

## 간수와 불순물을 제거시킨 천일염의 재 결정화 특성

이예경 · 김순동<sup>†</sup>

대구가톨릭대학교 식품외식산업학부 식품공학전공

## Recrystallization Characteristics of Solar Salt After Removing of Bittern and Impurities

Ye-Kyung Lee and Soon-Dong Kim<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Technology, Food Industrial Technology,  
Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

### Abstract

Recrystallization characteristics of salt after removing bittern and impurities from solar salt (SD) were investigated. To remove the bittern, the SD was treated at 30, 40 and 50°C under 95% humidity. 86% of the bittern was removed when the SD was kept at 30°C for three weeks. Total amount of impurity in SD was 6.94% (w/w) with organic impurity (5.58%) and inorganic impurity (1.36%). Most organic impurities (89%) were soluble. When the SD was roasted at 350°C for 40 minutes, 90.14% of the soluble organic impurities were removed; however, the removable organic impurity was reduced, when the SD roasted for 50 minutes at 350°C. L\* value decreased while a\* and b\* values increased when the SD was roasted until 40 minutes at 350°C. In contrast, L\* value increased while a\*, b\* values decreased with SD roasted over 50 minutes at 350°C. The size of recrystallized pure salt was positively correlated to temperature and depth of salt solution, while the crystallization time was negatively correlated to temperature and salinity. Yield of recrystallized salt was negatively correlated to temperature. Overall acceptability tended to increase at low crystallization temperature and high salinity.

**Key words:** sola salt, bittern and impurity, crystallization characteristics

### 서 론

소금은 체내에서 신경이나 근육흥분성 유지와 신진대사를 촉진시킬 뿐 아니라 삼투압을 일정하게 유지시키며 산과 알칼리의 균형을 이루게 하는 식생활에서 없어서는 안 될 중요한 물질이다(1). 구미에서는 약 5 g, 동아시아에서는 13 g 정도 섭취하며 일본에서는 과잉섭취로 고혈압이나 위암, 심장질환, 뇌졸중으로 고통 받는 사람이 많다고 하였다(2). 현재 우리나라에서 유통되고 있는 소금은 해수를 증발시켜 석출시킨 천일염과 해수를 이온교환막과 전기투석 장치로 16~18%의 염수를 만든 후 이를 농축시켜 만든 정제염이 있으며, 그 외 천일염을 녹여서 여과한 후 재결정시킨 꽃소금과 천일염을 대나무 속에 다져 넣고 입구를 흙으로 봉하여 1,000~1,300°C로 가열하여 제조한 죽염 등이 있다(3).

삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 대부분 염전에서 생산되는 천일염을 사용하여 왔다. 그러나 최근에는 외국의 값싼 천일염, 암염 등이 수입되고 있으며, 국내산 천일염과는 염도나 무기질 조성 등에 차이가 있는 것으로 알려져 있다(4).

소금에 관한 연구로는 해조소금의 성분특성에 관한 연구(5), 수평분무식 해양심층수 소금의 성분특성(6) 등 새로운 소금의 성분특성에 관한 연구와 키토산소금이 정상 백서의 혈압에 미치는 영향(7), 소금과 고혈압(8), 죽염의 생리활성(9) 등 인체에 미치는 영향에 관한 연구가 있으며, 오이(10), 계란찜(11), 고추장(12), 민들레김치(13) 등의 식품에 미치는 영향에 관한 연구, 소금내 중금속 함량 연구(14-17) 등 다수가 발표되어 있다. 시중에서 판매되고 있는 국내산 소금은 주로 서해안의 천일염을 물로 세척한 후 원심분리법으로 오염물질과 간수를 제거하고 있다(18). 간수는 바닷물이나 찌꺼기를 농축시켜서 소금을 채취하고 난 나머지 용액으로 주성분은 염화마그네슘이며, 독특한 자극성의 쓴맛을 띤다(19). 그러나 이러한 간수제거방법은 세척에 의하므로 간수 외 소금의 손실율이 높을 뿐만 아니라 표면부분이 많이 녹아 소금내에 함유한 간수의 제거율이 낮은 특성이 있다. 우리나라 전통의 간수제거법은 소금자루를 비가 맞지 않는 실외에 쌓아 1~2년 동안 방치해 놓거나 구멍 뚫린 항아리에 소금을 넣어 2~3년 정도 방치해 두어 흡습성의 간수가 녹아 빠져

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: kimsd@cu.ac.kr  
Phone: 82-53-850-3216, Fax: 82-53-850-3216

나오도록 하고 있다. 이 방법은 시간이 많이 걸리는 단점이 있으며, 간수의 제거율도 크게 높지 않은 것으로 알려져 있다. 소금내의 불순물과 간수를 신속하게 완전히 제거할 수 있는 방법의 확립은 소금의 품질 향상은 물론 제조기간을 단축시킴으로써 생산비를 절감하는 수단이 된다. 또한, 소금 결정은 온도 등 환경조건에 따라 모양과 크기가 달라지며 (2,20), 용해성과 색상 및 기호성에 차이를 보여 품질에 지대한 영향을 주나 이에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 본 연구는 천일염에 함유된 간수와 불순물을 제거시키는 방법을 조사함과 동시에 염도별, 온도별 및 양별에 따른 재결정화 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험용 소금은 국내 태안산 천일염으로 평화산업(서산시, 한국)에서 제조된 것을 사용하였다.

### 간수 및 불순물을 제거한 소금물용액의 조제

천일염(30 kg)을 자루채로 습도 95%, 온도 20~50°C의 chamber내 망상의 플라스틱 받침대위에 3주간 두어 흘러나오는 간수를 용출시켰으며, 불순물은 간수를 제거한 천일염을 350°C의 무쇠솥에 넣어 저어주면서 40분간 볶은 다음 증류수에 30% 농도로 녹여 침전되는 불순물을 나일론 여과포로 2~3회 여과하여 간수와 불순물이 제거된 소금물 용액을 제조하였다(21).

### 불순물의 함량 측정

천일염내의 불순물은 유기태와 무기태로 나누고 유기태는 불용성과 가용성으로 구분하였다. 무기태 불순물 함량은 비수용성의 것으로 한정하였다. 따라서 불순물의 총량은 유기태 불순물과 무기태 불순물의 양을 합한 것으로 하였다.

유기태 불순물의 총량은 105°C에서 5시간 동안 탈수시킨 천일염 10 g을 미리 항량을 구한 도가니에 넣어 600°C에서 4시간 동안 회화한 후 무게를 측정하고 회화전후의 감량을 구하였다. 또, 탈수시킨 천일염 10 g을 증류수 50 mL에 녹인 후 여과지(Whatman No. 51)로 여과하여 얻은 잔유물을 105°C에서 건조시켜 구한 항량을 불용성 유기태 불순물로 하였다. 가용성 유기태 불순물 함량은 유기태 불순물 총량에서 불용성 유기태 불순물의 함량을 제한 값으로 하였다.

무기태 불순물 함량은 600°C에서 4시간 동안 회화시킨 소금 10 g을 증류수 50 mL에 녹인 후 여과지로 여과하여 얻은 잔유물을 105°C에서 건조시켜 측정할 항량으로 하였다.

### 무기질 분석

소금의 무기질 분석은 105°C에서 5시간 동안 탈수, 건조시킨 소금 1 g을 2차 증류수에 1% 농도로 녹인 용액을 여과지(Advantec No 6, quantitative ashless, Toyo Roshi Kaishi

Ltd., Japan)로 여과하여 원액으로 하고 이를 100~1000배로 희석하여 ICP-AES(Iris Intrepid II XSP, Thermo Elemental, USA)로 분석하였다.

### 재결정화 및 결정수율의 측정

간수와 불순물을 제거한 천일염 용액을 지름 9.5 cm, 높이 1.5 cm의 petri dish에 염 농도별(20, 30%), 양별(깊이로 2.5, 5.0, 7.5 mm) 및 온도별(10, 30, 50°C)로 구분하여 결정화 시켰다. 결정수율은 소금물 용액으로부터 생성된 결정을 분리하여 105°C에서 2시간 동안 건조시킨 후 중량을 측정하였다.

### 색상측정

색상은 색차계(Chromameter CR-200 Minolta, Japan)를 이용하여 밝기(L\*값), 적색도(a\*값), 황색도(b\*값)를 측정하였다.

### 현미경 관찰

소금의 결정을 시료 대에 올려놓고 실체현미경(SZX-ILLK200, Japan Tokyo Olympus Optical Co. LTD)을 이용하여 10배율로 관찰하였다.

### 관능검사

식품공학을 전공하는 대학원생 및 학부생 25명으로 구성된 관능요원에 의하여 종합적인 기호도를 9점 hedonic scale 법(22)으로 아주 싫다(1점), 싫다(2점), 보통 싫다(3점), 약간 싫다(4점), 좋지도 싫지도 않다(5점), 약간 좋다(6점), 보통 좋다(7점), 좋다(8점) 및 아주 좋다(9점)로 평가하였다.

### 통계처리

관능검사를 제외한 모든 실험은 3회 반복으로 실험하여 평균치와 표준편차로 나타내었으며, 관능검사 결과는 관능요원 25명의 평균치와 표준편차로 나타내었다. 유의성 검증은 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package를 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

## 결과 및 고찰

### 간수제거 처리 중 온도별에 따른 중량변화

천일염에 함유된 간수성분을 효율적으로 제거하기 위한 방안으로 습도를 95%, 온도를 각각 20, 30, 40, 50°C로 조절하여 기간별에 따른 중량변화를 조사하였다(Table 1).

그 결과, 20°C에서는 중량손실률이 매우 낮았으나 30°C에서는 3주간 처리로 초기중량의 27%가, 4주간 처리로는 50%가 감소되었다. 40°C에서는 2주째 27%, 3주째는 38%가 감소되었고, 50°C에서는 1주째 27%, 2주째는 약 50%가 감소되었으며, 온도가 높아질수록 편차가 커지는 경향을 나타내었다. 이러한 중량 감소는 소금 내 흡습성 간수성분이 녹아 나오기 때문으로 천일염내 간수성분의 함량이 약 35%임(18)을 고

**Table 1. Effect of different temperatures at 95% humidity on the weight changes of solar salt during removal of bittern (kg)**

Periods (weeks)	20°C	30°C	40°C	50°C
0	30.00±0.00 <sup>aA1)</sup>	30.00±0.00 <sup>aA</sup>	30.00±0.00 <sup>aA</sup>	30.00±0.00 <sup>aA</sup>
1	29.73±0.68 <sup>aAB</sup>	28.38±0.96 <sup>aA</sup>	25.86±3.32 <sup>abB</sup>	21.72±3.30 <sup>bB</sup>
2	29.40±0.87 <sup>aAB</sup>	26.04±1.04 <sup>bB</sup>	21.90±4.23 <sup>bcBC</sup>	15.06±4.05 <sup>cBC</sup>
3	29.22±0.81 <sup>aAB</sup>	21.90±0.92 <sup>bc</sup>	18.48±3.09 <sup>bcC</sup>	13.08±4.27 <sup>cC</sup>
4	28.98±0.90 <sup>ab</sup>	15.06±1.21 <sup>bd</sup>	13.08±4.92 <sup>bc</sup>	11.46±4.48 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts within a row (a~c) and a column (A~D) indicates significant difference at p<0.05.

**Table 2. Changes in mineral contents and weight loss of solar salts during removal of bittern under conditions of 30°C and 95% humidity**

Minerals	Periods (weeks)			
	0	2	3	4
Na (g%)	26.83±0.27 <sup>b1)</sup>	23.89±0.36 <sup>c</sup>	28.79±0.35 <sup>a</sup>	28.66±0.29 <sup>a</sup>
Ca (mg%)	189.28±2.84 <sup>a</sup>	95.40±1.90 <sup>c</sup>	81.31±1.46 <sup>d</sup>	177.66±3.54 <sup>b</sup>
K (mg%)	345.72±6.92 <sup>a</sup>	323.60±6.46 <sup>b</sup>	258.19±5.16 <sup>c</sup>	252.64±4.55 <sup>c</sup>
Mg (mg%)	509.99±9.20 <sup>a</sup>	364.70±7.28 <sup>b</sup>	354.83±6.73 <sup>b</sup>	317.50±5.71 <sup>c</sup>
Mn (mg)	0.50±0.01 <sup>d</sup>	0.53±0.01 <sup>c</sup>	0.58±0.02 <sup>b</sup>	0.65±0.02 <sup>a</sup>
Cu (mg%)	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>
P (µg%)	34.74±0.51 <sup>c</sup>	66.71±0.99 <sup>a</sup>	65.06±0.85 <sup>a</sup>	36.38±0.49 <sup>b</sup>
As (µg%)	40.06±0.78 <sup>b</sup>	50.04±0.58 <sup>a</sup>	39.75±0.44 <sup>b</sup>	38.14±0.50 <sup>c</sup>
Cd (µg%)	14.98±0.28 <sup>a</sup>	12.39±0.23 <sup>b</sup>	4.06±0.04 <sup>c</sup>	4.12±0.03 <sup>c</sup>
Pb (µg%)	7.02±0.06 <sup>a</sup>	4.76±0.03 <sup>b</sup>	3.15±0.03 <sup>c</sup>	2.39±0.02 <sup>d</sup>
Weight loss (%)	0.00±0.00 <sup>d</sup>	18.50±0.89 <sup>c</sup>	30.10±2.29 <sup>b</sup>	50.20±4.02 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts within a row (a~d) indicate significant difference at p<0.05.

려할 때 기간이 길어질 경우 간수와 함께 소금도 함께 용출되어 나오는 것으로 추측된다.

이상의 결과, 경제적 측면과 재현성을 고려할 때 온도는 30°C가 적당한 것으로 사료되며 이 조건에서 3주간 처리가 바람직한 것으로 생각된다.

#### 무기질 함량

습도 95%, 온도 30°C의 조건에서 기간별에 따른 무기질 함량변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다.

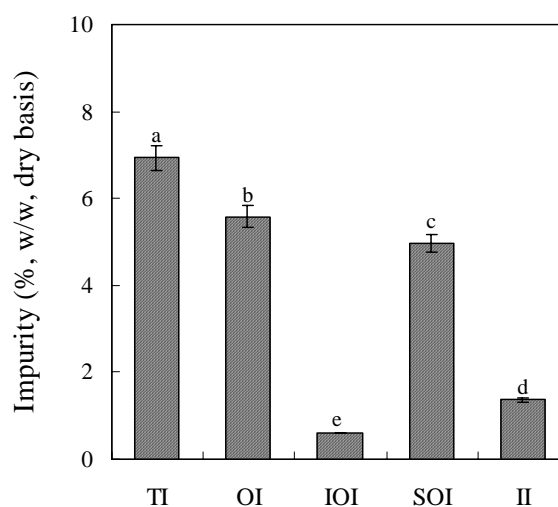
소금의 중량 감소율은 2주째 18.50%, 3주째 30.10%, 4주째 50.20%이었다. 이러한 중량감소가 간수성분의 제거로 인한 것인지를 알아보기 위하여 무기질 함량을 조사한 결과, 간수의 주성분을 이루는 Mg의 양이 3주째에 30%가 감소되어 중량감소와 관련이 있음을 나타내었다. 간수의 주성분은 MgCl<sub>2</sub>로 Mg의 양이 3주째에 30%가 감소됨을 나타내었으며, Ca는 57%, K는 25%가 감소하였다. 그러나 Na는 7%, Mn은 16%가 증가하였으며, Cd, Hg, Pb는 55~73%가 감소하였다.

이상의 결과, 간수의 제거방법으로 습도 95%, 온도 30°C에서 3주간의 처리로 천일염 내에 존재하는 간수성분의 86%를 제거시킬 수 있으며 이 처리로 중금속의 함량도 줄일 수 있는 것으로 사료된다.

#### 천일염의 불순물 함량

소금에 함유된 수분은 105°C 건조법으로는 완전한 탈수가

어렵다. 또, 소금을 600°C에서 회화시킬 경우 유기물뿐만 아니라 소금에 함유된 염화물이 파괴되면서 염소로 날아간다. 따라서 본 실험에서 얻어진 결과는 방법 면에서 정확성이 다소 결여된다 하겠으나 본 연구에서 제시한 방법에 준하여 측정된 결과, 천일염에 함유된 불순물의 총량은 Fig. 1에서

**Fig. 1. Amount of impurities in solar salt.**

TI: total impurity, OI: organic impurity, IOI: insoluble organic impurity, SOI: soluble organic impurity, II: inorganic impurity. Values are mean±standard deviations of triplicate determinations. Different superscripts (a~e) on the bars indicate significant difference at p<0.05.

나타난 바와 같이 6.94%로 유기태가 5.58%, 무기태가 1.36%이었다. 유기태 불순물은 총유기태불순물 양의 89%인 4.98% (w/w)가 가용성으로 여과나 원심분리 등의 방법으로는 제거하기가 어려움을 나타낸다. 유기태 불순물은 주로 환경오염 또는 깻벌로부터 오염된 것으로 사료되며, 소금의 색상뿐만 아니라 식품의 맛과 향 및 색상에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

#### 볶음처리에 의한 불순물의 제거

천일염에 증류수를 가하여 녹이면 거의 모두가 녹게 되나 높은 온도에서 볶게 되면 유기물로 추정되는 성분은 탄화되어 검게 변화되면서 침전된다. 이러한 현상으로 미루어 보아 천일염에 함유된 불순물은 대부분이 수용성이거나 콜로이드 상태로 존재하는 것으로 추정된다. 따라서 일반적인 원심분리 또는 여과법으로는 제거하기가 어렵다. 이러한 가용성 유기태 불순물을 제거하기 위해서는 600°C 이상의 온도로 장시간 태움으로서 제거시킬 수 있으며 실제 산업적으로 활용되고 있다. 600°C 또는 그 이상의 온도에서 불순물이 완전 연소되지 않을 경우 새로운 유해물질의 생성이 우려되며 또한 고비용이 소요되고, 소금의 결정이 파괴되는 등 문제점들이 있다.

따라서 함유된 가용성의 불순물을 불용화시켜 침전하도록 하는 방법이 이상적이다. 특정 성분이 colloid상 또는 수용성을 나타내는 경우는 극 미립상태이거나 이온성을 띠는 경우가 많다(23). 천일염에 함유된 불순물도 구체적인 연구사례는 없으나 침전형성 없이 분산되거나 수용화 되는 현상으로 미루어 극 미립자로 존재하거나 이온성을 가지는 것으로 사료된다.

본 연구에서는 천일염에 존재하는 colloid상 또는 가용성

의 유기태 불순물을 가열처리를 통하여 상호응집, 침전시킴으로써 쉽게 제거할 수 있을 것으로 판단하여 표면온도 350°C의 무쇠솥에 소금을 부어 10, 20, 30, 40 및 50분간 볶음처리한 후 25%농도로 증류수에 용해시켜 생성되는 침전물의 양을 조사한 결과, 볶음처리를 행하지 않은 천일염으로부터 생성된 침전물 양은 0.08%에 불과하였다. 그러나 볶음처리한 경우는 볶음 40분까지 시간이 길어짐에 따라 비례적으로 침전물의 양이 증가하였으며 볶음 50분에는 다시 감소하였다(Fig. 2). 침전물 생성량이 가장 많은 볶음 40분째 생성되는 침전물의 양은 유기태 불순물 총량의 90.14%인 5.05%이었다(Fig. 2).

이러한 현상으로 미루어 볶음 40분까지는 colloid 상이나 수화된 불순물이 물로부터 이탈되어 응집, 침전되나 50분간 볶을 경우는 타서 없어지는 양도 있겠으나 상당량이 다시 저분자화 하여 가용화됨으로써 분리, 제거가 어렵게 되는 것으로 추측된다.

#### 볶음 시간별 소금의 색상

간수를 제거한 천일염의 볶음 중 색상변화를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 밝기(L\*)는 볶음 40분까지는 시간이 경과됨에 따라 66.18→52.17로 낮아졌으나 50분 째는 68.00으로 다시 높아졌다. 적색도(a\*)와 황색도(b\*)는 밝기와 반대로 볶음 40분까지 높아졌으나 50분에는 다시 낮아지는 경향을 보였다. 이러한 현상은 일부 유기태 불순물이 열에 의하여 탄화과정을 거쳐 소실되는 현상으로 볶음 40분까지는 탄화율이 증가되나 50분 째는 탄화된 유기물이 열에 의하여 분해되어 없어지거나 더욱 입자가 적은 물질로 분해됨으로써 가용화되는 현상으로 침전물 생성과 동일한 결과를 보인것이라 사료된다.

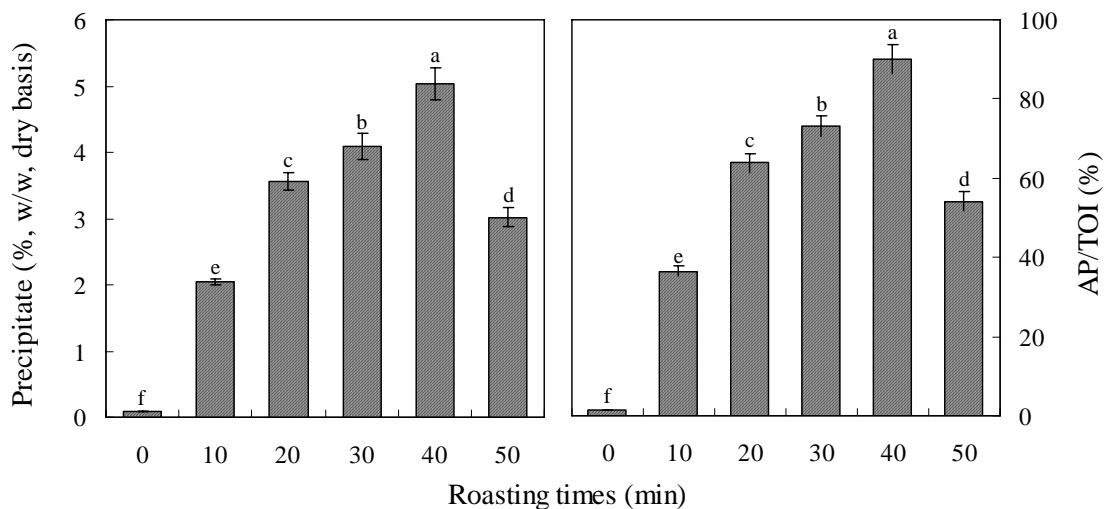


Fig. 2. Effect of roasting times on precipitate formation from soluble impurity of solar salt.

AP: amounts of precipitate, TOI: total organic impurity (5.58%).

Values are mean±standard deviations of triplicate determinations.

Different superscripts (a~f) on the bars indicate significant difference at  $p < 0.05$ .

**Table 3. Changes in color of solar salt during roasting**

Color	Roasting times (minutes)					
	0	10	20	30	40	50
L*	6.18±1.98 <sup>a1)</sup>	56.30±1.67 <sup>b</sup>	54.67±1.53 <sup>bc</sup>	52.44±1.04 <sup>c</sup>	52.17±0.95 <sup>c</sup>	68.00±2.52 <sup>a</sup>
a*	-0.68±0.02 <sup>e</sup>	1.21±0.03 <sup>c</sup>	1.32±0.02 <sup>b</sup>	1.52±0.02 <sup>a</sup>	1.53±0.03 <sup>a</sup>	0.97±0.04 <sup>d</sup>
b*	1.95±0.06 <sup>e</sup>	3.13±0.08 <sup>d</sup>	4.68±0.14 <sup>b</sup>	4.73±0.12 <sup>b</sup>	5.45±0.15 <sup>a</sup>	3.83±0.08 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts within a row (a~e) indicate significant difference at p<0.05.

Hong(24)은 볶음소금의 색깔은 처음은 검게 변하고 계속 볶으면 흰색으로 변한다 하였으며 불순물을 제거시키기 위해서는 200~500°C에서 흰색이 될 때까지 볶는다고 하였다. 그러나 본 실험결과 지속적인 볶음은 오히려 소금내의 불순물제거를 어렵게 하는 것으로 판단된다.

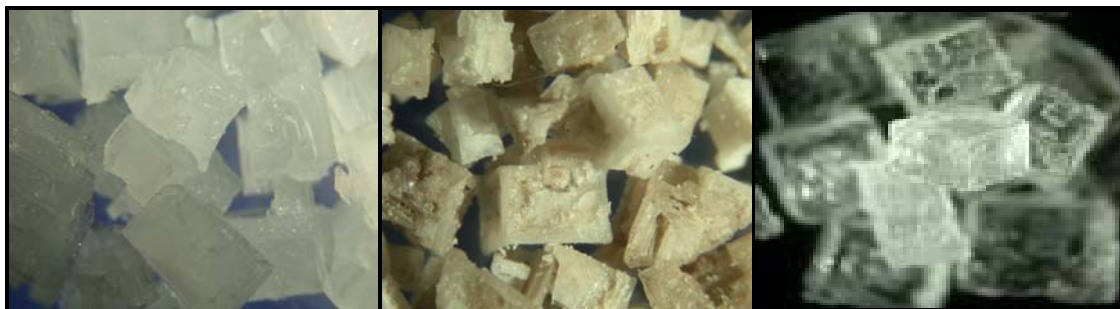
간수와 불순물을 제거한 천일염의 결정화 특성 및 기호도 간수와 불순물을 제거한 천일염 수용액의 재결정화 특성을 조사하기 위하여 소금물의 농도별, 온도별, 양별에 따른 결정크기, 결정화 시간 및 종합적 기호도를 측정 한 결과는 Table 4와 같다.

**Table 4. Effect of different concentrations, depth of salt solution and temperature on the crystall size, crystallization time, yield and overall acceptability of recrystallized salt**

Temp. (°C)	Conc. (%)	Depth of salt solution (mm)	Crystall size		Crystallization times (hr)	Yield (%)	Overall acceptability (scores) <sup>1)</sup>
			(mm)	(mm <sup>3</sup> )			
10	20	2.5	0.9×0.8×0.3	0.22±0.01 <sup>M2)</sup>	78±1.98 <sup>F</sup>	97.3±1.02 <sup>A</sup>	6.25±0.36 <sup>B</sup>
		5.0	1.0×0.9×0.5	0.45±0.01 <sup>L</sup>	217±3.56 <sup>B</sup>	2.0±3.15 <sup>BC</sup>	6.12±0.41 <sup>B</sup>
		7.5	1.7×1.4×0.7	1.67±0.08 <sup>G</sup>	225±4.02 <sup>A</sup>	96.4±3.0 <sup>AB</sup>	5.88±0.39
	30	2.5	1.1×1.2×0.5	0.66±0.05 <sup>K</sup>	132±2.89 <sup>E</sup>	86.4±0.85 <sup>D</sup>	8.10±0.45 <sup>A</sup>
		5.0	1.4×1.0×0.6	0.84±0.06 <sup>J</sup>	144±2.34 <sup>D</sup>	86.7±0.89 <sup>D</sup>	7.96±0.39 <sup>A</sup>
		7.5	1.7×1.5×0.8	2.04±0.13 <sup>F</sup>	168±2.41 <sup>C</sup>	94.6±1.23 <sup>B</sup>	6.37±0.34 <sup>B</sup>
30	20	2.5	1.5×1.0×0.8	1.20±0.07 <sup>I</sup>	48±1.03 <sup>J</sup>	93.3±2.06 <sup>BC</sup>	5.99±0.37 <sup>C</sup>
		5.0	1.5×1.2×0.8	1.44±0.08 <sup>H</sup>	58±1.15 <sup>G</sup>	95.0±2.35 <sup>AB</sup>	5.36±0.35 <sup>C</sup>
		7.5	1.7×1.7×0.9	2.60±0.14 <sup>E</sup>	66±1.07 <sup>F</sup>	95.7±1.87 <sup>AB</sup>	5.41±0.33 <sup>C</sup>
	30	2.5	1.9×1.2×1.2	2.74±0.16 <sup>E</sup>	45±1.98 <sup>I</sup>	94.9±2.76 <sup>AB</sup>	6.11±0.40 <sup>B</sup>
		5.0	2.3×1.3×1.4	4.19±0.25 <sup>D</sup>	54±2.54 <sup>H</sup>	90.7±2.09 <sup>C</sup>	6.08±0.36 <sup>B</sup>
		7.5	2.7×1.5×1.3	5.27±0.29 <sup>C</sup>	60±3.22 <sup>G</sup>	96.9±3.12 <sup>A</sup>	5.85±0.29 <sup>B</sup>
50	20	2.5	2.1×1.8×1.4	5.29±0.31 <sup>C</sup>	30±1.68 <sup>L</sup>	70.3±4.50 <sup>G</sup>	4.34±0.41 <sup>B</sup>
		5.0	2.8×2.0×1.6	8.96±0.72 <sup>A</sup>	35±2.03 <sup>K</sup>	80.5±3.81 <sup>E</sup>	4.45±0.29 <sup>C</sup>
		7.5	2.9×2.5×1.7	2.33±0.16 <sup>E</sup>	40±1.98 <sup>J</sup>	2.9±3.60 <sup>DE</sup>	3.65±0.35 <sup>B</sup>
	30	2.5	2.4×2.3×1.4	7.73±0.54 <sup>B</sup>	24±0.95 <sup>M</sup>	67.1±3.77 <sup>H</sup>	5.72±0.48 <sup>B</sup>
		5.0	2.8×2.7×2.1	5.88±0.41 <sup>C</sup>	30±1.02 <sup>L</sup>	72.0±3.02 <sup>G</sup>	5.68±0.46 <sup>B</sup>
		7.5	3.6×3.5×1.8	2.68±0.19 <sup>E</sup>	33±1.14 <sup>K</sup>	80.4±3.58 <sup>F</sup>	4.51±0.22 <sup>C</sup>

<sup>1)</sup>Sensory scores were evaluated from dislike extremely (1 point) to like extremely (9 points).

<sup>2)</sup>Values are mean and mean±standard deviations of triplicate determinations, different superscripts within a column (A~M) indicate significant difference at p<0.05.

**Fig. 3. Photographs of solar, roasted and recrystallized salt (×10).**

Left: solar salt, Middle: solar salt roasted for 40 minutes at 350°C, Right: recrystallized salt after removing bitter and impurities from solar salt.

결정의 크기는 온도가 높을수록 커지고 낮아지면 작아지는 경향이었으며 소금물의 깊이가 깊어짐에 따라 결정의 크기가 컸다. 또한, 온도가 높을수록 결정의 크기가 커지며 결정화시간은 단축되었으나 결정의 수율은 낮았다.

또, 소금을 실체현미경으로 관찰한 결과 간수와 불순물을 제거시킨 후 재결정화한 소금은 일반천일염에 비하여 투명하고 광택이 있는 육면체의 아름다운 결정구조를 이루었으며, 붉은 소금은 불순물의 산화로 인한 황색색상을 지니며 망가진 결정구조가 많았다(Fig. 3).

Han(25)은 소금결정은 정육면체라고 하였으나 Ha와 Park(18)은 소금의 구성성분에 따라 차이를 보이며 정제염은 전형적인 정육면체를 이루나 천일염은 이물질에 의해 결정구조의 핵이 중복되면서 겹을 이룬다고 하였다. 또, Kim 등(5)은 건조한 소금은 표면이 불규칙하고 일정한 구조를 이루지 못하나 550°C에서 회화시킨 소금은 표면이 매끈하고 모서리의 각이 둔화된 형태를 지닌다고 하였다. 그러나 본 실험에서 나타난 결정은 정육면체를 지닌 소금은 거의 없었으며 6면체구조를 나타내었다.

종합적 기호도는 높은 온도보다는 낮은 온도에서, 소금농도가 낮은 경우보다는 높은 경우에 높았으며 소금물의 깊이가 깊은 경우보다 낮은 경우에서 재결정화한 소금의 기호도가 높은 경향이였다.

## 요 약

천일염에 함유된 간수와 불순물의 제거와 재결정화 특성을 조사하였다. 간수제거를 위하여 습도 95%로 온도별(30, 40, 50°C)로 처리한 결과 30°C에서 3주간 됴으로써 간수성분의 86%가 제거되었다. 천일염에 함유된 불순물의 총량은 6.94%(w/w)였으며, 유기태가 5.58%, 무기태가 1.36%이었고, 유기태 불순물은 89%가 가용성이었다. 수용성의 유기태 불순물은 천일염을 350°C에서 40분간 볶음 처리함으로써 90.14%가 침전, 제거되었으나 50분간 볶음 처리한 경우는 침전량이 감소되었다. 소금의 색상은 볶음 40분까지는 L\*값은 감소한 반면 a\*, b\*값은 증가하였으나 50분간 볶음에서는 이와 반대의 경향을 나타내었다. 간수와 불순물을 제거시킨 천일염을 온도별, 염도별, 소금물의 깊이별로 재결정화시킨 결과 결정의 크기는 온도가 높을수록 커지고 낮아지면 작아지는 경향이었으며 소금물의 깊이가 깊어짐에 따라 컸다. 결정화시간은 온도가 높을수록 염도가 높을수록 단축되었으며 소금결정의 수율은 온도가 높을수록 낮았다. 종합적 기호도는 결정화 온도가 낮고 소금농도가 높은 경우에 높아지는 경향을 보였다.

## 문 헌

1. Beak HY. 1987. A study on nutrition of salt. *Korean J Soc*

- Food Cookery Sci* 3: 92-106.
2. Fujino, Yasuhiko. 1999. Living science of table salt in human ecology-common salt, health and environment. *J East Asian Soc Dietary Life* 9: 230-244.
  3. Kim YS. 1999. The application method of bamboo salt and health in the pollution period. *J East Asian Dietary Life* 9: 257-260.
  4. Kim DH, Lee SB, Rhim JH. 2004. Characteristics of seaweed salts prepared with seaweeds. *Korean J Food Sci Technol* 36: 937-942.
  5. Kim DH, Rhim JW, Lee SB. 2003. Characteristics of seaweed salts prepared with seaweeds. *Korean J Food Sci Technol* 35: 62-66.
  6. Moon DS, Kim HJ, Shin PK, Jung DH. 2005. Characteristics of chemical contents of horizontal spray salts from deep ocean water. *J Kor Fish Soc* 38: 65-69.
  7. Kim GY, Jung JH, Kim SK, Cho JE, Lee JM. 2004. The effects of endurance exercise and chitosan salt on blood pressure in normotensive rats. *Korean J Exercise Nutr* 8: 199-206.
  8. Lee WJ. 1999. Salt and hypertension. *J East Asian Dietary Life* 9: 378-385.
  9. Shin Hy, Na HJ, Moon PD, Seo SW, Shin TY, Hong SH, See KN, Park RK, Kim HM. 2004. Biological activity of bamboo salt. *Food Ind Nutr* 9: 36-45.
  10. Park MW, Park YK. 1998. Changes in physicochemical and sensory characteristics of Oiji (Korean pickled cucumber) prepared with different salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 419-424.
  11. Kim KM, Kim JG, Kim JS, Kim WJ. 2004. Effects of heating temperature and time salt and pH on the texture and color characteristics of whole egg gel. *Korean J Food Nutr* 17: 163-170.
  12. Kim DH, Yang SE, Rhim JW. 2003. Fermentation characteristics of *Kochujang* prepared with various salts. *Korean J Food Sci Technol* 35: 671-679.
  13. Kim MH, Kim SD, Kim KS. 2000. Effect of salting conditions on the fermentation and quality of dandelion (*Taraxacum platycarpum* D.) kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1142-1148.
  14. Park JW, Kim SJ, Kim SH, Kim BH, Kang SG, Nam SH, Jung ST. 2000. Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1442-1445.
  15. Heo OS, Oh SH, Shin HS, Kim MR. 2005. Mineral and heavy metal contents of salt and salted-fermented shrimp. *Korean J Food Sci Technol* 37: 519-524.
  16. Hwang SH. 1988. A study on the heavy metal contents of common salts in Korea. *Kor J Env Hith Soc* 14: 73-86.
  17. Hong KT, Lee JY, Jang BK. 1996. Heavy metal contents of marketing salts and bay salts by heating. *Korean J Sanitation* 11: 79-84.
  18. Ha JO, Park KY. 1998. Comparison mineral contents and external structure of various salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 413-418.
  19. Lee KK. Preparation of magnesium oxide containing salt and bitter taste components. *Korean Patent* 10-2004-0086458.
  20. Yang KY, Kim HD, Lee CS. 1985. The effect of cooling surface on the crystallization kinetics in a Cmsmpr-crystallizer. Abstract of '85 Annual Meeting in Autumn of Korean Institute of Chem Eng F-22: 289-290.
  21. Kim SD, Lee YK. 2007. Preparation method of clean salts removed impurity and bitter taste components. *Korean Patent* 2007-0039182.

22. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 1987. *Sensory evaluation techniques*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA. p 39-112.
23. Klitzke S, Lang F. 2007. A method for the determination of hydrophobicity of suspended soil colloids. *Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng Aspects* 303: 249-252.
24. Hong SH. 2005. A natural colored mineral salt and its manufacturing method. *Korean Patent* 10-2005-0073163.
25. Han JS. 1999. Effect of salt on cooking. *J East Asian Dietary Life* 9: 391-401.

(2007년 6월 15일 접수; 2008년 1월 12일 채택)