

전자선 조사 동결건조 김치분말의 품질 특성

홍상필* · 김은미 · 양지나 · 안동욱¹

한국식품연구원, ¹아이오와주립대학

Effect of Irradiation on the Quality Characteristics of Lyophilized Kimchi Powder

S. P. Hong*, E. M. Kim, J. N. Yang, and D. U. Ahn¹

Korea Food Research Institute, ¹Iowa State University

Abstract The effect of irradiation on the quality characteristics of lyophilized kimchi powder was investigated in order to develop a commercial kimchi seasoning. Fresh and fermented kimchi powders were irradiated at 0, 1.5, 5, 10 and 30 kGy using a Linear Accelerator. By increasing the irradiation dose level, a* (redness) and b* (yellowness) values of the kimchi powders were decreased, while L* (lightness) value remained relatively unchanged, as compared to the control. As the main volatile compounds, butanal, 2-butanone and acetic acid were produced in both of the kimchi powders at 30 kGy and dipropyl disulfide was detected only in the fermented kimchi. The viable counts of aerobic bacteria, yeasts, molds, and lactic acid bacteria in the kimchi powder were significantly reduced by all irradiation doses. However, aerobic and lactic acid bacteria were still observed in both of the kimchi powders at 30 kGy. No significant off-odors or off-tastes were produced in either of the kimchi powders by irradiation, while pungency decreased after irradiation. These results suggest that irradiated kimchi powder could be used as a kimchi seasoning.

Key words: kimchi powder, seasoning, irradiation, quality, volatile

서 론

김치는 배추를 주원료로 파, 마늘, 고추분, 무 및 젓갈 등을 부재료로 하여 발효 숙성시킨 전통 발효식품이다(1). 김치는 최근 CODEX 규격에 채택되어(2) 우리나라가 김치의 중추국으로서 인정을 받고 있으며 일본의 콩, 스페인의 올리브유, 그리스의 요구르트, 인도의 렌즈콩과 더불어 세계 5대 건강식품으로 선정되어 김치는 세계적 상품으로서 성공가능성이 매우 높은 식품 중의 하나라고 할 수 있다(3).

김치는 숙성 시 라이신, 트립토판, 루이신, 티로신 등 각종 유리 아미노산(4), 젓산, 피로글루탐산, 숙신산 등의 유기산(5), 당류(6), 에탄올, 메틸에틸케톤, 아세트알데하이드 등의 향기성분(7) 외에도 짠맛, 단맛, 신맛, 탄산미, 매운맛과 조직감 등이 잘 어우러져 독특한 풍미를 나타낸다.

이와 같은 김치는 음식문화나 특성을 고려할 때 밥과 함께 이용할 때 가장 조화롭다고 할 수 있으며 빵과 고기를 주식으로 하는 서양 음식에 적용하는 데에는 어려움이 많다. 따라서 김치를 서구인들의 기호에 충족시키기 위해서는 다양한 형태의 김치 제품의 개발이 요구되며 그 중에서도 김치는 다른 식품에 풍미를 부여할 수 있는 양념(seasoning) 소재로서 이용가치가 매우 크다.

김치에 존재하는 각종 균류는 대부분 인체에 유익한 젓산균이지만 김치 맛을 부여하기 위해 김치를 이용한 스낵류나 소시지 등과 같은 2차 가공품(8-9)을 제조할 경우 김치 유래의 잔존 젓산균은 가공상품의 품질과 저장성(shelf-life)에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되기 때문에 김치소재의 살균처리는 불가피하다.

지금까지 김치의 살균 및 향균에 관한 연구는 열처리(10), 방사선처리(11-13), 천연 항균 물질(14-15) 등을 이용한 방법이 시도되었고, 특히 감마선이나 전자선을 이용한 방사선 식품조사(food irradiation) 방법(16-17)은 김치의 살균에는 유효한 효과를 거두었으나 수분이 많은 상태의 일반김치를 대상으로 하였기 때문에 이취와 이미의 발생 등 바람직하지 않은 풍미로 인하여 실용화되기 어려웠다.

한편, 건조향신료, 고추, 인삼 및 생강 등의 살균에 방사선이 널리 이용되고 있는 점을 고려할 때 김치를 동결건조조함으로서(18-21) 김치의 수분을 최소화 한 후 방사선 조사를 한다면 김치의 풍미변화를 최소화하는 동시에 충분한 살균효과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 분말상의 동결건조 김치에 방사선 조사를 실시하고 이에 대한 관능평가, 색상변화, 휘발성분의 변화 및 총균, 젓산균, 효모 및 곰팡이수를 분석함으로써 김치의 양념(seasoning) 소재화 가능성을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

김치는 상업용 중가집 포기김치(Hoengseong, Korea)를 대상으로 비교적 초기단계의 생김치인 미숙성김치와 숙성적기 수준의

*Corresponding author: Sang Pil Hong, Korea Food Research Institute, 516 Baekhyundong, Bundang-Ku, Seongnam-Si Kyonggi-do 463-746, Korea

Tel: 82-31-780-9098

Fax: 82-31-780-9160

E-mail: sphong@kfri.re.kr

Received February 20, 2007; accepted October 5, 2007

숙성김치로 구분하여 동결건조시키고 분말화 한 후 방사선 조사 시험기로 사용하였다. NaOH 등 각종 분석용 시약은 모두 분석용등급의 시약을 사용하였다.

전자선 조사

김치분말 10 g씩을 고차단성필름(nylon/polyethylene, 9.3 mL O₂/m²/24 hr, 0°C; Koch, Kansas City, MO, USA) 10 cm × 10 cm 규격으로 진공포장하고 Linear Accelerator(Circe IIR; Thomson CSF Linac, Saint-Aubin, France)를 이용하여 평균 dose 0, 1.5, 5, 10, 30 kGy로 조사하였다. 목표 dose 확인을 위해서 2개의 alanine dosimeter가 시료 운반용 수레 상단과 하단의 시료표면에 장착되었으며 104 Electron Paramagnetic Resonance Instrument(Bruker Instruments Inc., Billerica, MA, USA)를 이용하였다.

pH, 적정산도 및 염도 측정(22)

김치의 경우 pH는 blender로 간 반죽(paste) 상태의 시료를 pH meter(Corning, New York, NY, USA) 로 직접 측정하였으며, 적정산도는 시료 1 g를 취해 100 mL로 희석하고 여기서 20 mL를 취해 pH가 8.3이 되는데 필요한 0.01 N NaOH의 소비량을 구하여 계산하였다. 동결건조된 김치분말에 대해서는 건조된 수분량을 고려하여 0.163 g을 취해 10 mL로 희석하여 pH를 측정하고 이를 100 mL로 희석하여 산도를 측정하였다. 염도는 산도 측정 시와 동일하게 시료를 조제하여 10 mL를 취해 Mohr 방법으로 분석하였다.

색도의 측정(23)

김치분말의 표면색도 측정은 색차계(Chroma Meter CR-400, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하였고 Hunter 색차계의 L, a, b 값을 5회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다. 이때 사용된 표준 백판의 L, a, b값은 각각 L=97.47, a=-0.02, b=1.67 이었다.

총균수, 젖산균수 및 효모수의 측정(24)

김치분말 1g을 1% peptone water로 희석하여 총균은 plate count agar(PCA, Difco Co, Detroit, MI, USA) 배지에 접종하고 젖산균은 MRS agar(Merck, Darmstadt, Germany) 배지에 접종하여 30°C에서 48시간 배양하였으며 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco, Co.) 배지에 접종하고 25°C에서 72시간 배양한 다음 나타난 콜로니 수를 계측하였다.

휘발성 성분의 측정

Ahn 등(25)의 방법에 따라 GC/MS가 연결된 Purge 및 trap 장치(Solatek 72 and Concentrator 3100; Tekmar-Dohrmann, Cincinnati, OH, USA)를 이용하여 분석하였다. 김치분말시료에 증류수를 가해 0.003%(w/v) 김치분말용액을 조제하였다. 여기서 1 mL

을 분취하여 40 mL 분석용 시료용기에 주입하고 head space를 헬륨 가스로 치환한 후 4°C를 유지하여 분석하였다. 휘발성 성분은 Wiley library(Agilent Technologies, Foster City, CA, USA)의 mass spectra와 비교하여 확인하였다.

관능평가 및 통계처리

관능평가(26)는 잘 훈련된 panel 10명에 의하여 실시되었으며 속성은 이미(off-taste), 이취(off-odor) 및 매운맛(pungency)으로 하였고 strong 5점, fair 2.5점, slight 1점 및 none 0점을 주는 형식의 5점 평점법을 이용하였다. 각 시료간의 유의성 검정(27)은 Statistical Analysis System(SAS) 프로그램을 사용하여 분산분석과 Duncan multiple range test를 이용하여 실시하였다.

결과 및 고찰

pH, 적정산도 및 염도

미숙성김치 및 숙성김치의 pH, 산도 및 염도를 Table 1에 나타내었다. 미숙성김치와 숙성김치는 각각 pH 5.2 및 pH 4.4, 적정산도 0.5% 및 0.8%, 염도 3.6% 및 3.5%로서 숙성정도의 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

이상의 미숙성김치와 숙성김치를 동결건조한 후 김치 건조율을 감안하여 건조 전의 미숙성 및 숙성김치와 동일한 조건으로 pH, 적정산도 및 염도를 비교한 바, 미숙성김치 및 숙성김치 분말은 각각 pH 5.5 및 pH 4.8으로 건조 전의 미숙성김치 pH 5.2 및 숙성 김치 pH 4.4와 차이가 크지 않았으나 적정산도 0.5% 및 0.72%, 염도 3.5% 및 3.2%로서 건조 전에 비해 다소 낮아지는 경향을 보여 동결건조 과정에서 관련성분들의 물리적 손실이 있었기 때문으로 판단된다.

한편, Table 2는 미숙성김치 및 숙성김치 동결건조 분말을 0, 1.5, 5, 10, 30 kGy에서 방사선을 조사하여 pH, 적정산도 및 염분 함량을 측정된 결과로 방사선 조사구는 대조구와 큰 차이를 보이지 않았다.

색상의 변화

미숙성김치 및 숙성김치분말에 대해 0-30 kGy 범위에서 방사선 조사를 실시하고 색상을 측정된 결과(Table 3, Fig. 1) 전체적으로 색상의 변화는 크지 않았다.

방사선을 조사하기 전 숙성김치는 미숙성김치에 비해 밝기(L)

Table 1. pH, titratable acidity and salt content in kimchi

	Fresh kimchi	Fermented kimchi
pH	5.2	4.4
Acidity (% w/w)	0.5	0.8
Salt (% w/w)	3.6	3.5

Table 2. Changes of pH, titratable acidity and salt content in kimchi powder after irradiation

Dose (kGy)	Fresh kimchi			Fermented kimchi		
	pH	Acidity (% w/w)	Salt (% w/w)	pH	Acidity (% w/w)	Salt (% w/w)
0	5.5	0.50	3.51	4.8	0.72	3.28
1.5	5.4	0.50	3.51	4.7	0.72	3.28
5.0	5.4	0.45	3.28	4.7	0.72	3.04
10	5.4	0.45	3.51	4.6	0.68	3.28
30	5.3	0.45	3.28	4.6	0.68	3.04

Table 3. Changes of Hunter color values (L, a and b values) of kimchi powder

Dose (kGy)	Hunter color value					
	Fresh kimchi			Fermented kimchi		
	L	a	b	L	a	b
0	68.84	20.11 ^a	44.10 ^{ab}	65.39	23.73 ^a	51.18 ^a
1.5	69.26	19.96 ^a	44.75 ^a	65.72	23.48 ^a	50.17 ^{ab}
5.0	68.92	19.34 ^b	43.61 ^{ab}	65.34	23.42 ^a	49.35 ^b
10	69.52	18.90 ^b	42.94 ^b	65.47	23.22 ^a	48.95 ^b
30	69.37	18.27 ^c	42.68 ^b	66.13	22.40 ^b	47.72 ^b
SEM	0.306	0.185	0.445	0.306	0.179	0.363

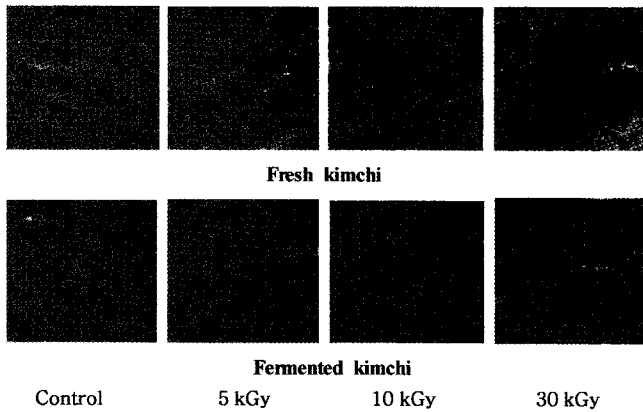


Fig. 1. Color of kimchi powder after irradiation.

와 적색도(a) 및 황색도(b)에서 다소 높은 값을 보였다. 방사선 조사 후에는 김치분말 모두 밝기에서는 조사선량의 강도에 따른 영향은 거의 받지 않았으나 적색 및 황색도는 유의하게 감소하는 경향을 보였고 미숙성 김치가 숙성김치 보다 다소 색상의 변화를 보였다. 그러나 30 kGy 조사처리구의 적색도 및 황색도에서 대조군과 유의적인 차이를 보였다. 김치분말의 적색 및 황색은 고추분배 함유된 capsanthin 성분에서 유래되는 것으로 미숙성김치와 숙성김치의 색상에 차이를 보이는 것은 pH 변화와 발효 정도에 따른 성분조성의 변화와 관련이 있는 것으로 판단된다. 식품의 방사선조사 분해산물(radiolytic product)의 발생량은 조사선량, 온도, 식품의 조성, 상태, 첨가물의 존재 및 산소 등의 제반 인자에 영향을 받는 것으로 알려져 있으며 특히 실온에서 과일이나 야채의 경우 산소의 존재는 0.6 kGy와 같은 낮은 선량에서도 0.26 mmol/kg 산화물을 생성하는 것으로 보고되어 있다(28). 따라서 높은 조사선량에서도 김치분말의 색상변화가 생각보다 크지 않게 나타난 이상의 결과는 김치분말의 수분함량이 7% 수준

인 점을 고려할 때 결과적으로 방사선 조사 시 김치분말 내 용존산소에 의한 영향이 적게 반영되었기 때문으로 생각된다.

미생물의 변화

Table 4에는 방사선 조사 미숙성김치 및 숙성김치분말의 미생물 분석결과를 나타내었다. 미숙성김치의 경우 조사 전 총균수 약 3.6×10^6 CFU/g, yeast와 mold 1.0×10^5 CFU/g, 젖산균 5.8×10^5 CFU/g이었지만 1.5 kGy 조사 시에 yeast와 mold가 검출되지 않았고 5 kGy 조사 시에는 젖산균은 검출되지 않았다. 총균수의 경우 10 kGy에서는 3.9×10^4 CFU/g 그리고 30 kGy에서는 1.3×10^3 CFU/g로서 충분히 살균이 이루어지지 않았다.

한편, 숙성김치의 경우에는 방사선 조사 전에 총균수 약 1.1×10^6 CFU/g, yeast와 mold 2.9×10^4 CFU/g, 젖산균 3.9×10^5 CFU/g이었지만 1.5 kGy 조사 시에 yeast와 mold가 검출되지 않았고 10 kGy에서는 총균수 5.0×10^3 CFU/g, 젖산균 6.0×10 CFU/g에 불과하였으며 30 kGy 조사시에는 총균수와 젖산균이 검출되지 않아 숙성김치는 미숙성김치에 비해 방사선 조사에 의한 살균효과가 높았다. 이는 숙성김치는 미숙성김치에 비해 상대적으로 낮은 pH와 관련이 있다고 판단된다.

Kang 등(11)은 방사선에 의한 김치 저장 연구에서 숙성김치에 1, 3 및 5 kGy의 감마선을 조사한 바 호기성균과 젖산균이 1-3 log cycle 감소되었고 곰팡이는 3 kGy에서 완전히 사멸되었다고 보고한 바 있다. 본 연구의 김치분말에 대한 방사선의 미생물에 대한 사멸효과는 이들 보다 훨씬 높은 조사선량 수준에서 얻고 있는데 이는 본 연구의 김치분말은 건조로 인해 수분함량이 낮기 때문으로 생각된다.

휘발성 성분의 변화

Hawer 등(7)은 숙성김치의 주요 휘발성분은 methylallyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl disulfide 등 황화물과 ethanol 및 acetic acid 등의 성분으로 보고하였으며 Ko 등(18)은 동결건조 김치에서 allyl mercaptan, methylallyl sulfide, dimethyl disulfide, diallyl

Table 4. Changes of microbial counts of kimchi powder after irradiation

Irradiation Dose (kGy)	Microbial counts (CFU/g)					
	Fresh kimchi			Fermented kimchi		
	Total microbes	Yeast & mold	Lactic acid bacteria	Total microbes	Yeast & mold	Lactic acid bacteria
0	3.6×10^6	1.0×10^5	5.8×10^5	1.1×10^6	2.9×10^4	3.9×10^5
1.5	8.4×10^5	ND	5.9×10^4	1.0×10^6	ND	2.5×10^4
5.0	4.5×10^5	ND	ND	9.0×10^4	ND	3.3×10
10	3.9×10^4	ND	ND	5.0×10^3	ND	6.0×10
30	1.3×10^3	ND	ND	ND	ND	ND

Table 5. Changes of volatile compounds of kimchi powder after irradiation

Volatile Compounds	Fresh kimchi						Fermented kimchi					
	Irradiation dose (kGy)						Irradiation dose (kGy)					
	0	1.5	5.0	10	30	SEM	0	1.5	5.0	10	30	SEM
Methane thio bis	9067 ^{ab}	8429 ^b	6972 ^c	9492 ^a	9765 ^a	242	6501 ^b	6536 ^b	6744 ^b	6917 ^b	8186 ^a	195
Ethanol	1539	1613	1626	1701	1457	68	3416	3654	3299	3799	3212	188
2-butanone	0	0	0	0	0	0	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	1779 ^a	18
Acetic acid	0	0	0	0	0	0	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	1246 ^a	18
Hexane	0 ^c	0 ^c	361 ^b	476 ^a	426 ^{ab}	23	0 ^c	0 ^c	0 ^c	444 ^b	495 ^a	9
Butanal-3- methyl	764 ^b	750 ^b	794 ^b	946 ^{ab}	1129 ^a	68	681 ^c	703 ^c	749 ^c	857 ^b	1209 ^a	30
Butanal-2-methyl	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	769 ^a	25	0 ^c	0 ^c	0 ^c	504 ^b	754 ^a	12
1-propene-3-methylthio	917	949	832	1236	1184	101	1325	1204	1313	1306	1474	156
Disulfide dimethyl	4591 ^b	4541 ^b	4520 ^b	6080 ^a	6794 ^a	312	6273	6222	6604	6032	6916	537
Hexanal	398	541	588	487	449	74	525	394	510	425	407	46
1-propene,3,3 thiobis	1746	1560	1487	1920	1805	95	1624	1609	1636	1709	1905	107
Camphene	591 ^a	522 ^{ab}	418 ^b	500 ^{ab}	416 ^b	37	407 ^a	423 ^a	373 ^{ab}	366 ^{ab}	331 ^b	15
Disulfide methylpropyl	442 ^{ab}	416 ^b	424 ^b	469 ^a	476 ^a	10	745	748	750	724	708	41
Disulfide me-2-propenyl	12941	11998	12122	12956	11657	522	10678	11710	12142	11050	9926	1076
Methyl propenyl disulfide	631 ^{ab}	584 ^{ab}	528 ^b	675 ^a	654 ^a	28	698	698	694	662	556	55
Sabinene	589 ^a	529 ^b	515 ^b	511 ^b	369 ^c	16	291	303	337	335	311	303
Disulfide dipropyl	0	0	0	0	0	0	540	548	569	531	501	548
Trisulfide dimethyl	2285	1553	1732	1902	1370	219	1653	1681	1704	1507	1280	99
Disulfide2-propenylpropyl	1885	1303	1494	1785	1567	190	1732	1832	1848	1778	1731	63
Disulfide di-2-propenyl	37752 ^a	33195 ^{bc}	33616 ^{bc}	35267 ^{ab}	31200 ^c	858	23710	25245	25120	23233	21629	948
Total	76144	68488	68033	76408	71492	1536	60805	63000	64582	61683	65150	2688

Table 6. Descriptive analysis data scaling of kimchi powder after irradiation

Dose (kGy)	Item	Fresh kimchi			Fermented kimchi		
		Off-odor	Off-taste	Pungency	Off-odor	Off-taste	Pungency
0		-	-	4.80 ± 0.42 ^a	-	-	4.80 ± 0.42 ^a
1.5		0.45 ± 0.39 ^c	0.40 ± 0.39 ^c	4.05 ± 0.50 ^b	0.95 ± 0.90 ^b	0.90 ± 0.70 ^c	4.50 ± 0.47 ^a
5.0		0.90 ± 0.39 ^{bc}	0.70 ± 0.42 ^c	4.00 ± 0.75 ^b	1.50 ± 1.27 ^b	1.00 ± 0.47 ^c	3.95 ± 0.60 ^b
10		1.30 ± 0.42 ^b	1.30 ± 0.42 ^b	3.00 ± 0.67 ^c	1.85 ± 0.58 ^{ab}	1.80 ± 0.48 ^b	2.80 ± 0.67 ^c
30		2.20 ± 1.25 ^a	2.25 ± 0.92 ^a	3.00 ± 0.82 ^c	2.60 ± 1.47 ^a	2.55 ± 0.98 ^a	2.80 ± 0.26 ^c

disulfide 등을 검출하였다고 보고하였다. Table 5에는 방사선 조사 김치분말 시료의 휘발성 성분에 대한 Purge 및 trap GC/MS 분석 결과를 나타낸 것으로 methane thiobis 등 황화물 8종을 비롯하여 ethanol 성분 등 20여 종으로 나타나 주요 휘발성분은 Hawer 등(7)의 결과와 큰 차이는 없었다.

숙성김치분말은 미숙성김치분말보다 ethanol, 1-propene-3-methyl, disulfide dimethyl 및 disulfide methylpropyl 성분이 다소 많았고 disulfidedipropyl 성분은 숙성김치분말에만 존재하는 특성을 보였다. 그 외의 성분에서는 오히려 미숙성김치분말 쪽이 많은 것으로 나타났다.

계속해서 방사선을 조사함에 따라 숙성김치 분말에서는 2-butanone과 acetic acid, 핵산 및 butanal 2-methyl 성분 등이 새롭게 생성되거나 함량이 유의적으로 증가하였고 본래 함유되어 있던 methane thiobis 및 butanal 3-methyl 성분도 조사량이 증가함에 따라 유의하게 증가하는 경향을 보였다. 미숙성김치의 경우에 핵산 및 butanal 2-methyl 성분이 새롭게 생성되거나 증가되는 경향을 보였으며 본래 함유되어 있던 butanal 3-methyl 및 disulfide dimethyl 성분도 조사량이 증가함에 따라 유의하게 증가하는 경향을 보였다.

Ahn 등(25)은 육류를 방사선 조사 시 dimethyl sulfide나 dimethyl disulfide 등의 황화물 함량이 증가하며 이는 방사선 조사로 인한 육류의 이취 생성과 깊은 관련이 있다고 보고한 바 있다. 그러나 김치분말의 경우에는 휘발성 황화물이 이미 함유되어 있고 방사선 조사 시 미숙성김치에서는 disulfide dimethyl이 증가하고 숙성김치에서는 methane thiobis가 증가하는 것으로 나타났지만 이들을 제외하고는 방사선 조사에 의해서 전체 황화물의 함량이 오히려 감소되는 경향을 보였다.

관능적 특성

방사선 조사 김치분말에 대하여 이미, 이취 및 매운맛에 대한 관능평가를 실시하여 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 미숙성김치와 숙성김치는 모두 방사선 조사량이 증가함에 따라 이미 및 이취가 증가하고 매운맛은 감소하는 경향을 보였으나 이미 및 이취에 대한 관능 평가치는 보통 수준으로 나타났다. 묘사분석된 이취로서 김치를 열처리 한 냄새 혹은 김치찌개 냄새 혹은 군덕내 등으로 표현되었고 이미로서는 대조군에 비해 단맛과 신맛이 상대적으로 상승하고 매운맛이 감소하는 점을 들었다. 한편, 미숙성 김치는 숙성김치에 비해 매운맛이 약했으며 전반적으로 조사

량이 높아질수록 김치맛의 강도가 더욱 약해지는 경향을 보였다.

상기의 결과를 종합하면 방사선 조사에 의해 김치분말에서 이 미와 이취가 발생하고 매운맛이 감소하는 경향을 보이는 특성이 있으나 조사량 10 kGy 수준일 때 이미 및 이취의 경우 1.3-1.8점 범위이고 또한 30 kGy 수준에서도 보통 수준(2.5점)을 나타내고 있다.

WHO/FAO/IAEA(16) 및 Codex(17)의 식품방사선 조사 국제적 합의규격에 따르면 건조채소, 향신료, 양념류 등은 해충구제에 0.3-1.0 kGy, 병원성미생물의 감균에 대해 최소 1.0에서 최대 10 kGy의 기술적 선량 범위를 규정하고 있다. Table 6의 결과에서와 같이 김치분말에 대한 10 kGy 방사선 조사 수준에서 생김치의 경우 총균수는 4 log, yeast 및 mold는 음성으로 나타났고 숙성 김치의 경우에는 총균수 3 log, 젖산균 1 log, yeast 및 mold는 음성으로 나타나 김치분말은 일반적인 양념이나 향신료와 달리 최대수준으로 허용되어 있는 10 kGy 수준에서 충분한 살균이 이루어지지 못하는 것으로 분석되었다. 이는 김치가 발효물이기 때문으로 판단된다.

한편, 김치분말에 대하여 방사선 조사량을 30 kGy 수준까지 높일 경우, 총균수 3 log 이하, yeast와 mold 및 젖산균을 음성으로 유지할 수 있었으며 이화학적으로도 큰 차이가 없음을 확인할 수 있어 김치분말의 살균을 위한 기술적 조사선량 범위에 대한 상세한 검토가 필요하다고 생각된다.

요 약

미숙성김치와 숙성김치를 동결건조한 후 방사선량 별로 나누어 이에 대한 이화학적 분석, 잔존 미생물수 분석 및 관능평가를 통하여 김치의 양념소재화 가능성을 평가하였다. 미숙성김치와 숙성김치는 pH 및 적정산도는 차이가 있었으나 이의 동결건조물의 방사선 조사 처리구들 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 방사선을 조사하기 전 숙성김치의 색도는 미숙성김치에 비해 L, a 및 b값에서 다소 높은 값을 보였으며, 조사처리 후에는 조사선량의 강도에 의한 영향은 거의 받지 않았고 미숙성김치는 숙성김치보다 색상에서 다소 변화를 보였다. 미숙성김치분말보다 숙성김치분말은 미생물에 대한 방사선 조사에 의한 살균 효과가 전반적으로 높게 나타났으며, 30 kGy 조사 시에는 특히 총균수와 젖산균이 검출되지 않았다. 숙성김치분말에는 ethanol, 1-propene-3-methyl, disulfide dimethyl 및 disulfide methyl propyl 등의 휘발성 성분이 다소 많았고 특히 disulfide dipropyl 성분은 숙성김치분말에만 존재하는 특성을 보인 반면 그 외의 성분에서는 오히려 미숙성김치분말에 많은 것으로 나타났다. 방사선을 조사함에 따라 숙성김치분말에서는 2-butanone과 acetic acid, hexan 및 butanal 2-methyl 성분 등이, 미숙성김치분말에서는 hexane 및 butanal 2-methyl 성분이 새롭게 생성되거나 증가되는 경향을 보였으며 전반적으로 황화물의 함량이 감소하는 경향을 보였다. 조사한 김치분말에 대하여 이미, 이취 및 매운맛에 대한 관능평가 결과 모두 조사량이 증가함에 따라 이미와 이취는 증가하였으나 조사량 30 kGy까지는 수용가능한 것으로 평가되었다.

문 헌

1. Park WS, Lee IS, Han YS, Koo YJ. Kimchi preparation with brined Chinese cabbage and seasoning mixture stored separately. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 231-238 (1994)
2. Codex Alimentarius Commission. Distribution of the report of the 20th session of the codex committee on processed fruits and veg-

- etables (Alinorm 01/27). Geneva, Switzerland. p. 32 (2001)
3. Hong SP. Strategy for the globalization of Korean traditional foods. *J. Foodservice Ind. Man. Res.* 2: 149-157 (2006)
4. Cho Y, Lee HS. A study on flavorful taste components in kimchi on free amino acids. *Korean J. Food Sci. Technol.* 11: 26-31 (1979)
5. Ryu JY, Lee HS, Lee HS. Changes of organic acids and volatile flavor components in kimchi fermented with different ingredients. *Korean J. Food Sci. Technol.* 16: 169-174 (1984)
6. Ha JH, Haver WD, Kim YJ, Nam YJ. Changes of free sugars in kimchi during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 633-638 (1989)
7. Haver WD, Ha JH, Seog HM, Nam YJ, Shin DW. Changes in the taste and flavor compounds of kimchi during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 511-517 (1988)
8. Cho YB, Park WP, Hur MS, Lee YB. Effect of adding freeze-dried kimchi powder on flavor and taste of kimchi snacks. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 919-923 (2004)
9. Cho YB. Development of breakfast sausage prepared with freeze-dried kimchi powder. *Korean J. Food Culture* 20: 391-396 (2005)
10. Hong WS, Yoon S. The effect of low temperature heating and mustard oil on the kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 331-337 (1989)
11. Kang SS, Kim JM, Byun MW. Preservation of kimchi by ionizing radiation. *Korean J. Food Hyg.* 34: 225-232 (1989)
12. Cha BS, Byun MW, Kwon JH, Cho H.O. Evaluation of gamma irradiation for extending shelf life of kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 109-119 (1989)
13. Byun MW, Cha BS, Kwon JH, Cho HO, Kim WJ. Combined effect of heat treatments and irradiation on major lactic acid bacteria associated with kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 185-191 (1989)
14. Kim SJ, Park KH. Antimicrobial activities of the extracts of vegetable kimchi stuff. *Korean J. Food Sci. Technol.* 27: 216-220 (1995)
15. Kim MH, Oh SW, Hong SP, Yun SK. Antimicrobial characteristics and chitosan oligosaccharides on the microorganism related to kimchi. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1439-1447 (1998)
16. WHO. Wholesomeness of irradiated food. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. Technical Report Series-659, p. 34 (1981)
17. Codex Alimentarius Commission. Codex General Stantional Codex of Practice for the Operation of Radiation Facilities used for the Treatment of Foods. CAC/VOL. XV, FAO, Rome. p. 1 (1984)
18. Ko JK, Ma YH, Song KB. Effect of electron beam irradiation on microbial qualities of whole black pepper powder and commercial sunsik. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 308-312 (2005)
19. Lee JE, Lee MH, Kwon JH. Effect of electron beam irradiation on physicochemical qualities of red pepper powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 271-276 (2000)
20. Lee JE, Kwon OJ, Kwon JH. Effect of electron beam irradiation on microbiological and organoleptic qualities of powder red pepper and ginger. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 380-386 (2000)
21. Min JS, Kim IS, Lee MH. Effect of electron beam radiation on the microflora and sensory characteristics of pork loin. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 746-750 (1999)
22. Park WS. Improvement of salting process for whole cabbage kimchi. Research Report, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi, Korea (2003)
23. Hutchings JS. Instrumental Specification. Blackie Academic & Professional, Bedford, UK. p. 217 (1994)
24. Difco. Difco Manual. 3rd ed. Difco Lab., Detroit MI, USA. p. 679 (1984)
25. Ahn DU. Production of volatiles from amino acid homopolymers by irradiation. *J. Food Sci.* 67: 2565-2570 (2002)
26. Larmond E. Laboratory Method for Sensory Evaluation of Food. Department of Agriculture, Ottawa, Canada (1997)
27. SAS Institute Inc. SAS/STAT User's guide. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA (1988)
28. Robert JW, Alexei KP. Applied Radiation Chemistry: Radiation Processing. John Wiley & Sons, Inc, New York, NY, USA. p. 445 (1994)