

단호박 가루를 첨가한 머핀제조 조건의 최적화

이선미[†] · 주나미

숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학전공

The Optimization of Muffin with the Addition Dried Sweet Pumpkin Powder

Sun - Mee Lee[†] · Nami Joo

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

ABSTRACT

This study was conducted to develop a optimal composite recipe of a functional muffin including Sweet pumpkin powder and to have the high preference to all age groups. Wheat flour was partially substituted by Sweet pumpkin powder to reduce the content of wheat flour. This study has produced the sensory optimal composite recipe by making muffin, respectively, with each 5 level of Sweet pumpkin powder(X_1), sugar(X_2), butter(X_3), by C.C.D(Central Composite Design) and conducting sensory evaluation and instrumental analysis by means of RSM(Response Surface Methodology). Sensory items showed very significant values in appearance, flavor, texture, overall quality($p<0.05$), color($p<0.01$), and instrumental analysis showed significant values in lightness, redness($p<0.01$), yellowness($p<0.001$), hardness, gumminess($p<0.05$). Also sensory optimal ratio of Sweet pumpkin muffin was calculated as Sweet pumpkin powder 29.5g, sugar 72.6g, butter 79.3g, and it was revealed that the factors of influencing muffin aptitude were in order of Sweet pumpkin powder, butter, sugar.

Key Words : Sweet pumpkin powder, Muffin, Sugar, Butter, Optimization, RSM(Response Surface Methodology)

서 론

최근 우리나라는 산업기술의 발달과 경제수준의 향상으로 사회구조가 많이 변하고 있다. 식생활에서도 간편화, 단순화, 외식화가 이루어지고 있으며 밥

을 중심으로 이루어지던 주식에서 식사 및 간식대용으로 빵류에 대한 수요가 증가되고 있으며, 아울러 제과 제빵산업이 발달하게 되고 최근의 웰빙(well-being)열기로 기능성 식품에 대한 관심 또한 증가하여 밀가루만 이용하여 만드는 기존 재료에서 천연소재의 건강 지향적 식품개발이 진행되고 있으며 그에 대한 연구도 활발히 수행되고 있다(1,2). 그 중에서도 머핀은 편리성 등으로 인하여 많이 이용되고 있는 일반적인 빵 종류의 하나이며 주원료인 밀가루에 우유, 달걀 등을 혼합하여 구워내기 때문에 영양가 면에서 우수하면서도 부드러워 우리나라

This Research was supported by the Sookmyung Women's University Research Grants 1-0703-0074.

접수일 : 2007년 9월 7일, 채택일 : 2007년 10월 4일

[†] Corresponding author : Sun-Mee Lee, Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University, 52-12 Chungpa-dong 2-ga, Yongsan-gu, Seoul 140-742, Korea
Tel : 02)710-9471, Fax : 02)2077-7140

E-mail : sunranco@naver.com

사람들의 기호에 적합한 빵으로 최근 그 소비가 증가하고 있는 추세이다. 머핀은 제빵시 필요로 하는 gluten 함량에는 식빵만큼 큰 영향을 받지 않으며 제조시 다른 재료의 첨가가 비교적 쉬운 점으로 제품의 다양화가 용이하여(3,4) 첨가재료에 따라 옥수수머핀, 치즈머핀, nut 머핀 등의 다양한 제품들이 있다.

호박(*Cucurbita* spp.)은 동양계 호박(*C. moschata* Duch.), 서양계 호박(*C. maxima* Duch.), 페포계 호박(*C. pepov* L.)의 세 종류가 있으며(5), 항암효과와 관련된 성분인 β -carotene의 함량이 높고, 소화 흡수성이 높으며 부종의 치료 및 이뇨효과가 있다는 생리활성의 우수함이 보고되었다. 예로부터 우리나라에서 재배한 호박은 동양계호박에 속하며 편의상 성숙도에 따라 애호박(조생종)과 재래종(만생종)으로 구분하며 서양계 호박인 당호박, 밤호박으로 불리는 당호박은 고랭지 작물로 1.5kg 내외의 작은 크기로 당도는 14~16° Brix로 높은 호박의 8~9° Brix 보다 6~7° Brix 더 높으며 비타민 A, B₁, B₂, C의 함량도 모두 높은 호박보다 월등히 많이 함유하고 있고 Ca, Na, K, Mg 및 P함량은 유사하나 Fe함량은 높다고 Kim(6)은 논문에서 보고하였다. 이와 같이 무공해 건강식품으로 평가받는 당호박은 건강지향적인 측면에서도 높은 평가를 받고 있어 조리 및 가공 분야의 이용적성에 대한 연구가 이루어지고 있으며 선호도 또한 높은 편이다. 당호박을 이용한 식품에 대한 연구로는 이유식의 제조(7), 호박떡(8), 식빵(1), 스펀지 케이크(2), 쿠키(9)등의 연구보고가 있으며, 비교적 높은 기호성과 기능성, 농가의 소득증대 측면으로 볼 때 다양한 가공식품에의 응용 연구가 필요하리라 생각된다. 따라서 당호박을 이용한 현대인의 기호에 맞는 새로운 형태의 식품 개발의 모델로 이러한 모든 제반사항을 검토하여 밀가루 대체로 기능적인 면에서나, 품질, 건강지향적인 측면에서 우수한 당호박가루를 첨가한 기호성이 높은 머핀 제조를 통하여 식품학적 가치를 높이고 당호박의 소비를 확대시켜 농촌의 소득증진에 도움이 되고자

한다. 이에 Empty Calorie Food인 설탕과 버터의 함량을 줄인 기능성 머핀을 제조하고자 기본 배합 비율에 설탕과 버터의 첨가량을 다르게 하여 제조하였다. 본 연구에서는 제조된 당호박 머핀의 품질특성 및 최적배합비를 최근 식품공업에서 널리 이용되고 있는 반응표면분석법(RSM : Response Surface Methodology)을 통해 분석, 산출하여 기능성 머핀으로서의 상품가능성을 보고 표준 모형을 개발하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용된 재료로 당호박가루(국내산, 삼풍 비엔에프)는 가열처리한 분말형태로 사용하였고, 밀가루는 시판 1등급 박력분(대한제분), 무염 버터(유크림 100% 서울우유), 전지분유(원유 100% 서울우유), 초야식품의 베이킹 파우더, CJ(주)의 백설탕(원당 100%), 꽃소금(정제소금 90%, 천일소금 10%), 신선한 계란(농협)을 구입하여 사용하였다.

2. 실험계획

당호박가루를 첨가한 머핀의 배합 비율을 설정하기 위하여 머핀의 레시피를 문헌 조사하였고 Joo 등(10)의 실험을 참고로 하여 예비실험 및 예비 관능평가를 실시한 결과를 통해 당호박머핀 배합 비율의 한계구간을 결정하여 표준화시켰다.

독립변수로는 밀가루의 일부 대체 재료로 첨가되는 당호박가루(X_1), 설탕(X_2), 버터(X_3)의 함량을 3개의 요인으로 설정하였으며, 각 요인들의 수준을 -2, -1, 0, 1, 2의 다섯 단계로 부호화하였고, 실험값은 Table 1과 같이 중심 합성 계획법으로 실험계획을 하고 반응표면분석법(RSM)으로 최적화하였다.

Table 1. Variable and their levels for central composite design of Sweet pumpkin muffin

Variable	Symbol	Coded-variables				
		-2	-1	0	1	2
Sweet pumpkin powder	X ₁	10	20	30	40	50
Sugar	X ₂	50	65	80	95	110
Butter	X ₃	50	65	80	95	110

Table 2. Normal composition and increment of Sweet pumpkin muffin formula

Ingredients	Content	B/P ¹⁾ (%)	T/P ²⁾ (%)	Increment(g)
Sweet pumpkin powder(g)	30.0	17.65	5.33	±10
Wheat flour(g)	170.0	100.00	30.22	
Sugar(g)	80.0	47.06	14.21	±15
Butter(g)	80.0	47.06	14.21	±15
Egg(ml)	60.0	35.29	10.66	
Water(ml)	120.0	70.59	21.32	
Powder milk(g)	15.0	8.82	2.67	
Baking powder(g)	7.0	4.12	1.24	
Salt(g)	0.8	0.47	0.14	
Total	562.8	331.06	100.00	

¹⁾ B/P: Bakar's Percent.

²⁾ T/P: True Percent.

3. 단호박가루를 첨가한 머핀제조

단호박가루를 첨가한 재료 배합비는 Table 2와 같다. 머핀의 제조는 일반 머핀 제조방법에 준하고 (11), 배합비 분량의 3배를 계량하여 밀가루, 단호박가루, 베이킹 파우더, 전지분유를 3번 체질하여 두고, 버터는 상온에 두어 부드럽게 만든 후 버터와 소금을 1분간 반죽기(Model K5SS, Kitchen Aid Co., Joseph, Michigan, U.S.A)에 넣고 크림 상태로 만들었다. 버터에 설탕을 3회에 걸쳐 나누어 넣어 저어 준 후, 달걀 푼 것을 3회에 걸쳐서 나누어 넣으면서 3분 동안 반죽이 윤이 날 때까지 만든다. 혼합하는 동안 분마다 3차례에 걸쳐 믹싱볼에 붙은 반죽을 긁어내려(Scraping) 반죽을 균일한 상태로 만든다. 체질한 재료들을 재빨리 섞은 뒤 물을 넣어 재빨리 섞어 반죽하였다. 유산지를 깐 머핀 컵에 80g 씩 분할하여 160℃로 예열된 오븐에서 30분간 구워 낸 후 오븐에서 꺼낸 머핀은 상온에서 방치하여 시료로 사용하였다.

4. 단호박가루 첨가 머핀의 물리적 특성

1) 높이(Height), 무게, 비용적 및 굽기 손실을 측정

머핀 단면의 높이는 머핀을 위에서 아래로 정확히 반으로 잘라 자른 단면의 최고 높이를 6회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다. 머핀의 무게는 머핀을 구운 후 실온에서 1시간 방치한 다음 측정하여 굽기 손실율을 구하였다. 굽기 손실율식은 다음과 같다.

$$\text{Baking loss rate}(\%) = (\text{Dough weight} - \text{Bread weight}) / \text{Dough weight} \times 100$$

2) 색도측정

머핀의 색도는 머핀 내부의 색을 Color difference meter(Colormeter CR-200, Minolta CO., Japan)를 사용하여 L(Lightness), a(Redness), b(Yellowness)의 색채값을 측정하였다. 한 처리군당 3개의 시료를 이용하여 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다.

이때 사용한 표준백판(Standard Plate)의 L값은 97.26, a값은 -0.07, b값은 +1.86이었다.

3) 조직감 측정

머핀의 조직감 측정은 머핀의 내부를 동일한 크기로 잘라 Rheometer(Compac-100, Sun scientific CO., Tokyo, Japan)를 이용하여 masticability test를 실시하여 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 겹성(gumminess)을 산출하였다. 한 처리군당 3개의 시료를 이용하여 각각 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었으며, 측정조건은 Test type(Mastication), Sample type(Vertical round), Table speed(120mm/min), Height(12mm), Adaptor type은 Circle(diameter 10mm)이었다.

5. 단호박가루 첨가 머핀의 관능적 특성

관능검사는 기호 척도법으로 scoring test를 실시하였다. 관능 요원은 숙명여자대학교 식품영양학과 재학생과 대학원생 중에서 신력성, 건강, 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 16명을 panel로 선정하여 이들에게 실험의 목적과 취지를 설명한 뒤 실험에 응하도록 하였다. 실험의 객관성을 보장하고 정밀도를 증가시키기 위하여 균형불완전블록계획(BIBD : balanced incomplete block design)을 사용하여 랜덤화(Randomization), 블록화(Blocking)하였다. 16명의 관능요원이 16가지의 시료 중 6가지의 시료를 평가하도록 하였으며 각 처리는 6번 반복되었고 각 처리쌍이 나타나는 블록의 수는 6회였다. 관능 평가에 이용된 단호박가루 첨가 머핀은 오븐에서 구워 실온에서 1시간 방냉한 후 균일한 크기(1/4조각)로 잘라서 백색의 똑같은 크기 접시에 담아 제공하였으며 모든 시료들은 난수표에 의해 4자리 숫자로 표시되었다. 한 개의 시료를 먹고 나면 반드시 생수로 입안을 헹군 후 다른 시료를 평가 하도록 하였다. 관능평가 항목은 머핀의 색(Color), 외관(Appearance), 향(Flavor), 부드러움(Softness), 전반적인 기호도

(Overall quality)에 대한 기호도 특성이었으며, scoring test 중 7점 척도법으로 평가하여 기호도가 높을수록 7점에 가까운 점수를 주도록 하였다.

6. 통계분석

모든 자료는 통계 package SAS(version 8.12)를 이용하여 단호박가루(X_1), 설탕(X_2), 버터(X_3)의 재료의 배합성분을 각각 독립변수로 하고 실험결과인 반응변수와의 관계를 2차 다항 회귀식으로 구하였고 1차 선형 효과, 2차 곡선효과 및 인자 간 교호작용을 살펴보았으며 독립변수에 대한 종속변수의 반응표면상태를 3차원 그래프와 등고선분석을 실시하였다. 회귀분석 결과 정상점이 안장점일 경우에는 능선분석을 행하여 최적점을 구하였다.

연구결과 및 고찰

1. 물리적 특성

단호박가루를 이용한 머핀의 제조조건의 최적화를 목적으로 한 중심합성계획에 따라 세가지 독립변수의 16가지 조건에서 얻어진 기계검사의 결과는 Table 3과 같다. Table 4는 수준 3요인에 대한 이차 회귀식에 의하여 형성된 반응표면 분석의 결과 반응표면식과 R^2 과 p-value를 나타낸 것이다. 각 요인간의 교호작용을 나타내는 3차원 그래프는 Fig. 1에 제시하였다.

1) 머핀의 높이, 무게, 굽기손실을

단호박가루를 첨가한 머핀의 높이는 5.00~6.05사이로 분포되어 있었다. 회귀곡선에 대한 결정계수 R^2 는 0.7504로 나타났으며 회귀곡선의 적합도는 유의하지 않았으나 각 요인은 단호박가루의 함량이 많아질수록 버터의 함량은 적을수록 높이가 감소하는 경향이었다. 머핀의 높이는 유의한 차이를 나타

Table 3. Experimental combinations and data under various conditions of sweet pumpkin powder(X_1), sugar(X_2), butter(X_3) and their responses for physical properties of Sweet pumpkin muffin

Sample ¹⁾ No.	Variable level			Responses								
	X_1	X_2	X_3	Height	Baking loss	Lightness	Redness	Yellowness	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess
1	20	65	65	5.85	8.43	73.16	-3.46	44.60	1291765	24.89	57.72	86.68
2	20	65	95	6.00	7.08	73.01	-4.04	45.26	1165568	18.90	77.27	91.76
3	20	95	65	6.05	9.27	72.76	-3.81	44.10	1378242	18.92	46.86	88.74
4	20	95	95	5.40	8.33	72.32	-4.03	42.86	1148210	22.28	59.02	91.87
5	40	65	65	5.75	6.36	69.43	-2.34	51.22	1507125	19.92	66.80	103.10
6	40	65	95	5.45	5.21	68.83	-2.41	51.22	1284149	16.64	60.66	109.42
7	40	95	65	5.75	7.40	70.06	-2.51	51.65	1417614	22.15	54.96	114.54
8	40	95	95	5.40	7.50	69.81	-2.90	51.82	1243245	18.83	49.39	117.53
9	30	80	80	5.65	8.23	69.79	-3.24	49.47	964611	19.52	47.16	73.59
10	30	80	80	5.60	7.81	70.29	-3.54	48.04	1082776	19.88	46.41	86.71
11	10	80	80	5.85	8.65	74.65	-4.99	35.90	871996	15.14	38.21	57.99
12	50	80	80	5.15	6.15	67.84	-1.45	54.60	1487940	15.02	45.83	105.94
13	30	50	80	5.65	6.46	70.45	-3.39	49.34	1247279	16.90	59.10	81.01
14	30	110	80	5.70	7.30	69.41	-3.49	47.59	1177937	19.28	42.19	89.41
15	30	80	50	5.60	8.06	70.47	-3.53	50.08	1733183	22.40	43.78	107.73
16	30	80	110	5.45	9.67	69.78	-3.64	48.51	1096579	15.92	49.40	119.31

¹⁾ The number of experimental conditions by central composite design.

X_1 : Sweet pumpkin powder(10g~40g)

X_2 : Sugar(50g~110g)

X_3 : Butter(50g~110g)

Table 4. Polynomial equations for physical properties calculated by RSM program for mixing of Sweet pumpkin muffin

Responses	Polynomial equaton ¹⁾	R ² ³⁾	p-value
Height	$Y_1^{2)} = 3.469097 - 0.009271X_1 + 0.018681X_2 + 0.053264X_3 - 0.000313X_1^2 + 0.000292X_2X_1 + 0.000055556X_2^2 - 0.000125X_3X_1 - 0.000472X_3X_2 - 0.000111X_3^2$	0.7504	0.2051
Baking-loss	$Y_2 = 15.073403 - 0.145083X_1 + 0.127472X_2 - 0.255500X_3 - 0.001550X_1^2 + 0.001033X_2X_1 - 0.001267X_2^2 + 0.001033X_3X_1 + 0.000922X_3X_2 + 0.000939X_3^2$	0.7924	0.1340
Lightness	$Y_3 = 84.559306 - 0.510542X_1 - 0.057111X_2 - 0.023028X_3 + 0.003013X_1^2 + 0.002250X_2X_1 - 0.000122X_2^2 - 0.000217X_3X_1 + 0.00003333X_3X_2 + 0.000094444X_3^2$	0.9341	0.0064**
Redness	$Y_4 = -5.862292 + 0.049792X_1 + 0.010111X_2 + 0.018222X_3 + 0.000425X_1^2 - 0.000267X_2X_1 - 0.000055556X_2^2 + 0.000283X_3X_1 + 0.000022222X_3X_2 - 0.000217X_3^2$	0.9393	0.0051**
Yellowness	$Y_5 = 36.311875 + 0.629313X_1 + 0.007819X_2 - 0.052653X_3 - 0.008763X_1^2 + 0.003275X_2X_1 - 0.000322X_2^2 + 0.000625X_3X_1 - 0.000961X_3X_2 + 0.000600X_3^2$	0.9787	0.0002***
Hardness	$Y_6 = 5294625 + 3228.633333X_1 - 26975X_2 - 74507X_3 + 390.686250X_1^2 - 166.278333X_2X_1 + 209.905000X_2^2 - 34.263333X_3X_1 - 30.682222X_3X_2 + 434.652778X_3^2$	0.8561	0.0538*
cohesiveness	$Y_7 = 40.994583 + 0.442271X_1 - 0.275347X_2 - 0.310986X_3 - 0.011550X_1^2 + 0.005842X_2X_1 - 0.001789X_2^2 - 0.003308X_3X_1 + 0.005172X_3X_2 - 0.000600X_3^2$	0.6879	0.3297
springiness	$Y_8 = -13.567500 + 3.248042X_1 - 0.891611X_2 + 1.553444X_3 - 0.011913X_1^2 + 0.005000X_2X_1 + 0.004289X_2^2 - 0.036183X_3X_1 - 0.003789X_3X_2 - 0.000217X_3^2$	0.5462	0.6323
gumminess	$Y_9 = 320.402292 - 0.370250X_1 - 0.938889X_2 - 5.555778X_3 + 0.004537X_1^2 + 0.014483X_2X_1 + 0.005622X_2^2 + 0.000917X_3X_1 - 0.002933X_3X_2 + 0.037078X_3^2$	0.8796	0.0337*

¹⁾ X_1 : Sweet pumpkin powder(g), X_2 : Sugar(g), X_3 : Butter(g)

²⁾ Y_1 - Y_9 : Intensity score of the attributes

³⁾ R² is coefficient of determination

*p<0.05, **p<0.005, ***p<0.001

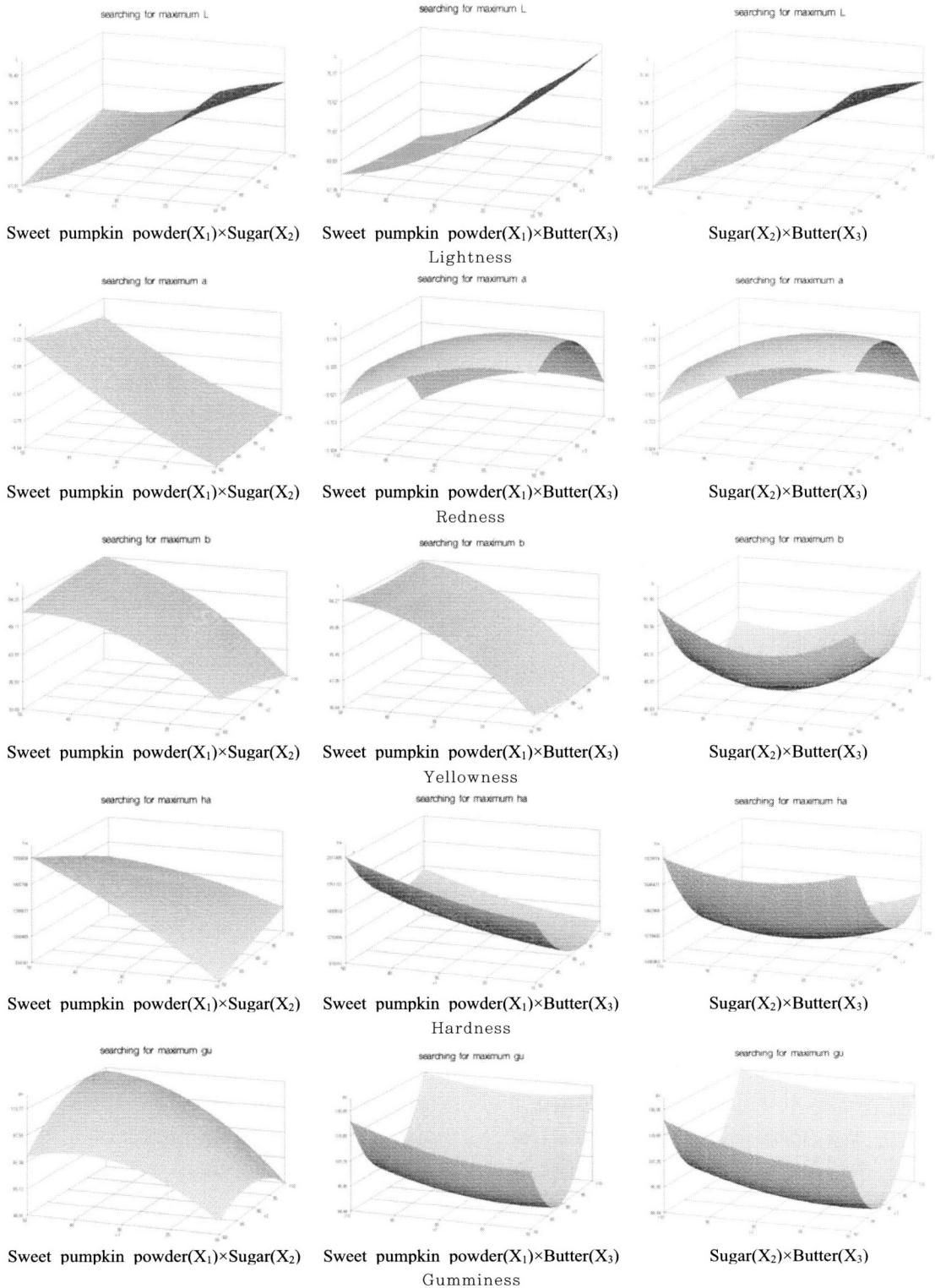


Figure 1. Response surface for physical characteristics of Sweet pumpkin muffin

내지는 않았지만 단호박머핀 배합 비율의 모든 구간에서 다소 감소하는 추세를 보였다. 굽기 손실율은 p 값이 0.1340으로 유의수준을 보이지는 않았지만 5.21~9.67의 손실율을 보였다. 굽기 손실은 발효산물 중 휘발성 물질이 휘발하면서 수분이 증발한 것으로 같은 굽기 조건에서 손실율이 증가할수록 호화가 양호하고 껍질의 착색도 좋다고 Kim 등(12)의 연구에서도 보고되었다.

2) 색도(Color Value)

단호박머핀의 L값, a값과 b값에 대한 배합비의 영향은 단호박가루의 함량에 대하여 유의적이며 단호박가루의 함량이 증가할수록 명도는 유의적으로 감소하여($p < 0.01$) 어두운 색을 나타냈다. 이는 높은 호박가루를 첨가하여 식빵을 제조하였을 때 L값이 낮게 나타난 Moon 등(13)의 결과와 유사한 경향을 보였다. 적색도인 a값($p < 0.01$)과, 황색도인 b값($p < 0.001$)은 단호박가루가 증가할수록 그 값이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 적색도인 a값과, 황색도인 b값은 빵(1), 스펀지 케이크(2), 떡(8), 쿠키(9) 등에 대한 연구결과와 같은 견해를 보였다. 이는 단호박 분말가루에 함유된 색소의 영향으로 보여지며, Yun(8)과 Kim 등(14)의 연구에서처럼 첨가하는 재료 자체의 색소에 의해 색도 차이가 나타난다는 연구와 같은 견해를 보였다. 또한 굽기 과정에서 더 많이 일어나는 갈변반응은 캐러멜화반응과 메일라드 반응이 단호박 분말가루의 첨가로 인해 영향을 보인다는 Bac(1)와 같은 견해를 보였다.

3) 조직감 특성

머핀의 Hardness에 대한 분산분석한 결과는, p 값이 0.0538로 5% 수준에서 유의하였고 이차회귀식에 의한 R^2 값이 0.8561으로 나타났으며, 회귀계수와 t value를 검정한 결과 1차 선형효과에서 버터가 중요하게 작용하였고 2차모형의 곡선효과에서도 다른 요인에 비해 버터×버터의 영향이 있음을 알 수 있었으며, 유의적으로 영향을 주는 요인은 버터, 단호

박가루였고, 각 영향인자의 Hardness에 대한 최적값은 단호박가루 16.2g, 설탕 77.2g, 버터 89.1g이었다. 검성(gumminess)은 5% 이내에서 유의수준을 보여 Sweet pumpkin power×Sugar는 최대값을, sugar×butter에서는 최소값을 나타내며 단호박가루의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 이는 Woo 등(2)의 조직감에서 경도, 검성이 단호박가루의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다는 견해와 같았다.

응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness)을 분산 분석한 결과는 p 값이 0.3297, 0.6323으로 가정된 회귀모형이 5% 이내에서 유의하지 않았다.

4) 관능검사

단호박가루를 이용한 머핀의 관능검사의 결과는 Table 5이며, 5수준 3요인에 대한 이차회귀식에 의하여 형성된 반응표면 분석의 결과 반응표면식과 R^2 과 p -value는 Table 6에 제시하였고, 각 요인 간의 교호작용을 나타내는 3차원 그래프는 Fig. 2와 같다.

(1) 색(Color)

단호박머핀의 색에 대한 p 값은 0.0035로 1% 수준에서 유의하였고 이차회귀식에 의한 R^2 값이 0.9466으로 높게 나타났으며, 색의 기호에 대한 각 요인의 교호작용 그래프는 Sweet pumpkin powder×Sugar와 Sweet pumpkin powder×Butter는 최대값을 나타내었다. 세 개의 반응변수 중에서 색의 관능 평가에 가장 큰 영향을 주는 요인은 단호박가루와 설탕의 함량이었고, 색의 기호도는 중심점의 구간의 $\pm 5g$ 범위를 벗어날수록 기호도는 낮았다.

(2) 외관(Appearance)

외관에 대한 기호도 특성값을 분산분석한 결과는 p 값은 0.0287으로 5% 수준에서 유의하였고 이차회귀식에 의한 R^2 값이 0.8866으로 높게 나타났으며, 단호박머핀의 배합 비에 따른 조직감의 변화는 Sweet pumpkin powder×Sugar, Sweet pumpkin powder×Butter, Sugar×Butter 모두 최대값을 나타내었으며, 1차 선형

효과를 살펴본 결과 단호박가루, 설탕, 버터 3요인이 유의한 영향을 나타내었다. 단호박머핀의 외관에 대한 최적배합 함량은 단호박가루 22.3g, 설탕 92.1g, 버터 73.3g이었다.

(3) 향(Flavor)

향의 관능 평가에 영향을 주는 요인으로 단호박가루는 1% 이내에서 유의한 영향이 있었고, 설탕과

버터의 함량은 유의 수준은 비슷하게 나타났으며, 단호박가루의 함량이 중심점보다 증가할수록 향미에 대한 관능평가의 결과는 점점 낮은 기호도를 보였으며, 설탕과 버터의 교호 작용에서는 버터의 함량이 많아질수록 낮은 향의 기호도를 보여주었다. 단호박머핀의 향미에 대한 최적배합 함량은 단호박가루 함량은 28.6g, 설탕의 함량은 82.1g, 버터의 함량은 82.1g이었다.

Table 5. Experimental combinations and data under various conditions of Sweet pumpkin powder(X₁), sugar(X₂), butter(X₃) and their responses for sensory properties of Sweet pumpkin muffin

Sample No. ¹⁾	Variable level			Responses				
	X ₁	X ₂	X ₃	Color	Appearance	Flavor	Texture	Overall quality
1	20	65	65	4.50	4.00	3.83	4.00	4.17
2	20	65	95	4.33	3.67	4.17	4.50	4.83
3	20	95	65	5.17	5.00	4.00	4.00	3.67
4	20	95	95	5.00	5.00	4.67	4.50	4.00
5	40	65	65	4.33	4.17	5.00	3.67	4.33
6	40	65	95	4.33	4.17	4.17	4.50	4.50
7	40	95	65	4.50	3.83	3.67	4.17	4.33
8	40	95	95	4.83	3.83	3.33	3.67	3.83
9	30	80	80	5.33	4.67	5.17	4.17	5.67
10	30	80	80	5.17	5.33	5.17	4.00	5.33
11	10	80	80	3.50	4.00	3.33	4.67	3.50
12	50	80	80	3.33	3.33	3.17	3.67	3.17
13	30	50	80	3.83	3.67	3.67	4.67	5.00
14	30	110	80	4.33	4.17	4.50	4.33	4.17
15	30	80	50	4.83	4.83	4.17	3.17	4.67
16	30	80	110	5.50	3.50	4.33	3.67	3.50

¹⁾ X₁: Sweet pumpkin powder(g), X₂: Sugar(g), X₃: Butter(g)

Table 6. Polynomial equations for sensory properties calculated by RSM program for mixing of Sweet pumpkin muffin

Responses	Polynomial equaton ¹⁾	R ² ²⁾	p-value
Color	$Y_1 = -7.750278 + 0.266813X_1 + 0.222625X_2 - 0.010764X_3 - 0.004588X_1^2 - 0.000558X_2X_1 - 0.001300X_2^2 + 0.000558X_3X_1 + 0.000183X_3X_2 - 0.000094444X_3^2$	0.9466	0.0035**
Appearance	$Y_2 = -15.119861 + 0.360104X_1 + 0.263625X_2 + 0.113069X_3 - 0.003388X_1^2 - 0.002508X_2X_1 - 0.001200X_2^2 + 0.000275X_3X_1 + 0.000183X_3X_2 - 0.000928X_3^2$	0.8866	0.0287*
Flavor	$Y_3 = -20.527014 + 0.617542X_1 + 0.228111X_2 + 0.182278X_3 - 0.004800X_1^2 - 0.002367X_2X_1 - 0.001206X_2^2 - 0.001817X_3X_1 + 0.000456X_3X_2 - 0.001022X_3^2$	0.8902	0.0263*
Softness	$Y_4 = -4.068542 + 0.035229X_1 - 0.010625X_2 + 0.203792X_3 + 0.000212X_1^2 - 0.000275X_2X_1 + 0.000461X_2^2 - 0.000558X_3X_1 - 0.000739X_3X_2 - 0.000739X_3^2$	0.8792	0.0340*
Overall quality	$Y_5 = -19.056319 + 0.366625X_1 + 0.175361X_2 + 0.322000X_3 - 0.005413X_1^2 + 0.000550X_2X_1 - 0.001017X_2^2 - 0.001100X_3X_1 - 0.000556X_3X_2 - 0.001572X_3^2$	0.8864	0.0288*

¹⁾ X₁: Sweet pumpkin powder(g), X₂: Sugar(g), X₃: butter(g)

²⁾ R² is coefficient of determination

*p<0.05, **p<0.005

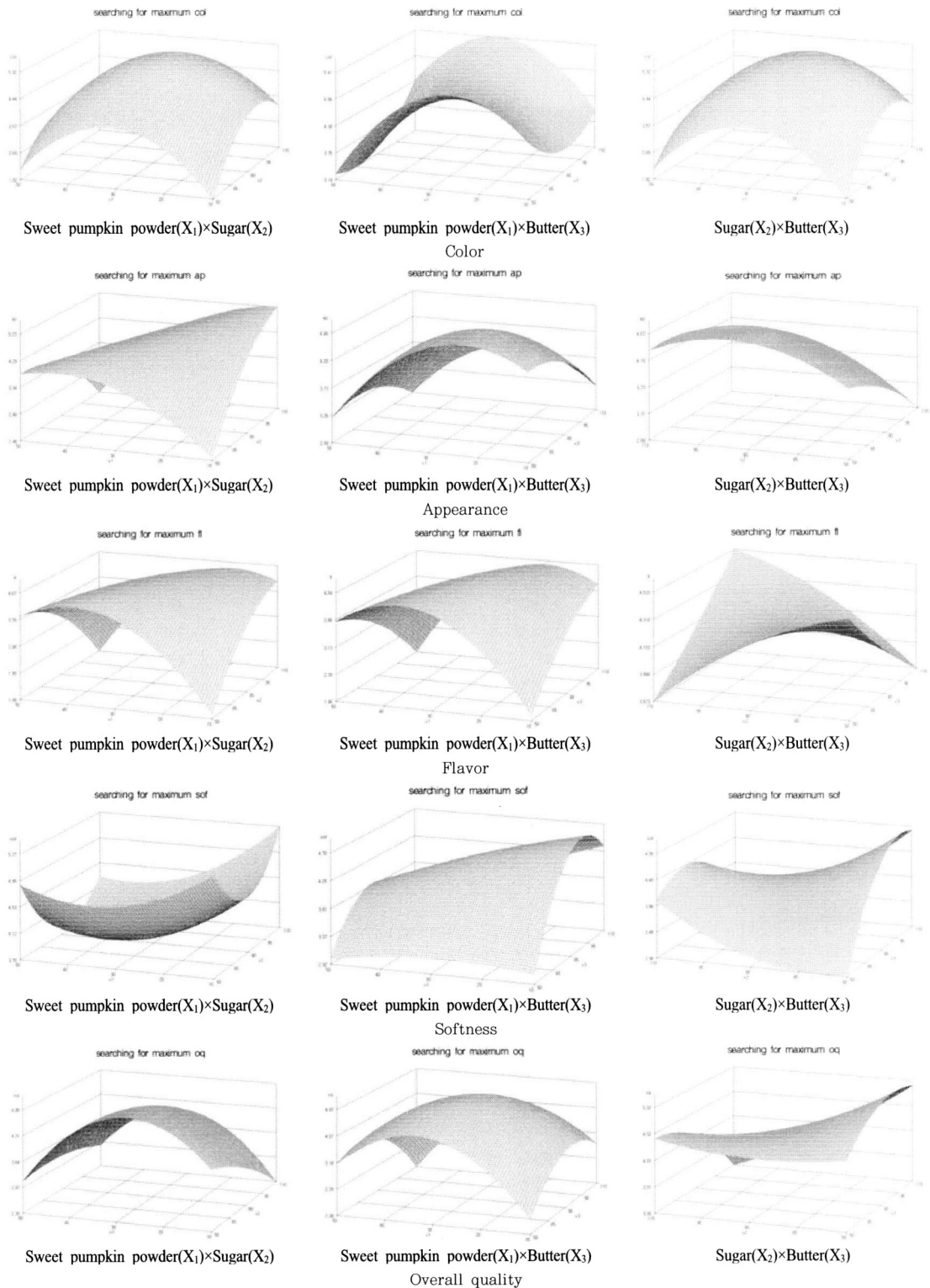


Figure 2. Response surface for sensory characteristics of Sweet pumpkin muffin

(4) 부드러움(Softness)

단호박머핀의 부드러움에 대한 관능적 품질에 대한 결과는 유의수준 0.0340으로 5% 이내에서 유의성이 인정되었다. 회귀식을 근거하여 경도에 대한 회귀계수와 t value를 검정한 결과, 선형효과에서는 버터는 1% 이내에서 유의하였으며, 각 요인간의 교호작용에서는 버터×버터가 5% 이내에서 유의하였고, 부드러움에 영향을 미치는 요인은 버터, 단호박가루, 설탕 순이었다.

(5) 전반적인 기호도(Overall quality)

배합조건에 따른 단호박머핀의 전반적인 기호도의 회귀식을 근거하여 회귀계수와 t value를 검정한 결과는 선형효과에서는 단호박가루, 버터는 1% 이내에서 유의적인 영향이 있었으며, 2차 곡선효과에서는 Sweet pumpkin powder×Sweet pumpkin powder는 1% 이내 sugar×sugar의 작용이 5% 이내 butter×butter의 작용은 1% 이내에서 유의하였으며 각각의 요인들은 Sweet pumpkin powder×sugar, Sweet pumpkin powder×butter는 최대값을 나타내었다. 전반적인 기호도에 대한 배합비의 영향은 단호박가루와 버터의 기호도에서는 유의적으로 나타났다. 단호박가루는 중심점을 중심으로 첨가량이 많아져도 기호도는 크게 낮아지지 않았으며 중심점을 기준으로 적은 쪽보다는 많이 첨가한 머핀이 기호도가 높게 나타났다. 이는 밀가루 대체인 단호박 분말가루를 선호하는 것으로 나타나 고무적인 현상이라 할 수 있다. 단호박머핀의 전반적인 기호도에 대한 반응 표면에서의 최적점은 단호박가루 29.5g, 설탕 72.6g, 버터 79.3g이었다. 단호박가루, 버터는 중심점에 근접한 값이며 설탕은 중심점보다 낮은 값으로 설탕의 함량을 줄일 수 있는 머핀의 제조가 가능하리라 사료된다.

결론 및 제언

단호박가루를 첨가한 머핀의 가장 우수한 배합조

건을 설정하고자 중심합성계획법에 의해 단호박가루, 설탕, 버터의 함량을 달리한 시료를 제조하여 머핀의 관능적 평가와 물리적 특성을 반응표면분석법으로 분석하여 단호박머핀의 제조조건을 최적화하고자 하였다. 물리적 특성의 Color Value에서 명도는 단호박가루 함량이 많을수록 감소하였고, 적색도와 황색도는 단호박가루 함량이 많을수록 증가하였다. 경도와 검성은 단호박가루 함량이 많을수록 증가하였으며, 경도는 버터의 함량이 많을수록 감소하는 경향을 나타내었다. 관능항목 중 색과 향에 가장 영향을 미치는 것은 단호박가루 함량이었으며, 머핀의 부드러움에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 버터로 나타났다. 전반적인 기호도에서는 머핀 적성에 영향을 미치는 요인은 단호박가루, 버터로 1% 이내에서 유의적으로 나타났으며 단호박가루는 중심점에서 ±5g를 첨가한 머핀이 높은 선호도를 보이고 있다. 이는 전체적으로 보았을 때 단호박가루의 첨가가 머핀의 품질 특성에 부정적인 영향을 주지 않아 단호박가루를 머핀의 밀가루 대체로써 이용하여 머핀의 독특한 향과 색을 가지며 설탕의 함량도 줄인 머핀의 제조가 가능하리라 사료된다. 이에 단호박머핀의 물리적 특성과 관능 검사의 전반적인 기호도를 종합하여 단호박머핀의 최적함량은 단호박가루 29.5g, 설탕 72.6g, 버터 79.3g으로 나타났다.

참고 문헌

1. Bae JH, Woo HS, Jung IC. Rheological Properties of Dough and Quality Characteristics of Bread Added with Pumpkin powder. *Korean J Food Culture* 21(3):311-318, 2006
2. Woo IA, Kim YS, Choi HS, Song TH, Lee SK. Quality Characteristics of Sponge Cake with Added Dried Sweet Pumpkin Powder. *Korean J Food & Nutr* 19(3):254-260, 2006
3. Im JG, Kim YS and Ha TY. Effect of sorghum flour addition on the quality characteristics of muffin. *Korean J Food Sci Technol* 30(5):1158-1162, 1998

4. Jung HO, Lim SS and Jung, BM. A Study on the sensory and texture characteristics of bread with roasted soybean powder. *Korean J Food Sci* 13(3):266, 1997
5. 조재선. 식품재료학. 문운당, 서울, p.162, 1993
6. Kim SR, Ha TY, Song HN, Kim YS, Park YK. Comparison of Nutritional Composition and Antioxidative Activity for Kabocha Squash and Pumpkin. *Korean J Food Sci Technol* 37(2):171-177, 2005
7. Park HK, Yim SK, Sohn KH, Kim HJ. Preparation of Semi-solid Infant Foods Using Sweet-Pumpkin, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(6):1108-1114, 2001
8. Yun SJ. Sensory and Quality characteristics of pumpkin rice cake prepared with different amounts of pumpkin. *Korean J Soc Food Sci* 15(6):586-590, 1999
9. Lee SM, Ko YJ, Jung HA, Paik JE and Joo NM. Optimization of iced cookie with the addition of dried sweet pumpkin powder. *Korean J Food Culture* 20(5):516-524, 2005
10. Joo SY, Kim HJ, Paik JE, Joo Nami, Han YS. Optimization of Muffin with Added Spinach Powder. *Korean J Food Cookery Sci* 22(1):45-55, 2006
11. Nicol A. Breakfast muffins. In *The bread cookbook*. McDowall A, ed, Smithmark Publisher, New York, pp.94-95, 1995
12. Kim SK, Cheigh HS, Kwon TW, Marston PE. Rheological and baking studies of composite flour wheat and naked barley. *Korean J Food Sci Technol* 10:247-251, 1978
13. Moon HK, Han JH, Kim JH, Kim JG, Kang UW, Kim GY. Quality characteristics of the bread added with freeze dried old pumpkin powders. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20:126-132, 2004
14. Kim MH, Park MW, Park YK, Jang MS. Effect of the Addition of Surichwi on Quality Characteristics of Surichwijulpyum. *Korean J Soc Food Sci* 10(2):94-98, 1994