

## 소금의 종류에 따른 염장 고등어의 항돌연변이효과 및 암세포 성장억제효과

공창숙·박순선·정근옥·길정하·임선영<sup>1</sup>·박건영\*  
부산대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>한국해양대학교 해양환경생명과학부

### Antimutagenic and Anticancer Effects of Salted Mackerel with Various Kinds of Salts

Chang-Suk KONG, Soon-Sun BAK, Keun-Ok JUNG, Jeung-Ha KIL,  
Sun-Young LIM<sup>1</sup> and Kun-Young PARK\*

Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Busan 609-735, Korea  
<sup>1</sup>Division of Marine Environment & BioScience, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

Raw meat of mackerel (*Scomber japonicus*) was salted by refined, sun-dried, bamboo, and KCl-added bamboo salts. Antimutagenic activity on N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG) in Ames test and growth inhibitory effects of AGS human gastric and HT-29 human colon adenocarcinoma cells were investigated using methanol extracts of the salted mackerels. Mackerel salted sun-dried, bamboo, and KCl-added bamboo salts used increased the antimutagenic activities against MNNG, however, the sample treated with refined salt reduced the antimutagenic activity. Inhibitory effects of the salted-mackerels on the growth of human cancer cells were increased as dose dependent pattern. Mackerel salted with refined salt activated the growth of AGS human gastric adenocarcinoma cells, but mackerel salted with sun-dried, bamboo, and KCl-added bamboo salts kept or increased anticancer effect compared to the raw mackerel. Mackerel salted with KCl-added bamboo salt led to the highest antimutagenic and anticancer activities. These results suggest that antimutagenic and anticancer effects of mackerel during manufacturing of the salted-mackerel could be enhanced by using different kind of salts such as bamboo, or KCl-added bamboo salts.

Key words: *Scomber japonicus*, Mckerel, Salts, Atimutagenicity, Aticancer effect

#### 서 론

고등어(*Scomber japonicus*)는 우리나라 전연근해, 특히 남해안에서 많이 채취되는 어종으로 주로 선어 상태로 이용되거나 통조림 및 염장품으로 소비되고 있다(Shin et al., 2004). 최근에는 조미가공품인 고등어자반으로 가공되어 그 생산량이 증가하고 있는 실정이다. 등푸른 생선인 고등어는 n-3계열의 고도불포화지방산 뿐 아니라 양질의 아미노산과 핵산이 풍부하게 함유되어 있어 생리적으로 중요한 식품으로 여겨지고 있다. 고등어에 함유된 n-3계열이 고도 불포화 지방산인 eicosapentaenoic acid (EPA)와 docosahexaenoic acid (DHA)는 고혈압예방, 혈류개선작용, 뇌신경 및 심근경색 예방, 노인성 치매 예방 등 건강을 증진시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Simopoulos, 1991; Nordoy et al., 1993; Medina et al., 1996). 그러나 등푸른 생선에 다량 함유된 고도불포화지방산들은 산패되기 쉽고 고등어구이에 첨가하는 한주소금은 고등어구이의 지질과산화물 축진한다고 보고된 바 있다(Garcia, 1998; Ryu et al., 2002). 최근 소비량이 증가하고 있는 간고등어의 경우 염도가 2-3%인데 비슷한 염도를 갖는 김치의 경우 첨가하는 소금의 종류에 따라 암예방 효과 및 항암기능성이

달라지는 것으로 보고되었다(Ha, 1997; Jung, 2000, 2002; Choi and Park, 2002). 가공염이 정제염이나 천일염보다 보돌연변이 유발성이 낮았으며, 보돌연변이 유발성이 가장 낮은 가공염인 죽염은 제조시 KCl을 혼합하였을 때 보돌연변이 유발성이 더 감소되었다고 하였다. 또한 소금의 종류를 달리하여 제조한 식이는 *in vivo*에서 종양생성, 면역활성 및 지질과산화물 생성에 차이를 보였는데 죽염과 KCl을 첨가한 소금은 종양생성을 억제시키고 면역활성을 높이며 지질과산화물 생성을 억제시키는 효과를 나타내었다.

따라서 본 연구에서는 고등어의 염장에 일반적으로 사용되는 정제염이나 천일염과 죽염 및 KCl 혼합 죽염으로 염장고등어를 제조하여 소금이 고등어의 항돌연변이 및 암세포 증식 억제에 미치는 효과를 연구하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

선도가 양호한 고등어(*Scomber japonicus*)를 부산 자갈치 시장에서 어체의 체장(32.5±1.1 cm)과 중량(427.1±25.0 g)이 비슷한 것을 구입하여 머리와 내장부분을 제거하고 얼음물로 깨끗이 세척한 후 필렛의 형태로 사용하였다. 준비된 필렛은 15%의 식염수에서 30분간 물간을 한 후 물기를 제거한 것을

\*Corresponding author: kunypark@pusan.ac.kr

시료로 사용하였다(Lee et al., 1993). 이 때 소금은 정제염((주)한주), 천일염((주)산내들), 1회 구운 죽염((주)고려죽염), 1회 구운 KCl 혼합죽염(NaCl: KCl=7:3, (주)고려죽염)을 사용하였다.

#### 고등어의 일반성분 분석

고등어의 일반성분은 AOAC (1990)에 따라 수분정량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였다.

#### ICP와 AAS를 이용한 소금의 무기질 함량 측정

여러 종류의 소금의 무기성분 함량 분석은 Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP-ACE, Shimadzu ICP-III model, Japan)를 이용하여 측정하였으며, Fe 함량은 Inductively Coupled Plasma Mass-Spectrometer (ICP-MS, Fisons PQ3 STE model, UK)로 측정하였다.

#### 메탄올추출물 시료의 준비

원료 고등어 및 염장 고등어를 동결건조한 후 시료를 마쇄하여 분말로 조제하고 분말시료에 20배(w/v)의 메탄올을 첨가하여 12시간 교반을 2회 반복하여 여과한 후 회전식 진공농축기로 농축하여 메탄올추출물(methanol extract)을 얻었다. 이들 추출물들은 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 희석하여 실험에 사용하였다.

#### Ames 실험계를 이용한 항돌연변이 실험

*Salmonella typhimurium* TA100은 *Salmonella typhimurium* LT-2의 histidine 요구성 균주로서 미국 California대학의 B. N. Ames박사로부터 제공받아 정기적으로 histidine 요구성, deep rough (*rfa*) 돌연변이, *uvrB* 돌연변이, R factor 등의 유전형질을 확인하면서 실험에 사용하였다. 돌연변이 유발물질인 N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG)는 Aldrich Chemical Co. (USA)에서 구입하여 증류수에 녹여 실험에 사용하였다.

균주에 대한 시료의 독성유무를 살펴보기 위해서 실험에 사용하기 전에 독성실험을 행하여 독성이 나타나지 않는 범위 내에서 시료의 농도를 결정하였다. 먼저 멸균된 cap test tube에 top agar 2 mL를 분주한 후, 균주 100  $\mu$ L ( $1-2 \times 10^9$  cells/mL)와 시료를 첨가하고 가볍게 vortex한 후 nutrient agar plate에 분주, 고화시켜서 37°C에서 24시간 배양시킨 다음, 그 독성유무를 판정하였다.

미리 건열 멸균시킨 cap test tube에 0.2 M phosphate buffer (pH 7.4) 0.5 mL, 하룻밤 배양된 균주 0.1 mL ( $1-2 \times 10^9$  cells/mL)와 돌연변이 유발물질(50  $\mu$ L) 및 희석된 시료(50  $\mu$ L)를 가하여 37°C에서 20분간 예비 배양한 다음 histidine/biotin이 첨가된 top agar (45°C) 2 mL씩을 가하고 3초간 vortex하여 minimal glucose agar plate에 도말하고 37°C에서 48시간 배양한 후 revertant 숫자를 계수하였다(Maron and Ames, 1983; Ames

et al., 1975).

돌연변이 억제효과의 정도(inhibition rate)는 아래 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Inhibition rate (\%)} = 100 \times [(a-b)/(a-c)]$$

여기서 a는 돌연변이원에 의해 유도된 복귀돌연변이수, b는 시료를 처리하였을 때의 복귀돌연변이의 수이며, c는 돌연변이원과 시료가 없을 경우의 자연 복귀돌연변이의 수이다.

#### 암세포 배양 및 암세포 성장 억제 실험

AGS 인체 위암세포(AGS human gastric adenocarcinoma cells)와 HT-29 인체 결장암세포(HT-29 human colon adenocarcinoma cells)는 한국 세포주 은행(서울의대)으로부터 분양받아 배양하면서 실험에 사용하였다. AGS 위암세포와 HT-29 결장암세포는 100 units/mL의 penicillin-streptomycin과 10%의 fetal bovine serum (FBS)가 함유된 RPMI 1640을 사용하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 배양하였다. 배양된 각각의 암세포는 일주일에 2-3회 refeeding하고 6-7일 만에 PBS로 세척한 후 0.05% trypsin-0.02% EDTA로 부착된 세포를 분리하여 원심분리한 후 계대 배양하면서 실험에 사용하였다. 계대배양시 각각의 passage number를 기록하여 10회 이상일 때는 액체질소탱크에 저장된 새로운 암세포를 꺼내어 다시 배양하여 실험에 사용하였다.

세포배양용 6 well plate를 이용하여 plate well당 배양된 암세포가  $10 \times 10^4$  cells/mL의 농도가 되도록 분주하여 24시간 배양하여 암세포가 부착되었음을 확인한 후, 시료를 일정농도로 처리하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 48시간 배양하였다. 증식된 세포를 phosphate-buffered saline (PBS)용액으로 수세한 후, 0.05% trypsin-0.02% EDTA효소로 분리하여 각 세포수를 hemocytometer에 옮긴 후 위상차 현미경( $\times 200$ ) 하에서 살아있는 세포의 수를 대조군과 비교하여 암세포 증식 억제 효과를 관찰하였다(Park et al., 1990).

#### 통계 분석

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험결과들의 유의성을 검정하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 SAS system (V8.2 SAS Institute Inc., NC, USA)에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계분석을 행하였다.

## 결과 및 고찰

#### 고등어의 일반성분 및 소금의 무기질 함량

본 실험에 사용된 원료고등어의 일반 성분 함량은 수분 75.4%, 조단백질 17.7%, 조지방 4.4%, 회분 2.7%였으며, 나머지 2.5%는 당류였다. 염장고등어를 제조하기 위해 사용한 소금의 무기질 함량은 Table 1과 같다. 천일염은 다른 소금에 비해 Ca, Mg 및 S 등의 무기질 함량이 높았으며, 죽염과 KCl 혼합 죽염은 K의 함량이 높았는데 KCl 혼합 죽염은 죽염보다 높은 K 함량을 나타내었다. 정제염, 천일염, 죽염, KCl 혼합

Table 1. Mineral contents of the various salts analyzed with ICP-AES and ICP-MS (Unit: ppm)

	Ca	Fe	K	Mg	S	P	Zn
Refined salt	263	10.4	40.4	84	33	0.6	4.9
Sun-dried salt	1,975	21.7	3,701	52,502	43,188	9.4	10.9
Bamboo salt	1,508	27.1	11,136	5,417	1,954	6.4	0.53
NaCl:KCl (7:3)	536	27.4	12,542	6,278	2,794	4.1	0.52

죽염으로 염장한 고등어의 염도는 2.8-3.3%였으며, 천일염과 KCl 혼합 죽염으로 염장한 고등어가 한주소금과 죽염으로 염장한 고등어보다 조금 높은 염도를 나타내었다.

소금 종류에 따른 염장 고등어의 항돌연변이효과

소금의 종류를 달리하여 제조한 염장 고등어의 직접돌연변이원인 MNNG에 대한 항돌연변이효과는 Table 2와 같다. 2.5 mg/plate의 농도에서 소금을 첨가하지 않은 고등어 메탄올추출물은 53%의 항돌연변이 효과를 나타내었으나 한주소금으로 염장한 고등어의 메탄올추출물은 34%의 돌연변이유발억제효과를 나타내어 한주소금은 고등어의 항돌연변이 효과를 감소시켰다. 천일염으로 염장한 고등어는 소금을 첨가하지 않은 고등어와 비슷한 항돌연변이 효과를 보였으나 1회구운 죽염과 KCl 혼합죽염을 사용한 염장고등어의 메탄올추출물은 소금을 첨가하지 않은 고등어보다 유의적으로 높은 돌연변이유발억제효과를 나타내었다. 따라서 죽염이나 KCl을 혼합한 죽염은 고등어의 항돌연변이 효과를 상승시키는 것으로 나타났다.

Table 2. Antimutagenic effects of methanol extracts from the various salt-treated mackerels against N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG; 0.40 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Revertants/plate (level of sample)	
	1.25 mg/plate	2.5 mg/plate
Spontaneous Control (MNNG)	116±5	
No-salt mackerel	848±10 <sup>c</sup> (26) <sup>1)</sup>	578±16 <sup>c</sup> (53)
Refined salt mackerel	947±33 <sup>b</sup> (16)	764±33 <sup>b</sup> (34)
Sun-dried salt mackerel	840±22 <sup>c</sup> (27)	549±30 <sup>cd</sup> (56)
Bamboo salt mackerel	745±49 <sup>d</sup> (36)	492±33 <sup>d</sup> (62)
NaCl:KCl (7:3) mackerel	682±40 <sup>d</sup> (42)	482±14 <sup>d</sup> (63)

<sup>1)</sup>The values in parentheses are the inhibition rates (%).  
<sup>a-c</sup>Means with the different letters in the same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Jung et al. (2001)은 Ames 실험계와 SOS chromotest에서 정제염은 보돌연변이성이 높았으나 죽염과 KCl 혼합죽염이 낮은 보돌연변이성을 나타내었으며, 소핵실험에서 정제염은 모든 농도에서 소핵유발율 크게 촉진하였으나 1회 구운 KCl 혼합죽염은 높은 소핵유발억제효과를 보였다고 하였다. 죽염과 KCl 혼합죽염 같은 가공염은 김치, 된장, 청국장 등과 같은 발효식품의 항돌연변이 효과를 증진시키는 것으로 보고된 바 있다(Ha, 1997; Jung, 2000; Choi and Park, 2002; Hwang,

2004; Kim et al., 2003). 따라서 죽염과 KCl 혼합죽염은 발효식품 뿐 아니라 염장고등어의 항돌연변이 효과도 증진시키는 것으로 나타났다.

소금 종류에 따른 염장 고등어의 암세포의 증식 억제 효과

고등어 메탄올추출물의 AGS 인체 위암세포의 증식에 미치는 영향을 관찰한 결과는 Fig. 1a와 같다. 고등어 메탄올추출물의 처리 농도 증가에 따라 인체 위암세포의 생존율은 농도의존적으로 점차적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 시료의 처리농도 400 µg/mL에서는 대조군에 비해 50% 이상의 암세포 증식 억제 효과를 나타내었다. 이러한 농도의존적인 생존율의 감소는 인체 위암세포의 형태적 변이도 함께 유발하였다. 즉, 농도의 증가와 함께 위암세포는 뾰족한 사각형 모양으로 변화하였으며, 부착력도 감소하는 경향을 보였다(데이터 제시 안함).

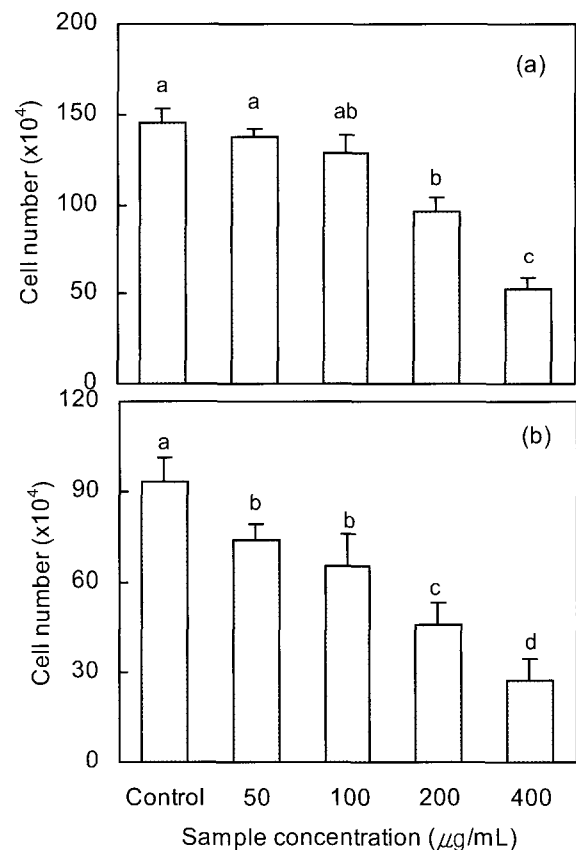


Fig. 1. Growth inhibition of (a) AGS human gastric and (b) HT-29 human colon adenocarcinoma cells treated with methanol extract from raw mackerel.

<sup>a-c</sup>Means with the different letters in the same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

소금의 종류를 달리하여 제조한 염장 고등어의 AGS 인체 위암세포의 증식억제효과의 결과는 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Inhibitory effects of methanol extracts from the various salt-treated mackerels on the growth of AGS human gastric adenocarcinoma cells after 48 hours of incubation at 37°C

Treatment	Cell number (x10 <sup>4</sup> /mL)	
	200 µg/mL	400 µg/mL
Control	92±12 <sup>a</sup>	
No salt mackerel	68±7 <sup>bc</sup> (26) <sup>1)</sup>	34±3 <sup>bc</sup> (63)
Refined salt mackerel	75±3 <sup>b</sup> (19)	39±7 <sup>b</sup> (58)
Sun-dried salt mackerel	55±5 <sup>c</sup> (40)	25±4 <sup>c</sup> (73)
Bamboo salt mackerel	59±5 <sup>c</sup> (36)	20±2 <sup>de</sup> (78)
NaCl:KCl (7:3) mackerel	54±5 <sup>c</sup> (41)	12±5 <sup>be</sup> (87)

<sup>1)</sup>The values in parentheses are the inhibition rates (%).

<sup>a-c</sup>Means with the different letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

한주소금으로 염장한 고등어는 생고등어 메탄올추출물보다 다소 낮은 AGS 위암세포 증식억제효과를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 그러나 400 µg/mL의 농도에서 천일염과 죽염은 생고등어의 AGS 위암세포증식억제효과를 10% 이상 증가시켰으며 KCl 혼합죽염은 생고등어보다 20% 이상 높은 AGS 위암세포증식억제효과를 보였다( $p < 0.05$ ). 따라서 천일염과 1회구운 죽염 및 KCl 혼합죽염은 고등어의 암세포증식억제효과를 높이며 그 효과는 KCl 혼합죽염이 가장 큰 것으로 나타났다.

이러한 고등어 메탄올추출물의 인체 위암세포 증식 억제효과는 HT-29 인체 결장암세포의 증식 억제 실험에서도 관찰할 수 있었다(Fig. 1b). 고등어 메탄올추출물의 처리 농도 증가에 따라 HT-29 인체 결장암세포의 생존율은 농도 의존적으로 감소하여, 시료의 처리농도 200 µg/mL에서는 대조군에 비해 50% 이상의 HT-29 인체 결장암세포 증식억제효과를 보였다. 또한 고등어 메탄올추출물은 같은 처리 농도에서 AGS 인체 위암세포에서 보다는 HT-29 인체 결장암세포에서 높은 암세포 증식억제효과를 관찰할 수 있었다. 소금의 종류를 달리하여 제조한 염장고등어 메탄올추출물의 HT-29 인체 결장암세포증식 억제 효과는 Table 4와 같다. 400 µg/mL의 농도에서는

Table 4. Inhibitory effects of methanol extracts from the various salt-treated mackerels on the growth of HT-29 human colon adenocarcinoma cells after 48 hours of incubation at 37°C

Treatment	Cell number (x10 <sup>4</sup> /mL)	
	200 µg/mL	400 µg/mL
Control	82±12 <sup>a</sup>	
No salt mackerel	58±3 <sup>b</sup> (29) <sup>1)</sup>	27±8 <sup>b</sup> (67)
Refined salt mackerel	64±19 <sup>ab</sup> (22)	32±8 <sup>b</sup> (61)
Sun-dried salt mackerel	50±9 <sup>b</sup> (39)	23±6 <sup>b</sup> (72)
Bamboo salt mackerel	47±8 <sup>b</sup> (42)	24±3 <sup>b</sup> (71)
NaCl:KCl (7:3) mackerel	44±7 <sup>b</sup> (46)	21±5 <sup>b</sup> (77)

<sup>1)</sup>The values in parentheses are the inhibition rates (%).

<sup>a-c</sup>Means with the different letters in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

천일염, 죽염 및 KCl 혼합죽염으로 제조한 염장고등어가 생고등어보다 높은 HT-29 인체 결장암세포성장 억제효과를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 200 µg/mL의 농도에서는 1회 구운 KCl 혼합죽염으로 염장한 고등어가 생고등어보다 유의적으로 높은 HT-29 인체 결장암세포성장 억제효과를 보였다. 이러한 결과에서 고등어의 염장고등어 제조과정에 있어서 정제염인 한주소금의 첨가는 오히려 고등어의 항암효과를 저하시키는 데 반해 천일염, 죽염 및 혼합죽염의 첨가는 고등어 자체의 항암활성을 그대로 유지하거나 증가시키는 역할을 하는 것을 확인할 수 있었다.

Jung et al. (2002)의 연구에서는 소금의 종류에 따라 *in vivo*에서 종양생성, 면역활성 및 지질과산화물 생성에 차이를 보였는데 죽염과 KCl을 첨가한 소금은 상기의 활성들을 조정하여, 종양생성을 억제시키고 면역활성은 높이며 지질과산화물 생성을 억제시키는 효과를 나타내었다고 하였다. 9회 구운 죽염과 1회 구운 KCl 혼합죽염을 사용한 된장의 경우 정제염을 사용한 된장보다 *in vivo*에서 소화유발억제효과가 높았으며, 여러 종류의 인체암세포(AGS 인체 위암세포, HT-29 인체 결장암세포, WiDr 대장암세포, PC-3 전립선암세포)의 증식 및 성장을 크게 저해하였다고 하였다(Hwang, 2004). Kim et al. (2003)연구에서는 청국장 발효 후 소금을 넣는 것은 청국장의 암예방 및 *in vitro* 항암효과를 증진시켰으며 소금 종류 중 죽염을 넣었을 때 그 효과가 가장 높았다고 하였다.

이상의 결과에서 암예방 및 항암 기능성을 증진시킨 염장고등어의 개발을 위해서는 죽염이나 KCl 혼합 소금과 같은 가공염을 사용하여 염장과정을 거쳐서 제품화하는 것이 바람직하다고 생각되며, *in vivo* 실험 등의 연구와 그 작용기작에 대한 연구가 계속되어야 하겠다.

## 사 사

본 연구는 2003-2004년 한국과학재단 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 또한 일부는 해양수산부 마린바이오21사업의 해양바이오프로세스연구단 연구비 지원(과제관리번호 B-2004-07)에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., pp. 60.
- Ames, B.N., J. McGann and E. Yamasaki. 1975. Method detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella* mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutat. Res.*, 31, 347-351.
- Choi, S.M. and K.Y. Park. 2002. Effects of different kinds of salt on kimchi fermentation and chemopreventive functionality. *J. Kor. Assoc. Cancer Preven.*, 7, 192-199.
- Garcia, D.J. 1998. Omega-3 long-chain PUFA nutra-

- ceuticals. Food Technol., 52, 44-49.
- Ha, J.O. 1997. Studies on the development of functional and low sodium kimchi and physiological activity of salts. Ph.D. Thesis, Pusan National University, Korea, pp. 265.
- Hwang, K.M. 2004. Studies on the enhancement of chemopreventive and anticancer effects of deonjang. Ph.D. Thesis, Pusan National University, Korea, pp. 244.
- Jung, K.O., K.Y. Lee, S.K. Rhee and K.Y. Park. 2002. Effect of various kinds of salt on the tumor formation, NK cell activity and lipid peroxidation in sarcoma-180 cell transplanted mice. J. Kor. Assoc. Cancer Preven., 7, 134-142.
- Jung, K.O., S.M. Lee, S.H. Rhee and K.Y. Park. 2001. Reduced comutagenic and antimutagenic effects of bamboo salt prepared with KCl and NaCl. J. Kor. Assoc. Cancer Preven., 6, 140-147.
- Jung, K.O. 2000. Studies on enhancing cancer chemopreventive (anticancer) effects of kimchi and safety of salts and fermented anchovy. Ph.D. Thesis, Pusan National University, Korea, pp. 221.
- Kim, S.O., S.Y. Park, S.H. Rhee and K.Y. Park. 2003. Increased functional properties of chungkukjang prepared with bamboo salt. J. Kor. Assoc. Cancer Preven., 8, 286-293.
- Lee, J.S., D.S. Joo, J.S. Kim, S.Y. Cho and E.H. Lee. 1993. Processing of a good quality salted and semi-dried mackerel by high osmotic pressure resin dehydration under cold condition. Kor. J. Food Sci. Technol., 30, 1070-1076.
- Maron, D.M. and B.N. Ames. 1983. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. Mutat. Res., 113, 173-215.
- Medina, A.R., A.G. Gimenez, F.G. Camacho, J.A.S. Perez, E.M. Grima and A.C. Gomez. 1996. Concentration and purification of stearidonic, eicosapentaenoic, and docosahexaenoic acids from cod liver oil and the marine microalga *Isochrysis galbana*. J. Am. Oil Chem. Soc., 72, 575-583.
- Nordoy, A, L.F. Hatcher, D.L. Ullman and W.E. Connor. 1993. Individual effects of dietary saturated fatty acids and fish oil on plasma lipids and lipoproteins in normal men. Am. J. Clin. Nutr., 57, 634-639.
- Park, J.G., H. Frucht, R.V. LaRocca, D.P. Bliss, Y. Kurita, T.R. Chen, J.G. Henslee, J.B. Trepel, R.T. Jensen, B.E. Johnson, Y.J. Bang, J.P. Kim and A.F. Gazdar. 1990. Characterization of cell lines established from human gastric carcinoma. Cancer Res., 50, 2773-2780.
- Ryu, S.H., Y.S. Lee and G.S. Moon. 2002. Effects of salt and soysauce condiment on lipid oxidation in broiled mackerel (*Scomber japonicus*). Kor. J. Food Sci. Technol., 34, 1030-1035.
- Shin, S.S., M.S. Jang, M.A. Kwon and H.J. Seo. 2004. Processing of functional mackerel fillet and quality changes during storage. Kor. J. Food Preserv., 11, 22-27.
- Simopoulos, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. Am. J. Clin. Nutr., 54, 438-463.

---

2005년 7월 4일 접수  
2005년 10월 24일 수리