Korean J Food Preserv
19(4), 525-531 (2012)

사단법인 한국식품저장유통학회
The Korean Society of Food Preservation

Quality and Antioxidant Characteristics of Granule Tea Prepared with Sea Tangle (*Laminaria japonica*) and Sea Mustard (*Undaria pinnatifida*) Powder as Affected by Extraction Method

Yu-Ri Kwon and Kwang-Sup Youn†
Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 712-702, Korea

추출방법을 달리한 미역 및 다시마 과립차의 품질 및 항산화 특성

권유리 · 윤광섭†
대구가톨릭대학교 식품가공학전공

Abstract

This study was conducted to evaluate the quality and anti-oxidant characteristics of different granule tea variants (WSMGT: granule tea prepared from sea mustard hot water extract; ASMGT: granule tea prepared from sea mustard autoclave extract; WSTGT: granule tea prepared from sea tangle hot water extract; and ASTGT: granule tea prepared from sea tangle autoclave extract) from sea tangle and sea mustard powder. The Color of WSTGT showed the highest L*, b* values, and the lowest a* value. The water absorption binding agents in ASMGT were higher than those in WSMGT, WSTGT. and ASTGT. Binding agents on water absorption in ASMGT were higher than those of WSMGT, WSTGT, and ASTGT. The alginic acid content of ASMGT was highest. The total polyphenol and total flavonoid contents of ASMGT and ASTGT were highest. The electron donating ability and ferrous ion chelating activity in WSTGT greatly increased compared to those in the other granules tea variants. These results suggest that pressure extraction can be used in functional foods.

Key words : Sea tangle, sea mustard, granule tea, extraction, seaweed

서 론

국민소득 증대에 따른 식품소비의 고급화, 다양화, 간편화 및 웰빙(well-being) 트렌드로 식용이 간편한 건강식품에 대한 소비자들의 관심이 증가되고 있다(1). 해조류는 알칼리성 건강식품으로 널리 알려져 있고, 최근에는 변비, 비만, 콜레스테롤 등을 조절하는 기능 등의 다양한 생리활성을 가진 물질로 식량자원뿐만 아니라 의약품 원료, 비료 공업, 사료 원료, 화장품 원료 등으로 다양하게 이용되어 실용적 가치가 증대되고 있으며 향후 에너지 또는 식량 위기에 대체될 수 있는 자원으로 인식되고 있다(2).

우리나라는 매년 60만톤 이상의 다양한 종류의 해조류가 생산되며 그 생산량은 전 세계 4위를 달할 만큼 해조류 양식 및 이용 산업이 매우 발달해 있다(3). 미역(*Undaria pinnatifida*)은 갈조류의 미역과에 속하는 1년생 해조류로서 우리나라 바다에서 많이 생육하기 때문에 일찍부터 애용된 기호식품으로(4), 다른 갈조류와 비교하여 단백질, 지질, 비타민 등 모든 영양소를 고루 함유하고 있다. 미역의 건강기능성은 혈압강화, 신진대사 촉진, 변비 및 비만 예방, 혈액 중의 중성지질과 콜레스테롤 억제, LDL 콜레스테롤과 동맥경화 지수 감소 등을 들 수 있고(5), 이를 활용한 미역분말을 첨가한 쌀쿠키의 품질특성(6), 미역가루를 첨가한 백설기의 품질특성(7), 미역줄기를 이용한 잼의 제조조건(8) 등과 같은 제품 개발에 대한 연구가 다양하게 시도되고 있다.

다시마(*Laminaria japonica*)는 갈조식물군 중 다시마과에 속하며, 동의보감에서는 '곤포'라 하여 신체의 저항성을 높여주고 노폐물의 배설을 촉진하며, 고혈압, 동맥경화, 갑상선종, 신장염에 효과가 있을 뿐만 아니라 암세포의 중식을 억제하고, 노화를 예방하는 건강장수식품으로 기록되어

†Corresponding author. E-mail : ksyoun@cu.ac.kr
Phone : 82-53-850-3209, Fax : 82-53-850-3209

있다(9). 또한 다시마 중에 함유된 저분자 질소화합물 중 하나인 lamnine은 혈압 강하 작용이 있는 것으로 밝혀져 있으며, 다시마에 들어 있는 알긴산은 식이섬유로서의 기능뿐만 아니라 혈청 콜레스테롤 저하, 유해금속 체내 흡수 방지 및 배출 등의 다양한 효과를 가지고 있다(10). 이러한 생리활성이 뛰어난 다시마의 기능성을 활용하고자 하는 연구가 진행되고 있으며 대표적으로 다시마 머핀의 제조 및 품질특성(11), 다시마와 다시마 요구르트의 변비해소 효과(12), 다시마 추출액을 이용한 발효음료개발 및 품질특성(13) 등이 있다.

한편 식품의 열처리 가공은 일반적으로 식품산업에서는 저장 수명을 연장하는데 적용되어왔으나 그 중 가압 열처리 가공은 영양소의 파괴 및 생리활성물질의 손실 등의 문제점들이 발생되어 가공방법을 제한적으로 사용되어 왔다. 하지만 최근에는 가압 열처리를 하는 동안 발생하는 다양한 화학적 변화에 의해 생리활성물질이 증가한다는 연구가 보고된바 있으며(14), Jo 등(15)의 연구에서는 가압가열 후 건조, 분쇄, 볶음 등의 공정이 해조류의 점조성과 향미를 개선시키는데 효과적인 방법으로 제시하고 있으나 그에 따른 생리활성 특성에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 추출 방법을 달리하여 소비자의 기호성 및 상품성을 향상시킨 해조 과립차의 항산화 특성 및 품질특성을 비교 분석 하였으며 기능성 식품의 소재로서의 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재 료

미역(*Undaria pinnatifida*)과 다시마(*Laminaria japonica*)는 금일수산(전남 완도군 소재)에서 2011년 6월에 구입하여 사용하였으며 60℃에서 6시간 건조 후 분쇄기(HKP-05, Korea Energy Tech, Co, Ltd, Korea)를 이용하여 1-2 mm 크기로 조분쇄한 다음 Circoplex impact mill (Model 50-ZPS, Alpine Aktiengesellschaft, Augsburg, Germany)을 이용하여 미세분쇄하고 체질(80 mesh)한 후 polyethylene film에 밀봉 후 -20℃에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였다.

추출물 및 과립차의 제조

미역 및 다시마의 추출은 열수추출과 고압추출로 구분하여 추출하였다. 열수추출은 시료 50 g에 물 1000 mL를 넣어 80℃에서 3시간동안 3회 추출하였다. Autoclave추출은 고압멸균기를 이용하여 시료 50 g에 증류수 1500 mL를 넣어 121℃에서 40분 동안 추출하였다. 추출액은 Whatman No. 1로 여과한 다음, rotary vaccum evaporator (Eyela, Co, Ltd, Tokyo, Japan)로 감압농축한 후에 동결건조(FD SFDSM12, Samwon, Korea)하여 분말로 제조하였다. 각 추출물들의 수율은 추출액을 동결 건조시켜 건물 중량을 구한 다음 추출액 조제에 사용한 원료 건물량에 대한 백분율로 계산하였다. 과립차는 예비실험을 통하여 최적 배합비를 설정하였다. 추출분말을 이용하여 믹스(mix)를 만들고 20 mesh의 크기를 갖는 과립체를 통과시켜, 체질한 다음 60℃에서 2시간 건조하여 과립을 제조하였다. 과립 믹스(mix)의 비율은 Table 1과 같다.

Table 1. Formulas for preparing granule tea using sea mustard and sea tangle

(%)

Materials	Samples[1)]			
	WSMGT	ASMGT	WSTGT	ASTGT
Sea mustard	14.70	14.70	-	-
Sea tangle	-	-	21.87	21.87
Green tea powder	11.76	11.76	15.62	15.62
Glucose	11.76	11.76	12.50	12.50
Lactose	7.06	7.06	7.50	7.50
Glutinous rice	2.65	2.65	2.81	2.81
Corn starch	2.65	2.65	2.81	2.81
Cyclone dextrin	8.82	8.82	3.13	3.13
Essence oil (*Ginseng*)	1.76	1.76	1.25	1.25
Platy codon extracts	5.88	5.88	5.00	5.00
Jujube extracts	15.29	15.29	15.62	15.62
Starch paste	7.65	7.65	6.25	6.25
Fructooligosaccharide	8.82	8.82	5.62	5.62
Fucoidan	1.18	1.18	-	-

[1)]Abbreviations: WSMGT, granule tea prepared by hot water extracts of sea mustard; ASMGT, granule tea prepared by autoclave extracts of sea mustard; WSTGT, granule tea prepared by hot water extracts of sea tangle; ASTGT, granule tea prepared by autoclave extracts of sea tangle.

수분함량 및 색도

수분함량은 적외선 수분측정장치(IRD-250, Woori Sci. Co. Korea)를 사용하여 측정하였고, 분말 및 과립의 색도는 색차계(Chromameter CR-200 Minolta, Tokyo, Japan)로 측정하였으며, 밝기를 나타내는 L^* (lightness), 적색도를 나타내는 a^*(redness), 황색도를 나타내는 b^*(yellowness) 를 측정하였다. 이때 사용된 표준 백판은 L값은 94.5, a값은 0.3132, b값은 0.3203으로 설정하였다.

pH 및 가용성 고형분 함량

pH는 과립 0.2 g을 20 mL의 증류수에 용해시킨 후 pH meter (Toledo Gmbh HG53, Switzerland)로 측정하였다. 가용성 고형분 함량은 디지털 당도계(PR-201, ATAGO, Japan)를 사용하였다.

알긴산 함량

알긴산 함량은 You 등(16)의 방법에 따라 시료 1 g에 50 mL의 0.1 Na_2CO_3용액을 첨가하여 60℃ 항온수조에서 2시간 동안 가열한 다음, 3배량의 증류수를 첨가하였다. 혼합물을 원심분리 (2,000 x g, 10min)하여 얻은 상층액에 95% methanol을 가하여 침전시킨 후, 다시 원심분리(2,000 x g, 10min)하여 침전물을 회수하였다. 침전물을 증류수로 용해한 다음 메탄올을 가하여 침전시키는 조작을 2회 반복하여 정제한 후, 동결 건조하여 얻어진 알긴산 분말의 무게를 측정하여 알긴산 함량을 산출하였다.

흡습성

흡습성은 과립 0.5 g을 증류수를 채운 데시게이터에 넣고 1시간 간격으로 7시간 동안 흡습에 따른 무게 증가를 측정하여 나타내었다.

해조류 과립차의 항산화능 분석 시료

해조류 과립차의 항산화능 분석시료의 추출은 각각의 과립 1 g씩에 증류수를 가하여 100 mL로 채운 후 Whatman No. 1여과지로 여과한 여액을 이하의 항산화능 분석용 시액으로 사용하였다.

폴리페놀 함량 및 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(17)의 방법에 따라 시액 100 μL에 2% sodium carbonate 2 mL과 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μL를 가한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid (Sigma-Aldrich Co, USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

총 플라보노이드 함량은 Saleh와 Hameed (18)의 방법에 따라 시액 100 mL에 5% sodium nitrite 0.15 mL을 가한 후 25℃에서 6분간 방치한 다음 10% aluminium chloride 0.3 mL를 가하여 25℃에서 5분간 방치하였다. 다음 1N NaOH 1 mL를 가하고 vortex상에서 가한 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며 rutin hydrate (Sigma-Aldrich Co, USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

전자공여능(electron donating ability)

Blois (19)의 방법에 따라 시액 0.2 mL에 0.4 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl- hydrazyl)용액 0.8 mL를 가하여 10분간 방치 한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, electron donating ability(%) = 100 - [(OD of sample/OD of control) x 100]에 의하여 활성도를 산출하였다.

ABTS radical 소거활성

Re 등(20)의 방법에 따라 7.4 mM ABTS 2,2'-azino-bis 3- ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt]와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 다음 실험 직전에 ABTS 용액을 732 nm에서 흡광도가 0.700±0.03이 되도록 phosphate buffer saline (PBS, pH 7.4)로 희석하여 사용하였다. 희석된 용액 950 μL에 추출물 50 μL를 가하여 암소에서 10분간 방응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, ABTS radical scavenging ability(%) = 100 - [(OD of sample/OD of control) x 100]에 의하여 활성을 산출하였다.

Ferrous ion chelating 효과

Yen 등(21)의 방법에 따라 시액 1 mL, 80% ethanol 0.8 mL, 2 mM $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ [iron(II) chloride tetrahydrate] 용액 0.1 mL, 5 mM ferrozine [3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine -4',4''-disulfonic acid]용액 0.1 mL를 첨가한 다음 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 후 562 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 대표적 chelating agent인 EDTA를 사용하였으며 계산식, ferrous ion chelating effect(%) = 100 - [(OD of sample/OD of control) x 100]에 의하여 산출하였다.

지질산패억제능

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)는 Buege와 Aust (22)의 방법에 따라 측정하였다. Fish oil 0.5 mL를 함유하는 0.1 M maleic acid buffer(pH 6.5) 8 mL과 tween-20 50 μL을 혼합하여 제조한 fish oil emulsion 0.5 mL에 $FeCl_2$ 및 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$를 Fe^{2+} 및 Cu^{2+}양으로 50 ppm이 되게 한 용액 0.1 mL 및 증류수 1 mL을 가하여 37℃에서 1시간동안 반응시킨 후 7.2% BHT (dibutylhydroxytoluene) 50 μL을 가하여 반응을 정지시켰다. 다음에 35% TCA와 0.75% TBA 1 mL씩 가하여 100℃ 수욕상에서 15분간 가열한 다음 2,000 x g의 속도로 15분간 원심분리 하였으며 상층액의 흡광도를 531 nm에서 측정하여 계산식, TBARS(%) = 100 - [(OD of sample/OD of control) x 100]에 의하여 산출하였다.

관능평가

미역, 다시마 과립차의 관능적 품질을 평가하기 위하여 관능검사를 실시하였다. 관능적 품질 평가는 과립에서 중요한 품질지표가 될 수 있는 색, 맛, 냄새 및 종합적인 기호도를 5점 채점법에 따라 평가하였으며 조사 패널은 대구가톨릭대학교 식품가공학과 대학원생 및 학부생 20명을 대상으로 조사하였다. 관능검사의 조건은 100 mL, 80℃의 물에 2 g을 녹인 후, 80℃를 유지하여 관능검사를 실시하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 version 12의 SPSS (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) Software package program을 이용하여 Duncan's multiple range test 및 *t*-test를 행하였다.

결과 및 고찰

미역, 다시마 추출 분말의 품질특성 및 알긴산 함량

미역 및 다시마의 미세분쇄분말을 이용하여 열수 및 고압 추출한 후 추출물을 동결건조한 분말의 수율, 수분함량 색도 및 알긴산 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 추출물의 수율은 미역 추출분말의 경우 고압 추출한 분말(27.82%)이 열수 추출한 분말(13.40%)보다 높았고, 다시마 추출분말 또한 고압 추출한 분말(49.54%)이 열수 추출한 분말(42.30%)보다 높은 수율을 나타내었다. 추출 방법을 달리한 미역분말의 색도는 L^*값, a^*값, b^*값 모두에서 높았으며, 다시마의 추출 분말은 고압추출물이 열수 추출물에 비하여 L^*값은 높고, a^*값, b^*값은 낮은 경향을 나타내었다. 미역의 알긴산 함량은 고압 추출한 분말(44.65%)이 열수 추출한 분말의 알긴산 함량(43.25%)보다 높은 값을 나타내었으며, 다시마는 고압 추출한 분말의 알긴산 함량이 더 높았다. 알긴산 함량이 다시마보다 미역이 높은 것은, 미역의 포자엽에 많이 함유되어 있는 다당류 함량에 따른 차이로 사료된다. 이는 Park 등(23)이 해조류의 추출물을 열수 추출물과 고압 추출물을 이용하여 알긴산 함량을 측정한 결과 고압추출 시 알긴산 함량이 증가한 결과와 유사한 경향을 보였다.

미역 및 다시마 과립차의 품질특성 및 알긴산 함량

미역과 다시마의 추출방법을 달리하여 얻은 추출분말을 이용하여 만든 과립차의 pH, 가용성 고형분 함량, 색도 및 알긴산 함량은 Table 3과 같다. pH 및 가용성 고형분 함량은 시료간에 유의적인 차이는 없었으며 미역 과립차의 색도는 유의적인 차이는 없었지만 고압추출의 과립차보다는 열수추출의 과립차에서 L^*값과 a^*값이 높았으며, b^*값은 고압추출에서 높은 값을 나타내었다. 또한, 다시마 과립차의 색도는 모든 항목에서 열수추출의 과립이 높은 값을 나타내었다. 알긴산 함량은 미역, 다시마 과립차 모두 열수 추출 과립차보다 고압 추출한 과립차에서 비교적 높은 함량을 나타내었다. 이는 추출방법을 달리하여 얻은 미역, 다시마 추출 분말의 알긴산 함량과 같은 경향을 나타내었으며, Park 등(23)과 Cho 등(24)의 연구결과와 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 알긴산 추출 수율의 측면으로 볼 때 고압 추출의 조건을 적절하게 조절하여 산업적으로 활용 가능 할 것으로 판단된다.

흡습 특성

과립의 흡습성은 저장안정성과 밀접한 관계가 있으며, 흡습성이 크면 caking 현상의 발생이 용이하여 저장안정성이 낮은 것으로 간주된다(25). 추출방법에 따른 과립차의

Table 2. Yields, moisture content, color and alginic acid content of freeze dried powder prepared with water extracts of sea mustard and sea tangle

Samples[1)]	Yields (%)	Moisture content	Color			Alginic acid Content (%)
			Lightness (L^*)	Redness (a^*)	Yellowness (b^*)	
SMHW	13.40±0.70[2)b3)]	6.6±0.27[b]	82.70±0.02[a]	-3.75±0.02[a]	12.20±0.10[a]	44.25±0.11[b]
SMA	27.82±1.20[a]	6.9±0.75[a]	76.82±0.05[b]	-2.75±0.03[b]	11.57±0.07[b]	44.65±0.35[a]
STHW	42.30±1.50[b]	4.7±0.19[a]	78.29±0.07[b]	-1.73±0.02[a]	14.84±0.10[a]	17.02±0.38[b]
STA	49.54±1.20[a]	4.0±0.18[b]	80.59±0.29[a]	-1.37±0.02[b]	12.99±0.10[b]	19.13±0.58[a]

[1)]Abbreviations: SMHW, hot water extracts of sea mustard; SMA, autoclave extracts of sea mustard; STHW, hot water extracts of sea tangle; STA, autoclave extracts of sea tangle.
[2)]Values are means ± standard deviation of triplicate determinations.
[3)]Different superscripts within a column (a-b) indicate significant differences ($p<0.05$).

Table 3. pH, soluble solids, color and alginic acid content of granule tea prepared with sea mustard and sea tangle freeze dried powder

Samples[1)]	pH	Soluble solids	Color			Alginic acid Content (%)
			Lightness (L^*)	Redness (a^*)	Yellowness (b^*)	
WSMGT	6.36±0.01[2)a3)]	1.25±0.07[NS4)]	18.99±0.08[NS]	-0.55±0.18[NS]	4.33±0.43[NS]	34.63±0.06[a]
ASMGT	6.23±0.01[b]	1.20±0.00	18.34±0.38	-0.67±0.05	4.89±0.11	39.07±0.06[b]
WSTGT	6.26±0.03[b]	1.15±0.07[b]	21.76±0.38[a]	-1.25±0.14[NS]	6.24±0.38[a]	19.13±0.06[b]
ASTGT	6.28±0.01[a]	1.30±0.00[a]	20.73±0.55[b]	-1.13±0.04	5.59±0.14[b]	21.38±0.12[a]

[1)]Abbreviations: See Table 1
[2)]Values are means ± standard deviation of triplicate determinations.
[3)]Different superscripts within a column (a-b) indicate significant differences ($p<0.05$).
[4)]NS; not significant

측정한 결과는 Fig. 1과 같다. 과립의 흡습량은 시간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였으나 증가 속도는 추출 방법에 따라 다름을 보였다. 미역 과립차는 고압 추출한 과립이 열수 추출한 과립보다 흡습이 빨랐으며, 다시마 과립차는 추출 방법에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 미역 과립차를 상품화 할 경우 저장안정성의 확보를 위해 방습 및 수분흡수제 봉입 포장이 더욱 필요할 것으로 판단된다.

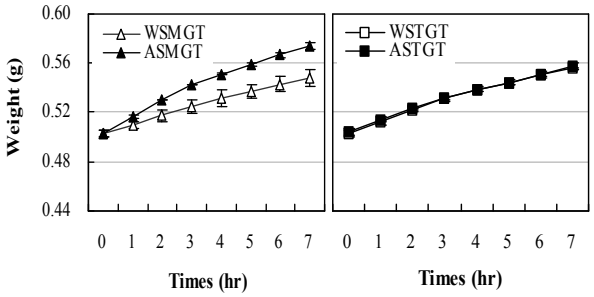

Fig. 1. Effect of binding agents on water absorption of granule tea prepared by sea mustard and sea tangle freeze dried powder.

Values are means ± standard deviation of triplicate determinations. Bars/mean values with different letters are significantly different (p<0.05).

미역 및 다시마 과립차의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

미역, 다시마의 추출방법을 달리하여 제조한 과립차의 총 폴리페놀 함량을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 미역 과립차의 총 폴리페놀 함량은 고압 추출한 과립차 및 열수 추출한 과립차에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 다시마 과립차의 총 폴리페놀 함량은 고압 추출물이 더 높은 함량을 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 반면 추출 방법을 달리한 미역 과립차의 플라보노이드 함량에서는 열수 추출한 과립차와 고압 추출한 과립차가 각각 3.10 mg 및 3.40 mg으로 고압추출 시 9.68% 증가하였다. 이는 폴리페놀 함량과 유사한 경향을 나타내었으며 다시마 과립차의 경우 플라보노이드 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

고온고압처리 등의 열처리에 의해 폴리페놀 함량이 다소 증가되는 원인은 식물체의 세포벽이 파괴되어 불용성 성분으로부터 폴리페놀 성분이 유리됨에 따른 결과라 사료되며 열처리 및 가공과정 중에 항산화활성을 가지고 있는 maillard 반응생성물, 단백질 가수분해 등에 의하여 새로운 항산화 물질들이 형성되기 때문으로 판단된다(26).

미역 및 다시마 과립차의 항산화 특성

추출방법을 달리하여 얻은 분말로 제조한 과립차의 전자공여능, $ABTS^+$ 라디칼 소거능, Ferrous ion chelating 효과 및 지질과산화 억제효과를 측정하였으며, 측정 결과는 Table 5에 나타내었다. 추출 방법을 달리하여 얻은 분말로 제조한 과립차의 전자공여능을 조사한 결과, 미역 고압

Table 4. Total polyphenol and flavonoid contents of granule tea prepared by sea mustard and sea tangle freeze dried powder

(mg/g, dry basis)

Samples[1)]	Polyphenols (mg GAE[2)]/g)	Flavonoids (mg RHE[3)]/g)
WSMGT	15.30±0.04[4),NS5)]	3.10±0.01[b6)]
ASMGT	15.40±0.06	3.40±0.01[a]
WSTGT	18.20±0.01[NS]	3.80±0.00[NS]
ASTGT	18.40±0.03	3.80±0.02

[1)]Abbreviations: See Table 1.
[2-3)]GAE, gallic acid equivalents; RHE, rutin hydrate equivalents; CE, catechin hydrate equivalents.
[4)]Values are means ± standard deviation of triplicate determinations.
[5)]NS; not significant.
[6)]Different superscripts within a column (a-b) indicate significant differences (p<0.05).

추출한 과립차가 열수 추출한 과립차보다 높은 활성을 나타냈으며, 다시마 과립차에서는 유의적인 차이는 없으나 열수 추출한 과립차에서 높은 활성을 나타내었다. $ABTS^+$ 라디칼 소거능은 미역 과립차의 경우 열수 추출한 과립차에서 비교적 높은 활성을 나타내고, 다시마 과립차의 경우 유의적인 차이는 없었으나 고압 추출한 과립차에서 높은 활성을 나타내었다. Woo 등(27)의 연구에서는 톱풀과 울릉미역취의 어린잎을 121°C에서 가압처리한 후 $ABTS^+$ radical 소거능을 측정한 결과 활성이 낮아졌다고 보고하였는데 본 연구와 비슷한 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 식물부 부위에 따라 생리활성물질의 종류와 결합 정도가 달라짐에 따른 차이라 판단된다.

체내에서 세포의 지질 및 단백질의 산화를 촉진하는 Fe^{2+}의 chelating 효과를 조사한 결과, 미역 과립차에서는 열수 추출한 과립차(52.17%)가 고압 추출한 과립차(35.66%)에 비하여 높은 소거활성을 나타내었다. 다시마 과립차 또한 열수 추출한 과립차(56.06%)가 고압 추출한 과립차(46.41%)에 비하여 높은 소거활성을 나타내었으며 이는 금속이온을 제거할 수 있는 물질과 라디칼을 제거할 수 있는 물질의 차이에 따른 결과라 사료되며(28), 열수 추출 시 체내에 생성된 Fe^{2+}를 효과적으로 제거시킬 수 있는 천연물로 활용할 수 있을 것으로 여겨진다.

TBARS는 지질과산화물의 분해로 생성된 aldehyde의 생성도를 나타내는 지표로 수치가 높을수록 과산화물의 생성도가 높음을 의미하는데, 미역 및 다시마 과립차 모두에서 높은 저해활성을 보였으며 추출방법에 따라서는 고압 추출한 과립차에서 비교적 높은 활성을 나타내었다. Ku 등(29)의 보고에 따르면 수용성 식이섬유인 알긴산 및 해조 다당이 고지방 식이를 통해 섭취되는 지질의 흡수를 억제하여 체내 지질 농도를 낮춤에 따라 지질 산화를 유의적으로 저하시킨다고 보고하였으며, 고지방 고 콜레스테롤 식이에서지질

Table 5. Antioxidant activity of granule tea prepared by sea mustard and sea tangle freeze dried powder

(%)

Samples[1)]	EDA[2)]	ABTS RSA[3)]	TBARS[4)]	FICA[5)]
WSMGT	64.56±0.34[6),b7)]	98.61±0.26[a]	72.12±2.12[b]	52.17±1.76[a]
ASMGT	64.22±0.45[a]	93.58±0.41[a]	75.33±2.01[a]	35.66±2.75[b]
WSTGT	57.37±0.28[b]	98.42±0.08[b]	81.21±2.33[b]	56.06±1.05[a]
ASTGT	59.80±1.06[a]	98.60±0.85[a]	84.67±3.43[a]	46.41±3.43[b]

[1-5)]Abbreviations: See Table 1. EDA: Electron donating ability, $ABTS^+$ RSA: $ABTS^+$ scavenging radical ability, FICA: Ferrous ion chelating activity, TBARS: Thiobarbituric acid reactive substances
[6)]Values are means ± standard deviation of triplicate determinations.
[7)]Different superscripts within a column (a-b) indicate significant differences ($p<0.05$).

을 저하시키는 효과가 여러 보고(30)를 통해 알려진 바 있다. 따라서 본 연구에서 해조 과립차의 지질산패 억제활성이 라디칼 소거활성에 비하여 높게 나타나는 현상은 알긴산 및 해조 다당체의 기능에 따른 결과라 사료되며 고압 추출 시 기능 다당체의 추출이 용이함에 따른 결과라 판단된다.

미역 및 다시마 과립차의 관능평가

미역, 다시마 미세분쇄분말 추출물로 제조한 과립차의 관능적 특성을 평가한 결과는 Table 5와 같다. 관능평가 결과, 전반적으로 유의적인 차이는 없으나 고압추출에서 높은 선호도를 나타내었다. 한편 향미 및 맛에 대한 기호도 평가에서는 미역 및 다시마 과립차 모두에서 고압추출이 높은 선호도를 나타내었는데 이는 가압가열 한 해조류에서 향미 및 관능적 기호도가 개선되었다는 보고(16)와 일치하는 경향을 나타내었다. 종합적 기호도에서는 미역의 고압추출이 열수추출에 비하여 유의적으로 높은 기호도를 나타내었으며 다시마 역시 고압에서 높은 기호도를 나타내었다. 이상의 결과 해조류 고압추출의 경우 기호도를 개선시킴과 동시에 기능특성을 향상시킨 해조류 차로서의 실용적 가치가 있을 것으로 판단된다.

Table 5. Sensory evaluation of granule tea prepared by sea mustard and sea tangle freeze dried powder

Samples[1)]	Appearance	Flavor	Taste	Overall acceptability
WSMGT	3.25±0.25[2),NS3)]	2.75±0.69[NS]	2.25±0.70[NS]	2.13±0.57[b]
ASMGT	3.00±0.31	3.14±0.66	3.00±0.43	3.14±0.56[a]
WSTGT	3.14±0.26[NS]	3.57±0.31[NS]	3.57±0.50[NS]	3.71±0.39[NS]
ASTGT	3.42±0.56	4.00±0.65	4.14±0.60	4.00±0.44

[1)]Abbreviations: See Table 1.
[2)]Values are means ± standard deviation of triplicate determinations.
[3)]NS; not significant.
[4)]Different superscripts within a column (a-b) indicate significant differences ($p<0.05$).

요 약

본 연구에서는 해조류의 고부가가치 창출을 위하여 기호성과 상품성을 향상시킨 해조 과립차의 품질특성 및 항산화 특성을 비교 분석하였다. 미역, 다시마 미세분쇄분말을 열수 및 고압 추출한 후 동결건조하여 얻은 분말의 수율은 미역, 다시마 모두 열수 추출물에서 높았으며 알긴산 함량은 고압 추출물에서 높았다. 추출방법에 따른 미역, 다시마 과립의 흡습특성 및 알긴산 함량은 고압 추출물에서 높은 함량을 나타내었다. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 유의적인 차이는 있으나 큰 차이는 없었다. 미역 과립차의 전자공여능을 비교분석한 결과 고압추출에서 높은 활성을 나타내는 반면 다시마의 과립차에서는 열수추출에서 다소 높은 활성을 보였다. 미역 과립차의 $ABTS^+$ radical 소거능은 열수추출에서 높은 활성을 보였고, 다시마 과립차의 경우 고압추출에서 높은 활성을 나타내었다. Fe^{2+} chelating효과는 열수추출에서 높은 활성을 보였으며, TBARS에서는 고압추출에서 더 높은 값을 나타내었다. 관능평가에서는 미역 다시마 모두 고압추출에서 높은 기호도를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지정 대구가톨릭대학교 해양바이오산업연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. Sloan AE (2006) The top 10 functional foods. J Food Technology, 60, 22-40
2. Cho EH, Park KY, Kim SY, Oh CS, Bang SI, Chae HJ (2011) Process development for deordorization of fucoidan using a combined method of solvent extraction and spray drying. Korean J Biotechnol Bioeng, 26, 49-56

3. Kim JA, Lee JM (2004) The changes of biologically functional compounds and antioxidant activities in *Hizikia fusiformis* with drying methods. Korean J Food Culture 19, 200-208
4. Kim YS, Nam HG, Shin HJ, Na MS, Kim MH, Lee CW, Kim JS, Piao YL and Cha WS (2011) Effect of hot water extract of *Undaria pinnatifida* on the activities of antioxidant and nitrite scavenging. Korean J Biotechnol Bioeng, 26, 151-156
5. Perchellet J, Perchellet EM (1989) Antioxidants and mutstage carcinogenesis in mouse skin. Free Radic Biol Med, 7, 377-408
6. Jung KJ, Lee SJ (2011) Quality characteristics of rice cookies prepared with sea mustard (*Undaria pinnatifida suringer*) powder. J Korean Soc Food Nutr, 40, 1453-1459
7. Han JS, Jun NY, Kim SO (2006) The quality characteristics of Bacsulgi with sea mustard (*Undaria pinnatifida*) powder. J Korean Food Cookery, 23, 591-599
8. Ahn CB, Shin TS, Nam TS (2000) A trial for preparation of jam using sea mustard stem. J Korean Fish Soc, 33, 423-430
9. Hur J (1999) *Dong-ui-bo-gam*. Bupin publishing Co. Seoul
10. Choi HM, Sim CH, Shin TS, Bing DJ, Chun SS (2011) Quality characteristics of Kimbugak with sea tangle powder. J Korean Soc Food Nutr, 24, 434-441
11. Kim JH, Kim JH, Yoo SS (2008) Impacts of the proportion of sea-tangle on quality characteristics of muffin. J Korean Food Cookery, 24, 565-572
12. Kim HJ, Kim SI, Han YS (2008) Effects of sea tangle extract and sea tangle yogurt on constipation relief. J Korean Food Cookery, 24, 59-67
13. 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
14. Hwang IG, Woo KS, Jeong HS (2011) Biological activity and heat treatment processing of foods. Food Sci Ind, 44, 56-65
15. Jo KS, Do JR, Koo JG (1998) Pretreatment conditions of *Porphyra yezoensis*, *Undaria pinnatifida* and *Laminaria religiosa* for functional alage-tea. J Korean Soc Food Nutr, 27, 275-280
16. You BJ, Im YS, Jeong IH, Lee KH (1997) Effects 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
17. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. J Agric Food Chem, 50, 3010-3014
18. Saleh ES, Hameed A (2008) Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. Food Chem, 114, 1271-1277
19. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1199-1200
20. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radial cation decolorization assay. Free Radic Biol Med, 26, 1231-1237
21. Yen GC, Duhb PD, Tsaia HL (2002) Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. Food Chem, 79, 307-313
22. Buege JA, Aust SD (1978) Microsomal lipid peroxidation. Methods Enzymol, 52, 302-310
23. Park NY, Kim IS, Jeong YJ (2008) Effects of extraction conditions on the componential extraction of brown seaweed (*Undaria pinnatifida*). J Korean Soc Food Sci Nutr, 13, 321-326
24. Cho SY, Joo DS, Kim OS, Jeong IH, Kim SM (1999) Preparation of water soluble alginic acid prepared from sea mustard and sea tangle by microwave and hot water. J Korean Fish Soc, 32, 779-793
25. Chung HS, Hong JH, Youn KS (2005) Quality characteristics of granule prepared by protein-bound polysaccharide isolated from A*garicus blazei* and selected forming agents. Korean J Food Preserv, 12, 247-251
26. Ueda Y, Sakaguchi M, Hiratama K, Miyajima R, Kimizuka A (1999) Characteristic flavor constituents and water extracts of garlic. Agr Biol Chem, 54, 163-169
27. Woo JH, Shin SL, Jeong HS, Lee CH (2010) Influence of applied pressure and heat treatment on antioxidant activities of young leaves from *Achillea alpina* and Solidago virgaurea subsp. gigantea. J Korean Plant, 23, 123-130
28. Seo SJ, Choi Y, Lee SM, Kong S, Lee J (2008) Antioxidant activities and antioxidant compounds of some specialty rices. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 129-135
29. Ku HS, Noh JS, Kim HJ, Cheigh HS, Song YO (2007) Antioxidant effects of sea tangle added Korean cabbage *in vitro* and *in vivo*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 1497-1502
30. Kim YY, Lee KW, Kim GB, Cho YJ (2000) Studies on physicochemical and biological properties of depolymerized alginate from sea tangle, *laminaria japnicus* by thermal decomposition. J Korean Fish Soc, 33, 393-398

(접수 2012년 4월 25일 수정 2012년 6월 27일 채택 2012년 7월 6일)