

## 열풍건조된 몇 가지 패류와 적색어류 통조림의 저장조건에 따른 돌연변이성 변화

이은주 · 반경녀 · 심기환\* · 이종호\*\* · 하영래<sup>1)</sup>

경상대학교 농화학과, 식물분자생물 우수연구소, 암연구소,

\*경상대학교 식품공학과, \*\*경상대학교 식품영양학과, 경남 진주시 가좌동 900

(95. 7. 13 접수)

## Bacterial Mutagenicity of some Hot-air Dried Shellfish and Canned Products of some Red-muscle Fish During Storage

Eun J. Lee, Kyeong N. Bahn, Ki H. Shim\*, Jong H. Lee\*\* and Yeong L. Ha<sup>1)</sup>

Department of Agricultural Chemistry, Plant Molecular Biology and Biotechnology Research Center, and Gyeongsang Institute of Cancer Research, \*Department of Food Technology and \*\*Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University, Chinju, 660-701, Korea

**ABSTRACT** : Bacterial mutagenicity of shellfish or canned products of red-muscle fish affected by hot-air-dry processings and/or during storages was investigated by Ames preincubation method. Mussel (*Mytilus edulis*) and surf clam (*Tapes japonica*) dried under either 40°C, 50°C or 60°C until remained about 25% water content was stored at 4°C or 25°C for 6 months. Commercially available canned product of pacific saury (*Cololabis saira*) and mackerel saury (*Scomber japonicus*), whose producer or date of manufacture was identical each other, was stored at 25°C for 6 months. Mutagenic substances from sample (25 g dry weight) were extracted and purified for mutagenicity assay against *S. typhimurium* TA98 by the simultaneous distillation extraction (SDE) method (Lee *et al.* 1955). Mutagenicity of sample was expressed number of revertant per 25 g dry sample. Number of revertant from unheated mussel sample was appeared to be 135, relative to 22 from unheated surf clam sample. Mutagenicity of both shellfish was strongly affected by heat treatment, but a lesser extent by storage conditions, even at 25°C for 6 months. Revertants of the mussel sample dried at 40°C, 50°C, or 60°C was found to be 227, 779, and 883, respectively. Similar, but lower, mutagenicity was observed from the sample of surf clam dried at 40°C, 50°C, or 60°C than mussel. Mutagenicity of canned pacific saury and mackerel samples was not influenced by storage conditions. Number of revertant from pacific saury was 175 which was relatively higher than 5 from mackerel. Mutagenicity of fresh pacific saury and mackerel samples was significantly higher than that of their counterparts from canned products. These results indicate that mutagenicity of the shellfish was affected by heat treatment (40°C, 50°C, or 60°C) used for drying process, but not much by storage for 6 months at 4°C or 25°C and the mutagenicity of canned products of red-muscle fish was not influenced by storage, even at 25°C for 6 months.

**Key Words** : Shellfish, red-muscle fish, mutagenicity

<sup>1)</sup>To whom correspondence should be addressed.

## 서 론

패류는 protein, 무기성분 및 n=3 불포화지방산의 함량이 높으며, 어류 또한 양질의 protein과 n=3 불포화지방산(특히 eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid)을 다량 함유하고 있어 한국을 비롯한 동양권과 Eskimo인의 생활 영역에서 소비가 많은 수산물이다(Korean Fisheries Soc., 1993; Byun and Jun, 1994; Lee et al., 1986; NFRDA in Korea, 1989). 이들 수산물은 동맥경화 및 암의 발생을 억제할 수 있는 식품으로 인식되어 약리 및 영양학적인 측면에서 많은 연구가 수행되고 있다(Kritchewsky and Klurfeld, 1991; Croff et al., 1987; Fox et al., 1988).

수산물은 다른 육고기와 달리 수분함량이 높고 산패가 쉬워 주로 가열처리에 의해 가공되어 저장되거나 소비된다. 그러나 수산물을 가열처리하여 가공을 하거나 장기간 저장할 때에는 여러 가지 화학적인 변화가 일어나고 있다(Cho, 1995; Jo et al., 1988; Oh and Kim, 1991). 특히 가열에 의한 지방산의 산화 및 중합물질, amine류, hetero-cyclic amines (HCAs) 등은 인체에 유해한 돌연변이성 내지 발암성물질로 분류되고 있다(Ito et al., 1991; Kato et al., 1988; Sugimura et al., 1989; Takayama et al., 1984; Wakabayashi et al., 1992).

패류는 주로 가열건조하여 건제품으로 가공한 다음 저장하고 있으며(Cho, 1995; Jo et al., 1988; Lee et al., 1975), 어류는 통조림, frying, broiling 등의 방법으로 가공하여 저장하고 있다(Byun and Jun, 1994; Park et al., 1985; 박영호 등, 1981). 패류와 어류의 건조 과정과 저장 중에 일어나는 화학

성분변화에 관한 연구는 많이 수행되었지만(Cho, 1995; Jo and Park, 1985; Lee et al., 1987; Lee et al., 1986; Oh and Kim, 1991; Park et al., 1981; Shim et al., 1994; 1995), 돌연변이성 물질의 생성에 관한 연구는 거의 수행되지 않았다.

패류나 어류의 돌연변이성의 측정에는 여러 가지 방법이 이용되고 있지만 *S. typhimurium*을 이용한 Ames assay(Maron and Ames, 1983)가 가장 많이 이용되고 있다. Ames assay에 의한 수산물의 돌연변이성 검색은 시료추출에서 야기되는 많은 불순물에 의해 방해받을 수 있다(Lee et al., 1995). 그러나 최근 Lee et al. (1995)은 Ames assay를 고온가열된 어류의 돌연변이성 측정에 이용하기 위하여 시료와 사용된 유기용매에서 야기되는 방해물질을 제거할 수 있는 시료추출 방법을 개발하였다.

따라서 본 연구에서는 패류의 대표적인 홍합, 바지락을 40°C, 50°C, 60°C에서 열풍건조하여 4°C와 25°C에서 6개월 저장하면서 생성되는 돌연변이성과 콩치 및 고등어 통조림을 6개월간 저장하는 동안 생성 되는 돌연변이성을 Lee et al. (1995)의 방법으로 연구 검토하였다. 또한 신선한 콩치, 고등어, 가자미, 및 조기를 210°C로 조절된 가열판에서 10분간 가열하여 생성되는 돌연변이성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 시료 처리

패류 : 홍합 (*Mytilus edulis*; 평균 체량 22.3 g; 평균 체장 7.8

**Table 1.** Moisture content (%) of mussel and surf clam muscles effected by drying and storage conditions<sup>1)</sup>

Treatment		Storage (month)			
Drying(°C)	Storage(°C)	0	1	3	6
Mussel					
40	4	31.9±2.4 <sup>2)</sup>	36.0±1.6	30.1±1.4	31.0±0.5
	45	31.9±2.4	10.9±1.2	8.2±1.0	5.7±0.2
50	4	21.2±7.2	27.6±3.8	23.4±2.7	22.4±2.2
	25	21.2±7.2	16.2±2.2	9.9±2.1	5.4±0.9
60	4	17.3±3.4	26.1±2.5	25.4±2.2	21.2±0.5
	25	17.3±3.4	15.7±1.9	9.5±1.5	4.8±0.7
Surf clam					
40	4	27.7±1.8	31.5±0.4	32.0±6.0	29.0±1.2
	25	27.7±1.8	15.6±0.5	10.2±0.4	6.0±1.1
50	4	24.4±0.4	25.7±1.5	23.2±1.3	25.2±0.8
	25	24.4±0.4	14.9±0.6	8.9±0.3	5.8±0.6
60	4	20.7±0.9	18.9±1.1	18.1±1.0	15.6±1.4
	25	20.7±0.9	15.5±0.4	9.8±0.4	5.2±1.0

<sup>1)</sup>Moisture content (%) was determined by drying samples at 105°C. Moisture content of raw mussel and surf clam was 77.9±0.6 and 79.7±0.72, respectively.

<sup>2)</sup>Mean ± SD for three experiments.

cm)과 바지락(*Tapes japonica*; 평균 체중 17.8 g, 평균 체장 5 cm)은 수산 시장에서 신선한 것을 구입하여 40°C, 50°C, 60°C에서 각각 일정량의 수분 함량 (Table 1)에 도달할 때까지 열풍건조하였다. 건조시료 약 100 g 정도를 vinylbag과 plastic 바구니에 넣고 전자는 4°C에서 후자는 25°C에서 각각 0, 1, 3, 6개월 저장하였다. 25°C에서 저장하는 시료는 곰팡이의 발생을 방지하기 위하여 매일 1회씩 골고루 섞어 주었다.

통조림: 콩치 및 고등어 통조림은 제조일로부터 20일이 경과된 제조회사와 제조일이 동일한 것을 구입하였으며 구입한 날로부터 0, 1, 3, 6개월 저장하였다.

어류: 콩치(*Cololabis saira*: 평균 체중, 180 g; 평균 체장, 30 cm), 고등어(*Scomber japonicus*: 평균 체중, 300 g; 평균 체장, 35 cm), 가자미(*Limanda aspera*: 평균 체중, 200 g; 평균 체장, 25 cm), 조기(*Pseudosciaena manchurica*: 평균 체중, 100 g; 평균

체장, 20 cm)는 수산 시장에서 신선한 것을 구입하여 껍질을 벗긴 후 얇은 포 (2 cm×4 cm×2 mm)를 만들어 210°C에서 각 면당 10분씩 가열하였다.

시료추출

시료 (건중 25 g에 상당)의 돌연변이성 물질 추출은 Lee *et al.* (1995)의 방법에 따라 추출 및 정제하여 돌연변이성 실험 시료로 사용하였다. 통조림시료는 상온에서 cheese cloth로 착즙하여 즙액을 제거한 후 사용하였다.

돌연변이성 실험

시료에 대한 돌연변이성 시험은 Ames의 preincubation 방법

Table 2. Effects of drying and storage conditions of mussel muscles on the mutagenicity for *S. typhimurium* TA98 determined by Ames preincubation method

Storage period (month)	Treatment		Revertant/plate (500 µg extract)	Extracted material <sup>1)</sup> (mg/25 g dry weight)	Revertant equivalent to 25 g dry weight
	Storage temp (°C)	Drying temp (°C)			
Raw			5±0.7 <sup>2)</sup>	13.5	135±19
0		40	8±1.0	14.4	230±29 <sup>3)</sup>
		50	22±3.3	17.7	779±116
		60	24±2.2	18.4	883±79
1	4	40	7±1.5	17.1	239±51
		50	19±2.2	18.7	710±82
		60	25±2.5	19.6	980±98
	25	40	7±1.7	15.3	214±21
		50	21±2.6	16.9	710±88
		60	28±3.2	18.7	1047±120
3	4	40	5±2.1	13.2	132±55
		50	24±3.1	16.4	787±101
		60	26±2.9	18.7	972±108
	25	40	6±1.1	17.3	208±38
		50	28±2.4	19.0	1064±106
		60	30±2.7	18.3	1128±99
6	4	40	4±1.1	16.2	146±40
		50	24±1.7	17.2	826±58
		60	26±2.3	17.8	997±82
	25	40	9±1.0	15.7	282±31
		50	25±1.4	18.6	930±52
		60	34±3.2	18.4	1177±114

<sup>1)</sup>Materials were extracted from mussel muscle by Lee *et al.* (1995) method. Value represents average of three experiments.  
<sup>2)</sup>Mean±SD of three experiments. Mean values obtained by subtraction of spontaneous revertants (22±3).  
<sup>3)</sup>LSD at p=0.05 level was 211 for drying temperatures (40°C, 50°C, 60°C) and 230 for the storage conditions (dried at 60°C and stored at 25°C for 0, 1, 3, and 6 months).

(1983)에 준하여 Lee *et al.* (1995)의 방법에 따라 실시하였다. 돌연변이성 시험에 사용된 균주는 genotype (*rfa* mutation, ampicillin resistance, histidine requirement)에 이상이 없는 *S. typhimurium* TA98 (일본 Kikkoman 회사 제공)을 사용하였으며, S-9 fraction은 Arochlor 1254로 처리(500 mg/Kg)된 Sprague-Dawley rat의 간으로부터 제조하여 사용하였다(Lee *et al.*, 1995; Maron and Ames, 1983).

## 결 과

### 건조 및 저장조건에 따른 홍합과 바지락의 돌연변이성

홍합과 바지락의 건조온도(40°C, 50°C, 60°C)와 저장조건(4°C와 25°C에서 6개월)에 따른 돌연변이성 물질을 Lee *et al.*

(1995)의 방법에 따라 추출 및 정제한 다음 *S. typhimurium* TA98에 대한 돌연변이성을 Ames의 preincubation 방법(1983)으로 측정된 결과는 Table 2 (홍합)와 Table 3 (바지락)과 같다.

홍합의 돌연변이성(Table 2)은 건조온도에 따라서는 많은 영향을 받았지만, 저장조건에 따라서는 큰 영향을 받지 않았다. 생 홍합 자체의 revertant 수는 건물시료 25 g 당 135개 였으나, 40°C, 50°C, 60°C에서 건조시킨 시료에서는 각각 230, 779, 883개였다. 따라서 50°C나 60°C에서 건조시킨 시료의 revertant 수가 40°C에서 건조시킨 시료보다 유의성이 있는 증가를 보여( $p < 0.05$ ), 건조온도가 높을수록 돌연변이성이 크게 증가하였다 (60°C > 50°C > 40°C).

40°C, 50°C, 60°C에서 열풍건조한 홍합 시료의 4°C 및 25°C에서 6개월간 저장에 따른 돌연변이성 변화는 건조온도에 따른 변화보다는 훨씬 작았다(Table 2). 60°C에서 건조한 시료를

**Table 3.** Effects of drying and storage conditions of surf clam muscles on the mutagenicity for *S. typhimurium* TA98 determined by Ames preincubation method

Storage period (month)	Treatment		Revertant/plate (500 µg extract)	Extracted material <sup>1)</sup> (mg/25 g dry weight)	Revertant equivalent to 25 g dry weight
	Storage temp (°C)	Drying temp (°C)			
Raw			1 ± 0.2 <sup>2)</sup>	11.0	22 ± 4
0		40	8 ± 4.2	10.7	171 ± 90 <sup>3)</sup>
		50	14 ± 4.0	11.2	313 ± 90
		60	20 ± 3.2	12.9	516 ± 83
1	4	40	7 ± 3.2	13.7	192 ± 88
		50	10 ± 3.2	12.7	254 ± 81
		60	17 ± 0.7	15.1	513 ± 21
	25	40	8 ± 1.7	12.1	194 ± 41
		50	11 ± 1.4	14.6	321 ± 41
		60	17 ± 1.0	14.1	479 ± 28
3	4	40	9 ± 1.1	12.1	256 ± 31
		50	12 ± 2.8	14.6	334 ± 78
		60	17 ± 2.2	15.0	510 ± 66
	25	40	10 ± 0.9	14.2	236 ± 21
		50	13 ± 0.8	13.9	343 ± 21
		60	19 ± 1.3	15.4	574 ± 39
6	4	40	10 ± 1.3	13.1	262 ± 34
		50	14 ± 2.0	12.5	350 ± 50
		60	19 ± 2.2	13.8	254 ± 61
	25	40	11 ± 1.3	12.1	266 ± 31
		50	13 ± 1.0	15.4	400 ± 30
		60	23 ± 2.0	13.8	635 ± 55

<sup>1)</sup>Materials were extracted from mussel muscle by Lee *et al.* (1995) method. Value represented an average of three experiments.

<sup>2)</sup>Mean ± SD of three experiments. Mean values obtained by subtraction of spontaneous revertants (22 ± 3).

<sup>3)</sup>LSD at  $p=0.05$  level was 175 for drying temperatures (40°C, 50°C, 60°C) and 164 for the storage conditions (dried at 60°C and stored at 25°C for 0, 1, 3, and 6 months)

**Table 4.** Effects of storage conditions of pacific saury and mackerel on the mutagenicity for *S. typhimurium* TA98

Storage period (month)	Revertants plate (500 µg extract)	Extracted material <sup>1)</sup> (mg/25 g dry weight)	Revertant equivalent to 25 g dry weight
Pacific saury			
0	38±1.4 <sup>2)</sup>	2.3	175±6 <sup>3)</sup>
1	41±3.5	2.2	180±15 <sup>3)</sup>
3	35±3.0	2.4	168±14 <sup>3)</sup>
6	40±3.2	2.3	184±14 <sup>3)</sup>
Mackerel			
0	1±0.1	2.5	5±1 <sup>3)</sup>
1	1±0.5	3.4	7±3 <sup>3)</sup>
3	1±0.5	2.4	5±2 <sup>3)</sup>
6	2±1.0	2.3	9±5 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Materials were extracted from samples by Lee *et al.* (1995) method. Value represented an average of three experiments.

<sup>2)</sup>Mean ± SD of three experiments. Mean values obtained by subtraction of spontaneous revertants (22±3).

<sup>3)</sup>Same letter in a column means insignificance at  $p < 0.05$  by LSD.

**Table 5.** Bacterial mutagenicity of fried and fresh fish samples for *S. typhimurium* TA98 assayed by Ames preincubation method

Fish sample <sup>1)</sup>	Revertant plate <sup>2)</sup>	Material extracted <sup>3)</sup> (mg/25 g fried fish sample)	Revertant 25 g fried fish sample	Revertant from fresh fish sample <sup>4)</sup>
Pacific saury	177±18 <sup>5)</sup>	3.5±0.3	1239±126	320±28
Mackerel	97±7	4.0±0.2	776±56	120±35
Brown sole	170±16	3.8±0.5	1292±96	150±26
Yellow croaker	232±10	3.5±0.3	1617±70	212±15

<sup>1)</sup>Fillet of fish sample was fried at 210°C for 10 min each side and extracted by the method of Lee *et al.* (1995).

<sup>2)</sup>Each assay contained S9 (5%)+500 µg materials extracted from fish sample.

<sup>3)</sup>Materials were extracted from samples by Lee *et al.* (1995) method. Value represented an average of three experiments.

<sup>4)</sup>Revertant per 25 g dry base.

<sup>5)</sup>Mean ± SD of three experiments. Mean value was obtained by subtraction of spontaneous revertants (TA98: 21±2).

4°C에서 0, 1, 3, 6개월 동안 저장한 시료의 revertant 수는 각각 883, 980, 972, 997개로 그 변화는 유의성이 없었으나, 25°C에서 저장한 시료는 4°C에서 저장한 시료보다 다소 높은 883, 1047, 1128, 1177개를 보였고, 3개월과 6개월 저장한 시료에서는 저장전의 시료(0개월)보다 유의성 있는 증가를 보였다( $p < 0.05$ ). 40°C 및 50°C에서 건조한 시료의 저장조건에 따른 돌연변이성의 변화도 60°C의 경우와 비슷한 경향으로 25°C에서 6개월간 저장한 시료가 4°C에서 저장한 시료 보다 다소 높은 돌연변이성을 보였다.

바지락은 홍합보다 돌연변이성이 전체적으로 낮았다. 건물 25 g 당 revertant 수(Table 3)는 시료를 40°C, 50°C, 60°C로 건조함에 따라 22개에서 각각 171, 313, 516개로 증가되어( $p < 0.05$ ), 바지락도 홍합과 마찬가지로 건조온도에 의해 돌연변이성이 증가하였다. 그러나 생 바지락의 revertant 수는 건물 25 g에 22개를 보여 생 홍합의 135개 보다 훨씬 적었으며 건조온도에 따른 돌연변이성도 훨씬 낮았다. 40°C, 50°C, 60°C에서

건조한 시료의 4°C와 25°C에서 6개월간 저장하는 동안 돌연변이성의 변화는 4°C에서는 거의 없었지만, 25°C에서는 약간 증가하였으나 유의성은 없었다.

#### 저장조건에 따른 꽁치와 고등어 통조림의 돌연변이성

꽁치와 고등어 통조림의 저장조건(25°C에서 6개월)에 따른 *S. typhimurium* TA98에 대한 돌연변이성을 Ames의 preincubation법(1983)으로 측정하였다(Table 4). 저장전 (0개월)의 꽁치 통조림의 revertant 수는 건물 25 g 당 175개였고 저장 6개월 후에도 184개로 다소 증가하였으나 유의성 있는 변화는 아니었다. 고등어 시료 역시 revertant 수는 저장 중에 유의성 있는 변화를 보이지 않았지만, 꽁치 시료와는 대조적으로 건물 25 g 당 revertant 수가 약 5개로 거의 돌연변이성이 검출되지 않았다.

#### 고온가열된 어류의 돌연변이성

Table 5에서는 가열처리된 몇 가지 어류의 돌연변이성을 나타내고 있다. 신선한 적색어류인 콩치와 고등어의 건물 25 g 당 revertant 수는 각각 320 및 120개로 콩치의 돌연변이성이 고등어 보다 훨씬 높았다. 또한 210°C에서 10분간 가열처리한 콩치와 고등어의 revertant 수는 건물 25 g 당 각각 1230 및 776개로 역시 가열한 시료에서도 콩치의 돌연변이성이 고등어 보다 높았다. 210°C로 가열한 백색어류인 가자미와 조기의 revertant 수는 각각 1292 및 1617개로 나타나 적색어류인 콩치나 고등어 보다 다소 높았다.

## 고 찰

가공된 육류의 돌연변이성에 관한 국내의 연구결과는 다소 보고 되었지만(Lee, 1992), 수산물의 돌연변이성에 관한 보고, 특히, 패류의 돌연변이성에 관한 연구는 아직 보고된 적이 없다. 최근 Lee et al. (1995)은 고온으로 가열된 fish의 돌연변이성을 Ames의 preincubation 법으로 *S. typhimurium* TA98 (다른 *S. typhimurium* strain에 비하여 fish 추출물에 대한 revertant 수가 많음)에 대한 돌연변이성을 측정하기 위해 시료의 추출방법을 개발하였다. 따라서 이 방법을 이용하여 패류와 통조림 그리고 어류 가공 중의 돌연변이성을 관찰하였다.

홍합과 바지락의 돌연변이성에는 건조온도 (40°C, 50°C, 60°C)가 큰 영향을 미쳤지만 저장조건 (4°C 혹은 25°C에서 6개월)은 크게 영향을 미치지 못하였다. 홍합과 바지락의 돌연변이성은 공히 60°C에서 건조한 시료 (건물 25 g 당 revertant 수가 각각 883개와 516개)가 40°C나 50°C에서 건조한 시료보다 높게 나타났고, 4°C에서 6개월간 저장한 시료에서는 거의 변화가 없었으나 25°C에서 저장한 시료에서는 다소 증가하였다. 홍합과 바지락 시료의 돌연변이성에는 가열에 의해 생성된 지방산 산화 및 축합물(Cho, 1995), amine류 및 HCAs 등이 복합적으로 영향을 미칠 것으로 생각되지만 보고된 연구 결과는 없다. 고온(25°C)에서 저장한 시료가 상대적으로 높은 돌연변이성을 나타내는 현상은 저장 중 수분의 감소 (Table 1)에 의해 촉진되는 화학반응(특히, 지방산의 산화) 생성물이 돌연변이성에 영향을 미친 것으로 생각된다. 생 홍합의 돌연변이성(135 revertant/25 g 건중)은 생 바지락의 돌연변이성 (22 revertant/25 g 건중) 보다 훨씬 높게 나타났다. 홍합과 바지락의 돌연변이성의 차이는 시료 자체의 구성분에서 기인하는 것으로 생각되지만 이들 패류에 함유된 돌연변이성물질에 관한 구체적인 연구가 없어 명확하게 그 차이를 설명하기는 어렵다.

콩치와 고등어 통조림 시료의 돌연변이성(Table 4)은 신선한 콩치와 고등어 시료의 돌연변이성(Table 5)에 비하여 아주 낮았다. 본 연구의 Table 4와 Table 5에서는 사용된 시료들이

서로 상이하여 직접 비교를 할 수 없어 이에 관한 많은 연구가 수행되어야 할 것이다. 또한 210°C로 가열된 콩치의 돌연변이성이 고등어의 돌연변이성보다 훨씬 높게 나타났다(Table 4와 5). 이와 같은 결과는 어류의 돌연변이에 관련된 화합물은 지방산분해산물, HCAs 등으로 밝혀졌고 (Ito et al., 1991; Kato et al., 1988; Sugimura et al., 1989; Takayama et al., 1984; Wakabayashi et al., 1992), 또한 콩치는 고온가열에 의해 지방산산화로 생성되는 peroxide value와 TBA value 그리고 HCAs의 전구물질인 creatine의 함량이 고등어보다 높다(Shim et al., 1995). 따라서 가열에 의해 생성되는 콩치의 돌연변이성이 고등어 보다 높게 나타난 것은 이와 관계가 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 패류(홍합, 바지락), 어류(콩치, 고등어)의 돌연변이성은 정도에 차이가 있지만 가공에 이용되는 열처리에 의해 크게 영향을 받았고 저장조건 (4°C, 25°C)에 의한 영향은 무시해도 좋을 정도였다. 본 연구에서 이용한 가장 강한 조건인 60°C에서 건조하여 25°C에서 6개월간 저장한 홍합과 바지락에서 생성되는 돌연변이성이나 콩치와 고등어의 통조림 시료 및 어류의 고온가열에 의해 생성되는 돌연변이성이 인체에 미치는 정도는(지금까지 가열처리 및 저장조건에 따른 수산물, 특히 패류의 돌연변이성 물질 생성에 관한 연구는 아주 미약하여 비교 설명은 할 수 없지만) 아주 낮을 것으로 생각된다. 그러나 앞으로 국민에게 안전한 가공수산물을 공급하기 위하여 다양한 종류의 패류와 어류에 대한 가열 및 저장조건에 따른 돌연변이성물질의 생성에 관한 더 많은 연구가 계속 수행되어야 할 것이다.

## 감사의 말씀

본 연구는 1992년도 과학재단 특정목적기초 연구비 (92-24-00-13) 와 경상대학교 식물분자생물 우수연구센터 연구비 지원에 의해 수행되었음을 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Byun, J.H. and J.K. Chun, (1994): Marine Chemistry. *Suhagsa*, Seoul. p33-108.
2. Cho, T.Y., (1995): Lipid oxidation in shellfish under the different conditions of drying storage. *MS thesis, Graduate school, National fisheries University of Pusan*. p1-63.
3. Croff, K.D., L.J. Beilin, F.M. Legge, and R. Vansongen, (1987): Effects of diet enriched in eicosapentaenoic or docosahexaenoic acids on prostanoid metabolism in the rat, *Lipids* 22: 647-650.

4. Fox, P.L. and P.E. DiCorleto, (1988): Fish oil inhibit endothelial cell production of platelet-derived growth factor-like protein, *Science* **241**: 453-456.
5. Croff, K.D., L.J. Beilin, F.M. Legge, and R. Vansongen, (1987): Effects of diet enriched in eicosapentaenoic or docosahexaenoic acids on prostanoid metabolism in the rat, *Lipids* **22**: 647-650.
6. Jo, K.S., H.K. Kim, T.S. Kang, and D.H. Shin, (1988): Preparation and keeping quality of intermediate moisture food from oyster and sea mussel, *Korean J. Food Sci. Technol.* **20**: 363-370.
7. Jo, K.S. and Y.H. Park, (1985): Studies on the organic composition in shellfishes: 2. Nonvolatile organic acids composition of oyster, sea-mussel, baby clam, hen clam and their boiled-dried products, *Bull. Korean Fish. Soc.* **18**: 417-423.
8. Ito, N., R. Hasegawa, M. Sano, S. Tamano, H. Esumi, T. Takayama, and T. Sugimura, (1991): A new colon and mammary carcinogen in cooked food, 2-amino-1-methyl-6-(4-hydroxyphenyl)-imidazo[4,5-f]pyridine (PhIP), *Carcinogenesis* **12**: 1503-1506.
9. Korean Fisheries Society, (1993): Fisheries Yearbook, *Jinmyeong-sa*, Seoul, p385-388.
10. Krichevsky, D. and D.M. Klurfeld, (1991): Fat and cancer. *In: Human Nutrition, A comprehensive treatise: Cancer and Nutrition* (R. B. Alfin-Slater and D. Krichevsky, editors). Plenum Press, New York, p. 127-140.
11. Lee, B.H., K.H. Lee, B.U. You, J.S. Suh, I.H. Jeong, B. D. Choi, B.H. Lee, and Y.A. Ji, (1985): Processing of ready-to-cook food materials with hard fleshed fish: 2. Processing of ready-to-cook low salt mackerel fillet, *Bull. Korean Fish. Soc.* **18**: 409-416.
12. Lee, E.H., J.H. Byun, S.H. Kim, and S.Y. Chung, (1975): Processing properties of surf clam muscles, *Bull. Korean Fish. Soc.* **8**: 20-30.
13. Lee, E. H., K.S. Oh, C.B. Ahn, J.S. Kim, S.K. Jee, and W.J. Kim, (1987): Fatty acid composition of dried sea food products on Korean market, *J. Korean Oil Chemists' Soc.* **4**: 83-89.
14. Lee, E.J., K.N. Bahn, Y.G. Lee, K.H. Shim, and Y.L. Ha, (1995): Method for the detection of mutagenicity of fried fish, *Environmental Mutagens & Carcinogenesis* **15**: (submitted).
15. Lee, K.H., K.H. Lee, I.H. Jeong, J.S. Suh, W.J. Jung, C. G. Kim, and B.H. Lee, (1986): Utilization of polyunsaturated lipids in red muscled fishes: 1. Lipid composition and seasonal variation in fatty acid composition of bydy oil and lipids from different sections of sardine and mackerel, *Bull. Korean Fish. Soc.* **19**: 423-435.
16. Lee, M.S., (1992): Modulation of mutagen formation by addition of spices in cooking process of Korean taste meat food "Bulgogi", *Environmental Mutagens & Carcinogens* **12**: 133-146.
17. Maron, D.M. and B.N. Ames, (1983): Revised methods for the Salmonella mutagenicity test. *Mut. Res.* **113**: 173-178.
18. National Fisheries Research and Development Agency (NFRDA), (1989): *Chemical composition of marine products in Korea*. p. 14-58.
19. Oh, K.S. and J.G. Kim, (1991): Changes in composition of fish meat by thermal processing at high temperatures, *Korean J. Food Sci Tehnol.* **23**: 459-464.
20. Park, Y.H., S.A. Choi, C.W. Anh, and Y.K. Yang, (1981): Changes in contents of amines in the dark-fleshed fish meat during processing and storage: 2. Formation of dimethylamine and trimethylamine in salted and dried mackerel pike and spanish mackerel, *Bull. Korean Fish. Soc.* **14**: 7-14.
21. Shim, K.H, J.H. Lee, Y.L. Ha,, J.S. Choi, Y.S. Lee, and O.S. Joo, (1995): Changes in contents of some taste compounds of fish meat by heating conditions, *Korean J. Food Technol.* **21**: 199-204.
22. Shim, K.H, J.H. Lee, Y.L. Ha, K.L. Seo, J.S. Moon, and O.S. Joo, (1984): Changes in amino acid composition of some fish meat by heating conditions, *J. Korean Soc. Food Nutr.* **23**: 933-938.
23. Sugimura, T., K. Awkabayashi, M. Nagao, and H. Ohgaki, (1989): Heterocyclic amines in cooked food. In: *Food Toxicology: A Perspective on the Relative Risks* (S. Taylor, and R.Scanlan, editors). Marcel Dekker, Inc., New York. p. 31-55.
24. Takayama, S., Y. Nakatsuru, M. Masuda, H. Ohgaki, S. Sato, and T. Sugimura, (1984): Demonstration of carcinogenicity in F344 rats of IQ from broiled sardine, fried beef and beef extract, *Jpn. J. Cancer, Res.(Gann)* **75**: 467-472.
25. Wakabayashi, K., M. Nagao, H. Esumi, and T. Sugimura, (1992): Food-derived mutagens and carcinogens, *Cancer Res. (Suppl)* **52**: 2092s- 2098s.