

## 감마선 조사에 의한 증자 찰옥수수의 저장 중 미생물 및 이화학적 특성변화

최재호 · 임지순<sup>1</sup> · 오덕환<sup>†</sup>

강원대학교 바이오산업공학부, <sup>1</sup>건양대학교 식품공학과

### Effect of Gamma Irradiation on the Microbiological and Physicochemical Quality Changes of Steamed Waxy Corns during Storage

Jae-Ho Choi, Ji-Soon Im<sup>1</sup> and Deog-Hwan Oh

Division of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Konyang University, Nonsan 320-711, Korea

#### Abstract

Effect of gamma irradiation on the microbiological and physicochemical characteristics of steamed waxy corns was determined in order to develop preservation techniques to enhance shelf-life during storage at room or low temperature. The initial total microbial counts, and yeasts & molds steamed waxy corns before irradiation were  $2.1 \times 10^3$  CFU/g,  $1.9 \times 10^3$  CFU/g, respectively. However, the total microbial counts were completely inactivated and the counts of yeasts and molds were only 34 CFU/g at 3 kGy treatment. When non-irradiated steamed waxy corns were stored at 25°C for 7 months, the growth of total microbial counts and yeasts & molds were rapidly increased up to  $7.1 \times 10^6$  CFU/g and  $1.9 \times 10^7$  CFU/g, respectively. However, the total microbial counts at 3 kGy treatment and yeasts & molds at 5 kGy treatment for 7 month storage were completely inactivated. Similar result was observed at 15°C and 4°C storage. The hardness of the irradiated steamed waxy corns and irradiation dose were not significantly different from those of the non-irradiated steamed waxy corns before storage, but the hardness of non-irradiated steamed waxy corns was significantly increased during the storage, compared to those of irradiated corns. The water contents of both irradiated and non-irradiated steamed waxy corns after 7 month storage were significantly decreased from 65~60% to 30%, but the changes of water contents among treatments or irradiation doses were not significantly different during storage. Sugar contents in the irradiated steamed waxy corns were less free than those of non-irradiated samples and the amount of free sugar slowly increased as storage temperature increased. Sensory evaluation results showed that total sensory scores in irradiated steamed waxy corns were better than those of non-irradiated samples and total sensory scores were increased as irradiation doses increased.

**Key words :** waxy corns, gamma irradiation, shelf-life, storage

#### 서 론

현재 전 세계적으로 많이 소비되고 있는 쌀, 밀을 포함한 3대 곡물 중의 하나인 옥수수는 특유의 맛과 비타민 등의 영양분을 다량 함유하고 있고, 그 용도가 매우 다양하여 식용 및 가공식품, 동물용 사료, 공업용 원료 등 옥수수를 원료로 한 제품의 소비가 매년 증가하고 있는 실정이다.

우리나라의 옥수수 사용량은 1973년에 원료 옥수수 6만 7천 톤에서 증가하여 1996년에는 170만 톤이 소비되기에 이르렀다(1-4). 또한 우리나라와 칠레 간 FTA 체결에 따른 농산물 시장 개방에 따른 가격 변동의 심화 등으로 농가들이 경영악화에 당면해 있는 실정이다. 따라서 지역의 특성에 맞는 새로운 작물의 개발이 요구됨에 따라 최근 찰옥수수가 다른 작물을 대체할 수 있는 작물로 관심을 모으고 있으며, 재배 면적이 점차 확대되고 있는 실정이다(5). 미국, 유럽 등지에서는 식용 옥수수의 대부분이 통조림으로 가공, 유통되고 있어 통조림용 옥수수의 품질 확보를 위한

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : deoghwa@kangwon.ac.kr,  
Phone : 82-33-250-6457, Fax : 82-33-250-6457

연구는 보고되어지고 있으나(6), 우리나라를 비롯한 대부분의 아시아 국가에서는 식용 옥수수를 수확하여 식용하는 경우가 대부분이기 때문에 옥수수의 고품질 유지를 위한 저장 기술 및 유통방법의 개선에 대한 지식이 요구됨에도 불구하고 이에 대한 연구가 부족한 실정이다.

옥수수는 종실의 특성에 따라 마치종(dent corn), 경립종(flint corn), 튀김옥수수(pop corn), 연립종(soft corn), 유부종(pod corn), 감미종(sweet corn), 찰옥수수(waxy corn) 등 여러 가지로 구분될 수 있으며, 일반적으로 식용 옥수수는 일반 종실 가공용이나 팝콘용 옥수수, 사료용 옥수수와는 다르게 미성숙 단계에서 수확하기 때문에, 수확 후 많은 수분을 포함하고 있다. 따라서, 유통 과정 중에 호흡 및 증산 작용을 통한 생리작용으로 선도 저하를 포함한 이화학적 변성을 초래하여 상품성과 식품으로서의 가치를 떨어뜨리기도 하며, 저장과 유통과정동안 해충으로 인해 손실되기도 한다(7-9).

현재 농가에서 주로 사용하는 옥수수의 건조는 일광건조 방법으로 저장 중 대기 조건에 의해 흡습, 탈습, 해충 및 미생물의 발생 등으로 품질의 열화와 비위생화를 초래하기도 하며, 특히 식품의 원료로서 가공 단계에서의 미생물 오염은 최종 제품의 미생물적 안전성에 큰 영향을 미칠 수 있다(10). 식품을 대상으로 한 감마선 조사는 안전성면에서 인정되었고, 처리 후 잔류성분이 남지 않으며, 열의 발생, 식품 성분 변화와 같은 부가 작용을 최소화하고 미생물을 선택적으로 살균할 수 있기 때문에 식품의 안전성과 보존성을 확보하기 위한 유용한 기술로 각광받고 있다. 감마선 조사는 유해 성분 생성 및 잔류로 인한 발암성과 환경오염 등으로 사용이 금지 또는 규제되고 있는 보존제나 화학제의 대체방법으로 사용되기도 하며, 식품의 저장 기간 연장, 해충 및 병원성 미생물, 곰팡이 등의 사멸과 과채류의 숙도 지연 등의 효과를 가지고 있다(11-15). 이런 장점에도 불구하고 아직까지 감마선 조사 식품에 대한 소비자의 인식이 높지 않고, 안전성에 대한 우려가 많아 실용화에 대한 문제점이 아직도 해결 과제이다. 본 연구는 감마선조사를 사용하여 옥수수를 장기간 저장하는 동안 미생물학적 안전성 및 이화학적 특성변화를 규명하여 선도 유지 기간을 연장시키는 방안을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

강원도 인제군 옥수수 시험장에서 8월과 9월에 수확한 찰옥수수(찰혹 1호)를 구입하여 전처리 전까지 -25℃에서 냉동 보관하여 시료로 사용하였으며, 일반 진공포장용 포장지는 PE 35/nylon 15/L-LDPE 50 적층 포장재(광신산업, 경기도)를 정선군 여량농협으로부터 지원받아 사용하였다. 실험

에 사용된 모든 시약은 Sigma사(USA) 제품을 사용하였다.

### 시료의 처리 및 감마선 조사

-25℃에 보관된 시료를 꺼내어 표면에 묻은 이물질을 제거한 후 냉장고에 넣어 해동하여 끓는 물에서 30분간 증자한 후 냉각하여 paper towel로 시료 표면의 물기를 제거하였다. 증자옥수수를 PE 35/nylon 15/L-LDPE 50 적층 포장재(광신산업, 경기도)를 사용하여 진공 포장한 후 10분간 끓는 물에서 재가열하였고, (주) 그린피아(이천, 경기도)에서 감마선 조사를 수행하였다. 포장된 시료의 방사선 조사는 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설을 이용하여 1, 3, 5, 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였고, ceric cerous dosimeter(USA)를 이용한 흡수선량 확인에서 흡수선량 오차 범위는 ±10 kGy였다. 감마선 조사된 각각의 시료는 4℃, 15℃ 및 25℃(상온)에서 7개월 동안 저장하며 시험 시료로 사용하였다.

### 미생물의 생육 변화

시료 10 g을 취하여 멸균된 stomacher bag에 넣은 다음 멸균된 0.1% 펩톤수로 10배 희석하여 stomacher로 2분간 균질화시켰다. 일반 세균은 plate count agar(Difco, USA), 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco, USA)를 사용하였으며 희석된 균질액을 0.1 mL씩 각각의 배지에 분주한 다음 도말하여 총균수는 35℃에서 48시간, 효모 및 곰팡이는 25℃에서 72시간 배양하여 생성된 colony들을 계수하였으며, 3회 반복하여 실시하였다.

### 경도변화

감마선 조사량을 달리한 시료의 물성(경도, hardness) 측정은 rheometer(Compac-100, Sunscientific Co., Japan)를 이용하였으며, 10회 반복하여 그 평균값을 구하였다.

### 환원당 정량

시료 10 g에 증류수 약 100 mL을 가한 후 blender를 사용하여 1분간 마쇄한 후 여과한 다음 여과액을 취하여 중성 초산납 포화용액 2 mL을 가하여 잘 교반한 후, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 분말을 첨가하여 중성 초산납을 석출하고, 다시 이 여과액을 시료액으로 사용하여 Somogyi법(16)으로 환원당 함량을 산출하였다.

### 수분함량 변화

수분함량은 끓는 물에서 30분간 증자한 후 냉각하여 paper towel로 시료 표면의 물기를 제거한 증자옥수수를 105℃ 건조기에 넣고 3~5시간 건조 후 데시케이터에 넣어 실온에 방치하여 냉각시킨 다음 꺼내어 측량한 후 1~2시간 더 건조하여 항량이 될 때까지 같은 조작을 반복하여

측정하였다.

**관능검사**

4°C, 15°C 및 25°C에서 5개월 간 저장한 모든 시료를 10분 간 재가열한 후 색깔, 냄새, 맛, 조직감 및 종합적 기호도를 9점 평점제로 하여 평가하였으며 관능평가요원은 숙달된 대학원생 6명을 선발하여 5회 반복하여 실시하였으며 그 결과는 SAS (strategic application software) 통계 프로그램으로 처리하였다.

**결과 및 고찰**

**미생물의 생육 변화**

증자한 찹옥수수를 진공 포장하여 감마선 조사를 한 후 각각의 온도(4, 15, 25°C)에서 7개월 동안 저장하였을 때의 미생물의 생육 변화를 Table 1에 나타내었다. 총균수는 무처리구의 경우 저장 전에 3.32 logCFU/g을 나타내었으나, 감마선 처리구의 경우 1 kGy 처리구에서는 2.23 logCFU/g

**Table 1. Changes of microbial counts in gamma-irradiated steamed waxy corn during storage at different temperatures for 7 months.**

Storage time (month)	Irradiation (kGy)	(LogCFU/g)					
		25°C		15°C		4°C	
		PCA <sup>1)</sup>	PDA <sup>2)</sup>	PCA	PDA	PCA	PDA
0	0	3.32	3.27	3.32	3.27	3.32	3.27
	1	2.23	2.34	2.23	2.34	2.23	2.34
	3	N.D	1.53	N.D	1.53	N.D	1.53
	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
	10	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
1	0	3.87	3.81	3.86	4.39	3.17	3.65
	1	3.04	2.72	2.64	2.97	2.30	3.88
	3	N.D	1.74	N.D	1.23	N.D	N.D
	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
	10	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
3	0	4.17	6.89	4.57	5.20	4.68	4.96
	1	2.93	4.82	2.89	3.51	2.75	4.94
	3	N.D	3.04	1.17	2.59	N.D	N.D
	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
	10	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
5	0	4.62	6.87	5.41	5.92	4.66	5.23
	1	3.96	5.63	3.53	5.77	3.23	5.50
	3	N.D	3.65	N.D	3.43	N.D	N.D
	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
	10	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
7	0	6.85	7.27	6.32	6.54	6.66	6.64
	1	4.89	5.92	4.83	6.07	3.93	5.88
	3	N.D	3.84	ND	3.46	N.D	N.D
	5	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
	10	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D

<sup>1)</sup>Plate Count Agar (Total microbial counts).

<sup>2)</sup>Potato Dextrose Agar (Yeasts & molds).

로 감소 되었으며, 3 kGy 처리구에서는 완전히 사멸하였다. 25°C에서 7개월 동안 저장하는 동안 무처리구에서는 6.85 logCFU/g까지 생육하였으나 1 kGy 처리구에서는 4.89 logCFU/g, 3 kGy 처리구에서는 저장 7개월까지 미생물의 생육이 관찰되지 않았다. 이러한 경향은 15°C와 4°C 저장의 경우에도 유사한 경향을 나타내었다. 15°C에서 7개월 동안 저장시 총균수는 무처리구와 감마선 처리구와는 현저한 차이가 있었으나 전반적으로 무처리구 및 감마선 처리구는 25°C저장에서와 거의 유사하였고 4°C 저장시에도 무처리구와 감마선 처리구 모두 저장 7개월 동안 25°C에서 저장하였을 경우와 비교하여 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

한편, 곰팡이 및 효모의 경우 무처리구는 저장 전에 3.27 logCFU/g을 나타내었으나 감마선 처리구의 경우, 1 kGy 처리구에서는 2.34 logCFU/g, 3 kGy 처리구에서는 1.53 logCFU/g를 나타내었다. 25°C에서 7개월 저장하는 동안 무처리구에서는 7.27 logCFU/g까지 생육하였으나 1 kGy 처리구에서는 5.92 logCFU/g을 나타내었고 3 kGy 처리구에서는 3.84 logCFU/g을 나타내어 총균수에 비하여 곰팡이 및 효모는 감마선에 대한 저항성이 강한 것으로 나타났다. 15°C에서 7개월 동안 저장하였을 경우도 이와 비슷한 경향을 보였으며 4°C에 저장하였을 때에는 저장 7개월까지 3 kGy 조사구에서 곰팡이 및 효모는 생육이 완전히 저해되었다. 이상의 결과, 무처리구에서는 저장 7개월 동안 약 3.53 log CFU/g증가 하였으나 감마선 처리구에서는 총균수의 경우 3 kGy 조사시 효모 및 곰팡이는 5 kGy 조사에서 검출이 되지 않았다. 따라서, 증자 찹옥수수를 진공포장 후 감마선 조사 하여 저장할 경우 25°C에서 저장 7개월 까지 미생물의 생육을 완전히 저해하여 선도기간을 연장할 수 있으며 4°C 냉장 저장을 하지 않아도 미생물이 생육을 하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 감마선 조사를 대상으로 쌀밥을 재료로 한 Lee 등(17), 표고버섯을 재료로 한 Kim 등(18) 및 옥수수를 재료로 한 Son 등(19)의 결과와 유사한 결과를 보였다. Son 등(19)은 생육수수를 감마선조사 할 경우 1.2 kGy 조사시 약 0.3 log CFU/g, 10.1 kGy 조사시 약 0.7 log CFU/g 감소를 나타낸다고 보고 하였으나 본 연구에 의한 증자 옥수수의 경우 3 kGy 조사에서도 완전 사멸을 나타내었기 때문에 옥수수를 증자하여 저장할 경우 수분함량이 증가하여 감마선 조사에 의한 살균효과가 현저하게 높은 것으로 나타났다.

**경도변화**

증자한 찹옥수수를 진공 포장하여 감마선 조사를 한 후 각각의 온도에서 7개월 동안 저장하였을 때의 경도 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 일반적으로 저장 전에는 무처리구에 비하여 조사선량의 증가에 의한 경도의 차이가 거의 없었으나 저장기간이 증가할수록 무처리구와 감마선 처리구와의 경도 차이가 현저하게 증가하는 것으로 나타났다. 저장 3개

월 후에 증자찰옥수수의 경도가 현저하게 증가 하였으며 조사선량에 따라 선량이 증가할수록 경도가 감소하였다, 특히 5 kGy 이상 조사구에서는 다른 저선량구에 비하여 현저하게 낮은 경도를 나타내었다. 이는 쌀밥에 10 kGy의 감마선을 조사하였을 경우 경도가 유의적으로 감소한다는 Lee 등(17)의 결과와 유사하였으며, 25℃에서 7개월 동안 저장 시 증자 찰옥수수는 조사선량에 비례하여 선량이 낮을수록 높은 경도를 나타내었으며 무처리구에서는 감마선 조사구보다 높은 경도를 나타내었다. 이러한 경향은 4℃나 15℃에서 저장하였을 때에도 비슷한 경향을 나타내었다.

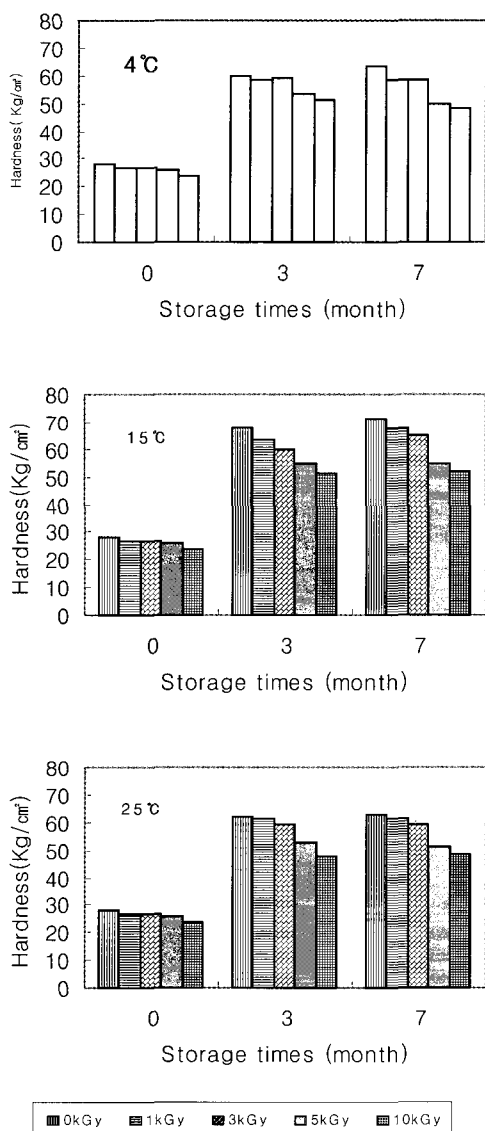


Fig. 1. Changes of hardness in gamma-irradiated steamed waxy corns during storage at different temperatures for 7 months.

환원당 정량

증자한 찰옥수수를 진공 포장하여 감마선 조사를 한 후

각각의 온도에서 7개월 동안 저장하였을 때의 환원당 정량을 Fig. 2에 나타내었다. 저장 전에는 감마선 처리구가 무처리구에 비하여 환원당 용출이 더 컸으며 조사선량이 클수록 환원당 용출이 큰 것으로 나타났다. 그러나 저장기간이 길어짐에 따라 무처리구가 감마선 처리구에 비하여 환원당 용출이 크게 나타나 감마선처리구가 무처리구보다 환원당 용출에 더 안정한 것으로 나타났다. Lee 등(17)은 온도가 낮을수록 환원당의 용출이 적다고 보고하였으나 본 연구결과에서는 환원당 용출이 약 2.2~2.6% 수준으로 저장 온도에 상관없이 비슷한 경향을 나타내었다.

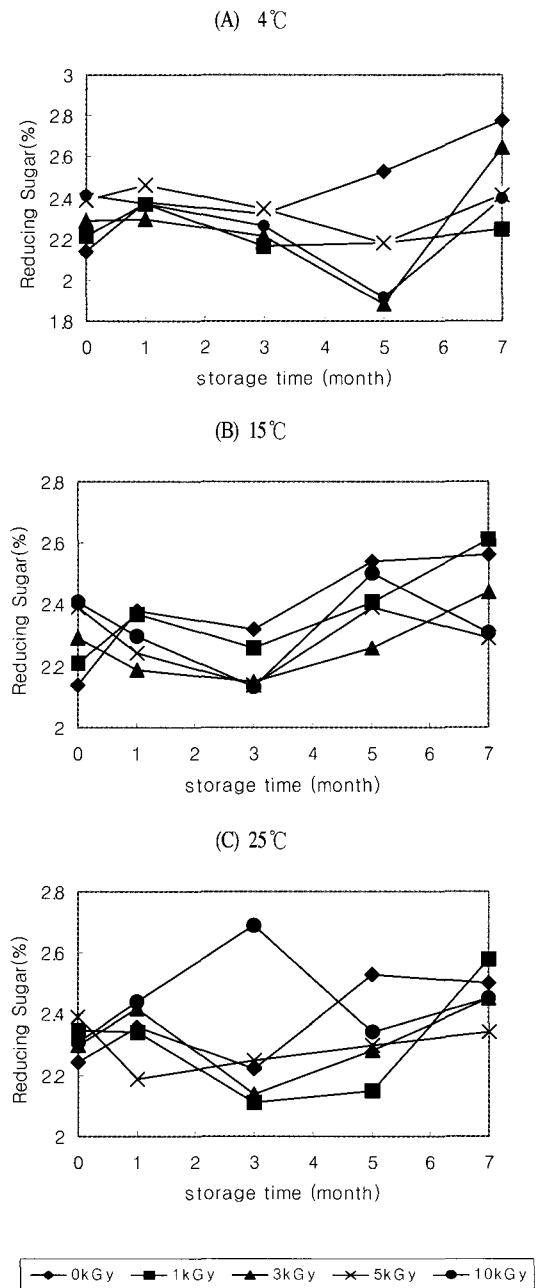
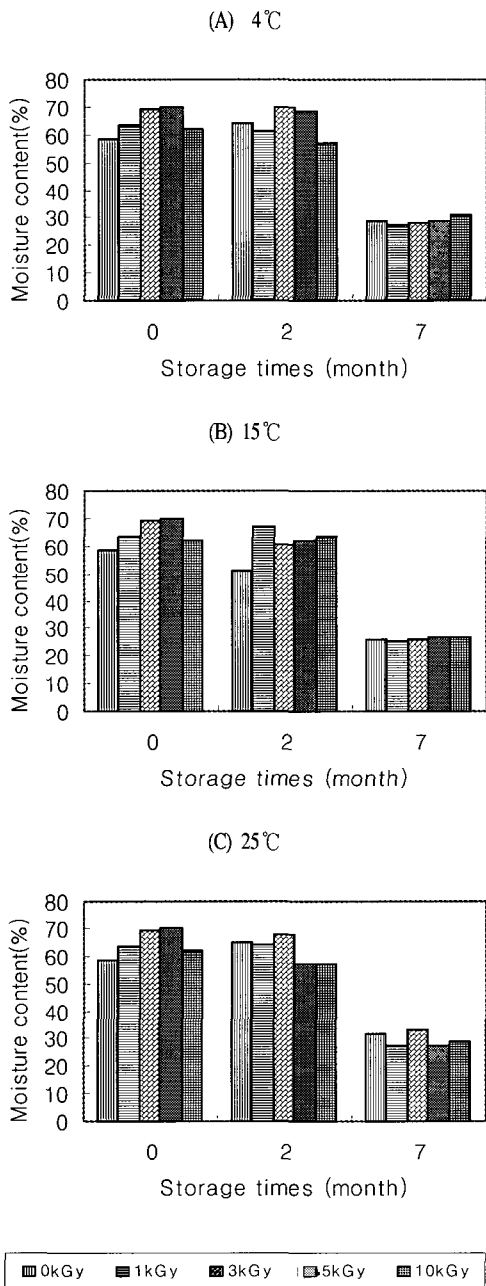


Fig. 2. Changes of free sugar in gamma-irradiated steamed waxy corns during storage at different temperatures during 7 months.

**수분함량 변화**

증자한 찰옥수수를 진공 포장하여 감마선 조사를 한 후 각각의 온도에서 7개월 동안 저장하였을 때의 수분 함량 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 저장 전 무처리구와 감마선 처리구 간의 수분 함량은 감마선 처리구가 무처리구에 비하여 약간 높았다. Son 등(19)은 생옥수수의 경우 감마선 조사 직후 처리구와 비조사구의 수분함량 차이가 거의 없었다고 보고하였는데 이러한 차이는 본 연구의 경우 찰옥수수를 증자하였기 때문에 시료의 수분함량이 높았기 때문인 것으로 사료된다. 한편, 4℃ - 25℃에서 7개월간 저장하는 동안

저장 2개월까지는 저장초기와 비교하여 차이가 거의 없었으나 저장 7개월 후에는 초기 수분함량 65~70%에서 약 30%로 현저하게 감소하였다. 저장 기간 동안 무처리구와 감마선 처리구에서의 수분 함량 차이는 거의 없었으며, 조사선량에 따른 수분함량의 유의적인 변화가 없었다. 이러한 결과는 Son 등(19)의 감마선 조사에 의한 생옥수수의 저장 안전성 연구와 저장 중 현미의 수분함량이 감마선 조사선량의 영향을 받지 않았다고 보고한 Sabularse 등(20)과 비슷한 경향을 나타내었다. 또한, 증자 찰옥수수의 무처리구와 감마선 처리구 모두 저장온도에 따른 수분함량의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다.



**관능검사**

여러 가지 온도에서 5개월 동안 저장한 증자 찰옥수수의 종합적 관능검사 결과는 Table 2와 같다. 저장 전에는 맛, 색깔, 냄새 등 종합적 기호도가 증자 찰옥수수의 무처리구와 감마선 처리구에서 차이가 거의 없었으며 조사선량에 따른 유의적인 차이도 없었다. 그러나 저장기간이 지남에

**Table 2. Sensory evaluation of gamma-irradiated steamed waxy corns during storage at different temperatures**

Storage time (month)	Degree of irradiation (kGy)	Sensory evaluation <sup>1)</sup>		
		4℃	15℃	25℃
0	0	6.8b	6.8b	6.8b
	1	6.5b	6.5b	6.5b
	3	6.5b	6.5b	6.5b
	5	6.5b	6.5b	6.5b
	10	6.0a	6.0a	6.0a
1	0	6.0a	5.0a	5.0a
	1	6.0a	5.5b	5.0a
	3	6.5b	5.5b	5.0a
	5	6.5b	6.0c	5.5b
	10	6.8b	6.0c	6.0c
3	0	5.0a	4.5a	3.5a
	1	5.5b	5.0b	4.0b
	3	5.5b	5.0b	4.0b
	5	5.5b	5.0b	4.5c
	10	6.0c	5.5c	4.5c
5	0	5.0a	4.5a	3.3a
	1	5.0a	5.0b	3.3a
	3	5.5b	5.0b	3.3a
	5	5.5b	5.0b	4.0b
	10	5.5b	5.5c	4.5c

<sup>1)</sup>Sensory point (9 : excellent, 5 : good, 1 : very bad).

<sup>a\*</sup>Means with different superscript within the same column are significantly different (P<0.05).

**Fig. 3. Changes of water content in gamma-irradiated steamed waxy corns during storage at different temperatures during 7 months.**

따라 감마선 처리구가 무처리구에 비하여 종합적 기호도가 좋았으며 조사선량이 증가할수록 기호도가 향상되는 것으로 나타났다. 25℃에서 저장할 경우 3개월부터는 모든 처리구에서 관능적 특성을 상실하였다. 그러나 15℃에 저장하였을 경우 저장 5개월까지 좋은 관능적 기호도를 나타내었으며 무처리구보다는 모든 감마선 처리구에서 좋은 관능효과를 나타내었다. 이러한 결과는 4℃에 저장 하였을 때에도 비슷하게 나타났다. 이러한 결과는 감마선 처리한 보리와 옥수수를 저장한 후 냄새에 관한 관능결과 조사선량과 저장 기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다는 Son 등(19, 21)의 보고와 비슷한 결과를 나타냈으나 맛과 색깔을 포함하는 종합적 기호도에 있어서는 조사선량과 저장기간에 따라 어느정도 유의성이 있는 것으로 나타났다. 이상의 모든 결과를 종합해 볼 때, 감마선 처리한 진공포장 증자 찰옥수수의 경우 25℃ 이상의 온도에서는 장기간 저장시 종합적 기호도가 현저히 저하되지만 15℃의 중·저온에 저장할 경우 찰옥수수의 품질을 손상하지 않고 관능적 특성을 그대로 유지하면서 장기간 보존이 가능한 것으로 사료된다.

**요 약**

찰옥수수를 중·저온에서 장기간 저장할 수 있는 방법을 개발하기 위하여 찰옥수수를 증자하여 진공포장한 후 감마선 조사하여 여러 온도에서 저장하면서 미생물의 생육변화 및 이화학적 성질을 조사하였다. 증자 찰옥수수를 감마선 조사한 후 저장전에 총균수는 3 kGy 조사에서 모두 사멸하였고 곰팡이 및 효모는 34 CFU/g을 나타내었으며, 25℃에서 7개월간 저장 후에 총균수 및 효모, 곰팡이는 대조구에서  $7.1 \times 10^6$  CFU/g,  $1.9 \times 10^7$  CFU/g을 나타내었으나 3 kGy 조사구에서는 총균수가 검출되지 않았으며 효모 및 곰팡이는 5 kGy에서 완전히 사멸되었으며 이러한 결과는 15℃와 4℃에 저장하였을 경우에도 비슷한 경향을 나타내었다. 감마선 조사직후 각 처리구는 무처리구에 비하여 경도의 차이가 없었으며 조사선량간에도 유의적인 차이가 없었다. 4℃ - 25℃에서 7개월간 저장 후 초기 수분함량 65~70%에서 약 30%로 현저하게 감소하였으나 저장 기간 동안 무처리구와 감마선 처리구에서의 수분 함량과 조사선량에 따른 차이는 거의 없었다. 환원당 함량은 각 처리구 모두 비조사구가 감마선 조사구에 비하여 많이 용출되는 경향을 나타내었으며 온도가 높을수록 환원당 용출이 약간 증가하는 것으로 나타났으며 저장기간이 지남에 따라 감마선 처리구가 무처리구에 비하여 종합적 기호도가 좋았으며 조사선량이 증가할수록 기호도가 향상되는 것으로 나타났다.

**감사의 글**

본 연구는 농림부에서 시행한 농림부 농림기술개발사업

(ARPC)의 지원에 의한 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

**참고문헌**

1. Kim, D.H., Kwon, T.J., Yang, H.C. and Yoon, H.S. (1995) Food Chemistry. Young Ji Culture Co., p.459-479
2. Newman, R.K., Lewis, S.E., Newman, C.W., Boik, R.J. and Ramage, R.I. (1989) Hypocholesterolemic effects of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Inst.*, 34, 749-752
3. Kim, S.L., Moon, H.G. and Ryu, Y.H. (2002) Current status and prospect of quality evaluation in maize. *Korean J. Crop. Sci.*, 47, 107-123
4. Lee, S.K. and Shin, M.S. (1997) Morphological properties of lintnerized maize starches with different amylose content. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 1086-1090
5. So, S.Y., Choi, D.C. and Yu, C.J. (2005) Analysis of management conditions of waxy corn in chonbuk region. *Bulletin of the Agriculture College, Chonbuk National University*, 36, 154-164
6. Willy, R.C., Schales, F.D. and Corey, K.A. (1989) Quality and preservation of vegetable(sweet corn). CRC press. Inc. p.
7. Son, Y.K., Son, J. R., Kim, K.J. and Kim, S.L. (1999) Postharvest biotechnology of vegetable corn in Korea. *Korea J. Intl. Agri.*, 11, 391-402
8. Hains, T., Mnukova, J., Jelen, P., Perez, B. and Pesek, M. (1988) Effect of gamma irradiation on survival of natural microflora and nutrients in cereal meals. *Cereal Chem.* 65, 381-385
9. Khattak, A.B. and Klopfenstein, C.F. (1989) Effects of gamma irradiation on the nutritional quality of grain and legumes. I. Stability of niacin, thiamin and riboflavin. *Cereal Chem.*, 66, 169-172
10. Byun, M.W., Kang, I.J., Kwon, J.H., Lee, S.J. and Kim, S.K. (1995) The improvement of corn starch isolation process by gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 173-181
11. Thayer, D.W. (1994) Wholesomeness of irradiation foods. *Food Technol.*, 48, 57-58
12. Byun M.W. (1997) Application and aspect of irradiation technology in food industry. *Food Sci. Ind.*, 30, 89-100
13. WHO. (1981) Wholesomeness of irradiation foods. Report of a joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. *Technology Report Series*, 34, p.659
14. Loaharanu P. (1995) New methods of food preservation.

- Food irradiation : Current status and future prospects, 1st ed., Gould, G. W. (Ed), Blackie Academic and Professional, Great Britain, p.91-98
15. Loaharanu P. (1994) Status and prospects of food irradiation, *Food Technol.*, 48, 124
  16. Somogyi M. (1952) Note on sugar determination, *J. Biol. Chem.*, 195, 19-21
  17. Lee, Y.S., Oh, S.H., Lee, J.W., Kim, J.H., Rhee, C.O., Lee, H.K. and Byun, M.W. (2004) Effect of gamma irradiation on quality of cooked rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 33, 582-586
  18. Kim, Y.J., Kim, J.K., Cho, H.O., Byun, M.W. and Kwon, J.H. (1987) Storeability and cooking property of dried oak mushroom treated with ethylene oxide and gamma radiation. *Kor. J. Food Hygiene*, 2, 29-34
  19. Son, I.S., Kim, H.C. and Kim, M.R. (1999) Storage stability of corns irradiated by gamma-ray. *Korean J. Soc. Food Sci.*, 15, 178-184
  20. Sabularse, V.C., Liuzzo, J.A., Rao, R.M. and Grodner, R.M. (1992) Physicochemical characteristics of brown rice as influenced by gamma irradiation. *J. Food Sci.*, 57, 143-145
  21. Son, I.S. and Kim, M.R. (1999) Storage stability of barleys irradiated by gamma-ray. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 1076-1081

---

(접수 2006년 3월 2일, 채택 2006년 5월 31일)