

## 김치의 영양생리적 특성

김영진

한국식품개발연구원

김치는 우리 조상들이 대대로 살아오면서 삶의 지혜로 이루어 놓은 훌륭한 식품이다. 현대에 들어와서 김치의 영양생리적 특성이 구체적으로 밝혀짐에 따라 김치는 세계적인 건강식품(natural health food)으로 떠오르고 있다. 여기서는 김치의 영양생리적 특성에 대하여 간단히 소개하고자 한다.

### I. 김치와 배추, 무, 마늘의 항암효과

#### 실험동물에서 김치의 항암효과

김치의 영양생리적 특성으로 먼저 항암효과를 들 수 있다. 암(cancer)은 세계적으로 많이 발생하며 치료가 어렵기 때문에 사망률도 높다. 암은 일단 발생하면 치료하기 어렵거나, 치료비와 치료기간이 많이 소요되므로 미리 예방하는 것이 중요하다.

그러면 김치는 암을 예방하는 효과가 있을 까? 한국식품개발연구원<sup>(1)</sup>에서는 실험쥐에 발암물질 diethylnitrosamine (DEN)과 D-galactosamine (DGA)를 복강주사 하여 간암을 발생시켰다. 이 쥐에게 한국인이 평소에 섭취하는 정도의 배추김치와 깍두기를 동결건조하여 사료에 섞어서 각각 먹였다. 그러자 배추김치를 먹은 쥐는 일반사료(AIN-76사료)를 먹은 쥐보다도 간암(glutathion S-transferase placental form positive foci, GST-P<sup>+</sup>)이 절반으로 감소되었고, 깍두기를 먹은 쥐는 일반사료를 먹은 쥐보다 1/3로 감소되었다. 따라서 배추김치와 깍두기는 간암에 대하여 억제효과를 갖고 있었다(1999).

#### 시험관내 방법(*in vitro*)에서 김치의 항암효과

실험동물이외에 시험관내 방법(*in vitro*)으로 김치의 항암효과가 다수 조사되었다. 김치에서 메탄올로 추출한 액은 Ames test와 SOS chromotest에서 발암물질(aflatoxin과 N-methyl-N'-nitrosoguanidine, MNNG)에 대하여 항돌연변이효과를 나타냈다<sup>(2)</sup>. 그리고 김치추출액은 조직배양된 결장암세포(HT29), 백혈병암세포(leukemia K-562 and HL-60), 유

방암세포(MCF-7), 골수암세포(osteosarcoma MG-63)의 성장을 억제 또는 정지(apoptosis) 시키고<sup>(3-8)</sup>, 쥐에서 인터루킨(interleukin)-2의 생성을 촉진시키고 림프구 killer cell의 활성을 높이고<sup>(9)</sup>, 발암물질 3-methylcholanthracene (MCA)와 7,12-dimethylben[a]-anthracene (DMBA)의 독성을 약화시켰다<sup>(10)</sup>. 김치젖산균 즉 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *L. actobacillus fermentum*, *L. plantarum pediococcus acidilactici*는 발암물질 4-nitroquinoline-1-oxide (4-NQO)와 3-amino-1-methyl-5H-pyrido[4,3-b]-indol (Trp-P-2)에 대하여 항돌연변이효과를 나타냈다<sup>(11)</sup>. 김치젖산균의 세포벽성분(cell wall)도 항돌연변이효과가 있다고 한다<sup>(12-13)</sup>.

### 실험동물에서 배추와 무의 항암효과

한국식품개발연구원에서는 김치의 주원료인 배추와 무가 항암효과를 나타내는지를 조사하였다(2000). 배추와 무를 동결건조하여 기본사료(AIN-76)에 첨가하여 배추사료와 무 사료를 만들었다. 그리고 전과 동일한 방법으로 발암물질을 실험쥐에 주사하였다. 그 결과 배추사료와 무 사료를 먹은 쥐는 기본사료만 먹은 쥐에 비하여 모두 간암이 절반수준으로 감소되어 있음으로서 배추와 무도 항암효과를 갖고 있었다.

### 암에 대한 위험(risk)의 감소

배추와 마늘은 항암효과가 있을 것으로 추정되고 있다. 미국 Harvard 의과대학<sup>(14)</sup>에서 1986년부터 1996년까지 방광암(bladder cancer)에 걸린 환자 47,909 명의 생활환경을 조사한 결과 배추를 포함한 십자화과 채소(cruciferous vegetables)의 섭취가 많을수록 방광암의 발생이 적었고 십자화과 중 특히 배추와 브로콜리만이 방광암의 위험을 감소시켰다고 한다(1999). 또한 중국에서 1993년부터 1995년까지 뇌암에 걸린 환자 129명의 생활환경을 조사한 결과<sup>(15)</sup> 신선한 채소 특히 배추와 양파, 신선한 생선을 먹은 사람은 뇌암이 적다고 한다(1999). 배추와 콜리후라워, 브로콜리의 섭취와 폐암이 발생할 위험간에는 역의 상관관계가 있으며<sup>(16)</sup>, 브라시카(brassica)속의 섭취는 위암과 역의 관계를 보였다고 한다(1996). 이외에 오스트리아의 Wien 대학<sup>(17)</sup>에서는 배추와 마늘이 암에 대하여 보호효과가 있다고 하였다(1997).

마늘이 암의 위험을 낮출 수 있다는 보고도 있다. 미국 국립암연구소<sup>(18)</sup>에서는 중국 산둥지방의 창산주(Changshan county)의 주민은 위암이 적음을 발견하고 주민 214명을 조사하였다. 그 결과 마늘의 섭취와 *Helicobacter pylori*의 감염과 역의 상관관계에 있었고

마늘은 위암의 초기발생과 진행을 억제할 수 있을 것으로 추측하였다(1998). 스위스 로잔에서 1992년부터 1997년까지 결장암(colorectal cancer)환자 223명에 대하여 식사를 조사한 결과<sup>(19)</sup> 마늘이 암에 대하여 가장 보호효과가 높았다고 결론을 내렸다(1999). 프랑스에서는 1986년부터 1989년까지 345명의 유방암환자를 조사한 결과<sup>(20)</sup> 섬유(fiber)와 마늘과 양파의 섭취가 증가할수록 유방암의 위험이 감소한다고 하였다(1998).

## 항암성분

그러면 항암효과를 나타내는 성분은 무엇인가? 한국 원자력병원<sup>(21)</sup>에서는 배추추출물은 발암물질 diethylnitrosamine (DEN)에 의하여 발생한 쥐의 간암을 억제시켰다고 한다(1990). 또한 마늘의 에탄올추출물도<sup>(22)</sup> 간암발생을 억제하였다고 한다(1991). 마늘에 존재하는 allyl sulfide, 고추에 존재하는 capsaicine, 배추에 존재하는 indol-3-carbinol을 쥐에 투여하고 위암에 미치는 영향을 조사한 결과<sup>(23)</sup>, allyl sulfide는 위암을 억제하였으나 capsaicine과 indol-3-carbinol은 아무 효과도 없었다고 한다(1991). 마늘의 allyl sulfide, 배추의 indole-3-carbinol은 쥐에서 간암, 폐암, 갑상선암(thyroid), 방광암(urinary bladder)의 발생을 억제하였다고 한다<sup>(24-25)</sup>.

미국 John Hopkins 의과대학<sup>(26)</sup>에서는 배추를 포함한 브라시카속(brassica)에는 glucosinolate를 많이 포함하고 있고, 조직이 손상되면 효소 myrosinase에 의하여 glucosinolates가 isothiocyanates로 변화되고 isothiocyanates는 발암물질이 암을 일으키는 것을 억제한다고 하였다. 배추를 포함한 glucosinolate와 isothiocyanate가 많은 채소를 먹으면 해독기능이 강화되어 암을 억제하는 것 같다고 한다(1998).

미국 록펠러대학병원<sup>(27)</sup>에서는 배추의 indol-3-carbinol을 많이 섭취할수록 오줌에서 estrogen receptor를 활성화하는 대사산물의 농도가 감소되었음을 발견하고 indol-3-carbinol이 여성호르몬인 에스토로젠(estrogen)의 자극을 낮추어 유방암의 증식을 억제하는 것으로 추측하였다(1997).

## 항암식품으로서 김치의 중요성

김치가 항암성 식품이라면 항암제와는 어떻게 다른 가? 보통 항암성 식품과 항암제를 비슷한 것으로 생각하는 경향이 있다. 그러나 그 목적과 작용기구에는 상당한 차이가 있다.

식품에 의하여 암을 예방하는 것(chemoprevention)은 식품의 섭취를 조절함으로써 암

을 예방하려는 것이다. 암의 위험인자(risk factor)를 감소시키고, 암을 예방하는 식품을 섭취함으로써 사전에 암을 예방하려는 것이다. 따라서 식품에 의한 항암효과는 암의 초기발생단계에 효과가 있다. 초기단계부터 계속적으로 섭취하여야 효과가 있다. 항암성 식품은 간의 해독기능을 강화하여 발암물질을 무독화시키거나, 암세포의 DNA와 단백질합성을 억제하거나, 에스트로젠 수용체(estrogen receptor)를 봉쇄하여 에스트로젠(estrogen)에 의한 증식을 억제하는 등 암의 개시단계와 촉진단계에서 작용하는 것으로 생각되고 있다<sup>(28)</sup>.

항암제(anti-tumor drugs)는 이미 발생한 암을 치료하기 위한 화학요법(chemotherapy)이다. 항암제란 정상세포는 가능한 적게 손상시키고 암세포를 죽이려는 것이다<sup>(29)</sup>. 항암제는 분열을 계속하고 있는 암세포의 DNA, 또는 RNA, 단백질합성을 억제함으로써 암의 증식을 억제하려는 것이다. 항암제로는 유전자의 분자구조를 변화시키는 물질(polyfunctional alkylating agents)과 대사저해제(antimetabolites), 항생제(antibiotics), 스테로이드성 호르몬(steroid hormones), 세포분열억제제(metaphase inhibitors), 기타 항암제 등이 있다. 항암제는 암세포는 물론이며 정상세포도 동시에 공격하므로, 정상적으로 세포분열하는 장내상피세포(intestinal epithelium)와 머리털(fair follicles), 생식선(gonads; 난소와 고환), 뼈(bone marrow)세포도 대부분 파괴된다. 그리고 항암제는 대부분 돌연변이 유발성(mutagenic)을 갖고 있다. 따라서 부작용이 거의 없는 항암성 식품은 암을 예방하기 위한 중요한 수단이며, 김치는 항암효과를 나타내는 많지 않은 식품중의 하나인 것이다.

## II. 혈관질환의 억제

### 인체와 실험동물에서 LDL 콜레스테롤의 저하

미국과 유럽에서는 동맥경화증으로 인한 사망률이 가장 많고 우리 나라에서도 상당히 많다. 김치가 동맥경화증을 억제할 수 있을 것인가? 동맥경화증을 억제하기 위하여서는 먼저 혈액중의 LDL cholesterol(저밀도콜레스테롤) 함량을 저하시켜야 한다. 부산대학교의 송과 백은 김치를 정제(pill)로 만들어 건강한 성인에게 하루에 3g씩 6주간 섭취하게 하였다<sup>(30)</sup>. 그 결과 김치를 먹은 사람의 혈액에는 LDL cholesterol이 감소하고 HDL cholesterol(고밀도콜레스테롤)이 증가하였으며, 특히 김치의 수용성 부분을 먹을 때 이 효과가 더 크게 나타났다(2000).

권 등<sup>(31)</sup>은 김치섭취량과 중년남성의 혈중 지질농도와 관련성을 조사한 결과 김치섭취량과 LDL cholesterol는 역의 상관관계를 보였다고 한다(1999). 또 김치를 먹은 쥐에서는 혈청콜레스테롤과 간의 콜레스테롤함량이 감소됨으로서 식이중 지방과 콜레스테롤이 변으로 배설된 것으로 추정되었다<sup>(32)</sup>. 마늘과 펙틴을 고콜레스테롤증(hypercholesterolemia)에 걸린 토끼에 먹이면<sup>(33)</sup> 콜레스테롤의 저하효과가 나타났다고 한다(1999).

### 동맥경화증의 개시단계의 억제

동맥경화증의 개시는 주로 LDL cholesterol의 산화로 개시되는 것으로 알려지고 있다. 혈액 중 LDL cholesterol의 산화속도가 늦을수록 동맥경화증이 일어날 가능성도 낮아진다. 권 등<sup>(34)</sup>은 배추, 고추, 마늘을 각각 토끼에게 먹인 결과 마늘을 먹은 토끼에서 LDL cholesterol의 산화속도가 훨씬 늦어졌다(1998). 따라서 마늘은 동맥경화증의 개시를 억제하는 효과가 있다고 추정되었다. 또한 시험관내 방법(in vitro)에서도 마늘추출물은 LDL cholesterol의 산화를 억제하였다<sup>(35)</sup>.

### 혈전 억제효과

혈액이 응고되면 혈전(피떡)이 생기는 데 만일 혈액 속에서 혈전이 생기면 모세혈관을 막아서 조직에 산소와 영양을 공급하지 못하게 된다. 김치는 혈전을 억제할 수 있는가? 김 등<sup>(36)</sup>은 김치를 흰쥐에 대량으로 먹이고 피브린 분해활성을 조사하였다(1998). 김치를 많이 먹은 쥐(사료 중 10%)는 피브린 분해활성이 높았고 이 분해활성은 파, 무, 고추에서 유래한 것으로 생각되었다. 마늘이 혈전에 미치는 영향도 연구되었다<sup>(37-38)</sup>. 인도에서 마늘을 많이 먹는 사람을 조사한 결과<sup>(39)</sup> 마늘을 많이 먹는 사람은 혈전이 쉽게 생기지 않고 혈전을 녹이는 활성도 높았다(1991). 마늘을 먹고 1-8시간이 경과하면 혈액의 점도가 내려가고 혈전용해능력도 증가되었다<sup>(40)</sup>. 마늘에서 혈전을 억제하는 성분은 methyl allyl trisulphide로서 마늘기름 중 4-10% 함유되어있다고 한다<sup>(41)</sup>.

김치에서 혈전을 용해하는 효소를 생산하는 균주가 분리되었다. 노 등<sup>(42)</sup>은 김치에서 혈전을 용해하는 균으로서 *Bacillus amyloliquefacins*, *Bacillus brevis*, *Micrococcus luteus*를 분리동정하였다. 이 균들이 생산하는 효소는 일본의 나또나 청국장장에서 분리된 것 보다 활성이 더 높다고 한다(1999).

### III. 기타 영양생리효과

#### 고추의 에너지 소비촉진

비만은 섭취된 에너지가 체내에서 소비되지 않고 축적된 결과로 발생한다. 오늘날 비만인구는 점차 증가하는 추세에 있으며, 비만이 심화됨에 따라 사망률, 당뇨병, 고혈압, 심장마비, 뇌졸중 등의 위험도 증가한다. 따라서 비만을 방지하도록 노력하여야 한다.

그러면 김치는 에너지소비와 어떤 관련성이 있는 가? 임 등<sup>(43)</sup>은 김치에 넣는 고추를 성인에게 먹이고 달리기를 하는 동안 탄수화물의 소모를 조사하였다(1997). 고추를 먹은 사람은 호흡률과 혈액 중 젖산(lactate)이 더 증가하였고 호르몬 에피네프린(epinephrine)과 네오에피네프린(norepinephrine)이 더 증가하였다. 이 호르몬은 저장된 탄수화물을 혈당으로 바꾸는 호르몬으로서 고추를 먹은 사람들은 탄수화물을 더 많이 소모시킨 것이다.

일본의 Yoshiokka 등<sup>(44)</sup>은 일본인 여성을 대상으로 고추가 인체의 열 발생에 미치는 영향을 조사하였다(1998). 고추를 먹지 않는 경우 지방보다 당질에서 더 많이 열을 발생시키고, 당질이 먼저 소모되었다. 그러나 고추를 먹으면 체열이 증가하고, 당질보다 지방의 소비가 더 증가하였다. 이 결과로 고추가 체열의 발생(thermogenesis)을 촉진시킬 뿐만 아니라 지방의 소비(lipid oxidation)를 증가시키며 나아가 비만을 억제할 수 있다고 하였다.

#### 마늘과 피로억제

마늘은 피로에 어떤 영향을 가져올까? 피로는 근육이 활동함으로써 발생한 젖산(lactate)이 축적됨으로서 느끼는 것이다. 백<sup>(45)</sup>은 김치에 넣는 마늘을 남학생에게 먹이고 장시간 운동한 후 혈액 중 젖산축적량과 젖산분해효소를 조사하였다(1995). 마늘을 먹은 남학생들은 마늘을 먹지 않은 남학생들 보다 혈액 중 젖산이 약간 적어졌고, 젖산을 분해하는 효소의 활력은 높아져 있었다. 즉 마늘을 먹은 남학생들은 젖산을 분해하는 효소의 활력이 강화되어 젖산축적이 적어졌고, 피로를 덜 느꼈다고 한다.

#### 철(Fe)의 흡수촉진

철(Fe)은 장내에서 흡수되기 어려운 금속으로 때로는 인체에서 결핍증이 나타난다. 철이 부족하면 빈혈이 쉽게 나타난다. 오 등<sup>(46)</sup>은 김치에는 철의 흡수를 돕는 비타민 C, 유

기산, 황아미노산 등이 풍부하므로 김치를 섭취하면 장내에서 철분의 흡수가 촉진된다고 하였다(1994). 미국 Rutgers 대학<sup>(47)</sup>에서는 배추, 브로콜리, 케일의 십자화과 채소에 의한 철흡수율을 조사한 결과 십자화과 채소가 철의 흡수를 높일 수 있다고 하였다(1995). 특히 가열 처리하면 채소의 세포벽이 연화되어 철의 흡수가 3-4배 더 높아진다고 한다. 그리고 철은 무 같은 뿌리채소 보다는 배추를 포함한 잎채소에서 더 흡수가 잘 된다고 한다<sup>(48)</sup>.

### 장내 유익한 효과

김치는 젖산균에 의하여 발효된 식품이므로 젖산균이 많이 살아있다. 보통 1 gram당 약 10<sup>9</sup>마리가 있다. 이 등<sup>(49)</sup>은 김치를 건강한 성인10명에게 매일 200g씩 10주간 먹이고 장내 미생물에 미치는 영향을 조사하였다. 김치를 먹은 사람은 김치에 존재하는 젖산균인 *Lactobacillus*와 *Leuconostoc*의 수가 증가되어 있었고, 장내세균에 의하여 발생하는 유해한 효소인  $\beta$ -glucosidase와  $\beta$ -glucuronidase는 감소하였다고 한다(1996).

이상과 같이 김치에는 현대인에게 중요한 영양생리적 특성을 가지고 있다. 이러한 특성이 알려지면서 일본은 물론 다른 국가에서도 김치에 대하여 관심을 갖고 있으며, 김치의 수출도 확대되고 있다. 우리는 김치의 우수성을 계속 연구하여 세계에 알리고, 더욱 우수한 김치를 개발하여 여러 나라에 보급시켜야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 김영진, 박완수, 구경형, 장자준 : 김치의 생리활성효능에 관한 연구. 한국식품개발연구원보고서, E1487-9902 (1999)
2. 박건영 : 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항암효과. *한국영양식량학회지*, **24**, 169-182(1995)
3. 박건영, 최홍식 : 김치의 항돌연변이성 및 항암성. "제1회 김치의 과학 심포지움발표논문집". 한국식품과학회, 서울, pp.205-225(1994)
4. Choi, M.W., Kim, K.H., Kim, S.H. and Park, K.Y. : Inhibitory effects of kimchi extracts on carcinogen-induced cytotoxicity and transformation in C3h/10T1/2 cells. *J. Food Sci. Nutr.*, **2**, 241-245(1997)

5. 조은주, 이숙희, 이선미, 박건영 : 김치분획물의 *in vitro* 항돌연변이 및 항암효과. *대한암예방학회지*, 2, 113-121(1997)
6. Hur, Y.M., Kim, S. H. and Park, K.Y. : Inhibitory effects of kimchi extracts on the growth and DNA synthesis of human cancer cells. *J. Food Sci. Nutr.*, 4, 107-112(1999)
7. Choi., W.Y. and Park, K.Y. : Anticancer effects of organic Chinese cabbage kimchi. *J. Food Sci. Nutr.*, 4, 113-116(1999)
8. Jung, K.O., Lee, K.I., Suh, M.J. and Park, K.Y. : Antimutagenic and anticancer effects of Buchu kimchi. *J. Food Sci. Nutr.*, 4, 33-37(1999)
9. Kim, K.H., Kim, S.H., Rhee, S.H. and Park, K.Y. : Effects of kimchi extracts on interleukin-2 production and natural killer cell activity in mice. *J. Food Sci. Nutr.*, 3, 282-286(1998)
10. 조은주, 이숙희, 박건영 : 배추김치분획물의 *in vitro* 항발암효과. *대한암예방학회지*, 4, 79-85(1999)
11. 손태진, 김소희, 박건영 : 김치에서 분리한 유산균의 항돌연변이효과. *대한암예방학회지*, 3, 65-74(1998)
12. Park, K.Y., Kim, S.H. and Son, T.J. : Antimutagenic activities of cell wall and cytosol fractions of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *J. Food Sci. Nutr.*, 3, 329-333(1998)
13. 한국식품개발연구원 : 전통발효식품의 과학화 연구, 제1차년도 보고서 N1035-0623, 과학기술처, pp.383-424(1995)
14. Michaud, D.S. Spiegelman, D., Clinton, S.K., Rimm S.K. and Willett W.C. : Fruit and vegetable intake and incidence of bladder cancer in a male prospective cohort. *J. Natl. Cancer Inst.*, 7, 605-13(1999)
15. Hu, J., La, Vecchia C., Negri, E., Chatenoud, L., Bosetti, C., Jia, X., Liu, R., Huang, G., Bi, D. and Wang, C. : Diet and brain cancer in adults: a case-control study in northeast China. *Int. J. Cancer*, 81, 20-3(1999)
16. Vehoeven, D.T., Goldbohn, R.A., van Poppel, G., Verhagen, H. and van den Brandt P.A. : Epidemiological studies on brassica vegetables and cancer risk. *Cancer Epidemiol. Biomarkers. Prev.*, 5, 733-48(1996)
17. Frohlich, R.H., Kunze, M. and Kiefer, I. : Cancer preventive value of natural,



non-nutritive food constituents. *Acta Med. Austriaca.*, **23**, 108-113(1997)

18. You, W.C., Zhang, L., Gail, M.H., Ma, J.L., Chnag, Y.S., Blot, W.J., Li, J.Y., Zhao, C.L., Liu, W.D., Li, H.Q., Brave, J.C., Correa, P., Xu, G.W. and Fraumeni, J.F. Jr. : Helicobacter pylori infection, garlic intake and precancerous lesions in a Chinese population at low risk of gastric cancer. *Int. J. Epidemiol.*, **27**, 941-944(1998)

19. Levi, F., Pasche, C., La Vecchia, C., Lucchini, F. and Franceschi, S. : Food groups and colorectal cancer risk. *Br. J. Cancer*, **79**, 1283-1287(1999)

20. Challier, B., Perarnau, J.M. and Viel, J.F. : Gralic, onion and cereal fibre as protective factors for breast cancer: French case-control study. *Eur. J. Epidemiol.*, **14**, 737-747(1998)

21. Lee, Y.S., Jang, W.S., Eui, M.J., Lee, S.J. and Jang, J.J. : Inhibitory effect of Chinese cabbage extract on diethylnitrosamine-induced hepatic foci in Sprague-Dawley rats. *J. Korean Cancer Assoc.*, **22**, 355-359(1990)

22. Lee, Y.S. and Jang, J.J.: Modifiying effect of garlic and red pepper extracts on diethylnitrosamine-induced hepatocarcinogenesis. *Environmental Mutagens and Carcinogens*, **11**, 21-28(1991)

23. Jang, J.J., Cho, K.J., Lee, Y.S. and Bae, J.H.: Different modifying responses of capsaicine in a wide-spectrum initiation model of F344 rat. *J. Korean Med. Sci.*, **6**, 31-36(1991).

24. Jang, J.J., Cho K.J. Lee Y.S. and Bae J.H. Modifying responses of allyl sulfide, indole-3-carbinol and germanium in a rat multi-organ carcinogenesis model. *Carcinogenesis*, **12**, 692-695(1991)

25. Kim, D.J., Lee, K.K., Bae, J.H., Jang, J.J., Furihata, C., and Tatematsu, M. : The inhibitory effects of allyl sulfide and indole-3-carbinol on N-methy-N'-nitro-N-nitrosoguanidine-induced glandular stomach carcinogenesis in rats. *J. Korean Cancer Assoc.*, **26**, 392-398(1994).

26. Shapiro, T.A., Fahey, J.W., Wade, K.L., Stephenson, K.K. and Talalay, P. : Human metabolism and excretion of cancer chemoprotective glucosinolates and isothiocyanates of cruciferous vegetables. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, **7**, 1091-7100(1998)

27. Michnovicz, J.J., Adlercreuts, H., and Bradlow, H.L. : Changes in levels of urinary

estrogen metabolites after oral indol-3-carbinol treatment in humans. *J. Natl. Cancer Inst.*, **89**, 718-23(1997)

28. Concon, J.M. : *Food toxicology*. pp.202-215. Marcel Dekker, New York, USA (1988)

29. Halliwell, B. and Gutteridge, J.M.C. : *Free radicals in biology and medicine*. pp. 481-494. Clarendon Press, Oxford, England (1993)

30. 송영옥, 백영호 김치 pill 섭취가 혈중지질저하에 미치는 임상연구. 제11회 부산대학교 심포지움 pp.31-35 부산대학교 2000.

31. 권명자, 송영옥, 송영선 : 흰쥐에서 김치식이가 조직과 분변의 지질조성과 apo단백 및 thyroxine농도에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **26**, 507-513(1997)

32. 권명자, 전진호, 송영선, 송영옥 : 김치섭취수준이 중년남성의 혈중지질농도에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지* **28**, 1144-1150(1999)

33. Ismail, M.F., Fad, M.Z. and Hamdy, M.A. : Study of the hypolipidemic properties of pectin, garlic and ginseng in hypercholesterolemic rabbits. *Pharmacol Res.*, **39**, 157-66(1999)

34. 권명자, 송영선, 송영옥 : 콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼에서 김치재료의 항산화효과. *한국식품영양과학회지*, **27**, 1189-1196(1998)

35. Ide, N., Nelson, A.B. and Lau, B.H. : Aged garlic extract and its constituents inhibit Cu(2+)- induced oxidative modification of low density lipoprotein. *Planta Med.*, **63**, 263-264(1997)

36. 김미정, 송영선, 송영옥 : In vitro와 in vivo에서 김치 및 김치재료의 피브린 분해활성. *한국식품영양과학회지*, **27**, 633-638(1998)

37. Nafourney, R.A. Garlic: medicinal food or nutritious medicine? *J. Medicinal Food*, **1**, 13-28(1998)

38. Shun, J.T. : Physiological effects of bioactive components of Allium species. *Food Sci. Taiwan*, **24**, 629-648(1997)

39. Kritchevsky, D. : The effect of dietary garlic on the development of cardiovascular disease. *Trends in food Science and Technology*, **2**, 141-144(1991)

40. Sainani, G.S., Desai, D.B., Gorhe, N.H., Natu, S.M. and Pise, D.V. : Effect of dietary garlic and onion on serum lipid profile in Jain community. *Indian J. Med. Res.*,

69, 776-780(1979)

41. Ariga, T., Oshiba, S. and Tamada, T. : Platelet aggregation inhibitor in garlic. *Lancet*, **1**, 150-151(1981)

42. 노경아, 김동호, 최낙식, 김승호 : 김치에서 혈전용해효소 생산균주의 분리. *한국식품과학회지*, **31**, 219-223(1999)

43. Lim, K., Yoshiok, M., Kikuzato, S., Kiyonaga, A., Tanaka, H., Shindo M. and Suxuki, M. : Dietary red pepper ingestion increases carbohydrate oxidation at rest and during exercise in runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **29**, 355-361(1997)

44. Yoshiokka, M., St-Pierre, S., Suzuke, M. and Tremblay, A. : Effects of red pepper added to high-fat and high-carbohydrate meals on energy metabolism and substrate utilization in Japanese women. *British J. Nutr.*, **80**, 503-510(1998)

45. 백영호 : 장시간운동시 마늘섭취가 항피로 및 피로회복에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **24**, 970-977(1995)

46. 오영주, 황인주, Leitzmann C. : 김치의 영양생리적 평가. 제1회 김치의 과학 심포지움발표논문집. 식품과학회, 서울, pp.226-245(1994)

47. Kapanidis, A.N. and Tung, C.L. Heat druciferous vegetables increases *in vitro* dialyzability of intrinsic and extrinsic iron. *J. Food Sci.* **60**, 128-131(1995)

48. Chiplonkar, S.A., Tarwadi, K.V., Kavedia, R.B., Mengale, S.S., Paknikar, K.M., Agte, V.V. : Fortification of vegetarian diets for increasing bioavailable iron density using green leafy vegetables. *Food Research International* **32**, 169-174(1999)

49. 이기은, 최언호, 지근억 : 김치의 섭취가 인체의 장내미생물에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **28**, 981-986(1996)