

온천수가 반죽의 발효와 품질에 미치는 영향

이 예 경 · 김 순 동*

가톨릭 상지대학 식품영양조리계열
대구가톨릭대학교 식품산업학부*

Effect of Hot Spring Water on Dough Fermentation and Quality of Bread

Ye-Kyung Lee and Soon-Dong Kim*

*Division of Food Nutrition and Culinary, Catholic Sangji College
Faculty of Food Science and Industrial Technology, Catholic University of Daegu**

Abstract

The dough fermentation and the quality of bread prepared with different kinds of water such as distilled water, tap water and diluted hot spring water(SW) from Gyung-san Sipan hot spring were investigated. Content of total soluble solid in the hot spring water was 8,765 ppm and contents of Na, Ca, Mg and K as major elements was 2,296, 287, 65 and 8 ppm, respectively. Content of Fe, Cu, Co, F, Zn, Al, S, Mo, Se and Si as minor elements was in the range of 0.002~5.2 ppm. The pH(6.95~7.68) of the dough prepared with diluted hot spring water(I, 55 times; II, 4 times; III, 2 times) was higher than that of distilled water. The dough volume after the 1st fermentation was especially lower in the III, but the volume of the dough prepared with III adjusted pH to 5.5 was higher than that of the control. The hardness and the strength were higher than those of the control, but the scores were lower than those of the control in case of pH adjustment(pH 5.5). The cohesiveness was also lower than that of the control in the bread with diluted hot spring water. Softness and stickiness of the bread(III) were higher than those of the control. But overall acceptability was the highest in the II.

Key words: bread, dough fermentation, hot spring water.

I. 서 론

경쟁적 사회로 접어들면서 건강에 대한 관심이 크게 높아지고 있으며 온천을 즐기는 인구가 급증하고 있다. 우리나라의 온천수는 57개로 대구경북에 약 50%인 27개가 몰려 있다. 온천은 지하 마그마 수증기에 의하여 데워진 지하수가 지표로 용출되는 열수로 인체에 해롭지 않은 물로 정의되고 있으며 오랜 옛날부터 질병치료를 위한 수단으로 응용하거나 목욕하는 등의 방법으로 온천요법을 이용해 왔다(Her 등 1998). 우리나라에서는 이를 과학적으로 입증하기 위한 실험적 사례가 거의 없는 실정이나 프랑스, 스페인, 스위스, 러시아, 루마니아 등에서는 온천학을 의사국가시험의 필수과목으로 지정하고 있으며 독일, 영국, 벨기에, 이탈리아 등에서는 선택과목으로 정하여 온천수를 이용한 질병

치료 연구가 활발하게 이루어지고 있다(Her 등 1998). 온천은 뜨거운 온도와 부력, 수압 및 그 속에 녹아있는 성분이 물리화학적으로 인체와 반응하여 신체 각 부위를 자극, 세포에 활력을 부여하며 혈압강하, 신경통, 혈액순환 스트레스 해소에 도움을 준다. 특히 온천수는 지하에 존재하는 다양한 무기성분이 녹아 있어 일반 수에 비하여 더욱 높은 수압을 나타내며 근육의 수축을 촉진시킴으로서 피로를 풀어주는 효과가 있을 뿐만 아니라 다양한 무기질이 함유되어 있어 음용에 의한 효과도 있는 것으로 알려져 있다(Park 2000). 온천수에 녹아 있는 무기성분의 총량은 지역에 따라 상당한 차이를 나타내는데 한국자원연구소 자료를 비교 분석한 Her 등(1998)의 연구에 의하면 우리나라 온천의 총 고형물 함량은 대부분이 1,000 ppm 이하의 단순온천이 대부분이다. 그러나 그 중에서 포항온천은 총 고형물 함량이 5,000 ppm으로 비

교적 높은 것으로 보고되어 있다.

본 연구는 온천수의 다양한 기능을 검증하기 위한 일환으로 온천수질이 반죽의 발효특성과 빵의 품질에 미치는 영향을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

소맥분은 강력분(코끼리표, 대한제분), 설탕(삼양사 정백당), 쇼트닝(삼립웰가), 개량제는 S-500(Puratos Co. Belgium), 분유(희창산업), 생이스트(제니코 식품), 소금은 정제염(한주소금)을 사용하였으며 온천수는 경산사이판 온천수를 사용하였다.

2. 실험구분

실험구분은 증류수와 55배, 4배 및 2배 희석 온천수 처리로 구분하였다. 실험에 사용한 온천수의 총고형물의 양이 8765 ppm(Table 2)으로 제빵적성이 가장 양호한 것으로 알려진 아경수(120~180 ppm)로 만들기 위하여 55배로 희석하였다. 또 온천수가 알칼리성을 띠을 감안하여 증류수, 수돗물, 4배 및 2배 희석한 온천수를 2N HCl을 사용하여 pH 5.5로 조정하여 사용하여 실험하였다.

Table 1. Compositions of materials for bread

Ingredients	Concentration(g)
Wheat flour	1200
Water	744
Yeast	48
Shortening	48
Yeast food	24
Sugar	60
Milk powder	36
Salt	24

3. 수질분석

온천수는 Whatman No. 2 여과지로 여과한 후 감압농축기를 사용하여 증발, 건조시켜 총 고형물량으로 하였으며 이 고형물 50 mg에 6N HCl 10 ml을 가하여 하루 밤 동안 용해시켰으며 다시 Whatman No. 2 여과지로 여과한 후 100 ml로 정용하여 ICP-AES(JY 38 Plus, France)로 분석하였다(Kim 등 2001). 분석조건으로 frequency 40.66 MHz, plasma gas flow 12 l/min, sheath gas flow 0.2 l/min, auxiliary gas flow 0.1 l/min, sample flow rate 1 l/min 이었으며, 각각의 고유 파장에서 측정하였다.

Table 2. Mineral compositions of hot spring water

(ppm)

Minerals	Hot spring water(HW)	Diluted HW (2 times)	Diluted HW (4 times)	Diluted HW (55 times)
Na	2296.25 ¹⁾	1148.13	574.13	41.70
K	7.92	4.01	1.98	0.14
Ca	287.70	143.82	71.95	5.22
Mg	65.12	32.5	16.30	1.18
Fe	0.18	0.09	0.05	0.003
Cu	0.007	0.004	0.002	tr ³⁾
Co	0.006	0.003	0.001	tr
F	5.20	0.10	0.05	0.09
Mn	0.08	0.04	0.02	0.001
Zn	0.95	0.48	0.24	0.02
Al	0.01	0.005	0.003	tr
HCO ₃	172.40	86.24	43.01	3.13
H ₂ CO ₃	7.25	3.63	1.81	0.13
S	0.18	0.04	0.02	0.003
Mo	0.002	0.001	tr	tr
Se	0.02	0.01	0.005	tr
Si	3.08	1.54	0.77	0.06
TSS ²⁾	8765	4381	2190	159

¹⁾ Values are mean of triplicate determinations. ²⁾ Total soluble solid. ³⁾ tr: trace.

4. 식빵의 제조

식빵의 제조는 Table 1의 재료 조성에서와 같이하여 직접 반죽법(Kim 등 2000)으로 Fig. 1과 같이 행하였다. 쇼트닝을 제외한 전 재료를 믹싱볼에 넣고 교반한 후 쇼트닝을 넣어 17분간 반죽하였다. 1차발효는 27°C, 상대습도 75%에서 50분간 행한 후 분할하여 실온에서 15분간 중간 발효시켰다. 다음에 가스를 제거하고 성형한 후 온도 37°C, 상대습도 85%에서 40분간 2차 발효하여 180/170°C에서 35분간 구웠다. 구워진 빵은 실온에서 30분간 식힌 뒤 실험에 사용하였다.

5. 반죽부피

반죽의 부피는 반죽 200 g을 취하여 2 l의 cylinder에 넣어 27°C, 상대습도 75%에서 50분간 발효시킨 후 부피를 측정하였다.

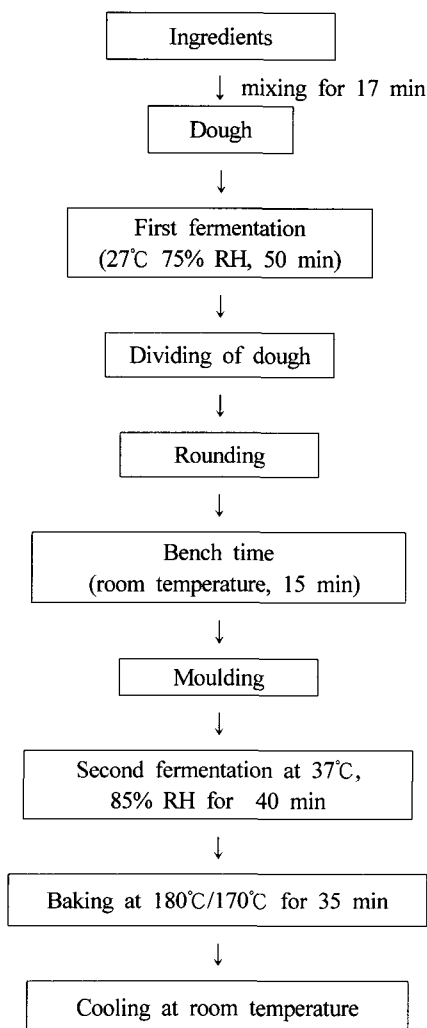


Fig. 1. Bread making processes by the straight dough method.

6. pH

AACC 법(1983)에 따라 Table 2의 반죽 중 15 g을 100 ml 실린더에 넣고 증류수를 가하여 100 mL로 정용한 후 시료 30 ml을 비커에 취하여 pH meter(Metrohm 632, Switzerland)로 측정하였다.

7. Loaf Volume Index

식빵의 부피는 구운 후 1시간동안 실온에서 방치한 후 종자치환법(Kim 등 2000)으로 측정하였으며 loaf volume index (6)는 빵의 한 덩어리를 잘라 낸 다음 세로로 절단한 절단면의 높이, 중심점에서 바닥까지의 길이, 중심점에서 윗면까지의 길이, 중심점으로부터 좌측면까지의 길이 및 중심점에서 우측면까지의 길이를 각각 측정한 합계치를 5로 나눈 값으로 하였다.

8. 텍스처 측정

기계적 텍스처의 측정은 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 mastication test를 이용하여 hardness, springiness, cohesiveness, strength를 측정하였다. road cell 2 kg, table speed 60mm/min, 시료깊이 10 mm, 시료 높이 20 mm, probe No. 14를 사용하였다.

9. 관능검사

관능검사는 훈련된 대학생 패널요원 25명을 선발하여 실시하였으며, 식빵을 50×50×12 mm을 일정하게 잘라 1회용 접시에 담아 부드러운 정도, 쫄깃한 정도, 향미 및 종합적인 맛을 5점 채점법(Herbert & Joel 1993)으로 매우 좋다(5점), 좋다(4점), 보통이다(3점), 나쁘다(2점), 아주 나쁘다(1점)로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 온천수의 수질

경북 경산시 압량에 위치하고 있는 경산사이판 온천수의 총 고형물 함량은 Table 2에서 보는 바와 같이 8,765 ppm으로 전국적으로 가장 많이 분포된 1,000 ppm 이하의 단순온천보다 약 10배 정도가 높으며 전국적으로 가장 높은 것으로 알려진 포항온천의 5,000 ppm(Her 1998)보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Han 등(1999)이 경산사이판 온천의 수질을 분석한 결과와 거의 일치하였다. 이들은 경산사이판 온천의 온천공이 있는 지하 1,000 m 위치의 지질이 중생대 백악기 자인층으로 생성연대가 수억 년이 경과된 것으로 추

정하였다. 주요 무기질로는 Table 2에서 보는 바와 같이 Na가 2296 ppm으로 가장 높고 Ca가 287 ppm, Mg와 K가 각각 65 및 8 ppm을 함유하였다. 또 미량 원소로서 Fe, Cu, Co, F, Zn, Al, S, Mo, Se 및 Si 등이 0.002~5.2 ppm이 함유되어 있다. 온천수는 녹아있는 성분에 따라 단순천(총고형물이 1,000 ppm 미만 함유), 중조천(중조를 주성분으로 함), 유황천(유황이 1 ppm 이상 함유), 라듐천(방사선 원소인 라돈과 라디움이 존재하는 온천), 식염천(소금이 1,000 ppm 이상 함유), 탄산천(유리탄산이 100 ppm 이상 함유), 철천(철분이 20 ppm 이상 함유), 산성천(수소이온이 1 ppm 이상 함유), 황산천(황산이온이 총고형물량이 1 ppm 이상 함유), 명반천(산성 명반 및 산성명반녹반을 주성분으로 하는 온천), 중탄산토류천(토류유황을 주성분으로 함유하는 온천)으로 구분되는데 (Han 등 1999) 경북에 위치하는 대부분의 온천은 단순천에 속하며, 일부가 식염천, 탄산천, 유황천이며, 그 외의 온천은 발견되지 않고 있다. 경산사이판 온천수에는 0.02 ppm의 셀레늄 이온이 녹아 있어 건강증진효과가 기대된다. 셀레늄은 수은과 같은 중금속의 독성을 경감시키며 비타민 E와 같이 항산화 효과(Chun 1973a)와 정력을 증강시키는 작용이 있는 것으로 알려져 있는데 마늘의 정력 증강 작용은 마늘에 함유한 셀레늄의 영향이라 보고(Chun 1973b)하고 있다. 수질은 주로 경도로 평가되며 경도는 물에 녹아 있는 칼슘과 마그네슘 등의 염의 양에 지배되며 그 농도로 표시된다. 또 이들 염류는 물의 pH와 깊은 관련이 있는데 알칼리도가 지나치게 높으면 완충효과가 커서 pH가 내려가지 않아 효모의 활동이 위축되는 원인이 된다(Ju 등 1997). 반죽의 제조시 물의 양은 원료의 약 40%를 차지하므로 수질이 반죽의 특성과 빵의 품질에 큰 영향을 끼치게 되며, 제빵시에 가장 좋은 수질은 아경수(120~180 ppm)로 알려져 있다(Ju 등 1997). 물에 녹아있는 염류는 효모의 영양원이 되기도 한다. 그러므로 물에 녹아있는 염류의 양이 지나치게 적게 되면 yeast foods 등으로 보완하게 된다. 따라서 경수는 yeast foods의 첨가량을 오히려 감소시키고, 맥아 등을 첨가하여 효소류를 보완하기도 한다. 밀가루 단백질은 염 가용성으로 수질에 따라 가용화되거나 경화되어 반죽과 빵의 품질에 영향을 주게 된다. 일반적으로 탄산수소나트륨은 1,000 ppm까지는 반죽의 발효에 큰 영향이 없으며, 염화마그네슘은 1,000 ppm까지는 발효를 촉진시켜 빵의 부피를 증가시킨다. 탄산칼슘은 500 ppm에서 최대부피가 되며 황산칼슘은 50~300 ppm에서 부피가 좋아진다. 연수는 반죽이 연하고 끈적끈적하게 되며, 경수는 글루텐을 경화시켜 단단한 빵이 된다. 알칼리성 물은 발효속도를 느리게 하고 부피를 적게 하나 내부색상과 기공 및 조직은 좋아진다(High technical

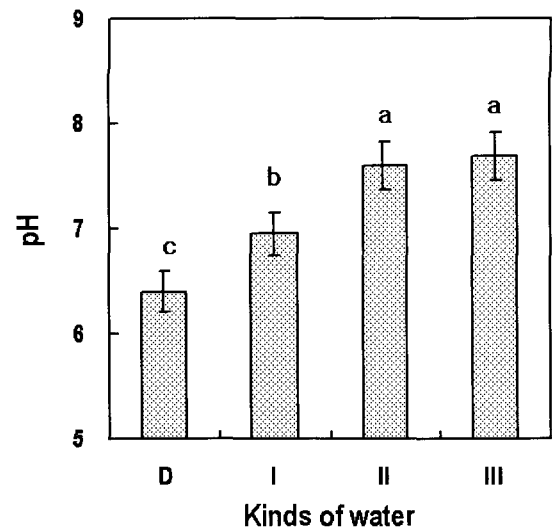


Fig. 2. pH of dough prepared with different kinds of water. Values are mean±standard deviations(SDs) of triplicate determinations. Symbols: D, distilled water; I, hot spring water diluted to 55 times; II, hot spring water diluted to 4 times; III, hot spring water diluted to 2 times. Values are mean±standard deviations(SDs) and different letters on the bar indicate significantly different($p < 0.05$).

school for bread and cookie in Korea 1998).

2. 반죽의 pH

온천수로 만든 반죽의 pH를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 증류수를 사용한 반죽의 pH는 6.40, 55배로 희석한 온천수 반죽은 6.95, 4배로 희석한 온천수의 경우는 7.59, 2배로 희석한 온천수 반죽은 7.68로 온천수의 농도가 높을수록 높은 pH를 나타내었다. 반죽의 pH는 발효시에 효모의 생육은 물론 단백질의 용해성에 큰 영향을 미치므로 반죽의 부피와 빵의 품질에 상당한 영향을 미칠 것으로 생각된다. Bae 등 (2001)은 제빵시 이스트의 발효 속도는 첨가된 원료의 pH에 의하여 좌우된다고 하였으며 반죽의 가스 보유력은 pH 5.50 부근이 최적이라 하였다.

3. 반죽의 부피 및 빵의 Loaf Volume Index

반죽의 부피와 빵의 loaf volume index를 조사한 결과는 Fig. 3, 4와 같으며 Fig. 5는 외형과 단면의 사진을 나타내었다. 반죽부피는 증류수를 사용한 경우는 1,215 ml/200 g, 온천수를 55배로 희석하여 사용한 경우는 1,333 ml/200 g, 4배로 희석한 온천수는 1,210 ml/200 g, 2배로 희석한 경우는 928 ml/200 g으로 용수내 총 고형물량이 159 ppm인 55배로 희석한 경우가 반죽의 부피가 가장 높았으며 총 고형량이

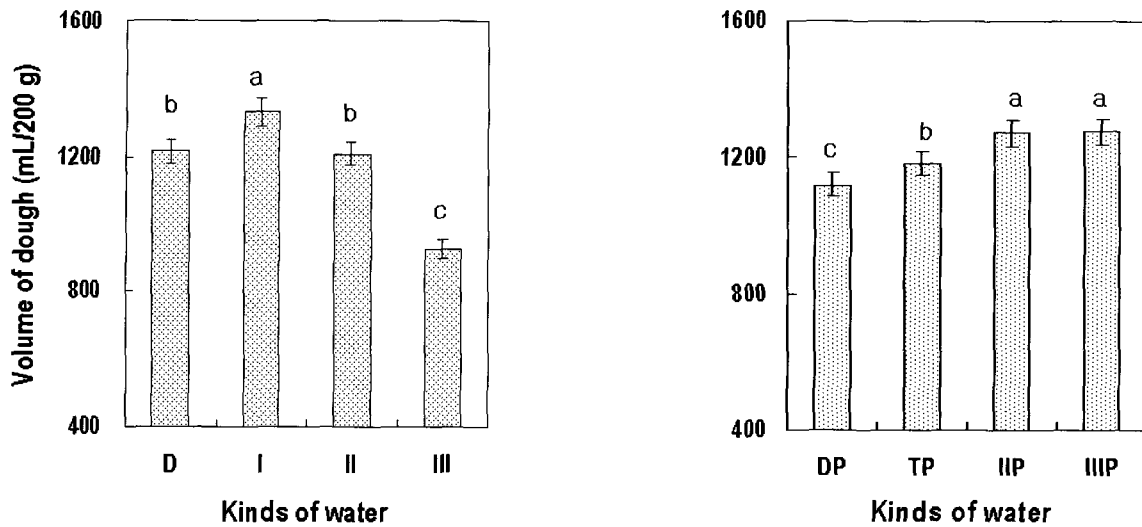


Fig. 3. Volume of dough prepared with different kinds of water after 1st fermentation(right figure: All kinds of water adjusted pH to 5.5). Abbreviations and symbols: DP, pH adjusted distilled water; TP, pH adjusted tap water; IIP, pH adjusted hot spring water(4 times diluted); IIP, pH adjusted hot spring water(2 times diluted); others, See Fig. 2. Values are mean±SDs of triplicate determinations and different letters indicate significantly different($p<0.05$).

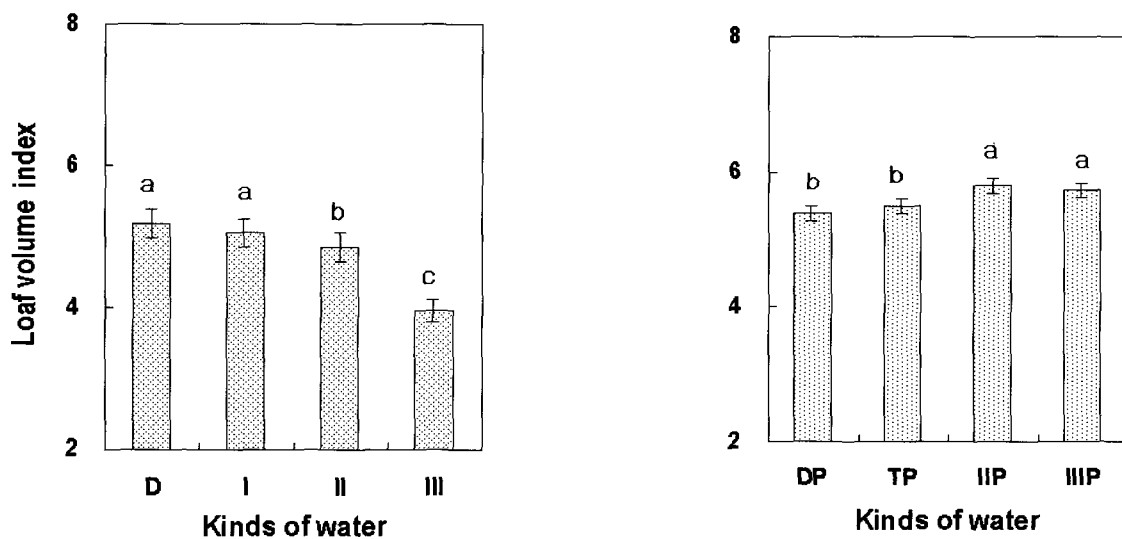


Fig. 4. Loaf volume index of the bread prepared with different kinds of water after 1st fermentation. Abbreviations and symbols: See Fig. 2, 3. Values are mean±SDs of triplicate determinations and different superscripts indicate significantly different($p<0.05$).

4,381 ppm인 2배로 희석한 경우(III)는 반죽의 부피가 크게 감소되었다. pH가 반죽의 부피변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 pH 5.5로 조정된 증류수(DP), 수돗물(TP), 4배(IIP) 및 2배(IIP)로 희석한 온천수로 만든 반죽의 1차발효 후의 부피를 조사한 결과(Fig. 3의 우측그림), DP<TP<IIP 및 IIP 순으로 4 및 2배 희석한 온천수에서 부피가 컸다. 빵의 loaf volume index(Fig. 4)도 반죽의 부피와 동일한 경향을

나타내었다. 일반적으로 용수내 총고형물의 양이 120~180 ppm인 아경수를 사용하였을 때 반죽의 부피가 최대로 되는 것으로 알려져 있으며(Confectionery technical high school 1998), 본 실험의 결과와 일치하였다. 한편, Kim과 Kim (1998) 반죽의 가스 발생력에 영향을 주는 요인으로는 효모의 양과 질, 당의 양과 종류, 반죽의 온도, 반죽의 pH 등의 상호작용이라 하였으며 Satysanarayana와 Murali(1971)는 반

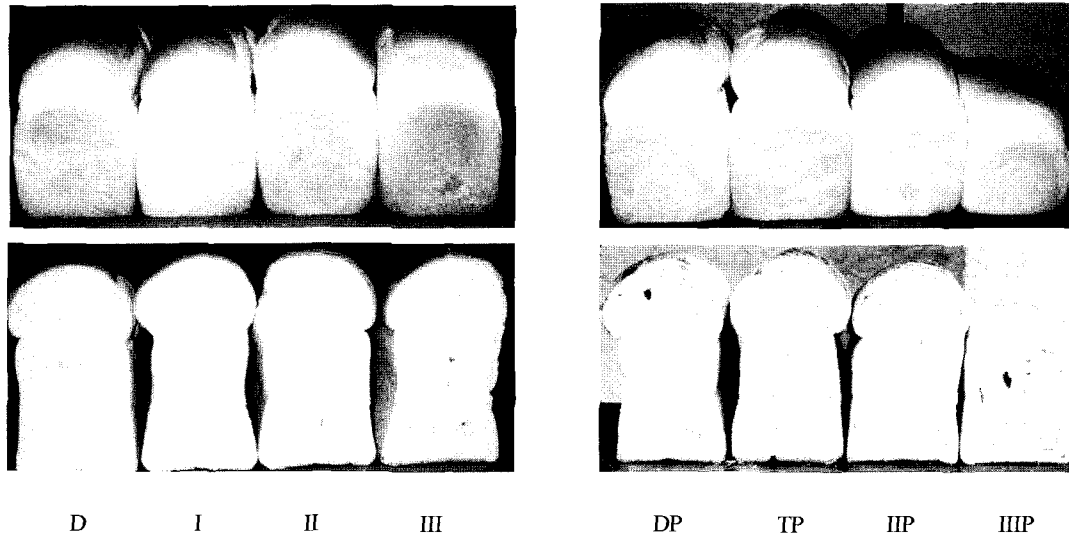


Fig. 5. Photographs of bread prepared with different kinds of water.
Abbreviations and symbols: See Fig. 2, 3.

Table 3. Texture of bread prepared with distilled water and hot spring water

Attributes	Non-adjusted(pH) ¹⁾				Adjusted(pH 5.5) ²⁾			
	D	I	II	III	DP	TP	IIP	IIP
Hardness($\times 10^6$ dyne/cm ²)	0.42c ⁴⁾	0.47b	0.54b	19.30a	0.20a	0.17b	0.16b	0.17a
Strength($\times 10^6$ dyne/cm ²)	0.13b	0.15b	0.14b	0.34a	0.03b	0.03b	0.05a	0.05a
Cohesiveness(%)	44.26a	42.63a	40.60a	26.26b	64.07a	60.75b	61.54b	59.60b

^{1,2)} Abbreviations and symbols: See Fig. 2, 3.

³⁾ Values are means of triplicate determinations and different letters within a row indicate significant differences at $p < 0.05$.

Table 4. Texture of bread prepared with various waters

Attributes	Non-adjusted(pH) ¹⁾				Adjusted(pH 5.5) ²⁾			
	D	I	II	III	DP	TP	IIP	IIP
Softness	3.52c ⁴⁾	3.83b	3.92b	4.18a	3.52c	3.83b	3.90b	4.21a
Stickiness	3.41b	3.59ab	3.82a	3.73a	3.42b	3.63ab	3.81a	3.72a
Flavor	3.04a	2.93a	2.91a	3.24b	3.01b	2.90b	3.91a	3.22b
Overall taste	3.22d	3.64c	4.06a	3.81b	3.20d	3.62c	4.01a	3.83b

^{1,2)} Abbreviations and symbols: See Fig. 2, 3.

³⁾ Values are means of 25 panels and different letters within a row indicate significant differences at $p < 0.05$.

⁴⁾ Scores of softness and stickiness were evaluated from very strong(5 points) to very weak(1 point) and the scores of flavor and overall taste was evaluated from very good(5 points) to very poor(1 point).

죽의 pH가 낮아질수록 가스 발생량은 낮아지지만 반죽의 가스 안정성은 pH가 높을수록 크며, pH가 낮은 경우에는 가스 발생량이 많아져서 팽창력은 증가하나 안정성이 떨어진다고 하였다.

4. 텍스처

빵의 텍스처를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 빵의 경도(hardness)는 증류수를 사용한 것(D)에 비하여 온천수를 사용한 경우가 전반적으로 높은 것으로 나타났으나 55배(I) 및 4배로 희석한 경우(II)는 유의적인 차이를 보이지 않았으며 2배 희석한 경우(III)는 경도가 크게 높았다. 빵의 신장성(strength)도 경도에서와 같이 2배 희석 온천수를 사용한 경우(III)가 증류수(D), 55배(I) 및 4배 희석한 경우(II)에 비하여 현저하게 높았다. 그러나 점착성(cohesiveness)은 경도 및 신장성과는 역으로 2배 희석 온천수(III)에서 가장 낮았다. 한편 pH를 5.5로 조정된 물로 반죽하여 구운 빵의 텍스처를 조사한 결과, 경도(hardness)는 증류수(DP)의 경우가 수돗물(TP), 온천수 4배 희석한 것(IIP) 및 온천수를 2배로 희석한 것(IIIP)에 비하여 높았으며, 신장성은 IIP와 IIIP가 DP 및 TP보다 높았다. 점착성은 증류수가 가장 높았으며 수돗물과 II 및 III은 비슷하였다.

5. 관능검사

증류수(D)와 55배(I), 4배(II) 및 2배(III)로 희석한 온천수로 반죽하여 구운 빵과 pH를 5.5로 조정된 증류수(DP), 수돗물(TP), 4배(IIP) 및 2배(IIIP) 희석 온천수로 구운 빵의 관능적 품질을 평가하였다(Table 4). pH 조정 없이 구운 빵의 부드러운 정도는 2배로 희석한 온천수가 가장 높았으며, 쫄깃한 정도는 온천수를 2 및 4배로 희석한 경우가 높았다. 빵의 향미는 온천수를 2배로 희석한 경우가 낮은 평가를 받았으며 종합적인 맛은 4배로 희석한 경우가 가장 양호하였다. pH를 5.5로 조정된 경우, 부드러운 정도와 쫄깃한 정도는 pH를 조절하기 전과 큰 차이를 보이지 않았으며 향미와 종합적인 맛의 경우도 4배 희석액을 사용한 경우가 타 경우에 비하여 양호하였다.

IV. 요약

증류수, 수돗물, 온천수 희석액(55배 희석, 4배 희석, 2배 희석)을 사용한 반죽의 발효특성과 빵의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 사용한 온천수의 총고형물 함량은 8,765 ppm 이었으며 주요 무기질로는 Na가 2296 ppm, Ca가 287 ppm,

Mg와 K가 각각 65 및 8 ppm을 함유하였다. Fe, Cu, Co, F, Zn, Al, S, Mo, Se 및 Si 등이 0.002~5.2 ppm을 함유하였다. 온천수를 사용한 반죽의 pH는 6.95~7.68로 증류수의 6.40보다 높았다. 반죽부피는 온천수의 농도가 높아짐에 따라 감소하였다. pH를 5.5로 조정된 온천수를 사용한 반죽의 부피는 대조구보다 오히려 높았다. 온천수를 사용한 빵의 경도와 신장성은 대조구보다 높았으나 pH를 조정된 온천수의 경우는 낮았다. 점착성은 경도 및 신장성과는 역으로 희석 온천수에서 낮았다. pH 조정 또는 조정 없이 구운 빵의 부드러운 정도는 2배로 희석한 온천수가 증류수 및 55배, 2배 희석 온천수보다 높았다. 쫄깃한 정도는 전반적으로 온천수가 대조구에 비하여 높았으며 종합적인 맛은 4배로 희석한 온천수가 가장 좋았다.

V. 문헌

- AACC(1983): Official methods of the AACC. 8th ed. American Association of Cereal Chemists St Paul MN.
- 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(5): 882-887.
- Chun SY(1973): Study of selenium compound in favorite Korean foodstuffs. *Korean J Food Sci Technol* 5(1): 55-63.
- Chun SY(1973): Some aspects of dietary garlic, selenium and tocopherol, in the nutrition of animal. *Korean J Food Sci Technol* 5(2): 119-127.
- Confectionery technical high school(1998): Material science Jeilmoonhwa Seoul 236-243, 1998.
- Funk K, Zabik ME, Elgedaily DA(1969): Objective measure for baked products. *J Home Econom* 61: 117- 123.
- Han KS, Kim YK, Ahn WS(1999): Investigation reports of hot spring in Apiryang area of Gyungasan, Korea. Korea Resources Corporation.
- Her E, Jun TS, Cho IH, Park DK(1998): Scientific assesment of the natural environmental resources of Junwon. Research for the component of the hot spring Suanbo. Reports of Gunkuk Natural Science 9(1): 172- 190.
- Herbert A, Joel LS(1993): Sensory evaluation practices. 2nd ed. Academic Press USA p. 68-75.
- High technical school for bread and cookie in Korea (1998): Materials Science. p. 237-242.

- Ju HK, Cho NJ, Park MW, Shin DH(1997): Materials science for preparation of bread and cookie. Kwang Mun Kak Seoul 197-199.
- Kim MJ, Lee YK, Kim SD(2001): Mineral contents of hot water extracts and shell of shellfishes from western coast of Korea. *J East Asian Soc Dietary Life* 11(4): 289-294.
- Kim BR, Choi YS, Lee SY(2000): Study on bread-making quality with mixture of buckwheat-wheat flour. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(2): 241-247.
- Kim EJ, Kim SM(1998): Bread properties utilizing extracts of pine needle according to preparation method. *Korean J Food Sci Technol* 30(3): 542-547.
- Park RJ(2000): The study of actual condition and therapeutic effects of hot spring water in Korea. *J Korean Soc Physical Therapy* 12(3): 369-377.
- Satysanarayana RT, Murali HS(1971): Evaluation of compressed baker's yeast as a substitute for glucose oxidase for desugaring egg melange. *J Food Sci and Technol India* 22: 47-51.