

다시마 Single Cell Detritus(SCD)를 첨가한 기능성 빵의 개발

방상진 · 최승화 · 신일식 · 김상무[†]

강릉원주대학교 해양생명공학부

Development of Functional Bread with Sea Tangle Single Cell Detritus (SCD)

Sang Jin Bang, Seung Hwa Choi, Il Shik Shin, and Sang Moo Kim[†]

Faculty of Marine Bioscience and Technology, Gangneung-Wonju National University, Gangwon 210-702, Korea

Abstract

Functional bread was manufactured with single cell detritus (SCD) of sea tangle. The optimum ingredient formula for SCD bread was determined based on mixture model. Flour and water reduced max weight, strength, hardness and specific loaf volume, whereas the increased SCD reversed the volume change of dough. Flour increased L^* and b^* values of SCD bread, while SCD decreased. Flour and water decreased a^* value, while SCD increased. Max weight, strength, hardness, specific loaf volume, b^* value and water holding capacity (WHC) were linear model on ANOVA table, whereas distance, volume change of dough, L^* and a^* values were nonlinear model. The response constraint coefficient showed that SCD influenced texture of SCD bread more than flour and water did, whereas water influenced the volume change of dough, specific loaf volume and WHC more than flour and SCD did. Moreover, flour influenced color value more than did water and SCD. Distance and a^* value fitted nonlinear model with interaction terms for flour-SCD and water-SCD. Optimum ingredient formula for SCD bread was: flour, 48.25%; water, 30.89%; SCD, 3.86%. Sensory evaluation of SCD bread was a little lower than industrial bread and electrolyzed SCD bread.

Key words: functional bread, mixture model, single cell detritus, sea tangle, texture

서 론

최근 다시마의 생리활성을 이용한 제품이 소비자의 높은 반응을 얻으면서 다시마의 생산량도 2003년에는 25,296 M/T 정도였으나 현재 급격히 증가하여 2007년에는 250,077 M/T에 이르고 있다(1). 실제로 다시마는 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등 생리대사에 관여하는 무기질과 갑상선 호르몬의 주성분인 요오드를 다량 함유하고 있으며 인체의 소화효소에 의해 분해되지 않는 식이섬유인 알긴산을 풍부하게 함유하고 있다(2-5). 다시마는 BHA나 BHT에 필적할만한 항산화 능력이 있고(6), 고혈압 억제 효과(7), 혈액 응고 활성화 및 항암활성(8), 중금속 방출 작용(9), 방사능 물질의 체외배출 능력(10,11), 장내세균 중 유해미생물의 증식을 억제한다(12). 또한 다시마의 항종양성, 항바이러스성, 항돌연변이 및 면역력 증강 등의 생리적 효과가 확인됨으로써 다시마의 수요는 점차 증가되고 있다(13,14). 다시마의 다양한 효능으로 인하여 최근에는 식품에 첨가하거나 제품화하는 연구가 활발히 진행되어 스낵 및 케이크, 다시마젤리, 다시마차, 조미다시마 등 다양한 다시마 제품이 만들어지고 있다(15).

경제 성장과 더불어 높아지는 소득과 의식수준의 변화로

국민의 식생활도 빠르게 변화하고 있다. 식생활이 점차 간편해지고 서구화됨에 따라 주식 대응으로 빵류의 소비가 증가하고 있으며, 국민소득의 증대 및 기호의 다양화로 특히 고급 빵에 대한 관심 및 요구가 증대되고 있다(16). 이 점에 착안하여 다시마의 기능성을 살린 다시마 가루를 첨가한 빵(17), 식빵(18) 및 소보루 빵(19)의 품질 특성에 관한 연구가 보고되고 있다.

그러나 현재에는 다시마의 단단한 조체를 분말화하기 위하여 물리적 분쇄 과정을 거치는데 이 과정에서 생기는 마찰열로 인하여 구성성분의 파괴와 수분감소, texture와 색상의 변화, mill이 마모될 때 혼입되는 쇳가루 등으로 품질저하가 수반되고 있어 이러한 한계를 극복할 수 있는 새로운 가공기술의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다(20). 물리적 분쇄의 단점을 보완하기 위한 한 방안으로서, 미생물을 이용하여 해조류를 가수분해 시켜 세포 간 충전물을 추출해 내는 시도가 보고되고 있다. 현재까지의 해조류를 SCD(single cell detritus) 형태로 분해한 미생물로는 *Alteromonas* sp.(21-23), *Pseudoalteromonas espejiana*(24), *Vibrio* sp.(25-27), lactic acid bacteria 및 yeast(28), 소라에서 분리한 *Vibrio* sp.(29) 등이 있으며, SCD를 식품첨가제로 이용하여

[†]Corresponding author. E-mail: smkim@gwnu.ac.kr
Phone: 82-33-640-2343, Fax: 82-33-640-2410, 647-9535

제품화를 시도한 보고로는 맛살제품(30) 및 국수(31)가 있다.

본 연구에서는 Bang 등(29)의 방법에 따라 소라(*Batillus cornutus*) 내장에서 분리한 *Vibrio* sp. 균을 이용하여 다시마를 미립자 크기의 single cell detritus(SCD)로 분해한 후 이를 빵의 소재로 개발하기 위하여 mixture model에 의한 최적 배합비율 및 제품의 특성을 연구하였다.

재료 및 방법

재료

제빵에 사용한 밀가루는 강력분 1등급((주)CJ, 서울, 캐나다산)을 사용하였다. 효모는 시판용 instant dry yeast를, 마가린은 롯데삼강, 소금은 시판 정제염(NaCl 함량 90%)을, 설탕은 (주)백설의 제품을 사용하였다. 다시마 SCD 제조에 사용한 다시마(*Laminaria japonica*)는 강릉 주문진 수산시장에서 구입하여 사용하였다.

Mixture model을 이용한 실험 design 제작

Design Expert Software(Stat-Ease, Minneapolis, MN)의 mixture program을 이용하여 SCD를 첨가한 빵의 제조 조건을 확립하였다. SCD 빵의 제조 조건의 변수로 밀가루(강력분), 물, SCD의 양으로 정하였으며 mixture program의 modified distance design을 적용하였다. 3개의 변수와 그 변수 수준은 Table 1과 같다. 각각의 변수 조건은 밀가루 41~55%, 물 28~34%, SCD 0~8%로 하였으며, 그 외 첨가물은 Lee 등(32)의 제빵 제조 조건을 약간 변형시켜 마가린은 4%, 건조 효모 2%, 소금 2%, 설탕 6%와 탈지분유를 3%로 고정하여 첨가하였다.

다시마 SCD를 첨가한 빵의 제조

제빵에 사용된 원료 배합비율은 Table 1과 같다. 제빵 공정은 직접 반죽법(straight dough method)을 적용하였다(33). 밀가루에 각각 0, 2, 4, 6, 8%의 다시마 SCD를 첨가하였

으며 물은 28~34%로 조절하였다. 시판용 효모를 2%, 마가린 4%, 설탕 6%, 소금 2%와 탈지분유를 3% 첨가하여 5분간 반죽하였다. 완성된 반죽은 발효실(28°C, 85% RH)에서 20분간 발효시킨 후 35°C 및 85% RH 조건에서 50분간 2차 발효시켜 175°C에서 30분간 구운 다음 냉각시켜 다시마 SCD를 첨가한 빵을 제조하였다.

발효팽창력 및 비용적의 측정

발효팽창력은 Ha 등(34)의 방법을 약간 변형하여 14개의 실험구 반죽을 각각 15 g씩 나누어 100 mL 비커에 넣고 2차 발효실(35°C, 85%RH)에서 2시간 후 가스빼기를 한 다음 반죽의 부피를 측정하여 발효 전 반죽 부피와 비교하였다. 실험구 각각의 비용적 측정은 Kim과 Shin(35)의 방법으로 제빵 후 1시간 방냉한 다음 빵 컷팅 자로 1 cm³ 크기로 잘라 무게를 측정하여 무게에 대한 부피의 비로 표시하였다.

수분흡착력의 측정

수분흡착력은 Park과 Lee(36)의 방법에 의하여 측정하였다. 빵의 외곽 부분을 분쇄한 시료 1 g을 50 mL 원심분리용 시험관에 넣고 증류수 10 mL를 첨가한 후 30분간 교반한 다음 10,000 rpm에서 25분간 원심분리를 하였다. 분리된 액은 10 mL 메스실린더로 그 양을 측정하여 흡수된 수분의 양으로 수분 흡수력을 계산하였다.

Texture의 측정

빵의 중앙 부위를 15 mm의 두께로 자른 후 texture를 rheometer(Compac-100, Sun, Tokyo, Japan)로 측정하였다. Test speed는 60 mm/min이었다.

색도의 측정

빵의 색도는 색차계(model CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)로 측정하였으며, Hunter L*, a*, b* 값으로 표시하였다. 식빵을 구운 다음 실온에서 한 시간 방냉하고 시료를 1.8 cm 두께로 잘라 중앙 부위를 각 시험군 당 3회 측정하였다.

Table 1. Texture, volume change of dough and specific loaf volume of SCD breads by mixture design

Treatment	Flour (g)	Water (g)	SCD (g)	Margarine (g)	Dry yeast (g)	Salt (g)	Sugar (g)	Skim milk (g)	Max weight (g)	Strength (g)	Hardness (g)	Distance (mm)	Volume change of dough (cm ³)	Specific loaf volume (cm ³ /g)
1	48	31	4	4	2	2	6	3	440.7	146.9	210.7	10.8	1.6	0.65
2	49	34	0	4	2	2	6	3	179.3	59.8	66.8	13.4	2.5	0.34
3	47	28	8	4	2	2	6	3	792.0	264.0	331.0	12.0	1.3	0.94
4	55	28	0	4	2	2	6	3	283.0	94.3	100.0	14.2	2.3	0.38
5	44	31	8	4	2	2	6	3	1,060.0	353.3	438.3	12.2	1.1	1.04
6	41	34	8	4	2	2	6	3	611.0	203.7	284.9	10.9	1.7	0.93
7	49	34	0	4	2	2	6	3	142.0	47.3	48.9	14.5	2.9	0.37
8	55	28	0	4	2	2	6	3	451.0	150.3	165.7	13.5	3.0	0.35
9	52	31	0	4	2	2	6	3	293.0	97.7	102.3	14.1	2.8	0.42
10	45	34	4	4	2	2	6	3	252.3	84.1	114.1	11.1	2.0	0.69
11	51	29	2	4	2	2	6	3	552.0	184.0	226.2	12.3	1.7	0.66
12	51	28	4	4	2	2	6	3	815.3	271.8	348.4	11.7	1.3	0.73
13	41	34	8	4	2	2	6	3	796.0	265.3	436.0	9.2	1.5	0.94
14	47	28	8	4	2	2	6	3	995.3	331.8	407.3	12.3	1.5	0.94

관능검사

빵을 제조하여 내부 온도가 30°C가 될 때까지 냉각하여 폴리에틸렌 백에 넣어 포장을 한 뒤 실온에서 1일간 방치하였다. 관능검사요원 10명(25~30세, 남녀 각 5명)을 대상으로 빵의 색, 외관, 맛, 조직감, 냄새 그리고 종합적 기호도의 6가지 항목에 관해서 5점 평점법(1: 아주 나쁨, 2: 나쁨, 3: 보통, 4: 좋음, 5: 아주 좋음)으로 조사하였다(37). 각 처리구 간의 유의차분석은 SPSS 통계처리프로그램을 이용하여 통계분석 하였으며, 처리구 평균 간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 사용하였다(38).

결과 및 고찰

Mixture model

Design Expert(Stat-Ease, Minneapolis, MN) software의 modified distance design에 따라 14개의 실험구를 만들어 비교 분석하였으며 다시마 SCD 빵의 texture, 발효팽창력, 비용적, 색도 및 수분흡착력의 측정값은 각각 Table 1, 2와 같다. 다시마 SCD 빵의 max weight, strength, hardness 및 distance의 값은 각각 142.0~1,060.0 g, 47.3~353.3 g, 48.9~438.3 g 및 9.2~14.5 mm이었다(Table 1). 발효팽창력 및 비용적은 1.1~3.0 cm³ 및 0.34~1.04 cm³/g이었으며 수분흡착력은 0.41~2.42 g이었다. 다시마 SCD 빵의 색도는 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도)의 값은 34.33~48.71, -1.82~0.17 및 4.37~7.71이었으며 이때의 백색도 값은 33.88~53.66이었다. 밀가루, 물, SCD가 각각 49, 34, 0 g로 배합한 실험구의 max weight, strength 및 hardness의 값이 142.0, 47.3 및 48.9 g/cm²로 가장 낮았으며, SCD 함량이 증가할수록 다시마 SCD 빵의 texture(max weight, strength, hardness) 값은 증가하였다. SCD의 함량이 증가할수록 발효팽창력과 수분흡착력은 감소하였으며, 반대로 비용적은 증가하였다. 또한 SCD의 함량이 증가할수록 L(명도) 값과 b(황색도) 값은 감소하였으며, a(적색도) 값은 증가하였다. Han

등(19)은 다시마의 첨가량이 증가할수록 부피가 감소하고 무게는 증가한다고 보고하였는데 이는 본 실험의 다시마 SCD의 첨가량이 증가할수록 발효팽창력은 감소하고 비용적이 증가하는 결과와 같았다. 또한 녹차가루(39)와 신선초가루(40)의 첨가 농도가 증가할수록 중량은 증가하고 부피는 감소한다는 보고와도 일치한다.

다시마 SCD 빵의 texture, 발효팽창력, 비용적, 색도 및 수분흡착력의 ANOVA 분석은 Table 3, 4와 같다. ANOVA 분석에 의한 model은 F-test 및 가장 낮은 probability 값을 가진 model이 선정되었다. 다시마 SCD 빵의 max weight, strength, hardness 및 비용적은 가장 낮은 probability (p<0.001)를 나타낸 linear model이 결정되었으며, distance와 발효팽창력은 nonlinear model(quadratic model)이 선정되었다(Table 3). 또한 SCD 빵의 색도 L 및 a 값은 가장 낮은 probability(p<0.001)와 높은 lack of fit을 선택하여 nonlinear model이 결정되었으며, 색도 b 값과 수분흡착력은 linear model이 결정되었다(Table 4).

다시마 SCD 빵의 밀가루, 물, SCD의 배합조성에 따른 texture, 색도, 발효팽창력, 비용적 및 수분흡착력의 constraint coefficient 값은 Table 5 및 6과 같다. SCD의 max weight(1,409.24), strength(469.95), hardness(628.64) 및 distance(18.93)의 constraint coefficient 값이 밀가루나 물에 비해 더 높았는데, 이는 SCD가 밀가루나 물에 비해서 SCD 빵의 texture에 더 큰 영향을 미치는 것을 의미한다. 또한 발효팽창력 및 비용적에서 물의 constraint coefficient 값은 각각 4.94 및 1.41로 밀가루나 SCD보다 높아 물이 발효팽창력과 비용적에 가장 큰 영향을 미쳤다. SCD 빵 texture의 distance에서만 flour-SCD 및 water-SCD 상호작용이 있었으며, 발효팽창력에서는 flour-SCD 상호작용이 있었다(Table 5). 색도(L, a, b)에 있어서 flour의 constraint coefficient 값은 각각 48.5, -1.73 및 7.59로 물과 SCD의 값보다 높아 밀가루가 물이나 SCD보다 SCD 빵의 색도에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(Table 6). 그러나 수분

Table 2. Hunter color value and water holding capacity (WHC) of SCD breads by mixture design

Treatment	Flour (g)	Water (g)	SCD (g)	Margarine (g)	Dry yeast (g)	Salt (g)	Sugar (g)	Skim milk (g)	Hunter color value			Whiteness L-3b	WHC (g)
									L	a	b		
1	48	31	4	4	2	2	6	3	37.72	-0.17	6.02	38.23	1.50
2	49	34	0	4	2	2	6	3	46.70	-1.47	7.61	51.11	1.41
3	47	28	8	4	2	2	6	3	34.33	0.15	4.48	33.88	1.65
4	55	28	0	4	2	2	6	3	47.24	-1.82	7.36	52.70	1.64
5	44	31	8	4	2	2	6	3	35.17	0.13	4.93	34.78	1.77
6	41	34	8	4	2	2	6	3	34.89	0.05	4.37	34.74	1.83
7	49	34	0	4	2	2	6	3	44.37	-1.66	6.54	49.35	2.42
8	55	28	0	4	2	2	6	3	48.71	-1.65	7.71	53.66	1.85
9	52	31	0	4	2	2	6	3	47.91	-1.75	6.51	53.16	2.39
10	45	34	4	4	2	2	6	3	37.78	-0.34	5.60	38.80	1.75
11	51	29	2	4	2	2	6	3	43.66	-0.61	7.29	45.49	1.58
12	51	28	4	4	2	2	6	3	41.39	-0.33	7.00	42.38	1.41
13	41	34	8	4	2	2	6	3	35.04	0.17	4.72	34.53	1.77
14	47	28	8	4	2	2	6	3	35.96	0.14	5.24	35.54	1.62

Table 3. ANOVA table for linear and nonlinear models of SCD bread's texture, volume change of dough and specific loaf volume

Response	Model ¹⁾	Source	SS ²⁾	DF	MS ³⁾	F-value	Prob.>F
Max weight	L	Model	1.02	2	5.11	31.11	<0.0001
		Residual	1.81	11	16,431.46		
		Lack of fit	1.28	7	18,307.49	1.39	0.3942
Strength	L	Model	1.14	2	56,796.68	31.11	<0.0001
		Residual	20,082.95	11	1,825.72		
		Lack of fit	14,239.20	7	2,034.17	1.39	0.3942
Hardness	L	Model	2.15	2	1.07	29.30	<0.0001
		Residual	40,271.70	11	3,661.06		
		Lack of fit	23,631.75	7	3,375.96	0.81	0.6214
Distance	Q ^a	Model	26.63	5	5.33	12.87	0.0012
		Residual	3.31	8	0.41		
		Lack of fit	1.09	4	0.27	0.49	0.7458
Volume change of dough	Q	Model	4.71	5	0.94	11.41	0.0018
		Residual	0.66	8	0.08		
		Lack of fit	0.30	4	0.07	0.81	0.5778
Specific loaf volume	L	Model	0.84	2	0.42	144.53	<0.0001
		Residual	0.03	11	2.89		
		Lack of fit	0.03	7	4.38	15.24	0.0097

¹⁾L, linear; Q, quadratic. ²⁾SS, sum of squares. ³⁾MS, mean square.

Table 4. ANOVA table for linear and nonlinear model of SCD bread's color and WHC

Response	Model ¹⁾	Source	SS ²⁾	DF	MS ³⁾	F-value	Prob.>F
L	Q	Model	383.41	5	76.68	56.01	<0.0001
		Residual	10.95	8	1.37		
		Lack of fit	5.82	4	1.45	1.13	0.4532
a	Q	Model	8.62	5	1.72	115.93	<0.0001
		Residual	0.12	8	0.02		
		Lack of fit	0.08	4	0.02	1.99	0.2604
b	L ^a	Model	16.52	2	8.26	37.64	<0.0001
		Residual	2.41	11	0.22		
		Lack of fit	1.43	7	0.20	0.83	0.6115
WHC	L	Model	0.22	2	0.11	1.18	0.3420
		Residual	1.02	11	0.09		
		Lack of fit	0.49	7	0.07	0.52	0.7864

¹⁻³⁾Refer to the caption of Table 3.

Table 5. Constraint coefficients of SCD bread's texture, volume change of dough and specific loaf volume as pseudo value

Response	Constraint coefficient					
	Flour (F)	Water (W)	SCD (S)	FW ¹⁾	FS ²⁾	WS ³⁾
Max weight	404.95	-244.93	1,409.24			
Strength	134.98	-81.64	469.95			
Hardness	140.32	-55.81	628.64			
Distance	13.77	11.09	18.93		-18.20 (0.0070) ⁴⁾	-21.71 (0.0602)
Volume change of dough	2.62	4.94	2.66		-5.51 (0.0406)	
Specific loaf volume	0.40	1.41	0.35			

¹⁾Flour × Water. ²⁾Flour × SCD. ³⁾Water × SCD.

⁴⁾The number in parenthesis is probability > |t|.

흡착력에서는 물의 constraint coefficient 값(2.26)이 밀가루(1.74)나 SCD(1.40)보다 높아 물이 밀가루나 SCD보다 SCD 빵의 수분흡착력에 더 큰 영향을 미쳤다. SCD 빵의 L(명도)에서는 flour-SCD의 상호작용이 있었으며, a(적색도)에서는 flour-SCD 및 water-SCD 상호작용이 있었으나

b(황색도)와 수분흡착력에서는 원료간의 상호작용이 없었다(Table 6). 따라서 nonlinear model의 texture, 색도 및 발효팽창력의 특성은 SCD 빵의 원료 밀가루, 물 및 SCD 서로간의 상호작용뿐 아니라 원료 각각의 영향을 받는 것으로 보인다.

Table 6. Constraint coefficients of SCD bread's color value and WHC as pseudo value

Response	Constraint coefficient					
	Flour (F)	Water (W)	SCD (S)	FW ¹⁾	FS ²⁾	WS ³⁾
L	48.51	41.58	35.83		-23.97 (0.0313) ⁴⁾	
a	-1.73	-2.10	-1.23		6.47 (0.0001)	6.88 (0.0064)
b	7.59	6.10	3.31			
WHC	1.74	2.26	1.40			

¹⁻⁴⁾ Refer to the caption of Table 5.

Trace plot

다시마 SCD 빵의 최적 배합 조건을 찾기 위하여 밀가루, 물 및 SCD의 배합비율을 달리하였을 때의 texture, 발효팽창력, 비용적, 색도 및 수분흡착력의 특성은 각각 Fig. 1, 2와 같다. 다시마 SCD 빵의 max weight, strength, hardness 및 비용적의 값은 밀가루와 물의 첨가량이 증가할수록 감소하는 반면, SCD의 첨가량이 증가할수록 증가하였다(Fig. 1). Kwon 등(18)은 다시마 첨가량이 증가할수록 hardness 등의 texture 값이 증가한다고 하였는데 이는 다시마 SCD 첨가량이 증가할수록 texture 값이 증가하는 경향과 일치하였다. 밀가루의 첨가량이 증가할수록 distance의 값은 증가하였으며, SCD의 첨가량이 증가할수록 감소 후 증가하였으나 물은

distance 값에 큰 영향을 미치지 않았다. 밀가루와 물의 첨가량이 증가할수록 SCD의 첨가량이 감소할수록 발효팽창력의 값은 증가하였다. 밀가루의 첨가량이 증가할수록 SCD의 첨가량이 감소할수록 SCD 빵의 L(명도) 값과 b(황색도) 값은 증가하였으나, 물은 L 값과 b 값에 큰 영향을 미치지 않았다(Fig. 2). 또한 밀가루와 물의 첨가량이 증가할수록 SCD의 첨가량이 감소할수록 다시마 SCD 빵의 a(적색도) 값은 증가하였다. 수분흡착력의 값은 물의 첨가량이 증가할수록, SCD의 첨가량이 감소할수록 증가하였으며, 밀가루는 수분흡착력에 큰 영향을 미치지 않았다.

다시마 SCD 빵의 최적배합비율

Modified distance design에 따른 다시마 SCD 국수는 낮

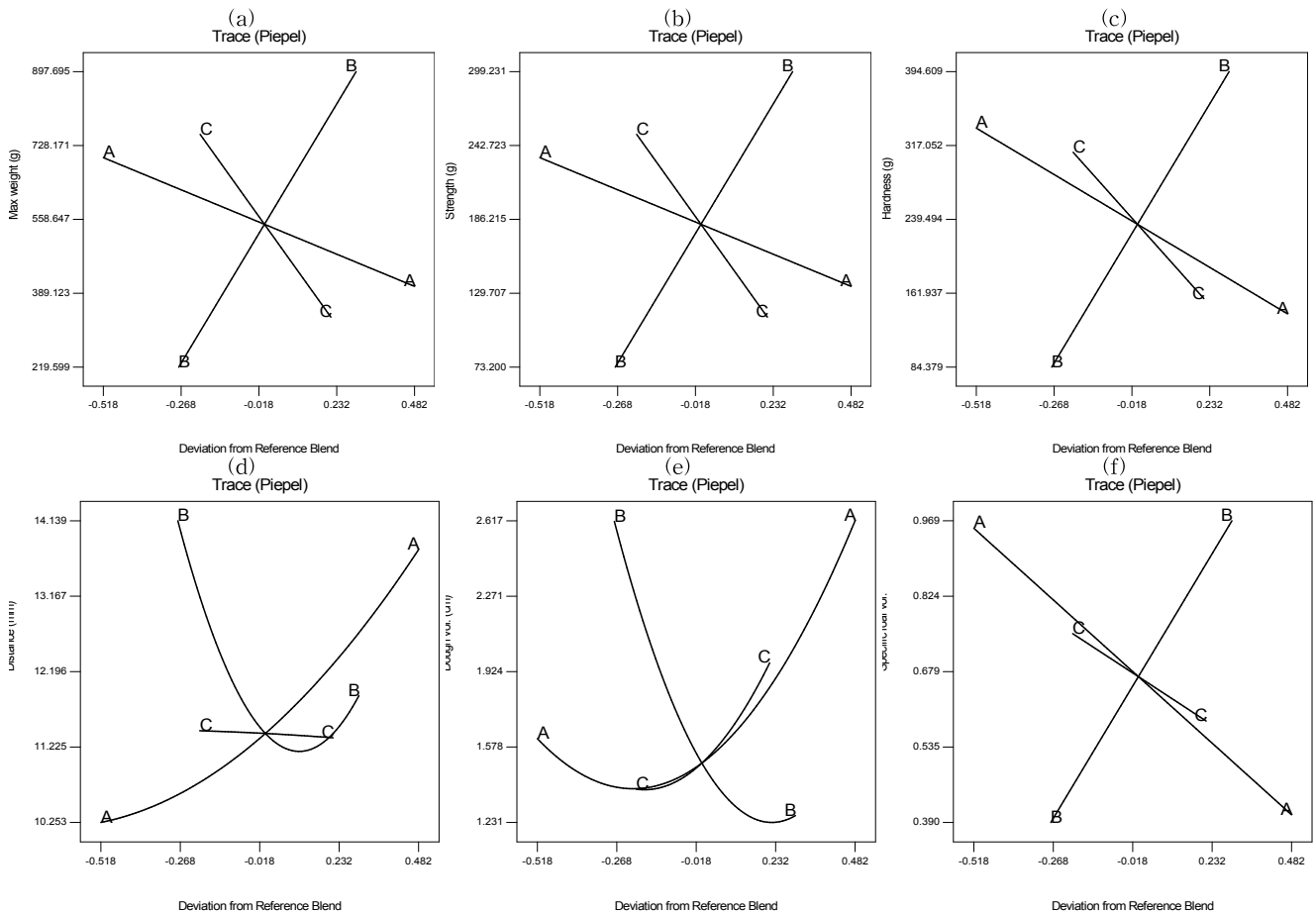


Fig. 1. Effects of flour, water and SCD on the properties of SCD bread. (a), Max weight; (b), Strength, (c), Hardness; (d), Distance; (e), Volume change of dough; (f), Specific loaf volume. A-A, flour; B-B, SCD; C-C, water.

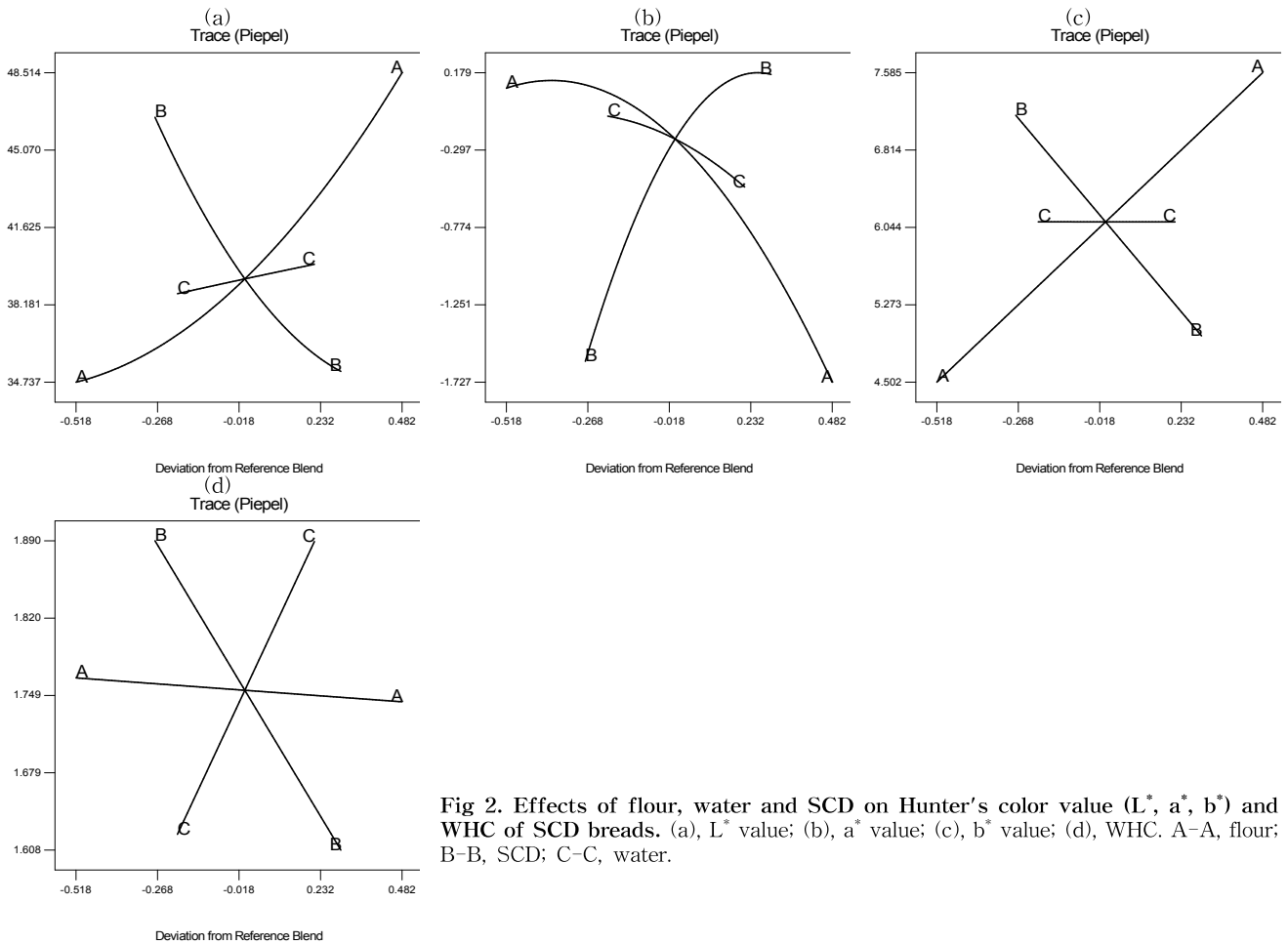


Fig 2. Effects of flour, water and SCD on Hunter's color value (L^* , a^* , b^*) and WHC of SCD breads. (a), L^* value; (b), a^* value; (c), b^* value; (d), WHC. A-A, flour; B-B, SCD; C-C, water.

은 texture와 높은 색도, 발효팽창력, 비용적 및 수분흡착력의 값에 따라 최적배합비율을 결정하였다. 최적 texture의 max weight, strength, hardness, distance의 값은 각각 547.36, 182.45, 234.33 g/cm² 및 11.40 mm이었으며, 색도 L, a, b 값은 각각 39.34, -0.23, 6.10이었다. 발효팽창력의 값은 1.50 cm이었으며, 비용적 및 수분흡착력은 각각 0.67 cm³/g 및 1.75 g이었다. 이때의 다시마 SCD 빵의 원료 밀가루, 물 및 SCD는 각각 48.25, 30.89 및 3.86%의 비율이었다.

빵의 관능 특성

최적배합비율에 따라 SCD 빵을 제조하였으며, SCD 빵과 시중에 판매되고 있는 시중제품을 선택하여 6가지 항목에 대한 관능 특성을 비교 분석하였다. 또한 전해수 처리 SCD 빵 및 미처리 빵의 관능특성을 비교분석하였다(Table 7). SCD 빵은 시중제품과 비교하여 모든 관능특성의 값이 낮았다. 특히 맛, 조직감 및 냄새에서 가장 큰 차이가 났으며 이는 SCD를 2주간 미생물로 분해하는 동안 SCD에 특유의 발효 향기 및 다시마 본연의 갈색이 남아 있어 맛과 냄새에 영향을 준 것으로 판단된다. 이러한 냄새, 색, 맛을 없애기 위하여 전해수로 처리한 SCD 빵은 미처리 SCD 빵보다 관능특성의 모든 면에서 더 높은 점수를 받았으며, 이는 국수(30)의 결과

Table 7. Sensory evaluation of commercial and SCD breads

Attribute	Commercial bread	SCD bread	Electrolyzed SCD bread
Appearance	4.33 ^a	3.17 ^b	3.44 ^{bc}
Color	3.83 ^b	2.83 ^c	3.00 ^{bc}
Taste	4.50 ^a	1.67 ^d	2.95 ^{bc}
Texture	4.00 ^a	2.50 ^c	3.44 ^b
Odor	3.83 ^b	1.53 ^d	3.00 ^c
Overall acceptability	4.17 ^a	2.00 ^{cd}	3.15 ^{bc}

^{a-d}Values with same letter are not significantly different at p<0.05 by Duncan's test.

와 일치하였다. 그러나 전해수 처리 SCD 빵 또한 시중제품 보다는 다소 낮은 관능특성의 값을 나타내므로 맛과 조직감을 개선한다면 더 높은 질의 SCD 빵을 제조할 수 있다고 판단된다.

요 약

다시마를 *Vibrio* sp.로 분해하여 제조한 SCD로 기능성 빵을 만들기 위하여 mixture design을 이용한 원료의 최적 배합 비율을 구하였다. 다시마 SCD 빵의 max weight, strength, hardness 및 비용적의 값은 밀가루와 물의 첨가량이 증가할수록 감소하는 반면, SCD의 첨가량이 증가할수록

증가하였다. 밀가루와 물의 첨가량이 증가할수록 SCD의 첨가량이 감소할수록 발효팽창력의 값은 증가하였다. 밀가루의 첨가량이 증가할수록 SCD의 첨가량이 감소할수록 SCD 빵의 L(명도) 값과 b(황색도) 값은 증가하였으며, 밀가루와 물의 첨가량이 증가할수록 SCD의 첨가량이 감소할수록 다시마 SCD 빵의 a(적색도) 값은 감소하였다. ANOVA 분석에 의한 다시마 SCD 빵의 max weight, strength, hardness, 비용적, 색도 b(황색도) 값 및 수분흡착력은 linear model이 결정되었으며, distance, 발효팽창력, 색도 L(명도) 및 a(적색도) 값은 nonlinear model(quadratic model)이 선정되었다. Constraint coefficient 값의 분석 결과 SCD는 SCD 빵의 texture에 가장 큰 영향을 주었으며, 물은 발효팽창력, 비용적 및 수분흡착력에 가장 큰 영향을 미쳤다. 또한 밀가루는 SCD 빵의 색도에 가장 큰 영향을 미쳤다. Distance에서는 flour-SCD 및 water-SCD 상호작용이 있었으며, 발효팽창력에서는 flour-SCD 상호작용이 있었다. 또한 SCD 빵 색도의 L(명도)에서는 flour-SCD의 상호작용이 나타났으며, a(적색도)에서는 flour-SCD 및 water-SCD 상호작용이 있었다. Mixture(modified distance) design에 의해 결정된 다시마 SCD 빵의 밀가루, 물 및 SCD의 최적 배합비율은 각각 48.25, 30.89 및 3.86%이었다. 관능검사 결과 전해수로 처리한 SCD 빵은 시중제품보다 모든 면에서 품질이 낮았으나, 전해수 처리 SCD 빵은 대조구(전해수 미처리)보다 월등히 높은 점수를 받아 전해수로 처리된 SCD 빵의 맛, 조직감 및 향을 개선한다면 SCD의 산업화가 가능할거라 판단된다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업(RTI05-01-02) 지원으로 수행되었음. 최승화는 교육과학기술부 2단계 BK21핵심사업의 수혜학생임을 밝히며 사의를 표합니다.

문헌

1. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2008. *Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook*. Republic of Korea. p 282-305.
2. Choi JH, Rhim CH, Kim JY, Yang JS, Choi JS, Byun DS. 1986. Basic studies in the development of diet for the treatment of obesity. 1. The inhibitory effect of alginic acid as a dietary fiber on obesity. *Bull Kor Fish Soc* 19: 303-311.
3. Kim SH, Park HY, Park WK. 1988. Determination and physical properties of dietary fiber in seaweed products. *J Kor Soc Food Sci* 17: 320-325.
4. Lee JH, Sung NJ. 1983. The content of minerals in algae. *J Kor Soc Food Sci* 12: 51-58.
5. Tashiro T. 1983. Analysis of nucleic acid related substances of dried purple laver. *Bull Japan Soc Sci Fish* 49: 1121-1125.
6. Park JH, Kang KC, Baek SB, Lee YH, Rhee KS. 1991. Separation of antioxidant compounds from edible marine algae. *J Kor Food Sci Technol* 23: 256-261.
7. Hiroyuki N, Hideomi A, Koichi A, Kazutosi N. 1990. Antitumor activity of marine algae. *Hydrobiologia* 204: 577-584.
8. Ferial HB, Mostafai E, Corinne S, Catherine BV. 2000. Relationship between sulfate groups and biological activities of fucans. *Thromb Res* 100: 453-459.
9. Kim YY, Lee KW, Kim GB, Cho YJ. 2000. Studies on physicochemical and biological properties of depolymerized alginate from sea tangle, *Laminaria japonicus* by thermal decomposition. *J Kor Fish Soc* 33: 393-398.
10. Haug A, Smidsrod O. 1962. Determination of intrinsic viscosity of alginate. *Acta Chem Scan* 15: 1794-1795.
11. Haug A, Smidsrod O. 1963. The solubility of alginate at low pH. *Acta Chem Scan* 17: 1653-1662.
12. Hidaka H, Eida T, Takizawa T, Tokuzawa T, Tashiro Y. 1986. Effect of fructooligosaccharide on intestinal flora and human health. *Bifidobacteria Microflora* 5: 37-50.
13. Usui T, Asari K, Mizuno T. 1980. Isolation of highly fucoindan from *Eisenia bicyclis* and its anticoagulant and antitumor activities. *Agric Biol Chem* 44: 1965-1970.
14. Nishino T, Aizu Y, Nagumo T. 1991. The relationship between the molecular weight and the anticoagulant activity of two types of fucan sulfates from the brown seaweed *Ecklonia kurom*. *Agric Biol Chem* 55: 791-797.
15. Korea Food Research Institute. 2000. *Study in Development of Processed Foods Using Seaweeds*. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries.
16. Ministry of Health and Welfare/Korea Health Industry Development Institute. 1988. *National Health and Nutrition Survey-Nutrition Survey*.
17. Kim JS, Kang KJ. 1998. Effect of Laminaria addition on the shelf-life and texture of bread. *Kor J Food Nurt* 11: 556-560.
18. Kwon EA, Chang MJ, Kim SH. 2003. Quality characteristics of bread containing *Laminaria* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 406-412.
19. Han KH, Choi MS, Ahn CK, Youn MJ, Song TH. 2002. Soboru bread enriched with dietary fibers extracted from kombu. *Kor J Soc Food Cookery Sci* 18: 619-624.
20. Seo CH, Lee JW, Do JH, Chang KS. 2002. Quality characteristics of Korean red ginseng powder on pulverizing methods. *J Ginseng Res* 26: 79-84.
21. Uchida M, Nakayama A, Abe S. 1995. Distribution and characterization of bacteria capable of decomposing brown algae fronds in waters associated with *Laminaria* vegetation. *Fisheries Sci* 61: 117-120.
22. Uchida M, Numaguchi K. 1996. Formation of protoplasmic detritus with characteristics favorable as food for secondary animals during microbial decomposition of *Ulva pertusa* (chlorophyta) frond. *J Mar Biotechnol* 4: 200-206.
23. Uchida M. 1996. Formation of single cell detritus densely covered with bacteria during experimental degradation of *Laminaria japonica* Thalli. *Fisheries Sci* 62: 731-736.
24. Uchida M, Nakata K, Maeda M. 1997. Conversion of *Ulva* fronds to diet for *Artemia* nauplii utilizing the degrading and attaching abilities *Pseudoalteromonas espejiana*. *J Applied Phycology* 9: 541-549.
25. Ando Y, Inoue K. 1961. Decomposition of alginic acid by microorganisms-IV. On the *Vibrio*-type bacteria, newly isolated from the decaying *Laminaria*. *J Jap Soc Sci Fish* 27: 339-341.
26. Kitamikado M, Tseng CH, Aoki T, Yamaguchi K, Araki T. 1989. Isolation of bacteria capable of producing alginate-degrading enzyme from natural environment. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55: 709-713.

27. Tseng CH, Yamaguchi K, Kitamikado M. 1992. Two types of alginate lyase from a marine bacterium *Vibrio* sp. Al-9. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 533-538.
28. Uchida M, Murata M. 2002. Fermentative preparation of single cell detritus from seaweed, *Undaria pinnatifida*, suitable as a replacement hatchery diet for unicellular algae. *Aquaculture* 207: 345-357.
29. Bang SJ, Shin IS, Kim SM. 2006. Quality characteristics of sea tangle single cell detritus (SCD) manufactured by *Vibrio* sp. isolated from *Bacillus cornutus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 606-612.
30. Bang SJ, Shin IS, Chung DH, Kim SM. 2006. Quality characteristics of surimi-based product with sea tangle single cell detritus (SCD). *Korean J Food Sci Technol* 38: 337-341.
31. Bang SJ, Shin IS, Kim SM. 2006. Optimum process condition of noodles with sea tangle single cell detritus (SCD). *Korean J Food Sci Technol* 38: 68-74.
32. Lee JM, Lee MK, Lee SK, Cho NJ, Kim SM. 2001. Effect of gums added in making frozen dough on the characteristics of bread-making. *J Kor Food Sci Technol* 33: 190-194.
33. Finney KF. 1984. An optimized, straight-dough, bread-making method after 44 years. *Cereal Chem* 61: 20-27.
34. Ha TY, Kim SH, Cho IJ, Lee HY. 2003. Effect of dietary purified from *Cassia tora* on the quality characteristics of the bread with rice flour. *J Kor Food Sci Technol* 35: 598-603.
35. Kim MH, Shin MS. 2003. Quality characteristics of bread made with brown rice flours of different preparation. *Kor J Soc Food Cookery Sci* 19: 136-143.
36. Park GS, Lee FZ. 1999. Effects of job's tears powder and green tea powder on the characteristics of quality of bread. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1244-1250.
37. Lee WJ, Jung JK. 2002. Quality characteristics and preparation of noodles from brown rice flour and colored rice flour. *Kor J Culinary Res* 8: 267-278.
38. Lee KH, Park HC, Her ES. 1998. *Statistics and Data Analysis Method*. Hyoil Press, Seoul, Korea. p 253.
39. Hwang YK, Hyun YH, Lee YS. 2001. Study on the characteristics of bread with green tea powder. *Korean J Food Nutr* 14: 311-316.
40. Choi OJ, Kim YD, Kang SK, Jung HS, Ko MS, Lee HC. 1999. Properties on the quality characteristics of bread added with *Angilica keiskei* Koidz flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 118-125.

(2009년 7월 7일 접수; 2009년 8월 25일 채택)