

목이 및 석이 메틸 알콜 추출물의 항돌연변이원성

함승시 · 김득하* · 이득식
강원대학교 식품생명공학부
*산내들 기술연구소

Antimutagenic Effects of Methyl Alcohol Extracts from *Auricularia auricula* and *Gyrophora esculenta*

Seung-Shi Ham, Deug-Ha Kim* and Deuk-Sik Lee

Division of Food and Biotechnology, Kangwon National University

*Sannaedle Research Institute

Abstract

This study was conducted to investigate the antimutagenic effects of methyl alcohol extracts from *Auricularia auricula* and *Gyrophora esculenta* on the SOS response induced by 4-nitroquinoline-1-oxide (4NQO), N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG), mitomycin C (MMC) and 3-amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido-[4,3-b]indol (Trp-P-1) in *E. coli* PQ37/plasmid pKM101. In the mutagenic test on test strain, both methyl alcohol extracts did not show mutagenic activity. In the antimutagenic test, each sample strongly inhibited the mutagenicity induced by 4NQO, MNNG, MMC and Trp-P-1. Methyl alcohol extracts from *Auricularia auricula* and *Gyrophora esculenta* showed inhibitory effects of 52% and 59% against 4NQO, 49% and 58% against MNNG, 53% and 64% against MMC, and 61% and 64% against Trp-P-1, respectively. *Gyrophora esculenta* extracts on the antimutagenicity showed relatively higher inhibitory effects than that of *Auricularia auricula*.

Key words: mutagenicity, antimutagenicity, SOS chromotest, *Auricularia auricula*, *Gyrophora esculenta*

서 론

목이는 이담자균강(*Heterobasidiomycetidae*)의 목이균목(*Auriculariales*)에 속하고, 학명은 *Auricularia auricula*로 여름에서 가을에 뿔나무, 졸참나무, 모밀잣밤나무, 수유나무 등의 고목에 균생한다. 갓은 지름이 2~3 cm로 사람의 귀와 비슷한 모양을 하며, 한천질의 식용버섯으로 건조하면 연골질이 된다. 맛은 담백하고 중국요리에는 없어서는 안될 재료이며, 예로부터 불로장수약으로 사용되었고, 또한 여름철에 음식이 쉰 것을 방지하기 위해 사용되었다. 한방에서는 영양, 강장, 폐결핵치료 등 그 용도가 다양하다^(1,4).

한편, 석이는 지의식물군(돌옷식물군, *Lichenes*)중의 석이버섯과(*Gyrophoraceae*)에 속하고, 학명은 *Gyrophora esculenta* Miyoshi로 그의 균집은 조성적으로 석

이균집(*Gyrophoretum esculenta*)으로 되어 있으며, 단엽의 두꺼운 막질로 크게 되면 윤곽은 대략 타원형으로 가장 클때는 직경이 18 cm 정도의 미회색이거나 회갈색 또는 옅은 갈색을 띤다. 맛은 담백하며, 향이 약간 있다. 식용외에 간디스토마 치료약, 이노제 및 폐결핵성 토혈, 결핵성 하혈, 치루, 탈항을 치료하며 강장제로도 이용되고 있다^(4,5).

이와같이 식용 또는 약용으로 사용되어온 목이와 석이에 관한 연구로는 김 등^(6,7)이 석이균에 함유되어 있는 cholesterol 저하물질에 대해 보고하였으며, 남 등⁽⁸⁾은 한국산 목이와 석이의 지방산 및 sterol의 성분조성을 비교연구하였다. 이 등⁽⁹⁾은 마우스에 계대배양한 sarcoma 180 암세포를 이식하고 5일째부터 목이버섯 추출물을 1일 100 mg/kg씩 32일간 복용투여한 결과 높은 항암작용 효과가 나타났음을 보고하였다. 함 등⁽¹⁰⁾은 목이와 석이 메틸 알콜을 추출물의 돌연변이 유기작용 유무를 검토하기 위해 *S. typhimurium* TA98, TA100 균주를 이용한 Ames test, *B. subtilis* H17 (rec')

Corresponding author: Seung-Shi Ham, Division of Food and Biotechnology, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

과 M45 (rec) 두 균주에 대한 spore rec-assay 및 calthymus DNA용액을 이용한 DNA breaking test 등을 실시하여 돌연변이 유기작용보다는 오히려 돌연변이 억제작용을 시사한 바 있다. 이와같이 목이 및 석이에 대한 항암 혹은 항돌연변이성에 대한 연구로서는 몇몇 보고가 있었으나 SOS chromotest에 의한 항돌연변이원성에 관한 보고는 없었다.

SOS chromotest는 Ames test와는 달리 colony를 형성하지 않고 SOS반응이 유도되는 즉시 비색방법을 이용하여 정량적으로 단시간에 변이성 유발 여부를 검색할 수 있으며, extracts 형태의 천연물 검색에 편리한 점이 있다. Ames test의 경우 천연혼합물의 추출과정에서 혼재해 들어갈 수 있는 아미노산 중의 하나인 histidine의 영향을 배제할 수 없는 반면, SOS chromotest는 이러한 영향을 받지 않는 장점이 있다. 또한, Ames test에서는 frameshift type mutant strain과 base substitution type mutant strain이 따로 존재하기 때문에 보통 두가지 실험을 함께 병행해서 실험하지만, SOS chromotest에서의 *E. coli* PQ37은 두가지 mutant type을 동시에 수행할 수 있기 때문에 여러 가지 다른 형태의 변이원 물질에 의해 유발되는 돌연변이원성을 쉽게 탐지할 수 있는 잇점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 Quillardet 등^(11,12)이 *E. coli* GC4436으로부터 유도시킨 *E. coli* PQ37 균주를 이용한 SOS chromotest를 행하여 목이 및 석이 메틸 알콜 추출물로부터 항돌연변이 효과를 확인하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 목이(*Auricularia auricula*) 및 석이(*Gyrophora esculenta*)는 강원도 정선군 북면(목이)과 동면(석이)에서 생산되어 건조시킨 것을 구입하여 이물 및 먼지를 깨끗한 천으로 제거한 후 실험에 사용하였다.

목이 및 석이 추출물의 제조

목이 및 석이 추출물은 건조된 시료를 분쇄기로 미분쇄하고 40메쉬로 체질하여 통과한 미분쇄물을 메틸알콜에 48시간 침지시켰다. 추출물을 No. 2 여과지로 여과하여 얻어진 여액을 탈수, 감압농축한 다음 데시케이터내에서 건조시킨 후 시료로 사용하였다.

균주

SOS chromotest에서 사용된 균주인 *E. coli* PQ37/

plasmid pKM101은 일본 九州대학 식량화학교실 및 일본 국립위생연구소로부터 분양받아 실험에 사용하였다.

균주(*E. coli* PQ37/plasmid pKM101)의 정상확인 검사

실험전 *rfa* mutation, *uvrA* mutation, PHO^+ , *sfiA::lacZ* gene의 성질을 갖는 *E. coli* PQ37 균주를 시험하였다⁽¹¹⁾.

양성 돌연변이원 물질

양성 돌연변이원 물질로서 직접변이원인 4-nitroquinoline-1-oxide (4NQO)는 Sigma사, N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG)은 Fluka사, 그리고 mitomycin C (MMC)와 간접변이원인 3-amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido[4,3-b] indol (Trp-P-1)은 Wako사 제품을 구입하여 사용하였다.

SOS chromotest

SOS chromotest는 Quillardet과 Hofnung⁽¹³⁾, Ohta 등⁽¹⁴⁾, Wilhelm 등⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 실시하였다. 하룻밤 배양시킨 대수기의 *E. coli* PQ37 배양액을 50 μ L 취해 L배지(Bacto tryptone 10 g, Bacto yeast extract 5 g, NaCl 10 g/L distilled water) 5 mL를 넣은 L-tube에 넣고 1.5 hr 활성화시켜 OD₆₀₅ 값을 0.3~0.4로 조절하였다. 이 균액을 다시 1 mL 취해 새로운 L 배지 9 mL로 10배 희석(간접변이원의 경우는 S9 mix)한 다음 ELISA용 96 well plate에 well당 100 μ L씩 주입하였다. 모든 assay는 β -galactosidase 및 alkaline phosphatase test를 병행하여 수행하였으며, 두가지 방법 모두 돌연변이원성 실험에서는 변이원물질 또는 시료만을 일정한 희석용액으로 조제한 다음 10 μ L씩 취해 상기의 균 100 μ L에 주입하였다. 항돌연변이원성 실험에서는 돌연변이원성 실험에서 변이원물질의 induction factor가 가장 높고 변이원물질의 독성으로 인해 균의 growth inhibition이 가장 적은 농도를 구하여 농도를 well당 10 μ L씩 주입하고, 2배씩 연속 희석시킨 시료들을 묶은 농도에서 진한 농도로 순차적으로 well당 10 μ L씩 주입한 다음 미리 37°C에서 진탕하여 30분간 반응시키고, 상기의 균액을 well당 100 μ L씩 주입하였다. 이상과 같이 incorporation시킨 96 well plate를 37°C에서 1.5 hr 진탕배양하였다. 발색시약으로서 β -galactosidase test (β -G test)에서는 ONPG (o-nitrophenyl- β -D-galactopyranoside) 용액을, alkaline phosphatase test (A-P test)에서는 PNPP 용액을 well당 100 μ L씩 주입

하여 10~90분간 반응시켰다. 발색정지액으로서 β-G test에서는 1.5 M Na₂CO₃ 용액을 well당 100 μL씩 첨가하였고, A-P test에서는 1 M HCl 용액을 well당 50 μL씩 첨가한 다음 5분후에 다시 2 M tris 용액을 50 μL 첨가하여 중화시켰다. 효소단위 및 induction factor 값은 UV-spectrophotometer로 OD₄₀₅값을 측정하여 Miller⁽¹⁶⁾의 공식에 따라 구하였다.

결과 및 고찰

효소단위: $1000 \times A_{405}/t$ (t는 효소 반응시간)

R 값: β-G 효소단위/A-P 효소단위

Induction factor (IF): R(c)/R(o), R(c): 시료농도(c)에 석의 R값, R(o): 시료농도가 0일때의 R값

또한 항돌연변이원성은 다음식에 의해 각종 돌연변이원의 억제효과를 백분율로 나타내었다.

항돌연변이원성 [Inhibition rate (%)=(IF_{pc}-IF_{pc+s})/(IF_{pc}-1) × 100], IF_{pc}: 돌연변이원의 IF값, IF_{pc+s}: 돌연변이원과 시료 첨가시의 IF값

균주의 정상확인 검사 결과

rfa mutation test에서는 영양평판배지상의 disc 주변에 생육저해대가 약 13~15 mm 정도 생성된 것이 확인되었으며, *uvr* mutation test에서도 Al-foil로 가리지 않은 부위에서는 균이 전혀 형성되지 않아 *E. coli* PQ37 균주의 UV에 대한 sensitivity가 확인되었다. 또한 alkaline phosphatase의 constitutivity (PHOc) test에서는 La 평판배지(Bacto agar 15 g, Bacto yeast extract 5 g, Bacto tryptone 10 g, NaCl 5 g, Ampicillin 20 mg/L distilled water)상의 colony가 PNPP (p-nitrophenyl phosphate, 4 mg/mL P buffer)에 대해 미황색을 나타내었다. *sfA::lacZ* 융합시험 결과 induction zone인 청색띠가 형성되어 시험균주인 *E. coli* PQ37이 정상임을 확인하였다.

양성 변이원 물질의 농도결정

변이원 물질로 사용한 4NQO, MNNG, MMC, Trp

Table 1. Determination of concentration on the positive controls by SOS chromotest

Test compound	Dose (ng/assay)	β-galactosidase		Alkaline phosphatase		Ratio	Induction factor
		OD ₄₀₅	unit	OD ₄₀₅	unit		
4NQO	0	0.157	5.414	0.317	10.226	0.529	1.000
	2.5	0.240	8.276	0.321	10.355	0.799	1.510
	5	0.362	12.482	0.325	10.484	1.191	2.251
	10	0.584	20.138	0.330	10.645	1.892	3.577
	20	0.931	32.103	0.337	10.871	2.953	5.582
	40	0.812	28.000	0.335	10.806	2.591	4.898
	80	0.654	22.552	0.328	10.581	2.131	4.028
MNNG	0	0.200	6.897	0.236	9.077	0.760	1.000
	56.25	0.547	18.862	0.241	9.269	2.035	2.678
	112.5	0.758	26.138	0.244	9.385	2.785	3.664
	225	0.904	31.172	0.255	9.808	3.178	4.182
	450	0.805	27.759	0.249	9.577	2.899	3.184
	900	0.521	17.966	0.237	9.115	1.971	2.593
	1800	0.199	6.862	0.240	9.231	0.743	0.978
MMC	0	0.142	4.733	0.243	9.346	0.506	1.000
	5	0.435	14.500	0.244	9.385	1.545	3.053
	10	0.541	18.033	0.245	9.423	1.914	3.783
	20	0.707	23.567	0.247	9.500	2.481	4.903
	40	0.821	27.367	0.249	9.577	2.858	5.648
	80	0.673	22.433	0.246	9.462	2.371	4.686
	160	0.357	11.900	0.249	9.577	1.243	2.457
Trp-P-1 (+S9 mix)	0	0.217	8.037	0.267	12.714	0.632	1.000
	40	0.569	21.074	0.264	12.571	1.676	2.652
	80	0.746	27.630	0.266	12.667	2.181	3.451
	100	0.851	31.152	0.270	12.857	2.423	3.834
	250	0.912	33.778	0.262	12.476	2.707	4.283
	500	0.728	26.963	0.271	12.905	2.089	3.305
	1000	0.202	7.481	0.273	13.000	0.575	0.910

P-1의 돌연변이 활성을 실험한 결과, 4NQO는 0.02 µg/assay, MNNG와 MMC는 각각 0.225 µg/assay와 0.04 µg/assay에서 가장 높은 활성을 나타내었고, 변이원 물질의 대사활성 촉진물질인 S9 mix를 첨가한 Trp-P-1은 0.25 µg/assay를 주입하였을 때 돌연변이 활성이 가장 높았다. 그러나 4가지 변이원 물질 모두 그 이상의 농도에서는 균에 대한 독성으로 인해 IF값이 감소하였으며, 이는 백 과 함⁽¹⁷⁾ 및 오와 함⁽¹⁸⁾의 보고와 비슷한 경향을 나타내었다(Table 1). 따라서 4가지의 변이원 물질 모두 가장 높은 변이원 활성을 나타낸 농도를 항돌연변이원성 시험의 positive control 농도로 사용하였다.

목이 및 석이 추출물의 변이원성 및 항돌연변이원성

Table 2는 목이 및 석이 메틸 알콜 추출물의 자체 변이원성 및 4NQO에 대한 항돌연변이원성에 대한 결과를 나타낸 것이다. 시료 자체의 변이원성 실험결과, 농도 증가시에도 IF값의 뚜렷한 증가나 감소가 없이 비슷한 수치를 나타내어 시료 자체의 변이원성은 없는 것으로 판단되었다. 그러나 변이원인 4NQO에 의한 IF값이 목이의 경우는 40 µg/assay 첨가시 6.891에서 3.835로 감소되어 약 52%의 억제활성을 나타내었으며, 석이는 동일농도에서 IF값이 7.209에서 3.563로 감소, 약 59%의 억제활성을 보여주었다. 이러한 억제

활성은 목이 및 석이 추출물이 0~40 µg/assay까지 농도가 증가함에 따라 억제율도 증가하는 경향을 나타내었으며, 4NQO 20 ng/assay에 대해서 목이 및 석이의 농도가 40 µg/assay 일때 50% 이상의 억제효과를 나타내었다. 한편, 함 과 大村⁽¹⁹⁾는 목이 및 석이 메틸 알콜 추출물 두시료에 대해서 *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100 두균주를 이용한 Ames test를 실시하여 두시료 모두 변이원성이 없는 것을 확인하였다. 또한 오와 함⁽¹⁸⁾은 양송이 효소갈변 생성물의 SOS chromotest를 이용한 돌연변이 억제활성을 시험한 결과, 4NQO에 대한 IF값이 갈변물질 첨가시 모두 감소되어 항돌연변이성이 있는 것으로 보고하였다. 따라서 이와같은 결과는 버섯류 메틸 알콜 추출물의 특이성분 혹은 혼합성분이 변이원물질인 4NQO에 강한 항돌연변이성을 나타낸 결과로서 본 보고와 일치하는 것을 알 수 있었다. 그리고 Ames test에서는 버섯 추출물에 함유된 histidine의 영향으로 자연복귀변이 colony수의 증가가 예상되고 또한 시료 첨가량도 최대 50 µL 이상 첨가하는 것이 어려웠으나, 본 실험법의 경우는 histidine의 영향을 받지 않는 장점이 있어서 버섯 추출물의 4NQO의 돌연변이성을 강하게 억제하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 이와같은 결과는 윤 등⁽¹⁹⁾의 장류추출물의 SOS chromotest에 의한 항돌연

Table 2. Inhibitory effect of AAAE and GEAE on the induction of SOS function by 4NQO

Test compound	Dose (µg/assay)	4NQO (20 ng/assay)					Control ⁵⁾ IF
		β-G ¹⁾ (units)	A-P ²⁾ (units)	Ratio	IF ³⁾	IR ⁴⁾	
AAAE ⁶⁾	0	27.781	9.353	2.970	6.891	-	1.000
	0.625	27.875	9.324	2.990	6.937	-	1.000
	1.25	27.031	9.412	2.872	6.666	3.8	1.019
	2.5	26.844	9.265	2.897	6.722	2.9	1.028
	5.0	25.031	9.530	2.627	6.095	13.5	1.063
	10.0	23.188	9.706	2.389	5.543	22.9	1.137
	20.0	20.531	9.882	2.078	4.821	35.1	1.084
	40.0	16.031	9.676	1.653	3.835	51.9	1.095
GEAE ⁷⁾	0	28.313	9.441	2.999	7.209	-	1.000
	0.625	28.031	9.412	2.978	7.159	0.8	1.002
	1.25	27.250	9.529	2.860	6.875	5.4	0.957
	2.5	27.313	9.618	2.840	6.827	6.2	0.976
	5.0	25.469	9.794	2.600	6.250	15.5	1.002
	10.0	23.094	10.029	2.303	5.536	26.9	1.070
	20.0	19.719	10.147	1.943	4.671	40.9	1.132
	40.0	15.563	10.500	1.482	3.563	58.7	1.091

¹⁾β-G: β-galactosidase.

²⁾A-P: alkaline phosphatase.

³⁾IF: induction factor.

⁴⁾IR: inhibition rate (%).

⁵⁾Control: not added mutagen.

⁶⁾AAAE: *Auricularia auricula* alcohol extract.

⁷⁾GEAE: *Gyrophora esculenta* alcohol extract.

Table 3. Inhibitory effect of AAAE and GEAE on the induction of SOS function by MNNG

Test compound	Dose (µg/assay)	MNNG (225 ng/assay)					Control
		β-G (units)	A-P (units)	Ratio	IF	IR	IF
AAAE	0	28.839	10.030	2.285	7.316	-	1.000
	0.625	28.903	10.242	2.822	7.181	2.1	1.024
	1.25	28.677	10.152	2.825	7.188	2.0	0.989
	2.5	27.839	10.212	2.726	6.936	6.0	1.056
	5.0	26.806	10.333	2.594	6.601	11.3	1.131
	10.0	25.323	10.545	2.401	6.109	19.1	1.142
	20.0	22.484	10.485	2.144	5.455	29.5	1.115
	40.0	17.161	10.303	1.666	4.239	48.7	1.064
GEAE	0	29.419	9.970	2.951	7.586	-	1.000
	0.625	29.290	9.848	2.974	7.645	-	1.005
	1.25	28.871	9.909	2.914	7.491	1.4	1.026
	2.5	28.355	10.030	2.827	7.267	4.8	0.949
	5.0	26.677	10.121	2.636	6.776	12.3	0.956
	10.0	23.258	10.000	2.326	5.979	24.4	1.046
	20.0	19.774	9.848	2.008	5.162	36.8	1.021
	40.0	14.968	10.273	1.457	3.746	58.3	0.920

β-G, A-P, IF, IR, Control, AAAE and GEAE: see the legend in Table 2.

Table 4. Inhibitory effect of AAAE and GEAE on the induction of SOS function by MMC

Test compound	Dose (µg/assay)	MMC (40 ng/assay)					Control
		β-G (units)	A-P (units)	Ratio	IF	IR	IF
AAAE	0	24.971	8.969	2.784	6.505	-	1.000
	0.625	23.941	9.031	2.651	6.194	5.7	1.016
	1.25	24.765	8.906	2.781	6.498	0.1	0.981
	2.5	23.853	9.036	2.631	6.147	6.5	1.009
	5.0	23.176	9.156	2.531	5.914	10.7	1.021
	10.0	21.559	9.313	2.315	5.409	18.9	1.056
	20.0	18.441	9.531	1.935	4.521	36.0	1.136
	40.0	14.059	9.125	1.541	3.600	52.8	1.068
GEAE	0	24.618	9.188	2.679	6.363	-	1.000
	0.625	26.765	9.125	2.714	6.447	-	0.981
	1.25	24.882	9.063	2.745	6.520	-	0.995
	2.5	23.971	9.219	2.600	6.176	3.5	1.024
	5.0	22.147	9.406	2.355	5.594	14.3	1.083
	10.0	19.941	9.563	2.085	4.952	26.3	1.017
	20.0	16.382	9.719	1.686	4.005	44.0	0.983
	40.0	11.824	9.594	1.232	2.926	64.1	1.055

β-G, A-P, IF, IR, Control, AAAE and GEAE: see the legend in Table 2.

변이성 실험결과에서도 잘 나타나 있다.

Table 3은 MNNG에 대한 목이 및 석이 두 시료에 대한 돌연변이 및 항돌연변이원성을 나타낸 것으로서, 시료자체의 변이원성 실험결과, 농도 증가시(0~40 µg/assay)에도 대조구의 IF값과 비슷한 수치를 나타내어 시료 자체의 변이원성은 없는 것으로 인정되었다. 그러나 변이원인 MNNG에 의한 IF값이 목이의 경우는 40 µg/assay의 농도에서 7.316에서 4.239로 감소되어 약 49%의 억제활성을 나타내었으며, 석이는 동일 농도에서 IF값이 7.586에서 3.746으로 감소, 약 58%

의 억제활성을 보여주었다. 이러한 억제활성은 목이 및 석이 추출물의 농도증가에 따라 더욱 분명히 나타났다으며, MNNG 225 ng/assay에서 강한 억제효과를 나타내었다. 또한 목이보다는 석이 메틸 알콜 추출물이 더욱 강한 억제활성을 나타내었다.

Table 4는 MMC (40 ng/assay)에 대한 항돌연변이성에 대한 실험결과로서, 자체 변이원성은 없었으며 변이원인 MMC에 의해 유발된 IF값이 목이의 경우는 40 µg/assay의 농도에서 6.505에서 3.600으로 감소되어 약 53%의 억제활성을 나타내었고, 석이는 동일농

Table 5. Inhibitory effect of AAAE and GEAE on the induction of SOS function by Trp-P-1

Test compound	Dose ($\mu\text{g}/\text{assay}$)	Trp-P-1 (250 ng/assay)					Control
		$\beta\text{-G}$ (units)	A-P (units)	Ratio	IF	IR	IF
AMAE	0	13.763	9.886	1.392	3.524	-	1.000
	0.625	13.868	9.743	1.423	3.603	-	1.033
	1.25	18.447	9.629	1.916	4.851	-	1.058
	2.5	17.211	9.686	1.777	4.499	-	1.041
	5.0	12.868	10.029	1.283	3.248	10.9	1.029
	10.0	10.474	9.771	1.072	2.714	32.1	1.076
	20.0	9.079	9.657	0.940	2.380	45.3	1.114
	40.0	7.711	9.857	0.782	1.980	61.2	1.071
GEAE	0	14.289	10.171	1.405	3.461	-	1.000
	0.625	17.868	10.029	1.782	4.389	-	0.929
	1.25	16.921	10.371	1.632	4.020	-	0.916
	2.5	16.105	10.257	1.570	3.867	-	0.973
	5.0	12.947	9.486	1.345	3.313	6.0	0.961
	10.0	10.658	8.971	1.188	2.926	21.7	1.091
	20.0	8.605	8.600	1.001	2.466	40.4	1.180
	40.0	6.553	8.514	0.770	1.897	63.6	1.170

$\beta\text{-G}$, A-P, IF, IR, Control, AAAE and GEAE: see the legend in Table 2.

도에서 IF값이 6.363에서 2.926으로 감소, 약 64%의 강한 억제활성을 나타내었다. 두 시료중 석이 메틸 알콜 추출물이 더욱 강한 억제활성을 나타낸 것은 4NQO와 MNNG에서와 같은 경향이였다.

Table 5는 간접 변이원인 Trp-P-1에 대한 항돌연변이성의 실험결과이다. 시료 자체의 변이원성은 없었으나, 석이의 경우 0.625~2.5 $\mu\text{g}/\text{assay}$ 의 농도에서 IF값이 약간 감소하였으나, 농도증가에 따라 1에 가까운 값을 나타내어 변이원성은 없는 것으로 인정되어 백과 함⁽¹⁷⁾의 결과와 일치하였다. Trp-P-1에 의해 유발된 IF값은 목이의 경우 40 $\mu\text{g}/\text{assay}$ 의 농도에서 3.524에서 1.980으로 감소되어 약 61%의 억제활성을, 석이의 경우는 동일농도에서 3.461에서 1.897로 약 64%의 강한 억제활성을 나타내었다. 목이와 석이 모두 초기농도(0.625~2.5 $\mu\text{g}/\text{assay}$)에 있어서 IF값이 증가하는 경향은 앞서 실험된 3종의 변이원과는 다른 양상을 나타내었으며, Potenberg 등⁽²⁰⁾이 보고한 합성항산화제의 benzo(a)pyrene에 의해 유발된 SOS function의 상승 및 억제작용과 비슷한 경향을 나타낸 것으로 아직까지 명확한 이유는 밝혀진 바 없다.

이상과 같이 SOS chromotest에서는 양성변이원 4종 모두에 있어서 돌연변이 억제활성을 나타내었고, 특히 석이가 목이보다 대체로 강한 항돌연변이성을 나타내었다. 이와같이 목이 및 석이 두시료 모두 변이원 물질에 대해서 항돌연변이 효과가 어떤 특정성분 혹은 복합성분에 의한 것인지 좀 더 구체적인 단리성분에 의한 실험이 필요하다고 생각된다.

요 약

목이(*Auricularia auricula*)와 석이(*Gyrophora esculenta*)로부터 각각 얻어진 메틸 알콜 추출물에 대하여 *E. coli* PQ37/pKM101 균주를 이용한 SOS chromotest 방법으로 시료자체의 변이원성 유무 및 4가지 양성변이원 물질에 대한 항돌연변이성을 검토하였다. 시료자체의 돌연변이원성 유무에 있어서는 SOS induction factor (IF) 값의 증가가 없었으므로 돌연변이 원성이 없는 것으로 인정되었다. 4가지 양성 돌연변이 원 물질에 대한 항돌연변이성 실험결과, 4-nitroquinoline-1-oxide (4NQO)에서는 목이, 석이 각각 52%, 59%의 억제효과를 나타내었고, N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG)에 대해서는 49%, 58%, mitomycin C (MMC)에 대해서는 53%, 64% 그리고 3-amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido-(4,3-b) indol (Trp-P-1)에 대해서는 각각 61%, 64%의 억제활성을 나타내었다. 이 결과는 SOS chromotest에서는 양성변이원 4종 모두에 있어서 돌연변이 억제활성이 인정되었고, 특히 석이가 목이보다 대체로 강한 항돌연변이활성을 나타내었다.

문 헌

1. 岩田久敬 : 食品化學各論. 合養賢堂, p.178 (1973)
2. 박원기 : 한국식품사전. 신광출판사, p.155 (1991)
3. 김영재 : 약품자원 식물학. 동영사, p.69 (1974)
4. 相賀徹夫 : 中藥大辭典(第3卷). 小學館, p.1426 (1985)
5. Yamanaka, T.: Preliminary notes on the development of

- the *Gyrophora esculenta* community. *J. Jap. Bot.*, **43**, 363 (1968)
6. 김천호 : 석이버섯(*Gyrophora esculenta*)에 함유되어 있는 간장 및 혈장 콜레스테롤 저하 물질에 관한 연구 (제 2보). 한국유화학회지, **1**(1), 33 (1984)
 7. 김천호, 福傷博保 : 석이버섯(*Gyrophora esculenta*)중에 함유되어 있는 간장 및 혈장 콜레스테롤 생리활성저하 생리활성물질에 관한 연구. 한국영양학회지, **16**(1), 27 (1983)
 8. 남정원, 고영수 : 한국산 목이와 석이의 지방산 및 스테롤 성분조성에 관한 비교연구. 한국식품과학회지, **12**(1), 6 (1980)
 9. 이송애, 정경수, 심미자, 최웅철, 김병각 : 한국산 담자균류의 항암성분에 관한 연구(II) 치마버섯과 목이버섯의 항암성분. 한국균학회지, **9**(1), 25 (1981)
 10. 함승시, 大村浩久 : 버섯 추출물의 항돌연변이원성. 강원대학교 논문집, **23**, 130 (1986)
 11. Quillardet, P., Huisman, O., D'Ari, R. and Hofnung, M.: SOS-chromotest, a direct assay of induction of an SOS function in *E. coli* K-12 to measure genotoxicity. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **79**, 5971 (1982)
 12. Radman, M.: SOS repair hypothesis phenomenology of an inducible DNA repair which is accompanied by mutagenesis. In *Molecular Mechanism for Repair of DNA*, Plenum, N.Y., p.355 (1975)
 13. Quillardet, P. and Hofnung, M.: The SOS chromotest, a colorimetric bacterial assay for genotoxins; procedures. *Mutation Res.*, **147**, 65 (1985)
 14. Ohta, T., Nakamura, N., Moriya, M., Shirasu, Y. and Kada, T.: The SOS-function-inducing activity of chemical mutagens in *Escherichia coli*. *Mutation Res.*, **131**, 101 (1984)
 15. Wilhelm, V.D.H., Claudia, B., Rainer, G. and Armin, B.: Evaluation of the SOS chromotest. *Mutation Res.*, **203**, 205 (1990)
 16. Miller, J.: *Experiments in Molecular Genetics*. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, N.Y. (1972)
 17. 백창원, 함승시 : 사과 Polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변반응 생성물의 항돌연변이 효과. 한국식품과학회지, **22**, 625 (1990)
 18. 오홍석, 함승시 : 양송이 유래 Polyphenol oxidase에 의한 Polyphenol 화합물의 효소적 갈변생성물의 돌연변이 억제효과. 한국식품과학회지, **24**(2), 341 (1992)
 19. 윤기도, 권동진, 홍석산, 김수일, 정건섭 : 대두 및 대두발효식품의 항돌연변이성. 한국미생물공학회, **24**(4), 525 (1996)
 20. Potenberg, J., Hude, W.V., Basler, M. and Kahl, R.: Enhancement and inhibition of benzo(a)pyrene induced SOS function in *E. coli* by synthetic antioxidants. *Mutation Res.*, **207**, 7 (1988)
-
- (1997년 8월 8일 접수)