

감마선 조사한 옥수수의 저장 안정성

손인숙 · 김효정* · 김미라

경북대학교 식품영양학과

*인제대학교 가족·소비자학과

Storage Stability of Corns Irradiated by Gamma-Ray

In-Sook Son, Hyochung Kim* and Meera Kim

Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University

*Department of Family and Consumer Studies, Inje University

Abstract

Physicochemical, microbiological, and sensory properties of corns irradiated by gamma-ray at 1.2 kGy, 10.1 kGy or 30.5 kGy were investigated every 40 days during the storage at 25°C and 50% relative humidity. The moisture content of irradiated corns decreased and crude lipid content increased during the storage. Acid values of the irradiated corns were not significantly different from those of the nonirradiated corns but acid values generally increased during the storage. TBA values of irradiated corns increased in proportion to the irradiation dose and to the storage period. Numbers of mesophilic and psychrotrophic bacteria in the nonirradiated corns and 1.2 kGy dose-irradiated corns were higher than those in the corns irradiated at 10.1 kGy and 30.5 kGy at the late storage. The number of yeasts and molds in the nonirradiated corns were higher than those in the irradiated corns during the storage. In Hunter's color, L values of irradiated and nonirradiated corns decreased with the storage period and b values of all groups decreased except the group irradiated at 30.5 kGy. In sensory evaluation, fresh corn odor of the irradiated group was significantly different from those of the nonirradiated one stored for only 0 day and 200 days but raw corn odor and acidic odor were not significantly different among the groups depending upon the radiation dose and storage period.

Key words: irradiation, physicochemical properties, microbiology, sensory evaluation, corn

I. 서 론

옥수수(*Zea mays*, L.)는 세계 곡류 생산 중 큰 비중을 차지하는 곡물로서 우리나라에서도 식품제조용과 사료용으로 수입량이 해마다 늘어나고 있다^{1,2)}. 우리나라의 옥수수 사용량은 1973년에 원료옥수수 6만 7천톤에서 증가하여 1996년에는 170만톤을 사용하기에 이르렀다³⁾. 옥수수는 쌀, 밀 다음으로 많이 재배되고 있으며 식용 및 가공식품 그리고 동물사료와 공업용 원료로 이용되고, 민간에서는 이뇨약으로 사용하기도 하며⁴⁾ 섬유소의 좋은 급원이기도 하다. 옥수수는 종자로 저장되어 예비식량의 역할을 하지만 많은 양이 저장과 유통과정동안 해충으로 인해 손실되고 있다⁵⁾. 농가에서 이용하는 옥수수의 건조 방법은 주로 일광노천 건조로서 저장 중 대기 환경조건에 의한 흡습 및 탈습, 해충 및 미생물의 발생 등으로 품질의 열화와 비위생화를 초래하며, 특히 미생물의 높은 오염은 식품가공의 부원료로 사용할 때 최종제품의 미생

물적 안정성에 큰 영향을 줄 수 있다⁶⁾. 2030년의 세계 인구는 100억으로 증가될 것이나 이에 대응하는 식량증산량은 4% 수준에 머무를 것으로 예상되며, 특히 우리나라의 경우 식량자급도가 해마다 떨어져 근년에는 40% 수준에도 미치지 못하고 있는 실정임을 감안해 볼 때 장기적인 식량 수급대책은 국가적인 차원에서 매우 중요한 문제이다.

이러한 이유로 식량의 장기보존을 위한 방사선 조사(放射線照射) 기술이 보급되고 있는데 식품 조사에 이용되는 방사선은 처리 후 잔류성분이 남지 않으며, 강력한 투과력으로 연속처리공정이 가능하고, 특히 공정시 처리시간을 제외한 기타조건에 거의 영향을 받지 않으며, 처리 식품의 품온상승이 거의 없어 영양성분의 파손이나 관능적 품질변화 등을 최소화할 수 있는 특징을 지니고 있다⁷⁾. 방사선 조사는 유해성분의 생성 및 잔류로 인한 발암성과 환경오염 때문에 사용이 금지 또는 규제되고 있는 보존제나 화학 훈증제의 대체방법으로 사용되고 있으며^{8,9)}

식품의 저장기간 연장, 해충, 기생충, 병원성 세균, 곰팡이 및 효모의 박멸, 과일과 야채의 숙도 지연, 구근 수확물의 발아억제 등의 효과를 가지고 있다^{13,14)}. 방사선 조사는 국제기구(FAO/IAEA/WHO/FDA)와 선진 여러나라에서 그 안전성과 경제성이 공인되어 현재 40여개국에서 사용이 허가되어 있고, 선진국과 개발 도상국을 포함한 30여개국에서 상업적으로 방사선 조사식품이 생산되고 있다¹⁵⁾. 국내 방사선 조사식품의 허가현황은 감자, 양파, 마늘, 밤, 생버섯 등의 신선식품류를 비롯하여 건조식육, 어패류 분말, 장류 분말, 전분, 인삼, 건채류(향신료 포함) 등 20여개 품목에 이르며 최저 0.15 kGy에서부터 최고 10 kGy까지의 ⁶⁰Co 감마선이 발아 억제, 숙도 지연, 살충, 살균 등의 목적으로 허용되어 있다^{16,17)}. 그러나 아직까지 방사선 조사 식품에 대한 소비자 인지가 높지 않고 안전성에 대한 우려가 많아 실용화에 대한 문제점으로 나타나고 있어 방사선 조사식품에 대한 폭넓은 연구가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 주요 잡곡 중 하나인 옥수수에 방사선 조사를 한 후 저장 동안 조사선량에 따른 옥수수의 이화학적, 미생물적, 관능적 특성의 변화를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 및 방사선 조사

실험에 사용된 시료는 1996년 국내산(예천종)으로 농협에서 구입하였다. 옥수수는 1kg씩 폴리에틸렌 백에 포장하여 ⁶⁰Co로 감마선 조사를 하였으며(그린피아 기술(주)), 조사처리 후 흡수선량을 분석하였다. 흡수선량의 확인은 Harwell Gamma Cr YR PMMA Dosimeter Batch 6, Harwell Amber Perspex Dosimeter Type 3042 Batch H, Harwell Red Perspex Dosimeter Type 4034 Batch CV로 하였으며, 흡수선량은 각각 1.2, 10.1, 30.5 kGy로 확인되었다. 감마선 조사된 시료는 비조사 대조시료와 함께 25°C, 50% 상대습도의 바이오 인큐베이터(SW-90B, Sang Woo Scientific Co.)에 보관하면서 40일 간격으로 분석하였다. 시료는 분석시 Waring blender로 분쇄하여 사용하였다.

2. 실험 방법

(1) 수분과 조지방 함량

옥수수의 수분함량은 105°C 상압가열 건조법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법을 이용하여 분석하였다¹⁸⁾.

(2) 산가(acid value)

Soxhlet 장치를 이용하여 시료 10g에서 추출된 지방¹⁹⁾에 benzene:ethanol(1:1, v/v)용액 30 ml를 가해 지방을

용해시킨 후 포화 NaCl 용액 10 ml와 1% phenolphthalein 용액 2~3방울을 가하여 0.1 N KOH-ethanol로 중화적정하여 산가를 계산하였다¹⁹⁾.

(3) TBA(thiobarbituric acid)

생성된 TBA는 Turner 등²⁰⁾의 방법을 수정하여 흡광도로 측정하였다. 즉 마쇄한 시료 2.5 g을 취하여 50 ml 원심분리관에 넣은 후 2 M의 phosphoric acid에 용해한 20% trichloroacetic acid 10 ml와 0.01 M 2-thiobarbituric acid 10 ml를 가하여 100°C 수조에서 교반하면서 30분간 가열한 다음 얼음조에서 10분간 냉각시키고 여기에 isoamyl alcohol:pyridine(2:1, v/v) 혼합용액 15 ml를 가하여 2분간 강하게 흔들어서 주고 2400 rpm에서 15분간 원심분리한 뒤 spectrophotometer(Beckman DU-650, USA)를 이용하여 538 nm에서 흡광도를 측정하였다.

(4) 미생물 검사

시료 10 g에 멸균된 0.1% peptone 용액 90 ml를 가하여 Stomacher(Model 400, Seward, England)로 3분간 균질화시킨 뒤 그 상등액을 시험액으로 사용하였다. Total plate count법²¹⁾에 따라 plate count agar(Acumedica, USA)에 희석한 시험액을 접종하고 증온성균은 35°C에서 48시간 동안, 저온성균은 4°C에서 7일간 배양한 뒤 colony수를 계수하여 CFU(colony forming unit)/g을 산출하였다. 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Acumedica, USA)에 멸균된 10% tartaric acid를 넣어 pH를 3.5로 맞춰 희석용액을 접종한 뒤 30°C에서 3일간 배양하여 colony수를 계수하였다.

(5) 색도 측정

시료의 색도는 색차계(Model whiteness checker RF-1, Nippon Denshoku Kogyo Co., Japan)를 사용하여 Hunter scale에 의한 L, a, b 값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준백판은 L값이 90.5, a값이 0.7, b값이 3.0이었다.

(6) 관능검사

훈련된 패널 5명에게 뚜껑이 있는 petri dish에 시료를 담아 제공한 뒤 시료의 냄새에 대하여 15cm 선척도를 사용하여 QDA(Quantitative Descriptive Analysis)^{22,23)}에 의해 평가하도록 하였으며 평가결과는 SAS(Statistical Analysis System)을 이용하여 분석하였다^{24,25)}.

III. 결과 및 고찰

1. 옥수수의 수분과 조지방 함량 변화

저장기간에 따른 감마선 조사군과 비조사군의 수분함량 변화는 Fig. 1과 같다. 감마선 조사 직후 옥수수의 수분함량은 감마선 조사선량에 의해 유의적인 변화를 보

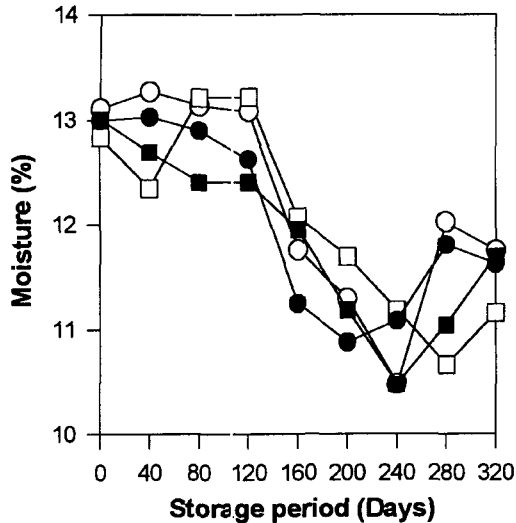


Fig. 1. Moisture content in the gamma-irradiated corns during the storage at 25°C. (○: 0 kGy, ●: 1.2 kGy, □: 10.1 kGy, ■: 30.5 kGy).

이지 않았다. Sabularse 등²⁶⁾도 현미의 수분함량이 감마선 조사선량에 영향을 받지 않았다고 보고하였다. 저장기간에 따른 수분함량의 변화는 120일부터 비조사군과 조사군의 수분함량이 모두 감소하기 시작하여 감마선 조사 직후 옥수수의 수분함량은 12.8~13.1%이었으나 저장 320일째에는 11.1~11.7%로 약 1.4~2.0% 정도 감소하였다. Saio 등¹⁹⁾은 25°C, 60% 상대습도에서 6개월 동안 저장한 대두의 수분함량이 10.61%에서 9.7%로 감소하였으나 25°C, 80% 상대습도에서 저장한 경우에는 14.8%로 증가하였다고 보고하였다. 따라서 저장 중 곡류의 수분함량은 상대습도에 의한 영향이 큰 것으로 생각되며, 본 실험의 경우 상대습도가 비교적 낮은 50%로 저장하였기 때문에 저장 중 수분함량이 감소한 것으로 사료된다. 저장기간에 따른 감마선 조사군과 비조사군의 조지방

Table 1. Crude lipid content in the gamma-irradiated corns during the storage at 25°C (%)

Storage period (days)	Dose (kGy)			
	0	1.2	10.1	30.5
0	3.10	3.05	3.11	3.17
40	3.52	3.42	3.37	3.26
80	3.91	3.91	3.55	3.47
120	3.60	4.59	3.52	3.66
160	3.98	3.96	3.43	3.63
200	3.77	3.58	3.35	3.55
240	4.08	3.53	2.84	3.65
280	3.51	3.63	3.44	3.75
320	3.59	3.97	3.30	3.52

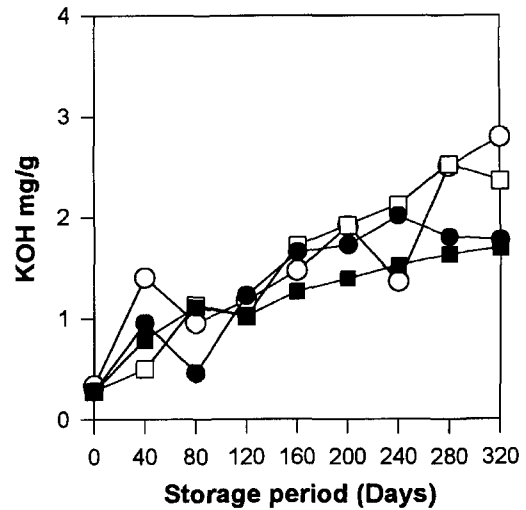


Fig. 2. Acid value in the gamma-irradiated corns during the storage at 25°C. (○: 0 kGy, ●: 1.2 kGy, □: 10.1 kGy, ■: 30.5 kGy).

함량 변화는 Table 1과 같다. 옥수수의 조지방 함량은 감마선 조사 직후 조사선량에 의해 뚜렷한 변화를 보이지 않았으나, 저장기간이 경과함에 따라 다소 증가하였다. 이는 잡곡류의 수분함량이 저장기간 동안 감소하여 지방 함량이 상대적으로 증가되었기 때문으로 생각된다.

2. 산가의 변화

저장기간에 따른 감마선 조사군과 비조사군의 산가 변화는 Fig. 2와 같다. 조사 직후 옥수수의 비조사군과 조사군간에 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타나 1, 10, 25 kGy로 감마선 조사된 곡류의 산가가 증가되지 않았다는 보고⁷⁾와 같은 경향을 나타내었다. 한편 저장기간이 경과함에 따라 산가는 증가하여 저장 중 옥수수의 지방이 산패되고 있음을 보여주었다.

3. TBA의 변화

저장기간에 따른 감마선 조사군과 비조사군의 TBA의 변화는 Fig. 3과 같다. 감마선 조사 직후 감마선 조사군은 비조사군에 비해 조사선량이 증가함에 따라 TBA가 증가하는 것으로 나타났다. 감마선 조사는 지방질에 미치는 영향이 큰 것으로 알려져 있는데 감마선 조사에 의해 생성된 유리기는 유지의 자동산화에 크게 관여하고 조사 전후 산소의 존재는 지방질 산패를 촉진시키는 것으로 보고되고 있다²⁷⁾. 저장기간에 따른 TBA의 변화를 보면 비조사군과 조사군 모두 저장 중기인 120일경부터 TBA가 증가하기 시작하였다. 10.1 kGy 조사군과 30.5 kGy 조사군은 옥수수의 TBA가 비조사군이나 1.2 kGy 조사군

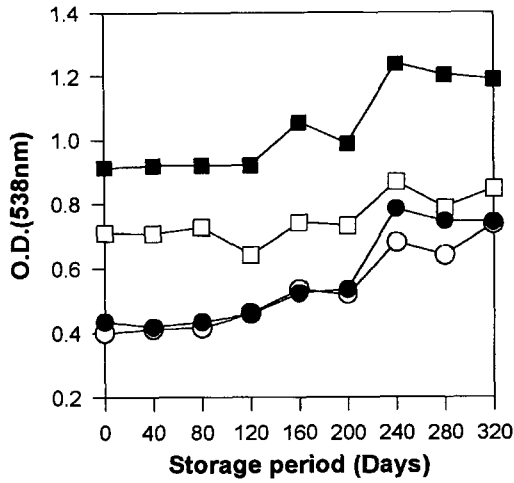


Fig. 3. Absorbance for TBA in the gamma-irradiated corns during the storage at 25°C. (○: 0 kGy, ●: 1.2 kGy, □: 10.1 kGy, ■: 30.5 kGy).

에 비해 증가하였으며 저장기간 동안 비조사군에 비해 1.4~2.2배 증가함으로써 10.1 kGy 이상의 조사선량이 옥수수 지방의 산패를 촉진하여 저장 중에도 계속해서 산패가 진행되고 있음을 확인하였다. 이러한 경향은 변동²⁸⁾이 스피루나와 다시마 분말에 감마선 조사를 하였을 때 TBA가 조사선량과 저장기간에 비례하여 증가했다는 보고와 유사하였다.

4. 미생물 검사

저장 중 감마선 조사군과 비조사군의 미생물 수의 변

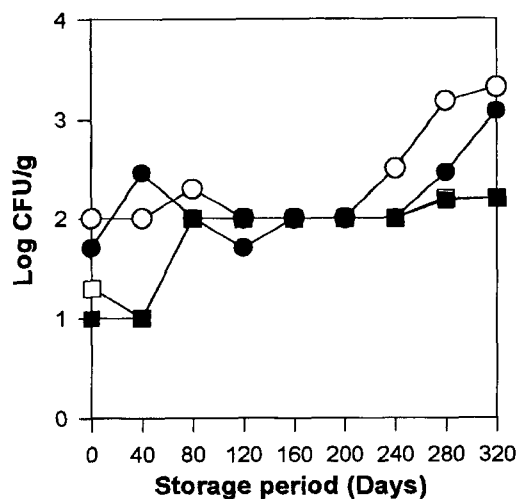


Fig. 4. Psychrophilic microorganisms in the gamma-irradiated corns during the storage at 25°C. (○: 0 kGy, ●: 1.2 kGy, □: 10.1 kGy, ■: 30.5 kGy).

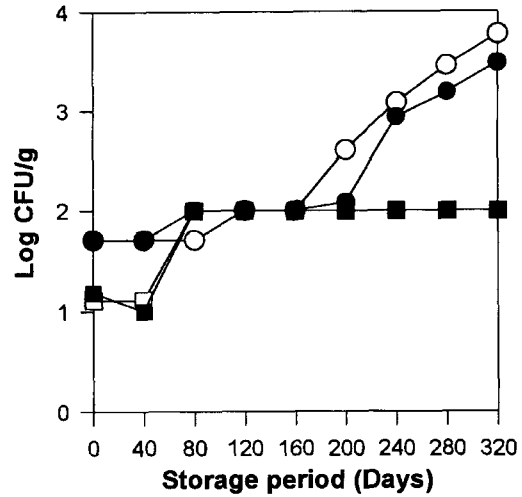


Fig. 5. Mesophilic microorganisms in the gamma-irradiated corns during the storage at 25°C. (○: 0 kGy, ●: 1.2 kGy, □: 10.1 kGy, ■: 30.5 kGy).

화는 Fig. 4~Fig. 6과 같다. 조사 직후 옥수수의 저온성균 수는 감마선 조사선량에 비례하여 감소하였고 저장후기(240~320일)에는 모든 실험군의 저온성균 수가 초기보다 증가하였으며 비조사군과 1.2 kGy 조사군의 저온성균 수가 10.1 kGy 조사군이나 30.5 kGy 조사군에 비해 높은 것으로 나타났다. 중온성균 수도 비조사군과 1.2 kGy 조사군에서 10.1 kGy 조사군이나 30.5 kGy 조사군보다 높았으며, 비조사군과 1.2 kGy 조사군에서는 저장동안 중온성균 수가 증가하였으나 10.1 kGy 조사군과 30.5

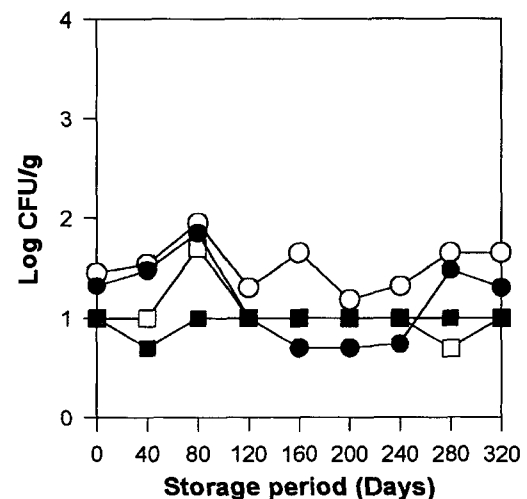


Fig. 6. Yeasts and molds in the gamma-irradiated corns during the storage at 25°C. (○: 0 kGy, ●: 1.2 kGy, □: 10.1 kGy, ■: 30.5 kGy).

Table 2. Hunter's color value in the gamma-irradiated corn during the storage at 25°C

Color	Dose (kGy)	Storage period (days)								
		0	40	80	120	160	200	240	280	320
L	0	^a 81.73±0.12 ^{bc}	^a 80.27±2.29 ^{cd}	^a 78.97±0.32 ^d	^a 78.73±0.29 ^d	^a 79.20±0.87 ^d	^b 79.17±0.12 ^d	^a 84.67±0.21 ^a	^a 79.00±0.56 ^d	^a 82.20±0.52 ^b
	1.2	^a 81.50±0.62 ^b	^a 78.10±0.92 ^d	^a 79.13±0.21 ^c	^a 78.43±0.35 ^{cd}	^a 78.47±0.06 ^{cd}	^a 87.99±0.61 ^a	^b 81.93±0.46 ^b	^a 79.37±0.65 ^c	^b 81.20±0.53 ^b
	10.1	^a 82.10±0.62 ^b	^a 78.33±0.47 ^d	^b 77.87±0.45 ^{de}	^b 77.57±0.68 ^{de}	^b 77.97±0.80 ^{de}	^a 87.20±0.87 ^a	^c 81.03±0.38 ^b	^a 78.50±0.46 ^c	^c 77.17±0.21 ^c
	30.5	^a 80.53±1.55 ^b	^a 77.7±0.20 ^d	^b 77.33±0.38 ^d	^b 78.27±0.49 ^d	^b 78.33±0.31 ^d	^a 86.67±1.59 ^a	^{bc} 81.50±0.52 ^b	^a 78.57±0.91 ^c	^b 81.30±0.44 ^b
a	0	^a 2.73±0.21 ^a	^a 1.37±0.20 ^c	^b 1.07±0.2 ^c	^c 1.70±0.20 ^c	^b 1.07±0.17 ^c	^b 1.13±0.21 ^c	^c 0.07±0.26 ^d	^b 1.67±0.26 ^c	^c 2.6±0.14 ^a
	1.2	^a 2.77±0.25 ^a	^a 1.40±0.20 ^d	^b 1.07±0.12 ^d	^{bc} 1.53±0.12 ^c	^b 1.23±0.12 ^{cd}	^b 1.27±0.29 ^{cd}	^b 2.47±0.05 ^b	^c 1.17±0.24 ^{cd}	^b 3.13±0.17 ^a
	10.1	^a 2.73±0.38 ^{bc}	^a 1.70±0.17 ^d	^a 1.60±0.52 ^d	^a 2.17±0.35 ^{de}	^a 1.93±0.41 ^{de}	^a 2.47±0.25 ^{cd}	^a 3.23±0.12 ^b	^b 1.73±0.05 ^c	^a 3.83±0.21 ^a
	30.5	^a 3.17±0.47 ^a	^a 2.10±0.44 ^b	^a 2.10±0.10 ^b	^a 1.83±0.15 ^b	^a 1.97±0.09 ^b	^a 2.00±0.45 ^b	^a 3.13±0.09 ^b	^a 2.37±0.19 ^b	^a 3.27±0.12 ^a
b	0	^a 26.43±0.49 ^a	^a 26.77±3.16 ^a	^a 24.20±0.17 ^{bc}	^a 24.20±0.78 ^{bc}	^a 24.03±0.65 ^{bc}	^a 23.90±0.46 ^{bc}	^a 25.50±0.35 ^{ab}	^a 21.47±0.25 ^d	^a 22.63±0.42 ^{cd}
	1.2	^a 26.07±0.12 ^a	^a 24.23±0.55 ^{bc}	^a 24.23±0.21 ^{bc}	^a 23.97±0.35 ^{bc}	^a 23.53±0.31 ^{cd}	^a 22.43±0.12 ^c	^b 24.37±0.21 ^b	^a 22.50±0.75 ^c	^a 23.03±0.45 ^c
	10.1	^b 22.90±0.10 ^a	^b 22.80±0.26 ^{ab}	^b 22.60±0.10 ^{abc}	^b 22.33±0.35 ^{abc}	^b 22.03±0.50 ^{bc}	^c 20.33±0.06 ^d	^c 22.77±0.40 ^{ab}	^a 21.87±0.96 ^c	^c 20.23±0.32 ^d
	30.5	^b 22.83±0.61 ^a	^b 21.70±0.10 ^a	^c 21.9±0.36 ^a	^b 22.17±0.38 ^a	^b 21.60±0.66 ^a	^{bc} 21.4±2.03 ^a	^c 22.47±0.25 ^a	^a 20.93±0.25 ^a	^b 21.43±0.35 ^a

Means±SEM. Each value was the average of triplicate determinations.

^{a-c}Means with different superscript are significantly different (p<0.05).

^{**}Duncan's multiple range test for irradiation dose level (column).

^{**}Duncan's multiple range test for storage period (row).

Table 3. Sensory evaluation of the gamma-irradiated corns during the storage at 25°C

Characteristics	Dose (kGy)	Storage period (days)								
		0	40	80	120	160	200	240	280	320
Fresh corn odor	0	3.38 ^a	7.30	6.52	6.26	5.92	4.32 ^b	7.06	6.98	5.84
	1.2	3.42 ^b	4.88	4.78	8.20	6.12	6.62 ^{ab}	7.02	7.54	6.74
	10.1	7.36 ^a	8.68	7.62	9.76	7.48	9.00 ^a	6.08	6.02	6.70
	30.5	10.12 ^a	7.84	9.42	8.28	8.34	9.20 ^a	5.62	7.66	6.76
Raw corn odor	0	4.08	4.90	5.18	2.98	5.24	3.94	4.00	7.28	6.06
	1.2	3.26	5.10	4.42	6.44	5.36	7.58	4.16	6.74	5.56
	10.1	5.22	6.30	6.30	7.86	6.06	6.82	3.16	6.50	7.24
	30.5	6.24	5.18	7.30	8.18	6.30	6.12	4.78	4.34	4.94
Acidic odor	0	4.00	3.64	2.74	3.42	5.36	4.70	3.62	5.82	6.20
	1.2	4.50	4.44	3.44	5.46	2.76	6.42	1.98	4.70	5.44
	10.1	4.00	4.50	4.94	7.30	5.30	6.26	2.44	6.58	6.16
	30.5	4.20	2.92	5.72	6.56	5.44	5.52	4.04	4.68	4.06

^{**}Means with different superscript within the same column are significantly different (p<0.05).

Scale: 0=none, 15=extremely strong.

kGy 조사군에서는 저장 80일부터 거의 변화가 없었다. 따라서 옥수수에 있는 세균들이 30.5 kGy와 10.1 kGy 조사에 의해 유의적으로 감소되었고, 저장기간 동안에도 이들간의 차이는 유지되는 것으로 나타났다. 옥수수에 있는 효모 및 곰팡이의 초기 오염도는 낮아 모든 군이 저장 중에도 크게 증가하지 않았으나 조사군이 비조사군에 비해 낮게 나타나 감마선 조사의 효과를 보였는데, 이는 변 등⁹⁾의 보고와 유사한 결과이었다.

5. 색도의 변화

저장기간 동안 감마선 조사선량에 따른 옥수수의 색도 측정 결과는 Table 2와 같다. 감마선 조사 직후 옥수수의 L값(lightness)과 a값(redness)은 조사군과 비조사군 사이에 유의적인 차이가 없었으나 b값(yellowness)은 10.1 kGy 조사군과 30.5 kGy 조사군에서 낮게 나타났다. 저장초기에 비해 저장기간 동안 비조사군과 조사군의 L값은 대체로 감소하였고 30.5 kGy 조사군을 제외한 모든 실험군에서 b값도 감소하여 옥수수의 색이 어두워지고 노란색이 없어지는 것으로 나타났다. Deák 등³⁰⁾도 감마선 조사한 옥수수를 16일간 저장하는 동안 L값이 감소하였으며, 저장 중 옥수수의 색이 어두워진다고 보고하여 본 실험 결과와 일치함을 보여 주었다. 한편 저장기간 중 a값과 b값에서는 비조사군과 1.2 kGy 조사군은 유의적 차이를 보이지 않는 것으로 나타나 1.2 kGy 조사는 옥수수의 색에 큰 영향을 주지 않았으나 10.1 kGy와 30.5 kGy 조사는 옥수수의 색에 변화를 주는 것으로 나타났다.

6. 관능검사

옥수수의 냄새에 대해 관능검사를 실시한 결과는 Table 3과 같다. 옥수수의 비린내(raw corn odor)와 시큼한 냄새(acidic odor)는 감마선 조사선량과 저장기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 신선한 옥수수 냄새(fresh corn odor)는 조사 직후와 저장 200일째에만 조사군과 비조사군 사이에 유의적인 차이를 보였고, 저장기간에 따라서는 유의적인 변화를 나타내지 않아 실제 방사선 조사식품에서 우려하고 있는 이취의 발생은 10.1 kGy 이하 조사시 옥수수의 경우 큰 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

생물적, 관능적 특성의 변화를 조사하였다. 수분함량은 저장기간이 경과함에 따라 감소하였고, 조지방 함량은 증가하였다. 산가는 비조사군과 조사군간에 뚜렷한 차이는 없었으나 저장기간이 경과함에 따라 증가하였으며, TBA는 조사선량과 저장기간에 비례하여 증가하였다. 옥수수의 저온성균과 중온성균 수에서는 비조사군과 1.2 kGy 조사군이 10.1 kGy 조사군과 30.5 kGy 조사군에 비해 저장후기에 증가하였고, 효모와 곰팡이 수는 저장기간 동안 비조사군이 조사군에 비해 높게 나타났다. 색도의 변화에서 저장기간이 경과함에 따라 비조사군과 조사군의 L값은 대체로 감소하였고, 30.5 kGy 조사군을 제외한 모든 실험군에서의 b값은 감소하였다. 관능검사에서는 신선한 옥수수 냄새가 조사 직후와 저장 200일째에만 조사군과 비조사군 사이에 유의적인 차이를 보였고, 옥수수의 비린내와 시큼한 냄새는 조사선량 및 저장기간에 따라서 유의적인 변화를 나타내지 않았다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 한국학술진흥재단 학제간 연구지원사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김동연, 권통주, 양희천, 윤형식: 식품화학. 영지문화사, pp. 459-479(1995).
2. Newman, R.K., Lewis, S.E., Newman, C.W., Boik, R.J. and Ramage, R.I.: Hypocholesterolemic effects of barley foods on healthy men. *Nutr. Rep. Inst.*, **34**: 749(1989).
3. Swinkles, J.J.M.: Sources of starch, its chemistry and physics. In *Starch Conversion Technology*, Van Beynum, G.M.A. and Roles, J.A. (ed), Marcel Dekker, Inc., New York, p. 18(1985).
4. 이신경, 신말식: 아밀로오스 함량이 다른 산처리 옥수수전분의 형태학적 특성. *한국식품영양과학회지*, **26**(6): 1086(1997).
5. 약물 식물학 연구회: 약물식물학개론. 진명출판사, p. 82(1981).
6. 이창복: 식물도감. 향문사, p. 127(1980).
7. Hanis, T., Mnukova, J., Jelen, P., Klir, P., Perez, B. and Pesek, M.: Effect of gamma irradiation on survival of natural microflora and nutrients in cereal meals. *Cereal Chem.*, **65**(5): 381(1988).
8. Khattak, A.B. and Klopfenstein, C.F.: Effects of gamma irradiation on the nutritional quality of grain and legumes. I. Stability of niacin, thiamin, and riboflavin. *Cereal Chem.*, **66**(3): 169(1989).

IV. 요약

옥수수에 1.2 kGy·10.1 kGy·30.5 kGy의 감마선 조사 처리를 하여 비조사 대조시료와 함께 25°C, 50% 상대습도에서 보관하면서 40일 간격으로 이들의 이화학적, 미

9. 변명우, 강일준, 권중호, 이수정, 김성곤: 옥수수 전분추출 공정개선을 위한 감마선 이용. *한국식품과학회지*, **27**(1): 30(1995).
10. WHO: Wholesomeness of irradiated food. Report of a joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Technical Report Series-659, 34(1981).
11. Loaharanu, P.: 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(1995).
12. Loaharanu, P.: Status and prospects of food irradiation, *Food Technol.*, **48**(5): 124(1994).
13. WHO: Review of the safety and nutritional adequacy of irradiated food. p. 19-29(1992).
14. 권중호, 정형욱: Food irradiation의 과학적 근거와 연구 과제. *식품과학과 산업*, **31**(2): 31(1998).
15. Loaharanu, P.: Acceptance and trading on irradiated foods-international developments of food irradiation and consumer acceptance of irradiated food. Paper presented at the 4th CAFST Seminar, Korea Univ., Seoul, Korea, 30 April(1998).
16. 권중호: 식품조사의 국제적 허가현황 및 실용화 전망. *식품공업*, **133**: 18(1996).
17. 보건복지부: 식품공전, p. 100(1997).
18. AOAC: Official Methods of Analysis, 16th ed., Association of Official Analysis Chemists, Washington, D. C.(1995).
19. Saio, K., Nikkuni, I., Ando, Y., Otsuru, M., Terauchi, Y. and Kito, M.: Soybean quality changes during model storage studies. *Cereal Chem.*, **57**(2): 77(1980).
20. Turner, E.W., Paynter, W.D., Montie, E.J., Bessert, M.W., Struck, G.M. and Olsin, F.C.: Use of the 2-thiobarbituric acid reagent to measure rancidity in frozen pork. *J. Agric. Food Chem.*, **8**: 326(1954).
21. Speck, M.L.: Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 23rd ed., APHA, Washington, DC.(1992).
22. Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T.: Sensory Evaluation Techniques. CRC press Inc. p. 6-8 (1987).
23. Zook, K. and Wessman, C.: The selection and use of judges for descriptive panels. *Food Technol.*, **31**: 56 (1977).
24. SAS Institute Inc.: SAS user's guide, 5th ed., Cary, NC. USA(1985).
25. SAS Institute Inc.: SAS procedures guide, Release 6.03 ed., Cary, NC, USA(1988).
26. Sabularse, V.C., Liuzzo, J.A., Rao, R.M. and Grodner, R.M.: Physicochemical characteristics of brown rice as influenced by gamma irradiation. *J. Food Sci.*, **57**(1): 143(1992).
27. 이현자, 김정옥, 육홍선, 변명우: 감마선 조사된 대두의 이화학적 품질 특성. *한국식품과학회지*, **28**(3): 558(1996).
28. Diehl, J.F.: Safety of irradiated foods. Macel Dekker Inc., New York, pp. 195-208(1995).
29. 변명우, 육홍선, 권오진, 조성기, 이성희: 오존처리와 감마선 조사가 스프루나와 다시마 분말의 품질특성에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **29**(4): 764(1997).
30. Deák, T., Heaton, E.K., Hung, Y.C. and Beuchat, L.R.: Extending the shelf life of fresh sweet corn by shrink-wrapping, refrigeration, and irradiation. *J. Food Sci.*, **52**(6): 1625(1987).

(1999년 4월 8일 접수)