

## 2-AF와 MNNG에 대한 마 식이섬유의 항돌연변이 효과

신남희 · 구성자

경희대학교 가정대학 식품영양학과

### Antimutagenic Effect of Dietary Fiber from Yam (*Dioscorea batatas* D<sub>ECNE</sub>) Against 2-AF and MNNG

Nam-Hee Shin and Sung-Ja Koo

Department of Food and Nutrition, Kyunghee University

#### Abstract

On the mutagenicity induced by 2-aminofluorene (2-AF) with S9 mix and N-Methyl-N'-Nitro-N-Nitrosoguanidine (MNNG) without S9 mix, the antimutagenic effects of dietary fiber (total dietary fiber,  $\alpha$ -cellulose and pectin) from Yam were examined by the Ames assay using *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100. Total dietary fiber,  $\alpha$ -cellulose and pectin from natural and cultural Yam didn't have mutagenicity. Most of sample dietary fiber showed the antimutagenicity. Total dietary fiber from cultural Yam was more effective than that from natural Yam on mutagenicity induced by 2-AF and MNNG.  $\alpha$ -cellulose from cultural Yam was more effective than that from natural Yam on mutagenicity caused by 2-AF and MNNG. Pectin from natural and cultural Yam had antimutagenic effect on mutagenicity induced by MNNG. In this study, antimutagenicity on MNNG was more effective than that on 2-AF. Antimutagenic effect of Samples had influence on incubation time.  $\alpha$ -cellulose and pectin from natural and cultural Yam showed stronger antimutagenic effect than standard  $\alpha$ -cellulose and standard pectin, respectively, on mutagenicity induced by 2-AF and MNNG.

Key words: antimutagenic effects, dietary fiber, Yam,  $\alpha$ -cellulose, pectin

## I. 서 론

우리 나라의 식생활이 서구화됨에 따라 식이섬유 섭취의 감소와 정제 식품의 1일 섭취량이 증가함에 따라 과잉 영양, 운동부족, 환경 요인 및 고지혈증, 허혈성 심질환, 당뇨병, 대장암, 담석증, 장계실증 등의 성인병의 발생률이 증가해서 사회문제로 지적되고 있다<sup>1,2)</sup>. 그에 따라 균형있는 식이 형태 뿐만 아니라 여러 건강 식품에 대한 관심이 높아지고 있다.

마(Yam)는 위장병, 당뇨병, 폐결핵, 빈뇨증에 민간적으로 널리 이용되고 있는 건강 식품 중의 하나이다. 마의 항돌연변이 효과에 관한 연구로 Morita *et al.*<sup>3)</sup>의 마 분말의 Trp-P-1에 대한 억제 효과가 보고되었고, 최근에는 정<sup>4)</sup> 등의 마의 polyphenol oxidase의 특성과 효소 갈변 생성물의 항돌연변이 효과에 대해 보고되었으며, 김<sup>5)</sup>의 마의 조리법과 그의 섭취가 당뇨병 환자의 혈당에 미치는 영향에 대한 연구가 보고됨으로써 마의 건강 식품으로서의 기능성에 대한 탐색이 이루어지고 있으며, 또한 각종 식이섬유의 돌연변이 억

제에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 마의 식이섬유가 발암원이나 돌연변이원을 흡착하여 항돌연변이 효과가 있을 것으로 예상되어 산마(D. batatas D., natural yam)와 재배마(D. batatas D., cultural yam)로부터 총 식이섬유(total dietary fiber: TDF), 불용성 식이섬유인  $\alpha$ -cellulose 및 수용성 식이섬유인 pectin을 추출하여 *Salmonella typhimurium*의 염기 치환형 변이주인 TA100과 구조 이동형 변이주인 TA98을 이용한 Ames test를 통하여 S9 mix(대사활성물질)가 필요없는 직접 돌연변이원인 N-Methyl-N'-Nitro-N-Nitrosoguanidin(MNNG)과 S9mix(대사활성물질)가 필요한 간접 돌연변이원인 2-aminofluorene(2-AF)의 돌연변이원성의 억제 효과에 대하여 검토하여 마의 생리적 기능성을 밝히고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

본 실험에 사용된 산마(*Dioscorea batatas* D., natural

yam)와 재배마(*Dioscorea batatas* D., cultural yam)는 경동시장에 구입하여 사용하였다. MNNG와 2AF 등의 돌연변이원과 표품  $\alpha$ -cellulose와 표품 pectin, amyloglucosidase(A-7255) 및 protease(P-8044)는 Sigma사로부터,  $\alpha$ -amylase(3B1511)는 Junsei사로부터 구입하여 사용하였다.

S9(Aroclor-1254 induced rat liver)은 대덕 연구단지 내 화학연구소로부터 제공받았고, S9 cofactor는 Wako 사로부터 구입하였고, 기타 다른 시약은 특급시약을 사용하였다.

## 2. 총 식이섬유의 추출

산마와 재배마의 총 식이섬유는 AOAC<sup>7)</sup>법으로 추출하였다. 산마와 재배마는 껍질을 제거하여 절단하고 동결건조시켜 시료로 사용하였다. 시료 각각 10g에 0.05M phosphate buffer(pH 6.0) 100 ml와 thermal  $\alpha$ -amylase 1 ml를 첨가하여 95°C의 water bath에서 15분간 반응시킨 후 실온에서 냉각시켰다. 냉각된 용액을 0.171N NaOH용액으로 pH 7.5±0.1로 조정후, protease 50 mg을 넣어 60°C의 water bath에서 30분간 반응시켰다. 실온에서 냉각시켜 0.205M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>용액으로 pH 4.5±0.2로 조정후, amyloglucosidase 3 ml를 첨가하여 60°C의 water bath에서 30분간 반응시켰다. 반응액에 95% ethanol(EtOH) 300 ml를 첨가하고 실온에서 60분간 방치한 후 glass filter로 흡입 여과하였다. 잔사를 78% EtOH 300 ml, 95% EtOH 300 ml, acetone 400 ml로 각각 2회 세척한 후, 105°C의 dry oven에서 하룻밤 건조시킨 다음 총 식이섬유를 얻어 실험에 사용하였다.

## 3. $\alpha$ -cellulose와 pectin의 추출

산마와 재배마의  $\alpha$ -cellulose와 pectin은 Southgate법<sup>8)</sup>에 따라 추출하였다. 동결건조시킨 산마와 재배마 각각 10g에 함유된 유리당류, 지질, 색소를 제거하기 위해 300 ml의 EtOH로 2회, ethyl ether로 1회 추출하여 여액을 제거하였다. 잔사에 열 ethanolamine 600 ml를 가한 후 여과하여 여액을 제거하였으며, 잔사를 4% (w/w) NaOH액 250 ml를 가하여 15분간 원심분리(11,000 rpm)한 후 여액을 제거하고, 잔사(II:  $\alpha$ -cellulose)를 얻어 실험에 사용하였다. 여액(I)은 CH<sub>3</sub>COOH 용액으로 중화시킨 후 15분간 원심분리(11,000 rpm)하였으며 잔사(III)와 여액(II)으로 분리하였다. 여액(II)에 3~4배량의 EtOH을 첨가하여 15분간 원심분리(11,000 rpm)한 후 침전물을 얻었으며, 침전물과 잔사(III)를 NH<sub>4</sub>OH 용액 300 ml로 추출한 후 15분간 원심

분리(11,000 rpm)하여 여액(III)을 얻었으며, 여기에 EtOH 300ml를 첨가하여, 15분간 원심 분리하여 잔사(IV: pectin질)를 취하여 실험에 사용하였다.

## 4. Mutagenicity Test(마 식이섬유의 dose-response)

산마, 재배마의 총 식이섬유,  $\alpha$ -cellulose 및 pectin질의 돌연변이원성을 확인하기 위하여 salmonella typhimurium TA98과 TA100 두 균주를 이용하여 Ames test를 개량한 preincubation법<sup>9)</sup>으로 돌연변이원성 실험을 하였다.

산마와 재배마의 총 식이섬유는 5.0%(0.1g), 산마와 재배마의  $\alpha$ -cellulose와 pectin, 표품  $\alpha$ -cellulose와 표품 pectin은 각각 0.1%(0.002g), 0.5%(0.01g), 0.7%(0.014g), 1.0%(0.02g), 5.0%(0.1g)씩을 넣고 PBS(인산 완충액) 1.96 ml를 가하여 37°C에서 3시간 진탕(120 rpm) 배양한 후 4000 rpm에서 12분간 원심분리하여 여액을 취하여 plate당 0.1 ml를 사용하였다. TA100인 경우 멸균한 증류수 0.5 ml, TA98인 경우 S9 mix 0.5 ml와 원심분리한 여액 0.1 ml, nutrient broth용액에서 배양한 균 배양액 100  $\mu$ l(1~2×10<sup>8</sup>/ml)를 잘 섞어 37°C에서 20분간 preincubation한 후 histidine/biotin solution을 넣은 top agar(45°C) 2 ml와 혼합하여 최소 형판 배지에 도말하여 48시간 배양한 후 생긴 복귀돌연변이균수를 계측하여 돌연변이원성 유무를 판정하였다.

## 5. 2-AF와 MNNG에 대한 마 식이섬유의 억제 효과

산마와 재배마의 총 식이섬유의 농도는 5.0%, 산마와 재배마의  $\alpha$ -cellulose와 pectin, 표품  $\alpha$ -cellulose와 표품 pectin의 농도는 각각 0.1%, 0.5%, 0.7%, 1.0%, 5.0%로 하였다. 또한 배양시간에 따른 변이원과의 흡착 효과는 0시간, 1시간 30분, 3시간, 6시간, 12시간에 대해 살펴보았다.

변이원 물질의 농도는 예비 실험을 통하여 시료의 돌연변이 억제 효과를 측정하기에 적절한 농도로, TA100에서는 MNNG를 1  $\mu$ g/plate, TA98에서는 2-AF를 10  $\mu$ g/plate를 사용하여 mutagenicity test와 같은 방법으로 하였다.

흡착 효과는 돌연변이원의 활성에 대한 시료의 억제율(inhibitory activity, %)로 나타내었으며, 다음 식으로 산출하였다.

$$\text{Inhibitory activity(\%)} = \frac{a - b}{a - c}$$

- a: 돌연변이원만 존재할 경우의 복귀돌연변이균수
- b: 각 시료를 첨가하였을 때의 복귀돌연변이균수
- c: 자연돌연변이균수

### III. 결과 및 고찰

#### 1. Mutagenicity Test(마 식이섬유의 dose response)

본 실험에 사용한 산마, 재배마의 총 식이섬유,  $\alpha$ -cellulose, pectin의 농도에 대한 돌연변이원성 유무를 확인하기 위하여 돌연변이원성 검색에 널리 이용되고 있는 4가지 유전 형질 test를 통과한 *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100을 사용하여 Ames test를 실시하였다.

TA98과 TA100의 자연복귀돌연변이균수(TA98,  $55 \pm 7$ ; TA100,  $202 \pm 32$ )와 산마, 재배마의 총 식이섬유의 경우는 5.0% 농도, 산마와 재배마의  $\alpha$ -cellulose와 pectin, 표품  $\alpha$ -cellulose 및 표품 pectin의 경우는 0.1%~5.0% 정도의 식이섬유를 첨가하여 Ames test를 실시한 결과 복귀돌연변이균수는 식이섬유의 농도를 증가시켜도 복귀돌연변이균수가 증가되지 않은 것으로 보아 산마, 재배마의 상용된 농도에서 돌연변이원성은 없는 것으로 확인되었다. 그러나 구조 이동형인 *Salmonella typhimurium* TA98을 이용한 경우 산마, 재배마의  $\alpha$ -cellulose 농도가 5.0%일 때, 염기 치환형인 *Salmonella typhimurium* TA100을 이용한 경우 재배마의 농도가 5.0%일 때는 돌연변이원성을 나타내었다. 이는 Maron *et al.*<sup>9)</sup>의 대부분의 돌연변이원 및 항돌연변이원 물질은 농도 증가구간의 특정 농도 이상에서는 독성을 나타냈다고 보고한 것과 일치된 결과였다.

#### 2. 총 식이섬유의 억제 효과

본 실험에 사용된 산마, 재배마의 총 식이섬유소의 5.0% 농도는 Table 1에서 보는 바와 같이 돌연변이원성이 없음을 확인하였다. TA98은 2-AF에 대해 TA100은 MNNG에 대하여 산마, 재배마 총 식이섬유의 억제효과는 Table 1에 나타난 바와 같다.

2-AF에 대한 산마와 재배마의 총 식이섬유의 억제효과는 각각 12.4%, 33.2%로 나타났는데, 이는 두릅 생즙과 무즙에 비해 낮았으나, guava보다는 높게 나타났다. 또한 MNNG에 대한 산마, 재배마의 총 식이섬유의 억제효과는 각각 18.7%, 49.1%로 재배마는 우엉, 가지, 시금치 등에 비해 억제 효과가 큰 것으로 나타났다. 품종별로는 재배마가 산마보다 2-AF와 MNNG에 대한 억제 효과가 컸으며, 2-AF보다는 MNNG에 대한 억제 효과가 산마와 재배마에 있어서 모두 높게 나타나서 MNNG에 대한 억제효과가 더 큰 것으로 생각된다. 한편, Yamaguchi<sup>10)</sup>의 연구에 의하면, cauliflower, broccoli, 양파 등이 Trp-P-1, 2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)acrylamide(AF-2), acridine yellow에 대해 27~35%의 억제효과

Table 1. The comparison of inhibitory effect on chemically induced mutagenesis between natural and cultural Yam

	2-AF	MNNG
	No. of revertants	
Positive control	3214 $\pm$ 164	4083 $\pm$ 173
Spontaneous	53 $\pm$ 8	198 $\pm$ 31
Nat. TDF	2743 $\pm$ 181(12.4%)	3364 $\pm$ 177(18.7%)
Cul. TDF	2104 $\pm$ 168(33.2%)	2197 $\pm$ 132(49.1%)

Inhibitory effect was assayed by *S. typhimurium* TA98 for 2-AF and TA100 for MNNG. In the case of 2-AF, S9 mix was added for metabolic activation.

The concentration of the mutagens per plate were: 10  $\mu$ g for 2-AF; 1  $\mu$ g for MNNG.

Concentration of TDF: 5.0%.

Values in parenthesis indicate inhibitory activity (%).

가 있었다는 보고에 비해 본 실험의 2-AF와 MNNG에 대한 억제효과가 더 큰 것으로 나타났다.

#### 3. $\alpha$ -cellulose의 억제 효과

산마, 재배마의 불용성 식이섬유인  $\alpha$ -cellulose의 2-AF에 대한 억제 효과는 Fig. 1에 나타내었다. 5.0% 농도에서 독성을 보이지 않은 표품  $\alpha$ -cellulose를 제외하고,  $\alpha$ -cellulose의 농도를 0.1%~1.0%로 증가시키기에 따라 산마는 0.5%에서 억제효과가 70.0%, 재배마는 1.0%에서 76.9%의 억제효과를 나타냈다. 이는 표품  $\alpha$ -cellulose의 경우 0.7% 농도에서 43.0%의 억제효과를 보이는 것에 비해 비교적 높은 억제효과를 보였다. 그러나, 산마의 0.7% 이상의 농도에서는 억제 효과가 전

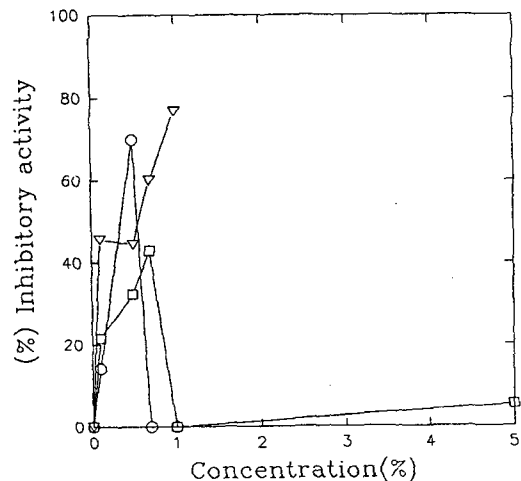


Fig. 1. Antimutagenicity of  $\alpha$ -cellulose on the mutagenicity induced by 2-AF with S9 mix in *Salmonella typhimurium* TA98. (○) natural Yam; (▽) cultural Yam; (□) standard  $\alpha$ -cellulose.

혀 나타나지 않았다. 재배마의 1.0% 농도에서는 Tackeuchi *et al.*<sup>11)</sup>이 보고한 DNP에 대한 1.0% 농도의 표품  $\alpha$ -cellulose와 wheat bran의 억제효과가 각각 43.0%, 58.0%인 것에 비해 억제 효과가 76.9%로 높게 나타났다.

산마, 재배마의  $\alpha$ -cellulose는 모든 농도에서 MNNG에 의해 유도되는 돌연변이원성에 대해 90% 이상의 높은 억제효과를 나타냈다(Fig. 2).

불용성 식이섬유가 소수성 돌연변이원을 화학적으로 변형시키는지 또는 단순히 흡착하는지에 관한 정확한 기전은 분명하지 않으나, Takeuchi *et al.*<sup>11)</sup>이 refined corn bran의 돌연변이원 흡착이 활성 탄소에 의한 흡착과 유사하다는 결과에 근거하여, 산마와 재배마의  $\alpha$ -cellulose는 2-AF, MNNG와 같은 소수성 돌연변이원에 대해 비가역적인 비이온성 흡착을 함으로써 효과적인 억제효과를 보이는 것으로 추정된다.

2-AF와 MNNG에 대한 산마와 재배마 및 표품의  $\alpha$ -cellulose의 반응시간에 따른 억제효과는 각각 Fig. 3, 4와 같다. 2-AF에 대한 억제효과가 산마와 표품  $\alpha$ -cellulose는 반응 시간 3시간일 때, 재배마의  $\alpha$ -cellulose는 반응 시간 6시간일 때 96~99%의 높은 억제 효과를 나타냈으나, 이 이후는 점차적으로 감소하여 12시간 반응시는 50~80%의 억제 효과를 나타냈다.

MNNG에 대한 산마, 재배마의  $\alpha$ -cellulose는 반응 즉시(0시간) 97~99%의 억제 효과를 나타냈으나, 6시간 이후부터 급격히 감소하여 반응 시간 12시간일 때는 억제효과가 나타나지 않았다. 표품  $\alpha$ -cellulose는

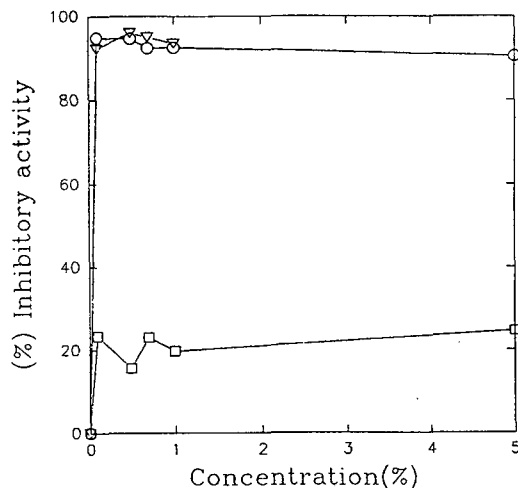


Fig. 2. Antimutagenicity of  $\alpha$ -cellulose on the mutagenicity induced by MNNG without S9 mix in *Salmonella typhimurium* AT100. (○) natural Yam; (▽) cultural Yam; (□) standard  $\alpha$ -cellulose.

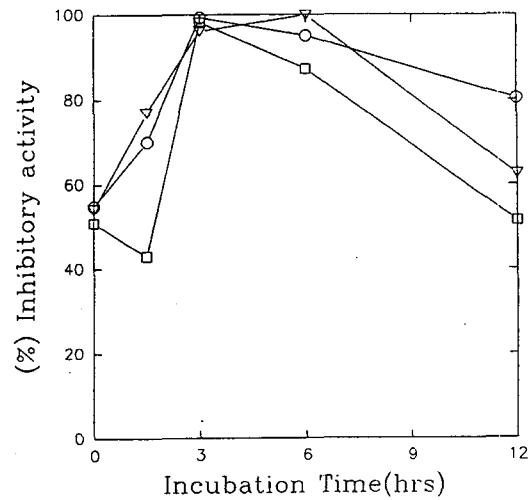


Fig. 3. Effect of incubation time of  $\alpha$ -cellulose (0.5%) on the mutagenicity induced by 2-AF with S9 mix in *Salmonella typhimurium* TA98. (○) natural Yam; (▽) cultural Yam; (□) standard  $\alpha$ -cellulose.

반응 즉시(0시간) 35%의 억제효과를 나타냈으며, 그 이후는 서서히 감소하여 반응 시간이 12시간일 때는 억제 효과가 나타나지 않았다.

Yamaguchi *et al.*<sup>10)</sup>의 Trp-P-2,4-nitroquinoline-1-oxide(4-NQO)에 대한 억제효과가 1시간 30분까지 반응시간을 증가시키기에 따라 표품  $\alpha$ -cellulose가 10~25%의 낮은 억제효과를 보였다는 보고는 본 실험과의 비교시  $\alpha$ -cellulose의 억제효과는 MNNG에 대해서는

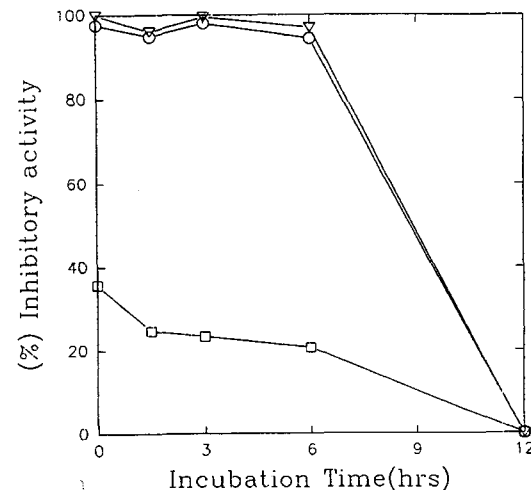


Fig. 4. Effect of incubation time of  $\alpha$ -cellulose (0.5%) on the mutagenicity induced by MNNG without S9 mix in *Salmonella typhimurium* TA100. (○) natural Yam; (▽) cultural Yam; (□) standard  $\alpha$ -cellulose.

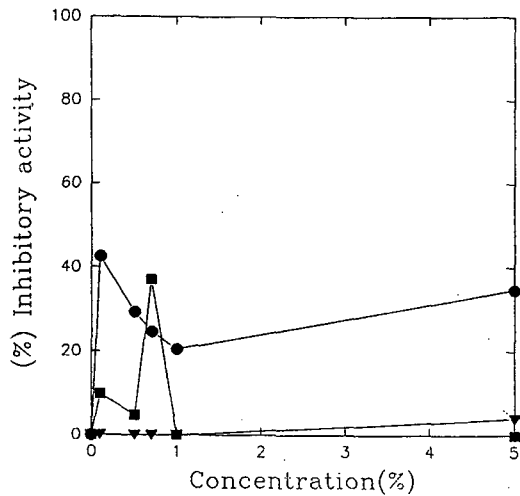


Fig. 5. Antimutagenicity of pectin on the mutagenicity induced by 2-AF with S9 mix in *Salmonella typhimurium* TA98. (●) natural Yam; (▼) cultural Yam; (■) standard pectin.

일치된 결과이나 2-AF에 대해서는 차이가 있었다.

이는 Robertson *et al.*<sup>12)</sup>의 연구에 의하면 돌연변이원에 대한 식이섬유의 흡착은 용매의 농도, 식이섬유의 농도에 따라 억제효과가 다르다고 보고하고 있지만 본 실험이 경우에는  $\alpha$ -cellulose의 추출원이 다를 뿐만 아니라 돌연변이원의 종류가 다르기 때문인 것으로 사려된다.

#### 4. Pectin의 억제효과

산마와 재배마의 수용성 식이섬유인 pectin의 2-AF에 대한 억제효과는 Fig. 5와 같으며, 산마의 경우 0.1~0.5%의 농도 증가에 따른 억제효과는 일관성 있게 증가하지는 않았지만, 농도증가와 관계없이 억제효과가 전혀 나타나지 않은 재배마보다는 억제효과가 컸다. MNNG에 대한 산마와 재배마 pectin의 억제효과는 Fig. 6과 같이 0.1~0.5%의 농도 구간에서 산마 pectin의 억제효과가 40.5~51.8%, 재배마는 19.5~31.0%, 표품 pectin은 10.9~30.9%로 나타났다. 재배마는 표품 pectin과 유사한 값으로 나타났으나, 산마보다는 낮은 억제효과를 나타냈다.

MNNG와 2-AF에 대하여  $\alpha$ -cellulose가 pectin보다 더 높은 억제효과를 보였으며, 이는 다량의 pectin으로 이루어진 감자, 어린 양배추 및 케일이 DNP에 대하여 불용성 식이섬유보다 낮은 억제효과를 보인 Robertson *et al.*<sup>12)</sup>과 Wilson *et al.*<sup>13)</sup>의 연구와 같은 경향을 보였다. 이는 pectin이 용액중에서 음이온으로 작용하여 돌연변이원종의 양이온과 교환능을 가짐으로써, 돌연변이

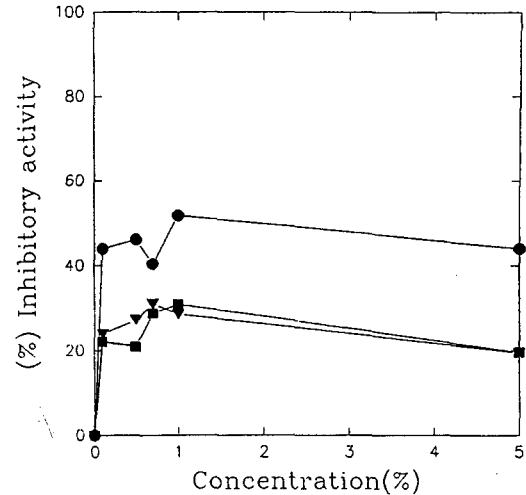


Fig. 6. Antimutagenicity of pectin on the mutagenicity induced by MNNG without S9 mix in *Salmonella typhimurium* TA100. (●) natural Yam; (▼) cultural Yam; (■) standard pectin.

이 억제효과를 다소 보인다는 연구보고와, Harris *et al.*<sup>14)</sup>의 흡착이 가역적으로 이루어져 해리가 쉽게 일어나므로 중성을 띄어 비이온성 흡착을 하는 불용성 식이섬유인  $\alpha$ -cellulose에 비해 pectin이 낮은 흡착능을 보인다는 보고도 있다.

산마, 재배마의 pectin이 2-AF와 MNNG에 대한 반응 시간에 따른 억제효과는 Fig. 10, 11과 같으며, 2-AF에 대한 pectin의 억제효과는 산마의 pectin이 2-AF와 반응시킨 즉시(0시간)의 억제 효과는 45.8%로 가장 높게 나타났다. 반응 시간이 길수록 억제 효과는 점차적으로 감소하였고, 재배마의 pectin은 3시간 반응시 10.3%로 가장 높았고, 표품 pectin은 1시간 30분 반응시, 37.1%로 가장 높게 나타났다.

산마와 재배마의 pectin, 표품 pectin의 MNNG에 대한 반응 시간에 따른 억제효과는 1시간 30분일 때 모두 가장 높게 나타났으며, 시간이 경과함에 따라 서서히 감소하여 12시간 반응시에는 억제효과가 전혀 나타나지 않았다.

이상으로 2-AF에 의해 유발되는 돌연변이원성은 산마의 경우 pectin이, 재배마의 경우  $\alpha$ -cellulose가 더 효과적으로 억제한다는 사실을 알 수 있으며, 산마, 재배마에서 추출한  $\alpha$ -cellulose와 pectin은 2-AF에 의해 유발되는 돌연변이원성에 비해 MNNG에 의해 유발되는 돌연변이원성을 더 효과적으로 억제한다는 사실을 알 수 있다. 이는 S9 mix가 필요없는 직접돌연변이 원인 sodium azide에 대한 guava의 억제효과가 S9

mix가 필요한 간접돌연변이원인 2-AF에 대한 것보다 더 크게 나타난 Grover *et al.*<sup>15)</sup>의 연구와 유사한 양상을 보이는 반면, hepatic S9 system에 의해 활성화되어 돌연변이원성을 나타내는 Trp-P-1, Trp-P-2(간접돌연변이원)에 대한 저해효과가 4-NQO, 2-NF(직접돌연변이원)에 대한 것보다 더 크게 나타난 Shinohara *et al.*<sup>16)</sup>의 연구 결과와는 다른 양상을 보인다.

## 요 약

산마의 총 식이섬유가 2-AF와 MNNG에 대해서는 각각 12.4%와 18.7%의 억제효과를 나타냈으며, 재배마는 33.2%와 49.1%의 억제효과를 보여 재배마의  $\alpha$ -cellulose는 각각 0.5%, 1.0%농도에서 70.0%와 76.9%로 가장 높은 억제효과를 나타냈으며 MNNG에 대해서는 모든 농도에서 90% 이상의 억제효과를 나타냈다. Pectin의 2-AF에 대한 억제효과는 산마의 경우 0.1% 농도일 때 42.5%로 가장 높았고, 재배마는 억제효과를 나타내지 않았다. MNNG에 대해서는 산마 1.0%와 재배마 0.7% 농도일 때 각각 51.8% 와 31.0%로 가장 높은 억제효과를 나타냈다. 반응 시간에 따른 억제 효과는 2-AF에 대해 산마, 재배마 및 표품의  $\alpha$ -cellulose (0.5%)는 3시간일 때, MNNG에 대해서는 6시간일 때 최고의 억제 효과를 나타냈다. 산마, 재배마 및 표품의 pectin(1.0%)의 2-AF에 대해 반응 시간이 경과함에 따라 억제 효과가 점진적으로 감소 하였으며 MNNG에 대해 1시간 30분일 때 높은 억제 효과를 나타냈다. 산마와 재배마에서 추출한  $\alpha$ -cellulose와 pectin은 2-AF에 의해 유발되는 돌연변이원성에 비해 MNNG에 의해 유발되는 돌연변이원성을 더 효과적으로 억제하였다.

## 감사의 글

본 연구는 1997년도 보건복지부의 보건의료기술개발과제로 수행된 연구내용의 일부입니다. 이에 깊이 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Burkit, O.P.: Colonic-rectal Cancer: Fiber and other dietary factors. *Am. J. Clin. Nutr.*, **31**: 558-564 (1978).

2. Willett, W.: The search for the cause of breast and colon cancer. *Nature*, **338**: 389-394 (1989).

3. Morita, K., Hara, M. and Kada, T.: Studies on natural desmutagen. *Agric. Biol. Chem.*, **24**(6): 1235-1238 (1978).

4. 정승희, 이임선, 구성자: 마의 polyphenol oxidase 특성과 효소 갈변생성물의 항돌연변이 효과. *한국조리과학회지*, **10**(4): 1994.

5. 김평자: 참마의 조리법 개발과 그 섭취가 당뇨병 환자의 혈당에 미치는 영향. 덕성여자대학교 대학원 석사학위논문, 1994.

6. Smith-barbado, P., Harsen, D. and Reddy, B.: Carcinogen binding to various types of dietary fiber. *J. Nat. Cancer Inst.*, **67**: 495-497 (1981).

7. AOAC: Official Method of Analysis, 12th Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 1975.

8. Sauthgate, D.A.T.: Fiber in Human Nutrition (Ed. by Ppiller, G.A. and A. Men, R.J.) 31, Plenum Press. New York, 1976.

9. Ames, B.N. and Maron, D.M.: Revised method for the salmonella typhimurium mutagenicity test. *Mut. Res.* **113**: 173 (1983).

10. Yamaguchi, T.: Inhibitory activity of heat treated vegetables and polysaccharides on mutagenicity. *Mut. Res.*, **284**: 205-213 (1992).

11. Takeuchi, M. and Hara, T.: Adsorption of mutagen by refined corn bran. *Mutation Res.*, **204**: 263-267 (1988).

12. Robertson, A.M., Harris, P.J., Hollands, H.J. and Ferguson, L.R.: A Model for studying the adsorption of a hydrophobic mutagen to dietary fibre. *Mut. Res.*, **244**: 173-178 (1990).

13. Wilson, W.D., Barwick, J.M., Lomax, J.A., Jarvis M. C. and Duncan, H.J.: Lignified and non lignified cell walls from kale. *Plant Science*, **57**: 83-9 (1988).

14. Harris, P.J., Robertson, A.M., Hollands, H.J. and Ferguson, L.R.: Adsorption of a hydrophobic mutagen to dietary fiber from the skin and flesh of potato tubers. *Mut. Res.*, **260**: 203-213 (1991).

15. Grover, I.S. and Bala S.: Studies on antimutagenic effects of guava (*Psidium Guajava*) In salmonella typhimurim. *Mut. Res.*, **300**, 1-3 (1993).

16. Shiinohara, K., Kurog, S., Miwa, M., Kong, Z-L. and Hosoda, H.: Antimutagenicity of dialyzates of vegetables and fruits. *Agric. Biol. Chem.*, **52**: 1369-1375 (1988).

(1998년 7월 30일 접수)