

감마선 조사기술을 이용하여 제조된 양념창란젓갈의 이화학적 품질특성

이나영 · 조철훈 · 이원동¹ · 김재현 · 변명우*

한국원자력연구소 방사선식품 · 생명공학연구팀
¹한성기업(주) 식품연구소

Physicochemical Characteristics of Gamma Irradiated *Changran Jeotkal* during Storage at 10°C

Na Young Lee, Cheorun Jo, Won Dong Lee¹, Jae Hyun Kim and Myung Woo Byun*

Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute
¹Food Research Center, Hansung Enterprize Co. Ltd.

Changran jeotkal, a Korean traditional fermented seafood, was prepared as a pilot scale using a commercial method and irradiated at 0, 2.5, 5.0 and 10 kGy by gamma ray to investigate possibilities for further industrial application. To see the effectiveness and rapid industrialization, hot pepper powder was irradiated at 10 kGy and manufactured the *changran jeotkal* (HP-10 kGy) as same method since the hot pepper powder was approved legally for gamma irradiation in Korea. The content of volatile basic nitrogen and amino nitrogen was significantly reduced by gamma irradiation in all storage periods. Amino nitrogen contents of 0, 2.5, 5.0, 10 kGy and HP-10 kGy were 98.9, 98.5, 92.4, 88.0 and 93.1 mg%, respectively after 12 week of storage at 10°C. In total, 8 kinds of biogenic amines were found from the samples, and the contents in the gamma irradiated *changran Jeotkal* were lower than those of the control during storage. The sample of HP-10 kGy showed similar physicochemical characteristics to the sample irradiated at 2.5~5.0 kGy. Results indicated that gamma irradiation of fermented seafood products such as seasoned *changran jeotkal* improved quality stability, thus, we recommend gamma irradiation for industrial application.

Key words: *changran jeotkal*, gamma irradiation, physicochemical characteristics, hot pepper powder

서 론

젓갈은 장류 및 김치와 더불어 우리나라의 대표적인 염장 발효식품의 하나이며 단백질과 지방의 공급원으로서 아미노산과 무기물이 풍부한 수산발효식품이다⁽¹⁾. 일반적으로 젓갈은 어패류의 근육, 내장 또는 생식소 등을 원료로 다량의 식염을 가하여 부패를 억제하면서 단백질, 펩티드 등의 분해와 숙성에 관여하는 미생물에 의해 특유의 향미와 감칠맛을 낸다⁽²⁾. 젓갈은 상온에서 장기간저장을 목적으로 원료인 어패류에 20% 이상의 식염을 첨가하여 장기간 숙성시켜 고유풍미를 내도록 하는 것이 전통적인 제법이지만, 고식염 젓갈은 소금의 과다 섭취로 인해 신장병, 고혈압 등의 성인병을 유발시킬 수 있는 원인이 될 수 있어 문제점으로 제기되고 있

다⁽³⁾. 최근들어 소득수준의 향상, 건강 지향적인 식품의 소비 증가 및 식생활 개선으로 인해 젓갈도 점점 저염 추세로 제조되어 염도가 7~10% 정도인 저염양념젓갈이 소비의 주류를 이루고 있다⁽⁴⁾.

양념젓갈은 저염화가 용이하며 기호도를 높일 수 있어 대중화 가능성이 높고, 반찬으로 직접 식용할 수 있는 제품으로 일반 젓갈과는 달리 가공율이 높으며 부가가치도 큰 장점이 있다. 현재 우리나라에서 알려진 젓갈의 종류는 약 160종으로 보고되고 있으며, 양념젓갈은 연간 생산량이 1999년에 16,400톤에 이르고 있고 제품별로는 명란젓, 창란젓 및 오징어젓 등을 들 수 있다⁽¹⁾.

그러나 저염양념젓갈 제조시 대두되는 가장 큰 문제점 중의 하나는 젓갈의 유통기한이 짧은 것인데, 특히 고춧가루로부터 많은 미생물이 혼입되는 것으로 추정된다. 젓갈의 저염화로 인한 유통기간 연장에 대한 연구로는 젖산⁽⁵⁾, 알콜⁽⁶⁾, maltitol⁽⁷⁾, sorbitol 및 potassium chloride 등의 첨가제를 이용하거나 저온숙성 및 수분활성조절 등⁽⁸⁾과 같은 방법이 연구되었고, Lee 등⁽⁹⁾은 새로운 열처리 기술인 ohmic heating을 이용하여 고춧가루의 살균을 시도하여 긍정적인 효과를 얻

*Corresponding author : Myung-Woo Byun, Team for Radiation Food Science and Biotechnology, Korea Atomic Energy Research Institute, Daejeon 305-353, Korea
Tel: 82-42-868-8060
Fax: 82-42-868-8043
E-mail: mwbyun@kaeri.re.kr

었다고 보고하였다. 또한, Lee 등⁽¹⁰⁾은 감마선 조사기술을 이용하여 젓갈의 저염화를 이루었으며 아울러 보존안전성과 고염으로 인한 관능적 기호성의 문제를 해결하였다고 하였다. 이렇듯 젓갈의 저장기간을 연장하려는 연구가 폭넓게 이루어지고 있으나 아직까지 뚜렷한 해결방안이 마련되지 않아 상업화 되지 않은 실정이다⁽¹¹⁾.

양념창란젓갈은 명태의 내장을 원료로 한 것으로 초기 미생물과 효소활성이 높아 제조가 까다롭고 유통시 변패도 빠르게 숙성 후 양념을 한 다음부터는 고춧가루의 미생물 오염으로 생균수가 급증하는 등의 보존성이 문제가 되고 있다⁽⁴⁾. 현재까지 감마선 조사를 이용하여 일반 젓갈⁽¹²⁾이나 액젓⁽¹³⁾ 등에 관한 품질유지와 유통안전성 개선에 관한 연구가 진행되어 왔으나, 양념젓갈 제조에 대한 응용연구는 미비한 실정이다. Jo 등⁽¹⁴⁾은 감마선 조사를 이용하여 제조한 양념젓갈의 미생물학적 및 관능적 품질특성에 관한 연구에서 감마선 조사가 젓갈의 호기성 미생물을 감소시키고 이로 인한 양념창란젓갈의 유통안전성을 개선시켰다고 보고하였고, 감마선을 이용하면 5% 수준의 염함량을 가지는 저염 양념창란젓갈의 제조도 가능하다고 보고하였다⁽¹⁵⁾.

본 연구에서는 감마선 조사기술을 이용하여 제조한 양념창란젓갈의 이화학적 품질특성 검사를 통해 젓갈의 상업적 상품성을 검증하였으며, 현재 산업에서 즉시 사용될 수 있는 방법을 모색하기 위하여 조사된 고춧가루를 첨가하여 제조할 경우 양념젓갈에 미치는 이화학적 특성에 관하여도 조사하였다.

재료 및 방법

창란젓갈 제조용 원·부재료

창란젓갈 제조를 위한 원료 창란은 2000년 1월경에 오호츠크해에서 어획된 명태(*Therage chalcogramma*)에서 분리한 내장을 급속냉동하여 동결블럭(-18°C)으로 만든 것을 구입하여 사용하였다. 냉동 창란을 해동, 세척, 정성하여 평균길이 15 mm로 세절한 후 실험에 사용하였다. 첨가 부원료는 물엿, D-sorbitol, MSG, 마늘, 깨, 무, 고춧가루, 설탕 등을 사용하였다. 마늘과 무는 믹서로 세밀하게 갈아서 사용하였다. 물엿은 Samyang Genex 제품으로 포도당 당량(dextrose equivalent, DE)값이 40~45인 산당화 물엿을, 식염은 정제염(한주소금)을, 그 외 조미 및 양념배합에 사용한 부재료는 시판품을 구입하여 사용하였다.

창란젓갈의 제조

창란젓갈의 제조과정은 전보⁽¹⁴⁾와 동일한 방법으로 제조하였다. 즉, 창란을 해동한 후 수돗물에 3회 교반 세척하여 기생충과 이물질을 제거한 후 최종 염농도를 8%로 조정하기 위해 식염을 창란의 원료 중량 대비 12%로 가하여 30분간 교반하여 생성된 유출수를 제거하고, D-sorbitol 및 monosodium glutamate(MSG)를 각각 3%와 5%가 되게 첨가하여 30분간 교반하였다. 준비된 양념젓갈은 30일간 숙성시켰으며, 숙성온도는 0±2°C로 유지하였다.

숙성 후 2차 조미 과정에서는 먼저 물엿을 숙성 후 시료 중량을 기준으로 15% 농도가 되게 첨가하여 30분간 교반하

였으며, D-sorbitol 5%, MSG 3.2%, 설탕 0.5%, 마늘 3.3%, 깨 4.2%, 고춧가루 4.2% 및 무 0.5%를 첨가하여 30분간 교반한 후 최종 염농도를 8%로 조정하여 창란젓갈을 제조하여 시판제품과 같은 유리병(250 g)에 충전, 포장하여 실험에 사용하였다. 이때 고춧가루의 감균효과가 가져오는 젓갈의 품질개선을 위해 감마선 조사된 고춧가루를 첨가하였을 때 젓갈에 미치는 이화학적 특성을 알아보기 위하여 10 kGy로 감마선 조사된 고춧가루를 이용한 양념젓갈을 제조하여 비교하였다.

감마선 조사

양념창란젓갈 제조시 2차 조미에 쓰이는 고춧가루는 2 kg 씩 진공포장하여 한국원자력연구소(Daejeon, Korea) 내 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설(point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co. Ltd., Ottawa, ON, Canada)을 이용하여 실온(12±1°C)에서 분당 83 Gy의 선량율로 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 조사하였다.

제조된 양념창란젓갈 또한 유리병에 포장되어 고춧가루 시료와 같은 조사시설을 이용하여 각각 2.5, 5.0 및 10 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 감마선 조사를 실시하였다. 흡수선량의 확인은 alanine dosimeter(5 mm, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하였고, dosimetry 시스템은 국제원자력기구(IAEA)의 규격에 준용하여 표준화한 후 사용하였다. 총 흡수선량의 오차는 2% 이내였다. 감마선 조사시 산업적 활용을 고려하여 원통형 철제통에 시료를 바깥쪽으로 돌려 세우고 2.5 rpm으로 감마선 조사 중 지속적으로 회전시키며 균일하게 조사가 되도록 하였다. 감마선 비조사 시료(0 kGy)는 조사시료와 같은 환경온도에 노출시키기 위하여 감마선 조사 중 조사실 외부에 보관하였다. 감마선 조사 후 시료들은 10°C로 고정된 냉장고에 옮겨져 보관하면서 12주 동안 2주 간격으로 이화학적 특성 검사를 실시하였다.

pH 및 수분활성도(Aw)

창란젓갈의 pH는 시료 10 g에 증류수 90 mL을 넣고 균질기(Diastax 900, Heidolph, Schwabach, Germany)로 마쇄한 후 pH meter(Orion 520A, USA)로 측정하였다. 수분활성도(Aw)는 시료 2 g을 수분활성도 측정기(Thermoconstanter, Novasina RA/KA, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

휘발성 염기태질소(volatile basic nitrogen, VBN)

창란젓갈의 휘발성 염기태 질소함량은 Conway unit 미량 확산법⁽¹⁶⁾으로 분석하였다. 시료 10 g을 취한 후 증류수 30 mL를 가하여 균질기를 이용하여 2분간 마쇄하고 50 mL로 정용한 후 여과하였다. 여액 1 mL를 conway 수기 외실에 넣고 내실에 0.01 N H₃BO₃ 1 mL를 넣은 후 50% K₂CO₃ 1 mL를 빠르게 외실에 주입하고 밀폐한 다음 조심스럽게 흔들어 혼합한 후 37°C에서 120분간 정치하였다. 정치가 끝난 수기는 0.02 N H₂SO₄용액으로 적정하여 VBN가를 측정하였다.

아미노태 질소(amino nitrogen, AN)

아미노태 질소는 Formol 적정법⁽¹⁶⁾으로 분석하였다. 즉, VBN 시료와 같은 방법으로 준비된 각 시험구 50배 희석액

에 0.1 N NaOH를 가하여 pH 8.4로 조정된 후 중성 formalin 30 mL를 혼합하여 0.1 N NaOH로 pH 8.4가 될 때까지 적정하였다. 적정한 mL를 아미노태 질소의 함량으로 계산하였다.

를 이용하여 평균 및 표준오차를 구하였으며, ANOVA 분석 후 Student-Newman-Keul's 다중검정법으로 p<0.05에서의 유의차 검정을 하였다.

Biogenic amines(BAs)

창란젓갈의 biogenic amines(BAs) 함량은 Garcia-Garcia 등⁽¹⁷⁾ 및 Hwang 등⁽¹⁸⁾의 방법을 변형하여 측정하였다. BAs의 표준 시약으로 putrescine(PUT), cadaverine(CAD), tryptamine(TRP), spermidine(SPD), spermine(SPM), histamine(HIS), tyramine (TYR), agmatine(AGM) 및 β-phenylethylamine(Sigma Chemical Co., SL, MO, USA)을 각각 1,000 mg% 농도로 조제하여 stock solution으로 냉동보관하며 실험에 사용하였다. 각 시료 10 g에 5% trichloroacetic acid(TCA) 20 mL를 가하여 3분간 균질기로 균질화하여 추출한 후 50 mL로 정용하고 여과하여 실험에 사용하였다. 표준시약 및 TCA 추출시료 2 mL에 2 M NaOH 1 mL 및 benzoyl chloride 10 µL를 가하여 30°C에서 40분간 benzoylation 시킨 후, 포화 NaCl 2 mL로 반응을 정지시키고, diethyl ether 3 mL를 가하여 vortex mixer(G-560, Scientific Industries, Inc., Bohemia, NY, USA)를 이용하여 3분간 강하게 혼합하여 추출한 후 2,500 rpm에서 20분간 원심분리를 하였다. 원심분리한 상등액 1.5 mL를 분취한 후 N₂ gas를 이용하여 diethyl ether를 모두 건조시킨 후 methyl alcohol 1 mL에 용해하여 HPLC system으로 분석하였다.

BAs 함량측정은 separations module(2690, Waters Co., Milford, MA, USA), photodiode array detector(996, Waters), millennium 32 chromatography manager(System Software, Workstation version 3.0, Waters)로 구성된 HPLC system을 사용하였다. Column은 Symmetry® C18, 3.9×150 mm, particle size; 5 µm column(Waters)을 사용하였으며, HPLC의 분석조건은 이동상으로 methyl alcohol: water(gradient composition; 50, 70, 85, 100%)를 0.9 mL/min의 유속이 되도록 하였다. Injection volume은 20 µL, column 온도는 25°C로 고정하여 225 nm에서 분석하였다. 모든 측정은 전 과정을 3회 반복하여 시행하였다.

통계분석

통계처리는 SAS(statistical analysis system)통계 package⁽¹⁹⁾

결과 및 고찰

pH와 수분활성도(Aw)

숙성기간에 따른 양념창란젓갈의 pH 변화는 Table 1과 같다. 양념창란젓갈의 초기 pH는 6.36을 나타내었으며, 0, 2.5, 5.0 및 10 kGy로 조사한 후 저장기간에 따른 pH를 조사한 결과 모든 처리구는 초기 pH에 비해 약간 낮아졌다가 다시 증가하는 경향을 나타내었다. 비조사구(0 kGy)는 저장기간별 유의차를 보이지 않은 반면, 2.5, 5.0, 10 kGy 및 고춧가루를 10 kGy로 조사(HP-10 kGy)한 경우 저장기간에 따른 차이를 나타내었다(p<0.05). 그러나 양념창란젓갈의 pH 변화는 조사선량에 따라서는 시료간에 큰 차이를 보이지 않았다.

양념창란젓갈의 수분활성도(Aw)는 0.83~0.86의 범위에서 평균 0.848±0.09를 나타냈으나 감마선 조사에 의한 수분활성도의 차이는 나타나지 않았다(p>0.05, Data not shown).

휘발성 염기태질소(volatilic basic nitrogen, VBN)의 변화

감마선을 이용하여 제조한 양념젓갈의 저장기간에 따른 VBN의 변화는 Table 2와 같다. 저장기간에 따라 양념젓갈의 VBN 함량은 꾸준히 증가하였으며, 비조사구(0 kGy)가 저장 12주째에 45.1 mg%로 가장 높은 함량을 나타냈다. 조사선량에 따른 양념젓갈의 VBN 함량변화를 살펴보면 저장 4주 이후부터 2.5 kGy로 조사한 젓갈에서 가장 낮은 함량을 나타냈다. 10 kGy로 조사된 고춧가루를 첨가하여 제조한 양념젓갈(HP-10 kGy)의 경우 저장기간에 따라 꾸준히 증가하여 저장 8 및 10주째에 각각 37.4 및 37.5 mg%의 함량을 나타내었으나, 이 함량은 대조구에 비해 낮은 함량이었다. 이는 2.5 kGy로 조사한 젓갈뿐만 아니라 조사된 고춧가루를 사용하여 제조한 양념젓갈도 저장 중 화학적 변질을 상당부분 억제할 수 있음을 확인시켜 준다.

Kim 등⁽²⁰⁾은 식염 8%농도의 오징어 조미젓갈 연구에서 저장온도 및 저장기간이 증가할수록 VBN 함량은 증가하였고 고 보고하였으며, Kim⁽¹¹⁾은 식품첨가제에 의한 저염 명란젓

Table 1. pH changes of seasoned changran jeotkal with 8% salt content after irradiation and storage at 10°C

Storage (week)	Irradiation (kGy)					SEM ⁽²⁾
	0	2.5	5	10	HP-10 kGy ⁽¹⁾	
0	6.36	6.38 ^{xy}	6.40 ^y	6.38 ^{xy}	6.36 ^{xy}	0.022
2	6.24	6.28 ^z	6.32 ^c	6.25 ^c	6.25 ^c	0.030
4	6.28 ^{ab}	6.26 ^{abz}	6.33 ^{yz}	6.20 ^{bz}	6.33 ^{xyz}	0.034
6	6.34	6.30 ^{yz}	6.35 ^c	6.35 ^y	6.36 ^{xy}	0.190
8	6.43	6.44 ^x	6.43 ^{xy}	6.45 ^x	6.44 ^x	0.013
12	6.46 ^a	6.45 ^{ax}	6.45 ^{ax}	6.40 ^{bx}	6.44 ^{ax}	0.012
SEM ⁽³⁾	0.160	0.026	0.013	0.022	0.021	

^{a-b}Different letters within the same row differ significantly (P<0.05).

^{x-y}Different letters within the same column differ significantly (P<0.05).

⁽¹⁾HP-10 kGy means that hot pepper powder was 10 kGy-irradiated and used instead of non-irradiated one for manufacturing the changran jeotkal.

⁽²⁾Standard error (n=10).

⁽³⁾Standard error (n=12).

Table 2. Content of volatile basic nitrogen of seasoned, irradiated *changran jeotkal* with 8% salt content during storage at 10°C

Storage (week)	Volatile basic nitrogen (mg%)					
	0 kGy	2.5 kGy	5 kGy	10 kGy	HP-10 kGy ¹⁾	SEM ²⁾
0	26.9 ^z	24.5 ^z	25.7 ^z	25.7 ^z	25.7 ^z	1.38
2	29.2 ^z	31.5 ^y	30.4 ^y	30.4 ^{yz}	32.7 ^y	1.41
4	30.4 ^z	28.0 ^x	29.2 ^{yz}	31.5 ^{yz}	31.5 ^y	1.19
6	35.0 ^y	32.7 ^w	33.9 ^x	35.0 ^{xy}	33.9 ^{xy}	1.64
8	43.2 ^{ax}	37.4 ^{bw}	38.5 ^{abw}	39.7 ^{abx}	37.4 ^{abx}	1.07
12	45.1 ^{aw}	39.2 ^{bu}	39.4 ^{bw}	40.0 ^{bx}	37.5 ^{cx}	1.11
SEM ³⁾	1.58	0.67	1.26	1.72	1.17	

^{a,b}Different letters within the same row differ significantly (P<0.05).

^{x,y}Different letters within the same column differ significantly (P<0.05).

¹⁾HP-10 kGy means that hot pepper powder was 10 kGy-irradiated and used instead of non-irradiated one for manufacturing the *changran jeotkal*.

²⁾Standard error (n=10).

³⁾Standard error (n=12).

Table 3. Content of amino type nitrogen (NH₂-N) of seasoned, irradiated *changran jeotkal* with 8% salt content during storage at 10°C

Storage (week)	Amino nitrogen (mg%)					
	0 kGy	2.5 kGy	5 kGy	10 kGy	HP-10 kGy ¹⁾	SEM ²⁾
0	55.1 ^{bz}	62.5 ^{abz}	59.3 ^{abz}	63.9 ^{abz}	66.3 ^{ay}	1.36
2	73.7 ^y	70.0 ^{yz}	70.0 ^y	70.0 ^z	70.5 ^y	1.35
4	86.3 ^{ax}	73.7 ^{by}	78.9 ^{by}	77.2 ^{by}	71.4 ^{by}	1.17
6	91.5 ^{ax}	86.5 ^{bx}	77.9 ^{cy}	77.7 ^{cy}	74.1 ^{cy}	2.10
8	90.5 ^{ax}	86.3 ^{abx}	81.7 ^{bx}	79.6 ^{by}	89.6 ^{ax}	2.18
12	98.9 ^{ax}	98.5 ^{ax}	92.4 ^{bw}	88.0 ^{bx}	93.1 ^{bx}	0.76
SEM ³⁾	4.27	3.09	3.00	1.91	3.86	

^{a,b}Different letters within the same row differ significantly (P<0.05).

^{x,y}Different letters within the same column differ significantly (P<0.05).

¹⁾HP-10 kGy means that hot pepper powder was 10 kGy-irradiated and used instead of non-irradiated one for manufacturing the *changran jeotkal*.

²⁾Standard error (n=10).

³⁾Standard error (n=12).

의 보존효과에 관한 연구에서 sykeeper를 첨가할 경우 VBN 생성억제에 효과가 있다고 보고하였다. 또한, Lee 등⁽²¹⁾은 살균 고춧가루를 이용한 오징어젓갈 제조에 관한 연구에서 5°C에서 보존하였을 때 일반젓갈보다 살균 고춧가루를 사용한 오징어 젓갈의 경우 숙성 중 휘발성 염기태질소 함량이 낮았다고 보고하였다. 이는 본 연구에서 10 kGy로 조사된 고춧가루를 첨가하여 제조한 양념젓갈의 VBN 함량과 유사한 결과를 나타내었다.

아미노태 질소(amino nitrogen, AN)의 변화

젓갈의 아미노태 질소의 함량은 숙성도의 지표로 사용되며, 향미와 깊은 관련이 있기 때문에 발효식품의 중요한 품질 지표로 인식되고 있다. 감마선 조사기술을 이용하여 제조한 양념젓갈의 아미노태 질소의 변화는 저장기간에 따라 꾸준한 증가를 나타냈다(Table 3). 감마선 비조사구(0 kGy)의 경우 저장기간에 따라 아미노태 질소의 함량이 증가하여 98.9 mg%로 처리구와 비교할 때 가장 높은 함량을 나타냈으며, 2.5, 5.0, 10 kGy 및 HP-10 kGy의 경우 저장기간에 따라 증가하여 저장 12주째 각각 98.5, 92.4, 88.0 및 93.1 mg%를 나타냈다.

Lee 등⁽²²⁾은 염농도에 따른 우렁쟁이 젓갈 제조시 고염농

도구가 저염농도구에 비하여 아미노태 질소 생성이 억제되었다고 보고하였으며, Kim 등⁽²³⁾도 굴조미젓갈 제품은 염농도가 낮을 경우 아미노태 질소함량이 높다고 보고하였다. 본 실험에서 양념창란젓갈을 감마선 조사하여 저장기간에 따른 아미노태 질소의 변화를 살펴본 결과 조사선량이 높아질수록 아미노태 질소의 함량은 감소하였다. 이는 발효에 관계되는 과다한 미생물의 사멸에 의해 숙성 중 아미노태 질소의 함량이 감소하는 것으로 사료된다. 또한, Cho 등⁽²⁴⁾은 변질된 젓갈의 대표적인 유형은 가스생성균의 가스 생성으로 인한 용기뚜껑의 팽창과 용기외부로의 액즙유출, 산생성균의 과다 증식으로 인한 강한 신맛, 미생물에 의해 단백질분해효소의 과다생성으로 인한 고형분의 액즙화 및 미생물의 과다한 증식으로 인한 제품의 백색화 등이라고 보고하였다. 이는 본 실험에서와 같이 조사기술을 이용하여 제조한 양념젓갈의 경우 유통기간 중 변질에 대한 문제점을 해결할 수 있으며, 아울러 조사기술은 젓갈의 유통기한 연장에 효과적인 것으로 사료된다.

Biogenic amines(BAs)의 변화

다양한 종류의 식품, 특히 발효식품에서 저장, 숙성 및 발효과정 중에 생성되는 물질인 biogenic amine은 인체 및 동

Table 4. Content of biogenic amines of seasoned, irradiated *changran jeotkal* with 8% salt content during storage at 10°C

Storage (week)	Irradiation (kGy)	Biogenic amines contents (mg%)								
		PUT	CAD	TRP	SPD	SPM	HIS	TYR	AGM	Total
0	0	14.04	7.84	9.49	3.45	13.07	23.98	9.50	96.73	178.10
	2.5	12.65	5.02	9.72	3.24	10.90	21.36	6.25	89.70	158.84
	5	12.33	4.88	9.50	3.55	11.16	29.93	10.55	93.60	175.50
	10	12.80	5.70	10.00	8.32	10.70	21.20	12.60	92.90	174.22
	HP-10 ¹⁾	15.60	7.07	21.30	7.06	17.70	27.70	19.50	96.50	212.43
12	0	88.88	10.42	45.84	9.60	36.67	119.95	21.38	318.34	651.08
	2.5	82.87	10.17	42.61	8.85	33.47	120.90	19.24	223.80	541.91
	5	69.20	7.39	41.06	6.69	28.61	104.80	15.60	200.59	473.94
	10	76.58	9.11	34.96	7.28	29.91	104.62	17.00	200.00	479.46
	HP-10	88.27	9.64	40.14	6.21	28.39	109.17	20.84	178.49	481.15

Abbreviation: PUT, putrescine; CAD, cadaverine; TRP, tryptamine; SPD, spermidine; SPM, spermine; HIS, histamine; TYR, tyramine, AGM, agmatine.

¹⁾HP-10 means that hot pepper powder was 10 kGy irradiated and used instead of non-irradiated one for manufacturing the *changran jeotkal*.

물체내에서 중추신경의 신경전달물질 또는 직·간접적 혈관계 조절에 관여하는 필수 성분의 하나이나, 과량섭취시 신경계 및 혈관계를 자극하여 식중독을 일으키거나 혹은 일부 biogenic amine은 N-nitrosoamine과 같은 강력한 발암물질로 전환될 수 있는 잠재성을 가지고 있다⁽²⁵⁾.

본 실험에서는 발효식품의 하나인 양념창란젓갈의 biogenic amine의 함량을 조사하였으며, 그 결과는 Table 4와 같다. Biogenic amine 함량은 저장초기에 178.10 mg%를, 2.5, 5.0 및 10 kGy로 조사한 양념젓갈은 각각 158.84, 175.50 및 174.22 mg%를 나타냈다. 저장 12주 후 모든 시료의 biogenic amines의 함량은 크게 증가하였으나, 그 증가폭은 조사선량이 증가함에 따라 감소하였다. 다른 독성 amine류로의 변환 잠재성 및 혈압상승 등을 유발하는 것으로 알려진 PUT, CAD 및 TRP⁽²⁶⁾는 5.0 kGy로 조사한 양념젓갈에서 가장 낮은 함량을 나타냈으며, 신경전달계, 근육, 위장, 호흡계, 감각신경 및 운동신경자극 등의 여러 임상병리학적 증상을 일으키는 것으로 알려진 HIS⁽²⁶⁾는 10 kGy로 조사한 젓갈에서 0주와 12주째에 각각 21.20 및 104.62 mg%로 가장 낮은 함량을 나타냈다. 또한, 말초혈관자극에 의한 혈압상승, 박동증가, 신경계질환, 동공확대, 호흡증가 및 혈당증가 등과 같은 독성을 나타내는 것으로 알려진 TYR⁽²⁶⁾은 2.5 및 5.0 kGy로 조사한 젓갈에서 가장 낮은 함량을 나타냈다. 이와같이 수산발효식품인 양념창란젓갈에서 식중독을 일으키거나 혹은 일부가 N-nitrosoamine과 같은 강력한 발암물질로 전환될 수 있는 잠재성을 가지고 있는 biogenic amine 함량을 조사한 결과 감마선 조사한 양념창란젓갈에서 그 함량이 감소하였다.

Jo 등⁽¹⁴⁾은 시판고춧가루의 초기 미생물수는 3.9×10^6 CFU/mL를 나타내었으나 10 kGy의 조사를 통해 4 log cycle의 감균효과를 나타내었고, 양념창란젓갈을 제조하여 2.5, 5.0 및 10 kGy 감마선 조사한 후 10°C에서 12주 동안 저장하는 동안 각각 3.0, 6.0 및 7.0 log cycle의 감균효과를 가져왔으며, 고춧가루를 10 kGy로 조사하여 제조한 양념창란젓갈도 2 log cycle의 감균효과를 나타냈다고 보고하였다. 또한, 관능검사 결과 2.5 및 5.0 kGy 조사구는 종합적 기호도에서 비조사구와 유의적인 차이가 없다고 보고하였다. 본 실험에서도 10

kGy 조사된 고춧가루를 첨가하여 제조한 양념젓갈 및 양념젓갈에 2.5~5.0 kGy의 감마선 조사기술을 이용할 경우 Jo 등⁽¹⁴⁾이 보고한 미생물학적 안정성 및 관능특성 뿐만 아니라 양념창란젓갈의 화학적 안정성도 높일 수 있음을 확인하였다.

요 약

양념창란젓갈 제조시 감마선의 산업적 적용을 위하여 상업적 제조방법과 동일하게 제조된 양념창란젓갈을 0, 2.5, 5.0 및 10 kGy로 감마선 조사하여 이화학적 특성을 관찰하였다. 또한, 고춧가루를 10 kGy의 감마선 조사로 살균한 후 같은 방법으로 양념창란젓갈을 제조하여 비교하였다. 휘발성 염기태질소(VBN) 함량은 10 kGy로 조사된 고춧가루를 첨가하여 제조한 양념창란젓갈이 37.5 mg%로 낮은 함량을 나타내었으며, 아미노태 질소의 함량은 모든 시료구에서 꾸준히 증가하다 저장 12주 후에는 0, 2.5, 5.0, 10 kGy 및 10 kGy로 조사한 고춧가루를 첨가하여 제조한 젓갈(HP-10 kGy)의 경우 각각 98.9, 98.5, 92.4, 88.0 및 93.1 mg%를 나타내었다. Biogenic amine의 함량을 조사한 결과 조사된 젓갈은 비조사된 젓갈에 비해 그 함량이 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 따라서 감마선 조사는 양념창란젓갈의 저장기간을 연장시키는데 효과적이며, 위해물질 감소를 통해 화학적 안전성을 개선시키는 것으로 나타났다. 또한, 10 kGy로 조사하여 미생물학적 안전성을 높인 고춧가루를 첨가하여 제조한 양념젓갈의 이화학적 특성은 대조구에 비해 우수한 결과를 나타내었으며, 일반적으로 양념젓갈제조 후 2.5~5 kGy로 감마선 조사한 시료와 동일한 품질수준을 나타내어 상업적 적용이 추천된다.

문 헌

- Lee, W.D. Recent development of *jeotkal* (traditional Korean fermented seafood) and its future. *Food Ind. Nutr.* 6: 23-27 (2001)
- Oh, S.C., Cho, J.S. and Nam, H.Y. Changes of the volatile basic nitrogen and free amino acids according to the fermentation of low salt fermented squid. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 173-181

- (2000)
3. Lee, W.D., Lee, J.J., Chang, D.S., Yoon, J.H. and Lee, M.S. Development of new manufacturing process for *changran-jeotgal*-3. Improvement of seasoning process and quality estimation. J. Korean Fish. Soc. 34: 119-124 (2001)
 4. Yoon, J.H., Lee, W.D., Chang, D.S., Kang, J.H. and Lee, M.S. A study in packing of *changran-jeotkal*-1. Shelf-life of a jar packing in *changran-jeotkal*. J. Korean Fish. Soc. 35: 8-14 (2002)
 5. Uno, T. Studies on the fermented fishery products-V. Effect of lactic acid on the quality of "ika-shiokara". Monthly Report of Hokkaido Fisheries Experimental Station 31: 23-27 (1974)
 6. Uno, T. Studies on the fermented fishery products-II. Effect of carbohydrates and monoglycerides on the shelf-life of "ika-shiokara". Monthly Report of Hokkaido Fisheries Experimental Station 30: 23-25 (1973)
 7. Uno, T. Studies on the fermented fishery products-III. Effect of maltitol on the shelf-life of "ika-shiokara". Monthly Report of Hokkaido Fisheries Experimental Station 31: 22-26 (1974)
 8. Kim, Y.M., Lee, W.J., Jeong, Y.M., Hur, S.H. and Choi, S.H. Processing conditions of low-salt fermented squid and its flavor components-2. Effect of temperature, salinity and pH on the growths of bacteria from isolated low salt fermented squid. J. Korean Soc. Food Nutr. 24: 631-636 (1995)
 9. Lee, H.S., Lee, W.D., Koh, B.H. and Lee, M.S. Preparation of squid-*jeotkal* with pasteurized red pepper powder by ohmic heating. J. Food Hyg. Saf. 15: 13-17 (2000)
 10. Lee, K.H., Ahn, H.J., Jo, C., Yook, H.S. and Byun, M.W. Production of low salted and fermented shrimp by irradiation. J. Food Sci. 67: 1772-1777 (2000)
 11. Kim, S.M. The effects of food additives on the shelf-life of low salted myungran-*jeot*. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 937-943 (1996)
 12. Kim, D.H., Kim, J.H., Yook, H.S., Ahn, H.J., Kim, J.O., Sohn, C.B. and Byun, M.W. Microbiological characteristics of gamma irradiated and low-salted fermented squid. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1619-1627 (1999)
 13. Kim, J.H., Ahn, H.J., Kim, J.O., Ryu, K.H., Yook, H.S., Lee, Y.N. and Byun, M.W. Sanitation and quality improvement of salted and fermented anchovy sauce by gamma irradiation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 1035-1041 (2000)
 14. Jo, C., Kim, D.H., Lee, W.D., Lee, J.J. and Byun, M.W. Application of gamma irradiation on manufacturing *changran jeotkal* (aged and seasoned intestine of Alaska pollock), microbiological and sensory characteristics. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 23: 673-678 (2003)
 15. Jo, C., Lee, W.D., Kim, D.H., Kim, J.H., Ahn, H.J. and Byun, M.W. Quality attributes of low salt *changran jeotkal* (aged and seasoned intestine of Alaska pollock, *Therage chalcogramma*) developed using gamma irradiation. Food Control, In press (2004)
 16. AOAC. Official Method of Analysis. 16th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1985)
 17. García-García, P., Brenes-Balbuena, M., Hornero-Mendez, D., García-Bprego, A. and García-Fernandez, A. Content of biogenic amine in table olives. J. Food Prot. 63: 111-116 (2000)
 18. Hwang, D.F., Chang, S.H., Shiua, C.Y. and Chai, T.J. High-performance liquid chromatographic determination of biogenic amines in fish implicated in food poisoning. J. Chromatogr. 693: 23-30 (1997)
 19. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1990)
 20. Kim, D.S., Kim, Y.M., Koo, J.G., Lee, Y.C. and Do, J.R. A study on shelf-life of seasoned and fermented squid. Bull. Korean Fish Soc. 26: 13-20 (1993)
 21. Lee, H.S., Lee, W.D., Koh, B.H. and Lee, M.S. Preparation of squid-*jeotkal* with pasteurized red pepper-II. shelf-life extension of squid-*jeotkal*. J. Food Hyg. Safety 15: 18-24 (2000)
 22. Lee, K.H., Cho, H.S., Lee, D.H., Kim, M.G., Cho, Y.J., Suh, J.S. and Kim, D.S. Utilization of ascidian, *Halocynthia roretzi*-6. processing and quality evaluation of fermented ascidian (II). Bull. Korean Fish Soc. 26: 330-339 (1993)
 23. Kim, D.S., Lee, H.O., Rhee, S.K. and Lee, S. The processing of seasoned and fermented oyster and its quality changes during the fermentation. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 44: 81-87 (2001)
 24. Cho, H.R., Park, U.Y. and Chang, D.S. Studies on the shelf-life extension of *jeotkal*, salted and fermented seafood. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 652-660 (2002)
 25. Kim, J.H., Park, H.J., Kim, M.J., Ahn, H.J. and Byun, M.W. Survey of biogenic amine contents in commercial soy sauce. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 325-328 (2003)
 26. Kim, J.H., Ahn, H.J., Kim, D.H., Jo, C., Cha, B.S. and Byun, M.W. Effects of gamma irradiation on biogenic amines levels in *doenjang* during fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 713-716 (2002)

(2003년 9월 26일 접수; 2003년 11월 10일 채택)