

김치섭취를 통한 현대인의 건강증진과 성인병예방 Health Promotion and Disease Prevention through Kimchi Intake

오 영주 (Dr. oec. troph. Young-Ju Oh)
Halla College, Research Institute of Cheju Taditional Food

I. 서론(Introduction)

십자화과 채소(cruciferous vegetables)는 저장성이 좋고 염장에 잘 견디므로 겨울철 식단에서 비타민과 무기질의 중요한 공급원이 된다. 그 대표적인 예가 김치와 sauerkraut이다. 한국에서는 배추를 이용하여 김치로 담아 겨울철 기본식량으로 삼았고, 구라파에서는 양배추로 사우어크라우트를 만들어 식용함으로써 건강한 겨울을 날 수 있었다. 이 두식품은 다같이 십자화과 채소를 재료로하고 자연적인 젖산발효 방법을 이용하고 있다는데 그 공통점이 있다. 역사적으로 사우어크라우트는 항해 중에 흔히 발생하던 선원들의 괴혈병 치료와 예방에 널리 이용된 바 있으며, 항생제가 발달하지 못했던 과거에 장감염 치료에 주로 사용되었다. 우크라이나 태생의 미생물학자 Metschnikoff(1845~1916)는 유산균이 장내용물의 부패를 막음으로써 노화를 예방할 수 있다고 주장하기도 하였다. 그의 이론은 유산균 발효유를 많이 음용하는 불가리아인에게만 국한된 것이 아니라 젖산발효채소인 사우어크라우트를 많이 섭취하는 프랑스의 장수촌에도 적용된다고 하였다(Metschnikoff, 1908). 고래로 동서양을 막론하고 십자화과 채소는 기본식량으로써 뿐만 아니라 여러가지 질병(괴혈병, 위궤양, 장염 등등)을 치료하기 위한 민간요법제로 널리 사용되어왔었다. 고대 로마인들은 6백여년 동안 모든 질환치료에 대부분 이들 채소를 사용하였다고 한다. 지난 1980년대 이래로 수많은 역학연구결과들은 과일과 채소 특히 십자화과 채소의 섭취는 여러종류의 암발생율을 감소시키는 요인으로 지적되어 왔다(Block et al. 1992, Steinmetz and Potter 1996, Verhoeven et al. 1996). 이러한 위험율의 감소효과는 십자화과채소에 들어 있는 생리활성물질(항유황화합물, organosulfer compound)에 기인한 것으로 추정하고 있으며, 이들 성분의 많이 들어있는 식품을 적극 섭취하게 유도함으로써 암을 예방하고자하는 소위 "화학적 방어"(chemoprotection, chemoprevention, chemoprophylaxis)의 수단으로 삼고 있다.

한국 김치(Korean kimchi)는 다른 나라의 단순 절임채소(salted pickles)(쓰게모노漬物, 포채泡菜, 사우어크라우트sauerkraut)와는 달리 생리활성물질(phytochemicals)을 가진 여러가지 부재료(마늘, 생강, 고추 등등)를 넣어서 발효시킨 종합식물성 발효식품이다. 김치담금에 사용되는 재료들이 각기 다른 생리기능성(physiological functionality)을 가진 약용식물(functional herbal food)에 속하고, 유산균에 의해 여러가지 생리활성물질들이 생성되고, probiotic 기능을 가진 살아있는 유산균(viable lactic acid bacteria)이 많이 들어있으므로 (10⁸-10⁹CFU/g kimchi) 김치의 기능성은 복합적으로 나타난다. 이들 생리활성물질들은 에너지를 내거나 체조직의 합성에 직접 관여하지 않기 때문에 생명유지에 반드시 필수적인 성분들은 아니나, 인체의 건강을 유지해 주는데 중

요한 역할을 한다. 이 물질들이 생체내에서 개별적 또는 복합적으로 이뤄내는 기능성은 과학적인 흥미의 대상이 된다. 따라서 본 논문에서는 김치를 일상적으로 섭취함으로써 얻을 수 있는 영양적 가치를 살펴보고, 아울러 현대인들에게 있어 건강상 가장 문제가 되는 심장혈관계질환과 소화기계 질환(gastrointestinal disease) 성인병 예방을 위한 수단으로서 김치의 기능적인 면을 고찰해보자 한다.

II. 젖산발효 채소식품의 장점

젖산발효는 인류에게 오래전부터 알려진 저장법으로 소금에 절여 자연적으로 발효시키는 방법이다. 최근들어 여러가지 식품 저장법인 냉장, 냉동, 건조, 살균법 등이 보편화 되면서 젖산발효방법은 점차적으로 덜 이용되고 있지만, 아직도 일부 국가에서는 가장 중요한 식품저장방법으로 이용되고 있다. 식품학적으로 젖산발효 채소식품이 여러가지 장점들을 갖고 있어 {미래의 식품}으로 제안하는 학자들이 많다 (Table 1).

관능적인 품질 (organoleptic quality)의 향상: 자연계에 존재하는 유산균에 의해 채소가 발효되면 새롭고 전형적인 향기 성분들이 생성되고, 각종 유기산들, 알콜류 그리고 아미노산들이 합성되어 독특한 향과 맛을 낸다. 또한 발효속성 중 효소작용에 의해 식물조직이 부드러워져 씹는 아삭 아삭한 맛을 더해준다.

환경보전성 (oecological value): 채소류는 부패가 쉽게 일어나나 발효에 의해 저장성이 향상되므로 식품의 폐기를 막으며, 다른 저장방법과는 달리 에너지의 사용이 많지 않아 에너지 절약효과가 있어 자연환경에 악영향을 끼치지 않는다.

유용성(suitable value)의 향상: 소비자 입장에서 보면 젖산발효채소는 값이 비교적 저렴하며, 열처리 없이 바로 섭취할 수 있고, 취급이 간편하고 냉장하지 않고도 저장이 가능하다. 업자측에서 보면 일정용기에 담아 운반이 쉽고 저장수명이 길어 경제적으로 수익성이 높은 품목에 속한다.

건전성(healthy value)의 향상: 발효에 의해 혐기상태가 유지되고 유기산이 생성되어 vitamin C와 생리활성물질들이 잘 보존되며, 미생물의 작용으로 엽산을 비롯한 vitamin B군이 양적으로 증가되거나 식물자체에 거의 존재하지 않았던 새로운 vitamin B12 와 vitamin K가 합성된다. 아울러 미생물들이 탄수화물을 에너지 원으로 사용하기 때문에 열량이 낮아 젖산발효채소는 영양밀도가 높은 식품이다. 또한 섬유질의 일종인 dextran과 신경전달물질인 acetylcholine 및 γ -aminobutyric acid가 새로이 만들어지고, 비영양성 물질인 질산염이 유산균의 nitrate desmutase에 의해 파괴되어 그 함량이 감소됨으로써 식품의 건전성 (wholesomeness)이 증가한다. 발효미생물의 또다른 역할로 강한 환원작용이 있는데, 산화형의 철분을 흡수이용에 적합한 환원형의 철분으로, 황황아미노산의 일종인 산화 cystin을 환원상태인 cystein으로, 산화형 vitamin C를 환원형 vitamin C로 변화시켜 인체에서 작용을 증가 시킨다.

Table 1. Advantages of fermented vegetables (Oh 1992)

Improvement of organoleptic value
- development of novel and typical aroma
- synthesis of new organic acids, alcohols and amino acids
- alteration of texture
Improvement of suitable value
In sight of consumer
- chief and ready-to-eat
- simple handling
- storable without cooling
In sight of handler
- transportable
- extended shelf-life
- marketable
Improvement of healthy value
- building of vitamins and dietary fiber (dextran)
- maintenance of vitamin C and secondary metabolites
- removal of antinutritional factors (nitrate, etc.)
- low calorie food
- hygienic safety
- improvement of intestinal function
- improvement of absorption of nonheme iron
Improvement of ecological value
- utilization of easily spoilable raw material
- saving of energy

식품의 안전성(hygienic safety) 향상: 유산균에 의해 발효가 진행되면서 항생물질 (planticin A, lactolin, hydroperoxide, etc.)과 유기산(lactic acid, acetic acid, etc.)이 생성됨으로써 부패균과 병원성균의 성장과 증식을 저해하므로 위생적인 식품이 된다. 일부 식중독균의 성장을 위한 pH 범위는 젖산발효채소와 같은 산성 pH 에서는 자랄 수가 없다 (Table 2).

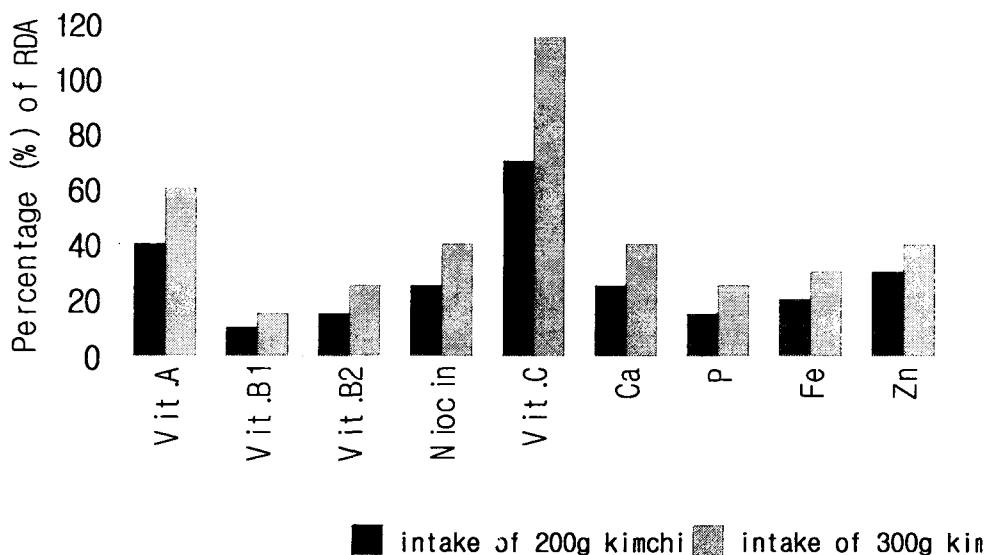
Table 2. The approximate pH range for growth of some foodborne pathogenic bacteria (Oh et al. 1994)

Pathogenic bacteria	pH range for growth
<i>Campylobacter jejuni</i>	4.9-8.0
<i>Staphylococcus aureus</i>	4.5-9.3
<i>Bacillus cereus</i>	4.3-9.0
<i>Listeria monocytogenes</i>	4.3-9.5
<i>Yersina enterocolitica</i>	4.2-
<i>Salmonella spp.</i>	3.8-9.0
<i>Clostridium perfringens</i>	5.0-8.3
<i>Clostridium botulinum</i>	4.6-9.0

III. 김치섭취에 의한 영양소 충족

김치는 채소류의 {모듬음식}이며 *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* 등의 lactic acid bacteria에 의해 발효된 한국의 발효식품이다. 따라서 김치의 영양성 (nutritional value)은 사용된 김치재료의 종류, 배합비, 숙성정도에 따라 결정된다. 김치재료의 공통된 특징은 열량이 낮고 비타민과 무기질의 함량이 높아 영양밀도가 높은 식품이다. 에너지의 함량은 유산균이 당을 소모하기 때문에 감소하고, 일부 vitamin의 양은 발효 중 효소의 작용으로 다소 높아지고 원재료에는 거의 존재하지 않았던 vitamin K는 상당량, vitamin B12는 소량 생합성된다.

Fig. 1. Percentage of mineral and vitamin intake compared with RDA's by consumption of 200g or 300g cabbage kimchi per day



김치는 한국인의 식단에서 비타민과 무기질의 농도가 높은 식품이다. 김치를 일일 200g 섭취할 경우 비타민과 무기질의 공급에 차지하는 비율은 권장량의 9-69%, 300g을 섭취할 경우 13-104%를 차지한다 (Fig. 1). 특기할 만한 점은 한국인의 식사에서 부족되기 쉬운 vitamin A, 엽산, 칼슘, 철분 그리고 섬유질의 섭취량에 주요한 몫을 차지한다는 것이다. 김치의 또다른 특징은 다른 식품군들에 비해 생리활성물질들이 다양하고 많다는 점이다(Table 3). 김치당금에 사용되는 거의 모든 재료들이 각기 다른 기능성을 가진 약용식물에 속하는 것들이고 유산균이 발효중에 이들 활성 물질들을 만들어 내어 복합적인 기능성을 나타낸다. 이들 생리활성물질들은 에너지를 내거나 체조직의 합성에 직접 관여하지 않기 때문에 생명유지에 반드시 필수적인 성분들은 아니다. 그럼에도 이들 대부분의 물질들은 인체의 건강을 유지해 주는데 중요한 역할을 한다

Table 3. Bioactive compounds in kimchi and their physiological effects

bioactive substances	physiological effect										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Phytochemicals in kimchi itsngredien											
carotenoid (β-carotene, lutein)	✓		✓		✓						
isothiocyanates, indoles, thiocyanate	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
flavonoid (quercetin)	✓	✓	✓		✓	✓					
phytosterol (sitosterol)							✓				
sulfides (allylsulfides)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
S-methylmethionine				✓							
S-methylcysteinsulfoxide							✓				
gingerol, gingerin	✓	✓	✓	✓		✓	✓				
capsaicin, dihydrocapsaicin	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓	
chlorophyll, chlorophyllin	✓		✓								
Compounds in fermented kimchi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
lactic acid bacteria		✓			✓		✓				
bacteriocine(nicine, plantarcine)		✓									
L(+)-lactic acid	✓	✓		✓	✓				✓		
acetylcholine									✓		✓
dextran									✓		
γ-aminobutyric acid									✓		

A: anticarcinogenic B: antibiotic C: anticoxidative D: antithrombotic / fibrinolytic
 E: immune-modulating F: blood pressure-regulating G: cholesterol-lowering
 H: blood glucose-regulating I: digestion-stimulating (laxative)
 J: secretion of neuropeptide K: antidepression

IV. 김치의 섭취에 의한 심혈관계 질환 예방효과

심혈관계 질환은 (cardiovascular disease) 복합적이고(complex) 다중적 요인에 의한 질환 (multifactorial disease)로서 고 콜레스테롤(high cholesterol), 고혈압(hypertension), 피부린 용해성의 감소(reduced fibrinolysis), 그리고 혈액응고시간(blood clotting time)과 혈소판 응집 (platelet aggregation)의 증가 등의 요인들에 의해 발생된다. 김치의 부재료인 마늘(garlic)-생강 (ginger)-고추(hot pepper)는 trio를 이루어 혈장지질(plasma lipids)의 정상화(normalization), 피프린용해 활성(fibrinolytic activity)의 상승(enhancement), 혈소판응집(platelet aggregation)의 저해(inhibition) 및 혈압의 정상화 등의 작용을 통해 심장병을 예방한다.

1. 혈중지질에 미치는 영양

지난 1980년 이래 인간을 대상으로 마늘섭취에 의한 혈중지질의 변화에 관한 연구보문이 여러편 발표되었다. 이들 대부분이 600-700mg 정도의 마늘분말 (마늘 한쪽)을 일상적으로 섭취했을 때 그 효과가 나타났다. 혈중 콜레스테롤의 농도는 약 10%, 혈중 중성지방치는 약 13%를 낮추었다 (Hwang 1991). 마늘이 혈중지질을 감소시키는 기전은 마늘의 allicin과 coenzyme A의 상호반응에 의한 것으로 추정하고 있다. 지방산, 중성지질, 인지질, 콜레스테롤의 생합성에 필요한 SH-group를 차단함으로써 acetyl기의 전이를 방해한다고 한다 (Reuter 1988). 인도에서 행한 한 역학연구(Sainai et al 1979)에서는 마늘과 양파를 전혀 섭취하지 않는 집단은 많이 섭취하는 집단에 비해 혈중 지질이 유의하게 높음을 관찰하였다(Table 4).

십자화과 채소에 존재하는 S-methyl 화합물 특히, 비타민 U로 일컬어지는 S-methylmethionin은 methionin의 생물학적 활성형으로 관상 동맥경화증의 치료에 효과가 있고, 배추에 상당량 존재하는 S-methylcysteinsufoxid은 동물실험에서 콜레스테롤 강하효과를 관찰하였다(Fujiwara et al. 1972). 고추가루도 동물실험에서 혈중 콜레스테롤 수준을 감소시키는 효과가 관찰되었다 (Sambiah, Satyanarayana 1982). 그 물질은 매운맛의 본체인 capsaicin 과 dehydrocapsaicin이었다. 생강을 섭취한 쥐에게서도 콜레스테롤 강하 효과를 관찰하였다 (Giri et al. 1984). 또한 고추의 capsaicin과 생강은 쥐에게서 변종 담즙분비량을 증가시켰다. 담즙산의 대사는 장간순환계를 통해 (enterohepatic circulation) 콜레스테롤대사와 밀접한 관계를 갖고 있다. 살아있는 유산균을 실험 동물에게 경구적으로 투여했을 때 혈중 콜레스테롤수준을 저하한다고 한다 (Gilland et al. 1985). 김치에 의한 동맥경화 예방효과는 LDL 산화의 억제(1), 동맥의 지질침착 억제(3) 등에서도 관찰되었으며, 영양역학조사에서 김치의 섭취가 증가할수록 혈중 HDL 수준은 유의적으로 증가하고 LDL 수준은 감소하였다(Kwon et al. 1999). 김치를 일일 300g씩 일상적으로 섭취하게한 임상실험에서 LDL-cholesterol의 감소와 Apo AI-concentration 상승효과가 관찰되었다 (Hwang 1991, Hwang et al. 1991).

Table 4. Comparison of serum levels of cholesterol, triglycerides, β -lipoproteins and phospholipids in the 3 groups Jain community (Sainai et al 1979)

Groups	Cholesterol (mg%) (Mean \pm SD)	Triglyceride (mg%) (Mean \pm SD)	β -lipoproteins (%) (Mean \pm SD)	Phospholipids (%) (Mean \pm SD)
Group I	159.4 \pm 2.2	52.7 \pm 2.2	60.4 \pm 2.7	5.95 \pm 0.14
Group II	172.3 \pm 3.5	75.0 \pm 2.7	63.1 \pm 0.9	6.35 \pm 0.16
Group III	207.8 \pm 3.5	108.5 \pm 4.9	70.5 \pm 0.7	8.25 \pm 0.15
Group I vs Group II	p<0.01	p<0.001	p>0.05	p<0.002
Group I vs Group III	p<0.001	p<0.001	p<0.01	p<0.001
Group II vs Group III	p<0.01	p<0.001	p<0.001	p<0.001

Group I: 70 vegetarians taking liberal amounts of onion and garlic
(600g onion/w, >50g garlic/w)

Group II: 64 vegetarians, who were taking small amounts of onion and garlic
(<200g onion/w, <10g garlic/w)

Group III: 72 orthodox Jain who were vegetarian in habit and had never taken onion and garlic in life time

2. 피부린 용해 활성에 미치는 영향(Effect of kimchi on fibrinolytic system)

정상적인 생리조건하에서 혈액의 응고 (coagulation)와 용해 (fibrinolysis)는 균형을 이루나 동맥경화증의 진행과정에서 이들의 균형은 응고쪽으로 쏠리게 된다고 한다. 김치의 부재료인 마늘, 양파, 고추, 생강이 피부린 용해능에 미치는 영향에 대해 다양하게 연구되어왔다. Sainai 등 (1979)은 마늘의 섭취가 피부린용해 및 관상동맥에 미치는 영향에 관한 역학조사를 행하였는데, 인도주민의 3집단 즉, 마늘을 많이 먹는 군, 조금 먹는 군, 전혀 먹지않는 군으로 구분 조사하였다. 마늘을 먹지않는 군에서 fibrinogen 수준이 높고, 혈액응고 시간이 짧으면서 피부린 용해능이 낮음을 확인하였다.

Kiesewetter 등 (1990)은 100-1200mg의 마늘분을 사람에게 섭취하게 한 결과 약 1-8시간 후 혈액의 점도가 현저하게 내려가면서 피부린 용해능(tpa-activity)이 63%나 증가함을 관찰하였다. Bordia 등 (1975)은 버터 100g, 빵 4쪽을 섭취하게 한 그룹에서 혈중 콜레스테롤과 fibrinogen 수준이 상승하고, 혈액응고시간과 피부린 용해시간이 길어진 반면, 동일식이에 마늘 즙을 준 군에서는 콜레스테롤의 상승이 저해되었고 피부린 용해능이 증가함을 확인하였다. Jain (1977)도 3주 동안 마늘을 하루에 5g씩 매일 식품과 함께 섭취하게 한 결과 2주후 혈중 중성지방 수준이 떨어지고 피부린 용해성이 증가함을 관찰하였다.

고추의 capsaicin은 피부린 용해능이 매우 큰 물질로 알려졌다. Glatzel과 Rueber-Schweer (1965)은 쌀밥에 고추를 첨가한 식이와 쌀밥만으로 이루어진 식이의 피부린 용해능을 조사한 바, 고추가 들어가지 않은 쌀밥을 섭취한 후 피부린 용해능이 감소하였으나, 고추를 첨가했을 때는 현

저하게 증가하였다고 한다. Wazantapruok 등 (1974)도 국수 200g에 고추가루 두 찻술을 먹게한 후 피부린 용해성을 측정한 결과, 섭취 직후 현저하게 증가하였고 30분 후 다시 원래의 수준으로 회복함을 관찰하였다. Capsaicin은 혈관확장을 일으키는 acetylcholine, Aspirin과 유사한 효과가 있다고 한다 (Elmadfa, Leitzmann 1990). 고추와 마찬가지로 생강도 혈전생성을 방해하는 물질을 함유하고 있다. 이 항응고물질은 생강의 매운맛 성분인 gingerol로 화학구조는 항혈액응고제 Aspirin과 매우 유사하다. 김치부재료 중에 allicin, gingerol, capsaicin 등이 많고 발효부산물로 acetylcholine, lactic acid 등이 풍부해 이들에 영향을 줄 것이다. 김치를 실험식이의 10%정도로 실험동물에 급여한 결과 대조군에 비해 높은 피브리린 분해활성을 관찰하였으며(Kim et al. 1998), 특히 김치의 물 추출액 보다 메탄올 추출액이 6배정도 그 효과가 높았다. 김치는 혈액의 응고 시간을 단축시키고 응고된 혈액을 용해하는 활성이 강해 응고와 용해의 균형을 맞춤으로써 혈전생성을 막아 동맥경화증을 예방하는 효과가 있다고 한다 (Hwang 1991, Hwang et al. 1991).

V. 김치의 섭취에 의한 철분 결핍성 빈혈예방 효과

대부분 철결핍성 빈혈은 철분 섭취량이 부족해서라기 보다는 오히려 식이성 철분의 흡수율이 낮은데 기인한 것으로 보고 있으며, 식이성 철분의 흡수이용율은 철분 영양상태에 지대한 영향을 미칠 수 있다(Bothwell et al. 1979). 지금까지 연구 확인된 사실 중 하나로서 우리나라의 김치와 유사한 젖산발효채소인 독일의 김치 사우어크라우트(sauerkraut)에는 비타민 C(ascorbic acid), 황화합물(cystein, glucosinolate), 유기산(lactic acid, acetic acid) 등이 함유되어 있어 비헴성 철분의 흡수이용율을 현저하게 상승시킨다고 보고되고 있다(Hallberg & Rossander 1982). 김치에도 이러한 성분들이 사우어크라우트에 못지 않게 풍부하게 존재하고 있을 뿐만 아니라 그 외에도 철분의 흡수를 촉진시킨다고 알려진 향신료 (고추, 마늘, 생강) 등이 들어 있어 사우어크라우트 이상의 철분흡수효과를 기대할 수도 있다. 사우어크라우트를 대상으로 한 연구에서 다른 채소에 비해 30%정도 더 높은 철분흡수이용율을 확인하였는데, 이는 사우어크라우트의 젖산에 기인한 것이라고 하였다. 또한 이와 유사한 결과가 아프리카 맥주의 일종인 Bantu의 연구에서도 관찰되었는데 발효과정에서 생긴 젖산(160-540mg)이 효과적이었다고 하였다(Dermann et al. 1980). 배추김치 중의 젖산함량은 170mg/100g 정도로서(32) 철분의 흡수이용률에 영향을 미칠 수 있다고 본다. 수많은 연구를 통해서 비타민 C가 비헴성 철분의 흡수를 촉진시킨다는 사실을 확인하여왔다. 동일한 영양밀도로 구성된 채식에서 ascorbic acid의 함량에 따라 철분흡수율은 20배의 차이가 있음을 확인하였다(Hallberg et al. 1986). 이러한 효과는 ascorbic acid의 환원성질에 의한 것으로 보고 있다(Charlton & Bothwell 1983, Wollenwert & Rummel 1987). 비타민 C의 작용은 투여량에 비례하며(dose dependent), 이는 식사시 비타민 C를 함께 섭취했을 시에만 가능하다고 하였다(Cook & Mosen 1987). 김치를 일일 300g씩 섭취했을 시 일일 비타민 C 섭취량은 50-60mg으로 한국인 영양권장량의 100%를 충족시키는 양에 달하며 철분의 흡수이용률을 증가시킬 수 있다. 또한 위장에서의 위산 분비 량에 차이에 따라 철분의 흡수이용률이 달라질 수 있다. 김치 중에 들어 있는 마늘, 고추 및 생강 등의 향신료들은 위산의 분비를 촉진시킨다고 알려졌으며(Kasper 1987), 위장의 낮은 pH는 난용성인 Fe(III)-hydroxide의 형성을 저해하여 철분의 흡수를 돕는다고 하였다(Jacobs et al.

1964). 그 외에 김치에 함유되어 있는 함황화합물(S-methyl-L-cysteinsulfoxide, S-carboxymethylcystein, S-methylmethionin, homomethionin, glucosinolate)도 철분의 환원작용으로 인해 철분의 흡수를 촉진시킬 수 있다(Layrisse et al 1984, Tayler et al. 1988). 건강한 성인 남성을 대상으로한 임상실험에서 김치를 섭취하는 중에 serum iron과 serum ferritin이 김치섭취 중 증가하였다(Fig. 2). 이는 김치의 재료의 성분과 발효생성물 중에 존재하는 환원성 물질인 ascorbic acid 및 sulfur compound들과 철분의 용해성을 높여주는 각종 유기산(lactic acid, acetic acid etc.)의 존재에 기인한 것으로 추론되며 또한 위산의 분비를 촉진시켜주는 매운맛 성분(capsaicin, gingerol, allicin etc.)들이 종합적으로 관여했을 것으로 사료된다(Fig. 3). 한편 소화관 변형시험(in-vitro)하에서 발효전의 김치와 발효후의 김치간에 철분의 흡수이용율을 비교한 결과 발효김치가 높다는 것을 관찰하였다.

Fig. 2. Effects of kimchi intake on serum iron and serum ferritin status in volunteers. Values with different superscripts are significantly different at the $\alpha = 0.05$ level by Duncan's multiple range test among control I-phase, kimchi I-phase, kimchi II-phase and control II-phase.(Oh & Hwang 1997)

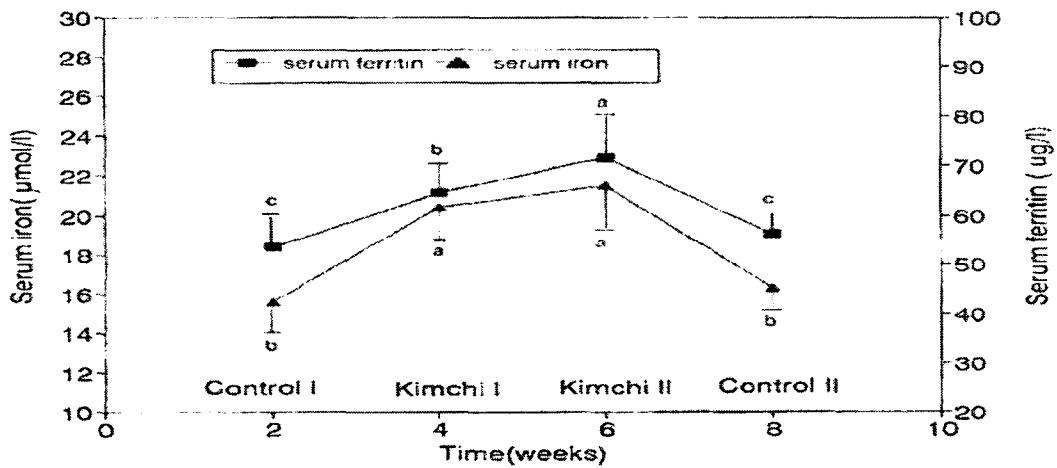
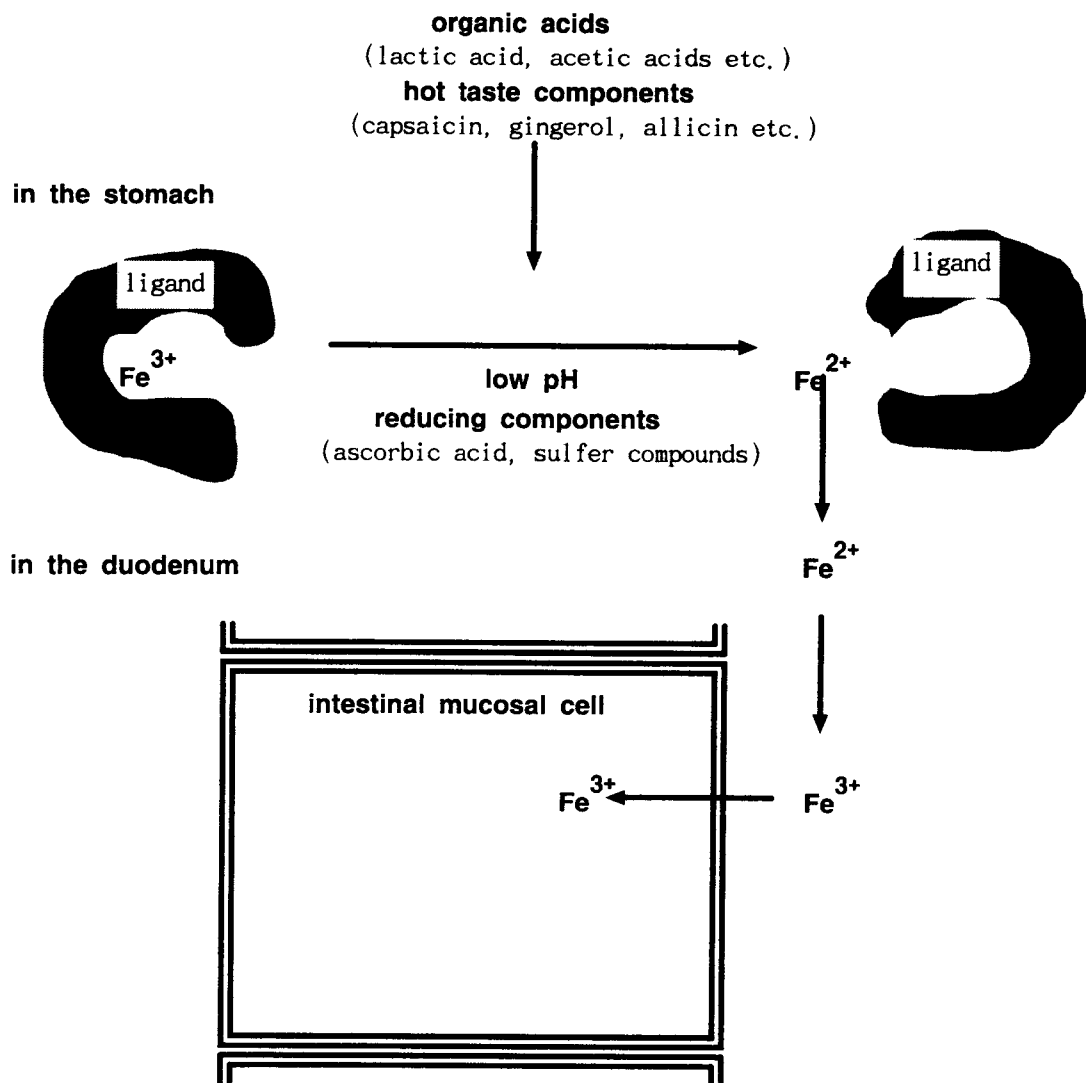


Fig. 3. Iron absorption - possible events in stomach and deodenum during the kimchi intake (Oh & Hwang 1997)



VI. 김치의 섭취에 의한 면역강화 효과

실험동물 연구 결과로 부터 김치의 발효에 관여하는 유산균이 면역증강작용이 관찰되었다 (Bloksma et al. 1979). Bloksma 등 (1981)은 *Lac. plantarum* (104, 105, 106, 108) 복강내로 주입한 후 쥐에게서 NK-cell activity의 증가를 확인 하였다. Hyde 등 (1986)은 *St. faecalis* 107를 흰쥐에게 2-3주 경구투여한 결과 phagocytose 활성 및 chemotaxis의 증가를 확인하였다. 박의 연구 결과에서도 김치로부터 분리한 *Lac. plantarum* 성장 broth를 경구투여한 mice에서 macrophage가 현저히 활성화되어 *Staph. aureus*의 phagocytosis가 증가되었다. 또한 실험동물 내부 장기의 조직 변화에서도 독성물질이 투여된 경우는 심하게 변화되었으나 유산균 투여군에서는 간과 신장조직 등이 정상상태이었으므로 이 유산균은 생체방어에도 도움이 된다고 하였다. 마늘이 면역계에 미치는 작용에 관한 연구가 일부에서 진행되어 왔다. 한 연구에서 생마늘을 섭취한 후 NK-cell activity가 증가함을 관찰하였다 (Kandil et al. 1987). 최근 thiocyanate가 면역계에 미치는 영향에 대해서 집중적으로 연구되어 왔다 (Weuffen et al. 1990). 체액중의 thiocyanate는 주로 십자화과 채소의 섭취에 기인한 것이며, 체내 조절기구에 의해 혈액 중의 thiocyanate의 수준을 비교적 일정하게 유지되나, 스트레스 또는 감염 등과 같은 특정조건하에서는 변한다고 알려졌다 (Watzel, Leitzmann 1986). Thiocyanate은 면역계에 직접적으로 관여하기 보다 세포의 막투과성과 효소의 활성도를 증가 시킴으로써 간접적으로 면역능을 강화시킨다고 한다. 십자화과 채소의 섭취는 생식 혹은 젖산발효의 형태로 할 경우 혈청중에 thiocyanate 함량을 현저하게 증가 시킬 수 있다 (20mg thiocyanate/kg 양배추, 40mg thiocyanate/kg 배추). 김치는 특히 유산균이 풍부하고 생리활성물질들이 많으므로 이들이 면역계에 어떠한 영향을 주는지 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다.

VII. 김치섭취에 의한 대장암 예방효과

1. 역학연구(nutritional epidemiology)

영양역학연구자들은 전향성 코호트 연구(prospective cohort studies)와 후향성 증례-대조연구(retrospective case-control studies)를 통해 십자화과 채소(cruciferous vegetables: chinese cabbage, white cabbage, red cabbage, broccoli)를 많이 섭취하는 집단에서 대장암의 발생률(colorectal cancer incidence)이 낮음을 지적하여왔다. 십자화과 채소의 항암효과(anticarcinogenicity)는 십자화과 채소에 주로 들어있는 함황화합물의 일종인 글루코시놀레이트(glucosinolate)에 기인한 것이다. 전향성 코호트 연구(prospective cohort studies) 중 5건의 연구는 십자화과 채소의 섭취가 대장암의 위험율을 감소시켰으며, 2건의 연구에서는 대장암의 예방효과가 관찰되지 않았다. 증례-대조연구(case-control study)에서는 십자화과 채소의 섭취수준과 대장암의 발생률 간에 역의 상관관계를 나타내며, 특히 미국, 일본, 호주지역의 역학연구에서 두드러지게 나타나고 있다 (Table 5)

Table 5. Case-control studies with negative association of cruciferous vegetables and colon cancer (Oh 1992, Oh et al. 1992)

Author	Number of case/control	Region
Graham et al. (1978)	183/611	New-York
Haenszel et al. (1980)	583/1173	Japan
Miller et al. (1983)	177/530	USA
Hanousoso et al. (1983)	100/100	Greece
Pickle et al. (1984)	58/176	Nebraska
Tajima & Tominaga (1985)	93/186	Japan
Kune et al. (1987)	202/398 (male) 190/329 (female)	Melbourne Melbourne
Young & Wolf (1988)	353/618	Winsconsin

Graham 등 (1978)은 증례-대조연구에서 십자화과 채소(cruciferus vegetable)의 섭취빈도수와 대장암간에 역의 직선적 의존성(dose dependence)을 관찰하였다 (Table 6). 즉, 섭취빈도수가 높을수록 대장암 발생률이 낮음을 보여준다.

Table 6. Case-control study on relationship between frequency of cabbage consumption and colon cancer (Graham et al. 1978)

Frequency of cabbage consumption	Number of case (%)	Number of control (%)
1 time/week	17 (8.7)	123 (19.7)
1 time/2-3 weeks	29 (14.9)	118 (19.7)
1 time/month	53 (27.1)	126 (20.2)
<1 time/month	52 (26.7)	151 (24.1)
no time	44 (22.6)	107 (17.1)
total	195 (100)	625 (100)

대장암으로 인한 사망률은 지역적으로 현저한 차이를 나타낸다. 이점은 식습관의 차이에 기인한 것으로 보고 있다. 세계 암발생률 통계자료집 "Cancer Incidence in Five Continents, Vol. V" (Muir et al. 1987)에 보고된 대장암의 발생빈도수를 젓산발효채소 섭취와 관련지어보면 일종의 상

관성이 있음을 암시한다. 특히 젓산발효시킨 십자화과 채소를 전통적으로 많이 섭취해온 국가에서 두드러지게 나타난다. 김치를 많이 섭취하는 한국, 절임채소를 많이 섭취하는 일본, 사우어크라우트를 많이 섭취하는 폴란드, 루마니아, 헝가리 등의 지역에서 대장암의 발생률이 낮음을 관찰할 수 있다. 또한 로스엔젤레스(Los Angeles)를 비롯한 USA에 거주하고 있는 한국교민들도 그 발생률이 비교적 낮다. 이곳에 거주하는 동양계 인종 즉, 일본인, 중국인, 필리핀들과 비교하면 훨씬 낮게 나타난다(Table 7).

Table 7. U.S.Racial/Ethnic Cancer Patterns

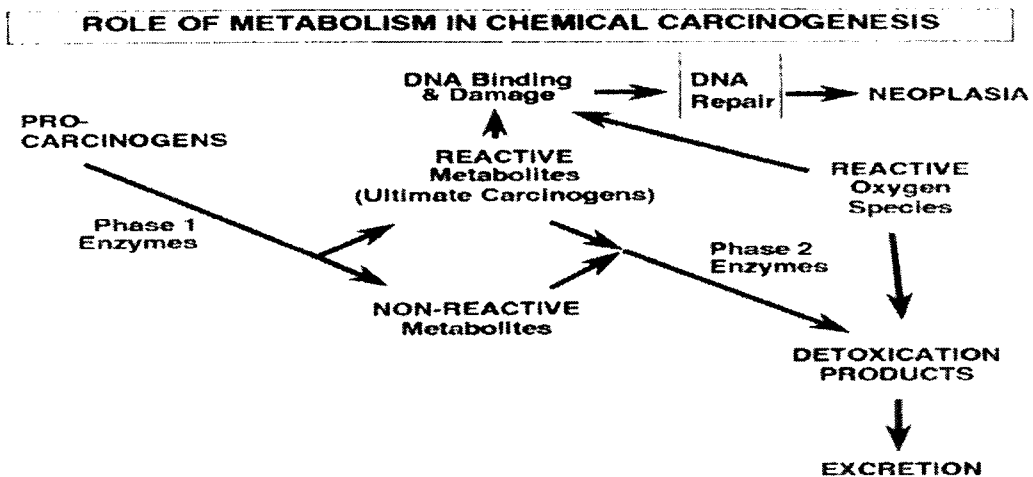
<p>Male: Alaska Natives> Japanese> Black> non-Hispanics> Chinese> Hawaiians> White Hispanics> Fillipinos> Korean</p> <p>Female: Alaska Natives> black> Japanese> non-Hispanics> Chinese> Hawaiians> Vietnamese> White Hispanics> Korean</p> <p>Source: Miller et al.(eds). Racial/Ethnic Patterns of Cancer in the United States 1988-1992. National Cancer Institute, 1996</p>

2. 김치의 생리활성물질과 항발암효소 유도효과

발암(carcinogenesis)은 매우 복잡한 단계(multistage process)를 가지며, 이론적으로는 각 진행 단계마다 인위적 저해의 가능성(a possibility of intervention)이 존재한다. 그 중 대표적인 항암작용(anticarcinogenic action)의 하나는 바로 발암성물질(carcinogenic compounds)과 돌연변이원성 물질(mutagenic compounds)의 대사과정(metabolism)을 변조시켜(modulation) 전자친화형 중간 대사물(electrophilic intermediates)의 형성을 저해하는 것이다. 이러한 대사의 변조는 발암전구물질(procarcinogens) 또는 돌연변이 전구물질(promutagens)의 활성을 저해하며 해독기구(detoxification mechanism)를 유도한다. 여기에 관여하는 대표적인 체조직의 효소는 Phase 2 해독 효소(detoxication enzymes)로 glutation-S-transferase, quinone reductase 및 epoxide hydrolase가 있으며, 이들은 발암물질(carcinogen)을 불활성화(inactivation)하여 체외로 배설시키게 만든다(Fahey & Stephenson 1999). 김치에는 이러한 보호성 효소(protective enzymes)를 유도할 수 있는 물질들이 풍부하게 들어 있는데, 대표적인 것으로 십자화과 채소(cruciferous vegetables)와 백합과채소(allium vegetables) 중의 함유황화합물(organosulfer compounds: isothiocyanates, indoles, thiocyanate, sulfides)을 비롯하여 hdroperoxide, phnols 등이 있다. 비록 테스트 시스템(test system)과 실험조건(experimental conditions)은 다소 달라도 이들 화합물들은 실험동물 또는 인간을 대상으로 투여한 연구결과들은 대부분 phase 2 enzymes의 활성을 유도하고 있다(Verhoeven et al. 1997). 특히 십자화과 채소에 많이 들어있는 glucosinolates 중 sulforaphane-glucosinolate의 분해산물(hydrolysis prodcuts)인 sulforaphane은 phase 2 enzyme(glutathione-S-transferase) 활성을 유도하는 가장 강력한 isothiocyanate로 알려졌다. 한편 여러 가지 종류의 김치추출액(kimchi

extraxts)을 실험쥐에게 투여한 후 간 글루타치온-S-전이효소(hepatic glutathione-S-transferase)의 활성을 조사한 결과 그 활성이 매우 컸으며, 김치가 발효과정을 거쳐도 그 활성은 유의하게 나타났음을 확인하였다(Kim et al. 1999).

Fig. 4: Role of metabolism in chemical carcinogenesis. Susceptibility to carcinogen damage is controlled by balance between Phase 1 enzymes that activate and Phase 2 enzymes that detoxify carcinogens. (Fahey & Stephenson 1999)



2. 김치와 장세균 효소활성도에 관한 연구

대장암의 발생에 관여하는 발암성분(carcinogen)의 생성정도는 장세균의 효소활성도(enzyme activity)에 의해 左右(dependent)된다. 김치에는 장내미생물의 대사활성도(metabolic activity)에 영향을 주는 물질들이 많다. 김치에 존재하는 抗生物質(antibiotic compound), 通便을 쉽게해주는 설하성분(泄下成分, laxative compound), 그리고 소화관(gastrointestinal track)에서 살아남아 대장(colon大腸)에 도달하는 유산균(108-109CFU/g kimchi)이 많이 함유되어 있어 장내미생물의 대사활성도와 변의 pH에 영향을 줄 것으로 사료된다.

인체에서 발생하는 암의 80% 이상이 외부의 환경적 요인(environmental factor)에 의한 것으로 여겨지고 있다 (Doll & Peto 1981). 대장암의 발생은 외부의 환경적 요소에 의해 크게 영향을 받는 대표적인 암으로서, 대장내에서 발암성물질의 생성에 장세균이 결정적 역할을 한다. 대장에는 1014개의 미생물과 500-600여종의 미생물이 상주한다. 대장에서 이들의 생태계는 매우 안정하여 극한 상황 (항생제 복용, 고도의 스트레스)을 제외하고는 쉽게 그 미생물의 조성이 변하지 않는다는게 일반적인 견해이다 (Finegold et al. 1974, Moore et al. 1978). 그러나 장세균의 대사적 활성도(metabolic activity)는 식이의 요인 (dietary factors)에 의해 변한다 (Goldin & Gorbach 1984). 대장암의 발생에 관여하는 발암성분 (carcinogen)은 변중에서 발견되는 특정 효소 (bacterial

enzyme)에 의해 생성된다고 추정하고 있다. 이들 발암성분의 생성정도는 장세균의 효소활성도에 의해 좌우된다. 장세균의 효소중 β -glucuronidase, nitroreductase, azoreductase, steroid-7 α -dehydroxylase는 발암성 전구물질 (procarcinogen)을 진성발암성물질 (carcinogen)으로 전환되는 것을 촉진시키며, 식습관 혹은 식사의 요인이 이들 효소들의 활성도에 영향을 준다고 알려졌다.

김치에는 장내미생물의 대사활성도에 영향을 줄 수 있다고 생각되는 물질들의 종류가 많고 다양 함유되어 있다 (Hwang 1991). 김치에 들어있는 항생물질(antibiotic compound)로는 thiocyanate, organic acid, allicin, capsaicin, gingerol, bacteriocine 등, 장통과속도와 관계있는 설하성분(泄下成分, laxative compound)으로 capsaicine, gingerol, acetylcholine, γ -aminobutyric acid, lactic acid 등이 있고, 소화관에서 살아남을 수 있는 유산균이 많이 함유되어 있어 장내미생물의 대사활성도와 변의 pH에 영향을 줄 것으로 사료된다.

독일 Giessen 대학교(University of Giessen, Germany) 연구진들은 김치와 사우어크라우트를 일상적으로 섭취했을 때 대장의 발암성분을 만드는데 관여한다고 알려진 장세균의 효소활성도 (β -glucuronidase, nitroreductase, azoreductase, steroid-7 α -dehydroxylase) 및 pH에 영향을 미치는지 여부를 한국인 (15명)과 독일인 (21명)을 연구대상으로 검토한 바 있다. 연구결과, 정기적으로 유산발효 배추채소를 섭취하면 장내미생물의 대사활성에 유리하게 영향을 미치는데 김치가 사우어크라우트보다 그 효과가 뚜렷하다는 것을 관찰하였다(Fig. 2, 3, 4). 대장암의 발생에 관여하는 발암성분을 만든다고 알려진 변중 미생물의 효소 (β -glucuronidase, nitroreductase, steroid-7 α -dehydroxylase) 활성도 및 pH는 김치를 섭취함으로써 독일인과 한국인의 그룹에서 모두 감소하였다. 반면 사우어크라우트의 섭취기간 중, nitroreductase는 한국인과 독일인에게서 공히 감소했고 β -glucuronidase의 활성은 유의적인 변화가 없었으며 pH의 감소는 김치섭취 중에만 관찰되었다. 이처럼 김치가 사우어크라우트보다 그 효과가 뚜렷한 것은 아마도 김치중의 마늘, 생강, 고추가루 등의 부재료에 기인한 것으로 보고있다. 이들의 연구결과는 한국인에게서 대장암의 발생율이 낮은 것은 김치를 일상적으로 섭취하기 때문이라는 가설을 실험적으로 증명하는 것이다.

Fig. 2. Change in mean β -glucuronidase activity level of Korean subjects and German subjects during daily consumption of fermented cabbages (kimchi or sauerkraut) (Oh et al.1993)

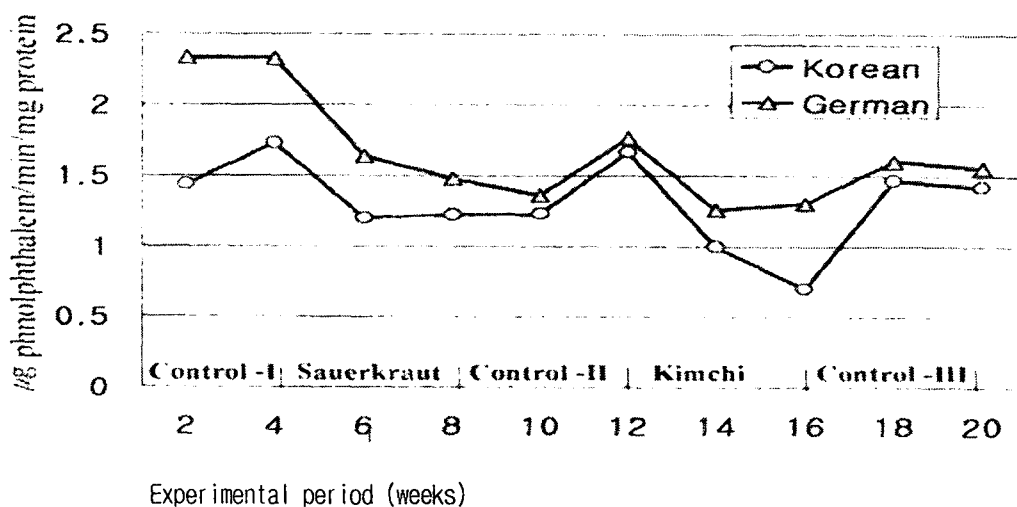


Fig. 3. Change in mean nitroreductase activity level of Korean subjects and German subjects during daily consumption of fermented cabbages (kimchi or sauerkraut)(Oh et al. 1993)

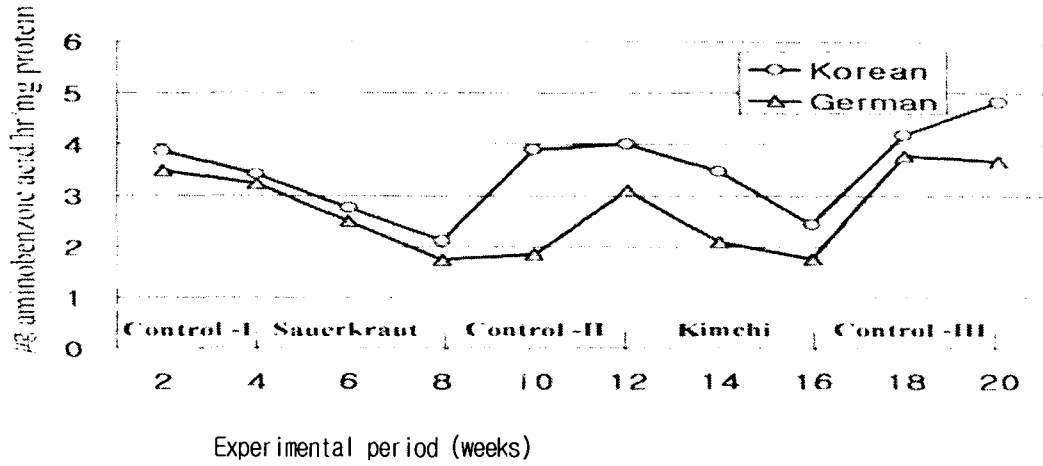


Fig. 3. Change in mean steroid 7- α -dehydroxylase activity level of Korean subjects and German subjects during daily consumption of fermented cabbages (kimchi or sauerkraut)(Oh. 1992)

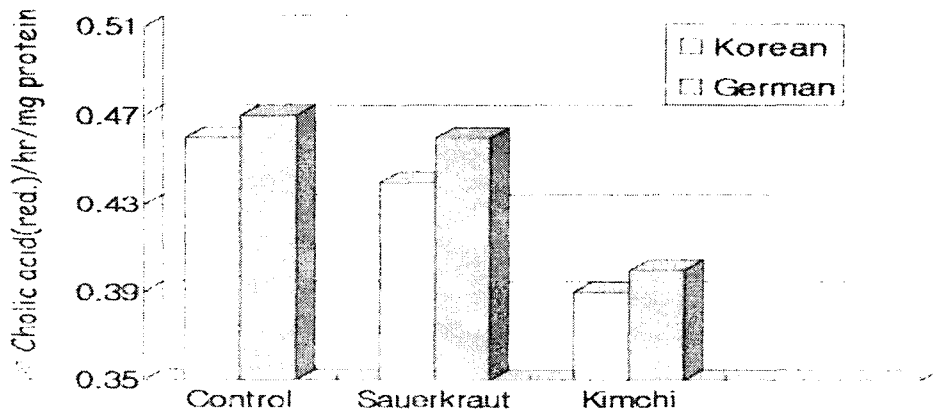
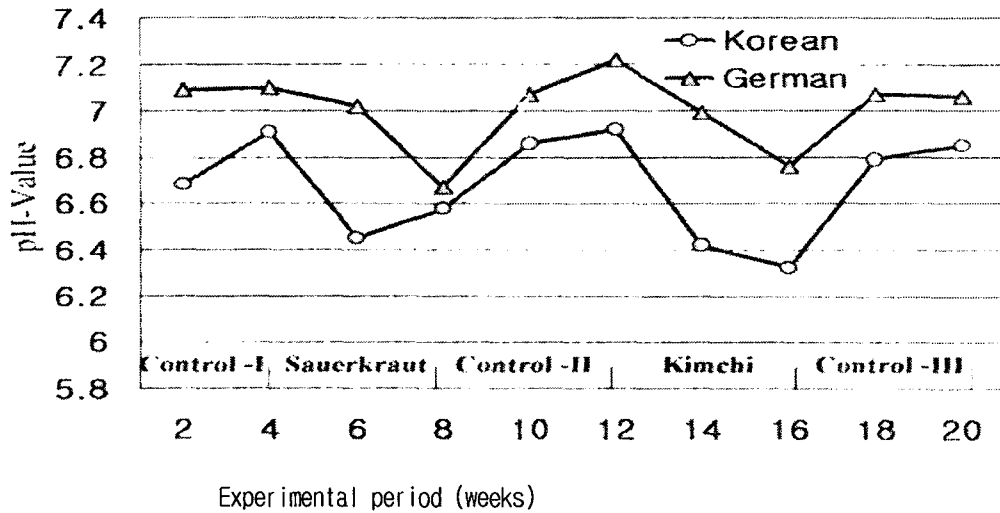


Fig. 4. Change in mean pH level of Korean subjects and German subjects during daily consumption of fermented cabbages (kimchi or sauerkraut) (Oh et al. 1993)



VIII. 결론

오늘날 국내외의 많은 영양학자들은 김치를 {미래의 식품} 으로 전망하고 있다. 김치의 관능적인 면 (맛, 향기, 질감, 시각)이 뛰어나고, 제조과정 중 열처리를 요하지 않아 친환경적인 식품이며, 위생적으로 안전하고 영양생리학적으로 많은 장점을 갖고있기 때문이다. 김치는 다른 단순 절임채소와는 달리 생리활성을 가진 여러가지 부재료 (마늘, 생강, 고추 등등)을 사용한다. 김치담금에 사용되는 재료들이 각기 다른 기능성을 가진 약용식물에 속하고 발효중에 유산균에 의해 여러가지 생리활성물질들을 만들어 복합적인 기능성을 나타낸다. 김치를 일상적으로 섭취함으로써 혈중 지질의 정상화(normalization) 및 피부린 용해 활성(fibrinolytic activity)의 상승(enhancement)의 작용을 통해 심장혈관계질환(cardiovascular disease) 예방에 효과적이다. 김치섭취에 의한 철분의 흡수이용율의 증가는 김치의 재료의 성분과 발효생성물 중에 존재하는 환원성 물질인 ascorbic acid 및 sulfer compound들과 철분의 용해성을 높여주는 각종 유기산(lactic acid, acetic acid etc.) 그리고 위산의 분비를 촉진시켜주는 매운맛 성분(capsaicin, gingerol, allicin etc.) 등이 종합적으로 관여했을 것으로 추정된다. 십자화과 채소를 많이 섭취하는 집단에서 대장암의 발생이 적음이 영양역학조사와 동물실험을 통해 제시되어왔다. 김치섭취를 많이 섭취하는 한국인과 미국 LA에 거주하는 한국인들이 타 민족에 비해서 대장암 발생율이 현저하게 낮게 나타난다. 이러한 현상은 김치중에 들어있는 생리활성물질들(phytochemicals)이 발암성물질(carcinogenic compound)을 대사과정에서 변조(modulation)시켜 해독(detoxification)시키는 phase 2 enzyme의 활

성을 유도한 결과이다. 또한 한국인과 독일인이 김치와 사우어크라우트를 일상적으로 섭취했을 때 대장의 발암성분을 만드는데 관여한다고 알려진 장세균의 효소활성도 및 pH에 유리하게 영향을 미치며, 김치가 사우어크라우트 보다 그 효과가 큰 것은 김치에 존재하는 抗生物質(antibiotic compound), 通便을 쉽게해주는 설하성분(泄下成分, laxative compound), 그리고 소화관(gastrointestinal track)에서 살아남아 대장(colon大腸)에 도달하는 유산균이 많이 함유되어 있기 때문이다. 결론적으로 이러한 영양생리학적 작용은 단지 김치를 섭취한 시기에만 일어났고 이를 섭취하지 않을 때에는 본래의 상태로 복귀하였다. 김치는 바람직한 영양섭취와 성인병 예방을 위한 건강식이며, 소화기계(gastrointestinal tract) 건강 유지를 위한 probiotic food 이다. 김치를 섭취함으로써 현대인에게 부족되기 쉬운 영양소의 충족을 도모하고, 현대인들에게 문제가 되는 심장 혈관계 질환과 대장암 등 성인병예방을 위해 일일 김치 200g 이상 섭취할 것을 권장한다.

참고 문헌

- Ballot D., Baynes R.D., Bothwell T., Gilloy M.: The effect of fruit juices and fruits on the absorption of iron from a rice meal. *Br. J. Nutr.* 57, 331-43 (1987)
- Birt D. F., Bresnick E.: Chemoprevention by nonnutrient components of vegetables and fruits p. 221-260 In: Alfin-Slater R. B., Kritchevsky D. (eds). Plenum Press, New York (1991)
- Block G., Patterson B, Subar. Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer* 18, 1-29 (1992)
- Bloksma N., Etekoven H., Hoffhufs F. M.: Effect of Lactobacilli on parameters of nonspecific resistance. *Med. Microbiol. Immunol.* 170, 45-53 (1991)
- Bordia A., Arora S. K., Kothari L. K., Jain K. C., Rathore B. S.: The protective action of essential oils of onion and garlic in cholesterol-fed rabbits. *Atherosclerosis* 22, 103-09 (1975)
- Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA. Iron metabolism in man. London Oxford, Blackwell Sci Publ 576 (1979)
- Charlton RW, Bothwell TH. Iron absorption. *Ann Rev Med* 34 : 55-68 (1983)
- Cook JD, Monsen ER. Vitamin C, the common cold, and iron absorption in man. *Am J Clin Nutr* 30 : 235-241 (1977)
- Derman DP, Bothwell TH, Torrance JD, Bezwoda WR, MacPhail AP, Kew Mc, Saooyers MH, Disler PB, Charlton RW Iron absorption from maize(Zea mays) and sorghum(Sorghum vulgare) beer. *Br J Nutr* 43 : 271-279 (1980)
- Doll R., Peto R.: The causes of cancer : Quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the unites States today. *J. Natl. Cancer Inst.* 66 (6), 1191-1308 (1981)
- Elmadfa I., Leitzmann C.: Ernährung des Menschen p. 449-55, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart (1990)
- Fahey JW, Stephenson KK. Cancer chemoprotective effects of cruciferous vegetables. *HortScience* 37(7), 1159-1163 (1999)
- Finogold S., Attebery H. R., Sutter V. L.: Effect on diet on human fecal flora: Comparison of Japanese and American diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 27, 1456-69 (1974)
- Fujiwara M.: Antihypercholesterolemic effect of sulfur containing amino acid, S-methyl-L-cysteinsulfoxide, isolated from cabbage. *Experimenta* 28, 254-55 (1972)
- Gilland S. E., Nelson C. R., Maxwell C.: Assimilation of cholesterol by Lactobacillus acidophilus. *Appl. Environ. Microbiol.* 49(2), 337-81 (1985)
- Giri J., Devi T. K., Meerernani S.: Effect of ginger on serum cholesterol levels. *Ind. J. Nutr. Dietet.* 21, 433-36 (1984)
- Glatzel H., Rueberg-Scheer M.: Aktivierung der Fibrinolyse durch Gewuerze (chillies). *Z. Kreislaufforsch.* 54, 374-84 (1965)
- Goldin B. R., Gorbach S. L.: The effect of milk and lactobacillus feeding on human

- intestinal bacterial enzyme activity. *Am. J. Clin. Nutr.* 39 (5), 756-61 (1984)
- Graham S., Dayal H., Swenson M., Mittelman A., Wilkinson G.: Diet in the epidemiology of cancer of the colon and rectum. *J. Natl. Cancer Inst.* 61 (3), 709-14 (1978)
- Hallberg L, Brune M, Rossander L. Effect of ascorbic acid on iron absorption from different types of meals. *Hu Nutr Appl Nutr* 40 : 97-113 (1986)
- Hallberg L, Rossander L. Absorption of iron Western-type lunch and dinner meals. *Am J Clin Nutr* 35 : 502-509 (1982)
- Hallberg L., Rossander L.: Absorption of iron Western-type lunch and dinner meals. *Am. J. Clin. Nutr.* 35, 502-9 (1982)
- Hallberg L.: Personal communication, Kiel, Germany (1991)
- Hwang I. J., Oh Y. J., Brehme U., Michel P., Loos S., Wangemann, Golf S., Temme H., Leitzmann C.: Influence of regular consumption of sauerkraut and kimchi on various blood parameters: Fourth International Symposium on Clinical Nutrition, October 2-4, 1991, Heidelberg, Germany (1991)
- Hwang I. J.: Ernährungsphysiologische Wirkungen laktofermentierter Kohlgemüse: Einfluss regelmäßiger Aufnahme von Sauerkraut und Kimchi auf verschiedene Blutparameter. Diss. Uni. Giessen (1991)
- Hyde R. M., Chan G., Rusch V.: Oral vaccination enhances phagocytic function. *Mikroedcol. Ther.* 16, 297-301 (1986)
- Jacobs P, Bothwell T, Charlton RW. Role of hydrochloric acid in iron absorption. *J Appl Physiol* 19 : 187-188 (1964)
- Jain R. C.: Effect of garlic on serum lipids, coagulability and fibrinolytic activity of blood. *Am. J. Clin. Nutr.* 30, 1380-81 (1977)
- Kaiser M., Schue A., Kaib I., Redlich S., Oh Y. J., Leitzmann C: Influence of different diets on enzymes of the human fecal microflora. Fourth International Symposium on Clinical Nutrition, Heidelberg, Germany, October 2-4 (1991a)
- Kandil O. M., Abdullah T. H., Elkadi A.: Garlic and immune system in human: it's effect on natural killer cell. *Fed. Proc.* 46, 441 (1987)
- Kasper H. *Ernährungsmedizin und Diätetik.* 80-82, 256, 6-ed. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1987)
- Kim MR, Lee KJ, Kim HY, Kim JH, Kim TB, Sok DE: Effect of various kimchi extracts on the hepatic glutathion S-transferase activity of mice. *Food Research International* 31(5), 339-394, 1999
- Kiesewetter H., Jung F., Morwietz C., Pindur G., Heiden M., Wenzel E.: Effects of garlic on blood fluidity and fibrinolytic activity: A randomised, placebo-controlled, double-blind study. *Br. J. Clin. Pract.* 44 (8), Suppl. 69, 23-24 (1990)
- Kune S., Kune G. A., Watson L. F.: Case-control study of dietary etiological factors: The Melbourne colorectal cancer Study. *Nutr. Cancer* 9, 21-42 (1987)

- Lamparelli R., Macphail A., Bothwell T.: Curry powder as a vehicle for iron fortification. *Am. J. Clin. Nutr.* 46, 335-40 (1987)
- Layrisse M, Martinez-Torres L, Leets I, Taylor P, Ramirez J. Effect of histidine, cysteine, glutathione or beef on iron absorption in humans. *J Nutr* 114 : 217-223 (1984)
- Macfarlane B., van der Riet W., Bothwell T.: The effect of traditional oriental soy products on iron absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 50, 154-59 (1990)
- Metschnikoff E.: The prolongation of life: optimistic studies. GP Putnam's Sons, New York, The Knickerbroker Press (1908)
- Moore W. E. C., Cato E. P., Holdeman L. V.: Some current concept in intestinal bacteriology. *Am. J. Clin. Nutr.* 27, 1450-55 (1978)
- Muir C., Waterhouse J., Mack T., Powell J., Whelan S. (eds): Cancer incidence in five continents. Volume V., IARC scientific Publications No. 88, Lyon (1987)
- Oh Y. J., Hwang I. J., Glittenberg C., Friedel A., Leitzmann C.: Effects of regular consumption of fermented cabbage on fecal bacterial enzymes involved in the metabolism of procarcinogens to proximal carcinogens : Fourth International Symposium on Clinical Nutrition, October 2-4, 1991, Heidelberg, Germany (1991)
- Oh Y. J., Hwang I. J., Glittenberg C., Friedel A., Leitzmann C.: Einfluss regelmaessiger Aufnahme laktofermentierter Kohlgemuese auf die bakterielle Enzymaktivitaet im Faezes des Menschen. *Ernaehrungs Umshau.* 39(4), 148 (1992)
- Oh Y. J.: Metabolische Epidemiologie des Kolonkarzinoms: Einflussregel- maessiger Aufnahme von Sauerkraut und Kimchi auf die bakterielle Enzymaktivitaet im Stuhl bei deutschen und koreanischen Probanden. Diss. Uni. Giessen (1992)
- Oh YJ, Hwang IJ. Effects of kimchi consumption on iron status in adult male volunteers. *Korean J Nutrition* 30(10), 1207-1213 (1997)
- Pantuck E. J., Hsiao C. B., Garland W. A.: Stimulatory effect of vegetables on intestinal drug metabolism in the rat. *J. Pharm. Exper. Therap.* 198, 277-83 (1976)
- Reuter H. D.: Knoblauch al Arteriosklerosehemmer. *Arztl. Praxis* 32, 24 (1988)
- Sainani G. S., Desai D. B., Gorhe N. H., Natu S. M., Pise D. V.: Dietary garlic, onion and some coagulation parametern in Jain community. *Jr Asso Phys Ind* 27, 707-712 (1979b)
- Sainani G. S., Desai D. B., Gorhe N. H., Natu S. M., Pise D. V.: Effect of dietary garlic and onion on serum lipid profile in Jain community. *Indian J. Med. Res.* 69, 776-80 (1979a)
- Sambaih K., Satyanarayna N.: Influence of red pepper and capsaicin on body composition and lipogenesis in rats. *J. Biosci.* 4(4), 425-30 (1982)
- Steinmetz KA, Potter JD. Vegetables, fruit and cancer prevention: A review. *J Amer Diet Assoc.* 96, 1207-1309 (1996)
- Taylor PG, Martinez-Torres L, Romano EL, Ramirez J. The effect of cystein-containing peptides released during meat digestion on iron absorption in humans. *Am J Clin Nutr* 43 : 68-71 (1986)

- Verhoeven DTH, Goldbohm RA, Poppel G, Verhagen H, Brandt PA. Epidemiological studies on Brassica vegetables and cancer risk. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prevent.* 5, 733-748 (1996)
- Verhoeven DTH, Verhagen H, Goldbohm RA, Brandt PA, Poppel G. A review of mechanism underlying anticarcinogenicity by brassica vegetables. *Chemico-Biological Interactions* 103, 79-129 (1997)
- Wattenberg L. W., Loub W. D.: Inhibition of polycyclic aromatic hydrocarbon-inhibited neoplasia naturally occurring indols. *Cancer Res.* 38, 1410-13 (1978)
- Wattenberg L. W.: Inhibition of carcinogenesis by naturally occurring compounds. *Basic Life Sci.* 52, 155-66 (1990)
- Watzl B., Leitzmann C.: Einfluss der Vollwert-Ernaehrung auf Immuneantwort. *Ernaehrungsheilkunde* 7, 449-54 (1986)
- Wazatapruek S., Poolsuppasit S., Piholmukaruito O.: Enhanced fibrinolytic activity after capsicum injection. *N. Engl. J. Med.* 290, 1259-60 (1974)
- Weuffen W., Kramer A., Below H.: Das Thiocyanation als physiologisch bedeutsamer Wirkstoff in der belebten Natur. *Pharmazie* 45, 16-29 (1990)
- Wollenwert P, Rummel W. Dependence of intestinal iron absorption on the valency state of iron. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol* 336 : 578-582 (1987)