

열무김치 및 열무물김치의 발효특성과 *in vitro* 항암효과

공창숙¹ · 김도경¹ · 이숙희¹ · 노치웅² · 황해준² · 최경락² · 박건영^{1*}

¹부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

²경상남도농업기술원 수출농산물연구센터

Fermentation Properties and *in vitro* Anticancer Effect of Young Radish Kimchi and Young Radish Watery Kimchi

Chang-Suk Kong¹, Do-Kyoung Kim¹, Sook-Hee Rhee¹, Chi-Woong Rho²,
Hae-Jun Hwang², Keyng-Lag Choi² and Kun-Young Park^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, and Kimchi Research Institute, Pusan National University,
Busan 609-735, Korea

²Research Center for Exportable Agricultural Crops (RCEC), Gyeongsangnam-do Agricultural Research &
Extension Services, Jinju 660-370, Korea

Abstract

Fermentation properties and *in vitro* anticancer effect of young radish (YR) kimchi and young radish watery (YRW) kimchi were investigated during fermentation at 5°C. The fermentation of YR kimchi during 2~3 weeks led to the decrease of pH down to pH 4.3, increased acidity, and the highest *Leuconostoc* sp. counts. YR kimchi showed the acidity of 1.04~1.27% at the pH 4.3, when the kimchi was ripened properly. The fermentation of YRW kimchi during 9 days led to the decrease of pH down to pH 4.3 and the acidity of 0.20%. Inhibitory effects of the juices of YR, YR kimchi, and YRW kimchi on the growth of AGS human gastric adenocarcinoma cells in MTT assay were increased with the added concentration. The juice of YR kimchi had a higher inhibitory effect on the growth of AGS human gastric adenocarcinoma cells than that of YRW kimchi at same concentration. The juice of YR kimchi showed similar inhibitory effects on the growth of AGS human gastric and HT-29 human colon adenocarcinoma cells in MTT assay to baechu kimchi, which the inhibition rates are more than 50%.

Key words: young radish kimchi, young radish watery kimchi, *in vitro* anticancer effect

서 론

열무는 비타민 및 무기질이 풍부하여 보건적 효능을 골고루 갖춘 십자화과의 채소이다. 특히, 열무의 잎에는 비타민 A, C 및 인체에 꼭 필요한 필수 무기질이 알맞게 들어 있으므로 혈액 산성화를 방지하고 식욕을 증진시키며 만복감을 주는 채소로서 좋은 식품의 가치를 갖고 있다. 열무는 무가 작고 가늘지만 대가 굵고 푸른 잎이 많아 봄부터 여름 내내 김치거리로 가장 많이 쓰인다. 열무의 비타민 A 함량은 2630 IU로 배추나 무에 비해 28~2600배 정도 많은 양을 함유하고 있으며, 당질의 양도 배추보다 많이 들어 있다(1,2). 또한 열무에는 무과의 특징적인 향미인 isothiocyanates와 섬유소를 비롯한 각종 파이토케미칼이 다량 함유되어 있다(3). 푸른 채소의 주색소인 클로로필은 광선이 차단된 상태에서 free radical scavenger로 작용하여 지방질의 자동산화 등을 방지할 뿐만 아니라 항돌연변이성 및 항암성과 관련이 있는

것으로 알려져 있는데(4-8), 열무김치는 배추김치에 비해 클로로필함량이 높았으며 발효 과정 중에서도 높은 잔존율을 보이는 것으로 보고되었다(9).

김치는 우리 민족 고유의 발효식품으로써, 주재료에 따라 그 종류도 100여종에 달하며 첨가되는 부재료 및 양념류의 성분 등에 따라 김치의 맛과 숙성도 및 기능성도 크게 달라진다. 특히 배추김치의 경우 맛과 기능성을 증진시킨 김치에 대한 연구와 더불어 배추김치 및 첨가된 재료의 항산화, 항비만, 항암, 고혈압 및 동맥경화, 변비예방 및 정장작용 등 그 기능성에 대한 연구는 여러 실험계를 통해 확인되어지고 있지만(10-21), 열무김치에 대한 이러한 연구는 미흡한 실정이다. 열무김치에는 젓갈을 넣어 국물 없이 담그는 열무김치와 절인 열무에 물을 자작하게 부어 담은 열무물김치 등이 있으며, 다량의 비타민 및 무기질을 함유하고 있는 열무를 이용한 열무김치의 기능성에 관한 연구는 김치의 개발 및 기능성 식품으로의 개발에 도움이 될 것으로 본다. 따라서

*Corresponding author. E-mail: kunypark@pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2839, Fax: 82-51-514-3138

본 연구에서는 발효과정 중 열무김치 및 열무물김치의 발효 특성의 관찰 및 AGS 인체 위암 세포와 HT-29 인체 결장암 세포에 대한 *in vitro* 항암효과를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료

열무김치 및 열무물김치 제조에 사용된 재료는 일반적으로 구하기 쉬운 것으로 구입하였다. 열무, 파, 마늘, 생강은 담금 당일 부산 부전시장에서 구입하였고, 고춧가루는 영양 태양초, 젓갈은 청정멸치액젓(썬미원), 소금은 천일염(썬우 일염업)을 사용하였다.

열무김치 및 열무물김치 시료의 제조 및 발효조건

열무김치 및 열무물김치는 표준화한 방법에 의해 제조하였다(22). 즉, 열무김치의 재료 및 양념의 배합비는 절인 열무 100 g에 대해 파 8.0 g, 마늘 2.9 g, 생강 1.6 g, 홍고추 7.0 g, 고춧가루 4.2 g, 젓갈 3.7 g의 비율로 하였으며, 열무물김치는 첨가된 물의 양을 기준으로 하여 물 100 mL에 대해 절인 열무 50.6 g, 파 3.3 g, 풋고추 3.3 g, 홍고추 2.4 g, 마늘 3.0 g, 생강 1.5 g, 전분 1.5 g의 비율로 하였다. 모든 재료 및 양념을 혼합한 후 소금으로 최종 염농도를 2.5%로 조절하여 열무김치 및 열무물김치를 제조하였다. 제조한 열무김치 및 열무물김치의 발효특성은 5°C에서 각각 5주일과 2주일 동안 발효시키면서 관찰하였다.

pH 및 산도 측정

열무김치와 열무물김치의 pH와 산도는 각 시료를 녹즙기(엔젤라이프사)를 사용하여 모은 즙액을 만들어 측정하였다. 열무물김치의 경우, 김치와 물 부분을 함께 분쇄하였다. pH는 pH meter(Corning 220, USA)로 실온에서 측정하였고, 산도는 시료를 20배 희석하여 AOAC방법에 따라 측정하였는데, 0.1% phenolphthalein 지시약 1 mL를 첨가하여 0.1 N NaOH로 적정하여 분홍색을 띠는 점으로 하였다. 적정값은 젖산(lactic acid)의 함량 %로 환산하여 나타내었다.

$$\text{Lactic acid (\%)} = \frac{\text{mL of 0.1 N NaOH} \times \text{normality of NaOH} \times 0.09}{\text{weight of sample (g)}} \times 100$$

Leuconostoc sp. 및 *Lactobacillus* sp. 젖산균 수의 측정

젖산균수의 측정은 평판계수법(plate count technique)을 이용하여 측정하였다. *Leuconostoc* sp.는 *Leuconostoc* 선택 배지로 phenylethyl alcohol과 sucrose를 첨가한 phenylethyl alcohol sucrose agar medium(PES medium)를 사용하여 20°C에서 5일간 평판 배양하였다. *Lactobacillus* sp.는 *Lactobacillus* selection medium(LBS medium)에 *Pediococcus*의 생육을 억제하기 위하여 acetic acid와 sodium acetate를 첨

가한 modified LBS agar medium(m-LBS medium)을 사용하여 30°C에서 3~4일간 평판 배양하여 나타난 colony수를 계수하였다(23).

In vitro 항암효과 측정

시료의 즙액 준비: 녹즙기(엔젤라이프사)로 분쇄하여 열무의 즙액과 pH 4.3까지 발효시킨 열무김치 및 열무물김치의 즙액을 모은 뒤 4°C, 9000 rpm에서 30분간 원심분리하여 채취한 상등액을 milipore filter(0.45 µm)로 여과 제균한 후 시료로 사용하였다. 표준화 방법으로 제조한 배추김치즙액도 같은 방법으로 준비하였다.

암세포 배양: AGS 인체 위암 세포(AGS human gastric adenocarcinoma cell)와 HT-29 인체 결장암 세포(HT-29 human colon adenocarcinoma cell)는 한국 세포주 은행(서울의대)으로부터 분양받아 배양하면서 실험에 사용하였다. AGS 위암 세포와 HT-29 결장암 세포는 100 units/mL의 penicillin-streptomycin과 10%의 FBS가 함유된 RPMI 1640을 사용하여 37°C, 5% CO₂ incubator에서 배양하였다. 배양된 각각의 암세포는 일주일에 2~3회 refeeding하고 6~7일 만에 PBS로 세척한 후 0.05% trypsin-0.02% EDTA로 부착된 세포를 분리하여 원심분리한 후 집적된 암세포에 배지를 넣고 피펫으로 암세포가 골고루 분산되도록 잘 혼합하여 75 mL cell culture flask에 10 mL씩 일정 수(= 2 × 10⁴ cells/mL) 분할하여 주입하고 계속 6~7일마다 계대 배양하면서 실험에 사용하였다.

MTT assay: 배양된 암세포는 96 well plate에 well당 2 × 10⁴ cells/mL가 되도록 180 µL씩 분주하고 시료를 일정농도로 제조하여 20 µL 첨가하여 37°C, 5% CO₂배양기에서 72 시간 배양하였다. 여기에 인산생리식염수에 5 mg/mL의 농도로 제조한 3-(4,5-dimethyl-thiazol)-2,5-diphenyltetrazolium bromide(MTT)용액 20 µL를 첨가하여 동일한 배양조건에서 4시간 동안 더 배양하였다. 이때 생성된 formazan결정을 DMSO에 녹여서 ELISA reader로 550 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{Cytotoxicity (\%)} = \frac{\text{대조군의 흡광도} - \text{시료처리군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

통계 분석

대조군과 각 시료로부터 얻은 실험결과들의 유의성을 검증하기 위하여 분산분석(ANOVA)을 행한 후 SAS system (v8.2 SAS Institute Inc., NC, USA)에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 통계분석을 행하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도의 변화

Fig. 1에서는 5°C의 저장온도에서 발효시켰을 때의 열무김치 및 열무물김치의 pH 및 산도의 변화를 관찰한 결과를

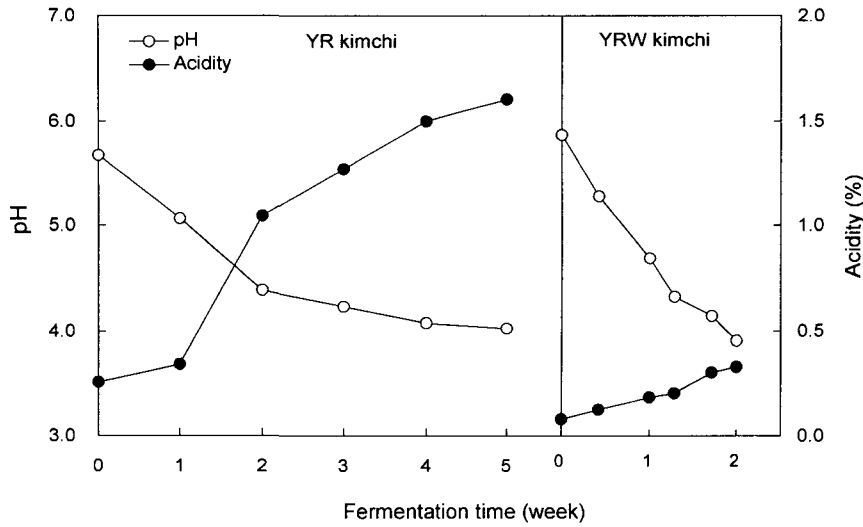


Fig. 1. Changes in pH and acidity of young radish (YR) kimchi and young radish watery (YRW) kimchi during fermentation at 5°C.

나타내었다. 열무김치의 pH는 발효가 진행됨에 따라 서서히 감소하여 초기의 pH 5.7내외였던 값이 발효 2~3주일째에 김치의 적숙기 pH인 pH 4.3까지 감소하였다. 산도의 변화는 발효시간이 경과됨에 따라 증가하는 경향을 보였다. 열무김치의 산도는 김치의 적숙기 pH 4.3부근에서 배추김치보다 높은 산도를 나타내었다. 배추김치는 먹기 좋을 정도로 적당히 익혔을 때의 pH 4.2~4.5에서 산도는 0.60~0.80%인데 반해, 열무김치의 산도는 적숙기의 pH인 pH 4.2~4.5에서 1.04~1.27%로 배추김치보다 높은 값을 나타내었다. 발효가 진행되어 5주일째에는 pH 4.0까지 감소하였으며, 산도는 1.60%까지 증가하였다. 발효과정 중 pH와 산도변화의 결과로부터 열무김치는 발효과정 중 배추김치에 비해 보다 많은 양의 유기산을 생성하는 것으로 추측할 수 있다. 열무김치는 발효가 더욱 진행되어 6~8주일째가 되어도 pH는 4.0이하로 감소하지 않고 오히려 서서히 증가하기 시작하였으며 산도도 더 이상 증가하지 않는 경향을 보였다(자료 제시하지 않음). 이 시기부터는 열무김치가 서서히 상해가는 시점으로 볼 수 있으며 시간의 경과와 함께 김치로서의 섭취가 불가능해졌다. 따라서 열무김치는 배추김치와는 달리 오랜 기간 저장하여 먹는 김치라기보다는 여름철에 단기간에 제조하여 먹는 김치의 특징을 나타냄을 알 수 있었다.

열무물김치는 열무김치에서와는 달리 발효가 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 담금 직후 열무물김치의 pH는 5.8~5.9였다. 발효 초기에 pH는 급속히 감소하여 발효 1주일째에 pH 4.7까지 떨어졌으며 발효 9일째에는 김치의 적숙기 pH인 pH 4.3까지 감소하였으며, 발효 2주일째에는 pH 4.0이하로 떨어졌다. 발효 기간 중 열무물김치의 산도변화는 pH의 변화에 반대로 발효시간이 경과됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 열무물김치는 빠른 발효와 함께 열무김치에 비해 낮은 산도값을 나타내는 특징을 보였다. 즉 담금 직후 산도

는 0.08%였으며 발효시간이 경과됨에 따라 산도는 증가하여 발효 1주일째에는 0.18%에 도달하였고, 발효 2주일째에는 0.33%까지 증가하였다. 발효기간 중 열무물김치의 pH변화와 산도변화의 관계에서 최적 적숙기의 산도를 살펴보면, 열무물김치의 pH 4.3에서 0.20%의 산도값을 나타내었다. 이 값은 열무김치에 비해 훨씬 낮은 값을 알 수 있다. 이는 나박김치를 포함한 물김치류의 발효과정 중 산도변화와 비슷한 경향을 나타내고 있다(24,25). 즉, 물김치류의 발효특성은 첨가된 물의 양에 영향을 받으며, 첨가된 물은 발효의 진행을 빠르게 하는 역할을 하는 것으로 볼 수 있었다. 이는 물이 첨가되어 상대적으로 완충작용을 하는 용질의 농도가 감소하여 산이 조금만 생성되어도 pH의 감소가 크게 나타나는 것으로 사료된다.

Lactobacillus sp. 및 *Leuconostoc* sp. 젖산균 수의 변화

Fig. 2는 열무김치 및 열무물김치의 발효과정 중 젖산균수의 변화를 측정된 결과이다. 열무김치의 경우 발효 초기에 *Leuconostoc* sp.의 균수는 급격히 증가하여 발효 2주일째에 10^9 CFU/mL수준으로 최대치에 도달하였으며, 발효 2주일 이후로는 서서히 감소하였으나 큰 감소폭 없이 발효 5주일째에도 10^8 CFU/mL 수준의 높은 값을 나타내었다. 즉 *Leuconostoc* sp.는 적숙기의 pH범위에서 최대값을 나타내었으며, 약 pH 4.0에서도 높은 값을 나타내었다. *Lactobacillus* sp.는 발효초기에 10^2 CFU/mL에서 시작하여 발효시간이 경과됨에 따라 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 배추김치에서와 같이 발효초기에는 *Lactobacillus* sp.보다 *Leuconostoc* sp.가 더 많은 균수를 나타내었으며, 적숙기인 3주일째를 시작으로 발효 5주일째에는 서로 비슷한 젖산균수를 나타내었다.

열무물김치 중 *Leuconostoc* sp.의 균수는 발효 초기부터 높은 값을 나타내어 발효 3일째에 10^7 CFU/mL수준의 최대

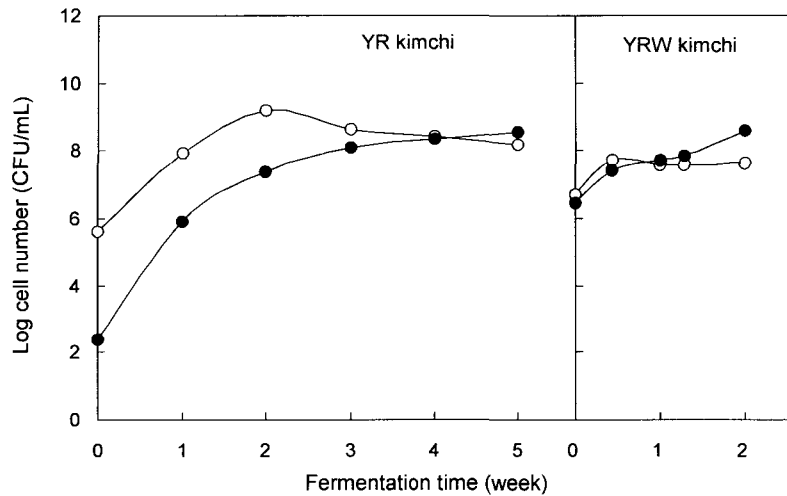


Fig. 2. Changes of numbers in *Leuconostoc* sp. (—○—) and *Lactobacillus* sp. (—●—) of young radish (YR) kimchi and young radish watery (YRW) kimchi during fermentation at 5°C.

치에 도달한 후 발효 2주일째에도 10^7 CFU/mL 수준의 균수를 유지하였다. *Lactobacillus* sp.는 발효초기부터 10^6 CFU/mL 수준의 높은 균수를 나타내었는데, 이는 열무물김치의 *Leuconostoc* sp.의 균수와 비슷한 수준의 값이었다. 또한, 발효 기간이 증가됨에 따라 서서히 증가하여 pH 4.0이하의 범위를 나타내는 발효 2주일째에 최대값이 되었으나 발효기간 중 전체적으로 비슷한 균수를 나타내었다.

발효초기에 열무물김치의 *Lactobacillus* sp.는 열무김치에서의 10^2 CFU/mL수준의 균수에 비해 높은 값을 나타내었다. 젖산균 수의 결과로부터 열무물김치는 저장용 김치라기보다는 즉석김치로서의 의미가 크다고 볼 수 있다. 이러한 발효초기의 *Lactobacillus* sp. 젖산균의 생성은 열무물김치에 함유된 수분 및 전분에 의해 더욱 촉진된다고 생각할 수 있다. 이러한 열무김치 및 열무물김치의 발효과정 중 젖산균수의 성장변화를 pH와의 관계에서 살펴보면(Fig. 3), 열무김

치의 발효과정 중에 생성된 젖산균은 김치의 pH변화에 많은 영향을 미치는 것으로 생각된다. 열무김치의 pH변화는 *Leuconostoc* sp.균에서보다 *Lactobacillus* sp.균에 의해 더 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 또한, *Leuconostoc* sp.와 *Lactobacillus* sp.의 균수의 차이는 높은 pH에서 더 큰 차이를 나타내었다. 즉 발효의 진행과 함께 *Leuconostoc* sp.와 *Lactobacillus* sp.의 균수의 차이가 적어지는 경향을 나타내었다. 발효과정 중 열무물김치의 젖산균수의 성장 변화는 열무김치에서와는 다른 양상을 나타냄을 알 수 있었다. 열무물김치는 발효 초기의 높은 pH범위에서부터 높은 *Lactobacillus* sp.의 균수를 나타내었다. 이는 열무물김치에 첨가된 다량의 수분이 발효 초기의 젖산을 비롯한 유기산의 생성을 촉진하여 발효 초기부터 다량의 젖산을 비롯한 유기산이 생성되는 것으로 생각된다. 즉 열무물김치에 함유된 다량의 수분은 *Lactobacillus* sp.균의 생성을 촉진하는 것으로 생각할 수

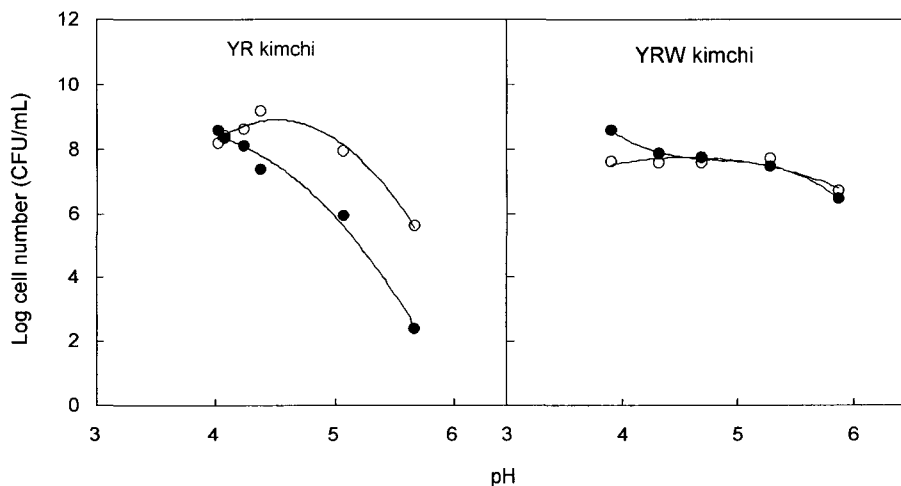


Fig. 3. Relationships between pH and *Leuconostoc* sp. (—○—) and *Lactobacillus* sp. (—●—) of young radish (YR) kimchi and young radish watery (YRW) kimchi during fermentation at 5°C.

있다. 또한, 발효 초기에 다량으로 생성된 *Lactobacillus* sp.균은 열무물김치의 발효의 속도를 촉진시킨 것으로 생각된다.

암세포의 성장 억제 효과

Table 1에서는 열무와 열무김치 및 열무물김치의 AGS 인체 위암 세포의 성장 억제 효과를 비교 검토한 결과를 나타내었다. 모든 즙액 시료는 농도 의존적으로 인체 위암 세포의 성장을 억제하는 효과를 나타내었다. 첨가 농도 10 µL/assay에서는 모든 즙액 시료가 31% 이하의 낮은 암세포 성장 저해율로 암세포의 성장 억제 효과를 관찰할 수 없었다. 첨가 농도 20 µL/assay에서는 열무 및 열무김치 즙액 시료는 50% 이상의 높은 암세포 성장 억제 효과를 나타내었지만, 열무물김치즙액은 낮은 성장 저해율을 나타내었다. 열무와 열무김치의 즙액 시료는 비슷한 비율의 암세포 성장 저해율을 나타내었으며, 열무김치와 열무물김치의 즙액 시료는 같은 농도에서 약 2배 이상의 암세포 생존 저해율의 차이를 나타내었다. 이러한 차이는 열무물김치와 열무김치중의 수분의 차이에 의한 것으로 추측할 수 있을 것이다. 즉, 수분을

제외한 건조물의 차이에서 보면 서로 비슷한 암세포 생존 억제 효과를 나타낸다고 볼 수 있을 것이다. 즉, 열무물김치 즙액시료는 첨가 농도 20 µL/assay까지는 높은 암세포 생존율로 암세포의 성장 억제 효과를 관찰할 수 없었으나, 첨가농도 40 µL/assay에서 50% 이상의 높은 암세포 성장 억제 효과를 나타내었다(결과 제시하지 않음).

배추김치의 경우 맛과 기능성이 뛰어난 김치의 개발을 위한 많은 연구가 행해져 왔으며 배추김치 및 첨가된 재료의 항암기능성은 여러 실험계를 통해 확인되었다. 배추김치의 항암 기능성에 대한 연구에서는, *in vitro*상 항돌연변이 실험 및 인체 암세포를 이용한 실험계에서 검토한 결과는 *in vivo* 상 동물 발암 실험계에서 나온 결과 사이에 정의 깊은 상관관계를 나타내었다(26-28). 이에 Fig. 4에서는 열무김치의 AGS 인체 위암세포와 HT-29 결장암 세포의 성장 억제 효과를 배추김치에서의 결과와 비교하였다. 이 때 비교한 배추김치는 표준화된 방법으로 제조한 배추김치를 이용하였다(29). AGS 인체 위암세포에 대한 열무김치와 배추김치의 즙액 시료의 비교에서 첨가 농도 10 µL/assay에서는 각각 28%와 24%의 비슷한 값의 암세포 성장 저해율로 시료간의 유의적인 차이는 찾아 볼 수 없었지만, 첨가 농도 20 µL/assay에서는 열무김치즙액이 배추김치즙액보다 다소 높은 58%의 위암 세포 성장 억제 효과를 나타내었다. HT-29 결장암 세포에 대하여서도 비슷한 암세포 성장 억제 효과를 나타내었다. 배추김치에 비해 열무김치는 다량의 클로로필을 함유하고 있어 배추김치보다는 높은 항암 효과를 예상하였으나, 서로 비슷한 항암효과를 관찰할 수 있었다. 이는 배추 이외에 함유된 무 등의 부재료의 함량에 의해서도 차이를 보일 수 있으나, 전체적으로 열무김치와 배추김치는 서로 비슷한 정도의 항암효과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

Table 1. Inhibitory effect of young radish, young radish (YR) kimchi, and young radish watery (YRW) kimchi on the growth of AGS human gastric adenocarcinoma cells in 3-(4,5-dimethyl-thiazol)-2,5-diphenyl tetrazolium (MTT) assay

Treatment	OD _{540 nm} (levels of samples, µL/assay)	
	10	20
Control	0.599 ± 0.004 ¹¹	
Young radish	0.408 ± 0.013 ^c (31) ²⁾	0.263 ± 0.010 ^c (56)
YR kimchi	0.443 ± 0.042 ^c (26)	0.273 ± 0.024 ^c (54)
YRW kimchi	0.543 ± 0.006 ^b (9)	0.468 ± 0.004 ^b (22)

¹⁾Means with the different letters in the same column are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²⁾The values in parentheses are the inhibition rates (%).

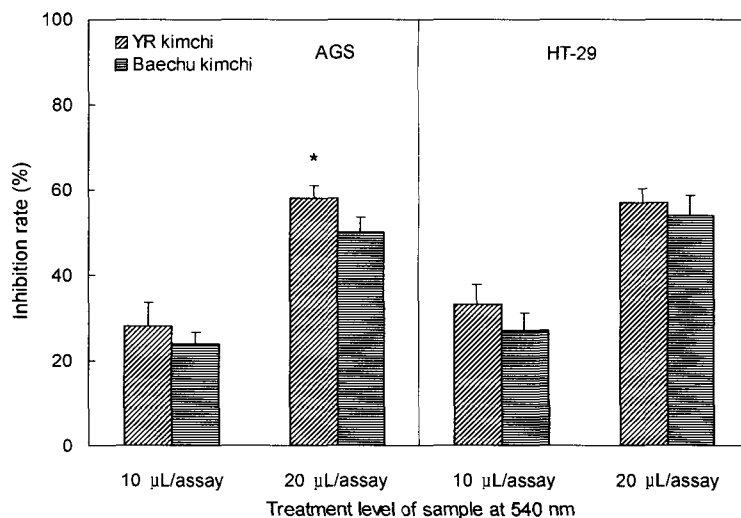


Fig. 4. Inhibitory effects of young radish (YR) kimchi and baechu kimchi on the growth of AGS human gastric and HT-29 human colon adenocarcinoma cells in 3-(4,5-dimethyl-thiazol)-2,5-diphenyl tetrazolium (MTT) assay.

*p<0.05.

요 약

5°C의 저장 온도에서 열무김치와 열무물김치의 발효 특성 및 항암효과를 검토하였다. 열무김치는 발효 2~3주일째에 김치 적숙기의 pH에 도달하였으며, 이 때 산도는 1.04~1.27%의 높은 값을 나타내었다. 열무물김치의 발효는 빠르게 진행되어 발효 9일째에 적숙기 pH 4.3까지 감소하였으며, 이 때의 pH와의 관계에서 산도는 0.20%로 낮은 값을 나타내는 특징을 보였다. 열무김치와 열무물김치의 젖산균수의 성장 변화는 발효기간 중 서로 다른 양상을 나타내었다. 발효기간 중 열무물김치에 비해 열무김치의 젖산균수가 pH 변화에 많은 영향을 받았으며, 열무물김치는 발효기간 중의 발효 초기 pH 범위에서부터 높은 *Lactobacillus* sp. 균수를 나타내는 특징을 보였다. 열무와 열무김치 및 열무물김치의 AGS 인체 위암세포에 대한 성장 억제 효과는, 모든 즙액 시료는 농도 의존적으로 인체 위암 세포의 성장을 억제하는 효과를 나타내었다. 첨가 농도 20 µL/assay에서는 열무 및 열무김치 즙액 시료는 50% 이상의 높은 암세포 성장 효과를 나타내었지만, 열무물김치즙액은 낮은 성장 저해율을 나타내었다. 열무김치와 배추김치의 AGS 인체 위암 세포와 HT-29 결장암 세포에 대한 성장 억제 효과는 전체적으로 열무김치와 배추김치는 서로 비슷한 정도의 항암효과를 나타냄을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2003~2005년 농림부의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Korea Institute for Health & Social Affairs. 1989. Food and Nutrient Databases and Dietary Guidance. 5th ed.
2. National Rural Living Science Institute, RDA. 1996. Food composition table. 5th ed.
3. Alegria BC. 1992. Cancer-preventive foods and ingredients. *Food Technology* 46: 65-68.
4. Endo Y, Usuki R, Kaneda T. 1984. Prooxidant activities of chlorophylls and their decomposition products on the photooxidation of methyl linoleate. *JAACS* 61: 781-784.
5. Endo Y, Usuki R, Kaneda T. 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oil in the dark. I. Comparison of the inhibitory effects. *JAACS* 62: 1375-1378.
6. Endo Y, Usuki R, Kaneda T. 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oil in the dark. II. The mechanism of antioxidant action chlorophyll effects. *JAACS* 62: 1387-1390.
7. Tan YA, Chong CL, Low KS. 1997. Crude palm oil characteristics and chlorophyll content. *J Sci Food Agric* 75: 281-288.
8. Gentile JM, Gentile GJ. 1991. The metabolic activation of 4-nitro-o-phenylenediamine by chlorophyll containing plant extracts: The relationship between mutagenicity and antimutagenicity. *Mutat Res* 250: 79-86.
9. Kim GE, Lee YS, Kim SH, Cheong HS, Lee JH. 1998. Changes of chlorophyll and their derivative contents during storage of Chinese cabbage, leafy radish and leaf mustard kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 852-857.
10. Park KY. 1995. The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
11. Kato I, Kobayashi S, Yokokura T, Mutai M. 1981. Antitumor activity of *Lactobacillus casei* in mice. *Genn* 72: 517-523.
12. Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB. 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoid of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 40: 2379-2383.
13. Lee KY, Park KY. 1993. Anticancer effect of green yellow vegetables. *Korean J Life Sci* 3: 143-152.
14. Park KY, Kweon MY. 1987. Effect of L-ascorbic acid on the degradation of aflatoxin B₁. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 1-9.
15. Kim SH, Park KY, Suh MJ. 1991. Inhibition effect of aflatoxin B₁ mediated mutagenicity by red pepper powder in the *Salmonella* assay system. *J Korean Soc Food Nutr* 20: 156-161.
16. Park KY, Baek KA, Rhee SH, Cheigh HS. 1995. Antimutagenic effect of kimchi. *Foods Biotechnology* 4: 141-145.
17. Hwang SY, Hur YM, Choi YH, Rhee SH, Park KY, Lee WH. 1997. Inhibitory effect of kimchi extracts on mutagenesis of aflatoxin B₁. *Environ Mut Carcino* 17: 133-137.
18. Park KY. 1999. *In vitro* anticancer effect of Chinese cabbage kimchi fractions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1326-1331.
19. Kim SH, Kim JO, Lee SH, Park KY, Park HJ, Chung HY. 1991. Antimutagenic compounds identified from the chloroform fraction of garlic (*Allium sativum*). *J Korean Soc Food Nutr* 20: 253-259.
20. Park KY, Kim SH, Suh MJ, Chung HY. 1991. Inhibitory effects of garlic on the mutagenicity in *Salmonella* assay system and on the growth of HT-29 human colon carcinoma cells. *Korean J Food Sci Technol* 23: 370-374.
21. 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.
22. Kong CS, Kim DK, Rhee SH, Rho CW, Hwang HJ, Choi KL, Park KY. 2005. Standardization of manufacturing method of young radish kimchi and young radish watery kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 126-130.
23. Lee MK, Park WS, Kang KH. 1996. Selective media for isolation and enumeration of lactic acid bacteria from kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 754-760.
24. Moon BK. 1994. Effect of temperature and sucrose concentration on fermentation, dextran formation and viscosity of nabak kimchi. *MS Thesis*. Seoul National University.
25. Oh JY, Hahn YS. 1999. Effect of NaCl concentration and fermentation temperature on the quality of Mul-kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 21: 421-426.
26. Kim JY. 2000. Studies on the enhanced cancer chemopreventive activity of Korean cabbage kimchi. *MS Thesis*. Pusan National Univ., Busan, Korea.
27. Jung KO. 2000. Studies on enhancing cancer chemopreventive (anticancer) effect of kimchi and safety of salts and fermented anchovy. *PhD Dissertation*. Pusan National Univ., Busan, Korea.
28. Kil JH. 2004. Studies on development of cancer preventive and anticancer kimchi and its anticancer mechanism. *PhD Dissertation*. Pusan National Univ., Busan, Korea.
29. Cho EJ, Rhee SH, Park KY. 1998. Standardization of kinds of ingredient in Chinese cabbage kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1456-1463.

(2004년 7월 20일 접수; 2005년 2월 14일 채택)