

Threonine과 Sucrose 용액에 침지 및 볶음에 의한 도라지차의 색상 발현 모니터링

이기동 · 정용진 · 박난영* · 권중호*
경북과학대학 전통발효식품과, *경북대학교 식품공학과

Monitoring for the Color Formation of a *Doraji* Tea by Soaking of Threonine and Sucrose Solution and Roasting

Gee-Dong Lee, Yong-Jin Jeong, Nan-Young Park* and Joong-Ho Kwon*

Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science

*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

Response surface methodology (RSM) was used for monitoring the changes of Hunter's color and organoleptic colors of roasted *doraji* tea with variations in threonine concentration of soaking solution and roasting condition. In soaking and roasting processes based on the central composite design with variations in threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time, coefficients of determinations (R^2) of the models were above 0.87 ($p < 0.05$) in Hunter's color parameters and organoleptic color. Hunter's color L value of roasted *doraji* tea was maximized in 0.09% threonine concentration of soaking solution, 142.37°C and 21.94 min in roasting condition. Hunter's color a value of roasted *doraji* tea was maximized in 1.24% threonine concentration of soaking solution, 154.01°C and 28.59 min in roasting condition, minimized in 1.67% threonine concentration of soaking solution, 137.61°C and 24.62 min in roasting condition. Hunter's color b value of roasted *doraji* tea was maximized in 1.10% threonine concentration of soaking solution, 154.72°C and 27.12 min in roasting condition. The maximum quality of organoleptic color of roasted *doraji* tea was soaked in 1.25% threonine concentration, and roasted at 141.81°C for 34.14 min.

Key words: color formation, roasted *doraji* tea, organoleptic color, monitoring, RSM

서 론

도라지 (*Platycodon grandiflorum* DC)는 우리나라에서 식용 및 약용으로 재배되는 초롱꽃과에 속하는 다년생 식물로서 높이 40~100 cm이고 뿌리가 큰 우엉모양으로 굵으며 원줄기를 자르면 백색 유액이 나온다⁽¹⁾. 도라지는 국내에서 크게 소비되고 있으나 값싼 중국도라지의 수입으로 국내산 도라지의 판매가 어려워지고 있으며, 국내산 도라지의 소비확대와 부가가치를 높이기 위해 고급 기술을 이용한 가공방법개발이 절실히 요구되고 있다. 도라지에 대한 연구로는 정 등⁽²⁾이 도라지의 일반성분에 대한 연구에서 일반성분, 무기질 함량, 유리 아미노산 및 유리지방산을 분석하여 연근별로 비교하여 보고하였다. 도라지는 한방에서 거담,

배농, 편도선염, 최유, 진해약 등으로 사용되며⁽¹⁻⁴⁾, 최근 약리활성에 대한 연구결과로 항염증 및 항괴양 작용, 위액분비 억제작용, 중추신경 억제작용, 혈압강화 작용, 용혈 작용, 항보체 활성화 등이 밝혀지고 있다⁽⁵⁾. 또한 도라지에 대한 약리학적 연구에서 도라지를 경구 및 복강내 투여로 쥐의 Erich 종양에 대하여 종양증식 억제작용을 나타내었고 도라지를 mitomycin C와 같이 투여하면 Erich 종양에 대하여 종양증식 억제작용이 있다고 보고된 바 있다^(6,7).

산업사회의 발달로 기호성이 우수한 고품질의 차류에 대한 관심이 증가되고 있으며 식용으로 가능하고 건강식품으로서의 기능을 가지고 있는 도라지를 이용하여 기호성과 기능성을 높이기 위한 색상 및 향기성분의 발현기술이 필요한 실정이다. 그러므로 커피콩이나 둥글레와 같은 볶음차에서 주요한 갈변물질과 향기 성분 생성에 관여하는 threonine과 sucrose 용액에 도라지를 침지함으로써 기호성이 높은 차류를 개발할 수

Corresponding author: Gee-Dong Lee, Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Kisanmyun San159, Chilok, Kyongbuk 718-850, Korea

있을 것이다⁽⁸⁾.

따라서 본 연구에서는 도라지의 색상발현을 위하여 중심합성계획에 의한 반응표면분석법으로 도라지의 threonine과 sucrose 용액 침지 및 볶음조건에 따른 도라지차의 색도 및 관능적 색상변화를 모니터링 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 도라지의 뿌리는 경북 칠곡 농가에서 채취하여 시료로 사용하였다. 도라지 시료의 전처리는 수확 후 뿌리를 1.5 mm로 세절하여 50°C 열풍 건조기에서 8시간 이상 건조하였다.

침지 및 볶음

도라지는 고온에서 볶음처리하여도 색상과 향이 발현되지 않는 특성을 가지고 있어 도라지를 아미노산과 당 용액에 침지함으로써 기호성이 우수한 색상과 향기를 발현할 수 있을 것이다. 따라서 갈색과 구수한 향의 발현을 위해 건조도라지를 threonine과 sucrose 용액에 침지하고자 하였다. 도라지의 침지는 건조한 도라지를 50°C의 0.0~2.0% threonine/10% sucrose 용액에서 1시간 동안 침지한 후 40°C에서 12시간 건조하였다. 볶음방법은 원통형 회전식 볶음장치(원적외선 볶음기 THR-020, 태환자동화산업, 서울, 한국)에서 회전속도를 25 rpm으로 조절한 후 가열온도와 시간을 조절하면서 볶음처리하였다.

실험계획

볶음조건의 최적화를 위한 실험계획은 중심합성계획법^(9,10)에 의하여 설계하였고, 반응표면 회귀분석을 위해서는 SAS 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 하여 실험계획은 Table 1에 나타내었다. 도라지차의 기계적 색도에 대한 종속변수로는 Hunter's color values 및 관능적 색상으로 각각 나타내었다.

기계적 색도 측정

침지 및 볶음 도라지 분말시료에 대한 기계적 색도 측정은 색도계(model CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter's color L(백색도), a(적색도), b(황색도) 및 ΔE(색차) 값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내

었다. 이 때 사용된 표준 백판(standard plate)의 L, a 및 b 값은 각각 94.8, -1.40 및 2.61이었다.

관능적 색상 평가

각 조건별로 볶음 시료에 대하여 관능적 색상을 평가하기 위하여 경북과학대학 전통식품연구소 연구원 중에서 본 실험에 흥미가 있고 차이 식별 능력을 갖춘 10명을 관능검사 요원으로 선정하여 이들에게 도라지차의 색상에 대한 평가하는 요령을 훈련시킨 뒤 불완전블럭 실험계획법⁽⁹⁾에 따라 관능평가를 실시하였다. 평가시료의 조제는 볶음 도라지차 5 g를 90°C 열수 500 mL에서 1시간 동안 추출하여 50°C에서 9점 채점법^(11,12)(1: 매우 좋지 않다/very poor, 3: 좋지 않다/poor, 5: 보통이다/fair, 7: 좋다/good, 9: 매우 좋다/very good)에 의해 실시하였다.

결과 및 고찰

기계적 색도의 변화

도라지의 침지 및 볶음처리에 따른 기계적 색도 변화를 알아보기 위하여 Fig. 1과 같이 Hunter' color L, a, b 및 ΔE 값에 대한 반응표면을 나타내었다. Table 1과 같이 16개의 서로 다른 조건에서 침지 및 볶음처리하였을 경우 침지 및 볶음조건에 따른 Hunter color parameter들의 반응표면 회귀식은 Table 2에 나타내었

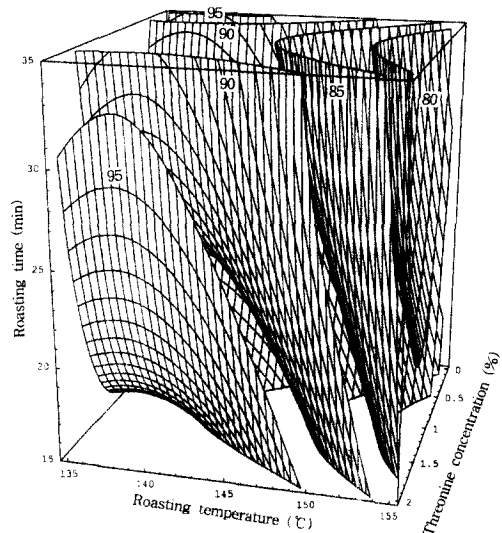


Fig. 1. Response surface for Hunter's color L value of roasted *doraji* at constant values (L value: 80, 85, 90, 95) as a function of threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time in roasting of *doraji*.

Table 1. Experimental data on Hunter's and organoleptic color of roasted *doraji* under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Color formation conditions ¹⁾			Hunter's color values				Organoleptic color
Threonine conc. (%)	Roasting temp. (°C)	Roasting time (min)	L	a	b	ΔE	
1.5 (1)	150 (1)	30 (1)	82.56	3.41	55.17	65.97	6.00
1.5 (1)	150 (1)	20 (-1)	84.30	1.63	47.87	50.37	5.50
1.5 (1)	140 (-1)	30 (1)	88.59	-0.69	35.44	37.21	6.50
1.5 (1)	140 (-1)	20 (-1)	90.69	-1.77	28.17	29.69	6.00
0.5 (-1)	150 (1)	30 (1)	84.23	1.85	40.57	55.21	6.30
0.5 (-1)	150 (1)	20 (-1)	86.66	-0.76	33.87	36.37	6.50
0.5 (-1)	140 (-1)	30 (1)	90.45	-1.50	26.19	27.94	6.16
0.5 (-1)	140 (-1)	20 (-1)	90.00	-1.20	13.16	14.54	5.50
1.0 (0)	145 (0)	25 (0)	93.67	-1.00	32.67	34.75	5.50
1.0 (0)	145 (0)	25 (0)	89.40	-1.08	32.61	34.29	5.66
0.0 (-2)	145 (0)	25 (0)	98.13	-0.16	2.06	2.78	6.66
2.0 (2)	145 (0)	25 (0)	97.51	-0.81	6.96	7.43	6.00
1.0 (0)	135 (-2)	25 (0)	91.75	-1.63	25.32	26.66	6.16
1.0 (0)	155 (2)	25 (0)	79.53	4.84	58.08	61.74	5.16
1.0 (0)	145 (0)	15 (-2)	96.02	-1.33	12.18	12.91	6.00
1.0 (0)	145 (0)	35 (2)	85.40		45.24	47.51	7.33
	Control		98.63	-0.54	3.90	4.23	5.00

¹⁾The number of experimental conditions by central composite design.

다. 기계적 색도 측정에서 백색도 (L value)에 대한 회귀식의 R²는 0.8705이었고 5% 수준에서 유의성이 인정되었다(Table 2). 반응표면분석에서 모수추정에 의하여 백색도에 영향을 미치는 각 독립변수에 대한 종합검정 결과, 침지 및 볶음조건의 영향은 볶음온도가 주로 영향을 미치고 있었으며, 다음으로 threonine 침지농도, 볶음시간의 순이었다(Table 3). 백색도에 대한 반응표면은 threonine의 농도가 높거나 낮을 경우에 높게 나타났으며, 볶음온도가 증가할수록 증가하는 경향이 있었다(Fig. 1). 이러한 경향은 threonine과 sucrose 함량이 높은 등골레 볶음의 경우 볶음온도의 영향을 주로 받았으며, 볶음온도가 증가함에 따라 백색도가 급

격히 감소한다고 보고⁽¹¹⁾된 바와 일치하였다. 백색도가 가장 높은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 0.09%에서 침지한 후 건조하여 142.37°C에서 21.94분 볶음처리하는 것으로 나타났고, 가장 낮은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.02%에서 침지한 후 건조하여 154.80°C에서 26.96분 볶음처리하는 것으로 나타났다 (Table 4).

적색도(a value)에 대한 회귀식의 R²는 0.9516이었고 유의성은 1% 수준에서 인정되었으며(Table 2), 적색도에 영향을 미치는 각 독립변수에 대한 종합검정 결과, 볶음온도의 영향을 크게 받고 있었으며, 다음은 볶음시간의 영향을 다소 받았고 threonine 침지농도의 영향

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

Responses	Polynomial equation ¹⁾	R ²	Significance
Hunter's color L value	$Y_1 = -616.748750 - 26.760000X_1 + 10.939250X_2 - 1.915750X_3 + 8.120000X_1^2 + 0.047000X_1X_2 - 0.040600X_2^2 + 0.097000X_1X_3 + 0.006400X_2X_3 + 0.010100X_3^2$	0.8705	0.0408
Hunter's color a value	$Y_2 = 606.808125 - 28.333750X_1 - 8.004375X_2 - 2.957125X_3 + 0.555000X_1^2 + 0.185500X_1X_2 + 0.026450X_2^2 + 0.027500X_1X_3 + 0.018050X_2X_3 + 0.008700X_3^2$	0.9516	0.0027
Hunter's color b value	$Y_3 = 1506.686250 + 39.077500X_1 - 23.953000X_2 + 8.045750X_3 - 28.130000X_1^2 + 0.217000X_1X_2 + 0.090600X_2^2 - 0.258000X_1X_3 - 0.031500X_2X_3 - 0.039300X_3^2$	0.8883	0.0276
Hunter's color ΔE value	$Y_4 = 1868.415625 + 75.395000X_1 - 27.206250X_2 - 5.554000X_3 - 29.575000X_1^2 + 0.017000X_1X_2 + 0.095200X_2^2 - 0.456000X_1X_3 + 0.067600X_2X_3 - 0.044700X_3^2$	0.8766	0.0360
Organoleptic color	$Y_5 = 1.809375 + 13.117500X_1 - 0.040750X_2 + 0.105500X_3 + 0.750000X_1^2 - 0.107000X_1X_2 + 0.000800X_2^2 + 0.027000X_1X_3 - 0.004300X_2X_3 + 0.010850X_3^2$	0.8790	0.0330

¹⁾X₁: threonine concentration (%), X₂: roasting temperature (°C), X₃: roasting time (min)

Table 3. A composite verification on the independent variables in modular estimation of response surface analysis for the Hunter's and organoleptic colors in roasting of *doraji*

Color formation conditions	F-Ratio				
	Hunter's color values				Organoleptic color
	L	a	b	ΔE	
Threonine conc. (%)	1.947	1.403	3.429*	2.510	3.893*
Roasting temp. (°C)	4.648**	25.492***	4.326*	4.322*	2.523
Roasting time (min)	1.631	4.573**	2.152	2.337	6.728**

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

Table 4. Predicted levels of maximum and minimum conditions for the Hunter's and organoleptic color in water extracts from roasted *doraji* by the ridge analysis

Color formation conditions	Hunter's color values								Organoleptic color	
	L		a		b		ΔE		color	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Threonine conc. (%)	1.02	0.09	1.67	1.24	0.058	1.10	0.073	1.05	1.52	1.25
Roasting temp. (°C)	154.80	142.37	137.61	154.01	143.03	154.72	142.85	154.16	153.48	141.80
Roasting time (min)	26.96	21.94	24.62	28.59	22.26	27.12	21.92	28.99	23.99	34.14
Morphology	Saddle point		Minimum		Saddle point		Saddle point		Saddle point	

은 아주 미약하였다(Table 3). 적색도에 대한 반응표면은 볶음온도가 증가할수록 급격히 증가하는 경향을 나타내어 높은 온도에서 갈변이 심하게 일어남을 알 수 있었다(Fig. 2). 이러한 결과는 둥굴레 및 치커리의 경우와는 상이한 결과로서 둥굴레 및 치커리 볶음의 경

우에는 온도와 시간이 경과함에 따라 적색도가 급격히 증가하다가 다시 감소하는 경향을 나타내었다^(11,13). 적색도가 가장 높은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.24%에서 침지한 후 건조하여 154.01°C에서 28.59분 볶음처리하는 것으로 나타났고, 가장 낮은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.67%에서 침지한 후 건조하여 137.61°C에서 24.62분 볶음처리하는 것으로 나타났

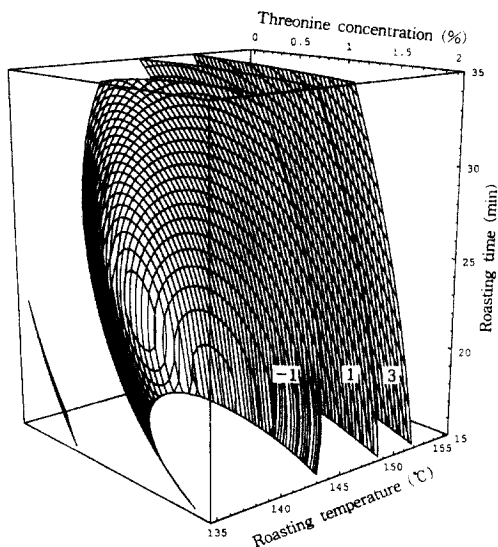


Fig. 2. Response surface for Hunter's color a value of roasted *doraji* at constant values (a value : -1, 1, 3) as a function of threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time in roasting of *doraji*.

다(Table 4). 황색도(b value)에 대한 회귀식의 R^2 는 0.8883이었고 유의성은 5% 수준에서 인정되었으며(Table 2), 모수추정에 의하여 황색도에 영향을 미치는 각 독립변수에 대한 종합검정 결과, 침지 및 볶음온도의 영향은 threonine 침지농도 및 볶음온도와 시간에서 큰 차이는 없었으나 볶음온도가 높고 다음으로 threonine 농도, 볶음시간의 순이었다(Table 3). 황색도에 대한 반응표면은 백색도와 거의 유사한 경향이었으며 threonine의 농도가 높거나 낮은 조건에서 침지한 경우에 높게 나타났으며, 볶음온도가 낮고 볶음시간이 짧을수록 높은 경향이 있었다(Fig. 3). 이러한 경향은 둥굴레 및 치커리의 볶음의 경우와 유사한 결과였다⁽¹³⁾. 황색도가 가장 높은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.10%에서 침지한 후 건조하여 154.72°C에서 27.12분 볶음처리하는 것으로 나타났고, 가장 낮은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 0.06%에서 침지한 후 건조하여 143.03°C에서 22.26분 볶음처리하는 것으로 나타났

다(Table 4). 전반적인 색차를 나타내는 ΔE 값(표준백판에 대한

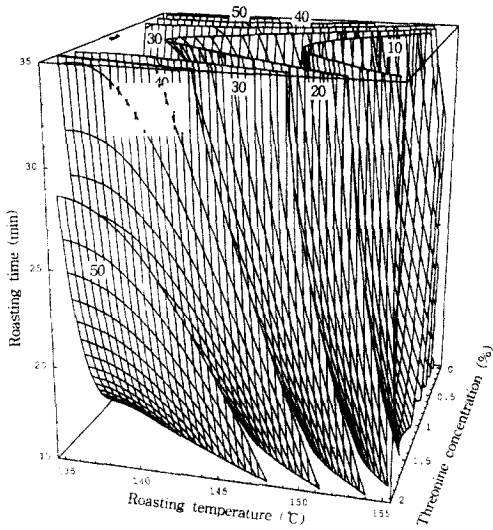


Fig. 3. Response surface for Hunter's color b value of roasted *doraji* at constant values (b value: 10, 20, 30, 40, 50) as a function of threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time in roasting of *doraji*.

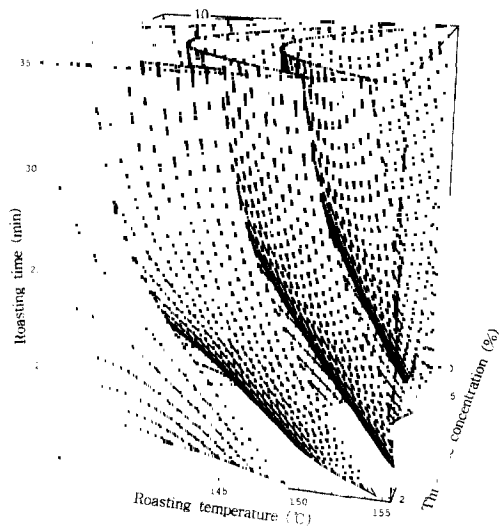


Fig. 4. Response surface for Hunter's color ΔE value of roasted *doraji* at constant values (ΔE value: 10, 25, 40, 55) as a function of threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time in roasting of *doraji*.

상대적 차이)에 대한 회귀식의 R^2 는 0.8766이었고 유의성은 역시 5% 수준에서 인정되었으며(Table 2). 반응표면분석에서 모수추정에 의하여 ΔE 에 영향을 미치는 각 독립변수에 대한 종합검정 결과, 침지 및 볶음 온도의 영향은 볶음온도의 영향을 다소 높게 받고 있었으며, 볶음시간과 threonine 농도는 거의 차이 없이 비슷한 영향력을 나타내었다(Table 3). 그러나 ΔE 에 대한 반응표면은 백색도 및 황색도와는 정반대의 경향으로 threonine 침지농도가 2% 부근에서 볶음온도가 높을수록 증가하여 155°C에서 가장 높은 수치를 나타내었다(Table 4). 볶음시간 또한 높을수록 ΔE 가 높게 나타났다(Fig. 4). 반응표면에서 볼 수 있듯이 볶음온도가 증가하고 볶음시간이 길어짐에 따라 시료는 갈색으로 변하면서 높은 ΔE 값을 나타내었으며, threonine의 농도가 1% 부근에서 가장 높게 나타났다. 이상의 결과로부터 threonine 침지 및 볶음조건의 변화에 따른 색도의 변화를 모니터링 할 수 있었는데, 적색도는 온도의 영향을 주로 받아 온도가 증가할수록 증가하고 threonine의 농도의 증가에 영향을 받지 않았다. 그러나 백색도와 황색도 그리고 갈색도를 나타내는 ΔE 는 거의 유사한 반응표면을 나타내어 볶음초기에서 시료의 백색도와 황색도는 높게 나타나다가 더욱 온도가 증가하고 시간이 경과하면서 백색도와 황색도는 상대적으로 떨어지고 적색도와 갈색도가 증가하기 시작하는 것을 볼 수 있었다.

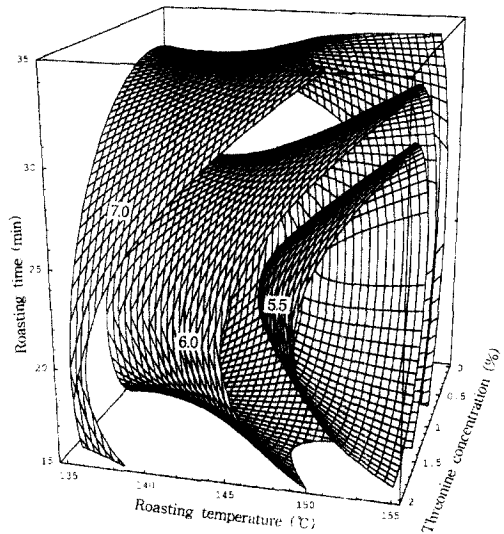


Fig. 5. Response surface for sensory scores in color of roasted *doraji* at constant values (sensory score: 5.5, 6.0, 7.0) as a function of threonine concentration of soaking solution, roasting temperature and roasting time in roasting of *doraji*.

관능적 색상의 변화

도라지를 threonine 용액에 침지 및 볶음처리한 경우 관능적 품질로서 색상에 대한 관능평점은 Table 1과 같으며, 반응표면 회귀식은 Table 2와 같다. 관능적 품질로서 색상에 대한 회귀식의 R^2 는 0.8790이었고 유의

성은 5% 수준에서 인정되었다. 관능적 색상에 대한 침지 및 볶음온도의 영향은 볶음시간의 영향이 가장 높았으며, 다음으로 볶음온도, threonine 침지농도의 순으로 나타났다. 이러한 경향은 Hunter's color에서 나타나는 침지 및 볶음조건의 영향과는 상반되는 결과로서 관능적으로 인식하는 색상과 기계적인 색상의 변화와는 일치하지 않는 것을 볼 수 있었다(Table 3). 관능적 색상에 대한 반응표면에서 threonine의 농도가 1% 이상으로 높고 볶음온도가 145°C 이상에서 침지 및 볶음처리된 도라지차는 그 색상에 대하여 선호하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 조건은 백색도와 황색도가 낮고 적색도와 갈색도가 높은 도라지차를 생성하는 침지 및 볶음조건으로서 도라지차에 대한 사람들의 인식이 진한 갈색보다는 황색에 가까운 연한 색상을 더 선호하는 것을 알 수 있었다. 관능적 색상에 대한 선호도는 threonine 침지농도가 높고 볶음온도가 낮거나 threonine 침지농도가 낮고 볶음온도가 높은 조건에서 제조된 도라지차에서 선호도가 높게 나타났으며, threonine 농도가 낮고 볶음온도가 낮은 조건에서 30분 이상 시간이 경과한 볶음조건에서 또한 높은 선호도를 나타내었다. 둥굴레의 볶음에 따른 관능적 색상은 둥굴레의 볶음 중 적색도의 변화와 유사한 경향으로 적색도가 높을수록 증가하는 경향이었으나⁽¹¹⁾ 도라지차의 경우에는 관능적으로 선호하는 경향이 둥굴레차에 대한 선호도와는 다를 수 있었으며, 도라지차의 제조에서 선호되는 도라지차의 제조조건은 백색도와 황색도가 높은 조건과 일치하는 것은 아니었으나 백색도와 황색도가 높게 나타나는 조건에서 대체로 기호도가 우수한 도라지차가 만들어지는 것을 알 수 있었다.

중심합성 실험계획에 의해 침지 및 볶음조건을 달리 하면서 제조한 도라지차에 대하여 반응변수에 해당하는 품질인자로서 관능적인 색상의 변화에서 정상점은 안장점(saddle point)을 나타내었다. 그러므로 능선분석을 하여 최적점을 구한 다음 그 결과는 Table 4에 나타내었다. 이상의 반응표면분석 결과에서 관능적 색상을 극대화할 수 있는 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.25%에서 침지한 후 건조하여 142.80°C에서 34.14분 볶음처리하는 것으로 나타났다. 관능적 색상이 가장 낮은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.52%에서 침지한 후 건조하여 153.48°C에서 23.99분 볶음처리하는 것으로 나타났다.

요 약

도라지의 색상발현을 위하여 반응표면분석법으로

도라지의 threonine 침지농도 및 볶음조건에 따른 도라지차의 기계적 색도 및 관능적 색상 변화를 모니터링 하였다. 기계적 색도와 관능적 색상에 대한 회귀식의 R²는 모두 0.87 이상으로 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 백색도가 가장 높은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 0.09%에서 침지한 후 건조하여 142.37°C에서 21.94분 볶음처리하는 것으로 나타났다. 적색도가 가장 높은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.24%에서 침지한 후 건조하여 154.01°C에서 28.59분 볶음처리하는 것으로 나타났고, 가장 낮은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.67%에서 침지한 후 건조하여 137.61°C에서 24.62분 볶음처리하는 것으로 나타났다. 황색도가 가장 높은 침지 및 볶음조건은 threonine 농도 1.10%에서 침지한 후 건조하여 154.72°C에서 27.12분 볶음처리하는 것으로 나타났다. 관능적 특성으로서 도라지차의 색상에 대한 관능평점은 threonine 농도 1.25%, 볶음온도 141.81°C 및 볶음시간 34.14분에서 가장 높았다.

문 헌

1. Lee, S.I. Botany. Suseowon, Seoul, Korea (1981)
2. 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. J. Korean Agric. Chem. Soc. 40: 148-151 (1997)
3. Lee, C.B. A Pictorial Book of the Korean Flora. Hyangmunsa, Seoul, Korea (1980)
4. Lee, S.J. A botanical list. Gomunsa, Seoul, Korea (1978)
5. Lee, E.B. Pharmacological Studies on *Platycodi Radix* Kor. J. Pharmacog. 5: 49-60 (1974)
6. Nagao, T., Matsuda, H. and Nakata, K. Immune pharmacological studies on platycodi radix (2): Antitumor activity of inulin from platycodi radix. Shoyakugaku Zasshi 40: 375-382 (1986)
7. Kubo, M., Nagao, T. and Matsuda, H. Immune pharmacological studies on platycodi radix (1): Effect on the phagocytosis on the mouse. Shoyakugaku Zasshi 40: 367-374 (1986)
8. Baltes, W. and Bochmann, G. Model reactions on roast aroma formation, the reaction of serine and threonine with sucrose. In: Amino-Carbonyl Reactions in Food and Biological Systems. Proceeding of the 3rd Intl., Sym. on the Maillard Reaction, Susono, Shizuoka, Japan (1985)
9. Park, S.H. Modern Experimental Design. Minyoungsa, Seoul, Korea (1991)
10. Lee, G.D., Kim, J.S. and Kwon, J.H. Monitoring of dynamic changes in Maillard reaction substrates by response surface methodology. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 212-219 (1996)

11. Lee, G.D., Kim, H.G., Kim, J.G. and Kwon, J.H. Optimization for the preparation conditions of instant rice gruel using oyster mushroom and brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 737-744 (1997)
 12. 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. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 80-86 (1998)
 13. Hong, M.J., Lee, G.D., Kim, H.G. and Kwon, J.H. Changes in browning characteristics of *Chicory* roots by roasting processes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 591-595 (1998)
-
- (1999년 1월 8일 접수)