

소금의 종류를 달리한 식빵의 품질 특성

김 혁 · 최차란 · 함경식[†]

목포대학교 식품공학과, 천일염 생명과학연구소

Quality Characteristics of White Pan Breads Prepared with Various Salts

Hyeog Kim, Cha-Ran Choi and Kyung-Sik Ham[†]

Dept. of Food Engineering and Solar Salt Biotechnology Research Center,
Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of various salts on the physical and fermentative characteristics of doughs and on the quality of white pan breads produced using purified salt, Korean solar salt, Chinese solar salt, Mexican solar salt, washed and dehydrated salt, roasted salt, and bamboo salt. In farinogram patterns, dough prepared using the purified salt had the highest water absorption. Extensograms showed that the resistances and resistance/extensibility ratios of the doughs with the solar salts were higher than those with the purified salt. In amylograms, the dough with the bamboo salt had the highest viscosity value. A specific volume was the smallest in the bread with the Korean solar salt (4.11 mL/g), while the largest with the Mexican solar salt (4.85 mL/g). A baking loss rate of the bread prepared with the Korean solar salt (10.34%) was less compared to other samples (10.91~11.65%). The crust of the bread added with the Korean solar salt showed higher *L* value and lower *a* value while its crumb showed the highest *b* value. A sensory evaluation indicated that significant differences in some characteristics of the breads were observed in the breads prepared with the Korean solar salt and Mexican solar salt. However, flavor, taste, and overall acceptability showed no significant differences among all breads prepared with different salts.

Key words: white pan bread, dough, purified salt, solar salt

서 론

경제 성장에 따른 생활수준의 향상으로 식생활이 점차 간편해지고 서구화됨에 따라 우리의 식생활에도 주식 대응으로 빵을 선택하는 일이 많아졌다. 빵 중에서도 식빵은 달지 않고 열량이 높으며, 부드러워 가장 많이 식용되고 있는데 식빵은 제조 조건이나 재료 등 여러 요인에 의해 최종 제품의 품질이 달라진다. 식빵에 사용되는 재료들 중 특히 소금은 빵의 맛과 향을 증진시키는 것은 물론 글루텐의 구조를 강화시켜 빵의 질감을 향상시키는 일을 담당한다. 또한, 이스트의 발육을 저해하여 빵 반죽의 발효를 적절하게 조절하는 역할을 한다(1). 이처럼 제빵과정에서 매우 중요한 소금은 그 성분 및 가공방법에 따라 물리적, 화학적, 미생물학적으로 제품에 상당히 다른 영향을 줄 수 있다.

현재 국내에서 유통되고 있는 소금은 KS 규격에 따라 천일염과 정제염으로 구분되며, 정제염은 다시 기계적으로 대량 생산되는 기계염과 가열공정을 거친 가공염(구운 소금, 볶은 소금, 생금, 죽염)으로 나뉜다. 또한 최근에는 소금 수입

자유화에 따라 값싼 천일염이나 암염 또는 지하에서 농축된 15~18%의 고농도 함염수에서 제조된 소금 등이 수입되고 있어 이들의 성분과 성질 및 기능성 등의 차이가 더욱 심화되고 있다(2). 일반적으로 소금의 구성요소는 주성분인 염화나트륨과 수분, 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등 기타 함유물로 되어 있으며 소금 종류에 따라 성분 구성비가 다르다(3). 이러한 차이는 동일한 제빵 배합을 사용할 경우 전혀 다른 제빵 적성을 나타낼 수 있다. 일반적으로 제빵과정에서 소금을 넣지 않았을 때, 반죽이 무거워지고 신장성이 없어 수축 없는 반죽이 되며 발효에서 너무 크게 빨리 부풀고 약하게 되므로 구운 색이 옅고 덜 구워진 듯이 구워진다. 게다가 맛이 없고 이취가 생기며 내상의 막은 두껍고 내상이 굵게 된다. 그러나 규정보다 많은 양의 소금이 사용되면 반죽이 딱딱하게 뭉치고 신장성이 떨어지고 발효시간이 길어지며, 다량일 경우에는 언제까지나 발효가 되지 않는다(4). 또 이스트 푸드의 성분이기도 한 칼슘과 마그네슘, 칼륨 등은 제빵과정에서 이스트의 영양 강화 뿐만 아니라 물의 개량, 반죽의 발효 조절, 글루텐의 성질 조절, 제빵 작업의 안정성, 빵의 촉감개

[†]Corresponding author. E-mail: ksham@mokpo.ac.kr
Phone: 82-61-450-2425, Fax: 82-61-454-1521

선 및 빵의 색상 향상에 영향을 미칠 수 있다(5). 제빵 시 사용하는 물의 종류가 빵의 품질에 미치는 영향을 보고한 논문에서도 무기질이 중요한 역할을 함을 알 수 있었는데(6,7), Kim 등(8)은 증류수보다는 해양심층수가, 일반 소금보다는 심층수염을 첨가한 식빵의 부피가 월등히 증가했음을 보고하였다.

이와 같이 제빵에 사용되는 소금은 빵의 품질에 중요한 영향을 미치는 재료이지만 아직까지 소금의 종류와 그 사용에 따른 구체적인 연구는 거의 없는 실정이다. 국내의 경우 식품가공 소재로서 사용되는 소금은 대개 가공염으로 한정되어 있었으나, 근래 다양한 기호 변화와 천연염 및 가공염의 기능성에 대한 소비자의 욕구 증대로 인해 다양한 종류의 소금 사용이 확산되면서 각종의 소금이 가공식품의 품질에 미치는 영향의 조사 필요성도 증가하고 있다.

이에 본 연구에서는 동일한 제빵 배합을 기준으로 식빵 제조에 사용되는 소금의 종류를 달리하여 반죽의 물리적 특성을 조사하고, 반죽의 pH 및 발효팽창력의 영향, 빵 제조 후 비용적 및 굽기 손실율의 변화, 색도 변화, 텍스처 특성 및 관능적 특성 등을 분석하여 소금의 종류가 제빵 특성에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

밀가루는 한국제분(주)에서 생산된 제빵용 밀가루(강력분)를 사용하였고, 이스트(Saf-instant, S.I.Lesaffre, France), 쇼트닝(Alps shortening-200, 삼양웰푸드), 탈지분유(Skim milk powder, Murray goulburn co-operative Co. Ltd., Australia), 설탕(대한제당)을 각각 사용하였다. 그리고 실험에 사용된 소금은 기계염(NaCl 98.56%)과 국산 천연염(NaCl 93.66%), 멕시코산 천연염(NaCl 98.32%), 중국산 천연염(NaCl 92.71%), 세척 탈수염(NaCl 93.76%)은 대한염업(주), 구운 소금(NaCl 94.93%)은 청수식품(주), 죽염(NaCl 94.76%)은 영진그린식품(주) 제품을 각각 사용하였다.

반죽의 특성

Farinograph: 반죽의 특성은 AACC방법 54-21(9)에 따라 farinograph(810145, Brabender Co., Germany)를 사용하여 얻었고, 이로부터 수분 흡수율, 반죽도달시간, 반죽형성시간, 반죽의 안정도, 반죽의 MTI(mechanical tolerance index) 등의 특성값을 각각 측정하였다.

Extensograph: AACC방법 54-10(10)에 따라 시료 300 g(수분함량 14.0% 기준)을 farinograph 혼합기에 넣고 farinogram의 수분 흡수율보다 2~5%의 적은 양의 증류수에 소금 2%(6 g)를 첨가하여 반죽을 제조하였다. 반죽이 끝난 후 150 g(2개)의 반죽을 extensograph(860013, Brabender Co., Germany) rounder에서 성형하였다. 이를 30°C의 항온조에서 45분, 90분, 135분간 발효시키면서 시간별로 면적,

저항도, 신장도 등을 측정하였다. 신장저항도(resistance to extensibility)는 최고점 높이(B.U.)로, 그리고 신장도(extensibility)는 커브의 시작점에서 완료점까지의 길이(mm)로 하고 측정결과 두 개의 반죽에 대한 평균값을 사용하였다.

Amylograph: AACC방법 22-10(11)에 따라 amylograph(800245010, Brabender Co., Germany)를 사용하여 분석하였다. 65 g의 시료(수분함량 14.0% 기준)에 2%(1.3 g)의 소금과 450 mL 증류수를 넣고 1.5°C/분의 비율로 25°C에서 95°C까지 가열시키면서 paste의 호화개시온도, 최고점도 시의 온도, 최고점도 등을 측정하였다. 호화개시온도는 초기점도가 10 B.U.에 도달하는 온도로 나타내었다.

pH 측정: pH 측정은 Kim(12)의 방법에 준하여 mixing 완료 반죽, 1차 발효 완료 반죽, 최종 제품이 되기까지 각각 시료 10 g을 삼각플라스크에 취하고 증류수 100 mL를 가하여 25°C의 항온수조에서 30분간 진탕시킨 후 상등액을 취하여 pH meter(Cyberscan500, Eutech Instruments, Singapore)로 3회 반복 측정하고 그 평균값과 표준편차를 사용하였다.

발효팽창력 측정: Dough의 무게는 반죽이 완료된 시점에서 측정하였으며, 반죽 직후의 dough 15 g을 100 mL 메스실린더에 넣어 윗면을 평평하게 만든 후 1차 발효 조건인 27±1°C, 상대습도 75±5%에서 60분간 발효시켰다. 발효가 끝난 직후 등갈게 올라온 dough 윗부분을 평평하게 하여 발효 팽창력을 3회 반복 측정하고 그 평균값을 발효팽창력(mL)으로 하였다.

식빵의 제조

식빵은 Kim(13)의 방법에 따라 제조하였고, 제빵에 대한 각 구성 요소의 영향을 가능한 최소화하기 위하여 원료 배합을 단순화 시켰다. 제빵에 사용된 원료는 밀가루 100 g, 이스트 3 g, 설탕 6 g, 소금 2 g, 쇼트닝 4 g, 탈지분유 8 g, 물 63 mL의 비율로 배합하였다.

반죽은 horizontal mixer(HM-50, Oshikiri Machinery Ltd., Japan)를 이용하여 혼합하였고, 2차례의 발효를 마친 반죽은 reel oven(ERT-6, Fujisawa Mfg. Co., Ltd., Japan)에 넣어 185°C에서 25분간 구운 후 꺼내서 식히고 PE film 봉지에 넣어 상온에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

식빵의 특성

식빵의 비용적 및 굽기 손실율: 빵의 용적은 빵을 구운 후 실온에서 2시간 냉각시킨 후 loaf volume meter(National Manufacturing Company, Lincoln, USA)를 사용하여 유체 씨를 이용한 종자 치환법으로 5회 반복 측정한다. 그 평균값과 표준편차를 구하였다. 빵의 비용적은 밀가루 반죽 1 g이 차지하는 빵의 부피(mL)로 나타내었다. 굽기 손실율은 다음의 식으로 계산하였다(14).

$$\text{굽기 손실율(\%)} = \frac{(\text{Dough weight} - \text{Bread weight})}{\text{Dough weight}} \times 100$$

식빵의 색도: 식빵은 10 mm 두께로 잘라 표면(crust)과 내부(crumb) 각각을 색차계(JP7100P, Juki Co., Japan)로 4 회 반복 측정하여 *L*(lightness), *a*(redness), *b*(yellowness) 값을 구하였다. 이 때 사용된 표준백판은 $L=98.24$, $a=-0.05$, $b=0.24$ 였다.

텍스처 측정: 제조한 식빵은 10 mm 두께로 썬 다음 PE film 봉지에 넣어 상온에서 1, 3, 5일간 보관하면서 시료로 사용하였다. 텍스처 측정 시에는 식빵의 중심부를 $2 \times 2 \times 2$ cm³ 크기로 자른 후 Rheometer(CR-500DX, Sun Scientific Co. Ltd., Japan)를 이용하여 변형률 60%, 시료대의 이동속도는 60 mm/min, load cell 2 kg의 조건으로 압착실험을 실시하였다.

관능평가: 훈련된 관능검사 요원 10명을 대상으로 먼저 빵의 외부를 평가하게 한 후 빵을 10 mm로 잘라 빵의 단면을 평가하게 하였다. 평가항목은 대칭성, crust의 색상, 터짐성 등의 외부 평가와 crumb의 색, 기공, 조직감 등의 내부평가, 그리고 향, 맛, 전체적인 기호도 등이었으며, 항목별로 10점으로 갈수록 특성이 강해지고 1점으로 갈수록 특성이 약해지는 것으로 점수를 평가하였다(15).

통계처리

실험결과의 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System) 통계 package를 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였으며, 각 평균값의 유의적인 차이 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 조사하였다.

결과 및 고찰

반죽의 특성

Farinograph에 의한 특성: Farinograph로 측정한 반죽의 특성은 Table 1과 같다. 반죽이 일정한 굳기에 도달하는데 필요한 수분 흡수율은 밀가루만을 반죽했을 때보다 소금을

Table 1. Farinograph properties of doughs added with various salts

Samples ¹⁾	Abs. ²⁾ (%)	Sta. ³⁾ (min)	A.T. ⁴⁾ (min)	D.T. ⁵⁾ (min)	MTI ⁶⁾ (B.U.)
S	65.4	24.7	4.0	14.0	26
A	63.2	40.6	3.6	14.3	17
B	61.7	49.5	2.5	12.2	9
C	60.5	48.5	2.1	8.3	9
D	60.9	49.0	2.4	9.4	9
E	62.4	42.0	3.0	12.7	11
F	62.4	35.4	3.5	15.8	20
G	63.0	41.3	3.6	15.7	17

¹⁾S, wheat flour without salt; A, purified salt; B, Korean solar salt; C, Chinese solar salt; D, Mexican solar salt; E, washed and dehydrated salt; F, roasted salt; G, bamboo salt.

²⁾Abs.: water absorption.

³⁾Sta.: stability.

⁴⁾A.T.: arrival time.

⁵⁾D.T.: development time.

⁶⁾MTI: mechanical tolerance index.

을 첨가했을 때 감소하였다. Hlynka(16)는 소금을 1% 및 2% 첨가했을 때 밀가루 반죽의 굳기가 각각 70 B.U. 및 90 B.U. 정도 감소한다고 하였으며, Kim 등(17)도 소금과 알칼리제가 반죽성질에 미치는 영향을 조사한 논문에서 소금을 첨가했을 때 밀가루의 흡수율이 1.4% 감소했다고 보고하여 본 실험의 결과와도 일치하였다. 반죽도달시간의 경우도 밀가루만 반죽했을 때보다 소금을 첨가했을 때 더 짧았으며 소금 중에서는 천일염이 더 짧게 걸렸다. Hwang(18)에 의하면 반죽도달시간이 길어지는 것은 단백질의 수화속도가 낮고 입자가 크기 때문이며, Joo와 Jung(19)은 반죽도달시간이 짧을수록 제빵 반죽 시 소요되는 시간이 단축되는 장점을 갖는다고 하였다. 따라서 반죽도달시간이 짧은 멕시코산 천일염, 중국산 천일염, 국산 천일염 첨가군이 수화속도가 빠르고 반죽 소요시간을 단축하여 제빵적성에 좋은 영향을 미칠 것으로 생각되었다. 반죽의 굳기가 최고점에 도달하는 반죽형성시간은 밀가루만이 14.0분이었고 구운 소금, 죽염, 기계염을 첨가 시 각각 15.8분, 15.7분, 14.3분으로 증가하였으며, 세척탈수염은 12.7분, 국산 천일염은 12.2분, 멕시코산 천일염은 9.4분, 중국산 천일염은 8.3분으로 감소하였다. Ju 등(20)에 의하면 반죽형성시간이 길수록 반죽의 안정성이 크고 제빵적성이 좋아지므로 반죽형성시간이 상대적으로 긴 구운 소금과 죽염 첨가군의 제빵 안정성이 좋을 것이라 예상되었다.

반죽의 안정도는 밀가루만 사용했을 때보다 소금을 첨가했을 때 증가하였는데 소금 중에서는 국산 천일염이 가장 높게 나타났다. 일반적으로 소금을 첨가하는 경우 소금을 첨가하지 않은 반죽에 비해 반죽시간이 길어진다고 하며(21), 제빵용 밀가루는 반죽의 안정성이 클수록 재료의 혼합이 충분히 이루어지고 잘 형성된 글루텐은 빵의 부피를 좋게 하는 것으로 알려져 있다(18). 반면 반죽의 저항도(MTI)는 반죽이 과도했을 때 얼마나 빨리 파괴되는가를 보여주는 것으로, 밀가루에 소금을 첨가한 군 모두 저항성이 감소하였다. 그 중에서도 국산 천일염, 중국산 천일염과 멕시코산 천일염 첨가군은 9 B.U.로 저항성이 가장 낮았다. 이상의 결과로 farinograph에 의한 특성에서는 기계염, 죽염, 구운 소금과 세척 탈수염은 수분 흡수율과 반죽형성시간 면에서, 국산 천일염, 중국산 천일염, 멕시코산 천일염은 반죽도달시간, 안정도와 MTI 면에서 좋은 제빵적성을 가진 것으로 생각되었다.

Extensograph에 의한 특성: 소금 종류에 따른 반죽의 extensogram 특성값은 Table 2와 같다. Table 2에서 보는 바와 같이 소금을 첨가하지 않은 경우에 비해 소금의 첨가에 따라 반죽의 힘을 나타내는 면적과 저항도가 증가하였다. 또한 발효시간이 45분에서 135분으로 지남에 따라 면적, 저항도는 증가하였고 신장도는 감소하였으며 이에 따라 신장에 대한 저항도(R/E)가 증가하였다. 면적이 넓고 신장도와 저항도가 커진다는 것은 반죽성형이 쉽게 이루어지고 잘 찢어지지 않으며 부드러운 반죽이 형성된다는 것을 의미하며

Table 2. Extensograph properties of doughs added with various salts

Samples ¹⁾	Area (cm ²)			Resistance (B.U.)			Extensibility (min.)			R/E Ratio		
	45 ²⁾	90	135	45	90	135	45	90	135	45	90	135
S	151	139	128	220	220	225	199	201	190	1.1	1.1	1.2
A	242	267	256	454	556	593	247	239	226	1.8	2.3	2.6
B	242	249	281	442	594	672	244	218	225	1.8	2.7	3.0
C	244	257	275	509	564	667	239	235	221	2.1	2.4	3.0
D	244	271	283	494	643	735	238	223	218	2.1	2.9	3.4
E	245	272	247	453	609	629	250	234	215	1.7	2.6	2.9
F	251	259	248	474	625	630	234	224	214	1.9	2.8	2.9
G	231	256	271	445	574	623	239	230	227	1.9	2.5	2.7

¹⁾Samples are the same as in Table 1.

²⁾Fermentation time (minutes).

(23), 저항도가 크거나 시간의 경과함에 따라 저항도가 현저하게 증가하는 경우 제빵공정에서 반죽이 쉽고 장시간 발효에 잘 견디며 좋은 조직의 빵이 된다(19).

45분에서의 신장저항도는 밀가루만이 220 B.U.이었고 소금 첨가 시에는 상승하였다. 또한 90분, 135분에서는 밀가루만을 사용한 반죽의 신장저항도는 거의 변화가 없었으나 기계염 첨가시는 90분, 135분 경과시 556 B.U., 593 B.U.로 저항도가 증가하였고, 국산 천일염, 중국산 천일염, 멕시코산 천일염, 세척 탈수염, 구운 소금 및 죽염 첨가시는 신장저항도가 기계염을 첨가했을 때보다 더 크게 증가하였으며 특히, 멕시코산 천일염과 국산 천일염 첨가군이 가장 크게 증가하였다.

신장저항도(resistance)/신장도(extensibility)로 계산된 수치로 소위 찰기와 끈기의 balance를 나타내는 값인 R/E ratio는 밀가루만의 경우 시간의 경과에 따라 변화가 없었으며, 소금 첨가 후 시간의 경과에 따라 증가하였다. 특히, 멕시코산 천일염 첨가군이 가장 크게 증가하였으며 국산 천일염, 중국산 천일염, 구운 소금의 순서였다.

일반적으로 제빵용 밀가루는 면적 및 저항성과 R/E값이 크게 나타난 것이 가장 좋은 품질의 빵을 생산한다고 한다(19). 상기의 extensograph 결과에 따르면 기계염에 비해 멕시코산 천일염, 국산 천일염, 중국산 천일염, 죽염 등이 면적과 저항성 등이 커서 제빵적성이 양호할 것으로 사료된다.

Amylogram에 의한 호화 특성: Amylograph를 이용하여 측정된 밀가루의 호화양상을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 호화개시온도는 밀가루만이 65.5°C이었고 소금을 첨가한 경우 호화가 약간 높은 온도에서 시작되었다.

반죽의 발효성 및 품질과 관련이 있는 것으로 알려진 최고 점도(22)는 밀가루만을 측정한 경우 680 B.U.이었고 소금의 첨가에 따라 증가하여 세척 탈수염 735 B.U., 기계염과 국산 천일염 755 B.U., 중국산 천일염 760 B.U., 멕시코산 천일염 770 B.U., 구운 소금과 죽염은 815 B.U.와 855 B.U.이었다. D'Appolonia(23)는 소금농도 1~4%에서 밀 전분(9%, 건량 기준)의 호화온도와 최고점도가 크게 증가되었다고 하여 이 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 최고점도에서의 온도는 시료 간에 큰 차이를 보이지 않았는데, 일반적으로

Table 3. Amylograph properties of doughs added with various salts

Samples	G.T. ¹⁾ (°C)	M.T. ²⁾ (°C)	M.V. ³⁾ (B.U.)
Wheat flour without salt	65.5	91.9	680
Purified salt	66.7	91.6	755
Korean solar salt	66.7	90.7	755
Chinese solar salt	67.0	92.2	760
Mexican solar salt	66.7	91.0	770
Washed and dehydrated salt	67.0	91.6	735
Roasted salt	66.7	91.4	815
Bamboo salt	66.3	91.0	855

¹⁾G.T.: gelatinization temperature.

²⁾M.T.: temperature at maximum viscosity.

³⁾M.V.: maximum viscosity.

소금은 전분의 호화에 영향을 미쳐 전분의 호화온도와 최고 점도를 증가시키나 최고점도에서의 온도는 변화시키지 않는다고 알려져 있다(24). 이 실험에서는 소금의 종류에 따라 최고 점도에 차이가 있었고, 시료 중에서는 죽염을 첨가한 군의 최고 점도가 가장 높은 것으로 나타나 제품을 제조했을 때 팽창정도에 차이가 있을 것이라고 생각되었다.

pH 및 발효팽창력: 소금 종류에 따른 반죽의 pH 변화는 Table 4와 같다. Table 4에서 보는 바와 같이 혼합한 반죽의 초기 pH는 기계염을 첨가했을 때 가장 높았고, 국산 천일염 첨가군이 가장 낮았다. 1차 발효의 진행과 더불어 모든 첨가군의 pH는 감소하였으며 국산 천일염 첨가군은 가장 낮은 pH를 나타내었다. Lee 등(25)에 의하면 빵 반죽의 pH가 5.5~6.0 범위를 나타내며 반죽의 가스 안정성은 pH가 높을수록 크다. Bae 등(26)은 제빵시 반죽의 발효속도와 가스 보유력은 pH에 따라 달라진다고 하였으며 반죽의 발효와 가스 보유력은 효모의 최적 작용 pH 5.5 부근에서 최적이라 하였다. 또 발효가 진행됨에 따라 pH가 낮아지는데 pH 5.0 이하가 되면 효모의 작용은 오히려 떨어지며 가스 보유력이 약화된다고 하였다. 본 실험에서는 모든 첨가군이 pH 안정영역에 존재하므로 dough의 pH가 발효에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 사료된다. 그러나 국산 천일염 첨가 반죽의 경우 1차 발효 후 pH가 5.0 이하로 나타나 1차 발효 이후의 가스 보유력에 변화가 있을 것으로 판단되었다.

Table 4. Changes of pH in doughs added with various salts during baking processes¹⁾

Samples	Mix	1st fermentation	Baking
Purified salt	5.51±0.17 ^b	5.10±0.10 ^b	5.20±0.11 ^a
Korean solar salt	5.27±0.09 ^a	4.79±0.04 ^a	5.17±0.09 ^a
Chinese solar salt	5.48±0.06 ^b	5.08±0.03 ^b	5.18±0.07 ^a
Mexican solar salt	5.38±0.07 ^{ab}	5.08±0.09 ^b	5.18±0.06 ^a
Washed and dehydrated salt	5.34±0.08 ^{ab}	5.04±0.04 ^b	5.18±0.06 ^a
Roasted salt	5.40±0.09 ^{ab}	5.11±0.09 ^b	5.33±0.06 ^b
Bamboo salt	5.38±0.09 ^{ab}	5.08±0.06 ^b	5.39±0.03 ^b

¹⁾Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Table 5. Proofing powers of doughs added with various salts during the 1st fermentation¹⁾ (mL)

Samples	Dough volume
Purified salt	46.33±0.58 ^a
Korean solar salt	47.67±3.79 ^a
Chinese solar salt	45.67±0.58 ^a
Mexican solar salt	45.67±0.58 ^a
Washed and dehydrated salt	46.33±0.58 ^a
Roasted salt	45.67±0.58 ^a
Bamboo salt	45.67±0.58 ^a

¹⁾Each value is the mean of three replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

소금의 종류에 따른 반죽의 발효력의 차이를 알아보기 위하여 1차 발효 후 반죽의 팽창력을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 발효팽창력은 국산 천일염 첨가군이 47.67 mL로 가장 컸으며 기계염과 세척 탈수염 첨가군이 각각 46.33 mL이었고 중국산 천일염, 멕시코산 천일염, 죽염 첨가군이 각각 45.67 mL이었다. Kim과 Kim(27)에 의하면 반죽의 가스 발생력은 효모의 양과 질, 당의 양과 종류, 반죽의 온도, 반죽의 pH 등의 상호작용에 의한 것이며, 본 실험에서도 pH가 낮은 국산 천일염 첨가군의 발효팽창력이 가장 좋게 나타나 반죽의 pH와 가스 발생력은 서로 관련이 있을 것이라 생각되었다.

식빵의 특성

식빵의 비용적 및 굽기 손실율: 소금의 종류에 따른 식빵의 무게, 부피, 비용적 및 굽기 손실율은 Table 6과 같다. 빵의 무게는 멕시코산 천일염 첨가군이 406.4 g으로 가장

작았으며 죽염, 세척 탈수염, 중국산 천일염, 구운 소금, 기계염 첨가군은 408.6~409.8 g으로 유의적 차이를 보이지 않았다. 반면, 국산 천일염 첨가 식빵의 무게는 412.4 g으로 가장 크게 나타나 crumb의 상태가 조금 축축하고 씹힘성이 저하할 것으로 예측되었다. 빵의 부피는 멕시코산 천일염을 첨가했을 때 가장 컸으며, 국산 천일염을 첨가했을 때는 가장 작았다.

빵의 무게나 부피는 밀가루 단백질 함량과 질, 글루텐 형성정도, 첨가재료의 종류, 제조과정, 발효, 가열과정 등 여러 가지 요인에 영향을 받는다(28,29). 또한 빵의 부피는 밀가루에 함유된 전분, 극성지질과 가스팽창제 등에 의해 영향을 받는다고 알려져 있다(30).

빵의 비용적은 멕시코산 천일염 첨가군이 가장 컸으며, 국산 천일염 첨가군이 가장 작았다. 비용적은 빵의 밀도를 나타내는데 비용적이 큰 빵일수록 더 가볍고 팽창되어 있으며 부드러운 반면, 비용적이 작은 빵은 기공이 치밀하고 딱딱한 빵임을 나타낸다(31). Mathewson(32)은 초기 발효에서 반죽이 많이 팽창하더라도 가스 보유력이 부족하면 제품의 부피를 감소시킨다고 하였다. 이것으로 볼 때 국산 천일염 첨가군이 1차 발효 후 팽창력 실험에서는 높은 부피를 나타냈으나 이후 가스 보유력이 떨어져 식빵의 비용적이 가장 낮게 측정된 것으로 추정되었다.

굽기 손실율은 시료간에 큰 차이는 보이지 않았으나 멕시코산 천일염 첨가군이 가장 컸고, 국산 천일염 첨가군은 가장 작았다. 굽기손실은 발효산물 중 휘발성 물질이 굽기 중 열에 의해 휘발하면서 수분이 증발한 것이며(33), 같은 굽기

Table 6. Baking loss rates and specific volumes of white pan breads added with various salts¹⁾

Samples ²⁾	Dough weight (g)	Bread weight (g)	Bread volume (mL)	Specific volume (mL/g)	Baking loss rate (%)
A	460.0	409.8±0.45 ^b	1865±37.91 ^{bc}	4.55±0.09 ^{bc}	10.91±0.10 ^b
B	460.0	412.4±0.89 ^c	1695±64.71 ^a	4.11±0.16 ^a	10.34±0.19 ^a
C	460.0	409.0±0.71 ^b	1820±64.71 ^b	4.45±0.16 ^b	11.09±0.15 ^b
D	460.0	406.4±0.89 ^a	1970±89.09 ^d	4.85±0.23 ^d	11.65±0.20 ^c
E	460.0	408.8±1.10 ^b	1880±44.72 ^{bc}	4.60±0.12 ^{bc}	11.13±0.24 ^b
F	460.0	409.0±0.71 ^b	1915±51.84 ^{cd}	4.68±0.13 ^{cd}	11.09±0.15 ^b
G	460.0	408.6±1.14 ^b	1880±32.60 ^{bc}	4.60±0.08 ^{bc}	11.17±0.25 ^b

¹⁾Each value is the mean of five replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

²⁾Samples are the same as in Table 1.

조건에서 손실율이 증가할수록 호화가 양호하고 껍질의 착색도 좋다고 보고되었다(34). 따라서 멕시코산 천일염을 비롯하여 중국산 천일염, 구운 소금, 세척 탈수염, 죽염, 기계염 첨가군은 굽기 손실율이 높아 호화 및 색상에서 제빵적성이 양호할 것이며, 국산 천일염 첨가군은 굽기 손실율이 낮아 빵의 식감에서 끈적한 느낌을 줄 것으로 생각되었다.

식빵의 색도: 일반적으로 과자와 빵 반죽에서 소금은 설탕의 카라멜화 온도를 낮추어 같은 온도와 같은 시간에서 구울 경우 겉껍질 색상이 더 진하게 발색되도록 한다(21). 소금을 종류를 달리하여 제조한 식빵의 색도를 조사한 결과는 Table 7과 같다. 식빵 crust의 색도는 L값(lightness)의 경우 국산 천일염 첨가군이 가장 높았고 멕시코산 천일염 첨가군은 58.85로 가장 낮았다. 적색도를 나타내는 a값은 국산 천일염 첨가군이 9.45로 가장 낮았고, 황색도를 나타내는 b값은 모든 첨가군에서 유의적 차이를 나타내지 않았다. 식빵의 crumb의 색도는 L값의 경우 구운 소금 첨가군이 83.54로 가장 높았으며 죽염 첨가군이 82.30으로 가장 낮았으나

시료간의 유의적인 차이는 없었다. a값은 국산 천일염 첨가군이 가장 낮았고 중국산 천일염 첨가군이 가장 높았다. b값은 국산 천일염 첨가군이 8.09로 다른 첨가군보다 높았으나 각 첨가군 사이의 큰 유의적 차이는 없었다.

식빵의 물성: 소금의 종류를 달리하여 제조한 식빵의 물성 측정 결과는 Table 8과 같이 소금의 종류와 무관하게 저장기간에 따라 경도가 증가하였다. 식빵의 경도는 제품 간에 차이가 있어 저장 초기에 경도가 낮은 것은 멕시코산 천일염과 세척 탈수염, 죽염군 등이었고 가장 경도가 높은 것은 중국산 천일염군이였다. 그러나 저장 3일째부터는 멕시코산 천일염 첨가군의 경도가 급격하게 증가하였고, 저장 5일에는 가장 높은 경도를 보였다. 빵의 경도에 영향을 미치는 요인으로는 빵의 수분 함량, 부피, crumb 기공의 발달정도 등이 있고(35) 빵의 저장에 따라 견고성이 증가하는 것은 전분의 노화와 상관성이 높다고 알려져 있다(36). Lee와 Lee(37)는 식빵의 저장 중 수분의 이동은 식빵의 제조 특성인 노화에 큰 영향을 미치며, 빵의 전분입자에 수화된 수분

Table 7. Hunter color values of crusts and crumbs of white pan breads added with various salts¹⁾

Samples	Crust		
	L ²⁾	a ³⁾	b ⁴⁾
Purified salt	61.20±1.54 ^{abc}	10.52±0.91 ^{abc}	32.36±0.69 ^a
Korean solar salt	63.89±2.70 ^c	9.45±1.51 ^a	33.38±1.00 ^a
Chinese solar salt	62.59±2.77 ^{bc}	10.26±1.09 ^{ab}	33.29±0.14 ^a
Mexican solar salt	58.55±1.67 ^a	11.91±0.80 ^c	32.76±0.98 ^a
Washed and dehydrated salt	60.85±1.86 ^{abc}	11.12±0.42 ^{bc}	33.14±0.66 ^a
Roasted salt	59.97±1.81 ^{ab}	11.38±0.60 ^{bc}	33.01±0.49 ^a
Bamboo salt	59.95±2.19 ^{ab}	10.96±0.80 ^{bc}	32.57±0.73 ^a
Samples	Crumb		
	L	a	b
Purified salt	82.76±1.74 ^a	-1.57±0.04 ^{abc}	7.71±0.26 ^{ab}
Korean solar salt	82.33±0.37 ^a	-1.63±0.07 ^a	8.09±0.62 ^b
Chinese solar salt	82.97±0.56 ^a	-1.48±0.07 ^c	7.27±0.40 ^a
Mexican solar salt	83.36±0.22 ^a	-1.57±0.05 ^{abc}	7.52±0.17 ^{ab}
Washed and dehydrated salt	82.47±1.19 ^a	-1.62±0.06 ^{ab}	7.67±0.27 ^{ab}
Roasted salt	83.54±0.93 ^a	-1.57±0.06 ^{abc}	7.72±0.43 ^{ab}
Bamboo salt	82.30±0.97 ^a	-1.53±0.05 ^{bc}	7.70±0.19 ^{ab}

¹⁾Each value is the mean of four replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

²⁾L: degree of lightness (white 100 ↔ 0 black).

³⁾a: degree of redness (red +100 ↔ -80 green).

⁴⁾b: degree of yellowness (yellow +70 ↔ -80 blue).

Table 8. Firmness of white pan breads added with various salts¹⁾

Samples	(g/cm ³)		
	1 day ²⁾	3 day	5 day
Purified salt	41.02±29.18 ^{ab}	70.86±18.19 ^a	120.37±16.04 ^{ab}
Korean solar salt	35.31±12.82 ^{ab}	81.08±11.35 ^a	113.28±10.64 ^{ab}
Chinese solar salt	58.57±26.30 ^b	82.52±21.77 ^a	155.04±38.01 ^b
Mexican solar salt	25.33±9.72 ^a	122.30±24.90 ^b	156.15±21.82 ^b
Cleaning salt	23.53±7.26 ^a	79.06±34.20 ^a	109.06±29.50 ^a
Roasted salt	47.62±32.60 ^{ab}	84.97±23.82 ^a	114.34±38.59 ^{ab}
Bamboo salt	27.21±12.93 ^a	90.38±15.20 ^a	101.72±44.16 ^a

¹⁾Each value is the mean of five replicates with the standard deviation. Any two means in the same column followed by the same letter are not significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

²⁾Storage time after preparation of white pan breads.

Table 9. Sensory score¹⁾ of white pan breads added with various salts²⁾

Characteristics	Samples ³⁾							
	A	B	C	D	E	F	G	
External	Symmetry of form	7.3±0.95 ^{bcd}	8.0±0.67 ^d	6.5±0.71 ^{ab}	6.0±0.67 ^a	7.6±1.26 ^{cd}	6.9±0.99 ^{bc}	6.5±0.97 ^{ab}
	Crust color	8.4±0.84 ^{bc}	7.1±0.74 ^a	8.3±0.67 ^{bc}	7.9±0.57 ^b	8.4±0.70 ^{bc}	8.6±0.70 ^{bc}	8.7±0.95 ^c
	Break-shred	6.5±0.85 ^{bcd}	7.3±0.82 ^d	7.0±0.67 ^{cd}	4.8±1.03 ^a	6.5±1.27 ^{bcd}	6.2±0.79 ^{bc}	6.1±0.74 ^b
Internal	Crumb color	8.3±1.16 ^a	8.0±1.05 ^a	8.4±1.43 ^a	8.6±0.84 ^a	8.0±1.33 ^a	8.7±1.16 ^a	7.9±0.74 ^a
	Grain	6.5±0.85 ^{bc}	6.3±0.95 ^{bc}	6.1±0.99 ^{abc}	5.3±0.95 ^a	6.8±0.63 ^c	5.8±1.03 ^{ab}	5.7±1.34 ^{ab}
	Texture	7.4±1.07 ^{ab}	7.1±0.88 ^{ab}	7.0±1.49 ^{ab}	6.4±1.26 ^a	7.7±1.25 ^b	6.9±0.99 ^{ab}	6.9±0.99 ^{ab}
Flavor	6.4±1.71 ^a	6.2±1.03 ^a	6.8±1.75 ^a	6.9±0.88 ^a	7.4±0.84 ^a	6.2±1.03 ^a	6.8±1.03 ^a	
Taste	7.0±1.33 ^{ab}	6.3±0.95 ^{ab}	6.5±1.58 ^{ab}	6.7±1.57 ^{ab}	6.8±1.23 ^{ab}	6.0±1.15 ^a	7.6±1.26 ^b	
Total acceptance	6.6±1.65 ^a	6.4±1.26 ^a	6.6±1.65 ^a	6.3±0.95 ^a	6.9±1.29 ^a	6.7±1.83 ^a	7.2±0.79 ^a	

¹⁾Sensory score: 1 (very bad) to 10 (very good).

²⁾Each value is the mean of ten replicates with the standard deviation. Any two means in the same line followed by the same letter are not significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

³⁾Samples are the same as in Table 1.

의 손실로 인해 노화를 촉진한다고 하였다.

본 실험에서 멕시코산 천일염과 중국산 천일염 첨가군의 경도 변화가 큰 것은 farinograph에서 측정되었던 낮은 수분 흡수율과 굽는 과정 중의 높은 굽기 손실율과도 관련이 있다고 생각된다.

식빵의 관능검사: 빵의 관능적 특성은 제품의 겉모양과 껍질을 묘사하는 crust의 특성과 내부 조직을 묘사하는 crumb의 특성, 그리고 제품을 먹을 때 느끼는 식감 등의 3가지로 나누어 평가한다. 소금의 종류를 달리하여 제조한 식빵의 관능검사 결과는 Table 9와 같고 제조한 빵의 사진은 Fig. 1, 2와 같다.

외부평가에 있어서 제품의 균형은 국산 천일염 첨가 제품이 8.0으로 가장 높았고 세척 탈수염, 기계염, 구운 소금, 중국산 천일염, 죽염의 순이었으며 멕시코산 천일염 첨가 제품은 6.0으로 가장 낮았다. Crust의 색상에서는 국산 천일염 첨가 제품이 7.1로 가장 낮았는데 이는 국산 천일염 첨가 식빵의 경우 crust의 밝기가 기계염 등의 다른 소금 첨가 제품에 비해 밝아 소비자들의 기호성을 충족하지 않은 결과로 생각된다. 터짐성에 있어서는 멕시코산 천일염 첨가 제품이 굽는 과정에서의 과도한 오븐스프링으로 인해 터짐성이 증가하여 4.8로 가장 낮았으며 다른 소금 첨가 제품은 기계염과 유사하거나 다소 높은 평가를 받았다. 이러한 터짐성이 제품의 균형평가에도 영향을 미친 것으로 판단되었다.

내부평가의 경우 식빵의 crumb 색상은 구운 소금 첨가 제품이 8.7로 가장 높았는데 이는 밝고 흰 crumb를 원하는 소비자들의 기호도가 반영된 것으로 생각되었고, 이 결과는 Table 7의 crumb L값과 일치하였다. 기공에 따른 균일성은 세척 탈수염 첨가 제품이 6.8로 가장 높았으며 멕시코산 천일염 첨가 제품은 5.3으로 가장 낮았다. 이는 오븐스프링으로 제품의 부피가 지나치게 커져 기공이 일정하지 않았기 때문이라 생각된다. 텍스처에서도 균일한 기공을 통해 조직을 좋게 하여 제품의 부드러운 식감을 부여함으로써 기공의 평가와 유사한 경향을 나타내었다. 향과 맛에 있어서는 죽염

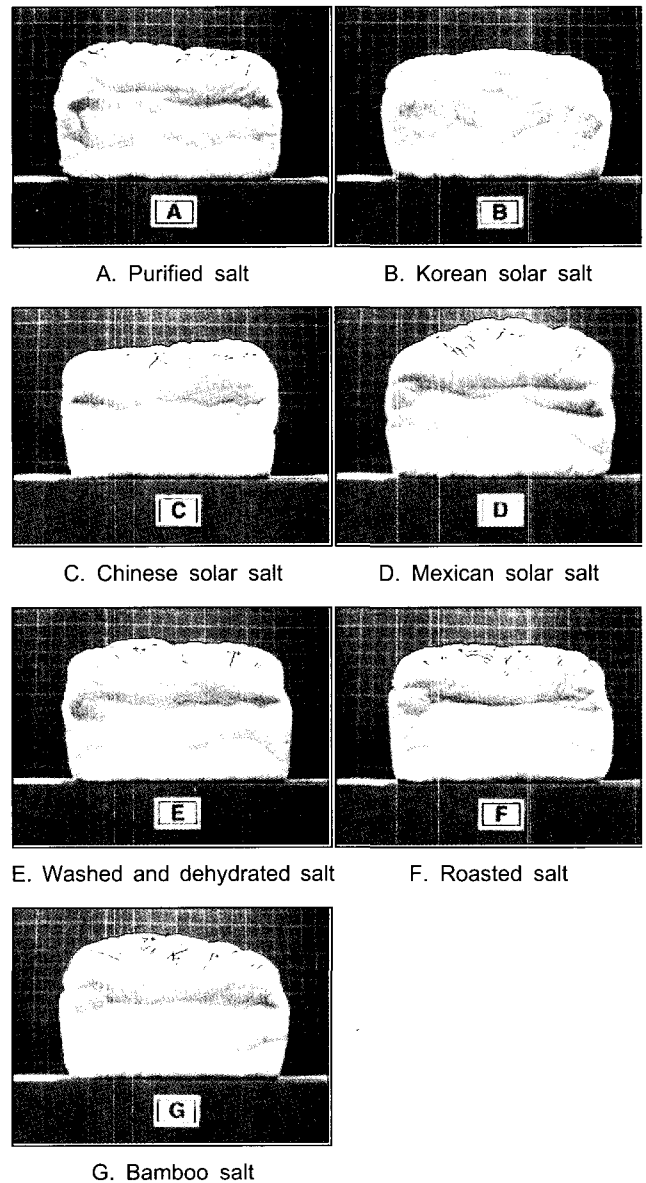


Fig. 1. External shapes of breads added with various salts.

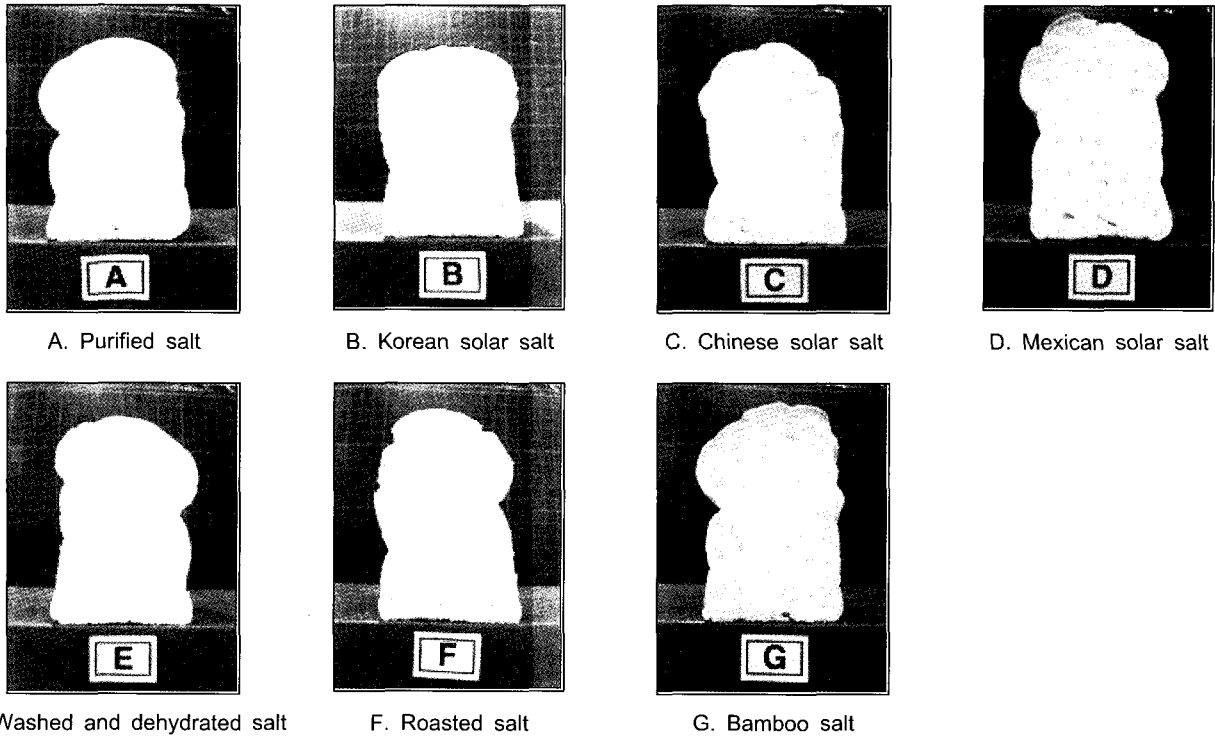


Fig. 2. Internal shapes of breads added with various salts.

첨가 제품의 선호도가 가장 높았으며 구운 소금과 국산 천일염 첨가 제품의 선호도는 가장 낮았다. 전체적인 기호도에서 죽염 첨가 제품이 가장 높았으나 다른 소금 첨가 제품의 기호도와 유의적 차이를 나타내지 않았다. 이를 종합적으로 살펴 볼 때 소금의 종류에 따른 식빵의 내·외부적 제품 특성은 국산 천일염 첨가군과 멕시코산 천일염 첨가군이 유의적 차이를 보였으며 향, 맛, 전체적인 기호도에서는 유의적 차이를 보이지 않았다.

요 약

다양한 소금의 첨가가 제빵 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 기계염, 국산 천일염, 중국산 천일염, 멕시코산 천일염, 구운 소금, 죽염을 첨가하여 반죽과 식빵을 제조하고 각각의 특성을 조사하였다. Farinograph로 측정된 반죽의 흡수율은 소금의 첨가로 감소하였으며, 기계염의 경우가 흡수율 감소가 작아 가장 높은 흡수율을 나타내었다. 반죽의 면적과 저항면에서는 국산, 중국산, 멕시코산 천일염과 죽염 등이 크게 나타나 우수한 제빵적성을 보였다. Amylograph로 측정된 paste의 최고점도는 기계염, 천일염, 세척탈수염 첨가군은 큰 차이를 나타내지 않았으나 구운 소금과 죽염 첨가군은 다소 높았다. 식빵의 비용적은 국산 천일염 첨가군이 4.11 mL/g으로 가장 작았으며 멕시코산 천일염 첨가군은 4.85 mL/g으로 부피 증가가 가장 컸다. 빵의 무게는 국산 천일염 첨가군에서 412.4 g으로 가장 높아 굽기 손실을

에서 국산 천일염 첨가군(10.34%)이 다른 첨가군(10.91~11.65%)에 비해 낮았다. 식빵의 색도에서는 국산 천일염 첨가군의 경우 빵 껍질의 명도가 크고 적색도가 낮았고, 빵 내부의 황색도는 높았으며, 다른 첨가군은 큰 차이를 보이지 않았다. 저장 초기의 식빵의 경도는 세척 탈수염 첨가군이 가장 낮았고 중국산 천일염 첨가군이 가장 높았으며 저장기간 1, 3, 5일 경과함에 따라 멕시코산 천일염과 중국산 천일염 첨가군은 경도가 크게 증가했다. 식빵의 관능검사 결과 소금의 종류에 따른 식빵의 내·외부적 제품 특성에서 국산 천일염 첨가군과 멕시코산 천일염 첨가군이 유의적 차이를 보였으며 향, 맛, 전체적인 기호도에서는 유의적 차이를 보이지 않았다.

감사의 글

이 연구는 목포대학교 식품산업기술연구센터와 청수식품(주)의 지원에 의한 것으로 연구지원에 감사드립니다.

문 헌

- Gisslen. 1994. *Professional baking*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA. p 28.
- Park JW, Kim SJ, Kim SH, Kim BH, Kang SK, Nam SH, Jung ST. 2000. Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1442-1445.

3. Huh K, Kim MH, Hong MK, Song IS. 1999. Safety evaluation of salt in food hygiene. *J East Asian Soc Dietary Life* 9: 386-390.
4. Shin GM, Jung JW. 1998. A study on the utilize of materials of bread. *Korean J Soc Food Sci* 4: 389-411.
5. Bae SH. 1988. A review on the techniques of breadmaking. *An Seong Agricultural Jr College* 20: 441-454.
6. Min YS. 1999. A study on the product variation of sub-material addition in baking. *J Chungju National University* 34: 699-707.
7. Cho JM, Lee BC, Min YS. 2002. The effect of water on the physical characteristics of dough for making white bread. *J Graduate School of Engineering* (Chungju University) 3: 407-417.
8. Kim ML, Jeong JS, Lee MH, Lee GD. 2003. Effect of deep seawater and salt on the quality characteristics of breads. *Korean J Food Preserv* 10: 326-332.
9. AACC. 1983. *Approved Method 54-21*. 8th ed. American association of cereal chemists, St. Paul, MN, USA.
10. AACC. 1983. *Approved Method 54-10*. 8th ed. American association of cereal chemists, St. Paul, MN, USA.
11. AACC. 1983. *Approved Method 22-10*. 8th ed. American association of cereal chemists, St. Paul, MN, USA.
12. Kim YH. 2004. Effect of silkpeptide on physicochemical properties of bread dough. *Korean J Food Sci Technol* 36: 246-254.
13. Kim ML, Park GS, Park CS, An SH. 2000. Effect of spice powder on the characteristics of quality of bread. *Korean J Soc Food Sci* 16: 245-254.
14. Kim EJ, Kim SM. 1998. Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. *Korean J Food Sci Technol* 30: 542-547.
15. Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2003. Quality characteristics of the white bread added with onion powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1124-1128.
16. Hlynka I. 1962. Influence of temperature, speed of mixing, and salt on some rheological properties of dough in the farinograph. *Cereal Chem* 39: 286-303.
17. Kim SK, Kim HR, Bang JB. 1996. Effects of alkaline reagent on the rheological properties of wheat flour and noodle properties. *Korean J Food Sci Technol* 28: 58-65.
18. Hwang SY. 1981. Baking quality of flour and effect of oxidants. *Korean J Food Sci Technol* 20: 890-894.
19. Joo OS, Jung YM. 2001. Effect of attrition milling in wheat flour on starch damaged of dough and bread baking properties. *Korean J Postharvest Sci Technol* 8: 434-441.
20. Ju IO, Jeong GT, Ryu J, Choi JS, Choi YG, Kim YS. 2003. Bread quality with boiled wax gourd (*Benincasa hispida*). *Korean J Food Sci Technol* 35: 195-200.
21. 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. *Korean J Food Sci Technol* 33: 190-194.
22. Hong JH, Kim KJ, Bang KS. 2000. Effect of wheat flour with *Bifidobacterium infantis* and *Streptococcus thermophilus* on rheological properties of wheat flour dough. *Korean J Soc Food Sci* 16: 22-26.
23. D'Appolonia BL. 1972. Effect of bread ingredients on starch gelatinization properties as measured by the amylograph. *Cereal Chem* 49: 532-543.
24. Cho NJ, Kim YH, Kim SM, Do JJ, Bae SH, Shin YH, Sim CH, Lee MH, Jeong ST, Cha YJ, Hwang YK. 2000. *Ingredients of baking*. B&C world, Seoul, Korea.
25. Lee YK, Lee MY, Kim SD. 2003. Effect of calcium lactate prepared from black snail on dough fermentation, quality and shelf-life of bread. *J East Asian Soc Dietary Life* 13: 136-144.
26. Bae JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. 2001. Qualities of bread added with Korean persimmons (*Diospyros kaki* L. folium) leaf powder. *Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 882-887.
27. Kim EJ, Kim SM. 1998. Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. *Korean J Food Sci Technol* 30: 542-547.
28. Choi OJ, Kim YD, Kang SK, Jung HS, Ko MS, Lee HC. 1999. Properties on the quality characteristics of bread added with *Angelica keiskei* koidz flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 118-125.
29. Lai CS, Hoseney RC, Davis AB. 1989. Effects of wheat bran in breadmaking. *Cereal Chem* 66: 217-219.
30. Pomeranz Y. 1988. Composition and functionality of wheat flour components. In *Wheat Chemistry and Technology*. 3rd ed. Am Assoc Cereal Chem, St. Paul, MN, USA, p 219-370.
31. Chuhy JY, Kim CS. 1998. Development of buck-wheat bread. Effects of vital gluten and water-soluble gums on baking and sensory properties. *Korean J Food Sci Technol* 14: 168-175.
32. Mathewson PR. 2000. Enzymatic activity during bread baking. *Cereal Foods World* 45: 98-101.
33. Kim SK, Cheigh HS, Kwon TW, Marston PE. 1978. Rheological and baking studies of composite flour wheat and naked barley. *Korean J Food Sci Technol* 10: 241-251.
34. Roels SP, Cleemput G, Vandewalle X. 1993. Bread volume potential of variable quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels. *Cereal Chem* 70: 318-323.
35. Lee YT, Chang HG. 2003. Effects of waxy and normal hull-less barley on bread-making properties. *Korean J Food Sci Technol* 35: 918-923.
36. Son JY, Lee SK, Shin MS. 2000. Effect of RS-3 type resistant starches on breadmaking and quality of white pan bread. *Korean J Soc Food Sci* 16: 188-194.
37. Lee KH, Lee YC. 1997. Effect of carboxymethyl chitosan on quality of fermented pan bread. *Korean J Food Sci Technol* 29: 96-100.

(2006년 11월 23일 접수; 2006년 12월 11일 채택)