

해조류 중의 anti-tumor initiator 및 promoter의 해석-2: PhIP와 MeIQx의 돌연변이원성을 억제하는 해조 추출물 소재의 연구

박영범 · 김인수* · 유승재 · 안중관 · 이태기 · 박덕천 · 김선봉
부경대학교 식품공학과, *경상대학교 식품과학과 · 해양산업연구소

Elucidation of Anti-tumor Initiator and Promoter Derived from Seaweed-2: Investigation of Seaweed Extracts Suppressing Mutagenic Activity of PhIP and MeIQx

Yeung-Beom PARK, In-Soo KIM*, Sung-Jae YOO, Jong-Khan AHN, Tae-Gee LEE,
Douck-Chon PARK and Seon-Bong KIM

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

*Department of Food Science and Institute of Marine Industry, Gyeongsang National
University, Tongyeong 650-160, Korea

The present study was conducted to prepare seaweed extracts suppressing mutagenic activity of 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP) and 2-amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline (MeIQx) derived from cooked meat products. The tumor initiation activity of PhIP and MeIQx was assayed with Ames method using *Salmonella typhimurium* TA98 in the presence of S-9 mixtures before and after addition of methanol-solubles of seaweed, such as, Phaeophyta; *Undaria pinnatifida*, *Ecklonia stolonifera*, *Ecklonia cava*, *Laminaria japonica*, *Sargassum fulvellum*, *Sargassum horneri*, *Sargassum miyabei*, *Sargassum thunbergii*, *Agarum cribrosum* and *Hizikia fusiformis*, Rhodophyta; *Porphyra yezoensis*, *Grateloupia elliptica*, *Lomentaria catenata*, *Plocamium telfairiae* and *Gracilaria verrucosa*, Chlorophyta; *Codium fragile*, *Enteromorpha compressa* and *Ulva pertusa*. Among seaweed tested, Phaeophyta was shown the higher desmutagenic activity than Rhodophyta and Chlorophyta. *E. stolonifera*, *E. cava* and *S. miyabei*, among Phaeophyta exerted the stronger desmutagenic activity (above 90%/2mg). The ethyl acetate, diethyl ether and chloroform extracts except water extracts from *E. stolonifera* exhibited a high desmutagenic activity. The ethyl acetate extract of *E. stolonifera* which showed highest activity was fractionated with Sephadex LH20 column chromatography to give active fraction A-7, which showed desmutagenicity of 90%/mg against PhIP and 80%/mg against MeIQx. The active fraction had the absorbance at 207.7 and 232nm.

Key words: seaweed, anti-tumor initiator, desmutagenicity, Ames test, *Ecklonia stolonifera*

서 론

사람에게 발생하는 암의 대부분이 생활 환경 인자 중에서도 식품 및 식생활과 밀접하게 관련한다는 것이 역학 조사의 결과로 나타나고 있으며 (Doll and Peto, 1981), 최근 식습관의 서구화로 동물성 식품의 소비가 늘어나면서, 어육 및 축육의 가열 조리중에 생성되는 돌연변이원 및 발암성 물질에 많은 관심이 집중되고 있다.

동물성 식품의 가열중에 생성되는 발암성 물질로는 heterocyclic amine이 널리 알려져 있다 (Ohgaki et al., 1991). 특히 이들 heterocyclic amine 중에서 중요시 되고 있는 2-amino-3,8-dimethylimidazo[4,5-f]quinoxaline (MeIQx)과 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP)은 어육이나 축육 등의 가열조리시 육성

분의 가열 분해 및 Maillard 반응으로도 쉽게 생성되며 또한 흡연시에 생성되는 축합물에서도 발견되고 있다 (Wakabayashi et al., 1992; Sugimura et al., 1989).

PhIP는 식품중에서 생성되는 발암성 heterocyclic amine중에서 생성량이 가장 많고 다른 heterocyclic amine과는 달리 암 발생부위에 차이를 나타내어 동물실험에서 암컷에서는 유방암을 수컷에서는 대장암을 유발하는 특징을 가지고 있다 (Ito et al., 1991). 또한 MeIQx는 돌연변이유발성과 발암활성이 매우 강한 것으로 알려져 있다 (Sugimura, 1982).

이와같이 식품의 조리과정 중에 돌연변이원 및 발암성 물질이 생성되기도 하지만, 식품 중에는 이들 물질을 분해, 수식 또는 흡착하는 물질도 존재하고 있다. 식품 중의 돌연변이원성 억제에 관한 연구로는 hemin (Arimoto

et al., 1980), 야채즙 (Kada et al., 1984; Inoue et al., 1981; Morita et al., 1978; Shinohara et al., 1988), herb 수용성 추출물 (Natake et al., 1989), 차 추출물 (Yeo et al., 1995), 해조류 추출물 (Ryu et al., 1986; Noda et al., 1989; Kim et al., 1994) 등이 있으나, 식품의 안전성 평가 상 중요한 위치를 차지하는 MeIQx와 PhIP를 대상으로 하여, 이의 억제에 관한 구체적인 연구는 이루어지지 못하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라 연안에 서식하고 있는 식용 및 미식용 해조류를 이용하여 동물성 식품 유래의 강력한 발암성 물질인 PhIP와 MeIQx에 대한 돌연변이 억제작용을 조사하고, 아울러 돌연변이 억제 소재를 제조하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 이용한 해조류는 갈조류로 미역 (*Undaria pinnatifida*), 곰피 (*Ecklonia stolonifera*), 감태 (*Ecklonia cava*), 다시마 (*Laminaria japonica*), 모자반 (*Sargassum fulvellum*), 팽생이모자반 (*Sargassum horneri*), 미야베모자반 (*Sargassum miyabei*), 지층이 (*Sargassum thunbergii*), 구멍쇠미역 (*Agarum cribrosum*), 툫 (*Hizikia fusiformis*)과 홍조류인 방사무늬김 (*Porphyra yezoensis*), 참도박 (*Grateloupia elliptica*), 마디잘록이 (*Lomentaria catenata*), 참곱슬이 (*Plocamium telfairiae*), 꼬시래기 (*Gracilaria verrucosa*) 및 녹조류인 청각 (*Codium fragile*), 파래 (*Enteromorpha compressa*), 구멍갈파래 (*Ulva pertusa*) 등이다. 이 중 미역, 감태, 곰피, 다시마, 모자반, 방사무늬김, 청각 및 파래는 부산 부전 시장과 기장에서 구입하였고, 지층이 및 참곱슬이는 부산 해운대에서, 팽생이모자반, 미야베모자반, 참도박, 마디잘록이 및 구멍갈파래는 경남 통영에서, 구멍쇠 미역은 강원도 주문진에서 채취하였으며, 건조하여 마쇄한 후 동결고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

돌연변이원성 시험에 사용된 균주인 *Salmonella typhimurium* TA98은 한국과학기술원 유전공학연구소 유전자은행에서 제공받아 사용하였다. 돌연변이원 물질로는 PhIP와 MeIQx는 일본 국립 암센터 연구소에서 제공받아 사용하였고, 그 외의 시약은 실험용 특급 시약을 사용하였다.

2. 시료 추출물의 조제

마쇄한 각 해조류 1 kg에 methanol 3,000 ml을 이용하

여 48시간 2회 추출하여 농축한 것을 methanol 추출물로 하였으며, 감태 및 곰피의 경우는 methanol 추출물에 diethyl ether, 증류수, chloroform 및 ethyl acetate를 순차적으로 일정량 가하여 추출한 후, 농축한 것을 각 용매 추출물로 사용하였다.

3. Sephadex LH20 column chromatography

곰피의 메탄올 추출물로부터 얻은 ethyl acetate획분을 chloroform과 메탄올로 평형화시킨 Sephadex LH20 column (1.5×40 cm)에 주입하고 chloroform과 메탄올의 농도를 5:5에서 0:10까지 변화시키면서 용출하였다.

4. 환원력의 측정

시료 추출물의 환원력은 Oyaizu (1986)의 방법에 준하여 측정하였다.

5. 돌연변이원성

시험돌연변이원성 시험은 Yahagi et al. (1977)의 방법에 따라 S-9 mix의 존재하에서 *S. typhimurium* TA98을 사용하여 실시하였으며 본 실험에 사용한 시료의 농도에서는 *Salmonella typhimurium* TA98균주에 대하여 돌연변이원성을 나타내지 않았다.

Positive control로서는 revertant 수가 직선적으로 증가하는 농도인 PhIP 400 ng/plate 및 MeIQx 30 ng/plate로 하였다.

결과 및 고찰

1. PhIP 및 MeIQx의 돌연변이원성에 대한 해조 메탄올추출물의 억제 작용

해조 메탄올추출물의 돌연변이원성 억제작용을 검토하기 위하여 가열 가공 식품 유래의 대표적인 발암물질인 PhIP 및 MeIQx에 대한 해조 추출물의 첨가량에 따른 억제효과를 Table 1에 나타내었다. PhIP에 대한 각 해조 추출물의 돌연변이원성 억제효과는 갈조류가 홍조류 및 녹조류에 비해 월등히 우수하였다. 갈조류 중에서는 특히, 감태, 곰피, 미역, 다시마 및 미야베모자반의 경우, 2 mg 첨가에 의해 90% 이상의 억제효과를 나타내었고, 구멍쇠 미역 (85.9%) 및 지층이 (89.6%)도 2 mg 첨가에 의해 높은 억제 효과를 나타내었다. 팽생이 모자반 및 툫은 2 mg첨가에 의해 각각 69% 및 71.3%로 억제효과가 비교적 낮게 나타났다.

홍조류는 참곱슬이 (70.7%)을 제외하고 2 mg 첨가에 의해 12.1%에서 55.2%로 그 억제작용이 미미하였다.

Table 1. Desmutagenic effects of methanol-soluble fraction obtained from seaweed on the mutagenicity* of MeIQx and PhIP toward *Salmonella typhimurium* TA98 in the presence of S-9 mixtures

Division	Seaweed Species	Dose (mg/plate)	Inhibition (%)	
			MeIQx	PhIP
Phaeophyta	<i>Ecklonia cava</i>	1	66.3	84.2
		2	95.2	97.8
	<i>Ecklonia stolonifera</i>	1	67.8	57.4
		2	93.1	98.6
	<i>Agarum cribrosum</i>	1	41.6	23.8
		2	81.9	85.9
	<i>Undaria pinnatifida</i>	1	40.0	79.5
		2	78.2	94.5
	<i>Laminaria japonica</i>	1	84.5	86.8
		2	91.1	95.1
	<i>Sargassum thunbergii</i>	1	23.4	38.2
		2	56.4	89.6
	<i>Sargassum miyabei</i>	1	41.4	60.0
		2	97.5	99.6
<i>Sargassum homeri</i>	1	12.2	14.2	
	2	34.6	69.0	
<i>Hizikia fusiformis</i>	1	0	24.7	
	2	37.6	71.3	
Rhodophyta	<i>Porphyra yezoensis</i>	1	0	26.8
		2	4.8	55.2
	<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	1	0	26.5
		2	0	30.2
	<i>Gracilaria verrucosa</i>	1	0	0.5
		2	7.7	25.3
	<i>Lomentaria catenata</i>	1	0	0.7
		2	0	12.1
<i>Plocamium telfairiae</i>	1	47.1	30.0	
	2	72.7	70.7	
Chlorophyta	<i>Codium fragile</i>	1	18.1	66.6
		2	73.3	95.4
	<i>Ulva lactuca</i>	1	0	0
		2	0	30.3

*Revertants induced from MeIQx (30 ng/plate) and PhIP (400 ng/plate) as positive control were 1036 and 982, respectively (subtracted spontaneous revertants 30 and 34, respectively)

한편 녹조류에 있어서는 청각이 2 mg 첨가에 의해 약 95.4%의 높은 억제효과를 나타내었으나, 구멍갈파래는 30.3%로 그 억제효과가 미미하였다.

한편, MeIQx에 대한 각 해조 추출물의 억제효과는 PhIP에서와 비슷한 경향을 나타내어 갈조류의 감태, 곰피, 다시마 및 미야베모자반이 2 mg 첨가에 의해 90% 이상의 억제효과를 나타내었으며, 구멍쇠미역 (81.9%) 및 미역 (78.2%)도 높은 억제효과를 나타내었다. PhIP의 돌연변이원성에 대해 억제효과가 높았던 지층이, 팽생이모자반 및 툇은 각각 56.4, 34.6 및 37.6%로 다소 낮은 억제효과를 나타내었다. 홍조류 및 녹조류에 있어서는 참곱슬이 (72.7%) 및 청각 (73.3%)을 제외하고 그 억제

효과가 극히 미미하였다.

이상에서와 같이 검색에 사용한 대부분의 해조류에서 정도의 차이는 있지만 PhIP 및 MeIQx에 대하여 돌연변이원성 억제효과를 나타내었으며, MeIQx에서 보다 PhIP에 대한 억제 효과가 뛰어났다. 또한 검색에 사용된 해조류 중에서는 갈조류인 곰피, 감태 및 미야베모자반에서 그 억제 효과가 뛰어났다.

해조류 추출물의 돌연변이원성 억제작용과 관련한 특성을 살펴보기 위하여 환원력을 측정하여 Table 2에 나타내었다. 그 결과, 감태와 곰피에서는 돌연변이 억제작용과 환원력이 밀접한 관련을 나타내었으나, 미역과 다시마 및 미야베모자반은 낮은 환원력에도 불구하고 뛰어난 돌연변이원성 억제효과를 나타내어 해조 추출물에 의한 돌연변이원성 억제작용과 환원력에는 특이적인 상관성을 나타내지 않았다. 환원력이 낮으면서도 돌연변이 억제작용이 높게 나타난 경우는 Nishiyama et al. (1991)이 지적한 바와 같이 식이섬유 및 알긴산이 양이온 교환능 및 강한 흡착능에 의해 돌연변이원 물질을 흡착한다고 보고하고 있으므로, 해조류에는 환원력은 뛰어나지 않으나 알긴산, fucoidan 및 hemicellulose와 같은 다당류 등에 기인한다고 생각된다.

따라서, 해조류 추출물의 돌연변이원성 억제작용은 해조 다당류 및 환원성을 가진 저분자 물질이 혼합하여 돌연변이원성 억제작용을 나타내는 것으로 추측된다.

Table 2. Reducing powers of methanol-soluble fraction obtained from seaweed

Division	Seaweed Species	Reducing power*
Phaeophyta	<i>Ecklonia cava</i>	2.71
	<i>Ecklonia stolonifera</i>	2.67
	<i>Agarum cribrosum</i>	1.42
	<i>Undaria pinnatifida</i>	0.34
	<i>Laminaria japonica</i>	0.22
	<i>Sargassum thunbergii</i>	1.04
	<i>Sargassum miyabei</i>	0.71
	<i>Sargassum homeri</i>	0.31
	<i>Hizikia fusiformis</i>	1.21
Rhodophyta	<i>Porphyra yezoensis</i>	0.21
	<i>Pachymeniopsis elliptica</i>	0.07
	<i>Gracilaria verrucosa</i>	0.48
	<i>Lomentaria catenata</i>	0.08
	<i>Plocamium telfairiae</i>	0.20
Chlorophyta	<i>Codium fragile</i>	0.21
	<i>Ulva lactuca</i>	0.09
	Control	0.01

*Reducing power was indicated as changes of absorbance at 700 nm by 2 mg of methanol soluble fraction.

2. 곰피 분획물의 돌연변이원성 억제작용

해조류 추출물의 돌연변이 억제작용의 검색 결과에서 그 억제작용이 뛰어난 곰피, 감태 및 미야베모자반 중에서 곰피를 선택하여 여러 가지의 용매 추출물을 제조하여 PhIP 및 MeIQx에 대한 돌연변이원성 억제효과를 Table 3에 나타내었다. PhIP에 대한 곰피의 용매 추출획분의 억제작용을 살펴보면, 수용성 획분 (54.5%/mg)을 제외한 ethyl acetate, chloroform 및 diethyl ether 분획물에서 각각 97.3%/mg, 95.4%/mg 및 93.7%/mg로 그 억제효과가 우수하였다.

한편, MeIQx에 대한 돌연변이원성 억제효과의 경우에도 수용성 추출물은 1.5 mg 첨가시 37.7%로 그 저해효과가 낮았으나, ethyl acetate, diethyl ether 및 chloroform 분획물은 각각 93.6%/mg, 87.9% 및 81.0%의 억제효과를 나타내어 PhIP 및 MeIQx에 대한 곰피 추출물의 돌연변이원성 억제효과는 주로 비극성획분에 의한 것으로 나타났으며, 그 저해 효과는 ethyl acetate 획분에서 다소 강하였다.

한편, 곰피의 각 분획물은 0.5 mg의 농도에서 MeIQx에 대한 돌연변이원성 억제효과가 0~35.3%를, 같은 농도에서 PhIP에 대한 돌연변이원성 억제효과는 38~82.9%로 나타나, 곰피의 각 추출물은 MeIQx 보다 PhIP에 대한 돌연변이원성 억제효과가 우수한 것으로 나타났다.

우 (1984)는 유기용매를 이용한 계통추출에 있어서

Table 3. Desmutagenic effects of solvent extracts fractionated from *E. stolonifera* on the mutagenicity* of MeIQx and PhIP toward *Salmonella typhimurium* TA98 in the presence of S-9 mixtures

Solvent extract	Dose (mg/plate)	Inhibition (%)	
		MeIQx	PhIP
Diethyl ether	0.5	20.4	75.6
	1.0	87.9	93.7
	1.5	92.3	96.4
Chloroform	0.5	13.9	73.7
	1.0	81.0	95.4
	1.5	92.3	97.5
Ethyl acetate	0.5	35.3	82.9
	1.0	93.6	97.3
	1.5	98.6	100
Water	0.5	0	38.0
	1.0	5.7	54.5
	1.5	37.7	66.0

*Revertants induced from MeIQx (30 ng/plate) and PhIP (400 ng/plate) as positive control were 1,094 and 1,281 respectively (subtracted spontaneous revertants 35).

일반적으로 diethyl ether 및 chloroform과 같은 비극성의 유기용매에는 akaloid, 배당체, 식물색소, tannin 및 탄성 gum과 같은 화합물이 용출되며, ethyl acetate에는 OH기 또는 carboxyl기가 함유된 극성이 큰 배당체의 화합물이 용출된다고 보고하였다. 따라서 곰피의 diethyl ether, chloroform 및 ethyl acetate 획분에서는 이러한 화합물이 혼합하여 뛰어난 돌연변이원성 억제효과를 나타내는 것으로 추측된다.

3. 곰피로부터 돌연변이원성 억제인자의 분리 및 제조

PhIP 및 MeIQx에 대한 돌연변이원성 억제효과가 뛰어난 곰피의 ethyl acetate 추출물로부터 억제인자를 분리하여 그 억제소재를 제조하기 위하여, Sephadex LH20 column을 chloroform과 methanol로 평형화시킨 후, chloroform과 methanol의 농도를 5:5에서 0:10까지 변화시키면서 용출시킨 크로마토그램을 Fig. 1에 나타내었고, 이들 각 용출획분의 PhIP와 MeIQx에 대한 돌연변이원성 억제효과 및 환원력을 Table 4에 각각 나타내었다.

각 용출획분의 PhIP에 대한 돌연변이원성 억제효과는 대체로 이동상중의 methanol 함량이 많은 용출 후반부인 획분 A-5, A-7 및 A-8에서 90%/mg이상의 강한 돌연변이원성 억제효과를 나타내었다. 그리고, 용출 전반부의 획분 A-1, A-2, A-3 및 A-4에서는 54.5~71.1%/mg의 돌연변이원성 억제효과를 나타내었다.

MeIQx에 대한 돌연변이원성 억제효과의 경우에도

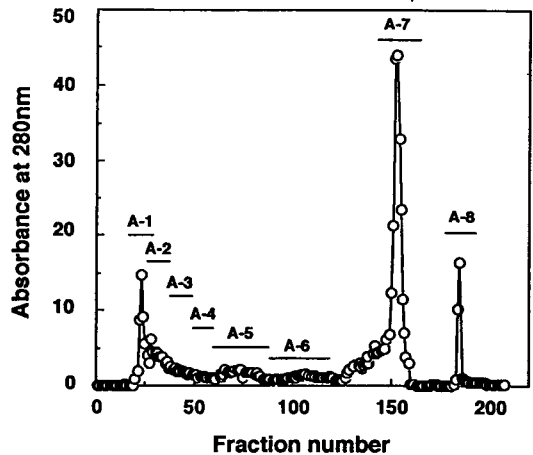


Fig. 1. Sephadex LH-20 chromatogram of ethyl acetate extract of *E. stolonifera*. Eluent : CHCl₃-CH₃OH (50/50-0/100, V/V)

Table 4. Desmutagenic effects of each fraction separated from ethyl acetate extract of *E. stolonifera* on the mutagenicity¹ of MeIQx and PhIP toward *Salmonella typhimurium* TA98 in the presence of S-9 mixtures

Fraction	Dose (mg/plate)	Inhibition (%)		Reducing power ³
		MeIQx	PhIP	
A-1	0.1	ND ²	36.4	ND
	0.5	0	61.0	ND
	1.0	0	72.3	0.858
A-2	0.1	ND	20.4	ND
	0.5	0	62.8	ND
	1.0	6.3	73.8	0.346
A-3	0.1	ND	10.8	ND
	0.5	0	36.3	ND
	1.0	0.4	54.5	0.279
A-4	0.1	ND	23.8	ND
	0.5	0	51.1	ND
	1.0	28.1	71.1	0.889
A-5	0.1	ND	22.4	ND
	0.5	25.1	74.0	ND
	1.0	61.7	93.4	2.192
A-6	0.1	ND	25.6	ND
	0.5	8.7	45.5	ND
	1.0	24.2	69.3	1.706
A-7	0.1	ND	49.7	ND
	0.5	38.8	82.4	ND
	1.0	80.5	99.8	2.981
A-8	0.1	ND	20.7	ND
	0.5	32.6	66.2	ND
	1.0	71.6	96.5	2.865

¹Revertants induced from MeIQx (30 ng/plate) and PhIP (400 ng/plate) as positive control were 1,427 and 848, respectively (subtracted spontaneous revertants 18 and 35, respectively).

²ND ; not determined.

³Reducing power was indicated as changes of absorbance at 700 nm.

PhIP의 경우와 비슷한 억제경향을 나타내어, methanol의 비율이 높은 이동상에 의해 용출된 후반부의 획분 A-5, A-7 및 A-8에서 돌연변이원성 억제효과가 뛰어났다. 한편, MeIQx에 대한 각 용출 획분의 돌연변이원성 억제효과는 PhIP와 비교해 볼 때 전반적으로 낮은 것으로 나타났다.

이들 돌연변이원성 억제작용과 관련된 특성을 살펴보기 위하여 각 획분의 환원력을 살펴보면, PhIP와 MeIQx에 대한 각 용출 획분 1.0 mg/plate의 돌연변이원성 억제효과는 A-7>A-8>A-5>A-4, A-6>A-2>A-1, A-3의 순이었으며, 환원력은 A-7>A-8>A-5>A-6, A-4>A-1

>A-2, A-3의 순이어서 돌연변이원성 억제효과가 뛰어날수록 강한 환원력을 나타내었다.

따라서 해조류 추출물의 돌연변이원성 억제효과 (Table 1)와 환원력 (Table 2)이 뚜렷한 상관관계를 나타내지 않았던 것과는 달리 정제 과정이 진행될수록 돌연변이원성 억제효과와 환원력은 밀접한 상관관계를 나타낼 수 있었다. 이와 관련하여 ascorbic acid, carotenoid, lignin 유사물질, α -tocopherol, BHA, BHT와 같은 항산화효과를 나타내는 물질은 발암물질의 활성을 초기에 저해하거나 표적기관의 세포내 DNA 결합을 저해하여 발암을 억제하는 것으로 보고하고 있어 Sephadex LH 20 용출 획분도 이러한 효과에 의해 돌연변이원성 억제효과를 나타내는 것으로 추측된다 (Kada et al., 1984 ; Shinohara et al., 1988 ; Natake et al., 1989 ; Morita et al., 1978 ; Inoue et al. 1981).

분획한 획분 A-7은 methanol, chloroform 및 물 (7/3/0.1, v/v)을 이동상으로 하여 silica gel plate (Silica gel 60 F254 precoated)에 spot한 결과, 0.3의 R_f값을 가지며, Gibbs reagent 분무 후, 암모니아 증기를 씌인 즉시 검은색의 spot를 형성하였으며, 207.7 nm 및 232 nm에서 최대 흡수파장을 나타내는 것으로 보아 페놀성 물질로 추정된다. 이 활성물질의 구조는 해석 중에 있다.

요 약

해조류 추출물을 이용하여 가열 식품 유래의 돌연변이 유발물질인 PhIP와 MeIQx에 대한 돌연변이원성 억제소재를 개발하기 위하여 연구한 결과, PhIP와 MeIQx에 대한 돌연변이 억제작용은 갈조류가 녹조류 및 홍조류에 비해 우수하였다. 특히 갈조류 중에서는 감태, 곰피, 다시마 및 미야베모자반에서 그 효과가 우수하였다. 그 중에서 곰피를 diethyl ether, chloroform, ethyl acetate 및 수용성 획분으로 분획하였을 때, 수용성 획분을 제외한 비극성 획분에서 억제효과가 강하게 나타났는데, ethyl acetate 획분에서 강하였다. 곰피의 ethyl acetate 획분을 Sephadex LH20으로 분획하여 분리한 결과, 활성획분 A-7은 PhIP에 대하여는 90%/mg 이상, MeIQx에 대하여는 80%/mg의 억제효과를 나타내었고, 207.7 및 232 nm에서 흡수파장을 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Arimoto, S., Y. Ohara, T. Namba, T. Negishi and H. Hayatsu. 1980. Inhibition of the mutagenicity of amino acid pyrolysis products by hemin and other biological pyrolytic pigments. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 92 (2), 662~668.
- Doll, R. and R. Peto. 1981. The causes of cancer: Quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J. Natl. Cancer Inst.*, 66, 1191~1308.
- Inoue, T., K. Morita and T. Kada. 1981. Purification and properties of a plant desmutagenic factor for the mutagenic principle of tryptophan pyrolysate. *Agric. Biol. Chem.*, 45, 345~353.
- Ito, N., R. Hasegawa, M. Sano, S. Tamano, H. Esumi, S. Takayama, and T. Sugimura. 1991. A new colon and mammary carcinogen in cooked food, 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo [4,5-b]pyridine (PhIP). *Carcinogenesis*, 12, 1503~1506.
- Kada, T., M. Kato, K. Aikawa and S. Kiriya. 1984. Adsorption of pyrolysate mutagens by vegetable fibers. *Mutation Res.*, 141, 149~152.
- Kim, I.S., S.B. Kim and Y.H. Park. 1994. Desmutagenic effects of seaweed and vegetable extracts against mutagenicity of Maillard reaction products. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 27 (2), 133~139.
- Maron, D. M. and B. N. Ames. 1983. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutation Res.*, 113, 173~215.
- Morita, K., H. Masako and T. Kada. 1978. Studies on natural desmutagens: screening for vegetable and fruit factor (s) on the mutagenic principle of tryptophan pyrolysate. *Agric. Biol. Chem.*, 42, 1235~1238.
- Natake, M., K. Kanazawa, M. Mizuno, N. Ueno, T. Kobayashi, G. Danno and S. Minamoto. 1989. Herb water-extracts markedly suppress the mutagenicity of Trp-P-2. *Agric. Biol. Chem.*, 53, 1423~1425.
- Nishiyama, C., T. Nagai and T. Yano. 1991. Adsorption of mutagens in distilled water by dietary fiber. *Agric. Biol. Chem.*, 55 (3), 797~802.
- Noda, H., H. Amano, K. Arashima, S. Hashimoto and K. Nisizawa. 1989. Studies on the antitumor activity of marine algae. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55 (7), 1259~1264.
- Ohgaki, H., S. Takayama and T. Sugimura. 1991. Carcinogenicities of heterocyclic amines in cooked food. *Mutation Res.*, 259, 399~410.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on products of browning reaction; Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *J. Japan Nut.*, 44 (6), 307~315.
- Ryu, B.H., B.H. Chi, D.S. Kim and M.S. Ha. 1986. Desmutagenic effect of extracts obtained from seaweeds. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 19 (5), 502~508.
- Shinohara, K., S. Kuroki, M. Miwa, Z. L. Kong and H. Hosoda. 1988. Antimutagenicity of dialyzates of vegetables and fruits. *Agric. Biol. Chem.*, 52, 1369~1375.
- Sugimura, T. 1982. Mutagen, carcinogens, and tumor promoters in our daily food. *American Cancer Society*, 49 (10), 1970~1983.
- Sugimura, T., K. Wakabayashi, M. Nagao and H. Ohgaki. 1989. Heterocyclic amines in cooked food. In Taylor, S. L. and Scanlan, R. A. (eds), *Food Toxicology: A Perspective on the Relative Risks*. Marcel Dekker, New York, pp. 31~55.
- Wakabayashi, K., M. Nagao, H. Esumi and T. Sugimura. 1992. Food-derived mutagens and carcinogens. *Cancer Res. (Suppl.)* 52, 2092s~2098s.
- Yahagi, T., Magao, M., Seino, Y., Matsushima, T., Sugimura, T. and Okada, M. 1977. : Mutagenicities of N-nitrosamines *Salmonella*. *Mutation Res.*, 48, 121~130.
- Yeo, S.G., I.S. Kim, C.W. Ahn, S.B. Kim and Y.H. Park. 1995. Desmutagenicity of tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24 (1), 160~168.
- 우원식. 1984. 천연물화학 연구법. pp16. 민음사, 서울

1998년 3월 9일 접수

1998년 7월 10일 수리