

## 반응표면분석법을 이용한 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액 첨가 김부각의 제조조건 최적화

이지은<sup>1</sup> · 이영숙<sup>2</sup> · 유현희<sup>3</sup> · 노정옥<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>군장대학교 스마트농식품학과 교수, <sup>2</sup>전북대학교 식품영양학과 강사,  
<sup>3</sup>군산대학교 식품영양학과 교수, <sup>4</sup>전북대학교 식품영양학과 교수

### Optimization of *Kimbugak* Prepared with Waxy Black Rice Flour, Black Soybean Powder, and Garlic Juice using Response Surface Methodology

Ji Eun Lee<sup>1</sup>, Young Sook Lee<sup>2</sup>, Hyeon Hee Yu<sup>3</sup> and Jeong Ok Rho<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, Dept. of Smart Agricultural Food, Kunjang University, Kunsan 54045, Republic of Korea

<sup>2</sup>Instructor, Dept. of Food Science and Human Nutrition, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

<sup>3</sup>Professor, Dept. of Food Science and Human Nutrition, Kunsan National University, Kunsan 54150, Republic of Korea

<sup>4</sup>Professor, Dept. Food Science and Human Nutrition, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

#### ABSTRACT

This study examined the optimal proportions of waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice for preparing of *Kimbugak*. The experiment was designed according to the central composite design of the response surface methodology (RSM). To develop *Kimbugak* using RSM, waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice were set as the independent variables. The experimental data on physicochemical and textural properties and sensory evaluation were fitted to various models. Among the responses, L-value ( $p < 0.05$ ), a-value ( $p < 0.05$ ), and b-value ( $p < 0.01$ ), the sensory properties of appearance ( $p < 0.05$ ), mouthfeel ( $p < 0.05$ ), and overall acceptability ( $p < 0.05$ ) showed significant correlations with the proportions of waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice. From these results, the optimal formulation was calculated by applying numerical and graphical methods, and was determined to be 49.84 g waxy black rice flour, 10.75 g black soybean powder, and 3.35 g garlic juice. We believe *Kimbugak* prepared with waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice could contribute to the development of a functional product that would meet various consumer preferences and increase the acceptability of such products.

**Key words:** waxy black rice, black soybean, *Kimbugak*, response surface methodology

#### 서 론

방사무늬돌김(*Porphyra yezoensis*)은 우리나라의 서해, 남해, 그리고 제주도 등지에서 양식되고 있으며, 보라털과의 해조류로 미역 및 다시마와 함께 널리 이용되고 있다(Lee JH & Yoon JM 2006). 김은 단백질이 풍부하며, 특히 유리아미노산 중 타우린을 많이 함유하고 있어 콜레스테롤을 감소시키고 신경흥분을 진정시키는 작용이 있어 최근에는 경련이나 간질병 치료에 사용되고 있다(Moon YG & Park GS 2013). 이러한 김을 이용한 김부각은 명절이나 혼례식에 주로 사용되어 왔으며(Moon YG & Park GS 2013; Yoo SN & Choi YS 2015), 전라북도 남원지역의 전통음식으로 알려져

있다(Kim JW 2021). 김부각은 마른 김을 이용하여 찹쌀풀을 바르고 그 위에 김을 붙이거나 반절 접은 뒤, 건조 후 기름에 튀겨내기 때문에 우리나라에서 식물성 지방을 섭취하는 데 유용한 음식이다(Park BH 등 2001; Jung LJ 등 2013). 부각은 김과 다시마뿐만 아니라 동백잎, 국화잎, 연근, 고추, 우엉, 감자, 깻잎 등 거의 모든 채소 및 해조류를 이용하여 제조가 가능하다(Jung LJ 등 2013). 이처럼 부각은 산채류와 해조류를 주원료로 이용하며 제조과정 중 찹쌀풀을 이용하므로 설탕 등의 당질을 줄일 수 있고, 식이섬유의 섭취가 용이한 영양적인 장점이 있는 것으로 보고되었다(Yoon GS & Song YS 1996; Jung LJ 등 2013). 지금까지 김부각은 주로 중장년과 노인들이 섭취하였으나, 최근에는 젊은 층에게도 김부각의 인지도가 높은 것으로 보고되고 있다(Yang JE 등 2016). 이러한 변화에 따라 전통적인 크기의 형태보다는 간식용으로 섭취가 용이한 크기로 제작하거나, 표고버섯, 보리

\* Corresponding author : Jeong Ok Rho, Tel: +82-63-270-3821, Fax: +82-63-270-3854, E-mail: jorho@jbnu.ac.kr

새우, 마늘 등으로 우려낸 육수를 이용하여 김부각을 제조하는 등 변화된 소비자층의 기호도를 높이기 위한 다양한 김부각 레시피가 소개되고 있다(Kunsan Agricultural Technology Center 2021). 그러나 Yoo SN & Choi YS(2015)과 Yang JE 등(2016)에 따르면 전통식품에 대한 인식변화와 더불어 김부각의 수요가 증가하였으나 김부각의 제조과정이 대부분 수작업으로 이루어지고 있어 제품의 균일성 확보 및 대량생산의 어려움이 많기 때문에 지속적인 품질관리 및 기술지원이 필요하다고 하였다.

흑미는 현미 등의 유색미에 대한 관심이 증가하면서 흑미의 다양한 기능이 있는 건강식으로 알려져 최근 수요가 증가되는 것으로 보고되었다(Oh GS 등 2002). 흑미도 일반찹쌀과 마찬가지로 멥쌀과 찹쌀로 구분되며, 흑미 찹쌀은 일반찹쌀보다 총 아미노산, 단백질, oleic acid, linoleic acid, Mg, K, Na, P 등을 많이 함유하고 있다(Ha TY 등 1999; Oh GS 등 2002). 또한, 흑미가 많이 함유하고 있는 안토시아닌계 흑색색소는 항균성, 항암성 등의 생리활성을 가지고 있는 것으로 보고되었다(Kim YM 2018). 최근까지 흑미를 천연착색제로 이용하여 생리활성을 지닌 식품을 개발하기 위해 막걸리(Kim OS 등 2012), 인절미(Cho JA & Cho HJ 2000), 식빵(Kim YM 2018), 쿠키(Lee JS & Oh MS 2006) 등에 흑미를 첨가한 연구가 진행되었다.

검은콩은 약콩으로 알려져 있으며, 검은콩의 주성분은 안토시아닌(anthocyanin)색소, 레시틴, 리놀산, 이소플라본, 사포닌 등이며, 특히 검은콩의 표피에 함유된 항산화물질인 안토시아닌색소는 노화억제작용, 항균작용, 돌연변이성 억제작용, 콜레스테롤저하작용, 시력개선효과, 혈관보호기능, 항위궤양기능, 항산화기능 등이 있는 것으로 보고되었다(Myung JE & Hwang IK 2008). 또한, 콩의 생리활성물질인 isoflavone을 대두보다 많이 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(Shon MY 등 2001).

마늘은 오랜 재배 역사가 있으며, 현재 식용 및 의약품으로 널리 이용되고 있다(Koo HJ 등 2023). 마늘에 함유된 함황아미노산의 일종인 alliin이 분해되면서 마늘 특유의 성분인 allicin을 생성하며(Jeong CH 등 2008), 항균, 항암, 혈압강하, 콜레스테롤저하, 항산화 및 면역작용 등의 다양한 생리작용이 있어 기능성 식품소재로 널리 이용되고 있다(Ko MS & Yang JB 2008). 일반적으로 마늘은 조리 시 생마늘로 이용되거나, 분말 또는 과립형으로 가공되어 식품의 향신료 등으로 이용되고 있다(Lee SH 등 2018).

지금까지의 김부각 관련 선행연구는 전통적 방법에 의한 김부각의 제조 및 저장성 연구(Park JI 등 1994), 전통조리법으로 제조한 연근, 김, 깻잎부각의 지방질과 색소특성(Jung LJ 등 2013), 찹쌀의 수침시간에 따른 김부각의 물리적·관능

적 특성 연구(Yang JE 등 2016) 등의 김부각 제조방법의 개선을 위한 연구와 녹차 수용성 추출물(Park BH 등 2001), 다시마분말(Choi HM 등 2011), 키토산(Moon YG & Park GS 2013), 매생이(Kim AH 등 2017) 등을 첨가한 김부각 레시피 개발연구가 진행되었다. 특히, 전북지역의 농식품 관련 연구기관에서는 전북지역의 전통음식으로 알려지면서 전통조리법을 이용하여 다양한 기능성 식품소재를 첨가한 김부각을 개발하는 연구가 지역의 산업체와 연계하여 활발하게 이루어지고 있다(Kunsan Agricultural Technology Center 2021). 이에 본 연구는 전통적으로 김부각 제조에 이용하는 찹쌀풀에 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가하여 제조한 후 품질 특성을 분석하고 반응표면분석법(response surface method; RSM)을 통해 최적 배합비를 산출하고자 한다. 이를 통하여 소비자의 기호도를 충족시킬 수 있는 김부각을 제조하여 우리나라 김부각의 품질개선과 전통 식품산업의 발전에 기여하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 연구를 위하여 2019년 생산된 일반찹쌀(Okjeon Farm, Jeonju, Korea)과 흑미 찹쌀(Okjeon Farm, Jeonju, Korea)은 전주 푸드 직매장에서 검은콩가루(Joumnongsan, Wanju-gun, Korea)와 마늘(Wanju-gun, Korea)은 전북 완주군 로컬푸드 직매장에서 구입하였다. 김(Jangheungmusangim, Jangheung-si, Korea)과 튀김용 콩기름(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea)은 온라인으로 구입하였으며, 물은 증류수를 이용하였다.

### 2. 실험 계획

본 연구는 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 재료배합을 최적화하기 위하여 반응표면분석법(RSM)의 중심합성계획법(central composite design; CCD)에 따라 실험을 설계하였다. 김부각의 품질에 영향을 줄 수 있는 요인을 기준으로 하여 흑미 찹쌀가루(A), 검은콩가루(B)와 마늘 착즙액(C)을 독립변수로 설정하였다. 각 독립변수의 범위는 예비실험과 문헌의 연구자료(Hwang HS 등 2010)를 토대로 찹쌀풀을 제조할 때 일반찹쌀가루대비 흑미 찹쌀가루 20~80 g과 검은콩가루 4~20 g, 마늘 착즙액 1~7 g으로 정하여  $-a$ ,  $-1$ ,  $0$ ,  $1$ ,  $+a$ 의 5단계 부호화( $a=1$ )로 하였다(Table 1). 설정된 범위는 꼭지점(factorial point) 8개, 축점(axial point) 6개, 중심점(central point) 4개로 하여 총 18개의 실험점으로 정하였으며, 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 재료 배합은 Table 2와 같다.

독립변수에 따른 김부각의 품질변화를 알아보고자 이화학

**Table 1. Coded independent variables used in RSM design for Kimbugak prepared with waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice**

Independent variable	Symbol	Coded-variables				
		-α	-1	0	1	+α
Waxy black rice powder (g)	A	20	20	50	80	80
Black soybean powder (g)	B	4	4	12	20	20
Garlic juice (g)	C	1	1	4	7	7

적 특성[명도( $Y_1$ ), 적색도( $Y_2$ ), 황색도( $Y_3$ ), 흡유율( $Y_4$ )], 물성 [경도( $Y_5$ )] 및 감각적 특성[외관( $Y_6$ ), 향미( $Y_7$ ), 맛( $Y_8$ ), 입안에서의 느낌( $Y_9$ ), 전반적 기호도( $Y_{10}$ )]을 종속변수로 설정하였다.

### 3. 김부각 제조

흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 제조방법은 선행연구(Jeon HJ & Jeong HS 2011; Kim AH 등 2017)를 참고하여 다수의 예비실험을 통하여 결정하였다. 일반찹쌀과 흑미 찹쌀은 흐르는 물에 5번 수세하여 8시간 수침한 후, 체에 건져서 60분간 물기를 제거하고 돌 롤러 (Samjin Machinery Co., Daegu, Korea)를 사용하여 2회 분쇄하여 30 mesh체에 통과시켜 사용하였다. 찹쌀가루와 흑미 찹쌀가루는  $-40^{\circ}\text{C}$ 의 저온 냉동고(NF-400SF3, Nihonfreezer Co., Tokyo, Japan)에 각각 저장하며 시료로 사용하였다. 구입한 마늘은 흐르는 물에 수세한 후 저속압착방식 착즙기 (HU-400, Hurom Co., Ltd., Gimhae, Korea)를 이용하여 착즙한 후 30 mesh에 여과한 후 시료로 사용하였다.

Table 2에 제시된 양의 찹쌀가루, 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루와 마늘 착즙액을 냄비에 넣고 5분간 저어가며 끓인 후 중불에서 5분, 약불에서 5분간 끓여 찹쌀풀을 제조하였다. 제조된 찹쌀풀은 1시간 방냉 후 김의 반쪽 면에 바른 후 접어서 다시 윗면에 고르게 발라 식품건조기(LD-918TH, Lequip, Hwasung, Korea)를 이용하여  $70^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 건조한 뒤 대두유(1L)를 이용하여  $170\sim 180^{\circ}\text{C}$ 에서 15초간 팽화시킨 후 건져 내어 기름을 빼 주었다. 실험 당일 김부각을 튀겨내어 상온에서 식힌 후 분석에 이용하였다. 제조된 김부각은 일반 카메라를 이용하여 촬영하였으며, 시료별 제조한 김부각은 Fig. 1과 같다.

### 4. 김부각의 특성 분석

#### 1) 색도

흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 색도는 색차계(CM-2600d Chroma Meter, Konika Minolta

**Table 2. Formulas for the manufacture of Kimbugak prepared with waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice**

Sample No.	Variables <sup>1)</sup>			Waxy flour (g)
	A (g)	B (g)	C (g)	
1	20(-1)	4(-1)	1(-1)	80
2	80(+1)	4(-1)	1(-1)	20
3	20(-1)	20(+1)	1(-1)	80
4	80(+1)	20(+1)	1(-1)	20
5	20(-1)	4(-1)	7(+1)	80
6	80(+1)	4(-1)	7(+1)	20
7	20(-1)	20(+1)	7(+1)	80
8	80(+1)	20(+1)	7(+1)	20
9	20(-α)	12(0)	4(0)	80
10	80(+α)	12(0)	4(0)	20
11	50(0)	4(-α)	4(0)	50
12	50(0)	20(+α)	4(0)	50
13	50(0)	12(0)	1(-α)	50
14	50(0)	12(0)	7(+α)	50
15	50(0)	12(0)	4(0)	50
16	50(0)	12(0)	4(0)	50
17	50(0)	12(0)	4(0)	50
18	50(0)	12(0)	4(0)	50

<sup>1)</sup> A: waxy black rice flour, B: black soybean powder, C: garlic juice.

Inc., Osaka, Japan)를 사용하여 각 시료의 색을 측정하고 Hunter 체계의 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness)를 지시하는 L, a, b 값으로 나타내었고, 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 이때 표준 백판 (standard plate)의 L, a, b 값은 93.31, 1.75, 0.68이었다.

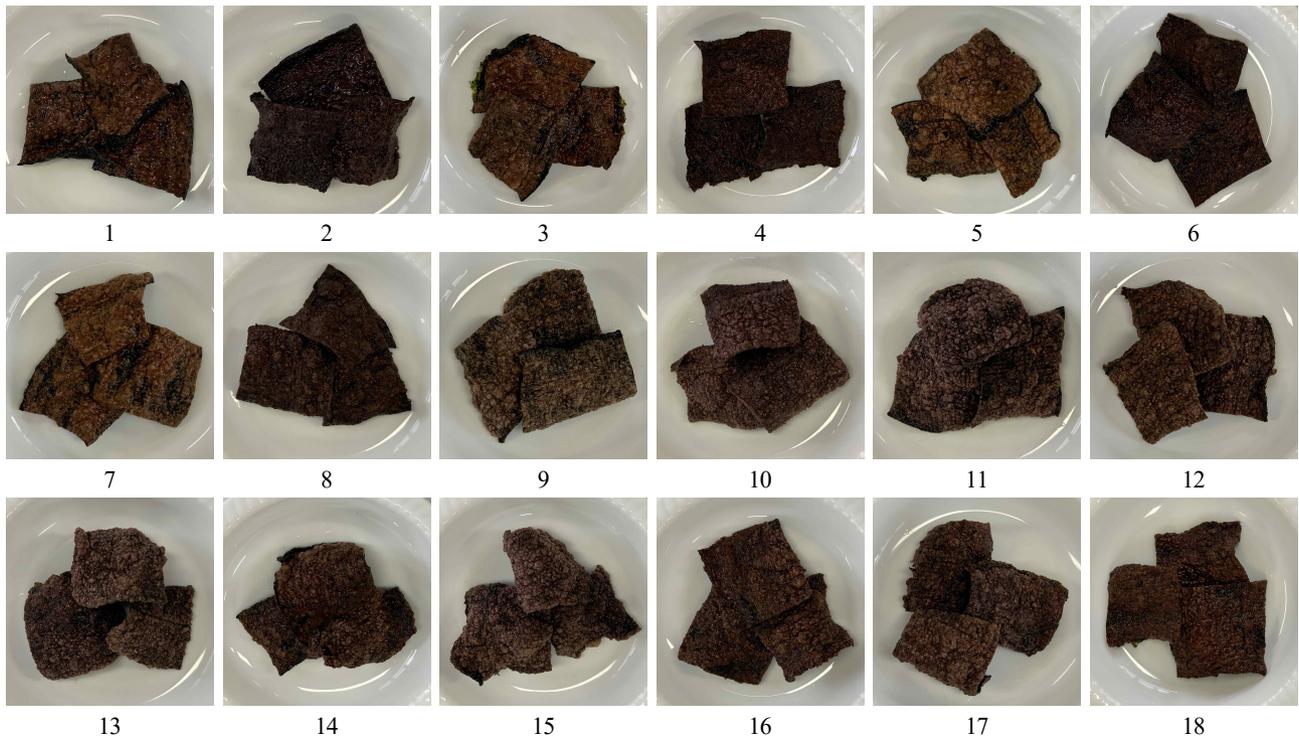


Fig. 1. Appearance of *Kimbugak* prepared with waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice by central composite design.

2) 흡유율

Moon YG & Park GS(2013)의 방법을 참고하여 튀김 전 후의 김부각 무게를 각각 측정하여 증가된 무게를 흡수된 기름으로 간주하고 튀기기 전의 무게에 비례하여 흡유율(%)로 계산하였다.

$$\text{흡유율(\%)} = \frac{[\text{튀김 후의 무게} - \text{튀김 전의 무게}]}{\text{튀김 전의 무게}} \times 100$$

3) 경도

흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 경도(hardness)는 물성측정기(CT3, Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleborough, Massachusetts, USA)를 이용하여, 표면이 고르고 평평한 면을 시료별 10회 반복 측정하였으며, 그 평균값을 구하였다. 경도의 측정 조건은 Table 3과 같다.

5. 김부각의 감각평가

1) 감각평가 요원 선발

흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 감각평가는 J대학교 대학생 및 대학원생을 대상으로 진행

Table 3. Measurement condition for texture analysis

Contents	Conditions
Test mode and option	TPA
Pre-test speed	2.00 mm/sec
Test speed	2.00 mm/sec
post-test speed	1.00 mm/sec
Trigger load	4.5 g
Target value	4 mm
Probe	TA39 Cylinder (2 mmD, 35 mmL)
Sample rate	20 points/sec

하였다. 감각평가에 흥미가 있고, 평소 식품의 맛에 관심을 가지며 관능평가 경험이 있는 재학생을 평가요원으로 모집하였다. 흑미 찹쌀, 검은콩, 마늘, 김에 대한 알레르기가 있는지 사전 질의를 한 후 최종적으로 해당 식재료에 알레르기가 없는 자를 사전 모집조건으로 하였으며, 모집된 대상자들에게 기본 맛 식별검사를 실시하여 지원자의 맛에 대한 예민도를 평가하였다. 차이식별검사 결과 60% 이상의 정답률을 보인 대상자를 감각평가 요원으로 선정하였으며, 총 22명이 본 평가에 참여하였다. 본 연구의 관능평가는 연구자가 소속된

대학교의 생명윤리위원회의 승인을 받았다(No. JBNU 2020-06-004-001).

## 2) 감각평가 내용

선정된 감각평가 요원에게 실험 목적 및 평가 방법에 대하여 설명하고 훈련시킨 후 18개의 김부각에 대한 감각평가를 실시하였다. 평가 항목은 외관(appearance), 향미(flavor), 맛(taste), 입안에서의 느낌(mouthfeel)과 전반적 기호도(overall acceptability)이며, Likert의 9점 척도법(1점: 매우 싫음, 5점: 보통, 9점: 매우 좋음)을 이용하여 평가하였다. 평가에 미칠 수 있는 영향을 최소화하기 위해 평가는 오후 3시에 실시하였으며, 18개의 시료를 3회로 나누어 제공하였다. 또한, 각 시료의 평가 후에는 제공된 생수로 입을 행구도록 하였다.

시료에 난수표에서 무작위 추출한 3자리수 번호를 부여하였으며, 흰색의 원형접시에 김부각 1개씩(3 × 3 × 3 cm) 담아 생수와 함께 제시하였다. 18개의 모든 시료를 22명의 평가요원에게 제공하였으며, 제공 순서는 실험의 오차를 줄이기 위하여 무작위로 제시하는 랜덤화 완전 블록 계획을 실시하였다.

## 6. 김부각 제조의 최적화 분석

본 연구는 Design Expert version 11 Program(State-Ease, Inc., Minneapolis, MN, USA)을 이용하여 canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 각 독립변수의 최적값을 선정하였고, 지점 예측(point prediction)을 통해 종속변수 각각의 예측값을 구하였다. Canonical 모형의 수치적 최적화는 목표 범위(goal area)를 독립변수인 흑미 찹쌀가루(A), 검은콩가루(B), 마늘 착즙액(C)을 실험범위 내(in range)로, 종속변수인 감각평가 항목의 점수가 유의적인 항목을 최대(maximum)로 설정하고, 신뢰 수준 95% 구간에서 최적점(solution)을 구하였다. 그리고 제시된 최적점 중 가장 높은 적합도(desirability)를 나타내는 최적점을 채택하였다. 모형적 최적화는 다수의 종속변수의 결과들이 존재할 때 각각의 결과에서 목적으로 하는 중요한 범위를 설정한 후 그래프가 중첩되는 범위(overlay plot) 안에서 최적점을 찾았다.

## 7. 통계 분석

모든 실험의 통계 분석은 IBM SPSS Statistics 25.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 실험 자료의 분석 및 최적화는 Design Expert 11 Program(State-Ease Inc., Minneapolis, MN, USA)을 이용하여 독립변수와 종속변수와의 관계를 분산분석과 회귀분석을 통해 1차 선형효과, 2차 곡선효과 및 인자 간 교호작용

을 보았으며, 독립변수에 대한 종속변수의 반응 표면 상태를 Perturbation plot과 Response surface plot으로 나타내었다. 분석결과 모델의 적합성은  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 이화학적 특성

흑미 찹쌀가루(A), 검은콩가루(B), 마늘 착즙액(C)의 배합 비율을 달리하여 제조한 김부각의 이화학적 특성 분석결과는 Table 4, 반응표면 회귀분석 결과는 Table 5와 같다.

#### 1) 색도

흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액 첨가 김부각의 명도(L)는 24.77~32.21의 범위로 나타났으며, 명도에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과 명도의 경우 독립변수가 각각 작용하는 linear model이 선정되었다. 명도의  $R^2$ 값은 0.4999,  $p$ -value는 0.0184로 나타났으며, 적합결여 검증결과는  $p$ -value값이 0.3292로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다. 회귀방정식의 결과, 명도는 흑미 찹쌀가루의 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 검은콩가루와 마늘 착즙액의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 적색도(a)와 황색도(b)는 각각 2.23~4.46, 1.44~6.37의 범위로 나타났으며, 회귀분석 결과, 황색도와 적색도는 독립변수가 교호작용하는 quadratic model로 선정되었다.  $R^2$ 값은 각각 0.8340, 0.8737,  $p$ -value는 각각 0.0233, 0.0088로  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  이내로 나타나 유의수준에서 회귀방정식에 대한 설명력이 높았다. 적합결여 검증 결과,  $p$ -value는 각각 0.2522, 0.6758로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다. 회귀방정식의 결과, 적색도는 흑미 찹쌀가루가 증가할수록 감소하였고, 검은콩가루의 첨가량에 따라 증가하다가 검은콩가루 첨가량이 4 g 일 때 감소하였으나, 첨가량 20 g에서는 증가하였다. 마늘 착즙액은 첨가량이 증가할수록 적색도가 증가하다가 완만하게 감소하였다. 황색도는 흑미 찹쌀가루의 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 검은콩가루의 첨가량이 증가할수록 증가하다가 중심점 이후 감소하였고, 마늘 착즙액의 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 Im JS & Lee YT(2010)의 흑미 가루를 첨가한 쌀 식빵의 품질 특성 연구에서 흑미가루 첨가량이 증가함에 따라 명도는 감소하여 색상이 점차 어두워졌으며, Jeong HC & Yoo SS(2010)의 검은콩 가루의 배합비를 달리한 스핀지케이크의 품질 특성에 관한 연구에서도 검은콩 가루의 첨가량이 증가할수록 명도는 감소하고, 적색도는 증가, 황색도는 감소하였다고 보고하였는데, 본 연구에서는 명도의 변화는 동일한 경향을 보였으나 적색도와 황색도값

**Table 4. Physicochemical and textural properties of Kimbugak prepared with different mixture ratio of waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice at various conditions by RSM**

Sample NO.	Variables <sup>1)</sup>			Responses				
	A (g)	B (g)	C (g)	Color			Oil absorption rate	Hardness (g)
				L	a	b		
1	20	4	1	24.77±2.40 <sup>2)</sup>	2.23±0.66	2.56±0.56	22.50±3.54	1,197.13±301.92
2	80	4	1	25.90±2.10	2.30±0.80	1.44±0.58	21.02±8.16	705.30±322.97
3	20	20	1	30.76±2.74	3.55±0.73	4.22±0.83	20.16±0.62	1,106.45±432.16
4	80	20	1	27.50±1.07	3.33±0.79	1.93±0.45	22.34±6.36	1,039.75±207.92
5	20	4	7	31.81±2.70	3.83±1.41	3.75±1.18	26.09±0.54	654.75±140.35
6	80	4	7	26.62±2.44	3.23±0.44	2.31±0.28	25.04±2.95	775.90±209.79
7	20	20	7	31.32±3.16	4.54±1.28	6.37±1.57	21.15±2.42	716.70±206.13
8	80	20	7	26.47±2.16	3.51±0.90	2.71±0.53	20.84±5.89	681.00±252.31
9	20	12	4	32.21±1.58	4.76±1.12	6.36±1.22	19.89±3.54	683.40±176.16
10	80	12	4	26.92±2.04	4.18±0.70	3.14±0.63	23.22±4.14	637.55±288.88
11	50	4	4	27.51±1.97	4.06±0.70	2.95±0.39	20.50±4.68	854.50±183.58
12	50	20	4	28.47±1.44	3.11±0.84	2.28±0.70	23.56±5.46	1,063.85±195.93
13	50	12	1	25.38±3.98	3.26±1.50	3.10±0.84	15.43±0.40	1,146.14±349.16
14	50	12	7	27.11±2.65	4.46±0.99	4.72±0.97	19.86±0.64	1,069.00±242.18
15	50	12	4	28.70±1.67	4.19±0.68	4.65±0.88	20.11±2.51	1,023.65±204.75
16	50	12	4	27.83±2.80	4.67±1.30	5.32±0.76	24.24±6.46	783.88±139.13
17	50	12	4	31.03±1.60	4.71±0.34	3.51±0.65	20.09±11.00	1,091.35±257.62
18	50	12	4	29.67±3.05	4.05±0.96	3.77±1.16	21.71±0.24	942.25±356.85

<sup>1)</sup> A: waxy black rice powder, B: black soybean powder, C: garlic juice.

<sup>2)</sup> Mean±S.D.

은 첨가량이 많을 때 선행연구 결과와 유사한 경향을 보였다.

흑미는 쌀겨층에 자홍색 색소인 anthocyanin을 가지고 있으며, 흑미 찹쌀의 첨가량이 증가할수록 자홍색이 강해지면서 전체적으로 색상이 어두워지게 되며, 적색도는 증가, 황색도는 감소하는 것으로 나타났다(Kim YS 등 2006). 이는 마른 김(Hwang ES & Nhuan DT 2014), 다시마(Cho HS 등 2006)와 매생이 분말(Lee GW 등 2010)을 첨가하여 제조한 쿠키에서도 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 또한, 마늘 약과연구(Mun SI 2003)에서는 마늘즙 대체양이 증가할수록 약과의 명도와 황색도가 증가하는 것으로 나타났는데, 연구자는 가열에 의한 마늘즙의 비효소적 갈변도의 차이가 약과의 색도에 영향을 준 것으로 보고하였는데 본 연구결과에서도 일치하는 결과로 보인다.

## 2) 흡유율

흑미 찹쌀가루, 검은콩가루와 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 흡유율은 15.43~25.04의 범위로 나타났으며, 회귀분석 결과 흡유율은 독립변수가 교호작용하는 quadratic model로 선정되었다.  $R^2$ 값은 0.6024,  $p$ -value는 0.3427로 나타났으며, 적합결여 검정결과는  $p$ -value값이 0.3983으로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다.

회귀방정식의 결과, 흑미 찹쌀가루 첨가량(80 g)과 검은콩가루 첨가량(20 g)이 증가할수록 증가하였고, 마늘 착즙액은 첨가량(7 g)이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. Lee KA (2006)의 흑미가루를 첨가한 약과의 연구에서 흑미가루 첨가량이 증가할수록 흡유율이 낮아지는 결과를 보였는데, 연구자는 흑미가루의 단백질 함량이 증가할수록 튀기는 과정에서 단백질 변성이 일어나 지방흡수가 감소된 것으로 보았다.

**Table 5. Analysis of predicted model equation for physicochemical and textural properties of Kimbugak prepared with different mixture ratio of waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice**

Responses	Model	R <sup>2</sup>	F-value	p-value	Lack of fit	Polynomial equation <sup>1)</sup>
L	Linear	0.4999	4.66 <sup>*2)</sup>	0.0184	0.3292	$Y_1=28.34-1.75A+0.79B+0.89C$
a	Quadratic	0.8340	4.47 <sup>*</sup>	0.0233	0.2522	$Y_2=4.36-0.24A+0.24B+0.49C-0.09AB-0.19AC-0.17BC+0.15A^2-0.74B^2-0.46C^2$
b	Quadratic	0.8737	6.15 <sup>**</sup>	0.0088	0.6758	$Y_3=4.22-1.17A+0.45B+0.66C-0.42AB-0.21AC+0.11BC+0.63A^2-1.5B^2-0.21C^2$
Oil absorption rate	Quadratic	0.8009	3.57 <sup>*</sup>	0.0434	0.5863	$Y_4=20.73+0.27A-0.71B+1.15C+0.55AB-0.26AC-1.02BC+1.63A^2+2.11B^2-2.28C^2$
Hardness	Quadratic	0.6024	1.35	0.3427	0.3983	$Y_5=950.19-51.89A+42.02B-129.74C+33.54AB+80.5AC-34.59BC-279.63A^2+19.07B^2+167.47C^2$

<sup>1)</sup> A: waxy black rice powder, B: black soybean powder, C: garlic juice.

<sup>2)</sup> \*  $p<0.05$ , \*\*  $p<0.01$ .

그러나 튀기는 동안 기름 흡수는 탈수율이 높아지면 증가한다고 하였는데(Gamble MH 등 1987), 본 연구에서는 부각을 건조하는 과정에서 탈수율이 높아지면서, 흡유율도 증가한 것으로 보인다.

## 2. 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 경도

흑미 찹쌀가루(A), 검은콩가루(B), 마늘 착즙액(C)의 배합 비율을 달리하여 제조한 김부각의 경도 분석결과는 Table 4, 반응표면 회귀분석 결과는 Table 5와 같다.

흑미 찹쌀가루, 검은콩가루와 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 경도는 637.55~1,197.13의 범위로 나타났으며, 회귀분석 결과 경도는 독립변수가 교호작용하는 quadratic model로 선정되었다. R<sup>2</sup>값은 0.8009, p-value는 0.0434로 나타났으며, 적합결여 검정결과는 p-value값이 0.5863으로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다.

회귀방정식의 결과, 흑미 찹쌀가루의 첨가량(80 g)이 증가할수록 급격히 경도가 감소하였고, 검은콩가루의 첨가량(20 g)이 증가할수록 완만히 증가하였으며, 마늘 착즙액의 첨가량(7 g)이 증가할수록 경도는 감소하였다. Surh JH & Koh EM(2014)의 찹쌀가루를 첨가한 화전의 anthocyanin 연구에서 찹쌀가루 첨가 화전의 경도가 낮게 나타났는데, 연구자는 흑미에 함유된 높은 식이섬유와 무기질의 영향으로 식이섬유의 수분 보유력과 무기성분들의 전분화 촉진력이 높아지면서 찹쌀가루 첨가군의 경도가 낮아진 것으로 분석하였는데, 본 연구결과에서도 유사한 결과를 보인 것으로 판단된다. Yang JE 등(2016)은 김부각의 팽화도가 증가할수록 반죽의 바삭한 조직감에 영향을 준다고 하였으나, 본 연구에서는

흑미 찹쌀가루와 검은콩가루가 첨가되어 경도가 감소한 것으로 보인다.

## 3. 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각의 감각평가

흑미 찹쌀가루(A), 검은콩가루(B), 마늘 착즙액(C)의 배합 비율을 달리하여 제조한 김부각의 감각평가 결과는 Table 6, 반응표면 회귀분석 결과는 Table 7과 같다.

감각평가 결과, 외관(appearance) 4.16~5.79점, 향미(flavor) 4.95~6.26점, 맛(taste) 3.58~6.47점, 입안에서의 느낌(mouth-feel) 4.47~6.58점 및 전반적 기호도(overall acceptability) 3.68~6.95점의 범위로 나타났다.

회귀분석 결과, 흑미 찹쌀가루(A), 검은콩가루(B), 마늘 착즙액(C)이 외관에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과 외관의 경우 독립변수가 각각 작용하는 linear model이 선정되었다. 외관의 R<sup>2</sup>값은 0.5107, p-value는 0.0159로 나타났으며, 적합결여 검정결과는 p-value값이 0.5046으로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다. 향미와 맛은 독립변수가 교호작용하는 quadratic model로 선정되었지만, 적합결여 검정결과는 p-value값이 0.5718, 0.2028로 나타나 모델의 적합성이 인정되지 않았다. 입안에서의 느낌과 전반적 기호도는 독립변수가 교호작용하는 quadratic model로 선정되었으며, R<sup>2</sup>값은 각각 0.8110, 0.8369, p-value는 0.0364, 0.0219로 나타났으며, 적합결여 검정결과는 p-value값이 0.1472, 0.4434로 나타나 모델의 적합성이 인정되었다.

회귀방정식의 계수와 반응표면 상태 결과, 외관은 흑미 찹쌀가루의 첨가량이 20 g일 때 가장 낮은 값을 나타냈으나, 첨가량(50 g)이 증가할 때 점차 증가하였고, 검은콩가루(80

**Table 6. Sensory evaluation of prepared with different mixture ratio of waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice at various conditions by RSM**

Sample No.	Variables <sup>1)</sup>			Responses				
	A (g)	B (g)	C (g)	Appearance	Flavor	Taste	Mouthfeel	Overall acceptability
1	20	4	1	4.16±1.30 <sup>2)</sup>	5.37±0.76	5.32±0.89	5.74±1.10	5.53±0.84
2	80	4	1	4.53±1.02	5.16±1.01	4.68±1.45	5.05±1.22	4.84±1.30
3	20	20	1	4.95±1.35	5.63±1.16	6.37±1.34	5.32±1.16	5.95±1.08
4	80	20	1	4.37±1.26	5.26±1.24	4.32±1.29	4.74±1.15	4.32±1.25
5	20	4	7	5.21±1.47	5.79±1.23	5.47±1.58	5.79±1.18	5.47±1.50
6	80	4	7	4.42±1.07	4.95±1.03	3.58±0.84	4.47±1.22	3.68±1.06
7	20	20	7	5.05±1.13	6.00±0.94	5.95±1.13	6.00±1.11	6.00±1.00
8	80	20	7	4.53±1.43	5.47±0.84	5.32±1.42	5.58±1.17	5.05±1.08
9	20	12	4	5.32±1.16	5.42±1.12	6.47±1.50	6.53±1.17	6.53±1.39
10	80	12	4	5.32±1.20	5.58±1.07	5.58±1.26	5.47±1.07	5.47±1.07
11	50	4	4	5.68±1.38	6.21±0.71	7.05±1.08	6.58±1.02	6.95±1.13
12	50	20	4	5.05±1.13	5.95±1.18	6.00±1.33	5.63±1.12	5.89±1.15
13	50	12	1	5.79±1.23	5.95±0.85	6.16±1.34	6.21±1.27	6.47±1.12
14	50	12	7	5.37±0.76	5.58±0.77	5.79±1.27	5.84±1.17	5.84±1.01
15	50	12	4	5.53±1.35	5.95±1.13	6.47±1.26	6.21±1.13	6.37±1.12
16	50	12	4	5.16±1.21	6.26±0.99	6.16±1.17	5.84±1.26	6.00±1.00
17	50	12	4	5.47±1.12	5.68±1.29	5.74±1.19	5.95±1.12	5.74±0.99
18	50	12	4	4.47±1.12	5.74±0.65	5.53±1.02	5.79±1.40	5.47±0.96

<sup>1)</sup> A: waxy black rice powder, B: black soybean powder, C: garlic juice.

<sup>2)</sup> Mean±S.D.

g)와 마늘 착즙액의 첨가량(7 g)이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. 향미는 흑미 찹쌀가루의 첨가량(80 g)이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈고, 검은콩가루는 첨가량(20 g)이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며, 마늘 착즙액은 첨가량(7 g)이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 맛은 흑미 찹쌀가루와 마늘 착즙액의 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 첨가량 50 g에서 가장 높은 값을 보였으며, 검은콩가루의 첨가량(20 g)이 증가할수록 증가하는 경향을 나타냈다. 입안에서의 느낌과 전반적 기호도는 흑미 찹쌀가루의 첨가량(80 g)이 증가할수록 감소하였고, 검은콩가루(20 g)와 마늘 착즙액의 첨가량(7 g)도 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. Yang JE 등(2016)은 김부각의 관능적 특성과 소비자 기호도 관계연구에서 선명하고 튀김옷과 거품의 균일성 및 바삭한 질감이 기호도를 높이는 항목으로 보고하였는데, 본

연구에서는 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루와 마늘 착즙액의 첨가에 따른 향미, 입안에서의 느낌이 전체적인 기호도에 영향을 준 것으로 보인다.

#### 4. 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액을 첨가한 김부각 제조의 최적화

흑미 찹쌀가루(A), 검은콩분말(B)과 마늘 착즙액(C)의 최적 배합비율은 canonical 모형의 수치적 최적화와 모형적 최적화를 통해 선정되었다. 수치적 최적화는 목표변수인 흑미 찹쌀가루(20~80 g), 검은콩가루(4~20 g), 마늘 착즙액(1~7 g)은 실험범위 내로, 소비자의 제품 선택에 영향을 많이 미치는 종속변수인 감각평가 항목 중 유의한 차이를 김부각의 외관(appearance), 입안에서의 느낌(mouthfeel), 전반적 기호도(overall acceptability)의 점수를 최대로 설정하였으며

**Table 7. Analysis of predicted model equation for sensory evaluation of waxy black rice flour, black soybean powder, and garlic juice**

Responses	Model	R <sup>2</sup>	F-value	p-value	Lack of fit	Polynomial equation <sup>1)</sup>
Appearance	Linear	0.5107	4.87 <sup>*2)</sup>	0.0159	0.5046	$Y_6=6.03+0.68A-0.08B-0.13C$
Flavor	Quadratic	0.7295	2.40	0.1163	0.5718	$Y_7=6.04-0.14A+0.09B-0.06C+0.02AB-0.12AC+0.04BC-0.42A^2+0.15B^2-0.17C^2$
Taste	Quadratic	0.7391	2.52	0.1040	0.2028	$Y_8=6.45-0.62A+0.17B-0.10C-0.02AB+0.02AC+0.22BC-0.68A^2+0.04B^2-0.5C^2$
Mouthfeel	Quadratic	0.8110	3.81 <sup>*</sup>	0.0364	0.1472	$Y_9=6.33-0.38A-0.08B+0.08C+0.12AB-0.06AC+0.26BC-0.4A^2-0.18B^2-0.22C^2$
Overall acceptability	Quadratic	0.8369	4.56 <sup>*</sup>	0.0219	0.4434	$Y_{10}=6.39-0.61A+0.16B-0.11C-0.01AB-0.04AC+0.28BC-0.53A^2-0.36B^2-0.19C^2$

<sup>1)</sup> A: waxy black rice powder, B: black soybean powder, C: garlic juice.

<sup>2)</sup> \*  $p < 0.05$ .

(Table 8), 신뢰 수준 95% 구간에서 가장 높은 적합도를 나타내는 최적점을 채택하였다(Fig. 2). 이 때 최적의 제조조건은 흑미 찹쌀가루 49.84 g, 검은콩가루 10.75 g, 마늘 착즙액 3.35 g이었다. 모형적 최적화는 종속변수의 범위를 설정하여 그래프가 중첩되는 범위 안에서 최적점을 나타내었으며, 최적점에서의 예측되는 모든 종속변수의 결과값은 Fig. 3과 같다.

### 요약 및 결론

본 연구의 목적은 반응표면분석법(response surface method)을 이용해 흑미 찹쌀가루, 검은콩가루, 마늘 착즙액의 최적 배합비를 산출함으로써 전통적인 김부각의 제조방법을 바탕으로 기능성 재료로 알려진 식품을 첨가하여 소비자의 기호도를 충족시키는 김부각을 개발하고자 하였다. 이를 위

해 반응표면분석법의 중심합성계획법에 따라 실험을 설계하였으며, 독립변수는 흑미 찹쌀가루(A), 검은콩가루(B), 마늘 착즙액(C)으로 설정하였고 종속변수는 품질 특성[명도(Y<sub>1</sub>), 적색도(Y<sub>2</sub>), 황색도(Y<sub>3</sub>), 흡유율(Y<sub>4</sub>)]과 물성[경도(Y<sub>5</sub>)] 및 감각평가[외관(Y<sub>6</sub>), 향미(Y<sub>7</sub>), 맛(Y<sub>8</sub>), 입안에서의 느낌(Y<sub>9</sub>), 전반적 기호도(Y<sub>10</sub>)]로 설정하였다. 최적 배합비를 구하고자 Canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 소비자의 제품 선택 및 섭취에 큰 영향을 미치는 감각평가 점수의 목표점을 최대(maximum)로 설정하여 산출된 최적의 첨가량은 흑미 찹쌀가루 49.84 g, 검은콩가루 10.75 g, 마늘 착즙액 3.35 g이었다. 또한, 찹쌀풀 제조할 때 일반찹쌀가루 첨가량은 흑미 찹쌀가루 첨가량 기준 50.16 g이었다. 예측되는 종속변수의 값은 명도 28.03, 적색도 4.18, 황색도 3.97, 외관 6.07점, 향 6.01점, 맛 6.44점, 입안에서의 느낌 6.32점, 전반적 기호도

**Table 8. Optimum constraint values using numerical methods for the objective goal**

Constrains name	Goal	Numerical optimization (g)
Independent variables	A <sup>1)</sup> (g)	In range 49.84
	B (g)	In range 10.75
	C (g)	In range 3.35
Responses	Appearance	Maximize 6.07
	Mouthfeel	Maximize 6.01
	Overall acceptability	Maximize 6.38

<sup>1)</sup> A: waxy black rice powder, B: black soybean powder, C: garlic juice.

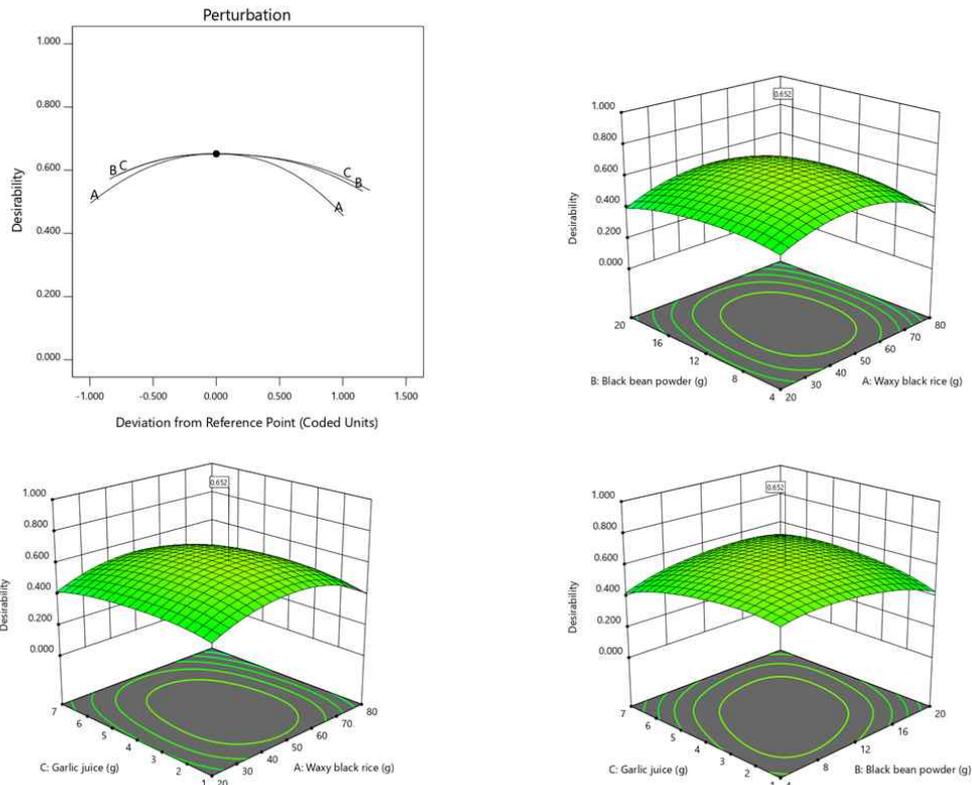


Fig. 2. Perturbation plot and response surface plot for the optimization mixture of *Kimbugak* prepared with waxy black rice flour (A), black soybean powder (B), and garlic juice (C).

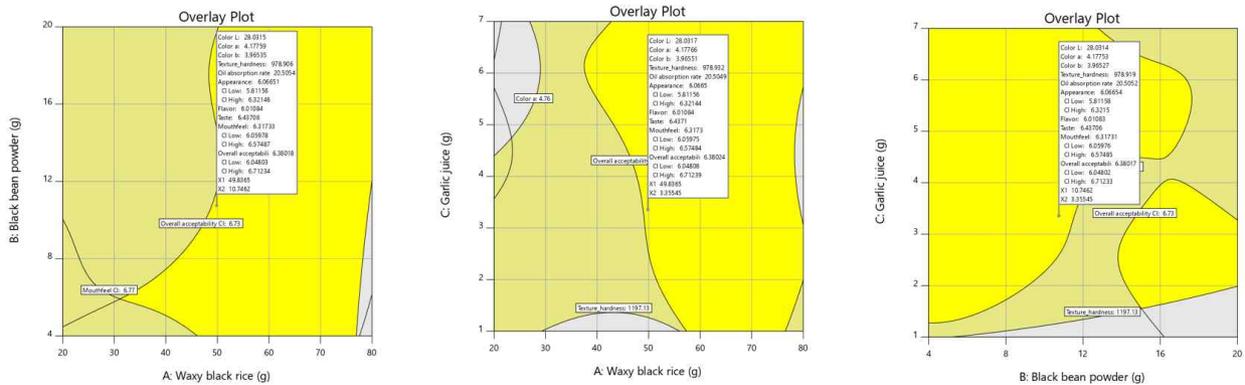


Fig. 3. Perturbation plot and response surface plot for the optimization mixture of *Kimbugak* prepared with waxy black rice flour (A), black soybean powder (B), and garlic juice (C).

6.38점으로 나타났다. 이상의 결과, 전통조리방법에 기능성 식품을 첨가하여 소비자의 기호도를 높일 수 있는 김부각의 최적 조건을 알 수 있었고, 향후 본 연구결과는 전통조리법을 이용하여 지역에서 생산된 농산물을 활용한 전통제품의 개발과 소비확대에 기여를 할 수 있을 것이다.

REFERENCES

Cho HS, Park BH, Kim KH, Kim HA (2006) Antioxidative effect and quality characteristics of cookies made with sea tangle powder. *J Korean Soc Food Cult* 21(5): 541-549.

- Cho JA, Cho HJ (2000) Quality properties of Injulmi made with black rice. *Korean J Food Cook Sci* 16(3): 226-231.
- Choi HM, Sim CH, Shin TS, Bing DJ, Chun SS (2011) Quality characteristics of Kimbugak with sea tangle powder. *Korean J Food Nutr* 24(3): 434-441.
- Gamble MH, Rice P, Selman JD (1987) Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from c.v. Record U.K. tubers. *Int J Food Sci Technol* 22(3): 233-241.
- Ha TY, Park SH, Lee CH, Lee SH (1999) Chemical composition of pigmented rice varieties. *Korean J Food Sci Technol* 31(2): 336-341.
- Hwang ES, Nhuan DT (2014) Quality characteristics and antioxidant activities of black rice cookies with added dried laver (*Porphyra tenera*). *Korean J Food Cook Sci* 30(4): 472-479.
- Hwang HS, Han BR, Han BJ, Chung L (2010) Traditional Korean Food Written for Three Generation. Gyomoon, Korea. p 189.
- Im JS, Lee YT (2010) Quality characteristics of rice bread substituted with black rice flour. *J East Asian Soc Diet Life* 20(6): 903-908.
- Jeon HJ, Jeong HS (2011) Traditional Preserved Foods. Gyomoon, Korea. pp 224-231.
- Jeong CH, Shim KH, Bae YI, Choi JS (2008) Quality characteristics of wet noodle added with freeze dried garlic powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(10): 1369-1374.
- Jeong HC, Yoo SS (2010) Quality characteristics of sponge cake by black soybean powder of different ratios. *J East Asian Soc Diet Life* 20(6): 909-915.
- Jung LJ, Song YO, Chung LN, Choe EO (2013) Characteristics on lipid and pigments of lotus root, dried laver, and perilla leaf Bugak (Korean fried cuisine) made by Korean traditional recipe. *Korean J Food Cook Sci* 29(6): 805-814.
- Kim AH, Hong DH, Ryu AR, Cho JL, Kim JM (2017) Preparation and quality characteristics of Kimbugak using capsosiphon fulvescens. *Korean J Fish Aquat Sci* 50(2): 139-145.
- Kim JW (2021) Jeonbuk Food Known Nationwide, Kimbugak, Has a Lot of Orders. <https://sedaily.com> (accessed on 27. 7. 2021).
- Kim OS, Park SS, Sung JM (2012) Antioxidant activity and fermentation characteristics of traditional black rice wine. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(12): 1693-1700.
- Kim YM (2018) Proximate composition and quality characteristics of bread with black rice flour. *Korean J Food Nutr* 31(1): 94-103.
- Kim YS, Kim GH, Lee JH (2006) Quality characteristics of black rice cookies as influenced by content of black rice flour and baking time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(4): 499-506.
- Ko MS, Yang JB (2008) Effect of heating temperature on antimicrobial activities of garlic juice. *Korean J Food Preserv* 15(4): 568-575.
- Koo HJ, Kim SH, Ha CW, Jang SH, Choi JH, Lim JD, Sohn EH (2023) Aqueous extract of *Allium victorialis* var. platyphyllum rhizome improves skin barrier and suppresses inflammation. *Korean J Medicinal Crop Sci* 31(3): 169-179.
- Kunsan Agricultural Technology Center (2021) I am a Farmer in Kunsan. <https://www.gunsan.go.kr> (accessed on 20. 12. 21).
- Lee GW, Choi MJ, Jung BM (2010) Quality characteristics and antioxidative effect of cookies made with *Capsosiphon fulvescens* powder. *Korean J Food Cook Sci* 26(4): 381-389.
- Lee JH, Yoon JM (2006) Genetic differences and variations in two *Porphyra* species (Bangiales, Rhodophyta). *J of Aquaculture* 19(2): 67-76.
- Lee JS, Oh MS (2006) Quality characteristics of cookies with Black rice flour. *Korean J Food Cook Sci* 22(2): 193-203.
- Lee KA (2006) Effect of black rice flour replacement on physicochemical, textural and sensory properties of *Yackwa*. *Korean Journal of Human Ecology* 15(4): 669-674.
- Lee SH, Mun KH, Kim NYS, Kim JB (2018) Evaluation of microbiological safety of commercial spices. *Korean J Food Preserv* 25(6): 706-714.
- Moon YG, Park GS (2013) Quality characteristics and shelf-life Kimbugak with chitosan. *J Chitin Chitosan* 18(4): 256-263.
- Mun SI (2003) A study of garlic-Yackwa development 1. quality characteristics of garlic-Yackwa substituted with different amounts of garlic juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(8): 1285-1291.
- Myung JE, Hwang IK (2008) Functional components and antioxidative activities of soybean extracts. *Korea Soybean Digest* 25(1): 23-29.
- Oh GS, Kim K, Na HS, Choi GC (2002) Comparison of

- physicochemical properties on waxy black rice and glutinous rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31(1): 12-16.
- Park BH, Choi HK, Cho HS (2001) A study on oxidative stability and quality characteristics of Kimbugak made of aqueous green tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(3): 557-564.
- Park JI, Chung GH, Kim BS, Hur JH (1994) A study on the preparation of Boogags by traditional methods and improvement of preservation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 23(6): 986-993.
- Shon MY, Seo KI, Park SK, Cho YS, Sung NJ (2001) Some biological activities and isoflavone content of Chungkugjang prepared with black beans and *Bacillus* Strains. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(4): 662-667.
- Surh JH, Koh EM (2014) Effect of pan-frying on anthocyanin content in *Hwajeon* with varying proportion of glutinous black rice flour. *Korean J Food Cook Sci* 30(4): 378-384.
- Yang JE, Lee JH, Song YO, Choe EO, Chung LN (2016) Physical and sensory characteristics of laver *Bugak* (Korean traditional fried dishes) during fermentation of starch batter. *J Korean Soc Food Cult* 31(3): 250-260.
- Yoo SN, Choi YS (2015) Physical drying and frying characteristics of Kimbugaks made by a pasting & garnishing machine. *Korean Journal of Agricultural Science* 42(4): 439-446.
- Yoon GS, Song YS (1996) A study on the knowledge and utilization of Korea traditional basic side dishes (II) -Dried side dishes and Jabans-. *J Korean Soc Food Cult* 11(5): 593-600.
- 
- |               |               |
|---------------|---------------|
| Date Received | Sep. 22, 2023 |
| Date Revised  | Oct. 17, 2023 |
| Date Accepted | Oct. 25, 2023 |