



카레분 및 향신료 추출물의 항 돌연변이 효과

정승현* · 정명수* · 이진선 · 박기문[†]

*오뚜기중앙연구소, 성균관대학교 식품·생명자원학과

Antimutagenic Effects of Extracts of Curry Powder and Its Individual Spice

Seung-Hyeon Jung*, Myong-Soo Chung*, Jin-Sun Lee and Ki-Moon Park[†]

*Ottogi Research Center,

Department of Food and Life Science, Sungkyunkwan University

Abstract

Antimutagenic effects of extracts from curry powder and its individual fourteen kinds of spices, were investigated by Ames test. The antimutagenic effects against a direct mutagen, 2-nitrofluorene(2-NF), and two indirect mutagens, 2-anthramine(2-AT) and 2-acetamidofluorene (2-AF) in the *S. typhimurium* TA98 were tested. For the 2-NF, the antimutagenicity of cinnamon, fenugreek, fennel, ginger, clove, turmeric and celery seed were determined as 42, 38, 32, 28, 24, 23 and 20%, respectively. The antimutagenicity of clove against the 2-AT was the highest (116%), and followed by the order of celery seed (103%), cardamon (100%), red pepper (99%), cinnamon(92%), cumin(83%), ginger(82%), fennel(82%), coriander (71%), nutmeg(68%) and turmeric (55%). The results also showed that the antimutagenic effect of clove against the 2-AF was superior to other spices. In case of curry powder among more than 10 kinds of spices, the antimutagenicity against the 2-AT and 2-AF showed 23% and 6%, respectively, but no effect was observed against the 2-NF.

Key words : Antimutagenic effect, curry powder, spice extract.

서론

최근 식이와 관련된 암의 원인 물질을 검색하는 연구가 활발히 진행되고 있을 뿐 아니라 일상에서 섭취하는 식품 중에서 항암제로 이용하기 위한 물질이 탐구되고 있다(Singleton and Rokusek, 1997). 현재 임상에서 널리 사용되고 있는 항암제의 대부분이 화학적 합성물질들로서 부작용이 심하여 문제가 되고 있으며 이로 인해 최근 세계적으로 부작용이 적으면서 유효한 항암제를 개발하기 위해 천연물질을 대상으로 항암효과를 검증하고 있다(Clare, 2001 ; Keith et al., 1996). 식품 중 마늘(Jiang et al., 1996), 된장(Chuang et al., 2000), 참취(Hwang Bo and Ham, 1999), 도라지(Puneet et al., 2000) 등이 돌연변이 유발을 억제하고, 항암효과가 있다고

알려져 있으며, Surh(2002)는 향신료로부터 유래된 phenolic 물질인 강황의 curcumin, 생강의 6-gingerol, chili 고추의 매운맛 성분인 capsaicin의 항 돌연변이 및 항암효과에 대해서 보고하였다. 또한 Soni 등(1997)은 강황, 마늘, 아위(asafetida)의 알코올 및 수용성 추출물이 aflatoxin으로 돌연변이가 유발된 *Salmonella typhimurium* TA 98 및 TA 100에서 돌연변이 억제효과가 있는 것을 확인하였다. 특히 카레분의 주원료인 강황(turmeric)추출물은 *Salmonella typhimurium* TA 98균을 대상으로 변이원 benzo(a)pyrene 및 dimethylbenzanthracene을 실험한 결과, 추출물 농도에 따라 억제효과에 차이가 있어 농도에 의존하는 경향을 나타내었다. 즉 강황의 알코올 추출물 농도가 125 µg/plate에서는 benzo(a)pyrene, dimethylbenzanthracene 변이원에서 50%의 돌연변이 억제효과가 있었으며, 500 µg/plate 농도는 benzo(a)pyrene의 경우 75%, dimethylbenzanthracene은 80%의 돌연변이 억제효과가 있음을 보고하였다(Nagabhushan and Bhide, 1987). 또한 curry의 고유한 노란색을 나타내는 강황(tur-

[†]Corresponding author : Ki-Moon Park, Department of Food and Life Science, Sungkyunkwan University, 300 Chunchun-dong, Jangan-gu, Suwon, Kyunggi-do, 440-746, Korea. Tel : 82-31-290- 7806, Fax : 82-31-290-7816, e-mail : kimoon@skku.ac.kr

meric)의 주요 성분인 curcumin이 세포증식 초기단계에서 다단계로의 증식을 막아 암세포의 apoptosis를 유도한다고 보고되어 있다(Chithra et al., 2000; Nalini et al., 1998; Chan et al., 1995). 현재까지 돌연변이에 관련된 연구보고는 Mogeshwer 등(2002), Song 등(1999), Ham 등 (1997), Ji 등 (2000), Azuine 등(1992)에 의해 연구가 진행되었으며, 카레분 및 카레분 원료 향신료를 중심으로 한 연구는 nitrate 분해 및 superoxide dismutase 유사활성에 대하여 보고되어 있고, 여러 향신료가 혼합된 카레 및 이들 원료 향신료의 돌연변이 생성 비교 연구는 많지 않다(Kim and Park, 2000).

따라서, 본 연구에서는 10가지 이상의 향신료를 혼합하여 제조되며, 한가지 식품으로 다양한 향신료를 섭취할 수 있는 카레분과 카레분의 주원료인 향신료를 대상으로 일반적인 추출 조건으로 열수 추출하여, 카레분 및 카레분 원료 향신료의 돌연변이 억제효과를 확인하고자 실시하였다.

재료 및 방법

실험 재료

카레분의 주요 원료인 강황(Turmeric), 후추(Black pepper), 조두구(Cardamon), 고수풀(Coriander), 정향(Clove), 마근(Cumin), 계피(Cinnamon), Celery seed, 생강 (Ginger), 회향(Fennel), 호로파(Fenugreek), 고추(Red pepper), 육두구(Nutmeg), 마늘(Garlic)의 향신료 분말과 (주)오뚜기의 시판용 카레에 사용하는 카레분을 40 mesh체로 선별하여 사용하였다.

시료 추출물의 조제

카레분 원료로 사용되는 향신료 14종과 카레분을 증류수 40 mL에 각각 2 g을 첨가하여, 100°C에서 10분 동안 가열한 후 증발한 수분은 다시 보충하고 12,000 rpm(17,000 × g)로 10분간 원심분리하였다. 이 상등액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 20배 희석된 용액을 시료로 사용하였다.

시험균주 및 S9 Mixture 제조

Salmonella typhimurium TA98 (KCTC, No.2053)은 histidine 영양요구성, 세포막의 고분자 투과성, 자외선에 의한 DNA 손상의 수복계 상실, plasmid pKM101에 의한 약제 내성인자 등의 유전형질 등을 확인한 후, 37°C에서 12시간 진탕배양하였다. 그리고 배양액 20 mL와 DMSO(Dimethyl sulfoxide ; spectrophotometric grade ; Sigma Co.) 1.8 mL를 혼합하고 cryotube에 2 mL씩 분획하여 액체질소로 냉동시켜 -70°C 냉동고에서 보관한 후 균을 배양액에 접종할 때는 냉동 보존된 균을 해빙시켜 nutrient broth 100 mL에 10 μL의 균을 접종하여 37°C에서 12시간 진탕 배양한 후 냉장 보관하

면서 실험에 사용하였다. S9 mixture 제조는 약 200 g의 수컷 Sprague-Dawley rat의 microsomal enzyme을 유도하기 위해 polychlorinated biphenyl(PCB) mixture인 aroclor 1254를 corn oil에 200 mg/mL의 농도로 희석하여 1회 복강주사(500 mg/kg)한 다음 5일 후에 간을 적출하였다. 적출한 간을 4°C 무균 상태에서 0.15M KCl용액으로 세척한 다음 간 g당 0.15M KCl 3 mL를 함유한 beaker에서 멸균된 가위로 세분한 후 homogenizer로 균질화 시켰다. 이것을 8,700 rpm으로 원심분리하여 상등액인 S9 fraction을 제조하였다. 이 fraction을 1.5 mL씩 cryogenic vial에 분주하여 급속동결한 후 -70°C에 보관하였다. S9 mixture는 S9 fraction (10%)을 MgCl-KCl염 (2%), 1M glucose-6-phosphate (0.5%), 1 M NADP (4%), 0.2 M phosphate buffer(pH 7.4) 그리고 멸균수를 혼합하여 실험에 사용하였다.

돌연변이 및 항 돌연변이성 시험 (Mutagenicity test)

돌연변이성 시험은 Ames(1983)의 방법에 따라 멸균한 cap tube에 시료를 농도별로 각각 0.05, 0.1, 0.2 mL씩 넣은 후 S9 mixture 0.5 mL, 균주 0.1 mL를 넣고 37°C에서 20분동안 예비 배양하고 top agar 2 mL에 혼합하여 minimal glucose agar plate에 도말한 후 37°C에서 48시간 배양하였다. 배양 후 his⁺ revertant colony 수를 계수하여 spontaneous colony의 수보다 2배 이상이거나, 시료 처리 농도에 따라 his⁺ revertant colony 수가 증가할 경우 돌연변이성이 있는 것으로 판단하였다(Mortelmans and Zeiger, 2000).

항 돌연변이성시험은 직접변이원으로 2-nitrofluorene(3 μg/plate; Aldrich Co.; abbr.: 2-NF), 간접변이원으로 2-anthramine(0.5 μg/plate; Sigma Co.; abbr.: 2-AT)과 2-acetamidofluorene(10 μg/plate; Sigma Co.; abbr.:2-AF)을 사용하였다.

간접돌연변이원의 경우 S9 mixture 0.5 mL, 그리고 직접 돌연변이원의 경우 phosphate buffer 0.5 mL를 사용하고 여기에 12시간 배양된 균주 0.1 mL, 시료 0.1 mL, mutagen 0.1 mL를 ice bath상의 cap tube에 첨가하여 가볍게 혼합한 다음 37°C에서 30분간 예비 배양하고 45°C의 top agar 2 mL를 첨가한 후 3초간 혼합하였다. 이것을 minimal glucose agar plate에 도말하고 37°C에서 48시간 배양한 후 revertant colony 숫자를 계수하였다. 돌연변이 억제효과(inhibition rate)는 아래의 식으로 구하였다.

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

- a* : 돌연변이원만 존재할 경우의 복귀 돌연변이 균수
b : 시료를 처리하였을 때의 복귀 돌연변이 균수
c : 자연 복귀 돌연변이 균수

Table 1. Reverse mutation test of extracts of curry powder and its spices in *Salmonella typhimurium* TA98

Treatments	Revertants/plate		
	0.05 mL	0.1 mL	0.2 mL
Spontaneous	35.0±7.2 ¹⁾		
Curry powder	33.3±3.2	30.0±8.0	20.3±4.5
Cardamon	34.7±3.5	18.7±2.5	21.0±3.6
Coriander	31.3±8.4	36.7±8.4	37.7±4.2
Red pepper	20.0±2.0	22.7±4.0	25.0±2.6
Clove	12.7±2.0	8.3±2.6	8.3±2.1
Cumin	38.0±2.0	35.0±3.6	35.7±1.2
Cinnamon	9.3±1.5	8.0±1.5	8.7±1.5
Ginger	17.0±2.0	14.0±3.6	13.7±1.5
Nutmeg	21.7±1.2	21.7±2.1	18.7±3.2
Turmeric	38.0±6.6	52.3±2.5	47.7±5.9
Fenugreek	22.0±3.6	21.0±2.0	17.0±2.0
Black pepper	36.3±5.0	34.3±3.8	21.7±2.5
Celery seed	31.0±2.0	35.3±3.8	34.7±3.8
Fennel	22.0±5.6	11.7±5.0	20.0±3.6
Garlic	40.0±4.0	34.7±5.5	32.0±3.0

¹⁾ The values are mean ± S.D. of 3 replications.

통계처리

항 돌연변이성 실험결과의 통계처리는 시료별 평균치와 표준편차로 계산하였고, 처리간의 차이는 SAS package의 student's t-test를 이용하였다.

결과 및 고찰

시료의 돌연변이원성

카레분과 카레분의 원료로 사용되는 향신료 추출물에 의한 돌연변이원성 유무를 확인해 본 결과, Table 1과 같이 0.05에서 0.2 mL까지의 모든 처리 농도에서 자연돌연변이수인 35±7에 비해서 2배 이상 돌연변이를 증가시키거나, 추출물의 처리농도 증가에 따른 복귀돌연변이수의 증가도 없는 것으로 나타났다. 따라서 Mortelmans와 Zeiger(2000)의 판정 근거에 따라 카레분 및 카레분 원료인 향신료가 원인이 되어 돌연변이를 유발하는 위험성이 없을 것으로 판단되었다.

직접변이원에 대한 항 돌연변이 효과

세포내의 DNA에 직접적으로 손상을 주어 돌연변이를 유발하는 물질로 알려진 변이원 2-nitrofluorene (3 µl/plate)으로 유도된 *Salmonella typhimurium* TA98에 대한 카레분 및 카레분 원료 향신료 추출물의 항 돌연변이율은 Table 2와 같다. 즉, 직접변이원 2-NF 처리 시 돌연변이수가 924.3±115.4에서 cinnamon을 처리할 경우 546.0±140.2로 감소하여 cinna-

Table 2. Antimutagenic effects of extracts of curry powder and its spices against the mutagenicity of 2-nitrofluorene in *Salmonella typhimurium* TA98

Treatments	Revertants/plate TA98	Inhibition rate (%)
Spontaneous	16.2± 4.4 ¹⁾	
2-nitrofluorene	924.3±115.4	
Curry powder	1,468.2±272.1 ^{2)*}	-60.6±30.3
Cardamon	846.7± 62.6	8.7± 7.0
Coriander	784.0± 83.9**	15.6± 9.4
Red pepper	901.8± 46.2	2.6± 5.1
Clove	712.3±159.2***	23.6±17.7
Cumin	1,028.5±132.2	-11.6±14.7
Cinnamon	546.0±140.2***	42.1±15.6
Ginger	675.0±164.7***	27.8±18.4
Nutmeg	964.2±100.3	- 4.5±11.2
Turmeric	719.8±199.7**	22.9±22.3
Fenugreek	587.3± 73.7***	37.6± 8.2
Black pepper	900.3± 49.9	2.7± 5.6
Celery seed	741.5± 60.2**	20.4± 6.7
Fennel	639.3± 89.5***	31.8±10.0
Garlic	772.3±255.9*	16.9±30.3

¹⁾ The values are mean±S.D. of 6 replications.

²⁾ Significantly different from the control (2-nitrofluorene) at *p<0.05, **p<0.01 and ***p<0.001 by Student t-test.

mon이 향신료 추출물 중 가장 높은 42%의 항 돌연변이율을 나타냈다(p<0.001). Cinnamon에는 phenol화합물인 coumarin, o-cresol, eugenol, guaiacol, 4-ethyl guaiacol, 2-vinyl phenol(chavicol), 4-allyl phenol 등이 존재하므로 이와 같은 phenol 화합물이 돌연변이 억제효과가 있었다는 보고에서와 같이 cinnamon의 항 돌연변이 효과도 phenol류 화합물에 의한 것으로 생각되어진다(Purseglove et al., 1981; Surh, 2002; Song et al., 1999). 이외에 fenugreek(38%) 및 fennel(32%), ginger(28%), clove(24%)에서도 p<0.001수준으로 유의차 있게 항 돌연변이 효과가 나타났고, turmeric(23%) 및 celery seed (20%), coriander(16%)에서도 항 돌연변이 효과가 나타났다(p<0.01). Azuine 등(1992)은 turmeric 수용성 추출물의 항돌연변이성 연구에서 직접변이원인 4-nitro-o-phenylenediamine, 1-methyl-3-nitro-1-nitrosoguanidine으로 유도된 *Salmonella typhimurium* TA 98에서 항돌연변이성이 turmeric 수용성 추출물 농도에 따라 38~69%의 억제효과를 보여 본 실험결과 turmeric 추출물이 나타낸 23%의 항돌연변이율보다는 높게 나타났다. 이런 결과는 대부분의 향신료의 경우 품종, 재배지역, 수확시기, 저장기간에 따라 그 유효성분에 차이를 보이기 때문으로 판단된다. 향신료 추출물 중 cumin 및 nutmeg, red pepper, black pepper는 *Salmonella typhimurium* TA98에 대한 직접변이원인 2-NF 처리시 항돌연변이 효과는

있는 것으로 나타났다. 특히 카레분의 경우 2-NF 처리시 항 돌연변이 효과가 나타나지 않았으며, 역으로 직접변이원의 활성을 증가시켜 $p < 0.05$ 수준에서 유의성 있게 복귀돌연변이 수를 증가시키는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 각 향신료의 경우 whole type 원료를 분쇄한 후 바로 시료로 사용하여 있기 때문에 phenol 화합물의 작용으로 항 돌연변이 활성이 "positive"를 나타냈으나, 각 향신 원료를 혼합 분쇄한 후 약 6개월의 숙성과정을 거쳐 제조하는 카레분의 경우 각 향신료에 존재하는 fixed oil 등 지질성분이 저장 기간 중에 일부 산화되면서 산화된 지질 성분에 의해 돌연변이 활성이 증가되었을 것으로 추정되어 향후 이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

간접 변이원에 대한 항 돌연변이 효과

간접변이원은 체내 간 조직에서 대사과정을 거친 후 변이원 활성을 나타내므로 *in vitro* 조건에서 변이원 활성을 나타내기 위해서는 간의 microsomal 분획인 S9 mixture의 첨가가 필요한 물질이다. 본 실험에서는 간접 변이원 중 2-anthramine ($0.5 \mu\text{l}/\text{plate}$; 2-AT)과 2-acetamidofluorene ($10 \mu\text{l}/\text{plate}$; 2-AF)에 대한 향신료 추출물의 항돌연변이 효과를 알아보았다. 실험 결과 Table 3과 같이 간접변이원 2-AT에 대한 돌연변이 수는 115.0 ± 46.4 에서 clove 추출물 첨가 시 13.2 ± 8.1

Table 3. Antimutagenic effects of extracts of curry powder and its spices against the mutagenicity of 2-anthramine in *Salmonella typhimurium* TA98

Treatments	Revertants/plate TA98	Inhibition rate (%)
Spontaneous	27.5 ± 9.1 ¹⁾	
2-anthramine	115.0 ± 46.4	
Curry powder	95.3 ± 38.2	22.7 ± 43.5
Cardamon	26.8 ± 9.9 ^{2)**}	100.0 ± 11.3
Coriander	53.0 ± 18.3 *	70.5 ± 20.8
Red pepper	27.8 ± 9.9 *	98.9 ± 22.5
Clove	13.2 ± 8.1 ^{**}	115.9 ± 9.2
Cumin	42.3 ± 11.0 *	83.0 ± 12.5
Cinnamon	34.5 ± 8.6 *	92.0 ± 9.8
Ginger	42.7 ± 11.0 *	82.2 ± 12.5
Nutmeg	55.3 ± 20.1 *	68.2 ± 22.8
Turmeric	66.7 ± 19.3 *	54.5 ± 21.9
Fenugreek	118.0 ± 12.3	-3.4 ± 13.9
Black pepper	113.8 ± 28.5	1.1 ± 32.4
Celery seed	24.2 ± 12.5 ^{**}	103.4 ± 14.2
Fennel	43.0 ± 4.6 *	81.8 ± 5.2
Garlic	90.2 ± 12.0	28.4 ± 23.2

¹⁾ The values are mean \pm S.D. of 6 replications.

²⁾ Significantly different from the control (2-anthramine) at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$ by Student t-test.

Table 4. Antimutagenic effects of extracts of curry powder and its spices against the mutagenicity of 2-acetamidofluorene in *Salmonella typhimurium* TA98

Treatments	Revertants/plate TA98	Inhibition rate (%)
Spontaneous	28.3 ± 7.1 ¹⁾	
2-acetamidofluorene	134.0 ± 36.0	
Curry powder	127.8 ± 44.2	5.8 ± 42.5
Cardamon	36.8 ± 29.2 ^{2)*}	93.3 ± 28.1
Coriander	243.2 ± 37.1 *	-104.8 ± 35.6
Red pepper	125.5 ± 47.9	7.7 ± 46.1
Clove	9.0 ± 3.0 ^{***}	120.2 ± 2.9
Cumin	77.3 ± 36.9	54.8 ± 35.5
Cinnamon	17.0 ± 4.8 ^{***}	112.5 ± 4.6
Ginger	73.3 ± 30.9 *	58.3 ± 29.7
Nutmeg	88.7 ± 33.9	43.3 ± 32.6
Turmeric	127.3 ± 59.7	6.7 ± 57.4
Fenugreek	128.8 ± 69.2	4.8 ± 66.5
Black pepper	146.0 ± 32.1	-11.5 ± 30.9
Celery seed	51.2 ± 27.8 *	79.8 ± 26.7
Fennel	87.5 ± 18.1 *	44.2 ± 17.4
Garlic	121.0 ± 3.5	12.5 ± 44.7

¹⁾ The values are mean \pm S.D. of 6 replications.

²⁾ Significantly different from the control (2-acetamidofluorene) at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ and *** $p < 0.001$ by Student t-test.

감소하여 116%의 가장 높은 항 돌연변이율을 보였고 celery seed(103%), cardamon(100%)에서도 $p < 0.01$ 수준에서 항 돌연변이 효과를 나타냈다. 그 밖에 red pepper (99%), cinnamon (92%), cumin(83%), ginger(82%) 그리고 fennel, coriander, nutmeg, turmeric도 항 돌연변이 효과가 존재하였다($p < 0.05$). 그러나, fenugreek과 black pepper의 경우 항 돌연변이 효과가 거의 없는 것으로 밝혀졌다. 간접 변이원 2-AF에 대한 향신료 추출물의 항 돌연변이 효과를 알아본 결과는 Table 4와 같다. 즉, 간접변이원 단독 처리 시 복귀 돌연변이 수는 134.0 ± 36.0 이였으나 clove 추출물 첨가 시 9.0 ± 3.0 으로 감소하여 120%의 가장 높은 항 돌연변이 활성을 보였으며, cinnamon(111%)도 $p < 0.001$ 수준에서 유의성을 나타냈다. 그리고 cardamon 및 ginger, celery seed, fennel의 경우 $p < 0.05$ 수준에서 항 돌연변이 활성을 나타냈으며, 그 밖에 향신료에서는 항 돌연변이 효과가 나타나지 않았다. 이상의 결과로 2-AT와 2-AF 간접변이원에 대해 clove 및 cinnamon 추출물이 가장 높은 항 돌연변이 효과를 나타내는 것으로 밝혀졌다. 특히, coriander의 경우 2-AF 처리시 항돌연변이 효과가 나타나지 않았으며, 역으로 직접변이원의 활성을 증가시켜 $p < 0.05$ 수준에서 유의성 있게 복귀돌연변이 수를 증가시키는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Buening 등(1981)이 보고한 일부 천연물에 존재하는 alkaloid 및

flavonoid, carotinoid계 성분들이 간접변이원의 대사 활성효소인 cytochrome p-450을 활성화시킴으로써 변이원성이 증가시킨 것으로 판단된다. 또한 식물 추출물의 첨가에 의해 돌연변이성의 증가 및 저해작용이 동시에 발생하는 diphasic effect가 존재하는 것으로 알려져 있어 같은 추출물이라도 변이원에 따라 항 돌연변이 활성이 다르게 나타날 수 있기 때문으로 생각한다.

항 돌연변이 활성이 가장 강한 clove의 경우 eugenol, eugenol acetate, chavicol, methyl salicylate, vanilline 등의 phenol류 화합물과 tannin성분을 함유하고 있기 때문에 polyphenol 및 tannin을 함유하는 녹차, 감잎차 등에서 돌연변이 억제효과가 있다는 보고와 같이(Purseglove et al., 1981; Song et al., 1999) phenol류와 tannin이 clove 추출물의 항돌연변이 효과를 나타냈을 것으로 추정되며, clove 추출물의 분획을 통한 eugenol 등의 항돌연변이성 실험이 좀더 진행될 필요성이 있다고 생각된다.

Soni 등(1997)은 turmeric의 알코올 및 수용성 추출물에서 S9 대사 aflatoxin에 의해 유도된 *Salmonella typhimurium* TA 98, *Salmonella typhimurium* TA 100에서 80%의 돌연변이 억제효과가 있음을 보고하였다. 또한 Nagabhushan 등(1987)은 turmeric의 알코올 추출물의 농도가 125 µg/plate에서는 benzo(a)pyrene, dimethylbenzanthracene 변이원에서 50%의 돌연변이 억제효과가 있었으며, 500 µg/plate농도에서는 benzo(a)pyrene의 경우 75%, dimethylbenzanthracene는 80%의 돌연변이 억제효과를 보고하였다.

그리고, Azuine 등의(1992) 연구결과에서는 benzo(a)pyrene으로 유도된 *Salmonella typhimurium* TA 98에서 turmeric 수용성 추출물 농도에 따라 34~75%의 항돌연변이 효과를 보여 본 실험의 turmeric 추출물이 간접변이원 2-AT에 의해 유도된 *Salmonella typhimurium* TA 98에 대한 55%의 항돌연변이율을 나타낸 결과와 유사한 경향을 보였다. 그리고, 10종 이상의 향신료가 혼합된 카레분의 경우는 변이원에 따라 차이를 나타냈는데 2-AT에서 23%, 2-AF에서 6%의 유의성은 없었으나 일부 항 돌연변이 효과가 확인되었다.

따라서, 여러 향신료가 혼합된 카레 등의 일반식품도 일부 돌연변이 억제효과를 기대할 수 있을 것으로 생각되며, 이들 원료 향신료 혼합 사용시 상호작용 및 기능성에 대한 지속적인 연구가 *in vivo* 실험으로 진행될 필요성이 큰 것으로 생각된다.

요 약

카레분 및 카레 원료로 사용되는 주요 향신료들의 돌연변이억제 효과를 보기 위하여 카레분 및 원료 향신료 14종의

추출물에 대한 돌연변이원성 및 항 돌연변이원성 실험을 하였다. 카레분 및 향신료 14종의 추출물에 대해 돌연변이원성 유무를 확인한 결과 돌연변이원이 없는 것으로 확인되었다.

항 돌연변이원성 실험에서 직접 변이원 2-NF 처리 시 *Salmonella typhimurium* TA 98에 대하여 향신료 추출물 중 cinnamon(42%) 및 fenugreek(38%), fennel(32%), ginger(28%), clove(24%)는 $p < 0.001$ 유의수준에서, 그리고 turmeric(23%) 및 celery seed(20%), coriander(16%)는 $p < 0.01$ 수준에서 항 돌연변이율을 나타냈다.

그리고 garlic(17%)이 항 돌연변이 활성을 나타냈으며 그 밖의 향신료 및 카레분 추출물은 항 돌연변이 효과가 없었다.

간접변이원 2-AT처리시 돌연변이수는 115.0 ± 46.4 에서 clove추출물 첨가에 의해 13.2 ± 8.1 로 감소하여 향신료 추출물 중 clove가 116%로 가장 높은 항 돌연변이율 보였으며, celery seed(103%) 및 cardamon(100%) 역시 강한 항 돌연변이율을 나타냈다($p < 0.01$). 그밖에 red pepper, cinnamon, cumin, ginger, fennel, coriander, nutmeg, turmeric에서도 항 돌연변이 활성이 존재하였다($p < 0.05$).

간접변이원 2-AF에서는 clove추출물이 120%의 가장 높은 항 돌연변이율을 보였으며, cinnamon(113%) 역시 강한 항 돌연변이 활성을 나타냈다($p < 0.001$). 그리고 cardamon(93%) 및 celery seed(80%), ginger(58%), fennel(44%) 역시 항 돌연변이 활성을 보였다($p < 0.05$). 그밖에 coriander, black pepper는 항 돌연변이 효과가 나타나지 않았다. 카레분 추출물의 경우, 간접변이원인 2-AT와 2-AF에서 6~23%의 항 돌연변이율을 나타냈으나 유의성이 없었으며, 직접변이원인 2-NF에서는 항 돌연변이성을 나타내지 않았다. 즉, 동일한 추출물이라도 변이원에 따라 항 돌연변이율이 다르게 확인되었으며, 카레분 및 원료 향신료의 추출물에서 항 돌연변이율은 직접변이원보다는 간접변이원에서 높게 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2000년도 오뚜기 장학재단의 연구비에 의하여 연구되었으므로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Ames, B. N. (1983) Dietary carcinogen and anticarcinogens. *Sci.* **221**(9), 1256-1264.
- Azuine, M. A., Kayal, J. J. and Bhide, S. V. (1992) Protective role of aqueous turmeric extract against mutagenicity of direct-acting carcinogens as well as Benzo(a)pyrene-induced genotoxicity and carcinogenicity. *J. Cancer Res. Clin. Oncol.*, **118**,

- 447-452.
3. Buening, M. K., Chang, R. L., Huang, M. T., Fortner, J. G., Wood, A. W. and Conney, A. H. L. (1981) Activation and inhibition of B(a)P and AFB1 metabolism in human liver microsomes by naturally occurring flavonoids. *Cancer Res.*, **41**, 67-72.
 4. Chan, M. M., Ho, C. T. and Huang, H. I. (1995) Effects of three dietary phytochemicals from tea, rosemary and turmeric on inflammation-induced nitrite production. *Cancer Letters*, **96**(1), 23-29.
 5. Chithra, V. and Leelamma, S. (2000) Coriandrum sativum-effect on lipid metabolism in 1,2-dimethyl hydrazine induced colon cancer. *J. Ethnopharmacology*, **71**, 457-463.
 6. Chuang, S. E., Kuo, M. L., Hsu, C. H., Chen, C. R., Lin, J. K., Lai, G. M., Hsieh, C. Y. and Cheng, A. L. (2000) Curcumin-containing diet inhibits diethylnitrosamine-induced murine hepatocarcinogenesis. *Carcinogenesis*, **21**(2), 331-335.
 7. Clare, S. (2001) Curry component may be chemopreventive for colon cancer. *The Lancet Oncology*, **2**, 67.
 8. Ham, S. S., Han, H. S., Choi, K. P. and Oh, D. H. (1997) Inhibitory effects of *Symurus deltoids* extracts on the mutagenesis induced by various mutagens. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **26**(3), 528-533.
 9. Hwang Bo, H. J. and Ham, S. S. (1999) Antimutagenic and cytotoxicity effects of Aster scaber root ethanol extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **31**(4), 1065-1070.
 10. Ji, J. H., Kim, M. N., Choi, K. P., Chung, C. K. and Ham, S. S. (2000) Antimutagenic and cytotoxicity effects of *Agaricus blazei* murill extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **32**(6), 1371-1378.
 1. Jiang, M. C., Yang-Yen, H. F., Yen, J. J. and Lin, J. K. (1996) Curcumin induced apoptosis in immortalized NIH 3T3 and malignant cancer cell line. *Nutrition and cancer*, **26**(1), 111-120.
 2. Keith, S., Christopher, M. and Matthew, W. (1996) Inhibition by rosemary and carnosol of 7,12-dimethylbenz(a)anthracene(DMBA)-induced rat mammary tumorigenesis and *in vivo* DMBA-DNA adduct formation. *Cancer Letters*, **104**, 43-48.
 3. Kim, J. H. and Park, K. M. (2000) Nitrite scavenging and superoxide dismutase-like activities of herbs, spices and curries. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **32**(3), 706-712.
 14. Mortelmans, K. and Zeiger, E. (2000) The Ames Salmonella /microsome mutagenicity assay. *Mutation Research*, **455**, 29-60.
 15. Nagabhushan, M. and Bhide, S. V. (1987) Antimutagenicity and anticarcinogenicity of Turmeric(*Curcuma longa*). *J. Nutrition, Growth and Cancer*, **4**, 83-89.
 16. Nalini, N., Sabitha, K., Viswanathan, P. and Menon, V. P. (1998) Influence of spices on the bacterial(enzyme) activity in experimental colon cancer. *J. Ethnopharmacology*, **62**, 15-24.
 17. Puneet, S., James, A. H., Mirza, B., Rick, K. and Steven, H. S. (2000) Curcumin : a food spice with cytotoxic activity against urinary bladder cancer. *J. Am. Coll Surg.*, **191**(4S), 94-95.
 18. Purseglove, J. W., Brown, E. G., Green, C. L. and Robbins, S. R. J. (1981) Spices. Longman Inc. New York. pp .100-286.
 19. Singletary, K. W. and Rokusek, J. T. (1997) Tissue-specific enhancement of xenobiotic detoxification enzymes in mice by dietary rosemary extract. *Plant Foods for Human Nutrition*, **50**(1), 47-53.
 20. Song, H. S., Lee, H. K., Choi, E. H. and Kang, M. H. (1999) Effects of perisimmon leaf tea extract, green tea extract and oolong tea extract on the frequencies of mutagen-induced sister chromatid exchange in Chinese hamster ovary cells. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **31**(3), 823-830.
 21. Soni, K. B., Lahiri, M., Chackradeo, P., Bhide, S. V. and Kuttan, R. (1997) Protective effect of food additives on aflatoxin-induced mutagenicity and hetatocarcinogenicity. *Cancer Letters*, **115**, 129-133.
 22. Surh, Y. J. (2002) Anti-tumor promoting potential of selected spice ingredients with antioxidative and anti-inflammatory activities: a short review. *Food and Chemical Toxicology*, **40**, 1091-1097.
 23. Yogeshwer, S., A. Arora, and Pankaj T. (2002) Antimutagenic potential of curcumin on chromosomal aberrations in Wistar rats. *Mutation Research*, **515**, 197-202.

(Accepted October 15, 2002)