

# 반응표면분석법을 이용한 호화쌀가루와 쑥가루 첨가 쌀다식의 제조조건 최적화

조채영<sup>1</sup> · 조유현<sup>2</sup> · 이영숙<sup>3</sup> · 노정옥<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>전북대학교 교육대학원 영양교육전공 석사, <sup>2</sup>전북대학교 식품영양학과 박사과정,

<sup>3</sup>전북대학교 식품영양학과 강사, <sup>4</sup>전북대학교 식품영양학과 교수

## Optimization of Rice *Dasik* Prepared with Pregelatinized Rice Flour and Mugwort Powder Using Response Surface Methodology

Chae Young Cho<sup>1</sup>, Yu Hyeon Jo<sup>2</sup>, Young Sook Lee<sup>3</sup> and Jeong Ok Rho<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Master, Major of Nutrition Education, The Graduate of Education, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

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

<sup>3</sup>Lecturer, Dept. of Food Science and Human Nutrition, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

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

### ABSTRACT

This study investigated the optimal manufacturing conditions for rice *Dasik* using pregelatinized rice flour and mugwort powder. The experiment was based on the central composite design (CCD) of response surface methodology (RSM), with pregelatinized rice flour and mugwort powder as independent variables. Experimental data on physicochemical properties, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) antioxidant activity, textural characteristics, and sensory evaluation were fitted to various models. Among the responses, the physicochemical properties (sugar content ( $p<0.05$ ), L-value ( $p<0.01$ ), a-value ( $p<0.001$ ), and b-value ( $p<0.001$ )), textural characteristics of adhesiveness ( $p<0.05$ ), and sensory evaluation (appearance ( $p<0.001$ ), color ( $p<0.001$ ), taste ( $p<0.05$ ), texture ( $p<0.01$ ), and overall acceptability ( $p<0.01$ )) showed significant correlations with pregelatinized rice flour and mugwort powder. The optimal formulation, determined using numerical and graphical methods, was 96.82 g of pregelatinized rice flour and 4.49 g of mugwort powder, which could satisfy diverse consumer preferences and help increase the demand for traditional Korean *Hangwa*.

**Key words:** pregelatinized rice flour, mugwort powder, rice *Dasik*, response surface methodology

### 서 론

우리나라의 디저트 시장은 생활수준의 향상과 라이프스타일의 변화로 인하여 지속적으로 변화하고 있으며, 소비자층도 다양해지고 있다(Kim SI & Park JI 2016; Lee HJ 등 2023). 소비자들은 맛뿐만 아니라 건강에 좋은 기능성 재료를 첨가한 고품질의 디저트를 선호하는 것으로 보고되고 있으며(Lee SI 등 2017), 실제 건강에 관한 관심이 높아지면서 빵, 밀가루, 설탕 등을 주재료로 하는 서양식 디저트보다는 현대적 느낌으로 재탄생한 떡, 한과 및 음청류 등의 한식 디저트의 수요가 증가하는 것으로 보고되고 있다(Lee NR 등 2010; Kim SI & Park JI 2016; Kim HC 2019). 한과는 주로 차와 함께 즐긴 전통 후식류로 조리방법에 따라 유밀과, 약과 정과, 다식 등으로 구분이 된다(Seo KM 2022). 선행연구(Lee YS 등 2008; Lee YS 등 2014; Shin KE & Jeon SK

2020)에서 우리나라의 한과는 건강한 디저트로서의 가능성이 충분한 것으로 보고되고 있으므로 소비자들의 선호도를 반영한 한과 디저트 제품개발을 위한 노력이 필요하겠다.

다식은 전통 한과의 한 종류로 쌀가루, 콩가루 등의 곡물가루, 한약재 가루, 꽃가루와 같은 가루에 꿀이나 조청을 넣어 반죽한 후 다식판에 찍어낸 것으로 재료의 영양성과 다양한 빛깔의 화려함으로 인해 의례상을 장식해 왔다(Lee YS 등 2014; Han JA 등 2015). 다식은 첨가되는 주재료에 따라 쌀다식, 콩다식, 진말다식, 녹말다식 등으로 구분되며, 다양한 부재료 첨가가 가능하다(Kim HY 2012; Shin KE 2023). 특히, 계절에 따라 생산되는 채소, 과일, 해산물 등을 가루로 전처리하여 여러 재료를 혼합하여 만들기 때문에 원재료의 영양 성분을 그대로 유지할 수 있으며(Yang JE 등 2013; Shin KE 2023) 제조 방법이 간단하고 재료 사용이 용이하기 때문에 산업화와 실용적인 가치가 높은 한과로 인정받고 있다(Yoon SJ 등 2009). 이러한 장점을 반영하여 지금까지 강황가루(Yoon SJ & Choi EH 2011), 매실농축액(Lee YS 등 2010), 갈근가루(Choi BS & Kim HY 2011), 모시잎 분말

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

(Choi YS & Um YH 2013), 구기자 추출액(Lee YS 등 2014), 용안육(Yang EY 등 2018) 등을 첨가한 다양한 다식 연구가 진행되었으며 그중 쌀을 주재료로 하는 쌀다식은 석류가루(Kim HY 2010), 유근피가루(Kim HY 2012), 마분말(Jo SE & Choi SK 2010) 등을 첨가한 연구가 있다. 쑥가루를 부재료로 한 전통 한과류는 매작과(Kim KH 등 2011), 유과(Yang S 등 2008) 등이 있으나, 쑥가루 첨가 쌀다식 연구는 전무하다. 이는 쌀가루를 제조하는 번거로움으로 인하여 다양하게 연구가 진행되지 못하였기 때문으로 보인다. 쑥(*Artemisia* spp.)은 국화과에 속하는 다년생 초본 식물로 여러해살이에 해당된다(Choi IK & Lee JH 2013). 쑥의 주요 성분으로는 알칼로이드, 비타민, 무기질, 정유류 등이 알려져 있으며, 이들 정유 성분은 생리활성, 항균, 방충, 생체리듬 조절 등의 여러 효능이 있는 것으로 보고되었다(Ahn GJ 2019). 쑥은 특유의 맛과 향으로 인해 식품의 원료로 사용이 다양하지 않으나 쑥을 첨가한 제품으로는 곤약국수(Kim SJ 2013), 떡국떡(Kim MS 등 2013), 두텁떡(Jung SH 등 2012) 등 주로 떡의 부재료로 이용되고 있다.

쌀다식 제조를 위해서는 호화쌀가루의 첨가가 필수적이다(Kim HY 2010, 2012). 호화전분은 호화된 상태에서 건조된 무정형 구조로 호화쌀가루는 높은 수분 흡수율로 가공식품 제조에 적합하다고 보고되었으며(Kim SH 등 2014), Jung HN(2020)의 연구에서도 호화쌀가루가 용해도가 높고 온도에 따른 점도 변화가 크지 않아 쌀 가공식품의 질감 향상에 긍정적이라고 하였으며, Lee JK & Lim JK(2013)의 쌀가루 이용 쿠키 연구에서 호화쌀가루의 노화 억제 가능성을 보고하였다. 현재 호화쌀가루를 이용하여 이유식 또는 스프류 등(Jung HN 2020)이 개발되고 있으나, 우리나라의 지속적인 쌀 소비의 감소와 잉여 쌀 문제 해결을 위해서는 쌀과 쌀가루를 이용한 보다 다양한 가공식품 개발이 요구되겠다(Jun HI 등 2019; Moon DH 등 2023).

따라서 본 연구에서는 호화쌀가루와 쑥가루의 배합 비율을 달리하는 쌀다식을 제조하여 그 품질특성을 평가하고 반응표면분석법을 이용해 최적의 배합비를 산출하고자 한다. 이를 통하여 새로운 디저트 메뉴에 대한 소비자의 요구를 충족시키고, 우리나라의 전통 한식인 다식의 품질개선 및 쌀 소비 촉진에 기여하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 연구에서 사용한 쑥가루는 100% 국산으로 방앗간청년(Youngmiller, Gimhae, 2023, Korea), 국산 멥쌀(Dangjin, 2023, Korea)은 쿠팡(Coupang corp., Seoul, Korea), 프락토올리고당(CJ Cheiljedang corp., Seoul, Korea)은 CJ제일제당(CJ Cheiljedang corp., Seoul, Korea)을 통해 온라인 쇼핑몰에서 구입하였다. 소금(Chungjungone, Seoul, Korea)은 전주 시내 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 실험 계획

본 연구에서는 호화쌀가루와 쑥가루를 첨가한 쌀다식의 최적의 배합 비율을 설정하기 위하여 반응표면분석법(response surface methodology; RSM)의 중심합성계획법(central composite design; CCD)에 따라 실험을 설계하였다. 독립변수는 다식의 품질에 영향을 미칠 수 있는 요인을 기준으로 호화쌀가루( $X_1$ )와 쑥가루( $X_2$ )로 설정하였고, 각 독립변수의 함량 및 범위는 Lee YS 등(2008), Lee YS 등(2010)의 선행 연구와 다수의 예비 실험 결과를 바탕으로 프락토올리고당 60 g을 기준으로 호화쌀가루 90~110 g, 쑥가루 3~5 g으로 결정하였다. 이를  $-a$ ,  $-1$ ,  $0$ ,  $+1$ ,  $+a$ 의 다섯 단계로 부호화(code)하였으며  $a$ 값은 1.414로 하였다(Table 1), 설정된 범위는 꼭짓점(factorial point) 4개, 축점(axial point) 4개 및 중심점(central point) 3개로 총 11개의 실험점으로 정하였으며 호화쌀가루와 쑥가루 첨가 쌀다식의 배합비는 Table 2와 같다. 독립변수에 따른 품질 변화를 알아보려고 이화학적 특성[pH( $Y_1$ ), 당도( $Y_2$ ), 수분( $Y_3$ ), 명도( $Y_4$ ), 적색도( $Y_5$ ), 황색도( $Y_6$ ), 향산화능( $Y_7$ ), 물성[경도( $Y_8$ ), 부착성( $Y_9$ ), 응집성( $Y_{10}$ ), 탄력성( $Y_{11}$ ), 검성( $Y_{12}$ ), 깨짐성( $Y_{13}$ )]과 기호도[외관( $Y_{14}$ ), 색( $Y_{15}$ ), 향미( $Y_{16}$ ), 맛( $Y_{17}$ ), 조직감( $Y_{18}$ ), 전반적 기호도( $Y_{19}$ )]를 종속변수로 설정하였다.

### 3. 호화쌀가루 제조

호화쌀가루 제조를 위하여 먼저 설기떡을 제조하였다. 설기떡 제조를 위해 멥쌀을 5회 세척하여 상온에서 12시간 물

**Table 1. Coded independent variables used in RSM design for rice *Dasik* prepared with pregelatinized rice flour and mugwort powder**

Independent variable	Symbol	Coded-variables				
		$-a$	$-1$	$0$	$+1$	$+a$
Pregelatinized rice flour (g)	$X_1$	85.86	90	100	110	114.14
Mugwort powder (g)	$X_2$	2.59	3	4	5	5.41

**Table 2. Formulas for the manufacture of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour and mugwort powder**

Sample No.	Variables <sup>1)</sup>		Fructo oligosaccharide (g)	Salt (g)
	X <sub>1</sub> (g)	X <sub>2</sub> (g)		
1	90(-1)	3(-1)		
2	110(+1)	3(-1)		
3	90(-1)	5(+1)		
4	110(+1)	5(+1)		
5	85.86(-a)	4(0)		
6	114.14(+a)	4(0)	60	0.1
7	100(0)	2.59(-a)		
8	100(0)	5.41(+a)		
9	100(0)	4(0)		
10	100(0)	4(0)		
11	100(0)	4(0)		

<sup>1)</sup> X<sub>1</sub>: Pregelatinized rice flour, X<sub>2</sub>: Mugwort powder.

에 침지한 후, 10분간 체에 받쳐 물기를 제거하였다. 이후 멍쌀을 식품분쇄기(Duksan Food Machinery, Seoul, Korea)로 2회 분쇄하였다. 분쇄한 쌀가루 100 g에 20 g의 물을 뿌린 다음 손으로 고루 섞은 후 16 mesh 체에 1회 내려주었다. 이후 찹기(지름 25.4 cm × 높이 10 cm)에 면포를 깔고 쌀가루를 넣은 후 증강불로 20분간 찹 후, 3분간 뜸을 들인 후 꺼내어 실온에서 10분간 냉각하였다. 냉각한 설기떡은 잘게 잘라 식품 건조기(LD-918TH, L'equip Co., Ltd, Hwaseong, Korea)에서 50℃, 7시간 건조한 후 식품분쇄기(SFM-C3501KP, Shinil Electronics Co., Ltd, Cheonan, Korea)를 이용하여 20초씩 2회 분쇄하여 호화쌀가루를 제조하였다.

#### 4. 쌀다식 제조

다식의 제조는 호화쌀가루를 32 mesh 체에 3번 내려 사용하였다. 호화쌀가루 90~110 g에 썬가루 3~5 g과 프락토올리고당 60 g, 소금 0.1 g을 넣어 반죽한 후 8 g씩 떼어 모양과 크기가 일정하도록 다식판(1 pore size : 3 × 0.8 cm)에 20회 눌러 박아 제조하였다.

#### 5. 쌀다식의 이화학적 특성

##### 1) pH 및 당도

pH와 당도는 각각 분쇄한 시료 5 g에 증류수 45 mL를 vortex(NFM-3561SN, NUC Electronics Co., Ltd, Daegu,

Korea)를 이용하여 1분간 혼합한 뒤 냉장고(FR-B502EH, Daewoo, Seoul, Korea)에서 여과지(Whatman No. 2)로 24시간 동안 여과하였고, 상층액을 취하여 pH 측정기(BP3001, Trans Instruments, Singapore), 당도계(PAL-1, ATAGO, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 3회 반복 측정 후 평균값을 계산하였다.

##### 2) 수분

수분은 시료 1 g을 으갠 후 수분측정기(WBA-110M, Daihan Scientific Co., Wonju, Korea)를 사용해 105℃에서 3회씩 반복 측정 후 그 평균값을 구하였다.

##### 3) 색도

색도는 색차계(CM-2006d Chroma Meter, Konika Minolta Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 각 시료의 색을 측정하였으며, Hunter 체계의 명도, 적색도 및 황색도를 L, a 및 b값으로 나타내었다. 시료는 각 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였으며, 이때 L값 98.74, a값 -0.30, b값이 0.65인 표준 백판(standard plate)을 사용하였다.

#### 6. 향산화 활성

##### 1) 다식 추출물 제조

다식 4 g에 94.5% 에탄올을 36 mL 가하여 vortex

(NFM-3561SN, NUC Electronics Co., Ltd, Daegu, Korea)를 이용하여 혼합한 뒤, 3,000 rpm에서 30분간 원심 분리하여 상등액을 얻었으며, 이를 여과지(Whatman No. 2)로 1번 여과하여 시료로 사용하였다.

## 2) DPPH 라디칼 소거능 활성 측정

DPPH 라디칼 소거능 활성 측정은 Blois MS(1958)의 방법을 이용하였다. 다식 추출물 2 mL와 0.1 mM DPPH 용액 1 mL를 혼합하여 10분간 암소에서 반응시킨 후 517 nm에서 분광광도계(UV-2600i, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 흡광도를 측정하였으며, 실험은 3회 반복 측정 후 평균값을 기재하였다. 전자공여능은 다음의 식에 의하여 산출하였다.

$$\text{DPPH라디칼소거능(\%)} = 1 - \left( \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{시료무첨가구의 흡광도}} \right) \times 100$$

## 7. 물성

물성은 제조한 시료를 물성측정기(CR-100 rheometer, Sun Scientific, Tokyo, Japan)를 이용하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 깨짐성(brittleness)을 측정하였다. 실험은 각각 3회 이상 반복 측정하여 평균값을 구하였으며, 시료의 크기는 직경 3 cm, 높이 0.8 cm로 하였고 test type은 mastication, load cell 10 kgf, adaptor type은 round(diameter 25 mm), table speed 60 mm/min, distance 3 mm로 설정하였다.

## 8. 기호도 평가

### 1) 평가요원 선발

기호도 평가요원은 선행연구인 진말다식(Choi YS & Jegal SA 2012), 들깨다식(Kim JY & Yoo SS 2021) 연구를 참고하여 다식이 무엇인지 알고 있는 20세 이상 성인 30명을 대상으로 하였다. 평소 식품의 맛에 관심을 가지며 기호도 평가에 대한 흥미를 가지고 있으며, 첨가 재료에 알레르기가 없는 대상을 평가요원으로 모집하였다. 본 쌀다식의 기호도 평가는 전북대학교 생명윤리위원회의 승인을 받은 후에 실시하였다(No. JBNU 2024-06-031-001).

### 2) 기호도 평가 내용

기호도 평가는 평가요원에게 실험 목적 및 평가 방법에 대하여 설명한 후 11개의 쌀다식의 기호도 평가를 실시하였다. 평가 항목은 다식의 외관(appearance), 색(color), 향미(flavor),

맛(taste), 조직감(texture), 전반적 기호도(overall acceptability)의 6가지 항목이며, Likert 7점 척도법(1점: 매우 싫음, 4점: 보통, 7점: 매우 좋음)으로 평가하였다. 시료 제공은 난수표에서 무작위로 추출한 세 자릿수 번호를 부여한 후 실험의 오차를 줄이기 위하여 무작위로 제공하였다. 각 시료는 평가 후 제공된 물로 입을 헹구고 다음 시료 평가를 진행하도록 하였다.

## 9. 쌀다식의 최적화 분석

쌀다식에 첨가되는 호화쌀가루와 쉼가루의 최적 배합 비율은 canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 독립변수 각각의 최적의 첨가량을 구하였고, 지점 예측(point prediction)을 통해 종속변수 각각의 예측값을 선정하였다. Canonical 모형의 수치적 최적화는 목표 범위(goal area)를 독립변수인 호화쌀가루( $X_1$ )와 쉼가루( $X_2$ )를 실험 범위 내(in range)로 설정하였으며, 종속변수에서 기호도 평가 항목 중 유의적인 결과를 보인 항목의 점수를 최대(maximum)로 설정한 후, 신뢰 수준 95% 구간에서 최적점(solution)을 도출하였다. 제시된 최적점(solution) 중 가장 높은 적합도(desirability)를 나타내는 최적점을 선택하였으며, 모형적 최적화는 종속변수의 범위를 설정하여 그래프가 중첩되는 범위 내에서 최적점을 산출하였다.

## 10. 통계분석

모든 실험의 통계분석은 IBM SPSS Statistics 29.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 시료 간의 차이검증을 위해 일원배치 분산분석(analysis of variance; ANOVA)을 실시하였다. 사후검증은 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다. 자료 분석 및 최적화는 Design Expert 11 Program(State-Easy Inc., Minneapolis, MN, USA)을 이용하였다. 독립변수와 종속변수의 관계는 분산분석과 회귀분석을 통해 1차 선형효과, 2차 곡선효과 및 인자 간 상호작용을 보았으며, 독립변수에 대한 종속변수의 반응표면 상태는 perturbation plot과 response surface plot으로 나타내었다. 분석 결과 모델의 적합성은 F Test를 통해  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 쉼가루 첨가 쌀다식의 이화학적 특성

호화쌀가루( $X_1$ )와 쉼가루( $X_2$ )의 첨가량을 달리하여 제조한 쌀다식의 이화학적 특성 분석 결과(Table 3), 반응표면 회귀

**Table 3. Physicochemical characteristics of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour and mugwort powder at various conditions by RSM**

Sample No.	Variables <sup>1)</sup>		Responses						
	X <sub>1</sub> (g)	X <sub>2</sub> (g)	pH	Sugar content (°Brix)	Water (%)	Color			DPPH (%)
						L	a	b	
1	90	3	6.72±0.04 <sup>2)d3)</sup>	3.53±0.06 <sup>b</sup>	86.67±0.70 <sup>abc</sup>	30.83±0.25 <sup>c</sup>	-2.59±0.13 <sup>c</sup>	6.55±0.39 <sup>c</sup>	15.85±2.75 <sup>bc</sup>
2	110	3	6.58±0.01 <sup>e</sup>	3.40±0.00 <sup>cd</sup>	87.08±0.19 <sup>a</sup>	34.59±1.26 <sup>a</sup>	-3.45±0.12 <sup>c</sup>	9.30±0.40 <sup>a</sup>	15.04±1.12 <sup>bc</sup>
3	90	5	6.88±0.02 <sup>b</sup>	3.77±0.06 <sup>a</sup>	86.36±0.34 <sup>bc</sup>	27.58±0.44 <sup>fg</sup>	-1.95±0.05 <sup>a</sup>	4.32±0.13 <sup>c</sup>	20.04±2.26 <sup>a</sup>
4	110	5	6.82±0.01 <sup>c</sup>	3.33±0.06 <sup>de</sup>	86.95±0.30 <sup>ab</sup>	32.86±1.45 <sup>b</sup>	-3.19±0.23 <sup>d</sup>	8.63±0.47 <sup>b</sup>	13.14±2.91 <sup>c</sup>
5	85.86	4	6.81±0.01 <sup>c</sup>	3.73±0.06 <sup>a</sup>	86.40±0.32 <sup>bc</sup>	28.27±0.42 <sup>efg</sup>	-2.15±0.05 <sup>b</sup>	5.13±0.15 <sup>d</sup>	15.81±2.36 <sup>bc</sup>
6	114.14	4	6.90±0.01 <sup>ab</sup>	3.20±0.00 <sup>f</sup>	86.01±0.40 <sup>c</sup>	33.21±0.46 <sup>b</sup>	-3.16±0.05 <sup>d</sup>	8.46±0.31 <sup>b</sup>	12.91±0.76 <sup>c</sup>
7	100	2.59	6.83±0.01 <sup>c</sup>	3.30±0.00 <sup>e</sup>	86.08±0.34 <sup>c</sup>	32.13±0.79 <sup>b</sup>	-3.16±0.14 <sup>d</sup>	8.30±0.26 <sup>b</sup>	13.29±0.80 <sup>c</sup>
8	100	5.41	6.93±0.01 <sup>a</sup>	3.47±0.06 <sup>bc</sup>	86.36±0.55 <sup>bc</sup>	27.16±0.06 <sup>g</sup>	-2.18±0.12 <sup>b</sup>	5.35±0.33 <sup>d</sup>	20.23±1.15 <sup>a</sup>
9	100	4	6.87±0.01 <sup>b</sup>	3.53±0.06 <sup>b</sup>	86.84±0.17 <sup>ab</sup>	29.00±0.79 <sup>de</sup>	-2.67±0.06 <sup>c</sup>	6.69±0.14 <sup>c</sup>	15.20±4.03 <sup>bc</sup>
10	100	4	6.84±0.01 <sup>c</sup>	3.43±0.06 <sup>c</sup>	86.26±0.10 <sup>bc</sup>	30.04±0.84 <sup>cd</sup>	-2.59±0.12 <sup>c</sup>	6.61±0.28 <sup>c</sup>	13.14±2.59 <sup>c</sup>
11	100	4	6.90±0.04 <sup>ab</sup>	3.20±0.00 <sup>f</sup>	86.54±0.35 <sup>abc</sup>	28.66±0.17 <sup>ef</sup>	-2.73±0.10 <sup>c</sup>	6.81±0.12 <sup>c</sup>	17.87±2.14 <sup>ab</sup>
<i>F</i> -value			86.045 <sup>***</sup>	50.686 <sup>***</sup>	2.845 <sup>*</sup>	32.915 <sup>***</sup>	52.120 <sup>***</sup>	88.571 <sup>***</sup>	4.065 <sup>**</sup>

<sup>1)</sup> X<sub>1</sub>: Pregelatinized rice flour, X<sub>2</sub>: Mugwort powder.

<sup>2)</sup> Mean±SD.

<sup>3)</sup> a-g Values with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

분석 결과(Table 4), 반응표면의 상태를 나타내는 Perturbation plot과 Response surface plot(Fig. 1)은 다음과 같다.

#### 1) pH

pH(Y<sub>1</sub>) 측정 결과 6.58~6.93의 범위로 나타났다. 최솟값은 sample 2(X<sub>1</sub>: 110 g X<sub>2</sub>: 3 g), 최댓값은 sample 8(X<sub>1</sub>: 100 g X<sub>2</sub>: 5.41 g)에서 나타났으며 시료 간 유의적인 차이를 보였다.

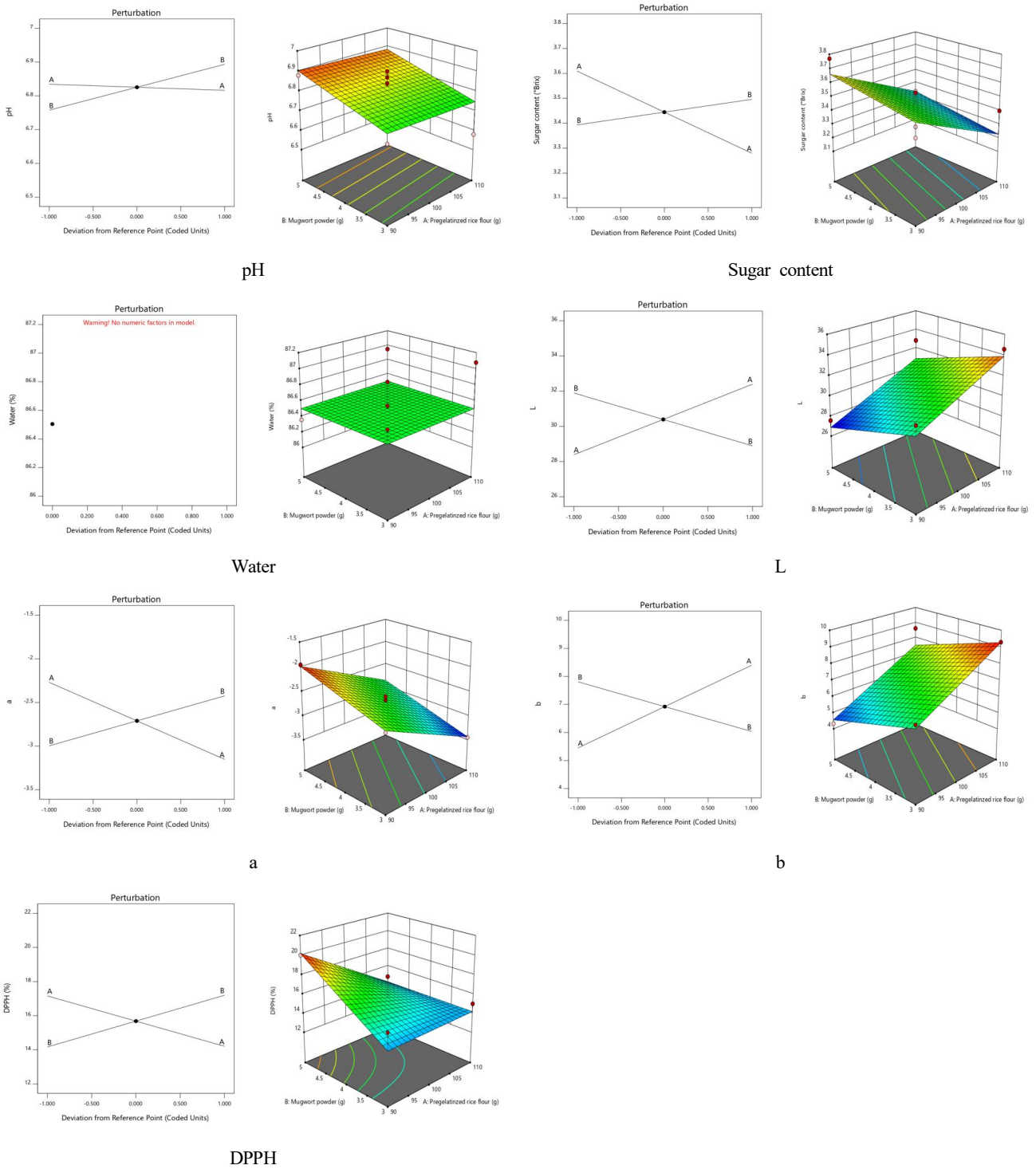
**Table 4. Analysis of predicted model equation for physicochemical characteristics of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour and mugwort powder**

Responses	Model	R <sup>2</sup>	<i>F</i> -value	<i>p</i> -value	Lack of fit	Polynomial equation <sup>1)</sup>
pH	Linear	0.3778	2.43	0.1499	0.0852	Y <sub>1</sub> =6.83-0.0091X <sub>1</sub> +0.0678X <sub>2</sub>
Sugar content	Linear	0.6658	7.97 <sup>*</sup>	0.0125	0.8578	Y <sub>2</sub> =3.44-0.1650X <sub>1</sub> +0.0514X <sub>2</sub>
Water	-	-	-	-	-	-
L	Linear	0.7983	15.83 <sup>**</sup>	0.0017	0.2255	Y <sub>4</sub> =30.39+2.00X <sub>1</sub> -1.50X <sub>2</sub>
a	Linear	0.9258	49.94 <sup>***</sup>	0.0001	0.1582	Y <sub>5</sub> =-2.71-0.4411X <sub>1</sub> +0.2861X <sub>2</sub>
b	Linear	0.9208	46.47 <sup>***</sup>	0.0001	0.0297	Y <sub>6</sub> =6.92+1.47X <sub>1</sub> -0.8851X <sub>2</sub>
DPPH	2FI <sup>2)</sup>	0.6294	3.96	0.0608	0.7489	Y <sub>7</sub> =15.68-1.48X <sub>1</sub> +1.51X <sub>2</sub> -1.52X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>

<sup>1)</sup> X<sub>1</sub>: Pregelatinized rice flour, X<sub>2</sub>: Mugwort powder.

<sup>2)</sup> Two-factor interaction.

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .



**Fig. 1.** Perturbation plot and response surface plot for physicochemical characteristics of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour (A) and mugwort powder (B).

다( $p < 0.001$ ). 호화쌀가루( $X_1$ )와 쑥가루( $X_2$ )가 pH에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 독립변수가 각각 작용하는 linear model이 선정되었으며 pH에 미치는 영향은 호화쌀가

루보다 쑥가루가 더 큰 것으로 나타났다.  $R^2$ 값은 0.3778이며 모델의 적합성이 인정되었다.

반응표면 상태 결과, 호화쌀가루 첨가량이 증가할수록 pH

가 감소하였고, 썩가루 첨가량이 증가할수록 pH가 증가하는 경향을 보였다. Kim JG(1995)의 썩과 솔잎을 첨가한 절편 연구에서 쌀의 pH는 6.4, 썩의 pH는 6.8의 미산성 범위로 보고 되었고, 본 연구에서 쌀다식의 pH 범위는 6.58~6.93으로 나타났다. 첨가량에 따라 pH 측정결과가 달라지는 이유는 쌀의 pH가 썩의 pH보다 낮기 때문에 쌀가루의 첨가 비율이 높아질수록 pH가 낮아졌지만 썩가루 첨가 비율이 높아질 때는 pH가 높아진 것으로 판단된다. 즉, 재료의 특성에 따라 제품의 pH가 달라지는 것을 확인하였다.

## 2) 당도

당도( $Y_2$ ) 측정 결과, 3.20~3.77의 범위로 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g)과 sample 11( $X_1$ : 100, g  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 3( $X_1$ : 90 g,  $X_2$ : 5 g)에서 나타났으며 시료 간 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 호화쌀가루( $X_1$ )와 썩가루( $X_2$ )가 당도에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 독립변수가 각각 작용하는 linear model로 나타났다.  $p$ -value는 0.0125로 유의적인 결과를 보였으며  $R^2$ 값은 0.6658로 모델의 적합성이 인정되었다.

반응표면 상태 결과, 호화쌀가루의 첨가량이 증가할수록 당도는 감소하였고 썩가루의 첨가량이 증가할 때는 당도가 증가하였으나 당도에 대한 영향력은 썩가루보다 호화쌀가루가 더 큰 것으로 나타났다. 단호박 가루(Jegal JM 2022)와 아로니아 분말(Seo KM 2022) 첨가 다식 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 다식의 당도가 증가하여 본 실험과 유사한 결과를 보였다. 본 연구에서 프락토올리고당의 함량이 60 g으로 일정하게 유지되었기 때문에 당의 첨가가 다식의 당도에 미치는 영향은 일정했을 것으로 보이며, 부재료인 호화쌀가루와 썩가루가 쌀다식의 당도에 영향을 준 것으로 판단된다. 소비자의 기호도를 만족시키는 쌀다식의 당도의 범위를 파악하여 쌀가루와 썩가루의 양을 조절한다면 다식의 제품성을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

## 3) 수분

수분( $Y_3$ ) 측정 결과, 86.01~87.08의 범위로, 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g)에서 나타나 시료 간 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 그러나 호화쌀가루( $X_1$ )와 썩가루( $X_2$ )가 수분에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 독립변수와 종속변수의 관계를 설명할 수 있는 적합한 모델이 나오지 않았다.

선행연구인 썩 분말 첨가 떡국떡 연구(Kim MS 등 2013)에서도 썩 분말 첨가량이 수분에 크게 영향을 주지 않았으며 대조군과 썩 첨가군 간 유의적인 차이를 보이지 않아 본 결과와 유사한 결과를 나타냈다. 본 연구에서 적합한 모델이

선정되지 않은 것은 썩가루와 호화쌀가루가 다식의 수분에 미치는 영향이 적었기 때문으로 보이며 실험에서 통제되지 않는 변수가 다식의 수분에 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

## 4) 색도

측정 결과, 명도(L)( $Y_4$ )는 27.16~34.59, 적색도(a)( $Y_5$ )는 -3.45~-1.95, 황색도(b)( $Y_6$ )는 4.32~9.30의 범위로 나타났으며 명도의 최솟값은 sample 8( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 5.41 g), 최댓값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g), 적색도의 최솟값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g), 최댓값은 sample 3( $X_1$ : 90 g,  $X_2$ : 5 g)에서 나타났으며, 황색도의 최솟값은 sample 3( $X_1$ : 90 g,  $X_2$ : 5 g), 최댓값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g)에서 나타났으며 명도, 적색도, 황색도 모두 시료 간 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 호화쌀가루( $X_1$ )와 썩가루( $X_2$ )가 색도에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 명도, 적색도 및 황색도 모두 독립변수가 각각 작용하는 linear model이 선정되었다. 명도, 적색도, 황색도의  $p$ -value값은 각각 0.0017, 0.0001, 0.0001로 모두 유의적인 차이를 보였으며,  $R^2$ 값은 각각 0.7983, 0.9258, 0.9208로 높은 신뢰도를 보이며 모델의 적합성이 인정되었다.

반응표면 상태 결과, 명도는 호화쌀가루의 첨가량이 증가할수록 밝은 색을 나타냈으며 썩가루의 첨가량이 증가할수록 어두워지는 경향을 보였다. 이때 호화쌀가루가 썩가루보다 명도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 적색도는 호화쌀가루의 첨가량이 증가할수록 감소하였으며, 썩가루의 첨가량이 증가할수록 적색도가 증가하는 경향을 보였다. 따라서 적색도에 미치는 영향은 썩가루보다 호화쌀가루가 더 큰 것으로 나타났다. 황색도는 호화쌀가루의 첨가량이 증가할수록 증가하였고, 썩가루의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 따라서 황색도에 미치는 영향은 호화쌀가루가 썩가루보다 더 큰 것으로 나타났다. Jang SJ(2012)의 동결 건조 썩 분말을 첨가한 머핀 연구에서 썩 분말이 첨가될수록 명도, 적색도, 황색도의 값이 감소한다고 보고하였는데 본 연구에서도 명도, 황색도 결과와 동일한 결과를 보였다. 그러나 적색도 결과에서 차이를 보였는데 이는 쌀다식의 적색도에 썩가루보다 쌀가루의 영향이 더 컸기 때문으로 나타난 차이로 판단된다. 따라서 소비자의 기호도를 만족시키는 색도의 범위를 파악하여 재료의 첨가량을 조절한다면 다식의 품질을 향상시킬 수 있을 것이라 여겨진다.

## 2. 썩가루 첨가 쌀다식의 항산화 활성

호화쌀가루( $X_1$ )와 썩가루( $X_2$ )의 첨가량을 달리하여 제조한 쌀다식의 DPPH( $Y_7$ ) 분석 결과(Table 3), 반응표면 회귀분석 결과(Table 4), 반응표면의 상태를 나타내는 perturbation

plot과 response surface plot(Fig. 1)은 다음과 같다.

DPPH 측정 결과, 12.91~20.23의 범위로 나타났다. 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 8( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 5.41 g)에서 나타났으며 시료 간 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.01$ ). 호화쌀가루와 쑥가루가 DPPH에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 독립변수가 상호작용하는 2FI model이 선정되었으며,  $p$ -value는 0.0608이었다.

반응표면 상태 결과, 쑥가루의 첨가량이 증가할수록 DPPH가 증가하였으며 호화쌀가루보다 쑥가루가 DPPH에 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 선행연구인 쑥 분말을 첨가한 식빵의 항산화성(Woo SL & Lee MH 2021), 쑥 첨가 매작과의 저장과정 중 항산화 활성(Kim KH 등 2011) 연구에서도 쑥 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 증가한다고 보고하여 본 연구와 동일한 결과를 보였다. 따라서 쌀다식에 쑥가루를 첨가하면 항산화 활성 기능을 높여 소비자의 건강한 간식에 대한 요구도를 충족시킬 수 있을 것으로 판단된다.

### 3. 쑥가루 첨가 쌀다식의 물성

호화쌀가루( $X_1$ )와 쑥가루( $X_2$ )의 첨가량을 달리하여 제조

한 쌀다식의 물성 분석 결과(Table 5), 반응표면 회귀분석 결과(Table 6), 반응표면의 상태를 나타내는 perturbation plot과 response surface plot(Fig. 2)은 다음과 같다.

물성 측정 결과, 경도( $Y_8$ )는 3828.25~5998.56 gf/cm<sup>2</sup>의 범위로 최솟값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g), 최댓값은 sample 5( $X_1$ : 85.86 g,  $X_2$ : 4 g)에서 나타났으며 시료 간 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.01$ ), 부착성( $Y_9$ )은 -47.71~0 gf의 범위로 최솟값은 sample 1( $X_1$ : 90 g,  $X_2$ : 3 g), 최댓값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g)과 sample 3( $X_1$ : 90 g,  $X_2$ : 5 g)이었다( $p < 0.001$ ). 응집성( $Y_{10}$ )은 29.14~41.13%의 범위이며 최솟값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g), 최댓값은 sample 8( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 5.41 g)( $p < 0.001$ ), 탄력성( $Y_{11}$ )은 26.75~31.71%의 범위로 최솟값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g), 최댓값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g)이었으나 시료 간 유의적인 차이는 없었다. 검성( $Y_{12}$ )은 1,684.48~3,457.50 gf의 범위이며 최솟값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g), 최댓값은 sample 8 ( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 5.41 g)이었다( $p < 0.01$ ). 깨짐성( $Y_{13}$ )은 478.03~1,096.09 gf의 범위를 보였고, 최솟값은 sample 2( $X_1$ : 110 g,  $X_2$ : 3 g), 최댓값은 sample 8( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 5.41 g)이었다( $p < 0.01$ ).

**Table 5. Textural characteristics of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour and mugwort powder at various conditions by RSM**

Sample No.	Variables <sup>1)</sup>		Responses					
	$X_1$ (g)	$X_2$ (g)	Hardness (gf/cm <sup>2</sup> )	Adhesiveness (gf)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (gf)	Brittleness (gf)
1	90	3	4,907.29±1033.76 <sup>2)ab3)</sup>	-47.71±20.93 <sup>c</sup>	35.24±5.07 <sup>bc</sup>	31.11±4.21	2,517.94±821.95 <sup>bc</sup>	795.22±321.00 <sup>abc</sup>
2	110	3	3,828.25±1346.23 <sup>b</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	29.14±5.24 <sup>d</sup>	26.75±4.06	1,684.48±886.15 <sup>c</sup>	478.03±343.82 <sup>c</sup>
3	90	5	5,685.25±829.79 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	36.71±4.69 <sup>ab</sup>	31.03±2.38	3,077.70±735.66 <sup>ab</sup>	966.88±292.26 <sup>ab</sup>
4	110	5	5,006.67±1146.82 <sup>a</sup>	-0.56±1.33 <sup>a</sup>	32.51±4.62 <sup>bcd</sup>	28.82±3.00	2,436.98±836.02 <sup>bc</sup>	722.35±305.05 <sup>bc</sup>
5	85.86	4	5,998.56±580.26 <sup>a</sup>	-29.33±26.53 <sup>b</sup>	37.41±2.40 <sup>ab</sup>	30.81±2.20	3,245.88±448.49 <sup>ab</sup>	1007.52±195.69 <sup>ab</sup>
6	114.14	4	5,857.29±1159.00 <sup>a</sup>	-1.00±1.53 <sup>a</sup>	36.00±4.09 <sup>bc</sup>	31.71±3.83	3,058.03±764.52 <sup>ab</sup>	992.30±349.06 <sup>ab</sup>
7	100	2.59	5,306.43±1053.30 <sup>a</sup>	-3.00±3.27 <sup>a</sup>	34.46±4.96 <sup>bc</sup>	29.21±2.52	2,726.15±806.43 <sup>ab</sup>	809.92±287.73 <sup>abc</sup>
8	100	5.41	5,773.83±1046.79 <sup>a</sup>	-1.33±1.97 <sup>a</sup>	41.13±2.95 <sup>a</sup>	31.27±3.17	3,457.50±724.95 <sup>a</sup>	1,096.09±292.40 <sup>a</sup>
9	100	4	5,818.80±815.33 <sup>a</sup>	-1.60±2.19 <sup>a</sup>	34.02±3.09 <sup>bcd</sup>	29.64±2.28	2,876.98±424.35 <sup>ab</sup>	854.43±146.96 <sup>ab</sup>
10	100	4	5,077.50±1036.11 <sup>a</sup>	-0.17±0.41 <sup>a</sup>	30.88±3.94 <sup>cd</sup>	28.37±1.64	2,322.29±769.07 <sup>bc</sup>	667.33±259.28 <sup>bc</sup>
11	100	4	5,370.50±737.25 <sup>a</sup>	-0.67±1.03 <sup>a</sup>	31.22±5.50 <sup>cd</sup>	30.00±1.52	2,507.19±742.93 <sup>bc</sup>	759.77±257.83 <sup>abc</sup>
F-value			2.948 <sup>**</sup>	14.623 <sup>***</sup>	4.246 <sup>***</sup>	1.913	3.349 <sup>**</sup>	2.849 <sup>**</sup>

<sup>1)</sup>  $X_1$ : Pregelatinized rice flour,  $X_2$ : Mugwort powder.

<sup>2)</sup> Mean±SD.

<sup>3)</sup> a-d Values with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

\*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

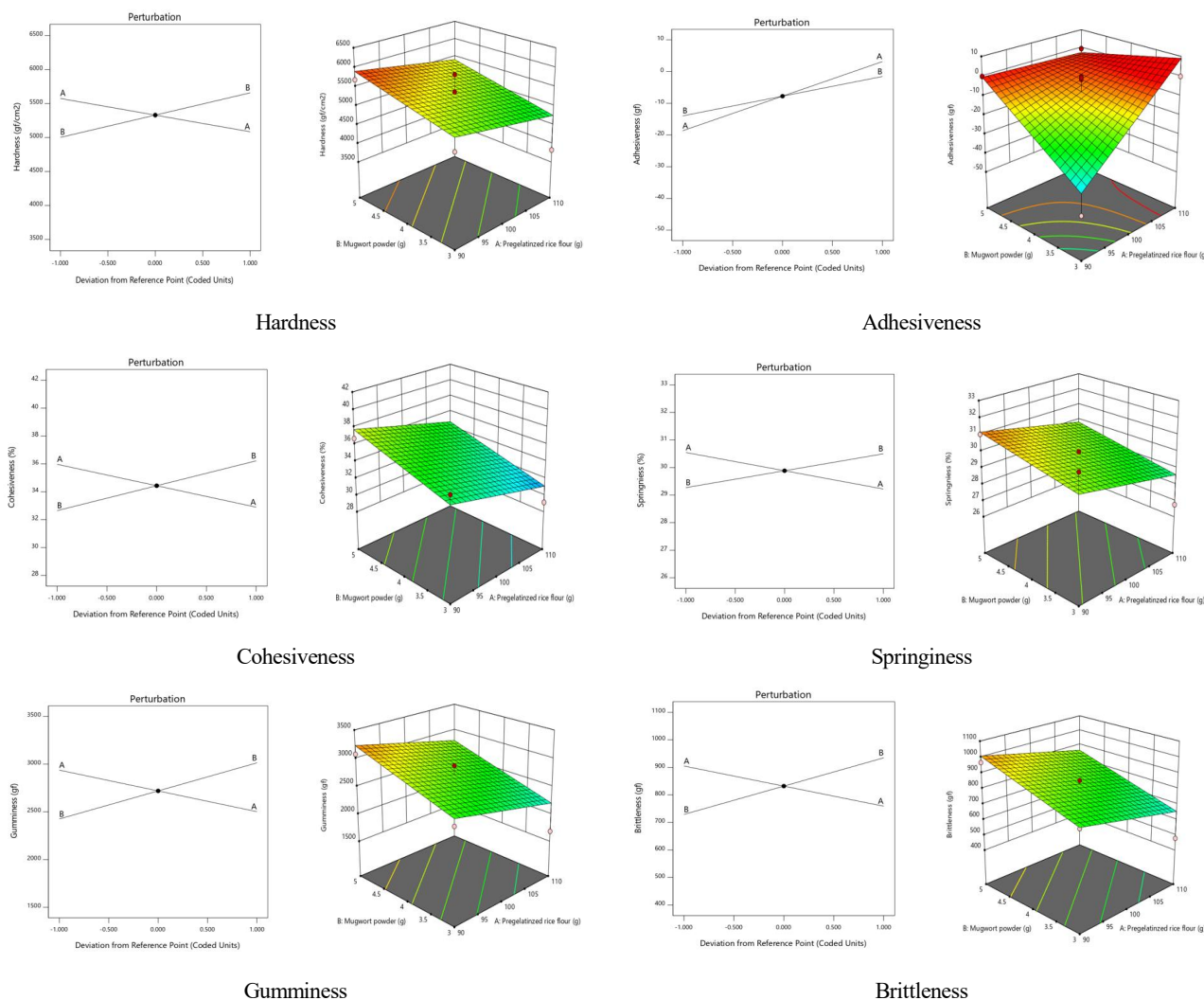
**Table 6. Analysis of predicted model equation for textural characteristics of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour and mugwort powder**

Responses	Model	R <sup>2</sup>	F-value	p-value	Lack of fit	Polynomial equation <sup>1)</sup>
Hardness	Linear	0.3435	2.09	0.1858	0.2929	$Y_8=5,330.03 - 244.71X_1+327.90X_2$
Adhesiveness	2FI <sup>2)</sup>	0.7395	6.62*	0.0188	0.0041	$Y_9=-7.76+10.90X_1+6.21X_2-12.07X_1X_2$
Cohesiveness	Linear	0.3795	2.45	0.1483	0.2261	$Y_{10}=34.43 - 1.54X_1+1.79X_2$
Springiness	Linear	0.2868	1.61	0.2587	0.2479	$Y_{11}=29.88 - 0.6623X_1+0.6137X_2$
Gumminess	Linear	0.4295	3.01	0.1059	0.3011	$Y_{12}=2719.19 - 217.51X_1+293.81X_2$
Brittleness	Linear	0.4005	2.67	0.1292	0.2520	$Y_{13}=831.80 - 72.92X_1+102.74X_2$

<sup>1)</sup> X<sub>1</sub>: Pregelatinized rice flour, X<sub>2</sub>: Mugwort powder.

<sup>2)</sup> Two-factor interaction.

\* p<0.05.



**Fig. 2. Perturbation plot and response surface plot for textural characteristics of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour (A) and mugwort powder (B).**

물성에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 경도, 응집성, 탄력성, 겉성, 깨짐성은 독립변수가 각각 작용하는 linear model이 선정되었으며  $p$ -value는 0.1858, 0.1483, 0.2578, 0.1059, 0.1292이었다. 부착성은 2FI model이 선정되었으며  $p$ -value는 0.0188로 유의적인 결과를 나타냈으며  $R^2$ 값은 0.0041이었다.

반응표면 상태 결과, 경도, 응집성, 탄력성, 겉성, 깨짐성은 호화쌀가루의 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 쑥가루의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하였다. 경도, 응집성, 겉성, 깨짐성에 미치는 영향은 호화쌀가루보다 쑥가루가 더 큰 것으로 나타났으며, 탄력성에 미치는 영향은 호화쌀가루의 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 당근가루 첨가 들깨다식(Han JA 등 2015) 연구에서도 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와 유사한 결과였다. Kim HY(2012)의 유근피가루 첨가 쌀다식 연구에서는 수분이나 반죽 성분 사이의 결합력이 다식의 경도에 영향을 준다고 보고하였다. 본 연구에서도 쑥가루 첨가량이 증가하면서 쑥가루에 함유된 식이섬유나 반죽 횡수에 의해 결합력이 증가하여 경도가 증가한 것으로 보인다. 응집성은 선행연구인 Yang EY 등(2018)의 용안육 첨가 다식 연구의 결과와 유사한 결과를

보였는데, 해당 연구에서는 다식의 응집성이 증가한 결과를 용안육에 함유된 당으로 인한 다식의 당도 증가 때문으로 보았다. 본 연구에서도 쑥가루 첨가로 당도가 증가하여 다식의 응집성을 높였을 것으로 생각된다(Table 3 참조). 탄력성은 발효미강가루를 첨가한 진말다식(Shin MH & Chung NY 2017) 연구에서 발효미강가루의 첨가량이 증가할수록 탄력성이 증가한 결과와 같았다. 겉성은 Kim YJ 등(2021)의 잣잎분말을 이용한 연구에서 부재료가 분말인 경우는 겉성이 증가하고, 액체인 경우는 감소하는 결과를 보였다고 하였는데, 본 연구에서도 쑥가루를 많이 첨가할수록 겉성이 증가하여 선행연구 결과와 일치하는 결과를 보였다. 부착성은 호화쌀가루와 쑥가루의 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 부착성에 미치는 영향력은 호화쌀가루가 쑥가루보다 더 큰 것으로 나타났다. 연근가루를 첨가한 다식 연구(Yoon SJ 등 2009)에서도 연근가루 첨가량이 증가할수록 부착성이 유의적으로 증가하여 본 연구와 동일한 결과를 보였다.

#### 4. 쑥가루 첨가 쌀다식의 기호도 평가

호화쌀가루( $X_1$ )와 쑥가루( $X_2$ )의 첨가량을 달리하여 제조한 쌀다식의 기호도 평가의 결과(Table 7), 반응표면 회귀분

**Table 7. Preference evaluation of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour and mugwort powder at various conditions by RSM**

Sample No.	Variables <sup>1)</sup>		Responses					
	$X_1$ (g)	$X_2$ (g)	Appearance	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
1	90	3	5.19±1.47 <sup>2)ab3)</sup>	5.00±1.76 <sup>abc</sup>	5.09±1.28 <sup>abc</sup>	5.19±1.53 <sup>abcd</sup>	4.72±1.46 <sup>ab</sup>	4.84±1.46 <sup>abc</sup>
2	110	3	4.44±1.34 <sup>bc</sup>	4.28±1.42 <sup>cd</sup>	4.66±1.21 <sup>abc</sup>	4.66±1.21 <sup>cd</sup>	4.16±1.30 <sup>b</sup>	4.50±1.32 <sup>cd</sup>
3	90	5	4.81±1.69 <sup>ab</sup>	4.69±1.82 <sup>bc</sup>	5.16±1.55 <sup>abc</sup>	5.38±1.36 <sup>abc</sup>	5.09±1.30 <sup>a</sup>	5.25±1.37 <sup>abc</sup>
4	110	5	4.81±1.47 <sup>ab</sup>	4.75±1.19 <sup>bc</sup>	4.56±1.22 <sup>bcd</sup>	4.56±1.46 <sup>d</sup>	4.59±1.54 <sup>ab</sup>	4.69±1.40 <sup>bcd</sup>
5	85.86	4	4.69±1.94 <sup>abc</sup>	4.50±2.14 <sup>bcd</sup>	5.31±1.42 <sup>a</sup>	5.41±1.50 <sup>abc</sup>	5.13±1.45 <sup>a</sup>	5.03±1.68 <sup>abc</sup>
6	114.14	4	3.94±1.44 <sup>c</sup>	3.81±1.42 <sup>d</sup>	3.94±1.44 <sup>d</sup>	3.81±1.26 <sup>c</sup>	4.00±1.39 <sup>b</sup>	4.03±1.40 <sup>d</sup>
7	100	2.59	5.09±1.55 <sup>ab</sup>	4.88±1.39 <sup>abc</sup>	4.50±1.14 <sup>cd</sup>	4.72±1.55 <sup>bcd</sup>	4.53±1.65 <sup>ab</sup>	4.66±1.47 <sup>bcd</sup>
8	100	5.41	5.34±1.23 <sup>a</sup>	5.28±1.25 <sup>ab</sup>	5.16±1.25 <sup>abc</sup>	5.31±1.58 <sup>abc</sup>	5.28±1.61 <sup>a</sup>	5.53±1.27 <sup>a</sup>
9	100	4	5.50±1.32 <sup>a</sup>	5.63±1.07 <sup>a</sup>	5.28±1.14 <sup>ab</sup>	5.50±1.14 <sup>a</sup>	5.13±1.36 <sup>a</sup>	5.41±1.16 <sup>ab</sup>
10	100	4	5.44±1.41 <sup>a</sup>	5.59±1.10 <sup>a</sup>	5.31±1.15 <sup>a</sup>	5.44±1.11 <sup>ab</sup>	5.06±1.37 <sup>a</sup>	5.31±1.15 <sup>ab</sup>
11	100	4	5.50±1.34 <sup>a</sup>	5.59±1.07 <sup>a</sup>	5.25±1.16 <sup>ab</sup>	5.41±1.13 <sup>abc</sup>	5.03±1.33 <sup>a</sup>	5.31±1.15 <sup>ab</sup>
<i>F</i> -value			3.566 <sup>***</sup>	5.157 <sup>***</sup>	3.991 <sup>***</sup>	4.911 <sup>***</sup>	2.826 <sup>**</sup>	3.681 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>  $X_1$ : Pregelatinized rice flour,  $X_2$ : Mugwort powder.

<sup>2)</sup> Mean±SD.

<sup>3)</sup> a-c Values with different superscripts within the same column are significantly different by Duncan's multiple range test.

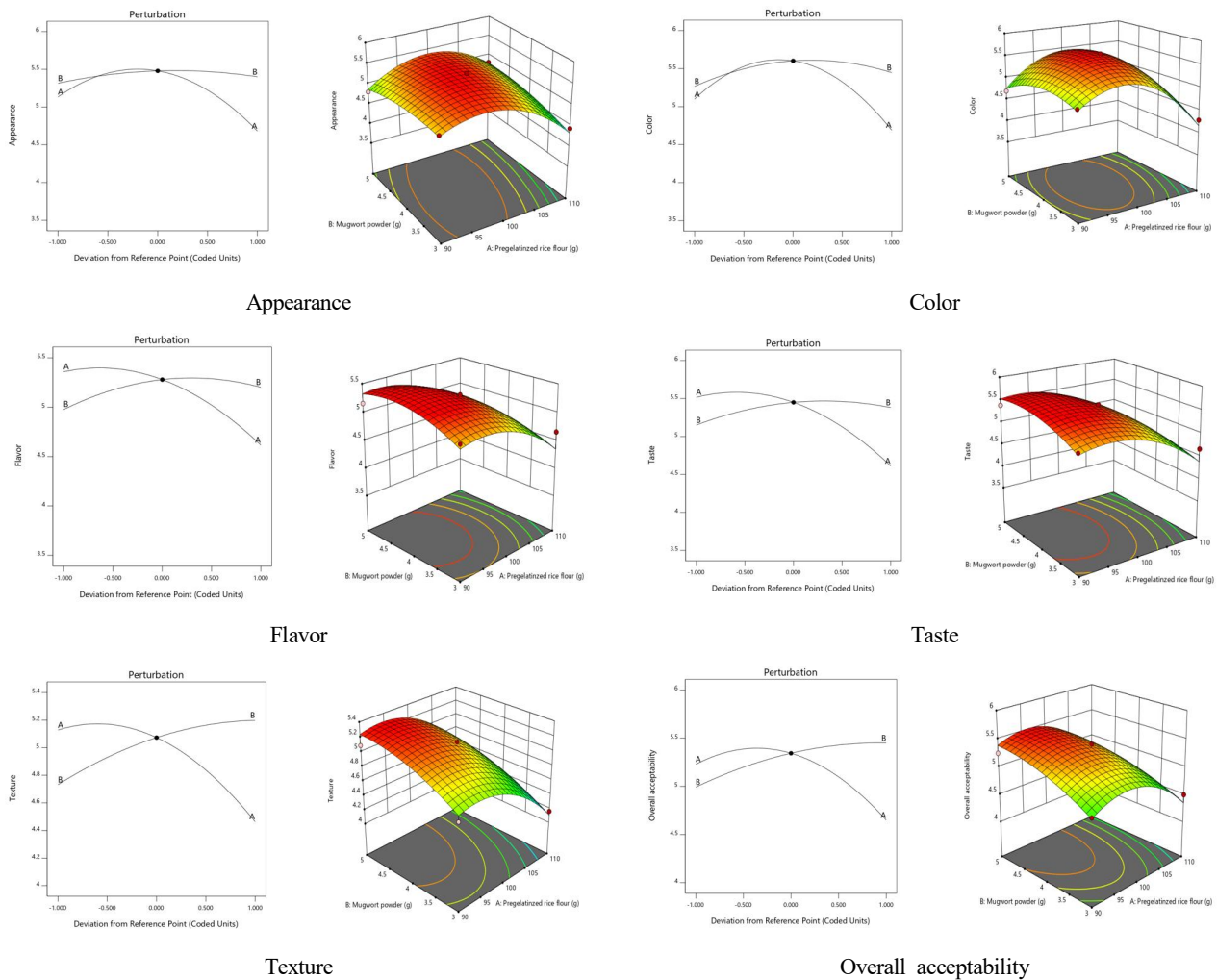
\*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ .

**Table 8. Analysis of predicted model equation for preference evaluation of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour and mugwort powder**

Responses	Model	R <sup>2</sup>	F-value	p-value	Lack of fit	Polynomial equation <sup>1)</sup>
Appearance	Quadratic	0.9854	67.67***	0.0001	0.0991	$Y_{14}=5.48-0.2263X_1+0.0429X_2+0.1875X_1X_2-0.5705X_1^2-0.1210X_2^2$
Color	Quadratic	0.9876	167.39***	0.0001	0.0374	$Y_{15}=5.60-0.2045X_1+0.0908X_2+0.1950X_1X_2-0.7083X_1^2-0.2470X_2^2$
Flavor	Quadratic	0.8708	5.26	0.0589	0.0103	$Y_{16}=5.28-0.3710X_1+0.1129X_2-0.0425X_1X_2-0.2922X_1^2-0.1905X_2^2$
Taste	Quadratic	0.9245	10.14*	0.0174	0.0292	$Y_{17}=5.45-0.4516X_1+0.1156X_2-0.0725X_1X_2-0.3860X_1^2-0.1843X_2^2$
Texture	Quadratic	0.9628	16.22**	0.0065	0.1140	$Y_{18}=5.07-0.3323X_1+0.2329X_2+0.0150X_1X_2-0.2779X_1^2-0.1086X_2^2$
Overall acceptability	Quadratic	0.9575	25.71**	0.0023	0.1090	$Y_{19}=5.34-0.2893X_1+0.2290X_2-0.0550X_1X_2-0.4047X_1^2-0.1228X_2^2$

<sup>1)</sup> X<sub>1</sub>: Pregelatinized rice flour, X<sub>2</sub>: Mugwort powder.  
 \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001.

석 결과(Table 8), 반응표면의 상태를 나타내는 perturbation plot과 response surface plot(Fig. 3)은 다음과 같다.



**Fig. 3. Perturbation plot and response surface plot for preference evaluation of rice *Dasik* prepared with different mixture ratio of pregelatinized rice flour (A) and mugwort powder (B).**

기호도 평가 결과, 외관( $Y_{14}$ )은 3.94~5.50점의 범위이며 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 11 ( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 4 g)로 나타났으며 시료 간 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 색( $Y_{15}$ )의 범위는 3.81~5.63점이며, 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 9 ( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 4 g)이었다( $p < 0.001$ ). 향미( $Y_{16}$ )는 3.94~5.31점의 범위로 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 5( $X_1$ : 85.86 g,  $X_2$ : 4 g)이었다( $p < 0.001$ ). 맛( $Y_{17}$ )의 범위는 3.81~5.50점으로 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 9( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 4 g)이었다( $p < 0.001$ ). 조직감( $Y_{18}$ )은 4.00~5.28점의 범위를 보였고, 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 8( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 5.41 g)이었다( $p < 0.01$ ). 전반적 기호도( $Y_{19}$ )는 4.03~5.53의 범위로 최솟값은 sample 6( $X_1$ : 114.14 g,  $X_2$ : 4 g), 최댓값은 sample 8( $X_1$ : 100 g,  $X_2$ : 5.41 g)이었다( $p < 0.001$ ). 호화쌀가루와 쑥가루가 기호도 평가 항목에 미치는 영향에 대한 회귀분석 결과, 모든 기호도 평가 항목에서 독립변수가 교호작용하는 quadratic model이 선정되었으며  $p$ -value는 각각 0.0001, 0.0001, 0.0589, 0.0174, 0.0065, 0.0023으로 나타나 향미를 제외한 외관, 색, 맛, 조직감, 전반적 기호도에서 유의적인 결과를 보였다.  $R^2$ 값은 각각 0.9854, 0.9876, 0.8708, 0.9245, 0.9628, 0.9575로 높은 신뢰도를 나타냈으며, 모델의 적합성이 인정되었다.

반응표면 상태 결과, 외관, 색, 향미, 맛은 호화쌀가루를 첨가할수록 기호도가 증가하다가 감소하였으며, 쑥가루는 첨가할수록 기호도가 완만하게 증가하다가 완만하게 감소하는 경향을 보였다. 이때 호화쌀가루가 쑥가루보다 기호도에 영향을 더 크게 미치는 것으로 나타났다. 조직감과 전반적 기호도는 호화쌀가루를 첨가할수록 증가하다가 일정량 이상에서 급격히 감소하는 경향을 보였으며, 쑥가루도 첨가량이

증가할수록 기호도가 증가하는 경향을 보였으나 호화쌀가루가 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 쑥을 첨가한 곤약국수(Kim SJ 2013), 양갱(Choi IK & Lee JH 2013), 떡국떡(Kim MS 등 2013)의 연구결과에 따르면 전반적 기호도는 각각 쑥가루 1.5%, 2%, 3% 첨가군에서 가장 높은 점수를 나타냈는데 이는 제품별로 기호도를 만족하는 쑥가루 첨가량의 차이가 있기 때문으로 보인다.

본 연구에서 향미 기호도의 회귀분석 결과가 유의적이지 않은 것은 쑥가루에 대한 기호도 평가의 편차가 크지 않았기 때문으로 보인다. Ahn GJ(2019)의 쑥 분말 첨가 설기떡 연구에서는 쑥을 첨가하지 않은 대조군보다 쑥을 첨가한 처리구의 기호도가 높게 나타났으나 처리구간에서는 유의적인 차이가 없는 것으로 보고하였는데, 연구자는 쑥의 향미가 친숙하여 첨가량에 따른 기호도의 차이가 크지 않았다고 하였다. 본 연구에서도 첨가한 쑥가루의 첨가량은 2.59~5.41 g이었으나, 실제 시료 간 향미의 기호도 평가에는 첨가량이 영향을 주지 못하였기 때문에 유의적인 결과를 보이지 않은 것으로 판단된다.

## 5. 쑥가루 첨가 쌀다식의 제조조건 최적화

호화쌀가루( $X_1$ )와 쑥가루( $X_2$ )의 최적의 배합 비율을 구하고자 canonical 모형의 수치적 최적화와 모형적 최적화를 통해 그 첨가량을 선정하였다. canonical 모형의 수치적 최적화의 목표 범위를 독립변수인 호화쌀가루( $X_1$ : 90~110 g)와 쑥가루( $X_2$ : 3~5g)는 실험 범위 내로, 종속변수 중 소비자의 제품 선택에 많은 영향을 미치는 기호도 평가에서 유의적으로 나타난 외관, 색, 맛, 조직감, 전반적 기호도 점수를 최대(maximum)로 설정하여(Table 9) 가장 높은 적합도(D: desirability)를 나타내는 최적점을 채택하였다(Fig. 4). 분석결과, 예측된 호화쌀가루와 쑥가루의 최적 첨가량은 각 96.82 g과

Table 9. Optimum constraint values using two numerical methods in the object goal

Constrains name		Goal	Numerical optimization (g)
Independent variables	$X_1$ <sup>1)</sup>	In range	96.82
	$X_2$ <sup>2)</sup>	In range	4.49
Responses	$Y_{14}$ <sup>3)</sup>	Maximize	5.46
	$Y_{15}$ <sup>4)</sup>	Maximize	5.55
	$Y_{17}$ <sup>5)</sup>	Maximize	5.58
	$Y_{18}$ <sup>6)</sup>	Maximize	5.24
	$Y_{19}$ <sup>7)</sup>	Maximize	5.49

<sup>1)</sup>  $X_1$ : Pregelatinized rice flour, <sup>2)</sup>  $X_2$ : Mugwort powder,

<sup>3)</sup>  $Y_{14}$ : Appearance, <sup>4)</sup>  $Y_{15}$ : Color, <sup>5)</sup>  $Y_{17}$ : Taste, <sup>6)</sup>  $Y_{18}$ : Texture, <sup>7)</sup>  $Y_{19}$ : Overall acceptability.

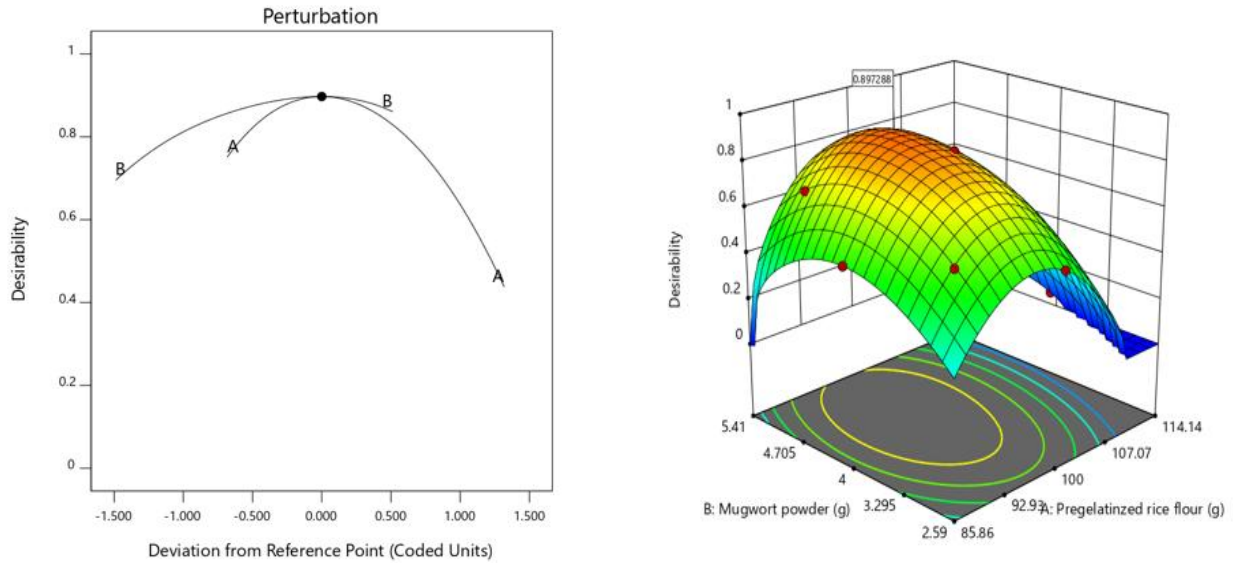


Fig. 4. Perturbation plot and response surface plot for the optimization mixture of rice *Dasik* added with pregelatinized rice flour (A) and mugwort powder (B)

4.49 g이었다. 모형적 최적화는 종속변수의 범위를 설정하여 그래프가 중첩되는 범위 안에서 최적점을 표현하였으며, 최적점에서 예측되는 모든 종속변수의 결과값은 Fig. 5에 제시하였다.

요약 및 결론

본 연구의 목적은 호화쌀가루와 쑥가루를 이용하여 소비자의 기호도를 충족시킬 수 있는 쌀다식의 제조조건을 최적화하는 것으로, 이를 위하여 반응표면분석법의 중심합성계획법에 따라 실험을 설계하였으며, 독립변수는 호화쌀가루(X<sub>1</sub>)와 쑥가루(X<sub>2</sub>)로 설정하였고 종속변수는 이화학적 특성 [pH(Y<sub>1</sub>), 당도(Y<sub>2</sub>), 수분(Y<sub>3</sub>), 명도(Y<sub>4</sub>), 적색도(Y<sub>5</sub>), 황색도(Y<sub>6</sub>), 향산화능(Y<sub>7</sub>), 물성[경도(Y<sub>8</sub>), 부착성(Y<sub>9</sub>), 응집성(Y<sub>10</sub>), 탄력성(Y<sub>11</sub>), 검성(Y<sub>12</sub>), 깨짐성(Y<sub>13</sub>)]과 기호도[외관(Y<sub>14</sub>), 색(Y<sub>15</sub>), 향미(Y<sub>16</sub>), 맛(Y<sub>17</sub>), 조직감(Y<sub>18</sub>), 전반적 기호도(Y<sub>19</sub>)]로 설정하였다. 호화쌀가루와 쑥가루의 최적의 배합비를 구하고자 canonical 모형의 수치적 최적화와 모형적 최적화를 통해 소비자의 제품의 선택에 영향을 미치는 기호도 평가에서 유의적으로 나타난 항목인 외관, 색, 맛, 조직감, 전반적 기호도의 점수를 최대로 설정하여 가장 높은 적합도를 나타낸 최적점을 선택하였으며, 산출된 최적 첨가량은 호화쌀가루 96.82 g, 쑥가루 4.49 g이었다. 최적의 첨가량으로 쌀다식 제조 시 예측되는 이화학적 특성은 pH 6.86, 당도 3.52 °Brix, 수분 86.50%, 명도 29.02, 적색도 -2.43, 황색도 6.02로 나타났으며, 향산화능은 17.13%로 나타났다. 물성은 경도 5,567.59 gf/cm<sup>2</sup>, 부착성 -6.33 gf, 응집성 35.79%, 탄력성 30.39%, 검성 2,931.49 gf, 깨짐성 905.04 gf로 나타났으며, 기호도는 7점 기준 외관 5.46점, 색 5.55점, 향미 5.38점, 맛 5.58점, 조직감 5.24점, 전반적 기호도 5.49점을 나타내었다. 이상의 결과, 본 연구에서 도출된 최적의 조건으로 쌀다식을

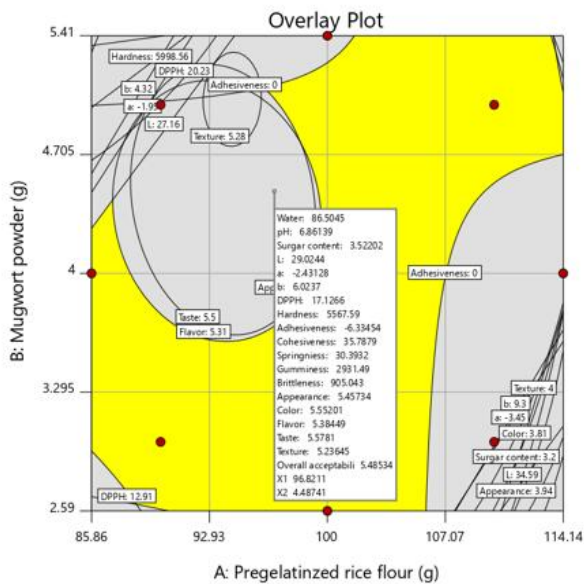


Fig. 5. Overlay plot for the optimization condition of rice *Dasik* prepared with pregelatinized rice flour and mugwort powder.

제조하면 소비자의 기호도를 만족시키면서 향산화성이 강화된 제품개발이 가능할 것으로 보이며, 쌀가루를 주로 한 전통 디저트의 개발은 국내 소비자의 접근성을 높일 뿐만 아니라, 최근 전 세계적으로 주목받는 한국 식문화에 관심이 있는 외국인 소비자의 관심을 증가시키고, 부진한 쌀소비를 촉진시킬 수 있을 것이다. 본 논문은 전통 한과인 다식의 품질 개선과 전통식품 연구에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## REFERENCES

- Ahn GJ (2019) Quality characteristics and antioxidative actives of *Sulgidduk* added mugwort powder. *Culi Sci & Hos Res* 25(6): 184-193.
- Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181(4617): 1199-1200.
- Choi BS, Kim HY (2011) Quality characteristics of arrowroot *Dasik* prepared with the arrowroot (*Puerariae radix*) powder. *Culi Sci & Hos Res* 17(1): 197-207.
- Choi IK, Lee JH (2013) Quality characteristics of yanggaeng incorporated with mugwort powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(2): 313-317.
- Choi YS, Jegal SA (2012) The quality characteristics of wheat flour *Dasik* with different amounts of *Hericum erinaceus* powder. *Culi Sci & Hos Res* 18(3): 206-214.
- Choi YS, Um YH (2013) The quality characteristics of soybean *Dasik* added with ramie leaf extract powder (*Boehmeria nivea*) powder. *Culi Sci & Hos Res* 19(5): 1-10.
- Han JA, Jin HK, Bi HX (2015) Effect of carrot powder on anti-oxidative and quality characteristics of perilla-*Dasik*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(12): 1832-1838.
- Jang SJ (2012) Quality characteristics of muffins prepared with freeze dried-mugwort powder. *Korean J Food Nutr* 25(4): 903-910.
- Jegal JM (2022) Quality characteristics and antioxidant activity of chestnut *Dasik* added with pumpkin powder. *Culi Sci & Hos Res* 28(4): 1-10.
- Jo SE, Choi SK (2010) Quality characteristics of rice *Dasik* made with yam (*Dioscorea japonica*) powder. *Culi Sci & Hos Res* 16(2): 308-321.
- Jun HI, Yoo SH, Song GS, Kim YS (2019) Bread-making properties of rice bread added with naked oat flours. *Food Sci Preserv* 26(1): 68-73.
- Jung HN (2020) Physicochemical properties of domestic rice variety according to pregelatinization. *Food Sci Preserv* 27(5): 574-581.
- Jung SH, Ahn HK, Lee KI (2012) A study on the storage and quality characteristics of *Duteopteok* added with mugwort. *Culi Sci & Hos Res* 18(5): 220-232.
- Kim HC (2019) A study on the effect of the physical environment and service quality on customer behavior intention in Korean dessert cafe. *Tourism Research* 44(2): 81-102.
- Kim HY (2010) Effect of pomegranate powder on the quality of rice *Dasik*. *Korean J Community Living Sci* 21(4): 529-537.
- Kim HY (2012) Effect of *Ulmus davidiana* powder on the quality of rice *Dasik*. *Korean J Community Living Sci* 23(3): 307-316.
- Kim JG (1995) Nutritional properties of Chol-Pyon preparation by adding mugwort and pine leaves. *Korean J Food Cook Sci* 11(5): 446-455.
- Kim JY, Yoo SS (2021) Quality characteristics and antioxidant activity of perilla *Dasik* added with moringa leaf powder. *Culi Sci & Hos Res* 27(6): 82-93.
- Kim KH, Kim SJ, Yoon MH, Byun MW, Jang SA, Yook HS (2011) Change of anti-oxidative activity and quality characteristics of *Maejakgwa* with mugwort powder during the storage period. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(3): 335-342.
- Kim MS, Park JD, Lee HY, Park SS, Kum JS (2013) Effects of addition of mugwort powder on the quality characteristics of Korean rice cake *Tteokgukdduk*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(9): 1433-1438.
- Kim SH, Kim AN, An BK, Choi SK (2014) Studies on the fermentation characteristics of yogurt added with pregelatinized rice flour. *Culi Sci & Hos Res* 20(4): 37-48.
- Kim SI, Park JI (2016) Effects of Tteok · Hangwa image on consumption value and consumer buying intention as dessert. *Journal of Foodservice Management* 19(3): 51-74.
- Kim SJ (2013) Preparation and characteristics of *Konjac* noodle-added mugwort. *J East Asian Soc Diet Life* 23(5): 613-619.
- Kim Y, Park E, Ryo SI, Lee M, Lee HJ, Kang A, Paik JK (2021) Quality and sensory characteristics of jinmal *Dasik* using pine needle powder. *Korean J Food Nutr* 34(5): 498-505.
- Lee HJ, Kang HM, Ryu SI, Paik JK (2023) Quality

- characteristics of *Jinmal Dasik* added black sugar ginger syrup. *Culi Sci & Hos Res* 29(8): 1-8.
- Lee JK, Lim JK (2013) Effects of pregelatinized rice flour on the textural properties of gluten-free rice cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(8): 1277-1282.
- Lee NR, Cho TT, Lee HG (2010) The impact of physical environment of Korean-style dessert cafe on the customer satisfaction and behavior intention through emotional reaction. *Journal of Tourism Sciences* 34(7): 233-256.
- Lee SI, Hong JS, Kim MH (2017) A study on consumer awareness and design concept for the development of traditional '*Tteok*' products: Using Q methodology. *Journal of Communication Design* 61: 331-350.
- Lee YS, Kim AJ, Rho JO (2008) Quality characteristics of sprouted brown rice *Dasik* with *Yujacheong* added. *Korean J Food Cook Sci* 24(4): 494-500.
- Lee YS, Ryu JH, Rho JO (2010) Quality characteristics of barley *Dasik* added with maesil extracts. *Korean Journal of Human Ecology* 19(5): 897-904.
- Lee YS, Seo EJ, Jeon SY, Kim AJ, Rho JO (2014) Quality characteristics and antioxidative effects of *Dasik* added with *Lycii fructus* extract. *Korean Journal of Human Ecology* 23(6): 1217-1229.
- Moon DH, Kim SY, Lee DY, Kim JJ (2023) Analyzing determinants of rice consumption: An application of age-period-cohort model. *Journal of Rural Development* 46(4): 1-19.
- Seo KM (2022) Quality and sensory characteristics of red bean *Dasik* added with aronia powder. *Culi Sci & Hos Res* 28(5): 1-11.
- Shin KE, Jeon SK (2020) Quality and sensory characteristics of *Dasik* by Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) powder. *Culi Sci & Hos Res* 26(12): 75-84.
- Shin KE (2023) Quality and characteristics of soybean *Dasik* with edible insect (mealworm). *Culi Sci & Hos Res* 29(12): 1-8.
- Shin MH, Chung NY (2017) The quality characteristics of wheat flour *Dasik* added with fermented rice bran powder. *FoodService Industry Journal* 13(3): 257-266.
- Woo SL, Lee MH (2021) Quality characteristics and antioxidant of pan bread prepared with mugwort powder. *Culi Sci & Hos Res* 27(10): 153-162.
- Yang EY, Han YS, Sim KH (2018) Antioxidant properties and quality characteristics of *Dasik* supplemented with longanae arillus. *Korean J Food Nutr* 31(4): 485-494.
- Yang JE, Kim JY, Jang EY, Lee JH, Lee JH, Chung L (2013) Antioxidant capacity and effect of storage periods on textures and sensory properties of *Dasik* (Korean traditional confectionaries). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(8): 1211-1219.
- Yang S, Kim MY, Chun SS (2008) Quality characteristics of Yukwa prepared with mugwort powder using different puffing process. *Korean J Food Cook Sci* 24(3): 340-348.
- Yoon SJ, Choi EH (2011) Quality characteristics of wheat flour *Dasik* by the addition of turmeric powder. *Culi Sci & Hos Res* 17(3): 132-140.
- Yoon SJ, Noh KS, Jung SE (2009) The effect of lotus root powder on the quality of *Dasik*. *Korean J Food Cook Sci* 25(2): 143-149.

---

Date Received Aug. 18, 2025  
 Date Revised Sep. 8, 2025  
 Date Accepted Oct. 13, 2025