

가스치환포장과 감마선조사 병용 처리한 최소가공 무의 미생물학적 안전성

김재경 · 조철훈 · 김현주 · 이주운 · 황한준¹ · 변명우*

한국원자력연구소 방사선식품생명공학연구팀, ¹고려대학교 생명공학원

Microbiological Safety of Minimally Processed White Radish in Modified Atmosphere Packaging Combined with Irradiation Treatment

Jae Kyung Kim, Cheorun Jo, Hyun Ju Kim, Ju Woon Lee,
Han Joon Hwang¹, and Myung Woo Byun*

Radiation Food Science & Biotechnology Team, Korea Atomic Energy Research Institute
¹Graduate School of Biotechnology, Korea University

White radish was minimally processed, packed with air, CO₂ (100%), and CO₂/N₂ (25/75%), and irradiated at 0, 1, and 2 kGy, and its microbiological quality and pH were investigated during storage for 2 weeks at 4°C. Irradiation significantly reduced total aerobic, coliform, and lactic acid bacteria counts. Modified atmosphere packaging (MAP) enhanced microorganism control during storage. Acidity decreased by MAP but was restored during storage. Irradiation did not affect sample pH. Results show irradiation at 2 kGy combined with MAP can enhance microbiological safety and quality of minimally processed radish.

Key words: minimally processing, modified atmosphere packaging, irradiation, white radish, microbiological safety

서 론

최근 소비자들의 편의식품에 대한 수요 증가와 더불어 과실 및 채소류를 단순히 세척, 박파, 제핵 및 절단 등의 처리만을 한 최소가공품(minimally processed products)의 생산량이 점차 증가하고 있는 추세이다(1). 하지만 이러한 최소가공 채소류는 최소가공 후에도 다양한 종류의 미생물을 함유하고 있으며, 자체 내에 일반적으로 총균수 기준 5-7 log CFU/g정도 오염되어 있다. 이중 일부는 식품의 안전성에 심각한 문제를 야기시키는 식중독 원인균도 포함되어 있다(2). 이러한 최소가공 채소내의 미생물 번식을 막기 위하여 염소소독, 가스치환포장(modified atmospheres packaging, MAP), 감마선 조사 등을 단용 또는 병용 처리한 후 그에 따른 적용효과와 적합한 적용조건의 규명에 대한 연구가 이루어져 왔다(3-5). 최소가공식품의 가스치환포장 영향에 대한 연구 결과, 낮은 산소농도와 높은 이산화탄소농도로 포장했을 때 호흡률을 낮추고 에틸렌 생성을 줄이며 효소적 반응을 억제할 뿐만 아니라 식품의 품질저하를 막는다(6). 하지만 Solomons(7)는 2-5%의 낮은 산소농도조건의 최소

가공 과일에서는 혐기성미생물이 증가하고 발효가 빨라질 수 있다고 보고하였다. 최소가공식품에 미생물 안전성을 확보하기 위한 또 다른 처리방법으로 감마선 조사가 있다. 감마선 조사는 최소가공식품을 포함하여 다양한 식품에 있어서 식품매개 병원성미생물 및 해충의 효과적인 제어기술로 미국의 경우 신선 채소류에 대해 살충의 목적으로 1 kGy까지의 감마선 조사를 허용하였고 러시아나 우크라이나의 경우 신선 채소류의 살균 및 저장기간 연장을 목적으로 4 kGy까지 허용하였다. 또한 WHO는 감마선 조사가 병원성 미생물과 부패 미생물을 식품에 영양학적으로나 관능적으로 변화 없이 제거할 수 있는 최고의 방법으로 언급하였다(8,9).

무는 십자화과에 속하는 채소로 우리나라에서는 배추 다음으로 많이 재배 및 소비되는 채소로서, 생무로 섭취되며 보다는 주로 각두기와 같은 무김치 및 김치의 속재료로 소비되고 있다(10). 각두기를 비롯한 김치류는 지금까지는 각 가정에서 제조되어 자가 소비되어 왔으나 경제성장에 의한 국민소득 증가, 산업구조 변화에 따른 도시인구의 집중, 가공식품의 발달, 단체급식의 수요 증가 등 식생활 및 문화생활의 급격한 변화에 따라 기업적 생산이 활발해지고 있다(11). 그러나 김치는 지방에 따라 양념이 다르므로 공장에서 대규모로 생산한 김치로는 소비자의 다양한 기호를 만족시키기 어렵다. 따라서 최근에는 양념은 소비자들의 기호에 맞추어 넣을 수 있도록 주재료만을 절여서 별도로 판매하고 있기도 하다(10). 이러한 추세는 식품 자체의 조직감이나 풍미, 의관 등의 품질요소를 유지하면서도

*Corresponding author: Myung-Woo Byun, Radiation Food Science and Biotechnology Team, Korea Atomic Energy Research Institute, 150 Deokjin-dong, Yuseong, Daejeon, 305-353, Republic of Korea
Tel: 82-42-868-8060
Fax: 82-42-868-8043
E-mail: mwbyun@kaeri.re.kr

편의성을 강조하는 소비패턴의 변화에 따라 앞으로 꾸준히 증가할 것으로 보여진다(12,13).

따라서 본 연구에서는 최소가공 무의 미생물학적 안전성을 확보하고 품질을 보존하기 위한 최적의 조건을 찾아보기 위해 가스치환포장과 감마선 조사의 병용 처리에 의한 미생물과 pH의 변화를 저장기간 동안 관찰하였다.

재료 및 방법

최소가공 무 준비

실험에 사용된 무는 길이 25 cm, 지름 10 cm 정도 크기를 사용하였으며 실험 당일 대형 할인매장에서 구입하였다. 최소가공 무로 제조하기 위하여 무를 깎듯이 세척하여 줄기부분을 제거한 후 껍질을 0.5 cm 정도의 두께로 벗긴 다음 2×2×2cm의 크기로 썰어 모든 부위가 골고루 섞이도록 하였다.

가스치환포장

깍두기용 무 70 g을 포장기(Leepack, Hanguk Electronic, Gyeonggi, Korea)를 이용하여 함기 포장 및 산소 불투과성 진공 포장재(polyethylene bag, 2 mL O₂/m²/24 hr at 0°C; 20×30 cm; Sunkyung Co. Ltd., Korea)에 CO₂(100%, ultra pure 99.999%) 및 CO₂/N₂(25% CO₂+75% N₂, ultra pure 99.999%)로 각각 가스치환 포장하여 감마선 조사 전까지 4°C에 보관하였다.

감마선 조사

감마선 조사는 한국원자력연구소 내 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설(AECL, IR-79, Canada)을 이용하여 실온(14±1°C)에서 분당 83.3 Gy의 선량으로 각각 0, 1, 2 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량 확인은 ceric cerous dosimeter(Bruker Instruments, Rgeomstetter, Germany)를 사용하였고 총 흡수선량의 오차는 0.2 kGy였다. 방사선 조사 후 최소가공 무를 4°C에 2주간 저장하면서 실험에 사용하였다.

미생물 분석

최소가공 무 10 g에 0.1% 멸균 웨튼수(Difco Labs., Detroit, MI, USA) 90 mL을 가한 후 stomacher lab blender(Model 400, Tekmar Co., Cincinnati, OH, USA)로 균질화 하였다. 모든 회색 과정은 멸균 웨튼수로 진행되었다. 일반 호기성 세균은 Plate count agar(Difco Labs., Detroit, MI, USA)를, 대장균은 EMB agar(Difco)를, 젖산균은 MRS agar(Difco)를 사용하였으며 37°C에서 48시간 배양하여 생성된 colony의 수를 육안으로 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다.

pH

최소가공 무 5 g에 중류수 45 mL를 첨가하여 균질기(DIAx 900, Heidolph, Schwabach, Germany)로 마쇄하였다. 그 혼탁액을 여과지(No. 4, Whatman International Ltd., Kent, UK)로 여과하여 4°C에서 10분간 500 rpm으로 원심 분리 시켰다. 그 상등액을 취하여 pH-meter(Orion 520A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 pH를 측정하였다.

통계 분석

모든 데이터는 statistical analysis system(Version 5 edition)(14)을 이용하여 분산 분석 후 유의성이 인정될 때 Duncan의 다중 검정법으로 $p < 0.05$ 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

Table 1. Total aerobic bacteria (log CFU/g) of minimally processed radish treated with modified atmosphere packaging and irradiation during refrigerated storage¹⁾

Packaging condition	Irradiation dose (kGy)	Storage (weeks)		
		0	1	2
Air	0	4.32±0.40	4.52±0.31	3.98±0.03
	1	3.82±0.18	ND ²⁾	3.28±0.03
	2	2.80±0.14	ND	3.04±0.05
CO ₂ ³⁾	0	5.30±0.01	4.86±0.11	4.53±0.32
	1	3.39±0.12	3.87±0.04	3.46±0.02
	2	ND	2.54±0.08	2.54±0.08
CO ₂ /N ₂ ⁴⁾	0	5.04±0.80	4.92±0.02	4.50±0.28
	1	3.83±0.18	3.95±0.07	3.58±0.03
	2	ND	2.74±0.37	3.06±0.02

¹⁾Means ± standard deviations.

²⁾Viable cell was not detected at detection limit <10² CFU/g.

³⁾CO₂ 100%.

⁴⁾CO₂ : N₂ = 25% : 75%.

결과 및 고찰

일반 호기성 미생물의 변화

포장 환경을 달리한 후 감마선 조사된 최소가공 무의 저장 2주 동안의 일반 호기성 미생물의 변화는 Table 1과 같다. 감마선 조사에 따른 호기성 미생물 수는 포장 환경이나 저장기간에 관계없이 모두 감소하였다. Chervin 등(15)은 최소가공 당근에 2 kGy로 감마선 조사와 염소처리를 하였을 때 호기성 미생물과 젖산균의 생육이 저하되었으며 관능적으로 향상되었다고 보고하였다. 함기 포장구의 경우 감마선 조사 직후 호기성 미생물 수가 2-3 log CFU/g에서 저장 1주 후 검출 한도 이내 (<10²)로 줄어들었다. 이러한 결과는 감마선 조사에 의해 손상을 받은 생존세포가 보존기간이 경과함에 따라 주변 환경에 적응하지 못하고 점차 사멸되는 방사선 조사 후 효과(post-irradiation effect)에 의한 것으로 판단되었다(16). CO₂나 CO₂/N₂ 포장구는 처리 당일 2 kGy의 방사선 조사에 의해 호기성 미생물 수가 검출한도 이내로 나타났으며 이는 함기 포장구보다 유의적으로 낮은 결과였다. 그러나 CO₂/N₂ 포장구의 경우 2주 후 함기 포장구와 차이를 보이지 않았다. Babic 등(17)은 최소가공 시금치를 가스치환포장과 함기 포장하여 실험한 결과 5°C에 저장한 경우 함기 포장구가 가스치환포장구보다 10-100배정도 많은 호기성 미생물이 검출된 반면 10°C에서 저장한 경우 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다. 따라서 최소가공 무에서 호기성 미생물을 제어하기 위해서는 2 kGy의 감마선 조사와 가스치환포장을 병용 처리한 후 5°C 이하로 냉장 저장하는 것이 바람직하다고 사료된다.

대장균군의 변화

포장 방법을 달리한 후 감마선 조사된 최소가공 무의 저장 기간에 따른 대장균군의 변화는 Table 2와 같다. 감마선 조사에 따른 대장균군수의 변화는 일반 호기성 미생물과 마찬가지로 포장 방법이나 저장기간에 관계없이 모두 감소하였다. 그리고 CO₂나 CO₂/N₂ 포장구의 경우 저장 1주까지 2 kGy의 방사선 조사에 의해 대장균군수가 검출 한도 이내(<10²)로 나타나 대장균군이 감마선 조사에 감수성이 높은 것으로 확인되었다. 그러나 저장 2주에는 CO₂나 CO₂/N₂ 포장구와 함기 포장구는

Table 2. Coliform bacteria (log CFU/g) of minimally processed radish treated with modified atmosphere packaging and irradiation during refrigerated storage¹⁾

Packaging condition	Irradiation dose (kGy)	Storage (weeks)			SEM ²⁾
		0	1	2	
Air	0	4.68±0.03	4.68±0.10	4.12±0.01	
	1	4.02±0.03	3.27±0.05	3.02±0.03	
	2	2.00±0.01	2.63±0.21	2.39±0.12	
$\text{CO}_2^3)$	0	5.22±0.11	4.83±0.02	4.51±0.47	
	1	3.87±0.03	ND ²⁾	3.30±0.01	
	2	ND	ND	2.39±0.12	
$\text{CO}_2/\text{N}_2^4)$	0	4.33±0.04	5.63±0.07	3.98±0.03	
	1	3.48±0.01	4.02±0.03	2.85±0.21	
	2	ND	ND	3.13±0.49	

¹⁾Means ± standard deviations.²⁾Viable cell was not detected.³⁾ CO_2 100%.⁴⁾ $\text{CO}_2 : \text{N}_2 = 25\% : 75\%$ at detection limit <10² CFU/g.**Table 3. Lactic acid bacteria (log CFU/g) of minimally processed radish treated with modified atmosphere packaging and irradiation during refrigerated storage¹⁾**

Packaging condition	Irradiation dose (kGy)	Storage (weeks)			SEM ²⁾
		0	1	2	
Air	0	4.42±0.01	4.64±0.08	4.08±0.05	
	1	3.35±0.24	3.02±0.09	3.46±0.54	
	2	2.48±0.14	2.15±0.21	2.00±0.01	
$\text{CO}_2^3)$	0	4.76±0.02	4.38±0.11	3.28±0.03	
	1	ND ²⁾	2.96±0.05	2.39±0.12	
	2	ND	2.00±0.00	1.59±0.16	
$\text{CO}_2/\text{N}_2^4)$	0	4.50±0.04	4.72±0.02	3.76±0.02	
	1	3.61±0.01	3.55±0.07	2.77±0.10	
	2	ND	2.74±0.06	2.02±0.03	

¹⁾Means ± standard deviations.²⁾Viable cell was not detected at detection limit <10² CFU/g.³⁾ CO_2 100%.⁴⁾ $\text{CO}_2 : \text{N}_2 = 25\% : 75\%$.

유의한 차이를 보이지 않았다. Rajakowski 등(18)은 무싹에 접종한 *E. coli* O157:H7의 감마선 조사에 대한 D값이 0.34 kGy로 대장균군이 감마선 조사에 감수성은 높다고 보고하였다. 1982년부터 1994년 사이 미국에서 *E. coli* O157:H7에 의해 발생한 식중독의 주요 식품오염원은 분쇄 쇠고기(약 32%)였으나 야채나 샐러드도 약 6%정도로 중요한 오염원으로 보고되었고 (19), 가스치환포장은 세절된 상추에 오염된 *E. coli* O157:H7의 생육저해에 거의 영향을 미치지 못하였으며 냉장저장에서도 10% 이산화탄소 농도에서 *E. coli* O157:H7균이 생육하였다는 보고도 있다(20). 따라서 본 실험결과를 보아 최소가공 무에 있어서 대장균군을 효과적으로 제어하기 위해서는 2 kGy의 감마선 조사와 가스치환포장을 병용 처리하되 1주일 이상 저장하지 않는 것이 바람직하다고 사료된다.

젖산균의 변화

포장 방법을 달리한 후 감마선 조사된 최소가공 무의 저장 2주 동안의 젖산균의 변화는 Table 3과 같다. 젖산균은 깎두기

Table 4. pH of minimally processed radish treated with modified atmosphere packaging and irradiation during refrigerated storage¹⁾

Packaging condition	Irradiation dose (kGy)	Storage (weeks)			SEM ²⁾
		0	1	2	
Air	0	6.58	6.81	6.91	0.148
	1	6.45 ^b	6.85 ^{ab}	7.08 ^a	0.109
	2	6.49 ^b	6.97 ^a	6.99 ^a	0.104
	SEM	0.051	0.178	0.103	
$\text{CO}_2^3)$	0	6.32 ^b	6.82 ^a	6.80 ^a	0.045
	1	6.31 ^b	6.85 ^a	6.79 ^a	0.057
	2	6.30 ^b	6.70 ^a	6.79 ^a	0.046
	SEM	0.067	0.037	0.039	
$\text{CO}_2/\text{N}_2^4)$	0	6.28 ^b	6.82 ^a	6.90 ^a	0.096
	1	6.30 ^b	6.70 ^a	6.79 ^a	0.046
	2	6.35 ^b	6.74 ^a	6.74 ^a	0.059
	SEM	0.087	0.072	0.048	

¹⁾Values with different letter (a, b) within the same row differ significantly ($p<0.05$).²⁾Standard error of the mean (n=6).³⁾ CO_2 100%.⁴⁾ $\text{CO}_2 : \text{N}_2 = 25\% : 75\%$.

를 비롯한 김치류의 발효과정에 관여하는 미생물로 적은 균수지만 야채류에 항상 존재하며 pH저하, 과산화수소 생성, 영양분의 경쟁 및 박테리오신과 같은 항균물질을 생산함으로써 항균작용을 나타낸다(2). 본 실험에서 젖산균수는 포장 방법이나 저장기간에 관계없이 감마선 조사에 의해 유의하게 감소하였다. Kim 등(21)은 김치의 발효과정 중에 존재하는 병원성 미생물과 젖산균의 감마선 조사에 대한 D_{10} 값을 비교해본 결과 병원성 미생물이 0.32 kGy, 젖산균이 0.87 kGy로 병원성 미생물보다 젖산균의 감마선 저항성이 높다고 보고하였다. 본 연구에서도 2 kGy로 감마선 조사를 한 경우 저장 1주에 CO_2 나 CO_2/N_2 포장구의 젖산균의 수가 대장균수보다 유의하게 높은 것을 확인하였다. 포장방법에 있어서는 유의한 차이를 보이지 않았는데 Brackett(22)은 낮은 O_2 농도에서 *Listeria* spp.와 젖산균과 같은 미호기성 미생물이 잘 자란다는 보고하였다. 이상의 결과에서 2 kGy의 감마선 조사와 가스치환포장을 병용처리 함으로서 상승작용이 생기는 것으로 보아 일반 호기성미생물, 대장균 및 젖산균에 2 kGy 조사 시 가스치환포장의 영향을 극대화시킨 것으로 판명된다.

pH의 변화

pH는 김치의 품질과 저장 안정성을 측정하는데 중요한 지표로서 사용되고 있다(23). 따라서 포장방법을 달리한 후 감마선 조사된 최소가공 무의 김치제조시 품질의 지표가 될 수 있는 pH 변화를 측정하였다(Table 4). 감마선 조사에 의한 pH 변화는 모든 처리구에서 저장기간 동안 관찰되지 않았으며 포장방법에 의한 pH 변화역시 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 대부분의 가스치환포장구가 함기 포장구보다 낮게 나왔으며 이는 이산화탄소가 배지의 pH를 감소시킨다는 보고와 일치하였다(24). 저장기간이 증가하면서 pH도 유의하게 증가하였으며 이는 최소가공 시금치를 5°C에서 저장하였을 때 저장기간동안 pH가 증가한 연구결과(17)와 최소가공 망고와 파인애플을 5°C에서 25일 동안 저장하며 관찰한 결과 저장 10일 이후부터 pH

가 증가한다는 보고와 일치하였다(25). 이는 과일이 숙성되며 유기산이 호흡으로 인하여 당으로 전환되어 산도가 떨어지기 때문이라 할 수 있다.

이상의 결과를 볼 때 최소가공 무의 미생물학적 안전성을 확보하고 품질을 보존하기 위한 최적의 조건은 2 kGy의 감마선 조사와 가스치환포장의 병용처리가 효과적일 것으로 사료된다.

요 약

최소가공 무의 미생물학적 안전성을 확보하고 품질을 보존하기 위하여 가스치환포장과 감마선 조사를 병용 처리하여 4에서 2주간 저장하면서 일반 호기성 미생물, 대장균군, 젖산균 및 pH의 변화를 각각 조사하였다. 일반 호기성 미생물의 변화를 관찰한 결과 저장기간과 포장 방법에 관계없이 감마선 조사에 의해 유의적으로 줄어들었으며 처리 당일의 경우 2 kGy의 방사선 조사에 의해 CO_2 나 CO_2/N_2 포장구가 함기 포장구 보다 유의하게 미생물을 감소하였다. 대장균군 역시 저장기간과 포장 방법에 관계없이 감마선 조사에 의해 유의적으로 줄어들었으며 젖산균도 저장기간과 포장 방법에 관계없이 감마선 조사에 의해 유의적으로 줄어들었다. pH의 변화에 있어서는 감마선 조사와 포장방법에 의한 유의한 차이를 보이지는 않았지만 가스치환포장을 하였을 때 pH가 낮아지는 경향을 보였으며 저장기간 동안 pH가 증가하였다. 이러한 결과로 볼 때 최소가공 무의 미생물학적 안전성을 확보하고 품질을 보존하기 위해서는 2 kGy의 감마선 조사와 가스치환포장의 병용처리가 효과적이라 사료된다.

문 헌

- Kim GH, Bang HY. A Survey on consumption pattern of minimally processed fruits and vegetables. Korean J. Dietary Culture 13: 267-274 (1998)
- Oh DH. Microbiological safety of minimally processed vegetables. Food Ind. Nutr. 4: 48-54 (1999)
- Hoover DG. Minimally processed fruits and vegetables: reducing microbial load by nonthermal physical treatments. Food Technol. 51: 66-71 (1997)
- Soliva-Fortuny RC, Martín-Belloso O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trends Food Sci. Tech. 14: 341-353 (2003)
- Hagenmaier RD, Baker RA. Low-dose irradiation of cut iceberg lettuce in modified atmosphere packaging. J. Agric. Food Chem. 45: 2864-2868 (1997)
- Day BPF. Modified atmosphere packaging and active packaging of fruits and vegetables. pp. 14-15. In: Minimally processing of foods (VTT Symposium series 142). Ahvenainen R, Mattila-Sandholm T, Ohlsson T (eds). Majvik, Germany (1994)
- Solomons T. Principles underlying modified atmosphere packag-

- ing. pp. 183-225. In: Wiley RC (ed). Minimally Processed Refrigerated Fruits & Vegetables. Chapman and Hall, New York, USA (1997)
- FDA. Ionizing radiation for the treatment of food. Section 179.26, pp. 389-390. In: Code of Federal Regulations: Food and Drugs, Title 21, US Gov., Printing Office, Washington D.C., USA (1995)
- WHO. High dose irradiation. pp. 9-37. In: Wholesomeness of Food Irradiated with Doses above 10 kGy. WHO Technical Report Series 890, World Health Organization, Geneva, Switzerland (1999)
- Kim GH. Optimization of minimally processed white radish for *kkakttugi* preparation. Korean J. Soc. Food Sci. 15: 663-638 (1999)
- KFRI. Investigation of industry and research activities for the mid- and long-term research plan of Kimchi. Korea Food Research Institute, Korea (1993)
- Han ES. Quality changes of salted chinese cabbage by packaging methods during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 283-287 (1994)
- King Jr. AD, Bolin HR. Physical and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. Food Technol. 43: 132-135 (1989)
- SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1990)
- Chervin C, Boisseau P. Quality maintenance of 'ready-to-eat' shredded carrots by gamma-irradiation. J. Food Sci. 59: 359-361 (1994)
- Kim DH, Lee KH, Yook HS, Kim JH, Shin MG, Byun MW. Quality characteristics of gamma irradiated-grain shape improved *Meju*. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 640-645 (2000)
- Babic I, Watada AE. Microbial populations of fresh-cut spinach leaves affected by controlled atmospheres. Postharvest Biol. Technol. 9: 187-193 (1996)
- Rajkowski KT, Thayer DW. Reduction of *Salmonella* spp. and strains of *Escherichia coli* O157:H7 by gamma radiation of inoculated sprouts. J. Food Prot. 63: 871-875 (2000)
- Doyle MP. Fruit and vegetable safety-microbiologicals. Hortscience 25: 1478-1481 (1990)
- Hao YY, Brackett RE. Influence of modified atmosphere on growth of vegetable spoilage bacteria in media. J. Food Prot. 56: 223-228 (1993)
- Kim DH, Song HP, Yook HS, Ryu YG, Byun MW. Isolation of enteric pathogens in the fermentation process of Kimchi (Korean fermented vegetables) and its radicidation by gamma irradiation. Food Control 15: 441-445 (2004)
- Brackett RE. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. J. Food Quality. 10: 195-206 (1987)
- Jang KS. Studies on the natural pH adjusters for Kimchi. J. Korean Soc. Food Nutr. 18: 321-327 (1989)
- Daniels JA, Krishnamurthi R, Rizvi SSH. A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. J. Food Prot. 48: 532-537 (1985)
- Martínez-Ferrer M, Harper C, Pérez-Muñoz F, Cháparro M. Modified atmosphere packaging of minimally processed mango and pineapple fruits. J. Food Sci. 67: 3365-3371 (2002)

(2004년 7월 12일 접수; 2004년 12월 17일 채택)