

## 볶음 치커리의 생리활성

박채규\*† · 전병선\* · 심기환\*\*

\*KT&G 중앙연구원, \*\*경상대학교 식품공학과

## Biological Activities of Roasted Chicory Root

Chae Kyu Park\*†, Byeong Seon Jeon\*, and Ki Hwan Shim\*\*

\*KT&G Central Research Institute, Daejeon 305-805, Korea.

\*\*Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

**ABSTRACT** : This study was carried out to investigate physiological activities of chicory root (*Cichorium intybus* L. var. *sativus*). The anti-hepatotoxic activity of roasted chicory was studied using primary cultured rat hepatocytes where cytotoxicity was induced by galactosamine. The water extract of roasted chicory did not induced of cytotoxicity in primary cultured rat hepatocytes. Treatment with 5 mM galactosamin for 5.0 hr showed maximum increase in activity of lactic dehydrogenase (LDH) released in the medium. The water extract of roasted chicory inhibited significantly and dose-dependently the release of LDH activity increased by galactosamine-induced cytotoxicity. The antidiabetic activity of water extract of roasted chicory was examined in streptozotocin induced diabetic rats. The increased blood glucose level in the streptozotocin induced diabetic rats was significantly decreased by the administration of chicory extract (800 mg/kg). Chicory water extract (800 mg/kg) prevented weight losses in streptozotocin induced diabetic rats. The antimutagenic activities of chicory water extract were tested using *Salmonella thyphimurium* YG 1024 as tester strains and 2-aminofluorene as a potent carcinogen in the presence of S-9 mix. No mutagenic activities of the water extracts of roasted chicory were observed on all the tested strains at dose 10~5,000  $\mu$ g per plate. Water extract of roasted chicory did not inhibit the mutagenicities of *Salmonella thyphimurium* YG 1024 induced by 2-aminofluorene.

**Key words** : chicory root, anti-hepatotoxic activity, lactic dehydrogenase (LDH) antidiabetic activity, antimutagenic activity

## 서 언

치커리 (*Cichorium intybus* L. var. *sativus*)는 국화과 (*Compositae*)에 속하는 한대성의 고산 초본식물로 원산지는 북유럽 전역으로, 중앙아시아, 캐시미르, 시베리아의 바이칼호부근 및 중국 서북부에서도 자생하는 내한성이 강한 식물로 알려져 있다 (Park *et al.*, 2002; 박, 1986). 치커리 뿌리는 땅속 깊이 방추형으로 자라고, 유연 다육하여

절단하거나 상처를 내면 유백색의 액이 나오며, 뿌리의 평균 중량은 300~400 g으로 큰 것은 1 kg 이상인 것도 있다.

국내 재배지역은 강원도 철원, 인제 등 설악산 부근과 충청북도 청원군, 전라북도, 내장산지역 등이며 대부분 개인, 작목반 형태로 재배되고 있으며, 그 동안 대중들의 인지도 부족, 가공식품 개발 미흡 등으로 인하여 생산량은 적었으며, 대중적으로 활성화되지 못하였다. 최근에 국민소득과 생활수준의 향상으로 건강에 관한 관심이 높아지면서 다

† Corresponding author: (Phone) +82-42-866-5423 (E-mail) ckpark@ktng.com

Received February 17, 2003 / Accepted November 14, 2003

양한 기호식품을 선호하면서 국내의 생산량은 급격한 증가 추세를 나타내고 있다.

치커리의 약리작용 및 임상효과에 대한 결과에서는 Park *et al.* (2000)은 볶음치커리 물추출물은 흰쥐의 혈청 중성 지질 저하작용 및 HDL-cholesterol 상승작용을 가지고 있다는 것을 보고하였으며, Levart *et al.* (1991)는 chicory inulin이 장내에 미네랄의 흡수를 촉진시키는 효과를, Shin (1995)은 치커리 물추출물이 장내 유익균인 *Bifidobacteria*와 *Lactobacilli*의 생육을 유의적으로 크게 증가시키며 장내 유해균인 *Staphylococcus*, *E. coli*는 생육을 감소시켜 장내균총의 조성을 유익한 방향으로 개선시키며, Roberfroid *et al.* (1998)과 Bouhnik *et al.* (1996)은 chicory inulin과 chicory oligofructose에 의한 장내미생물의 bifidogenic 효과를 나타낸다고 보고하였다. Lee & Shin (1997)은 치커리 추출액을 식이 사료에 5% 배합하여 streptozotocin 유발 당뇨쥐에 4주간 투여한 결과 생존율과 식이섭취량이 높았고, 총당화 헤모글로빈 함량도 대조군에 비해 낮게 나타났으며, 또한 체내 콜레스테롤대사를 향진시켜 당뇨병에 유익한 영향을 나타낸다고 밝혔다. Lee *et al.* (1997)은 치커리 추출물의 *in vitro*, *in vivo*에서 정상인의 혈당반응에 미치는 영향을 본 결과 혈당지수를 유의적으로 감소시킨다고 보고하였다.

이러한 치커리를 대중화하기 위해서는 치커리에 관한 보다 많은 기초 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 치커리의 생리적 기능성을 조사하기 위하여 볶음치커리 물추출물의 간세포 독성 보호 효과, 당뇨 흰쥐의 혈당강하 작용, 돌연변이유발성 및 항돌연변이 활성을 조사한 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

실험에 사용한 치커리는 前報 (Park *et al.*, 2002)에 발표한 것과 같은 것을 사용하였다.

### 2. 치커리의 볶음처리 및 추출시험용액 제조

치커리의 볶음처리는 前報에 발표한 roaster (Park *et al.*, 2002)를 이용하여 150°C, 30분간 볶음처리 하였다. 볶음 처리한 치커리에 증류수를 5배량 첨가하여 연속적으로 교반하면서 80°C에서 3시간 3회 추출하였다. 물추출물은 8,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상정액을 30° Brix로 농축하여 동결건조시켜 실험재료로 이용하였다.

### 3. 흰쥐의 간세포 보호 효과

#### 1) 간세포의 분리 및 배양

체중 200 g되는 Sprague-Dawley계 흰쥐 (♂)를 사용

한 Berry & Friend (1969)의 방법에 준하여, penicillin (100 U/ml), streptomycin (100 µg/ml), 15 mM HEPES, 0.225% NaHCO<sub>3</sub> 와 10<sup>-7</sup> M insulin 등이 포함된 Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>-free Hanks' buffered salt 용액을 사용해서 collagenase perfusion 방법으로 간세포를 분리했다. 분리된 간세포들의 생존율은 Trypan blue exclusion 방법으로 측정하였고, 90% 이상 생존율을 가지는 세포현탁액 (2×10<sup>5</sup> cell/ml)을 24 well plate (Falcon, Primaria)에 1 ml씩 이식한 후 95% air/5% CO<sub>2</sub> 혼합기체를 공급하면서 일정습도를 유지하는 37°C 배양기에서 배양하였다. 배양액은 10% heat-inactivated fetal calf serum, penicillin (100 U/ml), streptomycin (100 µg/ml), 4 mM L-glutamine, 10<sup>-6</sup> M dexamethason, 10<sup>-7</sup> M insulin이 첨가된 William's E medium을 사용하였다.

#### 2) 간세포의 독성 유도 및 Lactic dehydrogenase (LDH)의 활성 측정

간세포를 2시간 배양한 후 새로운 배양액으로 교체하고 나서 다시 24시간 동안 세포를 배양한 뒤 5 mM galactosamine 이 함유된 배양액으로 교체해 주고 5시간 동안 세포를 더 배양하여 세포독성을 유도하였다. 간세포에 대한 간독성에 대한 효과는 볶음치커리 (150°C, 30 min.)의 물추출물 10, 100, 1,000 µg/ml을 독성물질을 함유하는 배양액으로 갈아주면서 동시에 투여하였다. 세포독성이 유도된 간세포의 배양액을 취하여 LDH의 활성은 비색정량법으로 96 well plate reader를 사용해서 측정하였다.

### 4. 당뇨흰쥐의 고혈당 강하 작용

#### 1) 실험동물 및 식이

실험동물은 무게가 170~190 g인 Sprague-Dawley계 흰쥐 (♂)를 사용하였다. 스테인레스 개별 케이지에 1마리씩 넣어 사육실 온도는 22±2°C, 습도는 50±5%, 명암주기 12시간 (명주기 : 07:00~19:00)이 자동설정된 동물사육실에서 사육하였다. 1군에 5~8마리를 사용하였다. 식이는 일반 판매용 사료를 구입하여 자유로이 섭취시켰다.

#### 2) Streptozotocin 조제 및 당뇨유발

Streptozotocin은 10 mM citrate buffer (pH 4.5)에 용해하여, 항상 투여 직전에 조제하여 얼음 수욕상에 보존하며 사용하였다. 동결건조한 볶음치커리 물추출물을 생리식염수에 용해하여, 항상 투여 직전에 조제하여 사용하였다. 흰쥐의 당뇨유발은 24시간 절식시킨 흰쥐에 streptozotocin (70 mg/kg, i.p)을 투여하고 7일간 정상적으로 사료를 투여하여 안정시켰다. 꼬리로부터 혈액을 채취하여 혈당측정기계로 (Model: Glycotronic, Macherey-Nagel사, 독일) 혈당을 측정하여 300 mg/dl의 이상의 혈당치를 나타

내는 것을 당뇨유발 흰쥐로 선별하고 이것을 무작위로 나누어 실험에 사용하였다.

### 3) 볶음치커리 물추출물의 투여

실험군은 흰쥐에 당뇨를 유발하지 않은 normal 군, streptozotocin으로 당뇨를 유발한 control군, 당뇨유발군에 치커리를 400 mg/kg 투여한 군, 800 mg/kg 투여한 군으로 나누어 매일 일정한 시간에 gastric intubation으로 10일간 투여하였으며, normal군과 control군은 생리식염수를 투여하였다.

### 4) 혈중 glucose 및 체중 측정

혈중 glucose 함량측정은 볶음치커리 물추출물을 10일간 투여한 뒤 24시간 절식시킨 후 ether로 마취시키고 나서 심장으로부터 혈액을 채취하여 4℃에서 1시간 방치하고 나서 3,000 rpm으로 15분간 원심분리한 후 혈청을 분리하여 실험에 사용하였다. Glucose 측정은 glucose oxidase 법에 따라 혈당측정용 kit 시약 (AM 201-K, 아산제약, 한국)으로 측정하였다. 체중측정은 매일 볶음치커리를 투여하기 전에 측정하여 체중변화를 조사하였다.

## 5. 돌연변이 유발성 및 항돌연변이 활성

### 1) 시료용액의 조제

동결건조한 볶음처리한 치커리의 물추출물을 DMSO에 녹여 실험에 사용하였으며, 음성대조군 (negative control)은 DMSO만을 사용하였고, 양성대조군 (positive control)는 DMSO와 발암물질인 2-aminofluorene을 사용하였다.

### 2) 사용균주

사용균주는 Maron & Ames (1983) 등의 방법에 준하여 histidine 요구성, rfa 돌연변이, uvr B 돌연변이 및 R-factor 시험을 정기적으로 검사하고 끝난 균주를 -80℃에서 보관중인 *Salmonella typhimurium* YG 1024을 변이원성 균주로 사용하였다. 이 변이원성 균주는 *Salmonella typhimurium* TA 98 보다 약 8~10배의 민감성을 나타내는 균주이다.

### 3) 돌연변이 유발성 및 항돌연변이 활성 검정

돌연변이 유발성 검정은 살균한 top agar 100 ml에 1 mM histidine/biotin solution 10 ml을 가하여 잘 혼합한 후 1 ml씩 시험관에 취하고 DMSO에 녹인 물추출 동결건조 치커리 (10, 30, 50, 1,000, 3,000, 5,000 µg/plate)와 배양한 균체 현탁액(1 X 10<sup>9</sup> cells/ml) 각 0.1 ml 와 S-9 Mix (cofactor-I, oriental yeast Co., Ltd., Japan) 50 µl를 가하여 약 3초간 잘 혼합하였다. 이 혼합액을 곧 Vogel-Bonner agar plate에 균일하게 도말하였다. Agar

가 굳으면 뒤집어서 37℃에서 48시간 배양한 후 생성된 revertant colony (복귀변이 콜로니)의 수를 세어 대조군과 비교하였다. 자연돌연변이 유발검정시 대조군은 DMSO 0.1 ml 만을 첨가한 것을 사용하였으며 시료 첨가군의 복귀변이 콜로니 수가 대조군의 2.5배 이상인 경우에 돌연변이 유발성이 있다고 판정하였다.

돌연변이 억제 효과는 positive control의 mutagen인 2-aminofluorene을 2.5 µg/plate 첨가한 것에 볶음처리한 물추출 치커리를 1,000, 3,000, 5,000 µg/plate의 농도별로 첨가하여 revertant colony의 수를 측정하여 돌연변이 억제 효과를 판정하였다.

## 6. 통계처리

실험결과에 대한 통계적 유의성은 SPSS program (window용 standard version, SPSS Inc. 1996)을 이용하여 통계처리를 실시하였다. 실험 결과의 유의성 검증은 분산분석 (one-way ANOVA)을 실시하여 검정을 하였으며, 실험군간의 차이가 있는 경우에는 Duncan의 다중검증 (1957)에 의해 실험군의 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 흰쥐의 간세포 독성에 미치는 영향

볶음치커리의 물추출물이 흰쥐의 간세포 독성에 미치는 효과를 조사한 결과는 Table 1, 2와 Fig. 1과 같다. 흰쥐의 간세포를 일차 배양하여 볶음치커리의 물추출물을 10~1,000 µg/ml 농도로 투여하여 5시간 배양하여 lactic dehydrogenase (LDH)를 측정된 결과 Table 1과 같이

**Table 1.** LDH activities of primary cultured rat hepatocytes administered with water extract of roasted chicory root.

Chicory <sup>†</sup> concentration (µg/ml)	LDH activity (Absorbance; 540 nm)
Control	0.488±0.036 (100)
10	0.476±0.143 (98.9) <sup>‡</sup>
100	0.478±0.041 (99.4)
1000	0.483±0.080 <sup>§</sup> (100.4)

<sup>†</sup> Water extracts roasted for 30 min. at 150°C.

<sup>‡</sup> Figures in parentheses are percentage of the value measured at control.

<sup>§</sup> Each values are means±S.D obtained from six separate experiments.

**Table 2.** Induction of LDH activities by galactosamine in primary cultured rat hepatocytes.

Substance	Concentration (mM)	LDH activity (Absorbance at 540 nm)		
		1 hr <sup>†</sup>	5 hrs	17 hrs
Control	0	0.210±0.028 (100)	0.488±0.036 (100)	0.844±0.047 (100)
Galactosamine	5	0.259±0.020** (123) <sup>†</sup>	1.190±0.086** (244)	1.714±0.063** (203)

<sup>†</sup> Incubation time (hr)

<sup>†</sup> Figures in parentheses are percentage of the value measured at control.

\*\*Significantly different in 0.01 probability with respect to control (n = 6).

볶음치커리 물추출물은 간세포에 대한 독성은 유의적으로 나타나지 않았다.

흰쥐의 간세포 독성에 대한 보호 효과는 간세포를 분리한 다음 일차배양하여 virus성 간염 발생시에 일어나는 것과 유사한 간염을 일으키는 것으로 알려진 galactosamine으로 간세포를 인위적으로 손상시켜서 치커리 물추출물을 10~1,000 µg/ml의 농도별로 투여하여 이때 유리되는 LDH의 활성을 측정하였다 (Jang et al., 1993; Song et al., 1990; Kim, 1995; Kim et al., 1991; Lee et al., 1998). 간세포의 간독성 유도는 Table 2와 같이 흰쥐의 간세포를 일차배양하여 간손상 물질인 galactosamine을 5 mM 농도로 투여하여 경시적인 LDH의 유리상태를 측정할 결과 배양시간이 길어질수록 LDH의 활성이 높게 나타나 간세포가 많이 손상됨을 알 수 있었다. 배양시간 5시

간에서도 LDH가 쉽게 유리되어 간세포 배양시간으로 설정하였다.

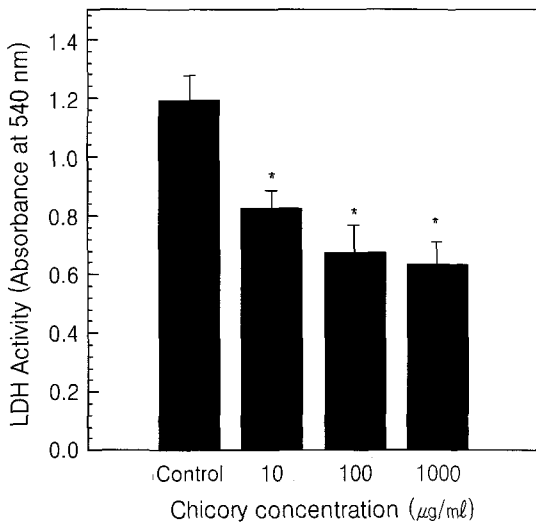
간세포를 일차 배양하여 galactosamine 5 mM와 볶음치커리 물추출물을 10~1,000 µg을 동시에 첨가하여 간 독성에 대한 방어효과를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 유의적인 농도 의존적으로 간으로부터 유리되는 LDH의 활성을 감소시켜, 볶음치커리 물추출물이 galactosamine에 의한 간세포의 손상을 어느 정도 회복시켜 간세포 독성 보호 작용이 있는 것으로 나타났다.

**2. 당뇨병흰쥐의 고혈당 강화작용**

당뇨병은 insulin의 작용 부족이 심화되면, 고혈당 뿐만 아니라, 다뇨, 다뇨, 구갈, 체중감소 등의 임상증상이 나타나며, 신 강막 등의 최소혈관증이나, 신경장애 등과 같은 합병증이 유발되며, 동맥경화증 등이 발생된다. 이러한 당뇨병은 단순 질환이라기 보다는 여러 가지 복합적인 원인에 의해서 일어나는 것으로 알려져 있다 (Joo & Kim, 1992). 볶음치커리 물추출물이 당뇨병에 미치는 영향을 알아보기 위해 흰쥐 (170~190 g)에 streptozotocin (70 mg/kg)을 복강내 1회 주사하여 7일간 정상 사료로 사육하여 혈당치가 300 mg/ml 이상된 당뇨병흰쥐에 400, 800 mg/kg씩 10일간 경구투여하여 당뇨병 rat의 체중변화 및 혈당량에 미치는 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

**1) 혈중 당농도**

볶음치커리 물추출물 400, 800 mg/kg을 당뇨병흰쥐에 10일간 경구투여 한 후 혈중 당함량을 측정할 결과는 Table 3과 같다. Table 3에 나타난 바와 같이 streptozotocin을 주사하지 않은 normal 군에서는 159.5±22.9 mg/dl이고, streptozotocin만 투여군에서는 430.9±33.4 mg/dl으로 혈중 당함량이 2.7배로 유의성 있게 증가하였으며, 치커리를 400 mg/kg 투여군에서는 422.2±30.4 mg/dl으로 control과 비교해서 유의적인 차이가 없었다. 800 mg/kg 투여군에서는 297.6±38.3 mg/dl으로 유의성 있는 혈당



**Fig. 1.** Effects of water extract of roasted chicory root on the galactosamine-induced cytotoxicity in primary cultured rat hepatocytes. Asterisk means significant difference at 0.01 probability with respect to control.

**Table 3.** Hypoglycemic effects of water extract of roasted chicory root in the streptozotocin-induced diabetic rats.

Group	Dose (mg/kg)	No. of animals		Blood glucose level (mg/dl)
		0	10	10 days
Normal rat		5	5	159.5±22.9 <sup>a†</sup> (100)
Streptozotocin inject rat (control group)		8	5	430.9±33.4 <sup>c</sup> (270) <sup>†</sup>
Streptozotocin + Chicory extracts administered rat	400	8	6	422.2±30.4 <sup>c</sup> (264)
	800	8	8	297.6±38.3 <sup>b</sup> (187)

<sup>†</sup> Means within the same column with different superscript letters are significantly different (p<0.05) among the groups by DMRT.

<sup>†</sup> Figures in parentheses are percentage of the value measured in normal group.

강하 효과를 나타냈다. Streptozotocine은 췌장의 Langerhans섬의 β-세포를 파괴하여 insulin 작용 부족으로 당뇨가 유발하여 혈당치가 상승되는 것으로 알려져 있으며 (Kim *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 1997). 본 실험의 결과에서 당뇨 rat에서 볶음치커리 물추출물의 고농도 투여에서 혈당강하 효과는 손상된 췌장의 개선에 의한 것인지, 당대사에 관여하는 효소활성 작용에 의해서인지는 앞으로 연구되어야 할 것으로 생각된다.

**2) 체중변화**

Streptozotocin으로 인한 췌장장애에 따른 체중변화는 Table 4에 나타나 있는 것과 같이 streptozotocin을 주사하지 않은 normal 군에서 streptozotocin 주사하기전 171.6±3.9 g에서 치커리 물추출물을 투여한 다음 10일

사육후 259.6±8.5 g으로 투여 7일전보다 약 51% 증가하였고 치사한 rat는 없었다. Streptozotocin만 투여한 control군에서는 체중이 증가되지 않았으나, 실험 흰쥐가 급격한 체중감소로 인해 치사가 (8→5) 일어나 실험군 전체로 볼 때 훨씬 체중감소가 많이 일어난 것으로 사료된다. 400 mg/kg 투여군에서는 control군과 비교하여 유의성 있는 변화는 없었으며, 흰쥐의 생존은 6 마리로 나타났다. 800 mg/kg에서는 191.0±15.8 g에서 치커리 물추출물 투여한 다음 10일 후 229.9±14.1 g으로 투여 7일전보다 약 20% 체중증가를 보여 control군과 비교하여 유의성 있게 증가를 나타냈다. 흰쥐의 치사는 나타나지 않았다. 이러한 체중변화는 혈당치 변화와 같은 경향으로 나타났다. 따라서, 볶음치커리 물추출물이 당뇨 흰쥐에 효과적으로 작용하여 당뇨증상을 개선시키는 것으로 사료된다.

**Table 4.** Preventive effects of water extract of roasted chicory root on the weight losses in the streptozotocin-induced diabetic rats.

Group	Dose (mg/kg)	No. of animals		Changes of weight (g)		
		0	10	-7 days	0 <sup>†</sup>	10 days
Normal rat		5	5	171.6± 3.9 (100)	207.6± 5.1 (121) <sup>§</sup>	259.6± 8.5 <sup>†</sup> (151)
Streptozotocin inject rat (Control group)		8	5	187.3± 6.6 (100)	180.5± 8.7 (96.3)	187.2±10.4 <sup>c</sup> (99.9)
Streptozotocin + Chicory extracts administered rat	400	8	6	191.6±14.0 (100)	186.5±14.2 (97.4)	188.3±20.4 <sup>c</sup> (98.6)
	800	8	8	191.0±15.8 (100)	186.8±12.1 (97.8)	229.9±14.1 <sup>b</sup> (120)

<sup>†</sup> Chicory administration day.

<sup>†</sup> Means within the same column with different superscript letter are significantly different (p<0.05) among the groups by DMRT.

<sup>§</sup> Figures in parentheses are percentage of the value measured just before the administration of streptozotocin.

**3. 돌연변이 유발성 및 항돌연변이 활성**

식품을 가열 조리 및 볶음가공 처리할 때 아미노산 및 단백질은 가열분해산물인 Trp-P-1, Trp-P-2, Glu-P-1, Glu-P-2 및 IQ 등의 돌연변이원성물질을 생산하여 발암성을 유발시키는 것으로 알려져 있으며, 특히, IQ는 130°C 정도의 가열조리 조건하에서도 maillard 반응에 의해 쉽게 생성되며 변이원성활성이 강하다고 보고되고 있다 (김 등, 1986). Model system을 통한 maillard 반응에 의해 생성된 melanoidins의 ames test를 통한 돌연변이 유발에 대한 많은 보고들이 있는데 model system의 당의 종류, 아미노산의 종류, 사용균주에 따라 다양한 돌연변이 유발이 보고되고 있다. maillard 반응에 의해 생성되는 식품에서 돌연변이원성을 보고하고 있는데 볶음커피를 S-9 mix로 *Salmonella typhimurium* TA 100 균주에서 돌연변이가 유발되었는데 그 물질은 maillard 반응에 의해서 생성되는 methylglyoxal 이라고 보고하였다 (Namiki, 1988).

Ames *Salmonella*/microsome 평판법 (Maron & Ames, 1983)을 이용하여 볶음치커리 (150°C, 30분) 물추출물이 자연돌연변이 유발성 및 돌연변이에 대한 억제활성을 나타내는지를 조사하였다. 이때 변이원성균주는 *Salmonella typhimurium* YG 1024을 사용하였다. 자연 돌연변이 유발성과 돌연변이 억제활성은 치커리의 시료용액을 균체현탁액 및 S-9 혼합액과 함께 48시간 배양시켰을 때 agar plate에 나타나는 복귀변이 콜로니 수를 DMSO만을 처리한 음성대조군 또는 DMSO와 2-aminofluorene 만을 처리한 양성대조군과 비교하여 판정하였다.

**1) 돌연변이 유발성**

볶음치커리의 물추출물을 DMSO에 녹여 plate당 10~5,000 µg 첨가하였을 때 *Salmonella typhimurium* YG 1024의 복귀돌연변이 콜로니 수를 조사한 결과는 Table 5

**Table 5.** Effect of water extract of roasted chicory root on the spontaneous mutagenicities of *Salmonella typhimurium* YG 1024 with S-9 mix.

Treatments <sup>†</sup>	Dose (µg/plate)	No. of revertant colonies per plate
Negative control	0	109 ± 3 <sup>‡</sup>
	10	102 ± 6
	30	98 ± 14
Roasted chicory water extract	50	102 ± 16
	1000	107 ± 19
	3000	110 ± 6
	5000	110 ± 20

<sup>†</sup> Negative control of DMSO 0.1 ml/plate.

<sup>‡</sup> Mean ± Standard deviation of five experiments plate.

와 같다. 음성대조군의 복귀변이 콜로니 수는 109 ± 3개로 볶음치커리를 10~5,000 µg/plate 첨가하였을 때 복귀변이 콜로니 수는 98 ± 14~110 ± 20 개로 YG 1024의 돌연변이 유발성이 있다고 판정하는 것은 음성복귀변이 콜로니 수보다 2.5배 이상 일때이므로 볶음치커리의 물추출물은 돌연변이를 유발시키지 않는다고 판단된다.

**2) 항돌연변이 활성**

볶음치커리의 물추출물을 plate당 1,000~5,000 µg 첨가하고 발암물질인 2-aminofluorene을 처리하여 *Salmonella typhimurium* YG 1024의 돌연변이를 유발시켰을 때 볶음치커리 물추출물의 용량에 따른 돌연변이 억제효과를 조사한 결과는 Table 6과 같다.

양성대조군의 복귀변이 콜로니 수는 4,200개로 음성대조군보다 39배 수준으로 증가하였으며, 볶음치커리 추출물 첨가군에서의 복귀변이 콜로니 수는 모든 용량 수준에서 양성대조군과 비교해서 비슷한 수준으로 나타나서 볶음치커리의 물추출물은 돌연변이 억제활성은 없다고 판단되었다. 한편, 김 (1986)은 maillard 반응에 의해 생성되는 갈색색소인 melanoidins은 변이원성 물질인 Trp-P-1, Trp-P-2 등에 대해 돌연변이원성 억제효과를 나타낸다고 보고하고 있는데, 열분해 돌연변이원에 대한 돌연변이 억제효과는 Maillard 반응에 의해서 생성되는 저분자의 carbonyl 화합물들인데 이들 carbonyl 화합물 등과 열분해 돌연변이원들 간의 amino-carbonyl 반응 때문이라고 보고하고 있다 (Namiki, 1988).

**Table 6.** Inhibitory effect of water extract of roasted chicory root on positive control (2-aminofluorene) of *Salmonella typhimurium* YG 1024 with S-9 mix.

Treatments <sup>†</sup>	Dose (µg/plate)	No. of revertant colonies per plate
Positive control (2-aminofluorene)	2.5	4,200 ± 46
Roasted chicory water extract	1,000	4,197 ± 34 <sup>‡</sup>
	3,000	4,189 ± 41
	5,000	4,230 ± 20

<sup>†</sup> Positive control of 2-aminofluorene 2.5 µg/plate.

<sup>‡</sup> Mean ± SD of five experiments plate.

Number of spontaneous colonies of negative control was 109 ± 3.

**적 요**

국내산 치커리의 생리적 기능성을 알아보기 위해 실험한 결과는 다음과 같다. 볶음치커리의 물추출물은 간세포의

독성을 유발시키지 않았으며, 5 mM의 galactosamine을 5시간 배양하였을 때 LDH의 활성이 가장 높게 나타났다. 5 mM의 galactosamine으로 독성을 유발시킨 흰쥐의 간세포에 볶음치커리 물추출물을 투여한 결과 간세포로부터 유리되는 LDH의 활성을 유의성 있게 감소시켜 간세포 보호 활성을 나타내었다. 볶음치커리 물추출물 800 mg을 당뇨 유발 흰쥐에 10일간 투여한 결과 혈당치는 297 mg/dL로 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈었고, 체중은 대조구에 비해 20% 높게 나타났다. *Salmonella typhimurium* YG 1024의 복귀돌연변이 콜로니수를 조사한 결과 볶음치커리 물추출물 (10~5,000 µg)의 처리구에서는 돌연변이를 유발시키지 않았으며, 2-aminofluorene을 처리한 양성 대조군에 물추출물을 plate당 1,000~5,000 µg 농도로 처리한 결과 돌연변이억제 활성은 없었다.

### LITERATURE CITED

- Berry MN, Friend DS (1969) High yield preparation of isolated rat liver parenchymal cells. *J. Cell. Bid.* 43:506-520.
- Bouhnik Y, Flourie B, Andrieux C, Bisetti N, Briet F, Rambaud JC (1996) Effects of Bifidobacterium sp fermented milk ingested with or without inulin on colonic bifidobacteria and enzyme activities in healthy humans. *European H. of Clinical Nutrition.* 50:269-273.
- Duncan DB (1957) Multiple range test for correlated and heteroscedastic means. *Biometrics* 13:164-176.
- Jang WY, Lee KR, Jee OD, Yoo SJ (1993) Constituents of *Artemisia selengensis* and their effect on hepatotoxicity. *Yakhak Hoeji.* 37(2):182-186.
- Joo CH, Kim JH (1992) Study on the hypoglycemic action of ginseng saponin on streptozotocin induced diabetic rats (I). *Korean J. Ginseng Sci.* 16(3):190-197.
- Kim HS, Seong YH, Yang JW, Jeon BS, Park, UY, Park WK, Oh KW, Choi KJ (1997) Hypoglycemic effects of extract mixture of red ginseng and steamed *RehManiae radix* on streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Ginseng Sci.* 21(3):169-173.
- Kim MH, Shin HK (1996) The water-soluble extract of chicory reduces glucose uptake from the perfused Jejunum in rats. *J. Nut.* 126:2236-2242.
- Kim SY, Kim YC, Byan SJ, Kim E (1991) The effect of ginsenoside on galactosamine-induced hepatotoxicity. *Korean J. Pharm.* 22(4):219-224.
- Kim YS (1995) Protective effect of ginseng polysaccharide fraction on CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxicity *in vitro* and *in vivo*. *Korean J. Ginseng Sci.* 19(2):108-113.
- Lee HH, Kwon SO, Lee HB (1997) Hypoglycemic action of components from red ginseng : (I) Investigation of the effect of ginsenosides from red ginseng on enzymes related to glucose metabolism in cultured rat hepatocytes. *Korean J. Ginseng Sci.* 21(3):174-186.
- Lee JS, Shin, HK (1997) Effects of addition of chicory extract on starch hydrolysis *in vitro* and glucose response in healthy subjects. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29(6):1295-1303.
- Lee JS, Lee GS, Shin HK (1997) Effect of chicory extract on the serum glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Korean Nutrition Sci.* 30(7):781-788.
- Lee MK, Kim HP, Lee JW, Jang H, Lee SY, Kim YC (1998) Hepatoprotective effect of G009 on CCl<sub>4</sub>-induced hepatotoxicity in primary cultured rat hepatocytes. *Yakhak Hoeji* 42(1):108-113.
- Levrat MA, Révész C, Demigné C (1991) High propionic acid fermentations and mineral accumulation in the cecum of rats adapted to different levels of inulin. *H. Nutr.* 121:1730-1737.
- Maron DM, Ames BN (1983) Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutation Res.* 113:173-177.
- Namiki JP (1988) Chemistry of maillard reactions. Recent studies on the browning reaction mechanism and the development of antioxidants and mutants. *Advances in food Research* 30:115-185.
- Park CK, Cha JY, Jeon BS, Kim NM, Shim KH (2000) Effects of chicory root water extracts on serum triglyceride and microsomal triglyceride transfer protein (MTP) activity in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutri.* 29(3):518-524.
- Park CK, JG Lee, BS Jeon, NM Kim, KH Shim (2002) Changes of volatile flavor components with different roasting processes in chicory root. *Food Engineering Progress* 6(3):232-240.
- Roberfroid MB, Loo VJ, Gibson AE (1998) The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J. Nutr.* 128:11-19
- Shin HK (1995) Development of new functional materials for human body from inulin of chicory and jerusalem artichoke. Ministry of Science and Technolog, 94-G-08-08-A-05. Seoul p. 1-120.
- Song JH, Park MJ, Kim E, Kim UC (1990) Effects of *Panax ginseng* on galactosamine-induced cytotoxicity in primary cultured rat hepatocytes. *Yakhak Hoeji* 34(5):341-347.
- 김선봉 (1986) Mallard 반응생성물의 화학적 해석과 생물작용. *Food Science* 19(3):25-35.
- 박권우 (1986) 서양채소론(西洋菜蔬論), 고려대학교출판부. 서울. p. 271-281.