

흑생강 제조 공정 최적화 및 기능성 흑생강 음료 제조

반영주 · 백무열 · 함영태¹ · 김혜경² · 김병용*

경희대학교 식품공학과 생명자원연구소, ¹중앙대학교 생명공학과, ²한서대학교 식품생물공학과

Optimization of Processing Conditions for Making a Black Ginger and Design Mixture for Black Ginger Drinks

Young-Ju Ban, Moo-Yeol Baik, Young-Tae Hahm¹, Hye-Kyung Kim², and Byung-Yong Kim*

Department of Food Science and Biotechnology, Institute of Life Science and Resources, Kyunghee University

¹Department of Biotechnology, Chungang University

²Department of Food Science and Biotechnology, Hanseo University

Abstract

Black ginger, obtained from steaming and drying process, provides the various functional properties. This study was performed to investigate the optimum processing conditions for black ginger with high content of biologically active substance such as anti-oxidations. Optimum processing conditions such as temperature and time for black ginger was determined by response surface methodology (RSM) with manufacturing process and functionality. The optimum steaming condition was determined 6 hours at 93.2°C, and 82.7 mg/L DPPH scavenging activities was obtained at this condition. The black ginger drink was made with black ginger extracts, Japanese apricot, and honey. Interaction effects of these ingredients were investigated by modified distance based on design and analyzed by linear, nonlinear regression model, and RSM. The optimization of mixture ratio was made by statistical modeling using DPPH scavenging activities and sensory properties which are the important target constraints in drink. Total flavonoids showed a linear canonical form, while preference and antiradical activity showed a nonlinear canonical form indicating the higher interaction among mixtures. The response trace plot revealed that antiradical activity, sensory properties and total flavonoids were quite sensitive to the drink blending. The optimum formulation of the drink was set at 14.2% of black ginger extracts, 5% of Japanese apricot, and 10.8% honey.

Key words: black ginger, response surface methodology, ginger drinks, optimum formulation

서 론

생강(*Zingiber officinale*)은 주로 열대 및 아열대 지역에 재배되는 생강과에 속하는 식물로써 특유의 맛과 향기로 오랫동안 향신료로서 사용되어 왔으며, 근래에는 식용, 약용뿐만 아니라 기능성식품, 화장품용으로까지 활용되고 있다. 생강은 hydrocarbon류, ketone류, alcohol류 등의 정유성분과 zingiberene 등의 향기성분, zingiberol 등의 정향성분으로 구분된다. 그 중 매운맛을 내는 정유성분인 6-gingerol은 0.1-0.3%정도 생강에 함유 되어 있으며 항산화 및, 항염증 효과를 나타내는 것으로 알려져 있고(Ji et al., 1997; Kim et al., 1992; Park et al., 1988; Bode et al.,

2001) 활성 산소종(reactive oxygen species)의 발생에 영향을 주는 잔틴 산화효소의 저해효과를 보이는 것으로 보고 되었다(Aeschbach et al., 1994; Chun et al., 1994).

생강은 식품의 부 재료로 사용되고 있지만 1995년 WTO 체제 출범 후 국내의 생강 가격 경쟁력이 감소함에 따라 생강 생산면적이 계속적인 감소 추세이고 이에 따라 고부가의 기능성 생강 제품의 개발이 필요하게 되었다. 최근 발효기술을 통해 마늘을 가공하는 흑마늘 제조법(Sin et al., 2008)을 응용하여 흑생강을 제품화하고 있지만 흑생강 발효에 적절한 발효법이 확립되지 않았고 연구 활동이 미흡한 실정이며 새로운 가공 방법의 필요성이 제기 되었다. 인삼은 증숙 공정을 통해 성분 변화를 일으켜 생리 활성 성분의 함량을 증가 시키고 수삼에 존재하지 않는 새로운 생리 성분들을 생성하기 때문에(Park et al., 2003) 본 실험에서는 수증기를 이용한 증숙과 건조 공정을 통하여 흑생강을 제조하였고 이를 음료로 제조하였다.

따라서 본 연구에서는 흑생강의 성분 변화를 분석하여 증숙 공정을 통하여 향상 되는 기능성 성분을 규명하고 이

Corresponding author: Byung-Yong Kim, Department of Food Science and Biotechnology, Kyunghee University, Yongin, Gyeonggi-do 449-701, Korea

Tel: +82-31-201-2627; Fax: +82-31-202-0540

E-mail: bykim@khu.ac.kr

Received March 3, 2010; revised March 30, 2010; accepted March 31, 2010

를 최대화할 수 있는 제조 공정을 설정하였으며, 흑생강을 제품화하기 위해 혼합물 실험 계획법을 이용하여 기능성 음료 제조의 최적 배합비를 찾아내고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 생강은 BK 바이오에서 제공받은 단위 포장되어 있는 것을 사용하였다. 생강의 추출용 용매는 ethanol(Deahan Ethanol Life, Seoul, Korea)을 사용하였고 그 밖에 DPPH, sodium nitrate, sodium hydroxide, aluminum chloride 등은 Sigma(ST. Louis, USA)에서 구입하여 사용하였다.

흑생강의 제조 및 추출

생강 5 g씩을 증숙기(T-30, Jinghong Tech, Ilsan, Korea)를 사용하여 온도(60, 80, 100°C)와 시간(6, 12, 18 hr)을 변화시켜 증숙하였고 건조기(HK-D0135, Hwasung, Korea)를 사용하여 건조하였다. 모든 실험은 3번 반복하여 측정하였고 제조된 흑생강은 80% 에탄올 100 mL에 넣은 후 균질기(Ultra-torrax T-25, IKA-Labortechnik, Germany)로 균질하고 추출하였다. 그 후 여과 및 농축하여 50 mL로 정용하였다.

DPPH radical 소거능, 플라보노이드 함량, 및 관능평가

Brand-Williams et al.(1995)의 방법에 따라 DPPH radical 소거능을 분석하였다. DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 시약은 100 µM을 80% ethanol에 희석하여 사용하였다. 시료 0.1 mL와 DPPH solution 2.9 mL를 23°C에서 30분간 혼합하였다. 이것을 spectrophotometer(SP-830 Plus; Barnstead/ThermoLyne, Dubuque, IA, USA)를 이용하여 512 nm 에서 흡광도의 감소치를 측정하였다. DPPH radical 소거능은 vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC)를 비교하여 계산하였다.

플라보노이드 함량은 Zhishen et al.(1999)의 방법을 이용하였다. 50 µL의 시료를 3.2 mL 증류수에 희석시키고 5% sodium nitrate 0.15 mL를 첨가하였다. 5분 후, 10% aluminum chloride 0.15 mL를 첨가하여 6분 간 반응 시켰으며 1 M sodium hydroxide 넣고 510 nm 에서 흡광도를 측정하였다. Catechin을 표준 물질로 선정하여 플로보노이드 함량을 catechin equivalents (CE)로 비교 분석하였다.

관능평가 요원 30명을 이용하여 흑생강 음료의 선호도를 측정하였고 9점 척도법을 사용하였다. 통계분석은 SAS(version 8.0, 1999, Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA)를 사용하였고, 시료간의 차이를 검증하기 위하여 유의 차 0.05 수준에서 Duncan의 다중비교를 수행하였다.

흑생강 제조 공정의 설계 및 최적화

최적 제조 공정을 결정하기 위한 실험 설계 및 최적화를 위해 Design-expert 7(Stat-Ease, Inc., Minneapolis, MN, USA) 프로그램 내의 반응 표면 분석법을 이용하였다. 실험점 확립을 위한 요인 변수는 증숙 온도 및 시간으로 설정하였으며, 반응 변수로는 DPPH radical 소거능으로 하였다. 각 실험군은 central composition 방법으로 선정하였고 -1, 0, +1점을 부호화 하여 증숙 시간은 6-18시간의 범위로 선정하였고, 증숙 온도는 60-100°C의 범위로 선정하였다.

음료의 제조 및 최적배합비

최적 공정으로 증숙한 흑생강 추출물에 매실 농축액, 꿀을 첨가하여 음료를 제조 하였다. Design-Expert 7 program(Stat-Ease, Inc., Minneapolis, MN, USA)을 이용하여 혼합 최적화 실험을 계획하였고 그에 따라 음료의 각 성분들을 분석하였다. 흑생강 추출물, 매실 농축액, 꿀의 제한 범위를 5-15%로 설정하였고, modified distance design에 적용하여 혼합물의 배합비 실험점이 설정되었다. 각 배합비에 따라 6개의 실험점, lack of fit 의 계산을 위한 5개의 실험점, 5개의 반복점이 설정되었다. 음료의 constraint 값은 DPPH radical 소거능, 플라보노이드 함량, 선호도로 정하고 response surface methodology(RSM)을 이용하여 각 조성에 따른 성분들의 반응을 분석하였다(Myer et al., 2009).

최적 성분비를 선정하기 위해 canonical 모형의 수치 최적화를 통하여 예측하였다. 목표범위는 canonical 모형을 근간으로 하는 모델의 수에 각 반응(max. or min.)으로 설정하여 구하였다(Derringer & Suich, 1980).

결과 및 고찰

증숙 공정에 따른 DPPH radical 소거능 분석

흑생강의 최적 증숙 조건을 설정하기 위하여 증숙 온도 및 시간을 독립변수로 하여 central composition 방법으로 설계하였다. 13개의 실험조건에서 얻어진 DPPH radical 소거능의 결과는 Table 1과 같다. 60°C에서 6시간 증숙한 흑생강의 DPPH radical 소거능이 55.2 mg/L 인데 비해 80°C에서 12시간 증숙한 경우 87.1 mg/L로 약 1.5배 이상 크게 증가하여 증숙 공정 중에 항산화력이 증가함을 알 수 있었다. Do et al.(1993)은 홍삼 제조과정 중의 증숙에 의해 생리 활성 성분이 가용화되기 쉬운 상태로 되어 더 많이 추출된다고 하였으며 생강에서 추출한 성분이 돼지기를 산패에 효과가 있어 미약한 항산화 효과가 있다고 보고되었다(Sethi & Aggarwal, 1952). 따라서 증숙 온도가 높아지고 증숙 시간이 길어짐에 따라 많은 항산화능이 뛰어난 성분들이 가용화 되어 추출 함량이 증가하는 것으로 생각된다. 또한 인삼의 증숙 공정에 따라 열과 수분에 의해 ginsenoside의 구조가 변화 되어 생리 활성이 증가(Song et

Table 1. Experimental data on DPPH radical scavenging of different steaming conditions based on central composite design for response surface analysis

No.	Steaming Temp (°C)	Steaming Time (hr)	DPPH radical scavenging activity (mg/L)
1	52	12	64.6
2	80	12	45.0
3	100	18	55.4
4	80	12	75.6
5	80	12	87.1
6	60	6	55.2
7	80	4	84.0
8	108	12	79.2
9	80	12	67.2
10	80	12	81.9
11	80	20	61.7
12	100	6	65.9
13	60	18	64.3

Table 2. Analysis of selected models and regressions at polynomial equations for the response of different steaming conditions

Response	Model	Prob>F	Equation in term of coded factors
DPPH radical scavenging activities	Quadratic	0.012	$71.33+13.1A-4.1B-4.91AB-13.65A^2+1.33B^2$

A: Steaming Temperature, B: Steaming Time

al., 2006)하는 것처럼 생강의 항산화 물질의 구조 변화도 기대된다.

DPPH radical 소거능의 반응 표면 분석

증숙 공정에 따른 흑생강 지표 성분인 DPPH radical 소거능의 반응 표면 분석 결과는 Table 2와 같다. 증숙 온도 및 시간에 따른 DPPH radical 소거능의 적합한 model은 quadratic model로 설정되었고, model의 probability는 0.012로 나타내 유의적으로 적합함을 확인하였다. Quadratic model은 사과, 당근 주스의 최적화 청징 공정(Seog & Lee, 2006) 등에서 설정되는 비선형의 model이다. 이 model은 증숙 변수의 반응량에 영향을 미치는 요소들이 상호 복합적으로 작용할 때, 나타나는 대표적인 모델로 본 실험에서 증숙 온도와 증숙 시간이 복합적으로 DPPH radical 소거능에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 흑생강의 DPPH radical 소거능은 고온의 증숙온도와 긴 증숙 시간에서 증가하는 경향을 나타냈다(Fig. 1).

흑생강 제조의 최적 공정 조건 설정

항산화 능력이 뛰어난 고부가 가치의 흑생강 제조 공정을 설정하기 위하여 DPPH radical 소거능을 최대화 하는 조건으로 최적화 지점을 선정하였다. 증숙 변수는 증숙 온도 및 시간에 비례하여 증가하는 경향을 가졌고 예측된 최

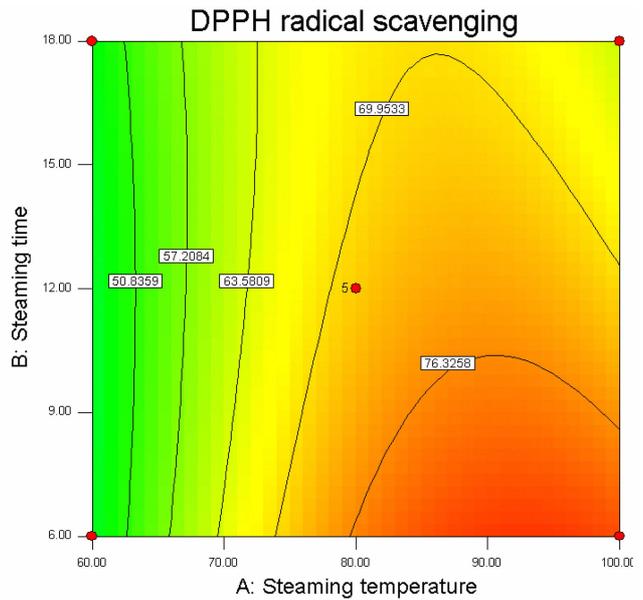


Fig. 1. Response surface for DPPH radical scavenging of black ginger depending on steaming temperature and time.

Table 3. Optimum steaming condition of constraint values and predicted score of responses

Constraints name	Goal	Numerical optimization solution
Steaming Temperature.	in range	93.2°C
Steaming Time	in range	6 hr
DPPH radical scavenging activities	max.	82.7 mg/L
Desirability		0.946

적 증숙 온도와 증숙 시간은 93.2°C와 6hr로 결정되었고 이와 같은 증숙 조건에서 82.7 mg/L의 DPPH radical 소거능 함량이 예측 되었다(Table 3). 최적화에 사용된 desirability는 값이 높을수록 목적요인과 원하는 결과가 최적화 시 목적하는 바에 잘 부합하는 것으로 해석된다(Corzo & Gomez, 2004). 증숙 조건 요인과 반응에 대한 모형을 이용하여 Fig. 1의 그래프로 나타내었고 desirability를 사용하여 그래프의 증첩되는 범위에서 그 최적화 정도를 나타내었다. 증숙 온도가 높고 증숙 시간이 길수록 모든 성분들이 증가하는 경향을 가지고 있어 desirability가 0.946인 점에서 최적점으로 선정되었다.

기능성 음료 제조를 위한 실험점 선정 및 각 반응의 모델분석

증숙한 흑생강을 이용하여 음료를 제조하기 위해 매실 농축액, 꿀을 첨가하여 최적 배합비를 설정하였다. 이를 위해 반응 표면 분석법을 사용하였고 각 배합비에 따른 16 개의 실험점과 분석한 결과는 Table 4에 나타내었다. 음료의 품질 결정에 영향을 미치는 선택도도의 경우 4.3-7.0으로 나타났고, DPPH radical 소거능과 플라보노이드 함량은 각각 27.2-48.5, 16.0-34.3 mg/L의 수준으로 나타났다.

Table 4. Level and composition of design for the formulation of drink

No.	Black ginger (g)	Japanese apricot (g)	Honey (g)	DPPH scavenging activities (mg/L)	Total Flavonoid (mg/L)	Sensory test
1	15	6.85	8.15	48.5	32.2	5.4
2	12.48	6.16	11.36	40.7	26.1	5.1
3	5.37	9.63	15	27.4	16.9	5.5
4	6.42	11.75	11.83	30.7	18.7	6.5
5	15	9.82	5.18	44.6	34.3	4.5
6	12.19	12.81	5	37.7	27.8	6.1
7	10.28	5	14.72	36.0	22.1	6.5
8	12.42	9.76	7.82	38.1	26.6	6.0
9	9.69	10.02	10.29	34.5	23.8	5.5
10	15	6.85	8.15	45.3	31.4	4.3
11	12.19	12.81	5	40.1	28.3	5.6
12	5.17	15	9.83	30.2	17.5	7.0
13	5.17	15	9.83	30.9	19.3	6.6
14	10.28	5	14.72	37.4	21.4	5.4
15	8.64	14.16	7.21	36.3	22.9	6.3
16	5.37	9.63	15	27.4	15.9	5.0

Table 5. Analysis of selected models and regression at polynomial equations for the three response

Response	Model	Prob>F	Equation in terms of pseudo component
DPPH scavenging activities	Quadratic	<0.0001	60.9A+37.69B+25.675C-38.87AB-5.73AC-12.35BC
Total Flavonoid	Linear	<0.0001	38.8A+19.6B+13.36C
Preference	Quadratic	<0.0234	2.708A+8.739B+4.855C-0.327AC+7.387AC-3.398BC

A: Black ginger extracts, B: Japanese apricot, C: Honey

설정된 반응의 model과 모델의 F-test 를 통하여 분석한 유의성 검사를 Table 5에 나타내었다. 예측된 canonical 식에서 설정된 계수들은 각 성분들이 반응에 미치는 영향을 수치로 나타내고 첨가한 성분 등이 복합적으로 상호작용하는 경우에는 비선형의 모델들이 설정되며, 각 성분들이 독립적인 기여도를 나타내면 linear모델이 선정된다(Han & Kim, 2003). 이를 이용한 연구 사례로 surimi를 첨가한 전분(Yoon et al., 1997) 등의 연구에서 성분들의 상호작용으로 나타내는 다양한 모델들을 보여주고 있다. 본 실험에서는 preference(선호도)와 DPPH radical 소거능이 비선형의 quadratic model로 선정되어 증숙한 흑생강, 매실 농축액, 꿀의 복잡한 상호작용이 발생했다는 것을 예측할 수 있었다. 반면에 플라보노이드 함량은 linear model이 선정 되어 각 성분들이 독립적으로 기여하는 것을 알 수 있었다.

Trace plot을 통한 model 분석

모델을 설정하는 데 각 성분들이 미치는 영향을 trace plot으로 분석하였다(Figs. 2,4). 플라보노이드 함량의 결과를 분석하면 성분들의 상호작용 없이 흑생강 추출물, 매실 농축액, 꿀이 각각 독립적으로 작용하는 것을 알 수 있다 (Fig. 2). 두유박과 옥분의 압출성형물(Han et al., 2002)의 연구에서도 이와 같은 독립적으로 작용되는 종속 변수들이 포함되어 있다.

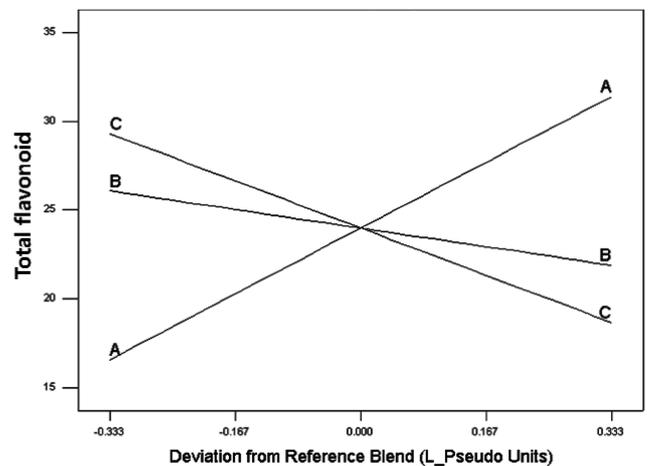


Fig. 2. Trace plot describing the effects of black ginger extracts, Japanese apricot, and honey on total flavonoid.

선호도와 DPPH radical 소거능은 플라보노이드 함량과 달리 성분 간의 상호작용을 나타내는 비선형의 모델이 설정되었다(Figs. 3,4). 지방 산패와 관련된 항산화에 대한 연구(Kim & Ahn, 1993)와 비교해 볼 때 높은 DPPH radical 소거능을 나타낸 흑생강 음료의 지방 산패에 대한 영향력도 기대할 수 있다. 본 실험에서 흑생강 음료의 배합비에서 흑생강 추출물의 함량이 높을수록 DPPH radical 소거능이 우수하였으나 꿀과 매실의 함량이 높을수록

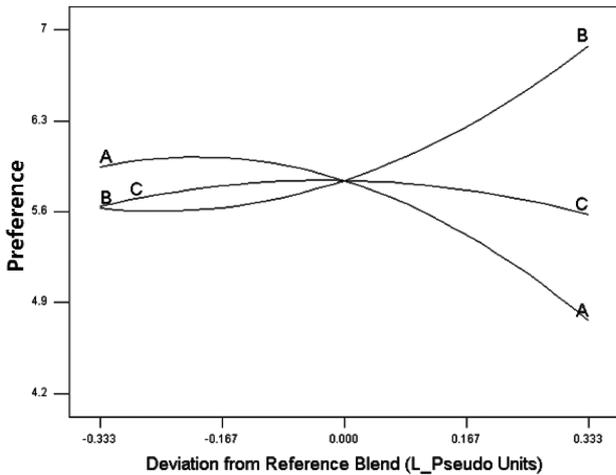


Fig. 3. Trace plot describing the effects of black ginger extracts, Japanese apricot, and honey on preference.

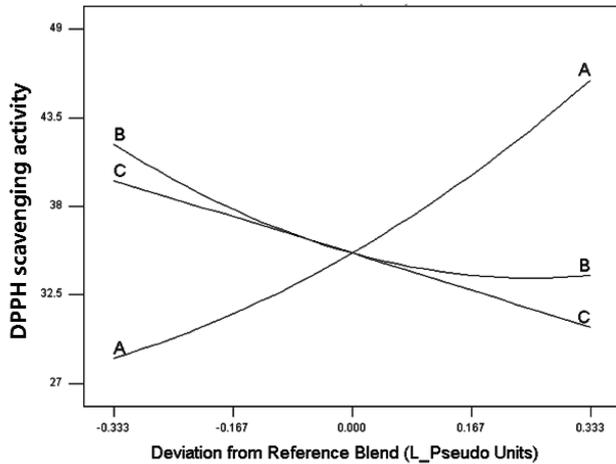


Fig. 4. Trace plot describing the effects of black ginger extracts, Japanese apricot, and honey on DPPH scavenging activity.

DPPH radical 소거능이 감소함을 보여주었다. 비선형의 모델이 설정된 것은 세 가지 성분들의 고유의 DPPH radical 소거능을 가지고 있지만 음료로 혼합 하였을 때, 성분간의 반응으로 인하여 DPPH radical 소거능의 증감 현상이 일어난 것으로 생각된다.

음료의 배합 최적화

Derringer & Suich(1980)의 방법을 응용하여 음료의 최적 배합비를 설정하였다. 기능성과 선호도가 높은 음료를 제조하기 위해 DPPH radical 소거능, 플라보노이드 함량, 선호도를 종속 변수로 설정하였고 모두 최대를 예측하여 목적 범위를 설정하였다. Numerical point 를 예측한 결과 흑생강 추출물 14.2%, 매실 농축액 5%, 꿀 10.8% 이었고, 이 배합비에 따른 종속 변수 값은 DPPH radical 소거능 46.0 mg/L, 플라보노이드 함량 29.9 mg/L, 선호도 5.3으로 분석되었다(Table 6).

Table 6. Optimum constraint values using numerical optimization method

Constraints name	Goal	Numerical optimization solution
Black ginger extracts	in range	14.2%
Japanese apricot	in range	5.0%
Honey	in range	10.8%
DPPH scavenging	max.	46.0 mg/L
Total flavonoid	max.	29.9 mg/L
Sensory	max.	5.3
Desirability		0.615

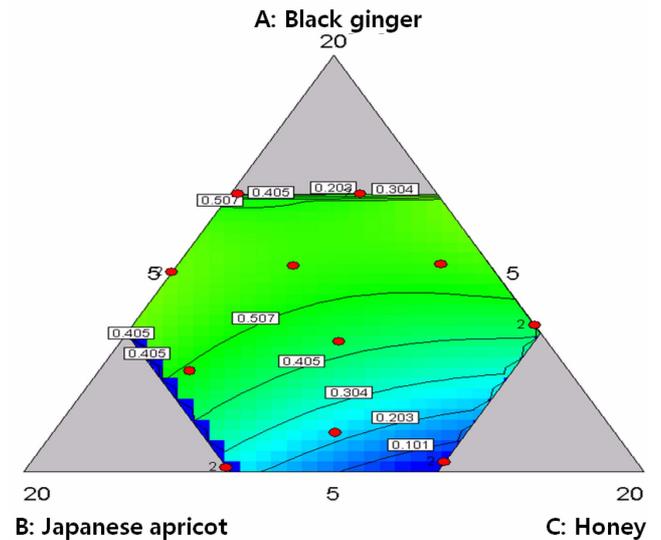


Fig. 5. Contour plot of desirability of the optimum result.

예측된 값들을 그래프로 분석해 보면(Fig. 5) 각 성분과 반응에 대한 모형을 이용하여 그래프의 중첩되는 범위를 나타내고 그 최적화된 정도를 desirability로 분석하였다. 반복되는 연산으로 계산되는 최대의 desirability는 여러 결과들 사이에 최적화된 한 값에 수렴하는 것으로 0.615로 나타났다. 태국산 흑생강에 비해 기능성이 높은 증숙한 흑생강의 선호도가 감소하여 추후 증숙한 흑생강의 선호도를 높힐 수 있는 연구해 볼 필요성이 있다.

요 약

생강이 가지고 있는 항산화력을 최대화 시키기 위해 다양한 제조 공정에서 흑생강을 제조하였다. 증숙 온도 및 시간에 따른 DPPH radical 소거능을 측정하였고, 이를 반응표면 분석법에 의해 최적화된 제조 공정을 선정하였다. DPPH radical 소거능을 최대화 할 수 있는 최적 점을 설정한 결과 93.2°C에서 6시간의 증숙 공정이 설정되었다.

제조한 흑생강을 음료로 개발하기 위해, 매실 농축액과 꿀을 혼합하여 기능성과 선호도가 높은 음료를 제조하였다. DPPH radical 소거능, 플라보노이드 함량, 관능평가의 canonical 계수를 이용하여 수적 최적화를 통하여 최적 배합

비를 구한 결과, 흑생강 추출물 14.2%, 매실농축액 5%, 꿀 10.8%로 나타났고 desirability가 0.615로 설정되었다. 이때의 종속 변수값들은 DPPH radical 소거능 46.0 mg/L, 플라보노이드 함량 29.9 mg/L, 선히도 5.284로 예측되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업(108139-02-1-SB010) 연구결과의 일부로서 연구비 지원에 감사합니다.

참고문헌

- Aeschbach R, Loliger J, Scott BC, Murcia A, Butler J, Halliwell B, Aruoma OI. 1994. Antioxidant actions of thymol, carbacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food Chem. Toxicol.* 32: 31-36.
- Bode AM, Ma WY, Surh YJ, Dong Z. 2001. Inhibition of epidermal growth factor-induced cell transformation and activator protein 1 activation by [6]-gingerol. *Cancer Res.* 61: 850-853.
- Brand-Williams W, Cuvelie M, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss. Technol.* 28: 25-30.
- Chun WS, Chang YH, Lu FJ, Chiang HC. 1994. Inhibitory effects of phenolics on xanthine oxidase. *Anticancer Res.* 14: 501-506.
- Corzo O, Gomez ER. 2004. Optimization of osmotic dehydration of cantaloupe using desired function methodology. *J. Food Eng.* 64: 213-219.
- Derringer G, Suich R. 1980. Simultaneous optimization of several response variables. *J. Quality Technol.* 12: 214-219.
- Do JH, Lee HO, Lee SK, Jang JK, Lee SD, Sung HS. 1993. Colorimetric determination of acidic polysaccharide from *Panax ginseng*, its extraction condition and stability. *Korean J. Ginseng Sci.* 17: 139-144.
- Han GH, Kim BY. 2003. Optimization of the extrusion processing conditions of soymilk residue and corn grits mixture. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 1270-1277.
- Han GH, Kim BY, Lee JK. 2002. Production of extrudates formulated from pacific sand lance sauce by-product and biji. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 186-193.
- Ji WD, Jeong MS, Chung HJ, Lee SJ, Chung YG. 1997. Antimicrobial activity and distilled components. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 40: 514-518.
- Kim EJ, Ahn MS. 1993. Antioxidative effect of ginger extracts. *Korean J. Soc. Food Sci.* 9: 37-41.
- Kim MK, Na MS, Hong JS, Chung ST. 1992. Components of flavor of ginger by the liquid CO₂ extraction. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 35: 55-63.
- Myers RH, Montgomery DC, Anderson-Cook CM. 2009. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments.* John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, USA, pp. 127-139.
- Park CK, Jeon BS, Yang JW. 2003. The chemical compounds of Korean ginseng. *Food. Ind. Nutr.* 8: 10-23.
- Park KK, Chun KS, Lee JM, Lee SS, Surh YJ. 1988. Inhibitory effects of [6]-gingerol, a major pungent principle of ginger, on phorbol ester-induced inflammation, epidermal ornithine decarboxylase activity and skin tumor promotion in ICR mice. *Cancer Lett.* 129: 139-144.
- Seog EJ, Lee JH. 2006. Use of response surface methodology for optimization of clarified mixed apple and carrot juice production. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 1051-1056.
- Sethi SC, Aggarwal JS. 1952. Stabilization of edible fats by species and condiments-Part I. *J. Sci. Ind. Res.* 118: 468-470.
- Sin JH, Choi DJ, Lee SJ, Cha JY, Kim JK, Sung NJ. 2008. Changes of physicochemical components and antioxidant activity of garlic during its processing. *J. Life Sci.* 18: 1123-1131.
- Song GY, Oh HJ, Roh SS, Seo YB, Park YJ, Myung CS. 2006. Effect of black ginseng on body weight and lipid profiles in male rats fed normal diets. *Yakhak Hoeji* 50: 381-385.
- Yoon WB, Park JW, Kim BY. 1997. Surimi-starch interactions based on mixture design and regression models. *J. Food Sci.* 62: 555-560.
- Zhishen J, Mengchung T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 64: 555-559.