

김치 용매획분이 고 콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼의 심장, 신장 및 폐의 항산화 효소계 활성화에 미치는 영향

전혜년* · 김현주 · 송영옥†

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소
*인제대학교 부산백병원

Effects of *Kimchi* Solvent Fractions on Anti-oxidative Enzyme Activities of Heart, Kidney and Lung of Rabbit Fed a High Cholesterol Diet

Hye-Nyeon Jeon*, Hyun-Ju Kim and Yeong-Ok Song†

Dept. of Food Science and Nutrition and Kimchi Research Institute,
Pusan National University, Busan 609-735, Korea
*Busan Bak Hospital, Inje University, Busan 614-735, Korea

Abstract

The effects of dichloromethane (CH₂Cl₂), ethylacetate (EtOAc) or water (H₂O) fraction of Korean cabbage *kimchi* on anti-oxidative enzyme activities of the heart, kidney and lung of rabbit fed 1% cholesterol diet for 16 weeks were studied. The amount of *kimchi* fraction added to the 100 g of diet was 8.3 mg of CH₂Cl₂, 5.6 mg of EtOAc, and 221.9 mg of H₂O, which are equivalent to 5% of freeze-dried *kimchi* in the diet. Each group had 6 rabbits and rabbit was housed individually. Lipid peroxide values for the heart was the highest followed by lung and kidney. But the activities of catalase and GSH-px were the lowest in the heart and the highest in the kidney. Activities of anti-oxidative enzymes (catalase, GSH-px, Mn-SOD, Cu,Zn-SOD) of rabbits fed *kimchi* solvent fractions added diets were lower than those of the control which fed 1% cholesterol diet. Among *kimchi* groups, CH₂Cl₂ group showed the lowest (p<0.05) enzymes activities. Lipid accumulation in these organs fed diets with *kimchi* solvent fractions, especially with CH₂Cl₂ fraction, were lower than that of the control. Therefore, production of the lipid free radicals might be suppressed and the activities of anti-oxidative enzymes responsible for removing the free radicals seemed to be lowered in *kimchi* fraction-fed rabbits.

Key words: *kimchi*, cholesterol, anti-oxidative enzymes, heart, kidney, lung, rabbits

서 론

김치는 단순히 부식의 차원을 넘어서 현대인의 성인성 질환을 예방할 수 있는 건강식품으로 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 김치의 건강 증진에 관련된 연구로는 김치의 동맥경화 예방효과(1-3), 면역증진 효과(4), 항암(5), 항돌연변이 효과(6-8), 항산화 효과(9,10), 피부세포 독성완화효과(11), 항혈전효과(12) 등이 보고되고 있다. 한편, 동맥경화 유발이 쉬운 고 콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼에서 김치 또는 김치 용매획분이 지방질 저하 및 LDL 산화억제 등 동맥경화 예방 또는 치료에 대한 연구가 최근 보고되고 있다(13). 김치에 의한 동맥경화 유발 억제 현상은 체내 콜레스테롤 및 중성지방의 축적을 억제하기 때문일 것이고(13-16) 이러한 현상은 항산화 작용에 관여하는 항산화 효소계에도 영향을 미

칠 것으로 생각된다. Kim 등(15)은 김치 용매획분을 첨가한 1% 콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼에서 간의 항산화효소 활성이 콜레스테롤만 첨가한 대조군에 비해 현저히 감소하였는데 이는 김치용매획분 첨가군의 지질 축적 정도가 낮았기 때문이라고 설명하였다. 노화축진쥐에서 배추김치, 갓김치 그리고 갓을 첨가한 배추김치를 5% 첨가한 합성사료를 12개월 섭취시켰을 때 간(17), 뇌(18), 피부(19) 및 고환(19)에서 항산화 효소 또는 항산화 물질의 함량이 감소하였음을 보고하여 김치가 각 장기의 항산화효소 활성화에 영향을 미침을 보고하였다. 이에 본 연구는 동맥경화 유발이 쉽게 되는 토끼에 있어 고콜레스테롤 식이 섭취시 간의 이외의 주요 장기인 심장, 신장 그리고 폐의 항산화 효소 활성화 변화에 대한 기초 연구와 김치의 용매획분이 이들 항산화 효소 활성화에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

†Corresponding author. E-mail: yosong@pusan.ac.kr
Phone: 82-51-510-2847. Fax: 82-51-583-3648

재료 및 방법

재료

배추(Korean cabbage: *Brassica pekiinensis*) 및 부재료는 전보(14)에서 보고한 것과 동일하다. 배추는 김해산(2.0~2.5 kg)을, 고춧가루는 경북 안동 일직농협조합의 청결 고춧가루를 사용하였고 기타 재료는 재래시장에서 구입하였다. 김치는 절인배추 1 kg에 고춧가루 18 g, 마늘 7.5 g, 생강 1.9 g, 젓갈 45 g, 참쌀풀 12.8 g으로 만든 양념에 버무려 포기김치를 담아 냉장 온도에서 15일간 숙성시켰다. 숙성된 김치의 염도는 2.24%, pH는 4.13, 산도는 0.75, 환원당 함량은 1.26%이고 젓산균은 9.07 logCFU/mL이었다. 김치를 동결건조시켜(해농, 경북포항) 용매획분용 시료로 하였다.

시약

김치의 용매별 획분에 사용된 용매는 Junsei Chemical Co. (Japan)의 특급시약을 사용하였고 항산화효소 활성 측정에 사용한 효소는 Sigma Chemical Co.(USA)에서 구입하였다. 마취제는 한림제약의 Entobar를 사용하였다.

동결건조 김치의 용매별 분획

동결건조한 김치를 분말로 만들어 hexan으로 3회 반복 추출하여 지방을 제거하고 남은 잔사물을 메탄올로 반복 추출하여 메탄올 추출물로부터 디클로로메탄, 에틸아세테이트, 부탄올층을 용매 분획하고 물층을 얻었다. 이들 획분의 수율은 디클로로메탄 1.66%, 에틸아세테이트 1.12%, 부탄올 2.97%, 그리고 물획분 44.38%이었다(15).

실험동물 및 사육

동물실험은 Jeon 등(14)과 동일하게 실시하였다. 토끼(New Zealand white rabbit)를 대한실험동물센터에서 분양 받아 각 군당 6마리씩 총 4군으로 하여 16주 동안 실험을 행하였다. 식이는 대조군식이(분말 고형사료에 1% 콜레스테롤을 첨가), 대조군식이 100 g에 디클로로메탄 획분 8.3 mg, 에틸아세테이트 획분 5.6 mg 그리고 물 획분 221.9 mg을 첨가하여 실험 식이를 조제하였다(Table 1). 첨가한 김치 획분의 양은 동결건조 김치 5 g에 들어있는 양으로 김치를 5% 첨가한 양에 해당된다.

실험동물의 처리 및 시료수집

토끼는 희생 전 24시간 절식시킨 후, Entobar(100 mg)와 헤파린 1 : 1 혼합액을 후이개 정맥에 주사하여 마취시킨 후

개복하였다. 심장, 신장 그리고 폐의 조직을 적출하여 0.9% 생리식염수로 씻은 다음 여과지로 수분을 완전히 제거하고 중량을 측정한다 다음 -70°C 냉동고에 보관하면서 시료로 사용하였다. 항산화효소 활성 측정은 해부 후 즉시 실시하였다.

지방 산화 생성물의 측정

심장, 신장 그리고 폐의 지질 산화생성물의 함량을 peroxide value(POV)(20)로 나타내었다. 조직 균질액을 5 mL의 chloroform : methanol(2 : 1) 혼합액과 섞은 후 1,000×g에서 5분간 원심분리해서 chloroform층 3 mL을 취해 수기에 넣고 진공회전증발기로 45°C에서 건조시켰다. 여기에 acetic acid : chloroform(3 : 2/v : v) 혼합액 1 mL 넣은 후, 제조한지 30분 이내의 냉장상태 KI 0.5 mL을 첨가하여 혼합한 뒤 시료를 암실에서 5분간 방치하고, 0.3 mL cadmium acetate를 첨가하여 3,000rpm에서 10분간 원심분리한 다음, 상등액을 353 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준검량곡선은 cumene hydroperoxide로 작성하였다.

항산화효소 활성 측정

심장, 신장, 그리고 폐 조직에 50 mM 인산완충용액(pH 7.4)를 첨가하여 glass teflon homogenizer로 균질화하였다. 균질액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 세포질 분획인 상등액은 catalase와 GSH-Px측정용 시료로, 세포질 분획을 13,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 그 상등액은 Cu,Zn-SOD를, 침전물은 Mn-SOD측정용 시료로 사용하였다. Catalase는 Aebi의 방법(21)으로 GSH-Px 활성은 Leopold 등(22)의 방법에 의해 기질로 과산화수소를 이용하여 측정하였다. Cu,Zn-SOD와 Mn-SOD 활성은 Oyanagui의 방법(23)으로 측정하였으며 SOD I NU(Nitrate Unit)는 측정계에서 생성되는 superoxide에 의한 반응이 검체 중의 SOD에 의해 50% 저해될 경우의 반응액 중의 검체량(ID₅₀)을 나타낸다.

통계분석

실험결과는 평균±표준편차로 나타내었고 각 군간의 유의성은 one-way ANOVA로 검증한 후 실험군간에 유의성이 발견되면 유의수준 0.05에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

장기별 지방 산화 정도

장기별 과산화지질의 측정 정도를 살펴보았을 때 심장, 폐

Table 1. Composition of the experimental diets¹⁾

Group	Diet
C	Basal diet (98%)+1% cholesterol+1% olive oil
BC	Basal diet (97.917%)+1% cholesterol+1% olive oil+CH ₂ Cl ₂ fr. in 5 g freeze dried kimchi
BE	Basal diet (97.944%)+1% cholesterol+1% olive oil+EtOAc fr. in 5 g freeze dried kimchi
BW	Basal diet (95.781%)+1% cholesterol+1% olive oil+H ₂ O fr. in 5 g freeze dried kimchi

¹⁾To prepare the experimental diet, chow pellet for rabbit was powdered first. And 83 mg of CH₂Cl₂ fraction, 56 mg of EtOAc fraction, or 2,219 mg of H₂O fraction was added to prepare 1 kg of the experimental diet, respectively.

그리고 신장의 순으로 과산화물가가 높게 나타났는데, 이는 단위 중량 당 지방의 함량이 심장에서 가장 높았기 때문으로 생각된다(Table 2). 김치 용매획분이 심장, 신장, 그리고 폐의 과산화물 생성에 미치는 영향을 살펴보았을 때 모든 장기에서 김치 용매획분 섭취군의 과산화물가가 낮았고, 이러한 현상은 디클로로메탄 획분군에서 가장 현저하였다. 이러한 현상은 김치 용매획분이 지질산화를 직접적으로 억제하였기보다는 각 장기에 지질 축적을 억제하였기 때문으로 생각된다. 각 장기에 있어 과산화생성물의 양을 지질 함량으로 나누어 비교해 보면 김치 용매획분과 대조군간에 유의적인 차이가 없어 김치 용매획분에 의한 지질 산화억제 효과는 살펴볼 수 없었으나 Jeon 등(14)과 Kim 등(15)의 보고와 같이 김치 용매획분이 여러 장기에서 지질 축적을 억제하였기 때문으로 생각된다. Jeon 등(14)은 콜레스테롤을 섭취한 토끼의 심장, 신장 그리고 폐의 중성지질, 콜레스테롤은 김치 용매획분 섭취군에서 현저히 감소하였다고 보고하였고, Kim 등(15)도 콜레스테롤을 섭취시킨 토끼에 있어서 김치의 용매획분이 간의 지질 축적을 억제시키는 효과가 있었으며, 특히 디클로로메탄 획분 섭취군의 지질 축적 억제 효과가 가장 높았다고 보고하였다.

김치 용매획분이 항산화계 효소 활성에 미치는 영향
Catalase 활성은 세 장기중에서 신장의 활성이 가장 높았

고, 심장과 폐는 상당히 낮았다(Fig. 1). 김치 용매획분에 의한 catalase의 활성은 모든 장기에서 디클로로메탄 획분군의 활성이 가장 낮게 나타났다. 심장에서는 대조군의 활성(15.86 mU/mg protein)에 비해 디클로로메탄 획분군이 5.38 mU/mg protein으로 66% 정도 유의적으로 감소하였고($p < 0.05$). 신장과 폐에서도 디클로로메탄 획분군의 활성이 가장 낮았다.

GSH-px 역시 catalase와 마찬가지로 세 장기 중에서 신장에서의 활성이 가장 높았고 다음이 폐 그리고 심장의 순서였다. 김치 용매획분이 GSH-px 활성에 미치는 영향을 살펴보았을 때 다른 효소 분석에서 나타난 바와 같이 디클로로메탄 획분군에서 가장 낮았다(Fig. 2). 심장의 경우 활성이 낮기는 하나 김치 용매획분군이 대조군에 비해 낮았고, 신장은 디클로로메탄 획분군(0.0334 U/mg protein)이 대조군(0.0050 U/mg protein)보다 약 33% 낮았으며($p < 0.05$) 폐 역시 디클로로메탄 획분군(0.0160 U/mg protein)이 대조군의 활성(0.0236 U/mg protein)보다 30% 낮았다($p < 0.05$).

Cu,Zn-SOD활성은 앞의 효소와는 달리 세 장기에서의 활성이 유사하였다(Fig. 3). 김치 용매획분 첨가에 의해 효소의 활성은 모든 장기에서 억제되었는데, 심장에서는 디클로로메탄 획분군에서, 신장에서는 물 획분군에서, 그리고 폐에서는 에틸아세테이트 획분군의 활성이 가장 낮았다. 각 장기에 있어서 Mn-SOD은 Cu,Zn-SOD의 활성과 유사하였다. Mn-

Table 2. Total lipid and lipid peroxide value of heart, kidney and lung of rabbit fed 1% cholesterol diet containing solvent fractions of *kimchi* for 16 weeks

Group	Heart		Kidney		Lung	
	Total lipid (mg/g tissue)	POV ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{g tissue}$)	Total lipid (mg/g tissue)	POV ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{g tissue}$)	Total lipid (mg/g tissue)	POV ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{g tissue}$)
C	109.94 \pm 18.72 ^a	107.10 \pm 16.53 ^a	78.94 \pm 11.55 ^a	40.70 \pm 5.63 ^a	64.83 \pm 14.60 ^a	83.19 \pm 23.67 ^a
BC	80.06 \pm 7.73 ^b	89.94 \pm 5.2 ^b	67.38 \pm 17.16 ^a	32.23 \pm 4.78 ^b	49.55 \pm 13.89 ^b	66.21 \pm 10.25 ^b
BE	90.10 \pm 13.89 ^{ab}	101.70 \pm 11.23 ^a	75.00 \pm 11.23 ^a	36.28 \pm 7.43 ^a	59.06 \pm 11.85 ^a	79.47 \pm 11.45 ^a
BW	95.06 \pm 34.22 ^{ab}	99.76 \pm 13.56 ^a	61.56 \pm 6.22 ^a	38.71 \pm 7.23 ^b	58.06 \pm 14.38 ^a	65.65 \pm 14.69 ^b

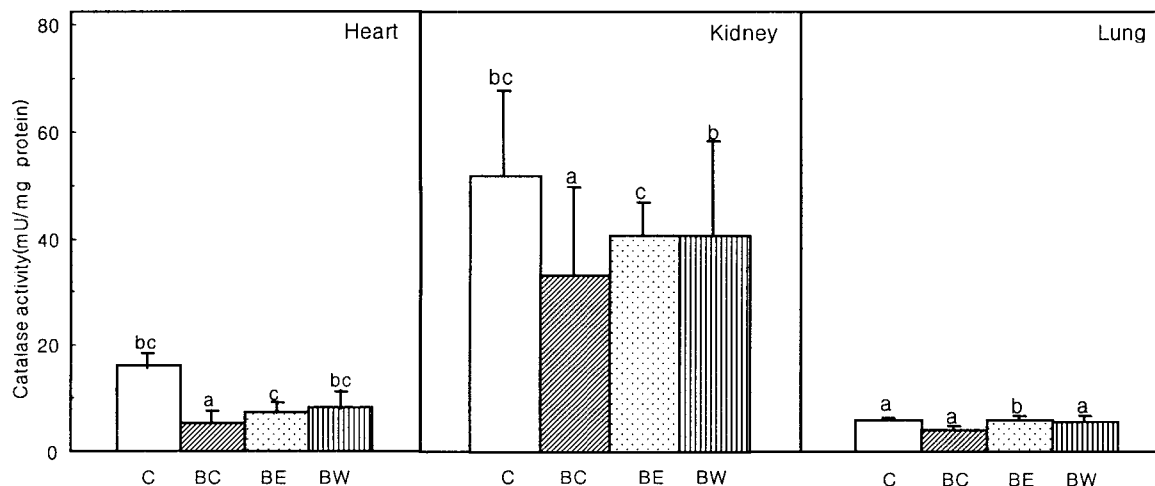


Fig. 1. Catalase activity of organ of rabbit fed 1% cholesterol diet containing solvent fractions of *kimchi*¹⁾ for 16 weeks.

¹⁾See the legend of Table 1. C: Control group, BC: Dichloromethane group, BE: Ethylacetate group, BW: Water group.

^{a-b-c}Data were significantly different when the bars have different superscripts by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

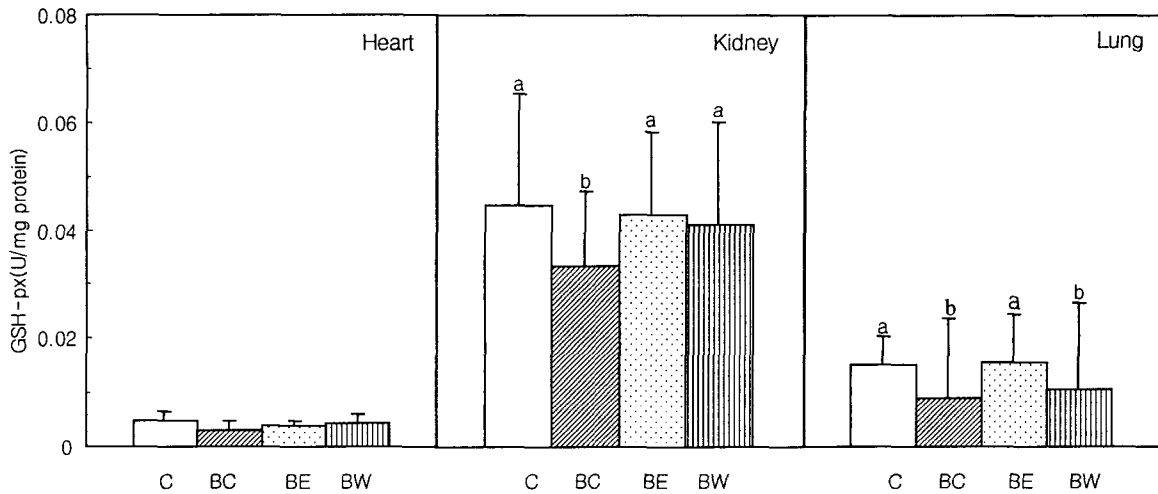


Fig. 2. GSH-px activity of organ in rabbit fed 1% cholesterol diet containing solvent fractions of *kimchi*¹⁾ for 16 weeks. ¹⁾See the legend of Table 1. C: Control group, BC: Dichloromethane group, BE: Ethylacetate group, BW: Water group. ^{a~c}Data were significantly different when the bars have different superscripts by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

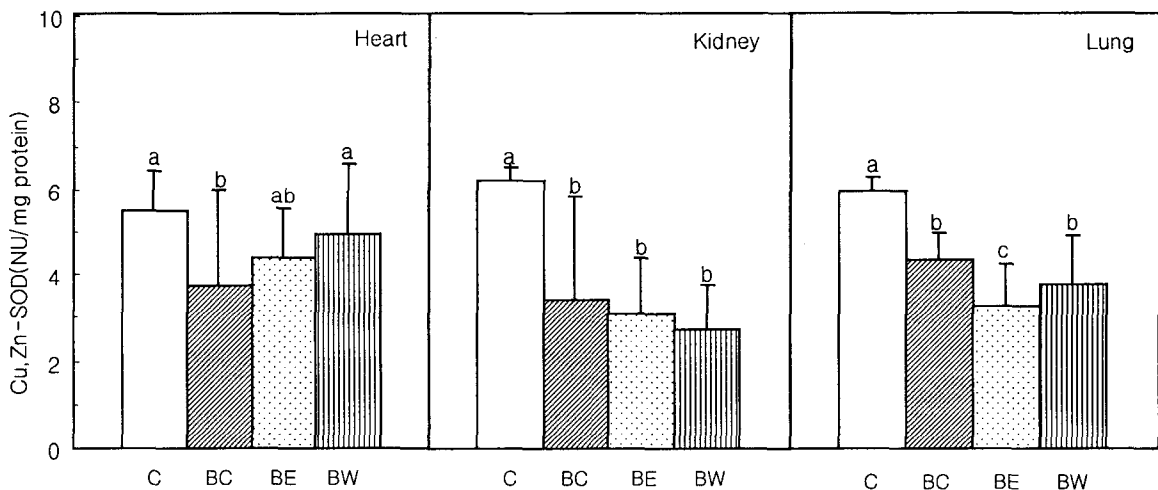


Fig. 3. Cu,Zn-SOD activity of organ in rabbit fed 1% cholesterol diet containing solvent fractions of *kimchi*¹⁾ for 16 weeks. ¹⁾See the legend of Table 1. C: Control group, BC: Dichloromethane group, BE: Ethylacetate group, BW: Water group. ^{a~c}Data were significantly different when the bars have different superscripts by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

SOD 활성 역시 김치 용매획분들에서 활성이 억제되었고 김치 용매획분간의 Mn-SOD 활성 억제 정도는 거의 유사하였다(Fig. 4). Mn SOD 활성은 심장의 경우 디클로로메탄 획분군(1.45 NU/mg protein), 에틸아세테이트 획분군(1.29 NU/mg protein) 그리고 물 획분군(1.26 NU/mg protein)은 대조군에 비해 32, 39, 41% 낮게 나타났다($p < 0.05$). 신장은 디클로로메탄 획분군(1.09 NU/mg protein)과 물 획분군(1.02 NU/mg protein)이 대조군(1.62 NU/mg protein)에 비해 각각 33, 37% 낮았다($p < 0.05$). 폐에 있어서도 디클로로메탄 획분군(0.85 NU/mg protein), 에틸아세테이트 획분군(1.03 NU/mg protein) 그리고 물 획분군(0.97 NU/mg protein)이 대조군(1.25 NU/mg protein)에 비해 32, 18, 그리고 22% 낮게 나타났다($p < 0.05$).

1% 콜레스테롤 식이가 항산화 효소 활성화에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 해부 당시 토끼를 구입하여 각 장기로부터 항산화 효소 활성을 분석하여 이를 대조군과 비교해 보았을 때 대조군 토끼의 심장과 신장의 catalase의 활성은 일반 토끼에 비해 250%와 38% 증가되었고, 폐의 활성은 유사하였다. Glutathione peroxidase의 경우 대조군의 심장에서 28% 그리고 폐에서 약 40% 증가하였고, Cu,Zn-SOD의 활성은 대조군의 심장에서 34%, 신장에서 200%, 그리고 폐의 경우 약 530% 증가하였으며, Mn-SOD는 심장에서 400%, 신장과 폐에서 각각 59% 그리고 49% 증가하였다(data not shown). 이는 장기간의 고콜레스테롤 식이에 의해 각 장기에 지방 축적이 많이 되었고, 다량의 지질 축적에 의해 생성된 지질 유리를 제거하기 위하여 항산화 효소계 활성이 증가되었기 때

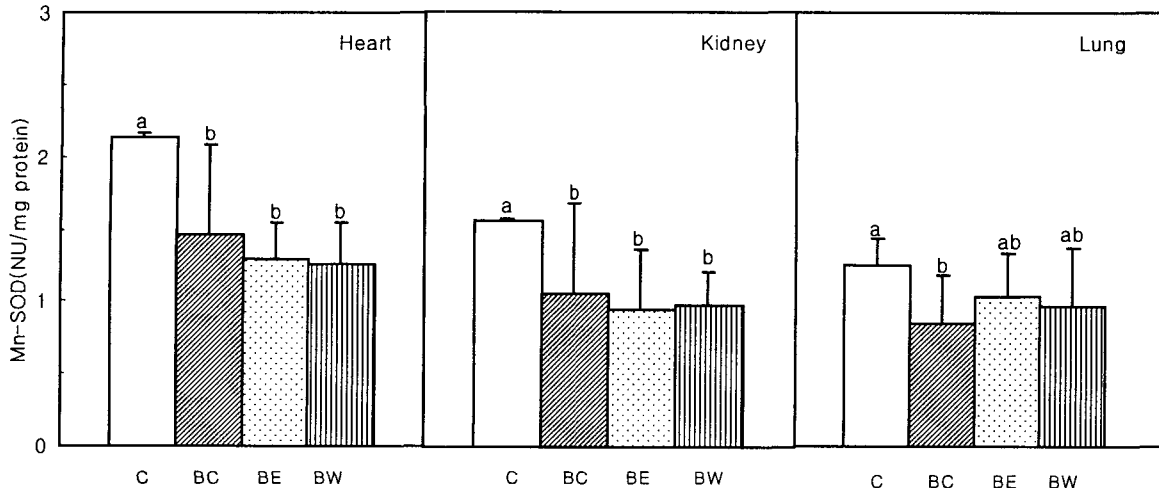


Fig. 4. Mn-SOD activity of organ in rabbit fed 1% cholesterol diet containing solvent fractions of *kimchi*¹⁾ for 16 weeks. ¹⁾See the legend of Table 1. C: Control group, BC: Dichloromethane group, BE: Ethylacetate group, BW: Water group. ^{a, b)}Data were significantly different when the bars have different superscripts by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

문으로 생각된다. 이러한 고콜레스테롤 식이에 김치 용매 획분을 첨가시켰을 때 이들 김치 용매획분은 심장, 신장 그리고 폐에서 지질 축적을 억제함으로써 생성되는 지질산화물이 적어지고, 따라서 이를 제거하는 데 관여하는 항산화 효소 활성이 대조군에 비해 낮은 것으로 생각된다. 이러한 효과는 디클로로메탄 획분 첨가군에서 가장 현저하게 나타나 이 획분에 지질 축적을 억제하는 활성물질이 가장 많은 것으로 생각된다. 김치 용매 획분에 의한 항산화 효소활성의 억제 작용은 Kim 등(15)의 보고와 일치하는 것으로 토끼 간의 항산화 효소 활성은 김치 용매획분 첨가 시 감소하였고, 그 효과는 디클로로메탄 획분 첨가군에서 가장 현저하게 나타났다.

요 약

김치의 용매획분중 *in vitro*에서 LDL 산화억제 활성이 강했고 *in vivo*에서 지질저하 효과가 있었던 디클로로메탄 획분, 에틸아세테이트 획분, 수용성 획분이 고콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼의 심장, 신장, 그리고 폐에서 항산화 효소의 활성에 미치는 영향을 살펴보았다. 과산화물 함량은 심장이 가장 높고 신장이 가장 낮았으나, catalase와 GSH-px활성은 심장이 낮았고, 신장은 높은 활성을 나타냈다. Catalase, GSH-px 및 SOD의 활성은 모든 장기에서 1% 콜레스테롤 식이를 섭취한 대조군에 비해 김치 용매획분군에서 낮았고 특히 디클로로메탄 획분군의 항산화효소 활성은 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 이러한 결과는 김치 용매획분은 심장, 신장 그리고 폐에 지방축적을 억제하는 효과가 있었고, 그로 인해 지질 유리의 생성이 적어, 각 장기에서 유리를 제거하는 항산화 효소의 활성이 낮은 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농림부에서 시행한 1998년 농림수산 특정연구

사업의 지원에 의한 연구결과의 일부로 연구비지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Kwon MJ, Song YS, Song YO. 1998. Antioxidative effect of *kimchi* ingredients on rabbits fed cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 1189-1196.
2. Kwon MJ, Chun JH, Song YS, Song YO. 1999. Daily *kimchi* consumption and its hypolipidemic effect in middle-aged men. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1144-1150.
3. Kim HJ. 2000. Antiatherogenic effect of solvent fraction of cabbage *kimchi* in rabbit. *Master Thesis*. Pusan National University, Busan, Korea.
4. Choi MW, Kim KH, Park KY. 1997. Effects of *kimchi* extracts on the growth of Sarcoma-180 cells and phagocytic activity of mice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 254-260.
5. Cho EJ, Rhee SH, Kang KS, Park KY. 1999. *In vitro* anti-cancer effect of chinese cabbage *kimchi* fractions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1326-1331.
6. Park KY. 1995. The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effect of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
7. Hwang SY, Hur YM, Choi YH, Rhee SH, Park KY, Lee WH. 1997. Inhibitory effect of *kimchi* extracts on mutagenesis of Aflatoxin B₁. *Environmental Mutagens & Carcinogens* 17: 133-137.
8. Park KY, Cho EJ, Rhee SH. 1998. Increased antimutagenic and anticancer activities of Chinese cabbage *kimchi* by changing kinds and levels of sub-ingredient. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 625-632.
9. Lee YO, Park KY, Cheigh HS. 1996. Antioxidative effect of *kimchi* with various fermentation period on the lipid oxidation of cooked ground meat. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 261-266.
10. Lee YO, Cheigh HS. 1996. Antioxidant activity of various solvent extracts from freeze dried *kimchi*. *Korean J Life Science* 6: 66-71.
11. Ryu SH, Jeon YS, Moon JW, Lee YS, Moon GS. 1997. Effect of *kimchi* ingredients to reactive oxygen species in skin cell cytotoxicity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 998-1005.

12. Kim MJ, Song YS, Song YO. 1998. The fibrinolytic activity of *kimchi* and its ingredients *in vivo* and *in vitro*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 633-638.
13. Hwang JW, Song YO. 2000. The effects of solvent fractions of *kimchi* on plasma lipid concentration of rabbit fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 204-210.
14. Jeon HN, Kwon MJ, Song YO. 2002. Effects of *kimchi* solvent fractions on accumulation of lipids in heart, kidney and lung of rabbit fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 814-818.
15. Kim HJ, Kwon MJ, Song YO. 2000. Effects of solvent fractions of Korean cabbage *kimchi* on antioxidative enzyme activities and fatty acid composition of phospholipid of rabbit fed 1% cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 900-907.
16. Kwon MJ. 1998. Antiatherogenic effect of *baechu kimchi*. *M.D. Thesis*. Pusan National University, Busan, Korea.
17. Kim JH, Kwon MJ, Lee SY, Ryu JD, Moon GS, Cheigh HS, Song YO. 2002. The effect of *kimchi* intake on production of free radicals and anti-oxidative enzyme activities in the liver of SAM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 109-116.
18. Kim JH, Ryu JD, Lee HG, Park JH, Moon GS, Cheigh HS, Song YO. 2002. The effect of *kimchi* on production of free radicals and anti-oxidative enzyme activities in the brain of SAM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 117-123.
19. Lee SY. 2001. Anti-aging effects of *kimchi* diet in senescence accelerated mice (SAM P-8). *Master Thesis*. Pusan National University, Busan, Korea.
20. Buege JA, Aust SD. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymol* 52: 302-310.
21. Aebi H. 1984. Catalase *in vitro*. *Methods in Enzymol* 105: 121-126.
22. Leopold F, Wolfgang A. 1984. Assays of glutathione peroxidase. *Methods in Enzymol* 105: 114-121.
23. Oyanagui Y. 1948. Reevaluation of assay methods and establishment of kit for superoxide dismutase activity. *Anal Biochem* 4: 290-291.

(2002년 8월 5일 접수; 2003년 2월 27일 채택)