

고품질 천일염 생산을 위한 세정 조건 연구

한재웅¹, 김훈², 이효재^{1*}

¹공주대학교 생물산업공학부, ²한국식품연구원 소비안전연구단

Study of the Washing Condition for High Quality of Solar Salt

Jae Woong Han¹, Hoon Kim², Hyo-Jai Lee^{1*}

¹Department of Bio-industry mechanical engineering, Kongju National University

²Research Group of Consumer Safety, Korea Food Research Institute

요약 본 연구는 고품질의 천일염을 생산하기 위한 세정조건을 구명하기 위해서 수행되었다. 세정시 수율의 감소를 방지하기 위해서 세정수의 염도는 5 %로 설정하였고, 온도조건은 5, 10, 17.5, 20 °C로 총 4가지 수준이었다. 세정 실험 후 수분, 염도, 불용분, 사분의 함량을 측정하였다. Color 특성으로는 L*[lightness], a*[redness], b*[yellowness]값을 측정하였고, 최종적으로 수율을 측정하였다. 세정 후 천일염의 수분은 세정수의 온도가 10 °C 이상의 범위에서 증가하는 경향을 나타내었다. 염도와 수율은 세정수의 온도가 높을수록 감소하였고, 불용분의 함량은 세정수의 온도가 낮을수록 감소하는 것으로 나타났다. 사분의 함량은 세정수의 온도가 5 °C인 경우 0.67 %이었고, 더 높은 온도에서는 0.57 %로 감소하였다. 색도중 b*값의 경우에는 세정수의 온도가 높을수록 높게 나타났으며, 이는 표면품질 저하의 원인으로 판단되었다. 따라서, 품질 저하와 수율의 감소를 최소화하는 세정수의 온도는 10 °C 이상이 적합한 것으로 나타났다. 향후 세정 후 건조조건 구명을 위한 실험을 수행하여 최적의 고품질 생산 공정의 설계인자를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract This study examined the washing conditions for high-quality solar salt. The salinity of the washing water was set to 5 % to prevent yield loss, and the temperatures of the washing water were 5, 10, 17.5, and 20 °C. After washing the solar salt, the moisture content, salinity, insoluble matter, and sandy powder were measured from the solar salt. In addition, the color properties, L*[lightness], a*[redness], b*[yellowness], and yield were measured. The moisture content of the salt showed a tendency to increase when the temperature of the washing water was above 10 °C, and the salinity and yield tended to decrease as the temperature of the washing water was high. The amount of insoluble matter decreased with decreasing temperature of the washing water. In the case of sandy powder, the highest value was 0.67 % at a washing water temperature of 5 °C, and the value was 0.57 % under the other temperature conditions. Regarding the color properties, the b* [yellowness] of the color of the solar salt increased when the washing water temperature was high. This appeared to decrease the appearance quality. According to the above results, a washing water temperature above 10 °C was appropriate. The development of design factors of a high-quality solar salt production system is expected with experiments to define the drying conditions after the washing process.

Keywords : Salinity, Moisture Content, Yield, Insoluble Matter, Sandy Powder

*Corresponding Author : Hyo-Jai Lee(Kongju National Univ.)

email: leehjai@kongju.ac.kr

Received May 15, 2020

Revised June 25, 2020

Accepted August 7, 2020

Published August 31, 2020

1. 서론

소금은 신체에 반드시 필요한 식품 중 하나이며, 체내의 삼투압을 일정하게 유지시키며 산과 알칼리의 균형을 이루게 한다[1]. 이러한 소금은 그 종류가 매우 다양하고, 종류에 따라 생산 공정도 다양하다. 국내에서는 사용되는 소금은 천일염과 정제염으로 나누어지고, 정제염은 기계염과 가공염으로 분류된다[2].

천일염은 태양열과 바람 등 자연을 이용하여 해수를 저류지로 유입해 바닷물을 농축시켜서 염의 결정으로 얻은 소금을 말한다[3]. 천일염은 일반 정제염과 다르게 다양한 미네랄 조성과 균형에 의한 기능적인 측면에서 그 중요성이 재인식되고 있다[4].

국제식품기준규격(CODEX)의 식염의 염도 기준은 97% 이상으로써, 천일염은 식염으로 가공되기 위해서는 이 기준에 적합한 제조시설을 구성해야 한다[5]. 천일염을 이용한 식염의 제조 공정은 간수가 제거된 원염을 세정, 탈수, 건조 등의 공정으로 구성된다[6]. 간수는 천일염을 제조한 후에서 발생하는 것으로서 주성분은 염화마그네슘이며, 쓴맛을 띠는 특징이 있다[7]. 제조 공정 중 건조 공정에서는 소금을 고온으로 건조하는 경우 유해물질이 발생한다고 보고하고 있으며, 특히 소금을 고온에서 굽거나 열처리하는 경우, 다량의 중금속, 이산화황(SO₂)과 환경호르몬의 발생으로 위해성이 보고되고 있다[4]. 또한, 소금에 함유되어 있는 불용분이나 사분과 같은 불순물을 제거하기 위해서 시중에 판매되는 국내산 소금은 대부분은 물로 세척하여 원심분리법으로 오염물질을 제거하고 있다[4]. 불순물을 제거하는 방법은 천일염을 오랜 시간 방치하거나 물로 세척하는 방법이 있는데, 이때 소금의 수율 손실이 발생한다[8]. 이렇게 천일염을 가공하는 공정 중에는 유해물질이나 불순물 등을 처리하는 방법이 필요하지만, 효율적으로 제거하는 방법에 대한 정립이 부족한 실정이다. 일부 연구에서는 건조공정에서 100℃ 이하의 온도를 이용한 효율적인 건조방법에 대한 연구를 수행한 적이 있다[9]. 그러나, 불순물을 제거하기 위한 세정수의 온도나 염도 조건에 따르는 소금의 수율변화에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 수율의 손실을 최소화하면서 천일염 내의 불순물을 빠르게 제거할 수 있다면, 소금의 품질 향상뿐만 아니라, 제조시간을 단축하여 가격 경쟁력 향상에도 큰 도움이 될 것이다[8].

본 연구는 국제규격에 맞는 안전한 천일염을 제조하기 위한 세정조건을 구명하기 위해서 수행되었으며, 다양한 온도의 세정수를 사용하여 세정 실험을 수행하였고, 천일

염을 세정한 후 품질특성 및 수율의 변화를 측정 및 분석하였다.

2. 본론

2.1 재료 및 방법

2.1.1 시료의 선정 및 전처리

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 무안에서 2017년도에 생산한 시료를 사용하였으며, 시료는 시료 균분기(Boerner divider, Burrows, USA)를 사용하여 3회 반복 분배하여 준비하였다. 본 실험에서 천일염의 세정에 사용된 세정수의 농도와 온도는 세정 시 소금의 수율 저하를 최소화하기 위해서 약 5%로 하였으며, 세정수의 온도도 5, 10, 17.5, 20℃로 총 4수준으로 설정하였다. 세정수의 온도가 20℃이상의 경우 천일염이 용융되는 속도가 매우 빨라 수율의 손실이 큰 것을 예비실험으로 확인하였다. 본 연구에서는 세정온도에 의한 영향을 분석하기 위해서 세정 후 탈수 공정은 실제 제조 공정에서 사용하는 순간(2초~3초) 와류 세척방법으로 균일하게 수행하였다. 세정 실험 후 소금의 품질인자의 변화를 분석하였으며, 주요 측정 항목은 수분, 염도, 불용분, 사분 함량, color 특성(색도), 수율을 측정하였다.

2.1.2 수분함량 측정

천일염의 수분함량 측정은 오븐법 135℃ - 4시간 - 5g법을 이용하여 측정하였다[10]. 수분은 세정처리한 천일염을 드라이오븐(SACO-30-1, San-Cheon Tech-Ind. Co., Korea)을 이용하여 135℃에서 4시간 건조한 후 데시게이터에서 약 30분 동안 항량한 다음 건조 전후의 무게를 측정하여 아래의 Eq. 1을 이용하여 환산하였다.

$$MC = (b - c) / (b - a) \times 100 \quad (1)$$

Where, MC : moisture content (%)

a : weight of tray (g)

b : denotes weight of tray with sample (g)

c : denotes constant weight of sample (g)

2.1.3 염도 측정

염도는 한국산업표준규격 천일염 품질기준 분석법과 식품의약품안전청 고시 제 2008-6호에 의거하여 염도계(Salt meter, PAL-ES2, ATAGO, Japan, Resolution: 0.1%(3.0 to 10.0%))를 이용하여 시료 1 mL을 넣어

측정하였으며, 산출된 함수율을 이용하여 소금에 남아있는 수분량을 환산한 후, 측정값과 계산값을 비교하여 소금의 염도를 아래 Eq. (2)~(7)과 같이 계산하였다.

$$SS = MS / CS \times 100 \quad (2)$$

$$WS = WW \times MC / 100 \quad (3)$$

$$WT = WD + WS \quad (4)$$

$$WSW = WS - WW \quad (5)$$

$$WTS = WT + WSW \quad (6)$$

$$CS = WSW / WTS \times 100 \quad (7)$$

Where, SS : salinity of salt (%)

MS : measured values of salinity (%)

CS : calculated value of salinity (%)

WW : weight of water from salt (g)

WS : weight of input salt (g)

MC : moisture content (%)

WT : weight of total water (g)

WD : weight of distilled water (g)

WSW : weight of salt removed water (g)

WTS : weight of total salt water (g)

2.1.4 불용분 및 사분 측정

불용분과 사분 함량은 식품공정[11]에 따라 측정하였다. 불용분은 시료 10 g을 비커에 넣고 약 200 mL의 물에 용해시켜 미리 100~110 ℃에서 건조하여 항량한 유리여과기에 거르고, 이 액에서 염소이온이 나오지 않을 때까지 물로 충분히 세척한 후 세척한 유리여과기는 100~110 ℃에서 건조한 후 무게를 측정하여 잔류물을 정량하였다.

$$\frac{\text{건조전 여과지 무게} - \text{건조후 여과지 무게}}{\text{시료량}} \times 100 \quad (8)$$

사분은 시료 2~5 g을 취해 물 100 mL에 용해시키고 염산 10 mL를 가한 후 1시간 동안 열판위에서 가열하고 실온까지 식힌 후 여과지(5C filter, Toyo, Tokyo, Japan)로 여과하고 불용분을 염소이온이 검출되지 않을 때까지 물로 세척하였으며, 미리 항량시킨 도가니(850 ℃에서 강열 후 냉각시킨 것)에 여과지와 불용분을 옮기고 850 ℃에서 회화시킨 후 데시케이터에서 실온으로 냉각시켜 도가니의 무게를 달아 사분의 함량을 계산하였다 [12].

$$\frac{\text{회화후 도가니 무게} - \text{회화전 도가니 무게}}{\text{시료량}} \times 100 \quad (9)$$

2.1.5 색도 측정

색도는 뚜껑이 있는 투명살레(∅×H, 25×12.5 mm)를 이용하여 시료를 넣은 후, 색차계(Minolta, CR 200, JAP)를 이용하여 L*(Lightness, black[0] to light[100]), a*(redness, red[60] to green[-60]), b*(yellowness, yellow[60] to blue[-60]) 값을 측정하였고, 총 5회 측정하여 최대 및 최소값을 제외한 후 나머지 값의 평균값을 사용하였다[13].

2.1.6 수율 측정

수율 측정을 위해서 세정 후 천일염의 중량변화를 측정하였으며, 중량은 초기중량 및 최종중량을 전자저울(Satorius 420, Germany)을 이용하여 측정하였다. 중량변화는 다음 식을 이용하여 환산하였다.

$$\text{수율}(\%) = \frac{\text{최종중량}(g)}{\text{초기중량}(g)} \times 100 \quad (10)$$

2.2 실험결과

2.2.1 세정온도별 천일염의 수분 및 염도 분석

천일염을 대상으로 세정수의 온도를 5, 10, 17.5, 및 20 ℃로 설정하여 세정한 후 천일염의 수분의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 실험결과 천일염의 수분은 세정수의 온도가 5 ℃인 경우 5.68 %(±0.06)로 가장 높게 나타났고, 세정수의 온도가 10 ℃인 경우 4.24 %(±0.02)로 가장 낮게 나타났다. 또한 세정수의 온도가 17.5 및 20.0 ℃인 경우에는 수분이 세정수의 온도가 10 ℃인 경우보다 더 높게 나타났다. 수분함량이 높게 되면, 세정 후 건조 공정에서 건조시간이 증가하게 되고 그에 따라 건조비용이 증가하게 된다. 따라서 세정수의 온도가 5 ℃이하인 경우에는 수분이 높아 세정 조건으로는 적합하지 않은 것으로 판단되며, 함수율 함량을 고려한 세정 온도 조건은 10~20 ℃의 범위가 적당한 것으로 판단되었다.

Fig. 2에는 세정수의 온도조건을 5, 10, 17.5, 및 20 ℃의 4가지로 설정하여 세정한 천일염의 염도를 나타낸 것이다. 세정 후 천일염의 염도는 세정수의 온도가 증가할수록 점점 감소하는 경향을 나타내었다. 세정수의 온도가 5 ℃인 경우 92.56 %(±0.21)로 가장 높게 나타났고, 세정수의 온도가 20 ℃(±0.24)인 경우 84.76 %로 가장

낮게 나타났다. 실험 결과 국제식품기준규격(CODEX)의 식염의 염도 기준인 97 %이상에 가까운 세정수의 온도 조건은 5 ℃이하인 것으로 나타났다. 그러나 세정 공정 후 건조공정을 통해서 수분이 제거되면 염도가 더욱 높아질 것으로 기대된다. 그리고 전술한 바와 같이 세정 후 함유율이 세정수의 온도가 5 ℃에서 가장 높게 나타났기 때문에 건조시간이 길 것으로 예상되며, 이에 따라 온도가 낮을수록 염도가 높지만 세정수의 온도는 5 ℃이상이 적합한 것으로 판단되었다.

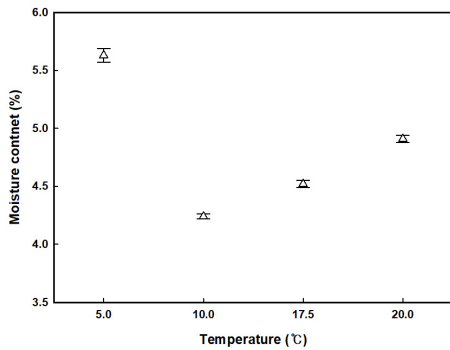


Fig. 1. Changes of moisture content according to temperature of washing water.

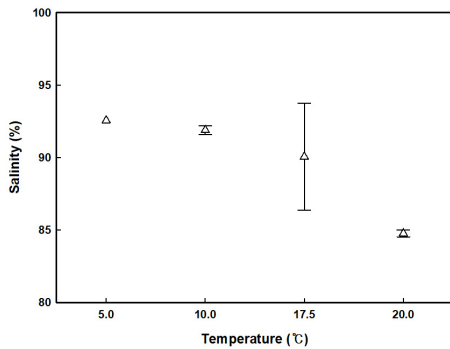


Fig. 2. Changes of salinity according to temperature of washing water.

2.2.2 세정온도별 불용분 및 사분 분석

천일염의 세정공정에서 가장 중요한 목적인 불용분 및 사분의 제거에 대한 실험 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 세정수의 온도조건은 5, 10, 17.5, 및 20 ℃의 4가지로 설정하였고, 실험 결과 세정 후 천일염의 불용분은 세정수의 온도에 따라 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 불용분의 함량은 세정수의 온도가 5 ℃인 경우 0.109 %(± 0.005)로 가장 낮게 나타났고, 세정수의 온도가 17.5 ℃인 경우 0.122 %(± 0.002)로 가장 높았으나 세정

수의 온도가 20 ℃인 경우에도 0.110 %(± 0.001)로 낮게 나타났다.

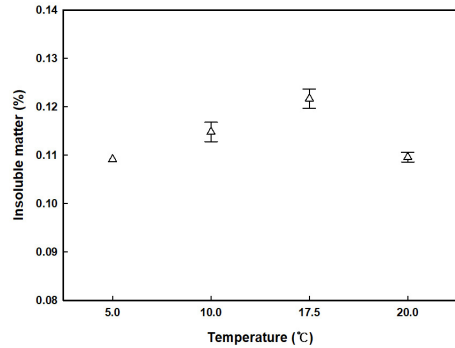


Fig. 3. Changes of insoluble matter according to temperature of washing water.

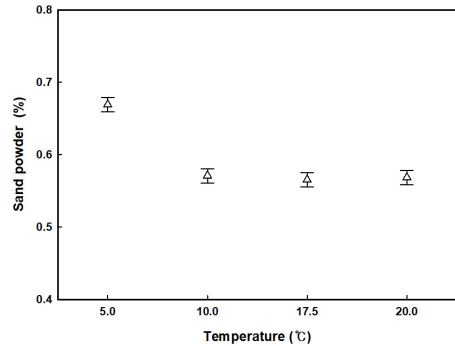


Fig. 4. Changes of sandy powder according to temperature of washing water.

Fig. 4에서는 세정 후 천일염에 남아있는 사분의 비율을 나타내었다. 세정수의 온도 조건은 동일하게 5, 10, 17.5, 및 20 ℃의 4가지로 설정하였다. 세정 후 천일염에 남아있는 사분은 세정수의 온도가 5 ℃인 경우 사분의 비율은 0.67 %(± 0.01)로 가장 높게 나타났다. 다른 세정수의 온도에서는 0.57 %(± 0.01)로 일정한 값을 나타내어 세정수의 온도가 낮을수록 사분이 제거가 어려운 것으로 나타났다. 이러한 결과는 불용분이 세정수 온도가 낮을수록 제거가 쉬운 결과와는 반대되는 결과이다. 그러나 불용분의 비율이 세정수의 온도가 5 ℃인 경우와 10 ℃인 경우 큰 차이를 보이지 않았고, 이 두 경우에 사분의 비율의 차이가 큰 것을 고려한다면 세정수의 온도가 5 ℃보다 10 ℃인 경우가 불순물의 비율이 낮은 것으로 판단된다.

2.2.3 세정온도별 색도(L*, a*, b*) 분석

세정수의 온도별(5, 10, 17.5, 및 20 ℃) 천일염의 색도(L*, a*, b*)값의 변화는 아래 Table 1과 같이 나타났다.

실험결과에 따라 세정 후 천일염의 색도는 세정수의 온도에 따라 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. L*값은 세정수의 온도가 5 ℃인 경우 가장 낮게 나타났고, 10 ℃에서는 가장 높게 나타났으나 이후 감소하는 경향을 나타내었다. a* 값은 5, 10 ℃에서 같은 값을 나타내었고, 17.5, 20 ℃에서 같은 값을 나타내었다. 또한, 천일염의 색도가 노란색에 가까워지는 것을 나타내는 b* 값은 온도가 높을수록 높은 값을 나타내었지만 20 ℃에서는 다소 낮은 값을 나타내었다. 따라서, 천일염의 세정 후 color 특성은 온도의 영향이 크지 않은 것으로 판단되었다.

Table 1. Changes of values of L*, a*, b* according to temperature of washing water

Temperature (℃)	Color properties ¹⁾		
	L*	a*	b*
5	76.74 (±0.04)	-0.23 (±0.03)	0.82 (±0.01)
10	81.01 (±1.24)	-0.23 (±0.01)	0.94 (±0.06)
17.5	80.81 (±1.03)	-0.19 (±0.01)	0.97 (±0.03)
20	80.97 (±0.15)	-0.19 (±0.01)	0.91 (±0.01)

¹⁾Mean ± SD.

2.2.3 세정온도별 수율 분석

세정실험 후 천일염의 수율 변화는 Table 2와 같이 나타내었으며, 수율은 세정 처리 전·후의 중량을 측정하여 산출하였고, 실험 결과, 수율은 온도가 높을수록 낮은 경향을 나타내었다. 세정수의 온도가 5 ℃인 경우 수율은 101.56 %로 세정전보다 높게 나타났고, 이후 10 ℃에는 92.71 %로 감소하였고, 세정온도 20 ℃인 경우 수율이 86.16 %로 가장 낮게 나타났다.

Table 2. Changes of values of yield according to temperature of washing water

Temperature (℃)	Yield (%) ¹⁾	
	Initial value	Final value
5	100 (±0.00)	101.56 (±1.56)
10	100 (±0.00)	92.71 (±0.48)
17.5	100 (±0.00)	89.94 (±2.63)
20	100 (±0.00)	86.16 (±2.12)

¹⁾Mean ± SD.

결론적으로 동일한 조건에서 세정수의 온도만 다르게 하여 세정 후의 품질변화를 측정된 결과, 세정 후의 함수율은 세정수의 온도 10 ℃에서 가장 낮게 나타났으나, 염도는 5 ℃에서 가장 높게 나타났다. 또한 불용분과 사분의 비율은 세정수의 온도 5 ℃에서 사분의 비율이 매우 높아 10 ℃이상의 조건에서 적합한 것으로 판단되었다. 수율은 온도가 높을수록 수율이 낮게 나타났으며, 이는 이 등[8]의 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. 따라서, 10 ℃의 세정수를 사용하는 것이 천일염의 품질을 유지하는 최적의 조건인 것으로 나타났다.

3. 결론

천일염의 제조 공정 중 세정 공정을 최적하기 위해서 세정수의 온도를 5, 10, 17.5, 20 ℃로 설정하여 세정 실험을 수행하여 세정 후 천일염의 품질 및 수율을 조사하였다. 천일염의 품질 및 수율은 세정수의 온도의 변화에 따라 차이가 발생하는 것으로 나타났다.

1. 소금의 함수율은 세정수의 온도가 10 ℃ 이상의 온도에서는 온도가 증가할수록 수분이 높은 경향을 나타내었다.
2. 염도는 세정온도가 높을수록 감소하여 세정수의 온도가 20 ℃인 경우 84.76으로 가장 낮게 나타났다.
3. 불용분은 세정수의 온도가 낮을수록 낮은 경향을 나타내었다. 세정수의 온도 20 ℃에서는 0.110 %로 낮게 나타났다.
4. 사분의 경우에는 세정수의 온도가 낮을수록 높게 나타나 품질이 저하하는 것으로 나타났다.
5. L*, a*, b* 값은 세정수의 온도가 높을수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히, b*값은 세정수의 온도가 17.5 ℃ 이상인 경우 천일염의 색의 yellowness가 증가하여 외형 품질이 저하하는 것으로 나타났다.
6. 세정 후 천일염의 수율은 세정수의 온도가 수율은 온도가 높을수록 수율이 낮게 나타났다. 세정 후의 함수율은 세정수의 온도 10 ℃에서 가장 낮게 나타났다.

종합적으로, 10 ℃의 세정수를 사용하는 것이 천일염의 품질을 유지하는 최적의 조건인 것으로 나타났다. 향후 세정 후 고품질의 천일염 생산을 위한 건조조건을 구명하는 실험을 수행하여 국제 표준에 맞는 제조공정의 설계가 가능할 것으로 기대된다.

References

- [1] H. Y. Beak, "A study on nutrition of salt", *The Korean J Food Cook Sci*, Vol.3, pp.92-106, 1987.
- [2] J. O. Ha, K. Y. Park, "Comparison of mineral contents and external structure of various salts", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, Vol.27, No.3, pp.413-418, 1998.
- [3] S. H. Hwang, "A study on the heavy metal contents of common salts in Korea", *Journal of Environmental Health Sciences*, Vol.14, No.1, pp.73-86, 1988.
- [4] J. H. Lee, H. K. Kim, I. C. Kim, "Physicochemical quality properties of mudflat solar salt and roasted salt", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, Vol.43, No.7, pp. 1048-1054, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2014.43.7.1048>
- [5] Codex Alimentarius Commission. Codex Standard: Standard for food grade salt. CX STAN 150-Amend. 2-2001. Codex Alimentarius Commission. Joint FAO/WHO Food Standards Program, Rome, 2001.
- [6] E. J. Jo, D. H. Shin, "Study on the Chemical Compositions of Sun-dried, Refined, and Processed Salt Produced in Chonbuk Area", *J Food Hyg Saf*, Vol.13, No.4, pp.360-3643, 1998.
- [7] K. K. Lee, "Preparation of magnesium oxide containing salt and bitter taste components", Korean Patent 10-2004-0086458.
- [8] Y. K. Lee, S. D. Kim, "Recrystallization Characteristics of Solar Salt After Removing of Bittern and Impurities", *J Korean Soc Food Sci Nutr*, Vol.37, No.2, pp.203-209, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.2.203>
- [9] J. W. Han, W. Kim, H. J. Lee, "Feasibility of Applying Conductive Heat and Convective Heat to the Drying Process of Safe Solar Salt", *J Biosystems Engineering*, Vol.44, No.4, pp.236-244, 2019.
DOI : <https://doi.org/10.1007/s42853-019-00034-w>
- [10] H. Kim, J. W. Han, "Low temperature drying simulation of rough rice", *J Biosystems Engineering*, Vol.34, No.5, pp.351-357, 2009.
- [11] KFDA. Food Code. Korean Food & Drug Administration, Seoul, Korea. pp.201-202(I), pp.139-140 (II), 2010.
- [12] M. S. Chang, S. D. Cho, D. H. Bae, G. H. Kim, "Safety and Quality Assessment of Kimchi Made Using Various Salts", *Korean J Food Sci Technol*, Vol.42, No.2, pp.160-164, 2010.
- [13] O. W. Kim, H. Kim, D. C. Kim, S. S. Kim, "Determination of whiteness condition for efficient Milling in rice processing complex", *J Biosystems Engineering*, Vol.30, No.4, pp.242-248, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.5307/JBE.2005.30.4.242>

한 재 웅(Jae Woong Han)

[정회원]



- 2003년 2월 : 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과 (공학석사)
- 2007년 2월 : 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과 (공학박사)
- 2007년 9월 ~ 2010년 2월 : 성균관대학교 연구조교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 생물산업공학부 교수

<관심분야>

농산가공, 바이오에너지

김 훈(Hoon Kim)

[정회원]



- 1998년 2월 : 성균관대학교 농업기계공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 성균관대학교 바이오메카트로닉스학과 (공학박사)
- 2000년 4월 ~ 2003년 3월 : 성균관대학교 전임연구원
- 2010년 4월 ~ 현재 : 한국식품연구원 책임연구원

<관심분야>

식품 및 농산가공

이 효 재(Hyo-Jai Lee)

[정회원]



- 2007년 2월 : 성균관대학교 대학원 바이오메카트로닉스학과 (공학석사)
- 2013년 8월 : 충북대학교 대학원 바이오시스템공학과 (공학박사)
- 2020년 4월 ~ 현재 : 공주대학교 생물산업공학부 (연구교수)

<관심분야>

스마트팜, ICT 융합기술, 농식품 가공시스템