

반응 표면 분석을 이용한 클로렐라 쌀 머핀의 개발

기미라¹ · 김래영² · 전순실^{1*}

¹순천대학교 식품영양학과, ²창신대학 호텔조리제빵과

Development of Rice Muffin with Chlorella using Response Surface Methodology

Mi-Ra Ki¹, Rae-Young Kim² and Soon-Sil Chun^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Suncheon National University, Jeonnam 540-742, Korea

²Dept. of Hotel Culinary & Bakery, Changshin College, Gyeongnam 630-522, Korea

Abstract

The aim of this study was to improve rice muffin quality with sorbitol using response surface methodology(RSM). Response surface experimental design was made by central composite design using several independent factors. In preliminary experiment of chlorella rice muffin, rice flour(RF), chlorella(CH) and sorbitol(SO) were chosen as independent factors. Response factor was the overall acceptability obtained from sensory evaluation. The regression model equation could be predicted as $OV = 6.70 - 0.45CH - 0.44RF^2 - 0.81CH^2 - 0.60SO^2$. The optimal conditions for chlorella rice muffin substituted with sorbitol were determined to be 60.8% of RF, 4.7% of CH and 35.45% of SO. Rice muffin was superior to flour muffin in sensory evaluation using the prediction value derived from RSM. Therefore, the optimum condition of muffin could be developed by RSM.

Key words : Rice muffin, chlorella, sorbitol, sensory evaluation, RSM.

서론

쌀은 전 세계적으로 밀 다음으로 생산량이 많은 곡물이며, 우리나라에서는 오래 전부터 주식으로 이용되어 왔다. 그러나 우리나라는 식생활의 다양화, 서구화로 인해 밥 중심이던 전통적 주식의 양상이 변화해 쌀 생산량의 증가에 비하여 국민 1인당 쌀 소비량이 1990년 119.6 kg에서 2006년까지 78.8 kg으로 매년 지속적인 감소를 보이며, 2001년 이후에는 전체 쌀 재고량의 공급 과잉으로 형성되어 쌀 수급 불균형의 문제가 심각하다(통계청 2006). 현재 쌀 생산량의 3% 미만의 쌀 가공품들이 생산되고 있으며, 떡이나 면류 51%, 주류 23% 등 일부 제품에 편중되어 있다(Kum JS 2001). 따라서 다양한 쌀 가공 식품의 개발과 상품화가 절실히 요구되는 상황이다. 최근 Shin *et al*(1999)은 어린이, 젊은 여성, 노인 등의 주된 간식으로 제과·제빵류 소비가 급증하고 있다고 보고하였다. 그러므로 밀가루 대신 쌀을 이용하여 제과·제빵 제품을 개발한다면 쌀의 소비를 더욱 증대시킬 수 있으리라 생각된다. 그러나 김 등(1996)은 이와 같은 제품은 당과 지방 열량이 높아 비만, 당뇨 등 각종 성인병의 원인이 되므로 저 열량 제

과·제빵에 대한 관심이 증가하고 있다고 보고하였다. 그러므로 새로운 기능성 대체 감미료를 이용한 제품 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다(Nishibori & Kawakishi 1992, Lee *et al* 1991). 그 중 sorbitol의 경우, 기존 제과·제빵에 사용된 sucrose에 비해 저열량의 제품을 생산할 수 있으며, baking 과정 중 첨가되는 sucrose와 대체 시 tenderness, moistness 및 최종 제품의 volume을 향상시키는 작용을 한다(Choi & Kim 1990, Hoseney & Rogers 1994).

또한, 우리나라의 건강 보조 식품은 IMF를 기점으로 급격히 시장 규모가 감소하다가 1998년을 기점으로 빠르게 회복하여 1999년 8,700억원에서 2000년에 전년 대비 20% 성장한 1조 500억 원의 시장을 형성하였다(식품유통연감 2002). 최근 미래의 단백질 식품으로 인정받고 있는 클로렐라는 단백질 함유량과 아미노산 조성이 우수하다. 또한, 비타민 B군, 엽록소, β -carotene, 불포화 지방산 및 무기질이 풍부하며, 다양한 생리활성(Morimoto *et al* 1995, Park *et al* 2002, Pore RS 1984, Singh *et al* 1998) 효과가 있어 건강 보조 식품으로 이용되고 있다.

클로렐라를 식품에 첨가한 연구로 Chung & Choi(2005)은 클로렐라를 첨가하여 파운드 케이크의 품질 및 기호성을 향상시키고자 하였으며, Kim *et al*(2003)은 두부의 저장성이 클

* Corresponding author : Soon-Sil Chun, Tel : +82-61-750-3654, Fax : +82-61-750-8438, E-mail : css@sunchon.ac.kr

로렐라의 첨가로 향상되었다고 하였다. 또한 Park *et al*(2002)은 김치에 프락토올리고당과 클로렐라를 혼합 첨가하여 김치의 기능성 부여와 숙성 지연의 효과가 있었고, Sung *et al*(2005)은 요구르트에 0.2% 클로렐라를 첨가하였을 때 생균수가 감소하였으며, Park *et al*(2002)은 클로렐라를 설기떡에 첨가하였을 때 떡의 보수성과 조직감의 개선 효과가 있다는 보고 등이 있다.

본 연구에서는 쌀의 이용 확대를 위해 밀가루 대신 쌀가루를 대체하고자 하였으며, 이 때 쌀가루 사용으로 인한 머핀의 품질 중 부피 저하를 최소화시키기 위해 sorbitol을 사용하였다. 따라서 쌀가루, 클로렐라 및 sorbitol을 이용한 쌀머핀을 반응 표면 분석(RSM)을 이용하여 기호성과 상품성을 고려한 고품질의 쌀머핀 배합비를 개발하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

실험에 사용한 쌀가루는 2004년 수확한 쌀(순천 농협)을 구입 Fig. 1과 같은 조건으로 제조하여 실험에 사용하였다. 즉, 예비 실험을 통해 쌀가루는 15시간 수침한 후 pin milling 하여 수분 함량 14% 건조 후 실험에 사용하였다. 머핀의 제조에 사용된 밀가루는 박력분(단백질: 8.2%, 회분: 0.40%, 수분: 14%, 대한제분 1등급)을 사용하였고, 설탕(제일제당), 소금(한주), 버터(롯데삼강) 및 베이킹파우더(제니코)를 시중에서 구입하여 사용하였다. Sorbitol은 (주)삼양사, 클로렐라는

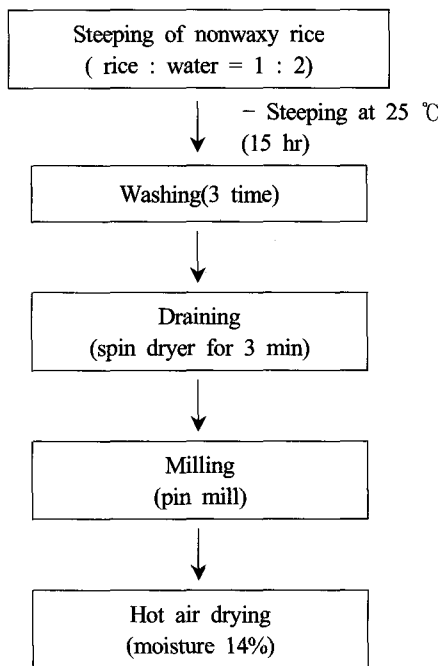


Fig. 1. Flow diagram of rice flour manufacture.

대상(주)으로부터 구입하여 사용하였다.

2. 머핀의 제조

머핀의 제조는 Table 1, Fig. 2의 조건으로 mixer(Kitchen Aid, 5K5SS, USA)를 이용하여 제조한 반죽을 167℃로 예열된 오븐(HEC-5, Hobart, USA)에서 20분간 구운 후 실온에서 1시간 방치 후 실험에 사용하였다. 또한 중심 합성 계획(central composite design)을 이용하여, 머핀의 품질에 영향을 줄 수 있는 주요 인자로 쌀가루(rice flour: RF), 클로렐라(chlorella: CH) 및 sorbitol(SO)로 설정하였다. 머핀의 기본 배합비에 RF는 박력분 대비 20, 40, 60, 80 및 100%로 대체하여 최적의 쌀가루 배합비를 유도한 후, CH는 박력분과 RF대비 1, 3, 5, 7 및 9%를 첨가, SO는 설탕 대비 5, 20, 35, 50 및 65%로 대체하여 머핀을 제조하여 실험에 사용하였다.

3. 머핀 품질 측정

Volume index 및 uniformity는 AACC 10-91 방법(AACC 1992)을 이용하여 측정하였다. Volume index는 빵의 부피 증대를 입체적으로 나타내기 위한 척도로 머핀을 세로로 절단한 다음 양면과 밀면의 중심과 일직선인 선의 길이를 측정 후 합하여 3으로 나눠 나타내었다. Uniformity는 세로로 자른 단면의 양면의 길이를 각각 측정하여 뺀 값으로 나타내었다. Bread scoring(머핀 품질 점수화)은 crust color, crumb color, grain, spreadability 및 texture의 5가지 항목에 대하여 각각 10점 척도(10점=매우 우수, 8점=우수, 6점=그저 그렇지만 만족스러움, 5점=그저 그렇지만 만족스럽지 못함, 3점=열등, 1점=매우 열등)를 사용하여 총 50점 만점(total bread score)으로 빵을 만든 사람이 주관적으로 평가하였다.

4. 관능 검사

관능 검사는 순천대학교 식품영양학과 20명의 학생을 대

Table 1. Formula for muffin (g)

Ingredients	Baker's percent(%)	Rice flour(%)				
		20	40	60	80	100
Wheat flour	100	160	120	80	20	-
Sugar	100	200	200	200	200	200
Salt	1	2	2	2	2	2
Butter	110	220	220	220	220	220
Baking powder	2	4	4	4	4	4
Egg	100	200	200	200	200	200
Rice flour	Variable	40	80	120	160	200

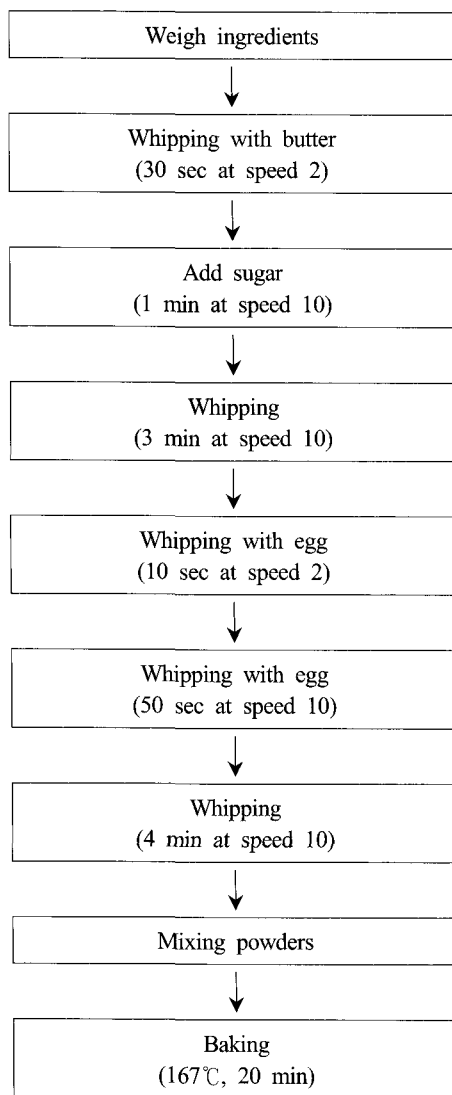


Fig. 2. Flow chart of baking rice muffin with chlorella.

상으로 각 제품의 특성(전반적인 기호도, 향미, 질감, 색)을 9점 척도법으로 측정하였다. 관능 검사 결과는 SPSS 프로그램을 이용하여 분산 분석(ANOVA)을 실시하고, 각 측정 평균값간의 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 Duncan의 다중 범위 시험법을 사용하여 검증하였다.

5. 최적 배합비의 개발과 품질 개선을 위한 설정 및 통계 분석

클로렐라를 첨가한 쌀 머핀의 예비 실험을 통하여 최적 배합에 영향을 줄 수 있는 RF, CH 및 SO 3개의 독립 변수를 설정하였으며 실험영역으로는 5수준(-2, -1, 0, +1 +2)으로 code화 하였다. 이러한 독립 변수들과 code를 이용하여 반응 표면 실험 계획을 중심 합성 계획에 따라 작성하였다(Gontard *et al* 1992). 즉, fractional 2^3 factorial design(8개), star points

(6개) 및 central points(4개)로 총 18개의 실험을 무작위로 수행하였으며, 반응 변수는 관능 검사 중 overall acceptability로 하였다(Table 6). 모든 실험 결과는 statistical analysis system(Version 8.1, SAS Institute Inc, USA)의 RSREG를 이용하여 분석하였으며, SAS/GRAPH(SAS Institute Inc, USA)로서 3차원도를 작성하여 zero level에서 두 독립 변수간의 상관성을 검토하였다(이종구 1993).

결과 및 고찰

1. Volume Index, Uniformity 및 Bread Scoring 측정

Table 2는 쌀가루를 박력분 대비 20, 40, 60, 80 및 100% 대체하여 제조한 쌀 머핀의 volume index, uniformity 및 bread scoring을 나타내었다. Volume index는 RF 60% 대체시 가장 높게 나타났고($p < 0.05$), uniformity는 제조한 머핀의 전체적인 균형을 나타낸 것으로서 쌀가루를 대체한 전 구간에서 유의적 차이는 없었다($p < 0.05$). 또한, bread scoring(머핀 품질 점수화)은 쌀가루 20~60%로 대체한 군이 높았다. 그러나 80% 이상 대체군에서는 낮은 점수를 나타내었는데, 이는 RF의 대체량이 많아져 grain과 texture가 나빠졌기 때문으로 사료된다.

Table 3, 4는 Table 2의 결과에 따른 쌀가루 60% 대체군에 클로렐라(1, 3, 5, 7 및 9%)의 첨가와 sorbitol(5, 20, 35, 50 및 65%)을 대체하여 volume index, uniformity 및 bread scoring을 나타내었다. 60% 쌀 머핀에 클로렐라의 첨가량을 5, 7 및 9%로 하였을 때 volume index는 증가하였으나 uniformity는 차이를 나타내지 못하였다. 또한 total bread score는 클로렐라 1, 3 및 5% 대체군까지는 높은 값을 나타내었으나, 첨가량이 많은 7, 9%는 낮은 점수를 얻었다. 이는 머핀에 첨가한 클로렐라의 crumb color가 진한 녹색을 띄어 식감을 저하시

Table 2. Volume index, uniformity and bread scoring of muffin added with various level of rice flour

Rice flour(%)	Rice muffin		
	Volume index	Uniformity	Total bread score
20	15.03±0.23 ^b	0.05±0.16 ^{NS,1)}	37.60 ^a
40	14.93±0.49 ^b	-0.02±0.20	36.00 ^b
60	16.25±0.19 ^a	-0.05±0.22	37.20 ^{ab}
80	14.40±0.29 ^c	0.09±0.14	32.80 ^c
100	14.35±0.53 ^c	0.05±0.12	32.00 ^c

1) NS. : Not significant.

Mean±SD(n=8).

Means with the same superscripts in each column are not significantly different($p < 0.05$).

키는 결과를 초래하였기 때문에 사료된다. 따라서 클로렐라의 기능성을 고려하였을 때 5%까지 첨가가 가능하였다. 또한, sorbitol 대체의 경우 uniformity에는 영향을 주지 못하였으나, volume index나 total bread score에서는 sorbitol 35% 대체군이 가장 좋은 것으로 나타났다.

2. 반응 표면 분석법에 의한 최적 조건 설정

Table 5와 6에서 디자인한 중심 합성 계획에 따라 얻어진 실험값을 SAS 통계프로그램을 이용하여 RSREG분석을 실행한 후, 두 독립 변수 상호간의 관계를 나머지 변수가 zero

Table 3. Volume index, uniformity and bread scoring of muffin added with various level of chlorella powder at 60% rice flour

Chlorella powder (%)	Rice muffin ¹⁾		
	Volume index	Uniformity	Total bread score
1	14.30±0.41 ^b	-0.04±0.25 ^{NS,2)}	38.20 ^a
3	14.32±0.18 ^b	0.00±0.18	37.80 ^a
5	14.84±0.30 ^a	-0.06±0.33	37.40 ^a
7	14.70±0.24 ^{ab}	0.01±0.17	36.00 ^b
9	14.51±0.42 ^{ab}	0.33±0.20	34.60 ^c

¹⁾ Rice muffin : 60% rice flour.

²⁾ NS. : Not significant.

Mean±SD(n=8).

Means with the same superscripts in each column are not significantly different(p<0.05).

Table 4. Volume index, uniformity and bread scoring of muffin added with various level of sorbitol at 60% rice flour and 5% chlorella powder

Sorbitol (%)	Rice muffin ¹⁾		
	Volume index	Uniformity	Total bread score
5	15.22±0.21 ^b	-0.05±0.30 ^{NS,2)}	37.00 ^a
20	14.72±0.28 ^{cd}	0.00±0.15	36.33 ^a
35	15.80±0.20 ^a	-0.15±0.16	36.67 ^a
50	14.90±0.48 ^{bc}	-0.33±0.23	32.33 ^b
65	14.43±0.22 ^d	-0.12±0.21	31.67 ^b

¹⁾ Rice muffin : 60% rice flour.

²⁾ NS. : Not significant.

Mean±SD(n=8).

Means with the same superscripts in each column are not significantly different(p<0.05).

level인 상태에서 3차원 도식화 하였다.

Fig. 3은 RSREG 분석을 행한 후 두 독립 변수 쌀가루와

Table 5. Coded level of independent variables in experimental design

Independent variables	Coded level				
	-2	-1	0	+1	+2
RF(%) ¹⁾	20	40	60	80	100
CH(%) ²⁾	1	3	5	7	9
SO(%) ³⁾	5	20	35	50	65

¹⁾ RF : Rice flour(%).

²⁾ CH : Chlorella(%).

³⁾ SO : Sorbitol(%).

Table 6. Response of dependent variables to overall acceptability for dependent variables

Treatment No.	Independent variables ¹⁾			Dependent variables OV ²⁾
	X1	X2	X3	
Fractional 2 ³ factorial	1	-1	-1	4.68
	2	+1	-1	5.03
	3	-1	+1	5.52
	4	+1	+1	3.90
	5	-1	-1	5.62
	6	+1	-1	5.67
	7	-1	+1	4.52
	8	+1	+1	4.26
Star points	9	+2	0	5.23
	10	-2	0	4.61
	11	0	+2	2.33
	12	0	-2	4.52
	13	0	0	3.88
	14	0	0	4.63
Central points	15	0	0	6.73
	16	0	0	6.86
	17	0	0	6.53
	18	0	0	6.61

¹⁾ The coded levels of independent values are same as represented in Table.

²⁾ Overall acceptability.

클로렐라 상호간의 종속 변수(전반적인 기호도)에 대한 영향을 3차원 도식화한 것으로 쌀가루 및 클로렐라의 함량에 따른 전반적인 기호도의 변화를 나타내고 있다. 전체적으로 클로렐라를 5% 미만으로 첨가시켰을 경우에는 쌀가루의 함량을 증가시키더라도 전반적인 기호도에서는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 그러나 쌀가루의 함량이 60% 이상일 때는 클로렐라 함량과 상관없이 전반적인 기호도가 서서히 증가하는 경향을 보였다. 특히 쌀가루의 함량이 90% 이상, 클로렐라의 함량이 2% 미만일 때 전반적인 기호도가 5.3 범위로 최대를 나타내었다. 하지만 클로렐라의 함량을 5% 이상으로 증가시킬 경우, 쌀가루의 함량에 상관없이 전반적인 기호도가 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 클로렐라가 5% 이상 첨가되었을 경우, 클로렐라 특유의 조류 향과 녹색이 강하게 발현됨으로서 전반적인 기호도를 저하시켰던 것으로 추정되었다. 이는 Park & Cho(2004)의 2% 클로렐라 추출물을 첨가한 생곡수에서 관능적인 기호도가 떨어진 것과 유사하였다. 또한 Park et al(2002)의 클로렐라 분말 1%를 첨가한 설기떡에서 종합적인 기호도가 감소한 결과와도 유사하였다.

Fig. 4는 쌀가루와 sorbitol의 함량에 따른 전반적인 기호도를 나타낸 것이다. Sorbitol 증가는 기호도에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 보였다. 하지만 sorbitol의 존재 하에 쌀가루의 대체량을 증가시켰을 경우에는 전반적인 기호도가 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 따라서 쌀가루가 다량 대체되는 제빵 공정에서는 sorbitol을 대체시킬 경우 제품의 기호도를 증가시킬 수 있는 것으로 추정되었다.

Fig. 5에서는 sorbitol과 클로렐라의 함량에 따른 전체적인 기호도를 나타내었다. Sorbitol을 20~68% 범위로 대체시키고, 클로렐라를 1.8% 범위로 첨가시킬 때 기호도가 5.0 범위

로 가장 높게 나타났으며, sorbitol과 클로렐라를 그 이상의 함량으로 각각 대체 및 첨가시킬 경우는 오히려 전반적인 기호도가 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 7은 설정한 model의 적합 결여 검증(lack of fit test) 결과로 0.05보다 높게 나타나 설계된 반응 모형이 완전한 것으로 해석된다. 또한 결정 계수(R²)가 0.939로서 1에 가까우며, 전체적인 모형(total regression)이 0.05보다 낮으므로(p<0.05) 가정된 반응 모형이 자료에 적합한 것으로 나타났다. 따라서 반응 모형 방정식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$OV = 6.70 - 0.02RF - 0.45CH - 0.04SO - 0.44RF^2 - 0.81CH^2 - 0.60SO^2 - 0.29RF \times CH + 0.13RF \times SO - 0.28CH \times SO$$

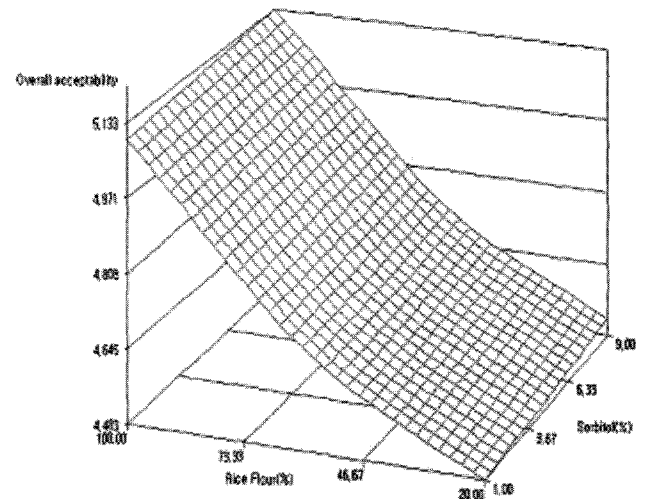


Fig. 4. Response surface plot for the effect of rice flour and sorbitol on the overall acceptability. (Chlorella=5%)

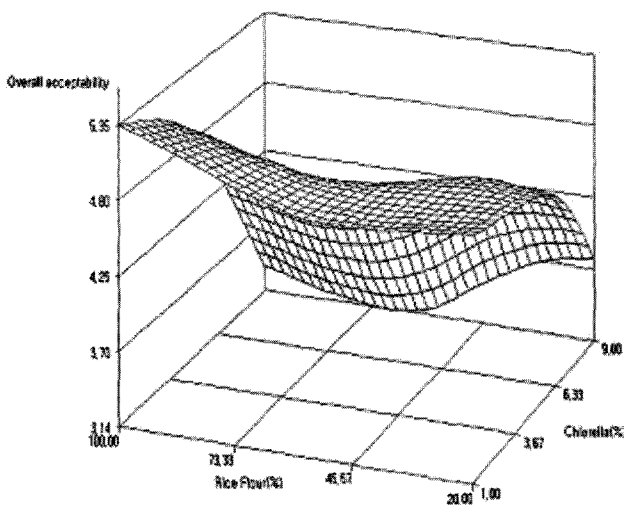


Fig. 3. Response surface plot for the effect of rice flour and chlorella on the overall acceptability. (Sorbitol=35%)

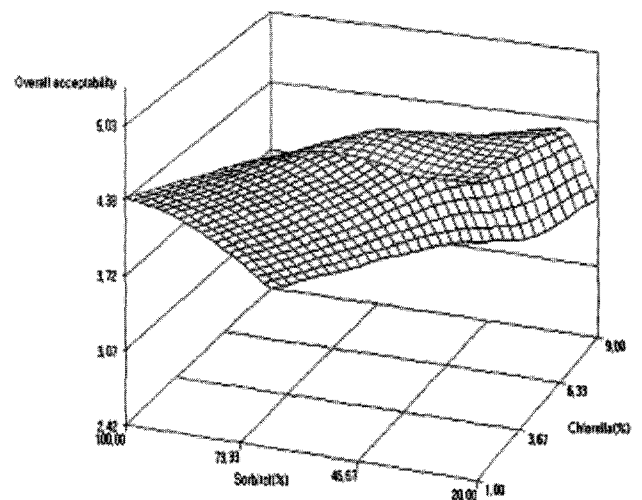


Fig. 5. Response surface plot for the effect of chlorella and sorbitol on the overall acceptability. (Rice flour=60%)

한편, 위의 반응모형 방정식을 정준형식(canonical form)으로 변환시켰을 경우, 다음과 같은 식을 구할 수 있다.

$$\hat{y} = 6.77 - 1.36w_1^2 - 2.42w_2^2 - 3.60w_3^2$$

위 정준 형식에서 세 고유값(eigenvalue)들의 절대 크기를 비교하였을 때 반응 표면은 w_3 (sorbitol의 대체량)에 의해 가장 민감하게 변화하며, 다음으로 w_2 (클로렐라 첨가량) 및 w_1 (쌀가루의 대체량) 순이다. 즉, 세 독립 변수 중 전반적인 기호도에 가장 큰 영향을 미치는 첨가물은 sorbitol이며, 다음으로 클로렐라 및 쌀가루인 것으로 추정되었다. 또한 세 고유값들은 모두 음수로서, 위 반응 모형에서 얻어진 정상점(stationary point)은 최대점(maximum)임을 알 수 있다. 이때 예상되는 최대 전반적인 기호도는 6.77점으로서, 이러한 조건을 만족

Table 7. Model coefficients estimated by multiple linear regression for overall acceptability

Factor	Coefficient
Constant	6.703
Linear	
RF ¹⁾	-0.015
CH ²⁾	-0.448*
SO ³⁾	-0.035
Quadratic	
RF ²	-0.435*
CH ²	-0.809*
SO ²	-0.601*
Crossproduct	
RF×CH	-0.285
RF×SO	0.133
CH×SO	-0.278
Model	
Linear	0.0185*
Quadratic	0.0001*
Crossproduct	0.1216
R ²	0.9393
Total regression(>F)	0.0006
Lack of fit	0.0298

¹⁾ RF : Rice flour(%).

²⁾ CH : Chlorella(%).

³⁾ SO : Sorbitol(%).

Table 8. Overall acceptability of muffins

	Wheat muffin	A ¹⁾	T value
Sensory	6.03±0.76 ²⁾	6.67±0.84	2.786*

¹⁾ A = Optimal conditions determined by RSM.

²⁾ Sensory evaluation was performed by 20 panelists with 9 hedonic scale(1: dislike extremely → 9: like extremely). Mean±SD(n=20).

Means with the same superscripts in each row are not significantly different(p<0.05).

하는 각 첨가물의 첨가량은 쌀가루 60.8%, 클로렐라 4.7% 및 sorbitol 35.45%로 예상되었다. 위의 조건에 따라 제조된 머핀의 전반적인 기호도를 측정된 결과(Table 8) 기호도는 6.67점으로서 예상치인 6.77과 유사하여, 본 반응 표면 분석을 통해 얻어진 결과가 적합함을 알 수 있었다. 따라서 본 실험 결과 관능적으로 최적인 머핀을 제조하기 위해서는 박력분 대비 쌀가루 60.8%의 대체, 박력분과 쌀가루 대비 클로렐라 4.7% 첨가 및 sorbitol 35.45%를 대체시키는 조건으로 설정되었다.

3. 관능 검사

반응 표면 분석에 의해 얻어진 최종 배합비(박력분 대비 쌀가루 60.8% 대체, 박력분과 쌀가루 대비 클로렐라 4.7% 첨가 및 sorbitol 35.45% 대체)를 이용하여 제조한 클로렐라 쌀 머핀과 밀가루 머핀의 전반적인 기호도를 Table 8에 나타내었다. 반응 표면 분석법에 의해 도출된 예측치를 이용하여 실제 제조한 쌀 머핀은 밀가루 머핀보다 전반적인 기호도가 높아(p<0.05) 우수한 쌀 머핀의 제조가 가능함을 확인 할 수 있었다.

요약 및 결론

쌀의 소비 촉진을 위해 반응 표면 분석을 이용하여 기능성 쌀 머핀을 제조하였다.

쌀의 이용 확대를 위해 밀가루 대신 쌀가루를 대체하고자 하였으며, 이 때 쌀가루 사용으로 인한 머핀의 품질 중 부피 저하를 최소화시키기 위해 sorbitol을 사용하였다. 따라서 쌀가루, 클로렐라 및 sorbitol을 이용한 쌀머핀을 반응 표면 분석(RSM)을 이용하여 기호성과 상품성을 고려한 고품질의 쌀 머핀 배합비를 개발하고자 한다.

1. 클로렐라 쌀 머핀의 예비 실험을 통하여 최적 배합에 영향을 줄 수 있는 RF, CH 및 SO 등의 독립 변수를 이용하여 반응 표면 실험 계획을 중심 합성 계획(central composite design)에 따라 작성하였다. 이때 반응 변수는

관능 검사를 통하여 얻은 overall acceptability로 하였다.

- 반응 표면 분석법을 이용하여 $OV = 6.70 - 0.45CH - 0.44RF^2 - 0.81CH^2 - 0.60SO^2$ 와 같은 회귀 방정식을 모형으로 최고점을 나타내어 능선 분석을 수행한 결과 박력분 대비 쌀가루의 60.8%로 대체, 박력분 쌀가루 대비 클로렐라 4.7% 첨가 및 설탕대비 sorbitol 35.45%로 대체시키는 조건으로 설정되었다.
- 반응 표면 분석법에 의해 도출된 예측치를 이용하여 제조한 쌀머핀이 밀가루 머핀보다 전반적인 기호도가 우수하였다. 따라서 RSM분석에 의해 최적의 쌀머핀을 개발할 수 있음이 증명되었다.

감사의 글

본 연구는 2004년도 한국학술진흥재단 지방대 육성지원 사업(과제번호: C00229)에 의한 연구 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

문헌

- 김상용, 오덕근, 김석신, 김철재 (1996) 무설탕 과자 제조에 사용되는 신규 감미료 - 당알코올류와 신종 당류를 중심으로. *식품과학과 산업* 29: 53-61.
- 이종구 (1993) SAS의 이해와 활용. 성원사, 서울. p 13-86.
- 통계청 (2006) 1인 1일 양곡 소비량. 통계정보시스템. <http://www.kosis.nso.go.kr>
- AACC (1992) *Official Method AACC* 8th ed., american Assoc cereal chemists, St. Paul, M.N.
- Choi YJ, Kim KO (1990) Replacement of sucrose with other sweetener in sponge cakes. *Korean J Soc Food Sci* 6: 59-65.
- Chung NY, Choi SN (2005) Quality characteristics of pound cake with chlorella powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 669-676.
- Gontard N, Guilbert S, Cuq JL (1992) Edible wheat gluten films : Influence of the main process variables on the film properties using response surface methodology. *J Food Sci* 57: 190-195, 199.
- Hoseney RC, Rogers DE (1994) Mechanism of sugar functionality in cookies. In "*Sci. Cookie Cracker Production*" Farid, H.(ed), Chapman & Hall. p 203-225.
- Kim SS, Park MK, Oh NS, Kim DC, Han MS, In MJ (2003) Studies on quality characteristics and shelf-life of chlorella soybean curd(Tofu). *J Korea Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 12-15.
- Kum JS (2001) Globalism and commercialization of Korean traditional rice products. *Food Industry Nutr* 6: 11-22.
- Lee CH, Han BJ, Kim NY, Lim JK, Kim BC (1991) Studies on the browning reaction of sugar derivative sweeteners. *Korean J Food Sci Technol* 23: 52-56.
- Morimoto T, Nagatsu A, Murkami N, Skakibara J, Tokuda H, Nishino H, Iwashima A (1995) Anti-tunour-promoting glycerolglycolipids from the green alga *Chlorella vulgaris*. *Phytochem* 40: 1433-1437.
- Nishibori S, Kawakishi S (1992) Effect of various sugars on the quality of bread cookies. *Cereal Chem* 69: 160-163.
- Park MK, In MJ, Jung YC (2002) Effect of fructooligosaccharide and chlorella powder on kimchi fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 760-764.
- Park MK, Lee JM, Park CH, In MJ (2002) Quality characteristics of sulgidduk containing chlorella powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 225-229.
- Park SI, Cho EJ (2004) Quality characteristics of noodle added with chlorella extract. *Korean J Food & Nutr* 17: 120-127.
- Pore RS (1984) Detoxification chlordecone poisoned rats with chlorella and chlorella derived sporopollenin. *Drug Chem Toxicol* 7: 57-71.
- Shin IY, Kim HI, Kim CS, Whang K (1999) Characteristics of sugar cookies with replacement of sucrose with sugar alcohols(I) organoleptic characteristics of sugar alcohols cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 850-857.
- Singh A, Singh SP, Bamezai R (1998) Perinatal influence of *Chlorella vulgaris* (E-25) on hepatic drug metabolizing enzymes and lipid peroxidation. *Anticancer Res* 18: 1509-1514.
- Sung YM, Cho JR, Oh NS, Kim DC, In MJ (2005) Preparation and quality characteristics of curd yogurt added with chlorella. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 60-64. (2006년 9월 14일 접수, 2007년 1월 22일 채택)