

김치의 영양과 기능성



박건영
부산대학교 식품영양학과

미국 헬스(Health) 지는 최근 올리브, 콩과 콩 식품, 렌틸콩, 요구르트 등과 함께 김치를 세계에서 가장 건강한 식품으로 선정했다. 그 잡지에 의하면 김치는 식이섬유소를 많이 함유하고 다이어트에 효과가 있으며 비타민 A, B, C가 풍부할 뿐만 아니라, 요구르트와 같이 건강에 유리한 유산균과 암을 예방하는 물질을 가지고 있다고 발표했다. 이렇게 김치는 이제 세계인에 의해 인정을 받는 건강식품이 되었다.

과거에 우리 어머니들은 겨울나기의 큰 행사로 김장을 했었다. 그리고 겨우내 밥과 함께 우리 식탁을 지켜왔던 것이 김치이며 우리는 아직도 매끼에 김치를 먹는다. 이제는 김치 냉장고가 있어 더욱 편리해졌으며 김장의 풍경도가 다소 달라졌지만 김치는 한국인의 가장 중요한 식문화이며 우리의 최고의 전통식품이라 할 수 있다.

김치의 영양학적 우수성

김치의 종류는 200~300종 정도로 알려져 있으며, 그 중 배추김치가 김치 섭취량의 70% 이상을 차지하여 여러 김치를 대표하는 김치라 할 수 있다.

우선 배추김치의 영양적 특성을 보면 저열량 식품(18kcal/100g)이며 식이섬유소, 비타민 및 무기질의 주요 공급원이라 할 수 있다. 특히 비타민 C와 베타카로틴이 많고 발효 중 비타민 B군 등이 생성된다. 또한 갈슘, 철, 인 등이 많아 뼈 건강 및 빈혈예방에도 좋다.

김치 주재료의 영양소

김치는 여러 식품이 혼합되어 만들어지기 때문에 첨가양념, 식품 배합비 등에 따라 영양소 함량과 특징이 달라진다. 김치의 영양가는 김치 제조 시 첨가되는 재료에 따라 기본적으로 영양 가치가 변하고, 발효 중 영양소의 변화는 숙성 조건에 따라 달라진다. Table 1에서 보는 바와 같이 김치 주재료의 열량은 매우 낮으나 비타민, 무기질 함량 등의 생리적 조절 작용을 하는 물질의 함량이 높은 것이 특징이다. 무기질 함량 중 특히 칼슘의 함량이 높다. 김치의 아미노산과 지방질은 젓갈류, 굴의 해산물 또는 육류의 첨가에 의해 증가되며 이들은 유기산, CO₂, 조미향신료와 함께 김치의 독특한 맛에 영향을 끼친다.

김치의 주재료는 채소이므로 채소류의 신선한 맛, 젓산 발효에 의한 상쾌한 맛, 고춧가루를 비롯한 향신료의 독특한 맛, 젓갈류 등의 감칠맛 등이 어우러져 식욕을 촉진시킨다. 무기질 중 칼슘과 인은 대부분의 재료에 많고, 특히 고춧가루, 새우젓, 멸치젓, 굴 등에 많다. 카로틴 및 플라보노이드류는 주로 녹색, 황색, 적색을 띠는 배추, 파, 고춧가루 등에 많으며, 비타민 C는 배추, 고춧가루 등에 많이 함유되어 있다.

고춧가루의 매운 성분인 캡사이신은 위액분비 촉진, 살균작용, 면역세포의 활성화 증진, 비만억

Table 1. Nutritional compositions of the raw materials used for making Baechu Kimchi

Kimchi raw materials Components	Chinese cabbage	Radish	Red peper	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
Phosphorus, 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

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

제, 지구력 증진 등의 효과가 있다고 연구되어 있다.

생강은 특수 성분인 진저롤이 함유되어 있는데, 이것은 식욕증진, 혈액순환, 발한작용, 항균 작용 등의 효과가 있다고 알려져 있다. 한편, 마늘의 주요 자극 성분인 allyl sulfide는 강력한 살균효과가 있다. 또한 마늘 내의 알린(allin)이 알리나아제(alliinase)에 의해 알리신(allicin)이 되어 다양한 약리효과를 나타낸다. 알리신은 특히 비타민 B₆과 결합하여 알리티아민(allithiamine)이 되어 비타민 B₁을 체내에 오랫동안 보관하도록 하여 정력증진 및 신경안정 효과에 중요한 역할을 한다. 이런 마늘의 알리신, 함유물질 및 불포화 지방산인 메틸리놀레이트(methyl linoleate)는 암 예방 효과 및 항암 효과가 있는 것으로 보고되어 있다.

김치 내의 중요한 영양성분 중 하나는 식이섬유소이다. 김치의 식이섬유소는 변비예방과 혈중 콜레스테롤 함량을 낮추고 몸속에서 청소작업을 한다. 일반적으로 김치의 재료가 채소류이기 때문에 식이섬유소가 가질 수 있는 역할들, 즉 고혈압 예방, 당뇨병, 항암 효과, 변비 예방 등을 기대할 수 있다. Table 2는 표준화된 김치의 레시피이며 이들 성분의 영양소 및 영양의약품질을 보여주고 있다.

발효과정에서 유래되는 영양소

김치는 김치재료 자체가 갖는 주 영양소와 함께 발효과정에서 유래되는 영양소를 갖는다. 김치의 맛과 영양가는 재료로부터 영향을 받으며, 재료 내의 당질농도, 유산균 종류, 소금농도, 발효온도 등에 의한 발효산물이 중요한 역할을 한다.

김치는 유산균(젖산균)에 의해 발효가 되면서 유산(젖산)을 비롯하여 유기산을 생성한다. 유기

Table 2. Composition of Standardized Kimchi and Nutritional Value

Composition	Ratio(%)	Nutrients
Main		
Baechu cabbage ¹⁾	100	Sugar, Vitamin C, K, DF ²⁾ , β-sitosterol, indoles
Sub-ingredients		
Red pepper powder	3.5	PUFA ³⁾ , sugar, Vitamin A, Vitamin C, Ca, P, K, DF, capsaicin
Crushed garlic	1.4	Sugar, Allyl compounds, Alliin, Allicin+Vitamin B ₆ =Allithiamine
Crushed ginger	0.6	Niacin, K, gingerol
Fermented anchovy juice	2.2	Protein(amino acids), Ca, P, Fe, Na
Sugar	1.0	Sugar
Radish(Sliced)	13.0	Sugar, Niacin, Ca, isothiocyanate
Green onion	2.0	Vitamin A, Vitamin C, Chlorophyll
Final salt conc.	2.5	

¹⁾ Brine-treated ²⁾ Dietary fiber ³⁾ Polyunsaturated fatty acids

산은 채소 중에 함유된 효소나 숙성에 관여하는 미생물의 효소에 의해 생성되므로 배합원료의 종류, 숙성온도, 소금농도 및 시간에 따라 차이가 나타난다. 배추김치에서 생성되는 주요 휘발성 유기산은 유산과 숙신산이며, 주요 휘발유기산은 초산과 프로피온산이다.

발효 중 생성되는 유산, 초산 등 유기산과 유산균(적당히 익었을 경우 10^{8-9} CFU/g)은 정상작용을 한다. 또한 김치의 유산균은 식이섬유와 함께 대장건강을 유지하여 프로바이오틱(건강에 유리한 생균제)의 급원으로 변비 및 대장암 예방에도 중요한 역할을 한다.

김치 유산균, 베타시토스테롤(식물성스테롤), 다른 파이토케미칼(식물화학물질) 등은 노화억제, 특히 피부노화도 늦추는 효과를 갖는다. 김치의 주요 생산물인 유기산과 부수적으로 발생하는 CO_2 는 김치의 상쾌한 맛을 지배하는 대표적인 성분으로 알려져 있다. 소금 농도가 낮고 저온 숙성 김치는 소금 농도가 높고 실온에서 숙성시킨 김치보다 초산과 CO_2 함량이 높다.

김치의 항돌연변이 및 항암효과

김치는 발암물질에 대해 항돌연변이 및 항암 효과를 나타낸다. 김치는 재료가 주로 채소류이며, 채소류에 풍부한 비타민 C, 베타카로틴, 식이섬유소, 플라보노이드류, 엽록소(클로로필) 등과 발효과정 중 유산균의 생성, 발효산물 등으로 인한 암 예방 효과가 있다고 하겠다. 다른 연구에도 배추, 무를 비롯한 십자화(배추)과 채소, 마늘, 들깻잎, 고춧잎, 들미나리 등 대부분의 채소류는 암을 예방하는 항돌연변이 효과 및 항암효과가 있는 것으로 나타났다.

김치재료 및 김치 추출물

In Vitro Ames 돌연변이 유발 실험계를 이용하여 김치 추출물의 항돌연변이 효과를 연구한 결과에 따르면, 정상염 농도(소금 2.5~3%)로 하여 5°C에서 김치를 발효하는 동안 적당히 익은 김치(3주 발효)추출물을 중심으로 AFB₁(aflatoxin B₁)에 대해 항돌연변이 효과가 관찰되었다(Fig. 1). 다른 발효시기의 김치시료도 효과가 있었지만 3주 김치가 가장 큰 효과를 보였다.

김치의 항암효과 연구 결과, 김치추출물은 인체 암세포의 증식을 억제하는 효과가 있어 5°C에서 3주 발효한 김치(잘 익은 김치)는 HT-29 인체 결장암세포의 성장을 1%, 5% FBS에서 각각 30~40%의 성장을 억제하는 효과를 나타내었다. MG-63 인체골육암세포에서는 발효하기 전 김치는 23%의 암세포 성장억제 효과를 보였으나 5°C에서 3주 발효 후에는 66%로 억제되어 거의 3배로 암세포 성장을 억제함으로써 발효 김치가 항암효과가 더 높아진다고 하겠다. 또 다른

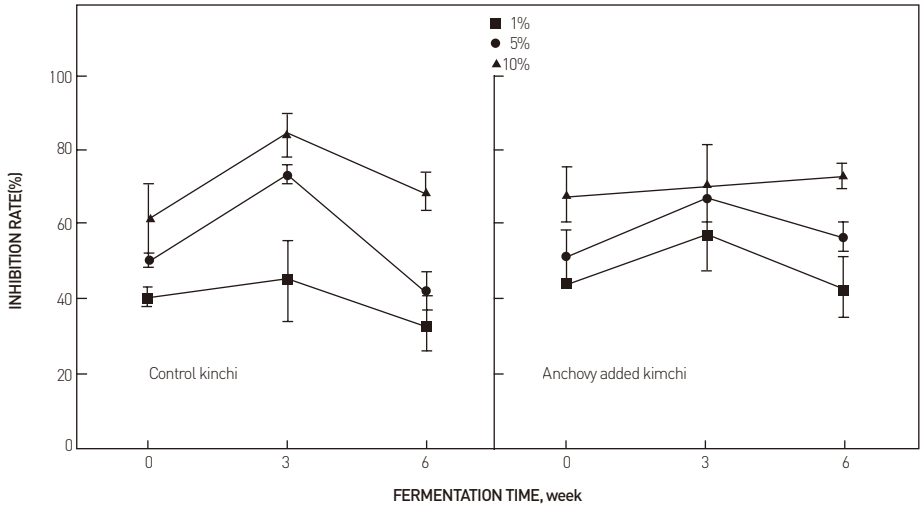


Fig. 1. Antimutagenic effect of methanol extracts from Kimchi samples[control and anchovy added] against aflatoxin B₁(AFB₁, 0.15 μ g/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100.

김치의 항암연구 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 3주 발효 김치를 CO₂ incubator에서 배양하여 2일 후에 대조군과 김치 주스상등액 첨가군의 MG-63 골육암세포 성장 형태를 찍은 사진으로 김치 시료의 첨가로 세포의 성장이 억제되면서 암세포의 형태적 변형이 유발된 것을 관찰할 수 있다. 또한 여러 실험의 결과로 김치는 암세포 자살인 아포토시스(apoptosis)를 유도하여 항암효과가 있는 것으로 나타났다.

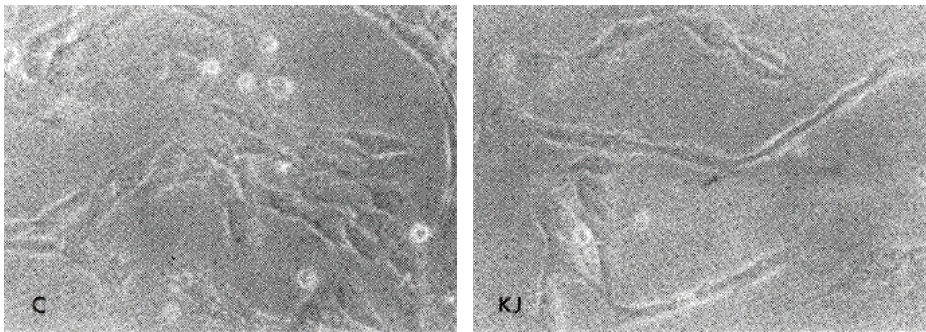


Fig. 2. Photomicrographs of MG-63 human osteosarcoma cells when 200 μ l of juice supernatant of Kimchi (fermented for 3wk at 5°C) added per well after 2 days of incubation at 37°C. (x 200)
C : control, KJ : kimchi juice supernatant

김치재료 중 고춧가루 및 마늘

고추에는 항돌연변이 및 항암성이 있는 것으로 알려진 비타민 C와 카로틴이 많이 함유되어 있기 때문에 고춧가루의 돌연변이 유발 및 항돌연변이 활성을 조사해 보았다. Ames 돌연변이 유발 실험계에서 고춧가루 추출물은 S9의 존재 유무와 관계없이 돌연변이 유발성이 없었으며, AFB₁(aflatoxin B₁)에 대한 보돌연변이 효과도 없었다. 캅사이신의 첨가농도를 증가시켰을 때도 돌연변이 유발성은 없었고 오히려 고춧가루 추출분획은 AFB₁에 대해 항돌연변이 활성을 나타내었다. 일반적으로 매운 성분을 가진 고춧가루는 위암 발생의 원인 물질 중 하나로 생각되어 왔으나 고춧가루는 항암활성이 있는 카로틴과 비타민 C가 다량 함유되어 있어 좋은 효과를 낼 수 있다. 하지만 너무 과하게 섭취하면 쥐의 경우(20% 식이) 위염을 유발할 수도 있다.

마늘의 항암 효과는 많이 알려져 있는데 마늘의 메탄올추출물은 AFB₁과 MNNG 발암물질들의 돌연변이 유발성을 억제하였다. AFB₁에 대해서는 마늘의 메탄올추출물의 첨가농도가 증가할수록 항돌연변이 활성이 증가되었다.

김치유산균

최근 김치로부터 분리 동정한 유산균을 이용하여 항돌연변이 활성을 검토한 결과를 보면 Fig. 3에서 보는 바와 같이 냉동 건조한 전체 유산균 균체(cell body, CB)는 4-NQO 발암물질

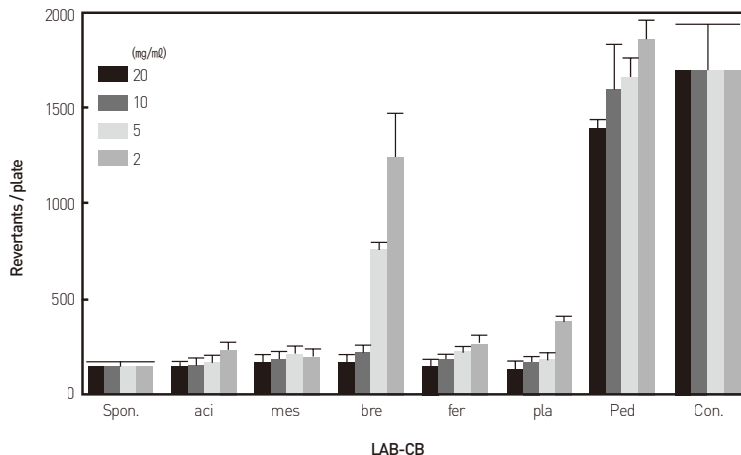


Fig. 3. Antimutagenic activity of lactic acid bacteria-cell body(LAB-CB) against 4-NQO(0.15 μ g/plate) on *Salmonella typhimurium* TA100 (Spon: spontaneous, aci: *Lactobacillus acidophilus*, mes: *Leuconostoc mesenteroides*, bre: *Lactobacillus brevis*, fer: *Lactobacillus fermentum*, pla: *Lactobacillus plantarum*, Ped: *Pediococcus acidilactici*, Con.: control)

에 대해 강한 항돌연변이 활성이 있는 것으로 나타났다. 대조군으로 사용한 유제품에서 유래된 *Lab acidophilus*를 포함해 김치로부터 분리 동정된 *Leu mesenteroides*와 *Lab plantarum*은 균체량의 변화(2~20 mg/ml)에 따른 활성의 변화폭이 적고 돌연변이 유발성을 거의 자연 복귀수 수준으로 감소시켰다.

김치와 니트로소아민 및 소금

위암의 원인이 될 수 있는 김치 내의 의심스러운 물질은 김치재료로부터 유래되어질 수 있는 니트로소아민, 소금(짠 맛), 고춧가루(매운 맛)이다. 김치의 주재료인 배추에는 NO₃ 함량이 높고 젓갈 등에서 유래되는 아민류 때문에 김치가 발효되는 과정에서 니트로소아민(nitrosoamine, NA)이라는 위암을 일으킬 수 있는 발암 물질을 생성하지 않는가 하는 우려가 있어 왔다. 그러나 김치 내의 비타민 C는 NO₂와 2급 아민과 반응하여 NA를 생성하는 과정을 차단하는 물질로 이미 잘 알려져 있다. 더군다나 김치 내의 유산균들은 NA에 의한 돌연변이 유발성을 크게 억제한다는 점이다. 일본학자 호소노 등은 40여 종의 유산균들은 NA에 의한 돌연변이 유발성을 저해하였는데 *Leu mesenteroides*는 NDEA의 돌연변이를 81% 저해하고, NDMA는 69~79% 저해하였다고 하였다. 박건영과 최홍식의 연구에서도 김치재료의 NO₃는 55~2,500 ppm이었으나 발효 중 NO₂는 1.6 ppm으로 크게 감소하였으며 NA는 0~0.04 ppb로 거의 검출되지 않았다. 결국 김치 숙성 시 우려되는 NO₃, NO₂ 및 NA 생성은 김치 내의 여러 생리학적 영양소와 조건들, 즉 비타민 C, 페놀성 화합물, 아미노산, 유산균, 유기산 등에 의해 차단되므로 우려하지 않아도 된다고 하겠다.

짠 음식 및 염장 된 식품의 다량섭취가 위암발생의 원인이 될 수 있다고 알려져 왔는데 소금은 특히 암 발생을 돕는 역할을 한다고 보고되어 있다. 보통김치의 3% 소금농도 자체는 돌연변이 유발성이 없었으나 Fig. 4에서 보는 바와 같이 소금을 대량으로 첨가한 고염도 김치(NaCl 농도 9.5~10.5%) 추출물은 MNNG(니트로소 화합물)가 동시에 존재할 때는 돌연변이 유발성이 50% 이상 증가하는 것이 관찰되었다. 이 경우 지속적인 실험결과에 의해 김치추출물의 보돌연변이 활성의 원인 물질은 소금인 것으로 확인되었다. 소금은 농도증가에 따라 MNNG(위암을 일으키는 발암 물질)에 의한 돌연변이 유발성을 증가하는 보돌연변이 효과를 나타내었지만, 김치 내의 비타민 C는 이 보돌연변이 활성을 억제하는 효과가 있다(Fig. 5). 그러므로 김치를 너무 짜게 담거나(소금 농도 9.5% 이상인 경우, 보통은 2.5~3% 정도임) MNNG 같은 니트로소 화합물이 같이 존재하는 조건 등은 배제해야 하겠다. 한편, 소금이외의 다른 김치 재료 및 정상염 김치에서는 보돌연변이 효과가 전혀 관찰되지 않았다.

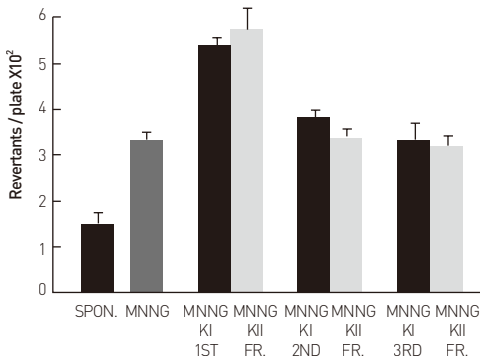


Fig. 4. Mutagenicity test of solvent extracted fractions from high concentrations of Kimchi samples in the presence of MNNG(0.5mg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100
KI(kimchi I, 9.5% NaCl), KII(kimchi II, 10.5% NaCl)

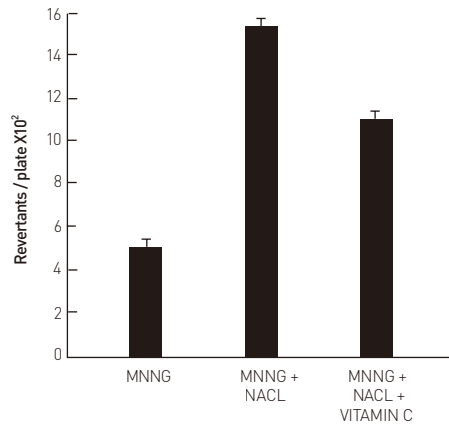


Fig. 5. The inhibitory effect of vitamin C(250 mg/plate) on the comutagenicity of 15% NaCl on MNNG(1 mg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

결론

김치는 주원료가 채소이다. 채소류에는 비타민 C, 베타카로틴, 식이섬유소 등 항암 영양소와 유기산, 유산균 등 여러 생리 활성물질을 함유하고 있어서 영양학적 가치 뿐만 아니라 암을 예방하는 음식으로 가치가 크다. 따라서 김치는 이상적인 건강식품이며 세계인이 좋아하는 건강식품이 될 수 있다.

김치의 효능은 풍부한 섬유질을 가지고 있기 때문에 변비, 혈당조절, 혈중지질 조절로 동맥경화예방 등의 효과를 보이고 각종 효소와 비타민, 무기질을 함유하고 있기 때문에 체중조절, 빈혈 예방, 항노화, 항암효과의 가능성이 있다. 따라서 김치는 동물실험 및 인체실험에서 항비만 효과를 보여 날씬한 몸매를 유지하는 데에도 효과가 있는 것으로 확인되었다. 그러나 염장 식품이므로 위암 발생과 관련해 여러 가지 의심이 가는 면도 있었다. 즉 짜고 매운 음식으로의 김치 그리고 질산염, 아질산염 및 니트로소아민 발암물질의 생성에 대한 우려도 있었지만, 다량의 소금 섭취만을 주의한다면 우려될 바가 없음이 또한 확인되었다. 김치는 세계인을 위한 건강식품으로 그리고 한식을 대표하는 음식으로 이제 크게 발전되고 있다.

자료출처

- 박건영, 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항암효과, 한국영양식량학회지, 24(1), 169-182, 1995