

반응 표면 분석에 의한 스피루리나 첨가 떡볶이떡 제조의 최적화

김미연¹ · 김종미¹ · 이윤진¹ · 허옥순² · 김미리^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과, ²식품의약품안전청 유해물질관리단

Optimization of Spirulina Added Korean Rice Cake(Garaeduk) using Response Surface Methodology

Mi Yeon Kim¹, Jong Mi Kim¹, Yun-Jin Lee¹, Ok Soon Heo² and Mee Ree Kim^{1*}

¹Dept. of Food & Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Food & Risk Standardization Team, Food & Drug Administration, Seoul 122-704, Korea

Abstract

The principal objective of this study was to determine the optimal mixing ratios of three different quantities of *spirulina*, salt and water for the preparation of Korean rice cake (*Dukbokiduk*) via response surface methodology on the basis of color, texture, and sensory test. The spirulina levels were tested in a range of 1~3%, the water levels in a range of 15~25%, and salt levels were tested a range of 0.5~1% by weight of rice powder. Taste was influenced most profoundly by the amount of added *spirulina*. Optimal taste was achieved with 1% of *spirulina*, 0.75% of salt and 20% water. Thus, the optimal mixing ratios of *spirulina*, salt, and water for *Dukbokiduk* were 1.0%, 0.57%, and 19.46%, respectively.

Key words : *Dukbokiduk*, *spirulina*, response surface methodology.

서 론

떡은 우리나라의 가장 오래된 전통식품 중의 하나로서 명절음식 또는 의례음식으로 자리잡아 왔으나, 오늘날에 와서는 의례의 간소화 및 식생활의 서구화 등으로 인하여 사용빈도가 줄었다(Yim & Kim 1988). 식생활의 서구화로 주식으로서의 쌀 소비가 저하되고 있어 쌀의 소비를 촉진하기 위한 다양한 쌀 가공 식품 개발이 시도되고 있다. 그 중 가장 대표적인 대중적 기호도를 가진 쌀가공 식품의 일종인 떡볶이떡인 가래떡이다(Song & Park 2003). 가래떡은 곡물을 알맹이 그대로 찌거나 또는 가루를 내어 쪄 다음, 절구에 놓고 매우 쳐서 만드는 떡으로, 예로부터 설날의 엄숙함과 청결함을 의미하는 뜻에서 떡국으로 이용되어 현재에도 그 전통을 이어가고 있다(Yu & Han 2004).

한편, 스피루리나는 지구상에서 가장 오래된 조류(algae)의 하나로 약 30억년의 역사를 가지고 있다. 스피루리나와 클로렐라와 같은 조류들은 인류의 좋은 식량으로 사용되어 왔고, 생물학적 활성을 갖는 물질을 함유하고 있어 기능성 식품으로 활용되고 있다(Yang *et al* 1997, Kay RA 1991). 스

피루리나에는 단백질이 55~70%, 지방이 6~9%, 탄수화물이 15~20% 함유되어 있고 다량의 무기질, 비타민, 섬유질 및 색소 성분을 함유하고 있다(Kay RA 1991). 스피루리나는 단백질 함량이 높을 뿐 아니라 8가지 필수아미노산을 포함하고 있으며, 지질 성분 중에는 free-fatty acid가 70~80%에 달하고 linoleic acid, γ -linolenic acid 등의 지방산이 큰 비중을 차지하고 있다(Mahajan & Kamat 1995). 탄수화물로는 포도당, 람노스, 만노스, 자일로스 등이 있고, 색소 성분으로는 등황색의 carotenoid, 녹색의 chlorophyll, 청색의 phycocyanin 등을 가지고 있다(Ciferri O 1983). 피코시아닌은 최근 연구가 활발한 색소 성분 중의 하나로 남조류에만 함유된 청색 색소로서 인간과 동물의 담즙 색소와 같이 지방의 소화를 돕는 작용을 하며(Kay RA 1991, Ciferri O 1983), 항산화능을 증진시킬 뿐 아니라 항염증 작용(Kay RA 1991, Pinero Estrada *et al* 2001)을 한다고 보고되고 있다. 또한, 스피루리나는 많은 비타민과 무기질을 포함하고 있다. 특히 비타민 B₁₂와 항산화제 역할을 하는 phenolic acid, tocopherols, β -carotene를 다량 함유하고 있다(Herbert & Drivas 1982, Miranda *et al* 1998). 스피루리나에 함유되어 있는 철분의 흡수율은 계란의 철분과 비슷하다고 보고되었으며, 프로스타글란딘은 혈소판의 응집을 막아주고, 혈액순환을 향상시키는 작

* Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel : +82-42-821-6837 Fax : +82-42-821-8887, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

용을 한다고 알려져 있다(Kapoor & Mehta 1998).

이에 본 연구에서는 우리나라의 전통음식인 가래떡의 일종인 떡볶이떡의 재료로 건강 기능성 및 생리활성이 뛰어난 스피루리나를 첨가한 떡볶이떡 제조의 최적 조건을 찾고자 본 실험을 실행하였다. 스피루리나, 소금, 물 첨가량의 농도를 달리하여 16가지의 조건으로 떡볶이떡을 제조한 후, 품질 특성 결과를 바탕으로 반응 표면 분석을 실시하여 최적 조건을 선정하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서는 떡볶이떡의 재료로 쌀(원산지 : 충남 서산, 새들만 서해진미), 소금(태화제염)을 사용하였으며, 스피루리나는 (주)ES 바이오텍에서 제공받아 사용하였다.

2. 스피루리나의 최적 첨가 비율의 선정을 위한 실험 계획

스피루리나를 첨가한 떡볶이떡의 최적 조건을 선정하기 위해 떡볶이떡의 특성에 영향을 미치는 요인인 스피루리나, 소금, 물을 주요 변수로 하여 반응 표면 분석법(Response Surface Methodology : RSM)으로 최적화하였다. 중심합성계획법으로 실험을 설계하여 스피루리나(X_1), 소금(X_2), 물(X_3)을 독립변수(X_n)로 하고, Table 1과 같이 -1, 0, +1의 3단계로 부호화하였다. 즉, 스피루리나의 농도(쌀가루의 1%, 2%, 3%), 소금의 농도(0.5%, 0.75%, 1%), 물 첨가량(15%, 20%, 25%)을 달리하여 떡볶이떡을 제조하였다.

3. 떡볶이떡의 제조

쌀을 3회 씻어 물(20±5℃)에서 6시간 불린 후 뿜아서 소금을 넣고 고운 체에 내린다. 물에 스피루리나를 타서 쌀가루에 고루 뿌려 손으로 잘 섞어준다. 나무 시루에 떡가루를 고루 퍼서 담아 찐 후, 김이 오르면 뚜껑을 덮고 20분 찐다. 찐 떡을 떡볶이떡 제조 기계(맷돌 녹즙기 DO-9001, (주) 동아오스카)에 넣어 균일한 크기로 떡볶이떡을 제조하였다.

4. 색도 측정

떡볶이떡의 색도는 색차계(Digital color measuring/ difference calculation meter, Model ND-1001 DP, Nippon Den-shoku Co. LTD., Japan)를 사용하여 L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)값을 측정하였고, 한 처리군당 3개의 시료를 이용하여 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색판의 L, a, b 값은 각각 90.45, 0.13, 3.35이었다.

Table 1. Experimental conditions for the central composite design for the optimization of making *Dukbokiduk*

Exp. No	Experimental factor					
	Real value(%)			Coded values		
	Spirulina	Salt	Water	X_1	X_2	X_3
1	1	0.50	15	-1	-1	-1
2	3	0.50	15	1	-1	-1
3	1	1.00	15	-1	1	-1
4	3	1.00	15	1	1	-1
5	1	0.50	25	-1	-1	1
6	3	0.50	25	1	-1	1
7	1	1.00	25	-1	1	1
8	3	1.00	25	1	1	1
9	1	0.75	20	-1	0	0
10	3	0.75	20	1	0	0
11	2	0.5	20	0	-1	0
12	2	1.00	20	0	1	0
13	2	0.75	15	0	0	-1
14	2	0.75	25	0	0	1
15	2	0.75	20	0	0	0
16	2	0.75	20	0	0	0

5. Texture 측정

떡볶이떡의 조직감 측정을 알아보기 위해 떡볶이떡을 일정 크기 2×2×2 cm로 잘라 Texture analyser(TA/XT2, Micro-stable Systems Co., England)로 각 18회 반복 측정하였으며, probe를 2회 연속적으로 눌렀을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 경도(hardness), 부착성(adhesiveness)를 측정하였으며, 이때 측정 조건은 Table 2와 같다.

6. 관능검사

스피루리나 첨가 떡볶이떡에 대하여 관능적 특성 차이를 알아보고자 품질 차이를 구별할 수 있는 충남대학교 식품영양학과 대학생 및 대학원생 10명을 패널로 선정하여 9점 평점법을 사용하여 관능검사를 수행하였다. 관능적 특성으로는 색, 냄새, 맛, 조직감, 전반적인 수용도(1점: 대단히 싫다, 9점: 대단히 좋다)에 대해 패널 10명에게 16개의 시료를 각각 4개씩 제시하였고, 20분의 휴식시간을 가지며 평가를 실시하였다. 시료는 균일한 크기로 잘라서 백색의 접시에 담아 물(20±5℃)과 함께 제시하였다.

Table 2. Operating condition of texture analyzer for *spirulina Dukbokiduk*

Operating conditions	
Force threshold	100 g
Acquisition rate	400 pps
Contact area	490.62 mm ²
Contact force	5.0 g
Pre-test speed	5.0 mm/s
Post-test speed	5.0 mm/s
Test speed	5.0 mm/s
Strain	30.00%
Time	0.50 s
Trigger type	Auto 10 g

7. 통계처리

스피루리나 첨가 떡볶이떡의 실험 결과는 Design-Expert 7.0.3 Program을 이용하여 반응 표면 분석을 실시하였으며, 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 색도

중심합성법에 따라 계획하여 제조한 스피루리나 첨가 떡볶이떡의 L, a, b 값을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 스피루리나 첨가량에 따른 색도는 스피루리나 첨가량이 증가할수록 L, a값은 점점 감소하는 경향이 나타났다. 소금과 물 첨가량에 따라 L, a, b값은 영향을 받지 않았다. 이와 같은 결과는 스피루리나의 녹색을 띠는 클로로필과 청색의 피코시아닌 색소가 스피루리나 첨가 떡볶이떡의 L, a값에 영향을 준 것으

Table 3. Effect of preparing condition of *spirulina Dukbokiduk* on color, texture of treatment conditions

Exp. No	Experimental factor			Response factor							
	Real value(%)			Color			Texture				
	Spirulina	Salt	Water	L-value	a-value	b-value	Springiness	Cohesiveness	Chewiness	Hardness	Adhesiveness
1	1	0.50	15	16.24 ^{bc}	0.09 ^{NS}	4.61 ^b	0.904 ^{ab}	0.888 ^{def}	267.4 ^a	333.4 ^a	-20.227 ^j
2	3	0.50	15	13.16 ^{efg}	-0.42	2.52 ^f	0.899 ^{ab}	0.885 ^{ef}	199.1 ^{cd}	250.2 ^b	-14.591 ^{fgh}
3	1	1.00	15	17.31 ^a	0.94	5.31 ^a	0.895 ^{ab}	0.893 ^{bcdef}	216.3 ^{bc}	274.2 ^b	-15.335 ^{ghi}
4	3	1.00	15	13.26 ^{ef}	0.53	2.59 ^f	0.915 ^a	0.892 ^{cdef}	265.4 ^a	325.3 ^a	-15.717 ^{ghi}
5	1	0.50	25	16.57 ^{abc}	0.01	4.83 ^b	0.910 ^{ab}	0.883 ^f	117.8 ^{hi}	146.4 ^{fg}	-6.345 ^a
6	3	0.50	25	12.52 ^{fgh}	0.42	1.76 ^h	0.890 ^b	0.899 ^{bc}	163.6 ^{ef}	204.3 ^{cd}	-12.837 ^{efg}
7	1	1.00	25	15.74 ^{cd}	1.04	4.47 ^b	0.906 ^{ab}	0.896 ^{bcd}	113.9 ⁱ	140.3 ^g	-7.372 ^{ab}
8	3	1.00	25	12.15 ^{gh}	-0.38	1.97 ^{gh}	0.909 ^{ab}	0.895 ^{bode}	131.8 ^{ghi}	161.9 ^{efg}	-8.883 ^{abc}
9	1	0.75	20	11.92 ^h	0.12	2.20 ^{fg}	0.909 ^{ab}	0.900 ^{bc}	205.9 ^{bcd}	251.7 ^b	-15.412 ^{ghi}
10	3	0.75	20	16.86 ^{ab}	0.11	5.26 ^a	0.890 ^b	0.903 ^b	146.9 ^{fg}	188.2 ^{de}	-12.353 ^{def}
11	2	0.50	20	13.34 ^{ef}	0.34	3.39 ^{de}	0.912 ^{ab}	0.901 ^{bc}	183.1 ^{de}	222.9 ^c	-13.149 ^{efg}
12	2	1.00	20	13.89 ^e	0.10	3.79 ^{cd}	0.915 ^a	0.895 ^{bcde}	141.2 ^{fgh}	172.4 ^{ef}	-11.152 ^{cde}
13	2	0.75	15	15.09 ^d	0.08	3.98 ^c	0.916 ^a	0.914 ^a	216.9 ^{bc}	258.9 ^b	-16.744 ^{hi}
14	2	0.75	25	12.54 ^{fgh}	-0.12	3.13 ^e	0.909 ^{ab}	0.892 ^{cdef}	145.7 ^{fg}	179.7 ^{de}	-9.588 ^{bcd}
15	2	0.75	20	15.16 ^d	-0.33	3.76 ^{cd}	0.918 ^a	0.899 ^{bc}	156.5 ^{fg}	189.8 ^{de}	-10.621 ^{cde}
16	2	0.75	20	13.67 ^e	-0.06	3.31 ^e	0.905 ^{ab}	0.914 ^a	226.1 ^b	273.8 ^b	-18.215 ^{ij}

^{a-j} Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

로 사료된다. 가루녹차를 첨가한 설기떡의 연구에서도 가루 녹차의 함량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다고 보고 하였다(Hong *et al* 1999). 현미녹차인절미의 연구 결과(Kwon MY *et al* 1996)에서도 녹차가루 첨가량이 증가함에 따라 L, a값은 감소하였다고 보고한 결과와 일치한다. 또한, 파래 분말을 첨가한 설기떡(Lee & Yoon 2008)과 클로렐라를 첨가한 설기떡의 연구(Park *et al* 2002)에서도 파래 분말과 클로렐라 첨가량이 증가할수록 L값은 감소하고, a값도 감소하였다고 보고한 결과와 일치한다(Lee & Yoon 2008). b값은 스피루리나 첨가량이 감소할수록 증가하는 경향을 나타냈으며, 물과 소금의 첨가량에는 영향을 받지 않았다. L값, a값, b값의 회귀분석에 대한 결정계수 R^2 은 0.264, 0.265, 0.319로서 낮게 나타났다(Table 5).

2. Texture 특성

중심합성법에 따라 계획하여 제조한 스피루리나 첨가 떡볶이떡의 조직감을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 탄력성과 응집성은 스피루리나 첨가량에 따라 영향을 받지 않았으며, 씹힘성과 경도는 스피루리나 첨가량과 소금의 첨가량이 많을수록, 물의 첨가량이 감소할수록 증가하는 경향을 보였다. Hyun *et al*(2005), Jang & Park(2006), Kim *et al*(2005), Yoo *et al*(2005)의 설기떡에 관한 연구에서도 쌀가루 이외의 가루를 부재료로 첨가할 경우 경도, 검성과 씹힘성이 높아져 부드러움이 감소한다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 이와 같은 결과는 부재료 첨가가 떡 제조시에 재료간의 결합력을 높여주는 것으로 사료된다. 경도는 물의 첨가량이 25%일 때 가장 낮았으며 물의 첨가량이 15%일 때 가장 높게 나타났다. Lee KH(2005)와 Yoon SJ(2000)의 절편에 관한 연구에서 수분 첨가량이 많을수록 경도와 씹힘성이 감소하였고, Choi & Kim(2003)의 연구 결과에서도 설탕량과 수분 첨가량이 증가할수록 경도가 감소하여 본 연구의 결과와 같은 경향을 보였다. 또한, 부착성은 스피루리나와 물의 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 회귀 분석 결과, 탄력성에 대한 결정계수 R^2 은 0.093으로 낮게 나타나 정확도가 떨어지며, 응집성에 대한 결정계수 R^2 은 0.041로 낮게 나타나 정확도가 떨어지는 결과를 보여주었다. 씹힘성에 대한 결정계수 R^2 은 0.686으로 낮게 나타났고, 적합도는 유의 수준 1%에서 유의적인 결과가 나타났으며, 경도에 대한 결정 계수 R^2 은 0.698로 낮게 나타났고, 유의수준 1%에서 유의적인 결과가 나타났다. 응집성에 대한 결정계수 R^2 은 0.651로 낮게 나타났으며 유의수준 1%에서 유의적인 결과가 나타났(Table 5). 이와 같은 결과에서 스피루리나, 소금, 물의 첨가량이 씹힘성, 경도, 그리고 응집성에는 영향을 미치는 요인이라고 사료된다. 또한, 물의 첨가량에 따라 쫄깃한 떡볶이떡의 제조가 가능하다고 사료된다.

3. 관능 평가

중심합성법에 따라 계획하여 제조한 스피루리나 첨가 떡볶이떡의 관능검사 결과는 Table 4와 같다. 색은(color)은 스피루리나 첨가량이 많을수록 녹색이 진하여 높은 점수를 받았고, 스피루리나 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아졌다. 맛(taste)은 스피루리나 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였으나 1%와 2%는 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 스피루리나 1%, 소금 0.75%, 물 20% 첨가했을 때 6.8점으로 가장 높게 평가되었다. Jang & Park(2006)의 연구에서도 함초가루 첨가량이 증가할수록 감소하였다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 씹힘성(chewiness)은 스피루리나, 소금, 그리고 물의 첨가량에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 전체적인 수용도(overall acceptability)는 스피

Table 4. Effect of preparing condition of spirulina Dukkobokiduk on sensory of treatment conditions

Exp. No	Experimental factor			Response factor			
	Real value(%)			Sensory			
	Spirulina	Salt	Water	Color	Taste	Chewiness	Overall acceptability
1	1	0.50	15	3.4 ^{ghi}	5.6 ^{abc}	5.4 ^{ab}	6.6 ^a
2	3	0.50	15	7.2 ^{abcd}	3.6 ^c	6.2 ^{ab}	3.0 ^f
3	1	1.00	15	3.2 ^{hi}	6.4 ^a	6.4 ^a	5.6 ^{abcde}
4	3	1.00	15	7.4 ^{abc}	3.8 ^c	5.6 ^{ab}	3.4 ^{ef}
5	1	0.50	25	2.8 ⁱ	6.2 ^{ab}	4.6 ^{ab}	6.0 ^{abd}
6	3	0.50	25	7.8 ^{ab}	4.0 ^c	3.6 ^b	3.8 ^{def}
7	1	1.00	25	3.6 ^{fghi}	4.8 ^{abc}	4.0 ^{ab}	4.2 ^{bcdef}
8	3	1.00	25	8.2 ^a	3.8 ^c	3.8 ^{ab}	3.6 ^{def}
9	1	0.75	20	2.6 ⁱ	6.8 ^a	4.6 ^{ab}	6.4 ^{ab}
10	3	0.75	20	8.2 ^a	3.6 ^c	5.4 ^{ab}	3.0 ^f
11	2	0.50	20	6.0 ^{bcde}	4.8 ^{abc}	5.2 ^{ab}	4.8 ^{abcdef}
12	2	1.00	20	5.4 ^{cdefg}	5.0 ^{abc}	5.6 ^{ab}	5.4 ^{abcde}
13	2	0.75	15	4.4 ^{efghi}	5.0 ^{abc}	6.0 ^{ab}	4.6 ^{abcdef}
14	2	0.75	25	6.2 ^{abcde}	4.8 ^{abc}	4.2 ^{ab}	4.6 ^{abcdef}
15	2	0.75	20	5.2 ^{defgh}	5.0 ^{abc}	5.6 ^{ab}	5.0 ^{abcdef}
16	2	0.75	20	5.6 ^{cdef}	4.2 ^{bc}	6.0 ^{ab}	5.8 ^{abcd}

^{a-i} Different superscripts within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

(1점: 대단히 싫다, 2점: 매우 싫다, 3점: 보통 싫다, 4점: 약간 싫다, 5점: 좋지도 싫지도 않다, 6점: 약간 좋다, 7점: 보통 좋다, 8점: 매우 좋다, 9점: 대단히 좋다)

루리나 첨가량이 증가할수록 감소하였으나 2% 첨가까지는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과를 바탕으로 하여 색, 맛, 전체적인 수용도를 반응 표면 분석을 실시한 결과는 Fig. 1~3과 같다. 색에 대한 결정계수 R^2 은 0.954로 정확도가 높으며, 적합도는 유의수준 0.1%에서 유의적인 결과가 나타났으며, 맛에 대한 결정계수 R^2 은 0.805로 정확도가 높으며 유의수준 0.1%에서 유의적인 결과가 나타났다. 씹힘성에 대한 결정계수 R^2 은 0.745로 정확도가 조금 떨어지나 유의수준 1%에서 유의적인 결과가 나타났다. 전체적인 수용

도에 대한 결정계수 R^2 은 0.726으로 정확도가 조금 떨어지나 유의수준 1%에서 유의적인 결과가 나타났다(Table 5). 이와 같은 결과는 색과 맛이 떡볶이떡의 관능적 특성에 영향을 주는 요인이라고 사료된다.

4. 최적 조건 선정

반응 표면 분석법은 그래프로 최적 조건을 결정하는 방법 이므로, 각 항목별 최적 조건은 등고선 그래프의 최적 배합 구역 내에서 가장 중앙에 위치한 점으로 이 점이 3차원 그래

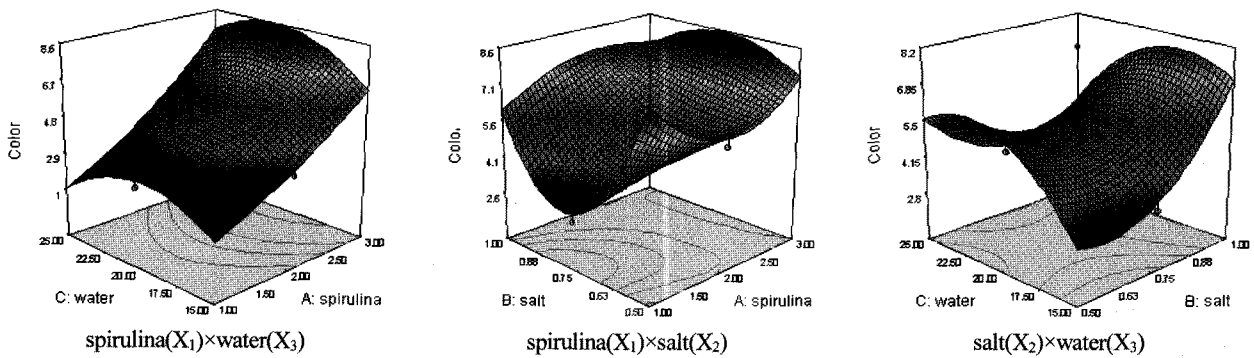


Fig. 1. Response surface for color of spirulina Dukbokiduk.

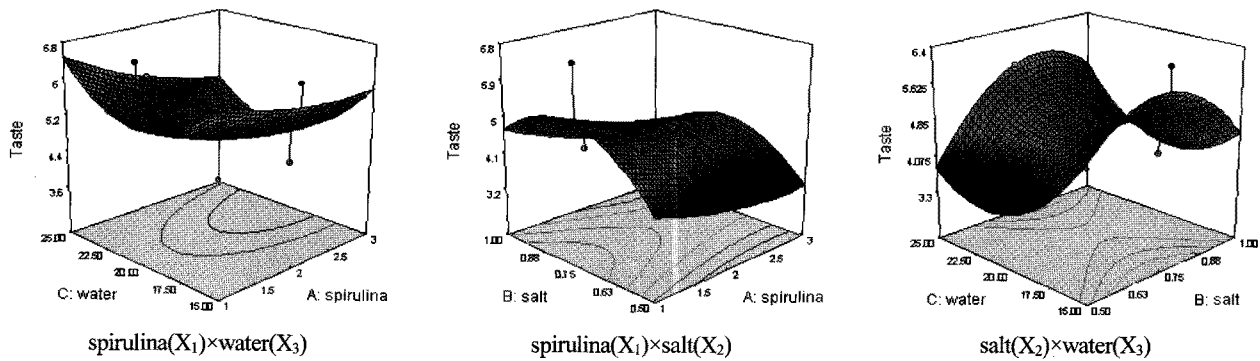


Fig. 2. Response surface for taste of spirulina Dukbokiduk.

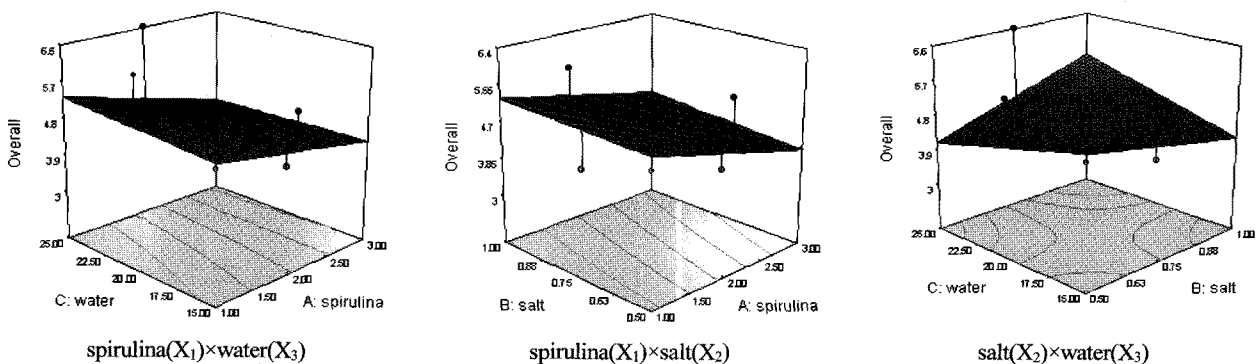


Fig. 3. Response surface for overall acceptability of spirulina Dukbokiduk.

Table 5. Polynomial equations calculated by RSM program for mixing of spirulina Dukbokiduk

Responses		Polynomial equation ¹⁾	R ² ²⁾	p value
Color	L value	$Y_1=18.365-0.983X_1+0.208X_2-0.111X_3$	0.264	0.282
	a value	$Y_2=0.105-0.194X_1+0.716X_2-0.005X_3$	0.265	0.280
	b value	$Y_3=5.853-0.732X_1+0.408X_2-0.057X_3$	0.319	0.188
Texture	Springiness	$Y_4=0.905-0.002X_1+0.010X_2-0.000X_3$	0.093	0.748
	Cohesiveness	$Y_5=0.892+0.001X_1+0.006X_2+0.000X_3$	0.041	0.914
	Chewiness	$Y_6=399.640-1.450X_1-24.960X_2-9.846X_3$	0.686	0.002**
	Hardness	$Y_7=495.247-1.610X_1-33.240X_2-12.188X_3$	0.698	0.002**
	Adhesiveness	$Y_8=-30.738+0.031X_1+3.476X_2+0.752X_3$	0.651	0.004**
Sensory	Color	$Y_9=-0.570+2.320X_1+0.240X_2+0.060X_3$	0.954	0.000***
	Taste	$Y_{10}=7.477-1.100X_1-0.160X_2-0.016X_3$	0.805	0.000***
	Chewiness	$Y_{11}=8.858-0.040X_1+0.160X_2-0.188X_3$	0.745	0.001**
	Overall acceptability	$Y_{12}=8.137-1.200X_1-0.800X_2-0.020X_3$	0.726	0.001**

¹⁾ X₁ is Spirulina content, X₂ is Salt content, X₃ is Water content and Y₁~Y₁₂ are intensity score of the attributes.

²⁾ R² is coefficient of determination.

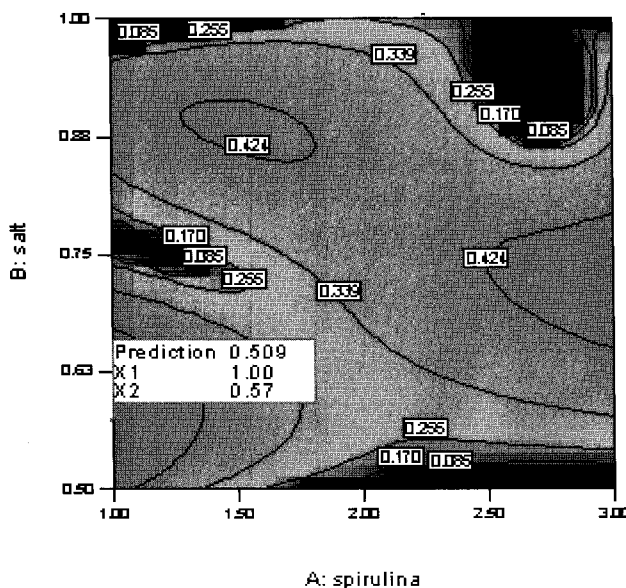
* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

프의 정상점이라고 할 수 있다(Ko & Joo 2005). 떡볶이떡의 제조시 품질 평가에 있어 색, 맛, 전체적인 수용도가 중요한 요인이라 할 수 있다. 따라서 가장 중요한 반응 변수로서 색, 맛, 전체적인 수용도로 하고 독립 변수를 스피루리나, 물, 소금으로 하였을 때 그 변화 정도를 counter map으로 최적화한 결과는 Fig. 4와 같다. 이상의 실험 결과로 스피루리나를 첨

가한 떡볶이떡의 제조의 최적 조건은 스피루리나 1%, 소금 0.57%, 물 19.46% 첨가하였을 때가 색, 맛, 전체적인 수용도가 가장 최적인 조건으로 나타났다. 떡볶이떡을 만들기 전의 과정인 설기떡의 경우 반응 표면 분석에 의한 가루녹차 설기떡 제조의 최적화 연구를 한 Hong *et al*(1999)의 보고에 따르면 녹차가루를 쌀가루의 1%, 2%, 3%로 함량을 달리하여 설기떡을 제조한 결과 1%로 일 때 가장 기호도가 높은 것으로 보고한 결과와 일치하였다.

요약 및 결론

본 연구는 우리 전통 음식인 떡에 건강기능성 및 생리활성이 뛰어난 스피루리나를 첨가한 떡볶이떡 제조의 최적 조건을 찾고자 스피루리나, 소금, 물 첨가량의 농도를 달리하여 색도, 조직감 및 관능검사의 결과로 표면 반응 분석을 실시하여 최적 조건을 선정하였다. 색도는 스피루리나 첨가량이 증가할수록 L, a값은 점점 감소하는 경향이 나타났으며, 소금과 물 첨가량에 따라 L, a, b값에 영향을 미치지 않았다. 조직감에서 탄력성과 응집성은 스피루리나 첨가량에 따라 영향을 받지 않았으며, 씹힘성과 경도는 스피루리나 첨가량과 소금의 첨가량이 많을수록, 물의 첨가량이 감소할수록 증가하는 경향을 보였다. 또한, 부착성은 스피루리나와 물의 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 관능검사 결과, 색은 스피루리나 첨가량이 많을수록 녹색이 진하여 높은 점수를 받았고,



유의적으로 높아졌다. 맛은 스피루리나 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하였고, 스피루리나 1%, 소금 0.75%, 물 20% 첨가했을 때 6.8점으로 가장 높게 평가되었다. 씹힘성은 스피루리나, 소금, 그리고 물의 첨가량에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았고, 전체적인 수용도는 스피루리나 2% 첨가까지는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과를 중심합성계획법을 따라 반응 표면 분석을 실시한 결과, 스피루리나 1%, 소금 0.57%, 물 19.46% 일 때가 최적 조건인 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부 2단계 BK21과 (주)ES바이오텍의 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

문헌

- Choi EH, Kim MK (2003) Effects of figgerent moisture addition and sugar on the quality of *Nokcha-julpyun*. *Korean J Food Culture* 18: 28-36.
- Ciferri O (1983) Spirulina, the edible microorganism. *Microbiol Rev* 47: 551-578.
- Herbert V, Drivas G (1982) Spirulina and vitamin B₁₂. *JAMA* 248: 3096-3097.
- Hong HJ, Choi JH, Choi KH, Choi SW, Rhee SJ (1999) Quality changes of *Sulgidduk* added green tea powder during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1064-1068.
- Hong HJ, Rhee SJ, Choi JH, Yang JA, Kim GY (1999) Quality characteristics of *Seolgildeok* added with green tea powder. *Korean J Soc Food Sci* 15: 224-230.
- Hyun YH, Hwang YK, Lee YS (2005) Quality characteristics of *Sulgidduk* with tapioca flour. *Korean J Food & Nutr* 18: 103-108.
- Jang MS, Park JE (2006) Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of *Sulgidduk* with saltwort(*Salicornia herbacea* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 641-648.
- Kapoor R, Mehta U (1998) Supplementary effect of spirulina on hematological status of rats during pregnancy and lactation. *Plant Foods for Human Nutrition* 52: 315-324.
- Kay RA (1991) Microalgae as food and supplement. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition* 30: 555-573.
- Kim BW, Yoon SJ, Jang MS (2005) Effect of addition *Baekbokyung* (White *Poria cocos* Wolf) powder on the quality characteristics of *Sulgidduk*. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 895-907.
- Ko YJ, Joo NM (2005) Quality characteristics and optimization of iced cookie with the addition of Jinuni bean. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 514-527.
- Kwon MY, Lee YK, Lee HG (1996) Sensory and mechanical characteristics of *Heunmi - nokcha - injulmi* supplemented by green tea powder. *Koeran Home Econo Assoc* 34: 329-339.
- Lee KH (2005) Quality characteristics of Jeolpyun containing Baekbokryung (White *Poria cocos* Wolf) powder. *MS Thesis* Dankook University, Seoul, Korea. pp 34-40.
- Mahajan G, Kamat M (1995) γ -Linolenic acid production from spirul patensis. *Appl Microbio and Biotechnology* 43: 466-469.
- Miranda MS, Cintra R, Barros SBM, Mancini-Filbo J (1998) Antioxidant activity of the microalga spirulina maxima. *Brazilian J Medical and Biological res* 31: 1075-1079.
- Pinero Estrada JE, Bermejo Descos P, Villar del Presno AM (2001) Antioxidant activity of different fractions of spirulina platensis protean extract. *Farmaco* 56: 497-500.
- Song JC, Park HJ (2003) Function of various hydrocolloids as anticaking agents in Korean rice cake. *J Kor Soc Food Sci* 32: 1253-1261.
- Yang HN, Lee EH, Kim HM (1997) Spirulina platensis inhibits anaphylactic reaction. *Lif Sci* 61: 1237-1244.
- Yim KY, Kim SH (1988) A survey on the utilization of Korean rice-cakes and the evaluation about their commercial products by housewives. *Kor J Dietary Culture* 3: 163-175.
- Yoo KM, Kim SH, Chang JH, Hwang IK (2005) Quality characteristics of *Sulgidduk* containing different levels of dandelion (*Tarazacum officinale*) leaves and roots powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 110-116.
- Yoon SJ (2000) Retrogradation characteristics of Jeolpyun prepared by different moisture addition. *Korean J Soc Food Sci* 15: 24-31.
- Yu JH, Han GH (2004) Quality characteristics of rice cake (Karedduk) with different soaking and steaming time. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 630-636.

(2008년 11월 19일 접수, 2008년 12월 22일 채택)