

## 반응표면분석을 이용한 아가콩의 추출조건 최적화

이진만<sup>1</sup> · 나임정<sup>1</sup> · 이도상<sup>1</sup> · 김화정<sup>1</sup> · 김영일<sup>1</sup> · 이형민<sup>1</sup> · 허상선<sup>†</sup>

<sup>1</sup>(주)에터미오롯, 건강식품연구소, 연구원

<sup>†</sup>중부대학교 바이오융합학부 바이오식품학전공, 교수

(2021년 12월 5일 접수: 2021년 12월 28일 수정: 2021년 12월 29일 채택)

## Optimization of Extraction Process Conditions of Aga Soybean Using Response Surface methodology

Jin-Man Lee<sup>1</sup> · Im-Joung La<sup>1</sup> · Do-Sang Lee<sup>1</sup> · Hwa-Jung Kim<sup>1</sup>  
Young-Il Kim<sup>1</sup> · Hyung-min Lee<sup>1</sup> · Sang-Sun Hur<sup>†</sup>

<sup>1</sup>Atomyorot, Innovation Health Food Lab, Charyeong-ro, Jeongan-myeon, Gongju-si,  
Chungcheongnam-do, 3526, Republic of Korea

<sup>†</sup>Division of Intergrated Biotechnology, Department of BioFood Science, Joongbu University,  
Geumsan, Chungnam 312-702, Korea

(Received December 5, 2021; Revised December 28, 2021; Accepted December 29, 2021)

**요 약** : 고품질의 아가콩 음료개발을 위해 반응표면분석법에 의한 추출조건을 최적화 하였다. 아가콩의 최적 볶음조건은 250 °C, 30분으로 설정하였다. 추출시간, 추출온도에 따른 아가콩의 품질지표인 pH, 색도 및 이소플라본 함량은 1% 이내에서의 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 추출온도와 추출시간이 길어질수록 이소플라본 함량은 높은 것으로 나타났다. 반응표면분석의 이소플라본 추출 공정 최적화 결과 추출온도는 99.5 °C, 추출시간은 1.7 h으로 나타났으며, 이 조건에서 이소플라본의 최적 수율은 10.63 µg/mL로 예측되었다.

**주제어**: 아가콩, 반응표면분석, 추출조건, 최적화, 이소플라본

**Abstract** : Response surface methodology was applied to determine the optimum extract conditions(extract temperature and time) for the high-quality Agakong beverage. The optimal roasting condition for Agakong was set at 250 °C for 30 minutes. As quality criteria of Agakong, pH, color values and isoflavone contents with extract temperature and extract time, the probability value ( $p < 0.01$ ) demonstrated a high significance for the regression model. It was found that the higher the extraction temperature and the longer the extraction time, the higher the isoflavones content. The optimized conditions of extraction isoflavones from agakong were found to be

---

<sup>†</sup>Corresponding author  
(E-mail: sshur@joongbu.ac.kr)

optimized ratio of extraction temperature 99.5°C, extraction time 1.7 h and the maximum rutin yield was 10.63  $\mu\text{g/mL}$ .

*Keywords* : Agakong, RSM, extract condition, optimization, isoflavones

## 1. 서론

국내 콩 생산량은 2013년 15만 4천 톤으로 최대의 생산량을 보인 이후 2016년에 7만5천 톤으로 연평균 21.2%씩 감소하는 추세였으나 2017년 이후 생산량이 다시 증가 하고 있지만 2020년 8만 9백 톤에 그쳐 전년 대비 23.2% 감소하였다. 콩은 우리나라가 원산지이지만, 국내 콩은 생산성이 낮아 2019년 현재 국내 콩 수입량은 약 126만 톤으로 계속 증가하고 있다[1]. 이는 국산 콩 가격이 수입산 대비 가격경쟁력이 취약한 결과로 대부분의 콩 가공식품에 수입산이 사용되고 있는 실정이기 때문이다. 콩(*Glycine max* L. Marri.)은 두과(Leguminosae) 작물로서 우수한 단백질과 지질이 풍부하여 인류 역사상 오래전부터 이용되어 온 유용한 작물이다[2]. 우리나라는 오래전부터 발효식품의 원료로써 콩을 이용하여 여러 형태로 조리 또는 가공하여 섭취하여 왔다. 이소플라본은 콩에 함유된 가장 대표적인 기능성분으로 3-phenylchroman의 4', 7번 위치의 수산기(OH) 그룹이 결합한 비배당체(aglycone)를 기본 골격으로 이루어져 있으며, 콩에 함유된 비배당체 이소플라본은 daidzein, genistein, glycitein 등 3종의 비배당체 이소플라본 외에도 glucose, acetyl, malonyl group이 결합된 배당체(glycoside) 성분들이 존재하고 있어 콩에는 총 12종의 이소플라본 물질이 규명되어 있다[3]. 식품으로 섭취되는 이소플라본은 체내에서 비배당체 형태로 전환, 흡수된 후에 갱년기 증상 개선, 항암, 항염증, 항산화 효과 등 많은 생리활성 효과 있는 것으로 널리 알려져 있으며[4], 코로나 바이러스에 대항하는 체내의 메커니즘 또한 이와 유사하다고 발표된 바 있다[5]. 특히, 콩 단백질로부터 유래된 발효 대사산물인 펩타이드는 그 종류가 다양하고 발효 전과 비교하여 체내 흡수율을 높이는 것은 물론 면역체계에 있어서도 다양한 이점을 가진다는 연구들이 있다[6]. 이처럼 다양한 생리활성 성분과 풍부한 단백질을 가지고 있는 콩은 미래의 중요한 식량 자원뿐만 아니라

인간의 건강을 책임질 식품으로 전망되고 있다.

아가콩(Agakong)은 황영현 등이 종이 다른 'Enuhakong'(*Glycine mas*)과 야생콩 간의 교잡으로 만들어진 품종으로 높은 질병 저항성과 이소플라본 함량을 지니고 있는 신품종 콩으로써 높은 항산화 활성 등을 가지고 있는 것으로 알려져 있다[7]. 특히, 아가콩과 아가콩 청국장에 대한 암예방 실험결과, 모·부본인 은하콩과 KLG10084에 비해 QR 효소 유도능, 항산화능이 유의하게 높은 것으로 나타났으며, 아가콩 청국장은 일반청국장과 서구의 대표적인 암예방 식품인 브로콜리에 비해 QR 효소유도능과 항산화능에서 유의하게 높은 생리활성을 보여 기능성 식품으로서 아가콩의 가능성을 확인한 바 있다[8].

최근 유전자재조합 식품(GMO)의 혼입 가능성, 안전성 등에 대한 논란이 가중되고 있으며, 이에 따라 두부, 된장 등 일반가공식품에서도 국산콩을 이용한 제품의 개발이 활발하게 이루어지고 있다[9]. 생활수준의 향상으로 현대인들의 식사는 과도한 동물성 지방과 콜레스테롤에 노출되어 있으며 이러한 식이는 체내 염증반응을 촉진하고 면역력에 부정적인 영향을 줄 수 있다[10]. 따라서 콩을 이용한 식물성 음료는 일반적인 동물성 식품과 달리 불포화지방산의 함량이 높으면서 콜레스테롤을 포함하지 않기 때문에 면역력을 유지하는 데에 도움이 될 것으로 여겨진다. 특히 코로나 19로 인해 중장년층의 건강에 대한 관심이 증폭되었고 식물성 단백질에 대한 열풍 또한 코로나와 겹쳐 젊은 층에서 노년층으로까지 확산되고 있다[11]. 따라서 콩의 유효성분을 이용한 제품의 개발 및 소비자 수요도 지속적인 증가 추세로 국산콩의 경쟁력 제고, 소비자 니즈 만족, 국내 콩 산업 발전 등을 위해 우수한 기능성 콩 가공제품의 개발이 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 선행연구결과 유효성분이 매우 높은 것으로 확인된 바 있는 아가콩을 이용한 음료 제조에 있어 가장 핵심 공정인 추출온도와 시간을 최적화함으로써 향후 아가콩을 이용한 기능성 콩 음료 제품을 개발하기 위한 기초자료

로 제시하고자 하였다.

## 2. 실험

### 2.1 공시재료

본 연구에 사용된 아가공은 2020년 3월 (주)소이벤처(대구 북구 대학로 95)에서 제공받아 ultrasonic cleaner(SH-WB-2UC, SH Scientific, 4Science, Korea)를 이용하여 불순물을 제거하고 세척하여 실험에 이용하였다.

### 2.2. 공정 방법

#### 2.2.1. 아가공의 볶음 공정

볶음장치는 교반기가 장착된 전기 자동 볶음기(THDRE-01, Taehwan Automation Ind, Bucheon, Korea)를 이용하여 250°C에서 20, 25, 30분간 볶음처리를 하였다. 볶음처리는 미리 소정의 온도까지 상승시킨 드럼에 일정한 크기로 절단된 시료 300 g을 넣고 시료를 300 rpm의 속도로 실시하였다. 볶음이 완료된 시료는 즉시 드럼에서 꺼내어 송풍 냉각장치에 옮겨 실온까지 냉각시킨 다음 밀봉 보관하여 사용하였다.

#### 2.2.2. 실험계획

실험계획은 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 사용하였다[12]. 추출조건에 대한 실험계획은 중심합성계획(central composite design, CCD)을 사용하였으며[13], 실험계획은 Table 1과 같이 추출 공정에서 중요한 변수로 고려되는 인자로서 추출온도( $X_1$ ), 추출시간( $X_2$ )에 대한 실험범위를 설정하여 각각을 5단계로 부호화하였으며, 중심합성계획에 따라 10구간으로 설정하여 추출실험을 행하였다. 추출물의 품질인자로서 색도( $Y_1$ ), pH( $Y_2$ ), 이소플라본( $Y_3$ ) 등으로 하였다.

### 2.2.3. 볶음 아가공의 추출

실험계획에 의해 설계된 추출조건에 따라 아가공을 80 mesh를 통과하도록 분쇄한 분말 시료 5 g에 증류수 500 mL를 가하여 상온에서 3시간 동안 약 300 rpm에서 진탕 추출하였다. 추출조작은 3회 반복으로 실시하였고 추출액은 원심분리(3,000 rpm, 10 min)하여 상층액을 얻은 뒤 40 °C에서 감압 농축하여 부피를 일정량(200 mL)으로 하여 추출용액으로 사용하였다. 한편 볶음시료의 특성 변화를 배제하기 위하여 추출공정은 상온에서 실시하였다.

### 2.3. 이화학적 특성 분석

#### 2.3.1. 색도 및 pH 측정

색도는 색차계(Colori-meter JC 801S, Japan)를 이용하여 L, a, b 값을 측정하였다. 콩 분말의 색도는 실험실용 믹서기(Waring 7010, Germany)에서 3분간 분쇄 후 일회용 투명 페트리 디시에 담아 측정하였으며, 추출물의 색도는 석영셀에 적량을 담은 후 값을 측정하였다. 추출액의 pH는 상온에서 pH 측정기(Sartorius Docu-pH, Germany)를 사용하여 측정하였다.

#### 2.3.2 Isoflavone 분석

시료 1g에 1M HCl 3 mL를 첨가하여 2시간 동안 98°C의 항온수조에서 180 rpm의 교반조건으로 가열하였다. 냉각 후 methanol 3 mL를 첨가하여 완전히 교반한 다음 3,200 rpm에서 30분간 원심분리하여 상등액을 취하고, 0.2  $\mu$ m syringe filter로 여과한 뒤 여액을 HPLC를 이용하여 Table 2와 같은 조건으로 분석하여 총 isoflavone 함량을 구하였다.

Table 1. Experimental range and levels of the two independent variables used in RSM in terms of actual and coded factors

Variables	Symbol	Coded level				
		-2	-1	0	1	2
Reaction temperature (°C)	$X_1$	60	70	80	90	100
Reaction time (h)	$X_2$	30	60	90	120	150

Table 2. Instrumental conditions for isoflavone analysis by HPLC

Items	Conditions
Instrument	Perkin Elmer Series 200
Column	C18(150×4.6mm)
Detector	UV/VIS Series 200(254nm)
Mobile phase	ACN:CH <sub>3</sub> COOH 1% in D.W = 30:70
Flow rate	0.7 mL/min
Sample injection volume	20 $\mu$ L

## 2.4. 통계처리

실험 자료는 3회 반복 측정된 값을 이용하여 Mean $\pm$ SD로 나타내었고 유의성 검정은 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS, Inc., Chicago, IL, USA, ver. 12.0)을 이용하여 ANOVA를 실시한 후 Duncan's multiple range test로 각 시료의 평균차이에 대한 사후검정을 유의수준 5%에서 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 볶음 조건에 따른 이화학적 특성 변화

볶음조건에 따른 아가공의 색도(Table 3)는 아가공 생콩의 색도는 L값은 79.35, a값은 -1.22, b값은 25.61이었으며, 볶음시간이 증가할수록 L값은 크게 감소하였으며, a값은 볶음에 따라 증가하였으나 볶음시간에 따른 값의 차이는 미미하였다. b값은 볶음조건에 따라 증가하다가 볶음시간이 증가함에 따라 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 일반적으로 볶음 온도와 볶음 시간이 증가함에 따라 명도는 감소하고 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보였는데 팔차 제조, 커피콩 볶음처리에도 유사한 결과를 보였다. 이는 볶음처리에 따른 Maillard 반응에 의한 갈변물질의 생성 때문인 것으로 사료된다[14-16]. 아가공의 볶음 시간을 20분으로 하여 볶은 콩은 구수한 맛이 났으며, 볶음조건 25분은 약간 쓴맛, 30분 동안 볶은 콩은 매우 쓴 맛을 나타내었으며, 배전도가 가장 강하였다. 아가공 추출물 제조를 위한 예비 실험 결과 볶음시간을 30분으로 하였을 때, 추출물의 콩향과 구수한 맛이 우수하여 추출조건 설정을 위한 볶음콩 전처리 조건으로서 볶음온도는 250 $^{\circ}$ C, 볶음시간은 30분으로 설정하였다. 250 $^{\circ}$ C의 온도에서 아가공을 20, 25, 30분간 볶음 처리

하여 유효성분 함량을 조사한 결과 daidzein은 595.35~657.18  $\mu$ g/g, genistein은 556.52~645.71  $\mu$ g/g으로 나타나 볶음시간이 증가할수록 daidzein과 genistein 함량이 약간 감소하는 경향을 보였다(Table 3). 볶음처리에 따른 콩내의 총 이소플라본 함량은 증가하였으나 비배당체보다 배당체인 daidzin, glycitin, genistin의 함량이 높게 증가되고 인체는 비배당체 이소플라본을 더 효율적으로 흡수한다고 보고되어 있어 무처리 콩보다 비배당체 이소플라본이 고 함유되도록 볶음 가공을 거친 콩을 섭취할 때 보다 높은 이소플라본의 여러 생리활성 효과를 나타낼 것으로 기대된다[17]. 또한 콩을 이용한 추출액상차, 음료 개발시 볶음에 의한 향미 증가로 인해 관능적 특성이 증가하는 것으로 나타나 생콩을 원료 그대로 열수 추출하는 것 보다는 볶음공정을 한 후 콩 음료를 제조하는 것이 우수한 음료를 생산할 수 있는 것으로 사료된다.

### 3.2. 추출조건에 따른 볶음 아가공 추출물의 이화학적 특성

추출온도 및 추출시간에 따른 pH, L, a, b값에 대한 반응표면 회귀식 및 회귀식의 R<sup>2</sup>는 Table 4와 같다. 볶음 아가공의 추출조건에 따른 pH는 6.00~6.77, L값은 78.58~86.32, a값은 0.82~4.88, b값은 29.97~48.39 범위로 나타났으며, pH, L, a, b 값 모두 1% 이내의 유의성이 인정되었다. pH는 추출온도가 높고, 추출시간이 증가할수록 값이 감소하는 경향을 보였으며, 추출물의 L값은 추출온도가 높고, 추출시간이 늘어날수록 감소하여 보다 어두운 색을 띠는 것으로 나타났다. a값은 추출온도가 높고, 추출시간이 길수록 증가하는 경향을 나타내었으며, b값도 유사한 경향을 나타내었다. 검정콩의 종피에서 안토시아닌을 추출한 연구 결과에 의하면 일정시간 이상 추

Table 3. Physicochemical properties and isoflavones content of Aga soybeans as roasting conditions

Roasting No.	Roasting temperature (°C)	Roasting time (min.)	L	a	b	Daidzein ( $\mu\text{g/g}$ )	Genistein ( $\mu\text{g/g}$ )	Total isoflavone ( $\mu\text{g/g}$ )
1	0	0	79.35 $\pm$ 0.00 <sup>1)</sup>	-1.22 $\pm$ 0.03	25.61 $\pm$ 0.02	657.99	569.03	1,227.02
2	250	20	48.44 $\pm$ 0.02	11.11 $\pm$ 0.06	29.62 $\pm$ 0.03	657.18	645.71	1,302.89
3	250	25	39.08 $\pm$ 0.00	12.04 $\pm$ 0.04	27.54 $\pm$ 0.00	635.54	589.41	1,224.95
4	250	30	30.56 $\pm$ 0.00	11.02 $\pm$ 0.00	22.26 $\pm$ 0.00	595.35	556.52	1,151.87

<sup>1)</sup>Each value represents mean $\pm$ SD (n=3)

Table 4. Polynomial equations calculated by RSM program for physicochemical properties of roasted Aga soybeans extracts

Responses	Polynomial equations	R <sup>2</sup>	Significance
pH	$Y_{\text{pH}} = -9.714167 + 0.161333X_1 + 0.528722X_2 + 0.003175X_1^2 - 0.003317X_1X_2 - 0.000969X_2^2$	0.9882	0.0006
L	$Y_L = 109.153988 - 0.259190X_1 - 0.162607X_2 + 0.000155X_1^2 + 0.000467X_1X_2 + 0.000481X_2^2$	0.9818	0.0014
a	$Y_a = -11.239524 + 0.139619X_1 + 0.087869X_2 - 0.000114X_1^2 - 0.000242X_1X_2 - 0.000265X_2^2$	0.9568	0.0078
b	$Y_b = -9.714167 + 0.161333X_1 + 0.528722X_2 + 0.003175X_1^2 - 0.003317X_1X_2 - 0.000969X_2^2$	0.9882	0.0006

출 시간이 지속될 경우 추출 효율이 감소하는 하는 경향이 있는 것으로 보고되었으며 [18], 자색 옥수수 속대 추출물의 경우 24시간 이후 추출물은 가용성 고형물 및 적색도가 감소하여 품질의 저하가 나타났다[19]. 따라서 추출물 제조를 위한 최적의 조건을 선정하는데 온도와 시간의 설정은 매우 중요한 것으로 판단된다. Fig. 1, 2, 3, 4에서 보는 바와 같이 각 정상점이 안장점으로 나타나는 능선분석을 분석 한 결과 pH는 95.04°C, 29.52 min, L 값은 99.37°C, 104.87 min, a 값은 99.34°C, 105.21 min, b 값은 68.60°C, 40.68 min으로 나타났다.

### 3.3. 추출조건에 따른 볶음 아가콩 추출물의 isoflavone 함량 특성

열수추출조건에 따른 볶음 아가콩 추출물의 isoflavone 함량 특성은 Table 5와 같이 나타났으며, daidzein과 genistein에 대한 회귀식의 R<sup>2</sup>는 각각 0.9874, 0.9769로 나타났다(Table 6). 볶음

아가콩의 추출조건에 따른 daidzein 함량은 4.28~11.63  $\mu\text{g/mL}$ 의 범위를 보였으며, genistein은 2.86~9.79  $\mu\text{g/mL}$ 로 나타났으며 모두 1% 이내에서 유의성이 인정되었다. Daidzein 및 genistein 함량 모두 추출온도와 추출시간에 영향을 많이 받고 있는 것으로 나타났다. 노란콩을 가수분해한 후 메탄올 추출물을 제조하여 이소플라본 함량을 조사한 결과 비배당체 형태인 daidzein과 genistein이 각각 16.30  $\pm$  0.14 mg%, 8.76  $\pm$  0.01 mg% 함유된 것으로 보고되었는데[20], 본 연구의 경우 가수분해 과정을 거치지 않고 물을 용매로 사용하여 콩에 함유된 이소플라본을 추출하였으므로 비배당체 형태인 daidzein과 genistein의 추출 효율에 부분적으로 영향을 미친 것으로 판단된다. 일반적으로 메탄올, 에탄올과 같은 유기용매를 이용하여 특정 성분을 추출하여 얻는 원료는 식품가공에 직접적으로 적용하기 어려워 전처리 공정이 필수적으로 수반되어야 한다. 따라서 식물로부터 특정성분의

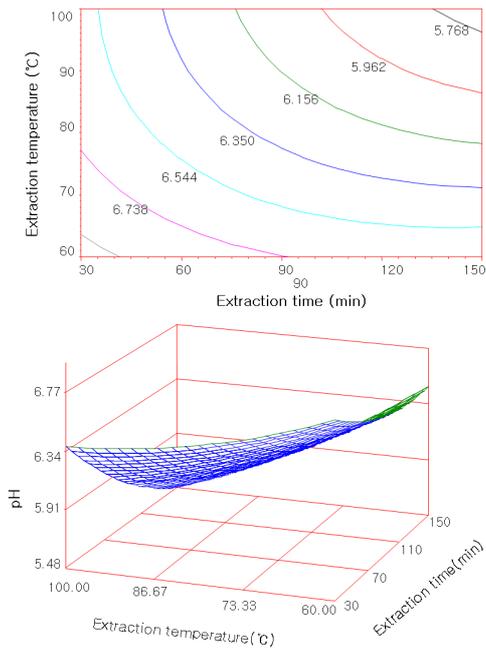


Fig. 1. Contour map (top) and response surface (bottom) of pH in extraction condition of roasted soybean.

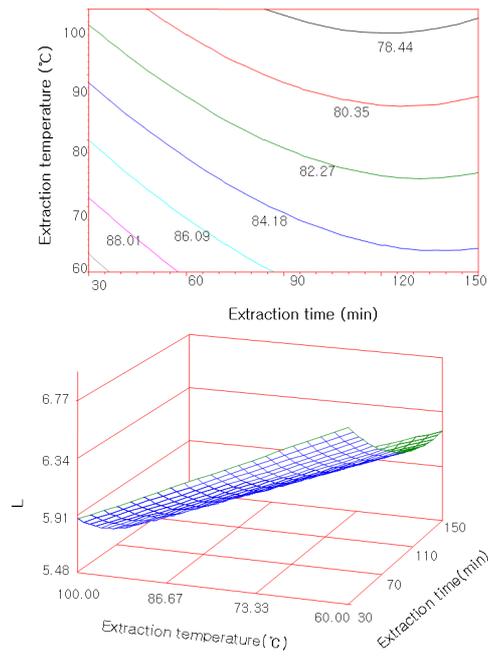


Fig. 2. Contour map (top) and response surface (bottom) of L in extraction condition of roasted soybean.

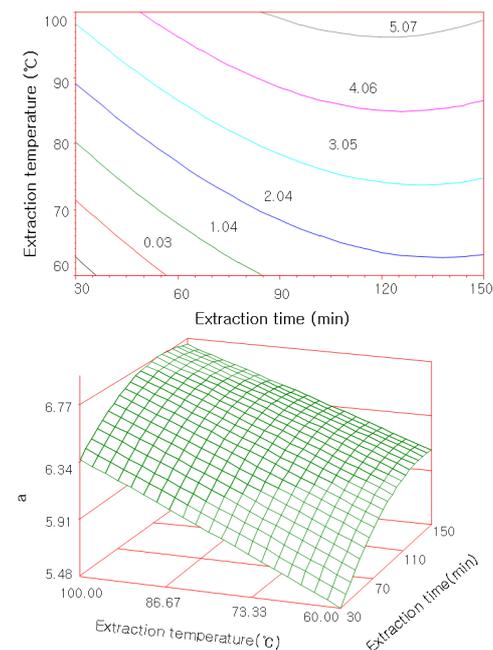


Fig. 3. Contour map (top) and response surface (bottom) of a in extraction condition of roasted soybean.

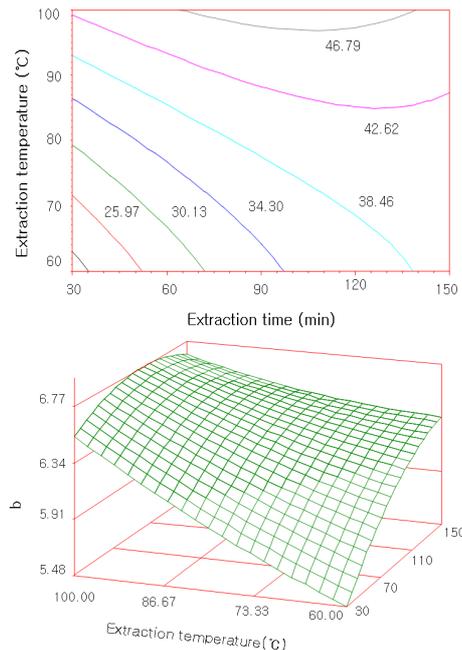


Fig. 4. Contour map (top) and response surface (bottom) of b in extraction condition of roasted soybean.

Table 5. Experimental data on daidzein, genistein of soybean extracts under different conditions based on central composite design for response surface analysis

Exp. No.	Extraction conditions		Daidzein (ug/mL)	Genistein (ug/mL)
	Extraction temperature (°C)	Extraction time (min)		
1	90(1)	120(1)	10.23	7.54
2	90(1)	60(-1)	8.64	6.32
3	70(-1)	120(1)	7.82	5.10
4	70(-1)	60(-1)	5.17	3.20
5	80(0)	90(0)	8.43	6.12
6	80(0)	90(0)	9.04	6.46
7	100(2)	90(0)	11.63	9.79
8	60(-2)	90(0)	5.10	3.13
9	80(0)	150(2)	9.79	7.21
10	80(0)	30(-2)	4.28	2.86

Table 6. Polynomial equations calculated by RSM program for isoflavone content of roasted Aged soybeans extract

Responses	Polynomial equations	R <sup>2</sup>	Significance
Daidzein	$Y_D = -22.639345 + 0.356476X_1 + 0.194448X_2 - 0.000745X_1^2 - 0.000883X_1X_2 - 0.000452X_2^2$	0.9874	0.0007
Genistein	$Y_G = -11.212649 + 0.085619X_1 + 0.134077X_2 - 0.000767X_1^2 - 0.000567X_1X_2 - 0.000311X_2^2$	0.9769	0.0023

추출수율을 극대화하고자 xylanase 등과 같은 유용 효소들을 이용하여 식물의 세포벽을 가수분해하는 생물학적 가수분해 공정을 적용하기도 한다 [21]. Fig 5, 6에서 보는 바와 같이 daidzein은 추출온도 99.55°C, 추출시간 106.19분에서 최대값 11.64  $\mu\text{g/mL}$ 을 나타내었고 genistein은 추출온도 99.50°C, 추출시간 103.23분일 때 최대값 9.61  $\mu\text{g/mL}$ 을 나타내었다. 두 성분 모두 추출온도가 높고, 추출시간이 길어질수록 높은 것으로 나타났다. 이소플라본 중 genistein과 daidzein은 항산화 효과와 항암효과가 뛰어나 여러 가지 암 뿐 아니라 각종 성인병의 예방과 치료에도 효과가 있는 것으로 밝혀지고 있어 [22] 아가콩을 이용한 다양한 기능성 음료제조가 가능할 것으로 기대된다.

실험조건 내에서 추출온도가 높고 추출시간이 길수록 유효성분 함량의 추출율은 높아지지만 추출공정의 산업화 시에는 해당업체의 설비여건, 원가 등 복합적인 요인을 고려하여 적정 추출조건을 설정하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 풍부한 단백질과 다양한 생리활성 성분을 함유한 아가콩을 이용하여 기능성과 기호성을 가진 음료를 개발하기 위해 추출조건에 따른 아가콩의 품질특성을 실시하여 반응표면 분석법으로 모니터링 하였다.

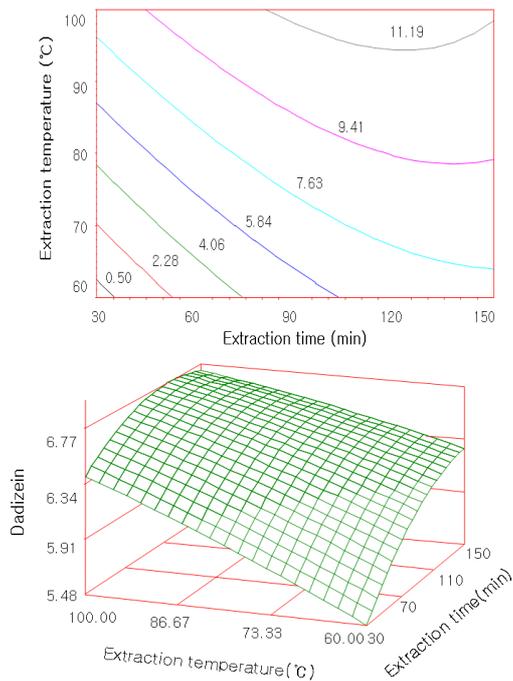


Fig. 5. Contour map (top) and response surface (bottom) of dadizein in extraction condition of roasted soybean.

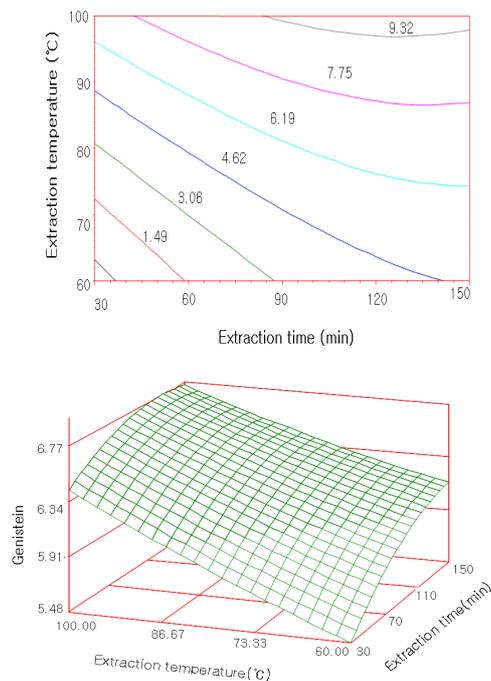


Fig. 6. Contour map (top) and response surface (bottom) of genistein in extraction condition of roasted soybean.

1. 볶음 온도와 볶음 시간이 증가함에 따라 아가공의 명도는 감소하고 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보였으며, 볶음처리에 따른 콩내의 총 이소플라본 함량은 증가하였으나 비배당체보다 배당체인 daidzin, glycitin, genistin의 함량이 높게 증가됨을 알 수 있었다. 따라서 아가공의 볶음공정은 250°C에서 30분간 처리하는 것이 가장 최적의 조건이었다.
2. 추출온도 및 추출시간에 따른 품질특성을 측정된 결과 pH( $p < 0.0006$ ), L(명도  $p < 0.0014$ ), a(적색도  $p < 0.0078$ ), b(황색도  $p < 0.0006$ )항목에서 모델의 적합성이 인정되었으며 1% 이내의 유의성이 인정되었다. pH는 추출온도가 높고, 추출시간이 증가할수록 값이 감소하는 경향을 보였으며, 추출물의 L값은 추출온도가 높고, 추출시간이 늘어날수록 감소하여 보다 어두운 색을 띠

는 것으로 나타났다. a값은 추출온도가 높고, 추출시간이 길수록 증가하는 경향을 나타내었으며, b값도 유사한 경향을 나타내었다. 각 품질특성의 능선분석을 분석한 결과 pH는 95.04°C, 29.52 min, L 값은 99.37°C, 104.87 min, a값은 99.34°C, 105.21 min, b 값은 68.60°C, 40.68 min으로 나타났다.

3. 열수추출조건에 따른 볶음 아가공 추출물의 daidzein과 genistein에 대한 회귀식의  $R^2$ 는 각각 0.9874, 0.9769로 나타났으며 볶음 아가공의 추출조건에 따른 daidzein 함량은 4.28 ~ 11.63  $\mu\text{g/mL}$ 의 범위를 보였으며, genistein은 2.86 ~ 9.79  $\mu\text{g/mL}$ 로 나타났다. 추출조건에 따른 최적조건은 dadizein의 경우 추출온도 99.55°C, 추출시간 106.19분에서 최대값 11.64  $\mu\text{g/mL}$ 을 나타내었고 genistein은 추출온도 99.50°C, 추출시간

103.23분일 때 최대값 9.61  $\mu\text{g/mL}$ 을 나타내었다. 두 성분 모두 추출온도가 높고, 추출시간이 길어질수록 높은 것으로 나타났다.

## References

1. E. Y. Cho, H. H. Yoon, "Quality characteristics of cheongkookjang made with lentils according to fermentation time", *Culinary Science & Hospitality Research*, Vol. 26, No. 6, pp. 203-213, (2020).
2. H. R. Kim, K. S. Chang, J. H. Chang, "Comparison on anti-oxidant effects of pigment extracts from Fabaceae 5 specie", *Journal of the Korean Applied Science & Technology*, Vol. 37, No. 1, pp. 7-16, (2020).
3. T. J. Ha, J. E. Park, B. K. Kang, H. S. Kim, S. O. Shin, J. H. Seo, " $\alpha$ -Glucosidase inhibitory activity of isoflavones and saponins from soybean (*Glycine max* L.) and comparisons of their constituents during heat treatments", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 48, No. 9, pp. 953-960, (2019).
4. K. Sahin, E. Yenice, B. Bilir, C. Orhan, M. Tuzcu, N. Sahin, I. H. Ozercan, N. Kabil, B. Ozpolat, O. Kucuk, "Genistein prevents development of spontaneous ovarian cancer and inhibits tumor growth in hen model", *Cancer Prevention Research*, Vol. 12, No. 3, pp. 135-146, (2019).
5. J. Bousquet, Jean Bousquet, J. Paul. Cristol, W. Czarlewski, J. M. Anto, A. Martineau, T. Haahtela, S. C. Fonseca, G. Iaccarino, H. Blain, A. Fiocchi, G. W. Canonica, J. A. Fonseca, A. Vidal, H. J. Choi, H. J. Kim, V. L. Moing, J. Reynes, A. Sheikh, C. A. Akdis, T. Zuberbier, the ARIA group, "Nrf2-interating nutrients and COVID-19: time for research to develop adaptation strategies", *Clinical and Translational Allergy*, Vol. 10, No. 58, No. 9, pp. 1-18, (2020).
6. Y. H. Cheng, F. S. H. Hsiao, C. M. Wen, C. Y. Wu, A. Dybus, Y. H. Yu, "Mixed fermentation of soybean meal by protease and probiotics and its effects on the growth performance and immune response in broilers", *Journal of Applied Animal Research*, Vol. 47, No. 1, pp. 339-348, (2019).
7. K. U. Choi, H. S. Ryu, H. T. Kim, S. M. Kim, S. J. Lee, J. D. Choi, Y. H. Hwang, S. Y. Choi, O. S. Kwon, "Protemic characterization of the of 'Agakong', a small-seeded recombinat inbred line derived from 'Eunhakong'(*Glycine max*)  $\times$  'KLG10084'(Glycine soja)", *Food Science and Biotechnology*, Vol. 17, No. 5, pp. 912-918, (2008).
8. K. M. Ku, M. G. Kim, M. J. Hong, Y. S. Heong, J. S. Kim, I. J. Lee, D. H. Shin, Y. H. Hwang, Y. H. Kang, "Antioxidant and QR inductive activities of novel functional soybean 'Agakong3'", *Food Science and Biotechnology*, Vol. 18, No. 3, pp. 624-629, (2009).
9. B. K. Ha, "Recent trends in the soybean industry", *Korean Soybean Society*, Vol. 4, No. 0, pp. 1-12, (2021).
10. A. R. Tall, Y. C. Laurent, "Cholesterol, inflammation and innate immunity", *Nature Reviews Immunology*, Vol. 15, No. 2, pp.104-116, (2015).
11. R. Chelliah, B. M. D. Ericn, F. Elahi, S. J. Yeon, A. Tyagi, C. R. Park, E. J. Kim, K. H. Jo, D. H. Oh, "Role of peptides in antiviral (COVID-19) therapy", *Journal of the Food Hygiene and Safety*, Vol. 36, No. 5, pp. 363-375, (2021).
12. N. Gontard, S. Guilbert, J. L. Cuq, "Edible wheat gluten films: Influence of the main process variables on film properties using response surface methodology", *Journal of Food Science*, Vol. 57, No. 1, pp. 190-195, (1992).
13. M. Yolmeh, S. M. Jafari, "Application of

- response surface methodology in the food industry processes", *Food and Bioprocess Technology*, Vol. 10, No. 11, pp. 413-433, (2017).
14. S. B. Song, J. Y. Ko, J. I. Kim, J. S. Lee, T. W. Jung, K. Y. Kim, D. Y. Kwak, I. S. Oh, K. S. Woo, "Changes in physicochemical characteristics and antioxidant activity of adzuki bean and adzuki bean tea depending on the variety and roasting time", *Korean Journal of Food Science Technology*, Vol. 45, No. 3, pp. 317-324, (2013).
  15. M. J. Lee, S. E. Kim, J. H. Kim, S. W. Lee, D. M. Yeum, "A study of coffee bean characteristics and coffee flavors in relation to roasting", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol. 42, No. 2, pp.675-681, (2013).
  16. H. Jing, D. D. Kitts, "Antioxidant activity of sugar-lysine Maillard reaction products in cell free and cell culture systems", *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 429, No. 2, pp. 154-163, (2004).
  17. J. Shin, N. Joo, "Component changes in antioxidant activity and isoflavone ( $\beta$ -glucoside & aglycone) contents of small black bean according to different cooking methods", *Korean Journal of Food and Cookery Science*, Vol. 32, No. 2, pp. 197-203, (2016).
  18. J. H. Chung, H. J. Lee, S. Y. Lee, K. S. Kim, Y. S. Rim, S. C. Chin, "Establishment of conditions for hot water extraction of *Camellia japonica* leaves", *Korean Journal of Food Science Technology*, Vol. 38, No. 6, pp. 823-828, (2006).
  19. H. Li, H. S. Ji, J. H. Kang, D. H. Shin, H. Y. Park, M. S. Choi, "Soy leaf extract containing kaempferol glycosides and pheophorbides improves glucose homeostasis by enhancing pancreatic beta-cell function and suppressing hepatic lipid accumulation in db/db Mice", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 63, No. 2, pp. 7198-7210, (2015).
  20. S. H. Ryu, H. S. Lee, Y. S. Lee, G. S. Moon, "Contents of isoflavones and antioxidative related compounds in soybean leaf, soybean leaf Jangachi, and soybean leaf Kimchi", *Korean Journal of Food Cookery Science*, Vol. 21, No. pp. 433-439, (2005).
  21. S. Y. Heo, J. Y. Kwak, H. W. Oh, D. S. Park, K. S. Bae, D. H. Shin, "Characterization of an extracellular xylanase in *Paenibacillus* sp. HY-8 isolated from an herbivorous longicorn beetle". *Journal of Microbiology and Biotechnology*, Vol. 16, No. 11, pp. 1753-1759, (2006).
  22. W. Ariyani, T. Iwasaki, W. Miyazaki, L. Yu, S. Takeda, N. Koibuchi, "A possible novel mechanism of action of genistein and daidzein for activating thyroid hormone receptor-mediated transcription", *Toxicological Sciences*, Vol. 164, No. 2, pp. 417-427, (2018).