

둥굴레차의 고품질화를 위한 볶음조건의 최적화

류기철 · 정형욱 · 김정태 · 권중호
경북대학교 식품공학과

Optimization of Roasting Conditions for High-Quality *Polygonatum odoratum* Tea

Ki-Cheoul Ryu, Hyung-Wook Chung, Kyung-Tae Kim and Joong-Ho Kwon
Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

Response surface methodology was applied to determine the optimum roasting conditions (roasting temperature and time) for the high-quality *Polygonatum odoratum* tea which has been roasting with a traditional means. As quality criteria of *Polygonatum odoratum* tea, water-soluble solids, browning color, total phenolic compounds and electron-donating ability were proportionally increased with increased temperature and time of roasting conditions up to around 145°C and 55 min, respectively, while they were decreased under the extended-roasting conditions. The optimum roasting temperature and time based on the organoleptic overall acceptability were 146°C and 52 min, respectively. On the basis of superimposed contour maps for the tea characteristics, the optimum range of roasting conditions were 135-140°C and 58-64 min. Predicted values at the optimum conditions (137°C, 60 min) were in good agreement with experimental values.

Key words: *Polygonatum odoratum* tea, roasting, optimization, RSM

서 론

우리 나라에서 자생하는 둥굴레속 식물은 16종, 2변종으로 18종류가 알려져 있으며⁽¹⁾, 일반적으로 일컫는 황정(黃精)은 님시둥굴레(*Polygonatum sibiricum* Redoute; 원황정), 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* Ohwi), 왕둥굴레(*Polygonatum robustum* Nakai.), 대일둥굴레(*Polygonatum falcatum* A. Gray; 진황정) 등의 땅줄기를 채취하여 말린 것을 말한다⁽²⁾.

지금까지 밝혀진 둥굴레에 관한 연구는 대부분 약리적인 측면에서 시도되었으며, 님시둥굴레 근경의 ether 추출물과 왕둥굴레의 ether 추출물에서 혈당 강하 효과가 보고된 바 있다^(3,4). 그러나 식품학적인 측면의 연구는 몇 가지 시료에 대한 일반 성분 및 황정 전분의 물리화학적 특성을 연구한 것이 알려져 있을 뿐이다^(5,6).

식품 가공에서 볶음처리는 제품에 고유한 향미와 색을 얻기 위한 원료의 가공 방법으로서 대표적인 예는 coffee, cocoa, 보리차 등을 들 수 있다. 특히 식품

성분 중 환원당과 질소화합물은 볶음(열)처리에 따라 갈색화 반응을 일으켜 갈색 색소 및 향기 성분을 생성하며, 이 때 생성된 amino-carbonyl 반응생성물들은 산화성 외에도 여러 가지 생리 활성을 나타내는 것으로 보고되고 있다^(9,14).

따라서 볶음공정을 거치는 차(茶)류의 고유한 향미는 볶음 과정에서 생성됨을 고려할때 볶음온도, 볶음시간 등의 볶음 조건은 둥굴레차 제품의 품질을 결정하는 가장 중요한 요소가 될 것으로 판단되므로 이에 대한 최적화된 연구가 요구된다. 그러나 최적의 볶음 정도를 안다는 것은 용이한 일이 아니기 때문에 볶음 정도를 정확히 판단할 수 있는 객관적 기준 설정이 필요하다. 이와 같이 식품가공 분야에서는 제품개발, 공정개선, 품질관리 등의 측면에서 여러가지 변수의 최적화가 요구되고 있으며, 특히 최근에 와서는 실험설계와 computer program을 이용한 반응표면 분석방법의 응용 연구가 활발히 진행되고 있다⁽¹⁵⁻¹⁷⁾.

이에 본 연구에서는 반응표면분석법(response surface methodology)을 이용하여 둥굴레차 제조에 있어서 가장 핵심 공정인 볶음온도와 시간을 최적화함으로써 둥굴레차의 품질을 극대화하고자 하였다.

Corresponding author: Joong-Ho Kwon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, 1370 Sankyuk-dong, Taegu 702-701, Korea

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 등굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* Ohwi) 근경(根莖)은 경남 함양군 일대의 산에서 야생하는 등굴레로서, 농민들에 의해 채취되어 증자 후 말린 상태로 경남 함양약초시험장을 통하여 구입하였다. 볶음용 시료는 약 0.5 cm³ 크기로 세절된 형태로 사용하였으며, 분석용 시료는 볶은 후 80 mesh를 통과하도록 분쇄하여 사용하였다.

등굴레의 볶음

볶음 장치는 통풍조기 (C-DMS, 제일과학산업)을 이용하여 임⁽¹⁸⁾의 방법에 따라 볶았다. 즉, 볶음 장치는 오븐 본체, 볶음 드럼(stainless steel), 온도 제어장치 등으로 구성되어 있으며, 볶음 오븐 내의 온도를 일정하게 유지할 수 있도록 제작하여 사용하였다.

볶음처리는 미리 소정의 온도까지 상승시킨 오븐내의 볶음드럼에 일정한 크기로 절단된 시료 100 g을 넣고 시료를 40 rpm의 속도로 저으면서 실시하였다. 볶음오븐의 온도는 소정의 볶음온도를 넘지 않도록 ± 1°C 범위 내에서 조절하였다. 볶음이 완료된 시료는 즉시 드럼에서 꺼내어 송풍 냉각장치에 옮겨 실온까지 냉각시킨 다음 밀봉 보관하고, 이를 각종 분석용 시료로 사용하였다.

실험계획

실험 계획은 중심합성계획법⁽¹⁹⁾에 의하여 설계하였

고, 반응표면 회귀분석을 위해서는 SAS (statistical analysis system) program을 사용하였다. 중심합성계획에서 반응조건은 볶음온도(X₁) 및 볶음시간(X₂)이며, 실험계획은 -2, -1, 0, 1, 2 다섯단계로 부호화하여 실험값을 Table 1에 나타내었다. 등굴레차의 품질에 관련된 반응변수(Y_n)로서는 수용성 고형분(Y₁), 갈색도(Y₂), 총 페놀성 성분(Y₃), 전자공여 작용(Y₄), 전반적인 기호도(Y₅) 등으로 하였다. 이 때 두 가지의 반응조건에 따른 2차 회귀모형식은 식 (2)와 같다.

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

여기서 Y는 등굴레차의 이화학적 및 관능적 특성, X₁ 및 X₂는 독립변수, b₀는 절편, b_n은 회귀계수이다.

볶음 등굴레의 추출

실험계획에 의해 설계된 볶음조건에 따라 제조한 등굴레를 80 mesh를 통과하도록 분쇄하고 분말 시료 5 g에 증류수 100 mL를 가하여 상온에서 3시간 동안 진탕(300 rpm) 추출하였다. 이상의 추출조작은 3회 반복으로 실시하고, 추출액을 원심 분리(2,500 rpm, 15 min)하여 상층액을 얻은 뒤 감압농축(40°C 시켜 부피를 일정량(200 mL)으로 하여 추출용액으로 사용하였다. 이상의 추출방법은 가온 등에 의한 볶음 시료의 특성 변화를 배제하기 위하여 상온에서 실시하였다.

수용성 고형분 및 갈색도 측정

각 조건별로 볶은 시료의 수용성 고형분 측정은 등

Table 1. Experimental data for water soluble solids, total phenolic compounds, browning color intensity, electron-donating ability and overall acceptability of *Polygonatum odoratum* roots under different conditions of roasting temperature and time

Exp	Roasting conditions ¹⁾		Soluble solids (g/100 g)	Browning color ²⁾	Total phenolics (mg/100 g)	DPPH ³⁾	Overall acceptability ⁴⁾
	Temp. (°C)	Time (min)					
1	170(1)	60(1)	30.55	0.734	228.17	42.8	4.67
2	170(1)	30(-1)	55.47	0.975	309.63	67.0	4.00
3	130(-1)	60(1)	55.67	0.568	233.67	53.9	5.20
4	130(-1)	30(-1)	47.30	0.155	47.72	20.7	3.40
5	150(0)	45(0)	56.69	0.886	318.07	69.1	5.33
6	150(0)	45(0)	57.16	0.977	341.38	71.8	5.00
7	190(2)	45(0)	19.21	0.263	85.08	25.8	3.00
8	110(-2)	45(0)	47.25	0.122	32.55	12.5	3.33
9	150(0)	75(2)	49.15	1.200	356.61	73.4	4.00
10	150(0)	15(-2)	49.19	0.131	41.02	15.1	3.00

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

²⁾O.D. at 420 nm.

³⁾Electron donating ability to α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl at 528 nm [(1-O.D.)×100].

⁴⁾Scoring test (1=very poor, 6=excellent).

굴레 추출액 50 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105°C에서 증발 건조시킨 후 그 무게를 측정하였으며, 추출액 조제에 사용된 원료량(건물량)에 대한 백분율로써 고형분 수율(%)을 나타내었다. 갈색도의 측정은 등굴레 추출액을 5배로 희석하여 spectrophotometer (Cecil, model CE393, U.K.)을 사용하여 420 nm에서 흡광도로써 측정하였다⁽²⁰⁾.

페놀성 화합물의 측정

등굴레의 페놀성 화합물은 원료와 그 가공품의 기능성과 관련되는 성분의 하나로서 Folin-ciocalteu 시약에 의해 비색 정량하였다⁽²¹⁾. 즉 추출액을 10배 희석한 검액 5 mL에 Folin-ciocalteu 시약 5 mL를 가하여 혼합하고 3분 후 10% Na₂CO₃ 5 mL를 넣어 진탕한 후 1시간 실온에서 방치하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 추출액 대신 증류수를 넣어 동일하게 처리하였다. 이때 표준 물질로는 tannic acid를 1~10 µg/mL의 농도로 조제하여 검량곡선의 작성에 사용하였다.

전자공여 작용의 측정

등굴레 추출물의 전자공여 작용은 α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH)를 이용한 방법으로 측정하였다⁽²²⁾. 즉 DPPH 16 mg을 100 mL absolute ethanol에 용해한 후 증류수 100 mL로 정용하고 여과하여 DPPH 시약으로 사용하였다. 전자공여 작용의 측정은 이 시약 5 mL에 10배 희석한 추출액 1 mL를 가하여 혼합하고 일정 시간 후 528 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 이때 DPPH 시약의 흡광도를 1.0000으로 조정하고 시료 첨가 후 흡광도와의 차이를 구한 뒤 여기에 100을 곱하여 전자공여 작용으로 표시하였다.

관능적 품질검사

각 조건별로 볶은 시료에 대하여 관능적 품질을 평가하기 위하여 경북대학교 식품공학과 대학원생을 대상으로 동일한 시료를 5회 반복하여 관능검사를 행한 후 F-검정으로 11명을 선발하여 시료에 대한 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시키고 이들에게 등굴레차의 전반적 기호도를 평가하는 요령을 훈련시킨 뒤 불안전블럭 실험계획법에 따라 관능평가를 실시하였다. 평가시료의 조제는 볶은 등굴레 5g을 1.5 L 열수에 넣어 약 20분간 추출한 다음 여과하여 50°C 부근에서 6점 채점법에 의해 실시하였다(1=매우 좋지 않다, 2=좋지 않다, 3=보통이다, 4=좋다, 5=매우 좋다, 6=대단히 좋다)⁽²³⁾.

결과 및 고찰

수용성 고형분의 변화

볶음조건별 등굴레차의 수용성 고형분 함량은 Table 1에 나타내었으며, 이들의 contour map과 반응표면은 Fig. 1과 같다. 또 볶음온도 및 볶음시간에 따른 수용성 고형분에 대한 반응표면 회귀식은 다음의 식 (1)과 같다.

$$Y = -423.7676 + 5.2897X_1 + 4.7925X_2 - 0.0277X_1X_2 - 0.0145X_1^2 - 0.0080X_2^2 \quad (1)$$

수용성 고형분에 대한 회귀식의 R²는 0.9473이었고 5% 이내의 수준에서 유의성이 인정되었다. 볶음 등굴레의 수용성 고형분은 150°C 이하에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 증가하였다. 이는 가열에 따른 물리화

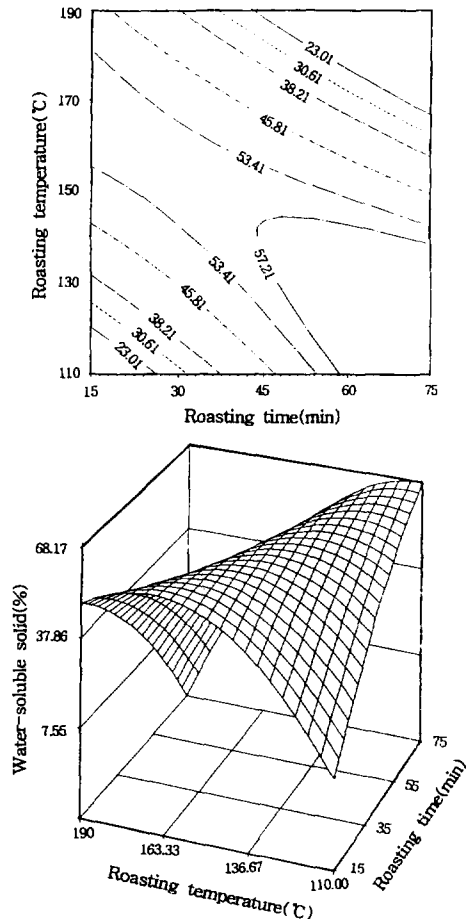


Fig. 1. Contour map and response surface for the effect of roasting temperature and roasting time on soluble solid contents of *Polygonatum odoratum* roots.

학적 변화 등에 의하여 전분 등의 고분자 물질이 저분자의 수용성 성분으로 변화하거나⁽¹¹⁾, 조직의 파괴로 전분 등의 성분이 쉽게 분리되어 나오기 때문에 여겨지며, 160°C 이상에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 감소하는 경향이 나타난 것으로 보아 볶음과정 중 볶음온도의 상승과 볶음시간이 길어질수록 수용성 성분이 불용성 성분으로 바뀐다고 보고한 서 등⁽¹⁰⁾의 결과와 일치하였다. 또한 수용성 고형분은 볶음온도(X_1)에 대한 식의 계수값이 볶음시간(X_2)에 대한 계수값보다 높게 나타나 고형분 함량의 변화에 볶음온도가 볶음시간보다 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 정상점이 안장점으로 나타나므로 능선분석을 하여 수용성 고형분이 가장 높은 조건을 구한 결과 볶음온도 124°C, 볶음시간 68분으로 나타났다.

갈색도의 변화

볶음조건 별 둥굴레차의 갈색도에 대한 값은 Table 1에 나타났으며, 이들의 contour map과 반응표면은 Fig. 2와 같다. 또 볶음조건인 볶음온도 및 볶음시간에 따른 갈색도에 대한 반응표면 회귀식은 아래의 식 (2)과 같다.

$$Y = -14.75572 + 0.16421X_1 + 0.11787X_2 - 0.000512X_1X_2 - 0.000398X_1^2 - 0.000321X_2^2 \quad (2)$$

갈색도에 대한 회귀식의 R^2 는 0.8193이었고 유의성은 10% 이내의 수준에서 인정되었다. 석⁽²⁴⁾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. 또한 회귀식에서 보는 바와 같이 볶음온도(X_1)에 대한 식의 계수값이 볶음시간(X_2)에 대한 계수값보다 높게 나타나 볶음온도가 볶음시간보다 갈색도에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, Fig. 2와 같이 정상점은 최대점으로서 볶음온도 139°C, 볶음시간 74분으로 나타났다.

페놀성 화합물의 변화

볶음처리한 둥굴레차의 페놀성 화합물 변화는 Table 1에 나타났으며, contour map과 반응표면은 Fig. 3과 같다. 또한 볶음조건인 볶음온도 및 볶음시간이 변할때 페놀성 화합물에 대한 반응표면 회귀식은 다음의 식 (3)와 같다.

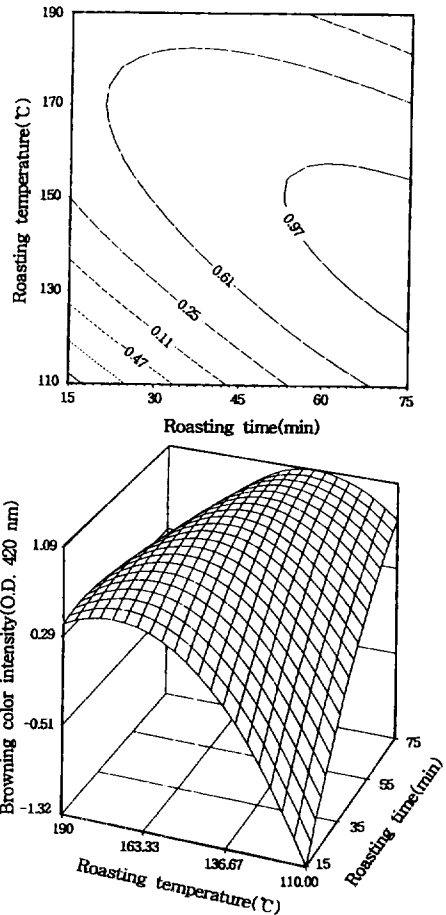


Fig. 2. Contour map and response surface for the effect of roasting temperature and roasting time on browning color intensity of *Polygonatum odoratum* roots.

$$Y = -5588.4368 + 61.0186X_1 + 49.9051X_2 - 0.2228X_1X_2 - 0.1649X_1^2 - 0.1377X_2^2 \quad (3)$$

페놀성 성분에 대한 회귀식의 R^2 는 0.9013이었고 5% 이내의 유의수준에서 유의성이 인정되었다. 볶음온도 140°C 이하에서는 볶음시간이 길어질수록 페놀성 화합물은 증가하였고 150°C 이상에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 오히려 감소하였다. 이러한 경향은 갈색도에 대한 반응표면과 유사한 경향으로서 갈변물질에 의해 생성되는 중간물질인 reductone 중에서 catechol, hydroquinone 등과 같은 aromatic acid-reductone류가 생성되어 검출되었기 때문으로 사료된다⁽²⁵⁾. 또한 회귀식에서 나타난 바와 같이 볶음온도(X_1)에 대한 식의 계수값이 볶음시간(X_2)에 대한 계수값보다

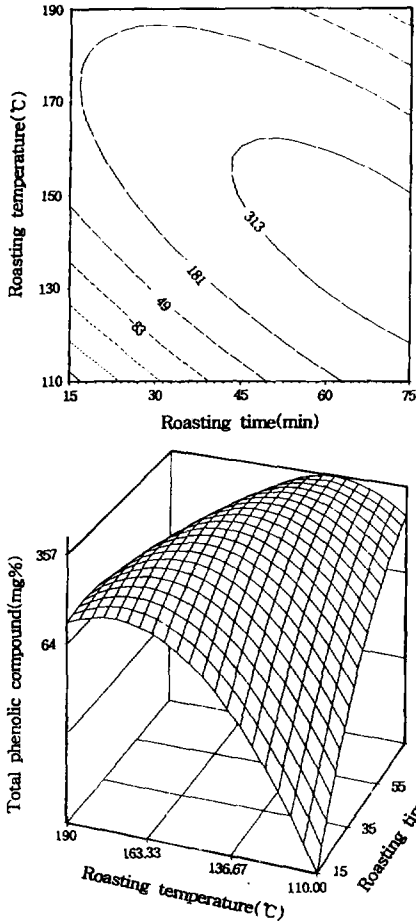


Fig. 3. Contour map and response surface for the effect of roasting temperature and roasting time on total phenolic compound contents of *Polygonatum odoratum* roots.

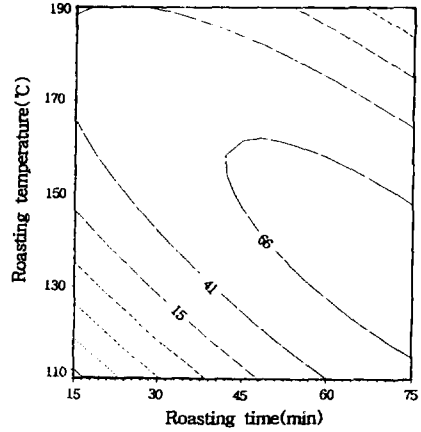


Fig. 4. Contour map and response surface for the effect of roasting temperature and roasting time on electron donating ability of *Polygonatum odoratum* roots.

높게 나타나 페놀성 화합물 또한 볶음온도가 볶음시간보다 더 큰 영향을 미치는 것을 알수 있으며, Fig. 3에서와 같이 정상점은 최대점으로서 볶음온도 139°C, 볶음시간 69분이었으며, 이때 예측된 페놀성 화합물의 함량은 356.9 mg%이었다.

전자공여 작용의 변화

α, α -Diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH)을 이용한 시료의 전자공여 작용에 대한 값은 Table 1과 같고 contour map과 반응표면은 Fig. 4와 같다. 또 볶음조건인 볶음온도 및 볶음시간이 변할때 전자공여 작용에 대한 반응표면 회귀식은 식 (4)와 같이 나타났다.

$$Y = -1082.4621 + 11.7622X_1 + 10.3506X_2 - 0.0478X_1X_2 - 0.0312X_1^2 - 0.0275X_2^2 \quad (4)$$

즉 전자공여 작용에 대한 회귀식의 R^2 는 0.9023이었고 유의성은 5% 이내의 수준에서 인정되었으며, 볶음온도가 140°C 이하에서는 볶음시간이 길어질수록 전자공여 작용은 증가하는 경향이 나타났으며, 이는 김등⁽¹⁴⁾의 고려인삼에 대한 연구 결과와 일치하였다. 또한 150°C 이상에서는 볶음시간이 길어짐에 따라 오히려 전자공여 작용은 감소하였으며, 이는 페놀성 화합물의 반응표면과 유사한 경향을 나타내었다. 일반적으로 가열처리는 식품의 갈색화를 초래하게 되며 인삼의 갈변물질들은 상당한 전자공여 작용이 있는 것으로 보고^(25,26)하고 있다. 따라서 볶음처리에 따른 둥굴레의 갈색화 반응은 둥굴레차 추출물의 여러가지 생리 활성에 영향을 미칠것으로 사료된다. 둥굴레시료의 전자공여 작용에 대한 회귀식에서 볶음온도(X_1)는 볶음시간(X_2)보다는 영향이 더 큰 것을 알 수 있었고,

정상점은 최대점으로서 볶음온도 133°C, 볶음시간 72분으로 나타났으며, 이 때 예상되는 전자공여 작용은 74.95%이었다.

관능적 품질 변화

여러 조건으로 볶은 등굴레차의 관능적 품질로서 전반적인 기호도에 대한 관능평점은 Table 1과 같으며 반응표면 회귀식은 다음의 식 (5)와 같다.

$$Y_0 = -34.0924 + 0.4186X_1 + 0.3345X_2 - 0.0009X_1X_2 - 0.0013X_1^2 - 0.0019X_2^2 \quad (5)$$

등굴레차의 전반적 기호도 평점에 대한 회귀식(Y₀)의 R²는 0.9387이었고 유의성은 5%이내의 수준에서 인정되었으며, Fig. 5의 contour map 및 반응표면에 나타내었다. 전반적인 기호도는 Table 2와 같이 145°C, 52분에서 최대 기호도를 나타내었으며, 볶음온도와 볶음시간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으나, 최대점을 지나서는 다시 줄어들었다. 이러한 경향은 수용성 고형분 및 갈색도의 경향과 유사한 경향으로서 전반적인 기호도는 수용성 고형분의 양이 증가할수록 증가하는 것으로 생각되며, 볶음온도와 볶음시간이 증가함에 따라 갈색도가 증가함으로써 Maillard반응에 의해 색상 및 향이 발현되어 관능점수가 증가하는 것으로 여겨진다. 그러나 150°C 이상에서는 탄맛과 탄내가 동반되어 상대적으로 기호도가 떨어지는 것으로 나타났다.

등굴레차의 볶음조건 최적화

중심합성 실험계획에 의해 볶음조건을 달리하여 제조한 등굴레차에 대하여 반응변수에 해당하는 품질인자로서 수용성 고형분, 갈색도, 페놀성 화합물, 전자공여 작용, 관능적 기호도(전반적 기호도) 등을 각각 평가하고 이들의 상대적인 값을 볶음온도 및 볶음시간과 함께 회귀분석한 결과를 contour map과 반응표면

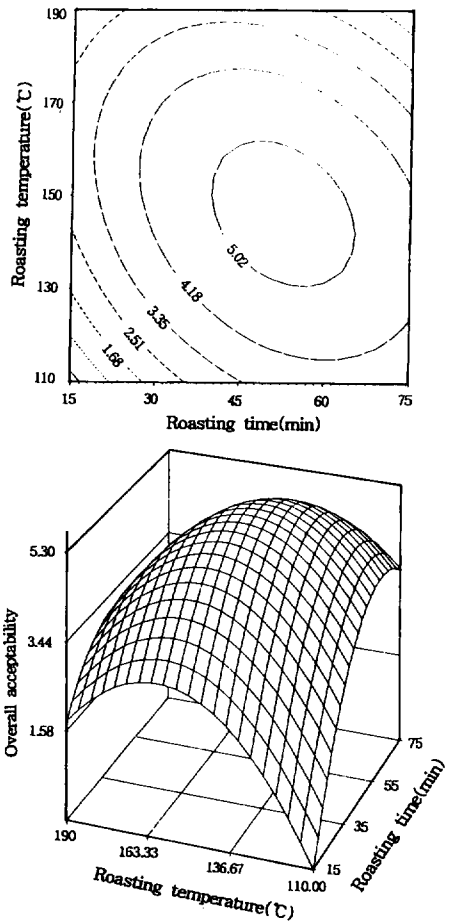


Fig. 5. Contour map and response surface for the effect of roasting temperature and roasting time on overall acceptability of *Polygonatum odoratum* roots.

으로 나타내었다. 볶음조건에 따른 각 반응변수들의 변화에서 정상점은 대부분 최대점을 나타내었고 수용성 고형분에서 안장점으로 나타나므로 능선분석을 하여 최적점을 구하여 본 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Predicted levels of roasting conditions for optimum responses of *Polygonatum odoratum* roots

Roasting conditions	Levels for optimum responses				
	Soluble solid	Browning Color ¹⁾	Total phenolics	DPPH ²⁾	Overall acceptability
Temperature (°C)	124	139	139	133	146
Time (min)	68	74	69	72	52
Morphology	S.P. ³⁾	Max. ⁴⁾	Max.	Max.	Max.
R ²	0.9473	0.8191	0.9013	0.9023	0.9387
Pro>F	0.0108	0.0932	0.0335	0.0310	0.0153

¹⁾O.D. at 420 nm.

²⁾Electron donating ability to α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl at 528 nm [(1-O.D.) × 100].

³⁾Saddle point.

⁴⁾Maximum point.

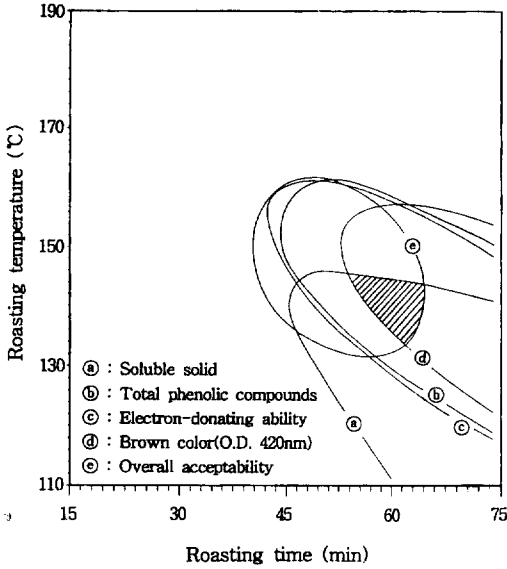


Fig. 6. Superimposed contour map for overall optimization of response variables in roasting of *Polygonatum odoratum* roots.

수용성 고형분에 대한 반응표면분석에서 정상점은 안장점으로서 볶음온도 139°C, 볶음시간 69분이고, 전자공여작용에 대한 정상점은 최대점으로서 볶음온도 133°C, 볶음시간 72분으로 나타났다. 그리고 전반적인 기호도에 대한 반응표면분석에서 정상점은 최대점으로서 볶음온도 146°C, 볶음시간 52분이었다.

또한 Fig. 1~Fig. 5에 각각 나타난 바와 같이 볶음조건에 대한 이들 반응변수들의 값은 조금씩 다른 양상의 contour map을 나타내고 있으므로, 둥굴레차의 품질에 관련된 몇가지 반응변수들의 높은 값을 다같이 충족시킬 수 있는 조건을 얻기 위하여 이들 contour map을 모두 겹쳐서 superimposed contour map을 작성하여 보았다. 그 결과 Fig. 6에 나타난 바와 같이 빗금친 부분이 얻어졌고 이 부분이 둥굴레차의 품질 특성을 극대화시킬 수 있는 볶음조건의 최적 범위로서, Table 3에서와 같은 볶음온도 135~140°C 범위, 볶음시

Table 3. The range of optimum-roasting conditions for response variables yielding maximized responses by the superimposed contour maps¹⁾

Roasting conditions	Range of optimum conditions
Temperature (°C)	135~140
Time (min)	58~64

¹⁾Contour maps for water soluble solids, browning color intensity, total phenolic compounds, electron-donating ability and overall acceptability.

간은 58~64분 범위로 각각 나타났다.

최적화 둥굴레차의 품질특성 확인

반응표면을 겹쳐 그려서 얻은 최적 볶음조건 범위에서 각각 나타난 여러 반응변수 즉 둥굴레차 품질인자들의 예측치를 실험치로써 확인하기 위하여, 예측된 최적 볶음조건 범위내에서 동일조건으로 3번의 반복실험을 수행하여 예측치와 비교한 결과는 Table 4와 같다. 최적 볶음조건 범위내에서 수용성 고형분에 대한 실측치는 반응표면분석으로부터 얻어진 예측치의 범위보다 약간 낮았다. 페놀성 화합물에 대한 실측치는 예측치의 범위에 속하였으나 전자공여 작용에 대한 실측치는 예측치 보다 약간 낮았다. 또한 갈색도의 실측치는 예측치의 범위에 속하였으며, 관능적 품질(전반적 기호도)에 대한 실측치는 예측치의 범위에 속하였다

요 약

전통적인 볶음방법으로 제조되고 있는 둥굴레차의 고품질화를 위하여 반응표면분석법에 의한 볶음조건을 최적화하였다. 둥굴레차의 품질지표로서 수용성 고형분, 갈색도, 페놀성 성분 및 전자공여 작용은 145°C와 55분에서 나타나는 능선까지는 볶음온도와 시간이 증가함에 따라 증가하였으나 그 이상의 온도와 시간에서는 다시 줄어들었다. 둥굴레차의 관능적 품질로서 전반적인 기호도는 최대 관능평점을 나타낸 146°C와 52분까지는 볶음온도와 시간이 증가할수록 높아졌으나, 최대점을 지나서는 온도가 높아지고 시간이 경과함에 따라 점점 줄어들었다.

이상과 같이 각각의 볶음조건에 따른 둥굴레차의 품질 특성을 종합하여 superimposed contour map을 작

Table 4. Comparison between predicted and experimental values of response variables at the optional condition¹⁾ within the range of optimum conditions

Response variables	Predicted values	Experimental values
Soluble solid (g/100 g)	57.25~64.16	57.03
Browning color ²⁾	0.97~1.09	0.98
Total phenolics (mg/100 g)	313.45~356.90	355.24
DPPH ³⁾	67.30~74.95	66.51
Overall acceptability ⁴⁾	5.00~5.30	5.00

¹⁾Optional conditions are 137°C and 60 min.

²⁾O.D. at 420 nm.

³⁾Electron donating ability to α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl at 528 nm [(1-O.D.) \times 100].

⁴⁾Scoring tests (1: very poor, 6: excellent).

성한 결과 볶음온도 135~140°C, 볶음시간 58~64분이 둥굴레차의 품질을 극대화시킬 수 있는 최적 볶음조건 범위로 나타났으며, 최적조건 범위내의 주어진 볶음조건(137°C, 60 min)에서의 실험치는 예측치와 일치하였다.

문헌

1. Nakai, T.: *The Vascular Plant Indigenous to Korea. Arranged in a New Order*, p.140 (1952)
2. 안덕균 : 한국의 보약. 열린 책들, p.307 (1993)
3. Lee, Y.J. and Won, D.H.: Pharmacognostical studies on *Polygonatum sibiricum Redoute*. *Bull. SK Pharama. Sci.*, **31**, 185 (1982)
4. 이연숙 : 둥굴레(*Polygonatum odoratum*) BuOH 추출물의 재분획물이 당노 유발 흰쥐의 혈당 수준에 미치는 영향. 덕성여자대학교 석사학위논문 (1994)
5. 한국식품연구소 : 옥족의 성분분석 시험자료 (1993)
6. 김수연 : 한국산 야생식용식물이 당노유발 흰쥐의 조직 내 에너지원 조성에 미치는 영향. 덕성여자대학교 석사학위논문 (1994)
7. 이주원 : 한국산 야생식용식물이 당노유발 흰쥐의 혈당 강하에 미치는 영향. 덕성여자대학교 석사학위논문 (1994)
8. 차월석 : 황정 중의 전분에 대한 물리화학적 특성 연구. 조선대학교 석사학위논문 (1980)
9. Collins, E.: Steam volatile components of roasted barley. *J. Agr. Food Chem.*, **19**, 532 (1971)
10. 서정식, 전재근 : 볶음보리의 색도 및 가용성 고형분 함량과 볶음조건과의 관계. *한국식품과학회지*, **13**, 334 (1981)
11. 윤석권, 김우정 : 보리의 볶음조건이 보리차의 품질 및 수율에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **21**, 575 (1989)
12. 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 酸性區分香氣につて. *日本農藝化學會誌*, **41**, 653 (1967)

13. Namiki, M.: Chemistry of Maillard reactions; recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutagens. *Adv. Food Res.*, **32**, 115 (1988)
14. 김상달, 도재호, 오훈일 : 고려인삼 갈변물질의 항산화 효과. *한국농화학회지*, **24**, 161 (1981)
15. Lim, H.J.: Simplex optimization of barium perchloride/thorin titration and the determination of sulfate, *M.S. Thesis*, Dept. of Industrial Chem., Kyungpook National University (1986)
16. Rustom, I.Y.S. and Lopez-Leiva, M.H.: Optimization of extraction of peanut proteins with water by RSM, *J. Food Sci.*, **56**, 1660 (1991)
17. King, V.A.E. and Zail, R.R.: A response surface methodology approach to the optimization of controlled low-temperature vacuum dehydration, *Food Res. Int.*, **25**, 1 (1992)
18. 임종호 : 증자 및 볶음처리가 둥굴레의 이화학적 특성에 미치는 영향. 경북대학교 석사학위논문 (1996)
19. 이기동 : 복합기질계 Maillard 반응에 있어서 항산화성 및 항돌연변이원성에 대한 Melanoidin의 최적화. 경북대학교 박사학위논문 (1994)
20. 박명환, 김교창, 김종승 : 볶음처리에 의한 인삼의 이화학적 특성변화. *고려인삼학회지*, **17**, 228 (1993)
21. Amerine, M.A. and Ough, C.S.: *Methods for Analysis of Musts and Win*. John Wiley & Sons, New York, p.176 (1980)
22. Blois, M.S.: Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, **181**, 1199 (1958)
23. Larmond, E.: *Methods for Sensory Evaluation of Food*. Canada Department of Agriculture, Publication 1284, p. 27 (1970)
24. 석호문 : Roasting 온도가 쌀보리 맥아의 향기생성에 미치는 영향. 중앙대학교 박사학위논문 (1987)
25. 도재호, 김경희, 장진규, 양재원, 이광승 : 백삼 추출물의 갈변반응중 갈색도 및 성분의 변화. **21**, 480 (1987)
26. 최강주, 김만욱, 홍형근, 김동훈 : 홍삼 및 백삼의 용매별 추출물의 성질. *한국농화학회지*, **26**, 8 (1983)

(1997년 5월 12일 접수)