

해조소금의 제조에 관한 연구

김동한* · 이상복¹ · 임중환²

목포대학교 식품영양학 전공, ¹호남농업연구소, ²목포대학교 식품공학과

Characteristics of Seaweed Salts Prepared with Seaweeds

Dong-Han Kim*, Sang-Bok Lee¹, and Jong-Whan Rhim²

Department of Food and Nutrition, Mokpo National University

¹Honam Agricultural Research Institute, RDA

²Department of Food Engineering, Mokpo National University

Physicochemical properties and mineral composition of seaweed salts prepared by incineration and osmotic dehydration methods were determined. As the incineration temperature increased, yield of seaweed salts, insoluble solids, pH, alkalinity, and oxidation-reduction potential (ORP) decreased. Alkalinity of salt prepared with sea tangle was higher than that of sea mustard. ORP decreased by incineration above 700°C, and was lower in salt with sea tangle. As incineration temperature increased, amounts of K and Ca in seaweed salt increased, whereas that of Mg decreased. Potassium and Ca contents of seaweed salt increased remarkably compared with those of common salt. Potassium content of sea tangle salt was higher than that of sea mustard. As incineration time increased, yield of seaweed salts, insoluble solid content, and pH decreased, whereas ORP of the salt increased. Potassium content of seaweed salt with incineration time, while Ca and Na contents decreased after incineration of 8 and 4 hr, respectively. Yield of seaweed salt by osmotic dehydration increased as immersion time in sea water increased. pH of salt from sea mustard was higher than that of sea tangle. ORP of seaweed salt dried three times was -128.8 mV, significantly lower than that of salt prepared by incineration method. As sea water immersion time increased, Mg content of seaweed salt increased significantly, while Ca content decreased. Potassium content of seaweed salt was higher in sea tangle salt. In case of salt prepared by incineration of residuals, pH increased with immersion time but ORP decreased.

Key words: seaweed salt, incinerate and osmosis, mineral composition, ORP

서 론

소금은 인체의 생리기능을 유지하기 위해 없어서는 안 되는 무기물일 뿐만 아니라, 식생활에서 음식의 맛 조절과 식품의 저장을 위하여 널리 사용되어 왔다. 삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 대부분 염전에서 생산되는 천일염을 식용으로 사용하여 왔으며 암염이나 호염, 정염 등이 이용되기도 한다. 외국의 값싼 천일염, 암염 등이 수입되고 있으나 국내산 천일염과는 염도나 무기물 조성 등 차이가 있고, 최근에는 기계염과 재제염, 가공염, 죽염 등 다양한 형태의 소금이 생산 이용되고 있다. 소금은 체내에서 세포막의 전압과 혈압 조절 등 생리 기능과 관련이 있다. 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).

소금이 인체에 미치는 영향에 관한 연구는 소금의 종류에 따른 과산화 효과와 보툴리눔독소(2), 죽염의 약리작용(3)과 생리활성(4)에 대한 보고가 있다. 또한 소금이 발효식품 제조시 김치(5-7)나 오이지(8,9), 고추장(10) 등에 미치는 영향에 대한 여러 연구가 있으나, 한국인은 김치나 장류, 젓갈류 등을 통한 소금의 섭취가 생리적인 요구량보다 많은 경향이 있다(11,12).

그러나 소금의 제조와 그 특성에 관한 연구는 극히 미미하여 돌소금의 생산구조와 정제염(13)에 관한 보고와 소금 종류별 무기물 조성(14,15), 외형구조(16)에 대한 제한적인 연구 등이 있을 뿐이다. 해조소금(조염)은 해조를 건조하거나 구워서 만든 가공염의 일종으로 제주도나 일본에서 소량씩 제조되었으나(17), 현재는 값싼 가공염에 밀려 거의 생산되고 있지 않다. 해조소금의 염도는 90% 내외이고, 일반 소금과는 달리 인체에 유익한 칼륨과 칼슘 등 각종 무기물을 많이 포함하고 있으며, 특히 칼륨은 소금의 과잉섭취가 원인이 되는 각종 발효식품에 소금대신 대체할 수 있는 무기물(18)로 주목되고 있다. 또한 이들 해조류에는 미량 원소와 기능성 당질을 함유(19-21)하고 있어 기능성 해조차(22), 해조소금(23) 등으로 활용되기도 한다.

*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

이에 본 연구에서는 해조류를 가공하는 과정에서 얻어지는 부산물을 이용하여 무기물이 보강된 해조소금을 제조할 목적으로 미역과 다시마를 이용하여 제조조건을 회화법과 건조법으로 달리하여 제조한 해조소금의 품질 특성을 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

해조소금 제조에 사용한 미역(sea mustard: *Undaria pinnatifida*)과 다시마(sea tangle: *Laminaria japonica*)는 2002년 전남 목포의 건어물시장에서 구입하여 충분히 건조시킨 후 40 mesh로 분쇄하여 사용하였다. 소금제조에 사용한 바닷물은 전남 해남군 소재 염전에서 1차 농축한 24°Be의 바닷물을 사용하였다.

해조소금의 제조

회화법에 의한 해조소금의 제조는 해조류 10 g을 증발접시에 취하고 동량의 바닷물 농축액을 첨가하여 105°C에서 12시간 건조하여 수분을 제거한 후 550-800°C에서 4-14시간 회화시켰다. 회화물은 50 mL의 증류수로 용해한 후 Whatman No. 41(ashless) 여과지로 여과하고 잔류하는 불용해성 물질을 50 mL의 증류수로 2-3회 세척한 후, 여과액을 105°C에서 증발 건조시켜 해조소금을 제조하였다. 또한 삼투압 추출방법을 이용한 건조법은 5 mm 정도로 절단한 해조류에 바닷물 농축액을 동량 혼합한 후 105°C에서 건조시켜(1-6회) 석출된 소금을 5배량의 증류수로 용해시킨 후 건조하여 제조하였다. 소금의 수율은 해조류 10 g와 바닷물 10 mL의 혼합물에서 얻어지는 소금량으로 환산하였으며, 이하 실험은 3반복 이상 실시한 결과의 평균값으로 표시하였다.

일반성분 분석

해조소금의 pH와 ORP(산화환원전위)는 1%로 조제한 소금용액에 pH-meter(Orion 920A, USA)를 이용하여 직접 측정하였고, 알칼리도는 methyl red를 지시약으로 하여 0.1 N HCl로 적정하였으며, 소금함량은 Mohr법(24), 물 불용해성분은 AOAC법(25)에 준하여, 색은 색도계(Chromameter CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였다.

무기물 함량

해조소금의 무기물 함량은 0.1% 용액을 직접 분석시료로 하여 ICP(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer; Varian Liberty 100, USA)를 이용하여 측정하였다. ICP 분석조건은 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

회화법에 의한 해조소금

바닷물 농축액을 건조(대조구)하거나 회화온도를 550-800°C로 달리하여 제조한 해조소금의 일반특성은 Table 1과 같다. 회화온도가 높을수록 소금의 수율과 물 불용해 성분은 감소하여 가열온도가 높아짐에 따라 소금의 승화되는 비율이 증가하였고, 소금 중에 함유되어 있는 무기물의 일부는 가열과정에서 서로 반응하여 물에 난용성인 염을 생성하였다. 물 불용해 성분의 색도는 회화온도가 증가함에 따라 L-값은 증가하나 a와 b-값은 감소하여 밝고 회색에 가까운 색을 띄었다. 소금의 pH는 회화온도가 높아질수록 저하하여 알칼리도는 감소하였는데, 이는 회화 온도가 높을수록 소금 중에 함유되어 있는 알칼리성 무기성분이 승화되어 감소하기 때문인 것으로 판단되었다. 산화환원전위(ORP)는 소금을 가열처리하면 증가하였으나 650°C 이상의 온도에서는 다시 저하하는 경향이였다.

바닷물 농축액에 미역 또는 다시마를 동량 첨가하여 회화시킨 해조소금의 경우도 Table 2와 같이 회화온도가 높아질수록 소금의 수율과 물 불용해 성분은 감소하나, 바닷물 농축액만을 가열하여 제조한 소금에 비하여 많았다. 물 불용해 성분의 색도는 바닷물 농축액을 회화시킨 경우보다 어두운 색을 띄나 회화온도가 높아지면 L-값이 증가하여 밝은 색을 띄었다. 소금의 pH는 회화온도가 높아짐에 따라 저하하여 알칼리도는 감소하였고, 산화 환원전위는 700°C까지는 증가하나 그 이상의 온도에서는 저하하는 경향이였다. 시험구간에는 다시마로 제조한 해조소금이 미역소금에 비하여 pH가 높아 알칼리도가 높았으나 산화환원 전위는 낮았다.

회화온도를 달리한 해조소금의 무기성분을 ICP로 분석한 결과는 바닷물 농축액만 회화시킨 경우(Table 3) 대조구인 건조염은 Na 다음으로 Mg 함량이 많았으며 다음으로 K가 높았다. 그러나 이를 회화시킨 경우는 회화 온도가 700°C까지 증가함에 따라 Na와 K 함량은 증가하는 대신 Mg는 현저히 감소되었고, Ca도 조금 증가하는 경향이어서 건조만 한 소금과는 차이가 있었다. 해조소금(Table 4)은 바닷물 농축액만 이용한 소금에서 많았던 Mg는 줄어든 대신에 K와 Ca 함량이 증가하여 해조소금의 무기성분은 Na 다음으로 K 함량이 높았다. 시험구간에는 다시마를 이용한 해조소금이 미역에 비하여 K 함량이 현저히 많았으며 Ca 함량도 조금 많은 경향이였다. 중금속 함량은 건조만 한 소금이나 회화시킨 소금과 큰 차이는 없었고, Fe와 Zn, Cu, Ni, Cr, Pb 등이 미량 검출되었으나, 이들 금속은 Na나 K를 다량 함유하고 있는 소금물을 시료 용액으로 사용

Table 1. Effect of incineration temperature on physicochemical characteristics of the seawater salts

	Temp. (°C)	Yield (g)	Insoluble solid (g)	Insoluble solid color			pH	ORP (mV)	Alkalinity (0.1N HCl mL/g)
				L	a	b			
Sea water	100	2.92	-	-	-	-	9.29	11.5	0.89
	550	2.07	0.92	93.63	0.32	2.05	7.52	233.2	0.22
	600	1.96	0.81	94.90	0.29	1.79	7.20	236.6	0.21
	650	1.89	0.75	95.45	0.05	1.67	7.11	233.0	0.19
	700	1.74	0.73	96.01	-0.05	1.59	6.93	232.6	0.18
	750	1.66	0.72	96.88	-0.18	1.55	6.84	202.5	0.16
	800	1.48	0.67	97.98	-0.29	1.38	6.81	191.4	0.15

Table 2. Effect of incineration temperature on physicochemical characteristics of the seaweed salts

	Temp. (°C)	Yield (g)	Insoluble solid (g)	Insoluble solid color			pH	ORP (mV)	Alkalinity (0.1N HCl mL/g)
				L	a	b			
Sea mustard	550	2.91	1.04	54.00	-0.53	1.95	8.45	238.7	0.38
	600	2.88	1.02	59.26	-0.50	1.10	8.14	258.0	0.29
	650	2.73	0.91	68.56	-0.23	0.97	7.62	267.0	0.26
	700	2.63	0.85	73.56	0.11	0.71	7.51	294.6	0.21
	750	2.54	0.84	76.86	0.43	0.52	7.30	289.3	0.18
	800	2.48	0.78	78.41	0.75	0.03	6.99	278.5	0.12
Sea tangle	550	3.09	1.05	51.97	-0.93	1.92	8.27	230.5	0.39
	600	2.89	1.02	58.59	-0.89	1.14	8.12	243.5	0.31
	650	2.81	0.93	61.10	-0.69	1.00	7.96	282.0	0.31
	700	2.69	0.88	67.17	-0.31	0.60	7.85	284.4	0.26
	750	2.55	0.82	71.78	-0.25	0.57	7.67	238.0	0.23
	800	2.51	0.79	76.33	-0.04	0.20	7.44	202.3	0.20

Table 3. Effect of incineration temperature on mineral composition of the seawater salts

(Unit: 1,000 ppm)

	Temp. (°C)	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
Sea water	100	2.26	61.24	194.5	18.9	-	-	0.01	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	-
	550	2.75	11.19	254.2	27.5	-	-	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01	0.03	-
	600	3.11	10.93	262.2	28.5	-	-	0.01	0.03	0.03	-	0.01	0.02	-
	650	3.13	9.01	263.3	28.7	-	-	0.01	0.03	0.03	-	0.01	0.02	-
	700	3.28	6.73	272.2	30.3	-	-	0.02	0.03	0.03	-	-	0.02	-
	750	4.01	6.31	265.9	29.9	-	-	0.02	0.03	0.01	-	-	0.01	-
	800	4.87	5.91	258.2	26.3	-	-	0.02	0.02	0.01	-	-	0.01	-

Table 4. Effect of incineration temperature on mineral composition of the seaweed salts

(Unit: 1,000 ppm)

	Temp. (°C)	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
Sea mustard	550	8.71	3.46	251.7	54.2	-	-	0.02	0.08	0.03	-	-	0.02	-
	600	8.96	2.58	248.7	49.7	-	-	0.02	0.06	0.02	-	-	0.03	-
	650	9.04	2.19	247.3	63.6	-	-	0.02	0.07	0.02	-	-	0.03	-
	700	9.47	0.85	238.5	58.2	-	-	0.01	0.04	0.01	-	-	0.03	-
	750	11.36	0.24	229.6	57.0	-	-	0.01	0.04	0.01	-	-	0.04	-
	800	11.68	0.15	221.3	56.9	-	-	0.01	0.02	0.02	0.01	-	0.02	-
Sea tangle	550	8.63	4.55	243.3	121.7	-	-	-	0.06	0.04	-	-	0.01	-
	600	9.78	3.95	249.4	124.3	-	-	-	0.04	0.02	-	-	0.03	-
	650	11.62	3.35	245.3	127.5	-	-	-	0.02	0.02	-	-	0.03	-
	700	12.32	0.99	241.0	118.7	-	-	-	0.03	0.01	-	-	0.02	-
	750	12.36	0.34	240.9	112.7	-	-	0.01	0.03	0.01	-	-	0.03	-
	800	12.41	0.21	238.9	104.5	-	-	0.01	0.01	0.03	0.01	-	0.03	-

한 관계로 ICP 분석에 어려움이 있었다. 이러한 결과는 Ha(16) 등의 천일염의 무기질 함량은 Mg가 가장 많았고 다음으로 K와 Ca순이었으며, Jo 등(14)의 천일염을 구울 경우 NaCl은 84.3 4.63%에서 96.6±0.71%로 증가한 대신 Mg와 Ca가 현저히 감소되었던 보고와 유사하였다. 또한 Park 등(15)은 국내산 천일염이 수입산에 비하여 K와 Mg 함량이 많았다고 보고한 바 있다.

24°Be의 바닷물 농축액을 이용하여 700°C에서 해조소금을 제조할 때 회화시간을 4-12시간으로 달리하여 제조한 소금의 일반 특성은 Table 5와 같다. 회화시간이 길어짐에 따라 소금의 수율과 물 불용해성 성분량은 감소하였으나 물 불용해성분의 색도는 L값이 증가하여 밝은 색을 띠었다. 소금의 pH는 회화

시간이 증가함에 따라 점차 중성에 가까운 pH를 보여 알칼리도는 감소하였고 ORP도 점차 증가하는 경향이었다. 해조류 간에는 다시마를 이용한 해조소금의 pH가 높아 알칼리도가 조금 높았으며, ORP는 낮았다. 소금의 무기성분은 Table 6과 같이 회화시간이 길어지면 K 함량은 증가하고 Mg는 감소하였으나 회화온도의 증가에 의한 차이보다는 적었다. Ca는 8시간까지는 증가하나 그 이후에는 감소하는 경향이었고 Na 함량도 4시간 이후에는 감소하였다. 따라서 고온에서 장시간 회화시킬 경우 Mg뿐만 아니라 Na나 Ca도 일부가 승화되거나 물 불용해 성분으로 전환되는 것이 아닌가 생각되었다. 해조소금의 중금속 함량은 회화시간이 증가하더라도 특징적인 차이는 볼 수 없

Table 5. Effect of incineration time on physicochemical characteristics of the seaweed salts

	Incineration time	Yield (g)	Insoluble solid(g)	Insoluble solid color			pH	ORP (mV)	Alkalinity (0.1N HCl mL/g)
				L	a	b			
Sea mustard	4	2.61	0.84	65.64	-1.14	2.43	8.29	108.1	0.28
	6	2.49	0.83	68.40	-0.98	2.95	8.33	115.3	0.25
	8	2.47	0.79	72.78	-0.67	3.44	8.15	121.0	0.23
	10	2.44	0.77	75.94	-0.64	3.54	7.76	134.3	0.22
	12	2.42	0.71	76.69	-0.45	4.02	7.68	149.0	0.21
Sea tangle	4	2.66	0.72	54.33	-1.53	-0.98	8.45	97.0	0.31
	6	2.60	0.68	54.34	-1.49	-0.44	8.40	106.3	0.27
	8	2.43	0.66	57.36	-1.48	-0.15	8.21	115.5	0.26
	10	2.34	0.66	58.72	-1.42	0.34	8.01	124.1	0.24
	12	2.27	0.61	60.34	-1.38	0.58	7.95	129.5	0.23

¹⁾Incineration temperature: 700°C.

Table 6. Effect of incineration time on mineral composition of the seaweed salts

(Unit: 1,000 ppm)

	Incineration time	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
Sea mustard	4	9.66	0.39	297.6	54.1	-	-	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	-
	6	9.69	0.31	291.2	52.8	0.01	-	0.01	0.02	0.02	0.02	-	0.02	-
	8	10.96	0.28	292.8	54.7	0.01	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	-
	10	10.27	0.24	293.6	58.3	0.01	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	-
	12	9.29	0.23	294.4	58.7	0.01	-	0.01	0.01	0.02	0.02	-	0.02	-
Sea tangle	4	10.01	0.48	321.6	77.1	-	-	0.01	0.01	-	0.02	-	0.02	-
	6	10.82	0.43	314.8	76.1	0.01	-	0.02	-	0.01	0.02	0.01	0.02	-
	8	11.43	0.36	314.3	76.9	0.01	-	0.01	-	0.01	0.02	-	0.02	-
	10	10.91	0.37	313.6	77.6	0.01	-	0.01	-	-	0.03	-	0.02	-
	12	9.76	0.35	314.9	78.5	0.01	-	0.02	-	0.01	0.02	-	-	-

¹⁾Incineration temperature: 700°C.

었다. 이러한 결과들로 미루어볼 때 다시마를 이용한 해조소금의 제조가 미역에 비하여 pH가 높아 알칼리도가 높으며 산화환원전위도 낮고, 무기성분 조성도 소금의 과잉 섭취시 문제가 되는 Na(1) 대신에 K 함유량이 많아 해조소금 제조에 유리할 것으로 판단되었다.

건조법에 의한 해조소금

미역과 다시마를 5 mm 정도 되게 절단한 후 동량의 바닷물을 1-6회 가하면서 105°C에서 건조하여 해조류의 무기성분을 삼투압으로 추출하여 제조한 해조소금은 Table 7에서 보는바와 같다. 소금의 수율은 바닷물의 첨가 횟수가 증가함에 따라 증가하였고 미역에서 조금 높았다. 반면 해조소금의 pH는 바닷물의 첨가 횟수가 증가함에 따라 저하하였으나 회화시킨 소금과는 달리 미역으로 제조한 소금이 다시마에 비하여 pH는 현저히 높았고, 소금의 알칼리도도 건조 횟수가 증가하면 낮아졌다. 소금의 ORP도 -71.5 --128.4 mV로 회화소금과는 달리 현저히 낮았으며 3회 건조까지는 저하하나 그 이후에는 증가하는 경향이였다. 이러한 ORP의 저하는 소금 섭취시 체내에서 ORP를 낮추어 과산화물에 의한 장해를 줄일 수 있다고 판단되기 때문에 바람직할 것으로 생각되었다(10). Ha 등(2)은 기계염이 과산화물 생성 촉진능이 높았으나 구운 소금은 다소 낮았고, 가공염이 천일염에 비하여 돌연변이 유도효과가 낮았다고 보고한 바 있다.

삼투압 추출법으로 건조시켜 해조소금을 제조하고 남은 미

Table 7. Effect of seawater addition time on physicochemical characteristics of the seaweed salts

	Addition time	Yield (g)	pH	ORP (mV)	Alkalinity (0.1 N HCl mL/g)
Sea mustard	1	1.46	9.58	-112.6	0.89
	2	2.34	9.68	-116.4	0.88
	3	3.40	9.82	-128.4	0.96
	4	4.71	8.73	-86.5	0.58
	5	5.87	8.29	-71.5	0.46
	6	7.81	8.09	-72.0	0.36
Sea tangle	1	1.14	7.71	-107.6	1.05
	2	2.30	7.83	-125.5	0.85
	3	3.25	7.62	-128.8	0.84
	4	4.17	6.93	-112.6	0.51
	5	5.32	6.70	-93.1	0.41
	6	6.33	6.53	-92.8	0.36

역과 다시마를 700°C에서 회화시켜 제조한 소금은 Table 8과 같이 소금의 수율과 물 불용해 성분은 첨가횟수가 증가됨에 따라 증가하였으나 일반 회화소금에 비해서는 적었다. 소금의 pH도 바닷물 첨가 횟수가 많아지면 점점 증가하였으며 다시마로 제조한 소금에서 높아 Table 7과는 대조적이었다. 반면 ORP는 2-4회 첨가시 높았으나 특징적인 차이는 아니었고, 소금의 알칼리도는 감소하는 경향이였다.

Table 8. Effect of seawater addition time on physicochemical characteristics of the remained seaweed salts

	Addition time	Yield (g)	Insoluble solid (g)	Insoluble solid color			pH	ORP (mV)	Alkalinity (0.1 N HCl mL/g)
				L	a	b			
Sea mustard	1	0.63	0.42	55.84	-0.86	0.29	7.81	249.2	0.38
	2	0.91	0.38	55.49	-0.85	0.39	7.96	280.7	0.35
	3	1.13	0.49	55.53	-0.67	1.08	8.17	273.3	0.30
	4	1.29	0.54	55.19	-0.57	1.11	8.28	266.4	0.23
	5	1.65	0.60	54.97	-0.45	2.26	8.49	261.9	0.19
	6	1.66	0.61	54.07	-0.39	2.28	8.51	259.5	0.18
Sea tangle	1	0.53	0.42	62.87	-0.46	1.32	8.35	228.6	0.36
	2	0.60	0.39	61.31	-0.38	1.37	8.37	255.2	0.38
	3	0.84	0.45	60.30	-0.35	2.08	8.53	261.5	0.38
	4	1.00	0.51	59.72	-0.34	2.18	8.59	262.3	0.35
	5	1.22	0.58	55.34	-0.33	2.49	8.67	257.4	0.34
	6	1.34	0.60	53.01	-0.31	2.98	8.78	246.3	0.29

Table 9. Effect of seawater addition time on mineral composition of the seaweed salts

(Unit: 1,000 ppm)

	Addition time	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
Sea mustard	1	5.74	37.62	215.6	15.5	-	-	-	0.03	0.03	0.01	-	0.01	-
	2	4.51	38.47	236.5	15.6	-	-	0.01	0.05	0.04	-	-	0.01	-
	3	4.48	40.50	236.0	15.3	-	-	0.01	0.05	0.04	0.01	-	0.02	-
	4	4.39	43.31	240.9	14.6	-	-	-	0.05	0.05	0.01	-	0.03	-
	5	3.35	44.92	229.9	14.5	-	-	-	0.04	0.05	0.01	-	0.03	-
	6	2.99	44.66	223.8	14.2	-	-	-	0.03	0.04	0.01	-	0.04	-
Sea tangle	1	5.36	36.65	203.9	72.4	-	-	0.01	0.03	0.03	0.01	-	0.05	-
	2	5.20	48.35	208.7	57.1	-	-	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.04	-
	3	5.19	52.35	213.2	46.9	-	-	-1	0.05	0.03	-	-	0.04	-
	4	5.09	52.63	215.1	35.0	-	-	-	0.04	0.02	-	-	0.03	-
	5	4.54	54.70	218.2	32.4	-	-	0.01	0.04	0.02	-	0.01	0.03	-
	6	4.07	54.51	219.	32.0	-	-	-	0.03	0.01	-	-	0.02	-

Table 10. Effect of seawater addition time on mineral composition of the remained seaweed salts

(Unit: 1,000 ppm)

	Addition time	Ca	Mg	Na	K	Al	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
Sea mustard	1	10.21	3.28	270.5	23.6	-	-	-	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	-
	2	7.93	2.87	288.7	24.4	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-
	3	7.27	2.21	296.2	26.0	-	-	-	0.04	0.02	-	-	0.02	-
	4	5.76	0.64	296.0	21.9	-	-	-	0.05	0.05	-	-	0.02	-
	5	5.66	0.53	288.4	20.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	5.59	0.42	287.8	19.8	-	-	-	0.02	0.03	-	-	0.03	-
Sea tangle	1	13.76	4.27	261.8	137.8	-	-	-	0.03	0.03	-	-	0.02	-
	2	11.35	3.01	273.5	111.1	-	-	0.02	0.02	0.02	-	-	0.06	-
	3	11.87	2.98	285.5	96.1	-	-	0.01	0.05	-	-	0.01	-	-
	4	11.09	2.03	286.1	74.9	-	-	0.01	0.05	0.04	-	-	0.01	-
	5	10.62	1.58	285.8	63.0	-	-	-	0.02	0.01	-	-	0.01	-
	6	9.72	0.71	285.2	55.7	-	-	0.01	0.02	0.01	-	0.01	0.03	-

건조에 의한 삼투압 추출로 제조한 해조소금의 무기성분은 Table 9와 같이 바닷물의 첨가 횟수가 증가함에 따라 해조소금의 Mg함량은 증가하였으나 Ca는 감소되었고, Na 함량은 4회 처리까지 증가되다가 그 이후에는 감소하는 경향을 보였다. 또한 다시마로 제조한 해조소금이 미역에 비하여 K 함량이 많았으며, 바닷물의 첨가 횟수가 증가되면 K 함량은 감소되었고 다

시마에서의 감소가 심하였다. 또한 회화법으로 제조한 해조소금에 비하여 Mg 함량이 현저하게 많았고 K와 Ca 함량은 낮아 차이가 있었다. 기타 중금속은 Zn과 Cu, Pb 등이 미량 검출되었고 Al과 Mn, Cd 등은 흔적량이 검출되었으나 Table 3에서와 마찬가지로 시료에 Na와 Mg, K 함량이 많은 관계로 시험구간에 유의적인 차이는 볼 수 없었다. 이상의 결과로 미루

어 볼 때 해조소금은 회화처리보다는 건조에 의한 삼투압 추출에 의해 제조하는 것이 ORP가 낮고 알칼리도는 높아 유리할 것으로 판단되었으나, 무기물 조성은 회화법으로 제조한 해조소금이 K와 Ca 함량이 많아 각각 장단점이 있었다.

한편 건조법으로 해조소금을 제조하고 남은 미역과 다시마의 잔류물을 회화시킨 소금의 무기성분은 Table 10과 같이 바닷물의 첨가 횟수가 증가함에 따라 Mg와 Ca 함량은 감소되었으나 Na 함량은 4회 처리까지는 조금 증가되었고, K 함량은 3회 이후에 감소하는 경향을 보였다. 또한 회화 처리만 한 해조소금에 비하여 K 함량이 적었는데 이는 건조에 의한 삼투압 추출과정에서 K가 다른 무기물에 비하여 추출되는 비율이 높기 때문인 것으로 판단되었다.

요 약

미역과 다시마를 이용하여 회화와 건조조건을 달리하여 제조한 해조소금의 이화학적 특성과 무기성분을 비교하였다. 회화온도가 높아지면 소금의 수율과 물 불용해 성분은 감소하였으며, pH는 저하하여 알칼리도와 ORP는 감소하였다. 다시마로 제조한 해조소금이 미역소금에 비하여 pH가 높아 알칼리도가 높았다. 소금의 ORP는 700°C 이상의 회화 처리로 저하되었으며 다시마소금에서 낮았다. 소금의 무기물 조성은 회화온도가 증가함에 따라 K와 Ca 함량이 증가하였고 Mg는 감소하였다. 해조소금은 K와 Ca 함량이 현저히 증가하였으나 Mg는 감소하였고, K 함량은 미역보다 다시마로 제조한 소금에서 많았다. 회화시간이 증가함에 따라 해조소금의 수율은 감소하였고, pH는 중성에 가까워지며 ORP는 증가하였다. 다시마를 이용한 해조소금이 미역에 비하여 pH는 높고 ORP는 낮았다. 해조소금의 K 함량은 회화시간이 경과함에 따라 증가되었으나 Ca 함량은 8시간 이상, Na는 4시간 이상 회화시킨 경우 감소되었다. 건조법으로 제조한 해조소금의 수율은 바닷물의 첨가횟수가 증가함에 따라 증가되었고, 해조소금의 pH는 미역이 다시마에 비하여 높았다. 3회 건조로 제조된 해조소금의 ORP는 -128.8 mV로 회화소금에 비하여 현저히 낮았으나 그 이상의 건조에서는 증가되었다. 해조소금의 무기물 조성은 건조 횟수가 증가함에 따라 Mg 함량은 현저히 증가하였으나 Ca는 감소되었으며, 다시마로 제조한 소금에서 K 함량은 많았다. 건조법으로 해조소금을 제조하고 남은 잔사를 회화시킨 경우에는 바닷물의 첨가 횟수가 증가됨에 따라 pH는 증가되었고 ORP는 감소되었다.

감사의 글

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

문 헌

- Lee JE. Salt and hypertension. Korean J. Nephrology, 11, Suppl. 6: 56-60 (1992)
- Ha JO, Park KY. Comparison of autooxidation rate and comutagenic effect of different kinds of salt. J. Korean Assoc. Cancer preven. 4: 44-51 (1999)
- Yang JS, Kim OH, Chung SY, Yoo TM, Roh YN, Yi SY, Chung MW, Ahn MR, Choi HJ, Rheu HM. Pharmacol. evaluation of bamboo salt. J. Appl. Pharmacol. 7: 178-184 (1999)
- Shin HY, Na HJ, Moon PD, Seo SW, Shin TY, Hong SH, See KN, Park RK, Kim HM. Biological activity of bamboo salt. Food Ind. Nutr. 9: 36-45 (2004)
- Shin MS, Lee HS. The properties of Salts and their effects on salts vegetables. J. Korean Home Econ. Assoc. 21: 55-63 (1983)
- Shin DH, Jo EJ, Hong JS. Chemical composition of imported table salts and kimchi preparation test. J. Fd Hyg. Safety 14: 277-281 (1999)
- Park SJ, Park KY, Jun HK. Effects of commercial salts on the growth of kimchi-related microorganisms. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 30: 806-813 (2001)
- Park MW, Park YK. 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)
- Lee GD, Kim SK, Kim JO, Kim ML. Comparison of quality characteristics of salted muskmelon with deep seawater salt, sun-dried and purified salts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 840-846 (2003)
- Kim DH, Yang SE, Rhim JW. Fermentation characteristics of *kochujang* prepared with various salts. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 671-679 (2003)
- Park RS, Kim S, Lee LH. Survey on sodium content of low salt diet at 27 hospitals. Korean J. Nutr. 10: 38-43 (1977)
- Chung KR. A survey on the sodium chloride content of common restaurant meals in Seoul area. Korean J. Food Sci. Technol. 19: 475-479 (1987)
- Jeong K. The production system of tol salt at Guom village in Cheju island. J. Korean Bull. Geography 32: 87-104 (1998)
- Jo EJ, Shin DH. Study on the chemical compositions of sun-dried, refined, and processed salt produced in chonbuk area. J. Fd. Hyg. Safety 13: 360-364 (1998)
- Park JW, Kim SJ, Kim SH, Kim BH, Kang SK, Nam SH, Jung ST. Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1442-1445 (2000)
- Ha JO, Park KY. Composition of mineral contents and external structure of various salts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 413-418 (1998)
- Korea Dietary Safety Civil Committee, The all kinds of salt. International seminar on salt (Korea-China-Japan), pp. 1-33 (2000)
- Suphsom C, Ramu MR, Joseph AL, Mahmood AK. Fatty acids and sensory acceptance of a dietary sodium-potassium fish sauce. J. Agric. Food Chem. 31: 14-17 (1987)
- Fuji T, Kuda T, Saheki K, Okuzumi M. Fermentation of water-soluble polysaccharides of brown algae. Nippon Suisan Gakkaishi 58: 147-152 (1992)
- Cho DM, Kim DS, Lee DS, Kim HR, Pyeun JH. Trace components and functional saccharides in seaweed. Bull. Korean Fish. Soc. 28: 49-59 (1995)
- Choi JH, Kim DI, Park SH, Kim DW, Kim CM, Koo JG. Effects of sea tangle extract and fucoidan components of lipid metabolism of stressed mouse. J. Korean Fish. Soc. 33: 124-128 (2000)
- Jo KS, Do JR, Koo JG. Pretreatment conditions of *Porphyra yezoensis*, *Undaria pinnatifida* and *Laminaria religiosa* for functional algae-tea. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 275-280 (1998)
- Kim DH, Rhim JW, Lee SB. Characteristics of seaweed salts prepared with various seaweeds. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 62-66 (2003)
- MHW, Food Code, Ministry of health and welfare, Seoul, Korea (2000)
- AOAC. Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Virginia, USA (1995)

(2004년 9월 24일 접수; 2004년 11월 24일 채택)