

## 생감자의 열탕 추출물을 첨가한 감자 김치의 이화학적 특성 및 *In Vivo*에서의 항암 효과

장 상 근<sup>†</sup> · 김 희 주

강원관광대학 관광호텔조리과

### Physico-chemical Properties and *In Vivo* Anti-cancer Effects of Potato Kimchi Prepared by adding Hot Water Extracts of Potato

Sang-Keun Chang<sup>†</sup> and Hee-Joo Kim

Dept. of Tourism and Hotel Cuisine, Kangwon Tourism College, Taebaek 235-711, Korea

#### Abstract

In this study, potato *kimchi* was prepared by applying heat to raw potatoes, and then the physico-chemical properties and anti-cancer effects of the *kimchi* were analyzed. The texture results indicated the potato *kimchi* had very good hardness and springiness attributes. During the late storage period, total vitamin C content of the *kimchi* slowly increased. In addition, the potato *kimchi* had non-volatile organic acid changes that promoted early aging; however, after the complete aging period, it was comparatively similar to other types of *kimchi*. Using the methanol extracts of various *kimchi* samples, the potato *kimchi*(solid 100%) showed the highest anti-carcinogenic effects in terms of anti-tumor activity in tumor bearing Balb/c mice with sarcoma-180 cells. In addition, the effects of the methanol extracts on hepatic glutathione S-transferase content were 289.76  $\mu\text{mol/mg protein/min}$ , 250.97  $\mu\text{mol/mg protein/min}$ , 251.20  $\mu\text{mol/mg protein/min}$ , 219.53  $\mu\text{mol/mg protein/min}$ , 183.79  $\mu\text{mol/mg protein/min}$ , for control *kimchi*, mul *kimchi*, and two potato *kimchis* [(solid 100%) and(solid 60%+*kimchi* juice 40%)], respectively. The *in vivo* anti-cancer effects of the potato *kimchi* were investigated using AGS human gastric adenocarcinoma cells and HT-29 human colon adenocarcinoma cells. Overall, an MTT assay revealed that the methanol extract of the potato *kimchi* showed the highest anti-carcinogenic effects.

Key words : *Kimchi*, potato, anti-tumor activities, glutathione S-transferase.

#### 서 론

김치는 항암 영양소로 알려진 비타민 C, 베타카로틴, 식이 섬유소, 폐놀성 화합물의 함량이 높으며, 젖산균 등으로 인한 암 예방 효과가 있는 것으로 알려져 있고, 비타민과 무기질의 함량이 높으며, 항산화 면역 증강, 고혈압 예방과 변비 예방 등의 생리활성 물질이 다량 함유되어 있어 인체의 건강을 유지해 주는데 중요한 역할을 한다(Park KY 1995, 이서래 1986, Kim *et al* 1987).

이러한 김치의 맛과 품질은 김치 제조에 사용되는 주재료, 부재료 및 기타 재료와 숙성 온도, 저장 온도에 따라 다르다(Cho *et al* 1999, Jang *et al* 1999). 김치에 첨가되는 부재료는 당근, 미나리, 갓 등의 채소류와 과실류, 곡류, 동물성 재료 등 약 50여종이 있으며, 이 중 전분질 재료로는 찹쌀, 밀가루, 엿기름, 보리쌀, 현미, 좁쌀 등의 곡류를 이용하는데, 가정에

서 주로 이용되는 전분질 재료로는 밀가루 풀과 찹쌀풀 등을 사용하고 있다.

감자는 에너지원으로 중요할 뿐만 아니라 P, K, Ca 등이 풍부한 알칼리성 식품이면서 비타민 C를 다량 함유하고 있는 아주 우수한 식품이다(Markakis P 1975, McCay *et al* 1987). 감자는 알칼리성 식품으로서 우리 몸이 산성화된 체액을 알칼리성으로 중화시켜주는 역할을 한다. 또한, 감자의 비타민 C는 열에 의해 잘 파괴되지 않는 특징을 가지고 있고 감자에 많이 들어있는 칼륨은 체내 나트륨을 체외로 배출하여 혈압을 정상적으로 유지시키는 역할을 할 뿐만 아니라 감자의 섬유질은 정장 효과가 있어 변비 예방에도 좋은 식품이다.

인간의 성장과 건강을 돕는 양질의 단백질이 풍부하게 들어있고, 특히 감자 단백질은 유산균의 생육 촉진 효과가 있을 뿐만 아니라 장내 유해 세균의 생육을 억제한다고 보고(Shin *et al* 1992)되었다. 또한, 감자에 많이 함유된 폴리페놀 화합물은 항산화 효과를 가지고 있어 지질 과산화를 억제할 수 있다고 한다(Cha & Cho 1999).

<sup>†</sup> Corresponding author : Sang-Keun Chang, Tel : +82-33-550-6363, Fax: +82-33-550-6363, E-mail : jiisiigii@hanmail.net

강원도는 우리나라 최고의 청정지역으로써 우리나라에서 감자와 배추가 가장 많이 생산되는 곳이다. 이러한 강원도 고원 청정지역의 특산물인 감자와 배추를 이용하여 기능성이 우수한 저자극성 감자 첨가 김치를 개발함으로써 국민 건강 증진에 기여하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 김치의 제조

#### 1) 김치의 재료 및 재료 배합비

본 실험에 사용된 재료는 배추(중량이 2.5~3.0 kg), 감자, 파, 마늘, 홍고추 및 소금 등으로 태백시 중앙시장에서 원산지 강원도인 것을 원칙으로 구입하였으며, 소금은 절임 시는 천일염을, 김치에 첨가 시에는 제재염을 사용하였다.

감자의 배합비율은 물을 기준으로 5%를 첨가하여 감자 전체(껍질을 포함)를 잘 세척하여 열탕 냄비에 넣어 40분 가열한 감자에서 얻은 전체의 물에 삶은 감자 각각의 고형분을 기준으로 첨가하여 담금 액으로 사용하였다.

#### 2) 담금 방법 및 발효 온도

통배추를 다듬어 1/4로 절단하여 10% 소금물에 10시간 동안 절인 후 깨끗한 물로 3번 헹구고 1시간 물기를 뺀 다음 Table 1과 같은 배합비로 김치를 제조하였다. 각 시료들은 김치의 고형분과 액즙을 분리하여 각각 200 g씩 동량으로 유리 병에 나누어 담은 후 10°C의 항온기에 30일간 보관하였다.

#### 3) 소금 농도

배추 및 무의 소금 농도는 최초 절임 농도는 절임수 염 농도를 천일염 10%로 고정했고, 최종 제품의 담금 액은 감자를 첨가하여 끓는 물에 제재 염을 2.5%로 고정하여 사용하였다. 담금 액의 염 농도 측정은 Demetra 염도계(Demetra TM-30D Tokyo, Japan)를 사용하였다(Chang SK 2007).

Table 1. Ingredient ratios of potato kimchi

Ingredients	Content(%)
Salted Korean cabbage	100
Boiled water	100
Red pepper	7
Galic	1.5
Green Onion	2
salt	0.6

### 4) 메탄올 추출물 조제

적숙기의 김치(pH 4.4~4.5)가 되었을 때 동결 건조한 후 고형물 시료를 마쇄하여 분말로 조제하고 분말 시료에 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 MTT assay 실험에 사용하였다(Chang SK 2007).

### 2. 이화학적 특성

#### 1) Texture 측정

물성 측정은 rheometer(SUN, CR-200D, Sun Scientific, Co, Ltd, Japan)를 사용하였으며, 측정 시료는 길이 20 mm, 직경 20 mm로 하였고, adaptor는 round No. 2로 사용하였으며, load cell 2 kg, table speed 60 mm/min이었다.

#### 2) 총 비타민 C 함량 분석

비타민 C의 함량은 김치 시료 2 mL를 취해 indophenol 용액으로 산화시킨 후 2,4-dinitrophenyl hydrazine 비색법(Lee et al 1997)에 의해 정량된 양을 총 비타민 C의 양으로 하였으며, 표준 비타민 C는 L-ascorbic acid(Aldrich, USA)를 사용하였다.

#### 3) 유기산 분석

김치 시료 10 g에 증류수 50 mL를 가하여 homogenizer로 마쇄하고 원심분리(8,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상정액을 Sep-Pak C<sub>18</sub> cartridge로 여과시킨 10 mL를 양이온 교환수지(Dowex 50W-8X, 50~100mesh, H<sup>+</sup>)에 통과시켜 증류수로 세척하여 전체의 양을 50 mL로 하였다(Andrew & Anthong 1985). HPLC에 주입하기 전에 0.45 μM membrane filter로 여과하고 기포를 제거하였으며, 분석 조건은 Waters associate HPLC, Bondapak C<sub>18</sub> column(3.9 mm×30 cm), 용매 0.5% KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(pH 2.4, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>로 조절), 유속 1.0 mL/min, 주입량 5 μL로 하였다.

### 3. In vivo에서의 항암 효과

동물 실험을 위한 대조군으로 일반 배추김치를 사용하였는데, 이는 부산대학교 김치연구소에서 표준화시킨 김치의 배합비를 사용하여 제조하였다.

#### 1) 실험 동물

본 실험에 사용한 동물은 웅성 Balb/c mouse(한국화학연구소, 대전)로, 체중이 25 g 전후의 것을 사용하였으며, 사료는 표준 사료로 사육하였다. 사육시 물과 사료는 충분한 양

을 공급하였고, 동물 실험실은 온도  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $55 \pm 5\%$ 를 유지하였으며, 12시간 간격으로 light-dark cycle을 유지하였다.

## 2) Sarcoma-180 종양세포

Balb/c mouse의 복강 내에 1주일 간격으로 계대 배양하여 보존하고 있는 sarcoma-180 세포를 실험용 종양세포로 사용하였다. 즉, 실험 동물의 복강 내에서 1주일간 배양된 sarcoma-180 세포를 복수와 함께 취하고 phosphate buffered saline(PBS)와 함께 원심분리(1,200 rpm, 10 min.)하여 종양세포를 분리하였다. 분리된 세포를 다시 PBS에 부유시켜 재차 원심분리하여 상등액을 제거한 후  $1.0 \times 10^6$  cells/mL가 되도록 종양세포 부유액을 만들어 1 mL씩을 복강 주사하여 이식 보존하면서 실험에 사용하였다.

## 3) 세포 독성 실험(Viability Test)

항암 효과를 나타낸 시료의 직접적인 세포 독성작용의 유무를 알아보기 위해서 dye exclusion method를 이용하여 *in vitro*에서 viability test를 행하였다. 1회용 24 well plate에 조제한 종양세포 부유액 1 mL( $2.0 \times 10^5$  cells)와 최종 농도 20% HFCS(heat inactivated fetal calf serum: Gibco Lab., USA)의 RPMI 배지 1 mL를 가하였다. 여기에 100  $\mu\text{L}$ 의 시료를 넣어서  $37^\circ\text{C}$ , 5%  $\text{CO}_2$  incubator에서 24시간 배양하였다. 배양 후 세포 50  $\mu\text{L}$ 를 0.2% trypan blue 용액 50  $\mu\text{L}$ 와 잘 섞어 hemocytometer를 사용하여 전체의 세포수와 염색되어진 세포(non-viable cell) 및 염색되지 않은 세포(viable cell)의 수를 측정한다. 다음, 시료를 넣지 않은 대조 세포군과 비교하여 viability 비율을 계산하였다.

$$\text{Viable cell}(\%) = \frac{\text{Total number of viable cells per ml of aliquot}}{\text{Total number of cells per ml of aliquot}} \times 100$$

## 4) 고형암 성장 저지 실험

실험 동물은 각 군당 8마리씩으로 하여 실험실에서 1주일 간격으로 계대 보관 중인 종양세포 부유액 0.2 mL( $6.0 \times 10^6$  cells/mouse)씩을 실험 동물의 왼쪽 서혜부(left groin)에 피하 이식한 후 24시간 후부터 20일간 매일 1회씩 시료 용액을 복강으로 주사하였다. 종양세포 이식 26일째 되는 날 치사시켜 생성된 고형암을 적출하고 그 무게를 측정 후 다음 식에 따라 종양 성장 저지 백분율(tumor growth inhibition ratio, I.R.: %)을 계산하였다(Rhee *et al* 1992, Tetsuya *et al* 1984, Nyati *et al* 1995, Devi *et al* 1992, Yan YS 1992).

$$\text{I.R.}(\%) = \frac{C_w - T_w}{C_w} \times 100$$

$C_w$  : 대조군의 평균 종양 무게

$T_w$  : 처리군의 평균 종양 무게

## 5) 효소 활성 측정

### (1) 효소원의 조제

마우스를 치사시킨 후  $4^\circ\text{C}$  이하의 생리 식염수로 간을 관류하여 간 내에 남아있는 혈액을 제거한 후 간장을 적출하였다. 간조직 1 g 당 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.4)를 가하여 빙냉하에서 glass teflon homogenizer로 마쇄하였다. 이것을 13,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 핵 및 미마쇄세포 부분을 제거하고 다시  $105,000 \times g$ 에서 1시간 동안 초원심분리하여 얻은 상등액을 cytosol 분획으로 하였다. 이렇게 얻은 cytosol 분획은 glutathione S-transferase 활성 측정에 이용하였다.

### (2) 조직 중의 Glutathione의 함량 측정

Ellamin의 방법(Ellamn GL. 1950)에 준하여 효소원(400~600  $\mu\text{g}$  단백질)에 제단백시약으로 4% sulfosalicylic acid를 가하여 단백질을 제거한 상등액에 disulfide reagent(0.1M sodium phosphate buffer(pH 8.0)에 5,5'-dithiobis(2-nitrobenzoic acid)를 녹임) 2.7 mL를 가하여 생성되는 청색을 412 nm에서 측정하고 표준 곡선에 따라 산정하였으며, 단위는 조직 1 g당 glutathione  $\mu\text{mole}$ 로 표시하였다.

### (3) Glutathione S-transferase (GST)의 활성 측정

Habig 등(Roe *et al* 2002)의 방법에 준하여 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 6.5) 중에 0.04 M reduced glutathione 75  $\mu\text{L}$ 를 가한 후 효소액을 0.1 mL 넣고 blank에는 20% trichloroacetic acid 0.5 mL를 가해 효소를 실활시키고 시료는  $25^\circ\text{C}$ 에서 5분간 반응시킨 후 blank와 시료 각각에 0.12 M 1-chloro-2,4-dinitrobenzene 25  $\mu\text{L}$ 를 가하여  $25^\circ\text{C}$ 에서 2분간 반응시킨 다음 시료에 20% trichloroacetic acid를 가해 반응을 완결시킨 후 원심분리하여 얻은 상등액을 340 nm에서 흡광도를 측정한 다음 1-chloro-2,4-dinitrobenzene의 mole 흡광계수  $9.6 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ 을 이용하여 활성도를 산정하였다. 효소 활성의 단위는 1분간 mg protein이 생성한 2,4-dinitrobenzene-glutathione의  $\mu\text{mole}$ 수로 표시하였다.

### (4) Protein 정량

단백질의 함량은 Lowry *et al*(1951)의 방법에 준하여 bovine serum albumin(Sigma, USA)을 표준품으로 하여 측정하

였다.

#### 4. 통계 분석

각 시료로부터 얻은 실험 자료로부터 ANOVA를 구한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계 분석하였다(Steel & Torrie 1980).

### 결과 및 고찰

#### 1. 생감자 열탕 추출물을 첨가한 김치의 이화학적 특성

##### 1) Texture의 변화

김치는 맛과 함께 아삭아삭한 조직감이 살아 있어야 맛있는 김치가 될 수 있다. 김치의 조직감을 알아보기 위해 일반 배추김치를 대조군으로 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치를 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. 저장 5일째까지는 큰

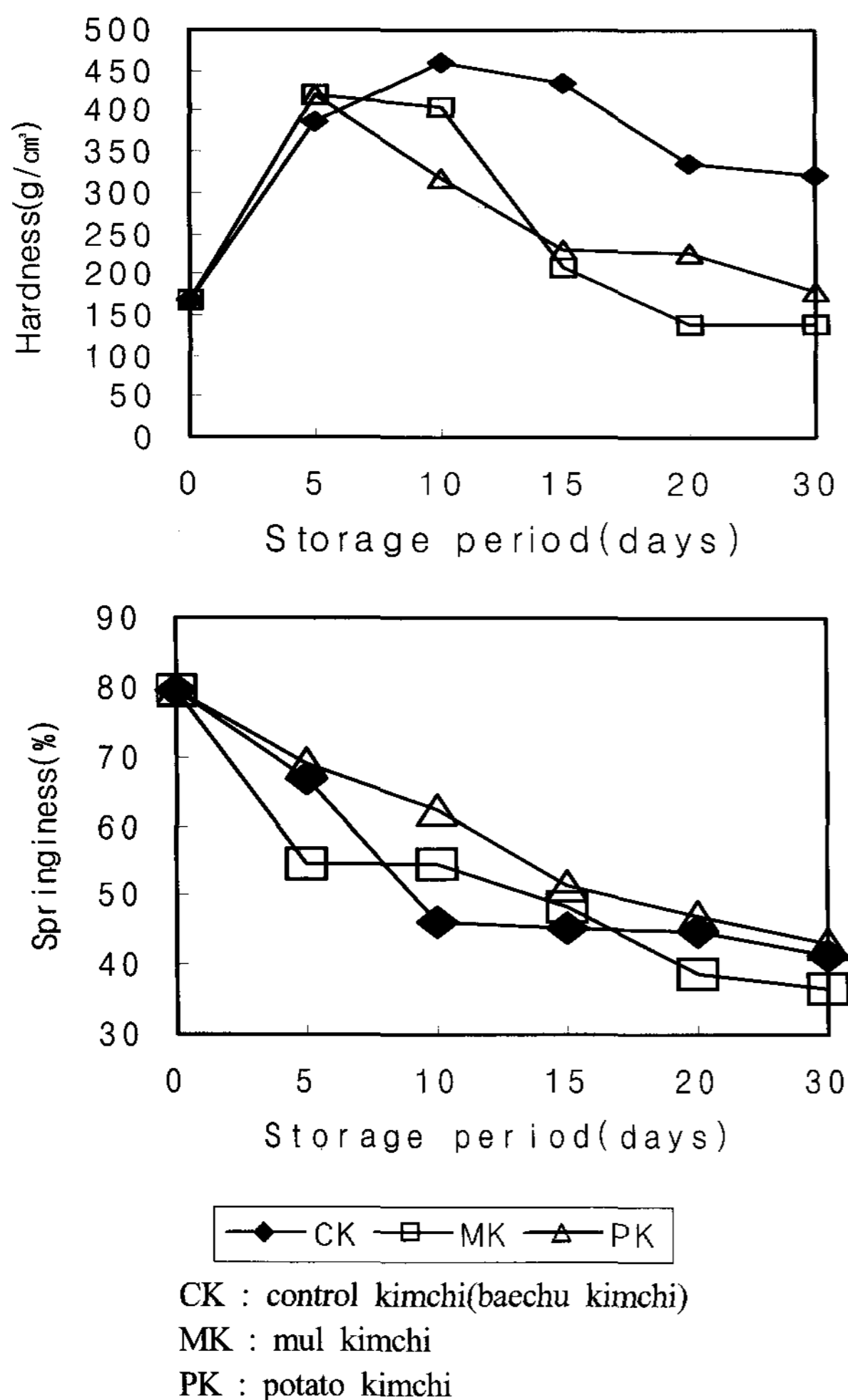


Fig. 1. Change in texture of various kimchi during storage at 10°C

차이를 보이지 않았으나, 저장 10일째부터는 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 hardness가 배추김치에 비해 낮아지는 경향을 나타내었는데, 특히 저장 20일째부터는 물김치의 hardness가 가장 낮았다. Hardness와 비교하여 김치의 탄력성을 알아보기 위해 springiness를 측정해 보았는데, 저장 전 기간 동안 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 springiness가 가장 높은 수치를 나타내었다.

위의 결과로 부터 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치는 배추김치에 비해 조직감은 낮지만 생감자 열탕 추출물 첨가 김치는 배추김치와 유사한 springiness를 나타내 물김치보다는 조직감이 좋을 것으로 예상된다.

##### 2) Vitamin C 함량 분석

비타민 C는 암과 관련하여 보조적인 기능성이 있고 인체의 신진대사 작용을 도와주고 외부 감염에 대한 저항력을 길러주며, 특히 강력한 항산화 작용으로 노화를 억제하고, 동맥경화의 원인이 되는 LDL를 낮추어 주는 것으로 보고되어 있다(Rhee et al 1992, Lee & Han 1998).

Fig. 2에서 보는 바와 같이 김치를 담근 직후 총 vitamin C 함량은 배추김치가 13.4 mg%, 물김치가 16.5 mg%, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치가 25.6 mg%로 나타나 생감자 열탕 추출물 첨가 김치가 가장 높은 수치를 나타내고 있는데, 감자의 vitamin C 함량의 영향으로 보여진다. 하지만 김치가 숙성되는 동안 배추김치의 vitamin C 함량은 조금씩 증가하는 반면, 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 vitamin C의

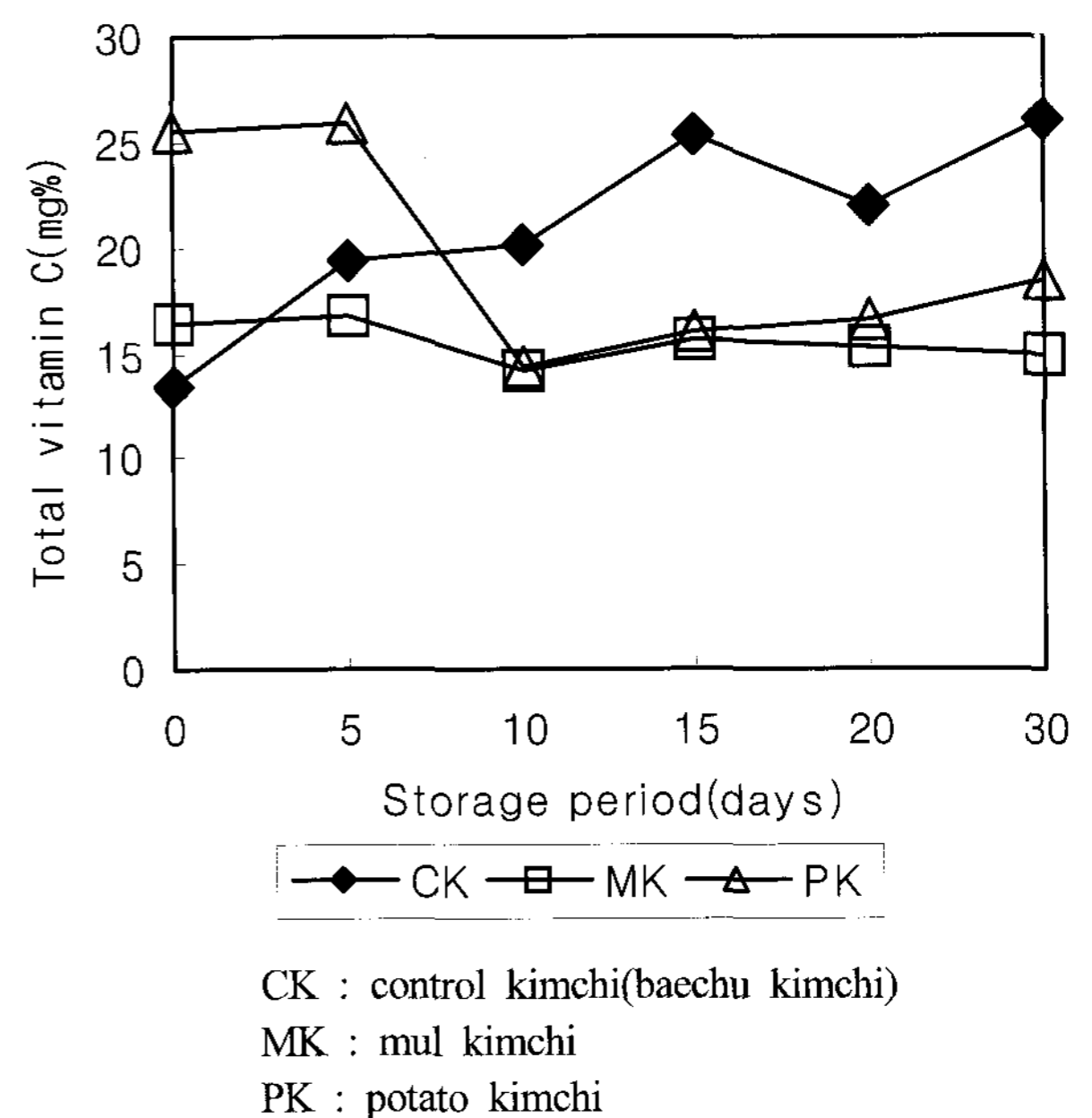


Fig. 2. Change in total vitamin C contents of various kimchi during storage at 10°C.

함량은 감소하는데, 이는 vitamin C가 수용성이기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 물김치에 반해 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 vitamin C 함량은 저장 후기에 조금씩 증가하는 경향을 보였다.

### 3) 김치의 유기산 분석

김치류는 숙성 중 침채류에 포함된 발효성 당류가 젖산균에 의하여 젖산이나 기타 유기산으로 변하여 김치의 신선한 맛을 부여하게 된다(Park et al 1995). 배추김치와 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 유기산 함량을 김치를 담근 후 10°C 항온기에 저장하면서 관찰하였다(Fig. 3). 특히 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치는 고형분과 김치 국물을 구분하여 관찰하였다.

Oxalic acid의 경우에는 담금 직후 배추김치와 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 고형분에서 높게 나타났는데, 저장하는 동안에 배추김치와 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 김치 국물에서는 서서히 증가하는 경향을 보였으나, 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 고형분에서는 감소하는 경향을 보여주었다. Citric acid 함량은 거의 차이가 나지 않았으며, malic acid는 물김치 고형분에서만 약간의 증가를 나타내었고, 다른 시료에서는 차이가 없었다. Succinic acid의 경우에는 초기에 모든 시료에서 높게 나타났다가 감소하였는데, 특히 배추김치는 계속 감소하는 반면 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치에서는 저장 후기에 다시 증가하는 양상을 보였다. 김치에 신맛을 부여하는 lactic acid의 경우 저장 5일째 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 김치 국물에서 가장 높은 수치를 나타내었고, 저장 10일 이후에 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치에서는 감소하는 반면 배추김치에서는 꾸준히 증가하였다.

생감자 열탕 추출물 첨가 김치가 다른 시료에 비해 초기 숙성이 빠르게 나타났으나, 유기산 함량의 결과에 비추어 초기 숙성은 촉진시키나 숙성 이후 발효의 진행 속도가 다른 김치군과 유사해 적당한 숙성을 가진 김치를 빠르면서 오랫동안 먹을 수 있을 것으로 사료된다.

## 2. 생감자의 열탕 추출물을 첨가한 감자김치의 *In Vivo*에서의 항암 증진 효과

### 1) 고형암 성장 저지 효과

시료에 의한 항종양 효과를 살펴보기 위해 마우스의 서혜부에 sarcoma-180 종양세포를 이식한 후, 일반 배추김치, 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치(고형분 100%), 생감자 열탕 추출물 첨가 김치(고형분 60%+김치국물 40%)의 메탄올 추출물을 0.3 mg/mL 농도로 멸균한 PBS로 희석하여 매

일 1회씩 20여 일간 복강 투여하여 실험하였다. 종양세포를 이식한 30여일 후 마우스를 희생시켜 종양을 분리하고 그 무게를 측정하였다.

Table 2에서 보는 바와 같이 종양세포만 이식한 대조군은 종양 무게가 7.28 g 인데 반해 배추김치는 6.18 g, 물김치는 6.12 g, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치는 각각 5.92 g, 6.10 g으로 김치 샘플들 사이에서는 큰 차이를 나타내지 않았다.

종양 생성 억제 효과는 배추김치가 15.1%, 물김치는 15.9%, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치는 각각 18.7%, 16.2%로 생감자 열탕 추출물 첨가 김치(고형분 100%)군의 억제 효과가 가장 높게 나타났으나 군들간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

### 2) 각 장기의 중량 변화

김치 시료가 마우스의 여러 기관에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 장기의 중량 변화를 측정한 결과는 Table 3과 같다.

대조군인 종양세포 투여군에는 김치 시료 대신 PBS를 투여하였다. 먼저 체중을 살펴보면 정상군에 비해 다소 높은 체중을 나타내었으나, 대조군과는 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

심장, 신장, 비장 등의 장기에서도 대조군과 샘플 투여군들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 해독 작용을 담당하는 간의 경우에는 정상군과 대조군이 비슷한 수치를 나타내었고, 물김치군이 가장 높은 수치를 나타내었는데 반해 생감자 열탕 추출물 첨가 김치(고형분 60%+김치 국물 40%)군이 가장 낮은 수치를 나타내었다( $p < 0.05$ ).

### 3) 마우스 간내의 Glutathione 함량 변화

Glutathione은 세포를 유해 산소로부터 방어하는 물질로 sulfhydryl radical을 가지고 있으며, 친전자성 물질들과 활성 산소 및 과산화지질의 대사작용에 관여하여 무독화 과정에 이용된다. 또한, 이것은 lipid peroxidation의 환원에 관여하는데, 이는 glutathione이 여러 활성 증가 물질과 conjugation을 이루어 glutathione S-transferase의 작용에 의해 urine으로 배설하도록 함으로서 체내의 독성 물질들을 제거한다(Burk et al 1980).

Fig. 4에서 보면 정상군이 0.42  $\mu\text{mol/g}$  of tissue, 대조군이 0.63  $\mu\text{mol/g}$  of tissue, 배추김치, 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치 등은 각각 0.58  $\mu\text{mol/g}$  of tissue, 0.45  $\mu\text{mol/g}$  of tissue, 0.48  $\mu\text{mol/g}$  of tissue, 0.51  $\mu\text{mol/g}$  of tissue로 나타났는데, 정상군과 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치는 비슷한 경향으로 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 대조군과 배추김치는 유의적으로 높은 수치를 나타내었다.

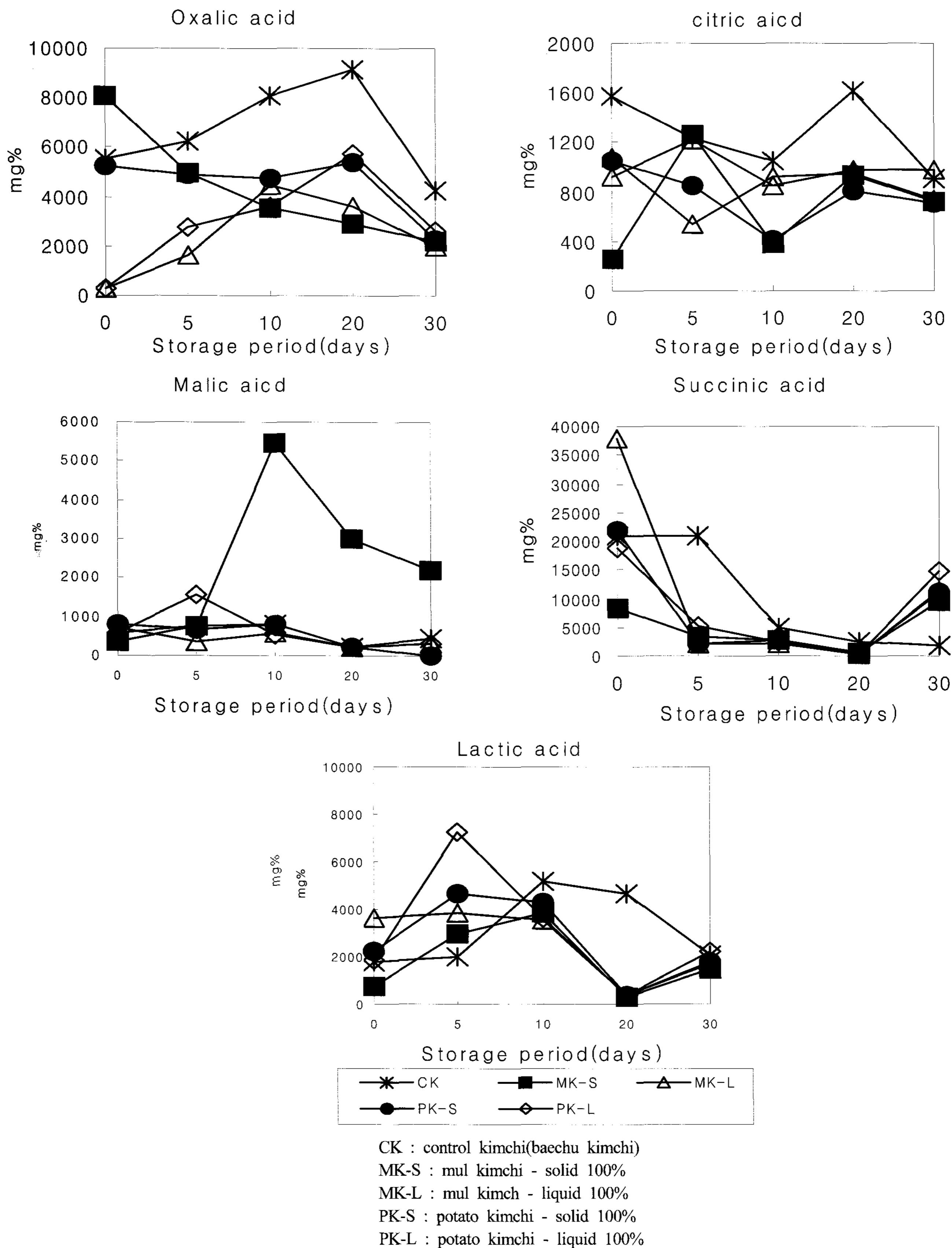


Fig. 3. Changes in non-volatile organic acids of various kimchi.

4) 마우스 간내의 Glutathione S-transferase 활성 변화  
간에서 효소계의 phase II 단계는 내인성 물질이나 외부에서 투여되어지는 독성 물질을 포함하거나 수용성 물질로 전환시켜 체외로 배출시킴으로써 이물질을 제거하는 작용을 하는데, GST는 reduced glutathione을 이용하여 체내 독성 물질과 과산화 물질을 전이, 배설함으로써 무독화에 관여하는 효소이다(Wim *et al* 1995).

**Table 2. Anti-tumor activities of methanol extracts from various *Kimchi* in tumor bearing Balb/c mouse with sarcoma-180 cell**

Group	Tumor weight(g)	Inhibition rate(%)
S-180+PBS	7.28±0.172 <sup>1)a</sup>	
CK	6.18±0.417 <sup>b</sup>	15.1
MK	6.12±0.222 <sup>b</sup>	15.9
PK-1	5.92±0.204 <sup>b</sup>	18.7
PK-2	6.10±0.570 <sup>b</sup>	16.2

CK : control kimchi(baechu kimchi).  
MK : mul kimchi.  
PK-1 : potato kimchi - solid 100%.  
PK-2 : potato kimchi - solid 60% + kimchi juice 40%.

<sup>1)</sup> Values are mean±SD of 8 mice.  
<sup>a,b</sup> The different letters are significantly different at the  $p < 0.05$  level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

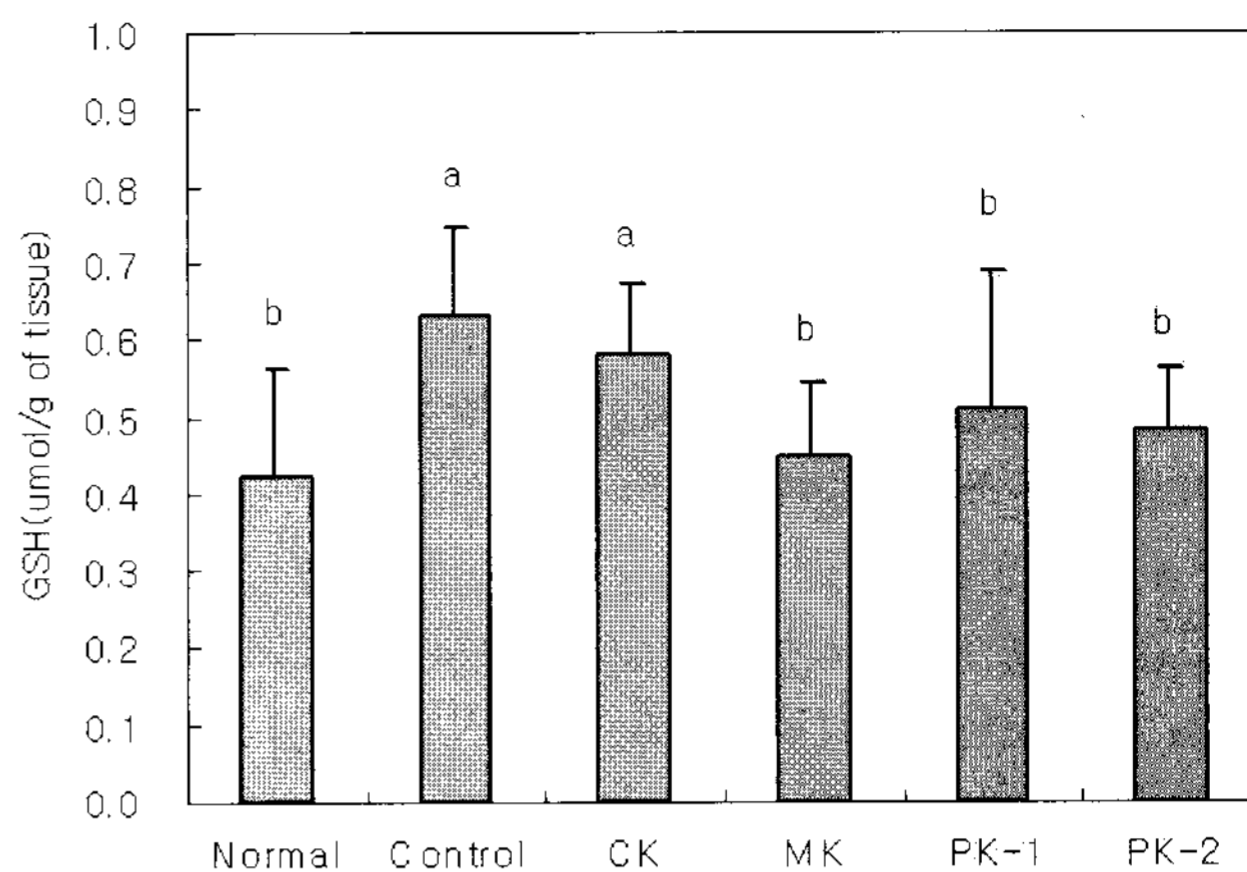
**Table 3. Effects of various *kimchi* on organ weight**

Group	Body wt. (g)	Liver/b.w. (%)	Heart/b.w. (%)	Kidney /w.t.(%)	Spleen /w.t.(%)
Normal	26.08 <sup>a</sup>	1.87 <sup>ab</sup>	0.19 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	0.11 <sup>e</sup>
Control	30.89 <sup>b</sup>	1.88 <sup>ab</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.64 <sup>b</sup>
CK	29.60 <sup>b</sup>	1.76 <sup>ab</sup>	0.13 <sup>b</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.60 <sup>b</sup>
MK	30.08 <sup>b</sup>	1.97 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.61 <sup>b</sup>
PK-1	30.75 <sup>b</sup>	1.74 <sup>ab</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.44 <sup>a</sup>	0.56 <sup>b</sup>
PK-2	30.08 <sup>b</sup>	1.69 <sup>b</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.57 <sup>b</sup>

Normal : normal group.  
Control : the group of tumor-cell transplantation.  
CK : control kimchi(baechu kimchi).  
MK : mul kimchi.  
PK-1 : potato kimchi - solid 100%.  
PK-2 : potato kimchi - solid 60% + kimchi juice 40%.

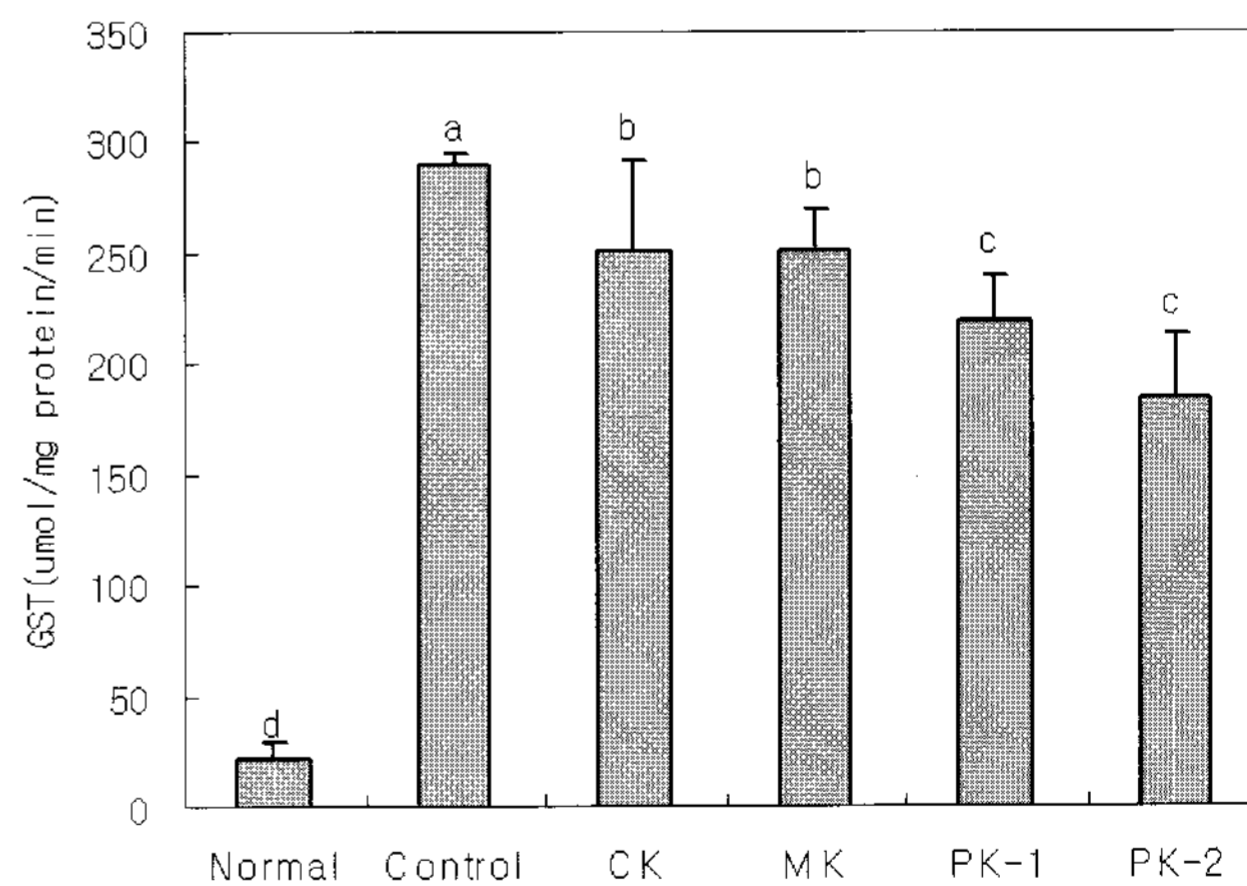
<sup>a~e</sup> The different letters are significantly different at the  $p < 0.05$  level of significance as determined by Duncan's multiple range test.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 정상군은 22.35  $\mu\text{mol/mg protein/min}$ 인데 반해, 대조군은 289.76  $\mu\text{mol/mg protein/min}$ , 배



**Fig. 4. The effects of the methanol extracts of *kimchi* on hepatic glutathione content in sarcoma-180 treated Balb/c mice.**  
Normal : normal group.  
Control : the group of tumor-cell transplantation.  
CK : control kimchi(baechu kimchi).  
MK : mul kimchi.  
PK-1 : potato kimchi - solid 100%.  
PK-2 : potato kimchi - solid 60% + kimchi juice 40%.

<sup>a,b</sup> 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.



**Fig. 5. The effects of the methanol extracts of *kimchi* on hepatic glutathione S-transferase content in sarcoma-180 treated Balb/c mice.**  
Normal : normal group.  
Control : the group of tumor-cell transplantation.  
CK : control kimchi(baechu kimchi).  
MK : mul kimchi.  
PK-1 : potato kimchi - solid 100%.  
PK-2 : potato kimchi - solid 60% + kimchi juice 40%.

추김치, 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치 등은 각각 250.97  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ , 251.20  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ , 219.53  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ , 183.79  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ 로 나타나 생감자 열탕 추출물 첨가 김치(고형분 60%+김치국물 40%)군이 가장 낮게 나타났다. 정상군에 비해 대조군의 GST 활성이 상당히 높게 나타났고, 김치 첨가군들의 GST 활성은 대조군보다 낮았으며, 특히 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 GST 활성이 가장 낮게 나타난 것을 관찰할 수 있었다.

### 요약 및 결론

1. 김치의 조직감을 알아보기 위해 배추김치, 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치를 비교한 결과, 저장 10일째부터는 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 hardness가 배추김치에 비해 낮아지는 경향을 나타내었는데, 특히 저장 20일째부터는 물김치의 hardness가 가장 낮았다. 또한, 김치의 탄력성을 알아보기 위해 springines는 저장 전 기간동안 생감자 열탕 추출물 첨가 김치가 다소 높은 수치를 나타내었다.

2. 압과 관련하여 보조적인 기능이 보고되고 있는 비타민 C의 함량을 분석한 결과, 김치를 담근 직후 총 비타민 C 함량은 배추김치가 가장 높은 수치를 나타내고 있으나, 숙성되는 동안 비타민 C 함량은 줄어들다가 저장 후기에 조금씩 증가하는 경향을 보여주었다.

3. 배추김치와 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 유기산 함량을 분석한 결과, oxalic acid의 경우 담근 직후 배추김치, 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 고형분에서, 저장 기간 동안에는 김치국물에서 서서히 증가하는 경향을 보였다. Citric acid와 malic acid의 함량은 별 차이가 나지 않았다. Succinic acid의 경우는 물김치와 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 경우 저장 후기에 증가하는 양상을 나타내었다. 또한, 김치의 신맛을 부여하는 lactic acid의 경우는 저장 5일째 생감자 열탕 추출물 첨가 김치의 김치국물에서 가장 높은 수치를 나타내었다.

4. 고형암 성장 저지 효과를 살펴본 결과, 종양세포만 이식한 대조군의 종양 무게와 각 김치 샘플들 사이에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 또한, 종양 생성 억제 효과는 생감자 열탕 추출물 첨가 김치(고형분 100%)군의 억제 효과가 가장 높게 나타났으나 군들간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

5. 감자 시료가 마우스의 여러 기관에 미치는 영향을 알아보기 위해 각 장기의 중량 변화를 측정한 결과, 체중, 심장, 신장, 비장의 장기에서는 대조군과 샘플 투여군들 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 단, 간의 경우에는 물김치군이 가장 높은 수치를 나타낸 반면 생감자 열탕 추출물 첨가 김치(고형분 60%+김치국물 40%)군이 가장 낮은 수치를 나타내었다( $p<0.05$ )

6. 마우스 간의 glutathione 함량 변화를 살펴본 결과, 정상군이 0.42  $\mu\text{mol}/\text{g of tissue}$ , 대조군이 0.63  $\mu\text{mol}/\text{g of tissue}$ , 배추김치, 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치 등은 각각 0.58  $\mu\text{mol}/\text{g of tissue}$ , 0.45  $\mu\text{mol}/\text{g of tissue}$ , 0.48  $\mu\text{mol}/\text{g of tissue}$ , 0.51  $\mu\text{mol}/\text{g of tissue}$ 로 나타났으며, 특히 대조군과 배추김치는 유의적으로 높은 수치를 나타내었다.

7. 마우스 간의 glutathione S-transferase 활성 변화를 살펴본 결과, 정상군의 경우는 22.35  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ 인데 비해 대조군은 289.76  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ , 배추김치, 물김치, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치 등은 각각 250.97  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ , 251.20  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ , 219.53  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ , 183.79  $\mu\text{mol}/\text{mg protein}/\text{min}$ 로 나타나, 생감자 열탕 추출물 첨가 김치(고형분 60%+김치국물 40%)군이 가장 낮게 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 중소기업청 기업기술혁신 연구지원으로 수행된 연구결과에 일부이므로 이에 감사드립니다.

### 문헌

- 이서래(1986) 한국의 전통발효식품. 이화여자대학교, 서울. p 41.
- Andrew PM, Anthong KT (1985) Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruits by high performance liquid chromatography. *J Sci Food Agric* 36: 561-566.
- Burk RF, Trumble MJ, Lawrence RA (1980) Rat hepatic cytosolic glutathione dependent enzyme protection against lipid peroxidation in the NADPH-microsomal lipid peroxidation system. *Biochem Biophys Acta* 618: 35-41.
- Cha JY, Cho YS (1999) Effect of potato polyphenolics on lipid peroxidation in rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1131-1136.
- Chang SK (2007) Fermentation properties and *in vitro* anticancer effect of kimchi prepared with potato. *Korean J Food and Cookery Sci* 23: 227-234.
- Cho EJ, Rhee SH, Kang KS, Park KY (1999) *In vitro* anticancer effect of chinese cabbage kimchi fractions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1326-1331.
- Devli PU, Sharada AC, Solomon FE, Kamath MS (1992) *In vivo* growth inhibitory effect of *Withania smnifera*(*Ashwagandha*) on a transplantable mouse tumor, Sarcoma 180. *Indian J Exp Biol* 30: 169-172.
- Ellam GL (1950) Tissue sulfhydryl group. *Arch Biochem Biophys* 82: 70-77.



- Jang KS, Kim MJ, Oh YA, Kim ID, No HK, Kim SD (1991) Effects of various subingredients on sensory quality of Korean cabbage Kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 20: 233-240.
- Kim MH, Shin MS, Chun DY, Hong YH, Im HS (1987) Quality characteristics of kimchis with different ingredients. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 16: 268-277.
- Lee GG, Han HA (1998) Changes in the contents of total vitamin c and reducing sugars of starchy pastes added kimchi during fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 14: 201-206.
- Lee SM, Yu RN, Ree SH, Park KY (1997) Effects of carrot on the stability of vitamin c in (green-yellow) vegetable juices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 582-587.
- Lowry OH, Rosebrough NH, Farr AL, Randall RJ (1951) Protein measurement with folin phenol reagent. *J Biol Chem* 193: 265-275.
- Markakis P (1975) The nutritive value of potato protein. In: *Protein Nutritional Quality Foods Feeds*. II, Friedman, M, Ed, Dekker, New York. pp 471-487.
- McCay CM, McCay JB, Smith O (1987) The nutritive value of potatoes, In: *Potato processing*. Talburt, W. F. and Smith, O., Eds., AVI, Westport, Connecticut. pp 287-331.
- Nyati MK, Rajoria CM, Gupta RR, Dev PK (1995) Evaluation of certain ureas and nitrosoureas of 2,3-dihydro-1,4-benzothiazines against Sarcoma-180 solid tumors *in vivo*. *Anti-Cancer Drugs* 6: 693-696.
- Park KY (1995) The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 169-182.
- Park SG, CHO YS, Park JR, Moon JS, Lee YS (1995) Changes in the contents of sugar, organic acid, free amino acid and nucleic acid-related compounds during fermentation of leaf mustard-kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 48-53.
- Rhee JH, Lee NY, Chung SS, Lee HC (1992) Effect of retinoic acid,  $\beta$ -carotene, and ascorbic acid on the mutagenicity of some anticancer antivitotics. *J Korean Cancer Association* 24: 504-515.
- Rhee YS, Kim DS, Rhee SH (1992) Antitumor and immunomodulating effects of seaweeds toward Sarcoma-180 cell. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21: 544-550.
- Roe IH, Nam SW, Yang MR, Myung NH, Kim JT, Shin JH (2002) The promising effect of egg yolk antibody (Immunoglobulin Yolk) on the treatment of *Helicobacter pylori*-associated gastric disease. *Kor J Gastroenterol* 39: 260-268.
- Shin HK, Shin OK, Koo YJ (1992) Effects of potato protein on the growth of *Clostridium perfringens* and other intestinal microorganisms. *Kor J Apple Microbiol Biotechnol* 20: 249-257.
- Steel RD, Torrie JH (1980) Principles and procedure of statistics, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, pp 96.
- Tetsuya S, Tsuyoshi S, Yukiko Y, Maeda C, Goro C (1984) Antitumor activity of lentinana in murine syngeneic and autochthonous hosts and its suppressive effect on 3-methylcholanthrene-induced carcinogenesis. *Cancer Research* 44: 5132-5137.
- Wim AN, Marinka AB, Martijin HS, Wilbert HM (1995) Enhancement of rat hepatic and gastrointestinal glutathione and glutathione s-transferase by  $\alpha$ -angelicalactone and flavone. *Carcinogenesis* 16: 607-612.
- Yan YS (1992) Effects of Chinese tea extract on the immune function of mice bearing tumor and their antitumor activity. *Chinese Journal of Preventive Medicine* 27: 5-7.

(2007년 11월 5일 접수, 2008년 2월 27일 채택)