

## 통통마디의 아미노산함량과 항산화 활성

김해섭 · 박정욱 · 이영재 · 신궁원 · 박인배<sup>†</sup> · 조영철  
전라남도 해양바이오연구원

### The Amino Acid Content and Antioxidant Activities of Glasswort (*Salicornia herbacea* L.)

Hae-Seop Kim, Jeong-Wook Park, Young-Jae Lee, Gung-Won Shin,  
In-Bae Park<sup>†</sup> and Yeong-Cheol Jo

Jeollanamdo Marine Bio Research Institute, Jeonnam, Shinan 533-802, Korea

#### Abstract

We collected glasswort (*Salicornia herbacea* L.) from the Jollanam-do area (Hwangsansan-myeon in Haenam, Jeungdo-myeon in Sinan, and Yeomsan-myeon in Yeonggwang) from June to October 2007, and analyzed levels of total amino acids, free amino acids, and total polyphenolic compounds and electron donating ability and SOD-like activity. The total amino acid content was 3,338.75 - 4,491.63 mg/100 g in the sample from Haenam, 3,086.48 - 3,782.89 mg/100 g in the sample from Sinan, and 3,134.3 - 4,364.17 mg/100 g in the sample from Yeonggwang. Proline was the main free amino acid from June through to September, and the level increased during June, the early period of maturation, and then decreased with further ripening. The total content of free amino acids was 472.75 - 1,080.98 mg/100 g in the sample from Haenam, 440.46 - 621.77 mg/100 g in the sample from Sinan, and 387.64 - 669.28 mg/100 g in the sample from Yeonggwang. Total polyphenolic compound level was 11.1 - 15.61 mg/g in the sample from Haenam, 12.71 - 21.03 mg/g in the sample from Sinan, and 13.13 - 22.28 mg/g in the sample from Yeonggwang. Electron donating ability was 53.8 - 70.9% in the sample from Haenam, 62.7 - 88.8% in the sample from Sinan, and 63.0 - 72.7% in the sample from Yeonggwang. SOD-like activity was 28.7 - 41.0% in the sample from Haenam, 28.5 - 36.5% in the sample from Sinan, and 23.5 - 39.6% in the sample from Yeonggwang.

**Key words** : glasswort(*Salicornia herbacea* L.), amino acid, total polyphenolic compounds, electron donating ability, SOD-likely activity

#### 서 론

통통마디는 중국의 옛 의학책인 '신농본초경'에서는 맛이 몹시 짜다 하여 함초(鹹草), 또는 염초(鹽草)라고 하였고, 몹시 희귀하고 신령스러운 풀이라하여 신초(神草)라고도 하였으며, 통통하고 마디마디 튀어나온 풀이라 하여 '통통마디'라고 하였다(1). 통통마디(*Salicornia herbacea* L.)는 명아주과에 속하는 식물로 우리나라 서해안이나 남해안, 제주도, 울릉도 및 백령도 등 섬지방의 m바닷물이 닿는 해안이나 갯벌 그리고 염전주위에 무리지어 자생한다(1).

초봄에 연두빛, 여름에는 녹색 그리고 가을에는 붉은 색으로 변하며, 녹색을 띄는 통통마디는 샐러드용으로 식용되는데, Na, K, Ca, Mg 및 Fe과 같은 무기질이 다른 식물에 비해 많이 함유되어 있고, 필수지방산인 리놀렌산과 필수 아미노산이 풍부한 것으로 알려져 있다(2-5). 또한 식이섬유도 풍부하여 건강 기능성 식품소재로 주목받고 있다(1).

통통마디 성분에 대한 연구로 채취 시기 및 부위별 이화학적 특성에 관한 연구(6,7)와 효능에 관한 연구로 항당뇨(8,9), 항고지혈증(9), 항고혈압(10) 및 항산화 작용(11-13), 빨간 함초의 지질 과산화 및 항산화 활성(14)과 약리효과에 관한 연구(15) 등 다양한 생리적 효능이 밝혀지면서 통통마디 분말의 혼합비율 최적화 및 식품개발(16)과 분말 및 액기

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : inbaepark@korea.kr,  
Phone : 82-61-275-1021, Fax : 82-61-275-1026

스 등의 단순가공품 뿐만 아니라 통통마디와 여러 식물 및 생약추출물을 혼합하여 제조한 다양한 가공식품 및 건강 식품이 개발되었다는 보고(17)가 있다.

본 연구에서는 채취시기별, 지역별 통통마디의 구성아미노산, 유리아미노산 함량을 분석하여 이용시기 기초자료로 삼고, 폴리페놀함량, 전자공여능, SOD 유사활성을 검토하므로써 통통마디를 소재로 건강 기능성 식품 개발에 기초자료로 이용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 통통마디는 2007년 6월부터 10월까지 전남 해남군 황산면, 전남 신안군 증도면, 전남 영광군 염산면에서 채취하여 껍질과 이물질을 제거하고 증류수로 헹구어 지상부만 절단하여  $-80^{\circ}\text{C}$  급속동결 후, 진공동결건조기(FDU-2100, EYELA, Tokyo, Japan)를 이용하여 건조하였다. 진공동결건조한 통통마디는 100 mesh 이하로 분쇄하여 0.2 mm PE film에 밀봉하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 로 냉동보관하였으며 분말시료의 수분함량은  $4.8 \pm 0.5\%$ 를 유지된 시료를 사용하였다.

### 아미노산 분석

구성아미노산 함량은 시료분말 5 g가량을 6 M HCl 10 mL를 가하고 질소를 충전하여 밀봉한 다음, 이를 Heating block에서 가수분해( $105^{\circ}\text{C}$ , 72시간)한 후, 3G-4 glass filter로 여과하고 여액은 회전진공증발기에 감압건조하여 염산을 모두 휘발시켰다. 감압건조물은 sodium citrate 완충용액(pH 2.2)으로 용해하고 10 mL로 정용하여 0.2  $\mu\text{m}$  membrane filter로 여과한 후, 구성아미노산 분석을 위한 시료로 사용하였다. 유리아미노산 함량은 시료분말 20 g 가량을 취하여 70% ethanol을 50 mL 가하여 환류냉각장치에 연결하여  $100^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 가열 환류시킨 후, 흡입 여과한 여액을  $40^{\circ}\text{C}$  이하에서 2 mL 정도로 감압·농축시켰다. 농축액에 diethyl ether를 가하여 탈지시킨 후 물층을 건고시킨 후 lithium citrate 완충용액(pH 2.2)으로 용해한 것을 아미노산 분석용 시료로 사용하였다. 구성아미노산과 유리아미노산은 아미노산자동분석기(Biochrom 30, Amersham Biosciences Ltd., UK)로 분석하였는데 기기분석 조건은 Table 1과 같이 하였다.

### 총 폴리페놀 함량

통통마디 분말 1.0 g을 80% 메탄올 200 mL에 넣어  $80^{\circ}\text{C}$ 에서 4시간동안 환류추출한 후, 여과하여 사용하였다. 시료 1 mL에 0.2 N Folin-Ciocalteu's 용액 1 mL를 첨가하여 실온에서 3분간 반응시켰다. 반응액에 10% sodium carbonate

1 mL를 넣어 실온에서 1시간동안 침전 반응을 시킨 후  $3,000\text{ rpm}$ 에서 5분간 원심분리 하였다. 총 페놀 함량은 760 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 정량하였다(18). 정량 검사를 위한 표준물질로는 tannic acid(Sigma, St Louis, USA)를 사용하였으며 tannic acid의 표준곡선을 이용하여 시료의 총 폴리페놀 함량을 조사하였다.

**Table 1. Analysis conditions of compositional amino acid and free amino acid**

Instrument	Biochrom 30 Amino acid analyser	
Integrator	EZ Chrom Elite	
	compositional amino acid	free amino acid
Column	Sodium citrate	Lithium citrate
Column temperature	$31 \sim 74^{\circ}\text{C}$	
Flow rate	Buffer 35 mL/hr, ninhydrin 25 mL/hr	Buffer 20 mL/hr, ninhydrin 20 mL/hr
pH range	2.80 ~ 3.55	
Buffer solution	Sodium citrate buffer	Lithium citrate buffer
Detection	440 nm, 570 nm	

### 전자공여능

통통마디 분말 5 g을 80% 메탄올 100 mL에 실온에서 1시간동안 교반한 후, 흡입여과(Whatman No.3)하여 여액을 시료로 사용하였다. DPPH활성 즉, 전자공여작용(electron donating ability, EDA)은 Kang 등의 방법(19)을 변형하여 각각의 추출물에 대한 DPPH(1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각 추출물에 의한 환원력을 측정하였다. 즉, 추출물 0.2 mL에 99.9% methanol로 용해한  $1 \times 10^{-4}$  M DPPH용액 3 mL를 가한 후 10초간 진탕한 다음 10분간 실온에 방치하여 반응시킨 후, 분광광도계(UV-1700, Shimadzu Co., Japan)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 소거활성은 추출물 첨가구( $S_{\text{Abs}}$ )와 무첨가구( $B_{\text{Abs}}$ )의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하였다.

### SOD(Superoxide dismutase-like activity) 유사활성

통통마디 분말 5 g을 80% 메탄올 100 mL에 실온에서 1시간동안 교반한 후, 흡입여과(Whatman No.3)하여 여액을 시료로 사용하였다. SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund(20)의 방법에 따라 과산화수소( $\text{H}_2\text{O}_2$ )로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 시료용액 0.2 mL에 Tris-HCl의 완충용액(50 mM Tris + 10 mM EDTA, pH 8.5) 3.0 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하여  $25^{\circ}\text{C}$ 에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420 nm에서 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었으며, 0.1% ascorbic acid를 positive

control로 하여 각각의 활성을 %로 나타내었다.

결과 및 고찰

통통마디의 아미노산 함량

통통마디의 구성아미노산 함량은 Table 2와 같다. 단백질 함량은 건중량으로 해남지역 6.2~10.8%, 신안지역 7.8~10.5%, 영광지역 6.5~10.6%범위를 나타낸 것을 시료로 하였다. 3지역에서 전체적으로 Glutamic acid가 가장 많았는데, 이는 Cha 등(6)의 연구와 같은 결과를 보였으나, 그 다음으로 Proline, Phenylalanine, Aspartic acid, Arginine 순으로 높았다는 결과와는 다소 차이가 있다. 본 연구에서는 6월부터 9월까지 Glutamic acid, Aspartic acid, Leucine 순으로, 10월에는 Glutamic acid, Aspartic acid, Arginine 순으로 나타났다.

해남지역의 경우, 6월 4,278.44 mg%, 7월 3,475.18 mg%, 8월 3,338.75 mg%, 9월 3,910.16 mg%, 10월 4,491.63 mg%를 함유하였다. Glutamic acid 함량은 6월 601.85 mg%, 7월 474.97 mg%, 8월 443.76 mg%, 9월 597.28 mg%, 10월 820.38 mg%로, Aspartic acid 함량은 6월 441.40 mg%, 7월 376.45 mg%, 8월 348.61 mg%, 9월 384.38 mg%, 10월 413.03 mg%를 함유하였다. 전체적으로 성숙초기 6월에 높

았다가 성숙하면서 8월까지 감소하였으나 10월에 가면서 다시 함량이 증가하는 패턴으로 신안지역과 영광지역도 같은 경향으로 나타났다.

신안지역의 경우, Glutamic acid 다음으로 Aspartic acid가 많았다. 6월 3,782.89 mg%, 7월 3,283.21 mg%, 8월 3,261.94 mg%, 9월 3,262.68 mg%, 10월 3,086.48 mg%를 함유하였으며, Glutamic acid 함량은 6월 519.46 mg%, 7월 451.77 mg%, 8월 434.79 mg%, 9월 524.29 mg%, 10월 823 mg%로, Aspartic acid 함량은 6월 403.97 mg%, 7월 346.42 mg%, 8월 344.89 mg%, 9월 320.3 mg%, 10월 436.84 mg%를 함유하였다.

영광지역의 경우, Glutamic acid 다음으로 6~9월은 Aspartic acid가 많았으며, 10월은 Arginine이었다. 6월 3,371.33mg%, 7월 3,134.3mg%, 8월 3,506.57 mg%, 9월 4,233.45mg%, 10월 4,364.17mg%를 함유하였으며, Glutamic acid 함량은 6월 481.01 mg%, 7월 405.09 mg%, 8월 466.58 mg%, 9월 582.94 mg%, 10월 495.98 mg%로, Aspartic acid 함량은 6월 367.21 mg%, 7월 323.45 mg%, 8월 369.75 mg%, 9월 448.95 mg%, 10월 303 mg%를 함유하였다. 전체적으로 해남지역>신안지역>영광지역 순으로 구성아미노산함량이 높았다.

통통마디의 유리아미노산 함량은 Table 4와 같다. 전체적으로 6월부터 9월까지 Proline이 가장 많았으며, 초기성숙

Table 2. Changes of compositional amino acids from glasswort according to harvest periods

unit : mg%	June			July			August			September			October		
	Haenam	Shinan	Yeonggwang	Haenam	Shinan	Yeonggwang	Haenam	Shinan	Yeonggwang	Haenam	Shinan	Yeonggwang	Haenam	Shinan	Yeonggwang
Aspartic acid	441.40*	403.97	367.21	376.45	346.42	323.45	348.61	344.89	369.75	384.38	320.30	448.95	413.03	436.84	303.00
Threonine	207.16	184.45	158.49	174.01	160.69	150.92	156.13	162.29	164.57	173.89	142.86	213.44	179.27	187.67	135.14
Serine	205.71	174.46	181.47	173.49	159.59	181.23	205.19	157.06	206.28	238.85	206.79	225.07	279.15	288.22	195.63
Glutamic acid	601.85	519.46	481.01	474.97	451.77	405.09	443.76	434.79	466.58	597.28	524.29	582.94	820.38	823.00	495.98
Glycine	251.22	219.13	195.09	207.86	193.95	186.35	195.08	188.86	212.16	234.78	199.10	243.79	267.55	273.59	188.35
Alanine	253.36	224.38	200.43	212.06	193.97	189.60	196.11	195.25	212.42	212.72	171.47	254.76	212.72	227.85	162.21
Cystine	21.17	7.95	16.86	12.08	15.46	12.55	11.07	8.41	16.74	17.05	14.10	22.82	24.67	22.87	13.34
Valine	270.95	252.13	214.10	220.53	211.54	199.51	217.69	211.77	227.13	219.31	186.87	258.17	233.60	248.51	176.78
Methionine	73.64	50.06	47.48	31.31	68.70	54.35	58.46	44.73	42.26	54.99	47.16	73.80	48.40	64.75	44.61
Isoleucine	224.16	204.92	176.02	184.20	171.67	163.62	172.40	172.31	183.09	178.93	148.99	215.67	187.91	200.64	140.94
Leucine	388.51	347.63	300.51	325.13	299.11	285.46	295.23	297.46	322.97	312.83	252.91	384.47	321.16	347.72	239.25
Tyrosine	205.59	190.59	162.39	170.06	164.15	161.91	166.75	161.89	177.30	180.56	151.98	202.50	195.57	205.85	143.77
Phenylalanine	241.98	222.40	188.86	197.70	183.39	180.61	180.16	185.23	203.37	197.06	154.19	242.58	203.37	220.09	145.86
Histidine	119.67	104.41	92.53	96.64	86.41	87.10	92.55	88.60	104.35	116.14	95.95	114.54	125.07	135.19	90.77
Lysine	313.37	278.22	241.60	233.92	215.85	207.07	214.58	258.79	230.52	272.37	186.76	306.98	275.99	286.61	176.67
Arginine	242.86	213.63	187.38	197.38	180.79	174.21	188.22	182.71	193.49	347.47	314.26	251.63	508.37	515.84	297.29
Proline	215.84	185.10	159.90	187.39	179.75	171.27	196.76	166.90	173.59	171.55	144.70	191.34	195.42	193.59	136.89
Total	4,278.44	3,782.89	3,371.33	3,475.18	3,283.21	3,134.30	3,338.75	3,261.94	3,506.57	3,910.16	3,262.68	4,233.45	4,491.63	4,678.83	3,086.48

\*All values are mean of triplicate assays.

Table 3. Changes of free amino acids and nitrogen compounds from glasswort according to harvest periods

unit : mg%	June			July			August			September			October		
	Haenam	Shinan	Yeonggwang	Haenam	Shinan	Yeonggwang	Haenam	Shinan	Yeonggwang	Haenam	Shinan	Yeonggwang	Haenam	Shinan	Yeonggwang
Hydroxyproline	79.74*	111.76	44.05	42.69	52.55	53.60	68.88	29.09	44.49	25.58	37.54	15.67	50.92	21.89	55.65
proline	85.55	111.69	84.83	57.53	58.19	112.99	161.37	96.01	46.03	59.92	86.05	121.63	52.84	38.85	31.20
Phosphoserine	20.13	23.65	8.05	18.35	24.22	20.78	17.82	20.52	6.34	8.95	5.92	8.10	21.40	23.74	21.68
Taurine	9.35	3.66	2.17	3.53	4.25	2.10	4.74	3.35	1.91	4.02	2.11	3.74	3.94	4.14	4.05
Phosphoethanolamine	7.41	5.13	3.69	3.59	4.91	3.04	4.10	4.45	3.06	4.22	3.34	3.22	5.09	4.47	3.54
Urea	49.2	25.55	17.37	26.97	11.09	5.31	23.88	23.87	15.25	13.09	4.32	N.D	15.63	34.8	2.01
Aspartic acid	39.56	19.62	51.83	20.96	19.60	32.73	16.47	19.13	15.86	29.65	0.33	20.00	6.95	26.75	6.82
Threonine	52.36	12.04	19.90	34.30	13.35	17.97	10.33	12.79	12.45	13.90	15.62	11.42	8.55	13.53	14.57
Serine	51.53	16.03	22.24	37.14	18.30	28.05	19.60	17.33	14.07	24.70	24.03	16.63	18.13	21.74	17.42
Asparagine	67.42	23.74	37.10	39.53	21.80	28.85	15.27	18.58	16.22	24.80	23.08	16.26	14.73	22.51	19.34
Glutamic acid	55.79	29.70	36.41	48.58	28.67	33.10	24.57	26.09	30.19	44.57	40.31	35.21	18.90	49.46	22.89
Sarcosine	18.10	9.66	8.88	3.31	10.22	7.45	4.29	4.74	38.41	7.77	8.08	10.01	8.23	14.69	6.97
$\alpha$ -Aminoadipic acid	0.97	5.16	1.73	1.63	1.69	2.28	5.34	3.93	2.08	0.95	1.95	3.63	4.39	12.75	0.52
Glycine	17.24	2.54	6.23	18.16	4.23	5.63	3.00	3.01	5.56	3.61	5.02	5.66	5.46	3.22	8.03
Alanine	40.81	19.69	25.38	45.36	15.54	23.79	14.25	13.70	17.84	20.82	20.48	18.12	20.93	19.96	24.63
Citrulline	4.47	1.82	2.69	2.41	1.58	1.05	N.D	0.57	2.41	1.84	1.82	4.62	0.70	1.49	1.05
$\alpha$ -Aminobutyric acid	1.59	0.64	1.20	1.46	0.98	N.D	0.24	N.D	1.03	0.81	0.80	3.29	0.46	0.48	0.77
Valine	47.28	19.57	29.39	37.64	20.04	25.78	17.16	15.66	16.32	22.49	23.23	17.92	13.60	19.59	13.49
Cystine	1.32	2.37	1.71	1.26	0.42	1.86	2.07	1.41	0.81	7.06	0.39	3.72	1.14	0.87	1.44
Methionine	3.82	3.54	2.83	0.45	0.54	1.49	3.02	0.80	0.76	2.85	1.10	3.06	3.82	0.67	1.59
DL+Allocystathionine	0.69	1.97	3.00	1.42	1.11	1.75	11.89	N.D	0.19	7.11	0.19	13.06	1.25	1.58	1.00
Isoleucine	30.91	13.33	21.37	20.91	11.43	15.40	10.55	10.25	8.53	16.71	11.15	11.28	9.13	11.37	9.86
Leucine	57.76	15.55	28.65	37.92	15.58	18.37	12.5	12.94	12.91	17.79	16.53	13.53	8.68	12.09	16.19
Tyrosine	37.64	14.27	21.7	28.58	16.31	18.01	13.43	13.75	9.72	15.02	14.97	7.79	11.85	11.28	14.68
b-alanine	12.24	7.38	8.37	7.13	9.41	8.74	7.00	5.42	2.57	13.52	5.91	2.76	6.72	7.45	7.49
Phenylalanine	39.13	15.18	22.78	26.99	13.55	18.75	9.15	10.70	8.90	14.89	11.19	7.60	9.11	9.04	11.01
$\gamma$ -Aminobutyric acid	2.49	2.58	0.80	0.41	3.02	1.96	1.19	0.92	1.70	2.40	1.04	0.31	1.96	1.25	1.06
Homocystine	13.67	1.61	0.72	6.05	1.68	0.64	0.75	0.36	0.57	0.64	0.29	0.54	0.54	4.69	0.32
b-Aminoisobutyric acid	14.03	11.79	11.20	30.78	12.87	14.92	7.72	10.85	19.00	12.49	14.10	14.74	16.10	13.65	19.80
Ethanolamine	22.23	14.74	18.21	16.22	11.95	10.05	9.89	8.19	14.88	16.47	10.29	12.95	12.64	10.60	10.80
Ammonia	58.54	29.27	41.60	26.57	21.67	37.40	25.75	18.65	15.32	31.41	29.62	17.30	27.15	27.93	16.13
DL+Allohydroxylysine	18.69	12.29	6.75	14.11	1.91	4.24	0.61	0.73	6.69	10.48	0.89	2.57	5.76	2.74	5.72
Ornithine	2.88	2.20	3.59	2.36	0.43	0.68	0.55	0.43	1.52	3.09	0.64	2.15	3.57	0.69	0.71
Lysine	55.13	13.62	33.00	38.99	13.44	15.47	9.77	11.43	12.49	18.21	13.68	12.53	12.86	9.66	16.78
1-Methylhistidine	10.51	2.07	8.99	2.37	0.49	5.14	1.54	0.80	3.00	5.16	1.97	2.83	1.06	2.37	0.93
Histidine	2.66	0.76	2.62	0.99	0.58	0.78	0.93	0.99	0.56	1.46	0.39	0.85	5.39	0.49	3.10
3-Methylhistidine	1.92	4.61	4.65	7.34	4.38	6.39	4.84	3.43	0.80	0.91	0.44	0.55	9.20	1.73	7.38
Anserine	1.59	2.22	N.D	4.21	1.74	1.05	3.06	4.57	2.88	4.36	1.59	2.04	1.44	5.17	1.77
Carnosine	3.76	0.25	0.48	1.22	1.50	0.82	2.26	1.75	2.97	3.11	1.39	1.41	0.99	1.81	0.42
Arginine	40.87	8.51	23.1	75.86	11.78	19.49	16.35	9.89	9.62	12.26	16.44	9.60	51.56	13.70	37.63
Total	1,080.98	621.77	669.28	795.26	467.01	607.88	566.15	441.08	425.91	529.1	458.27	458.31	472.75	484.89	440.46

N.D : Not detected.

\*All values are mean of triplicate assays.

6월에 높았다가 성숙하면서 감소하는 경향을 보였다. Cha 등(6)의 결과와는 차이는 시료전처리시 증류수 추출하는 방법임에 비해 본 연구에서는 에탄올추출 하는 과정 등의 차이에서 비롯된 것으로 사료된다.

해남지역의 경우, 6월 1,080.98 mg%, 7월 795.26 mg%, 8월 566.15 mg%, 9월 529.10 mg%, 10월 472.75 mg%를 함유하였으며, Proline 함량은 6월 85.55 mg%, 7월 57.53 mg%, 8월 161.37 mg%, 9월 59.92 mg%, 10월 52.84 mg%를 함유하였다. 신안지역의 경우, 6월 621.77 mg%, 7월 467.01 mg%, 8월 441.08 mg%, 9월 458.27 mg%, 10월 440.46 mg%를 함유하였으며, Proline 함량은 6월 111.69 mg%, 7월 58.19 mg%, 8월 96.01 mg%, 9월 86.05 mg%, 10월 38.85 mg%를 함유하였다. 6월의 경우만 Hydroxyproline이 111.76 mg%로 가장 높았으며, 나머지는 Proline이 높았다. 영광지역의 경우, 6월 669.28 mg%, 7월 607.88 mg%, 8월 425.91 mg%, 9월 458.31 mg%, 10월 387.64 mg%를 함유하였으며, Proline 함량은 6월 84.83 mg%, 7월 112.99 mg%, 8월 46.03 mg%, 9월 121.63 mg%, 10월 31.2 mg%를 함유하였다.

**총 폴리페놀 함량**

페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조를 가지며 flavonoid, catechin, tannin류 등으로 크게 구분되는데, 최근 이들 성분들의 생리활성에 관한 연구로 항당뇨작용, 항산화작용, 노화 방지작용, 고지혈증 억제작용 및 항종양작용 등이 보고 되어있다(21,22). 이러한 페놀성 물질은 식물의 고유한 색을 부여하고, 떫은맛과 쓴맛의 주체로 식물성 식품의 고유한 맛에도 깊이 관여한다.

시기별 통통마디 추출물의 총 폴리페놀 함량을 분석 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 3지역 모두 8월까지 함량이 높았다가 통통마디가 붉어지는 10월에 가장 낮아지는 경향을 보였다. 전체적인 함량은 영광지역이 높았으며 최고치를

나타낸 8월의 경우 해남지역은 15.61 mg/g, 신안지역은 21.03 mg/g, 영광지역은 22.28 mg/g을 나타냈다. 최저치를 나타낸 시기는 모두 10월로 해남지역은 11.11 mg/g, 신안지역은 12.71 mg/g, 영광지역은 13.13 mg/g을 나타냈다.

Song 등(14)이 해남지역 빨간 통통마디와 녹색 통통마디의 물과 25% 에탄올 추출물의 경우, 총 폴리페놀 함량은 추출물 1 mL에서 9.5~10.2 mg으로 녹색 통통마디 25% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량이 10 mg/mL로 높게 나타났다고 보고하였다. 본 실험의 결과 메탄올 추출의 경우가 같은 해남지역에서 더 높은 함량을 보여주는데 추출용매와 방법에서 오는 차이라고 사료된다. Cha 등(6)의 분석한 결과, 수용성추출물은 6월 136.3 ppm, 8월 201.6 ppm, 10월 150.8 ppm였고, 50% 에탄올추출물은 6월 203 ppm, 8월 231.5 ppm, 10월 190.5 ppm으로 본 연구결과보다는 낮은 경향을 보였다.

**전자공여능 활성**

전자공여능이 phenolic acids와 flavonoids 및 기타 phenol 성 물질에 대한 항산화작용의 지표라 하였으며(19), 식품에서의 DPPH활성 즉, 전자공여능은 활성 라디칼에 전자를 공여하여 인체의 노화 억제 작용과 식품중의 지방질 산화를 억제시키는 척도로 사용되어지며, 항산화 물질의 항산화능 측정시 주로 사용되어지는 방법이다(23). 또한 페놀성분의 항산화 활성은 구조에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있으나, 식물체의 총 폴리페놀 함량과 전자공여 작용사이에는 밀접한 상관관계가 있어 폴리페놀 함량이 높을수록 전자공여능이 높고 추출시간이 증가할수록 그 효능이 크게 나타나는 경향이 있다고 알려져 있다(18,24-26).

시기별 통통마디 추출물의 전자공여능 활성을 측정된 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 전반적으로 8월 이후 높게 나오는 경향을 보였는데 해남지역은 53.8~70.9%, 신안지역은 62.7~88.8%, 영광지역은 63.0~72.7% 범위를 나타내었다

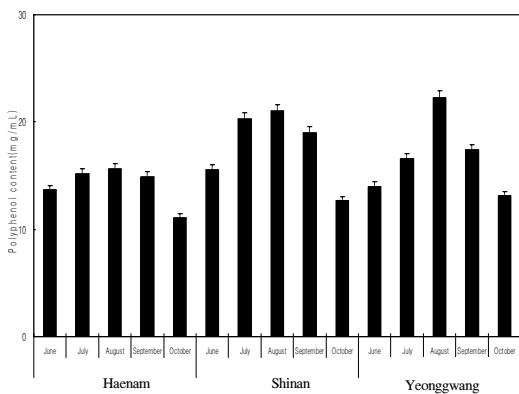


Fig. 1. Total Polyphenol compound of methanol extract from glasswort (*Salicornia herbacea* L.) according to harvest periods.

\*All values are mean of triplicate assays

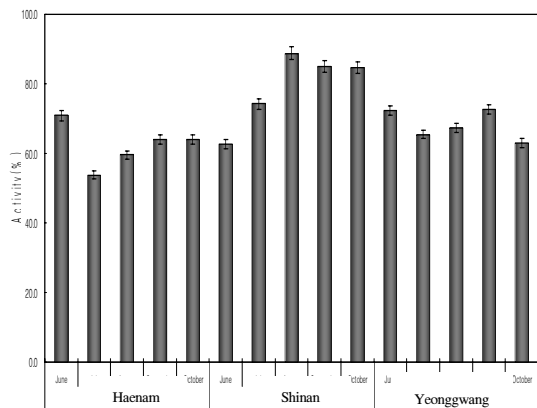


Fig. 2. DPPH activity of methanol extract from glasswort (*Salicornia herbacea* L.) according to harvest periods.

\*All values are mean of triplicate assays

데 신안지역이 좀더 높은 결과치를 보였다. Song 등(14)의 결과를 보면, 빨간 통통마디 25% 에탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거 활성이 88%로 높게 나타났고, 100  $\mu$ L의 농도에서 다른 추출물과 비교하여 69%의 높은 소거 활성을 보였다고 하였는데 본 연구에서도 비슷한 경향을 보였고, Cha 등(6)의 결과에서는 8월에 채취한 통통마디에서 높은 활성을 보였는데 열수 추출물 500 ppm 농도에서 60% 이상으로 추출조건은 다르지만 본 연구도 비슷한 경향을 얻었다. Park과 Kim(27)은 통통마디 methanol 추출물로부터 quercetin 3-O- $\beta$ -glucopyranoside과 isorhamnetin 3-O- $\beta$ -glucopyranoside의 폴리페놀 화합물 2종류를 분리하였는데 DPPH 라디칼 소거능이 quercetin 및 rutin과 비슷한 강한 활성을 보였다고 하였다.

### SOD 유사활성

SOD은 생체에 매우 유해한 superoxide anion radical과 반응하여 과산화수소를 생성하는 효소로 알려져 있으며 산소를 소비하는 모든 생물 종에 존재하여 생체 내에서 활성산소 장애에 대한 방어 작용을 하는 대표적인 활성산소 저해제로 보고되고 있다(28).

시기별 통통마디 추출물의 SOD 유사활성을 측정한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 본 연구에서는 전체적으로 해남지역은 28.7~41.0%, 신안지역은 28.5~36.5%, 영광지역 23.5~39.6%로 서로간에 비슷한 경향의 결과를 얻었으며, positive control로 사용한 0.1% ascorbic acid는 86.2% 활성을 보여 2~3배 높은 경향을 보였다. 모두 7월에 가장 낮은 활성을 보였는데 통통마디가 성장하면서 10월에 빨간 통통마디가 되면서 가장 높은 활성을 보였다. 통통마디 추출물 발효액의 기능성을 연구한 Song 등(29)의 결과, 시료 농도에서 각각 12.2%, 18.9% 그리고 34.5%의 농도 의존적인 활성증가를 나타낸 결과보다 본 연구에서 활성이 높았으며, Lee와 An(30)의 통통마디 열수추출물 5%의 시료농도에서 50% 이상의 SOD 유사활성을 보인 결과보다는 다소 낮은 경향을 보였다.

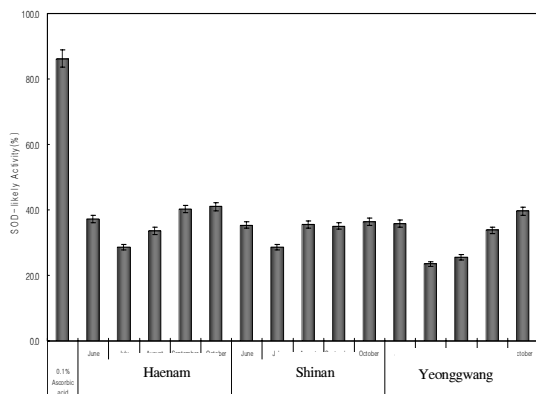


Fig. 3. SOD-likely activity of methanol extract from glasswort (*Salicornia herbacea* L.) according to harvest periods.

\*All values are mean of triplicate assays

## 요약

통통마디를 기능성 식품소재로 이용하기 위한 자료로 전남지역(해남 황산면, 신안 증도면, 영광 염산면)의 통통마디를 6월부터 10월까지 채취하여 구성아미노산, 유리아미노산, 폴리페놀함량, 전자공여능, SOD 유사활성을 조사하였다.

그 결과, 3지역 통통마디의 구성아미노산은 6월부터 9월까지는 Glutamic acid, Aspartic acid, Leucine 순으로, 10월에는 Glutamic acid, Aspartic acid, Arginine 순으로 많은 함량을 나타냈다. 구성아미노산 총함량은 해남지역의 경우, 3,338.75~4,491.63 mg/100 g를, 신안지역의 경우, 3,086.48~3,782.89 mg/100 g를, 영광지역의 경우, 3,134.3~4,364.17 mg/100 g를 함유하였다. 유리아미노산 함량은 전체적으로 6월부터 9월까지 Proline이 가장 많았으며, 초기성숙 6월에 높았다가 성숙하면서 감소하는 경향을 보였는데, 유리아미노산 총함량은 해남지역의 경우, 472.75~1,080.98 mg/100 g를, 신안지역의 경우, 440.46~621.77 mg/100 g를, 영광지역의 경우, 387.64~669.28 mg/100 g를 함유하였다.

폴리페놀함량을 분석 결과, 8월까지 함량이 높았다가 통통마디가 붉어지는 10월에 가장 낮아졌으며 영광지역이 대체로 높았으며 해남지역은 11.1~15.61 mg/g, 신안지역은 12.71~21.03 mg/g, 영광지역은 13.13~22.28 mg/g을 나타냈다. 전자공여능 분석한 결과, 신안지역이 좀더 높았고 전반적으로 8월이후 높게 나오는 경향을 보였는데 해남지역은 53.8~70.9%, 신안지역은 62.7~88.8%, 영광지역은 63.0~72.7% 범위를 나타내었다. 통통마디 추출물의 SOD 유사활성은 해남지역 28.7~41.0%, 신안지역 28.5~36.5%, 영광지역 23.5~39.6%로 모두 7월에 가장 낮았고 10월에 가장 높은 활성을 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업에 의한 연구비로 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Choi, J.K. (2001) Korean herbs, flowers, and trees as traditional medicine 1, Hanmunhwa, Seoul, Korea, pp63-74
- Min, J.G., Lee, D.S., Kim, Y.J., Park, J.H., Cho, T.Y. and Park, D.I. (2002) Chemical composition of *Salicornia herbacea* L. J. Food Sci. Nutr., 7, 105-107
- Shimizu, K. (2000) Effects of salt treatments on the

- production and chemical composition of salt wort (*Salicornia herbacea* L.) rhodesgrass and alfalfa. *J. Trop. Agr.*, 44, 61-67
4. Lee, J.S. and Ihm, B.S. (1998) Studies on the vegetation of the salt marsh in the southwestern coast of Korea. *Korean J. Ecol.*, 11, 175-192
  5. Lee, C.H., Kim, I.H., Kim, Y.E., Oh, S.W. and Lee, H.J. (2004) Determination of betaine from *Salicornia herbacea* L. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 33, 1584-1587
  6. Cha, J.Y., Jeong, J.J., Kim, Y.T., Seo, W.S., Yang, H.J., Kim, J.S., and Lee, Y.S. (2006) Detection of chemical characteristics in hamcho (*Salicornia herbacea* L.) according to harvest periods. *J. Life Sci.*, 16, 683-690
  7. Shin, K.S., Boo, H.O., Jeon, M.W. and Ko, J.Y. (2002) Chemical components of native plant, *Salicornia herbacea* L. *Korean J. Plant Res.*, 15, 216-220
  8. Bang, M.A., Kim, H.A. and Cho, Y.J. (2002) Hypoglycemic and antioxidant effect of dietary hamcho powder in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 31, 840-846
  9. Park, S.H., Ko, S.K., Choi, J.G. and Chung, S.H. (2006) *Salicornia herbacea* prevents high fat diet-induced hyperglycemia and hyperlipidemia in ICR mice. *Arch. Pharm. Res.*, 29, 256-264
  10. Cha, J.Y., Jeon, B.S., Park, J.W., Kim, B.K., Jeong, C.Y., Ryu, J.S., Choi, C.K. and Cho, Y.S. (2004) Hypocholesterolemic effect of yogurt supplemented *Salicornia herbacea* extract in cholesterol-fed rats. *Korean J. Life Sci.*, 14, 747-751
  11. Han, S.K. and Kim, S.M. (2003) Antioxidative effect of *Salicornia herbacea* L. grown in closed sea beach. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr.*, 32, 207-210
  12. Han, S.K., Kim, M.S. and Pyo, B.S. (2003) Antioxidative effect of glasswort(*Salicornia herbacea* L.) on the lipid oxidation of pork. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, 23, 46-49
  13. Han, S.K. (2004) Antioxidant effect of fermented *Salicornia herbacea* L. liquid with EM(effective microorganism) on pork. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, 24, 298-302
  14. Song, H.S., Kim, D.P., Jung, Y.H. and Lee, M.K. (2007) Antioxidant activities of red hamcho (*Salicornia herbacea* L.) against lipid peroxidation and the formation of radicals. *Korean J. Food Nutr.*, 20, 150-157
  15. Jo, Y.C., Ahn, J.H., Chon, S.M., Lee, K.S., Bae, T.J. and Kang, D.S. (2002) Studies of pharmacological effects of glasswort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J. Med. Crop Sci.*, 10, 93-99
  16. Jang, M.S. and Park, J.E. (2006) Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of sulgidduk with saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 35, 641-648
  17. Jeong, C.Y., Ryu, J.S., Choi, C.K., Jeon, B.S., Park, J.W., Kim, B.K., Shin, G.G., Bae, D.W. and Cha, J.Y. (2004) Supplemented effect of *Salicornia herbacea* extracted powder on preparation and quality characteristics of fermented milk product. *J. Life Sci.*, 14, 788-793
  18. Rapisarda, P., Tomaino, A., Cascio, R.L., Bonina, F., Pasquale, A.D. and Saija, A. (1999) Antioxidant effectiveness as influenced by phenolic content of fresh orange juices. *J. Agric. Food Chem.*, 47, 4718-4723
  19. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D. (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 232-239
  20. Marklund, S. and Marklund G. (1974) Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.*, 47, 469-474
  21. Cha, J.Y. and Cho, Y.S. (1997) Effects of hesperidin, naringin and their aglycones on the in vitro assay phosphatidate phosphohydrolase and on the proliferation in cultured human hepatocytes HepG2 cells. *Agric. Chem. Biotechnol.*, 40, 577-582
  22. Cha, J.Y. and Cho, Y.S. (1999) Effect of potato poly-phenolics on lipid peroxidation in rats. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 1131-1136
  23. Shon, M.Y., Seo, J.K., Kim, H.J. and Sung, N.J. (2001) Chemical composition and physiological activities of doraji(*Platycodon grandiflorum*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 717-720
  24. Park, Y.K., Lee, W.Y., Park, S.Y., Ahn, J.K. and Han, M.S. (2005) Antioxidant activity total phenolic content of *Callistemon citrinus* extracts. *Food Sci. Biotechnol.*, 14, 212-215
  25. Seog, H.M., Seo, M.S., Kim, S.R., Park, Y.K. and Lee, Y.T. (2002) Characteristics of barley polyphenol extract(BPE) separated from pearling by-products. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 775-779
  26. Kim, H.K., Choi, Y.J. and Kim, K.H. (2002) Functional activities of microwave assisted extracts from *Flammulina velutipes*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 1013-1017
  27. Park, S.H. and Kim, K.S. (2004) Isolation and identification of antioxidant flavonoids from *Salicornia herbacea*. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 47, 120-123

28. Baehner, R.L., Murrmann, S.K., Davis, J. and Johnston, R.B. Jr. (1975) The role of superoxide anion and hydrogen peroxide in phagocytosis-associated oxidative metabolic reactions. *J. Clin. Invest.*, 56, 571-576
29. Song, T.C., Lee, C.H., Kim, Y.E., Kim, I.H., Han, D.S. and Yang, D.H. (2007) The functionality of the saltwort (*Salicornia herbacea* L.) extract fermented juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 36(4), 395-399
30. Lee, J.T. and An, B.J. (2002) Detection of physical activity of *Salicornia herbacea* L. *Korean J. Herbol.*, 17, 61-69

---

(접수 2009년 2월 2일, 채택 2009년 6월 5일)