

등굴레의 볶음처리에 따른 차의 색도 변화와 관능적 특성의 최적화

류기철 · 정형욱 · 이기동 · 권중호[†]

경북대학교 식품공학과

Color Changes and Optimization of Organoleptic Properties of Roasted *Polygonatum odoratum* Tea

Ki-Cheoul Ryu, Hyung-Wook Chung, Gee-Dong Lee and Joong-Ho Kwon[†]

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

Abstract

Response surface methodology(RSM) was applied in roasting processes of *Polygonatum odoratum* roots in order to monitor Hunter color parameters and to optimize organoleptic properties of the tea. In roasting processes based on the central composite design with variations in roasting temperature (110~190°C) and roasting time(15~75min), coefficients of determinations(R^2) of the models were above 0.9827($p < 0.01$) in Hunter color parameters and above 0.7748 in organoleptic properties. Hunter color L and ΔE values of the powdered samples decreased with the roasting processes, whereas Hunter color a and b values increased up to around 59min at 136°C and thereafter showed a decreased tendency. Organoleptic qualities on color, taste and aroma of *Polygonatum odoratum* tea were improved along with roasting processes, thereby estimating the optimum roasting conditions by RSM for the maximized qualities of organoleptic properties as a range from 127°C to 135°C and from 60min to 66 min. Hunter color a value(redness) was found to generate a similar response surface to that of organoleptic properties, showing the possibility of quality index in roasting processes of *Polygonatum odoratum* roots.

Key words: *Polygonatum odoratum* tea, roasting, optimum sensory properties, RSM

서론

최근 WTO 체제가 출범하면서 농산물 수입이 개방되고, 각종 수입식품의 소비가 증대됨에 따라 우리 농업이 어려움을 맞이하게 되었다. 이에 농산물의 수입증가에 따른 파급영향을 극복하고 농촌의 소득증대에 이바지하고자 우리의 전통 자원의 고부가가치를 위한 보다 구체적이고 체계적인 연구가 요청되고 있다.

우리나라는 지리학적으로 식물들의 성장에 적당한 환경이어서 지역별로 독특한 유용 식물들이 분포하고 있으며, 예로부터 민간에서는 이들을 약용 및 식용으로 이용하여 왔다. 이 중에서도 등굴레속 식물(*Polygonatum*)은 백합과의 다년초로서 북반구 온대에 널리 분포하며, 영명으로는 solomon's seal이라고 하고, 한명(漢名)으로는 감야노(甘野老), 옥죽(玉竹), 황정(黃精) 등으로 명명되고 있다(1). 등굴레의 근경에는 약 68%의 전분과

convallamarin, convallarin, neoprazerigenin A, polygonatin 등의 약리성분이 들어 있어 한방에서는 혈압강하, 강심작용, 자양, 진해 등의 질병 예방과 치료에 사용하여 왔다(2). 이처럼 한방으로만 전래되던 등굴레의 효능이 점차 알려지면서 최근에는 여러 측면에서 생리화학적 연구가 활발히 추진되고 있다. 김과 이(3)는 왕등굴레가 현저한 혈당강하 작용으로 자원식물로서의 가치가 크다고 보고하였고, 임과 김(4)도 당뇨 유발 흰쥐에 대한 혈당강하 효과를 보고하였다. 그러나 등굴레의 가공에 대한 연구로는 임(5)이 등굴레 근경의 증자처리 유무에 따른 이화학적 특성에 대한 고찰이 보고되었다.

이와같이 등굴레 근경의 약리적 효능이 점차 밝혀짐에 따라 전통 가공식품으로의 연구개발이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 야생에서 채취된 등굴레 근경을 실험계획에 따라 볶음처리하면서 기계적 색도

[†]To whom all correspondence should be addressed

와 관능적 품질의 변화를 반응표면분석에 의해 해석하고, 관능적 특성에 대한 최적 볶음조건을 예측하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var *pluriflorum* Ohwi) 근경(根莖)은 경남 함양군 일대의 야생 둥굴레로서, 증자 후 말린 상태로 함양약초시험장을 통하여 구입하였다.

볶음조건의 실험계획

볶음조건의 최적화를 위한 실험계획은 중심합성계획법(6)에 의하여 설계하였고, 반응표면 회귀분석을 위해서는 SAS(statistical analysis system) program을 사용하였다. 중심합성계획에서 독립변수(X_n)는 볶음온도(X_1) 및 볶음시간(X_2)이며, 실험계획은 -2, -1, 0, 1, 2등 다섯단계로 부호화하여 실험값을 Table 1에 나타내었다. 둥굴레차의 관능적 품질에 관련된 종속변수(Y_n)로는 색상(color, Y_1), 맛(taste, Y_2) 및 향(aroma, Y_3)의 관능평점으로, 기계적 색도에 대한 종속변수 Y_n 로는 Hunter color values(L, a, b, ΔE)으로 각각 나타내었다. 이때 두가지의 볶음조건에 따른 2차 회귀모형식은 식 (1)과 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 Y는 볶음 둥굴레의 색도와 관능적 특성, X_1 및 X_2 는 볶음조건, b_0 는 절편, b_n 은 회귀계수이다.

볶음처리

볶음용 시료는 0.5cm³ 정도의 크기로 절단하였으며, 볶음장치는 열풍오븐(mechanical convection oven: Model C-DMS)을 개조하여 류 등(7)의 방법에 따라 볶음처리 하였다.

기계적 색도 측정

볶은 둥굴레 분말시료에 대한 기계적 색도 측정값은 co-

lor/color difference meter(Minolta, model CR-200, Japan)를 사용하여 Hunter color L(백색도), a(적색도), b(황색도) 및 ΔE (색차) 값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준 백판(standard plate)의 L, a 및 b 값은 각각 96.8, -1.44 및 2.63이었다.

관능적 품질평가

각 조건별로 볶은 시료에 대하여 관능적 품질을 평가하기 위하여 경북대학교 식품공학과 대학원생 중에서 본 실험에 흥미가 있고 차이 식별능력을 갖춘 11명의 남녀 학생을 관능검사 요원으로 선정하여 이들에게 둥굴레차의 색상, 맛 및 향에 대한 평가요령을 훈련시킨 뒤 관능평가를 실시하였다. 평가시료의 조제는 예비실험을 거쳐 기호도가 가장 양호한 조건으로서, 볶은 둥굴레 5g을 1.5L 열수에 넣어 약 20분간 추출한 다음 여과하여 50°C 부근에서 6점 채점법(8)에 의해 실시하였다(1: 매우 좋지 않다/very poor, 2: 좋지 않다/poor, 3: 보통이다/fair, 4: 좋다/good, 5: 매우 좋다/very good, 6: 대단히 좋다/excellent).

결과 및 고찰

볶음처리에 따른 기계적 색도의 변화

둥굴레 근경의 볶음처리에 따른 기계적 색도변화를 알아보기 위하여 Fig. 1과 같이 Hunter color L, a, b 및 ΔE 값에 대한 반응표면을 나타내었다. Table 2와 같은 10개의 서로 다른 조건에서 볶음처리하였을시 볶음조건인 볶음온도와 볶음시간에 따른 Hunter color parameter들의 반응표면 회귀식은 아래 식 (2)~(5)와 같다.

Table 2. Experimental data on Hunter color parameters under various roasting conditions of *Polygonatum odoratum* roots

Roasting conditions ¹⁾			Hunter color parameters			
Exp No.	Temp. (°C)	Time (min)	L	a	b	ΔE
1	170(1)	60(1)	41.42	3.82	6.00	56.11
2	170(1)	30(-1)	54.74	5.69	15.21	44.59
3	130(-1)	60(1)	59.15	6.40	18.61	41.77
4	130(-1)	30(-1)	69.89	4.71	20.80	33.19
5	150(0)	45(0)	55.81	6.39	16.83	44.20
6	150(0)	45(0)	55.51	5.97	15.74	44.06
7	190(2)	45(0)	41.55	1.81	2.62	55.42
8	110(-2)	45(0)	71.58	3.86	20.76	31.65
9	150(0)	75(2)	50.61	4.87	10.01	47.30
10	150(0)	15(-2)	70.69	4.29	21.46	32.84

¹⁾Numbers in parentheses are the coded symbols of roasting condition levels for central composite experimental

Table 1. Levels of roasting conditions in experimental design

X, Roasting conditions	Levels				
	-2	-1	0	1	2
X_1 Temperature(°C)	110	130	150	170	190
X_2 Time(min)	15	30	45	60	75

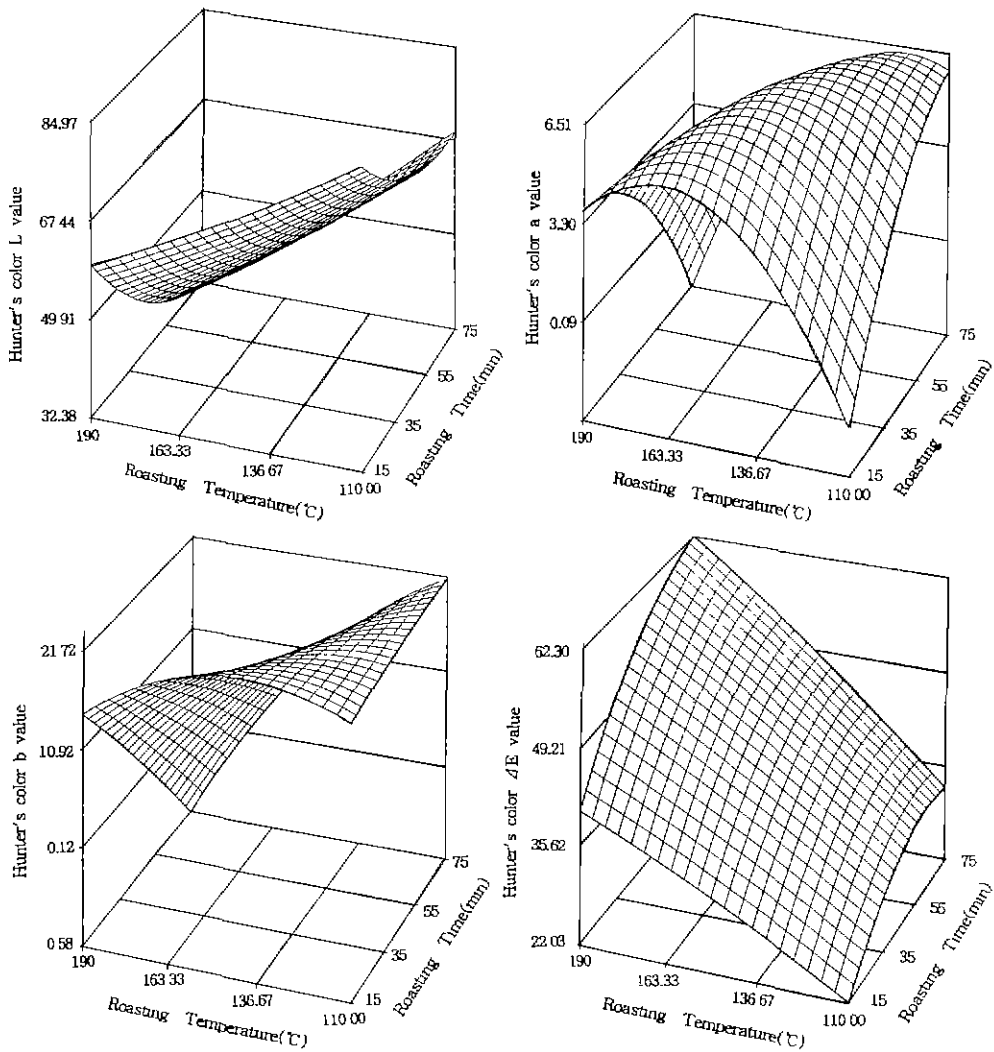


Fig. 1. Response surfaces for the effects of roasting temperature and time on Hunter's color L, a, b and ΔE value of *Polygonatum odoratum* roots.

$$Y_L = 141.5352 - 0.4989X_1 - 0.5234X_2 - 0.0024X_1X_2 - 0.0007X_1^2 - 0.0058X_2^2 \quad (2)$$

$$Y_a = -62.0909 + 0.7486X_1 + 0.6179X_2 - 0.0030X_1X_2 - 0.0021X_1^2 - 0.0018X_2^2 \quad (3)$$

$$Y_b = -47.0711 + 0.9062X_1 + 0.7464X_2 - 0.0059X_1X_2 - 0.0029X_1^2 - 0.0007X_2^2 \quad (4)$$

$$Y_{\Delta E} = -18.7694 + 0.3574X_1 + 0.3379X_2 - 0.0025X_1X_2 - 0.0005X_1^2 - 0.0048X_2^2 \quad (5)$$

기계적 색도 측정에서 백색도(L value)에 대한 회귀식(Y_L)의 결정계수(R^2)는 0.9940이었고 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 반응표면에서 알 수 있듯이(Fig.

1) 볶음온도가 낮고 볶음시간이 길어짐에 따라 L값은 낮아졌으며, 백색도는 볶음온도보다 볶음시간에 더 많은 영향을 받았다. 적색도(a value)에 대한 회귀식(Y_a)의 R^2 는 0.9827이었고 유의성은 1% 수준에서 인정되었으며, Fig. 1의 반응표면과 같이 150°C 이하의 볶음온도에서 볶음시간이 길어질수록 적색도는 증가하였다. 그러나 160°C, 55분 이상에서는 감소하는 반응표면을 나타내었다. 황색도(b value)에 대한 회귀식(Y_b)의 R^2 는 0.9983이었고 유의성은 1% 수준에서 인정되었으며, 반응표면에서 볶음온도 143°C, 볶음시간 16분 이하에서는 증가하였으나 그 이상의 볶음조건에서는 다시 감소

하였다. 또한 회귀식(4)과 같이 황색도는 볶음시간보다 볶음온도에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다.

전반적인 색차를 나타내는 ΔE값(표준백판에 대한 상대적 차이)에 대한 회귀식(Y_{ΔE})의 R²는 0.9882이었고 유의성은 역시 1% 수준에서 인정되었으며, 반응표면에서 볼 수 있듯이 볶음온도가 증가하고 볶음시간이 길어짐에 따라 시료는 짙은 갈색으로 변하면서 높은 ΔE 값을 나타내었다 이상의 결과로부터 볶음조건의 변화에 따른 색도의 변화를 모니터링 할 수 있었는데, 먼저 볶음 초기에서 볶음온도와 볶음시간이 증가함에 따라 시료의 황색도는 높게 나타나다가 더욱 온도가 증가하고 시간이 경과하면서 황색도는 상대적으로 떨어지고 적색도가 증가하기 시작하는 것을 볼 수 있었다. 그러나 지나치게 높은 온도에서 장시간 볶을 경우에는 심한 갈변으로 백색도는 물론이고 황색도와 적색도 또한 떨어지면서 ΔE값이 급속도로 증가되었다.

볶음처리에 따른 관능적 특성의 변화

여러 조건으로 볶음처리한 둥굴레차의 관능적 품질로서 색, 맛 및 풍미에 대한 관능평점은 Table 3과 같으며, 반응표면 회귀식은 다음의 식 (6)~(8)과 같다.

$$Y_C = -40.7795 + 0.43688X_1 + 0.55108X_2 - 0.0025X_1X_2 - 0.001077X_1^2 - 0.00173X_2^2 \quad (6)$$

$$Y_T = -29.8548 + 0.3344X_1 + 0.4607X_2 - 0.0008X_1X_2 - 0.0022X_1^2 - 0.0013X_2^2 \quad (7)$$

$$Y_A = -31.4623 + 0.3813X_1 + 0.3576X_2 - 0.0011X_1X_2 - 0.0011X_1^2 - 0.0018X_2^2 \quad (8)$$

Table 3. Experimental data on organoleptic scores under various roasting conditions of *Polygonatum odoratum* roots

Roasting conditions ¹⁾			Organoleptic scores ²⁾		
Exp No.	Temp. (°C)	Time (min)	Color	Taste	Aroma
1	170(1)	60(1)	3.33	3.67	4.67
2	170(1)	30(-1)	4.00	4.67	4.33
3	130(-1)	60(1)	5.33	5.00	5.33
4	130(-1)	30(-1)	3.00	3.33	3.67
5	150(0)	45(0)	5.33	5.00	5.67
6	150(0)	45(0)	5.00	4.67	5.33
7	190(2)	45(0)	4.67	2.67	3.33
8	110(-2)	45(0)	3.00	4.33	4.00
9	150(0)	75(2)	4.00	4.00	4.67
10	150(0)	15(-2)	3.00	3.33	3.00

¹⁾Numbers in parentheses are the coded symbols of roasting condition levels for central composite experimental ²⁾6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor

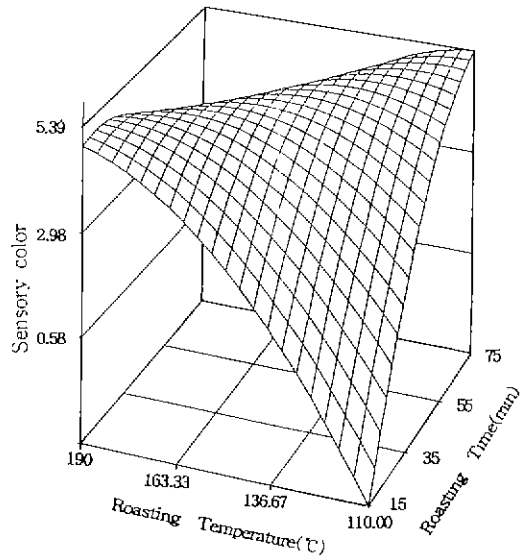
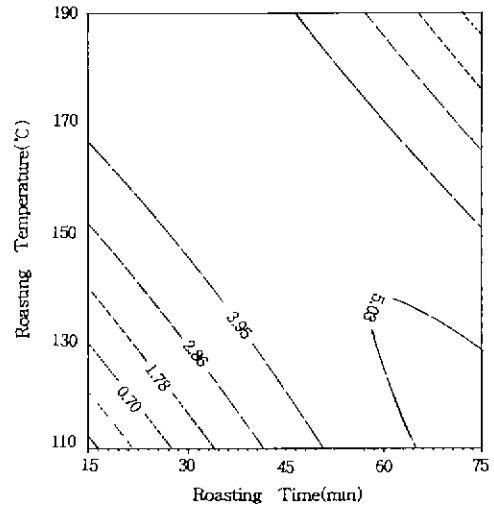


Fig. 2. Contour map and response surface for the effect of roasting temperature and time on sensory color of *Polygonatum odoratum* tea.

관능적 품질 중 색상에 대한 회귀식(Y_C)의 R²는 0.7748이었고 유의성은 5% 수준에서 인정되었으며, Fig. 2의 contour map 및 반응표면과 같이 볶음온도가 증가하고 볶음시간이 길어짐에 따라 값이 증가하였다. 또한 볶음조건 124°C와 67분에서 최대 관능평점을 나타내었고(Table 4) 그 이상에서는 다시 감소하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 적색도의 반응표면과 아주 유사한 경향으로서, 둥굴레차의 색상에 대한 관능적 기호도는 황색도나 갈색도보다는 적색도에 대한 기호도가 높게 나타남을 알 수 있었으며, 적색도가 가장 높은 볶음조

Table 4. Predicted levels of optimum roasting conditions for response variables of *Polygonatum odoratum* roots

Roasting conditions	Conditions for optimum responses ¹⁾						
	Hunter L value	Hunter a value	Hunter b value	Hunter ΔE value	Color	Taste	Aroma
Temperature(°C)	123	135	143	185	124	122	142
Time(min)	23	59	16	59	67	66	56
Morphology	Min. ²⁾	Max. ²⁾	S.P. ²⁾	Max.	S.P.	S.P.	Max.
R ²	0.9940**	0.9827***	0.9983***	0.9882***	0.7748	0.9088**	0.9733***

¹⁾Hunter color L, a, b and ΔE values and organoleptic color, taste and aroma

²⁾Minimum, maximum and saddle points were analyzed by analysis of ridge

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

건에서 색상에 대한 관능평점이 우수하게 나타나는 것을 볼 때 둥굴레차는 적색도가 높을수록 기호도가 높은 것으로 판단된다.

맛에 대한 회귀식(Y_T)의 R²는 0.9088이었고 유의성은 5% 수준에서 인정되었으며, Fig. 3과 같이 색상에 대한 반응표면과 유사한 경향으로서 122°C와 66분에서 나타나는 능선까지는 볶음온도가 높고 볶음시간이 길어질수록 관능평점은 증가하였다. 그러나 능선을 지난 고온 장시간 볶음조건에서는 맛에 대한 관능평점이 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 고온 장시간 볶음조건에서 나타나는 탄맛의 영향으로 맛에 대한 기호도가 상대적으로 떨어지는 것으로 생각된다. 둥굴레차 고유의 향에 대한 회귀식(Y_A)의 R²는 0.9744이었고 유의성은 1% 수준에서 인정되었다. Fig 4와 Table 4에 나타난 바와 같이 향에 대한 정상점은 볶음온도 142°C, 볶음시간 56분에서 최대점으로 나타났으며(Table 4), 이때 예측값은 관능평점 5.61이었다. 볶음 초기에는 구수한 향이 증가함으로서 향에 대한 기호도가 증가하였으나, 142°C와 56분에서 나타내는 능선을 지나서는 볶음온도와 시간이 증가할수록 탄내의 증가로 인하여 상대적으로 향미에 대한 기호도가 떨어지는 것으로 나타났다.

관능적 특성에 대한 볶음조건의 최적화

중심합성 실험계획에 의해 볶음조건을 달리하면서 제조한 둥굴레차에 대하여 반응변수에 해당하는 품질인자로서 관능적인 특성 즉, 색상, 맛 및 향을 각각 평가하고 이들의 상대적인 값을 볶음온도 및 볶음시간과 함께 회귀분석한 결과를 contour map으로 나타내었다(Figs. 2~4). 이때 볶음조건에 따른 각 반응변수들의 변화에서 정상점은 대부분 최대점을 나타내었다. 그러나 기계적 색도(Hunter's color b value)와 관능적 색상에서는 안장점으로 나타났으므로 능선분석을 하여 최적점을 구한 다음 그 결과는 Table 4에 나타내었다. 이상의 반응표면분석 결과에서 관능적 특성을 극대화할 수

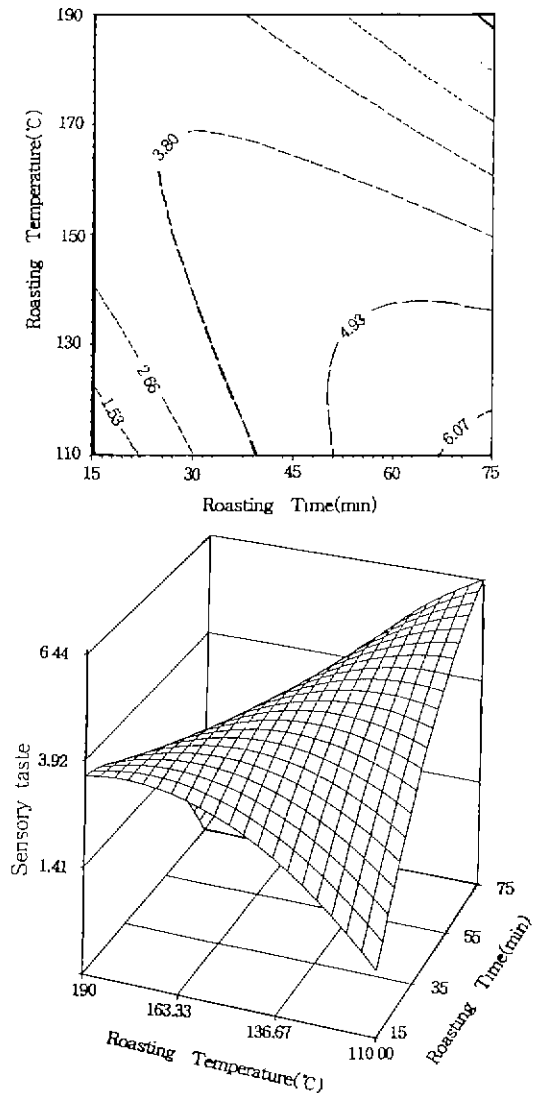


Fig. 3. Contour map and response surface for the effect of roasting temperature and time on sensory taste of *Polygonatum odoratum* tea.

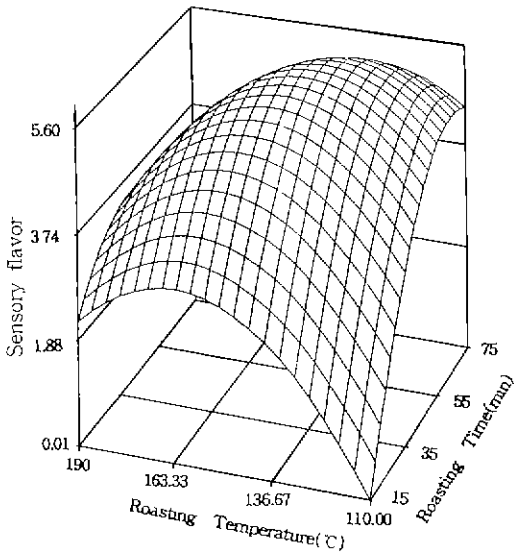
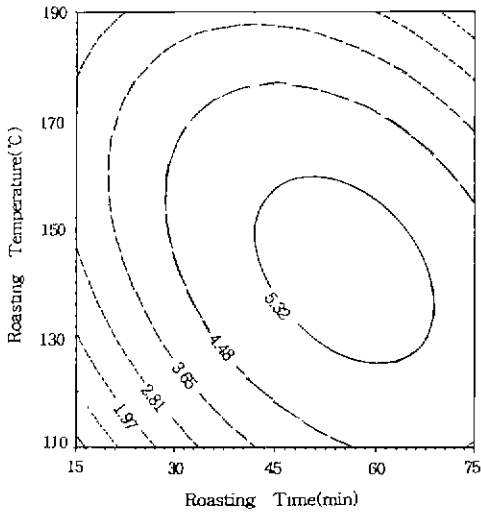


Fig. 4. Contour map and response surface for the effect of roasting temperature and time on sensory flavor of *Polygonatum odoratum* tea.

수 있는 볶음조건은 색상 124°C와 67분, 맛 122°C와 66분, 향 142°C와 56분으로 각각 예측되었다.

또한 Figs. 2~4에 각각 나타난 바와 같이 볶음조건에 대한 이들 반응변수들의 값은 조금씩 다른 양상의 contour map을 나타내고 있으므로, 둥글레차의 모든 관능적 특성을 극대화시킬 수 있는 조건을 얻기 위하여 이들 contour map을 모두 겹쳐서 superimposed contour map을 작성하여 보았다. 그 결과 Fig. 5에 나타난 바와 같이 빛금침 부분이 얻어졌고, 이 부분이 둥글레차의

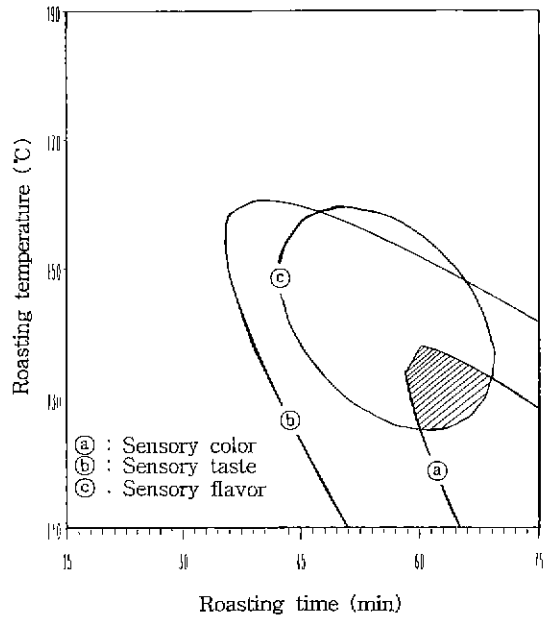


Fig. 5. Superimposed contour map for optimization of sensory properties in roasting of *Polygonatum odoratum* roots.

품질 특성을 극대화시킬 수 있는 볶음조건으로 볶음온도 127~135°C 범위, 볶음시간 60~66min 범위로 각각 나타났다(Table 5).

볶음처리 시료의 품질지표

기계적 적색도(a value)에 대한 반응표면(Fig. 1)은 관능적 특성에 대한 반응표면(Figs. 2~4)과 유사한 경향을 나타내었다. 즉, 일정 지점까지 볶음온도와 볶음시간이 증가함에 따라 시료분말의 기계적 적색도는 둥글레차의 색상, 맛 및 향미에 대한 관능적 기호도와 유사한 패턴의 반응표면을 나타내면서 증가하였으며, 이 보다 높은 온도에서 장시간 볶음처리할 경우에는 관능평점과 더불어 기계적 적색도는 같은 경향으로 감소하였다. 더욱이 관능적 특성에 대한 최적 볶음조건으로 예측된 범위는 볶은 둥글레의 최대 적색도를 나타내는 조건과 유사한 것을 고려할 때, 둥글레 근경의 볶음처리시 Hunter color a값, 즉 적색도가 가장 높은 조건으로

Table 5. The estimated optimum-roasting conditions for maximized organoleptic qualities of *Polygonatum odoratum* tea

Roasting conditions	Range of optimum conditions	Optimum conditions
Temperature(°C)	127~135	130
Time(min)	60~ 66	63

로 볶음처리를 할 경우 관능적 기호도가 높은 동굴레차의 가공이 가능할 것으로 생각된다. 이상의 결과에서 동굴레차와 같이 볶음처리한 시료의 적색도 변화는 차의 관능적 품질지표가 될 수 있다는 가능성을 시사하였으며(9), 실제로 커피의 볶음정도를 판별하는데 있어서도 기계적 색도의 측정법(10)이 이용되고 있음을 감안한다면 이에 대한 보다 구체적인 검토가 기대된다.

요 약

반응표면분석법을 이용하여 볶음처리된 동굴레 근경의 기계적 색도와 관능적 특성 변화를 모니터링하고 최적 볶음조건을 예측하였다. 중심합성계획에 따라 볶음온도(110~190°C)와 볶음시간(15~75min)을 달리하였을 때 회귀식의 결정계수(R²)는 Hunter 색도 0.9827 (p<0.001) 이상, 관능적 특성 0.7748 이상으로 각각 나타났다. 동굴레 근경은 볶음처리에 따라 백색도(L)와 전 반적 색차(ΔE)값이 감소하였으며, 반면 Hunter 색체계 적색도(a) 및 황색도(b)는 볶음온도 136°C, 볶음시간 59분경까지는 증가하였으나 그 이상의 조건에서는 다시 감소하였다. 동굴레차의 관능적 품질로서 색상, 맛 및 향은 볶음처리와 더불어 기호도가 향상되었으며, 반응표면분석에 의해 볶음온도 127~135°C, 볶음시간 60~66분 범위를 최적 볶음조건으로 예측할 수 있었다. 볶음처리 중 적색도의 반응표면은 관능적 특성의 반응표

면과 유사한 경향을 보였으며, 이로써 Hunter 색체계 적색도의 측정은 동굴레 근경의 볶음처리시 품질평가 지표로서의 이용 가능성을 시사하였다

문 헌

1. 고정식 한국식품검색도감. 아카데미서적, p.234(1991)
2. 박철호, 안상득, 장병호, 함승서: 산야초의 이해(히브의 지식과 이용). 강원대학교 출판부, p.135(1995)
3. 김정규, 이용주 왕동굴레의 생약학적 연구 한국생약학회지, 11, 69(1980)
4. 임숙자, 김계진· 동굴레 추출물의 당뇨 유발 흰쥐에 대한 혈당 강하효과 한국영양학회지, 28, 727(1995)
5. 임중호· 증자 및 볶음처리가 동굴레의 이화학적 특성에 미치는 영향. 경북대학교 농업개발대학원 석사학위논문(1996)
6. 이기동: 복합기질계 Maillard 반응에 있어서 황산화성 및 항돌연변이원성에 대한 melanoidin의 최적화. 경북대학교 대학원 박사학위논문(1994)
7. 류기철, 이기동, 권중호: 볶음처리에 따른 동굴레 갈변 반응 기질의 동적변화. 한국식품영양과학회지, 26, 654 (1997)
8. Larmond, E.: *Methods for sensory evaluation of food.* Canada Department of Agriculture, Publication 1284, p 27(1970)
9. 김종국 결명자 종실의 항미성분 및 이화학적 특성에 대한 볶음조건의 경향. 경북대학교 대학원 박사학위논문(1994)
10. 中林敏郎, 木村進, 加藤博通: 食品の變色とその化學. 光琳書院, 東京, p.223(1967)

(1997년 6월 26일 접수)