Korean J. Food Preserv.
Vol. 13, No. 6. pp. 708-713, December 2006

사단법인 한국식품저장유통학회
THE KOREAN SOCIETY OF FOOD PRESERVATION

건고추의 저장 중 색소 및 신미성분에 대한 감마선과 훈증 처리의 영향

김병근 · 김미옥[1] · 김정숙[2] · 권중호†
경북대학교 식품공학과, [1]대구보건대학 건강다이어트과, [2]계명문화대학 식품영양조리과

Effects Gamma irradiation and Fumigation on Pigment and Pungent Components of Red Pepper during Storage

Byeong-Keun Kim, Mi-Ok Kim[1], Jeong-Sook Kim[2] and Joong-Ho Kwon†
Department of Food Science & Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
[1]Department of Health and Diet, Daegu health College, Daegu 702-722, Korea
[2]Department of Food Nutrition and Culinary, Keimyung College, Daegu 704-703, Korea

Abstract

In order to study the quarantine and sanitization methods for dried red pepper, comparative effects of commercial fumigation (methyl bromide/MeBr, phosphine gas/PH_3) and gamma irradiation (5, 10 kGy) were investigated in terms of soluble pigment, capsanthin, and capsaicin contents of pepper during storage at room temperature for 8 months. In water-soluble pigments, the degree of browning was highest in the fumigated samples, particularly in pericarp part, as compared to the control and irradiated samples. In general, the changes in capsanthin contents were not apparent by treatment groups, but some reduced contents were found in 10 kGy-irradiated pericarp group. Eight months of storage resulted in the significant decrease in capsanthin contents of pericarp part by 26.76~38.08% depending on treatment groups. The contents of capsaicin and dihydrocapsaicin were not different between the control and 5 kGy groups, while their contents decreased in both fumigated and 10 kGy-irradiated groups($p<0.05$). The reduction in pungent components was observed in all the stored samples, which was more apparent in treated groups than in the control.

Key words : red pepper, fumigation, irradiation, soluble pigment, capsanthin, capsaicin

서 론

건고추는 홍고추를 수확하여 건조과정을 거친 상태이며 저장 후 유통과정을 거쳐 소비될 때에는 고춧가루의 형태로 가공되어 이용된다. 고추를 이용한 전통식품류는 약 70종에 이르며 국민 1인당 연간 약 2.5 kg을 소비하고 있을 만큼 한국인의 식생활에서 중요한 향신료라 할 수 있다(1). 고추의 경우 그 품질을 평가할 수 있는 보편화된 객관적 방법이 수립되지 않았지만(2) 색택 및 맛 등에 따라 상품성이 다르게 평가되고 있다(1,3). 이러한 고추의 주요 신미 성분을 capsaicinoid라고 하며, 동족체로는 capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydro capsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin 등이 보고 되고 있다. 이 중 주요 성분으로는 capsaicin (vanillylamide of 8-methyl nontrans-6-enoicacid)과 dihydrocapsaicin (vanillyl amide of 8 methylnonanoic acid)이 대표적이며 약 80%정도를 차지한다(3-5). Capsaicinoid의 경우에는 생리학이나 약리학에서도 이용되어지며, 현재 인간의 질병과 관련된 의학적인 측면에서도 연구되어지고 있다(6-8). 천연색소인 카로티노이드(carotinoid)는 자연계에 널리 분포하고 있으며, 생체에 유해한 자유라디칼(free radical)을 포집하거나 항산화 기능 및 암 예방 물질로의 기능성이 우수한 화합물로 입증되어 오고 있다(9,10). 이밖에 고추의 색택과 관련되는 카로티노이드 성분은 주로 capsanthin이고 β-carotene, violaxanthin, cryptoxanthin 등도 포함되어 있다(11).

한편 건고추와 같은 향신료들은 저장 유통 중 해충이나 곰팡이의 발생이 우려되어 이를 방지하는 것이 중요하게

†Corresponding author. E-mail : jhkwon@knu.ac.kr,
Phone : 82-53-950-5775, Fax : 82-53-950-6772

여겨진다. 이들의 살균·살충방법으로는 ethylene oxide, ethylene dibromide, propylene oxide 등의 훈증제가 사용되어 왔으나(12) 잠재독성으로 인한 안전성 문제로 국내외적으로 사용이 금지된 상태이다(13-15).

따라서 본 연구에서는 저장 및 검역해충 사멸이나 건조식품의 살균·위생화 처리의 대체방안으로 제시되고 있는 방사선 조사방법과 현행 검역관련 해충의 사멸방법으로 이용되고 있는 훈증제(methyl bromide/MeBr, phosphine/PH_3) 처리에 따른 건고추의 수용성 색소, capsanthin 및 capsaicin의 변화를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 저장

본 실험에 사용된 건고추(*Capsicum annum* L.) 시료는 2003년 예천 산을 구입하였으며, 부위별 시료는 통고추(whole)와 이를 고추방앗간에서 분말화한 시료(powder)를 훈증 및 감마선 처리한 다음 폴리에틸렌 필름(0.08 mm)에 밀봉하여 실온 암소(18±12℃)에 8개월간 저장하면서 실험 직전에 과피(pericarp)와 씨(seed)로 구분하여 부위별 실험을 실시하였다.

감마선 조사 및 훈증 처리

건고추 시료의 방사선 조사는 ^{60}Co 감마선 조사 시설(AECL, IR-79, MDS Nordion International Co. Ltd., Ottawa, ON, Canada)을 이용하여 국제적으로 허용된 선량 범위인 5 및 10 kGy 범위의 총 흡수선량을 얻도록 하였다. 이때 ceric/cerous dosimeter를 사용하여 흡수선량을 확인하였다(±5.6%). 한편 현행 검역처리 방법으로 사용되고 있는 MeBr과 PH_3 훈증 처리는 부산 소재 G방역(주)에 의뢰하여 상업적인 조건으로 실시하였다. 즉, MeBr의 경우 컨테이너 훈증 시설에서 27℃의 온도로 단위 약량은 15 g/m^{3}으로 하여 48시간 처리하였으며, PH_3 는 천막 훈증 시설에서 27℃의 온도로 단위 약량을 3 g/m^{3}으로 하여 96시간 처리하였다. 이상의 방사선 조사 시료와 훈증 처리 시료는 폴리에틸렌 용기에 밀봉하여 실온암소에 저장하면서 실험에 사용하였다.

수용성 색소 측정

시료의 수용성 색소의 측정은 방사선 및 훈증 처리된 분말 시료 1 g에 80 mL의 증류수를 가하고 상온에서 3시간 추출(200 rpm)한 후 4℃에서 8,000 rpm으로 20분간 원심분리하였다. 이로부터 상층액을 취하여 부피를 100 mL로 하여 UV-visible spectrophotometer(Shimadzu Co., UV-1601, Kyoto, Japan)에 의해 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Capsanthin 함량 측정

고추의 색택을 나타내는 capsanthin 분석은 Rosebrook 등(16)의 방법에 따라 실시하였다. 방사선과 훈증 처리된 시료 0.1 g을 취하여 100 mL 삼각 플라스크에 넣고 50 mL 아세톤을 가한 후 상온의 암소에서 30분간 추출(150 rpm), 여과한 후 잔사에 10 mL acetone을 가하여 추출, 여과하였다. 잔사에 동일한 조작을 3회 반복하여 부피를 일정하게 하여 460 nm에서 acetone을 blank로 하여 흡광도를 측정하였다.

Capsaicin 함량 측정

고추의 매운맛 성분인 capsaicin의 방사선과 훈증 처리에 따른 변화를 확인하기 위하여 시료를 20 g을 취하여 10배량의 80% 메탄올을 용매로 하여 진탕기에서 5시간 추출하였다. 추출물은 진공농축기로 감압 건고하여 핵산 50 mL에 녹이고 분액 깔대기로 옮긴 뒤 80% 메탄올을 50 mL 가하여 진탕하였다. 이 조작을 3회 반복하고 메탄올을 회수하였다. 회수된 메탄올은 다른 분액 깔대기에 옮기고 포화식염수 100 mL를 가한 후 디클로로메탄을 50 mL를 3회 가하여 진탕 분리하고 정치한 후 디클로로메탄 층을 회수하였다. 회수된 디클로로메탄 층에 무수황산나트륨(Na_2SO_4)을 가하여 탈수, 여과 한 후 2 mL로 감압 건고시킨 다음 gas chromatograph/mass spectrometer (GC-MS, HP 6890, HP Co., Willmington, DE, USA)를 이용하여 분석하였다. 이때 표준물질은 Sigma사 제품인 8-methyl-N-6-nonenamide (capsaicin)와 8-methyl-N-nonanamide (dihydrocapsaicin)를 사용하였다. GC-MS의 분석조건은 column HP-5MS (capillary 30 m×250 μm×0.25 μm), detector (mass spectrometer GC MSD 5972), column temp. 250℃, injection temp. 280℃, detector temp. 300℃, He flow rate 1.8 mL/min 등이었다.

결과 및 고찰

수용성 색소 변화

식품의 갈색화 반응(browning reaction)은 식품을 가공 및 저장하는 동안에 광범위하게 일어나는 현상으로써, 이로 인하여 식품은 외관, 향미 및 영양가의 변화를 초래하게 된다(17). 고추의 품질 평가는 외관과 색에 의해 주로 이루어지기 때문에 고추의 색 변화는 소비자의 기호나 상품가치 면에서 중요성을 가진다. 특히, Park 등(18)에 의하면 건고추의 상품성 판단의 지표는 고추의 고유 성분인 capsanthin 및 capsaicin 함량보다 수용성 색소의 평가가 상품성 평가와 더 높은 유의성을 가진다고 보고하였다.

각 시료의 물추출물에 대해 420 nm의 파장으로 흡광도를 측정하여 갈색도와 흡광 스펙트럼을 측정하여 보았다. 각 부위별 시료의 물추출물에 대한 수용성 색소의 변화 양상은

Table 1. Comparative effects of gamma irradiation and fumigation on soluble pigment content in *Capsicum annum* L.

Sample	Storage period (month)	Soluble pigment (O.D. at 420 nm)				
		Control	5 kGy	10 kGy	MeBr	PH_3
Whole	0	0.323±[1)]0.001^{d,y}	0.354±0.000^{c,y}	0.323±0.001^{d,y}	0.361±0.000^{b,y}	0.378±0.010^{a,y}
	8	0.472±0.002^{b,x}	0.448±0.004^{c,x}	0.473±0.002^{b,x}	0.488±0.007^{a,x}	0.483±0.004^{a,x}
Powder	0	0.530±0.000^{c,y}	0.523±0.000^{d,x}	0.499±0.001^{e,y}	0.638±0.001^{b,x}	0.740±0.001^{a,x}
	8	0.627±0.007^{a,x}	0.514±0.003^{d,y}	0.543±0.004^{c,x}	0.600±0.002^{b,y}	0.625±0.004^{a,y}
Pericarp	0	0.388±0.001^{e,y}	0.442±0.003^{c,y}	0.399±0.001^{d,y}	0.536±0.005^{a,y}	0.514±0.001^{b,y}
	8	0.611±0.006^{a,x}	0.544±0.002^{d,x}	0.554±0.004^{c,x}	0.606±0.002^{a,x}	0.581±0.004^{b,x}
Seed	0	0.139±0.000^{d,x}	0.129±0.010^{e,y}	0.182±0.001^{c,x}	0.211±0.001^{a,x}	0.191±0.001^{b,y}
	8	0.126±0.007^{d,y}	0.154±0.001^{c,x}	0.173±0.003^{b,y}	0.168±0.009^{b,y}	0.205±0.002^{a,x}

[1)]Values present mean ± S.D.
[a-e]Mean scores within a row followed by the same superscript are not significantly different ($P<0.05$).
[x-y]Mean scores within a column followed by the same superscript are not significantly different ($P<0.05$).

Table 1과 같이 통고추의 경우 0.32 수준의 흡광도를 나타낸 반면, 분말 고추는 0.53 수준으로 동일 시료임에도 불구하고 가공 형태에 따라 차이가 나타났다. 이는 Kim 등(19)의 기계적 색도 측정에서 통고추보다 분말고추에서 적색도가 높았다는 보고와 일치하였다. 이들 시료에 대한 감마선 및 훈증처리(MeBr, PH_3)의 영향에서 통고추는 0.32~0.37 범위의 흡광도를 나타내어 처리에 따른 차이가 크지 않았다. 그러나 분말고추의 경우에는 0.50~0.52 범위로 조사시료에 비해 0.64~0.74 수준의 범위를 나타낸 훈증 처리군에서 수용성 색소가 다소 증가하는 경향을 보여주었다. 이는 감마선에 대한 노출보다 훈증처리 시 장시간 훈증제에 노출됨으로써 갈변이 촉진된 결과로 생각된다. 또한 부위에 따른 수용성 색소의 비교에서 과피는 0.39 수준으로 통고추와 유사한 경향을 나타내었고, 씨는 0.14 수준으로 과피에 비해 낮게 확인되었다.

이들에 대한 각 처리의 영향에서 과피는 감마선 처리 시 0.40~0.44, 훈증처리는 0.51~ 0.54 수준으로 분말 고추에서와 같이 훈증처리 시료에서 다소 높은 흡광도를 나타내었다. 또한 씨는 0.13~0.21 범위로 처리에 따른 변화는 크지 않았다. 그리고 저장 초기에 비해 8개월 실온저장 이후에는 시료의 가공형태에 따라 색소의 증감현상을 보이면서 과피에서는 갈색도의 증가가, 씨에서는 처리군에 따라 감소하는 경향을 보였다(Table 1).

이상의 결과를 종합해 볼 때 감마선(5, 10 kGy) 조사는 훈증처리(MeBr, PH_3)에 비해 건고추의 수용성 색소에 보다 안정한 것으로 나타났으며, 건고추의 색소는 저장 기간 및 저장 조건에 따라 변화가 용이한 특성을 지닌 것으로 확인되어 Byun 등(14)의 보고를 잘 뒷받침하고 있다.

Capsanthin 함량 변화

고추의 적색소인 capsanthin 함량을 통고추, 분말고추 및 과피에 대하여 각각 측정하였다(Fig. 1). 통고추, 분말고추 및 과피는 각각 0.29, 0.56 및 0.55 수준의 흡광도를 보이면

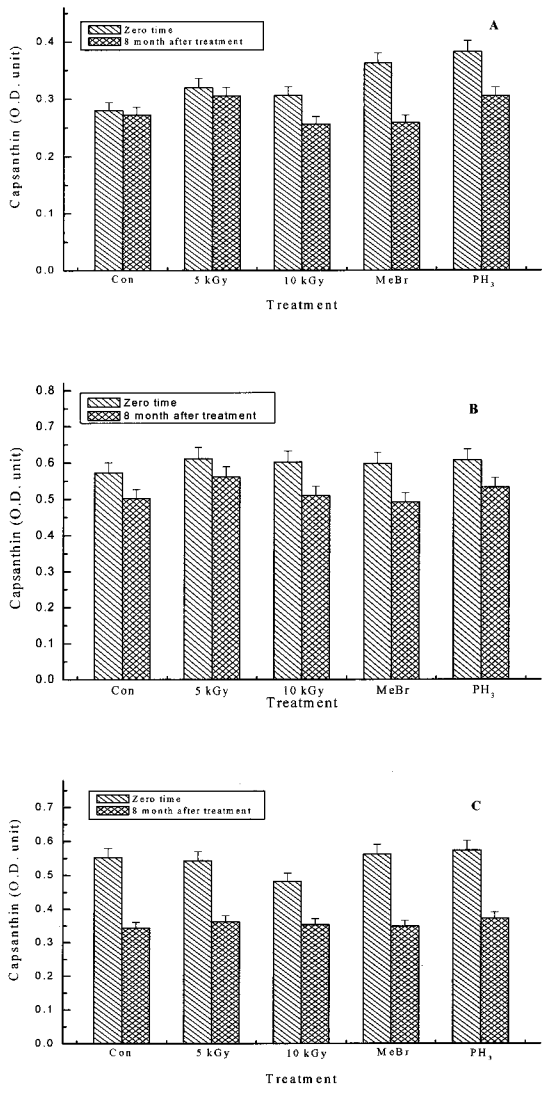

Fig. 1. Comparative effects of gamma irradiation and fumigation on capsanthin content of *Capsicum annum* L (A : whole, B : powder, C : pericarp).

서 통고추의 capsanthin 함량이 가장 낮게 나타났다. 이는 Kim 등(19)의 부위 및 가공형태별 시료의 기계적 색도 측정과와 유사하였으며, 통고추에 포함된 씨로 인한 차이로 사료된다. 각 시료에 대한 감마선 및 훈증 처리 결과에서 통고추는 0.30~0.37, 분말고추는 0.59~0.60, 과피는 0.48~0.56 범위로 확인되었으며, 처리에 따른 유의적 변화는 나타나지 않았다. 이는 carotenoid계 색소는 조사선량에 따른 변화가 미미하였다는 Farkas 등(20)의 보고와 일치하였다. 이상의 결과에서 고추의 capsanthin은 살균을 목적으로 처리한 감마선 및 훈증처리에 대하여 안정하였으며, Byun 등(14)은 방사선 조사는 고추의 저장 중 색소변화를 지연시켰다는 보고와 일치하였다. 한편 저장에 따른 capsanthin의 변화 양상에서는 8개월 이후 통고추의 MeBr 및 PH_3 처리군에서는 각각 28.73%와 20.16%의 비교적 높은 감소율을 나타내었다. 분말고추에서는 MeBr 처리시료에서 가장 높은 감소율(17.73%)을 나타내었고, 과피에서는 모든 시료에서 26.76~38.08% 범위의 상대적으로 높은 감소율을 나타내어 저장기간에 따른 capsanthin의 변화는 과피에서 영향이 가장 두드러짐을 확인할 수 있었다(Table 2). Lee 등(21)의 연구에서 고춧가루의 적색소 감소와 갈변현상은 불포화지방산의 감소와 포화지방산의 증가 현상으로 인한 지방산패와 관련 있다고 보고한 바 있다.

Capsaicin 함량 변화

고추의 매운맛 성분으로는 capsaicinoid를 들을 수 있으며(22), 이는 capsaicin과 dihydrocapsaicin으로 구분할 수 있다. 본 실험에서는 이상의 두 가지 매운맛 성분이 감마선 조사와 훈증처리에 의해 어떠한 변화를 받는지를 알아보고자 건고추의 과피만을 분리하여 실험하였다. 먼저 두 물질의 정량을 위해서 Sigma사 제품인 8-methyl-N-6-nonenamide (capsaicin)과 8-methyl-N-nonanamide (dihydrocapsaicin)를 사용하여 직선방정식(capsaicin: y=94069x-306742, dihydrocapsaicin: y=85514x-224511)을 얻을 수 있었으며, 상관 계수는 각각 R^2=0.9944 와 R^2=0.9443 이었다. 한편 Fig. 2는 각 처리구별 건고추 용매 추출물의 capsaicin과 dihydrocapsaicin에 대한 GC/MS chromatogram(Fig. 3)으로써 표준품의 retention time과 유사한 시간대에서 이들 peak를 확인할 수 있었다. 처리구별 시료의 capsaicin과 dihydrocapsaicin 함량은 Table 2에서와 같이 각각 21.73~28.71 mg%와 10.05~14.17 mg%의 범위로 나타났으며, capsaicin의 경우 PH_3 훈증 처리군과 10 kGy 처리군에서 유의적으로 낮은 함량을 보였다. Dihydrocapsaicin 함량에서는 훈증 처리군에서 유의적으로 낮은 값을 보였으며, 저장 8개월 이후에는 모든 시료에서 유의적으로 감소하였다. Byun 등(14)은 건고추에 10 kGy의 조사선량은 3% 미만의 capsaicin 함량 감소를 나타내었다고 보고하여 본 결과와 일치하는 경향이었으며, 전반적으로 훈증처리는 방사선 조사에 비해 고추의 매운맛 성분에 영향이 큰 것으로 확인되었다.

요 약

건고추의 새로운 검역·위생화 처리 방법을 연구하기 위하여 현행 상업적 조건의 methyl bromide (MeBr) 및 phosphine (PH_3) 훈증과 감마선 조사(5, 10 kGy)의 영향을 건고추의 수용성 색소, capsanthin 및 capsaicin에 대하여 처리 직후와 실온 8개월 저장후에 비교하였다. 수용성 색소는 대조군과 감마선 조사군에 비해 훈증 처리군에서 갈색도(420 nm)가 유의적으로 증가하였으며, 이 같은 경향은 과피와 씨에서 유사하게 나났다. Capsanthin의 변화에서는 각 처리군 간에 차이는 크지 않았지만 10 kGy 조사된 과피에서 다소 낮은 값을 보였다. 저장 8개월 후에는 전반적으로 유의적으로 감소하였고 과피에서의 변화(26.76~38.08%)가 가장 두드러졌다. 건고추의 매운맛 성분인 capsaicin과 dihydrocapsaicin 함량은 대조군과 5 kGy 조사군 간에는 유의적인 차이가 없었으나, 훈증처리와 10 kGy 조사군에서는

Table 2. Comparative effects of gamma irradiation and fumigation on contents of capsaicin and dihydrocapsaicin in red pepper

(unit : mg%)

Pungent component	Storage period (month)	Treatment				
		Control	5 kGy	10 kGy	MeBr	PH_3
Capsaicin	0	28.71±[1)]0.001^{a,x}	27.13±0.002^{a,x}	26.04±0.001^{b,x}	27.21±0.002^{a,x}	21.73±0.001^{c,x}
	8	24.70±0.000^{a,y}	19.19±0.003^{c,y}	20.85±0.001^{c,y}	23.06±0.001^{b,y}	20.52±0.002^{c,y}
Dihydro-capsaicin	0	12.17±0.001^{a,x}	12.29±0.003^{a,x}	14.17±0.002^{a,x}	10.05±0.001^{b,y}	11.01±0.001^{b,x}
	8	10.83±0.001^{a,y}	10.22±0.000^{a,y}	10.33±0.001^{a,y}	10.66±0.002^{a,x}	10.37±0.001^{a,y}

[1)]Values present mean ± S.D.

$^{a-c}$Mean scores within a row followed by the same superscript are not significantly different ($P<0.05$).

$^{x-y}$Mean scores within a column followed by the same superscript are not significantly different ($P<0.05$).

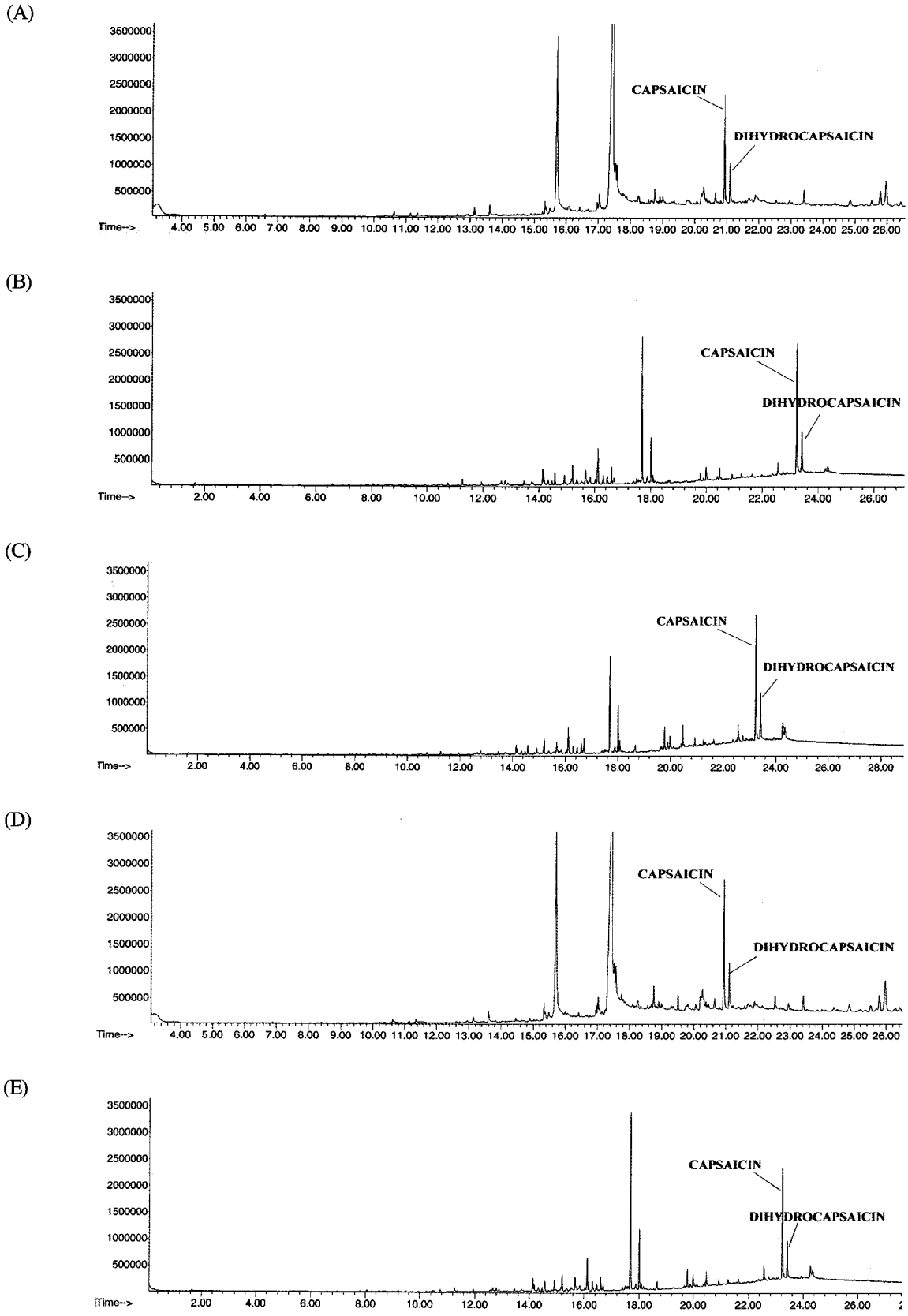

Fig. 2. GC-MS chromatogram of capsaicin and dihydrocapsaicin in powdered red pepper. [(A): control, (B): 5 kGy, (C): 10 kGy, (D): MeBr, (E): PH_3]

함량이 감소되었다($P<0.005$). 특히 8개월 실온 저장 후에는 전체적으로 매운맛 성분이 감소하였고, 대군에 비해 처리군의 변화가 크게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Kim, M.H. (1997) Color development of whole red peppers during drying. Food Engineering Progress, 1, 174-178
2. Lee, H.D., Kim, M.H. and Lee, C.H. (1992) Relationships between the taste components and sensory preference of korean red peppers. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 266-271
3. Topuz, A. and Ozdemir, F. (2004) Influences of gamma irradiation and storage on the capsaicinoids of sun-dried and dehydrated paprika. Food Chemistry, 86, 509-515
4. Duarte, C., Moldão-Martins, M., Gouveia, A.F., Costa, S.B.C., Eduardo Leitão, A. and Gabriela Bernardo-Gil, M. (2004) Supercritical fluid extraction of red pepper(*Capsicum frutescens* L.). J. Supercritical Fluids. 30, 155-161
5. Attuguayefio, V. and Buckle, K.A. (1987) Rapid sample preparation method for HPLC analysis of capsaicinoids in Capsicum fruits and oleoresins. J. Agric. Food Chem., 35, 777-778
6. Perucka, I. and Materska, M. (2001) Phenylalanine ammonia-lyase and antioxidant activities of lipophilic fraction of fresh pepper fruits *Capsicum annuum* L. I. Food Sci. Emer. Tech., 2, 189-192
7. Robbins, W. (2000) Clinical application of capsaicinoids. Clinical J. Pain., 16, 86-89
8. Tsuchiya, H. (2001) Biphasic membrane effects of capsaicin, an active component in *Capsicum* species. J. Etnopharmacology. 75, 295-299
9. Pfander, H. (1992) Carotenoid : An overview. Meth. Enzymol., 213, 3-13
10. Hong, S.P., Kim, M.H. and Hwang, J.K. (1998) Biological functions and production technology of carotenoids. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27, 1297-1306
11. Shin, H.H. and Lee, S.R. (1991) Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. Korean J. Food Sci. Technol., 23, 296-300
12. Wesley, F., Rourke, B. and Darbishire, O. (1965) The formation of persistent toxic chlorohydris in foodstuffs by fumigation with ethylene oxide and with propylene oxide. J. Food Sci., 30, 1037-1042
13. Byun, M.W. (1985) Radurization and radicidation of spices. Korean J. Food Sci. Technol., 17, 311-318
14. Byun, M.W., Yook, H.S., Kwon, J.H. and Kim, J.O. (1996) Improvement of hygienic quality and long-term storage of dried red pepper by gamma irradiation. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 482-489
15. UNEP. (1995) Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. 1994 Report of methyl bromide technical options committee.
16. Rosebrook, D.D., Bolze, C.C. and Barney, J.E. (1968) Improved method for determination of extractable color in Capsicum spices. J. A.O.A.C., 51, 637
17. Lee, S.R. and Shin, H.S. (1995) Modern Food Chemistry, Shinkwang Press, Seoul, p.218
18. Park, M.H., Kim, H.K., Park, N.H., Jo, K.S., Kim, B.S., Park, H.W. Kwon, D.J. and Lee, D.S. (1990) Study on Long-term storage methods and product development of spicy vegetables. Korea Food Research Institute, p.95
19. Kim, B.K., Kwon, Y.J., Noh, J.E., Kim, J.S., Kim, D.H. and Kwon, J.H. (200). Effects of irradiation and fumigation on color and sensory properties in the parts of dried red pepper during storage. Korean J. Food Preserv., 11, 431-436
20. Farkas, J. and Beczner, K. (1973) Radiation preservation of food, IAEA-SM-166/66. p.389
21. Lee, S.H., Lee, H.J. and Byun, M.W. (1997) Effects of ozone treatment and gamma irradiation on the microbial decontamination and physicochemical properties of red pepper powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 26, 462-467
22. Attuquayefio, V. and Buckle, K.A. (1987) Rapid sample preparation methodfor HPLC analysis of capsicinoids in Capsicum fruits and oleoresins. J. Agric. Food Chem., 35, 777-779

(접수 2006년 9월 15일, 채택 2006년 11월 24일)