

## 파쇄김치의 발효중 조건에 따른 항돌연변이 활성변화

김순동·우철주\*·이창호\*·김미경·김일두  
대구가톨릭대학교 식품공학과, \*경북대학교 식품공학과

### Changes in Antimutagenic Activities of Crushed Kimchi during Fermentation at Different Conditions

Soon-Dong Kim, Cheol-Joo Woo\*, Chang-Ho Rhee\*, Mee-Kyung Kim and Il-Du Kim

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu  
\*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

#### Abstract

Antimutagenic activity of crushed kimchi fermented with starter under various conditions such as temperature(5-20°C), salt concentration(2-10%), addition rate of starter (0-20%) was investigated. The kimchi was fermented with crushed Chinese cabbage without salting, red pepper powder, crushed garlic, crushed ginger, anchovy juice and starter. Well fermented kimchi juice(fermented at 10°C for 15 days) and sterilized radish juice was used as a source of lactic acid bacteria and starter medium, respectively. Antimutagenic activity showed the highest in the crushed kimchi fermented at 15°C for 15 days, 4% salt concentration, 5% starter added, respectively. The inhibition rate of mutagenic activity of the kimchi against *S. typhimurium* TA98 induced by NQO and *S. typhimurium* TA100 induced by MNNG was 56.41% and 60.11%, respectively. And the inhibition rate of the kimchi juice showed 56-60% per 100 $\mu$ l.

**Key words** : crushed kimchi, fermentation conditions, antimutagenic activity

#### 서론

김치는 독특한 맛을 지닌 우리 나라 고유의 전통식품으로 한국인의 식생활에 있어서 중요한 위치를 차지할 뿐만 아니라 점차 세계적인 식품으로 인식되고 있다. 특히, 배추김치는 배추를 주재료로 하여 소금에 절인 후 양념과 혼합하여 발효시킨 것으로 발효 중에 번식하는 다양한 젖산균과 김치 재료로부터 유리되는 저분자의 식이성 섬유(1), 발효로부터 생성되는 유기산과 아미노산 및 비타민류는 김치의 주요 기능을 가지게 하는 근원이 된다(2). 특히,  $\beta$ -carotene(3,4)과 vitamin

C(5,6), 식이성 섬유(7) 및 젖산균(8)이 항암성을 나타낸다는 사실이 밝혀져 김치가 항암성을 나타낼 수 있는 가능성이 제시되었으며 실제적 연구에서도 항암성과 항돌연변이성이 높다는 사실이 증명되었다(9-10). 김치의 항암효과는 김치 담금 재료로부터 유래하는 효과와 발효를 통하여 나타나는 효과로 구분 할 수 있다. 김치의 주재료인 배추에는 건물당 약 20% 내외의 단백질과 20% 내외의 섬유질이 함유되어 있으며(1,11), 발효중에 증식하는 균체단백질도 상당량 함유하고 있다. 젖산균이 생산하는 단백질의 일종인 bacteriocin(12-17) 및 젖산균 자체가 가지는 항돌연변이 효과(18-20) 및 항암효과(2, 21-23) 등의 결과로 미루어 볼 때 김치의 숙성조건은 이러한 효과에 큰 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단된다. 한편, 종래의 김치 제조는 배추, 무 등 주재료는 일정한 형태로 유지시키며, 부재료는 형태가

Corresponding author : Soon-Dong Kim, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu, Kyunsan 712-702, Korea  
E-mail : kimsd@cuth.cataegu.ac.kr

없이 파쇄 또는 다진 후 혼합하여 발효시키는 방법을 이용하였다. 그러나 최근, 다양한 식품에 김치를 혼합하는 새로운 제품들이 출현함에 따라 김치 파쇄물의 수요가 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 파쇄된 재료를 이용하여 제조된 김치의 발효조건에 따른 항돌연변이 활성 변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

배추(*Brassica campestris* var. *pekenensis* cv. Galacsin No. 1)는 평균중량이 3kg 내외의 것을 사용하였으며 고춧가루, 마늘, 생강 및 밀치액젓(하선정 식품)은 아진 종합식품(주)에서 제공받았다.

### 김치의 제조와 발효

김치의 제조는 배추를 소금에 절이지 않은 채 가정 믹서(성광전자 주식회사, SJM-557L)를 사용하여 파쇄한 후 Table 1의 재료 구성비와 같이 혼합하여 500ml들이 삼각플라스크에 담아 온도별로는 염도를 3%로 고정하여 5, 10, 15, 20 및 25℃에서 숙성시키면서 발효기간 별로 항돌연변이 효과를 측정하였다. 여기서 항돌연변이 효과가 가장 우수한 온도(10℃)를 고정하여 염도별(2, 4, 6, 8, 10%, w/v) 실험을 행하였다. 다음에 온도 10℃와 염도 4%를 고정된 후 starter 첨가농도별(0, 5, 10, 15, 20%, v/v) 실험을 행하였으며, 최종적으로 선별된 온도(10℃), 염도(4%), starter 첨가비율(5%)로 김치를 담구어 발효일수별(1, 5, 15, 30일)로 항돌연변이 활성을 측정하였다.

### Starter 배양

김치에 첨가할 starter 배양은 10% 소금물로 20시간 절인 배추를 사용하여 Table 1과 같은 재료혼합비로 김치를 담아 10℃에서 12일간 숙성시킨 후 얻어진 국물(pH 4.3, 산도 0.85%, 소금농도 3%)을 김치의 젖산균원으로 사용하였으며 이 액을 미리 준비한 무즙배지(23)에 10% 되게 첨가하여 15℃에서 7일간 배양하여 starter로 사용하였다. Starter 내의 젖산균수는  $3.2 \times 10^8$  CFU/ml 이었으며, 젖산균 비율은 97.3%이었다.

### 측정용 김치시료

숙성 조건별 측정용 시료의 조제는 파쇄김치를 5,000g에서 냉동 원심분리하여 얻은 액을 사용하였다.

Table 1. Ingredients and compositions of one vessel of kimchi

Compositions(g)	Ingredients						
	CCC <sup>1)</sup>	Ginger	Garlic	FAJ <sup>2)</sup>	RPP <sup>3)</sup>	Salt	Starter <sup>4)</sup>
	300	1.56	7.20	17.52	17.52	0~30	0~60

<sup>1)</sup>CCC : crushed Chinese cabbage.

<sup>2)</sup>FAJ : fermented anchovy juice.

<sup>3)</sup>RPP : red pepper powder.

<sup>4)</sup>Starter was used the radish juice(pH 4.3, titratable acidity 0.85%, salt concentration 3%) from well fermented at 10℃ for 12 days.

### 균주 및 돌연변이 유발물질

Point mutant인 *Salmonella typhimurium* TA100(hisG46, *rfa*,  $\Delta$ uvrB)과 frame shift mutant인 *S. typhimurium* TA98(hisD3052, *rfa*,  $\Delta$ uvrB)은 *Salmonella typhimurium* LT-2의 histidine auxotroph를 사용하였으며, 정기적으로 histidine 요구성, deep rough(*rfa*) 돌연변이, *uvrB* 돌연변이, R factor 등의 유전 형질을 확인하면서 실험에 사용하였다. 돌연변이 유발물질인 MNNG(N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine)와 NQO(4-nitroquinoline-1-oxide)는 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였으며, MNNG는 증류수에 NQO는 DMSO(dimethylsulfoxide)에 용해하여 실험에 사용하였다.

### 시료의 독성 실험 및 돌연변이 유발물질의 농도 결정

시료의 균주에 대한 독성 유무를 살펴보기 위해서 실험에 사용하기 전에 독성 실험을 행하였으며, 독성이 나타나지 않는 범위 내에서 시료의 농도를 결정하였다. 돌연변이 유발물질인 MNNG와 NQO의 농도는 농도 결정실험을 행한 후, *S. typhimurium* TA100인 경우에는 MNNG를 plate당 5 $\mu$ g을, *S. typhimurium* TA98의 경우에는 NQO를 plate당 0.25 $\mu$ g을 사용하였다.

### 항돌연변이 효과 실험

시료의 돌연변이 및 항돌연변이 효과는 Ames test를 개량한 preincubation 방법(24-26)에 의하여 측정하였다. 즉, 건열살균한 glass cap tube에 일정농도의 시료와 변이원 50 $\mu$ l를 첨가한 다음 영양배지에서 16시간 배양시킨 *S. typhimurium* TA98과 *S. typhimurium* TA100 배양액 100 $\mu$ l 및 0.2M sodium phosphate buffer(pH 7.0) 0.5ml 첨가하였다. 다음에 37℃에서 30분간 preincubation 한 후 histidine/biotin을 함유하는 top agar(45℃) 3ml를 혼합, 미리 준비한 minimal glucose agar 배지에 증충하여 평판 고화시킨 다음 37℃에서 48시간 동안 배양하였다. 시료의 항돌연변이 효과는 상기의 고체배지에서

생육하는 His<sup>+</sup> 복귀 돌연변이 colony를 계수하여 His<sup>+</sup> 복귀돌연변이 저해율을 산출하였다.

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

- a: 변이원에 의해 유도된 His<sup>+</sup> 복귀 돌연변이 colony 수
- b: 변이원과 시료 처리시 유도된 His<sup>+</sup> 복귀 돌연변이 colony 수
- c: 변이원과 시료 무처리시 유도된 His<sup>+</sup> 복귀 돌연변이 colony 수

시료의 돌연변이 효과는 변이원을 첨가하지 않고 시료만을 첨가하여 상기의 항돌연변이 효과 실험과 같은 방법으로 행하였다. 돌연변이 효과는 시료에 의한 His<sup>+</sup> 복귀 돌연변이율로서 무처리시 유도된 His<sup>+</sup> 복귀 돌연변이 colony 수(자연 복귀 돌연변이 colony 수)에 대한 시료 처리시 유도된 His<sup>+</sup> 복귀 돌연변이 colony 수의 %로 나타내었다. 시료의 돌연변이 효과 및 항돌연변이 효과 실험은 3구 3회 반복으로 실험하여 평균값으로 나타내었다.

### 결과 및 고찰

#### 숙성온도의 영향

온도별로 숙성시킨 파쇄김치 원심분리 상정액의 균주 *S. typhimurium* TA98와 변이원 NQO에 대한 항돌연변이 활성(돌연변이 저해율)을 조사한 결과는 Fig. 1의 좌측그림과 같다. 저해율은 20~25°C의 높은 숙성온도에서는 숙성 10일째 32~33%로 높았다가 점차적으로 낮아져 숙성 30일째는 26~28%로 감소되었다. 그러나 숙성 10°C와 15°C에서는 10일째까지는 20~25°C에서 숙성시킨 경우에 비하여 낮았으나 15일째는 각각 37%와 35%로 높았다. 이 경우도 숙성일수의 경과에 따라 다소 감소하는 경향을 보였으며 숙성 30일째는 각각 34% 및 32%를 나타내었다. 5°C에서 숙성시킨 경우는 숙성 10일째까지는 온도별 실험중에서 가장 낮은 값을 보였으며 15일 이후의 저해활성은 10>15>5>20>25°C 순이었다. 균주 *S. typhimurium* TA100과 변이원 MNNG에 대한 항 돌연변이 활성(돌연변이 저해율)을 조사한 결과는 Fig. 1의 우측그림과 같다. 이 경우는 숙성 10일째까지는 20>25>15, 10>5°C 순의 저해율을 나타내었으나 숙성 15일째 이후는 10>15>5>20>25°C 순으로 나타났다. 따라서 항돌연변이 활성이 가장 높게 나타난 숙성 온도는 10°C에서 15일간 숙성시킨 김치로서 37-44%의 저해활성을 나타내었다. 이러한 결과는 일반김치의

경우 4°C의 저온에서 숙성시킨 경우에 항돌연변이 활성이 높게 나타난 결과들과 상이하며, 이는 김치내 젖산균의 생육(27) 및 항돌연변이 활성이 높은 것으로 알려진 hetero 젖산균(28)의 생육과 관련이 있는 것으로 판단된다. 또 *S. typhimurium* TA98과 *S. typhimurium* TA100 균주 사이에 항돌연변이 효과의 차이는 두 균주간의 유전적인 형질 차이 때문인 것으로 사료된다.

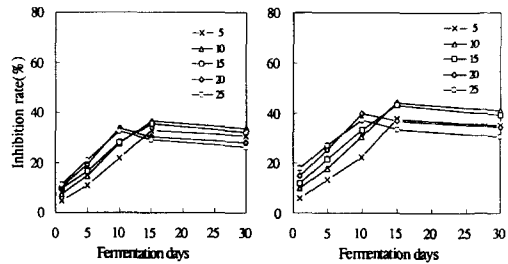


Fig. 1. Effect of fermentation temperature (°C) on the antimutagenic activity of macerated kimchi against NQO (4-nitroquinoline-1-oxide) of *S. typhimurium* TA-98(left), and against MNNG (N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine) of *S. typhimurium* TA-100(right). Values are means of at least three trials that were performed in triplicate. Antimutagenic activity of the macerated kimchi supernatant (50 μL/plate) against mutagens at a concentration of 5 μg/plate were determined by the method of Maron and Ames (24). All values are significantly different from the control at the p<0.05%.

#### 소금 농도의 영향

온도별 실험에서 효과가 높은 10°C에서 소금 농도별 (2, 4, 6, 8, 10%)에 따른 파쇄김치의 숙성기간별로 균주 *S. typhimurium* TA98와 변이원 NQO에 대한 돌연변이 저해율을 조사한 결과는 Fig. 2의 좌측 그림과 같다. 각 처리구 다같이 숙성 15일째까지는 저해율이 증가하였다가 그 이후는 감소하는 경향을 나타내었다. 저해활성이 가장 높게 나타난 숙성15일째 염도별 결과는 염도 2%에서의 저해율은 35%, 염도 4~6%에서는 42%, 8%에서는 40%, 10%에서는 35%로 염도 4%까지는 염도의 증가에 따라 저해활성이 증가하였으나 그 이상의 염도에서는 염도의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. 염도별 균주 *S. typhimurium* TA100과 변이원 MNNG에 대한 경우(Fig. 2의 우측그림)도 *S. typhimurium* TA98의 결과와 비슷한 경향을 보였으나 이 경우에는 *S. typhimurium* TA98의 경우보다 저해율이 염도 2~4%에서는 4%, 염도 6~10%에서는 1~2%가 각각 높게 나타났다. 이같이 염도가 2%로 낮거나 10%로 높아질 경우 저해율 감소현상은 젖산균의 생육과 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되는데 염도가

낮을 경우 김치에 존재하는 총미생물에 대한 젖산균 비율이 감소하며(29), 염도가 높을 경우는 젖산균의 생육이 억제되는데 기인하는 것으로 보인다.

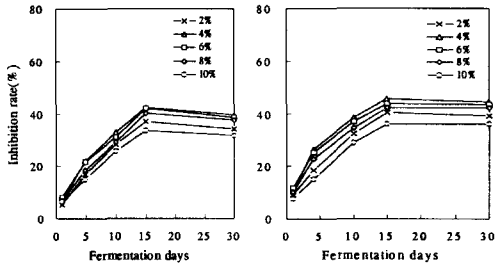


Fig. 2. Effect of NaCl concentration (%) on the antimutagenic activity of macerated kimchi against NQO (4-nitroquinoline-1-oxide) of *S. typhimurium* TA-98(left), and against MNNG (N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine) of *S. typhimurium* TA-100(right). Values are means of at least three trials that were performed in triplicate. Antimutagenic activity of the macerated kimchi supernatant (50  $\mu$ L/plate) against mutagens at a concentration of 5  $\mu$ g/plate were determined by the method of Maron and Ames (24). All values are significantly different from the control at the  $p < 0.05\%$ .

Starter 첨가의 영향

염도 4%, 발효온도 10 $^{\circ}$ C의 조건으로 starter 첨가비에 따른 파쇄김치의 숙성에 따른 돌연변이 저해율의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 그 결과 starter의 첨가량이 15% 이상으로 많아질 경우 저해율의 최대값을 나타낸 숙성일이 10일째로서 0~10% 첨가한 경우 15일째 가장 높은 저해율을 보인 것보다 5일정도 단축되었다. *S. typhimurium* TA98과 변이원 NQO를 사용하였을 때 가장 높은 값을 보였을 때의 저해율(좌측그림)은 starter 무첨가에서는 41%, 5 및 10% 첨가한 경우는 47%, 15%첨가한 경우는 44%, 20% 첨가한 경우는 40%로 5~10% 첨가함으로써 저해율이 향상되었다. *S. typhimurium* TA100과 변이원 MNNG를 사용하였을 경우는 *S. typhimurium* TA98의 경우보다 2~6%의 높은 저해율을 보인 외에는 동일한 경향을 나타내었다. Starter 첨가량의 증가에 따라 저해율의 최대값을 나타내는 일수가 단축되는 현상은 첨가된 젖산균수가 많아짐에 따른 현상이라 판단되며, 무첨가에 비하여 5% 첨가구에서 저해율이 높고, 10% 이상으로 첨가한 경우에는 첨가비율이 높아질수록 저해율이 낮아지는 현상은 접종균수가 많아짐에 따라 최대 균수가 낮아지는 실험결과와 관련(30)이 있는 것으로 생각되나 김치 제조시 젖산균 starter를 첨가하여 이화학적 특성 변화를 조사한 결과(31-35)는 있으나 starter 첨가김치 관련자료가

부족하여 이에 관한 정확한 해석은 어려운 것으로 판단된다.

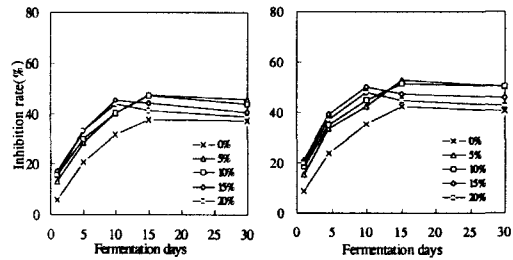


Fig. 3. Effect of starter concentration (%) on the antimutagenic activity of macerated kimchi against NQO (4-nitroquinoline-1-oxide) of *S. typhimurium* TA-98(left), and against MNNG (N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine) of *S. typhimurium* TA-100(right). Values are means of at least three trials that were performed in triplicate. Antimutagenic activity of the macerated kimchi supernatant (50  $\mu$ L/plate) against mutagens at a concentration of 5  $\mu$ g/plate were determined by the method of Maron and Ames (24). All values are significantly different from the control at the  $p < 0.05\%$ .

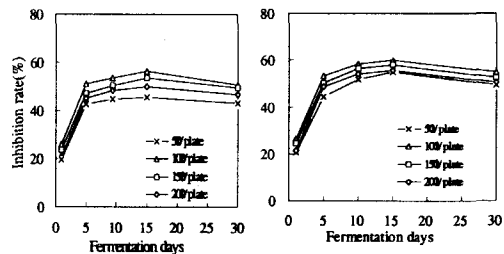


Fig. 4. Effect of dose ( $\mu$ L/plate) on the antimutagenic activity of macerated kimchi against NQO (4-nitroquinoline-1-oxide) of *S. typhimurium* TA-98(left), and against MNNG (N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine) of *S. typhimurium* TA-100(right). Values are means of at least three trials that were performed in triplicate. Antimutagenic activity of the macerated kimchi supernatant (50~200  $\mu$ L/plate) against mutagens at a concentration of 5  $\mu$ g/plate were determined by the method of Maron and Ames (24). All values are significantly different from the control at the  $p < 0.05\%$ .

김치액 첨가량의 영향

숙성온도 10 $^{\circ}$ C, 염도 4%, starter 첨가를 5%의 조건으로 숙성시킨 파쇄김치의 숙성기간별 원심분리 상정액의 첨가량을 plate당 50, 100, 150 및 200 $\mu$ L로 하였을 때의 돌연변이 저해율을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 그 결과 숙성 일수별로는 숙성 15일째 가장 높은 저해율을 나타내었다. 저해율의 최대값을 나타내는 숙성 15일째의 값은 균주 *S. typhimurium* TA98과 변이원 NQO를 사용한 경우(Fig. 4의 좌측그림)와 균주 *S.*

*typhimurium* TA100과 변이원 MNNG를 사용한 경우의 저해율은 두 균주 다같이 plate당 첨가량이  $100\mu\text{l} > 150\mu\text{l} > 200\mu\text{l} > 50\mu\text{l}$  순으로  $100\mu\text{l}/\text{plate}$  첨가에서 56-60%로 가장 높았다. 따라서 각 숙성 기간별 돌연변이 저해활성은 농도 의존성이 없는 것으로 사료된다.

## 요 약

파쇄김치의 숙성조건에 따른 항돌연변성을 검토하기 위하여 숙성온도별(5, 10, 15, 20, 25°C), 염도별(2, 4, 6, 8, 10%), starter 첨가량별(0, 5, 10, 15, 20%) 및 김치액의 농도별(50, 100, 150,  $200\mu\text{l}/\text{plate}$ )로 숙성기간에 따른 균주 *S. typhimurium* TA98과 변이원 NQO 및 균주 *S. typhimurium* TA100과 변이원 MNNG를 사용한 돌연변이 저해율을 조사하였다. 파쇄김치의 돌연변이 저해율은 숙성 15일까지 증가하였으며 그 이후는 감소하였다. 저해활성이 가장 높은 숙성일에서의 처리별 저해율은 다음과 같다. 15일째의 숙성온도별 저해활성은  $10 > 15 > 5 > 20 > 25^\circ\text{C}$  순으로  $10^\circ\text{C}$ 에서 37~44%로 가장 높았다.  $10^\circ\text{C}$ 에서 염도별로 숙성시킨 파쇄김치의 저해율은  $4 > 6 > 2 > 8 > 10\%$  순으로 4%에서 42~46%로 가장 높았다. 숙성온도  $10^\circ\text{C}$ , 염도 4%의 조건으로 starter 첨가 농도에 따른 돌연변이 저해율은  $5 > 10 > 15 > 20 > 0\%$  순으로 5%첨가에서 47~53%로 가장 높았다. 숙성온도  $10^\circ\text{C}$ , 소금농도 4%, starter 첨가량 5%의 조건으로 숙성시킨 파쇄김치의 돌연변이 저해율은  $100\mu\text{l}/\text{plate}$  첨가시에 56~60%로 가장 높았다.

## 감사의 말

본 연구의 일부는 과학기술부 한국과학재단 지정 대구대학교 농산물 저장·가공 및 산업화 연구센터의 지원에 의한 것입니다.

## 참고문헌

1. Park, K.Y., Ha, J.O. and Rhee, S.H. (1996) A study on the contents of dietary fibers and crude fiber in kimchi ingredients and kimchi. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 25, 69-75
2. Park, K.Y., Cho, E.J. and Rhee, S.H. (1998) Increased antimutagenic and anticancer activities of chinese cabbage kimchi by changing kinds and levels

- of subingredient. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 625-632
3. Peto, R., Doll, R. Buckley, J.D. and Sporn, M.B. (1981) Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rates. *Nature*. 290, 201-206
4. Wolf, G. (1982) Is dietary  $\beta$ -carotene an anticancer agent. *Nutrition Rev.*, 40, 257-266
5. Hirayama, T. (1986) Nutrition and cancer -A large scale cohort study-, In "Genetic toxicology of the diet", Knudsen, I.(ed) Alan R. Liss, Inc. New York. 299-305
6. Carmeron, E., Pauling, L. and Leibovitz, B. (1979) Ascorbic acid and cancer : A review. *Cancer Res.*, 39, 663-668
7. Gordon, D.T. (1989) Funtional properties vs physiological action of total dietary fiber. *Creal Food World*, 34, 517-520
8. Adachi, S. (1992) Lactic acid bacteria and the control of tumors, In the lactic acid bacteria Vol 1 : The lactic acid bacteria in health & disease. Ed. Wood B.J.B. Elsevier Applied Science. London. U.K. 233-247
9. Park, K.Y., Baek, K.A., Rhee, S.H. and Cheigh, H.S. (1995) Antimutagenic effect of kimchi. *Foods and Biotechnology*, 4, 141-145
10. Kweon, Y.M., Rhee, S.H. and Park, K.Y. (1995) Antimutagenic effects of juices from the peppers in Salmonella assay system. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24, 440-445
11. Park, K.Y. and Cheigh, H.S. (1992) kimchi and nitrosamine. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 25, 109-116
12. Yoo, J.Y., Lee, I.S., Chung, K.S. and Nam, Y.J. (1991) Isolation and properties of bacteriocin-producing microorganisms. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 19, 8-13
13. Choi, S.Y., Lee, S.H., Lee, I.S., Yoo, J.Y., Chung, K.S. and Koo, Y.J. (1991) Purification and properties of bacteriocin produced by *Lactococcus* sp. 1112-1. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 19, 209-214
14. Cho, J.S., Jung, S.J., Kim, Y.M. and Chun, U.H. (1994) Detection of the bacteriocin form Lactic acid bacteria involved in kimchi fermentation. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 22, 700-705
15. Park, Y.H. and Song, H.J. (1991) Antimicrobial activity of *Lactobacillus plantarum* Lp2 isolated from kimchi. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 19, 637-643
16. Kim, S.K., Lee, S.J., Baek, Y.J. and Park, Y.H.

- (1994) Mode of action of bacteriocin produced by *Lactococcus* sp. HY 449 against *Lactobacillus fermentum* IFO 3023. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **22**, 266-270
17. Lee, J.H. and Chang, H.I. (1994) Characteristics of the bacteriocin produced from *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **22**, 7-12
18. Son, T.J., Kim, S.H. and Park, K.Y. (1998) Antimutagenic activities of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *J. Kor. Association Cancer Prevention.*, **3**, 65-74
19. Rhee, C.H., Woo, C.J. and Park, H.D. (1998) Effects of culture conditions on the antimutagenic activity of *Lactobacillus plantarum* KLAB21 against 4-Nitro-O-Phenylenediamine. *Kor. J. Postharvest Sci. Technol.*, **5**, 386-391
20. Rhee, C.H., and Park, H.D. (1999) Isolation and characterization of lactic acid bacteria producing antimutagenic substance from Korean kimchi. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **27**, 15-22
21. Kim, K.T., Bae, H.S., Baek, Y.J. and Lee, H.H. (1994) Antitumor activity of *Bifidobacterium adolescentis* ATCC-15703 against Sarcoma 180 in mice. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **22**, 322-328
22. Bae, H.S., Baek, Y.J. and Yoon, Y.H. (1993) Antitumor activity of *Lactobacillus casei* against Sarcoma 180 and Lewis Lung Carcinoma in mice. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **21**, 247-255
23. Kim, S.D., Kim, M.K. and Ku, Y.S. (1999) Effect of different salt concentration and temperatures on the lactic acid fermentation of radish juice. *Kor. J. Food Sci. Nutr.*, **4**, 236-240
24. Maron, D.M. and Ames, B.N. (1983) Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat Res.*, **113**, 173-219
25. Yahagi, T., Degawa, M., Seino, Y., Matsushima, T., Nagao, M., Sugimura, T. and Hashimoto, Y. (1975) Mutagenicity of carcinogenic azo dyes and their derivatives. *Cancer Lett.*, **1**, 91-98
26. Yahagi, T., Nagao, M., Seino, Y., Matsushima, T., Sugimura, T. and Okada, M. (1977) Mutagenicities of N-nitrosamines on *Salmonella*. *Mutat. Res.*, **48**, 121-126
27. Cho, J., Rhee, H.S. (1991) Effect of lactic acid bacteria and temperature on kimchi fermentation. *Korean J. Soc. Food Soc.*, **7**, 15-25
28. Son, T.J., Kim, S.H., Park, K.Y. (1998) Antimutagenic activities of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *J. Kor. Association of Cancer Prevention.*, **3**, 65-74
29. Oh, J.Y., Hahn, Y.S. and Kim, Y.J. (1999) Microbiological characteristics of low salt Mul-kimchi. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **31**, 502-508
30. Lee, S.H. and Kim, S.D. (1990) Effect of starter on the fermentation of kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **23**, 1187-1190
31. Choi, S.Y., Lee, S.H., Koo, Y.J. and Shin, D.H. (1989) Production of rapid-fermented kimchi with starter. *Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **17**, 403-406
32. Ha, D.M. and Cha, D.S. (1994) Novel starter culture for kimchi, using bacteriocin-producing *Enterococcus faecium* strain. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **22**, 550-556
33. Kang, S.M., Yang, W.S., Kim, Y.C., Ioung, E.Y. and Han, Y.G. (1995) Strain improvement of *Leuconostoc mesenteroides* for kimchi fermentation and effect of starter. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **23**, 461-471
34. Kim, Y.C., Jung, E.Y., Kim, E.H., Jung, D.H., Yi, O.S., Kwon, T.J. and Kang, S.M. (1998) Strain improvement of *Leuconostoc paramesenteroides* as a acid-resistant mutant and effect on kimchi fermentation as a starter. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **26**, 151-160
35. Kim, Y.C., Jung, E.Y., Kim, E.H., Jung, D.H., Jung, S.H., Yi, D.H., Kwon, T.J. and Kang, S.M. (1998) Properties of acid tolerance of acid-resistant mutant *Leuconostoc mesenteroides* which was improved as kimchi starter. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **26**, 102-109

---

(접수 2000년 3월 3일)