

반응표면분석법을 이용한 호박분말 첨가 즉석 호박죽의 최적화

신동선 · 박보람[†] · 유선미 · 황영

국립농업과학원 농식품자원부

The Optimization of Instant Pumpkin Gruel with Pumpkin Powder using Response Surface Methodology

Dong-Sun Shin, Bo-ram Park, Yoo Seon-Mi and Young Hwang

Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration.

Abstract

This study was conducted to develop the optimum mixing rates of a functional instant pumpkin gruel including pumpkin powder and to have the high preference to all age groups. The produced of this study were to optimum the composite recipe by making instant pumpkin gruel, respectively, with the different 16 experimental point with 3 replicates of the weight of pumpkin powder (X_1), roasted soybean flour (X_2) and gelatinized rice flour (X_3), and by quantities of the using response surface methodology(RSM). The color, pH, viscosity, and sensory characteristics(appearance, color, flavor, taste, viscosity, overall acceptability) were dependent parameters. The color of instant pumpkin gruel L value decreased with increasing amounts of pumpkin powder and a value and b value increased, pH and viscosity increased with increasing amounts of pumpkin powder and roasted soybean powder. The optimal mixing percentage of pumpkin powder, roasted soybean flour and gelatinized rice flour were 5.25 g, 3.00 g and 4.50 g for overall quality of 5.72 g, 4.30 g and 3.00 g for maximum score of overall organoleptic quality, respectively

Key words : pumpkin, instant gruel, response surface methodology

1. 서 론

호박(*Cucurbita* spp.)은 박과에 속하는 일년생 덩굴식물로서 열대 아메리카가 원산지이며 동양계 호박인 늙은 호박(*Cucurbita moschata* Duch.)과 서양계 호박인 단호박(*Cucurbita maxima* Duch.)이 있다. 늙은 호박에는 생체조절 기능이 우수하여 한방에서는 위장이 약한 사람이나 회복기 환자, 산후 부종제거 등에 좋은 것으로 알려져 있어 건강식품으로 많이 이용되어 왔다(Kim SR 등 2005). 호박의 베타카로틴은 비타민 A의 전구물질로 항비만(Do GP 등 2012), 항암(Choi CB 등 1998) 및 항산화 효과(Kim SR 등 2005) 등의 약리 기능을 갖

는다고 알려 지면서 소비자의 관심이 고조되고 있으며 비타민류, 무기성분, 식이섬유, 펙틴, 아미노산, 불포화지방산 등이 영양성분이 함유되어 있어서 기능성 식품소재로도 그 가치가 인정되고 있다(Heo SJ 등 1998).

호박에 관한 연구로는 호박의 건조 중의 카로티노이드 유지를 위한 식용코팅 기술(Lagovanzela ES 등 2013), 호박씨 및 호박씨유의 항산화(Marianna N 등 2009, Salgin U와 Korkmaz H 2011), 미생물을 이용한 호박의 펙틴 추출방법(Ptichkina NM 등 2008), 호박 퓨레의 색 안정성(Gliemmo MF 등 2009, Goncalves EM 등 2007), 호박분말을 이용한 연구(Mohamed M 등 2011)등의 국외 연구가 보고 되고 있다. 국내의 호박에 관한 연구로는 호박 과피에서 추출한 펙틴특성(Lee YM 등 2012), 영양성분 및 항산화성(Kim SR 등 2005), 생육 및 재배 방법(Seong KC 등 2004, Seong KC 등 2006), 저장성 향상(Lee YR 등 2008) 등이 있으며, 대부분이 호박을 부재료로 첨가하는 연구로 스프(Kim DS 2012), 쿠키(Park ID 2012), 호상 요구르트(Jung HA 등 2011), 식혜(An YH 등 2011), 스폰지 케이크(Lee MH 등 2010), 스톱(Han CW 등 2008), 머핀(Lee

[†]Corresponding author: Bo ram Park, Department of Agrofood Resources, Rural Development Administration, 160, Nokjiro, Gwonseon-gu, Suwon, Gyeonggi-do, 441-853, Republic Korea.
Tel: +82-31-299-0462
Fax: +82-31-299-0454
E-mail: bboram27@korea.kr

SM과 Joo NM 2007), 식빵(Bae JH 등 2006)등의 다양한 가공 식품에 첨가한 연구들이 보고되었다.

또한, 호박은 수확 후 당도가 높아 저장성이 매우 약하고 유통기간 중 제품의 품질저하가 초래되어 장기 저장하는 방법과 가공이용에 대한 연구가 요구되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 호박 종류별 다양한 가공방법이 시도되고 있는데, 숙과형 호박은 호박즙으로 이용되며 단호박은 분말화 및 페이스트 형태로 가공이 이루어지고 있으나(Mohamed M 등 2011), 실질적인 기술정보 부족으로 인하여 상품 활용이 저조한 실정이다.

죽은 곡물에 물을 붓고 오래 끓여 녹말이 완전 호화상태가 되도록 만든 유동식 음식으로 대용주식, 노인식, 환자식, 이유식, 별미식, 구황식 등의 다양한 용도로 이용되어 왔다(June JH 1998). 현재까지 죽에 관한 연구로는 쌀당화액을 이용한 토마토죽(Kim JS 등 2011), 기능성이 첨가된 부재료를 이용한 죽류에 관한 연구(Lee YT과 Im JS 2012, Kim JS과 Kwak EJ 2011, Park BH 등 2009), 기호도 연구(June JH 등 1998), 즉석죽의 연구(Jung GT 등 2001) 등이 보고되었다. 최근 웰빙 열풍을 바탕으로 죽 시장은 즉석식, 간편식, 다이어트식, 건강식 등으로 지속적으로 성장 가능성이 높으나 제조업체가 많고 제품의 특징이 없으며, 켈 상태의 죽 제품이 판매되고 있지만 복원력이 우수하지 않고 첨가제를 포함한다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 호박분말에 부족한 영양을 보강한 호박 분말 프리믹스를 개발하여 간편하게 이용할 수 있는 즉석 호박죽의 개발이 필요하다(Kim AJ 등 2007).

따라서 본 연구에서는 농촌테마마을 등 호박이 주요 작물인 마을의 관광객의 체험상품 및 식품가공용 중간소재로 활용할 수 있는 방안으로 호박분말, 식물성 단백질인 대두분말, 양념채소 및 과일분말 등을 재료로 차별화하여 뜨거운 물을 부어 즉석에서 먹을 수 있는 영양식으로 간식은 물론 식사대용 등으로 활용할 수 있는 간편식 형태의 즉석 호박죽을 제조하기 위한 반응표면분석법의 최적조건을 찾고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 호박은 숙과형 맷돌호박으로 농촌진흥청 원예연구소에서 직접 재배한 것으로 중량이 $7,500 \pm 200$ g인 것을 제공받아 실험에 적용하였다. 호박분말의 제조는 호박을 깨끗하게 세척하여 껍질과 씨를 제거하고 다용도혼합형야채절단기(HMV-200SP, HWA JIN PRECISION Co., LTD, Korea)를 이용하여 4.5×4.5 cm의 크기로 절단한 후 30초 동안 증숙 처리하였다. 이를 상온($22 \pm 1^\circ\text{C}$)에서 20분 동안 냉각한 다음 식품건조기(LD-918B, L' EQUIP, Korea)를 이용하여 50°C 에서 30시간 동안 열풍 건조한 다음 마쇄하여 40 mesh의 체를 통과 시켜 호박분말을 얻었다. 본 실험의 호박죽은 끓이거나 데우기 등의 조리를 하는 것이 아니라 뜨거운 물을 부어 바로 먹는 선식 또는 차 형태의 죽으로 재료는 호화 또는 알파

화 재료를 사용하였다. 죽을 차별화하기 위하여 증숙 처리하여 분말화한 호박분말 이외에 곡류, 채소 및 과일분말을 사용하였다. 곡류로는 알파미분((주)현진그린밀, 국산), 볶은 대두분말((주)썬푸드, 국산), L-라이신((주)현진그린밀, 국산)을 사용하여 식물성 단백질을 보충하고자하였으며, 채소로는 당근분말((주)이슬나라, 국산), 과일로는 사과분말(가루나라, 국산), 바나나분말(가루나라, 필리핀산)을 인터넷에서 구입하였으며, 맛의 기호를 높이기 위하여 탈지분유(서울우유, 국산)를 농협 하나로 마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 실험설계

호박분말을 이용한 즉석 호박죽의 실험설계는 반응표면설계법(RSM: response surface methodology)을 이용하여 중심합성계획법(CCD: central composite design)으로 설계하였다. 독립변수(independent variables)는 호박분말(X_1), 볶은 대두분말(X_2), 알파미분(X_3)을 3개의 요인으로 하고 종속변수(response variables)는 색도(L값, a값, b값), pH, 점도, 관능적 특성(외관, 색, 향, 맛, 점도, 전반적 기호도)으로 하였다. 여러 번의 예비실험을 통하여 각 요인에 대한 최소 및 최대의 범위를 각각 호박분말은 3.00-7.50 g, 볶은 대두분말은 1.50-4.50 g, 알파미분은 3.00-6.00 g으로 결정하였으며 -1, 0, 1의 3단계로 부호화하여 구간을 설정하였다(Table 1).

Table 1. Variations and the levels for central composite design of instant pumpkin gruel (Unit: g)

Variables	Symbol	Coded-Variables		
		-1	0	1
Pumpkin powder	X_1	3.00	5.25	7.50
Roasted soybean flour	X_2	1.50	3.00	4.50
Gelatinized rice flour	X_3	3.00	4.50	6.00

3. 호박분말을 이용한 즉석 호박죽의 제조

호박분말을 이용한 즉석 호박죽의 재료 배합비율은 Table 2에서 보는 바와 같다. 즉석 호박죽의 제조는 Kim DS(2012)의 선행연구와 일반적인 즉석 호박죽 제조방법을 참고로 예비실험을 통하여 제조하였다. 즉, 각각의 한계 구간의 재료 배합비율별로 호박분말은 3.00-7.50 g, 볶은 대두분말은 1.50-4.50 g, 알파미분은 3.00-6.00 g으로 하였으며, 이외의 바나나분말은 0.45 g, 당근분말은 0.45 g, 사과분말은 0.45 g, 탈지분유는 1.50 g, L-라이신은 0.15 g의 동일한 양으로 배합비율을 표준화하여 제조하였다. 각각의 시료들을 모두 혼합하여 투명 플라스틱컵에 넣은 다음 $97 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 물을 80 mL 첨가하여 잘 풀어서 호박죽을 제조하였다.

Table 2. Normal composition and increment of instant pumpkin gruel formula (Unit: g)

Ingredient	Weight
Pumpkin powder	3.00-7.50
Roasted soybean flour	1.50-4.50
Gelatinized rice flour	3.00-6.00
Banana flour	0.45
Carrot flour	0.45
Apple flour	0.45
Powdered milk	1.50
L-lysine	0.15
Water	80.00

4. 색도 측정

호박분말을 이용한 즉석 호박죽의 각 시료별 색도는 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, New Windsor, NY, USA)를 이용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 5회 반복 측정 후 평균값과 표준편차를 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판(standard plate)의 L=98.16, a=-0.01, b=0.12로 보정한 후 사용하였다.

5. pH 측정

호박분말을 이용한 즉석 호박죽의 각 시료별 pH는 pH meter(Orion 4 Star, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)를 이용하여 3회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다(AOAC 1990).

6. 점도 측정

호박분말을 이용한 즉석 호박죽의 각 시료별 점도는 점도계(RVT DV-II, Brookfield Co., Middletown, MA, USA)를 이용하여 Spindle No. 4를 사용하여 30 rpm으로 온도 23 °C에서의 점도를 cp(centipoise) 단위로 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차를 구하였다(Park SY 등 2010).

7. 관능적 특성

호박분말을 이용한 즉석 호박죽의 관능적 특성을 알아보기 위해 농식품자원부 연구원 16명을 패널로 선정하여 실험의 목적, 관능적 특성 및 검사방법 등을 충분히 설명한 후 관능검사를 실시하였다. 16명의 패널요원이 16가지 시료 중에서 6가지의 시료를 평가하도록 하였으며 각 처리는 6번 반복하여 평가하였다. 평가방법은 외관(appearance), 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 점도(Viscosity), 전반적 기호도(overall quality)에 대해 9점 기호도법(1점: '대단히 나쁘다', 5점: '보통이다', 9점: '대단히 좋다')으로 평가하도록 하였다. 각 시료는 투명 플라스틱 용기(지름 5 cm, 높이 5cm)에 담아 온도를 23 °C로 일정하게 유지되도록 항온수조에 보관하면서 시료로 제시하

였다. 전 시료가 다음 시료에 영향을 주지 않도록 각 시료 검사 전에는 반드시 입가심 물(40±2 °C)로 깨끗이 헹군 다음 평가하도록 하였다.

8. 통계처리

모든 자료에 대한 통계 분석은 package SAS(Statistical Analysis Program, version 9.2)을 이용하여 분석하였다. 호박분말(X_1), 볶은 대두분말(X_2), 알파미분(X_3)의 재료 배합성분을 각각 독립변수로 하여 색도, pH, 점도, 관능적 특성을 종속변수로 설정하였다. 반응변수와의 관계를 2차 다항 회귀식으로 구하였으며 1차 선형 효과와 2차 곡선효과, 인자간의 교호작용 등을 살펴보았다. 회귀식을 이용하여 독립변수에 대한 종속변수의 반응 표면상태를 3차원 그래프와 등고선 분석을 실시하였으며 회귀분석을 실시한 결과 정상점이 안장점일 경우 능선분석을 행하여 최적점을 선정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 색도

호박분말을 이용한 각각의 배합비율로 제조된 즉석 호박죽의 색도를 측정 후 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 명도를 나타내는 L값의 경우 46.26-53.11의 범위로 나타났고 호박분말 3.00 g, 볶은 대두분말 3.00 g, 알파미분 6.00 g일 때 가장 높은 값을 나타내었으며 호박분말 7.50 g, 볶은 대두분말 4.50 g, 알파미분 3.00 g일 때 가장 낮은 값을 나타내었다. 호박분말의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다(p<0.001). 이는 단호박 가루 첨가량이 증가할수록 호상요구르트(Jung HA 등 2011)나 머핀(Lee SM과 Joo NM 2007)의 L값이 감소하여 어두운 색을 나타냈다는 결과와 높은 호박가루를 첨가한 호박편에서도 L값이 감소하였다는 결과 등의 유사한 경향을 보였다(Kyoung WJ 등 2009). L값에 대한 회귀곡선의 결정계수 R^2 값은 0.886으로 비교적 높은 신뢰도를 보였으며 p-value는 0.049(p<0.05)으로 유의적인 결과를 나타내었다(Table 4). L값에 대한 각 요인의 교호작용은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 호박분말의 함량이 증가할수록 낮아지는 것으로 나타났다.

적색도를 나타내는 a값은 15.30-24.83의 범위로 나타났으며 호박분말 7.50 g, 볶은 대두분말 3.00 g, 알파미분 3.00 g일 때 가장 높은 값을 나타내었으며 호박분말 3.00 g, 볶은 대두분말 3.00 g, 알파미분 6.00 g일 때 가장 낮은 값을 보였다(p<0.001). a값에 대한 회귀곡선의 R^2 값은 0.954로 회귀방정식에 대한 설명력이 높았으며 p-value는 0.007(p<0.01)로 유의적이었다(Table 4). 각 요인에 대한 교호작용에서 호박분말의 첨가량이 증가할수록 호박죽의 적색도가 높아지는 것으로 나타났다(Fig. 1).

황색도를 나타내는 b값은 51.50-79.41의 범위로 시료 간의 차이가 유의적으로 나타났으며(p<0.001) 호박분말을 이용한

Table 3. Effect of preparing condition of instant pumpkin gruel on color, pH and viscosity coded values of treatment conditions

Exp. No	Variable-levels ¹⁾			Response				
	X ₁	X ₂	X ₃	Color			pH	Viscosity (cP)
				L-value	a-value	b-value		
1	5.25(0)	3.00(-1)	4.50(1)	49.19±0.02 ²⁾	19.00±0.02 ⁱ	74.92±0.34 ^f	6.14±0.01 ^g	2346.67±745.09 ^d
2	7.50(0)	4.50(0)	4.50(0)	48.74±0.01 ^k	21.58±0.01 ^c	75.95±0.10 ^e	6.24±0.02 ^d	6180.00±30.00 ^a
3	7.50(-1)	3.00(1)	3.00(0)	46.54±0.04 ^m	24.83±0.01 ^a	78.59±0.05 ^b	6.35±0.01 ^c	1540.00±45.83 ^h
4	3.00(0)	4.50(0)	4.50(0)	52.14±0.04 ^c	16.28±0.01 ^m	52.46±0.13 ^m	6.15±0.01 ^g	130.00±0.00 ^m
5	7.50(0)	1.50(-1)	4.50(-1)	49.47±0.07 ^h	21.66±0.07 ^b	78.03±0.13 ^c	6.21±0.01 ^c	3196.67±15.28 ^b
6	5.25(0)	4.50(1)	6.00(-1)	51.26±0.02 ^e	18.81±0.02 ^j	68.94±0.08 ^j	6.46±0.02 ^a	2163.33±15.28 ^e
7	5.25(-1)	4.50(0)	3.00(1)	49.47±0.02 ^h	19.24±0.02 ^h	70.51±0.29 ⁱ	6.00±0.02 ^j	1703.33±20.82 ^g
8	3.00(0)	3.00(1)	3.00(1)	49.34±0.07 ^j	17.56±0.01 ^k	54.95±0.13 ^l	6.38±0.01 ^b	246.67±20.82 ^l
9	3.00(1)	3.00(0)	6.00(1)	53.11±0.05 ^a	15.30±0.05 ⁿ	51.50±0.10 ⁿ	6.37±0.01 ^b	135.00±5.00 ^m
10	5.25(1)	1.50(0)	6.00(-1)	50.09±0.04 ^f	19.48±0.02 ^f	74.24±0.04 ^g	6.21±0.01 ^c	1913.33±5.77 ^f
11	3.00(1)	1.50(1)	4.50(0)	52.29±0.01 ^b	16.39±0.07 ^l	55.90±0.22 ^k	6.18±0.01 ^f	710.00±10.00 ^k
12	5.25(-1)	1.50(0)	3.00(-1)	49.64±0.04 ^g	20.34±0.03 ^e	76.59±0.07 ^d	6.19±0.01 ^f	1070.00±10.00 ⁱ
13	7.50(0)	3.00(0)	6.00(0)	48.14±0.07 ^j	21.33±0.10 ^d	79.41±0.03 ^a	6.24±0.01 ^d	2656.67±136.50 ^c
14	5.25(1)	3.00(-1)	4.50(0)	49.54±0.03 ^h	19.39±0.03 ^g	74.04±0.42 ^g	6.09±0.01 ^h	1730.00±10.00 ^g
15	5.25(-1)	3.00(-1)	4.50(0)	51.40±0.04 ^d	19.29±0.04 ^h	73.08±0.08 ^h	6.08±0.01 ⁱ	916.67±15.28 ^j
16	7.50(-1)	4.50(0)	3.00(0)	46.26±0.05 ^m	21.61±0.07 ^b	76.01±0.07 ^d	6.16±0.03 ^g	2358.24±38.53 ^d
F-value				5306.14 ^{***}	10214.44 ^{***}	9014.49 ^{***}	509.126 ^{***}	4127.31 ^{***}

Values are mean ± SD (n=3)

¹⁾ X₁: Pumpkin powder (g), X₂: Soybean flour (g), X₃: Gelatinized rice flour (g)

²⁾ a-n Means with different superscripts within a column differ significantly (p<0.05).

***p<0.001

Table 4. Polynomial equations calculated by RSM program for color, pH and viscosity of instant pumpkin gruel by different preparing conditions

Response	Equation of on terms of pseudo component ¹⁾	R ²	p-value
L-value	$Y_L = 50.0422 - 1.7471X_1 + 0.0146X_2 + 0.9525X_3 - 0.1090X_1^2 + 0.7260X_2^2 - 0.6515X_3^2 - 0.1458X_1X_2 - 0.5400X_1X_3 + 0.3350X_2X_3$	0.886	0.049 [*]
Color a-value	$Y_a = 19.2256 + 2.9842X_1 - 0.2454X_2 - 0.8796X_3 + 0.0181X_1^2 - 0.2678X_2^2 + 0.5106X_3^2 + 0.0058X_1X_2 - 0.3092X_1X_3 + 0.1067X_2X_3$	0.954	0.007 ^{**}
Color b-value	$Y_b = 74.0100 + 12.1479X_1 - 2.1121X_2 - 0.8183X_3 - 7.4412X_1^2 - 0.9846X_2^2 - 0.4554X_3^2 + 0.3408X_1X_2 + 1.0683X_1X_3 + 0.1917X_2X_3$	0.993	0.000 ^{***}
pH	$Y_{pH} = 6.10333 - 0.00625X_1 + 0.00667X_2 + 0.04625X_3 + 0.10708X_1^2 - 0.01542X_2^2 + 0.12542X_3^2 + 0.01500X_1X_2 - 0.02417X_1X_3 + 0.11167X_2X_3$	0.740	0.319
Viscosity	$Y_{vis} = 1664.44 + 1543.96X_1 + 410.83X_2 + 288.54X_3 + 160.90X_1^2 + 728.82X_2^2 - 680.76X_3^2 + 890.83X_1X_2 + 307.08X_1X_3 - 95.83X_2X_3$	0.875	0.075

¹⁾ X₁: Pumpkin powder content, X₂: Soybean flour content, X₃: Gelatinized rice flour content

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

즉석 호박죽의 회귀곡선의 R² 값은 0.993로 회귀방정식에 대한 설명력이 매우 높았으며 p-value는 0.000(p<0.001)으로 유의수준을 나타내었다(Table 4). 각 요인의 교호작용에서는 호박분말과 볶은 대두분말이 3.00 g이고 알파미분이 6.00 g일 때 최소점을 나타내었다(Fig. 1).

호박죽의 색도 L, a 및 b값에 의한 중첩되는 최적화 값은 호박분말이 3.73 g, 볶은 대두분말이 1.50 g, 알파미분이 3.06 g으로 나타났다.

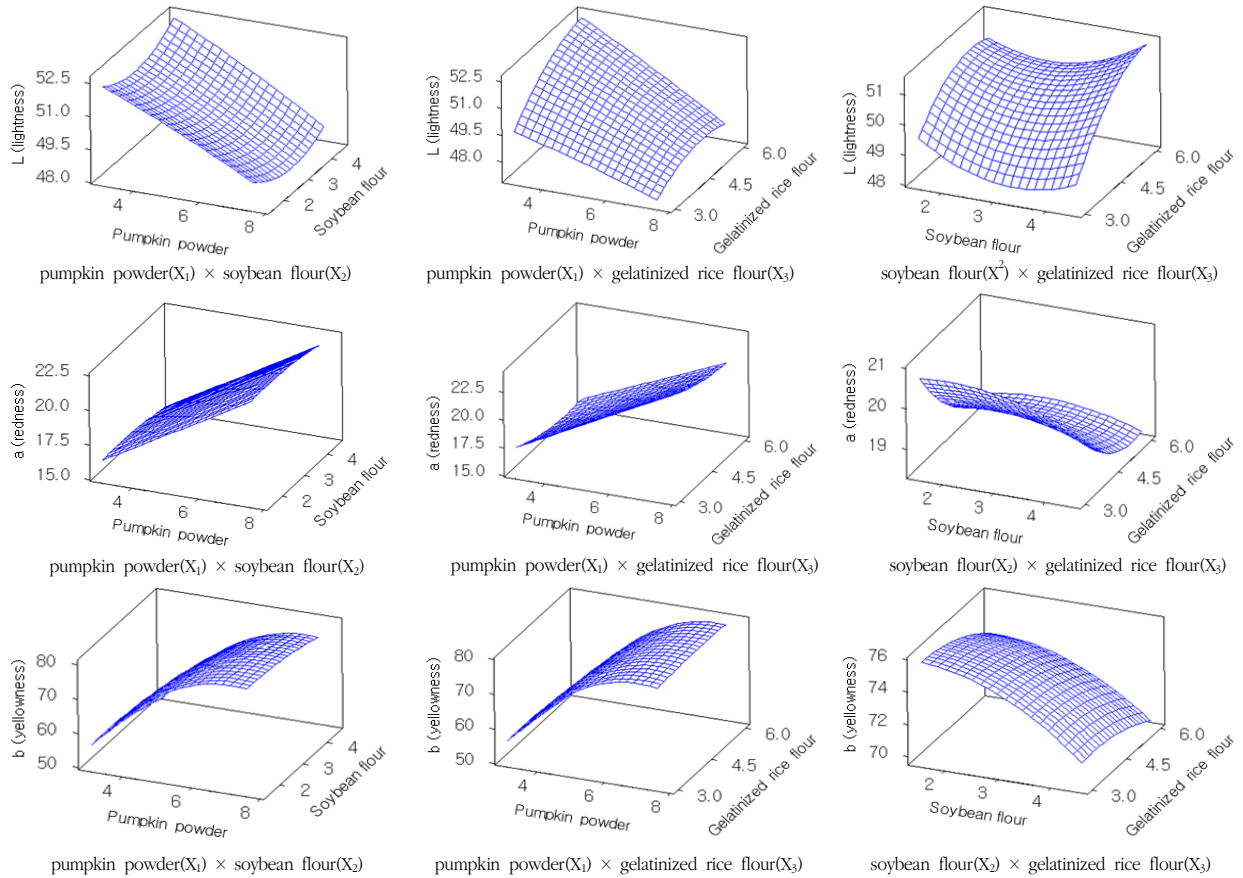


Fig. 1. Response surface for color value of instant pumpkin gruel.

2. pH

호박분말을 이용한 각각의 배합비율로 제조된 즉석 호박죽의 pH를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 호박분말 5.25 g, 붉은 대두분말 4.50 g, 알파미분 6.00 g일 때 가장 높게 나타내었으며(p<0.001) pH에 대한 회귀곡선의 R² 값은 0.740으로 신뢰도가 낮았으며 p-value가 0.319로 회귀방정식에 대한 설명이 유의하지 않은 것으로 나타났다(Table 4). 각 요인에 대한 교호작용의 삼차원 그래프의 최적화 값은 호박분말 5.25 g, 붉은 대두분말 2.69 g, 알파미분 6.00 g으로 나타났다. 이는 마 첨가 죽의 pH를 측정된 결과 첨가량이 증가할수록 감소하였다는 연구(Kim JS와 Kwak EJ 2011)와 Lee YT 등(2012)의 연구에서 모시죽의 pH는 가수량에 영향이 없는 것으로 보고하여 죽은 첨가하는 재료 및 양에 따라 pH가 다르게 나타나는 것으로 생각되었다.

3. 점도

호박분말을 이용한 각각의 배합비율로 제조된 즉석 호박죽의 점도는 호박분말이 7.50 g, 붉은 대두분말이 4.50 g, 알파미분이 4.50 g일 때 가장 높게 나타났으며 설정된 반응별 F-test를 통해 유의성을 검증한 결과는 Table 3에서 보는 바와

같다(p<0.001). 독립변수가 점도에 미치는 영향을 살펴보기 위한 회귀식은 Table 4에서 보는 바와 같이 회귀곡선의 R² 값은 0.875로 나타났고 p-value은 0.075로 회귀방정식에 대한 유의성이 인정되지 않았다. 반응표면분석에 의한 교호작용에서 삼차원 그래프의 최적화는 호박분말 7.50 g, 붉은 대두분말 3.14 g, 알파미분 4.52 g이었다. 본 연구에서는 호박분말의 함량이 증가할수록 유의적으로 점도가 높아지는 결과를 나타내었는데, 이는 Kim DS(2012)의 연구에서 호박 스프의 점도는 호박의 첨가량이 증가할수록 점도가 증가하였다는 것과 유사한 결과를 보였다.

4. 관능적 특성

호박분말을 이용한 즉석 호박죽의 관능검사 기호도를 평가한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. 호박분말, 붉은 대두분말, 알파미분의 3개 요인에 대한 이차회귀식에 의한 반응표면분석 결과 반응표면식과 회귀곡선의 R² 값과 p-value는 Table 6과 같다. 각 요인간의 교호작용을 나타내는 3차원 그래프는 관능검사 항목 중 유의성이 있는 색, 맛, 점도를 Fig. 4에 나타내었다.

외관의 관능검사 기호도 평가에서 호박분말이 7.50 g, 붉은

Table 5. Effect of preparing condition of instant pumpkin gruel on organoleptic properties coded values of treatment conditions

Exp. No	Variable-levels ¹⁾			Response					
	X ₁	X ₂	X ₃	Appearance	Color	Flavor	Taste	Viscosity	Overall quality
1	5,25(0)	3,00(-1)	4,50(1)	5,73±1,91 ^{abc2)}	6,20±1,47 ^{ab}	5,07±1,03	4,33±1,35 ^{bcd}	6,27±1,49 ^{ab}	4,67±1,29 ^{cdef}
2	7,50(0)	4,50(0)	4,50(0)	4,87±1,51 ^{cde}	5,20±1,47 ^{bcd}	4,87±1,46	4,27±1,33 ^{bcd}	4,73±1,53 ^{cde}	4,47±1,46 ^{def}
3	7,50(-1)	3,00(1)	3,00(0)	5,47±1,85 ^{abcd}	7,20±1,61 ^a	5,33±1,84	5,13±1,51 ^{abc}	4,00±1,60 ^{ef}	4,93±1,58 ^{bcd}
4	3,00(0)	4,50(0)	4,50(0)	4,13±1,92 ^{de}	4,00±1,41 ^{de}	5,13±1,25	4,00±1,41 ^{cd}	4,47±1,68 ^{de}	3,80±1,37 ^{fg}
5	7,50(0)	1,50(-1)	4,50(-1)	6,80±1,42 ^a	7,07±1,28 ^a	5,67±1,63	5,80±1,26 ^a	6,60±1,35 ^{ab}	6,53±1,25 ^a
6	5,25(0)	4,50(1)	6,00(-1)	6,47±1,64 ^{ab}	7,20±1,42 ^a	5,47±1,51	4,60±1,76 ^{abc}	5,87±1,25 ^{abc}	5,00±1,46 ^{bcd}
7	5,25(-1)	4,50(0)	3,00(1)	5,07±1,49 ^{bcd}	5,13±1,41 ^{bcd}	5,33±1,29	4,67±1,63 ^{abc}	4,93±1,49 ^{cde}	4,67±1,45 ^{cdef}
8	3,00(0)	3,00(1)	3,00(1)	3,67±1,63 ^c	3,80±1,01 ^e	4,80±1,08	3,33±0,98 ^d	3,20±1,08 ^f	3,27±1,10 ^g
9	3,00(1)	3,00(0)	6,00(1)	5,60±1,76 ^{abcd}	5,33±1,45 ^{bc}	5,80±1,26	4,80±1,08 ^{abc}	4,93±1,44 ^{cde}	5,53±0,74 ^{abc}
10	5,25(1)	1,50(0)	6,00(-1)	6,33±2,06 ^{abc}	6,07±1,71 ^{ab}	5,53±1,46	5,27±1,62 ^{ab}	5,60±1,50 ^{abcd}	5,73±1,22 ^{abc}
11	3,00(1)	1,50(1)	4,50(0)	3,80±1,86 ^c	4,67±1,59 ^{cde}	4,67±1,29	4,13±0,83 ^{bcd}	3,27±1,16 ^f	4,20±1,08 ^{efg}
12	5,25(-1)	1,50(0)	3,00(-1)	5,00±2,14 ^{bcd}	6,13±1,73 ^{ab}	5,07±1,22	4,87±1,19 ^{abc}	3,73±1,28 ^{ef}	4,80±1,26 ^{bcd}
13	7,50(0)	3,00(0)	6,00(0)	4,93±2,09 ^{bcd}	5,33±1,63 ^{bc}	5,33±1,40	5,33±1,59 ^{ab}	5,33±1,88 ^{bcd}	5,47±1,41 ^{abcd}
14	5,25(1)	3,00(-1)	4,50(0)	6,80±1,82 ^a	6,40±1,80 ^{ab}	5,60±1,35	5,60±1,76 ^a	6,53±1,25 ^a	6,56±1,36 ^a
15	5,25(-1)	3,00(-1)	4,50(0)	6,07±1,94 ^{abc}	6,07±1,87 ^{ab}	5,47±1,06	5,33±1,45 ^{ab}	5,27±1,98 ^{bcd}	5,87±1,41 ^{ab}
16	7,50(-1)	4,50(0)	3,00(0)	5,46±1,06 ^{abcd}	7,02±1,41 ^a	5,27±1,14	5,16±1,05 ^{abc}	4,42±1,14 ^{de}	5,50±1,06 ^{abc}
F-value				4,703 ^{***}	7,216 ^{***}	0,902	3,403 ^{***}	8,276 ^{***}	7,549 ^{***}

Values are mean ± SD (n=3)

¹⁾ X₁: Pumpkin powder (g), X₂: Soybean flour (g), X₃: Gelatinized rice flour (g)

²⁾ a-g Means with different superscripts within a column differ significantly (p<0,05).

*** p<0,001

Table 6. Polynomial equations calculated by RSM program for sensory characteristics(appearance, color, flavor, taste, viscosity) of instant pumpkin gruel by different preparing conditions

Response	Equation of on terms of pseudo component ¹⁾	R ²	p-value
Appearance	Y ₁ =6,20000+0,60833X ₁ -0,17500X ₂ +0,51667X ₃ -1,05000X ₁ ² -0,25000X ₂ ² -0,23333X ₃ ² -0,56667X ₁ X ₂ -0,61667X ₁ X ₃ +0,01667X ₂ X ₃	0,857	0,099
Color	Y ₂ =6,22222+0,87500X ₁ -0,30000X ₂ +0,20833X ₃ -0,85278X ₁ ² -0,13611X ₂ ² +0,04722X ₃ ² -0,30000X ₁ X ₂ -0,85000X ₁ X ₃ +0,53333X ₂ X ₃	0,898	0,047 [*]
Flavor	Y ₃ =5,37778+0,10000X ₁ -0,01667X ₂ +0,20000X ₃ -0,16389X ₁ ² -0,13056X ₂ ² +0,10278X ₃ ² -0,31667X ₁ X ₂ -0,25000X ₁ X ₃ +0,08333X ₂ X ₃	0,829	0,143
Taste	Y ₄ =5,08889+0,53333X ₁ -0,31667X ₂ +0,25000X ₃ -0,36944X ₁ ² -0,16944X ₂ ² -0,06944X ₃ ² -0,35000X ₁ X ₂ -0,31667X ₁ X ₃ -0,11667X ₂ X ₃	0,899	0,042 [*]
Viscosity	Y ₅ =6,0222+0,6000X ₁ +0,1000X ₂ +0,7333X ₃ -0,9611X ₁ ² -0,2944X ₂ ² -0,6944X ₃ ² -0,7667X ₁ X ₂ -0,1000X ₁ X ₃ -0,2333X ₂ X ₃	0,890	0,049 [*]
Overall acceptance	Y ₆ =5,6889+0,5750X ₁ -0,4167X ₂ +0,5083X ₃ -0,5944X ₁ ² -0,3444X ₂ ² -0,2944X ₃ ² -0,4167X ₁ X ₂ -0,4333X ₁ X ₃ -0,1500X ₂ X ₃	0,781	0,233

¹⁾ X₁ : Pumpkin powder content, X₂: Soybean flour content, X₃: Gelatinized rice flour content

* p<0,05

대두분말이 1,50 g, 알파미분이 4,50 g일 때와 호박분말이 5,25 g, 볶은 대두분말이 3,00 g, 알파미분이 4,50 g일 때가 가장 높은 6,80을 받았으며 호박분말, 볶은 대두분말, 알파미분 모두 3,00 g일 때 가장 낮은 점수 3,67을 받았다(F-value 4,703, p<0,001). 외관에 대한 특성 값을 분산분석으로 분석한 결과 회귀곡선의 R² 값은 0,857이었으며 p-value이 0,099로 회귀방정식에 대한 설명력이 유의하지 않은 것으로 나타났다.

색의 관능검사 기호도 평가에서 3,80-7,20의 점수를 받았으며 외관의 경우와 마찬가지로 호박분말, 볶은 대두분말, 알파미분 모두 3,00 g일 때 3,80으로 가장 낮은 점수를 받았다(F-value 7,216, p<0,001). 회귀곡선의 R² 값은 0,898으로 신뢰도가 비교적 높았으며(p<0,05) 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

향의 관능검사 기호도 평가에서는 4,67-5,80로 점수의 폭이

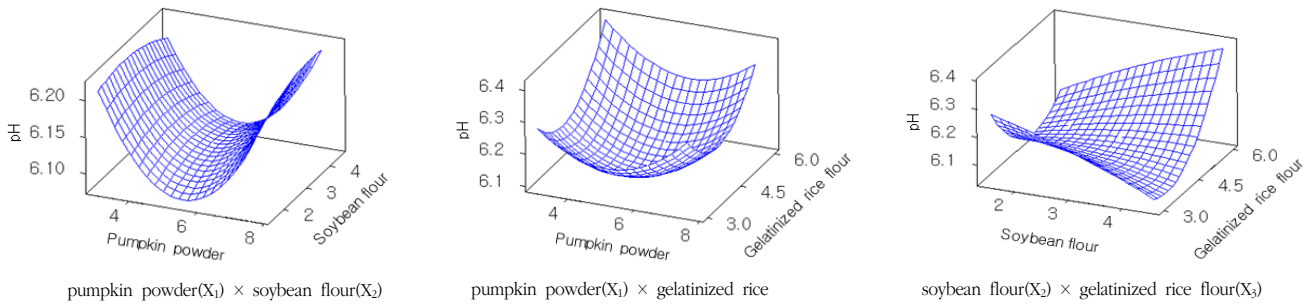


Fig. 2. Response surface for pH of instant pumpkin gruel.

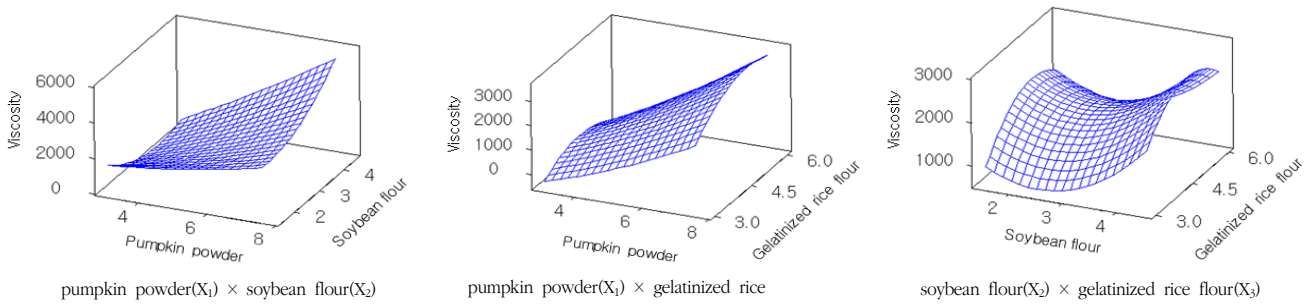


Fig. 3. Response surface for viscosity of instant pumpkin gruel.

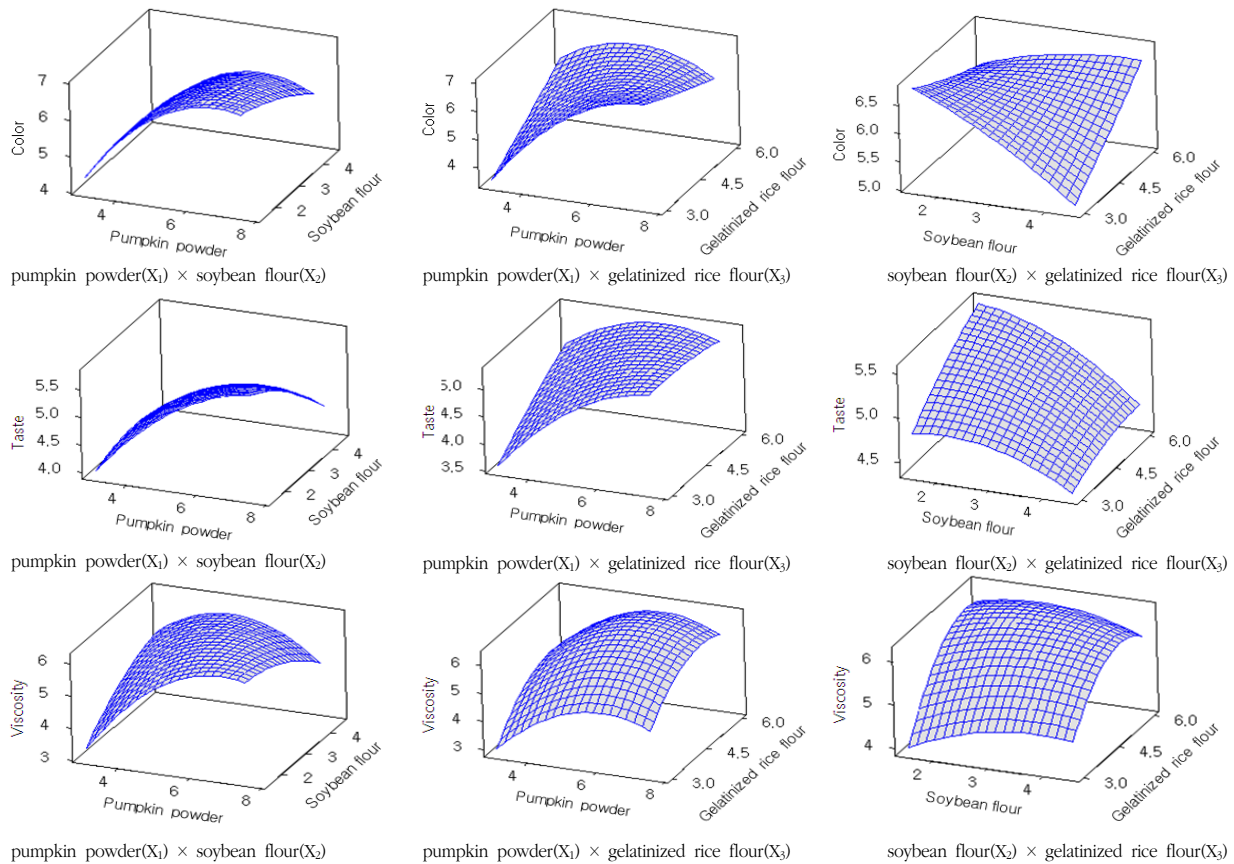


Fig. 4. Response surface for sensory characteristics (color, taste, viscosity) of instant pumpkin gruel.

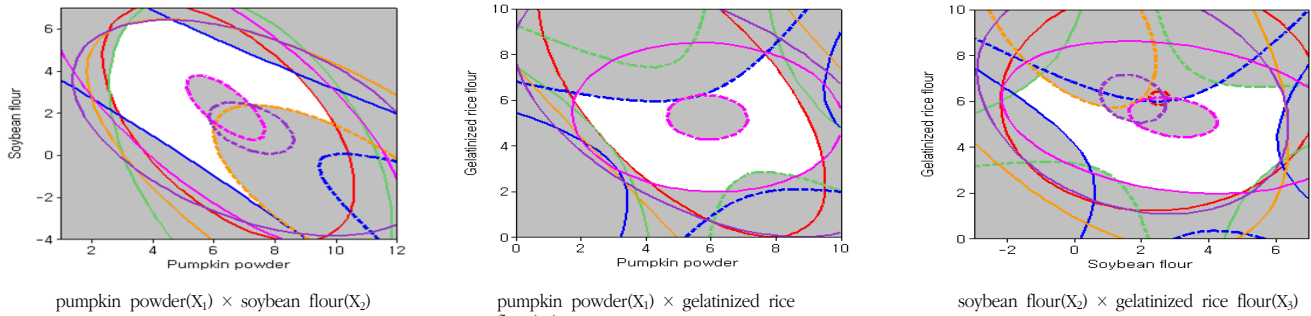


Fig. 5. Overlay polt contour map for sensory characteristics (appearance, color, flavor, taste, viscosity) of instant pumpkin gruel.

크지 않아 각 시료간의 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 회귀 변동에 대한 회귀곡선의 R² 값이 0.829으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 호박분말과 볶음 대두분말의 향은 서로 시료 간의 어우러지는 향을 선호하는 정도의 차이가 크지 않아 향에는 큰 영향을 주지 않은 것으로 보인다.

맛의 관능검사 기호도 평가에서 3.33-5.80의 점수를 받았으며(F-value 3.403, p(0.001) 분산분석으로 분석한 결과 회귀곡선의 R² 값은 0.899으로 신뢰도가 높아 p-value가 0.042로 유의적으로 인정되었다. 각 요인에 의한 교호작용에 의한 삼차원 그래프에서는 호박분말, 볶음 대두분말, 알파미분 순으로 맛에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

점도는 관능검사 기호도 평가에서 3.80-7.20로 유의적인 수준으로 평가되었으며(F-value 8.276, p<0.001) 회귀곡선의 R² 값은 0.891으로 p-value이 0.049로 회귀방정식에 대한 신뢰도가 유의적 수준을 나타내었다(p<0.05). 각 요인의 교호작용에 의한 삼차원 그래프에서는 점도와 마찬가지로 호박분말, 볶음 대두분말, 알파미분 순으로 점도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

전반적기호도 평가에서는 3.27-6.56로 호박분말이 5.25 g, 볶음 대두분말이 3.00 g, 알파미분이 4.50 g일 때 가장 높은 점수 6.56을 받았으며 각 시료간의 유의적인 차이를 보였으며(F-value 7.549, p<0.001) 회귀변동에 의한 회귀곡선의 R² 값은 0.875이었고 유의성이 없는 것으로 나타났다.

5. 호박죽의 관능적 최적조건

호박죽의 최적조건은 등고선 그래프의 최적 배합비 내에서 가장 중앙에 위치한 점으로 이 점이 삼차원 그래프의 최적점이라고 할 수 있다(Kim MK 2010). 독립변수인 호박분말, 볶음 대두분말, 알파미분의 배합비율 내에서 관능적 요인을 중심으로 유의적으로 차이가 있는 요인을 선정하여 최적점을 산출하였다. 따라서 본 실험에서 중앙에 위치한 최적점을 분석한 결과 호박분말 5.72 g, 볶음 대두분말 4.30 g 알파미분 3.00 g, 바나나가루 0.45 g, 당근가루 0.45 g, 사과가루 0.45 g, 탈지분유 1.50 g, L-라이신 0.15 g에서 최적 조건을 나타내었다(Fig 5).

IV. 요약

본 연구는 호박분말을 이용하여 간편식 형태의 즉석 호박죽을 제조하기 위하여 호박분말의 첨가량, 볶음 대두분말의 첨가량, 알파미분의 첨가량을 달리하여 반응분석법의 중심합성계획법을 이용하였다. 최적화를 위해 호박분말(X₁), 볶음 대두분말(X₂), 알파미분(X₃)의 양을 독립변수로 하고 색도(L, a, b), pH, 점도, 관능평가 항목(외관, 색, 향, 맛, 점도, 전반적인 기호도)을 종속변수로 각각 선정하였다. 그 결과 즉석 호박죽의 색도는 호박분말의 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고 a값과 b값은 증가하였다(p<0.001). pH와 점도는 호박분말과 볶음 대두분말의 첨가량이 증가할수록 증가하였다(p<0.001). 관능검사의 전반적 기호도에서 호박분말 5.25 g, 볶음 대두분말 3.00 g 알파미분 4.50 g일 때 가장 높게 평가되었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 호박분말을 이용하여 제조한 즉석 호박죽의 최적값은 호박분말 5.72 g, 볶음 대두분말 4.30 g 알파미분 3.00 g으로 제조하는 것이 좋은 것으로 나타났다.

V. 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ008258)에 의해 이루어진 것으로서 감사드립니다.

참고문헌

An YH, Lee IS, Kim HS. 2011. Quality characteristics of sikhye with varied levels of sweet pumpkin during storage. Korean J Food Cookery Sci 27(6):803-814
 AOAC. 1990. Official method of analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
 Bae JH, Woo HS, Jung IC. 2006. Rheological properties of dough and quality characteristics of bread added with pumpkin

- powder. Korean J Food Culture 21(3):311-318
- Choi CB, Park YK, Kang YH, Park MW. 1998. Effects of pumpkin powder on chemically induced stomach and mammary cancers in sprague dawley rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 27(5): 973-979
- Do GP, Lee HJ, Do JR, Kim HK. 2012. Antiobesity effect of the *Cucurbita moschata* dach extracts in 3T3-L1 adipocyets. Korean J Food Preserv 19(1): 138-143
- Gliemmo MF, Latorre ME, Gerschenson LN, Campos CA. 2009. Color stability of pumpkin (*Cucurbita moschata*, Duchesne ex Poiret) puree during storage at room temperature: Effect of pH, potassium sorbate, ascorbic acid and packaging material. LWT-Food Sci Technol 42:196-201
- Goncalves EM, Pinheiro J, Abreu M, Branda TRS, Silva CLM. 2007. Modelling the kinetics of peroxidase inactivation, colour and texture changes of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) during blanching. J Food Eng 81:693-701
- Han CW, Park WJ, Seung SK. 2008. Optimization of preparation conditions and quality characteristics of sweet pumpkin stock. Korean J Food Preserv 15(6):832-839
- Heo SJ, Kim JH, Kim JK, Moon KD. 1998. The comparison of food constituents in pumpkin and sweet-pumpkin. Korean J Dietary Culture 13(2):90-96
- June JH, Yoon JY, Kim HS. 1998. A study on the preference of Korean traditional 'jook'. Korean J Food Culture 13(5): 497-507
- Jung GT, Ju IO, Chol JS. 2001. Preparation and quality of instant gruel using pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch var. Evis). Korean J Food Preserv 8(1):74-78
- Jung HA, Kim AN, Ahn EM, Kim YJ, Park SH, Lee JE, Lee SM. 2011. Quality characteristics of curd yogurt with sweet pumpkin. Korean J Food Preserv 18(5):714-720
- Kim AJ, Kim MW, Woo NRY. 2007. Processing of convenient rice gruels with sericultures. Korean J Food Nutr 20(2): 179-184
- Kim DS. 2012. The quality characteristics of powder pumpkin soup by different varieties of pumpkins and addition ratios. Korean J Culinary Res 18(1):65-76
- Kim JS, Kim JY, Yang JW. 2011. The quality characteristics of saccharified cherry tomato gruel prepared with rice mash. Korean J Food Cookery Sci 27(6):755-762
- Kim JS, Kwak EJ. 2011. Quality characteristics of gruel with added yam. Korean J Food Culture 26(2):184-189
- Kim MK, Kim WM, Lee HJ, Choi EY. 2010. Optimization of muffin preparation by addition of dried burdock (*Arctium lappa* L) powder and oligosaccharide by response surface methodology. Korean J Food Cookery Sci 26(5):575-585
- Kim SR, Ha TY, Song HN, Kim YS, Park YK. 2005. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for kabocha squash and pumpkin. Korean J Food Sci Technol 37(2): 171-177
- Kyoung WJ, Kim YK, Lee GC. 2009. Quality characteristics and storage properties of hobakpyeon with different amounts of pumpkin (*Cucurbita moschata* D.) powder. Korean J Food Culture 24(2):191-198
- Lago-Vanzela ES, Nascimento PD, Fontes EAF, Mauro MA, Kimura M. 2013. Edible coatings from native and modified starches retain carotenoids in pumpkin during drying. LWT-Food Sci Technol 50:420-425
- Lee MH, Lee SY, Lee SA, Choi YS. 2010. Physicochemical characteristics of rice flour sponge cakes containing various levels of pumpkin flour. J Korean Soc Food Sci Nutr 23(2): 162-170
- Lee SM, Joo NM. 2007. The optimization of muffin with the addition dried sweet pumpkin powder. J Korean Dietetic Asso 13(4): 368-378
- Lee YM, Kim SK, Park JW, Auh JH. 2012. Physicochemical properties of pectins extracted from pumpkin peel. Food Eng Progress 16(4):403-407
- Lee YR, Kim ST, Choe MG, Moon KD. 2008. Effect of different types of cutting on the quality of fresh-cut sweet pumpkin(*Cucurbita maxima* Duchesne). Korean J Food Preserv 15(2):191-196
- Lee YT, Im JS. 2012. Investigation for processing conditions of porridge with addition of ramie leaf (*Boehmeria nivea* L) powder using a response surface methodology. Korean J Food Preserv 19(6): 841-848
- Marianna N, Xanthopoulou, Tzortzis N, Elizabeth F, Smaragdi A. 2009. Antioxidant and lipoxigenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. Food Res Int 42:641-646
- Mohamed M, Hamadi F, Nabil K, Gargouri, Mouldi G, Najiba Z. 2011. Antidiabetic effect of flax and pumpkin seed mixture powder: effect on hyperlipidemia and antioxidant status in alloxan diabetic rats. J Diabetes Complications 25: 339-345
- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD. 2009. Quality characteristics of jook prepared with lotus leaf powder. Korean J Food Cookery Sci 25(1):55-61
- Park ID. 2012. Effects of sweet pumpkin powder on quality

- characteristics of cookies. Korean J Food Culture 27(1): 89-94
- Park SY, Pyo SJ, Joo NM. 2010. Optimization of mixing condition of cabbage cream soup. Korean J Food Culture 25(1): 54-60
- Ptichkina NM, Markina OA, Rummyantseva GN. 2008. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. Food Hydrocolloid 22:192-195
- Salgin U, Korkmaz H. 2011. A green separation process for recovery of healthy oil from pumpkin seed. J Supercritical Fluids 58:239-248
- Seong KC, Kim CH, Lee JS, Kim DS, Um YC. 2006. Raising seedling at hallasan area of sub-alpine improved fruiting rate of squash (*Cucurbita maxima*) J Bio-Environment Control 15(4): 385-389
- Seong KC, Lee JW, Kwon HM, Moon DY, Kim CH, Seo HD. 2004. Effect of planting date on the growth and yield in retarding culture of squash (*Cucurbita maxima*) under rain-shielding condition. Korean J Hort Sci Technol 22(2):143-146

2013년 3월 11일 접수; 2013년 4월 1일 심사(수정); 2013년 6월 5일 채택