

연구노트

## Comparison of the Mineral Contents of Sun-dried Salt Depending on Wet Digestion and Dissolution

Yong-Xie Jin<sup>1</sup>, Jeong-Hwan Je<sup>1</sup>, Yeon-Hee Lee<sup>1</sup>, Jin-Hyo Kim<sup>2</sup>,  
Young-Suk Cho<sup>1</sup> and So-Young Kim<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Functional Food & Nutrition, National Academy of Agricultural Sciences,  
Rural Development Administration(RDA), Suwon 441-853, Korea

<sup>2</sup>Department of Agro-food Safety, National Academy of Agricultural Sciences,  
Rural Development Administration(RDA), Suwon 441-707, Korea

### 습식분해 및 직접용해법에 따른 천일염 중 무기성분 함량 비교

김영섭<sup>1</sup> · 제정환<sup>1</sup> · 이연희<sup>1</sup> · 김진효<sup>2</sup> · 조영숙<sup>1</sup> · 김소영<sup>1,\*</sup>  
<sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 기능성식품과,  
<sup>2</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 유해화학과

#### Abstract

The aims of this research were to determine the proximate composition of various salts and to compare two digestion methods (direct digestion without heating, and microwave digestion) for the determination of the main mineral contents of various salts. Twelve salt samples were divided into three groups of four samples each (imported, Korean gray, and Korean white salts). As a result, the NaCl contents of the Korean white, Korean gray, and imported salts were 85.1, 89.3, and 91.3%, respectively. The salts in the three groups were analyzed for their main mineral contents via AAS. The sodium (Na) content of the Korean white salt was found to be slightly lower than that of the imported salt while the magnesium (Mg) and potassium (K) contents of the Korean white salt were found to be higher than those of the imported salt. The mineral composition (% Na:Mg) obtained using microwave-assisted digestion procedures, and the other dissolutions for the subsequent sample analysis, were 89:1 (for both the imported and Korean gray salts) and 82:3 vs. 81:3 (Korean white salt), respectively. The data regarding the mineral contents and composition of the sun-dried salts obtained through the analysis method of wet digestion and the dissolution procedure were compared, and no significant difference was found between the two datasets. Consequently, in this paper, a direct dissolution procedure is suggested for the analysis of the mineral composition of salt.

Key words : sun-dried salt, mineral content, wet process, dissolution

#### 서 론

소금은 체내의 삼투압을 일정하게 유지시키며 신경이나 근육의 흥분성을 유지하고 신진대사를 촉진하며 모든 생명체의 필수적인 무기물로 고대 사회로부터 식품의 부패를 막고 식품의 맛, 조직감 등에 영향을 주는 조미료로서 인간의 생활과 밀접한 연계가 있다(1,2). 천일염은 염전에서 해수를 자연 증발시켜 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체로

주요 산지는 지중해, 홍해 연안의 각국을 비롯하여 미국의 캘리포니아, 중국 동북부, 멕시코, 오스트레일리아 서부 등 각 해양연안에 많이 있으며 삼면이 바다로 둘러싸인 한국 또한 소금생산에 있어 매우 적합한 지리적 위치를 가지고 있기 때문에 옛날부터 많은 양의 천일염을 해수로부터 생산해 왔다. 국내 생산되는 천일염은 세계최고의 소금으로 평가받는 프랑스 게랑드산 소금에 비해 높은 미네랄 성분을 가지고 있음에도 그 가치를 제대로 인정받지 못하고 있다. 2008년 3월부터 광물에서 식품으로 분류되면서 천일염에 대한 소비자 관심이 주목되기 시작하였는데, 이에 최근에는 국내산 천일염에 대한 품질 우수성 및 기능성과 관련한

\*Corresponding author. E-mail : foodksy@korea.kr  
Phone : 82-31-299-0513, Fax : 82-31-299-0504

많은 보고가 발표되고 있다(3,4). 우리나라 염전에서 생산되는 천일염은 생산방식, 즉 결정지 바닥재에 따라 장판염, 타일염, 그리고 토판염으로 구분할 수 있다. 2006년 대한염업조합 자료에 의하면 식용목적 천일염의 자급률이 80% 정도인데 이들의 국내 생산량의 87%를 차지하는 전라남도 지역에서는 거의 대부분 장판염을 생산하고 있다. 반면 전 세계 생산량의 0.1%밖에 되지 않는 토판 천일염은 그동안 적은 생산량과 생산재 부재의 이유로 주목받지 못하다가 세계 유명 소금인 게랑드염과 생산방식이 유사하다는 것이 알려지면서 국내뿐만 아니라 세계 소금 시장에서도 주목받기 시작하였다.

최근에 알려진 천일염에 대한 연구로는 천일염이 된장의 품질특성에 미치는 영향(5), 소금의 종류를 달리한 식빵의 품질특성(6), 천일염이 김치발효에 미치는 영향(7) 등이 있으며 무기질에 대한 분석으로 천일염은 일반소금에 비해 NaCl 함량이 낮고 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등 무기질이 풍부하다고 보고되었으며(2), 국내산 천일염이 수입산에 비해 칼륨, 마그네슘 함량이 상대적으로 높다고 보고되었으나(3) 국내산 토판염, 장판염과 수입산 천일염과의 비교 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 다양한 천일염과 프랑스 게랑드염의 일반성분 및 무기 성분 분석을 실시하였고, 특히 무기 성분은 습식분해(wet process)와 직접용해(dissolution)법을 통해 비교 실험하여 분석법에 따른 무기성분 함량 차이를 구명하여 소금시료에 대한 보다 효율적인 분해법을 모색하고 국내산 천일염(토판염, 장판염) 및 게랑드산 천일염의 품질특성을 비교하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료준비

국내에 수입된 프랑스 게랑드산(Guerande) 천일염, 전라남도 신안군에서 생산된 국내산 토판염(Korean gray salt), 장판염(Korean white salt) 각각 4종씩을 생산년도, 지역, 입자형태 등을 고려하여 총 12종 천일염을 분석시료로 선정하여 사용하였다.

### 수분 함량 분석

식품공전(8)에 명시된 식염 시험 방법에 따라 수행함을 원칙으로 하였다. 110°C에서 미리 가열하여 항량이 되게 한 칭량접시에 천일염시료 3 g을 취해 넣은 후 건조기에서 2시간 건조하고 데시케이터에서 30분간 식힌 후 무게를 측정하였다. 다시 칭량접시를 2시간 건조하여 칭량접시가 항량이 될 때까지 반복하였다. 수분은 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{수분}(\%) = \frac{\text{시료의 무게} - \text{건조 후 시료무게}}{\text{시료의 무게}(\text{g})} \times 100$$

### pH 측정

천일염시료의 pH는 증류수로 10% 소금용액을 만들어 pH meter (Orion 3-Star, Thermo, USA)로 실온에서 측정하였다.

### 염화나트륨(NaCl) 함량 분석

식품공전에 따라 천일염 시료 1 g을 취하였고 물로 희석하여 500 mL로 한 후 여과하고 10 mL의 여액에 크롬산칼륨 시액 2~3 방울을 가하고 0.02 N 질산은(AgNO<sub>3</sub>)용액으로 적정하여 완전히 적갈색으로 변하는데 소요되는 AgNO<sub>3</sub>용액의 적정량으로 식염을 정량하였다.

$$\text{식염}(\%) = \frac{b}{a} \times f \times 5.85 \quad (\text{w/w}\%, \text{w/v}\%)$$

a: 시료 채취량

b: 적정에 소비된 0.02 N 질산은용액의 양(mL)

f: 0.02 N 질산은용액의 역가

### 불용분 함량 분석

천일염 시료 10 g을 취하여 200 mL의 물에 용해시켜 미리 110°C에서 건조하여 항량으로 한 유리여과기에 거르고 염소이온이 나오지 않을 때까지 물로 충분히 씻은 후 유리여과기를 110°C에서 건조한 후 무게를 달아 잔류물을 정량하여 불용분을 측정하였다. 남은 여액은 250 mL 메스플라스크에 희석하여 총 염소, 황산이온의 시료용액으로 사용하였다.

### 총 염소 함량 분석

시료용액 25 mL를 취하여 증성으로 하고 250 mL 메스플라스크에 옮겨 눈금까지 희석하여 이 용액 25 mL를 비커에 취하여 10% 크롬산칼륨용액 1~2 방울을 가하고 0.1 N AgNO<sub>3</sub>용액으로 붉은색의 침전이 나타날 때까지 적정하여 총 염소 함량을 계산하였다.

$$\text{총 염소(Total Cl)}(\%) = \frac{0.1\text{N 질산은용액의 소비량}(\text{mL}) \times 35.45 \times f}{\text{시료의 무게}(\text{g})}$$

f: 0.1 N 질산은용액의 역가

### 황산이온 함량 분석

시료용액 25 mL를 정확히 취하여 비커에 넣고 산성으로 되게 희석한 염산(1:1)을 가하여 50 mL되게 하고 끓인 후 5% 염화바륨용액을 서서히 가하여 물중탕에서 2시간동안 가열하고 정량용 여과지에 여과하였다. 잔류물은 염소반응이 일어나지 않을 때까지 뜨거운 물로 씻어 여과지에 여과하였다. 정량용 여과지는 건조한 후 도가니에 넣어 회화하고 냉각시킨 후 무게를 달아 다음식과 같이 계산하여 황산이온 양을 산출하였다.

$$\text{황산이온(SO}_4\text{)}(\%) = \frac{\text{잔유물의 무게(g)} \times 0.4115}{\text{시료의 무게(g)}} \times 100$$

### 무기성분 분석

무기성분 분석에 사용할 시료는 식품공전 미량성분시험법(8)을 토대로 한 습식분해와 본 연구에서 제안하고자 하는 직접용해의 두 가지 방법을 사용하여 분해하여 천일염 중 무기성분 함량을 비교 분석하였다. 직접용해는 천일염 시료 0.5 g을 취해 메스플라스크에 채워 증류수를 가하여 500 mL로 녹인 0.1% 용액을 시험용액으로 사용하였으며, 습식분해는 천일염시료 0.5 g에 질산(HNO<sub>3</sub>) 5 mL와 과염소산 1 mL를 가하여 microwave digester로 분해한 후 100 mL로 정용하여 분석시료로 사용하였다. 무기성분 함량은 원소흡광분광기(AAS, Atomic Absorption Spectrometer, Hitachi Z-2300, Japan)를 이용하여 천일염 중 함유된 주요 무기성분 4종(Na, Mg, K, Ca)의 함량을 측정하였다.

### 통 계

본 연구에 대한 자료는 SAS system(v.9.2 SAS Institute Inc.)를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 실시한 후  $p < 0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 의해 각 그룹 평균치간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

수입산과 국내산 천일염시료 12종에 대한 일반성분을 측정하여 비교한 결과는 Table 1과 같다.

소금의 주성분인 NaCl은 수입산에서 91.3%를 차지하였으며 국내산 토판염에서 89.3%, 국내산 장판염에서 85.1%를 나타내었다. Heo 등(9)의 실험결과에 의하면 국내산 천일염의 NaCl함량은 80.98~88.90%를 차지하였다고 보고하여 본 실험결과와도 유사한 경향을 나타내었으며 Lee 등(10)이 국내산 천일염을 분석한 결과에서도 시료 중 NaCl 함량이 대부분 80~90%를 차지한다고 보고되었고, 우리 결과에서도 유사한 경향을 나타내었다.

수분은 수입산 게랑드염에서 3.57%, 국내산 토판염에서 3.87%를 나타내었으며 국내산 장판염에서 6.36%로 가장 높게 나타났다. Park 등(3)은 국내산과 수입산을 대상으로 측정한 결과 염화나트륨은 국내산이 82.85%를 나타내었으며 수입산이 89.89%로 높게 나타났다고 보고하였으며 수분 함량은 국내산에서 더 높게 나타났다고 하여 이상의 실험결과와도 일치하였다.

불용분은 수입산에서 0.51%, 국내산 토판염이 0.34%를 차지하였으며 국내산 장판염에서는 0.05%로 가장 낮게 나타났다. 불용분 함량은 수입산이나 국내산 토판염이 국내산 장판염에 비해 높게 나타난 것은 생산방식에서 결정지 바닥재가 PVC 등 장판소재를 사용한 것보다 갯벌 흙을 다져서 그 위에 그대로 소금을 생산하는 토판염에 이들 갯벌성분이 혼입되어 불용분 함량이 높게 나타난 것으로 생각된다. 그러나 프랑스 식염 기준에 명시된 불용분 함량 0.2~0.5%와 우리나라 0.15%이하 규격 기준에 준하여 비교하였을 때 장판염만 적합하여 생산방식을 고려한 불용분 함량 기준이 재설정되어야 할 것으로 판단된다.

황산이온 함량은 수입산이 0.17%, 국내산 장판염이 0.31%, 국내산 토판염이 0.17%를 나타내었다. 총염소는 수입산이 40.81%, 국내산 토판염이 43.42%, 국내산 장판염이 33.70%의 함량을 나타내었다.

천일염 시료를 10% 농도로 녹여 제조한 시험용액을 가지고 pH를 측정한 결과, 수입산과 국내산 장판염에서 각각 8.84와 8.96으로 유사한 수치를 보였으며 국내산 토판염에서는 8.06을 나타내었다. Jo 등(11)은 10% 천일염의 용액의 pH는 8.0으로 약알칼리성을 나타낸다고 보고된바 있어 본 실험에서 도출된 결과에서도 천일염은 약알칼리성을 띠을 알 수 있었다.

### 무기성분 함량

습식분해와 직접용해로 천일염 시료를 분해한 후 원소흡광분광기(AAS)를 통해 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 칼륨(K) 등 주요 무기성분을 분석한 결과는 Table 2와 Table 3에 나타내었다.

소금에서 가장 많은 함량을 나타내는 나트륨 함량은 수입산이 습식분해와 직접용해로 분해하여 측정한 함량은 각각 35,882 mg%와 35,924 mg%로 유사한 함량을 보여주었

Table 1. Proximate contents of major ingredients in each salt

Sample salts <sup>1)</sup>	Moisture (%)	NaCl (%)	Insoluble matters (%)	Sulfate ion (%)	Total chloride (%)	pH
French salt	3.57±1.89	91.28±1.88	0.51±0.26	0.17±0.03	40.81±6.21	8.84±0.43
White salt	6.36±3.40	85.06±5.23	0.05±0.05	0.31±0.07	33.70±15.12	8.96±0.12
Gray salt	3.87±0.40	89.29±1.16	0.34±0.15	0.18±0.09	43.42±13.82	8.06±0.46

<sup>1)</sup>Number of samples in each group was n=4.

으며 국내산 토판염에서 각각 35,180 mg%와 35,580 mg%를 나타내었으며 국내산 장판염에서는 34,330 mg%와 32,524 mg%로 가장 낮은 함량을 나타내었다. Park 등(3)의 연구에서도 Na 함량이 국내산 천일염이 284,400~321,800 ppm, 수입산 천일염이 338,400~385,000 ppm으로 상대적으로 높게 나타났다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 그리고 Na 함량을 비교했을 때 습식분해와 직접용해법에 따른 큰 차이는 관찰할 수 없었다.

분석한 결과 모두 국내산 장판염이 수입산 천일염에 비해 Na 함량은 낮게 나타난 반면 Mg, K의 함량은 유의적 ( $p<0.05$ )으로 높게 검출되었다.

#### 무기성분 조성비

두 가지 분해법(습식 및 직접용해법)을 구분하여 천일염 중 무기성분을 분해하여 주요 무기성분 구성비를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 수입산 천일염에서 Na이 차지하는

Table 2. Mineral contents of various solar salts by the wet digestion

Sample salts <sup>1)</sup>	Ca	Mg	Na	K
French salt	140.7±36.0 <sup>1)ab</sup>	467.1±145.7 <sup>2)</sup>	35,882.1±3,756.6 <sup>3)</sup>	141.35±24.0 <sup>b</sup>
Gray salt	71.4±13.5 <sup>b</sup>	446.8±287.8 <sup>b</sup>	35,180.3±3,140.7	107.7±78.4 <sup>b</sup>
White salt	190.9±72.8 <sup>a</sup>	1,233.5±527.0 <sup>a</sup>	34,329.8±2,696.9	330.3±163.0 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD.

<sup>2)</sup>Values with all common superscripts within the same column are not significantly different ( $p<0.05$ ).

<sup>3)</sup>not significant.

Table 3. Mineral contents of various solar salts by the dissolution treatment

Sample salts <sup>1)</sup>	Ca	Mg	Na	K
French salt	230.7±56.8 <sup>1)a</sup>	417.5±111.9 <sup>2)</sup>	35,923.6±1,199.2 <sup>a</sup>	106.0±17.8 <sup>b</sup>
Gray salt	1,000.0±15.5 <sup>b</sup>	374.4±224.1 <sup>b</sup>	35,579.9±448.6 <sup>a</sup>	789.8±51.8 <sup>b</sup>
White salt	261.5±82.8 <sup>a</sup>	1,099.1±417.7 <sup>a</sup>	32,523.6±1,068.4 <sup>b</sup>	303.5±78.3 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD.

<sup>2)</sup>Values with all common superscripts within the same column are not significantly different ( $p<0.05$ ).

칼슘은 프랑스 계랑드염의 경우 습식분해와 직접용해에서 각각 140.7 mg%와 230.7 mg%를 나타내었으며 국내산 토판염에서 71.4 mg%와 100.0 mg%로 상대적으로 낮게 나타난 반면 국내산 장판염은 190.9 mg%와 261.5 mg%로 높게 나타났다. 칼슘의 경우는 분해법 간에 함량 차이가 약간 발생하였고 직접용해에 의한 함량값이 약간 높았다.

마그네슘의 경우 수입산은 각각 467.1 mg%와 417.5 mg%를 나타내었으며 국내산 토판염역시 이와 비슷한 농도를 보여주었으나 국내산 장판염은 1,233.5 mg%와 1,099.2 mg%로 수입산에 비해 약 2.6배의 높은 함유량을 나타내었고, 습식분해와 직접용해에서의 큰 차이 없이 유사한 함량을 나타내었다.

칼륨은 수입산이 습식분해법과 직접용해법에서 각각 141.3 mg%와 106.0 mg%를 나타내었으며 국내산 토판염에서는 107.7 mg%, 79.0 mg%를 나타내었다. 국내산 장판염은 습식분해와 직접용해에서 각각 330.4 mg%와 303.5 mg%로 유사한 함량을 보였으며 수입산이나 국내산 토판염에 비해 상당히 높은 함량을 나타내었다.

결론적으로 두 가지 분해법을 구분하여 무기성분 함량을

비율은 습식분해와 직접용해에서 89.4%, 89.3%를 차지하였으며 국내산 토판염에서는 각각 88.6%와 88.9%로 유사하게 나타났으며 국내산 장판염에서도 각각 81.6%와 80.6%로 유사하게 나타났다. 두 가지 방법 모두 국내산 장판염이 기타 천일염에 비해 Na함량은 낮게 나타났다. Mg함량은 분해법에 따라 수입산 천일염이 1.2%와 1.0%를 차지하였으며 국내산 장판염은 2.9%와 2.7%로 수입산에 비해 높은 함량을 보여주었다. K 함량도 국내산 장판염이 수입산에 비해 약 2배가량 높은 함량을 나타내었다. 국내산 토판염은 수입산과 유사한 함량을 나타내었다. Ca는 습식분해나 직접용해에서 국내산 장판염이 수입산에 비해 조금 높게 나왔으며 국내산 토판염이 가장 낮게 나타났다.

결론적으로 두 가지 분해방법을 토대로 무기성분 함량을 비교한 결과 무기성분구성비는 Na, Mg 및 K 등 성분의 구성비는 습식법에서 직접용해보다 약간 높게 나왔으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 따라서 소금 시료의 경우 microwave를 사용하여 분해하는 습식법에 비해 직접용해에 용해하여 무기 성분을 측정하여도 그 함량에는 그다지 큰 영향을 미치지 않아 시간 단축 및 장비 유지비 절약 등 장점을 가지고 있는 직접 용해법을 권고하고자 한다.

Table 4. Mineral composition of various solar salts

Sample salts <sup>1)</sup>	Ca		Mg		Na		K	
	WP <sup>1)</sup>	DS <sup>2)</sup>	WP	DS	WP	DS	WP	DS
French salt	0.4±0.1 <sup>3)</sup>	0.6±0.1	1.2±0.5	1.0±0.3	89.4±3.8	89.3±4.4	0.4±0.1	0.3±0.0
Gray salt	0.2±0.0	0.3±0.0	1.1±0.7	0.9±0.6	88.6±1.2	88.9±1.2	0.3±0.2	0.2±0.1
White salt	0.5±0.2	0.7±0.2	2.9±0.6	2.7±1.0	81.6±9.1	80.6±8.2	0.8±0.4	0.7±0.2

<sup>1)</sup>WP: wet process.

<sup>2)</sup>DS: dissolution.

<sup>3)</sup>Mean±SD.

## 요 약

12종 천일염 시료의 성분 분석을 비교한 결과, 식염함량은 국내산 장판염이 85.1%, 국내산 토판염이 89.3%, 수입산 천일염이 91.3%로 나타났다. 국내산 장판염의 불용성분은 0.05%로 가장 낮게 나타났으며 수분함량은 6.4%로 가장 높게 나타났다. 국내산 장판염의 Na 함량은 수입산에 비해 다소 낮게 나타난 반면 Mg, K 함량은 세계적으로 유명한 프랑스 게랑드 소금에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 따라서 우리는 인체에 꼭 필요한 무기질을 다량 함유하고 있는 소금을 섭취함에 있어, Na 함량이 적고 Mg, K 등 무기성분이 높게 함유된 국내산 천일염을 통한 소금 섭취를 권장하는 바이다.

습식분해 및 직접용해법에 의한 Na와 Mg의 무기성분 조성비(%)는 수입산과 토판염의 경우 두 가지 방법 모두 89 : 1로 동일한 비율을 보였고, 장판염에서는 82 : 3 대 81 : 3로 유사한 조성 비율을 나타내어 천일염시료 분석에 있어 습식분해와 직접용해법 간에 차이가 그다지 크지 않았다.

따라서 본 연구결과를 토대로 습식분해법에 비해 복잡한 전처리를 거치고 않고 직접용해로 천일염의 무기성분분석을 실시하여도 정확한 수치를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 2010년도 농촌진흥청 국립농업과학원 박사후 연수과정지원사업(과제번호:PJ007465)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

## 참고문헌

1. Kim DH, Rhim JW, Lee SB (2003) Characteristics of Seaweed Salts Prepared with Various Seaweeds. Korean

J Food Sci Technol, 35, 62-66.

- Ha JO, Park KY (1998) Comparison of Mineral Contents and External Structure of Various Salts. J Korean Soc Food sci nutr, 27, 413-418.
- 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.
- Park HO, Jang JS (2009) Effect of salts on the hardness of cubed white radish. Korean J Food & Nutr, 22, 238-245.
- Chang M, Kim IC, Chang HC (2010) Effect of Solar Salt on the Quality Characteristics of *Doenjang*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 116-124.
- Kim H, Choi CR, Ham KS (2007) Quality Characteristics of White Pan Breads Prepared with Various Salts. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 72-80.
- Chang JY, Kim IC, Chang HC (2011) Effect of solar salt on the fermentation characteristics of kimchi. Korean J Food Preserv, 18, 256-265
- Korean food and drug administration (2009) Food standards codex. Korean foods industry association.
- 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.
- Lee KD, Park JW, Choi CR, Song HW, Yun SK, Yang HC, Ham KS (2007) Salinity and Heavy Metal Contents of Solar Salts Produced in Jeollanamdo Province of Korea. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 753-758.
- Jo EJ, Shin DH (1998) Study on the Chemical Compositions of Sun-dried, Refined, and Processed Salt Produced in Chonbuk Area. J Fd Hyg Safety, 13, 360-364.

(접수 2011년 6월 28일 수정 2011년 11월 11일 채택 2011년 11월 18일)