천일염 생산공정에서의 위해요소와 개선방안

Hazards for the Sea Salt Production Procedures and Its Improvement

김정목*, 윤진호, 함경식, 김인철, 김학렬

Jeong-Mok Kim, Jin-Ho Yoon, Kyung-Sik Ham, In-Chul Kim, Hag-Lyeol Kim

목포대학교 공과대학 식품공학과

Mokpo National University, Department of Food Engineering

I. 식품으로서의 천일염

천일염(Solar salts)은 1963년 염관리법 제정 이후 최근까지 지식경제부 (구. 산업자원부)의 염관리법에 의하여 광물로 분류되어져 왔었다. 식품위생법에서는 원료의 전처리과정에서 천일염을 사용할 수 있으나, 불순물등이 식품에 이행되지 않는 범위에서 김치 절임용등에 사용되어져 왔고 기타 목적으로 식품에 사용되는 것이 허용되지 않았으나, 2008년 3월 28일부터 천일염이 식품으로 전환이 되면서 식품공전에 천일염에 대한 기준이 마련되어 식품의약품안전청에서 관리를 하게 되었다[1]. 또한 2009년 3월 20일 부터는 "염관리법" 및 "염업조합법"이 농수산식품부로 이관되었다.

국내 천일염 생산은 2006년도 기준으로 하면 전남이 전국의 약 83%를 차지하고 있으며, 특히 신안군은 전국 대비 60.9%, 전남대비 73.9%를 차지하고 있다[2]. 천일염은 대부분 4월부터 10월 까지 생산이 되며, 계절별 일조량과 바람의 정도에 따라서 품질도 다양하게 나타난다. 천일염은 유입된 해수를 태양열과 바람을 이용하여 농축시켜 만든 소금으로 우리나라에서는 주로 서남해안에서 생산되어지고 있다. 기계염은 정제염(Purified salts)으로 불리기도 하며 해수를 여과조에 담아 Na^+이온과 Cl^- 이온만을 전기분해하고 수분을 증발 시킨 후 원심분리기에 넣고 탈수 건조하여 만든 소금으로 염화나트륨 순도는 99%이상이며 흡습성이 없고 백색을 띠고 있다. 재제조염(Refined salts)은 원료 소금을 용해, 탈수, 건조 등의 과정을 거쳐 다시 재 결정화시켜 만든 소금을 말하며 일반적으로 꽃소금이라고도 불리워진다. 가공염은 원료소금을 볶음, 태움, 용융 등의 방법으로 그 원형을 변형한 소금이나 식품첨가물을 가하여 만든 소금을 일컫는다. 천일염은 NaCl 이외에도 Ca, K, Mg 및 S와 같은 많은 무기질을 함유하고 있다[3,4].

*Corresponding Author: Jeong-Mok Kim
Department of Food Engineering, Mokpo National University, Muan-Gun, Jeonnam, 534-729
Tel: 061) 450-2427
Fax: 061) 454-1521
E-mail: jmkim@mokpo.ac.kr

표 1. 광물에서 식품 천일염으로의 변천

년 도	법률안 제 · 개정
1963. 10. 28.	염관리법 제정으로 광물로 분류
1967. 3. 30.	염업조합법 제정
1995. 12. 29.	염관리법 개정으로 1997. 7. 1.부터 수입자율화
2006. 12. 7	천일염의 기준 규격안 입안예고
2007. 2. 22.	식품등의 표시기준 개정
2007. 12. 27.	염관리법 개정
2008. 1. 16.	식품의 기준 및 규격 개정 고시
2008. 3. 28.	천일염의 기준 및 규격 개정 시행
2009. 10. 5	염관리법에서 소금산업법으로 개정 법률안 입법예고

식용천일염으로서의 규격은 염화나트륨(70.0% 이상), 총염소(40.0% 이상), 수분(15.0% 이하), 불용분(0.15% 이하), 황산이온(5.0% 이하), 사분(0.2% 이하), 비소(0.5 mg/kg 이하), 납(2.0 mg/kg 이하), 카드뮴(0.5 mg/kg 이하), 수은(0.1 mg/kg 이하), 페로시안화이온(불검출)의 규격에 적합하여야 하며, 천일염은 식품첨가물 등 다른 물질을 첨가하면 안된다고 규정되어있다[5].

II. 일반적인 천일염 제조 공정

일반적인 천일염 생산 공정은 염전의 규모나 특성에 따라 다소 차이는 있으나 보편적으로는 그림 1과 같다. 천일염의 제조 공정은 단순하게 보이지만 많은 시간과 노동력이 요구되고 있다. 공정을 살펴보면 바닷물(비중계에 의한 염도 1~2 정도)을 저수지로 유입시켜 정치시킨다. 저수지에 보관중인 바닷물을 염전 제1증발지(난치)로 이동시킨 후 약 1주일 정도 증발시켜 약 6~8 염도로 만들어 제2증발지(느티)로 이동하는데 기후 조건에 따라서 다소 차이는 있다. 제2증발지에서 다시 1주일 정도 1단~4단계에 걸쳐서 약 14~18도 정도의 염도로 만든 후 해주 창고(소금물을 보관하는 지하창고)로 이동을 하는데 이곳에서의 소금의 결정을 이루기 위해 결정지로 보급되는 소금물의 농도는 23~25도 정도이다. 일반적인 염전의 구조에 있어 해주창고는 4개로 구성이 되어있으며 결정지에 가까이 위치한 앞 해주는 23~25도 정도, 뒤

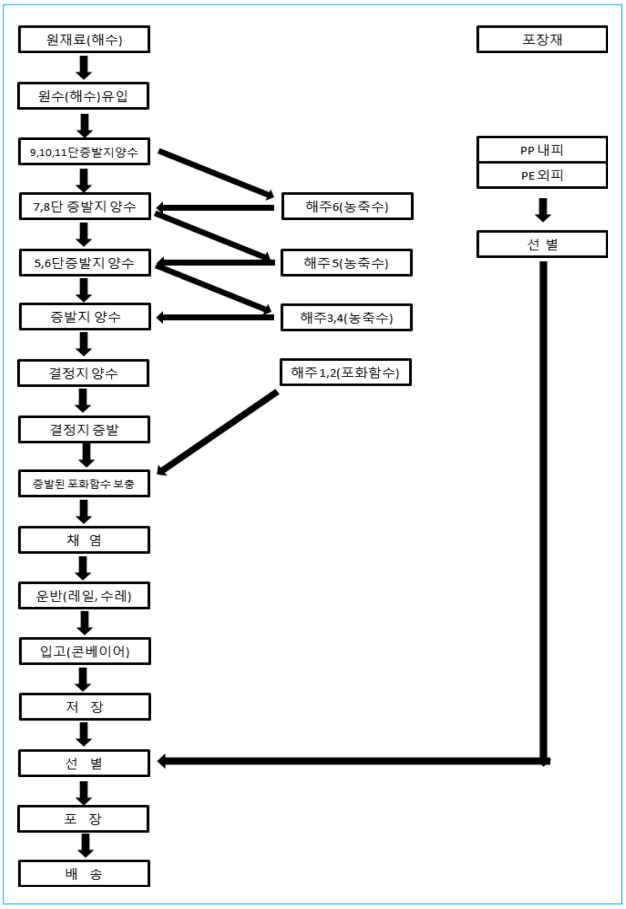

그림 1. 일반적인 천일염 제조 공정도

해주는 18~20정도의 염도를 가지며 최저 16도 이상의 염도를 함유하고 있다. 통상적으로 오전 6시경에 결정지에 보급된 소금물은 오후 4~6시 정도가 되면 채렴(소금채취)을 하게 된다. 염도 25의 포화상태의 소금물이 일정 시간이 지나면 소금의 결정이 생성되기 시작하여 일정 크기가 되면(염도 27도 이상) 소금결정체가 가라앉게 되고, 석출된 소금이 채렴 할 수 있는 정도가 되면 끌개(대파)등으로 소금을 한곳으로 모아 수분을 어느 정도 뺀 다음 소금창고로 이동시킨다. 소금 보관창고로 옮긴 천일염은 일정 기간 동안 간수를 뺀 후 포장을 하여 출고하게 된다.

III. 천일염 생산환경과 시설의 위해요인 및 개선

1. 염전 주위의 불량 환경에 따른 염전 유입 바닷물의 오염

1) 일부 염전은 국도나 도로변에 위치해 있어 차량의 매연으로 인한 중금속과 먼지나 기타 이물의 유입이 저수지 뿐만 아니라 천일염 결정지에 까지 영향을 주는 곳도 있다.
2) 최근 지방자치단체의 지원으로 염전 도로포장 사업이 이루어지고 있는데 시멘트 도로 포장의 경우 염분에 의한 분진으로 소금의 품질을 떨어뜨린다는 염부들의 의견이 많아 아스팔트 포장이나 아니면 자갈길 같은 것을 고려해 볼 필요가 있다.
3) 염전인근에는 배가 자주 지나다니는 경우에는 바다 표면의 기름이 수문을 통해 해수저수지로 유입이 쉽게 이루어지기 때문에, 이 같은 경우 수중에서 원수를 채취하는 방안도 검토해야 한다.
4) 염전 주위에 논이나 밭이 있는 경우 농약이나 화학비료의 살포시 염전으로 날라들어 올 우려가 존재한다.
5) 일부 염전은 김 양식장이 염전의 저수지로 바닷물이 유입되는 근처에 있어 불법으로 사용되는 무기산의 사용으로 이의 잔류성분이 저수지를 통해 유입될 수 있다.
6) 폐염전을 어류 양식장으로 전환하여 운영되는 인근의 염전에서는 양식장에서 사용되는 항생제가 바닷물로 유출되고 이는 인근 염전에 유입될 가능성도 존재한다.
7) 염전 주변과 갯벌에 무분별하게 방치되어 있는 폐 PVC 장판 및 이들의 소각으로 인한 환경호르몬인 다이옥신류의 발생 우려가 있고 이들이 염전에 유입될 가능성이 존재하므로 폐장판의 정비가 시급하며 및 장판의 소각 금지가 절대 필요하다.
8) 염전에서 화장실이 없거나 경우에 따라서는 화장실의 위치가 염전과 붙어있어 이에 대한 시설 관리기준의 확립이 필요하다.

2. 염전 사용 자재에 의한 토양 오염

재활용 PVC 장판이나 합판의 사용시 이들 자재로 부터의 중금속 및 화학물질의 유출로 인한 토양 오염의 가능성이 대두되고 있어 이에 대한 연구 조사의 필요성이 있다. 특히 합판의 사용시 염전 토양의 색상이 짙고 회색빛 덩어리가 형성이 되는데, 토양의 성분의 변화와 중금속등에 대한 과학적 조사가 이루어져야 할 것이다.

3. 염전에서 사용되는 디젤 펌프의 기름 유출

증발지의 염수 및 해주창고에 저장된 염수의 결정지 투입과 우천시 재유입을 위해 사용되어지는 디젤 모터의 노후화에 따른 기름의 누수가 발생하는 곳이 많았으며, 디젤 오일의 보관에도 야외에 적치되어 있어 이에 대한 관리가 시급하다. 또한 디젤 펌프 가동시 발생되는 매연과 벨트의 분진도 염전의 증발지와 결정지로 확산이 되므로 수중모터 같은 형태의 개선이 필요하다.

4. 염화 이동로에 부직포(보온덮개 또는 휄트) 사용

염전 작업자 및 소금수레 이동로의 부직포 사용에 따른 천일염으로의 이물질 유입이 발생하고 있다. 부직포는 합성섬유, 털옷 등을 비롯한 온갖 종류의 천을 분쇄하여 압착한 것으로 비닐온실의 보온자재 및 건축 교량용 자재로서 널리 이용되고 있으며, 2008년 3월 언론에서 침대의 재활용 매트리스에 사용되어 분진의 발생으로 인한 문제점이 고발되기도 하였다. 따라서 염전에서의 부직포 사용은 이들이 천일염에 혼입되어 이물 발생을 야기 시킬 수 있으므로 목재 이동로 등으로 개선되어야 한다.

5. 철제 못과 철사의 사용에 따른 녹의 유출

염전에서 목재로 이루어진 염수 이동통로 및 염부의 이동통로, 해주창고, 소금창고등에서의 일반 철못의 사용에 따른 부식으로 녹의 유출이 심각하고 이로 인한 소금의 품질과 색상에도 나쁜 영향을 준다. 따라서 이의 대체 방안으로 스테인레스 못이나 다른 재질의 사용을 추천한다.

6. 결정지 바닥재로서 염화비닐수지 (Polyvinylchloride, PVC) 장판재질

염화비닐 수지라 함은 염화비닐을 50% 이상 함유하는 중합체를 말하는데 재질 규격은 납, 카드뮴 100 mg/kg 이하,

그림 2. 염전의 환경 및 생산시설 위해요소

염화비닐 단량체 1.0 mg/kg 이하, 디부틸주석화합물 50 mg/kg 이하, 크레졸인산에스테르 1000 mg/kg 이하가 식품포장 용기용 재질규격이며 용출규격은 중금속 1.0 이하 mg/L (납으로서), 과망간산칼륨소비량 10 mg/L 이하, 증발 잔류물 30 mg/L 이하, 디에틸헥실프탈레이트 1.5 mg/L 이하이어야 한다[6]. 식약청 기준규격에 따르면 "기구 및 용기 · 포장의 제조시에는 디에틸헥실프탈레이트(di-(2-ethylhexyl)-phthalate, DEHP, 일명 DOP)를 사용하여서는 아니된다. 다만, 디에틸헥실프탈레이트가 용출되어 식품에 혼입될 우려가 없는 경우는 제외한다"로 되어 있다.

현재 시판되는 염전용 PVC 장판의 구조는 3겹(상지, 중지, 하지층)으로 이루어져 있는데, 상지층은 순수한 PVC 재질을 사용하나 중지 및 하지층은 재활용한 소재를 사용하는 경우도 있다. 또한 상지층은 수축에 대한 치수 안정제로서 납과 카드뮴이 제조 과정에서 첨가되므로 이들 중금속의 용출에 관한 과학적 검증도 필요하다. 특히 PVC 장판의 경우 가소제로서 디에틸헥실프탈레이트가 중량의 45%까지 첨가되기 때문에 장기간 사용이나 뜨거운 태양열 아래에서 이들이 용출되어 천일염으로 이행되거나 염전의 환경을 오염시킬 가

능성도 있다. 따라서 기존 장판의 유해성에 대한 분석이 필요하고, 그 결과에 따라서 추후 농림수산식품부에서 시설규격에 식품용기포장용 재질에 적합한 규격으로 설정할 필요가 있다.

PVC 장판 대용으로 현재 일부 염전에서 Polypropylene(PP)재질의 장판 사용을 시도하고 있으며 천일염 생산량과 결정 형성에 미치는 연구를 진행 중이다. 연구결과에 따라 DEHP 가소제를 사용하지 않는 PP 재질로의 전환이 필요할 것이다.

7. 결정지 PVC 장판 연결에 사용되는 합성접착제

결정지 PVC 장판의 폭이 120 cm ~ 160 cm 이므로 이들을 넓은 염전에 시공하기 위해서는 PVC 장판사이를 화학 접착제(아크릴 조합물과 용제로 구성)로 연결시켜야 하는데, 이 경우 접착제의 유해 화학적 성분이 유출될 가능성도 존재하므로 이에 대한 개선 방안을 모색해야 한다.

8. 결정지 PVC 장판 보강재로서 합판의 사용

합판 제작에는 여러 가지 화학 약품이 첨가되어 제조되어지기 때문에 염전의 토양에 장기간 묻혀 사용되어지면 유해성분이 토양으로 용출되고, 소금으로 이행될 가능성도 있어 합판에 대한 대체재 개발도 요구되어지고 있다. 따라서 현재 일부 염전에서는 대체재로 PP 재질로 제작된 보강재를 이용하여 천일염의 생산에 미치는 영향을 평가하고 있다.

9. 천일염 수확용 끌개

결정지에서 천일염 채렴 시 사용되는 밀대의 재질이 자전거용 고무타이어로 되어있어, 식품제조 용구로는 적당하지 않으며 또한 장기간 사용 시 고무재질의 파손으로 인한 파편이 천일염으로 유입될 가능성이 존재하므로 다른 재질로의 개선이 필요하다.

10. 해주 및 소금창고의 지붕으로 사용되는 슬레이트

과거 사용되었던 슬레이트는 발암 물질로 알려진 석면의 함유율이 8~14%로 알려져 있으며, 60~70년대 농어촌의 지붕개량사업에 주로 많이 사용되었다. 대부분 골판 또는 평판 형태의 제품으로 최초 생산 당시에는 연한 회색을 띄나 장기간 사용된 경우 짙은 회색으로 변색되면서 쉽게 부스러져 분진이 비산될 우려가 있고 천일염 생산 및 보관 시 제품에 슬레이트 분진이 유입될 수가 있어 다른 재질로 교체가 필요하다. 일부 염전에서는 강철판이 사용되고 있으나 염분에 의해 녹이 발생하고 있다. 최근에는 폴리카보네이트 재질의 지붕을 시공하는 염전이 있으며 이 같은 재질의 사용에 따른 저장 염수의 염도 변화, 생산량에 미치는 영향이 없다면 친환경소재로의 전환을 검토해야 한다.

11. 채렴 후 운반시설에 의한 오염

채렴 후 천일염을 소금창고로 이송하는데 식품에 적합하지 않는 운반도구와, 소금창고내의 컨베이어를 사용하여 천일염 적재할 때 컨베이어에서의 부식으로 인한 이물 오염이 발생할 가능성이 있다. 일부 컨베이어 이송장치 같은 자동화 시설의 공업용 Grease 사용과 페인트 등의 도료를 착색하는데 이는 적절하지 못하다. 도색으로 인한 페인트가 떨어져 나올 우려도 존재한다. 운반 수레의 경우 자재가 주로 FiberReinforcedPlastic(FRP, 섬유강화플라스틱)이거나 플라스틱 재질이며 일부는 철제로 제작된 것도 있어 녹과 부식이 발생한다. 현행 식품위생법시행규칙 제20조 업종별 시설기준에 의하면, 식품취급시설 중 식품과 직접 접촉하는 부분(식품 저장용 설비 등)은 내수성인 FRP재질을 사용할 수 있도록 규정되어 있으나, 현재 FRP의 주 재질인 "경화폴리에스터수지"에 대한 기준 · 규격이 마련되어 있지 않아 이들의 안전관리를 위한 제조공정, 원료물질에 대한 독성, 원료물질에서 용출될 수 있는납, 카드뮴 등의 식품유사용매별 이행량조사를 통한 규격기준 마련이 필요하다.

12. 이물의 유입과 소금 창고의 구조

천일염에 자주 발견되는 이물로는 가장 일반적인 것이 생산현장에서 유입이 되는 날개미가 대표적이다. 소금창고에 보관 중에는 각종 벌레를 비롯하여 쥐, 박쥐 등의 똥과 분비물이 있을 수 있다. 개미와 쥐는 소금을 좋아하는 것으로 알

려져 있어 소금 저장창고에서는 이들의 출입이 항상 문제가 되고 있다. 일반적으로 목재로 된 소금창고는 통풍을 위해 틈이 많이 있는 관계로 쥐나 박쥐의 출입이 자유로운 구조로 되어있어 이들을 제한할 수 있는 소금 저장창고의 구조개선이 필요하다. 소금 창고의 지붕 재질은 슬레이트와 철재강판을 사용하고 있고, 철제 못으로 사용하여 마감처리를 하고 있어 녹 부스러기가 제품에 유입될 수 있다. 창고 바닥은 장판이나 나무판재를 시공하고 있는데 이중으로 목재를 사용하지 않아 간수의 배수가 적절히 이루어지지 않는 구조로 되어있을 경우 간수가 고여 품질을 저하시킬 수 있다.

13. 천일염 포장 재질 및 잉크의 유출

포장재도 내피가 코팅이 되어 있지 않는 경우 바깥쪽 표면의 잉크가 소금에 스며들 수가 있으므로 최소한 내피코팅이 된 포장재를 사용해야한다.

IV. 맺는말

천일염은 오랜 기간 동안 광물로 분류되어 생산되다가 최근에서야 식염화가 되었기에 위생적인 측면과 식품으로서의 생산기반 시설은 아주 미흡한 실정이다. 천일염의 생산환경, 제조 공정시설의 오염원으로부터 나타나는 여러 가지 위해요소에 대한 과학적 검증은 쉽게 수행되기 어려울 수도 있고, 연구에 많은 시간이 필요 할지도 모른다. 그렇다고 식품으로서의 천일염 제조 공정에서의 위해성 논란이 있고 안전성에 우려가 있는 소재를 과학적 검증이 완전히 이루어질 때까지 마냥 기다릴 수도 없는 현실이다. 위해성이 우려가 되는 부분은 과감한 투자로 위해요인의 제거나 설비교체를 위한 노력이 필요하다. 빠른 시간내에 천일염이 식품으로서 위치를 공고히 다지고 명품화하기 위해서는 중앙정부와 지자체의 아낌없는 지원과 생산자의 위생에 대한 끊임없는 노력이 뒤따라야 프랑스의 게랑드소금에 버금가는 국산 명품 천일염이 탄생할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구내용은 2007-2008년도 지식경제부의 지방기술혁신사업에 의하여 이루어진 결과이며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 식품의약품안전청: 식품의 기준 및 규격 개정고시 제2008-6호 (2008).
2. 신안군: 신안군 농촌활력증진계획 천사섬 천일염 세계명품화전략사업 자료 (2008).
3. Ha, J.O. and Park, K.Y.: Comparison of mineral contents and external structure of various salts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 413-418 (1998).
4. Park, J.W., Kim, S.J., Kim, S.H., Kim, B.H., Kang, S.K., Nam, S.H. and Jung, S.T.: Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 1442-1445 (2000).
5. 식품의약품안전청: 식품공전. 식품별 기준 및 규격 (2009).
6. 식품의약품안전청: 식품공전. 기구 및 용기 포장의 기준규격 (2008).