

발효 대두분 및 칼슘을 첨가한 혼합소맥분의 제빵적성에 관한 연구

김현혜*· 이정훈**· 윤미숙***

< 목 차 >

I. 서론	IV. 요약
II. 재료 및 방법	참고문헌
III. 결과 및 고찰	Abstract

I. 서 론

빵 소비가 증가함에 따라 제품의 질적인 면과 영양적인 면을 강조하고 있다. Pomeranz^{1,2)} 등은 대두분말을 첨가함으로써 단백질 보강을, 김 등³⁾은 casava starch 80%, 탈지대두분 20% 및 glycerol monostearate 1%를 결합제로 사용하여 좋은 결과를 얻었으며, Sambe⁴⁾는 밀가루에 casava starch 25%와 탈지대두분 5%를 혼합한 빵의 제조에 대한 연구를 하였다. 대두에 함유되어 있는 불포화 지방산(oleic, linoleic 및 linolenic acid)은 혈청 콜레스테롤 수준을 감소시켰다는 보고가 있으며 대두 단백질의 아미노산에는 lysine이 풍부하여 밀가루에 부족한 것을 공급하며, SBF(soybean flour)에는 생리활성물질이 존재하는 것으로 알려져 있는데 일본 natto의 발효 과정 중에 생성되는 단백질 분해 효소 중에는 혈전증을 예방하는 nattokinase가 함유되어 있다고 보고하였다.⁵⁾

Titus⁶⁾, Buckner⁷⁾ 등은 병아리에 칼슘을 급여하였을 때 체중이 증가하고 고지방식을 섭취한 염소에서 식이 칼슘은 조직의 cholesterol 수준을 떨어뜨린다고 보고하였다.⁸⁾ 특히 SBF에 존재하는 19종 이상의 amino acid 중에 lysine, histidine arginine 등의 아미노산은 칼슘의 흡수를 촉진한다고 서술하였다.⁹⁾

제빵에서 칼슘은 소맥분중의 단백질에 작용하여 글루텐 망의 형성을 개선함으로써 신장성이 좋고 점탄성이 적어 기계내성이 좋은 반죽을 만든다. 구웠을 경우

* 안산공과대학 식품공업과 외래교수

** 안산공과대학 호텔조리과 교수

*** 서울보건대학 식품가공학과 외래교수

칼슘은 단백질과의 결합이 끊어져 전분입자와 강하게 결합하여 α -전분의 노화를 방지하는 것¹⁰⁾으로 보고되고 있다. 따라서 SBF와 칼슘을 첨가하면 제빵에서 칼슘 강화와 알칼리식품의 효과가 기대되고, 또한 영양강화와 비타민 대사작용을 촉진하는 한편, 인체의 생리활성 및 효소 생리활성 등에 미치는 영향들을 기대할 수 있다.

본 실험에서는 밀가루에 부족한 단백질 보강을 위하여 SBF를 첨가하고, 무기질 공급을 위하여 칼슘을 첨가하여 그들이 제빵의 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

밀가루는 제일제당(주)의 강력 1등급으로서 수분 14%, 조단백 12.5%, 조회분 0.42%, 조지방 1.5%인 제품을 사용하였다. 발효대두분(복표식품), 칼슘(씨올울산, 우골분, 日本)은 시판 제품을, 품질의 안전성을 위하여 제빵개량제(PURATOS, Belgium)를 부재료로 사용하였다.

2. 실험 방법

1) 시험구 조제

시험구는 분쇄한 SBF를 베이커스 %로 0, 5, 15, 20%를 밀가루 대신 첨가하고, SBF 10, 15%에 칼슘을 0, 0.5, 1, 2, 5%를 각각 첨가하여 시험구로 하였으며, 이때 발효대두분의 소금 첨가량을 감안하여 소금을 전 시험구가 일정하도록 조정해 주었다.

2) 시험구 설정

본 실험에 SBF는 5, 10, 15, 20%, 칼슘은 0.5, 1, 2, 5%, SBF 10%에 칼슘 0.5, 1, 2, 5%, SBF 15%에 칼슘 0.5, 1, 2, 5%로 하여 각각의 시험구는 Table 1과 같이 설정하였다.

Table 1. Symbols for the samples

Items	Contents	Items	Contents
control	wheat flour 100%		
SBF	A : SBF 5.0%	SBF + Ca ⁺⁺	A-2 : SBF 10% + Ca 0.5%
	B : SBF 10%		B-2 : SBF 10% + Ca 1.0%
	C : SBF 15%		C-2 : SBF 10% + Ca 2.0%
	D : SBF 20%		D-2 : SBF 10% + Ca 5.0%
SBF + Ca ⁺⁺	A-2 : SBF 10% + Ca 0.5%	Ca ⁺⁺	A-4 : Ca 0.5%
	B-2 : SBF 10% + Ca 1.0%		B-4 : Ca 1.0%
	C-2 : SBF 10% + Ca 2.0%		C-4 : Ca 2.0%
	D-2 : SBF 10% + Ca 5.0%		D-4 : Ca 5.0%

3) 빵 제조

밀가루 100%, SBF 및 칼슘(변화), 소금 2%, 생이스트 4.5%, 물 55%, 설탕 10%, 버터 10%, 제빵개량제 0.5%의 배합률을 직접반죽법(AACC 10-10A)으로 믹싱, 발효(발효실 온도 27°C, 습도 80%, 시간 120분), 분할(중량 420g), 휴지(시간 15분), 성형, 2차발효(발효실 온도 36°C, 습도 85%, 시간 50분), 굽기(200°C, 30분), 냉각, 포장 등의 공정으로 빵을 제조하였다.¹¹⁾

4) pH측정

삼각 플라스크에 시료(반죽 및 완제품) 10g을 취하고 증류수 100ml를 가하여 25°C의 shaking water bath에서 1시간 진탕 후 여액을 취하여 pH meter (DAI HAN CORP. LDT., MODEL : BACO-25)로 측정하였다.

5) 제품의 부피 측정

SBF 및 칼슘 첨가에 따른 빵의 부피는 종자치환법에 의해 측정하였고 비용적(specific volume)은 bread volume/loaf weight로 계산하여 비교 평가하였다.

6) 완제품 품질 평가

완제품의 품질은 일정시간 냉각 후 실온에서 평가하였다. 훈련된 10명의 검사요원에게 시료를 나누어주고 AIB(American Institute of Baking)의 기준에 준하여 응답하도록 하였다. 평가 기준은 Table 2 나타났다.

Table 2. Sheet of product quality evaluation

Portion	Perfect score	Penalized for : (check faults)
External		
Volume	10	too small, too large
Color of crust	8	not uniform, streaked, light, dark, dull, low end, small end, shrunken side
Symmetry of form	3	low middle, uneven top, flat top, protruding crust
Evenness of bake	3	light side, light end, light bottom, dark bottom, spotty bottom
Character of crust	3	thick, tough, hard, brittle
Break and shred	3	one side only, insufficient, wild break, no shred, shell
External subtotal	30	
Internal		
Grain	10	open coarse, non-uniform, thick cell walls, holes
Color of crumb	15	gray, dark, streaky, dull,
Aroma	10	strong, gassy, lack of, foreign, musty, sharp
Taste	15	flat, foreign, salty, sour, unpleasant after taste
Mastication	10	doughy, dry, tough, gummy
Texture	10	rough-harsh, ridged, lumpy, too loose, care, too compact, crumbly
Internal subtotal	70	
Total score	100	

III. 결과 및 고찰

1. 반죽 및 빵의 pH

첨가물에 따른 반죽과 빵의 pH는 Table 3과 같이 나타났다. 믹싱 후 반죽의 pH는 SBF 15%, 칼슘 2%까지는 최고 5.3으로 대조구와 큰 차이가 없어 대두단백 첨가로 인한 빵 반죽(dough)의 pH변화가 거의 없었다는 Brewer¹²⁾의 연구 보고와 일치하는 현상을 보였다. 완제품의 pH는 SBF와 Ca⁺⁺ 양이 증가함에 따라 약산성에서 중성으로 변하는 것을 볼 수 있었는데, 이것은 대두 단백질이 발효 중 완충작용(buffering action)과¹³⁾ 칼슘 양이온에 의한 것¹⁴⁾으로 생각된다. pH는 빵의 부피, 조직, 껍질색, 향 및 저장수명(shelf-life)에 현저한 영향을 미치는 중요한 요소이다.

Table 3. Variation of pH value for doughs and breads

	Control		SBF				SBF 10%+Ca ⁺⁺					SBF 15%+Ca ⁺⁺				
			A	B	C	D	B	A-2	B-2	C-2	D-2	C	A-3	B-3	C-3	D-3
pH	I	5.05	5.10	5.18	5.26	5.34	5.18	5.10	5.30	5.30	5.40	5.26	5.00	5.10	5.20	5.40
	II	5.38	5.47	5.86	5.84	5.96	5.86	5.79	5.84	5.97	6.32	5.84	5.81	6.17	6.26	6.43

I : dough II : bread

2. 완제품의 부피 평가

SBF와 칼슘 첨가량에 따른 제품의 상대적 부피변화 조사 결과를 Table 4에 나타냈다. SBF를 5, 10, 15% 첨가한 경우 부피가 증가하여 비용적도 크게 나타나 Raidl¹⁵⁾가 빵에 15%의 콩가루 첨가로 만든 빵의 부피가 증가하였다는 연구와 일치하였다. SBF를 20% 첨가한 경우는 부피가 감소하여 비용적이 낮게 나타났다. 또한 SBF 10, 15%에 칼슘 첨가량이 증가함에 따라 부피가 작아지는 경향을 보였다. 이것은 SBF 함량이 증가할 때 상대적으로 밀가루 단백질 함량이 낮아져 가스 보유력이 저하되기 때문이며 칼슘 이온에 의한 반죽의 pH 증가로 발효가 지연되기 때문으로 생각된다.

Table 4. Comparison with loaf volume, weight and specific volume of breads

Variety	contro	I				II				III			
	I	A	B	C	D	A-2	B-2	C-2	D-2	A-3	B-3	C-3	D-3
Loaf volume(cc)	1720	1750	1740	1720	1540	1700	1694	1675	1610	1680	1650	1670	1570
Dough weight(g)	420	420	420	420	440	410	420	420	420	410	420	430	435
Specific volume(cc/g)	4.1	4.17	4.14	4.10	3.50	4.15	4.03	3.66	3.83	4.10	3.93	3.88	3.61

3. 빵의 품질평가

SBF와 칼슘 첨가량에 따른 제품의 관능적 품질검사 결과는 Table 5와 같다. SBF를 첨가한 제품에서 그 양이 증가할 수록 제품의 선호도는 낮았으며 특히 20% 대치하였을 때 아주 낮게 나타났다. 이것은 SBF의 첨가량이 증가할수록 그 대두

가 갖는 본래의 향미성분으로 인한 panel들의 선호도 감소 때문인 것으로 생각된다. 따라서 SBF 첨가는 소맥분의 무게 비로 15%이상은 품질에 나쁜 영향을 끼치는 것으로 판단되었다. SBF를 10, 15% 대치하고 Ca 첨가량에 따른 선호도는 큰 차이를 보이지 않았으나 D-3에서 낮은 점수를 보였다. 외부 특성에 대한 평가로는 부피, 껍질색, break and shred 현상은 좋다는 의견이 많았으나 외형의 균형과 껍질의 성질은 열등하게 나타났다. 따라서 SBF 첨가량에 알맞은 제빵법의 개발과 SBF 첨가량 증가에 따른 그 특유의 냄새를 상쇄시킬 수 있는 방법은 더 연구되어야 할 과제다.

Table 5. Comparison with all over sensory evaluation of breads

Portion	Perfect Score	I				II					III				IV			
		A	B	C	D	B	A-2	B-2	C-2	D-2	C	A-3	B-3	C-3	D-3			
External																		
Volume	10	10	10	8	9	5	8	8	8	9	8	8	9	8	7	6		
Color of crust	8	7	7	6	6	4	6	7	7	7	7	6	5	7	5	5		
Symmetry	3	3	2	3	2	3	2	2	3	3	1	2	3	2	3	2		
Evenness of bake	3	3	3	2	3	1	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3		
Characteristic of crust	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	1	1	2	3	1	2		
Break & shred	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	2	1		
External subtotal	30	28	28	24	26	17	23	23	23	26	20	22	24	25	21	19		
Internal																		
Grain	10	9	9	10	9	6	8	9	7	8	7	8	10	8	8	6		
Color of crumb	15	13	14	15	13	10	15	13	13	14	10	13	6	14	10	10		
Aroma	10	10	10	7	8	6	7	8	5	8	9	8	6	6	8	5		
Taste	15	14	14	15	12	10	15	13	14	13	11	12	14	10	13	9		
Mastication	10	8	9	9	10	5	10	9	7	7	8	8	10	8	10	7		
Texture	10	10	10	9	10	6	8	9	6	8	7	9	8	7	6	7		
Internal subtotal	70	64	66	65	62	45	63	61	52	58	52	59	54	53	55	44		
Total score	100	92	94	89	88	60	86	84	75	84	72	81	78	78	76	63		

* 대조구

4. 색도 변화

SBF와 칼슘 첨가량에 따른 색도 변화는 Table 6과 같다. SBF 첨가량이 증가할 수록 반죽과 빵의 경우 모두 대조구보다 더 색갈이 어두웠고(L), 더 붉었으며(a), 황색도 도 증가했다(b). 반죽의 경우 SBF 첨가량이 증가함에 따라 L, a, b 값이 모두 대조구보다 급격한 증가를 보였다. 특히 SBF 20%는 L값 69.76, a값 8.85, b값 34.13으로 전처리구중 가장 큰 변화를 나타냈다. 빵에서 L값이 SBF 5, 10, 15, 20%일 때 각각 79.29, 75.33, 71.34, 67.29로 현저한 차이를 나타냈으며 SBF 20% 첨가구와 SBF 15%에 칼슘 5% 첨가구가 66.49, 69.59로 가장 낮은 값을 보였다. L값의 차이는 자신의 색갈을 가지고 있는 SBF의 첨가에 의해 색소농도가 증가되었기 때이었다. 또한 a, b값도 대조구에 비해 모두 증가를 나타내었는데 SBF 20%와 SBF 15%에 칼슘 5% 첨가구가 각각 5.52, 5.18로 가장 높은 값을 보였다. 반죽과 빵에서 이러한 결과는 황색도의 변화, 오븐에 의한 껍질의 갈변반응에 기인하였다.

Table 6. Variation of color value of doughs and breads

Variety	Control	SBF				SBF 10%+Ca ⁺⁺			SBF 15%+Ca ⁺⁺			
		A	B	C	D	B	C-2	D-2	C	C-3	D-3	
I	L	85.58	77.83	75.28	71.52	69.76	75.28	76.14	73.90	71.52	71.98	70.30
	a	-1.76	3.00	6.04	7.90	8.85	6.04	4.94	5.34	7.90	7.25	7.78
	b	22.48	26.60	31.78	33.51	34.13	31.78	28.49	27.55	33.51	30.93	32.16
II	L	81.69	79.29	75.33	71.34	66.49	75.33	76.74	75.88	71.34	72.89	69.59
	a	-2.92	-0.29	1.98	3.60	5.52	1.98	1.66	1.55	3.60	3.90	5.18
	b	15.86	20.99	26.22	29.70	31.85	26.22	25.28	25.76	29.70	31.73	33.08

I : dough

II : bread

5. 노화도에 미치는 영향

SBF와 칼슘량을 달리한 제품의 노화진행 상태를 DSC로 측정한 결과 저장시간이 길어질수록 호화 enthalpy가 커지는 것을 관찰할 수 있는데 이것은 호화 된 무정형 전분입자가 수소결합 등을 통하여 결정형으로 되돌아가기 때문이었다. 칼슘 첨가량 증가는 소맥분 중의 단백질에 작용하고, 반죽을 구웠을 경우 α 화된

전분입자의 재결정으로 전분의 노화를 방지하여 control과 SBF 단독구보다 노화 지연효과가 높았다. 본 실험에서는 사용한 빵에 전분함량이 약 45%이므로 peak면 적은 작게 나타났다.

IV. 요약

빵의 기능성 강화를 위하여 밀가루에 SBF 5~20%, 칼슘 0.5~5%까지 단독 또는 혼합 첨가하여 제빵적성에 미치는 영향을 평가한 결과는 다음과 같다.

1. SBF와 Ca를 첨가한 경우 반죽의 pH는 큰 변화가 없었으나 빵에서 pH가 증가 하였으며 그 양이 증가할수록 pH 값은 높았다.
2. SBF 5, 10, 15% 첨가한 경우 대조구와 크거나 같은 부피를 나타냈으나 20%에서 현저히 감소하였고 Ca를 첨가한 경우에도 감소하는 것으로 나타났다.
3. SBF를 첨가한 제품에서 그 양이 증가할 수록 제품의 선폭도는 낮았으며 특히 20% 대치하였을 때 아주 낮게 나타났다.
4. 색도 변화에서 SBF의 첨가량이 증가할수록 반죽과 빵의 L값은 낮아지고, a, b 값은 증가하였으며, 칼슘 첨가구에서는 L, a, b값의 차이가 없었다.
5. SBF와 칼슘의 첨가량에 따른 빵의 DSC 분석은 저장시간이 증가함에 따라 endothermic peak가 증가하였고, 대조구, SBF 및 칼슘 단독구에서 노화가 빨리 진행되었다.

본 실험으로 빵의 기능성 향상을 위한 최적의 배합비율은 SBF 5~10%, 칼슘 0.5~1%를 첨가한 것이 가장 좋은 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Pomeranz Y., Shoren M. D. and Finney K. F. : Improving Breadmaking Properties with Glycolipids, I. Improving Soy Products with Sucroesters. Cereal Chem., 46, 503, 1969
2. Pomeranz Y., Shogren M. D. and Finney K. F. : Improving Breadmaking Properties with Glycolipids, II. Improving various Protein-Enriched Products. Cereal Chem., 46, 512, 1969
3. Kim, J. C. and De Ruiter. D. : Bread from Non-Wheat Flours, Food Technol., 22(7), 87, 1968
4. Sambe T. : Bread and confectionaries baking tests with composite flour, F. I. I. D(Nigeria), 1970
5. Sumli H. Hamada H. Tushima H. Mihala and H. Muraki : A novel fibrinolytic enzyme(nattokinase) in the Vegetable cheese Nattl : a typical and popular soybean food in the japanese diet Experineita 43, 1987
6. Titus, H. W., E. McNally and F.C Hilberg. Poultry Sci., 12, 58, 1933.
7. Buckner, G. D. : J. H. Martin. and W. M. Inrhor Jr., Poultry Sci., 16 : 232~237, 1937
8. Diersen-Schade DA, Richard MJ & Norman LJ : Effects of dietary calcium and fat on cholesterol in tissues and feces of young goats, J. Nutr, 114, 229-2300, 1984
9. Sugano M, Goto S, Amada Y & Yoshida K : Cholesterol-lowering activity of various undigested fraction of soybean protein in rats, J. Nutr, 120, 977-985, 1990
10. Michiru Fujino : 스테아로일乳酸칼슘과 그의 새로운 용도, 푸드케미칼, 94(6),53-58, 1994
11. AACC : Approved method of the American Association of Cereal Chem., 8thed., St. Paul, Minnesota, 1983
12. Brewer, M. S. : Effect of soy protein isolate and soy fiber on color, physical and sensory characteristic of baked products, J food qual, 15(4), 245-262, 1992
13. K. H. Kim and Y. T. Ko : 두유에서 젖산균의 생성과 산 생성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 19, 151, 1987

Abstracts

**A study of baking properties depending on soybean
flour and calcium added**

Hyun-Hyae Kim, Jeong-Hoon Lee, Mi-Suk Yun

This study was to investigate the effect of 5~20% soybean flour(SBF) and/or 0.5~5% calcium on the quality of bread. pH of bread was increased with increasing an amount of SBF and calcium. pH of bread was higher than that of dough. The scores of specific volume and sensory evaluation for the bread quality were shown higher and increased its relative volume in the group of added both of 5~15% SBF and 0.5~2% calcium. Endothermic peak for a thermal property of bread was increased with increasing the storage time of bread. The bread staling was progressed rapidly in control and calcium added groups only. With increasing an amount of SBF, L values of bread was decreased, but a and b values were increased. However, L, a and b values were shown no difference in the group of calcium added only. Therefore, the optimum blending ratios of SBF and calcium for the quality of bread were 5~10% SBF and 0.5~1% calcium, respectively.

3인 익명심사 畢

2001년 11월 3일 논문접수

2001년 11월 30일 최종심사