

## 감마선 이용 저염 새우젓 제조시 화학성분의 변화

안현주 · 이경행 · 이철호\* · 차보숙\*\* · 변명우†

한국원자력연구소 방사선식품·생명공학연구팀

\*고려대학교 생명공학원

\*\*수원여자대학 식품영양과

### Effects of Gamma Irradiation on Changes of Chemical Compounds in the Processing of Fermented Shrimp with Low Salt

Hyun-Joo Ahn, Kyong-Haeng Lee, Cherl-Ho Lee\*, Bo-Sook Cha\*\* and Myung-Woo Byun†

Team for Radiation Food Science & Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-600, Korea

\*Graduate School of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

\*\*Dept. of Food Nutrition, Suwon Women's College, Suwon 441-748, Korea

#### Abstract

The effects of gamma irradiation on changes of chemical compounds of fermented shrimp with low salt were studied. The shrimp was salted with NaCl concentration of 10%, 15% and 20%, and irradiated at 0, 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0 kGy. Amino nitrogen (AN), volatile basic nitrogen (VBN), trimethylamine (TMA) and neutral protease activity were examined during fermentation at 15°C. A sample with 30% salt concentration was also prepared as a control. The initial contents of AN, VBN, TMA and protease activity were not affected by gamma irradiation. The contents of AN, VBN and TMA were increased with fermentation period. But, the more increased NaCl concentrations and the higher irradiation dose, the less increased content of chemical compounds and protease activity were found. Protease activity was increased until 4~5 weeks and then decreased gradually. The results showed that the chemical compounds and protease activity of salted and fermented shrimp prepared with 15% NaCl concentration and 10 kGy irradiation dose, or 20% and 5 kGy or higher were maintained the appropriate level of quality up to 10 weeks of storage compared with the control.

**Key words:** low salted and fermented shrimp, gamma irradiation, chemical compounds

#### 서 론

젓갈은 현재까지 전승되어 온 전통 수산발효식품으로서 그 종류가 145여종에 달하며, 우리의 식생활 문화에서 안정된 소비 수요를 유지하고 있다. 또한 일반 가공원료로서 상품가치가 낮은 소형 어패류 및 그 가공 부산물을 원료로 하여 제조되기 때문에 매우 경제성이 높은 수산자원의 이용수단이라 할 수 있다(1).

젓갈 중 대표되는 원료로는 새우로 연간 생산량 중 새우젓이 차지하는 비율이 전체의 약 35% 정도로 중요한 위치를 점하고 있으며, 독특한 풍미와 영양가로 인하여 우리나라에서 뿐만 아니라 동남아 일대에서도 널리 이용되고 있다(2). 그러나 현재 시중에 유통되고 있는 새우젓은 제조시기에 따라 다르기는 하나 젓갈 제조시 부패 미생물의 생육을 방지하기 위해 과량의 염(약 25~40%)을 첨가하기 때문에 식염의 함량이 지나치게 높아 현대인의

소비패턴에 부응하기 어려워 기호에 적합한 저염 젓갈 개발에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다.

현재까지 새우젓에 관한 연구로는 새우젓의 성분분석 및 이화학적 특성(3-7), 제조방법 개선 연구(8), 단백질 분해효소 특성(9)과 저염 새우젓 제조에 관한 소수의 연구(10,11) 등으로서 저염화 젓갈 개발에 관한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다.

한편, 방사선 조사기술은 국제기구(FAO/IAEA/WHO)와 선진 여러 나라에서 그 안전성과 경제성이 공인되어 현재 39개국에서 40여 식품군(230여 품목)이 각국 보건당국에 의해 허가되어 실용화되고 있다(12,13). 방사선 조사는 투과력이 강하여 제품을 완포장한 상태에서 연속처리가 가능하고 살균처리 후 재포장에 따른 2차 오염을 방지할 수 있다. 또한 식품의 품질 상승에 따른 성분의 파괴를 최소화하고 외관의 변화를 막을 수 있는 냉온살균·살충 방법으로 화학 훈증제나 보존제와는 달리 유해성분의 생

† To whom all correspondence should be addressed

성이나 잔류성분이 남지 않는다는 장점(14)이 있으나 방사선 조사에 의한 저염 것갈의 개발 및 위생화 연구(15-17)는 본 연구팀 이외에는 국내외적으로 전혀 이루어진 바 없다.

따라서, 본 연구는 비열처리 방법으로 미생물을 효과적으로 제어할 수 있는 방사선을 이용하여 식품 첨가제의 사용 없이 저장성을 향상시키며, 향미 특성이 우수한 제품을 개발하고자 저염 새우젓을 제조하여, 저장기간에 따른 화학성분의 변화를 조사하여 품질을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 새우젓의 제조 및 방사선 조사

새우(*shrimp, Acetes chinensis*)는 전북 군산 어시장에서 어획 즉시 빙장한 선도 좋은 것새우를 구입하여 3% 식염수로 깨끗이 세척하였다. 세척이 끝난 새우는 각각 10%, 15% 및 20%의 식염농도가 되도록 식염을 혼합하여 4°C에서 12시간 동안 침적하고 유리병(500 mL)에 각각 병입한 뒤 방사선을 조사하였다. 대조구로는 30%의 식염농도가 되도록 식염을 첨가하여 새우젓을 제조하였다.

방사선 조사는 한국원자력연구소 내 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설을 이용하여 실온(12±1°C)에서 분당 70 Gy의 선량율로 각각 2.5, 5.0, 7.5 및 10.0 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량 확인은 ceric cerous dosimeter를 사용하였고 총 흡수선량의 오차는 ± 0.2 kGy였다. 감마선을 조사한 시료는 비조사 시료와 함께 15°C에서 발효시키면서 저장기간별로 화학성분을 조사하였다.

### 아미노태 질소의 정량

아미노태 질소의 함량 측정은 Sorënsen법(18)에 따라 시료 추출액 20 mL에 증류수 80 mL를 가한 다음 0.1 N NaOH를 가하여 pH를 8.4로 조정한 후 중성 포르말린 용액 20 mL를 가하고 다시 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4가 될 때까지 적정하여 측정하였다.

### 휘발성 염기태 질소의 정량

휘발성 염기태 질소의 함량은 Conway 미량확산법(19)으로 측정하였다. 즉, 시료 10 g을 취하여 증류수 약 30 mL를 가한 후 homogenizer(Diax 900, Heidolph, Germany)를 이용하여 2분간 마쇄하고 정용한 후 여과하였다. 여액 1 mL를 Conway 수기 외실에 넣고 내실에 0.01 N H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1 mL와 Conway시약 1 mL를 넣고, 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL를 빠르게 외실에 주입하고 밀폐한 다음 조심스럽게 흔들어 주고 37°C에서 120분간 정치하였다. 정치가 끝난 수기를 0.02 N의 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액으로 적정하여 측정하였다.

### Trimethylamine의 정량

Murray와 Gibson의 방법(20)에 따라 시료 추출액 3.2 mL에 50% formaline 0.8 mL를 넣고 교반한 후 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 3 mL, formaline 1 mL, anhydrous toluene 10 mL를 순서대로 가하여 1분간 진탕하였다. 진탕 후 5분간 방치하고 분리된 상층액 7 mL를 취하여 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 넣어 수분을 제거하였다. 탈수 toluene층 5 mL에 0.02% picric acid-toluene 용액 5 mL를 혼합하여 10분간 방치 후 410 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 효소활성 측정

Anson의 방법(21)을 변형하여 중성 단백질 분해효소의 활성을 측정하였다. 즉 효소 반응액은 0.1 M phosphate buffer 1 mL, 0.6% casein 1 mL, 조효소액으로서 20배로 희석한 시료추출액 1 mL를 넣고 37°C에서 30분간 shaking water bath에서 반응시키고 5% TCA 2.5 mL를 넣어 효소반응을 정지시켰다. 효소활성의 측정은 12,000×g에서 10분간 원심분리한 후 상층액 1 mL에 0.55 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2.5 mL, 증류수 3배 희석한 Folin-ciocalteau 시약 0.5 mL를 넣어 37°C에서 30분간 반응시킨 후, 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소활성은 반응액 및 대조구 차이를 표준곡선에서 tyrosine 함량으로 환산하여 표시하였다. 활성단위는 효소액 1 mL가 1분간 1 µg에 상당하는 tyrosine을 생성하는 양을 1 unit로 정의하였다.

## 결과 및 고찰

### 아미노태 질소의 함량 변화

식염농도를 30%로 하여 제조한 대조구와 10~20%의 식염농도로 제조한 새우젓의 감마선 조사후 발효에 따른 아미노태 질소의 함량은 Fig. 1과 같다. 식염농도를 각각 10%, 15% 및 20%로 조절한 새우젓을 감마선 조사한 직후 아미노태 질소의 함량은 약 214~253 mg%로 대조구와 비교하여 차이가 거의 없었으며, 감마선 조사에 의한 영향도 나타나지 않았다.

발효기간 중 아미노태 질소의 함량은 대조구(비조사, 30% 식염첨가)의 경우, 204 mg%의 함량에서 발효 10주 경과후에는 445 mg%로 서서히 증가하여 완만한 속도로 발효되는 경향이였다. 그러나 10% 비조사구의 경우, 발효초기부터 높은 수치를 나타내었으며 발효 4주 후에는 실험할 수 없을 정도로 부패하였다. 식염농도 10%의 새우젓을 감마선 조사한 경우 감마선 조사선량이 증가할수록 아미노태 질소 함량의 증가폭이 낮았으나 10%의 낮은 식염농도로는 감마선 조사에도 불구하고 부패에 가까운 높은 아미노태 질소 함량을 나타내어 저염 새우젓제조에 부적합함을 알 수 있었다.

그러나 식염첨가 함량이 15% 및 20%인 새우젓의 경

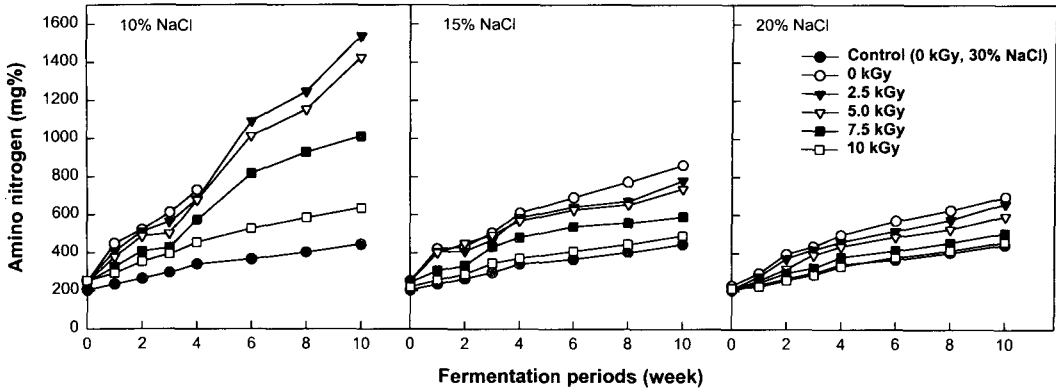


Fig. 1. Changes of amino nitrogen contents in gamma irradiated and 10%, 15% and 20% salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C.

우, 10%의 식염농도와 비교하여 전체적으로 낮은 아미노태 질소의 함량을 나타내었고 감마선 조사선량이 증가할수록 발효 진행과정동안 대조구와 비슷한 수준으로 서서히 증가하였다. 즉 15% 식염농도의 새우젓은 10 kGy, 20% 식염농도의 새우젓은 7.5 kGy와 10 kGy의 감마선을 조사한 경우 아미노태 질소 함량이 458~505 mg%로서, 대조구의 아미노태 질소 함량과 비슷한 수준을 나타냈다. 이상의 결과를 종합해 보면 아미노태 질소의 함량은 발효기간 전체에 걸쳐 모든 시험구에서 증가하는 양상을 보였으며, 식염농도 및 감마선 조사선량이 낮을수록 아미노태 질소의 함량은 빠르게 증가하였다. 또한 동일한 식염농도인 경우, 감마선 조사선량이 증가할수록 아미노태 질소 함량의 증가속도는 낮아지는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 식염농도가 미생물의 생육에 가장 큰 영향을 미치지만, 식염농도가 같은 경우 감마선 조사에 의한 미생물 생육 저해로 비조사구에 비해 아미노태 질소의 증가속도가 낮아지는 것으로 사료된다. Byun 등(15)은 감마선 이

용 저염 오징어 젓갈 제조시 아미노태 질소의 함량변화는 식염농도에 의한 영향이 가장 크며, 감마선 조사로 부패 미생물을 제어할 수 있어 낮은 식염함량으로도 장기간 보존할 수 있다고 하여 본 결과를 뒷받침하였다.

휘발성 염기태 질소 함량 변화

식염농도를 달리하여 제조한 새우젓의 감마선 조사 후 발효기간에 따른 휘발성 염기태 질소의 함량변화는 Fig. 2와 같다. 감마선을 조사하지 않은 식염농도 30%인 대조구와 식염농도를 각각 10%, 15% 및 20%로 조절한 새우젓에 감마선을 조사한 직후 휘발성 염기태 질소 함량은 17.3~20.4 mg%로 비슷한 수준을 나타내었다. 발효기간 중 휘발성 염기태 질소의 함량은 대조구의 경우 발효가 진행될수록 미세한 정도로 서서히 증가하여 발효 10주에는 29.2 mg%이었다. 그러나 10% 식염 첨가구의 경우, 비조사구는 아미노태 질소 함량에서와 같이 급격히 증가하여 발효 4주 이후에는 부패로 인하여 측정할 수 없었다.

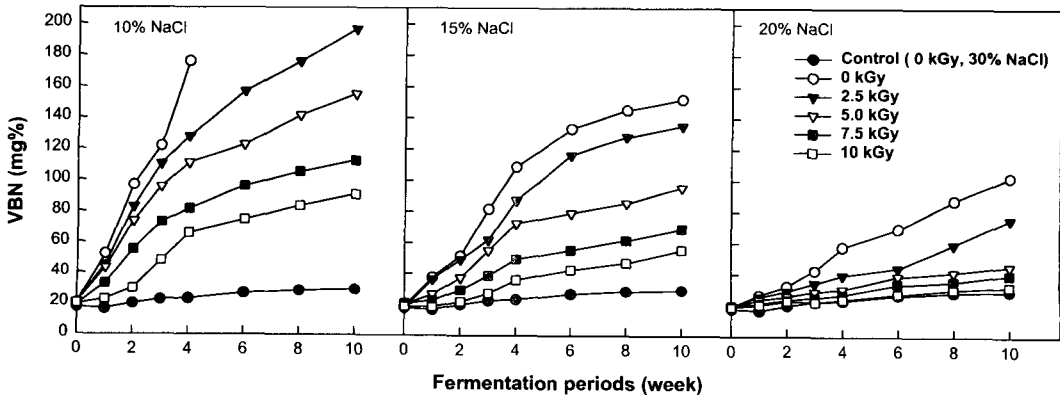


Fig. 2. Changes of volatile basic nitrogen contents in gamma irradiated and 10%, 15% and 20% salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C.

식염 10% 첨가된 새우젓에 감마선을 조사한 경우에는 비조사구에 비해 조사선량에 의존하여 낮은 함량을 보였으나 대조구(비조사, 30% 식염첨가)와 비교해 보면 매우 높은 함량으로 10%의 식염농도로는 감마선 조사를 병행하여도 새우젓을 제조할 수 없을 것으로 판단되었다.

식염 15% 첨가구의 경우, 10% 첨가구보다 낮은 휘발성 염기태 질소의 함량을 나타내었으나 대조구에 비해 높은 수치였으며 7.5 kGy 이상의 감마선 조사선량은 휘발성 염기태 질소의 생성을 상당히 억제하였다.

한편, 식염 20% 첨가구의 경우, 10% 및 15% 식염 첨가구와는 달리 5 kGy 이상의 감마선 조사시 발효과정 내내 대조구와 비슷한 수준을 유지하는 것을 알 수 있었다. 즉 모든 시험구에서 발효기간 중 휘발성 염기태 질소의 함량 변화는 아미노태 질소의 결과와 같이 증가하였으며, 전반적으로 식염농도에 의한 영향이 가장 큰 것으로 나타났고 식염농도가 동일할 경우, 감마선 조사선량에 의존하는 경향을 보였다.

Lee 등(22)은 시판 젓갈의 휘발성 염기태 질소의 함량과 관능평가와의 상관관계에 있어서 휘발성 염기태 질소 함량이 30 mg% 범위에서 관능적 기호도가 높았으며, 현재까지 연구된 결과들을 고려해 볼 때 새우젓의 적정 휘발성 염기태 질소 함량은 약 30 mg% 전후로 생각된다. 또한 본 연구팀에서 연구한 전보(17)의 관능검사 결과, 30% 식염첨가구는 휘발성 염기태 질소 함량이 30 mg% 이하임에도 불구하고 높은 식염함량으로 기호도가 낮은 것으로 나타났으나, 15% 식염농도에서는 10 kGy, 20% 식염농도에서는 5 또는 7.5 kGy 이상의 감마선 조사 후 발효시 30 mg% 이하의 휘발성 염기태 질소 함량을 나타내어 관능적 품질이 적합하게 유지되었다.

### Trimethylamine의 함량변화

식염농도를 10~20%로 조절한 새우젓의 감마선 조사

후 발효기간에 따른 trimethylamine(TMA)의 함량변화는 Fig. 3과 같다. 대조구(비조사, 30% 식염첨가) 및 식염농도를 각각 10%, 15%, 20%로 조절한 새우젓에 감마선을 조사한 직후 TMA 함량은 0.17~0.22 mg%로 감마선 조사에 의한 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 발효기간 중 TMA 함량변화는 아미노태 질소 및 휘발성염기태 질소와 같이 식염농도에 의한 영향이 큰 것으로 나타났으며, 식염함량이 동일한 경우 감마선 조사선량이 높을수록 TMA 함량은 낮아지는 것으로 나타났다. 또한 발효기간 전체에 걸쳐 TMA함량도 계속 증가하였다.

식염농도에 의한 TMA 함량 변화는 10% 식염 첨가구의 경우, 발효 초기부터 급격히 증가하여 발효 10주째에는 비조사구의 경우 측정할 수 없을 정도였으며 감마선 조사구는 8.49~11.84 mg%로 모든 시험구에서 불쾌취를 나타내었다.

그러나 식염 15% 첨가구의 경우에는 10 kGy 조사구가 발효 10주 경과후 2.35 mg%, 20% 식염 첨가구에서는 5, 7.5 및 10 kGy 조사구가 각각 1.94, 1.53 및 1.29 mg%의 TMA 함량을 보여, 30% 식염함량인 비조사 대조구의 TMA 함량(1.43 mg%)과 비슷한 수준을 나타내었다. Lee 등(22)의 연구에서 시판중인 새우젓의 TMA함량은 약 2.0~6.4 mg% 정도로 나타났으며, 함량이 증가할수록 관능검사 점수가 낮아져 약 2.7 mg% 이상이 되면 품질에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 감마선 조사기술을 이용하여 일반적으로 제조되는 새우젓의 식염함량보다 30~50% 정도 함량을 줄여도 적정 수준의 TMA 함량과 품질을 유지하는 저염 새우젓을 제조할 수 있을 것으로 판단되었다.

### 효소활성의 변화

새우는 근육 또는 내장에 복합적인 단백질분해효소가

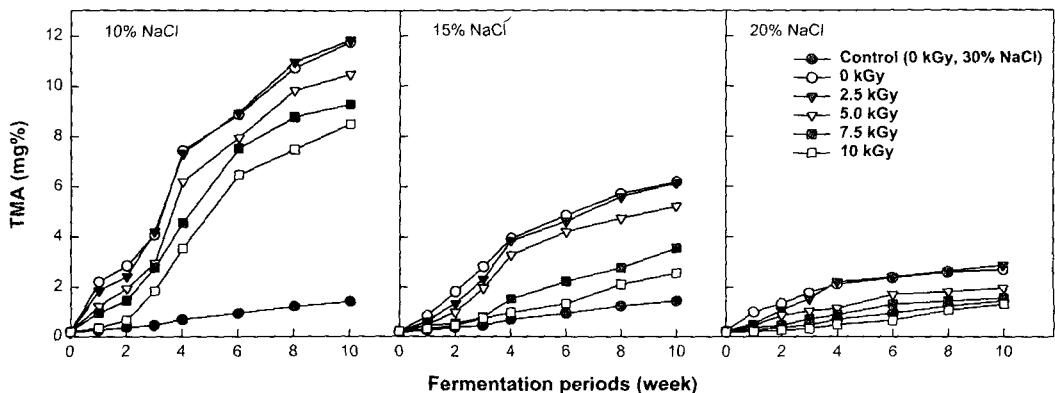


Fig. 3. Changes of trimethylamine contents in gamma irradiated and 10%, 15% and 20% salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C.

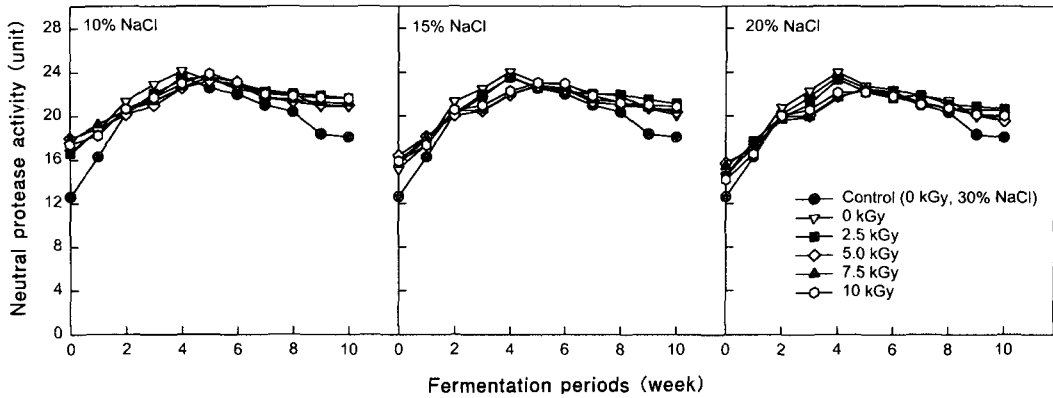


Fig. 4. Changes of neutral protease activity in gamma irradiated and 10%, 15% and 20% salted shrimp during fermentation for 10 weeks at 15°C.

존재하며, 각 효소의 특성에 따라 단백질에서 아미노산까지 분해되는 동시에 특유한 점조성을 띄고, 독특한 풍미를 나타내는 것으로 알려지고 있어 젓갈 발효의 중요한 인자라 할 수 있다(23).

식염농도를 달리하여 제조된 새우젓의 감마선 조사후 발효기간에 따른 중성 단백질분해효소 활성(neutral protease activity) 변화는 Fig. 4와 같다. 대조구(비조사, 30% 식염첨가)와 식염농도를 10~20%로 조절한 새우젓에 감마선을 조사한 직후의 효소활성은 14.20~17.98 unit로 감마선 조사에 의한 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 효소활성의 변화는 식염농도의 증가에 의해 낮아지는 경향을 보였고, 감마선 조사에 의한 영향은 비조사구보다 약간 높게 나타났으나 선량에 의한 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 발효기간에 따른 전반적인 효소활성 변화를 살펴보면 발효 4~5주째에서 가장 높은 효소활성을 보였고, 그 이후 발효기간 동안 점차 활성이 낮아져, 발효 10주째에는 효소활성이 18.07~20.86 unit으로 시험구간 큰 차이를 보이지 않았다. 즉 염농도를 낮출수록 새우젓에 존재하는 단백질분해효소 활성이 높아 빠른 속도로 특유한 점조성을 띄고 독특한 풍미를 나타내며, 감마선 조사에 의해 미생물의 생육이 저해된 낮은 식염농도에서도 효소활성의 차이는 없었다. 이러한 결과는 Oh 등(9)의 전기투석기를 이용하여 탈염한 새우젓의 단백질분해효소 활성을 측정된 결과 염농도가 낮아질수록 활성이 증가한다는 보고와 Yook 등(24)의 감마선 조사에 의한 6종의 단백질분해효소의 활성변화 연구에서 10 kGy까지의 조사선량에서는 약 10% 미만의 실활을 보였다는 보고와도 잘 일치하였다.

요 약

저염 새우젓을 제조하기 위하여 식염농도를 각각 10%, 15% 및 20%로 조절한 새우젓에 감마선을 조사한 후

15°C에서 발효시키면서 아미노태 질소, 휘발성 염기태 질소, trimethylamine 및 단백질분해효소의 활성변화를 조사하였다. 감마선 조사직후 아미노태 질소, 휘발성 염기태 질소, trimethylamine 함량 및 단백질분해효소 활성은 감마선 조사에 의해 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 발효기간 동안 아미노태 질소, 휘발성 염기태 질소 및 trimethylamine 함량은 증가하였으나 식염함량 및 감마선 조사선량이 증가할수록 낮았으며, 효소활성은 발효 4~5주까지 계속 증가하다가 점차 감소하는 경향을 보였다. 특히 15% 식염첨가와 10 kGy의 감마선 조사 및 20% 식염첨가와 5~7.5 kGy 이상의 감마선 조사를 병용처리한 새우젓의 경우, 30% 식염첨가한 비조사 대조구와 비교했을 때 아미노태 질소, 휘발성 염기태 질소, trimethylamine 함량 및 단백질분해효소 활성이 비슷한 수준으로 발효기간 동안 적정 수준의 함량 및 활성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim, Y.M. : Processing technique and quality control of fermented seafood. *Bull. Food Technol.*, **9**, 65-86 (1996)
2. Van veen, A.G. : *Fish as food*. Academic Press, London, Vol. 3, p.277 (1965)
3. Bae, T.J., Kang, H.I., Kang, T.J., Kim, H.J. and Choi, O.S. : Changes of chemical components and fatty acid compositions of fermented shrimp. *Bull. Mar. Sci., Yosu Nat'l Fish Univ.*, **3**, 105-111 (1994)
4. Park, C.K., Kim, W.J., Kim, K.S. and Park, J.N. : Extractive nitrogenous constituents in commercial saeujeot,

- a salted and fermented shrimp (*Acetes japonicus*). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1135-1141 (1996)
5. Chung, S.Y. and Lee, E.H. : The taste compounds of fermented *Acetes chinensis*. *Bull. Korean Fish Soc.*, **9**, 79-110 (1976)
  6. Choi, S.H. : Cooked odor components of *sergia lucens* and its fermented product. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 82-89 (1998)
  7. Mok, C.K., Lee, J.Y., Song, K.T., Kim, S.Y., Lim, S.B. and Woo, G.J. : Changes in physicochemical properties of salted and fermented shrimp at different salt levels. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 187-191 (2000)
  8. Kang, H.I., Kang, T.J., Kim, H.J. and Choi, O.S. : Improvement of processing condition for keeping quality of fermented shrimp. *Bull. Mar. Sci., Yosu Nat'l Fish Univ.*, **3**, 97-104 (1994)
  9. Oh, S.W., Kim, Y.M., Nam, E.J. and Jo, J.H. : Proteolytic properties of saewoojeot on meat proteins. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 1191-1195 (1997)
  10. Lee, E.H., Ahn, C.B., Oh, K.S., Lee, T.H., Cha, Y.J. and Lee, K.W. : Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 9. Processing condition of low salt fermented small shrimp and its flavor components. *Bull. Korean Fish Soc.*, **19**, 459-468 (1986)
  11. Cha, Y.J. and Lee, K.W. : Studies on the processing of low salt fermented sea foods. 5. Processing conditions of low salt fermented anchovy and yellow corvenia. *Bull. Korean Fish Soc.*, **18**, 206-213 (1986)
  12. Thayer, D.W. : Wholesomeness of irradiated foods. *Food Technol.*, **48**, 58-67 (1994)
  13. Byun, M.W. : Status on food irradiation in Korea. *Food Sci. Industry*, **31**, 19-24 (1998)
  14. WHO : Wholesomeness of irradiated food. Report of joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee. *Technical Report Series*, 659, p.34 (1981)
  15. Byun, M.W., Lee, K.H., Kim, D.H., Kim, J.H., Yook, H.S. and Ahn, H.J. : Effects of gamma irradiation on sensory qualities, microbiological and chemical properties of salted and fermented squid. *J. Food Prot.*, **63**, 934-939 (2000)
  16. Lee, K.H., Kim, J.H., Lee, J.W., Lee, E.M., Kim, Y.J. and Byun, M.W. : Effects of gamma irradiation on taste compounds in processing of low salted and fermented squid. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 1051-1057 (1999)
  17. Lee, K.H., Ahn, H.J., Lee, C.H., Kim, J.K., Shin, M.G. and Byun, M.W. : Effects of gamma irradiation on quality in the processing of low salted and fermented shrimp. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**, 430-436 (2000)
  18. KOAC : *Korea Official Method of Analysis*. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (1997)
  19. Japanese Ministry of Hygiene. Food Sanitation Indices. I. Volatile basic nitrogens. p.30-32 (1973)
  20. Murray, C.K. and Gibson, D.M. : An investigation of the method of determining trimethylamine in fish muscle extracts by the formation of its picrate salt-Part I. *J. Food Technol.*, **7**, 35-46 (1972)
  21. Anson, M.L. : The estimation of pepsin, papain, cathepsin with hemoglobin. *J. Physiol.*, **22**, 79-84 (1939)
  22. Lee, K.H., Kim, J.H., Cha, B.S., Kim, J.O. and Byun, M.W. : Quality evaluation of commercial salted and fermented seafoods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **31**, 1427-1433 (1999)
  23. Cha, Y.J. and Lee, E.H. : Studies on the process of rapid fermented anchovy prepared with low salt contents by adapted microorganism. *Bull. Korean Fish Soc.*, **22**, 363-369 (1989)
  24. Yook, H.S., Lee, H.J., Lim, S.I., Kim, S. and Byun, M.W. : Changes of proteolytic enzyme property by gamma irradiation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 1116-1121 (1997)

(2000년 4월 4일 접수)