

## Effects of High Hydrostatic Pressure and Gamma Irradiation on Quality and Microbiological Changes of *Kochujang-Gulbi*.

Seong-Gook KANG<sup>1\*</sup>, Nan-Hee PARK<sup>2</sup>, Do-Ock Ko<sup>2</sup>, Jing-Lei Li<sup>1</sup>, Bo-Sub Kim<sup>2</sup>  
and Yang-Kyun PARK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Engineering, Mokpo University, Muan-gun 534-729, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Regional Innovation Center, Mokpo University, Muan-gun 534-729, Korea

### 고추장굴비의 품질과 저장성에 미치는 초고압처리와 감마선 조사 효과

강성국<sup>1\*</sup> · 박난희<sup>2</sup> · 고두옥<sup>2</sup> · 이정뢰<sup>1</sup> · 김보섭<sup>2</sup> · 박양균<sup>1</sup>

<sup>1</sup>목포대학교 식품공학과, <sup>2</sup>목포대학교 식품산업지역혁신센터

#### Abstract

Kochujang-gulbi, a Korean traditional food, was prepared with kochujang and freeze-dried gulbi slices. Kochujang-gulbi was treated with high hydrostatic pressure (200, 400 and 600 MPa) and gamma-irradiation (7, 10, 20 and 30 KGy) to improve its quality and shelf-life. The pH of high hydrostatic pressure and gamma-irradiation treated kochujang-gulbi samples did not significantly different compared to that of control. However, Hunter L value slightly increased, and Hunter a and b values decreased by high hydrostatic pressure and gamma-irradiation treatment. During storage, the pH and color of high hydrostatic pressure and gamma-irradiation treated kochujang-gulbi samples did not significantly changed. The VBN and TBA level decreased by the increase treatment of high hydrostatic pressure and then slowly increased during storage. The VBN and TBA level of kochujang-gulbi samples treated by the strong gamma ray emission slowly increased during storage. In particular, gamma-irradiation treatment was very effective to sterilize microorganisms when compared to that of high hydrostatic pressure in kochujang-gulbi products. In addition, the high hydrostatic pressure and gamma-irradiation treated kochujang-gulbi samples shown significantly lower total viable cell number than control for the 20 days of storage at room temperature with retort pouch packaging.

Key words : Korean traditional food, *Kochujang-gulbi*, high hydrostatic pressure, gamma-irradiation

#### 서 론

굴비는 독특한 풍미와 조직감을 갖는 가공식품으로 전남 영광지역의 전통식품이다. 굴비는 건조식품의 하나로 주목적이 저장성 향상에 있지만 최근 굴비의 독특한 향과 맛으로 인하여 생산이 증가되고 있는 추세이다. 전통 굴비는 참조기를 해풍이 잘 부는 곳에서 음건하여 수분함량 20% 수준까지 건조함으로써 실온에서 장기간 저장 및 유통할 수 있었다. 고추장굴비는 굴비포를 숙성된 고추장에 담가 두면 삼투압작용으로 고추장이 굴비에 침투되어 특유한 맛을 내는 남도지방의 전통식품중 하나이다.(1) 고추장굴

비는 다양한 방법으로 제조되고 있으며 전통적인 방법으로 굴비를 고추장속에서 1개월간 숙성시킨 후 굴비만을 분리하여 새로운 고추장과 다시 1개월 숙성하고 조미하여 제품화 한다(2). 최근에는 조기 또는 파굴비를 동결건조하여 포를 생산한 후 분쇄하여 배소한 후 조미고추장과 함께 제조하기도 한다.

고추장 굴비의 산업화에 있어서 문제점은 저장중의 지방의 산패와 미생물의 증식에 의한 품질저하이다. 지방의 산패에 의한 품질저하는 원료 굴비의 신선도 유지, 동결건조 기술의 이용 및 제품화 시 천연항산화제의 사용 등의 방법으로 해결이 가능하나 미생물에 의한 품질저하 문제는 매우 어려운 문제이다. 열처리 살균의 경우 고유의 풍미와 물성 변화를 초래하여 상품성을 떨어뜨리는 문제가 있다. 저장성 향상을 위한 연구논문으로 최 등(2)이 마늘과 유자추출

\*Corresponding author. E-mail : [sgkang@mokpo.ac.kr](mailto:sgkang@mokpo.ac.kr),  
Phone : 82-61-450-2429, Fax : 82-61-454-1521

물 등 천연물과 에탄올을 처리하여 고추장굴비의 저장성 향상시키고자 한 연구가 있으며 특히 폴리페놀을 첨가한 고추장굴비 제조(3), 복분자와 유기농 녹차를 첨가한 고추장굴비(4), 키토올리고당을 함유한 고추장 굴비(5), 복분자와 함초를 함유한 고추장굴비(6) 등이 있다.

최근 비열처리기술로 초고압(high hydrostatic pressure, HHP)과 감마선(gamma-irradiation)처리 기술이 대표적으로 이용되고 있으며 응용가능성이 높은 기술로 평가되고 있다. 초고압처리기술은 100~900 MPa의 정수압으로 압력처리함으로써 열처리에 의한 단백질 변성, 전분호화 및 살균 효과와 같은 효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 영양성분의 파괴와 식품의 향과 맛을 유지할 수 있는 장점을 가지고 있다(7). 식품의 방사선조사는 감마선, 전자선 및 X-선 등을 목적에 맞게 이용하여 저장성 증가와 미생물학적 안전성 보장 효과를 열처리와 화학적 보존제 처리없이 안전하게 목적을 달성할 수 있는 기술이다(8). 2009년 현재 방사선 조사식품을 허가한 국가는 56개국으로 약 253개 식품품목이 방사선 처리되어 유통될 수 있다(9).

본 연구에서는 고추장굴비의 지방산패를 최소화하기 위하여 신선굴비를 동결건조한 굴비포를 사용하여 고추장굴비를 제조하고 비열처리 살균방법으로 초고압과 방사선 처리하여 저장중에 품질과 미생물변화를 분석함으로써 고추장굴비의 저장과 유통기간 연장 가능성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

고추장굴비 제조를 위한 굴비와 자연건조 굴비포는 전남 영광군 법성면 청산유통에서 구입하였으며, 동결건조용 굴비는 머리, 지느러미, 내장 등 비가식부를 제거하고 세척한 후 동결건조하여 진공포장 후 냉장보관하면서 사용하였다. 고추장은 시중에서 판매되고 있는 순창고추장을 사용하였다.

### 고추장 굴비의 제조

동결건조 굴비포를 이용한 고추장 굴비는 고추장 100 g당 굴비포 10 g과 물엿 20 g의 비율로 혼합하여 제조하였으며, 파우치포장재를 이용하여 200 g 단위로 진공 포장하여 -20℃에서 냉동보관하면서 실험에 사용하였다.

### 고추장굴비의 초고압처리와 방사선 조사

진공포장한 고추장굴비는 스웨덴 Aure사(QFP-35L)의 35 L 초고압 처리 장비를 이용하여 초고압 처리 Vessel에 넣고 물을 압력매체로 하였으며 압력용기내의 온도는 20℃로 설정하였으며, 200, 400 및 600 MPa에서 10분 동안 처리하였다. 방사선 조사는 한국원자력연구원 정읍 방사선과학

연구소 (MDS Nordion, Canada, 490 kCi, 습식, Co-60, Penicil Type)에서 7 kGy, 10 kGy, 20 kGy 및 30 kGy의 방사선량을 조사하였다. 조사 후 상온에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

### pH 변화 및 표면색도검사

고추장굴비의 pH 변화는 검체 2 g를 증류수로 10배 희석하여 pH meter(Model 730P, Isted Inc, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였으며, 표면색도측정은 색차계(Color Difference meter, Model CR-300 Minolta, Japan)를 사용하여 3회 반복 측정하였으며, 그 값을 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값)으로 나타내었다.

### Volatile Basic Nitrogen (VBN) 정량

휘발성 염기질소의 측정은 Conway unit를 사용하는 Microdiffusion (10) 방법으로 분석하였다. 시료 10 g에 증류수 10 mL와 10% Trichloroacetic acid (TCA) 20 mL를 넣고 소량의 해수를 가하여 마쇄 여과하고 5% TCA를 넣어 50 mL로 정용하였다. 시료액 1 mL를 Conway수기 외실에 넣고 내실에 H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1 mL를 넣은 후 포화 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL를 외실에 빠르게 주입하고 즉시 덮개를 덮은 후 시료용액과 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액이 잘 섞이도록 흔들어주고 37℃에서 1시간 정지한 다음 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액으로 적정하여 측정하였다.

### Thiobarbituric acid(TBA) 정량

TBA는 Tarlagdis 등의 방법(11)을 약간 변형하여 측정하였다. 시료 10 g에 BHT 10 mL와 증류수 97.5 mL와 4 N HCl를 2.5 mL 가하여 산성으로 한 뒤 증류장치를 이용하여 50 mL volumetric flask 5 mL를 넣은 후 수욕상에서 35분간 발색시킨 후 바로 냉각하였다. 이 용액을 538 nm에서 흡광도를 측정하여 변화를 관찰하였다.

### 일반 호기성 생균수 변화

총 생균수 측정은 건조필름법(12)으로 하였다. 검체를 10 g 취하여 멸균생리식염수에 넣고 30초간 균질화한 것을 시험용액으로 하였다. Ten-fold dilution으로 단계별로 희석한 후 시험용액 1 mL와 각 단계별 희석액 1 mL를 세균수 건조필름배지(3M, Aerobic plate count agar)에 접종한 후 35±1℃에서 24~48시간 배양한 후 평균집락수에 희석배수를 곱하였다.

### 통계처리

본 실험의 자료처리는 SPSS (v 18.0)을 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 모든 결과는 반복 측정법(repeated measure)을 사용하였으며 각 시간에 따른 집단 간 차이는 One-way ANOVA와 사후검정(Duncan's test)을 실시하였으며 분석 시 유의수준은 α=0.05로 설정하여 측정하였다.

결과 및 고찰

pH 변화

고추장 굴비를 진공 파우치 포장하여 초고압처리와 방사선 조사한 후 pH 변화를 측정된 결과는 Fig. 1에서와 같다. 저장기간이 증가함에 따라 모든 시료에서 pH가 떨어지는 경향을 나타내지만, 각 시료간의 pH는 유의적인 변화를 보이지 않았다. 초고압 처리 고추장 굴비와 방사선조사 고추장 굴비간에도 pH 차이는 없었다.

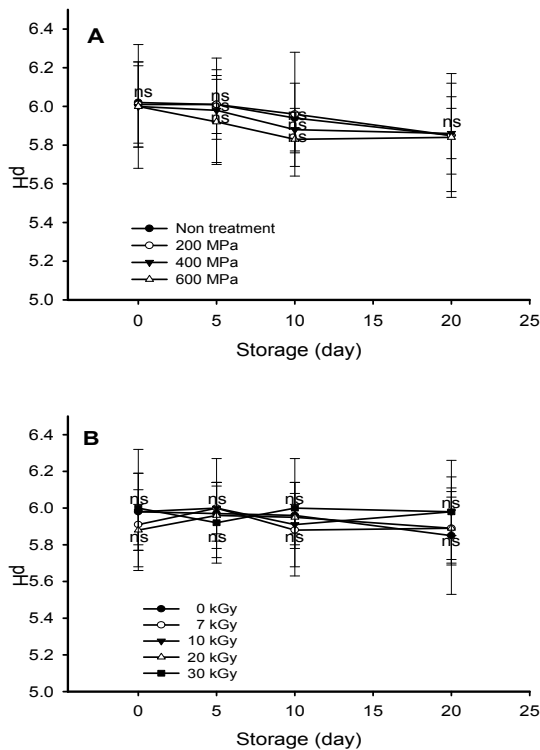


Fig. 1. Changes of pH during storage of the high hydrostatic pressure treated (A) and gamma-irradiated (B) *Kochujang-gulbi*.

Values are means±SD (n=3).  
 \*No significant difference between groups.  
 Values with the same letters in the same column are not significantly different at p<0.05.

색도 변화

초고압 처리와 방사선 조사한 고추장 굴비의 색도를 측정된 결과는 Table 1과 2에서 보는 바와 같다. Hunter L값(명도)은 대조구에 비하여 초고압처리와 방사선 조사에 의하여 약간 증가하는 경향을 보였으나 20일 동안 상온 저장중에는 유의적인 변화를 보이지 않았다. a값(적색도)은 초고압과 방사선 조사에 의해 감소하는 경향을 보였으며, 특히 초고압 처리에 의해 대조구(0일째) 15.92±4.35에서 600 MPa 처리구(0일째) 11.21±1.33으로 유의적으로 크게 감소하는 경향을 보였다. 방사선 조사의 경우 대조구(0일째) 12.17±3.11에서 30 kGy 처리구(0일째) 10.67±1.69로 초고압처리에 비해 낮은 감소폭을 보였다. b값(황색도)는 초고

압처리에 의하여 처리조건과 저장기간 동안 유의적인 차이가 매우 적었다. 반면에 방사선 조사의 경우 조사강도가 높을수록 증가하는 경향을 보였으며 대조구 초기값 12.69±1.76에서 30 kGy 조사구 초기값 15.56±2.11로 증가하였다. 이는 부재료인 고추장이 초고압과 방사선 조사에 의해 변색 또는 탈색에 의해 L, b값이 증가하고 a값이 감소하는 것으로 생각된다. Kim 등(13)은 비파 메탄올추출물의 방사선 조사효과 연구에서 20 kGy 방사선을 조사한 후 색도를 측정된 결과 Hunter L, a값은 증가하고 b값은 감소한다고 보고하여 본 연구와 일부 다른 결과를 보였다. Byun 등(14)은 간장의 방사선 조사에 의해 갈색도가 얇어진다고 하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 고추장 굴비의 초고압 처리와 방사선 조사에 의하여 고추장굴비의 상품성 저하를 초래할 정도의 색도변화는 일어나지 않음을 알 수 있었다.

Table 1. Changes of Hunter color value of the high hydrostatic pressure treated *Kochujang Gulbi*

Color values	Storage (day)				
	0	5	10	20	
Non-treated	L	27.10±4.35 <sup>a</sup>	29.85±0.35 <sup>a</sup>	31.82±1.00 <sup>b</sup>	29.55±1.21 <sup>a</sup>
	a	15.92±4.35 <sup>d</sup>	10.11±1.52 <sup>a</sup>	11.53±2.91 <sup>b</sup>	11.08±0.37 <sup>b</sup>
	b	11.53±1.15 <sup>b</sup>	10.43±1.35 <sup>b</sup>	12.23±1.60 <sup>bc</sup>	10.16±0.69 <sup>b</sup>
200 MPa	L	31.87±0.84 <sup>b</sup>	29.41±4.56 <sup>a</sup>	30.94±0.40 <sup>ab</sup>	30.10±0.10 <sup>b</sup>
	a	13.25±0.96 <sup>c</sup>	9.79±0.45 <sup>a</sup>	10.94±1.28 <sup>a</sup>	10.94±0.65 <sup>a</sup>
	b	12.01±0.68 <sup>bc</sup>	10.62±1.80 <sup>b</sup>	10.36±2.20 <sup>b</sup>	10.75±0.41 <sup>b</sup>
400 MPa	L	33.32±1.72 <sup>c</sup>	35.35±2.93 <sup>c</sup>	32.21±1.27 <sup>c</sup>	29.76±0.59 <sup>a</sup>
	a	14.36±0.72 <sup>c</sup>	9.69±2.80 <sup>a</sup>	9.73±0.81 <sup>a</sup>	9.14±0.31 <sup>a</sup>
	b	13.33±0.54 <sup>c</sup>	11.43±0.85 <sup>b</sup>	10.74±0.75 <sup>b</sup>	9.47±0.32 <sup>a</sup>
600 MPa	L	31.64±1.28 <sup>b</sup>	32.31±1.45 <sup>b</sup>	32.20±0.16 <sup>b</sup>	30.88±1.38 <sup>b</sup>
	a	11.21±1.33 <sup>b</sup>	12.30±2.24 <sup>b</sup>	9.63±1.37 <sup>a</sup>	8.92±1.88 <sup>a</sup>
	b	10.59±1.45 <sup>b</sup>	10.20±1.82 <sup>b</sup>	9.77±0.63 <sup>a</sup>	8.16±1.42 <sup>a</sup>

Values are means±SD (n=3).  
 Values with the same letters in the same column are not significantly different at p<0.05.

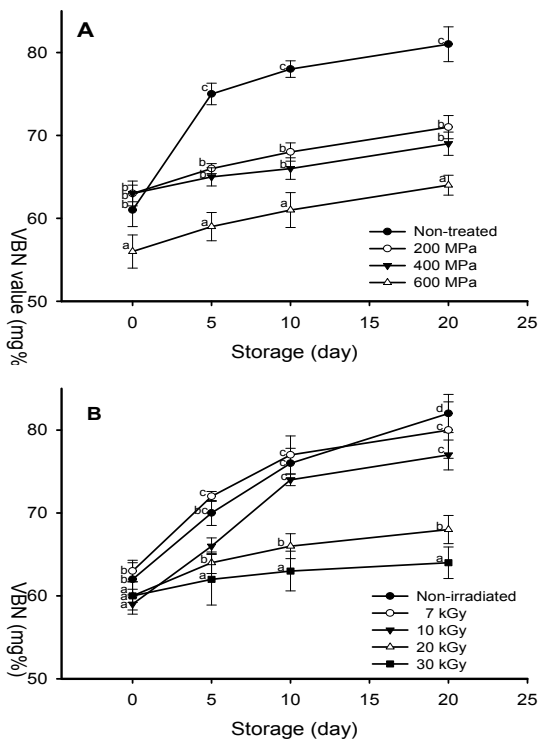
휘발성 염기질소 (Volatile basic nitrogen, VBN) 함량

어패류의 경우 선도 판정법 중 화학적 판정법의 하나로 휘발성염기질소는 암모니아를 주로 하여 Trimethylamine (TMA) Dimethylamine(DMA) 등으로 된 휘발성 염기는 어획 직후의 근육 중에는 극히 적으나 선도의 저하와 더불어 증가한다. 초고압과 방사선 처리한 고추장 굴비의 휘발성 염기질소 함량변화는 Fig. 2와 같다. 휘발성 염기질소 함량변화는 모든 시료군에서 시간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 초고압처리 대조구의 경우 저장초기 60 mg%에서 20일 저장 후 80 mg%로 현저하게 증가하는 경향을 보였다. 처리압력이 높을수록 유의적으로 휘발성염기질소 증가

**Table 2. Changes of Hunter color value of the gamma-irradiated *Kochujang-gulbi***

Color values	Storage (day)				
	0	5	10	20	
Non-irradiated	L	28.43±2.53 <sup>a</sup>	29.54±0.60 <sup>a</sup>	30.43±1.76 <sup>a</sup>	33.45±1.80 <sup>c</sup>
	a	12.17±3.11 <sup>b</sup>	11.53±3.18 <sup>ab</sup>	10.43±3.06 <sup>a</sup>	10.52±3.06 <sup>a</sup>
	b	12.69±1.76 <sup>b</sup>	12.76±3.91 <sup>b</sup>	11.23±1.30 <sup>ab</sup>	10.32±1.59 <sup>a</sup>
7 kGy	L	27.79±0.60 <sup>a</sup>	26.92±1.80 <sup>a</sup>	27.84±1.59 <sup>a</sup>	28.26±2.05 <sup>a</sup>
	a	10.53±1.90 <sup>a</sup>	10.09±3.79 <sup>a</sup>	12.11±2.05 <sup>b</sup>	10.76±3.04 <sup>a</sup>
	b	11.50±1.80 <sup>ab</sup>	10.30±1.46 <sup>a</sup>	12.62±1.76 <sup>b</sup>	12.97±1.02 <sup>b</sup>
10 kGy	L	30.40±4.14 <sup>b</sup>	29.15±1.50 <sup>a</sup>	32.73±1.07 <sup>c</sup>	32.71±1.63 <sup>c</sup>
	a	11.34±3.06 <sup>ab</sup>	10.18±3.31 <sup>a</sup>	10.94±1.66 <sup>a</sup>	11.11±1.34 <sup>ab</sup>
	b	13.64±3.91	11.80±1.02	13.37±3.11	13.07±2.79
20 kGy	L	31.82±2.79 <sup>b</sup>	33.51±3.11 <sup>c</sup>	30.44±2.05 <sup>b</sup>	27.51±1.30 <sup>a</sup>
	a	10.53±1.30 <sup>a</sup>	11.90±0.62 <sup>ab</sup>	9.88±1.84 <sup>a</sup>	9.09±4.14 <sup>a</sup>
	b	13.84±1.02 <sup>bc</sup>	14.75±2.03	12.36±3.02 <sup>b</sup>	13.25±1.79 <sup>bc</sup>
30 kGy	L	34.37±1.97 <sup>c</sup>	34.83±1.62 <sup>c</sup>	33.18±3.91 <sup>c</sup>	33.75±1.02 <sup>c</sup>
	a	10.67±1.69 <sup>a</sup>	11.63±2.79 <sup>ab</sup>	10.31±3.13 <sup>a</sup>	9.54±1.73 <sup>a</sup>
	b	15.56±2.11 <sup>c</sup>	15.50±1.02 <sup>c</sup>	14.84±4.14 <sup>c</sup>	14.96±0.60 <sup>c</sup>

Values are means±SD (n=3).  
Values with the same letters in the same column are not significantly different at p<0.05.



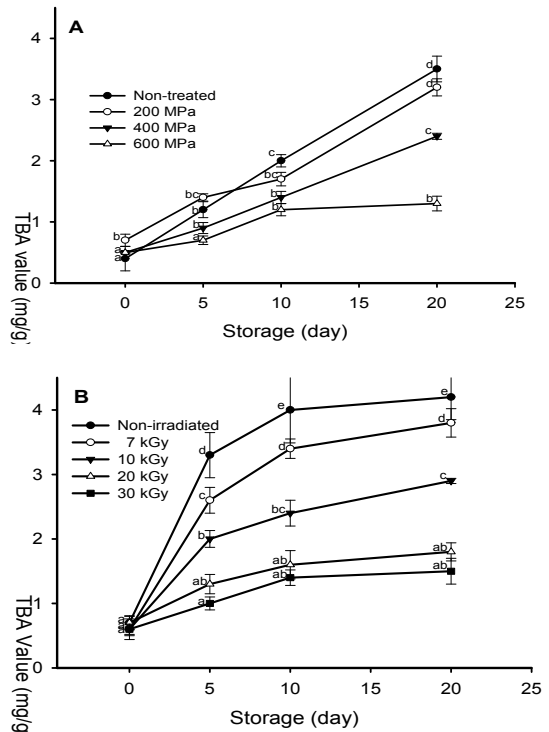
**Fig. 2. Changes of volatile basic nitrogen (VBN) during storage of the high hydrostatic pressure treated (A) and gamma-irradiated (B) *Kochujang-gulbi*.**

Values are means±SD (n=3).  
Values with the same letters in the same column are not significantly different at p<0.05.

율을 감소하였으며 600 MPa에서 처리한 고추장굴비의 경우 초기 55 mg%에서 저장 20일 후 63 mg%로 대조구에 비하여 낮은 휘발성 염기질소 함량 증가를 보였다. 감마선 조사한 고추장굴비의 경우 10 kGy 이하의 조사에서 휘발성 염기질소 증가를 효율적으로 억제하지 못하는 경향을 보였으며 20 kGy 이상 조사에서 효과적으로 휘발성염기질소 증가를 억제하였다. 이는 방사선 조사에 의한 미생물 살균 효과로 생각된다. 일반적으로 신선한 생선에 비해 건포류의 VBN 함량이 많은 것은 지숙, 건조 등 가공과정을 거치면서 암모니아를 비롯한 여러 가지 휘발성 염기질소들이 다량 생산되기 때문인 것으로 알려지고 있다(15).

**Thiobarbituric acid (TBA) 함량**

TBA는 유지나 유지식품에 있어 산화 시 생성되는 carbonyl화합물 중 malon aldehyde의 양을 나타내며, 유지의 산패도를 측정하는 척도이다. 초고압처리와 감마선 조사 처리 후 20일 동안 저장하면서 TBA의 변화를 조사한 결과는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 초고압처리구의 경우 처리조건에 따라 증가율의 차이는 있으나 모든 시료에서 시간이 경과함에 따라 TBA값이 증가하는 경향을 보였다.



**Fig. 3. Changes of thiobarbituric acid value (TBA) during storage of the high hydrostatic pressure treated (A) and gamma-irradiated (B) *Kochujang-gulbi*.**

Values are means±SD (n=3).  
Values with the same letters in the same column are not significantly different at p<0.05.

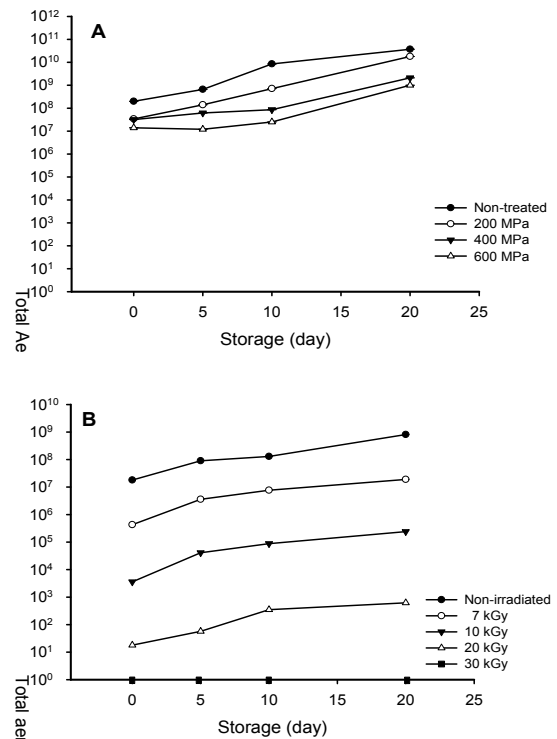
초고압 처리 직후 TBA는 대조구에 비하여 약간 높은 값을 보였다. 저장중 TBA는 처리압력이 높을수록 유의적으로 낮은 증가율을 보였으며 대조구 경우 초기 0.4 mg/g 수준이었던 TBA 값이 20일 저장 후 3.5 mg/g으로 현저하게 증가하였다. 반면에 600 MPa 처리구의 경우 초기 0.5 mg/g에서 20일 저장 후 1.3 mg/g으로 대조구에 비하여 낮은 증가율을 보였다. 감마선 조사 처리구의 경우 초기 대조구와 비슷한 값을 보였으며 저장중 증가율을 조사 강도가 높을수록 유의적으로 훨씬 낮은 증가율을 보였다. 초기 0.6 mg/g 수준에서 20일 저장 후 비처리구 4.2 mg/g, 7 kGy 처리구 3.8 mg/g, 10 kGy 처리구 2.9 mg/g, 20 kGy 처리구 1.75 mg/g, 30 kGy 처리구 1.5 mg/g 수준으로 처리조건에 따라 증가율에서 큰 차이를 보였다. 초고압처리와 감마선 조사처리가 처리조건에 따라 유의적인 차이를 보임으로서 고추장굴비의 산화를 억제하는데 매우 효과적임을 알 수 있었다(16). 일반적으로 초고압과 감마선 처리에 의하여 free radical이 증가함으로써 지방산화를 촉진하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 진공포장과 미생물에 의한 품질변화를 억제함으로써 산화를 효과적으로 억제할 수 있었던 것으로 판단된다. Ramirez-Suarez 등(17)은 참치의 초고압 처리효과 연구에서 310 MPa에서 효과적으로 지방산화와 미생물을 억제할 수 있었다고 보고하였으며, Kwon 등(18)은 자숙건멸치의 감마선조사 효과 연구에서 산패는 감마선조사와 더불어 항산화제첨가 및 흡습저해 포장재의 활용에 의해서 효과적으로 저장성을 높일 수 있다고 하였다. Noh 등(19)은 북어의 지질산화에 의한 갈변과 감마선 처리 연구에서 지질산화에 의한 갈변은 조사선량이 증가할수록 다소 증가하였다고 보고하여 본 연구와 다른 결과를 보였다.

**일반 호기성 미생물 수 변화**

초고압처리와 감마선 조사 처리 후 20일 동안 저장 중 일반 호기성 미생물 수 변화를 측정된 결과는 Fig. 4와 같다. 초고압 처리하지 않는 대조구의 초기 균수가  $2 \times 10^8$  CFU/g 수준이었으며 600 MPa 처리구 초기 균수는  $1.3 \times 10^7$  CFU/g 수준으로 약간 감소되었다. 저장중에 생균수는 서서히 증가하는 경향을 보였으며 20일 저장 후 대조구  $3.7 \times 10^{10}$  CFU/g이나 600 MPa 처리구는  $1.1 \times 10^9$  CFU/g이었다. 초고압처리에 의한 고추장굴비의 미생물 살균 및 색육억제 효과는 미미함을 알 수 있었다.

반면 Fig. 4 (B)에서 보는 바와 같이 방사선 조사에 의한 미생물의 살균효과는 매우 효과적임을 알 수 있었다. 감마선을 조사하지 않는 고추장굴비의 초기 생균수는  $1.7 \times 10^7$  CFU/g 수준이었으나 7, 10, 20 및 30 kGy 조사한 결과 각각  $3.9 \times 10^5$  CFU/g,  $3.4 \times 10^3$  CFU/g,  $1.5 \times 10$  CFU/g 및 0 CFU/g으로 감소되었다. 20일 동안 저장 후 10 kGy 처리구 생균수는  $10^5$  수준으로 매우 낮게 유지되었으며 20 kGy 처리구는

$10^3$  이하, 30 kGy 처리구에서는 완전 멸균상태를 유지하였다. 현재 건포류(dried fish)의 방사선 조사는 해충구제, 미생물 생육억제 및 저장기간 연장을 목적으로 10개국에서 허가하고 있으며, 허가 선원(irradiation sources)은  $\gamma$ -선, 전자빔 및 X-선으로써 1-5 kGy 범위의 선량이다. 그러나 국내에서는 어패류 분말(fish powder)에 대하여 최고 7 kGy의 감마선( $^{60}\text{Co}$ )을 미생물 생육억제를 목적으로 허가하고 있다.(20) 고추장굴비의 경우 저장과 유통과정에서 가장 큰 문제점은 산패와 미생물 증식에 의한 품질저하이다. 특히 미생물의 효과적인 증식억제 방법은 고추장굴비의 유통기한 연장, 대중적인 상품화에 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.



**Fig. 4** Changes of total aerobic bacteria (CFU/g) during storage of the high hydrostatic pressure treated (A) and gamma-irradiated (B) *Kochujang-gulbi*.

**요 약**

고추장굴비의 지방산패를 최소화하기 위하여 신선굴비를 동결건조한 굴비포를 사용하여 고추장굴비를 제조하고 비열처리 살균방법으로 초고압과 감마선 처리하여 저장중에 품질과 미생물변화를 분석함으로써 고추장굴비의 저장과 유통기간 연장 가능성을 검토하였다. 초고압처리(200, 400, 600 MPa) 및 감마선 조사(7, 10, 20, 30 kGy) 후 pH 변화는 유의적으로 차이가 없었으며 20일 동안 상온에서

저장 중에도 시료간의 유의적인 변화를 보이지 않았다. 색도는 Hunter L값과 b값은 증가하는 경향을 보였으며 a값은 감소하는 경향을 보였으나 외관상 품질에 영향을 미칠 정도는 아니었다. 휘발성 염기질소 대조구와 처리구에서 저장 중 경시적으로 증가하는 현상을 보였으나 초고압처리 압력이 높을수록, 감마선 조사강도가 높을수록 유의적으로 현저히 낮은 증가율을 보였다. TBA값은 모든 시료에서 시간이 경과함에 따라 증가량의 차이는 있으나 증가하는 경향을 보였으며, 초고압 처리하지 않은 경우 초기 0.6 mg/g 수준에서 20일 저장 후 4.2 mg/g 수준으로 높은 증가율을 보였으며, 600 MPa 처리구와 30 KGy 처리구의 경우 각각 1.2 mg/g과 1.5 mg/g 수준으로 현저하게 낮은 값을 보였다. 초고압처리에 의한 호기성 생균수 감소효과는 다소 낮은 편이었으며 10 kGy 이상의 방사선 조사에 의해 효과적으로 미생물수를 감소시켰다. 특히 30 kGy 처리구의 경우 20일 동안 저장 후에도 검출되지 않아 멸균효과를 얻을 수 있었다. 고추장 굴비 대중화를 위해서 진공포장이 기본적으로 요구되며, 초고압처리 방법은 단기적인 유통기한 연장효과를 기대할 수 있으며 장기적인 효과를 위해서는 감마선 조사가 적합할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 2007년도 목포대학교 신진교수 연구지원과제(동결건조굴비를 이용한 고추장굴비의 개발)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Shin MJ, Kang SG, Kim JM (2001) Microbiological changes and TBARS values during storage of *Kochujang-Gulbi*. J Korea Soc Food Sci Nutr, 30, 1137-1141
2. Choi JW (1996) A processing method of *Kochujang-Gulbi*. Korean Patent 4755
3. SY-Gulbi Co (2004) *Gochujang-gulbi* prepared with polyphenols. Korean Patent 10-0473431
4. Son SG (2007) *Gochujang-gulbi* prepared with blueberry and organic green tea. Korean Patent 10-0668102
5. Kim IG (2009) *Gochujang-gulbi* prepared chito-oligosaccharide and/or hot pepper paste with chito-oligosaccharide. Korean Patent 10-0058922
6. Kim JI (2009) *Gochujang-gulbi* prepared blueberry extracts and glasswort powder, Korean Patent 4755 10-0897493
7. Choi SG, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MH, Oh SH (2005) Standard Food Analysis, Gigu Publishing Co, p.637-639
8. Lee JW, Yoon Y (2010) Use of irradiation in food processing as green technology. Food Science and Industry 43 53-63
9. IAEA(International Atomic Energy Agency) (2009) Irradiation to ensure the safety and quality of prepared meals. Joint FAO/IAEA programme
10. Tarladgis BG, Watts BM, Younathan MT (1960) A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. J Am Oil Chem Soc, 37, 44-48
11. Korea Food Analysis Code, KFDA (2008) p 10-8-23
12. Deliza RA, Absdio FBD, Silba CHO, Castillo C (2005) Application of high pressure technology in the fruit juice processing benefits perceived by consumers. J Food Engineering, 67, 241-246
13. Kim HJ, Jo C, Kim TH, Kim DS, Park MY, Byun MW (2006) Biological evaluation of the methanolic extract of *Eriobotrya japonica* and its irradiation effect. Korean J Food Sci Technol 38, 684-690
14. Byun MW, Jo C, Lee KH, Kim KS (2002) Chlorophyll breakdown by gamma irradiation in model system containing linoleic acid. J Am Oil Chem Soc, 79, 145-150
15. Han SB, Lee JH, Lee KH (1937) Non-enzymatic browning reactions in dried anchovy when stored at different water activities. Bull Korean Fish Sco, 6, 37-43
16. Stajner D, Milosevic M, Popovic BM (2007) Irradiation effects on phenolic content, lipid and protein oxidation and scavenger ability of soybean seeds. Int J Mol Sci, 8, 618-627
17. Ramirez-Suarez JC, Morrissey MT (2006) Effect of high pressure processing (HPP) on shelf life of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) minced muscle. Inovative Food Science and Emerging Technologies 7, 19-27
18. Kwon JH, Byun MW, Sun JS (1999) Shelf-life prediction of  $\gamma$ -irradiated boiled-dried anchovies. Korean J Food Sci, 31, 1557-1562
19. Noh JG, Kwon JH (2004) The Quality and thermoluminescence properties of dried Pollack during storage following Irradiation. Korean J Food Sci Tech, 36, 711-716
20. International atomic energy agency. International consultative group on food irradiation. Available from : <http://www.iaea.org/icgfi>. Accessed Apr. 1, (2004)

(접수 2010년 9월 13일, 수정 2011년 1월 14일 채택 2011년 1월 21일)