

## 들깨잎 추출물의 항돌연변이 및 항산화 효과

이경임\* · 이숙희 · 김정옥\*\* · 정해영\*\*\* · 박건영†

부산대학교 식품영양학과, \*\*\*약학과

\*양산전문대학 전통조리과

\*\*부산여자대학교 화학과

## Antimutagenic and Antioxidative Effects of Perilla Leaf Extracts

Kyeong-Im Lee\*, Sook-Hee Rhee, Jeong-Ok Kim\*\*, Hae-Young Chung\*\*\* and Kun-Young Park†

Dept. of Food Science and Nutrition, and Pharmacy\*\*\*, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

\*Dept. of Traditional Food Preparation, Yongsan Junior College, Yongsan 626-800, Korea

\*\*Dept. of Chemistry, Pusan Women's University, Pusan 604-080, Korea

### Abstract

The methanol extracts of perilla leaves reduced the mutagenicities mediated by aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>), 3-amino-1-methyl-5H-pyrido (4,3-b) indole (Trp-P-2) and Benzo(a)pyrene (B(a)P) in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100. The methanol extracts were more fractionated, and the fractions of hexane and butanol revealed the antimutagenic activities against AFB<sub>1</sub> and B(a)P. The production of malondialdehyde (MDA) was decreased when the methanol extracts of perilla leaves were added to the system. The significantly higher antioxidative activity was observed in the butanol fraction. 2-Propyl furan, ethanedioic acid, dibutyl ester, benzaldehyde, 2-methyl-2-ethyl-3-hydroxy-propanoic acid and octahydro-3a-methyl-2H-inden-2-one were identified tentatively as major compounds from the butanol fraction.

**Key words** : perilla leaf, antimutagenic, antioxidative, identification

### 서 론

들깨는 학명이 *Perilla frutescens* Britton 또는 *Perilla ocymoides* L.로 주로 착유하여 조미료로써 사용되며 잎은 생으로 식용하는 외에 장아찌나 밥에 찌서 밀반찬으로 이용하고 있다<sup>1)</sup>. 들깨잎은 일본에서 들깨와 생리 및 생태가 비슷한 작소잎이 채소로 이용되고 있으나 기타 다른 나라에서는 식용으로 하고 있지 않다<sup>2)</sup>. 우리나라에서는 1970년대 이후 국민소득이 증가되면서 육류와 생선의 소비가 급증하고, 이에 따라 들깨잎의 수요도 급격히 증가하여 종실용 재배시의 부산물로서 이용이 아니라 본격적인 채소의 하나로 계절에 관계없이 연중 수요가 많아져 왔으며 이에 따라 채소용 들깨잎의 생산성을 높이고 생산체계를 확립하기 위한 연구가 이루어지고 있다<sup>3-5)</sup>. 들깨잎에는 anthocyanins, flavo-

nes 및 flavone glycosides와 같은 안토시아닌계 색소가 많이 함유되어 있어 일본에서는 식용 착색제로 이용되고 있으며<sup>6,7)</sup> 이러한 잎의 색깔과 향기를 가지는 새로운 타입의 음료도 개발되고 있다<sup>8)</sup>. 들깨잎에는 정유성분으로 1-perillaldehyde와 1-limonene 이 함유되어 있어서 이 성분들의 독특한 냄새가 육류와 생선의 비릿한 냄새나 느끼한 맛을 없애준다고 한다<sup>9,10)</sup>.

최근 들깨잎의 항돌연변이 효과에 관한 보고에서 메탄올 추출물의 첨가시 아플라톡신 B<sub>1</sub>에 의하여 유발되는 돌연변이가 억제되었으며, 이것을 클로로포름과 수용성층으로 분획하여 실험한 결과 클로로포름층을 첨가하였을 때 돌연변이 억제 효과를 나타내었다. 또한 이러한 억제효과를 나타내는획분에서 항돌연변이 물질로 phytol 및 methyl 11,14,17-eicosatrienoate 등이 동정된 바 있다<sup>11)</sup>. 그런데 이와같이 들깨잎의 메탄올 추출물을 클로로포름층과 수용성층 두 부분으로 나누었을 때 항돌연변이 활성이 강하였던 클로로포름층 뿐만

† To whom all correspondence should be addressed

아니라 수용성층에도 활성 성분이 아직 남아있을 것으로 생각된다. 그래서 본 연구에서는 메탄올 추출물을 헥산으로 분획하여 색소 및 지방산 계통을 먼저 추출한 뒤 부탄올과 수층으로 나누어 여러가지 돌연변이원에 대한 억제작용 및 항산화 작용을 관찰하여 그 가운데 두드러진 효과를 나타내었던 부탄올층을 GC-MS로 분석하여 물질을 잠정적으로 동정하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시료의 추출 및 분획

본 실험에 사용한 들깨잎(*Perilla leaf* : *Perilla frutescens* Britton, *Perilla ocymoides* L.)은 부산시 장전시장에서 구입한 것으로 깨끗이 씻어 동결건조하여 분쇄한 후 잘 밀봉하여 냉동보관하면서 시료로 사용하였다. 들깨잎 분말은 메탄올(methanol)로 3회 추출하여 감압 농축한 후 헥산(hexane) 및 부탄올(butanol)로 차례로 분획하고 용매를 제거하여 헥산층, 부탄올층 및 수용성층으로 분획하였다. 메탄올 추출물과 헥산층과 부탄올층은 진공감압농축기로 용매를 제거하고 수용성층은 동결건조시킨 후 실험에 사용하였다.

### 항돌연변이 실험

#### 돌연변이 유발물질

Aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>) 및 benzo(a)pyrene(B(a)P)은 미국 Sigma 회사(St. Louis, Mo. USA)에서 구입하였고, 3-amino-1-methyl-5H-pyrido(4,3-b) indol(Trp-P-2)는 일본 Wako 회사(Tokyo, Japan)에서 구입하여 AFB<sub>1</sub> 및 B(a)P는 spectrophotometric dimethyl sulfoxide(DMSO)에, Trp-P-2는 메탄올에 녹여서 실험에 사용하였다.

#### 항돌연변이 효과 실험

Ames 실험방법에 따라서 *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100 균주를 각각 사용하여 항돌연변이 실험을 행하였다. 균주는 정기적으로 histidine 요구성, deep rough (*rfa*) 돌연변이, *uvrB* 돌연변이와 R factor 등의 유전형질을 확인한 후 실험균주로 사용하였다. 돌연변이 유발물질인 AFB<sub>1</sub>, B(a)P과 Trp-P-2를 활성형으로 만들기 위하여 체중이 약 200g되는 Sprague-Dawley rat(male)를 이용하여 S9 mixture를 조제하여 첨가하였다. S9 mixture는 쥐의 간으로부터 얻은 S9 fraction 10%에 MgCl<sub>2</sub>-KCl salt 2%, 1M glucose-6-phosphate 0.5%, 1M nicotine adenine dinucleotide phosphate

(NADP) 4%, 0.2M phosphate buffer(pH 7.4) 및 멸균수를 혼합하여 조제하였다<sup>12)</sup>.

항돌연변이 실험은 Matsushima 등<sup>13)</sup> 및 Yahagi 등<sup>14)</sup>의 방법에 따라 preincubation mutagenicity test를 이용하여 행하였다. 즉 S9 mix. 0.5ml, 하룻밤 배양된 균주(1~2 × 10<sup>8</sup> cells/ml) 0.1ml, 돌연변이 유발물질 50μl 및 들깨잎 추출물 시료 50μl를 ice bath에 담긴 cap tube에 넣어 가볍게 vortex하고 37°C에서 30분간 예비배양하였다. 45°C의 top agar 2ml씩을 각 tube에 붓고 3초간 vortex하여 minimal glucose agar plate에 도말하고 37°C에서 48시간 배양한 후 revertant 숫자를 계수하였다.

사용된 들깨잎 추출 시료의 농도는 건조된 시료 무게를 DMSO에 녹인 % (2.5, 5.0, 10.0%)로 조정하여 항돌연변이 실험에 사용하였다. 그리고 실험에 사용된 시료와 돌연변이 유발물질의 농도는 예비실험(dose response 및 독성실험)을 통하여 결정하였으며 사용된 들깨잎 추출물의 농도에서는 시험균에 대해 독성을 전혀 나타내지 않았다.

### 항산화 활성 측정

#### 실험동물

웅성의 ICR계 마우스를 한국생명과학연구소(대구)로부터 구입하여 1주일간 고형사료(삼양주식회사)로 예비사육한 다음 체중 30g 전후의 것을 실험에 사용하였다.

#### Malondiadehyde(MDA)의 측정

마우스의 간을 채취하여 50mM phosphate buffer(pH 7.4)로 10배 희석한 homogenate 1.4ml에 50mM phosphate buffer(pH 7.4) 0.3ml를 가한 정상군, 0.5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 0.3ml, 10mM FeSO<sub>4</sub> 0.3ml 및 50mM phosphate buffer 0.3ml를 가한 대조군과 0.5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 0.3ml, 10mM FeSO<sub>4</sub>와 들깨잎의 메탄올 추출물, 헥산, 부탄올 및 수용성층을 각각 6mg/ml씩 가한 처리군으로 나누고, 5분, 10분, 20분 동안 37°C에서 incubation시킨 다음 stopper solution(TBA-TCA-HCl-BHT 용액)을 3ml 가하였다. 그리고 95°C에서 20분간 가열하여 발색시킨 다음 냉각시키고, 3000 rpm에서 30분간 원심분리하고 535nm에서 그 상등액의 흡광도를 측정하였다<sup>15)</sup>.

### 분리 동정

들깨잎의 부탄올층을 GC-MS(Hewlett Packard ; HP 5890 GC-HP 5970 MS)를 이용하여 분석하였으며

이때 사용한 column은 HP-5 fused silica WCOT capillary column 이었다. Mass spectra는 70eV의 electron energy에서 record 했으며 ion source temp.는 280°C 였다. Column온도는 100°C에서 280°C까지 4°C/min 으로, temp. program으로 하였으며 carrier gas로 helium을 사용하였다(1ml/min, split ratio 1/25). 각 peak성분들의 mass spectrum에 나타난 분자 ion과 fragment들을 Chamstation (HP 91153C, NBS-REVF. L) mass spectral data base 의 것과 비교하거나 data base 에서 찾을 수 없는 화합물의 경우 이들의 ion fragment 로 부터 화합물들을 잠정적으로 동정하였다.

**결과 및 고찰**

메탄올에 의하여 용해된 들깨잎 추출물을 2.5%, 5.0% 및 10.0% 되도록 DMSO에 녹인 후 여러 돌연변이 물질과 함께 실험을 행한 결과는 Table 1과 같다. 돌연변이 유발물질로는 S9 mix.에 의하여 활성형으로 되는 AFB<sub>1</sub>, Trp-P-2와 B(a)P를 사용하였으며 균주는 *S. typhimurium* TA98과 TA100을 사용하였다. AFB<sub>1</sub>을 돌연변이원으로 하였을 때 들깨잎의 메탄올 추출물은 TA98 및 TA100 균주에서 강한 항돌연변이 효과를 나타내었는데 10% 첨가시 각각 89% 및 90%의 돌연변이 유발 억제효과가 나타났다. 한편 Trp-P-2에 의한 돌

연변이 유발은 들깨잎의 메탄올 추출물을 2.5% 첨가하였을 때는 거의 억제되지 않았으나 5.0% 및 10% 첨가시 저해율이 48%와 80%로, 농도가 증가됨에 따라 항돌연변이 효과가 커짐을 알 수 있었다. B(a)P에 의한 항돌연변이작용은 TA98 균주에서 들깨잎 추출물을 첨가하였을 때 10% 농도에서만 약간의 돌연변이 억제 작용을 나타내었을 뿐 항돌연변이 효과는 비교적 낮은 편이었다.

들깨잎의 메탄올 추출물을 다시 hexan과 부탄올로 차례로 분획하여 hexan 획분, 부탄올 획분과 수용성 획분으로 분리하여 항돌연변이 효과를 관찰하였다. Table 2에서 보는 바와같이 AFB<sub>1</sub>을 돌연변이 유발물질로 사용하였을때 TA98과 TA100 균주에서 hexan층과 부탄올층이 강한 억제효과를 나타내었으나 수용성층은 거의 효과가 없었다. TA98 균주의 경우 hexan층 2.5%, 5.0% 및 10% 첨가시 각각 51%, 83% 및 91%의 억제율을 나타내었고 TA100 균주에서는 34%, 82% 및 92%의 효과가 있었다. 부탄올층도 거의 비슷한 저해수준으로 10% 첨가시 90% 정도의 항돌연변이 효과를 관찰할 수 있었다.

B(a)P을 돌연변이 유발물질로 사용하였을 경우에도 hexan층과 부탄올층이 항돌연변이 활성을 나타내었으며 수용성층은 AFB<sub>1</sub>에서와 마찬가지로 효과가 거의 없었다 (Table 3). hexan층과 부탄올층의 항돌연변이 활성은 AFB<sub>1</sub>에서와는 달리 다소 차이가 있었는데, hexan

**Table 1. Effect of methanol extracts of perilla leaf on the mutagenicity induced by aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>, 1µg/plate), 3-amino-1-methyl-5H-pyrido(4,3-b) indol (Trp-P-2, 0.02µg/plate) and benzo (a)pyrene (B(a)P, 5µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA98 and TA100**

Treatments	Revertants/plate	
	TA98	TA100
AFB <sub>1</sub>	1473 ± 167	1630 ± 129
AFB <sub>1</sub> + Methanol ext.	2.5% <sup>1</sup>	1412 ± 155 (4) <sup>2</sup>
	5.0%	651 ± 58 (57)
	10.0%	196 ± 29 (89)
Trp-P-2	2920 ± 87	-
Trp-P-2 + Methanol ext.	2.5%	2756 ± 48 (6)
	5.0%	1523 ± 38 (48)
	10.0%	610 ± 96 (80)
B(a)P	220 ± 42	307 ± 7
B(a)P + Methanol ext.	2.5%	170 ± 19 (31)
	5.0%	166 ± 16 (33)
	10.0%	138 ± 25 (51)

<sup>1</sup>Percent represents the level of dried methanol extract in DMSO  
<sup>2</sup>The values in parentheses are the inhibition rate (%)

**Table 2. Effect of fractionated samples from methanol extracts of perilla leaf on the mutagenicity induced by aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>, 1µg/plate) in *Salmonella typhimurium* strains of TA98 and TA100**

Treatments	Revertants/plate	
	TA98	TA100
Spontaneous	37 ± 4	105 ± 11
AFB <sub>1</sub>	1473 ± 167	1630 ± 129
AFB <sub>1</sub> + Hexane Fr.	2.5% <sup>1</sup>	735 ± 52 (51) <sup>2</sup>
	5.0%	279 ± 14 (83)
	10.0%	168 ± 41 (91)
AFB <sub>1</sub> + Butanol Fr.	2.5%	1145 ± 56 (23)
	5.0%	540 ± 91 (65)
	10.0%	170 ± 17 (91)
AFB <sub>1</sub> + Aqueous Fr.	2.5%	1533 ± 152 (-)
	5.0%	1355 ± 124 (8)
	10.0%	1144 ± 107 (23)

<sup>1</sup> Percent represents the level of dried each solvent extract in DMSO  
<sup>2</sup> The values in parentheses are the inhibition rate (%)

**Table 3. Effect of fractionated samples from the methanol extract of perilla leaf on the mutagenicity induced by benzo (a)pyrene(B(a)P, 5µg/plate) in Salmonella typhimurium TA98 and TA100**

Treatments	Revertants/plate	
	TA98	TA100
Spontaneous	58 ± 8	102 ± 10
B (a)P	220 ± 42	307 ± 7
B (a)P + Hexane	2.5% <sup>1</sup>	230 ± 5 (-)
	Fr.	
	5.0%	186 ± 23 (21) <sup>2</sup>
B (a)P + Butanol	2.5%	120 ± 7 (62)
	Fr.	
	5.0%	107 ± 4 (70)
B (a)P + Aqueous	2.5%	269 ± 46 (19)
	Fr.	
	5.0%	107 ± 4 (70)
B (a)P + Hexane	10.0%	164 ± 24 (35)
	Fr.	
	10.0%	210 ± 19 (47)
B (a)P + Butanol	10.0%	69 ± 4 (93)
	Fr.	
	10.0%	144 ± 15 (80)
B (a)P + Aqueous	5.0%	210 ± 40 (6)
	Fr.	
	10.0%	197 ± 36 (14)
B (a)P + Aqueous	5.0%	298 ± 14 (4)
	Fr.	
	10.0%	292 ± 25 (7)

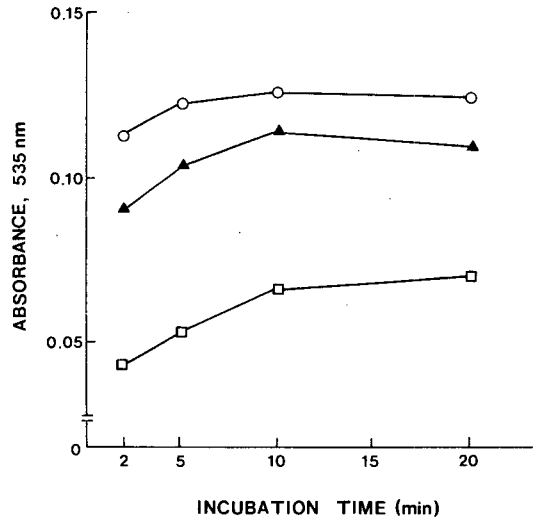
<sup>1</sup>Percent represents the level of dried each solvent extract in DMSO

<sup>2</sup>The values in parentheses are the inhibition rate (%)

층은 10% 첨가시 TA98과 TA100 균주에서 각각 35%와 47%의 저해효과가 있었으나 부탄올층을 2.5%, 5.0%와 10% 첨가하였을 때 TA98 균주에서는 62%, 70%와 93%의 억제율을 나타내었고, TA100 균주에서는 19%, 25%와 80%의 억제효과가 관찰되었으므로 hexan층보다 부탄올층에서 B(a)P의 돌연변이유발성을 강하게 억제함을 알 수 있었다(Table 3). 따라서 부탄올층에 존재하는 성분들이 B(a)P의 대사 활성화를 크게 억제할 것으로 여겨진다.

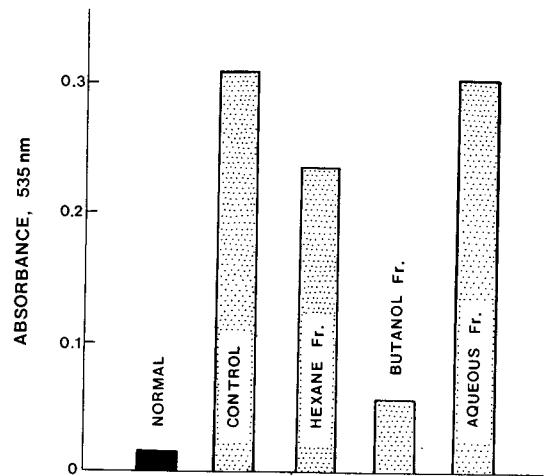
들깨잎의 hexan과 부탄올획분은 사람의 대장암세포인 HT-29에서 암세포의 증식을 크게 억제하는 효과도 나타내었지만 수용성층은 저해 효과를 나타내지 않았다<sup>16)</sup>. 이러한 점으로 미루어 들깨잎의 항(발)암효과는 hexan 및 부탄올층에 존재하는 지용성 물질일 것으로 추측된다.

들깨잎의 항발암 작용기전을 규명하기 위하여 발암의 한 factor로 알려진 free radical을 inhibition하는 항산화 작용을 검토하였다. *In vitro*에서 incubation 시간에 따른 마우스의 간 microsome에서 MDA 생성량의 변화를 535nm에서 흡광도를 측정하여 대조군과 비교하면서 검토하였다. FeSO<sub>4</sub>와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 첨가에 의하여 생성이 촉진되는 MDA는 thiobarbituric acid에 의하여 complex를 형성함으로써 535nm에서 흡광도를 측정하여 그 생성량을 알 수 있다. Fig.1은 배양시간을 달리하면서 MDA 생성량의 변화를 검토한 것으로 대조군에서 FeSO<sub>4</sub>와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 의해 촉진된 지질과산화



**Fig. 1. Inhibitory effect of methanol extract from perilla leaf against lipid peroxidation in microsomes of ICR mouse liver.**

○—○ : FeSO<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  
 ▲—▲ : FeSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and methanol extract of perilla leaf  
 □—□ : No addition of FeSO<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>



**Fig. 2. Lipid peroxidation in microsomes of ICR mouse liver induced by FeSO<sub>4</sub> and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> after 10min incubation. Samples are solvent extracted fractions from methanol extract of perilla leaf**

가 들깨잎의 메탄올 추출물을 처리함으로써 억제되는 것을 볼 수 있다. 그리고 이 효과는 부탄올 분획물 중에서도 또한 확실히 관찰할 수 있었는데 Fig. 2에서 보는 바와 같이 부탄올 획분 첨가시 거의 정상치(normal)와 비슷한 흡광도치를 나타내었으므로 지질과산화가 현저히 억제됨을 알 수 있다. 따라서 부탄올 획분에는 과산화지질 생성을 억제하는 항산화작용을 갖는 성분

**Table 4. Compounds identified from butanol fraction of methanol extracts of perilla leaf by GC-MS**

Compounds	Retention time (min.)
Pentane	1.612
Cyclopentane	1.727
Propanol	1.855
2-Propyl furan	2.398
Ethanedioate, dibutyl ester	4.064
Benzaldehyde	5.745
Propanoic acid, 2-methyl-2-ethyl-3-hydroxy	6.528
2H-inden-2-one, octahydro-3a-methyl	11.172
Unknown	40.544

이 존재하는 것으로 생각되는데 이 획분은 앞에서 관찰한 바와 같이 AFB<sub>1</sub>과 B(a)P에 대한 항돌연변이 효과가 컸던 바 관련 활성물질의 항돌연변이 효과중 한 기작으로 추측되는 것으로 과산화지질로 인한 암 발생을 억제하는 효과가 있는 것으로 사료되었다.

Linolenic acid를 많이 함유하고 있는 들깨유 섭취는 혈소판내 arachidonic acid에 대한 eicosapentaenoic acid의 비(EPA/AA)를 증가시키고 MDA의 생성을 낮추어서 혈전경향을 감소시켜 출혈시간을 지연시키므로 들깨유 섭취가 성인병을 예방할 수 있다고 한다<sup>17)</sup>. 들깨잎의 부탄올층이 역시 MDA의 생성을 저해시키므로 들깨의 종자뿐만아니라 잎의 섭취도 성인병의 예방에 도움을 줄 것으로 기대된다.

들깨잎의 여러 획분 가운데 항돌연변이효과와 항산화효과가 나타난 부탄올층에 존재하는 화합물을 GC-MS로 분리, 동정하였다 (Table 4). 2-Propyl furan, ethanedioate, dibutyl ester, benzaldehyde, 2-methyl-2-ethyl-3-hydroxy-propanoic acid, octahydro-3a-methyl-2H-inden-2-one 등의 화합물이 분리 동정되었다.

Kong 등<sup>18)</sup>은 furan화합물이 TA98과 TA100 균주에서 Trp-P-1과 B(a)P의 돌연변이를 억제하는 효과를 가졌다고 하였으며 특히 5-hydroxymethyl-2-furfural, furfural 및 2-acetylfuran은 높은 항돌연변이 활성을 나타낸다고 보고하였다. Furan은 당과 아미노산과의 amino-carbonyl 반응에 의하여 생성되는 것으로 항산화효과 및 Trp-P, Glu-P와 IQ 등의 돌연변이 유발물질에 대한 억제효과가 있다고 알려져 있다<sup>19)</sup>. 이들 화합물 각각의 표품을 사용한 항돌연변이 및 항산화 효과에 대한 조사가 현재 진행중에 있다.

## 요 약

들깨잎의 메탄올 추출물은 *Salmonella typhimurium* TA98과 TA100 균주에서 AFB<sub>1</sub>, Trp-P-2 및 B(a)P의 돌연변이유발을 억제시키는 효과가 있었으며 이들을 용매로 더 분획했을 때 수층에서는 효과가 없었지만 hexan 획분과 부탄올 획분에서 항돌연변이 효과가 있었다. Lipid peroxidation은 들깨잎의 메탄올 추출물을 첨가하였을 때 억제되었으며 특히 부탄올 획분 첨가시 크게 억제됨을 관찰할 수 있었다. 돌연변이 유발억제 및 항산화 효과가 관찰된 부탄올 획분에서 2-propyl furan, ethanedioate, dibutyl ester, benzaldehyde, 2-methyl-2-ethyl-3-hydroxy-propanoic acid, octahydro-3a-methyl-2H-inden-2-one 등이 잠정적으로 동정되었다.

## 감사의 글

이 연구는 한국과학재단 연구비 지원(과제번호 : 90-0500-03)에 의한 결과의 일부이며 이를 감사드립니다.

## 문 헌

1. 식물대보감(자원편). 도서출판 일홍, p.164(1989)
2. 農林水産省食品流通局野菜振興課: 特産野菜ハンドブック. 地球社, p.198(1978)
3. 임채일, 박권우, 박상근: 菜蔬用 잎들깨의 周年栽培法 確立에 關한 研究 (1. 日長反應에 關한 研究). 農試論文集(園藝篇), 31 (3), 23 (1989)
4. 임채일, 박권우, 박상근: 菜蔬用 잎들깨의 周年栽培法 確立에 關한 研究 (2. 光과 溫度條件이 들깨의 生育에 미치는 影響). 農試論文集(園藝篇), 31 (3), 31 (1989)
5. 임채일, 박권우, 박상근: 菜蔬用 잎들깨 周年栽培法 確立에 關한 研究 (3. 栽植距離, 摘葉時期 및 방법, 발아에 關한 研究). 農試論文集(園藝篇), 31 (4), 1 (1989)
6. Ishikura, N.: Anthocyanins and flavones in leaves and seeds of *perilla* plant. *Agric. Biol. Chem.*, 45 (8), 1855 (1981)
7. Tamura, H., Fujiwara, M. and Sugisawa, H.: Production of phenyl-propanoids from cultured callus tissue of the leaves of *Akachirimn-shiso*(*Perilla* sp.). *Agric. Biol. Chem.*, 53 (7), 1971 (1989)
8. Ohba, T., Hasuo, T., Akita, O. and Yamamoto, Y.: A liqueur using the extract of *Perilla ocimoides* var. *Crispa.*, *J. Brewing Soc. Japan*, 80, 287 (1985)
9. Morisada, S. and Yosida, T.: Distribution of oil glands, percentage yield of essential oil and its chemical composition in several shiso plants (*perilla* Species). *Jap. J. Trop. Agric. (Nettai Nogyo)*, 17 (1), 9 (1973)
10. Kasahara, K. and Nishibori, K.: Suppressing effect of

- perilla on sadine odour. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish*, **54** (2), 315 (1988)
11. Lee, K. I., Rhee, S. H., Park, K. Y. and Kim, J. O. : Antimutagenic compounds identified from perilla leaf. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21** (3), 302 (1992)
  12. Maron, D. M. and Ames, B. N. : Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat. Res.*, **113**, 173 (1983)
  13. Matsushima, T., Sugimura, T., Nagao, M., Yahagi, T., Shirai, A. and Sawamura, M. : Factors modulating mutagenicity in microbial test, In "Short-term test, systems for detecting carcinogens". Norphth, K. H. and Garner, R. C. (eds.), Springer, Berling, p.273 (1980)
  14. Yahagi, T., Nagao, M., Sugimura, T., Fuuya, A. and Matsushima, T. : Mutagenicity of purrolizidine alkaloids in *Salmonella*-microsome test. *Mutat. Res.*, **68**, 211 (1979)
  15. Shah, S. V., Price, L. and Baricos, W. H. : Adriamycin induced stimulation of superoxide anion production in renal cortical microsomes. *Kidney Int.*, **23**, 691 (1983)
  16. 이경임 : 녹황색 채소류의 항돌연변이 및 암세포 증식 억제효과. 부산 대학교 박사학위논문 (1992)
  17. 한용남, 윤혜원, 김숙희, 한병훈 : 들깨유 섭취가 혈소판의 지방산 조성에 미치는 영향. *생약학회지*, **18** (1), 5 (1987)
  18. Kong, Z. L., Shinohara, K., Mitsuiki, M., Murakami, H. and Omura, H. : Desmutagenicity of furan compounds towards some mutagens. *Agric. Biol. Chem.*, **53**(8), 2073 (1989)
  19. Kato, H., Kim, S. B., Hayase, F. and Chuyen, N. V. : Desmutagenicity of melanoidins against mutagenic pyrolysates. *Agric. Biol. Chem.*, **49**(10), 3093 (1985)

(1993년 1월 16일 접수)