



단팥앙금 대체제로서 쌀앙금의 품질특성 및 재료배합비 최적화

김미진¹ · 이보영¹ · 이영은^{1,2,*}

¹원광대학교 식품영양학과, ²원광식품산업연구원

Quality Characteristics and Optimization of Ingredients of Sweet Rice Paste as a Replacement of Red Bean Paste

Mi Jin Kim¹, Bo Young Lee¹, Young-Eun Lee^{1,2,*}

¹Department of Food and Nutrition, Wonkwang University, Republic of Korea

²Wonkwang Research Institute for Food Industry, Republic of Korea

Abstract

This study was conducted to optimize the conditions of a sweet rice paste as a replacement of red bean paste recipe using the central composite design of response surface methodology (RSM). Ten experimental recipes with two reference points (rice flour and sugar), were selected, and the physical and sensory characteristics of a sweet rice paste were measured. In the Rapid Visco Analyzer test, breakdown value was the highest in rice flour (105.73 RVU). Sweetness significantly increased with addition of sugar contents ($p < 0.0002$) and viscosity increased with addition of rice flour contents ($p < 0.0185$). Moisture contents decreased with increasing contents of rice flour and sugar, whereas yellowness and redness tend to increase. In the sensory evaluation test, quadratic models for color ($p < 0.01865$), sweetness ($p < 0.0399$), thickness ($p < 0.0073$), and overall acceptability ($p < 0.0249$) were approved as independent for the rice flour and sugar contents. In conclusion, the optimal mixing ratio of sweet rice paste was determined to be 45.38 g of rice flour and 77.95 g of sugar.

Key Words: Rice flour, Sweet rice paste, Optimization, Response surface methodology (RSM)

1. 서 론

쌀은 밀, 옥수수과 함께 세계 3대 작물 중 하나로 전 세계 인구의 약 50% 이상이 주식으로 사용하고 있으며 아시아에서 생산되는 양이 전체의 91%를 차지하고 있다(Shin 2009). 그러나 식생활이 서구화, 편의화 됨에 따라 우리나라 1인당 쌀의 소비량은 두드러지게 감소하고 있다(Lee & Kim 2003). 따라서 정부에서는 쌀 소비량을 증가시키기 위해 2012년까지 가공용쌀 사용을 현재 쌀 생산량의 10% 수준인 47만톤으로 확대하겠다는 목표를 설정하였다(Shin 2010). 쌀은 당노조절효과, 콜레스테롤저하, 혈압조절효과, 항산화효과 및 과산화지질 생성 억제효과 등의 다양한 기능이 있는 기능성 식품이다(Kum 2010). 또한 비타민 B₁, B₂ 등 비타민 B 복합체가 풍부하게 함유되어 있어 각기병을 예방하고(Houston 1972), 필수아미노산을 다량 함유하여 영양적으로 우수하며 소화 흡수율 및 단백질 이용율이 높아 체내 생리 대사에 좋다(Seo et al. 2008). 쌀의 우수성이 다시 재고되고 있고 일반식품에 건강지향적인 측면이 중요한 요소로 인식

되고 있어 쌀을 이용하면 영양성 및 기능성이 강화된 쌀 가공식품이 될 것이다. 국내 쌀 가공 제품은 떡면류가 47%, 주류 20%, 쌀과자 17%, 기타 16%로 한곳에만 집중되어 있어 새로운 분야의 개발이 요구되고 있다(Kum et al. 2007). 소비자들은 베이커리제품에 대한 선호도와 소비가 점차 증가하고 있는 추세로 이를 충족할 수 있는 다양한 쌀 베이커리 제품의 개발이 필요하다(Kim & Shin 2009). 쌀 가공제품의 경우 밀가루 대신 쌀가루를 이용한 제품의 연구로는 쌀 식빵에 대한 연구(Choi 2010), 쌀 쉬폰케이크(Kim & Shin 2009), 쌀 만주(Lee & Shin 2009), 쌀 쿠키(Choi 2012), 쌀 국수에 대한 연구(Seo et al. 2011) 및 쌀 크림수프에 대한 연구(Lee et al. 2003)들이 대부분으로 쌀가루를 이용한 소로 쓰이는 제품에 대한 연구는 미비한 실정이다.

앙금은 일반적으로 떡, 과자, 빵 등에 충전하는 재료(소)를 가리키는 말이다(KoSFoST 2004). 앙금은 주로 팥으로 만들어지는 것이 사용되나 이외에도 전분함량이 높은 완두나 밤 고구마 등도 사용되고 있으며, 최근에는 기호도의 다양성을 위하여 유자, 커피, 호박, 쪽 등으로 맛과 향을 낸 앙금도 시

*Corresponding author: Young-Eun Lee, Department of Food and Nutrition, Wonkwang University, 460 Iksan-daero, Iksan-si, Jeonbuk 54538, Korea
Tel: 82-63-850-6896 Fax: 82-63-850-6077 E-mail: yelee@wku.ac.kr

판되고 있다. 또한 팥죽이나 떡, 빵, 과자 등의 속재료로서 뿐만 아니라 최근에는 양갱, 빙과 제조용으로도 많이 이용되고 있다(Song et al. 2011). 보편화된 팥앙금은 팥을 주재료로 오랜 제조시간이 소요되는 반면(Rho 2007), 본 연구에서 개발하고자 하는 쌀앙금은 전분질 재료로 쌀가루를 주재료로 하고, 단백질 재료로 콩가루를 혼합하여 프리믹스화 한 것에 물을 넣고 끓여 단시간 호화시키는 과정으로 간편하게 제조하면서도 팥앙금과 점도와 당도, 색도 등이 유사하며 기호도도 우수하도록 개발하고자 한다. 또한 쌀앙금은 쌀가루를 주재료로 하여 단팥과 같은 색을 내기 위해 cyanidin-3-glucoside와 malvidin-3-glucoside와 같은 안토시아닌 색소배당체가 주성분이며(Yoon et al. 1997) 폴리페놀 화합물을 함유하여 항산화성도 가지는 흑미가루(Park & Chang 2008), 점도 조절과 β -glucan 함량이 높아 혈중 콜레스테롤을 저하시켜 심장질환 예방 등 성인병 예방에 효과적인 보리가루(Newman et al. 1989) 등 기능성 전분질 재료와 Chung (2014)에 의해 개발된 비린내와 소화억제 단백질을 제거한 개척 2호 노란 콩가루와 같은 단백질 재료들로 대체하였다.

따라서 본 연구에서는 새로운 쌀 가공식품 활성화 방안으로 최근 수요가 늘어나고 있는 단팥앙금을 쌀가루를 활용한 쌀앙금으로 개발하고자 하였다. 쌀앙금 제조시 품질특성과 관능특성에 가장 크게 영향을 미칠 수 있는 쌀가루와 설탕 함량을 독립변수로 하여 쌀앙금의 최적 제조조건을 도출해 내고자 반응표면분석법(RSM: response surface methodology)을 실시하였으며, 쌀가루로 제조한 쌀앙금의 이화학적 특성, 기계적 특성 및 관능특성 등의 분석을 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 쌀가루는 국내산 밥쌀용 멥쌀을 150 μ m 이하로 건식제분하여 [(주)개미산업] 사용하였으며, 파밍하우스에서 구입한 멥쌀흑미가루(Jeonnam, Korea), 보리가루(Jeonnam, Korea), 팜지오에서 구매한 개척2호 콩가루(Seoul, Korea), 삼양사에서 구입한 백설탕(Gyeonggi-do, Korea), 삼양제넥스에서 구입한 가루엣P(Seoul, Korea), 해표에서 구매한 소금(Seoul, Korea) 정제수 등을 사용하였다.

2. 쌀앙금의 호화 특성

쌀앙금에 사용한 전분질재료의 호화특성은 신속점도측정기(Rapid Viscosity Analyzer RVA-4, Newport Scientific, Narrabeen, Australia)를 이용하여 측정하였다(Park et al. 2006). 알루미늄 캔에 시료 3g과 증류수 25 mL를 넣은 후 50°C에서 1분간 유지한 다음 95°C로 가열하고 95°C에서 2.5분간 유지시킨 다음 50°C까지 냉각시키고 2분간 유지하였다. 점도 단위는 Rapid Viscosity Unit (RVU)로 표시하였다.

3. 실험설계

쌀앙금의 최적 배합비를 설정하기 위해 Design Expert 8 (State-Easy Co., Minneapolis, MN, USA) 프로그램을 사용하여 반응표면실험계획법(RSM)의 중심합성계획법(central composite design)에 따라 실험을 설계하였다. 독립변수로는 쌀앙금의 품질특성과 관능특성에 영향을 미칠 수 있는 쌀가루와 설탕의 함량을 2개의 요인으로 정하였다. 첨가량의 각 요인의 최소 및 최대 범위는 예비실험을 통해 각각 쌀가루 15-95 g, 설탕 20-120 g으로 설정하였고, 종속변수로는 당도, 점도, 수분함량, 색도, 관능특성(색, 윤기, 이취, 단맛, 된 정도, 전체적 기호도)으로 정하고 분석을 실시하였다.

중심합성계획법은 반응표면분석의 실험설계 방법 중 하나로 중심점(center point), 요인점(factorial point), 축점(axial point)의 세 부분으로 구성되며, 이러한 실험점들 사이에는 모델설정 및 적합결여 검증을 위한 반복점이 존재한다(Park & Jang 2007). 이에 따라 각 요인의 범위를 입력하여 총 10개의 실험점이 도출되었고 그 중 반복 설정을 위해 2개의 반복점이 선택되었다. 각 성분들의 반응을 보기 위해서는 perturbation plot과 contour plot, response surface plot을 이용하였다.

4. 쌀앙금의 제조

예비실험을 통해 결정된 배합비율 및 제조방법은 <Table 1>과 같다. 쌀가루와 전분질 재료, 기타 가루재료를 혼합하여 체에 3회 내린다. 가루재료에 뜨거운 물(95°C) 280 mL를 가하고 거품기를 이용하여 교반하면서 젤화 시킨 후 약 1분 정도 중불에서 호화되도록 교반하고 불을 끈 후 2-3회 정도 저어준 후 쌀앙금을 완성하였다.

5. 쌀앙금의 기계적 특성

1) 당도와 점도

쌀앙금의 당도는 굴절당도계(Master-2M, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 25°C에서 측정하였으며, 점도는 점도계(Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)에 Helipath spindle No. 96을 이용하여 100 rpm의 속도로 1분 동안 일정한 간격으로 회전하며 측정하였다.

2) 수분함량

쌀앙금의 수분함량은 적외선 수분측정기(MLB 50-3, KERN, Balingen, Germany)를 이용하여 3회 반복 측정후 평균값을 나타냈다.

3) 색도

쌀앙금의 색도는 색차계(Chromameter CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)으로 나타내었으며, 각각 3회 반복 측정하여 평균값으로

<Table 1> Experimental design of sweet rice paste as a replacement of red bean paste

unit: g

No.	Factor		Black rice flour	Barley flour	Soy flour	Powdered taffy	Salt	Water (mL)
	Rice flour	Sugar						
1	15	20	30	15	100	14	2	280
2	95	20	30	15	100	14	2	280
3	15	120	30	15	100	14	2	280
4	95	120	30	15	100	14	2	280
5	15	70	30	15	100	14	2	280
6	95	70	30	15	100	14	2	280
7	55	20	30	15	100	14	2	280
8	55	120	30	15	100	14	2	280
9	55	70	30	15	100	14	2	280
10	55	70	30	15	100	14	2	280

<Table 2> Pasting characteristics of major ingredients by Rapid Visco Analyzer

Mean±SE

	Pasting Temp (°C)	Viscosity (RVU)				
		Peak	Trough	Breakdown	Final	Setback
Rice flour	72.05±0.46	207.24±2.01	101.51±0.74	105.73±2.54	213.10±3.45	5.86±3.85
Black rice flour	90.60±0.55	180.79±0.43	122.40±1.72	58.39±2.07	280.19±2.81	99.40±2.42
Barley flour	69.75±0.80	264.00±5.04	172.39±6.11	91.61±3.30	283.56±6.05	19.57±1.09

나타내었다. 이 때 사용한 표준 백색판의 값은 L값 96.39, a 값 -0.19, b값 2.03 이었다.

6. 쌀앙금의 관능특성

쌀앙금의 관능검사는 관능평가에 대한 기본적인 방법론에 대해 수업을 들은 원광대학교 식품영양학과 대학생 20명을 panel로 선정하였다. 모든 시료는 제조 후 3시간 실온에서 방치한 후 종이컵에 일정량을 담아 시료를 평가하는데 필요한 숟가락과 함께 제공하였으며 시료 번호는 난수표를 이용하여 3자리 숫자로 표시하였고 물과 함께 제공하였다. 실험의 객관성을 보장하고 정밀도를 증가시키기 위하여 균형불완전 블록계획(BIBD: balanced incomplete block design)을 사용하여 랜덤화(randomization), 블록화(blocking)하여 관능검사를 실시하였다. 20명의 관능요원이 10가지 시료 중 5가지의 시료를 평가하도록 하였으며 관능검사 항목은 색(color), 윤기(glossiness), 이취(off-flavor), 단맛(sweetness), 된 정도(thickness), 전체적 기호도(overall acceptability) 6개 항목을 7점 만점의 기호도검사로 평가하여 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다.

7. 통계분석

모든 실험은 3회 이상 반복하였으며 SPSS program (SPSS 19.0, SPSS Institute, Chicago, USA)을 사용하여 통계처리 하였다. 또한 Design Expert 8 (State-Easy Co., Minneapolis, MN, USA) 프로그램을 사용하여 반응표면분석을 실시하였다. 수치최적화를 통해 제시된 최적점(solution) 중 다음의 식

에 기준하여 적합도(desirability)를 구하고 가장 높은 적합도를 나타내는 최적점을 채택하였다.

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_n)^{\frac{1}{n}} = \left(\prod_{i=1}^n d_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

D=overall desirability
 d=each desirability
 n=number of response

III. 결과 및 고찰

1. 호화특성

쌀앙금에서 사용되는 전분질 재료의 호화특성 결과는 <Table 2>에 제시하였다. 초기 호화개시온도는 보리가루가 69.75°C로 가장 빨리 호화가 진행되어 최고점도 264 RVU로 가장 높게 나타났으며, 쌀가루는 72°C로 쌀 전분의 호화온도인 61-78°C의 범위 내에 포함되었다(Lee et al. 2009). 가공적성을 나타내는 지표로 사용되는 붕괴점도(breakdown)은 쌀가루 105.73 RVU, 보리가루 91.61 RVU, 흑미가루 58.39 RVU순으로 나타나 쌀가루가 가공하기에 가장 용이할 것으로 보이며, 젤 형성과 밀접한 관계를 나타내는 setback은 흑미가루 99.40 RVU, 보리가루 19.57 RVU, 쌀가루 5.86 RVU순으로 나타나 흑미가루가 젤 형성과 노화에 더 많은 영향을 줄 것으로 판단된다.

<Table 3> Quality characteristics of sweet rice paste as a replacement of red bean paste

No.	Rice flour (g)	Sugar (g)	Sweetness (°Brix)	Viscosity (cP)	Moisture content (%)	Hunter's color value		
						L	a	b
1	15	20	41.00	28833.33	55.02	29.26	3.40	0.13
2	95	20	44.00	63533.33	48.07	32.75	4.25	0.18
3	15	120	50.00	12933.33	44.88	26.37	3.24	0.12
4	95	120	52.00	44066.67	39.84	29.59	4.23	0.50
5	15	70	45.00	42666.67	49.83	27.58	3.12	0.13
6	95	70	50.00	41666.67	43.69	31.85	4.21	0.39
7	55	20	41.00	45666.67	52.58	31.84	3.70	0.10
8	55	120	49.00	21566.67	41.98	28.03	3.64	0.35
9	55	70	45.00	46466.67	45.78	29.25	3.54	0.07
10	55	70	46.00	46933.33	46.21	29.50	3.56	0.08

2. 기계적 특성

쌀앙금의 10가지 조건에서 얻어진 당도, 점도, 수분함량, 색도(L값, a값, b값)를 측정된 결과는 <Table 3>과 같다.

1) 당도와 점도

쌀앙금의 당도 측정 결과는 41-52°Brix의 범위를 나타내었으며, 점도는 12933-63533의 범위를 나타냈다<Table 3>. 당도는 쌀가루와 설탕의 양을 변수로 하여 각각 독립적으로 작용하는 선형모형(linear model)의 적합성이 인정되었으며(p<0.0002) 두 변수에 의해 91.47%의 높은 설명력을 보였다<Table 4>. 당도의 변동에 설탕 첨가량의 영향이 더 크게 나타났다으며 설탕 양이 증가할수록 당도는 크게 증가하였다<Table 4, Figure 1>. 천년초 줄기 분말 첨가 쿠키 최적화 연구에서도 설탕 함량이 증가할수록 쿠키의 당도가 증가하였다고 했는데 유사한 경향이였다(Jung et al. 2013).

쌀앙금의 점도는 두 개의 변수가 점도에 독립적으로 영향을 미치는 선형모형이 예측되었으며 모델의 적합성이 통계적으로 유의하다고 인정되었다(p<0.0185, R²=0.6803). 쌀가루의 첨가량이 많아질수록 점도는 높아지는 결과를 나타냈다<Table 4, Figure 1>.

2) 수분함량

쌀앙금의 수분함량도 쌀가루와 설탕함량에 따라 선형모형

이 예측되었고 모델의 적합성이 매우 유의적임이 인정되었다(p<0.0001, R²=0.9822) <Table 4>. 쌀가루와 설탕은 모두 친수성이 큰 재료로 쌀가루와 설탕의 첨가량이 증가할수록 쌀앙금의 수분함량은 감소하는 경향이였다<Table 4, Figure 1>. 쌀앙금의 수분함량에 쌀가루보다는 설탕이 조금 더 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 설탕의 친수성이 쌀가루보다 커서 결합수로 수분을 끌어당겨 쌀앙금의 수분함량이 감소하는 것으로 생각되며 대추 정과 제조 연구(Hong et al. 2011)에서 설탕과 과당 함량이 높을 때 수분함량이 낮았다는 결과와 비슷한 경향을 나타냈다.

3) 색도

쌀앙금의 색도(L, a, b) 측정 결과 L값의 범위는 26.37-32.75, a값은 3.12-4.25, b값은 0.07-0.50으로 나타났다<Table 3>. 명도(L)는 쌀가루와 설탕이 각각 독립적으로 작용하는 linear model이, 적색도(a)는 각각의 독립변수 간에 교호작용하는 quadratic model이 설정되었고, 황색도(b)는 2FI model이 인정되었다<Table 4>. 명도(L)에 대한 회귀식의 적합성이 매우 유의하다고 인정되었고(p<0.0001), 97%이상의 높은 설명력을 나타냈다<Table 4>. 쌀가루함량이 많아질수록 명도는 높아졌는데, 쌀가루 첨가 크림수프의 관능적 특성 연구에서(Lee et al. 2003) 쌀가루 첨가비율이 높아질수록 L값이 증가한다고 한 결과와 유사하였다. 설탕함량은 많

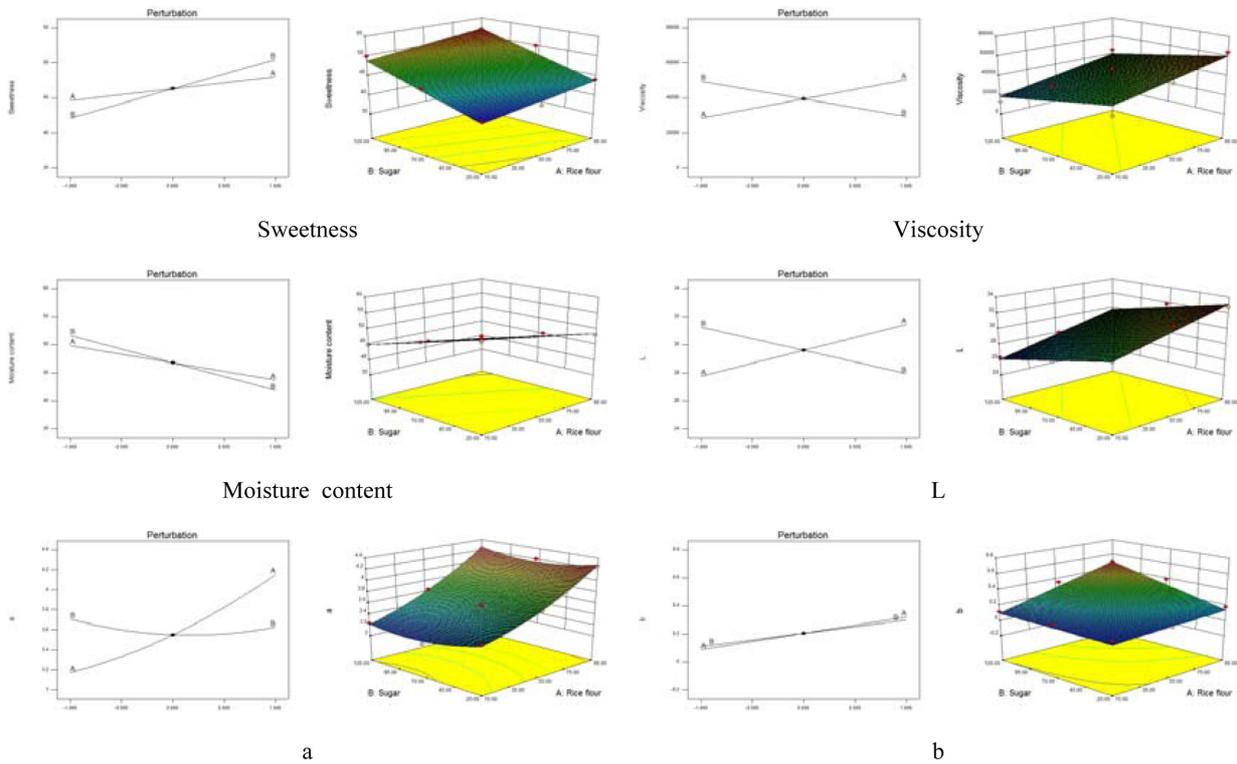
<Table 4> Predicted model equation for quality characteristics of sweet rice paste as a replacement of red bean paste

Response	Model	Polynomial equation	R ² 1)	F-value	p-value ²⁾
Sweetness	Linear	Y ₁ =46.30+1.67X ₁ +4.17X ₂	0.9147	37.54***	0.0002
Viscosity	Linear	Y ₂ =39433.33+10805.56X ₁ -9911.11X ₂	0.6803	7.45*	0.0185
Moisture content	Linear	Y ₃ =46.79-3.02X ₁ -4.83X ₂	0.9822	192.98***	0.0001
L	Linear	Y ₄ =29.60+1.83X ₁ -1.64X ₂	0.9750	136.26***	0.0001
a	Quadratic	Y ₅ =3.55+0.49X ₁ -0.040X ₂ +0.035X ₁ X ₂ +0.11X ₁ ² +0.12X ₂ ²	0.9934	119.75***	0.0002
b	2FI	Y ₆ =0.21+0.12X ₁ +0.093X ₂ +0.083X ₁ X ₂	0.7701	6.70*	0.0242

X₁: rice flour, X₂: sugar

1)R² near 1 indicates that a regression line fits the data well

2)*p<0.05, ***p<0.001



<Figure 1> Perturbation and response surface plot for the effect of rice flour (A), and sugar (B) on quality characteristics of sweet rice paste as a replacement of red bean paste

아질수록 명도가 감소하는 경향이 <Figure 1>과 같이 나타났는데, 선행연구에서 마늘잼 제조시 변수 중 하나인 설탕의 첨가량이 많아질수록 L값은 낮아졌다고 한 결과와 일치하였다(Sim et al. 2006). 적색도(a)를 예측하는 모델은 서로 상호작용하는 quadratic model이 채택되었고 회귀변동에 대한 매우 높은 신뢰도를 갖고 있으며 모델의 적합성이 인정되었다($p < 0.0002$, $R^2 = 0.9934$). 쌀가루량이 많아질수록 적색도는 높아지는 것으로 나타났다<Table 4, Figure 1>. 황색도(b)도 모델의 적합성이 유의하게 인정되었다($p < 0.0242$, $R^2 = 0.7701$). 쌀가루와 설탕의 첨가량이 증가하게 되면 황색도는 커지는

것으로 나타났다<Table 4, Figure 1>.

3. 관능적 특성

쌀앙금의 색, 윤기, 이취, 단맛, 된 정도, 전체적 기호도를 7점 척도법으로 평가한 관능평가 결과<Table 5>는 색 ($p < 0.0168$), 단맛($p < 0.0399$), 된 정도($p < 0.0073$) 및 전체적 기호도($p < 0.0249$)에서 쌀가루와 설탕의 첨가량이 서로 교호작용을 하는 quadratic model이 결정되었다<Table 6>. 색, 이취, 단맛, 전체적 기호도는 유의수준 5%이내에서, 된 정도는 1%이내에서 모델의 적합성이 인정되었고 윤기는 유의적

<Table 5> Sensory Characteristics of sweet rice paste as a replacement of red bean paste

No.	Rice flour (g)	Sugar (g)	Sensory Characteristics					Overall acceptability
			Color	Glossiness	Off-flavor	Sweetness	Thickness	
1	15	20	4.30	4.30	4.20	3.40	4.40	3.60
2	95	20	3.18	3.36	3.36	2.64	2.27	3.36
3	15	120	4.56	4.78	4.33	3.56	4.33	4.33
4	95	120	3.90	4.60	3.50	3.40	4.10	4.00
5	15	70	4.56	4.89	4.44	3.89	4.67	4.44
6	95	70	4.00	3.60	3.50	3.80	3.80	4.20
7	55	20	4.67	3.67	3.44	3.56	3.56	3.78
8	55	120	4.64	4.09	4.27	3.55	4.36	4.18
9	55	70	4.80	5.00	4.60	4.90	5.10	5.10
10	55	70	4.73	4.73	4.55	4.82	4.82	4.82

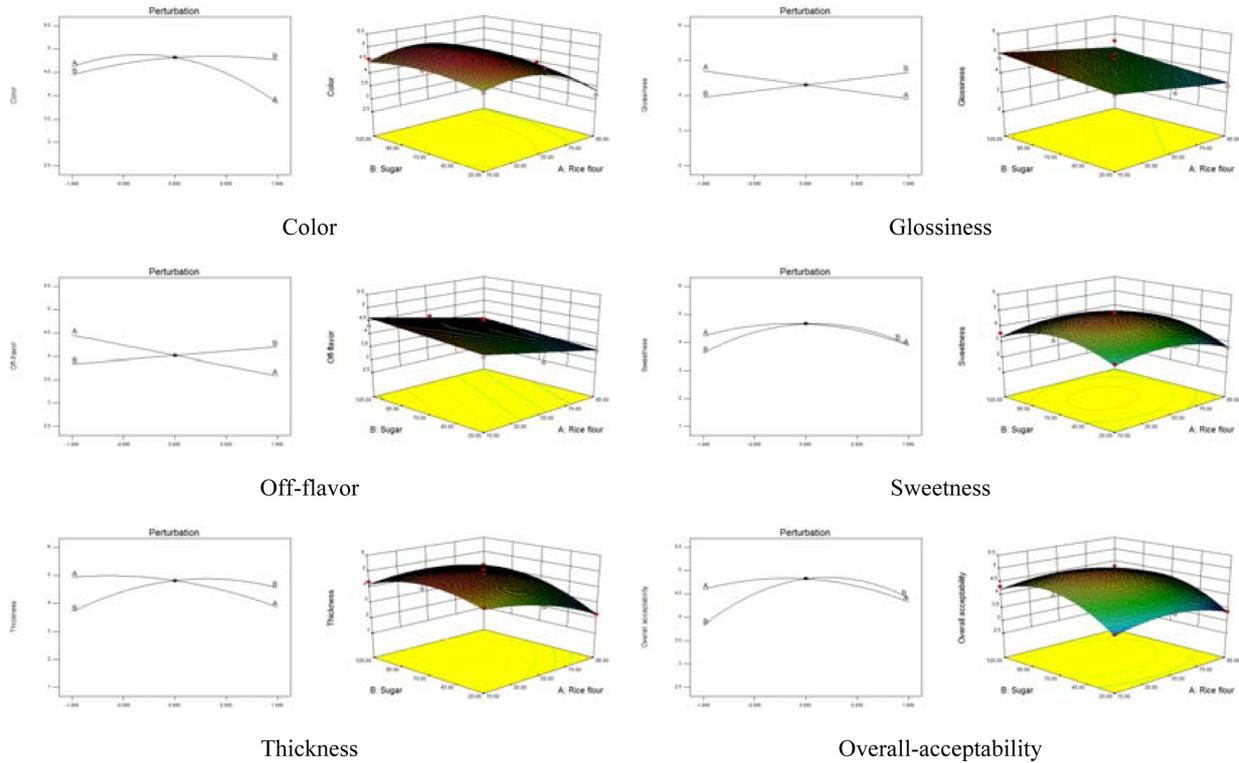
<Table 6> Predicted model equation for acceptance score of sensory characteristics of sweet rice paste as a replacement of red bean paste

Response	Model	Polynomial equation	R ² 1)	F-value	p-value ²⁾
Color	Quadratic	$Y_1=4.82-0.39X_1+0.16X_2+0.11X_1X_2-0.59X_1^2-0.22X_2^2$	0.9359	11.68*	0.0168
Glossiness	Linear	$Y_2=4.30-0.40X_1+0.36X_2$	0.5482	4.25	0.0620
Off-flavor	Linear	$Y_3=4.02-0.44X_1+0.18X_2$	0.5819	4.87*	0.0472
Sweetness	Quadratic	$Y_4=4.66-0.17X_1+0.15X_2+0.15X_1X_2-0.61X_1^2-0.90X_2^2$	0.8994	7.15*	0.0399
Thickness	Quadratic	$Y_5=4.81-0.54X_1+0.43X_2+0.47X_1X_2-0.42X_1^2-0.69X_2^2$	0.9584	18.43**	0.0073
Overall acceptability	Quadratic	$Y_6=4.82-0.14X_1+0.29X_2-0.023X_1X_2-0.36X_1^2-0.70X_2^2$	0.9215	9.39*	0.0249

X₁: rice flour, X₂: sugar

¹⁾R² near 1 indicates that a regression line fits the data well

²⁾*p<0.05, **p<0.01



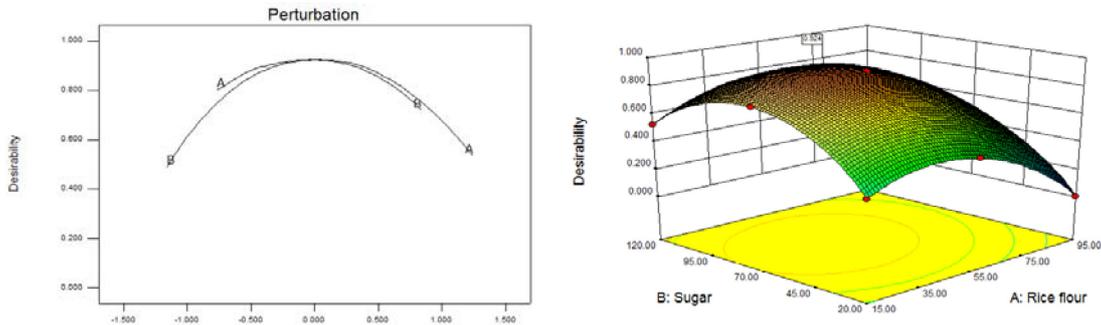
<Figure 2> Perturbation and response surface plot for the effect of rice flour(A), sugar(B) on sensory characteristics of sweet rice paste as a replacement of red bean paste

인 결과를 나타내지 않았다<Table 6>. 색에 대한 기호도는 중앙점 이상으로 쌀가루 첨가량이 증가하게 되면 크게 떨어지는 것으로 나타났다<Figure 2>. 이는 천년초 분말 첨가 머핀 최적화 연구에서 천년초 분말양이 증가할수록 기호도는 감소한다고 한 결과와 같았다(Kim et al. 2012). 쌀가루와 설탕의 첨가량이 중앙점 수준 이상으로 증가하면 단맛에 대한 기호도는 감소하는 경향을 나타냈다<Figure 2>. 쌀앙금의 된 정도에 대한 기호도는 95%이상의 높은 설명력을 나타냈고(R²=0.9584), 쌀가루 첨가량이 증가할수록 감소하였다<Table 6, Figure 2>. 쌀가루 첨가량이 중앙점 이상으로 증가하게 되면 전체적 기호도는 감소하는 것으로 나타났으며 설탕 첨가량이 증가할수록 기호도는 증가하다가 중앙점 이

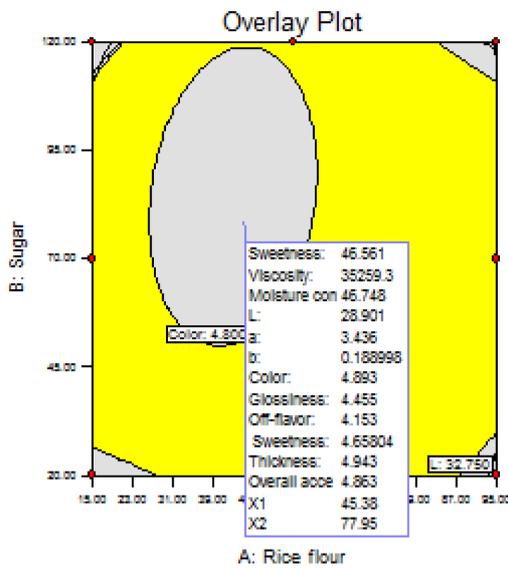
상을 지나면서 감소하는 것으로 나타났다<Table 6, Figure 2>.

4. 쌀앙금의 최적화

쌀앙금의 최적화는 독립변수인 쌀가루, 설탕의 배합 범위 안에서 최적 재료배합비를 도출하기 위해 관능검사 항목들 중 유의적인 결과를 나타낸 색, 단맛, 된 정도, 전체적 기호도를 최대로 범위를 설정한 후 정준 분석의 수치 최적화를 도출하였다. 그 중 가장 높은 적합도를 나타낸 지점을 지점 예측을 통해 최적점으로 선정하였다<Figure 3, 4>. 최적점으로 예측된 최적값은 쌀가루는 45.38 g, 설탕은 77.95 g이었다.



<Figure 3> Perturbation and response surface plot for optimization mixture on the desirability of sweet rice paste as a replacement of red bean paste



<Figure 4> Overlay plot for common area for the optimization mixture of sweet rice paste as a replacement of red bean paste

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 쌀 소비의 증가를 유도하고 건강에도 도움이 되는 식품으로 일반적으로 팔로로 제조되는 팥앙금 대신 쌀가루 및 기타 전분질 재료와 단백질 재료를 이용한 쌀앙금을 제조하고자 반응표면분석법을 통해 품질특성 및 관능특성을 분석하여 쌀앙금 제조 배합비를 최적화하고자 하였다. 쌀가루와 설탕 함량을 독립변수로 설정하였고, 예비실험을 통해 쌀가루 15-95 g과 설탕 20-120 g을 최소 및 최대범위로 하여 분석을 실시하였다. 전분질 재료로 사용되는 멥쌀가루, 흑미가루, 보리가루의 호화특성을 측정하고, 가공적성을 나타내는데 지표로 사용되는 Breakdown은 쌀가루가 105.73 RVU로 가장 높아 쌀가루를 주재료로 이용하여 가공하기가 가장 용이할 것으로 판단되었다. 이들 전분질 재료와 콩비린내와 비영양성분인 트립신인히비터를 제거한 단백질 재료인 개척2호 콩가루를 배합하여 쌀앙금을 제조하고 품질

특성을 측정하고, 당도($p < 0.0002$), 점도($p < 0.0185$), 수분함량($p < 0.0001$), 명도(L값, $p < 0.0001$)는 모두 쌀가루와 설탕 함량에 대해 선형모델(linear model)의 적합성이 인정되었고, 적색도(a값, $p < 0.0002$)는 쌀가루와 설탕 함량이 서로 상호작용하는 2차 방정식 모델의 적합성이 인정되었다. 당도는 설탕 함량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며, 수분함량은 쌀가루와 설탕 함량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고($p < 0.0002$), 점도는 쌀가루의 첨가량이 많아질수록 높아지는 경향을 나타냈다($p < 0.0185$). 쌀가루 함량이 많아질수록 황색도(b값)와 적색도(a값)는 증가하는 경향을 보였다. 관능특성 중에서 색, 단맛, 된 정도, 전체적 기호도는 쌀가루, 설탕 첨가량에 대하여 서로 교호작용하는 2차 방정식 모델의 적합성이 인정되었다. 색의 기호도는 쌀가루 함량이 많아질수록 중앙점 이상에서 크게 떨어졌고, 단맛에 대한 기호도는 쌀가루, 설탕 첨가량이 중앙점 수준 이상으로 증가하면 감소하였는데 두 요인의 양이 적정 수준을 넘게 되면 오히려 기호도를 감소시킨다는 것을 알 수 있었다. 쌀가루 함량이 높아질수록 된 정도에 대한 기호도는 감소하였으며 전체적 기호도는 쌀가루 함량이 중앙점 이상 증가하면 감소하였고, 설탕 첨가량이 증가함에 따라 증가하다 중앙점 이상을 지나면서 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 통해 쌀앙금의 예측된 최적 배합비율은 쌀가루 45.38 g, 설탕 77.95 g으로 최적점을 구할 수 있었다. 쌀가루의 최적값은 중앙점보다 낮았고 설탕은 중앙점에 근접한 값으로 쌀앙금은 시판중인 일반 팥앙금과 비슷한 단맛과 점성이 낮아 약간의 부드러운 제품을 선호하는 것을 알 수 있었다. 쌀, 보리, 흑미, 대두 등을 이용하여 만든 쌀앙금은 품질특성과 관능특성 면에서의 경쟁력이 있다고 판단되며 영양학적으로도 우수한 새로운 쌀 가공제품의 개발 가능성을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청(PJ006621)의 연구과제로 시행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Choi ID. 2010. Substitution of Rice Flour on Bread-Making Properties. *Korean J. Food Preserv.*, 17(5):667-673
- Choi SH. 2012. Quality Characteristics of Curcuma Longa L. Cookies Prepared with Various Levels of Rice Flour. *Korean J. Culinary Research*, 18(3):215-226
- Hong JY, Nam HS, Youn KS, Woo SC, Shin SR. 2011. Optimization of Process Condition for Processing of Jujube Fruit Jungkwa. *Korean J. Food Preserv.*, 18(4):527-534
- Houston DF. 1972. Rice Bran and Polish. In *Rice: Chemistry and Technology*. Am Assoc. Cereal Chem., St. Paul, 1:272-277
- Jung BM, Kim DS, Joo NM. 2013. Quality Characteristics and Optimization of Cookies Prepared with *Opuntia humifusa* Powder using Response Surface Methodology. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 29(1):2287-1772
- Kim JN, Shin WS. 2009. Physical and Sensory Properties of Chiffon Cake Made with Rice Flour. *Korean J. Food Sci Technol.*, 41(1):69-76
- Kim SJ, Jung BM, Joo NM. 2012. Optimization of Muffin with *Opuntia humifusa* Powder using Response Surface Methodology. *Korean J. Food & Nutr.*, 25(4):911-921
- KoSfOST. 2004. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Kwang-il publishing, Seoul, Korea, p 583
- Kum JS, Lee HY, Park JD. 2010. Report of Research E04 'Rice Processing Technology and Processing Industry Expansion Plans' (쌀 가공기술 개발 및 가공산업 확대방안). Korea Rural Economic Institute, Seoul, Korea, pp 603-633
- Kum JS. 2010. Nutrition of Rice and Rice Processed Foods (쌀의 영양과 쌀 가공식품). *Food Preserv. Processing Ind.*, 9(1):39-54
- Lee KI, Kim MJ. 2003. Report of Research R456 'Rice Consumption Behavior Analysis' (쌀 소비형태 분석). Korea Rural Economic Institute, Seoul, Korea, pp 1-2
- Lee SH, Shin MS. 2009. Characteristics of Preparation of Rice Manju and Rice Flour with Soaking and Different Particle Sizes. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 25(4):427-434
- Lee SY, Chung HJ, Lee YE, Kim MR, Kim MR, Song HN. 2009. *Food Chemistry*. Powerbook, Seoul, Korea, p 66
- Lee SY, Jung CS, Yoon HH. 2003. Sensory Characteristics of Cream Soup Prepared with Rice Flour. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 19(6):723-728
- Newman RK, Newman CW, Graham H. 1989. The Hypocholesterolemic Function of Barley Beta-Glucans. *Cereal Foods World*, 34(10):883-886
- Park HY, Jang MS. 2007. Ingredient Mixing Ratio Optimization for the Preparation of Sulgidduk with Barley (*Hordeum vulgare L.*) Sprout Powder. *Korean J. Food Cook. Sci.*, 23(4):550-560
- Park JD, Choi BK, Kum JS, Lee HY. 2006. Physicochemical properties of brown rice flours produced under different drying and milling conditions. *Korean J. Food Sci.*, 38(4):495-500
- Park YS, Chang HG. 2008. Effect of Black Rice Flour on the Quality of Sugar-snap Cookie. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 40(2):234-237
- Rho MW. 2007. Studies on Optimization for the Processing Conditions and Enhancement of the Preservation of Red Bean Paste. Doctoral degree thesis, Woosuk University, pp 22-23
- Seo HI, Ryu BM, Kim CS. 2011. Effect of Heat-Moisture Treatment of Domestic Rice Flours Containing Different Amylose Contents on Rice Noodle Quality. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 40(11):1597-1603
- Seo SJ, Choi YM, Lee SM, Kong SH, Lee JS. 2008. Antioxidant Activities and Antioxidant Compounds of Some Specialty Rices. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 37(2):129-135
- Shin MS. 2009. Rice Processed Foods (쌀 가공식품). *Food Science and Industry*, 42(4):2-18
- Shin MS. 2010. Activation of the Processing Industry will lead the Future of Green Food (미래의 녹색 식품산업을 주도 할 쌀 가공산업의 활성화). *Food Preserv. and Processing Ind.*, 9(1):16-37
- Sim KH, Joo NM, Han YS. 2006. Optimization of Garlic Jam Making by Response Surface Methodology. *Journal of the Korean Dietetic Association*, 12(1):32-43
- Song SB, Seo HI, Ko JY, Lee JS, Kang JR, Oh BG, Seo MC, Yoon YN, Kwak DY, Nam MH, Woo KS. 2011. Quality Characteristics of Adzuki Beans Sediment According to Variety. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 40(8):1121-1127
- Yoon JM, Cho MH, Hahn TR, Paik YS, Yoon HH. 1997. Physicochemical Stability of Anthocyanins from a Korean Pigmented Rice Variety as Natural Food Colorants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(2): 211-217
- Chung JI. 2014. Proposal for technology licensing. A new soybean cultivar "Gacheok 1, Gacheok 2. Available from: <http://rnd.compa.re.kr/web/saleTechSearchView.do?itgrtTechNo=10&webMenuNo=01010101>, [accessed 2016.09.07]