

데침조건에 따른 감태의 생리활성 성분 및 항산화 활성의 변화

김진아* · 이종미**

제주대학교 식품영양학과*, 이화여자대학교 식품영양학과**
(2004년 4월 9일 접수)

The Changes of Biologically Functional Compounds and Antioxidant Activities in *Ecklonia cava* with Blanching Times

Jin-Ah Kim* and Jong-Mee Lee**

Dept. of Food & Nutrition, Cheju National University*,
Dept. of Food & Nutrition, Ewha Womans University**

(Received April 9, 2004)

Abstract

This study was performed to investigate the change of biologically functional compounds and antioxidant activities in *Ecklonia cava* with blanching times. As biologically functional compounds, the contents of minerals(K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Mn and Zn), vitamins(vitamin C, β -carotene and α -tocopherol) and total polyphenol were analyzed. And antioxidant activity was determined through free radicals(DPPH radical, superoxide anion radical, hydroxyl radical and hydrogen peroxide) scavenging activity and linoleic acid peroxidation inhibitory activity. As the blanching time increased, the contents of minerals, vitamin C, β -carotene and total polyphenol were decreased however α -tocopherol was not affected by blanching time, and antioxidant activities were decreased with blanching time.

Key Words : *Ecklonia cava*, blanching times, biologically functional compounds, antioxidant activity

I. 서론

제주해역은 구로시오계의 난류와 황해의 저층 냉수, 황해와 남해의 연안수 등 담수계가 교류하는 곳이라서 해산식물의 보고라고 할만큼 다양한 종류의 해조류가 서식하고 있다. *Ecklonia cava*(감태)는 갈조류 미역과에 속하는 다년생 해조류로서 줄기는 최대 1m에 이르는 원주상이며, 줄기와 엽상대 사이의 생장대에서 새로이 엽상부가 자라는 작은 가지 모양을 하고 있다. 우리나라에서는 동해남부와 제주

도를 포함한 남해안 일대 연안에서 관찰된다¹⁾. 감태는 우리나라에서는 일부지역에만 국한될 뿐 과거에 비해 식용하는 지역이 거의 없는 실정이라서 현재는 소라, 전복 등의 먹이로 주로 이용되고 있다.

감태에 대한 연구는 주로 감태의 일종인 *Ecklonia kurome*(진감태)를 중심으로 이루어져 왔으며, 진감태의 phlorotannin은 식품으로서 뿐만 아니라 항알러지성²⁾, 항플라즈민성³⁾ 등 여러 가지 기능성을 가지는 약제로서의 가능성이 있음이 많은 연구결과에 의해 밝혀지고 있다. 따라서 보다 체계적인 조리와

학적인 연구와 레시피 개발 등으로 생리활성이 우수한 감태의 섭취 이용률을 높이기 위한 노력이 필요하다 하겠다.

제주도는 사면이 바다이어서 언제든지 해조류를 채집할 수 있으므로 과거에서부터 해조류는 제주인들의 식탁에 자주 오르는 식품재료였다⁴⁾. 문헌에 기록된 제주도 해조류 조리 방법은 채집한 그대로 제철인 해조류를 삶아 떫은 맛을 제거한 후 무치기도 하고 데치거나 혹은 채집한 그대로를 말려서 사철내내 이용하기도 한다⁴⁾. 그러나 식생활에서 해조류가 차지하는 비중이 비해 해조류의 식품재료로서의 연구는 거의 전무한 실정이다.

현대의 성인병의 가장 큰 원인 중의 하나가 음식물 섭취와 관련 있다고 알려진 만큼⁵⁾, 우리가 일상에서 섭취하고 있는 해조류에 어떠한 생리조절 기능이 있는지 그리고, 식품은 채집한 그대로를 먹기도 하지만 주로 섭취하기 까지 나름대로의 조리·가공 과정을 거치게 되므로 이러한 과정을 통해 해조류내의 생리활성 관련 성분의 변화와 이에 따른 생리 활성 효과는 어떻게 변화하는지 등에 대한 내용이 매우 중요하다. 그러나 아직 이에 대한 연구 또한 찾아보기 힘들다.

이에 본 연구는 제주도가 우리나라의 주산지라고 알려져 있는 갈조류인 감태를 식품재료로서 이용시 예비조리과정인 데침과정에 따르는 감태의 조리 과학적인 변화를 밝히고자 다음과 같은 실험을 수행하였다. 데침시간에 따른 무기질, 비타민, 총 polyphenol 함량의 변화를 분석하고 이들 성분의 변화에 따라 감태의 지질과산화 저해능, 라디칼 소거능 등 항산화 활성은 어떻게 변화하는지를 알아 보았다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 *Ecklonia cava*(감태)는 제주도 성산포 연안에 서식하고 있는 갈조류로 시료의 채집은 제주도 남제주군 성산 어촌계 해녀들의 잠수를 통하여 이루어졌다. 채집된 시료는 채집한 즉시 실험실로 운반하여 흐르는 수돗물로 수세하고, 데침

처리법별로 처리한 후 냉동건조하여 미세하게 분쇄(LG Cutter, GFM-300R)하고 분말화한 다음 -18°C의 냉동고(Vision Sci. co., VS-87)에 보관하면서 분석 시료로 사용하였다.

2. 감태의 데침방법

감태의 적정 데침시간은 제주도에 거주하는 노령층 부녀자들을 면담한 자료와 '93년 제주도 농촌진흥청에서 조사한 제주도 전통 음식 상용 방법에 따랐다. 즉, 조사한 1~2분을 반영하여 설정하였다. 손질한 감태 중량 500g을 기준으로 5배(2500ml)의 물을 알루미늄 냄비에서 끓이다가 95°C 이상이 되었을 때 감태를 넣고 1분, 3분, 5분의 시간별로 데쳤다. 데쳐낸 감태를 즉시 흐르는 냉수에서 수세한 다음, 채반에서 자연적으로 물기를 빼고 냉동건조하여 분말화 한 후 -18°C의 냉동고에 보관하면서 분석에 이용하였다.

3. 무기질 함량 측정

감태의 무기질 함량분석을 위하여 전처리는 습식 분해 중 H₂SO₄-HClO₄ 분해법⁶⁾을 이용하였다. 다량 원소인 Na, Mg, K, Ca과 미량원소인 Mn, Fe, Cu, Zn을 ICP-AES을 이용하여 분석하였다. ICP-AES의 분석조건은 <Table 1>과 같았으며, 각 원소별 측정 wavelength(nm)는 Ca 317.9, K 766.5, Na 589.6, Mg 279.079, Fe 259.9, Mn 257.6, Cu 324.8, Zn 206.2이었다.

<Table 1> Operating conditions of ICP-AES for mineral analysis

Inductively coupled plasma	
Out power	1.2kw
plasma torch assembly	one piece quatz torch
sample introduction system	cross-flow-nebulizer
Gas flows	
Coolant gas flow rate	14l/min
Auxiliary gas flow rate	0.5l/min
Nebulizer pressure	2.5 bar
Average sample uptake rate	2.0ml/min

4. Vitamin C, β -carotene 및 α -tocopherol 함량 측정

Vitamin C 함량은 분말화 한 시료에 5% metaphosphoric acid를 가해 용해 후 50ml로 정용하고 원심분리한 후 그 상층액을 여과하여 0.45 μ m syringer filter 처리한 후 HPLC로 측정하였다. HPLC 분석조건은 UV detector 254nm, NH₂ 3.9 \times 300mm column(μ -Bondapak), mobile phase 0.05M-KH₂PO₄/Acetonitrile=3/7(v/v), flow rate 1.0ml/min으로 하였다.

β -Carotene 함량은 우선 적당량의 시료에 ethanol, 10% ethanolic pyrogallol 및 KOH 용액을 가해 냉각기를 연결하여 환류 추출 하였다. 방냉 후 분액깔대기에 옮기고 petroleum ether로 3회 추출하여 petroleum ether층을 탈수여과 한 뒤 감압농축 하였다. 이를 *n*-hexane 으로 녹여 일정량으로 하여 HPLC용 시험용액으로 하였다. HPLC분석조건은 UV detector 450nm, silica 3.9 \times 150mm column (Novapak), mobile phase *n*-hexane/isopropanol=97/3 (v/v), flow rate 1.0ml/min으로 하였다.

α -Tocopherol 함량은 분말시료에 ethanolic pyrogallol 및 KOH 용액을 가해 환류 추출하고, 추출용액(hexane/methylene chloride/ether=6/3/1) 으로 3회 추출한 후 감압농축 하였다. 이를 *n*-hexane 으로 녹여 HPLC 시험용액으로 하였다. HPLC 분석 조건은 UV detector 295nm, silica 3.9 \times 150mm column(Novapak), mobile phase *n*-hexane/isopropanol =99/1(v/v), flow rate 1.5ml/min으로 하였다.

5. 총 polyphenol 함량 측정

감태의 총 polyphenol 함량 측정은 AOAC 법⁷⁾에 준하여 이루어졌다. 시료용액은 건조시료를 75% methanol 용액으로 추출한 후 여과하여 제조하였다. 제조한 시료추출 용액 1ml에 증류수 5ml와 Folin-Ciocalteau 0.1ml를 넣고 3분간 방치하였다. 여기에 Na₂CO₃ 포화용액 0.2ml를 가한 후 증류수로 희석하고 실온에서 1시간동안 방치한 후 725nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 tannic acid를 사용하였고, 동일한 방법으로 작성된 표준 곡선으로부터 총 polyphenol 함량으로 환산하였다.

6. 해조류 추출물 및 분획물 제조

건조시료 100g을 80% 메탄올 용매 1L에 넣은후 1일간 암냉소에 보관하였다. 이 과정을 3회 반복하여 모아진 각 추출액은 여과하여 잔사를 제거하고 감압농축하여 메탄올 추출물(Methanol crude extract)을 얻었다. 메탄올 추출물을 증류수에 현탁하고, 분액깔대기에서 hexane과 ethyl acetate, butanol, H₂O를 순차적으로 계층 분획 한 뒤 여과, 감압농축하여 각각의 분획물을 얻었으며, H₂O층은 동결건조하여 H₂O 분획물로 사용하였다.

7. 항산화 활성 측정

데침조건에 따른 감태의 지질 과산화 저해능 및 자유 라디칼 소거활성은 감태의 유기용매 분획물 중 활성이 가장 우수한 분획물인 butanol 분획물을 시료로 하여 측정하였다.

1) Linoleic acid 산화 저해능

감태 추출물의 linoleic acid 의 자동산화를 저해하는 정도는 Esaki 등⁸⁾의 방법에 따라 측정하였다. 반응용액으로는 시료추출물 1ml, linoleic acid 0.13ml, 99.8% ethanol 용액 10ml, 0.2M phosphate buffer 용액(pH 7.0) 10ml를 혼합한 뒤 증류수로 25ml가 되도록 정용하여 사용하였으며, 40°C에서 incubation시켰다. 제조한 반응용액 0.2ml를 취하여 75% ethanol 용액 10ml, 30% ammonium thiocyanate 용액 0.2ml, 20mM ferrous chloride-3.5% HCl 용액 0.2ml를 가하고 3분 후에 500nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화 활성은 linoleic acid peroxidation에 대한 저해율로 나타내었고, 100-[시료 흡광도/대조구 흡광도] \times 100 값으로 나타내었다.

2) 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능

감태가 DPPH 라디칼을 소거하는 효과는 Blois 법⁹⁾을 활용하였다. 즉, 0.2mM ethanolic DPPH 라디칼 용액 0.9ml 에 시료용액 0.1ml를 첨가·혼합하여 10분간 방치한 후 515nm 에서의 흡광도 감소를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 [1-시료 흡광도/대조구 흡광도] \times 100 값으로 나타내었다.

3) Superoxide anion 라디칼 소거능

Superoxide anion 라디칼 소거능은 NADH-PMS system을 이용하여 비효소적 방법¹⁰⁾으로 생성시킨 radical을 시료가 제거하는 정도를 측정하였다. 시료 용액 0.4ml와 0.1M phosphate buffer용액(pH7.4)에 용해하여 제조한 60 μ M PMS 용액, 677 μ M NaOH 용액, 288 μ M NBT 용액을 각각 0.2ml 씩 섞어 실온에서 5분간 반응 시킨 뒤 560nm에서의 흡광도 값을 측정하였다. Superoxide anion 라디칼 소거능은 100-[(시료 흡광도/대조구 흡광도) \times 100]에 의해 계산하였다.

4) Hydroxyl 라디칼 소거능

Hydroxyl 라디칼 소거능은 Chung 등¹¹⁾의 방법을 이용하였으며 hydroxyl 라디칼은 FeSO₄·7H₂O의 존재하에 Fenton 반응으로 생성시켰다. 반응용액은 10mM FeSO₄·7H₂O 용액, 10mM EDTA 용액, 10mM 2-deoxyribose 용액 각각 200 μ l 와 시료용액 200 μ l, 0.1M phosphate buffer 용액(pH7.4) 1ml를 넣어 총 1.8ml 로 제조하였으며, 반응용액에 10mM H₂O₂ 200 μ l를 넣어 37 $^{\circ}$ C에서 4시간 동안 반응을 진행시키고 나서 반응용액에 2.8% trichloroacetic acid 1ml를 넣고 반응을 시킨 뒤 1% thiobarbituric acid 1ml를 첨가하였다. 100 $^{\circ}$ C에서 10분간 발색시킨 후 얼음물에 급냉하여 532nm에서 흡광도를 측정하였다. hydroxyl 라디칼 소거능은 [1-시료 흡광도/대조구 흡광도] \times 100 값에 의해 deoxyribose 분해 저해도로 나타내었다.

5) Hydrogen peroxide 소거능

Hydrogen peroxide 소거능은 Duh 등¹²⁾의 방법을 이용하여 측정하였다. phosphate-buffered saline (PBS, pH7.4) 으로 제조한 1mM H₂O₂ 용액 0.6ml 와 시료용액 1ml를 30 $^{\circ}$ C에서 10분간 반응 시킨 뒤

230nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 blank는 H₂O₂ 없이 PBS용액만으로, 대조구는 시료용액 없이 H₂O₂-PBS 용액으로 사용하였다.

7. 통계처리

각 실험결과는 Statistical Analysis System(SAS) program을 이용하였으며, 실험군간의 차이검증은 분산분석(Analysis of variance, ANOVA)을 수행하였다. 분산분석결과 실험군간의 차이(p \leq 0.05)가 있는 경우, Duncan's multiple comparison을 실시하여 각 실험군의 평균값의 차이 여부를 결정하였다. 생리활성 성분인 무기질, 비타민, 총 polyphenol 함량과 항산화활성 상호간의 상호관계는 단순상관계수(Pearson's correlation coefficient, r)를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 다량 무기질 함량 변화

데침시간에 대한 감태의 다량 무기질 함량의 변화는 <Table 2>와 같다. Ca, Mg 함량의 경우 데침시간이 길어 질수록 유의적으로 감소하였고, K함량은 데침시간에 대한 유의적인 차이를 보이지 않았다. Na은 데침시간에 따라 현저히 감소 하였는데, 이러한 결과는 시금치와 브로콜리를 데쳤을 때 K, Ca, Mg, P 함량이 데치는 시간에 따라 완만히 감소하는 추세를 보이는 반면 Na은 급격한 감소를 보였다는 임숙자¹³⁾의 연구 결과와 일치하는 경향이였다. Fennema¹⁴⁾는 Na이 식품내에서 free ion 상태로 존재한다고 보고하였는데, 데침과정에 의하여 Na 잔존율이 낮은 이유도 Na이 식품내의 어떤 성분과 결합하고 있는 상태가 아닌 이온 상태로 존재하여, 조

<Table 2> The effects of blanching time on macro-mineral contents¹⁾ of EC²⁾

Algae	Blanching time(min)	Macro-mineral (% / d.w.)			
		K	Ca	Mg	Na
EC	1	2.41 \pm 0.01 ^a	0.64 \pm 0.03 ^a	0.47 \pm 0.01 ^a	1.24 \pm 0 ^a
	3	2.71 \pm 0.57 ^a	0.62 \pm 0.01 ^a	0.39 \pm 0.01 ^b	1.14 \pm 0.02 ^b
	5	2.42 \pm 0.03 ^a	0.51 \pm 0.01 ^b	0.35 \pm 0.01 ^c	1.10 \pm 0.02 ^c

¹⁾ Mean \pm S.D.; means within each column with different letters(a-c) differ significantly(p \leq 0.05), d.w.: dry weight, ²⁾ EC; *Ecklonia cava*

리수로 용출되는 양이 많아졌기 때문인 것으로 판단된다.

2. 미량 무기질 함량 변화

감태의 미량 무기질 함량에 미치는 데침시간의 영향은 <Table 3>과 같다. 대부분의 미량 무기질 함량이 데침 시간이 경과함에 따라 현저히 감소 하였다. 이해수¹⁵⁾에 의하면 Fe은 식품내에서 free 상태가 아닌 단백질이나 다른 고분자 ligand와 결합된 상태로 존재하기 때문에 pasta를 삶았을 때에도 Fe의 손실은 거의 없었다고 하였으나, 본 실험에서는 감태의 Fe이 데침 시간에 의한 영향을 받는 것으로 나타났다. 안명수¹⁶⁾는 시간별로 데친 채소류의 무기질 잔존량을 분석하였는데, Fe인 경우 채소마다 잔존율에 차이가 났으며 콩나물과 들깨잎인 경우 데친 후 잔존량의 감소가 있었고 특히, 콩나물인 경우는 신선한 상태의 8%정도만이 잔존하고 거의 손실되는 것으로 나타나, 본 실험과 비슷한 결과를 보였다.

3. Vitamin C 및 β-carotene, α-tocopherol 함량 변화

감태의 비타민 함량도 데침시간에 의한 영향을 뚜렷이 받는 것으로 나타났다(Table 4). Vitamin C 함량의 경우 데침시간이 길어지면서 현저하게 감소

하였다. Selman¹⁷⁾은 데치는 과정에서 수용성 비타민인 vitamin C가 조리수로 용출되고, 열에 의해 파괴되었다고 하였고, 임숙자¹³⁾와 안명수¹⁶⁾도 채소류의 vitamin C 함량은 데치는 시간이 길어질수록 유의적으로 감소하였는데 본 실험의 결과도 이들과 일치하였다.

β-Carotene 함량은 데치는 시간이 길어지면서 감소하여 5분간 데쳤을 때 유의적인 차이를 보였다. Speek 등¹⁷⁾은 Thai에서 상용되는 55가지 채소들을 2~8분간 끓는물에서 데쳤을 때 채소들마다 손실되는 양에 조금씩 차이가 있었으나 평균 24%의 β-carotene 손실률이 있었다고 하였고, Marx 등¹⁸⁾은 당근주스를 제조하기 위해 당근을 데치는 과정에서 열에 의해 파괴된 세포에서 용출된 지방세포에 의해 crystalline carotene이 용해되고 이로 인한 β-carotene의 trans-cis 이성화 현상으로 carotene 간의 이동은 있었으나 total β-carotene의 함량은 감소하였다고 보고하였다. 이는 β-carotene이 다른 carotenoid 화합물보다 열에 덜 안정하기 때문으로¹⁷⁾ 본 실험 결과도 이러한 이유에 의한 것으로 판단된다.

α-Tocopherol 함량은 데침시간에 의한 유의적인 차이를 보이지 않아 지용성인 α-tocopherol에는 데침 과정이 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Holland 등¹⁹⁾은 9가지 채소를 물에서 끓였을때 대부분의 채소가 tocopherol 함량이 줄어들지 않았고,

<Table 3> The effects of blanching time on micro-mineral contents¹⁾ of EC²⁾

Algae	Blanching time(min)	Micro-mineral (ppm / d.w.)			
		Fe	Mn	Zn	Cu
EC	1	86.63 ± 1.52 ^a	3.39 ± 0.03 ^a	29.23 ± 1.24 ^a	16.09 ± 0.19 ^a
	3	75.93 ± 0.25 ^b	3.23 ± 0.08 ^b	26.67 ± 1.35 ^b	13.41 ± 1.14 ^b
	5	56.54 ± 1.22 ^c	3.03 ± 0.03 ^c	21.40 ± 0.72 ^c	12.02 ± 0.62 ^b

¹⁾ Mean ± S.D.; means within each column with different letters(a~c) differ significantly(p ≤ 0.05), d.w.; dry weight, ²⁾ EC; *Ecklonia cava*

<Table 4> The effects of blanching time on vitamin contents¹⁾ of EC²⁾

Algae	Blanching time(min)	Vitamin (mg/100g d.w.)		
		Vitamin C	β-Carotene	α-Tocopherol
EC	1	272.88 ± 0.89 ^a	9.55 ± 0.43 ^a	3.31 ± 2.87 ^a
	3	170.90 ± 5.56 ^b	9.22 ± 1.20 ^a	3.30 ± 1.31 ^a
	5	112.86 ± 5.21 ^c	8.53 ± 2.01 ^b	3.25 ± 0.63 ^a

¹⁾ Mean ± S.D.; means with different letters(a~c) differ significantly(p ≤ 0.05), d.w.; dry weight,

²⁾ EC; *Ecklonia cava*

<Table 5> The effects of blanching time on total polyphenol contents¹⁾ of EC²⁾

Algae	Blanching time(min)	Total polyphenol(mg/g d.w.)
EC	1	15.95±0.13 ^a
	3	14.28±0.15 ^b
	5	11.76±0.28 ^c

¹⁾ Mean ± S.D.; means within each column with different letters(a-c) differ significantly(p≤0.05), d.w.: dry weight,

²⁾ EC, *Ecklonia cava*

Paul & Southgate²⁰⁾도 근채류와 엽채류를 데쳤을 때 tocopherol은 손실되지 않았다고 보고한 바 있다.

4. 총 polyphenol 함량 변화

<Table 5>와 같이 총 polyphenol 함량도 데침시간에 의한 영향을 받았다. 데친 시간이 길어지면서 총 polyphenol 함량이 유의적으로 감소하였다. 신선한 상태의 감태(26.50mg/g d.w.)와 비교했을 때 3분 데침시 감태의 총 polyphenol 함량은 3분동안 데쳤을 때 44% 감소하였고, 5분 데쳤을 때는 50% 가까이 감소하였다. 최남순 등²¹⁾은 참취를 3분 데쳤을 때 42%, 5분 데쳤을 때 58% 감소하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 감소폭이 있었고, 윤재영 등²²⁾도 고사리를 3분간 조리하였을 때 이미 60% 이상 크게 감소한 것으로 발표하였다. 이는 가열 조리하는 과정에서 polyphenol이 조리수로 용출되어 나왔기 때문인 것으로 생각되어지며 해조류 조리시 해조류가 가지고 있는 떫은맛을 없애기 위해 데쳤을 때 데치는 과정에 의해 해조류의 polyphenol 함량이 크게 손실됨을 확인할 수 있었다.

5. 항산화 활성의 변화

데침조건에 따른 감태의 항산화 활성은 해조류의 유기용매 분획물 중 활성이 가장 우수했던 butanol 분획물을 이용하였으며, 이에 대한 자세한 내용은 현재 발표 준비 중이다.

감태의 데침시간에 따른 linoleic acid 산화 저해능의 변화는 <Table 6>과 같다. 데침시간이 길어지면서 항산화능이 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 3분간 데쳤을 때는 1분 데침시 보다 12.0% 정도의 감소를 보인 반면 5분 데침시에는 30.0% 감소하여 항산화능이 크게 감소 하였다. <Table 6>과 같이 감태의 DPPH 라디칼 소거능은 데침시간에 의한 영향을 받는 것으로 나타나 1분 데침시에 비해 3분, 5분 데침시 6.8%, 27.5%로 유의적으로 감소하였다. 데침 시간이 감태의 superoxide anion 라디칼 소거능에 미치는 영향을 분석한 결과 1분 데침시에 비해 3분, 5분 데침시 각각 17.5%, 26.5% 정도 의 감소율을 보였다(Table 6). 감태의 hydroxyl 라디칼 소거능의 데침시간에 의한 변화는 <Table 6>과 같이 데침 시간이 길어감에 따라 hydroxyl 라디칼 소거능이 유의적으로 감소하였다. 1분에서 3분, 5분으로 데침 시간이 길어지면서 11.8%, 15.9% 감소하였다. 감태의 hydrogen peroxide 소거능의 데침시간에 의한 변화 역시 hydrogen peroxide 소거능이 3분, 5분 데침시 1분 데쳤을 때에 비해 26.6%, 39% 로 데침시간에 의한 유의적인 차이를 보였다(Table 6).

이상과 같이 감태의 항산화 활성은 데침시간에 따르는 영향을 받았다. 즉, 데침 시간이 경과함에 따라 linoleic acid 산화 저해능, DPPH 라디칼 소거능, superoxide anion 라디칼 소거능, hydroxyl 라디칼 소거능, hydrogen peroxide 소거능이 유의적으로 감소하였다. 이는 식품내의 라디칼 소거능 및 항산화

<Table 6> The effects of drying methods on antioxidant activity¹⁾ by *Ecklonia cava* fraction(butanol)

Drying methods	LI	DS	SS	HS	HPS
Freeze drying	46.63±1.32 ^a	71.25±1.49 ^a	53.95±1.07 ^a	50.77±0.21 ^a	62.20±2.41 ^a
Hot-air drying	41.02±0.77 ^b	66.38±2.29 ^b	44.50±0.55 ^b	44.80±0.49 ^b	45.63±3.92 ^b
Sun drying	32.16±0.99 ^c	51.63±1.43 ^c	39.66±1.08 ^c	42.70±1.12 ^c	37.94±0.33 ^c

¹⁾ LI: linoleic acid peroxidation inhibitory activity, DS: DPPH radical scavenging activity
 SS: superoxide anion radical scavenging activity, HS: hydroxyl radical scavenging activity
 HPS: hydrogen peroxide scavenging activity

능을 나타내는 것으로 알려진 총 polyphenol 함량과도 관계가 있을 것으로 추정되어진다. <Table 4>와 같이 감태의 총 polyphenol 함량은 감태를 1분 데쳤을 때에 비해 3분, 5분동안 데쳤을 때 각각 10.4%, 26.3% 감소하였다. 감태의 지질과산화 저해능과 라디칼 소거능도 이와 비슷한 비율로 감소하는 경향을 보였다. Gil & Tomas²³⁾는 시금치를 90°C에서 10분동안 데쳤을 때 신선한 상태의 시금치 polyphenol (flavonoid) 함량 중 50%는 데쳐낸 시금치 조직에 남아 있었고, 나머지 50%는 조리수에 용출되어 있었다고 보고한 바 있다. 많은 실험에서 채소, 과일류를 조리, 가공하고 난 후 항산화력이 신선한 상태보다 떨어지는 것은 조리, 가공시의 조건에 의한 식품내의 polyphenol 함량 감소와 밀접한 관계가 있었다고 보고가 되어있다^{24),25),26)}. 본 실험의 결과도 감태를 데쳤을 때 조리수로 polyphenol이 용출됨에 따라 감태의 조직내에 잔존하는 polyphenol 함량의 감소로 데친 해조류의 항산화 활성이 감소한 것으로 사료된다.

6. 감태의 무기질, 비타민, 총 polyphenol 함량과 항산화 활성과의 상관관계 분석

감태의 무기질, 비타민 함량, 총 polyphenol 함량과 항산화 활성과의 상관관계는 <Table 7~8>과 같다. 무기질인 Fe, Mn, Zn과 β -carotene은 DPPH 라디칼 소거능과, Cu와 vitamin C는 superoxide anion 라디칼과 hydrogen peroxide 소거능과 상관관계가 높았으며 총 polyphenol은 linoleic acid 과산화저해능과 DPPH 라디칼 소거능과 상관관계가 높아 이들 함량이 많을수록 항산화활성이 우수한 것으로 나타났다. 따라서 이상의 결과에서 볼 때 감태의 미량무기질과 vitamin C, β -carotene, 총 polyphenol 성분들이 감태의 항산화 활성에 상당히 기여함을 알 수 있었다. 또한, 감태를 1분에서 3분, 5분으로 길게 데칠수록 미량무기질과 vitamin C, 총 polyphenol 함량이 줄어 들었고 항산화 활성 역시 저하되는 것이 확인되었다. 그러므로 감태를 조리하는 동안 미량무기질과 vitamin C, 총 polyphenol 함량 등 주요성분의 손실을 최소화하는 방법을 모색하는 것이 항산

<Table 7> Correlation coefficients(r) for minerals and antioxidant activities¹⁾ of *Ecklonia cava*

	r		r		r		r
Fe→LI	0.994	Mn→LI	0.976	Zn→LI	0.996	Cu→LI	0.894
Fe→DS	0.998*	Mn→DS	0.997*	Zn→DS	0.997*	Cu→DS	0.952
Fe→SS	0.934	Mn→SS	0.969	Zn→SS	0.929	Cu→SS	1.000*
Fe→HS	0.900	Mn→HS	0.945	Zn→HS	0.892	Cu→HS	0.996
Fe→HPS	0.925	Mn→HPS	0.963	Zn→HPS	0.919	Cu→HPS	0.999*

1) LI: linoleic acid peroxidation inhibitory activity, DS: DPPH radical scavenging activity
 SS: superoxide anion radical scavenging activity, HS: hydroxyl radical scavenging activity
 HPS: hydrogen peroxide scavenging activity, * significant at p<0.05

<Table 8> Correlation coefficients(r) for vitamins, total polyphenol and antioxidant activities¹⁾ of *Ecklonia cava*

	r		r		r		r
VC→LI	0.904	β -C→LI	0.996	α -T→LI	0.971	TP→LI	0.996*
VC→DS	0.959	β -C→DS	0.997*	α -T→DS	0.996	TP→DS	0.999*
VC→SS	0.999*	β -C→SS	0.926	α -T→SS	0.851	TP→SS	0.995
VC→HS	0.993	β -C→HS	0.891	α -T→HS	0.803	TP→HS	0.926
VC→HPS	0.998*	β -C→HPS	0.917	α -T→HPS	0.838	TP→HPS	0.947

1) VC: vitamin C, β -C: β -carotene, α -T: α -tocopherol, TP: total polyphenol
 LI: linoleic acid peroxidation inhibitory activity, DS: DPPH radical scavenging activity
 SS: superoxide anion radical scavenging activity, HS: hydroxyl radical scavenging activity
 HPS: hydrogen peroxide scavenging activity, * significant at p<0.05

화활성을 최대한으로 유지할 수 있는 방법일 것으로 사료된다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 제주도 연안에 서식하고 있는 해조류인 감태를 가지고 해조류의 예비 조리과정이라고 할 수 있는 데침과정에 의하여 감태의 무기질, vitamin C, β -carotene, α -tocopherol, 총 polyphenol 등의 주요 성분 함량과 항산화활성의 변화를 측정하였다.

데침시간에 의하여 감태의 다량 무기질인 K, Ca, Mg, Na 과 미량 무기질인 Fe, Mn, Zn, Cu의 함량은 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉, 대부분 데침시간이 경과함에 따라 함량이 감소하였으며, Na 함량의 손실이 가장 컸다. Vitamin C와 β -carotene 함량도 데치는 시간이 길어지면서 점차 감소하는 경향을 보인 반면 α -tocopherol 함량은 변화를 보이지 않았다. 항산화 효과도 데침시간이 길어지면서 점차 감소하였다. 이상과 같이 해조류인 감태의 특유의 떫은 맛과 비린 맛을 제거하기 위해 이용했던 데침과정에 의해 많은 성분들의 잔존율이 저하되었고, 또한 이에 따라 항산화 활성도 함께 감소하는 것으로 나타났다. 본 연구에 의하면 감태의 항산화 활성은 미량 무기질인 Fe, Mn, Cu, 그리고 vitamin C, β -carotene, 총 polyphenol 함량과 상관성이 높은 것으로 나타났다. 특히, 무기질과 vitamin C, 총 polyphenol은 수용성 성분으로 데침과정 대신에 앞으로 이러한 성분들의 손실을 최소한으로 줄이면서 항산화활성을 최대한으로 유지할 수 있는 예비조리과정이 연구되어야 할 것으로 보인다.

■ 참고문헌

- 1) Kang JW. Algae. In: An illustrated book of the Korean plants. pp. 155-157. Samwha Publishing Co. 1968
- 2) Shibata T, Fujimoto K, Nagayama K, Yamaguchi K, and Nakamura T. Inhibitory activity of brown algae phlorotannins against hyaluronidase, International Journal of Food Science and Technology, 37: 703-

- 709, 2002
- 3) Fukuyama Y, Kodama M, Miura I, Kinzyo Z, Mori H, Nakayama Y and Takahashi M. Antiplasmin inhibitor. VI. structure of phlorofucofuroeckol A a novel phlorotannin with both Dibenzo-1,4-dioxin and dibenzofuran elements, from Ecklonia Kurome OKAMURA, Chem. Pharm. Bull., 38(1): 133-135, 1990
- 4) Kim JS. Foods of Jeju Island. pp. 22-24, Daewon Publishing Co., 1999
- 5) No WS and Heo SH. Health aid foods and fuctional foods. p. 55, Hyoll Publishing Co., 1999
- 6) Park JJ. Food analysis. pp.132-136, Shinkwang Publishing Co., 2001
- 7) AOAC. Official methods of analysis. p. 184, Assoc. Offic. Analy. chem.
- 8) Esaki H, Onozaki H, Kawakishi S and Osawa T. New antioxidant isolated from Tempeh. J. Agric. Food chem., 44: 696-700, 1996
- 9) Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical, Nature, 181: 1199-1201, 1958
- 10) Nishikimi MM, Rao NA and Yagi K. The occurrence of superoxide anion in the research of reduced phenazine methosucfate and molecular oxygen. Biochemical and Biophyslcal Research Communications, 46(2): 849-859, 1972
- 11) Chung SK, Osawa T and Kawakishi S. Hydroxyl radical scavenging effect of spices and scavengers from brown mustard. Biosci. Biotech. Biochem., 61: 118-122, 1997
- 12) Duh PD, Tu YY and Yen GC. Antioxidant activity of water extract of Harnng Jyur (chrysanthemum morifolium Ramat), Lebensm. - Wiss.u. - Technol., 32: 269-277, 1999
- 13) Lim SJ. Retention of ascorbic acid in vegetables as influenced by various blanching methods. Korean J. Soc. Food Sci., 8(4): 411, 1992
- 14) Fennema OG. Food chemistry. 3rd ed., pp. 543-544, Marcel Deckker, New York, 1996
- 15) Lee HS.(1990). Food & Cookery Science, pp. 203-205, Kyomoon Publishing Co.
- 16) Ahn MS. A study on the changes in physico-

- chemical properties of vegetables by Korean traditional cooking methods. Korean J. Dietary Culture, 14(2): 177, 1999
- 17) Selman JD. Vitamin retention during blanching of vegetables. Food Chem., 49: 137-147, 1993
 - 18) Marx M, Stuparic M, Schieber A, and Carle R. Effects of thermal processing on trans-cis-isomerization of β -carotene in carrot juices and carotene-containing preparatoons. J. Agric. Food Chem., 83: 609-617, 2003
 - 19) Holland B, Welch AA, Unwin ID, Buss DH, Paul AA and Southgate DAT. McCance and Widdowson's The composition of Foods, 4th ed., p. 115, Royal Society of Chemistry, Fisheries and Food, London, UK, 1991
 - 20) Paul AA and Southgate DAT. McCane and Widdowson's The composition of foods, 5th ed., pp. 11-14, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, HMSO, London, UK, 1978
 - 21) Choi NS, Oh SS and Lee JM. Changes of biologically functional compopunds and quality properties of *Aster scaber*(*Chamchwi*) by blanching conditions. Korean J. Food Sci. Technol., 33(6): 745, 2001
 - 22) Yoon JY, Song MR and Lee SR. Effect of cooking conditions on the antithiamine activity of bracken. Korean J. Food Sci. Technol., 20(6): 801, 1998
 - 23) Gil MIF and Tomas-Barberan, FA. Effect of postharvest storage and processing on the antioxidants of fresh-cut spinach. J. Agric. Food chem., 47: 2213-2217, 1999
 - 24) Jimenez-E A, Jimenez-J I, Pulio R and Saura-C F. Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds. J. Sci. Food Agric., 81: 530-534, 2001
 - 25) Standley. L, Winterton P, Marnewick JL, Gelderblom CA, Joubert E and Britz TJ. Influence of processing stages on antimutagenic and antioxidant potentials of rooibos tea. J. Agric. Food chem., 49: 114-117, 2001
 - 26) Zafrilla P, Ferreras F and Tomas-B FA. Effect of processing and storage on antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoid of red raspberry jams. Agric. Food chem., 49: 3651-3655, 2001