

감마선 조사된 고춧가루 첨가 무생채의 저장 중 품질 변화

김선임 · 박재남¹ · 조원준¹ · 송범석¹ · 김재훈¹ · 변명우¹ · 손희숙² · 이주운^{1†}

세종대학교 조리외식경영학과

¹한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소 방사선식품생명공학팀,

²전북대학교 생활과학대학 식품영양학과

Microbiological and Sensory Qualities of *Musaengchae* (Radish Salad) with Gamma-irradiated Red Pepper Powder added Prior to Storage

Sun-Im Kim, Jae-Nam Park¹, Won-Jun Cho¹, Beom-Seok Song¹, Jae-Hun Kim¹,
Myung-Woo Byun¹, Hee-Sook Sohn² and Ju-Woon Lee^{1†}

Department of Culinary and Food Service Management, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

¹Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Advanced Radiation Technology Institute,

Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea

²Department of Food Science & Human Nutrition, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

Abstract

Microbiological and sensory qualities of *Musaengchae* prepared with gamma-irradiated red pepper powder were investigated during storage at 4°C. Total aerobic bacteria in non-irradiated raw materials prior to *Musaengchae* preparation were 6.71 log CFU/g in red pepper powder, 3.39 log CFU/g in radish, 2.21 log CFU/g in scallion, and 2.10 log CFU/g in garlic, respectively. Coliforms (2.15 log CFU/g) were detected only in red pepper powder, and not in *Musaengchae* to which gamma-irradiated red pepper powder. None of pH, Hunter's color value, or sensory properties were significantly affected by addition of irradiated red pepper powder. These results suggest that addition of such powder, after irradiation with less than 10 kGy, could improve *Musaengchae* microbiological safety without changing the sensory or physical qualities.

Key words : *Musaengchae*, red pepper powder, gamma irradiation, microbiological and sensory qualities

서 론

무는 십자화과(Cruciferae)에 속하는 채소로 우리나라에 서는 배추 다음으로 재배/소비되는 채소 중 하나이다(1), 무의 잎 부분은 비타민과 무기질의 함량이 높고, 뿌리에는 diastase라고 하는 소화효소가 있어 소화에 도움을 주며, 무의 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate는 무생채의 독특한 매운맛을 제공한다(2). 이러한 무를 원료로 하는 대부분의 연구는 깎두기에 대한 이화학적 품질 및 저장성 증진 연구가 주를 이루고 있다(3-5). 반면 무생채에 관한 연구는 최근까지 거의 이루어져 있지 않다. 무생채와 같은 침채류는 적당한 발효가 진행된 직후에는 상쾌한 신맛을 주는

것으로 알려져 있다(6). 이러한 무생채는 우리나라 식생활에 중요한 부식 중 하나로 고춧가루, 쪽파, 마늘, 소금 등의 여러 가지 부재료를 사용함으로써 독특한 풍미를 나타낸다. 무생채를 만들 때 필수적으로 첨가되는 부재료 중 고춧가루는 고추를 건조 후 분말화 시킨 형태로서 건조, 제조, 유통과정 중 오염되는 미생물 수준이 높은 것으로 알려져 있다(7,8). 일반적으로 무생채와 같은 생채류는 조리 후 일반세균 및 대장균의 검출률이 높은 것으로 알려져 있는데, 이는 원재료인 고춧가루가 원인인 것으로 알려져 있다(9,10).

따라서 고춧가루에 대한 살균방법이 많이 연구되어 왔으며, 과거에는 주로 ethylene oxide 등의 훈증제, 오존처리 등이 사용되어져 왔다(11,12). 그러나 이들 연구 중 훈증 및 오존처리의 경우 잔류성분의 안전성, 고춧가루의 품질 저하 등의 문제가 발생하였으며, 이에 비해 방사선 처리

[†]Corresponding author. E-mail : sjwlee@kaeri.re.kr.
Phone : 82-63-570-3204, Fax : 82-63-570-3207

효과에 대한 연구의 경우 고춧가루의 품질과 건전성이 훨씬 우수하였다고 보고하였다(13-15). 이처럼 방사선 조사는 그 건전성과 경제적 타당성이 인정되었으며, 선진 여러 나라에서 이미 실용화 되고 있다(15,16). 고춧가루의 저장성 향상을 위한 방사선 처리의 효과를 검토한 연구는 상당수 이루어져 있으나, 실제 식품에 적용한 사례의 경우 Song 등(17)이 감마선 조사된 고춧가루를 콩나물 무침에 적용한 사례 이외에는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 고춧가루에 오염된 미생물을 방사선 조사기술을 이용하여 제어한 후 무생체 제조에 직접 적용하여 저장 중 미생물학적 및 관능적 품질특성을 평가하였다.

재료 및 방법

재 료

무생체의 제조를 위하여 무와 고춧가루, 쪽파, 마늘, 소금 등의 부재료는 전북 정읍소재 하나로 마트에서 구입하여 사용하였다(Table 1).

Table 1. Formula for the preparation of *Musaengchae*

Ingredients	Ratio (%)
Mu (radish)	84.0
Red pepper powder	9.0
Spring onion	3.0
Garlic	2.0
Salt	2.0
Total	100

감마선 조사

고춧가루의 감마선 조사는 Co-60 감마선 조사시설(IR-79 gamma irradiator, MDS Nordion, Canada)을 이용하여 실온(20±2℃)에서 11.1 pBq의 Co-60 선원을 이용하여 분당 70 Gy의 선량율로 흡수선량이 2.5, 5.0, 7.5 및 10 kGy이 되도록 조사하였으며, 흡수선량의 확인은 dosimeter (ceric cerous dosimeter, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하여 총 흡수선량의 오차를 계산하였다.

무생체의 제조 및 저장

주원료인 무는 흐르는 물에 깨끗이 씻은 후 껍질을 제거하고 0.2 × 0.2 × 5 cm 크기로 채를 썰어 2% 소금에 10분간 절인 후, 감마선 조사 및 비조사 고춧가루 9%, 쪽파 3%, 마늘 2%를 넣고 골고루 버무렸다. 균일하게 혼합된 무생체를 가정용 plastic bag에 넣고 뚜껑을 닫아 4℃ 냉장고(Fisher Isotemp, Fisher Scientific Inc., Pittsburgh, PA, USA)에서

5일간 저장하면서 미생물 및 품질변화 시험을 실시하였다.

미생물 생육 시험

무생체의 미생물을 분석하기 위해 시료무게의 10배에 해당하는 멸균펄프수(0.1%, Difco Co., Detroit, USA)를 멸균 bag에 넣고, stomacher lab blender (Mark II Lab Blender, Tekmar Teledyne Technologies Inc., Mason, Ohio, USA)에서 1분간 균질화 하였다. 각 미생물군의 선택배지 배양온도 및 측정은 다음과 같다. 총균수는 PCA배지(Plate Count Agar, Difco Co., Detroit, USA)를 사용하여 35℃, 48시간 배양 후 30~300개의 집락을 형성한 배지만 선택하여 계수하였다. 대장균군은 Petrifilm (3M™ Petrifilm™ Coliform Count Plate, Difco Co., Detroit, USA)을 사용하여 32℃, 24시간 배양 후 붉은색 기포를 형성한 집락을 계수하였다. 곰팡이 및 효모는 PDA배지(Potato Dextrose Agar, Difco Co., Detroit, USA)를 사용하여 25℃, 48~72시간 배양 후 계수하였다. 시료 1 g당 colony forming unit (CFU)로 나타냈으며, 총균수, 곰팡이 및 효모의 검출을 위한 최소한계치는 10² CFU/g 이었으며 대장균군은 10¹ CFU/g 이었다.

pH

시료 10 g에 멸균 증류수 90 mL를 가하여 균질기(DIAX900, Heidolph, Schdolph, Germany)로 균질화 하였다. 그 현탁액을 여과지(No. 4, Whatman International Ltd., Kent, UK)로 여과하여 10분간 500 rpm으로 원심분리 시켰다. 그 상등액을 취하여 pH-meter (Orion 520A, Orion Research Inc., Boston, MA, USA)로 pH를 측정하였다.

색도측정

무생체에 사용한 고춧가루와 무생체의 색도 측정은 감마선 조사 후 color/color differencemeter (Model CM-3500d, Minolta Co., Japan)를 이용하여 명도(lightness, L*), 적색도(redness, a*) 및 황색도(yellowness, b*)를 측정하였다. 이때 무생체는 10 g에 동량의 증류수를 붓고 blender로 곱게 마쇄하여 측정하였으며 표준색은 L* 값 90.5, a*값 0.4, b*값 11.0인 calibration plate를 사용하였다.

관능평가

저장 중 무생체의 관능적 품질을 평가하기 위한 panel은 연구원 및 석/박사 식품전공자 10인을 대상으로 하였다. 나이·성별 등을 기록하고 각 시료는 물컵, 시료를 뺀 컵, 정수기에서 받은 물을 시료 사이에 제공하였으며, 검사 중의 영향을 최소화하기 위해 total session은 15~20분으로 정하였다. 이때의 평가항목은 외관(appearance), 조직감(texture), 맛(taste), 향(flavor), 종합적인 기호도(overall acceptability)에 대하여 7점 척도법으로 평가하였다. 이때 매우 좋아한다(강하다) : 7점, 좋지도 싫지도 않다 : 4점,

매우 싫어한다(약하다) : 1점이었다.

통계분석

이상의 실험에서 얻어진 결과는 Statistical Package for Social Sciences (SPSS, 10.0) (18)를 이용하여 One Way ANOVA 분석을 하였으며, 시료간의 유의차는 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 비교하였다.

결과 및 고찰

무생체 원재료의 미생물 오염도

무생체의 제조 전 각 원료의 미생물 오염도를 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 무의 경우 총세균수는 3.39 log CFU/g, 곰팡이/효모는 2.23 log CFU/g 수준으로 나타났다. Sin 등(19)은 조리 전 무의 총세균수는 5.41 log CFU/g로 보고하여 본 실험재료보다 높은 수준이었다. 쪽파와 마늘의 경우는 초기 미생물이 각각 2.40 및 2.10 log CFU/g 수준으로 나타났다. 고춧가루의 경우는 Table 2와 같이 총세균수, 대장균군수 및 곰팡이/효모가 각각 6.71, 2.15 및 3.05 log CFU/g로 오염도가 다소 높게 나타났다. 이는 고춧가루의 경우 건조, 가공, 유통 및 저장 과정 중 토양 또는 외부 환경으로부터 오염되는 미생물 수준이 높은 것으로 판단되었다. Kwon 등(13)은 고춧가루 시료 g 당 6.59~6.82 log CFU/g의 높은 오염도를 보고하였으며, Lee 등(20)은 고춧가루 g 당 호기성 세균이 6.57 log CFU/g, 대장균군은 2.45

log CFU/g로 오염되었다고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 총세균수의 경우 다른 연구결과와 유사한 경향을 보였으며, 이는 무생체를 제조하는데 있어 대부분의 대장균군을 포함한 미생물 전이는 고춧가루임을 확인할 수 있었다.

Table 2. Microbiological quality of raw materials for *Musaengchae* (log CFU/g)

Ingredient	Microorganism		
	Total aerobic bacteria	Coliform	Yeast & Mold
<i>Mu</i> (radish)	3.39±0.08	ND ¹⁾	2.23±0.27
Red pepper powder	6.71±0.27	2.15±0.12	3.05±0.14
Scallion (spring onion)	2.21±0.07	ND	ND
Garlic	2.10±0.05	ND	ND
Salt	ND	ND	ND

¹⁾Not Detected within the detection limit, < 2 log CFU/g.

무생체의 미생물 변화

방사선 조사 및 조사되지 않은 고춧가루로 제조된 무생체를 4℃의 온도에서 각각 5일간 저장하면서 총세균, 대장균군 및 곰팡이/효모의 농도를 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 비조사 고춧가루를 첨가한 무생체의 경우 총세균수가 제조 직후 5.42 log CFU/g를 나타냈고, 5일간 냉장 저장 중 유의적으로 1 log CFU/g 수준이 감소되는 것으로 나타났다. 한편 10 kGy 조사된 고춧가루로 제조된 무생체

Table 3. Microbiological qualities of *Musaengchae* added with gamma-irradiated red pepper powder at different doses during storage at 4℃

Microorganism	Storage period (day)	Irradiation dose (kGy)				
		0	2.5	5.0	7.5	10.0
Total aerobic bacteria	0	5.42±0.21 ^{aW}	4.52±0.34 ^{aX}	3.01±0.18 ^{aY}	3.18±0.43 ^{aY}	2.28±0.32 ^{aZ}
	1	5.37±0.34 ^W	4.67±0.29 ^{aX}	3.27±0.26 ^{abY}	3.45±0.20 ^{aY}	3.20±0.28 ^{abY}
	3	4.69±0.56 ^{bW}	3.93±0.52 ^{aX}	3.92±0.44 ^{aX}	3.43±0.32 ^{aY}	3.57±0.24 ^{bXY}
	5	4.58±0.49 ^{bW}	4.11±0.33 ^{abX}	3.84±0.28 ^{aX}	3.19±0.09 ^{aY}	3.05±0.36 ^{abY}
	0	2.30±0.06 ^a	ND ¹⁾	ND	ND	ND
Coliform	1	2.10±0.07 ^a	ND	ND	ND	ND
	3	1.10±0.05 ^b	ND	ND	ND	ND
	5	ND	ND	ND	ND	ND
	0	2.30±0.11 ^{aW}	2.10±0.09 ^{aW}	ND ²⁾	ND	ND
	1	3.18±0.10 ^{bW}	3.15±0.24 ^{bW}	2.76±0.19 ^{aX}	2.84±0.16 ^{aWX}	2.16±0.14 ^{aY}
Yeast & Mold	3	4.52±0.24 ^{cW}	4.41±0.28 ^{cW}	3.94±0.46 ^{bX}	3.86±0.34 ^{bX}	3.37±0.29 ^{bY}
	5	5.12±0.51 ^{dW}	5.27±0.32 ^{dW}	4.86±0.28 ^{cWX}	4.67±0.15 ^{cX}	4.72±0.46 ^{cXY}

^{a,b}Values with different letters within a column differ significantly (p<0.05).

^{w-z}Values with different letters within a row differ significantly (p<0.05).

¹⁾Not Detected within the detection limit, < 1 log CFU/g.

²⁾Not Detected within the detection limit, < 2 log CFU/g.

의 경우 2.28 log CFU/g에서 3.05 log CFU/g으로 5일간 저장하면서 유의적으로 1 log CFU/g 수준으로 증가하는 것으로 나타났다. 또한 2.5, 5 및 7.5 kGy 조사된 고춧가루로 제조된 무생체의 경우 5일간 저장하여도 총세균수에 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 무생체의 초기 대장균군 오염도의 경우 2.30 log CFU/g로 나타났으며 4°C 냉장 저장 중 증가하지 않았으며, 저장 5일 이후에는 검출한계 이하로 나타났다. 이상의 결과는 무생체와 같은 발효 식품의 경우 저장 중 *Lactobacillus*속과 같은 발효미생물에 의한 pH 저하로 일반미생물의 생육에 영향을 미친 것으로 사료되었다(20). 본 연구에서도 곰팡이/효모는 모든 저장 시료에서 뚜렷한 증가를 보였다(Table 3).

단체급식에서 무생체와 같은 비가열처리 부재료를 이용한 음식이 제공될 경우 병원성 미생물로 인한 식중독 발생 가능성이 있다(10). 그러나 비가열 식재료의 주요 미생물 오염원인 고춧가루를 방사선 조사 기술로 미생물을 제어한다면 무생체의 발효에 영향을 미치지 않으면서 기존 오염미생물의 위험성을 낮출 수 있을 것으로 판단하였다.

pH 변화

방사선 조사된 고춧가루로 제조된 무생체를 4°C의 온도에서 각각 5일간 저장하면서 측정된 pH 값을 Table 4에 나타내었다. 무생체의 초기 pH는 5.74~5.70 범위로 감마선 조사된 고춧가루로 제조하더라도 pH의 변화가 나타나지 않았다. 이는 감마선에 의해 살균 처리된 혼합 조미료의 pH 값이 10 kGy 이하의 조사선량에서는 변화되지 않았다는 Kwon 등(21)의 보고와 유사하였다. 또한 저장 중 pH를 측정된 결과, 저장 1일에는 유의적인 차이를 보이지 않았지만 저장 3일 이후부터 모든 시험구에서 pH가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 이는 무생체와 같은 침체류에 존재하는 *Leuconostoc* sp. 젖산균과 *Lactobacillus* sp. 등의 발효미생물에 의한 영향인 것으로 사료되며(4,22) 또한 이상의 결과는 앞선 미생물 실험결과(Table 3)를 뒷받침하였다.

Table 4. pH of *Musaengchae* added with gamma-irradiated red pepper powder during storage at 4°C

Storage period (day)	Irradiation dose (kGy)				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
0	5.74±0.18 ^{aX}	5.71±0.21 ^{aX}	5.72±0.15 ^{aX}	5.70±0.20 ^{aX}	5.72±0.09 ^{aX}
1	5.70±0.12 ^{aX}	5.68±0.24 ^{aX}	5.69±0.25 ^{aX}	5.69±0.19 ^{aY}	5.70±0.14 ^{aX}
3	5.45±0.19 ^{bX}	5.53±0.09 ^{bY}	5.55±0.26 ^{bYZ}	5.58±0.24 ^{bZ}	5.57±0.17 ^{bZ}
5	5.31±0.20 ^{cX}	5.32±0.24 ^{cX}	5.44±0.24 ^{cY}	5.43±0.21 ^{cY}	5.46±0.25 ^{cY}

^{a-b}Values with different letters within a column differ significantly (p<0.05).

^{x-z}Values with different letters within a row differ significantly (p<0.05).

색도 변화

무생체에 사용한 고춧가루의 감마선 조사에 따른 색도변화를 Table 5와 6에 나타내었다. 명도(L*)는 조사선량에 따라 유의적 차이를 나타내지 않았다. 적색도(a*) 및 황색도(b*) 또한 조사선량 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 전반적인 색차를 나타내는 ΔE값의 변화를 미국 표준국(NBS, National Bureau of Standards)(23)의 기준에서 검토해 볼 때, 7.5 kGy 까지는 아주 조금(~0.5, trace)이었으며 10 kGy 조사 시 조금(0.5~1.5, slight) 정도의 변색이었으나 육안으로는 확인할 수 없었다. 무생체의 명도, 적색도 및 황색도 모두 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 ΔE값 역시 10 kGy 조사된 고춧가루를 첨가하여도 조금(0.5-1.5, slight) 수준의 변색이 나타나 육안으로 확인할 수 없는 것으로 사료되었다. 이는 고춧가루의 색은 적색소의 함량, 즉 capsanthin의 함량과 상관관계가 있는데 고춧가루에 감마선을 조사하여도 적색소의 함량 변화가 거의 없다는 연구와 비슷한 경향을 나타내었다(7,24).

Table 5. Changes of Hunter's color values of gamma-irradiated red pepper powder

Parameter	Irradiation dose (kGy)				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
L*	44.96±0.88	45.01±0.62	44.68±0.55	45.12±0.78	45.36±0.74
a*	17.02±0.79	16.94±0.85	16.93±0.79	16.90±0.65	16.71±0.43
b*	11.06±0.66	10.96±0.81	10.93±0.50	11.09±0.61	10.76±0.56
ΔE ¹⁾	-	0.17±0.05	0.32±0.11	0.34±0.15	0.54±0.14

¹⁾Overall color difference, ΔE = √ΔL²+Δa²+Δb².

관능적 품질 변화

방사선 조사된 고춧가루로 제조된 무생체를 4°C의 온도에서 5일간 저장하면서 관능검사를 실시한 결과를 Table 7에 나타내었다. 관능평가를 실시한 결과, 감마선을 10 kGy 까지 조사한 고춧가루를 첨가한 무생체는 관능적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 색의 경우 감마선 조사된 고춧가루를 이용함에 따라 무생체의 색도는 육안으로 차이를 확인할 수 없는 것으로 나타났으며, 기계적 색도 측정 결과는 이를 뒷받침하였다(Table 6). 그러나 조직감의 경우 감마선 조사에 관계없이 저장 중 유의적으로 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 무의 연부현상에 Na⁺와 같은 이온, 무의 주요성분인 pectin의 영향과 각종 미생물의 변화에 의한 것으로 사료되었다(3,25). 종합적 기호도의 경우 감마선 조사된 고춧가루를 첨가하여도 시료 간에 유의적인 차이가 없었으며, 저장 중 모든 실험구에서 기호도가 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 무생체의 재료로 사용될 고춧가루에 10 kGy 수준의 감마선 처리를 하여도 무생체의 관능적 품질에 전혀 영향을 미치지 않고 미생물학적 안전성을 확보할 수 있을 것으로 사료되었다.

Table 6. Changes of Hunter's color values of *Musaengchae* added with gamma-irradiated red pepper powder

Parameter	Irradiation dose (kGy)				
	0	2.5	5.0	7.5	10.0
L*	66.70±1.67	65.98±2.01	66.29±1.57	66.33±1.38	65.96±1.49
a*	10.18±0.95	10.27±0.68	10.48±0.72	10.19±0.64	10.22±0.37
b*	15.28±0.91	15.89±1.01	15.20±0.94	15.45±0.37	15.34±0.89
ΔE ¹⁾	-	0.94±0.17	0.50±0.06	0.41±0.09	0.74±0.06

¹⁾Overall color difference $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

Table 7. Sensory evaluation of *Musaengchae* added with gamma-irradiated red pepper powder at different doses during storage at 4°C

Sensory parameter	Storage period (day)	Irradiation dose (kGy)				
		0	2.5	5.0	7.5	10.0
Appearance	0	6.3±0.5 ^{aX}	6.2±0.5 ^{aX}	6.2±0.4 ^{aX}	6.0±0.5 ^{aX}	6.2±0.4 ^{aX}
	1	6.4±0.6 ^{aX}	6.1±0.7 ^{aX}	6.1±0.5 ^{aX}	6.3±0.5 ^{aX}	6.3±0.5 ^{aX}
	3	6.2±0.4 ^{aX}	6.2±0.5 ^{aX}	6.0±0.4 ^{aX}	6.2±0.4 ^{aX}	6.2±0.5 ^{aX}
	5	6.0±0.5 ^{aX}	5.8±0.6 ^{aX}	6.1±0.4 ^{aX}	5.9±0.5 ^{aX}	6.0±0.3 ^{aX}
	0	6.7±0.2 ^{aX}	6.8±0.3 ^{aX}	6.8±0.2 ^{aX}	6.9±0.1 ^{aX}	6.8±0.2 ^{aX}
Texture	1	6.5±0.4 ^{aX}	6.4±0.4 ^{bX}	6.5±0.2 ^{bX}	6.4±0.3 ^{bX}	6.3±0.5 ^{aX}
	3	6.2±0.4 ^{bX}	6.0±0.5 ^{cX}	6.3±0.3 ^{bX}	6.3±0.3 ^{bX}	6.0±0.4 ^{bX}
	5	5.8±0.6 ^{cX}	5.7±0.3 ^{dX}	5.9±0.4 ^{cX}	5.8±0.4 ^{cX}	5.9±0.4 ^{bX}
	0	6.0±0.6 ^{3X}	6.2±0.3 ^{aX}	6.0±0.5 ^{aX}	6.1±0.3 ^{aX}	6.0±0.2 ^{aX}
	1	6.1±0.2 ^{aX}	6.2±0.5 ^{aX}	6.3±0.4 ^{abX}	6.2±0.4 ^{aX}	6.1±0.3 ^{aX}
Taste	3	6.6±0.2 ^{bX}	6.5±0.3 ^{bX}	6.4±0.5 ^{bX}	6.4±0.2 ^{bX}	6.3±0.2 ^{bX}
	5	6.5±0.2 ^{bX}	6.6±0.3 ^{bX}	6.5±0.4 ^{bX}	6.5±0.3 ^{bX}	6.6±0.2 ^{cX}
	0	6.0±0.3 ^{aX}	6.2±0.3 ^{aX}	6.1±0.3 ^{aX}	6.1±0.3 ^{aX}	6.1±0.2 ^{aX}
	1	6.2±0.2 ^{abX}	6.3±0.4 ^{aX}	6.0±0.4 ^{aX}	6.2±0.2 ^{aX}	6.1±0.1 ^{aX}
	3	6.3±0.3 ^{abX}	6.3±0.3 ^{aX}	6.3±0.3 ^{abX}	6.1±0.2 ^{aX}	6.4±0.3 ^{bX}
Odor	5	6.4±0.3 ^{bX}	6.2±0.2 ^{aX}	6.5±0.4 ^{bX}	6.2±0.2 ^{aX}	6.3±0.2 ^{abX}
	0	6.0±0.2 ^{aX}	6.2±0.4 ^{aX}	6.2±0.3 ^{aX}	6.2±0.3 ^{abX}	6.0±0.3 ^{aX}
	1	6.1±0.3 ^{aX}	6.3±0.5 ^{aX}	6.1±0.4 ^{aX}	6.0±0.2 ^{aX}	6.2±0.2 ^{abX}
	3	6.2±0.3 ^{abX}	6.4±0.2 ^{abX}	6.2±0.2 ^{aX}	6.4±0.4 ^{abX}	6.1±0.2 ^{aX}
	5	6.4±0.2 ^{bX}	6.5±0.2 ^{bX}	6.3±0.4 ^{aX}	6.5±0.4 ^{bX}	6.4±0.4 ^{bX}

^{a-b}Values with different letters within a column differ significantly (p<0.05).

^{x-y}Values with different letters within a row differ significantly (p<0.05).

요 약

본 연구에서는 고춧가루에 오염된 미생물을 제거 또는 감소시키기 위해 감마선 조사기술을 이용하였고, 이를 이

용하여 무생체를 제조한 후 저장 중 미생물학적 안전성과 품질특성을 평가하고자 하였다. 무생체용 원재료의 총세균 수는 고춧가루, 무, 쪽파, 마늘의 경우 각각 6.71, 3.39, 2.21, 2.10 log CFU/g 수준인 것으로 나타났다. 대장균군의 경우 고춧가루에서만 2.15 log CFU/g 수준으로 나타났다. 방사선 조사된 고춧가루를 이용하여 제조된 무생체의 경우 저장 중 대장균군은 검출한계 이하로 나타났다. pH와 색도의 경우 대조구와 실험구간 유의적 차이는 없었으며, 관능적 품질 역시 모든 평가항목에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 10 kGy 이하로 조사된 고춧가루를 이용한 무생체는 관능적 품질변화 없이 미생물학적 안전성을 향상시키는 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 및 과학재단의 지원을 받아 2009년도 원자력연구개발사업과 한국원자력연구원 Top Brand Project 사업을 통해 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Food, Agricultural, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook. (2008) Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea, p. 87-88
2. Fuchigami, M. (1987) Relationship between pectic compositions and the softening of the texture of Japanese radish roots during cooking. J. Food Sci., 52, 1317-1323
3. Kim, J.M., Shin, M.K. and Hwang, H.S. (1989) Physico-chemical changes of radish cubes for *Kardugi* during salting. Korean J. Food Sci., 2, 300-306
4. Kim, Y.A., Rhee, S.H., Jeong, K.O., Park, K.Y. and Moon, S.H. (2002) Effect of storage temperature and packing method on the fermentation characteristics of *Kakdugi*(diced radish *Kimchi*). J. Korean Soc. Food Sci., 6, 971-976
5. Ryu, K.D., Chung, D.H. and Kim, J.K., (2000) Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *Kakdugi* preparation. Korean J. Food Sci. Technol., 3, 681-690
6. Kim, K.J., Kyung, K.H., Myung, W.K., Shim, S.T. and Kim, H.K. (1999) Effect of hot water extract of natural plants on the prolongation of optimal fermentation time of *Kakdugi*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 365-370
7. 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
8. Kwon, J.H., Byun, M.W., Cho, H.O. and Han, B.H. (1994) Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide fumigation on some chemical quality of white ginseng powder. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26, 278-282
 9. Park, H.S. and Ryu, K. (2007) Microbial risk analysis of cooked food donated to foodbank(I). *Korean J. Community Nutr.*, 12, 617-629
 10. Park, H.K., Yoo, W.C. and Kim, K.L. (2000) Microbiological hazard analysis for prepared foods and raw materials of food service operations. *Korean J. Soc Dietary Culture*, 15, 123-137
 11. Kim, I.D., Park, M.J. Cho, J.W. and Kim S.D. (1997) Clarification of red pepper powder by ozone. *J. Food Sci. Technol.*, 9, 11-16
 12. Vajdi, M. and Pereire, R.R. (1973) Comparative effects of ethylene oxide, gamma-irradiation and microwave treatments on selected spices. *J. Food Sci.*, 38, 893-895
 13. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. (1984) Effect of gamma irradiation on the sterilization of red pepper powder. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 26, 188-192
 14. Byun, M.W., Kwon, J.H. and Cho, H.O. (1987) Sterilization and storage of spices by irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 15, 359-363
 15. Farkas, J. (1998) Irradiation as method for decontaminating food: A review. *Food Microbiol.*, 44, 189-204
 16. FAO/IAEA/WHO Study Group. (1999) High-dose irradiation in wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. In WHO technical report series 890. World Health Organization, Geneva, pp. 49-77
 17. Song, B.S., Park, J.M., Kim, J.H., Shin, M.H., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Lee, J.W. (2008) Quality changes of *Kongnamul Muchim* (cooked soybean spouts) stored with gamma-irradiated red pepper powder. *Koeran J. Food Preserv.*, 5, 642-647
 18. SPSS. (1999) SPSS for Windows. Rel. 10.05. SPSS Inc. Chicago, IL, USA.
 19. Shin, W.S., Hong, W.S. and Lee, E.K. (2008) Assessment of microbiological quality for raw materials and cooked foods in elementary school food establishment. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 3, 379-389
 20. Cho, Y.K. (1995) Effect of seasonings on pH and sensory evaluation during fermentation of *Kakdugi* and chinese cabbage *Kimchi*. *Bull. Inst. Basic Sci.*, 7, 131-139
 21. Kwon, J.H., Byun, M.W., Cha, B.S., Yang, J.S. and Cho, H.O. (1988) Improvement of hygienic quality of vegetable mixed condiments using gamma-irradiation. *Korean J. Food Hygiene*, 3, 233-239
 22. Kim, M.R., Mo, E.K., Kim, J.H., Lee, J.K. Sung, C.K. (1999) Effect of hot water extract of natural plants on the prolongation of optimal fermentation time of *Kakdugi*. *J. Korean Soc. Food Soc. Technol.*, 28, 365-370
 23. Han, E. (1991) Numerical principle of food color (II). *Food Technol.*, 4, 456-461
 24. Chen, S.L. and Gutmanis, F. (1968) F. Auto-oxidation of extractable color pigments in chili pepper with special reference to ethoxyquin treatment. *J. Food Sci.*, 33, 274-279
 25. Kentaro, K., Mitsue, K. and Yasuhiro, M. (1982) Studies on the mechanism of petic substances changes in the salted radish root. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*. 8, 443-450

(접수 2008년 10월 30일, 채택 2009년 3월 6일)