

저염 새우젓 제조를 위한 최적 숙성직전의 감마선 조사시 화학적 품질변화

이경행 · 안현주* · 이철호* · 김영지** · 변명우
한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학연구팀,
*고려대학교 생명공학원, **영남이공대학 식품영양학과

Changes of Chemical Properties in Processing of Low Salted and Fermented Shrimp Using Gamma Irradiation immediately before Optimum Fermentation

Kyong-Haeng Lee, Hyun-Joo Ahn*, Cherl-Ho Lee*,
Yeung-Ji Kim** and Myung-Woo Byun

Team for Radiation Food Science & Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute

*Graduate School of Biotechnology, Korea University

**Department of Food Science & Nutrition, Yeungnam College of Science and Technology

Abstract

Gamma irradiation was applied to develop fermented shrimp product with lower salt concentration, high sensory quality and storage stability. Shrimp was prepared with 15 and 20% of salt and fermented at 15°C. The sample was irradiated for 15% added salt at the 4th week and for 20% at the 6th week during fermentation with 0, 5 and 10 kGy absorbed doses. The irradiation was applied at optimum stage of fermentation determined when the content of amino nitrogen(AN) arrived approximately 400 mg%. Chemical properties such as amino nitrogen(AN), volatile base nitrogen(VBN), trimethylamine(TMA) and neutral protease activity were examined during whole fermentation. The AN, VBN, TMA and protease activity were not affected immediately after gamma irradiation. The more NaCl concentrations and irradiation dose, the less content of chemical compounds and protease activity was found. From the results of chemical properties, it was concluded that fermented shrimp with 15% of salt and irradiated at 10 kGy before optimum fermentation, or 20% and 5 kGy or above were maintained the sound quality during storage compared with the control.

Key words : gamma irradiation, low salt, salted and fermented shrimp, chemical compound

서 론

젓갈(salted and fermented seafoods)은 어패류의 육, 내장 및 생식소 등에 식염을 가하여 부패를 억제하면서 체내에 존재하는 단백질 분해효소와 숙성 중 관여하는 미생물에 의해 독특한 풍미를 갖는 우리 나라 전통 수산발효식품⁽¹⁾으로, 우리 나라에서 뿐 만 아니라

동남아 일대에서도 널리 이용되고 있는 수산 가공품이다⁽²⁾. 현재 우리 나라에서 생산되고 있는 젓갈은 16,000톤 이상으로 이 중 새우젓이 차지하는 비율은 약 30% 정도로 중요한 위치를 점하고 있다⁽³⁾.

그러나 새우젓의 전통적인 제조방법은 원료 자체의 특성 때문에 어획직후 급속히 선도저하가 일어나 향미와 색택이 나빠지기 때문에 어획직후 선상에서 제조되거나 25~40%에 상당하는 과량의 식염을 첨가하여 숙성 발효시 부패를 방지하고, 상온에서 수개월간 숙성발효 시키는 것이 일반적이다⁽⁴⁾. 이와 같은 고염의 새우젓은 식미를 저하시키고 다량 섭취시 고혈압, 신장병, 간경변증, 만성 신부전증 등의 문제 요인을 내포하고 있어 개인당 소비량을 증가시킬 수 없고 현대

Corresponding author : Myung-Woo Byun, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Yusung, P.O. Box 105, Taejon 305-600, Korea

Tel : 82-42-868-8060

Fax : 82-42-868-8043

E-mail : mwbyun@anum.kaeri.re.kr

인의 소비패턴에 부응하기 어려워 기호에 적합한 저염 젓갈 개발에 대한 관심이 높아지고 있는 실정이다⁵⁾.

현재까지 저염 새우젓에 관한 연구로는 식염의 일부를 염화칼륨, 젓산, 솔비톨, 에탄올 등으로 대체한 연구⁶⁾, brine 방법의 개선⁴⁾ 및 본 연구팀에 의한 방사선 조사기술을 이용한 젓갈의 저염화 연구⁷⁻¹¹⁾ 등이 일부 보고되고 있다. 또한 비열살균기술로 광펄스¹²⁾, 초고압처리¹³⁾ 및 ohmic heating¹⁴⁾ 등의 방법들이 연구되고 있으나 저염 젓갈 개발에 관한 연구는 아직까지 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 전보^{10,11)}에 이어서 보다 고품질의 저염 새우젓을 개발하기 위한 방법의 일환으로 최적 숙성직전에 방사선을 조사하여 발효 숙성기에 급격히 증가하는 미생물을 효과적으로 제어하고, 최적기의 품질 수준을 유지시켜 저장성을 향상시키면서 화학적 성분시험을 통한 품질평가로 향미 특성이 우수한 제품을 개발하고자 수행되었다.

재료 및 방법

새우젓의 제조 및 방사선 조사

새우(*shrimp, Acetes chinensis*)는 전북 군산어시장에서 어획 즉시 빙장한 선도 좋은 젓새우를 구입하여 3%의 식염수로 깨끗이 세척하였다. 세척이 끝난 새우는 각각 15% 및 20%의 식염농도가 되도록 식염을 혼합하여 4°C에서 12시간동안 침적한 후 15°C에서 발효시키면서, 최적 숙성기에 도달하기전 아미노태 질소의 함량이 400 mg/g 수준에 도달했을 때 각각 나누어 병입하여, 5 kGy 및 10 kGy의 선량으로 방사선을 조사하였다. 즉, 식염함량이 15%인 새우젓은 저장 4주차, 20% 식염함량의 경우 저장 6주차에 각각 방사선을 조사하고 저장기간별로 정미성분 및 효소활성을 측정하였다. 대조구로는 30% 식염농도의 새우젓을 제조하여 사용하였다.

방사선 조사는 한국원자력연구소 내 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설을 이용하여 실온(12±1°C)에서 분당 70 Gy의 선량율로 각각 5 및 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였으며, 흡수선량 확인은 ceric cerous dosimeter를 사용하였고 총 흡수선량의 오차는 ±0.2 kGy였다.

시료의 추출

새우젓 시료의 추출은 고형물을 분리하여 수분을 어느 정도 제거한 후 10 g의 새우젓에 증류수를 약 30 mL를 가한 후 homogenizer(Diax 900, Heidolph,

Germany)를 이용하여 2분간 마쇄하고 100 mL로 정용하였다. 정용한 액은 원심분리(9,000 rpm, 20 min)하고 여과하여 추출액으로 사용하였다.

아미노태 질소의 정량

아미노태 질소의 함량 측정은 Sorénsen법¹⁵⁾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.

취발성 염기태 질소의 정량

취발성 염기태 질소의 함량은 Conway 미량 확산법¹⁶⁾으로 측정하였다. 즉, 시료 추출액 1 mL를 Conway 수기 외실에 넣고 내실에 0.01 N H₃BO₃ 1 mL와 Conway시약 1 mL를 넣고, 50% K₂CO₃ 1 mL를 빠르게 외실에 주입하고 밀폐한 다음 조심스럽게 흔들어서 37°C에서 120분간 정치하였다. 정치가 끝난 수기를 0.02 N의 H₂SO₄ 용액으로 적정하여 측정하였다.

Trimethylamine의 정량

Murray와 Gibson의 방법¹⁷⁾에 따라 시료 추출액 3.2 mL에 50% formalin 0.8 mL를 넣고 교반한 후 50% K₂CO₃ 3 mL, formalin 1 mL, anhydrous toluene 10 mL를 순서대로 가하여 1분간 진탕하였다. 진탕 후 5분간 방치하고 분리된 상층액 7 mL를 취하여 무수 Na₂SO₄를 넣어 수분을 제거하였다. 탈수 toluene 총 5 mL에 0.02% picric acid-toluene 용액 5 mL를 혼합하여 10분간 방치 후 410 nm에서 흡광도를 측정하였다.

단백질분해효소 활성측정

Anson의 방법¹⁸⁾을 변형하여 중성 단백질 분해효소의 활성을 측정하였다. 즉 효소반응액은 0.1 M phosphate buffer 1 mL, 0.6% casein 1 mL, 조효소액으로서 시료 추출액을 2배로 희석한 용액 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 Na₂CO₃ 2.5 mL, 증류수로 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.

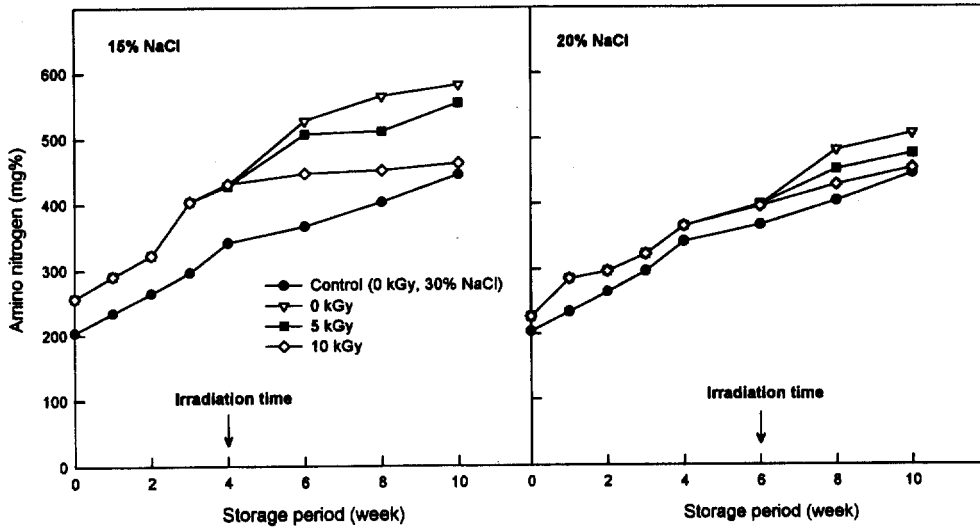


Fig. 1. Changes of amino nitrogen contents in gamma irradiated and 15%, 20% and 30% salted shrimp for 10 weeks of fermentation at 15°C.

결과 및 고찰

아미노태 질소의 함량변화

식염농도를 30%로 하여 제조한 대조구와 15% 및 20%의 식염농도로 제조한 새우젓의 최적 숙성직전 감마선 조사에 따른 발효기간별 아미노태 질소의 함량은 Fig. 1과 같다. 담금직후 대조구(비조사, 30% 식염첨가)의 아미노태 질소 함량은 204 mg%로 식염농도를 15% 및 20%로 조절한 새우젓의 아미노태 질소의 함량(257 mg% 및 227 mg%)보다 낮은 함량을 보여 식염농도에 의존하는 것을 알 수 있었다. 발효기간에 따른 대조구의 아미노태 질소의 함량은 발효기간 동안 서서히 증가하여 발효 10주에는 445 mg%로 완만한 속도로 발효되는 경향이였다.

식염농도가 15%인 새우젓의 경우, 발효초기의 아미노태 질소의 함량은 257 mg%로 대조구 및 20% 식염농도의 새우젓에 비해 다소 높은 수준이었으나, 발효가 진행됨에 따라 빠른 속도로 증가하여 발효 10주에는 582 mg%로 높은 함량을 나타내었다. 그러나 최적 숙성직전(발효 4주)에 감마선을 조사한 경우, 조사직후 감마선 조사에 의한 아미노태 질소의 함량은 차이를 보이지 않았으며 감마선 조사후 발효기간에 따른 아미노태 질소 함량의 생성은 감마선 조사선량에 의존하였다. 특히, 15%의 식염을 첨가하여 최적 숙성직전 10 kGy의 감마선을 조사한 경우, 발효 10주의 아미노태 질소 함량은 463 mg%로 30% 고염농도의 대조구와 비슷한 수준이었다.

식염농도가 20%인 새우젓의 경우, 발효초기의 아미노태 질소의 함량은 227 mg%로 대조구와 비슷한 수준으로 시작하여 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가하여 발효 10주에는 507 mg%이었다. 감마선 조사구의 경우, 조사 직후인 발효 6주의 아미노태 질소 함량은 15% 식염첨가 새우젓과 마찬가지로 감마선 조사에 의한 영향은 나타나지 않았으며, 감마선 조사후 발효기간에 따른 변화가 거의 없어 발효 10주의 아미노태 질소의 함량은 5 kGy 조사구의 경우 476 mg%, 10 kGy 조사구의 경우 454 mg%로 나타났다. 즉 아미노태 질소의 함량은 전 발효기간에 걸쳐 모든 시험구에서 증가하는 양상을 보였으며 식염농도와 감마선 조사선량이 낮을수록 아미노태 질소의 함량은 빠르게 증가하였다. 또한 같은 식염농도의 경우, 최적 숙성시기에의 감마선 조사는 아미노태 질소 함량의 증가속도를 늦추어 적정수준을 유지하는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 식염농도가 미생물의 생육에 가장 큰 영향을 미치지만, 식염농도가 같은 경우 감마선 조사에 의한 미생물 생육 저해로 같은 식염농도의 비조사구에 비해 아미노태 질소의 증가 속도를 조절할 수 있을 것으로 사료된다. Ahn 등⁽¹⁹⁾은 저염 새우젓 개발을 위한 최적 숙성직전에서의 감마선 이용 연구에서 최적 숙성기에 나타나는 부패미생물을 감마선 조사에 의해 효과적으로 제어하여 관능적으로 품질이 우수한 저염 새우젓을 제조할 수 있다고 하여 본 결과를 뒷받침하였다.

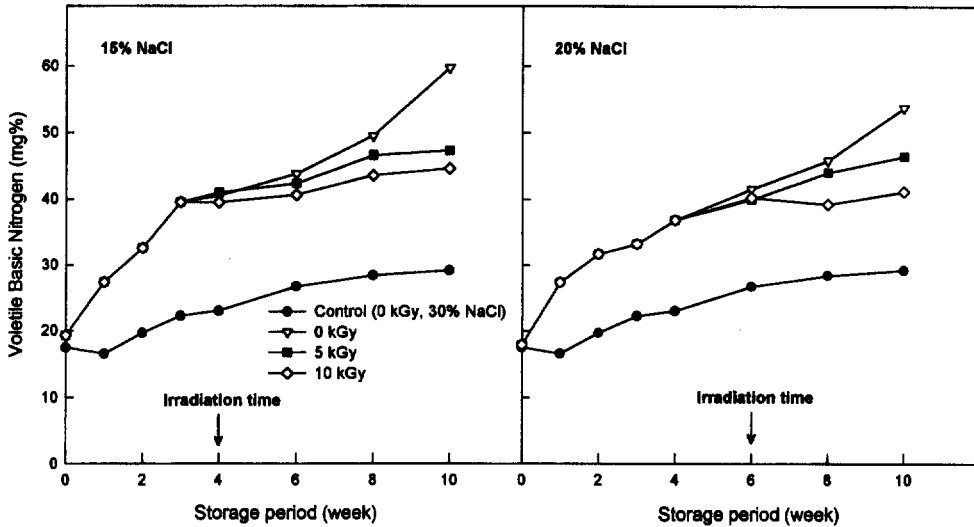


Fig. 2. Changes of volatile base nitrogen contents in gamma irradiated and 15%, 20% and 30% salted shrimp for 10 weeks of fermentation at 15°C.

휘발성 염기태 질소 함량변화

식염농도를 15% 및 20%로 제조한 새우젓의 최적 숙성직전 감마선을 조사한 시험구 및 대조구(비조사, 30% 식염첨가)의 발효기간에 따른 휘발성 염기태 질소의 함량변화는 Fig. 2와 같다. 담금 직후 새우젓의 휘발성 염기태 질소의 함량은 식염농도가 높아질수록 감소하는 경향이었으나 17.46~19.32 mg%로 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 발효기간 중 휘발성 염기태 질소 함량은 대조구의 경우 발효가 진행될수록 서서히 증가하여 발효 10주에는 29.2 mg%이었다.

식염을 15% 첨가한 새우젓의 경우, 비조사구는 아미노태 질소 함량의 변화와 같은 경향으로 급격히 증가하여 발효 10주에는 59.82 mg%로 대조구에 비해 2 배 가량 높게 나타났다. 그러나 최적 숙성시기 직전(발효 4주)에 감마선을 조사한 경우, 조사직후 감마선 조사에 의한 휘발성 염기태 질소의 함량차이는 없었으나 발효가 진행되는 동안 비조사구에 비해 조사선량이 높을수록 낮은 함량을 보여 감마선 조사 후 발효 진행속도가 낮아지는 것으로 판단되었다.

한편, 식염 20% 첨가구의 경우, 비조사구는 대조구의 휘발성 염기태 질소의 함량에 비해 약간 높았으나 15% 식염 첨가보다 낮은 함량으로 나타났다. 최적 숙성시기 직전(발효 6주)에 감마선을 조사한 경우, 감마선 조사에 의한 차이는 없었으며 발효 진행속도를 늦추어 휘발성 염기태 질소의 함량이 거의 증가하지 않았다. 특히 10 kGy의 감마선을 최적 숙성시기에 조사한 경우, 발효가 진행되어도 감마선 조사 직전의 휘발

성 염기태 질소의 함량과 유사하였다. 즉 모든 시험구에서 발효기간 중 휘발성 염기태 질소의 함량변화는 아미노태 질소 함량변화와 일치하였으며, 전반적으로 식염농도에 의한 영향이 가장 크며 식염농도가 동일한 경우, 감마선 조사선량에 의존하였다.

이러한 결과는 감마선 조사 적용시기는 다르지만 Ahn 등⁽¹¹⁾의 새우젓 담금직후에 감마선을 조사하여 발효시켰을 때의 휘발성 염기태 질소 함량변화와 동일한 경향을 나타내었다.

Trimethylamine의 함량변화

식염농도를 15 및 20%로 조절된 새우젓의 최적 숙성직전 감마선을 조사한 시험구 및 대조구(비조사, 30% 식염첨가)의 발효기간에 따른 trimethylamine(TMA)의 함량변화는 Fig. 3과 같다. 대조구 및 식염농도를 15% 및 20%로 조절된 새우젓의 담금직후 TMA 함량은 0.30 및 0.18 mg%로 식염함량이 높을수록 낮은 TMA 함량을 나타내었다. 발효기간 중 대조구의 TMA 함량 변화는 아미노태 질소 및 휘발성염기태질소와 함께 완만히 증가하는 경향이였다.

식염 15% 첨가구의 경우에는 담금직후 0.30 mg%에서 발효가 진행됨에 따라 급격히 증가하여 발효 10주에는 5.60 mg%의 TMA 함량을 나타내었다. 그러나 최적 숙성직전(발효 4주)에 감마선을 조사한 경우, 감마선 조사에 의한 영향은 없었으며 발효진행의 제어로서 서서히 증가하였다. 특히 10 kGy의 감마선을 최적 숙성직전(2.51 mg% TMA)에 조사한 경우, 발효 10주 후

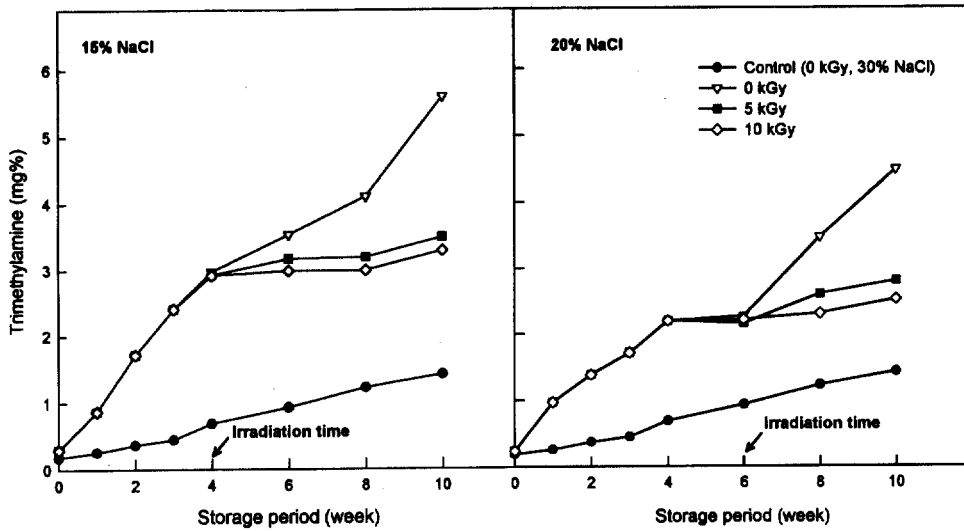


Fig. 3. Changes of trimethylamine contents in gamma irradiated and 15%, 20% and 30% salted shrimp for 10 weeks of fermentation at 15°C.

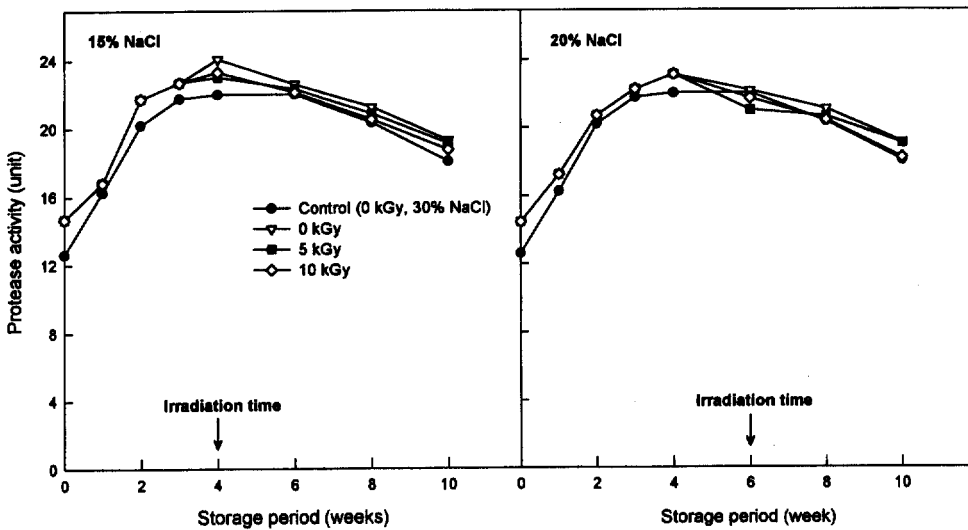


Fig. 4. Changes of neutral protease activity in gamma irradiated and 15%, 20% and 30% salted shrimp for 10 weeks of fermentation at 15°C.

에도 2.72 mg%로 거의 증가되지 않았다.

또한 식염 20% 첨가구의 경우, 15% 식염첨가구보다 높은 식염함량으로 담금직후 TMA 함량이 0.24 mg%로 낮게 나타났으나 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가하는 경향이였다. 그러나 최적 숙성직전(발효 6주)에 5 kGy 및 10 kGy의 감마선을 조사한 경우, 2.52 mg% 및 2.32 mg%로 조사 직전과 유사한 수준으로 나타났다.

Ahn 등⁽¹⁹⁾은 새우젓 저염화를 위한 최적 숙성직전

감마선 이용연구에서 15%의 식염과 10 kGy의 감마선 조사구 및 20%의 식염과 5 kGy 이상의 감마선 조사구가 저장성 및 관능적 품질이 우수하다고 하여 본 결과와 일치하였다. 또한 Lee 등⁽²⁰⁾의 연구에서 시판중인 새우젓의 TMA함량은 약 2.0~6.4 mg% 정도로 나타났으며, 함량이 증가할수록 관능적 선호도가 낮아져 약 2.7 mg% 이상이 되면 품질에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구에서 사용한 최적 숙성직전 감마선 조사기술의 이용은 일반적으로 제

조되는 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 존재하며, 각 효소의 특성에 따라 단백질에서 아미노산까지 분해되는 동시에 특유한 점조성을 띄고, 독특한 풍미를 나타내는 것으로 알려지고 있어 젓갈의 발효과정 중 중요한 인자라 할 수 있다⁽²¹⁾.

식염농도를 달리하여 제조한 새우젓의 최적 숙성직전 감마선 조사후 발효기간에 따른 중성 단백질분해 효소 활성의 변화는 Fig. 4와 같다. 대조구(비조사, 30% 식염첨가)와 식염농도를 15% 및 20%로 조절한 새우젓의 담금직후 효소활성은 12.63~14.69 unit로 식염농도의 증가에 의해 약간 낮아지는 경향을 보였다. 발효기간에 따른 전반적인 효소활성 변화를 살펴보면 발효 4~5주차에서 가장 높은 효소활성을 보였고, 그 후 발효기간 동안 점차 활성이 낮아져 발효 10주차에는 효소활성이 18.07~19.30 unit으로 시험구간 큰 차이가 나타나지 않았다.

최적 숙성직전 5 및 10 kGy의 감마선을 조사한 경우, 같은 식염농도에서 비조사구와 조사구의 선량간에 차이는 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 염농도를 낮출수록 새우젓에 존재하는 단백질분해효소 활성이 높아 빠른 속도로 반응하여 특유한 점조성을 띄고 독특한 풍미를 나타내며, 일반적으로 효소의 방사선 감수성은 미생물에 비해 매우 낮아 감마선 조사에 의한 미생물의 생육은 저해되어도 효소활성은 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Oh 등⁽¹⁾의 전기투석기를 이용하여 탈염한 새우젓의 단백질분해효소 활성을 측정할 결과 염농도가 낮아질수록 활성이 증가한다는 보고와 Yook 등⁽²²⁾의 감마선 조사에 의한 6종의 단백질분해효소의 활성변화 연구에서 10 kGy까지의 조사선량에서는 약 10% 미만의 실패를 보였다는 보고와도 일치하였다.

요 약

관능적 품질이 우수하고 저장성을 향상시킨 저염 새우젓 개발을 위해 감마선 조사기술을 이용하였다. 식염농도를 15% 및 20%로 조절한 새우젓을 제조하여 15°C에서 발효시키면서, 최적 숙성기에 도달하기 직전 아미노태 질소의 함량이 400 mg% 수준에서 5 kGy 및 10 kGy 선량의 감마선을 조사하였으며, 대조구로는

30% 식염농도의 새우젓을 제조하여 저장기간 동안 화학적 품질을 평가하였다. 최적 숙성직전 감마선을 조사한 결과, 감마선 조사직후 아미노태 질소, 휘발성 염기태 질소, trimethylamine 및 효소활성은 감마선 조사에 의한 영향은 나타나지 않았다. 저장기간에 따른 성분의 변화는 식염함량 및 감마선 조사선량이 증가할수록 낮았으며, 효소활성은 발효 4~5주차까지 계속 증가하다가 감소하는 경향으로 대조구와 유사한 활성을 나타내었다. 특히 15% 식염과 10 kGy의 감마선 조사 및 20% 식염과 5 kGy 이상의 감마선을 최적 숙성직전 조사한 새우젓의 경우 젓갈의 화학적 품질지표인 아미노태 질소, 휘발성 염기태 질소, trimethylamine 함량 및 단백질분해 효소활성이 30% 고염농도인 대조구와 비슷한 수준으로, 발효기간 동안 적정수준의 함량 및 활성을 나타내어 양호한 품질특성을 보였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 연구개발사업의 일환으로 수행되었으며 그 지원에 감사드립니다.

문 헌

- 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)
- Van veen, A.G. Fish as food. Academic Press. London. 3: 277 (1965)
- Agriculture and fishery annual statistical report. Ministry of Agriculture and Forstry (1996)
- Ministry of Agriculture and Forstry. Technology development on low-salted and fermented seafoods and hygienic packaging. Ministry of Agriculture and Forstry Final Report. G1228-0889 (1997)
- 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)
- 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. Kor. Fish. Soc.* 19: 459-468 (1986)
- 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)
- 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 law salted and fermented squid. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 1051-1057

- (1999)
9. Lee, K.H., Kim, J.H., Ahn, H.J., Cha, B.S. and Byun, M.W. Effects of gamma irradiation on microbiological and sensory qualities in processing of low salted and fermented squid. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1050-1056 (1999)
 10. Lee, K.H., Ahn, H.J., Lee, C.H., Kim, J.K. and Byun, M.W. Effects of gamma irradiation on quality in the processing of low salted and fermented shrimp. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 430-436 (2000)
 11. Ahn, H.J., Lee, K.H., Lee, C.H., Cha, B.S. and Byun, M.W. Effects of gamma irradiation on changes of chemical compounds in the processing of fermented shrimp with low salt. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 629-634 (2000)
 12. Mertens, B. and Knorr, D. Developments of nonthermal processes for food preservation. *Food Technol.* 46: 124-133 (1992)
 13. Lim, S.B., Yang, M.S., Kim, S.H., Mok, C.K. and Woo, G.J. Changes in quality of low salt fermented anchovy by high hydrostatic pressure treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 111-116 (2000)
 14. Lee, H.S., Lee, W.D., Koh, B.H. and Lee, M.S. Preparation of squid jeotkal with pasteurized red pepper. I. Pasteurization of red pepper powder by ohmic heating. *J. Fd. Hyg. Safety* 15: 13-17 (2000)
 15. K.O.A.C. Korea Official Method of Analysis, Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (1997)
 16. Japanese Ministry of Hygiene. Food Sanitation Indices. I. Volatile basic nitrogens, 30-32 (1973)
 17. 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)
 18. Anson, M.L. The estimation of pepsin, papain, cathepsin with hemoglobin. *J. Physiol.* 22: 79-84 (1939)
 19. Ahn, H.J., Lee, C.H., Lee, K.H., Kim, J.H., Cha, B.S. and Byun, M.W. Processing of Low Salted and Fermented Shrimp Using Gamma Irradiation Before Optimum Fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 1107-1113 (2000)
 20. Lee, K.H., Kim, J.H., Yook, H.S., Cha, B.S. and Byun, M.W. Quality Evaluation of Commercial Salted and Fermented Seafoods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1427-1433 (1999)
 21. Cha, Y.J. and Lee, E.H. Studies on the process of rapid fermented anchovy prepared with low salt contents by adapted microorganism. *Bull. Kor. Fish. Soc.* 22: 363-369 (1989)
 22. Yook, H.S., Lee, H.J., Lim, S.I., Kim, S. and Byun, M.W. Changes of proteolytic enzyme property by gamma irradiation. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 1116-1121 (1997)

(2000년 7월 28일 접수)