

## 김치 해물만두의 항돌연변이 및 항산화 효과

강갑석·김용택\*·손미예\*\*·심기환\*\*\*·허정숙\*\*\*\*·서권일\*\*\*\*  
부산정보대학 레저산업계열, \*부산대학교 식품영양학과, \*\*한국전통발효식품연구소,  
\*\*\*경상대학교 식품공학과, \*\*\*\*순천대학교 식품영양학과

### Antimutagenic and Antioxidative Effects of Seafood Bun with *Kimchi*

Kap-Suk Kang†, Yong-Taek Kim\*, Mi Yae Shon\*,  
Ki-Hwan Shim\*\*, Jung-Suck Her and Kwon-Il Seo\*\*\*\*

† Department of Leisure Industry, Pusan College of Information Technology, Pusan 616-737, Korea

\*Department of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

\*Korea Fermented Food Research Institute, Sanchung 660-960, Korea

\*\*Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

\*\*\*Department of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

#### Abstract

Antimutagenic, antioxidative and nitrite-scavenging effects of seafood bun were investigated. Each samples were extracted with methanol. Aflatoxin BI(AFB1) was used as mutagen. Seafood bun added 20% *kimchi*(5mg/plate) reduced mutagenicity of AFB1 for *Salmonella typhimurium* TA 100 and YG 1024 to 47% and 61%, respectively. The reduction rate of seafood bun added 20% *kimchi* was higher relative to that of other samples. Hydrogen donating activity in all buns showed over 50% and seafood bun added 20% *kimchi* was higher than others, but the activity was lower than that of 0.1% BHT. The peroxide value for linoleic acid increased during the storage, the values in seafood bun added 20% *kimchi* was significantly lower and the values in other buns were a lower than that of control, the values in all of the samples were higher than that in 0.1% BHT. Among the samples tested, the TBA value in the seafood bun added 20% *kimchi* for liver homogenate of rat was the lowest. Nitrite-scavenging effect in all the samples tested was higher than 50%.

**Key words** : seafood bun, *kimchi*, antimutagenic effect, antioxidative effect, nitrite-scavenging effect

#### 서 론

냉장고의 급속한 보급과 더불어 냉동식품의 보급이

급증하면서 냉동식품의 50% 이상의 비율을 차지하고 있는 만두의 소비가 연간 1,000억 원대 이상의 규모로 성장하였고, 앞으로도 계속적으로 그 수요가 더욱 늘어날 것으로 전망하고 있어 이에 따른 다양한 만두의 개발이 절실히 요구되고 있다(1-3). 그러나 만두에 대한 국내의 연구는 만두 전문점을 비롯한 일부 음식점에 국한될 뿐 과학적 연구는 미미한 실정에 있으며, 기능성

Corresponding author : Kwon-Il Seo, Department of Food Science and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea  
E-mail : seoki@suncheon.ac.kr

이 부여된 만두에 대한 연구는 전무한 형편인데, 특히 현재 제조되고 있는 만두의 단백질 원료로는 돼지고기 및 콩단백 등이 국한되어 사용되고 있다.

한편 해산물은 단백질이나 지질이 풍부할 뿐만 아니라 무기질이나 비타민류의 좋은 공급원이 되고 있어 영양적으로 중요한 구실을 할 뿐만 아니라 성인병의 예방 및 치료에 효과를 줄 수 있는 물질들이 다양하게 함유되어 있다고 보고되고 있다(4-6).

따라서 본 연구에서는 다양한 기능성을 함유하고 있는 해산물과 이미 항산화, 항돌연변이 및 항암 효과와 같은 다양한 기능성이 입증된 김치(7-11)의 농도를 적절하게 배합하여 최적조건의 김치 해물만두를 제조한 뒤 이들에 대한 항돌연변이, 항산화 효과 및 아질산염 소거효과에 대한 기능성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 해물만두 및 김치의 제조

해물만두는 부산정보대학 레저산업계열에서 개발한 제조방법을 토대로 Table 1과 같은 비율로 제조하였으며, 김치첨가 해물만두는 조 등의 방법(12)에 따라 제조한 적숙기(15°C, 4일, pH 4.3)의 김치를 잘게 다져 해물만두 소의 20%를 첨가하여 제조하였고, 대조군으로 사용한 시판만두는 제조 후 1개월 이내의 냉동된 것(D사 제품)을 시중에서 구입하였다. 모든 만두 시료는 동결 건조한 후 마쇄하여 메탄올로 추출하여 실험에 사용하였다.

Table 1. Ingredients ratio of seafood bun

Ingredient	Amount(g)	Ingredient	Amount(g)
Shrimp	100	Salt	2
Cuttle fish	75	Sugar	2
Pork meat	30	Pepper	1
Bamboo sprout	30	Sesame oil	2
Lard	5	Rice wine	2
Mung-bean sprout	70	Soybean sauce	2
Spinach	20	Corn starch	2
Onion	25	MSG	1

### 항돌연변이 효과 측정

항돌연변이 실험은 *Salmonella typhimurium* TA98과 YG1024 균주를 이용하여 Maron과 Ames 등의 방법(13)을 참고하여 pre-incubation 방법으로 실험하였다. 즉, ice bath상에서 S-9 mixture 0.5ml(직접 돌연변이원의 경우 phosphate buffer 0.5ml), 하룻밤 배양한 균주( $1 \sim 2 \times 10^9$  cells/ml) 0.1ml, 시료와 돌연변이원을 각각 0.1ml를 cap tube에 넣고 가볍게 vortex하여 37°C에서 30분간 예비 배양한 후 45°C의 top agar 2ml를 첨가하여 minimal glucose agar plate에 도말하고 37°C에서 48시간 배양 후 복귀 돌연변이 숫자를 헤아려 돌연변이 및 항돌연변이 유무를 판정하였다.

### 수소공여능 측정

해물만두 및 김치첨가 해물만두에 대한 수소공여능(14)은  $\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazine (DPPH)의 환원성을 이용하여 516nm에서 분광광도계로 측정하였다. 즉 각 추출물 0.1 ml와 대조구로 사용한 0.1% BHT 1 mL에  $4 \times 10^{-4}$ M DPPH 용액 3 mL를 각각 첨가한 후 5초 동안 vortex mixer로 혼합하여 증류수에 대한 흡광도를 측정하고, 대조구는 시료대신에 에탄올 1 mL를 첨가하여 대조구에 대한 흡광도의 감소비율로 나타내었다.

### Linoleic acid에 대한 항산화 효과

만두 메탄올 추출물의 linoleic acid에 대한 항산화 효과(15,16)는 과산화물가(peroxide value, POV)를 측정하여 *in vitro* 에서 조사하였다. 즉, 삼각플라스크에 linoleic acid 1 mL, carbonyl을 제거한 ethanol 20 mL 및 해물만두 추출물 0.1 mL를 첨가한 후 0.2 M phosphate buffer 25 mL를 가하여 37°C에서 일정기간(1, 3, 5, 7일) 저장한 다음 반응용액을 분획여두에 옮겨 chloroform 25 mL를 가하여 2~3회 반복 추출하였다. chloroform 추출액에 acetic acid 25 mL와 포화 KI용액 1 mL를 가하여 암소에서 5분간 방치한 다음 증류수 50 mL를 가하여 soluble starch를 지시약으로 하여 1/100 N  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액으로 적정하였다.

### 지질 과산화물 생성 억제효과

해물만두 및 김치첨가 해물만두의 지질 과산화물 생성 억제효과(16-19)는 흰쥐의 liver homogenate를 사용하

여 *in vitro*에서 분석하였다. 즉, 흰쥐의 간을 적출하여 phosphate buffer(pH 7.4)로 균질화한 다음 균질액에 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(1 M)와 FeSO<sub>4</sub>(50 mM) 및 해물만두 추출물 0.05 mL를 가하여 37°C에서 40분간 배양한 후 생성된 thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 함량을 측정하였다.

아질산염 소거능 측정

해물만두 및 김치첨가 해물만두의 메탄올 추출물에 대한 아질산염 소거능은 Gray 등(20)의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO<sub>2</sub> 1 mL에 해물만두 추출물 0.2 mL를 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)을 사용하여 반응용액의 pH를 1.2로 조정된 후 반응용액의 부피를 10 mL로 하여 37°C에서 1시간 반응시켰다. 그리고 반응액 1 mL에 2% 초산용액 5 mL를 첨가한 다음 Griess 시약 0.4 mL를 가하여 혼합하고 15분간 방치 후 분광광도계를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였고, 대조구는 NaNO<sub>2</sub> 용액 대신에 증류수를 사용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

만두 추출물의 항돌연변이 효과

시판만두, 해물만두 및 20% 김치첨가 해물만두의 항돌연변이 효과를 확인하기 위해 간접 돌연변이원으로 aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>)을 첨가한 *Salmonella typhimurium* TA 100에 만두 메탄올 추출물을 5mg/plate 농도로 처리한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 20% 김치첨가 해물만두 추출물이 47%로 가장 높은 저해율을 나타냈으며, 해물만두는 26% 였고, 시판 만두는 2%로 나타나 상당한 차이를 보였다. 또한 *Salmonella typhimurium* YG 1024의 경우 역시 20% 김치첨가 해물만두 추출물이 61%로 가장 높은 저해율을 나타내었고, 해물만두 44% 및 시판만두 6%의 순으로 나타났었다(Table 3).

김치첨가 해물만두가 가장 높은 저해율을 보인 것은 김치에 의한 영향으로 판단되며 따라서 해물만두에 김치를 첨가하면 관능적인 특성 뿐 아니라 기능적인 특성까지도 개선시켜 준다는 사실을 확인할 수 있었다.

Table 2. Inhibitory effects of methanal extracts from bun on the mutagenicity induced by aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>, 1,0µg/plate) in *Salmonella typhimurium* TA100

Sample treatment(5mg/plate)	Revertants/plate
Spontaneous	128 ± 8
Control(AFB <sub>1</sub> )	1432 ± 47 <sup>a</sup>
Market bun	1403 ± 32 <sup>a</sup> (2) <sup>2)</sup>
Seafood bun	1088 ± 53 <sup>ab</sup> (26)
Seafood bun added 20% Kimchi	814 ± 60 <sup>b</sup> (47)

<sup>1)</sup> Mean ± SD of three replications.

<sup>2)</sup> The values in parentheses are the inhibition rates(%).

<sup>a-c</sup> Means with the different letters are significantly different at p<0.05 level.

Table 3. Inhibitory effects of methanal extracts from bun on the mutagenicity induced by aflatoxin B<sub>1</sub>(AFB<sub>1</sub>, 1,0µg/plate) in *Salmonella typhimurium* YG 1024

Sample treatment(5mg/plate)	Revertants/plate
Spontaneous	112 ± 8
Control(AFB <sub>1</sub> )	654 ± 43 <sup>a</sup>
Market bun	622 ± 43 <sup>a</sup> (6) <sup>2)</sup>
Seafood bun	415 ± 27 <sup>b</sup> (44)
Seafood bun added 20% Kimchi	321 ± 54 <sup>c</sup> (61)

<sup>1)</sup> Mean ± SD of three replications.

<sup>2)</sup> The values in parentheses are the inhibition rates(%).

<sup>a-c</sup> Means with the different letters are significantly different at p<0.05 level.

만두 추출물의 수소공여능

만두 메탄올 추출물에 대한 수소공여능을 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다. 모든 실험군에서 50% 이상의 활성을 나타내었으나, 시판만두, 해물만두 및 20% 김치 첨가 해물만두의 순으로 수소공여능이 높게 나타나 김치 첨가 해물만두가 시판 및 해물만두보다 항산화력이 높다고 생각된다. 그러나 이들은 모두 0.1%의 BHT 보다는 낮게 나타났다.

박(9)은 김치의 기능적인 특성 중 잘 익은 김치가 높은 항산화 효과를 나타낸다고 보고하였는데, 본 실험의 결과에서 보는바와 같이 김치를 첨가한 해물만두에서 높은 항산화 효과를 보인 것은 김치의 항산화 관련 성분에 기인한 것이라고 생각된다.

Table 4. Hydrogen donating activity of methanal extracts from bun

Sample	Hydrogen donating activity (Unit : %)
Market bun	52.62 ± 3.62 <sup>1)d</sup>
Seafood bun	58.93 ± 2.72 <sup>c</sup>
Seafood bun added 20% Kimchi	69.36 ± 2.32 <sup>b</sup>
0.1% BHT <sup>2)</sup>	73.21 ± 1.68 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean values of three replications

<sup>2)</sup> Butylated hydroxytoluene.

<sup>a-d</sup> Means were significantly different at the p<0.05 level.

#### Linoleic acid에 대한 과산화물 생성 억제 효과

해물만두의 베타을 추출물에 대한 항산화 효과를 linoleic acid에 대한 과산화물가(peroxide value, POV)로 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 저장 기간이 지남에 따라 만두 추출물이 첨가되지 않은 대조구의 linoleic acid의 과산화물가는 크게 증가하였으나, 20%김치 첨가 해물만두 첨가군에서는 과산화물가가 대조구에 비하여 상당히 낮게 나타났으며, 시판 및 해물만두 추출물의 경우는 약간 낮게 나타났다. 그러나 0.1% BHT의 경우보다는 모두 높게 나타났다.

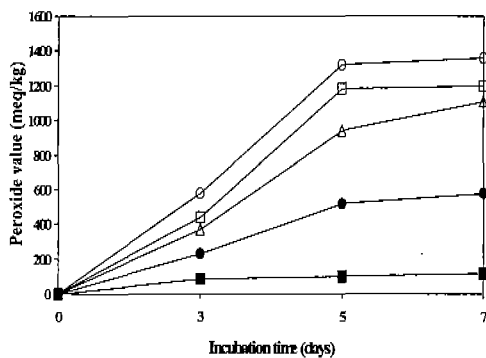


Fig. 1. Changes of peroxide value in linoleic acid emulsion added methanol extracts of bun during incubation at 50°C for 7 days.

○ : control, □ : market bun,  
 △ : seafood bun,  
 ● : seafood bun with 20% Kimchi,  
 ■ : 0.1% BHT

이와 최(21)는 우육-김치 model system에 있어서 우육 지방질의 산화에 미치는 김치의 항산화성을 연구한 결과 김치를 첨가한 model system의 경우는 지방질의 산화가 완만하였으나 김치를 첨가하지 않는 system에서는 현저한 산화반응 현상이 있었고, 김치의 첨가농도를 달리한 system의 경우 김치의 첨가량이 높을수록 항산화 효과가 높았으며, 발효기간에 따른 항산화성은 알맞게 숙성된 김치에서 항산화성이 높은 것으로 보고하였는데 이는 본 실험의 결과와도 잘 일치하였다.

#### 흰쥐의 간에 대한 과산화물 생성 억제 효과

시판만두, 해물만두 및 20% 김치첨가 해물만두 추출물에 대한 지질과산화 억제효과를 흰쥐의 liver homogenate를 사용하여 *in vitro*에서 측정된 결과는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 20% 김치첨가 해물만두 추출물이 다른 만두보다 MDA가 유의성 있게 낮게 나타나 지질과산화 억제효과가 높음을 알 수 있었다(p<0.05).

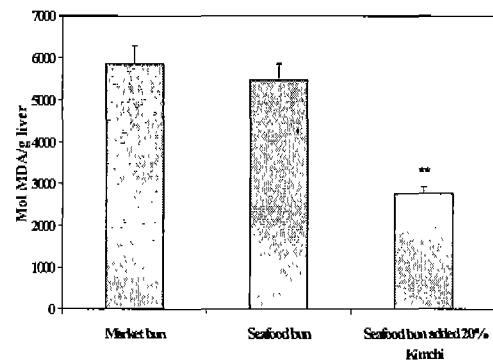


Fig. 2. Effect of methanol extracts from bun on MDA value of rat liver.

\*\*Means were significantly different at the p<0.05 level.

#### 아질산염 소거능

시판만두, 해물만두 및 20% 김치첨가 해물만두 추출물에 대한 아질산염 소거능은 모두 50%이상으로 나타났으나, 0.1% BHT보다는 모두 낮았으며, 20% 김치첨가 해물만두, 해물만두 및 시판만두 순으로 높게 나타났다 (Table 5).

Table 5. Nitrite-scavenging effect of methanal extracts from bun

Sample	Nitrite-scavenging effect (Unit : %)
Market bun	54.68 ± 5.06 <sup>1x</sup>
Seafood bun	67.23 ± 3.42 <sup>b</sup>
Seafood bun added 20% Kimchi	72.36 ± 1.76 <sup>b</sup>
0.1% BHT <sup>2)</sup>	82.31 ± 1.36 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean values of three replications.

<sup>2)</sup> Butylated hydroxytoluene.

<sup>a-c</sup> Means were significantly different at the p<0.05 level.

### 요 약

김치 첨가 해물만두의 생리기능성을 조사하고자 시판 만두, 해물만두 및 20% 김치첨가 해물만두 추출물에 대한 항돌연변이, 항산화 효과 및 아질산염 소거능에 대하여 조사하였다. 간접돌연변이원으로 알려진 aflatoxin B<sub>1</sub>을 첨가한 *Salmonella typhimurium* TA 100 및 YG 1024에 만두 추출물을 5 mg/plate 농도로 처리한 후 항돌연변이 효과를 조사한 결과 20% 김치첨가 해물만두의 돌연변이 저해율이 47% 및 61%로 가장 높게 나타났으며, 수소공여능은 모두 50% 이상의 활성을 나타내었고, 시판만두, 해물만두 및 20% 김치첨가 해물만두의 순으로 높게 나타났으나, 모두 0.1%의 BHT 첨가군 보다는 낮았다. Linoleic acid에 대한 과산화물가는 저장기간이 지남에 따라 대조군의 과산화물가는 크게 증가한 반면 20% 김치첨가 해물만두 첨가군에서는 대조군에 비하여 매우 낮게 나타났으며, 시판 및 해물만두 추출물의 경우는 약간 낮게 나타났으나 0.1% BHT 첨가군보다는 모두 높았다. 흰쥐의 liver homogenate에 만두 추출물을 처리한 후 TBA가를 조사한 결과 20% 김치첨가 해물만두 추출물 처리구가 가장 낮게 나타났다. 아질산염 소거능은 모두 50% 이상이었다.

### 감사의 글

본 연구는 2000년도 교육부 재정지원(향토산업)에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Jeong, J.W., Jo, J.H., Kim, Y.D., Kwon, D.J. and Kim, Y.S. (1991) Effect of freeze storage temperature on the storage stability of frozen *Mandu*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **23**, 527-531
2. Kim, B.S., Kim, D.C., Lee, S.E., Nahm, G.B. and Jeong, J.W. (1995) Freshness prolongation of crisped lettuce by vacuum cooling and cold-chain system. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **27**, 546-554
3. Kwak, D.K., Lee, K.E. and Rye, E.S. (1995) Consumer demands for prepared frozen or refrigerated foods and industry's response to consumer demands. *Kor. Food Culture Institute*, **6**, 793-825
4. Kim, M.J. and Kim, S.H. (1996) Effect of DHA and environmental enrichment on brain fatty acid composition and acetylcholinesterase activity. *Kor. J. Nutr.*, **29**, 32-40
5. Park, W.K., Park, Y.H., Park, B.H. and Kim, H.K. (1996) Changes in nutritional components of toha-jeot (salt-fermented toha shrimp) during fermentation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 665-671
6. Cha, J.Y. and Cho, Y.S. (1998) Effects of  $\alpha$ -linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids administration on lowering of triacylglycerol level in the hepatic and serum of rats. *J. Kor. Agri. Chem. Biotech.*, **41**, 414-420
7. Park, K.Y., Baek, K.A., Rhee, S.H. and Cheigh, H.S. (1995) Antimutagenic effect of *kimchi*. *Foods Biotechnology*, **4**, 141-148
8. Park, K.Y. (1996) Antimutagenic and anticancer functions of *kimchi*. Proceedings of IUFOST '96 Regional Symposium on Non-nutritive Health Factors for Future Food, 139-146
9. Park, K.Y. (1995) The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of *kimchi*. *J. Kor. Soc. Food Nutr.*, **24**, 169-182
10. Lim, S.D., Kim, H.S., Kim, K.S., Choi, I.W., Jin, Y.S. and Kim, H.U. (1996) A study on biochemical and physiological characteristics of *Lactobacillus pentosus* LSDM isolated from *Kimchi*. *Kor. J. Dairy*

- Sci., 18, 41-52
11. Rhee, C.H. and Park, H.D. (2000) Culture conditions on the antimutagenic effects of *Lactobacillus plantarum* KLAB21 isolated from *Kimchi* against N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine and 4-nitroquinoline-1-oxide. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 32, 417-423
  12. Cho, E.J., Lee, S.M., Rhee, S.H. and Park, K.Y. (1998) Studies on the standardization of chinese cabbage *Kimchi*. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 30, 324-332
  13. Maron, D.M. and Ames, B.N. (1983) Revised methods for the *Salmonella* mutagenicity test. *Mutat. Res.*, 113, 173-215
  14. Kang, Y.H., Park, Y.K. and Lee, G.D. (1996) The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compound. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 28, 232-239
  15. Kim, J.B., Kim, J.B., Cho, K.J., Hwang, Y.S. and Park, R.D. (1999) Isolation, identification, and activity of rosmarinic acid, a potent antioxidant extracted from korean *agastache rugosa*. *J. Kor. Agri. Chem. Biotech.*, 42, 262-266
  16. Jeong, Y.S., Hong, J.H., Kim, I.S. and Byun, D.S. (1995) Effects of phospholipid extract from squid viscera on lipid oxidation of fish oil. *J. Kor. Soc. Food and Nutr.*, 24, 378-383
  17. Lee, Y.O. and Cheigh, H.S. (1995) Antioxidative effect of *kimchi* on the lipid oxidation of cooked meat. *J. Kor. Soc. Food and Nutr.*, 24, 1005-1009
  18. Han, S.S., Song, C.W. and Lee, H.S. (1995) Lipid peroxidation in liver of SPF parous ICR mice. *Kor. J. Lab. Animal Sci.*, 11, 159-163
  19. Park, J.C., Chung, S.K., Hur, J.M., Lee, J.H., Choi, M.R., Song, S.H. and Choi, J.W. (1997) Effects of the components and extracts of some edible and medicinal plants on the formation of lipid peroxide in rat liver homogenate. *J. Kor. Soc. Food Sci. and Nutr.*, 26, 1159-1163
  20. Gray, J.I. and Dugan, L.R. Jr. (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in the model food system. *J. Food Sci.*, 40, 981-989
  21. Lee, Y.O. and Cheigh, H.S. (1995) Antioxidative effect of *kimchi* on the lipid oxidation of cooked meat. *J. Kor. Soc. Food and Nutr.*, 24, 1005-1009

---

(접수 2001년 9월 6일)