

김치 용매획분이 고 콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼의 심장, 신장 및 폐의 지질 축적에 미치는 영향

전혜년* · 권명자** · 송영옥†

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

*인제대학교 부산백병원

**한국화학연구소

Effects of *Kimchi* Solvent Fractions on Accumulation of Lipids in Heart, Kidney and Lung of Rabbit Fed High Cholesterol Diet

Hye-Nyeon Jeon*, Myung-Ja Kwon** 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

**Screening and Toxicology Research Center, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon 305-600, Korea

Abstract

The effects of dichloromethane (CH_2Cl_2), ethylacetate (EtOAc) or water (H_2O) fraction of Korean cabbage *kimchi* on accumulation of lipids in 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 CH_2Cl_2 , 5.6 mg of EtOAc, and 221.9 mg of H_2O , which are equivalent to 5% of freeze-dried *kimchi* added to the diet. Each group had 6 rabbits and rabbit was housed individually. Cholesterol and triglyceride concentrations of three organs were noticeably decreased due to these solvent fractions of *kimchi* but for phospholipid and total lipids, only CH_2Cl_2 fraction group showed decreasing effects. In the heart, compared to the control, cholesterol concentrations for CH_2Cl_2 , EtOAc, and H_2O fraction group were decreased by 42 ($p<0.05$), 21 ($p<0.05$), and 8%, respectively, and triglyceride for these groups were decreased by 29 ($p<0.05$), 4, and 11%, respectively. In kidney, cholesterol concentration for CH_2Cl_2 , EtOAc, and H_2O fraction group were decreased by 23, 12, and 11%, respectively ($p<0.05$) and triglyceride concentration for CH_2Cl_2 and H_2O fraction groups were significantly decreased by 51 and 21%, respectively ($p<0.05$). In lung, cholesterol concentrations for CH_2Cl_2 , EtOAc, and H_2O fraction groups were decreased by 37, 20, and 22%, respectively ($p<0.05$) and triglyceride concentration of these groups were significantly decreased by 39, 28, and 28%, respectively ($p<0.05$). And phospholipid and total lipid of CH_2Cl_2 fraction group were significantly decreased by 33 and 34%, respectively ($p<0.05$). Among three organs the cholesterol content of lung was the highest followed kidney and heart. For triglyceride, heart, kidney and lung is in the order of showing the highest concentration. The phospholipid concentration was not significantly different among three organs. According to these results, we may conclude that CH_2Cl_2 fraction of *kimchi* might have the most active component, which decreases cholesterol, triglyceride, phospholipid and total lipids concentrations in heart, kidney, and lung of rabbit fed high cholesterol diet.

Key words: *kimchi*, cholesterol, heart, kidney, lung, rabbit

서론

비정상적인 지질대사와 혈장 콜레스테롤 농도의 상승은 순환기계 질환을 유발하는 위험인자로 작용하고 있다(1). 순환기계질환으로 인한 사망률이 해마다 증가함에 따라(2) 이를 예방하기 위해 혈 중 지질농도를 저하시킬 수 있는 물질을 찾기 위한 연구가 계속되고 있다. 고지혈증 치료제로 가장 광범위하게 사용되고 있는 스타틴 계열의 약물은 지니고 있는 부작용 때문에(3) 이를 대체할 수 있는 신약을 천연물로부터 개발하려고 노

력하고 있다. 우리나라 전통식품인 김치는 단순히 부식의 차원을 넘어서 현대인의 성인성 질환을 예방할 수 있는 건강식품으로 그 관심이 고조되고 있고, 김치와 관련된 연구로는 김치의 동맥경화 예방효과(4,5), 면역증진 효과(6), 항암(7), 항돌연변이 효과(8-10), 항산화 효과(11,12), 피부세포 독성완화효과(13), 항혈전효과(14) 등이 보고되고 있다. 이 중 김치의 고지혈증 저하 및 동맥경화 억제 기능에 대한 연구를 위하여 고콜레스테롤 식이를 공급하는 토끼 모델을 사용하여 김치 또는 김치 용매획분이 혈장 및 간의 지방질 저하 및 LDL 산화억제

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

등 동맥경화 예방 또는 치료에 대한 보고는 있으나(15), 고 콜레스테롤 식이를 섭취한 동물에서 동맥경화의 지표로 사용되는 혈장, 간 및 동맥 이외의 중요 장기의 지질 축적에 대한 보고는 없다. 식이 지방은 흡수 후 지단백질의 형태로 체내를 이동하면서 이를 필요로 하는 장기에 지방을 축적하게 된다. 그러나 고 지방식을 장기간 섭취하게 되면 1차적으로 지방을 필요로 하는 장기 이외에도 다른 기관들에 잉여의 지방이 축적될 것으로 생각되고 이러한 현상은 중요 기관의 기능에 이상을 초래할 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 고지방 식이 시간 이외의 주요 장기에서 지방이 축적되는 정도에 대한 기초 연구와 고지혈증 치료제를 김치로부터 찾기 위한 연구의 일환으로, 고콜레스테롤 식이를 장기간 섭취시킨 토끼의 심장, 신장, 그리고 폐의 지질 축적 정도와 고콜레스테롤 식이에 미치는 김치 용매 획분의 영향을 이들 장기에서 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

배추(Korean cabbage: *Brassica pekinensis*)는 김해 산지에서 출하된 포기 당 중량이 2.0~2.5 kg인 것을 사용하였고, 고춧가루는 경북 안동 일직농협조합에서 가공한 안동 청결 고춧가루, 마늘은 남해에서 재배된 것을 사용하였다. 김치는 부산대학교 김치연구소에서 개발한 부재료의 양이 비교적 적게 첨가된 담금법(절인배추 1 kg, 고춧가루 18 g, 마늘 7.5 g, 생강 1.9 g, 젓갈 45 g, 찹쌀풀 12.8 g)으로 포기김치를 담아 냉장 온도에서 15일간 숙성시켰다. 숙성된 김치의 염도는 2.24%, pH는 4.13, 산도는 0.75, 환원당 함량은 1.26%이고 젖산균은 9.07 log CFU/mL이었다. 김치를 동결건조시켜(해농, 경북포항) 용매획분용 시료로 하였다.

시약

콜레스테롤, 중성지질, 인지질 분석은 kit 시약(영동제약 및 Iatron, Japan)을 사용하였고 콜레스테롤은 대조군(주)로부터 구입하였고, 김치의 용매별 획분에 사용된 용매는 Junsei Chemical Co.(Japan)의 특급시약을 사용하였다. 마취제는 한림제약의 Entobar를 사용하였다.

동결건조 김치의 용매별 분획

동결건조한 김치를 분말로 만들어 헥산으로 3회 반복 추출하여 지방을 제거하고 남은 잔사물을 메탄올로 반복 추출하였

다(15). 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.

실험동물 및 사육

토끼(New Zealand White rabbit)를 대한실험동물센터에서 분양 받아 각 군 당 6마리씩 총 4군으로 하여 16주 동안 실험을 행하였다. 실험용 시료로 사용한 김치 용매획분은 *in vitro* 및 *in vivo*에서 LDL 산화역제 및 지질 저하 효과가 컸던 디클로로메탄(CH_2Cl_2) 획분, 에틸아세테이트(EtOAc) 획분(15)과 물(H_2O)획분을 실험용 시료로 선정하여 식이를 제조하였다. 식이는 고휴사료(Chow diet, Purina사 제품)를 분말화한 다음 여기에 1% 콜레스테롤을 첨가하여 대조군 식이로 하였으며, 대조군 식이에 CH_2Cl_2 획분 8.3 mg, EtOAc획분 5.6 mg 그리고 H_2O 획분 221.9 mg/100 g을 첨가하여 실험 식이를 제조하였다(Table 1). 첨가한 김치 획분의 양은 동결건조 김치 5g에 들어 있는 양으로 김치를 5% 첨가한 양에 해당된다. 사료와 식수는 자유로 섭취하도록 하였다. 동물사육실의 온도는 20°C, 상대 습도는 55%를 유지하였으며 명암의 주기는 12시간 간격으로 조절하였다.

실험동물의 처리 및 시료수집

토끼는 희생전 24시간 절식시킨 후, Entobar(100 mg)와 헤파린 1:1 혼합액을 후이개 정맥에 주사하여 마취시킨 후 개복하였다. 헤파린으로 처리한 멸균주사기를 이용하여 심장에서 약 30 mL정도의 혈액을 채취하였다. 그리고 심장, 신장 그리고 폐의 조직을 적출하여 0.9% 생리식염수로 씻은 다음 여과지로 수분을 완전히 제거하고 중량을 측정한다 다음 -70°C 냉동고에 보관하면서 시료로 사용하였다.

장기의 지질 측정

토끼의 심장, 신장 그리고 폐를 2g씩 취하여 Folch와 Stanley의 방법(16)으로 지방을 추출하여 이를 chloroform으로 25 mL가 되도록 정용하여 분석용 시료로 사용하였다. 총 지방량은 시료 중 5 mL를 취하여 알루미늄 접시에 담아 hot plate에 놓고 휘발시킨 후 비중법으로 계산하였다. 각 장기별 콜레스테롤 함량 및 중성지질 그리고 인지질 함량은 영동제약, cholesterol E kit(108-E, 영동제약), triglyceride kit(118, 영동제약), 그리고 인지질 측정용 kit(PL-E(OM), Iatron, Japan)으로 측정하였고 혼탁을 방지하기 위해 0.5% triton X-100을 첨가하였다(17).

Table 1. Composition of experimental diet¹⁾

Group	Diet
C	Basal diet (98%) +1% cholesterol+1% olive oil
BC	Basal diet (97.917%)+1% cholesterol+1% olive oil+ CH_2Cl_2 fr. in 5% freeze dried <i>kimchi</i>
BE	Basal diet (97.944%)+1% cholesterol+1% olive oil+EtOAc fr. in 5% freeze dried <i>kimchi</i>
BW	Basal diet (95.781%)+1% cholesterol+1% olive oil+ H_2O fr. in 5% freeze dried <i>kimchi</i>

¹⁾To prepare the experimental diet, chow pellet for rabbit was powdered first. And 83 mg of CH_2Cl_2 fraction, 56 mg of EtOAc fraction, or 2,219 mg of H_2O fraction was added to prepare 1 kg of the experimental diet, respectively.

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

체중 증가량 및 심장, 신장 그리고 폐 무게

김치 용매 획분이 고콜레스테롤 식이를 16주 동안 섭취한 토끼의 체중 변화 및 심장, 신장 그리고 폐의 무게를 살펴보았다. 사육 시작 전 토끼의 평균 체중은 2,100±210 g 이고, 사육 16주 후에는 대조군이 2,560±484 g, CH₂Cl₂획분군 2,543±714 g, EtOAc획분군 2,973±201 g, 그리고 H₂O획분군 2,672±201 g으로 체중이 증가하였으나 체중증가율을 살펴보았을 때 군간에 유의적인 차이는 없었으며, 대조군과 각 실험군의 심장, 신장 및 폐의 무게도 유의적인 차이가 없었다(Table 2).

콜레스테롤 농도

토끼의 장기별 콜레스테롤 농도를 살펴보면 폐의 콜레스테롤 농도가 가장 높고 신장, 그리고 심장의 순이었다. 폐의 콜레스테롤 농도는 심장의 약 3배 가량 높았다. 김치 용매획분이 고콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼에서 콜레스테롤 축적에 미치는 영향을 살펴보았을 때 Table 3에 나타난 바와 같이 심장의 콜레스테롤 농도는 CH₂Cl₂획분군, EtOAc획분군, 그리고

H₂O획분군에서 대조군에 비해 각각 42%, 21%, 그리고 8% 낮았으며(p<0.05), 신장은 대조군에 비해 CH₂Cl₂획분군 23%, EtOAc획분군 12%, 그리고 H₂O획분군에서 11% 낮았고(p<0.05), 폐는 대조군에 비해 CH₂Cl₂획분군이 37%, EtOAc획분군이 22% 그리고 H₂O획분군에서 20% 정도 낮아(p<0.05) CH₂Cl₂획분의 콜레스테롤 저하 효과가 가장 큰 것으로 나타났다.

중성지질의 농도

중성 지질 농도는 콜레스테롤과는 달리 심장이 가장 높고 다음이 신장 그리고 폐 순이었다(Table 3). 심장의 중성지질 농도는 폐의 약 9배 가량 높았고, 신장의 약 2배 정도이었다. 중성지질 농도 역시 김치 용매획분에 축적이 억제되는 현상이 관찰되었는데 심장의 경우 콜레스테롤 식이를 섭취한 대조군에 비해 CH₂Cl₂획분군, EtOAc획분군, 그리고 H₂O획분군에서 29, 4, 그리고 12% 낮아져 유의적인 감소를 보였고(p<0.05), 신장은 대조군에 비해 CH₂Cl₂획분군, EtOAc획분군, 그리고 H₂O획분군에서 각각 51, 11, 그리고 21% 낮아져 심장보다 중성지질 축적 억제 효과가 현저하였다(p<0.05). 폐 역시 대조군에 비해 CH₂Cl₂획분군, EtOAc획분군, 그리고 H₂O획분군에서 각각 47%, 28%, 그리고 28% 유의적으로 낮아져(p<0.05) 폐에서의 중성지질 억제 효과는 신장만큼 현저하였다. 김치 용매획분 중 장기에서 중성지질 축적을 억제하는 효과는 CH₂Cl₂획분이 가장 현저하여 콜레스테롤 분석에서 얻어진 결과와 동일한 경향이었다.

인지질 농도

장기별 인지질 농도는 콜레스테롤 및 중성지질과는 달리 심장과 신장에 차이가 없었으나 폐의 인지질 농도가 약 10% 정도 낮았다(Table 4). 김치 용매 획분을 섭취시켰을 때 각 장기의 인지질 농도는 낮아져 콜레스테롤 및 중성지질의 농도 변화와 동일한 현상을 보여 김치 용매획분이 장기의 인지질 축적에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 심장은 대조군에 비해 CH₂Cl₂획분군은 10%, EtOAc획분군과 H₂O획분군은 각각 4%와 1% 정도 낮았고(Table 4, p<0.05), 신장은 대조군에 비해 CH₂Cl₂획분군이 8%, H₂O획분군은 16% 낮았으나(Table 4, p<0.05) EtOAc획분군에서는 대조군과 차이는 없었으며 폐는 대조군에 비해 CH₂Cl₂획분군은 33%, EtOAc획분군과 H₂O획분군은

Table 2. Body weight gain and weights of heart, kidney and lung of rabbit fed cholesterol diet containing solvent fraction of kimchi for 16 weeks

Group ¹⁾	Weight gain /week (%) ²⁾	Weight (g)		
		Heart	Kidney	Lung
C	1.37±0.21 ³⁾	5.65±0.72	13.63±3.06	10.60±1.42
BC	1.32±0.43	5.45±1.73	12.60±2.16	9.03±2.90
BE	2.59±0.79	5.58±0.88	13.66±1.88	10.23±1.92
BW	1.70±0.14	5.62±1.51	12.12±2.24	9.96±1.78

¹⁾C: basal diet (powdered chow pellet) group+1% cholesterol + 1% olive oil. BC: basal diet+1% cholesterol+1% olive oil+CH₂Cl₂ fr. BE: basal diet + 1% cholesterol + 1% olive oil + EtOAc fr. BW: basal diet + 1% cholesterol + 1% olive oil + Water fr.

²⁾Wt (final-initial)/final wt ÷ 16 (weeks) × 100.

³⁾Values are means ± SD (n = 6).

Table 3. Cholesterol and triglyceride concentrations of heart, kidney, and lung of rabbit fed 1% cholesterol diet containing solvent fraction of kimchi for 16 weeks

Group ¹⁾	Cholesterol (mg/g tissue)			Triglyceride (mg/g tissue)		
	Heart	Kidney	Lung	Heart	Kidney	Lung
C	6.07±1.16 ^{a2)}	12.29±3.08 ^a	16.87±4.36 ^a	52.96±3.68 ^a	23.68±0.83 ^a	6.15±2.40 ^a
BC	3.52±0.54 ^b	9.50±1.33 ^b	10.58±3.31 ^c	37.52±5.25 ^b	11.64±1.79 ^c	3.72±0.82 ^b
BE	4.78±0.98 ^{ab}	10.81±1.64 ^{ab}	13.55±2.36 ^b	50.65±3.16 ^a	21.01±1.23 ^b	4.44±1.12 ^b
BW	5.57±0.57 ^a	10.90±1.93 ^{ab}	13.09±1.82 ^b	46.86±1.94 ^a	18.59±1.41 ^b	4.41±3.20 ^b

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾Data with different superscripts in column were significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

Table 4. Phospholipid and total lipid concentrations of heart, kidney, and lung of rabbit fed 1% cholesterol diet containing solvent fraction of kimchi for 16 weeks

Group ¹⁾	Phospholipid (mg/g tissue)			Total lipid (mg/g tissue)		
	Heart	Kidney	Lung	Heart	Kidney	Lung
C	40.38 ± 15.72 ^{a2)}	41.61 ± 16.10 ^a	34.61 ± 6.36 ^a	109.94 ± 18.72 ^a	78.94 ± 11.55 ^a	64.83 ± 14.60 ^a
BC	36.46 ± 13.82 ^a	38.32 ± 17.63 ^a	23.21 ± 4.64 ^b	80.06 ± 7.73 ^b	67.38 ± 17.16 ^a	49.55 ± 10.89 ^b
BE	38.95 ± 16.30 ^a	41.55 ± 13.76 ^a	33.19 ± 2.72 ^a	90.10 ± 13.89 ^{ab}	75.00 ± 11.23 ^a	59.06 ± 11.85 ^a
BW	40.04 ± 6.37 ^a	34.86 ± 3.71 ^a	28.28 ± 4.57 ^a	95.06 ± 14.22 ^{ab}	61.56 ± 6.22 ^a	58.06 ± 14.38 ^a

¹⁾See the legend of Table 2.

²⁾Data with different superscripts in column were significantly different by one-way ANOVA followed Duncan's multiple range test at the 0.05 level of significance.

각각 4%와 18% 정도 낮았다(p<0.05).

장기별 지질 특성

1% 콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼의 장기에 축적된 지방의 함량을 단위 중량으로 비교하였을 때 심장의 지방함량이 가장 높았고, 폐 그리고 신장의 순이었다(Table 4).

콜레스테롤 농도는 폐, 신장 심장순으로 높았고, 중성지질은 심장, 신장, 그리고 폐 순이었으며, 인지질의 농도는 세 장기에서 그 비슷하였다. 심장은 세 장기 중 중성지질의 농도가 가장 높고, 콜레스테롤 함량은 가장 낮았으며, 인지질은 세 장기사이에 차이가 없었다. 반면 폐는 콜레스테롤 농도가 가장 높고 중성지질의 농도가 가장 낮았다. 이는 심장병(Cardiac insufficiency)으로 죽은 72세의 남성 환자를 해부해서 콜레스테롤 함량을 조사한 결과 폐는 심장이나 신장보다 그 함량이 높았다는 보고(17)와 일치하였다. 김치의 용매획분들이 장기의 지질 축적에 미치는 영향을 살펴보았을 때 앞의 결과들에서 관찰된 바와 같이 모든 장기에서 CH₂Cl₂획분이 지질 축적 현상을 가장 억제하는 것으로 나타났고 다음이 EtOAc획분, 그리고 H₂O획분 순이었다. 이러한 용매획분에 의한 각 장기의 콜레스테롤 및 중성지질의 농도는 유의적인 차이가 있었다(p<0.05).

요 약

배추김치의 dichloromethane(CH₂Cl₂)획분, ethylacetate (EtOAc) 획분 그리고 물(H₂O)획분이 1% 콜레스테롤 식이를 16주 동안 섭취한 토끼의 심장, 신장, 그리고 폐의 지질 축적에 미치는 영향에 대한 연구로, 100 g 식이에 첨가한 김치 용매획분의 양은 8.3 mg CH₂Cl₂, 5.6mg EtOAc 그리고 221.9 mg H₂O 획분으로 이 양은 5% 동결건조 김치속에 들어있는 양이다. 토끼는 각 군당 6마리로 한 마리씩 사용하였다. 16주 사육 후 심장, 신장 그리고 폐의 콜레스테롤 및 중성지질의 농도는 대조군에 비해 김치 용매획분에 의해 현저하게 감소하였고, 인지질과 총 지방질 함량은 CH₂Cl₂획분군에서만 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 심장에 있어서 콜레스테롤 농도는 CH₂Cl₂획분, EtOAc획분 그리고 H₂O획분군에서 42%(p<0.05), 21%(p<0.05) 그리고 8% 감소하였고, 중성지질 농도는 각 29%(p<0.05), 4%, 그리고 11% 감소하였다. 신장의 경우 콜레스테롤은 CH₂Cl₂

획분, EtOAc획분 그리고 H₂O획분군에서 23, 12, 그리고 11% 감소하여 유의적으로(p<0.05) 억제되었고, 중성지질은 CH₂Cl₂ 획분과, H₂O획분군에서 각 51%와 21% 감소하여 유의적인 차이를 나타내었다. 폐의 경우 CH₂Cl₂획분, EtOAc획분 그리고 H₂O획분군에서 콜레스테롤(-37, -20, -22%) 및 중성지질(-39, -28, -28%) 모두 유의적으로(p<0.05) 감소시켰고 다른 장기와는 달리 CH₂Cl₂획분군에서만 인지질과 총지질 함량이 각 33%와 34%로 유의적으로(p<0.05) 감소하였다. 장기별로 비교해 볼 때 콜레스테롤 함량은 폐, 신장, 심장 순으로 높았고, 중성지방 함량은 심장, 신장, 폐 순으로 높게 나타났다. 인지질 함량은 심장, 신장 그리고 폐에서 비슷한 수준을 나타냈다. 이러한 결과를 살펴보았을 때 김치용매획분중 CH₂Cl₂획분에 지질을 감소시키는 활성성분이 가장 많이 함유된 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농림부에서 시행한 1998년 농림수산 특정연구사업의 지원에 의한 연구결과와 일부로 연구비지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Casteli WP, Garrison RJ, Wilson PWF, Abbott RD, Kalousdian S, Kannel WB. 1986. Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. The Framingham Study. *JAMA* 256: 2835-2845.
2. 2000. Annual Report on the cause of Death Statistics. National Statistical Office, Seoul, Korea
3. Harsch M, Braesen HJ, Niendorf A. 1997. Effects of low-dose pravastatin sodium on plasma cholesterol levels and aortic atherosclerosis of heterozygous WHHL rabbits fed a low cholesterol (0.03%) enriched diet for one year. *Atherosclerosis* 128: 139-147.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Park KY. 1995. The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effect of *kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
 9. 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 and Carcinogens* 17: 133-137.
 10. 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.
 11. 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
 12. Lee YO, Cheigh HS. 1996. Antioxidant activity of various solvent extracts from freeze dried *kimchi*. *Korean J Life Science* 6: 66-71.
 13. 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.
 14. 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.
 15. 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.
 16. Folch IL, Stanley GH. 1956. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biochem* 223: 498-499.
 17. Amir B, Andersson O, Lindblom D. 1999. Elimination of cholesterol as cholestenoic acid in human lung by sterol 27-hydroxylase: evidence that most of this steroid in the circulation is of pulmonary origin. *J Lipid Res* 40: 1421-1435.

(2002년 7월 31일 접수; 2002년 10월 8일 채택)