

천연 염미증강제 개발을 위한 완도산 다시마의 열수 추출 조건 최적화 및 염미증강 효능 평가

김효주 · 양은주

(재)전남생물산업진흥원 식품산업연구센터

Optimization of Hot Water Extraction Conditions of Wando Sea Tangle (*Laminaria japonica*) for Development of Natural Salt Enhancer

Hyo Ju Kim and Eun Ju Yang

Jeonnam Bioindustry Foundation, Food Research Center

ABSTRACT In recent decades, health concerns related to sodium intake have caused an increased demand for salt or sodium-reduced foods. Umami substance can enhance taste sensitivity to NaCl and may offer a unique approach to replace and reduce the sodium content in foods. In this study, hot water extraction conditions of Wando sea tangle with high umami taste were investigated. Wando sea tangle harvested in June was selected for hot water extraction based on its free amino acids composition. The quality properties of sea tangle extract were investigated at various extraction temperatures (60°C, 80°C, and 100°C) and times (1 h, 2 h, and 3 h). Sea tangle extracts at the extraction temperature of 100°C contained the highest soluble solids (35.47%~36.93%), and crude protein (3.75%~4.00%). Viscosities of sea tangle extracts decreased with increasing extraction temperature. Umami amino acids (glutamic acid and aspartic acid) and sensory characteristics were best at extraction conditions of 100°C for 2 h. Saltiness enhancement of sea tangle extract powder was determined. Saltiness intensities of NaCl solution after adding 1% sea tangle extract powder were enhanced (1.84~4.25-fold). At the same saltiness intensity, sodium contents of NaCl solution with 1% sea tangle extract powder were 12.24~24.33% lower than that of NaCl solution. These results suggest that it is possible to reduce sodium in foods with sea tangle extract as a natural salt enhancer without lowering overall taste intensity.

Key words: sea tangle, hot water extraction, salt enhancer, sodium reduction, umami

서 론

한국인의 나트륨 섭취량은 2012년 기준 4,546 mg으로 세계보건기구(World Health Organization, WHO) 일일 나트륨 권고 상한치인 2,000 mg의 2.2배 이상을 섭취하며 세계적으로 높은 수준이다(1). 식품의약품안전처의 나트륨 관련 인체대사 연구에서는 우리 국민 중 28%가 소금 민감성을 지닌 것으로 조사되었다(2). 2010년 국민건강영양조사에 따르면 우리나라 국민의 식사를 통한 나트륨 섭취는 국, 찌개, 면류에서 31.5%를 섭취하며, 김치류는 22.5%로 다음 순위를 나타내었다(3). 맛을 내기 위해 사용하는 조미료, 장류, 소스류의 나트륨 함량도 높은 편이며, 국물요리와 소금에 절여진 발효식품을 즐기는 식생활 문화가 다른 나라에 비해 나트륨 섭취량이 높은 이유와 연관성이 있는 것으로 생각된다.

나트륨은 체액의 삼투압과 산-알칼리 균형에 중요한 역

할을 하는 무기질이지만 과다 섭취할 경우 혈압의 상승으로 고혈압이 발생하며, 이로 인해 뇌졸중 등 심혈관계 질환이 증가하게 되고 위암과 골다공증 및 신장질환의 발생도 높이는 것으로 보고되고 있다(4-7). 이에 각 나라에서는 과다한 나트륨 섭취로 인한 만성질환의 예방을 위하여 중장기적인 나트륨 섭취량 감소 정책을 시행하고 있다(8,9). 2005년에 설립된 WASH(World Action on Salt and Health)는 영국과 유럽을 중심으로 전 세계적인 나트륨 저감화 사업을 추진하고 있으며, 다국적 식품기업으로 하여금 제품 중 나트륨 함량을 줄이도록 유도하고 있다(10). 우리나라에서도 나트륨 줄이기 운동본부를 출범하는 등 국민들의 나트륨 섭취를 줄이기 위한 다양한 방안을 제시하며 급식, 외식 및 가공식품 생산에서 나트륨 저감화를 위한 노력을 시도하고 있다(11).

식품에서 나트륨 저감화를 위한 방법으로는 짠맛에 영향을 미치지 않으면서 나트륨을 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등으로 대체한 대체염을 사용하는 방법이 있다(12). 그러나 대체염에서 느껴지는 쓴맛 또는 금속 후미 등으로 인해 대체염의 이미지를 제어할 수 있는 기술이 필요하며(13), 가장 많이 사용되는 염화칼륨(KCl)의 경우에는 신장기능이 저하된 환자

에게서 혈중 칼륨 농도가 높아져 위험을 초래할 수 있으므로 나트륨 대체제로서 일반식품에 광범위하게 적용하기에는 한계를 나타낸다(14). 나트륨을 저감화하기 위한 다른 방법으로 짠맛을 상승시키는 소재나 풍미강화 소재를 개발하는 등의 염미증강제에 대한 연구가 수행되고 있다(15,16). 염미증강제는 자신은 짠맛이 없거나 약한 짠맛을 가지면서 소금의 짠맛을 끌어내어 상승시키는 소재로서 MSG(mono-sodium glutamate), 효모 추출물, 아미노산 등이 있으며, 식품에 첨가할 경우 기본적인 맛을 풍부하게 해주고 감칠맛과 짠맛을 증진시키는 효과를 나타내어 나트륨의 저감화가 가능하다(17). 그러나 국내에서 염미증강제 개발과 관련된 연구는 극히 미비한 실정이다.

다시마(*Laminaria japonica*)는 갈조류로 오래전부터 생식으로 이용하거나 건 다시마 형태로 국이나 찌개에 넣어 국물의 맛을 내는 데 이용되어 왔다. 다시마에는 식이성 섬유질과 alginate, laminarin, fucoidan, mannitol 등의 다당류가 다량 함유되어 있으며, 요오드, 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등의 다량 무기질 및 철, 아연, 구리, 망간, 셀레늄, 게르마늄 등의 미량 무기질도 ppm 단위로 다양하게 들어 있어 우수한 무기질 공급원이라 할 수 있다(18,19). 점질성 다당류인 alginate는 항비만 효과, 혈액, 간지질 및 분변 지질 수준의 개선 효과가 높다고 보고되었으며(20), fucoidan 역시 지질대사 개선 효과, 면역 활성 증진, 항혈액응고 활성, 노화억제 작용 등의 다양한 생리활성에 대한 효능들이 보고되고 있다(21-24). 그러나 다시마는 우수한 생리 기능성에도 불구하고 대부분 1차 가공품이나 사료로 이용되며 산업적 활용은 여전히 미흡한 실정이다. 다시마 가공에 관한 연구로는 다시마를 요구르트나 김치, 간장, 고추장, 묵, 식빵 등의 가공식품에 적용하거나(25-30) 발효 음료 개발에 관한 연구들이 이루어졌으며(31), 다시마 추출이나 효소 가수분해물 제조 및 효모 발효를 통한 발효분말 제조에 관한 보고들이 있다(32-34).

MSG가 처음 분리된 식품인 다시마는 glutamic acid와 aspartic acid의 정미성분 아미노산을 다량 함유하고 있어 조미소재뿐만 아니라 천연 염미증강제로서의 효능을 기대할 수 있다. 본 연구에서는 국내 주요 다시마 산지인 전남 완도군의 다시마를 이용하여 천연 염미증강제를 개발하기 위하여 정미성분 추출에 적합한 다시마 수확시기를 선정하고, 추출 온도와 시간에 따른 다시마 추출물의 특성과 유리 아미노산 및 관능적 특성을 분석하여 정미성분을 효과적으로 추출하기 위한 열수 추출 조건을 검토하였다. 또한 정미성분이 최적으로 추출된 다시마 추출분말을 사용하여 천연 염미증강제로서의 효능을 평가하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 다시마(*L. japonica*)는 전남 완도군의 금

일광선영어조합법인으로부터 건조 다시마를 공급받아 사용하였다. 분석에 사용한 다시마는 부위에 따른 성분 차이를 감안하여 전체 길이를 분쇄기(M20, Kika-were GmbH & Co. KG, Staufen, Germany)로 분쇄하여 균질화 시킨 후 사용하였으며, 추출에 사용한 다시마는 3×3 cm 크기의 조각으로 잘라 사용하였다. 모든 시료는 실험 전까지 -20°C에 보관하였다.

일반성분 분석

일반성분은 AOAC법(35)에 따라 수분은 105°C 상압가열건조법, 조회분은 550°C 건식회화법으로 측정하였으며, 조단백은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법을 이용하여 측정하였다. 탄수화물은 시료 100 g 중에서 수분, 조회분, 조단백, 조지방 함량을 감하여 얻은 양으로 표시하였다.

유리아미노산 분석

건조 다시마는 분쇄된 시료 1 g에 10배량의 증류수를 가해 30분간 초음파 추출 후 1,650×g에서 10분간 원심분리(Micro 17TR, Hanil Science Industrial Co., Ltd., Incheon, Korea) 하여 얻은 상등액을 감압농축 건조하였다. 남은 잔사를 0.02 N HCl로 용해하여 0.2 µm syringe filter(DISMIC-13cp, Adventec, Tokyo, Japan)로 여과하여 시료로 사용하였다. 다시마 추출액의 경우 16% trichloroacetic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 동량 가하여 15분간 진탕한 후 1,650×g에서 15분간 원심분리 하고 0.2 µm syringe filter로 여과하여 시료로 사용하였다. 분석은 injection volume 20 µL, flow rate 0.3 mL/min으로 하여 자동 아미노산 분석기(Hitach Amino Acid Analyzer L-8900, Hitach Ltd., Tokyo, Japan)로 분석하였다.

다시마 열수 추출액 제조

다시마의 정미성분 추출을 위한 시간과 온도 조건을 설정하기 위하여 진공추출기(COSMOS 660, Kyungseo Machines Co., Ltd., Incheon, Korea)에 건조 다시마 조각 1 kg을 넣고 15배(v/w)의 물을 첨가하여 60°C, 80°C, 100°C에서 각각 1시간, 2시간, 3시간 동안 열수 추출한 후 부직포로 여과하여 잔사를 분리하고 얻어진 추출액을 시료로 사용하였다.

상등액율, 고형분 수율, 조단백 수율 측정

상등액율은 추출 후 회수된 상등액의 양(mL)을 첨가된 물의 양(mL)으로 나누어 계산하였다. 고형분 수율은 105°C 상압가열건조법으로 추출액의 고형분 함량을 측정 후 추출액으로부터 회수된 고형분 함량을 추출에 사용된 건조 다시마의 함량으로 나누어 백분율(%)로 나타내었다. 조단백 수율은 Kjeldahl법으로 조단백 함량을 측정 후 추출액으로부터 회수된 조단백 함량을 추출에 사용된 건조 다시마의

함량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

0.05).

점도 및 당도 측정

점도는 Brookfield Viscometer(LVDV II+ Pro, Brookfield Engineering Labs., Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 20°C에서 UL adapter, ULA spindle로 80 rpm으로 회전시키면서 30초간 유지되는 값을 측정하였다. 당도는 상온(20°C)에서 당도계(PR201a, ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

관능평가

다시마 추출물의 관능평가는 미리 훈련된 전남식품산업연구센터의 연구원 12명이 시행하였으며, 평가 항목으로는 감칠맛(savory taste), 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 종합 기호도(overall acceptability)에 대하여 평가자의 기호도를 7점 척도법으로 평가하였다. 각 항목에 대한 점수는 1점으로 갈수록 기호도가 낮고, 7점으로 갈수록 높아지는 것으로 평가하였다.

염미증강 효능 평가

다시마 추출물의 염미증강 효능 평가는 전남식품산업연구센터의 연구원 12명이 NaCl 표준용액에 대한 표준 짠맛 강도를 습득한 후 시험용액의 짠맛 강도를 측정하여 평가하였다. NaCl 표준용액의 표준 짠맛 강도는 0.31% NaCl 용액이 1점, 0.47% NaCl 용액이 5점, 0.63% NaCl 용액이 9점, 0.79% NaCl 용액이 13점, 0.95% NaCl 용액이 17점으로 하였다. 시험용액은 동결건조기(PVTFD 10R, Ilshin Lab Co., Ltd., Dongducheon, Korea)로 건조된 다시마 추출분말 1 g에 0.31%, 0.47%, 0.63% NaCl 용액 100 mL를 각각 첨가하여 1%(w/v) 농도로 준비한 후 짠맛 강도를 평가하였다. 표준용액과 시험용액의 나트륨 함량은 나트륨 분석기(859 Titrotherm, Metrohm AG, Herisau, Switzerland)로 측정하여 다시마 추출물에 의한 나트륨 저감율(%)을 계산하였다. 나트륨 저감율(%)=100-(시험용액의 나트륨 함량/표준용액의 나트륨 함량×100).

통계처리

실험 결과는 SPSS program(Statistical Package for Social Science, version 17, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시한 후 Duncan's multiple range test로 사후 검증하였다(*P*

결과 및 고찰

다시마 수확시기의 선정

정미성분의 최적 추출을 위한 완도산 다시마의 수확시기를 선정하기 위하여 수확시기(5월, 6월, 7월)에 따른 다시마의 일반성분 및 유리아미노산 함량을 분석하여 그 결과를 Table 1과 Table 2에 나타내었다. 일반성분 분석 결과 수분 함량은 5월에 수확한 다시마가 6.94%, 6월에 수확한 다시마가 6.51%, 7월에 수확한 다시마가 5.82%로 수확시기가 늦어질수록 감소하였으며, 회분 함량 역시 25.49%, 19.38%, 16.00%로 수분 함량과 같은 경향을 나타내었다. 이와는 반대로 탄수화물 함량과 열량은 5월에 수확한 다시마가 56.63%와 274.34 kcal, 6월 수확 다시마가 62.84%와 301.82 kcal, 7월 수확 다시마가 68.09%와 317.47 kcal로 수확시기가 늦어질수록 증가하는 것으로 나타났다. 조단백질 함량은 7월에 수확한 다시마가 9.14%로 5월(10.13%)과 6월(10.19%)에 수확한 다시마보다 낮게 나타났으며, 조지방 함량은 모두 1% 내외로 낮게 나타났다. 수확시기별 다시마의 유리아미노산 분석 결과 총 25종 중 14종의 유리 아미노산이 검출되었다(Table 2). 정미성분 아미노산인 glutamic acid와 aspartic acid가 주요 유리아미노산으로 검출되었으며, 그 외에는 asparagine, serine, glutamine, glycine, threonine, arginine, tyrosine, valine, phenylalanine, isoleucine, leucine, proline 등이 상대적으로 낮은 비율로 검출되었다. 총 유리아미노산 함량은 6월 수확 다시마가 8,414.63 mg%로 가장 높게 나타났으며, 5월 수확 다시마와 7월 수확 다시마는 5,918.22 mg%와 5,362.10 mg%로 6월 수확 다시마보다 낮은 함량을 나타내었다. 다시마의 대표적인 정미성분인 glutamic acid와 aspartic acid 함량 역시 6월 수확 다시마가 4,827.37 mg%와 3,148.55 mg%로 5월 수확 다시마(3,885.47 mg%와 1,666.04 mg%)와 7월 수확 다시마(3,673.44 mg%와 1,357.02 mg%)보다 높은 함량을 나타내었다. 이와 같은 결과에 따라 정미성분의 최적 추출을 위한 완도산 다시마 원료로는 조단백 함량, 총 유리아미노산 함량 및 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 높은 6월 수확 다시마가 가장 적합한 것으로 평가되었다. 6월 수확 다시마의 조단백 함량과 총 유리아미노산 함량이 높은 이유는 다시마 양식에 중요한 조건인 수온, 일조량, 영양분 등이 5월이나 7월에 비해 6월에 가장 적합하였기 때문으로 생각

Table 1. Proximate compositions of Wando sea tangle at different harvest month

Harvest month	Moisture (%)	Ash (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Carbohydrate (%)	Calorie (kcal)
May	6.94±0.22 ¹⁾²⁾	25.49±0.02 ^a	10.13±0.41 ^a	0.82±0.09 ^c	56.63±0.58 ^c	274.34±4.24 ^c
June	6.51±0.16 ^b	19.38±0.48 ^b	10.19±0.07 ^a	1.07±0.04 ^a	62.84±0.60 ^b	301.82±4.40 ^b
July	5.82±0.04 ^c	16.00±0.52 ^c	9.14±0.25 ^b	0.96±0.00 ^b	68.09±0.30 ^a	317.47±4.28 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test (*P*<0.05).

Table 2. Free amino acid compositions of Wando sea tangle at different harvest month

Free amino acid (mg%)	Harvest month		
	May	June	July
Glutamic acid	3,885.47±148.44 ^{b1)2)}	4,827.37±211.77 ^a	3,673.44±346.79 ^b
Aspartic acid	1,666.04±65.65 ^b	3,148.55±257.14 ^a	1,357.02±183.46 ^b
Asparagine	48.79±5.10 ^c	82.86±3.71 ^a	61.78±6.17 ^b
Serine	22.28±0.76 ^b	43.33±1.96 ^a	22.29±1.93 ^b
Glutamine	52.70±3.58 ^b	70.54±3.10 ^a	46.41±1.14 ^c
Histidine	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Glycine	7.23±0.42 ^a	7.27±1.84 ^a	6.07±0.06 ^a
Threonine	10.27±1.02 ^{ab}	12.39±2.17 ^a	8.83±0.08 ^b
Arginine	108.94±5.90 ^a	115.14±4.12 ^a	85.11±4.67 ^b
Alanine	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Taurin	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
GABA	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Tyrosine	8.26±0.47 ^a	8.19±0.13 ^a	7.27±0.25 ^b
Valine	23.46±0.62 ^a	18.87±0.56 ^b	20.02±0.77 ^b
Methionine	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Norvaline	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Tryptophan	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Phenylalanine	9.65±1.56 ^c	16.10±0.20 ^a	12.86±0.37 ^b
Isoleucine	6.90±0.96 ^a	5.01±0.08 ^b	6.32±0.41 ^a
Leucine	9.14±0.28 ^a	6.07±0.21 ^c	7.62±0.69 ^b
Lysine	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Hydroxy proline	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Sarcosine	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Proline	59.10±32.95 ^a	52.95±26.32 ^a	47.06±11.32 ^a
Cystine	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
Total	5,918.22±173.21 ^b	8,414.63±451.86 ^a	5,362.10±533.43 ^b

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Means with the same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

된다.

추출 온도와 시간에 따른 다시마 추출액의 품질 특성

완도산 다시마의 정미성분을 최적으로 추출하기 위한 열수 추출 조건을 설정하기 위하여 추출 온도와 시간에 따른 다시마 추출액의 품질 특성을 평가하였다. 건조 다시마에 물을 15배(v/w) 가수하여 60°C, 80°C, 100°C에서 각각 1시간, 2시간, 3시간 동안 추출한 후 상등액율, 고형분 수율, 조단백 수율, 당도 및 점도를 측정하여 Table 3에 나타내었다. 추출액의 상등액율은 67~76% 수준으로 추출 온도가

높아질수록 더 높게 나타났으며, 추출 시간이 길어짐에 따라 높아지는 경향이었으나 60°C 추출의 경우 시간에 따라 유의적인 차이는 없었다. 고형분 수율은 100°C 추출에서 35.47~36.93%로 가장 높게 나타났으며, 80°C(25.63~28.35%) 보다는 60°C 추출(29.45~29.66%)에서 더 높게 나타났다. 이는 Lee 등(36)의 연구에서 다시마 추출액의 고형분 농도가 전반적으로 추출 온도가 높아질수록 증가하는 경향이었으나 60°C 추출에서의 고형분 농도가 70°C와 80°C에서보다 높게 나타났다는 결과와 유사하다. Lee 등(36)은 다시마에 있는 수용성 물질 일부가 낮은 온도에서 분리가 더 잘되

Table 3. Quality characteristics of sea tangle extracts by extraction temperature and time

Temperature (°C)	Time (h)	Supernatant rate (%)	Solid yield (%)	Brix (%)	Crude protein yield (%)	Viscosity (cP)
60	1	67.77±1.11 ^{d1)2)}	29.45±0.45 ^d	3.30±0.00 ^d	2.61±0.02 ^g	1.49±0.00 ⁱ
	2	68.89±0.22 ^d	29.66±0.09 ^d	3.40±0.00 ^c	3.18±0.02 ^{ef}	4.56±0.01 ^a
	3	68.89±0.22 ^d	29.63±0.09 ^d	3.40±0.00 ^c	3.12±0.03 ^f	3.49±0.02 ^b
80	1	68.89±0.89 ^d	25.63±0.33 ^f	3.00±0.00 ^f	3.24±0.05 ^e	2.36±0.01 ^e
	2	71.11±0.44 ^c	28.35±0.16 ^e	3.20±0.00 ^e	3.59±0.03 ^c	3.03±0.01 ^d
	3	73.56±0.67 ^b	28.22±0.25 ^e	3.20±0.05 ^e	3.33±0.03 ^d	3.08±0.01 ^c
100	1	74.44±0.67 ^{ab}	35.47±0.42 ^c	3.70±0.05 ^b	3.75±0.07 ^b	2.19±0.01 ^f
	2	74.44±1.11 ^{ab}	36.93±0.59 ^a	3.80±0.00 ^a	4.00±0.03 ^a	1.96±0.01 ^h
	3	75.56±0.89 ^a	36.12±0.28 ^b	3.80±0.05 ^a	3.95±0.07 ^a	2.02±0.01 ^g

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Means with the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

있기 때문에 생각되며, alginate가 80°C 이상의 온도에서 녹기 때문에 90°C 이상의 고형분은 60°C보다 높게 나타났다고 보고하였다. 시간에 따른 고형분 수율은 60°C의 경우 유의적인 차이가 없었으며, 80°C와 100°C에서는 추출 2시간에서 가장 높게 나타났다. 다시마 추출액의 Brix는 고형분 수율과 같이 100°C 추출에서 3.70~3.80%로 가장 높게 나타났으며, 80°C(3.00~3.20%)보다는 60°C(3.30~3.40%) 추출에서 더 높게 나타났다. 추출 시간에 따라서는 시간이 증가함에 따라 증가하였으나 추출 2시간 이후부터는 변화가 없는 것으로 나타났다.

다시마 추출액의 조단백 수율은 60°C에서는 2.61~3.18%, 80°C에서는 3.24~3.59%, 100°C에서는 3.75~4.00% 수준으로 온도가 높아질수록 함량이 증가하였다(Table 3). Lee 등(36)은 다시마 열수 추출액이 온도가 높을수록 단백질 수율이 증가한다고 보고하였으며, An(37)은 다시마 추출액의 단백질 수율이 30°C~70°C에서보다 100°C에서 더 높게 나타났다고 보고하였다. 추출 시간에 따라서는 모든 온도에서 추출 2시간에 가장 높은 함량을 나타내었으나 100°C의 경우 추출 3시간과 유의적 차이는 없었다.

다시마 추출액의 점도는 추출 온도가 높아질수록 낮은 경향을 보였다. 추출 1시간에서 60°C(1.49 cP)보다 80°C(2.36 cP)와 100°C(2.19 cP)에서 더 높은 점도를 나타낸 것은 고온에서 alginate의 용출이 먼저 일어났기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 추출 2시간 이후 60°C와 80°C 추출액은 100°C 추출액보다 1.5~2배 이상의 점도가 측정되었으며 육안으로도 점성을 나타내었다. 다시마 추출액의 점도는 다당류 등의 성분, 특히 alginate에 의한 영향이 큰 것으로 여겨지며 높은 온도에서 alginate가 더 잘 용출됨에도 불구하고 추출 2시간 이후부터 100°C 추출액에서 더 낮은 점도를 나타낸 것은 고온에서 alginate의 분자량이 작아졌기 때문으로 추정된다(38). 추출액의 점도 증가는 관능적 풍미에도 좋지 않은 영향을 미칠뿐만 아니라 제품의 가공 공정에도 문제점으로 작용할 수 있다. 추출 온도별 다시마 추출액의 품질 특성 분석 결과 상등액율, 고형분 수율, 조단백 수율, 당도 및 점도 특성이 100°C 추출에서 우수한 특성을 나타내어 최적 추출 온도는 100°C를 선정하였으며, 최적 추출 시간의 선정을 위하여 100°C 추출액의 정미성분 아미노산 분석과 관능평가를 진행하였다.

다시마 추출액의 정미성분 아미노산 분석

완도산 다시마를 100°C에서 각각 1시간, 2시간, 3시간 추출한 추출액의 glutamic acid와 aspartic acid의 함량을 분석하여 그 결과를 Table 4에 나타내었다. Glutamic acid와 aspartic acid는 다시마의 아미노산 성분 중 가장 많은 함량을 차지하며 식품에서 감칠맛을 부여하는 정미성분 아미노산이다(39). 다시마 추출액의 아미노산 분석 결과 조단백 수율 결과와 일치하는 경향성을 나타내며 glutamic acid와 aspartic acid 모두 추출 2시간에서 각각 275.33 mg%와

Table 4. Glutamic acid and aspartic acid contents of sea tangle extracts by extraction time at 100°C

Contents (mg%)	Extraction time (h)		
	1	2	3
Glutamic acid	252.77±6.55 ^{c1)2)}	275.33±1.61 ^a	267.99±3.07 ^b
Aspartic acid	105.75±5.67 ^b	121.18±0.98 ^a	117.09±1.31 ^a

¹⁾Values are mean±SD (n=3).

²⁾Means with the same letter in a row are not significantly different by Duncan's multiple range test (*P*<0.05).

121.18 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 그다음으로 추출 3시간에서 각각 267.99 mg%와 117.09 mg%로 높게 나타났으며, 추출 1시간에서는 각각 252.77 mg%와 105.75 mg%로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 추출 3시간에 아미노산 함량이 감소하는 것은 추출액이 열에 노출되는 시간이 길어짐에 따라 유리된 아미노산과 환원당과의 Maillard reaction이 발생했기 때문인 것으로 추정된다.

다시마 추출액의 관능적 특성

완도산 다시마를 100°C에서 각각 1시간, 2시간, 3시간 추출한 추출액의 관능적 특성에 대한 기호도를 평가하여 Fig. 1에 나타내었다. 감칠맛은 2시간 추출액이 6.00점으로 가장 높은 기호도를 나타내었으며, 3시간 추출액은 5.50점, 1시간 추출액은 5.00점의 기호도를 나타내었다. 추출액의 색에 대한 기호도는 2시간 추출액이 6.00점으로 가장 높았으며 3시간 추출액은 5.25점, 1시간 추출액은 5.00점으로 가장 낮게 나타났다. 추출액의 색은 추출 시간이 길어질수록 조금씩 진해지는 것으로 나타났는데 이는 비효소적 갈변반응에 의한 현상으로 생각되며, 패널들은 연한 색보다는 약간 진한 색을 선호하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 추출액의 향미는 2시간 추출액 5.25점, 3시간 추출액 4.75점, 1시간 추출액 4.50점 순으로 나타났지만 추출 시간에 따른 유의적인 차이는 없었다. 맛과 전체적인 기호도는 2시간 추출액이 각각 6.25점과 6.50점으로 가장 높은 점수를 보였으며, 3시

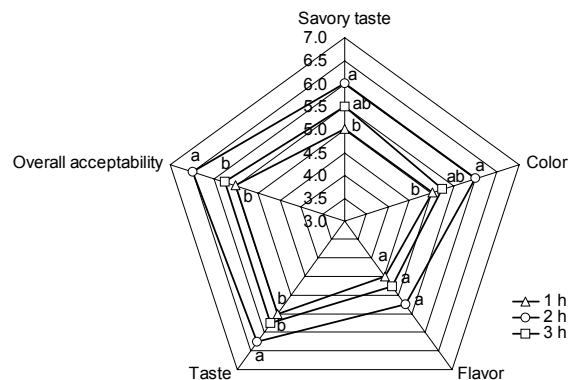


Fig. 1. Sensory evaluation of sea tangle extracts by extraction time at 100°C. Sea tangle extracts were evaluated with seven score scale test. Score 7 is extremely good. Values are mean (n=12). Means with the same letter in a item axis are not significantly different by Duncan's multiple range test (*P*<0.05).

간 추출액은 각각 5.75점과 5.75점, 1시간 추출액은 각각 5.50점과 5.50점으로 가장 낮은 점수를 나타내었으나 3시간과 1시간 추출액 간의 유의적 차이는 없었다.

이상의 관능 결과를 종합해 볼 때 2시간 추출액이 전체적인 관능 항목에서 유의적으로 높은 기호도를 나타내었다. 따라서 정미성분이 풍부한 염미증강제의 개발을 위한 완도산 다시마의 최적 추출 시간은 가용성 정미성분이 최적으로 용출되며 관능적 특성이 우수한 2시간 조건이 적합한 것으로 평가되었다.

다시마 추출분말의 염미증강 효과

다시마를 천연 염미증강 소재로 개발하기 위하여 정미성분이 최적인 열수 추출 조건(100°C, 2시간)에서 추출한 다시마의 추출분말을 제조한 후 이를 이용한 염미증강 효과를 평가하였다. 다시마 추출분말을 각각 0.31%, 0.47%, 0.63% NaCl 표준용액과 혼합하여 1%(w/v) 농도의 시험용액을 제조하여 짠맛 강도를 평가한 후 다시마 추출분말을 첨가하지 않은 NaCl 표준용액의 표준 짠맛 강도와 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 표준 짠맛 강도가 1점인 0.31% NaCl 용액은 시험용액(다시마 추출분말 1% 첨가)에서 4.25의 짠맛 강도를 나타내었으며, 표준 짠맛 강도 5점인 0.47% NaCl 표준용액은 시험용액에서 10.08의 짠맛 강도를 나타내었다. 그리고 표준 짠맛 강도가 9점인 0.63% NaCl 표준용액은 시험용액에서 16.58의 짠맛 강도를 나타내어 다시마 추출분말의 염미증강 효과가 상당히 우수함을 알 수 있었다.

다시마 추출분말 역시 다시마에서 유래한 나트륨을 함유하고 있으므로 다시마 추출분말이 함유된 시험용액의 나트륨 함량을 측정한 후 시험용액과 동일한 짠맛 강도를 나타내는 NaCl 표준용액에 함유된 나트륨 함량과 비교하여 다시마 추출분말의 염미증강 효과에 따른 나트륨 저감화율을 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 짠맛 강도가 4.25인 시험용액의 나트륨 함량은 152.14 mg%인 반면 동일한 짠맛 강도의 NaCl 용액은 173.36 mg%의 나트륨을 함유하여 나트

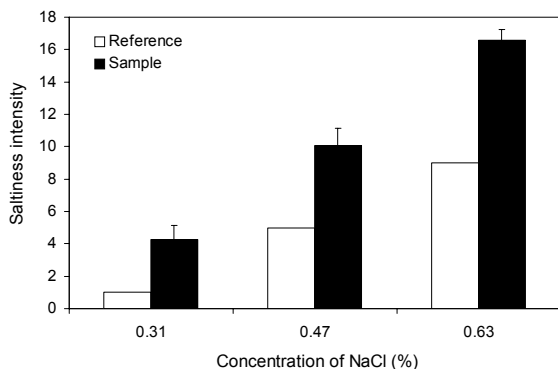


Fig. 2. Saltiness enhancement effect of sea tangle extract powder. Sea tangle was extracted at 100°C for 2 h and then freeze dried. Reference (□) was NaCl solution and sample (■) was prepared with 1% sea tangle extract powder in NaCl solution. Values are mean±SD (n=12).

Table 5. Sodium reduction effect of sea tangle extract powder

Sample	Saltiness intensity	Sodium contents (mg%)		Sodium reduction rate (%)
		Sample	NaCl ²⁾	
SEP ¹⁾ 1%+NaCl 0.31%	4.25	152.14	173.36	12.24
SEP 1%+NaCl 0.47%	10.08	215.18	265.24	18.87
SEP 1%+NaCl 0.63%	16.58	278.22	367.68	24.33

¹⁾Sea tangle extract powder.

²⁾Sodium contents of NaCl at same saltiness intensity of sample.

륨 저감화율은 12.24%를 나타내었다. 짠맛 강도가 10.08인 시험용액의 나트륨 함량은 215.18 mg%인 반면 동일한 짠맛 강도의 NaCl 용액은 265.24 mg%를 함유하여 18.87%의 나트륨 저감화율을 나타내었으며, 짠맛 강도가 16.58인 시험용액의 나트륨 함량은 278.22 mg%인 반면 동일한 짠맛 강도의 NaCl 용액은 367.68 mg%를 함유하여 24.33%의 나트륨 저감화율을 나타내었다. 나트륨 저감화율은 NaCl 농도 의존적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

식품에서 소금은 짠맛을 부여하여 풍미를 증가시키는 역할 외에도 쓴맛의 감소, 식품의 조직감 향상 및 보존성 향상 등 중요한 역할을 수행한다. 그러나 나트륨 과다 섭취의 위험성이 인식되면서 식품에서 소금 사용을 줄이기 위한 다양한 노력들이 진행 중이며, 식품의 짠맛과 기호도를 유지하면서 나트륨 함량을 낮추기 위하여 소금 대체제나 염미증강제 개발에 대한 연구들이 보고되고 있다(16,40,41). Lee(40)는 짠맛과 감칠맛을 나타내는 함초, 다시마, 구기자 추출물을 조합한 소금대체제를 제조하여 NaCl과의 상대적 짠맛과 나트륨 함량을 비교한 결과 NaCl에 대한 상대적 짠맛은 0.65였으며, NaCl과 유사한 짠맛에서 소금대체제의 나트륨 함량은 NaCl의 57% 수준으로 43%의 나트륨 저감율을 나타내는 것으로 보고하였다. Manabe(41)는 IMP(inosine 5'-monophosphate), glutamic acid, histidine, lactic acid 등의 맛성분이 함유된 가쓰오부시 스탁을 이용하여 계란찜에 2% 가쓰오부시 스탁을 첨가하였을 때 동일한 짠맛에서 소금 첨가량이 8% 저감되는 결과를 보고하였다. Kremer 등(16)은 양조간장을 소금대체제로 사용하여 셀러드드레싱, 토마토 수프, 제육볶음의 요리에서 각각 50%, 17%, 29%까지 소금 함량을 낮추었으며, 양조간장의 염미증강 효과는 glutamic acid 등 감칠맛(umami) 성분에 의한 효과로서 언급하였다. 이들 연구에서 모두 감칠맛 성분에 의한 짠맛의 상승작용이 나타나며, 감칠맛의 대표적인 성분인 MSG와 IMP가 닭고기 스탁에서 짠맛을 증강시킨다는 연구도 보고된 바 있다(42). 다시마 추출물은 감칠맛 성분인 glutamic acid와 aspartic acid를 다량 함유하고 있으므로 식품에서 적정 짠맛을 유지하면서 나트륨 함량을 낮출 수 있는 소금대체제 또는 염미증강제로서 활용이 가능하다.

본 연구에서는 완도산 다시마로부터 염미증강제를 개발하기 위하여 감칠맛을 나타내는 정미성분이 최적으로 추출되는 열수 추출 조건을 제시하였다. 정미성분이 풍부한 다시

마 추출물의 염미증강제 효능 평가에서 NaCl 용액에 다시마 추출분말을 첨가하였을 때 짠맛 강도가 상승하였으며, 이때 나트륨 저감화율은 NaCl 농도에 따라 높아지면서 12.24~24.33%의 저감화율을 나타내었다. 추후 실제 식품 모델에서 다시마 추출물의 염미증강 효능이 확인되어야 하며, 다시마 특유의 해조취가 식품 기호도에 영향을 주지 않으면서 짠맛을 상승시킬 수 있는 사용 농도가 제시되어야 할 것이다.

요 약

완도산 다시마를 천연 염미증강제로 개발하기 위하여 다시마로부터 정미성분이 최적으로 추출되는 열수 추출 조건을 평가하였으며, 다시마 추출분말을 이용하여 염미증강 효능과 나트륨 저감화율을 분석하였다. 정미성분 추출에 가장 적합한 완도산 다시마의 수확시기를 선정하기 위하여 5월, 6월, 7월에 수확한 다시마의 일반성분과 유리아미노산을 분석한 결과 정미성분 아미노산(glutamic acid와 aspartic acid)의 함량이 가장 높은 6월 수확 다시마를 추출 원료로 선정하였다. 다시마 열수 추출 온도와 시간 조건을 평가하기 위하여 60°C, 80°C, 100°C에서 1시간, 2시간, 3시간을 각각 추출하여 추출액의 품질 특성을 분석한 결과 100°C 추출 조건에서 가용성 고형분과 조단백의 함량이 35.47~36.93%와 3.75~4.00%로 가장 높게 나타났으며, 점도는 1.96~2.19 cP로 낮게 나타나 추출 온도는 100°C를 선정하였다. 추출 시간 선정을 위하여 100°C에서 추출 시간에 따른 추출액의 정미성분 아미노산 함량과 관능적 특성을 평가한 결과 추출 2시간에서 정미성분 아미노산인 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 각각 275.33 mg%와 121.18 mg%로 가장 높게 나타났으며, 관능적 기호도도 유의적으로 높게 평가되어 다시마로부터 정미성분 추출을 위해 적합한 추출 온도와 시간은 100°C, 2시간 조건으로 확인되었다. 정미성분이 최적으로 추출된 다시마의 추출분말을 제조하여 NaCl 용액에 첨가한 후 염미증강 효능을 평가한 결과 짠맛 강도 1, 5, 9의 NaCl 용액이 다시마 추출분말 1% 첨가 후 짠맛 강도 4.25, 10.08, 16.58로 상승하였다. 동일한 짠맛 강도에서 NaCl 용액과 다시마 추출분말이 첨가된 시험용액의 나트륨 함량을 측정하여 나트륨 저감화율을 분석한 결과 12.24~24.33%의 저감화율을 나타내었다. 본 연구를 통하여 감칠맛과 정미성분이 풍부한 다시마 추출물은 조미소재뿐만 아니라 식품에서 나트륨 함량을 줄이기 위한 천연 염미증강제로서 산업적 활용을 기대할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청 산학연협력기술개발사업(CO211703)으로 수행한 연구의 일부로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Korea Centers for Disease Control and Prevention. 2013. *Korea Health Statistics 2012: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V-3)*. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea.
2. Rhee MY, Yang SJ, Oh SW, Park Y, Kim CI, Park HK, Park SW, Park CY. 2011. Novel genetic variations associated with salt sensitivity in the Korean population. *Hypertens Res* 34: 606-611.
3. Korea Centers for Disease Control and Prevention. 2011. *Korea Health Statistics 2010: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV-3)*. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea.
4. Strazzullo P, D'Elia L, Kandala NB, Cappuccio FP. 2009. Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 339: b4567.
5. Tsugane S, Sasazuki S, Kobayashi M, Sasaki S. 2004. Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-aged Japanese men and women. *Br J Cancer* 90: 128-134.
6. Dervine A, Criddle RA, Dick IM, Kerr DA, Prince RL. 1995. A longitudinal study of the effect of sodium and calcium intakes on regional bone density in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 62: 740-745.
7. Ritz E, Koleganova N, Piecha G. 2009. Role of sodium intake in the progression of chronic kidney disease. *J Ren Nutr* 19: 61-62.
8. Nicklas TA, Weaver C, Britten P, Stitzel KF. 2005. The 2005 dietary guidelines advisory committee: developing a key message. *J Am Diet Assoc* 105: 1418-1424.
9. Department of Health. 2004. *Choosing health: Making healthy choices easier*. Department of Health, London, UK. p 18-39.
10. He FJ, Macgregor GA. 2012. Salt intake, plasma sodium, and worldwide salt reduction. *Ann Med* 44: S127-S137.
11. Lee C, Kim D, Hong J, Koh E, Kang B, Kim JW, Park HK, Kim C. 2012. Cost-benefit analysis of sodium intake reduction policy in Korea. *Korean J Community Nutr* 17: 341-352.
12. van der Klaauw NJ, Smith DV. 1995. Taste quality profiles for fifteen organic and inorganic salts. *Physiol Behav* 58: 295-306.
13. Lawless HT, Rapacki F, Horne J, Hayes A. 2003. The taste of calcium and magnesium salts and anionic modifications. *Food Qual Prefer* 14: 319-325.
14. Yip T, Wan W, Hui PC, Lui SL, Lo WK. 2012. Severe hyperkalemia in a peritoneal dialysis patient after consumption of salt substitute. *Perit Dial Int* 32: 206-208.
15. Batenburg M, van der Velden R. 2011. Saltiness enhancement by savory aroma compounds. *J Food Sci* 76: S280-S288.
16. Kremer S, Mojet J, Shimojo R. 2009. Salt reduction in foods using naturally brewed soy sauce. *J Food Sci* 74: S255-S262.
17. IOM (Institute of Medicine). 2010. *Strategies to reduce sodium intake in the United States*. Henney JE, Taylor CL, Boon CS, eds. The National Academies Press, Washington, DC, USA. p 405-408.
18. Kim DS, Lee DS, Cho DM, Kim HR, Pyeun JH. 1995. Trace components and functional saccharides in marine algae-2. Dietary fiber contents and distribution of the algal polysaccharides. *J Korean Fish Soc* 28: 270-278.
19. Cho DM, Kim DS, Lee DS, Kim HR, Pyeun JH. 1995. Trace components and functional saccharide in seaweed-1. Changes

- in proximate composition and trace elements according to the harvest season and places. *Bull Korean Fish Soc* 28: 49-59.
20. Back SY, Kim HK, Jung SK, Do JR. 2014. Effects of alginate oligosaccharide on lipid metabolism in mice fed a high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 491-497.
 21. Choi JH, Kim DI, Park SH, Kim DW, Kim CM, Koo JG. 2000. Effects of sea tangle (*Laminaria japonica*) extract and fucoidan components on lipid metabolism of stressed mouse. *J Korean Fish Soc* 33: 124-128.
 22. Ha JH, Kwon MC, Han JG, Jin L, Jeong HS, Choi GP, Park UY, You SG, Lee HY. 2008. Enhancement of immunomodulatory activities of low molecular weight fucoidan isolated from *Hizikia fusiforme*. *Korean J Food Sci Technol* 40: 545-550.
 23. Bae TJ, Kang DS. 2013. Effects of blood-anticoagulant activity of fucoidan extracted from sporophylls of *Undaria pinnatifida*. *Bull Fish Sci Inst Chonnam Nat'l Univ* 21: 24-31.
 24. Choi JH, Kim DI, Park SH, Kim DW, Lee JS, Ryu JH, Chung YS. 1999. Effects of sea tangle (*Laminaria japonica*) and fucoidan components on anti-aging action. *Korean J Life Science* 9: 439-452.
 25. Jeong EJ, Bang BH. 2003. The effect on the quality of yogurt added water extracted from sea tangle. *Korean J Food & Nutr* 16: 66-71.
 26. Ku HS, Noh JS, Kim HJ, Cheigh HS, Song YO. 2007. Antioxidant effects of sea tangle added korean cabbage kimchi *in vitro* and *in vivo*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1497-1502.
 27. Ham SS, Kim SH, Yoo SJ, Oh HT, Choi HJ, Chung MJ. 2008. Biological activities of soybean sauce (*Kanjang*) supplemented with deep sea water and sea tangle. *Korean J Food Preserv* 15: 274-279.
 28. Bae TJ, Choi OS. 2001. Changes of free amino acid compositions and sensory properties in *kochujang* added sea tangle powder during fermentation. *Korean J Food & Nutr* 14: 245-254.
 29. Jung YH, Kim GB, Choe SN, Kang YJ. 1994. Preparation of Mook with sea mustard and sea tangle. 1. The optimum conditions of sea mustard and sea tangle Mooks. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 156-163.
 30. Han KH, Choi MS, Ahn CK, Youn MJ, Song TH. 2002. Soboru bread enriched with dietary fibers extracted from Kombu. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 619-624.
 31. Kim ML, Choi MA, Jeong JS. 2008. Development of fermented beverage using the sea tangle extract, and quality characteristics thereof. *Korean J Food Preserv* 15: 21-29.
 32. Bae TJ, Kang DS. 2000. Processing of powdered seasoning material from sea tangle. *Korean J Food & Nutr* 13: 521-528.
 33. Kim WJ, Lee JK, Chang YS. 1994. Development of combined method for extraction of sea tangle. *Korean J Food Sci Technol* 26: 51-56.
 34. Lee BJ, Kim BJ. 2011. Fermentation condiment of sea-tangle extract by yeast and preparation method thereof. *Korean Patent* 101025292.
 35. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 49-59.
 36. Lee JK, Choi HS, Yoon SK, Kim WJ. 1993. Effect of extraction temperature on some quality of sea tangle extract. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 771-776.
 37. An MH. 2008. Physico-chemical characteristics of sea tangle extract (*Laminaria japonica*) by hot water. *MS Thesis*. Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Korea. p 25-27.
 38. Kim NM, Park MH, Jeon BS, Park CK, Yang JW. 1999. Roasting conditions for improvement of viscosity and sensory properties of sea tangle extracts. *Korean J Food & Nutr* 12: 484-489.
 39. Lee EJ, Kwon OJ, Im MH, Choi UK, Son DH, Lee SI, Kim DG, Cho YJ, Kim WS, Kim SH, Chung YG. 2002. Chemical changes of *kanjang* made with barley bran. *Korean J Food Sci Technol* 34: 751-756.
 40. Lee GH. 2011. A salt substitute with low sodium content from plant aqueous extracts. *Food Res Int* 44: 537-543.
 41. Manabe M. 2008. Saltiness enhancement by the characteristic flavor of dried bonito stock. *J Food Sci* 73: S321-S325.
 42. Mojet J, Heidema J, Christ-Hazelhof E. 2004. Effect of concentration on taste-taste interactions in foods for elderly and young subjects. *Chem Senses* 29: 671-681.