

## 감자식초의 항돌연변이원성 및 세포독성 효과

함승시<sup>†</sup> · 김미남 · 정용진\* · 이득식

강원대학교 식품생명공학부, 계명대학교 식품가공학과\*

## Antimutagenic and Cytotoxic Effects of Potato Vinegar

Seong-Shi Ham<sup>†</sup>, Mi-Nam Kim, Yong-Jin Jeong\* and Deuk-Sik Lee

*Division of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University*

*Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Taegu\**

### Abstract

This study was performed to examine the antimutagenic and cytotoxic effects of potato vinegar and commercial vinegars(cider, brown rice, persimmon vinegars) on *Salmonella typhimurium* TA98, TA100 and cancer cell lines using Ames test and cytotoxicity assay, respectively. In Ames test, all vinegars did not exhibit any mutagenicity, but showed substantial inhibitory effects against *N*-methyl-*N*-nitro-*N*-nitrosoguanidine(MNNG), 4-nitroquinoline-1-oxide(4NQO), 3-amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido[4,3-b]indol(Trp-P-1) and benzo( $\alpha$ )pyrene(B( $\alpha$ )P). The number of revertants per plate decreased significantly when these vinegars(80  $\mu$ g/plate) were added to the assay system using TA100 strain. Especially, potato vinegar(80  $\mu$ g/plate) showed high inhibition rate of 69.9% against mutagenicity of B( $\alpha$ )P on TA100 strain. In the cytotoxicity assay, these vinegars also showed prominent cytotoxic activity against human cancer cell lines. Potato vinegar(10  $\mu$ g/well) showed the strongest cytotoxic effect against HT1080 (fibrosarcoma cell) and K562 (myelogenous leukemia) at the same concentration when compared with other vinegars.

Key words: antimutagenicity, cytotoxicity, potato vinegar, commercial vinegar.

### I. 서 론

식초는 동서양을 막론하고 오랫동안 이용되어 온 전통 발효식품으로 식품 보존 효과뿐만 아니라 식품 방항제 또는 치료제로 널리 사용되고 있다<sup>1-3)</sup>. 일반적으로 식초는 음식물 자체의 맛을 좋게 할 뿐 아니라 짠맛을 덜어 주고 지방을 중화시켜 주는 작용을 한다. 또한 식초는 피를 맑게 하며 피로 회복에 효과

가 크고 각종 성인병을 치료하는데 좋은 원료로 널리 알려져 있다. 식초에 함유되어 있는 유기산과 아미노산 등은 질병에 대한 저항력을 높여 주고, 위에서 흡수된 후에는 산성체질을 바꿔주는 작용을 한다.

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 가지과에 속하는 1년생 저온성 작물로 기후 적응성이 높아 산간 지역과 평지 모두 재배가 가능하고, 재배가 타작물에 비해 비교적 용이하며 병충해 방제만 잘 해주면 높은 수확량을 기대할 수 있다. 칼슘, 인, 칼륨 등 무기질

이 풍부하여 산성식품인 육류, 유제품, 생선 등과 함께 먹을 경우에는 영양의 균형을 유지시켜 주는 대표적인 알칼리성 식품이다. 또한 감자의 영양적 특성과 식품적 가치를 살펴보면 열량은 쌀에 비하여 반 정도이나 10acre당 생산량으로 보면 열량은 비슷하고 단백질, 지방, 비타민류는 훨씬 높다. 특히 비타민 B와 C가 풍부하여 인체내에서 스트레스 감소, 철분 흡수촉진, 인슐린의 역할, 불임의 개선, 발암물질 발생 억제, 혈관벽을 강하게 해주고 콜레스테롤의 합성을 억제하여 동맥 경화를 막아준다<sup>4)</sup>.

최근에 우리나라는 경제성장과 더불어 식생활 문화가 향상되면서 각종 전통식품의 근대화가 이루어지고 있으며 건강에 대한 관심이 높아짐으로써 식초가 단순히 조미료로서의 기능뿐만 아니라 건강식품으로서 관심의 대상이 되고 있다. 물론 이와 같은 양조식초가 건강에 기여하는 성분으로 초산을 비롯한 각종 유기산, 당 및 아미노산 등의 영양 및 생리작용에 대한 연구가 진행되고 있으나<sup>5,6)</sup> 식초의 종류에 따른 특성과 식초의 맛과 향기를 비롯한 일반성상에 대해서는 연구가 미흡한 실정이다. 최근 들어서는 우리나라의 전통적인 감식초, 현미식초와 프랑스 등지에서 오래전부터 애용해 온 포도식초와 사과식초 등이 건강에 좋다는 것이 과학적으로 증명됨에 따라 전통 양조식초에 대한 관심이 높아지고 소비가 늘고 있다.

이러한 건강용 식초는 외국의 사례와 소비자 선호도 변화 등을 고려할 때, 향후 성장가능 잠재력은 매우 클 것으로 추정된다. 매실식초, 마늘식초, 알칼리성 감자식초 등의 건강용 식초가 개발 출시되고 있으나, 이에 대한 경쟁력 있는 기술개발과 더불어 과학적인 연구가 불충분한 실정이다<sup>7)</sup>. 따라서 본 연구에서는 감자의 건강식품으로서의 유용성, 국내에서 과잉 생산되는 감자의 소비를 촉진하기 위하여 감자를 원료로 개발한 감자식초와 기존의 시판식초인 사과식초, 현미식초 및 감식초에 의한 돌연변이 억제활성, 세포독성 등의 생리활성에 대하여 검토 비교하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료 및 시약

본 실험에 사용된 감자식초는 K대학 전통식품연구소에서 개발한 것으로 주원료인 감자를 정 등<sup>8,9)</sup>의 방법에 의하여 제조된 것을 사용하였다. 사과식초, 현미식초, 감식초는 2000년 3월에 제조된 것으로 백화점 및 축협직판장에서 판매되고 있는 것을 각각 구입하여 시료로 사용하였다. 4-Nitroquinoline-1-oxide(4NQO)와 N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine(MNNG)은 미국 Sigma회사로부터 구입하였고 3-amino-1,4-dimethyl-5H-pyrido(4,3-b)indol(Trp-P-1) 및 benzo(a)pyrene (B(a)P)은 일본 和光純藥 특급 시약을 사용하였다. 인간유래 암세포주인 breast cancer cell(MCF-7), lung cancer cell(A549), fibrosarcoma cell(HT1080), cervix, uterine: adenocarcinoma(HeLa) 그리고 myelogenous leukemia(K562)는 한국세포주 은행(KCLB)으로부터 구입하였다.

### 2. 돌연변이원성 실험

감자식초와 시판식초인 사과식초, 현미식초 및 감식초의 돌연변이원성 실험은 *Salmonella typhimurium*의 변이주인 TA98과 TA100을 이용하여 Ames test를 개량한 preincubation법<sup>10)</sup>으로 실시하였다. 각 시료를 건열멸균시킨 glass cap tube에 각각의 시료를 20, 40, 60, 80 µg/plate씩 가하고 여기에 전배양시킨 배양균액 100 µl을 가한 다음 0.2M sodium phosphate buffer(pH 7.4)로 전체량이 700 µl가 되도록 하였다. 이것을 37°C에서 20분간 진탕배양 한 다음 histidine/biotin이 첨가된 top agar(45°C)를 2ml씩 가하여 잘 혼합한 후 미리 조제해 놓은 minimal glucose agar plate상에 도말하고 평판고화시켜 37°C에서 48시간 배양하여 생긴 복귀돌연변이 (his<sup>+</sup> revertant colony)수를 측정하여 돌연변이원성의 유무를 판정하였다.

### 3. 항돌연변이원성 실험

건열멸균시킨 glass cap tube에 각각의 시료를 20, 40, 60, 80 µg/plate 농도로 첨가하고 변이원 물질을 각각 50 µl씩 첨가한 다음 대사활성물질이 필요한 경우에는 Maron과 Ames의 방법<sup>10)</sup>에 따라 제조한 rat

의 간 microsomal enzyme mixture인 S-9 mix를 250  $\mu$ l를 각각 첨가하였다. 여기에 전배양시킨 균액을 100  $\mu$ l씩 주입한 후 0.2M sodium phosphate buffer를 가하여 최종 부피가 700  $\mu$ l가 되도록 하였다. 이것을 37°C에서 20분간 진탕배양한 다음 상기의 돌연변이원성 실험과 같은 방법으로 실험하여 복귀돌연변이 colony 수를 측정하여 항돌연변이원성 유무를 판정하였다. 감자식초 및 시판식초와 변이원물질의 농도는 예비실험을 통하여 결정하였으며 항돌연변이활성은 변이원물질의 활성에 대한 시료의 억제율(inhibition, %)로 나타내었다.

#### 4. 암세포 성장 억제효과

##### 1) SRB assay

SRB[sulforhodamine B]assay<sup>11)</sup>는 세포 단백질 염색을 이용하여 세포생육 정도를 측정하는 방법이다. 10%의 fetal bovine serum과 각각의 암세포(MCF-7, A549, HT1080, HeLa)를 함유하는 RPMI1640이나 DMEM배지를  $5 \times 10^4$  cell/mL 농도로 100  $\mu$ l씩 well에 첨가하여 하룻동안 배양(37°C, 5% CO<sub>2</sub>)시킨 후 시료를 각각 1, 2, 4, 6, 8, 10  $\mu$ g/well씩 첨가하여 48시간 동안 다시 배양시켰다. 그 후 상등액을 aspirator로 조심스럽게 제거하고 냉장보관한 10%(w/v) TCA를 100  $\mu$ l씩 첨가하여 세포들을 well 바닥에 고정시켰다. 1시간 동안 4°C에서 배양시킨 후, TCA와 배지를 제거하기 위하여 증류수로 다섯번 정도 헹구었다. 이를 실온에서 건조시킨 후 1%(v/v) acetic acid에 녹인 0.4%(w/v) SRB용액 100  $\mu$ l를 첨가해 30분 동안 염색시킨 후 결합되지 않은 SRB 염색액은 1%(v/v) acetic acid 용액으로 헹구고 다시 건조시킨 후, 10 mM Tris buffer 100  $\mu$ l로 염색제를 녹여 540 nm에서 microplate reader로 흡광도를 측정하였다.

##### 2) MTT assay

MTT assay는 세포의 생육 및 분화를 측정하는 colorimetric assay<sup>12)</sup>로써 이 실험은 살아있는 세포의 미토콘드리아내 dehydrogenase enzyme이 노란색의 수용성 물질인 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-di-

phenyl tetrazolium bromide(MTT)에 의해 dark blue formazan을 생성해 내는 점을 기초로 하였다. K562세포와 10% fetal bovine serum을 함유한 RPMI 1640배지를  $5 \times 10^4$  cell/ml 농도로 각각의 well에 100 $\mu$ l씩 첨가하여 24시간 동안 배양(37°C, 5% CO<sub>2</sub>)시킨 후 각각의 시료를 1, 2, 4, 6, 8, 10  $\mu$ g/well씩 첨가하여 48시간 동안 다시 배양시켰다. 여기에 MTT(5mg/ml) 용액을 20  $\mu$ l씩 첨가하여 네시간 동안 배양시켜 formazan을 형성시킨 후 조심스럽게 aspirator로 상등액을 제거시킨 다음 DMSO (dimethylsulfoxide) 150  $\mu$ l를 첨가하여 formazan을 녹인 후 540nm에서 microplate reader를 이용하여 흡광도를 측정하였다.

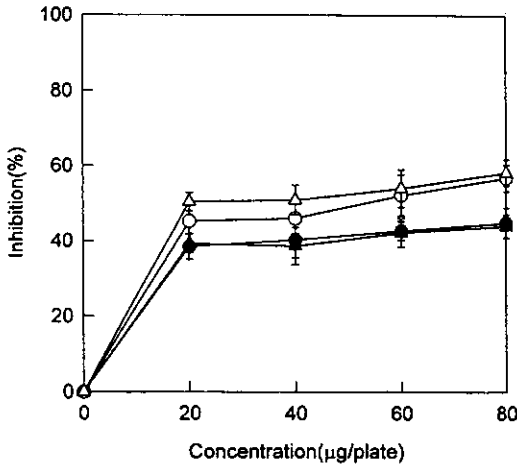
### III. 결과 및 고찰

#### 1. 시료의 항돌연변이원성

감자식초와 현재 시판되고 있는 식초인 사과식초, 현미식초 및 감식초를 이용하여 *S. typhimurium* TA98과 TA100에서의 돌연변이원성 실험을 행한 결과 시료농도를 20, 40, 60, 80  $\mu$ g/plate 첨가한 경우 균주 자체의 자연복귀 돌연변이의 colony수를 유지함으로써 변이원성은 없는 것을 알 수 있었다(데이터생략).

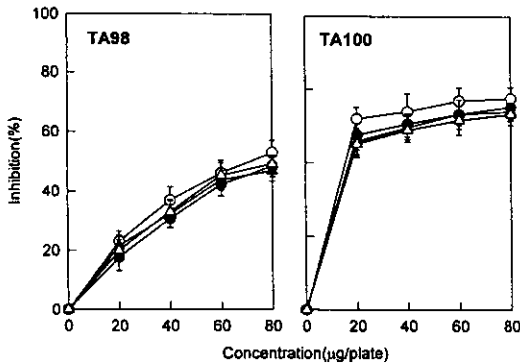
감자식초와 시판식초인 사과식초, 현미식초 및 감식초 각각을 가지고 항돌연변이실험을 행한 결과, Fig. 1에서와 같이 직접변이원으로 사용된 MNNG (0.4  $\mu$ g/plate)의 경우 *S. typhimurium* TA100 균주에서 시료농도를 20  $\mu$ g/plate 첨가시 돌연변이 억제율은 감자식초의 경우 38.5%를 나타내었고, 사과식초, 현미식초, 감식초의 경우 45.3, 39.2, 50.4%로 각각 나타났다. 한편, Fig. 2와 같이 4NQO에 대한 *S. typhimurium* TA98과 TA100에서의 실험결과 사과식초의 경우 80  $\mu$ g/plate에서 각각 53.0, 57.6%의 억제율을 나타내는데 비해, 감자식초, 현미식초 및 감식초의 경우 *S. typhimurium* TA100에서 같은 시료 농도에서 55.3, 53.9 및 53.2% 순으로 거의 비슷한 억제효과를 나타내었다.

또한 Fig. 3은 간접돌연변이원에 대한 억제활성에 서 B(a)P을 10  $\mu$ g/plate의 농도로 첨가한 후 시료



**Fig. 1.** Antimutagenic effects of vinegars against MN-NG (0.4 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100.

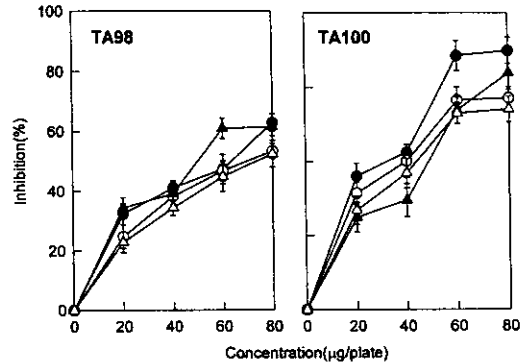
●- Potato vinegar    ○- Cider vinegar  
▲- Brown rice vinegar    △- Persimmon vinegar



**Fig. 2.** Antimutagenic effects of vinegars against 4NQO (0.15 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100.

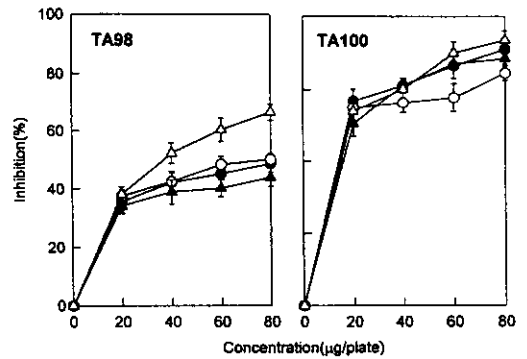
●- Potato vinegar    ○- Cider vinegar  
▲- Brown rice vinegar    △- Persimmon vinegar

농도 80 µg/plate 첨가한 경우 *S. typhimurium* TA98, TA100에 대해서 감식초의 경우 각각 62.9%와 69.9%로 사과식초 53.3%와 57.2%, 현미식초 61.4%와 63.9%에 비해 다소 높게 나타났으며 감식초의 경우 52.4%와 54.2%로써 다소 낮은 억제활



**Fig. 3.** Antimutagenic effects of vinegars against B(a)P (10 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100.

●- Potato vinegar    ○- Cider vinegar  
▲- Brown rice vinegar    △- Persimmon vinegar



**Fig. 4.** Antimutagenic effects of vinegars against Trp-P-1 (0.5 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100.

●- Potato vinegar    ○- Cider vinegar  
▲- Brown rice vinegar    △- Persimmon vinegar

성을 보였다. 그리고 Fig. 4에서와 같이 Trp-P-1을 사용한 경우 *S. typhimurium* TA98에 대해서는 80 µg/plate 농도에서 감식초의 경우 66.4%로 가장 높은 억제율을 나타냈으며 사과식초, 감자식초 및 현미식초의 경우 각각 50.4, 48.9 및 44.0%의 순으로 나타났다. *S. typhimurium* TA100의 경우에는 60 µg/plate의 시료농도에서 감식초의 경우 70.0%로 가장

높은 억제활성을 나타내었으며 감자식초, 사과식초 및 현미식초의 경우 66.7, 57.7 그리고 67.2%의 순으로 TA98의 경우와 비슷한 양상을 보였다.

이러한 항돌연변이원성 효과는 감자 자체의 유효 성분 중 섬유질, 각종 미네랄, 비타민류, 플라본 그리고 풍미에 영향을 미치는 각종 유기산<sup>5)</sup> 등의 성분이 영향을 주는 것으로 생각되며, 어떤 성분이 주요 인자로 작용하는지의 연구가 앞으로 필요한 것으로 사료된다.

## 2. 암세포 성장억제효과

식초성분에 의한 생리활성 효과를 검토하기 위하여 감자식초와 현재 시판되고 있는 사과식초, 현미식초 및 감식초에 의한 인간 암세포의 생육 억제활성을 검토하여 세포독성효과를 나타내었다. 본 실험에서는 세포독성을 규명하기 위해 각종 암세포로 생육 형태가 부착성 세포인 MCF-7, A549, HT1080 및

HeLa 세포를 이용하여 SRB assay를 행하였다. 각 시료의 암세포 성장억제효과는 Table 1에 나타내었다. 인간 유방암 세포인 MCF-7에 대한 독성효과로서 사과식초의 경우 4  $\mu\text{g}/\text{well}$  첨가까지는 약 10% 정도의 낮은 세포독성을 나타내었으나 그 이후의 농도에서 강한 독성을 나타내어 8  $\mu\text{g}/\text{well}$  첨가의 경우 94.8%의 세포독성효과를 나타내었고, 현미식초의 경우도 8  $\mu\text{g}/\text{well}$ 의 농도를 첨가할 경우 91.1%의 세포독성을 보였다. 감식초의 경우는 93.4%의 세포독성을 나타내었다. 그리고 감자식초의 경우도 비슷한 세포독성을 나타내었으나 동일 농도 첨가시 97.6%로 가장 높은 세포독성을 나타내었다. 그러나 10  $\mu\text{g}/\text{well}$  농도를 첨가할 경우 네 가지 시료 모두 97% 정도의 강한 세포독성을 나타냄으로써 발효식초들은 강한 암세포 성장억제효과가 있음을 알 수 있었다. 또한 인간 폐암세포인 A549 세포의 경우 10  $\mu\text{g}/\text{well}$ 의 농도에서 감자식초의 경우 97.2%로 가장 높게 억

**Table 1.** Growth inhibitory effects of vinegars on the human cancer cell

	Dose ( $\mu\text{g}/\text{well}$ )	Cell lines				
		MCF-7	A549	HT1080	HeLa	K562
Potato vinegar	2	13.7 $\pm$ 1.7	17.0 $\pm$ 3.5	13.2 $\pm$ 4.2	22.2 $\pm$ 3.9	15.8 $\pm$ 1.8
	4	22.8 $\pm$ 2.1	17.8 $\pm$ 2.7	15.5 $\pm$ 3.9	23.5 $\pm$ 1.5	26.3 $\pm$ 2.7
	6	69.6 $\pm$ 1.9	55.4 $\pm$ 2.5	24.6 $\pm$ 2.8	26.8 $\pm$ 3.2	33.7 $\pm$ 0.9
	8	97.6 $\pm$ 0.9	84.1 $\pm$ 1.0	64.0 $\pm$ 0.8	96.2 $\pm$ 1.4	42.1 $\pm$ 1.4
	10	97.6 $\pm$ 0.8	97.2 $\pm$ 0.7	80.4 $\pm$ 1.2	96.3 $\pm$ 0.6	46.3 $\pm$ 0.3
Cider vinegar	2	9.4 $\pm$ 2.5	8.8 $\pm$ 3.4	8.8 $\pm$ 3.6	20.9 $\pm$ 2.8	15.8 $\pm$ 2.9
	4	10.1 $\pm$ 3.8	15.9 $\pm$ 4.7	11.5 $\pm$ 2.5	23.6 $\pm$ 5.4	26.3 $\pm$ 3.5
	6	59.9 $\pm$ 1.4	35.1 $\pm$ 4.3	15.9 $\pm$ 3.1	24.5 $\pm$ 3.9	31.6 $\pm$ 2.1
	8	94.8 $\pm$ 1.0	78.3 $\pm$ 0.5	28.5 $\pm$ 3.8	49.8 $\pm$ 1.8	35.8 $\pm$ 1.4
	10	97.6 $\pm$ 0.8	89.3 $\pm$ 0.9	53.6 $\pm$ 2.0	96.3 $\pm$ 0.9	36.3 $\pm$ 3.9
Brown rice vinegar	2	21.6 $\pm$ 4.6	3.6 $\pm$ 1.3	10.7 $\pm$ 3.4	24.2 $\pm$ 4.4	15.7 $\pm$ 2.7
	4	36.1 $\pm$ 3.8	17.2 $\pm$ 2.5	15.5 $\pm$ 2.6	25.9 $\pm$ 3.1	16.0 $\pm$ 5.3
	6	65.5 $\pm$ 2.9	50.6 $\pm$ 1.7	16.1 $\pm$ 3.7	27.2 $\pm$ 2.8	17.6 $\pm$ 3.9
	8	91.1 $\pm$ 0.8	84.4 $\pm$ 0.6	16.9 $\pm$ 2.9	52.1 $\pm$ 0.8	21.3 $\pm$ 3.3
	10	97.5 $\pm$ 0.5	95.4 $\pm$ 0.4	43.6 $\pm$ 2.5	96.1 $\pm$ 0.4	23.2 $\pm$ 0.8
Persimmon vinegar	2	18.2 $\pm$ 3.7	6.3 $\pm$ 1.7	2.8 $\pm$ 2.8	24.4 $\pm$ 2.6	12.0 $\pm$ 0.6
	4	23.8 $\pm$ 2.3	14.7 $\pm$ 2.5	7.1 $\pm$ 3.5	25.6 $\pm$ 1.7	25.9 $\pm$ 3.1
	6	59.2 $\pm$ 1.5	45.7 $\pm$ 4.7	7.2 $\pm$ 2.1	31.6 $\pm$ 8.5	33.3 $\pm$ 2.5
	8	93.4 $\pm$ 1.8	84.8 $\pm$ 0.7	30.8 $\pm$ 1.9	51.0 $\pm$ 6.7	42.6 $\pm$ 0.8
	10	97.5 $\pm$ 0.6	96.5 $\pm$ 0.4	58.9 $\pm$ 0.8	96.3 $\pm$ 0.7	47.2 $\pm$ 1.2

Mean value $\pm$ S.D. (n=3).

제 활성이 나타났고, 감식초, 현미식초, 사과식초의 경우 각각 96.5, 95.4, 89.3%의 순으로 나타났다. 섬유육종암 세포인 HT1080 세포에 대한 독성효과는 시료의 농도를  $8\mu\text{g}/\text{well}$  첨가시 감자식초를 제외한 사과식초, 현미식초 그리고 감식초의 경우 30% 이하의 낮은 세포독성을 나타내었으나, 감자식초의 경우 64%의 비교적 높은 독성효과를 나타내었다. 자궁암 세포인 HeLa 세포에 대한 세포독성효과로서 사과식초, 현미식초, 감식초 및 감자식초 모두  $6\mu\text{g}/\text{well}$ 의 농도에서 30% 정도의 낮은 세포독성을 나타내었으나  $8\mu\text{g}/\text{well}$  첨가에서는 사과식초, 현미식초 그리고 감식초 모두 50% 정도의 세포독성을 나타낸 반면 감자식초의 경우는 96.2%의 높은 세포독성을 나타내었다. 그러나  $10\mu\text{g}/\text{well}$ 의 고농도 첨가에서는 세가지 시료 모두에서 96%의 비슷한 독성효과를 보였다.

부유상태로 성장하는 K562의 경우 MTT방법으로 암세포 성장억제 효과를 측정된 결과 감자식초를 비롯한 시판식초 모두에서 약한 세포 독성효과가 나타났다. 특히, 현미식초의 경우  $2\mu\text{g}/\text{well}$  첨가 이후에서는 세포독성은 강하게 나타내지 않았으며,  $10\mu\text{g}/\text{well}$ 의 첨가농도에서 사과식초의 경우 36.3%의 세포독성을 보였고, 감자식초와 감식초의 경우 각각 46.3%와 47.2%의 낮은 세포독성을 나타냄으로써 식초 성분에 의한 암세포 독성효과도 세포의 종류와 식초종류에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다. 이는 식초의 원료<sup>4)</sup>, 제조방법 등에 따라 차이가 있는 듯하다.

이제 식초는 단순조미료에서 기능성 식품으로 연구 개발되고 있으며 향후 향암, 항돌연변이, 항노화, 면역 등의 기능성을 가진 다양한 제품개발에 이용 기대된다. 이는 최근 식초시장이 1990년대부터 일체의 첨가물을 사용하지 않고 100% 과실을 원료로 생산되는 감식초를 시작으로 천연양조식초의 시장이 형성되어 식초시장의 고급화와 유기산, 향기성분, 아미노산 조성과 관능적인 맛과 품질이 우수하여 생산과 소비가 증가 추세에 있다. 그러나 WTO 체제가 구축됨에 따라 외국농산물의 범람으로 우리 농산물의 국제 경쟁력이 떨어지고 있다. 감자를 비롯한 마늘<sup>5)</sup>, 보리<sup>1)</sup>, 현미, 사과, 포도 등을 이용한 식초시장의 증가는 농산물의 국가경쟁력 강화에도 기여할 수

있을 것이다.

#### IV. 요약

감자의 이용가치를 향상시키기 위하여 감자를 이용한 감자식초와 시판식초인 사과식초, 현미식초 및 감식초의 생리활성 효과를 밝히기 위해 항돌연변이성 및 암세포 성장억제효과를 실시한 결과 각 시료 자체의 돌연변이원성은 없었다. 직접변이원인 MN-NG의 경우 *S. typhimurium* TA100 균주에서 시료 농도를  $20\mu\text{g}/\text{plate}$  첨가시 감자식초의 경우 38.5%를 나타내었고, 사과식초, 현미식초 및 감식초의 경우 각각 45.3, 39.2, 50.4%의 억제효과를 나타냈다. 4NQO에 대한 *S. typhimurium* TA100에서의 실험결과 모든 식초의 경우  $80\mu\text{g}/\text{plate}$ 에서 50%이상의 거의 비슷한 억제효과를 나타내었다. 한편 간접변이원 B( $\alpha$ )P에 대한 억제활성은 *S. typhimurium* TA100에 대해서 감자식초의 경우 69.9%로 사과식초, 현미식초 및 감식초에 비해 다소 높게 나타났다. Trp-P-1의 경우 감식초는 TA98( $80\mu\text{g}/\text{plate}$ )에 대해서는 66.4%, TA100( $60\mu\text{g}/\text{plate}$ )에서 70.0%로 가장 높은 억제활성을 나타내었다. 한편 암세포 성장억제 실험에서도 MCF-7, A549, HeLa 세포에 대하여 대부분 높은 세포독성을 나타내었으나 HT1080, K562 세포에 대해서는 감자식초가 다른 식초에 비해 높은 세포독성을 나타내었다.

#### V. 참고문헌

1. Kim, H. J., Park, S. H. and Park, C. H.: Studies on the production of vinegar from barley, Korean J. Food Sci. Technol., 17:350, 1985.
2. Kim, Y. T., Seo, K. I., Lee, Y. S. and Shim, K. H.: The production of vinegar using citron (*Citrus junos* Seibl) juice, J. East Asian Soc. Dietary Life, 7:301, 1997.
3. Yugi, O., Kaori, H., Takashi, M., Terumasa, K., Mitsuo, E. and Kyoichi, K.: Production of vinegar from soybean oligosaccharides, *in vitro*

- and *in vivo* effects of the vinegar on human fecal microflora, *Nippon Nogeikagaku Saishi*, 66:727, 1992.
4. Jung, S. H., Kim, J. H., Jeong, Y. J. and Choi, M. J.: Effect of persimmon vinegar on serum lipid profile in rats with high cholesterol diet, *J. East Asian Soc. Dietary Life*, 9:421-426, 1999.
  5. Moon, S. Y., Chung, H. C. and Yoon, H. N.: Comparative analysis of commercial vinegars in physicochemical properties, minor components and organoleptic tastes, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29:663-670, 1997.
  6. Ko, E. J., Hur, S. S. and Choi, Y. H.: The establishment of optimum cultural condition for manufacturing garlic vinegar, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27:102, 1998.
  7. Jung, Y. -J. and Lee, M. -H.: A view and prospect of vinegars industry, *Food Industry and Nutrition*, 5(1):7-12, 2000.
  8. Jung, Y. J., Seo, J. -H., Yoon, S. -R., Lee, J. -M., Lee, G. -D., Kim, O. -M. and Bang, K. -W.: Liquefaction and saccharification conditions of potatoes for alcohol fermentation using potatoes, *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 7(1):94-98, 2000.
  9. Jung, Y. -J., Kim, O. -M., Seo, J. -H., Lee, M. -H., Jung, S. -H. and Kim, T. -H.: Characteristics of alcohol fermentation yeast isolated from potatoes, *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 7(2):228-232, 2000.
  10. Maron, D. M. and Ames, B. N.: Revised methods for the *Salmonella typhimurium* mutagenicity test, *Mut. Res.*, 113: 173-215, 1983.
  11. Martin, A. and Martin, C.: Comparison of 5 microplate colorimetric assay for *in vitro* cytotoxicity testing and cell proliferation assays, *Cytotechnology*, 11:49-54, 1997.
  12. Scudiero, D. A., Shoemaker, R. H., Paul, K. D., Monks, A., Tierney, S., Nofziger, T. H., Currens, M. J., Seniff, D. and Boyd, M. R.: Evaluation of a soluble tetrazolium/formazan assay for cell growth and drug sensitivity in culture using human and other tumor cell lines, *Cancer Res.*, 48:4827-4836, 1988.