

해조소금의 성분 특성에 관한 연구

김동한* · 임종환¹ · 이상복²

목포대학교 식품영양학과, ¹목포대학교 식품공학과, ²호남농업시험장

Characteristics of Seaweed Salts Prepared with Various Seaweeds

Dong-Han Kim*, Jong-Whan Rhim¹ and Sang-Bok Lee²

Department of Food and Nutrition, Mokpo National University

¹Department of Food Engineering, Mokpo National University

²National Honam Agricultural Experimental Station, R.D.A.

Physicochemical properties and mineral compositions of seaweed salts prepared with various seaweeds and concentrated sea water were determined. Ash content of sea mustard was the highest (22.7%) and that of laver the lowest (9.8%). Sea mustard contained high amount of Na, while sea tangle and seaweed fusiforme contained high amounts of K and Ca. When insoluble solids were removed after incineration of dried salt, surface color of the salt whitened more due to increase in salt purity with resulting decreases in pH and oxidation-reduction potential (ORP). pH and ORP of the ashed salt decreased, and K and Ca contents increased, while Mg content decreased. Yield of seaweed salt was the highest in sea mustard, ORP was lowest in sea tangle and seaweed fusiforme, and K and Ca contents increased significantly in sea tangle and seaweed fusiforme salts. As the concentration of sea water increased, yield and purity of the salts increased with decrease in pH and ORP and increase in Ca and Mg contents. Seaweed salt showed the characteristic crystalline structure as viewed by SEM.

Key words: seaweed salt, mineral composition, ORP

서 론

소금은 인체의 생리기능을 유지하기 위해 없어서는 안되는 무기물일 뿐만 아니라, 식생활에서 음식의 맛과 식품 저장을 위하여 널리 사용되어 왔다. 소금의 원료는 암염, 호염, 정염, 해수 등이나 삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 대부분의 소금을 염전에서 천일염 형태로 생산하여 왔다. 최근에는 외국에서 값싼 천일염, 암염 등이 수입되고 있을 뿐만 아니라 다양한 형태로 가공된 기계염과 재제염, 가공염이 생산 유통되고 있다.

소금은 체내에서 세포막의 전압조절에서부터 혈압 조절 등 신체기능 어디에나 관련이 있고 특히 Na⁺은 체액의 osmolarity와 혈장의 부피 유지, 신경흥분, 근육수축 및 영양소의 이동에 중요한 역할을 하나 Na⁺과 고혈압과의 관계 등을 고려하여 소금의 과잉 섭취를 제한하고 있다⁽¹⁾. 특히 한국인은 일

반적으로 음식을 짜게 섭취하는 경향이 있어 생리적인 소금 요구량보다 많은 양의 소금을 섭취하는 경향이 있다^(2,3). 소금에 대한 연구로는 소금의 종류에 따른 과산화 효과와 보돌연변이성⁽⁴⁾, 죽염의 약리작용⁽⁵⁾ 등의 보고와 발효식품에서 소금이 김치^(6,9)나 오이지⁽¹⁰⁾의 발효에 미치는 영향에 대한 연구가 있다. 그러나 소금의 제조와 그 특성에 관한 연구는 극히 미미하여 돌소금의 생산구조와 정제염⁽¹¹⁾에 관한 보고와 소금 종류별 무기물 조성^(12,13), 외형구조⁽¹⁴⁾에 대한 부분적인 연구만 있을 뿐이다. 해조소금(조염)은 해초를 건조하게 구워서 분말로 만든 가공염의 일종으로 염도는 90% 내외이고, 인체에 유익한 칼륨과 칼슘 등 각종 미네랄이 많이 포함되어 있으며 제주도나 일본 사람들에 의해 소량씩 제조되어진 바 있다⁽¹⁵⁾. 특히 칼륨은 소금의 과잉섭취가 원인이 되는 각종 가공식품에서 소금대신 대체할 수 있는 무기물⁽¹⁶⁾로 주목되고 있다.

따라서 본 연구에서는 해조류를 식품으로 가공하는 과정에서 생성되는 부산물을 이용하여 무기물이 보강된 가공소금을 제조할 목적으로 해조소금을 제조하고 그 무기물 조성 과 이화학적 특성을 토대로 하여 해조소금 제조에 적당한 해조류를 1차 선별하였으며 아울러 해조소금의 품질 특성을 비교하였다.

*Corresponding author : Dong-Han Kim, Department of Food and Nutrition, Mokpo National University, 61 Dorim-ri, Chungkyemyon, Muan-gun, Chonnam 534-729, Korea
Tel: 82-61-450-2524
Fax: 82-61-450-2529
E-mail: dhankim@mokpo.ac.kr

재료 및 방법

재료

해조소금 제조에 사용한 해조류로 미역(sea mustard; *Undaria pinnatifida*), 다시마(sea tangle; *Laminaria japonica*), 김(laver; *Porphyra yezoensis*), 툇(seaweed fusiforme; *Hizikia fusiforme*), 파래(green laver; *Enteromorpha compressa*)이었으며, 이들을 2001년 전남 목포와 완도의 건어물시장에서 구입하여 충분히 건조시킨 후 40 mesh로 분쇄하여 사용하였다. 소금제조에 사용한 바닷물은 전남 해남군 소재 염전에서 바닷물을 1차 농축한 19°Be의 바닷물을 사용하였다.

해조소금의 제조

해조분말 10 g을 증발접시에 취하고 동량의 바닷물 농축액(19°Be)을 첨가하고 105°C에서 12시간 건조하여 수분을 제거한 후 550°C에서 20시간 회화시켰다. 회화물은 50 mL의 증류수로 용해한 후 Whatman No. 41(ashless) 여과지로 여과하였다. 잔류하는 불용해성 물질을 50 mL의 증류수를 사용하여 2~3회 세척하고 여과액을 105°C에서 증발 건조하여 해조소금을 제조하였다. 해조소금의 제조는 3반복 이상 실시하였으며 소금의 수율은 해조류 10 g와 바닷물 10 mL의 혼합물에서 얻어지는 소금량의 평균값으로 표시하였다.

일반성분 분석

해조소금의 pH와 ORP(산화환원전위)는 1% 소금용액으로 조제한 후 pH meter(Orion 920A, USA)를 이용하여 측정하였고, 소금함량은 Mohr법⁽¹⁷⁾, 물 불용해성분은 AOAC법⁽¹⁸⁾, 해조류의 수분, 조지방, 조단백, 조섬유, 회분은 식품공전⁽¹⁷⁾에 준하여 측정하였다.

색과 표면구조

제조된 소금의 색은 색도계(Chromameter CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였고, 소금의 표면구조는 소금을 건조한 후 ion sputter를 이용하여 Au-Pb로 처리하고 가속전압 20 kV에서 SEM(Scanning Electron Microscope; Hitachi S-3500 N, Japan)을 이용하여 관찰하였다.

무기물 함량

해조류의 무기물 함량은 시료 0.2 g에 conc. HNO₃ 2 mL와 증류수 8 mL를 가하여 microwave digester(Questron Co. QMAX 4000, USA)로 140~180°C에서 30분간 온도를 올리면서 분해한 후 20 mL로 정용하였으며, 해조소금은 0.1%용액을 직접 분석시료로 사용하였다. 무기물 함량은 ICP(Induc-

Table 1. Proximate composition of seaweeds (Unit: %)

	Moisture	Crude fat	Crude protein	Ash	Crude fiber
Laver	6.89	1.52	37.24	9.81	1.02
Sea tangle	12.27	1.32	15.18	16.09	13.56
Sea mustard	9.86	3.33	10.37	22.78	3.97
Seaweed fusiforme	11.21	0.73	12.19	19.72	21.89
Green laver	9.36	1.89	31.43	21.49	1.14

tively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer; Varian Liberty 100, USA)를 이용하여 측정하였다. ICP 분석 조건은 plasma: 15.0 L/min, Auxiliary: 1.5 L/min, Pump speed: 25.0 rpm, Carrier gas flow: 75 psi, Nebulizer: 150 kPa, Integration time: 3 sec로 하였다.

결과 및 고찰

해조류의 성분특성

해조소금 제조에 사용한 해조류의 일반성분은 Table 1과 같이 수분함량의 차이도 있으나 해조류 종류별로 차이가 심하여 조지방은 미역이 3.33%로 많았으나 툇은 0.73%로 낮았고, 조단백은 김과 파래가 각각 37.24%와 31.43%로 높았으며 미역이 10.37%로 제일 적었다. 조섬유는 툇과 다시마가 김이나 파래에 비하여 현저히 많았고, 해조소금 제조시 무기질 조성에 중요한 요인이 되는 회분함량은 김이 9.81%로 적었고 미역이 22.78%로 제일 많았으나 회분함량은 김을 제외하고는 다른 성분에 비하여 해조류간에 차이가 적었다. 한편 Kang⁽¹⁹⁾ 등은 김이 미역이나 파래보다 조단백질 함량이 풍부하였으며 회분은 파래가 24.41%로 김이나 미역의 11.31, 12.30%보다 많았다고 보고하여 다소 차이가 있었다.

이들 해조류의 무기성분을 ICP로 분석한 결과는 Table 2와 같이 K와 Na, Ca, Mg가 주요 무기물이었으며 Al과 Zn은 소량 함유되어 있었다. 중금속으로 Cu와 Ni, Cr, Pb, Cd를 미량 함유하고 있었으나 Na나 K를 다량 함유하고 있어 ICP 분석에 어려움이 있었다. 또한 해조류 종류별로 무기성분 함량은 차이가 심하여 파래와 다시마, 툇은 K가 많았으나 미역은 Na가 현저히 많았고, Ca는 툇과 미역, 다시마가 김이나 파래에 비하여 많았다.

소금의 성분

19°Be의 바닷물 농축액을 이용하여 제조한 소금의 일반 특성은 Table 3과 같이 수율은 550°C에서 회화시킨 경우 건조만 한 소금에 비하여 현저히 줄어들었으며 물 불용해성분이

Table 2. Mineral composition of seaweeds

(Unit: 1,000 ppm)

	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
Laver	3.242	3.097	5.115	18.565	0.260	- ¹⁾	-	0.044	0.019	-	0.001	0.003	0.001
Sea tangle	6.931	5.098	6.672	34.545	0.106	-	-	0.080	0.002	0.006	-	0.001	-
Sea mustard	7.459	6.551	39.850	2.705	0.202	-	-	0.033	0.006	0.002	0.001	0.001	0.001
Seaweed fusiforme	9.376	4.790	8.383	32.545	0.585	-	-	0.014	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001
Green laver	2.850	5.940	10.310	36.570	1.879	-	-	0.029	0.012	0.003	0.007	0.003	0.001

¹⁾Not determined.

Table 3. Physicochemical characteristic of salts

	Yield (g)	Insoluble solid (g)	Color			pH	ORP (mV)	NaCl (%)
			L	a	b			
Dried salt	2.817	-	92.40	0.13	4.43	8.87	158.5	84.6
Ashed salt	1.605	0.339	94.27	-0.22	1.93	7.71	147.8	89.6

Table 4. Mineral contents of salts

(Unit: 1,000 ppm)

	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
Dried salt	1.61	57.92	178.20	15.71	-	0.002	0.007	0.012	0.015	0.051	0.008	0.019	0.002
Ashed salt	2.77	16.97	219.50	28.78	-	0.001	0.007	0.006	0.005	0.025	0.011	0.018	-

Table 5. Physicochemical characteristic of various seaweed salts

	Yield (g)	Insoluble solid (g)	Color			pH	ORP (mV)	NaCl (%)
			L	a	b			
Laver	2.23	0.75	95.87	-0.02	1.79	7.63	163.6	92.0
Sea tangle	2.67	0.95	95.72	-0.11	1.82	8.73	111.5	91.1
Sea mustard	3.10	1.04	95.62	-0.03	2.02	8.79	187.9	94.6
Seaweed fusiforme	2.52	1.12	95.02	-0.05	2.12	7.78	116.3	92.2
Green laver	2.47	1.53	96.27	-0.15	1.98	7.54	179.4	90.3

Table 6. Mineral composition of various seaweed salts

(Unit: 1,000 ppm)

	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
Laver	8.19	1.37	268.20	115.60	0.006	-	0.004	0.013	-	0.019	0.004	0.016	0.001
Sea tangle	12.39	0.42	218.40	173.40	0.011	0.002	0.014	0.064	0.009	0.014	0.005	0.027	-
Sea mustard	7.59	0.62	235.90	25.91	0.003	0.001	0.001	0.019	0.014	0.006	0.001	0.015	-
Seaweed fusiforme	9.82	0.56	207.60	170.00	0.010	0.017	0.002	0.052	0.015	0.001	0.003	0.017	-
Green laver	6.21	5.35	216.90	158.90	0.001	0.001	0.003	0.022	0.013	0.010	0.006	0.026	0.001

생성되는 대신 소금의 순도는 89.6%로 증가하였다. 제조한 소금 용액의 pH는 건조한 한 소금의 pH 8.87보다 회화시킨 소금은 pH 7.71로 중성에 가까웠고 ORP도 158.5 mV에서 147.8 mV로 감소하였다. 소금의 색은 회화시킨 경우 회화 후에 물 불용해성분이 제거되었기 때문에 L값이 증가하고 b값이 감소하여 밝고 흰색에 가까워 졌다.

제조한 소금의 무기성분은 Table 4와 같이 회화시킨 경우 건조한 한 소금에 비하여 Na와 K, Ca는 증가하였으나 Mg 함량은 감소하여 회화시킨 경우 Mg는 일부가 산화 휘발되거나 물 불용해성분으로 전환된 것이 아닌가 생각되었다. 또한 회화시킨 소금이 건조한 한 소금에 비하여 Zn과 Cu, Ni는 조금 감소하는 추세이었는데 이는 회화시킬 경우 소금중의 무기물 일부가 물에 불용해성분으로 바뀌어 제거되었기 때문인 것으로 판단되었다.

해조소금의 성분 특성

해조류에 바닷물 농축액을 첨가하여 건조 회화시켜 제조한 해조소금의 일반 특성은 Table 5와 같다. 소금의 수율은 미역이 3.10 g으로 가장 높았고 다음으로 다시마이었으며 김이 2.23 g으로 가장 낮았다. 소금의 순도는 미역소금이 94.6%로 높았으며 파래소금이 90.3%로 가장 낮았으나 물 불용해 성분은 파래소금이 많았고 김과 다시마소금은 적었다. 해조소금의 pH는 미역과 다시마소금이 높아 각각 pH 8.79와 pH

8.73이었으며 ORP는 다시마소금이 111.5 mV로 가장 낮았고 다음으로 툇소금이었으며 미역소금에서 가장 높았다. 해조소금은 건조한 한 소금에 비하여 ORP가 낮았는데, ORP의 저하는 소금의 섭취시 산화환원전위를 낮추어 체내의 과산화물의 생성을 줄일 수 있어 바람직할 것으로 생각되었으며, $Ha^{(4)}$ 등은 기계염이 과산화물 생성 촉진능이 높았으나 구운 소금은 다소 낮았고, 가공염이 천일염에 비하여 보물염변이 효과가 낮았다고 보고한 바 있다. 한편 소금의 색은 L값과 a, b값이 각각 95.02~96.27, -0.02~-0.15, 1.79~2.12로 Table 3의 소금물만 회화시킨 소금의 L값 94.27에 비하여 조금 밝을 뿐 a와 b값은 유사하였고, 사용한 해조류의 종류에 관계 없이 색은 백색에 가까웠는데 이는 회화시켜 물 불용해성분을 여과 제거하였기 때문인 것으로 판단되었다.

해조소금의 무기성분은 Table 6과 같이 Na 다음으로 K 함량이 높아 건조한 한 소금과는 현저한 차이가 있었고 건조한 한 소금에 많았던 Mg는 줄어든 대신에 Ca가 증가하였다. 한편 $Ha^{(4)}$ 등은 천일염의 무기질 함량은 Mg가 5883~10266 ppm으로 가장 많았고 다음으로 K와 Ca가 각각 1662~3701 ppm, 579~1037 ppm이라 하였으며, Park⁽¹³⁾ 등은 국내산 천일염이 수입산에 비하여 K와 Mg함량이 많았다고 보고하였고, Jo⁽¹²⁾ 등은 천일염을 구울 경우 NaCl은 $84.3 \pm 4.63\%$ 에서 $96.6 \pm 0.71\%$ 로 증가한 대신 Mg와 Ca가 현저히 감소하였다고 보고한 바 있다. 해조소금의 중금속 함량도 Zn과 Al이

Table 7. Effect of sea water concentration on physicochemical characteristics of sea mustard salts

Concentration	Yield (g)	Insoluble solid (g)	pH	ORP (mV)	NaCl (%)
0%	1.55	0.65	10.68	-44.5	77.47
4%	1.80	0.70	10.24	-44.2	81.73
10%	2.05	0.90	9.48	-1.5	91.26
15%	2.45	0.85	8.67	159.1	92.43
20%	2.85	0.80	7.39	184.7	95.94

조금 증가하였고 Ni이 감소하였으나 건조만 한 소금이나 회화시킨 소금과 큰 차이는 없었다. 해조소금 종류별로는 K는 미역소금의 경우 2.59%로 건조만 한 소금과 같은 수준이나 다른 해조소금은 11.56~17.34%로 현저히 증가하였고 다시마 소금이 가장 많았다. Ca는 다시마 소금에서 1.24%로 높았고 파래와 미역소금에서 낮았으며, Mg는 다시마와 툇소금에서 낮은 함량을 보였다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 해조소금의 수율은 미역소금이 높아 해조소금 제조에 유리하였으나 무기성분 조성은 소금의 과잉 섭취시 문제가 되는⁽¹⁾ Na대신에 K와 Ca함량이 많은 다시마 소금이 좋을 것으로 판단되었다.

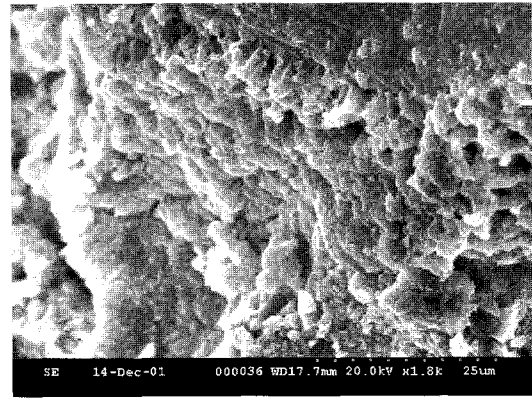
소금물 농도의 영향

해조소금 제조시 수율이 높고 다른 해조류에 비하여 가공시 부산물이 많이 발생하는 미역을 이용하여 소금물의 농도를 달리하여 제조한 해조소금의 일반 특성은 Table 7과 같다. 해조소금의 수율과 NaCl 함량은 소금물의 농도가 증가할수록 증가하였으나 물 불용해성분은 10%소금물을 사용하였을 때 가장 많았다. 해조소금물의 pH는 미역만을 사용한 경우 pH 10.68에서 소금물의 농도가 증가할수록 pH는 낮아졌고 ORP도 미역만을 사용한 소금의 -44.5 mV에서 20% 소금물을 사용한 경우는 184.7 mV로 증가하였다.

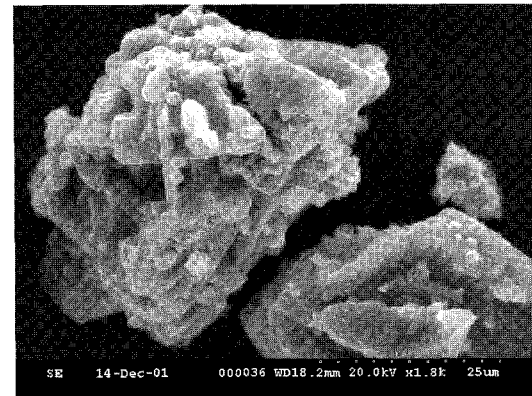
무기성분은 Table 8과 같이 소금물의 농도가 증가하면 Na 함량은 근소하게 감소하나 Ca와 Mg는 현저하게 증가하였고, K는 소금물의 농도가 10%까지 증가할 때는 증가하나 그 이상의 농도에서는 큰 차이는 없었다. 중금속 함량은 일정하지 않았으며 Pb와 Zn, Cu가 미량 검출되었을 뿐 Cd, Cr, Ni, Mn 등은 흔적량 존재하였다.

소금의 표면구조

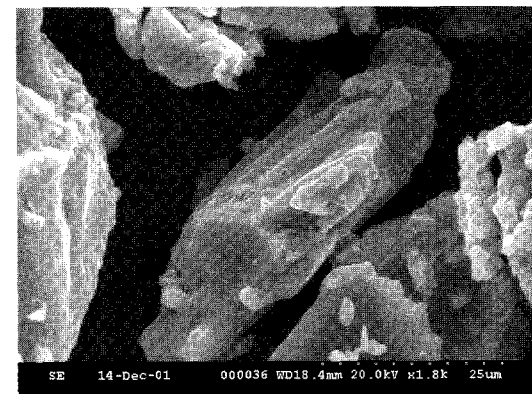
소금의 외형 및 표면구조를 주사식 전자현미경(SEM)을 이용하여 1,800배로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다. 건조만 한 소금은 표면이 불규칙하고 일정한 형태가 없는 구조를 이루고 있으나 550°C에서 회화시킨 경우에는 표면이 매끈하고 모



Dried salt



Ashed salt



Sea mustard salt

Fig. 1. Comparison of some kinds of salt viewed in the scanning electron microscope (×1,800).

서리의 각이 둔화되었다. 미역소금은 회화시킨 소금보다 표면이 매끈하고 모서리도 둥근 형태로 변형되었다. $Ha^{(14)}$ 등은 소금은 특징적인 육각형의 결정구조를 가지나 천일염은

Table 8. Effect of sea water concentration on mineral composition of sea mustard salts

(Unit: 1,000 ppm)

Concentration	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
0%	0.390	0.007	244.8	14.85	-	-	-	0.013	0.016	-	0.003	0.028	0.001
4%	0.600	0.011	243.3	15.71	-	-	0.001	0.003	0.009	-	0.002	0.024	0.001
10%	2.035	0.023	243.1	19.55	-	-	-	0.026	-	-	0.003	0.014	0.001
15%	6.248	0.583	241.8	18.73	-	-	-	0.029	0.007	-	-	0.009	0.001
20%	9.627	0.725	240.6	19.69	0.004	-	-	0.025	0.014	-	-	0.025	-

다른 무기물이나 이물질에 의해 결정구조의 핵이 중복되면서 겹을 이루고 있고, 구운 소금은 열처리로 인해 용융되어 소금의 결정구조가 파괴되고 불규칙한 등근 형태로 변형되었다고 보고한바 있다.

요 약

해조류와 소금물을 이용하여 해조소금을 제조하고 이화학적 특성과 무기성분을 비교하였다. 해조소금 제조에 사용한 해조류의 회분함량은 미역이 22.78%로 많았고 김이 9.81%로 적었으나 무기성분으로 미역은 Na함량이 많은 반면 다시마와 툇은 K와 Ca가 많았다. 건조만 한 소금을 회화시켜 물용해성분을 제거하면 소금의 순도가 증가하여 색이 밝아졌으며 pH와 ORP가 저하하였고, K와 Ca함량은 증가하나 Mg가 감소하였다. 해조소금의 수율은 미역소금에서 높았고 ORP는 다시마와 툇소금에서 낮았으며, K와 Ca함량은 미역소금에 비하여 다시마와 툇소금이 현저히 많았다. 해조소금 제조시 소금물의 농도가 증가하면 소금의 수율과 순도는 증가하나 pH는 저하하였고, ORP와 Ca, Mg함량이 증가하였다. 해조소금을 SEM에 의해 표면관찰 한 바 소금의 외형이 작고 특징적인 결정구조를 보였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부와 목포시에서 지원하는 지역협력연구(해조류 가공과 기능성 물질 개발연구) 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사 드립니다.

문 헌

1. Lee, J.E. Salt and hypertension. Korean J. Nephrol. 11, Suppl. 6: 56-60 (1992)
2. Park, R.S., Kim, S.J. and Lee, L.H. Survey on sodium content of low salt diet at 27 hospitals. Korean J. Nutr. 10: 38-43 (1977)
3. Chung, K.R. A survey on the sodium chloride content of common restaurant meals in Seoul area. Korean J. Food Sci. Technol. 19: 475-479 (1987)
4. Ha, J.O. and Park, K.Y. Comparison of autooxidation rate and

- comutagenic effect of different kinds of salt. J. Korean Associ. Cancer Prev. 4: 44-51 (1999)
5. Yang, J.S., Kim, O.H., Chung, S.Y., Yoo, T.M., Roh, Y.N., Yi, S.Y., Chung, M.W., Ahn, M.R., Choi, H.J. and Rhee, H.M. Pharmacological evaluation of bamboo salt. J. Appl. Pharm. 7: 178-184 (1999)
6. Shin, M.S. and Lee, H.S. The properties of Salts and their effects on salts vegetables. J. Korean Home Economic Associ. 21: 55-63 (1983)
7. Kim, S.D. Salting and fermentation of *kimchi*. J. Food Sci. Technol. 9:187-196 (1997)
8. Shin, D.H., Jo, E.J. and Hong, J.S. Chemical composition of imprinted table salts and *kimchi* preparation test. J. Food Hyg. Safety 14: 277-281 (1999)
9. Park, S.J., Park, K.Y. and Jun, H.K. Effects of commercial salts on the growth of *kimchi*-related microorganisms. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 806-813 (2001)
10. Park, M.W. and Park, Y.K. Changes of physicochemical and sensory characteristics of *oiji* (Korean pickled cucumbers) prepared with different salts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 419-424 (1998)
11. Jeong, K.J. The production system of tol salt at Guom village in Cheju island. Geographical J. Korea 32: 87-104 (1998)
12. Jo, E.J. and Shin, D.H. Study on the chemical compositions of sun-dried, refined, and processed salt produced in Chonbuk area. J. Food Hyg. Safety 13: 360-364 (1998)
13. Park, J.W., Kim, S.J., Kim, S.H., Kim, B.H., Kang, S.K., Nam, S.H. and Jung, S.T. Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1442-1445 (2000)
14. Ha, J.O. and Park, K.Y. Composition of mineral contents and external structure of various salts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 413-418 (1998)
15. Korea Dietary Safety Civil Committee, The all about salts. International seminar on salt (Korea · China · Japan), pp. 1-33 (2000)
16. Suphsorn, C., Ramu, M.R., Joseph, A.L. and Mahmood, A.K. Fatty acids and sensory acceptance of a dietary sodium-potassium fish sauce. J. Agric. Food Chem. 31: 14-17 (1987)
17. The ministry of health and welfare, Food standard code, Seoul (2000)
18. AOAC. Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1995)
19. Kang, M.H., Kim, Y.B. and Lee, S.R. Digestibility of some Korean seaweeds through an animal experiment. Korean J. Nutr. 9: 69-75 (1976)

(2002년 9월 10일 접수; 2003년 1월 17일 채택)