

암환자를 위한 김치의 개발

1. 김치레시피조절에 의한 항돌연변이효과 증진연구

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

최선미 · 전영수 · 이숙희 · 박건영

Development of *Kimchi* for Cancer Patient

1. Studies on Enhancing Antimutagenic Effect of *Kimchi* by Changing the Recipe

Sun-Mi Choi, Young-Soo Jeon, Sook-Hee Rhee and Kun-Young Park

Department of Food Science and Nutrition, and Kimchi Research Institute,
Pusan National University, Busan, Korea

To develop *kimchi* for cancer patient, we studied on enhancing antimutagenic effect of *kimchi* by manipulating the recipe from the result of prevalence test on *kimchi* by cancer patients. According to the result of prevalence test, the patients wanted to reduce the level of red pepper powder and increase some sub-ingredients such as garlic and mustard compared to the standardized *kimchi*. The recipe-manipulated *kimchi* was fermented at 15°C for 1 day and then ripened at 5°C for several days up to pH 4.2~4.3. The antimutagenic effect of the methanol extracts of the *kimchi* was evaluated by using Ames mutagenicity test with *Salmonella typhimurium* TA100. Among the *kimchi* samples, CP₂-M *kimchi* (2.5% red pepper powder +7.5% mustard leaf added *kimchi*) exhibited higher inhibitory effect on the mutagenicity induced by aflatoxin B₁ in the Ames test. *In vivo* supravital staining micronucleus assay, anticlastogenic effect of the CP₂-M *kimchi* group was higher than that of the control group. The induction of chromosome aberration by mitomycin C was significantly suppressed by CP₂-M *kimchi* suggesting in post-treatment.

Key Words: *Kimchi*, Cancer patient, Ames mutagenicity test, Micronucleus assay

서 론

우리 나라는 위암 발생이 높으며 일상적으로 먹는 음식 중 짜고 매운 음식이 그 원인으로 여겨져 김치가 의심을 받아 왔다. 그러나 다량의 소금을

첨가한 고염 김치를 섭취하지 않는 한 김치의 주재료 및 부재료 발효 중에 생성되는 물질들, 유산균 등에 의해 김치는 오히려 암을 예방하는 효과와 항암효과가 있다고 보고되고 있다.¹⁻⁴⁾ 김치의 주재료가 되는 십자화과 채소인 배추와 여러 녹

황색 채소류는 비타민, 무기질, β-카로틴, 후라보노이드류, 클로로필 등이 많이 함유되어 있어서 인체에 항산화, 항돌연변이, 항암, 항노화 등의 기능을 가진다.⁵⁻¹¹⁾ 그리고 김치의 발효 중 생성되는 유산균은 대장에서 다른 유해균의 성장을 억제하며 정상작용과 종양세포의 증식을 억제시키고 면역계를 활성화시킴으로써 항암효과 등을 가진다.^{6,7)}

암환자들은 식품을 섭취할 때에도 항산화, 항돌연변이, 항암기능성이 있는 기능성식품을 선호하며 기능성식품에는 여러 가지 비타민, 미네랄, phytochemical 등의 성분이 존재하며 이러한 성분들은 육류보다는 녹황색채소에 훨씬 많다. 녹황색 채소를 이용하며 매번 우리의 식단에 오르는 것 중에 김치가 있으며 김치는 주재료 및 부재료의 종류와 양을 조절함으로써 김치의 기능성을 더 높일 수 있다. 부재료 중 고춧가루는 carotenoid와 비타민 C가 다량 함유되어 있지만 캡사이신의 해로운 맛의 원인이 되고^{1,4)} 마늘의 allicin은 비타민 B₁과 결합하여 활력증진 및 신경안정효과가 있고 마늘의 함유물질과 불포화지방산은 암예방 효과 및 항암효과를 가진다.¹²⁾ 갓(mustard leaf, *Brassica Juncea* Coss)은 십자화과 채소로 잎과 줄기는 갓김치의 주재료가 되며 glucosinolate를 함

분과 관련물질이 생성되어 항균 및 항암성이 있는 것으로 알려져 있다.¹³⁻¹⁶⁾

본 연구에서는 암환자들의 식생활의 기호에 맞으면서 그들의 항암치료과정에서 도움을 줄 수 있는 김치를 개발하고자 암환자들에게 설문조사를 통하여 암환자들의 기호에 맞는 김치를 제조하려 하였다. 기호도에 따라 일부 부재료를 감소, 증가 또는 첨가하여 그 기능성의 증가효과를 측정하였다. 이 실험에서는 Ames test를 이용한 항돌연변이실험과 mouse를 이용한 김치의 소핵유발 억제효과를 측정하여 암환자를 위한 김치를 제조·개발하고자 하였다.

재료 및 방법

1) 암환자에 대한 설문조사와 김치시료의 제조

암환자의 김치에 대한 선호도 조사를 2000년 1월 17일에서 31일까지 부산 동아대학병원 암센터(부산 소재) 외래를 통하여 지속적인 진료를 받고 있는 소화기계통 암환자 70명에게 설문조사를 하였다.¹⁷⁾ 암환자의 선별은 나이는 20~70세이었고 암 이외의 다른 질환이 없으며 식이에 제한이 없는 자로 하였다. 고춧가루의 첨가량과 항암효과를

Table 1. The ingredients ratio of various kinds of kimchi (g)

Ingredient	S kimchi	CP ₁ kimchi	CP ₁ -GM kimchi	CP ₂ -G kimchi	CP ₂ -M kimchi	CP ₂ -GM kimchi
Baechu cabbage	100	100	100	100	100	100
Red pepper powder	3.5	5.0	5.0	2.5	2.5	2.5
Crushed garlic	1.4	2.8	4.05	5.3	2.8	4.05
Crushed ginger	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Anchovy juice	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Sugar	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Radish	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
Green onion	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Mustard leaf		5.0	6.25	5.0	7.5	6.25
Chinese pepper		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Final salt concentration	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

S kimchi: standardized kimchi, CP₁ kimchi: cancer preventive kimchi, CP₁-GM kimchi: CP₁ kimchi+4.05% garlic+6.25% mustard leaf, CP₂-G kimchi: 2.5% red pepper powder+5.3% garlic, CP₂-M kimchi: 2.5% red pepper powder+7.5% mustard leaf, CP₂-GM kimchi: 2.5% red pepper powder+4.05% garlic+6.25% mustard leaf

유하여 숙성 중 myrosinase작용으로 여러 합황성 높이기 위하여 부재료로 첨가하기를 원하는 재료

에 관하여 질문하였고 응답을 못하거나 부실한 자료를 제외한 64명(위암 41명, 대장암 14명 그 외 소화기계통의 암 9명)의 자료를 택하였다. 설문조사의 결과¹⁵⁾ 고춧가루의 첨가량은 보통이나 소량 첨가하는 것을 선호하는 경우가 52명으로 85.2%로 높았고 항암효과를 높이기 위한 부재료의 첨가에는 다량의 마늘(18.9%), 갖(13.6%) 등의 비율이 높았기에 Table 1과 같이 김치를 제조하여 15°C에서 24시간 저장한 후 5°C에서 발효시키면서 발효기간에 따른 pH와 산도의 변화를 살펴보고 적숙기 김치(pH 4.2~4.3)를 동결건조한 후 메탄올로 추출하여 암예방 효과를 살펴보았다.

2) pH 및 산도 측정

pH는 pH meter (Corning 220, USA)로 실온에서 측정하였다. 산도는 시료 20 ml를 20배 희석하여 여기에서 10 ml를 취하여 AOAC방법¹⁸⁾으로 측정하였는데, 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 1 ml 첨가하고 0.1 N NaOH로 적정하여 분홍색을 띠는 점을 종말점으로 하였다. 적정값은 lactic acid로 환산하고 함량 %로 나타내었다.

$$\text{Lactic acid (\%)} = \frac{\text{ml of 0.1 N NaOH} \times \text{normality of NaOH} \times 100}{\text{weight of sample (g)}}$$

3) Ames mutagenicity test

돌연변이 유발물질로는 aflatoxin B₁ (AFB₁)을 Sigma Chemical Co., St. Louis, Mo. (USA)에서 구입하여 DMSO에 녹여 사용하였다. 사용 균주로는 *Salmonella typhimurium* TA100로 미국 California대학 B. N. Ames박사로부터 제공받아 실험에 사용하였다. 그리고 이 실험균주는 매 실험직전 histidine요구성, deep rough (*rfa*) 돌연변이, *uvrB* 돌연변이, R facto 등의 유전형질을 확인하여 사용하였다. 돌연변이원을 활성화시키기 위하여 Maron과 Ames의 방법¹⁹⁾에 따라 간의 microsomal효소화합물인 S9 mixture를 조제하였다. 본 실험에서 주로 이용하였던 preincubation test는 S9 mix 0.5 ml, 하룻밤 배양된 균주($1 \sim 2 \times 10^9$ cell/ml) 0.1 ml, 희석된 시료(50 μ l)와 돌연변이 유발 물질(50 μ l)을 ice

bath에 담긴 cap tube에 넣고 가볍게 vortex한 후 37°C에서 30분간 배양하였다. 45°C의 top agar 2 ml씩을 각 tube에 붓고 3초간 vortex한 후 minimal glucose agar plate에 도말하고 37°C에서 48시간 배양한 후 복귀돌연변이 숫자를 계수하였다. 한편, 실험에 사용된 시료와 돌연변이 유발물질의 농도는 예비실험(dose response 및 독성실험)을 통하여 결정하였다.²⁰⁾

4) 말초혈의 망상적혈구를 이용한 *in vivo* 소핵실험

(1) 실험동물: 본 실험에 사용한 동물은 6~7주령의 웅성 ICR계 마우스(한국화학연구소, 대전)로, 체중이 35 g 전후의 것을 사용하였으며, 사료는 표준사료(삼양사)로 사육하였다. 사육시 물과 사료는 충분한 양을 공급하였고, 동물실험실은 온도 22 \pm 1°C, 습도 55 \pm 5%를 유지하였으며, 12시간 간격으로 light-dark cycle을 조절하였다.

(2) 시료의 조제 및 투여: 양성대조군인 mitomycin C (MMC, 0.1 mg/ml)는 미국 Sigma 회사에서 구입하여 생리식염수에 용해시켜 0.1 ml/10 g body weight가 되도록 복강주사하였다. 시료는 멸균된 증류수를 사용하여 조제하였으며, 마우스 kg당, 500, 1,000 mg을 경구로 후투여하였다.

(3) Acridine orange-coated slide의 제작 및 관찰: 70°C에서 미리 가열시킨 slide glass의 중앙에 증류수에 1 mg/ml의 농도로 녹인 acridine orange 용액 10 μ l를 떨어뜨린 후 유리막대로 균일하게 도말하여 건조시킨 후 밀봉하여 사용할 때까지 상온에서 보관하였다. MMC 투여 48시간 후에 마우스의 꼬리혈관으로부터 혈액 5 μ l를 취하여 acridine orange-coated slide에 떨어뜨린 후 cover glass로 덮은 다음, 2시간 동안 4°C에 방치하여 세포와 acridine orange가 충분히 반응하게 하였다. Slide는 형광현미경(Olympus, model U-ULH, Japan)으로 400배에서 관찰하였으며 망상적혈구는 I형에서 III형까지 2,000개를 계수하고, 그 중 소핵을 지니는 망상적혈구를 계수하여 소핵유발빈도를 결정하였다.^{21,22)}

5) 통계 분석

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험자료로부터 ANOVA를 구한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계 분석하였다.²³⁾

결 과

1) 김치의 발효기간에 따른 pH 및 산도의 변화

Table 2에 보는 결과와 같이 부재료를 조절하여 첨가한 암환자를 위한 김치(CP₂ kimchi)는 표준화 김치(S kimchi)에 비하여 발효가 천천히 진행되었다. 4주 짜의 김치의 pH를 보면 표준화김치는 4.2이고 암예방김치(CP₁ kimchi)는 4.3으로 적숙기 김치의 pH인 4.2~4.3을 나타내지만 암예방김치¹⁰⁾에 마늘과 갖을 첨가한 김치(CP₁-GM kimchi)는 4.5로

서 표준화김치나 암예방김치보다 발효가 서서히 진행되고 있었다. 고춧가루 양을 2.5%로 줄이고 마늘과 갖을 첨가한 암환자를 위한 김치들(CP₂ kimchi)은 5주째가 되어서야 pH가 4.3을 기록하였다. 산도의 변화도 pH의 변화와 같이 표준화김치보다 암예방김치(CP₁ kimchi)의 산도가 천천히 증가하였으며 암예방김치에 마늘과 갖을 첨가한 김치의 산도가 가장 낮았다. 4주째의 표준화김치의 산도가 0.69인 것에 비해 암예방김치(CP₁ kimchi)는 0.60이었고 암예방김치에 마늘과 갖을 첨가한 김치(CP₁-GM kimchi)는 0.50으로 가장 낮았다.

2) 항돌연변이효과

암환자들을 위하여 암예방증진김치를 제조하고자 암환자들에게 고춧가루의 양과 김치에 들어갈

Table 2. Changes of pH and acidity in various kinds of kimchi fermented at 5°C

Fermentation period (weeks)	S kimchi	CP ₁ kimchi	CP ₁ -GM kimchi	CP ₂ -G kimchi	CP ₂ -M kimchi	CP ₂ -GM kimchi
0	5.5	5.5	5.6	5.5	5.5	5.6
1	5.2	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4
2	4.8	4.8	5.1	5.0	5.0	5.1
3	4.3	4.4	4.8	4.6	4.8	4.7
4	4.2	4.3	4.5	4.4	4.4	4.4
5	4.1	4.3	4.4	4.3	4.3	4.3
6	4.1	4.1	4.3	4.2	4.3	4.2
7	3.8	4.0	4.2	4.1	4.1	4.1
Total acidity (%)						
0	0.35	0.33	0.29	0.30	0.29	0.29
1	0.38	0.37	0.30	0.35	0.34	0.31
2	0.53	0.45	0.38	0.40	0.42	0.39
3	0.65	0.51	0.42	0.48	0.43	0.45
4	0.69	0.60	0.50	0.57	0.55	0.52
5	0.78	0.69	0.64	0.68	0.64	0.65
6	0.83	0.75	0.69	0.74	0.70	0.71
7	1.06	1.00	0.88	0.95	0.91	0.90

S kimchi: standardized kimchi, CP₁ kimchi: cancer preventive kimchi, CP₁-GM kimchi: CP₁ kimchi+4.05% garlic+6.25% mustard leaf, CP₂-G kimchi: 2.5% red pepper powder+5.3% garlic, CP₂-M kimchi: 2.5% red pepper powder+7.5% mustard leaf, CP₂-GM kimchi: 2.5% red pepper powder+4.05% garlic+6.25% mustard leaf

Table 3. Antimutagenic effect of methanol extracts from various kinds of *kimchi* against aflatoxin B₁ (AFB₁, 0.5 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Revertants/plate (level of sample, mg/plate)	
	1.25	2.5
Spontaneous	123±6	
Control (AFB ₁)	1320±23 ^a	
<i>S kimchi</i>	1084±25 ^b (20) ¹	838±19 ^b (40)
CP ₁ <i>kimchi</i>	887±17 ^c (36)	715±12 ^c (51)
CP ₁ -GM <i>kimchi</i>	551±11 ^d (64)	402±12 ^d (77)

S kimchi: standardized *kimchi*, CP₁ *kimchi*: cancer preventive *kimchi*, CP₁-GM *kimchi*: CP₁ *kimchi*+4.05% garlic+6.25% mustard leaf.

¹The values in parentheses are the inhibition rates (%).
^{a-d} Means with the different letters in the same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

부재료에 관한 설문조사를 한 결과에 따라 고춧가루 양을 5%에서 2.5%로 줄이고 부재료로 고춧가루의 줄어진 양만큼 마늘과 갖을 더 첨가한 김치의 항돌연변이효과를 Ames test를 이용하여 측정하였다.

표준화김치(*S kimchi*)의 항돌연변이 효과가 40%인 것에 비하여 암예방김치(CP₁ *kimchi*)는 51%로 높아졌으며 고춧가루 5%에 마늘과 갖을 더 첨가한 암환자를 위해 제조된 김치(CP₁-GM *kimchi*)는 77%의 높은 항돌연변이성을 보였다(p<0.05, Table 3). 고춧가루 양이 3.5%인 표준화김치보다는 고춧가루 양이 5%이며 갖과 초피를 각각 5%, 0.1% 첨가한 암예방김치의 항돌연변이효과가 높았고 암예방김치(CP₁ *kimchi*)보다는 암예방김치에 마늘과 갖을 각각 4.05%, 6.25% 첨가한 김치(CP₁-GM *kimchi*)의 항돌연변이효과가 증진되었다(p<0.05).

Table 4는 표준화김치와 고춧가루 양을 2.5%로 줄이고 마늘과 갖을 더 첨가한 암환자를 위한 김치의 항돌연변이효과를 검토한 결과이다. 암환자를 위한 김치(CP₂-G, M, GM)는 고춧가루 양을 5%에서 2.5%로 줄였음에도 불구하고 부재료로 마늘과 갖을 첨가함으로써 표준화김치보다 높은 항돌연변이 효과를 보였다(p<0.05). 고춧가

Table 4. Antimutagenic effect of methanol extracts from various kinds of *kimchi* against aflatoxin B₁ (AFB₁, 0.5 µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

Treatment	Revertants/plate (level of sample, mg/plate)	
	1.25	2.5
Spontaneous	123±6	
Control (AFB ₁)	1320±23 ^a	
<i>S kimchi</i>	1084±25 ^b (20) ¹	838±19 ^b (40)
CP ₂ -G <i>Kimchi</i>	708±13 ^c (51)	518±11 ^c (67)
CP ₂ -M <i>Kimchi</i>	458±15 ^e (72)	357±16 ^c (81)
CP ₂ -GM <i>Kimchi</i>	685±18 ^{cd} (53)	506±13 ^d (68)

S kimchi: standardized *kimchi*, CP₂-G *kimchi*: 2.5% red pepper powder+5.3% garlic, CP₂-M *kimchi*: 2.5% red pepper powder+7.5% mustard leaf, CP₂-GM *kimchi*: 2.5% red pepper powder+4.05% garlic+6.25% mustard leaf.

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

루 양을 2.5%로 줄인 암환자를 위한 김치 중에서도 고춧가루 양을 줄인 양만큼 마늘의 양을 2.5% 첨가한 김치(CP₂-G *kimchi*)는 67%의 항돌연변이효과를 보였고 갖을 2.5% 첨가한 김치(CP₂-M *kimchi*)는 81%로 가장 높은 항돌연변이효과를 보였다(p<0.05).

3) *In vivo*에서의 소핵유발억제효과

김치시료의 소핵유발 억제효과를 측정하기 전에 김치시료(메탄올추출물) 자체의 소핵시험을 수행하여 김치시료가 소핵을 유발하지 않았다.

혈액을 채취한 다음 소핵의 유발빈도를 계수한 결과 대조군의 3.73%에 비하여 김치시료를 경구 투여한 경우는 3.5%이하로 소핵유발 억제능이 컸으며 500 mg/kg에서보다 1,000 mg/kg에서 소핵유발억제능의 효과가 더 컸었다. 1,000 mg/kg의 김치시료 중에서 대조군이 3.73%인 것에 비하여 표준화 김치(*S kimchi*)는 3.2%로 대조군과는 유의적인 감소효과를 보였고 암예방김치(CP₁ *kimchi*)와 고춧가루 양을 2.5% 줄인 만큼 갖을 첨가한 김치

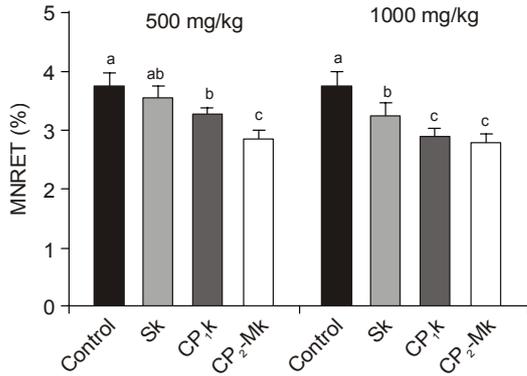


Fig. 1. Anticlastogenic effect of methanol extracts from various kimchi against MMC in mice using *in vivo* supravital staining micronucleus assay.

S kimchi: standardized kimchi, CP₁ kimchi: cancer preventive kimchi, CP₂-M kimchi: 2.5% red pepper powder+ 7.5% mustard leaf. ^{a-c}Means with the different letters surmounted on the bars are significantly different at the 0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

(CP₂-M kimchi)가 각각 2.87%, 2.75%로 유의적인 소핵유발 억제능 감소효과를 보였다(p<0.05, Fig. 1).

고찰

김치는 주재료와 부재료가 암예방 활성이 있는 채소로 여러 가지 비타민과 무기질의 공급원이며 여러 phytochemical 등이 함유되어 있고 발효 중 숫자가 크게 증가하는 유산균 등으로 인하여 항산화, 항돌연변이, 항암효과 등을 나타낸다고 알려져 있다.^{1,3-6)} 이러한 김치의 기능성을 더욱 향상시키고 암환자들이 섭취하여 치료에 도움이 되는 김치를 제조하기 위하여 암환자에게 김치에 대한 설문조사를 하였다. 환자들은 고춧가루 양을 줄이고 마늘과 갓 등의 부재료의 첨가를 선호하였다. 일반적으로 암의 발생은 여러 요인이 있지만 식이에 의한 요인으로는 짜고 매운 음식의 과다섭취라고 여겨지고 있어 고춧가루처럼 자극적인 것에 대한 거부감이 있기에 암환자들의 김치에 대한 설문조사에서도 고춧가루와 소금의 양이 보통이거나 소량을 선호한 것으로 보인다.¹⁷⁾ 그래서 본 연구에서는 특히, 고춧가루 양을 2.5%로 줄

이고 마늘과 갓을 더 첨가한 김치를 제조하였다. 김치의 발효는 표준화 김치보다 암환자를 위해 제조된 김치가 서서히 진행되었는데 표준화김치(S kimchi)는 4주 발효 후 pH가 4.2였으나 암예방 김치(CP₁ kimchi)는 4.3이었으며 고춧가루 양을 2.5% 줄이고 마늘과 갓을 첨가한 암환자를 위한 김치(CP₂-G, CP₂-M kimchi)는 5주째가 되어야 4.3이 되어 저장성이 있었다. 이것은 고춧가루, 마늘, 갓 등 부재료에 의한 항균작용이라고 생각되어진다. 김등¹⁰⁾의 연구에서도 고춧가루, 마늘, 초피 등의 첨가량을 증가시킬수록 발효가 서서히 진행되었다고 하였다. 초피는 항균 작용이 뛰어나며 하²⁴⁾의 연구에서는 초피의 첨가량에 따라 김치의 발효양상을 관찰하였는데 초피첨가량이 많을수록 발효가 서서히 진행되었다고 하였다. 부재료의 첨가는 암예방뿐만 아니라 김치의 발효 지연 즉, 보존성 증진에도 영향을 끼치는 것으로 보인다.

표준화김치(S kimchi)가 40%의 항돌연변이효과를 나타내는 것에 비해 본 실험실에서 개발된 암예방김치(CP₁ kimchi)가 51%의 항돌연변이효과를 나타내었는데 이것은 암예방김치는 고춧가루 함량이 5%로 표준화김치의 고춧가루함량인 3.5%보다 많았고 갓과 초피가 각각 5%, 0.1% 첨가되어 있기 때문이라고 생각되어진다. 박등²⁵⁾의 연구에서도 고춧가루의 함량이 높은 김치가 고춧가루 속의 카로테노이드류, 비타민 C 등의 항산화 및 항돌연변이 물질로 인하여 항돌연변이활성이 높았다고 하였다.

고춧가루 양을 2.5%로 줄이고 부재료로 마늘과 갓을 첨가한 암환자를 위한 김치는 고춧가루 양을 2.5%로 줄였음에도 불구하고 표준화김치보다 높은 항돌연변이 효과를 보였으며 암환자를 위한 김치 중 고춧가루 양을 줄인 만큼 갓을 첨가한 김치(CP₂-M kimchi)가 81%의 높은 항돌연변이효과를 보였다. 갓에는 여러 가지의 함유성분, 카로테노이드, 클로로필 등이 존재하며¹³⁾ 이들 성분이 항균 작용, 항산화작용, 항돌연변이 및 항암작용을 나타내기에 갓을 첨가한 김치(CP₂-M kimchi)의 항돌연변이 활성이 컸었다고 생각되어진다. 마늘의 첨가량을 증가시킨 김치(CP₂-G kimchi)도 표준화김치(S kimchi)보다 항돌연변이 효과가 67%로 높았으며 마늘이 AFB₁과 MNNG의 돌연변이 유

발성을 억제하며 AFB₁에 대해서 마늘의 농도가 증가할수록 항돌연변이 활성이 증가한다는 보고와 일치하였다.^{12,25)}

소핵은 유핵의 적혈구 모세포로부터 무핵의 성숙 적혈구가 분화되는 과정에서 자연발생적으로 또는 clastogen에 의해 염색체의 절단이나 세포분열의 기작이상으로 형성된 염색체 조각이나 염색체가 세포분열의 telophase시기에 양극으로 끌려가지 못함으로 인해 형성된다. 소핵유발 억제효과를 측정할 실험에서 마우스의 혈액을 꼬리에서 채취한 뒤 소핵의 유발빈도를 계수한 결과 500 mg/kg 농도에서보다 1,000 mg/kg 농도에서 소핵유발억제능의 효과가 컸고 갖을 첨가한 김치(CP₂-M kimchi)가 가장 높은 소핵유발억제 효과를 보였다(p<0.05). 이것은 표준화김치보다 마늘과 갖 등의 부재료를 첨가한 김치가 높은 항돌연변이성을 보인 것과 관련이 있다고 생각되어진다. 정²⁶⁾의 연구에서도 유기배추김치의 경우는 MMC 투여 후 3시간 경과 시 경구투여한 후처리군에서 최고용량인 1,000 mg/kg 군에서 유의성 있게 소핵유발 억제효과를 나타내었다. 그리고 부추김치의 경우는 3시간 전처리군의 1,000 mg/kg과 500 mg/kg의 경구 투여 시 유의성 있게 MMC의 소핵유도를 억제하는 것으로 나타났고, 500 mg/kg의 투여군이 현저한 소핵유발능이 억제되었다고 보고하였다.

암환자를 위한 김치의 경우는 맛의 유지와 함께 암환자에게 거부감이 없으며 항돌연변이 및 항암기능성이 높은 제품을 개발하는 것이 필요하다. 암환자들은 고춧가루 양이 적거나 보통인 것을 선호하고 부재료로 갖과 마늘을 첨가하는 것을 선호하였기에 그에 따라 고춧가루함량을 낮추고 항암효과가 있는 갖과 마늘을 더 첨가한 김치를 제조하였으며 이렇게 제조된 김치는 항돌연변이활성 및 소핵유발억제능이 높아 암환자를 위한 암예방김치로 개발할 수 있을 것으로 보인다.

결 론

암환자를 위한 김치를 제조하기 위해 암환자에게 설문조사를 하여 고춧가루양을 줄이고 부재료로 마늘과 갖을 첨가한 암환자를 위한 김치를 제

조하였다. 암환자를 위한 김치는 표준화 김치보다 발효가 서서히 진행되어 저장성을 증진시키는 효과가 있었다. 김치의 항돌연변이효과실험에서 표준화김치(S kimchi)보다 기존의 암예방김치(CP₁ kimchi)가 51%로 항돌연변이 효과가 높았는데 고춧가루 양을 줄이고 갖을 첨가한 암환자용 김치(CP₂-M kimchi)가 81%의 가장 높은 항돌연변이 효과를 보였다. In vivo 소핵실험에서도 김치시료가 500 mg/kg의 저농도였을 때보다 1,000 mg/kg로 고농도였을 때 소핵유발억제효과가 높았으며 갖을 첨가한 김치(CP₂-M kimchi)의 소핵유발 억제효과가 표준화김치(S kimchi)보다 높았다. 결국, 김치에 첨가할 수 있는 부재료의 종류와 양을 조절함으로써 김치의 암예방 및 항암 기능성을 더욱 증진시킬 수 있으며 암예방 및 항암 활성뿐만 아니라 암환자들의 맛과 기호에 맞는 환자용 김치의 개발 등은 연구가 더 필요하다고 생각되어진다.

감사의 글

이 연구는 농림부의 농림수산특정연구사업의 연구결과에 의한 것으로 연구지원에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. 박건영. 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항암효과. 한국영양식량학회지 1995; 24: 169-182.
2. 박건영, 최홍식. 김치와 니트로소아민. 한국영양식량학회지 1992; 21: 109-116.
3. Park KY, Choi HS. Antimutagenic and anticancer effects of lactic acid bacteria isolated from kimchi. Proc. Int'l Symp. Microorganisms and Health 2000; 4: 28-29.
4. Hur YM, Kim SH, Park KY. Inhibition effects of kimchi extracts on the growth and DNA synthesis of human cancer cells. J Food Sci Nutr 1999; 4: 107-112.
5. 박건영, 이경임, 이숙희. 녹황색 채소류의 돌연변이 유발억제 및 AZ-521 위암세포 성장저해효과. 한국영양식량학회지 1992; 21: 149-153.
6. 손태진, 김소희, 박건영. 김치에서 분리한 유산균의 항돌연변이 효과. 대한암예방학회지 1998; 3: 65-74.
7. Kato I, Kobayashi S, Yokokura T, Mutai M. Antitumor activity of *Lactobacillus casei* in mice. Gann

- 1991; 72: 517-523.
8. Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 1992; 40: 2379-2383.
 9. Hur YM, Kim SH, Choi SW, Park KY. Inhibition of tumor formation and changes in hepatic enzyme activities by kimchi extracts in sarcoma-180 cell transplanted mice. *J Food Sci Nutr* 2000; 5: 48-53.
 10. Kim JY, RHee SH, Park KY. Enhancement of anti-cancer activities of kimchi by manipulating ingredients. *J Food Sci Nutr* 2000; 5: 126-130.
 11. Kim KH, Kim SH, RHee SH, Park KY. Effect of kimchi extracts on interleukin-2 production and natural killer cell activity in mice. *J. Food Sci. Nutr* 1998; 3: 282-286.
 12. Kim SH, Park KY, Suh MJ, Chung HY. Effect of garlic (*Allium sativum*) on glutathione S-transferase activity and the level of glutathione in the mouse liver. *J Korean Soc Food Nutr* 1994; 23: 436-442.
 13. Cho YS, Park SK, Chun SS, Moon JS, Ha BS. Proximate sugar and amino acid compositions of Dolsan leaf mustard. *J Korean Soc Food Nutr* 1993; 22: 48-52.
 14. Park SK, Cho YS, Park JR, Moon JS, Lee YS. Changes in the contents of sugar, organic acid, free amino acid and nutric acid-related compounds during fermentation of leaf mustard. *J Korean Soc Food Nutr* 1995; 24: 48-53.
 15. Kim SJ, Park KH. Retardation of kimchi fermentation by extracts of allium tuberosum and growth inhibition of related microorganisms. *Korean J Food Sci Technol* 1995; 27: 813-818.
 16. 한용봉, 김미라, 한병훈, 한용남. 갓과 겨자의 항산화 활성 성분에 관한 연구. *생약학회지* 1987; 18: 41-49.
 17. 김선효. 김치에 대한 암환자의 기호도 조사 및 항암 기능성 김치개발. 부산대학교 석사학위논문 2002.
 18. AOAC. Official Method of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 1990.
 19. Maron DM, Ames BN. Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat Res* 1983; 113: 1783.
 20. Ames BN, McGann J, Yamasaki E. Method detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella*/mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutat Res* 1975; 31: 347-364.
 21. Hayashi M, Tice RR, MacGregor D, Anderson DH, Blakey M, Kirsh-Volder FB, Oleson Jr F Pacchierotti, Romagna F, Shimada H, Sutou S, Vannier B. *In vivo* rodent erythrocyte micronucleus assay. *Mutat Res* 1994; 312: 293-304.
 22. Hayashi M, Morita T, Kodama Y, Sofuni T, Ishidate M Jr. The micronucleus assay with mouse peripheral blood reticulocytes using acridine orange-coated slides. *Mutat Res* 1990; 245: 245-249.
 23. Steel RG, Torrie JH, Principles and procedure of statistics, Tokyo, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., 1980; p 96.
 24. 하정옥. 기능성 및 저염 김치개발과 소금의 생리적 특성 연구. 부산대학교 박사학위논문 1998.
 25. 박진영, 조은주, 이숙희. 부재료 첨가 배추김치의 항돌연변이 및 항암성 증진효과. *한국식품영양과학회지* 1998; 27: 625-632.
 26. 정근옥. 김치의 암예방 증진효과와 소금 및 젓갈의 안전성 연구. 부산대학교 박사학위논문 2000.