



반응표면분석법을 이용한 연잎분말과 백앙금 첨가 양갱의 제조조건 최적화

박세영¹ · 이지은¹ · 유현희² · 정성석³ · 노정옥^{1*}

¹전북대학교 식품영양학과, ²군산대학교 식품영양학과, ³전북대학교 통계학과

Optimization of *Yanggaeng* Prepared with Lotus Leaf Powder and White Bean Paste, Using Response Surface Methodology

Se Young Park¹, Ji Eun Lee¹, Hyeon Hee Yu², Sung Suk Chung³ and Jeong Ok Rho^{1*}

¹Dept. of Food Science and Human Nutrition, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

²Dept. of Food Science and Human Nutrition, Kunsan National University, Kunsan 57371, Republic of Korea

³Dept. of Statistics, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

ABSTRACT

This study was undertaken to determine the optimal mixing amount of lotus leaf powder and white bean paste for the preparation of *Yanggaeng*. The experiment was designed according to the central composite design of Response Surface Methodology (RSM). In order to develop the optimized *Yanggaeng* using RSM, lotus leaf powder (X₁) and white bean paste (X₂) were set as independent variables, and quality characteristics [water content (Y₁), pH (Y₂), sugar content (Y₃), L (Y₄), a (Y₅), and b (Y₆)] and sensory evaluation [color (Y₇), appearance (Y₈), lotus leaf aroma (Y₉), sweetness (Y₁₀), bitterness (Y₁₁), flavor (Y₁₂), hardness (Y₁₃), chewiness (Y₁₄), and overall acceptability (Y₁₅)] were set as dependent variables. Significant differences ($p < 0.05$) were observed for quality characteristics and sensory evaluation except sweetness (Y₁₀), hardness (Y₁₃) and chewiness (Y₁₄). The optimum mixing amount, which was calculated using numerical and graphical methods, was determined to be lotus leaf powder (X₁) 2.47 g and white bean paste (X₂) 101.66 g. In conclusion, we believe that the development of *Yanggaeng* prepared with lotus leaf powder will contribute to the consumption of healthy and traditional Korean snacks.

Key words: lotus leaf powder, white bean paste, *Yanggaeng*, response surface methodology

서 론

연(*Nelumbo nucifera*)은 수련과의 여러해살이 수초로 인도와 중국을 중심으로 열대·온대의 동부 아시아를 비롯한 한국, 일본 등에 널리 분포하며, 불교에서 신성한 식물로 꽃은 관상용과 차제로 이용하여 왔으며, 잎과 뿌리는 식용하여 왔다(Kim KS 등 2008). 연잎은 하엽이라 불리며 *Nelumbo nucifera* Gaern(Family Nymphaeaceae 수련과)의 잎을 말린 것으로, 맛은 쓰지만 예로부터 출혈성 위궤양, 위염, 치질, 출혈, 설사, 두통과 어지럼증, 야뇨증 등의 민간치료제로 사용하여 왔다(Lee KS 등 2006a). 건조한 연잎의 성분은 탄수화물 63.8%, 단백질 16.9%, 지질 1.0%, 조회분 9.3%로 녹차와 비교하여 단백질 함량은 비교적 낮으나, 탄수화물, 지방, 회분의 함량이 높으며, 특히, 칼슘 함량은 녹차에 비해 20배 이상 높다(Lee KS 등 2008). 연잎의 기능성 관련 연구는 지질 저하 효과(Kim SB 등 2005; Shin MK & Han SH 2006), 연잎

추출물의 항산화효과(Lee KS 등 2006a), 항균효과(Lee KS 등 2006b) 및 연잎의 대사성 질환완화작용(Ko BS 등 2006) 등의 다양한 생리활성이 보고되었다. 이러한 기능성 때문에 그동안 연잎을 이용하여 연잎차(Kim DC 등 2006), 연꽃과 연잎으로 제조한 연잎주(Lee KS 등 2005), 연잎 분말을 이용한 죽(Park BH 등 2009a), 두부(Park BH 등 2009b), 설기떡(Yoon SJ 2007), 국수(Park BH 등 2010), 만두피(Park JH & Kim EM 2013), 스펀지케이크(Kim HS 등 2011), 매작과(Park BH 등 2014), 식빵(Kim HI 등 2014) 등의 제품이 개발되었다.

양갱은 한천, 앙금, 설탕 등을 이용하여 만든 고에너지 식품으로 예부터 우리나라에서 즐겨온 대표적인 간식거리이다(Han EJ & Kim JM 2011). 양갱의 재료인 앙금은 원료콩의 종피색에 의해 적앙금과 백앙금으로 분류된다. 백앙금의 주 원료는 강낭콩으로 고탄수화물, 저지방에 속하는 두류이다. 양갱 제조 시 응고제로 사용되는 한천의 주성분은 식이섬유 소로 적당하게 섭취하면 포만감과 함께 장 건강, 변비예방 등에 효과가 있다(Fang XL 등 2018). 최근 전통식품 제조법

* Corresponding author : Jeong-Ok Rho, Tel: +82-63-270-4135, Fax: +82-63-270-3854, E-mail: jorho@jbnu.ac.kr

과 생리활성물질에 대한 소비자들의 관심이 증가하고 있어 다양한 맛과 기능성 재료를 첨가하는 전통식품 연구가 활발히 진행되고 있다(Oh KC 2015; Lee JA 2017). 이에 파파야(Kim YJ 등 2015), 구기자(Seo EJ & Rho JO 2015), 보리순(Lee NG 2017), 밤(Jhee OH 2016), 아사이베리(Choi SH 2015), 미나리(Oh KC 2015), 녹차(Choi EJ 등 2010), 울금(Kim DS 등 2014), 파프리카(Park LY 등 2014), 블루베리(Han JM & Chung HJ 2013), 계화가루(Fang XL 등 2018) 등의 다양한 생리활성을 지닌 부재료를 첨가하여 제조한 양갱의 연구가 이루어졌다.

현재 건강에 대한 관심이 높아지면서 설탕 대신 올리고당을 첨가하여 제품을 제조하고 있는데, 올리고당은 포도당, 갈락토스, 과당과 같은 단당류가 2~8개 정도 결합한 물질의 총칭으로 직쇄올리고당(말토올리고당, 키토산올리고당)과 분지올리고당(프락토올리고당, 이소말토올리고당, 갈락토올리고당)으로 구분된다(Roberfroid M 등 1993). 올리고당은 대표적인 장내 미생물인 비피더스균의 증식인자이며 대부분 난소화성으로 사람의 장관에서 소화되지 않고 장내 서식하는 비피더스균에 의해 선택적으로 이용되어 증식을 촉진하므로 섭취 후 장내 유용균인 비피더스균을 선택적으로 증식시키며, 정장작용, 항콜레스테롤, 충치예방, 면역력 강화 등의 생리적 특성을 지니는 것으로 보고되었다(Kohmoto T 등 1988; Tomomatsu H 1994). 이러한 기능성 때문에 본 연구에서도 양갱 제조 시 올리고당을 첨가하여 제조하였다.

본 연구는 연잎분말과 백앙금의 배합비율을 달리하는 양갱을 제조한 후 품질 특성을 분석하고 반응표면분석법(Response Surface Method; RSM)을 통해 연잎분말과 백앙금의 최적 배합비를 산출함으로써 소비자의 관능적 기호도를 충족시키는 양갱을 제조하여 우리나라 전통 한과의 소비촉진에 기여하고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에 사용한 연잎분말(연잎 100%, 2019년, ㈜농업회사법인 푸른산)은 온라인 쇼핑몰을 통해 구입하였으며, 백앙

금(㈜금성양금), 한천분말(㈜이든타운에프앤비), 프락토올리고당(㈜ 씨제이제일제당)은 전주의 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 실험 계획

본 연구는 연잎분말을 첨가한 양갱의 최적 재료 배합비율을 설정할 목적으로 반응표면분석법(Response Surface Method; RSM)의 중심합성계획법(Central Composite Design; CCD)에 따라 실험을 설계하였다. 독립변수로는 양갱의 품질에 영향을 줄 수 있는 요인을 기준으로 하여 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)으로 설정하였고, 독립변수는 $-\alpha$, -1 , 0 , 1 , α 의 다섯 단계로 부호화(code)하여 Table 1에 나타내었다. 독립변수 함량의 각 범위는 문헌연구와 예비실험을 바탕으로 연잎분말(0.5~2.5 g), 백앙금(90~110 g)으로 결정하였다. 설정된 범위는 중심합성계획법에 의하여 꼭지점(factorial point) 4개, 축점(axial point) 4개 및 중심점(central point) 3개와 같이 총 11개의 실험점으로 설정하였으며, 연잎분말 첨가 양갱의 재료 배합은 Table 2와 같다.

독립변수에 따른 품질변화를 알아보고자 품질 특성[수분(Y_1), pH(Y_2), 당도(Y_3), 명도(Y_4), 적색도(Y_5), 황색도(Y_6)]와 관능평가[색(Y_7), 외관(Y_8), 연잎향(Y_9), 단맛(Y_{10}), 씹쓸한 맛(Y_{11}), 향미(Y_{12}), 단단함(Y_{13}), 씹힘성(Y_{14}), 전반적 기호도(Y_{15})]를 종속변수로 설정하였다.

3. 연잎분말 첨가 양갱의 제조

연잎분말 첨가 양갱의 제조방법은 Seo EJ & Rho JO(2015)의 방법을 참고하여 제조하였다. 양갱의 제조는 물 100 g에 한천분말 3 g을 넣고 3분간 약불에서 나무주걱으로 저으면서 한천분말을 완전히 녹인 후 40 mesh 체에 친 연잎분말(X_1)과 프락토올리고당 15 g을 넣고 연잎분말이 멎지 않도록 계속 저으면서 2분간 더 끓여준다. 이후 백앙금(X_2)을 넣고 앙금이 잘 풀어지도록 저으면서 3분간 더 끓여준다. 제조된 양갱은 플라스틱틀(가로 2 cm × 세로 2 cm × 높이 2 cm)에 부어 1시간 동안 상온에서 gel화 한 후 틀에서 꺼내어 4°C의 냉장고(RT38FAAADWW, Samsung, Suwon, Korea)에 저장하며 실험에 사용하였다.

Table 1. Coded independent variables used in RSM design for Yanggaeng prepared with lotus leaf powder and white bean paste

Independent variable	Symbol	Coded-variables				
		$-\alpha$	-1	0	1	α
Lotus leaf powder (g)	X_1	0.09	0.5	1.5	2.5	2.91
White bean paste (g)	X_2	85.86	90	100	110	114.14

Table 2. Formulas for the manufacture of Yanggaeng prepared with different mixture ratio of lotus leaf powder and white bean paste

Sample No.	Variables ¹⁾		Fructo-oligosaccharide (g)	Agar powder (g)	Water (g)
	X ₁ (g)	X ₂ (g)			
1	0.5(-1)	90(-1)	15	3	100
2	0.5(-1)	110(1)	15	3	100
3	2.5(1)	90(-1)	15	3	100
4	2.5(1)	110(1)	15	3	100
5	1.5(0)	100(0)	15	3	100
6	0.09(- α)	100(0)	15	3	100
7	2.91(α)	100(0)	15	3	100
8	1.5(0)	85.86(- α)	15	3	100
9	1.5(0)	114.14(α)	15	3	100
10	1.5(0)	100(0)	15	3	100
11	1.5(0)	100(0)	15	3	100

¹⁾ X₁: lotus leaf powder, X₂: white bean paste.

4. 연잎분말 첨가 양갱의 품질 특성

1) 수분함량 측정

연잎분말 첨가 양갱의 수분은 시료 5 g을 취한 후 수분측정기(MB45 Moisture Analyzer, OHAUS, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 105℃에서 1시간 동안 상압가열건조법(AOAC 1995)으로 측정하였으며, 실험은 3회 반복하여 평균값을 구하였다.

2) pH 및 당도 측정

연잎분말 첨가 양갱의 pH와 당도는 각각 시료 3 g에 증류수 27 mL를 넣고 균질화한 후 원심분리기(Combi 508, Hanil Scientific Inc., Gimpo, Korea)를 사용하여 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 취하여 pH는 pH meter (STARTER 3100 Bench pH Meter, OHAUS, Parsippany, USA), 당도는 당도계(PAL- α , ATAGO, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 실험은 3회 반복하여 평균값을 구하였다.

3) 색도 측정

연잎분말 첨가 양갱의 색도는 색차계(CM-2600d Chroma Meter, Konika Minolta Inc., Osaka, Japan)를 사용하여 각 시료의 색을 측정하고, Hunter 체계의 명도(Lightness), 적색도(Redness), 황색도(Yellowness)를 지시하는 L, a 및 b 값으로 나타내었고, 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내

었다. 이때 표준 백판(standard plate)의 L, a, b값은 93.31, 1.75, 0.68이었다.

5. 연잎분말 첨가 양갱의 관능평가

1) 관능평가 요원 선발

연잎분말 첨가 양갱의 관능평가는 J대학교 대학생 및 대학원생을 대상으로 진행하였다. 평소 식품의 맛에 관심을 가지며 관능평가에 흥미가 있고, 경험이 있는 재학생을 평가요원으로 모집하였다. 모집된 대상자들에게 단맛, 쓴맛, 짠맛, 신맛, 감칠맛의 기본 맛 식별검사를 실시하여 맛에 대한 예민도를 평가하였다. 차이식별검사 결과, 60% 이상의 정답률을 보인 대상자를 관능평가 요원으로 선정하였으며, 총 19명이 본 평가에 참여하였다. 본 연잎분말 첨가 양갱의 관능평가는 본 연구자가 소속된 대학교의 생명윤리위원회의 승인을 받았다(No. JBNU 2019-07-010).

2) 관능평가 내용

선정된 19명의 관능평가 요원에게 실험 목적 및 평가 방법에 대하여 설명하고 훈련시킨 후 11개의 연잎분말 첨가 양갱의 관능평가를 실시하였다. 평가 항목은 총 9개의 기호도 특성으로 색(Color), 외관(Appearance), 연잎향(Lotus leaf aroma), 단맛(Sweetness), 씹쓸한 맛(Bitterness), 향미(Flavor), 단단함(Hardness), 씹힘성(Chewiness), 전반적 기호도(Overall

acceptability)로 정하였으며, Likert의 9점 척도법(1점: 매우 싫음, 5점: 보통, 9점: 매우 좋음)을 사용하여 평가하였다.

각 시료에 난수표에서 무작위 추출한 3자리수 번호를 부여하였으며, 흰색 사기 접시에 균일한 크기(지름 2 cm, 높이 2 cm)로 담아 물과 함께 제공하였다. 각 시료의 평가 후에는 제공된 물로 입을 행구어 다음 시료의 평가에 영향을 최소화하도록 하였다. 관능평가의 11개 시료 순서는 실험의 오차를 줄이기 위하여 랜덤으로 제공하였다.

6. 연잎분말 첨가 양갱 제조의 최적화 분석

본 연구는 독립변수인 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)의 최적 배합 비율을 구하고자 Design Expert 11 Program (State-Easy Co., Minneapolis, MN, USA)을 이용하여 Canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 각 독립변수의 최적 첨가량을 선정하였고, 지점 예측(point prediction)을 통해 종속변수 각각의 예측값을 구하였다. Canonical 모형의 수치적 최적화는 목표 범위(goal area)를 독립변수인 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)은 실험범위 내(in range)로, 종속변수인 관능평가[색(Y_7), 외관(Y_8), 연잎향(Y_9), 단맛(Y_{10}), 씹쓸한 맛(Y_{11}), 향미(Y_{12}), 단단함(Y_{13}), 씹힘성(Y_{14}), 전반적 기호도(Y_{15})] 항목 중 회귀방정식이 유의적인 항목의 점수를 최대(maximum)로 설정하고, 신뢰 수준 95% 구간에서 최적점(solution)을 구하였다. 제시된 최적점 중 가장 높은 적합도(desirability; D)를 나타내는 최적점을 채택하였다. 모형적 최적화는 종속변수의 범위를 설정하여 그래프가 중첩되는 범위(overlay plot) 안에서 최적점을 나타내었다.

7. 통계 분석

모든 실험의 통계 분석은 SPSS 25.0 program(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 실험 자료의 분석 및 최적화는 Design Expert 11 Program (State-Easy Co., Minneapolis, MN, USA)을 이용하여 독립변수와 종속변수와의 관계를 분산분석과 회귀분석을 통해 1차 선형효과, 2차 곡선효과 및 인자 간 교호작용을 보았으며, 독립변수에 대한 종속변수의 반응표면상태를 Perturbation plot과 Response surface plot으로 나타내었다. 분석결과, 모델의 적합성은 F-Test를 통해 $p < 0.05$ 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 연잎분말 첨가 양갱의 품질 특성

연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)의 배합 비율을 달리하여 제조한 11개 양갱의 품질특성 분석결과는 Table 3, 반응표면 회

귀분석 결과는 Table 4, 반응표면상태를 나타내는 perturbation plot과 response surface plot은 Fig. 1과 같다.

1) 수분

연잎분말 첨가 양갱의 수분 측정결과, 56.14~60.74%의 범위이며, 최소값은 Sample 6(X_1 : 0.09 g, X_2 : 100 g), 최대값은 Sample 8(X_1 : 1.5 g, X_2 : 85.86 g)에서 나타났다. 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)이 수분함량(Y_1)에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 각각 작용하는 Linear Model이 선정되었다. 회귀방정식의 R^2 값은 0.5606, p -value는 0.0373으로 유의적인 결과를 보였고, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과, p -value는 0.2788로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 연잎분말(X_1) 첨가량이 증가할수록, 백앙금(X_2) 첨가량이 감소할수록 수분함량(Y_1)이 증가하는 경향을 보였으며, 연잎분말(X_1)보다 백앙금(X_2)이 수분함량에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 Park BH 등(2014)의 연잎분말 첨가 매작과의 수분측정 결과에서 연잎분말 첨가량이 증가할수록 수분함량이 유의적으로 증가한 결과와 유사한 결과이다.

2) pH

연잎분말 첨가 양갱의 pH 측정결과, 6.24~6.50의 범위이며, 최소값은 Sample 7(X_1 : 2.91 g, X_2 : 100 g), 최대값은 Sample 6(X_1 : 0.09 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다. 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)이 pH(Y_2)에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 각각 작용하는 Linear Model이 선정되었다. R^2 값은 0.6120, p -value는 0.0227로 유의적인 결과를 보였으며, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과, p -value가 0.5670으로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 연잎분말(X_1) 첨가량이 감소할수록, 백앙금(X_2) 첨가량이 증가할수록 pH(Y_2)가 증가하는 경향을 보였으며, 백앙금(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 pH에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 Oh KC(2015)의 미나리분말 첨가 양갱의 pH측정 결과에서 분말 첨가량이 증가하고 백앙금의 첨가량이 감소할수록 pH가 유의적으로 감소하였던 결과와 동일한 결과이겠다.

3) 당도

연잎분말 첨가 양갱의 당도 측정결과, 2.27~2.57 °Brix의 범위이며, 최소값은 Sample 8(X_1 : 1.5 g, X_2 : 85.86 g), 최대값은 Sample 4(X_1 : 2.5 g, X_2 : 110 g), Sample 6(X_1 : 0.09 g, X_2 : 100 g), Sample 9(X_1 : 1.5 g, X_2 : 114.14 g)에서 나타났다. 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)이 당도(Y_3)에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 각각 작용하는 Linear Model이 선

Table 3. Quality characteristics of *Yanggaeng* prepared with different mixture ratio of lotus leaf powder and white bean paste at various conditions by RSM

Sample NO.	Variables ¹⁾		Responses					
	X ₁ (g)	X ₂ (g)	Water content (%)	pH	Sugar content (°Brix)	Color		
						L	a	b
1	0.5	90	59.17±0.16 ²⁾	6.48±0.03	2.40±0.17	41.02±0.65	-1.51±0.12	12.89±0.62
2	0.5	110	57.65±0.18	6.45±0.02	2.47±0.06	40.79±0.91	-1.54±0.05	14.15±1.06
3	2.5	90	59.07±0.06	6.34±0.08	2.40±0.17	32.80±2.67	-0.09±0.14	22.32±6.32
4	2.5	110	56.65±0.39	6.40±0.06	2.57±0.15	29.20±0.54	-0.66±0.07	34.56±2.59
5	1.5	100	58.28±0.20	6.47±0.04	2.40±0.00	32.51±1.04	-0.80±0.36	28.16±5.02
6	0.09	100	56.14±0.11	6.50±0.04	2.57±0.12	43.22±0.69	-1.65±0.20	12.12±1.18
7	2.91	100	60.12±0.17	6.24±0.01	2.37±0.15	29.03±0.53	0.16±0.16	35.06±3.01
8	1.5	85.86	60.74±0.14	6.27±0.01	2.27±0.12	32.65±1.27	-0.32±0.07	23.02±3.98
9	1.5	114.14	57.68±0.21	6.38±0.01	2.57±0.12	32.65±1.24	-0.67±0.16	26.81±3.77
10	1.5	100	58.34±0.23	6.37±0.02	2.43±0.06	31.53±0.54	-0.27±0.19	29.24±2.22
11	1.5	100	59.47±0.31	6.37±0.03	2.33±0.06	32.72±0.70	-0.85±0.10	26.24±2.13

¹⁾ X₁: Lotus leaf powder, X₂: White bean paste.

²⁾ mean±S.D..

Table 4. Analysis of predicted model equation for quality characteristics of *Yanggaeng* prepared with different mixture ratio of lotus leaf powder and white bean paste

Responses	Model	R ²	F-value	p-value	Lack of fit	Polynomial equation ¹⁾
Water content	Linear	0.5606	5.10 ^{*2)}	0.0373	0.2788	Y ₁ =58.48+0.57X ₁ -1.03X ₂
pH	Linear	0.6120	6.31 [*]	0.0227	0.5670	Y ₂ =6.39-0.07X ₁ +0.02X ₂
Sugar content	Linear	0.5813	5.55 [*]	0.0307	0.3260	Y ₃ =2.43-0.02X ₁ +0.08X ₂
L	Quadratic	0.9688	31.02 ^{***}	0.0009	0.1560	Y ₄ =32.25-4.98X ₁ -0.48X ₂ -0.84X ₁ X ₂ +2.33X ₁ ² +0.59X ₂ ²
a	Linear	0.8344	20.16 ^{***}	0.0008	0.7068	Y ₅ =-0.75+0.61X ₁ -0.14X ₂
b	Linear	0.8059	16.61 ^{**}	0.0014	0.1048	Y ₆ =24.05+7.79X ₁ +2.36X ₂

¹⁾ X₁: Lotus leaf powder, X₂: White bean paste.

²⁾ * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

정되었다. R²값은 0.3260, p-value는 0.0307로 유의적인 결과를 보였고, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과, p-value가 0.3260으로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 연잎분말(X₁) 첨가량이 감소할수록, 백앙금(X₂) 첨가량이 증가할수록 당도(Y₃)가 증가하는 경향을 보였으며, 연잎분말(X₁)보다 백앙금(X₂)이 당도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이것은 미나리분말 첨가 양갱의 당도 측정결과(Oh KC 2015)와 유사한 결과이었다.

4) 색도

연잎분말 첨가 양갱의 색도 측정결과, 명도(L)는 29.03~43.22, 적색도(a)는 -1.65~0.16, 황색도(b)는 12.12~35.06의 범위로 나타났다. 명도(L)의 최소값은 Sample 7(X₁: 2.91 g, X₂: 100 g), 최대값은 Sample 6(X₁: 0.09 g, X₂: 100 g)에서 나타났으며, 적색도(a)와 황색도(b)의 최소값은 Sample 6(X₁: 0.09 g, X₂: 100 g), 최대값은 Sample 7(X₁: 2.91 g, X₂: 100 g)에서 나타났다. 연잎분말(X₁)과 백앙금(X₂)이 색도에 미치

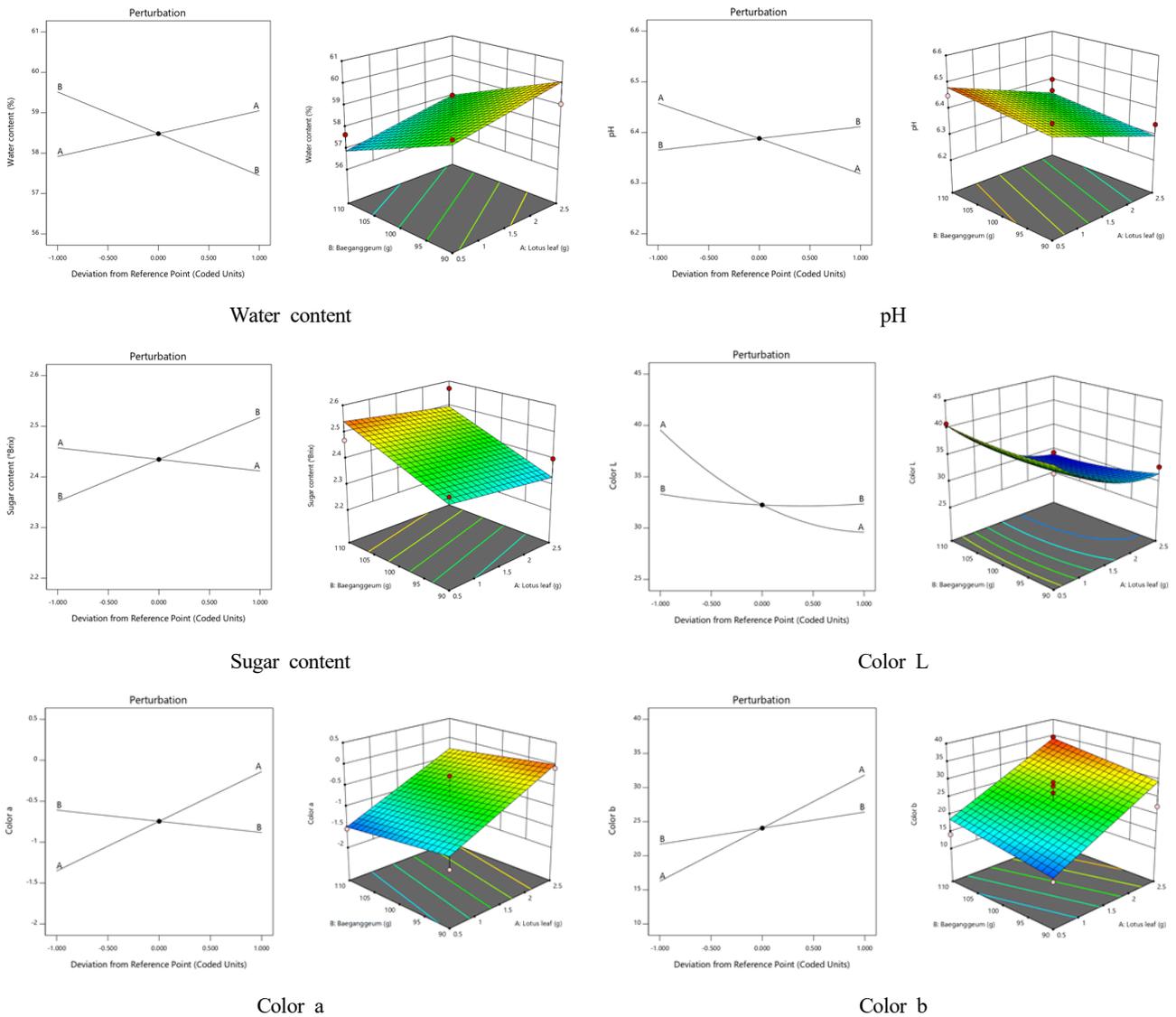


Fig. 1. Perturbation plot and response surface plot for quality characteristics of *Yanggaeng* prepared with different mixture ratio of lotus leaf powder (A) and white bean paste (B).

는 영향을 회귀분석한 결과, 명도(Y_4)는 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었고, 적색도(Y_5) 및 황색도(Y_6)는 독립변수가 각각 작용하는 Linear Model이 선정되었다. 명도(Y_4), 적색도(Y_5), 황색도(Y_6)의 R^2 값은 각각 0.9688, 0.8344, 0.8059로 모두 0.8 이상으로 나타나 높은 설명력을 보였으며, p -value는 각각 0.0009, 0.0008, 0.0014로 모두 유의적인 결과를 나타내었고, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과, p -value가 각각 0.1560, 0.7068, 0.1048로 모두 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 명도(Y_4)는 연잎분말(X_1) 첨가량이 증가할수록 급격히 감소한 후 완만하게 감소하는 경향을 보였으며, 백앙금(X_2) 첨가량이 증가할수록 완만하게 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였다. 이때 백앙금

(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 명도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 적색도(Y_5)는 연잎분말(X_1) 첨가량이 증가할수록 급격히 증가하는 경향을 보였으며, 백앙금(X_2) 첨가량이 증가할수록 완만하게 감소하는 경향을 보였다. 이때 백앙금(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 적색도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 황색도(Y_6)는 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2) 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 백앙금(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 황색도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 본 연구결과는 연잎분말 첨가량이 증가할수록 명도가 감소하고, 적색도와 황색도가 증가하는 결과를 보였던 연잎분말 첨가 주파 유사한 결과이었다(Park BH 등 2009a).

2. 연잎분말 첨가 양갱의 관능평가

연잎분말 첨가 양갱의 관능평가 결과는 Table 5, 반응표면 회귀분석 결과는 Table 6, 반응표면 상태를 나타내는 perturbation plot과 response surface plot은 Fig. 2와 같다.

1) 색

연잎분말 첨가 양갱의 색에 대한 기호도는 4.37~6.47점의 범위이며, 최소값은 Sample 6(X_1 : 0.09 g, X_2 : 100 g), 최대값

은 Sample 4(X_1 : 2.5 g, X_2 : 110 g)에서 나타났다. 연잎분말 (X_1)과 백앙금(X_2)이 색(Y_7)에 대한 기호도에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 각각 작용하는 Linear Model이 선정되었다. R^2 값은 0.8853으로 높은 설명력을 보였으며, p -value는 0.0002로 유의적인 결과를 나타내었고, 적합결여 검정(Lack of fit test) 결과, p -value가 0.1546으로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 색(Y_7)에 대한 기호도는 연잎분말(X_1) 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하는

Table 5. Sensory evaluation of *Yanggaeng* prepared with different mixture ratio of lotus leaf powder and white bean paste at various conditions by RSM

Sample No.	Variables ¹⁾		Responses				
	X_1 (g)	X_2 (g)	Color	Appearance	Lotus leaf aroma	Sweetness	Bitterness
1	0.5	90	4.47±1.31 ²⁾	4.47±1.22	5.37±1.01	6.05±1.03	5.47±1.71
2	0.5	110	4.42±1.46	4.68±1.45	5.32±1.20	5.68±1.11	5.16±1.71
3	2.5	90	6.16±1.26	6.21±1.23	6.63±1.46	6.58±0.77	6.21±1.65
4	2.5	110	6.47±1.12	6.37±1.16	6.37±1.30	6.58±1.35	6.16±1.86
5	1.5	100	5.63±0.96	5.74±1.10	6.32±1.29	6.63±1.30	6.16±1.74
6	0.09	100	4.37±1.74	4.58±1.64	4.42±1.35	5.58±1.43	4.58±1.77
7	2.91	100	6.37±1.34	6.21±1.27	6.42±1.30	6.21±1.51	6.11±1.63
8	1.5	85.86	5.95±1.31	5.89±1.15	6.37±1.21	6.11±1.20	6.26±1.63
9	1.5	114.14	5.63±1.01	5.84±1.07	6.21±1.32	6.74±1.19	6.32±1.80
10	1.5	100	5.84±1.17	5.74±0.99	6.37±1.30	6.21±1.03	5.89±2.11
11	1.5	100	5.89±1.15	6.00±1.20	6.16±1.17	6.84±1.12	6.37±1.67

Sample No.	Variables ¹⁾		Responses			
	X_1 (g)	X_2 (g)	Flavor	Hardness	Chewiness	Overall acceptability
1	0.5	90	5.42±0.90 ²⁾	5.42±1.02	5.53±1.07	5.37±0.96
2	0.5	110	5.53±0.70	5.21±1.32	5.63±1.21	5.47±0.84
3	2.5	90	6.47±1.17	5.68±1.06	5.89±1.29	6.32±1.38
4	2.5	110	6.42±1.30	5.79±1.51	5.84±1.54	6.42±1.50
5	1.5	100	6.21±1.18	5.32±1.42	6.05±1.22	6.26±1.19
6	0.09	100	5.26±1.28	5.11±1.41	5.68±1.34	5.26±1.33
7	2.91	100	6.21±1.44	5.53±1.17	5.63±1.21	6.11±1.37
8	1.5	85.86	6.05±1.22	5.74±1.59	5.84±1.34	6.32±1.06
9	1.5	114.14	6.21±1.18	5.68±1.57	6.16±1.30	6.53±1.07
10	1.5	100	6.11±1.29	5.53±1.35	6.16±1.38	6.05±1.13
11	1.5	100	6.32±0.95	5.89±1.10	6.26±1.05	6.32±0.89

¹⁾ X_1 : Lotus leaf powder, X_2 : White bean paste.

²⁾ mean±S.D..

Table 6. Analysis of predicted model equation for sensory evaluation of Yanggaeng prepared with different mixture ratio of lotus leaf powder and white bean paste

Responses	Model	R ²	F-value	p-value	Lack of fit	Polynomial equation ¹⁾
Color	Linear	0.8853	30.87*** ²⁾	0.0002	0.1546	$Y_7=5.56+0.82X_1-0.02X_2$
Appearance	Linear	0.8518	22.99***	0.0005	0.1769	$Y_8=5.61+0.72X_1+0.04X_2$
Lotus leaf aroma	Quadratic	0.9850	65.69***	0.0001	0.4829	$Y_9=6.28+0.64X_1-0.07X_2-0.05X_1X_2-0.41X_1^2+0.02X_2^2$
Sweetness	Quadratic	0.7462	2.94	0.1308	0.6017	$Y_{10}=6.56+0.29X_1+0.07X_2+0.09X_1X_2-0.32X_1^2-0.05X_2^2$
Bitterness	Quadratic	0.9474	18.02**	0.0033	0.8129	$Y_{11}=6.14+0.49X_1-0.04X_2+0.07X_1X_2-0.42X_1^2+0.06X_2^2$
Flavor	Quadratic	0.9591	22.44**	0.0018	0.4251	$Y_{12}=6.21+0.41X_1+0.03X_2-0.04X_1X_2-0.23X_1^2-0.03X_2^2$
Hardness	Quadratic	0.7197	2.57	0.1619	0.9905	$Y_{13}=5.58+0.18X_1-0.02X_2+0.08X_1X_2-0.13X_1^2+0.07X_2^2$
Chewiness	Quadratic	0.8137	4.37	0.0658	0.2720	$Y_{14}=6.16+0.06X_1+0.06X_2-0.04X_1X_2-0.28X_1^2-0.11X_2^2$
Overall acceptability	Quadratic	0.9253	12.39**	0.0076	0.3659	$Y_{15}=6.21+0.39X_1+0.06X_2-6.09X_1X_2-0.30X_1^2-0.07X_2^2$

¹⁾ X₁: Lotus leaf powder, X₂: White bean paste.

²⁾ * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

경향을 보였으며, 백앙금(X₂)보다 연잎분말(X₁)이 색에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이것은 연잎분말 첨가 때 작과와 유사한 경향을 보였다(Park BH 등 2014).

2) 외관

연잎분말 첨가 양갱의 외관에 대한 기호도는 4.47~6.37점의 범위로 최소값은 Sample 1(X₁: 0.5 g, X₂: 90 g), 최대값은 Sample 4(X₁: 2.5 g, X₂: 110 g)에서 나타났다. 연잎분말(X₁)과 백앙금(X₂)이 외관(Y₈)에 대한 기호도에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 각각 작용하는 Linear Model이 선정되었다. R²값은 0.8518로 높은 설명력을 보였으며, p-value는 0.0005로 유의적인 결과를 나타내었고, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과, p-value가 0.1769로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 외관(Y₈)에 대한 기호도는 연잎분말(X₁) 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하는 경향을 보였으며, 백앙금(X₂)보다 연잎분말(X₁)이 외관에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 본 연구에서는 색과 외관의 결과가 유사한 경향을 보였으며, 이는 색이 외관 평가에 영향을 준 것으로 판단된다.

3) 연잎향

연잎분말 첨가 양갱의 연잎향에 대한 기호도는 4.42~6.63점이며, 최소값은 Sample 6(X₁: 0.09 g, X₂: 100 g), 최대값은 Sample 3(X₁: 2.5 g, X₂: 90 g)에서 나타났다. 연잎분말(X₁)과 백앙금(X₂)이 연잎향(Y₉)에 대한 기호도에 미치는 영향을 살펴 보기 위한 회귀분석 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었다. R²값은 0.9850으로 높은 설명력을 보

였으며, p-value는 0.0001로 유의적인 결과를 나타내었고, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과, p-value가 0.4829로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 연잎향(Y₉)에 대한 기호도는 연잎분말(X₁) 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하다 최고점 이후 감소하는 곡선의 형태를 보였으며, 백앙금(X₂)보다 연잎분말(X₁)이 연잎향에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

4) 단맛

연잎분말 첨가 양갱의 단맛에 대한 기호도는 5.58~6.84점이며, 최소값은 Sample 6(X₁: 0.09 g, X₂: 100 g), 최대값은 Sample 11(X₁: 1.5 g, X₂: 100 g)에서 나타났다. 연잎분말(X₁)과 백앙금(X₂)이 단맛(Y₁₀)에 대한 기호도에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었으나 R²값은 0.7462이며, p-value는 0.1308로 유의적이지 않았다. 반응표면상태 결과, 단맛(Y₁₀)에 대한 기호도는 연잎분말(X₁) 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하다 최고점 이후 완만하게 감소하는 곡선의 형태를 보였으며, 백앙금(X₂)보다 연잎분말(X₁)이 단맛에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이 같은 결과는 파파야분말 첨가 양갱의 관능평가(Kim YJ 등 2015)에서 일정 수준 이상의 분말을 첨가하면 오히려 단맛의 기호도를 감소시킨다고 보고하였는데, 본 연구에서도 동일한 결과를 보였다.

5) 씹쓸한 맛

연잎분말 첨가 양갱의 씹쓸한 맛에 대한 기호도는 4.58~6.37점이며, 최소값은 Sample 6(X₁: 0.09 g, X₂: 100 g), 최대값

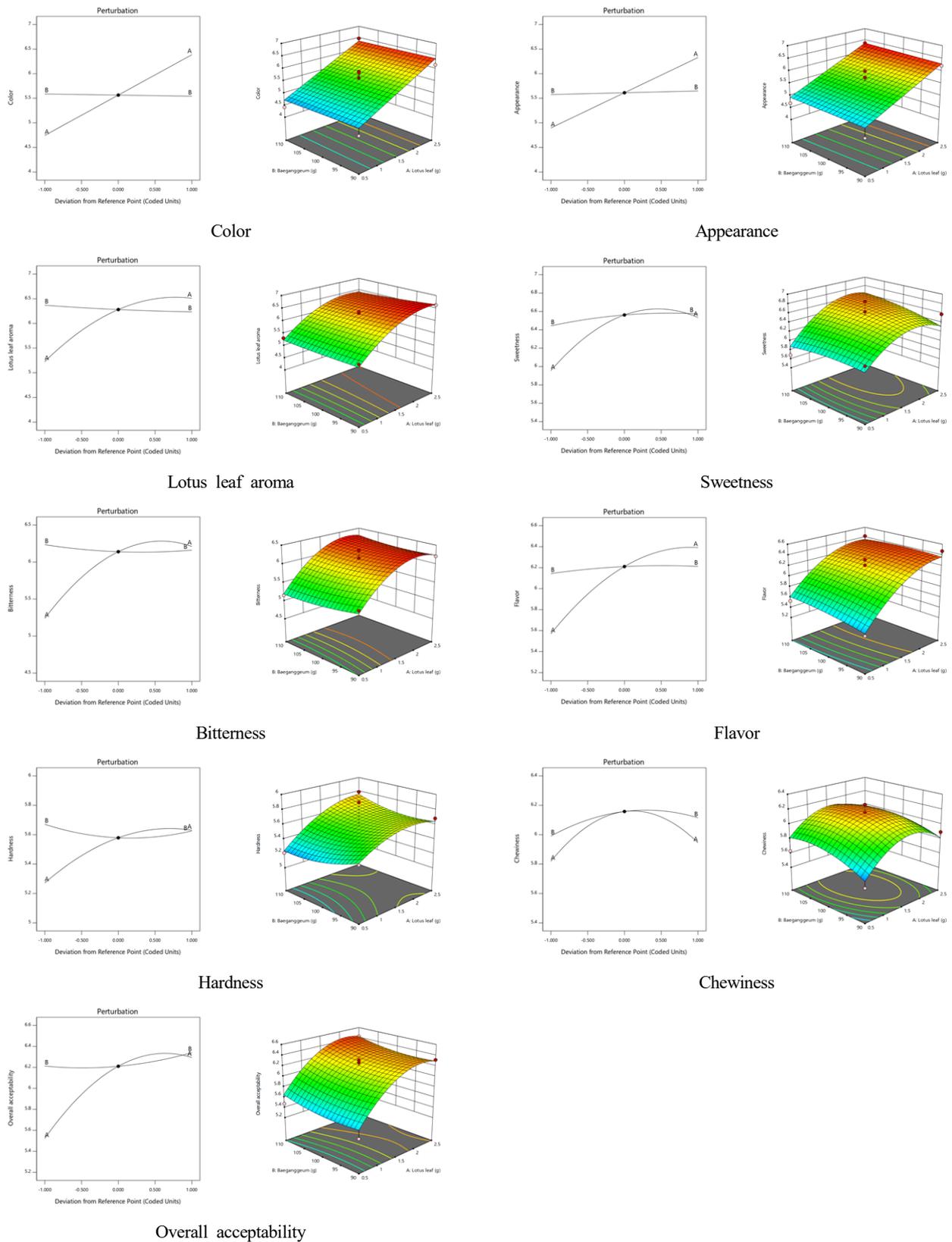


Fig. 2. Perturbation plot and response surface plot for sensory evaluation of *Yanggaeng* prepared with different mixture ratio of lotus leaf powder (A) and white bean paste (B).

은 Sample 11(X_1 : 1.5 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다. 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)이 씹쓸한 맛(Y_{11})에 대한 기호도에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었다. R^2 값은 0.9474로 높은 설명력을 보였으며, p -value는 0.0033으로 유의적인 결과를 나타내었고, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과는 p -value가 0.8129로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 씹쓸한 맛(Y_{11})에 대한 기호도는 연잎분말(X_1) 첨가량이 증가할수록 증가하다 최고점 이후 완만하게 감소하는 곡선의 형태이며, 백앙금(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 씹쓸한 맛에 미치는 영향이 더 큰 것으로 보인다.

6) 향미

연잎분말 첨가 양갱의 향미에 대한 기호도는 5.26~6.47점의 범위이며, 최소값은 Sample 6(X_1 : 0.09 g, X_2 : 100 g), 최대값은 Sample 3(X_1 : 2.5 g, X_2 : 90 g)에서 나타났다. 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)이 향미(Y_{12})에 대한 기호도에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었다. R^2 값은 0.9591로 높은 설명력을 보였으며, p -value는 0.0018로 유의적인 결과를 나타내었고, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과, p -value가 0.4251로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 향미(Y_{12})에 대한 기호도는 연잎분말(X_1) 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하다 일정 수준 이상에서 완만하게 증가하는 곡선의 형태를 보였으며, 백앙금(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 향미에 미치는 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

7) 단단함

연잎분말 첨가 양갱의 단단함에 대한 기호도는 5.11~5.89점의 범위이며, 최소값은 Sample 6(X_1 : 0.09 g, X_2 : 100 g), 최대값은 Sample 11(X_1 : 1.5 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다. 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)이 단단함(Y_{13})에 대한 기호도에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이었으나 R^2 값은 0.7197이며, p -value는 0.1619로 유의적이지 않았다. 반응표면상태 결과, 단단함(Y_{13})에 대한 기호도는 연잎분말(X_1)의 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하다 최고점 이후 완만하게 감소하는 곡선의 형태를 보였으며, 백앙금(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 단단함에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

8) 씹힘성

연잎분말 첨가 양갱의 씹힘성에 대한 기호도는 5.53~6.26점의 범위이며, 최소값은 Sample 1(X_1 : 0.5 g, X_2 : 90 g), 최대

값은 Sample 11(X_1 : 1.5 g, X_2 : 100 g)에서 나타났다. 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)이 씹힘성(Y_{14})의 기호도에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었으나 R^2 값은 0.8137, p -value는 0.0658로 유의적이지 않았다. 반응표면상태 결과, 씹힘성(Y_{14})에 대한 기호도는 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)의 첨가량이 증가할수록 증가하다 일정 수준 이상에서 감소하는 곡선의 형태를 보였으며, 백앙금(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 씹힘성에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이것은 녹차분말 첨가 양갱의 결과(Choi EJ 등 2010)에서와 같이 첨가된 분말이 양갱의 씹힘성에 영향을 미치는 것으로 보인다.

9) 전반적 기호도

연잎분말 첨가 양갱의 전반적 기호도는 5.26~6.53점의 범위로 나타났으며, 최소값은 Sample 6(X_1 : 0.09 g, X_2 : 100 g), 최대값은 Sample 9(X_1 : 1.5 g, X_2 : 114.14 g)에서 나타났다. 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)이 전반적 기호도(Y_{15})에 미치는 영향을 회귀분석한 결과, 독립변수가 교호작용하는 Quadratic Model이 선정되었다. R^2 값은 0.9253으로 높은 설명력을 보였으며, p -value는 0.0076으로 유의적인 결과를 나타내었고, 적합결여검정(Lack of fit test) 결과, p -value가 0.3659로 모델의 적합성이 인정되었다. 반응표면상태 결과, 전반적 기호도(Y_{15})는 연잎분말(X_1)의 첨가량이 증가할수록 급격하게 증가하다 최고점 이후 완만하게 감소하는 곡선의 형태를 보였으며, 백앙금(X_2)보다 연잎분말(X_1)이 전반적 기호도에 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 Kim YJ 등 (2015)의 파파야분말 첨가 양갱의 결과와 동일한 결과이었다.

3. 연잎분말 첨가 양갱 제조의 최적화

연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)의 최적 배합 비율을 구하고자 Canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 그 첨가량을 선정하였다. Canonical 모형의 수치적 최적화는 목표 범위를 독립변수인 연잎분말(X_1 : 0.5~2.5 g)과 백앙금(X_2 : 90~110 g)은 실험 범위 내로, 종속변수인 관능평가 항목 중 회귀방정식이 유의적으로 나타난 항목의 점수를 최대(maximum)로 설정하여(Table 7) 가장 높은 적합도(desirability; D)를 나타내는 최적점을 채택하였다(Fig. 3). 이때 예측된 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)의 최적 첨가량은 각각 2.47 g, 101.66 g이었다. 모형적 최적화는 종속변수의 범위를 설정하여 그래프가 중첩되는 범위(overlay plot) 안에서 최적점을 나타내었으며 최적점에서의 예측되는 모든 종속변수의 결과값을 나타내었다(Fig. 4).

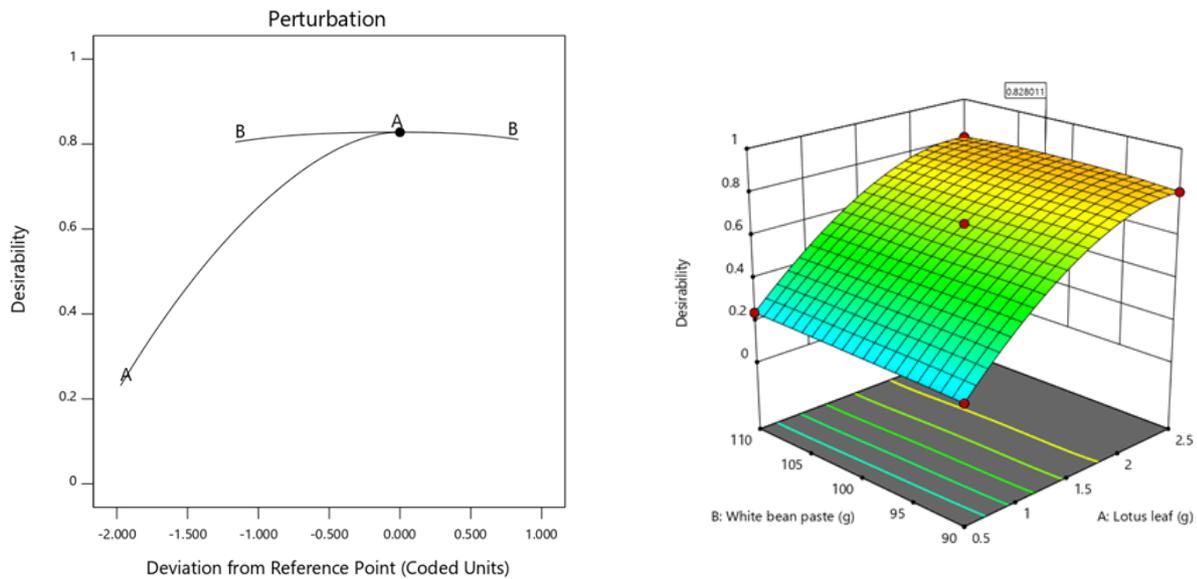


Fig. 3. Perturbation plot and response surface plot for the optimization mixture of Yanggaeng added with lotus leaf powder (A) and white bean paste (B).

Table 7. Optimum constraint values using two numerical methods in the object goal

Constrains name		Goal	Numerical optimization (g)
Independent variables	X ₁	In range	2.47
	X ₂	In range	101.66
Responses	Y ₇	Maximize	6.36
	Y ₈	Maximize	6.31
	Y ₉	Maximize	6.50
	Y ₁₁	Maximize	6.23
	Y ₁₂	Maximize	6.39
	Y ₁₅	Maximize	6.31

X₁: Lotus leaf powder, X₂: White bean paste, Y₇: Color, Y₈: Appearance, Y₉: Lotus leaf aroma, Y₁₁: Bitterness, Y₁₂: Flavor, Y₁₅: Overall acceptability.

요약 및 결론

본 연구의 목적은 반응표면분석법(Response Surface Method)을 이용해 연잎분말과 백앙금의 최적 배합비를 산출함으로써 소비자의 관능적 기호도를 충족시키는 양갱을 개발하고자 하였다. 이를 위해 반응표면분석법의 중심합성계획법에 따라 실험을 설계하였으며, 독립변수는 연잎분말(X₁)과 백앙금(X₂)으로 설정하였고, 종속변수는 품질 특성[수분(Y₁),

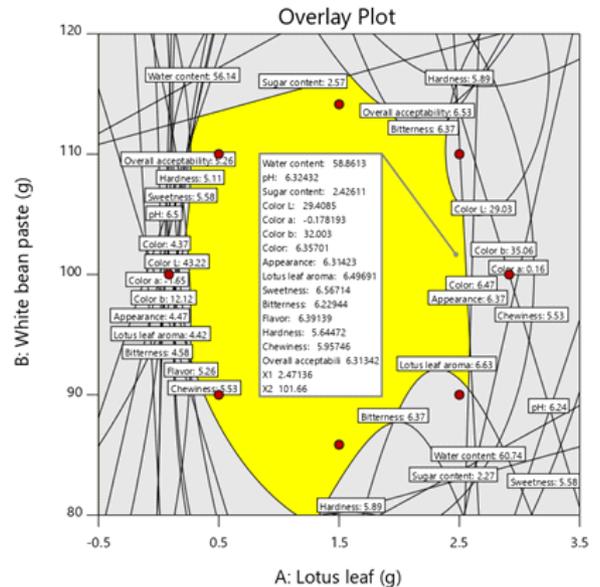


Fig. 4. Overlay plot for the optimization mixture of Yanggaeng added with lotus leaf powder (A) and white bean paste (B).

pH(Y₂), 당도(Y₃), 명도(Y₄), 적색도(Y₅), 황색도(Y₆)와 관능 평가[색(Y₇), 외관(Y₈), 연잎향(Y₉), 단맛(Y₁₀), 씹쓸한 맛(Y₁₁), 향미(Y₁₂), 단단함(Y₁₃), 씹힘성(Y₁₄), 전반적 기호도(Y₁₅)]로 설정하였다. 최적 배합비를 구하고자 Canonical 모형의 수치적 최적화(numerical optimization)와 모형적 최적화(graphical optimization)를 통해 소비자의 제품 선택 및 섭취

에 큰 영향을 미치는 관능평가 점수의 목표점을 최대 (maximum)로 설정하여 산출된 연잎분말(X_1)과 백앙금(X_2)의 최적 첨가량은 각각 2.47 g, 101.66 g이었다. 최적 첨가량으로 양갱 제조 시 예측되는 품질 특성의 값은 수분(Y_1) 58.86%, pH(Y_2) 6.32, 당도(Y_3) 2.43 °Brix, 명도(Y_4) 29.41, 적색도(Y_5) -0.18, 황색도(Y_6) 32.00이며, 관능평가 점수는 색(Y_7) 6.36점, 외관(Y_8) 6.31점, 연잎향(Y_9) 6.50점, 단맛(Y_{10}) 6.57점, 씹쓸한 맛(Y_{11}) 6.23점, 향미(Y_{12}) 6.40점, 단단함(Y_{13}) 5.64점, 씹힘성(Y_{14}) 5.96점, 전반적 기호도(Y_{15}) 6.31점으로 우수한 점수를 나타냈다. 본 연구결과는 기능성 재료인 연잎분말을 첨가한 양갱의 개발을 통하여 우리나라 전통 한과의 발전에 기여할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연잎분말과 백앙금 첨가 양갱의 RSM 연구에 도움을 주신 전북대학교 식품공학과 정용섭 명예교수님께 감사드립니다.

REFERENCES

- AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. pp 125-132.
- Choi EJ, Kim SI, Kim SH (2010) Quality characteristics of *Yanggaeng* by the addition of green tea powder. J East Asian Soc Diet Life 20(3): 415-422.
- Choi SH (2015) Quality characteristics of *Yanggaeng* added with acaiberry (*Euterpe oleracea* Mart.) powder. Korean J Culinary Res 21(6): 133-146.
- Fang XL, Kim AJ, Rho JO (2018) Quality characteristics of *Yanggaeng* prepared with *Osmanthus fragrans* powder. J East Asian Soc Diet Life 28(2): 166-177.
- Han EJ, Kim JM (2011) Quality characteristics of *Yanggaeng* prepared with different amounts of ginger powder. J East Asian Soc Diet Life 21(3): 360-366.
- Han JM, Chung HJ (2013) Quality characteristics of *Yanggaeng* added with blueberry powder. Korean J Food Preserv 20(2): 265-271.
- Jhee OH (2016) Quality characteristics of the *Yanggaeng* made by chestnut powder. Culin Sci Hosp Res 22(8): 182-191.
- Kim DC, Kim DW, In MJ (2006) Preparation of lotus tea and its quality characteristics. J Korean Soc Appl Biol Chem 49(2): 163-164.
- Kim DS, Choi SH, Kim HR (2014) Quality characteristics of *Yanggaeng* added with *Curcuma longa* L. powder. Korean J Culin Res 20(2): 27-37.
- Kim HI, Ko YJ, Choi ID, Kim YG, Jeong CH, Ryu CH, Shim KH (2014) Quality characteristics of domestic wheat white bread added with lotus leaf and lotus powder. J Agric Life Sci 48(6): 365-373.
- Kim HS, Lee CH, Oh JW, Lee JH, Lee SK (2011) Quality characteristics of sponge cake with added lotus leaf and lotus root powders. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(9): 1285-1291.
- Kim KS, Shin MK, Kim HY (2008) Nutritional composition and antioxidant activity of the white lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) leaf. J East Asian Soc Diet Life 18(4): 499-506.
- Kim SB, Rho SB, Rhyu DY, Kim DW (2005) Effect of *Nelumbo nucifera* leaves on hyperlipidemic and atherosclerotic bio FIB hamster. Korean J Pharmacogn 36(3): 229-234.
- Kim YJ, Kim MH, Lee SG (2015) Optimization of *Yanggaeng* processing prepared with papaya leaf powder. J Foodservice Mgt 18(5): 35-57.
- Ko BS, Jun DW, Jang JS, Kim JH, Park SM (2006) Effect of *Sasa borealis* and white lotus roots and leaves on insulin action and secretion *in vitro*. Korean J Food Sci Technol 38(1):114-120.
- Kohmoto T, Fukui F, Takaku H, Mitsuoka T, Arai M, Mitsuoka T (1988) Effect of isomalto-oligosaccharides on human fecal flora. Bifidobacteria and Microflora 7(2): 61-69.
- Lee JA (2017) Quality characteristics of *Yanggaeng* added with *Chrysanthemum zawadskii* powder. Culin Sci Hosp Res 23(2): 117-125.
- Lee KS, Choi YM, Noh DO, Suh HJ (2005) Antioxidant effect of Korean traditional lotus liquor (*Yunyupju*). Int J Food Sci Technol 40(7): 709-715.
- Lee KS, Kim MG, Lee KY (2006a) Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(2): 182-186.
- Lee KS, Kwon YJ, Lee KY (2008) Analysis of chemical composition, vitamin, mineral and antioxidative effect of the lotus leaf. J Korean Soc Food Sci Nutr 37(12): 1622-1626.

- Lee KS, Oh CS, Lee KY (2006b) Antimicrobial effect of the fractions extracted from a lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(2): 219-223.
- Lee NG (2017) A study on the quality and antioxidant activities of *Yanggaeng* added barley sprout powder. J Foodservice Mgt 20(40): 25-41.
- Oh KC (2015) Quality characteristics of dropwort powder added *Yanggaeng*. Korean J Culin Res 21(6): 291-302.
- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD (2009a) Quality characteristics of *Jook* prepared with lotus leaf powder. J Korean Food Cookery Sci 25(1): 55-61.
- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD, Koh KM (2009b) Quality characteristics of soybean curd prepared with lotus leaf powder. Korean J Food Cult 24(3): 315-320.
- Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS (2010) Quality characteristics of dried noodle added with lotus leaf powder. Korean J Food Cult 25(2): 225-231.
- Park BH, Park MY, Cho HS (2014) Quality characteristics of *Maejakgwa* with added *Nelumbo nucifera* leaf powder. Korean J Food Preserv 21(3): 328-333.
- Park JH, Kim EM (2013) Quality characteristics of dumpling shell added with white lotus leaf powder. Korean J Culinary Res 19(2): 1-10.
- Park LY, Woo DI, Lee SW, Kang HM, Lee SH (2014) Quality characteristics of *Yanggaeng* added with different forms and concentrations of fresh paprika. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(5): 729-734.
- Roberfroid M, Gibson GR, Delzenne N (1993) The biochemistry of oligofructose, a nondigestible fiber: An approach to calculate its caloric value. Nutr Rev 51(5): 137-146.
- Seo EJ, Rho JO (2015) Quality characteristics and descriptive analysis of *Yanggaeng* added with *Lycii fructus* extract. Korean J Hum Ecol 24(5): 725-739.
- Shin MK, Han SH (2006) Effect of lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf powder on lipid concentrations in rats fed high fat diet rats. Korean J Food Cult 16(2): 202-208.
- Tomomatsu H (1994) Health effects of oligosaccharides. Food Technol 48(10): 61-65.
- Yoon SJ (2007) Quality characteristics of *Sulgitteok* added with lotus leaf powder. J Korean Food Cookery Sci 23(4): 433-442.

Date Received	Sep. 23, 2019
Date Revised	Oct. 16, 2019
Date Accepted	Oct. 16, 2019