

김치와 김치재료의 콜레스테롤 저하 및 항암효과

- 총 설 -

이재준[†] · 정영기*

충북대학교 농업과학기술연구소

*동의대학교 미생물학과

Cholesterol-Lowering Effect and Anticancer Activity of Kimchi and Kimchi Ingredients

Jae-Joon Lee[†] and Yong-Kee Jeong*

Agricultural Science and Technology Institute, Chungbuk National University

**Department of Microbiology, Dong eui University, Pusan 614 714, Korea*

Abstract

The purpose of the paper is to explore the current knowledge on the nutritional evaluation, cholesterol-lowering effect and antitumor activity of kimchi and its ingredients(Korean cabbage, garlic, red pepper powder, ginger and onion). Kimchi contains high contents of nutrients such as vitamins(ascorbic acid, β -carotene and vitamin B complex), minerals(calcium, potassium, iron and phosphorous), essential amino acids and dietary fiber. Kimch also contains high levels of lactic acid bacteria, allicin, capsaicin, organic acid, phenol compounds, flavonoid and sulfur compounds. The dietary fiber and lactic acid bacteria isolated from kimchi are effective in improving intestinal microflora of human. Insoluble dietary fiber shows anticancer activity, but soluble dietary fiber shows hypocholesterolemic effect. Lactic acid bacteria isolated from kimchi acts as a hypocholesterolemic or anticancer agent. A major ingredient of kimchi is mainly cruciferous and allium family vegetables, which were also reported to prevent cancer and atherosclerosis. It is suggested that kimchi is important not only as one of the traditional fermented Korean foods but also as therapeutic agent for carcinogenesis and hypercholesterolemic state.

Key words - Kimchi, Dietary fiber, Lactic acid bacteria, Hypocholesterolemic effect, Anticancer activity

서 론

김치는 우리나라 전래의 고유한 전통 젓산 발효식품으로 최근에는 전 세계적으로 김치의 영양학적 우수성이 널리 알려져 김치에 관한 국민적 관심이 증대되고 있다. 김치는 식생활 서구화로 인하여 야기되는 성인병 예방을 위

한 건강식품으로서의 가치를 인정받아 '미래의 식품'으로 각광을 받고 있다.

현재 우리나라는 급속한 경제적 성장과 더불어 국민소득의 증가와 여성의 사회진출에 따른 가정주부로서의 역할 변화에 따라 가공식품의 수요가 급속히 증가되면서 한 국민의 식생활 문화가 급속히 변화되었다. 이러한 식생활

[†]Corresponding author

의 변화는 부식류중 비중이 가장 큰 김치의 생산 및 소비 양상의 변화를 가져와 각 가정에서 자가 제조하여 소비하였던 김치가 상품화되어 판매되고 있으며 점차 그 수요가 증대되고 있다. 그러나 현재 우리 나라의 경우 김치의 1일 섭취량이 300g을 상회하던 것이 100g 이하의 수준으로 점차 그 소비가 줄어가고 있는 실정이다(한국식품개발연구원, 1993). 더욱이 미래의 주인공인 어린이들도 부식류중에서 김치보다는 외래식품인 동물성가공품인 햄, 소시지, 미니돈가스 등을 더 선호하는 추세로 나타나 있다(송 등, 1995). 특히 건강과 관련해서 일부에서는 김치의 부정적인 측면을 강조하여 김치의 다량 섭취는 소금과 김치 부재료인 고춧가루의 섭취 증가를 수반하므로 우리 나라에서 가장 흔한 위암과 뇌졸중 발병 등의 원인이 아니었나 하는 의심도 있어 왔다(박, 1995; 이 등, 1985).

그러나 우리 나라의 김치는 조리 과학적으로 젖산 발효된 식품인 동시에 영양생리학적으로 다양한 생리활성물질을 가진 부재료(마늘, 생강, 고춧가루 등)를 혼합한 복합음식이라는 특성을 지니고 있어 다른 나라의 젖산발효 채소인 일본의 기무치, 중국의 포채, 서양의 sauerkraut와 pickles과는 구분된다. 김치는 우리의 식생활에서 가장 큰 비중을 차지하는 주부식료로 독특한 향미와 맛, 식이섬유, 비타민, 무기질 및 필수 아미노산 등을 공급 해주는 우수한 식품이다(이, 1987). 김치는 식이섬유와 유산균의 급원 식품으로도 매우 중요하데 일반적으로 식이섬유는 결장암, 동맥경화증, 당뇨병, 변비, 고혈압, 비만, 담석 형성 등과 같은 질병을 예방해 주고 치료의 가능성도 있어 최근에는 식이섬유의 생리대사적 역할이 다른 영양소에 비교될 만큼 중요하게 인식되고 있다. 유산균은 정장작용, 비타민합성, 유당 및 단백질의 흡수 촉진 등 건강식품 기능 이외에 숙주의 면역체계를 활성화함으로써 병원균이나 암에 대한 저항성 증가효과가 보고되었다. 또한 김치의 부재료들인 마늘, 생강, 당근, 양파 및 고춧가루 등도 항돌연변이 활성이 있어 대장암, 빈혈, 동맥경화 등을 예방할 수 있는 인자로 알려져 이에 대한 연구가(박, 1995) 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 총설에서는 김치중 가장 널리 섭취되고 있는 배추김치(김장김치)를 중심으로 먼저 김치 및 김치 부재료들의 영양학적 특성을 살펴보고 김치내 함유된 식이섬유와 유산균의 함양효과 및 콜레스테롤 저하효과를 알아보

고 아울러 김치 부재료들(마늘, 생강, 양파 및 고춧가루 등)이 가지고 있는 생리활성물질들을 비교 검토하여 함양효과 및 콜레스테롤 저하효과를 살펴보고자 한다.

김치 및 김치재료의 영양학적 특성

우리나라의 가장 대표적인 김치인 배추김치에 사용되는 원부재료의 영양학적 조성은 Table 1과 같다. 김치의 영양성분에는 비타민, 무기질, 식이섬유, 각종발효생성물(유기산, 알콜류, bacteriocin, acetylcholine 등) 및 생리활성물질(phytochemicals) 등이 있는데 다른 종류의 젖산 발효 채소류 보다 이들 영양소가 풍부하다(오 등, 1994). 특히 김치는 Table 1에서 보듯이 저열량식품으로 당질과 지방질함량은 낮으나 식이섬유와 발효중 생성되는 유기산과 유산균의 함량이 매우 높다. 김치내 식이섬유는 당과 콜레스테롤의 흡수를 저하시켜 당뇨병 및 심혈관계질환 등 성인병을 예방하는 중요한 역할을 한다. 김치에 많이 함유되어 있는 비타민 C, 황황화합물(cystein, glucosinolate), 유기산(lactic acid, acetic acid) 등은 비헴성 철분의 흡수이용을 현저하게 증가시키며(오와 황, 1997), 향신료(고추, 마늘, 생강) 및 젖갈류도 철분의 흡수를 증가시킨다고 한다. 김치의 맛이 가장 좋은 상태는 pH 4.2~4.6, 젖산함량 0.5~0.75%이며, 유기산과 비타민 함량도 이때에 가장 풍부한 것으로 나타났는데 이러한 사실은 영양학적으로도 매우 중요한 사실로서 김치를 성숙기에 식용하는 것이 기호상으로는 물론 영양학적으로도 가장 유리하다고 할 수 있다(한국식품개발연구원, 1998).

일반적으로 김치의 주재료인 배추를 비롯하여 부재료들도 채소이므로 섬유소함량이 높다고 알려 졌지만, 식품분석표에 나타난 김치의 섬유소함량은 신선물 기준으로는 0.7%이고, 건물 기준으로는 6.5%로 수치가 의외로 낮게 보고되었다. 식품분석표에 나타난 섬유소함량은 우리 나라의 경우 AOAC 방법(1990)에 의한 조섬유(crude protein) 함량을 분석한 것이고, Van Soest 방법에 의해 개발된 AOAC 방법(1990)에 의한 분석법도 널리 사용되었으나 이들 분석법들은 모두 간단하고 시간이 적게 걸리는 대신 섬유소함량이 매우 낮게 정량되는 단점이 있는데 이를 보완하여 나온 것이 식이섬유 측정법이다(Proskey 등, 1988). 박 등(1996)은 이러한 문제점 때문에 김치재료 및 김치의 식이섬유와 조섬유함량을 비교 연구하였는데(Table 2), 김

Table 1. Nutritional composition of the raw materials used for making Baechu Kimchi (/100g of edible portion)

Kimchi raw materials Components	Chinese cabbage	Radish	Red pepper	Garlic	Green onion (small)	Ginger	Carrot	Salted, fermented shrimp	Salted, fermented anchovy	Oyster
Energy, kcal	13	30	242	143	24	60	35	50	165	87
Moisture, %	94.3	90.3	19.4	60.4	91.2	81.7	89.3	64.9	54.4	80.4
Protein, g	1.3	2.0	10.9	3.0	1.7	2.2	1.1	10.5	14.1	10.5
Fat, g	0.2	0.1	15.2	0.5	0.4	0.8	0.3	0.6	11.2	24.0
Nonfibrous carbohydrate, g	2.4	6.1	24.6	34.0	4.7	12.4	7.6	0	0.6	5.0
Fiber, g	0.7	0.9	22.1	0.8	1.4	1.9	0.9	0	0	0
Ash, g	0.6	0.6	7.8	1.3	0.6	1.0	0.8	24.0	19.7	1.6
Calcium, mg	51	62	123	32	110	20	42	681	592	84
Phosphorous, mg	29	29	140	50	32	14	37	287	348	150
Iron, mg	0.3	0.9	-	1.6	1.0	1.1	1.3	3.2	5.5	3.8
Potassium, mg	230	-	2700	720	220	316	330	-	-	220
Vitamin A, I.U.	94	-	7405	-	1863	30	11750	-	200	150
Vitamin B ₁ , mg	0.05	0.01	0.30	0.33	0.06	0.01	0.06	0.05	0.02	0.20
Vitamin B ₂ , mg	0.06	0.03	0.20	0.53	0.10	0.03	0.05	0.04	0.23	0.28
Niacin, mg	0.3	3.9	-	0.1	-	4.3	0.9	-	6.3	4.5
Vitamin C, mg	46	19	220	10	22	5	10	0	0	3

¹From Food composition Tables, Rural Nutrition Institute, RDA, Suweon(1991)

Table 2. The contents of soluble dietary fiber(SDF), insoluble dietary fiber(IDF) and total dietary fiber(TDF) in the kimchi ingredients (%)

Kimchi ingredients	Moisture contents	Soluble dietary fiber (SDF)	Insoluble dietary fiber (IDF)	Total dietary fiber (TDF)
Korean cabbage	94.7 ± 0.2	0.4 ± 0.1 (7.4 ± 0.1) ^{b1)}	0.8 ± 0.2 (14.6 ± 2.9) ^b	1.2 ± 0.1 (22.0 ± 1.8) ^c
Radish	90.8 ± 0.2	0.3 ± 0.0 (3.0 ± 0.1) ^c	1.5 ± 0.0 (16.1 ± 0.2) ^b	1.8 ± 0.0 (19.1 ± 0.1) ^d
Red pepper powder	17.7 ± 0.1	6.1 ± 0.6 (7.4 ± 0.7) ^b	26.1 ± 0.1 (31.7 ± 0.1) ^d	32.2 ± 0.5 (39.1 ± 0.6) ^d
Garlic	60.0 ± 0.1	9.1 ± 0.5 (22.3 ± 1.3) ^d	1.9 ± 0.1 (4.9 ± 0.2) ^c	11.0 ± 0.4 (26.9 ± 1.1) ^b
Ginger	82.9 ± 0.2	1.0 ± 0.1 (5.6 ± 0.2) ^b	2.6 ± 0.1 (15.3 ± 0.4) ^b	3.6 ± 0.1 (20.9 ± 0.4) ^{cd}

¹⁾The data in the paranthesis are expressed as dry basis

^{a)} Means with the different letters beside data in paranthesis in the same column are significantly different at the 0.05 level of significance as determined by Duncan's multiple range test¹⁵⁾

치 주재료인 배추는 식이섬유함량이 조섬유함량보다 2~3 배 높게 나타났으며, 김치 부재료들도 식이섬유 함량이 높은 편으로 마늘은 수용성 식이섬유함량이 가장 높았고, 고춧가루는 불용성 식이섬유함량이 가장 높았다고 보고했다.

김치는 또한 부재료들을 첨가함으로써 주재료인 채소가 가지는 신선한 맛, 젖산 발효에 의한 상쾌하고 새콤한 맛, 탄산의 시원한 맛, 고춧가루, 마늘, 생강 등 향신료의 독특한 맛 및 젖갈류의 감칠 맛 등이 어우러져 식욕을 촉진한다(박, 1995). 아울러 김치의 부재료로 사용하는 마늘, 양파, 고춧가루, 생강 등의 영양학적 특성을 살펴보면 먼저 마늘은 오랫동안 우리 식생활에서 중요한 향신료로 마늘 중에 0.3~0.4% 존재하는 allicin은 그람양성균과 그람음성균 모두에 대하여 포자의 발아와 균사의 성장을 막는 항균작용(Yamata와 Azuma, 1977)을 가지며 또한 대사질환에 대한 약리작용(Cavallito 등, 1976)과 함께 항암성이 주목되어 연구되어 왔다. 마늘은 맛이 자극적이거나 김치의 좋지 않는 냄새를 없애는 특수작용이 있을 뿐만 아니라 소화기 점막을 자극하여 소화액 분비를 높이고 장의 연동운동을 촉진하여 소화를 도와주는 역할을 한다고 알려졌다(전, 1987). 마늘은 thioallyl 전구체로서 allyl cysteinyl peptide를 함유하고 있는데 반해 양파는 thiopropenyl 유사체로 glutamyl peptide를 함유하고 있으며, 마늘과 양파 모두 생리활성물질인 thioester를 함유하고 있다(Block 등, 1993). 양파도 일반적으로 마늘과 마찬가지로 혈중 콜레스테롤 및 중성지방의 저하효과(Klendl, 1987), 저혈당효과(Jain 등, 1973) 등을 가지고 있다.

고춧가루는 우리나라에서 가장 많이 사용되는 향신료로 carotene과 비타민 C의 함량이 매우 높으며, 특히 고추는 껍의 2배나 되는 비타민 C가 들어 있으며, 유산균의 발효를 도와 김치를 맛있게 발효시키며, 젖갈류의 산패를 막아 준다. 고춧가루의 매운맛 성분인 capsaicin은 위액의 분비를 촉진시킬 뿐만 아니라 살균작용도 있으며 적당한 양이 사용되어질 때는 면역세포의 활성을 증진시킨다고 한다(박, 1995).

생강은 특수 성분인 gingerol이 함유되어 있어 식욕을 증가시키며 체내에서 자극을 주어 혈액순환에 좋은 효과가 있고 발한작용과 항균작용이 있다고 보고(전, 1994)되었으며, 아울러 김치재료로 가장 흔히 쓰이는 젖갈은 새우젓과 멸치젓인데 이들 젖갈은 저장기간 중 단백질이 아미노산으로 분해되어 고유의 맛과 향을 내고, 뼈는 분해되어 소화·흡수되기 쉬운 Ca형태로 변한다. 이러한 젖갈들은 열량, 지방, 필수아미노산, 비타민 B 복합체, Ca 함량이 높아 김치의 영양가를 높혀주고 김치의 맛에 중요한 역할을

(박 등, 1994) 담당하고 있다.

김치 식이섬유의 항암효과와 콜레스테롤 저하효과

김치내 중요한 영양 성분 중 하나는 식이섬유로 Table 2와 같이 김치는 수용성 식이섬유뿐만 아니라 불용성 식이섬유함량도 매우 높다(박 등, 1996).

식이섬유란 인간의 소화효소로 가수분해되지 않는 난소화성 성분의 총체라고 정의되며, 식이섬유는 식이섬유를 구성하는 성분과 구조에 기인하는 물리·화학적 성질에 따라 인체에 미치는 효과가 다르다. 그 중 수용성 식이섬유(water soluble dietary fiber)인 pectin, gums, 해조 다당류 등은 gel 형성 능력이 있어 포도당의 흡수를 지연시키고, 담즙산과 결합하여 혈 중 콜레스테롤 함량을 저하시키는 등 주로 당질과 지질대사에 관여하고, 불용성 식이섬유(water insoluble dietary fiber)인 cellulose, hemicellulose, lignin 등은 장내용물의 용적을 증가시키고, 장관 통과 시간을 단축시킴으로써 대장기능을 향상시키는 것으로 보고되었다(Burkitt 등, 1974; Gordon, 1992).

식이섬유와 항암효과에 관한 역학조사에 의하면 다량의 섬유소를 섭취하는 나라는 대장암의 발병율이 낮았던 반면 섬유소가 거의 없는 정제된 당질을 많이 섭취한 나라의 경우 대장암의 발병율이 높았다고 한다(Weisburger, 1991). 김치는 주재료가 채소류이고 이들 채소들은 식이섬유함량이 높기 때문에 김치의 식이섬유가 암예방효과가 있다는 것이 이(1992)에 의해 보고되었다. Lynne과 Ausman(1993)도 식이섬유와 대장암 발병과의 상관관계를 알아보기 위해 화학적인 발암성분으로 대장암을 유발시킨 후 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유를 각각 첨가하였을 때 wheat bran 및 cellulose 같은 불용성 식이섬유는 항암효과를 관찰하였으나, pectin, corn bran, agar, guar gum 및 alfalfa 등과 같은 수용성 식이섬유는 오히려 대장암 발병을 촉진한다고 보고했다. 식이섬유는 장내용물이 장을 통과하는 시간을 단축시키고, 장내용물의 용적을 증가시키고, 장내에 존재하는 여러 구성요소들을 희석하고, 장내 세균총의 대사를 변형시켜 발암물질(carcinogen)의 형성을 저해하고, 장내의 pH를 낮추는 등 장내의 환경을 변화시킴으로써 대장암의 발생을 억제한다고 한다(Lynne과 Ausman, 1993). 그러나 최 등(1998)은 흰쥐에게 발암물질인 dimethylhydrazine(DMH)를 6주간 근육 주사하면서 cellulose

혹은 pectin과 같은 식이섬유를 급여하였을 때 대장암 발병율, 대장점막의 세포병리학적 변화 및 cell proliferation 정도를 관찰하였는데 식이섬유의 종류에 따른 유의성이 관찰되지 않았다고 보고했다. 이와 같이 식이섬유의 종류와 대장암 발병 억제효과에 관한 연구는 일관성이 없는 것으로 나타나 보다 자세한 연구가 필요하다.

한편, 식이섬유의 섭취량 감소와 성인병 유발과는 양의 상관관계가 있음이 역학 조사에서 확인되면서, 식이섬유의 종류에 따른 혈청 콜레스테롤 저하효과에 미치는 기전에 관한 임상학적 연구가 다양하게 수행되었다(Anderson and Gustafson, 1988; Hopewell과 Yeater, 1993). Kritchevsky (1988)는 guar gum이나 pectin과 같은 점성의 수용성 식이섬유는 혈청내 HDL-콜레스테롤함량에는 영향을 미치지 않았으나, LDL-콜레스테롤함량은 저하시켰다고 보고했다. 특히 복합탄수화물형 식이섬유가 LDL-콜레스테롤함량 저하에 의한 혈청 총 콜레스테롤함량 저하효과가 현저하다고 했다. Pectin은 또한 정상식이를 급여한 흰쥐의 간내 콜레스테롤 생합성 조절의 제한 효소인 HMG-CoA reductase 활성을 억제한다고 한다(Hexeberg 등, 1994). 수용성 식이섬유는 식이내 콜레스테롤과 담즙산(bile acid)가 결합하여 대변으로 배설됨으로서 혈액내 콜레스테롤 함량을 저하시키는 효과가 있다고 한다(Garcia-Diez 등, 1996). 이상의 결과를 살펴보면 식이섬유의 혈청 콜레스테롤 저하효과에 관한 작용 기전은 완전히 밝혀진 것은 아니지만, 식이섬유는 중성지질 및 콜레스테롤의 위장내 통과시간을 지연시킴으로서 흡수율을 저하시킬 수 있고(Ikeda 등, 1989), 담즙산과 콜레스테롤이 식이섬유에 흡착되어 분변 배설량을 증가시킴으로서(Garcia-Diez 등, 1996) 간조직에서의 담즙산 생성량을 증가시키고 이로 인해 상대적으로 간에서의 VLDL 및 LDL 생성을 저하시킬 수 있으며, 대장에서의 식이섬유 발효에 의한 저급지방산의 생성과 흡수 증가로 인한 콜레스테롤 생합성을 감소시킬 수 있는 가능성(Topping, 1991)이 있다는 보고 등 다양한 기전이 제시되고 있다.

김치 유산균의 항암효과와 콜레스테롤 저하효과

1908년 노벨상을 수상한 러시아의 과학자인 Metchnikoff는 사람의 장내에서 유산균이 유해미생물의 독소를 생성하지 못하게 함으로써 장수한다는 학설을 발표하여

오늘날과 같은 발효유 산업을 탄생시켰으며, 발효유의 유산균과 건강 증진에 관한 많은 연구가 수행되었다.

유산균이 암세포의 증식을 억제한다는 사실은 Bogdanov 등(1962)에 의해서 처음 보고되었다. 유산균의 항암작용은 장내 미생물군의 개선에 의한 발암물질의 생성억제와 장내면역 기능의 활성화에 의한 암세포 증식억제에 의한 것으로 여러 연구에서 입증되고 있다. Kato 등(1981)은 *Lactobacillus casei*를 생쥐의 복강내 주사하였을 때 Sarcoma-180으로 유도된 복수암에 대한 저지효과와 Balb/c mice에서 methylcholanthrene으로 유도된 MCA-K라는 고형암에 대하여 상당한 억제효과가 있다고 보고하였다. Popova 등(1993)은 *L bulgaricus*를 체중 kg당 150mg씩 매일 쥐에게 경구 투여한 뒤 분리한 복강 macrophage를 *in vitro* 상태에서 배양하였을 때, IL-1과 TNF- α 의 생성양이 증가하였음을 보였다. 이상과 같이 유산균 투여시 세포성 면역반응의 증가와 함께 항암작용이 수반됨을 알 수 있다.

유산균은 김치의 숙성과정에서 다양하게 존재한다. 따라서 김치에서 분리한 유산균에 관한 연구도 최근 들어 다양하게 수행되었는데, Kang 등(1994)은 김치내 유산균 중 면역활성 효과가 가장 우수한 균주는 *Lactobacillus plantarum*임을 보고하였다. 한국식품개발연구원(1998)에서도 김치에서 선발한 *Lactobacillus plantarum*의 세포 파쇄액을 쥐에게 경구 투여한 다음 쥐의 장내 및 전신 면역활성에 미치는 효과를 조사하였는데 유산균 파쇄액 투여군이 대조군에 비해 비장 및 소장 of 면역세포 증식속도의 증가, 복강 마크로파지의 NO 생성량 증가, 장내 분비 IgA 생성량의 증가, 혈액내 TNF- α 및 IL-2 농도의 증가 및 특이 항체 생성 세포수의 증가(Table 3) 등과 같은 다양한 면역활성 효과를 관찰하였다. 아울러 김치에서 분리한 유산균의 항암효과에 관한 연구도 수행하였는데 유산균을 투여한군이 대조군에 비해 복수암과 허파전이암에 대한 항암 효과를 관찰하였다. 인체의 장관에서 분리한 *Lactobacillus acidophilus*를 경구 투여시 종양 합성에 관여하는 효소인 β -glucosidase, azoreductase, nitroreductase 3종류의 세균 효소의 활성 및 발암성 아민의 양이 현저히 감소되어진 것으로 보고되었다(Gilliland, 1984). 오 등(1994)도 한국인에게서 대장암의 발생이 낮은 것은 다량의 유산균이 함유된 김치 섭취가 높기 때문이라고 하였으며, 사람을 대상으로 한 연구에서 김치의 섭취는 β -glucosidase와 nitrored-

Table 3. Effect of feeding of *L. plantarum* cell lysate on the hemolytic plaque forming cells in the spleen of Balb/C mice immunized with SRBC⁶¹⁾

Cell lysate feeding	SRBC injection (1 × 10 ⁷)	PFC/10 ⁶ spleen cells	Stimulation index
Control	-	0.82 ± 0.06	1.0
10 mg/kg/day	-	1.77 ± 0.10	2.1
Control	1	2.30 ± 0.42	1.0
10 mg/kg/day	1	7.50 ± 1.93	3.3
40 mg/kg/day	1	10.9 ± 2.45	4.8
Control	5	16.2 ± 2.88	1.0
10 mg/kg/day	5	32.8 ± 4.37	2.0
40 mg/kg/day	5	66.8 ± 7.23	4.1

uctase 활성도를 현저히 감소시킨다고 한다. 또한 이때 pH도 감소되었는데 pH의 감소는 1차 담즙산을 2차 담즙산으로의 전환을 저해하는 효과를 나타내었는데 일반적으로 2차 담즙산은 cocarcinogen으로 알려져 있다.

유산균의 항암효과에 대해서는 널리 알려져 있지만, 최근에는 유산균이 혈중 콜레스테롤함량도 저하시킨다는 사실이 확인되면서 현대인의 가장 중요한 성인병인 동맥경화증의 예방수단으로 인정받을 가능성이 높아지고 있다. 그러나 현재까지 우리나라의 경우 김치내에서 유산균을 분리·동정한 다음 유산균을 사람 및 실험동물에게 직접 투여하여 콜레스테롤 저하효과를 관찰한 연구가 전무후무한 상태이다. 발효유의 유산균이나 김치에서 분리한 유산균이나 인체내에서의 기능은 거의 비슷할 것으로 생각되어 지며 단지 유산균종들 사이에서 다소 차이가 있을 것으로 사료된다. 따라서 본 총설에서는 발효유나 사람의 장관에서 분리한 유산균이 동물 체내에서 콜레스테롤 저하효과를 관찰한 연구 결과를 가지고 고찰하였다. Mann과 Spoerry(1974)는 아프리카의 Sambura족과 Masai족이 포화 지방산과 콜레스테롤이 많이 함유된 육류를 다량으로 섭취하는데도 불구하고 혈중 콜레스테롤함량이 낮고 관상동맥 심장질환의 발병율이 적다는 것을 보고하였는데 그 이유는 이들 종족이 다량의 발효유 혹은 우유를 섭취하기 때문이라 했다. 또한 Mann(1977)은 성인을 대상으로 발효유와 신선유를 섭취시킨 결과 발효유를 섭취한군이 신선유를 섭취한군에 비해 혈중 콜레스테롤함량이 유의적으로 감소되었으며, 혈중 콜레스테롤함량은 발효 미생물에 의해

영향을 받는다고 보고했다. Grunewald(1982)는 *Lactobacillus acidophilus*로 발효시킨 탈지유를 흰쥐에게 급여시 무침가한 흰쥐에 비해 혈중 콜레스테롤함량이 낮았다고 한다. Klaver와 van der Meer(1993)는 유산균이 회장에서의 담즙 재흡수를 저하시킴으로서 혈 중 콜레스테롤을 저하시킨다고 보고했다. 이 등(1999)도 사람의 장관에서 분리한 유산균중 위산 및 담즙산에 대한 저항성을 갖춘 우수균주인 *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*을 흰쥐에게 매일 경구 투여시 유산균 투여구가 무투여구에 비해 혈중 LDL-콜레스테롤함량이 현저히 억제되었다고 보고했다.

이상과 같이 유산균은 항암효과와 콜레스테롤 저하효과가 우수한 균주라는 연구결과가 계속 발표되고 있으나, 김치에서 직접 분리한 유산균이 어떤 기전에 의해 항암효과 및 혈중 콜레스테롤 저하효과가 있는지에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다. 더욱이 김치 유산균을 분리동정하여 위산 및 담즙산에 대한 저항성을 갖춘 우수균주의 개발이 매우 중요하며, 사람의 건강유지 및 질병예방 차원에서 지속적인 연구가 수행되어야겠다.

김치재료와 김치추출물의 항암효과 및 콜레스테롤 저하효과

배추김치는 생리활성을 갖는 여러 가지 부재료들(마늘, 생강, 고춧가루, 양파, 당근, 파 등)을 사용하므로 항산화제의 역할을 수행하는 것으로 알려졌으며, 김치 부재료에 풍부하게 들어 있는 비타민 C, β-carotene, 식이섬유, 후라보노이드류 및 엽록소(클로로필) 등은 암예방효과가 있다고 한다(박 등, 1992).

마늘이 관상 동맥질환에 미치는 영향에 관한 연구는 LDL의 산화억제(Phelps와 Harris, 1993), 콜레스테롤 합성시 제한효소인 HMG-CoA reductase의 활성 저하(Qureshi 등, 1983), 과산화기에 의한 endothelial cell의 손상 억제(Yamasaki 등, 1994), atherogenic smooth muscle cell 형성 저하(Orekhof 등, 1995) 및 혈소판의 응집성 저하(Kiesewetter 등, 1993) 등으로 매우 다양하다. 강 등(1988)은 마늘 및 생강의 항산화 성분이 체내에서 지질산화에 의한 DNA 손상을 억제함으로써 성인병 및 노화 억제효과가 있다고 보고했다. Chang과 Johnson(1980)은 콜레스테롤이 첨가된 식이로 사육된 쥐에서 마늘은 혈장의 VLDL함량은 감소시키나 HDL함량은 증가시키며, 마늘로

인한 혈장내의 총콜레스테롤의 감소는 분변속의 중성 (neutral)과 산성의 스테롤(acidic sterol)의 증가와 관련이 있다고 보고했다.

마늘의 유효성분을 추출하여 생체의 항암효과에 미치는 연구도 다양하게 보고되었는데, Dittmore(1939)는 마늘의 휘발성물질이 종양세포발육을 억제한다고 했다. 황 등(1990)의 연구에서도 직장암, 결장암세포에 마늘추출물을 투여하면 암세포의 증식이 억제된다고 보고했다. 마늘에서 활성물질로 분리된 linolenic acid는 인체 대장암, 위암 및 골육암세포의 성장을 억제하는 것으로 나타났으며(임, 1994), 마늘에서 분리한 allicin과 함황물질들도 종양의 크기를 억제하였다고 한다(Nakata, 1973). 이상의 결과를 살펴보면 마늘의 항암작용의 효과는 마늘내 함유된 물질인 allicin, 함황물질 및 linolenic acid 등이 관여하는 것 같다.

양파도 마늘과 마찬가지로 생리활성물질인 thioether를 함유하고(Block 등, 1993) 있어 혈중 콜레스테롤과 중성지방함량의 저하효과(Klender, 1987), 저혈당효과(Jain 등, 1973)를 가지고 있다고 한다. 강과 강(1997)은 고콜레스테롤혈증 상태의 흰쥐에 마늘이나 양파가루를 급여하였을 때 혈중 콜레스테롤함량이 감소되었으며, 양파는 또한 혈중 중성지방함량도 감소시키는 효과를 보았다고 한다. 그러나 간의 중성지방함량과 콜레스테롤함량은 마늘과 양파 섭취에 의한 효과를 나타내지 않았다고 한다(Table 4).

고춧가루는 우리 나라에서 가장 많이 사용되고 있는 향신료로 고춧가루의 주성분인 capsaicin은 항균, 항암, 항산

화, 항노화 등의 효과가 증명되었는데, 고추의 매운 성분인 capsaicin은 특히 엔돌핀을 비롯한 호르몬 유사물질의 분비를 촉진시켜 폐표면에 붙어 있는 니코틴을 제거하여 폐암예방효과가 있다고 한다. 권 등(1997)에 의해 김치재료의 항산화 효과에 관한 연구가 수행되었는데 김치 부재료 중 고추와 마늘이 생체내 산화를 억제하는 효과가 현저하였음을 보고하였다. 그러나 김 등(1991)은 고추에 항돌연변이(항발암) 및 항암성이 있는 것으로 알려진 비타민 C와 carotene이 많이 함유되어 있기 때문에 고춧가루의 돌연변이 유발 및 항돌연변이 활성을 조사하였는데 효과가 없었다고 한다.

김치의 원부재료가 모두 첨가된 김치, 잘 발효된 김치, 김치 추출물 및 김치즙의 동맥경화 예방효과 및 항암효과에 관한 연구도 이루어 졌다. 배추김치의 동맥경화 예방효과에 관한 연구는 권 등(1998)에 의해 이루어졌는데, 김치 담금시의 재료 배합비인 배추 8%, 고춧가루 1%, 마늘 1% 비율로 첨가한 김치재료를 토끼에게 급여시 혈장 콜레스테롤 및 중성지방함량이 저하되었고, 분변으로의 콜레스테롤과 중성지방의 배설능은 증가하였다고 보고하면서 김치재료인 배추, 고추, 마늘은 동맥경화를 예방하는 효과가 있다고 했다. 류와 문(1997)은 김치의 섭취 수준(3%, 5% 및 10%)이 흰쥐의 항산화계에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하였는데 김치 섭취량이 증가할수록 항산화계 효소인 superoxide dismutase(SOD) 및 glutathione peroxidase의 활성이 증가되었으며, 이는 김치가 항산화제 역할을 수행하는 것으로 보여진다. 이 등(1996)은 사람에게 매일 200g의 김치를 섭취시켰을 때 발암성분을 내는 장내 유해효소로 알려진 β -glucosidase와 β -glucuronidase 활성이 유의적으로 감소하였다고 했다(Table 5). 김치추출물이 항암효과가 미치는 영향에 관한 연구가 최(1991)에 의해 이루어

Table 4. Effects of garlic and onion on plasma and liver triglyceride and cholesterol and plasma glucose in rats fed cholesterol supplemented diets

	Control	Garlic	Onion
Plasma^a			
Triglyceride	88.4 ± 21.6	93.1 ± 15.6	52.7 ± 13.7*
Total cholesterol	336.3 ± 66.3	247.6 ± 45.2	243.1 ± 46.9
HDL-cholesterol	36.3 ± 2.6	39.1 ± 5.9	36.4 ± 4.8
Glucose	137.8 ± 56.4	111.6 ± 31.8	110.5 ± 45.4
Liver^b			
Triglyceride	22.5 ± 9.8	21.4 ± 11.2	25.9 ± 8.1
Total cholesterol	27.5 ± 5.3	26.0 ± 3.8	28.2 ± 4.7

^{a)}Plasma levels in mg/dl, ^{b)}Liver levels in mg/g

Values are mean ± SD

*p<0.05 versus all other groups³⁷⁾

Table 5. Effect of kimchi intake on the enzyme activity, pH and moisture content in human feces

	Control	Kimchi intake
pH	6.75 ± 0.52	6.59 ± 0.91
Moisture %	76.73 ± 12.13	79.06 ± 7.94
β -Glucosidase activity ¹⁾	2.92 ± 1.05 ²⁾	2.38 ± 1.28 ^b
β -Glucuronidase activity ¹⁾	0.43 ± 0.12 ^d	0.34 ± 0.11 ^b

¹⁾Activity (unit/wet gram feces)

²⁾Values with different superscripts in same row differ (p<0.05)³¹⁾

어 컸는데 김치추출물이 *in vitro*에서 HT-29인체 결장암세포의 성장을 억제하는 효과가 있음을 관찰했다. 이러한 결과는 김치가 복합식품이므로 김치내의 여러 물질들(부재료 및 유산균)이 암세포 성장 억제효과 및 항산화효과를 가져오는 것으로 사료된다. 또한 적당히 잘 익어 발효된 김치(5°C에서 3주간 발효)의 주스 상등액이 *in vitro*에서 human leukemia K-562 암세포의 성장 저해효과가 있음이 관찰되었다.

결 론

김치는 여러 종류의 부재료가 혼합되어 만든 복합식품으로 첨가 재료에 따라 원하는 대로 제조가 가능하여 기능을 강조하면 다양한 종류의 김치 제조가 가능하고, 국민 건강과 관련하여 여러 종류의 영양소와 생리활성물질들을 제공할 수 있다. 김치는 주재료가 야채이고 특히 녹황색 채소가 대부분을 차지하고 있기 때문에 무기질(Ca, Fe, P, K), 비타민(비타민 C, 비타민 B 복합체 및 β -carotene), 식이섬유와 같은 영양소와 발효과정에서 생성되는 유기산 및 유산균들의 영양학적 가치가 인정되면서 암예방효과, 동맥경화예방 및 정장작용 등에 중요하게 작용하여 일상 생활에서 한국인을 위한 영양공급뿐만 아니라 건강유지를 위해서도 매우 중요한 식품이다. 또한 김치의 부재료인 마늘, 생강, 파, 양파, 고춧가루들도 이들이 가지고 있는 고유의 성분 즉 allicin, capsaicin, β -carotene, 비타민 C, 식이섬유, 후라보노이드류, 페놀성화합물 등의 함량이 높기 때문에 암을 예방하고 항암효과가 있으며 아울러 혈액내 콜레스테롤 저하효과가 있어 동맥경화와 같은 성인병을 예방한다.

김치는 숙성이 잘된 김치 자체뿐만 아니라 김치 재료인 마늘, 고춧가루와 아울러 발효중 생성되는 유산균도 항암효과 및 콜레스테롤 저하효과가 뛰어나기 때문에 앞으로는 김치가 가지고 있는 고유의 생리활성물질과 김치 숙성시 다양하게 존재하는 유산균주들을 분리동정하여 이들 성분중 어느 물질이 특히 항암효과 및 콜레스테롤 저하효과가 뛰어난지 보다 체계적인 연구가 필요하다. 아울러 식생활의 서구화로 인한 성인병예방을 위한 건강과 관련된 김치의 기능(항암효과, 콜레스테롤 저하작용, 면역강화 등)을 강조하는 다양한 종류의 김치개발이 요구된다.

김치는 이웃 일본을 비롯하여 전세계적으로도 그 우수성이 과학적으로 입증되면서 김치의 수출도 해마다 늘고 있다. 서구에서는 최근 주요 사망원인이 되고 있는 각종 성인병 발병 원인이 동물성식품 위주의 식생활과 무관하지 않다는 것을 알게 되면서 식물성 섭취량이 많은 동양적 식생활지침을 마련하여 이용하고 있는 실정이기 때문에 성인병 예방효과가 증명된 김치는 미래의 건강식품뿐만 아니라 세계적인 식품으로도 성장하도록 더욱 연구개발이 절실한 상황이다.

참 고 문 헌

1. Anderson, J. W. and Gustafson, N. J. 1988. Hypocholesterolemic effects of oat and bean products. *Am. J. Clin. Nutr.* **48**, 749.
2. A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. 15th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D. C. p.80, 82.
3. Block, E., Naganathan, S. and Putman, D. 1993. Garlic and onion chemistry. *Chem. Int.* **65**, 625.
4. Bogdanov, I. G., Popkristov, P. and Marinov, L. 1962. Effect of antibioticum bulgaricum on Sacroma-180 and the solid form of Ehrlich carcinoma. *Abstr. VIII Intl. Cancer Congress, Moscow.* p.364.
5. Burkitt, D. P., Walker, A. R. P., Painter, N. S. 1974. Dietary fiber and disease. *J. Am. Med. Assoc.* **229**, 1068
6. Cavallito, C. J., Bailey, J. H. and Buck, J. S. 1976. The antibacterial principle of *Allium sativum*. III. Its precursor and essential oil of garlic. *J. Am. Chem. Soc.* **67**, 1032.
7. Chang, M. L. and Johnson, M. A. 1980. Effect of garlic on carbohydrate metabolism and lipid synthesis in rats. *J. Nutr.* **110**, 931.
8. Dittmore, C. 1939. Some compounds chemotherapeutically active on implanted tumors. 2. *Krebsforsch.* **49**, 515.
9. Garcia-Diez, F., Garcia-Mediavilla, V., Bayon, J. E. and Gonzalez-galle, G. O. 1996. Pectin feeding influences fecal bile acid excretion, hepatic bile acid and cholesterol synthesis and serum cholesterol in rats. *J. Nutr.* **126**, 1766.
10. Gilliland, S. E. 1984. Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* **87**, 175.
11. Gordon, D. T. 1992. The importance of total dietary fiber in human nutrition and health. *Kor. J. Nutr.* **25**,

- 75.
12. Grunewald, K. K. 1982. Serum cholesterol levels in rats fed skim milk fermented by *Lactobacillus acidophilus*. *J. Food Sci.* **47**, 2078.
 13. Hexeberg, S., Hexeberg, E. Willumsen, N. and Berge, R. 1994. A study on lipid metabolism in heart and liver of cholesterol and pectin-fed rats. *Br. J. Nutr.* **71**, 181
 14. Hopewell, R. and Yeater, I. 1993. Effect on carbohydrate and lipid metabolism. *Prog. Food & Nutr. Sci.* **17**, 159.
 15. Ikeda, I., tomari, Y. and Sugano, M. 1989. Interrelated effects of DF and fat on lymphatic cholesterol and triglyceride absorption in rats. *J. Nutr.* **119**, 1383.
 16. Jain, R. C., Vyas, C. R. and Mahatma, O. P. 1973. Hypoglycemic action of onion and garlic. *Lancet.* **2**, 149
 17. Kang, K., Park, S. H. and Choe, T. B. 1994. Immunostimulation effect of cell wall components isolated from *L. plantarum*. *J. Microbiol. Immunol.* **4**, 195.
 18. Kato, I., Kobayashi, S., Yokokura, T. and Mutai, M. 1981. Antitumor Activity of *Lactobacillus casei* in mice. *Gann.* **72**, 517.
 19. Kiesewetter, H., Jung, F., Jung, E. M. and Wenzel, E. 1993. Effect of garlic on platelet aggregation in patients with increased risk of juvenile ischaemic attack. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* **45**, 333.
 20. Klaver, F. A. M. and van der Meer, R. 1993. The assumed assimilation of cholesterol by *Lactobacillus* and *Bifidobacterium bifidum* is due to their bile salt-deconjugation activity. *Appl. Environ. Microbiol.* **59**, 1120.
 21. Klendler, B. S. 1987. Garlic(*Allium sativum*) and onion(*Allium cepa*) : A review of their relationship to cardiovascular disease. *Prev. Med.* **16**, 670.
 22. Kritchevsky, D. 1988. Dietary fiber. *Annu. Rev. Nutr.* **8**, 301.
 23. Lynne, M. and Ausman, D. 1993. Fiber and colon cancer : Does the current evidence justify a prevention of policy? *Nutr. Rev.* **51**, 57.
 24. Mann, G. V. 1977. A factor in yoghurt which lowers cholesterolemia in man. *Atherosclerosis.* **26**, 335.
 25. Mann, G. V. and Sperry, A. 1974. Studies of a surfactant and cholesterolemia in the Maasai. *Am. J. Clin. Nutr.* **27**, 464.
 26. Nakata, T. 1973. Effect of fresh garlic extract on tumor growth. *Jap. J. Hyg.* **27**, 538.
 27. Oi, Y., Kawada, T., Kitamura, K., Oyama, F. and Iwai, K. 1995. Garlic supplementation enhances nor-epinephrine secretion, growth of brown adipose tissue and triglyceride catabolism in rats. *J. Nutr. Biochem.* **6**, 250.
 28. Orekhof, A. N., Terov, V. V., Sobenin, I. A. and Pivovarova, E. M. 1995. Direct anti-atherosclerosis related effects of garlic. *Annals. Med.* **27**, 63.
 29. Phelps, S. and Harris, W. S. 1993. Garlic supplementation and lipoprotein oxidation susceptibility. *Lipids.* **28**, 475.
 30. Popova, P., Guencheva, G., Dvidkova, G., Bogdanov, A., Pacelli, E., Opalchenova, G., Kutzarova, T. and Koychev, C. 1993. Stimulating effect of DEODAN(an oral preparation from *L. bulgaricus* LB51) on monocytes/macrophages and host resistance infections. *Int. J. Immunopharmacol.* **15**, 25.
 31. Prosky, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., Devries, J. W. and Furdra, I. 1998. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fibers in foods and food products : interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **71**, 1017
 32. Qureshi, A. A., Din, Z. Z., Elson, C. E. and Burger, W. C. 1983. Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocyte by polar fraction of garlic. *Lipids.* **18**, 343.
 33. Topping, D. L. 1991. Soluble fiber polysaccharides : Effects on plasma cholesterol and colonic fermentation. *Nutr. Rev.* **49**, 195.
 34. Weisburger, J. H. 1991. Causes, relevant mechanisms and prevention of large bowel cancer. *Seminars in Oncology.* **18**, 316.
 35. Yamasaki, T., Li, L. and Lau, B. H. S. 1994. Garlic compounds protect vascular endothelial cells from hydrogen peroxide induced oxidant injury. *Phytotherapy Res.* **8**, 408.
 36. Yamata, Y. and Azuma, K. 1977. Evaluation of the in vitro antifungal activity of allicin. *Antimicrob. Agents Chemother.* **11**, 743.
 37. 강정애, 강정숙. 1997. 고 또는 저콜레스테롤 식이를 먹인 쥐에 있어서 양파, 마늘이 체내 콜레스테롤과 중성지방 수준 및 혈소관 응집에 미치는 영향. *한국영양학회지.* **30**, 132.
 38. 강진훈, 안방원, 이동호, 변한석, 김선봉, 박영호. 1988. 마늘 및 생강추출물의 DNA 손상억제작용. *한국식품과학회지.* **20**, 287.
 39. 권명자, 송영옥, 송영선. 1997. 김치 재료의 항산화 효과. *한국식품영양과학회. 제 42차 추계 학술발표회 발표논문초록.* p.79.
 40. 권명자, 최명숙, 송영옥, 송영선. 1998. 토끼에 있어서 김치재료의 동맥경화 예방효과에 관한 연구. *한국영양*

- 학회지. 일반학술발표초록, p.1566.
41. 김소희, 박건영, 서명자. 1991. *Salmonella* assay system에서 고춧가루에 의한 aflatoxin B₁의 돌연변이유발 저해효과. 한국영양식량학회지. **20**, 156.
 42. 류승희, 문갑순. 1997. 김치의 섭취가 흰쥐의 항산화효소에 미치는 영향. 한국식품영양과학회 제42차 추계 학술발표회 발표논문초록. p.79.
 43. 박건영. 1995. 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항암효과. 한국영양식량학회지. **24**, 169.
 44. 박건영, 이경임, 이숙희. 1992. 녹황색 채소류의 돌연변이 유발 억제 및 AZ-521위암 세포 성장 저해 효과. 한국영양식량학회지. **21**, 149.
 45. 박건영, 하정옥, 이숙희. 1996. 김치재료 및 김치의 식이섬유와 조섬유 함량연구. 한국영양식량학회지. **25**, 69.
 46. 박완수, 구영조, 안병화, 최신양. 1994. 김치류의 표준 가공공정 설정. 한국식품개발연구원. p.28.
 47. 송영옥, 김은희, 김명, 문정원. 1995. 어린이의 김치의 식에 관한 실태조사(I). 김치 선호도에 관한 조사. 한국영양식량학회지. **24**, 758.
 48. 오영주, 황인주, Leitzman, C. 1994. 김치의 영양생리학적 평가. 김치의 과학. 한국식품과학회. p.226.
 49. 오영주, 황인주. 1997. 김치의 섭취가 성인 남성의 철분영양상태 지표에 미치는 영향. 한국영양학회지. **30**, 1188.
 50. 이기열, 이양자, 박영심, 윤교회, 김병수. 1985. 한국인의 식이섭취와 암유발의 관계에 관한 연구. 한국영양학회지. **18**, 301.
 51. 이기은, 최언호, 지근익. 1996. 김치의 섭취가 인체의 장내 미생물에 미치는 영향. 한국식품과학회지. **28**, 981.
 52. 이서래. 1987. 김치의 맛과 영양. 식품과 영양. **8**, 20.
 53. 이선미. 1992. 식이섬유소의 항돌연변이효과. 부산대학교대학원 석사학위논문.
 54. 이재준, 김진걸, 정정수, 오창영, 이상명, 이완규. 1999. 사람의 장관에서 분리한 유산균이 고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐의 체내 콜레스테롤 함량 및 Lipoprotein Lipase(LPL)활성에 미치는 영향. 한국축산학회지. **41**, 인쇄중.
 55. 임선영. 1994. Linoleic acid의 항돌연변이 및 항암효과. 부산대학교대학원 석사학위논문.
 56. 전희정. 1987. 마늘의 유효성분 기능과 약리효과. 대한가정학회지. **1**, 67.
 57. 전희정. 1994. 김치의 영양과 효능. 한국 김치의 세계화를 위한 과제와 방향. p.5.
 58. 최선미. 1991. 김치발효중의 Nitrate와 Nitrite 함량변화와 N-nitrosodimethylamine 생성. 부산대학교대학원 석사학위논문.
 59. 최주선, 김채중, 박현서. 1998. Dimethylhydrazine으로 처리한 쥐에서 식이섬유소와 지방종류가 대장의 종양 발생율과 세포증식에 미치는 영향. 한국영양학회지. **31**, 694.
 60. 한국식품개발연구원. 1993. 김치 증장기 연구개발 계획수립을 위한 산업 및 연구개발 현황 조사. E1197-0347 과제보고서.
 61. 한국식품개발연구원. 1998. 상품 김치의 품질 균일화 및 품질 유지 기술 개발. N1069-0956 과제보고서.
 62. 황우익, 이성동, 송홍수, 백나경, 지유환. 1990. 마늘 성분에 의한 면역증강과 항암효과. 한국영양식량학회지. **19**, 494.