

총 설

## 들깨의 생리활성

강희정, 김정상<sup>†</sup>

인제대학교 식품영양학과

### 서 론

들깨는 꿀풀과에 속하는 일년초의 종실로서 우리나라를 비롯한 중국, 일본, 인도 등지에서 재배되고 있다(1).

우리나라에서는 현재 전국적으로 재배되고 있으며 그 생산량도 계속 증가해 오다가 90년 이후에 약간 감소하였다(2).

들깨는 잎을 식용하거나 종자를 생, 또는 볶은 상태로 여러 가지 음식을 만드는데 사용하나 주로 종자를 볶아 이로부터 기름을 착유하여 이용하고 있다(3,4). 들기름에는 ω-3계 고도불포화지방산의 일종인 α-linolenic acid의 함유량이 높아 산패의 주원인으로 작용하기도 하나 이와 함께 암세포의 증식 억제 효과, 혈압 저하 및 혈전증 개선, 두뇌발달과도 관련이 있다고 알려져 기능면에서 주목을 받고 있다(5,6). 또한 볶은 들깨의 용매획분으로부터 토크페놀을 비롯한 여러 가지의 항산화성분과 스테롤, monoterpene류 등의 특수성분들이 분리됨으로써 이들이 생체내에서 여러 가지 생리활성을 나타낸다고 보고되고 있다(7,8).

지금까지 들깨, 들기름 및 들깨성분이 가지는 생리적 기능에 관해 많은 연구가 진행되어 왔으며 본 논문에서는 항암 또는 항종양활성, 항산화활성 그리고 지질대사의 개선 효과 등을 살펴보고자 한다.

### 들깨의 성상 및 재배현황

들깨는 꿀풀과(Labiatae)에 속하는 열대 아시아 원산의 일년생 초본과 식물로서 학명은 *Perilla frutescens* Britton 또는 *Perilla ocymoides* L.이며 이외에 *var. japonica* Hara, *var. typica* Makino, *var. nankinesis* 등의 변종명이 함께 사용되고 있다(9,10). 줄기는 홍자색으로 곧게 서고 네모지며 키가 20~60cm 정도로 가지를 뻗는다. 잎은 마주 나고 잎자루가 길며 엽통모양으로 끝이 뾰족하고 앞면에는 잔 털이 있으나 뒷면에는 맥위에 드문드문 털이 있다. 잎의

가장자리에는 6~13개의 낮은 톱니가 있으며 보통 녹색이나 보라색인 것도 있다. 꽃은 총상꽃차례를 이루며 8~9월에 길이 4~10cm인 이삭모양 꽃차례에 길이 3~4mm의 분홍빛이 도는 연보라색 입술모양의 작은 통꽃이 달린다. 열매는 꽃받침 밑에 자리잡은 4개의 작은 분과로 되어있고 지름 1mm 정도의 구형이며 매끈한 표면에 그물눈 무늬가 있다.

들깨는 인도의 고지, 중국 중남부가 원산지라고 하며 우리나라를 비롯하여 중국, 인도, 일본 등지에 분포되어 있는데 확정된 품종은 없으나 열매의 형태에 따라 몇종으로 나누며 우리나라에서는 거의 갈색종을 재배한다. 우리나라에서는 통일신라시대에 참깨와 함께 재배한 기록이 있는 것으로 보아 옛날부터 재배되었다고 볼 수 있으며(11) 각지의 산기슭이나 길가의 습지에서 흔하게 자라므로 현재 거의 전국적으로 재배되고 있고 그 수요가 증가함에 따라 재배 면적이 증가되고 있다.

들깨에 대한 국내 생산량의 추이를 보면 1970년에 약 6,300톤, 1980년에 약 12,000톤, 1990년에는 약 28,000톤으로 20년동안 약 5배에 가까운 증가를 보였으며 생산량이 계속 증가하다가 90년 이후 약간 감소하는 추세를 보이고 있다 (Table 1).

### 들깨의 성분조성

들깨는 잎도 식용하며 종자에는 지방의 함량이 높으며

Table 1. Production of perilla seed in South Korea(1970~1997)

Year	Planted area(ha)	Production(metric ton)
1970	11,572	6,348
1976	18,423	11,867
1980	21,699	12,133
1986	34,135	25,210
1990	37,097	28,039
1996	32,657	25,175

<sup>†</sup>Corresponding author



생리활성을 나타냄이 보고되고 있다. 그런가 하면 들깨의 신선한 잎으로부터 4가지의 monoterpene glucosides인 perillosides A-D와 3가지의 또다른 glucosides인 5'-β-D-glucopyranosyloxyjasmonic acid, 3-β-D-glucopyranosyl-3-epi-2-isocucurbitic acid와 3-β-D-glucopyranosyloxy-5-phenylvaleric acid가 분리, 보고되었다(18).

자색의 들깨잎으로부터 분리된 색소성분으로는 7가지의 안토시아닌과 3가지의 플라본, 즉 apigenin, luteolin과 scutellarein의 7-O-diglucuronides가 있으며(19) 들깨의 향기성분으로 보고된 것으로 아세톤, 아세탈, 메탄올, 펜탄알 등이 있다.

들깨종자 및 이로부터 착유한 들기름에는 항산화성분이 함유되어 있으나 들깨 자체의 높은 불포화도로 인해 산패가 염려되는데 최근까지 연구된 들기름의 산화안정성에 관한 보고를 보면, 김 등(20)은 들기름의 저장조건을 달리했을 때 들기름의 산패도 변화를 조사하여 저장온도가 높을수록 과산화물가가 급격히 상승한다고 하였고 이때 일사광선의 영향도 크다고 하였다. 또 이 등(21)은 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), propyl gallate(PG), ascorbyl palmitate(AP) 및 ascorbic acid를 들기름에 각각 200, 200, 100, 100 및 200ppm의 농도로 첨가하여 산화안정성을 조사한 결과 BHA는 효과를 나타내지 않았던 반면 ascorbic acid 첨가군은 가장 효과가 좋았다고 보고하였다. 또한 δ-tocopherol을 0.2% 단독 첨가했을 경우와 ascorbic acid 첨가군에 0.2%를 함께 첨가하였을 경우 δ-tocopherol의 산화안정성 효과 및 상승제로서의 효과는 나타나지 않았다고 보고하였다.

### 들깨의 이용

우리나라에서는 옛부터 들깨를 폭넓게 재배하고 있고 또 식용, 약용 및 공업용으로 다양하게 이용해 왔다. 들깨종자는 풍미가 좋아 날 것을 그대로 통깨로 쓰거나 볶아서 깨소금으로 만들어 쓰기도 하며 물과 함께 갈아 들깨죽 등 여러 가지 식품의 제조에 이용하기도 한다. 또 들깨는 건강식품으로 알려져 있어 깨강정 등 한과의 원료로 사용하거나 차로 가공하여 기호식품으로 이용하기도 하지만 종자에 기름이 약 40%나 함유되어 있으므로 주로 이것을 착유하여 조미료로 많이 이용한다(22). 일반적으로 들기름은 들깨 자체를 볶지 않고 착유하는 경우는 거의 없으며 볶음 과정을 거쳐 착유하게 된다. 들깨에서 들기름을 착유하는 방법으로 우리나라 식품공전에서는 압착법만을 사용하도록 제한하고 있는데 압착법으로 기름을 착유하면 원

료속에 있는 기름성분을 완전하게 뽑아낼 수 없으며 용매 추출법을 사용하여 채유하는 것과 비교할 때 기름생산량에서 10% 전후의 감소가 일어난다. 따라서 실제로는 들깨박속에 10~15%의 착유되지 않은 기름이 남게 되는 것이므로 들깨박의 부가가치를 높이는 것은 자원의 효율적 이용이라는 측면에서 볼 때 매우 중요한 문제가 되고 있다. 또한 들기름의 제조시 들깨가 가지는 독특한 향으로 인한 단점을 참기름과의 혼합유를 제조함으로써 극복할 수 있으나 우리나라에서는 들기름과 참기름의 혼합유 제조가 허락되지 않고 있는 실정이다.

한편 들기름을 짜내고 남는 들깨박은 주로 사료나 비료로 이용되고 있는데 주성분은 단백질이며 이외에도 P, Ca, K 등의 원소들을 함유하고 있으므로 이용가치가 큰 농산 부산물이라 할 수 있다. 따라서 이러한 유용성분들을 적절히 사용할 수 있다면 우리나라에서 대량으로 재배되고 있는 들깨농업을 더욱 육성시킬 수 있다는 점에서도 의의가 클 것으로 본다.

### 들깨의 생리활성

#### 1. 항종양활성과 면역계에 미치는 영향

이미 여러 녹황색 채소류에서 항암 및 항돌연변이 효과가 밝혀져 있는데 그중에서도 특히 들깨잎은 *in vivo*와 *in vitro* 계에서 강력한 항돌연변이 효과를 가지며 또한 들깨잎에서 분리된 암예방성분이 보고된 바 있다. Lee 등(23)은 들깨잎의 메탄올 추출물을 첨가했을 때 *Salmonella typhimurium* TA98과 100 균주에서 aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>)에 의해 유발되는 돌연변이성이 첨가용량에 비례하여 억제되었으며 메탄올 추출물의 클로로포름 획득으로부터 phytol을 비롯해 몇몇 화합물들을 분리, 동정하여 이들이 항돌연변이 효과를 가진다고 보고하였다. 김 등(24)은 들깨잎에 에스테르로 존재하는 불포화지방족 알콜의 일종인 phytol이 마우스의 종양세포에 작용하여 직접적인 종양세포 증식 억제 및 성장저해 효과를 나타냄과 동시에 생체내에서 표적세포로서 종양세포를 살해할 수 있는 작용세포인 대식세포나 NK세포의 활성을 크게 향진시켜 면역활성증강 효과가 있음을 보고하였다. 또한 들깨잎 추출물의 부탄올 분획에는 돌연변이 유발억제 및 항산화성분이 존재하며 이러한 효과를 가지는 물질로서 2-propyl furan, ethanodioate, dibutyl ester, benzaldehyde, 2-methyl-2-ethyl-3-hydroxy-propanoic acid, octahydro-3a-methyl-2H-inden-2-one 등이 동정됨으로써 들깨잎의 항돌연변이 효과는 과산화지질로 인한 암발생 억제가 한 기작이 됨이 보고된 바 있다(25).

면역계와 관련해서 들깨잎이 가지는 또 다른 효과는 tumor necrosis factor- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )의 과도한 생성을 억제시켜주는 것이다. Cytokine의 일종인 TNF- $\alpha$ 는 항종양활성을 가짐으로써 많은 면역 및 염증반응에서 중요한 역할을 하고 있음이 발견되었으나 이것의 과도한 생성은 오히려 면역계와 염증성 질환을 유발할 수도 있다. 특히 박테리아 감염시에 TNF- $\alpha$ 의 과도한 생성은 패혈성 속(shock)을 유발하여 급성기관장해와 사망을 일으키기도 한다. 또한 TNF- $\alpha$ 는 접촉성 과민반응과 같은 피부질환에서 중요한 매개체(mediator)로서도 작용하므로 이러한 TNF- $\alpha$ 의 과도한 생성을 억제하는 것이 염증성 질환의 치료요법으로서 필수적일 수 있다. 이와 관련하여 들깨잎 추출물의 경우 투여가 실험동물에서 TNF- $\alpha$ 의 과도한 생성을 현저히 억제하며 어떤 종류의 알러지(allergy)에도 효과적이라는 연구결과가 보고되어 있다.

한편 동물모델계를 이용하여 들기름의 섭취와 암발생간의 역상관관계를 관찰한 연구들도 있다. 일반적으로 과도한 지방섭취는 암의 발생과 밀접한 연관이 있다고 알려져 있으나, 지방산의 조성에 따라 그 효과는 다를 수 있을 것으로 예상된다. 즉, 콩기름, 옥수수기름, 참기름 등을 구성하는 지방에 다량 함유되어 있는 linoleic acid 등  $\omega$ -6계 불포화지방산과 포화지방산의 과도한 섭취에 의해서는 암. 특히 유방암이나 대장암의 발생이 촉진되나 어유나 들기름에 많이 함유된  $\alpha$ -linolenic acid나 eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid(DHA) 등  $\omega$ -3계 고도불포화지방산에 의해서는 대장암의 발생 및 암세포의 증식이 억제된다는 것이다(26,27).

식이지방이 종양발생에 관여하는 기전으로 제시되고 있는 것 중 하나는 식이의 지방산 조성이 세포막 인지질의 지방산 조성에 영향을 줄 수 있다는 것이다. 일반적으로 식

이로 섭취한 linoleic acid의 경우 세포내에서 arachidonic acid(AA)로 전환됨으로써 prostaglandin(PG)의 전구체로 작용하는데 실제로 종양세포에서는 이러한 AA의 수준 및 PGE<sub>2</sub>와 thromboxane A<sub>2</sub>(TXA<sub>2</sub>)합성이 증가한다고 알려져 있다. 그런가 하면 들기름에 다량으로 함유되어 있는  $\alpha$ -linolenic acid는 발암원을 투여한 쥐에서 대장점막 인지질의 AA 분포를 감소시키며 이로부터 대장점막의 TXB<sub>2</sub>와 PGE<sub>2</sub> 수준을 감소시킴으로써 종양발달을 예방하는 효과가 있는 것으로 보고되었다(28).

뿐만 아니라 발암원으로 azoxymethane을 투여한 쥐에서  $\alpha$ -linolenic acid가 풍부한 들기름의 섭취가 대장의 비정상적인 변형 음와(colonic aberrant crypts)의 발생수를 유의적으로 감소시키고(Table 3) 대장점막 인지질의 n-3계 불포화지방산은 현저히 증가시킨 반면, PGE<sub>2</sub>의 수준은 감소시키는 것으로 보고되었다. 이러한 효과는 들기름에  $\beta$ -carotene을 첨가하였을 때 더욱 상승하였다는 보고도 있다(29,30).

또한 들기름에 함유된  $\alpha$ -linolenic acid의 높은 함량은 아나필락시와 같은 면역계의 이상을 억제하는데도 효과적이라고 보고되고 있는데(31), 들기름과 잇꽃유(safflower seed oil)를 이용하여  $\alpha$ -linolenic acid (18:3, n-3)와 linoleic acid(18:2, n-6)의 비율을 달리하여 쥐에 투여했을 때 n-6에 대한 n-3 지방산의 비율이 증가함에 따라 지방에 의해 유발되는 알러지성 매개물(mediator)의 형성을 억제하여 극심한 즉각적 알러지성 과민증을 감소시키는 효과가 있다고 한다.

한편 들깨에 함유된 성분으로서  $\alpha$ -linolenic acid 이외에 또다른 성분들이 암을 억제하는 효과가 있다고 알려지고 있는데, 비교적 최근에 확인된 성분으로서 monoterpene류에 속하는 perillyl alcohol(POH) 역시 각종 암의 화학요법

Table 3. Effects of test oils on AOM-induced ACFs in rat colon

Treatment	Incidence <sup>a</sup>	No. of ACF/colon	No. of aberrant crypts/colon	No. of aberrant crypts/focus
AOM+O12	5/5	155.0±10.8	260.4±16.2	1.68±0.08
AOM+S12	5/5	81.8±8.6 <sup>b</sup>	119.6±11.8 <sup>b</sup>	1.46±0.04 <sup>b</sup>
AOM+P12	5/5	40.0±14.8 <sup>bc</sup>	50.3±3.1 <sup>bc</sup>	1.54±0.09 <sup>b</sup>
AOM+P6O6	5/5	78.5±11.3 <sup>b</sup>	126.5±21.0 <sup>b</sup>	1.61±0.08
AOM+P3O9	5/5	91.4±13.8 <sup>b</sup>	148.6±26.3 <sup>b</sup>	1.62±0.07

Rats were fed with a diet containing 12% olive oil(O12), 12% safflower oil(S12), 12% perilla oil(P12), 3% perilla oil plus 9% olive oil(P3O9), or 6% perilla oil plus 6% olive oil(P6O6).

<sup>a</sup>Numbers of rat colon with ACF/total numbers of colon are scored.

<sup>b</sup>Significantly different from the AOM+O12 group: p<0.01

<sup>c</sup>Significantly different from AOM+S12 group: p<0.05

Values are mean±SD(n=5).

From ref. 29

제로 생각되어지며 암을 퇴행시키는 효과가 있다고 보고되고 있다. Perillyl alcohol(POH)은 차조기과 식물을 비롯한 가식성 식물류에 존재하는 천연물질로서 azoxymethane으로 대장암을 유도한 쥐에서 대장의 침입성 선암(invasive adenocarcinoma)과 대장암 발생율을 감소시키는 한편 투여량에 비례하여 대장의 변형 음와(colonic aberrant crypts)를 억제하는 효과가 있다고 보고되었다(32). 또한 햄스터에서 POH 처리군은 대조군에 비해 췌장의 종양을 1/2 이하로 감소시켰을 뿐 아니라 POH 처리된 종양의 16%가 완전히 퇴행되었고, 사람의 췌장암 세포배양실험에서도 POH는 접촉억제(contact inhibition)를 유도함으로써 독성을 가지지 않는 양으로 췌장암에 대한 화학요법제로 사용될 수 있는 가능성을 가지고 있다(33). POH가 항종양활성을 나타내는 기전으로 제시되고 있는 것 중 첫째로는 POH가 21-26kDa Ras와 같은 세포성장조절 단백질의 post-translational isoprenylation에 관여하는 효소를 저해한다는 것인데 Ras 단백질의 prenylation은 oncogenic transformation을 일으키는데 중요한 인자가 된다. 둘째로는 POH가 간, 췌장 등의 종양세포에서 DNA 합성속도에는 영향을 주지 않고 apoptosis를 유도한다는 것이다(34). 실제로 POH의 투여가 쥐에서 7,12-dimethylbenz(a) anthracene (DMBA)에 의해 유발된 유방암을 81%까지 퇴행시켰고(35) *in vitro* 쥐의 유방암 세포배양에서 mammalian protein farnesyl transferase(PFT)와 protein geranylgeranyl transferase(PGGT)를 저해하였는데 이러한 효과는 POH가 farnesyl pyrophosphate에 대해 PFT의 경쟁적 저해제로 작용하기 때문이라는 연구 보고가 있으며(36), diethylnitrosamine으로 간종양을 유발한 쥐에서 POH 투여군은 비투여군에 비해 평균 간 종양무게가 10배나 적은 반면 apoptotic index는 약 10배 증가하였다는 연구결과가 보고됨으로써(37) 이러한 가설을 뒷받침해주고 있다. 한편 POH는 ubiquinone의 합성을 저해하고 lanosterol에서 콜레스테롤로의 전환을 차단함으로써 콜레스테롤 합성을 저해한다고 밝혀졌는데(38) 이러한 효과가 유방암에 대한 POH 항암활성의 한 기전이 될 수 있다고 본다.

이외에도 세포모델계 및 동물실험을 이용한 연구에서 식물성 스테롤류가 암을 억제하고 종양형성을 저해하였다는 결과들이 많이 보고되어 있다 특히 식이내의 주요 식물성 스테롤인  $\beta$ -sitosterol에 대해 많은 연구가 이루어져 있는데 Awad 등(39)은 사람의 대장암 세포인 HT-29 세포배양액에 sterol cyclodextrin 복합체의 형태로 16 $\mu$ M의  $\beta$ -sitosterol을 보충하였을 때 같은 농도로 콜레스테롤을 보충한 경우의 1/3 정도로 세포성장이 저해되었음을 관찰하

였고  $\beta$ -sitosterol의 이러한 성장저해효과는 세포막 인지질과 관련된 signal transduction 경로에 영향을 줌으로써 가능하다고 추정하였다. 즉,  $\beta$ -sitosterol의 보충이 세포막의 총 인지질 농도, sphingosine 생성 및 phospholipase C에는 영향을 주지 않았으나 세포막의 sphingomyelin은 50% 감소시켰고 ceramide의 생성은 45% 증가시킴으로써 sphingomyelin cycle을 활성화시킨다고 보고하였다.

한편 Deschner 등(40)은 발암물질로서 N-methyl-N-nitrosourea(MNU)를 투여한 쥐에  $\beta$ -sitosterol을 보충해 준 결과 장의 종양발생율이 유의적으로 감소하였으며 이는 비교적 흡수되지 않고 소화관을 통과하는 식물 스테롤이 장의 상피세포 증식을 느리게 함으로써 종양을 형성하도록 형질전환이 발현되는 것을 감소시킨 결과라 하였다. 또 채소류에 풍부한  $\beta$ -sitosterol이 발암원인 MNU를 투여한 쥐에서 발암원이 장에 직접 작용하는 것을 부분적으로 저해하는 효과가 있으며 식물 스테롤이 장의 종양형성을 지연시키는 방어효과가 있다고 제안되어 있다(41).

홍 등(42)은 들깨의 메탄올 추출물이 세포모델계 및 동물 실험에서 암예방지표효소인 quinone reductase를 유의적으로 증가시킴을 관찰하였다. 즉, 핵산으로 탈지한 생들깨박 또는 볶은 들깨박을 식이에 10%포함시켜 6일간 급여하였을 때 생쥐의 간, 폐, 소장, 위등에서 quinone reductase의 활성이 유의적으로 증가되는 것을 보고하였다(Table 4). 한편 세포실험에서 생들깨박보다 볶은 들깨박의 메탄올 추출물이 quinone reductase 유도활성이 높게 나타나, 들깨에는 발암물질의 대사와 관련된 효소계를 활성화시키는 성분이 배당체 형태로 존재하는 것으로 추정된다.

## 2. 항산화 활성

건조들깨의 일반성분 중 지질의 함량은 약 40%이며 이로부터 착유한 들기름의  $\omega$ -3계 불포화지방산인  $\alpha$ -linolenic acid 함량은 60% 이상으로 매우 높으므로 산패에 대해 불안정하다고 할 수 있으나 중실상태나 강정에서는 상당기간 산패없이 저장이 가능한 것으로 보아 들깨박에는 강력한 항산화물질이 존재할 것으로 추정되었으며 현재 많은 성분들이 보고되고 있다.

김 등(43)은 대두유-를 에멀전 시스템을 이용하여 들깨박과 참깨박 추출물의 항산화효과를 측정함으로써 이들이 합성항산화제인 0.02% BHT보다 더 우수한 항산화력을 가짐을 확인하였고 이 등(44)도 중실상태의 들깨 채유 후에 남은 들깨박의 75% 에탄올 추출물에서 얻은 에틸아세테이트 분획물을 돈지에 첨가했을 때 높은 항산화성을 관찰하였다. 한편 ascorbic acid와 토코페롤 혼합시의 상승효과

Table 4. Induction of quinone reductase in mice fed defatted perilla meal

Organ	QR activity (nmoles DCPIP reduced/min/mg protein) <sup>1)</sup>			
	Control	Unroasted	Roasted	
Liver	35.7 ± 4.1 <sup>b</sup>	49.2 ± 9.9 <sup>a</sup>	49.6 ± 13.4 <sup>a</sup>	p < 0.05
Kidney	473.1 ± 130.7 <sup>2)</sup>	541.7 ± 214.3	573.8 ± 61.9	ns
Lung	97.1 ± 11.8 <sup>b</sup>	113.4 ± 10.7 <sup>a</sup>	103.8 ± 13.9 <sup>ab</sup>	p < 0.05
Intestine	490.9 ± 75.0 <sup>ab</sup>	538.1 ± 86.1 <sup>a</sup>	424.4 ± 60.6 <sup>b</sup>	p < 0.05
Stomach	1481.9 ± 741.7 <sup>b</sup>	1937.7 ± 504.7 <sup>b</sup>	2636.5 ± 604.1 <sup>a</sup>	p < 0.01

<sup>1)</sup>DCPIP represents 2,6-dichlorophenolindophenol.

<sup>2)</sup>Mean ± SD

From ref. 42

도 나타났다고 보고하였다. 또한 탈지들깨박의 에탄올 추출물은 옥배유, 라이드, 들기름 자체에 대해 원래 들깨에 존재하는 양의 1/20배 정도로도 0.02%의 BHA, BHT와 토크페롤보다 높은 항산화성을 나타냈고(Fig. 2) 이러한 효과는 에탄올 추출물의 비극성 용매획분인 핵산과 글로로포름층에서는 거의 나타나지 않았으므로 이로부터 탈지들깨박의 항산화성분은 에탄올에 가용성인 극성 페놀성 화합물이 당과 함께 배당체를 이루고 있을 것이라고 추측되고 있다(45). 이미 그 효과가 알려진 많은 합성 및 천연항산화제가 페놀성 물질인 것으로 밝혀져 있으며 실제로 탈지들깨박으로부터 추출된 유리페놀산, 페놀산 에스터 및 불용성 결합형 페놀산 형태의 각 페놀화합물들이 페놀 함량에서의 차이에도 불구하고 식용대두유에 대해 BHT와 비슷한 항산화효과를 나타내고 이중 유리페놀산 형태의 페놀화합물은 paper chromatography상에서 chlorogenic acid 및 소량의 caffeic acid와 일치하였다고 보고되어 있다(46).

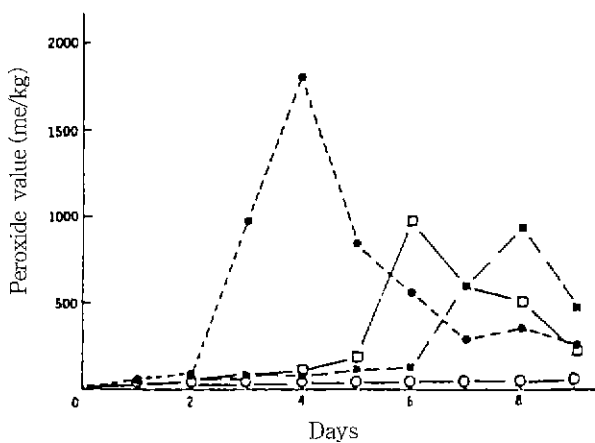


Fig. 2. Changes in peroxide value of perilla oil added with various concentration of ethanol extracts during storage at 45°C.

●, control; □, 1/20; ■, 1/5; ○, 1

From ref. 45

여러 연구의 결과 들깨에는 항산화성분이 존재함이 확실하나 이러한 들깨의 항산화 효과는 일반적으로 볶음과정에서 증가하는 경향을 보인다고 밝혀졌다. 들깨를 볶아 이로부터 착유한 들기름의 저장중 산화안정성은 볶음온도가 높고 볶음시간이 길어질수록 높아지는데 이는 볶음처리에 의해 Maillard 반응이 일어남으로써 생성된 갈변물질과도 상관이 있는 듯 하며(47), 특히 들깨분쇄물은 들기름에 비하여 산패가 잘 일어나지 않으며 200°C까지 열처리를 해도 항산화작용이 있음이 보고되어 있다(48).

### 3. 지질대사의 개선

들기름의 섭취가 실험동물에서 체내 지질의 조성을 변화시킬 수 있다는 보고도 있는데 Sadi 등(49)은 일본평(Japanese quail)을 대상으로 콜레스테롤 2% 함유식이에 각각 옥수수기름, oleic acid, 들기름, 앵초기름(primrose oil)을 15%씩 첨가하여 3개월간 사육한 결과 들기름과 앵초기름 섭취군에서 혈장 콜레스테롤 농도가 유의적으로 낮아짐과 동시에 상행대동맥의 내막이 비후해지지 않았고 옥수수기름과 oleic acid 섭취군에서는 대동맥의 내막이 비후해져 혈관 구경이 좁아짐을 관찰하였다. 또 Ikeda 등(50)은 streptozotocin으로 당뇨를 유발시킨 쥐에 들기름 유탕액을 정맥내로 투여함으로써 혈소판에 의한 thromboxane A<sub>2</sub> 생산이 감소하고 간과 혈청 인지질의 EPA 비율이 증가한 반면 arachidonic acid의 함량은 감소하였다고 보고하였다. Inui 등(51)도 2,4,6-trinitrobenzenesulfonic acid로 염증성 장질환을 유발시킨 쥐를 모델로 하여 들기름 유탕액을 투여한 결과 콩기름 투여군에 비해 혈장 총 콜레스테롤과 인지질의 농도 및 지질과산화물의 농도가 유의적으로 감소했으며 혈장지질의 지방산 조성에 있어서는 linoleic acid, α-linolenic acid, EPA 농도가 유의적으로 증가한 데 비해 arachidonic acid 함량은 유의적으로 감소하였음을 밝힌 바 있다.

결 론

들깨는 현재 우리나라에서 대량 생산되고 있으며 잎, 종자를 다양하게 이용하고 있다. 들깨에는 일반적으로 지질 특히 ω-3계 고도불포화지방산인 α-linolenic acid가 다량 함유되어 있을 뿐만 아니라 생리활성을 가지는 다른 특수성분들도 들어 있다.

들깨가 나타내는 생리활성으로서 주목할 만한 것은 항암 및 항종양활성이 있는데 이러한 효과에 대해서는 phytol, monoterpene류, 식물성 sterol류가 기인한다고 알려져 있으며 또한 토크페롤, 페놀화합물을 비롯하여 최근 새로운 항산화성분들이 발견됨으로써 이들에 의한 항산화 효과도 알려지고 있다. 한편 실험동물을 이용하여 들기름의 섭취가 혈중 콜레스테롤 농도를 감소시키는 등 체내 지질대사를 개선하는 효과가 있음이 밝혀졌다.

문 헌

1. 이창복: 대한식물도감 향문사, 서울(1985)
2. 농림수산부: 농림수산통계연보, 88(1988)
3. 과학백과사전출판사편: 약초의 성분과 이용, 일월서각, p.518(1991)
4. 문범수, 이갑상 공저: 식품재료학. 수확사, p164(1989)
5. 이양자: 유지영양의 문제점과 개선방향. 식품과학과 산업, 23, 13(1990)
6. Gatchalian, Y. M., Imamura, M., Nonaka, M., Gu, J. Y. and Sugano, M.: Effect of dietary fats on cholesterol metabolism and eicosanoid production in hamsters fed undigested fraction of soy bean protein. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 40, 499(1994)
7. Nagatsu, A., Tenmaru, K., Matsuura, H., Murakami, N., Kobayashi, T., Okuyama, H. and Sakakibara, J.: Novel antioxidants from roasted perilla seed. *Chem. Pharm. Bull.*, 43, 887(1995)
8. Karp, F., Mihaltak, C. A., Harris, J. L. and Croteau, R.: Monoterpene biosynthesis specificity of the hydroxylations of (-)-limonene by enzyme preparations from peppermint (*Mentha piperita*), spearmint (*Mentha spicata*), and perilla (*Perilla frutescens*) leaves. *Arch. Biochem. Biophys.*, 276, 219(1990)
9. 고경식: 야생식물생태도감. 우성문화사, 서울. p281(1993)
10. 식물대보감(자원편): 도서출판 일흥, 164. p746(1989)
11. 장권렬: 우리나라의 고농서 IV. 특용작물의 종류와 품종 (1429~1886). 한국육종학회지, 21, 149(1989)
12. 한국영양학회: 한국인 영양권장량(제6차개정).(1995)
13. 김혜자: 흰깨, 검은깨, 들깨의 성분 조성에 관한 연구. 한양대학교 박사학위논문(1987)
14. 이소다 요시히로(磯田好弘), 최춘언: 알파-리놀렌산의 생리기능. 식품과학과 산업, 23, 58(1990)

15. 황성자, 고영수: 한국산 식물 식용유지의 성분에 관한 연구 (제 4보). 한국영양학회지, 13, 177(1980)
16. 황성자, 고영수: 한국산 식물 식용유지의 성분에 관한 연구 (제 6보). 한국영양학회지, 15, 30(1982)
17. Tada, M., Matsumoto, R., Yamaguchi, H. and Chiba, K.: Novel antioxidants isolated from perilla frutescens britton var. crispa(Thunb.). *Biosci. Biotech. Biochem.*, 60, 1093(1996)
18. Fujita, T., Terato, K. and Nakayama, M.: Two Jasmonoid glucosides and a phenylvaleric acid glucoside from perilla frutescens *Biosci. Biotech. Biochem.*, 60, 732(1996)
19. Yoshida, K., Kameda, K. and Kondo, T.: Diglucuronoflavones from purple leaves of *Perilla ocimoides*. *Phytochemistry*, 33, 917(1993)
20. 김혜경, 이양자, 이기열: 저장조건이 들깨유 및 참깨유의 산패도에 미치는 영향. 한국영양학회지, 12, 51(1979)
21. 이옥숙, 신현경: 역미셀계를 이용한 들깨기름의 산화 안정성 향상에 관한 연구. 한국식품과학회지, 21, 706(1989)
22. 김상순: 한국전통식품의 과학적 고찰. 숙명여자대학교 출판부(1985)
23. Lee, K. M., Rhee, S. H., Park, K. Y. and Kim, J. O.: Antimutagenic compounds identified from perilla leaf *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 21, 302(1992)
24. 김광희, 장명용, 박건영, 이숙희, 류태형, 선우양일: 들깨잎에서 동정한 phytol의 항암 및 면역활성 증강 효과. 한국영양학회지, 26, 379(1993)
25. 이경임, 이숙희, 김정옥, 정혜영, 박건영: 들깨잎 추출물의 항돌연변이 및 항산화 효과. 한국영양식품학회지, 22, 175(1993)
26. Minoura, T., Takada, T., Sakaguchi, M., Takada, H., Tamamura, M., Hioki, K. and Yamamoto, M.: Effects of dietary eicosapentaenoic acid on azoxymethane-induced colon carcinogenesis in rats. *Cancer Res.*, 48, 4790(1988)
27. Locniskar, M., Nauss, K. M. and Newverne, P. M.: Effect of colon tumor development and dietary fat on the immune system of rats treated with DMH. *Nutr. Cancer*, 8, 78(1986)
28. 김재중, 최주선, 박현서: Dimethylhydrazine으로 처리한 쥐에서 대장암의 biomarker인 지방산조성과 1,2-diacylglycerol 및 eicosanoid 함량에 미치는 영향. 한국영양학회지, 29, 112(1996)
29. Onogi, N., Okuno, M., Komaki, C., Moriwaki, H., Kawamori, T., Tanaka, T., Mori, H. and Muto, Y.: Suppressing effect of perilla oil azoxymethane-induced foci of colonic aberrant crypts in rats. *Carcinogenesis*, 17, 1291(1996)
30. Komaki, C., Okuno, M., Onogi, N., Moriwaki, H., Kawamori, T., Tanaka, T., Mori, H. and Muto, Y.: Synergistic suppression of azoxymethane-induced foci of colonic aberrant crypts by the combination of β-carotene and perilla oil in rats. *Carcinogenesis*, 17,

- 1897(1996)
31. Watanabe, S., Sakai, N., Yasui, Y., Kimura, Y., Kobayashi, T., Mizutani, T. and Okuyama, H : A high  $\alpha$ -linolenate diet suppresses antin-induced immunoglobulin E response and anaphylactic shock in mice. *J. Nutr.*, **124**, 1566(1994)
  32. Reddy, B. S., Wang, C. X., Samaha, H., Lubet, R., Steele, U. E., Kelloff, G. J and Rao, C. V. : Chemoprevention of colon carcinogenesis by dietary perillyl alcohol. *Cancer Res.*, **57**, 420(1997)
  33. Stark, M. J., Burke, Y. D., McKinzie, J. H., Ayoubi, A. S. and Crowell, P. L. : Chemotherapy of pancreatic cancer with the monoterpene perillyl alcohol. *Cancer Lett.*, **96**, 15(1995)
  34. Crowell, P. L., Siar, A. A. and Burke, Y. D. : Antitumorigenic effect of limonene and perillyl alcohol against pancreatic and breast cancer. *Adv. Exp Med Biol.* **401**, 131(1996)
  35. Haag, J. D. and Gould, M. N. : Mammary carcinoma regression induced by perillyl alcohol, a hydroxylated analog of limonene. *Cancer Chemother. Pharmacol.*, **34**, 477(1994)
  36. Gellb, M. H., Tamanoi, F., Yokoyama, K., Ghomashchi, F., Esson, K. and Gould, M. N. : The inhibition of protein prenyltransferases by oxygenated metabolites of limonene and perillyl alcohol. *Cancer Lett.*, **91**, 169(1995)
  37. Mills, J. J., Chari, R. S., Boyer, I. J., Gould, M. N. and Jirtle, R. L. : Induction of apoptosis in liver tumor by the monoterpene perillyl alcohol. *Cancer Res.*, **55**, 979(1995)
  38. Ren, Z. and Gould, M. N. : Inhibition of ubiquinone and cholesterol synthesis by the monoterpene perillyl alcohol. *Cancer Lett.*, **76**, 185(1994)
  39. Awad, A. B., von Holtz, R. L., Cone, J. P., Fink, C. S. and Chen, Y. C. : beta-Sitosterol inhibits growth of HT-29 human colon cancer cells by activating the sphingomyelin cycle. *Anticancer Res.*, **18**, 471(1998)
  40. Deschner, E. E., Cohen, B. I. and Raicht, R. F. : The kinetics of the protective effect of beta-sitosterol against MNU-induced colonic neoplasia. *J. Cancer Res. Clin. Oncol.*, **103**, 49(1982)
  41. Raicht, R. F., Cohen, B. I., Fazzini, E. P., Sarwal, A. N. and Takahashi, M. : Protective effect of plant sterols against chemically induced colon tumors in rats. *Cancer Res.*, **40**, 403(1980)
  42. 홍은영, 강희정, 권정숙, 남영중, 서명자, 김정상 : 들깨의 볶음처리와 산가수분해에 의한 세포모델계 암예방효소활성의 증가. *한국식품영양과학회지* **26**, 186(1997)
  43. 김은희, 김동훈 : 탈지 콩, 참깨 및 들깨박의 에탄올 추출물의 콩기름-물 기질에서의 산화억제. *한국식품과학회지*, **13**, 283(1981)
  44. 이연재, 신동화, 장영상, 신재익 : 페모, 어성초, 쇠비름 및 들깨박 에탄올 추출물의 순차용매 분획별 항산화 효과. *한국식품과학회지*, **25**, 683(1993)
  45. 윤석권, 김정환, 김재욱 : 탈지 들깨박 ethanol 추출물의 항산화 효과. *한국식품과학회지*, **25**, 160(1993)
  46. 이기영 : 탈지 들깨박에서 분리한 페놀화합물의 항산화 효과. *한국식품과학회지*, **25**, 9(1993)
  47. 김영언 : 들깨의 볶음조건이 들기름의 이화학적 특성 및 산화안정성에 미치는 영향. *경희대학교 대학원 박사학위논문*(1995)
  48. 최수임, 윤석권 : 들기름의 산패억제에 관한 연구 1. 들깨의 온도처리 및 들깨박의 ethanol 추출물이 들기름의 산패에 미치는 영향. *등대논총*, **16**, 339(1986)
  49. Sadi, A. M., Toda, T., Oku, H. and Hokama, S. : Dietary effects of corn oil, oleic acid, perilla oil, and primrose oil on plasma and hepatic lipid level and atherosclerosis in Japanese quail. *Exp. Anim.*, **45**, 55(1996)
  50. Ikeda, A., Inui, K., Fukuta, Y., Kokuba, Y. and Sugano, M. : Effects of intravenous perilla oil emulsion on nutritional status, polyunsaturated fatty acid composition of tissue phospholipids, and thromboxane A<sub>2</sub> production in streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutrition*, **11**, 450(1995)
  51. Inui, K., Fukuta, Y., Ikeda, A., Kameda, H., Kokuba, Y. and Sato, M. : The nutritional effect of  $\alpha$ -linoleic acid-rich emulsion with total parenteral nutrition in a rat model with inflammatory bowel disease. *Ann. Nutr. Metab.*, **40**, 227(1996)