

발아현미죽 제조조건의 최적화연구

한경희¹ · 오종철² · 유정희^{3*}

¹서원대학교 식품영양학과

²군산대학교 정보통계학과

³군산대학교 식품영양학과

A Study on the Optimization for Preparation Conditions of Germinated Brown Rice Gruel

Kyung-Hee Han¹, Jong-Chul Oh² and Chung-Hee Ryu^{3*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Seowon National University, Chungbuk 361-742, Korea

²Dept. of Informatics and Statistics, Kunsan National University, Jeonbuk 573-701, Korea

³Dept. of Food and Nutrition, Kunsan National University, Jeonbuk 573-701, Korea

Abstract

Preparation conditions for germinated brown rice gruel on its sensory quality were optimized using response surface methodology. Water volume ratio to germinated brown rice significantly affected the sensory quality of germinated brown rice gruel. Sensory quality, such as color, flavour, and overall acceptance increased significantly when milk ratio was increased. R^2 of response surface equations were 0.9076, 0.9634, 0.9555, 0.9677 and 0.9769 for color, viscosity, flavour, mouthfeel and overall acceptance respectively ($p < 0.01$). Optimum preparation conditions on overall acceptance for germinated brown rice gruel were: water volume ratio 8.26, cooking time 31.98 min, cooking temperature 95.71°C and milk ratio 0.54. High correlation was found between viscosity, flavour, mouthfeel, and overall quality.

Key words: germinated brown rice gruel, response surface methodology, sensory quality

서 론

죽은 재료와 형태에 따라 200여종(1)이 있는데 소화가 용이하여 보양식, 치료식, 노인식, 유아식 및 간단한 식사대용식으로 이용하기도 하고, 최근에는 식사전의 애플타이저나 일종의 soup대용으로 개발되어 통조림, 레토르트식품 등으로 시판되고 있다(2). 죽형태는 액상이므로 소비자대상에 따라 여러 가지 식재료(견과류, 야채류, 동물성식품류, 우유, 달걀 등)와 혼합하여 비교적 쉽게 원하는 영양기능성을 제공해줄 수 있고(2,3), 비타민류, 무기질, 아미노산류 등의 식이보충(complementary feeding)을 위한 기질로도 적합하기 때문이다.

그러나 곡류를 이용한 죽은 조리중 전분의 호화로 인한 점성으로 인해 많은 양의 물을 첨가하는 것이 필수적이므로 자연히 0.28~0.5 kcal/g 정도로 열량밀도가 낮아지고(4,5) 반대로 죽의 고형분이 증가되면 부피증가와 고점도로 인해 섭취가 제한되고 제품품질도 떨어진다.

이와 관련하여 전분의 수분결합능(water binding)을 감소하기 위한 여러 방법(효소처리, extrusion, precooking, 발아)이 연구된 바 있고 이중 곡류의 발아과정이 점성과 영양특성

을 개선하는데 효과적임이 보고되었다(4,6).

죽, 발아는 자체의 호흡작용, 기타 대사활동에 의해 amylase 함량이 증가되어 전분의 분해 및 독특한 향미가 생성되고, 발아도중 생화학적 변화에 의해 일부 비타민, 아미노산 함량이 증가되며 antinutrients 수준은 감소된다(4,6,7-9).

곡물 중 현미는 영양성이 좋고, 발아도중 조직의 연화, 기능성물질 및 일부 무기질이 증가하고 가루의 점도조절이 비교적 용이한 건강소재이므로(8,9) 이의 특성과 관련된 죽류, 이음식 등의 가공제품의 대한 연구가 필요하며 동시에 일반 소비자들의 죽에 대한 관심과 기호도가 높으나(11,12) 발아 현미분을 이용한 식빵(18) 및 식혜제조(14)에 관한 연구가 있을 뿐이다.

따라서 본 실험에서는 발아현미죽 제조를 위해 관능결과로서 중심합성계획과 반응표면분석법을 이용하여 제조시의 최적가공조건을 기초 자료로 얻고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

발아용 현미(2003년산, 아끼바레)는 (주)미력에서, 소금

*Corresponding author. E-mail: chryu@kunsan.ac.kr
Phone: 82-63-469-4634, Fax: 82-63-469-4631

(꽃소금, 국민제염), 설탕(삼양사), 우유(서울우유)는 시중에서 구입하여 사용하였다.

발아현미 및 가루제조

발아용 현미를 항온기(20°C, 24시간)에서 수침하되 6~7 시간마다 물을 가볍게 갈아주었다. 수침 후 25°C 항온기에서 48시간 발아하여 싹의 크기를 0.5 mm이하로 하였다. 다음 발아현미를 열풍건조(55°C, 10시간, Labtech, Korea)한 후 500 µm(표준망체, 35 mesh)의 크기로 분쇄하고, 냉동보관(-30°C)하여 시료로 사용하였다.

발아현미죽 제조

죽제조는 실험계획에 따라 뚜껑있는 스테인레스팬(직경 19.5 cm, 깊이 11 cm)에 발아현미가루와 물을 일정비율(5~8배)로 넣고, 예열된 hot plate mag stirrer(young hana tech, Korea)에서 일정온도로 가열하되 죽이 완전히 호화된 후에 우유, 소금(0.3%,w/w), 설탕(1.8%, w/w)을 가하고 5분간 더 가열하였다.

실험계획 및 분석

발아현미를 이용한 죽의 최적 제조조건을 얻고자 현미와 물의 비율(X₁), 조리시간(X₂), 조리온도(X₃), 첨가 우유량(X₄)을 4개의 요인으로 설정하였다. 반응표면분석을 위한 실험계획법으로 2개의 중심점과 축점을 포함하는 중심합성계획법(15,16)을 적용하였다. 반응표면 회귀분석을 위해 통계 분석용 SAS(statistical analysis system) 통계 패키지를 활용하였다. 반응표면도는 SAS/GRAPH의 G3GRID와 G3D 절차를 이용하여 삼차원으로 나타내었다.

중심합성계획에서 각 요인들의 실험조건은 -α, -1, 0, +1, +α로서 다섯 단계로 부호화하였다. 여기서 α는 1.482로 정하였다. 각 독립변수(요인)들은 5개의 수준에서 관찰되는데, 이들의 값과 실제의 값과의 관계는 Table 1과 같다. 실험 결과 얻어지는 종속변수는 색, 점도, 향미, 입안에서의 감촉, 전반적 기호도의 5가지를 조사하였다. 네 개의 독립변수에 대한 2차 회귀모형은 다음과 같다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{13}X_1X_3 + \beta_{14}X_1X_4 + \beta_{23}X_2X_3 + \beta_{24}X_2X_4 + \beta_{34}X_3X_4 + \beta_{11}X_1^2 + \beta_{22}X_2^2 + \beta_{33}X_3^2 + \beta_{44}X_4^2$$

여기서 Y는 종속변수인 반응변수를 의미하며, β₀는 이 모형의 절편이며 β_i 또는 β_{ij}는 이차 다항회귀모형의 회귀계수들이다. 반응표면분석의 결과 임계점이 안부점(saddle point)일 경우에는 능선분석을 통하여 최적의 조건을 구하였다.

관능검사

기호도 검사는 무경험패널의 패널요원 7명(군산대학교 학생 및 교직원)을 대상으로 본 실험을 위한 관련용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 5점채점법(17)을 실시하여 색상, 향미, 점성, 입안에서의 감촉 및 전반적인 기호도를 평가하였고,

Table 1. Relationship between real values and levels of experiments by central composite design

Level of experiments		-1.482	-1	0	1	1.482
Real value ¹⁾	X ₁ (ratio)	4.3	5	6.5	8	8.7
	X ₂ (min)	23	30	45	60	67
	X ₃ (°C)	93	94	96	98	99
	X ₄ (ratio)	0.06	0.2	0.5	0.8	0.94

¹⁾X₁=Ratio of water volume to germinated brown rice weight.
 X₂=Cooking time.
 X₃=Cooking temperature.
 X₄=Ratio of milk weight to germinated brown rice gruel weight.

이때 “대단히 좋다”를 5점으로, “대단히 나쁘다”를 1점으로 하였다. 검사시료(60~63°C)의 점성은 숟가락의 시료를 혀로 흡입할 때의 흐름성으로, 입안에서의 감촉은 부착성, 부드러움성, 퍼지는 정도로써 평가하였다.

결과 및 고찰

발아현미를 이용한 죽의 제조조건의 최적화를 목적으로 한 중심합성계획에 따라 네 가지 독립변수의 26가지 조건에서 얻어진 관능적 특성을 조사한 결과는 Table 2와 같으며, 5수준 4요인에 대한 2차 회귀식에 의한 반응표면분석결과 각 요인간 최적조건(Table 3)과 각 요인간 F-ratio는 Table 4, 5와 같다.

색상에 대한 영향

발아현미를 이용한 죽의 제조에 있어서 네 가지 요인변수에 따른 색(Y₁)에 대한 반응표면 회귀식은 다음과 같다.

$$Y_1 = 3.82419 + 0.25866X_1 + 0.00035X_2 + 0.04142X_3 + 0.07500X_4 + 0.08750X_1X_2 - 0.10000X_1X_4 + 0.03750X_2X_3 + 0.01250X_2X_4 - 0.0250X_3X_4 - 0.19505X_1^2 - 0.05846X_2^2 - 0.08123X_3^2 - 0.43829X_4^2$$

회귀곡선에 대한 결정계수 R²은 0.9076로서 매우 높게 나타났다. 또한 두 회귀곡선의 적합도에 대한 유의성도 매우 작은 값을 가짐으로서 유의수준 1%에서 유의한 결과를 얻을 수 있었다(Table 3). 죽의 색상(color)에 가장 영향을 많이 주는 인자는 발아현미에 대한 물의 비율이었으며, 다음으로 첨가 우유의 함량이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 발아현미의 색소가 죽의 관능적 특성에 부정적인 요소임을 나타낸 것으로, 발아현미죽의 색상에 대한 기호도가 첨가한 물의 양과 우유량에 의해 색소가 희석되어 죽의 색상이 향상되었음을 알 수 있었다. 그러나 조리시간이나 조리온도의 인자들은 죽의 색에 거의 영향을 미치지 않아(Table 4) 가열 시간이나 온도에 의한 색의 변화는 미미한 것으로 여겨졌다. 색에 대한 기호도 검사 점수들의 변화를 유의한 두 변수 X₁과 X₄ 그리고 유의한 변수 X₁과 죽의 색에 영향을 주지 않는 변수 X₂를 결합한 3차원 반응표면도를 제시한 Fig. 1로부터

Table 2. Central composite design arrangement and responses for germinated brown rice gruel with milk

Experimental No.	Variable levels ¹⁾				Responses ²⁾				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
1	-1.000	-1.000	-1.000	-1.000	2.8	2.5	2.3	2.4	2.5
2	-1.000	-1.000	-1.000	1.000	3.0	2.9	2.6	2.7	2.9
3	-1.000	-1.000	1.000	-1.000	2.7	2.3	2.4	2.2	2.5
4	-1.000	-1.000	1.000	1.000	3.1	2.7	2.6	2.6	2.8
5	-1.000	1.000	-1.000	-1.000	2.5	2.2	2.2	2.3	2.4
6	-1.000	1.000	-1.000	1.000	3.0	2.7	2.5	2.4	2.6
7	-1.000	1.000	1.000	-1.000	2.7	2.4	2.3	2.2	2.3
8	-1.000	1.000	1.000	1.000	3.0	2.7	2.5	2.4	2.6
9	1.000	-1.000	-1.000	-1.000	3.1	4.0	4.0	3.9	4.2
10	1.000	-1.000	-1.000	1.000	3.2	4.3	4.5	4.2	4.5
11	1.000	-1.000	1.000	-1.000	3.2	3.9	4.1	4.0	4.0
12	1.000	-1.000	1.000	1.000	3.0	4.4	4.3	4.2	4.4
13	1.000	1.000	-1.000	-1.000	3.3	3.8	3.6	3.7	3.9
14	1.000	1.000	-1.000	1.000	3.3	4.3	4.0	4.0	4.1
15	1.000	1.000	1.000	-1.000	3.5	3.9	3.5	3.5	3.7
16	1.000	1.000	1.000	1.000	3.4	4.0	3.8	3.8	4.0
17	0.000	0.000	0.000	0.000	3.8	3.6	3.5	3.6	3.8
18	0.000	0.000	0.000	0.000	3.8	3.5	3.4	3.7	3.8
19	-1.482	0.000	0.000	0.000	2.7	2.5	2.5	2.3	2.4
20	1.482	0.000	0.000	0.000	4.1	4.2	3.9	4.0	4.2
21	0.000	-1.482	0.000	0.000	3.9	3.9	3.6	3.5	3.9
22	0.000	1.482	0.000	0.000	3.5	3.3	3.1	3.1	3.7
23	0.000	0.000	-1.482	0.000	3.5	3.0	3.2	3.3	3.5
24	0.000	0.000	1.482	0.000	3.8	3.1	3.2	3.4	3.5
25	0.000	0.000	0.000	-1.482	3.6	3.3	3.3	3.2	3.1
26	0.000	0.000	0.000	1.482	3.7	3.2	3.0	3.2	3.6

¹⁾Based on coded variables.

²⁾Y₁=Color, Y₂=Viscosity, Y₃=Flavor, Y₄=Mouthfeel, Y₅=Overall acceptance.

Table 3. Predicted levels of optimum preparation conditions for the maximized sensory properties of germinated brown rice gruel by the ridge analysis and superimposing of their response surfaces

Conditions	Levels of maximum response				
	Color	Viscosity	Flavor	Mouth-feel	Overall acceptance
Ratio of water	7.76	8.62	8.49	8.58	8.26
Cooking time (min)	56.53	39.07	35.55	37.98	31.98
Cooking temperature (°C)	96.87	95.93	95.81	95.95	95.71
Ratio of milk	0.50	0.54	0.54	0.55	0.54
R ²	0.9076	0.9634	0.9555	0.9677	0.9769
Significance	0.0008	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Morphology	Maximum	Saddle Pt.	Saddle Pt.	Maximum	Saddle Pt.

Table 4. Regression analysis for regression model of the organoleptic properties in preparation of germinated brown rice gruel

Preparation conditions	F-Ratio				
	Color	Viscosity	Flavor	Mouth-feel	Overall acceptance
Ratio of water	10.15***	52.79***	43.66***	61.26***	83.21***
Cooking time (min)	0.91	1.36	2.73*	2.09	3.15*
Cooking temperature (°C)	0.62	0.94	0.25	0.15	0.41
Ratio of milk	4.49**	2.63*	0.39	1.76	4.58**

*Significant at 10% level, **Significant at 5% level, ***Significant at 1% level.

색상에 대한 기호도 점수의 변화를 볼 때 정상점이 최대점임을 알 수 있다. 또한 Fig. 1의 반응표면도로부터 선형효과가 유의함을 알 수 있으며, 선형효과후의 순수 이차효과도 매우 유의성 있게 감지할 수 있다. 이 같은 결과는 Table 5로부터

잘 해석되었으며 교차곱(요인들의 상호작용)의 효과는 없는 것으로 나타났다. 색의 관능점수가 가장 높게 나타나는 최적의 조건은 발아현미에 대한 물의 비율이 7.76배, 조리 시간이 56.53분, 조리온도 96.87°C, 그리고 첨가 우유량이

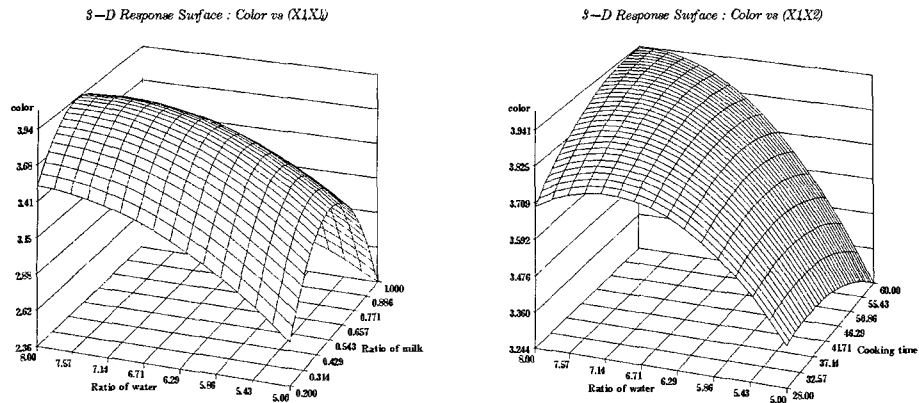


Fig. 1. Response surface plots of the effect of water volume ratio, milk ratio and cooking time on color of germinated brown rice gruel.

Table 5. F-ratio for the effects included in the best-fitting models for the germinated brown rice gruel

Effects of factors	F-Ratio				
	Color	Viscosity	Flavor	Mouth-feel	Overall acceptance
Linear	9.78***	70.22***	57.54***	79.84***	109.91***
Quadratic	15.14***	ns	ns	ns	5.73***
Interaction	ns	ns	ns	ns	ns

***Significant at $p < 0.001$. ns=not significant.

0.50배일 때였다.

점도에 대한 영향

중심 합성계획에 의한 설정범위내에서 4요인변수를 변화하면서 제조한 죽의 반응표면회귀식은 다음과 같았다.

$$Y_2 = 3.39837 + 0.72180X_1 - 0.09264X_2 - 0.01235X_3 + 0.17367X_4 - 0.01250X_1X_2 - 0.01250X_1X_4 + 0.02500X_2X_3 - 0.01250X_2X_4 - 0.02500X_3X_4 - 0.00999X_1^2 + 0.10383X_2^2 - 0.14659X_3^2 - 0.04037X_4^2$$

회귀식의 결정계수는 0.9634로서 유의수준 1%에서 인정되었고 죽의 점성(viscosity)에 대한 평점 또한 발아현미에 대한 물의 비율에 주로 영향을 받고 있으며, 동시에 죽의

제조에 첨가되는 우유량의 비율에도 영향을 받고 있는 것으로 분석되었다(Table 4). 즉, 발아현미에 대한 물의 비율이 증가할수록 점성에 대한 평점이 증가하였으며, 첨가되는 우유의 비율이 0.54배에 가까울수록 죽의 점성에 대한 평점이 큰 값을 나타내고 있다. 그러나 조리시간 및 조리온도는 죽의 점성에 거의 영향을 미치지 않았다. 이는 입상의 현미는 충분한 물과 긴 조리시간 및 낮은 조리온도에 의해 호화가 천천히 진행되나, 가루상태는 수분흡수율이 높고 호화속도가 빠르며(18) 더구나 발아현미는 현미에 비해 전분입자의 결정화도 및 호화온도가 낮다는 Kang 등(7)의 발아현미특성으로 유추해볼 때 본 실험에서 행한 조리시간 및 조리온도의 설정범위에서는 죽의 점성변화가 뚜렷하지 않음을 보여 주었다. 죽의 점성에 대한 기호도 점수의 변화를 도식화한

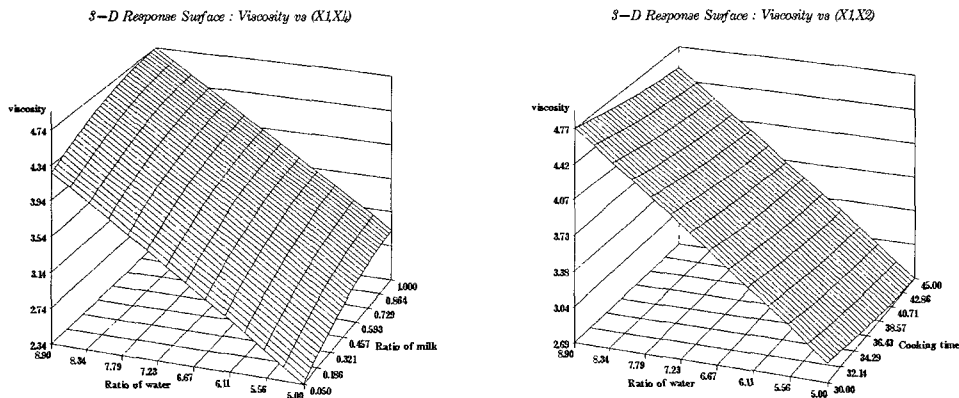


Fig. 2. Response surface plots of the effect of water volume ratio, milk ratio and cooking time on viscosity of germinated brown rice gruel.

3차원 반응표면도를 볼 때 Fig. 2와 같이 안부점의 형태를 나타내었다. 반응표면도와 반응표면분석 결과로서 얻어지는 Table 5의 통계량을 통하여 죽의 점도 평점에 영향을 끼치는 것은 네 요인들의 선형효과 뿐임을 알 수 있다. 경로분석을 통하여 기호도 점수의 최적의 실험조건은 발아현미와 물의 비율이 8.62배, 조리시간이 39.07분, 조리온도 95.93°C, 그리고 첨가 우유량의 비율이 0.54배일 때였다(Table 3).

풍미에 대한 영향

한편 발아현미를 이용한 죽의 제조에 있어서 네 가지 요인변수에 따른 풍미(Y₃)에 대한 반응표면 회귀식은 다음과 같다.

$$Y_3 = 3.30566 + 0.70980X_1 - 0.15403X_2 - 0.00981X_3 + 0.13025X_4 - 0.10000X_1X_2 - 0.03750X_1X_3 + 0.02500X_1X_4 - 0.01250X_2X_3 - 0.03750X_3X_4 - 0.03666X_1^2 + 0.03164X_2^2 - 0.03666X_3^2 - 0.07088X_4^2$$

이 경우 적합된 반응표면식의 정도를 설명하는 결정계수 R²은 각각 0.9555로서 추정된 반응표면모형이 매우 적합하다는 사실을 보여주었고, 적합된 반응표면식에 대한 유의성이 0.1%이내의 유의수준에서 인정되었다(Table 3). 죽의 풍미(flavor)에 가장 영향을 많이 주는 인자는 발아현미에 대한 물의 비율이었으며, 다음으로 조리시간과 우유가 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 우유의 고소한 풍미가 발아현미의 맛에 긍정적인 영향을 준 것으로 생각되며 타락죽의 고소함도 우유 첨가에 기인된다고 보고된 바 있다(19). 그러나 조리온도는 죽의 풍미에 거의 영향을 미치지 않았다(Table 4). 풍미에 대한 기호도 검사 점수들의 변화를 유의한 두 변수, 현미에 대한 물의 비율(X₁)과 조리시간(X₂)과의 3차원 반응표면도를(Fig. 3)에서 풍미에 대한 기호도 점수의 변화를 보면 반응값의 정상점이 안부점임을 알 수 있고 또한 Fig. 3의 반응표면도로부터 선형효과가 가장 유의함을 알 수 있으며, 선형효과후의 순수 이차효과와 교차곱(요인들의 상호작용)의 효과는 없는 것으로 분석되어진다(Table 5). 풍미에 대한

평점의 변화는 발아현미에 대한 물의 비율이 높을수록, 그리고 조리시간이 상대적으로 적은 조건에서 풍미에 대한 기호도가 높게 나타나고 있다. 일반적으로 곡류발아시 향미가 개선된다는 보고(20)가 있으나, 본 실험에서는 발아현미의 향미가 죽의 품질에 부정적인 영향을 주는 것으로 생각되었다. 풍미의 관능점수가 가장 높게 나타나는 최적의 조건은 발아현미와 물의 비율이 8.49배, 조리시간이 35.55분, 조리온도 95.81°C, 그리고 첨가 우유량의 비율이 0.54배일 때였다.

입안에서의 질감에 대한 영향

발아현미를 이용한 죽의 제조에 있어서 입안에서의 질감(Y₄)에 대한 반응표면 회귀식은 다음과 같다.

$$Y_4 = 3.43451 + 0.71690X_1 - 0.12224X_2 - 0.02706X_3 + 0.12434X_4 - 0.04375X_1X_2 + 0.00625X_1X_3 + 0.00625X_1X_4 - 0.01875X_2X_3 - 0.01875X_2X_4 + 0.00625X_3X_4 - 0.11245X_1^2 - 0.04415X_2^2 - 0.02139X_3^2 - 0.11058X_4^2$$

입안에서의 질감에 대한 회귀식의 R²는 0.9677로서 0.1%이내의 유의수준이 인정되었고, 죽의 입안에서의 질감(mouthfeel)에 대한 평점은 발아현미에 대한 물의 비율에만 영향을 받고 있으며, 나머지 세 요인에 대해서는 거의 영향을 받고 있지 않는 것으로 분석되었다(Table 4). 죽 발아현미에 대한 물의 비율이 증가하여 최대점에 가까이 갈수록 입안에서의 질감에 대한 평점이 증가하였으며, 입안에서의 질감 점수의 변화를 도식화한 3차원 반응표면도 Fig. 4를 분석하면 정상점이 최대점의 형태를 나타냄을 알 수 있고, 나머지 3요인의 기호도 평점에는 큰 차이를 보이고 있지 않음을 알 수 있었다. 반응표면도와 반응표면분석 결과로서 얻어지는 Table 5의 통계량을 통하여 죽의 입안에서의 질감 평점에 영향을 끼치는 것은 네 요인들의 선형효과 뿐임을 알 수 있다. 입안에서의 질감에 대한 기호도 평점의 최적의 실험조건은 발아현미와 물의 비율이 8.58배, 조리시간이 37.98분, 조리온도 95.95°C, 그리고 첨가 우유량의 비율이 0.55배일 때였다(Table 3).

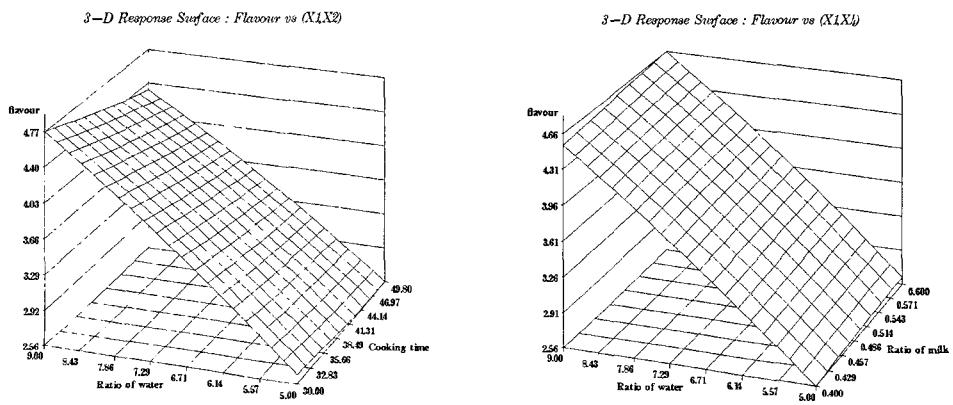


Fig. 3. Response surface plots of the effect of water volume ratio, milk ratio and cooking time on flavor of germinated brown rice gruel.

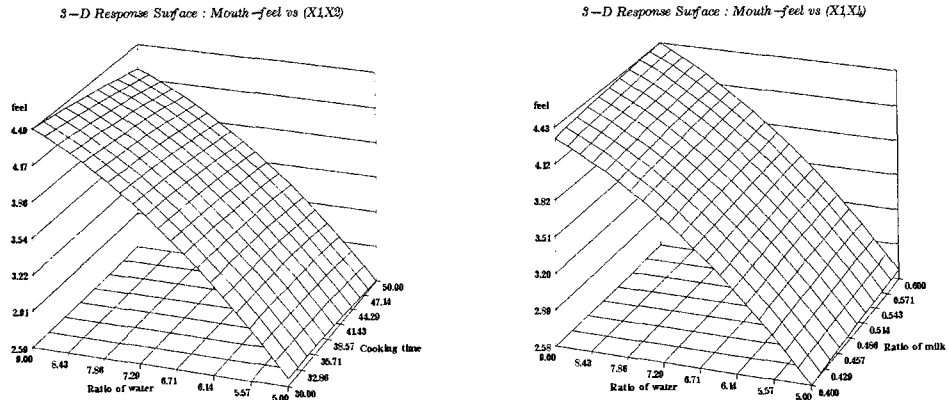


Fig. 4. Response surface plots of the effect of water volume ratio, milk ratio and cooking time on mouthfeel of germinated brown rice gruel.

전반적 기호도에 대한 영향

발아현미를 이용한 죽의 제조에 있어서 네 가지 요인변수에 따른 전반적 기호도 (Y₅)에 대한 반응표면 회귀식은 다음과 같다.

$$Y_5 = 3.61102 + 0.72907X_1 - 0.12242X_2 - 0.03923X_3 + 0.16184X_4 - 0.03750X_1X_2 - 0.02500X_1X_3 - 0.02500X_2X_4 + 0.01250X_3X_4 - 0.12662X_1^2 + 0.10103X_2^2 - 0.03556X_3^2 - 0.22141X_4^2$$

전반적인 기호도에 대한 회귀식의 결정계수 R₂은 0.9769로서 0.1%이내의 유의수준에서 인정되었다. 죽의 전반적 기호도(overall acceptance)에 가장 영향을 주는 인자는 발아현미와 물의 비율이었으며(유의확률<0.01), 다음으로 죽에 첨가된 우유량의 비율이 5%의 유의수준으로, 그리고 조리시간이 10%의 유의수준 하에서 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 조리온도의 인자는 다른 관능평가 수단의 경우와 마찬가지로 죽의 전반적 기호도에 영향을 미치지 않았다(Table 4). 전반적 기호도에 대한 관능 점수들의 변화를 유의한 영향을 미치는 세 변수 발아현미와 물의 비율(X₁), 조리시간(X₂), 죽에 첨가되는 우유량의 비율(X₄)의 각 쌍에 대한 3개의 반응표면도(Fig. 5)로부터 전반적 기호도에 대한

각 변수의 점수의 변화를 볼 때 반응값인 전반적 기호도 평점들의 정상점이 안부점임을 알 수 있다. 또한 Fig. 5에 표시된 3개의 반응표면도로부터 실험에 포함된 인자들의 선형효과가 가장 유의하게 영향을 주고 있음을 알 수 있으며(F=109.91), 선형효과후의 순수 이차효과도 유의하게 영향을 주고 있음을 알 수 있다(F=5.73). 그러나 교차곱(요인들의 상호작용)의 효과는 없는 것으로 분석되어진다(Table 5). 전반적 기호도의 관능점수가 가장 높게 나타나는 최적의 조건은 발아현미에 대한 물의 비율이 8.26배, 조리시간이 31.98분, 조리 온도 95.71°C, 그리고 첨가 우유량의 비율이 0.54배일 때였다.

기호도간의 상관관계

Table 6의 5가지 관능평가 도구들에 대한 상호간의 상관관계에서 점도, 풍미, 입안에서의 질감, 그리고 전반적 기호도에 대한 상관계수들은 모두 0.95 이상으로 1% 유의수준에서 상호간의 상관관계가 인정되고 있으며, 색상도 상관계수치가 0.5~0.6 사이를 나타내었다. 이로써 발아현미죽 점성, 향미, 입안에서의 질감 등이 전반적 기호도에 미치는 영향이 크며 발아현미의 색소로 인해 죽의 색도 기호도에 다소 영향을 주었다.

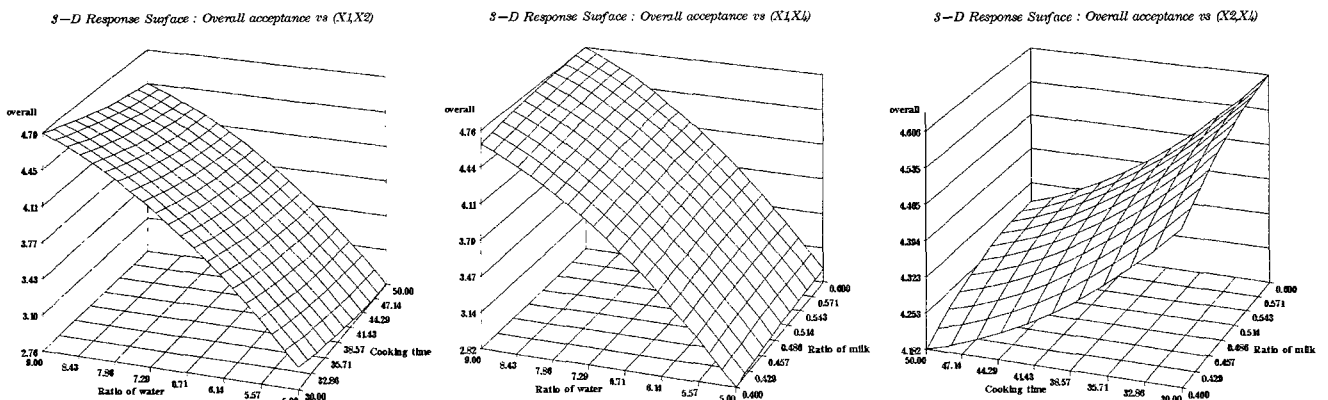


Fig. 5. Response surface plots of the effect of water volume ratio, milk ratio and cooking time on overall acceptance of germinated brown rice gruel.

Table 6. Correlation coefficients among sensory properties of germinated brown rice gruel

Variables	Color	Viscosity	Flavour	Mouth-feel
Viscosity	0.56706**			
Flavour	0.51947**	0.97047**		
Mouth-feel	0.61340**	0.96336**	0.97933**	
Overall acceptance	0.63012**	0.95937**	0.96361**	0.98120**

**Significant at p<0.01.

요 약

발아현미를 이용한 죽의 관능적 특성을 바탕으로 최적 제조조건을 구하고자 중심합성계획법을 이용하여 실험을 하였으며, 반응표면분석과 능선분석을 행하였다. 4요인중 발아현미죽의 관능특성에 가장 영향을 미치는 요인은 발아현미에 대한 물의 비율이었으며(p<0.01), 다음은 우유의 비율로써 죽의 색상, 풍미 및 전체적인 기호도가 향상되었다(p<0.05). 실험결과 색상에 대한 최적조건은 발아현미에 대한 물의 비율이 7.76배, 조리시간이 56.53분, 조리온도가 96.87°C, 그리고 첨가되는 우유량의 비율이 0.50배이었다. 점성에 대한 최적조건은 발아현미에 대한 물의 비율이 8.62배, 조리시간이 39.07분, 조리온도가 95.93°C, 그리고 첨가되는 우유량의 비율이 0.54배이었다. 풍미에 대한 최적조건은 발아현미에 대한 물의 비율이 8.49배, 조리시간이 35.55분, 조리온도가 95.81°C, 그리고 첨가되는 우유량의 비율이 0.54배이었다. 또한 입안에서의 질감에 대한 최적조건은 발아현미에 대한 물의 비율이 8.58배, 조리시간이 37.98분, 조리온도가 95.95°C, 그리고 첨가되는 우유량의 비율이 0.55배이었고, 전반적 기호도에 대한 최적조건은 발아현미에 대한 물의 비율이 8.26배, 조리시간이 31.98분, 조리온도가 95.71°C, 그리고 첨가되는 우유량의 비율이 0.54배 등으로 각각 나타났다. 발아현미죽의 관능검사에서 전반적인 기호도는 점성, 향미, 입안에서의 질감 등이 기여도가 높고 색상의 영향은 적었다.

문 헌

1. Kang IH. 1988. *Flavor of Korean foods*. Dae Han Printing & Publishing Co., Seoul.
2. June JH, Yoon JY, Kim HS. 1998. A study on development of Hodojook. *Korean J Dietary Culture* 13: 509-518.
3. Lee GD, Kim HG, Kim JG, Kwon JH. 1997. Optimization for the preparation conditions of instant rice gruel using oyster mushroom and brown rice. *Korean J Food Sci Technol* 29: 737-744.

4. Michaelsen KF, Friis H. 1998. Complementary feeding a global perspective. *Global Issue in Pediatric Nutrition* 14: 763-766.
5. Capanzana MV, Buckle KA. 1997. Optimization of germination conditions by response surface methodology of a high amylose rice cultivar. *Lebensm Wiss u Technol* 30: 155-163.
6. Marero LM, Payumo EM, Librando EC, Lainez WN, Gopez MD, Homma S. 1988. Technology of weaning food formulations prepared from germinated cereals and legumes. *J Food Sci* 53: 1391-1455.
7. Kang MY, Lee YR, Nam SH. 2003. Characterization of the germinated rices to examine an application potentials as functional rice processed foods. *Korean J Food Sci Technol* 35: 696-701.
8. Sripriya G, Antony U, Chandra TS. 1997. Changes in carbohydrate, free amino acids, organic acids, phytate and HCl extractability of minerals during germination and fermentation of finger millet (*Eleusine coracana*). *Food Chemistry* 58: 345-350.
9. Helland MH, Wicklund T, Narvhus JA. 2002. Effect of germination time on alpha-amylase production and viscosity of maize porridge. *Food Research International* 35: 315-321.
10. Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 885-892.
11. June JH, Yoon JY, Kim HS. 1998. A study on the preference of Korean traditional Jook. *Korean J Dietary Culture* 13: 497-507.
12. Yoon YH, Joo NM. 2003. Study of Korean traditional gruel or breakfast alternative. *Sookmyung J Sci for Better Living* 18: 191-101.
13. Choi JH. 2001. Quality characteristics of the bread with sprouted brown rice flour. *J Korean Soc Food Sci* 17: 323-328.
14. Kim SS, Lee WJ. 1997. Characteristics of germinated rice as a potential raw material for Sikhe production. *Korean J Food Sci Technol* 29: 101-106.
15. Lee GD, Lee JE, Kwon JH. 2000. Application of RSM analysis on food technology. *Food Science Industry* 33: 33-45.
16. Lee GD, Kim SK, Jeong YJ, Youn KS, Shin SR, Ku JG. 2001. Optimization on the preparation conditions of instant rice gruel using *Paecilomyces japonica* mycelia. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 870-876.
17. Kim YC, Ku KH. 1998. *Food sensory analysis*. Hyoil publishing, Seoul.
18. Decai Z, Dougras CD, Wayne RM. 1997. Factor affecting viscosity of slurries of oat groat flours. *Cereal Chem* 74: 722-726.
19. Lee Gc, Kim SJ, Koh BK. 2003. Effect of roasting condition on the physicochemical properties of rice flour and the quality characteristics of Tarakjuk. *Korean J Food Sci Technol* 35: 905-913.
20. Heiniö RL, Oksman-Caldentey KM, Letva-Kala K, Lehtinen P, Poutanen K. 2001. Effect of drying treatment conditions on the sensory profile of germinated oat. *Cereal Chemistry* 78: 707-714.

(2004년 8월 5일 접수; 2004년 11월 22일 채택)