 반응표면분석법으로 도라지의 threonine과 sucrose 용액 침지 및 볶음조건에 따른 향미발현을 최적화하고 침지 및 볶음조건에 따른 도라지 차의 관능적 특성변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 도라지(*Platycodon grandiflorum* DC)의 뿌리는 경북 칠곡 농가에서 채취하여 시료로 사용하였다. 도라지 시료의 전처리는 수확 후 뿌리를 1.5 mm로 세절하여 50°C 열풍건조기에서 수분함량 12%까지 건조하였다.

### 침지 및 볶음

전조 도라지의 침지는 전조한 도라지를 50°C에서 0.0 ~ 2.0% threonine/10% sucrose 용액에 1시간 동안 침지한 후 40°C에서 12시간 건조하였다(10,12). 볶음방법은 원통형 회전식 볶음장치(원적외선 볶음기 THR-020, 태환자동화산업, 한국)에서 회전속도를 25 rpm으로 조절한 후 가열온도(135~155°C)와 시간(15~35 min)을 조절하

면서 볶음처리하였다.

### 실험계획

볶음조건의 최적화를 위한 실험계획은 중심합성계획법(14)에 의하여 설계하였고, 반응표면 회귀분석을 위해서는 SAS(statistical analysis system) program을 사용하였다. 중심합성 실험계획에 따라 침지용액의 threonine 농도(0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%), 볶음온도(135, 140, 145, 150, 155°C) 및 볶음시간(15, 20, 25, 30, 35 min)은 -2, -1, 0, 1, 2 다섯 단계로 부호화 하였으며, 실험계획은 Table 1에 나타내었다. 도라지차의 관능적 품질에 관련된 종속변수( $Y_n$ )로는 향(aroma), 맛(taste) 및 전반적인 향미(overall flavour)로 각각 나타내었다.

### 관능적 품질 평가

각 조건별로 볶음 시료에 대하여 관능적 품질을 평가하기 위하여 경북과학대학 전통식품연구소 연구원 중에서 차이 식별 능력을 갖춘 10명을 관능검사 위원으로 선정하여 이들에게 도라지차의 향기, 맛 및 전반적인 기호도에 대한 평가 요령을 훈련시킨 뒤 불완전블록 실험계획법(10)에 따라 관능평가를 실시하였다. 평가시료의 조제는 볶음 도라지차 5 g을 90°C 열수 500 mL에 1시간 동안 추출하여 50°C 부근에서 9점 채점법(15) (1. 매우 좋지 않다/very poor, 3: 좋지 않다/poor, 5: 보통이다/fair, 7. 좋다/good, 9: 매우 좋다/very good)에 의해 실

Table 1. Experimental data on organoleptic properties of roasted *Platycodon grandiflorum* under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Flavour formation conditions <sup>1)</sup>			Organoleptic properties		
Threonine conc (%)	Roasting temp (°C)	Roasting time (min)	Aroma	Taste	Overall flavour
1.5 (-1)	150 (-1)	30 (-1)	4.33 <sup>2)</sup>	4.33	4.66
1.5 (-1)	150 (-1)	20 (-1)	4.83	4.50	5.80
1.5 (-1)	140 (-1)	30 (-1)	6.33	6.00	7.80
1.5 (-1)	140 (-1)	20 (-1)	6.50	5.83	6.16
0.5 (-1)	150 (-1)	30 (-1)	5.16	5.16	5.50
0.5 (-1)	150 (-1)	20 (-1)	6.33	4.83	5.66
0.5 (-1)	140 (-1)	30 (-1)	5.50	5.33	6.00
0.5 (-1)	140 (-1)	20 (-1)	6.16	4.50	4.83
1.0 (0)	145 (0)	25 (0)	6.16	4.16	6.16
1.0 (0)	145 (0)	25 (0)	6.83	4.33	6.33
0.0 (-2)	145 (0)	25 (0)	4.00	4.33	4.33
2.0 (2)	145 (0)	25 (0)	6.00	5.33	5.50
1.0 (0)	135 (-2)	25 (0)	5.50	7.16	7.00
1.0 (0)	155 (2)	25 (0)	4.66	4.33	5.16
1.0 (0)	145 (0)	15 (-2)	6.50	6.00	6.16
1.0 (0)	145 (0)	35 (2)	5.66	5.16	5.16
Control <sup>3)</sup>			5.83	4.83	5.50

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

<sup>2)</sup>Mean of six sensory scores by balanced incomplete block.

<sup>3)</sup>Control 145°C, 25 min and non-soaking.

Table 2. Polynomial equations calculated by RSM program for roasting of *Platycodon grandiflorum*

Response	Polynomial equations <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>	Significance
Organoleptic aroma	$Y_1 = -284.300000 + 36.605000X_1 + 3.560500X_2 + 1.452250X_3$ -0.116000X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -0.233000X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> -0.010800X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -0.010000X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> -0.000800X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.8629	0.0474
Organoleptic taste	$Y_2 = 304.157500 + 23.545000X_1 - 4.193250X_2 - 0.007000X_3$ +0.585000X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -0.158000X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> +0.015000X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -0.058000X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> -0.004200X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> +0.013350X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.8949	0.0234
Overall flavour	$Y_3 = -124.320625 + 31.661250X_1 - 1.098125X_2 + 3.291625X_3$ -1.330000X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -0.191500X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> -0.001650X <sub>2</sub> <sup>2</sup> -0.025500X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> -0.020550X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> -0.005850X <sub>3</sub> <sup>2</sup>	0.9058	0.0173

<sup>1)</sup>X<sub>1</sub> : threonine concentration (%), X<sub>2</sub> : roasting temperature (°C), X<sub>3</sub> : roasting time (min).

시하였다.

## 결과 및 고찰

### 향기의 변화

도라지는 고온에서 장시간 볶음처리하여도 색상과 향이 발현되지 않는 특성을 가지고 있으므로 커피콩과 등 글레에서 구수한 향미를 생성하는 기질인 threonine과 sucrose를 도라지에 침투시켜 볶음처리함으로서 기호성이 우수한 색상과 향미를 발현하고자 시도하였다. 구수한 향미의 발현을 위해 중심합성 실험계획에 의해 threonine 침지농도 및 볶음조건을 달리하면서 도라지 볶음차를 제조하였으며. 이 때 당으로서 sucrose는 Lee 등(10)의 threonine과 sucrose의 색상발현에 대한 연구결과를 기초로 10%로 고정하여 사용하였다. 침지 및 볶음에 따른 반응변수에 해당하는 품질인자로서 관능적 향기를 평가하고 상대적인 값을 threonine 침지농도, 볶음온도 및 볶음시간과 함께 회귀분석한 결과를 4차원 반응표면으로 나타내었다. 도라지를 threonine 용액에 침지 및 볶음처리한 결과 관능적 품질로서 향기에 대한 관능평점은 Table 1과 같으며, 반응표면 회귀식은 Table 2와 같다. 관능적 품질로서 향기에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.8629이었고 유의성은 5% 수준에서 인정되었으며, 관능적 향기에 대한 영향은 볶음온도가 가장 높았으며, 다음으로 threonine 침지농도가 높게 나타났고 볶음시간의 영향은 미미하였다 (Table 3). 향기에 대한 4차원 반응표면은 Fig. 1에 나타내었으며, 1.5% 이상의 threonine 용액에 침지하거나 140 °C 이하의 낮은 온도에서 볶음처리하는 것이 관능적으로 선호도가 높은 구수한 향기를 발현하는 것으로 나타났다. 그러나 1.5% 이상의 threonine 용액에 침지하고 150°C 이상의 높은 온도에서 볶음처리하거나, 0.5% 이하의 threonine 용액에 침지하고 140°C 이하의 낮은 온도에서 볶음처리하는 경우에는 관능적으로 향기가 가장 나쁜 것으로 나타났다. 이러한 경향은 threonine의 농도가 낮은 용액에 침지하여 낮은 온도에서 볶음처리했을 경우 도라지의 특유의 향이 강해 관능적으로 선호하지 않았으며, threonine

Table 3. A composite verification on the independent variables in modular estimation of response surface analysis for the organoleptic properties in roasting of *Platycodon grandiflorum*

Flavour formation conditions	F-Ratio		
	Aroma	Taste	Overall flavour
Threonine conc. (%)	5.74**	3.060	6.977**
Roasting temp. (°C)	6.32**	10.956***	9.526***
Roasting time (min)	1.22	2.780	3.451*

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

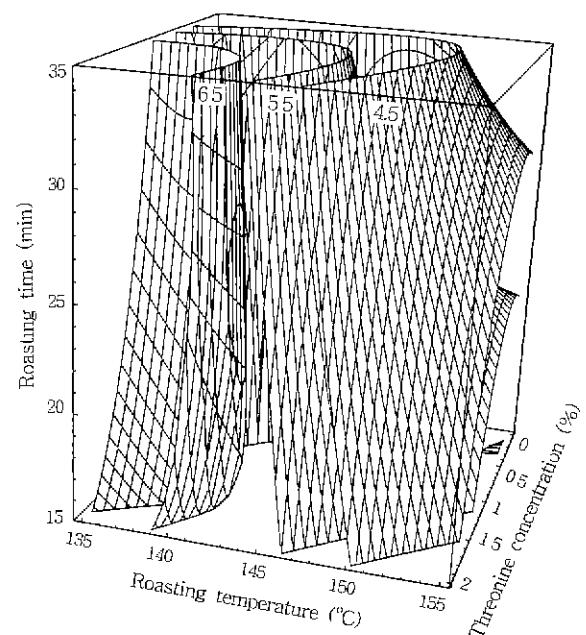


Fig. 1. Response surface for sensory scores in aroma of roasted *Platycodon grandiflorum* at constant values (sensory score : 4.5, 5.5, 6.5) as a function of threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time in roasting of *Platycodon grandiflorum*.

의 농도가 높고 고온에서 볶음처리했을 경우에는 과량의 threonine과 10%로 일정하게 용해되어 있는 sucrose가

지나치게 반응하여 탄내의 발생으로 선호도가 떨어지는 것으로 생각되었다. 이와 같이 관능적으로 선호하는 향기를 발현하는 조건은 기계적인 색도나 관능적 색상이 발현되는 조건과는 다른 경향을 나타내었으며, 특히 적색도의 발현과는 반비례 관계에 있음을 볼 수 있었다(10). 이것은 적색도의 발현과 함께 발현되는 향기는 관능적으로 선호도가 떨어지며, 황색도가 높은 도라지차를 생성하는 조건인 threonine 침지농도가 1.5% 이상이고 145°C 이하의 볶음조건으로 처리한 도라지차의 향기를 관능적으로 선호하는 것을 알 수 있었다(10) 따라서 도라지차는 황색도가 높게 발현되는 조건에서 발현되는 향기성분이 관능적으로 선호도가 높은 것으로 여겨진다. 회귀분석 결과 안장점의 형태를 나타내었으므로 적합결여검정을 하여 본 결과 유의성이 0.5121로서 통계적으로 유의하지 못하였다 따라서 향기에 대한 모형이 적절하다고 판단되므로 능선분석을 하여 본 결과, 관능적 향기가 가장 높은 침지 및 볶음조건은 반경 1(부호화된 수치)의 범위내에서 최적점을 설정하였으며 threonine 농도 1.64%에서 침지한 후 전조하여 137.83°C에서 27.76분 볶음처리하는 것으로 나타났고, 가장 낮은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.55%에서 침지한 후 전조하여 152.95°C에서 22.54분 볶음처리하는 것으로 나타났다(Table 4) 이러한 도라지차의 관능적 향기는 둥굴레의 구수한 향기와 유사한 것으로 느낄 수 있었다.

### 맛의 변화

침지 및 볶음조건을 달리하면서 제조한 볶음 도라지차를 관능적으로 맛을 평가하여 상대적인 값을 threonine 침지농도, 볶음온도 및 볶음시간과 함께 회귀분석한 결과를 4차원 반응표면으로 나타내었다. 도라지를 침지 및 볶음처리한 경우 관능적 품질로서 맛에 대한 관능평점을 Table 1과 같으며, 반응표면 회귀식은 Table 2와 같다. 관능적 품질로서 맛에 대한 회귀식의  $R^2$ 는 0.8949이었고 유의성은 5% 수준에서 인정되었으며, 맛에 대한 침지 및 볶음조건의 영향은 볶음온도의 영향을 주로 받고 있었으며, threonine 침지농도와 볶음시간의 영향은 다소 약하게 나타났다(Table 3). 맛에 대한 4차원 반응표면은 Fig. 2에 나타내었으며, 대체로 볶음온도가 낮은 조건에서 높

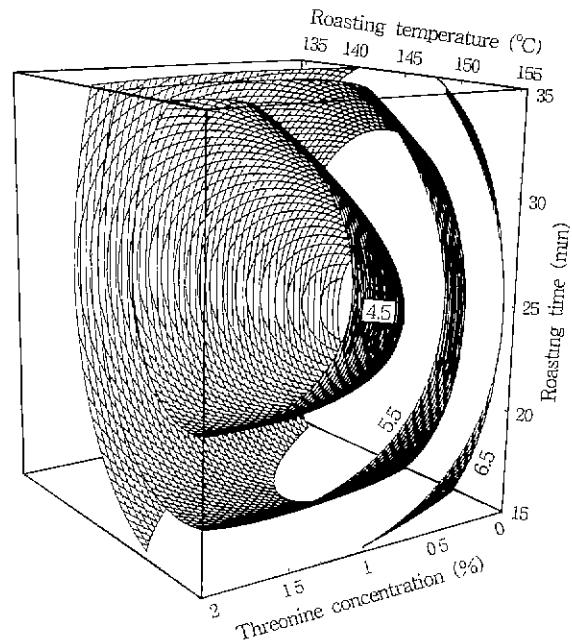


Fig. 2. Response surface for sensory scores in taste of roasted *Platycodon grandiflorum* at constant values (sensory score : 4.5, 5.5, 6.5) as a function of threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time in roasting of *Platycodon grandiflorum*

은 관능평점을 나타내었다. 이러한 경향은 향기에 대한 관능적 특성과 일치하는 것은 아니지만 대체로 구수한 향기가 높은 조건인 threonine 농도 1.5~1.2%에서 침지하여 전조한 후 135~142°C에서 볶음처리한 도라지차는 구수한 맛이 높고 관능적 선호도도 높게 나타나는 것으로 여겨진다 그러나 threonine 함량이 높고 볶음온도와 시간이 높은 조건에서 생성된 도라지차는 관능적으로 맛이 가장 나쁘는데, 이것은 탄맛과 심한 갈변으로 인하여 구수하지 못한 향미의 발생으로 기호도가 떨어진 것으로 여겨진다. 맛에 대한 회귀분석 결과 최소점의 형태를 나누어 있으므로 적합결여검정을 하여 본 결과 유의성이 0.1925로서 통계적으로 유의하지 못하였다. 따라서 맛에 대한 모형이 적절하다고 판단되어 능선분석을 하여 본 결과, 맛에 대한 기호도가 가장 높은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.46%에서 침지한 후 전조하여 136.10°C에서 25.19분 볶

Table 4. Predicted levels of optimum flavour formation conditions for the maximized organoleptic properties in water extracts from roasted *Platycodon grandiflorum* by the ridge analysis

Flavour formation conditions	Organoleptic properties					
	Aroma		Taste		Overall flavour	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Threonine conc. (%)	1.55	1.64	1.67	1.46	1.51	1.39
Roasting temp. (°C)	152.95	137.83	151.99	136.10	152.02	136.44
Roasting time (min)	27.54	27.76	27.61	25.19	30.05	29.05
Morphology	Saddle point		Minimum		Saddle point	

음처리하는 것으로 나타났고, 가장 낮은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.67%에서 침지한 후 건조하여 151.99°C에서 27.61분 볶음처리하는 것으로 나타났다(Table 4).

### 전반적인 향미의 변화

침지 및 볶음조건을 달리하면서 제조한 볶음 도라지차의 관능평점은 Table 1과 같으며, 반응표면 회귀식은 Table 2와 같다. 관능적 품질로서 맛에 대한 회귀식의  $R^2$ 는 0.9058이었고 유의성은 5% 수준에서 인정되었으며, 관능적 향미에 대한 침지 및 볶음조건의 영향은 볶음온도의 영향을 주로 받고 있었으며, 다음으로 threonine 침지 농도, 볶음시간의 순이었다(Table 3). 향미에 대한 4차원 반응표면은 Fig. 3에 나타내었으며, 대체로 볶음온도가 낮은 140°C 이하의 온도에서 threonine 침지농도가 높고 볶음시간이 경과할수록 향미에 대한 관능점수가 높게 나타나는 경향을 나타내었다. 그리고 전반적인 향미에 대한 회귀분석 결과 안장점의 형태를 나타내었으므로 적합점 여검정을 하여 본 결과 유의성이 0.1944로서 통계적으로 유의하지 못하므로 향기에 대한 모형이 적절하여 능선분석을 하여 본 결과, 관능적 향미에 대한 가장 높은 관능평점을 나타내는 침지 및 볶음조건인 threonine 농도 1.39%에서 침지한 후 건조하여 136.44°C에서 29.05분 볶음처리하는 조건에서 멀어질수록 향미에 대한 관능평점이 떨어져, 관능적 향미가 가장 낮은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.51%에서 침지한 후 건조하여 152.02°C에서

30.05분 볶음처리하는 것으로 나타났다(Table 4). 전반적인 향미에 대한 4차원 반응표면은 향기에 대한 반응표면과 유사한 경향을 나타내었으며, 이와 같이 향미에 영향을 미치는 것은 맛성분보다는 향기 성분이 전반적인 향미에 주로 관여한 것으로 여겨진다. 이러한 구수한 향미의 발현은 threonine과 sucrose가 크게 관여하는 것을 볼 수 있었으며(11), threonine과 sucrose가 대표적인 볶음 기호식품인 커피, 등글레, 치커리 등에 많이 들어 있어 구수한 향미를 발현하는 원인성분(11-13)임을 알 수 있었다. 따라서 본 연구는 등글레, 도라지, 인삼 등과 같은 건강식품의 기능성과 기호성을 높여 제품의 품질을 높이고 새로운 기호성 식품을 개발하기 위한 모델을 제시하고자 하였다.

### 요 약

반응표면분석법에 의해 도라지의 구수한 향미발현을 유도하고자 도라지의 threonine과 sucrose 용액 침지 및 볶음조건을 최적화하고 도라지차의 관능적 향미 변화를 모니터링하였다. 침지 및 볶음과정에서 threonine 농도, 볶음온도 및 볶음시간을 달리하면서 관능적 특성에 대한 회귀식의  $R^2$ 는 모두 0.86 이상으로 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 관능적 특성으로서 향기에 대한 최적 관능조건은 threonine 농도 1.64%, 볶음온도 137.83°C 및 볶음시간 27.76분에서, 맛에 대한 최적 관능조건은 threonine 농도 1.46%, 볶음온도 136°C 및 볶음시간 25.19분에서, 전반적인 기호도에 대한 최적 관능조건은 threonine 농도 1.39%, 볶음온도 136.74°C 및 볶음시간 29.05분에서 그 관능점수가 가장 높았다. 이상의 결과를 바탕으로 도라지차의 제조 최적 조건법은 threonine 농도 1.40~1.64%, 볶음온도 136.10~137.90°C 및 볶음시간 25.19~29.00분으로 나타났다.

### 문 헌

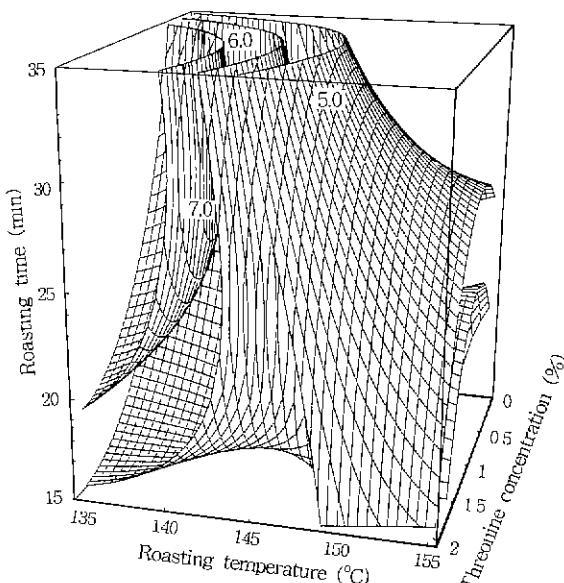


Fig. 3. Response surface for sensory scores in overall flavour of roasted *Platycodon grandiflorum* at constant values (sensory score : 5.0, 6.0, 7.0) as a function of threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time in roasting of *Platycodon grandiflorum*.

- Lee, S.I. : *Botany* (in Korean). Suseowon, Seoul, Korea, p.329-330 (1981)
- Lee, C.B. : *A pictorial book of the Korean flora* (in Korean). Hyangmunsa, Seoul, Korea, p.725-726 (1980)
- Chung, J.H., Shin, P.G., Ryu, J.C., Jang, D.S. and Cho, S.H. : Chemical composition of *Platycodon grandiflorus* (jacquin) A De Candolle (in Korean). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, 40, 148-151 (1997)
- Lee, S.J. : *A botanical list* (in Korean). Gomunsa, Seoul, Korea, p.412-413 (1978)
- Lee, E.B. : Pharmacological studies on "Platycodi radix" *Kor. J. Pharmacog.*, 5, 49-60 (1974)
- Park, M.H., Lee, Y.J., Hwang, S.W., Han, J.P. and Bae, M.J. : Effect of *Platycodi radix* saponin on serum, liver, and fecal lipids content in rats fed on high fat diet (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 23, 568-573 (1994)

7. Lee, J.Y., Hwang, W.I. and Lim, S.T. : Effects of *Platycodon grandiflorum* DC extract on the growth of cancer cell lines (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 13-21 (1998)
8. Chung, T.Y., Kim, J.L., Hayase, F. and Kata, H. : Flavor components in the bellflower roots. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **16**, 136-146 (1987)
9. 박무현, 박용곤, 한대석, 강윤환, 진재순, 김석중. 석문식 도라지를 이용한 기능성식품의 개발 한국식품개발연구원 연구보고서 (1993)
10. Lee, G.D., Jeong, Y.J., Park, N.Y. and Kwon, J.H. : Monitoring for the color formation of a *doraji* tea by soaking of threonine and sucrose solution and roasting (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 938-944 (1999)
11. Kwon, J.H., Ryu, K.C. and Lee, G.D. : Dynamic changes in browning reaction substrates of *Polygonatum odoratum* roots during roasting (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 80-86 (1998)
- Food Sci. Nutr., **26**, 654-661 (1997)
12. Baltes, W. and Bochmann, G. : Model reactions on roast aroma formation, the reaction of serine and threonine with sucrose. Amino-Carbonyl Reactions in Food and Biological Systems. Proceeding of the 3rd Intl. Sym. on the Maillard Reaction, Susono, Shizuoka, Japan, p.254-255 (1985)
13. Choi, M.K. : A study on the ingredients of chicory harvested in Korea and coffee (in Korean). Ph.D. Thesis, Hanyang Univ., Korea (1989)
14. Motycka, R.R., Devor, R.E. and Bechtel, P.J. : Response surface methodology. *J. Food Sci.*, **57**, 190-196 (1992)
15. Kim, M.B., Kim, D.K., Lee, G.D. and Kwon, J.H. : Optimization of roasting conditions of *Polygonatum sibiricum* roots by a pressure roaster (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 80-86 (1998)

(2000년 3월 16일 접수)