

미역의 8가지 품질기준 설정을 위한 양식산 및 자연산 미역의 비교

강지영 · 박남희 · Luyen Quoc HAI · 서만석¹ · 홍용기*
 부경대학교 생물공학과, ¹석하상사

Comparison of Aquacultured and Wild *Undaria pinnatifida* Thalli for Evaluation of Eight Quality Standards

Ji-Young KANG, Nam-Hee PARK, Luyen Quoc HAI,
 Man-Seok SEO¹ and Yong-Ki HONG*

Department of Biotechnology, Pukyong National University, Namku, Busan 608-737, Korea

¹Seok-Ha Corporation, Gijang-gun, Busan 619-901, Korea

Eight quality standards of the brown seaweed, *Undaria pinnatifida* were designed and evaluated with dry products collected from aquacultured and wild areas. Contents of n-3 fatty acids (stearidonic acid and eicosapentaenoic acid), anti-edema activity, and total carbohydrate were measured as functional criteria. Total bacteria and molds were counted for safety conditions. Amounts of a brown pigment fucoxanthin, debris, and moisture were measured to evaluate the visible status of the products. When the seaweeds were tested in 1 g dry weight basis, they showed n-3 fatty acids in the range of approximately 0.2-2.8 mg, total carbohydrate of 0.39-0.71 g, total bacteria of 10⁴⁻⁶ cells, mold of 10² cells, fucoxanthin of 0.4-1.5 mg, and debris of 10-24 mg. Anti-edema activity was 0.03-0.47 AU at 40 mg/mL extract. Moisture content was 11.4-12.6%.

Key words: Brown seaweed, Quality standard, Safety standard, *Undaria pinnatifida*

서 론

미역 [*Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar]은 갈조류의 다시마 목 (Order Laminariales), 미역 과 (Family Alariaceae)에 속하는 1년생 해조류로서, 자연산은 우리나라, 일본, 중국의 온대해역에서만 서식하며, 주로 외해 또는 외해에 가까운 만의 수심 1-8 m 암반에 분포한다. 종으로는 *U. pinnatifida* (미역), *U. undarioides* 및 *U. peterseniana* (넓미역)가 있는 것으로 알려져 왔다 (Ohno and Matsuoka, 1993). 최근에 미토콘드리아의 23S rDNA 염기서열 비교에 의하여 *U. pinnatifida*와 *U. undarioides*의 구별이 가능하나 북방형과 남방형 미역 간에는 동일 염기서열을 가진 것으로 밝혀졌다 (Muraoka and Saitoh, 2005). 엽체는 겨울 및 봄에 성장하며, 성숙한 엽체는 1-2 m에 이른다. 우리나라에서는 2006년도 양식으로서 약 29만톤 (습중량)을 수확하였으며 (MOMAF, 2007), 이는 물미역, 건조미역 또는 염장미역의 형태로 가공되어 대부분 식품으로 소비되고 있다. 미역은 건강식품으로서 특유의 색과 기호성이 강한 풍미, 독특한 씹힘성을 가지고 있어, 우리나라에서는 주로 국거리로 이용되거나 다양한 조리 형태로서 즐겨 애용돼 왔고, 특히 출산 후 산모의 건강회복을 위해서는 필수 식품으로 여기고 있으며, 우리의 식생활 방식으로는 쉽게 많은 양을 섭취하고 있다 (Kim and Kim, 1982; Lee, 2004). 미역의 성분은

탄수화물이 가장 많고 다음으로 무기질, 단백질, 지질, 비타민 등으로 구성되어 있다 (Kim and Kim, 1982; Dawczynski et al., 2007). 탄수화물로서는 여러 생리활성을 지닌 fucoidan, laminaran 및 식품재료 등에 많이 이용되는 alginate 등의 분리 및 구조적 특성이 잘 알려져 있다 (Rioux et al., 2007). 그리고 지질로서는 부종의 감소 등 항염증작용이 강한 고도불포화지방산의 함량도 아주 많다 (Khan et al., 2007). 특히 n-3 계열의 고도불포화지방산들은 혈액응고의 방지 (Sanchez-Machado et al., 2004), 동맥경화 및 혈전과 같은 심장질환의 예방과 치료 (Dyerberg et al., 1978)에 효과가 있는 것으로도 알려져 있다. 미역에는 갈조류 특유의 fucoxanthin이라는 carotenoid계 색소가 많이 함유되어 있으며, 이는 피부 및 십이지장 종양에 대해서 발암 promoter와 동시 도포하였을 경우 강력하게 종양발생을 억제하였다 (Krinsky, 1994). 그리고 이는 복부지방의 감소에도 강한 효과를 보인다 (Maeda et al., 2005).

이러한 미역의 대중성과 뛰어난 효능에도 불구하고 미역의 전반적인 품질특성에 따른 평가방법이 거의 없으며, 현재 시행되고 있는 검사 및 품질인증에 대한 기준 및 검사방법 (MOMAF, 2005)에 의해서는 미역의 효능분석과 객관적인 품질평가가 불가능한 것으로 보인다. 따라서 새로운 품질평가 기준을 마련하기 위한 기초자료로써 미역의 항염증, 혈액응고방지, 다이어트 등 다양한 효능을 나타낼 수 있는 n-3 고도불포화지방산 함량, 생체실험을 통한 항부종 효과, 총

*Corresponding author: ykhong@pknu.ac.kr

탄수화물함량의 측정, 그리고 위생적인 측면에서의 총 세균수와 곰팡이 수, 미역의 외관 상태를 평가할 갈색 색소, 협잡물 함량, 수분함량 등을 포함한 8가지의 품질항목에 대하여 조사하고자 한다. 본 연구에서는 우선 국내의 대표적 미역 생산지인 부산 기장 지역과 전남 완도 지역에서 생산된 양식 미역 및 여러 지역에서 채집한 자연산 미역을 대상으로 하여, 상기의 효능, 위생, 외관적인 측면에서의 항목별 비교 실험을 행하였다.

재료 및 방법

미역 재료

본 실험에 사용한 미역 중, 기장산 미역은 부산광역시 기장군 기장을 해변리 연근해 미역 양식장에서 2006년 12월-2007년 5월에, 완도산 미역은 전남 완도군 약산면 당목리 미역 양식장에서 2006년 11월-2007년 2월에 신선한 것을 구입하여 수돗물로 수세한 후, 1주일간 통풍 음건하여 사용하였다. 또한 한산도, 흑산도, 울릉도, 울진, 주전, 감포, 강릉, 여수, 포항 등지의 자연산 미역은 2005년부터 2007년까지 각 지역에서 직접 채집 또는 자연산 미역을 구입하여 사용하였다. 효능 항목 및 fucoxanthin 함량은 coffee grinder로 5분간 마쇄한 것을 사용하였으며, 위생 항목 및 외관상태 항목들은 엽체 그대로 사용하였다.

고도불포화지방산 함량 측정

고도불포화지방산 중 미역에서의 항염증작용, 혈액응고 방지, 동맥경화 예방 등에 주로 관여하는 것으로 알려진 EPA (eicosapentaenoic acid) 및 SA (stearidonic acid)의 지방산 함량은 Khan et al. (2007)의 방법에 따라 정량하였다. 즉, 건조된 시료 0.4 g당 8 mL의 methylene chloride로 20시간 동안 추출 (20°C, 30 rpm)한 후, 원심분리시켜 (5 min, 2,000 rpm) 상등액 4 mL를 취한 다음 건조시킨다. 메탄올 200 μ L로 녹인 후, 이 추출물을 Ultrasphere C₁₈ reverse-phase column (10 mm i.d.×25 cm) (Beckman, Fullerton, CA)을 사용하여 파장 213 nm에서 HPLC를 수행하였다. HPLC 데이터를 통하여 각 지방산들의 표준곡선과 비교하여 미역에 함유되어 있는 지방산의 함량을 정량하였다.

부종억제 생체실험

부종억제 생체실험은 Khan et al. (2007)의 방법에 따라 측정하였다. 미역의 methylene chloride 추출물을 제조하여 최종 농도가 40 mg/mL 되도록 에탄올에 녹여 사용하였다. 미역 추출물에 대한 생체 내 (in vivo) 부종 억제능력을 확인하기 위하여, 실험군당 최소 7마리 이상의 6-8주령 BALB/c mouse (20-25 g body weight)를 사용하여 그 중 최상 및 최하값을 제외한 5마리에 대한 평균값 \pm SE를 구하였다. 부종의 유발은 마우스 한쪽 귀의 안쪽 면에 아세톤으로 용해한 PMA (Phorbol 12-myristate 13-acetate: 0.2 μ g/10 μ L)를 10 μ L씩 끌고루 도포

하여 10시간 후에 spring-loaded micrometer (Mitutoyo Corp. Tokyo)로 부종 두께를 측정하였다. 이때 미역 추출물은 0.4 mg/10 μ L 농도로써 10 μ L씩 같은 방법으로 도포한다. 부종값 (AU)은 $(T_{10}-T_0)/T_0$ 로서 표시하며, 이때 T₁₀은 PMA와 추출물 혼합의 도포 10시간 후의 귀 두께이며 T₀는 0 시간 때의 귀 두께이다. 추출물이 없는 PMA만의 대조구 경우는 약 0.81 ± 0.04 AU 값을 보였다.

탄수화물 정량

총 탄수화물은 phenol-sulfuric acid 법 (Kochert, 1978)으로 분석하여 Na-alginate의 표준곡선에 따라 계산하였으며, 미역 건조제품의 순수 alginate 함량은 Whyte (1988)의 방법에 따라 측정하였다.

총 세균 및 곰팡이 수 측정

건제품 시료 1 g 당 100 mL의 멸균 생리식염수를 넣어 균질화한 다음, 멸균 생리식염수를 이용하여 희석하였다. 총 세균 수는 Marine agar 배지 (Difco, Detroit, MI) 위에 접종한 후 20°C 배양기에서 1주일 배양하여 나타난 colony 수를 계수하였다. 곰팡이는 곰팡이 분리 고체배지 (glucose 1 g, yeast extract 0.1 g, potassium tellurite 35 mg, agar 18 g, seawater 1 L) 위에 접종한 후 20°C 배양기에서 1주일 배양하여 나타난 colony 수를 계수하였다 (Kohlmeyer and Kohlmeyer, 1979).

Fucoxanthin 함량 측정

미역의 색도는 Evans (1988)의 방법에 따라 갈색소인 fucoxanthin의 함량을 측정하였다. 건조된 시료 50 mg 당 1 mL의 DMSO로 추출한 후 원심분리 (2,000 rpm, 5 min)하여 상등액을 아래의 각 파장에서 흡광도를 측정하였다. 침전물은 0.6 mL의 90% acetone으로 10분간 5번을 추출하여 상등액을 모아두었다. 총 3 mL의 acetone 추출물에 1 mL hexane과 1 mL 증류수를 첨가하였다. 잘 섞어준 후, 원심분리하여 hexane층과 물층을 분리하였다. 상층의 hexane층에 같은 부피의 80% methanol로 hexane층을 2-3회 씻어내었다. Acetone 추출물의 물층과 hexane층에서 얻은 methanol 분획을 섞은 후, 아래의 각 파장에서 흡광도를 측정하였다. DMSO 추출에서의 fucoxanthin 함량 $[fx_1] = [A_{480} - 0.722 (A_{631} + A_{582} - 0.297 \times A_{665}) - 0.049 \times A_{665}] / 130$ 값으로 구하였다. Acetone/물/methanol 추출물의 fucoxanthin 함량 $[fx_2] = [A_{470} - 1.239 (A_{631} + A_{581} - 0.300 \times A_{664}) - 0.0275 \times A_{664}] / 141$ 값으로 구하였다. 따라서 총 fucoxanthin 함량은 $\{[fx_1] \times \text{DMSO 사용량}\} + \{[fx_2] \times \text{acetone/물/methanol 사용량}\}$ 으로 계산하였다.

협잡물, 수분 함량 측정

미역에 붙어있는 토사, 잡초, 오손생물체 등의 큰 협잡물은 미역 건조엽체 (1 g)를 증류수 (100 mL)에 담그어 충분히 협잡물을 분리한 후 체 (30 mesh)에 거른 다음, 협잡물의 건조무게를 순 엽체무게에 대하여 협잡물 혼입율 (%)을 계산하였다. 그리고 수분 함량은 105°C에서 17시간 이상 건조한 후의 잔량

차이로서 계산하였다 (KFDA, 2004).

결 과

미역의 효능성분 함량

미역은 예로부터 민간요법으로 피를 맑게 한다거나 모유를 잘 나오게 한다고 믿어왔으며, 특히 산모의 산후조리를 위하여 많이 섭취하여왔다. 산모의 산후조리에는 자궁 및 여러 신체부위의 붓기가 원래의 상태로 되돌아가도록 즉 부종과 같은 상태에서 빨리 원 상태로 회복 되도록 하는 도움이 필요하다. 부종현상의 감소내지는 억제는 염증 증상의 억제로서도 나타나며 미역에는 이 같은 작용을 지닌 n-3 stearidonic acid (SA) 및 n-3 eicosapentaenoic acid (EPA)의 함량이 상대적으로 높다. 따라서 이 같은 SA 및 EPA 함량의 측정은 미역 효능측정에 필수적인 것으로 여겨지며, 각성분의 미역 산지별과 크기별의 함량은 Table 1과 같다. 비록 산지에 따라 편차가 크지만 전반적으로 크기가 1m 정도 되는 성체 엽체들이 어린 엽체보다 5배 정도 더 많은 n-3 지방산 (SA+EPA)을 함유하며, 가장산 엽체가 완도산 엽체보다 전반적으로 2배 정도 더 많은 n-3 지방산을 가졌다. 성분 중 SA 함량이 EPA보다 평균적으로 1.7배 정도 많은 것으로 나타났다. Table 1과 같이 자연산 미역은 지역마다 큰 차이를 보였으며, 울진산 미역의 n-3 지방산 함유량이 특히 높았다. 그러나 각각의 산지별 지방산 함량은 지역별 채집시기에 따른 보다 세밀한 조사가 요구된다.

미역의 항염증 억제효과를 생체실험을 통하여 측정하기 위해서, 쥐의 귀에 부종을 유발한 후 미역추출물을 각각 도포하여 부종의 억제효과를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 전반적으로 어린 엽체 (약 20 cm) 보다 성체 (약 1 m), 양식산보다 자연산 미역의 경우가 더 부종억제 능력이 강하며, 성체의 경우 가장산 미역이 완도산 보다 약간 더 높은 부종억제 효과를 나타내었다. 이는 서식장소 채집시기 등에 따라 n-3지방산

에 대한 n-3 지방산의 비율 등에 따라 많은 차이가 난다. 그러나 생체실험을 통하여서도 미역의 기능적 효능 정도를 정량적으로 표시할 수가 있다.

미역의 또 다른 효능성분으로서는 일반적으로 다이어트 및 항암, 항바이러스 효능으로 많이 알려진 미역의 alginate, fucoidan, laminaran 등의 탄수화물들을 들 수 있으며, 이들은 대부분 소화되기 어려운 탄수화물이다. 따라서 미역의 대부분의 비 소화성 탄수화물을 총량적으로 측정하여 총 탄수화물 함량으로 표시한 결과는 Table 1과 같다. Phenol-sulfuric acid 법으로 측정된 전반적인 총 탄수화물 함량은 대략 50% 정도로서 큰 차이를 볼 수 없었으나, 어린엽체보다는 성체, 완도산보다는 가장산 미역에서 총 탄수화물 함량이 약간씩 증가된 경향이 있다. 순수 alginate의 함량은 성체미역에서 건조중량의 10-39%에 가까운 함량을 가지며, 어린엽체보다는 약 10-20배 정도 더 많이 함유하고 있다 (data not shown). 따라서 미역의 전반적인 효능에 대한 평가는 n-3 지방산의 대표적인 것으로서의 SA 및 EPA 함량, 생체실험을 통한 부종감소 효율, 다이어트 효과 등을 종합적으로 나타낼 수 있는 총 탄수화물 함량을 측정하여 그 품질평가 지표로서 활용가능할 것으로 여겨진다.

미역의 위생측정

미역의 세포벽은 alginate, fucoidan, laminaran 등 난분해성 고분자 탄수화물로서 구성되어 있으므로 비교적 미생물의 감염이 상대적으로 많지는 않으며, 또한 건제품의 경우는 수분함량이 낮아서 미생물의 서식도 불가능하다. 그러나 일반 해양환경에서의 해양세균 및 곰팡이의 서식 및 가공 동안의 오염, 보관 중 장마기간 동안의 오염 등을 고려하여, 총 세균 수 및 총 곰팡이 수를 측정하여 본 결과 Table 2와 같다. 총 세균 수는 어린 엽체보다 성체 미역의 경우 더 많이 계측되었으며, 지역 간에는 별 차이가 없었다. 총 곰팡이 수의 경우에는

Table 1. Amount of n-3 fatty acids (stearidonic acid and eicosapentaenoic acid), anti-edema activity, and total carbohydrate from different local types of *U. pinnatifida* thalli. Values represent the mean±SE (n≥3) from 1 g dry weight of thalli. Reference with PMA showed edema value of 0.81±0.04, i.e., relative inhibition of 0%. *P<0.01 as compared to mature thalli from Wando aquaculture farm

	Local type	n-3 Fatty acid		Anti-edema activity		Total carbohydrate (g/g-DW)
		SA (μg/g-DW)	EPA (μg/g-DW)	Edema value (AU)	Relative inhibition (%)	
Aquacultured young thalli (Av. 20 cm)	Gijang	286±106	198±56	0.30±0.10	70	0.54±0.05
	Wando	106±6	87±3	0.30±0.13	70	0.50±0.02
Aquacultured mature thalli (Av. 1 m)	Gijang	1,269±75*	797±116	0.15±0.04	85	0.58±0.08
	Wando	645±109	427±18	0.24±0.10	76	0.54±0.05
Wild mature thalli (Av. 1 m)	Gangneung	180±9	135±13	0.10±0.09	88	0.39±0.02
	Hansando	1,136±72*	821±44	0.03±0.02*	96	0.47±0.03
	Heuksando	930±169	352±63	0.27±0.07	67	0.71±0.05
	Jujeon	310±62	265±16	0.47±0.06	42	0.55±0.03
Wild mature thalli (Av. 1 m)	Pohang	136±11	90±8	0.05±0.03*	94	0.47±0.03
	Uljin	1,936±79*	819±46	0.12±0.07	85	0.45±0.02
	Ulleungdo	365±30	285±20	0.15±0.05	82	0.43±0.02
	Yeosu	157±14	101±11	0.27±0.14	67	0.49±0.02

Table 2. Total counts of bacteria and mold from different local types of aquacultured *U. pinnatifida* thalli. Values represent the mean±SE (n≥6) from 1 g dry weight of thalli

	Local type	Bacteria (CFU/g)	Mold (CFU/g)
Young thalli (Av. 20 cm)	Gijang	4.7±3.1×10 ⁴	1.3±1.3×10 ²
	Wando	4.9±1.9×10 ⁴	9.1±3.2×10 ²
Mature thalli (Av. 1 m)	Gijang	1.0±0.4×10 ⁶	7.0±3.5×10 ²
	Wando	2.7±1.5×10 ⁶	3.7±3.3×10 ²

Table 3. Amount of fucoxanthin, debris, and moisture in thalli of different local types of aquacultured *U. pinnatifida*. Values represent the mean±SE (n≥3) from 1 g dry weight of thalli. *P<0.1 and **P<0.01 as compared to mature and young thalli from Wando, respectively

	Local type	Fucoxanthin (mg/g-thalli)	Debris (%)	Moisture (%)
Young thalli (Av. 20 cm)	Gijang	0.9±0.1**	1.0±0.2	12.6±0.3
	Wando	0.4±0.1	1.2±0.4	11.4±0.2
Mature thalli (Av. 1 m)	Gijang	1.5±0.1*	1.6±0.3	11.6±0.1
	Wando	1.2±0.1	2.4±0.4	11.9±0.1

엽체 크기나 지역 간에 차이가 없었다. 미역 건조중량 1g 당 총 세균 및 곰팡이의 절대적 수치는 일반 해양환경에서의 해수 1 mL 당 10²-10⁶ 세포 및 10³ 세포의 수치에 비교하면 정상적인 범위 이내라고 볼 수 있다. 그러나 이와 같은 총 세균 및 곰팡이의 세포 수는 미역 양식장의 수질환경, 가공과정, 보관상태 등에 따라 급격히 증가할 수도 있으므로 미역의 위생상태를 종합적으로 나타낼 수 있는 평가지표로서 포함되어야 할 것으로 여겨진다.

미역의 외관상태

미역의 외관 상태는 진한 갈색의 색깔이나 헝겍물의 혼입, 마른 상태 등으로서 직관적인 품질을 나타낼 수 있다. 이를 정량적으로 측정하기 위하여 우선 갈조류의 대표적인 갈색 색소이면서 미역의 항암 및 비만방지도 효과를 나타내기도 하는 fucoxanthin 갈색색소를 측정하고자 한다. 이 색소는 쉽게 파괴됨으로서 미역의 신선도 평가에도 좋은 지표가 될 수 있다. 따라서 이의 함량을 측정한 결과 어린엽체보다 성체미역에서 fucoxanthin 함량이 높으며, 1g 건조중량당 1mg 이상 함유하고 있다(Table 3). 또한 기장산 미역이 완도산 미역보다 더 많은 fucoxanthin을 함유하고 있다. 헝겍물의 함량은 어린 엽체보다 성체미역에서 조금 더 많이 혼입되어 있으며, 완도산 미역은 서식환경이 내만 및 저질이 빨 등 유기물 함량이 높은 해역에서 생육하므로서 오손생물체 등의 헝겍물의 함량이 다소 높은 것으로 측정되었다. 그리고 미역의 마른 상태를 나타내는 수분함량은 미역의 보관 중 곰팡이, 세균, 지질 성분의 산화, 탈색 등의 품질 악화에 아주 중요한 인자로서 작용하므로 건조미역의 장기 보존을 위하여 수분함량을 한 indicator로서 활용할 수 있다. 건조미역의 경우 대체로 11-13%로서 세균이나 곰팡이의 서식이 되지 않는 건조 상태에서 잘 유지되는 것으로 나타났다. 이와 같은 갈색색소, 헝겍물 혼입정도, 건조상태 등은 미역의 외관을 평가하는 직접적인 요인이 됨으로서 품질평가의 중요 항목으로서 포함되어야 할 것으로 고려된다.

고 찰

미역은 우리나라에서 가장 많은 양으로 양식 생산되어 지고 있으며, 대부분 식용으로 이용되어지고 있다. 예로부터 미역은 동의보감에서도 열이 나면서 답답한 것을 없애고, 영류와 기가 뭉친 것을 치료하며, 오줌을 잘 나가게 한다 라고 기술되어 있다 (Donguibogam Committee, 1999). 이는 해열 및 후, 부종의 감소 효과를 의미하므로 항 염증작용 즉 부종, 충혈, 발열, 통증 등을 수반하는 일반적인 염증작용에 억제효과를 나타낸다는 것으로 추정된다. 최근 이와같은 미역의 항염증작용에 주 효능물질로서 n-3 고도불포화지방산인 SA와 EPA인 것으로 확인되었다 (Khan et al., 2007). 또한 n-3 지방산은 생체막의 필수인자로서 체내대사에 중요한 역할을 하는 것으로 밝혀졌으며, 특히 혈액응고 방지, 동맥경화 및 혈전 등과 같은 심장질환의 예방과 치료에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Dyerberg et al., 1978; Sanchez-Machado et al., 2004). 일반적으로 해조류에는 고도불포화지방산 중 n-3계열과 n-6계열의 불포화지방산의 조성 비율이 높고 다양하게 함유되어 있으며, 이들 n-3계열과 n-6계열의 고도불포화지방산은 서로 상반되는 생리조절기능을 가지면서, 이들의 균형비율 (n-6/n-3)은 정상적인 인체 성장 및 발육에 아주 중요한 역할을 하며 각종 심혈관 질환과 만성질환의 예방에 도움이 된다 (Calder and Grimble, 2002). 따라서 유럽영양학회에서도 현대 서구 식품에서의 n-6/n-3 비가 16:1이나 되는 것을 5:1 정도로 낮게 되어야 한다고 권장한다 (Dawczynski et al., 2007). 그러므로 미역에서의 이들 비율은 0.5:1로서 상대적으로 n-3 지방산의 함량이 아주 높아서 우수한 식품으로 여겨진다. 이같은 미역에서의 주 효능물질로서의 SA 및 EPA의 함량은 미역의 품질평가에 중요한 지표로서 고려되어야 하며, 또한 미역의 가공과 보존 기간에도 이들의 손실을 방지토록 하여야 할 것이다. 더욱이 미역의 우수품종 개발에서도 이들을 선발육종 및 돌연변이를 통한 선발 지표로서 활용할 필요가 있다. 미역의 성분으로는 식이섬유 (건중량의 약 50%)가 가장 많고, 다음으로 무기질

(건중량의 약 20%), 단백질(건중량의 약 20%), 지질(건중량의 약 1-5%), 비타민 등이라고 알려져 있다(Kim and Kim, 1982; Dawczynski et al., 2007). 그 중 식이섬유는 alginate, fucoidan, laminaran 등 대부분 난 소화성 탄수화물로서 다이어트의 효능을 가진다. 또한 fucoidan은 항바이러스(Thompson and Dragar, 2004), 항 혈액응고 작용(Koo et al., 2001) 등도 알려져 있지만, 생체내에서의 효과는 아직 명확하지 않으므로 전체적인 식이섬유의 효능으로서 총 탄수화물 함량이 지표로 고려된다. 총 식이섬유 함량은 근적외선 비색계로 측정하는 방법(Kim et al., 2006) 등이 있으나, 본 실험에서는 상대적으로 간단하고 신속한 phenol-sulfuric acid 법으로 총 탄수화물의 함량을 측정하였다. 미역의 영양성분으로서의 단백질은 필수 아미노산의 고른 분포를 나타내는 아미노산값(amino acid score)이 60%, 필수아미노산의 함량으로 표시되는 단백질의 질적인 평가인 필수아미노산지수(essential amino acid index)는 90% 정도로서 김과 같은 수준으로 아주 높게 평가된다(Galland-Irmouli et al., 1999). 그러나 이들 해조류 단백질들은 난소화성의 해조류 세포벽으로 인하여 소화 이용성에 한계가 있으므로 미역 품질평가의 항목으로서는 별 의미가 없을 것으로 생각된다. 미역의 위생 항목에서는 건조중량 1g 당 총 세균 및 곰팡이의 절대적 수치는 일반 해양환경에서의 해수 1 mL 당 10^2 - 10^6 개의 세균 및 10^3 개의 곰팡이 수치에 비교하면 정상적인 범위내라고 볼 수 있고(Kang, 1981; Austin, 1988), 또한 미역의 건조상태에서는 생육을 할 수 없는 조건이지만 가급적 세균 및 곰팡이의 수자를 줄이기 위하여 미역 수확 후 멸균해수로서 세척 등 감소방안을 고려할 필요가 있을 것으로도 생각된다. 그 외 미역의 외관상태를 평가하는데에는 색깔, 협잡물, 건조상태 등을 포함시킬 수 있다. 색깔로는 미역 등 갈조류에는 fucoxanthin이라는 carotenoid 계열 색소가 함유되어 있다. Fucoxanthin은 비만의 억제효과가 알려져 있으며(Maeda et al., 2005), 또한 십이지장 종양(Krinsky, 1994) 및 대장암(Hosokawa et al., 2004)에 대해서도 유의한 억제효과를 나타내었고, fucoxanthin의 대사산물인 haloacythiioxanthin은 fucoxanthin보다 더 강력한 항종양 활성을 나타내었다(Gerster, 1993). 이 색소는 열, 산, 빛, 금속이온, 과산화물, 화학약품 등에 의하여 쉽게 산화되어 파괴됨으로서 미역의 신선도 평가에도 좋은 지표가 될 수 있다(Kim et al., 2004). Fucoxanthin은 이같은 다양한 효능을 지니기도 하면서 미역의 대표적인 갈색색소이므로 미역의 품질평가에 중요한 지표로서 평가되어야 한다. 본 실험에서의 시료에 따른 SA, EPA, 부종억제, 탄수화물 함량 등의 차이는 서식장소, 채집시기, 건조, 보관상태 등에 따른 차이일수도 있으므로 추후 동일 혹은 유사조건에서의 시료에 대한 상세한 조사가 필요하다.

이와 같이 미역의 대중성과 다양한 효능에도 불구하고 미역의 품질특성이나 평가에 대한 연구가 거의 없으며, 현재 시행되어지고 있는 수산물-수산물특산물 및 수산전통식품의 품질인

증 대상품목과 품질인증에 관한 세부기준(MOMAF, 2005)을 통한 미역의 품질평가항목은 관능품위, 설탕, 향미, 협잡물, 이물, 수분으로서 항목에 따른 채점은 가능하지만 이를 위한 측정방법 및 채점기준은 수치화되지 못하여 객관성이 떨어진 다. 그리고 여러 약리효능을 가지는 미역의 특성에 대한 평가는 전혀 이루어지지 않고 있다. 따라서 새로운 품질평가 기준안을 마련하여 미역의 우수성 및 품종개량을 통한 상품가치의 증대를 위한 기초 자료로서 활용될 수 있는 기준안 마련이 요구된다. 본 실험에서는 기존의 미역 품질 평가를 활용하면서도 가급적 수치화 및 객관화할 수 있도록 효능부문으로는 대표적인 n-3 고도불포화지방산의 함량, 항부종 효과, 총 탄수화물 함량을 측정하며, 위생부문에서는 총 세균 수와 곰팡이 수를 측정하고, 외관상태부문에서는 fucoxanthin 함량, 협잡물 함량, 수분 함량을 측정하는 방법을 확립하였다. 이로써 향후 미역의 생산지와 성숙도에 따른 미역의 상품평가에 필요한 기준안 및 측정방법, 고품질 미역의 품종개량을 위한 지표설정 등의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 여겨진다.

사 사

본 과제는 해양수산부 영남씨그랜트대학사업단 지원금(YSG-RF0604)에 의해 수행되었습니다. 또한 대학원생(JYK, NHP, HQL) 지원의 Brain Busan 21 Program에도 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Austin, B. 1988. Marine Microbiology. Cambridge University Press. Cambridge, UK, 1-222.
- Calder, P.C. and R.F. Grimble. 2002. Polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity. J. Clin. Nutr., 56S, 14-19.
- Dawczynski, C., R. Schubert and G. Jahreis. 2007. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. Food Chem., 103, 891-899.
- Donguibogam Committee. 1999. Translated Donguibogam. Bubinmunwha Press, Seoul, Korea, 1-2198.
- Dyerberg, J., H.O. Bang, E. Stoffersen, S. Moncada and J.R. Vane. 1978. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis? Lancet, 2, 117-119.
- Evans, L.V. 1988. The effects of spectral composition and irradiance level on pigment levels in seaweeds. In: Experimental Phycology: A Laboratory Manual. Lobban, C.S., D.J. Chapman and B.P. Kremer, eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 123-133.
- Galland-Irmouli, A.V., J. Fleurence, R. Lamghari, M. Lucon, C. Rouxel and O. Barbaroux. 1999. Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmaria*

- palmata* (Dulse). J. Nutr. Biochem., 10, 353-359.
- Gerster, H. 1993. Anticarcinogenic effects of common carotenoids. Int. J. Vitam. Nutr. Res., 63, 93-98.
- Hosokawa, M., M. Kudo, H. Maeda, H. Kohno, T. Tanaka and K. Miyashita. 2004. Fucoxanthin induces apoptosis and enhances the antiproliferative effect of the PPAR γ ligand, troglitazone, on colon cancer cells. Biochim. Biophys. Acta, 1675, 113-119.
- Kang, J.W. 1981. Some seaweed diseases occurred at seaweed farms along the south-eastern coast of Korea. Bull. Kor. Fish. Soc., 14, 165-170.
- KFDA. 2004. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea, 1-641.
- Khan, M.N.A., J.Y. Cho, M.C. Lee, J.Y. Kang, N.G. Park, H. Fujii and Y.K. Hong. 2007. Isolation of two anti-inflammatory and one pro-inflammatory PUFAs from the brown seaweed *Undaria pinnatifida*. J. Agric. Food Chem., 55, 6984-6988.
- Kim, K.H. and C.S. Kim. 1982. Studies on the manufacture of *Undaria pinnatifida*, laver and its physicochemical properties. Kor. J. Food Sci. Technol., 14, 336-341.
- Kim, S.J., H.J. Kim, J.S. Moon, J.M. Kim, S.G. Kang and S.T. Jung. 2004. Characteristic and extraction of fucoxanthin pigment in *Undaria pinnatifida*. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr., 33, 847-851.
- Kim, Y., M. Singh and S.E. Kays. 2006. Near-infrared spectroscopy for measurement of total dietary fiber in homogenized meals. J. Agric. Food Chem., 54, 292-298.
- Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol-sulfuric acid method. In: Handbook of Physiological Methods. Vol. 2. Physiological and Biochemical Methods. Hellebust, J.A. and J.S. Craigie, eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 95-97.
- Kohlmeyer, J. and E. Kohlmeyer. 1979. Marine Mycology: The Higher Fungi. Academic Press, New York, USA, 1-690.
- Krinsky, N.I. 1994. Carotenoids and cancer, basic research studies, natural antioxidants in human and disease. Ann. New York Acad. Sci., 239, 1-6.
- Lee, Y.J. 2004. A study on mineral and alginic acid contents by different parts of sea mustards (*Undaria pinnatifida*). Kor. J. Food Cult., 19, 691-700.
- Maeda, H., M. Hosokawa, T. Sashima, K. Funayama and K. Miyashita. 2005. Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues. Biochem. Bioph. Res. Co., 332, 392-397.
- MOMAF. 2005. Detailed standards of items and quality authentication for fisheries products and traditional seafood. Notification of the Ministry of the Marine Affairs and Fisheries, Korea, 2005-99, 1-26.
- MOMAF. 2007. Statistic Database for Fisheries Production. Retrieved from <http://fs.fips.go.kr/main.jsp> on July 14.
- Muraoka, D. and K. Saitoh. 2005. Identification of *Undaria pinnatifida* and *Undaria undarioides* (Laminariales, Phaeophyceae) using mitochondrial 23S ribosomal DNA sequences. Fish. Sci., 71, 1365-1369.
- Ohno, M. and M. Matsuoka. 1993. *Undaria* cultivation "Wakame". In: Seaweed Cultivation and Marine Ranching. Ohno, M. and A.T. Critchley, eds. Japan International Cooperation Agency, Japan, 41-49.
- Rioux, L.E., S.L. Turgeon and M. Beaulieu. 2007. Characterizations of polysaccharides extracted from brown seaweeds. Carbohydr. Polym., 69, 530-537.
- Sanchez-Machado, D.I., J. Lopez-Cervantes, J. Lopez-Hernandez and P. Paseiro-Losada. 2004. Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. Food Chem., 85, 439-444.
- Thompson, K.D. and C. Dragar. 2004. Antiviral activity of *Undaria pinnatifida* against *Herpes simplex* virus. Phytother. Res., 18, 551-555.
- Whyte, J.N.C. 1988. Extraction of alginic acid from a brown seaweed. In: Experimental Phycology: A Laboratory Manual. Lobban, C.S., D.J. Chapman and B.P. Kremer, eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 168-173.

2008년 3월 6일 접수

2008년 10월 15일 수리