J. Fd Hyg. Safety 14(3), 277-281 (1999)

시판 수입 소금의 성분과 김치제조 시험

신동화† · 조은자* · 홍재식

†전북대학교 응용생물공학부 식품공학전공(농업과학기술연구소)

**전북 보건환경연구원*

Chemical Composition of Imported Table Salts and Kimchi Preparation Test

Dong-Hwa Shin†, Eun-Ja Jo* and Jae-Sik Hong

†School of Biotechnology(Food Tech. & Sci. major), Chonbuk National University, Chonbuk, 561-756, Korea

** Public Heath and Evironment Institute of Chonbuk, 560-200, Korea*

ABSTRACT – Chemical composition of imported table salts from China (sun dried), Thailand (sun dried) and Australia (rock salt) were compared the mineral content and heavy metal contamination with Korean sun dried salt. Kimchies prepared by those salts were analyzed the quality by pH, acidity and sensory evaluation. Chemical compositions were as follows : moisture-from 1.7% (Australia) to 8.7% (Korea), sodium chloride-from 86.7% (China, summer) to 97% (Australia), insoluble matter in water-from 0.02% (Australia) to 0.18 (China), and sulfate ion-from 0.03% (Australia) to 1.65% (China, summer). Judging by Korean Standard(KS) of salt, salt from Australia and Thailand belong to 1st grade, Korean and Chinese (winter) to 2nd grade, and China (summer) were out of 3rd grade. Ca and Mg content of the salts tested were 0.022% (Australia) to 0.246 (China, winter), 0.036% (Australia) to 0.841% (China, summer) respectively and Pb was 1.23 ppm(China, summer)~0.61ppm(Korea) which is within the Korean regulation. The other heavy metals, Pb, Cd, As and Hg were not detected in all salts tested. The quality of Kimchi prepared by those salts were significantly no difference with Korean sun dried salt.

Key words □ Salt, Mineral, Heavy Metal, Kimchi, Sodium chloride.

소금은 우리 식생활에 없어서는 안될 가장 중요한 조미료의 하나이며 특히 우리나라와 같이 소금을 많이 사용하는 장류와 각종 절임식품이 주요한 식재료인 경우 소금의 품질은 제품에 큰 영향을 미친다.

소금의 원료는 암염, 염토, 해수 등인데 천일염을 얻는 해수는 염의 농도가 낮고 타 염류가 많이 함유되어 있는 단점도 있으나 지구상에 있는 최대의 염 저장고이며 쉽게 얻을 수 있어 해수를 천일 건조하여 얻는 천일염이 중요한 식염공급원이 되고 있다.

소금은 음식에 맛을 내는 기능 외에 가장 중요한 나트륨의 공급원으로 세포외액에 가장 많이 존재하는 양이온으로 생체내에서 산 · 염기, 평형, 세포막 전위의 조절, 세포막에서의 물질의 이동 등 생리적 기능을 수행[1]할 뿐만 아니라 음식의 저장성을 부여하는데 중요한 역할을 하고 있다.

†Author to whom correspondence should be addressed.

우리는 다양한 음식을 통하여 소금을 섭취하고 있는데 식품에 함유된 나트륨량을 기준으로 환산 하였을 경우 우리나라 사람 1일 평균 소금 섭취량은 18.4 g으로 추정하고 있으며 이 양은 미국인의 식사지침(1995)에서 권장한 나트륨 섭취량 2,400 mg의 거의 3배, 일본인의 소금 섭취량 12.8 g의 1.4배가 넘는 수준[2]으로 알려지고 있다.

세계 여러나라에서 많은 소금이 생산되는데 천일염과 암염을 포함하여 미국과 중국이 각각 42백만톤과 30백만톤을 생산하여 주생산국이며 우리나라는 암염이 생산되지 않아 모두 천일염이며 년간 생산되는 양은 Table 1과 같이 1980년 446천톤에서 1998년 245천톤으로 감소[3]하고 있는데 상당 부분이 수입품으로 대체되어 수입량이 1983년 63천톤에서 1998년 180천톤으로 증가하였다. 이와같이 소금의 수입량이 증가하는 이유는 국내 소금 수요량은 줄지 않았는데 국산 소금의 생산원가 상승으로 국내산과 수입품의 가격 차이로 판단되며 이에 따라 현재 시중에 상당량의 수

Table 1. Domestic production and imports of table salt yearly

Source	1980	1985	1990	1995	1998
Domestic(thousand ton)	446	508	405	475	245
Import(thousand ton)	63 (1983)	69	92	121	180

입품이 유통되고 있다.

이 연구에서는 현재 판매되고 있는 수입산 소금의 안전성을 평가하고 소금의 주 용도인 김치 제조시 김치의 발효에 미치는 영향을 검토하였기에 이에 보고한다.

실험 재료 및 방법

소금

1998년 8월~9월 중 전북 전주 시내에서 유통되는 중국산 천일염(겨울염, 여름염), 태국산 천일염, 그리고 호주산 암염과 전국적으로 생산량이 많은 전북 부안에서 생산된 천일염을 구입하여 분석시료로 하였다.

시약

모든 시약은 특급을 사용하였다.

분석방법

일반성분 분석 – pH는 각 시료 10% 용액을 만들어 pH meter(Orion SA 520, U.S.A)로 측정하였고, 수분, 물 불용성분, 산불용성분, 황산염분석은 AOAC 법[4]에 따랐고 식염함량은 Mohr법[5]에 준하였다.

칼슘, 마그네슘, 카드뮴, 비소 및 납 – 각 소금 시료 1 g을 물에 용해 후 pH 3.0으로 조정하고 methyl iso-butyl ketone으로 추출한 후 80°C로 증발 시킨 잔사를 0.1N HCl로 용해하여 이를 분석 시료로 사용하였다. 분석기기는 Atomic Absorption Spectrometer(Spectra 220, Varian, U.S.A)로 3회 반복 측정한 결과를 평균하였다. 각 성분의 함량은 표준용액으로 얻은 검량선을 이용하여 환산하였다.

Table 2. Instrumental condition of mercury SP-3D analyzer

Attribution	Standard solution[1] (0.1 μg/ml)	Sample
Sample volume	0, 50, 100, 150	100 mg
Mode selector	μl	2 low
Heating time 1st step	1 low	10 min
2nd step	1 min	6 min
Additive	4 min	M+S+M+B+M[2]

[1]Dissolved in 0.001% L-cystein solution.

[2]M: Sodium carbonate(anhydrous), Calcium hydroxide=1:1(w/w), S: Sample, B: Aluminium oxide(anhydrous), M, B: Additives used after heating at 750℃ for 3 hrs in air and cooling about 10 minutes.

수은 정량 – 가열 기화 금 아말감법(combustion-gold amalgamation method)[6] 에 따라 시료와 첨가제를 넣고 sampling boat에 취해 회화로에 넣은 후 mercury analyzer(model: mercury SP-3D, Nippon Instrument Co., Japan)로 수은을 측정하였고 그 측정조건은 Table2와 같다. 첨가 sodium carbonate(anhydrous):calcium hydroxide=1:1(w/w) 혼합물과 aluminium oxide(anhydrous)를 각각 750°C에서 3시간 가열한 후 방냉하여 사용하였다. 시료 중 수은함량은 표준용액으로 얻은 검량선을 이용하여 환산하였다. 수은의 회수율을 측정키 위하여 천일염에 수은 10ng(표준용액 0.1 ppm, 100 μl)를 가하여 수은 분석 방법과 같이 분석한 결과 98%회수율을 보였다.

김치제조 및 분석

전남 완도 고금에서 99. 3.에 생산된 동풍배추를 선별한 후 각 소금으로 10% 용액을 만들어 배추를 16시간 절임 후 일반적인 김치 제조방법에 따라 김치를 만들었다. 양념조합과 비율은 전북 부귀농협의 기준에 따랐고, 3kg 단위로 포장하여 20°C에서 발효하면서 분석하였다.

일정량의 김치를 마쇄하여 여과 후 pH는 pH meter로, 산도는 pH 8.3에 도달할 때까지의 0.1N NaOH 적정 mL 수로 표시하였다. 관능검사는 경험이 있는 검사요원 10명이 pH 4.1-4.2에 달한 김치를 대상으로 실시하였다. 평가항목은 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)에 대하여 1점(아주나쁨), 5점(보통), 9점(아주좋음)의 기준에 따라 점수로 평가토록 하였고 SAS system[7]으로 Ducan multipul range test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

수입 및 국산 소금의 일반 특성

중국산 천일염등 수입소금 4종과 국산 천일염의 성분을 비교 분석한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3에서 보면 pH는 8.07~8.89 범위로 국산 천일염의 평균 pH인 7.99±0.24[8] 보다 높은 경향을 보였고 수분은 천일염의 경우 최저 4.4~8.7%였으나 호주산 암염은 1.7%로 가장 낮았다. 국산 천일염의 경우 평균 수분함량이 10.67±3.06%인 것에 비하면 낮은 경향이다. NaCl 함량은 수입 천일염의 경우 86.7%~90.7% 였으나 호주산 암염은 97.0% 로 가장 함량이 높아 결정형 식염의 특징을 보여주고 있다. 물 불용분은 중국산이 가장 높아 0.18%였고 국산은 0.08%로 낮은 경향이었다. 황산이온은 중국산이 1.65~

Table 3. General characteristics of imported and domestic table salt

Origin	Region	Contribute					
		pH(10% soln)	moisture(%)	NaCl(%)	Matters insoluble in water(%)	matters insoluble acid(%)	SO_4(%)
Sun dried	China						
	summer	8.89	7.2[1)]	86.7	0.18	0.08	1.65
	winter	8.25	3.9	88.1	0.18	0.10	1.08
	Tailand	8.07	4.4	90.7	0.05	0.02	0.58
	Korea	8.87	8.7	88.4	0.08	0.05	1.02
Rock	Australia	8.23	1.7	97.0	0.02	0.01	0.03

[1)] All data are mean value of triplicate

Table 4. Some minerals and heavy metal content of imported and domestic table salt

Origin	Region	Mineral					
		Ca(%)	Mg(%)	Pb(ppm)	Cd	As	Hg
Sun dried	China						
	summer	0.147[1)]	0.841	1.23	ND[2)]	ND	ND
	winter	0.246	0.702	0.85	ND	ND	ND
	Tailand	0.089	0.447	0.74	ND	ND	ND
	Korea	0.126	0.676	0.61	ND	ND	ND
Rock	Australia	0.022	0.036	0.66	ND	ND	ND

[1)] All data are mean value of triplicate
[2)] Not detected

1.08%로 한국산 1.02, 태국산 0.58 보다 높았고 암염인 호주산은 0.03%으로 극히 낮았다. 이들 분석결과를 법적규제 기준으로 비교[9]으로 해볼 때 중국산은 식염의 함량과 불용분 함량 때문에 2급에 들며 태국산과 호주산 암염은 1등급에 든다. 식용소금의 KS규격[10]에 따라 분류하면 태국산과 호주산 암염은 계속 1등급이 되나 한국산은 수분과 황산이온 수준이 높아 2급에 머문다.

한편 중국산 여름식염은 황산이온 함량이 1.65%로 KS규격 3급에서 정한 1.50%이하 보다 높아 규격을 벗어나고 있다.

수입 및 국산 소금의 무기물 및 중금속 함량

수입소금 및 국산 천일염 중 주요 무기질과 중금속 함량을 비교한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4에서 보면 Ca 의 함량은 중국 겨울 천일염의 경우 0.246%로 가장 높고 호주의 암염이 가장 낮았으며 Mg의 경우도 중국산이 다른 지역산에 비하여 높고 암염 보다는 낮았다. 국내 천일염의 Ca과 Mg 평균함량이 0.213±0.053% 및 1.077±0.30%인 것과[7] 비교하면 대부분이 낮은 경향을 보이고 있다. 이들 2가 양이온의 함량이 국산에 비하여 수입산이 낮은 것은 절임채소의 경우 경도에 영향을 미칠 수 있을 것으로 추정된다.

한편 중금속인 납의 함량은 중국 여름 천일염이 가장 높아 1.23ppm에 달하고 암염인 호주산은 0.66ppm이었고 한국산이 0.61ppm으로 가장 낮았다. 이 수준은 제재 소금이나 가공소금에서 2.0 mg/kg 이하로 규제하고 있는 우리나라 규격기준[11]을 만족 시키고 있다. 다른 중금속, 즉 Cd, As, Hg등은 실험한 수입 및 국산 소금에서 검출되지 않아 위생적인 측면에서 문제는 없는 것으로 판단된다.

김치 발효중 변화

각 수입 식염과 국산 식염을 이용하여 배추를 절임한 후 공장(전북 진안 부귀 농협공장)에서 실시하고 있는 김치 제조 방법에 따라 김치를 제조하고 4 kg 단위로 20℃에 발효하면서 김치발효의 지표인 pH와 산도를 측정한 결과는 Table 5 및 Table 6과 같다.

Table 5에서 보면 발효중 pH 변화는 대부분의 김치발효 양상과 비슷한 경향[12-13]이고 발효 초기 pH는 5.92~6.01로 사용한 식염의 종류에 따라 유의적인 차이가 없었다. 발효 48 시간에 김치 최적 pH인 4.2[14]근방에 도달하였고 이때도 염지에 사용한 여러 식염의 종류에 따라 pH는 유의적인 차이가 없었다. 또한 김치발효 중 산도의 경우도 pH와 비슷한 양상으로 사용한 식염의 종류에 따라 발효기간 중 유의적 차이가 없었다.

따라서 수입염과 국산 천일염을 사용하여 절임한 김치의 발효기간 중 pH와 산도는 유의적 차이가 없었다.

Table 5. pH Changes during fermentation[1] of Kimchi brined by imported and domestic table salt.

Fermentation time(hr)	Sun dried salt				Rock salt	Pr > F
	China(summer)	China(winter)	Tailand	Korea	Australia	
0	5.92	5.96	5.92	6.01	5.93	0.90
24	5.96	5.85	5.82	5.87	5.88	0.83
48	4.20	4.20	4.17	4.25	4.32	0.08

[1] Fermentation Temp. : 20℃

Table 6. Acidity change during fermentation of Kimchi brined by imported and domestic table salt

Fermentation time(hr)	Sun dried salt				Rock salt	Pr > F
	China(summer)	China(winter)	Tailand	Korea	Australia	
0	7.72[1]	9.53	9.24	8.53	7.30	0.16
24	9.33	8.91	9.08	9.56	9.55	0.98
48	23.72	26.16	23.93	23.49	24.17	0.16

[1] mL of 0.1N NaOH to neutralize 1mL of Kimchi juice to pH 8.3

Table 7. Sensory evaluation of Kimchi prepared by salted cabbage bined by imported and domestic table salt

Fermentation time(hr)	Sun dried salt				Rock salt	Pr > F
	China(summer)	China(winter)	Tailand	Korea	Australia	
Taste	7.11)	6.8	6.2	7.0	7.1	0.13
Flavor	6.6	7.0	6.5	6.9	7.5	0.62
Texture	7.2	7.1	6.4	7.0	7.6	0.30
Overall Acceptability	7.3	7.2	6.3	7.0	7.7	0.24

[1] Mean value of 10 papels judged by given scale as 1(very poor), 5(fair), 9(excellant) at pH 4.2 of Kimchi.

김치의 품질비교

수입 혹은 국산 천일염으로 절임한 배추로 담근 김치를 20℃로 발효하면서 pH4.2 근방에서 관능검사를 실시한 결과는 Table 7과 같다.

Table 7에서 보면 김치를 담그기 위하여 배추 절임시 사용하는 식염의 종류에 따라 담근 김치의 맛, 풍미, 조직 및 전체적인 기호도에서 유의적 차이가 없음을 보여주고 있다. 이 결과는 김치 발효 중 가장 중요한 인자만을 대상으로 단기간 실험하였기 때문에 앞으로 장기저장용 김장김치에 대한 조직등에 대한 연구는 더 수행되어야 할 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 현재 시판되고있는 수입염과 국산천일염 성분은 일부 차이가 있으나 중금속 함량은 안전수준이었으며 배추 절임용으로 사용하여 김치를 제조하였을 때 품질에서 차이가 없었다.

국문요약

수입량이 늘고 있는 천일염인 중국, 태국산과 암염인 호주산 소금의 성분특성과 이들을 배추 절임용으로 사용하여 제조한 김치의 품질을 국산 소금의 경우와 비교하였다. 수분함량은 호주산 암염이 가장 낮아 1.7%였고 한국산 천일염이 8.7%로 가장 높았다. 소금함량은 호주 암염이 97.0%로 가장 높고, 중국 천일염(여름산)이 86.7%로 가장 낮았다. 불용성분은 호주 암염이 0.02%로 가장 낮고 중국산이 0.18%로 가장 높았다. 황산이온은 호주 암염이 0.03%로 가장낮고 중국 천일염(여름산)이 1.65%로 가장 높았으며 이들 함량을 우리나라 KS규격에 준하여 평가하면 호주산과 태국산은 1등급, 한국산과 중국 겨울산은 2등급이었으며 중국 여름산은 황산이온 함량으로 3등급을 벗어나고 있다. 칼슘함량은 0.246% (중국, 겨울산)~0.022% (호주, 암염), 마그네슘은 0.841% (중국, 여름산)~0.036% (호주, 암염)였고 납은 중국 (여름산)1.23ppm~한국산 0.61ppm으로 법적규격 범위이내 였고 카드뮴, 비소, 수은 등 중금속은 검출되지 않았다. 이들 수입 소금으로 염절임한 배추로 담근 김치의 품질은 국산과 차이가 없었다.

참고 문헌

1. Vander, A.J., Sherman, J.H. and Luciano, D.S.: Human physiology. 5th ed. McGraw Hill Publishing Co. New York, U.S.A. pp 471-512, (1990)
2. 보건복지부: '95 국민 영양조사 결과 보고서. pp46-47 (1997)
3. 천일염 월별 생산량: 대한염업조합 (1999. 8.)
4. AOAC: Official Method of Analysis. 16th ed. vol. 1, Chapter **11**, p30-31(1995)
5. 환경오염 공정시험법(수질분야) 해수편. 환경청 p330-331 (1997)
6. 水銀測定用裝置(マ-キエリ)取扱說明書: 日本イフスツルメンツ 株式會社, p1-12 (1992)
7. SAS Institute, Inc.: SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC. USA(1985)
8. 조은자, 신동화: 전라북도 내 천일염, 재제 및 가공염의 성분조사에 관한 연구. 식품위생안전성학회, **13**, 360-364 (1998)
9. 염 관리법: 대한민국 법전 30권, p829-849(1999)
10. 한국산업규격: 식용소금 KS H7101-1999
11. 식품공전: 식품의약품 안전청. p515-517(1999)
12. 신동화: 김치의 과학. 심포지움 논문집, 한국식품과학회, p82-136 (1994)
13. 구경형, 강근옥, 김우정: 김치의 발효 과정 중 품질변화. 한국식품과학회지, **20**, 476-482 (1988)
14. Mheen, T. I. and Kwon, T. W.: Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. Korean *J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443-450 (1984)