

## 고추장 및 고추장 재료의 항돌연변이효과

부산대학교 식품영양학과, <sup>1</sup>가톨릭상지대학 식품영양과, <sup>2</sup>동덕여자대학교 식품영양학과

정근옥 · 김소자<sup>1</sup> · 윤석권<sup>2</sup> · 박건영

### Antimutagenic Effect of *Kochujang* (Korean Red Pepper Soybean Paste) and *Kochujang* Ingredients in the Ames Test

Keun-Ok Jung, So-Ja Kim<sup>1</sup>, Suk-Kwon Yoon<sup>2</sup> and Kun-Young Park

Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University,  
Pusan 609-735, Korea; <sup>1</sup>Department of Nutrition, Catholic Sangji College,  
Andong 760-711, Korea; <sup>2</sup>Department of Food and Nutrition,  
Dongduk Womans University, Seoul 136-714, Korea

The antimutagenicities of methanol extracts from traditional and commercial *kochujang* (Korean red pepper soybean paste) and their ingredients were evaluated in *Salmonella* mammalian microsome assay system. The traditional *kochujang* showed higher antimutagenic effects than the commercial one against N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG) in the *Salmonella typhimurium* TA100, a base-pair substituted mutant strain. Among the ingredients of the traditional and commercial *kochujang*, *meju*, *koji* and glutenous rice powder (GRP) effectively reduced the mutagenicity induced by MNNG. Aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>) induced mutagenesis was also inhibited by the ingredient of traditional and commercial *kochujang* in the test strain of *S. typhimurium* TA100. Antimutagenic effects of *meju* for traditional *kochujang* was higher than those of *koji* for commercial *kochujang*. GRP had strong inhibitory effects on the mutagenicity induced by AFB<sub>1</sub>, however, red pepper powder (RPP) showed lower inhibition rate than the *kochujang*. The antimutagenic effects of the *kochujang* ingredients against MNNG were also observed in the *S. typhimurium* TA98 strain, a frameshift mutant tester. *Meju*, *koji*, and GRP had the strongest inhibitory effects on the mutagenicity induced by MNNG. The revertants of the *S. typhimurium* TA98 strain induced by MNNG was not decreased when each of RPP, wheat flour, wheat grain and mustard for commercial *kochujang* was added to the test system. *Meju* for traditional *kochujang* exhibited strong antimutagenicity against AFB<sub>1</sub>, whereas mustard and imported condiment paste for the commercial *kochujang* had comutagenic effects to the AFB<sub>1</sub>. These results indicate that *meju*, *koji* and GRP seem to be the major antimutagenic components in *kochujang*.

**Key Words:** *Kochujang* (Korean Red Pepper Soybean Paste), Antimutagenicity, Ames test

## 서 론

고추장(*kochujang*, Korean red pepper soybean paste)은 옛날부터 우리가정에서 많이 이용되어온 조미료임과 동시에 기호식품이며 된장류와는 달리 콩을 주원료로 한 고추장 메주와 쌀 등 전분질 원료, 엿기름, 그리고 고춧가루를 섞어 발효시킨 제품으로 세계에서 그 유래를 찾을 수 없는 고유하고 독특한 전통발효식품이다. 고추장은 콩으로부터 얻어지는 단백질원과 구수한 맛, 찹쌀, 멥쌀, 보리쌀 등의 전분질원에서 얻어지는 당질과 단맛, 고춧가루로부터의 붉은 색과 매운맛, 간을 맞추기 위해 사용된 간장과 소금으로부터 오는 짠맛이 한데 어울린, 조화미가 강조된 우수한 영양식품이라 할 수 있다.<sup>1)</sup>

고추장은 크게 전통식고추장과 상품용고추장으로 분류 할 수 있다. 전통식 고추장은 메주를 떠우는 과정에서 많은 종류의 세균이나 곰팡이가 서식하기 때문에 고추장 숙성과정(6~18개월)에서 이들 미생물이 분비하는 효소작용에 의하여 원료성분이 분해되어 생성되는 유기산, 핵산, 알코올 등이 맛이나 향에 관여하여 풍미의 조화를 이룬다. 상품용 고추장인 코오지 고추장은 숙성식, 당화식 고추장으로 *Aspergillus oryzae*를 순수 배양한 코오지를 고추장메주 대신 사용한다는 것이다. 코오지의 제조에서 단백질원료로서는 콩이, 전분질원료로서는 쌀이나 밀가루가 사용되는데, 콩과 쌀 각각에 *Asp. oryzae*를 접종시켜 3~4일간 발효한 다음 1:1 비율로 섞어 메주대신 첨가하기 때문에 주로 *Asp. oryzae*의 효소작용과 효모의 발효작용에 의해 풍미가 높아지며 숙성기간이 15~60일로 전통고추장에 비해 짧다.<sup>2)</sup>

콩과 콩 발효식품인 된장, 청국장, 고추장 등은 항돌연변이 및 항암효과가 있다고 알려져 있으며,<sup>3~10)</sup> 이런 효과는 원료로 사용하는 콩에서 유래하는 물질 또는 발효에 관여하는 미생물의 작용으로 생성되는 물질에 의한 것으로 추측되고 있다. 그러나 고추장의 경우 된장이나 청국장과는 달리 콩을 원료로 한 메주 외에 여러 종류의 곡류와 고춧가루 등이 첨가되므로 원료의 종류와 배합비율에 따라 고추장의 암예방 효과가 달라질

수 있다.

따라서 본 연구에서는 고추장의 제조방법에 따른 항돌연변이 효과를 비교하고 이 경우 고추장의 항돌연변이 효과가 어떤 원료에서 기인하는지 알아보기 위하여 전통고추장과 상품용 고추장 및 그 제조에 사용되는 원료의 메탄올추출물을 시료로 하여 *Salmonella typhimurium* 균주를 이용한 Ames test로 그 효과를 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 1) 시료의 조제

(1) 고추장 및 고추장 원료: 전통고추장의 원료인 고춧가루(북흥면, 순창, 전북), 메주가루(콩:쌀=6:4, 자연발효), 찹쌀가루(동계면, 순창, 전북)와 고추장은 순창고추장 민속마을의 문옥레고추장(순창, 전북)에서 시료를 얻어서 사용하였다. 상품용 고추장의 원료인 고춧가루(국산:중국산 2:1), 코지(탈지대두 100%, *Asp. oryzae*), 찹쌀가루(미국), 밀가루(미국), 밀쌀(미국), 겨자, 수입혼합양념(중국)과 고추장은 대상(주)(순창, 전북)에서 시료를 얻어 사용하였다.

(2) 추출물 조제: 동결건조시킨 시료를 마쇄하여 분말을 조제하고 분말시료에 20배(w/v)의 메탄올을 첨가하여 12시간 교반을 2회 반복하여 여과한 후 회전식 진공 농축기로 농축하여 메탄올 추출물(methanol extract)을 얻었다. 이들 추출물들은 dimethyl sulfoxide (DMSO)에 희석하여 실험에 사용하였다.

### 2) Ames 돌연변이 유발 실험

(1) 실험균주 및 돌연변이 유발물질: *Salmonella typhimurium* TA98 및 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 aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>)과 N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG)는 Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO, USA) 및 Aldrich Chemical Co. (USA)에서 구입하여 각각 DMSO 및 증류수에 녹

여 실험에 사용하였다.

(2) 시료의 독성실험 및 돌연변이 유발물질의 농도 결정: 균주에 대한 시료의 독성유무를 살펴 보기 위해서 실험에 사용하기 전에 독성실험을 행하여 독성이 나타나지 않는 범위 내에서 시료의 농도를 결정하였다. 먼저 멸균된 cap test tube 에 top agar 2 ml를 분주한 후, 균주 100  $\mu$ l ( $1 \sim 2 \times 10^9$  cells/ml)와 시료를 첨가하고 가볍게 vortex 한 후 nutrient agar plate에 분주, 고화시켜서 37°C에서 24시간 배양시킨 다음, 그 독성유무를 판정 하였다.

(3) 항돌연변이 효과실험: 간접 돌연변이원 (AFB<sub>1</sub>)을 활성화시키기 위하여 Maron과 Ames의 방법<sup>11,12)</sup>에 따라 S9 mixture를 첨가하였다. S9 mixture는 쥐의 간으로부터 얻은 S9 fraction 10%

에 MgCl-KCl salts (2%), 1M glucose-6-phosphate (0.5%), 1M NADP (4%), 0.2M phosphate buffer (pH 7.4) 및 멸균수를 혼합하여 S9 mixture를 조제 하였다. 항돌연변이 실험은 preincubation mutagenicity test<sup>12)</sup>를 이용하여 미리 건열 멸균시킨 cap test tube에 S9 mixture 0.5 ml(간접 돌연변이원인 경우) 혹은 인산 완충액 0.5 ml(직접 돌연변이원인 경우), 하룻밤 배양된 균주 0.1 ml( $1 \sim 2 \times 10^9$  cells/ml)와 돌연변이 유발물질(50  $\mu$ l) 및 희석된 된장 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.

돌연변이 억제효과의 정도(inhibition rate)는 아

**Table 1.** Effect of methanol extracts from two kinds of *kochujang* and their ingredients on the mutagenicity induced by N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG: 0.4  $\mu$ g/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Revertants/plate (level of sample, mg/plate)	
	1.25	2.50
Spontaneous	129 $\pm$ 6 <sup>5)</sup>	
Control	935 $\pm$ 19 <sup>a</sup>	
Traditional <i>kochujang</i> <sup>1)</sup> (TK)	444 $\pm$ 24 <sup>g</sup> (61) <sup>6)</sup>	385 $\pm$ 11 <sup>f</sup> (68)
Commercial <i>kochujang</i> <sup>2)</sup> (CK)	644 $\pm$ 25 <sup>de</sup> (36)	537 $\pm$ 5 <sup>d</sup> (49)
TK ingredient:		
red pepper powder	702 $\pm$ 18 <sup>c</sup> (29)	875 $\pm$ 5 <sup>b</sup> (7)
<i>meju</i> <sup>3)</sup>	346 $\pm$ 25 <sup>h</sup> (73)	279 $\pm$ 15 <sup>g</sup> (81)
glutenous rice powder	439 $\pm$ 14 <sup>g</sup> (62)	367 $\pm$ 14 <sup>f</sup> (70)
CK ingredient:		
red pepper powder	830 $\pm$ 14 <sup>b</sup> (13)	930 $\pm$ 14 <sup>a</sup> (1)
<i>koji</i> <sup>4)</sup>	625 $\pm$ 19 <sup>e</sup> (38)	515 $\pm$ 15 <sup>d</sup> (52)
glutenous rice powder	529 $\pm$ 17 <sup>f</sup> (50)	446 $\pm$ 25 <sup>e</sup> (61)
wheat flour	479 $\pm$ 16 <sup>g</sup> (57)	358 $\pm$ 11 <sup>f</sup> (72)
wheat grain	683 $\pm$ 24 <sup>cd</sup> (31)	596 $\pm$ 16 <sup>c</sup> (42)
mustard	862 $\pm$ 11 <sup>b</sup> (9)	940 $\pm$ 20 <sup>a</sup> (-1)
imported condiment paste	367 $\pm$ 23 <sup>h</sup> (70)	294 $\pm$ 17 <sup>g</sup> (80)

<sup>1)</sup>Traditional *kochujang* prepared with glutenous rice powder and malt, Moonokrye Co.

<sup>2)</sup>Commercial *kochujang*, Chungjungwon Co.

<sup>3)</sup>Soybean: rice = 6 : 4

<sup>4)</sup>Defatted soybean 100%

<sup>5)</sup>The values are means of 3 replicates  $\pm$  SD

<sup>6)</sup>The values in parentheses are the inhibition rates(%)

<sup>a-h</sup>Means with the different letters in same column are significantly different at the  $p < 0.05$  level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

래 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.

### 3) 통계분석

실험 data로부터 ANOVA를 구한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계분석을 행하였다.

## 결 과

*Salmonella typhimurium* TA100 균주를 이용하여 직접돌연변이원인 MNNG에 대한 항돌연변이 효과를 검토한 결과는 Table 1과 같다. 1.25 mg/plate 농도에서 전통고추장과 상품용 고추장은 각각

61%와 36%의 돌연변이유발억제효과를 보여 전통고추장이 상품용 고추장보다 높은 항돌연변이 효과를 나타내었다. 전통고추장의 원료 중에서는 메주가 항돌연변이 효과가 가장 높았고 고춧가루는 1.25 mg/plate와 2.5 mg/plate 농도에서 각각 29%와 7%의 낮은 돌연변이유발 억제효과를 보였다. 상품용 고추장의 원료 중 찹쌀가루와 밀가루는 고추장 보다 높은 항돌연변이 효과를 나타내었고 코지는 고추장과 비슷한 항돌연변이 효과를 보였다( $p < 0.05$ ). 그러나 고춧가루와 겨자는 MNNG에 의한 돌연변이유발을 억제하는 효과가 없었다.

간접돌연변이원인 aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>)에 대한 항돌연변이 효과를 검토한 결과는 Table 2와 같다. 1.25 mg/plate 농도에서 전통고추장은 56%, 상품용고추장은 38%의 돌연변이유발 억제효과를 보였고, 전통고추장 원료인 메주가 74%, 상품용고추장의 코지가 66%의 항돌연변이 효과를 나타내었다. 찹쌀가루는 고추장과 비슷한 항돌연변이 효과를 나타내었으며, 고춧가루는 고추장보다 낮

**Table 2.** Effect of methanol extracts from two kinds of *kochujang* and their ingredients on the mutagenicity induced by aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>, 0.5 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Revertants/plate (level of sample, mg/plate)	
	1.25	2.50
Spontaneous Control	86 ± 3 <sup>5)</sup>	
Traditional <i>kochujang</i> <sup>1)</sup> (TK)	566 ± 23 <sup>f</sup> (56) <sup>6)</sup>	485 ± 16 <sup>gh</sup> (63)
Commercial <i>kochujang</i> <sup>2)</sup> (CK)	764 ± 25 <sup>c</sup> (38)	666 ± 23 <sup>d</sup> (47)
TK ingredient:		
red pepper powder	682 ± 20 <sup>d</sup> (45)	888 ± 17 <sup>c</sup> (26)
<i>meju</i> <sup>3)</sup>	374 ± 17 <sup>h</sup> (74)	253 ± 26 <sup>i</sup> (85)
glutenous rice powder	617 ± 18 <sup>e</sup> (51)	516 ± 31 <sup>fg</sup> (60)
CK ingredient:		
red pepper powder	765 ± 30 <sup>c</sup> (38)	940 ± 13 <sup>b</sup> (22)
<i>koji</i> <sup>4)</sup>	452 ± 13 <sup>g</sup> (66)	513 ± 23 <sup>fg</sup> (61)
glutenous rice powder	691 ± 10 <sup>d</sup> (44)	586 ± 25 <sup>e</sup> (54)
wheat flour	915 ± 23 <sup>b</sup> (24)	846 ± 16 <sup>c</sup> (30)
wheat grain	672 ± 26 <sup>d</sup> (46)	543 ± 15 <sup>f</sup> (58)
mustard	466 ± 29 <sup>f</sup> (65)	387 ± 9 <sup>h</sup> (72)
imported condiment paste	568 ± 23 <sup>g</sup> (56)	454 ± 18 <sup>i</sup> (66)

<sup>1-6)</sup> Refer to Table 1.

<sup>a-i)</sup> Means with the different letters in same column are significantly different at the  $p < 0.05$  level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

**Table 3.** Effect of methanol extracts from two kinds of *kochujang* and their ingredients on the mutagenicity induced by N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG; 0.4 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA98

Treatment	Revertants/plate (level of sample, mg/plate)	
	1.25	2.50
Spontaneous Control	31 ± 3 <sup>5)</sup>	
	925 ± 37 <sup>ab</sup>	
Traditional <i>kochujang</i> <sup>1)</sup> (TK)	457 ± 35 <sup>e</sup> (52) <sup>6)</sup>	387 ± 30 <sup>h</sup> (60)
Commercial <i>kochujang</i> <sup>2)</sup> (CK)	652 ± 29 <sup>e</sup> (31)	564 ± 21 <sup>f</sup> (40)
TK ingredient:		
red pepper powder	906 ± 25 <sup>ab</sup> (2)	961 ± 15 <sup>ab</sup> (-4)
<i>meju</i> <sup>3)</sup>	300 ± 25 <sup>g</sup> (70)	240 ± 23 <sup>j</sup> (77)
glutenous rice powder	370 ± 14 <sup>f</sup> (62)	330 ± 13 <sup>i</sup> (67)
CK ingredient:		
red pepper powder	907 ± 18 <sup>ab</sup> (2)	972 ± 17 <sup>a</sup> (-5)
<i>koji</i> <sup>4)</sup>	420 ± 19 <sup>ef</sup> (56)	351 ± 21 <sup>hi</sup> (64)
glutenous rice powder	422 ± 25 <sup>ef</sup> (56)	397 ± 13 <sup>h</sup> (59)
wheat flour	890 ± 21 <sup>b</sup> (4)	726 ± 22 <sup>e</sup> (22)
wheat grain	941 ± 21 <sup>ab</sup> (-2)	845 ± 23 <sup>d</sup> (9)
mustard	952 ± 30 <sup>a</sup> (-3)	891 ± 11 <sup>c</sup> (4)
imported condiment paste	547 ± 29 <sup>d</sup> (42)	474 ± 13 <sup>g</sup> (50)

<sup>1-6)</sup>Refer to Table 1.

<sup>a-j)</sup>Means with the different letters in same column are significantly different at the  $p < 0.05$  level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

은 돌연변이유발 억제효과를 보였다.

전통고추장은 *Salmonella typhimurium* TA98 균주에 대해서도 MNNG의 돌연변이 유발을 억제하는 효과가 높았는데, 1.25 mg/plate 농도에서 상품용 고추장은 31%의 항돌연변이 효과를 나타낸 반면 전통고추장은 52%의 돌연변이 유발 억제 효과를 보였다(Table 3). 전통 고추장과 상품용 고추장의 메주와 코지, 찹쌀가루는 모두 고추장보다 높은 항돌연변이 효과를 보였으며( $p < 0.05$ ). 1.25 mg/plate 농도에서 50% 이상의 돌연변이 유발 억제 효과를 나타내었다. 그러나 고춧가루와 밀가루, 밀쌀 및 겨자는 MNNG에 의한 *Salmonella typhimurium* TA98 균주의 복귀 돌연변이를 억제하는 효과가 없었다.

전통 고추장은 AFB<sub>1</sub>에 의한 *Salmonella typhimurium* TA98 균주의 돌연변이도 억제하는 효과를 보였으나 상품용 고추장은 항돌연변이 효과가 없었다(Table 4). 2.5 mg/plate 농도에서 전통고추장은 59%의 항돌연변이 효과를 나타냈으나 상품

용 고추장은 11%의 돌연변이 억제효과를 보였다. 재료 중에서는 전통고추장의 메주가 가장 항돌연변이 효과가 높았는데 1.25 mg/plate 농도에서도 75%의 높은 돌연변이유발 억제효과를 나타내었다. 상품용 고추장의 원료인 혼합양념과 겨자는 보돌연변이 효과를 나타내었다. 결국 고추장의 항돌연변이 효과는 메주가루와 찹쌀 원료가 중요한 것으로 나타났다.

## 고 찰

전통 고추장은 *Salmonella typhimurium* TA100과 98 균주에 대해 상품용 고추장보다 높은 항돌연변이 효과를 보였는데, 선행연구에서도 전통고추장은 된장보다 다소 낮으나 상품용 고추장보다는 높은 돌연변이 억제 효과를 보였다. 또한 정 등<sup>9)</sup>은 고추장이 된장과 비슷한 돌연변이 저해 효과를 나타내었고, 전통고추장이 상품용 고추장보다 높은 항돌연변이 효과를 나타내었음을 보고한 바

**Table 4.** Effect of methanol extracts from two kinds of *kochujang* and their ingredients on the mutagenicity induced by aflatoxin B<sub>1</sub> (AFB<sub>1</sub>, 0.5 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA98

Treatment	Revertants/plate (level of sample, mg/plate)	
	1.25	2.50
Spontaneous	29 ± 3 <sup>5)</sup>	
Control	856 ± 41 <sup>c</sup>	
Traditional <i>kochujang</i> <sup>1)</sup> (TK)	512 ± 48 <sup>f</sup> (42) <sup>6)</sup>	369 ± 43 <sup>g</sup> (59)
Commercial <i>kochujang</i> <sup>2)</sup> (CK)	919 ± 46 <sup>bc</sup> (-8)	764 ± 29 <sup>d</sup> (11)
TK ingredient:		
red pepper powder	936 ± 19 <sup>b</sup> (-10)	691 ± 26 <sup>c</sup> (20)
<i>meju</i> <sup>3)</sup>	237 ± 14 <sup>g</sup> (75)	142 ± 15 <sup>i</sup> (86)
glutenous rice powder	647 ± 37 <sup>e</sup> (25)	284 ± 20 <sup>h</sup> (69)
CK ingredient:		
red pepper powder	948 ± 22 <sup>b</sup> (-11)	730 ± 23 <sup>de</sup> (15)
<i>koji</i> <sup>4)</sup>	565 ± 20 <sup>f</sup> (35)	358 ± 26 <sup>g</sup> (60)
glutenous rice powder	759 ± 28 <sup>d</sup> (12)	321 ± 18 <sup>gh</sup> (65)
wheat flour	858 ± 33 <sup>c</sup> (0)	479 ± 16 <sup>f</sup> (46)
wheat grain	887 ± 44 <sup>bc</sup> (-4)	695 ± 34 <sup>c</sup> (19)
mustard	1171 ± 45 <sup>a</sup> (-38)	1023 ± 39 <sup>a</sup> (-20)
imported condiment paste	1196 ± 31 <sup>a</sup> (-41)	936 ± 16 <sup>b</sup> (-10)

<sup>1-6)</sup>Refer to Table 1.

<sup>a-i)</sup>Means with the different letters in same column are significantly different at the  $p < 0.05$  level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

있어 본 실험과 유사한 결과를 보였다.

전통 고추장 담금에 이용되는 고추장메주는 된장메주와는 달리 콩만이 아닌 전분질원, 즉 맵쌀이나 찹쌀과 같은 곡류를 함께 섞어서 제조한다는 특징이 있다. 콩과 곡류는 함께 찼 후 절구에서 찼어 성형한 다음 1~2개월 정도 햇볕에 말려 제조한다. 상품용 고추장제조에는 콩과 쌀 각각에 *Asp. oryzae*를 접종시켜 3~4일간 발효한 다음 섞어 메주대신 첨가하며, 쌀코지만을 첨가하고 콩코지는 첨가하지 않는 경우도 있다. 또는 식용유를 만들고 남은 탈지대두를 100% 이용한 코지도 이용되고 있다. 이 실험에서는 콩과 쌀을 각각 6 : 4로 혼합하여 제조한 전통고추장의 메주(자연발효)와 탈지대두 100%에 *Asp. oryzae*를 이용하여 제조한 상품용 고추장의 코지를 비교하였는데, 메주와 코지는 다른 고추장의 재료에 비해 높은 항돌연변이 효과를 보였고, 간접돌연변이원인 AFB<sub>1</sub>과 직접돌연변이원인 MNNG에 대해 모두 전통고추장 원료인 메주가 상품용 고추장의 코지보다 돌

연변이유발 억제효과가 높았다. 또한 전통 고추장의 맛을 고려하여 콩과 쌀을 각각 6 : 4, 5 : 5, 4 : 6으로 혼합하여 제조한 고추장메주가 많이 사용되는데 이들 메주의 메탄올추출물을 시료로 항돌연변이 효과를 비교했을 때 콩의 혼합비율이 높을수록 돌연변이유발 억제효과가 높은 것으로 나타났다(결과 생략). 박등<sup>7)</sup>은 100% 콩으로 제조된 된장이 밀이 혼합된 상품용 된장(콩 : 밀=3 : 7)보다 항돌연변이 효과가 높았으며 장기간 발효시킨 재래식 된장이 상품용 된장보다 높은 항돌연변이 효과를 나타내었다고 하였다. 이 결과를 고려해 볼 때 전통고추장의 높은 항돌연변이성은 고추장메주에 의한 것으로 보이며 고추장메주 제조 시 콩의 비율을 높여 제조한 메주를 첨가하는 것이 돌연변이유발 억제 측면에서 유리할 것으로 사료된다.

고추장에는 단맛을 내기 위한 부재료로 전분질 원료를 10~20% 첨가하는데 찹쌀의 사용빈도가 가장 많고, 맵쌀, 보리쌀, 밀가루 등이 주로 이용

된다. 이 실험에서 찹쌀은 메주가루 다음으로 항돌연변이 효과가 높았으며, 밀쌀이나 밀가루는 찹쌀보다 낮은 돌연변이유발억제효과를 보였다. 현미는 멥쌀보다 항돌연변이 효과가 높은 것으로 알려져 있는데,<sup>13,14)</sup> 본 실험실의 연구결과에 따르면 찹쌀은 *Salmonella typhimurium* TA100 균주에 대한 MNNG의 돌연변이유발을 크게 억제하였으며 현미보다도 40% 정도 높은 항돌연변이 효과를 보였다(결과 생략).

고추장 제조에 있어서 고춧가루는 붉은 색을 낼 뿐 아니라 매운맛을 내게 하는 중요한 역할을 하며 20% 이상 첨가되는 주재료이다. 전통고추장과 상품용 고추장에 사용되는 고춧가루는 모두 *Salmonella typhimurium* TA98 균주에 대해서는 돌연변이유발 억제 효과가 없었다. 한편 고춧가루는 *Salmonella typhimurium* TA100 균주에 대해서 MNNG의 돌연변이유발을 억제하는 효과는 없었으나 AFB<sub>1</sub>에 대해서는 항돌연변이 효과를 보였다. 권등<sup>15)</sup>은 풋고추는 *Salmonella typhimurium* TA100 균주에서 직접돌연변이원과 간접돌연변이원에 대해 모두 항돌연변이 효과를 나타내었으나 고춧가루는 간접돌연변이원인 AFB<sub>1</sub>에 대해서만 항돌연변이 효과를 나타내었다고 하였다. 김등<sup>16)</sup>은 고춧가루는 TA100과 TA98균주에 대해서 모두 직접적인 돌연변이 유발성이 없었고 MNNG에 대한 보돌연변이 효과도 없었으며, TA100균주에서 AFB<sub>1</sub>에 대해 돌연변이 유발 억제 효과를 나타내었다고하여 이 결과와 일치하였다.

상품용 고추장의 제조에서는 고춧가루 대신 매운 맛을 보충하기 위해 겨자나 중국에서 수입한 혼합양념을 첨가한다. 겨자는 *Salmonella typhimurium* TA100과 TA98균주 모두에 대해 돌연변이억제효과가 낮았으며 수입한 혼합양념은 TA98 균주에서 AFB<sub>1</sub>에 대해 보돌연변이 효과를 보였다.

따라서 고추장의 항돌연변이 효과는 고추장메주와 코지, 찹쌀가루에 의한 것으로 보이며 고추장메주나 코지를 제조할 때 곡류보다는 콩의 비율을 높여 제조하는 것이 암예방 측면에서 유리할 것으로 사료되며 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

## 결 론

*Salmonella typhimurium* TA100 균주를 이용하여 AFB<sub>1</sub>에 대한 항돌연변이 효과를 검토한 결과 전통고추장은 상품용 고추장보다 돌연변이유발 억제효과가 높았고, 전통고추장 원료인 메주가 상품용 고추장의 코지보다 높은 항돌연변이 효과를 나타내었다. 찹쌀가루의 항돌연변이 효과는 고추장보다 다소 높았으며 고춧가루는 고추장보다 낮은 돌연변이유발 억제효과를 보였다. MNNG에 대해서도 메주와 찹쌀가루는 높은 돌연변이 유발 억제 효과를 보였으며 전통고추장 메주가 상품용 메주보다 돌연변이 억제 효과가 높았다. *Salmonella typhimurium* TA98균주의 AFB<sub>1</sub>에 대한 항돌연변이 효과는 전통고추장이 상품용 고추장보다 높았고 재료 중에서는 메주가루가 높은 항돌연변이 효과를 보였으며 상품용 고추장의 원료인 혼합양념과 겨자는 보돌연변이 효과를 나타내었다. MNNG를 이용한 실험에서도 메주와 찹쌀가루가 높은 돌연변이 유발 억제 효과를 보여 결국 고추장의 항돌연변이 효과는 메주가루와 찹쌀 원료가 중요한 것으로 나타났다.

## 참고 문헌

- 1) 윤숙자. 한국의 저장 발효음식(이론과 실제). 신광출판사. 1997; p.63.
- 2) 신동화, 김동한, 최웅, 임대관, 임미선. 전통고추장의 맛 성분. 한국식품과학회지 1996; 28: 152-156.
- 3) 박건영. 된장의 안정성과 암예방 효과. 대한암예방학회지 1997; 2: 27-37.
- 4) 박건영. 전통 콩 발효식품(된장, 청국장, 간장)의 기능 및 생리적 활성. 건국대학교 개교 50주년 기념 제 1회 국제 심포지움 1996; 37-58.
- 5) 박건영. 재래식 된장의 안전성과 항암효과. 농촌생활과학 1996; 17: 36-41.
- 6) Park KY, Moon SH, Cheigh HS, Baik HS. Antimutagenic effects of doenjang (Korean soy paste) *J Food Sci Nutr* 1996; 1: 151-158.
- 7) 박건영, 임선영, 이숙희. 된장의 항돌연변이 및 항발암 효과. 대한암예방학회지 1997; 1: 99-107.
- 8) Kim SJ, Jung KO, Park KY. Inhibitory effect of *Kochujang* extracts on chemically induced mutagen-

- nesis. *J Food Sci Nutr* 1999; 4: 38-42.
- 9) 정건섭, 윤기도, 홍석산, 권동진. 전통장류의 항돌연변이성 및 항암성 효과. *식품과학기술지* 1996; 1: 75-85.
  - 10) Kennedy AR. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. *J Nutr* 1995; 125: 733s-743s.
  - 11) Maron DM, Ames BN. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat Res* 1983; 113: 173-215.
  - 12) Ames BN, McCann J, Yamasaki E. Methods for detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella* mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutat Res* 1975; 31: 347-364.
  - 13) 강미영, 최영희, 남석현. 쌀을 포함한 곡류 및 두류의 항변이원 활성의 검색. *한국농화학회지* 1996; 39: 419-423.
  - 14) 전향숙, 김인호, 김영진, 김길환. 쌀 추출물의 돌연변이 억제효과. *한국식품과학회지* 1994; 26: 188-194.
  - 15) Kweon YM, Rhee SH, Park KY. Antimutagenic effects of juice from peppers in *Salmonella* assay system. *J Korean Soc Food Nutr* 1995; 24: 440-445.
  - 16) 김소희, 박건영, 서명자. *Salmonella* assay system에서 고춧가루에 의한 aflatoxin B<sub>1</sub>의 돌연변이유발 저해효과. *한국영양식량학회지* 1991; 20: 156-161.
-