

툃(*Hijikia fusiforme*) 추출물이 고지혈증 흰쥐의 지질대사 및 간 효소활성에 미치는 영향

정복미[†] · 안창범 · 강성조* · 박정현* · 정덕화*

여수대학교 식품영양학과
*경상대학교 식품공학과

Effects of *Hijikia fusiforme* Extracts on Lipid Metabolism and Liver Antioxidative Enzyme Activities in Triton-Induced Hyperlipidemic Rats

Bok-Mi Jung[†], Chang-Bum Ahn, Sung-Jo Kang*, Jung-Hyun Park* and Duck-Hwa Chung*

Dept. of Food Science and Nutrition, Yosu National University, Yosu 550-749, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of *Hijikia fusiforme* extracts on serum lipid and liver antioxidative enzyme activities in triton-induced hyperlipidemic rats. Sprague-Dawley male rats divided into 7 groups: We injected saline to a normal group (N), saline and tween 80 to control groups (CS, CT) and tot extracts to experimental groups (CSA, CTEtOH, CTE, CTH) for 7 days and then injected triton at the last day. Serum and liver free cholesterol contents were significantly lower in hexane-treated group (CTH) than control group (CT) whereas serum HDL-cholesterol content was higher in aqueous extract group (CSA) than control group (CS). Total cholesterol and phospholipid contents in serum and liver were lower in aqueous extract group (CSA) than control group (CS). Serum and liver triglyceride contents were significantly lower in ethanol (CTEtOH) and hexane treated group (CTH) than control group (CT). Thiobarbituric acid reactive substances of liver were lower in tot extract groups (CSA, CTEtOH, CTE, CTH) than control groups (CS, CT). Superoxide dismutase activities in liver were significantly lower in aqueous extracts group (CSA) and hexane treated group (CTH) than control groups (CS, CT). Liver catalase activity was the lowest in ethylacetate extract group. These results showed that some *Hijikia fusiforme* extracts have reduction effect of lipid and antioxidative effect in triton-induced hyperlipidemic rats.

Key words: *Hijikia fusiforme* extracts, serum and liver lipid, antioxidative enzyme activity

서 론

해조류는 바다채소로서 전통적으로 아시아에서 섭취되었지만, 서구에서는 해조류를 젤라틴의 급원으로서 또는 농후제로서 사용하였다. 영양학적인 견지에서 해조류는 저 열량 식품이고, 무기질, 비타민, 단백질, 섬유질 식품이며, 지방함량이 낮다. 해조류의 단백질과 지방의 구성성분은 다른 식이성 채소와 비교할 때 필수아미노산 함량과 불포화지방산의 함량이 높다. 식이 섬유소 함량은 건조무게의 33~75%를 차지하고, 수용성 다당류(17~59%)로 구성된다. 해조류는 다른 육지식물과 화학적, 물리적으로 다른 식이 섬유소의 급원이며, 그래서 다른 생리적 효과를 나타낸다. 해조류의 식이성 섬유소는 항 산화제, 항 돌연변이성, 항 혈액응고 효과, 항암 효과와 같은 중요한 기능성을 보여주고, 인체에서의 지방대사 완화에 중요한 역할을 한다(1). 특히 해조류로부터의 추출물

은 식물학적, 약물학적인 관심의 대상이다. 이들 추출물들은 세계의 많은 지역에서 전통적인 치료제로 사용되었으며, 항 미생물학적인 작용 외에 항균성을 가진다(2). 툃은 완도군의 특산물로써 완도에서 생산되는 툃의 대부분이 일본으로 수출되고 있으며, 내수용은 나물용 생 툃 소비가 대부분이다. 또한 툃의 생리활성에 대한 연구는 주로 일본에서 많이 이루어졌으며, 한국에서의 툃에 대한 연구는 양식을 위한 배양조건(3), 화학적 특성(4), 식이 섬유소 함량 조사(5) 등의 실험이 행해져 왔다. Kim 등(6)은 용매별 건조 툃의 추출물들에 대하여 항균성을 검색한 결과 각각의 추출물들이 *E. coli*와 *B. subtilis*에 대하여 뚜렷한 항균효과를 나타냈음을 보고하였으며, 최근에는 툃 녹즙을 급여한 동물의 지방대사에 관한 연구가 이루어졌다(7). Yan 등(8)은 해조류로부터의 식이성 항산화제는 유리기 제거 기능을 통하여 노화와 다른 질병을 예방한다고 하였으며, Gassen과 Youdim(9)은 유리기는 파

[†]Corresponding author. E-mail: jbm@yosu.ac.kr
Phone: 82-61-659-3414, Fax: 82-61-659-3410

킨슨씨병, 알츠하이머병 또는 뇌졸중과 같은 많은 중추신경계 질환의 병리와 관계 있으며, 유리기를 제거함으로써 신경 퇴화적인 질병의 임상적 치료에 기여할 수 있다고 하였다. 또한 신선한 갈조류인 투스의 아세톤 추출물에서 유리기 제거 활성을 보여주는 가장 주된 활성 화합물은 fucoxanthin으로 확인되었다(10). Shan 등(11)은 인간의 입과구에서 8가지 종류의 해조류 추출물의 효과를 *in vitro*에서 연구한 결과 투스를 에탄올로 추출한 다당류가 인간의 입과구에서 면역능력을 증가시켰다고 보고하였다. 이상과 같이 해조류 중 투스에 관한 연구는 우리나라에서는 많이 이루어지지 않았으며, 주로 일본에서 많은 연구가 이루어졌다. 따라서 본 연구는 용매에 따른 투스 추출물을 고지혈증을 유발한 동물에 투여하여 지질대사 및 항산화 효소활성을 측정하여 투스 추출물 분획에 따른 생체 내 지질대사 및 항산화 효과를 연구함으로써 투스의 생리활성에 대한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

시료처리

본 실험에서 시료로 사용한 투스는 전남 완도에서 구입하여 세정, 음건하여 추출물의 시료로 사용하였다.

시료 추출과정

음건한 시료를 EtOH로 4시간씩 3회 환류시켜 추출한 EtOH 층을 농축하여 EtOH 엑기스를 얻고 이를 n-hexane과 물을 동량 혼합 용매에 분배시켜 n-hexane층을 얻었으며 이 수층은 다시 ethyl acetate, aqueous로 분배하여 n-hexane층, ethyl acetate층, 수층을 얻고 이를 농축하여 각각의 분획물을 얻었다. 그 추출과정은 Fig. 1과 같다.

실험동물

실험동물은 체중이 평균 100 g되는 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 구입하여 본 동물실험실에서 1주일간 고품사료(삼양유지)로 적응시킨 후 동물의 체중에 따라 각 군이 유사

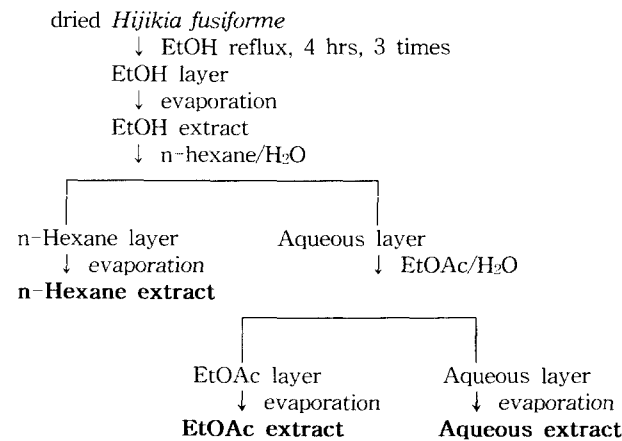


Fig. 1. Fractionation procedure of *Hijikia fusiforme*.

한 체중의 실험동물을 각각 7마리씩 7군으로 나누어 1군은 정상군(N), 2군 이하 7군까지는 모두 고지혈증 유발군이며, 2군은 생리식염수 투여 후 triton 투여한 군(CS), 3군은 투스 수층 분획물 투여한 고지혈증 유발군(CSA), 4군은 tween 80을 투여한 후 triton 투여한 군(CT), 5군은 투스 에탄올층 분획물 투여한 고지혈증 유발군(CTEtOH), 6군은 투스 에틸 아세테이트층 분획물 투여한 고지혈증 유발군(CTE), 7군은 투스 핵산 분획물 투여한 고지혈증 유발군(CTH)으로 나누어 이하 1군은 정상군(N), 2군은 수용성 분획물 대조군(CS), 4군은 비수용성 분획물 대조군(CT) 그외 나머지는 투스 분획물 투여군(CSA, CTEtOH, CTE, CTH)이라 하며 투스 분획물 추출물을 각각 체중 kg당 0.5 mg의 용량을 복강으로 일주일간 주사한 다음 triton 0.5 mg/체중 kg을 복강으로 투여한 지 24시간 후 처치하였으며, 그 실험설계는 Table 1과 같다. 동물실험실의 사육조건은 온도 24±2°C, 습도 55~60%를 항상 유지시켰으며 명암은 12시간을 주기로 자동 조절되도록 하였으며, 물과 고품사료는 자유 급식시켰다.

혈액 및 간의 채취

혈액은 실험종료 후 16시간 절식시킨 후 에틸 에테르로 마취하여 심장 천자법으로 채혈하였다. 채혈된 혈액을 원심분리관에 넣어 실온에서 30분간 응고시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리 하여 혈청을 분리한 즉시 혈액분석에 사용하였다. 채혈 후 간을 적출하여 간의 중량을 측정하고, 간/체중 백분율(%)을 산출하였다.

혈청 및 간 중의 지질성분 측정

혈청 및 간 중 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, free-cholesterol, 중성지질 및 인지질 농도는 효소법에 의해 kit 시액(영동제약)을 사용하여 측정하였다.

간 중 과산화 지질 및 효소활성 측정

간을 적출하여 균질용 튜브에 넣고 5배량의 potassium phosphate buffer(pH 7.3)를 가하여 냉각 하에서 유리제 테트론 균질기로 5분간 균질화시킨 후 초음파 세포막 분쇄기(ultrasonic cell membrane disrupter, Sonics & Materials Co., Danbury, USA)로 세포막을 파괴하여 3,000 rpm으로 원심분리 하였으며, 그 상등액을 시료로 효소활성 측정에 이용하였다. Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Shah 등(12)의 방법을 응용하여 측정된 TBARS 함량으로

Table 1. Experimental design

Groups	Day	
	1st ~ 7th	8th
N	Saline	Saline
CS	Saline	Triton (0.5 mg/kg BW)
CSA	Aqueous ext./saline	Triton (0.5 mg/kg BW)
CT	Tween 80	Triton (0.5 mg/kg BW)
CTEtOH	Ethanol ext./tween 80	Triton (0.5 mg/kg BW)
CTE	Ethyl acetate ext./tween 80	Triton (0.5 mg/kg BW)
CTH	n-Hexane ext./tween 80	Triton (0.5 mg/kg BW)

세포막 지질의 과산화 정도를 산출하였다. 즉 시료 1 mL에 17.5% trichloroacetic acid(TCA) 1 mL, 0.6% thiobarbituric acid(TBA, pH 2) 1 mL을 첨가하여 15분간 100°C에서 반응시키고 실온에서 냉각한 후, 70% TCA를 1 mL 첨가하여 냉온 방치시킨 것을 3000 rpm에서 10분간 원심 분리하여 상등액 속의 MDA-TBA 결합체를 534 nm에서 흡광도를 측정하였다. Superoxide dismutase(SOD)활성도는 시료 1 mL을 23,000 rpm으로 초고속원심분리(Beckman L8-80M Ultracentrifuge, SW60Ti Rotor)하여 얻은 상등액을 pyrogallol을 이용한 Stefan과 Gudrun(13)의 방법을 응용하여 bovine liver SOD를 표준으로 3분동안 pyrogallol의 autoxidation억압 정도를 420 nm에서 흡광치를 측정하여 그 값을 회귀방정식에 대응시켜 해당 unit 단위에서 SOD 활성도를 회귀방정식으로 산출하고, 각 시료의 흡광치를 이 방정식에 대입하여 활성도를 구하였다. Catalase활성도는 $KMnO_4$ 적정을 이용한 Cohen 등의 방법(14)으로 480 nm에서 그 흡광도를 측정하여 catalase 활성을 산출하였다. TBARS 함량과 SOD, catalase 활성도의 분석은 mg 단백질에 대한 함량과 활성도로 표시하였으며, 시료의 단백질 정량은 Bio-Rad사의 Protein Assay Dye Reagent를 이용하여 측정하였다.

통계처리

본 실험의 모든 결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 통계처리는 SPSS program을 이용하였고, 각 군간의 유의성 검정은 oneway ANOVA test와 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

결과 및 고찰

간 중량

Triton으로 고지혈증을 유발한 쥐의 100 g 체중에 대한 간의 무게를 나타낸 결과는 Table 2와 같다. Triton을 주사하지 않은 정상군(N)에 비해 톳 추출물을 투여하지 않고 triton을 주사한 대조군(CS, CT)에 비해 톳 추출물을 투여한 군들(CSA, CTEtOH, CTE, CTH)의 간의 중량이 약간 낮은 경향을 보였으나, 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이는 triton을 투

Table 2. Effect of *Hijikia fusiforme* extracts on liver weight of hyperlipidemic rats induced by triton¹⁾

Group ²⁾	Liver wt/100 g BW
N	3.78 ± 0.36 ^{NS3)}
CS	3.99 ± 0.55
CSA	3.81 ± 0.40
CT	3.93 ± 0.37
CTEtOH	3.65 ± 0.35
CTE	3.57 ± 0.24
CTH	3.69 ± 0.54

¹⁾Mean ± SD (n=7).

²⁾Refer to Table 1.

³⁾Not significant.

여한 기간이 24시간 밖에 되지 않아 기간이 너무 짧았기 때문으로 사료된다.

혈청 중 유리 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 총 콜레스테롤 함량

고지혈증을 유발한 흰쥐의 혈청 중 콜레스테롤 함량에 있어서 톳 추출물의 효과를 나타낸 결과는 Table 3에 나타내었다. 유리 콜레스테롤함량의 경우, 식염수를 투여한 후 triton으로 고지혈증을 유발한 대조군(CS)이 다른 군들에 비하여 유의적으로 높게 나타났다. 반면에 tween 80을 투여한 후 triton으로 고지혈증을 유발한 다른 대조군(CT)의 유리 콜레스테롤함량은 정상군보다는 유의적으로 높게 나타났으나, 수용성 분획물 대조군(CS)에 비하여 유의적으로 낮게 나타났다. 톳 분획물의 효과를 보았을 때 톳 수층 분획물 투여군(CSA)의 유리 콜레스테롤함량은 수용성 분획물 대조군(CS)군에 비해 유의하게 낮게 나타났으며, 톳 에탄올 분획물(CTEtOH)과 톳 에틸아세테이트 분획물(CTE) 투여군의 유리 콜레스테롤함량은 대조군(CT)에 비해 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 톳 핵산 분획물(CTH) 투여군의 유리 콜레스테롤함량은 대조군(CT)에 비해 유의적으로 낮게 나타났으나 정상군(N) 수준으로 떨어지는 않았다. HDL-콜레스테롤 함량은 정상군(N)에 비해 대조군(CS, CT)이 유의적으로 낮게 나타났으며, 대조군과 톳 분획물 투여군과의 비교에서 수용성 분획물 대조군(CS)에 비해 톳 수층 분획물 투여군(CSA)이 유의적으로 높게 나타났다. 비수용성 분획물 대조군(CT)의 HDL-콜레스테롤 함량에 비해 톳 에탄올 분획물 투여군(CTEtOH)과 톳 핵산 분획물 투여군(CTH)의 HDL-콜레스테롤 함량이 유의적으로 높았으며 특히 톳 핵산 분획물의 투여군이 가장 높게 나타났다. 총 콜레스테롤 함량의 경우, 정상군이 다른 군들에 비하여 가장 낮게 나타났으나, 수용성 분획물 대조군(CS)을 제외한 다른 군들과 유의적인 차이는 없었다. 수용성 분획물 대조군(CS)에 비해 톳 수층 분획물 투여군(CSA)의 혈청 중 총 콜레스테롤 함량이 유의적으로 낮게 나타났다. 비수용

Table 3. Effect of *Hijikia fusiforme* extracts on serum free cholesterol, HDL-cholesterol and total cholesterol contents of hyperlipidemic rats induced by triton¹⁾

Group ²⁾	Free-cholesterol (mg/100 mL)	HDL-cholesterol (mg/100 mL)	Total-cholesterol (mg/100 mL)
N	22.54 ± 1.80 ^{d3)}	162.68 ± 21.53 ^b	137.40 ± 60.65 ^b
CS	43.60 ± 6.65 ^a	137.35 ± 12.94 ^d	196.04 ± 24.00 ^a
CSA	32.62 ± 1.46 ^b	152.19 ± 14.65 ^c	161.39 ± 13.09 ^b
CT	34.40 ± 4.63 ^b	145.19 ± 9.58 ^d	164.77 ± 13.55 ^b
CTEtOH	32.49 ± 1.72 ^b	151.53 ± 4.70 ^c	162.21 ± 6.91 ^b
CTE	32.39 ± 2.22 ^b	142.77 ± 9.73 ^d	156.20 ± 15.05 ^b
CTH	26.74 ± 3.25 ^c	172.32 ± 9.22 ^a	146.14 ± 11.83 ^b

¹⁾Mean ± SD (n=7).

²⁾Refer to Table 1.

³⁾Values with different superscript within groups are significantly different at p<0.05.

성 분획물 대조군(CT)은 혈청 중 총 콜레스테롤 함량이 본래 낮게 나타나 뚝 분획물 투여군(CTEtOH, CTE, CTH)과 차이가 없었다. 그러므로 혈청 중 총 콜레스테롤 함량에서 뚝 추출물의 효과를 살펴보았을 때 뚝 수층 분획물은 혈청 중 총 콜레스테롤 함량을 저하시켰으나, 비수용성 뚝 분획물의 경우 tween 80의 영향으로 뚝 추출물의 효과는 알 수 없었다. 동일한 고지혈증 유발 대조군(CS, CT)에서도 비수용성 분획물 대조군(CT)이 수용성 분획물 대조군(CS)에 비해 유리 및 총 콜레스테롤치는 낮게 나타났으며, HDL-콜레스테롤치는 약간 높게 나타났음을 알 수 있었다. 이러한 결과에서 tween 80이 체내에서 약간의 콜레스테롤 저하작용이 있는 것이 아닌가 사료된다. Park 등(15)은 해조류 참도박의 메탄올 추출물이 고지방식을 급여한 흰쥐의 혈청 중 총 콜레스테롤의 함량은 감소되었으나, LDL-콜레스테롤의 함량은 변화가 없었음을 보고하였고, Hong 등(16)은 우리나라에 많이 서식하는 27종의 해조류들을 메탄올로 추출하여 triton으로 고콜레스테롤 혈증을 유발한 흰쥐에게 주사한 결과 긴불레기말, 팽생이모자반, 작은구슬산호말, 보라색우무, 도박에서 강한 항고콜레스테롤 혈증의 효과가 있는 것으로 조사되었는데, 이들 여러 가지 결과로 보아 콜레스테롤의 종류에 따라 약간의 차이가 있으나 대부분의 해조류가 생체내에서 항고콜레스테롤 혈증의 효과가 있음을 알 수 있었다.

혈청 중 중성지방 및 인지질 함량

뚝 추출물이 고지혈증을 유발한 쥐의 혈청 중 중성지방과 인지질 함량에 미치는 영향을 나타낸 결과는 Table 4에 제시하였다. 고지혈증을 유발한 대조군(CS, CT)의 혈청 중 중성지방함량은 정상군(N)에 비하여 약간 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 뚝 수층 분획물 투여군(CSA)의 중성지방함량은 수용성 분획물 대조군(CS)에 비하여 낮게 나타났으며, 비수용성 분획물 대조군(CT)의 혈청 중 중성지방함량에 비해 뚝 에탄올 분획물 투여군(CTEtOH)과 뚝 핵산 분획물 투여군(CTH)이 유의하게 낮게 나타났으나, 뚝 에틸아세테이트 분획물 투여군(CTE)과는 차이가 없었다. 혈청 중 인지질 함량의

경우 정상군(N)에 비해 대조군(CS, CT)이 높게 나타났으며, 수용성 분획물 대조군(CS)에 비해 뚝 수층 추출물 투여군(CSA)의 혈청 중 인지질 함량이 유의하게 낮게 나타났다. 비수용성 분획물 대조군(CT)에 대해서도 뚝 분획물 투여군(CTEtOH, CTE, CTH)들이 유의하게 낮았다. 이들 결과에서 볼 때 뚝 분획물 추출물이 혈청 중 중성지방 및 인지질 함량을 낮추는 것으로 사료된다. Son 등(17)은 미역, 김, 다시마, 파래 등의 해조류가 첨가된 식이를 성인 남자에게 5일간 섭취시킨 후의 혈청 중 중성지방의 농도가 유의적으로 감소되었다고 보고하였으며, Kim과 Kim(7)은 식이성 고지혈증 흰쥐에게 뚝 녹즙액 50%용액을 4주간 급여시킨 후, 혈청 중 중성지방과 인지질 함량을 측정된 결과 대조군에 비해 뚝 녹즙액 투여군에서 낮게 나타났다고 보고하였는데 이는 본 연구 결과와 일치하였다.

간 중 유리콜레스테롤, 총 콜레스테롤, 인지질 및 중성지방 함량

뚝 추출물이 간지질 함량에 미치는 영향을 나타낸 결과는 Table 5와 같다. 간의 유리콜레스테롤 함량에 있어서 수용성 분획물 대조군(CS)에 비해 뚝 수층 분획물 투여군(CSA)이 낮게 나타났으며(p<0.05), 비수용성 분획물 대조군에 비해 뚝 핵산 분획물 투여군(CTH)이 유의적으로 낮게 나타나 뚝 수층 추출물과 뚝 핵산 분획물이 간 중 유리콜레스테롤함량을 저하시키는 경향이 있었다. 총 콜레스테롤 함량의 경우 역시 수용성 분획물 대조군(CS)에 비해 뚝 수층 분획물 투여군(CSA)이 낮게 나타났고, 비수용성 분획물 대조군(CT)에 대해서는 뚝 핵산 분획물의 투여군(CTH)과 대조군이 차이를 나타내지 않았으나, 뚝 에탄올 분획물 투여군(CTEtOH)과 뚝 에틸아세테이트 분획물 투여군(CTE)이 대조군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 간 중 인지질 함량은 정상군(N)에 비해 대조군(CS, CT)에서 높게 나타났으며, 수용성 및 비수용성 분획물 대조군에 비해 뚝 분획물 투여군들이 모두 유의적으로 낮게 나타났다. 간의 중성지방 함량 역시 간 중 인지질 함량과 비슷한 양상의

Table 4. Effect of *Hijikia fusiforme* extracts on serum triglyceride and phospholipid contents of hyperlipidemic rats induced by triton¹⁾

Group ²⁾	Triglyceride (mg/100 mL)	Phospholipid (mg/100 mL)
N	116.02 ± 21.57 ³⁾	205.00 ± 15.44 ^b
CS	126.58 ± 12.09 ^a	225.57 ± 30.36 ^a
CSA	78.31 ± 12.22 ^c	179.75 ± 13.19 ^c
CT	129.66 ± 15.28 ^a	226.56 ± 10.41 ^a
CTEtOH	89.75 ± 16.82 ^b	174.26 ± 13.39 ^c
CTE	113.23 ± 16.98 ^a	204.50 ± 11.16 ^b
CTH	61.49 ± 19.49 ^c	184.39 ± 20.55 ^c

¹⁾ Mean ± SD (n=7).

²⁾ Refer to Table 1.

³⁾ Values with different superscript within groups are significantly different at p<0.05.

Table 5. Effect of *Hijikia fusiforme* extracts on the hepatic free cholesterol, total cholesterol, phospholipid and triglyceride contents of hyperlipidemic rats induced by triton¹⁾

Group ²⁾	Free-cholesterol (mg/g)	Total-cholesterol (mg/g)	Phospholipid (mg/g)	Triglyceride (mg/g)
N	0.29 ± 0.06 ³⁾	1.36 ± 0.07 ^c	12.78 ± 0.89 ^d	4.07 ± 0.87 ^b
CS	0.27 ± 0.04 ^a	1.77 ± 0.29 ^a	14.77 ± 1.89 ^a	4.84 ± 1.19 ^a
CSA	0.24 ± 0.05 ^b	1.27 ± 0.18 ^c	11.79 ± 1.92 ^d	3.36 ± 0.80 ^b
CT	0.30 ± 0.05 ^a	1.64 ± 0.26 ^b	14.26 ± 1.69 ^b	5.28 ± 0.75 ^a
CTEtOH	0.26 ± 0.06 ^a	1.44 ± 0.21 ^c	13.88 ± 1.01 ^c	4.14 ± 0.69 ^b
CTE	0.30 ± 0.08 ^a	1.54 ± 0.28 ^c	12.64 ± 1.86 ^d	4.18 ± 0.67 ^b
CTH	0.22 ± 0.08 ^{bc}	1.61 ± 0.24 ^b	12.18 ± 1.73 ^d	3.04 ± 0.63 ^b

¹⁾ Mean ± SD (n=7).

²⁾ Refer to Table 1.

³⁾ Values with different superscript within groups are significantly different at p<0.05.

로 대조군(CS, CT)에 비해 톳 추출물 투여가 간의 중성지방 함량을 유의적으로 저하시키는 경향을 나타냈다.

간 중 thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 함량 및 SOD, catalase 활성도

톳 추출물에 대한 고지혈증 유발 쥐의 간 중 TBARS 함량과 superoxide dismutase 및 catalase 활성은 Table 6과 같다. 간 중 TBARS 함량은 정상군(N)에 비해 대조군(CS, CT)이 비교적 높았으며, 대조군(CS, CT)에 비해 수용성, 비수용성 톳 분획물 투여군의 TBARS 함량이 모두 낮게 나타났다. 간 중 SOD의 활성도에 있어서 대조군에 비해 정상군이 낮게 나타났으며, 수용성 분획물 대조군(CS)에 대해 톳 수층 분획물 투여군(CSA)이 낮은 경향이었고, 비수용성 분획물 대조군(CT)에 대해 톳 에탄올 분획물과 톳 에틸아세테이트 분획물 투여군은 차이가 없었으나 톳 핵산 분획물 투여군은 유의적으로 낮은 경향을 보였다. 간의 catalase 활성도의 경우 정상군에 비해 대조군과 분획물 투여군이 높은 경향을 보였으나 톳 에틸아세테이트 분획물 투여군은 정상군 수준 이하로 떨어짐을 알 수 있었다. Lee 등(18)은 7가지 해조류(김, 미역, 다시마, 모자반, 청각, 톳, 홀 파래)를 종류수와 에탄올로 추출하여 항산화활성을 측정된 결과 미역, 다시마, 청각 등은 물 추출물과 에탄올 추출물 모두에서 거의 활성을 나타내지 않거나 낮은 활성을 나타낸 반면, 모자반, 톳, 홀 파래에서는 상당히 높은 항산화활성을 나타냈는데, 특히 톳은 에탄올로 추출한 것이 더 높은 항산화활성을 나타냈음을 보고하였다. 그러나 Park 등(19)은 역시 12종의 해조류의 추출물을 이용하여 항산화활성을 검정한 결과 분석방법에 따라 조금씩 다른 양상을 나타냈으나 주로 김, 미역, 다시마, 파래 등의 추출물에서 우수한 항산화활성을 보였다고 하였으며, 톳은 항산화효과가 없음을 나타냈는데 그 이유는 항산화물질의 추출량과 추출온도에 따라 항산화물질의 활성이 파괴되었을 가능성을 배제하지 못한다. 본 연구에서는 톳의 추출용매에 따라 생체에서의 항산화효소 활성이 약간씩 다르게 나타남을 알 수 있었다.

Table 6. Effect of *Hizikia fusiforme* extracts on the hepatic thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) level, superoxide dismutase (SOD) and catalase activities of hyperlipidemic rats induced by triton¹⁾

Group ²⁾	TBARS (nM/mg protein)	SOD (unit/mg protein)	Catalase (k/mg protein)
N	1.08 ± 0.37 ^{e3)}	3.72 ± 0.71 ^c	39.35 ± 5.19 ^e
CS	1.96 ± 0.45 ^b	7.55 ± 1.41 ^a	71.88 ± 8.87 ^b
CSA	0.70 ± 0.14 ^c	5.02 ± 1.29 ^b	68.41 ± 7.16 ^c
CT	1.53 ± 0.36 ^c	5.96 ± 1.20 ^b	99.96 ± 14.38 ^a
CTEtOH	1.39 ± 0.26 ^d	5.71 ± 0.39 ^b	73.79 ± 10.36 ^b
CTE	1.13 ± 0.29 ^d	5.33 ± 1.28 ^b	15.69 ± 6.04 ^f
CTH	0.95 ± 0.44 ^c	3.59 ± 0.77 ^c	57.01 ± 10.53 ^d

¹⁾Mean ± SD (n=7).

²⁾Refer to Table 1.

³⁾Values with different superscript within groups are significantly different at p<0.05.

요 약

본 연구는 용매별 톳 추출물이 고지혈증을 유발한 흰쥐의 혈청과 간의 지질 및 항산화 효소활성을 측정하기 위하여 체중이 평균 100 g 되는 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 7마리씩 7군으로 나누어 1군은 정상군, 2군 이하 7군까지는 용매별 톳 추출물을 체중 kg당 0.5 mg의 용량을 복강으로 일주일간 주사한 다음 마지막 날 체중 kg당 triton 0.5 mg을 복강으로 투여하여 고지혈증을 유발하여 나타난 결과는 다음과 같다. 혈청 및 간 중 유리 콜레스테롤함량은 핵산층 투여군이 대조군에 비해 유의적으로 낮게 나타난 반면 HDL-콜레스테롤 함량은 대조군에 비해 에탄올층과 핵산층 투여군이 유의적으로 높았다. 혈청 및 간의 총 콜레스테롤 함량의 경우 대조군에 비해 수층 투여군이 유의적으로 낮게 나타났으며, 특히 간은 에탄올층 투여군과 에틸아세테이트층 투여군이 대조군에 비해 낮게 나타났다. 수층 투여군의 혈청 중 중성지방함량은 대조군에 비하여 에탄올층 투여군과 핵산층 투여군이 유의하게 낮게 나타났다. 간 중 TBARS 함량은 대조군에 비해 수용성, 비수용성 톳 분획물 투여군의 TBARS 함량이 모두 낮게 나타났다. 간 중 SOD의 활성도는 대조군에 대해 톳 수층 투여군이 낮은 경향이었고, 비수용성 대조군에 비해 핵산층 투여군이 유의적으로 낮은 경향을 보였다. 간의 catalase 활성도의 경우 정상군에 비해 대조군과 분획물 투여군이 높은 경향을 보였으나 에틸아세테이트층 투여군은 정상군 수준 이하로 떨어졌다. 이러한 결과로 볼 때 톳은 생체내 항 고지혈증, 항 고콜레스테롤 및 항산화효과가 있음을 알 수 있었다.

문 헌

- Jimenez-Escrig, A, Goni-Cambrodon, I. : Nutritional evaluation and physiological effects of edible seaweeds. *Arch Latinoam Nutr.*, **49**, 114-120 (1999)
- Abdussalam, S. : Drugs from seaweeds. *Med. Hypotheses*, **32**, 33-35 (1990)
- Hwang, E.K., Park, C.S. and Sohn, C.H. : Conditions on the early growth of *Hizikia fusiformis* (phaeophyta). *Bull. Korean Fisheries Soc.*, **10**, 199-211 (1997)
- Koo, J.G., Jo, J.S., Do, J.R., Park, J.H. and Yang, C.B. : Chemical properties of fucoidans from *Hizikia fusiformis* and *Sargassum fulvellum*. *Bull. Korean Fisheries Soc.*, **28**, 659-666 (1995)
- Do, J.R., Kim, E.M., Koo, J.G. and Jo, K.S. : Dietary fiber contents of marine algae and extraction condition of the fiber. *Bull. Korean Fisheries Soc.*, **30**, 291-296 (1997)
- Kim, S.H., Lim, S.B., Ko, Y.H., Oh, C.K., Oh, M.C. and Park, C.S. : Extraction yields of *Hizikia fusiforme* by solvents and their antimicrobial effects. *Bull. Korean Fisheries Soc.*, **27**, 462-468 (1994)
- Kim, H.S. and Kim, G.J. : Effects of the feeding *Hizikia fusiforme* (Harvey) okamura on lipid composition of serum in dietary hyperlipidemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 718-723 (1998)
- Yan, X., Nagata, T. and Fan, X. : Antioxidative activities in some common seaweeds. *Plants Food Hum. Nutr.*, **52**, 253-

- 262 (1998)
9. Gassen, M. and Youdim, M.B. : Free radical scavengers : chemical concepts and clinical relevance. *J. Neural. Transm. Suppl.*, **56**, 193-210 (1999)
 10. Yan, X., Chuda, Y., Suzuki, M. and Nagata, T. : Fucoxanthin as the major antioxidant in *Hijikia fusiformis*, a common edible seaweed. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **63**, 605-607 (1999)
 11. Shan, B.E., Yoshida, Y., Kuroda, E. and Yamashita, U. : Immunomodulating activity of seaweed extract on human lymphocytes *in vitro*. *Int. J. Immunopharmacol.*, **21**, 59-70 (1999)
 12. Shah, S.V., Cruz, F.C. and Baricos, W.H. : NADPH-induced chemiluminescence and lipidperoxidation on kidney microsomes. *Kidney International*, **23**, 691-698 (1983)
 13. Stefan, M. and Gudrun, M. : Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.*, **47**, 469-474 (1974)
 14. Cohen, G., Dembiec, D. and Marcus, J. : Measurement of catalase activity in tissue extracts. *Anal. Bio. Chem.*, **34**, 30-38 (1970)
 15. Park, J.C., Jang, Y.I., Doo, M.S., Kim, S.H. and Choi, J.W. : Effect of metanolic extract of *Pachymeniopsis elliptica* on lipids component of hyperlipidemic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 958-962 (1996)
 16. Hong, S.Y., Seo, G.M., Park, I.S. and Hong, Y.K. : Effect of several seaweed extracts on the triton WR-1339 induced hypercholesterolemia. *Algae.*, **14**, 137-142 (1999)
 17. Son, H.S., Kim, H.S. and Ju, J.S. : Effect of seaweed intake on the absorption of sodium, calcium, potassium and hyperlipidemic mechanism in healthy male subjects. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **21**, 471-477 (1992)
 18. Lee, B.H., Choi, B.W., Chun, J.H. and Yu, B.S. : Extraction of water soluble antioxidant from seaweeds. *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **7**, 1069-1077 (1996)
 19. Park, J.H., Kang, K.C., Baek, S.B., Lee, Y.H. and Rhee, K.S. : Separation of antioxidant compounds from edible marine algae. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 256-261 (1991)

(2001년 5월 31일 접수)