

산·학·연 논문

소금의 종류와 소금의 건강기능성

박건영^{1*} · 양미희^{2*} · 홍근혜³ · 이소영³ · 이현승⁴ · 이운재⁴ · 박범용⁵¹차의과학대학교 통합의학대학원, ²숙명여자대학교 약학대학
³차의과학대학교 식품생명공학과, ⁴굳빙센터, ⁵자연드림 유기농 치유연구재단

Salt Kinds and Their Health Benefits

Kun-Young Park^{1*}, Mihi Yang^{2*}, Geun-Hye Hong³, So-Young Lee³,
Hyunseung Lee⁴, Hyunseung Lee⁴, and Bumyong Park⁵¹School of Integrated Medicine, CHA University, Gyeonggi 13488, Korea²College of Pharmacy, Sookmyung Women's University, Seoul 04310, Korea³Department of Food Science and Biotechnology, CHA University, Gyeonggi 13488, Korea⁴Goodbeing Co., Ltd., Seoul 04310, Korea⁵Food Cure & Research Foundation, Chungbuk 28019, Korea

ABSTRACT This paper introduces dietary salt kinds consumed in Korea and the researched health functionalities associated with them. Salt varieties include solar sea salt, refined salt, baking and melting salt (ex. bamboo salt), purified salt, processed salt, deep-sea salt, and other types. The characteristics, manufacturing methods, and mineral content of these salts are outlined. While salt is essential for health, excessive intake can lead to various diseases such as cardiovascular diseases, hypertension, cancer, obesity, etc. WHO recommends a daily intake of 5 g of salt. However, researchers on salt and health suggest a range of 7.5~15 g/d (equivalent to 3~6 g of sodium), resembling a bell curve. Moreover, this paper emphasizes the importance of the type of salt consumed. Mineral-rich sea salt, particularly unrefined salt like solar sea salt and bamboo salt produced by baking sea salt in a clay pot, is highlighted for their functionalities. We also introduce the health benefits of using such salts in the production of fermented foods, particularly in the case of kimchi. The presence of salt in Korean fermented foods, known as the “Korean Paradox”, has been discussed, revealing the suppression of salt-related health risks through various probiotics, fermented metabolites and others. In Korea, solar sea salt and bamboo salt exhibited health benefits, especially their anticancer and antiobesity properties demonstrated in *in vitro* and *in vivo* studies. Deep-sea salt, sourced from the depths of the ocean, is considered safe and rich in minerals similar to solar sea salt. Although research on deep-sea salt itself and its utilization in fermented foods are still limited, the paper introduces its potential and prospects.

Key words: salt, functionality, solar sea salt, bamboo salt, deep-sea salt, Korean paradox

서론

소금은 NaCl(염화나트륨)로 체내에서 Na⁺와 Cl⁻로 쉽게 이온화하며 이들은 주로 세포외액에 존재한다. 이온화된 Na⁺는 신경의 신호를 전달하고 근육 수축, 영양소의 이동에 관여하며 인체에서 특히 삼투질의 농도 조절 등에 중요한 역할을 한다. Na는 K와 함께 체내에

서 균형을 유지하고 K가 많고 Na가 너무 부족하면 생명이 위험할 수 있다.

소금(小金)은 예로부터 작은 금이라 할 정도로 금과 같이 귀중하고 인체의 생명 유지와 음식의 맛 및 발효, 식품의 보존 등에 사용되어 우리 실생활에 꼭 필요한 물질이다(1,2). 또한 소금은 식품에서 짠맛을 내는 기본적인 특성 외에도 유익한 probiotics를 잘 성장하게 하여 식품 발효에 참여하고 부패균을 사멸하고 유해균의 성장을 억제하여 부패도 방지하는 역할을 한다. 그러나 이러한 역할은 소금의 종류에 따라 그 기능성,

*Corresponding author.

E-mail: kypark9004@gmail.com, myang@sookmyung.ac.kr

맛, 역할 등에 차이가 있다. 예로 미네랄이 함유된 소금과 정제소금은 소금 자체의 기능성도 다르고 특히 발효식품의 제조 시 발효의 양상, 맛, 저장성 및 건강기능성에 차이가 있다.

그런데 현대과학에서는 소금의 과다 섭취가 혈압을 높여서 심혈관계 질환, 뇌졸중, 신장 질환 등을 증가시키고 위암 발생, 염증 유발 등 건강에 좋지 않다는 근거로 소금의 유해성을 말하고 있다(4-6). 세계보건기구(WHO)에서는 1일 나트륨 섭취량을 2 g(소금으로는 5 g)으로 권장하고 있다. Na 섭취가 증가하면 세포외액의 부피가 늘어나 혈압이 상승한다. 일본의 남성과 여성을 대상으로 한 실험에서 Na 섭취 증가는 중풍 및 여러 혈관 질환과 연관이 있고, 이때 K는 반대 역할을 하여 K, Ca, Mg 등의 섭취량과 혈압과의 관계는 역비례한다고 한다. 정상혈압이나 고혈압, 소금에 민감한 사람(salt sensitive)에게 K, Ca를 증가시키면 고염 섭취 중에도 혈압 상승이 억제된다(2-6). 그래서 소금 내의 미네랄 함유가 중요하다. Na는 위의 점막 손상 및 *H. pylori*의 정착을 증가시켜 위암 발생을 높이는 원인이 되므로(6) 발효식품을 많이 먹는 한국인은 WHO 기준으로 소금 섭취를 줄여야 한다고 한다. 그러나 발효식품에서의 소금은 발효 미생물의 발효 패턴과 맛, 기능성에 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 정제염, 미네랄을 함유한 천일염, 천일염 제조방법, 천일염을 구운 것, 세척 탈수, 숙성, 죽염으로 구운 것 등에 따라 건강기능성에 큰 차이가 있으므로 소금은 똑같은 소금으로 유해하고 섭취량도 많이 줄여야만 한다고 말할 수는 없다고 하겠다. 따라서 소금을 이용한 발효식품을 많이 먹는 우리 식생활에 소금의 이용과 종류와 관련하여 적절한 섭취와 양, 발효식품 내에서 역할, 발효식품에서 사용하는 소금과 건강기능성을 소개하고자 한다.

이 논문에서는 소금의 종류 및 특성을 소개하고 적당량의 소금 섭취와 소금 종류에 따른 소금 자체의 기능성과 발효식품 특히 김치를 제조할 때 소금의 종류에 따라 맛과 건강기능성을 비교하며 발효식품에서의 역할, 기능성의 차이, 소금의 유해성 억제, 한국 발효식품과 소금 등 한국의 역설(Korean paradox)에 관해서도 설명하고자 한다.

소금의 종류와 제조법 및 미네랄 함량

소금(식염)의 종류와 정의는 식품 및 식품첨가물공전에 나와 있는 바와 같다(7). 소금은 해수(해양심층수 포

함)나 암염, 호수염 등으로부터 얻은 NaCl이 주성분인 결정체를 재처리, 가공한 것이며 또한 해수를 결정화하거나 정제·결정한 것이다. 소금의 종류로는 천일염, 재제소금, 태움·용융소금(죽염 등), 정제소금(해양심층수염 포함), 가공소금, 기타소금 등이 있다. 제조방법, 미네랄 함유량 등은 환경, 제조방법 등에 따라 다르며, 이들 중 중요한 소금을 소개한다.

천일염

천일염은 염전에서 해수를 자연 증발시켜 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체로 이를 분쇄, 세척, 탈수 또는 건조한 염을 말한다. 주로 서해안 염전에서 해수를 태양과 바람으로 자연 건조, 증발시켜 얻은 NaCl이 주성분인 결정체로, NaCl 함량이 낮고 천연 미네랄이 많다. 제조방법은 해수를 갯벌 수로로 통과하여 저수지로 이동시켜 정치하고 제1증발지(1주일 정도 증발, 염도 6~8), 제2증발지(1주일 정도 4단계 증발, 염도 14~18)에서 증발시킨다. 농축된 해수를 함수창고(해주)에 모아두었다가 결정지(염도 23~25)로 옮겨 소금을 결정화하고 소금 창고에 보관하여 간수를 제거하고 포장한다. 천일염에는 갯벌(토판염), 또는 장판염 등이 있다. 구간수 또는 신간수를 사용하기도 하고 간수를 3년간 자연 탈수 또는 세척 탈수 건조 방법 등으로 하여 제조된다. 제조 중에 지적되어 오던 미세플라스틱 및 이물질 오염 방지 등 여러 가지가 위생적 측면에서 개선되고 있다(8). 주로 김치, 젓갈, 장류 제조 등에 사용한다.

재제소금(재제조소금)

재제소금은 흔히 꽃소금이라고 하며 원료 소금(천일염, 정제염, 암염 등)을 정제수, 해수, 해수 농축액으로 용해, 여과, 침전, 재결정, 탈수 과정을 거쳐 재제한 것으로 천일염에 비해 무기질 함량은 적지만 불순물이 많이 제거되었다고 볼 수 있다. 일반적으로 외국산 천일염이나 정제염으로 만들어 거의 미네랄이 없다.

태움·용융소금(죽염)

태움·용융소금은 구운 소금, 죽염(800°C 이상) 등으로 원료 소금을 태움, 용융 등의 방법으로 그 원형을 변형한 소금이다(원료 소금을 세척, 분쇄, 압축의 방법으로 가공한 것은 제외한다). 죽염은 선조들이 만들어 낸 기능성이 우수한 소금이다. 천일염을 생대나무 통(3~5년생)에 잘 다져 넣고 황토 지장수를 뿌린 다음 스테인리스 스틸 또는 황토가마에서 약 850°C의 온도로 6~8시간 굽는다. 이렇게 생성된 소금 기둥을 뺄으면 1

회 죽염이 되며 이것을 다시 대나무 통에 넣고 굽기를 3~4시간, 8회 반복한다. 9회 때의 죽염은 소나무 장작 불에 송진 가루를 더하고 열을 가해 1,500°C 이상으로 하여 용융한다. 자색의 죽염이 만들어지고 열이 식은 죽염을 파쇄 및 제분하여 포장한다.

정제염

정제염은 해수를 농축 정제한 농축 함수(원료 소금)를 용해한 물을 증발 설비에 넣어 제조하는데 이온교환수지 장치로 해수에서 NaCl을 분리한다. 우리나라의 대표적인 정제염인 한주소금은 동해안 해수 약 8 km의 해수관으로 공장에 유입하고 1, 2차 여과 시설에서 탁질 제거 후 이온교환막식 filter로 이물질, 중금속 등 불순물을 제거한다. 해수 농축 공정에서 순도 16% 이상 고농도의 함수를 생산하고 함수를 4중 효용 진공 증발관에 유입한다. 증기로 수분을 증발시키고 원심분리하여 건조하고 제품화한다. 정제염은 NaCl의 농도가 가장 높으며 과자류 등의 가공식품에 쓰인다.

가공소금

가공소금은 영양성분이나 맛을 증진시키려고 유형이 상이한 식염을 혼합하거나 천일염, 재제염, 태움·용융염, 정제염, 기타염 등 기타소금을 50% 이상 사용하여 식품, 식품첨가물을 가해 가공한 소금으로 분말, 결정형 등으로 미원 맛소금 등이 있다.

기타소금

기타소금은 암염, 호수염 등 해수 외의 자연물에서 얻은 염화나트륨이 주성분인 결정체를 식용에 적합하도록 처리하거나, 유형이 상이한 식염을 서로 혼합하거나 또는 천일염, 재제소금, 태움·용융소금, 정제소금에서 정한 제조방법 이외의 방법을 사용하여 분말, 결정형 등으로 제조한 식염으로서 다른 식품이나 식품첨가물(고결방지제 제외)을 가하지 않은 것을 말한다.

해양심층수염

해양심층수염은 현재는 식품 및 식품첨가물공전에 의하면 정제염으로 분류되고 있다. 그러나 해양심층수염은 해양심층수(면 바다의 해수면에서 200 m 또는 650 m 이하)를 원료수로 하여 역삼투압 방식으로 농축 및 건조 공정을 거쳐 식염을 생산하는 방식으로 제조한다. 수분을 제외한 해양심층수의 미네랄 성분을 유지하며 천일염(해수의 표층수)에 비하여 위생 면에서 원료, 제조, 가공 공정에서 관리가 가능한 장점이 있다.

해양심층수는 통상 수심 200 m보다 깊은 심해의 해수로, 표층해수와는 달리 햇빛이 닿지 않아 플랑크톤 및 생명체가 증식하지 못하기 때문에 영양염류의 농도가 높고 수온에 따른 밀도 차이로 표층해수와 혼합되지 않아 표층해수에 존재 가능한 오염물질이 없기 때문에 표층해수와 비교하였을 때 저온안정성, 청정성, 부영양성, 미네랄 밸런스 특징 및 안정성 등을 잘 유지할 수 있다(9).

해양심층수염은 미네랄 함량이 높은데 그 제조방법은 증발법, 역삼투막법, 분무건조방식 등을 사용하며 제조사마다 다양한 기술을 이용한다. 실제로 정제염의 주 생산방식인 이온교환막 전기 투석 방법과는 다르다. 해양심층수 또는 해양심층수 처리수(농축수, 함수, 미네랄 농축수)를 증발 설비 등에 넣어 제조한다. 예로, 해양심층수(200 m) 유입 후 역삼투법(Reverse osmosis filter, RO)을 사용하여 탈염수를 하고(이때 먹는 해양심층수를 생산함)(10), 농축 및 불순물을 제거한 후 심층수 소금 결정을 추출 및 건조한다. 정제염과 비교해서 영양 면에서 우수하고 천일염의 위생 면이 보완되는 소금이라고 할 수 있다.

그러나 해양심층수염은 현행 식품 및 식품첨가물공전에 의하면 정제소금에 통합 분류되어, 많은 미네랄을 포함하고 위생적인 제조방법을 거친 우수한 해양심층수염의 사용이 제한되고 있다. 특히 어린이 급식으로 천일염을 공동구매 하는 일선의 관행을 고려할 때, 위생적이고 영양분을 많이 포함하는 우수한 해양심층수염에 대한 어린이 급식소의 활용이 정제염과 동일시되어 원천적으로 차단된 부분에 대해 제도 개선이 필요하다. 실제로 해양심층수염은 일반 정제염과 기준, 규격, 제조방법이 다르고 영양성분, 특히 미네랄 성분에 차이가 있다. 규격의 경우, 일반 정제염은 나트륨 95% 이상, 수분 4.0 이하로 되어있으나 해양심층수염은 나트륨 70% 이상, 수분 10.0 이하로 차이가 있다. 그리고 해양심층수염은 해양심층수법(해양심층수의 개발 및 관리에 관한 법률)에 의해 원료수가 법으로 규정되어 있는 해양심층수를 사용하고 있는 차이가 있다.

영양, 위생 두 가지 면에서 우수하나 아직 연구가 부족한 해양심층수염 및 그 소금을 사용한 장류 등 발효 식품 제조에 사용하여 여러 유해물질에 취약한 어린이 또는 노인을 위한 급식에 활용하여 소비를 확대할 필요가 있다고 생각한다.

주요 소금의 미네랄 조성은 Table 1과 같다. 우리가 주로 사용하고 있는 세 가지 소금의 미네랄의 상대적인 함량을 ICP-OES를 이용하여 측정하였다(11). 죽염은

Table 1. Comparison of mineral contents in different kinds of salts by ICP-OES (11) (w/w (%))

	Salt		
	Purified	Solar	Bamboo (9X)
Na	38.6600	32.3000	38.9200
Ca	0.0332	0.1079	0.2176
Mg	0.0004	0.9986	0.6969
Fe	ND	ND	0.0165
Mn	ND	0.0006	0.0025
P	0.0002	0.0002	0.0791
S	0.0153	0.5232	0.5419
K	0.1317	0.3933	0.8470

ND: Not detected.

높은 양의 Ca, Fe, Mn, P, S, K를 함유하였고 K의 함량은 0.8470%로 정제염(0.1317%)과 천일염(0.3933%)보다 많이 함유하였다. Mg 함량은 천일염에서 가장 높았고 S 함량은 천일염과 죽염이 비슷하였다. 정제염의 경우는 다른 미네랄 함량이 가장 낮았다. 또한 소금 속에 있는 OH 함량을 FT-IR을 이용하여 비교하였다. Wavelength 3429 cm^{-1} 에서 정제염과 천일염은 0.05와 0.138이었고 죽염은 0.323 absorbance unit을 나타내어 죽염은 OH기를 많이 함유하여 체내의 산화, 노화, 암을 예방하는 효과가 있다고 하겠다. Table 2는 바다의 표층해수와 해양심층수의 미네랄 함량 차이를 보인다. 해양심층수 안에는 K, Mg, B, Fe, Li, Cu, Co, Mo, Ni, V, Br, I 등이 표층해수 바닷물보다 많아서 이들의 우수성에 대해 인체와 발효식품에서의 기능 연구가 아직 많이 필요하다(9). 또한 천일염, 정제염, 해양심층수

Table 2. Amount of elements in the surface seawater and deep sea water (9) (mg/L)

Type of element	Surface seawater	Deep sea water
Na	10,800	7,240
K	392	10,400
Ca	411	39
Mg	1,290	96,100
Sr	8.1	0.17
B	4.45	320
Fe	0.003	0.25
Li	0.17	11.7
Cu	0.0009	0.22
Co	0.0004	0.26
Mo	0.01	0.62
Ni	0.0066	0.11
Cr	0.0002	0.087
Rb	0.12	1.2
Si	2.9	0.5
V	0.002	1.2
F	13	21.8
Br	67.3	5,400
I	0.064	5.5

염 등 바닷물을 사용해 제조하는 소금들에 대한 비교 연구와 건강기능성, 미네랄의 함량 차이와 이에 따른 미생물의 성장 및 발효 등에 대한 연구가 필요하다.

소금의 유해설과 적정섭취량

NaCl은 분자량이 58.44 g/mol이고 Na의 비율이 39.34%(Na: 22.99, Cl: 35.45)이다. Na:Cl= 4:6으로 소금 1 g을 섭취하면 Na는 약 400 mg을 섭취하게 된다. 그래서 Na 1 g은 소금 2.5 g에 해당한다. 일반적으로 Na 섭취가 증가하면 세포외액의 부피가 늘어나 혈압이 상승한다.

Nagata 등(4)은 1992년부터 일본인 약 28,000명을 대상으로 Na 소량 섭취군(4.4 g 이하), 중등 섭취군(5.5 g), 다량 섭취군(6.9 g 이상)으로 나누어 소금 섭취량과 중풍의 연관성을 연구하였다. Na 다량 섭취군이 소량 섭취군에 비해 중풍의 사망률이 남성에서는 2.4배 위험률이 증가했지만, 여성은 위험률이 다소 약하게 나타났다. 그러나 결론은 소금을 많이 섭취하면 중풍으로 인한 사망위험이 증가한다고 하였다. 한국인의 경우 생선의 섭취량이 많을수록 고혈압 발생 위험도가 높아졌다고 발표했다. 이는 생선 구이와 조림 등 소금이나 간장으로 조리하여 섭취할 때 고혈압의 위험도가 높아지는 것으로 보았다. 또한 이 연구에서는 채소 섭취량과 혈압은 양의 상관관계를 가졌는데 채소의 하루 섭취량이 327 g일 때 수축기 혈압에 의한 고혈압은 2.66배, 이완기 혈압은 3.16배 높아졌다. 이는 소금을 함유한 김치나 나물의 섭취로 인한 것으로 생각된다. 외국의 경우 K, 섬유소, 항산화 영양소 등이 많은 샐러드나 생채소로 많이 섭취하기 때문에 오히려 혈압이 낮아진 것으로 보인다(12,13).

D'Elia 등(14)은 소금과 위암관련 7개의 연구논문을 메타분석한 결과, 소량에 비해 다량 섭취가 위암 발생률이 1.7배 높고 염장식품은 1.27배, 가공육류는 1.24배, 염장 생선류는 1.24배 위험도가 증가했으나 된장은 섭취 시에는 위암 발생 증가가 없었다고 하였다. 이와 같은 고염 음식에는 아질산 함량이 높아 위에 들어가서 니트로소아민의 발암물질이 되며 고농도의 소금 섭취는 위 점막에 손상 및 *H. pylori* 감염을 증가시킨다고 보고하였다. 반면, 김치에서는 아질산염 생성이 안 되고(15) 죽염은 *H. pylori*의 감염을 억제한다고 한다(16). 한국인은 김치와 된장 등 장류를 많이 섭취하므로 이를 발효하는 데 사용하는 소금의 역할이 중요하다.

K, Ca, Mg 섭취량과 혈압은 역비례 관계로 나타났

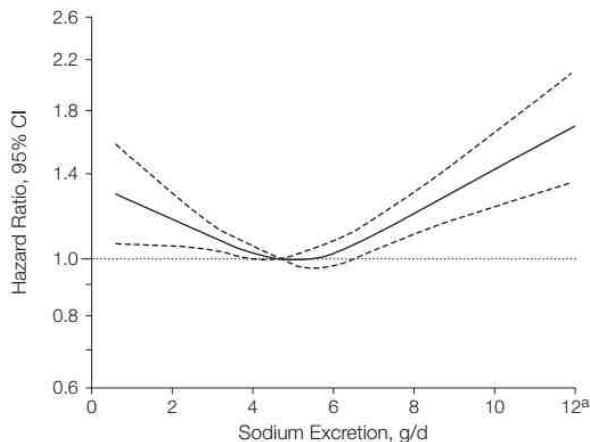


Fig. 1. Estimated 24-hour urinary excretion of sodium and composite of cardiovascular death, stroke, myocardial infarction, and hospitalization for congestive heart failure. Dashed line indicate 95% CI (confidence interval) (17).

다(5,6). 정상혈압이나 고혈압(소금민감인)인 사람에게 K, Ca 섭취를 증가시키면 고염 섭취 중에도 혈압 상승이 억제된다. 그래서 미네랄이 많은 소금은 소금 유해설을 막는 데 중요하며, 소금의 섭취량을 얼마로 할 것인가는 매우 중요한 문제로 대두되고 있다.

O'Donnell 등(17)은 Na 4~6 g/d(NaCl 10~15 g/d) 섭취가 심혈관 사망률과 다른 사망률을 감소시켰다고 하였다. 8년 동안(2001~2008) 심혈관 질환 및 당뇨 환자 28,880명을 대상으로 연구한 결과, 하루 Na가 3 g 이하면 오히려 심혈관 질환의 사망이 높고 7 g 이상에서도 위험도가 증가했다고 보고하였다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 벨 모양의 소금 섭취량이 중요하다는 것이다. 이 그림은 혈관 질환으로 뇌졸중, 심근경색, 울혈성 심부전 등으로 사망할 위험률을 소개한 것이다. 그러나 K의 섭취 증가는 사망률을 감소시켰다. Stolarz-Skrzypek 등(18)은 3,681명을 대상으로 고함량(14.6 g), 중간 함량(9.65 g), 소량(6.2 g)의 소금을 섭취한 8년간의 연구에서 소량 먹은 그룹의 심혈관 질환 사망률이 가장 높았고 다음으로 중간군, 많이 먹은 군이 가장 사망률이 낮았다고 보고하였다. 소금을 적게 섭취해도 질병 발병률을 높여 위험하다고 하였고, 5개 대륙 인구 모집단 101,945명 대상으로 심혈관 질환 사망률과 뇨 중 Na와 K 배설과의 관련성에 대한 전향적 코호트 연구 결과 Na 3 g 이하나 6 g 이상을 섭취하면 심혈관 질환의 사망률과 위험도가 증가한다고 하였다. Na 2 g(NaCl 5 g/d) 이하 섭취자는 당뇨가 높으면 혈압지수를 조정해도 위험이 감소하지 않아 혈압과의 위험인자가 될 수 있다고 하였다. 저염식을 할 경우는 달고 기름

진 음식을 선호해 다른 위험 요인을 높일 수 있다(19).

McCarron(20)은 45개국에서 지난 50년 동안 소금 연구 분석으로 소금 섭취가 6.5~12 g(평균 9.4 g)으로 나타났다. 이것이 소금 섭취의 정상 범위이며 소금 섭취는 생리적 요구에 의해 정해진다고 주장했다. 이는 발효식품, 소금의 종류에 따라 또 인종적, 지역적, 식문화 차이, 식물성 식품을 주식으로 하는 나라에서는 다른 권장량이 필요하다고 하겠다.

한국인의 NaCl 섭취량은 2010년 약 12 g에서 2020년 약 8 g 정도(Na 3.189 g)로 감소하여 낮은 수준이라 생각되며, 정부에서도 WHO의 NaCl 5 g/d를 추진하는 것은 우리 실정에 맞게 재고되어야 한다(21). 한국인의 소금 섭취는 김치>장류>소금>라면 순이고 발효식품을 이용한 국, 찌개류(국물류)로 발효식품이 많다. 한편 O'Donnell 등(19)은 다시 한번 NEJM에 Na 3 g/d 이하와 6 g/d 이상(NaCl 7.5 g 이하와 15 g 이상) 섭취 시 사망률과 혈관 질환율이 더 증가하여 이 양이 적정하다고 하였다(Fig. 1). K

한국인은 천일염 등 미네랄 소금의 섭취가 많고 주로 천일염으로 제조되는 김치와 장류 등 발효식품을 많이 섭취하기에 한국인을 위한 추천 섭취량은 위에서 소개한 Na 3~6 g/d(2,21)이 적당하지 않을까 생각한다. 그러나 이에 대한 국가적인 차원에서의 우리 식생활 환경에 맞춰 추천할 수 있도록 더 깊은 연구가 필요하다고 하겠다.

코리언 파라독스(Korean paradox)

French paradox라는 말이 있다. 프랑스 사람들은 술(wine)을 많이 섭취하는데도 심장병에 잘 걸리지 않는다. 이는 적포도주에 레스베라트롤이나 안토시아닌이 많아 술의 해로운 효과를 억제해 준다는 역설이다. 한국인도 소금이 많은 김치, 된장, 간장 등을 먹지만 발효식품 내의 미생물들과 발효산물 등이 이들로부터 유래하는 소금의 유해한 효과를 막아준다는 것이다. 또한 발효식품은 K, Ca 등이 많은 천일염으로 제조되고 이들의 원료인 채소, 콩 등은 K가 많다. 이를 salt paradox(22)라고도 하는데 연구 결과에 의하면, 순수한 소금(table salt)과 발효식품 중 소금의 체내 대사는 많은 차이점이 있다는 것이다. 실험동물(흰쥐)에 소금(table salt)과 동일한 염도의 장류(간장, 된장 및 고추장)를 섭취시켰을 때 그 혈압 변화는 다른 양상을 나타낸다. 순수한 소금물(8%)을 섭취한 흰쥐의 혈압은 증류수를 섭취시킨 대조군보다 크게 혈압이 높아졌다. 그러나 동일한 소금 농도의 장류를 섭취시킨 흰쥐의 혈압은 상승하

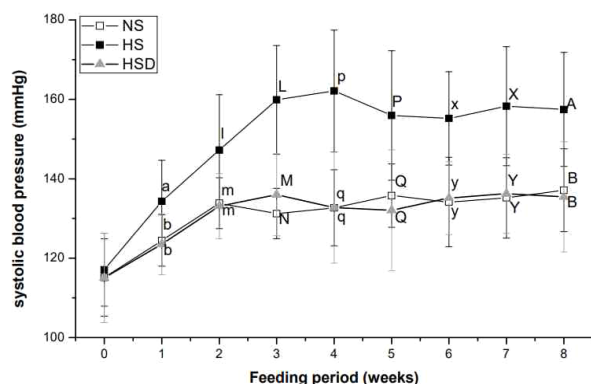


Fig. 2. Changes in systolic blood pressure in Sprague-Dawley rats fed with high-salt diet. Results are presented as the mean \pm SD. Means with different letters are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test. Six rats were assigned to each group. NS, normal-salt group; HS, high-salt group; HSD, high-salt with doenjang group (22).

지 않고 증류수를 먹인 대조군과 같은 수준을 보였다 (Fig. 2). 소금(table salt)으로 섭취되는 것과 동일 소금 농도의 장류로 섭취되는 것은 생체 내에서의 대사가 전혀 다르다는 것을 보여준다. 장류의 섭취는 동일한 염도의 체내 혈압 조절 기전 중 하나인 renin-angiotensin-aldosterone의 농도와 관련 유전자 발현을 감소시켰으며, 나트륨의 체외 배설을 증가시켰다. 또한 장류는 순수 소금과는 다르게 식재료와 발효과정 중에 생성되는 생리활성물질과 다른 무기질도 함유하고 있어 정상혈압을 유지하는 것으로 추측된다(23,24). 김치의 경우도 고혈압 발병과 김치는 연관이 없다는 역학조사 결과가 있다(25).

소금의 기능성

천일염

소금의 종류를 이용하여 암과 비만과 관련된 연구 중 기능성이 우수했던 천일염과 죽염을 소개한다. 우리나라 천일염은 제조와 염전 및 가공방법에 따라 건강기능성이 높아졌다(26-31). Cho 등(26)은 미네랄이 많은 천일염은 산화적 스트레스를 억제하는 등 건강기능성을 나타낸다고 하였다.

전남 신안군에는 염전이 많다. T 염전과 S 염전에서 제조된 천일염은 그 자체가 항암, 항비만 효과가 있었다(27,28). 천일염으로는 프랑스의 게랑드 소금이 가장 유명하데 가격이 한국산 천일염보다 훨씬 비쌌으나 T, S 염전의 소금이 항암, 항비만 효과가 더 좋았다. Table 3에서 보면 마우스의 초기 체중은 23.8~24.1 g이었는데 16주 동안 고지방식이(HFD) 지방으로 45% 칼로리를 공급하고 소금 0.47%(60 kg 사람에서 5 g의 소금/d)를 각각 섭취시켰을 때 체중 증가는 정상군은 5.6 g이었는데 대조군은 7.9 g이 증가했다. 그런데 T 염전과 S 염전의 천일염은 3.8 g과 4.1 g으로 체중의 증가량이 낮았다. 그러나 게랑드 소금은 7.5 g으로 비만 억제 효과가 없었다.

게랑드 소금과 정제염, 우리나라 천일염의 미네랄 함량을 비교하였을 때, 국내 T 염전과 S 염전의 Na 함량은 30.30 ± 0.59 , 34.61 ± 0.72 로 게랑드 소금(37.87 ± 0.39)에 비해 낮았으며, K 함량 역시 T 염전과 S 염전의 천일염에서 각각 1.62 ± 0.02 , 1.94 ± 0.01 로 프랑스 게랑드 소금(0.30 ± 0.00)에 비해 높은 함량은 나타냈

Table 3. Changes in body weight, food efficiency ratio, and EAT weight after treatment with solar salts (27)

Experimental group ¹⁾	Body weight			Weight gain (treat. period; g/56 days)	Food efficiency ratio (FER) ²⁾ (%)	EAT weight (g)
	Initial (g)	Week 8 (g)	Week 16 (g)			
Normal	23.8 \pm 0.6 ^{NS}	29.1 \pm 2.2 ^b	34.6 \pm 1.8 ^b	5.6 \pm 1.0 ^c	3.1 \pm 0.8 ^f	1.48 \pm 0.05 ^d
Control	23.8 \pm 0.7	40.9 \pm 2.0 ^a	48.7 \pm 1.7 ^a	7.9 \pm 0.9 ^a	6.3 \pm 0.4 ^a	1.78 \pm 0.02 ^a
HFD+PS	23.8 \pm 0.8	42.3 \pm 2.9 ^a	48.3 \pm 3.4 ^a	6.1 \pm 1.3 ^c	5.6 \pm 0.6 ^{bc}	1.76 \pm 0.03 ^{ab}
HFD+SS-G	24.0 \pm 0.5	41.7 \pm 4.2 ^a	49.3 \pm 4.2 ^a	7.5 \pm 1.3 ^{ab}	6.2 \pm 0.8 ^{ab}	1.69 \pm 0.04 ^b
HFD+SS-Y	23.9 \pm 0.6	42.8 \pm 1.6 ^a	49.1 \pm 2.1 ^a	6.3 \pm 0.9 ^{bc}	5.2 \pm 0.3 ^{cd}	1.67 \pm 0.02 ^{ab}
HFD+SS-T	24.1 \pm 0.6	42.5 \pm 2.5 ^a	46.3 \pm 2.7 ^a	3.8 \pm 0.4 ^d	4.4 \pm 0.6 ^e	1.61 \pm 0.04 ^{bc}
HFD+SS-S	24.0 \pm 0.9	42.1 \pm 1.8 ^a	46.2 \pm 1.3 ^a	4.1 \pm 0.7 ^d	4.8 \pm 0.3 ^{de}	1.53 \pm 0.05 ^{cd}

Values are presented as mean \pm SD (n=10).

Means with the different letters (a-f) in each column are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

^{NS}Not significant.

¹⁾Normal, chow diet; Control, high-fat diet (HFD; 45% calories from fat); HFD+PS, HFD supplemented with 0.47% of purified salt; HFD+SS-G, HFD supplemented with 0.47% of solar salt from G Co.; HFD+SS-Y, HFD supplemented with 0.47% of solar salt from Y Co.; HFD+SS-T, HFD supplemented with 0.47% of solar salt from T Co.; HFD+SS-S, HFD supplemented with 0.47% of solar salt from S Co..

²⁾Food efficiency ratio = $100 \times \{(\text{weight of week 16}) - (\text{weight of week 1})\} \div (\text{total amount of feed consumed})$.

Table 4. Mineral proportions of salt samples determined by ICP-OES (27)

(%)

	Samples ¹⁾				
	PS	SS-G	SS-Y	SS-T	SS-S
Na	38.90±0.56 ^b	37.87±0.39 ^c	57.97±1.21 ^a	30.30±0.59 ^e	34.61±0.72 ^d
Mg	0.02±0.00 ^e	0.23±0.00 ^d	1.57±0.02 ^a	1.32±0.00 ^b	1.25±0.01 ^c
K	1.01±0.02 ^d	0.30±0.00 ^e	1.98±0.03 ^a	1.62±0.02 ^c	1.94±0.01 ^b
Ca	0.02±0.00 ^e	0.16±0.00 ^b	0.07±0.00 ^b	0.24±0.00 ^a	0.11±0.00 ^c
S	0.01±0.00 ^e	0.25±0.00 ^d	1.01±0.01 ^d	1.03±0.00 ^a	0.73±0.00 ^c
Zn	0.00±0.00 ^{NS}	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Pb	0.00±0.00 ^{NS}	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Cd	0.00±0.00 ^{NS}	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
As	0.00±0.00 ^{NS}	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Na/K	38.45	124.56	29.21	18.69	17.81

Values are presented as mean±SD (n=3).

Means with the different letters (a-e) in each row are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.^{NS}Not significant.¹⁾PS, purified salt; SS-G, Guerande solar salt; SS-Y, solar salt from Y Co.; SS-T, solar salt from T Co.; SS-S, solar salt from S Co..

다(Table 4). 정제염(PS), 게랑드 천일염(SS-G), Y 염전 천일염(SS-Y), T 염전 천일염(SS-T), S 염전 천일염(SS-S)의 미네랄 조성을 보면 Na/K 비율이 낮은 SS-T와 SS-S가 항비만 효과를 나타내었다. PS는 38.45, SS-G는 124.56, SS-Y는 29.21로 Na/K의 비율이 높았다. 그래서 소금을 어떻게 만드느냐에 따라 미네랄의 조성이 달라지고 이로 인해 건강기능성도 영향을 받는 것으로 보인다. 국내 천일염과 게랑드 소금의 항비만 효과를 비교하였을 때, 국내 천일염의 항비만 효과가 훨씬 우수하게 나타났다(27). 또한 국내 천일염의 경우, 정제염, 게랑드 소금과 *in vivo*에서 대장암 억제 효과를 비교하였을 때, 종양 수가 유의적으로 낮게 나타났다(28). 따라서 국내 천일염의 경우 프랑스 게랑드 천일염, 정제염보다도 항비만, 대장암 억제 효과가 더 크게 나타나는 것으로 확인했다.

신안군 S 염전의 천일염들은 항암효과도 높았고 NK 세포의 활성화도 높였고(29) 항비만 효과도 있었는데, Cube natural salt(CNS)는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 생쥐를 17주 동안 고지방 식이를 처리했을 때 체중을 많이 감소시켜 항비만 효과가 크게 나타났다($P<0.05$) (30). 지방조직에서도 무게가 감소하였으며 지방세포의 크기도 현저히 감소하였다. mRNA와 Western blot을 이용한 단백질 발현에서도 C/EBP α 와 FAS가 유의적으로 감소하였다. CNS는 HFD(고지방식이, 대조군)와 HFD+NaCl(정제염)과 HFD+GS(일반적으로 제조된 천일염)보다 간 조직에서 지방 droplet가 크게 줄었고(A) 간의 무게도 많이 감소하였다. Adipo/lipogenesis에 관련된 전사인자(B), 중성지방 합성 관련 유전자(C)와

중성지방과 콜레스테롤 저장 조절 관련 유전자들(D)과 지방 산화(E) 및 지방 분해(F) 관련 유전자들도 조절하였다. CNS는 S 염전에서 신간수로 제조되었는데 Mg와 S의 함량이 보통 천일염보다 낮았고 모양은 Cube 형태이었다.

제조방법에 따라 천일염의 기능성이 다르게 나타나는 것을 확인하였는데, Park 등(30)은 다른 천일염을 섭취한 마우스보다 CNS를 섭취한 마우스의 체중이 더 감소한 것을 확인했다. CNS를 섭취한 마우스의 부고환 지방조직에서 다른 천일염에 비해 지방 축적이 감소하였으며, 간 조직에서는 비만 관련 인자와 효소 유전자의 발현을 감소시켰다. 또한 서로 다른 방법으로 제조한 천일염(GS, FS)은 각기 다른 미네랄 조성을 가지고 있으며, 이로 인해 소금의 결정도 다른 모양을 나타냈다. 천일염의 제조 방식(GS, FS, NS)에 따라 Mg 함량이 다르게 나타났으며 이들을 섭취한 마우스에서 대장암 억제 효과가 나타났다(30). 따라서 천일염의 제조방법을 달리할 경우 천일염의 미네랄 함량, 결정화 등에 영향을 끼치며, 새물(한 번도 소금으로 결정화하지 않은 포화함수)로 천일염을 제조할 경우 항비만 효과가 있는 CNS인 NS를 제조할 수 있다. 마지막으로 세척·탈수 천일염(washed-dehydrated solar salt, WDS)의 Mg (9.3 g/kg) 및 S(4.7 g/kg)의 함량은 시판 천일염, 여과 천일염(FS), 탈수 천일염에 비해 낮게 나타났다(31). WDS는 천일염을 3년 숙성한 것과 비슷하게 간수가 제거되었는데 이 천일염으로 김치를 담으면 맛도 우수하고 생쥐를 이용한 실험에서 항암, 항비만 기능성도 증진되는 것으로 나타났다(32). WDS로 제조한 김치는 pH, 산도 및 관능평가에서 가장 우수한 발효 특성과 품질을 나타냈으며 HT-29 인체 대장암 세포에서 가장

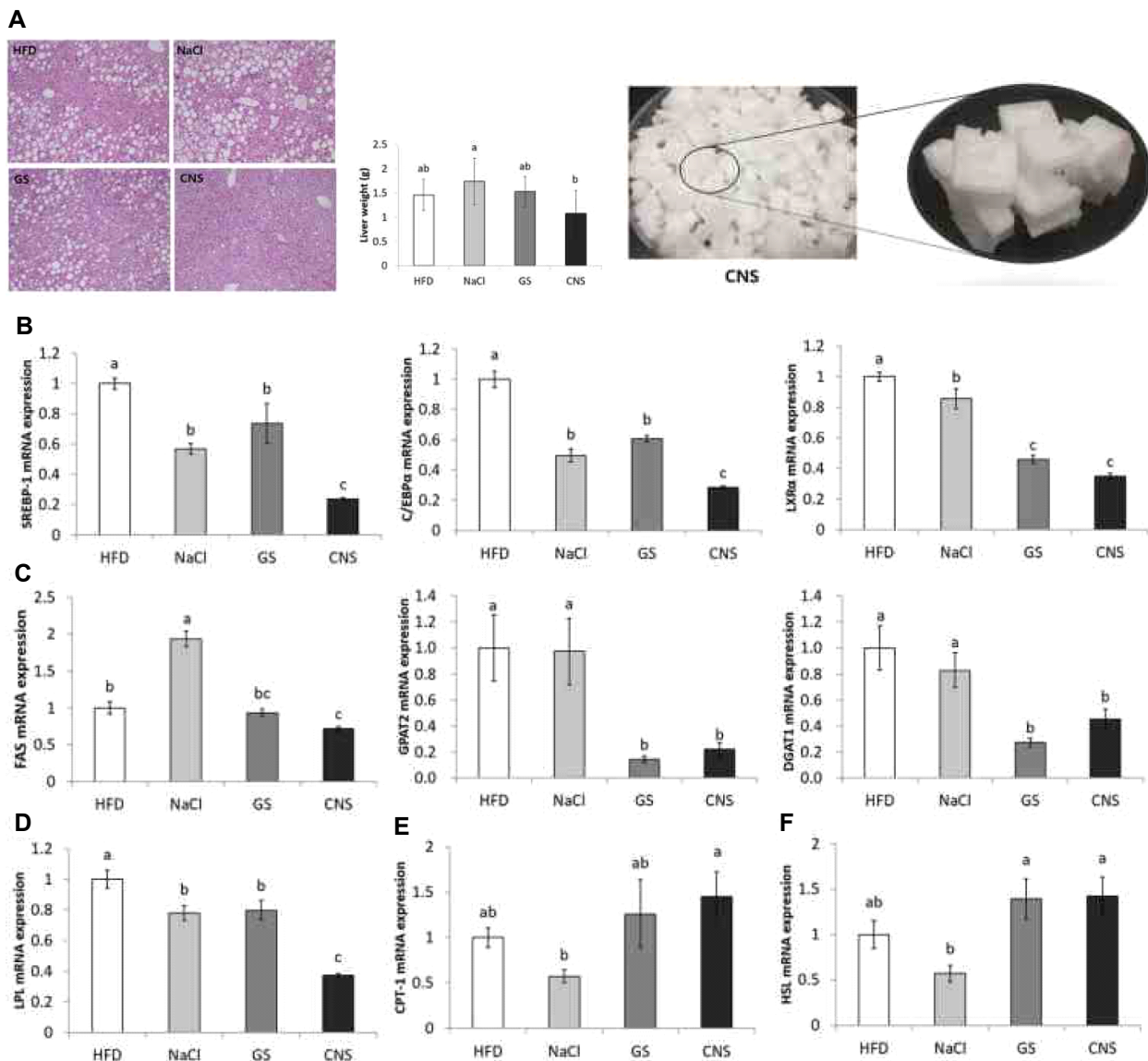


Fig. 3. CNS intake reduces lipid droplet and regulates obesity related gene expression in liver tissue. (A) Histological observation of hematoxylin and eosin stained liver tissue, and corresponding liver tissue weight. (B-F) mRNA expressions of: (B) adipo/lipogenesis related transcription factor genes, (C) triglyceride storage (lipogenesis) related genes, (D) gene related to regulation of triglyceride and cholesterol storage or release by chylomicron, (E) β -oxidation related gene and (F) lipolysis related gene. HFD: 45% high fat diet, NaCl: 45% high fat diet+NaCl (reagent) (1%), GS: 45% high fat diet+generally manufactured sea salt (mixture of concentrated old and new seawater) (1%), CNS: 45% high fat diet+cube natural sea salt (sea salt made from only concentrated new seawater) (1%). Results are presented as the mean \pm SD. Means with different letters (a-c) are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test (30).

높은 암세포 성장 억제 효과를 나타냈다(31). 따라서 낮은 Mg 및 S 함량인 WDS가 김치의 맛을 향상시키고 항암효과를 증가시켜 김치 제조에 이상적인 천일염임을 알 수 있다.

죽염

죽염은 1,000~1,300여 년 전 진표율사가 처음 만들었다고도 하고 옛날의 한의사나 승려들이 천일염을 죽

통에 넣고 소나무 장작불로 제조하였다고도 한다. 현재는 1회(1x), 3회(3x), 9회(9x) 구운 죽염이 산업적으로 제조되고 있다. 죽염은 암과 염증 등의 성인병 예방에 사용되어 왔다. 항산화, 항노화, 항비만, 아토피, 비염, 면역증강, 암 예방 등에 효과가 있다고 알려져 있다(33).

죽염은 염증 관련 유전자도 유의적으로 조절하였다. NF- κ B-p65, I κ B- α , 그리고 iNOS와 COX-2 염증성 효소를 많이 감소시켰다(34). 또한 죽염을 투여한 흰쥐

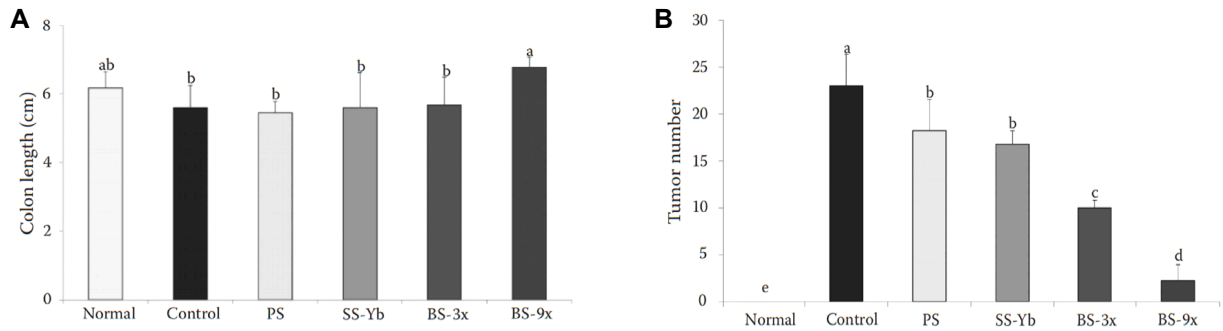


Fig. 4. Changes in (A) colon length and (B) colon tumor counts by administration of salt samples to C57BL/6 mice with AOM/DSS-induced colon cancer. Results are presented as the mean \pm SD. The results followed by different lowercase letters (a–d) were significantly different ($P < 0.05$). Normal group received chow diet; Control group received chow diet under AOM/DSS administration (intraperitoneal injection of AOM at 10 mg/kg, followed by 2% DSS in water); PS group was administered purified salt mixed into diet under AOM/DSS administration; SS-Yb group was administered solar salt mixed into diet under AOM/DSS administration; BS-3x group was administered three-time baked bamboo salt mixed into diet under AOM/DSS administration; BS-9x group was administered nine-time baked bamboo salt mixed into diet under AOM/DSS administration. AOM/DSS, azoxymethane/dextran sulfate sodium (33).

의 항위염 실험에서 9x 죽염을 투여한 흰쥐의 위 손상률은 위염치료제(오메프라졸)와 비슷한 보호 효과가 있었고 정제염과 천일염은 억제 효과가 낮았다. 이러한 결과로부터 죽염이 항암 및 항염증 효과가 가장 높았고 그 뒤에는 천일염, 정제염 순이었다. 죽염은 더 많이 구워진 것이 효과가 높아 죽염 9x가 여러 건강기능성 연구에서 가장 우수하였다(33).

죽염의 항암효과는 AOM/DSS 화합물로 유도된 마우스 대장암에서 Fig. 4에서 보는 바와 같이 마우스의 대장 길이가 9x 죽염 처리 시 가장 길어졌고(A), 대장 무게/길이의 비율은 가장 낮고 대장 내의 종양 개수도 유의적으로 작아져서(B) 9x 죽염이 생체 내에서 항암 효과가 가장 높았다. 반면 PS는 대조군(Control)과 비슷하게 효과가 없었다. 죽염은 또한 염증성 cytokine, TNF- α , IL-6, IL-1 β 의 수준도 많이 감소시켰다. Bax와 Bcl-2 아포토시스 관련 유전자 조절에서도 9x 죽염이 가장 항암효과가 컸다. 세포주기에서 암세포의 성장을 중단시키는 p21, p53 경우도 죽염(3x, 9x)이 가장 높았으며 정제염과 천일염은 효과가 낮았다(35). 또한 HCT-116 암세포에서도 항암효과를 나타내고 *in vivo*에서도 전이를 억제하였다(36). 죽염은 천일염에서의 미세알 성분들과 죽통에서 이들을 굽는 과정을 반복하면서 대나무의 식물 화합물과 소금을 용융하는 동안 항산화 물질이 더 많이 만들어져 이렇게 항암효과가 높은 것으로 보인다(35,36).

죽염은 다른 소금에 비해 Ca, Mg, Fe, Mn, P, S, K가 많고 x-ray diffraction과 x-ray photo electron spectroscopy 분석에서 죽염은 NaCl, KCl, MgCl₂로 구성된 복잡한 구조로 되어있고 굽는 시간이 증가할수

록 구조의 복잡성과 항산화성이 증가한다. 정제염, 천일염, 1x 죽염은 쥐에서 HCl/ethanol로 유도된 위 상처를 각각 19.3, 28.0 및 77.8% 저해했지만, 9x 죽염은 위의 상처를 98.7% 억제하였다. 약제인 오메프라졸은 99.3% 억제했다. 죽염은 위 분비액을 감소시키고 위액의 pH를 증가시켜 항산화 효과를 높여 위를 보호하였다(34).

죽염은 또한 rats에서 CCl₄로 인한 hepatic damage를 억제하는 효과가 있다. AST, ALT, LDH의 활성을 유의적으로 감소시키고 IL-6, IFN- γ , TNF- α 를 감소시켰다. 간 조직에서 간의 파괴를 억제하고 iNOS, COX-2, TNF- α , IL-1 β 를 감소시키고 CCl₄로 인한 간 손상을 억제하였다(37).

죽염 등을 이용한 소금이 SKH₁ 무모 생쥐에서 피부 노화를 억제하는지 연구했다(38). UV선을 90 mJ/cm²에 쪼이고 정제염, 천일염, bath 천일염, masada 천일염, 1x, 9x 죽염을 비교했다. 죽염의 처리로 생쥐의 표피가 건강했으며 염증이나 피부의 악화가 일어나지 않았다. 진피에서는 collagen과 elastin의 함량이 높았다. Mast 세포의 함량이 가장 낮았고 SOD와 catalase의 mRNA 활성이 정상쥐와 비슷했고 lipid peroxide 활성과 carboxylated 단백질 수준이 죽염에서 가장 낮았다. 9x 죽염은 진피에서 collagen과 elastin을 파괴하는 단백질 유전자인 MMP-2와 MMP-9의 mRNA 발현을 감소시키고 피부의 산화적 파괴를 보호하는 단백질 유전자인 TIMP-1,2의 mRNA 발현을 증가시켜 죽염이 피부노화를 억제하는 효과가 있다는 것을 보여준다.

자죽염(9x)은 고혈압을 일으키지 않고 혈압을 감소시켰지만, 정제염과 천일염, 특히 정제염은 혈압을 높

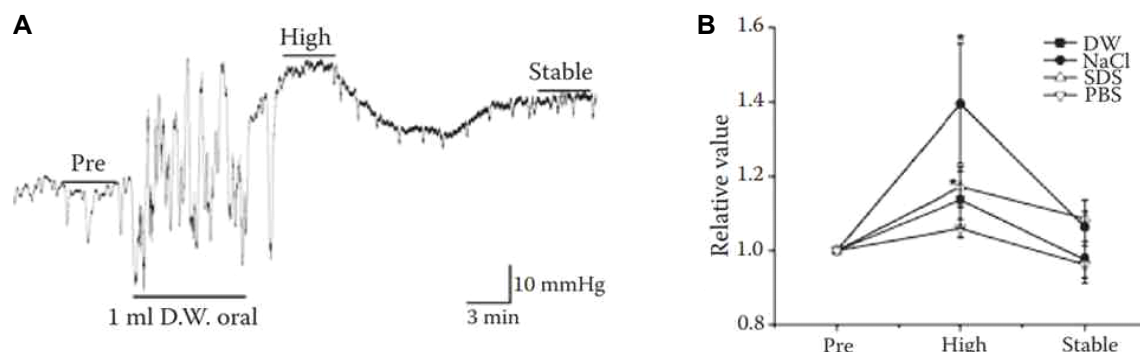


Fig. 5. Effect of purple bamboo salt on blood pressure. (A) Scheme of blood pressure. (B) Relative blood pressure graph compared to the pre-stage. Pre, prestabilized stage before DW administration; High, 1 mL of DW administration after peaked and prolonged stage; Stable, restabilized stage 20 min after high stage; DW, distilled water; SDS, sun-dried salt; PBS, purple bamboo salt (baked 9 times). Results are presented as the mean \pm SD. $P < 0.05$, significantly different from pre-stage (33).

였다($P < 0.05$). 죽염은 물 섭취량을 증가시켰지만, 혈압은 증류수군과 비슷했다(Fig. 5). 죽염은 NaCl co-transporter(NCC)의 mRNA 발현을 유의적으로 감소시켰다. 반대로 정제염은 NCC mRNA 발현을 증가시켰다(Fig. 6). 신장은 NCC를 통해 Na를 배설하거나 흡수해서 NCC는 혈압조절에 관여한다. 오줌이 많아지면 Na^+ 배출이 많고 혈압이 감소한다. NCC는 신장 원위세뇨관에서 Na 보유에 중요한 역할을 한다. 즉 NCC가 증가하면 Na^+ 의 보유량이 증가하여 혈압을 높인다(39).

본 연구실에서는 항암 김치(anticancer kimchi)를 개발했었다. 소금을 일반 천일염에서 죽염(9x)으로만 바꾸어서 김치를 담그면(anticancer bamboo salt kimchi, ACBK) 전체적인 김치의 맛이 현저히 증가하였고(Fig. 7A) HCT-116 인체 대장암세포에서 항암효과도 40% 이상 증가하였다(Fig. 7B). 이 경우 starters를 첨가한 김치(ACBKs)는 맛도 좋았으며 항암효과가 더 높아졌다.

해양심층수와 해양심층수염의 건강기능성

해양심층수염의 기능성은 많이 연구되어 있지 않지만, 정제염과 천일염의 단점을 보완할 수 있는 소금이 다. 태양광이 도달하지 않는 수심 200 m 이상(650 m) 깊은 곳의 원수를 사용하기에 유기물, 병원균 등이 거의 없고, 연중 안정된 저온을 유지하고 해양식물의 생장에 필수적인 영양염류가 풍부하며 인체의 구성원소와 비슷한 조성을 하고 있다. 저온 안전성, 부영양성(minor nutrients), 청정성 등의 자원적 특성을 갖고 생물 유래 무기원소의 공급으로 그 조성이 생물과 유사한 특성을 갖는다(40).

해수는 Mg, Ca, K, P 등 많은 종류의 미네랄과 비타민 K, B₆, B₁₂, 엽산, 바이오틴, 판토텐산 등의 미네랄도 함유한다. Mg를 많이 함유해서 혈중지방, 총콜레스테롤을 감소시키고 비만, 당뇨 예방에 좋고 미네랄은 인체구성원소와 유사해 건강에 좋다. 염분이 제거된 해양심층수는 농작물에 이용해 고기능성 농작물 생산도 가능하다(9). 해양심층수는 표층해수보다 오염물질이 거

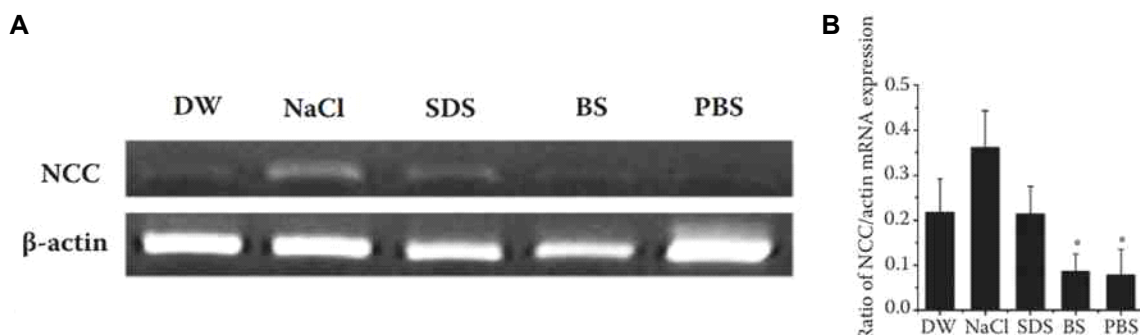


Fig. 6. Effect of purple bamboo salt on NCC mRNA expression. (A) NCC mRNA expression levels in the kidney cortex tissue were analyzed by RT-PCR. (B) The levels of NCC mRNA expression were quantified by densitometry. DW, distilled water; SDS, sun-dried salt; BS, bamboo salt (baked three times); PBS, purple bamboo salt (baked nine times). Results are presented as the mean \pm SD. $P < 0.05$, significantly different from NaCl group (33).

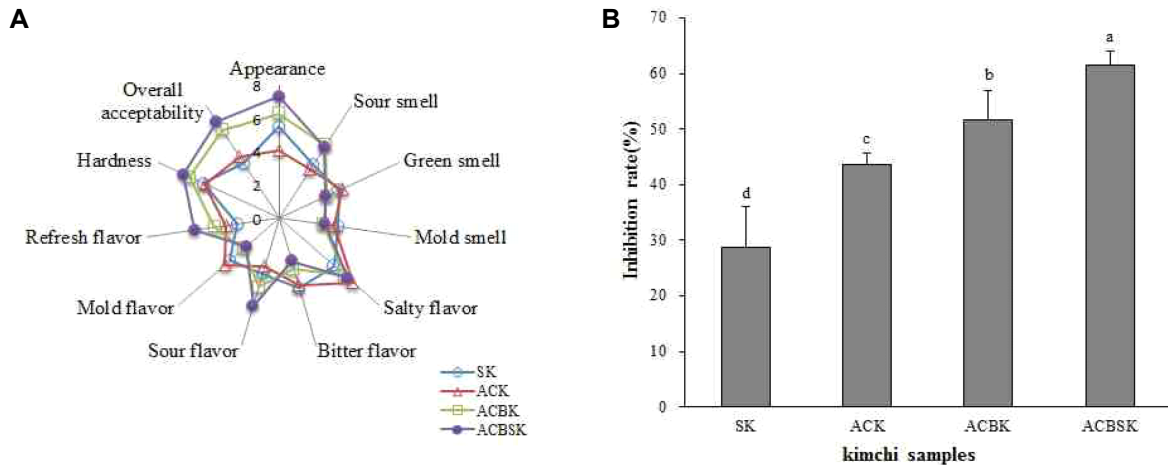


Fig. 7. Sensory evaluation (A) of various kind of kimchis during fermentation at 4°C for 3 weeks and inhibitory effect (B) of the methanol extracts (1 mg/mL) from various kind of kimchis on the growth of HCT-116 human colon carcinoma cells in MTT assay. SK, standard kimchi; ACK, anticancer kimchi; ACBK, anticancer kimchi+bamboo salt; ACBSK, anticancer kimchi+bamboo salt+starter. Results are presented as the mean±SD. Means with the different letters (a-d) are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple range test.

의 없어 미네랄 균형뿐 아니라 미세 플라스틱 등의 이물질이 없어서 안전성이 높다.

국내에 발표된 해양심층수염의 건강기능성에 대한 논문은 해양심층수염 자체에 대한 기능성 연구가 거의 없고 식품에 사용했을 때의 품질 변화에 관한 연구가 주로 이루어졌다. 절임 식품에 사용하는 해양심층수염에 대한 연구로 Lee 등(41)은 무를 절일 때 해양심층수염이 천일염보다 절임 시간을 단축하며 절임 시간이 연장되더라도 무 조직의 손상을 완화하여 우수한 것으로 나타났으며, 이는 칼슘 함량의 차이로 생각되었다. 해양심층수염으로 절인 배추에서는 외관, 산미 및 전체적인 기호도도 높게 나타났다(42). 참외를 절일 때, 해양심층수염을 이용하면 칼슘 함량이 증가하고 우수한 관

능 점수를 나타냈다(43).

또한 해양심층수염으로 고등어를 절이면 가장 낮은 산가와 과산화물가를 유지하고(Fig. 8) 조직감, 향미, 색깔 등 관능적인 부분이 개선되었다. 그리고 전체적인 관능검사 점수에서 다른 시료들은 5.5~6.3이었으나 해양심층수염 처리 고등어는 7.1로 매우 높게 나타나 선호도가 크게 우수한 것을 확인하였다(44). 따라서 해양심층수염을 사용하여 식품을 절일 경우 무기질(칼슘), 유기산 함량이 높고 연부 현상이 완화되며 맛과 품질이 우수한 식품을 제조할 수 있을 것으로 생각된다. 발효 식품에 관련된 연구로 Ham 등(45)은 고추장 제조 시 해양심층수를 이용하면 총 아미노산이 높게 나타나고 관능평가 또한 높은 기호도를 보인다고 하였다. 그리고

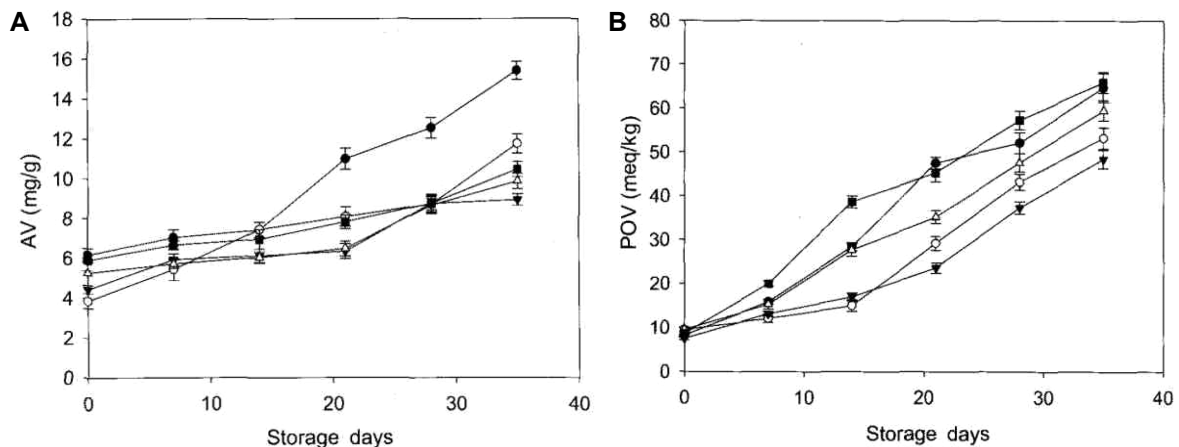


Fig. 8. Changes of (A) the acid value (AV) and (B) the peroxide value (POV) of salted mackerel products during storage at 4°C for 35 days. ●, surface seawater salt; ○, intermediate seawater salt; ▼, deep seawater salt; △, refined salt; ■, sun-dried salt (43).

다시마 분말과 해양심층수염을 첨가하여 제조한 고추장은 다양한 암세포에서 성장 억제 효과를 나타냈으며(45) 다시마 분말과 해양심층수염을 첨가하여 제조한 된장도 항돌연변이 효과를 나타내고 여러 암세포에서 성장 억제 효과가 높아진다고 하였다(46). 또한 해양심층수염을 이용하여 제조한 간장의 아미노산 질소와 유리아미노산의 함량이 점차 증가하여(47) 해양심층수염을 이용하면 품질과 기호도가 우수한 발효식품을 제조할 수 있으며 항돌연변이 및 항암효과도 뛰어난 발효식품을 제조할 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 해양심층수염을 첨가한 썩 두부는 hardness, gumminess가 유의적으로 높게 나타났으며 구수한 맛이 증가하여 높은 기호도를 보였다(48). 국내 발표된 이런 논문들을 종합해 본 결과, 해양심층수염은 식품의 연부현상이나 부패를 방지하며 식품 고유의 맛을 좋게 하므로 김치 절임, 장류 제조 등 다양한 조리에서 천일염 대비 우수한 혹은 이에 필적한 유용성을 가지는 것으로 나타난다. 또한 대만 연구진을 중심으로 해양심층수는 피로 개선, 항암, 항균, 항산화, 항 백내장, 항 골다공증 효과 등 다양한 건강기능성을 확인하였다.

따라서 해양심층수염은 우수한 미네랄 조성으로 인체에 유용하고 유용한 미생물이 성장하여 발효식품이 되게 하여 probiotics, postbiotics의 역할을 잘하게 하고 유해한 균의 성장 억제와 유익한 균의 선택적 성장이 가능할 것으로 보이나 아직 연구가 많이 부족한 상태이다.

결 론

소금은 인체에 매우 중요한 역할을 하지만 적당량의 섭취가 중요하다. 벨 모양의 섭취가 중요해서 너무 적게, 또 많이 먹어도 건강에 해롭다. WHO의 NaCl 5 g/d는 너무 적은 양으로 소금을 연구하는 학자들은 7.5~15 g/d를 추천한다(2). 한국인을 위한 소금의 적정 섭취

량은 우리가 먹는 식품, 소금의 종류, 발효식품, 소금의 민감도 등에 따라 벨 모양으로 다양한 예로 추천이 되는 것이 바람직하다고 하겠다. 그리고 한국인이 섭취하는 대부분의 소금은 미네랄이 있는 소금으로, 발효식품을 통해 섭취하기에 Korean paradox의 효과가 있다. 김치, 된장, 간장, 젓갈 등 중요 발효식품은 소금 함량이 높지만, 적당한 발효 시간이 지나면 probiotics, prebiotics, postbiotics 등을 가져 소금의 유해 기능을 어느 정도 막을 수 있다고 보고되고 있다. 한국인은 지혜롭게도 발효식품 제조 시 3년 간수를 뺀 천일염(세척 탈수 천일염)을 사용하고 천일염 속의 적당량의 Mg, S가 발효균들의 성장을 증가시키고 건강기능성을 높인다. 또한 선조들이 약으로 제조한 죽염은 천일염이 미네랄과 죽통, 높은 구운 온도 등으로 항산화 물질들이 많이 만들어져 암이나 염증, 비만 등을 예방하는 효과가 있다. 한국인은 소금의 종류(천일염, 다른 가공법 이용)를 다양하게 사용하고 발효식품으로 소금을 많이 섭취하므로 권장 소금양이 다를 수 있다. 미네랄이 거의 없는 정제염, 암염 등을 섭취하는 것보다 바닷물을 사용한 천연 소금을 사용하는 것이 좋으며 해양심층수염에 대한 연구도 더 많이 이루어지는 것이 필요하다. 천일염의 표면수보다는 더 안전한 해양심층수염을 사용하면 더 많은 미네랄 성분과 안전성 면에서도 유리하다고 할 수 있으며 이를 이용한 죽염의 개발도 바람직하다고 생각한다. 우리의 발효식품은 최고의 건강식품으로 대두되고 있다. 이의 제조에 중요한 소금과 종균 등의 개발도 더 이루어져 안전성, 기능성, 맛을 고루 갖춘 K-foods 발효식품은 세계 최고의 음식이 될 수 있으리라고 생각한다.

감사의 글

이 연구는 아이쿱소비자생활협동조합연합회에 지원을 받아 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 정연학, 박혜령. 세계의 소금 II. 소금의 민속지. 국립민속박물관. 2016. p 10-23.
- 이숙중, 이철호. 식량안보시리즈 제1권 - 나트륨, 건강 그리고 맛. 도서출판 식안연, 서울. 2014. p 41-108.
- 백희영. 소금의 영양학적 고찰. 한국조리과학지. 1987. 3:92-106.
- Nagata C, Takatsuka N, Shimizu N, Shimizu H. Sodium intake and risk of death from stroke in Japanese men and women. Stroke. 2004. 35:1543-1547.
- 이원정. 소금과 고혈압. 동아시아식생활학회지. 1999. 9:378-385.
- Kotchen TA, McCarron DA. Dietary electrolytes and blood pressure: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association Nutrition Committee. Circulation. 1998. 98:613-617.
- 식품의약품안전처. 식품 및 식품첨가물공전. [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://foodsafetykorea.go.kr/foodco>

- de/01_01.jsp
8. 김정목, 윤진호, 함경식, 김인철, 김학렬. 천일염 생산공정에서의 위해요소와 개선방안. *Safe Food*. 2009. 4(4):8-13.
 9. Nani SZM, Majid FAA, Jaafar AB, Mahdzir A, Musa MN. Potential health benefits of deep sea water: a review. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2016. Article ID 6520475. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6520475>
 10. 강원심층수. 천년동안 생산과정. [cited 2023 Nov 30]. Available from: <https://www.k1water.co.kr/brand/process02.asp>
 11. Zhao X, Jung OS, Park KY. Alkaline and antioxidant effects of bamboo salt. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2012. 41:1301-1304.
 12. Son SM, Huh GY. Dietary risk factors associated with hypertension in patients. *Korean J Community Nutr*. 2006. 11:661-672.
 13. Alonso A, de la Fuente C, Martín-Arnau AM, de Irala J, Martínez JA, Martínez-González MA. Fruit and vegetable consumption is inversely associated with blood pressure in a Mediterranean population with a high vegetable-fat intake: the Seguimiento Universidad de Navarra (SUN) Study. *Br J Nutr*. 2004. 92:311-319.
 14. D'Elia L, Rossi G, Ippolito R, Cappuccio FP, Strazzullo P. Habitual salt intake and risk of gastric cancer: a meta-analysis of prospective studies. *Clin Nutr*. 2012. 31:489-498.
 15. Park KY. The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of Kimchi. *J Korean Soc Food Nutr*. 1995. 24:169-182.
 16. Jeong M, Park JM, Han YM, Park KY, Lee DH, Yoo JH, et al. Dietary prevention of *Helicobacter pylori*-associated gastric cancer with kimchi. *Oncotarget*. 2015. 6:29513-29526.
 17. O'Donnell MJ, Yusuf S, Mente A, Gao P, Mann JF, Teo K, et al. Urinary sodium and potassium excretion and risk of cardiovascular events. *JAMA*. 2011. 306:2229-2238.
 18. Stolarz-Skrzypek K, Kuznetsova T, Thijs L, Tikhonoff V, Seidlerová J, Richart T, et al. Fatal and nonfatal outcomes, incidence of hypertension, and blood pressure changes in relation to urinary sodium excretion. *JAMA*. 2011. 305:1777-1785.
 19. O'Donnell M, Mente A, Rangarajan S, McQueen MJ, Wang X, Liu L, et al. Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events. *N Engl J Med*. 2014. 371:612-623.
 20. McCarron DA. Physiology, not policy, drives sodium intake. *Am J Hypertens*. 2013. 26:1191-1193.
 21. 질병관리청. 나트륨 섭취 현황, 2010-2020. 주간 건강과 질병. 2022. 15:2914-2915.
 22. Mun EG, Cha YS. Korean traditional fermented foods (KTFFs): Antiobesity effects and salt paradox. In: Do CH, Rimando AM, Kim Y, editors. *Chemistry of Korean Foods and Beverages*. ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington DC, USA. 2019. Vol 1303, p 121-134.
 23. Mun EG, Park JE, Cha YS. Effects of Doenjang, a traditional Korean soybean paste, with high-salt diet on blood pressure in Sprague-Dawley rats. *Nutrients*. 2019. 11:2745. <https://doi.org/10.3390/nu11112745>
 24. Woo H, Han A, Park JE, Cha YS. Korean fermented soybean paste (*Doenjang*) has anti-obesity and anti-hypertensive effects via the renin-angiotensin system (RAS) in high-fat diet-induced obese rats. *PLoS One*. 2023. 18:e0291762. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291762>
 25. Song HJ, Lee HJ. Consumption of kimchi, a salt fermented vegetable, is not associated with hypertension prevalence. *J Ethn Foods*. 2014. 1:8-12.
 26. Cho JY, Jaiswal L, Ham KS. Beneficial effects of cheonilyeom (a Mineral-rich solar sea salt) on health and fermentation. In: Park KY, Kwon DY, Lee KW, Park S, editors. *Korean Functional Foods: Composition, Processing and Health Benefits*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 2018. p 341-357.
 27. Ju J, Song JL, Park ES, Do MS, Park KY. Korean solar salts reduce obesity and alter its related markers in diet-induced obese mice. *Nutr Res Pract*. 2016. 10:629-634.
 28. Ju J, Kim YJ, Park ES, Park KY. Korean solar salt ameliorates colon carcinogenesis in an AOM/DSS-induced C57BL/6 mouse model. *Prev Nutr Food Sci*. 2017. 22:149-155.
 29. Park ES, Yu T, Lee HJ, Lim YI, Lee SM, Park KY. Shinan sea salt intake ameliorates colorectal cancer in AOM/DSS with high fat diet-induced C57BL/6N mice. *J Med Food*. 2021. 24:431-435.
 30. Park ES, Yu T, Yang K, Choi S, Lee SM, Park KY. Cube natural sea salt ameliorates obesity in high fat diet-induced obese mice and 3T3-L1 adipocytes. *Sci Rep*. 2020. 10:3407. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60462-z>
 31. Yu T, Park ES, Zhao X, Yi RK, Park KY. Lower Mg and S contents in solar salt used in kimchi enhances the taste and anticancer effects on HT-29 colon carcinoma cells. *RSC Adv*. 2020. 10:5351-5360.
 32. Yu T. Kimchi prepared with organically cultivated baechu cabbage and washed-dehydrated solar salt enhance the anticancer and antiobesity effects. Dissertation. CHA University, Gyeonggi, Korea. 2021.
 33. Kim HM, Ju J, Moon PD, Han NR, Jeong HJ, Park KY. Health benefits effects of Jukyeom (Bamboo salt). In: Park KY, Kwon DY, Lee KW, Park S, editors. *Korean Functional Foods: Composition, Processing and Health Benefits*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 2018. p 319-340.

34. Zhao X, Song JL, Jung OS, Lim YI, Park KY. Chemical properties and *in vivo* gastric protective effects of bamboo salt. Food Sci Biotechnol. 2014. 23:895-902.
35. Ju J, Lee GY, Kim YS, Chang HK, Do MS, Park KY. Bamboo salt suppresses colon carcinogenesis in C57BL/6 mice with chemically induced colitis. J Med Food. 2016. 19:1015-1022.
36. Zhao X, Kim SY, Park KY. Bamboo salt has *in vitro* anticancer activity in HCT-116 cells and exerts anti-metastatic effects *in vivo*. J Med Food. 2013. 16:9-19.
37. Zhao X, Song JL, Kil JH, Park KY. Bamboo salt attenuates CCl₄-induced hepatic damage in Sprague-Dawley rats. Nutr Res Pract. 2013. 7:273-280.
38. Zhao X, Qi Y, Yi R, Park KY. Anti-ageing skin effects of Korean bamboo salt on SKH1 hairless mice. Int J Biochem Cell Biol. 2018. 103:1-13.
39. Kim YS, Lee EH, Kim HM. Surprisingly, traditional purple bamboo salt, unlike other salts does not induce hypertension in rats. CELLMED. 2013. 3(2):26-30.
40. Takahashi M. Deep seawater. Doseo Press (Science Technology), Seoul, Korea. 2001. p 35-78.
41. Lee GD, Kim SK, Lee HA, Lee MH, Kim ML. Changes of quality characteristics of radishes salted with deep seawater salt. Korean J Food Preserv. 2003. 10:182-186.
42. Lim JH, Jung JH, Kim DS, Kim YM, Kim BM. Comparison of quality changes in brined cabbage with deep sea water salt and a commercial brined cabbage product. Korean J Food Preserv. 2014. 21:676-687.
43. Lee GD, Kim SK, Kim JO, Kim ML. Comparison of quality characteristics of salted muskmelon with deep seawater salt, sun-dried and purified salts. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2003. 32:840-846.
44. Kim GW, Kim HK, Kim JS, An HY, Hu GW, Son JK, et al. Characterizing the quality of salted mackerel prepared with deep seawater. J Kor Fish Soc. 2008. 41:163-169.
45. Ham SS, Choi HJ, Kim SH, Oh HT, Chung MJ. Antimutagenic and cytotoxic effects of *kochujang* extracts added deep sea water salt and sea tangle. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2008. 37:410-415.
46. Ham SS, Kim SH, Yoo SJ, Oh HT, Choi HJ, Chung MJ. Antimutagenicity and cytotoxic effects of methanol extract from deep sea water salt and sea tangle added soybean paste (*doenjang*). J Korean Soc Food Sci Nutr. 2008. 37:416-421.
47. Kwon OJ, Kim MA, Kim T, Kim DG, Son DH, Choi UK, et al. Changes in the quality characteristics of soy sauce made with salts obtained from deep ocean water. Korean J Food Preserv. 2010. 17:820-825.
48. Baik YK, Kim SH, Park I. Quality characteristics of mugwort-tofu with various salts. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2008. 37:1307-1311.