

사염화탄소를 투여한 흰쥐의 지질농도에 미치는 식물추출물의 보호효과

최용순 · 김성완¹⁾

강원대학교 식품생명공학부 · ¹⁾생명과학부

Protective Effects of Some Plant Extracts on Lipids Contents of Rats Treated with Carbon Tetrachloride

Yong-Soon Choi and Sung-Wan Kim¹⁾

Division of Food Science and Biotechnology and ¹⁾Division of Life Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

ABSTRACT

This study was performed to investigate the possible effects of some plants protecting intact rat liver damaged by CCl₄. The extract of mugwort (*Artemisia capillaris*), soybean sprout and pine leaf (*Pinus strobus*) inhibited markedly the in vitro activities of rat liver fatty acid synthase, whereas those of shiitake (*Lentinus ododes*), *Houttuynia cortata*, *Acanthopanax cortex* and buckwheat leaves had less effects. Treatment with the water extract of pine leaf and soybean sprout caused a marked decrease in the CCl₄-induced toxicity in rat liver, judged from their effects on the levels of glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) and glutamate pyruvic transaminase(GPT) in the serum. The extract of mugwort and soybean sprout reduced markedly the content of liver microsomal peroxides induced by CCl₄ treatment and serum TBA values, respectively. The extract of soybean sprout decreased efficiently the content of liver triglyceride elevated by CCl₄ treatment. Nevertheless, the extracts did not exert the supression of hepaticmegaly induced by CCl₄. The results suggest that soybean sprout and pine leaf may be potential sources improved the biochemical parameters like as peroxidation value or serum GOT and GPT, although these extracts had minimal effects in the increase of liver size induced by carbon tetrachloride.

Key words : Plant extracts, CCl₄-toxicity, soybean sprout, fatty acid synthase, rats.

서 언

간장은 식사로 공급되는 영양소의 저장, 분배 및

합성을 담당하는 중심기관이다. 식사용래의 당질은 산화되거나, glycogen으로서, 또는 지방으로 전환되어 체내조직에 저장되어진다. 간장이나 지방조직에서 지방산합성의 속도를 조절하는 효소는 fatty acid

Corresponding author: 최 용 순, 우 200-701 춘천시 효자2동 192-1 강원대학교 농업생명과학대학 식품생명공학부
E-mail: yschoi@cc.kangwon.ac.kr

synthase (FAS) 로 알려져 있다 (Nepokroeff등, 1975; Wills, 1985).

체내 지방은 식사로부터 유래하는 외인성지방과, 당질이나 알콜섭취로부터 합성되는 내인성지방으로 구성된다. 식이지방이 제한될 경우 체내 지방의 축적은 지방합성과 분해의 균형에 따라 결정되어진다(Nepokroeff등, 1975; Wills, 1985; Hund 와 Groff, 1990). 특히, 간장과 지방조직에서 fatty acid synthase 활성과 지방합성량은 비례관계를 갖고 있는 듯하다(Bernier와 Hargrove, 1993). 그러므로 fatty acid synthase 는 지방산합성의 중요한 율속효소로서 대사조절을 위한 표적 효소로 간주되어 왔다 (Tomoda 와 Omura, 1990). 한편, 대장암, 전립선, 난소, 유방암 세포에서 fatty acid synthase 활성은 매우 높은 것으로 알려져 있어, 지방산합성은 이러한 암종양의 성장에 유리하게 작용하는 것으로 추측되고 있다 (Fuhajda, 2000).

지방간은 간장으로 혈중유리지방산의 과잉유입, 지방산의 합성과 에스테르화의 항진, 지방산산화율의 감소, apolipoprotein 합성의 감소 또는 very low density lipoprotein (VLDL)의 합성과 분비의 감소등의 요인이 단독 또는 복합적으로 발생되어 일어난다. 알콜 또는 사염화탄소와 같은 약물은 세포독성으로서 뿐만 아니라 간장의 단백질합성기능을 억제함으로써, 간장조직에 지방을 축적한다. 또한, 사염화탄소는 간장세포의 소포체의 mixed function oxidase system에 의해 생성되는 분해산물이 생체성분과 결합하거나, 세포소기관등의 막을 공격함으로써 지질과산화물을 유도하는 것으로 알려져 있다 (Cheeseman등 1985; Klaassen, 1996).

본 연구에서는 *in vitro* FAS 활성을 저해하는 물질이 사염화탄소를 처리한 흰쥐의 지질 및 과산화지질 함량에 미치는 효과를 검토하여 간장 및 지질대사 조절을 위한 기능성소재를 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

어성초(*Houttuynia cordata*), 오갈피(*Acantopanax*

cortex), 인진쑥(*Mugwort, Artemisia capillaris*), 표고버섯(*Shiitake, Lentinus ododes*), 솔잎(Pine leaf, *Pinus strobus*), 콩나물(Soybean sprout) 은 춘천시내 한약전재상(오갈피, 어성초, 인진쑥) 또는 시장에서 구입하였다. 메밀싹(Buckwheat leaf)은 본 연구실에서 직접 받아시켜 재료로 하였으며, 솔잎(*Pinus strobus*)은 강원대학교 연습림에서 채취하였다. 일부 수집된 재료는 음건하거나, 60°C에서 건조하여 세절하였다. 추출물은 시료에 10배에 해당하는 증류수를 넣어 12시간동안 환류냉각기를 부착한 추출기로 3회 추출하여 얻은 침출액을 농축후 동결건조하였다.

2. *In vitro* Fatty acid synthase(FAS) 활성저해도 측정

4주령의 SD rats를 구입하여 시판사료에 10% soybean oil를 첨가하여 2주간 자유급식하였다. 이어서 48시간 절식 후 50%설탕을 포함하는 시판사료를 2일간 투여한 후 단두로 희생한 후 간장을 분리하였다. 효소원은 Nepokroeff 와 Lakshmanan(1975)의 방법에 따라 cytosol을 분리하여 효소원으로 하였다. 실험재료인 추출물은 물 또는 에탄올에 용해하여 (1.0 mg/ml) 반응액에 첨가하여 340 nm 에서 NADPH의 산화율의 저해정도를 측정하여 효소활성의 정도를 산출하였다.

3. 동물실험

Sprague-Dawley계의 수컷 흰쥐 42마리를 일주일간 시판 고형사료(삼양사료, 삼양사료, 원주)로 실험실 환경에 적응시켜, 난피법에 따라 군을 나눈 후, 실험식을 공급하였다. 동물군은 control군(C), 사염화탄소 투여군(CCl₄), 추출물(쑥, 솔잎, 표고, 콩나물, 녹두)의 총 7 군으로 나누었다. 사육실의 온도는 24 ± 2°C로 유지하였으며, 조명은 12시간 주기로 조절하였다. 본 실험에서 사용한 동물의 식이는 AIN-76 식이조성 (1977) 에 준하였으며 기본식에 건조된 쑥과 솔잎추출물은 3.0%, 그 외의 추출물은 5.0% 로 제조하였다 (Table 1). 추출물의 첨가량은 과자가공시 최적의 기호성을 보인 함량으로 결정하였다. 그러나, 표고버섯은 국수등에 분말로 첨가하여 이용할 수 있는 점을 고려하여 표고버섯은 추출하지 않고

Table 1. The composition of diets (%)

Ingredients	Percent
Casein	20.0
Sucrose	15.0
Corn oil	10.0
Starch	50.0
Mineral mixture	3.5
Vitamin mixture	1.0
Choline bitartrate	0.2
Methionine	0.3
Extracts ¹⁾	-

1)3% of diet (Mugwort and Pine leaf)

5% of diet (Shiitake, Soybean sprout and Mungbean)

분말상태로 첨가하였다. 실험식개시 3주후 control 군을 제외한 모든 실험군은 2 일간 연속 olive oil: 사염화탄소혼합액 (1:1v/v)을 1ml/kg체중 수준으로 2회 복강주사 하였으며, 대조군은 동량의 olive oil을 주사하였다. 사염화탄소처리가 끝난후 12시간 절식시킨 후, 실험동물은 단두로 희생시킨 후, 혈액및 간장을 얻었다. 혈청은 3,000rpm에서 10분간 혈액을 원심분리하여 얻었다. 간장 microsome은 Palozza등 (1992)의 방법에 따라, 간장 g당 5배의 완충액 (0.25M sucrose containing 5mM Hepes, 0.5 mM EDTA, pH 7.5)으로 균질화하여, 8,000 x g 와 18,000 x g에서 10분간 원심분리한 후 mitochondria를 얻었다. 이어서 얻어진 상등액을 105,000 x g에서 60분간 원심분리하여 얻어진 pellet을 0.1M potassium phosphate buffer, pH 7.5로 균질화하여 단백질정량 (Lowry등, 1951)을 행하여 실험에 사용하였다. 간장 조직의 지질분석을 위하여 간장은 -70°C에 보관되었다. 혈액은 실온에서 30분간 정치한 후 원심분리하여 혈청을 얻었다.

4. 간조직중의 지질 과산화물정량

사염화탄소 투여에 의해 생성된 지질 과산화물은 Ohkawa 등(1979)의 방법으로 정량하였다. 즉, 간장 microsome 단백질 0.5 mg을 취해 8.1% SDS용액을 200 μ l, 20% acetic acid을 각각 1.5 ml넣은 후, 이어서 1.2% TBA용액 1.0 ml를 넣어 30분간 수욕상에서 가

열한 후 실온에서 방냉시켰다. 이를 2,000rpm에서 원심분리하여 532nm에서 흡광도를 측정하였다. 과산화지질량은 단백질 mg당 malondialdehyde(MDA)량으로 표시하였다.

5. 지질함량의 측정

혈청중 지방질농도는 시판용 kit(Total cholesterol, Cleantech TG-S, 아산제약, 서울)를 이용하여 측정하였다. 간장은 Folch등(1957)의 방법에 따라 지방질을 추출정제하여 isopropanol에 용해하여 kit로 측정하였다 (Carr등, 1993). 혈청 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT) 및 glutamate pyruvic transaminase (GPT) 활성은 Reitman 과 Frankel (1976)의 비색법에 따라 kit(아산제약, 서울)를 이용하여 측정하였다.

6. 통계처리

실험의 모든 결과는 평균과 표준오차로 표시하였고 control군 또는 CCl₄-단독처리군을 기준으로 하여 Student-T test로 식물추출물의 효과를 검정하였다.

결 과

1. 추출물의 *in vitro* FAS 활성저해효과

Fig. 1 과 같이 추출물을 반응액에 20 μ g/assay 첨가하였을 때 20%이상 효소활성의 억제력을 보이는 추출물은 콩나물(21%), 인진쑥(53%), 솔잎(62%)으로, 첨가량에 따라 활성저해도가 증가하는 양적의존성을 나타내었다. 그러나 표고버섯(8%), 어성초(18%), 오가피(12%), 메밀싹(8%)추출물은 낮은 저해율을 보였다. 솔잎과 인진쑥 및 콩나물추출물을 10 μ g/assay 첨가시 저해정도는 솔잎 (44%), 인진쑥(38%), 콩나물(17%) 이었다. 한편, 콩나물추출물을 50 μ g/assay 첨가하였을 때 저해율은 54%로 나타나, 솔잎이나 인진쑥추출물을 20 μ g/assay 첨가하였을 때와 비슷한 수준의 억제효과를 나타내었다. 표고버섯, 어성초, 오갈피, 메밀싹추출물은 50 μ g/assay 첨가시에도 20% 수준의 저하효과를 보였다. 이러한 결과로부터 동물 실험에 사용할 재료로서, 솔잎, 인진쑥, 콩나물추출물을 선택하였으며, fatty acid synthase활성의 저해정

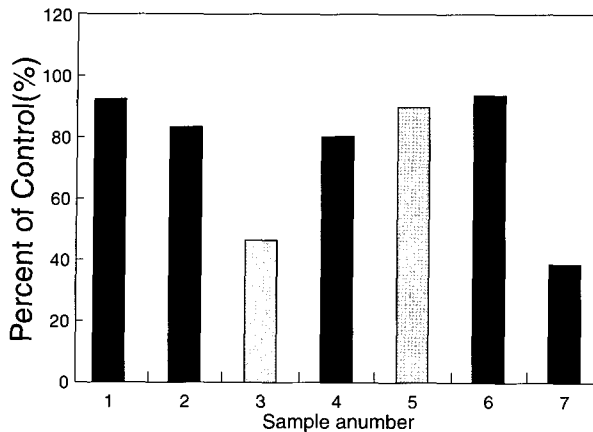


Fig. 1. *In vitro* inhibitory effects of water extracts to fatty acid synthase activities

1. Shiitake, 2. *Houttuynia cordata*,
3. Mugwort, 4. Soybean sprout,
5. *Acanthopanax cortex*,
6. Buckwheat leaf, 7. Pine leaf

도가 비슷할 수 있도록 조정하기 위하여, 솔잎, 인진썩은 3.0 %, 콩나물추출물은 5.0 % 수준으로 사료에 첨가하였다.

2. 실험동물의 간장지질농도의 변화

실험기간동안 동물의 체중 및 식이섭취량에 군간 차이는 없었다 (Data not shown). Table 2 는 실험동물의 간장무게 및 콜레스테롤과 중성지질함량을 나타내고 있다. 사염화탄소처리에 의해 간장중량은 증가하였으나, 추출물투여에 따른 억제효과는 관찰되지 않았다. 간장중 총콜레스테롤농도(mg/g)는 추출물

Table 2. The concentration of liver lipids in CCl₄-treated rats

	Liver Weight		Cholesterol		Triacylglycerol	
	g/animal	g/100g B.W.	mg/g	mg/liver	mg/g	mg/liver
Control	7.3±0.19	3.2±0.09	3.62±0.29	26.8±2.84	23.9±3.08	178±28.1
CCl ₄	9.3±0.38*	3.8±0.10*	3.39±0.15	31.6±2.49	29.2±0.95	272±13.4*
Mugwort	10.4±0.69*	4.2±0.16*	2.93±0.14	30.2±1.53	27.1±0.92	282±16.7*
Soybean sprout	9.1±0.10*	3.7±0.10*	3.01±0.13	27.4±1.24	23.5±1.59*	214±17.4*
Pine leaf	9.4±0.30*	3.9±0.11*	3.10±0.27	28.6±2.12	27.7±2.16	260±23.9

Mean ± S.E. of 6 rats.

*Significant differences between control and experimental groups at P<0.05

*Significant differences between CCl₄ and experimental groups at P<0.05

투여군이 control군 또는 CCl₄-단독처리군보다 낮았으나, 간장당 콜레스테롤농도(mg/liver)는 실험군의 간장비대로 인하여 군간차이는 보이지 않았다. 한편, 간장 중성지질농도는 군간 유의한 차이는 없었으나, 콩나물추출물군은 control군 보다 낮은 수준을 보였다. 중성지방농도를 mg/liver로 나타났을 때, 인진썩, 솔잎추출물은 control군과 비슷한 농도를 보였으나, 콩나물추출물 투여군은 CCl₄ 단독처리군보다 유의하게 낮은 수준을 보여, control군과 통계적인 차이를 보이지 않았다.

3. 간장미크로솜의 과산화지질함량

투여된 사염화탄소는 간세포의 미크로솜부위에서 분해되며 유리기를 생성한다. Table 3은 간장 미크로솜의 과산화지질함량을 나타낸 것이다. 사염화탄소처리에 의해 간장의 과산화지질함량은 증가하

Table 3. The content of thiobarbituric acid reacting materials in liver and serum of CCl₄ treated rats

Group	Liver microsome (nmole/mg protein)	Serum (nmol/ml)
Control	31.68±0.46	4.41±0.277
CCl ₄	34.07±0.21	4.16±0.153
Mugwort	26.93±0.26**	4.10±0.567
Soybean sprout	28.41±0.46*	3.86±0.298
Pine leaf	30.65±0.09*	4.44±0.150

Mean ± SE of 6 rats.

*Significant differences between Control and experimental groups at P<0.05

**Significant differences between CCl₄ and experimental groups at P<0.05

였으나, 인진쑥, 콩나물 및 솔잎추출물은 과산화지질 생성억제 효과를 보였다. 특히, 인진쑥추출물투여군의 과산화지질함량은 control군보다도 유의하게 낮은 수준을 보였다. 한편 혈청 과산화지질함량에 군간 차이는 보이지 않으나, 콩나물추출물 투여군이 상대적으로 낮은 농도를 보였다.

4. 혈청 GPT 및 GOT 효소활성

Table 4는 실험식을 투여한 흰쥐의 혈청 GOT와 GPT 효소활성을 보여주고 있다. 사염화탄소투여는 혈청 GOT 및 GPT활성의 현저한 상승을 유도하였다. 본 실험에서 사용한 솔잎, 콩나물, 녹두추출물은 사염화탄소에 의한 혈청 GPT 및 GOT 효소활성의 상승을 억제하였으나, 그 정도는 솔잎 콩나물 인진쑥 순이었다. 특히, 솔잎추출물 투여군의 혈청 GOT 활성은 control군보다 유의하게 낮았다.

Table 4. The activities of serum GOT and GPT in the CCl₄-treated rats(Karmen unit)

Groups	GOT	GPT
Control	240±2.5	58.5±4.30
CCl ₄	310±9.2*	140±2.6*
Mugwort	265±5.3 [#]	122±7.5*
Soybean sprout	251±6.3 [#]	93.4±2.7**
Pine leaf	183±3.3**	46.9±5.6 [#]

Mean±SE of 6 rats.

*Significant differences between Control and experimental groups at P<0.05

[#]Significant differences between CCl₄ and experimental groups at P<0.05

5. 혈청지질농도

Table 5는 혈청중 총콜레스테롤 및 중성지질의 농도를 나타낸 것이다. 혈청콜레스테롤농도는 사염화탄소투여에 의해 크게 변화하지 않았다. 콩나물추출물 투여군은 다른 실험군보다 낮은 혈청콜레스테롤 농도를 나타내었다. 한편, 혈청 중성지질농도는 사염화탄소처리에 의해 감소하였으나 통계적인 의미는 없었다. 한편, 콩나물, 솔잎추출물투여에 의해 중성지질농도를 control군보다 유의한 감소가 있었다.

Table 5. The concentration of serum lipids in CCl₄-treated rats

	Total Cholesterol	Triacylglycerol (mg/dl)
Control	31.68±0.46	4.41±0.277
CCl ₄	34.07±0.21	4.16±0.153
Mugwort	26.93±0.26**	4.10±0.567
Soybean sprout	28.41±0.46 [#]	3.86±0.298
Pine leaf	30.65±0.09 [#]	4.44±0.150

Mean±S.E. of 6 rats.

*Significant differences between control and experimental groups at P<0.05

[#]Significant differences between CCl₄ and experimental groups at P<0.05

고 찰

지방간의 원인은 간장의 단백질합성저해뿐만 아니라 간장으로의 유리지방산의 과잉유입, 지방산의 합성과 에스테르화의 항진, 지방산산화율의 감소등의 요인이 복합적으로 관여한다(Chew등, 1968; Kim 등 1998; Lee등 1996). 한 예로 지방산합성의 율속효소로 알려진 fatty acid synthase의 활성억제는 궁극적으로 체내의 지방산 pool을 감소시킬 것이다(Nepokroeff등, 1975; Kim 1984). 그러나, fatty acid synthase 활성기전에 관한 많은 연구는 대부분 단백질수준에서 이루어졌으며, 단기적인 조절메카니즘은 알려져 있지 않다(Bernier와 Hargrove, 1993; Kuhajda, 2000). Tomoda 와 Omura(1990)는 미생물의 배양액으로부터 fatty acid synthase 효소의 저해물질인 cerulenin을 검색한 바 있다. 본 연구에서 fatty acid synthase 저해활성이 높은 물질은 콩나물, 쑥, 솔잎으로 나타났으나, 이들 추출물이 생체에서 지방산합성을 억제하는지에 대해서는 검토되지 않고 있다.

동물에 대한 사염화탄소의 투여는 간장세포막의 손상을 일으켜 혈액으로 세포내의 GPT 나 GOT 효소의 유출을 가져오며, 해독과정중 생성되는 분해산물은 세포막을 공격하여 과산화지질을 생성할 뿐만 아니라, 지방단백질의 합성을 억제하여 결과적으로 간장에 지방축적을 유도한다(Klaasen, 1996). 본 연

구에서는 *in vitro* fatty acid synthase 저해정도가 높은 추출물이 사염화탄소를 투여한 흰쥐에서 간장보호 효과가 있는지를 확인하고자 하였다.

혈중 GOT 또는 GPT 효소활성은 간장세포막의 손상을 확인하는 주요한 생화학적지표가 되어 왔다. GOT 효소는 미토콘드리아에 많이 존재하는 GPT 효소는 세포질에 많이 분포하고 있다(Wills, 1985). 본 연구에서 술잎, 콩나물, 쑥추출물은 혈청 GOT 활성을 control군 수준으로 유지함으로써, 이들 추출물은 적어도 사염화탄소에 의한 미토콘드리아막의 손상을 억제하여주는 것으로 생각된다. 그러나 GPT 활성은 술잎추출물투여군에서 정상군과 같은 수준을 보이고 콩나물추출물억제효과는 술잎과 쑥추출물의 중간정도를 보여, 세포막손상억제효과는 술잎>콩나물>인진쑥추출물 순으로 사료된다.

한편 간장 마이크로솜의 과산화지질농도는 사염화탄소투여군보다 낮았으며, 그 정도는 술잎>콩나물>인진쑥추출물순이었다. 반면, 혈중 과산화지질농도는 술잎>인진쑥>콩나물추출물순의 경향을 보이고 있다. 간장 과산화지질은 궁극적으로는 lipoprotein 형태로 혈액으로 이동되어, 혈중 과산화지질의 34-69%를 차지하는 것으로 알려져 있다. 따라서 사염화탄소에 의한 간장의 지방단백질분비의 저해는 간장 과산화지질의 축적과 동시에 혈중 과산화지질농도는 낮아지는 결과를 가져오게 할 것이다(五十嵐脩 등 1986). 그러나, 간장과 혈장의 과산화지질농도가 동시에 감소된다면 이는 총체적인 과산화지질생성의 감소일 가능성이 높다. 특히, 콩나물추출물의 투여는 간장과 혈청 과산화지질함량을 동시에 감소시켜, 과산화지질생성을 효과적으로 억제하는 것으로 판단된다.

콩나물은 음주후 소위 해장국으로 자주 이용되고 있는데, 콩나물에 함유된 아스파라긴은 알콜산화의 촉진과 당신생합성을 활성화한다(Beauge 등 1980; Streeter 1973). 또한, 콩 발아시 isoflavone량은 현저히 증가하는데, daidzein은 체내에서 알콜의 산화를 활성화시키는 것으로 보고되고 있다(Dixon과 Steele 1999). 한편, 쑥은 최담제로서 효과가 인정되어 왔으며(Okuno 등, 1981), Kiso 등(1984)은 사염화탄소독성

의 해독성분으로 인진쑥으로부터 capillarin과 6,7-dimethyl esculetin을 분리하였다. 국내에서도 남등(1999)에 의해 benzopyrene을 투여한 흰쥐에서 쑥의 간장보호효과가 보고되었다. 저자등(1996)은 닭을 실험모델로 술잎추출물의 혈청콜레스테롤저하효과를 이미 보고한 바 있다.

사염화탄소투여에 의한 간장비대 (hepatomegaly)는 중성지방과 단백질의 축적에 기인되는 것으로 알려져 있다(Agostini와 Alfisi, 1979). 인진쑥, 콩나물, 술잎추출물 투여는 사염화탄소투여에 의해 생성된 간장비대를 억제하지는 못하였다. 그러므로, 간장비대는 간장에서 지방산합성의 항진보다는 지방단백질 분비저해에 크게 기인된 것으로 생각된다. 즉, 간장 중성지방함량은 control군보다 사염화탄소투여군이 높았으며, 혈청 중성지질 함량은 인진쑥을 제외하고는 control군에 비하여 사염화탄소투여군이 현저하게 낮아, 부분적으로 지방단백질분비의 감소를 반영한다. 간장에서 분비되는 VLDL(very low density lipoprotein)은 중성지방의 함량이 높기 때문에 VLDL의 분비억제는 혈중 콜레스테롤농도보다 중성지방농도에 더 큰 영향을 줄 것이다.

결론적으로 *in vitro* 지방산합성효소활성 억제효과를 보이는 콩나물, 술잎, 인진쑥추출물은 사염화탄소처리에 의한 혈청 GPT 및 GOT 활성상승 및 간장과산화지질함량을 효과적으로 감소시켰으나, 간장비대현상은 억제하지 못했다.

적 요

본 실험은 간장기능보호를 위한 식품소재를 검토하기 위하여 수행되었다. 인진쑥, 콩나물, 술잎추출물은 *in vitro* 간장 fatty acid synthase 활성을 억제하였다. 한편, 술잎, 콩나물추출물은 사염화탄소를 처리한 흰쥐의 혈청 GPT 및 GOT 효소활성의 상승을 억제하였다. 인진쑥, 콩나물추출물은 사염화탄소처리에 의한 흰쥐의 간장 microsome의 과산화지질함량의 상승을 억제하였다. 나아가 콩나물추출물은 사염화탄소에 의해 증가한 흰쥐의 간장콜레스테롤 및 중성지질함량을 현저하게 감소시켰다. 이러한 결과

는 인진쑥, 솔잎, 콩나물추출물의 사염화탄소에 의한 간장손상의 보호기능을 보여준다.

사사

본 연구는 1997년 농림부 지원 농림수산물특정연구사업의 연구비의 일부로 수행되었습니다.

인용문헌

- Agostini, C. and Alfisi, M. 1979. Changes in serum proteins and in major liver constituents following carbon tetrachloride and a high-fat choline-free diet in rats. *Experientia* 15: 1225-1226
- American Institute of Nutrition 1977. Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies. *J. Nutr.* 107: 1340-1348.
- Beauge, F., Mangeney, M., Nordmann, J. and Nordmann, R. 1980. Comparative study of the effect of amino acids on ethanol oxidation in isolated hepatocytes from starved and fed rats. *Adv. Exp. Med. Biol.* 132: 393-402
- Berdanier, C.D. and Hargrove, J.L. 1993. *Nutrition and Gene Expression*. CRC Press, Boca Raton, pp. 207-226
- Carr, T.P., Anderson, C.J. and Rudel, L.L. 1993. Enzymatic determination of triglyceride, free cholesterol and total cholesterol in tissue lipid extracts. *Clin. Biochem.* 26: 39-42
- Cheeseman, K.H., Albano, E.F., Tomasi, A. and Slater, T.F. 1985. Biochemical studies on the metabolic activation of halogenated alkanes. *Environ. Health Perspect.* 64: 85-101
- Chew, B.K., Alexander, N.M., Scheig, R. and Klatskin, G. 1968. Fatty livers, adenosine triphosphate and asparagine. *Biochem. Pharmacol.* 17: 2463-2469
- Dixon, R.A. and Steele, C.L. 1999. Flavonoids and isoflavonoids - a gold mine for metabolic engineering. *Trends Plant Sci.* 4: 394-400
- Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanly, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509
- Hunt, S.M. and Groff, J.L. 1990. *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. West Publishing Co., St. Paul, pp. 97-128
- 五十嵐脩, 金田尚志, 福場博保, 美濃眞. 1986. 過酸化脂質と榮養. 光生館. 東京, pp. 174-178
- Kim, S.M., Cho, Y.S., Kim, E.J., Bae, M.J., Han, J.P., Lee, S.H. and Sung, S.K. 1998. Effect of hot water extracts of *Salvia miltiorrhiza* Bga., *Prunus persica* Stokes, *Angelica gigas* Nakai and *Pirus strobilus* on lipid oxidation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 399-405
- Kim, S.H. 1984. Lipid metabolism. Minumsa. Seoul, pp.51-129
- Kiso, Y., Ogasawara, S., Hirota, K., Watanabe, N., Oshima, Y. and Konno, C. 1984. Antihepatotoxic principles of *Artemisia capillaris* buds. *Planta Med.* 50: 81-85.
- Klaassen C.D. 1996. *Casarett & Doull's Toxicology*. 5th edition. McGraw-Hill. New York, pp. 403-416
- Kuhajda, F.P., Pizer, E.S., Li, J.N., Mani, N.S., Frehywot, G.I. and Townsend, C.A. 2000. Synthesis and antitumor activity of an inhibitor of fatty acid synthase. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 97: 3450-3454
- Lee, Y.H., Choi, Y.S. and Lee, S.Y. 1996. The cholesterol lowering effects of the extract from *Pinus strobus* in chickens. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 25, 188-192.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-275.
- Nam, S.M., Kim, J.G., Ham, S.H., Kim, S.J., Chung, M.E. and Chung, C.K. 1999. Effect of *Artemisia iwayomogi*, extracts on antioxidant enzymes in rats administered benzo (α) pyrene. *J. Korean. Food Sci. Nutr.* 28: 199-204.
- Nepokroeff, C. M., Lakshmanan, M.R. and Porter, J.W. 1975. Fatty acid synthase from rat liver. *Method in Enzymol.* 35: 37-44
- Ohkawa, H., Ohishi, N. and Yaki, K. 1979. Assay for lipid peroxide in animal tissue by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.* 95: 351-358
- Okuno, I., Uchida, K., Kadowaki, M. and Akahori, A. 1981. Choleric effect of *Artemisia capillaris* extract in rats. *Japan J. Pharmacol.* 31: 835-838

- Palozza, P., Moualla, S. and Krinsky, N. I. 1992. Effects of β -carotene and α -tocopherol on radical-initiated peroxidation of microsomes. *Free Radical Biol. & Med.* 13: 127-136
- Reitman, S. and Frankel, S. 1957. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am. J. Clin. Pathol.* 28: 58-63.
- Tomoda, H. and Omura, S. 1990. New strategy for discovery of enzyme inhibitors: Screening with intact mammalian cells or intact microorganisms having special functions. *J. Antibiotics* 43: 1207-1222 (1990)
- Streeter, J.G. 1973. In vivo and in vitro studies on asparagine biosynthesis in soybean seedlings. *Arch. Biochem. Biophys.* 157: 613-624
- Tokuda, S., Tagiri, A., Kano, E., Sugawara, Y., Suzuki, S., Sato, H. and Kaneda, T. 1974. Reducing mechanism of plasma cholesterol by shiitake. *Mushroom Sci.*, IX (part I), 445-462
- Wills, E.D. 1985. *Biochemical Basis of Medicine*. Wright, Bristol, pp.359-368

(접수일 2000. 8. 20)

(수리일 2000. 9. 20)