

해조성분 강화 기능성소금에 대한 연구

김영명* · 변지영 · 남궁배 · 조진호 · 도정룡 · 인재평
 한국식품연구원

Studies on Functional Salt Fortified with Seaweed Components

Young Myoung Kim*, Jee Young Byun, Bae Namgung, Jin Ho Jo, Jung Ryong Do, and Jae Pyung In
 Korea Food Research Institute

Abstract In an attempt to develop functional salts having beneficial health effects, we experimentally prepared three functional salts by fortification with soluble seaweed minerals (*Hizikia* mineral salt, HMS), fucoidan (fucoidan salt, FS) and laver extracts (laver salt, LS). To characterize the functional salts, their physicochemical properties and *in vitro* functionalities, such as pH, color, mineral composition, solubility, oxidation-reduction potential, sensory properties, angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory activity, and bile acid binding capacity were investigated. The functional salts revealed slightly lower NaCl concentrations, but showed a variety of pH values compared with conventional table salt. The pH values of HMS, FS, and LS were 11.3, 6.8, and 6.5, respectively. The oxidation-reduction potentials (ORP) of the functional salts varied from -229 mV to 38 mV, significantly lower than refined salt. The functional salts were significantly darker in color than refined salt, and the mineral composition of HMS was considerably enriched compared to refined salt, particularly in potassium ion. As a result of the sensory evaluation, FS and LS were comparatively palatable in saltiness, pungency, bitterness, and overall acceptance compared with refined salt. It was also found that one functional salt had ACE inhibitory activity (54.8% in LS) and another had bile acid binding capacity (80.7% in FS).

Key words: functional salt, seaweed mineral, fucoidan salt, laver salt, ACE

서 론

소금은 인체의 생리기능을 유지하기 위해 필수적인 무기물일 뿐만 아니라 식생활에서도 음식의 간을 맞추어 식미 기호성을 향상시키며 영양성분의 흡수 이용 및 처리가공과 저장성 등에 대한 영향을 주는 필수적 물질이다. 또한, 소금은 체내에서 세포막의 삼투압 조절 등 생명현상 유지에 필수적인 생리작용 특성을 나타내는데, 이는 소금성분 중 체내에서 적절한 osmolarity와 혈장의 부피 유지, 신경흥분, 근육수축, 영양소의 이동에 중요한 역할을 하는 Na^+ 이온의 생리작용과 관련이 있는 것으로 알려져 있다(1). 그러나 최근 우리나라의 산업발전 및 사회경제적 여건의 변화에 따라 다양한 조리 가공식품의 소비가 증가하고 있으나 열량 및 소금의 과다섭취에 의한 비만, 뇌졸중, 동맥경화증, 심장질환, 고혈압 등 성인질환의 발병률도 급격히 증가하고 있는 실정이다(2,3).

한국 사람들의 주요 사망원인 질환인 순환기계 질환은 유전적 요인, 식사요인, 환경요인 등의 다인자성 원인에 의한 질환으로서 가족력, 노령화, 고혈압증, 고지혈증, 고콜레스테롤혈증, 당불내증, 비만증, 운동부족, 흡연, 스트레스 등의 다양한 위험인자에

의해 유발된다. 이들 위험인자는 서로 상호작용을 하고 있으며, 여러 가지 위험인자가 중복될 때에는 상승효과를 나타낸다. 이 중에서도 한국인들의 고혈압 발생은 만성적인 나트륨의 과잉섭취와 밀접한 관련이 있으며 우리나라 성인의 평균 나트륨 섭취량은 하루 3,900-6,000 mg(NaCl 10-15 g)으로서 생리적 필요량의 10-20배 정도로 알려져 있다(4-7). 해조류는 고염 해양생태계에서 생육하는 특성 때문에 해수중의 다양한 미네랄 성분을 함유하고 있으며 특히 칼륨과 칼슘 및 요오드 등 생리적으로 유익한 미네랄 성분을 조체내(藻體內)에 축적하고 있다(8). 이와 같은 해조류 중의 인체에 유익한 기능성분을 활용한 소금의 제조와 그 특성에 관한 연구는 극히 미미하여 정제염(9)에 관한 보고, 소금 종류별 무기물 조성(10,11)과 외형구조(12)에 대한 제한적인 연구 등이 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 해조류 중의 인체에 유익한 무기 기능성분을 활용하여 나트륨 함량이 낮은 소금을 제조하고, 갈조류 유래 fucoidan 및 김 단백질 가수분해 성분을 활용하여 항고혈압 기능과 담즙산 흡착에 의한 콜레스테롤 흡수저해 기능특성 발현을 목표로 하는 기능성 소금을 실험 제조하여 소금으로서의 일반적인 품질특성과 관능적 특성 및 *in vitro* 기능특성을 알아보았다.

재료 및 방법

재료

해조성분 강화 기능성소금 제조에 사용한 해조류는 뜬(*Hizikia fusiformis*), 김(laver; *Porphyra tenera*), 다시마(sea tangle; *Laminaria japonica*) 3종으로서 이중 뜬과 다시마는 2003년 전남 완도

*Corresponding author: Young Myoung Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam, 463-420, Korea

E-mail : ymkim@kfrri.re.kr

Tel: 82-31-780-9009

Fax: 82-31-780-9099

Received January 11, 2007; accepted March 8, 2007

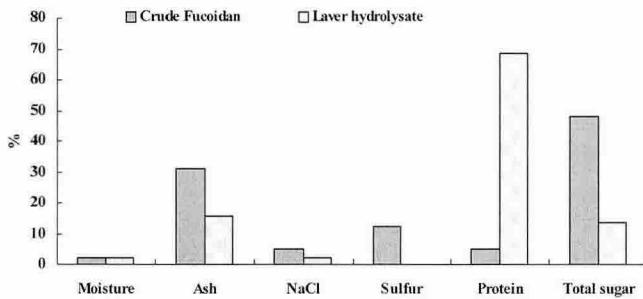


Fig. 1. Chemical composition of crude fucoidan and laver hydrolysate (% dry basis).

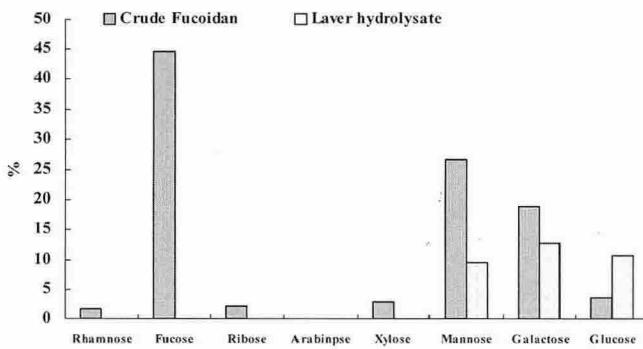


Fig. 2. Sugar composition of fucoidan and laver hydrolysate (% dry basis).

의 양식산 원료를 확보하여 $60 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 함수량 10% 이하로 열풍건조한 것을, 김은 시판 건조 김을 구입하여 방습포장 상태로 상온저장하여 두고 실험용 원료로 사용하였다. 또한 원료소금은 (주)신한주염업에서 제조된 천일염을 구입한 후 물에 녹여 불순물을 제거한 다음 10 °Brix 이상으로 농축하여 사용하였다.

해조성분 강화 기능성소금의 제조

톳 유래 무기성분 강화염(이하 *Hizikia* mineral salt)과 해조류 유래 fucoidan을 강화한 fucoidan salt 및 김 성분 강화염(이하 Laver salt) 3종을 실험실적으로 제조하여 사용하였다. *Hizikia* mineral salt는 원료 해조류인 톳을 800에서 4시간 회화하여 얻은 회분을 열수추출한 다음 여과·농축하여 얻은 수용성 미네랄과 동일한 농도의 불순물을 제거한 천일염 수용액 농축액을 1 : 1(w/w)로 혼합 용해하고 $95 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 가열 농축한 다음 $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 8시간 건조 후 분쇄하여 시료염을 제조하였다. Laver salt는 Kim 등(13)의 방법에 준하여 열수 추출하여 얻은 여과잔사에 상업적 protease인 alcalase 0.6 L(Novo Nordisk Co., Princeton, NJ, USA)를 가하여 55°C 에서 14시간 동안 가수분해 시킨 후 $95\text{-}100^{\circ}\text{C}$ 에서 20분간 가열하여 효소를 불활성화시키고, filter pad로 여과하여 얻은 여액을 농축하여 단백질 함량이 높고 단백질 구성성분 외에 약간의 다당을 포함하는 김의 가수분해물인 laver hydrolysate(Fig. 1, 2)를 제조하였다. 그리고 불순물을 제거한 천일염 수용액 농축액을 laver hydrolysate의 고형물 기준 5% 수준이 되도록 혼합 용해하고 $95 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 함수량 45% 수준까지 가열 농축한 다음 $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 8시간 건조 후 분쇄하여 시료염을 제조하였다. Fucoidan salt는 Koo 등(14)의 방법에 준하여 처리한 다시마의 열탕추출 여과액에 식품첨가물급 염화칼슘을 가하여 공존하는 알긴산을 불용성 calcium alginate 형태로 침전시킨 후 여과하여 얻은 수용성분을 농축한 후 식용 에탄올을 가하여 형성

된 침전물을 여과 회수하고 $70 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 농축 건조하여 fucose와 mannose 함량이 높고, 총당과 sulfur 함량이 높은 crude fucoidan(Fig. 1, 2)을 얻은 다음 laver salt와 동일한 방법으로 시료염을 제조하였다. 이때 총 당의 함량은 페놀-황산법, 단백질 분석은 micro-Kjeldahl법(15)으로, 황산기의 함량은 Bin 등(16)의 방법에 기초하여 측정하였으며, 구성당 조성 분석은 Blakeney 등(17)의 방법을 일부 수정하여 측정하였다.

일반적 품질특성

해조성분 강화 기능성소금의 수분함량은 AOAC 방법(18)에 따라 105°C 에서 상압건조법으로, 염도는 Mohr법(19)으로, pH와 Oxidation-reduction potential(ORP)는 1% 소금용액에 대하여 pH meter(Metrohm Ltd, CH-9101 Herisau, Switzerland)와 ORP meter(Metrohm 781, Comb. Pt-ring electrode NO. 60451100, Switzerland)를 사용하여 각각 측정하였으며, 색도는 색차계(Chromameter, CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter scale에 의한 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였고, 모든 측정은 3회 이상 측정치의 평균값으로 나타내었다.

무기성분 조성

시료의 무기질함량은 전식회화법으로 시료를 550°C 에서 4시간 동안 회화시킨 후 0.2 N HNO_3 용액에 용해하여 100 mL로 정용한 후 여과하여 ICP(Inductively coupled plasma, Model JY 38 Plus, HORIBA Jobin-Yvon, Longjumeau Cedex, France)를 사용하여 분석하였다.

용해도

용해도는 식품공전법(2005)에 따라 녹는점을 측정한 후 100 mL D.W.로 교반하면서 더 이상 용해되지 않는 물질의 양을 가용한 계 용해도로 측정하였다. 즉, 비이커에 1%의 소금물 20 mL을 넣고 5°C 의 water bath에서 시작하여 5분 간격으로 1°C 씩 온도를 상승하여 녹는 순간 온도를 녹는점으로 측정하고 1%의 소금물에 소금을 첨가하면서 최대한 녹을 수 있는 소금의 가용한계량을 측정하였다.

관능적 특성 평가

원료시료 및 해조성분 강화 기능성소금을 일정 수의 패널을 통해 일반 소금과 비교하여 해조성분 강화 기능성소금의 짠맛(saltiness), 색(color), 아린맛(pungency), 쓴맛(bitterness), 전반적인 기호도(overall acceptance)를 5점 평점법(20)으로 2회 반복 실험하였다. 이때 ‘아주 좋아한다(like extremely)’가 5점, ‘아주 싫어한다(dislike extremely)’를 1점으로 평가하였다. 시료는 세 자리 숫자로 표기하였으며, 제조한 해조성분 강화 기능성소금은 1% 농도로 물에 회석하여 똑같은 크기의 투명 컵에 담아 관능 검사원에게 동시에 제공하여 실시하였다.

ACE 저해활성

Angiotensin-I 전환효소(ACE) 활성은 Cushman과 Cheung(21)의 방법을 다소 수정하여 측정하였다. 즉, 소정농도의 시료 100 μL 에 ACE 조효소액 100 μL 및 붕산완충액($\text{pH } 8.3$) 200 μL 를 가한 후, 37°C 에서 pre-incubation 시켰다. 여기에 기질로서 12.5 mM의 hippuryl-histidyl-leucine 용액 100 μL 를 가하여 다시 37°C 에서 1시간 반응시킨 후 1 N HCl 300 μL 를 가하여 반응을 정지시켰다. 공시험은 시료 용액 대신에 붕산완충액 100 μL 를 사용하였으며, 대조구는 1 N HCl 300 μL 를 가한 다음 ACE 조효소액 100 μL

가하였다. 여기에 ethyl acetate 1.5 mL를 가하여 15초간 교반한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심 분리시켜 상층액 1 mL를 취하였다. 이 상층액을 120°C에서 30분간 건조시킨 다음 실온에서 5분간 방치한 후 1 M NaCl 3 mL를 가하여 15초간 교반하여 용해시키고 228 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가 전후 활성의 백분율로써 ACE 저해활성을 나타내었다.

Bile acid 결합력

Bile acid binding capacity는 You 등(22)의 방법에 기초하여 측정하였다. 시료 0.1 g을 중류수 5 mL에 녹여 0.1 N HCl 용액 2 mL를 가하고 37°C 항온수조에서 1시간 동안 진탕교반한 후, 1 N NaOH 용액으로 pH를 7.0으로 조절하였다. 여기에 cholic acid, taurocholic acid의 농도가 각각 31.25 μmol/mL이 되도록 조제한 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0) 4 mL과 porcine pancreatin의 농도가 10 mg/mL이 되도록 조제한 0.01 M phosphate buffer 용액(pH 7.0) 5 mL를 각각 가한 후 37°C 항온수조에서 1시간 동안 진탕교반하였다. 교반된 용액에 1.33 M phosphoric acid 2 mL을 가하고 26,890×g에서 10분간 원심분리한 후 상등액을 취하였고, 또한 남은 잔사에 0.01 M phosphate buffer(pH 7.0) 5 mL을 가한 후 vortex mixer로 잘 혼합하고 다시 원심분리하여 상등액을 취하였다. 상등액을 모두 혼합하고 1 N NaOH 용액으로 pH를 7.0으로 다시 조절하였다. 위의 용액 0.28 mL과 중류수 3 mL을 test tube에 넣고 test reagent(NAD, NBT, diaphorase, 3α-hydroxysteroid dehydrogenase) 0.5 mL를 가하였으며, sample blank는 test reagent 중 3α-hydroxysteroid dehydrogenase를 제외한 시약만을 첨가하였다. Control과 control blank는 시료 대신 중류수만을 넣고 시료의 경우와 동일한 방법으로 처리하였는데, control blank에는 3α-hydroxysteroid dehydrogenase를 제외한 동일한 시약을, control에는 시료분석의 경우와 동일한 시약을 0.5 mL를 가한 후 37°C에서 5분간 반응시켰다. 그 다음 1.33 M phosphoric acid 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 530 nm에서 흡광도를 측정하여 검량곡선을 통하여 시료의 bile acid 결합력을 계산하였다.

통계처리

본 실험의 관능적 특성은 통계분석용 프로그램인 SAS Package (Statistical Analysis System, version 8.1, SAS Institute Inc.)를 이용하여 ANOVA 및 Duncan's multiple range test를 통하여 5%와 1% 유의 수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다(23).

결과 및 고찰

일반적 품질특성

실험에 사용된 해조성분 강화 기능성소금의 일반적 품질특성

은 Table 1과 같다. 수분함량은 *Hizikia* mineral salt의 경우 대조시료인 정제염과 차이가 나지 않았는데 이는 Moon 등(24)의 연구 결과 해양식물 소금의 수분함량이 0.4%로 천일염(8-12%)과 재제염(9%)에 비해 현저히 낮았다는 연구결과(25)와 비슷한 결과로서 인공건조의 효과에 기인한 것으로 사료되었다. Fucoidan salt와 laver salt는 대조 소금인 정제염보다 상대적으로 높은 수분함량을 나타내었는데 이는 고분자 다당체인 fucoidan과 단백질 및 펩타이드를 주성분으로 하는 laver hydrolysate를 소량이나마 함유하는 소금의 성분특성에 기인하는 것으로 사료되었다. 염도는 *Hizikia* mineral salt의 경우 Kim 등(26)이 제조한 해조 소금보다 10-15% 정도 높게 나타난 반면 Moon 등(24)이 제조한 해양식물 소금(99.2%)에 비해서는 다소 낮게 나타났는데 이는 시료 소금 중 seaweed mineral의 함량 차이에 기인한 결과로 사료되었다. 또한, fucoidan salt와 laver salt의 경우 대조시료인 정제염 보다는 다소 낮으나 큰 차이를 나타내지 않았고 천일염(80-88%)보다 높은 염도를 나타내었다. pH는 *Hizikia* mineral salt의 경우 11.34로서 Kim 등(26)이 제조한 톳 소금(7.78)에 비해 높은 값을 나타냈으나 fucoidan salt와 laver salt는 중성에 가까운 6.88과 6.53으로 Kim 등(26)이 제조한 다시마소금(8.73)과 김소금(7.63) 보다 낮은 값을 나타내었다. ORP의 저하는 소금의 섭취 시 산화환원전위를 낮추어 체내의 과산화물의 생성을 줄일 수 있어 바람직한 결과라 할 수 있다는 산화환원전위 값인 ORP는 본 실험에서 *Hizikia* mineral salt가 -229 mV로, fucoidan salt와 laver salt는 13 mV와 38 mV로 대조 시료인 정제염보다 낮게 나타났다. Ha 등(27)은 기계염이 과산화물 생성 촉진기능이 높다는 결과를 보고한 바 있다. 해조성분 강화 기능성소금의 색은 L값에서는 *Hizikia* mineral salt의 경우 정제염과는 큰 차이가 없었으나 fucoidan salt와 laver salt는 대조시료인 정제염 보다는 약간 어두운 것으로 나타났는데 이는 천일염에 해조 성분이 함유되면서 명도가 약간 감소한 것으로 사료된다. a값은 fucoidan salt에서 가장 높게 나타나 붉은색을 가장 많이 함유한 것으로 나타났으나 육안으로 차이가 나타나는 정도는 아니며 b값은 fucoidan salt와 laver salt 보다 *Hizikia* mineral salt에서 낮게 나타나 이는 해조성분이 회화에 의한 물 불용해성분이 제거되었기 때문에 b값이 감소하여 다른 해조소금보다 밝고 흰색에 가까워 졌다는 Kim 등(26)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

무기성분 조성

무기질 중 K⁺, Mg²⁺ 및 Ca²⁺ 등은 혈압을 낮추는 효과가 있다고 알려져 있는데 특히 K⁺은 혈관확장효과, aldosterone, rennin 분비 저해, angiotensin의 기능 억제작용이 있다고 알려져 있다(28). 해조성분 강화 기능성소금의 무기성분을 조사한 결과 Table 2와 같이 해조류를 회화하여 해조성분을 추출한 *Hizikia* mineral salt

Table 1. Quality characteristics of functional seaweed salts

| Samples | Control ¹⁾ | <i>Hizikia</i> mineral salt | Fucoidan salt | Laver salt |
|--------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Moisture (%) | 0.03 ± 0.01 | 0.3 ± 0.03 | 2.3 ± 0.15 | 1.8 ± 0.09 |
| pH | 8.24 ± 0.02 | 11.34 ± 0.04 | 6.88 ± 0.01 | 6.53 ± 0.02 |
| NaCl (%) | 99.0 ± 1.4 | 92.5 ± 2.1 | 97.5 ± 1.5 | 96.3 ± 0.9 |
| ORP (mV) | 175 ± 12.1 | -229 ± 9.8 | 13 ± 0.6 | 38 ± 1.1 |
| L | 98.0 ± 0.05 | 91.6 ± 0.02 | 86.62 ± 0.01 | 82.22 ± 0.07 |
| Color | a b | 0.21 ± 0.06 1.14 ± 0.04 | 0.42 ± 0.03 7.45 ± 0.02 | -0.21 ± 0.01 5.59 ± 0.02 |
| | | | | 0.11 ± 0.06 4.43 ± 0.01 |

¹⁾Refined salt.

Table 2. Mineral composition of functional seaweed salts (%)

| Samples | Na | K | Mg | Ca |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Control ¹⁾ | 39.1 ± 0.91 | 2.21 ± 0.06 | 0.14 ± 0.01 | 0.21 ± 0.01 |
| Hizikia mineral salt | 22.0 ± 0.64 | 21.0 ± 0.02 | 1.30 ± 0.00 | 0.71 ± 0.02 |
| Fucoidan salt | 38.3 ± 0.36 | 2.52 ± 0.04 | 0.11 ± 0.01 | 0.24 ± 0.00 |
| Laver salt | 39.5 ± 0.76 | 1.83 ± 0.07 | 0.42 ± 0.02 | 0.13 ± 0.01 |

¹⁾Refined salt.

가 정제염에 비해 Na^+ 함량이 낮고 K^+ 함량이 상대적으로 높게 나타났으며 Mg^{2+} 과 Ca^{2+} 또한 높게 나타나 혈압저하 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료되었다. 본 실험에서 제조된 Hizikia mineral salt는 Moon 등(24)이 제조한 해양심층수 소금이나, Kim 등(29)이 제조한 해조소금 보다도 높은 무기성분 함량을 나타내었다. Fucoidan salt와 laver salt는 정제염 대비 Na^+ 은 약 20% 정도 낮은 함량은 나타내었고 Mg^{2+} 과 Ca^{2+} 은 비슷하거나 약간 높은 함량은 나타내었다. 이는 해조유래 기능성분의 조성 및 첨가 비율에 기인한 것으로 사료되었다.

용해도

해조성분 강화 기능성소금 시료의 용해도는 Table 3과 같다. 대조 시료인 정제염의 용해도는 35.9 g/100 mL in water로 fucoidan salt(35.7 g/100 mL), laver salt(35.2 g/100 mL)와 큰 차이가 없었으며, Hizikia mineral salt는 32.9 g/100 mL로 다소 떨어지는 경향을 나타내었다. 이는 Hizikia mineral salt가 일반 소금에 비해 나트륨 이외의 미네랄성분을 다양하게 함유함으로서 상대적으로 약간 낮은 용해도를 나타내는 것으로 사료되나 일반적인 식염으로서의 사용 농도 범위에서는 문제가 되지 않는 것으로 판단되었다.

관능특성

해조성분 강화 기능성 해조염 3종에 대하여 짠맛, 색, 쓴맛, 아린맛, 전반적인 기호도 등 관능적 특성을 조사한 결과는 Table 4에 나타내었다. Hizikia mineral salt 경우 Na^+ 이온 보다 K^+ 이온의 함량이 높은 염으로 대조염에 비해 짠맛은 상대적으로 약하게 나타났으며 약간의 쓴맛과 자극성이 있는 염미특성을 나타내

Table 3. Solubility of functional seaweed salts

| Samples | Solubility (g/100 mL) |
|-----------------------|-----------------------|
| Control ¹⁾ | 35.9 ± 1.44 |
| Hizikia mineral salt | 32.9 ± 1.38 |
| Fucoidan salt | 35.7 ± 2.53 |
| Laver salt | 35.2 ± 0.97 |

¹⁾Refined salt.

Table 4. Sensory characteristics of functional seaweed salts

| Samples | Sensory characteristics | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | Saltiness | Color | Pungency | Bitterness | Overall acceptance |
| Control ¹⁾ | 3.54 ± 0.52 ^{ab2)} | 4.90 ± 0.23 ^a | 3.62 ± 0.31 ^{ab} | 3.50 ± 0.11 ^{ab} | 3.62 ± 0.13 ^{ab} |
| Hizikia mineral salt | 2.60 ± 0.17 ^b | 4.10 ± 0.28 ^a | 2.90 ± 0.30 ^b | 3.10 ± 0.16 ^b | 2.30 ± 0.16 ^b |
| Fucoidan salt | 3.90 ± 0.12 ^{ab} | 3.81 ± 0.11 ^{ab} | 4.00 ± 0.31 ^a | 4.24 ± 0.23 ^a | 4.02 ± 0.21 ^a |
| Laver salt | 4.22 ± 0.14 ^a | 4.03 ± 0.81 ^{ab} | 4.30 ± 0.20 ^a | 4.14 ± 0.12 ^a | 4.43 ± 0.14 ^a |

Values are mean ± SD.

¹⁾Refined salt.²⁾Means with different letters within a row are significantly different from each other determined by Duncan's multiple range test. $\alpha = 0.05$.

었는데, 이는 다른 소금시료에 비해 Na^+ 이외의 고미와 관련된 각종 미네랄 함량이 높기 때문인 것으로 사료되었다. 그러나 색은 흰색에 가까운 미백색으로 대조시료인 정제염과 비슷한 기호수준을 나타내었다. Fucoidan salt와 laver salt의 경우 대조시료인 정제염 보다 짠맛, 자극성, 쓴맛, 전반적인 기호도에서 상대적으로 우수한 관능적 기호특성을 나타내었으며 일반 시판 소금과 비교해도 유의한 염미차이가 느껴지지 않는 것으로 나타났다. 그러나 색에서는 갈색을 띠어 순백색에 가까운 정제염 보다는 낮은 기호수준을 나타내었으나 사용에 거부감을 줄 정도는 아닌 것으로 사료되었다.

ACE 저해활성

ACE 저해활성 결과는 Fig. 3과 같다. 해조성분 강화 기능성소금 1% 수용액에 대한 ACE 저해활성 값은 대조시료인 정제염과 hizikia mineral salt에서는 ACE 저해활성 값이 나타나지 않았다. 그러나 fucoidan salt는 2.5%의, 김 성분이 강화된 laver salt의 경우 54.8%의 높은 활성을 나타내었는데 이는 김 성분 중 저분자 peptide 회분이 높은 ACE 저해활성을 나타낸다는 연구들(30-37)과 유사한 경향으로, 본 실험에서 제조 되어진 laver salt에 함유되어 있는 peptide가 비슷한 결과를 나타낸 것으로 사료되어진다.

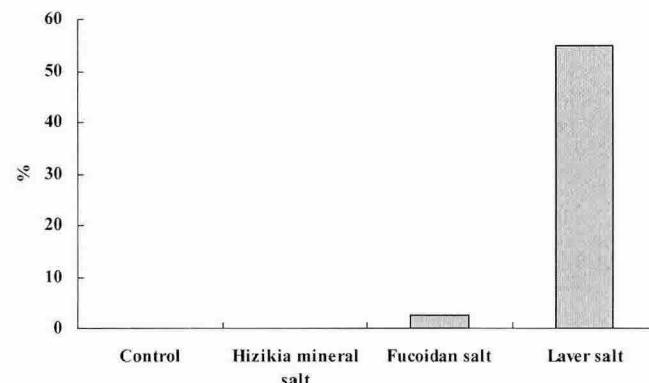


Fig. 3. ACE inhibitory activities of functional seaweed salts.

*Control: Refined salt, Sample concentration: 1%.

Table 5. Bile acid binding capacities of functional seaweed salts

| Sample salts | Bile acids binding capacities (%) | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------|------------------|------------------|
| | Taurocholic acid | Cholic acid | Deoxycholic acid | Glycocholic acid |
| Control ¹⁾ | - | - | - | - |
| Hizikia mineral salt | - | - | - | - |
| Fucoidan salt | 80.7 ± 14.0 | 76.2 ± 15.9 | 56.4 ± 8.9 | 54.1 ± 13.1 |
| Laver salt | 6.8 ± 2.7 | 6.3 ± 2.9 | 4.8 ± 1.8 | 43.2 ± 1.9 |

¹⁾Refined salt.

따라서 소금·섭취량과 고혈압 발생빈도 간에 상관관계가 있다 (38)는 조사결과가 있듯이 laver salt는 항 고혈압 염으로 효과가 있을 것으로 보여 진다.

Bile acid 결합력

해조성분 강화 소금의 bile acid 결합력에 대한 조사결과는 Table 5에 각각 나타내었다. 1% 소금 수용액에 대한 bile acid 결합력은 대조시료인 정제염과 Hizikia mineral salt에서는 나타나지 않았으나 laver salt는 bile acid의 종류에 따라 최저 4.8%, 최대 43.2%로 나타났다. 또한, bile acid 결합력이 우수한 것으로 나타난(22) crude fucoidan을 천일염과 혼합하여 제조한 fucoidan salt의 bile acid 성분별 결합력은 taurocholic acid의 경우 80.7%, cholic acid는 76.2%, deoxycholic acid는 56.4%, glycocholic acid는 54.1%로 비교적 높은 결합력을 보여 fucoidan salt는 식이 콜레스테롤의 흡수억제 기능성이 기대되는 소금으로서의 효용성을 기대할 수 있을 것으로 사료되었다.

요 약

해조성분 강화 기능성소금 3종(Hizikia mineral salt, fucoidan salt, laver salt)을 제조하여 일반적 품질특성 및 무기성분 조성, 용해도, 관능특성 및 ACE 저해활성과 bile acid 결합력을 알아보았다. 수분함량은 Hizikia mineral salt의 경우 대조시료와 유의한 차이가 없었으나 fucoidan salt와 laver salt는 상대적으로 높은 수분함량을 나타내었다. 염도는 해조성분 강화 기능성소금 3종 모두 대조시료 보다는 약간 낮은 값을 나타내었고 pH는 Hizikia mineral salt의 경우 11.34로 다소 높은 값을, fucoidan salt와 laver salt은 6.88과 6.53으로 중성에 가까운 값을 나타내었으며, ORP는 -229 mV에서 38 mV로 월등히 낮은 값을 나타내었다. 기능성 소금의 L, a, b 값은 모두 정제염 보다는 약간 어두운색을 나타내었다. 무기물 함량은 Hizikia mineral salt에서 혈압 저하에 효과가 있는 무기성분인 K⁺ 함량이 다량 함유되어 있었으며 용해도는 Hizikia mineral salt가 다소 떨어지는 경향을 나타내었으나 큰 차이는 나타나지 않았다. 관능특성을 알아본 결과 Na⁺ 이외의 미네랄 성분을 다량 함유하고 있는 Hizikia mineral salt를 제외한 나머지 fucoidan salt, laver salt에서는 색을 제외한 모든 항목에서 높은 점수를 받아 조미기능성 염으로서도 사용가치가 기대되었다. 또한, laver salt는 54.8% 수준의 ACE 저해 활성값을 나타내었으며, fucoidan salt는 54.1-80.7% 수준의 높은 bile acid 결합특성을 각각 나타냄으로서 콜레스테롤 대사 및 혈압조절 기능성을 갖고 있는 것으로 사료되었다.

문 헌

1. Kim DH, Lee SB, Rhim JW. Characteristics of seaweed salt pre-

pared with seaweeds. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 937-942 (2004)

- The National Statistical Office of the Economic Planning Board. 1990th. The origin of death. p. 1 (1991)
- Kim HS, Yu CH. The effect of Ca supplementation on the metabolism of sodium and potassium and blood pressure in college women. Korean J. Nutr. 30: 32-39 (1997)
- Cho KH, Park Ma, Kim ES. Differences between estimated and analyzed contents of sodium and potassium in the salt-restricted diet. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 406-414 (1996)
- Park TS, Lee GY. A study on the sodium and potassium intakes and their metabolism of university students in Korea. Korean J. Nutr. 18: 201-208 (1985)
- Kim YS, Bake HY. Measurement of Na intake in Korean adult females. Korean J. Nutr. 20: 341-349 (1987)
- The Korean Nutrition Society. Korean Recommended Intake. 6th ed. pp. 134-136 (1995)
- Kang YJ, Ryu KT, Kim HS. Preparation of cellular liquid from brown seaweeds for functional tonic products. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 394-403 (1996)
- Jeong K. The production system of total salt at guom village in Cheju island. Geographical J. Korean 32: 87-104 (1998)
- Jo EJ, Shin DH. Study on the chemical compositions of sundried, refined, and processed salt produced in Chonbuk area. J. Food Hyg. Saf. 13: 360-364 (1998)
- Park JW, Kim SJ, Kim SH, Kim BH, Kang SK, Nam SH, Jung ST. Determination of mineral and heavy metal contents of various salts. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1442-1445 (2000)
- Ha JO, Park KY. Composition of mineral contents and external structure of various salts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 413-418 (1998)
- Kim YM, Do JR, In JP, Park JH. Angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory activities of laver (*Porphyra tenera*) protein hydrolysates. Korean J. Food Nutr. 18: 11-18 (2005)
- Koo JG, Jo KS, Do JR, Woo SJ. Isolation and purification of fucoidans from *Laminaria religiosa* and *Undaria pinnatifida* in Korea. J. Korean Fish Soc. 28: 227-236 (1995)
- AOAC. Official Methods of Analysis, 17th ed. Method 995.04. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA (2000)
- Bin JH, Kim HD, Ryu BH. Anticomplementary activities of rhamnan sulfate extracted from monostroma nitidum. Korean J. Food Nutr. 9: 490-495 (1996)
- Blakeney AB, Harris PJ, Henry RT, Stone BA. A simple and rapid preparation of alditol acetate for monosaccharide analysis. Carbohydr. Res. 113: 291-299 (1983)
- AOAC. Official Methods of Analysis, 17th ed. Method 934.01. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA (2000)
- The Ministry of Health and Welfare. Food Standard Code. Seoul, Korea. pp. 173-177 (2000)
- Kim KO, Kim SS, Sung NK, Lee YU. A sensory Test and Application. Sin Kwang, Seoul, Korea. pp. 207-225 (1993)
- Chshman DW, Cheung HS. Spectrometric assay and properties of angiotensin converting enzyme of rabbit lung. Biochem. Pharmacol. 20: 1637-1648 (1971)
- You BJ, Im YS, Jeong IH, Lee KH. Effect of extraction conditions on bile acids binding capacity *in vitro* of alginate extracted from sea tangle (*Laminaria spp.*). J. Korean Fish. Soc. 30: 31-38

- (1997)
23. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1998)
 24. Moon DS, Kim HJ, Shin PK, Jung DH. Characteristics of chemical contents of horizontal spray salts from deep ocean water. J. Korean Fish. Soc. 38: 65-69 (2005)
 25. Huh K, Kim MH, Kim MG, Song IS. Salts safety in the side of food sanitation. J. East Asian Diet. Life 9: 386-387 (1999)
 26. Kim DH, Lee SB, Rhim JW. Characteristics of seaweed salts prepared with various seaweeds. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 62-66 (2003)
 27. Ha JO, Park KY. Comparison of autoxidation rate and comutagenic effect of effect of different kinds of salt. J. Korean Asso. Cancer Prev. 4: 44-51 (1999)
 28. Maurice ES, Vernon RY. Nutrition and diet in hypertension. Vol II. p. 1272. In: Modern Nutrition in Health and Disease. 7th ed. Lea & Febiger, PA, USA. (1988)
 29. Kim DH, Lee SB, Rhim JW. Characteristics of seaweed salts prepared with seaweeds. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 937-942 (2004)
 30. Kunio S. Purification and identification of angiotensin-converting enzyme inhibitors from the red alga *Porphyra yezoensis*. J. Marin Biotechnol. 6: 163-167 (1998)
 31. Jung KJ, Jung BM, Kim SB. Effect of porphyran isolated from laver, *Porphyra yezoensis*, on lipid metabolism in hyperlipidemic and hypercholesterolemic rats. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 633-640 (2001)
 32. Kim SJ, Moon JS, Kang SG, Jung ST. Extraction of perphyran from decolorized laver. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 1017-1021 (2003)
 33. Maruyama S, Nakagomi K, Tomizuka N, Suzuki H. Angiotensin converting enzyme inhibitor derived from an enzymatic hydrolysate of casein. Agr. Biol. Chem. Tokyo 49: 1405-1410 (1985)
 34. Maruyama S, Mitachi H, Tankata H, Tomizuka N, Suzuki H. Studies on the active site and antihypertensive activity of angiotensin converting enzyme inhibitors derived from casein. Agr. Biol. Chem. Tokyo 51: 1581-1586 (1987)
 35. Kinoshita E, Yamakoshi J, Kikuchi M. Purification and identification of an angiotensin-converting enzyme inhibitor from soy sauce. Bio. Oiotech. Biochem. 57: 1107-1110 (1993)
 36. Kang DG, Lee YS, Kim HJ, Lee YM, Lee HS. Angiotension coverting enzyme inhibitory phenylpropanoid glycosides from clerodendron trichotomum. J. Ethnopharmacol. 89: 151-154 (2003)
 37. Hwang JH. Angiotensin-converting enzyme inhibitory effect of *doenjang* fermented by *B. subtilis* SCB-3 isolated from *meju*, Korean traditional food. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 775-783 (1997)
 38. Lee JE. Salt and hypertension. Korean J. Nephrol. 11: 6 (1992)