

Electron Beam 조사가 인삼분말의 색도 및 관능적 품질에 미치는 영향

이미경 · 권중호 · 도재호¹

경북대학교 식품공학과, ¹한국인삼연구회
(1998년 8월 8일 접수)

Effects of Electron-Beam Irradiation on Color and Organoleptic Qualities of Ginseng Powders

Mi-Kyung Lee, Joong-Ho Kwon and Jae-Ho Do¹

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea
¹Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea

(Received August 8, 1998)

Abstract : Electron beam, electrically produced from an electron accelerator, was compared with gamma energy in terms of its influence on color and organoleptic qualities of ginseng powders when exposed to the energy used for their microbial decontamination. Hunter color L and b values were suitable for measuring color characteristics of ginseng powders, which were not significantly changed by the exposure to 5 to 7.5 kGy electron beam and gamma energy. Fifty percent ethanol extracts of irradiated ginseng powders at 10 kGy showed negligible differences from the non-irradiated control in the pattern of absorption spectra at 280~800 nm, but showed increased values in overall color difference (ΔE) as compared with powdered samples. Irradiation more than 10 kGy and storage at ambient temperature for 4 months caused browning of powdered samples. Irradiation at more than 10 kGy of electron beam was found a critical level to bring about appreciable changes ($p < 0.05$) in organoleptic qualities such as color and odor of sterilized samples, and red ginseng powder was more susceptible than white one to organoleptic changes by irradiation.

Key words : Ginseng powders, electron beam, gamma irradiation, color, organoleptic quality.

서 론

고려인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 2000년 이상의 역사를 지니고 있는 고귀한 생약재로 이용되어 왔으며, 다양한 효능이 점차 입증됨에 따라 세계적으로 약용 및 건강식품으로 널리 활용되고 있다. 인삼제품은 크게 수삼, 백삼, 홍삼과 이들의 가공제품으로 구분된다.¹⁾ 수삼은 가공하지 않은 상태이나 백삼은 4년근 이상의 수삼을 원료로 하여 표피를 제거하거나 제거하지 않고 그대로 건조·가공한 원형유지 인삼제품이다. 또한 홍삼은 4~6년근 수삼을 증삼,

건조 등의 과정을 거쳐 수분함량이 12.5~13.5%가 되도록 가공한 고부가 인삼제품이라 할 수 있다. 그 밖에 인삼제품은 분말, 액상 등 여러 종류의 가공제품들이 제조되고 있으며, 위생적이고 경쟁력있는 제품 생산이 요구되고 있다.^{1,3)}

고품질의 인삼제품을 생산하기 위해서는 다양한 가공기술이 필요하지만, 특히 분말제품의 경우에는 효과적인 살균·살충 기술이 요구되고 있다. 지금까지 인삼을 포함한 건조식품의 살균·살충에는 ethylene oxide(EO), methyl bromide(MB), aluminum phosphide(phosphine) 등의 훈증방법이 대부분 이용

되어 왔으며,⁴⁾ 1995년부터는 인삼(제품)에 대하여 감마선(7 kGy 이하) 조사가 국내에서 허가되었다.⁵⁾ 그러나 이상의 화학훈증제들은 안전성에 문제점이 지적되어 사용이 일부 금지되었으며, 기술적 측면에서도 살균조작의 복잡성, 포장된 제품의 살균효과 불완전, 재포장에 따른 2차오염 가능성, 품질에 대한 영향 등의 문제점을 내포하고 있다.^{6,7)} 그리고 감마선 조사 방법이 현재 개발되어 부분적으로 활용되고 있지만 보편적인 실용화를 위해서는 소비자 수용성 증대를 위한 많은 노력이 요구되고 있다.^{8,9)}

따라서 본 실험에서는 전자선 에너지(electron beam)를 이용하여 인삼분말의 살균기법을 연구할 목적으로 인삼분말에 electron beam과 비교구로써 감마선을 조사시켜 살균선량 범위에서 인삼분말의 색도와 관능적 품질에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 백삼분말은 시중에서 유통되고 있는 K社 제품이었고, 홍삼분말은 한국담배인삼공사의 실험용 제품이었다. 이들 시료의 수분함량은 백삼분말 9.7%, 홍삼분말 3.8% 수준이었다.

2. 살균처리 및 저장

인삼분말 시료의 살균을 위한 전자선 조사는 전보¹⁰⁾와 같이 electron-beam processing facility(model ELV-4, 1 MeV)를 이용하여 시료 두께 4 mm 이하, 가속전류 3.13~9.40 mA, beam dimension 98 cm (length)×7.5 cm(width), table speed 10~20 m/min로 하여 실온에서 일정한 선량률(0.63 Gy/sec)로 총 흡수선량이 2.5~15 kGy(±3.4%)가 되도록 하였으며, 흡수선량은 CTA(cellulose triacetate) dosimeter를 사용하여 확인하였다. 또한 감마선 조사는 ⁶⁰Co 조사시설을 이용하여 실온에서 일정한 선량률로 2.5~15 kGy(±5.0%)의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량은 ceric cerous dosimeter로 확인하였다. 이상의 방사선 조사 시료는 비조사 대조시료와 함께 PVC 용기(약 200 ml)에 밀봉하여 4개월간 실온에 보관하면서 색도 및 관능적 품질평가지험에 사용하였다.

3. 기계적 색도 측정

인삼분말의 살균을 위한 electron beam과 감마선 조사된 시료의 색도는 분말과 에탄올 추출물로 구분

하여 5회 반복 측정하였다. 분말의 색도는 Hunter 색차계(Hunter Lab., USA. model D25 Optical Sensor)를 사용하여 분말 그 자체에 대한 Hunter color parameter(L, a, b, ΔE)를 측정하였으며, 이 때 표준백판의 L, a, b 값은 각각 90.6, 0.4 및 3.3이었다. 그리고 50% 에탄올 추출물¹¹⁾의 색도측정을 위해서는 시료분말 1 g에 50% ethanol 10 ml를 가하여 실온에서 24시간 추출한 후 원심분리(5000 rpm, 20 min)하여 얻은 상층액¹²⁾에 대하여 Minolta Chromameter CT-210에 의해 Hunter color parameter(L, a, b, ΔE)를 각각 측정하였다. 이때 사용된 standard(distilled water)의 L, a, b 값은 각각 100.06, -0.01 및 0.03이었다.

4. 흡광스펙트럼 및 갈변도 측정

인삼분말의 살균을 위하여 이용된 electron beam과 감마선 조사(10 kGy)가 시료의 흡광특성에 미치는 영향을 정성적으로 검토하기 위하여 파장 280~800 nm에서 흡광스펙트럼을 측정하였다. 또한 살균처리된 분말시료의 갈변도를 측정하기 위하여 상기 에탄올 추출물¹¹⁾의 흡광도를 420 nm에서 spectrophotometer(Hewlett Packard 8452A Diode Array)를 이용하여 측정하였다.¹³⁾

5. 관능적 품질평가

Electron beam과 감마선이 조사된 시료의 관능적 품질 차이를 확인하기 위하여 전보¹⁰⁾에서 인삼분말의 살균선량범위로 밝혀진 5 kGy와 10 kGy로 구분하여 무처리 대조시료와 함께 선발된 8명의 평가요원에게 분말의 냄새와 전반적인 색상을 평가하게 하였다. 이때 평가방법은 다시료 비교법(multiple comparison test)에 의하였고 시료간의 검사결과는 분산분석과 Duncan 다범위 검정에 의해 유의성을 검정하였다.¹⁴⁾

결과 및 고찰

1. 시료의 기계적 색도

Electron beam과 감마선 조사에 의해 살균된 인삼분말의 색도 변화를 확인하기 위하여 분말 및 에탄올 추출물에 대한 Hunter color parameter L, a 및 b값을 측정하여 보았다. 먼저 백삼분말의 기계적 색도를 살균 직후와 실온저장 4개월 후에 측정해 본 결과는 Table 1과 같다. 분말의 명도(L값)에서 electron beam 조사시에는 15 kGy까지도 변화가 없었다. 적색

Table 1. Changes in Hunter color values of electron beam (EB) and gamma ray (GR) irradiated white ginseng powder during storage at room temperature

Color parameter ¹⁾	Storage period (month)	Energy type	Irradiation dose (kGy)					
			0	2.5	5	7.5	10	15
L	0	EB	77.83	77.34	77.63	77.32	77.37	77.09
		GR	77.83	77.25	77.07	77.15	76.54	75.98
	4	EB	77.78	77.44	77.78	77.72	77.12	76.72
		GR	77.78	77.71	77.92	77.78	77.35	76.23
a	0	EB	0.37	0.37	0.37	0.48	0.51	0.23
		GR	0.37	0.26	0.27	0.55	0.64	0.60
	4	EB	-0.42	-0.37	-0.52	-0.50	-0.47	-0.35
		GR	-0.42	-0.12	-0.09	-0.15	-0.03	-0.02
b	0	EB	17.84	18.09	18.54	17.86	18.12	18.32
		GR	17.84	18.09	18.54	17.86	18.12	18.32
	4	EB	18.95	19.20	18.90	19.25	19.52	19.57
		GR	18.95	19.02	19.12	19.21	19.49	19.15
ΔE	0	EB	0	0.55	0.73	0.52	0.56	0.89
		GR	0	0.64	0.73	0.69	0.56	0.89
	4	EB	0	0.42	0.11	0.32	0.87	1.12
		GR	0	0.32	0.40	0.37	0.79	1.61

¹⁾ L; degree of whiteness (white+100 ↔ 0 black), a; degree of redness (red+100 ↔ -80 green), b; degree of yellowness (yellow+70 ↔ -80 blue), ΔE ; overall color difference ($\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$)

도(a값)와 황색도(b값)는 고선량 조사구에서 다소 변화되는 듯 하였으나 10 kGy 조사구까지는 감각적인 차를 NBS(National Bureau of Standards)¹⁵⁾ 색차(ΔE)로 나타내었을 때 아주 조금(~0.5, trace) 또는 조금(0.5~1.5, slight)의 수준이었다. 감마선 조사의 경우에는 10 kGy 이상 조사구부터 명도의 감소, 적색도 및 황색도의 증가현상이 조금 수준으로 나타났다. 이와 같은 결과에서 볼 때 10 kGy 이하의 electron beam이나 감마선 조사는 분말의 색도에 전혀 변화를 가져오지 않는다고 말할 수 있다. 살균처리된 시료를 실온에서 4개월간 저장한 후에는 명도와 황색도는 거의 변화가 없었으나 적색도는 red에서 green 쪽으로 약간의 변화를 나타내었다. 저장에 따른 이 같은 색도의 변화는 아주 미미한 것으로써 10 kGy 이하의 선량에서는 electron beam이나 감마선 모두 안정한 것을 확인하였다. 이상의 결과는 Cho 등¹⁶⁾의 감마선 조사 백삼분말에 대한 연구결과와 유사한 경향이며, 따라서 살균을 위한 전자파 방사선은 백삼분말의 색도에 거의 영향을 미치지 않으나 10 kGy나 ethylene oxide처리된 시료의 색도는 저장기간에 따라 영향을 받게됨을 알 수 있었다.

홍삼분말에서는 Table 2와 같이 electron beam 처리에 의해 명도와 황색도는 거의 변화되지 않았으나

적색도는 7.5 kGy 이상 조사선량에서는 다소 증가됨을 확인하였다. 이와 같은 경향은 감마선 조사구에서도 유사하게 나타나, 전반적인 색차(ΔE)는 electron beam처리구가 0.76~1.36, 감마선 조사구가 0.48~1.48 수준으로 감각적인 차이는 조금(slight) 수준이었다. 실온에서 4개월간 저장한 다음의 색도를 측정해 본 결과, 명도와 황색도는 Table 2에서와 같이 거의 변화가 없었으나 적색도는 red에서 green으로 다소 변화된 값을 보였다. 그러나 살균에 필요한 7.5 kGy 이하의 선량에서는 ΔE 값이 1.5를 넘지 않아 감각적인 차이가 거의 무시할 수 있는 수준임을 알 수 있었다.

일반적으로 건조식품의 살균처리는 식품의 고유한 색택을 변화시킬 수 있으며, 고선량의 감마선 조사도 식품의 색도에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.¹⁷⁾ 그러나 본 실험에서 나타난 바와 같이 살균선량 범위의 electron beam이나 감마선 조사는 인삼분말의 기계적 색도에 거의 영향을 미치지 않으나, 포장 및 저장 조건에 따라 차이는 있겠으나 저장기간은 인삼분말의 색도 변화에 중요한 요인이 될 수 있음을 시사하였다.^{16,18)}

한편 electron beam과 감마선 조사된 인삼분말을 처리 직후와 저장 4개월 후에 각각 50% 에탄올로 추

Table 2. Changes in Hunter color values of electron beam (EB) and gamma ray (GR) irradiated red ginseng powder during storage at room temperature

Color parameter ¹⁾	Storage period (month)	Energy type	Irradiation dose (kGy)					
			Control	2.5	5	7.5	10	15
L	0	EB	74.28	73.61	73.19	73.40	73.03	73.08
		GR	74.28	73.81	73.15	73.60	73.14	72.85
	4	EB	74.59	74.61	74.51	73.59	73.33	73.25
		GR	74.58	74.89	74.03	74.45	74.96	74.14
a	0	EB	0.37	0.37	0.37	0.48	0.51	0.23
		GR	0.37	0.26	0.27	0.55	0.64	0.60
	4	EB	-0.77	-1.63	-1.44	-1.28	-1.32	-1.26
		GR	-0.77	-1.33	-1.23	-1.25	-1.53	-1.14
b	0	EB	17.92	17.56	17.82	17.51	17.39	17.45
		GR	17.56	17.58	17.46	17.46	17.62	17.26
	4	EB	18.63	18.84	18.79	18.94	19.51	19.06
		GR	18.63	17.44	18.87	18.66	19.12	18.66
ΔE	0	EB	0	0.76	1.09	0.98	1.36	1.30
		GR	0	0.48	1.32	0.71	1.17	1.48
	4	EB	0	0.89	0.69	1.16	1.63	1.49
		GR	0	1.35	0.76	0.50	0.98	0.81

¹⁾ L; degree of whiteness (white+100 ↔ 0 black), a; degree of redness (red+100 ↔ -80 green), b; degree of yellowness (yellow + 70 ↔ -80 blue), ΔE ; overall color difference ($\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$).

Table 3. Changes in Hunter color values of 50% ethanol extracts from electron beam (EB) and gamma ray (GR) irradiated white ginseng powder during storage at room temperature

Color parameter ¹⁾	Storage period (month)	Energy type	Irradiation dose (kGy)					
			0	2.5	5	7.5	10	15
L	0	EB	94.88	94.15	93.70	94.30	93.76	93.86
		GR	94.88	94.11	93.14	93.44	94.43	90.93
	4	EB	94.72	95.02	94.39	91.02	94.35	94.69
		GR	94.72	93.72	92.51	94.44	93.96	94.62
a	0	EB	-2.76	-2.95	-2.64	-2.62	-2.17	-2.16
		GR	-2.76	-2.94	-2.95	-2.79	-2.53	-2.44
	4	EB	-0.41	-0.36	-0.40	-0.30	-0.02	0.18
		GR	-0.41	-0.41	-0.36	-0.34	-0.15	0.09
b	0	EB	46.50	46.63	47.39	48.78	50.97	51.20
		GR	46.50	44.29	45.78	45.98	48.25	43.86
	4	EB	46.50	46.63	47.39	48.78	50.97	51.20
		GR	46.50	44.29	45.78	45.98	48.25	43.86
ΔE	0	EB	0	0.77	1.48	2.36	4.65	2.89
		GR	0	2.35	0.81	1.53	1.82	5.53
	4	EB	0	0.33	0.95	4.35	4.50	4.74
		GR	0	2.43	2.32	0.59	1.93	2.69

¹⁾ L; degree of lightness (white+100 ↔ 0 black), a; degree of redness (red+100 ↔ -80 green), b; degree of yellowness (yellow+70 ↔ -80 blue), ΔE ; overall color difference ($\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$).

출하여 그 추출물에 대하여 기계적 색도를 측정하였다. Table 3과 4에서 보는 바와 같이 방사선 처리 직후 추출물의 기계적 색도는 분말의 색도와 유사한 경향으로 명도, 적색도 및 황색도에서 큰 변화는 없었으

나 10 kGy 이상의 electron beam 조사구에서는 황색도의 증가현상이 나타났다. 실온저장 4개월 이후 명도와 황색도는 electron beam 및 감마선 처리구 모두에서 거의 변화가 없었고 적색도에서는 color

Table 4. Changes in Hunter color values of 50% ethanol extracts from electron beam (EB) and gamma ray (GR) irradiated red ginseng powder during storage at room temperature

Color parameter ¹⁾	Storage period (month)	Energy type	Irradiation dose (kGy)					
			Control	2.5	5	7.5	10	15
L	0	EB	83.48	83.61	83.38	83.14	82.92	83.03
		GR	83.48	83.69	83.59	83.49	83.52	83.59
	4	EB	85.24	87.41	87.81	87.72	86.02	86.53
		GR	85.24	87.31	87.73	87.66	87.28	86.94
a	0	EB	7.59	8.62	8.89	9.15	9.23	9.41
		GR	7.59	8.44	8.60	8.81	8.07	8.83
	4	EB	-0.41	-0.36	-0.40	-0.30	-0.02	0.18
		GR	-0.41	-0.41	-0.36	-0.34	-0.15	0.09
b	0	EB	46.08	49.01	49.30	49.87	42.92	40.03
		GR	46.08	48.27	49.01	49.04	49.24	49.15
	4	EB	49.71	52.44	53.26	53.53	54.12	54.39
		GR	49.71	52.61	53.25	54.21	53.43	54.90
ΔE	0	EB	0	3.11	3.38	4.11	3.60	6.33
		GR	0	2.36	3.10	3.20	3.20	3.31
	4	EB	0	3.49	4.38	4.56	4.50	4.89
		GR	0	3.56	4.33	5.11	4.87	5.48

¹⁾ L; degree of lightness (white+100 ↔ 0 black), a; degree of redness (red+100 ↔ -80 green), b; degree of yellowness (yellow + 70 ↔ -80 blue), ΔE; overall color difference ($\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$)

value가 선택적이지 못하여 red나 green의 명확한 값을 보여주지 않았다. 이같은 경향은 10 kGy 이상 조사군에서 크게 나타났으며, electron beam과 감마선과의 차이는 뚜렷하지 않았다. 이상과 같이 추출물의 색도를 처리구 별로 비교하여 ΔE 값으로 나타내 보면 7.5 kGy 선량 이하에서 electron beam은 0.77~2.36, 감마선은 0.81~2.35 수준으로 NBS의 감각적 차이로 구분해 보면 조금(slight, 0.5~1.5) 또는 느끼는 정도(noticeable, 1.5~3.0)의 수준으로 나타났다. 홍삼분말 추출물의 경우에는 Table 4와 같이 처리 직후 명도는 변화가 없었으나 적색도와 황색도는 증가되는 경향을 나타내었다. 이때 electron beam과 감마선 조사는 거의 차이가 없었다. 그리고 실온에서 4개월간 저장한 시료의 색도는 명도와 황색도가 다소 증가된 반면, 적색도는 (-)값을 보이면서 특이한 값을 보이지 않았다. 살균처리 직후 2.5~15 kGy 범위로 처리된 홍삼시료의 ΔE 값은 electron beam은 3.11~4.21, 감마선은 2.36~3.31범위로 electron beam 처리구에서 다소 높은 값을 보였으며, 이는 느끼는 정도(noticeable)에서 눈에 띄는 정도(appreciable)에 해당되는 색차임을 알 수 있었다. 이상과 같이 인삼분말의 에탄올 추출물에 대한 ΔE값들은 앞선 분말의

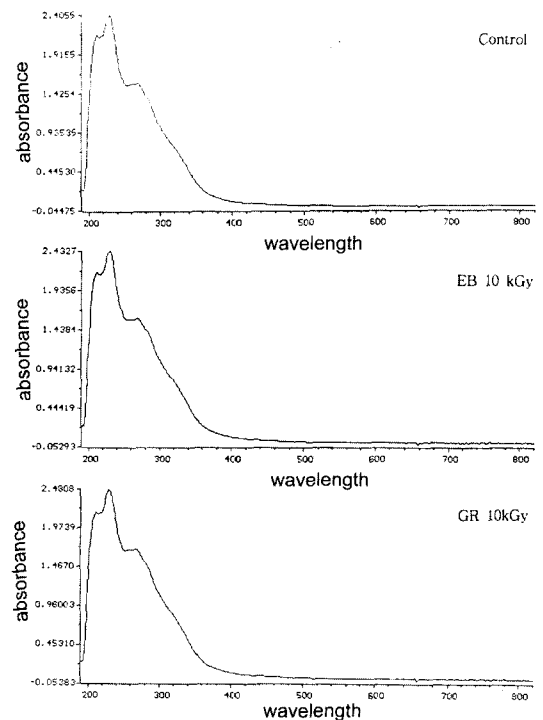


Fig. 1. UV spectrum of 50% ethanol extracts from electron beam (EB) and gamma ray (GR) irradiated white ginseng powder.

ΔE값들 보다 다소 높은 값을 알 수 있었으며, 이는 방사선 처리된 시료의 경우 용매 추출시 성분의 용출이 더 용이하다는 보고^{17,19)}와 관련지어 생각할 수 있겠다.

2. 에탄올 추출물의 흡광스펙트럼 및 갈변도

인삼분말의 살균을 위하여 처리된 electron beam과 감마선(10 kGy)이 시료의 흡광특성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 파장 280~800 nm에서 흡광스펙트럼을 측정된 결과는 Fig. 1 및 2와 같다. 백삼분말(Fig. 1)과 홍삼분말(Fig. 2)은 280 nm 부근에서 거의 유사한 shoulder peak를 나타내었으나 백삼과 홍삼 시료 간에는 다소 상이한 패턴을 보였다. 그러나 대조구와 electron beam 및 감마선 처리구 간에는 두 시료 모두 아무런 차이를 나타내지 않아 시료의 흡광관련 성분에 미치는 영향이 거의 없음을 알 수 있었다.

건조가공식품의 갈변현상은 제조과정 중 비효소적 갈변반응인 amino-carbonyl 반응이 주도적인 역할을 하는 것으로 밝혀져 있다.²⁰⁾ 일반식품의 비효소적 갈

변반응에 대한 측정방법 및 생성물질에 관한 보고는 대단히 많다. 그 중 spectrophotometer를 사용한 흡광도 측정방법은 파장 선정이 다양하며, 가시광선의 범위에서는 주로 갈색과 청록색 파장인 400~490 nm에서 갈색의 변화를 측정하고 있다.²¹⁾ 따라서 본 실험에서도 electron beam과 감마선에 의해 처리된 백삼분말과 홍삼분말의 50% 에탄올 추출물에 대한 갈변도를 처리 직후와 실온저장 4개월 이후에 측정된 결과는 Fig. 3 및 4와 같다. 백삼분말의 경우 처리 직후 선량간에 흡광도의 차이가 거의 없었으나 10 kGy 부터는 다소 갈변도가 증가되었고 저장 4개월 이후에는 모든 시험구에서 갈변도가 증가되었다. 홍삼분말의 경우에도 Fig. 3과 같이 조사 직후 10 kGy 미만에서는 흡광도의 변화가 거의 없었으나 고선량 조사시에는 흡광도가 다소 높게 나타났다. 특히 저장 4개월 후에는 전반적으로 갈변도가 크게 증가하여 백삼분말과 대조를 이루었다. 인삼분말의 살균처리에 따른 갈변도의 차이에서 electron beam과 감마선 간에는 거의 유사한 경향을 보였으며,^{22,23)} 살균선량 범위인 5~7.5 kGy에서는 흡광스펙트럼과 갈변도에서

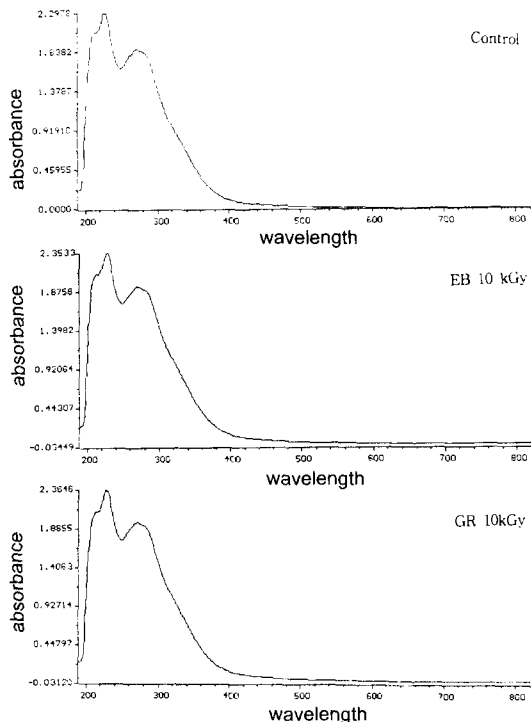


Fig. 2. UV spectrum of 50% ethanol extracts from electron beam (EB) and gamma ray (GR) irradiated red ginseng powder.

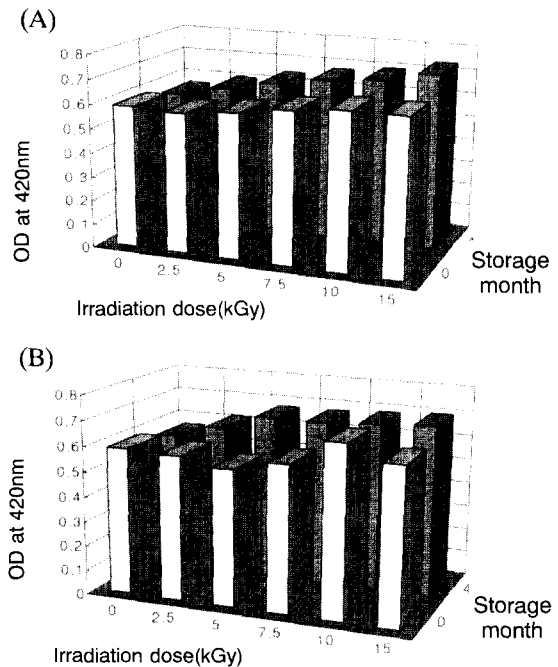


Fig. 3. Changes in browning pigment of electron beam (A) and gamma ray (B) irradiated white ginseng powder during storage at room temperature.

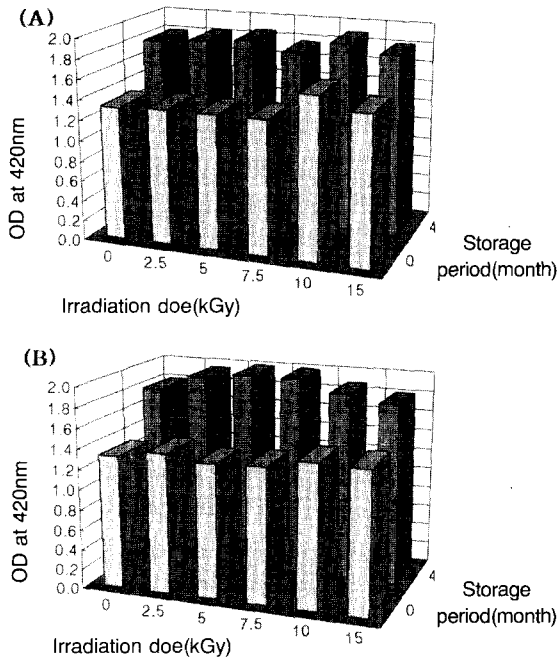


Fig. 4. Changes in browning pigment of electron beam (A) and gamma ray (B) irradiated red ginseng powder during storage at room temperature.

거의 변화가 없음을 알 수 있었다. 건조식품의 저장 중 갈변현상은 미생물 생육이나 효소작용에 의한 갈변과 비효소적 반응에 의한 melanoidin계 색소의 생성으로 구분할 수 있다.²⁴⁾ 따라서 인삼분말의 갈색도는 electron beam이나 감마선 조사에 의한 변화보다는 시료 중의 수분함량과 저장조건에 따라 수용성 및 지용성 색소에 의해 변화될 것으로 생각된다.^{25,26)}

3. 관능적 품질

Electron beam과 감마선에 의해 살균처리된 시료의 관능적 품질평가는 인삼의 고유한 냄새와 색상에 대한 기호도로써 시험하였다. 무처리 대조군(con-

trol), electron beam 및 감마선 조사군(각각 5 kGy와 10 kGy)을 각각 대상으로 하여 8명의 검사요원으로 하여금 다시료비교법(multiple comparison test)을 실시하였다. 그 결과 Table 5와 같이 10 kGy의 electron beam은 백삼 및 홍삼 분말의 색깔과 홍삼 분말의 냄새에 유의적인 변화를 초래하였다($p < 0.05$). 또한 10 kGy의 감마선 조사는 홍삼분말의 냄새에 유의적인 영향을 미쳤을 뿐 그 밖에서는 타시료와 차이가 없었다. 동일 시료를 실온에서 4개월간 밀봉 보관한 후 관능시험을 실시하였을 때에도 검사 결과는 처리 직후와 동일하였다. 이와 같이 고선량의 방사선 조사는 인삼시료의 색상과 냄새에 변화를 초래할 수 있으며,^{17-19,23)} 따라서 살균 목적의 방사선 조사는 시료에 오염된 미생물의 농도에 따라 가능한 낮은 선량의 에너지를 적용함으로써 경제적인 측면 뿐 아니라 식품의 품질에 미치는 영향을 최소화할 수 있을 것이다. 현재 국내에서 인삼제품에 허가된 감마선 조사선량은 7 kGy이며²⁾ 이 범위의 electron beam이나 감마선은 인삼분말의 관능적 품질에 유의적인 영향을 미치지 않을 것으로 판단되며, 색상에 대한 관능적 평가 결과는 Hunter color parameter 측정결과와 구체적인 관련성을 제시할 수 없었다.

요 약

전자가속기(electron accelerator)에서 발생하는 electron beam을 이용하여 인삼분말의 새로운 살균 연구를 수행하면서 살균처리가 백삼 및 홍삼분말의 색도 및 관능적에 품질에 미치는 영향을 감마선 조사와 비교하였다. Hunter color parameter에 의한 백삼 및 홍삼 분말의 색도는 명도(L)와 황색도(b)의 측정이 적합한 것으로 생각되며, 미생물학적 품질개선이 가능한 5~7.5 kGy 범위의 electron beam은 감마

Table 5. Sample means and F-values for sensory color and odor of white and red ginseng powders irradiated with electron beam (EB) and gamma ray (GR)

Samples	Sensory parameter	Irradiation dose (kGy)					F-value
		0	EB-5	EB-10	GR-5	GR-10	
White ginseng	Color	4.75 ^a	4.75 ^a	5.25 ^b	4.50 ^a	4.38 ^a	3.93
	Odor	4.50 ^a	5.13 ^a	4.75 ^a	3.50 ^a	4.50 ^a	1.82
Red ginseng	Color	5.38 ^a	4.63 ^a	6.38 ^b	4.75 ^a	5.13 ^a	5.50
	Odor	4.75 ^a	5.00 ^a	5.38 ^b	4.88 ^a	5.50 ^b	3.33

^{ab} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

선과 유사하게 무처리 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 두 시료의 에탄올(50%) 추출물의 흡광스펙트럼(280~800 nm) 측정에서도 10 kGy 처리된 시료는 대조구와 동일하였다. 그러나 조사선량 별 에탄올추출물의 기계적 색차(ΔE)는 분말시료에 비해 증가하였으며, 10 kGy 이상의 조사와 실온에서의 4개월 저장은 추출물의 갈변도를 증가시켰다. 살균처리된 분말의 관능적 품질검사에서 10 kGy의 electron beam 처리는 시료의 색깔과 냄새에 유의적인 변화($p < 0.05$)를 초래하였으며, 백삼분말에 비해 홍삼분말의 관능적 특성이 변화에 민감하였다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림수산물기술개발사업(전자선을 이용한 전통농산가공품의 살균기술 개발)의 지원으로 수행된 연구결과와 일부이며, 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

1. 한국인삼연초연구원 : 최신고려인삼(성분 및 효능편), 천일인쇄사, 대전 (1996).
2. 한국인삼연초연구원 : 고려인삼, 천일인쇄사, 대전, p. 43 (1994).
3. 대한민국 보건복지부 : 식품공전, p. 507 (1997).
4. UNEP : Montreal protocol on substances that deplete the ozone layer. 1994 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee (1995).
5. 대한민국 보건복지부 : 식품공전, p. 100 (1997).
6. Vajdi, M. and Pereire, R. R. : Comparative effects of ethylene oxide, γ -irradiation and microwave treatments on selected spices. *J. Food Sci.*, **38**, 893-897 (1973).
7. Kwon, J. H., Byun, M. W. and Cho, H. O. : Quality evaluation of ground garlic and onions treated with chemical fumigants and ionizing radiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **19**, 107-112 (1987).
8. 권중호 : 식품조사의 국제적 허가현황 및 실용화 전망. *식품공업*, **133**, 18-49 (1996).
9. 권중호, 정형욱 : Food irradiation의 과학적 근거와 연구과제. *식품과학과 산업*, **31**(2), 31-49 (1998).
10. 권중호, 이미경, 이무하 : Electron beam 조사가 의한 인삼분말의 살균. *한국식품과학회지*, 투고 중 (1998).
11. 성현순, 박면한, 이관승, 조한옥 : 방사선 조사에 의한 인삼저장에 관한 연구. 제2보, 감마선 조사가 인삼분말제품의 저장중 이화학적 특성에 미치는 영향. *한국농화학회지*, **25**(2), 105-109 (1982).
12. 한국인삼연초연구소 : 人蔘 성분분석법, 제일문화사, 대전, p. 54 (1991).
13. 한국인삼연초연구소 : 1990년도 인삼연구보고서(제품분야), p. 249 (1990).
14. Larmond, E. : *Methods for sensory evaluation of food*, Canada Department of Agriculture, Publication **1284**, p.27 (1970).
15. 한 익 : 식품색의 수치적 원리(II). *식품기술*, **4**(2), 41 (1991).
16. Cho, H. O., Byun, M. W., Kang, I. J., Youk, H. S. and Kwon, J. H. : Improvement of hygienic quality of white ginseng powders by γ -irradiation. *Radiation Isotopes*, **43**(12), 750-759 (1994).
17. Kwon, J. H., Belanger, J. M. R. and Pare, J. R. J. : Effects of ionizing energy treatment on the quality of ginseng products. *Radiat. Phys. Chem.*, **34**(6), 963-967 (1989).
18. 권중호, 변명우, 이수정 : 살균 및 저장조건을 달리 한 백삼분말의 색 특성. *고려인삼학회지*, **18**(2), 128-133 (1994).
19. 변명우, 강일준, 권중호, 이수정, 김성근 : 옥수수 전분 추출 공정개선을 위한 감마선 이용. *한국식품과학회지*, **27**(1), 30-35 (1995).
20. 김동연 : 홍삼의 갈변에 관한 연구. *한국농화학회지*, **16**(2), 60-77 (1973).
21. 日本化學會編 : 新實驗化學講座 9, 分析化學 (II), 丸善株式會社, 東京, p. 246 (1977).
22. 林 徹 : ガソマ線と電子の食品への利用. *月刊フードケミカル*, **39**(1), 75-78 (1997).
23. Josephson, E. S & Peterson M. S : Preservation of Food by Ionizing Radiation, Vol. I-III, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida (1983).
24. 노혜원, 도재호, 김상달, 오훈일 : 저장 상대습도가 백삼의 품질에 미치는 영향. 제1보 : 등온흡습 곡선과 TBA가 지용성 및 수용성 색소의 변화. *한국식품과학회지*, **15**(1), 27-31 (1983).
25. 도재호, 노혜원, 김상달, 오훈일 : 수분활성도가 홍삼저장성에 미치는 영향. *고려인삼학회지*, **5**, 108 (1981).
26. Labuza, T. P., Tannenbaum, S. R. and Karel, M. : Water content and stability of low-moisture and intermediate-moisture foods. *Food Technol.*, **24**, 543 (1970).