

김치의 기능성

박 건 영

(부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소)

1. 개 요

김치는 한국의 전통 채소 발효식품으로 맛과 건강기능을 갖는 한국을 대표하는 식품이다. 김치의 주재료인 배추에는 당성분과 유산균이 자연적으로 존재하는데 배추잎 사이에 유산균이 많다(g당 100~1000마리). 배추를 소금에 절이는 동안 부패균은 죽고 유산균은 살아남아 채소 및 양념의 당을 발효하여 유산, 초산 등의 유기산, 탄산가스, 알콜 등 여러 맛과 건강기능성 물질이 생성되어 맛있는 김치가 된다. 김치는 유기산, 유산균, 식이섬유소, 여러 건강 기능성 성분(β -시토스테롤, 불포화지방산, 글루코시놀레이트, 이소티오시아네이트, 캡사이신, 인돌, 알릴 화합물), 영양성분(비타민 C, B₁, B₂, 베타카로틴, 클로로필, Ca 등의 무기질) 등으로 변비, 대장암 예방, 정장작용, 항돌연변이, 항암작용, 다이어트 효과, 항노화작용, 피부노화 억제효과, 동맥경화예방, 면역증강 효과 등의 건강기능성이 확인되었다.

본 발표에서는 김치의 건강 기능성에 주로 초점을 두어 소개하고자 한다.

2. 김치의 건강 기능성

김치는 이제 21세기의 중요한 건강 기능성 식품으로 대두되고 있다. 이는 녹즙(녹황색 채소즙)이 암을 예방하고 면역을 증강시키며, 노화를 억제하며 변비를 예방하는 등의 많은 기능성을 갖는 것과 비슷한 효과이다. 그러나 김치는 이 녹황색 채소로서의 기능뿐 아니라 맛이 있으며, 생성된 유산균은 요구르트의 유산균 수와 비슷하거나 더 많이 존재해 정장작용에도 중요하게 작용한다. 김치의 기능성을 요약하면 Table 1과 같다.

김치는 먼저 맛, 향기, 색깔 등에 의해 식욕을 돋구는 특성을 갖는다. 김치의 주재료는 채소이므로 채소류의 신선한 맛, 유산 발효에 의한 상쾌한 맛, 고춧가루를 비롯한 향신료의 독특한 맛, 젓갈류 등의 감칠맛 등이 어울려져 식욕을 촉진시킨다⁽¹⁾.

Table 1. Nutritional and health benefits of kimchi

-
- Increase appetite
 - Prevention of constipation and colon cancer
 - Good source of probiotics (lactic acid bacteria)
 - Decrease serum cholesterol, and increase fibrinolytic activity
 - Antioxidative effect (antiaging, prevention of skin aging)
 - Anticancer effect (antimutagenic and antitumor effect)
 - Increase immune function
 - Reduce body fatness
-

1) 변비 및 대장암 예방

김치는 특히 대장 건강에 중요하다. 발효 중 생성된 젖산 등의 유기산과 김치 재료로부터 오는 식이섬유

소 때문에 변비예방효과가 있다. 김치의 섭취는 장내에서 발암전구물질을 발암물질로 전환시키는 미생물효소의 활성을 유의적으로 감소시키고 또한 대장의 pH를 낮추어 대장암 예방에 중요한 역할을 한다. 한편 김치의 고식이섬유함량은 대장에서 김치유산균에 의해 발효되어 단쇄지방산을 만들고 이는 프로그램된 세포사망 기전으로 알려진 아포토시스(apoptosis)를 유도하여 항암효과를 나타낸다고 한다.

2) Probiotic으로의 역할

김치 속에 있는 유산균은 살아있는 생균제(probiotic)로 우리 인체에 유리하게 작용하여 김치 유산균 자체는 요구르트의 균과 같이 정장작용, 항돌연변이 및 항암작용 등에 관여하는 것으로 나타났다. 김치는 정장작용이 있다고 알려져 있는데 정장작용이란 대장에 살고 있는 미생물 중 우리 몸에 이로운 균의 발육을 돕는 반면 해를 끼치는 균(독성물질 생성균)의 생육을 억제하는 것을 말한다. 김치의 섭취로 인체에 유익한 김치 유산균인 *Lactobacillus* sp.와 *Leuconostoc* sp.의 균수가 유의적으로 증가하였으며, *E. coli*의 수는 다소 감소하였다⁽²⁾.

김치 발효에 관여하는 유산균은 요구르트 또는 낙농제품에 들어있는 유산균과 비슷한 정장작용 및 항암, 면역증강 등의 기능을 하므로 대장 건강에 중요한 역할을 한다. 김치는 잘 익었을 경우 1순가락당 1억마리의 유산균수를 갖는다. 이 유산균들의 세포벽에 있는 테이코익산, 리포테이코익산 등은 항암효과와 면역활성을 높이는 활성이 있어 암예방에 효과가 있다⁽²⁾.

3) 김치의 항동맥경화 기능성

김치의 섭취는 혈청 콜레스테롤의 양을 감소시키고 혈전을 만드는 fibrin을 분해하는 활성을 가져 동맥경화를 예방하는 효과를 갖는다. 흰쥐를 이용한 실험에서 김치 섭취는 간의 지방질 농도는 감소시키고 high density lipoprotein(HDL)과 분변으로의 지질 배설능은 증가시켰다. 동맥경화지수와 간에서 콜레스테롤 합성에 관여하는 효소의 활성은 김치균에서 농도 의존적으로 감소하였다.

또한 김치 섭취군 쥐에서는 혈중 중성지질, 혈중 콜레스테롤, 인지질 함량이 유의적으로 감소하였다. 토끼를 이용한 12주간의 실험에서도 김치는 토끼의 혈장 콜레스테롤 및 중성지방질, very low density lipoprotein (VLDL), low density lipoprotein(LDL)의 농도를 감소시켰으며 HDL농도는 증가시켜 동맥경화를 예방하는 효과가 있다.

4) 김치의 항산화(항노화) 및 피부노화 억제 기능

김치에는 비타민 C, β -카로틴, 페놀 화합물, 클로로필 등이 많아 항산화작용을 가지므로 노화를 억제하며, 특히 피부노화를 억제하는 효과가 있다⁽³⁾. 김치는 항산화 활성이 있는데 발효가 진행됨에 따라 차이를 보였으며 숙성적기(pH 4.2)의 김치에서 가장 높았다. 배추김치와 갓김치 제조의 주요 부재료인 파, 마늘, 고춧가루, 생강 등의 김치재료와 이들 김치는 모두 높은 항산화성을 나타내었다. 노화촉진마우스(SAM)를 이용한 실험에서도 김치의 섭취는 혈중 지질농도 감소효과를 보였으며 노화가 지연되는 효과가 있었다.

피부의 주요 표피세포인 케라티노사이트(keratinocyte)에 과산화수소(H_2O_2)를 노출시켜 인위적으로 산화적인 자극을 주었을 때 김치는 과산화수소에 대한 독성을 완화하는 효과가 있었고, 장기간 노출시켰을 때 산화적 스트레스에 대한 억제효과도 동시에 나타났다. 이러한 효과는 적당히 숙성된 김치(pH 4.3)가 컸었다.

Hairless mouse를 이용한 실험에서 배추김치, 갓김치, 부추김치 및 이들 김치의 주재료물질은 항피부노화 활성을 나타내었다. 피부는 노화가 되면서 탄력성이 감소되는데, 진피내의 콜라겐이 변성되고, 표피가 얇아지며 진피의 탄력성 및 수분 감소 등이 일어난다. 김치 섭취군의 마우스들은 대조군보다 피부표피두께가 두껍게 유지되었다. 피부 각질층은 얇았으며, 진피조직에서 새로운 콜라겐 형성도 많아 김치의 섭취가 피부

노화에 대한 예방 효과가 있는 것으로 나타났다⁽³⁾.

5) 김치의 암예방 및 항암효과

여러 반복된 실험을 통해 김치는 *in vitro*상의 Ames test와 SOS chromotest에서 발암물질(MNNG, AFB₁)로 인한 돌연변이 유발성을 억제하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 김치의 발효과정 중 생성되는 유산균은 항돌연변이 효과를 나타내었는데 그 중 *Leuconostoc mesenteroides* 균체가 다른 유산균들 중에서 가장 높은 효과를 보였다. 유산균들의 항돌연변이효과는 세포질분획보다는 세포벽에서 높으며 이는 glycopeptide(당 펩타이드) 세포벽 물질에 의한 것으로 여겨지고 있다⁽⁴⁾. 김치 유산균을 쥐에 경구투여했을 때 종양형성억제 효과를 보였으며, 장내에서 항체의 생성을 증가시키고 혈액내의 cytokine으로 interleukin-2와 TNF- α 를 증가시켜 면역활성증강효과를 나타내었다.

김치의 항암효과에 대한 기작 연구에서 배추김치의 dichloromethane 분획물은 HL-60 인체 혈액암세포에서 프로그램된 세포사망기전으로 알려진 아포토시스를 유도하여 암세포 수를 감소시키는 것으로 나타났다. H-ras 암유전자를 microinjection 하여 DNA합성저해효과를 살펴본 결과 김치의 디클로로메탄 분획물이 암유전자에 의한 DNA합성을 감소시켰는데 김치는 암세포의 핵으로 암유전자에 의해 신호가 전달되는 과정에 직접 억제 작용을 하여 항암활성을 나타내었다 하겠다.

Balb/c 마우스에 살코마 180 암세포를 이식하고 김치추출물을 투여하였다. 실험 한 달 후 대조군의 종양 무게는 4.3g이었는데 김치의 MSF추출물 처리군은 2.0g을 나타내어 생체실험에서도 김치는 종양생성을 억제하는 효과를 나타내었다. 또한 김치의 추출물은 대조군에 비해 산화생성물인 malondialdehyde의 형성은 저해 하였으나, 간의 glutathione함량을 증가시켰으며 간에서 독성을 제거하는 항산화효소인 glutathione S-transferase와 glutathione reductase의 활성을 증가시켰는데 이는 김치가 간에서 외부로부터 들어온 독성 물질의 해독작용을 증가시킬 수 있음을 보여주고 있다. 본 연구실의 실험에 의하면 김치추출물은 또한 쥐에서 자연살해세포와 대식세포의 활성증가 효과를 보여 중요한 면역활성증강물질로도 관찰되었다.

김치추출물을 피하주사 한 뒤 대장암세포이면서 폐로의 전이력을 가진 이 종양세포를 마우스 꼬리에 정맥주사하여 김치의 전이억제효과를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 일반배추김치 투여군은 1.25mg/마우스를 피하주사했을 때 14%의 종양전이억제효과를 보였다. 고춧가루, 마늘 등의 함량을 늘리고 다른 부재료를 첨가하고 유기배추를 사용한 기능성김치 I 은 0.05mg의 낮은 농도에서도 일반배추김치 투여군과 비슷한 12%의 전이억제효과를 나타내었고, 1.25mg/마우스를 피하로 주사했을 때는 이 종양세포의 폐로의 전이를 35% 억제하였다. 또한 기능성김치 II 는 0.05~1.25mg/마우스의 모든 첨가농도에서 종양전이억제효과를 보였으며 1.25mg/마우스를 투여했을 때 49%의 높은 전이억제효과를 나타내었다⁽⁵⁾.

Table 2. Inhibitory effect of methanol extracts from various kinds of baechu cabbage kimchi on tumor metastasis produced by colon 26-M3.1 cells

Treatment	Dose (mg/mouse)	No. of lung metastasis	
		Mean \pm SD (Inhibition, %)	Range
Control		162 \pm 7 ^a	153~172
Standardized Kimchi	1.25	139 \pm 5 ^b (14)	131~144
Functional Kimchi I	1.25	103 \pm 5 ^c (36)	96~108
Functional Kimchi II	1.25	83 \pm 6 ^d (49)	73~91

^{a-d} Means with the different letters are significantly different(p < 0.05) by Duncan's multiple range test.

6) 김치의 비만억제 효과

김치의 섭취는 흰쥐를 이용한 실험에서 고지방식이를 하여도 감량효과를 나타내는 다이어트효과를 갖는다. 다이어트 효과는 고춧가루 내의 매운 성분인 캡사이신이 중요한 역할을 담당하지만⁽⁶⁾ 김치로 되었을 때 특히 적당히 익었을 때 다이어트 효과가 더 커진다⁽⁷⁾. 고지방식이에 고춧가루를 5% 첨가한 식이군과 김치를 10%(5% 고춧가루 함유) 첨가한 식이군은 모두 고지방식이만을 먹인 군보다 유의적으로 체중이 감소되었는데 고춧가루보다 동일양의 고춧가루에 다른 김치 재료가 들어가 제조·발효된 김치가 더 많이 체중을 감소시켜, 고지방식이를 하여도 김치를 섭취하면 정상군과 비슷한 체중을 유지하는 것으로 나타났다(Table 3). 또한 최근 연구에서 김치의 재료 중 마늘, 무, 생강, 파 등은 흰쥐를 이용한 고지방 섭취실험에서 이들 김치 재료는 다이어트 효과가 컸었다.

Table 3. Changes of body weight of rats fed experimental diets after 4 weeks

Body weight (g)	Normal diet	High fat diet (HFD)	HFD + 5% red pepper powder	HFD + 10% kimchi*
Initial weight	171.4±11.9	170.3±10.0	170.7±6.3	171.4±4.2
Final weight	305.7±6.3 ^b	338.7±13.3 ^a	311.0±9.5 ^b	302.5±11.1 ^b
Food intake (g/day)	19.1±0.8 ^{ns}	19.9±0.8	19.5±1.0	19.4±0.9

^{a, b} Means with the different letters in the same row are significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

ns : Not significant

* The same level(5%) of red pepper powder was contained in 10% kimchi diet

김치재료의 항비만 효과를 알아보기 위해서 김치의 주재료인 배추, 무와 부재료인 고춧가루, 마늘을 고지방식이에 각각 5%씩 첨가하여 흰쥐에게 4주간 섭취시킨 후 그 효과를 살펴보았다(Table 4). 사육초기 각 군간의 평균 체중은 군간에 차이가 없었으나 4주 후에 모든 군의 체중이 증가하였다. 최종무게는 정상군이 324±4 g이고, 고지방군이 372±13 g으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 김치재료들을 첨가한 모든 군은 고지방군에 비해 유의적인 감소를 나타내었다($p < 0.05$). 무를 첨가한 군의 최종무게는 각각 320±6 g으로 정상군과 유사한 수준으로 나타났으며, 마늘을 첨가한 군은 각각 287±7 g으로 정상군보다 체중이 크게 감소하였다. 체중증가량도 고지방군에 비해 김치재료를 첨가한 모든 군에서 유의적인 감소를 나타냈다. 무 첨가군의 일일 체중증가량은 정상군과 유사한 수준으로 나타났으며, 특히 마늘첨가군은 4.9 g으로 정상군보다도 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 김치재료를 첨가한 모든 군이 고지방군에 비해 체중증가량 및 간과 지방조직의 무게가 유의적으로 감소하였으며, 혈장, 간과 지방조직의 중성지방, 콜레스테롤 함량이 현저히 낮았다. 그리고 특히 마늘과 무의 항비만 효과가 다른 김치재료에 비해 높았다⁽⁸⁾.

김치재료들 중 마늘과 무를 고지방식이에 5%씩 첨가했을 때 항비만 효과가 가장 높았다. 그러나 이것은 우리가 일상적으로 식사에서 섭취할 수 있는 마늘과 무의 양과 비교하여 매우 높은 수준이라고 할 수 있다.

Table 4. Changes in body weights of rats fed experimental diets for 4 weeks(5% diet food)

Body weight (g)	Normal diet	High fat diet (HFD)	HFD+			
			Baechu cabbage	Radish	Red pepper powder	Garlic
Initial weight	142±1	137±8	141±8	142±5	134±14	141±6
Final weight	324±4	372±13	344±8	320±6	350±7	287±7
Weight gain (g/day)	6.1	7.8	6.8	5.9	7.2	4.9

그래서 이번 실험에서는 마늘 2%, 5%와 무 2%, 5%를 각각 고지방 식이에 첨가하여 흰쥐에서 그 효과를 살펴보았다(Table 5). 마늘과 무를 첨가한 군은 모두 고지방군에 비해 유의적인 체중감소를 나타내었다($p<0.05$). 마늘을 2% 첨가한 군은 정상군과 유사한 체중을 보였고 마늘을 5% 첨가한 군은 정상군 보다 낮은 체중을 보였다. 무를 5% 첨가한 군은 정상군과 비슷한 체중을 보였으나 무를 2% 첨가한 군은 체중감소 효과가 다소 낮았다. 또한 마늘과 무의 농도가 높을수록 간과 지방조직의 무게가 유의적으로 감소하였으며, 또한 혈장, 간과 지방조직의 중성지방, 콜레스테롤 함량이 유의적으로 낮았다⁽⁸⁾.

Table 5. Changes in body weight and food intake of rats fed experimental diets for 4 weeks

Body weight (g)	Normal diet	High fat diet (HFD)	HFD+			
			Garlic 2%	Garlic 5%	Radish 2%	Radish 5%
Initial weight	151±6	144±24	154±10	155±10	154±12	156±5
Final weight	308±13	342±3	310±13	287±8	333±5	307±4
Weight gain (g/day)	5.2	6.6	5.2	4.4	5.9	5.1
Food intake (g/day)	19.8	19.8	19.7	19.5	19.8	19.8

김치의 항비만 효과를 측정하기 위해 김치추출물들을 완전히 분화된 지방세포(3T3-L1 지방세포)에 처리하여 비만 조절단백질인 글리세롤과 렙틴 분비량을 측정하였다. 렙틴은 지방세포가 분비하는 단백질로 식이섭취를 제한하고 에너지 소비를 증가시키는 기능이 있으며 렙틴의 분비가 안 되거나 렙틴 수용체의 저항성이 있는 경우, 비만이 발생한다. 생김치는 완전히 분화된 지방세포의 렙틴 분비를 감소시키지 않았으나 발효시킨 배추김치는 지방세포의 렙틴의 분비를 유의적으로 감소시켰다. 그러나 김치추출물들은 글리세롤의 분비에는 영향을 주지 않았는데 글리세롤 분비량의 증가는 지방분해의 증가를 반영하는 것으로 김치는 지방분해에는 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 사료된다. 따라서 배추김치의 비만억제효과는 배추김치의 발효생성물에 의한 지방축적 감소효과에 의한 것으로 보인다.

배추김치에 녹차를 첨가했을 때 렙틴의 분비가 발효된 김치의 1/2 정도로 감소되었다.

김치에서 분리한 베타-시토스테롤은 농도 의존적으로 렙틴분비 감소효과를 보였으며, 마늘의 성분인 알릴설파이드는 고농도에서보다 저농도에서 렙틴 분비를 감소시켰다. 무의 성분인 캠페롤은 고농도에서 농도 의존적으로 렙틴 분비를 감소시켰다.

참고문헌

1. Park, K.Y. and Rhee, S.H. : Functional properties and anticancer effect of kimchi, W01-2, 11th World Congress of Food Science and Technology, Abstract book p.44, April 22-27, Seoul, Korea(2001)
2. Park, K.Y. and Cheigh, H.S. : Antimutagenic and anticancer effect of lactic acid and bacteria isolated from kimchi. Proc. Int'l Symp., Microorganism and Health, April 28-29, Seoul, Korea(2000)
3. Ryu, B.M. : Effect of kimchi on inhibition of skin aging of hairless mouse. *Ph.D. Dissertation* Pusan National University, Korea(2000)
4. Park, K.Y. and Cheigh, H.S. : Kimchi (Chapter 12). In : Hui, Y.H., Ghazala, S., Graham, D.M., Murrell, K.D., Nip, W.-K., eds. Handbook of vegetable preservation and processing. New York : Marcel Dekker, Inc., 2004,

pp. 189-222.

5. 박건영 : 김치의 영양, 기능성 및 항암효과, p.29-50, 2000 한일 김치 세미나, 2000. 9.14, 동경, 일본
6. Kim. K.M. : Increase in swimming endurance capacity of mice by capsaicin. *Ph.D. Dissertation*, Koyto University, Japan(1998)
7. Choi, S.M., Jeon, Y.S., Rhee, S.H. and Park, K.Y. : Red pepper powder and kimchi reduce body weight and blood and tissue lipids in rats fed a high fat diet, *Nutraceut. Food* 7, 162-167(2002)
8. 윤지영 : 항비만 증진 배추김치 및 백김치에 관한 연구. 부산대학교 대학원 석사학위논문(2005)