

갈파래 추출 분획물의 CCl₄ 독성에 대한 항산화 효과

남천석 · 강금석 · 하종명 · 이상현 · 이재화 · 이동근 · 장정수¹ · 강환열² · 하배진
신라대학교 의생명과학대학 제약공학과, ¹바이넥스 기업부설연구소, ²아마란스 화장품

Anti-Oxidative Effects of *Ulva lactuca* Extract Fractions Against CCl₄ Toxicification

Chun Suk Nam, Kum Suk Kang, Jong-Myung Ha, Sang-Hyeon Lee, Jae Hwa Lee,
Dong Geun Lee, Jeong Su Jang¹, Hwan Yul Kang² and Bae Jin Ha

Department of Pharmaceutical Engineering, College of Medical Life Science, Silla University, Busan 617-736

¹Central Research Institute, Binex Co., Ltd., Busan 604-846

²Amaranth Cosmetics, Pusan, Korea

Received July 24, 2006; Accepted October 8, 2006

ABSTRACT. This study was to investigate the preventive effects in anti-oxidation of *Ulva lactuca* extract fractions (ULEF) against CCl₄ toxicification in liver total homogenate and mitochondrial fraction of ULEF-pretreated and carbon tetrachloride (CCl₄)-posttreated rats. ULEF was intraperitoneally administered into rats at dose of 1 ml/kg for 14 days. On the day 15, 3.3 ml/kg of CCl₄ dissolved in olive oil (1 : 1) was injected 12 hr before anesthetization. Activities of superoxide dismutase (SOD) in mitochondrial fraction were measured and catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx), malondialdehyde (MDA) in liver total homogenate. SOD, CAT and GPx were higher in the ULEF-pretreated and CCl₄-posttreated group than those in the CCl₄-posttreated group, and the pretreatment of ULEF decreased MDA. These results showed that the pretreatment of ULEF had the preventive role in the activities of anti-oxidative enzymes, SOD, CAT and GPx

Keywords: *Ulva lactuca* extract fraction, Carbon tetrachloride, Anti-oxidative effects.

서 론

해양성 조류는 육상생물에 비하여 비타민, 미네랄 및 식이섬유의 함량이 높고 특히 마그네슘, 철, 요오드, 아연 등의 필수 미네랄이 많이 존재하는 해양식물이다(Lee and Sun, 1980). 비타민의 경우에는 100 g 당 하루 필요량의 비타민 A, 비타민 B₂, B₁₂ 및 비타민 C가 존재한다(Chapman *et al.*, 1980). 이러한 해양식물들이 항암 및 항종양성, 항혈액응고 등의 생리 활성기능을 가지고 있는 것이 연구에 의해 밝혀지고 있다(Cho *et al.*, 1990).

국내 해안가에 자생하는 갈파래(*Ulva lactuca*)는 조류

중 녹조류의 일종으로 엽체는 엷은 녹색을 띠고 암반에 착생한다. 엽체는 분지하지 않고 폭 7~10 cm, 길이 10~15 cm의 피침형이나 신장형으로 존재하고 가장자리는 파형으로 굴곡을 가지는 것이 특징이다(Lee *et al.*, 1986). 또한 갈파래는 건조중량 100 g 당 60 g의 식이섬유, 27.2 g의 단백질, 0.3 g의 지방이 함유되어 있고 항산화 물질인 tocopherol이 다량 함유되어 있는 것으로 확인되었다(Ortiz *et al.*, 2005). 갈파래는 유럽에서는 식용으로 이용되고 있으나 현재 우리나라에서는 부분적으로 가축사료에 첨가하여 이용되는 것에 불과하고 대부분은 식용으로 사용되지 않고 방치되는 해양 식물이므로 그 유용성을 과학적으로 밝혀 산업적으로 활용하여 경제적 가치를 창출하는 것이 필요하다.

간에 들어오는 모든 물질은 cytochrome P450 monooxygenase와 NADPH-cytochrome P450 reductase의

Correspondence to: Bae Jin Ha, Department of Pharmaceutical Engineering, College of Medical Life Science, Silla University, 1-1 San, Gwaebup-dong, Sasang-gu, Busan 617-736, Korea
E-mail: bjha@silla.ac.kr

효소반응에 의해서 일차적으로 변환이 일어남으로써 독성 물질이 되거나 무독성물질이 되어 인체에 영향을 미친다(조, 2004). 간 손상을 일으키는 물질들은 carbon tetrachloride(CCl₄), chloroform, phosphorus, dimethyl nitrosamine, thioacetamide 등이 있으며 형태학적인 급성 변화로 간세포의 종창, 지방성 혹은 소엽 중심성 괴사 등을 초래하고, 만성적으로는 간경변증 등을 일으킨다(Ashburm *et al.*, 1947). 대표적인 간 독성 물질중 하나인 CCl₄는 효소반응에 의해 trichloromethyl radicals와 trichloromethyl peroxy radicals를 생성하여 세포막의 인지질인 polyenoic fatty acid의 methyl carbon을 공격함으로써 지질이 산화되어 간세포 파괴를 일으킨다(McCay *et al.*, 1984; Butler, 1990). 이런 radicals는 세포소기관의 막 지질에 분포하는 불포화 지방산 측쇄의 methylene 결합을 공격하여 약물대사 효소 활성화와 단백질 합성을 저하시키고 간에서의 급성 지방 변성을 일으키며 lipoprotein의 생성과 유리를 차단하여 급속한 지방축적을 야기한다(Jeong *et al.*, 1999). 따라서 CCl₄는 radicals를 생성하고 그것으로 인하여 간세포의 지질막 등이 파괴되어 세포가 활동성을 잃게 되어 간 세포의 파괴로 이어진다.

이런 지질과산화는 oxygen radicals에 의한 불포화지방산에서 일어나는 산화반응이며 oxygen radicals의 직접적인 작용보다는 철 이온 존재 하에 superoxide와 H₂O₂의 상호작용에 의해 형성되는 OH에 의해 간접적으로 일어나며, 이의 주된 손상장소가 DNA나 세포막이다(Fred *et al.*, 1976). 이와 같은 지질과산화는 여러 가지 독물에 의한 간 손상으로 이어지는 기전으로 인정되어진다(Ling *et al.*, 1996).

Free radicals는 인체에서 강한 독성으로 작용하며 이런 radicals의 제거를 목적으로 superoxide dismutase (SOD), catalase(CAT), glutathione peroxidase(GPx) 등과 같은 항산화 효소와 그 외 환원형 보조인자들이 존재한다. 이 중 SOD는 O₂를 H₂O₂로 변환시키는 역할을 하고 H₂O₂는 CAT와 GPx에 의해 H₂O+O₂가 되는 과정을

거친다(Gillette, 1977).

본 연구는 국내 연안에 자생하는 녹조류인 갈파래의 유용성을 과학적으로 밝혀 경제적으로 활용할 목적으로 갈파래추출물 분획 중 MTT assay에 의한 항암활성에 대한 타 선행연구에서 항암활성이 뛰어난 것으로 확인된 유효 분획인 에틸에테르, 에틸아세테이트, 수층의 분획물을 선투여하고 CCl₄를 후 투여한 경우에 항산화효소의 CCl₄ 독성에 대한 예방효과를 관찰하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

갈파래는 부산광역시 기장읍 앞바다 및 광안리 수변공원 주변에서 서식하는 것을 채취하였고 수 회 세척하여 소금성분을 최대한 제거한 후 그늘에서 건조하여 사용하였다.

실험동물 및 식이

실험동물은 체중 170~180 g 내외의 생후 7주 암컷 흰 쥐(Sprague-Dawley)를 대구 효창 사이언스로부터 구입하였고 7일 동안 적응시켰다. 실험흰쥐는난과법에 따라 총 35마리를 7마리씩 5군으로 나누었고(Table 1) 군별로 cage에 분리시키고 고형사료와 물을 자유롭게 섭취하도록 하였으며 22±1°C의 온도와 60±5% 상대습도로 유지시켰다. 정상군(NOR; normal group)은 15일 동안 saline을 쥐 무게 kg당 1 ml의 비율로 매일 투여하고 대조군(CON; CCl₄-posttreated group)은 14일 동안 saline을 쥐 무게 kg당 1 ml의 비율로 매일 투여한 후 15일째 되는 날 CCl₄(99.9%)를 olive oil에 1 : 1 비율로 희석시킨 후 그 용액을 쥐 무게 kg당 3.3 ml의 비율로 복강 내로 투여하였다. 에틸에테르분획물군(ULE; *Ulva lactuca* extract ethylether fraction-pretreated and CCl₄-posttreated group), 에틸아세테이트분획물군(ULA; *Ulva lactuca* extract ethylacetate fraction-pretreated and

Table 1. Experimental design of rats

Experimental groups	Day 1~14	Day 15
	Dose of sample	
NOR (7)	1 ml/kg of saline, i.p.	
CON (7)	1 ml/kg of saline, i.p.	
ULE (7)	1 ml/kg of <i>Ulva lactuca</i> extract ethyl ether fraction, i.p.	3.3 ml/kg of CCl ₄ (dissolved in equal vol. olive oil.), i.p.
ULA (7)	1 ml/kg of <i>Ulva lactuca</i> extract ethyl acetate fraction, i.p.	
ULW(7)	1 ml/kg of <i>Ulva lactuca</i> extract water fraction, i.p.	

NOR, normal group; CON, CCl₄-treated group; ULE, *Ulva lactuca* extract ethyl ether fraction-pretreated and CCl₄-posttreated group; ULA, *Ulva lactuca* extract ethyl acetate fraction-pretreated and CCl₄-posttreated group; ULW, *Ulva lactuca* extract water fraction-pretreated and CCl₄-posttreated group. The number of experiment animals is given in parenthesis.

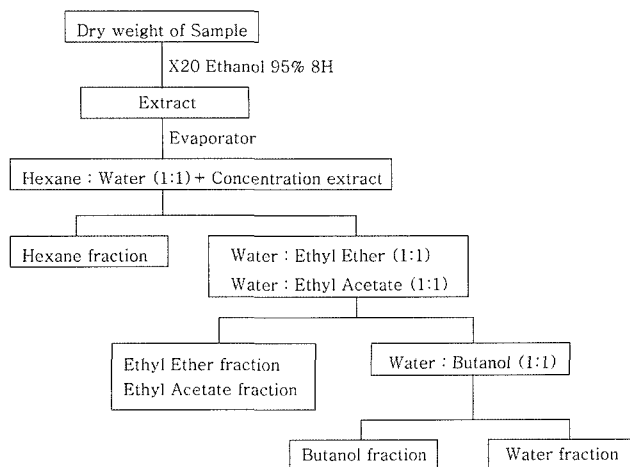


Fig. 1. Process of *Ulva lactuca* extract fractions.

CCl_4 -posttreated group), 수층분획물군(ULW; *Ulva lactuca* extract water fraction-pretreated and CCl_4 -posttreated group) 등의 시료군에는 증류수(DW) 1 ml에 각각의 분획물을 10 mg의 비율로 용해시킨 후 그 용액을 쥐 무게 kg 당 1 ml의 비율로 복강 내에 14일간 매일 투여하고 15일째 되는 날에 상기 대조군에서 언급된 것과 동일한 방법으로 CCl_4 를 복강 내로 투여하였다. CCl_4 를 투여하고 절식 시킨 뒤 12시간 후에 ether로 마취하고 해부하여 간을 적출하여 실험하였다.

갈파래 추출 분획물 시료의 제조

갈파래 추출 분획물은 Fig. 1과 같이 건조중량의 20배에 해당하는 95% ethanol을 침지시켜 8시간 추출한 다음 evaporator를 이용하여 추출물을 농축하였다. 극성도 차이에 의한 방법으로 헥산분획물, 에틸에테르분획물, 에틸아세테이트분획물, 부탄올분획물, 수층분획물 등 5개 분획물을 얻었고 이 중 타 선행연구를 통해 항암활성에서 유효한 효과가 있는 에틸에테르분획물, 에틸아세테이트분획물, 수층분획물 등 3개 분획물만을 실험대상 물질로 선정하여 각각의 분획물을 증류수에 용해시키고 용해가 잘 되지 않을 경우에는 초음파 처리하여 완전 용해시킨 후 시료로 사용하였다.

간 적출

시료 투여 기간 종료 후 실험동물을 ether 마취 하에서 개복한 후 간 4엽을 전부 적출하여 생리 식염수로 세척, 여지로 흡착한 후 -70°C deep freezer에 보관하여 실험에 사용하였다.

간에 간 무게 10배의 용액(10 mM tris, 0.07 M saccharose, 0.1 mM EDTA, 0.2 M mannitol, in dissolved

0.1 N HCl)을 넣어 균질화한 후, $600\times g$, 4°C 에서 10분간 원심분리한 상등액을 다시 $8,000\times g$, 4°C 에서 10분간 원심분리하여 얻은 pellet에 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0) 5 ml 넣어 mitochondrial fraction으로 사용하였다.

간 조직의 단백질 정량

단백질의 정량은 Lowry 등의 방법(1951)에 의해서 750 nm에서 흡광도를 측정하고 표준 단백 시료를 bovine serum albumin으로 정량하였다.

간 조직 내 mitochondrial fraction의 SOD 효소활성 측정

Beauchamp와 Fridovich의 방법(1971)에 따라 0.2 M K-phosphate buffer(pH 7.4) 672 μl , 1 mM xanthine 100 μl , 1% sodium deoxychlorate 30 μl , 1.5 mM KCN 30 μl , 0.2 mM cytochrome C 150 μl 를 넣은 후 잘 섞은 다음 mitochondrial fraction 8 μl 를 넣고 측정하기 전 xanthine oxidase원액을 10 μl 를 넣어 mixing한 후 UV-spectrophotometer를 이용하여 550 nm에서의 흡광도 변화를 2분 동안 측정하였다. 효소의 활성도는 표준액으로 Sigma사의 superoxide dismutase standard를 사용하여 측정하였다.

간 조직 중 CAT의 활성 측정

Aebi의 방법(1984)을 이용하여 phosphate buffer (0.05 M pH 7.0) 1.9 ml에 sample(Liver homogenate)를 800 $\times g$ 에서 20분간 원심분리하고 난 뒤 상등액을 100 μl 취해서 buffer로 10, 20, 40, 80배 각각 희석하여 sample로 사용) 0.1 ml와 과산화수소 용액 1 ml를 혼합하여 240 nm에서 90 sec 동안 흡광도 감소를 측정 하였다.

간 조직 중 GPx의 활성 측정

Lawrence와 Burk의 방법(1976)에 준하여 0.1 M phosphate buffer(4 mM EDTA) 400 μl , 0.01 M NaNO_3 70 μl , 0.01 M GSH 70 μl , 1.5 mM NADPH 70 μl , H_2O 360 μl , GSSG-reductase(1.8 U/ml) 20 μl 및 sample (Liver homogenate) 10 μl 를 혼합하여 상온에서 1분간 방치한 후 5 mM H_2O_2 100 μl 를 가해 잘 섞은 후 340 nm에서 90초 동안 흡광도 감소 측정을 하였다.

간 조직 중의 malondialdehyde(MDA) 함량 측정

간 1g을 취하여 간 무게의 5배 용량인 5 ml의 phosphate buffer(pH 7.4)에 homogenation 시킨 것을 마개가 있는 시험관에 각각 0.5 ml씩 triple로 취하였다. Thiobarbiturice acid(TBA)변법[13]으로 7% SDS(sodium dodesyl sulfate)로 가용화시켜 여기에 0.67%(동량의

acetic acid 혼합시약) 2 ml를 가하여 95°C water bath에서 50분간 가열 후 즉시 급냉시켜 butanol 5 ml를 첨가하여 800×g에서 10분간 원심분리 후 상등액을 535 nm에서 흡광도 측정하였다.

통계처리

본 실험에 대한 모든 실험 결과는 평균치와 표준편차로 나타내었고, 통계적 유의성은 SPSS를 이용한 ANOVA로 검정하였다.

결과 및 고찰

Mitochondrial fraction의 SOD 측정

생체에 활성 산소가 너무 많으면 암을 발생시키거나 노화를 촉진하는 등 나쁜 영향을 미친다. 이런 활성 산소는 과식, 스트레스, 흡연, 지나친 운동으로 인한 과호흡 등에 의해 그 양이 증가하는데, 이러한 활성산소를 제거시키는 역할을 하는 효소가 SOD이다. 생체 내의 항산화 방어기구 중에서 효소적 방어 계의 하나로 주로 mitochondria에 존재하며 superoxide radical을 환원하여 H₂O₂를 생성하여 생체를 보호한다(Tainer *et al.*, 1983; Rosen *et al.*, 1993). Table 2와 같이 O₂에 의한 독성으로부터 생체를 보호하는 SOD의 활성도는 정상군에 비해 CCl₄만 투여한 대조군에서 감소되었으나 갈파래추출 분획물을 선 투여한 후 CCl₄를 후 투여한 3개 시료군에서는 전반적으로 대조군보다는 높게 나타나 선 투여된 갈파래추출분획물이 CCl₄ 독성을 예방한 것으로 관찰 되었다. 분획별로는 CCl₄만 투여한 대조군에 비해 ULA군은 16% ULE군은 31% ULW군은 32% 높게 나타내어 ULW군에서 예방효과가 가장 높은 유의성을 나타내었으나 ULE군과 거의 비슷하였다.

Table 2. Effects of *Ulva lactuca* extract fractions on SOD activity in mitochondrial fraction

Experimental groups	SOD (U/mg protein)
	Mitochondrial fraction
NOR	70.33 ± 0.41***
CON	40.86 ± 0.59
ULE	53.33 ± 0.22***
ULA	47.29 ± 0.13**
ULW	53.94 ± 0.60**

NOR, normal group; CON, CCl₄-treated group; ULE, *Ulva lactuca* extract ethyl ether fraction-pretreated and CCl₄-post-treated group; ULA, *Ulva lactuca* extract ethyl acetate fraction-pretreated and CCl₄-posttreated group; ULW, *Ulva lactuca* extract water fraction-pretreated and CCl₄-posttreated group. ***p < 0.001, **p < 0.05 *p < 0.1 values are mean ± S.E. (n = 7). SOD, superoxide dismutase.

Table 3. Effects of *Ulva lactuca* extract fractions on CAT activity in liver homogenate

Experimental group	CAT (mU/mg protein)
	Liver homogenate
NOR	246.96 ± 0.33***
CON	164.11 ± 2.62
ULE	214.58 ± 1.41**
ULA	210.90 ± 3.09**
ULW	200.86 ± 4.64*

NOR, normal group; CON, CCl₄-treated group; ULE, *Ulva lactuca* extract ethyl ether fraction-pretreated and CCl₄-post-treated group; ULA, *Ulva lactuca* extract ethyl acetate fraction-pretreated and CCl₄-posttreated group; ULW, *Ulva lactuca* extract water fraction-pretreated and CCl₄-posttreated group. ***p < 0.001, **p < 0.05 *p < 0.1 values are mean ± S.E. (n = 7). CAT, catalase.

간 조직 내의 CAT 측정

생체 내 생명 현상에서 필수적인 산화환원반응의 일종으로 생성되는 H₂O₂를 H₂O와 O₂로 분해하는 효소 중 하나가 CAT이다. 이것은 다수의 H₂O₂ 생성효소들과 복합체를 형성하여 peroxisome에 주로 분포하고 H₂O₂ 증가에 따른 조직손상을 방어하는 효과가 있다고 알려져 있다 (Gutteridge *et al.*, 1983; Yosjikawa *et al.*, 1983). 또한 SOD에 비해 산화적 손상에 다소 민감한 것으로 사료되며, 항산화계 효소들은 대사과정 중 발생하는 활성 산소 종에 의해 그 활성이 비가역적으로 불활성화 될 수 있으며, 또한 지방산화에 의해 생성된 유리기도 제거하는 능력이 있다고 보고하고 있다(Fridovich, 1986; Von, 1987). Table 3에 표시된 측정결과와 같이 H₂O₂의 증가에 따른 조직손상을 방어하여 생체를 보호하는 CAT의 활성도는 saline만 투여한 정상군과 비교하였을 때 CCl₄만을 투여한 대조군보다 감소되었으나 갈파래추출 분획물을 선 투여하고 난 후에 CCl₄가 후 투여된 3가지 시료군에서는 전반적으로 대조군과 비교하였을 때 CAT 활성도가 증가된 것으로 나타나 선 투여된 갈파래추출분획물이 CCl₄ 독성을 예방한 것으로 관찰 되었다. 분획별로 구체적으로 보면 대조군과 비교하였을 때 ULW군, ULA군, ULE군에서 각각 22%, 29%, 31% 증가된 것으로 나타남으로써 ULE군에서 가장 높은 유의성의 예방효과를 보여주었다.

간 조직 내의 GPx 측정

Glutathione은 산화적 손상으로부터 red blood cell을 보호한다(Ahuva, 1995). GSH는 disulfide bond에 의해서 연결된 두 개의 tripeptide에 의해서 환원된 형태 (GSH)와 산화된 형태(GSSG) 사이를 순환한다. GSSG는 전자 근원과 같은 NADPH를 사용하는 flavoprotein인 glutathione reductase에 의해서 GSH로 환원된다. Gluta-

Table 4. Effects of *Ulva lactuca* extract fractions on GPx activity in liver homogenate

Experimental groups	GPx (mU/mg protein)
	Liver homogenate
NOR	77.4 ± 1.01**
CON	21.2 ± 0.4
ULE	45.6 ± 1.04*
ULA	42.2 ± 1.61
ULW	35.9 ± 1.67

NOR, normal group; CON, CCl_4 -treated group; ULE, *Ulva lactuca* extract ethyl ether fraction-pretreated and CCl_4 -post-treated group; ULA, *Ulva lactuca* extract ethyl acetate fraction-pretreated and CCl_4 -posttreated group; ULW, *Ulva lactuca* extract water fraction-pretreated and CCl_4 -posttreated group. *** $p < 0.001$, ** $p < 0.05$ * $p < 0.1$ values are mean ± S.E. (n = 7). GPx, glutathione peroxidase.

thione은 aerobic life에서 해로운 부산물인 hydrogen peroxide와 organic peroxide와 함께 반응함으로써 해독 작용에서 중요한 역할을 수행한다. 이 반응에서 촉매 효소인 GPx는 selenium 원자가 공유 결합되어있는 것이 주목할 만하다. 이 효소는 H_2O_2 를 비롯하여 lipid peroxide 같은 다양한 peroxides 종류들을 조절한다(Meister *et al.*, 1983). 이러한 조절작용을 통해 생체를 보호하는 GPx의 활성도를 측정된 결과는 Table 4와 같다. 정상군과 대조군을 비교하면 정상군보다 비교군에서 GPx의 활성도 낮게 나타났으나 갈파래추출 분획물을 선 투여한 후 CCl_4 를 투여한 3개 시료군 전부에서 대조군에 비해 활성도의 측정결과가 높게 나타남으로써 선 투여된 갈파래추출분획물이 CCl_4 독성을 예방한 것임을 알 수 있었다. 대조군과 비교된 분획별 GPx의 활성도는 ULW군은 69% ULA군은 99% ULE군은 115% 증가된 것으로 나타나 ULE군이 가장 높은 유의성을 보여 탁월한 예방효과를 나타내 주었다.

간 조직 중 MDA의 정량

과산화지질은 oxygen radicals에 의한 불포화지방산에서 일어나는 산화반응이며 oxygen radicals의 직접적인 작용보다는 철 이온 존재 하에 superoxide와 H_2O_2 의 상호작용에 의해 형성되는 OH에 의해 간접적으로 일어나며, 이의 주된 손상장소가 DNA나 세포막이다(Fred *et al.*, 1976). 이와 같은 지질의 과산화는 여러 가지 독물에 의한 간 손상으로 이어지는 기전으로 인정되어진다(Ling *et al.*, 1996). MDA는 free radical의 과잉에 의한 oxidative stress의 최종산물 중 하나이고 간 손상의 지표로 이용된다.

Fig. 2와 같이 CCl_4 만을 투여한 대조군은 MDA량이 정상군보다 370% 증가하여 CCl_4 독성에 의한 심한 간 손상을 보여 주었으며 ULE군, ULA군, ULW군은 대조군에

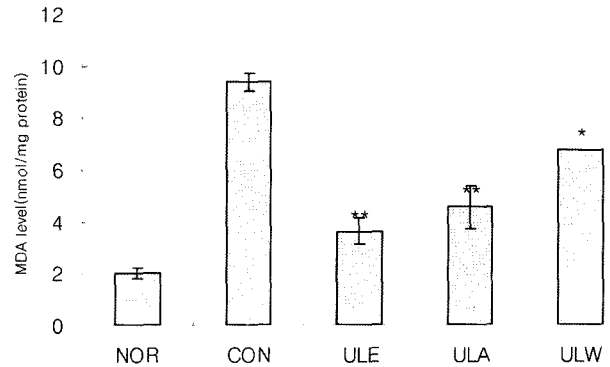


Fig. 2. Effect of *Ulva lactuca* fraction extracts on MDA contents in liver homogenate. NOR, normal group; CON, CCl_4 -treated group; ULE, *Ulva lactuca* extract ethyl ether fraction-pretreated and CCl_4 -posttreated group; ULA, *Ulva lactuca* extract ethyl acetate fraction-pretreated and CCl_4 -posttreated group; ULW, *Ulva lactuca* extract water fraction-pretreated and CCl_4 -posttreated group. *** $p < 0.001$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ values are mean ± S.E. (n = 7). MDA: malon dialdehyde.

비해 MDA량이 각각 61%, 50%, 28% 감소된 것으로 나타나 투여된 갈파래 추출분획물이 선 투여됨으로써 CCl_4 에 의한 간 손상을 예방하는 효과가 있음을 보여 주었다. 이러한 간 손상 예방효과는 갈파래추출분획물의 선 투여에 의해서 항산화효소 SOD, CAT, GPx의 효소활성도가 증가한 것에 기인된 것으로 사료되었다.

갈파래추출 극성별 분획물이 CCl_4 독성에 대하여 어느 정도의 예방적 보호효과를 가지고 있는지를 검토하기 위해서 흰쥐를 사용하여 갈파래추출 분획물을 14일간 매일 1회 복강 내로 선 투여하고 15일째 되는 날에 CCl_4 를 투여한 경우에 간에서의 효소 활성의 변동 및 간 손상 정도를 관찰하였다.

전반적으로 모든 분획물이 대조군에 비해 간 독성에 대한 예방적 보호효과를 나타내었지만 ULE군에서 SOD, CAT, GPx 및 MDA 전부에서 공통적으로 31% 이상의 효과를 나타냄으로써 분획물중 갈파래추출 에틸에테르 분획물이 가장 높은 예방적 효과를 가지고 있음을 보여 주었다.

이러한 결과는 갈파래추출 분획물이 간으로 들어오는 독성물질의 간 손상으로부터 발병 전에 미리 섭취함으로써 예방적 보호효과를 가지고 있음을 보여 주는 것으로 분획물의 구성성분에 관한 명확한 조사를 추후 실시하여 연구결과를 보충함으로써 식용으로 이용되지 않고 방치되는 갈파래가 유용한 해양 식물 자원으로 활용될 수 있는 가능성이 예견된다고 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역혁신인력양성사업에 의한 지

원을 받아 수행하였으며 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- Aebi, H. (1984): Catalase *in vitro*, *Methods. Enzymology*, **105**, 121-126.
- Ahuva, G., Joshua, W., Sandra, E., Natan, C., Ronit, Z., David, M. and Dita, C. (1995): Changes in red blood cell glutathione and glutathione-dependent enzymes on long-term treatment with captopril and enalapril. *Clinica Chimica Acta*, **240**, 89-94.
- Ashburn, L.L., Endicott, K.M., Daft, F.S. and Little, R.D. (1947) : The nonportal distribution of trabecule in dietary cirrhosis of mouse and huinea pigs. *Am. J. Pathology*, **23**, 159.
- Beauchamp, C. and Fridovich, I. (1971): Superoxide dismutase improved assays and an assay applicable to acrylamide gel. *Anal. Biochem.*, **44**, 276-287.
- Butler, T.C. (1990): Reduction of carbon tetrachloride *in vivo* and reduction of carbon tetrachloride and chloroform *in vitro* by tissues and tissues constituents. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, **134**, 311-319.
- Chapman, V.J. and Chapman, D.J., (1980): Seaweeds and their uses. New York: Chapman & Hall, 3rd ed., pp. 25-42.
- Cho, K.J, Lee, Y.S. and Ryu, B.I.L. (1990): Antitumor effect and immunology activity of seaweeds toward sarcoma-180. *J. Korea Fish. Soc.*, **23**, 315-352.
- Jeong, C.S., Jung, K.W. and Jeong, J.S. (1999): Hepatoprotective effect of subfractions of *Carthamus tinctorius* L. semen on the reversal of biotransformation enzyme activities in CCl₄-induced hepatotoxic rats. *J. Fd Hyg. Safety*, **14**, 172-178.
- Fred, J., Yost, J. and Fridovich, I. (1976): Superoxide and hydrogen peroxide in oxygen damage. *Arch. Biochem. Biophys.*, **175**, 514-518.
- Fridovich, I. (1986): Biologic effects of the superoxide radicals. *Arch. Biochem. Biophys.*, **247**, 1-15.
- Gillette, J.R. (1977): Formation of reactive metabolites of foreign compounds and their covalent binding to cellular constituents. *American Physiological Society*.
- Gutteridge, J.M.C., Beard, A.P.C. and Quinlan, G.J. (1983): Superoxide-dependent lipid peroxidation. Problem with the use of catalase as a specific probe for Fenton-derived hydroxyl radicals. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **117**, 901-907.
- Ling, H.R., Sirén, H., Riekkola, M.L., Vuorela, P., Vuorela, H. and Hiltunen, R. (1996): Optimized separation of pharmacologically active flavonoids from *Epimedium* species by capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, **746**, 123-129.
- Lee, I.H., Lee, Y.P. and Ahn, Y.S. (1986): Flora of Marine Algae in Cheju Island 1. Ulvaceae. *The Korean Journal of Phycology*, **1**, 157-167.
- Lawrence, R.A. and Burk, R.F. (1976): Glutathione peroxidase activity in selenium-deficient rat liver. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **71**, 952-958.
- Lee, J.H and Sun, V.J. (1980): The content of minerals in algae. *J. Korea Soc Food Sci. Nutr.*, **9**, 51-58.
- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.J., Farr, A.S. and Randall, R.J. (1951): Protein Measurement with Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 256-261.
- McCay, P.B., Lai, E.K., Poyer, J.L., Dubose, C.M. and Janzen, E.G. (1984): Oxygen and carbon-centered free radical formation during carbon tetrachloride metabolism. *J. Biol. Chem.*, **259**, 2135-2143.
- Meister, A and Anderson, M.E. (1983): Glutathione. *Annu. Rev. Biochem.*, **52**, 711-760.
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernandez, J., Bozzo, C. Navarrete, E., Osorio, A. and Rios, A. (2005): Dietary Fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry*, **99**, 98-104.
- Tainer, J.A., Getzoff, E.D., Richardson, J.S. and Richardson, D.C. (1983): Structure and mechanism of Cu, Zn, superoxide dismutase. *Nature*, **306**, 274-287.
- Von, S. (1987): In "The Chemical Basis of Radiation of Biology" Tylor and Francis., (ed.). London. pp. 31.
- Yosjikawa, T., Murakami, M., Yoshida, N., Seto, O. and Kondo, M. (1983) : Effects of superoxide dimutase and catalase on disseminated intravascular coagulation in rats. *Thromb. Haemostas*, **50**, 869-872.
- 조명행 (2004): 기초 독성학, 영지문화사, pp. 116-120.