

가압볶음장치에서 둥굴레(황정) 근경의 볶음조건 최적화

김만배 · 김동길 · 이기동* · 권중호*[†]

경남농촌진흥원 함양약초시험장
*경북대학교 식품공학과

Optimization of Roasting Conditions of *Polygonatum sibiricum* Roots by a Pressure Roaster

Man-Bae Kim, Dong-Kil Kim, Gee-Dong Lee* and Joong-Ho Kwon*[†]

Hamyang Medical Plant Experiment Station, Kyungnam Provincial RDA, Hamyang 676-820, Korea
*Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

Abstract

This work was designed to determine the optimum roasting conditions with application of a pressure roaster for improving the roasting process of the *Polygonatum sibiricum* tea which has been roasting with a traditional method. Soluble solid content of the *Polygonatum sibiricum* tea was 63.16% in the tea roasted at 0.85kg/cm²(roasting pressure) and 13.9min(roasting time) which were maximum point by the ridge analysis. The optimum conditions predicted for each corresponding sensory properties of the *Polygonatum sibiricum* tea were 0.87kg/cm² and 9.2min in color, 0.89kg/cm² and 9.7min in sweet, 0.72kg/cm² and 5.4min in burnt flavor, 0.89kg/cm² and 9.9min in appetizing flavor, 0.87kg/cm² and 9.3min in aftertaste, 0.89kg/cm² and 10.0min in aroma, and 0.88kg/cm² and 9.6min in overall acceptability of the tea. The optimum conditions based on the soluble solid content and all sensory properties of the *Polygonatum sibiricum* tea, were 0.83~0.88kg/cm² and 9.7~10.4min.

Key words: *Polygonatum sibiricum* root, pressure roaster, sensory properties, optimization

서 론

둥굴레속 식물(*Polygonatum*)은 백합과의 다년초로서 북반구 온대에 널리 분포하고 있으며, 영명으로는 Solomon's seal이라고 하고 한명(漢名)으로는 옥죽(玉竹), 황정(黃精) 등으로 불려지고 있다(1). 근경에는 cobalarin, cobalamarin 등과 같은 배당체, 점액질 및 소량의 alkaloids가 함유되어 있으며, 점액질의 대부분은 fructose이고 나머지는 glucose와 arabinose이다(2). 민가에서는 근경을 달여 기관지염, 폐염, 기침, 감기와 학질에 땀내기약으로 사용되어 왔다. 또한 둥굴레는 오래전부터 보약으로 사용되어 왔으며, 장시간 복용하면 피부색이 좋아지고 늙지 않으며 오래산다고 전해지고 있다(3). 이처럼 한방으로만 전래되던 둥굴레의 효능이 점차 알려지면서 최근에는 여러 측면에서 생리화학적 연구가 활발히 추진되어 완둥굴레의 에테르 추출물에서 β -sitosterol, stigmasterol 및 diosgenin이 단리 동정되었으

며, 혈당강하효과가 있음이 보고되었다(4,5).

둥굴레 근경의 약리적인 효능이 인정됨에 따라 전통 가공식품으로의 개발 확대가 더욱 더 요구되고 있다. 임(6)은 둥굴레의 볶음 전 증자처리가 둥굴레차의 품질에 미치는 영향에 대하여 보고하였고, 류 등(7)은 둥굴레의 볶음 중 당과 아미노산의 변화를 모니터링하면서 전자공여능이 증가한다고 보고하였다. 그러나 아직도 둥굴레의 볶음방법은 재래적인 방법에 의존하고 있으며, 이러한 재래적인 방법은 볶음시간이 길어서 방향성 물질이 많이 휘손되고 과립의 외부가 고온에 의해 지나치게 가열되어 탄내와 탄맛을 많이 발생시키는 원인이 되고 있다.

그러므로 전통적인 볶음방법으로 제조되고 있는 둥굴레차의 볶음공정을 개선하기 위하여 대기압하의 볶음솥에서 볶지 않고 가압하에서 단시간 볶음처리함으로써 인하여 향의 손실을 막고 탄맛과 탄내의 발생을 방지하고자 중심합성계획에 의한 반응표면분석법으로 둥

[†]To whom all correspondence should be addressed

굴레차의 품질 특성에 대한 둥굴레 근경의 볶음조건을 예측하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험의 시료로서 둥굴레(황정, *Polygonatum sibiricum* Delar)는 경남 산청에서 농민들에 의해 재배된 것을 채취하여 사용하였다. 시료의 전처리하는 수확된 둥굴레 근경을 1.5cm의 크기로 절단한 후 100°C에서 1시간 동안 증자하여 50°C로 유지된 열풍건조기에서 건조하였다. 시료의 일반성분으로 수분 8.08%, 조단백질 8.40%, 조회분 3.60%, 조지방 0.50%, 조섬유 6.98% 그리고 가용성 무질소물 72.49%이었다.

볶음방법

볶음 전처리된 시료는 가압볶음장치(회전드럼 크기 $\phi 60 \times 60$, 회전드럼 면적 $0.17m^2$)에서 드럼의 회전속도를 29rpm으로 조절한 후 온도의 조절없이 볶음압력과 시간을 조절하면서 1회에 5kg씩 볶음을 실시하였다.

실험계획

실험계획은 중심합성실험계획(7,8)에 따라 설계하였고, 반응표면 회귀분석을 위해서는 SAS(statistical analysis system) program을 사용하였다. 중심합성실험계획에서 반응조건은 볶음압력(X_1)과 볶음시간(X_2)이며, 볶음조건은 -2, -1, 0, 1, 2 다섯단계로 부호화하여 실험값을 Table 1에 나타내었다.

볶음 둥굴레의 추출

둥굴레의 추출은 볶음 둥굴레 3g에 증류수 100ml를 가하여 120°C에서 30분간 추출하였다. 추출액은 원심분리(2,500rpm, 15min)하여 상층액을 얻어 수용성 고형분 함량 측정 및 관능검사용 시료로 사용하였다.

추출물의 고형분 함량

각 조건별로 볶은 시료의 수용성 고형분 함량은 둥굴

레 추출액 50ml를 항량을 구한 수기에 취하여 105°C에서 증발 건조시킨 후 그 무게를 측정하였으며, 추출액 조제에 사용된 원료량(건물량)에 대한 백분율로써 고형분 수율(%)을 나타내었다.

관능검사

각 조건별로 볶은 시료에 대하여 관능적 품질을 평가하기 위하여 20~30대 연구원 20명을 대상으로 동일한 시료를 5회 반복하여 관능검사를 행한 후 F-검정으로 남녀 각각 10명을 선발하여 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시키고 이들에게 둥굴레차의 색상, 향미, 단맛, 탄맛, 송농맛, 뒷맛 및 전반적 기호도를 평가하는 요령을 훈련시킨 뒤 관능평가를 실시하였다. 평가시료의 조제는 볶음둥굴레 3g을 증류수 300ml에 넣어 120°C에서 30분간 추출한 다음 여과하여 50°C 부근에서 9점 채점법에 의해 실시하였다(9). 관능검사는 한번에 3종류의 시료를 제시하여 균형 불완전블록계획법으로 실시하였다(10).

결과 및 고찰

수용성 고형분

둥굴레 근경의 볶음 조건별 수용성 고형분 함량은 Table 2와 같으며, 볶음조건에 따른 수용성 고형분에 대한 반응표면 회귀식은 Table 3에 나타내었다. 수용성 고형분에 대한 회귀식의 R^2 는 0.8249로서 유의성이 인정되지 않았다. 볶음 둥굴레의 수용성 고형분에 대한 반응표면 및 contour map은 Fig. 1에 나타내었다. 수용성 고형분은 볶음시간에 의해 주로 영향을 받았으며(Fig. 1, Table 4) 볶음시간이 증가함에 따라 비례하여 증가하였으나 압력의 영향은 거의 받지 않았다. 그러나 압력이 $1kg/cm^2$ 이상에서는 압력의 증가에 따라 수용성 고형분은 다소 줄어들었다. 반응표면분석 결과 최대점이 실험구간을 벗어났으므로 다시 능선분석을 행하여 본 결과 실험구간내에서 예측된 최대 수용성 고형분 함량은 압력이 $0.84kg/cm^2$ 이고 시간이 13.8분이었다(Table 5). 임(6) 및 류 등(7)은 증자처리하지 않은 경우에는 증자처리한 경우보다 더 가용성 고형분이 많이 추출되었다고 보고하였다. 그러나, 위의 결과에서는 둥굴레를 볶음 전 증자처리하였으나 $0.84kg/cm^2$, 13.8분에서 볶은 둥굴레의 수용성 고형분 함량은 63% 이상으로 높게 나타났음을 볼 수 있었다.

관능적 품질변화

여러 조건으로 볶음처리한 둥굴레차의 관능적 품질

Table 1. Levels of roasting conditions in experimental design

X_i Roasting conditions	Levels				
	-2	-1	0	1	2
X_1 Pressure(kg/cm^2)	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
X_2 Time(min)	6	8	10	12	14

Table 2. Experimental data for water-soluble solid content, and sensory scores of roasted *Polygonatum sibiricum* roots

Roasting conditions ¹⁾			Soluble solids (g/100g)	Sensory properties ²⁾						
Exp No.	Pressure (kg/cm ²)	Time (min)		Color	Sweet taste	After taste	Appetizing	Burnt flavor	Aroma	Overall acceptability
1	0.8(-1)	8(-1)	60.4	7.8	4.8	8.3	6.6	2.0	7.2	7.3
2	0.8(-1)	12(1)	62.6	6.9	5.4	7.1	6.2	4.0	7.1	7.1
3	1.0(1)	8(-1)	58.6	6.5	4.2	6.2	5.6	2.9	5.7	5.8
4	1.0(1)	12(1)	60.1	5.5	5.2	6.8	6.5	4.2	6.7	6.8
5	0.9(0)	10(0)	59.1	8.3	5.6	8.0	7.1	2.3	7.2	7.7
6	0.9(0)	10(0)	59.9	6.9	5.5	7.4	6.6	2.6	6.9	7.3
7	0.7(-2)	10(0)	59.0	5.2	2.8	4.5	4.5	1.7	4.4	4.3
8	1.1(2)	10(0)	58.0	2.3	2.1	3.6	4.2	6.1	4.2	3.9
9	0.9(0)	6(-2)	56.1	6.1	4.2	6.1	5.4	1.4	5.7	6.0
10	0.9(0)	14(2)	63.4	3.3	2.4	4.6	5.1	5.9	5.4	4.6

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

²⁾Each sensory score was 1 for dislike extremely and 9 for like extremely except burnt flavor(1 for weak extremely, 9 for strong extremely)

Table 3. The second order polynomials for water-soluble solid content and sensory properties in roasting of *Polygonatum sibiricum* roots

Responses	The second order polynomials	R ²	Significance
Soluble solid	$Y_S = 22.2500 + 62.8036X_1 + 1.6348X_2 - 0.8750X_{12} - 32.9464X_1^2 - 0.0042X_2^2$	0.825	0.111
Sensory color	$Y_C = -85.4500 + 177.2202X_1 + 3.6973X_2 - 0.1250X_{12} - 101.6964X_1^2 - 0.1949X_2^2$	0.924	0.023
Sweet taste	$Y_{Sw} = -69.1167 + 141.5060X_1 + 2.5247X_2 + 0.5000X_{12} - 82.4109X_1^2 - 0.1529X_2^2$	0.812	0.126
After taste	$Y_{AT} = -62.3000 + 149.8214X_1 + 1.0839X_2 + 2.2500X_{12} - 97.6786X_1^2 - 0.1629X_2^2$	0.886	0.049
Appetizing flavor	$Y_{AF} = -40.9333 + 100.3095X_1 + 0.6762X_2 + 1.6250X_{12} - 65.3571X_1^2 - 0.1071X_2^2$	0.927	0.022
Burnt flavor	$Y_{BF} = 17.7500 - 46.1607X_1 - 0.1420X_2 - 0.8750X_{12} + 35.0893X_1^2 + 0.0721X_2^2$	0.915	0.029
Aroma	$Y_A = -48.8500 + 116.9226X_1 + 0.8955X_2 + 1.3750X_{12} - 73.6607X_1^2 - 0.1060X_2^2$	0.842	0.092
Overall acceptability	$Y_{OA} = -63.3667 + 144.1905X_1 + 1.5488X_2 + 1.5000X_{12} - 89.6428X_1^2 - 0.1491X_2^2$	0.875	0.060

X₁, and X₂ represents roasting pressure and roasting time, respectively

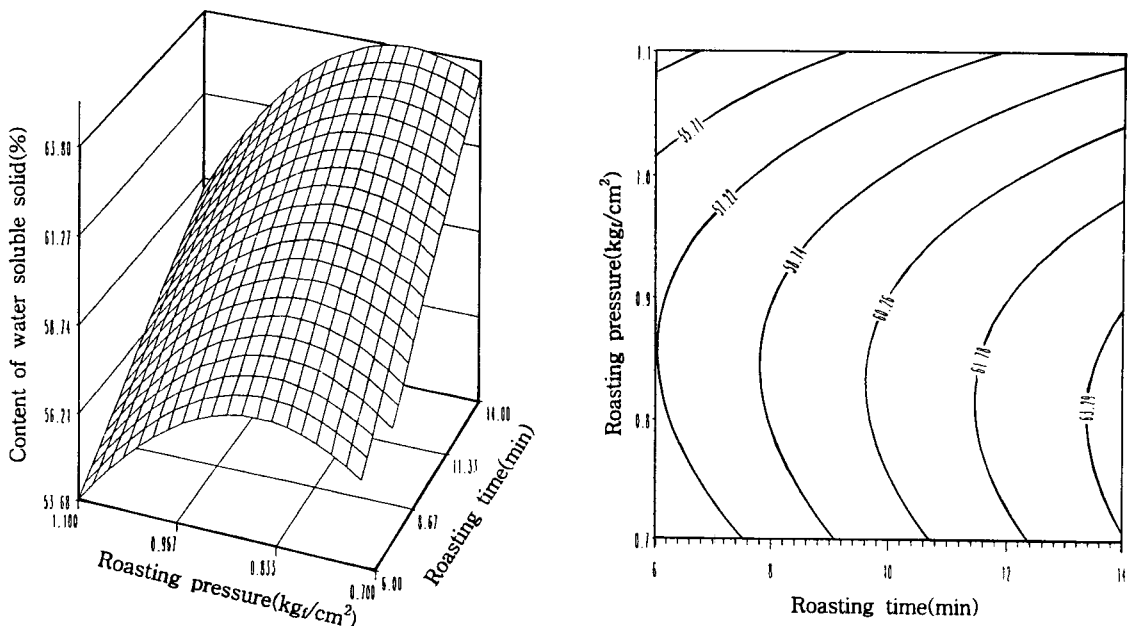


Fig. 1. Response surface and contour map for the effects of roasting pressure and roasting time on of water-soluble solid content of *Polygonatum sibiricum* roots.

Table 4. Analysis of variance for regression model of sensory properties on roasting conditions of *Polygonatum sibiricum* roots

Roasting conditions	F-Ratio							
	Soluble solid	Sensory color	Sweet taste	After taste	Appetizing flavor	Burnt flavor	Aroma	Overall acceptability
Pressure(kg/cm ²)	0.979	12.614**	5.182*	9.502**	16.347***	6.377*	7.036**	8.724**
Time(min)	5.247*	8.037**	2.911	4.690*	7.416**	8.708*	2.378*	4.036*

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

Table 5. Predicted levels of optimum roasting conditions for the maximized sensory properties of *Polygonatum sibiricum* roots by the ridge analysis

Roasting conditions	Levels for maximum responses							
	Soluble solid	Sensory color	Sweet taste	After taste	Appetizing flavor	Burnt flavor	Aroma	Overall acceptability
Pressure(kg/cm ²)	0.84	0.86	0.89	0.88	0.82	0.78	0.88	0.89
Time(min)	13.82	9.08	9.69	9.37	9.76	6.83	9.88	9.70
Morphology ¹⁾	Max.	Max.	Max.	Max.	Max.	Min.	Max.	Max.

¹⁾Maximum, Minimum

로서 색상, 맛, 후미, 구수한 풍미, 탄내 및 향기(aroma)에 대한 관능평점은 Table 2와 같으며, 반응표면 회귀식은 Table 3에 나타내었다. 관능적 품질 중 색상, 맛, 후미, 구수한 풍미 및 향기에 대한 회귀식의 R²는 각각 0.924(p<0.05), 0.812(N.S.), 0.886(p<0.05), 0.927(p<0.05), 0.842(p<0.1)이었으며, Fig. 2의 contour maps과 같이 압력이 증가하고 볶음시간이 길어짐에 따라 관능평점이 증가하였으나 볶음조건이 약 0.86kg/cm²와 9.00분 정도에서 최대 관능평점을 나타내었고(Fig. 2(A, B, C, D, F), Table 3) 그 이상에서는 다시 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 류 등(8)이 볶음온도 127~135°C, 볶음시간 60~66분 범위를 최적 볶음조건으로 예측한 결과와 다른 결과로서 가압볶음장치를 이용하여 가압하에 둥굴레를 볶음으로 인하여 재래적인 방법보다 단시간에 볶을 수 있었고, 또한 풍미의 손실을 방지할 수 있었다.

탄내에 대한 회귀식(Y_{BF})의 R²는 0.842이었고 유의성은 10% 수준에서 인정되었으며, 탄내에 대한 contour map(Fig. 3(E))은 볶음압력과 볶음시간이 증가할수록 탄내에 대한 관능점수가 증가하여 탄내가 볶음압력과 시간에 비례하여 증가함을 알 수 있었다. 탄내에 대한 볶음조건의 영향은 볶음압력보다 볶음시간의 영향이 크게 나타났으나(Table 4), 큰 차이는 없었다. 볶음 둥굴레의 전반적인 기호도에 대한 contour map은 색상, 맛, 후미, 구수한 풍미 및 향기에 대한 contour map과 유사한 경향으로서 0.89g/cm²과 9.7분에서 나타나는 최대점까지는 볶음압력이 높고 볶음시간이 길어질수록 전반적인 기호도에 대한 관능평점은 증가하였다. 그

러나 최대점을 지나 고압하에서 장시간 볶음시에서는 전반적인 기호도에 대한 관능평점이 다시 감소하는 경향을 나타내었다.

관능적 특성에 대한 볶음조건의 최적화

중심합성 실험계획에 의해 볶음조건을 달리하면서 가압볶음장치에 의해 제조한 둥굴레차에 대하여 반응변수에 해당하는 품질인자로서 관능적인 특성 즉, 색상, 맛, 후미, 구수한 풍미, 탄내, 향기 및 전반적인 기호도에 대한 contour map을 나타내었다. 이때 볶음조건에 따른 각 반응변수들의 변화에서 정상점은 최대점으로 나타내었다. 그러나 실험범위내의 최적점을 구하고 자 능선분석을 행한 다음 그 결과는 Table 5에 나타내었다. 그러나 Fig. 1~3에서 각각 나타난 바와 같이 볶음조건에 대한 이들 반응변수들의 값은 조금씩 다른 양상의 contour maps을 나타내고 있으므로, 둥굴레차의 모든 관능적 특성을 극대화시킬 수 있는 최적 조건을 얻기 위하여 이들 contour maps을 모두 겹쳐서 superimposed contour map을 작성하였다. 그 결과 Fig. 4에 나타난 바와 같이 빗금친 부분이 얻어졌고, 이 부분이 둥굴레차의 관능적 품질특성을 극대화시킬 수 있는 최적 볶음조건으로 볶음압력 0.83~0.88kg/cm² 범위, 볶음시간 9.7~10.4min 범위로 각각 나타났다.

요 약

전통적인 볶음방법으로 제조되고 있는 둥굴레차의 볶음공정을 개선하고자 가압볶음장치를 이용하여 둥

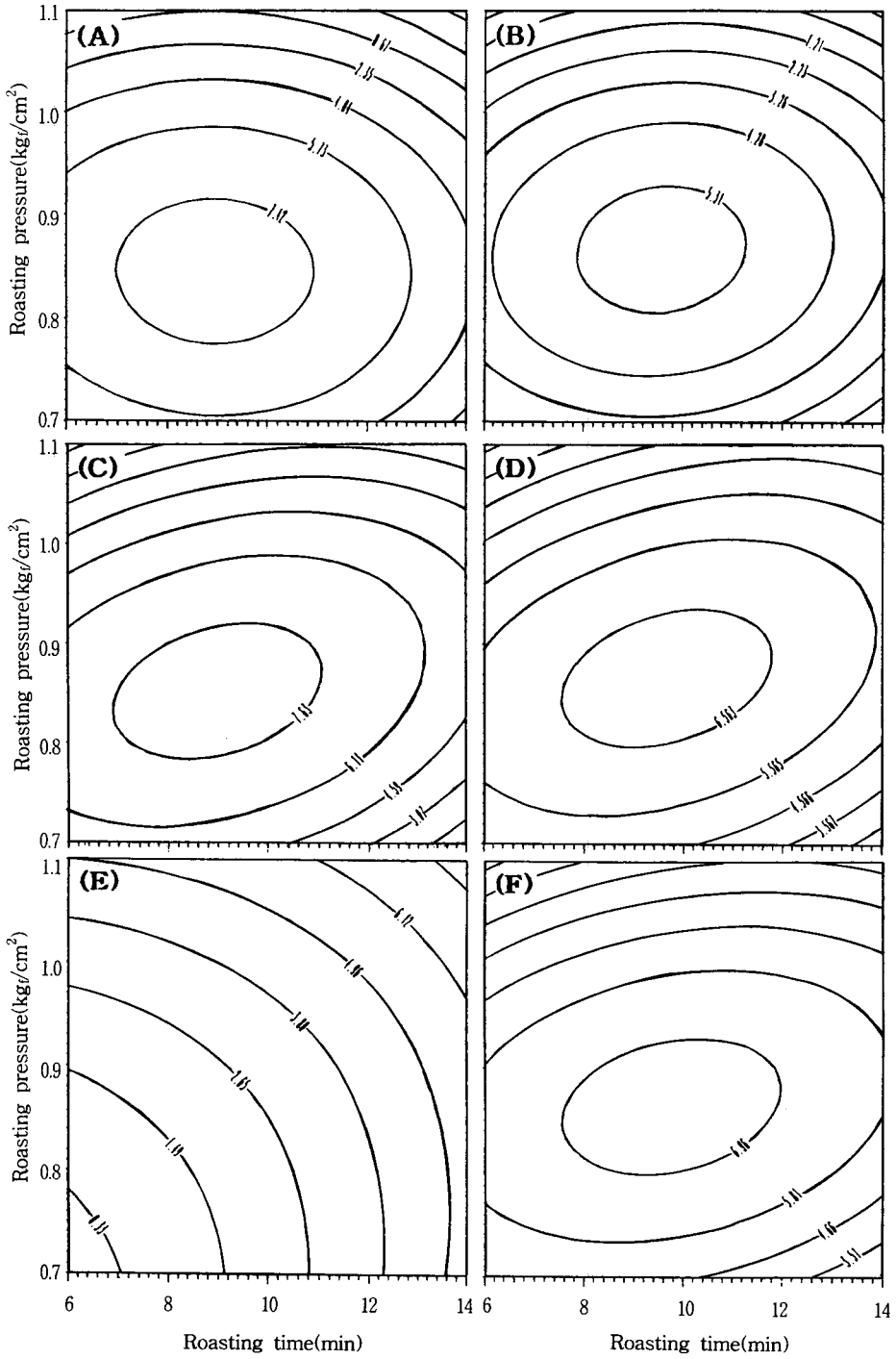


Fig. 2. Contour maps for the effects of roasting pressure and roasting time on sensory scores. (Ⓐ sensory color, Ⓑ sweet taste, Ⓒ aftertaste, Ⓓ appetizing flavor, Ⓔ burnt flavor, Ⓕ aroma) of *Polygonatum sibiricum* roots.

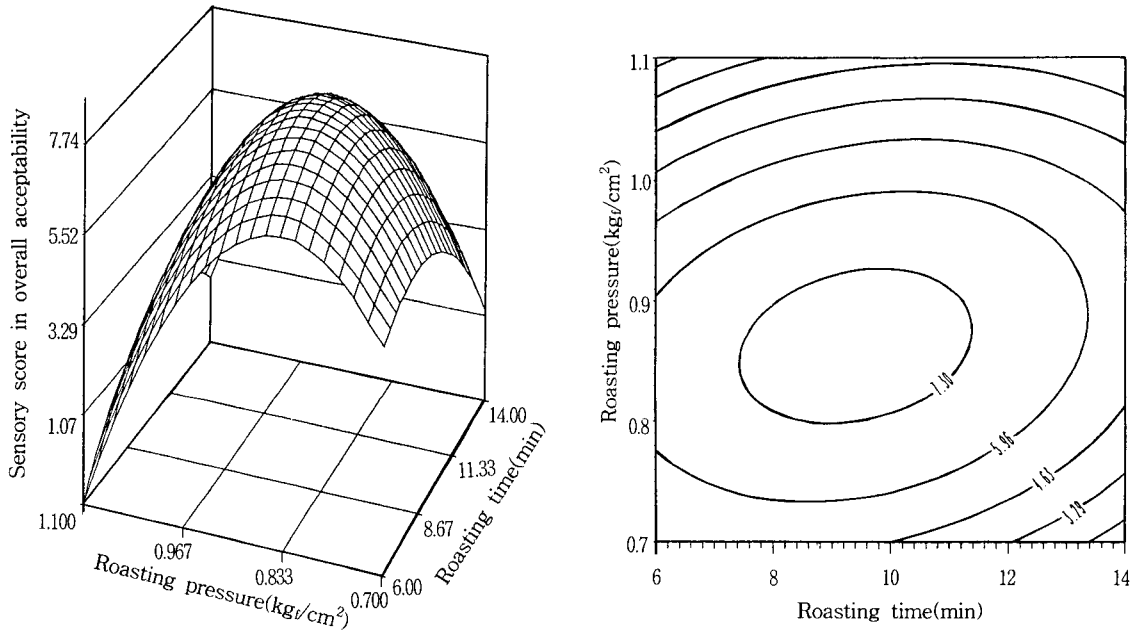


Fig. 3. Response surface and contour map for the effects of roasting pressure and roasting time on sensory scores in overall acceptability of *Polygonatum sibiricum* roots.

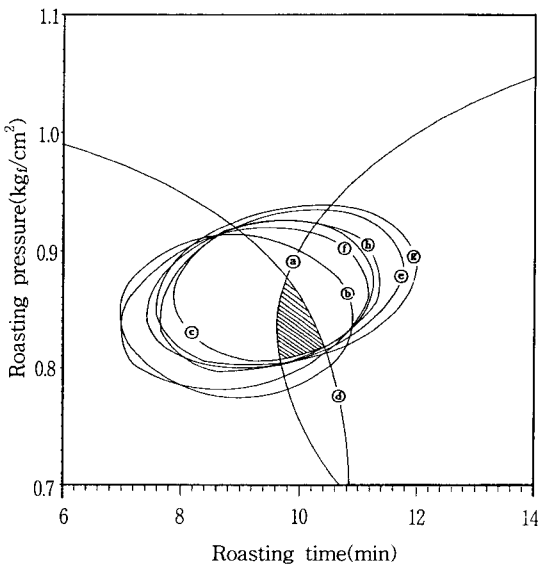


Fig. 4. Superimposed contour map for overall optimization of response variables in roasting of *Polygonatum sibiricum* roots.

Ⓐ water-soluble solid content, and Ⓑ sensory color, Ⓒ sweet taste, Ⓓ burnt flavor, Ⓔ appetizing flavor, Ⓕ aroma, Ⓖ aftertaste and Ⓗ overall acceptability of sensory characteristics

함량이 63.16%로서 가장 높게 나타났다. 관능적 특성에 대한 볶음압력과 볶음시간의 최적 조건은 색상 0.87 kg/cm², 9.2분, 단맛 0.89kg/cm², 9.7분, 탄맛 0.72kg/cm², 5.4분, 구수한맛 0.89kg/cm², 9.9분, 뒷맛 0.87kg/cm², 9.3분, 향미 0.89kg/cm², 10.0분, 그리고 전반적인 기호도 0.88kg/cm², 9.6분이었다. 이상과 같이 각각의 볶음조건에 따른 둥굴레차의 관능적 품질특성을 종합하여 superimposed contour map을 작성하여 최적 조건을 예측한 결과 볶음압력 0.83~0.88kg/cm², 볶음시간 9.7~10.4분이었다.

문헌

1. 고경식 : 한국식물검색도감. 아카데미서적, 서울, p.234 (1991)
2. 박철호, 안상득, 장병호, 함승시 : 산야초의 이해(허브의 지식과 이용). 강원대학교 출판부, p.135(1995)
3. 최옥자 : 약초의 성분과 이용. 일월서각, 서울, p.680(1991)
4. 이연숙 : 둥굴레(*Polygonatum odoratum*) BuOH 추출물의 재분획물이 당노 유발 흰쥐의 혈당 수준에 미치는 영향. 덕성여자대학교 석사학위논문(1994)
5. 임숙자, 김계진 : 둥굴레 추출물의 당노 유발 흰쥐에 대한 혈당 강화효과. 한국영양학회지, 28, 727(1995)
6. 임중호 : 증자 및 볶음처리가 둥굴레의 이화학적 특성에 미치는 영향. 경북대학교 석사학위논문(1996)
7. 류기철, 이기동, 권중호 : 볶음처리에 따른 둥굴레 갈변 반응 기질의 동적변화. 한국식품영양과학회지, 26, 654

굴레차의 관능적 품질을 최적화하였다. 수용성 고형분 함량은 볶음압력 0.85kg/cm², 볶음시간 13.9분에서 그

- (1997)
8. 류기철, 정형욱, 이기동, 권중호 : 동글레의 볶음처리에 따른 색도 변화와 관능적 특성 최적화. 한국식품영양과학회지, 26, 654(1997)
 9. 이기동, 권중호, 김진구, 김현구 : 느타리버섯 통조림제조에 있어서 관능적 특성의 최적화. 한국식품영양과학회지, 26, 443(1997)
 10. 박성현 : 현대실험 계획법. 민영사, 서울, p.547(1991)

(1997년 10월 11일 접수)