

발간등록번호

11-1541000-001244-01

보안과제(), 일반과제(○)

과제번호 108126-3

고품질 천일염의 생산 및 가공 유통 기술개발

Development technology for production and distribution
of high quality solar salt

천일염의 식품 소재화 가공기술(제1세부)

(Development of technology for solar salt as food material)

원료 천일염의 전처리 기술개발(제2세부)

(Technology developemt for pretreatment of solar salt)

한국식품연구원

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “고품질 천일염의 생산 및 가공 유통 기술개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2011년 12월 19일

주관연구기관명 : 한국식품연구원

주관연구책임자 : 이세은

세부연구책임자 : 김동철

연구 원 : 김의웅

연구 원 : 김 훈

연구 원 : 구경형

연구 원 : 김병삼

연구 원 : 김종태

연구 원 : 황진봉

연구 원 : 성기승

연구 원 : 조영춘

연구 원 : 한재웅

연구 원 : 홍상진

위탁연구기관명 : 성균관대학교

위탁연구책임자 : 금동혁

요 약 문

I. 제 목

고품질 천일염의 생산 및 가공 유통 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

국내 갯벌 천일염의 생산체계와 품질의 기능적 특성을 조사, 분석하여 천일염의 고급화를 위한 생산 공정체계 기술개발과 갯벌 천일염의 고부가가치 식품 소재로의 활용 가능한 기술개발을 통하여 국내 천일염의 종합적인 생산, 가공 및 유통기술을 확립하여 국내 천일염을 세계적인 프리미엄급 소금으로 발전하는데 기여하고자 한다.

2. 연구개발의 필요성

한국산 갯벌 천일염은 세계 5대 갯벌중의 하나에서 생산되는 천연 해수염(natural sea salt)으로 전세계적으로 인정받는 프랑스 게랑드산 천연 해수염과 견줄 만한 품질과 맛을 지니고 있다. 한국을 대표하는 대표적 한식 명품으로 세계 시장에 진출할 수 있는 천연 자원이다.

국내 서남해안은 세계적으로도 보존가치가 높은 갯벌자원을 갖고 있으며, 갯벌에서 천일염을 생산할 수 있는 지역은 한정적이고 우리나라 서남해안처럼 양질의 갯벌자원은 매우 드물다. 이와 같이 희귀적이고 독점적이며 우수한 천일염 자원은 우리가 가지고 몰랐던 진정한 보석(小金)으로 블루오션산업으로 부족함이 없는 자원이다.

최고의 천일염은 생산시설의 위생이나 관리 protocol의 철저한 준수 등 기술·설비·관리가 모두 최상의 조건을 유지한 상태에서 생산되어야 한다. 식용으로 관리되지 않는 수입 천일염이 무분별하게 국내산으로 위·변조되는 것을 방지하기 위해 천일염을 식염으로 수입하는 경우에는 생산국가에서 식염으로 분류·인증한 것만 수입이 가능하도록 하였다. 천일염의 철저한 품질 관리 및 다른 천일염 또는 시판염과의 기능적 차별성이 제시되어야 비로소 국내 천일염이 세계적인 명품 소금으로의 위상을 가지게 될 것이다.

프리미엄급 외에도 우리의 우수한 소금가공기술 확보를 통하여 고기능성 소금산업을 한방 의료산업, 화장품·미용산업 등과 연계한 산업 육성이 가능 할 것이다. 천일염을 식용이 아닌 공업용 소재로 생산하는 염산업계에서는 당연히 식용이 아닌 공업용 소금을 제조하는 단계였으므로 생산시설의 철저한 관리 및 위생 개념의 도입 자체가 필요 없는 상황으로서, 천연의 우수자원인 천일염을 세계 명품 상품으로 개발하는데 매우 큰 장애요인으로 작용하였다.

염전의 비위생적 환경에 대한 많은 문제점들이 대두되어 왔고 식품으로 전환되었지만 식품에 맞는 안전관리의 기준 마련이 시급하다는 산업계 및 학계의 의견으로 따라서 농림수산물식품

부에서 염관리법을 소금산업 진흥법으로 확대 개편하여 소금산업의 발전과 경쟁력 강화를 도모하고 국가경제 발전 및 국민의 삶의 질 향상을 도모하고자 연구가 진행되어 가는 동안 소금산업진흥법이라는 법률이 염관리법에서 확대 개편되었다.

세계적으로 갯벌 천일염에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있으며 우리나라에서도 일부 정제염 또는 가공염에 대한 기능성 연구는 있으나 순수한 천일염에 대한 연구는 일부 대학을 제외하고는 거의 이루어지지 않고 있었다. 갯벌 천일염은 과거 오래전부터 약초와 병용하여 한방 치료 및 예방의 목적으로 사용하였으나 과거 식용 및 약재로의 사용이 어려워 이에 관련된 연구 및 제품개발이 어려웠다.

2008년 3월부터 식품화가 된 갯벌 천일염의 전통식품의 가치 재발견이 요구되는 시기로 우리나라 갯벌 천일염에 대한 체계적인 연구가 필요하게 되었다.

본 연구는 천일염에 혼재된 불용성분과 이물질의 효율적인 정제 기술과 식품소재로의 활용 방안을 확립하여 천일염을 세계적인 프리미엄급 소금으로 발전시키는 데 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

가. 국내·외 식염(천일염, 정제염, 가공염 등) 제조기술 및 품질 특성 분석

- 일본, 중국, 프랑스 등의 소금관련 기술 현황 분석
- 천일염의 이물질 혼입율 및 불용성분 분석
- 유통 제품의 유용성분, 불용분, 입자분포, 색상 균일성 등 용도별 특징 분석

나. 천일염의 세척, 탈수, 건조 및 이물질 선별기술 확립

- 공정 시스템 방향결정을 위한 원료 천일염의 품질 분석
 - 함수율, 이물질 혼입량, 이물질의 종류, 이물질의 특성 등
- 천일염에 혼입된 이물질의 선별인자 구명
 - 이물질 종류별 주요 선별인자 측정(종말속도, 면적, 체적, 길이 등)
- 불용분 제거 조건 분석
 - 세척 방법 및 처리 조건에 따른 효과 분석
 - 자연수 및 염수 농도 기준 (3~25%) 범위
- 선별 특성 분석
- 천일염의 최적 건조조건 규명
 - 건조온도 및 건조방법 별 건조 모델링
 - 최적 건조조건 구명

다. 천일염의 식품 소재화 기술개발

- 첨가물로의 우수성 분석 및 상품 다양화 기술개발
 - 전통 발효식품의 사용에 따른 품질 분석

- 이화학적, 관능적 맛의 품질 평가
- 입자가 굵은 천일염의 용도별 미세 분말화
- 단기 속성소금의 제조방법 분석
 - 처리방법에 따른 불용성 물질 함량 분석
 - 건조방법 및 온도에 따른 품질 분석
 - 유통과정중의 품질변화 분석 (수분, 흡습 및 응집현상 분석)
- 저염 천일염 소금 개발 전처리 및 조미용 액상소금
 - 염농도 15~20% 범위 · 나노에멀전 기술분석

라. 천일염의 생산 및 전처리방법에 따른 생산 기본 공정확립

- 산지종합처리장 공정 확립 및 운영체계
 - 운영 관련 기본 설계 및 시방서 작성
- 개발된 관련 기술의 산업화 방향 설정

IV. 연구개발결과

본 연구는 고품질 천일염의 생산 및 가공 유통 기술개발 과제로 지금까지 수행한 주요 연구결과를 살펴보면 천일염의 다양한 생산환경과 유통제품의 품질 특성을 분석하여 천일염의 품질 현황을 파악하고 고품질 천일염의 생산을 위한 방향을 정립하였다. 이러한 결과를 활용하여 천일염의 불용분의 효율적 제거를 위한 기술을 개발하였다. 이와함께 천일염을 이용하여 식품 소재 적용성을 구명하였다. 발효식품, 건강음료 등의 효과를 분석하였다. 나노에멀전 방법을 이용 점성을 갖는 저염소금 제조방법을 개발하고 천일염의 품질과 관련되는 주요 성분을 신속하게 분석하는 기술을 개발하였다. 천일염 산지종합처리장(SPC)의 불용분 및 이물질의 제거를 위한 개선된 기본 공정을 확립하였고 천일염의 위생적 제조관리를 위한 염전과 세척공장의 위생적 시설기준의 기본적인 검토와 제안을 하였다. 본 연구의 세부적인 결과는 다음과 같다.

1. 천일염 생산지역과 생산시기에 따라서 NaCl, 황산이온, 사분 및 색상의 함량 등 품질 차이가 비교적 많이 발생하였으며 일부 소금은 수분, 불용분 그리고 사분함량이 식염 규격을 초과하는 결과를 보였다.
2. 생산시기가 4월에서 7월 하절기로 갈수록 염화나트륨, 총염소의 함량과 "b"값은 낮아지는 결과를 보였으며 황산이온의 경우는 이와 반대로 다소 증가하는 결과를 보였다.
3. 생산방법에 따른 천일염의 품질을 분석한 결과 토관염의 경우 사분함량이 비교적 높고 황색을 나타내는 "b" 값이 장판염에 비하여 다소 높은 값을 보였다. "L"값 역시 79.41로 장판염

의 83~85 범위에 비하여 낮은 값을 보였다.

4. 염전 결정지의 일기, 염수 농도에 따라 생산된 소금의 품질을 분석한 결과 염도가 낮은 경우 염화나트륨 함량이 73.76%로 낮고 황산이온은 0.63%로 비교적 높은 함량을 보였다. 바람 부는 날에 생산되는 바람소금은 NaCl 함량이 93.08%로 높은 함량을 나타기도 하였다.
5. 시중 유통소금을 생산연도별로 수집하여 품질을 분석한 결과 오래 경과된 소금일수록 황산이온, 불용분 그리고 사분함량과 "b" 값 등이 다소 높아지는 결과를 보였다.
6. 26개월 동안 저장하며 품질을 분석한 결과 불용분과 황산이온 값이 증가하는 결과를 보였고 중량 감소율은 계절에 따른 외기의 상대습도 영향으로 증감을 반복적으로 보이며 서서히 감소하는 경향을 보였다.
7. 실험 결과 천일염의 품질은 생산지역, 생산시기, 방법에 따라 품질 차이가 나타나는 것을 확인하였으며 불용분(쓴맛)의 제거를 위하여 장기간 저장하는 방법으로는 소금의 품질이 크게 개선되지 않는 것을 확인하였다. 따라서 관련 기술의 개발이 필요한 것으로 판단된다.
8. 시중 유통되는 국내외 제품의 황산이온 함량은 수입품 보다 전반적으로 높은 값을 보였으며 마그네슘 함량은 국내 제품이 높은 함량을 보였다.
9. 불용분 함량은 수입염이 국내산 보다 낮은 결과를 보였으며 일부 수입제품은 기준을 초과하는 제품도 있었음. 입자 분포는 -8/+16mesh 범위에 대부분 속하였다.
10. 산지종합처리장에서 생산된 제품의 품질을 분석한 결과 황산이온과 마그네슘 그리고 불용분 함량이 처리전의 원료 소금 보다 다소 증가하는 결과를 보였다.
11. 산지종합처리장의 공정과 방법이 불용분의 제거 등 품질 개선에 적합하지 않음을 확인 할 수 있었다. 따라서 효율적 품질 개선을 위한 적합한 공정개발이 필요한 것으로 판단되었다.
12. 세정 농도, 온도, 시간 등 전처리 조건에 따른 실험을 통하여 적합한 조건을 구명하였다. 쓴맛을 내는 황화합물이 약 40% 이상 감소하고 불용분, 사분 역시 감소하는 결과를 보였다. 소금의 유백색 밝은 강도가 매우 높게 나타났으며 경도도 다소 낮아지는 품질특성을 보였다.
13. 개발된 기술을 이용하여 제조한 소금과 시중 소금제품의 조해성을 상대습도 42%, 63% 및 71% 조건에서 실험한 결과 3년 숙성소금 보다 조해성이 적게 나타났다.

14. 개발된 기술을 이용하여 제조한 소금의 관능분석 결과 쓴맛이 매우 적으며 전반적으로 높은 기호도를 보였다. peroxy radical에 대한 소거활성이 높고 전통 발효식품 간장, 된장, 단무지와 음료에 첨가하여 사용하였던 결과 우수한 관능 결과를 보였다.
15. 생고분자를 이용하여 나노에멀션을 제조 점성을 띄는 저염소금 제조방법을 개발하여 소금에 향균, 향산화, 식이섬유 등의 첨가가 용이한 액상소금 제조기술 실험을 수행하였다.
16. 천일염의 종말속도는 함수율 6~8%범위에서 3.5~6.38 m/sec 정도를 나타내었으며 이물질 평균 종말속도 범위는 약 0.2~1. 2m/sec정도를 나타내었음. 이러한 결과로 2차 선형회귀방정식으로 개발하였다. Henderson 모델이 결정계수 0.9945, RMSE 0.00225로 천일염 박층건조모델로 가장 적합하며 Lewis 및 Page 모델도 적용 가능한 모델로 판단되었다.
17. 천일염의 주요 성분의 분석을 근적외선 방법을 이용하여 분석하였던 결과 Mg, SO₄ 화합물의 R-Square는 0.92와 0.85 정도로 높은 상관관계를 보였으며 Ca, Cl 화합물의 R-Square는 0.004956, 0.051898로 낮은 상관관계를 나타내었다.
18. 이러한 결과는 원료 소금의 품질을 신속히 평가하는 기본 기술로 활용이 가능 할 것으로 사료되며 산지에서 품질 등급화와 품질에 따른 소금 생산 기술로 활용이 가능 할 것으로 판단되었다.
19. 본 실험결과를 활용하여 천일염 산지종합처리장(SPC)의 개선된 공정을 확립하였고 천일염의 염전과 산지종합처리장의 위생적 시설기준의 기본적인 방안을 제안하였다.
20. 지금까지 본 연구에서 개발된 기술에 관하여서는 특허를 출원하였으며 국내의 전문학술지에 발표를 하였다. 본 기술은 참여업체에 기술이전을 추진중에 있으며 개발된 기술은 활용이 되도록 정책건의와 교육을 통해 생산 중심체인 SPC 등에서 활용토록 한다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

본 연구결과에서 도출된 천일염의 품질을 제고하는 기술과 부가가치를 향상 할 수 있는 식품 소재화 기술, 산지종합처리장(SPC)의 기본 공정개발 그리고 천일염의 주성분의 분석기술의 연구결과는 천일염의 상품적 가치를 높이고 식품 소재화로 활용도를 높이는데 기여 할 수 있을 것으로 판단된다. 이에 따라 개발된 기술은 활용이 되도록 정책건의와 교육을 통해 천일염 생산 중심체인 SPC 등에서 활용토록 한다. 주요 연구결과는 논문발표를 추진하고 본 연구결과 새로운 기술적 측면은 산업재산을 출원하고 향후 관련 업체에 기술이전을 통한 산업화를 추진할 계획이다. 이와 함께 국내 산지에 설치되는 SPC의 효율적 운영을 위한 기술개발에 활용하도록 한다.

Summary

I. Title

Development technology for production and distribution of high quality solar salt

II. Aims and needs for research and development(R&D)

1. Aims of R&D

The purpose of this study was to produce globally recognized high quality solar salt 1) by establishing integrated technology system for production, processing and logistics, 2) by analyzing current production system and functional properties of solar salt and 3) developing applicable technology for solar salt to be utilized as value added food ingredients.

2. Needs for R&D

Korean solar salt produced in tidal flat has comparable quality and taste to that of Geurande sea salt in France, which is globally recognized. It could be one of the natural food ingredients representing Korea.

The tidal flat in southern coast in Korea is recognized as rare and highly valuable to be preserved in the world. Thus related solar salt is accepted as precious blue ocean industry, which was ignored in the past.

Best quality of solar salt is produced under the optimum conditions for technology and facility and strict protocol for sanitation. To prevent the foreign solar salt for industrial use forged into domestic one for food use, it should be imported from the country, where edible salt is not handled separately from those for industrial use. The quality of solar salt will be recognized globally by strict quality control and quality differentiation from other salt products.

In addition to premium grade of solar salt, establishments of functional salt industry would be applicable by linking salt manufacturing technologies to oriental-medical industry and cosmetic-beauty industry. The classical salt industry targeted for all purpose (not for only foods) without consideration of sanitation, introduction of strict sanitation was needed to be a globally recognized, premium grade solar salt.

Even though solar salt had been added as food ingredients, the sanitary conditions of flat tidal for solar salt has not been changed. Therefore sanitary standards for environment, process and management of solar salt are urgently needed. According to those demands mentioned above, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF) revised the "law on management of salt" as the "law for promotion of salt industry" considering the competitiveness of domestic salt industry, people's health and na-

tional economic development, during this research periods.

The research on solar salt is quite limited in the world, while a few researches on functionality of processed salts have been done. Even though the solar salt has been used with herb as oriental remedy, the research and development (R&D) on solar salt has been hardly carried out because of its limitation as food or medicinal materials.

The R&D demands for solar salt as one of Korean traditional food materials has been prompted the systematic and integrated R&D since March of 2008, when solar salt was included as a food material by the law.

The objectives of this study were to establish 1) refining technology to remove insoluble or foreign matters contained in solar salt and 2) applicable measures so Korean solar salt to be a globally recognized premium grade salt.

III. Research and development contents and scopes

A. A Quality and processing technology of edible salt (solar salt, refined salt and processed salt) with different country of origin

- Technology related salt in Japan, China and France
- Insoluble matters or foreign materials in solar salt
- Properties of commercial salt products depending on purposes (functional components, insoluble particles and color uniformity and others)

B. A Establishment of technology for cleaning, dehydration, drying, screening foreign substances of solar salt

- Quality of sun dried sea salt ingredients by process system
- Moisture content, quantity, types and characteristics of foreign substances in sea salt
- Identification of screening factors for foreign substance in solar salt
 - Measurement of major discrimination factors by types of foreign substance (terminal velocity, area, volume, length and others)
- Condition for elimination of insoluble substances
 - Efficacy of cleaning methods and conditions
 - Natural water and salt solution (3~25%)
- Screening property
- Identification optimum drying condition for solar salt
 - Drying model by drying temperature and methods
 - Identification of optimum drying condition

C. Development of technology for solar salt as food material

- Advantages as food additives and technology development for various products
 - Quality of traditional fermented food with solar salt
 - Physicochemical and sensory quality evaluation
- Fine powdering of solar salt particles for various purposes
- Manufacturing methods of salt within short time
 - Insoluble substances by treating conditions
 - The effect of drying methods and temperature on quality of salt
 - Quality changes during logistic process of salt (moisture content, moisture absorption and cohesion)
- Preprocessing for low sodium solar salt and liquid salt for seasoning
 - salt 15~20% concentration
 - Nano-emulsion technology

D. Establishment of fundamental process for manufacturing and preprocessing of solar salt

- Establishment of salt processing complex in the production site and operating system
 - Preparation of fundamental plan and manual related to management
- Direction for industrialization of salt related technology developed in this study

IV. Research and development results

In this study, the quality of commercial solar salt with various production conditions was identified and the direction to produce high quality of solar salt was established. In addition, the technology was developed to eliminate insoluble substances effectively. The applicability of solar salt as food materials was identified in fermented foods and beverage for health. Also, viscous low sodium salt products was developed using nano-emulsion technology and the rapid detection technology was developed for major components related to quality of solar salt. The improved fundamental processes were established to eliminate insoluble substances and foreign matters in Salt Processing Complex(SPC). The sanitary standards for tidal flat and washing station were considered and suggested for sanitary manufacturing management for solar salt. Overall results of this study are as follows.

1. Quality characteristics of solar salt were different depending on production region and season considering NaCl, sulfate ions, sand powders and color. The contents of moisture,

insoluble substance and sand powder contents were higher than those specified in edible salt standard in some of salt products.

2. The contents of sodium chloride, total chlorine content and color "b" value in solar salt were decreased with time from April and July, while that of sulfate ion tends to be increased.

3. The result of quality analysis for solar salt depending on production method showed that the more sand powder, the higher b values and the lower L values were noted in gray salt (salt produced from soil flat) than those produced in pad(glass pad or plastic pad),

4. The result of salt quality depending on salt production region, weather and concentration of salt solution showed that the content of sodium chloride was low (73.76%) and sulfate ion was relatively high (0.63%) when concentration of salt solution was low. The content of sodium chloride of solar salt was high (93.08%) on a windy day.

5. The result of quality analysis for commercial salts in the market with different production year showed the tendency of the higher sulfate ion, insoluble substance, sand powder content and "b" value with the longer storage time.

6. The quality of solar salt was analyzed during 26 months of storage. The insoluble substances and sulfate ions were increased with time and the rate of weight decrease was declined gradually after fluctuating repeatedly because of relative humidity changes depending on the season.

7. The result of this study confirmed that quality of solar salt was different depending on production region, time and method. The long-period of storage was not effective in elimination of bitterness in salt implying no quality improvement during storage. Therefore, further research is needed to reduce the bitterness of salts.

8. The contents of sulfate ion and magnesium were higher in commercial domestic products than imported one.

9. The content of insoluble substance in imported salt products was lower than that in domestic one. However, higher insoluble substance than standard specification was found in some of imported products. The most of the salt particle size were in the range of 8 / +16 mesh.

10. The quality of salts produced by SPC was analyzed. The result showed that sulfate ion, magnesium and insoluble substances were increased after processing salt by SPC.

11. The result of this study confirmed that processing and methods of production region were not suitable to improve the quality (by eliminating insoluble substances etc.). Thus, further research on development of suitable technology for efficient quality improvement was suggested.

12. The optimum conditions was determined by experiment on preprocessing conditions including cleaning concentration, temperature, time etc. Sulfate compound with bitter taste decreased more than 40% and insoluble substance and sand compound also decreased. The whiteness of salt was increased while hardness was decreased after processing.

13. The deliquescence of newly developed salt was compared with commercial salt products at relative humidity 42%, 63% and 71% respectively. The newly developed salt had lower deliquescence than commercial salt, which stored for 3 years.

14. The salt manufactured with developed technology was lower in bitterness and high in acceptance. It was highly active in removal of peroxy radical. The acceptability of traditional fermented food(soy sauce, soy paste), pickled radish and beverage was enhanced with the addition of the salt mentioned above.

15. Low sodium salt was developed with application of nano-technology on high

molecules and liquid salt products were developed with antibacterial and antioxidative dietary fiber.

16. Terminal velocity of solar salts was in the range of 3.5~6.38m/sec under the 6~8% moisture content and that of foreign substance was to 0.2~1.2m/sec. A quadratic linear regression equation was developed with the results mentioned above.

17. The major components of solar salt were analyzed by using NIR(Near Infrared Ray) method. High correlation was found for Mg and SO₄ compound showing R² values to be 0.92, and 0.85 respectively, while low correlation was found for Ca and Cl compound showing R² values 0.004956 and 0.051898 respectively.

18. Above result indicates that related technology could be applicable for rapid quality evaluation of raw salt materials and to produce various salt products according to quality grades at production region.

19. As a result of this study, improve process in SPC was established and basic strategy was suggested for sanitation of facilities in salt farm and SPC for solar salt

20. The part of above results was used for applying a patent and for publishing papers in academic journal. The technology developed in this study will be transferred to private business joined in this research project. Additionally, the promotion of developed technology will be made through policy suggestion so the technology could be utilized by SPC, which is in need.

V. Result of research and Plan for utilization

The technology to enhance the quality of solar salt and to utilize sea salt as food materials (for value addition of salt), development of basic processing procedure for SPC, analysis technology for measuring major components of salt will be used to increase the product value and applicability of salt as food materials. the promotion of developed technology is suggested through policy suggestion so the technology could be utilized by SPC, which is in need. Major result will be used for publishing papers and technical

result will be used for applying intellectual properties and further technology transferring to business is expected. Also this research should be available for technical development and efficient management of SPC in the production region.

CONTENTS

Chapter 1. Preface and introduction	23
A. Aims of R&D	23
B. Needs for R&D	23
C. Research and development contents and scopes	25
Chapter 2. Research development status	26
A. Scope of technology	26
B. Overall technology trends & situation of related industry	28
C. Comparison of domestic & international technology & industry	36
Chapter 3. Research and development results	48
A. Change of quality during storage conditions	48
B. Quality different depending on production region and season	70
C. Elimination technology of insoluble substances	85
D. Drying characteristic of solar salt	113
E. Terminal velocity of solar salt	121
F. Milling characteristic of solar salt	128
G. Manufacturing methods of high quality salt	130
H. Quality of traditional fermented food	143
I. Low sodium salt liquid salt	171
J. NIR spectrum	175
K. Facility for SPCt	189
L. Sanitation of facilities in salt farm and SPC	195
M. Improvement in facilities	231
O. Research and development results	234

Chapter 4. Accomplishment & contribution in research area 237

Chapter 5. Application of research results 239

Chapter 6. Foreign information collected from this study 240

Chapter 7. Reference 244

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	23
제 1절 연구개발의 목적	23
제 2절 연구개발의 필요성	23
제 3절 연구내용 및 범위	25
제 2 장 국내외 기술개발 현황	26
제 1 절 문헌 개요	26
제 2 절 국내 소금산업의 현황	28
1. 우리나라 현 소금산업의 분석	28
2. 소금산업의 수급 현황	29
3. 우리나라 천일염 산업의 문제점	34
4. 국내의 염 품질검사	35
제 3절 국외 소금산업의 현황	36
1. 일본의 염	36
2. 중국의 염	44
3. 프랑스 게랑드(Guérande)소금	46
제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과	48
제 1절 천일염의 품질	48
1. 서 언	48
2. 천일염의 품질 규격	49
3. 재료 및 방법	54
4. 결과 및 고찰	62

제 2절 생산시기 및 숙성연도에 따른 품질	70
1. 소금의 불용성 물질	70
2. 재료 및 방법	71
3. 결과 및 고찰	71
제 3절 불용분 제거를 위한 전처리 기술	85
1. 가습 및 세정 조건에 따른 품질 특성	85
가. 재료 및 방법	85
나. 결과 및 고찰	86
2. 세정 온도에 따른 품질	100
3. 소금의 짠맛 관능검사	105
가. 재료 및 방법	105
나. 결과 및 고찰	106
4. 숙성소금의 유통 중 품질 변화	110
가. 증량변화	108
나. 색상	110
5. 포화염용액 저장 후의 품질변화	111
제 4절 천일염의 건조특성 및 박층건조모델	113
1. 천일염의 건조 특성	113
가. 재료 및 방법	113
나. 결과 및 고찰	115
2. 천일염 생산을 위한 건조조건 규명	116
가. 재료 및 방법	116
나. 결과 및 고찰	117
3. NaCl 전처리 후 건조특성	118
가. 재료 및 방법	118
나. 결과 및 고찰	118
4. 가습처리에 따른 건조특성	119
가. 재료 및 방법	119
나. 결과 및 고찰	120
제 5절 천일염과 이물질의 종말속도 및 선별 특성	121
1. 천일염과 이물질의 종말속도 및 선별	121
가. 재료 및 방법	121
2. 이물질 종류	124

제 6절 분쇄 방법에 따른 품질 특성	128
1. 재료 및 방법	128
2. 결과 및 고찰	128
제 7절 불용분(쓴맛)을 제거한 속성소금 제조	130
1. 제조공정	130
2. 원료 소금의 품질	131
3. 속성 소금 품질 특성	132
4. SEM	133
5. 소금물의 침전물	133
6. 항산화 활성	134
7. 분쇄 특성	136
가. 재료 및 방법	136
나. 결과 및 고찰	137
8. 관능 분석	138
가. 재료 및 방법	138
나. 결과 및 고찰	139
9. 유통 중의 품질	140
가. 저장중의 온도 및 습도	141
나. 증량변화	141
다. 색상	142
라. 처리 조건별 경도 측정	143
마. 포화 염용액 저장 후의 품질변화	143
제 8절 속성소금으로 제조한 식품의 품질 특성	143
1. 간장	143
가. 재료 및 방법	144
나. 결과 및 고찰	145
2. 된장	153
가. 된장의 품질 특성	153
나. 유리아미노산 함량	154
다. 관능 평가 결과	155
라. 항산화 특성	157
3. 단무지	161
가. 재료 및 방법	162
나. 결과 및 고찰	163

4. 음료	165
가. 재료 및 방법	165
나. 결과 및 고찰	166
5. 콩나물국	169
가. 재료 및 방법	169
나. 결과 및 고찰	170
제 9절 저염 액상소금	171
1. 결과 및 고찰	172
가. 캡사이신 나노에멀션 함유 액상소금 제조	172
제 10절 천일염의 NIR 스펙트럼	175
1. 근적외선 스펙트럼 분석	175
가. 재료 및 방법	175
나. 결과 및 고찰	176
제 11절 고품질 천일염 생산 기본공정	189
제 12절 천일염의 염전과 세척가공장의 위생적 시설기준 검토 및 제안	195
1. 배경	195
2. 연구 목적	198
제 13절 고품질 천일염 생산을 위한 시설 개선 현황	231
1. 시설 개선 현황	231
제 14 절 연구개발 결과 및 고찰	234
제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	237
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	239
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	240
제 7 장 참고문헌	244

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 목적

국내 갯벌 천일염의 생산체계와 품질의 기능적 특성을 조사, 분석하여 천일염의 고급화를 위한 생산 공정체계 기술개발과 갯벌 천일염의 고부가가치 식품 소재로의 활용 가능한 기술개발을 통하여 국내 천일염의 종합적인 생산, 가공 및 유통기술을 확립하여 국내 천일염을 세계적인 프리미엄급 소금으로 발전하는데 기여하고자 한다.

제 2절 연구개발의 필요성

국내 서남해안은 세계적으로도 보존가치가 높은 갯벌자원을 갖고 있으며, 갯벌에서 천일염을 생산할 수 있는 지역은 한정적이고 우리나라 서남해안처럼 양질의 갯벌자원은 매우 드물다. 우리나라와 같은 갯벌 천일염은 프랑스, 포르투갈, 중국, 베트남 등에서 적은 규모로 생산되며 정육면체의 소금입자 구조를 형성한다.

서남해안 청정해역에서 재래식 방법으로 생산되는 우리의 천일염은 염화나트륨 순도가 80~86% 정도로 낮은 반면 우리 몸에 유익한 미네랄을 다량 함유하고 있어 김치나 젓갈류 등의 발효식품에 이용되는 적합한 소금이다. 식용으로 사용가능한 소금은 제조방식에 따라 천일염, 정제염, 재제염, 암염 등으로 분류 하며, 특히 우리나라와 같이 갯벌을 이용하여 천일염을 생산(0.6%)하는 나라는 프랑스, 포르투갈 등 소수로서 세계적으로 희소가치가 있는 자원이다. 최근 건강에 대한 관심이 증대되면서 미네랄이 풍부한 갯벌 천일염의 산업적, 영양학적 가치가 재조명되는 등 성장 잠재력을 보유하고 있으며, 세계적으로도 경쟁력이 충분한 것으로 보고되고 있다.

우리나라, 일본 등 소비자들을 많이 사용하고 있는 소금은 정제염으로서 해수를 이온교환식 제염법으로 생산한 소금이며, 그 외 천일염을 가공하여 소비하고 있다. 일본은 1971년 염전이 폐쇄되고 정제염으로 전환하면서 천일염의 생산이 중단되었으나, 1997년 소금전매법의 폐지, 2002년 소금전매제의 철폐에 따라 해수에서 생산하는 소금에 대한 관심이 증대되고 있는 현실이다.

국내에서 천일염은 1963년 염관리법 제정 이후 최근까지 45년간 지식경제부의 염관리법에 의하여 광물로 분류되어져 왔으며, 주로 불순물 등이 식품에 이행되지 않는 범위내에서 김치 절임용으로 주로 사용되어 왔다. 2008년 천일염이 광물에서 식품으로 가치가 전환되고, 농림수산식품부의 발족으로 천일염 관리가 농식품부로 이관되면서 천일염을 식품으로의 육성이 가능하게 되었다. 이와 같이 희귀적이고 독점적이며 우수한 천일염 자원은 우리가 가지고 몰랐던 진정한 보석(小金)으로 블루오션산업으로 부족함이 없는 자원이다. 현재 천일염은 식약청에서 식품의 기준 및 규격 개정 고시를 통하여 그간 염관리법에 따라 식품 제조시 전처리용으로만 허용돼 온 천일염에 대해 식염으로서의 안전성 조사 등을 마치고 '식품의 기준 및 규격'을 개정하였다.

국내 천일염의 산업규모는 약 1,000억원 규모로 추정되며 그 중 전남 신안군 중심으로 한 천일염 산업규모는

약 600억원이다. 천일염을 이용한 가공식품산업으로 죽염산업이 200억원, 구운소금 200억원, 기타 가공소금 50억원 규모로 추산되고 있다. 2012년에는 프리미엄급 소금의 연간 수입액은 1,000억 수준으로 증가할 것으로 예측되며 국내시장 잠식에 의한 국산천일염의 생산 및 가공염산업의 축소를 고려하면 그 이상의 대체효과가 있을 것으로 예측된다.

식탁용으로 사용되는 프리미엄급 소금은 2005년 기준으로 약 3만9천톤 수준이다. 이것은 국내산 천일염 연간 생산량(29만톤)의 13% 정도를 차지한다. 그 중 수입되는 외국 명품소금을 살펴보면 일본 오키나와 해수로 만든 저염소금인 '누치마스'(111g 9800원), 미네랄 성분을 함유한 '유키시오'(120g 1만5000원), 허브가 들어간 '챌폴솔트'(45g 1만5000원), 소금에 후추를 섞은 '해노정 후추소금'(55g 9700원), 프랑스산 '르 트레저 플레어 드'(198g 9700원), 스위스 히말라야산 암염(300g, 1만5500원), 미국 몰튼 씨 솔트(311g, 7천원), 이탈리아 라비다 씨 솔트(500g, 2만2천원), 호주 레이크 크리스탈 트위스트(250g, 6천8백원)등으로 평균 100g에 8,000원 수준으로 국내에서 시판되고 있다. 또한 백화점 쇼핑몰등에서 건강식품 코너를 통하여 국내소금(평균 1kg/900원)보다 40~50배 비싼값(평균 200g/10,000원)으로 판매되는 프랑스의 게랑드소금도 있다. 그러나 지난 5월 수입된 3종류(게랑드 플라워소금, 게랑드 그레이 굵은소금, 게랑드 그레이 고운소금)에서 우리나라 식품위생법상 규정된 사분(沙分) 0.2% 보다 5~7배가 높은 1.0~1.4%(플라워 및 그레이 굵은소금 1.0%, 그레이 고운소금 1.4%)가 검출되어 관계규정에 의해 전량 폐기처분되었는데 이는 생산시설의 위생이나 관리 protocol의 철저한 준수 등 기술·설비·관리의 중요성을 시사해주고 있다. 고품질 천일염 생산을 위해서는 철저한 품질 관리 및 다른 천일염 또는 시판염과의 기능적 차별성이 제시되어야 비로소 국내 천일염이 세계적인 명품 소금으로의 위상을 가지게 될 것이다.

우리의 우수한 소금가공기술 확보를 해놓아야 고기능성 소금산업을 한방 의료산업, 화장품·미용산업 등과 연계한 산업 육성도 가능 할 것이다. 현재 식품으로 전환되기 전 공업용 소재로만 생산하던 염산업계에서는 생산시설의 철저한 관리 및 위생 개념의 도입 자체가 필요 없는 상황으로서, 천연의 우수자원인 천일염을 세계 명품 상품으로 개발하는데 매우 큰 장애요인으로 작용하고 있다. 이에 산업계 및 학계에서는 식품에 맞는 안전관리의 기준 마련이 시급하다는 의견을 제시하여 현 농림수산식품부에서는 염관리법을 소금산업 진흥법으로 확대 개편하였다.

세계적으로 갯벌 천일염에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다. 우리나라에서도 일부 정제염 또는 가공염에 대한 기능성 연구는 있으나 순수한 천일염에 대한 연구는 일부 대학을 제외하고는 거의 이루어지지 않고 있다. 갯벌 천일염은 과거 오래전부터 약초와 병용하여 한방 치료 및 예방의 목적으로 사용하였으나 과거 식용 및 약재료의 사용이 어려워 이에 관련된 연구 및 제품개발이 어려웠던 것으로 사료된다. 그러나 2008년 3월 식품으로 전환되면서 우리나라의 갯벌 천일염의 전통식품의 가치의 우수성과 갯벌천일염에 대한 체계적인 연구가 필요하게 되었다. 본 연구는 천일염에 혼재된 불용성분과 이물질의 효율적인 정제 기술과 식품소재로의 활용 방안을 확립하여 천일염을 세계적인 프리미엄급 소금으로 발전시키는 데 있다.

제 3절 연구내용 및 범위

가. 국내·외 식염 (천일염, 정제염, 가공염 등) 제조기술 및 품질 특성 분석

- 일본, 중국, 프랑스 등의 소금관련 기술 현황 분석
- 천일염의 이물질 혼입율 및 불용성분 분석
- 유통 제품의 유용성분, 불용분, 입자분포, 색상 균일성 등 용도별 특징 분석

나. 천일염의 세척, 탈수, 건조 및 이물질 선별기술 확립

- 공정 시스템 방향결정을 위한 원료 천일염의 품질 분석
 - 함수율, 이물질 혼입량, 이물질의 종류, 이물질의 특성 등
- 천일염에 혼입된 이물질의 선별인자 구명
 - 이물질 종류별 주요 선별인자 측정(종말속도, 면적, 체적, 길이 등)
- 불용분 제거 조건 분석
 - 세척 방법 및 처리 조건에 따른 효과 분석
 - 자연수 및 염수 농도 기준 (3~25%) 범위
- 선별 특성 분석
- 천일염의 최적 건조조건 규명
 - 건조온도 및 건조방법 별 건조 모델링
 - 건조조건 구명

다. 천일염의 식품 소재화 기술개발

- 첨가물로의 우수성 분석 및 상품 다양화 기술개발
 - 전통 발효식품의 사용에 따른 품질 분석
 - 이화학적, 관능적 맛의 품질 평가
- 입자가 굵은 천일염의 용도별 미세 분말화
- 단기 속성소금의 제조방법 분석
 - 처리방법에 따른 불용성 물질 함량 분석
 - 건조방법 및 온도에 따른 품질 분석
 - 유통과정중의 품질변화 분석 (수분, 흡습 및 응집현상 분석)
- 저염 천일염 소금 개발 전처리 및 조미용 액상소금
 - 염농도 15~20% 범위
 - 나노에멀전 기술분석

라. 천일염의 생산 및 전처리방법에 따른 생산 기본 공정확립

- 산지종합처리장 공정 확립 및 운영체계
 - 운영 관련 기본 설계 및 시방서 작성
- 개발된 관련 기술의 산업화 방향 설정

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 문헌 개요

소금은 염화나트륨(NaCl)을 주성분으로 하는 짠 맛의 조미료이다. 소금은 체액에 존재하며, 삼투압 유지에 중요한 구실을 하는 등 사람이나 짐승의 생리기능에서 꼭 필요한 주요성분이다. 그 밖에도, 음식의 맛을 내고 저장성을 부여하며 완충물질로는 산과 알칼리 평형을 유지시켜 준다.(창 등 2010)

소금은 용도에 따라 크게 식용, 산업용, 공업용으로 구분된다. 그 중 식탁용 소금으로는 재제염, 가공염, 정제염이 주로 사용되며 이는 해수나 암염 등으로부터 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체를 재처리하거나 가공 또는 해수를 정제, 결정화하여 식품의 제조가공, 저장 등의 원료나 직접 식품에 사용되는 것으로 정의할 수 있다. (신 등 2005) 현재 국내에서 유통되고 있는 소금은 여러 종류가 있는데 그 중 천일염과 정제염이 연간 약 60만톤 생산되고 있고 그 외 재제염과 가공염이 생산되고 있다. (김 등 2005, 창 등 2010)

천일염은 태양열, 바람 등 자연을 이용하여 해수를 저류지로 유입해 바닷물을 농축시켜 만든 소금으로 세계 염생산량이 2억 5천만톤이며 그 중 갯벌 천일염 생산량은 30만톤에 불과한 희귀한 염 자원이다. 주로 호주, 멕시코, 미국, 이탈리아, 프랑스, 중국 등 강수량이 적은 서해안에서 대규모로 생산되어지고 있으며 우리나라와 같은 갯벌 천일염은 프랑스, 중국, 베트남 등 상대적으로 적은 규모로 생산된다. (양 등 2007) 우리나라에서는 서해안과 일부 남해안지역에서 생산되어지며 그 중 대륙에서 불어오는 건조한 북서풍과 조수간만의 차가 커 식염생산에 좋은 지리적 조건을 가지고 있는 서해안 지역에서 대량 생산되고 있다.(조 등 1998)

국내 천일염 생산은 연간 약 300천톤 내외이며 생산가격으로 환산시 600억 시장규모이다. (양 등 2007) 주산지인 전라남도가 260천톤 (전국 생산량의 86%)이고 그 외 충남, 전북, 인천, 경기 순이며 그 중 전라남도 신안군이 65%의 점유율을 지닌다. 국내 갯벌 천일염은 세계적으로 희귀한 소금으로 염화나트륨 함량이 평균 80~86%로 낮고 색은 백색이며 3월인 봄철부터 10월인 가을까지 주로 생산한다. (신 등 2005, 이 등 2007) 그러나 소금 창고에 3년 이상 장기간 보관하여 불용성분과 간수를 제거하는 방법이 효과적이지 못해 유통 중 습기를 빨아들여 녹아내리는 조해현상이 발생하며 황산이온 및 사분함량이 높아지는 등 식품으로서의 염 품질이 일정하지 않아 천일염의 지속적인 안전성 평가가 요구되고 있다. 또한 최근 일본 지진으로 인한 원자력 폭발과 함께 발생한 해수오염과 국내 염전 농약 파동까지 사회에 이슈화 되면서 건강에 대한 관심이 높고 천일염을 구입하는 국민 대다수는 천일염의 품질에 의구심을 지니며 천일염의 안정성에 대한 불안감을 완전히 해소되지 않고 있다. 천일염의 생산지와 염전의 위생

관리 등에 대한 관심도 커졌다. 하지만 아직도 천일염 염전의 생산 시설 및 생산 구조는 매우 열악한 실정이다.

이에 김 등 (2009)은 염전 주위의 불량 환경에 따른 염전 유입 바닷물의 오염, 염전 사용자 재에 의한 토양오염, 염전에서 사용되는 디젤 펌프의 기름 유출, 채염 후 운반시설에 의한 오염 등을 제시하면서 위해성 및 식품의 안정성의 우려가 되는 부분은 과감한 투자로 위해요인의 제거나 설비교체를 위한 노력이 필요하다 보고하였으며 박 등 (2009)은 천일염 산업 전반에 관한 실태를 파악하고 생산자를 대상으로 실증연구를 한 결과 천일염면적에 대한 국가 차원의 총량적 관리를 통해 일정한 면적이 확보할 필요가 있다 하였다. 또한 다른 용도로 전환하기 어려운 염전은 농업진흥지역과 정책적 목표와 수단이 비슷한 천일염진흥지역으로 지정하는 방안도 검토해야 할 것으로 알렸다.

천일염은 해수를 원료로 하기 때문에 해수의 무기질 조성과 제조 방법에 따라 무기질의 함량이 다르게 나타난다.(해 등 2005, 창 등 2010) 생산지나 제조방법 등에 따라 차이는 있지만 정제염이나 정제염에 비해 염도는 낮고 K, Ca, Mg, S와 같은 다양한 무기질을 함유하고 있다고 보고되었다. (최 1995, 하 1998) 또한 박 등(2000)의 연구에서도 소금의 종류별 무기질과 중금속 함량을 조사하였는데 국내 천일염의 NaCl함량은 80.31~89.84%로 나타났으며 중금속 함량은 식품위생법 규정의 기준치 이하로 나타났다고 연구 결과를 알렸다.

양 등(2007), 신 등(2005), 김 등 (2010)은 수입 천일염에 비해 영양학적으로 유용한 천연 미네랄(K,Mg) 함량이 높으며 음식에 첨가했을 경우 정제염, 가공염, 정제염보다 맛과 품질이 뛰어난 것을 입증하였다. 또한 천일염의 성분을 이용하여 정 (2002)은 천일염에서 분리한 고호염성 Haloarcular sp. EH-1으로부터 amylase 생성을 위한 최적의 배양조건을 설정하였다.

천일염의 결정 형태에 관한 연구로는 정 등 (2009)은 전남지역 12종의 천일염과 시약염, 정제염으로 X선 회절선을 측정된 결과 천일염의 외형 결정 구조는 정제염과 시약염에서 보이는 NaCl의 결정구조인 정육면체의 결정형태와는 달리 이들이 적층되어 이루어진 결정 형태의 특징을 가지며 결정 입자의 크기에 있어서도 정제염이나 시약염보다 수백배에 이르는 특징을 보였다고 보고하였다. 또한 간수와 불순물을 제거시킨 천일염을 온도별, 염도별, 소금물의 깊이별로 재결정화시킨 결과 결정의 크기는 온도가 높을수록 커지고 온도와 염도가 높을수록 결정화되는 시간이 단축되고 수율은 낮아지는 것으로 보고되고 있다. (이 등 2008)

소금 활용 및 효능성에 관한 연구를 보면 김치 발효에 국내 천일염을 사용하여 김치 발효에 미치는 영향을 보고하였으며 (김 등 2005), 천일염과 정제염으로 된장을 제조한 후 발효기간에 따른 된장의 항암활성을 조사한 결과 천일염된장의 물 추출물이 정제염 물 추출물보다 AGS에 대한 억제 효과 및 apoptosis 유발이 더 높게 나타나 천일염 된장이 정제염보다 뛰어난 항암효과를 지니고 있다는 연구 결과도 있다.(이 등 2009)

소금의 생리 활성 관련 연구는 정 등 (2002)은 소금이 Sarcoma-180 세포를 이식한 마우스에서 고형암의 성장과 면역 활성화에 미치는 영향을 연구한 결과 천일염이 정제염 보다 고형암의 성장을 억제시키고 면역활성을 증가 시켰다는 연구결과를 보고하였고 하 등(1999)에서 천일염

이 약간의 과산화물 축진능이 있지만 다른 소금보다 낮았으며 오히려 정제염에서 높은 과산화 축진능을 나타내어 돌연변이 유발 가능성이 크다고 보고하면서 가공처리에 따라 생리적으로 다르게 작용할 수 있다고 알렸다. 또한 한 등 (2009)은 배추김치 제조에서 정제염, 일반 천일염, 제간수 천일염, 구운소금을 사용하여 품질 차이 및 항암 기능성 증진효과를 연구한 결과 일반 천일염과 제간수 천일염으로 제조한 김치가 다른 소금 보다 발효기능이 뛰어났으며 AGS 인체 위암세포와 HT-29 인체 결장암세포를 이용한 항암효과 실험에서도 항암기능성을 증진시킨 것으로 밝혔다. 최근 황 등 (2008)의 보고에 의하면 소금의 종류를 달리하여 제조한 된장의 항돌연변이 및 염색제상해방지 효과를 측정하여 천일염된장의 항돌연변이 효능을 보고 한 바 있다. 또한 천일염 함유 청국장 발효의 항산화 효과가 보고 된 바 있다. (이 등 2009)

식품 가공 분야에서는 식빵(김 2006), 쫄면(백 등 2008), 해조소금 제조(이 등 2008), 천일염을 사용한 김치를 소재로 한 음료 개발(이 등 2010) 등 다양하게 이용되었으며 그 중 천일염의 일반 식염들이 구운소금 및 제재염 보다 쌀죽의 소화도를 높여 노화도 억제에 영향을 미친다고 보고되고 있다. (이 등 2008) 또한 이 등 (2008)은 천일염으로 만든 된장을 과자류에 넣어 천일염 된장 분말의 최적배합비를 보고하였다.

천일염은 간장, 된장 및 김치 등 이런 재래식 발효식품제조에도 영향을 미친다. 한국의 발효식품은 우리 식생활에 깊이 뿌리내린 한국 고유의 음식이다. 현재 전통 식품인 발효식품을 현대인의 기호에 맞추어 맛과 향 뿐만 아니라 저장성 등 다양한 기능적 연구를 하고 있다. 김 등 (2000)은 된장 제조 시 여러 종류의 소금을 사용하여 된장의 발효시 성분의 변화를 측정해 본 결과 된장의 맛과 영양을 좌우하는 유리아미노산의 함량이 천일염을 사용한 된장에서 가장 우수하게 나타났다고 보고하였으며 국내산 천일염, 수입염, 세척 탈수염, 기계염 및 가공염으로 제조한 김치의 발효특성에 관한 김 등(2005)의 연구결과를 보면 김치의 숙성 중 산도의 변화 및 총균수에 대한 생육 양상은 기계염 보가 천일염이 김치발효에 뛰어난 것을 볼 수 있다.

천일염에 관한 연구는 기능성이나 항산화 및 발효 식품 제조에 관한 연구는 많으나 우리나라 천일염을 세계화에 발맞춘 프리미엄 소금으로 거듭나는데 필요한 가장 기초적인 생산기술 방향 및 공정 연구가 활발히 진행되지 않고 미흡한 실정이다.

제 2 절 국내 소금산업의 현황

1. 우리나라 현 소금산업의 분석

천일염의 정의는 염전에서 해수를 자연 증발시켜 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체를 말한다. 천일염은 세계적으로 희귀한 염 자원으로 호주, 멕시코, 미국, 이탈리아, 프랑스, 중국 등 강수량이 적은 서해안에서 대규모로 생산되어지고 있으며, 우리나라와 같은 갯벌 천일염은 프랑스, 포르투갈, 중국, 베트남 등에서 상대적으로 적은 규모로 생산되며 정육면체의 소금입자 구조를 형성하고 있다.

국내 천일염의 산업규모는 약 1,000억원 정도로 예정하며 이며 전남 신안군을 중심으로 한 천일염업 규모는 약 600억원(Kg당 200원수준), 가공식품산업 부분은 죽염산업 200억원, 구운소금 200억원, 기타 가

공소금 50억원 규모로 추정하고 있다.

45년간 광물로 취급했던 천일염이기에 아직까지 소금이 건강에 나쁘다는 사회적인식과 함께 천일염 생산 환경, 중국산 소금의 둔감으로 국산 천일염에 대한 신뢰성 저하되고 있으며 중간 유통업자 중심의 가격 주도권으로 비효율적 불안정 유통구조를 띄고 있는 인프라·유통구조 등의 산업구조는 매우 취약한 형편이다. 또한 FTA 등으로 체계적인 마케팅전략을 가지고 있는 수입염 시장이 확대되고 있고 규모의 경제화로 인한 외국산 염의 가격 경쟁력이 상승하는 시대에 우리나라 염전 경영은 영세화되고 염전의 노후화로 인해 생산인구의 노령화 및 전문 노동력이 부족하여 국제 경쟁력에서 많이 미흡한 상태로 있다. 그러나 우리나라 천일염은 프랑스 게랑드 산과 품질비교에서 미네랄함량이 3배 이상 높게 나오면서 갯벌 천일염으로서의 희소성 가치를 지니고 있다. 또한 치료용(고혈압, 아토피), 식품(빵, 음료수), 화장품·미용, 관광산업 등으로 천일염을 이용한 전·후방 연관산업의 잠재적 가치가 커 생산지별 다양한 브랜드 개발 및 진행이 가능한 강점을 가지고 있다.

현재 우리나라는 광물에서 식품으로 가치전환이 되면서 정부, 국회 등의 적극적 육성지지를 받아 전라남도 등 지자체 차원의 육성이 가속화되고 특구지정으로 관광산업과 연계되면서 천일염에 대한 소비자들의 인식이 많이 바뀌고 있으며 불안정한 유통구조 및 환경 개선을 위해 자리를 잡고 있다. 우리나라의 천일염을 세계적인 명품소금으로 만들기 위해서는 기초 인프라, 품질 향상, 소비시장 확대, 부가가치 증가를 통한 전·후방 연관 산업의 동반성장 등을 위한 여건 조성 필요할 것이다.

2. 소금산업의 수급 현황

전 세계 소금 생산량은 약 2억 6천만톤으로 '02~'06년기간 동안 연평균 생산량은 4.2%씩 증가하고 있다. 그 중 아시아지역의 생산량이 7,796만톤으로 세계생산량의 30.5%를 차지, 유럽과 북아메리카 지역이 각각 27%, 26% 차지하고 있다. 갯벌천일염 생산량은 30만톤에 불과하다.

국내 천일염 생산은 연간 약 300천톤 내외이며 주산지인 전남도가 260천톤(약 87%), 그 외 충남, 전북, 인천, 경기 순이며 신안군이 65% 차지하고 있다. 연간 소금 수요는 약 3,400천톤으로 식용 600천톤 공업용 2,800천톤 정도로 '07년 기준 국내생산 495천톤(15%)이며 수입산 2,905천톤이며 천일염 수요('07년기준)는 3,179천톤으로 식용 486천톤(15%), 공업용 2,693천톤(85%) 식용은 천일염이 83%, 기계염 17% 천일염 자급율은 공급량의 약 10% 수준이다(대한염업조합 자료).

현재 국내 천일염은 대부분 식품용으로 사용되며, 수입염은 식용과 공업용 소금으로 이용되고 있다. 식탁용으로 사용되는 프리미엄급 소금은 2005년 기준으로 약 3만9천톤 정도이다. 이것은 국내산 천일염 연간 생산량(29만톤)의 13%이다.(대한염업조합) 국산 천일염 소비용도는 김장용, 된장 및 간장용, 식탁용으로 46%, 나머지 54%는 장유제조, 식품절임, 식품 가공용으로 사용되고 있다. 천일염의 가격('07년기준)은 국내산이 kg당 170원이나 수입산인 중국산은 국산의 26%, 암염인 호주산은 국내산의 22% 수준이다.

가. 세계의 소금 생산현황

60억 세계인이 매일 섭취하고 있는 소금은 100년전 1000만톤 생산에서 지금은 2억6천여톤의 소금이 생산되고 있다. 2006년 중국이 미국을 제치고 세계 최대의 소금 생산국으로 부상했다. CSA(China Salt Association)에 따르면, 최근 3년간 세계 소금 시장에서 중국의 괄목할만한 성장으로 세계 1위차지 중국의 소금 생산량은 2005년 4,800만톤에서 2006년 5,600만톤으로 증가한 것으로 나타났다.

표 1. 세계 소금 생산량(2009. Valdimir M.)

Salt type	World production
Solar salt	90,000,000t/y
Rock salt	80,000,000t/y
Brines	80,000,000t/y

표 2. 세계 소금 소비량

Salt user	Salt consumption	Salt consumption
Chemical industry	60%	150,000,000t/y
Food	30%	70,000,000t/y
Other	10%	30,000,000t/y

표 3. 세계의 소금 소비현황

(단위 : 천톤, %)

구분	염소-알칼리	합성소다회	제설용	기타	식용	계
계	98,650(38.5)	50,400(19.7)	36,000(14.1)	25,150(10.2)	44,800(17.5)	256,000(100)

* 자료 : The Economics of Salt, 12th Edition 2007년, Roskill Information Services, Ltd

나. 염전 현황 및 소득현황

우리나라의 염전은 그림 1과 같다. 그림 1를 살펴보면 우리나라의 염전은 수입자유화에 따른 구조조정으로 45% 감소하고 있으며 염전의 3,778ha 중 전남지역이 전국 면적의 80%, 생산량의 91%를 차지하고 있다. 그 중 전남지역 신안군이 전국 생산 면적의 58%, 생산량의 62%을 차지하고 있다.

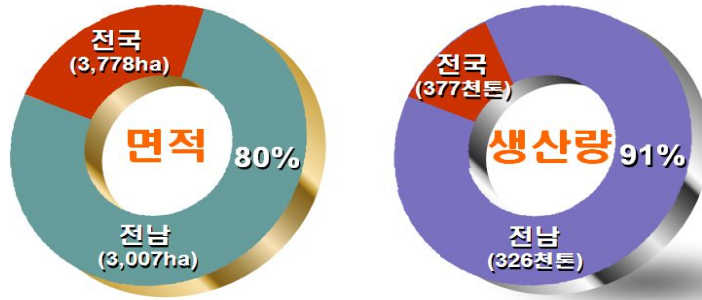


그림 1. 우리나라의 엽전 면적 및 생산량

우리나라 천일엽 엽전 업체들의 소득은 영세성 생계형으로 노동 집약적인 구조를 띄어 전체 1,127개 업체의 70%가 1개 업체당 2.5ha로 대부분 엽전 소유자들이 영세하고 인건비가 제조원가의 70% 차지하고 있다 연간 총소득은 연간총소득은 63백만원(270톤×230원/kg)이나 인건비, 유지비 등을 제외하면 실질소득액은 15백만원 수준에 그친다.

표 4. 엽전 현황

구 분	면 적(ha)			업체수(개소)		'09생산량 (톤)	매출액 (억원)	비고
	허 가	가 동	휴 업	허 가	생 산			
전 국	4,649	3,778	871	1,268	1,104	377,480	815	
전 남	3,330	3,007	323	1,134	1,000	326,770	716	
점 유	72%	80%	37%	89%	91%	87%	88%	

※ '10. 5말기준 생산량 : 60,356톤(전남 52,248톤)

표 5. 연도별 국내 천일엽 생산현황

(단위:톤)

구 분		'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
공 급	합 계	2,973	3,098	3,260	2,962	2,978	3,212	3,167	3,403	3,592
	○국내생산	596	501	328	262	455	507	473	495	543
	- 천일엽	355	261	205	156	340	334	299	324	384
	- 기계엽	241	240	123	106	115	173	174	171	159
	○수입엽	2,358	2,581	2,921	2,692	2,514	2,698	2,683	2,894	3,036
	○부산물엽	19	16	11	8	9	7	11	14	13
수 요	합 계	2,879	3,096	2,914	3,288	2,911	3,174	3,167	3,403	3,592
	○식 용	599	553	482	607	555	622	568	627	616
	- 천일엽	432	381	343	547	480	507	470	486	496
	- 기계엽	167	172	139	60	75	115	98	141	120
	○공업용	2,280	2,543	2,432	2,681	2,356	2,552	2,599	2,776	2,976
	- 천일엽	2,218	2,446	2,363	2,635	2,304	2,494	2,523	2,693	2,937
	- 기계엽	62	97	69	46	52	58	76	83	39

표 6. 시도 염전 현황

구 분	면 적 (ha)			업 체 수		'09생산량 (톤)	'08생산량 (톤)	비고
	허 가	가 동	휴 업	허 가	생 산			
계	4,649	3,778	871	1,268	1,104	377,480	384,304	
전 남	3,330	3,007	323	1,134	1,000	326,770	337,754	
경 인 (경기·인천)	394	158	236	40	26	8,130	6,790	
중 부 (충남·전북)	925	613	312	94	78	42,580	39,760	

표 7. 전남 염전 현황

구 분	면 적 (ha)			업 체 수		'09생산량 (톤)	'08생산량 (톤)	비고
	허 가	가 동	휴 업	허 가	생 산			
계	3,330	3,007	323	1,134	1,000	326,770	337,754	
신 안	2,407	2,181	226	918	818	235,420	245,686	
점 유	전국	52%	58%	26%	72%	74%	62%	64%
	전남	72%	73%	70%	81%	82%	72%	73%
목 포	52	38	14	13	6	3,930	4,113	
무 안	80	78	2	28	27	7,820	8,643	
진 도	9	0	9	4	0	0	0	
완 도	30	6	24	10	3	380	513	
해 남	144	131	13	29	25	14,000	14,160	
영 광	581	568	13	124	119	64,900	64,051	
보 성	27	5	22	8	2	320	588	

다. 우리나라 소금의 유통 현황

그림 2는 현재 우리나라의 유통단계를 보여주고 있다. 그림 2를 살펴보면 우리나라는 1차 유통단계 중 65%가 주산지 상인에 의해 결정되며 거래 교섭력이 떨어지는 생산자들은 도매상인이 제시하는 가격에 결정되어 소금을 판매하고 있다. 우리나라는 출고가 기준 950억(38만톤×250원/kg), 시장가 1,600억원(430원/kg) 규모로 생산지(7,500원/30kg)을 거쳐 도매상들에 의해 도매가격(10,000)을 결정하고 소매상으로 넘어가 소매가격(12,000~13,000)이 결정되고 있다. 이때 도서지역 특성상 생산으로 도매시 운반료 등 마진폭은 크다. 즉, 우리나라 소금시장은 현재 도매시장 경로가 없어 매우 비효율적·불안정한 구조를 띄고 있다.

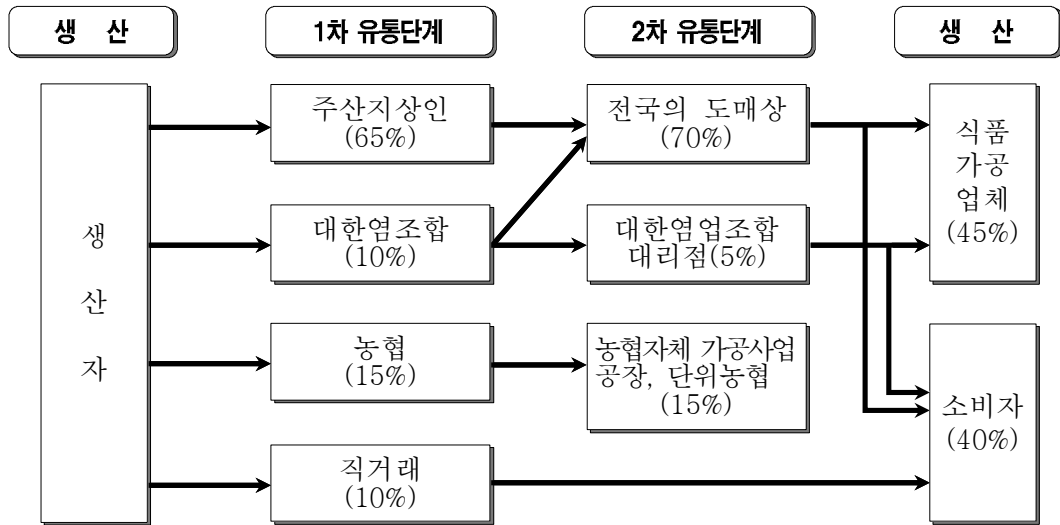


그림 2. 우리나라 소금 유통 단계

라. 소금 수출 및 수입 현황

그림3은 품목별, 수출국별 소금 수출 추이를 나타내는 그래프이다. 이를 살펴보면 우리나라의 천일염은 우수성이 알려진 미주시장을 중심으로 0.9백만불 (전체 3백만불) 로 매년 꾸준한 수출 증가세를 보이고 있다. 또한 09년 6월에는 337천불이었던 수출이 2010년 6월에 들어서면서 600천불로 약 178%가 증가하였다.

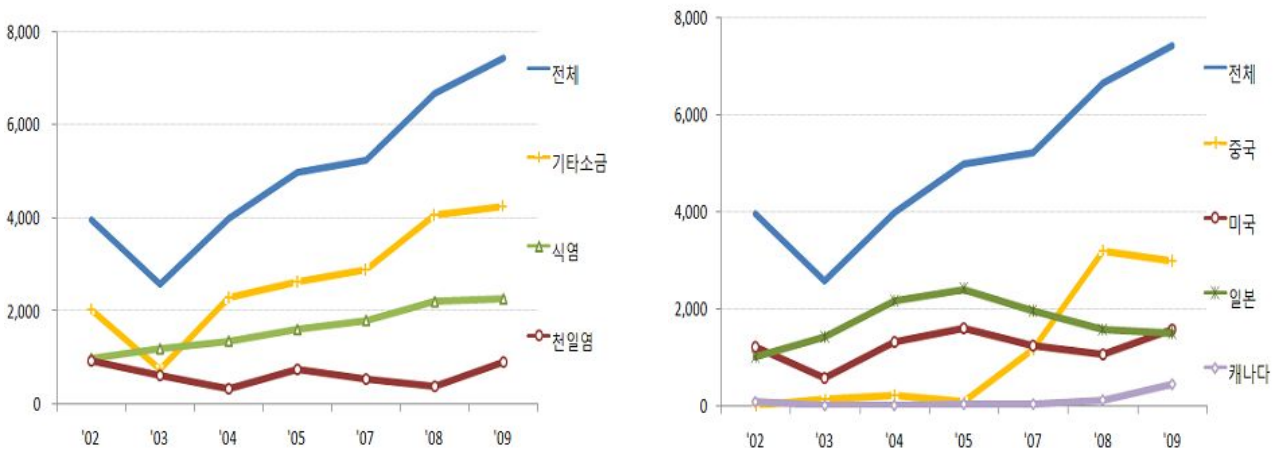


그림 3. 품목별 수출국별 소금 수출 추이

표8은 우리나라로 들어오는 소금의 수입현황을 작성한 표이다. 이를 보면 우리나라에 수입하는 소금은 대부분이 공업용 천일염이며 화학공장 가성소다용도로 사용하고 있다. 연간 178백만 불인 27백만톤을 수입해 오고 있으며 완만한 증가세를 보이고 있다.

표 8. 소금의 수입현황

구 분	합 계	암염	천일염	식염	순염화 나트륨	해수 (기타)
수입량(천톤)	2,906	1	2,648	161	8	88
수입액(천\$)	178,335	137	159,185	10,375	2,275	6,363
수입단가(\$/톤)	61	137	60	64	284	72

※ 우리나라 수입소금은 멕시코, 중국, 호주 3개국이 대부분을 차지

표 9 국가별 천일염 수입현황

구 분	합 계	호주	멕시코	중국	기타
수입량(천톤)	2,648	1,600	570	291	187
수입액(천\$)	159,185	99,203	34,118	15,145	10,719
수입단가(\$/톤)	60	62	60	52	57

표 10. 소금 수출현황

(단위 : 천불, 톤)

구분	2008년							2009년						
	물량	금액	국 가 별					물량	금액	국 가 별				
			일본	미국	중국	캐나다	기타			일본	미국	중국	캐나다	기타
계	1,228	399	112	57	33	29	168	2,171	911	198	377	54	17	265

※ 기타 - 모리타니(4월), 필리핀(1,6,7,8,9,10,11월), 대만(3,7월)

표 11. 년도별 가격동향

(단위 : 천원/톤)

구 분	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07
국 산	154	268	243	169	129	204	450	296	251	179	170
중국산	35	42	44	45	47	50	50	61	65	49	45
호주산	28	28	32	32	35	35	45	30	37	36	37

※ 국산 천일염은 집산지 가격, 수입 염은 도착도 가격기준임

3. 우리나라 천일염 산업의 문제점

45년간 '광물'로 취급되어 식품으로 분류가 되었음에도 불구하고 식품 산업적 기반 전무하다.

식품인정(08.2)에 따라 비위생적인 염전바닥재·창고벽 등의 식품으로서의 적합한 재질인지 여부에 대하여 시민단체로부터 지적을 받았으며 소금 창고지붕은 75% 이상이 슬레이트로 되어 석면위험에 노출되어 있고 염전 장관도 PVC로 되어 있어 환경호르몬 검출 논란에 휩싸이고 있다.

국내산 천일염은 오랫동안 개발 정책적 고려대상에서 제외되면서 연구개발 실적이 미흡하고 전반적으로 분야별 기술수준이 현저히 낮으며 생산시설 표준모델개발, 부가가치 상품화, 외국 석학들과의 공동연구, 통계 및 정보 인프라 구축, 마케팅 전략 등이 미비한 실정이다. 천일염의 생산자 역시 대부분 평균 연령이 60세 이상으로 상대적으로 정부정책 이해도가 부족하다.

그림 4는 전라남도 염전 임대현황을 나타낸 것이다. 이 그림을 보면 임대업체가 염전 전체의 50%를 상회하고 있음을 알 수 있다. 임차인은 불확실한 임대고용으로 고품질 집중생산 및 시설 투자 여력이 미흡하다.

국내산 천일염을 세계적인 명품 브랜드로 가기 위해서는 H/W로는 물론 생산, 가공, 유통 시스템을 체계적으로 정비하여 천일염의 세계 명품화 추진이 필요할 것이다.

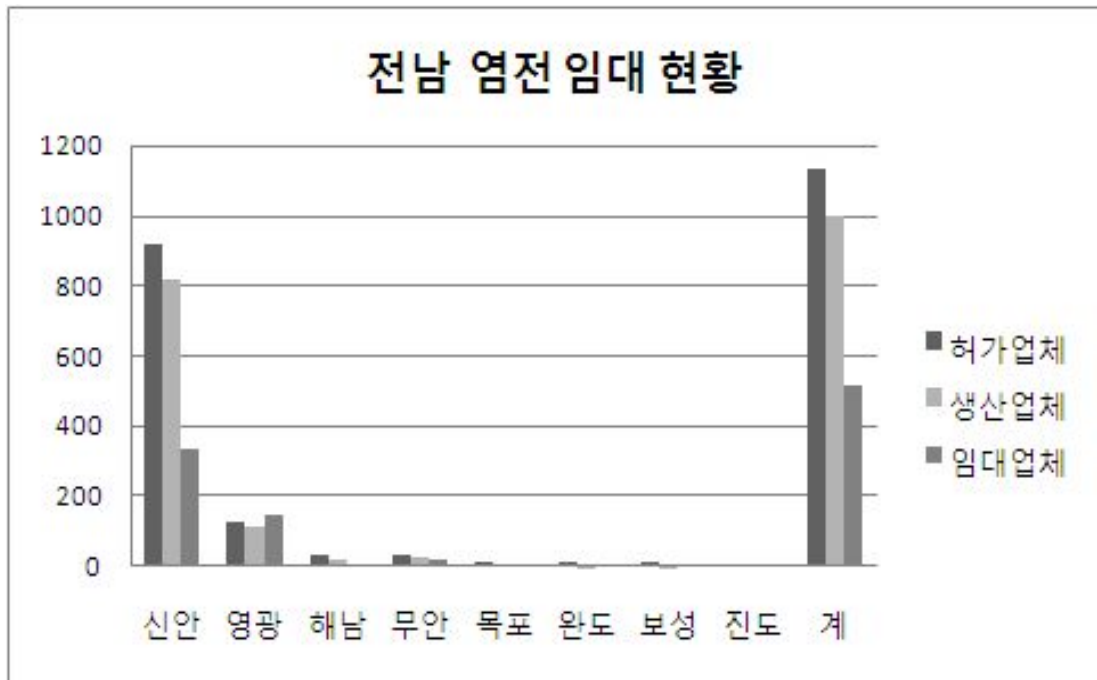


그림 4. 전라남도 염전 임대현황

4. 국내의 염 품질검사



국내의 염관리는 염관리법 및 같은 법 시행령 및 시행규칙의 개정으로 2011년 8월 11일부터 국내산 천일염과 비식용으로 수입한 소금은 품질검사를 받고 출하 판매 할 수 있다. 이러한 품질검사 제도는 수입염이 국산으로 둔갑되거나 공업용염이 식용으로 시장에 유통되는 것을 방지하여 국민건강의 보호는 물론, 외국산 소금과의 차별화를 통하여 천일염 등 소금산업의 경쟁력을 강화하기 위해

도입되었다. 품질검사 대상은 국내에서 제조되는 천일염, 정제염, 재제염, 가공염, 부산물염과 비식용으로 수입되는 천일염, 암염 등이다. 다만, 식품위생법에 따른 자가품질검사 대상인 정제염, 재제염, 가공염은 염관리법에 따른 검사를 희망하는 경우에 실시하게 된다.

품질검사 신청 시 구비서류를 갖추어 국내산 소금은 대한염업조합에 신청서를 제출하면 된다. 다만, 정부기관의 품질검사를 받고자 할 경우와 수입염 검사는 국립수산물품질검사원에 신청하여야 하며, 처리기간은 관능검사는 5일 정밀검사는 15일정도 소요된다.

국내염 및 수입염의 검사 신청 시 관능검사는 검사 신청 물량에 대해 톤당으로 정한 수수료가, 정밀검사는 분석 항목당 소정의 수수료가 각각 징수된다. 품질검사는 소금의 용도에 따라 관능검사와 정밀검사로 구분하여 실시하며, 정밀검사 항목은 염화나트륨, 수분 불용분 등 5개 일반 성분과 수은, 납, 카드뮴, 비소 및 고결방지제 등 6개 유해성분 등 총 11개 물질이다.

품질검사에 합격한 소금은 “염검사필” 날인표시를 하고 검사필증을 교부한다. 소금을 출하 판매하기 위해서는 이러한 검사결과 표시가 있어야 한다.

제 3절 국외 소금산업의 현황

1. 일본의 염

일본의 소금은 암염, 천일염, 정제소금 등 주로 3가지 종류가 생산되고 있다. 일본의 지리적, 자연적 조건으로 암염, 천일염을 생산 할 수 없다. 암염은 일부 수입되고 있고 천일염은 모두 수입을 한다. 천일염의 경우 비가 많은 이유로 생산량이 매우 적다.

대부분 정제소금으로 막투석 방법으로 해수 농축소금, 천일염 농축소금 그리고 암염층에 물을 넣고 소금물을 취하고 나서 농축하는 소금 등으로 크게 3종류로 구분된다. 일본의 막농축 정제소금 방법은 대형화, 자동화되고 제염법 기준에 따라 해양 오염물질이나 세균으로부터 안전한 위생적인 소금생산이 가능한 구조로 되어있다.

소금의 고결방지제로서 외국에서 사용되고 있는 페로시안 화합물의 식품첨가물 사용이 2002년 8월1일부터 허가되었다. 페로시안 화합물의 만성 독성, 발암성, 유전 등의 관련된 안전성에 문제로 일본소금 공업회에서는 허가를 반대하여 왔는데 후생 노동성에서 승인이 되었다.

일본의 소금에는 페로시안 화합물을 사용 할 수 있지만 자체적으로 안정성 등을 이유로 사용하지 않고 있다. 일본에는 20만 톤/년 규모의 공장이 4사 6개의 공장이 있다. 이 공장에서 일본 해수로부터 생산되는 소금의 99% 이상이 생산되고 있다. (표 12)

표 12. 일본 시중 판매 소금 종류

	제품 회사명	제품명
A	주식회사 일본해수 오나하마	신정염, 킹 소금
B	주식회사 일본해수 아카호	아카호 소금
D	나이카이염업 주식회사	나크루 식염, 나이카이수준 소금
E	나루토염업 주식회사	다이어 소금
F	주식회사 일본해수 사누키	나무소금
G	다이어 소금 주식회사	



그림 5. 일본 소금 제품 회사 지도

가. 일본의 소금 제조방법

해수를 여과 후에 막으로 농축한다. 여과막은 백만분의 1mm 입자 크기로 염분을 선택적으로 여과한다. 약 20% 까지 농축을 하고 해수의 오염성분이나 세균류는 제거되어 품질의 안전성이 높아진다. 농축 후 소금은 원심분리기로 소금과 쓴 간수물질로 분리된다. 건조 전 출하하는 것이 보통소금 또는 백염이다. 건조한 소금은 건조소금으로 식염용 특급소금이 된다. 포장은 20kg, 25kg의 종이포장, 가정용은 1kg, 5kg 포장된다.

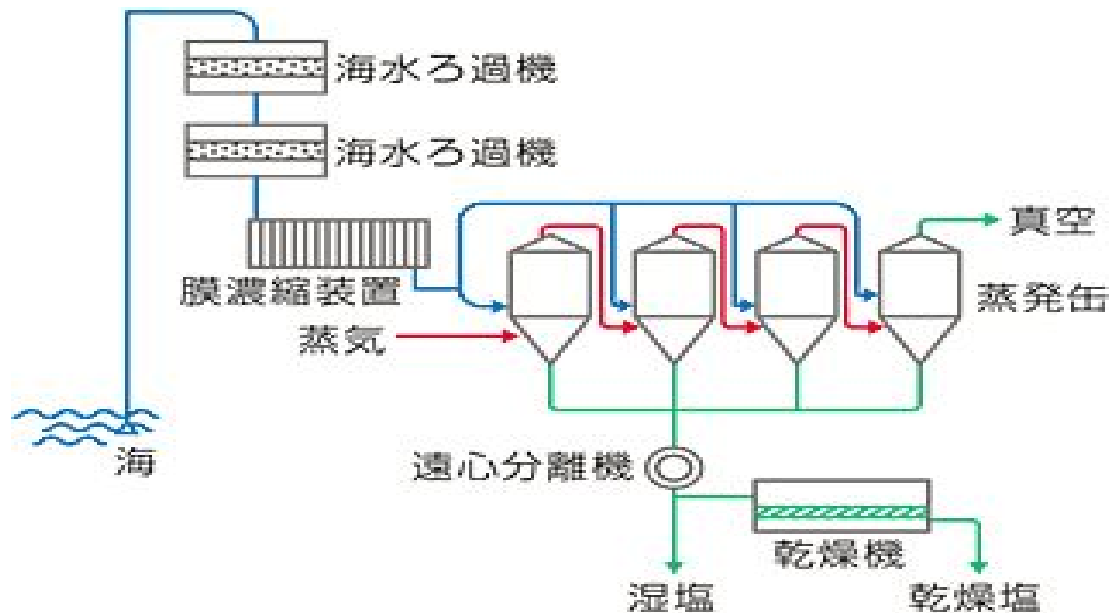


그림 6. 일본 소금 제조과정

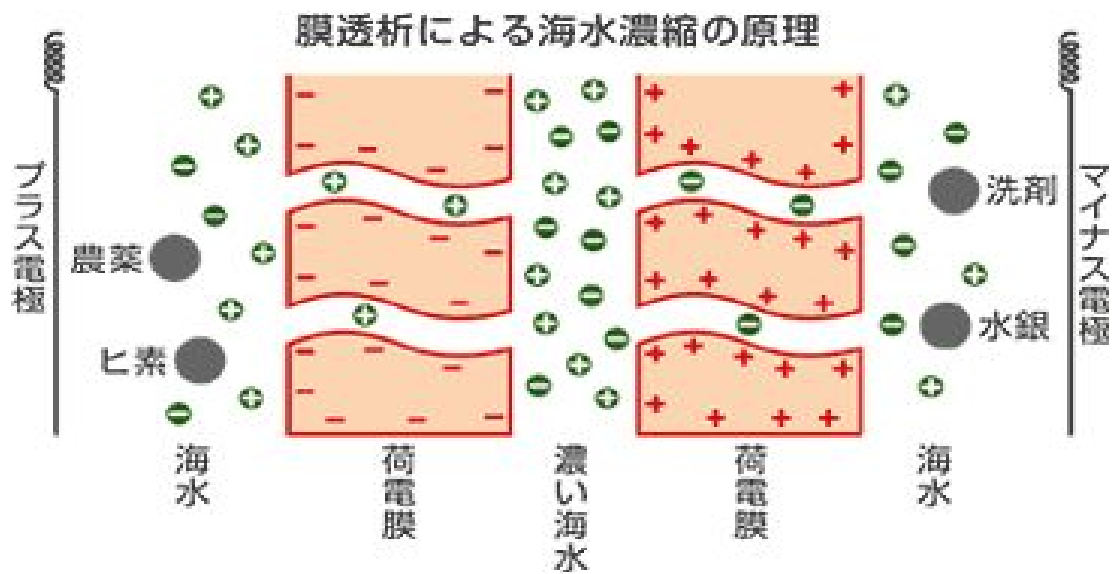


그림 7. 진공식 제염의 원리

나. 일본 염의 종류

해수로부터 만들어지고 있는 소금을 크게 나누면, 특급소금, 식염, 보통소금, 백염의 4개의 종류가 있다. 식염은 가정용, 나머지는 업무용에 사용되고 있다. 특수한 제법의 특수 제법소금, 가공소금등이 있어, 주로 가정용으로 판매되고 있다. 업무용소금은 20kg, 25kg 단위로 그래프 트지 포장하며 1 톤 후레시블 포장으로 일부 출하도 된다. 입자 크기 기준은 0.5mm, 0.59mm, 1mm 를 기준으로 한다.

표 13. 일본의 소금 종류

소금 종류	소금 특징
특급소금	· 정선 특급소금 : 염화 나트륨 99.7% 이상 · 특급소금 : 염화 나트륨 99.5% 이상
식염	· 염화 나트륨 99% 이상 평균 입경 0.4mm. · 가정용 간수성분이 0.3% 함유 · 특급소금보다 굳어지지 않는 소금 · 간수성분이 흡습해 통상 0.2% 정도 수분
보통소금	· 염화 나트륨 95% 이상 · 수분 약 1.4%, 평균 입경 0.4 mm · 쓴 간수성분 함량이 0.7% 이상
백염	· 염화 나트륨 95% 이상 · 평균 입경이 약간 큼

표 14. 일본의 소금 종류

종류	특징	
건조염	식염	해수를 막농축해 대형결정기로 제조, 가장 넓게 사용된다
	특급염	식염과 같은 방법으로 제조되는 고순도염. 업무용
	정제염	천일염 암염의 용액을 정제해 대형결정기로 제조하는 고순도염
	구운 소금	250~700℃에서 구운 소금. 건조하며 쉽게 굳지 않는다
	암염	염광에서 채굴한 소금. 입자가 크고 단단하다
습염	보통염	해수를 막농축해 대형결정기에서 제조. 업무용으로 사용된다
	백염	해수를 막농축해 대형결정기에서 제조. 기계에서 입자 직경 제어
	분쇄염	수입천일염을 분쇄한 것. 입자가 굵다
	천일염	수입염. 해수를 염전에서 농축 결정시킨 것
가공염	미립염	건조품이 많다. 식염보다 직경이 작다(0.05mm까지). 녹기 쉽다
	후레이크염	거친 소금. 평판상(平板狀) 결정. 가볍고 쉽게 달라 붙으며 녹기 쉽다
	응집결정염	고습의 평가마구이. 후레이크와 보통 염의 중간형
	대립염	10mm 이상 결정. 조립염등
첨가물염	조미료염	식탁용. 글루타민산. 이노신산 등을 첨가
	쓴소금	마그네슘 0.03~0.5% 첨가
	칼륨염	칼륨을 저염용에 25% 이상, 조미개선용에는 5~25% 첨가한 것
	각종 미네랄염	철분. 칼슘 등 첨가
	식품염	깨. 후추 등 각종 향신료, 마늘, 허브 등을 첨가
기타	해수평가마구이	입체농축해 평가마에서 구운 응집염. 소규모 제염에 적합
	해수 직접 건조	분무건조 등으로 해수를 건조시켜 만듦. 소규모에 적합
	저순도염	NaCl 60% 이하

표 15. 일본의 천일염

상품명	품 질 규 격	특징· 용도
<p>天日原塩</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 염화 나트륨 95% 이상 · 평균 입경 : 5mm 정도 · 용량 : 25kg 	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 크기의 부정형 결정 천일염 · 간장, 수산 등에 사용
<p>天日粉碎塩</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 염화 나트륨 95% 이상 · 평균 입경 : 0.6mm 정도 · 용량 : 25kg 	<ul style="list-style-type: none"> · 천일염을 분쇄한 것 · 쓰케모노, 수산 가공등에 사용
<p>天日白撰塩</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 염화 나트륨 98% 이상 · 평균 입경 : 3mm 정도 · 용량 : 25kg 	<ul style="list-style-type: none"> · 천일염을 진한 소금물로 닦고 탈수한 소금 · 조미, 쓰케모노, 수산 가공 등에 사용
<p>天日白撰塩 (粉碎タイプ)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 염화 나트륨 98% 이상 · 평균 입경 : 0.8mm 정도 · 용량 : 25kg 	<ul style="list-style-type: none"> · 천일백찬염을 분쇄 · 식재 맛이 좋다는 느낌이 우수 · 쓰케모노, 수산등의 식품 가공용 적합
<p>天日白撰塩 (500g 粉碎タイプ)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 염화 나트륨 98% 이상 · 평균 입경 : 0.8mm 정도 · 용량 : 500g 	<ul style="list-style-type: none"> · 천일백찬염(분쇄 타입) 소포장 상품 · 멕시코 시오타의 PR상품 세계 자연 유산에 등록되어 있는 바다에서 수확한 소금 · 주의 사항 : 본 품은 천일제법에서 만들어져 있기 때문에 자연물(해조·패각등)이 혼입하는 경우가 드물게 있으니 혼입시 제거

다. 일본 소금의 안전 위생

사단법인 일본소금 공업회 식용소금의 안전 위생 가이드 라인의 적용 대상은 일본 소금공업회 4사 6공장이다. 4개회사에서 약 90% 생산을 하고 있다. 식용소금의 안전 위생 가이드 라인은 2005년 10월 부터 소금사업센터 제정의 제조기준을 적용하고 있다.

(1) 안전 위생 기준

종합 위생관리 제조과정(HACCP)과 ISO22000 식품위생법에 근거 식용소금의 원료 채취, 제조, 저장 및 운반 관련 청결하고 위생적으로 실시하고 잔류농약과 포장에 대해서는 식품위생법

의 기준을 적용하고 있다.

표 16. 소금 검사 항목

항목	내용	방법
불용해분	0.01% 미만	용해 후 증량법
용장	무색 투명	용해액의 흡광도
중금속	10mg/kg 이하	황화 나트륨비탁법
비소	0.2mg/kg 이하	ICP
수은	0.05mg/kg 이하	ICP
카드뮴	0.2mg/kg 이하	ICP
연	1mg/kg 이하	ICP
동	1mg/kg 이하	ICP
페로시아나 화물	불검출	흡광 광도법
일반 생균수	300/g 이하	평판 계수법
대장균군수	음성	부이 온 배양지 정성

(2) 표시 기준

식품위생법, 건강 증진법, 경품표시법(부당 경품류 및 부당 표시 방지법), JAS법(농림 물자의 규격화 및 품질 표시의 적정화에 관한 법률) 등 모든 표시에 관한 법률에 의거한 표시를 실시한다. 명칭, 원재료명, 제조자명, 제조자의 소재지, 내용량, 제조 연월일, 첨가물의 종류와 첨가량 등을 표시한다. 명칭은 「소금」 「소금 가공품」 등이라고 기재하고 소금의 구체적 내용에 대해서는 제조 회사의 판단으로 하며 미립소금, 조립소금, 고순도소금 등 구체적으로 고객에게 알기 쉬운 표시가 되도록 하고 있다. 미네랄, 건강미용 효과 등 표현은 건강 증진법, 약사법 등에서 제한받고 있다. 식용소금 공정 경쟁 규약으로 적정 표시의 심사에서도 인정되지 않는다. 마그네슘 0.1% 이상 함유하는 경우 표기를 할 수 있다. 이것은 미네랄 함유로서가 아니고 소금의 물성이나 맛이 달라지는 경우가 많기 때문이다.

일본소금공업회 가맹회사가 생산하는 소금은 모두 해수가 원료이기 때문에, 원재료명은 해수라고 기재한다. 제조 연월일의 표시는 기호로 표시해도 가능하다. 또한 소금은 농림 수산성 고시 제513호(2000년 12월)에 의해 품질변동이 지극히 적은 것으로서 유효기한을 생략하고 있다.

지명이 붙은 상품명인 경우 그 지명 이외의 장소의 원재료를 사용하거나 다른 장소에서 제조하는 경우 표시를 기재한다. 원료로부터 제품까지 국내에서 제조하고 있는 제품은 국산소금, 국내에서 가공을 하는 제품은 국내 가공이라고 표시한다. 식품, 향신료등이 들어간 소금(참깨, 마늘소금 등)은 이 규약에서 제외한다. 유효기한 및 보존 방법은 원칙으로 쓰지 않는다. 수입품은 원산 국명을 쓰고 제조 방법을 반드시 쓰게 되어있다.

상품명에 지명이 붙어 있을 때, 그 지역에서 생산되고 있는 경우는 사용할 수 있다. 예를 들면, 오키나와 해수를 사용해 오키나와에서 만든 소금에 오키나와 소금이라는 이름을 붙이는 것

은 가능하다. 일본의 해수를 사용해 일본에서 최종 포장까지 간 제품은 국산소금, 국내소금이
 라 한다. 지명이 붙은 상품으로 그 지명 이외의 원재료를 사용했을 경우는, 그 지명 이외의 원
 재료를 사용하고 있는 취지, 상품명과 동일하게 표시하여야 한다. 간수를 포함하는 것을 표시
 할 수 있는 것은, 해수 유래의 마그네슘0.1%이상 포함한 경우에 한정된다. 간수를 첨가한 상
 품은, 일괄 표시의 원재료에 조제 해수 염화 마그네슘(간수)이라고 표시한다. 간수란 해수나 염
 호수를 농축해 염화 나트륨이 대부분 석출한 잔액이다. 간수를 함유 하는 취지는 마그네슘 함
 량 0.1% 이상이면 일괄 표기에 기재할 수 있다. Na, K, Mg, Ca, Cl, SO₄, Br을 주성분으로 그
 이외의 성분을 1%이상 함유 하지 않는 것이다. 이것은 미네랄 함유를 표기 때문이 아니고 간
 수를 함유 하는 것으로 소금의 성질이나 맛이 변화하기 때문에 표기하는 것이다. 염화 나트륨
 이외의 성분이 25%이상의 경우는 저나트륨소금이라고 표기한다. 자연소금, 자연해염, 천연소금
 등의 말은 사용할 수 없다. 자연 제법, 자연 결정등의 유사 용어도 사용할 수 없습니다.

(3) 이물

이물의 혼입 기준에 대해서는 구체적 기준이 없다. 소금의 경우 일반적으로는, 식품위생에
 중대한 영향을 미칠 수 있는 동식물성 이물이 가장 중대하고, 그 다음에 토사, 공중의 진애, 녹
 등의 광물성 이물에 주의를 하고 있다. 해수에서 오는 이물은 식품위생상에서는 그다지 큰 문
 제가 되지 않는 것으로 보고되고 있으며 동식물성 이물, 광물성 이물의 혼입 방지에 만전의 체
 제를 취하고 있다.

(4) 불용해분 및 용장

불용해분이란 50℃의 온수에 용해한 찌꺼기를 말한다. 세계적 불용해분으로서 검출된 예는
 모래, 플랑크톤, 해양생물 분뇨, 분해 생성물, 육상으로부터의 오염물질, 제조 후의 사고에 의한
 혼입물 등이 있다. 용장은 소금을 물에 녹였을 때의 용액의 투명도로 통상은 무색 투명하다.
 착색하거나 탁해진 용액이 되는 소금이 있다. 용장의 악화는, 오염 해수에 기인하거나 미립 불
 용해분, 예를 들면 진흙, 기름의 현탁, 생물 분해물등의 현탁, 진흙이나 생물의 부식등에 의한
 착색성 물질, 제조 후의 사고에 의한 혼입등이 있다.

라. 안전 위생 기준 인정 마크



소금 공업회는 연 1회이상, 안전 위생, 관리 체제, 원재료의 관리 체제,
 생산 공정의 관리 및 제품 관리에 관한 검사 및 제품 검사를 실시하여 심
 사에 합격한 제품은 상품과 관련 자료 등에 안전 위생 기준 인정 마크를
 붙일 수 있다. 이 마크는 공장의 안전 관리가 총괄적으로 일정 수준에 이
 르고 있는 것을 나타내는 것으로 발생하는 책임은 생산자에게 있는 것으로
 되어있다.

마. 일본의 염 관련 기관

(1) 食用塩公正取引協議會

(가) 설립 경위

1997년에 소금 전매제가 폐지되었다. 소금 전매제는 92년간 계속 된 제도로 전매제 폐지 후 소금이 수입되고, 고가격 상품이 많이 판매되어 상품수도 증가하고 있었다. 소금업계 76개 회사의 회원이 참가하는 식용소금 공정거래 협의회를 발족시켜 2008년 5월 설립되어 상품 표시 심사를 시작하였다. 상품 표시심사는 2008년 7월부터 개시된 이래 약 1,000건 정도 수행하였다. 그 이후 식염의 표시에 관한 업계 자주기준 책정을 향한 지침을 공표하고 표시 규약제정 활동을 시작하였다.

일본소금 공업회는 제염기술의 발전과 경영 개선, 국산소금의 안정공급 등 소금 산업의 건전한 발전에 기여하는 것을 목적으로 1972년 4월에 설립하였다. 초기에는 7회사였지만 현재는 3개회사로 운영되며 주된 활동 내용은 제염 사업에 관한 경영 및 기술의 개선에 관한 조사 연구, 제염 사업에 관한 정보의 제공에 관한 사업 그리고 업계발전에 필요한 입법의 권고 및 진정 등에 관한 사항을 중심으로 활동하고 있다.

표 17. 사업자수 추이

	1997 전매 폐지	2003 수입 자유화	2007 현재
진공식 & 천일염 분쇄	13	19	36
특수 제법 소금, 특수용 소금	275	413	519
수입 판매	33	236	514
사	83	250	365

(나) 역할

① 상품 표시의 심사 기준의 확립과 심사

회원 각사의 상품의 표시의 방법에 대한 규약을 만들어 적정하게 표시하도록 지도, 심사하고 합격한 회사에 합격증을 교부해, 적정한 표시를 하고 있는 회사 및 제품을 외부에 발표.

② 규약의 실시 상황 조사, 지도

심사 결과 그대로 표시하고 있는 여부를 조사해 필요에 따라서 지도, 공정 거래 위원회에 통고를 실시한다. 상품 표시 이외의 광고 등 판매 등에 대한 위반 여부를 조사

③ 상품 표시에 관한 상담

④ 공정 마크 부여

식용소금 공정 거래 협의회는 상품의 표시방법을 심사해 합격한 상품에는 공정 마크를 부여한다. 공정 마크는 올바른 표시를 하고 있는 것을 나타내는 심볼 마크이다. 공정마크를 붙이기 위해서는 협의회 회원이 되어 상품 표시의 심사를 받아야 한다. 그러나 소금 공정마크는 제조 방법이나 품질의 안전성을 보증 한 것이 아니다.



그림 8. 공정마크

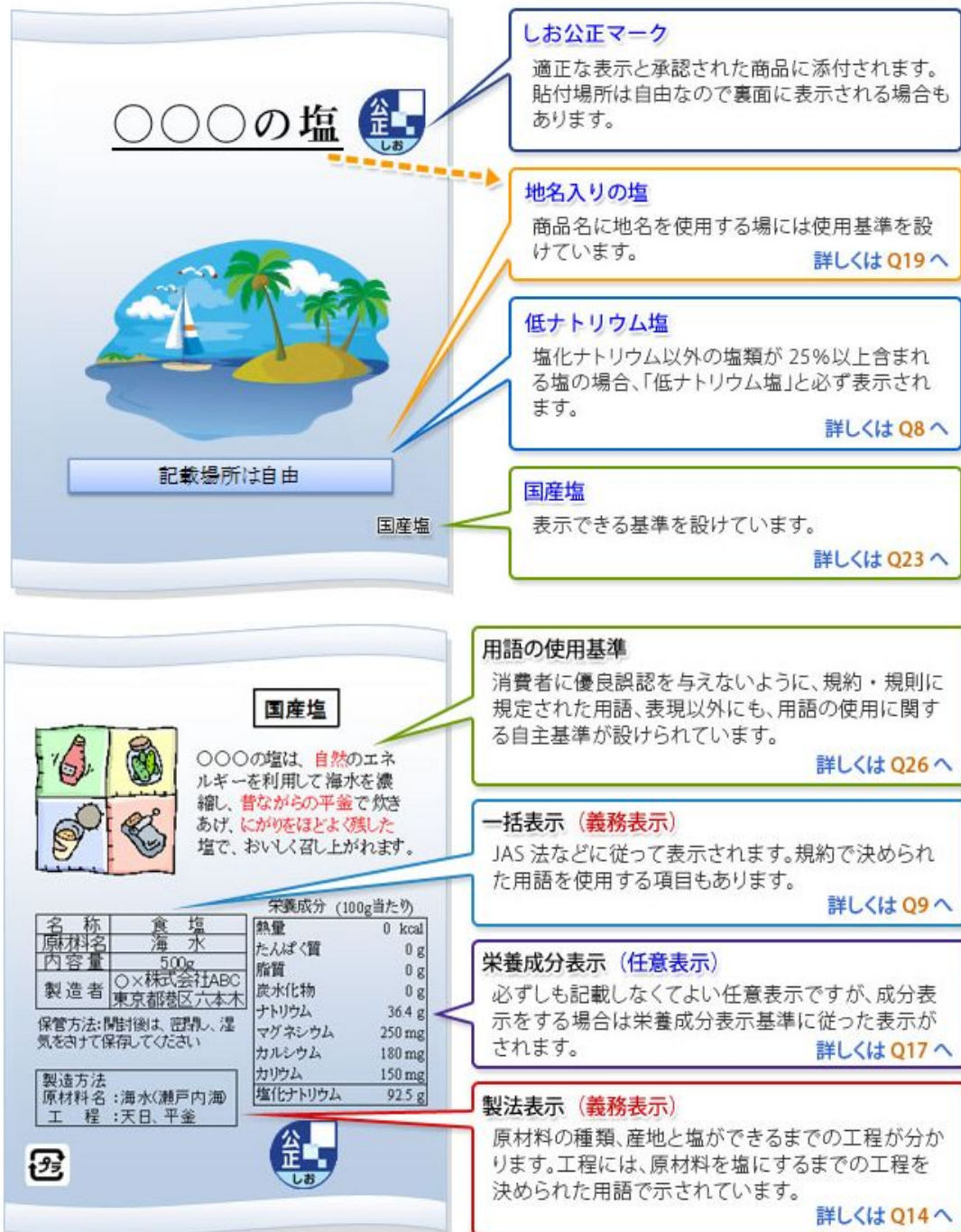


그림 9. 일본의 상품 표시 방법

2. 중국의 염

중국은 세계 여러나라 중 소금 생산의 역사가 가장 오래된 나라 중의 하나이다. 전해지는 이야기에 따르면 2,500여년 전의 상고시대부터 바닷물을 끓여서 채취했다고 한다. 중국은 해안선이 1만 8,000Km에 이르는 등 염업자원이 풍부하여 바닷물을 이용한 다량의 소금 생산이 가능하고 지하함수염(호수염)은 주로 내몽고, 칭해, 신강, 서장(티베트) 등 자치구 여러 곳에 분포되어 있으며 암염(광산염)은 주로 내륙지방에 분포되어 있다. 이 중 해수염(바다소금)은 전체 소금 생산량의 71%를 차지하고 광산염은 21.6%, 호수염은 7.5%를 차지하고 있다. '06년 기준으로

중국의 소금 생산능력은 5,600만톤으로 세계 1위이다. 해염은 2,580t으로 세계 1위. 식용요오드 첨가염의 생산능력은 806만t이다. 중국은 정부에서 장기적으로 소금에 대하여 계획 관리를 하고 있다. '94년 국무원에서 공표한 「소금업계의 관리문제」에 의하면 소금업의 생산 및 판매의 확대와 수출을 장려하고 있다.

가. 공업염

중국에서의 공업용 천일원염(호수염 포함)은 활차염과 사차염 2종으로 구분한다. 활차염은 정기적으로 인력 또는 기계 설비를 이용하여 결정지의 소금에 유동성을 주면서 생산한다. 결정은 여러개의 단결정이 붙은 상태로 되어 입자가 크다. 입자의 크기는 80% 이상이 5~20m/m 정도 된다. 활차염은 여러개의 결정이 붙은 상태이므로 입자 사이에 약간의 틈이 생기고 그 틈 사이에 이물성분이 혼입되어 소금의 품질이 저하된다. 사차염은 결정성장 과정에서 결정지의 소금을 인위적으로 유동성을 주지 않고 자연적으로(호주의 염생산 방식과 유사함)결정이 형성되어 거의 단결정 상태로 생산되고 입자의 크기도 작아 2~5m/m 정도가 80%를 차지한다. 결정을 세척할 때 결정의 결정을 6면을 거의 세척할 수 있기 때문에 활차염에 비하여 품질이 좋고 이물질이 적다. 한국의 천일염도 단결정체에 속한다.

나. 식용염

진공증발관식 정제염은 포화함수를 원료로 사용하여 증발관에 넣고 고압증기로 가열한 후 발생하는 저압스팀을 회수하여 다른 증발관을 가열하는 다중효용 증발관을 이용하여 소금을 생산하고 있으며, 전 공정이 밀폐되어 있어 이물질이 혼입되지 않아 양질의 소금을 생산한다. 이 소금은 제품의 순도가 99% 이상으로 식용 소금으로 사용한다. 식용소금의 중국 품질규격은 GB-5461-2000(표 18)이다.

표 18. 중국의 식염 품질 규격

구분	정제염			분쇄세정염(세척분쇄염)	
	특급	1급	2급	1급	2급
입도	0.82~0.15m/m 80% 이상	0.82~0.15m/m 70% 이상		2m/m 이상 10%이하	
백색도	75	70	65	60	55
NaCl(%) >	99	98.5	97	96.5	95.5
수분(%) <	0.3	0.5	0.7	3.0	3.5
불용분(%) <	0.05	0.1	0.2	0.1	0.2
바륨(ppm) <	1.5				
불소(ppm) <	5				
비소(ppm) <	0.5				
납(ppm) <	1				
요오드(ppm) <	20~50				
페로시안(ppm) <	5				

중국의 진공증발관식 정제염의 원료는 2종으로 천일염을 용해한 후 포화함수를 원료로 하는 것과 지하에 매장되어 있는 암염을 용해하여 원료로 사용한다. 지하 암염을 용해하여 사용하는 원료함수는 일반적으로 천일염 용해함수보다 이물질이 많고 중금속 성분도 많은 편이므로 이를 정제해서 사용하고 있다. 진공증발관식 정제염은 현재 중국에서 식용으로 사용하는 소금이다. 세척분쇄염은 천일염(바다소금)을 원료로 분쇄, 세척, 탈수, 포장 공정을 걸친 식용염이다. 하지만 세척 후 습도가 높아서 현재는 분쇄->세척->건조 후 포장하고 있다. 소비자의 요구에 맞도록 여러 가지 염도로 생산하고 있으며 이 소금은 정제염의 특성과 천일염의 특성을 다 갖춘 소금이다. 중국은 한국과 달리 중국정부에서 식용소금 전량에 요오드성분을 첨가하도록 규제하고 있으며 첨가량은 $35 \pm 15 \text{mg/kg}$ 으로 KIO_3 를 사용하고 있다. 또한 소금의 응고방지제로 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 10mg/kg 이하를 첨가(보통 2~4ppm)하고 있으며 필요에 따라 MgCO_3 도 첨가하고 있다. 웨로시안염은 독성이 있어 중국에서도 사용을 규제할 움직임이 있으며 특히 수족관용 소금 등 동물 등에 쓰이는 소금에는 웨로시안염을 첨가하지 않고 있다.

3. 프랑스 게랑드(Guérande)소금



그림 10. 프랑스 게랑드 소금 염전 모습

최적의 자연조건 구비 지층이 점토질이 많아 염전 바닥을 만드는데 최적의 조건 대서양의 온난한 기후 후, 풍부한 일조량, 적당한 바람 등이 어우러져 천일염 생산에 이상적인 기후 조건을 가진 지역으로 소금생산방식의 전통성 오로지 태양열과 바람으로만 건조, 해수의 염분 농도를 농축해서 결정하는 “전통적인 장인적 방법”으로 생산하고 있다. 염전규모는 1,800ha로 연간 2만톤 정도 생산을하며 Guérande 염전은 프랑스 서부 대서양을 접하고 있는 마을로서 2차 세계대전이 끝난 후 프랑스 정부가 해안가를 관광지로 개발을 추진하였으나 천일염 생산지로 개발을 중단한 지역이다.

현재 늪지 형태로 환경이 보존되고 있으며, 그 중심에서 천일염을 생산하고 있다. 1995년 이후 람사르 협약에 의해 보존되고 있으며, European Natura 2000 network에 가입되어서 UNESCO로부터 생물환경 보존구역으로 지정받을 것으로 예상되고 있으며, 다양한 생물이 공존하는 가운데 자연과 조화된 천일염 생산을 고수하고 있다. 염전조합은 1972년에 Guérande 지역의 약 300명의 염전 소유자 중에서 185명이 조합원으로 가입하고 있으며, 조합원이 생산하는 천일염의 양은 연간 약 10,000 M/T(우리나라는 340,000 M/T)이다. Guérande 염전에서 생산되는 소금은 원산지 명칭표시 보호제(AOC ; Appellation d'Origine Contrôlée)에 등록되어 있으며, 조합원 뿐만 아니라 비조합원도 이 명칭은 사용할 수 있다. Guérande 소금은 통상 6월과 9월사이의 건기에 생산되고 있으나 금년에는 5월부터 소금 생산이 가능하였고, 프랑스의 전

체 소금 생산량의 1% 정도를 생산하며, 그 중 꽃소금(La fleur de sel)은 0.1% 정도를 생산한다. 수확하는 소금은 gros sel(결정체가 비교적 크고 다소 회색)과 Fleur de sel(작은 결정으로 가볍고 아주 하얀 색을 띤 소금) 2종류만 생산하며, gros sel을 이용한 다양한 가공소금 등을 생산하지만, 우리나라와 같은 구운소금이나 죽염은 생산하지 않고 있다. Guerande 소금의 주요 원료인 해수는 대서양에서 직접 유입하며, 저수조에는 월 2회 받아들여서 보관하면서 소금 생산에 사용하며, 수질은 3회/주 감독관청에 의해서 관리되고 있다.

결정지에서 염 결정이 석출되면 Fleur de sel(꽃소금)은 뜰개형 고무레로 체별하여 채취하는 방식으로 별도의 수레에 담아 채집하고, gros sel(굵은 소금)은 결정지의 물을 고무레로 밀어서 수력에 의해 소금더미 쪽으로 모이게 하는 방식으로 수확한다.

염전의 바닥은 매주 1회 보수공사를 시행하여 이물 혼입을 최소화하고 있다. 결정지에서 수확된 소금은 개별 결정지 독에 마련된 소금 채집소에 일시 보관하면서, 수레를 통해 개별 염전의 입구쪽에 방수포를 깔고 쌓아서 소금더미로 보관된다. 개별 염전 입구쪽의 소금더미는 다시 해수창고로 옮겨져서 보관되며, Guerande 염전조합은 평균 약 3년치의 재고(2012년 현재 굵은 소금 34,000 M/T, 꽃소금 1,100 M/T)물량을 보유하면서 수급조절을 하고 있으며, 간수빼기가 이루어진 후에 포장하여 유통시키고 있다. 생산된 소금은 3년 동안 보관하며 생산자 조합의 의결에 의해 한해 판매될 가격이 결정된다. 생산된 소금의 장기 보관은 소금의 수급조절과 수분관리를 위하여 실시되며, 수분을 8%이하로 관리하고 있다. 제품의 이물검사는 수작업으로 이루어지며, 새의 깃털이 가장 큰 이물로 분류된다. 생산된 소금은 AFSSA 기준을 준수하기 위하여 수분, 나트륨, 마그네슘, 인산, 칼슘, 망간, 철, 구리, 아연 등이 관리된다. Guérande 염전에서 생산되는 소금은 프랑스 정부가 그 품질을 보증하는 Label Rouge 인증을 1991년에 받은 제품으로, 소금으로는 유일한 Label Rouge 인증제품이다. Label Rouge 인정을 위하여 소금의 화학 성분 검사, 박테리아 검사, 해수검사 등을 연간 5회에 걸쳐 수행되고 있다. 유통, 생산시설의 위생관리 기준은 원산지의 장소, 환경 일반 조건, 농업/공해, 해충 구제, 수렴, 물의 흐름, 염전의 보존, 도구와 재료, 제품과 포장(세정, 건조/저장, 첨가물), 분쇄조건 등으로 구분하여 관리하고 있다. 염전에서부터 소비자의 식탁까지에 이르는 전 과정의 이력추적제를 구축하여 관리하고 있으며, 염전원부는 1996년에 마련된 것을 기준으로 하고, 현재는 컴퓨터로 추적성관리를 하고 있다. 한편 친환경적인 소금생산 방식을 고수함으로써 1989년에 프랑스 및 유럽의 유기농업조직을 주도하고 있는 Nature & Progrès 인증을 받았다. 이는 프랑스 유기농업 인증마크인 "AB"마크를 대체하는 것으로, 그 이유는 소금이 프랑스에서 농산물로 분류되지 않기 때문이다.



그림 11. Label Rouge 표시



그림 12. Fleur de Sel 제품

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 천일염의 품질

1. 서 언

국내 서남해안은 세계적으로도 보존가치가 높은 갯벌자원을 갖고 있으며, 갯벌에서 천일염을 생산할 수 있는 지역은 한정적이고 우리나라 서남해안처럼 양질의 갯벌자원은 매우 드물며 이와 같이 희귀적이고 독점적이며 우수한 천일염 자원은 우리가 가지고 몰랐던 진정한 보석(小金)으로 블루오션산업으로 부족함이 없는 자원이다.

한국산 갯벌 천일염은 세계 5대 갯벌중의 하나에서 생산되는 천연 해수염(natural sea salt)으로 전세계적으로 인정받는 프랑스 게랑드산 천연 해수염과 견줄 만한 품질과 맛을 지니고 있어 한국을 대표하는 대표적 한식 명품으로 세계 시장에 진출할 수 있는 천연 자원이다. 그러나 우수한 세계적 품질의 한국산 갯벌 천일염에 대한 국내 자체의 평가는 상당기간 저평가되어, 2008년 3월 이전에는 광물로 분류되어 왔으며, 2008년 3월부터 식품위생법에 따라 식품으로 인정되었다.

국내 천일염 생산량은 2009년도 기준으로 377,480톤이었으며, 이중 326,770톤(87%)을 전남에서 생산하였으며, 전남에서는 신안군이 234,420톤 (71.7%)을 생산하여 국내 최대 천일염 생산지역이다. 최고의 천일염은 생산시설의 위생이나 관리 protocol의 철저한 준수 등 기술·설비·관리가 모두 최상의 조건을 유지한 상태에서 생산되어야 한다. 천일염의 철저한 품질 관리 및 다른 천일염 또는 시판염(가공염)과의 기능적 차별성이 제시되어야 비로소 국내 천일염이 세계적인 명품 소금으로의 위상을 가지게 될 것이다. 또한 프리미엄급 외에도 우리의 우수한 소금가공기술 확보를 통하여 고기능성 소금산업(죽염, 자죽염, 황토염, 구운소금 등) 등을 한방 의료산업, 화장품·미용산업 등과 연계한 후방산업 육성 가능 할 것이다. 천일염을 식용이 아닌 공업용 소재로 생산하는 염산업계에서는 당연히 식용이 아닌 공업용 소금을 제조하는 단계였으므로 생산시설의 철저한 관리 및 위생 개념의 도입 자체가 필요 없는 상황으로서, 천연의 우수자원인 천일염을 세계 명품 상품으로 개발하는데 매우 큰 장애요인으로 작용하였다.

세계적으로 갯벌 천일염에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있으며 우리나라에서도 일부 정제염 또는 가공염에 대한 기능성 연구는 있으나 순수한 천일염에 대한 연구는 일부대학을 제외하고는 거의 이루어지지 않고 있다. 과거 갯벌 천일염은 오래전부터 약초와 병용하여 한방 치료 및 예방의 목적으로 사용하였으나 식용 및 약재로의 사용이 어려워 이에 관련된 연구 및 제품개발 또한 난항을 겪었다. 2008년 3월부터 본격적으로 천일염이 식품화가 되면서 갯벌 천일염의 전통식품의 가치 재발견이 요구되었다. 따라서 우리나라 갯벌천일염에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

본 연구는 천일염의 품질을 고급화하고 활용성을 증진하기 위하여 천일염의 이물질과 불용성분의 효율적인 정제 기술과 천일염의 식품소재로의 적용성을 구명하여 세계적인 프리미엄급 소금으로 발전시키는 데 있다.

2. 천일염의 품질 규격

천일염의 제조과정은 ① 바닷물을 저수지로 유입 → ② 제1증발지 이동(함수농도 약3~8%) → ③ 제2증발지로 이동(염도 약9~15%) → ④ 결정지에서 소금 생성(함수농도 16~25%) → ⑤ 채염 → ⑥ 소금창고 또는 야적장보관 → ⑦ 자연탈수(약15일) → ⑧ 포장·출고의 경로를 거친다. 천일염의 소금 결정 형성은 토판, 장판, 타일이나 옹기조각 등의 바닥구조를 가진 결정지에서 이루어진다. 생산된 천일염을 여러가지 가공공정의 가열, 식품첨가물 첨가 등의 과정을 거쳐 부가기능을 가진 가공염(加工鹽)으로 생산되기도 한다.

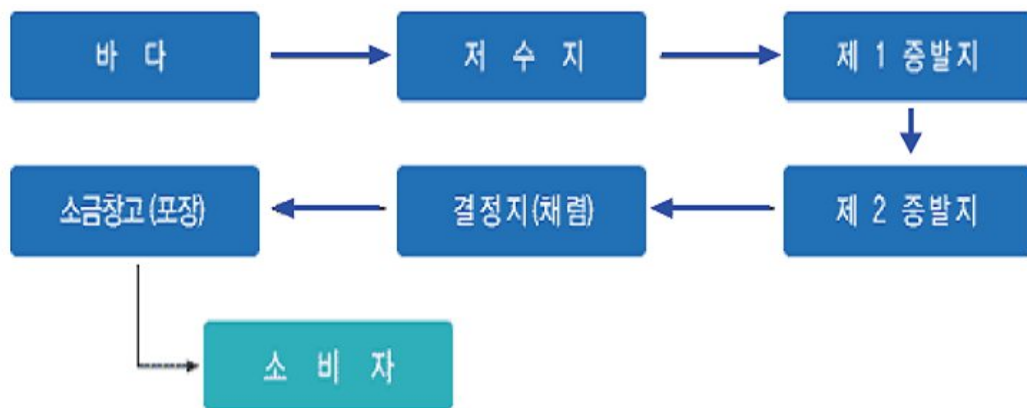


그림 1. 천일염의 제조 과정

가. 현행 천일염의 규격

- (1) 천일염: 염전에서 해수를 자연 증발시켜 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체를 말한다.
- (2) 재제소금: 원료 소금(100%)을 정제수, 해수 또는 해수농축액 등으로 용해, 여과, 침전, 재결정, 탈수, 염도조정 등의 과정을 거쳐 제조한 소금을 말한다.
- (3) 태움·용융소금: 원료 소금(100%)을 태움·용융 등의 방법으로 그 원형을 변형한 소금을 말한다. 다만, 원료 소금을 세척, 분쇄, 압축의 방법으로 가공한 것은 제외한다.
- (4) 정제소금: 해수를 이온교환막에 전기투석시켜 정제한 농축함수 또는 암염이나 천일염을 용해한 것을 진공증발관에 넣어 제조한 소금을 말한다.
- (5) 가공소금: 천일염, 재제소금, 정제소금, 태움·용융소금(50% 이상)에 식품 또는 식품첨가물을 가하여 가공한 소금을 말한다. 천일염은 바닷물을 천연 바람과 태양에너지로 해수의 수분을 증발시켜 결정화한 소금을 말한다.

표 1. 규격

항목	유형				
	천일염	재제소금	태움·용융소금	정제소금	가공소금
염화나트륨(%)	70.0 이상	88.0 이상	88.0 이상	95.0 이상	35.0 이상
총염소(%)	40.0 이상	54.0 이상	50.0 이상	58.0 이상	20.0 이상
수분(%)	15.0 이하	9.0 이하	4.0 이하	4.0 이하	5.5 이하
불용분(%)	0.15 이하	0.02 이하	3.0 이하	0.02 이하	-
황산이온(%)	5.0이하	0.8 이하	1.5 이하	0.4 이하	2.5 이하
사분(%)	0.2이하	-	0.1 이하	-	-
비소(mg/kg)	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
납(mg/kg)	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하
카드뮴(mg/kg)	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
수은(mg/kg)	0.1이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
페로시아나이드이온(g/kg)	불검출	0.010이하	0.010이하	0.010이하	0.010이하

표 2. 한국산업표준(K) 천일염 품질기준 표

항목	천일염		
	1등급	2등급	3등급
수분	8.00이하	11.0이하	12.0이하
불용분	0.60이하	1.00이하	1.50이하
총염소(%)	54.0이상	51.5이상	50.0이상
칼슘(%)	0.20이하	0.20이하	.0.20이하
마그네슘(%)	0.50이하	0.80이하	1.00이하
황산이온(%)	1.00이하	1.30이하	1.50이하
염화나트륨(%)	88.0이상	83.0이상	80.0이상

표 3. 정제염의 품질 기준

항목	기준	
	1급	2급
수분(%)	0.30이하	4.00이하
불용분(%)	0.01이하	0.02이하
총염소(%)	60.1이하	58.0이상
칼슘(%)	0.10이하	0.10이하
마그네슘(%)	0.20이하	0.20이하
황산이온(%)	0.40이하	0.40이하
염화나트륨(%)	99.0이상	95.0이상
염도(%)	590~149 μ m 80% 이상	

표 4. 가공염의 품질기준

항목	기준			
	1급	2급	3급	4급
수분(%)	0.50 이하	4.00 이하	7.00 이하	9.00 이하
불용분(%)	0.15 이하	0.15 이하	0.40 이하	0.80 이하
총염소(%)	59.7 이하	58.0 이하	56.0 이하	54.0 이상
칼슘(%)	0.10 이하	0.10 이하	0.15 이하	0.15 이하
마그네슘(%)	0.25 이하	0.25 이하	0.40 이하	0.50 이하
황산이온(%)	0.50 이하	0.50 이하	0.60 이하	0.80 이하
염화나트륨(%)	98.0 이하	95.0 이하	92.0 이상	88.0 이상

나. 천일염의 불용분 기준 규격 개정

식품산업 관련 규제합리화 방안의 일환으로 토판 천일염의 기준 규격을 완화하였다. 장관염과 생산방식이 다름에도 ‘식품의 기준 및 규격’(식품의약품안전청 고시)에 장관염과 토판염에 대한 구분 없이 염화나트륨·불용분 등 11가지 항목의 천일염 기준 함량을 동일하게 설정되어 있다. 특히 불용분 기준은 토판염이 실제 충족시키기 매우 어렵고, 외국 기준에 대비하여 보아도 매우 엄격한 기준이다. 우리나라의 불용분 기준은 0.15% 이하로 설정되어 있는데 토판염으로 생산되는 프랑스 게랑드 소금은 1% 이하로 되어있다. 토판 천일염이 장관 천일염에 비해 약 7.7배 비싸게 거래되는 등 부가가치가 매우 높지만, 엄격한 불용분 기준으로 인해 국내에서는 99%가 장관염 방식으로 생산된다. 천일염에 대한 국내 현황 및 해외기준 등을 종합 검토해 토판염 불용분 기준을 합리적으로 완화하기로 했다. 이를 위해 2011년 하반기까지 식약청의 ‘식품의 기준 및 규격(고시)’을 개정하였다. 이와 함께 천일염의 품질 등급화 제도를 2011년 도입하는 계획을 추진하고 있다.

다. 생산자 자가 품질분류(안)

천일염은 공산품과 달리 기온, 풍향, 토질에 따라 일정한 품질의 상품을 기대할 수 없으며 날씨 품질편차가 나타난다. 따라서 생산된 천일염의 품질에 따라 구분하여 통일된 품질선정기준을 적용한 유통기준이 필요하다. 현재까지 정부와 기관 단체들의 천일염 품질등급화가 마련되지 않고 있다. 또한 천일염은 생산단계, 생산시기, 방법, 차후 관리 등에 따라 품질차이를 나타내는데 모두 똑같은 품질로 인정받는다면 전체적인 천일염 품질수준이 하락할 가능성이 크다. 이에 천일염 염전 생산업체들은 천일염 자체 기준안을 설정하여 천일염의 품질을 등급별로 분류해 품질수준을 한 단계 향상시킬 수 있도록 하였다.

이는 생산지에서 자체적으로 일반적 관능검사인 염도, 수분, 무게/부피, 입자, 경도, 색상, 맛, 냄새 등을 기준으로 품질을 설정하여 당해 연도에 생산되고 채염 후 3개월 이상 자연탈수 된

천일염으로 3등급으로 구분 (1등급 · 2등급 · 3등급)한 내용이다. 이러한 기준은 천일염의 품질 등급화 추진 방향과도 맞는 매우 바람직한 내용으로 본 실험을 수행하는데도 많은 참고가 되는 자료이다.

천일염은 많은 요인으로 인하여 성분의 차이를 보이므로 국내산 천일염의 품질 기준을 설정하기에 많은 어려움이 있어, 일반적 관능검사인 염도, 수분, 무게/부피, 입자, 경도, 색상, 맛, 냄새 등을 1차적인 기준으로 설정한다.

(등급 개요)

- 적용대상 : 당해 연도에 생산되고 채염 후 3개월 이상 자연탈수 된 영광천일염
- 등급설정 : 3등급으로 구분 (1등급 · 2등급 · 3등급)
- 결정방법 : 시각, 맛, 촉감 등을 통한 관능검사
-시기, 염도, 입자, 수분, 무게/부피, 경도, 색상, 맛, 냄새 등
- 검사: 생산자, 구매자의 요청에 따라 등급 기준표에 의거 천일염 품질 검사 자가 등급판정
- 시행시기 : 천일염 구매시, 군수품질인증제 도입시, 생산자 등 요청시
- 검사기관 : 해당 시군

※ 등급별 색상표시

1등급- 녹색(식용가능), 2등급 - 파란색(식용가능), 3등급- 공업용이므로 등급표시 하지 않음.

등급 기준표

[기준시점 : 3개월이상 보관염]

구분	1등급	2등급	3등급
① 시기	5월 20일~6월,7월	5월1일~20일,8월,9월	4월, 10월
② 염도	86%이하	86%~88%	88%이상
③ 수분	7%~12%	7%~12%	7%~12%
④ 무게 /부피	용기(반되)에 부피를 일정하게 담았을 때 가볍다 1,000g이하/ 반되	용기(반되)에 부피를 일정하게 담았을 때 약간 무겁다 1,000g~1,020g/ 반되	용기(반되)에 부피를 일정하게 담았을 때 많이 무겁다 1,020g이상/ 반되
⑤ 입자	4mm이상 균일(7:3) 3mm~4mm 균일(7:3)	3mm~4mm 불균일	3mm이하 불균일
⑥ 경도	푸석푸석하여 쉽게 깨진다.	염도가 높고 수분이 낮아짐에 따라 약간 단단해진다.	단단하고 쉽게 깨지지 않는다.
⑦ 색상	백색(우유빛)	백색	어둡고 투명(유리빛)
⑧ 맛	짜며 끝맛이 달다	짜다	짠맛이 강하고 쓰다
⑨ 냄새	갯벌 냄새를 제외한 다른 냄새가 나지 않아야 한다.	갯벌 냄새를 제외한 다른 냄새가 나지 않아야 한다.	갯벌냄새를 제외한 다른 냄새가 나지 않아야 한다.

PP포대 등급표시

포장지 앞면(주표시면)

포장지 뒷면(일괄표시면)

식품의 유 형	천일염(식용)
용 도	식탁용, 음식조리용
제조년월	생산:2010년 0월 포장:2010년 0월
포장재질	폴리프로필렌(PP)
생 산 자	이름 ○○○(주)
	주소 전남 ○○군
	전화 ○○○-○○○○
	인터넷 주소 www.salt.com
보 관 또 는 취 급 방 법	천일염은 수분을 흡수하면 녹는 성질이 있어 장기간 방치할 경우 간수가 밖으로 유출될 수 있으므로 사용 후 남은 제품은 별도의 장소에 보관하거나 다른 용기에 보관 해야 합니다. (예시)

3. 재료 및 방법

가. 식염분석: 한국산업표준규격 천일염 품질기준 분석법 식품의약품안전청 고시 제 2008-6호

(1) 시료조제

시료입자 크기 0.84 mm의 체눈은 통과하고 0.177 mm의 체눈을 통과하지 않을 정도로 분쇄하여 혼합한다.

(2) 염화나트륨

제 10. 일반시험법 11. 미량영양성분시험법 1) 무기성분 (5) 식염에 따라 시험한다.

(3) 총염소

불용분에서의 시료용액 25 mL를 정확히 취하여 중성¹⁾으로 하고 250 mL 메스플라스크에 옮겨 눈금까지 희석시킨다. 이 용액 25 mL를 정확히 비이커에 취하고 10% 크롬산칼륨용액 1~2방울을 넣고 0.1 N 질산은용액²⁾으로 붉은색의 침전이 나타날 때까지 적정하여 다음식에 따라 총염소를 계산한다.

$$\text{총염소(CI)}(\%) = \frac{0.1\text{N 질산은용액의 소비량(mL)} \times 35.45 \times f}{\text{시료의 무게(g)}}$$

f : 0.1 N 질산은용액의 농도계수

(가) 시료용액이 알칼리성일 때는 질산으로, 산성일 때는 암모니아수로 중화한다.

(나) 0.1 N 질산은용액 만드는 법 : 질산은 약 17 g을 1,000 mL의 물에 용해하여 크롬산칼륨을 지시약으로 하고 0.1 N 염화나트륨 표준용액으로 적정하여 그 농도계수를 결정하여 사용한다.

(4) 수분

제 10. 일반시험법 1. 일반성분시험법 1) 수분에 따라 시험한다.

(5) 불용분

시료 10 g을 정확히 달아 비이커에 넣고 약 200 mL의 물에 용해시켜 미리 100~110℃에서 건조하여 항량한 유리여과기에 거르고 이 액에서 염소이온이 나오지 않을 때까지 물로 충분히 씻는다. 씻은 유리여과기는 100~110℃에서 건조한 후 무게를 달아 잔류물을 정량한다. 이 여액은 메스플라스크(250 mL)에 옮겨 눈금까지 희석하여 총염소, 황산이온시험의 시료용액으로 사용한다.

(6) 황산이온

불용분에서의 시료용액 25 mL를 정확히 비이커에 넣고 50 mL 되게 희석한 염산(1 : 1)을 가하여 산성으로 하고, 끓인 후 5% 염화바륨용액을 서서히 가하여 물중탕에서 가열한다. 약 2시간 가열하고 정량용 거름종이에 여과한다. 잔류물은 더운물로 염소반응이 일어나지 않을 때까지 충분히 씻고 잔류물을 여과지와 함께 건조한다. 이를 도가니에 넣고 탄화시켜 강열, 회화하고 냉각한 후 무게를 달아 다음 식에 따라 황산이온을 계산한다.

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

(7) 사분

시료 2~5 g을 취해 물 100 mL에 용해시키고 염산 10 mL를 가한 후 1시간 동안 열판위에서 가열한다. 실온까지 식힌 후 여과지(5C)로 여과하고 불용분을 염소이온이 검출되지 않을 때까지 물로 씻는다. 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 계산한다.

(8) 비소

제 10. 일반시험법 6. 유해성금속시험법 3) 금속별시험 (1) 비소에 따라 시험한다.

(9) 납

제 10. 일반시험법 6. 유해성금속시험법 3) 금속별시험 (2) 납에 따라 시험한다.

(10) 카드뮴

제 10. 일반시험법 11. 미량영양성분시험법 1) 무기성분 (1) 시험용액의 조제에 따라 처리한 검체를 제7. 일반시험법 6. 유해성금속시험법 2) 측정 (1) 원자흡광광도법에 따라 시험한다.

(11) 수은

제 10. 일반시험법 6. 유해성금속시험법 3) 금속별시험 (5) 수은에 따라 시험한다.

(12) 페로시아나화이온

(가) 시약 및 시액

- ① 이동상 : 150 mM 시안화나트륨(NaCN)용액 : 40 mM 수산화나트륨용액(1 : 1)
- ② 표준원액 : 페로시아나화칼륨, 페로시아나트륨 또는 페로시아나화칼슘의 일정량을 0.01 M 수산화나트륨용액에 녹여 100 mL로 한다(페로시아나이온으로서 100 µg/mL).

(나) 장치

- ① 검출기 : 자외부검출기(UV), 218 nm
- ② 칼럼 : Shodex IC IF-424 또는 이에 동등한 것
- ③ 용매여과기 : Solvent Clarification Kit나 이와 동등한 것.

(다) 시험용액의 조제

시료 2~5 g을 취하여 0.01 M 수산화나트륨용액에 녹여 50 mL로 한다. 이 액을 0.45 µm의 여지로 여과하여 시험용액으로 한다. 따로 표준원액을 일정량 취하여 페로시아나이온으로서 각각 0.1, 1, 5 및 10 µg/mL가 되도록 0.01 M 수산화나트륨용액에 녹여 표준용액으로 한다.

(라) 시험조작(고속액체크로마토그래피의 측정조건의 예)

- 유속 : 0.8~1.2 mL/분

- 주입량 : 2~10 μ L

시험용액 및 표준용액을 앞의 조건에 따라 고속액체크로마토그래프 칼럼에 주입한다. 얻어진 피크의 머무름 시간(retention time)을 비교해서 정성을 하고 또 얻어진 피크의 높이 또는 면적으로 검량선을 작성하여 시험용액중의 페로시아이온의 함량을 정량한다.

표5. Conditions of HPLC for analysis of $K_4Fe(CN)_6$

Instrument	TSP(Thermo Separation Products) SPECTASYSTEM
Detector	UV 218 nm
Column	Shodex IC SI-50 4E (4.0mmID×250mmL)
Column temperature	40 °C
Eluent	NaCN(150 mM)/ NaOH(40 mM)(1 : 1)
Injection volume	10 μ l
Flow rate	0.7 mL/min

(13). 색도

색도는 뚜껑이 있는 원통형 용기(Dia×H, 41×12.5mm)에 시료를 넣은 후, 원통형 용기를 들어 놓을 수 있는 홈이 파여진 흑색 패드에 시료가 담긴 용기를 넣어 색차계(Minolta, CR 200, JAP)를 이용하여 “L”, “a”, “b” 값을 측정하였으며, tube는 light projection tube (CRA33)를 사용하였다.

(14) 황

황(sulfur)은 탄소이온분석기(Carbon/Sulfur Determinator CS-600, Made in USA)로 분석하였다.

(15) 밀도

Automated Gas Pycnometer Quantachrome(2002, USA)를 이용하여 측정하였다. He 가스를 통과시켜 밀도를 구하고, 가스는 flow mode, 압력오차는 0.005%, 데이터는 3번 측정하여 평균 값을 사용하였다.

(16) 경도

동일한 조건에 의한 시료의 기계적 텍스처 특성 조사는 Texture analyzer(TA-RA, dimension v3.7A, Stable Micro System, England)를 사용하여 경도(Hardness)를 측정하였다. 측정조건은 지름 25mm의 plunger를 사용하여 crosshead speed 10mm/sec와 60% compression으로 하였다.

나. 포화염용액

Rockland의 방법에 따라 상대습도가 약 41~93% 범위의 염류의 포화용액으로 상대습도가 일정하게 유지되는 항온 항습조에 평량병에 소금을 넣은 후 조해성 발생 여부를 측정하였다. 본 실험에 사용한 포화염용액 종류 및 상대습도 조건은 표 6와 같다.

표 6. 포화염용액 종류 및 상대습도 조건

시약명	상대습도
Calcium chloride 6H ₂ O	42%
Calcium nitrate 4H ₂ O	63%
Sodium chlorate	71%
Sodium sulfate 10 H ₂ O	93%

※ 서울, 수원 지역 상대습도 발생 빈도 참고

다. 무기질 분석

본 연구에 사용한 증류수는 Milli-Q ultrapure water purification system(Millipore Co., Molsheim, FRANCE)에 의해 18.2 MΩ 수준으로 정제된 물을 사용하였다. 표준용액 제조를 위해 사용한 hydrochloric acid(Dong Woo Fine Chem. Co. Ltd., Iksan)는 electronic grade를 구입하여 사용하였고, 각 무기질 표준원액은 AccuStandard(USA)사로부터 2-3% HNO₃에 1000 ppm 농도로 녹아 있는 제품을 구입하여 사용하였다. 각 중금속 표준원액을 1.2 N HCl용액으로 희석하여 검량선 작성에 사용하였다. 수은분석기에 의한 수은함량 측정은 준비된 시료를 전처리 없이 일정량 취해 Mercury analyzer(AMA254, Milestone srl, Italy)를 사용하여 가열기화금아말감법(Combustion gold amalgamation method)으로 수은함량을 측정하였다.

표 7. Conditions ICP-AES(Activa, HORIBA Jobin-Yvon, Longjumeau, France)

RF power	1000 W
Nebulizer gas flow	0.7 - 0.8 L /min
Plasma gas flow	12 L/min
Sheath gas flow	0.3 L/min
Nebulizer pressure	2.7 - 3.5 bars for meinhard type
Normal speed of pump	20 rates/min
Wavelength (nm)	- Zn 213.856/ P 214.914/ Mn 259.373/ Fe 259.940/ Mg 279.079/ Ca 317.933/ Cu 324.754/ Na 588.995/ K 766.490/ - As 188.983/ Pb 220.353/Cd 226.502

라. SEM 촬영

미세구조는 주사전자현미경(S2380N, Hitachi, Japan)으로 100배, 500배, 1000배 확대한 후 영상을 획득하였다.

마. 화상측정

화상측정기(CV-M77, IAI, Japan)를 이용하여 측정 프로그램은 sen sor Eye IA(센서아이, Korea)를 사용하였다.

바. 불용분 제거를 위한 전처리 실험 조건

속성소금 제조를 위한 본 실험의 방법은 세정, 탈수 및 가습방법을 이용하여 실험을 수행하였다. 세정구는 염도를 각각 NaCl 10, 20, 25, 30% 및 증류수를 이용하여 순간 세척처리 후 품질을 분석하였다. 탈수처리는 저속 원심분리기(모델명: Mini Spin Extractor, W-100T, 한일)를 사용하여 1,800rpm 조건에서 처리시간은 각각 3~9분 조건으로 실험을 수행하였다. 가습 처리구는 포화수증기를 밀폐된 용기에 투입하며 60~180분 범위에서 가습을 한 후 품질 분석을 하였다.

사. 온습도 측정

실험기간중의 저장실내의 온도 및 상대습도 측정은 데시케이터 내부에 thermocouple (T-type, OMEGA, USA)을 설치하였으며, 상대습도는 습도계(TR72S, JAP)에 연결된 자료수집장치 (Datascan7327, U.K)를 이용하여 1시간 간격으로 수집하였다.

아. 중량 변화

중량변화는 전자저울(Satorius 420, GER)을 이용하여 중량을 측정하였다. 중량변화는 다음의 식으로 환산하였다.

$$W = \left(\frac{FW}{IW} \right) \times 100$$

여기서, W : 중량변화(%)

FW : 저장 후 중량(g)

IW : 초기중량(g)

자. FGI 관능검사

소비자 기호도 검사 중 정성적 검사(qualitative test)로 초점 그룹 인터뷰(FGI)방법으로 제품의 개념설정과 제품의 여러 단계에서 방향을 제시하기 위해 검사하였다. 언제, 어디서, 무엇을 어떻게 왜에 대한 질문에 답하여 기호도 분석을 하였으며 패널은 10명 정도의 소비자를 대상으로 잡고 집단 면접을 실시하여 심층적 욕구 분석을 하였다.

카. 유리아미노산

시료의 일반성분 분석은 식품공전[Korea Food and Drug Administration, 2008]의 방법으로 식염, pH는 식품공학 실험법[Yeonsei University, 1975]에 따라 측정하였으며, 각 처리구는 3회 반복 수행하여 평균값을 제시하였다. 수용성 질소는 메주 5 g을 증류수 25 mL에 넣은 후 약 5분간 가열 후 7,200×g, 30 분간 원심분리하여 상층액을 얻고 잔사를 2회 반복하여 추출하고 합친 후 시료를 조제하여 질소 함량을 측정하였다. 유리아미노산 분석은 아미노산자동분석기 (Hitachi Amino Acid Analyzer L-8900, Japan)를 사용하였다.

표8.아미노산분석조건

Instrument	Hitachi Amino Acid Analyzer	Visible (570nm) Visible 2 (440nm) for proline
Column	Ion exchange column 2622SC-PH, Hitachi, Japan	
Mobile phase	9 channel gradient	
Injection vol.	Samples : total amino acid 20 μ l	

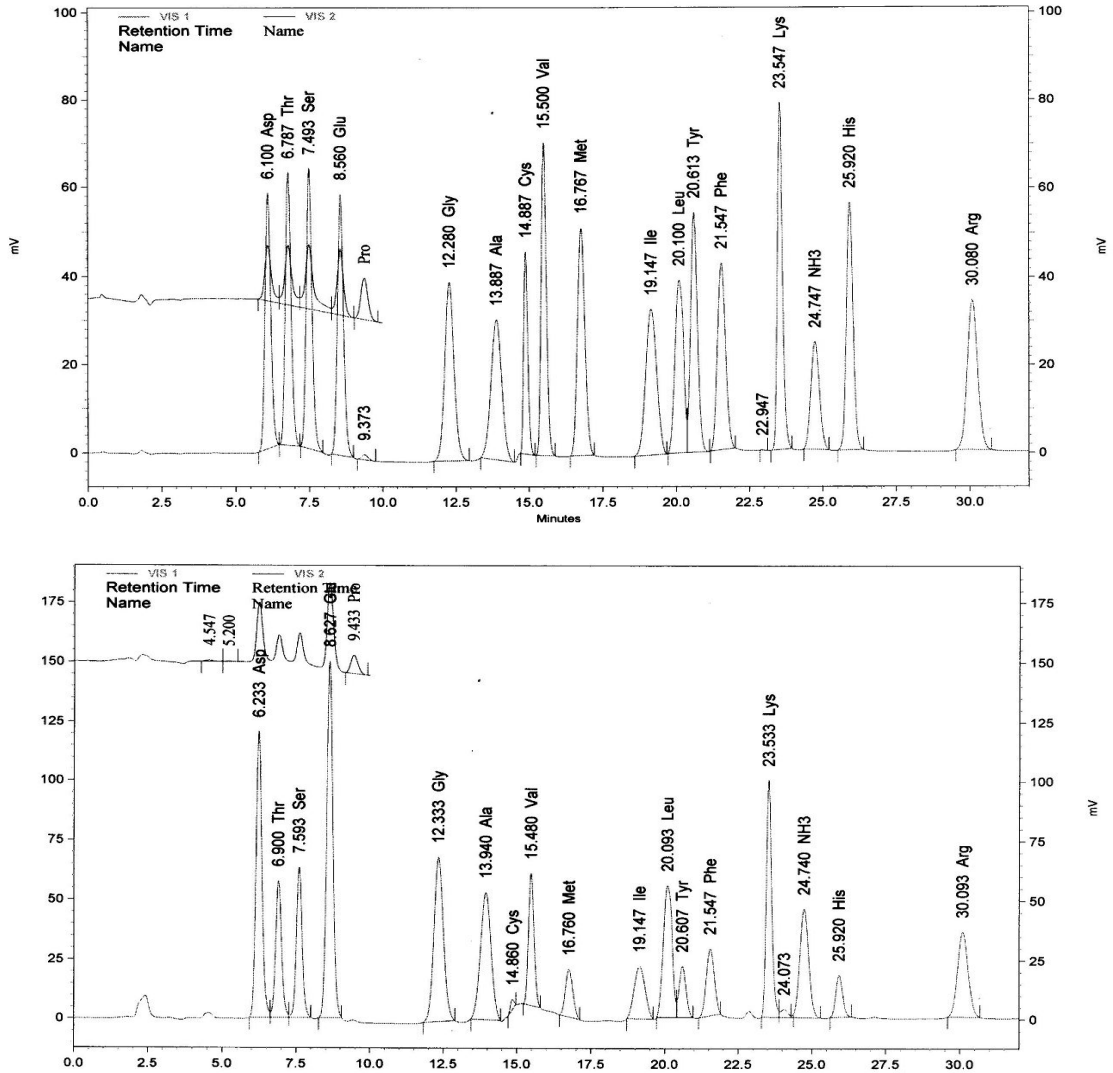


그림 2. Chromatogram of amino-acid standard mixture

타. 항산화 활성 분석

(1) Oxygen radical absorbing capacity (ORAC) assay를 이용한 Peroxyl radical 소거활성능 오 락(oxygen radical absorbing capacity, ORAC)방법중 peroxyl radical scavenging activity에 의 한 항산화 활성의 측정법을 이용하였다. 100 μ L의 75 mM phosphate buffer에 녹인 80nM fluorescein solution에 10,000배(0.01%) 또는 5,000배(0.02%)로 희석한 목초액 분획 50 μ L의 시료 를 첨가하고 50 μ L의 80 mM 2,2'-azobis(2-amidino-propane) dihydrochloride(AAPH) solution

을 넣은 다음 GENios fluorescence detector (TECAN Trading AG, Switzerland)를 사용하여 37°C를 유지하며 형광도를 측정하였다(excitation 485nm, emission 535nm). 형광의 측정은 2분 간격으로 실시되었으며 최종 결과는 sample의 형광과 blank의 형광간의 넓이의 차이로 계산하였다. Trolox를 standard로 사용하여 모든 결과는 Trolox 값 (TE, μM)으로 환산하여 나타내었다.

(2) Oxygen radical absorbing capacity (ORAC) assay를 이용한 Hydroxyl radical 소거활성능 96-well microplate에 75 mM phosphate buffer에 녹인 50 μL 의 160 nM fluorescein solution과 1,000배(0.1%) 또는 2,000배(0.05%)로 희석한 목초액 분획 50 μL 를 넣고 100 μL 의 1.5% H_2O_2 + 10 μM Cu^{2+} 를 첨가하여 잘 혼합한 다음 GENios fluorescence plate reader를 사용하여 37°C를 유지하면서 형광을 측정하였다 (excitation 485nm, emission 535nm). 형광의 측정은 2분 간격으로 이루어졌으며 최종 결과는 측정시료의 형광값과 blank의 형광값 간의 넓이 차이로 계산하였다. Trolox를 standard로 사용하여 모든 결과는 Trolox 값 (TE, μM)으로 환산하여 나타내었다.

파. Chloride, Magnesium, Calcium, Sulphate의 함량 분석

Arena 20 XT 자동흡광분석기 (Automated photometric analyzer)을 이용하여 Chloride, Magnesium, Calcium, Sulphate의 함량을 측정하였다.

표 9. 표준 용액제조 방법

Chloride	
Standard	<1000 mg/L stock>Dissolve 1.6484 g dried sodium chloride(NaCl) in 1000 ml of distilled water.Stored between 2~8°C this solution is stable for 1 month.
Magnesium	
Standard	<50 mg/L>Dissolve 0.418 g $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in 1000 ml distilled water.
Calcium	
Standard	<50 mg/L>Dissolve 0.18 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in 1000 ml of distilled water.
Sulphate	
Standard	<1000 mg/L stock>Dissolve 1.4788 g dried sodium sulphate (Na_2SO_4) in 1000 ml of distilled water.Stored between 2~8°C in plastic this solution is stable for at least 6 months.<250 mg/L standard>dilute 25 mL of stock standard to 100 mL with distilled water.<1000 mg/L stock>dilute 10 mL of stock standard to 200 mL with distilled water.
Sulphide	
Standard	<1000 mg/L stock>Dissolve 3.750 g $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ in degassed distilled water and dilute to 500 ml.Store stock solution with minimum headspace for no more than 1 week.
R1	Dissolve 1.5g of N-N diethylphenylenediamine in 100 mL of 15% v/v sulphuric acid
R2	Dissolve 0.2 g potassium dichromate in 100 mL of deionised water

표 10. 표준 시약 표준곡선

Calcium				Magnesium			
Calibrator	Response	calc.con	conc.	calibrator	Response	calc.con	conc.
0	0.01	0.208	0	0	0.001	0	0
50	0.194	49.633	50	25	0.133	25	25
100	0.379	99.207	100	50	0.251	50	50
150	0.575	151.856	150	100	0.399	100	100
200	0.751	199.096	200	200	0.503	200	200

Sulphate				Chloride			
calibrator	Response	calc.con	conc.	calibrator	Response	calc.con	conc.
0	0.001	0.000	0.000	0	0.071	0.000	0.000
100	0.472	100	100	25	0.465	25	25
250	0.806	250	250	50	0.601	50	50
500	1.162	500	500	100	0.755	100	100
1000	1.601	1000	1000	142.857	0.837	142.857	142.857
				250	0.961	250	250
				500	1.116	500	500

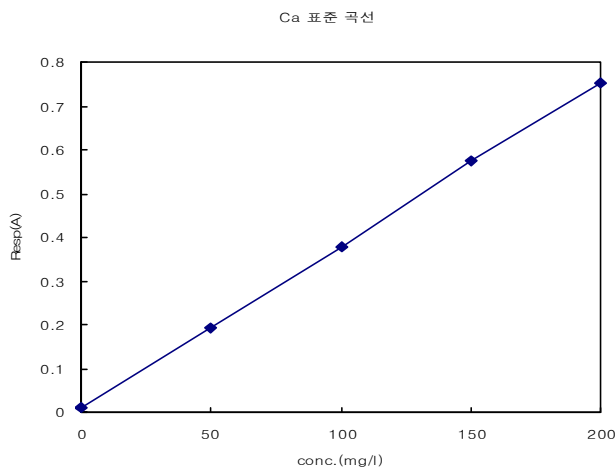


그림 3. Calcium의 표준곡선

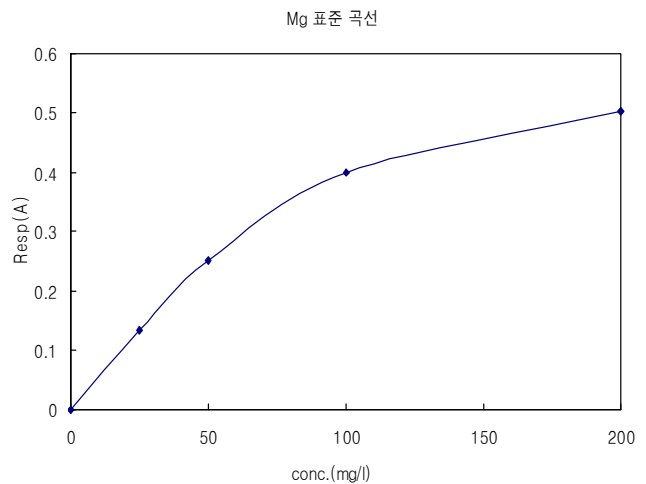


그림 4. Magnesium의 표준곡선

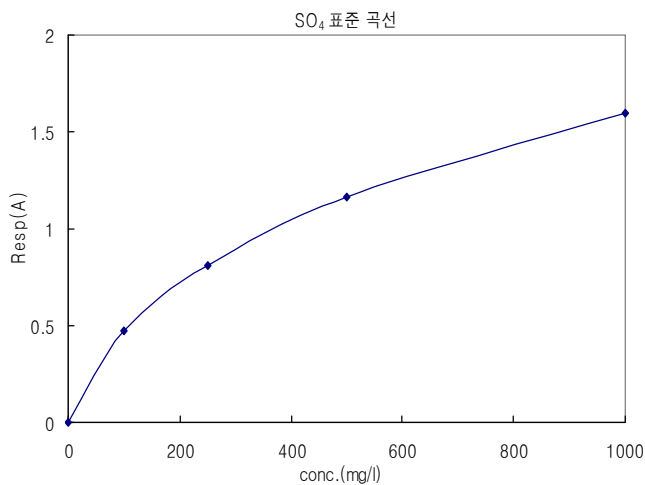


그림 5. Sulphate의 표준곡선

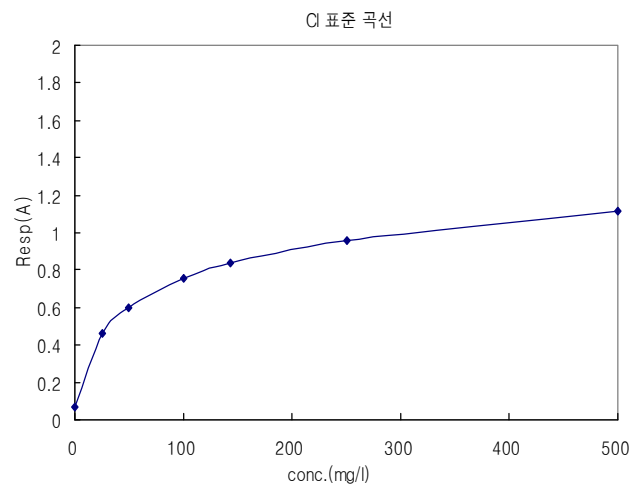


그림 6. Chloride의 표준곡선

4. 결과 및 고찰

시중에 유통되고 있는 천일염을 포함한, 정제염, 열처리소금 및 수입소금에 대한 품질을 분석하였다. 분석한 소금의 종류는 국내 천일염 13종, 수입염 천일염 5종, 열처리염 3종, 정제염 2종, 암염 2종류 그리고 제제염 1종류 등 총 26점의 품질 특성을 분석하였다. 국내산은 17종, 수입염은 9점이었다. 수입국가는 호주, 아르헨티나, 뉴질랜드, 프랑스, 중국, 독일이었다. 표 11은 분석한 시료의 목록이다.

표 11. 시중 유통소금 목록

번호	소금 종류	시료 명
1	천일염(세정)	신안 천일염
2	천일염(세정)	영광 천일염
3	천일염	굵은소금 천일염
4	천일염	천일염 굵은소금
5	천일염	신안 천일염
6	천일염	탈수 천일염
7	천일염	갯벌소금
8	천일염	자연탈수한 천일염
9	천일염	갯벌천일염
10	천일염	3년 묵은 천일염
11	천일염	신안섬 보배 천일염
12	천일염	신안섬 천일염
13	천일염	세정 천일염
14	천일염	호주산
15	천일염	아르헨티나
16	천일염(세정)	뉴질랜드
17	암염	독일
18	암염	뉴질랜드
19	천일염	프랑스
20	재제염	중국 재제소금
21	천일염	아르헨티나
22	정제염	Rock salt 중국
23	태움염	죽자염
24	태움염	생활죽염
25	태움염	구운소금
26	정제염	정제소금

가. 소금의 색상

본 실험에 사용된 유통소금 제품들은 첨가물이 혼입되지 않은 순수한 소금제품만을 선택하여서 분석을 하였다. 결과를 표 12에 나타내었다. 그 결과를 살펴보면 소금의 제품종류와 제조원에 따라서 많은 색상의 차이가 있음을 확인 할 수 있었다. 유통소금의 색상 "L"값은 최저 69.09에서 최고 95.09범위로 매우 넓은 분포를 보였다. "a"값은 0.44에서 -0.76 분포를 보였고 "b"값 역시 최저 0.25에서 최고 14.38로 제품에 따라 차이가 매우 크게 나타나는 것을 확인하였다. 전반적으로 국내산 천일염 보다 수입염과 열처리염이 비교적 밝은 색상을 나타내었다. 뉴질랜드 천일염의 경우에는 "L"값이 95.09로 제품중 가장 높은 값을 보였다. 국내 천일염의 경우에는 "L"값이 70 범위에 속하는 제품이 분석 시료 중 50% 이상 차지하는 결과를 보였다. "a"값의 경우에도 국내산 천일염이 낮은 값을 보였다.

표 12. 유통소금 색상

시료 번호	L	a	b
1	86.46	0.28	5.84
2	85.61	-0.18	2.63
3	79.72	0.08	2.09
4	75.69	-0.08	1.52
5	89.15	0.11	4.03
6	73.96	0.01	2.80
7	78.31	-0.05	2.49
8	71.82	-0.76	14.38
9	69.09	-0.13	1.17
10	81.48	-0.13	2.95
11	90.74	0.17	2.65
12	83.12	-0.11	2.20
13	79.61	-0.41	3.38
14	79.31	0.23	0.74
15	81.11	0.44	1.73
16	76.83	0.30	5.17
17	95.09	-0.20	0.95
18	83.87	0.08	1.21
19	82.94	-0.31	8.77
20	84.69	0.25	3.73
21	91.71	0.56	1.35
22	95.19	0.03	0.40
23	82.49	0.08	3.08
24	91.39	0.47	2.15
25	87.07	0.88	3.24
26	91.96	0.10	0.25

나. 소금의 입자 분포

유통 천일염의 일반적인 입자 크기는 -8/+16mesh 범위에 대부분 속하였다. 일부 천일염은 이 보다 더큰 -5/+8 mesh 크기를 보이는 천일염 제품도 3종류가 있었다. 큰 입자(-8/+12)와 적은입자(-18/+25) 크기로 양분된 매우 불균일한 제품도 있었다. 천일염 2종류는 -16mesh 이하의 비교적 작은 입자크기를 보인 제품도 있었다. 이러한 입자 크기의 다양성은 사용되는 소금의 용도에 따라 구분하여서 소비자가 구입을 하여 사용을 하고 있지만 분석 결과 유통소금의 입자는 매우 불균일한 상태이었음을 확인 할 수 있었다. 수입염의 경우 비교적 유명한 프랑스산의 경우 국내산과 비교하여서 -18/+25mesh 분포로 비교적 균일화한 입자분포를 보였다. 이외의 중국, 아르헨티나, 뉴질랜드산 역시 비슷한 입자 크기를 보였으며 열처리염의 경우에도 이와 유사한 입자 크기를 보였다.

표 13. 소금 입자 분포도

	Mesh(%)							
	+5	-5/+8	-8/+12	-12/+16	-16/+18	-18/+25	-25/+35	40
1	0.00	0.00	2.57	5.50	16.09	49.88	25.97	-
2	0.71	17.54	27.49	28.60	19.58	6.09	0.00	-
3	0.00	66.39	26.79	4.01	2.83	0.00	0.00	-
4	0.00	3.44	56.82	6.60	0.78	32.37	0.00	-
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.08	24.93	-
6	7.51	48.09	30.09	14.03	0.29	0.00	0.00	-
7	0.00	26.47	41.68	26.42	3.44	2.01	0.00	-
8	1.23	29.05	26.71	34.53	4.76	1.46	2.27	-
9	11.49	43.45	23.17	15.96	2.80	0.36	2.77	-
10	0.55	28.47	28.41	29.98	7.09	1.94	3.57	-
11	0.00	0.00	1.43	8.75	11.16	50.96	27.71	-
12	0.00	3.34	8.44	32.75	34.68	20.76	0.05	-
13	0.00	18.76	41.57	29.65	5.31	4.66	0.06	-
14	0.00	42.04	36.41	17.55	0.53	0.13	3.35	-
15	0.57	43.20	43.57	8.17	3.74	0.76	0.00	-
16	0.00	0.20	5.18	34.90	16.46	35.25	8.01	-
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.37	85.63	-
18	2.80	10.77	23.26	24.17	10.12	12.71	16.18	-
19	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	68.79	29.37	-
20	0.00	0.00	0.00	0.00	3.23	94.32	2.46	-
21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	85.09	13.24	-
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.79	87.21	-
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.60	24.40
24	0.00	0.00	0.00	0.00	2.87	78.89	18.24	-
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.76	11.24	-
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.82	31.18	-

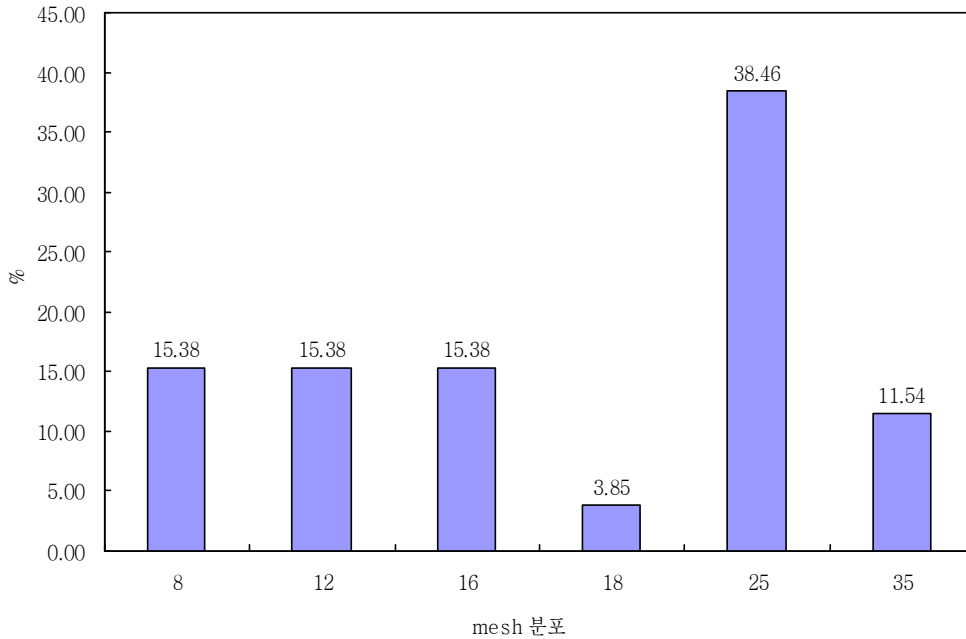


그림 7. 유통소금의 입자크기 분포(%)

다. 소금의 무기화합물의 함량

유통소금의 Sulphate 함량을 살펴보면 표 13과 같다. 국내산 제품이 전반적으로 높은 함량을 보였으며 수입염의 경우 이보다 낮은 함량을 보였다. 열처리염의 경우 국내산 천일염 보다는 다소 낮았지만 비교적 높은 함량을 보였다.

Magnesium 함량은 이와 반대로 국내산 소금제품이 전반적으로 높은 함량을 보였다. 열처리염의 경우에는 이에 비하여 다소 낮은 값을 보였다. 수입염의 경우 일부를 제외하고는 대부분 함량이 낮은 경향을 보였다. 불용분의 함량은 모두 식염 기준에 적합한 결과를 보였다.

전반적으로 수입염이 국내산 보다 낮은 결과를 보였다. 그러나 프랑스의 천일염 같은 경우 불용분 함량 기준 0.15%에 매우 근접하는 비교적 높은 함량을 보였으며 일부 제품은 기준을 초과하는 제품도 있었다. 수분함량은 국내 천일염의 경우 10% 이상의 수분을 나타내는 제품도 있었다. 그러나 대부분 8% 미만의 수분함량을 보여주었다.

국내산 천일염의 경우 최종 제품 출하 시 수분관리와 제품입자의 균일성 등 품질관리 부분에 많은 개선이 필요한 것으로 판단되었다.

표 13.. 유통소금의 품질

시료 번호	수분(%)	불용분(%)	Calcium	Magnesium	Sulphate	Chloride
1	1.52	0.020	1885.75	3609.38	191.54	61121.33
2	4.31	0.027	1186.00	5842.63	265.22	56908.00
3	9.42	0.034	493.75	4291.75	153.30	55556.33
4	11.68	0.011	1014.50	6229.38	217.57	58845.67
5	2.09	0.052	952.50	2768.25	127.38	62729.33
6	10.59	0.027	1029.25	4380.25	163.27	60704.33
7	4.90	0.001	192.00	1883.88	71.47	40271.67
8	7.11	0.029	1893.75	2871.75	153.27	54022.67
9	11.36	0.067	713.50	9485.13	416.84	50782.00
10	3.88	0.021	951.75	3216.00	152.92	58005.33
11	2.97	0.035	1448.00	6771.75	331.27	58113.67
12	3.79	0.047	534.75	2384.00	119.55	61351.33
13	8.77	0.029	3953.80	8633.55	348.39	53910.00
14	0.06	0.001	673.52	42.98	10.32	65496.00
15	1.69	0.010	206.73	70.76	11.35	66068.67
16	1.45	0.016	1105.62	1412.28	38.61	61991.00
17	0.00	0.530	3029.03	353.23	0.63	63594.33
18	0.01	0.012	159.45	82.50	7.23	63392.67
19	1.91	0.143	726.75	2559.88	121.28	60836.67
20	2.41	0.067	249.75	1636.25	67.26	61073.67
21	0.04	0.013	359.50	167.88	24.49	60913.33
22	0.19	0.011	23.15	110.33	1.21	58399.33
23	4.78	0.031	8169.50	1214.88	276.28	57990.00
24	0.14	0.064	166.00	1627.00	101.10	54772.33
25	0.08	0.051	364.50	939.88	51.30	59867.67
26	0.11	0.000	193.97	70.34	0.71	58446.67

현재 국내에서 시판되고 있는 천일염의 종류를 살펴 보면 토판천일염, 갯벌나라 천일염, 오가낙갯벌소금, 김대감집천일염, 빨밭천일염 등으로 나트륨 함량이 정제염, 재제소금 보다 낮고 미네랄 함량이 높은 특징을 가지고 있다. 기능성 소금류는 순수 정제염 백설 꽃소금, 강원양양 해양심층수염, 해수를 농축한 미당 알카리소금, 동해 해수를 이용한 청소금, 키토산 첨가 리염소금, 허브를 첨가한 허브솔트, 녹차소금, 마늘소금, 나트륨 함량을 낮춘 백설 팬솔트, 함초 첨가 미네랄 바란스 소금, 고추를 첨가한 홍소금, 남극해수를 이용한 나트륨 1/2솔트, 유아용 우리아이첫소금, 함초를 첨가한 함초자염 등이 제품으로 판매되고 있다. 태움·용융소금 종류는 황토에 직접 구운 알카리소금, 미담생활 죽염, 청정원구운소금, 붉은소금 등이 있다. 국외 제품은 주로 정제염 또는 재제염 종류가 많다. 프랑스 게랑드 소금은 마늘 파슬리 소금, 옅은 갈색의 게랑드토판천일염, 중간 굵기입자이며 갈슘과 마그네슘을 첨가 재결정 혼합공정으로 제조한 Alpen Salz염, 레이크 크리스탈 (호주), 레이크 크리스탈털 호수염으로 정제 후 재결정한 정제염이다. 소금밀 (이탈리아)은 지중해수 정제염이다. 트레살 굵은, 중간, 고운소금(아르헨티나) 제품은 요오드를 첨가한 소금으로 굵은 소금은 절임 등 가공용, 중간소금은 구이용, 고운소금은 양념등 가공용으로 구분 생산하고 있다. 몰튼식염(미국)은 갑상선 예방에 효과가 있는 요오드를 첨가하여 생산하고 건강염으로 나트륨 함량을 1/2로 줄인 저염소금, 오키나와의 해수로 만든 저염 소금인 누치마스, 미네랄 성분을 함유한 유키시오, 허브가 들어간

챔플솔트, 핀란드 펜솔트는 나트륨 함량이 일반 소금보다 40%가량 낮다.

표 14. 시중에서 판매되는 천일염


제품명	도판 천일염	갯벌나라 천일염	오가닉갯벌 소금	김대감집 맛의 비밀	빨발 천일염	황토에 직접 구운 알카리소금	미담생활 죽염
사진							
생산 국가	국내산	국내산	국내산	국내산	국내산	국내산	국내산
제조 회사	신안메이드	가나푸드	영백염전	바이오테크	빨발영농 조합법인	삼손푸드	영진 그린식품
원료	천일염	천일염	천일염	천일염	천일염	천일염	천일염
제품 특성	천일염염화 나트륨 70% 이상 맛이 더욱 부드럽고담백함	천일염 염화 나트륨70% 이상 장기간 자연건조시켜 자연건조시켜 간수제거 제품	천일염 염화 나트륨70% 이상영광 두우리 갯벌 천일염	천일염 5년 이상 자연숙성한 제품고 운입자	천일염염화 나트륨 73% 이상 자연에서채취이 물질	태움소금 황토로 빛은 항아리에서 790℃12시간 이상 구운소금	태움·용융 소금 세척 후불순물을 제거한원염 원료
제품 형태	폴리에틸렌 500g	폴리에틸렌 500g	폴리에틸렌 600g	폴리에틸렌 350g	폴리에틸렌 1Kg	황토용기 150g	폴리에틸렌 250g
가격	14,000원	1,800원	5,000원	6,400원	4,500원	6,900원	3,500원

제품명	허브맛솔트	청정원 녹차소금	청정원 마늘소금	미네랄 밸런스 소금	홍소금	청정원 나트륨 1/2솔트	우리아이 찻소금	함초자염
사진								
생산국	국내산	국내산	국내산	국내산	국내산	국내산	국내산	국내산
제조 회사	제일제당	신안메이드	신안메이드	태평소금	군모닝솔트	대상	바이오테크	마가식품영농조합
원료	솔트 그레이늘 시즈닝 혼합솔트 파립	태움용융 녹차추출 8.5%	태움용융소금(천일염), 마늘추출물 파추출물	천일염 90% 유기농함초추출물 10%	재제소금, 고추분말	남극해염	천일염 키토산 해조칼슘	함수 함초추출물
제품 특성	가공소금 허브향이 남 여러 색깔의 알갱이 들어 섞여있음	가공소금 염화나트륨 함량 98% 이상	가공소금 마늘과 파향이 남	산인균 증도의 함초를 넣음 연한회색	복합 조미식품 조미용 알키리성 소금	기타가공품 1/2 낮은 나트륨 함량 고운 입자	소금 가루가 날릴 정도로 미세한입자 매우연한 갈색	가공소금 조리용함초추출물과 혼합하여 가마솥에끓여서만듬
제품 형태	유리병 55g	폴리에틸렌 130g	폴리에틸렌 130g	폴리에틸렌 250g	프로판렌 200g	폴리에틸렌 200g	유리 병 90g	폴리에틸렌 400g
가격	1,990원	2,390원	2,390원	6,050원	6,050원	2,990원	8,700원	5,800원

제품명	대만염	건강미미염	고급정염	자연염	Ca 소금	건강염
사진						
생산국	대만	대만	중국	중국	일본	일본
제조회사	대만공사	Taiten Biotech CO., LTD	대염실업유한공사	복건성공사	마루니(주)	아지노모토주식회사
원료	제제소금	제제소금	제제소금	제제소금	정제소금	제제소금 (호수염)
제품특성	미량원소 Iodine,ca,Mg K 첨가염 99.2% NaCl 진공고온살균 정제염	저염소금 미량원소첨가 하얀가는입자 Iodine,ca,Mg, K 첨가염 70.0% NaCl	미량원소첨가 진공고온살균 정제염, 하얀가는소금 25-35ppm Iodine 첨가 ca,Mg,K첨가	미량원소첨가 20-50ppm Iodine 첨가	Ca 강화염 하얀 가는 소금	제제염에 Na 대신 K를 보강한저염소금으로 판매 하얀소금
제품형태	폴리에틸렌 600g	캔포장 600g	폴리에틸렌 300g	폴리에틸렌 400g	폴리에틸렌 500g	폴리에틸렌 180g
가격	4,000원	6,000원	2,700원	3,000원	15,000원	11,000원

제품명	게랑드 토판천일염	게랑드 해초소금	게랑드마늘 파슬리소금	Alpen Salz	천일호염	Pure Salt	Natural Salt
사진							
생산국	프랑스	프랑스	프랑스	독일	아르헨티나	뉴질랜드	뉴질랜드
제조회사	Saa Bourdic	Saa Bourdic	Saa Bourdic	Saa Bourdic	마루니 주식회사	Fine Sea Salt	Fine Sea Salt
원료	천일염	토판 천일염	천일염	암염	재제소금, 호수염	정제소금	천일염
제품특성	중간굵기입자. 엷은 갈색천일염 99.9%	말린 해초 중간굵기입자. 엷은 갈색 천일염 99.9%	중간굵기입자 진한 갈색천일염 92.5% 마늘 3.5%파슬리 2.0%양파, 후추 소량	탄 산 칼 슛 탄산마그네슛 첨가용해,결정, 건조, 혼합공정 하얀가는 입자	호수염을 세정, 건조 분쇄한 하얀소금입자 1-0.9mm	세정염 하얀 가는 입자 99.9%	세정염, 입자가굵다 엷은노란색 천연 해염
제품형태	캔포장 250g	캔포장 250g	캔포장 250g	캔포장 250g	폴리에틸렌 500g	캔포장 400g	캔포장 300g
가격	11,800원	7,800원	7,800원	5,000원	8,000원	12,000원	10,000원

제품명	트레살 중간소금	몰튼식염	All Natural SEA Salt	OSEA Salt Coarse Grind
사진				
생산국가	아르헨티나	미국	미국	미국
제조회사	하이다르& 시아 에스알엘	MORTON INTERNATIONAL, I NC	Redmond Minerals, Inc.	Redmond Minerals, Inc.
원료	재제소금 99.99% 요오드칼륨	재제소금 99.55% 제삼인산칼슘 포도당요오드칼륨	종합염화물, 칼슘, 칼륨, 황, 마그네슘,	종합염화물, 칼슘, 칼륨, 황, 마그네슘,
제품 특성	가공소금 생선구이, 육고기 소금 구이용	가공소금	순수 미네랄 입자가 가늘다 붉은빛, 갈 색빛 알갱이	입자가 굵다 붉은 빛 알갱이
제품형태	폴리에틸렌 750g	종이제 737g	병 255g	폴리에틸렌 453g
가격	10,000원	12,000원	13,000원	19,000원

제품명	BILLUR TUZ	팬솔트	레이크크리스탈 레이크쿵은소금	소금밀	유기농알프스 허브앤소금
사진					
생산국	터키	핀란드	호주	이태리	스위스
제조회사	Rafine Billurtuz San.	핀란드 오리올라사	WesternSalt RefineryptyLtd.	DROGHERIA& ALIMENTARIS.R.L	SwissAlpine HerbsLtd.
원료	재제염	암염	소금 100%	지중해산 소금100%	유기농, 정제염
제품 특성	하얗고 입자가 가늘다	나트륨 함량 이 약40% NaCl 98% 핀란드, 미국, 영국 등 16개 국에 특히 고운입자	재제소금 염화나트륨 88%이상	정제소금 염화나트륨 96%이상	유기농첨가 각종고기 요리에 적합 조미료향
제품 형태	500g	폴리에틸렌 300g	폴리프로 필렌수지 250g	유리 250g	폴리에틸렌 60g
가격	12,000원	4,500원	6,800원	3,500원	7,700원

제 2절 생산시기 및 숙성연도에 따른 품질

1. 소금의 불용성 물질

소금에 함유된 불용성물질의 함유량은 암염의 경우 0.31~3.74%, 천일염은 0.02~0.98% 정제염은 매우 적은 0.01% 미만에서 함유하고 있는 것으로 보고되고 있다(2009. Valdimir M.). 불순물의 함량을 살펴보면 소금에 가장 많이 함유된 물질은 CaSO₄이다. 특히 암염에서 가장 많이 존재하며 MgSO₄와 MgCl₂는 천일염에 가장 많이 존재한다.

표 15. 소금종류에 따른 성분특성 특성

	(단위%)		
	암염	천일염	정제염
NaCl-함량 (%)	97.72	97.36	99.80
SO ₄ 함량(mg/kg)	3,529	5,290	380

표 16. 불용성 물질의 함유량

	(단위%)		
	암염	천일염	정제염
함유량	1.84	0.29	0.01

표 17. 불순물 물질의 함유량

	(단위%)			
	암염	천일염	호수염	바닷물
CaSO ₄	0.5-2.0	0.5-1.0	0.5-2.0	Saturated
MgSO ₄	Traces	0.2-0.6	극소량	극소량
MgCl ₂		0.3-1.0	극소량	
CaCl ₂			극소량	
Na ₂ SO ₄			극소량	
KCl			극소량	
NaBr			극소량	
불용분	1-30	0.1-1.0	1-10	

2. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2009년도 4월부터 생산한 시료를 사용하였다. 본 실험의 기준 대조구 시료는 '09년 6월14일에 생산한 시료를 사용하였다. 연도별 생산소금은 전남 신안군 신의면 하태동리 지역에서 생산한 천일염과 목포 천일염 B 벤처회사의 신안 신의면 지역에서 생산된 천일염을 보관중인 시료를 구입하여 품질 분석을 하였다. 생산년도는 2003, 2004, 2005, 2007 및 2008년산으로 식염기준 1등급 천일염이다. 시료는 시료 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배 후 실험하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 저장기간에 따른 자연 탈수 천일염의 품질특성

천일염은 생산단계, 생산시기, 방법, 관리방법 등에 따라 많은 품질 차이를 나타낸다. 천일염 염전 결정지에서 생산되는 소금의 품질은 생산하는 당일의 일기와 결정지의 구간수와 신간수 관리방법 등에 따라 생산되는 천일염의 품질에 많은 함량 차이가 나는 것으로 알려지고 있다.

천일염의 불용분 제거를 위하여 장기간 저장하면서 소금의 품질변화를 확인하기 위하여 본 연구실 저장창고를 이용하여 전남 신안군 신의면 하태동리 염전에서 생산한 천일염을 구입하여 저장기간에 따른 품질의 변화 양상을 분석하여 보았다.

2009년 6월 29일에 저장을 시작하였으며 주기적인 분석은 초기에는 2주간격, 4개월 이후에는 2개월 간격으로 시료를 채취하여서 분석을 실시하였다.

그 결과, 저장기간이 경과하면서 수분의 함량은 초기 14.58%에서 14개월 경과 후에는 9.50%로 감소하였다. 26개월에는 8.32%로 값을 보였다. 불용분의 함량은 초기 0.01%에서 측정시기에 따라 다소 차이는 있지만 서서히 증가하여서 저장 8개월에는 0.032% 그리고 26개월 0.021% 값을 나타냈었다. 황산이온은 초기의 0.07%에서 26개월 후 0.16%로 증가하는 결과를 보였다. 소금의 색상 "L"과 "b" 값은 서서히 증가하는 결과를 보였다. (표 18)

저장 7개월 경과 후 중량 감소율(그림 8)은 약 10% 정도 발생하였다. 그 이후 15개월 경과 후에는 외기의 상대습도 영향으로 중량 감소율이 5%까지 상승하다가 다시 낮아지는 결과를 보이며 그 이후에도 반복적으로 나타나며 서서히 감소하는 경향을 보였다.

실험 결과 자연적으로 산지에서 처리하는 장기저장 숙성방법은 불용분을 제거하는 방법으로 사용하기에는 품질 개선에 미흡한 부분이 있는 것을 확인 할 수 있었다.

표 18. 저장기간에 따른 자연 탈수 천일염의 품질특성

unit:%(dry basis)

채취일	기간 (달)	수분	NaCl	불용분	총염소	황산이온	사분
09.06.29	0	14.58 (±0.40)	84.61 (±0.11)	0.01 (±0.01)	58.22 (±1.10)	0.07 (±0.01)	0.15 (±0.08)
09.08.25	2	10.38 (±0.08)	86.20 (±0.20)	0.027 (±0.005)	56.27 (±0.28)	0.21 (±0.01)	0.03 (±0.00)
09.10.20	4	9.97 (±0.09)	88.47 (±0.94)	0.018 (±0.004)	55.19 (±2.78)	0.21 (±0.00)	0.17 (±0.02)
09.12.20	6	8.67 (±0.05)	86.99 (±0.89)	0.019 (±0.004)	55.85 (±1.69)	0.21 (±0.01)	0.14 (±0.01)
10.02.20	8	5.68 (±0.13)	84.84 (±2.32)	0.032 (±0.001)	55.75 (±0.17)	0.13 (±0.03)	0.07 (±0.01)
10.04.20	10	5.78 (±0.03)	87.11 (±3.19)	0.016 (±0.001)	56.65 (±0.52)	0.20 (±0.01)	0.22 (±0.07)
10.06.20	12	7.33 (±0.01)	99.00 (±0.28)	0.016 (±0.001)	56.96 (±0.23)	0.18 (±0.02)	0.21 (±0.02)
10.08.20	14	9.50 (±0.08)	99.00 (±0.33)	0.020 (±0.001)	59.33 (±0.33)	0.16 (±0.00)	0.13 (±0.01)
10.10.20	16	8.69 (±0.37)	90.98 (±0.91)	0.008 (±0.001)	59.89 (±0.28)	0.14 (±0.02)	0.07 (±0.02)
10.12.20	18	5.33 (±0.56)	87.09 (±0.55)	0.006 (±0.002)	57.51 (±0.31)	0.16 (±0.01)	0.12 (±0.03)
11.02.20	20	4.78 (±0.07)	88.75 (±0.35)	0.010 (±0.002)	59.03 (±0.28)	0.17 (±0.02)	0.07 (±0.01)
11.04.20	22	4.95 (±0.09)	90.71 (±0.56)	0.006 (±0.002)	57.20 (±0.37)	0.14 (±0.01)	0.19 (±0.05)
11.06.20	24	6.81 (±0.01)	88.89 (±0.44)	0.013 (±0.001)	58.45 (±0.08)	0.17 (±0.03)	0.19 (±0.03)
11.08.20	26	8.32 (±0.04)	88.82 (±0.69)	0.021 (±0.004)	59.48 (±0.26)	0.16 (±0.01)	0.19 (±0.05)

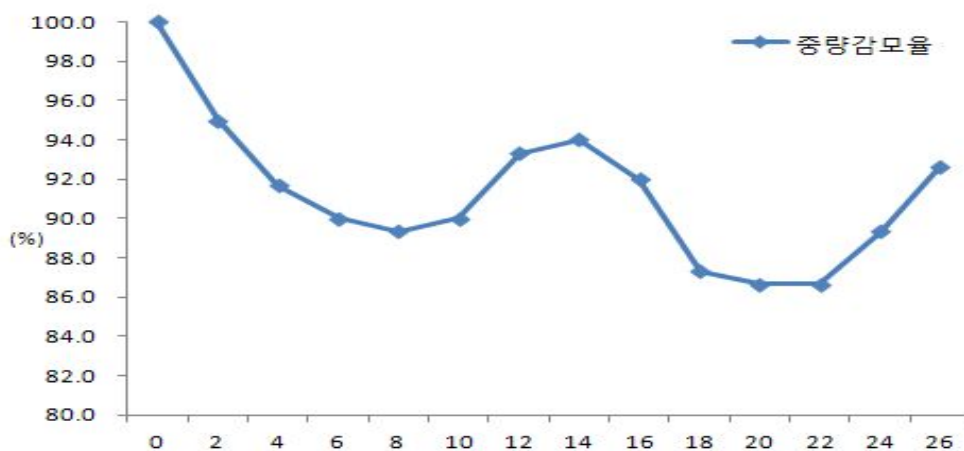


그림 8. 저장기간에 따른 자연탈수된 천일염의 중량 감모율(%)

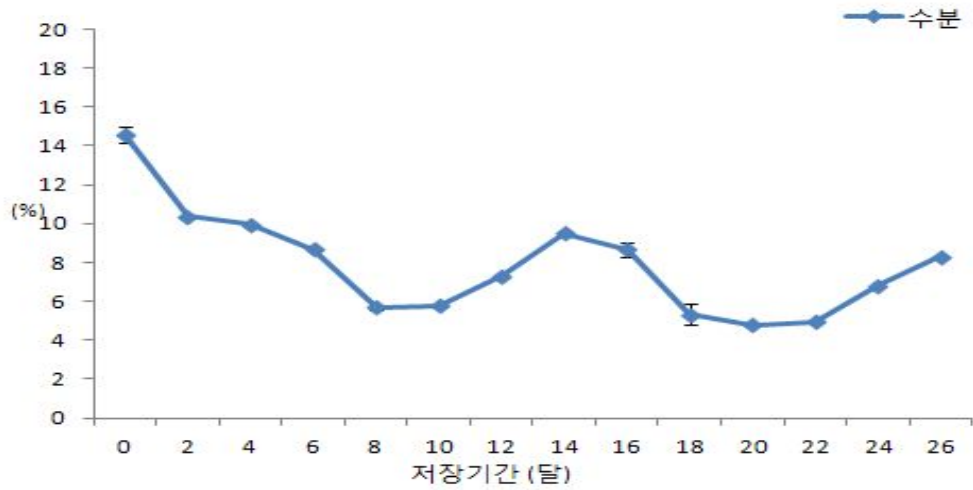


그림 9. 저장기간에 따른 자연 탈수 천일염의 수분함량(%)

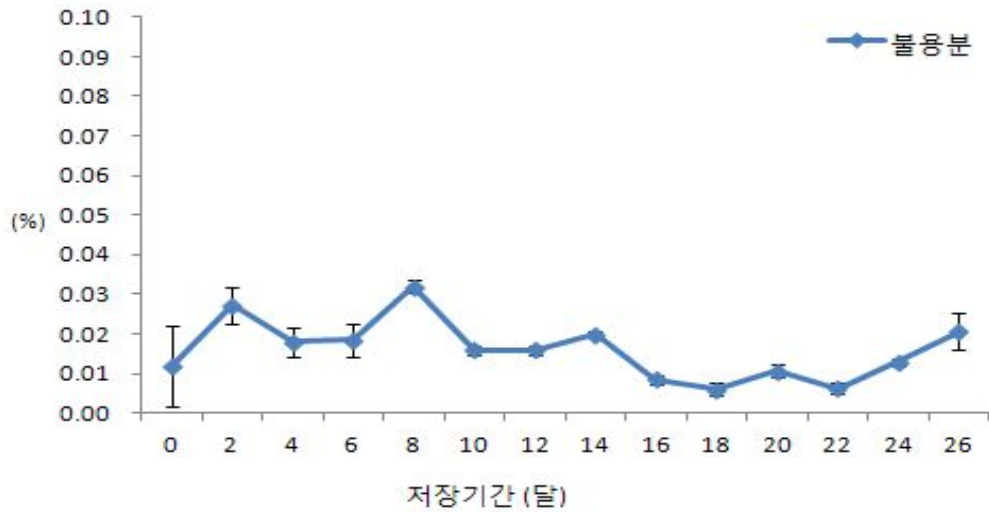


그림 10. 저장기간에 따른 자연 탈수 천일염의 불용분 함량(%)

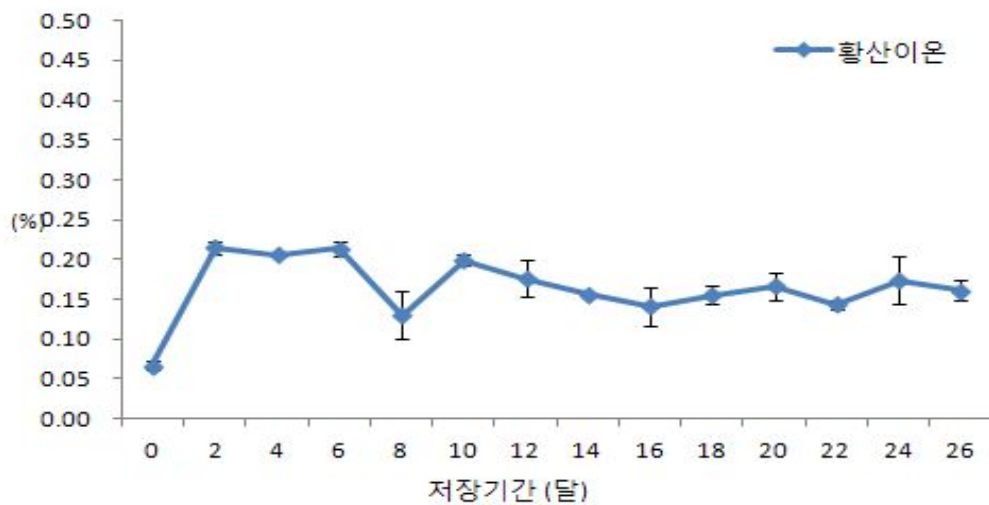


그림 11. 저장기간에 따른 자연 탈수 천일염의 황산이온 함량(%)

표 19. 저장기간에 따른 자연 탈수 천일염의 색상

채취일	저장기간 (달)	L	a	b
09.06.29	0	83.57 (±0.60)	-0.13 (±0.03)	1.43 (±0.17)
09.08.25	2	80.26 (±0.89)	-0.12 (±0.02)	1.37 (±0.05)
09.10.20	4	83.66 (±0.52)	-0.05 (±0.01)	1.14 (±0.00)
09.12.20	6	83.99 (±0.27)	-0.03 (±0.01)	1.35 (±0.06)
10.02.20	8	85.05 (±0.67)	0.02 (±0.02)	1.39 (±0.06)
10.04.20	10	88.34 (±0.53)	0.03 (±0.00)	1.52 (±0.03)
10.06.20	12	88.74 (±0.26)	-0.03 (±0.01)	1.65 (±0.02)
10.08.20	14	84.14 (±0.71)	-1.30 (±0.05)	0.81 (±0.01)
10.10.20	16	84.77 (±0.25)	-0.19 (±0.01)	1.37 (±0.04)
10.12.20	18	88.45 (±0.14)	-0.07 (±0.01)	1.63 (±0.01)
11.02.20	20	90.14 (±0.28)	0.03 (±0.00)	1.72 (±0.01)

나. 장기 숙성소금 보관 방법

소금 생산자 또는 유통업자의 의견은 생산 후 일정기간 즉, 최소 3개월 또는 그 이상 다년간 창고에서 보관하면서 숙성과정을 거친 소금이 불용성분인 간수가 제거되고 맛 등 품질이 좋아지는 것으로 알고 있다.

산지에서의 천일염의 가격은 생산한지 오래 경과된 소금이 비교적 높은 가격으로 판매가 되고 있다. 산지에서 천일염의 불용분을 제거하는 방법은 지금까지 그림 12와 같이 대부분 생산자가 소유하고 있는 소금창고에서 저장을 하였다. 최근에는 그림 13과 같이 500kg 용량 플렉시블백을 이용하여 개선된 저장시설에서 불용분을 제거하기도 한다.



그림 12. 소금 보관 창고



그림 13. 최근 개선된 보관 방법 (도초지역)

다. 생산시기에 따른 천일염의 품질

염전 결정지에서 생산되는 소금의 품질은 생산시기와 일기 그리고 구간수와 신간수 관리방법 등 동일시기에 생산한 천일염에서도 많은 품질의 차이가 나는 것으로 알려지고 있다.

표 20과 표 21은 전남 신안군 신의면 하태동리 염전과 영광군 염산 및 백수지역에서 생산한 천일염의 품질을 분석한 결과이다. 신안지역의 시료는 생산시기에 따라 NaCl과 총염소 함량이 하절기에 다가올수록 낮아지는 결과를 보였다. 황산이온과 불용분 함량은 신안시료가 영광 염산과 백수지역의 소금 보다 적은 값을 보였다. 영광 염산과 백수의 사분 함량은 식염규격(0.2%)을 일부 초과하는 결과를 보이기도 하였다.

신안지역 소금의 색상은 생산시기에 따른 차이가 적었다. 그러나 염산과 백수지역의 “b”값은 하절기로 갈수록 낮아지는 결과를 보였다.

생산시기에 따라 염화나트륨 함량과 총염소 함량이 4월산에 비하여 7월산으로 갈수록 낮아지는 결과를 보였으며 황산이온의 경우는 하절기로 갈수록 증가하는 경향을 보였다(표 20). 소금의 색상은 생산시기에 따른 차이는 적게 나타났다(표 21). 실험 결과 천일염의 각 항목 기준 이내에 들어가는 적합한 함량을 보였다.

표 20. 신안지역 계절별 생산 소금의 품질

unit: %(dry basis)						
	수 분	NaCl	불용분	총염소	황산이온	사분
09년도 4월산	15.02 (±0.30)	92.66 (±0.38)	0.02 (±0.00)	57.69 (±0.17)	0.04 (±0.02)	0.14 (±0.06)
09년도 5월산	14.70 (±0.64)	88.62 (±0.96)	0.02 (±0.00)	58.82 (±0.61)	0.03 (±0.01)	0.15 (±0.03)
09년도 6월산	14.58 (±0.40)	84.61 (±0.11)	0.01 (±0.01)	58.22 (±1.10)	0.07 (±0.01)	0.15 (±0.08)
09년도 7월산	12.74 (±0.12)	82.88 (±1.76)	0.06 (±0.02)	56.13 (±0.68)	0.22 (±0.01)	0.19 (±0.02)
10년도 4월산	14.89 (±0.21)	91.45 (±0.29)	0.03 (±0.00)	58.90 (±0.19)	0.03 (±0.01)	0.09 (±0.03)
10년도 5월산	15.31 (±0.47)	87.90 (±0.58)	0.02 (±0.00)	59.21 (±0.76)	0.03 (±0.01)	0.12 (±0.02)
10년도 6월산	14.90 (±0.21)	85.72 (±0.23)	0.02 (±0.00)	57.35 (±1.10)	0.05 (±0.01)	0.09 (±0.03)
10년도 7월산	13.62 (±0.17)	82.79 (±1.65)	0.05 (±0.01)	58.37 (±0.29)	0.11 (±0.02)	0.12 (±0.02)
식염 기준	15.0 >	70 <	0.15 >	40 <	1 >	0.2 >

표 21. 신안지역 계절별 생산 소금의 색상

생산시기	L	a	b
09년도 4월산	86.33 (±1.19)	-0.10 (±0.02)	1.46 (±0.03)
09년도 5월산	86.26 (±0.22)	-0.07 (±0.03)	1.71 (±0.17)
09년도 6월산	83.57 (±0.60)	-0.13 (±0.03)	1.43 (±0.17)
09년도 7월산	84.34 (±0.32)	-0.08 (±0.02)	1.65 (±0.07)
10년도 4월산	84.21 (±0.78)	-0.11 (±0.01)	1.54 (±0.02)
10년도 5월산	85.12 (±0.32)	-0.08 (±0.02)	1.81 (±0.11)
10년도 6월산	84.98 (±0.53)	-0.10 (±0.03)	1.34 (±0.09)
10년도 7월산	83.63 (±0.59)	-0.09 (±0.01)	1.56 (±0.10)

표 22. 영광지역 계절별 생산 소금의 품질

영광 백수	unit:%(dry basis)					
	초기 수분	염화나트륨	불용분	총염소	황산이온	사분
09년도 4월산	12.66 (±0.06)	87.13 (±0.17)	0.065 (±0.014)	58.59 (±1.27)	0.25 (±0.01)	0.24 (±0.14)
09년도 5월산	14.88 (±0.27)	87.65 (±0.56)	0.083 (±0.030)	56.59 (±0.49)	0.22 (±0.01)	0.20 (±0.05)
09년도 6월산	13.92 (±0.27)	80.12 (±7.87)	0.214 (±0.079)	57.17 (±0.09)	0.20 (±0.02)	0.28 (±0.14)
09년도 7월산	22.58 (±0.05)	71.56 (±0.06)	0.039 (±0.004)	55.70 (±0.35)	0.23 (±0.03)	0.17 (±0.10)
식염 기준	15.0>	70 <	0.15>	40 <	1>	0.2>

표 23. 염산지역 계절별 생산 소금의 색상

영광 염산	L	a	b
09년도 4월산	80.82 (±1.56)	-0.16 (±0.01)	3.23 (±0.06)
09년도 5월산	80.55 (±2.53)	-0.20 (±0.03)	3.19 (±0.03)
09년도 6월산	81.19 (±1.56)	-0.12 (±0.05)	3.41 (±0.16)
09년도 7월산	79.73 (±0.54)	-0.19 (±0.02)	1.52 (±0.07)

표 24. 백수지역 계절별 생산 소금의 품질

영광 백수	unit:%(dry basis)					
	초기 수분	염화나트륨	불용분	총염소	황산이온	사분
09년도 4월산	17.40 (±1.48)	78.31 (±1.85)	0.087 (±0.002)	55.11 (±0.41)	0.33 (±0.01)	0.18 (±0.06)
09년도 5월산	17.62 (±0.48)	80.51 (±2.04)	0.073 (±0.009)	59.60 (±0.72)	0.32 (±0.01)	0.17 (±0.08)
09년도 6월산	15.97 (±0.02)	70.58 (±1.73)	0.084 (±0.003)	54.06 (±0.65)	0.30 (±0.01)	0.25 (±0.04)
09년도 7월산	18.80 (±0.66)	79.75 (±3.04)	0.091 (±0.022)	54.22 (±0.10)	0.25 (±0.01)	0.21 (±0.03)

표 25. 백수지역 계절별 생산 소금의 색상

영광 백수	L	a	b
09년도 4월산	77.71 (±0.52)	-0.26 (±0.01)	4.20 (±0.06)
09년도 5월산	79.70 (±0.59)	-0.20 (±0.01)	3.60 (±0.19)
09년도 6월산	80.24 (±0.82)	-0.35 (±0.01)	2.55 (±0.02)
09년도 7월산	81.23 (±0.22)	-0.14 (±0.01)	1.38 (±0.03)

표 26은 신안 신의면 하태동리 염전에서 6월에 생산한 장판염과 토판염의 품질을 분석한 결과이다. 토판염의 경우 장판염에 비하여 불용분과 황산이온 및 사분함량이 비교적 높은 결과를 보였다. 불용분의 함량은 0.13%로 비교적 높은 값을 보였다.(식염규격 기준 0.15%)

소금의 색상에서는 토판염이 황색을 나타내는 "b" 값이 5.14로 장판염에 비하여 높은 값을 보였으며 "L"값에서는 토판염이 79.41로 장판염의 83~85 범위에 비하여 낮은 값을 보였다.

표 26. 생산 방법별 소금의 품질

unit:%(dry basis)

	수분	NaCl	불용분	총염소	황산이온	사분
장판염(1)	10.64 (±0.18)	84.61 (±0.11)	0.01 (±0.01)	58.22 (±1.10)	0.07 (±0.01)	0.15 (±0.08)
장판염(2)	7.02 (±0.27)	90.69 (±1.43)	0.06 (±0.01)	56.57 (±2.17)	0.18 (±0.01)	0.15 (±0.04)
토판염	7.33 (±0.46)	89.06 (±4.52)	0.13 (±0.01)	59.55 (±1.19)	0.10 (±0.00)	0.19 (±0.05)
식염 기준	15.0 >	70 <	0.15 >	40 <	1 >	0.2 >

표 27. 생산 방법별 소금의 품질

	L	a	b
장판염(1)	83.57 (±0.60)	-0.13 (±0.03)	1.43 (±0.17)
장판염(2)	85.89 (±1.91)	0.07 (±0.02)	3.26 (±0.45)
토판염	79.41 (±1.38)	0.01 (±0.01)	5.14 (±0.86)

표 28는 일명 바람소금과 망초소금의 품질을 분석한 결과이다. 바람소금은 떠있는 소금으로 뜬 소금이라고 불리며, 결정지를 떠다니는 것을 채로 뜬 소금이다. 현재 이 소금은 비교적 높은 가격으로 판매가 되고 있다. 바람이 세게 불 때 생기는 결정으로 일부에서는 가루소금으로도 불린다. 또한 망초소금은 얼음, 고드름 형태로 되어있는 소금으로 결정지에서 구간수 비율이 높을 때 발생하며 염도 26~27도에서 결정이 형성되는데 이 망초소금은 NaCl 함량이 낮고 미네랄 함량이 높은 것이 특징으로 알려져 있다. 분석결과 망초소금은 NaCl 함량이 73.76%로 매우 낮고 황산이온 함량은 0.63%로 높은 결과를 보였다. 바람소금은 NaCl 함량이 93.08%로 높은 함량을 나타냈다. 망초소금의 경우 “L”값이 다른 소금보다 낮으며 바람소금은 “b”값이 비교적 높은 결과를 나타내었다.

본 실험에 사용한 시료의 생산지역과 시료수가 제한된 지역과 비교적 적은 시료를 상대로 분석한 결과로 유의적인 통계분석을 하기는 어려웠지만 실험결과 생산시기와 방법에 따른 소금의 품질 차이가 많이 나타나는 것을 확인 할 수 있었다.

계절에 따른 천일염의 품질 특성 차이가 비교적 크게 나타났으며 염전지역 간에도 동일 계절에 동일 시기에도 품질 차이가 많이 나타났다. 이러한 원인은 첫 번째로는 제조조건(생산시기, 날씨, 간수 등)에 따른 영향, 두 번째로는 염전 운영자의 간수와 해주의 관리기술 즉, 신간수와 구간수의 관리 방법이 차이에서 오는 것으로 판단되었다. 향후 증발지 최적화 관리기술을 통하여 품질 및 최적 제조조건 확립이 필요한 것으로 판단되었다.

표 28. 생산 방법별 소금의 품질

unit:%(dry basis)

	초기 수분	염화나트륨	불용분	총염소	황산이온	사분
대조구	10.64 (±0.18)	84.61 (±0.11)	0.01 (±0.01)	58.22 (±1.10)	0.07 (±0.01)	0.15 (±0.08)
바람소금	6.57 (±0.42)	93.08 (±0.80)	0.02 (±0.00)	54.27 (±2.64)	0.11 (±0.01)	0.08 (±0.03)
망초소금	15.35 (±0.25)	73.76 (±0.79)	0.02 (±0.00)	47.87 (±0.35)	0.63 (±0.08)	0.07 (±0.04)

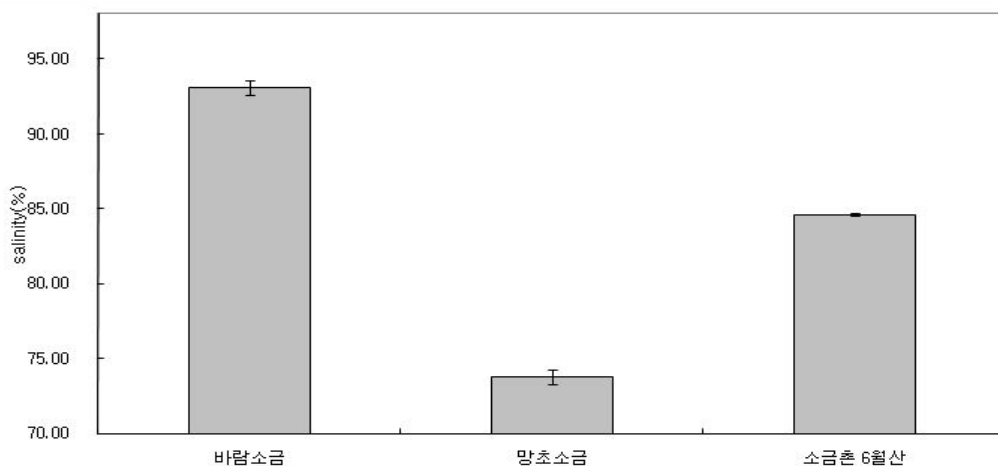


그림.14 NaCl 함량

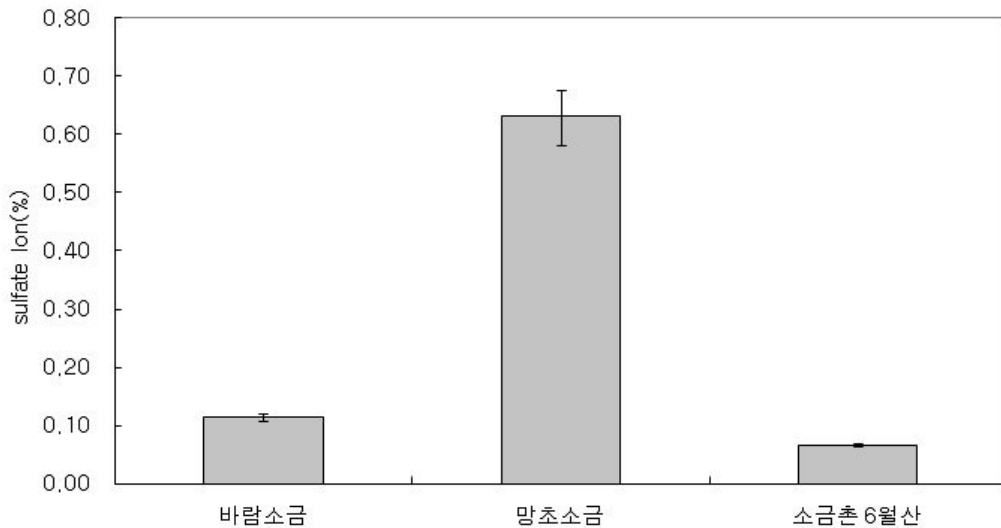


그림. 15. 황산이온 함량

표 29. 결정지 생산 방법에 따른 천일염의 색상

	L	a	b
대조구	83.57 (±0.60)	-0.13 (±0.03)	1.43 (±0.17)
바람소금	80.66 (±2.99)	-0.21 (±0.07)	3.36 (±0.17)
망초소금	74.42 (±2.97)	-0.36 (±0.04)	1.71 (±0.26)

라. 생산연도에 따른 천일염의 품질

전남 신안군 신의면 하태동리 지역에서 생산한 천일염과 목포 천일염 “B” 벤처회사에서 보관 판매중인 신안 신의면 지역 천일염을 구입하여서 품질 분석을 하였다. 생산연도는 2003, 2004, 2005, 2007 및 2008년산 천일염이었다. 동일 염전에서 생산된 시료를 구하기는 불가능하였고 가급적 생산지역이 동일지역 내 소금을 구입하였다. 소금 생산자 또는 유통업자의 의견은 생산 후 일정기간 즉, 최소 3개월 또는 그 이상 다년간 창고에서 보관하면서 숙성과정을 거친 소금이 불용성분인 간수가 제거되고 맛 등 품질이 좋아진다고 한다. 현재 천일염의 가격은 생산한지 오래 경과된 소금이 비교적 높은 가격으로 유통되고 있다. 따라서 본 장에서는 생산연도별 소금의 품질을 분석하여 보았다. 생산연도별 천일염의 식용소금 규격기준 분석 결과를 살펴보면 염화나트륨의 함량은 생산연도에 따른 유의적인 함량의 차이를 보이지 않았다. 불용분의 경우 생산연도가 오래된 시료 일수록 함량이 많아지는 결과를 보였다. 총염소 역시 유사한 결과를 보였으며 이외의 황산이온과 사분의 함량 역시 증가하는 결과를 보였다. 사분 함량의 경우 '03, '04년도산은 0.17과 0.19%로 매우 높은 값을 보였다(식염 기준 0.2%). 색상의 변화를 보면 “b”값은 보관기간이 경과하면서 다소 증가하는 경향을 보였다. 밀도는 '09년산 1.987(±0.005), '07년산 1.994(±0.006) 및 '03년산 2.111(±0.008)로 증가하는 결과를 보였다.

표 30. 생산연도별 시료의 품질

unit:%(dry basis)

	초기 수분	염화나트륨	불용분	총염소	황산 이온	사분
03년도	4.98 (±1.00)	84.60 (±0.41)	0.09 (±0.02)	63.67 (±4.34)	0.24 (±0.06)	0.17 (±0.05)
04년도	6.30 (±1.25)	87.75 (±1.68)	0.04 (±0.00)	59.02 (±1.16)	0.23 (±0.01)	0.19 (±0.01)
05년도	8.43 (±0.79)	87.35 (±0.67)	0.05 (±0.01)	58.60 (±2.73)	0.15 (±0.08)	0.10 (±0.06)
07년도	9.98 (±0.31)	90.00 (±0.55)	0.03 (±0.01)	57.80 (±0.32)	0.20 (±0.02)	0.10 (±0.02)
08년도	10.56 (±0.37)	88.47 (±1.06)	0.04 (±0.02)	54.29 (±1.40)	0.21 (±0.01)	0.15 (±0.02)

표 31. 생산연도별 시료의 색상

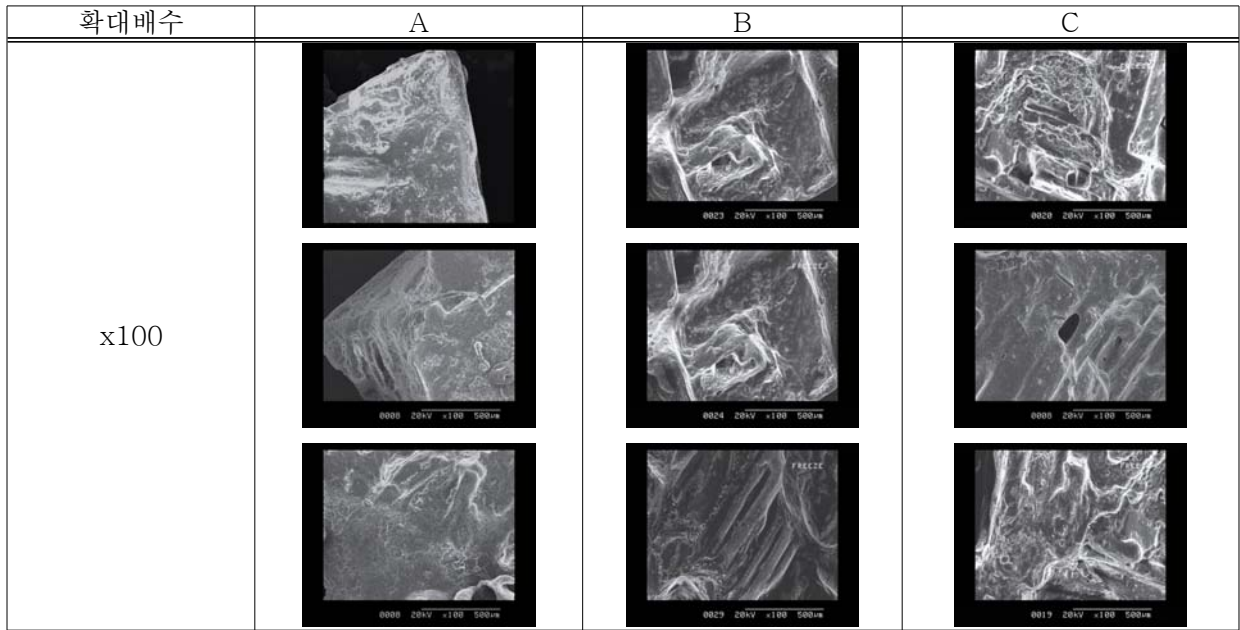
	L	a	b
03년도	76.06 (±1.49)	0.61 (±0.04)	2.30 (±0.17)
04년도	77.25 (±1.05)	0.45 (±0.01)	3.01 (±0.07)
05년도	80.75 (±0.65)	0.54 (±0.03)	2.61 (±0.09)
07년도	75.74 (±0.75)	0.72 (±0.02)	1.85 (±0.12)
08년도	75.20 (±1.10)	0.61 (±0.05)	1.80 (±0.26)

표 32. 생산연도별 시료의 밀도

시료이름	밀도(g/cc)
2003년산	2.111 (±0.008)
2004년산	2.023 (±0.006)
2005년산	2.012 (±0.016)
2007년산	1.994 (±0.006)
2008년산	1.970 (±0.006)
2009년 6월산	1.987 (±0.005)

마. SEM 및 화상 측정

주사식 전자현미경을 이용한 소금의 외형 및 표면구조를 100배로 확대하여서 관찰하였다 (그림 16). 그림 16에서 보는 바와 같이 생산연도가 오래된 소금 일수록 결정형태 내부에 미세한 공간이 형성되어 있는 것이 확인되었다. 이러한 현상은 보관 중에 소금 결정내부의 불용성분을 포함한 물질들이 용출되는 과정을 거치면서 나타나는 현상으로 판단되었다.



A: '09산 B: '08산 C: '05년산

그림. 16. Scanning electron micrographs(SEM)의 특성(x100)

그림 17는 소금의 결정형태를 화상장치를 이용하여서 촬영을 하였다. 생산 직후의 소금은 특징적인 육각형의 결정구조를 가지고 있으나 보관기간이 경과되면서 그 형태가 변형되는 결과를 보였다.

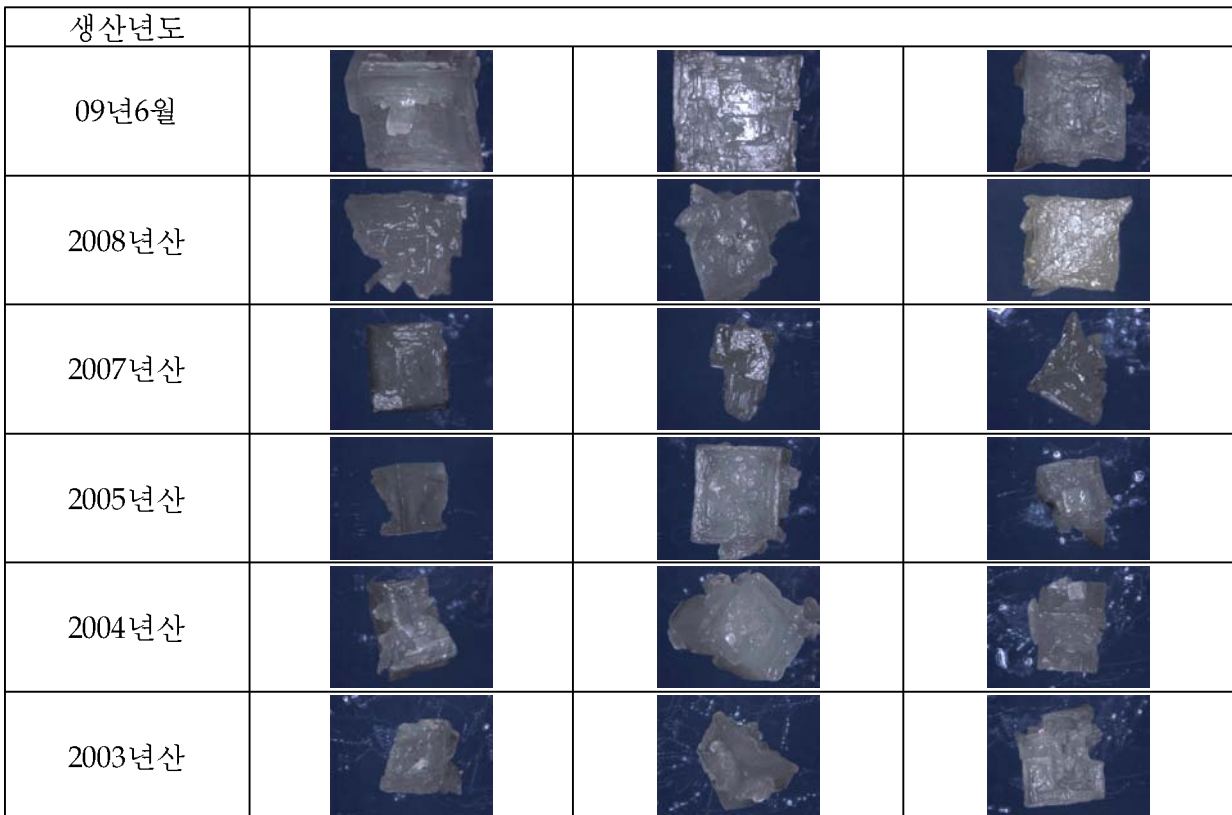


그림. 17. 생산연도별 소금의 결정 형태

바. 짠맛의 관능적 강도 평가

소금물의 짠맛 정도 평가는 짠맛의 강도에 대한 훈련을 받은 30명의 패널에 의해 평가되었다. Reference 시료의 짠맛을 1,000이라 하였을 때 각 시료의 짠맛 정도를 비교하였다. 관능평가시 검사물에 대한 편견을 없애기 위해 무작위 세 자리 숫자로 표기(김 등, 1993)된 시료 1점씩 무작위로 제시하여 위치오류와 대조효과에 의한 오차를 최소화하였다. 각 분석 항목에서 시료(신안군 '08년산, '07년산, '05년산, '04년산, '03년산)간 차이검증은 각 패널이 평가한 값을 기하평균으로 환산해서 Statistical Analysis System (SAS,1988)을 이용하여 분산분석을 하였으며, 시료간 차이가 있는 특성의 경우 SNK (Student Newman Keul's) 다중비교를 수행하여 각 시료의 평균값을 비교하였다. 소금의 짠맛정도 특성결과 시료간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 패널들 평가결과 연도별 소금의 짠맛정도는 차이가 없다고 평가하였다.

표 33. 소금물(magnitude estimation)의 짠맛 정도 비교 (표준화된 점수)

시료목록 \ NaCl의 농도(%)	1	2
신안군 08년산	0.65 (±0.26)	1.88 (±0.56)
신안군 07년산	0.49 (±0.25)	2.32 (±0.51)
신안군 05년산	0.58 (±0.29)	2.48 (±0.51)
신안군 04년산	0.71 (±0.21)	2.14 (±0.56)
신안군 03년산	0.65 (±0.36)	2.27 (±0.61)

abc column내에서 같은 alphabet은 같은 수준임

*, **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001수준에서 유의적인 차이가 있음

이러한 결과는 지금까지 천일염에 혼입된 불용성분 제거를 위하여 일정기간 저장고에서 불용분을 자연적으로 제거하며 숙성하는 방법을 사용하였는데 본 실험결과 숙성기간이 경과하면서 불용물질과, 황산이온 그리고 사분의 함량이 다소 증가하는 결과를 보였다. 천일염을 식품으로 사용하기 위해서는 천일염에 혼입되어 있는 불용성분의 제거를 위한 적합한 방법의 기술 개발이 필요한 것으로 판단되었다.

사. 유통 세정 천일염의 품질

현재 국내에는 천일염의 불용분 제거를 위하여 세정처리를 하는 시설이 전남 신안과 영광 염산지역 등 3개 처리시설이 설치되어 있다. 천일염에 포함된 불용분 및 이물질의 제거를 위한 시설의 공정은 원료 투입은 500kg 플렉시블백에 창고 보관 또는 야적되어 있는 원료가 산물형태로 원료 투입구에 반입된다. 현재 공정은 크게 두 가지 형태로 구성되어 있다.

- ① 원료반입 → 세정 → 탈수 → 건조 → 색채선별 → 이물질 선별(수작업) → 포장
- ② 원료반입 → 세정 → 탈수 → 건조 → 자석선별 → 색채선별 → 포장

세정방식은 순간 3-4초 처리하며 버킷 모양(30kg 용량)으로 3단계 구조로 구성이 되어 있다.

일일 생산 능력은 4톤 정도이며 평균 3톤/일 정도 생산을 하고 있다. 이물질 제거는 색채선별기를 설치하여 선별을 하고 있다. 수율은 약 84% 정도이다.

각 공정별 시료를 채취하여서 분석한 결과를 살펴보면 다음과 같다. 수분함량은 초기의 11.01%에서 완제품은 6.38%로 건조를 한다. 초기의 불용분 함량은 0.05%이었는데 처리 후에는 0.06%로 증가하는 결과를 보였으며 황산이온 역시 증가하는 결과를 보였다.

주요 미네랄 함량을 분석한 결과 Mg의 경우 원재료보다도 세정 탈수 후 함량이 더 증가하는 결과를 보였다. 이러한 분석 결과로 현재 운영되고 있는 공정의 조건과 방법이 불용성분의 효율적 제거에 적합하지 않음을 확인 할 수 있었다. 세정공정에서의 세정수의 염도 농도와 재사용에 따른 여과공정 등의 시스템 그리고 건조시스템의 보완이 필요한 것으로 판단되었다.

표 34. 공정별 품질

unit:%(dry basis)

시료번호	수분	NaCl	불용분	총 염소	황산이온	사분
원재료	11.01	68.29	0.05	54.52	0.11	0.18
세정후	9.97	70.47	0.04	50.39	0.09	0.16
탈수후	9.69	74.04	0.06	54.14	0.13	0.16
건조후	6.38	-	-	-	-	-

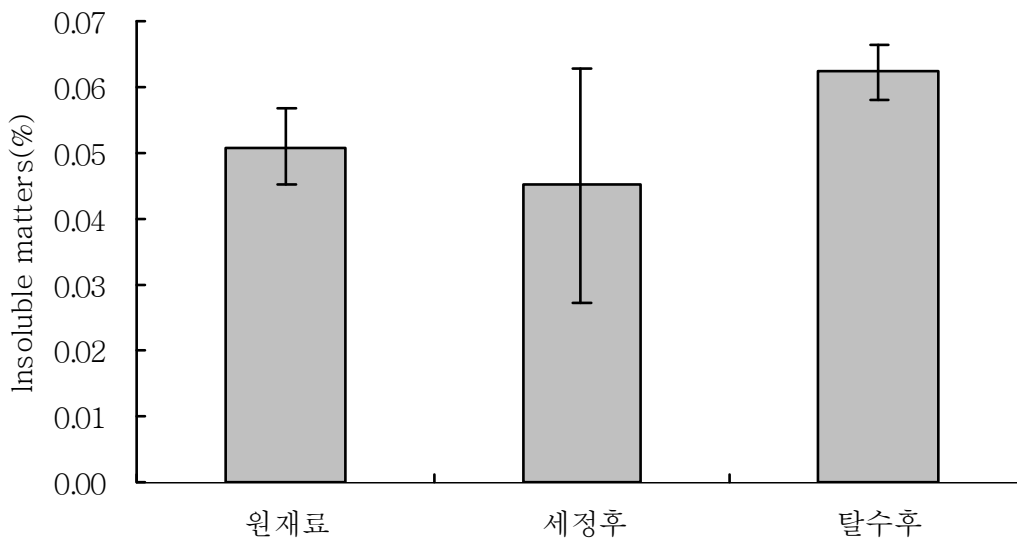


그림 18. 불용분(%)

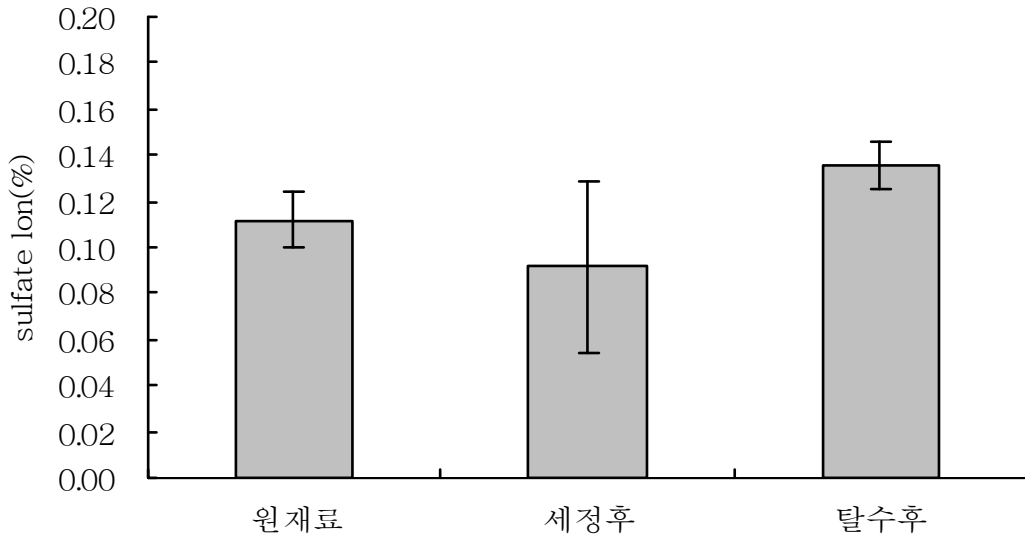


그림 19. 황산이온(%)

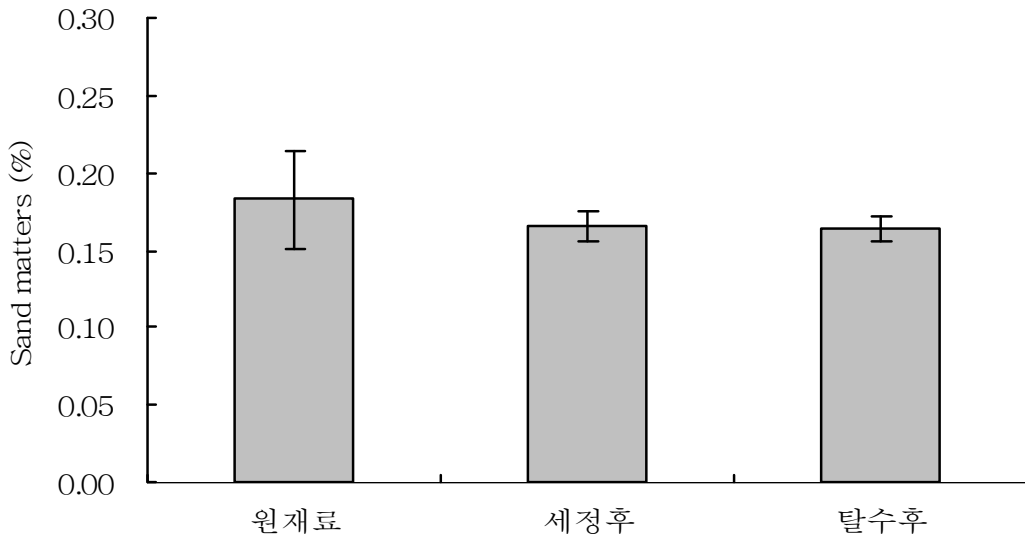


그림 20. 사분(%)

표 35. 주요 미네랄 함량

항 목	분석결과			단위	시험방법
	원재료	세정단계후	탈수단계후		
Mg	5,642.60	6,410.50	6,299.30	mg/kg	식품공전(2008) 무기성분시험법
Ca	590.00	548.70	572.70	mg/kg	
K	2,098.00	2,184.90	2,022.00	mg/kg	

제 3절 불용분 제거를 위한 전처리 기술

1. 가습 및 세정 조건에 따른 품질 특성

가. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2009년도 6월에 생

산한 시료를 사용하였다. 시료는 시료 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 실험을 하였다. 실험은 세정, 탈수 및 포화 수증기를 이용한 가슴방법을 이용하여 소금의 품질 변화를 분석하였다.

각 처리구별 처리조건은 다음과 같다.(표 36) 세정 처리구는 염도를 0, 10, 20, 25 및 30% 표준용액을 제조하여 순간(2초~3초)와류 세척방법으로 실험을 하였다. 탈수 처리구의 경우는 3~9분 조건으로 처리하였으며 탈수장치(Mini Spin Extractor, W-100T, 한일)는 원심력을 이용한 탈수기를 이용하여 1,800rpm 조건에서 실험을 하였다. 가슴처리구는 포화수증기를 이용하여 60~180분 동안 가슴처리를 하였다. 세정구와 가슴구의 경우 처리 후 수분의 신속한 제거를 위하여 1분간 탈수를 실시한 후 실험을 수행하였다.

표 36. 전처리 조건

No.	전처리 조건
W	증류수세척 탈수 건조
10W	NaCl 10% 세정탈수 건조
20W	NaCl 20% 세정탈수 건조
25W	NaCl 25% 세정탈수 건조
30W	NaCl 30% 세정탈수 건조
Con.	대조구
60RH	60분 흡습후 탈수건조
90RH	90분 흡습후탈수건조
120RH	120분 흡습후탈수건조
150RH	150분 흡습후탈수건조
180RH	180분 흡습후탈수건조
3DH	3분탈수
5DH	5분탈수
7DH	7분탈수
9DH	9분탈수

나. 결과 및 고찰

본 실험에 사용한 시료의 품질 특성은 다음과 같다. 식염기준 모든 항목에서 적합한 기준이내에 들었다. Mg 함량은 9,540ppm이었으며 Ca은 1,470ppm 그리고 K함량은 6,630ppm 이었다. 식염기준으로 비교하였을 때 모든 항목에서 적합한 범위이내 이었으나 Mg 함량이 다소 높은 결과를 보였다.

표 37. 대조구의 품질 특성

unit:%(dry basis)

	수분	NaCl	불용분	총염소	황산이온	사분	L	a	b	Hardness
Control	14.58 (±0.40)	84.61 (±0.11)	0.01 (±0.01)	58.22 (±1.10)	0.07 (±0.01)	0.15 (±0.08)	73.28 (±1.31)	0.56 (±0.04)	1.56 (±0.35)	2,103.90

표 38. 대조구의 무기질 함량

(단위:mg/kg)													
성분	Na	Ca	Fe	K	Mg	P	Cu	Mn	Zn	As	Cd	Pb	Hg ($\mu\text{g/kg}$)
함량	352,127	1,470	7.00	6,630	9,540	9.00	LOQ 이하*	0.00**	0.06	LOQ 이하	0.01	LOQ 이하	0.47

* LOQ(mg/kg)=Cu 0.279/AS 0.065/Pb 0.018, ** Mn = 0.0048 mg/kg

(1) 전처리방법에 따른 수율

처리구 방법별 처리 전후의 수율을 측정하였다. 그 결과를 살펴보면 표 39와 같다. 처리구중 비교적 높은 손실을 보인 처리구는 세정 처리구이었으며 그에 반해 가장 낮은 손실을 보인 처리구는 탈수 처리구로 나타났다. 가습처리구의 경우에는 처리시간이 길어질수록 수율이 낮아지는 결과를 보였다. 세정처리구의 경우 염도 농도가 높을수록 수율 손실이 적었다.

표 39. 전처리구 수율

No	수율
W	79.70
10W	82.55
20W	83.25
25W	82.00
30W	84.56
3DH	96.67
5DH	96.98
7DH	96.93
9DH	97.35
60RH	97.03
90RH	93.41
120RH	92.10
150RH	91.35
180RH	92.78

(2) 전처리 방법에 따른 품질 특성

표 40은 소금의 식염기준으로 품질 분석을 한 결과이다. 불용분의 경우 가습처리구에서 처리 후 다소 감소하는 결과를 보였다. 이외의 탈수처리구와 세정처리구에서는 불용분 제거 효과가 비교적 적게 나타났다. NaCl 함량은 가습처리구에서 처리시간이 증가 할수록 다소 높아지는 결과를 보였으며 탈수처리구 역시 유사한 경향을 보였다. 황산이온 함량은 세정처리구에서 낮아지는 결과를 보였다. 또한 탈수처리구는 처리시간이 길수록 낮아졌고 가습처리구 역시 처리 시간이 길수록 유사한 결과를 보였다. 사분함량은 세정구와 가습구에서 대조구에 비하여 낮았다.

(3) 색도

전처리 후의 소금의 색상변화를 살펴보면 "L"값의 경우 가습처리구가 대조구에 비하여 높아지는 결과를 보였다. 120분과 180분 처리구는 83.63과 83.01로 처리전의 73.28에 비하여 많은 증가를 보였다. 즉 소금 표면의 밝기가 높아진 결과를 보였다. 세정처리구는 염도 농가가 높을수록 다소 높아지는 경향을 보였다. "b"값은 처리구 모두 다소 낮아지는 결과를 보였다.

표 40. 전처리방법에 따른 품질 특성

unit:%(dry basis)

항목 처리구	수분	염화나트륨	불용분	총염소	황산이온	사분
Con.	14.58 (±0.40)	84.60 (±0.11)	0.021 (±0.010)	58.22 (±1.10)	0.12 (±0.01)	0.15 (±0.07)
W	2.80 (±0.08)	87.06 (±2.10)	0.019 (±0.022)	62.08 (±0.73)	0.09 (±0.01)	0.16 (±0.04)
10W	2.58 (±0.09)	88.07 (±0.43)	0.022 (±0.004)	60.60 (±1.85)	0.08 (±0.00)	0.11 (±0.03)
20W	2.76 (±0.07)	82.72 (±2.66)	0.042 (±0.006)	64.41 (±0.85)	0.09 (±0.01)	0.19 (±0.05)
25W	2.40 (±0.11)	84.76 (±3.46)	0.019 (±0.007)	58.80 (±0.73)	0.10 (±0.00)	0.13 (±0.04)
30W	2.70 (±0.10)	87.85 (±4.86)	0.025 (±0.011)	58.42 (±0.60)	0.09 (±0.00)	0.13 (±0.01)
3DH	4.88 (±0.12)	81.03 (±1.66)	0.012 (±0.001)	66.93 (±11.85)	0.13 (±0.00)	0.18 (±0.04)
5DH	4.94 (±0.12)	86.22 (±5.04)	0.026 (±0.008)	57.55 (±1.39)	0.11 (±0.01)	0.14 (±0.05)
7DH	4.48 (±0.08)	86.65 (±3.48)	0.021 (±0.009)	57.61 (±0.52)	0.10 (±0.01)	0.12 (±0.09)
60RH	2.93 (±0.09)	87.21 (±1.62)	0.017 (±0.001)	57.63 (±0.37)	0.12 (±0.01)	0.19 (±0.07)
120RH	3.39 (±0.79)	90.55 (±0.42)	0.015 (±0.003)	56.81 (±1.94)	0.12 (±0.01)	0.16 (±0.03)
180RH	3.07 (±0.12)	88.18 (±6.65)	0.015 (±0.004)	56.64 (±1.03)	0.09 (±0.01)	0.09 (±0.06)

(4) 미네랄

표 41은 미네랄함량의 변화를 분석한 결과이다. Mg, Ca 및 K 함량은 처리구간의 다소 차이는 있으나 처리 후 그 함량이 낮아지는 결과를 보였다. Mg 함량은 세정 및 가습처리구, Ca 함량은 가습처리구에서 비교적 감소량이 많은 결과를 보였다. K함량 역시 세정 및 가습처리구에서 유사한 결과를 보였다. 탈수처리구에서는 Ca 함량이 오히려 증가하는 결과를 보였으며 Mg

와 K 함량은 다른 처리구의 감소율에 비하여 비교적 적게 나타났다. 한국산업표준기준 천일엽 규격 등급기준으로 볼 때 세정처리구와 180분가습처리구에서 1등급(Mg: 5,000ppm 이내) 이내로 감소하는 결과를 보였다. Ca는 2,000ppm 이하로 범위보다 높은 결과를 보였다.

표 41. 전처리 후 미네랄 함량

	Con.	W	10W	30W	3DH	7DH	60RH	180RH
Mg	9,540	4,291	3,816	4,127	6,055	6,184	5,037	3,905
Ca	1,470	1,976	1,489	1,482	2,241	2,079	1,215	1,389
K	6,630	4,808	4,258	4,520	5,618	5,647	4,791	4,431

(단위: ppm)

* LOQ(mg/kg)=Cu 0.279/AS 0.065/Pb 0.018, * * Mn = 0.0048 mg/kg

표 42. 색상 변화

	L	a	b
Con.	73.28 (±1.31)	0.56 (±0.04)	1.56 (±0.35)
W	72.48 (±4.74)	0.69 (±0.01)	0.93 (±0.05)
10W	75.74 (±0.52)	0.66 (±0.03)	1.10 (±0.07)
20W	75.48 (±1.12)	0.66 (±0.03)	0.79 (±0.16)
25W	76.05 (±4.32)	0.74 (±0.06)	0.84 (±0.11)
30W	77.43 (±0.32)	0.69 (±0.07)	0.96 (±0.18)
3DH	77.11 (±0.42)	0.63 (±0.02)	1.52 (±0.13)
5DH	79.52 (±3.65)	0.67 (±0.05)	1.35 (±0.04)
7DH	80.76 (±65.78)	-2.09 (±0.14)	1.05 (±0.21)
9DH	77.92 (±1.60)	-1.90 (±0.12)	0.89 (±0.24)
60RH	85.16 (±0.70)	-2.07 (±0.10)	1.14 (±0.02)
90RH	78.50 (±0.97)	-1.89 (±0.08)	0.79 (±0.17)
120RH	83.63 (±0.26)	-2.01 (±0.18)	1.22 (±0.01)
150RH	83.02 (±2.38)	-1.97 (±0.07)	0.78 (±0.10)
180RH	83.01 (±1.40)	-1.84 (±0.08)	1.08 (±0.15)

(5) 황

천일엽에서 쓴 맛의 주성분 물질인 sulfur의 함량을 분석하였다. 대조구의 sulfur 함량은

1,400ppm 이었다. 처리 후의 sulfur 물질의 감소 효과가 가장 큰 처리구는 세정처리구이었으며 그 다음으로 가습처리구로 나타났다.

표 43 전처리구의 Sulfur(S) 함량의 변화

Sample	wt%	감소율(%)
Control	0.14	-
W	0.08	42.86
10W	0.07	50.00
20W	0.08	42.86
30W	0.07	50.00
3DH	0.13	7.14
5DH	0.11	21.43
7DH	0.12	14.29
60RH	0.13	7.14
120RH	0.12	14.29
180RH	0.09	35.71

(6) 경도

경도 측정 결과 처리 후 세정처리구는 다소 염수의 농도가 증가 할수록 증가하는 결과를 보였으며 탈수처리구 역시 유사한 결과를 보였다. 이와 반면 가습처리구는 경도가 다소 낮아지는 결과를 보였다.

표 44. 경도의 변화

처리구	경도(g)
Con.	2103.90
W	2027.98
10W	1957.50
20W	2464.86
25W	2744.95
30W	2799.16
3DH	2251.62
5DH	2554.99
7DH	2045.72
9DH	3194.87
60RH	2668.79
90RH	1877.07
120RH	2254.02
150RH	2022.76
180RH	1846.32

(7) 소금 결정사진

전처리 후의 소금 결정사진을 그림 19에 나타냈다. 세정처리구의 경우 부분적으로 결정 모양

이 용해되는 현상이 나타났으며 탈수구의 경우는 탈수시간이 길수록 결정 모양이 변형되고 입자 크기도 처리 후 작아지는 결과를 보였다. 가슴처리구의 경우에서도 처리시간이 길수록 입자 크기가 적어지는 경향을 보였다. 결과적으로 대조구에 비하여 모든 처리구는 결정 모양이 처리 후 작아지는 결과를 보였다. 대조구와 2005년산 소금을 비교하였을 때 결정 색상의 밝기 차이가 뚜렷하였다. 2005년산의 경우 입자의 크기도 많은 차이를 보이고 있다.

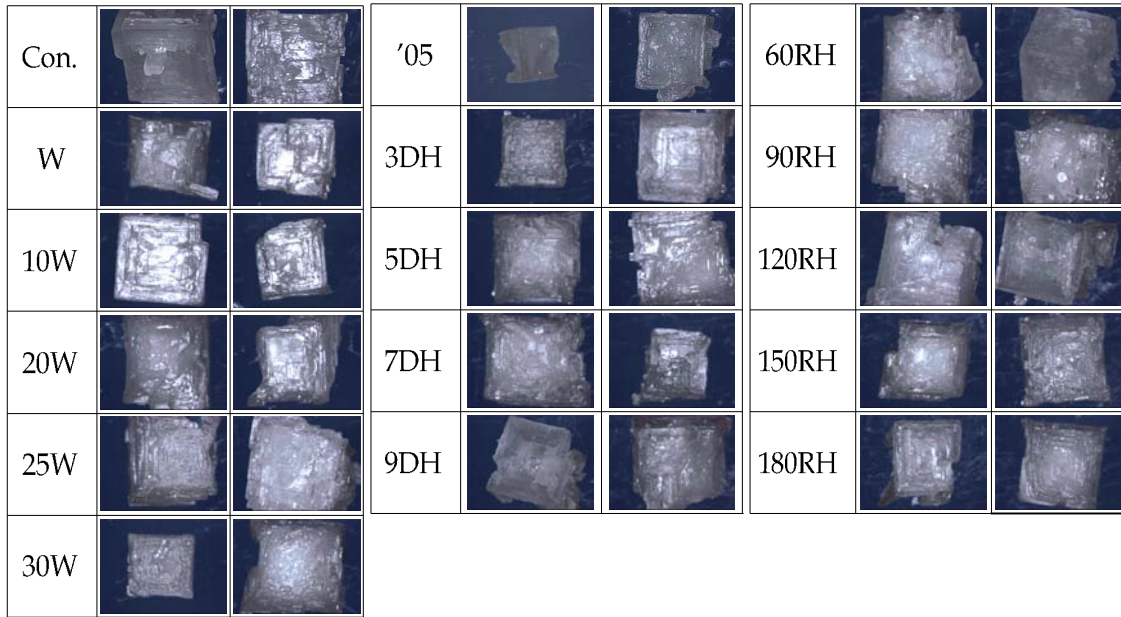
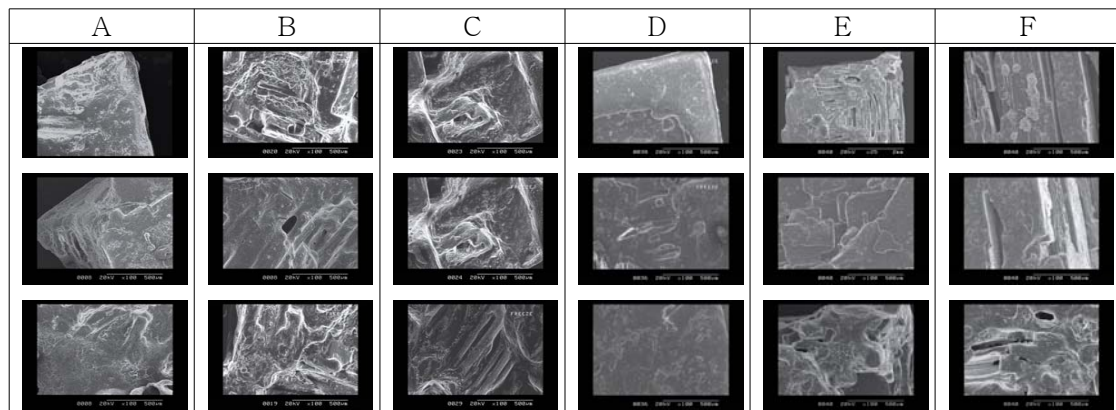


그림 19. 전처리후의 소금 결정 사진

(8) SEM

주사식 전자현미경을 이용한 소금의 외형 및 표면구조를 100배로 확대하여서 관찰하였다 (그림 20). 그림 20에서 보는 바와 같이 세정처리구와 가슴처리구에서는 결정내부에 미세한 공간이 형성되었다. 이러한 결과는 2005년산과 2008년산의 구조와 유사한 형태를 보였다. 전처리 과정에서 소금 결정내부의 불용성분을 포함한 물질들이 일부 소량 용출되는 과정에 기인한 것으로 판단되었다.



A: Con. B: 2005년산 C: 2008년산 D: 25W E: 7DH F: 180RH

그림 20. 전처리 후 Scanning electron micrographs(SEM)의 특성(x100)

(9) 유통 중의 품질 변화

불용분이 제거된 천일염의 저장 유통중의 조해성 등 품질 변화를 분석하기 위하여 포화염용액을 사용하여 상대습도가 42, 63, 71 및 93%로 유지되는 저장고내에서 저장하면서 품질 변화를 분석하였다. 상대습도 범위는 서울과 수원지역의 연평균 상대습도를 조사하여서 발생 빈도가 비교적 많은 조건을 기준(표 45, 표 46)으로 하여서 실험을 수행하였다. 서울지역의 가장 많은 습도범위는 60%대였으며 다음으로 50%, 40%, 70% 순으로 나타났다. 수원지역은 70, 60, 80% 순으로 나타나 서울지역과 다른 결과를 보였다. 포화염용액은 Rockland의 방법에 따라 상대습도가 약 41~93% 범위가 되는 염류를 선정하여 포화염용액을 제조하여 상대습도가 일정하게 유지되는 항습조내 평량병에 소금을 넣은 후 조해성 발생 여부를 측정하였다. 본 실험에 사용한 포화염용액 종류 및 상대습도 조건은 표 45와 같다.

표 45. 포화염용액 종류 및 상대습도 조건

시약명	상대습도
Calcium chloride 6H ₂ O	42%
Calcium nitrate 4H ₂ O	63%
Sodium chlorate	71%
Sodium sulfate 10 H ₂ O	93%

※ 서울, 수원 지역 상대습도 발생 빈도 참고

표 46. 2008 서울평균습도(%)

월 습도(%)	월												합	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0~19														0
20~29		2	2	2										6
30~39	8	7	3	2	3	1			1		2	2		29
40~49	11	8	3	14	5	3			2	3	5	8		62
50~59	4	9	9	5	8	5		6	4	7	11	8		76
60~69	4	3	9	4	10	9	6	11	15	15	7	7		100
70~79	2		3	3	4	9	10	8	5	4	6	5		59
80~89	2		1			2	13	5	3	2		1		29
90~99			1		1	1	2	1						6
100														0

표 47. 2008 수원평균습도(%)

월 습도(%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합
0~19													0
20~29													0
30~39	2	2	1	1	1								7
40~49	7	6	2	2	4	1			1		2	4	29
50~59	11	9	3	14	3	2			1	2	2	5	52
60~69	4	9	7	5	7	7		6	5	5	10	6	71
70~79	3	3	12	6	13	11	8	13	15	14	11	10	119
80~89	3		4	2	2	7	12	7	6	8	6	6	63
90~99	1		2		1	2	11	5	2	2			26
100													0

(10) 저장중의 온도 및 습도

실험기간중의 온도 및 상대습도는 thermocouple(T-type, OMEGA, USA)을 이용하여 측정을 하였다. 상대습도는 습도계(TR72S, JAP)에 연결된 자료수집장치(Datascan7327, U.K)를 이용하여 1시간 간격으로 수집하였다.

저장실험 기간 중 외기 온도는 21.16~26.26℃ 범위로 평균 23.60℃였으며, 상대습도는 40.33~88.27% 범위로서 변화의 폭이 크게 나타났으며 평균 48.58%를 나타냈다.

(11) 중량변화

유통 30일 경과 후 상대습도 42% 저장구는 초기에 비하여 중량이 비교적 적은 양이지만 다소 감소하는 결과를 보였다. 63% 저장구는 0.2~1.3% 범위에서 증가하였으며 71% 저장구는 2~4% 정도 증가하였다. 저장 20일 경과 후 93% 저장구는 9~19% 범위로 증가를 하였다.

처리구 중 탈수구의 무게 증가 폭이 다른 처리구에 비하여 비교적 높은 결과를 보였다. 93% 저장구에서는 가습처리구 150분과 180분이 중량 증가 폭이 가장 적게 나타났다.

표 48. 증량변화

시료명	원시료	(단위%)			
		42%	63%	71%	93%
Control	100	97.5	99.3	104.9	114.7
W	100	99.7	100.4	102.2	113.9
10W	100	99.9	101.2	102.4	111.1
20W	100	99.8	100.4	102.6	112.1
25W	100	100.0	100.7	102.0	109.5
30W	100	99.8	100.3	102.1	112.8
3DH	100	99.1	100.4	104.1	112.3
5DH	100	99.0	100.9	103.3	111.9
7DH	100	99.2	100.3	103.2	111.9
9DH	100	98.9	100.2	103.5	119.4
60RH	100	100.3	101.3	104.9	115.0
90RH	100	100.0	100.7	103.1	113.0
120RH	100	100.1	101.1	104.0	112.4
150RH	100	99.8	100.7	102.1	109.0
180RH	100	99.8	100.4	102.0	109.3

(12) 색상

저장 후 소금의 색상변화를 살펴보면 “L”값의 경우 모든 처리구에서 감소를 하였다. 가슴처리구의 경우 다른 구에 비하여 “L”값의 감소 폭이 모든 저장구에서 유의적으로 높게 나타났다. “a” 값은 42% 저장구에서는 증가하는 결과를 보였으며 63% 이상의 저장구에서는 가슴처리구를 제외하고 모두 감소하는 결과를 보였다. “b”값은 처리구 모두 다소 낮아지는 결과를 보였다. (표 49, 표 50, 표 51)

표 49. 색도 “L”값

	원재료	42%	63%	71%	93%
Cont.	73.28 (±1.31)	71.17 (±4.17)	61.21 (±2.18)	63.41 (±1.82)	58.37 (±0.25)
W	72.48 (±4.74)	75.98 (±0.33)	74.97 (±1.35)	74.63 (±2.32)	67.42 (±1.31)
10W	75.74 (±0.52)	76.02 (±0.66)	81.41 (±1.63)	73.45 (±1.68)	66.40 (±4.32)
20W	75.48 (±1.12)	72.56 (±2.42)	76.86 (±2.49)	74.79 (±1.06)	65.52 (±5.43)
25W	76.05 (±4.32)	74.60 (±1.33)	76.38 (±0.27)	73.15 (±1.39)	66.92 (±2.91)
30W	77.43 (±0.32)	77.77 (±1.34)	66.53 (±1.41)	74.45 (±1.79)	64.85 (±1.52)
3DH	77.11 (±0.42)	75.60 (±1.04)	75.50 (±0.25)	72.34 (±1.78)	64.86 (±3.66)
5DH	79.52 (±3.65)	68.17 (±3.10)	72.92 (±1.41)	73.47 (±0.89)	65.17 (±1.74)
7DH	80.76 (± 1.56)	73.27 (±1.10)	77.31 (±0.59)	74.11 (±1.20)	66.90 (±2.10)
9DH	77.92 (±1.60)	79.79 (±1.03)	78.14 (±0.97)	73.72 (±2.59)	58.59 (±2.53)
60RH	85.16 (±0.70)	71.98 (±0.95)	72.18 (±1.49)	66.78 (±2.45)	65.48 (±2.40)
90RH	78.50 (±0.97)	76.18 (±2.19)	73.24 (±1.15)	74.21 (±1.17)	66.63 (±2.46)
120RH	83.63 (±0.26)	75.07 (±0.91)	75.04 (±1.10)	74.02 (±0.34)	60.44 (±3.27)
150RH	78.02 (±2.38)	78.95 (±3.24)	74.20 (±1.35)	70.11 (±1.37)	66.27 (±1.47)
180RH	83.01 (±1.40)	73.56 (±3.57)	75.70 (±0.55)	73.02 (±1.21)	68.99 (±1.59)

표 50. 색도 “a” 값

	원재료	42%	63%	71%	93%
Cont.	0.56 (±0.04)	0.27 (±0.06)	-0.54 (±0.06)	0.01 (±0.04)	-0.09 (±0.01)
W	0.69 (±0.01)	0.85 (±0.08)	0.26 (±0.01)	0.01 (±0.01)	-0.06 (±0.01)
10W	0.66 (±0.03)	0.68 (±0.05)	0.16 (±0.01)	0.04 (±0.01)	-0.01 (±0.05)
20W	0.66 (±0.03)	0.81 (±0.05)	0.32 (±0.05)	0.01 (±0.01)	-0.04 (±0.08)
25W	0.74 (±0.06)	0.92 (±0.13)	-0.79 (±0.04)	0.05 (±0.04)	0.02 (±0.07)
30W	0.69 (±0.07)	0.84 (±0.12)	0.35 (±0.04)	0.05 (±0.05)	-0.03 (±0.02)
3DH	0.63 (±0.02)	0.72 (±0.03)	-0.93 (±0.02)	0.02 (±0.01)	-0.01 (±0.04)
5DH	0.67 (±0.05)	1.41 (±0.10)	-0.74 (±0.04)	0.01 (±0.04)	-0.03 (±0.02)
7DH	-2.09 (±0.14)	0.33 (±0.03)	-0.86 (±0.01)	0.03 (±0.02)	-0.02 (±0.03)
9DH	-1.90 (±0.12)	0.91 (±0.02)	-0.93 (±0.06)	0.06 (±0.01)	-0.02 (±0.03)
60RH	-2.07 (±0.10)	0.69 (±0.02)	-0.71 (±0.15)	0.08 (±0.02)	-0.06 (±0.04)
90RH	-1.89 (±0.08)	0.68 (±0.09)	-0.85 (±0.05)	-0.02 (±0.02)	-0.03 (±0.04)
120RH	-2.01 (±0.18)	0.74 (±0.06)	-0.89 (±0.03)	0.02 (±0.01)	0.02 (±0.04)
150RH	-1.97 (±0.07)	0.90 (±0.07)	0.31 (±0.02)	0.11 (±0.04)	0.06 (±0.02)
180RH	-1.84 (±0.08)	1.42 (±0.08)	0.29 (±0.01)	0.05 (±0.01)	-0.01 (±0.01)

표 51 색도 “b”값

	원재료	42%	63%	71%	93%
Cont.	1.56 (±0.35)	0.45 (±0.81)	0.77 (±0.50)	1.12 (±0.51)	0.35 (±0.27)
W	0.93 (±0.05)	-0.13 (±0.02)	-0.34 (±0.21)	0.83 (±0.21)	-0.03 (±0.03)
10W	1.10 (±0.07)	0.96 (±0.23)	-0.42 (±0.17)	0.99 (±0.29)	0.18 (±0.11)
20W	0.79 (±0.16)	0.38 (±0.43)	-0.28 (±0.36)	1.22 (±0.14)	0.47 (±0.30)
25W	0.84 (±0.11)	0.07 (±0.15)	-0.76 (±0.08)	1.01 (±0.18)	0.44 (±0.31)
30W	0.96 (±0.18)	-0.06 (±0.15)	0.24 (±0.08)	1.32 (±0.13)	0.18 (±0.18)
3DH	1.52 (±0.13)	0.58 (±0.13)	-0.81 (±0.26)	1.34 (±0.22)	0.61 (±0.31)
5DH	1.35 (±0.04)	0.50 (±0.70)	0.11 (±0.09)	1.57 (±0.11)	0.70 (±0.11)
7DH	1.05 (±0.21)	0.33 (±0.25)	-0.34 (±0.36)	1.50 (±0.16)	0.46 (±0.06)
9DH	0.89 (±0.24)	0.46 (±0.01)	-0.56 (±0.09)	1.24 (±0.02)	0.27 (±0.19)
60RH	1.14 (±0.02)	0.57 (±0.12)	-0.01 (±0.11)	1.47 (±0.04)	0.24 (±0.01)
90RH	0.79 (±0.17)	1.04 (±0.10)	-0.58 (±0.21)	0.96 (±0.08)	0.20 (±0.15)
120RH	1.22 (±0.01)	0.78 (±0.20)	-0.64 (±0.17)	1.04 (±0.03)	0.52 (±0.18)
150RH	0.78 (±0.10)	0.06 (±0.03)	0.91 (±0.17)	1.45 (±0.16)	0.76 (±0.34)
180RH	1.08 (±0.15)	0.88 (±0.13)	-0.21 (±0.29)	1.16 (±0.21)	0.33 (±0.06)

(13) 처리 조건별 경도 측정

상대습도가 비교적 높은 71%, 93% 저장구에서는 대조구와 처리구에 비하여 경도가 비교적 높게 유지되었으며 63%구와 42% 저장구는 처리구간의 경도 차이가 뚜렷이 나타나지 않았다.

표 52. 경도

	42%	63%	71%	93%
포화염용액				(단위g)
Cont.	3448.14	4201.51	1587.72	1536.24
9DH	3694.97	4342.92	4088.14	1702.18
90RH	3733.62	3113.69	3508.34	4264.61
180RH	2623.17	4013.51	2280.87	3273.82

(14) 처리 조건별 밀도 측정

저장 후 전처리 후의 소금의 밀도 변화를 Pycnometer를 사용하여 분석을 하였다. 그 결과를

살펴보면 상대습도가 높은 저장구일수록 초기에 비하여 밀도가 낮아지는 결과를 보였다. 상대 습도 71% 저장구의 경우 초기 대비 밀도 변화율을 살펴보면 가습처리구는 96% 범위, 탈수처리구는 95~96% 범위, 세정처리구는 97~98% 범위를 보였다. 93% 저장구에서는 가습처리구는 87~90% 범위, 탈수처리구는 82~86% 범위, 세정처리구는 88~90% 범위를 보였다. 이러한 결과는 소금이 수분을 흡수하여 용해 현상이 발생될 때 소금 결정이 부분적으로 용해되고 결정간의 응집 현상에 의한 결과로 사료된다. 이러한 결과는 소금의 조해성을 예측 할 때 활용이 가능 할 것으로 판단되었다.

표 53. 밀도

시료이름	원시료	(단위 : g/cc)			
		42%	63%	71%	93%
Cont.	1.987 (±0.005)	2.045 (±0.009)	1.997 (±0.003)	1.876 (±0.015)	1.717 (±0.005)
W	2.104 (±0.006)	2.086 (±0.007)	2.106 (±0.002)	2.094 (±0.010)	1.865 (±0.012)
10W	2.118 (±0.007)	2.080 (±0.010)	2.082 (±0.004)	2.064 (±0.012)	1.917 (±0.006)
20W	2.107 (±0.004)	2.096 (±0.010)	2.109 (±0.008)	2.075 (±0.014)	1.896 (±0.010)
25W	2.134 (±0.006)	2.089 (±0.011)	2.113 (±0.007)	2.091 (±0.012)	1.942 (±0.004)
30W	2.151 (±0.013)	2.089 (±0.012)	2.117 (±0.006)	2.121 (±0.010)	1.869 (±0.017)
3DH	2.132 (±0.016)	2.090 (±0.007)	2.098 (±0.006)	2.024 (±0.007)	1.852 (±0.007)
5DH	2.125 (±0.006)	2.095 (±0.008)	2.094 (±0.007)	2.008 (±0.020)	1.857 (±0.028)
7DH	2.111 (±0.012)	2.103 (±0.007)	2.075 (±0.006)	2.018 (±0.014)	1.876 (±0.021)
9DH	2.111 (±0.011)	2.094 (±0.007)	2.095 (±0.007)	2.035 (±0.006)	1.742 (±0.017)
60RH	2.119 (±0.006)	2.100 (±0.008)	2.088 (±0.010)	2.041 (±0.013)	1.855 (±0.008)
90RH	2.135 (±0.006)	2.104 (±0.006)	2.101 (±0.008)	2.060 (±0.029)	1.894 (±0.011)
120RH	2.111 (±0.006)	2.113 (±0.006)	2.097 (±0.007)	2.022 (±0.007)	1.918 (±0.024)
150RH	2.151 (±0.006)	2.108 (±0.003)	2.082 (±0.006)	2.081 (±0.011)	1.894 (±0.011)
180RH	2.149 (±0.007)	2.119 (±0.005)	2.094 (±0.007)	2.075 (±0.011)	1.888 (±0.008)

(15) 관능 결과

표 54은 전처리한 소금과 생산연도별 소금의 조해성을 관능검사한 결과이다. 상대습도가 비교적 낮은 42%구와 63% 그리고 71% 저장구 모두 세정처리구와 가습처리구가 탈수처리구와

숙성소금 보다 모두 우수한 결과를 보였다. 93% 저장구에서는 처리구간의 차이가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 3년 이상 숙성기간을 거친 소금 보다 전처리과정을 거친 소금의 조해성이 적게 나타난 결과이다.

표 54. 조해성 관능검사 결과

상대습도 처리구	93%	71%	63%	42%
Control	8.61 ^c	8.65 ^c	7.65 ^c	6.21 ^b
9DH	8.12 ^c	7.14 ^{bc}	6.78 ^b	5.44 ^b
30W	7.98 ^c	5.21 ^b	4.68 ^a	2.49 ^a
180RH	7.11 ^c	5.34 ^b	4.88 ^a	2.78 ^a
2005년산	8.49 ^c	8.49 ^c	7.90 ^c	3.99 ^b
2007년산	8.58 ^c	7.89 ^c	7.76 ^b	4.56 ^b

^{abc} column내에서 같은 alphabet은 같은 수준임

* **, *** 시료가 p=0.05, 0.01, 0.001수준에서 유의적인 차이가 있음

1: good 9: bad

(16) 밀도

'05년, '07년 71% 저장구는 95~98%, 93% 저장구는 85~87% 값을 보였다. 71% 처리구에서 30% 세정처리구의 밀도 변화폭이 가장 적게 나타났으며 93% 저장구에서는 180분 가습처리구가 비교적 적은 밀도 변화를 보였다. 밀도 변화폭이 적은 처리구가 관능검사 결과도 우수한 것으로 나타나 밀도와 관능검사 결과가 유의적인 관계가 있을 것으로 사료되었다.

표 55. 밀도변화

시료이름	(단위:g/cc)				
	원시료	93%	71%	63%	42%
Cont.	1.987 (±0.005)	1.717 (±0.005)	1.876 (±0.015)	1.997 (±0.003)	2.045 (±0.009)
9DH	2.111 (±0.011)	1.742 (±0.017)	2.035 (±0.006)	2.095 (±0.007)	2.094 (±0.007)
30W	2.151 (±0.013)	1.869 (±0.017)	2.121 (±0.010)	2.117 (±0.006)	2.089 (±0.012)
180RH	2.149 (±0.007)	1.888 (±0.008)	2.075 (±0.011)	2.094 (±0.007)	2.119 (±0.005)
2005년산	2.012 (±0.016)	1.751 (±0.006)	1.926 (±0.006)	2.048 (±0.008)	2.044 (±0.008)
2007년산	1.994 (±0.006)	1.705 (±0.005)	1.957 (±0.013)	2.041 (±0.007)	2.064 (±0.009)

2. 세정 온도에 따른 품질

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2010년도 6월에 생산한 시료를 사용하였다. 시료는 시료 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 실험을 하였다. 실험은 세정수의 온도에 따른 소금의 품질 변화를 분석하였다. 각 처리구별 처리조건은 다음과 같다.(표 56) 세정 처리 온도는 5, 10, 17.5, 20, 25 및 30℃ 조건에서 실험을 하였다.

실험 결과 세정 온도에 따른 염화나트륨의 감소는 20℃ 이상의 조건에서 다소 높은 감소율을 보였다. 총 염소의 경우 10~20℃ 범위에서 비교적 높은 값을 보였고 이와 반대로 불용분의 함량은 비교적 낮은 결과를 보였다. 황산이온의 감소도 불용분의 경우와 유사한 결과를 보였다.

표 56. 세정온도에 따른 품질특성

unit % (dry basis)

	수분	NaCl	불용분	총염소	황산이온	사분
con.	11.75 (±0.16)	93.03 (±0.07)	0.128 (±0.004)	58.74 (±0.03)	0.33 (±0.01)	0.45 (±0.01)
5도	5.63 (±0.06)	92.56 (±0.21)	0.109 (±0.005)	59.08 (±0.47)	0.15 (±0.00)	0.67 (±0.01)
10도	4.24 (±0.02)	91.89 (±0.31)	0.115 (±0.002)	61.53 (±0.12)	0.15 (±0.01)	0.57 (±0.01)
17.5도	4.52 (±0.03)	90.06 (±3.71)	0.122 (±0.002)	61.79 (±0.32)	0.12 (±0.02)	0.57 (±0.01)
20도	4.91 (±0.03)	84.76 (±0.24)	0.110 (±0.001)	61.18 (±0.24)	0.15 (±0.01)	0.57 (±0.01)
25도	5.40 (±0.10)	87.57 (±0.19)	0.131 (±0.001)	61.13 (±0.17)	0.19 (±0.01)	0.49 (±0.02)
30도	6.91 (±0.13)	90.63 (±0.47)	0.113 (±0.002)	59.51 (±0.33)	0.18 (±0.00)	0.48 (±0.03)

표 57. 세정온도에 따른 소금의 색상

	L값	a값	b값
con.	77.74 (±0.37)	-0.40 (±0.01)	0.94 (±0.00)
5도	76.74 (±0.04)	-0.23 (±0.03)	0.82 (±0.01)
10도	81.01 (±1.24)	-0.23 (±0.01)	0.94 (±0.06)
17.5도	80.81 (±1.03)	-0.19 (±0.01)	0.97 (±0.03)
20도	80.97 (±0.15)	-0.19 (±0.01)	0.91 (±0.01)
25도	78.25 (±1.04)	-0.28 (±0.03)	0.92 (±0.07)
30도	80.14 (±0.33)	-0.26 (±0.01)	0.87 (±0.02)

표.58 세정온도에 따른 소금의 수율 (%)

	처리 전	가습	세정	탈수	건조
5도	100 (±0.00)	97.97 (±0.10)	101.56 (±1.56)	87.49 (±1.81)	87.70 (±1.83)
10도	100 (±0.00)	95.14 (±0.27)	92.71 (±0.48)	81.51 (±0.80)	82.44 (±0.78)
17.5도	100 (±0.00)	96.73 (±0.32)	89.94 (±2.63)	79.24 (±1.25)	80.67 (±0.01)
20도	100 (±0.00)	95.97 (±0.04)	86.16 (±2.12)	78.09 (±2.55)	77.97 (±2.56)
25도	100 (±0.00)	98.14 (±0.25)	94.26 (±1.07)	82.96 (±1.88)	81.96 (±1.88)
30도	100 (±0.00)	97.05 (±0.05)	96.00 (±1.67)	84.57 (±1.83)	83.49 (±1.59)

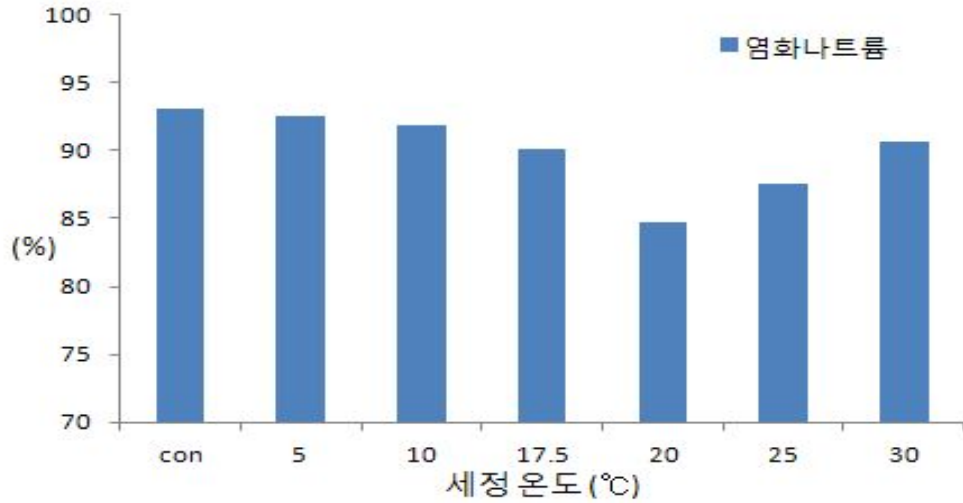


그림 21. 세정온도에 따른 소금의 염화나트륨(NaCl) 함량(%)

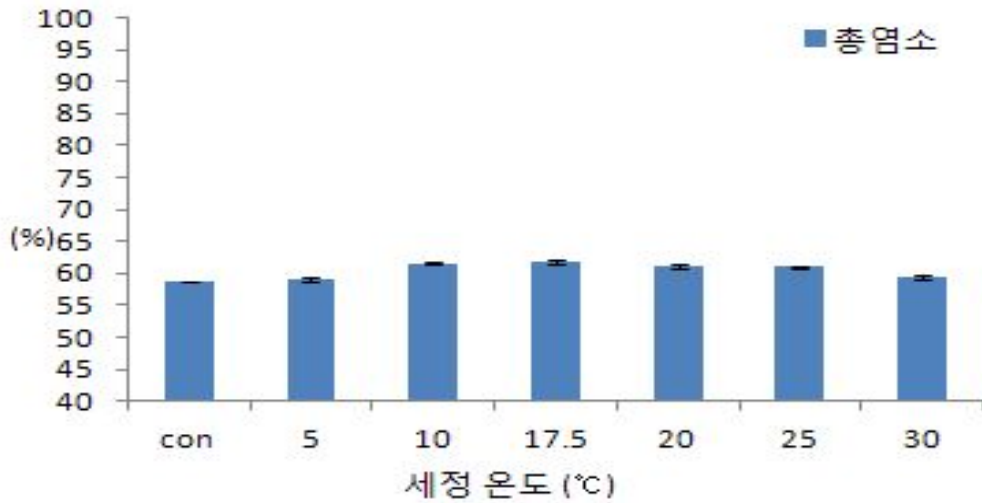


그림 22. 세정온도에 따른 소금의 총염소 함량(%)

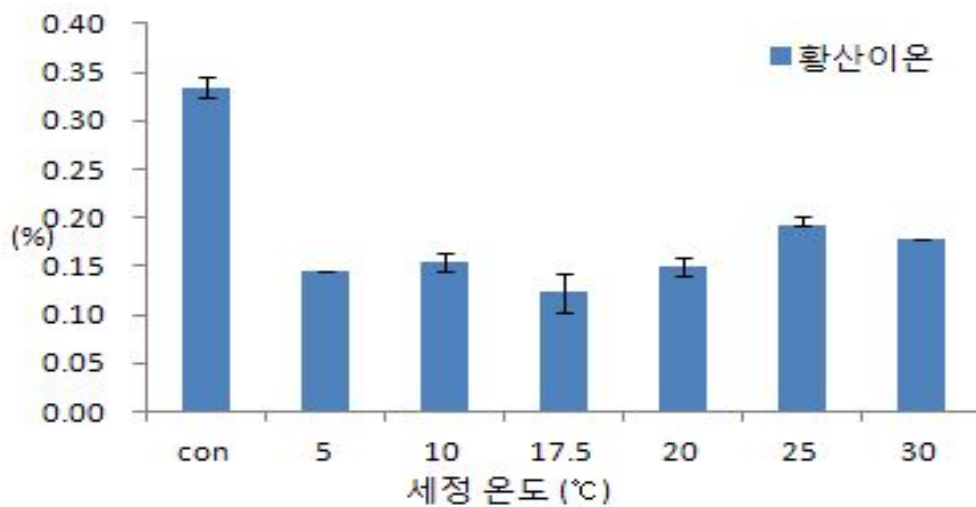


그림 23. 세정온도에 따른 소금의 황산이온 함량(%)

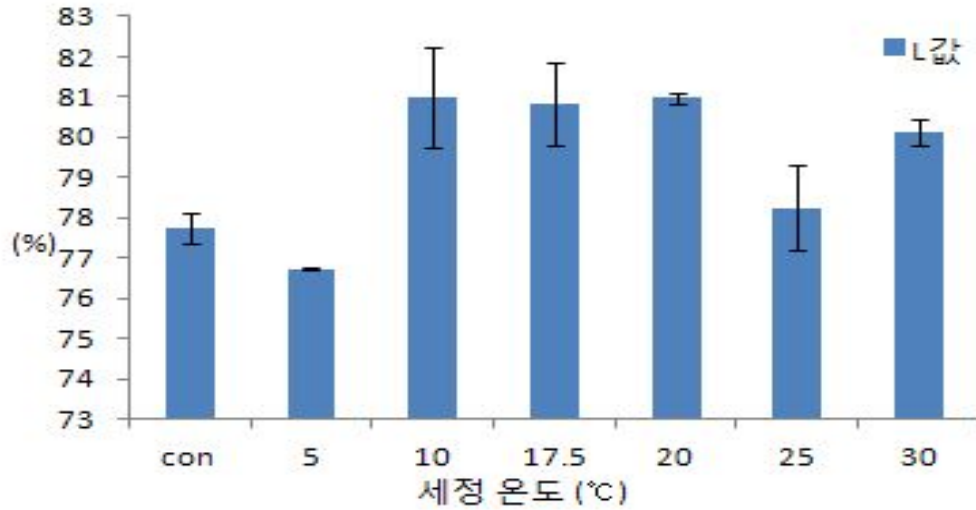


그림 24. 세정온도에 따른 소금의 색상(L값)

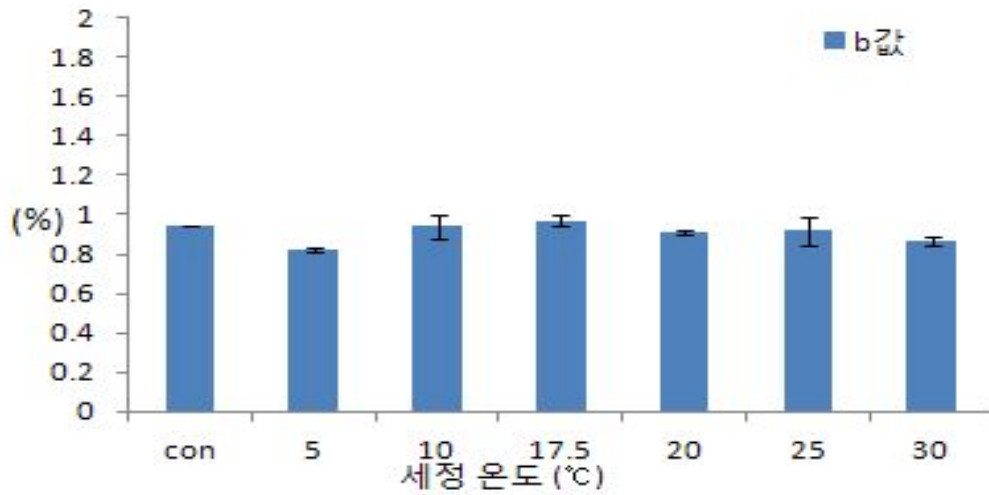


그림 25. 세정온도에 따른 소금의 색상(b값)

표 59. 세정소금에 따른 소금의 색상 변화 (L값)

세정소금 열처리온도	Con	5	10	17.5	20	25	30
40	69.92 (±1.09)	69.20 (±1.33)	67.64 (±0.50)	70.64 (±0.29)	73.56 (±0.22)	66.11 (±1.54)	71.05 (±0.55)
60	70.08 (±0.89)	69.63 (±0.37)	69.08 (±0.60)	69.66 (±0.46)	75.58 (±0.14)	72.17 (±1.20)	69.23 (±1.59)
100	69.24 (±0.27)	67.49 (±0.55)	64.31 (±0.96)	66.41 (±0.25)	67.18 (±0.45)	66.71 (±1.33)	66.14 (±0.37)
150	66.82 (±0.48)	66.43 (±0.72)	65.76 (±0.06)	69.73 (±1.98)	71.09 (±0.87)	69.87 (±0.91)	69.17 (±0.67)
200	67.96 (±1.21)	68.79 (±0.28)	69.94 (±1.16)	68.51 (±0.93)	68.13 (±0.95)	70.96 (±1.14)	66.64 (±0.64)

표 60. 세정소금의 색상 변화 (a값)

세정소금 열처리온도	Con	5	10	17.5	20	25	30
40	-0.41 (±0.04)	-0.19 (±0.01)	-0.32 (±0.03)	-0.20 (±0.02)	-0.36 (±0.03)	-0.23 (±0.01)	-0.35 (±0.03)
60	-0.19 (±0.07)	-0.36 (±0.01)	-0.20 (±0.01)	-0.21 (±0.05)	-0.25 (±0.02)	-0.26 (±0.03)	-0.14 (±0.02)
100	-0.26 (±0.03)	-0.28 (±0.02)	-0.21 (±0.05)	-0.28 (±0.01)	-0.28 (±0.09)	-0.36 (±0.02)	-0.18 (±0.01)
150	-0.31 (±0.08)	-0.39 (±0.07)	-0.39 (±0.09)	-0.37 (±0.04)	-0.32 (±0.04)	-0.42 (±0.01)	-0.47 (±0.03)
200	-0.12 (±0.01)	0.06 (±0.03)	-0.16 (±0.03)	-0.19 (±0.03)	-0.23 (±0.02)	-0.29 (±0.01)	-0.01 (±0.03)

표 61. 세정소금의 색상 변화 (b값)

세정소금 열처리온도	Con	5	10	17.5	20	25	30
40	0.74 (±0.06)	0.45 (±0.02)	0.52 (±0.10)	0.55 (±0.03)	0.50 (±0.07)	0.45 (±0.08)	0.61 (±0.03)
60	0.97 (±0.03)	0.62 (±0.07)	0.50 (±0.09)	0.58 (±0.13)	0.59 (±0.01)	0.63 (±0.04)	0.46 (±0.04)
100	0.71 (±0.02)	0.22 (±0.03)	0.27 (±0.06)	0.27 (±0.01)	0.46 (±0.12)	0.32 (±0.05)	0.41 (±0.02)
150	4.45 (±0.16)	1.54 (±0.09)	1.49 (±0.07)	1.72 (±0.01)	1.70 (±0.04)	1.51 (±0.09)	1.58 (±0.03)
200	4.72 (±0.15)	6.13 (±0.24)	3.80 (±0.17)	4.14 (±0.12)	4.02 (±0.13)	3.44 (±0.09)	4.88 (±0.06)

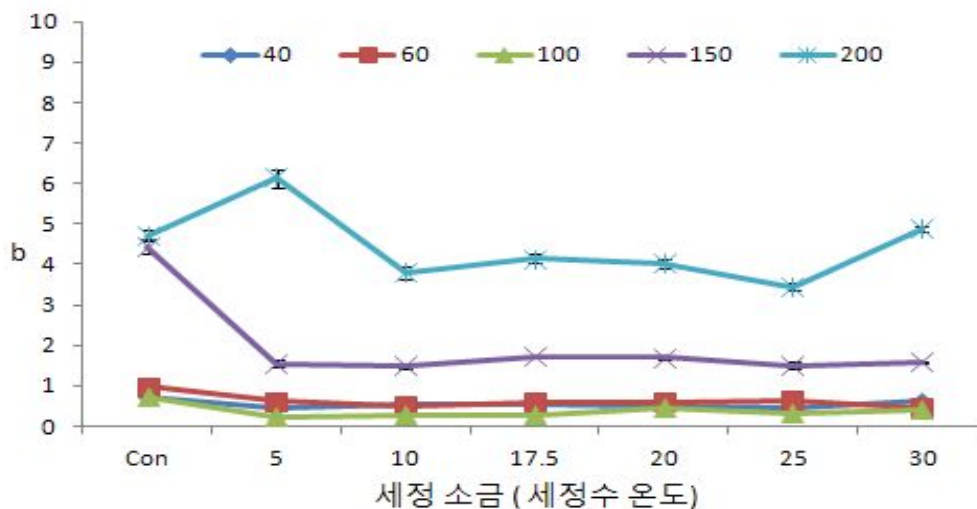


그림 26. 세정소금에 따른 소금의 색상 변화 (b값)

3. 소금의 짠맛 관능검사

가. 재료 및 방법

(1) 한계값과 짠맛의 정도

세정수 온도 (5, 10, 17.5, 20, 25, 30°C)에 따라 처리하여 제조된 소금과 세정 전 소금(control)의 절대 한계값(absolute threshold)을 측정하였다. 한계 값 측정을 위해 제시된 농도(g/L)는 표 62에 있다. 또한 세정수 온도 (5, 10, 17.5, 20, 25, 30°C)에 따라 처리하여 제조된 소금시료의 0.1% (건물 기준, 1g/L) 농도에서의 짠맛 정도를 크기추정(magnitude estimation)방법에 의해 세정 전 소금(control)의 짠맛과 비교하여 측정하였다.

표 62. 본 실험에 사용된 한계 값 측정을 위한 소금용액 농도

Level	g/L	mole concentration
1	0.058	0.001
2	0.234	0.004
3	0.467	0.008
4	0.701	0.012
5	0.934	0.016
6	1.168	0.020
7	1.402	0.024
8	1.635	0.028
9	1.869	0.032

(2) 패널 및 검사환경

본 실험에 참가한 패널은 한국식품연구원에 근무하며, 관능검사에 관심과 경험이 있으며, 본 연구과제와 관련이 없는 20-40세의 29명의 연구원이었다. 패널요원들은 소금용액의 한계값 및 0.1% 짠맛 강도를 그림 28의 칸막이가 설치된 개별booth에서 측정하였다.



그림 27. 관능검사

(3) 한계값(Threshold) 측정방법

세정수 온도 (5, 10, 17.5, 20, 25, 30°C)에 따라 처리하여 제조된 소금과 세정전 소금(control)을 표 62의 농도에 따라 제조하여 패널들에게 비교시료(증류수)와 맛이 다른지 여부를 평가하도록 하였다. 이때 사용한 검사지는 Appendix 1에 있다. 농도별 시료는 일회용 종이컵(4.3 x 5.0 cm 지름 x 높이, 흰색 플라스틱)에 약 30 ml씩 담아 제시하였다. 패널요원은 비교시료(증류수)와 표 62에 기술된 농도의 시료가 같은지 혹은 다른지를 평가하도록 하였다. 시료는 낮은 농도부터 높은 농도 순으로 제시하였으며, 시료 중간에 시료이외에 비교시료(증류수)를 시료로서 제시하여 차이 여부를 평가하도록 하였다. 두 번(농도)이상 옳은 답을 하였을 경우에 그 패널요원의 한계값으로 하였다.

(4) 짠맛의 강도측정

짠맛의 강도는 magnitude estimation 방법에 의해 처리구별 0.1% 소금용액의 짠맛 정도를 측정하였다. 시료제시순서는 실험의 객관화를 위해 랜덤화하였으며, 시료는 세자리 무작위 수를 달아 제시하였다. 짠맛의 강도측정을 위한 검사지는 Appendix 2에 있다.

(5) 자료분석

각 처리구별 한계값은 대조구의 한계값과 차이를 분석하였으며, 각 처리구별 짠맛의 차이여부는 패널요원간 평가값의 변이를 없애기 위해 기하학적 평균을 이용하여 표준화한 후(Stone and Side, 2004) 분산분석을 수행하였다. 자료의 통계적 분석은 XLstat (2011)을 사용하여 수행하였다.

나. 결과 및 고찰

세정 처리구 중 5°C와 25°C 처리구 소금의 한계값이 대조구보다 낮게($p=0.05$) 나타났다. 즉, 5°C와 25°C 처리구의 경우 맛을 나타내는 농도가 대조구 시료에 비해 낮음을 보여주고 있다. 즉, 적은 양으로 강한 짠맛을 낼 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

표 63. 세정수 온도를 달리하여 제조한 소금과 세정전 소금의 한계값

Variable	한계 농도 ¹ (gram/1000cc)	Std. deviation
Control	0.570	0.399
5°C 처리구	0.367	0.303
10°C 처리구	0.568	0.439
17°C 처리구	0.552	0.480
20°C 처리구	0.437	0.332
25°C 처리구	0.369	0.276
30°C 처리구	0.510	0.383

¹ 29명 패널의 평균 한계농도

세정수 온도를 달리하여 제조한 소금과 세정전 소금의 표준화된 짠맛 강도는 표 64에 있다. 분산분석 결과 세정수 온도를 달리하여 제조한 소금과 세정 전 소금(control)은 0.1% 농도에서 짠맛의 차이는 없는 것으로 나타났다 ($p=0.05$).

본 결과는 통계적으로 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났으나, 전반적으로 세정한 소금의 짠맛 강도는 control에 비해 다소 높은 경향을 보여주었다. 현재 본 실험은 단지 29명의 패널을 대상으로 한 0.1% 농도에서의 결과임을 감안할 때, 좀 더 넓은 농도 영역에서의 좀 더 많은 패널을 대상으로 한 확인 실험이 필요하다고 판단된다.

표 64. 세정수 온도를 달리하여 제조한 소금과 세정전 소금의 짠맛 강도

Variable	Minimum	Maximum	Mean ¹	Std. deviation
Control	0.641	1.317	0.945	0.140
5℃ 처리구	0.527	1.417	1.019	0.151
10℃ 처리구	0.773	1.449	1.025	0.139
17℃ 처리구	0.709	1.390	1.006	0.131
20℃ 처리구	0.781	1.383	1.028	0.116
25℃ 처리구	0.658	1.485	1.003	0.143
30℃ 처리구	0.744	1.383	1.037	0.110

¹ 29명 각 패널의 짠맛 평균값; magnitude estimation에 의해 측정된 짠맛 정도는 0.1% 농도에서 측정하였으며, 각 패널별 기하학적 평균에 의해 표준화한 짠맛 강도

이름 _____ 소속/전화번호 _____ 날짜 _____

한계값 측정

각 시료를 평가하시기 전에 물로 입가심을 하십시오. 제시된 왼쪽의 시료부터 순서대로 맛보신 후 제시된 999 시료와 같은지 혹은 다른지 여부를 검사지에 표시(O)해 주세요. 참고로 시료 999는 아무 것도 첨가하지 않은(아무 맛이 없는) 증류수입니다.

시료의 맛이 999와 확연히 달라 구체적으로 무슨 맛인지 인지하시는 경우, 마련된 의견란에 그 맛이 무엇인지 기입해 주세요.

순서	시료번호	시료 999와 비교하여		의견
		같다	다르다	
1	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____
4	_____	_____	_____	_____
5	_____	_____	_____	_____
6	_____	_____	_____	_____
7	_____	_____	_____	_____
8	_____	_____	_____	_____
9	_____	_____	_____	_____
10	_____	_____	_____	_____
11	_____	_____	_____	_____

평가해 주셔서 감사합니다 ☺

그림 28. 한계값 측정을 위한 검사지

이름 _____ 소속/전화번호 _____ 날짜 _____

짠맛의 정도 측정

각 시료를 평가하시기 전에 물로 입가심을 하십시오. 제시된 왼쪽의 시료 R을 맛보신 후, R 시료의 짠맛 정도를 '1000' 이라 하였을 때 다음 시료를 왼쪽부터 맛을 보고 짠맛의 정도를 수치로 표현해 주십시오.

순서	시료번호	짠맛의 정도
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____
6	_____	_____

평가해 주셔서 감사합니다 ☺

그림 29. 짠맛의 정도 측정을 위한 검사지

4. 숙성소금의 유통 중 품질 변화

가. 중량변화

유통 30일 경과 후 상대습도 42% 저장 구는 초기에 비하여 중량이 1.7~4.2% 범위로 감소를 하였다. 63% 저장 구는 0.27~0.7% 범위에서 감소하였다. 71% 저장 구는 2.4~4.9% 증가하였으며 저장 20일 경과 후 93% 저장 구는 13.0~17.1% 범위로 큰 증가를 보였다. 숙성연도가 오래된 소금 일수록 동일 상대습도에서 무게의 변화 폭이 비교적 적게 나타났다. (표 65)

표 65. 중량변화

시료명	원시료	(단위%)			
		42%	63%	71%	93%
09년 6월	100	97.5	99.3	104.9	114.7
2003년산	100	98.3	99.0	101.9	113.0
2004년산	100	97.1	98.8	102.8	115.5
2005년산	100	97.3	99.1	104.5	113.8
2007년산	100	95.5	97.1	102.5	115.9
2008년산	100	95.8	97.3	102.4	117.1

나. 색상

상대습도 조건에 따른 저장 후 소금의 색상변화를 살펴보면 "L"값의 경우 모든 처리구에서 감소를 하였다. 대조구에 비하여 숙성기간이 오래된 소금 변화폭이 비교적 적게 나타났다. "a" 값은 상대습도가 높아질수록 감소하는 결과를 보였으며 2003, 2004, 2005년산 소금의 경우 변화 폭이 비교적 크게 나타났다. "b"값의 경우에도 감소하는 결과를 보였으며 숙성기간이 짧은 소금의 변화폭이 모든 저장구에서 비교적 크게 나타났다.

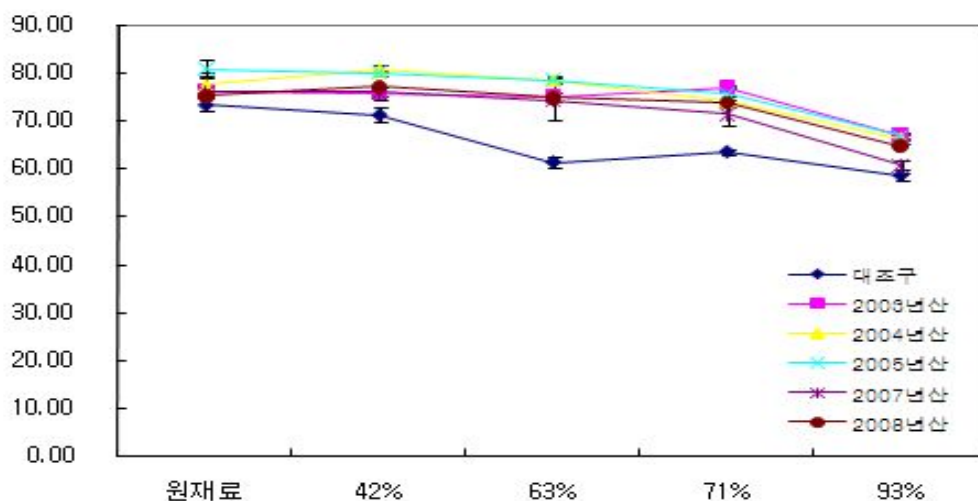


그림. 30. "L" 값의 변화

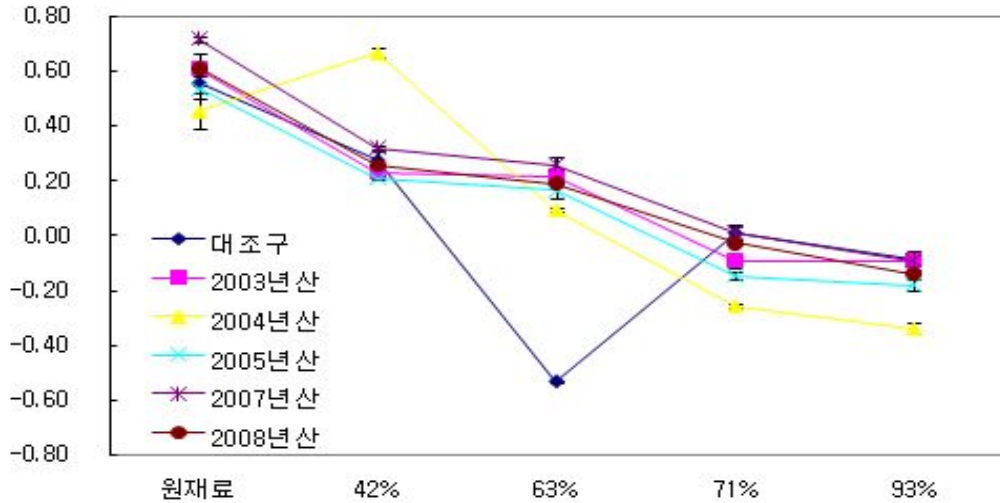


그림. 31. "a"값의 변화

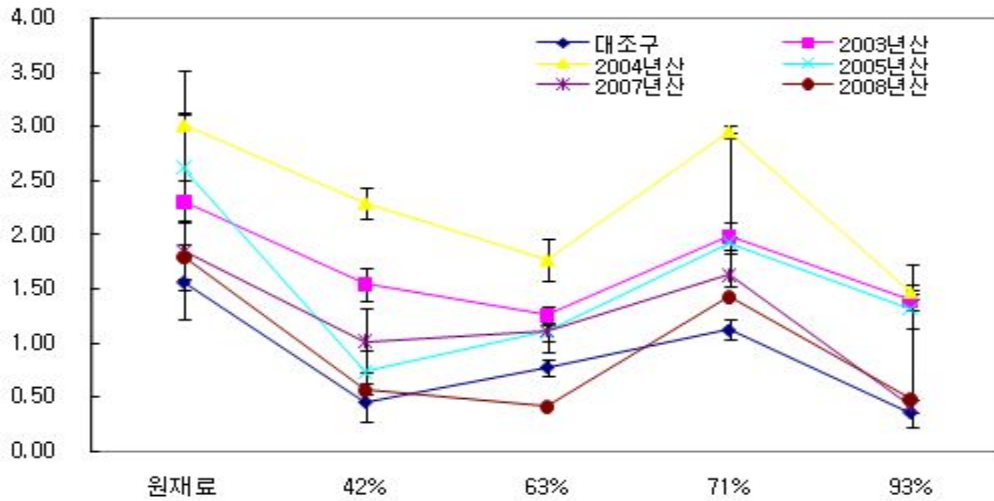


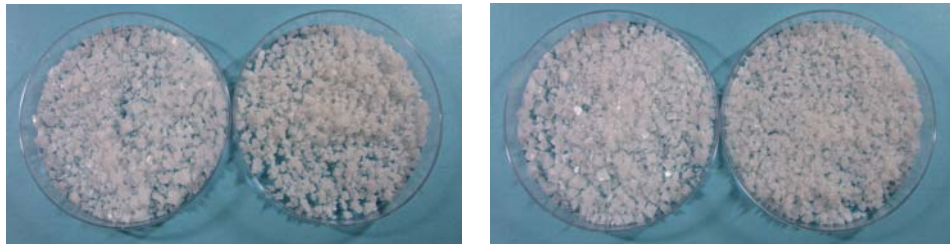
그림. 32. "b"값의 변화

5. 포화염 용액 저장 후의 품질변화

그림 33은 저장 후의 결정 형태를 촬영한 결과이다. 상대습도가 높을수록 소금의 결정형태가 용해되는 형태가 비교적 뚜렷이 나타났으며 처리구간에는 가습처리구의 결정형태가 다른 처리구에 비하여 비교적 우수한 결과를 보였다. 그림 34,35는 저장 후 소금의 형태를 촬영한 사진이다. 93%와 71% 저장구 모두 가습처리구가 대조구에 비하여 조해 현상이 적게 발생한 것을 확인 할 수 있었다. 가습처리구와 '05년산 소금의 경우에서도 가습처리구의 색상과 흡습 정도가 더 적게 발생한 것을 확인 할 수 있었다.

	93%			71%			63%	
09년 6월			09년 6월			09년 6월		
05년산			05년산			05년산		
07년산			07년산			07년산		
9DH			9DH			9DH		
90RH			90RH			90RH		
180RH			180RH			180RH		

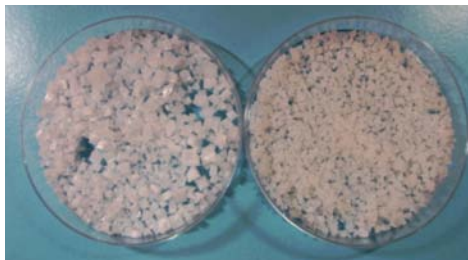
그림. 33. 저장 후의 소금 결정 형태



A: 180RH B: 대조구
(습도 93%, 20일 경과)

A: 180RH B: 대조구
(습도 71%, 20일 경과)

그림. 34. 습도 93%와 71%에서의 저장 모습



A: 180RH B: '05년산
(습도 93%, 20일 경과)

그림. 35. 저장후 사진

제 4절 천일염의 건조특성 및 박층건조모델

1. 천일염의 건조 특성

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2009년도 6월에 생산한 시료를 사용하였다. 시료는 시료 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 실험을 하였다.

가 재료 및 방법

실험장치는 그림 36과 같이 공기조화장치, 공기충만실, 건조실, 송풍기, 온·습도 측정장치, 중량측정장치 및 시료대 등으로 구성하였다(Kim et al., 2004). 공기조화장치(MTH4100, SANYO, UK)는 온도 $-45\sim 105^{\circ}\text{C}(\pm 0.3^{\circ}\text{C})$, 상대습도 $0\sim 99\%(\pm 2.5\%)$ 범위의 공기를 발생할 수 있으며, 조성된 공기는 상부에 설치된 송풍기에 의해 공기충만실과 건조실로 이송되며, 건조실을 통과한 공기는 다시 공기조화장치로 되돌아가도록 구성하였다. 건조실내에 온도(Thermocouple, T type, OMEGA, USA) 및 상대습도(HMP45D, VAISALA, Finland)센서를 설치하였으며, 측정된 온·습도는 주 제어장치로 전송되어 공기조화장치를 제어하도록 하였다. 건조실은 직경 28cm, 높이 40cm의 원통형으로 하부에 정류격자를 설치하여 공기분포가 일정하도록 하였다. 건조실 내의 풍속은 하부 10지점에 대하여 풍속계(ANO6141, KANOMAX, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 평균 0.7m/s로 나타났다. 다공판으로 구성된 직경 30cm의 원통형 시료대에 천일염을 박층으로 퇴적하고, 시료대 상부에 설치된 전자저울(LC4200, SARTORIUS, GER)과 자료수집장치(7327, DataScan, UK)을 이용하여 시료의 무게 변화를 측정하여 PC에 기록하였다. 실험 시작 후 20분 간격으로 1분 동안 6회 무게를 측정하여 평균값을 기록하였으며, 함수율이 0.2에 도달할 때까지 건조를 수행하였다. 건조온도는 35°C , 45°C , 55°C 및 65°C 의 4수준, 상대습도는 30% 및 50%의 2수준에 대하여 3회 반복 실험을 하였다.

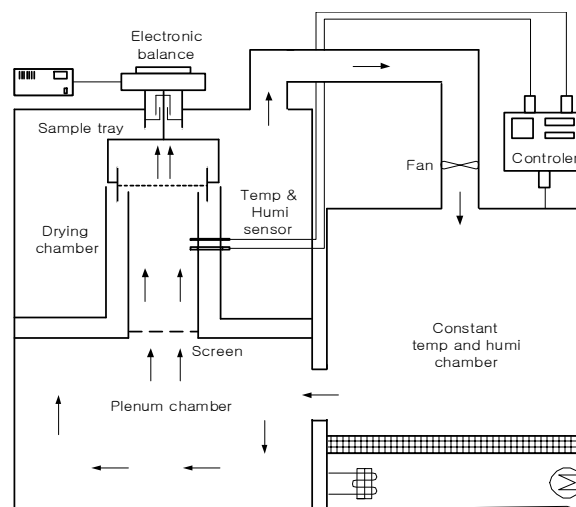


그림 36. 건조공기 흐름 및 측정개략도



그림 37. 실험장치 모습

천일엽 박층건조모델을 결정하기 위하여 정확도와 이용 편의성이 우수한 4개의 건조모델을 선정하였다(Keum 등, 1997). Lewis의 Newton 냉각법칙을 이용한 건조모델, Page의 옥수수 박층건조실험에 적용한 모델, Henderson의 수분확산법칙 해에 기초한 건조 모델, Thompson의 건조모델을 선정하였으며, 이들 모델들은 다음의 식 (1)~(4)와 같다. 천일엽의 건조특성을 예비 실험 결과 곡물의 건조곡선과 유사한 경향이어서, 다음과 같은 모델을 사용하였다.

$$\text{Lewis 모델 : } MR = \exp(-k_1 \cdot t) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Page 모델 : } MR = \exp(-P \cdot t_0^Q) \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{축소수분확산모델 : } MR = A \exp(-k_2 \cdot t) \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Thompson 모델 : } t = A \cdot \ln(MR) + B \cdot (\ln MR)^2 \dots\dots\dots (4)$$

여기서, $MR(t) = \frac{M(t) - M_e}{M_o - M_e}$: 함수비

$M(t)$: 함수율(dec,d.b.)

M_e : 평형함수율(dec,d.b.)

M_o : 초기함수율(dec,d.b.)

t : 건조시간(hr) t_0 : 건조시간(min)

A, B, k_1, k_2, P, Q : 실험상수

함수율비의 실험치를 모델에 적합시켜 SAS의 비선형 회귀분석 프로그램을 이용하여 실험상수를 결정하였다. 건조모델의 실험상수 A, B, k_1, k_2, P 및 Q 는 건조온도와 상대습도의 함수로 가정하고 다음의 식으로 설정하였다.

$$A, B, k_1, k_2, P, Q = a_0 + a_1(T_0) + a_2(RH_0) + a_3(T_0)^2 + a_4(T_0 \cdot RH_0) \dots\dots\dots (5)$$

여기서, a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 : 실험상수

T_0 : 건조온도(°C)

RH_0 : 상대습도(dec)

식 (5)에서 실험상수들의 조합은 SAS의 PROC STEPWISE를 이용하여 선정하였다. 함수율비

실험치와 모델에 의한 예측치 사이의 결정계수와 RMSE(Root Mean Square Error)를 모델의 검증에 이용하였다.

나 결과 및 고찰

상대습도 30%일 때 건조온도 별 건조시간에 따른 함수율비의 변화는 대부분 10분 이내에 완료되는 것으로 나타났으며, 이후로는 거의 변화가 없었다. 건조속도의 지표가 되는 반건조시간(MR=0.5에 이르는 시간)은 4분으로 대단히 빠르게 나타났다. 또한 상대습도 50%일 때 건조온도 별 건조시간에 따른 함수율비의 변화를 나타낸 건조특성은 15분 이내에 완료되는 것으로 나타났으며, 이후로는 미세하게 감소하는 경향이였다. 건조속도의 지표가 되는 반건조시간(MR=0.5에 이르는 시간)은 7분으로 대단히 빠르게 나타났다.

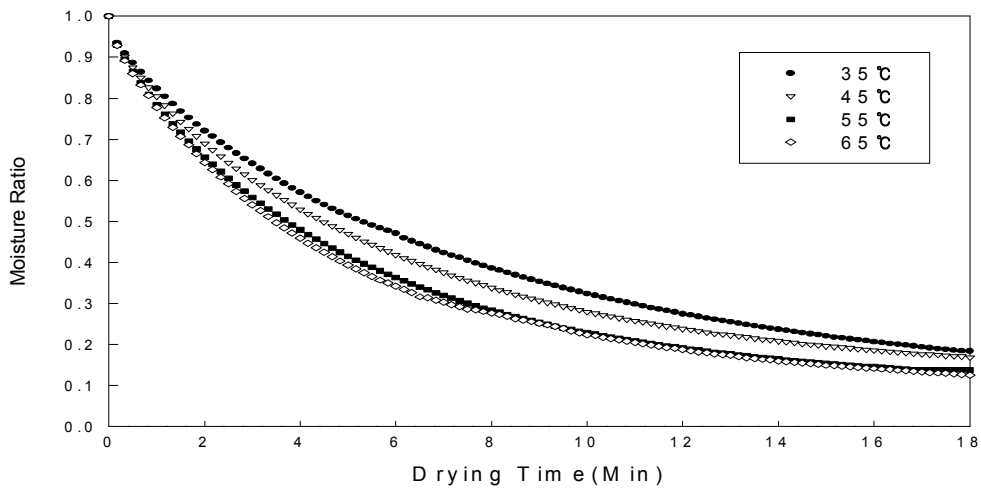


그림. 38. 천일염의 건조온도별 건조시간에 따른 함수율 변화(상대습도 30%)

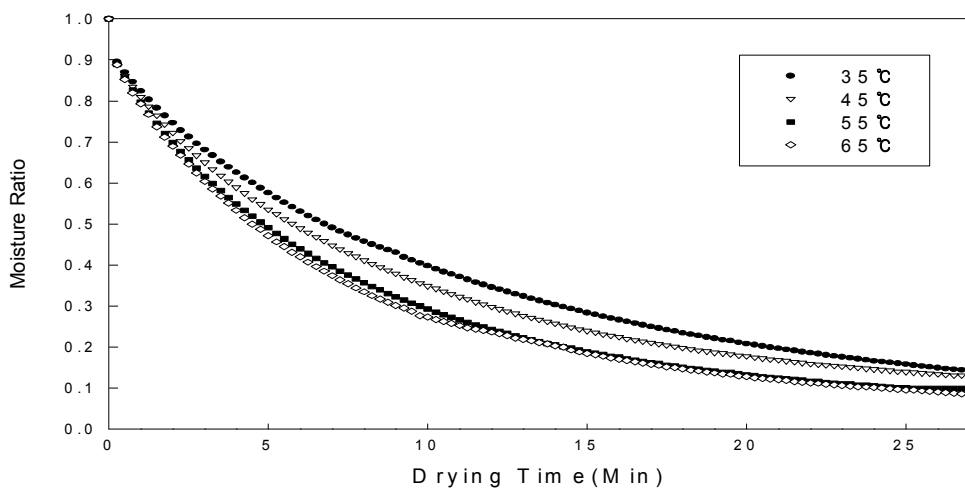


그림. 39. 천일염의 건조온도별 건조시간에 따른 함수율비(상대습도 50%)

Lewis, Page, 축소수분확산모델 및 Thompson모델의 실험상수 결정은 SAS(Ver. 6.12)의 비선형 회귀분석을 이용하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

- Lewis모델

$$MR = \exp(-k_2 \cdot t)$$

$$k_2 = -0.3589 + 0.00478 \cdot RH + 0.05891 \cdot RH^2 - 0.07786 \cdot T \cdot RH$$

- Page모델

$$MR = \exp(-P \cdot t^Q)$$

$$P = 10.5698 + 0.0145314 \cdot T + 0.045512 \cdot RH - 0.0045 \cdot T^2 + 0.05020 \cdot T \cdot RH$$

$$Q = 0.36895 + 0.51558 \cdot T + 0.002258 \cdot T^2 - 0.00044 \cdot RH^2 - 0.05895 \cdot T \cdot RH$$

- 지수모델

$$MR = A \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$$

$$A = 5.9985 + 0.00437 \cdot T + 0.00616 \cdot RH - 0.00321 \cdot T \cdot RH$$

$$k_1 = -0.6989 + 0.01874 \cdot T - 0.00221 \cdot RH - 0.00558 \cdot T^2$$

- Thompson모델

$$t = B \cdot \ln(MR) + C \cdot (\ln MR)^2 \dots\dots\dots(4-4)$$

$$B = -6.7736 + 0.33665 \cdot RH - 0.00082 \cdot T^2 + 0.00029 \cdot RH^2 - 0.00019 \cdot T \cdot RH$$

$$C = 0.4469 - 0.66987 \cdot T - 0.13732 \cdot RH + 0.0778 \cdot T^2 + 0.00326 \cdot RH^2 - 0.00001 \cdot T \cdot RH$$

여기서, MR : 함수율비(dec.)

A, B, C, P, Q, k_1 , k_2 : 실험상수

t : 건조시간(hr)

T : 온도(°C)

RH : 상대습도(%)

Henderson 모델에서 결정계수는 0.9945로 가장 높게 나타났으며, RMSE는 0.00225으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 따라서 4개의 모델 중 Henderson 모델이 천일염 박층건조모델로 가장 적합하며 Lewis 및 Page모델도 적용 가능한 모델로 판단된다.

2. 천일염 생산을 위한 건조조건 규명

가. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2010년도 6월 22일

에 생산한 시료를 사용하였다. 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 균질화 후 실험을 하였다. 시료 약 4kg를 원심력에 의한 건조가 가능한 건조장치(Mini Spin Extractor, W-100T, 한일)를 이용하여 건조특성을 구명하였다. 건조장치의 회전속도는 1차년도 연구결과(건조조건은 1,800rpm 이하에서 미네랄 손실이 가장 적음)를 토대로 1,600rpm 조건에서 실험을 하였다. 건조시간은 1분, 3분, 7분, 15분 및 20분 5수준으로 하였다. 건조 후 건조물의 중량 및 함수율을 측정하여 건조특성을 구명하였다.

나. 결과 및 고찰

표 66은 건조시간 별 중량변화 및 함수율을 나타낸 것이다. 총 중량변화는 1.5923g이었으며, 건조시간 1분, 3분 및 7분에 각각 0.5324g, 0.4672g 및 0.2561g으로서 총 중량변화의 약 80%가 7분내에 발생되었다. 초기함수율은 13.78%이었으며, 건조시간 7분후에 6.38%로서 유통 천일염의 함수율 6~8% 수준까지 건조가 이루어졌다.

표 66. 건조시간 별 중량변화 및 함수율

건조시간(분)	중량변화(g)	함수율(%)
0	0	13.78
1	0.5324	13.09
3	0.4672	11.38
7	0.2561	6.38
15	0.2034	5.00
20	0.1332	3.32
계	1.5923	-

실험에서와 같이 건조시간 별 함수율 변화는 exponential 함수의 형태로 변하는 것으로 나타나 다음의 식과 같은 exponential 건조모델을 개발하였다(그림 40). 건조시간 별 함수율 실험치와 예측치간의 결정계수는 0.968로 만족한 수준이었다.

$$y = a e^{-bx} \dots \dots \dots (1)$$

- 여기서 y : 함수율(%)
- x : 건조시간(분)
- a : 13.8131
- b : 0.0782

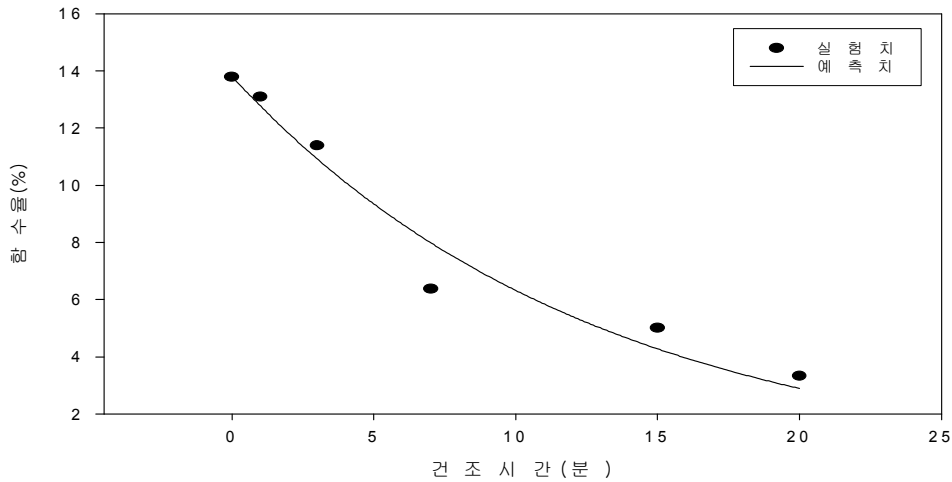


그림 40. 건조시간 별 함수율 실험치와 개발한 건조모델의 예측치와의 비교

3. NaCl 전처리 후 건조특성

가. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2010년도 6월 22일에 생산한 시료를 사용하였다. 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 균질화 후 실험을 하였다. NaCl 조성비 10%, 20%, 25% 및 30%의 전처리 혼합액을 조제한 후 타공망으로 제작된 시료상자에 시료 약 400g을 담아 혼합액에 침지시켰다. 침지시간은 5초이었으며, 이후 시료상자를 혼합액에서 분리시킨 후 혼합액이 완전히 낙수가 되도록 방치하였다. 혼합액이 완전히 제거된 각각의 시료는 원심력에 의한 건조가 가능한 건조장치(Mini Spin Extractor, W-100T, 한일)에서 회전속도 1,600rpm 조건으로 6분간 건조를 실시하였다. 건조가 완료된 시료를 다시 타공망으로 제작된 시료상자에 담고, 시료상자 하부에 히터와 송풍기를 이용하여 건조온도 50℃, 풍속 0.5m/s 조건에서 2차 건조를 수행하였다.

나. 결과 및 고찰

표 67은 NaCl 조성비율 별 혼합액 침지 후 중량 및 함수율 변화를 나타낸 것이다. NaCl을 혼합하지 않은 경우 보다 혼합한 조건에서 함수율이 낮은 경향이였으며, 수율은 비교적 높은 것으로 판단된다. 특히, NaCl 30% 혼합액에서 수율은 93%로서 매우 높게 나타났다. 표 68은 NaCl 조성비율 별 혼합액 침지 후 1차 건조에 따른 중량, 함수율 및 변화율을 나타낸 것이다. NaCl을 혼합하지 않은 경우와 혼합한 조건에서의 함수율은 거의 비슷한 수준으로 나타났으며, 중량변화율은 혼합한 조건에서 82-85%로 혼합하지 않은 경우 80%에 비해 다소 높게 나타났다. 표 69는 NaCl 조성비율 별 혼합액 침지후 2차 건조에 따른 중량, 함수율 및 변화율을 나타낸 것이다. NaCl을 혼합하지 않은 경우와 혼합한 조건에서의 함수율 및 중량변화율의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 따라서, 현재 천일염 생산공정에서 사용하고 있는 NaCl 혼합방법은 효과가 거의 없는 것으로 판단된다

표 67. Nacl 조성비율 별 혼합액 침지후 증량, 함수율 및 수율

처리조건	초기증량(g)	세정후무게(g)	함수율(%)	증량감소(g)	수율(%, DB)
0%	356.63	280.51	17.05	76.12	78.66
10%	370.53	314.08	15.96	56.45	84.76
20%	371.45	297.53	15.37	73.93	80.10
25%	364.31	277.10	14.97	87.22	76.06
30%	413.97	383.24	16.46	30.73	92.58

표 68. Nacl 조성비율 별 혼합액 침지후 1차 건조에 따른 증량, 함수율 및 변화율

처리조건	초기증량(g)	세정후무게(g)	함수율(%)	증량감소(g)	변화율(%)
0%	249.79	199.07	8.1	50.71	79.70
10%	282.71	233.37	9.2	49.35	82.55
20%	261.15	217.40	8.2	43.75	83.25
25%	234.78	192.53	7.7	42.26	82.00
30%	351.05	296.86	7.8	54.20	84.56

표 69. Nacl 조성비율 별 혼합액 침지 후 2차 건조에 따른 증량, 함수율 및 증량변화율

처리조건	초기증량(g)	세정후무게(g)	함수율(%)	증량감소(g)	변화율(%)
0%	186.90	179.80	3.9	7.09	96.20
10%	221.11	216.09	3.6	5.02	97.73
20%	205.71	200.18	3.7	5.54	97.31
25%	188.89	172.98	3.9	15.91	91.58
30%	284.87	276.83	3.9	8.04	97.18

4. 가습처리에 따른 건조특성

가. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2010년도 6월 22일에 생산한 시료를 사용하였다. 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 균질화 후 실험을 하였다. 천일염을 1차 및 2차 건조 전 전처리 방법으로 천일염을 항습조건을 유지할 수 있는 공간에 방치한 후 가습하여 공기조건을 99%으로 설정하였다. 가습시간은 60, 90, 120, 150 및 180분의 5수준으로 하였다.

가습후에는 위와 동일한 방법 즉, 가습이 완료된 시료는 원심력에 의한 건조가 가능한 건조장치(Mini Spin Extractor, W-100T, 한일)에서 회전속도 1,600rpm 조건으로 6분간 건조를 실시하였다. 건조가 완료된 시료를 다시 타공망으로 제작된 시료상자에 담고, 시료상자 하부에 히터와 송풍기를 이용하여 건조온도 50℃, 풍속 0.5m/s 조건에서 2차 건조를 수행하였다.

나. 결과 및 고찰

표 70은 가습시간 별 가습 후 중량, 함수율 및 중량변화율을 나타낸 것이다. 가습 60 및 90분 후 중량은 다소 감소하는 수준이었으며, 함수율 변화는 미비하였다. 그러나 가습 120분 후부터는 중량은 다소 증가하는 수준이었고, 함수율은 크게 감소하였다. 가습 120분 및 150분에서의 중량변화는 거의 비슷하였으나 가습 180분 후에는 약 4% 정도 높게 나타났다. 또한, 150분 후의 함수율은 120분 및 150분에 비해 증가하여 함수율 변화를 고려할 경우 150분 후부터는 흡습이 발생하여 가습의 효과가 미비한 것으로 판단된다.

표 71은 가습시간 별 가습 후 1차 건조에 따른 중량, 함수율 및 중량변화율을 나타낸 것으로서, 가습 60분 및 90분의 경우 함수율이 크게 낮아지면서 중량변화율도 낮게 나타났으며, 가습 120분, 150분 및 180분의 중량변화율은 94% 이상으로 변화가 미비한 것으로 판단된다. 함수율 변화는 가습시간 별로 거의 비슷한 수준이었으나 가습 180분에서의 함수율은 다른 조건에 비해 상대적으로 높게 나타났다.

표 72는 가습시간 별 가습 후 2차 건조에 따른 중량, 함수율 및 중량변화율을 나타낸 것이다. 2차 건조 후 함수율은 1차 건조 후에 비해 4% 이상 감소하였으나 2차 건조 전 초기중량에 비해 건조 후의 중량 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 따라서, NaCl을 혼합하거나 또는 물을 이용하여 세척하는 개념의 기존 공정에 비해 가습을 통하여 세척하는 공정이 효과적이며, 이후 1차 및 2차 건조공정으로 진행되는 것이 효과적으로 판단된다.

위의 결과를 토대로 천일염의 반입공정, 가습공정, 1차 회전속도에 의한 건조공정 및 2차 열풍에 의한 건조공정이 가능하도록 기본 설계인자를 고려하여 천일염 건조장치의 기본설계를 하였다.

표 70. 가습시간 별 가습 후 중량, 함수율 및 중량변화율

가습시간	초기중량(g)	처리후 중량(g)	함수율(%)	중량변화(g)	중량 변화율(%,DB)
60분	465.37	437.84	21.3	27.53	94.08
90분	470.68	453.13	24.7	17.55	96.27
120분	462.61	477.37	15.3	-14.76	103.19
150분	449.44	477.51	15.09	-28.06	106.24
180분	462.44	507.40	15.89	-44.96	109.72

표 71. 가습시간 별 가습 후 1차 건조에 따른 중량, 함수율 및 중량변화율

가습시간	초기중량(g)	처리후 중량(g)	함수율(%)	중량변화(g)	중량 변화율(%,DB)
60분	387.65	342.64	6.6	45.01	88.39
90분	371.86	311.89	6.83	59.98	83.87
120분	396.61	371.16	6.66	25.45	93.58
150분	359.33	341.41	6.54	17.91	95.02
180분	361.78	343.24	7.25	18.54	94.88

표 72. 가습시간 별 가습 후 2차 건조에 따른 증량, 함수율 및 증량변화율

가습시간	초기증량(g)	처리후 증량(g)	함수율(%)	증량변화(g)	증량 변화율(%DB)
60분	406.64	405.70	2.25	0.93	99.77
90분	385.90	387.55	2.9	-1.64	100.44
120분	409.03	412.84	2.84	-3.82	100.95
150분	375.79	365.78	2.86	10.01	97.36
180분	378.50	379.68	2.66	-1.18	100.33

제 5절 천일염과 이물질의 종말속도 및 선별 특성

1. 천일염과 이물질의 종말속도 및 선별

가. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2009년도 6월에 생산한 시료를 사용하였다. 시료는 시료 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 실험을 하였다. 본 실험에 사용한 천일염의 입자 분포도는 표 73과 같다.

표 73. 천일염의 입자분포도

(unit: %)

	Mesh				
	+4	-4/+8	-8/+10	-10/+18	-18/+25
solar salt(%)	9.70	55.34	6.25	28.51	0.20

천일염의 종말속도를 측정하기 위하여 기류 선별장치(이하 풍동)를 이용하였다(Kim et al., 2003). 풍동은 Grochowicz(1980)의 보고와 같이 수직직관을 이용하여 선별하는 것을 기본으로 하였으며, 한국공업규격(KS A 0612-1992 : 조임기구에 의한 유량 측정방법, KS B 6311 : 송풍기 실험방법)에 근거하였다. 풍동은 100×1700(D×H)mm의 아크릴로 제작하며, 균일한 풍속의 흐름을 위해 격자 간격 20mm의 정류격자를 설치하였다. 정류격자 상단에 다공형태의 시료관을 설치하였고, 부유높이의 측정을 위해 시료관에서 620mm 높이에 다공판을 설치하였다. 풍동은 수직으로 원심 송풍기(2.2kW, 90m³/min)에 연결하였으며, 송풍량을 정밀하게 제어하기 위하여 흡입 댐퍼와 VS motor를 설치하였다. 또한, 수직 풍동 내 각 지점에서의 풍속이 일정하도록 정류격자를 제작, 설치하였으며, 직경 10.0cm의 아크릴 수직관 풍동내에 스테인레스 망을 상, 하 2개에 설치하였고, 수직 풍동의 높이를 최대 120.5cm까지 조절할 수 있도록 직관부를 여러 개로 나누어 제작하였다.

제작된 수직풍동의 성능평가는 한국공업규격(KS B 6311)에 준하여 실시하였다. 풍속을 0.91~12.23 m/sec 범위 12수준으로 조절하여 풍동내의 상부 1지점(Ⓐ)에서 원주 및 축방향으로

20지점에 대하여 pitot tube와 manometer(2655, Yokogawa, Japan)를 이용하여 풍속을 측정하였다.

종말속도는 천일염을 5단계의 입도로 구분하여 입도별로 수직풍동의 시료관에 놓고 송풍하여 약 1cm정도 상승할 때의 상승 종말속도와, 송풍량을 증가시켜 상부 다공판에 부착시킨 후 송풍량을 감소시켜 떨어질 때의 낙하 종말속도를 각각 측정하였다. 측정된 종말속도를 이용하여 입도별로 입도크기를 변수로 하는 선형 회귀방정식을 구하였다.

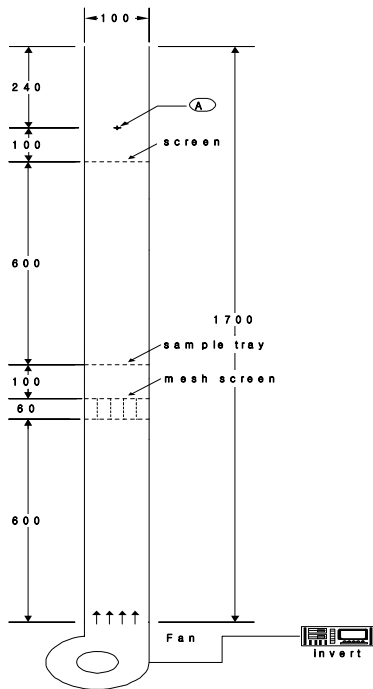


그림 41. 종말속도 측정장비(수직풍동)



그림 42. 종말속도 측정모습

나. 결과 및 고찰

(1) 종말속도

표 74은 천일염의 입도별 상승 종말속도이다. 낙하 종말속도는 천일염의 점성이 매우 높아 상부 다공판에 부착되어 낙하가 되지 않아 상부 다공판의 재질을 점성이 없는 특수한 소재로 제작하여 보완실험을 할 예정이다. 특히 입도가 작을수록 이러한 현상이 나타났다. 천일염의 상승 종말속도는 입도가 클수록 높게 나타났다.

그림43은 천일염의 상승 종말속도 실험치와 예측치를 비교한 것이다. 그림43에서와 같이 실험치와 예측치의 결정계수는 0.991로 만족한 수준이었다. 예측치는 2차 선형회귀방정식으로 개발하였다.

$$y = a + bx + cx^2$$

여기서, y: 상승 종말속도(m/s)

x: 천일염의 입도(mm)

a, b, c: 실험상수(a: 3.3670, b: 0.3159, C: 0.0668)

표 74. 천일염의 입도별 상승 종말속도

입도(mm)	4.75	2.36	2.00	1.00	0.71
상승 종말속도(m/s)	6.38	4.47	4.23	3.92	3.5

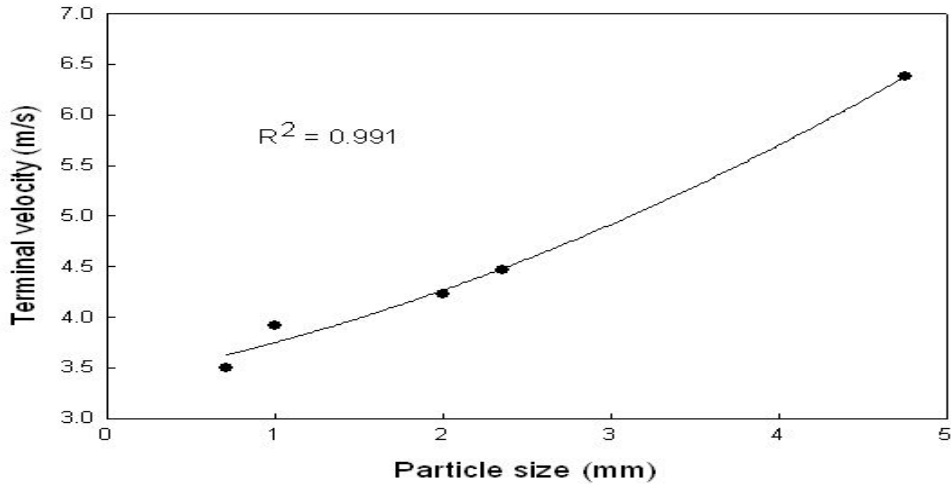


그림43 천일염의 입도별 상승 종말속도 예측

일반적으로 소금의 종말속도는 함수율에 따라 달라지나 함수율 6~8%범위에서 소금의 종말속도는 3.5~6.38 m/sec정도를 나타낸다.

소금에 혼입된 이물질의 평균 종말속도 범위는 약 0.2~1.2m/sec정도를 나타내었다. 표 75는 이물질 종류에 따른 종말속도를 측정한 결과이다.

표 75. 천일염의 입도별 상승 종말속도

이물질 종류	실 끈류	씨앗류	나무(지푸라기)류	기타 이물질
상승 종말속도(m/s)	0.22	0.57	0.98	1.19

이물질의 장축과 단축을 조사한 결과 소금의 입자 크기 최대 6~7mm 범위와 비교하였을 때 그 범위는 9mm 이상으로 스크린 체선별로 선별이 가능 할 것으로 판단되었다. 1차 스크린 선별 후 일부 통과되는 이물질은 소금과의 종말속도 차이를 이용하여 2차로 기류선별하는 것이 효율적이다. 기류선별을 위해서는 선별에 적합한 풍속이 일정하게 유지되어야 하며, 적합한 풍속은 기류선별형태에 따라 다소 차이가 있다.

소금에서 이물질 선별을 하기 위해서는 적절한 풍속이 유지되어야 하는데, 적절한 풍속은 기류선별형태에 따라 달라진다. 일반적으로 공기의 흐름이 소금의 진행방향에 비해 수평 또는 경사유동일 때는 식(1)을, 수직유동일 때는 식(2)를 사용하여 적절한 풍속을 결정한다.

$$|u_s|_{av} = \sqrt{u_{k1}u_{k2}} \dots\dots\dots (1)$$

$$u_{k1} < u_s < u_{k2} \dots\dots\dots (2)$$

여기서, u_s : 선별에 필요한 풍속(m/sec)

u_{k1} : 이물질의 종말속도(m/sec)

u_{k2} : 소금의 종말속도(m/sec)

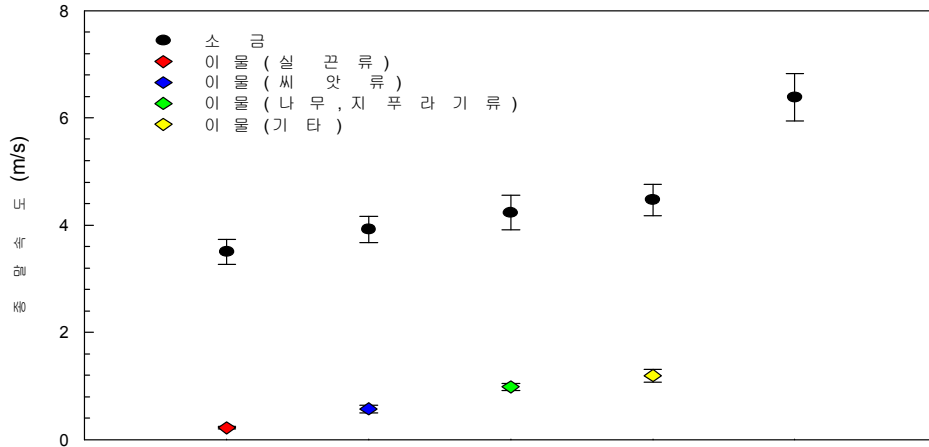


그림 44. 소금과 이물질의 종말속도

2. 이물질 종류

천일염에 존재하는 이물질의 혼입 비율은 매우 적은 양이다. 천일염이 식품으로 허용되고 있는 현재, 천일염에 단하나의 이물질이라도 혼입 될 경우 식품으로써의 사용에 대한 문제가 제기될 것으로 판단된다. 같은 지역 염전 2개소에서 채취한 이물질의 종류는 작은 돌, 모래, 실, 끈, 풀씨, 나무, 지푸라기, 벌레 및 곤충류 등 이었다. 매우 유사한 종류들 이었다. 이물질의 종류에 따른 기하학적 특성과 형태를 조사하였다.

표 76. A염전 소금의 이물질 기하학적 특성

	무게(mg)	장축(mm)	단축(mm)	두께(mm)	폭(mm)
돌, 모래류	9.2 (±0.0048)	13.30 (±6.92)	6.65 (±3.46)	0.78 (±0.52)	2.46 (±1.22)
실, 끈류	4.3 (±0.0029)	52.48 (±32.80)	26.24 (±16.40)	0.07 (±0.03)	1.56 (±1.15)
씨앗류	0.5 (±0.0002)	9.53 (±1.90)	4.77 (±0.95)	0.24 (±0.19)	1.06 (±0.34)
나무, 지푸라기	23.4 (±0.0223)	32.62 (±5.70)	16.31 (±2.85)	0.68 (±0.46)	2.49 (±0.91)
곤충, 벌레	18.2 (±0.0224)	9.64 (±6.89)	4.82 (±3.44)	1.34 (±0.77)	3.08 (±1.38)
기타 이물질	15.8 (±0.0073)	11.41 (±5.94)	5.71 (±2.97)	1.11 (±1.18)	4.16 (±1.87)

표 77. B염전 소금의 이물질 기하학적 특성

	무게(mg)	장축(mm)	단축(mm)	두께(mm)	폭(mm)
돌, 모래류	60.7 (±0.0287)	5.10 (±0.98)	2.55 (±0.49)	2.75 (±0.53)	3.74 (±0.97)
실, 끈류	9.5 (±0.0120)	78.21 (±40.48)	39.11 (±20.24)	0.13 (±0.16)	1.26 (±1.03)
씨앗류	1.1 (±0.0007)	5.65 (±1.41)	2.83 (±0.71)	0.49 (±0.54)	1.19 (±0.35)
나무, 지푸라기	6.6 (±0.0092)	17.47 (±22.63)	8.74 (±11.31)	0.56 (±0.40)	1.13 (±0.68)
곤충, 벌레	1.6 (±0.0009)	5.46 (±1.93)	2.73 (±0.96)	0.57 (±0.40)	1.89 (±0.72)
기타 이물질	4.4 (±0.0041)	15.75 (±21.67)	7.88 (±10.83)	0.59 (±0.50)	1.64 (±0.73)



그림 45. 나무조각 및 지푸라기

그림 46. 돌, 자갈 및 씨앗 류



그림 47. 곤충

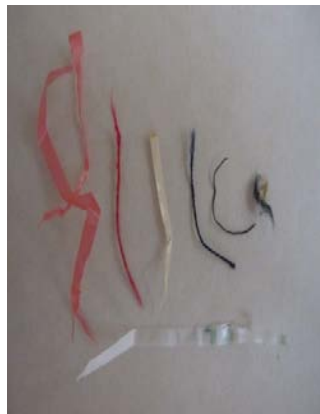


그림 48. 실 및 끈



그림 49. 기타 이물질

이물질의 장축과 단축을 조사한 결과 소금의 입자 크기 최대 6~7mm 범위와 비교하였을 때 그 범위는 9mm 이상으로 스크린 체선별로 선별이 가능 할 것으로 판단되었다.

1차 스크린 선별 후 일부 분리가 안된 이물질은 소금과의 종말속도 차이를 이용하여 2차로 기류선별하는 것이 효율적이다. 기류선별을 위해서는 선별에 적합한 풍속이 일정하게 유지되어야 하며, 적합한 풍속은 기류선별형태에 따라 다소 차이가 있다. 소금에서 이물질 선별을 하기 위해서는 적절한 풍속이 유지되어야 하는데, 적절한 풍속은 기류선별형태에 따라 달라진다.

일반적으로 공기의 흐름이 소금의 진행방향에 비해 수평 또는 경사유동일 때는 식(1)을, 수직 유동일 때는 식(2)를 사용하여 적절한 풍속을 결정한다.

$$| u_s |_{av} = \sqrt{u_{k1} u_{k2}} \dots\dots\dots (1)$$

$$u_{k1} < u_s < u_{k2} \dots\dots\dots (2)$$

여기서, u_s : 선별에 필요한 풍속(m/sec)

u_{k1} : 지푸라기 등 이물질의 종말속도(m/sec)

u_{k2} : 소금의 종말속도(m/sec)

일반적으로 소금의 종말속도는 함수율 및 종류에 따라 달라지나 함수율 6~8%범위에서 소금의 종말속도는 3.5~6.38 m/sec정도이며, 이 때 소금에 혼입된 이물질의 평균 종말속도는 0.2~1. 2m/sec정도를 나타내었다.

가. 풍력선별

이물질의 선별을 위한 적정 풍속량은 소금의 종말속도보다는 낮은 2.0m/sec 범위가 적합한 것으로 판단되었다. 이에따라 풍력 2.0~2.5m/sec 조건에서 시료의 수분을 1등급 기준인 8% 미만으로 건조한 속성 소금을 이용하여 간이 풍력장치에서 예비 실험을 하였다. 이물질 종류는 1차 체선별 후 비교적 입자가 작은 이물질을 선택하였다. 끈, 지푸라기 및 돌 등은 체선별 과정에서 분리가 되므로 입자 크기가 중간에 속하는 지푸라기와 씨앗류를 사용하고 천일염은 1kg에 50개를 임의로 혼입하여서 3회 반복 선별율을 측정하였다. 그 결과 이물질 선별율은 99.88, 100%로 매우 높게 나타났다. 천일염에서 이물질 분리를 용이하게 하기 위하여서는 천일염의 수분함량이 8% 미만이어야 하고 조해성 불용성분이 충분히 제거된 시료를 사용하여야 할 것이다.

나. 색채 선별

색채 선별기(色彩選別機, color sorter)는 일반적으로 피더(feeder), 슈트(chute), 광원(lamp), 수광(受光) 센서, 공압 배출기(air ejector), 제어장치(controller)로 구성되어 있다. 원료를 균일하게 공급하기 위해 사용하는 진동 공급장치에 의해 곡물 낱알이 슈트를 통해 정량적으로 공급되면 광원으로 일정한 광을 곡물

에 조사한 다음, 투과 또는 반사광을 수광 센서로 검출해서, 이미 설정된 기준 값과 비교하여 빛의 양이 다를 경우 공압배출기로 제거하는 원리이다. 수광 센서로는 photo diode나 CCD카메라, NIR센서 등이 사용되고 있으며, 지금까지 photo diode를 사용한 채널 선별방식이 많이 보급되었으나, CCD카메라를 이용한 방식도 개발되어 보급되고 있다. 최근에는 할로겐램프 광원 및 NIR센서를 이용한 색채선별기가 개발되어 유리나 같이 투명한 이물질질을 선별하는데 사용되고 있다.

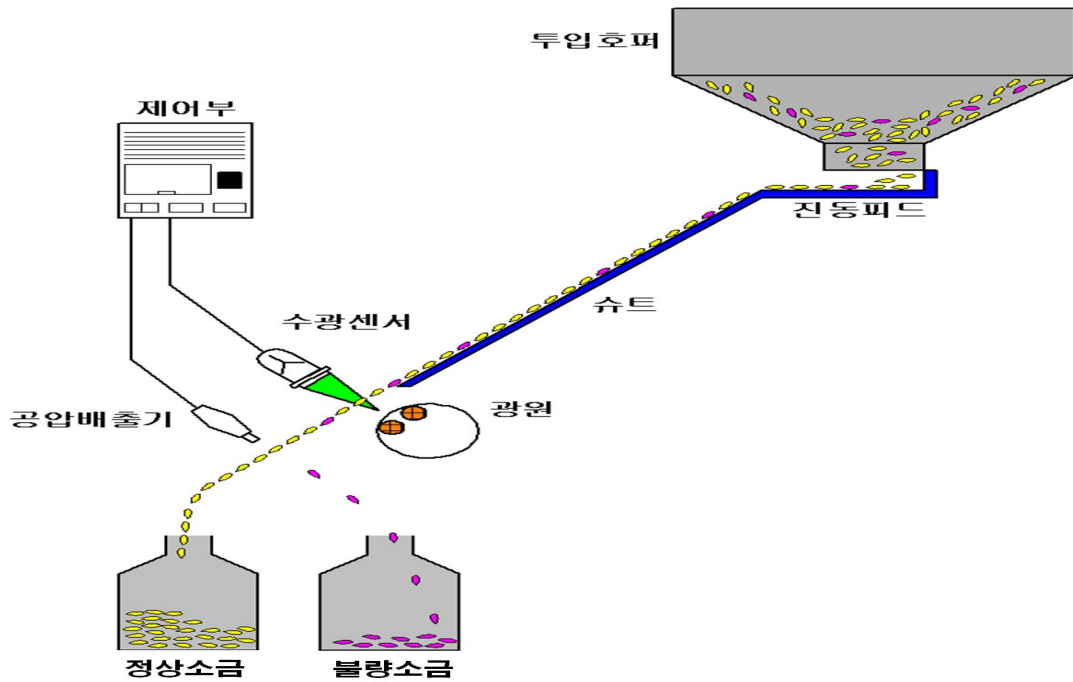


그림 50. 색채선별기의 선별원리



그림 51 선별에 사용중인 색채선별기

색채선별기의 성능은 크게 선별율과 불량품중 정품 혼입비율로 나타낼 수 있다. 선별율을 높이고 불량품 중 정품 혼입율을 낮추기 위해서는 정품중의 불량품을 정확하게 인식하여 불량품만을 이젝터로 제거해야 하는데 여기에는 원료의 정량공급, 광원의 종류 및 빛의 세기, 수광센서의 감도, 이젝터의 성능등 여러 가지 인자가 영향을 미친다.

선별물이 1개씩 정량공급이 안되고 멍친 덩어리 형태로 공급될때 덩어리중의 불량품이 정품에 섞여 불량품으로 인식되지 않아 정품으로 배출되어 선별율이 저하되거나 덩어리가 불량품으로 인식되어 이젝터로 제거될 때 다량의 정품이 불량품으로 배출되어 불량품 중 정품 혼입율이 높아지게 된다. 따라서 슈트를 통해 일정량씩 정량 공급되도록 구성하는 것은 색채선별기의 핵심기술 중 하나이다. 일반적으로 채널 방식의 색채선별기는 원료의 정량공급과 조절이 가능하도록 진동 공급장치를 사용하고 있다. 이송장치가 슈트일 경우에는 20~30채널당 1개의 공급장치를 사용하여 1, 2차 선별에 적당한 물량을 조절한다. 이외에도 광원과 선별물과의 거리, 광원의 세기, 이젝터와의 거리 등도 선별율과 불량품중 정품의 혼입량에 큰 영향을 미치게 된다. 이물질 종류는 1차 체선별 후 비교적 입자가 작은 이물질을 선택하였다. 끈, 지푸라기 및 돌 등은 체선별 과정에서 분리가 되므로 입자 크기가 중간에 속하는 지푸라기와 씨앗류를 사용하고 천일염은 1kg에 50개를 임의로 혼입하여서 3회 반복 선별율을 측정하였다. 그 결과 이물질 선별율은 89.21, 92.34%로 나타났다. 천일염에서 이물질 분리를 용이하게 하기 위하여서는 천일염의 수분함량이 8% 미만이어야 하고 조해성 불용성분이 충분히 제거된 시료를 사용하여야 할 것이다.

제 6절 분쇄 방법에 따른 품질 특성

1. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2009년도 6월에 생산한 시료를 사용하였다. 시료는 시료 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 실험을 하였다. 분쇄방법이 다른 3종류 분쇄기 롤밀, 핀밀 그리고 햄머밀을 이용하여 분쇄를 하였다. 각 시료 10kg을 이용하여 3반복 실험을 한 후 표준체에 의한 입도조사를 Sieve shaker(V-2, Japan)에 100g을 넣고 10분간 진탕한 후 각 체에 잔류된 소금 분말의 무게를 평량하여 입도 분포를 구하였다. 표면구조는 주사현미경(Scanning Electron Microscope, DSM960A, Zeiss, Germany)을 이용하여 100, 500배로 확대하여 관찰하였다.

2. 결과 및 고찰

본 실험에 사용한 천일염의 입자 분포도는 표 78과 같다. 원료 소금의 입도 분포는 25mesh 이하의 입자는 거의 없었으며 주된 입자는 8mesh 부근이 55.34%, 18mesh 부근이 28.51%로 분포가 되어있었으며 4mesh 이상도 9.70% 분포되었다.

표 78. 천일염의 입자 분포도

(unit: %)

	Mesh				
	+4	-4/+8	-8/+10	-10/+18	-18/+25
solar salt(%)	9.70	55.34	6.25	28.51	0.20

분쇄방법에 따른 소금분말의 입도분포를 분석한 결과는 표 78과 같다. Hammer mill로 분쇄한 소금분말의 입도 분포는 분쇄 횟수가 늘어날수록 입자의 크기는 작아지는 경향을 보였다. Pin mill과 Roll mill은 이와는 반대로 분쇄 횟수가 늘어나면서 작은 입자는 줄어들고 큰 입자가 늘어나는 결과를 보였다. Hammer mill의 1차 분쇄 후 가장 많은 입자 크기는 -10/+18 범위에서 74.45% 이었으며 2차 분쇄 후에는 45.55% 로 줄어들면서 -20/+40 범위의 입자가 33.97%로 늘어났다. 3차 분쇄 후에는 -20/+40 범위의 입자가 54.85%로 계속 증가를 하였다.

Roll mill의 경우에는 1차 분쇄 후 -20/+40 범위의 입자가 45.90%이었으나 2차 분쇄 후에는 8.00% 로 감소하고 +10범위의 입자가 14.10%이서 36.03%로 크게 증가를 하였다. 3차 분쇄 후에는 +10범위의 입자가 63.90%로 더 많이 증가를 하였다.

Pin mill의 경우 Roll mill에서 나타난 결과와 유사한 경향을 보였다. 분쇄 횟수가 반복 될수록 큰 입자가 늘어나는 결과를 보였다. 이러한 결과는 초기에 분말로 분쇄된 소금입자가 분쇄가 반복되는 과정에서 입자들끼리 응집되는 현상에 기인하는 것으로 판단되었다.

이러한 현상은 소금에 포함되어 있는 조해성 불용성분 종류인 염류에 의한 영향으로 판단된다. 분쇄 1회 통과 후의 -20/+40mesh 소금입자를 SEM으로 촬영한 결과 100배와 500배 확대 사진에서도 나타난 바와 같이 육각형 결정구조가 Pin mill과 Roll mill은 분쇄시 가해진 힘에 의해 결정구조가 압착된 모양을 확인할 수 있었다. 반면 Hammer mill은 소금의 결정구조의 손상이 비교적 적게 발생하는 형태를 보였다.

표 79. 분쇄방법별 소금분말의 입도분포

(unit: %)

시료이름	Mesh					
	+10	-10/+18	-18/+20	-20/+40	-40/+60	-60
Hammer mill 1차	10.18	74.45	7.29	7.88	0.1	0.1
Hammer mill 2차	0.40	45.55	19.78	33.97	0.30	0.00
Hammer mill 3차	0.20	26.63	16.32	54.85	2.00	0.00
Pin mill 1차	14.19	12.29	2.40	25.07	40.66	5.39
Pin mill 2차	3.80	30.60	19.70	37.70	8.00	0.20
Pin mill 3차	4.89	38.21	24.69	21.81	10.00	0.40
Roll mill 1차	14.10	28.70	10.70	45.90	0.60	0.00
Roll mill 2차	36.03	26.45	3.89	29.44	3.99	0.20
Roll mill 3차	63.90	17.80	1.40	8.00	6.80	2.10

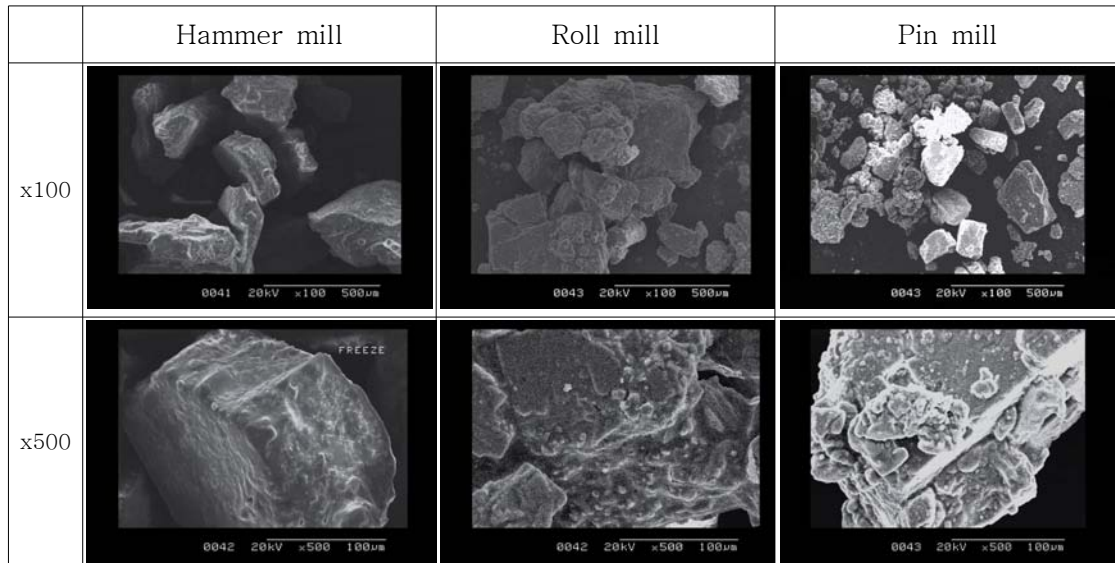


그림.52. 분쇄 방법에 따른 Scanning electron micrographs(SEM)의 특성

제 7절 불용분(쓴맛)을 제거한 속성소금 제조

1. 제조공정

본 실험에 사용된 천일염은 전라남도 신안군 신의면 하태동리 염전에서 2010년도 6월 22일에 생산한 시료를 사용하였다. 균분기(Burrows, USA)를 이용하여 동일한 조건으로 분배한 후 균질화 후 실험을 하였다.

1차년도 실험결과 포화 수증기 가습법과 세정 (염도 20%)방법이 비교적 우수한 품질을 나타냈으며 처리 조건은 가습 180분, 1,700~1,800rpm 탈수조건이 적합한 것으로 나타났다. 가습처리 조건은 포화수증기를 이용하여 180분 동안 처리를 하고 1분간 탈수를 실시하여 시료를 제조하였다. 제조공정은 크게 4단계로 나누어지는데 천일염에서 쓴맛을 내는 황 물질의 효율적인 제거 방법을 위하여 NaCl과 Na₂SO₄ 용해도의 기준 온도를 이용하여 제거하는 방법을 적용하여 제조를 하였다.

첫번째 공정은 천일염의 결정체를 활성화시키는 단계이며 두번째는 황산이온 화합물과 염화나트륨의 온도에 따른 용해도를 이용하여 쓴맛의 주 원인물질인 MgCl₂와 MgSO₄ 화합물질을 제거하고 건조 및 선별 포장공정으로 구성된다. 처리전 후의 수율을 측정하였다. 그 결과를 살펴보면 황화합물 분리 공정에서는 약 8~9% 정도 손실이 나타났으며 탈수 공정에서는 11% 정도 손실이 발생을 하였다. 최종적으로 선별 후의 수율은 80.1%를 나타내었다.

산지에서 천일염을 장기 보관할 때 발생하는 감모량을 정확히 측정하지는 못하였지만 생산자들의 다수의 현황조사를 통하여 정리하여본 결과 1년 보관동안 약 10~15% 감모가 발생하고 2년차에는 1~2% 그리고 3년경과 후에는 초기에 대비하여 총 20% 범위 내에서 발생하는 것으로 조사되었다. 그 이후에는 보관기간이 경과하여도 감모 발생량이 매우 미비하게 나타나는 것으로 조사되었다.

2. 원료 소금의 품질

본 실험에 사용한 시료의 품질 특성은 다음과 같다(표 80). 식염기준 모든 항목에서 적합한 기준이내에 들었다. Mg 함량은 8,978ppm이었으며 Ca은 1,578ppm 그리고 K함량은 6,472ppm 이었다. 식염기준으로 비교하였을 때 모든 항목에서 적합한 범위가내이었으나 Mg 함량이 다소 높은 결과를 보였다.

표 80. 원료 소금의 품질

unit % (dry basis)

	수분(%)	NaCl(%)	불용분(%)	총염소(%)	황산이온(%)	사분(%)
Control	8.12	82.13	0.02	59.14	0.07	0.14
표준편차	0.31	0.13	0.01	1.31	0.01	0.03
	L	a	b	Hardness (g)		
Control	72.12	0.57	1.54	2,201.71		
표준편차	1.29	0.05	0.31	-		

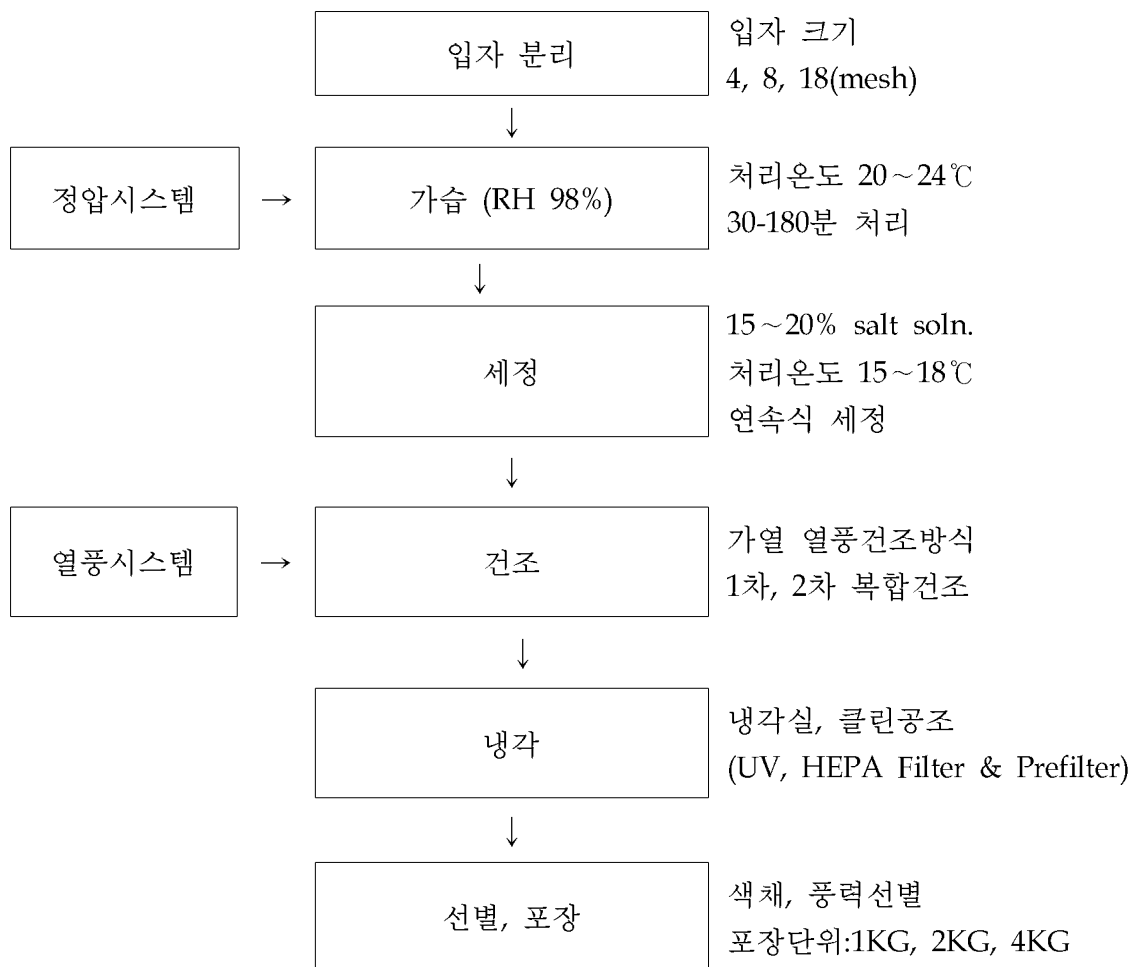






그림 53. 속성소금 제조 공정도

표 81. 전처리 공정에 따른 수율

공정	소금 결정체 활성화	→	황화합물의 분리 (용해 온도기준)	→	탈수, 건조	→	선별, 포장
							
수율	100.0		91.21 (±3.4)		80.36 (±2.1)		80.10 (±0.7)

3. 속성 소금 품질 특성

표 82은 식염기준 분석 결과이다. 불용분의 경우 처리 후 0.010%로 처리전의 0.020%에 비하여 약 50% 정도 감소하는 결과를 보였다. 황산이온의 경우에도 0.07%에서 0.045%로 약 36% 감소하였다. 이와 함께 사분과 "S" 물질도 처리전에 비하여 약 50% 이상 감소하는 결과를 보였다. 소금의 색상은 "L"값의 경우 72.12에서 83.27로 매우 밝은 색상을 나타냈으며 "a", "b" 값의 경우도 같은 결과를 보였다. Mg의 경우 약 30% 정도 손실이 나타났으며 Ca 및 K 함량도 처리 후 그 함량이 낮아지는 결과를 보였다. 천일염에서 쓴 맛의 주성분 물질인 sulfur의 함량을 분석하였다. 대조구의 sulfur 함량은 0.15%이었다. 처리 후에는 0.08%로 감소하는 결과를 보였다. 경도 측정 결과 처리 후 다소 낮아지는 결과를 보였다.

표 82. 속성소금의 품질

	불용분(%)	총염소(%)	황산이온(%)	사분(%)	S(%)	Mg (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)
무처리구	0.021	59.14	0.07	0.140	0.15	8,978	1,578	6,472
처리구	0.010	55.78	0.045	0.087	0.08	5,354	1,345	5,478

* LOQ(mg/kg)=Cu 0.279/AS 0.065/Pb 0.018, * * Mn = 0.0048 mg/kg

표 83. 속성 소금의 색상

	L	a	b	경도(g)
무처리구	72.12	0.57	1.54	2,201.71
처리구	83.27	-1.74	1.12	1,878.12

라. 소금 결정사진

전처리 후의 소금 결정사진을 그림 54에 나타냈다. 결과적으로 대조구에 비하여 색상의 밝기 차이가 뚜렷하게 차이를 보였다.

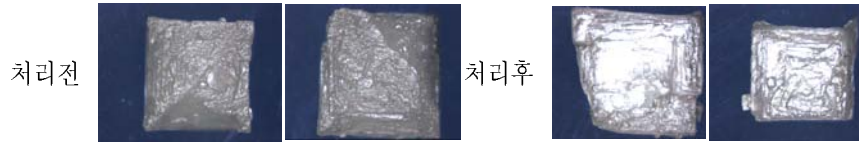


그림 54 처리전 · 후의 소금결정 사진

4. SEM

주사식 전자현미경을 이용한 소금의 외형 및 표면구조를 100배로 확대하여서 관찰하였다. 그림 55에서 보는 바와 같이 전처리 후 소금 결정내부에 미세한 공간이 형성되었다. 이러한 결과로 전처리 과정에서 소금 결정내부의 불용성분을 포함한 물질들이 일부 소량 용출되는 것을 확인 할 수 있었다.

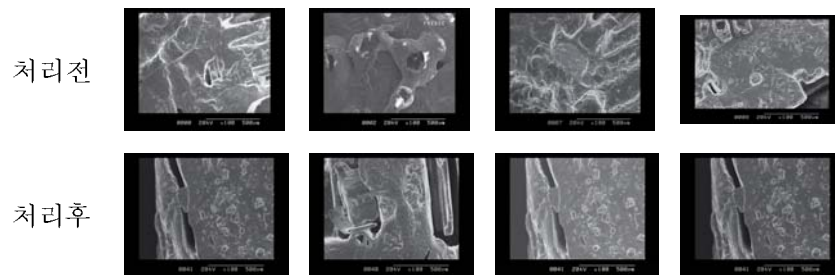


그림. 55. 전처리 전 후 Scanning electron micrographs(SEM)의 특성(x100)

5. 소금물의 침전물

속성소금을 5% 용액 농도로 제조하여 대조구와 침전물 형상을 비교하여 보았다. 대조구에 비하여 침전물들이 제거된 것을 확인 할 수 있었다.

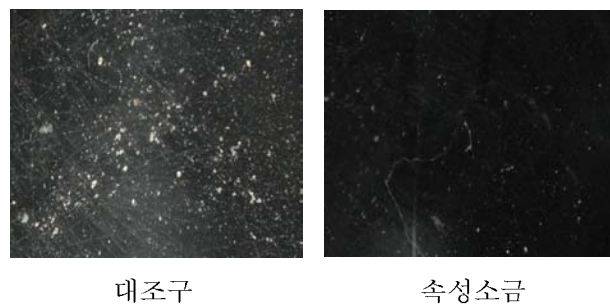


그림. 56. 전처리 전 후 (침전물)

6. 항산화 활성

소금의 항산화 활성 정도를 비교하기 위해서 정제염과 속성속금, 햇소금 그리고 전처리한 속성소금의 항산화 활성을 분석하였다. peroxy radical scavenging activity에 의한 항산화 활성의 측정결과는 그림 57에서 보여주는 것과 같다.

그림 57에서 볼 수 있는 것과 같이 소금의 peroxy radical에 대한 소거활성은 시료 중 정제염이 비교적 높은 항산화 활성을 보여주었다. 다음으로는 속성소금이었으며 그 다음으로는 2010년 6월산소금이였다. 그리고 속성소금이 가장 낮은 항산화 활성을 보여주고 있다.

hydroxyl radical scavenging activity에 의한 항산화 활성 측정결과는 표 85에서 보여주는 것과 같다. hydroxyl radical scavenging activity 항산화 활성은 모든 시료에서 활성을 보여주지 않았다.

표 84. 소금의 항산화 측정 시료 (ORAC_{OH}, ORAC_{ROO·} assay)

시료 번호	시료 명
소금1	정제염
소금2	속성소금(2007년산)
소금3	햇소금(2010년6월산)
소금4	속성소금

표 85. Peroxyl radical scavenging activity

Fluorescence (40nM)	+	+	+	+	+	+	+
AAPH (20mM)	+	+	+	+	+	+	+
Sample	-	소금1			소금2		
Concentration (mg/mL)	-	1	10	50	1	10	50
Test	8.6	7.8	9.6	14.0	8.9	10.2	9.7
	9.7	8.4	10.1	10.8	9.6	10.6	10.0
	9.7	8.1	10.0	10.2	8.4	10.0	9.9
Net area		-1.6	0.3	4.7	-0.5	0.8	0.3
	9.4	-0.9	0.7	1.4	0.3	1.3	0.7
		-1.3	0.7	0.9	-0.9	0.7	0.6
Trolox (μ M)		-0.3	0.1	0.9	-0.1	0.2	0.1
	5.3	-0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1
		-0.2	0.1	0.2	-0.2	0.1	0.1
Mean	Mean	-0.2	0.1	0.4	-0.1	0.2	0.1
	S.D	0.1	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0

Fluorescence (40nM)	+	+	+	+	+	+	+
AAPH (20mM)	+	+	+	+	+	+	+
Sample	-	소금3			소금4		
Concentration (mg/mL)	-	1	10	50	1	10	50
Test	8.6	7.9	10.2	10.8	9.7	11.8	11.5
	9.7	8.0	11.2	10.1	9.6	11.6	10.9
	9.7	8.0	10.2	9.8	9.2	11.0	10.5
Net area		-1.4	0.9	1.5	0.4	2.4	2.1
	9.4	-1.3	1.8	0.8	0.3	2.3	1.5
		-1.4	0.8	0.4	-0.1	1.6	1.1
Trolox (μ M)		-0.3	0.2	0.3	0.1	0.5	0.4
	5.3	-0.3	0.3	0.1	0.1	0.4	0.3
		-0.3	0.2	0.1	0.0	0.3	0.2
Mean	Mean	-0.3	0.2	0.2	0.0	0.4	0.3
	S.D	S.D	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1

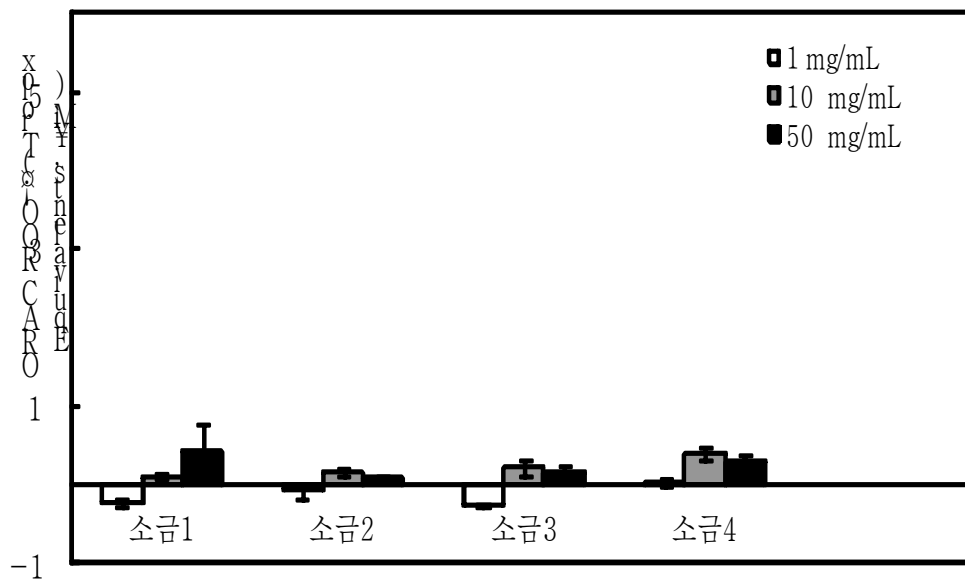


그림 57. Peroxyl radical scavenging activity

표 86. Hydroxyl radical scavenging activity

Fluorescence (40 nM)	+	+	+	+	+	+	+
H ₂ O ₂ -CuSO ₄ (0.75%-5μM)	+	+	+	+	+	+	+
Sample	-	소금1			소금2		
Concentration (mg/mL)	-	1	10	50	1	10	50
Test	43.4	32.6	19.6	11.7	31.7	24.9	26.8
	37.9	34.2	20.6	11.9	32.4	25.6	27.5
	36.6	35.1	20.7	11.8	31.6	21.6	26.0
		-6.7	-19.7	-27.6	-7.7	-14.4	-12.5
Net area	39.3	-5.1	-18.7	-27.4	-6.9	-13.7	-11.8
		-4.2	-18.6	-27.5	-7.7	-17.7	-13.3
		-1.0	-2.8	-3.9	-1.1	-2.0	-1.8
Trolox (μM)	7.1	-0.7	-2.6	-3.9	-1.0	-1.9	-1.7
		-0.6	-2.6	-3.9	-1.1	-2.5	-1.9
Mean		-0.8	-2.7	-3.9	-1.0	-2.2	-1.8
S.D		0.2	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1
Mean		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S.D		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fluorescence (40 nM)	+	+	+	+	+	+	+
H ₂ O ₂ -CuSO ₄ (0.75%-5μM)	+	+	+	+	+	+	+
Sample	-	소금3			소금4		
Concentration (mg/mL)	-	1	10	50	1	10	50
Test	43.4	35.6	34.2	27.8	37.4	25.0	28.4
	37.9	36.6	34.5	26.9	36.2	25.2	27.4
	36.6	34.9	35.4	25.7	34.6	24.7	28.4
		-3.7	-5.1	-11.5	-1.9	-14.3	-10.9
Net area	39.3	-2.7	-4.8	-12.4	-3.1	-14.1	-11.9
		-4.4	-3.9	-13.6	-4.8	-14.6	-10.9
		-0.5	-0.7	-1.6	-0.3	-2.0	-1.5
Trolox (μM)	7.1	-0.4	-0.7	-1.8	-0.4	-2.0	-1.7
		-0.6	-0.5	-1.9	-0.7	-2.1	-1.5
Mean		-0.5	-0.6	-1.8	-0.5	-2.0	-1.6
S.D		0.1	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1
Mean		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S.D		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

7. 분쇄 특성

가. 재료 및 방법

분쇄에 이용된 분쇄기는 롤밀을 이용하여 분쇄를 하였다. 각 시료 10kg을 이용하여 3반복 실험을 한 후 표준체에 의한 입도조사를 Sieve shaker(V-2, Japan)에 100g을 넣고 10분간 진탕한

후 각 체에 잔류된 소금 분말의 무게를 평량하여 입도 분포를 구하였다. 표면구조는 주사현미경(Scanning Electron Microscope, DSM960A, Zeiss, Germany)을 이용하여 100, 1,000배로 확대하여 관찰하였다.

나. 결과 및 고찰

본 실험에 사용한 천일염의 입자 분포도는 표 87과 같다. 2010년도 6월 22일에 생산한 원료 소금의 입도 분포는 25mesh 이하의 입자는 거의 없었으며 주된 입자는 8mesh 부근이 54.12%, 18mesh 부근이 29.23%로 분포가 되어있었으며 4mesh 이상도 8.83% 분포되었다. 전처리한 속성소금의 경우 주된 입자는 8mesh 부근이 52.47%, 18mesh 부근이 24.75%로 대조구와 유사한 입자 분포도를 나타냈다. 3년 숙성소금의 경우 8mesh 부근이 21.89%, 18mesh 부근이 25.80%로 분포가 되어있었으며 4mesh 이상은 4.21%로 다른 시료에 비하여 큰 입자가 비교적 적은 결과를 보였다.

표 87. 천일염의 입자 분포도

(unit: %)

	Mesh(%)					
	+4	-4/+8	-8/+10	-10/+18	-18/+25	
대조구	8.83	54.12	7.52	29.23	0.30	100
속성소금	8.91	52.47	13.77	24.75	0.10	100
3년 숙성소금	4.21	47.40	21.89	25.80	0.70	100

분쇄 방법인 Pin mill과 Roll mill 그리고 Hammer mill을 이용하여 분쇄하여 본 결과 Hammer mill의 경우에는 분쇄가 반복 될수록 적은 입자가 계속 증가를 하였으나 Pin mill과 Roll mill의 경우에는 이와 반대로 큰 입자가 증가하는 결과를 보였다. 소금에 포함되어 있는 성분인 MgCl₂, MgSO₄, CaCl₂ 등 염류에 의한 영향으로 소금간의 분쇄과정중 수분의 분리현상과 흡습작용등의 복합적인 원인으로 판단된다. Hammer mill의 경우에는 이러한 현상이 적었지만 분쇄 후의 수율이 매우 낮아지는 문제점을 나타냈다.

이에 따라 본 실험에서는 Roll mill을 사용하여 분쇄 후 입자분포 특성을 분석한 결과를 표 88에 나타냈다. 전반적인 입도분포를 비교하였을 때 전처리과정을 거친 속성소금의 입자분포는 다른 구에 비하여 비교적 낮은 입자분포를 보였으며 그 다음으로 3년 숙성소금으로 나타났다. 대조구의 경우에는 -20/+40mesh 범위의 입자가 47.47%, 3년 숙성소금은 51.97% 그리고 속성소금은 61.08%으로 나타났으며 40mesh 이하에서는 속성소금이 2% 비율을 보였다. -18/+20mesh 범위에서는 대조구의 경우 가장 낮은 비율을 보였다. 이러한 결과는 소금에 함유된 불용분 함량과도 많은 상관관계가 있을 것으로 사료된다.

표 88. 분쇄방법별 소금분말의 입도분포

(unit: %)

시료이름	Mesh					
	+10	-10/+18	-18/+20	-20/+40	-40/+60	-60
대조구	12.22	27.60	12.16	47.47	0.55	0.00
3년숙성소금	1.40	17.55	28.78	51.97	0.30	0.00
숙성소금	1.20	10.40	25.32	61.08	2.00	0.00

분쇄 후 -20/+40mesh 소금입자를 SEM으로 촬영(100배, 1,000배 확대)한 사진에서도 나타난 바와 같이 육각형 결정구조가 분쇄시 가해진 힘에 의해 결정구조가 압착된 모양을 확인할 수 있었다.

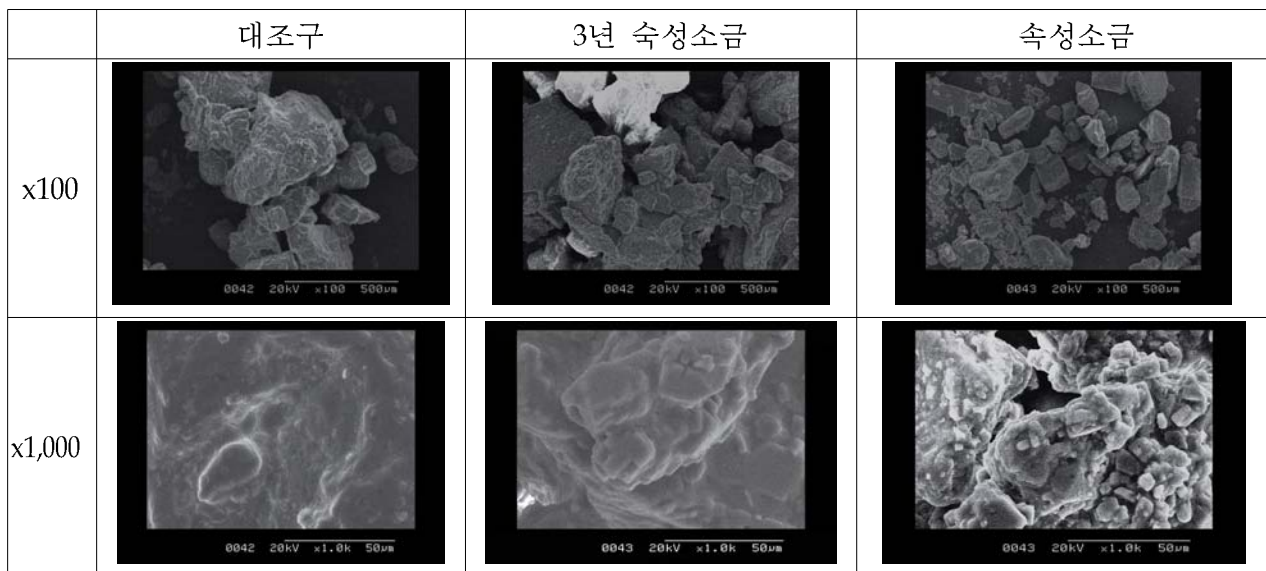


그림 58. 분쇄 방법에 따른 Scanning electron micrographs(SEM)의 특성

8. 관능 분석

가. 재료 및 방법

2010년 3월 19일 오전 10:30-12:00, 관능검사실에서 전문패널 8명으로 시판정제염, 2007년산, 2009년 6월산으로 제조한 숙성소금을 가지고 자유토론식으로 소금과 소금물에 대하여 FGI 관능분석을 하였다. 제시방법은 소금 입자는 작은 petridish에 담아서 소금물 농도를 1%로 동일하게 만든 후 컵에 담아 제시하였으며 순서는 2007년산 천일염, 2009년 6월산 소금, 숙성소금, 시판 정제염 순으로 하였다.

패널원의 천일염에 대한 일반적인 개념은 가정에서 사용하는 소금의 종류로는 꽃소금, 맛소금, 구운 소금, 천일염, 기타 기능성 소금 등 다양하게 사용하며 주로 집에서 음식을 만들 때 꽃소금을 사용하고, 김치나 장류를 담글 때 천일염을 사용한다고 말했다. 천일염을 음식을 조

리할 때 잘 안쓰는 이유는 색이 어둡고 이물질이 많으며 쓴맛이 강할 것이라는 선입견이 있다는 결과가 나왔으며 소금의 섭취량은 꽃소금기준으로 1년에 3kg의 소금을 1회 정도로 구매(가족 2-3인 기준)한다는 결과가 나왔다.

나. 결과 및 고찰

2007년산의 소금은 시료 중 색이 가장 어둡고 이물질이 드문드문 보이고 수분이 가장 많아 눅눅해 보였으며 2009년 6월산은 2007년산 다음으로 어둡고 탁한 느낌. 입자크기는 가장 크고 수분도 2007년산 다음으로 많았다. 속성소금은 색이 희고 입자가 불균일하고 시료 중 광택이 가장 많이 나며 이물질도 없다고 답하며. 수분의 거의 없이 건조하다는 결과가 나왔다. 시판 정제염은 색이 희고 입자가 작고 균일하며 시료 중 가장 투명해 보이고 이물질이 없다는 결과가 나왔으며 외관의 선호도는 색이 희고 입자가 작고 균일한 정제염을 가장 선호하였고 그 다음 속성소금의 선호도가 높았다.

2007년산 시료에서 짠맛, 쓴맛, 단맛을 고루 나타냈으며 패널들은 다른 시료보다 짠맛이 덜하고 단맛이 난다고 선호하였다. 2009년산 시료는 짠맛, 쓴맛, 뚝은맛이 있고, 짠맛, 쓴맛이 강하고 단맛은 거의 없었으며 속성소금에서 짠맛, 쓴맛, 단맛이 있고 짠맛은 강하고 쓴맛은 적당하며 약간의 단맛이 있다는 결과가 나왔다. 그에 비해 시판 정제염에서는 짠맛이 강하고 쓴맛도 있다고 답했으며 맛의 선호도는 짠맛이 비교적 적고 단맛이 있는 2007년산의 천일염을 가장 선호하였고 두 번째로는 짠맛은 강하나 쓴맛이 비교적 적고 단맛이 약간 있는 전처리한 속성소금을 선호하였다.

2007년산은 입안에 삼킬때 입자가 거칠고 삼킨 후 쓴맛이 강하였으며 2009년산 시료에서는 입안에서 삼킬 때 입자가 가장 거칠고 삼킨 후 쓴맛이 가장 강하고, 아린 느낌도 있다고 답하였다. 또한 속성 소금은 입안에서 잘 안 녹고 입자가 거칠고 삼키고 난후 쓴맛의 거의 없고 특쓰는 맛이 났으며 시판 정제염은 입안에서 가장 잘 녹고 다른 시료에 비해 부드러움. 쓴맛도 약간 느껴지고 입안에서 짠맛이 오래 지속되었다 답하였다.

조직감 및 후미는 속성소금을 가장 선호하였고 소금물의 경우는 속성소금이 시료 중 짠맛과 쓴맛이 덜하고 약간의 단맛이 나며 시판 정제염의 경우는 짠맛이 강하고 쓴맛과 단맛의 거의 나타나지 않았다.

외관, 맛, 조직감 및 후미의 전체적인 조화는 짠맛이 덜하고 단맛이 있는 2007년산의 소금을 선호하였으나, 강도가 강하여 입에서 잘 녹지 않아 짠맛이 강하게 느껴지는 전처리한 속성소금을 약간 분쇄한다면 약간의 단맛도 있고 쓴맛이 덜하며, 2007년산에 비해 색도 희고 눅눅하지 않은 속성소금을 더 선호할 것 같으며 입자가 고운 정제염을 제외한 3개의 천일염을 꽃소금처럼 분쇄한다면 가정에서 어떠한 것을 사서 쓸 것인지 물어보았을 때, 속성소금을 사서 쓸 것 같다고 패널 전원이 응답하였고, 분쇄를 하지 않고 사용한다면 어떠한지를 물어 보았을때는 입자가 딱딱해서 국, 찌개용으로는 사용이 가능하나 나물을 무치거나 기타의 양념으로는 적합할 것 같지 않다고 응답하였다. 또한 용도에 맞도록 전처리한 속성소금의 입자 크기를 조절한다면

전처리한 소금을 선택할 것으로 예측된다.

표 89. 소금의 FGI 평가 결과

소금	389 (2007년산)	149 (2009년 6월산)	463 (전처리한 소금)	941 (정제염)
외관	4개의 시료 중 색이 가장 어두움. 입자크기는 중간 정도. 이물질(검은색)이 보이며 광택이 거의 없음. 수분이 시료중 많음.	색이 탁하고 어두움. 입자크기가 가장 크고 이물질은 거의 없음. 수분은 4개의 시료 중 2번째로 많음.	색이 941과 비슷하게 희고 입자크기는 큰것과 작은 것이 섞여 불균일하고 시료 중 광택이 가장 많이 나며 수분기가 적고 이물질이 없다. 외관평가 중 2번째로 선호	색이 희고 입자가 매우 작고 균일함. 광택은 거의 없고 4개의 시료 중 가장 투명하며 이물질은 없음. 외관 평가 중 가장 선호함
냄새평가	냄새는 시료간의 차이가 없음	냄새는 시료간의 차이가 없음	냄새는 시료간의 차이가 없음	냄새는 시료간의 차이가 없음
맛평가	짠맛:강1,중1,약 6명 쓴맛:강3,중1,약 2명 단맛은 4명이 난다고 하였음. 맛의 평가 중 가장 선호 두번째로 선호함	짠맛, 쓴맛, 떫은맛이 난다. 짠맛: 강 6, 중간 2명 쓴맛: 강 5, 중간 3명 단맛은 거의 안나고 소수의 페널은 떫은맛이 약간 느껴진다고 하였음	짠맛, 쓴맛, 단맛이 난다. 짠맛: 강 2, 중간 6명 쓴맛: 중간 2, 약, 없다 4명 단맛은 2명의 페널이 난다고 하였음. 맛의 평가 중 두 번째로 선호함	짠맛: 강 2, 중간 6명 쓴맛은 중간 3명, 약함 3명, 없다 2명이며 단맛은 나지 않는다고 하였음.
조식감 및 후미	입안에 삼킬때 입자가 거칠고 삼킨후 쓴맛이 강함.	입안에서 삼킬 때 입자가 가장 거칠고 삼킨 후 쓴맛이 가장 강함. 아린 느낌.	입안에서 잘 안녹는다. 입자가 거칠고 삼키고 난 후 쓴맛이 거의 없고 톡 쏘는 느낌이 있음.	입안에서 가장 잘 녹고 다른 시료에 비해서 부드러움. 쓴맛도 약간 느껴지고 입안에서 짠맛이 오래 지속.
외관/냄새평가	시료간의 차이가 없음	시료간의 차이가 없음	시료간의 차이가 없음	시료간의 차이가 없음
맛 평가	짠맛, 단맛, 쓴맛이 난다. 약간의 단맛이 느껴짐.	짠맛, 단맛, 쓴맛이 난다.	짠맛, 단맛, 쓴맛이 나는데 약간의 단맛이 느껴지며 소금물의 맛 평가중 가장 선호함	4개의 시료 중 가장 짜며 단맛과 쓴맛의 거의 없다.



그림 59. 소금 관능 평가 사진

9. 유통 중의 품질

저장 유통 중의 조해성 등 품질 변화를 분석하기 위하여 포화염용액을 이용하여 상대습도가 42, 63, 71 및 93%로 유지되는 항습챔버에서 저장하면서 품질 변화를 측정하였다. 상대습도 범위는 2010년도 서울과 수원지역의 연평균 상대습도를 조사하여서 발생 빈도가 비교적 많은 조건을 기준으로 하여서 실험을 수행하였다. 서울지역의 가장 많은 습도범위는 60%대였으며 다음으로 50% 그리고 40%와 70% 순으로 나타났다. 수원지역은 70, 60, 80% 순으로 나타나 서울

지역과 다른 결과를 보였다.

가. 저장중의 온도 및 습도

실험기간중의 온도 및 상대습도는 thermocouple(T-type, OMEGA, USA)을 이용하여 측정을 하였다. 상대습도는 습도계(TR72S, JAP)에 연결된 자료수집장치(Datascan7327, U.K)를 이용하여 1시간 간격으로 수집하였다. 저장실험 기간 중 외기 온도 및 상대습도 변화는 그림 60에 나타내었다. 외기 온도는 21.16~26.26℃ 범위로 평균 23.60℃였으며, 상대습도는 40.33~88.27% 범위로 변화의 폭이 크게 나타났으며 평균 48.58%를 나타냈다.

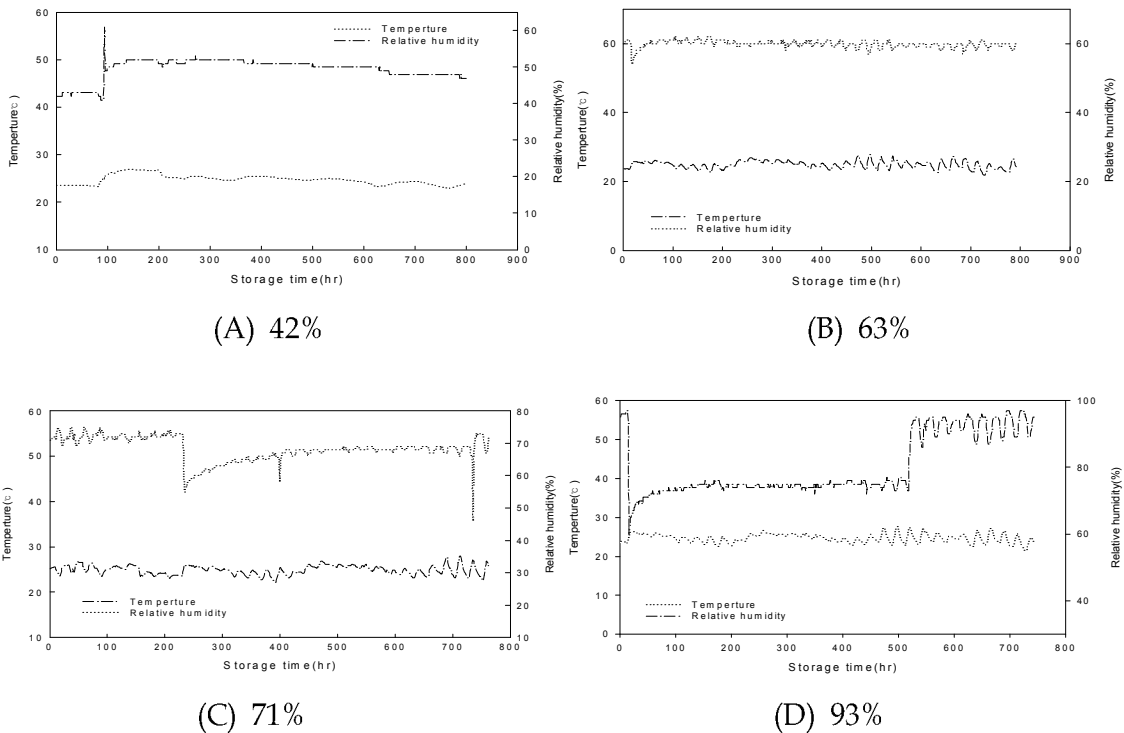


그림 60 저장중의 온습 및 습도 변화

나. 중량변화

유통 20일 경과 후(표 90) 상대습도 42% 저장구에서는 초기에 비하여 중량이 실험구 모두 비교적 적은 양이지만 다소 감소하는 결과를 보였다. 63% 저장구는 0.2~1.3% 범위에서 증가하였으며 71% 저장구는 2~3% 정도 중량이 증가하였다. 저장 20일 경과 후 93% 저장구에서는 속성소금이 가장 낮은 중량증가율을 보였으며 이외의 2010년 6월산과 3년 숙성소금 모두 많은 흡습을 통하여 중량이 증가하는 결과를 보였다.

표 90. 증량변화

시료명	원시료	(단위%)			
		42%	63%	71%	93%
대조구	100	97.1	99.8	105.1	117.1
3년숙성소금	100	96.2	98.1	102.8	116.1
숙성소금	100	99.4	100.2	102.2	109.4

다. 색상

유통환경에 따른 색상변화를 살펴보면 “L”값의 경우 모든 처리구에서 감소를 하였다. 상대습도가 높을수록 감소하는 경향이 뚜렷히 나타났으며 대조구와 3년 숙성소금의 경우 숙성소금에 비하여 색상의 변화폭이 비교적 크게 나타났다. (표 91, 92, 93)

표 91. 색도 “L”값

	원재료	42%	63%	71%	93%
대조구	72.18 (±0.67)	72.17 (±3.26)	60.89 (±2.22)	64.12 (±1.56)	59.12 (±1.11)
3년숙성소금	78.29 (±1.99)	78.95 (±3.24)	75.13 (±1.31)	71.36 (±1.54)	68.62 (±1.91)
숙성소금	83.89 (±1.89)	79.27 (±2.78)	76.21 (±0.87)	73.70 (±0.21)	71.24 (±1.61)

표 92. 색도 “a”값

	원재료	42%	63%	71%	93%
대조구	0.65 (±0.10)	0.31 (±0.09)	-0.12 (±0.05)	0.02 (±0.02)	-0.08 (±0.01)
3년숙성소금	0.61 (±0.05)	0.32 (±0.07)	-0.39 (±0.04)	0.01 (±0.01)	-0.08 (±0.01)
숙성소금	-1.89 (±0.09)	-0.98 (±0.08)	0.28 (±0.02)	0.07 (±0.01)	-0.01 (±0.01)

표 93. 색도 “b”값

	원재료	42%	63%	71%	93%
대조구	1.65 (±0.31)	0.48 (±0.13)	0.39 (±0.10)	0.41 (±0.15)	0.31 (±0.11)
3년 숙성소금	1.76 (±0.11)	0.51 (±0.19)	0.41 (±0.20)	0.52 (±0.08)	0.34 (±0.16)
숙성소금	1.07 (±0.11)	0.89 (±0.11)	0.76 (±0.16)	0.77 (±0.10)	0.39 (±0.04)

라. 처리 조건별 경도 측정

상대습도가 높아질수록 흡습에 의한 영향으로 경도는 감소하는 결과를 보였다.(표 94). 초기에 비하여 경도의 변화가 비교적 적은 실험 구는 속성소금으로 나타났다.

표 94. 경도

(단위:g)

포화염용액		42%	63%	71%	93%
대조구	2,201.71	2123.05	1997.32	1578.27	1561.78
3년 속성소금	1,901.22	2067.32	1921.11	1678.21	1501.42
속성소금	1,878.12	1965.28	1857.61	1789.45	1700.28

마. 포화 염용액 저장 후의 품질변화

그림 61은 저장 후 결정 형태를 촬영한 결과이다. 상대습도가 높을수록 소금의 결정형태가 용해되는 형태가 비교적 뚜렷이 나타났으며 처리구간에는 속성소금의 결정형태가 3년 속성소금 보다 더 우수한 결과를 보였다.



A:속성소금 B:3년속성소금
(습도 71%, 20일 경과)



A:속성소금 B:3년속성소금
(습도 93%, 20일 경과)

그림 61. 저장 후 사진

제 8절 속성소금으로 제조한 식품의 품질 특성

1. 간장

식품을 조리, 가공할 때 쓰이는 소금은 짠맛을 내는 조미료와 방부력을 갖는 보존료로서 뿐만 아니라 생체내의 신경이나 근육 흥분성을 유지하고 신진대사를 왕성하게 하며 체액과 세포의 삼투압을 일정하게 조절하고 산과 알칼리의 균형을 이루게 하여 정상적인 생리기능을 유지하는 생체조절 물질로서도 중요하다. 또한 소금은 염화나트륨이 주성분이지만 $CaSO_4$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, KCl 등의 많은 무기물이 혼입되어

있어 소금을 첨가한 김치, 장유, 젓갈 등 발효식품의 미생물 생육과 발효과정에서 무기물의 공급원으로서도 중요하다. 특히 김치류, 장유, 염장 젓 버터, 치즈, 피클(pickle), 사우어크라우트(sauerkraut) 등의 동서양 전통식품들은 많은 소금을 사용하고 그 지역에서 전통적인 방법에 의하여 생산되는 소금을 이용하여 독자적인 고유한 맛과 풍미를 유지하여 왔다.

대두를 주원료로 한 발효 조미식품인 간장은 오랜 전통을 가진 대표적인 발효식품으로 예부터 간장 맛이 좋아야 음식 맛을 낼 수 있다고 하여 우리의 식탁에서 매우 중요하게 여겨져 왔다. 전통간장은 메주와 소금만으로 만들어지는데 장기간 숙성시키는 동안 복잡한 발효과정을 거치면서 단백질이 분해되어 여러 종류의 peptide와 같은 기능성 물질이 생성되며, 이들이 유리당과 핵산 관련 물질뿐만 아니라 소금의 짠맛과 조화되어 간장 특유의 향미를 갖게 된다. 간장의 주성분인 대두 중 isoflavone이나 발효과정에서 생성되는 peptide류 등의 분해산물에 대한 항암, 항산화, 항균, 항고혈압, 면역증진 및 콜레스테롤 저하 등 여러 가지 생리 작용이 밝혀지면서 간장은 단순 조미식품이 아닌 기능성 식품으로서 재조명되었으며, 우리의 음식 문화를 대표하는 세계적인 식품으로 각광받게 되었다.

그러나 현재 국내에 생산되고 있는 장류의 제조에 천일염과 수입산 염 등이 이용되고 있지만 소금이 제품에 대해 어떤 영향을 미치는가에 대해서는 연구가 미미하다. 따라서 본 연구에서는 여러 종류의 염을 이용하여 간장과 된장 제조 시의 성분변화와 관능 특성을 측정하였다.

가. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 대두의 일반 성분은 수분 12.6%, 조단백질 37.5%, 조지방 15.9%, 조섬유 5.7%, 조회분 5.3% 및 가용성 무질소물 23.0%였다. 메주 제조는 대두 35 kg을 깨끗이 세척한 다음 전통적인 방법으로 가마솥에서 물 53 kg과 함께 가마솥에 넣고 1시간 30분 동안 센 불로 끓인 후, 잠열로 3시간 동안 증자시키면서 1시간간격으로 아래위를 섞으면서 자숙시켰다. 자숙된 콩을 마쇄기로 마쇄하여 약 40℃까지 냉각시키고, 성형틀을 이용하여 각각 23×11×12 (L×W×H,cm), 23×11×7, 15×11×7, 11×11×6, 11×11×6(중심에 ϕ 1.5 cm 구멍 뚫린 메주) 크기로 제조한 후 13~15℃로 2일간 걸말림을 하였다. 그리고 벧짚으로 메주를 묶어서 메달아 발효실에서 30일간 건조, 발효시켰다. 발효시킨 메주를 3단으로 쌓아 올리고 천으로 덮은 후 외부온도 30℃(메주품온 40~43℃), 상대습도 50%로 후발효(떡우기)를 15일간 하고 물로 표면의 곰팡이를 세척하여 제거하고 1/2로 절단한 후 일광으로 7일간 건조시켜 제조하였다. 간장 제조시 시용한 소금의 종류는 표 96과 같다. 간장 제조는 메주(콩 4 kg)와 20% 염수(16 kg)를 25ℓ 전통 항아리에 담금하고 3개월간 실온에서 숙성 발효시켰다. 간장을 분리하고 남은 메주를 20±2℃에서 2개월간 숙성하였다.

표 95 소금의 종류

번호	소금	특징
A	2009년 6월산	천일염
B	2007년산	장기숙성 천일염
C	속성소금	천일염(불용분 속성제거)
D	정제소금	시중유통 정제소금



그림62. 간장 제조 사진

나. 결과 및 고찰

(1) 수분

각각의 소금을 첨가하여 3개월간 발효시킨 후 간장의 수분함량 변화는 표96과 같다. 간장의 수분함량은 발효 초기부터 발효 후기까지 81.14~73.88% 범위 내를 유지하였다. 발효기간이 경과하면서 수분함량은 서서히 감소하는 결과를 보였다. 속성소금과 속성소금의 경우 발효기간 동안 다른 구에 비하여 수분함량이 다소 높은 경향을 보였다.

표 96. 간장 수분

	초기	2주	4주	6주	8주
A	81.31 (±0.16)	80.00 (±0.07)	78.97 (±0.12)	75.06 (±0.10)	73.88 (±0.05)
B	81.92 (±0.08)	80.26 (±0.05)	78.06 (±0.14)	76.57 (±0.48)	75.40 (±0.14)
C	81.83 (±0.07)	80.61 (±0.13)	77.90 (±0.05)	77.08 (±0.21)	75.34 (±0.22)
D	81.14 (±0.08)	80.00 (±0.04)	77.39 (±0.09)	75.71 (±0.04)	74.52 (±0.16)

(2) pH

pH의 변화를 살펴 보면 표97과 같다. 발효기간이 경과하면서 초기의 pH 7.77~8.01에서 pH 5 이하로 낮아지는 결과를 보였다. 발효말기에는 모든 처리구가 pH4.7~4.8 범위의 값을 보였다.

표 97. 간장 PH

	초기	2주	4주	6주	8주
A	7.94 (±0.00)	5.35 (±0.00)	7.99 (±0.00)	4.86 (±0.00)	4.71 (±0.00)
B	7.77 (±0.01)	4.65 (±0.00)	4.58 (±0.00)	5.49 (±0.00)	4.80 (±0.00)
C	8.01 (±0.00)	6.92 (±0.01)	4.77 (±0.00)	5.56 (±0.00)	4.80 (±0.00)
D	5.46 (±0.00)	5.34 (±0.00)	4.98 (±0.00)	4.95 (±0.00)	4.87 (±0.00)

(3) 색상

간장의 색상을 분석한 결과는 표 98, 표 99, 표 100과 같다. 3년 숙성소금의 "L"값이 가장 높은 값을 발효기간 내내 유지하였으며 그 다음으로 숙성소금 그리고 2009년산이 가장 낮은 값을 보였다. 발효 말기에는 숙성소금이 가장 높은 값을 보였다. 'a'값의 경우 숙성소금이 발효기간 내내 가장 낮은 값을 보였다. "b"값의 경우는 발효 초기부터 후기까지 처리구간의 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

표 98 발효기간에 따른 간장의 색도 변화 (L값)

	초기	2주	4주	6주	8주
A	47.36 (±0.00)	47.31 (±0.03)	29.37 (±0.02)	42.69 (±0.00)	49.94 (±0.01)
B	72.76 (±0.00)	67.23 (±0.01)	56.22 (±0.01)	61.65 (±0.00)	48.21 (±0.01)
C	61.8 (±0.03)	61.64 (±0.00)	38.51 (±0.02)	60.77 (±0.04)	52.57 (±0.01)
D	71.61 (±0.01)	45.95 (±0.01)	48.63 (±0.00)	49.98 (±0.00)	47.28 (±0.00)

표 99. 발효기간에 따른 간장의 색도 변화 (a값)

	초기	2주	4주	6주	8주
A	21.95 (±0.00)	24.69 (±0.01)	20.51 (±0.01)	14.84 (±0.01)	22.08 (±0.00)
B	1.41 (±0.01)	7.39 (±0.00)	7.29 (±0.00)	11.49 (±0.00)	20.24 (±0.01)
C	-0.64 (±0.01)	6.9 (±0.00)	2.97 (±0.01)	12.57 (±0.03)	13.27 (±0.01)
D	0.70 (±0.00)	11.07 (±0.01)	12.75 (±0.01)	13.73 (±0.01)	20.79 (±0.00)

표 100. 발효기간에 따른 간장의 색도 변화 (a 값)

	초기	2주	4주	6주	8주
A	64.59 (±0.01)	66.42 (±0.03)	45.71 (±0.02)	55.35 (±0.03)	64.74 (±0.02)
B	47.86 (±0.01)	55.28 (±0.01)	53.6 (±0.01)	61.89 (±0.02)	58.99 (±0.01)
C	46.08 (±0.03)	51.35 (±0.00)	37.66 (±0.01)	64.14 (±0.02)	58.18 (±0.01)
D	48.06 (±0.02)	52.3 (±0.01)	56.21 (±0.02)	57.84 (±0.02)	59.92 (±0.01)

(4) 염도

염도는 발효기간이 경과하면서 다소 증가하는 결과를 보였다. 이러한 원인은 발효기간내 수분이 서서히 증발하여서 나타나는 결과로 판단된다. 처리구중 염도 증가가 가장 적게 나타난 구는 속성속금과 3년 숙성소금으로 나타났다.

표 101. 발효기간에 따른 간장의 염도

	초기	2주	4주	6주	8주
A	19.27 (±0.07)	20.60 (±0.00)	22.40 (±0.00)	26.07 (±0.07)	27.07 (±0.07)
B	18.20 (±0.00)	20.40 (±0.00)	23.00 (±0.00)	24.07 (±0.07)	25.40 (±0.00)
C	18.33 (±0.07)	20.07 (±0.07)	23.13 (±0.07)	23.60 (±0.00)	m25.13 (±0.07)
D	19.47 (±0.07)	24.00 (±0.00)	25.00 (±0.00)	25.33 (±0.07)	26.53 (±0.07)

(5) 무기화합물

Sulphate 화합물 함량은 속성소금의 경우 136.11mg/kg으로 천일염 중 가장 낮은 값을 보였으며 2009년산 소금의 경우 염소를 제외하고는 모든 함량이 가장 높은 결과를 보였다. Magnesium의 경우에도 이와 유사한 경향을 보였다.

표 102. 소금의 무기화합물 함량

(mg/kg)

	Calcium	Magnesium	Sulphate	Chloride
2009년 6월산	2512.00	9540.17	309.51	50819.78
2007년산	3074.90	8860.67	192.60	51776.33
속성소금	2140.18	5833.80	136.11	59239.30
정제염	301.93	118.86	14.95	61336.73

(6) 관능적 특성

2010년 10월 08일 오후 16:30-17:30 관능검사실에서 전문패널 8명으로 시판 정제염, 2007년산, 2009년 6월산 속성소금으로 담은 된장을 가지고 자유토론식으로 FGI관능 분석을 하였다. 뚜껑이 있는 플라스틱 용기에 담아 밀폐시킨 후 시판정제염으로 담근 간장, 2009년 6월산 소금으로 담근 간장, 2007년산 소금으로 담근 간장, 속성소금으로 담근 간장 순으로 제시하였다.

패널들은 주로 가정에서 먹는 간장은 사서먹는 진간장이고 본 실험의 재료인 4가지 간장은 집에서 만든 집간장 같다고 패널 전원이 응답하였으며 간장의 용도는 진간장의 경우는 다목적으로 사용하고 있고, 집에서 만든 간장은 국에 넣거나 나물을 무칠때 사용하긴 하지만, 대부분 소금으로 사용하는 경우가 많았다.

진간장을 주로 사용하는 이유는 짠맛, 단맛, 감칠맛(조미료맛)등이 있어 여러 가지 간을 하지 않아도 조리하기에 용이하여서 이고, 집에서 만든 간장은 짠맛이 강하여 조리시 다른 양념을 써야하는 번거로움이 있다고 응답하였다. 진간장의 경우는 2~3달에 1번 정도 사지만, 집에서 만든 간장의 경우는 1번 담으면 수년을 사용하는 것으로 나타났다.

2009년 6월 산 소금으로 담근 간장: 짠내, 단내, 메주내, 구수한내, 신내, 된장내가 나며 2007년 6월 산 소금으로 담근 간장: 짠내, 메주내, 된장내, 콩볶는 고소한내, 단내등이 나고 소수의 견으로 곰팡이내, 콩비린내, 쓴내가 난다고 응답하였다.

속성소금으로 담근 간장: 짠내, 단내, 소수의 의견으로는 젓갈내, 흠내가 난다고 하였다.또한 정제염을 사용하여 담근 간장: 짠내, 구수한내, 메주냄새, 고소한내가 나고, 소수의 의견으로는 콩비린내, 젓갈냄새, 곰팡이내, 단내가 난다고 응답하였다. 냄새의 선호도는 시료 중 짠내가 비교적 적고, 고소한내가 약간 나는 2007년 6월 산 소금으로 담근 된장을 가장 선호하였다.

2009년 6월 산 소금으로 담근 간장: 짠맛, 단맛, 신맛, 고소한맛, 쓴맛, 조미료맛, 진간장 맛 등이 나고 짠맛과 단맛, 쓴맛이 강하였으며 2007년 6월 산 소금으로 담근 간장: 짠맛, 단맛, 구수한맛, 조미료맛, 쓴맛, 신맛 등이 나고 시료중 가장 짠맛과 조미료 맛이 강하였다.

속성소금으로 담근 간장: 짠맛, 단맛, 젓갈맛, 쓴맛, 신맛, 구수한맛, 조미료 맛등이 나고 짠맛과 젓갈맛이 강하고 맛이 깔끔하다고 표현하였다. 정제염을 사용하여 담근 간장: 짠맛, 쓴맛, 구수한맛, 단맛, 젓갈 맛 등이 나고 짠맛이 강하였다.

맛의 선호도는 짠맛과 젓갈맛이 나고 맛이 깔끔한 전처리한 속성소금으로 담근 간장을 가장 선호하였고, 두 번째로는 비교적 짠맛과 단맛, 쓴맛이 있는 2009년 6월산 소금으로 담근 간장을 선호하였다. 2009년 6월산 소금으로 담근 간장은 약간 혀가 아린느낌이 있고 후미가 짠맛 쓴맛이 나며 2007년 6월산 소금으로 담근 간장은 입안이 텁텁하고, 후미는 짠맛, 구수한맛, 신맛이 났다. 속성소금 담근 간장: 혀가 아린느낌이 강하고, 후미는 짠맛, 쓴맛, 구수한맛, 단맛이 났다. 또한 정제염 담근 간장에서는 텁고 아린느낌이 약간 나고, 후미는 짠맛, 단맛, 조미료맛이 난다 응답하였다. 조직감 및 후미는 짠맛, 단맛, 조미료 맛이 나는 정제염으로 담근 간장을 가장 선호하였다.

전체적인 선호도에서는 냄새, 맛, 조직감 및 후미가 좋은 속성소금으로 담은 간장을 가장 선

호하였고, 두번째로는 2007년 6월산 소금으로 담근 간장을 선호하였다. 4개의 시료 모두 집에서 만든 간장의 맛이 나고, 가정에서 어떠한 것을 사서 쓸 것인지 물어보았을 때 짠맛의 염도와 단맛, 삶은콩의 구수한맛이 나도록 잘 조절 한다면 속성소금으로 담근 간장을 사서 쓸 것 같다고 패널들은 응답하였다.

표 103. 간장의 FGI 관능 검사

간장	917 (2009년 6월산 소금)	480 (2007년 소금)	152 (속성소금)	549 (정제염)
외관	시료간의 차이가 없음			
냄새평가	짠내, 단내, 메주내, 구수한내, 신내, 된장내가 나며 냄새의 평가 중 가장 선호함	짠내, 메주내, 된장내, 콩볶는 고소한내, 단내 등이 나고 소수의견으로 곰팡이내, 콩비린내, 쓴내 등이 난다고 응답함.	짠내, 단내가 나고, 소수의 의견으로는 짓갈내, 흠내가 난다고 함.	짠내, 구수한내, 메주냄새, 고소한내가 나고, 소수의 의견으로는 콩비린내, 짓갈냄새, 곰팡이내, 단내가 난다고 응답함
맛평가	짠맛, 단맛, 신맛, 고소한맛, 쓴맛, 조미료맛, 진간장 맛등이 나고 짠맛과 단맛, 쓴맛이 강함 맛의 평가 중 두번째로 선호함	짠맛, 단맛, 구수한맛, 조미료맛, 쓴맛, 신맛 등이 나고 시료 중 가장 짠맛과 조미료맛이 강함.	짠맛, 단맛, 짓갈맛, 쓴맛, 신맛, 구수한맛, 조미료맛 등이 나고 짠맛과 짓갈맛이 강하며 전체적으로 맛이 깔끔하다고 표현함. 맛의 평가 중 가장 선호함	짠맛, 쓴맛, 구수한맛, 단맛, 짓갈맛 등이 나고 짠맛이 강함.
조직감 및 후미	약간 혀가 아린 느낌이 있고 후미가 짠맛 쓴맛이 남.	입안이 텁텁하고, 후미는 짠맛, 구수한맛, 신맛이 남	혀가 아린 느낌이 강하고, 후미는 짠맛, 쓴맛, 구수한맛, 단맛이 남.	뽀고 아린 느낌이 약간 나고, 후미는 짠맛, 단맛, 조미료맛이 나며 조직감 및 후미의 평가 중 가장 선호함.



그림 63. 관능 준비



그림 64. 관능 평가

(7) 유리아미노산

표 104은 간장의 유리아미노산을 분석한 결과이다. 유리아미노산 중 중미성 아미노산인 Aspartic Acid, Glutamic acid와 감미를 나타내는 Serine, Glycine, Threonine, Alanine의 경우 속성소금이 가장 많은 함량을 보였으며 그 다음으로 정제염으로 나타났다. 이와 함께 고미성을 나타내는 Histidine Arginine Valine, MethionineL및 eucine의 함량 역시 유사한 결과를 보였다.

표 104. 간장의 유리아미노산 분석 결과

간 장	A	B	C	D	분석방법
L-Aspartic Acid	8.48	7.92	10.11	6.76	Derived by ninhydrin HPLC analytical method
L-Threonine	95.23	77.80	114.48	117.17	
L-Serine	109.99	85.26	136.77	134.12	
L-Glutamic acid	458.67	399.99	592.87	554.28	
Glycine	51.71	43.42	67.84	62.92	
L-Alanine	217.98	187.34	264.20	256.43	
L-Valine	113.93	101.31	147.58	142.79	
L(-)-Cystine	3.81	1.20	3.00	3.51	
L-Methionine	23.40	24.09	33.82	29.14	
L-Isoleucine	117.69	103.70	159.11	151.15	
L-Leucine	167.28	162.52	244.67	216.85	
L-Tyrosine	95.10	89.27	134.15	118.56	
L-Phenylalanine	97.52	95.52	155.16	132.19	
L-Lysine	172.78	159.73	222.46	205.68	
L-Histidine	58.21	49.24	69.55	66.86	
L-Arginine	7.54	7.39	15.92	8.90	
L(-)-Proline	75.97	60.95	79.73	80.00	
total	1,875.29	1,656.65	2,451.42	2,287.31	

(8) 항산화 특성

간장의 항산화 활성 정도를 비교하기 위해서 peroxy radical scavenging activity에 의한 항산화 활성의 측정결과는 그림 65에서 보여주는 것과 같다. 그림65에서 볼 수 있는 것과 같이 간장의 peroxy radical에 대한 소거활성은 2009년산 소금이 비교적 높은 항산화 활성을 보여 주었다. 다음으로 속성속금과 정제염순이었으며 속성소금이 가장 낮은 항산화 활성을 보여주고 있다. hydroxyl radical scavenging activity에 의한 항산화 활성 측정결과는 그림66에서 보여주는 것과 같다. 간장의 hydroxyl radical scavenging activity 항산화 활성은 2009년산 소금이 비교적 높은 항산화 활성을 보여주었다. 다음으로 속성속금과 속성소금이었으며 정제염이 가장 낮은 항산화 활성을 보여주고 있다.

표 105. Peroxyl radical scavenging activity

Fluorescence (40nM)	+	+	+	+	+	+	+
AAPH (20mM)	+	+	+	+	+	+	+
Sample	-	간장A			간장B		
Concentration (%)	-	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
	15.4	28.5	71.7	96.3	25.4	54.4	88.0
Test	16.0	30.0	65.9	102.6	26.4	56.7	92.0
	16.1	29.3	65.0	89.3	25.1	53.8	86.7
		12.6	55.9	80.4	9.5	38.5	72.1
Net area	15.8	14.1	50.0	86.7	10.6	40.8	76.1
		13.5	49.2	73.4	9.3	37.9	70.8
		2.4	10.5	15.2	1.8	7.3	13.6
Trolox (μM)	5.3	2.7	9.4	16.4	2.0	7.7	14.4
		2.5	9.3	13.8	1.8	7.2	13.4
Mean		2.5	9.7	15.1	1.8	7.4	13.8
S.D		0.1	0.6	1.1	0.1	0.3	0.5

Fluorescence (40nM)	+	+	+	+	+	+
AAPH (20mM)	+	+	+	+	+	+
Sample		간장C			간장D	
Concentration (%)	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1
	26.3	56.8	92.4	23.0	57.1	92.3
Test	26.9	59.2	92.3	23.4	58.1	92.0
	26.0	56.0	91.1	23.0	54.5	86.8
	10.5	40.9	76.5	7.2	41.2	76.4
Net area	11.1	43.3	76.4	7.6	42.3	76.2
	10.1	40.1	75.3	7.1	38.6	71.0
	2.0	7.7	14.4	1.4	7.8	14.4
Trolox (μM)	2.1	8.2	14.4	1.4	8.0	14.4
	1.9	7.6	14.2	1.3	7.3	13.4
Mean	2.0	7.8	14.3	1.4	7.7	14.1
S.D	0.1	0.3	0.1	0.0	0.3	0.5

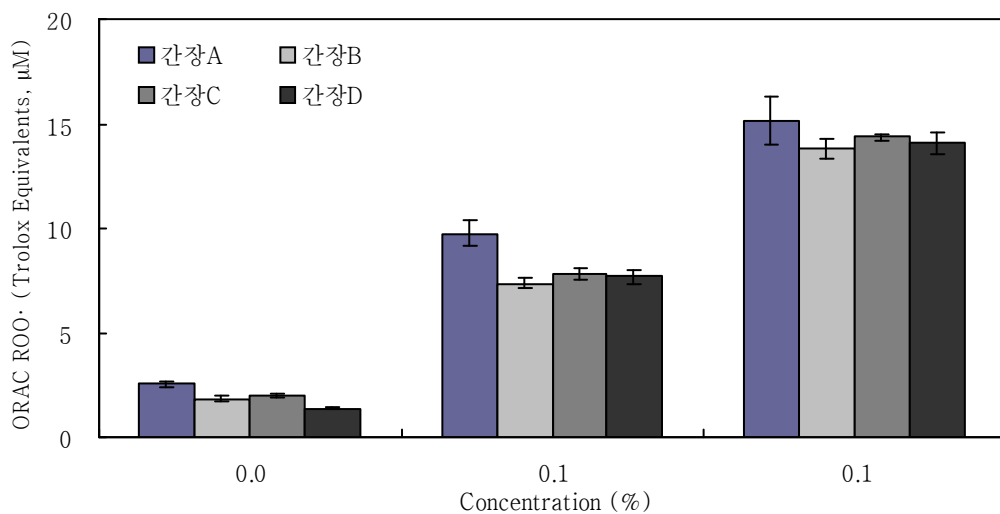


그림65. Peroxyl radical scavenging activity

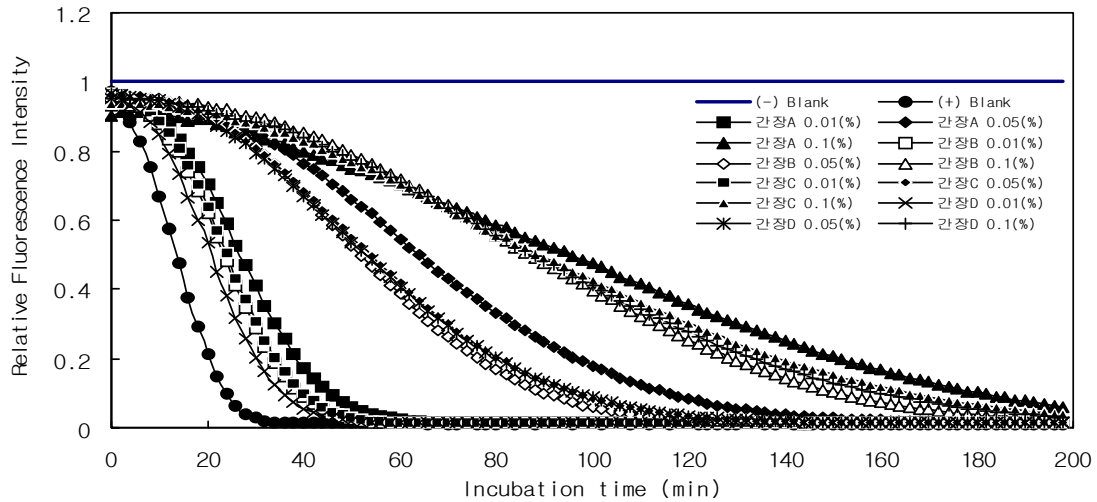


그림66. Peroxyl radical scavenging activity

표 106. Hydroxyl radical scavenging activity

Fluorescence (40nM)	+	+	+	+	+	+	+
CuSO ₄ (5μM) + H ₂ O ₂ (100mM)	+	+	+	+	+	+	+
Sample	-	간장A			간장B		
Concentration (%)	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		35.1	39.5	45.1	63.6	38.1	42.4
Test		37.1	40.8	45.7	66.5	39.9	59.7
		36.9	40.6	44.2	62.2	37.8	57.1
			3.1	8.7	27.2	1.7	6.0
Net area		36.4	4.4	9.4	30.1	3.5	7.8
			4.2	7.8	25.8	1.4	5.8
			0.4	1.2	3.8	0.2	0.8
Trolox (μM)	7.1	0.6	1.3	4.2	0.5	1.1	3.3
			0.6	1.1	3.6	0.2	0.8
Mean			0.6	1.2	3.9	0.3	0.9
S.D			0.1	0.1	0.3	0.1	0.2

Fluorescence (40nM)	+	+	+	+	+	+
CuSO ₄ (5μM) + H ₂ O ₂ (100mM)	+	+	+	+	+	+
Sample		간장C			간장D	
Concentration (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		38.4	41.8	56.9	36.1	54.7
Test		39.1	43.4	58.1	36.7	55.5
		38.2	41.5	58.7	35.2	54.2
			2.0	5.4	20.6	(0.3)
Net area		2.7	7.0	21.7	0.4	8.9
			1.8	5.1	22.3	(1.2)
			0.3	0.8	2.9	(0.0)
Trolox (μM)		0.4	1.0	3.1	0.1	2.7
			0.3	0.7	3.1	(0.2)
Mean		0.3	0.8	3.0	(0.1)	0.9
S.D		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

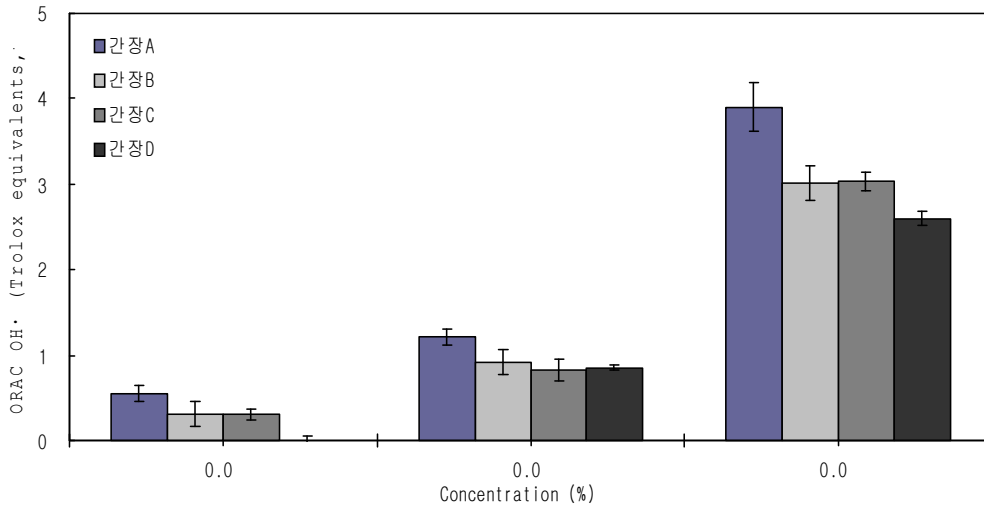


그림 67. Hydroxyl radical scavenging activity

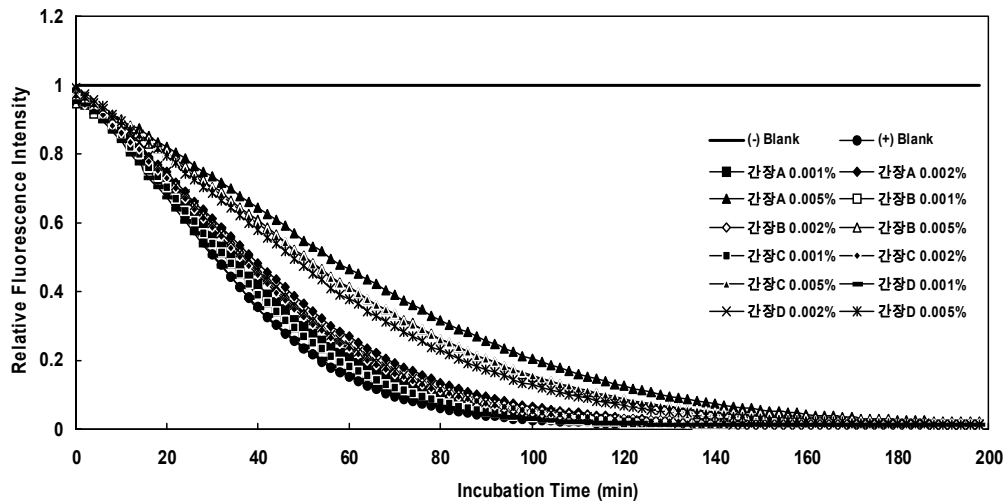


그림 68. Hydroxyl radical scavenging activity

2. 된장

가. 된장의 품질 특성

된장의 품질은 살펴보면 표 107과 같다. 수분은 53~54% 범위를 나타냈으며 pH는 5.14~5.63 범위를 보였다. 염도는 3년 숙성소금이 3.80%로 가장 높았으며 정제소금이 가장 낮은 3.13을 보였다. Magnesium과 Sulphate 화합물의 함량은 숙성소금의 경우 147.78과 1.34mg/kg으로 천일염 중 가장 낮은 값을 보였으며 3년 숙성소금의 경우 Sulphate 함량이 가장 높은 결과를 보였다. 색상은 2009년 시료의 “L”값이 가장 높은 값을 보였으며 “a”값은 정제염이 그리고 “b”값은 숙성소금이 가장 낮은 값을 보였다. (표 108)

표 107. 된장 품질 특성

	수분	pH	염도	Calcium	Magnesium	Sulphate	Chloride
A	53.65	5.63	3.27	118.69	333.46	320.69	11630.73
B	53.79	5.18	3.80	127.71	250.81	410.35	11407.07
C	53.59	5.14	3.60	104.94	147.78	1.34	10001.87
D	54.47	5.49	3.13	86.60	73.70	1.33	10536.93

표 108. 된장의 색상

	L	a	b
A	47.64 (±0.96)	8.45 (±0.37)	16.17 (±0.38)
B	45.68 (±0.52)	8.82 (±0.18)	16.94 (±0.44)
C	41.81 (±0.44)	8.57 (±0.09)	14.90 (±0.31)
D	46.79 (±1.17)	9.06 (±0.16)	16.28 (±0.32)

나. 유리아미노산 함량

표 109는 된장의 유리아미노산을 분석한 결과이다. 유리아미노산 중 중미성 아미노산인 Aspartic Acid, Glutamic acid와 감미를 나타내는 Serine, Glycine, Threonine, Alanine의 경우 속성소금이 가장 많은 함량을 보였으며 그 다음으로 정제염으로 나타났다. 이와 함께 고미성을 나타내는 Histidine Arginine Valine, MethionineL 및 Leucine의 함량 역시 유사한 결과를 보였다.

표 109. 된장의 유리아미노산 분석 결과

(mg/100g)

된 장	A	B	C	D	분석방법
L-Aspartic Acid	8.49	6.36	8.64	10.02	Derived by ninhydrin HPLC analytical method
L-Threonine	87.93	62.74	105.77	97.77	
L-Serine	107.26	70.16	125.79	115.06	
L-Glutamic acid	421.94	293.76	425.53	411.21	
Glycine	50.53	33.59	55.80	52.06	
L-Alanine	206.33	143.46	240.89	221.17	
L-Valine	118.65	86.26	136.07	128.84	
L(-)-Cystine	0.72	0.45	1.84	1.14	
L-Methionine	28.25	21.32	27.61	26.13	
L-Isoleucine	134.88	92.55	153.71	147.31	
L-Leucine	228.93	163.31	241.90	234.11	
L-Tyrosine	106.26	86.86	101.82	103.78	
L-Phenylalanine	162.18	116.12	166.33	162.18	
L-Lysine	163.60	128.15	171.93	167.45	
L-Histidine	50.97	37.15	57.93	51.75	
L-Arginine	7.19	18.39	8.56	10.05	
L(-)-Proline	68.83	48.64	100.38	82.23	
total	1,952.94	1,409.27	2,130.5	2,022.26	

다. 관능 평가 결과

2010년 10월 08일 오후 16:30-17:30 관능검사실에서 전문패널 8명으로 시판정제염, 2007년산, 2009년 6월산 속성소금으로 담은 된장을 가지고 자유토론식으로 FGI관능 분석을 하였다. 뚜껑이 있는 플라스틱 용기에 담아 밀폐시킨 후 시판정제염으로 담근 된장, 2009년 6월산 소금으로 담근 된장, 2007년산 소금으로 담근 된장, 속성소금으로 담근 된장순으로 제시하였다.

패널원의 된장에 대한 일반적인 개념은 가정에서 주로 사용하는 된장은 집에서 만든 된장이고 마트에서 구매한 된장을 대부분 용도에 따라 사용하며 집된장의 경우 된장찌개를 하거나 국을 끓일 때 사용하고, 사서먹는 된장의 경우는 나물무침, 쌈장 등의 용도로 사용한다 답하였다. 소수 패널은 집된장은 짜고 사서먹는 된장은 달아서 같이 섞어서 사용한다고 하였다. 집된장을 주로 먹는 이유는 재료를 직접 구매하니 신뢰할 수 있고 조미료 및 첨가물을 넣지 않아 건강에 좋을 것 같아서라고 응답하였고, 사서 구매하는 된장의 경우는 편리성과 집된장의 짠맛을 보완할 수 있어서라고 답하였다. 2009년 6월 산 소금으로 담근 된장은 다른 시료에 비해 검은 입자가 많이 보이며 2007년산 소금으로 담근 된장은 4개의 시료 중 가장 밝은 갈색을 띄고 균일해보이며 수분이 적어보이며 속성소금으로 담근 된장은 4개의 시료 중 가장 어두운 갈색을 띄고, 이 또한 수분이 적다고 답하였다. 또한 정제염을 사용하여 담근 된장 색깔은 시료 중 중간정도의 갈색으로 균질해 보이고, 다른 시료에 비해 수분이 적당하게 있어 보인다고 답하였다. 종합적으로는 외관의 선호도는 가장 밝은 갈색을 띄고 입자가 균일해 보이는 2010년 6월 산 소금으로 담근 된장의 선호도가 높았다. 2009년 6월산 소금으로 담근 된장은 짠내, 조선

간장내, 구수한내, 단내, 매주내 등이 나고 특히 콩비린내와 곰팡이내가 강하고 푹 익은 된장의 냄새가 났으며 2007년산 소금으로 담근 된장은 짠내, 신냄새, 햇된장 냄새, 단내, 고소한내, 탄 냄새, 발효취 등이 나타나고 햇된장 느낌이 났다. 속성소금으로 담근 된장은 진간장 냄새, 짠내, 단내, 콩볶은 고소한 냄새, 조미료 냄새, 약간의 콩비린내가 났으며 정제염을 사용하여 담근 된장은 햇된장 냄새, 짠내, 진간장냄새, 단내, 고소한냄새, 나무냄새, 콩비린내, 특소는 냄새가 났다.

냄새의 선호도는 시료 중 고소한 냄새가 나고 이취가 적은 2007년 6월 산 소금으로 담근 된장을 가장 선호하였고 두 번째로는 단내가 나고 이취가 비교적 적은 전처리한 소금으로 담근 된장을 선호하였다. 2009년 6월 산 소금으로 담근 된장은 짠맛, 단맛, 쓴맛, 구수한 맛, 콩비린맛, 흠맛 등이 난다. 그중 짠맛과 구수한 맛, 쓴맛이 강하였으며 2007년산 소금으로 담근 된장에서는 단맛, 구수한 맛, 짠맛, 쓴맛, 신맛, 날콩 맛이 났다.

속성소금으로 담근 된장은 짠맛, 진간장맛, 볶은 콩의 고소한 맛, 쓴맛, 단맛, 조미료맛이 나타나고 특히, 다른 시료에 비해 고소한맛이 나 선호한다고 답하였으며 정제염을 사용하여 담근 된장: 가장 짠맛이 강하고, 콩비린맛, 쓴맛, 진간장맛, 조미료맛, 단맛 등이 났다는 결과가 나왔다. 맛의 선호도는 약간의 볶은콩의 고소한 맛이 있고 이미가 비교적 적은 속성소금으로 담근 된장을 가장 선호하였고 두 번째로는 삶은 콩의 구수한 맛이 있고 이미가 두 번째로 적은 2007년 6월 산 소금으로 담근 된장을 선호하였다.

4시료 모두 부드럽고 푹은 느낌이 공통점으로 나타났다. 2009년 6월 산 소금으로 담근 된장은 비교적 푹은 느낌이 조금 더 강하였고 후미는 짠맛, 비린맛, 곰팡이 취가 났다. 2007년산 소금으로 담근 된장은 입안에 이물감과 후미에 구수한 맛 약간 났으며 속성소금으로 담근 된장은 후미가 짠맛과 구수한 맛이 났다. 정제염을 사용하여 담근 된장은 다른 시료에 비해 입안에 남는 콩입자가 단단하고 후미는 짠맛이 오래 지속되었다는 답이 나왔다. 조직감 및 후미는 이물감이 비교적 적고 짠맛과 구수한 맛이 나는 속성소금을 가장 선호하였다. 전체적인 선호도에서도 냄새, 맛, 조직감 및 후미가 좋은 속성소금으로 담은 된장을 가장 선호하였고, 두 번째로는 구수한 햇된장 같은 2007년 6월 산 소금으로 담근 된장을 선호하였으며 4개의 시료 모두 집에서 만든 된장의 맛이 나고, 가정에서 어떠한 것을 사서 쓸 것인지 물어 보았을때 잘 발효된 속성소금으로 담근 된장을 사서 쓸 것 같다고 패널전원이 응답하였다.

표 110. 된장의 관능적 특성

소금	710 (2009년 6월산)	231 (2007년 6월산)	504 (숙성소금)	629 (정제염)
외관	다른 시료에 비해 검은 입자가 많이 보임	4개의 시료중 가장 밝은 갈색을 띄고 균일해보이며 수분이 적어보이며 외관평가 중 가장 선호함	4개의 시료중 가장 어두운 갈색을 띄고, 수분이 적어보임	색깔은 시료 중간정도의 갈색으로 균질해 보이고 다른 시료에 비해 수분이 적당하게 있어 보임
냄새평가	짠내, 조선간장내, 구수한내, 단내, 매주내 등이 나고 특히 콩비린내와 곰팡이내가 강하고 폭 익은 된장의 냄새가 남	신내, 햇된장냄새, 단내, 콩볶은 듯한 고소한내, 짠내, 탄냄새, 발효취 등이 나타나고, 콩비린내와 곰팡이 냄새는 안나고 냄새로 따서는 갓담근 된장의 같으며 냄새의 평가 중 가장 선호함	진간장냄새 짠내 단내, 콩볶은 듯한 고소한냄새, 조미료냄새, 약간의 콩비린내가 나며 냄새의 평가 중 두번째로 선호함	햇된장 냄새 짠내 진간장냄새 단내 고소한냄새 나무냄새 콩비린내, 특소는 냄새가 남
맛평가	짠맛, 단맛, 쓴맛, 구수한 맛, 콩비린맛, 흠맛 등이 난다. 그중 짠맛과 구수한 맛, 쓴맛이 강함.	짠맛, 단맛, 구수한 맛, 쓴맛, 신맛, 약간의 콩비린맛 이 나며 맛의 평가 중 두번째로 선호함	짠맛, 진간장맛, 볶은 콩의 고소한 맛, 쓴맛, 단맛, 조미료맛이 나타나고 특히, 다른 시료에 비해 고소한맛이 난다고 선호하며 맛의 평가 중 가장 선호함	가장 짠맛이 강하고, 콩비린맛 쓴맛 진간장맛, 조미료맛 단맛등이 있음.
조직감 및 후미	비교적 짧은 느낌이 조금 더 강하였고 후미는 짠맛, 비린맛, 곰팡이 취가 나타남.	입안에 이물감과 후미에 구수한 맛 약간 남. 평가 중 가장 선호 함	후미가 짠맛과 구수한 맛이 나며 평가 중 두번째로 선호함	다른 시료에 비해 입안에 남는 콩입자가 단단하고 후미는 짠맛이 오래 지속됨.

라. 항산화 특성

된장의 항산화 활성 정도를 비교하기 위해서 peroxy radical scavenging activity에 의한 항산화 활성의 측정결과는 그림 69에서 보여주는 것과 같다. 된장의 peroxy radical에 대한 소거활성은 2009년산 소금이 비교적 높은 항산화 활성을 보여주었다. 다음으로 숙성소금과 정제염 순이었으며 숙성소금이 가장 낮은 항산화 활성을 보여주고 있다.

hydroxyl radical scavenging activity에 의한 항산화 활성 측정결과는 그림 70에서 보여주는 것과 같다. 된장의 hydroxyl radical scavenging activity 항산화 활성은 2009년산 소금이 비교적 높은 항산화 활성을 보여주었다. 다음으로 숙성소금이었으며 다음으로 숙성소금과 정제염 순의 항산화 활성을 보여주고 있다.

표 111. Peroxyl radical scavenging activity

Fluorescence (40nM)	+	+	+	+	+	+	+
AAPH (20mM)	+	+	+	+	+	+	+
Sample	-	된장A			된장B		
Concentration (µg/mL)	-	10	20	50	10	20	50
	11.2	16.5	21.9	32.5	14.6	18.5	26.7
Test	11.5	17.3	23.7	38.2	15.4	19.1	29.1
	11.8	17.4	20.9	30.2	14.8	18.4	26.6
		5.0	10.4	21.0	3.1	7.0	15.2
Net area	11.5	5.8	12.2		3.9	7.6	17.5
		5.8	9.4	18.7	3.3	6.8	15.1
		0.9	2.0	4.0	0.6	1.3	2.9
Trolox (µM)	5.3	1.1	2.3		0.7	1.4	3.3
		1.1	1.8	3.5	0.6	1.3	2.8
Mean		1.0	2.0	3.7	0.6	1.3	3.0
S.D		0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2

Fluorescence(40nM)	+	+	+	+	+	+
AAPH (20mM)	+	+	+	+	+	+
Sample	된장C			된장D		
Concentration (µg/mL)	10	20	50	10	20	50
	15.1	18.5	29.7	13.8	20.2	29.9
Test	16.4	19.6	30.0	14.3	19.9	30.1
	15.2	19.0	29.6	14.0	18.7	27.9
	3.6	7.0	18.2	2.3	8.7	18.4
Net area	4.9	8.1	18.5	2.8	8.4	18.6
	3.7	7.5	18.1	2.5	7.2	16.4
	0.7	1.3	3.4	0.4	1.6	3.5
Trolox (µM)	0.9	1.5	3.5	0.5	1.6	3.5
	0.7	1.4	3.4	0.5	1.4	3.1
	0.8	1.4	3.4	0.5	1.5	3.4
	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2

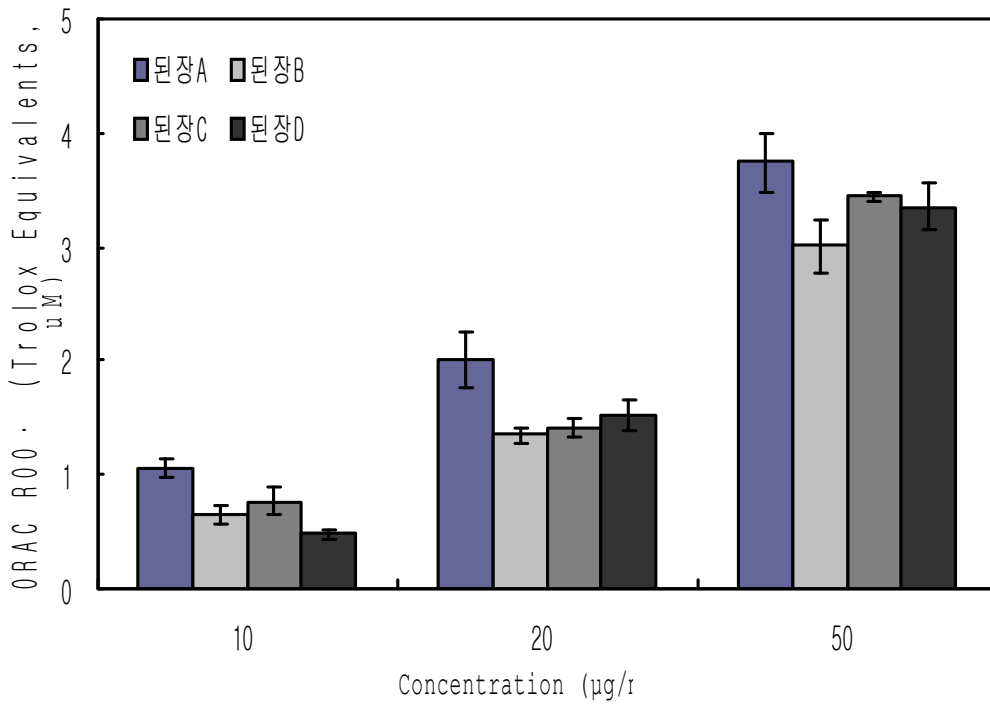


그림 69. Peroxyl radical scavenging activity

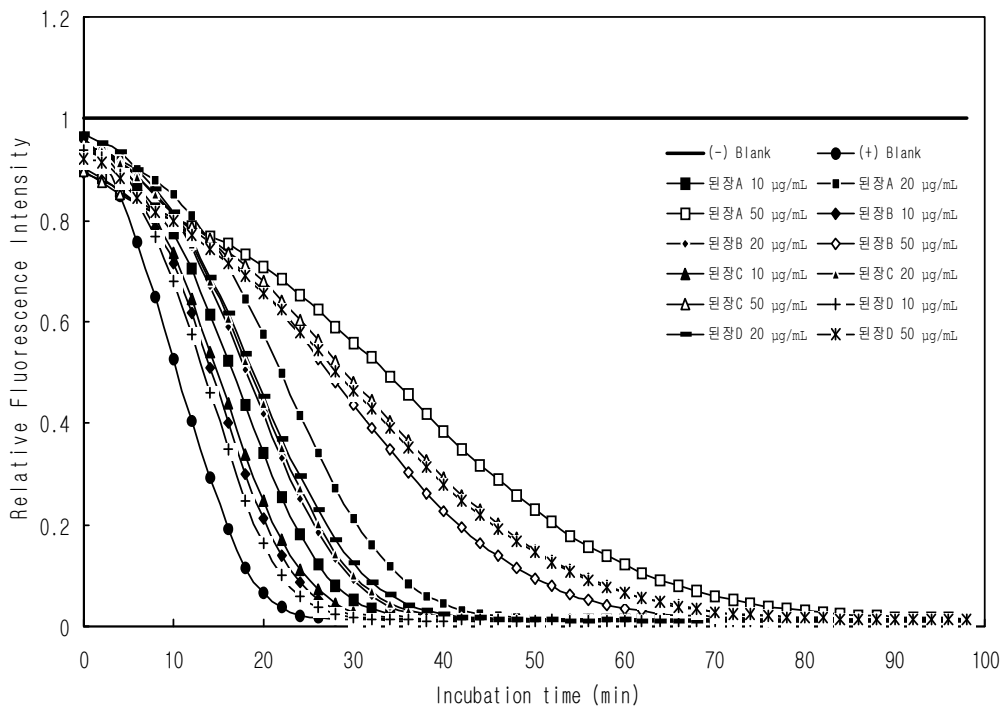


그림 70. Peroxyl radical scavenging activity

표 112. Hydroxyl radical scavenging activity

Sample		된장A			된장B		
Concentration($\mu\text{g}/\text{mL}$)	Blank	50	100	200	50	100	200
	0.04	0.08	0.10	0.15	0.07	0.08	0.14
Test	0.04	0.08	0.10	0.15	0.07	0.09	0.14
	0.04	0.08	0.10	0.15	0.07	0.08	0.14
Blank	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Test-Blank	0.00	0.04	0.06	0.11	0.03	0.05	0.10
	0.01	0.04	0.06	0.11	0.03	0.05	0.10
	0.01	0.04	0.06	0.11	0.03	0.04	0.10
	0.00	0.03	0.06	0.11	0.03	0.04	0.10
		0.04	0.06	0.10	0.03	0.04	0.10
		0.04	0.06	0.10	0.03	0.04	0.10
		4.36	7.13	13.54	3.61	5.12	12.41
Copper(I) ions (μM)		4.61	7.00	12.79	3.35	5.37	12.41
		4.86	7.00	13.17	3.35	4.99	12.54
Mean		4.61	7.04	13.17	3.44	5.16	12.45
S.D		0.23	0.06	0.34	0.13	0.17	0.06

Sample		된장C			된장D		
Concentration($\mu\text{g}/\text{mL}$)	Blank	50	100	200	50	100	200
	0.04	0.07	0.09	0.14	0.07	0.09	0.14
Test	0.04	0.07	0.09	0.14	0.07	0.08	0.13
	0.04	0.07	0.09	0.14	0.07	0.08	0.14
Blank	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Test-Blank	0.00	0.03	0.05	0.10	0.03	0.05	0.10
	0.01	0.03	0.05	0.10	0.03	0.05	0.09
	0.01	0.03	0.05	0.10	0.03	0.05	0.10
	0.00	0.03	0.04	0.09	0.02	0.04	0.10
		0.03	0.05	0.09	0.02	0.04	0.09
		0.03	0.05	0.09	0.03	0.04	0.10
		3.23	5.49	11.91	2.98	5.62	12.54
Copper(I) ions (μM)		3.35	6.00	11.40	2.98	5.37	11.28
		3.35	5.74	11.78	3.23	5.49	12.16
Mean		3.31	5.74	11.70	3.06	5.49	11.99
S.D		0.06	0.23	0.23	0.13	0.11	0.58

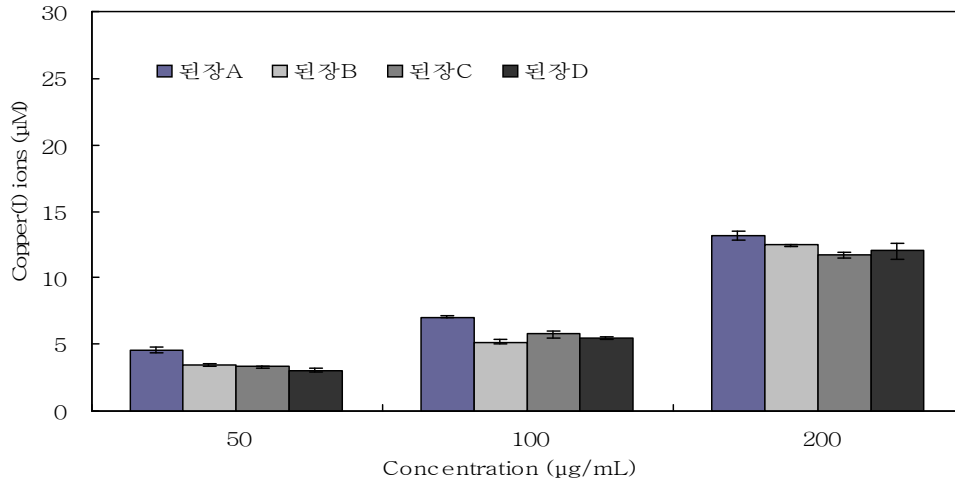


그림 71. Hydroxyl radical scavenging activity

3. 단무지

단무지는 원래 주산지가 일본인데 일본은 옛날부터 무를 5~20일간 정도 풍건한 후 일차적으로 염장한 다음 적당한 시기에 본 염장을 하여 단무지 제품으로 가공하는 방법이 행해져 왔다. 그러나 근래에는 원료 무를 직접 3~10일간 염장한 후 새로운 식염수에 침지시키고 적당한 기간에 꺼내서 다시 본 염장을 하여 단무지를 제조하고 있는데, 이 경우 초기 염장 처리가 2차 가공품의 품질에 큰 영향을 미치고 있다.

우리나라에서는 염적 침지법을 사용하여 단순히 무를 소금에 절여 일정한 기간(2~3개월) 경과 후 적정 수준의 염도가 유지되도록 탈염한 다음 조미하는 제조공정을 거쳐서 식품으로 유통되고 있다. 그러나 최근의 급격한 경제 수준의 향상과 식생활의 다양화에 따라 절임류에 대한 소비자의 안전성, 영양적 품질과 함께 관능적 기호성에 대한 요구가 증가되는 추세이므로, 영양적 품질이 우수하고 관능적 기호성 및 저장성이 양호한 단무지의 개발이 필요하게 되었다. 단무지 품질을 결정하는 중요한 요소는 맛, 향 뿐만 아니라 texture중 사각사각함(crispness)이 매우 중요한데, 이 crispness가 나쁘면 맛과 향이 아무리 좋더라도 단무지의 품질이 떨어진다. 이러한 관능적 특성은 단무지의 염장시 사용되는 소금의 품질에 따라 크게 영향을 받으리라고 생각된다. 현재까지 국내에서 단무지에 관한 연구는 김의 탈염공정이 끝난 후 다시 마 맛을 가미한 단무지의 제조특허와 이의 염장중 소금 농도가 단무지의 물리화학적 특성 변화에 미치는 영향에 관한 연구뿐이다. 본 연구는 소금의 종류에 따른 단무지의 수분, 조직감, pH, 관능 특성 변화 등을 조사하였다. 본 실험에 사용된 무우는 강원도 명주군 연곡면 지대에서 재배된 조생 무를 사용하였다. 본 연구에 사용된 소금은 표 113과 같다.

표 113. 소금의 종류

번호	소금	특징
A	2009년 6월산	천일염
B	2007년산	장기숙성 천일염
C	속성소금	천일염(불용분 제거)
D	정제소금	시중 정제소금

단무지 제조는 무우의 형태가 비슷한 것을 골라 무우와 소금의 비율을 5:1 비율로 염지하였다. 3일 경과 후 본 숙성을 위하여 20% 염 농도로 재 염지를 하여 3개월 동안 숙성을 하였다. 최종적으로는 3°Brix 농도로 탈염을 하여 품질 분석을 하였다.



그림 72. 단무지 염지장면

가. 재료 및 방법

(1)경도

무 전체길이의 중간부분에 해당하는 부위에서 가로, 세로 2cm로 네모나게 절단하여 Texture Analyser(Model XT-RA Dimension V3.7A, Stable Micro Systems) 기기로 측정하였다. 3mm stainless로 된 원형 probe를 이용하여 침입거리를 4mm로 설정한 후 측정하였다. Rupture mode에서 측정하였다. 이때 plunger의 strain은 40%, test speed 5.0 mm/sec, pre test speed 1.7 mm/sec, post test speed 5.0 mm/sec 이었다. 측정항목은 hardness를 측정하였다.

(2) 수분

105도 상압 가열 건조법으로 측정하였다.

(3) 염도

단무지를 파쇄, 착즙하여 염도계로 측정하였다.

(4) pH

물기를 제거한 무를 블렌더로 갈아 가아제로 짜서 액을 pH meter로 측정하였다.

(5) 관능검사

소비자 기호도 검사 중 정성적 검사(qualitative test)로 초점 그룹 인터뷰(FGI)방법으로 관능 검사를 실시하였다. 언제, 어디서, 무엇을 어떻게 왜에 대한 질문에 답하여 기호도 분석을 하였으며 패널은 10명 정도의 소비자를 대상으로 잡고 집단 면접을 실시하여 심층적 욕구 분석을 하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 경도

단무지는 본 숙성을 20% 염 농도에서 3개월 동안 실험하였다. 표 114는 숙성과정이 끝난 단무지의 품질을 탈염공정 전에 분석하였던 결과이다. 그 결과를 살펴보면 단무지의 수분은 81.08%에서 83.70% 범위를 보였으며 pH는 4.43에서 4.72 범위로 처리구중 속성소금으로 처리한 구가 다소 높은 pH 값을 보였다. 경도를 측정한 결과는 표 114와 같다. 소금의 종류에 따른 경도결과를 살펴보면 가장 높은 경도값을 보인 구는 속성소금으로 제조한 구이며 그 다음으로는 정제염, 2009년산이었다. 그리고 가장 낮은 경도를 보인 구는 속성소금으로 제조한 단무지로 나타났다.

표 114. 단무지의 품질 특성

시료 번호	수분	Hardness	PH	염도
A	82.33	596.62	4.52	19.0
B	82.59	419.27	4.47	19.3
C	83.70	768.65	4.72	18.7
D	81.08	825.14	4.43	19.3

(2) 관능검사

2010년 10월 15일 오후 16:30-17:30, 관능검사실에서 전문패널 8명으로 시판정제염, 2007년산, 2009년 6월산 속성소금으로 절인 단무지를 가지고 자유토론식으로 FGI관능 분석을 하였다. 뚜껑이 있는 플라스틱 용기에 담아 밀폐시킨 후 시판정제염으로 절인 단무지, 2009년 6월산 소금으로 절인 단무지, 2007년산 소금으로 절인 단무지, 속성소금으로 절인 단무지순으로 제시하였다.

패널원의 단무지에 대한 일반적인 개념은 단무지는 가정에서는 김밥이나 초밥 등을 할때나 고춧가루 등의 양념을 넣고 무쳐먹을 때 반찬으로도 사용하나, 대부분 떡볶이나 자장면, 우동 등의 분식이나 중식, 일식등의 외식할 때 주로 먹는다고 답하였다. 또한 단무지는 가정에서 보

다 외식으로 많이 먹게 되고 외식은 일주일에 2-4회 하는 것으로 나타났다.

2009년 6월 산 소금으로 담근 단무지는 갈색빛이 도는 어두운 노랑색을 띄고 무의 심지가 많이 보였다. 그에 비해 2007년산 소금으로 담근 단무지는 무에 색이 고르게 들었고 시료 중 가장 단무지의 색깔로 적당해 보였다.

숙성소금으로 담근 단무지는 시료 중 가장 밝은 노랑색을 띄었으며 시중에 판매하는 정제염을 사용하여 담근 단무지는 시료 중 가장 진한 노랑색을 띄었다는 결과가 나왔으며 전체적인 외관의 선호도에서 패널들은 무에 색이 고르게 들었고 단무지의 노랑색이 먹음직스런 2007년 6월 산 소금으로 담근 단무지를 가장 선호하였고, 숙성소금으로 담근 단무지는 두 번째로 선호하였다.

2009년 6월 산 소금으로 담근 단무지에서는 군덕내가 강하였으며 짠내, 신내, 단내가 나고 빙초산의 특소는 냄새가 났다. 2007년산 소금으로 담근 단무지는 짠내, 신내, 단내가 나고 이취는 시료 중 가장 적었다. 그에 비해 숙성소금으로 담근 단무지는 단내가 강하고 짠내, 신내가 나며, 군덕내 같은 약간의 이취가 있었다. 정제염을 사용하여 담근 단무지에서는 짠내, 신내, 단내, 고무냄새, 군덕내가 났다는 결과가 나왔다.

냄새의 선호도에서 패널들은 시료 중 짠내 신내, 단내가 비교적 적당하고 2007년 6월 산 소금으로 담근 단무지를 가장 선호하였고 두 번째로는 비교적 단내가 강하고 이취가 적은 숙성소금으로 담근 단무지를 선호하였다.

2009년 6월 산 소금으로 담근 단무지는 4개의 시료 중 쓴맛이 가장 강하고 짠맛, 단맛, 신맛, 감미료 맛이 났다. 이미가 강하였고 2007년산 소금으로 담근 단무지: 짠맛이 강하고, 신맛, 단맛, 탄산미, 해조류의 비린맛이 약간 나고 이미는 약하였다. 숙성소금으로 담근 단무지는 단맛이 강하고 짠맛, 신맛, 감미료맛이 나고 탄산미가 강해 잘 발효된 것 같다 응답하였다.

이미는 나지 않았으며 정제염을 사용하여 담근 단무지: 쓴맛이 강하고, 단맛, 짠맛, 신맛이 나고 해조류의 비린맛, 동치미의 과숙성된 맛, 이미가 두 번째로 강하였다.

맛의 선호도에서 패널들은 시료 중 이미가 없고 탄산미가 가장 강해 잘 발효된 단무지의 맛이 나는 숙성소금으로 담근 단무지를 가장 선호하였고 두 번째로는 비교적 이미가 약한 2007년산 소금으로 담근 단무지를 선호하였다.

2009년 6월 산 소금으로 담근 단무지는 4개의 시료중 가장 질기고, 푸석하며 아삭한 느낌이 적었으며 뚫은 느낌도 났다. 후미에서는 단맛, 신맛, 쓴맛이 나고 삼킨 후 텁텁함이 있다고 답하였다. 숙성소금으로 담근 단무지는 아삭하여 씹힘성이 가장 좋고 후미는 짠맛, 단맛, 쓴맛이 났다. 그리고 2007년산 소금으로 담근 단무지는 아삭하여 씹힘성이 좋고 아린느낌이 났다.

후미는 신맛, 단맛, 쓴맛이 나고 삼킨 후 약간 텁텁하였다. 정제염을 사용하여 담근 단무지는 아삭하지만 질긴느낌과 약간 푸석하다라는 의견이 많았으며 후미에서 또한 쓴맛, 단맛, 해조류의 비린맛 등이 난다고 답하였다.

전체적인 조직감 및 후미에서는 씹힘성이 가장 좋고 이미가 적은 숙성소금으로 담근 단무지를 가장 선호하였고, 두 번째로는 2007년산 소금으로 담근 단무지를 선호하였다.

전체적인 선호도에서도 맛과 조직감 및 후미가 좋은 속성소금으로 담근 단무지를 가장 선호하였고, 두 번째로는 외관과 냄새의 선호도가 가장 좋고 맛과 조직감과 후미에서도 두 번째인 2007년 산 소금으로 담근 단무지를 선호하였다.

표 114. 단무지 패넬들 관능평가

단무지	129 (2009년 6월산 소금)	643 (2007년산 소금)	255 (속성소금)	820 (정제염을 사용)
외관	갈색빛이 도는 어두운 노랑색을 띄고 무의 심지가 많이 보임	무에 색이 고르게 들었고 시료 중 가장 단무지의 색깔로 적당해 보이며 외관평가 중 가장 선호함	시료 중 가장 밝은 노랑색을 띄며 외관평가 중 두번째로 선호함	시료 중 가장 진한 노랑색을 띰.
냄새평가	군덕내가 강하며, 짠내, 신내, 단내가 나고 빙초산의 특소는 냄새가 남.	짠내, 신내, 단내가 나고 이취는 시료중 가장 적어 냄새의 평가 중 가장 선호함	짠내, 신내, 단내가 강하고 군덕내 같은 약간의 이취가 나나 냄새의 평가 중 두번째로 선호함	짠내, 신내, 단내, 고무냄새, 군덕내가 남
맛평가	4개의 시료중 쓴맛이 가장 강하고 짠맛, 단맛, 신맛, 감미료맛이 남. 이미가 강함.	짠맛이 강하고, 신맛, 단맛, 탄산미, 해조류의 비린맛이 약간 나고 이미는 약하고 맛의 평가 중 두번째로 선호함	단맛이 강하고 짠맛, 신맛, 감미료맛이 나고 탄산미가 강해 잘 발효된 것 같으나 이미는 나지 않았고 맛의 평가 중 가장 선호함	쓴맛이 강하고, 단맛, 짠맛, 신맛이 나고 해조류의 비린맛, 동치미의 과숙성된 맛, 이미가 두 번째로 강함.
조직감 및 후미	4개의 시료 중 가장 질기고, 푸석하며 아삭한 느낌이 적다. 뽀은 느낌도 남. 후미는 단맛, 신맛, 쓴맛이 나고 삼킨후 텁텁함.	아삭하여 씹힘성이 좋고 아린느낌이 나며 후미는 신맛, 단맛, 삼킨후 약간 텁텁함. 평가 중 두번째로 선호함	아삭하여 씹힘성이 가장 좋고 후미는 짠맛, 단맛, 쓴맛이 나나 조직감 평가 중 가장 선호 함	아삭하지만 질긴느낌도 난다. 약간 푸석하다. 후미는 쓴맛, 단맛, 해조류의 비린맛 등이 남.

4. 음료

가. 재료 및 방법

(1) 음료제조

음료 제조는 소비자의 기호도를 높이기 위하여 대추, 레몬, 구연산과 과당, 과일즙 및 비타민 등의 부재료를 첨가하여 제조를 하였다. 제조한 음료의 품질 특성을 분석한 결과는 표 115와 같다.

표 115. 음료 배합비

재료명	재료량(g)	비율(%)	비고
정수	900g	84.70%	음용수 기준 적합
염	3.6g	0.34%	
대추농축액	20g	1.88%	식품 첨가물급
레몬농축액	27g	2.50%	"
고과당	27g	2.50%	"
배농축액	27g	2.50%	"
꿀	28g	2.60%	"
사과농축액	27g	2.60%	"
니코틴산 아마이트	0.09g	0.08%	"
비타민 C	0.9g	0.08%	"
비타민B6	0.027g	0.0025%	"
비타민B1	0.45g	0.04%	"
안식향산나트륨	0.45g	0.04%	"
구연산 Na	0.9g	0.08%	"
사과향	0.4g	0.04%	"

(2) 색도

색도계(Color and color difference meter, Model No. CR-300. Minolta Co., Japan)를 이용하여 제조된 음료의 색택의 변화를 측정하여 Hunte의 색계인 밝은 정도를 나타내는 'L'값(Lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(Redness) 및 노란색의 정도를 나타내는 'b'값(Yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하고, ΔE값을 구하였다. 이때 백색판(white calibration plate)의 'L', 'a' 및 'b'값은 각각 96.86, -0.07, 2.02 이었다.

나. 결과 및 고찰

(1) 당도 및 산도

제품의 당도는 11.2%, 산도는 2.3% 범위이었으며 일반세균과 대장균은 검출이 되지 않았으며 이외의 항목은 음용수 기준에 적합한 것으로 나타났다. 음료의 품질 특성은 표 116과 같다.

표 116. 음료의 품질 특성

항 목	규 격	비 고
pH	4.0	저장성
당도(brix)	11.2	맛
비 중	1.03	
산 도	2.3	저장성, 맛
색 상	진갈색	
일반 세균	음성	음용수기준
대장균	음성	음용수기준
중금속	주석, 납, 카드뮴	불검출
침전물	불검출	
성 상	투명하고 진한 갈색	과일향 사용

(2) 색도

표 117은 음료제품의 색도 측정 결과를 나타내었다. 시제품의 색도는 'L'값 51.20, 'a'값 1.26 그리고 'b'값 21.41으로 나타났다.

표 117. 음료의 색도값

항 목	결 과
L value	51.20±0.21
a value	1.26±0.09
b value	21.41±0.74

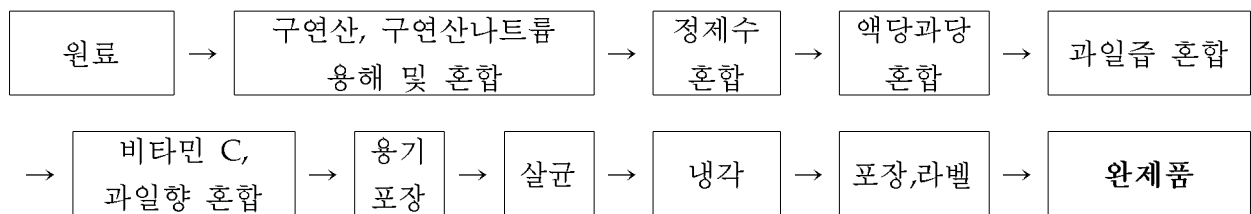


그림 73. 음료 제조 공정도



그림 74. 음료 시제품

(3) 관능검사

2011년 12월 1일 오후 15:30-14:30, 관능검사실에서 전문패널 8명으로 2010년 6월산 소금을 첨가한 음료, 2007년산 소금을 첨가한 음료, 전처리염으로 만든 음료, 시판정제염을 첨가한 음료를 가지고 자유토론식으로 FGI(Focus Group Interview)관능 분석을 하였다.

좌담회 방법은 자유 토론식으로 제시된 음료에 대하여 논하였다. 시료의 제시 방법은 투명한 플라스틱 컵에 음료를 넣은후 뚜껑을 닫아 밀폐시킨 후 제시하였다. 제시 순서는 2010년 6월산 소금을 첨가한 음료, 2007년산 소금을 첨가한 음료, 전처리염으로 만든 음료, 시판정제염을 첨가한 음료순으로 하였다.

외관은 시료간의 차이가 없지만, 시판정제염을 첨가한 음료가 다른 음료에 비해 약간 탁하였

다. 2011년 6월산 소금을 첨가한 음료의 경우에는 사과향, 꿀냄새, 약 냄새, 과일향, 단내 등이 나며 2007년산 소금을 첨가한 음료의 경우 사과향, 약냄새, 카라멜내, 단내 등이 나고 그중 사과냄새와 단내가 강하다 말하였다. 전처리한 소금을 첨가한 음료의 경우 사과향, 오렌지향이 많이 나고 구수한내, 꿀냄새, 단내 등이 나며 시료 중 가장 이취가 적었으며 정제염을 첨가한 음료의 경우 신내와 약냄새가 많이 나고 호박즙냄새와 과일의 풋내, 사과향 등이 났다. 냄새의 경우 시료 모두 전체적으로 강하고 여러 가지 향이 조화롭지 못하였다. 선호도는 사과향과 오렌지향이 상큼하고 시료중 이취가 비교적 적은 전처리한 소금을 첨가한 음료와 사과향과 단내가 어우러진 2007년산 소금을 첨가한 음료를 비교적 선호하였다.

2010년 6월산 소금을 첨가한 음료의 경우에는 단맛, 짠맛, 물엿, 카라멜, 신맛, 호박즙맛, 군고구마 맛이 났으며 2007년산 소금을 첨가한 음료의 경우 사과맛과 꿀맛이 강하고, 단맛, 신맛, 오렌지맛, 짠맛, 약맛 등의 맛이 있음. 다른 시료에 비해 신맛이 더 강하다 말하였다. 또한 전처리한 소금을 첨가한 음료의 경우 사과맛, 단맛, 물엿, 호박즙맛, 신맛, 군고구마맛, 짠맛 등이 있었으나 다른 시료에 비해 단맛과 신맛이 약간 적었다. 정제염을 첨가한 음료의 경우 단맛, 짠맛, 약맛, 사과맛, 신맛 등이 났다. 맛의 선호도는 다른 시료에 비해 단맛과 신맛이 적고 사과맛과 호박즙맛, 군고구마 맛이 나는 전처리한 소금을 첨가한 음료를 가장 선호하였다.

2010년 6월산 소금을 첨가한 음료에서는 다른 시료에 비해 점도가 짙고 텁텁한 느낌이 있었으며 2007년산 소금을 첨가한 음료의 후미는 짠맛과 오렌지 향이 잔향으로 많이 남았으며 전처리한 소금을 첨가한 음료에서는 사과향이 남고 입안에 남는 텁텁함이 적어 깔끔하였다. 그러나 정제염을 첨가한 음료는 신맛과 짠맛이 남고 묽고 텁텁한 맛이 많이 났다. 조직감 및 후미는 텁텁함이 적고 후미에 입안에서 사과향이 감도는 전처리한 소금을 첨가한 음료를 가장 선호하였다. 전체적인 선호도에서는 냄새, 맛, 조직감 및 후미가 좋은 전처리한 소금을 첨가한 음료를 가장 선호하였으며 두 번째로는 2007년 6월 산 소금을 첨가한 음료를 선호하였다. 4개의 음료 모두 맡았을때 향이 강하고 여러가지 향이 조화롭지 못하여 시료를 평가하는데 다소의 시간이 소요되었으나 패널들은 음료의 향과 단맛을 줄여 개선하였으면 좋겠다고 응답하였다.



그림 75. 소금의 종류를 달리해 만든 음료의 FGI 관능

표 118. 음료 패널들 관능평가

음료	896 (2010년 6월산 소금)	116 (2007년산 소금)	249 (전처리한 소금)	636 (정제염을 사용)
외관	시료 간의 차이가 없음			다른 시료에 비해 약간 탁함
냄새 평가	사과향, 꿀냄새, 약냄새, 과일향, 단내	사과향, 약냄새, 카라멜내, 단내등이 나고 그중 사과냄새와 단내가 강함 냄새의 평가 중 비교적 선호함	사과향, 오렌지향, 구수한내, 꿀냄새, 단내 시료 중 가장 이취가 적었으며 냄새의 평가 중 비교적 선호함	신내와 약냄새가 많이 나고 호박즙냄새와 과일의 풋내, 사과향 등이 남
맛 평가	단맛, 짠맛, 물엿, 카라멜, 신맛, 호박즙맛, 군고구마 맛.	사과맛, 꿀맛, 단맛, 신맛, 오렌지맛, 짠맛, 약맛 등의 맛이남. 다른시료에 비해 신맛이 강함.	사과맛, 단맛, 물엿, 호박즙맛, 신맛, 군고구마맛, 짠맛 다른시료에 비해 단맛과 신맛이 적으며 맛의 평가 중 가장 선호함	단맛, 짠맛, 약맛, 사과맛, 신맛.
조직감 및 후미	다른시료에 비해 점도가 짙고 텁텁한 느낌	후미에 짠맛과 오렌지향	후미에 사과향이 남고 입안에 남는 텁텁함이 적어 깔끔함. 조직감 및 후미의 평가중 가장 선호함	입안에 신맛과 짠맛이 남고 뚝은 느낌과 텁텁한 느낌.

5. 콩나물국

가. 재료 및 방법

2011년 12월 1 오후 15:30-16:30, 관능검사실에서 전문 패널 8명으로 2010년 6월산 소금을 첨가한 콩나물국, 2007년산 소금을 첨가한 콩나물국, 전처리염으로 만든 콩나물국, 시판정제염을 첨가한 콩나물국을 가지고 자유토론식으로 FGI(Focus Group Interview)관능 분석을 하였다.

패널원의 콩나물국에 대한 일반적인 개념은 콩나물만 있으면 집에 있는 재료만으로 손쉽게 해 먹을 수 있는 음식으로 가정에서 일주일에 1-2회 해 먹는 것으로 응답하였다. 콩나물의 용도는 콩나물 무침, 찜, 콩나물 국 등으로 많이 요리하고 콩나물무침과 찜의 경우는 소금으로 간을 하고 콩나물국의 간은 소금으로 한다고 응답한 패널들이 많았으나, 1-2명의 패널은 국간장이나 새우젓을 사용하는 것으로 응답하였다.

콩나물 국 제조 방법은 멸치 80g과 파 40g에 물 6.4L를 넣고 끓여 다시물을 우려낸 후, 다시물 1L에 각각 소금 10g씩 첨가하였다. 시료의 제시 방법은 뚜껑이 있는 사기 용기에 담아 따뜻한 상태로 (50℃-60℃)밀폐시킨 후 제시하였으며 제시순서는 2010년 6월산 소금으로 간을 한 콩나물국, 2007년산 소금으로 간을 한 콩나물국, 전처리 염으로 간을 한 콩나물국, 시판정제염

으로 간을 한 콩나물국으로 하였다.

나. 결과 및 고찰

콩나물 국 외관은 시료간의 차이가 없지만, 시판정제염을 첨가한 콩나물국이 다른 시료에 비해 약간 탁하였다. 콩나물국의 각 처리구에서는 기본적으로 다시물의 주 재료인 멸치내가 난다 공통적으로 진술하였다. 2010년 6월 산 소금으로 간을 한 콩나물 국은 콩나물내, 짠내 등이 나고 다른 시료에 비해 짠내가 더 난다고 패널들은 응답하였으며 2007년 산 소금으로 간을 한 콩나물 국은 짠내, 콩나물 냄새가 나고 다른 시료에 비해 익은 콩나물 냄새가 더 났다.

전처리한 소금으로 간을 한 콩나물 국에서는 콩나물내, 짠내가 났으며 정제염으로 간을 한 콩나물 국에선 짠내, 콩나물내가 났다. 냄새의 선호도는 다른 시료에 비해 다시물의 멸치내가 다른 시료들에 비해 적은 2007년산 소금으로 간을 한 콩나물국을 선택하였다. 콩나물 국의 맛은 공통적으로 다시물 맛인 멸치 맛이 났다. 2010년 6월 산 소금으로 간을 한 콩나물 국은 짠맛, 쓴맛,콩나물맛, 고소한 맛, 단맛, 감칠맛이 났으며 2007년 산 소금으로 간을 한 콩나물 국에서는 짠맛, 구수한맛, 단맛, 콩나물의 구수한맛, 감칠맛(조미료맛)이 났으며 쓴맛은 느껴지지 않고 시료 중 단맛과 감칠맛(조미료맛)이 다른 시료에 비해 강하다 응답하였다. 전처리한 소금으로 간을 한 콩나물 국은 짠맛, 단맛, 쓴맛, 감칠맛(조미료맛), 콩맛이 났으며 정제염으로 간을 한 콩나물국은 짠맛, 쓴맛, 덜익은 콩맛이 나며 다른시료에 비해 짠맛이 강하다 응답하였다. 맛의 선호도는 쓴맛은 없고 단맛과 감칠맛이 비교적 더 나는 2007년산 소금으로 간을 한 콩나물국을 가장 선호하였다. 2010년 6월 산 소금으로 간을 한 콩나물 국은 쓴맛과 멸치맛이 많이 남고 입안이 약간 텁텁하다 응답하였으며 2007년 산 소금으로 간을 한 콩나물 국은 감칠맛(조미료맛)이 남고 후미가 오래가지 않았다. 전처리한 소금으로 간을 한 콩나물 국은 멸치맛과 입안이 약간 텁텁하였으며 정제염으로 간을 한 콩나물국에선 짠맛, 쓴맛, 콩나물 맛이 나고 혀가 아린느낌이 오래 남는다 응답하였다. 조직감 및 후미는 감칠맛이 남고 후미가 오래가지 않는 2007년산 소금으로 간을 한 콩나물국을 선호하였다. 전체적인 선호도에서는 비교적 이취가 적고, 쓴맛이 없고 단맛과 감칠맛이 강하고 감칠맛과 입안에 텁텁함이 적은 2007년산 소금으로 간을 한 콩나물 국을 선호하였으며 짠맛이 강하며 혀가 아린 정제염으로 간을 한 콩나물국의 선호도가 가장 적었다.



그림 76. 소금의 종류를 달리해 만든 콩나물국의 FGI 관능

표 119. 콩나물 국 패널들 관능평가

콩나물국	905 (2010년 6월산 소금)	632 (2007년 6월산 소금)	869 (전처리한 소금)	512 (정제염을 사용)
외관	시료간의 차이가 없음			다른시료에 비해 약간 탁함
냄새평가	멸치내, 콩나물내, 다른시료에 비해 짠내 강도가 높음	멸치내, 짠내, 콩나물내. 다른시료에 비해 멸치내가 덜하고 익은 콩나물냄새가 강함. 냄새의 평가 중 비교적 선호함	멸치내, 콩나물내, 짠내	멸치내, 짠내, 콩나물내
맛평가	짠맛, 쓴맛, 멸치 비린맛, 콩나물맛, 고소한맛, 단맛, 감칠맛이 있음.	짠맛, 구수한맛, 멸치맛, 단맛, 콩나물의 구수한맛, 조미료맛. 맛의 평가 중 가장 선호함	짠맛, 단맛, 쓴맛, 조미료맛, 덜익은 콩맛, 멸치 맛이 남.	쓴맛, 멸치맛, 덜익은 콩맛이 나며 다른시료에 비해 짠맛이 강함.
조직감 및 후미	쓴맛과 멸치의 비린맛이 있고 입안이 약간 텁텁함.	감칠맛(조미료맛)이 남고 후미가 오래가지 않음. 조직감 및 후미의 평가 중 가장 선호	멸치맛과 입안이 약간 텁텁함.	짠맛과 쓴맛, 콩나물맛이 많이 나고 혀가 아린느낌이 오래 남음.

제 9절 저염 액상소금

생고분자를 이용하여 점성을 띄는 소금을 제조하는 방법은 물에 불용성인 기능성분을 안정화하거나 흡수 효율을 높일 수 있는 방법은 나노에멀션을 제조하는 것이다. 나노에멀션은 에멀션이나 마이크로에멀션에 비하여 다양한 장점을 갖는다. 에멀션은 불투명하고 입자의 크기가 0.2 내지 50 μm 의 범위에 속하며 일정기간 동안만 안정성을 보이고 열역학적으로 불안정한 반면에, 나노에멀션은 일반 에멀션과 비교시 열역학적으로 안정하며 광분산이 작아서 투명한 용액 상태를 보이고 입자의 크기가 나노미터 수준으로 유지된다. 또한 유화제의 친수성 또는 친유성 부분과 지속적인 자기결합(self-assembly)을 함으로써 보다 안정한 에멀션 상태를 유지할 수 있다. 또한 점도를 개선시킬 수 있는 생고분자를 함유하는 나노에멀션을 제공함으로써 나노에멀션에 포함되어 있는 소금에 점성을 부여할 수 있고, 생고분자 자체가 제공하는 항균성, 항산화성, 식이섬유 섭취 등과 같은 기능 특성도 동시에 제공하는 것이 가능하다. 유화제와 친수성

생고분자를 사용하여 식품기능성분을 나노에멀션화하고 여기에 소금을 첨가하여 식품 기능성분의 안정성과 흡수율을 높일 수 있는 액상소금 제조기술에 관한 실험을 수행하였다.

1. 결과 및 고찰

가. 나노에멀션 액상소금 제조

올레오레진캡시컴(oleoresin capsicum)과 Tween 80을 1:4의 비율로 혼합하고 3분 동안 150rpm으로 교반하였다. 이 혼합액에 2%, 3%, 4% 셀룰로오스 용액 100ml에 1% 첨가하여 상온에서 60분간 교반하였다. 제조된 나노에멀션에 20%, 25% 및 30% 소금물을 첨가하여 1시간 동안 교반 후, 24시간동안 방냉하였다. 제조된 나노에멀션의 입자크기는 표 120에 나타낸 바와 같이 100nm 이하임을 확인할 수 있었다.

표 120. 나노에멀션의 소금물과 셀룰로오스 농도에 따른 입자크기

시료 번호	소금물의 농도	셀룰로오스 농도	나노에멀션의 입자(nm)
1	20%	2%	6.65
2	25%	3%	6.95
3	30%	4%	9.27

나. 초음파 방법에 의한 나노에멀션 액상소금의 제조

올레오레진 캡시컴과 Tween 80을 1:4의 비율로 혼합하고 3분 동안 150rpm으로 교반하여 혼합액을 제조하였다. 이 혼합액에 물을 첨가한 후 교반한 다음, 50℃에서 1분 동안 반응시켜 혼합액을 제조하였다. 이 혼합액을 초음파 장치(Sonic dismembrator Model 500, Fisher scientific, USA)를 사용하여 18℃의 조건에서 5분 동안 초음파 처리하였다. 2%, 3% 및 4% 셀룰로오스 용액 100ml에 4%의 농도로 첨가하여 상온에서 상기의 속도로 1시간 동안 교반하였다. 제조된 나노에멀션에 농도를 달리하면서 20%, 25% 및 30% 소금물을 첨가하면서 1시간동안 상기의 속도로 교반한 후, 24시간동안 실온에서 안정화시켰다. 제조된 나노에멀션의 입자크기는 표 121에 나타낸 바와 같이 100nm 이하임을 확인할 수 있었다.

표 121. 초음파 방법에 의한 나노에멀션의 소금물과 셀룰로오스 농도에 따른 입자크기

시료 번호	소금물의 농도	셀룰로오스 농도	나노에멀션의 입자(nm)
1	20%	2%	10.4
2	25%	3%	10.6
3	30%	4%	11.2

다. 나노에멀션 함유 액상소금의 안정성

캡사이신 함유 점성소금의 표 122에서 나타내었다. 제조된 나노에멀션은 50℃에서 28일 저장 기간 동안 안정성을 나타내었으며, 냉동/해동에서도 안정성이 있음을 확인할 수 있다. 시료 11

의 결과에 의하면 50℃의 고온에서는 안정성이 약간 저하되지만, 냉동/해동에 따른 안정성은 동일함을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 초음파 방법에 의하여 제조한 나노에멀션에서도 유사하였다.

표 122. 자기결합 방법에 의한 캡사이신 함유 점성소금의 저장 안정성

번호	시료	저장성	
		50℃	냉동/해동
1	소금 20%, 셀룰로오스 1%	안정, 28일	안정, 28일
2	소금 20%, 셀룰로오스 2%	안정, 28일	안정, 28일
3	소금 20%, 셀룰로오스 3%	안정, 28일	안정, 28일
4	소금 20%, 셀룰로오스 4%	안정, 28일	안정, 28일
5	소금 25%, 셀룰로오스 3%	안정, 28일	안정, 28일
6	소금 25%, 셀룰로오스 4%	안정, 28일	안정, 28일
7	소금 30%, 셀룰로오스 3%	안정, 28일	안정, 28일
8	소금 30%, 셀룰로오스 4%	안정, 28일	안정, 28일
9	소금 20%, OC:T=1:4, 1%	안정, 28일	안정, 28일
10	소금 25%, OC:T=1:4, 1%	안정, 28일	안정, 28일
11	소금 25%, OC:T=1:4, 1% 셀룰로오스 5%	안정, 15일	안정, 28일

(OC: 올리고레진 캡시킴, T: Tween 80)

라. 액상소금내에 함유된 캡사이신 나노에멀션의 입자 크기 변화

표 122의 자기결합 방법에 의하여 소금 25%, OC:T=1:4, 1% 및 셀룰로오스 5%를 함유하는 나노에멀션을 제조하여 3nm에서 6 μ m까지의 크기를 측정할 수 있는 광산란입도분석기 (light-scattering particle size analyzer, Nanotrac TM250, Microtrac Inc. USA)를 사용하여 25℃에서 5분간 측정한 결과에 의하면 제조 직후의 크기가 72.4nm였지만, 7일간 냉동/해동한 결과에 의하면 37.5nm임을 확인하여, 냉동/해동에 의하여 입자크기가 작아져서 안정성이 제고됨을 확인하였다.

마. 캡사이신 나노에멀션 함유 점성 소금 제조용 생고분자

표 123의 자기결합 방법에 의하여 여러 가지 생고분자를 사용하여 제조된 나노에멀션의 입자크기를 나타내었다. 표의 결과에 의하면 입자크기는 제조 직후에도 100nm 이하임을 알 수 있고, 오랫동안 저장할수록 입자크기가 적어져서 안정성이 제고됨을 알 수 있었다.

표 123. 생고분자 종류에 따른 캡사이신 함유 점성소금의 입자크기

번호	소금농도(중량%)	생고분자 농도	OC:T	입자크기(nm)	28일저장(nm)
1	25	알긴산 0.5중량%	1:4	65	42
2	25	잔탄검 0.5중량%	1:4	76	55
3	25	구아검 0.5중량%	1:4	46	42
4	25	키토산 0.2중량%	1:4	84	61
5	25	젤라틴 0.5중량%	1:4	72	57
6	25	펙틴 0.5중량%	1:4	53	48
7	25	전분 0.5중량%	1:4	102	84
8	25	카라기난 0.5중량%	1:4	97	49

바. 이중층 및 삼중층 나노에멀션의 제조

이중층 나노에멀션의 제조를 위해 나노에멀션 0.4g을 0.05%의 알긴산 용액(pH 4.9) 100ml에 첨가하여 25℃에서 30분간 150rpm으로 교반혼합한 다음 18mM CaCl₂ 용액을 7.6ml 첨가하여 60분 동안 150rpm으로 교반 혼합하였다. 여기에 0.05% 키토산 용액(pH 4.6) 25ml을 첨가하고 2시간 동안 150rpm으로 교반혼합하면서 이중층 에멀션을 안정화시켰다. 크기가 마이크로 단위 인 에멀션을 제거하기 위하여 4℃에서 11,000rpm으로 40분 동안 원심분리한 다음 상층액만을 취하였다. 삼중층 나노에멀션 제조를 위한 알긴산과 키토산의 농도 선정을 위하여 알긴산의 농도는 0.05%로 고정하고 키토산의 농도는 0.05-0.09%로 달리하여 나노에멀션을 제조하였다. 0.05%의 알긴산 용액과 0.05%의 키토산 용액은 각각 pH4.9와 4.6으로 조정하여 준비하였다. 올레오레진캡시컴과 Tween80 혼합액 0.75g에 0.05중량중량% 알긴산(pH4.9) 117.5 ml를첨가하여 30분 동안 150rpm으로 교반한 다음, 여기에 18mM CaCl₂ 용액 7.5 ml를 1시간 동안 150rpm으로 교반하면서 서서히 첨가하여 알긴산 1차 에멀션을 제조하였다. 제조된 알긴산 1차 에멀션에 0.05% 키토산(pH4.6) 25ml를 1시간 30분 동안 150rpm으로 교반하면서 서서히 첨가하였다. 형성된 나노에멀션은 30분 동안 150rpm으로 교반하여 필터로 여과하였으며 24시간 실온에서 안정화시켰다. 이렇게 제조된 이중층 및 삼중층 나노에멀션의 알긴산 단일층 위에 키토산 이중층이 포접(encapsulation)되는 효율은 0.05% 알긴산 용액과 같은 농도인 0.05% 키토산 용액으로 제조시 68%로 가장 높았으며 키토산 용액의 농도가 증가할수록 포접 효율성은 감소하였다. 입자크기에 있어서는 0.07% 이상의 키토산 용액에서는 나노에멀션의 미셀구조가 깨지면서 입자크기가 증가하였다. 따라서 이중층 나노에멀션의 제조시 서로 다른 전하를 가지는 친수성 생고분자를 사용할 경우 동일한 농도를 사용하여야 안정한 나노에멀션의 형성이 가능함이 확인되었다.

사. pH에 따른 안정성 측정

올레오레진캡시컴과 Tween 80을 1:4의 배합비율로 0.2%의 키토산 용액에 0.4%의 첨가비율로 혼합한 다음 pH를 3, 4, 5 및 6을 조정하여 나노에멀션을 제조하였다. 제조된 나노에멀션을 상기한 방법에 의해 입자크기와 점도를 측정하였다. 나노에멀션은 pH가 3에서 6으로 증가할수록

입자크기가 증가하였으나 저장 4일 후에는 입자크기가 감소하여 15.45nm 내지 22.53nm의 서로 비슷한 입자크기로 되었다. 이러한 결과는 낮은 pH에 의한 키토산의 화학적 분해에서 오는 것으로 예측된다.

아. 열처리에 따른 효과

올레오레진캡시컴과 Tween 80을 1:4의 배합비율로 0.2%의 키토산 용액에 0.4%의 첨가비율로 혼합하여 나노에멀션을 제조한 다음 50℃, 75℃ 및 100℃에서 15분간 열처리를 하였다. 나노에멀션은 50℃, 75℃, 100℃의 열처리에 의하여 입자크기가 각각 66.30nm, 63.40nm, 93.60nm로 온도가 증가할수록 입자크기가 증가하였다. 이 결과로 50℃ 이상의 열처리에서는 나노에멀션의 미셀(micelle) 구조가 변형되면서 안정성이 약간 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

제 10절 천일염의 NIR 스펙트럼

1. 근적외선 스펙트럼 분석

근적외선을 이용하여 소금내에 포함된 불용성분을 분석하는 방법에 관한 것이다. 특히 천일염에 포함된 불용성분(쓴맛을 내는 성분)의 제거 정도를 신속하고 정확하게 분석할 수 있는 가능성을 분석하여 보았다. 천일염의 스펙트럼을 Diodearray 7200 analyser를 이용하여 950~1,650 μm 범위에서 측정 측정하였다. 결과 값의 예측분석법은 Unscrambler을 이용하여 분석하였으며, 상관관계 분석시 원시스펙트럼, 분할간격(gap) 및 평활화 간격을 변화시킨 1차 및 2차 미분스펙트럼을 사용하였다. 산란보정을 적용한 전처리 스펙트럼과 전처리를 실시하지 않은 스펙트럼이 각각 이용되었다. 스펙트럼 변이에 의한 오류를 보정하기 위하여 스펙트럼 전처리과정을 실시한다. 스펙트럼 전처리는 광학 측정상의 노이즈를 제거하고 그 영향에 따른 오차를 줄이는 매우 기초적이고 중요한 기술로서 보다 안정적인 광학 스펙트럼의 특성을 구하는데 사용된다. 스펙트럼 전처리의 주요 방법을 보면, 평활화(smoothing), MSC, SNV, 평균과 최대값, 일정 범위의 값을 이용한 3종의 정규화, 1차와 2차 미분 특성을 이용한 Savitzky-Golay과 Norris Gap 방법 등이 있다. 이 중 평활화 방법은 스펙트럼 측정 장치의 노이즈를 제거하는데 사용하고, 1차 및 2차 미분은 광경로의 차이나 측정환경의 변화 등에 기인한 베이스라인의 이동을 제거하거나 미소성분의 스펙트럼 특성을 강조하는데 이용된다. 그리고 MSC나 SNV는 스펙트럼 측정시 광산란의 영향을 제거하는데 이용되고 있다. Norris Gap 미분은 Savitzky-Golay 미분과 유사하지만 갭 사이즈(gap size)를 조절하며 사용할 수 있다.

가. 재료 및 방법

(1) 측정 시료

천일염의 주요 성분인 Calcium, Magnesium, Sulphate, Chloride 함량과 근적외선 스펙트럼의 상관관계를 확인하기 위하여 비교적 성분 함량 차이가 큰 시료 4종 3년 숙성소금과 햇소금,

정제염 및 속성소금과 산지 천일염과 유통소금 총 52개의 시료를 사용하였다.

표 124. 분석 시료

번호	소금	특징
1	2010년 6월산	천일염
2	2007년산	장기숙성 천일염
3	속성소금	천일염(불용분 속성제거)
4	정제소금	시중유통 정제소금

표 125. 용어의 의미

Slope	예측값과 측정값 사이의 기울기를 표시한다.
Offset	Y좌표(예측값)와 교차되는 회귀선의 지점을 말한다.
RMSE	Cal. Set 및 Val. Set 에 대하여 측정된 값과 예측된 값의 평균 차이를 측정하는 것이다. RMSE는 모델의 평균 오차로 해석될 수 있으며, 원래의 반응값과 같은 단위를 갖는다.
R-Square	검량식 모델에서 모델의 품질에 대한 측정으로 측정된 값과 예측된 값의 상관계수의 제곱으로 계산된다. 이 값은 항상 0 과 1 사이에 있으며 높을 수록 좋다
Calibration set	NIR 검량식 작성에 사용된 시료의 세트
Validation set	NIR 검량식을 검증하기 위해 사용된 시료의 세트

나. 결과 및 고찰

(1) 무기화합물 함량

표 126은 소금의 무기화합물의 함량을 분석한 결과이다. 각 시료에 따라 Magnesium, Sulphate, Calcium 및 Chloride 함량 차이가 비교적 크게 나고 있음을 알 수가 있었다.

표 126. 분석 시료의 주요 성분의 함량

번호		(mg/L)			
		Calcium	Magnesium	Sulphate	Chloride
1	2010년 6월산	2512.00	9540.17	309.51	50819.78
2	2007년산	3074.90	8860.67	192.60	51776.33
3	전처리 속성소금	2140.18	5833.80	136.11	59239.30
4	정제염	301.93	118.86	14.95	61336.73

(2) NIR 1차 측정

(가) 원시 스펙트럼

그림 77은 각각의 시료를 수처리 안한 상태에서 950-1,650 nm 범위에서의 원시 스펙트럼을 측정된 결과이다. 소금 시료 1,2,3 및 4에 대하여 근적외선 분광분석기를 사용하여 얻은 스펙트럼으로서 원시 스펙트럼의 형태를 나타낸다. 샘플을 분리하기 위하여 1차 미분(S.Golay)함수를 사용하였다. 측정결과 소금의 Magnesium, Sulphate, Calcium 및 Chloride 함량에 따라 스펙트럼의 차이를 확인 할 수 있었다.

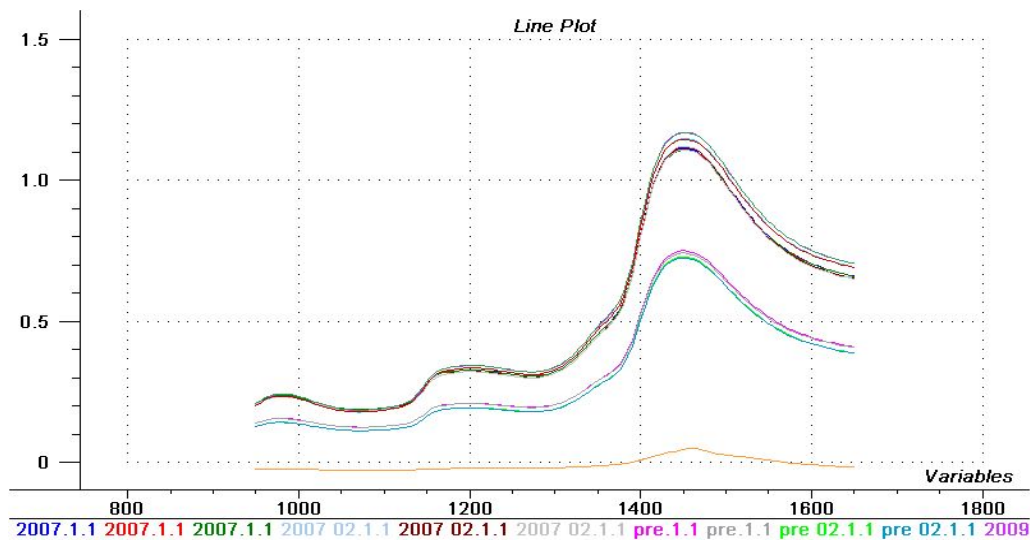


그림 77 원시 스펙트럼 (수처리 안한 상태)

(나) S.Golay를 사용하여 1차 미분 결과

그림 78는 수처리를 위해, 일반적인 S.Golay 1차 미분함수 및 Smoothing 3를 사용하여 원본 스펙트럼을 변화시킨 스펙트럼 결과이다(5 nm단위). 그래프에서 보면 파장 1150 nm 부근 및 1350 nm 부근에서 각각 불용분의 정도에 따른 스펙트럼의 변이를 확인 할 수 있었다. 즉, 특정 파장의 대역에서 소금에 대하여 불용분이 시간에 따라 변화된 내용에 대응하여 흡광도의 변이를 갖는 것을 알 수 있었다. 결과적으로 NIR을 이용한 천일염의 품질 분석결과 화합물의 함량 차이에 따른 스펙트럼의 차이를 확인할 수 있었다. 천일염의 품질을 평가하는 기술로의 활용 가능성이 있다고 판단하였다. 그림 79은 스펙트럼 결과를 더욱 상세하게 확대한 스펙트럼 비교 결과이다. 소금 시료 4는 정제소금으로 다른 3개의 천일염 시료와 확연하게 구별되는 스펙트럼을 갖는 것을 확인할 수 있었다. 시료 1,2 및 3은 불용분의 함량에 따라 변화되는 스펙트럼의 흡수 정도를 나타냄을 알 수 있었으며, 시간에 따라서 흡광도가 감소함을 알 수 있었다.

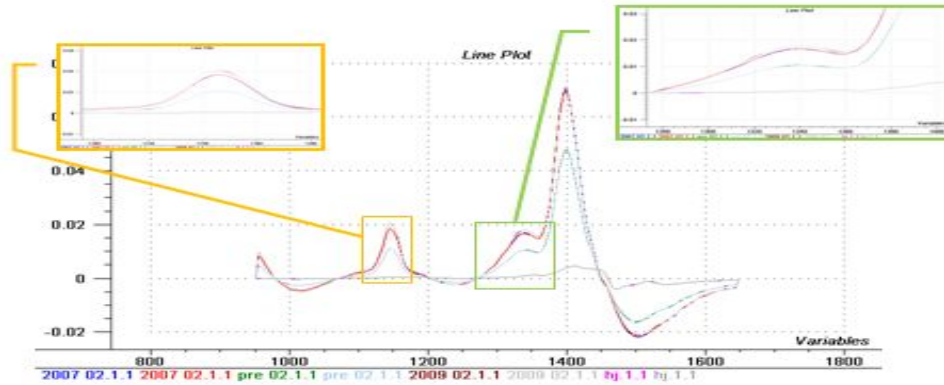


그림 78. S.Golay를 사용하여 1차 미분

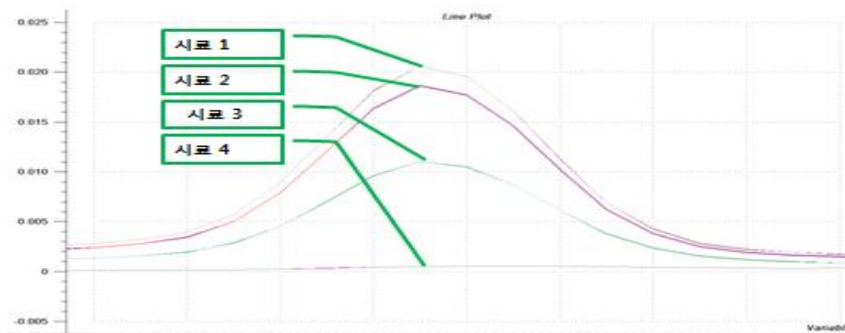


그림 79. 수 처리 후 시료의 스펙트럼

(3) NIR 2차 측정

1차로 분석한 결과의 통계적 유의성을 확인하기 위하여 시료의 수를 늘려서 측정하였다. 수처리 분석은 동일한 방법을 사용하였다. 수치처리를 위해, 일반적인 S.Golay 1차 함수를 사용하여 원본 스펙트럼을 변화시켰다.

상관관계는 모든 처리구에서 R-Square는 0.6 이상을 보였으며 여러 수치리과정을 통하여 R-Square는 최고 0.8 이상의 결과를 나타내었다.

(가) 원시스펙트럼

수학적 처리를 하지 않는 천일염의 원시 스펙트럼 측정도이다(그림 80). 즉, 인위적으로 불용분을 제거하면서 시간에 따라 처리된 시료의 원시 스펙트럼 결과이다. 시간의 경과에 따라서 약 30초 간격으로 시료를 구별하여 스펙트럼으로 얻었다.

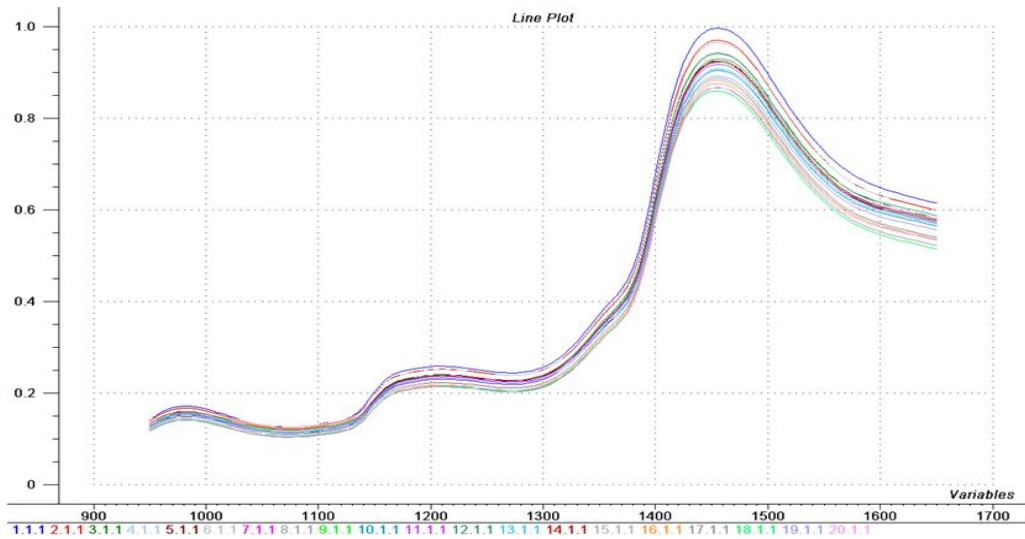


그림 80. 원시 스펙트럼

(나) 수처리 없이 검량식 작성

그림 81은 수학적 처리를 하지 않고 미분을 하지 않는 천일염의 검량식 그래프이다. 원시 스펙트럼으로 검량식을 작성하여 적용한 결과에 대한 그래프이다. 전반적인 경향성을 확인할 수 있으나 기울기가 상대적으로 낮았다.

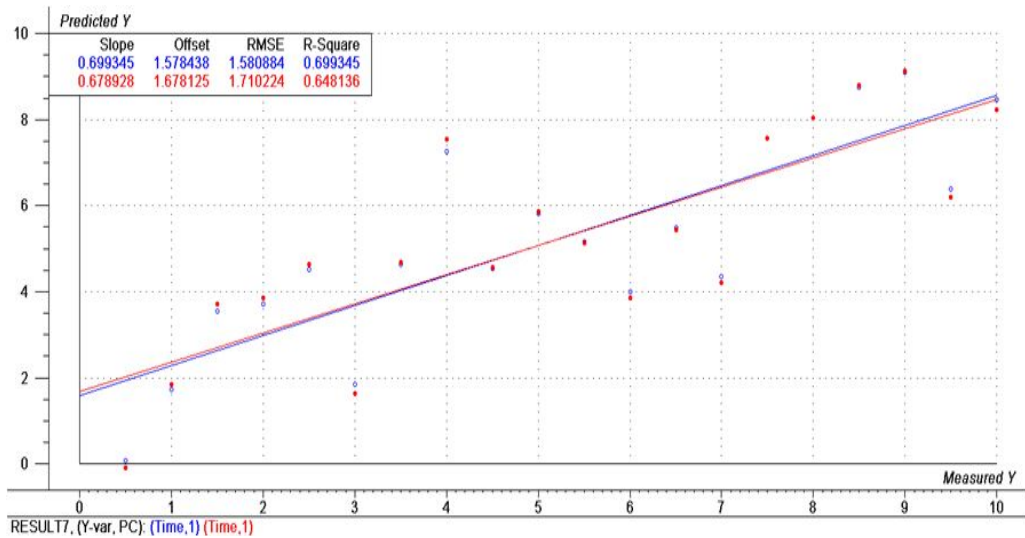


그림 81. 수처리 없이 검량식 작성 그래프

(다) SNV 수처리

그림 82은 SNV 수학적 처리를 한 천일염의 스펙트럼 측정도이다. 원시 스펙트럼에 수학적 처리를 함으로써 바탕선의 보정 및 각각의 파장에서의 구별 능력을 증대하도록 하였다. 스펙트럼의 산란 보정을 위하여 SNV 함수를 적용하였다.

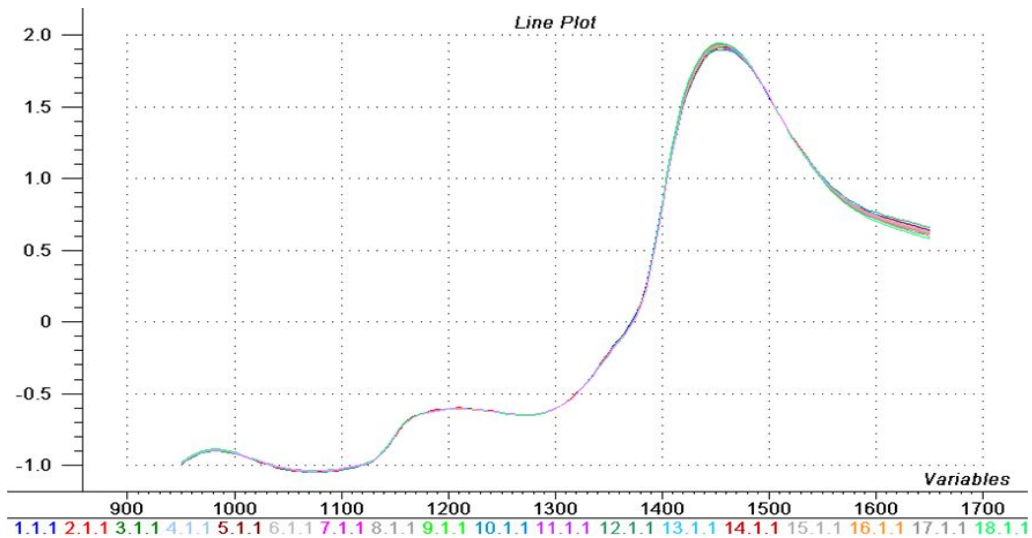


그림 82. SNV 수처리 스펙트럼

(라) 1차 미분

그림 83은 SNV 수처리한 후 1차 미분을 적용한 스펙트럼 측정도이다. 1차 미분으로서 S. Golay 함수를 사용하였다.

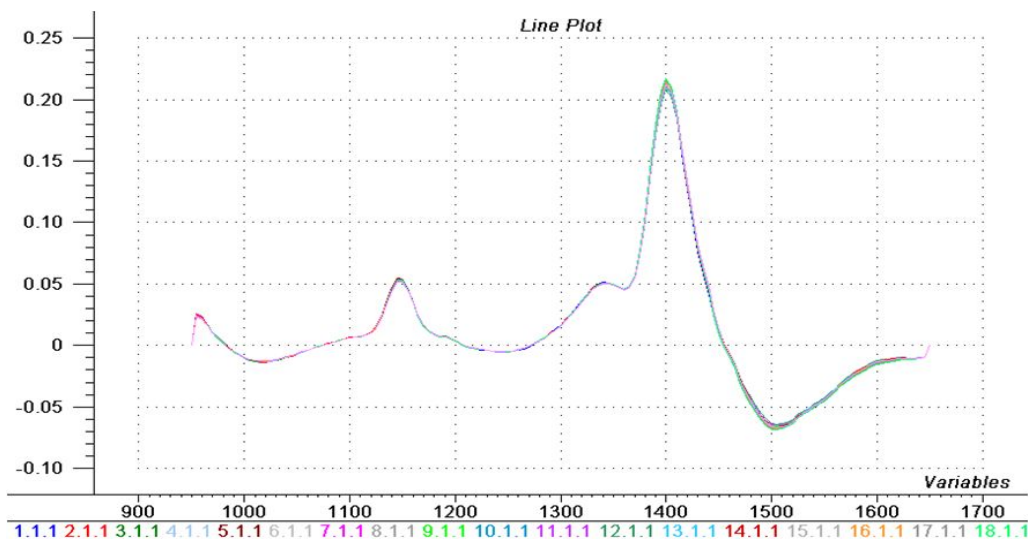


그림 83. 1차 미분

(마) SNV, 1차 미분 적용 후 검량식 작성

SNV 수처리한 후 1차 미분을 적용한 검량식 그래프이다(그림 84). 실제 실험 데이터와 근적외선 예측값에 상당한 연관성이 있음을 알 수 있다. R-Square(R^2)가 검량 세트에서 0.872, 검증 세트에서 0.619를 나타내었다.

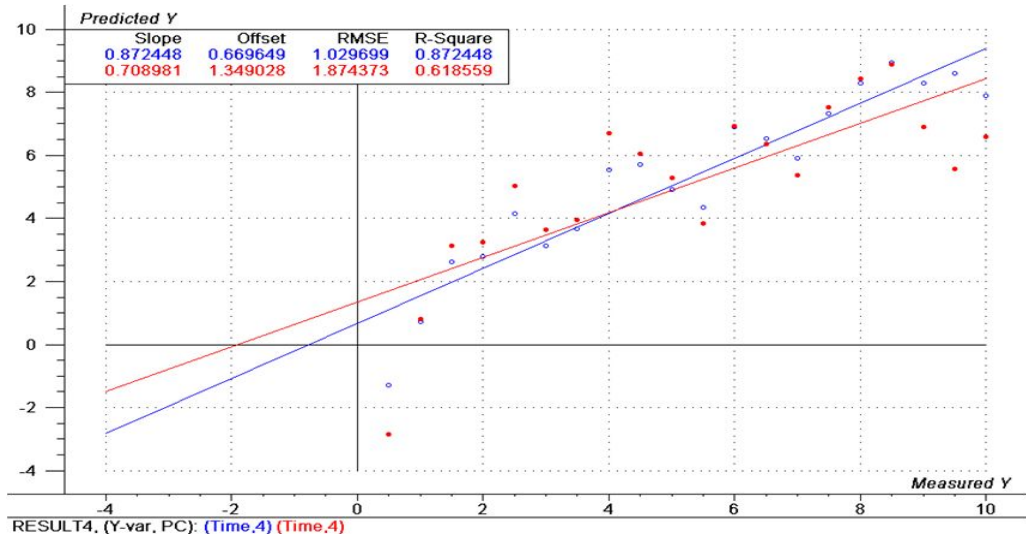


그림 84. SNV 1차 미분 적용 후 검량식 작성 그래프

(바) 7 segments with 3 sample group calibration

그림 85은 7개 세그먼트(segments)로 3개 그룹으로 검량한 검량식 그래프이다. 검증을 위한 시료의 구분을 세 개의 그룹으로 나누어 검량식을 작성하였으며, 소량의 시료이므로 개별 시료가 아닌 그룹으로 나누어 검증을 실시하였다.

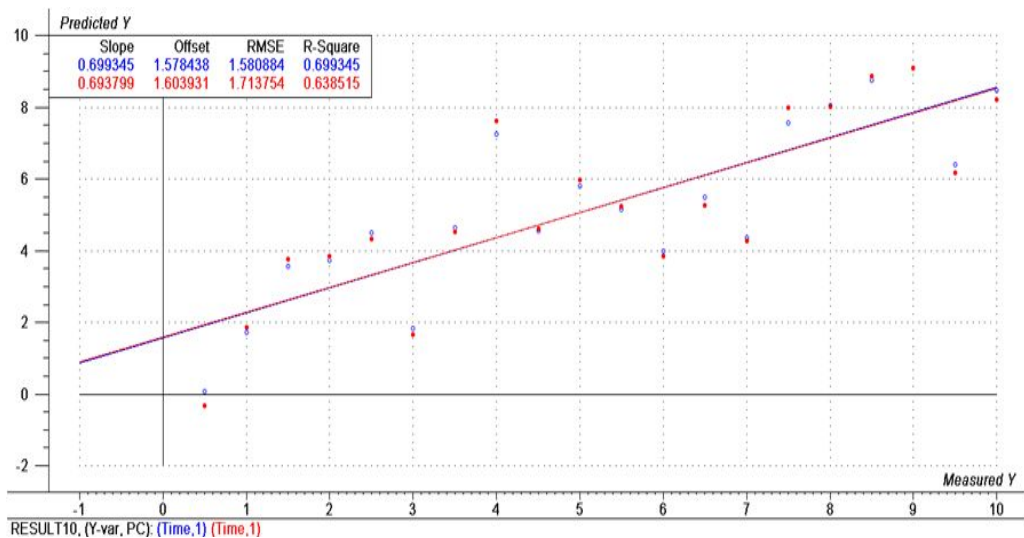


그림 85. 7 segments with 3 sample group calibration

(사) S.Golay 1차 미분, smoothing 7

그림 86은 S.Golay 1차 미분 및 Smoothing7으로 스펙트럼을 보정하여 얻어진 스펙트럼이다. Smoothing 함수는 세그먼트 적용으로 스펙트럼의 갭 사이가 벌어져 스펙트럼의 노이즈가 발생하는 것을 막기 위해 사용하였다.

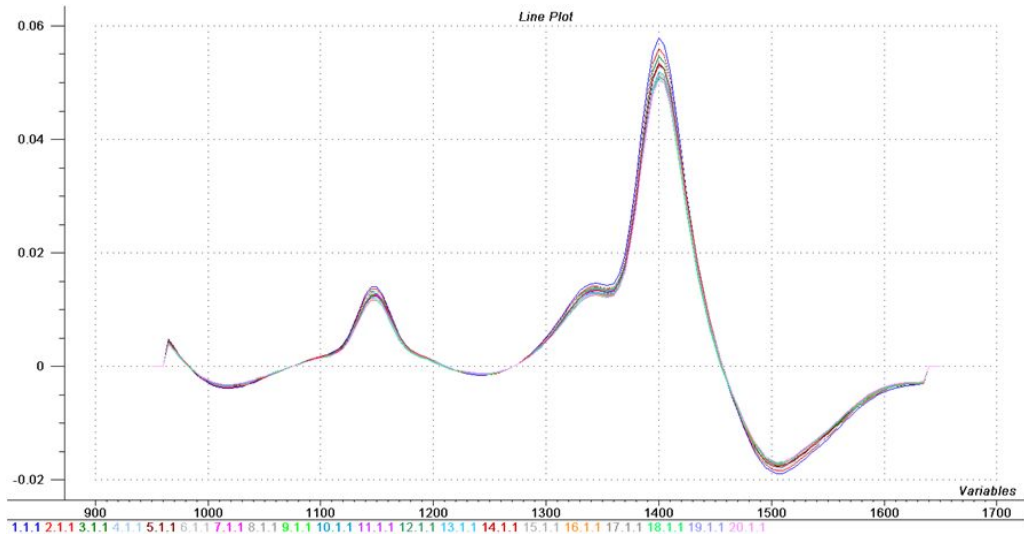


그림 86. S.Golay 1차 미분, smoothing 7

(아) S.Golay 1차 미분, smoothing 7 검량식 적용

그림 87은 노리스 1차 미분, 갭(gap) 3 및 smoothing 7(3개 시료 그룹)의 검량식 그래프이다. S.Golay 1차 미분 및 Smoothing7으로 스펙트럼을 보정한 후 검량식을 얻은 결과이다.

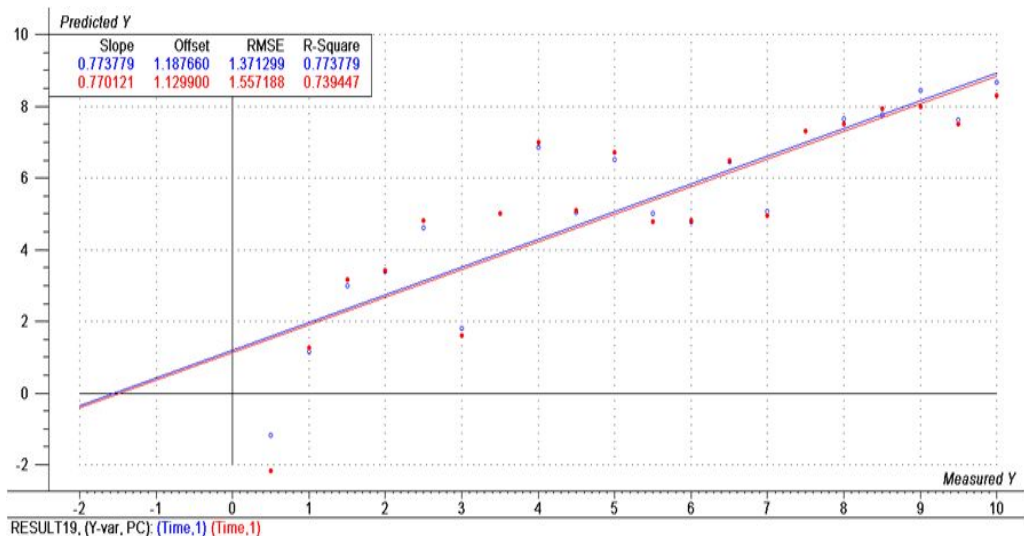


그림 87. S.Golay 1차 미분, smoothing 7 검량식 적용

(자) Norris 1st derivative, Gap 3

그림 88는 노리스 미분함수 Smooth 함수를 적용하여 얻은 스펙트럼 측정도를 확대한 것이다. 그림 88에 대한 자료는 6회에 걸쳐 얻어진 검량식 작성으로서 NIR의 다양한 수처리 작업(미분, Scatter 함수, 세그먼트, 갭 적용, Smooth 함수)을 통하여 불용분 변화를 설명할 수 있는 잘 표현할 수 있는 자료들로서, 근적외선 분광분석기의 간수 분석에 대한 적용이 가능함을 확인하였다.

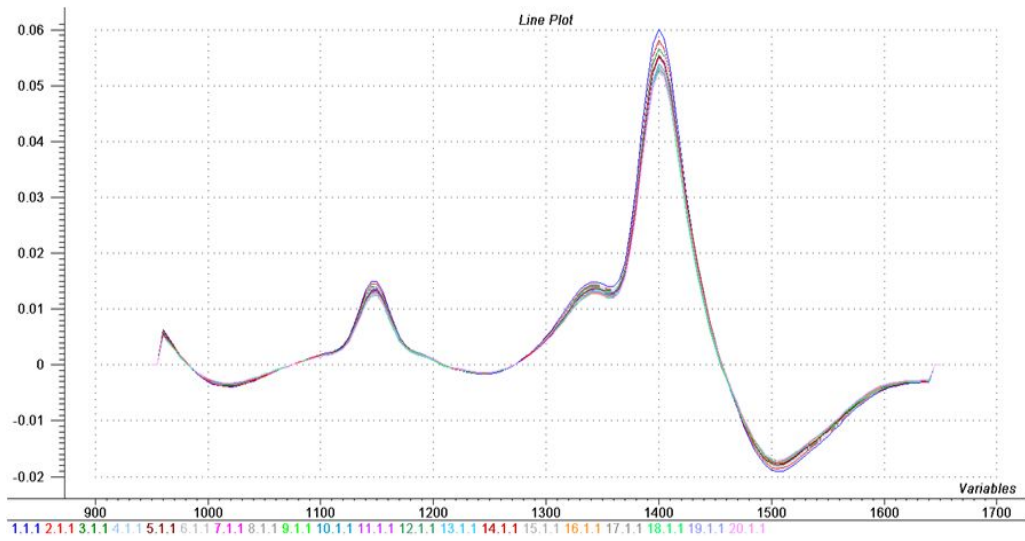


그림 88. Norris 1st derivative, Gap 3

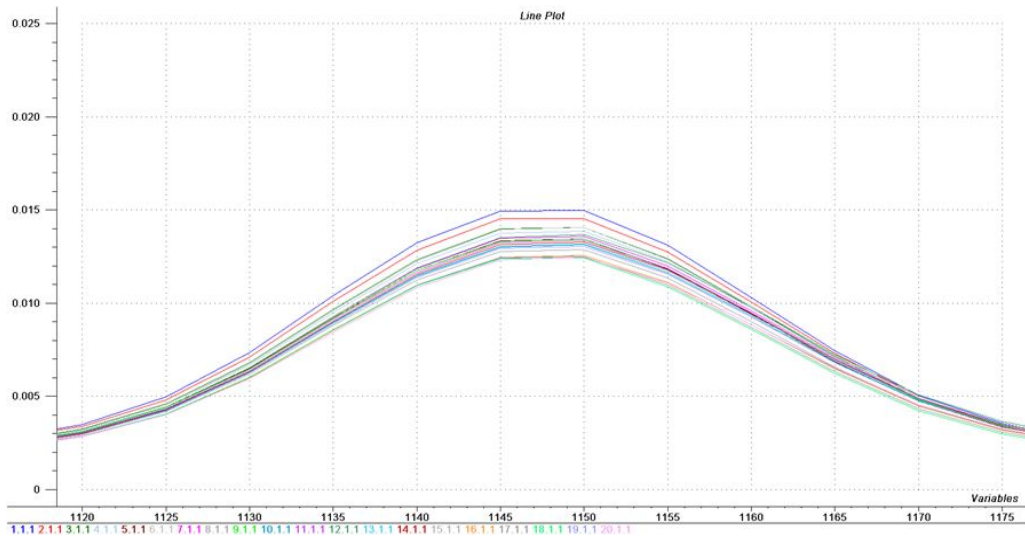


그림 89. 확대 화면

표 127 . 수처리 없이 검량식 적용

	Slope	Offset	RMSE	R-Square
calibration set	0.699	1.578	1.581	0.699
validation set	0.679	1.678	1.710	0.648

표 128. SNV, 1차 미분 적용

	Slope	Offset	RMSE	R-Square
calibration set	0.872	0.670	1.030	0.872
validation set	0.709	1.349	1.874	0.619

표 129. 7 Segment로 3개 시료 그룹으로 calibration 적용

	Slope	Offset	RMSE	R-Square
calibration set	0.699	1.578	1.581	0.699
validation set	0.694	1.604	1.714	0.639

표 130. S.Golay 1차 미분 및 Smoothing 7 적용

	Slope	Offset	RMSE	R-Square
calibration set	0.774	1.188	1.371	0.774
validation set	0.770	1.130	1.557	0.739

표 131. norris 1차 미분, Gap3,7segment with 3 sample group

	Slope	Offset	RMSE	R-Square
calibration set	0.774	1.188	1.371	0.774
validation set	0.810	0.920	1.684	0.711

표 132. 5 검량식에서 1,6,8 outlier 제거 후

	Slope	Offset	RMSE	R-Square
calibration set	0.850	0.861	1.084	0.850
validation set	0.868	0.741	1.241	0.818

(4) NIR 측정 3차 분석

1차, 2차로 분석한 결과의 통계적 유의성을 확인하기 위하여 시료의 수를 46개 늘려서 측정을 하였다. 수처리 분석은 동일한 방법을 사용하였다. 수처리를 위해, 일반적인 S.Golay 1차 함수를 사용하여 원본 스펙트럼을 변화시켰다. 그 결과는 표133에 나타내었다. Mg 화합물과 SO₄ 화합물의 실험 결과 R-Square는 0.92와 0.85정도로 높은 상관관계가 있음을 확인하였으며, Ca 및 Cl 화합물의 R-Square 각각 0.004956, 0.051898로 낮은 상관관계를 나타내어 스펙트럼과 실험값의 상관 관계가 거의 없는 결과를 보였다. 스펙트럼 변화를 참조하면 불용성분인 유기화합물의 함량에 따른 변이가 영향을 주고 있음을 알 수 있으며, 그 연관성은 약 75% 이상이 되는 것으로 추정된다. 불용분 차이를 크게한 1차 결과와 시료의 수를 증가하여 측정된 2차, 3차의 경우에서도 같은 경향을 보였다. 결론적으로 천일염의 품질 기준 평가에 활용이 가능하다고 판단되었다.

이러한 결과는 천일염을 이용하는 응용산업분야에 있어서 천일염의 품질에 대한 정확하고 신속한 분석 결과를 제공함으로써 천일염을 필요로 하는 수요자로 하여금 다양한 품질의 천일염 중 각자가 원하는 품질의 천일염을 쉽게 선택하여 이용하는데 활용이 가능 할 것으로 판단된다.

표 133. Magnesium

	Slope	Offset	RMSE	R-Square
calibration set	0.9240	66.65	153.55	0.9240
validation set	0.9147	73.87	175.68	0.9016

표 134. Sulphate

	Slope	Offset	RMSE	R-Square
calibration set	0.8512	310.65	496.37	0.8512
validation set	0.8358	341.57	585.48	0.7986

(가) 그림 90은 46개 시료의 원시 스펙트럼 측정도이다.

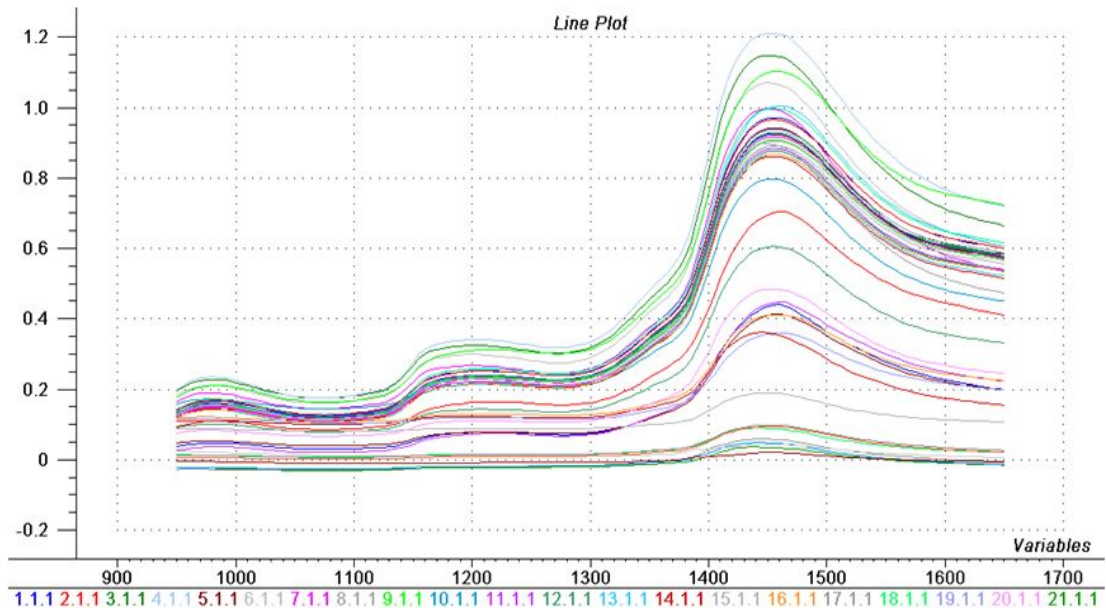


그림 90. 원시 스펙트럼

(나) 그림 91은 S.Golay 미분 및 Smoothing 9를 이용한 스펙트럼 측정도이다.

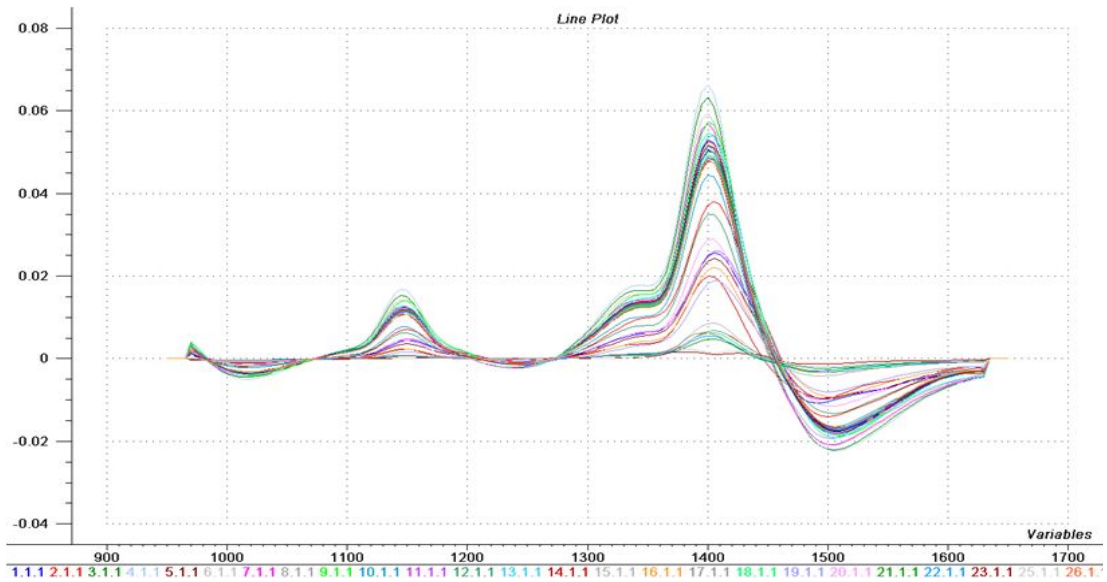


그림 91.수처리 S.Golay 1차

(다) 그림 92은 Calcium의 검량식 그래프이다.

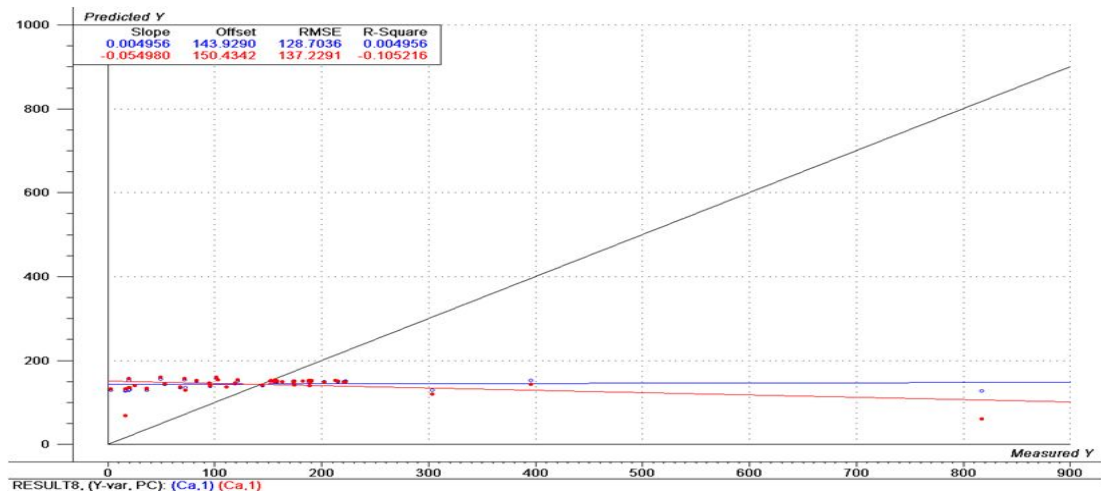


그림92. Calcium

(라) 그림 93은 Magnesium는 마그네슘의 검량식 그래프이다.

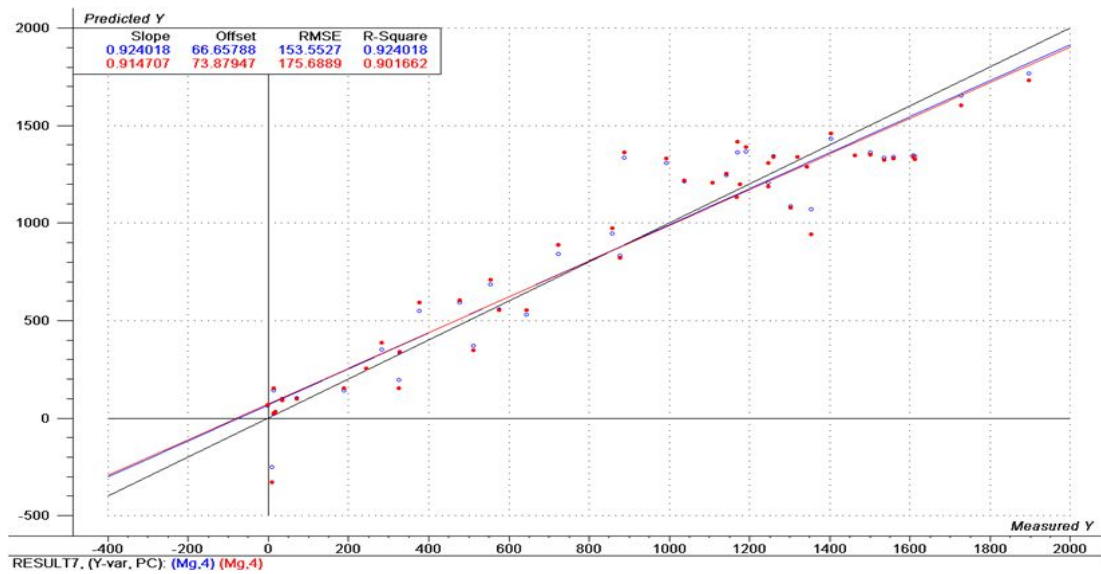


그림 93.Magnesium

(마) 그림 94은 Sulfate의 검량식 그래프이다.

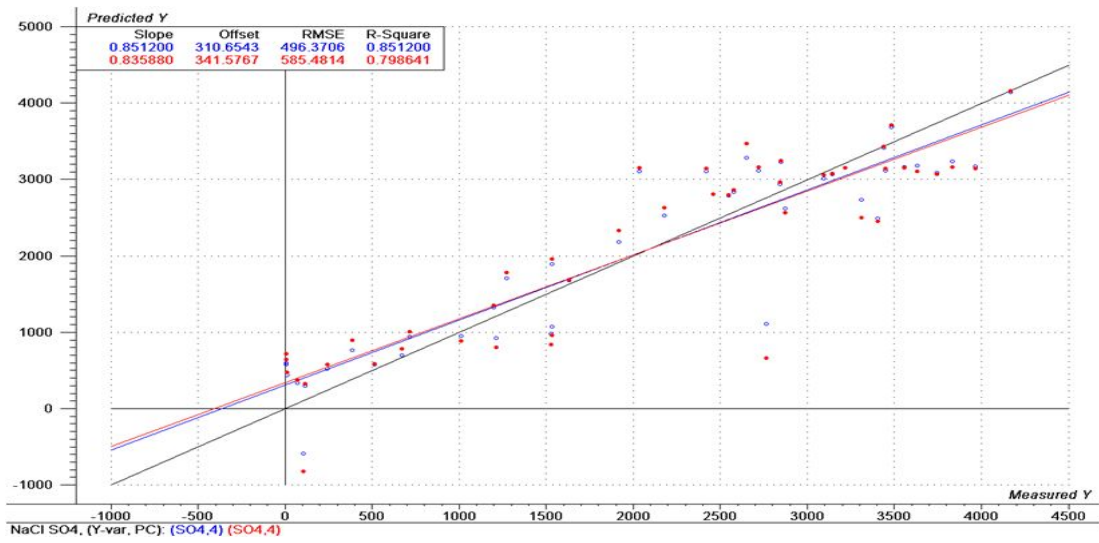


그림 94. Sulfate

(바) 그림 95는 Chloride의 검량식 그래프이다.

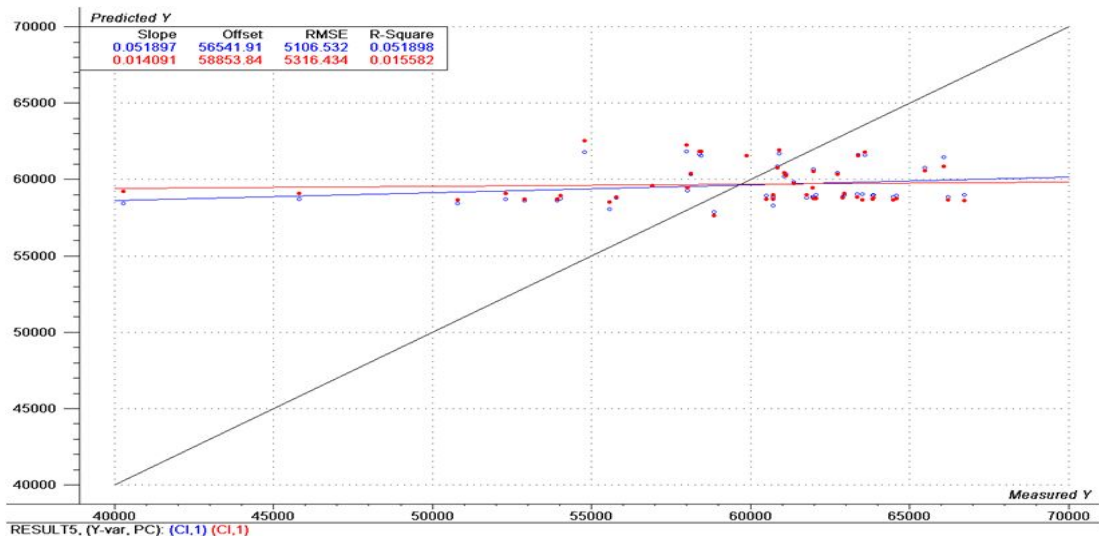


그림 95. Chloride

표 135. 시료 분석 값

시료	Calcium	Magnesium	Sulphate	Chloride
1	1885.75	3609.38	191.54	61121.33
2	1186.00	5842.63	265.22	56908.00
3	493.75	4291.75	153.30	55556.33
4	1014.50	6229.38	217.57	58845.67
5	952.50	2768.25	127.38	62729.33
6	1029.25	4380.25	163.27	60704.33
7	192.00	1883.88	71.47	40271.67
8	1893.75	2871.75	153.27	54022.67
9	713.50	9485.13	416.84	50782.00
10	951.75	3216.00	152.92	58005.33
11	1448.00	6771.75	331.27	58113.67
12	534.75	2384.00	119.55	61351.33
13	3953.80	8633.55	348.39	53910.00
14	673.52	42.98	10.32	65496.00
15	206.73	70.76	11.35	66068.67
16	1105.62	1412.28	38.61	61991.00
17	3029.03	353.23	0.63	63594.33
18	159.45	82.50	7.23	63392.67
19	726.75	2559.88	121.28	60836.67
20	249.75	1636.25	67.26	61073.67
21	359.50	167.88	24.49	60913.33
22	23.15	-11.33	1.21	58399.33
23	8169.50	1214.88	276.28	57990.00
24	166.00	1627.00	101.10	54772.33
25	364.50	939.88	51.30	59867.67
26	193.97	70.34	0.71	58446.67
27	2128.00	8055.25	374.50	52881.67
28	1214.50	6295.88	272.13	52300.33
29	1883.25	7679.38	344.72	55778.00
30	1744.50	8037.25	355.89	61755.67
31	2224.00	6711.00	309.60	64487.67
32	828.25	4440.75	203.57	45793.33
33	1521.25	5955.38	284.67	60723.33
34	1626.50	5881.75	254.73	64584.00
35	1522.75	6229.50	314.55	62889.00
36	1880.50	7795.38	396.33	63847.00
37	1903.50	7310.50	363.04	61989.33
38	1565.00	7009.75	343.96	61960.00
39	2151.25	7505.63	383.26	60491.67
40	1820.00	6598.63	321.85	66203.67
41	1583.75	5534.00	245.92	66719.67
42	1731.75	5180.38	257.65	62947.67
43	2019.75	5840.13	287.11	63857.67
44	2205.50	6512.63	340.27	63341.00
45	1560.00	4961.13	241.98	62061.67
46	1745.50	5707.00	284.10	63521.00

제 11절 고품질 천일염 생산 기본공정

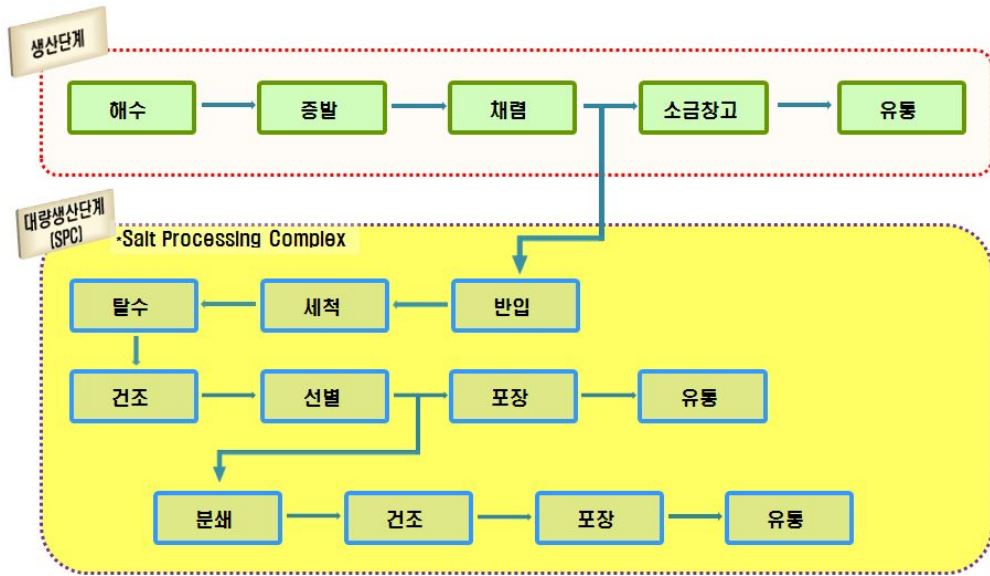
1. 기본 공정

산지에 설치되고 있는 천일염 산지종합처리자의 규모를 살펴보면 신의도에 설치된 SCP는 연 20,000톤을 생산하는 규모이고 도초면에 설치된 SCP는 연 15,000톤 정도를 생산하는 규모이다. 국내 천일염의 연간 생산량이 평균 약 30만톤 정도로 예측 할 때 1개소 SCP가 처리하는 비율은 약 5~7% 정도의 천일염을 가공하는 시설이 된다. 부지면적은 24,000㎡와 16,000㎡ 규모이며 공장은 9,917㎡와 2,023㎡ 정도의 규모로 건축이 되어있다. 종사하는 종업원은 10~27명 정도 상주 직원이 있다. 천일염의 불용분 및 이물질의 제거를 위한 천일염종합처리장(SCP)의 현재 공정은 다음과 같다. 원료 투입은 500kg 플렉시블백에 포장되어 창고 또는 건물 밖에 야적되어 있는 원료가 산물형태로 원료 투입구에 반입된다. 반입된 원료는 크게 두가지 공정으로 처리가 되고 있다.

- ① 원료반입 → 세정 → 탈수 → 건조 → 색채체선별 → 이물질 선별(수작업) → 포장
- ② 원료반입 → 세정 → 탈수 → 건조 → 자석선별 → 색채선별 → 포장

각 공정별 특성을 살펴 보면 ①번 처리 공정의 경우 원료 투입공정에서 소금의 입자를 1차 선별하여 입자별로 구분하여 세정작업을 하는 특징이 있다. 이물질을 색채선별공정에서 제거함으로써 다양한 이물질 종류에 따른 선별율이 다소 떨어져 최종 수작업 공정에서 2차적으로 재선별을 하는 문제를 가지고 있다. 또한 120℃ 이상 고온에서 건조 후 냉각 공정없이 곧 바로 선별부로 이송되는 공정으로 공기중의 습기를 재흡수하여 함수율이 다시 높아지는 문제도 함께 가지고 있다. 이러한 결과 함수율이 높아지면 색채선별 슈트부에서 원료의 흐름과 균일 분산율이 떨어져 천일염에 혼입된 이물질의 선별율이 낮아지는 결과를 초래한다.

②번 공정은 색채선별 공정에 앞서 소금에 혼입된 쇄붙이 등의 자석 물질을 제거하는 공정이 보완된 특징이 있으나 ①번 공정과 마찬가지로 건조 후의 냉각공정이 없으며 최종 제품 포장전 수작업 공정이 포함되어 있지 않다. 이와 함께 가장 중요한 공정인 세정부 운영조건에 관하여서는 용액의 적정 농도 및 여과시스템 구성 방법 등에 세부적인 관리 시방이 없다. 본 실험결과 기존의 공정에서 다음과 같은 개선된 공정 구성이 바람직 할 것으로 판단된다.

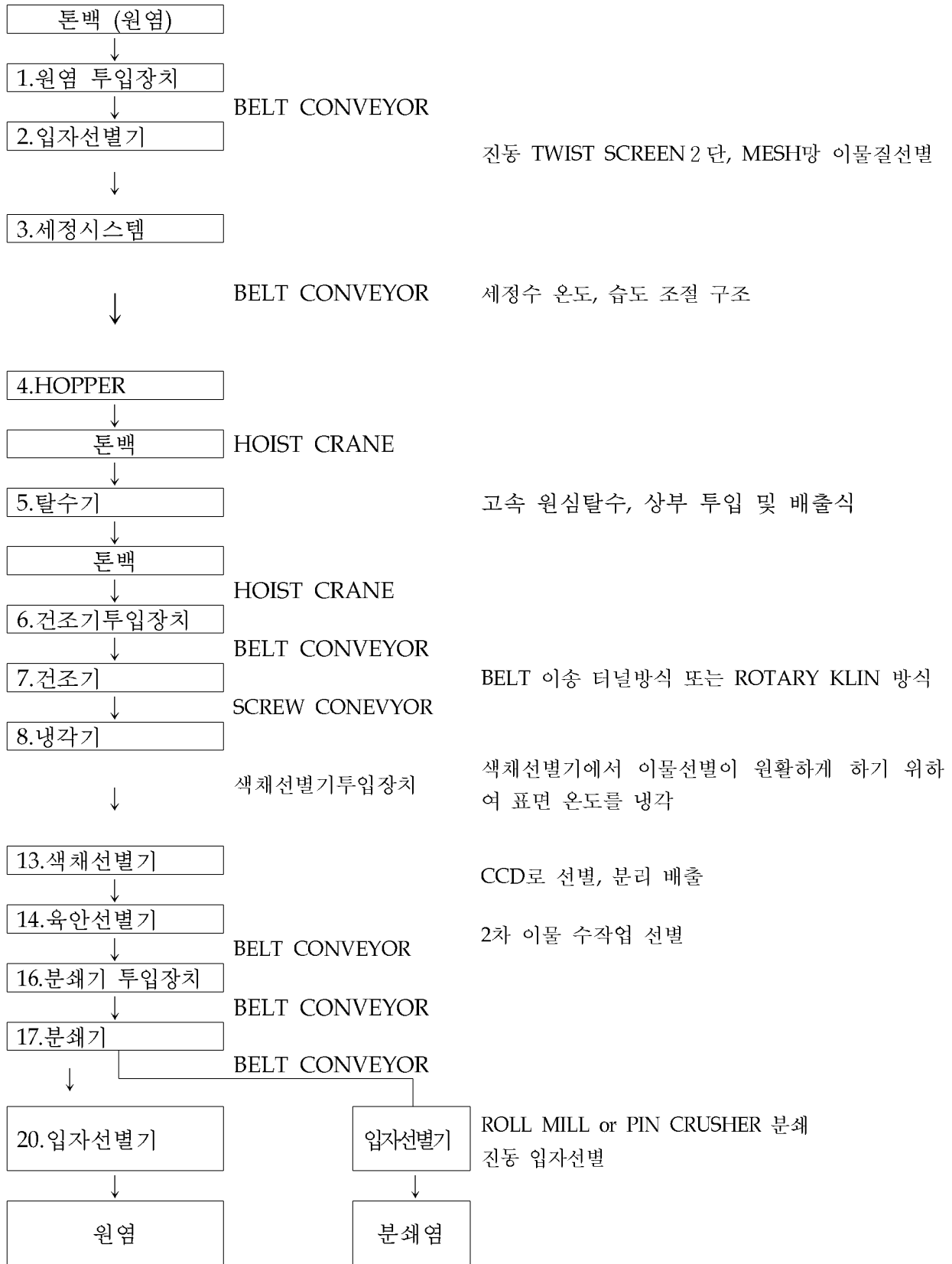


원료반입 → 체선별 → 세정(가습) → 탈수 → 건조 → 냉각 → 풍력선별 → 자석선별 → 색채선별 → 입자선별 → 이물질 선별(수작업) → 포장

그림 96. 천일염 생산(염전) 및 종합처리장(SPC) 체계

개선된 공정의 특징은 원료 투입부에서 압자를 선별하고 효율적인 불용분의 제거를 위하여 포화 수증기로 처리하는 가습공정이 있다. 가습공정 후 기존의 와류식 시스템과는 다르게 연속식 세척시스템으로 세정을 하여 수율 손실을 최소화하고 탈수를 거친 후 로타리식 건조시스템으로 건조를 한다. 건조된 소금은 비교적 공기조화가 되는 냉각실에서 충분히 냉각공정을 거친 후 풍력선별을 한다. 이후에는 금속성분의 제거를 위하여 자석 선별을 하고 색채선별공정으로 이동된다. 그 이후에는 수작업을 통하여 최종 제품 선별을 한다.

생산 공정도
(굵은 입자, 중간입자, 가는 입자)



2. 설비 기본 사양

가. 원료 투입 설비

기 기 명	형 식	용 량	동력	수량	비 고
원료투입호퍼	STS제 각형 호퍼	W1708 x L2,613 [2m ³]	-		
하단 컨베이어	경사형 벨트 컨베이어	W500 x L4,400	2.2 kW		
점검 사다리	미끄럼 방지 및 계단식	W1,643 x L3,572 x H2,500	-		

나. 건조 장치

기 기 명	형 식	용 량	동력	수량	비 고
회 전 드 럽	회전 건조식	Ø1550x6000mm	3.7kW		
집진장치	싸이클론 집진기	89m ³ /min, 150mmaq	1.5kW		
간접 열풍 발생기	경유 버너	MAX 240,000 Kcal	-		
투입스크류컨 베이어	스크류 컨베이어	100A x 1600L	1.5kW		
배출스크류컨 베이어	스크류 컨베이어	100A x 1000L	1.5kW		

다. 선별 설비

기 기 명	형 식	용 량	동력	수량	비 고
선별 투입 컨베이어	경사형 벨트 컨베이어	W500 x L4,530	1.5 kW		
진동 선별기	경사형 스크린 진동방식	W1,000 x L1,420	0.8kW		
이물질 배출 컨베이어	수평형 벨트 컨베이어	W400x L2,670	0.75 kW		
손선별 컨베이어	수평형 벨트 컨베이어	W1,000 x L6,060	1.5 kW		

라. UV 살균 장치

기 기 명	형 식	용 량	동력	수량	비 고
UV 살균기 및 컨베이어	UV LAMP 살균	W1,040 x L4,318x UV 등	240 W		
	수평형 벨트 컨베이어	W1,000 x L2,700/1,900	3kW		
UV 살균 배출 컨베이어	수평형 벨트 컨베이어	W500 x L2,160	0.75 kW		

마. 상승 투입 장치

기 기 명	형 식	용 량	동력	수량	비 고
상승 컨베이어	경사형 벨트 컨베이어	W600x L6,000	1.5kW		

바. 포장 계량 장치

기 기 명	형 식	용 량	동력	수량	비고
소포장 정역 컨베이어	경사형 벨트 컨베이어	W500 x L3,300	0.75 kW		
소포장 계량기	공압 개폐식, 마그네틱피더 공급 방식	W1,000 x L1,530 x H3,000 포장단위 : 1 - 5kg	0.4 kW		
포장기 (밴드실러)	열선 포장 접착기	15m/min 포장단위 : 0.5~5kg	6 kW		
소포장배출 컨베이어	수평형 벨트 컨베이어	W500 x L2,100	0.75 kW		

사. 자재류 사양

- 장비로의 원료투입이 용이한 사각형식
- 물청소가 용이하도록 설계 및 제작한다.
- 청소 및 수리가 쉽도록 분리형으로 제작한다.
- 소금 접촉 부 STS 316 4~8T, STS316 2T 사용
- 재질 STS316 4T로 제작
- 사각형 호퍼 외부지지대는 재질 STS 304 평철 40x4T 사용
- 프레임 재질 STS 304, STS 304 사용
- 프레임은 STS 304 각파이프 3T 100x100 제작
- 컨베이어 벨트는 식품용, 폭 500, 두께 3P 사용
- 컨베이어 벨트는 식품용 2단 설치, 양면 살균 가능한 구조
- 스크류 컨베이어 재질 STS316 사용
- 제철설비(10,000가우스 판자석) 설치
- 배관은 닥트 파이프 사용

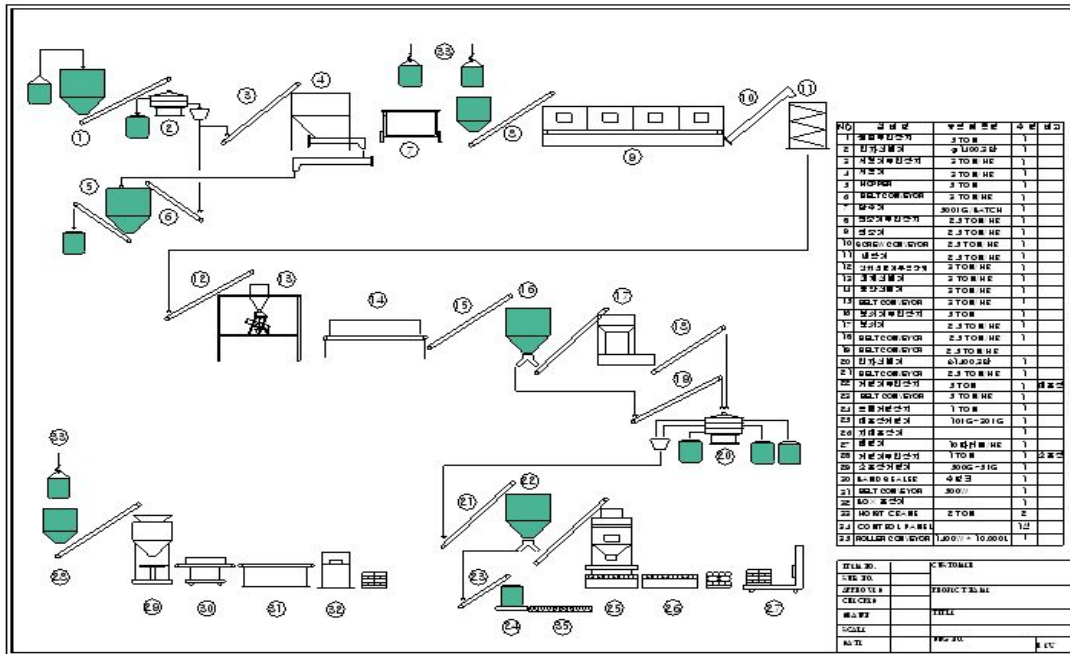


그림 97. 기본 공정도

제 12절 천일염의 염전과 세척가공장의 위생적 시설기준 검토 및 제안

1. 배경

천일염은 바닷물을 염전으로 끌어와 바람과 햇빛으로 수분과 함께 유해 성분을 증발시켜 만든 가공되지 않은 소금으로 굵고 반투명한 육각형의 결정으로 염화나트륨이 주성분이다. 천일염은 세계적으로 희귀한 염 자원으로 호주, 멕시코, 미국, 이탈리아, 프랑스, 중국 등 강수량이 적은 서해연안에서 대규모로 생산되어지고 있으며, 우리나라와 같은 갯벌 천일염은 프랑스, 포르투갈, 중국, 베트남 등에서 상대적으로 적은규모로 생산되며 정육면체의 소금입자 구조를 형성한다.

유럽의 글로벌 명품 소금 브랜드 ‘계랑드 소금’이 세계최고로 인정을 받는다. 천일염은 미네랄 성분이 얼마나 함유되어 있는냐에 따라 그 가치가 달라지는데 계랑드 소금보다 우리나라 천일염이 미네랄이 훨씬 풍부하다고 한다. 세계최고의 우리나라 천일염을 가지고 있는 만큼 그 관리방법을 구축하여 글로벌 시장을 겨냥할 수 있는 경쟁력 있는 소금을 생산할 수 있도록 하여야 할 것이다.

천일염은 1963년 염관리법 제정 이후 최근까지 지식경제부의 염관리법에 의하여 광물로 분류되어져 왔다. 식용이 아닌 공업용 소재로 생산되었던 천일염은 생산시설의 철저한 관리 및 위생 개념의 도입 자체가 필요 없는 상황이었으므로, 천연의 우수자원인 천일염을 세계 명품 상품으로 개발하는데 매우 큰 장애요인으로 작용하였다. 따라서 식품위생법에서는 원료의 전처리과정에서 천일염을 사용할 수 있으나 불순물 등이 식품에 이행되지 않는 범위에서 김치절임용, 장류, 젓갈 등에 사용되어져 왔고 최종제품에 사용하는 등 기타 목적으로 식품에 사용되는 것이 허용되지 않았다. 식품에 직접 사용하게 된 것은 2008년 3월 28일부터 천일염이 식품으로 전환이 되면서부터이고 식품으로 이전된 이후에는 식품공전에 천일염에 대한 기준이 마련되어 식품의약품안전청에서 관리를 하게 됐다. 천일염의 기준 및 규격, 표시기준 등은 식품의약품안전청에서 관리하고 있으나 염전관리 등은 염관리법으로 지식경제부에서 관리하고 있다. 천일염은 이렇게 오랜 기간 동안 광물로 분류되어 생산되다가 최근에서야 식품으로 분류가 되었기 때문에 위생적인 생산에 취약한 실정이다. 특히 식품위생법상으로는 염전에 대한 업종은 명확히 규정되어 있지 않고 염관리법에 따라 염제조업으로 규정되어 있다.

염관리법에 염제조업으로서 천일염(저수지, 증발지, 결정지 및 용배수로)과 천일식기계염(채합시설, 여과시설, 증발관, 탈수시설, 건조시설, 계랑 및 포장시설, 품질검사시설) 두가지 업종으로 구별되어 있다. 시설기준으로는 천일염 즉 염전에 대해서는 명시되어있지 않고 천일식기계염에만 시설기준이 명시되어있다(별첨 6). 물론 근래에 위생적인 염전 환경 개선을 위해 많은 조사와 연구가 시행되고 있으나 아직까지는 염전의 천일염 위생적 채염을 위한 시설적 기준이 마련되어 관리되어있지 않다. 특히 천일염의 규격 기준에는 미생물에 대한 기준이 없으나 실제 천일염이 사용되는 소비 형태를 보면 미생물학적 위험도에 대한 기준 마련도 필요할 것이라 사료된다.

국내 천일염은 대부분 식품용으로 사용되며, 수입염은 식용과 공업용 소금으로 이용되고 있다. 식탁용으로 사용되는 프리미엄급 소금은 2005년 기준으로 약 3만9천톤 정도이다. 이것은 국내산 천일염 연간 생산량(29만톤)의 13%이다. 국산 천일염 소비용도는 김장용, 된장 및 간장용, 식탁용으로 46%, 나머지 54%는 장유제조, 식품절임, 식품 가공용으로 사용되고 있다. 최근의 천일염 소비가 증가함에 따라 염전에 대한 안전성관련 관심이 증가하고 있다. 특히 이물에 대한 관심과 정부의 관리가 강화됨에 따라 식품업체는 그 규모에 관계없이 칼날과 못 같은 건강을 해칠 수 있는 물질이나 혐오감을 주는 동물의 사체와 배설물, 기생충(알) 등 이물질 민원이 접수 24시간 이내에 '식품안전소비자신고센터'에 보고해야하며 미보고시 과태료 300만원을 내야 한다. 머리카락이나 비닐, 씨앗, 생선가시, 종이류, 실, 유통 중 발생하는 응고물 등 빈번하지만 건강에 해를 미치지 않은 이물질은 보고 대상에서 아예 제외되지만 천일염에서 자주 발견되는 돌은 이물관리 대상이 된다.

천일염의 불순물 등 이물질제거에 대한 특허개발도 활발히 진행되고 있어 천일염 세척기, 천일염 이물질제거장치, 천일염세정장치, 간수, 불순물제거장치 등이 개발되어있다. 특히 부유물과 이물질, 침전이물질을 동시에 제거하고 간수를 분리하는 저장용기의 개발 등으로 안전하고 품질이 좋은 천일염 생산이 가능하게 되었다.

현재 식품, 농산물, 임산물, 축산물, 수산물 등 먹거리에 대한 안전성을 확보하기 위해서 HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point)을 도입하고 있다. 이 시스템은 현재 가장 선진화되고 과학적인 위생관리시스템으로서 식품과 농임산물 단순전처리 및 단순가공품은 식품의약품안전청에서 축산물, 수산물은 농림수산물부에서 HACCP지정 업무를 수행하고 있다. 식품의약품안전청에서 관리하는 HACCP 적용대상 업종으로는 식품제조가공업, 식품접객업, 집단급식소판매업, 기타식품판매업 등의 영업형태를 갖추어야 하며 적용품목으로는 어육가공품 중 어묵류, 냉동수산물식품 중 어류·연체류·패류·갑각류·조미가공품, 냉동식품 중 기타 빵 또는 떡류·면류·일반가공식품의 기타가공품, 빙과류, 집단급식소·식품접객업소의 조리 식품, 도시락류, 비가열음료, 레토르트식품, 김치절임식품 중 김치류·절임류·젓갈류, 특수영양식품 중 영아용(성장기용) 조제식, 영·유아용 곡류 조제식, 기타 영·유아식(주스류), 두부류 또는 묵류, 저산성 통·병조림중 굴통조림, 건포류, 드레싱, 빵 또는 떡류 중 빵, 케이크류, 생식류, 고춧가루, 면류 중 국수·냉면·당면·유당면류, 신선편의식품이 있으며 최근에는 자연 상태의 농·임산물 또는 박피 등을 거친 농·임산물을 세척, 절단 등의 가공 공정을 거쳐 포장한 식품인 단순 전처리 식품과 자연 상태의 농·임산물 또는 박피·세척·절단 등의 가공 공정을 거친 농·임산물을 식품첨가물을 사용하여 소독 등의 공정을 거쳐 포장한 식품이거나, 자연 상태의 농·임산물 또는 박피·세척·절단 등의 가공공정을 거친 농·임산물을 가열(삶은 공정 포함)·건조 등의 공정을 거쳐 포장한 나물류 등의 기타가공품, 수산물을 내장 제거, 세척, 절단 등의 가공 공정을 거쳐 냉장한 식품인 냉장수산물가공품 그리고 기타식품판매업소의 판매식품 등이 추가되어 해당 제품을 생산하는 제조업체 및 판매업소에서 HACCP을 활발하게 추진하고 있다. 특히 연매출 5억 미만이거나 종업원 20인 미만인 경우 [소규모 HACCP]의 기준이 신설되

어 시간과 비용을 절약할 수 있는 HACCP시스템을 도입할 수 있게 되었다

이 품목들 가운데 의무적용품목으로는 어육가공품 중 어묵류, 냉동수산식품 중 어류·연체류·조미가공품, 냉동식품 중 피자류·만두류·면류, 빙과류, 비가열음료, 레토르트식품, 김치류 중 배추김치가 있다. 이들 의무적용 시기는 연매출액과 종업원수를 기준으로 연매출액 20억원 이상이면서 종업원 수가 51인 이상인 업소는 2006년 12월 1일부터 연매출액 5억원 이상이면서 종업원 수가 21인 이상인 업소는 2008년 12월 1일부터 연매출액 1억원 이상이면서 종업원 수가 6인 이상인 업소는 2010년 12월 1일부터 연매출액 1억원 미만 또는 종업원 수가 5인 이하인 업소는 2012년 12월 1일부터 HACCP을 지정받아야 한다. 농림수산식품부에서 관리하는 HACCP 적용대상 업종으로는 가축사육업(농장), 도축업, 축산물가공업(유가공업, 식육가공업, 알가공업), 식육포장처리업, 축산물판매업, 사료제조업, 집유업, 축산물보관업, 축산물운반업이며 각 업종별 적용품목은 다음과 같다.

- 가축사육업 : 돼지, 소(젓소, 비육우), 닭(산란계, 육계)
- 도축업 : 소, 돼지, 닭, 오리
- 축산물가공업(유가공업): 우유, 가공유, 발효유, 버터, 치즈, 아이스크림, 분유, 조제유
- 축산물가공업(식육가공업): 햄, 소시지, 양념육, 분쇄가공육제품, 건조저장육, 갈비가공품
- 축산물가공업(알가공업) : 전란액, 난황액, 난백액, 알가열성형제품, 염지란
- 식육포장처리업 : 포장육
- 축산물판매업 : 식육판매업
- 사료제조업 : 배합사료
- 집유업 : 우유, 양유
- 축산물보관업
- 축산물운반업

이외에도 수산물가공품인 경우식품에서 관리하지만 양식업의 경우 농림수산식품부에서 HACCP을 관리하고 있다. 양식업 적용품목으로는 수산업법 제43조 및 동법시행령 제36조의 규정에 의하여 육상해수양식어업으로 허가한 양식업체의 양식수산물과 내수면어업법 제11조 및 동법시행령 제9조의 규정에 의하여 육상양식어업으로 허가한 양식업체의 양식수산물이다. 이와 같이 식품, 농임산물 단순가공품, 축산물, 양식수산물 등 먹거리에 대해서는 HACCP의 도입이 반드시 실시되어야 하는 추세이다. 특히, 이 HACCP 시스템이 특정 품목 및 업태(식품의 경우 의무화대상 품목이 있으며 축산의 경우 도축장은 HACCP 적용이 법제화 되어 있음)에 대해서는 의무적용을 원칙으로 하고 있어 전반적인 먹거리 안전성 확보를 위해 가공단계에서는 필수적인 사항이라고 하겠다. 이러한 상황에서 비추어 볼 때 바로 섭취하거나 조리해 바로 사용하는 천일염의 경우에 바로 섭취하는 셀러드와 같은 신선편의식품 등과 같은 동일한 수준의 위생관리기준이 필요하겠다.

천일염의 경우 일반적인 가공장의 형태의 기준으로는 위생적인 관리가 어려우므로 HACCP이 아닌 다른 안전관리기준이 마련되어야 할 것이고 천일식기계염과같이 가공장의 형태인 경

우에는 HACCP 추진이 가능할 것으로 보여진다. 천일염 생산의 환경적 제약으로 인해 다른 가공장처럼 염전을 선택할 수 없기 때문에 이미 형성된 염전의 환경적인 부분을 개선해야만 안전한 천일염을 생산할 수 있을 것으로 사료되며 최근 염에 대한 잔류농약 유입 보도(세계일보 8월 6일자) 등 잠재적인 위험성들이 제기되고 있다. 주변 환경으로 인한 위험으로는 배에 사용하는 기름의 유출, 논밭 및 염전 주변의 잡초제거 등을 위해 사용되는 제초제, 양식장으로부터의 항생제, 김양식장으로부터의 무기산유입, 염수의 결정지 투입에 사용되는 디젤모터에서의 기름유입, 매연등이 있다. 특히, 염전용 장판에서는 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)가 검출되고 이와 같은 물질이 천일염에도 검출되고 있음은 환경으로부터의 위해가 유입되고 있음을 보여주고 있다.

최근 전라남도 지역에서 생산된 천일염 433종을 검사한 결과를 보면 중금속이 기준 이하로 검출되어 안전하다고 말할 수 있겠지만 위해물질의 원인이 되는 환경을 개선하지 않는 한 잠재적인 위험은 항상 존재할 수밖에 없다. 프랑스의 게랑드천일염의 경우 염전 지역이 생태보호지역, 농약화학비료 사용금지, 양계장, 양식장 집중생산시설, 도로 등으로 부터 떨어져 있고 설비 위생검사를 년 1회 실시하고 있으며 불시점검도 년 4회로 실시하고 있다. 일본 우미노세이 천일염의 경우 염전에서 해수를 농축한 후 유리온실로 옮겨져 티탄으로 만든 금속용기에서 결정화가 진행된다. 유리온실에서의 결정화의 경우 불철 중국에서 불어오는 황사에 의한 중금속과 환경호르몬의 오염을 방지할 수 있는 좋은 대안이 될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 연구 목적

염전에서 생산된 천일염과 가공시설에서 처리된 천일식기계염천일염 모두 소비자에게는 바로 섭취하도록 인식되어 있지만 위생적인 천일염 생산을 위한 시설기준은 따로 마련되어 있지 않은 실정이다. 기존에는 식품에 직접사용하지 않았기 때문에 특별한 시설기준이 마련되어있지 않았다면 식품으로 분류된 이 시점에서는 반드시 위생적 생산, 제조를 위해 염전 단계의 시설기준이 마련되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 염전 시설기준을 식품제조가공업의 시설기준과 비교하여 적용가능 여부를 검토하였으며 가공장의 형태를 갖춘 천일식기계염의 경우 HACCP 시설요건을 검토하여 향후 천일식기계염의 HACCP 적용 가능성을 알아보고자 하였다. 또한 천일염의 경우 미생물적 오염에 대한 분석자료가 거의 없는 실정이므로 시판 천일염의 일반세균 검사를 통해 세균학적 안전성에 대해 알아보고자 하였다.

3. 방법 및 결과고찰

가. 조사 대상

- (1) 염전 : 2개소
- (2) 천일식기계염 : 2개소

나. 천일염 미생물검사 품목 및 검사항목

- (1)세정천일염 : 2개 품목
- (2)비세정천일염 : 3개 품목
- (3)검사항목 : 일반세균수, 대장균

다. 결과 및 고찰

(1) 염전의 시설기준 검토

천일염제조시설인 염전에 대한 식품위생법상의 영업형태 중 식품제조가공업소의 영업시설기준과 비교한 결과 다음 표136과 같다.

표 136. 식품제조 가공업소 시설기준 대비 염전 시설 현황 및 검토 표

<p>식품의 제조시설과 원료 및 제품의 보관시설 등이 설비된 건축물의 위치 등 건물의 위치는 축산폐수·화학물질, 그 밖에 오염물질의 발생시설로부터 식품에 나쁜 영향을 주지 아니하는 거리를 두어야 한다.</p> <p>- 차량 매연, 배의 연료 기름 주변의 농약, 화학 비료 등으로 인해 오염물질 발생 시설로부터 자유로울 수 없는 상황이었으며 특히 어떤 건축물로 밀폐된 공간을 이 시설기준에 맞게 설치할 수 있는 상황이 아니므로 제조시설 기준에 부적합 하다.</p>		
현장실태1	현장실태2	현장실태3
		
<p>일부 염전은 국도나 도로변에 위치해 있어 차량의 매연으로 인한 중금속 오염이 예상됨</p>	<p>염전 인근에 배가 자주 다니는 경우에는 바다 표면의 기름이 수문을 통해 해수저수지로 유입이 쉽게 이뤄짐</p>	<p>염전 주위에 논이나 밭이 있는 경우 농약이나 화학비료의 살포시 염전으로 유입될 가능성이 있음</p>
<p>건물의 구조는 제조하려는 식품의 특성에 따라 적절한 온도가 유지 될 수 있고, 환기가 잘 될 수 있어야 한다.</p> <p>- 저장창고에 대한 온도관리 환기에 대한 특정 설비가 없다.</p>		
현장실태1	현장실태2	
		
온도 관리 및 환기가 어려운 저장창고	온도 관리 및 환기가 어려운 저장창고	

작업장




작업장의 바닥·내벽 및 천장은 다음과 같은 구조로 설비되어야 한다.

바닥은 콘크리트 등으로 내수처리를 하여야 하며, 배수가 잘 되도록 하여야 한다.

내벽은 바닥으로부터 1.5미터까지 밝은 색의 내수성으로 설비하거나 세균방지용 페인트로 도색하여야 한다

- 최근 염전용 PVC자재를 대체할 친환경 자재의 연구가 지속적으로 이루어지고 있고 일부 염전에서 폴리프로필렌(PP)재질의 장판 사용을 시도하고 있다. 다양한 연구를 통해 천일염 생산에도 적합하면서 환경에 무해하고 인체에도 무해한 재질을 발해 추후 농림수산식품부에서 시설규격에 식품용기포장용 재질에 적합한 규격으로 설정이 필요하다. 이를 통해 기준에 적합한 재질을 염전용 자재로 사용하게 하여야 한다.



- 해주 및 소금창고는 내수처리를 하며 소금을 자연탈수 시키는 공간은 배수가 잘 되도록 구배에 대한 기준 마련이 필요하다.

현장실태1	현장실태2	현장실태3
		
<p>염전에 사용 중인 자재는 재활용 PVC 장판이나 합판의 사용을 많이 하고 있어 이들 자재로부터 중금속 및 화학물질의 유출로 인한 토양오염 가능성이 있다.</p>	<p>해주 및 소금창고의 지붕으로 사용되는 슬레이트가 장기간 사용시 회색으로 변색되면서 쉽게 부스러져 분진 발생된다.</p>	<p>소금창고는 나무재질로 되어 있으며, 배수가 잘되도록 구배는 되어있다.</p>

4) 작업장에는 쥐·바퀴 등 해충이 들어오지 못하도록 하여야 한다.

- 천일염은 외부에 노출되어 생산되어 지기 때문에 해충 등에 대한 오염이 많다. 천일염 생산시설에서 해충을 구제할 수 있는 방안을 모색하거나 천일염 생산 후 X-RAY 검사기, 육안선별 등을 통해 선별해 내는 공정을 추가하는 방안 모색이 필요하다.

- 소금창고는 자연 통풍을 위해 틈이 많은 상태이나 이를 밀폐의 구조로 가고 환풍시설을 통해 관리하도록 하는 방안 모색이 필요하다.



현장실태1	현장실태2
	
<p>천일염에서 날개미의 이물 발생이 많다.</p>	<p>소금창고는 통풍을 위해 틈이 많은 관계로 쥐나 박쥐의 출입이 자유로운 구조로 되어 있어 각종벌레, 쥐, 박쥐 등의 똥과 분비물 발생한다.(개미, 쥐는 소금을 좋아함)</p>

5) 식품취급시설 등

식품을 제조·가공하는데 필요한 기계·기구류 등 식품취급시설은 식품의 특성에 따라 식품 등의 기준 및 규격에서 정하고 있는 제조·가공기준에 적합한 것이어야 한다.

식품취급시설 중 식품과 직접 접촉하는 부분은 위생적인 내수성재질[스테인레스·알루미늄·에프알피(FRP)·테프론 등 물을 흡수하지 아니하는 것을 말한다. 이하 같다]로서 씻기 쉬우며, 열탕·증기·살균제 등으로 소독·살균이 가능한 것이어야 한다.

- 염전작업장에서 사용하고 있는 비내수성재질을 내수성 재질로 전면 전환 필요 (이동로의 컨베이어벨트, 운반도구, 채염도구 등과 같은 부직포, 나무재질)

현장실태1	현장실태2
	
<p>채염시 사용되는 채염도구가 나무재질로 되어 있음</p>	<p>채염 후 천일염 소금창고로 운송하는 도구가 식품용으로 확인된 재질인지 확인안됨</p>

6) 급수시설

수돗물이나 「먹는물관리법」 제5조에 따른 먹는 물의 수질기준에 적합한 지하수 등을 공급할 수 있는 시설을 갖추어야 한다.

- 개인위생(손세척)을 위한 수도시설이 갖추어져 있지 않음
- 도구 세척용, 작업장 청소용 수도시설이 갖추어져 있지 않음

현장실태1



화장실 및 저장창고 등 기타 시설에 지하수 및 상수도의 공급이 어려운 실정

7) 화장실

작업장에 영향을 미치지 아니하는 곳에 정화조를 갖춘 수세식화장실을 설치하여야 한다. 다만, 인근에 사용하기 편리한 화장실이 있는 경우에는 화장실을 따로 설치하지 아니할 수 있다.

- 염전에 화장실이 설치되어 있지 않거나 정화조가 없는 간이식 화장실이 설치되어 있거나 외부에 노출되어 오염 될 가능성이 있다. 다만 정화조 설치가 어려울 경우에는 업체와 계약등을 통해 위생적으로 화장실을 관리할 수 있는 방안 모색이 필요

현장실태1



염전에 화장실 설치 안 되어 있음

현장실태2



간이식 화장실 설치

8) 창고 등의 시설

원료와 제품을 위생적으로 보관·관리할 수 있는 창고를 갖추어야 한다.

- 소금창고의 바닥이 나무재질로 되어있는데 나무재질은 이물이 될 수 있을 뿐만 아니라 부패의 우려가 있기 때문에 위생적으로 관리하기 위해서는 적합하지 않다. 따라서 간수가 잘 빠지면서도 위생적으로 관리할 수 있는 플라스틱재질로 교체할 필요가 있다.

현장실태1



해주 위생상태 불량

현장실태2



소금창고 바닥 나무재질로 되어있음

이렇게 식품으로 분류된 천일염이 아직도 채염되는 단계인 염전이 식품제조가공업으로 분류된다는 것은 시설적인 기준으로 검토해 본 결과 현실적으로 어렵다는 것을 보여주었다. 특히 제조, 가공이라는 용어는 실제로 염전에서 채염이라는 용어와 비교시 맞지 않는 부분이 있다. 따라서 다른 국내 기준, 규격을 검토해보았을 때 우수 농산물 관리기준(Good agricultural practices)의 기준을 변형하여 새로운 천일염의 채염단계에서의 기준을 마련하는 것을 제안하고자 한다. 재배된 농산물이 단순세척, 절단 등의 가공을 거치는 것처럼 천일염도 채염단계는 GAP의 개념과 동일하다고 볼 수 있겠다.

라. 우수천일염관리기준(Good Seasalty practices) 제안

GAP란 농산물의 안전성을 확보하고 농업환경을 보존하기 위하여 농산물의 생산, 수확 후 관리 및 유통의 각 단계에서 재배포장 및 농업용수 등의 농업환경과 농산물에 잔류할 수 있는 농약, 중금속, 또는 유해생물 등의 위해요소를 적절하게 관리하여 소비자에게 그 관리사항을 알 수 있게 하는 체계이다.

천일염은 정제염, 제제염, 가공염의 원료가 되고 자연을 이용하여 제품을 생산해낸다는 점에서 농산물과 유사하다. 농산물우수관리기준(GAP)을 변형하여 우수천일염관리기준(GSP)을 제정하고자 한다.

우수천일염관리기준(GSP)을 제정함으로써 천일염의 안전성을 확보하고 채염환경을 보존하기 위하여 천일염의 생산, 채염 후 관리 및 유통의 각 단계에서 채염포장 및 해수 등의 채염환경과 천일염에 잔류할 수 있는 살충제, 중금속, 또는 유해생물 등의 위해요소를 적절하게 관리하여 소비자에게 그 관리사항을 알 수 있게 하고자 한다.

천일염생산관리시스템을 UPGRADE시키기 위한 방안으로 GSP를 도입하게 되었다. 안전하고 위생적인 천일염에 대한 소비자의 욕구를 충족하기 위하여 생산단계에서부터 시작되는 천일염의 안전관리체계 구축이 필요하고 천일염 생산단계의 GSP관리체계와 생산이력관리체계를 구축하여 생산에서부터 유통·가공, 판매에 이르는 일관화된 천일염관리체계 마련하고자한다.

GSP를 도입함으로써 천일염의 안전성에 대한 소비자들의 인식을 높일 수 있을 뿐만 아니라 신뢰 향상으로 수익성 증대할 수 있다. 천일염 품질관리제도 도입에 의한 생산농가의 경쟁력 확보되어 천일염의 수출 경쟁력 확보가 가능하며, 수입 천일염에 대하여도 동등한 수준의 GSP 적용을 요구할 수 있으며, 투명거래에 의한 품질관리도 용이해질 것이다.

우수농산물관리기준(GAP)과 우수 천일염관리기준(GSP)에 대한 적용가능여부를 비교한 표는 표137에 나타내었다.

표 137. GAP 기준 대비 GSP 기준 적용 가능 여부 비교표

		GAP	GSP
농산물 이력추적 관리제도 실시	필 수 기 준	우수농산물 인증을 받고자 하는 자는 농산물 이력추적관리의 등록을 하여야 한다.	우수천일염 인증을 받고자 하는 자는 천일염 이력추적관리의 등록을 하여야 한다.
		우수농산물인증을 받고자 하는 자는 농산물이력추적관리기준 및 대상품목 (농림수산식품부 고시 2008-86호) 별표 1의 “농산물 이력추적관리기준”을 준수하여야한다.	우수천일염인증을 받고자 하는 자는 천일염이력추적관리기준 및 대상품목 별표 1]의 “천일염이력추적관리기준”을 준수하여야 한다.
종자 및 묘목의 선정	필 수 기 준	유전자변형농산물을 재배 또는 판매할 경우에는 재배에 관한 기록을 유지·관리하여야 하며, 유전자변형농산물의 표시를 하여야 한다.	해당사항 없음
	권 장 기 준	농산물우수관리인증품 생산에 사용되는 종자 및 묘목은 공인된 보증서가 있는 품종을 선택하여야 하며, 보증서가 없을 경우에는 시·군농업기술센터, 생산자단체 등의 확인서로 대체할 수 있다.	해당사항 없음
		농산물우수관리기준에 적합한 품종과 대목은 농산물의 맛, 외형, 저장성, 경제성, 환경오염 최소화 등을 고려하여 선택한다.	해당사항 없음
재배전 토양관리	필 수 기 준	인증대상농산물을 재배하는 농경지 토양에 대해서는 4년 이내의 중금속 분석성적을 제출하여야 하며, 토양환경보전법 시행규칙 별표3 토양오염우려기준의 “가” 지역의 중금속 기준을 초과하지 않도록 관리하여야 한다. ※ 다만, 니켈의 경우 기준적용의 예외로 한다. 재배포장 주변에 환경오염 유발시설이 있거나 환경오염물질에 의한 오염이 우려될 경우에는 중금속 이외의 성분에도 분석을 실시하여 성적을 제출하여야 한다.	인증대상천일염을 채렴하는 주변 토양에 대해서는 4년 이내의 중금속 분석성적을 제출하여야 하며, [별표 2]토양오염우려기준의 “나” 지역의 중금속 기준을 초과하지 않도록 관리하여야 한다. ※ 다만, 니켈의 경우 기준적용의 예외로 한다. 염전 주변에 환경오염 유발시설이 있거나 환경오염물질에 의한 오염이 우려될 경우에는 중금속 이외의 성분에도 분석을 실시하여 성적을 제출하여야 한다. 예) 양식장 항생제, 폐수
		토양 병해충 관리를 위하여 윤작, 휴경, 태양열 소독, 병해충 저항성 품종 재배 등 경종적 관리방법을 적용하고, 농약 등 농자재를 사용하여 토양을 소독할 경우에는 소독 내역을 기록하여야 하며, 농약의 경우 농약 관리법에 의하여 등록된 약제만 사용하여야 한다. 기록사항 : 약제명이나 상표명, 사용일시, 처리량, 처리방법, 사용자 등	해당사항없음

	구분	GAP	GSP
재배전 토양관리	권장 기준	비료성분에 의한 토양, 수질 등 환경오염 예방을 위하여 토양침식을 최소화하는 최적재배기술을 적용하여야 한다. 배수시설, 초생재배, 등고선재배 등 토양침식 방지기술을 실천	해당사항 없음
		농경지내 위해요소 유입을 최소화하는 농법을 선정하여야 한다. 다만, 오염원이 유입될 경우에는 폐수유입 및 폐기물 투입여부 등 오염내력을 기록하여야 한다. 토양 및 수질의 안전성이 검증되더라도 사후관리 차원에서 재배지역 주변의 오염내력을 기록하여 최적의 생산 환경 조건을 유지하여야 한다.	해당사항 없음
비료 및 양분 관리	필수 기준	6. 시중유통 비료를 사용할 경우에는 비료관리법의 공정규격에 적합한 비료만을 사용하여 하며, 사용 내역을 기록·관리하여야 한다. 해당 품목의 사용가능 조건, 포장 및 용기에 표시된 사항을 준수하여야 하며, 사용 내역(비료·품목명, 주성분, 사용장소, 시기, 시비량, 시비방법, 사용자 등)을 기록·관리하여야 한다.	해당사항 없음
	필수 기준	비료는 농산물, 포장재, 종자·종묘, 농약 등과 접촉하지 않도록 구분 보관하여야 하며, 강우 시 유출방지 등 환경오염 우려가 없도록 하여야 한다.	해당사항 없음
	권장 기준	비료의 과다사용에 의한 토양 양분집적과 환경오염을 예방하기 위하여 시비계획을 수립하여 실천하여야 한다. ○ 작물별 표준재배지침의 표준시비량 또는 토양검정시비량을 준수하여 작물의 비료성분 이용률을 극대화 하고, 농작물 수확 후 토양내 비료성분 잔류를 최소화 하여야 한다.	해당사항 없음
		비료 살포에 사용되는 장비는 정확한 양을 줄 수 있도록 기계장치를 조정하여 사용하여야 한다.	해당사항 없음
		부산물비료 등을 자가 생산하여 사용할 경우에는 살포 전에 중금속 등 유해물질을 분석하여야 하며, 그 분석치는 비료공정규격에 적합하여야 한다.	해당사항 없음

	구분	GAP	GSP
물 관리	필수 기준	인증대상 농산물 재배포장에 관개하는 농업용수에 대하여는 최근 4년 이내의 수질분석 성적을 제출하여야 한다. 농업용수는 “농업용수 수질기준”에 적합한 용수를 사용하여야 한다.	인증대상 천일염 채염에 이용되는 해수에 대하여는 최근 4년 이내의 수질 분석 성적을 제출하여야 한다. ○ 용수는 “채염해수 수질기준”에 적합한 용수를 사용하여야 한다. * 채염해수 수질기준(기준마련필요)
	권장 기준	작물별 적정 관개를 위하여 생육 중의 수분요구도, 토양수분 함량을 고려하여 적기 적정관수 및 배수를 실시하여야 한다.	해수의 적정관개를 위하여 계절별 증발량, 소금의 수분함량을 고려하여 적기에 적정관수 및 배수를 실시하여야 한다.
		농업용수의 분석자료 및 관수방법 등 물관리 사항을 기록·관리(수질 분석기관, 분석일자, 분석결과, 관개량 등)하여야 한다.	손세척, 도구세척, 청소용수 등 작업용수는 음용수 수질기준에 적합해야 하며 이에 대한 분석자료 등 용수관리 사항을 기록·관리(수질 분석기관, 분석일자, 분석결과 등)하여야 한다.
작물 보호 및 농약 사용	<병해충 방제 및 농약 살포>		
	필수 기준	병해충의 방제는 병해충종합관리(IPM)방법으로 저항성 품종 선택, 경종적 방제, 생물학적 방제, 물리적 방제 수단을 적용하고, 화학적 방제가 필요할 경우에는 적용약제를 사용하여야 한다. ○ 병해충 방제에 사용하는 농약은 농약관리법에 등록된 농약의 적용대상 작물, 병해충, 사용방법 및 사용량을 준수하여야 한다.	해충의 방제는 해충종합관리(IPM)방법으로 생물학적 방제, 물리적 방제 수단을 적용하고, 화학적 방제가 필요할 경우에는 적용약제를 사용하여야 한다. ○ 해충 방제에 사용하는 살충제는 농약관리법에 등록된 농약의 병해충, 사용방법 및 사용량을 준수하여야 한다.

	구분	GAP	GSP
작물 보호 및 농약 사용	<병해충 방제 및 농약 살포>		
	필수 기준	병해충 방제용으로 사용한 모든 농약은 해당 농산물 수확 후 1년 이상 기록·관리 하여야 한다.	해충 방제용으로 사용한 모든 살충제는 해당 천일염 채염 후 1년 이상 기록·관리 하여야 한다.
		농약살포에 사용되는 장비는 항상 청결한 상태를 유지하여야 하며, 비선택성 제초제를 사용한 장비는 약해가 발생하지 않도록 철저히 세척·관리 하여야 한다.	살충제 살포에 사용되는 장비는 항상 청결한 상태로 관리하여야 한다.
		농약을 살포하는 작업자는 기본적인 건강관리를 유지하고 농약 살포시에는 보호장비를 착용하여야 하며, 농약살포 보호장비는 세탁 및 건조후에 청결하고 환기가 잘되는 장소에 보관하여야 한다.	살충제를 살포하는 작업자는 기본적인 건강관리를 유지하고 살충제 살포시에는 보호장비를 착용하여야 하며, 살충제살포 보호장비는 세탁 및 건조후에 청결하고 환기가 잘되는 장소에 보관하여야 한다.
		병해충 방제를 위하여 “친환경유기농자재 목록공시기준 및 품질규격”에 적합한 자재를 사용할 경우에는 해당 품목의 사용가능 조건, 포장 및 용기에 표시된 사항을 준수하여야 하며, 사용내역을 기록·관리하여야 한다.	병해충 방제를 위하여 “친환경유기농자재 목록공시기준 및 품질규격”에 적합한 자재를 사용할 경우에는 해당 품목의 사용가능 조건, 포장 및 용기에 표시된 사항을 준수하여야 하며, 사용내역을 기록·관리하여야 한다.
권장 기준	농약을 혼용 살포할 경우에는 혼용가부표를 확인하고, 혼용가부표에 따라 사용하여야 한다.	살충제를 혼용 살포할 경우에는 혼용가부표를 확인하고, 혼용가부표에 따라 사용하여야 한다.	

	구분	GAP	GSP
		<병해충 방제 및 농약 살포>	
	권장 기준	농약의 과다 사용에 의한 농산물 및 환경오염을 방지하고 농약사용자의 안전을 확보하기 위하여 병해충 방제계획을 수립·실천하는 등 농약의 사용량을 줄이기 위하여 노력하여야 한다.	살충제의 과다 사용에 의한 천일염 및 환경오염을 방지하고 살충제사용자의 안전을 확보하기 위하여 병해충 방제계획을 수립·실천하는 등 농약의 사용량을 줄이기 위하여 노력하여야 한다.
		<잔류농약 등 유해요소 분석 등>	
작물 보호 및 농약 사용	필수 기준	인증대상 농산물에 대하여는 수확 또는 저장 중에 농약, 중금속 등 잔류검사를 재배작물별로 1년에 1회 이상 실시하고, 그 결과를 해당 농산물의 출하일로부터 1년 이상 보관하여야 한다. ◦ 인증대상 농산물은 식품공전 제 2장에 고시된 “식품일반에 대한 공통기준 및 규격”상의 농약·중금속 잔류허용기준에 적합하여야 한다. 단, 식품공전에 고시되지 않은 품목 중 별도의 기준이 설정되어 있는 경우는 해당 기준에 따른다.	인증 대상 천일염에 대하여 채염 또는 저장 중에 중금속 등 잔류검사를 1년에 1회이상 실시하고, 그 결과를 천일염의 출하일로부터 1년 이상 보관하여야 한다. ◦ 인증대상 천일염은 식품공전 제2장에 고시된 “식품별 기준 및 규격”상의 식염기준에 적합하여야 한다.
		생산자와 공급자는 소비자가 요구할 경우에는 잔류농약 등의 분석 결과를 제시하여야 한다.	생산자와 공급자는 소비자가 요구할 경우에는 잔류살충제 등의 분석 결과를 제시하여야 한다.
농기구 관리	필수 기준	수확용 농기구는 유해물질이나 미생물에 오염되지 않도록 청결하게 보관·관리하여야 한다.	채염용 기구는 유해물질이나 미생물에 오염되지 않도록 청결하게 보관·관리하여야 한다.
	권장 기준	농기구 보관 창고는 쥐·새 등의 야생동물이 서식하지 않도록 청결하게 관리하여야 한다.	채염기구 보관 창고는 쥐·새 등의 야생동물이 서식하지 않도록 청결하게 관리하여야 한다.

	구분	GAP	GSP
작물 보호 및 농약 사용	<농약의 보관 및 관리>		
	필수 기준	농약의 보관장소는 성분변화, 결빙 및 화재 등으로부터 안전하여야 하며, 농수산물, 식·의약품, 사료 및 비료의 보관 장소와 구분·격리되어 있어야 한다. ○ 농약의 보관장소는 햇볕이 들지 않고, 어린이의 손에 닿지 않아야 하며, 위험성을 경고하는 표시를 하고 잠금장치가 되어 있어야 한다.	살충제의 보관장소는 성분변화, 결빙 및 화재 등으로부터 안전하여야 하며, 천일염의 보관장소와 구분·격리되어 있어야 한다. ○ 살충제의 보관장소는 햇볕이 들지 않고, 어린이의 손에 닿지 않아야 하며, 위험성을 경고하는 표시를 하고 잠금장치가 되어 있어야 한다.
		사용 후 남은 농약은 사용 설명서에 따라 원래 용도로 사용이 가능하도록 원래의 포장용기에 보관하여야 한다.	사용 후 남은 살충제는 사용 설명서에 따라 원래 용도로 사용이 가능하도록 원래의 포장용기에 보관하여야 한다.
	권장 기준	농약의 오염 및 유출사고에 대비하여 비상기구를 비치하여야 한다.	살충제의 오염 및 유출사고에 대비하여 비상기구를 비치하여야 한다.
		농약보관소에는 농약혼합 및 측정에 적합한 기구를 비치하여야 한다.	살충제보관소에는 살충제혼합 및 측정에 적합한 기구를 비치하여야 한다.
		농약중독 등의 사고에 대응하기 위하여 응급 대처요령과 전화번호 목록 등을 비치하여야 한다.	살충제중독 등의 사고에 대응하기 위하여 응급 대처요령과 전화번호 목록 등을 비치하여야 한다.
		재고농약 보관에 대한 관리기록을 유지하여야 한다.	재고살충제 보관에 대한 관리기록을 유지하여야 한다.
	수확 작업 및 수확 후 관리	필수 기준	신선 농산물을 수확할 때에는 개인 위생관리에 각별히 주의하여야 한다. 특히 전염병 보균자는 농산물을 통해 병을 옮길 우려가 있으므로 농산물 수확 작업 및 수확후 처리작업을 하지 않아야 한다. ○ 병해충에 의한 작물피해가 있거나 식물체가 고사·손상된 농산물은 수확 과정에서 선별·제거하여야 한다.
수확한 농산물은 이물질 혼입 및 야생동물에 의한 오염을 방지하여야 하며, 야간에는 야외 방치를 하지 않아야 한다.			채럼한 천일염은 이물질 혼입 및 야생동물에 의한 오염을 방지하여야 하며, 밀폐관리가 되는 소금창고에 보관하여야 한다.

	구분	GAP	GSP
수확 작업 및 수확 후 관리시설	필수기준	<p>수확 후에 선도유지제, 훈증제 등 농약 사용시에는 농약관리법상의 안전사용기준 및 취급제한기준을 준수하여야 하며, 그 외의 농자재 등은 제조회사가 정한 사용량, 사용방법 등을 따라야 한다.</p>	해당사항 없음
	필수기준	<p>농산물우수관리인증품은 "농산물표준규격"에 따라 선별·유통되도록 하여야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> 표준규격이 정해지지 아니한 품목은 관계법령이 정하는 규격을 따르며, 관계 법령에도 규정하지 않은 경우에는 거래 관행상의 규격에 따른다. 	<p>천일염우수관리인증품은 "천일염의 기준 및 규격"에 따라 선별·유통되도록 하여야 한다.</p>
	권장기준	<p>수확 작업 및 수확후 관리의 작업장은 항상 위생적으로 관리하여야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> 작업장 인근에는 청결한 화장실이나 세면시설 등을 설치해야 하며, 작업 전·후 및 용변 후 손을 청결하게 씻어야 하며, 수건은 개별적으로 사용하여야 한다. 수확후 관리 모든 작업자는 해당 작업에 필요한 위생복, 위생모, 위생화, 위생마스크 및 위생장갑을 착용하는 등 위생관리를 하여야 한다. 	<p>채럼 작업 및 채럼후 관리의 작업장은 항상 위생적으로 관리하여야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> 작업장 인근에는 청결한 화장실이나 세면시설 등을 설치해야 하며, 작업 전·후 및 용변 후 손을 청결하게 씻어야 하며, 핸드타월을 사용하여야 한다. 채럼후 관리 모든 작업자는 해당 작업에 필요한 위생복, 위생모, 위생화, 위생마스크 및 위생장갑을 착용하는 등 위생관리를 하여야 한다.
필수기준	<p>농산물우수관리인증품의 수확후 처리는 "농산물우수관리시설의 지정기준"에 따라 국립농산물품질관리원장이 지정한 농산물우수관리시설에서 처리하여야 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> 농산물우수관리시설에서 처리하지 않아도 되는 품목은 예외로 한다. 	해당사항 없음	

	구분	GAP	GSP
유해물질 및 쓰레기 관리	필수 기준	중금속 및 유해물질 등의 환경오염 물질이 유입되어 농경지나 농업용수를 오염시키지 않도록 철저히 관리하여야 한다. ○ 농장 및 농장 주변에서 발생·배출되는 모든 쓰레기는 청결하게 처리하여야 한다.	중금속 및 유해물질 등의 환경오염물질이 유입되어 채령지나 해수를 오염시키지 않도록 철저히 관리하여야 한다. ○ 염전 및 염전 주변에서 발생·배출되는 모든 쓰레기는 청결하게 처리하여야 한다.
	권장 기준	폐기물과 폐수 처리 시설은 작업장과 떨어진 곳에 설치·운영하여야 하며, 그 관리기록을 유지하여야 한다.	해당사항 없음
작업자의 건강, 안전, 복지	권장 기준	농산물우수관리인증품 생산과 관련된 모든 작업자는 사고나 비상사태에 대처할 수 있는 안전수칙을 숙지하여야 한다.	천일염우수관리인증품 생산과 관련된 모든 작업자는 사고나 비상사태에 대처할 수 있는 안전수칙을 숙지하여야 한다.
		작업자의 안전 등을 위해 구급상자 및 소화기를 작업장 내에 비치하여야 한다.	작업자의 안전 등을 위해 구급상자 및 소화기를 작업장 내에 비치하여야 한다.
	권장 기준	모든 작업자는 급여, 작업자의 연령, 근무시간, 작업환경, 고용보장, 연금, 다른 법적 요구사항, 건강상의 필수 조건 등 근무 고용조건을 준수하여야 한다.	모든 작업자는 급여, 작업자의 연령, 근무시간, 작업환경, 고용보장, 연금, 다른 법적 요구사항, 건강상의 필수 조건 등 근무 고용조건을 준수하여야 한다.
		농산물을 포장·저장하는 장소와 비료·농약을 보관하는 장소는 작업자의 건강 및 안전 등을 위하여 작업장내 환기, 건조유지와 해충 및 유해동물을 방제할 수 있는 적절한 조치가 마련되어 있어야 한다.	천일염을 포장·저장하는 장소와 살충제를 보관하는 장소는 작업자의 건강 및 안전 등을 위하여 작업장내 환기, 건조유지와 해충 및 유해동물을 방제할 수 있는 적절한 조치가 마련되어 있어야 한다.
	작업자의 건강유지를 위하여 작업장내 환기, 건조유지 및 쓰레기 처리 장소를 지정·운영하여야 한다.	작업자의 건강유지를 위하여 작업장내 환기, 건조유지 및 쓰레기 처리 장소를 지정·운영하여야 한다.	

	구분	GAP	GSP
환경 문제	필수 기준	수자원 및 수생태 보호지역 등 환경보전지역에서는 “농업으로 인한 환경오염 방지”의 규정을 준수하고, 환경부의 “수질 및 수생태계보전에 관한법률” 제17조2항에서 규정한 “상수원을 오염시킬 우려가 있는 물질”의 유입 방지 등 환경오염을 최소화하여야 한다.	수자원 및 수생태 보호지역 등 환경보전지역에서는 “채렵으로 인한 환경오염 방지”의 규정을 준수하고, 환경부의 “수질 및 수생태계보전에 관한법률” 제7조2항에서 규정한 “상수원을 오염시킬 우려가 있는 물질”의 유입 방지 등 환경오염을 최소화하여야 한다.
	권장 기준	인증농업인은 경작지 토양에 대한 서식 생물군의 관리 및 보존에 힘써야 한다. ○ 재배지역의 생물종 다양성과 서식지로의 기능을 유지·증진시킬 수 있도록 힘써야 한다.	인증채렵인은 해수에 대한 서식 생물군의 관리 및 보존에 힘써야 한다. ○ 재배지역의 생물종 다양성과 서식지로의 기능을 유지·증진시킬 수 있도록 힘써야 한다.
교육	필수 기준	농산물우수관리인증을 받고자 하는 자는 농촌진흥청장이 정하는 인증대상농산물의 생산관리에 대한 기본교육을 이수하여야 한다. ※ 다만, 인증을 받은자가 유효기간을 연장하는 경우와 계속해서 인증을 받고자 할 경우에는 1회 한하여 기본교육을 면제 받을 수 있다. 농산물을 생산하는 인증농업인은 비료·농약안전사용, 농작업장비·농작업자 안전수칙 및 위생관리 등의 교육을 받아야 하고, 교육이수 인증농업인은 공동 작업자가 실천하도록 하여야 한다.	천일염우수관리인증을 받고자 하는 자는 보건복지부장관이 정하는 인증대상천일염의 생산관리에 대한 기본교육을 이수하여야 한다. ※ 다만, 인증을 받은자가 유효기간을 연장하는 경우와 계속해서 인증을 받고자 할 경우에는 1회 한하여 기본교육을 면제 받을 수 있다. 천일염을 생산하는 인증채렵인은 살충제안전사용, 작업 장비·작업자 안전수칙 및 위생관리 등의 교육을 받아야 하고, 교육이수 인증채렵인은 공동 작업자가 실천하도록 하여야 한다.

(1) 농산물 이력 추적 시스템 관리 기준

표 138. 농산물 이력추적시스템 관리기준 대비 천일염 이력추적시스템 관리기준 비교

농산물	천일염
<p>생산·유통·판매자는 이력추적 가능성 확보를 위하여 이력추적관리품과 그 외 농산물이 섞이지 않도록 관리하여야 한다.</p>	<p>생산·유통·판매자는 이력추적 가능성 확보를 위하여 이력추적관리품과 그 외 천일염이 섞이지 않도록 관리하여야 한다.</p>
<p>생산·유통·판매자는 이력추적관리품과 관련된 정보를 서류나 전산기록 등으로 관리하여 농산물이력추적관리기관 등의 요구가 있을 경우 그 정보를 제공할 수 있어야 한다.</p>	<p>생산·유통·판매자는 이력추적관리품과 관련된 정보를 서류나 전산기록 등으로 관리하여 천일염이력추적관리기관 등의 요구가 있을 경우 그 정보를 제공할 수 있어야 한다.</p>
<p>생산·유통·판매자는 이력추적관리품과 관련하여 안전성 문제 발생할 것에 대비하여 리콜 등 사후관리체계를 갖추고 있어야 한다.</p>	<p>생산·유통·판매자는 이력추적관리품과 관련하여 안전성 문제 발생할 것에 대비하여 리콜 등 사후관리체계를 갖추고 있어야 한다.</p>
<p>생산·유통·판매자는 농약 등 이력추적관리품과 관련하여 안전성에 위해가 될 수 있는 물질을 사용한 경우 그 내역을 기록하여야 하며, 필요할 경우 해당 농산물에 대해 자율적으로 안전성 검사를 할 수 있다.</p>	<p>생산·유통·판매자는 농약 등 이력추적관리품과 관련하여 안전성에 위해가 될 수 있는 물질을 사용한 경우 그 내역을 기록하여야 하며, 필요할 경우 해당 천일염에 대해 자율적으로 안전성 검사를 할 수 있다.</p>
<p>생산·유통·판매자가 기록한 내용은 이력추적관리품이 출하된 후 1년 이상 보관한다. 다만, 유효기간을 연장한 경우에는 연장한 기간까지 보관하여야 한다.</p>	<p>생산·유통·판매자가 기록한 내용은 이력추적관리품이 출하된 후 1년 이상 보관한다. 다만, 유효기간을 연장한 경우에는 연장한 기간까지 보관하여야 한다.</p>

(2)생산·유통·판매자가 관리단계별 기록·관리

표 139. 개별 적용사항

	농산물	천일염
생산자	(1) 생산정보 ① 생산자 성명 또는 단체명칭 ② 재배지 소재지 및 면적 ③ 품목 ④ 살충제 등 사용 내역 (2) 출하정보 ① 날짜 ② 품목 ③ 수확 후 관리시설 또는 출하처 명칭 ④ 물량 ⑤ 이력추적관리번호(해당 농산물을 포장할 경우에 한한다)	(1) 생산정보 ① 생산자 성명 또는 단체명칭 ② 재배지 소재지 및 면적 ③ 품목 ④ 살충제 등 사용 내역 (2) 출하정보 ① 날짜 ② 품목 ③ 채럼 후 관리시설 또는 출하처 명칭 ④ 물량 ⑤ 이력추적관리번호(해당 천일염을 포장할 경우에 한한다)
유통자	(1) 입고정보 ① 날짜 ② 생산자 성명 ③ 품목 ④ 물량 (2) 출고정보 ① 날짜 ② 품목 ③ 판매처 명칭 ④ 물량 ⑤ 이력추적관리번호(해당 농산물을 포장할 경우에 한한다.) ※ 입고정보 및 출고정보를 관리함에 있어 이력추적관리품의 입고·출고 간의 연관관계를 알 수 있도록 하여야 한다.	(1) 입고정보 ① 날짜 ② 생산자 성명 ③ 품목 ④ 물량 (2) 출고정보 ① 날짜 ② 품목 ③ 판매처 명칭 ④ 물량 ⑤ 이력추적관리번호(해당 천일염을 포장할 경우에 한한다.) ※ 입고정보 및 출고정보를 관리함에 있어 이력추적관리품의 입고·출고 간의 연관관계를 알 수 있도록 하여야 한다.
판매자	① 입고 날짜 ② 구입처 명칭 ③ 입고 품목 ④ 입고 물량 ⑤ 이력추적관리번호(해당 농산물을 포장할 경우에 한한다.)	① 입고 날짜 ② 구입처 명칭 ③ 입고 품목 ④ 입고 물량 ⑤ 이력추적관리번호(해당 천일염을 포장할 경우에 한한다.)

(3) 이력추적관리번호 부여방법

(가) 관리번호는 농림수산식품부 등록번호 다섯 자리, 연도번호 두 자리와 이력추적 등록자가 부여한 식별단위(로트) 번호 다섯 자리를 연결하여 「다목(이력추적관리번호 부여 예시)」 과 같이 부여한다.

① 연도번호는 연도의 마지막 두 자리를 사용한다.

② 식별단위(로트) 번호 “다섯 자리”는 농산물이력추적관리 등록을 받은 자가 자율적으로 부여 하되, 농산물 생산여건(염전, 살충제의 사용량 등)이 다를 경우 다르게 부여하는 것을 권장 한다.

※ 이력추적관리번호를 부여한 등록자는 식별단위(로트) 번호 다섯자리의 내역을 관리하고 있어야 한다.

(나) 식별단위(로트)의 크기는 다음 사항을 참고하여 결정한다.

① 식별단위(로트)를 크게 하면 이력추적관리대상 천일염의 관리에 소요되는 비용 또는 노력이 게 소요될 수 있으나, 안전성 등의 문제발생시 위험부담이 클 수 있다.

② 식별단위(로트)를 작게 하면 이력추적관리대상 천일염의 관리에 소요되는 비용 또는 노력이 많이 소요될 수 있으나, 안전성 등의 문제발생시 위험부담이 작아 질 수 있다.

(다) 이력추적관리번호 부여 예시

예) 농림수산식품부에서 「00012」의 등록번호를 부여 받은 A APC의 대표자가 「홍길동 염전에서 생산한 천일염 500kg」를 포장하여 2006년 12월 25일 B 마트로 출하하고, A APC가 자율적 식별단위(로트) 번호를 00001로 부여한 경우 이력추적관리번호는 「00012-0600001」임

※ A APC 대표자는 00001의 아래의 정보를 기록·관리 하여야 한다.

· 00001의 이력 : APC명(A APC), 생산자(홍길동), 출하날짜(2006년 12월 25일), 품목(천일염), 물량(500kg), 출하처(B마트)

[별표] <개정 2009.6.25>

토양오염우려기준(제1조의5 관련)

(단위: mg/kg)

물질	1지역	2지역	3지역
카드뮴	4	10	60
구리	150	500	2,000
비소	25	50	200
수은	4	10	20
납	200	400	700
6가크롬	5	15	40
아연	300	600	2,000
니켈	100	200	500
불소	400	400	800
유기인화합물	10	10	30
폴리클로리네이티드비페닐	1	4	12
시안	2	2	120
페놀	4	4	20
벤젠	1	1	3
톨루엔	20	20	60
에틸벤젠	50	50	340
크실렌	15	15	45
석유계 총탄화수소(TPH)	500	800	2,000
트리클로로에틸렌(TCE)	8	8	40
테트라클로로에틸렌(PCE)	4	4	25
벤조(a)피렌	0.7	2	7

※ 비고

1. 1지역: 「지적법」에 따른 지목이 전·답·과수원·목장용지·광천지·대(「지적법 시행령」 제5조제8호가목 중 주거의 용도로 사용되는 부지만 해당한다)·학교용지·구거(溝渠)·양어장·공원·사적지·묘지인 지역과 「어린이놀이시설 안전관리법」 제2조제2호에 따른 어린이 놀이시설(실외에 설치된 경우에만 적용한다) 부지
2. 2지역: 「지적법」에 따른 지목이 임야·염전·대(1지역에 해당하는 부지 외의 모든 대를 말한다)·창고용지·하천·유지·수도용지·체육용지·유원지·종교용지 및 잡종지(「지적법 시행령」 제5조제28호가목 또는 다목에 해당하는 부지만 해당한다)인 지역
3. 3지역: 「지적법」에 따른 지목이 공장용지·주차장·주유소용지·도로·철도용지·제방·잡종지(2지역에 해당하는 부지 외의 모든 잡종지를 말한다)인 지역과 「국방·군사시설 사업에 관한 법률」 제2조제1항제1호부터 제5호까지에서 규정한 국방·군사시설 부지
4. 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제48조에 따라 취득한 토지를 반환하거나 「주한미군 공여구역 주변지역 등 지원 특별법」 제12조에 따라 반환공여구역의 토양 오염 등을 제거하는 경우에는 해당 토지의 반환 후 용도에 따른 지역 기준을 적용한다.

5. 벤조(a)피렌 항목은 유독물의 제조 및 저장시설과 폐침묵을 사용한 지역(예: 철도용지, 공원, 공장용지 및 하천 등)에만 적용한다.

마. 천일염 세척가공장의 HACCP 시설 적용가능성 검토







천일염을 채염 후 단순 세척·건조를 통해 위해요소가 될 수 있는 생물학적(세균), 화학적(농약), 물리적(이물, 못, 유리, 플라스틱 등) 위해요소를 제거하는 과정은 위생적인 천일염 관리에 필수적이라 하겠다.




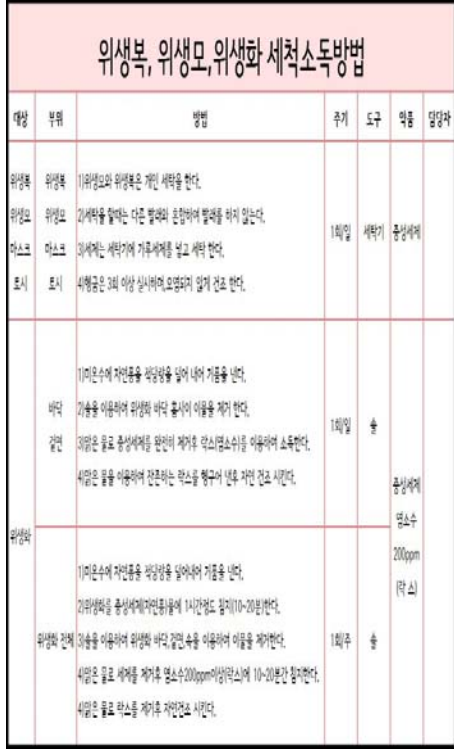
농산물처럼 재배, 수확단계까지는 GAP로 관리하고 그 이후엔 HACCP를 적용하는 것처럼 천일염은 앞서 제안한 것처럼 채염단계에서는 GSP로 관리하고 그 이후 세척공정의 단계에서는 HACCP을 적용하는 것이 바람직하다 하겠다. HACCP을 위한 시설기준을 현재 천일염 세척가공장의 현장과 비교 분석한 내용이다.


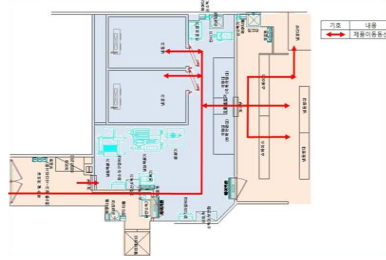




천일염세척가공장의 경우 식품제조가공업소의 시설기준에 적합하며, HACCP의 적용도 가능하여 천일염의 위생적인 생산이 가능한 것으로 판단된다

표 140. HACCP 시설기준 대비 천일염세척가공장의 시설기준

	HACCP 기준	천일염세척가공장의 시설요건
작업장 기준	<p>- 작업장은 독립된 건물이거나 식품취급외의 용도로 사용되는 시설과 분리(벽·층 등에 의하여 별도의 방 또는 공간으로 구별되는 경우를 말한다. 이하 같다)되어야 한다.</p>	
	<p>- 작업장(출입문, 창문, 벽, 천장 등)은 누수, 외부의 오염물질이나 해충·설치류 등의 유입을 차단할 수 있도록 밀폐 가능한 구조이어야 한다.</p>	
	<p>- 작업장은 청결구역(식품의 특성에 따라 청결구역은 청결구역과 준청결구역으로 구별할 수 있다)과 일반구역으로 분리하고, 제품의 특성과 공정에 따라 분리, 구획 또는 구분할 수 있다.</p>	
건물, 바닥, 벽, 천장	<p>- 원료처리실, 제조·가공실 및 내포장실의 바닥, 벽, 천장, 출입문, 창문 등은 제조·가공하는 식품의 특성에 따라 내수성 또는 내열성 등의 재질을 사용하거나 이러한 처리를 하여야 하고, 바닥은 파여 있거나 갈라진 틈이 없어야 하며, 작업 특성상 필요한 경우를 제외하고는 마른 상태를 유지하여야 한다. 이 경우 바닥, 벽, 천장 등에 타일 등과 같이 흠이 있는 재질을 사용한 때에는 흠에 먼지, 곰팡이, 이물 등이 끼지 아니 하도록 청결하게 관리하여야 한다.</p>	
배수 및 배관	<p>- 작업장은 배수가 잘 되어야 하고 배수로에 퇴적물이 쌓이지 아니 하여야 하며, 배수구, 배수관 등은 역류가 되지 아니 하도록 관리하여야 한다.</p>	

	HACCP 기준	천일염세척가공장의 시설요건
출입구	- 작업장의 출입구에는 구역별 복장 착용 방법을 게시하여야 하고, 개인위생관리를 위한 세척, 건조, 소독 설비 등을 구비하여야 하며, 작업자는 세척 또는 소독 등을 통해 오염가능성 물질 등을 제거한 후 작업에 임하여야 한다.	
통로	- 작업장 내부에는 종업원의 이동경로를 표시하여야 하고 이동경로에는 물건을 적재하거나 다른 용도로 사용하지 아니 하여야 한다.	
창	- 창이 유리는 파손 시 유리조각이 작업장 내로 흩어지거나 원·부자재 등으로 혼입되지 아니하도록 하여야 한다.	
채광 및 조명	- 선별 및 검사구역 작업장 등은 육안확인이 필요한 조도(540룩스 이상)를 유지하여야 한다. 채광 및 조명시설은 내부식성 재질을 사용하여야 하며, 식품이 노출되거나 내포장 작업을 하는 작업장에는 파손이나 이물 낙하 등에 의한 오염을 방지하기 위한 보호장치를 하여야 한다.	
화장실	- 화장실은 내부 공기를 외부로 배출할 수 있는 별도의 환기시설을 갖추어야 하며, 화장실 등의 벽과 바닥, 천장, 문은 내수성, 내부식성의 재질을 사용하여야 한다. 또한, 화장실의 출입구에는 세척, 건조, 소독 설비 등을 구비하여야 한다.	
개인 위생 관리	- 작업장내에서 작업중인 종업원 등은 위생복·위생모·위생화 등을 항상 착용하여야 하며, 개인용 장신구 등을 착용하여서는 아니 된다.	

	HACCP 기준	천일염세척가공장의 시설요건
탈의실	- 탈의실은 환기시설을 갖추어야 하며, 외출복장(신발 포함)과 위생복장(신발 포함)간의 교차 오염이 발생하지 아니 하도록 구분·보관하여야 한다.	
폐기물 관리	- 폐기물·폐수처리시설은 작업장과 격리된 일정장소에 설치·운영하며, 폐기물 등의 처리용기는 밀폐 가능한 구조로 침출수 및 냄새가 누출되지 아니 하여야 하고, 관리계획에 따라 폐기물 등을 처리·반출하고, 그 관리기록을 유지하여야 한다.	
세척 또는 소독	- 영업장에는 기계·설비, 기구·용기 등을 충분히 세척하거나 소독할 수 있는 시설이나 장비를 갖추어야 한다.	
	- 세척·소독 시설에는 종업원에게 잘 보이는 곳에 올바른 손 세척 방법 등에 대한 지침이나 기준을 게시하여야 한다.	
	- 영업자는 다음 각 호의 사항에 대한 세척 또는 소독 기준을 정하여야 한다. <ul style="list-style-type: none"> · 종업원 · 위생복, 위생모, 위생화 등 · 보관·운반시설 · 운송차량, 운반도구 및 용기 · 모니터링 및 검사 장비 · 환기시설 (필터, 방충망 등 포함) · 폐기물 처리용기 · 세척, 소독도구 · 기타 필요사항 	
- 세척 또는 소독 기준은 다음의 사항을 포함하여야 한다. <ul style="list-style-type: none"> · 세척·소독 대상별 세척·소독 부위 · 세척·소독 방법 및 주기 · 세척·소독 책임자 · 세척·소독 기구의 올바른 사용 방법·세제 및 소독제(일반명칭 및 통용명칭)의 구체적인 사용 방법 		

	HACCP 기준	천일염세척가공장의 시설요건
세척 또는 소독	<ul style="list-style-type: none"> - 세척 및 소독용 기구나 용기는 정해진 장소에 보관·관리되어야 한다. 	
동선 계획 및 공정간 오염 방지	<ul style="list-style-type: none"> - 원·부자재의 입고에서부터 출고까지 물류 및 종업원의 이동 동선을 설정하고 이를 준수하여야 한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - 원료의 입고에서부터 제조·가공, 보관, 운송에 이르기까지 모든 단계에서 혼입될 수 있는 이물에 대한 관리계획을 수립하고 이를 준수하여야 하며, 필요한 경우 이를 관리할 수 있는 시설·장비를 설치하여야 한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - 청결구역과 일반구역별로 각각 출입, 복장, 세척·소독 기준 등을 포함하는 위생 수칙을 설정하여 관리하여야 한다. 	
방충·방서 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 외부로 개방된 흡·배기구 등에는 여과망이나 방충망 등을 부착하여야 한다. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - 작업장은 방충·방서관리를 위하여 해충이나 설치류 등의 유입이나 번식을 방지할 수 있도록 관리하여야 하고, 유입 여부를 정기적으로 확인하여야 한다. 	

HACCP 기준

- 식품 제조·가공에 사용되거나, 식품에 접촉할 수 있는 시설·설비, 기구·용기, 종업원 등의 세척에 사용되는 용수는 수도물이나 「먹는물 관리법」 제5조의 규정에 의한 먹는물 수질기준에 적합한 지하수이어야 하며, 지하수를 사용하는 경우, 취수원은 화장실, 폐기물·폐수처리시설, 동물사육장 등 기타 지하수가 오염될 우려가 없도록 관리하여야 하며, 필요한 경우 살균 또는 소독장치를 갖추어야 한다.

- 식품 제조·가공에 사용되거나, 식품에 접촉할 수 있는 시설·설비, 기구·용기, 종업원 등의 세척에 사용되는 용수는 다음 각 호에 따른 검사를 실시하여야 한다.

가. 지하수를 사용하는 경우에는 먹는물 수질기준 전 항목에 대하여 연1회 이상(음료류 등 직접 마시는 용도의 경우는 반기 1회 이상) 검사를 실시하여야 한다.

나. 먹는물 수질기준에 정해진 미생물학적 항목에 대한 검사를 월 1회 이상 실시하여야 하며, 미생물학적 항목에 대한 검사는 간이검사키트를 이용하여 자체적으로 실시할 수 있다.

용수 관리

천일염세척가공장의 시설요건



한국환경시험연구원
 Korea Testing And Research Institute For Environment

주소: 서울특별시 강남구 테헤란로 309-6 / Tel: 043-237-7824.5 / Fax: 043-237-7822

www.koreaitri.com

영사번호	제101070964호	시험일자	2010년 7월 27일
발령처	충청남도 천안시 동남구 대덕동 309-6	발령인	김영민
발령일자	2010년 7월 27일	발령인	김영민
발령인	김영민	발령인	김영민
발령인	김영민	발령인	김영민

항목	시험항목	기준	결과	비고	검사항목	기준	결과
1	총수질	100 mg/L 이하	100	합격	총수질	100 mg/L 이하	합격
2	중금속	중금속 7종	중금속 7종	합격	중금속 7종	중금속 7종	합격
3	유기물	중금속 7종	중금속 7종	합격	중금속 7종	중금속 7종	합격
4	질소	0.5 mg/L 이하	0.5	합격	질소	0.5 mg/L 이하	합격
5	인산염	0.05 mg/L 이하	0.05	합격	인산염	0.05 mg/L 이하	합격
6	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
7	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
8	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
9	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
10	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
11	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
12	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
13	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
14	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
15	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
16	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
17	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
18	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
19	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격
20	수소이온	6.5 ~ 8.5	7.5	합격	수소이온	6.5 ~ 8.5	합격





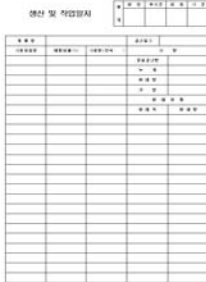
- 저수조, 배관 등은 인체에 유해하지 아니한 재질을 사용하여야 하며, 외부로부터의 오염물질 유입을 방지하는 잠금장치를 설치하여야 하고, 누수 및 오염여부를 정기적으로 점검하여야 한다





- 저수조는 반기별 1회 이상 「수도시설의 청소 및 위생관리 등에 관한 규칙」에 따라 청소와 소독을 자체적으로 실시하거나, 「수도법」에 따른 저수조청소업자에게 대행하여 실시하여야 하며, 그 결과를 기록·유지하여야 한다.

저수조위생점검표

구분	항목	기준	결과
1. 시설	1.1. 용수조	1.1.1. 용수조 내부 청소	합격
	1.1.2. 용수조 외부 청소	합격	
	1.1.3. 용수조 내부 소독	합격	
	1.1.4. 용수조 외부 소독	합격	
	1.1.5. 용수조 내부 점검	합격	
	1.1.6. 용수조 외부 점검	합격	
	1.1.7. 용수조 내부 수질	합격	
	1.1.8. 용수조 외부 수질	합격	
	1.1.9. 용수조 내부 온도	합격	
	1.1.10. 용수조 외부 온도	합격	
2. 관리	2.1. 관리자	2.1.1. 관리자 교육	합격
	2.1.2. 관리자 자격	합격	
	2.1.3. 관리자 인명	합격	
	2.1.4. 관리자 기록	합격	
	2.1.5. 관리자 점검	합격	
	2.1.6. 관리자 소독	합격	
	2.1.7. 관리자 청소	합격	
	2.1.8. 관리자 수질	합격	
	2.1.9. 관리자 온도	합격	
	2.1.10. 관리자 점검	합격	

	HACCP 기준	천일염세척가공장의 시설요건
<p>용수 관리</p>	<p>- 비음용수 배관은 음용수 배관과 구별되도록 표시하고 교차되거나 합류되지 아니하여야 한다.</p>	
<p>구입 및 입고</p>	<p>- 검사성적서로 확인하거나 자체적으로 정한 입고기준 및 규격에 적합한 원·부자재를 구입하여야 한다.</p>	
<p>협력체 관리</p>	<p>- 영업자는 원·부자재 공급업체 등 협력업체의 위생관리 상태 등을 점검하고 그 결과를 기록하여야 한다. 다만, 공급업체가 「식품위생법」이나 「축산물가공처리법」에 따른 HACCP 적용업소일 경우에는 이를 생략할 수 있다.</p>	
<p>운송</p>	<p>- 운반 중인 식품은 비식품 등과 구분하여 교차오염을 방지하여야 하며, 운송차량(지게차 등 포함)으로 인하여 운송제품이 오염되어서는 아니 된다.</p>	
<p>보관</p>	<p>- 원료 및 완제품은 선입선출 원칙에 따라 입고·출고상황을 관리·기록하여야 한다.</p>	

	HACCP 기준	천일염세척가공장의시설요건
<p>방충 · 방서 관리</p>	<p>- 작업장내에서 해충이나 설치류 등의 구제를 실시할 경우에는 정해진 위생 수칙에 따라 공정이나 식품의 안전성에 영향을 주지 아니 하는 범위 내에서 적절한 보호 조치를 취한 후 실시하며, 작업 종료 후 식품취급시설 또는 식품에 직·간접적으로 접촉한 부분은 세척 등을 통해 오염물질을 제거하여야 한다.</p>	
<p>제조 시설 및 기계 · 기 구류 등 설비 관리</p>	<p>- 식품취급시설·설비는 공정간 또는 취급시설·설비 간 오염이 발생되지 아니 하도록 공정의 흐름에 따라 적절히 배치되어야 하며, 위해요인에 의한 오염이 발생하지 아니 하여야 한다</p>	
	<p>- 식품과 접촉하는 취급시설·설비는 인체에 무해한 내수성·내부식성 재질로 열탕·증기·살균제 등으로 소독·살균이 가능하여야 하며, 기구 및 용기류는 용도별로 구분하여 사용·보관하여야 한다.</p>	
	<p>- 온도를 높이거나 낮추는 처리시설에는 온도변화를 측정·기록하는 장치를 설치·구비하거나 일정한 주기를 정하여 온도를 측정하고, 그 기록을 유지하여야 하며 관리계획에 따른 온도가 유지되어야 한다.</p>	
	<p>- 식품취급시설·설비는 정기적으로 점검·정비를 하여야 하고 그 결과를 보관하여야 한다.</p>	

	HACCP 기준	천일염세척가공장의 시설요건
	<p>- 원·부자재, 반제품 및 완제품은 구분 관리 하고, 바닥이나 벽에 밀착되지 아니 하도록 적재·관리하여야 한다.</p>	
	<p>- 부적합한 원·부자재, 반제품 및 완제품 은 별도의 지정된 장소에 보관하고 명확 하게 식별되는 표식을 하여 반송, 폐기 등의 조치를 취한 후 그 결과를 기록· 유지하여야 한다.</p>	
	<p>- 유독성 물질, 인화성 물질 및 비식용 화학물질은 식품취급 구역으로부터 격리되 고, 환기가 잘되는 지정 장소에서 구분하 여 보관·취급하여야 한다.</p>	

바. 천일염 가공단계별 미생물학적 안전성

천일염 및 모든 가공소금에 대한 식품기준 및 규격은 다음 표 141과 같다. 천일염은 더 이상 가열하지 않고 바로 섭취하는 경우도 많이 있으므로 미생물학적으로 안전한지 확인이 반드시 필요할 것으로 사료된다. 따라서 염전 단계에서의 천일염과 세척단계 에서의 천일염의 세균학적 현황을 알아보려고 하였다. 표142는 채취대상과 분석항목결과를 보여주고 있다.

표 141. 천일염 및 제재, 태움, 용융, 정제, 가공소금의 기준 및 규격

항목 \ 유형	천일염	제제소금	태움·용융소금	정제소금	가공소금
(1) 염화나트륨(%)	70.0 이상	88.0 이상	88.0 이상	95.0 이상	35.0 이상
(2) 총염소(%)	40.0 이상	54.0 이상	50.0 이상	58.0 이상	20.0 이상
(3) 수분(%)	15.0 이하	9.0 이하	4.0 이하	4.0 이하	5.5 이하
(4) 불용분(%)	0.15 이하	0.02 이하	3.0 이하	0.02 이하	-
(5) 황산이온(%)	5.0이하	0.8 이하	1.5 이하	0.4 이하	2.5 이하
(6) 사분(%)	0.2이하	-	0.1 이하	-	-
(7) 비소(mg/kg)	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
(8) 납(mg/kg)	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하	2.0 이하
(9) 카드뮴(mg/kg)	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
(10) 수은(mg/kg)	0.1이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
(11) 페로시안화이온(g/kg)	불검출	0.010이하	0.010이하	0.010이하	0.010이하

표 142. 유통 천일염의 세균검사 결과

구분 \ 시료	시중 소금 명	소금종류	총균수	대장균
1	샘포신안바다 꽃소금	세정천일염	1.0×10 ²	음성
2	영광 세척하얀 햇살금	세정 천일염	10이하	음성
3	(주)청보그린-굵은 소금 천일염	포대 천일염	2.0×10 ²	음성
4	해표-천일염 굵은 소금	포장 천일염	2.0×10 ³	음성

유통 천일염의 총균수 결과 세정천일염은 평균 100CFU/g이었고 세정하지 않은 천일염은 1,100CFU/g였다. 천일염의 경우 세균학적 위험성에 대한 검토가 거의 없었던 상황이었으나 검사결과 예상외로 높은 수준의 일반세균수가 검출되었다. 음용수의 경우 일반세균의 기준이 100CFU이므로 세정천일염은 기준이하로 나타났으며 세정하지 않은 천일염의 경우에는 그 기준을 10배이상 초과한 결과를 보여주었다. 오염지표세균인 대장균은 검출되지 않았으나 일반세균이 검출정도를 통해 미생물학적 관리가 필요함을 보여주고 있다. 특히, 세정염의 경우에 세정수를 이물만 걸러내고 재사용을 하는 형태이므로 세척수에 대한 미생물적 오염을 줄이는 대책이 필요하다 하겠다. 천일염은 그대로 섭취하기도 하지만 제조과정 중에 원료로 사용되는 경우 천일염의 미생물적 오염도가 높으면 완제품에 세균을 오염시킬 가능성도 배제할 수 없으며

로 시판되고 있는 천일염의 세균학적 오염도 조사도 추가적으로 시행되어 현재 천일염의 미생물학적 기준설정이 필요하다고 사료된다.

사. 결 론

연구가 진행되어 가는 동안 염전의 비위생적 환경에 대한 많은 문제점들이 대두되어 왔고 식품으로 전환되었지만 식품에 맞는 안전관리의 기준 마련이 시급하다는 산업계 및 학계의 의견으로 [소금산업진흥법]이라는 법률이 염관리법에서 확대 개편되었다. 현행 염관리법은 염제조업의 허가, 품질검사, 부산물염의 식용금지과 같은 최소한의 관리에 그치고 있어 소금산업을 육성, 발전시키는데는 많은 부족함이 있었다. 따라서 농림수산식품부에서 염관리법을 [소금산업진흥법]으로 확대 개편하여 소금산업의 발전과 경쟁력 강화를 도모하고 국가경제 발전 및 국민의 삶의 질 향상을 도모하고자 다음과 같은 법률제정을 실시하였다. 그 내용은 다음과 같이 요약될 수 있다.

(1) 소금산업진흥 기본계획 및 시행계획 수립 및 시행

농림수산식품부장관은 소금산업의 발전과 경쟁력 강화를 위하여 소금산업진흥 기본계획 및 시행계획을 수립 시행하도록 한다.

(2) 실태조사 실시

농림수산식품부장관은 소금산업의 진흥 및 소금의 품질관리에 필요한 정책을 효율적으로 수립 시행하기위해 소금산업 현황 등에 관한 실태조사를 실시할 수 있다.

(3) 교육훈련 및 전문인력 양성

국가 또는 지방자치단체는 소금 제조기술, 소금 사용법등에 관하여 소금사업자 및 소비자를 대상으로 교육훈련을 실시하고 소금산업의 지속적인 발전과 경쟁력강화를 위하여 학교, 관련연구소 등을 전문인력 양성기관으로 지정하고 지원을 할 수 있도록 한다.

(4) 연구 및 기술개발 등 추진

소금 및 소금가공품의 품질향상 및 다양화를 위해 연구 및 기술개발을 추진하고 그에 따른 성과와 개발기술의 실용화, 산업화를 추진하도록 한다.

(5) 국제교류 및 해외진출 촉진

국가 또는 지방자치단체는 소금산업의 수출경쟁력을 높이고 해외진출을 촉진하기 위하여 해외시장 및 수출 관련 정보를 수집, 제공하거나 해외시장 개척활동을 지원하고 전통식품과 식생활 문화의 세계화 시책과의 연계를 강화하며 소금의 국제규격화를 추진토록 한다.

(6) 관련단체의 설립 및 지원

소금사업자 등은 소금산업의 발전을 위하여 농림수산물부 장관의 인가를 받아 단체를 설립할 수 있도록 한다.

(7) 제조시설의 현대화 등

소금산업의 생산성 향상 및 안전성 확보 등을 위하여 염전, 생산제조시설, 포장용기 및 포장설비등의 현대화 자동화 등에 관한 시책을 수립, 시행토록 한다.

(8) 소금산지종합처리장 및 소금 유통 판매센터의 설치 운영

소금의 선별, 포장, 규격출하 등을 촉진하기 위하여 소금산지종합처리장을 설치 운영하거나 이를 설치하려는 자를 지원할 수 있도록 하고 농림수산물부 장관 또는 시도지사는 소금의 공정한 거래 등을 위하여 생산지에 소금 유통 판매센터를 설치 운영하거나 이를 설치하려는 자를 지원할 수 있도록 한다.

(9) 천일염인증품 등의 우선구매

국가, 지방자치단체 또는 공공기관의 집단급식시설 등에 대하여 표준규격품, 우수천일염인증품, 생산방식인증품, 친환경천일염인증품을 우선구매하도록 요청할 수 있고 외식사업자로 하여금 표준규격품, 우수천일염인증품 등의 사용을 촉진하도록 하는 시책을 수립시행하도록 한다.

(10) 염전원부의 작성, 비치

염전소재지를 관할하는 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장, 군수, 구청장은 염전의 소유 및 이용 실태를 파악하여 염전원부를 작성하여 갖추어 두도록 한다.

(11) 소금제조업의 허가 등

소금의 생산, 제조를 업으로 하려는 자 등은 시도지사의 허가를 받도록 하고 허가가 취소된 후 2년이 지나지 아니한 자 등은 허가를 받을 수 없으며 그 밖에 허가의 지위승계, 허가취소와 관련된 사항을 정하고 비식용소금을 생산, 제조, 수입하려는 자는 농림수산물부 장관에게 신고하도록 한다.

(12) 안전관리기준 고시 등

안전한 천일염의 생산, 공급과 소비자 보호를 위하여 식용천일염의 생산에 사용되는 바닷물, 갯벌, 기구, 자재 등에 관한 안전관리기준을 정하여 고시하고 안전관리기준에 맞지 않는 해역을 식용천일염생산금지해역으로 지정, 고시하며 식용천일염생산금지해역의 환경복원 및 안전관리기준에 맞는 해역의 보존, 관리를 위한 안전관리대책을 수립, 시행하도록 하고 천일염을 생산하는 해역 및 주변 1km이내에서는 오염물질을 배출하는 행위를 금지한다.

(13) 표준규격화

소금의 생산성 및 안전성을 높이기 위하여 염전 등의 표준모델과 천일염의 표준생산공정을 보급할 수 있도록하고 천일염의 상품성 및 유통능률을 높이기 위하여 천일염의 포장규격과 등급규격을 정할 수 있도록 하고 소금사업자는 표준규격에 맞는 천일염에 표준규격품의 표시를 할 수 있도록 한다.

(14) 품질검사 등

농림수산물부장관, 영업조합 또는 농림수산물부장관이 지정하는 기관의 품질검사를 받도록 하고 품질검사기관의 지정요건, 절차, 지정취소 요건 등을 정하며 소금은 포장 또는 용기에 품질표시를 하도록 하고 지리적표시 등록제도를 시행하도록 한다.

(15) 천일염 인증제도

소금의 품질향상 및 소비자 보호를 위하여 우수천일염인증제도, 천일염생산방식 인증제도 및 친환경천일염인증제도를 실시하도록 한다.

(16) 금지행위 구체화

비식용 소금을 식용으로 판매하는 행위, 소금제조업 허가를 거짓으로 받는 행위, 천일염 인증을 거짓으로 받는 행위 등을 금지한다.

(17) 명예감시원 위촉 및 포상금 지급

농림수산물부장관 또는 시 도지사는 소금의 공정한 유통질서를 확립하기 위하여 소비자단체 또는 생산자단체의 임직원 등을 명예감시원으로 위촉할 수 있도록 하고 농림수산물부장관은 금지행위 등을 위반한 자를 주무관청 또는 수사기관에 신고하거나 고발한 자에게 포상금을 지급할 수 있도록 한다.

천일염의 안전성 확보를 위한 내용으로는 우선 환경적인 위해요소를 차단할 수 있도록 식용천일염생산가능해역으로서 천일염을 생산하는 해역 및 식용천일염생산해역으로부터 1킬로미터 이내에 있는 해역에서는 「해양환경관리법」 제2조제11호에 따른 오염물질(해양환경에 해로운 결과를 미치거나 미칠 우려가 있는 폐기물·기름·유해액체물질 및 포장유해물질)을 배출해서는 안되며 「수산업법」 제8조제1항제4호에 따른 어류등양식어업(이하 "양식어업"이라 한다)을 하기 위하여 설치한 양식어장의 시설(이하 "양식시설"이라 한다)에서도 위와 같은 오염물질을 배출하는 행위가 금지된다.

「가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 가축(고양이를 포함한다. 이하 같다)을 사육(가축을 방치하는 경우를 포함한다. 이하 같다)하는 행위도 금지하는 내용이 포함된다. 이는 환경적인 위해요소를 근본적으로 차단하기 위해 필수적인 요건이라 하겠다.

천일염의 인식조사결과 기업체에서 천일염에 대한 불만족 이유가 천일염 생산환경이 비위생적이라는 응답이 65% 정도로 나타나고 있어 위생 안전을 믿을 수 없다고 응답하였다.

제조시설 현대화에 대한 내용으로는 염전, 염전의 주변환경, 염전 관련 기구·자재 및 소금 생산·제조 시설(숙성시설을 포함한다. 이하 같다) 등의 현대화·규모화·자동화에 필요한 시책을 수립·시행하여야 한다고 명시되어 있으며 소금의 공정한 거래를 활성화하고 소비자를 보호하기 위하여 소금의 포장·용기 등의 현대화·규격화 및 포장설비의 현대화·자동화에 필요한 시책이 수립되어야 한다. 특히, 현대화·규모화·자동화 시책에 따라 염전, 염전 관련 기구·자재 및 소금 생산·제조 시설 등을 설치·개선하려는 소금제조업자(염전의 임차생산자 및 위탁생산자를 포함한다. 이하 이 항에서 같다)와 제2항에 따라 현대화·규격화된 포장·용기 등을 사용하거나 포장설비를 현대화·자동화하려는 소금제조업자 또는 소금유통업자에 대하여 필요한 비용을 지원도 가능하게 되어있다.

식품, 축산물의 현대화시설 자금지원의 경우 반드시 농산물의 경우 GAP를 그 외의 경우 축산농가, 식품, 축산물 제조가공업의 경우 HACCP 지정 등을 전제조건으로 하고 있는 만큼 현대화시설자금 지원 시 이러한 국가적인 인증제도에 대한 의무를 부여하도록 해야 할 것이다.

천일염에 대한 인증제도로는 표준규격품, 우수천일염인증품, 생산방식인증품, 친환경천일염인증품제도가 있다. 친환경천일염의 생산·관리 및 품질관리에 사용하는 바닷물, 갯벌, 시설, 기구, 자재 등에 관한 사항, 염전·작업장 및 그 주변환경에 관한 사항, 친환경천일염의 생산·관리 및 품질관리에 관한 사항 등을 준수하는 경우 국가적인 인증제도를 획득할 수 있다. 제조시설의 현대화에 대한 지원 대책과 함께 현대화 시설을 갖춘 염전에 대해서는 많은 홍보 또한 병행되어야 할 것이다.

염전에 대한 인증제도의 도입, 현대화시설자금의 지원, 안전한 천일염 생산을 위한 환경적인 제제 등이 시행된다면 우리의 우수한 천일염을 더욱 발전시킬 수 있는 기반이 마련될 수 있을 것이다.

농산물 재배와 일맥상통하는 천일염 채염이 이루어지는 염전은 우수천일염인증품, 생산방식인증품, 친환경천일염인증품 제도로써 위생과 안전을 확보할 수 있도록 하고 채염 이후의 세척가공단계는 HACCP 제도를 도입하여야 안전을 확보할 수 있을 것이다.

본 연구에서 언급했던 것처럼 우수천일염관리기준(GSP)가 도입되어야 기본적인 안전성을 확보할 수 있으며 세척가공장의 경우 식품제조가공업의 기준으로 관리될 수 있음을 보여준다. 또한 HACCP 기준을 검토하였을 때에도 세척가공장의 경우 HACCP 도입이 가능함을 보여준다. 시판 천일염의 세균수를 검사한 결과 일반세균수가 1000CFU까지도 검출되는 것을 보았을 때 천일염의 용도에 따라서 가열, 조리공정에 사용되지 않고 바로 먹는 경우 세균에 대한 관리기준이 필요함을 알 수 있다.

제 13절 고품질 천일염 생산을 위한 시설 개선 현황

1. 시설 개선 현황

천일염의 생산시설 염전의 주변 환경은 대부분 관리되고 있지 않아 먼지, 벌레 등의 유입이 되고 있다. 천일염의 식품 사용에 있어서 소금 생산시설 및 환경적인 개선이 요구되고 있다. 시설 개선 현황을 살펴보면 다음과 같다.

가. 저수지

바닷물 유입 때 유입되는 이물질과 염전 주변의 쓰레기 등으로 청결상태가 좋지 않음. 강우량이 많은 경우 저수지의 물을 배수할 수 있어야 하고 유조선의 침몰, 쓰레기의 해양폐기, 화학공장의 폐수 방류 등으로 해수의 오염 가능성이 높다. 따라서 바닷물 유입시 검사가 필요하며 빗물 유입 방지벽 설치가 필요하다.



개선 전

개선 후

그림 98. 저수지 생산시설

나. 염전 독

염전의 독에 부직포 등을 사용함으로써 이 물질을 발생시키고 있다. 염전 독 부직포에서 현대식 합판으로 교체되었다.



개선 전

개선 후

그림 99. 염전 독

다. 친환경(위생적)인 결정지 바닥재 개발 및 교체

천일염의 최종단계인 결정지에서 바닥은 주로 플라스틱 장판을 사용하고 있다. 장판의 친환경적이면서 위생적인 바닥재의 개발이 요구됨. 채염지의 바닥 장판을 타일 소재 환경호르몬 등의

용출 문제로 유약을 바르지 않은 옹기판 사용도 검토하였다.



개선 전(장판)



개선 후(옹기타일)

그림 100. 결정지 바닥재

라. 해주 지붕 스투트 교체

스레트와 철재강판으로 지붕을 처리하여 오래되어 낡아지면 석면 및 녹분 발생으로 불용물질 함유 가능성이 높아짐 이와함께 해수 펌프 부식으로 오염도가 높아졌다.



개선 전



개선 후

그림 101. 해주 지붕

마. 증발지 염수 통로 파이프 설치

증발지 이동 해수 통로를 지하에 이송 파이프를 설치하여 이물질의 혼입을 최소화하였다.



개선 전



개선 후

그림 102. 증발지 염수 통로

바. 채염 운반시설

운반통의 자재가 일부 철재자재가 사용되어 부식 발생으로 불용물질이 반입되고 리어카 사용시 작업자 신발 흙 유입, 삽질로 이물질 혼입이 가능하다. 최근 입고시 콘베이어 사용을 하며 재질은 플라스틱 용기로 교체를 하고 있다.



개선 전



개선 후



그림 103. 채염 운반 시설

사. 저장시설의 개선

천일염은 생산 후 바로 출하, 판매되는 것이 아니라 저장단계를 거쳐 소비자에게 판매되므로 위생적이고 과학적인 저장시설이 필요하다. 현재 대부분의 염전 저장시설 환경은 낙후되어 있으며, 먼지, 미생물, 곤충류, 설치류 등의 오염이 발생할 수 있으므로, 저장시설의 개선이 필요하다.



기존 창고



현대식 창고

그림 104. 저장 시설

아. 주변환경

폐자재 특히 염전주변에 폐비닐이 산재하여 소금과 화학반응으로 불용성분 반입되고 진입로가 포장되지 않아 이물질이 비축창고나 염전에 들어간다.



염전 독의 폐자재류

그림 105. 염전 주변 환경

제 14 절 연구개발 결과 및 고찰

본 연구는 고품질 천일염의 생산 및 가공 유통 기술개발 과제로 지금까지 수행한 주요 연구결과를 살펴보면 천일염의 다양한 생산환경과 유통제품의 품질 특성을 분석하여 천일염의 품질 현황을 파악하고 고품질 천일염의 생산을 위한 방향을 정립하였다. 이러한 결과를 활용하여 천일염의 불용분의 효율적 제거를 위한 기술을 개발하였다. 이와함께 천일염을 이용하여 식품 소재 적용성을 구명하였다. 발효식품, 건강음료 등의 효과를 분석하였다. 나노에멀션 방법을 이용 점성을 갖는 저염소금 제조방법을 개발하고 천일염의 품질과 관련되는 주요 성분을 신속하게 분석하는 기술을 개발하였다. 천일염 산지종합처리장(SPC)의 불용분 및 이물질의 제거를 위한 개선된 기본 공정을 확립하였고 천일염의 위생적 제조관리를 위한 염전과 세척가공장의 위생적 시설기준의 기본적인 검토와 제안을 하였다. 본 연구의 세부적인 결과는 다음과 같다.

1. 천일염 생산지역과 생산시기에 따라서 NaCl, 황산이온, 사분 및 색상의 함량 등 품질 차이가 비교적 많이 발생하였으며 일부 소금은 수분, 불용분 그리고 사분함량이 식염 규격을 초과하는 결과를 보였다.
2. 생산시기가 4월에서 7월 하절기로 갈수록 염화나트륨, 총염소의 함량과 "b"값은 낮아지는 결과를 보였으며 황산이온의 경우는 이와 반대로 다소 증가하는 결과를 보였다.
3. 생산방법에 따른 천일염의 품질을 분석한 결과 토판염의 경우 사분함량이 비교적 높고 황색을 나타내는 "b" 값이 장판염에 비하여 다소 높은 값을 보였다. "L"값 역시 79.41로 장판염의 83~85 범위에 비하여 낮은 값을 보였다.
4. 염전 결정지의 일기, 염수 농도에 따라 생산된 소금의 품질을 분석한 결과 염도가 낮은 경우 염화나트륨 함량이 73.76%로 낮고 황산이온은 0.63%로 비교적 높은 함량을 보였다. 바람이 부는날 생산되는 소금은 NaCl 함량이 93.08%로 높은 함량을 나타기도 하였다.
5. 시중 유통소금을 생산연도별로 수집하여 품질을 분석한 결과 오래 경과된 소금일수록 황산이온, 불용분 그리고 사분함량과 "b" 값 등이 다소 높아지는 결과를 보였다.
6. 26개월 동안 저장하며 품질을 분석한 결과 불용분과 황산이온 값이 증가하는 결과를 보였고 중량 감소율은 계절에 따른 외기의 상대습도 영향으로 증감을 반복적으로 보이며 서서히 감소하는 경향을 보였다.
7. 실험 결과 천일염의 품질은 생산지역, 생산시기, 방법에 따라 품질 차이가 나타나는 것을 확인하였으며 불용분(쓴맛)의 제거를 위하여 장기간 저장하는 방법으로는 소금의 품질이 크게

개선되지 않는 것을 확인하였다. 따라서 관련 기술의 개발이 필요한 것으로 판단되었다.

8. 시중 유통되는 국내외 제품의 황산이온 함량은 수입품 보다 전반적으로 높은 값을 보였으며 마그네슘 함량은 국내 제품이 높은 함량을 보였다.
9. 불용분 함량은 수입염이 국내산 보다 낮은 결과를 보였으며 일부 수입제품은 기준을 초과하는 제품도 있었음. 입자 분포는 -8/+16mesh 범위에 대부분 속하였다.
10. 산지종합처리장에서 생산된 제품의 품질을 분석한 결과 황산이온과 마그네슘 그리고 불용분 함량이 처리전의 원료 소금 보다 다소 증가하는 결과를 보였다.
11. 산지종합처리장의 공정과 방법이 불용분의 제거 등 품질 개선에 적합하지 않음을 확인 할 수 있었음. 따라서 효율적 품질 개선을 위한 적합한 공정개발이 필요한 것으로 판단되었다.
12. 세정 농도, 온도, 시간 등 전처리 조건에 따른 실험을 통하여 적합한 조건을 구명하였다. 쓴맛을 내는 황화합물이 약 40% 이상 감소하고 불용분, 사분 역시 감소하는 결과를 보였다. 소금의 유백색 밝은 강도가 매우 높게 나타났으며 경도도 다소 낮아지는 품질특성을 보였다.
13. 개발된 기술을 이용하여 제조한 소금과 시중 소금제품의 조해성을 상대습도 42%, 63% 및 71% 조건에서 실험한 결과 3년 숙성소금 보다 조해성이 적게 나타났다.
14. 개발된 기술을 이용하여 제조한 소금의 관능분석 결과 쓴맛이 매우 적으며 전반적으로 높은 기호도를 보였다. peroxy radical에 대한 소거활성이 높고 전통 발효식품 간장, 된장, 단무지와 음료에 첨가하여 사용하였던 결과 우수한 관능 결과를 보였다.
15. 생고분자를 이용하여 나노에멀션을 제조 점성을 띄는 저염소금 제조방법을 개발하여 소금에 향균, 항산화, 식이섬유 등의 첨가가 용이한 액상소금 제조기술 실험을 수행하였다.
16. 천일염의 종말속도는 함수율 6~8%범위에서 3.5~6.38 m/sec 정도를 나타내었으며 이물질 평균 종말속도 범위는 약 0.2~1. 2m/sec정도를 나타내었음. 이러한 결과로 2차 선형회귀방정식으로 개발하였다. Henderson 모델이 결정계수 0.9945, RMSE 0.00225로 천일염 박층건조모델로 가장 적합하며 Lewis 및 Page 모델도 적용 가능한 모델로 판단되었다.
17. 천일염의 주요 성분의 분석을 근적외선 방법을 이용하여 분석하였던 결과 Mg, SO₄ 화합물의 R-Square는 0.92와 0.85 정도로 높은 상관관계를 보였으며 Ca, Cl 화합물의 R-Square는

0.004956, 0.051898로 낮은 상관관계를 나타내었다.

18. 이러한 결과는 원료 소금의 품질을 신속히 평가하는 기본 기술로 활용이 가능 할 것으로 사료되며 산지에서 품질 등급화와 품질에 따른 소금 생산 기술로 활용이 가능 할 것으로 판단되었다.
19. 본 실험결과를 활용하여 천일염 산지종합처리장(SPC)의 개선된 공정을 확립하였고 천일염의 염전과 산지종합처리장의 위생적 시설기준의 기본적인 방안을 제안하였다.
20. 지금까지 본 연구에서 개발된 기술에 관하여서는 특허를 출원하였으며 국내의 전문학술지에 발표를 하였다. 본 기술은 참여업체에 기술이전을 추진중에 있으며 개발된 기술은 활용이 되도록 정책건의와 교육을 통해 생산 중심체인 SPC 등에서 활용토록 한다.

제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

본 연구는 고품질 천일염의 생산 및 가공 유통 기술개발 과제로 당초 계획한 연구개발 내용 및 범위를 기준으로 하여 지금까지 수행한 주요 연구결과를 살펴보면 1차년도에는 천일염의 다양한 생산환경과 국내의 유통제품의 품질을 분석하여 천일염의 품질 현황을 파악하였다. 결과를 활용하여 천일염의 불용분의 효율적 제거를 위한 전처리 기술을 확립하였다. 천일염에 혼입되는 주요 이물질의 물리적 특성을 분석하여 선별조건을 확립하였다. 최종적으로 안전하고 위생적인 고품질 천일염의 생산을 위한 방향을 정립하고 개발된 관련 기술의 산업재산권 출원을 하였다.

2차 년도에는 불용분 제거 단기숙성 소금의 제조방법을 개발하였다. 개발된 소금을 이용하여 전통 발효식품의 적용성을 분석하였다. 이물질의 풍력 및 색채선별 조건을 구명하였다. 소금의 세정, 건조, 선별 조건을 구명하고 산지종합처리기술(SPC)의 기본공정을 확립하였다. 이와함께 소금 품질을 신속히 분석하는 기술을 개발하여 산업재산권 출원을 하였다.

3차 년도에는 1, 2차 년도에서 나타난 결과를 활용하여 불용분 제거 단기숙성 소금의 제조를 산지종합처리장과 연계하여 실험을 수행하여고 생산된 소금으로 저염액상소금 기술을 개발하였다. 이와함께 천일염의 미네랄을 이용한 스포츠 음료의 개발 가능성을 분석하였다. 2차년도에서 확인된 불용분 품질 분석기술을 활용한 천일염의 품질 평가방법을 설정하였다. 산지종합처리장(SPC)의 불용분 및 이물질의 제거를 위한 정제, 선별, 건조공정의 개선된 기본공정을 확립하고 관련 기본공정과 시방 방향을 수립하였다. 천일염의 위생적 제조관리를 위한 염전과 세척가공장의 위생적 시설기준의 기본적인 검토와 제안을 하였다.

본 연구결과에서 도출된 결과는 천일염의 식품소재로의 활용성을 높일 수 있는 기반이 구축되고 고부가가치 식품 소재화로 활용도를 높여 천일염 생산현장에서 SPC의 운영 활성화 및 관련 식품소재 산업의 발전에 기여 할 수 있을 것으로 판단된다.

본 과제를 수행한 결과를 통하여 특허, 학술 및 언론 홍보 현황은 다음과 같다.

표 1. 출원한 특허 현황

연 도	특허명	출원번호
2009	고품질 천일염의 속성 제조방법 및 그에 따라 제조된 천일염	10-2009-0097056
2010	근적외선을 이용한 소금내 불용성분 분석방법	10-2010-0101789

표 2. 학술 활동 현황

일 자	제 목	학 회
'09. 11	저장기간에 따른 천일염의 품질특성	한국분석학회
'10. 6	생산시기에 따른 천일염의 품질특성	한국식품과학회
'10. 9	천일염의 분쇄방법에 따른 품질 특성	한국식품저장유통학회
'10. 9	천일염의 입자 크기에 따른 종말속도 특성	한국식품저장유통학회
'11. 6	시중 유통 천일염의 품질 특성	한국식품과학회
'11. 6	자연탈수 방법을 이용한 숙성 천일염의 품질 특성	한국식품과학회
'11. 4	천일염의 NIR 스펙트럼 특성	한국산업식품공학회
'11. 9	천일염의 품질관리 및 발전방향 주제 발표	2011년 소금박람회
'11. 11	천일염의 유기화합물 함량에 따른 간장의 품질 특성	한국산업식품공학회

표 3. 언론 보도 현황

날짜	보도 제목	보도 국
'10. 9	천일염 쓴 맛 제거 '3년서 하루로	문화일보, 서울경제 등 16개 언론사
'10. 10	국내산 중국산 천일염 품질	MBC- TV

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

본 연구결과에서 도출된 천일염의 품질을 제고하는 기술과 부가가치를 향상 할 수 있는 식품소재화 기술, 산지종합처리장(SPC)의 기본 공정개발 그리고 천일염의 주 성분의 분석기술의 연구결과는 천일염의 상품적 가치를 높이고 식품 소재화로 활용도를 높이는데 기여 할 수 있을 것으로 판단된다. 이에 따라 개발된 기술은 활용이 되도록 정책건의와 교육을 통해 천일염 생산 중심체인 SPC 등에서 활용토록 한다. 주요 연구결과는 논문발표를 추진하고 본 연구결과 새로운 기술적 측면은 산업재산을 출원하고 향후 관련 업체에 기술이전을 통한 산업화를 추진 할 계획이다. 이와함께 국내 산지에 설치되는 SPC의 효율적 운영을 위한 기술개발에 활용하도록 한다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제목	출 처	주요 내용
Characterization of fine crystals in evaporative salt crystallization under high suspension conditions.	Tokyo University of Agriculture and Tenology(TUAT), JAPAN	· 고농도 현탁액에서 증발된 소금의 미세 결정 특성 연구
process optimization of purification and evaporation for combined crystallization of NaCl and Na ₂ SO ₄ by means of mechanical vapour recompression.	SEP Salt and Evaporation Plants Ltd., Winterthur, Switzerland	· NaCl와 Na ₂ SO ₄ 을 이용한 중합결정체 · 정제와 증발의 최적화 과정
optimisation of sakt separation pusher centrifuges.	Pusher centrifuge, cake washing, centrifuge rinsing, special screens	· 원심분리기를 이용한 소금 분리 최적화 연구
change of mining technology a german Rock-salt mine.	Change of Mining Technology in a German Rock-Salt Mine	· 독일 광산의 암염 채취 기술 현황
The production of rock salt products from alpine deposits by physical processing techniques.	Institute for Mineral Processing, Delartment Mineral Resources and Petroleum Engineering, University of Leoben	· 물리적인 기술을 이용한 암염 제품 생산 과정 연구
Energy Storage in Salt Caverns-Today and Tomorrow	KBB Underground Technologies GmbH, Hannover, Germany	· 소금을 이용한 에너지 저장
Behavior of the detrimental microorgani는 the solar salt production in the presence of a healthful population of brine shrimp in the Isysa solar salt works	Department of Botany, University of Floria, Gainesville, Floria, the USA	· 폐염수 활용 · SYSA염전 지역

제목	출처	주요 내용
Solar salt production process	Food & Drug Analysis Division, Jeollanam-do Institute of Health and Environment	· 천일염 생산과정
The role of halophilic bacteria in salt crystallisation	SRM University, Kattankulathur, 603 203, India.	· 소금 결정체내에서의 헬리콥박테리아의 역할
The microbiology of saltern crystallizer ponds and salt quality-a search for the "Missing Link".	Beijing Taiweian Drying Equipment Technology Development Company	· 소금결정체 특성 · 고품질 소금 연구
Current situation and development trend of chinese grinding washing refining salt manufacturing technique.	Hebei Changlu Daqinghe Salt Chemical Industry Group Co., Ltd.	· 중국소금 생산 공장 · 공정 개발 현황
Analysis on influential factors of the crude salt quality.	Engineering Research Center of Seawater Utilization	· 원염 · 품질영향 인자
a review of potassium sulfate production.	Changjiang salt chemical Co. Ltd.	· 황산칼륨 생산 방법
selection for extraction process of sodium sulfate.	Morton Salt and Charlie Yu, Morton Salt	· 황산나트륨 추출 과정
effects of mineral rich solar salt on blood pressure and insulin resistance in rats.	Richard L. Hanneman Salt Institute	· 쥐를 대상으로 한 고혈압과 당뇨에 미치는 천일염의 영향
Dietary salt and health, 2000-2009.	The salt Industry Center of Japan	· 식염과 건강에 대한 연구
Change in the method for salt analysis in Japan.	salt partners Ltd. Zurich, Switzerland	· 일본에서 시행하는 소금 분석 방법의 변화
Processing of salt for chemical and human consumption.	Department Mineral Resources and Petroleum Engineering, University of Leoben	· 산업용(공업용)과 식염의 공정 과정 차이 연구
Salt and bitterness suppression of phytonutrient compounds.	Department of Food Engineering Solar Salt Biotechnology Research	· 당뇨에 영향을 미치는 소금역할

제목	출처	주요 내용
Study and practice the of scientific development	DEV SALT PRIVATE LIMITED (Salt Producer & Consultant)	· 중국 식탁염의 개발과 혁신
a model for safety system success	Michael Resetar, Director of Safety and Health	· 안전 시스템 모델 구축
Recrystallization process for the upgrading of Rock and solar salts.	EVAHERM Ltd. Magenwil, SWIZERLAND	· 암염의 재결정화 과정 · 천일염의 재결정 과정
Let microorganic Help, not Harm Salt.	University of Florida	· 미생물이 소금에 미치는 영향
A processing analysis of different salt types in de-icing applications.	Deficiency In Ila Local Government Area, Osun State, Nigeria	· 재제염, 가공염, 천일염의 성분 조사에 관한 연구
efficacy of iodized salt in the reduction of iodine.	Group Limited Company, Inner Mongolia, Alashan 750336, China	· 기능성 소금 (IODIZED SALT)의 효능
The devevelopment of the salt making industry of china undern the global financial crisis.	Dev Salt Private Limited	· 중국의 소금생산 개발에 따른 글로벌 재정 위기
The status of salt industry in india.	Bureau of Henan Province salt administration	· 인도소금 산업의 현황
프랑스 게랑드 염전조합 소개 (PPT 파일)	VISITE_DU_26_MAI_2011	· 염전 조합 소개 (번역문 별도 첨부)
Guide de Bonnes Pratiques D'Hygiene de la Production	de Sel Marin Gris et Fleur de Sel Recoltes Manuellement	· 천일염 위생관리 메뉴얼
Demande d'enregistrement d'une [Indication Geographique Protegee	Sel de Guerande- ou -Fleur de Sel de Guerande	· 지리적표시 등록서 사본
Sel alimentaire de qualite superieure. Nature&Progres	Cahier des charges SEL, 2005	· 친환경 생산기준 사본
바다의 보석 천일염	일본 염박물관	· 암염, 천일염의 생성, 염전 등 결정화하는 방식 등 과학교재

제목	출처	주요 내용
Salt, the essence of life	9th International Symposium on salt	· 세계의 소금 기술개발 및 제품개발 현황
소금의 역할	일본PTA협의회	식품과 소금 그리고 인체에 미치는 영향 등
소금의 대연구	일본염사업센터	소금의 생성과정, 제조과정, 식품에 이용 등

제 7 장 참고문헌

1. 강수태 조영제 강군중 강정구 공청식 노태현 오광수 : 죽염을 비롯한 시판소금의 이화학적 특성 및 외형구조. 한국식품영양과학회 산업심포지움발표집, 10: (2005)
2. 고두갑 : 염전을 이용한 에코투어리즘의 전개 가능성 고찰, 신안군을 중심으로, 商業教育研究. 21(2008)
3. 고천성: 사염화탄소(CCl₄)로 유도한 간 손상 쥐에서 천일염과 가공염 투여가 간기능 회복 및 생화학적 특성에 미치는 영향, 木浦大學校 大學院, 국내박사(2005)
4. 국내 유통 소금 중의 포타슘시아나이드와 페로시아나이드의 분석에 관한 연구, 식품의약품 안정성 연보, 5 : 270-277(2001)
5. 金基喆 : 加熱處理된 천일염 중 Dioxin 生成에 관한 研究. 성균관대학교 일반대학원, (2005)
6. 김동수: 국내 젓갈 및 천일염의 산업화, 과학화, 글로벌화 동아시아식생활학회 학술발표대회논문집 (2009)
7. 김동한, 양성은, 임중환 : 소금의 종류를 달리한 고추장의 발효 특성. 한국식품과학회, 335(4) : 671-679(2003)
8. 김동한, 임중환, 이상복: 해조소금의 성분 특성에 관한 연구. 한국식품과학회, 35(1) : 62-65(2003)
9. 김미리, 오상희 : 천일염(국산·중국산)과 정제염으로 담근 새우젓의 이화학적 특성. 동아시아식생활학회, (2003)
10. 김민정, 소금 종류에 따른 식빵의 품질 특성에 관한 연구. 경희대학교 관광대학원,(2010)
11. 김설희, 김선재, 김보희, 강성국, 정순택: 천일염으로 제조한 된장의 발효 특성, 한국식품과학회지, 13(4) : 1365-1370(2000)
12. 김소연, 김광옥: 소금 농도 및 저장기간이 깎두기의 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회지, 13(3) : 370-374(1989)

13. 김영명 변지영 남궁배 조진호 도정룡 인재평 : 해조성분 강화 기능성소금에 대한 연구. 한국식품과학회지, 39(2) : 152-157(2007)
14. 김용, 김창대: X선 회절법에 의한 전남지역 천일염의 결정학적 특성, 한국식품영양과학회지, 38(9) : 1284-1288(2009):
15. 김인철, 장해춘: 천일염이 된장의 품질특성에 미치는 영향, 한국식품영양과학회지, 39(1) 116-124(2010)
16. 김재현 : 천일염 속 미네랄의 역할 : 천일염 김치 항암 기능성 증진 확인, 식품저널, 154 : 44-45 (2010).
17. 김정목; 윤진호; 함경식: 천일염 생산공정에서의 위해요소와 개선방안, Safe food, 4(1), 8-13(2009)
18. 김종익, 박나영 : 천일염 생산자조직의 역할과 천일염산업 발전방안에 관한 연구, 韓國協同組合研究, 26(2) : 131-149(2009)
19. 김준: 시장개방과 서남해안 천일염전 생산구조의 변화. 한국농촌사회학회, 11(2) : 97-134(2001)
20. 김치·장류·전통주·천일염 전통 발효식품 이렇게 육성 지원한다: R&D 투자확대·시설 현대화 지원, 식품저널, 136 : 46-53(2008)
21. 김학렬, 함경식: 국내산 천일염, 수입염, 세척탈수염, 기계염 및 가공염으로 제조한 김치의 발효특성, 한국식품저장유통학회지, 12(4) : 395-401(2005)
22. 김혁: 소금의 종류를 달리한 식빵의 품질 특성, 목포대학교 대학원, 국내석사 (2006)
23. 문덕수 김현주 신필권 정동호 : 수평 분무식 해양 심층수 소금의 성분 특성. 한국수산과학회지, 38(1) : 65-69(2005)
24. 문성원, 조동욱, 박완수, 장명숙: 동치미의 발효숙성에 미치는 소금농도의 영향, 한국조리과학회지, 10(2) : 219-219(1994)

25. 문지혜 : 소금의 살모넬라 억제 효과에 대한 미생물학적 위해성 평가 모델 개발 연구, 한양대학교 대학원, (2009)
26. 박보영: 정제염(한주소금), 한국조리과학회지, 3(1) : 90-91(1987)
27. 박소정: 시판소금이 김치발효 미생물의 생육에 미치는 영향. 한국식품과학회, 30(5) : 806-813(2001)
28. 박용곤, 박미원: 소금종류에 따른 오이지의 이화학적 및 관능적 특성 변화, 한국식품영양과학회, 27(3) : 419-424(1998)
29. 박우포, 김재욱: 소금농도가 김치발효에 미치는 영향, 韓國 農化學會誌, 34(4) : 295-297(1991)
30. 박정석: 천일염의 생산과정과 유통체계 그리고 정부정책: 전남 신안군 비금도의 사례를 중심으로, 島嶼文化, 34(2009)
31. 박정욱 ; 최차란: 전라남도 지역에서 생산된 천일염의 염도 및 중금속 함량, 한국식품영양과학회지, 36(6): 753-758 (2007)
32. 박정욱, 김선재, 김설희, 김보희, 강성국, 남성호, 정순택: 소금의 종류별 무기질 및 중금속 함량, 한국식품과학회지, 32(6) : 1442-1445 (2000)
33. 백용규, 김성훈, 박인식: 다양한 염을 첨가한 썩두부의 품질 특성. 한국식품영양과학회, 37(10) : 1307-1311(2008)
34. 사오라야: 염민감쥐에 있어서 미네랄이 풍부한 천일염이 혈압과 인슐린 활성화에 미치는 영향. 목포대학교 대학원, 국내석사(2010)
35. 소금유, 産業技術, 6 : 953-958(1996)
36. 손아름: 배추와 소금의 종류를 다르게 하여 제조된 김치의 특성과 in Vitro 항암효과. 부산대학교, (2009)
37. 신동화, 조은자 : 전라북도 내 천일염 재제 및 가공염의 성분조사에 관한 연구. 한국식품

위생안전성학회지, 13(4) : 360-365 (1998)

38. 신동화, 조은자, 홍재식 : 시판 수입 소금의 성분과 김치제조 시험. 한국식품위생안전성학회지, 14(3) : 277-281(1999)
39. 신병엽: 천일염, 생소금, 죽염이 Gentamicin Sulfate로 유발된 흰쥐의 급성견부전에 미치는 영향. 경산대학교, (1996)
40. 신태선, 박춘규, 이성훈: 연령에 따른 천일염의 성분함량, 한국식품과학회지, 37(2) : 312-317(2005)
41. 안황용, 김동희: 피부염에 대한 천일염(天日鹽)과 청기해독산(淸肌解毒散)의 병용 투여 효과, 동의생리병리학회지, 23(6) : 1431-1443 (2009)
42. 윤혜현, 전은재, 성순정, 김동만: 배추의 절임공정 중 폐염수의 특성. 한국식품과학회, 32(1) : 97-101(2000)
43. 이강덕, 박정옥, 최차란, 송현우, 윤수경, 양호철, 함경식 : 전라남도 지역에서 생산된 천일염의 염도 및 중금속 함량. 한국식품영양과학회지, 36(6) : 753-758(2007)
44. 이강덕, 최차란, 조정용, 김학렬, 함경식 : 용해된 소금의 고결화에 따른 탄성과 특성. 한국식품영양과학회지, 37(1) : 75-86(2008)
45. 이강덕, 최차란, 조정용, 김학렬, 함경식: 여러 종류의 소금으로 제조한 새우젓의 이화학적 특성 및 관능적 특성. 한국식품영양과학회, 37(1) : 53-59(2008)
46. 이기동, 김숙경, 김정옥, 김미림: 해양 심층수, 천일염 및 정제염을 이용한 참외 절임시 품질특성 비교, 한국식품영양과학회지, 32(6):840-846(2003)
47. 이선미, 장해춘: 천일염으로 제조한 된장의 암세포 성장 억제효과, 한국식품영양과학회지, 38(12): 1664-1671(2009)
48. 이선미, 천일염된장 및 된장종균 *Bacillus subtilis* DJI의 암세포 성장 억제효과. 조선대학교 대학원, (2009)

49. 이수진, 이경임, 문숙희, 박건영: 물 및 소금 종류를 달리한 된장의 메탄을 추출물에서의 항돌연변이 효과, 한국식품영양과학회지, 37(6) : 691-695(2008)
50. 이수현, 해조소금의 제조에 관한 연구, 목포대학교 교육대학원,(2008)
51. 이예경, 김순동: 간수와 불순물을 제거시킨 천일염의 재 결정화 특성, 한국식품영양과학회지 37(2), 203-209(2008)
52. 이재준, 정해욱, 이명렬, 장해춘: 천일염을 사용한 김치를 소재로 한 음료 개발, 한국식품저장유통학회지, 17(4) : 800-806(2010)
53. 이재준. · 김아라. · 장해춘, · 이명렬 : 천일염 함유 청국장의 항산화효과, 한국식품저장유통학회지, 16(2) : 238-245 (2009)
54. 이정재: 쌀죽의 호화 및 노화속도에 미치는 여러가지 식염의 영향, 고려대학교 대학원, 국내석사(2008)
55. 이현정: 소비촉진을 위한 천일염 유통 개선 방안 소비촉진을 위한 천일염 유통 개선 방안, 건국대학교 농축 대학원, 국내석사(2011)
56. 임유미, 은종방: 천일염 첨가량을 달리한 칠게장의 숙성 기간 중 이화학적 및 관능적 특성, 한국식품저장유통학회 (2009)
57. 정근욱: 김치의 암예방(항암) 증진효과와 소금 및 젓갈의 안전성 연구. 부산대학교 일반대학원, (2000)
58. 정명주: 천일염으로부터 분리한 고호염성 Haloarcular sp. EH-1에 관한 연구. 경성대학교 대학원, (1998)
59. 정병조: X선 회절법에 의한 전남지역 천일염의 결정학적 특성. 목포대학교 교육대학원, 국내석사(2010)
60. 정재욱, 이재준, 이명렬 : 천일염 된장분말을 첨가한 쿠키와 머핀의 특성연구. 한국식품저장유통학회(구 한국농산물저장유통학회), 15(4) : 505-511(2008)

61. 정재천: 천일염 및 생물자원의 피부재생효과에 관한 연구, 목포대학교 대학원, 국내석사(2009)
62. 정혜옥; 이재준; 이명렬: 천일염 된장분말을 첨가한 쿠키와 머핀의 특성연구, 한국식품저장유통학회지, 15(4) : 505-511(2008)
63. 조은자, 신동화: 전라북도내 천일염 제재 및 가공염의 성분 조사에 관한 연구, 한국식품위생안전성학회지, 13(4) :360-364(1998)
64. 천일염 유통 및 마케팅 전략, (월간)식품세계, 10(109): 72-80(2009)
65. 최선미, 박건영: 소금종류가 김치발효와 암예방 기능성에 미치는 효과, 대한 암예방학회지, 7(3): 192-199(2002)
66. 최선미, 박건영: 해조류를 이용한 해수소금 제조기법 및 성분 분석. 대한암예방학회, 21(4) : 61-65(2007)
67. 한귀정, 손아름, 이선미, 정지강, 김소희, 박건영: 제(除)간수 천일염 및 구운소금 절임 배추김치의 품질 및 in Vitro 항암 기능성 증진 효과. 한국식품영양과학회, 38(8) : 996-1002(2009)
68. 한귀정, 손아름, 이선미: 제(除)간수 천일염 및 구운소금 절임 배추김치의 품질 및 in Vitro 항암 기능성 증진효과, 한국식품영양과학회지, 38(8) : 996-1002(2009)
69. 한영숙 : 소금의 종류와 농도가 배추김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 영향. 한국식품과학회, 35(4) : 743-747(2003)
70. 한영숙, 오지영, 김영진: 대체염을 이용한 저염김치의 발효 특성. 한국식품과학회지, 34(4) : 647-651(2002)
71. 한영숙, 최원석, 이은숙, 강소진, 조우리 : 천일염 김치의 저염 발효 특성 연구, 동아시아식생활학회 학술발표대회논문집, 2010(5)(2010)
72. 한영숙: 소금의 종류와 농도가 배추김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 영향 , 한국식품과학회지, 35(4): 743-747(2001)

73. 허근, 김미혜, 홍무기, 송인상: 식품위생 측면에서 본 소금의 안정성. 東아시아食生活學會誌, 9(3) : 386-390(1999)
74. 허숙진;소유성;최장덕;이화정;최선희;성준현;임무혁;김광수;최용훈;오해성;최정희;최정실;허옥순;이진하;신동우;신현수;문병우:국내 유통 소금 중의 포타슘시아니이드와 페로시아니이드염의 분석에 관한 연구. 식품의약품안전청 연구보고서. 270(8): 24 (2001)
75. Amini, J.; Dehghan, A.A. : Two-Dimensional Numerical Modeling of a Salt Gradient Solar Pond. AIP Conference Proceedings, 1048(-) : (2008)
76. Angeli C. ; Leonardi E. ; Maciocco L. : A computational study of salt diffusion and heat extraction in solar pond plants. Solar energy, 80(11) : 1498-1508(2006)
77. Bezir N.C. ; Donmez O. ; Kayali R. : Numerical and experimental analysis of a salt gradient solar pond performance with or without reflective covered surface. Applied energy, 85(11) : 1102-1112(2008)
78. Bruce Louise C. ; Imberger Jö ; rg : The role of zooplankton in the ecological succession of plankton and benthic algae across a salinity gradient in the Shark Bay solar salt ponds. Hydrobiologia 626(1) : 111-128(2009)
79. By: N. Keller : optimisation of salt separation on pusher centrifuges. International symposium on salt, 9(1) : (2009)
80. Chen, MY.: Discussion on the Best Control in the Process of Solar Salt Production. SEA LAKE SALT AND CHEMICAL INDUSTRY, 34(6) : (2005)
81. Er. Gerd P. Bohnenberger : Change of mining technology in a german rock-salt mine. International symposium on salt, 9(1) : (2009)
82. Ferri R. ; Cammi A. ; Mazzei D. : Molten salt mixture properties in RELAP5 code for thermodynamic solar applications. International journal of thermal sciences = Revue générale de thermique, 47(12) : 1676-1687(2008)
83. Forsberg, C. W.; Peterson, P. F, Zhao, H. : High-Temperature Liquid-Fluoride-Salt

Closed-Brayton-Cycle Solar Power Towers. *Journal of Solar Energy Engineering*, 129(2) : (2007)

84. Goodrich, L. B.; Krauter, C.; Beene, M. : Measurement of Salt Deposition Downwind of Solar Evaporation System. *PROCEEDINGS BELTWISE COTTON CONFERENCES, 2005-2006(-)* : (2006)
85. Grena R. ; Scafe R. ; Pisacane F. : Gamma-ray emission gauge for solar salt level in a tank. *Solar energy*, 83(5) : 599-604(2009)
86. Hasuike H. ; Yoshizawa Y. ; Suzuki A. : Study on design of molten salt solar receivers for beam-down solar concentrator. *Solar energy*, 80(10) : 1255-1262 (2006)
87. Helmut Flachberger, Christine Bauer-Vasko : The production of rock salt products from alpine deposits by physical processing techniques. *International symposium on salt*, 9(1) : (2009)
88. Hiroshi TAKIYAMA : Characterization of fine crystals in evaporative salt crystallization under high suspension conditions. *International symposium on salt*, 9(1) : (2009)
89. J.-H. Schmidt, W. Meierhofer and H. Schwaige : Process optimization of brine purification and evaporation for combined crystallization of NaCl and by means of mechanical vapour recompression. *International symposium on salt*, 9(1) : (2009)
90. Jeong, B.-J.; Kim, Y.; Kim, C.-D.; Hyun, S.-C.; Ha : Crystallographical Characteristics of Solar Salts Produced from Jeonnam Area by X-Ray Diffraction Technique. *JOURNAL-KOREAN SOCIETY OF FOOD SCIENCE AND NUTRIT*, 38 (9) : (2009)
91. Karim, C.; Slim, Z.; Kais, C.; Jomaa, S. M : Experimental study of the salt gradient solar pond stability. *SOLAR ENERGY -PHOENIX ARIZONA THEN NEW YORK-*, 84 (1) : (2010)
92. Laganis J. ; Debeljak M. : Sensitivity analysis of the energy flows at the solar salt production process in Slovenia. *Ecological modelling*, 194(1/3) : 287-295(2006)

93. Lee, S.M.; Chang, H.C : Growth-inhibitory Effect of the Solar Salt-Doenjang on Cancer Cells. AGS and HT-29 JOURNAL-KOREAN SOCIETY OF FOOD SCIENCE AND NUTRIT, 38(12) : (2009)
94. Lee, YK.; Kim, SD : Recrystallization Characteristics of Solar Salt After Removing of Bittern and Impurities. JOURNAL- KOREAN SOCIETY OF FOOD SCIENCE AND NUTRIT, 37(2) : (2008)
95. Michael Resetar : A model for safety system success. International symposium on salt, 9(1) : (2009)
96. Molony B. W. ; Parry G. O. : Predicting and managing the effects of hypersalinity on the fish community in solar salt fields in north-western Australia. Journal of applied ichthyology=Zeitschrift für angewandte Ichthyologie, 22(2) : 109-118(2006)
97. Molony, B. W.; Parry, G. O : Predicting and managing the effects of hypersalinity on the fish community in solar salt fields in north-western Australia. JOURNAL OF APPLIED ICHTHYOLOGY, 22(2) : (2006)
98. Ortega, J.I.; Burgaleta, J.I.; Tellez, F.M : Central Receiver System Solar Power Plant Using Molten Salt as Heat Transfer Fluid. Journal of Solar Energy Engineering, 130 (2) : (2008)
99. Pereira M.C.;Mendes J.F.;Horta P. : Final design of an advanced solar dryer for salt recovery from brine effluent of an MED desalination plant. Desalination, 211 (1/3) : 222-231(2007)
100. Prasad, M.M.; Seenayya, G. : Reduction of Halophilic Bacterial Load in Solar Salt by Sun Drying. JOURNAL OF AQUATIC FOOD PRODUCT TECHNOLOGY,16(3):(2007)
101. Rehim Z. S. ; Ziada M. A. : Thermal Behavior Study of Salt-gradient Solar Pond Located in Cairo. Energy sources. Part A, Recovery, utilization, and environmental effects, 30(4) : 349-360(2008)
102. Saleh A. ; Qudeiri JA. ; Al-Nimr MA : Performance investigation of a salt gradient

- solar pond coupled with desalination facility near the Dead Sea. *Energy : technologies, resources, reserves, demands, impact, conservation, management, policy* 36(2) : 922-931(2011)
103. Schmitz, M. : Salt-free solar: CSP tower using air Salt-free solar: CSP tower using air. *RENEWABLE ENERGY WORLD*, 12(1) : (2009)
104. Segal, RD; Waite, AM; Hamilton, DP : Nutrient limitation of phytoplankton in solar salt ponds in Shark Bay, Western Australia. *Hydrobiologia*, 626 : (2009)
105. Shao, G.; Jiao, Z.; Wang, Y : The Present Status and Prospect of the Application Technology of Plastic Film for Solar Salt in China. *YANYE YU HUAGONG*, 38(4) : (2009)
106. Sheldon Jennifer L ; Kokjohn Tyler A ; Martin Eugene L : The effects of salt concentration and growth phase on MRSA solar and germicidal ultraviolet radiation resistance. *Ostomy/wound management* 51(1) : 36-38(2005)
107. Sun Liping ; Wu Yuting ; Ma Chongfang : EXPERIMENTAL STUDY ON OPTIMIZATION OF MOLTEN SALT FOR SOLAR HIGH TEMPERATURE HEAT STORAGE. *太陽能學報=Acta energiae solaris sinica*, 29(9) : 1092-1095(2008)
108. Suzuki, K.; Yamaguchi, M.; Kumagai, M.; Tanabe, N. : Dye-sensitized solar cells with ionic gel electrolytes prepared from imidazolium salts and agarose, *COMPTES RENDUS CHIMIE*, 9(5-6) : (2006)
109. Xiangyang, S.; Jing, D.; Qiang, P.; Jianping, Y. : Application of High Temperature Molten Salt to Solar Thermal Power. *GUANGDONG CHEMICAL INDUSTRY*, 34(11) : (2007)