

시판 발효 홍어의 품질 특성

조희숙 · 김경희*

목포대학교 생활과학부 식품영양학전공

Quality Characteristics of Commercial Fermented Skates

Hee-Sook Cho, Kyung-Hee Kim*

Major in Food and Nutrition, Division of Human Ecology, Mokpo National University

Abstract

This study was conducted to evaluate the quality characteristics of domestic as well as imported fermented skate. Three types of fermented skate products were analyzed for proximate composition, pH, VBN, ammonia-N, free amino acids, and fatty acids. The results indicated that the domestic fermented skate contained large amounts of TMAO. Also, the domestic and imported fermented skates each contained approximately 7.1 log CFU/g and 5.8~6.5 log CFU/g of aerobic bacteria, respectively, and 585.9 mg and 384.1~398.5 mg of total free amino acids, respectively; all samples contained high levels of taurine, anserine, lysine, alanine, glycine, proline, and β -alanine. For fatty acid composition, the domestic fermented skate contained 11 different types of saturated fatty acid and 16 types of unsaturated fatty acid, whereas the imported skate contained 8 types of saturated fatty acid and 10~15 types of unsaturated fatty acid. Overall, the results suggest that domestic fermented skate is a better source of amino acids and essential fatty acids and contains more aerobic bacteria than imported fermented skate.

Key Words : fermented skates, TMAO, VBN, aerobic bacteria, free amino acids, essential fatty acids

I. 서 론

홍어(*Raja kenogei*)는 가오리 과에 속하는 연골 어류로서 우리나라의 남서해 및 동중국해와 일본의 중부이남 해역에 많이 분포하고 있는 어종이다. 홍어는 주로 우리나라 서남해 연안에서 주낙이나, 저인망에 의해 어획되어지며, 그 품질은 흑산도산 홍어를 제일로 치지만 근래에 들어서는 그 수요가 증가하는 반면에 공급이 그에 미치지 못해 대부분 수입산으로 대체하고 있다(Lee 1999). 홍어는 그 맛이 독특하여 예로부터 다양한 요리에 이용되어 왔으며, 회, 찜, 또는 국을 끓여먹기도 하고, 과거에는 홍어를 두엄에 묻어 발효시켜서 홍탁을 만들었다고 한다. 그러나 보통 홍어를 썰어 용기나 항아리에 넣고 2~5일 정도 발효시킨 후에 초고추장에 찍어 먹는다(Cha 2003).

홍어의 육질에는 요소(urea)와 trimethylamine oxide (TMAO)가 다량으로 함유되어 있다. 홍어를 발효시키면 강한 냄새가 나는데 이 냄새는 발효 중에 발생하는 암모니아의 냄새로 홍탁을 즐기는 사람들은 특 쓰는 그 맛을 즐긴다. 그리고 그 과정에서 생성된 암모니아가 유해한 세균의 증식을 억제하고 홍어 특유의 풍취를 내는 것이다. 홍어에는 성장 발달에 중요한 기능을 수행하는 taurine, 감칠맛을

증가시켜주고 근육의 완충 역할을 하는 anserine, 두뇌성장 발달과 인지기능을 향상시켜주는 필수지방산이 다량 함유되어 있으며, 혈전증 예방과 시각 강화 기능을 지닌 EPA, DHA가 다량 함유되어 있다(Huxtable 1992; Lee 1996). 또한 홍어의 연골에는 류코다당 단백질인 콘드로이틴이 다량 함유되어 있어서 건강 식품, 비만예방 및 노약자에게 좋은 식품으로 가능하다(Bodwell 1985).

최근 홍어의 다양한 아미노산의 생리 활성 효과가 보고되고 있으며, 항균성 효과의 가능성이 밝혀지고 있다(Cha 2003).

이에 본 연구에서는 국내에서 시판되는 홍어발효제품의 품질 특성을 분석함으로써 우리나라의 향토전통식품에 대한 체계적인 위생적 품질을 평가하기 위한 관련 자료로 활용될 수 있는 기초 자료를 제시하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

시료로 사용한 홍어발효제품은 국내산과 수입산으로, 국내산 홍어발효제품은 전남 나주시 (주)영산홍어에서 2007년 12월에 구입(숙성기간: 35일, 저장온도: $-1 \pm 1^\circ\text{C}$, 유통상태: 폴리에틸렌 포장)하였고, 수입산은 아르헨티나산과 칠

*Corresponding author: Kyung-Hee Kim, Mokpo National University, Muan, Chonnam 534-729, Korea
Tel: 82-61-450-2521 Fax: 82-61-450-2529 E-mail: kyunghee@mokpo.ac.kr

레산으로 2007년 12월에 목포지역 마트를 통해 구입(숙성 기간: 35일, 저장온도: $-1 \pm 1^\circ\text{C}$, 유통상태: 폴리에틸렌 포장, 나일론+적층필름 포장)하여 시료로 하였으며, 시료는 육부분만을 취하여 -20°C 동결고에 저장하면서 분석용 시료로 사용하였다.

2. 일반성분분석

일반성분은 AOAC(1980)법으로 측정하였다. 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 미량 킬달법(micro-Kjeldahl법), 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 회분은 550°C 전기로를 이용한 직접 회화법으로 측정하였다. 조탄수화물은 시료 전체 무게(%)에서 수분, 회분, 조지방, 조단백질을 뺀 나머지 값을 %로 표시하였다.

3. pH 측정

시료 약 10 g을 증류수 90 mL를 넣고 균질화한 마쇄시료를 pH meter(EA 920, Orion Research INC., USA)로 측정하였다.

4. 휘발성 염기질소(VBN)의 측정

VBN은 conway unit를 이용한 미량확산법(식품공전 2005)에 의해 측정하였다. 즉 시료 5 g에 증류수 50 mL를 가하여 침출시킨 다음 20% TCA 10 mL를 가하여 10분간 정치한 후 여과지(No. 5A)로 여과하여 그 잔사를 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 후 여과하여 증류수로서 100 mL로 정용하였다. Conway unit 내실에 붕산 흡수제 1 mL 외실에는 시료액 1 mL와 포화 K_2CO_3 1 mL를 넣고 37°C 에서 90분간 방치 후 0.01 N H_2SO_4 용액으로 적정하였다.

5. Trimethylamine과 Trimethylamine oxide의 측정

TMA(Trimethylamine)와 TMAO(Trimethylamine oxide) 측정은 conway unit를 이용하는 미량확산법(Conway 1950)으로 정량하였다. 즉, 시료 5 g에 4% TCA 20 mL를 첨가하여 침출시킨 뒤 30분간 방치한 후 여과시켜 시료액으로 사용하였다. Conway unit 내실에 0.01 N HCl 1 mL와 외실에 시료액 1 mL와 HCHO 1 mL 포화 K_2CO_3 1 mL를 넣고 37°C 에서 90분간 방치 후 0.01 N H_2SO_4 용액으로 적정하였다.

TMAO를 트리클로로티탄(TCT)으로 환원시켜 TMA로하고 시료 중에 처음부터 존재하는 TMA와의 함유량(TTMA)을 계산한 다음 TTMA에서 시료중에 처음부터 존재하는 TMA를 빼서 TMAO양을 구하였다.

6. 아미노태질소($\text{NH}_2\text{-N}$)의 측정

Spies & Chamber(1951)의 방법으로 측정하였다. 즉 시료 5 g을 mortar에 취하여 충분히 마쇄 균질화한 다음 75% 에틸알콜 30 mL를 가하여 교반한 후 원심분리하여 50 mL

로 정용하였다. 이 중 5 mL를 취하여 3,000 rpm에서 원심분리시켜 청색의 투명한 상층액을 얻은 다음, 620 nm에서 흡광도를 측정하고 표준곡선으로부터 $\text{NH}_2\text{-N}$ 량을 산출하여 mg/100 g을 나타내었다.

7. 색도 및 일반세균수 측정

홍어발효제품의 색도는 색차계(Chromameter CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 밝기(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값을 5회 반복 측정하고 그 평균값으로 나타내었으며, 이 때 사용된 표준백색판(standard plate)의 L, a, b 값은 90.2, 1.3, 3.2이었다. 일반세균수는 시료 5 g을 멸균된 막자사발에 갈아 10배 희석하고 표준 평판 한천배지(Plate Count Agar)에 접종한 다음 $35 \sim 37^\circ\text{C}$ 에서 48시간 배양하여 colony를 계수하였다.

8. 유리아미노산 분석

시료 10 g에 ethyl alcohol(70%)을 가하여 균질화시킨 후 시료양의 약 2배의 ethyl alcohol을 넣고 50°C 이하에서 2시간 진탕추출 한 다음 원심분리한 상등액을 취하고 원심분리된 잔사에 70% ethyl alcohol로 3회 세척한 상등액도 합하여 감압 농축시켰다. 농축된 시료를 0.2 N sodium citrate buffer(pH 2.2)로 녹여 전체 용량을 100 mL되게 한 다음 membrane filter($0.20 \mu\text{m}$, Corning)로 여과하여 얻은 여액을 취하여 아미노산 자동분석기(LKB Alpha plus, Series two, Pharmacia England)를 사용하여 <Table 1>과 같은 조건으로 아미노산을 분석하였다.

9. 지방질 추출 및 지방산 분석

시료로부터 지방질은 Bligh & Dyer(1959)법에 의하여 추출하였고 AOAC(1973)법에 따라 지방산을 유도체화하여 gas chromatography로 분석하였다. 즉, 시료 10 g에 50 mL의 methanol과 25 mL의 chloroform을 함께 넣어 2분 동안 균질화 시키고 다시 25 mL의 chloroform을 넣어 30

<Table 1> Operating condition of amino acid analyzer of free amino acid

Item	Condition
Instruments	Alpha plus amino acid analyzer (Pharmacia LKB)
Column	Ultrapac 7 cation-exchange (Lithium form)
Buffer solution	pH 3.20 0.2M Li-citrate pH 4.25 0.2M Li-citrate pH 6.45 0.2M Li-citrate 0.4M NaOH
Detection	Amino acid-ninhydrin (570 nm) Imino acid-ninhydrin (440 nm)
Sample volume loaded	50 μL

초 동안 균질화 시켰다. 여기에 증류수 25 mL를 첨가하여 30초 동안 균질화한 후 여과하여, 이 여과액을 분액깔때기로 옮겨 방치한 후 아래층의 chloroform층을 받아 농축시키고, 100 mg을 칭량하여 0.5 N NaOH-methanol 5 mL를 넣고 20분 동안 김화시킨 후 BF₃-methanol 5 mL로 5분 동안 methylation 시키고 n-heptan 5 mL를 넣어 추출하여 GC의 분석 시료로 사용하였다. 이때 사용한 컬럼은 DB wax(30 m×0.32 mm I.D, 0.25 μm)였으며, 컬럼의 온도는 165°C(1 min)-2°C/min-200°C(1.5 min)였다.

10. 통계처리

모든 실험결과는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 14.0 for Window) package를 이용하여 평균 및 표준편차를 구하고, 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 통계적 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반 성분 측정결과

본 연구의 홍어발효제품에 대한 일반성분 측정결과는 <Table 2>와 같다. 수분 함량은 국내산이 71.38%, 수입산은 71.39~71.59%로서 거의 비슷하였으나, 조단백질에서는 국내산이 25.91%, 수입산이 22.68~22.80%로서 국내산에서 그 함량이 약간 더 높게 나타났다. 이런 결과는 Hwang(1979)이 보고한 흑산도산과 인천산 홍어의 단백질함량 22.80%와 비교해 보면 본 연구의 수입산 발효제품은 비슷하였다. 조지방질은 국내산이 0.15%, 수입산이 0.11~0.23%로서 칠레산이 약간 높았다. 일반적으로 어류의 지질함량은 계절적인 변동이 심한데 이것은 홍어의 어획 시기와 개체의 차이 때문인 것으로 사료된다. 회분은 국내산이 0.97%, 수입산이 0.91~1.13%였으며, 탄수화물은 국내산이 1.59%, 수입산이 4.37~4.76%로 수입산에서의 함량이 더 높았다.

2. pH, 휘발성염기질소(VBN) 및 아미노태질소 함량 분석결과

홍어발효제품의 pH는 <Table 3>에 제시된 바와 같이 국내산이 9.2, 수입산은 9.1~9.3으로 거의 비슷하였다. Park(2003)은 홍어의 숙성 기간 중 pH는 숙성 첫날에는 pH가 6.3인데, 숙성 12일째 pH 9.1로, 일반적인 식품에서는 발

<Table 3> pH, amounts of volatile basic nitrogen (VBN) and ammonia-N contents in fermented skates

Samples ¹⁾	pH	VBN (mg%)	ammonia-N (mg%)
A	9.2±0.12 ^{ab}	56.35±0.21 ^b	688.05±0.32 ^{bc}
B	9.3±0.21 ^a	55.46±0.11 ^b	793.03±0.24 ^a
C	9.1±0.12 ^b	61.62±0.23 ^a	703.54±0.23 ^b

¹⁾Samples are same as in Table 3.

^{a-c}: Values with different superscripts within a column are significantly by Duncan's multiple range test at p<0.05.

효가 진행될수록 미생물의 작용이나 부패세균에 의해 pH가 낮아지는 것과 반대로 홍어는 pH가 증가하는 경향을 보였는데 이는 홍어가 삼투압조절을 위해 체내에 요소 및 요소전구체를 함유하고 있던 것을 발효가 진행됨에 따라 체외로 유출하기 때문이라고 보고한 바 있다. 휘발성염기질소는 국내산 홍어발효제품에서는 56.35 mg%, 칠레산은 55.46 mg%, 아르헨티나산은 61.62 mg%로 나타나 아르헨티나산이 가장 많은 것으로 나타났다. Lee(1999)는 홍어발효제품의 VBN함량은 36~260 mg으로 시료의 어획시기, 선도, 가공방법 등에 따라 차이가 많다고 보고하였다. 아미노태질소는 알큰하고 아리한 맛과 냄새의 주성분인데, 국내산 발효제품이 688.05 mg%, 칠레산은 793.03 mg%, 아르헨티나산은 703.54 mg%로 칠레산이 가장 많았고, 국내산이 가장 적게 나타났다.

3. TMAO(Trimethylamine oxide) 및 TMA(Trimethylamine) 분석결과

수산물중의 TMAO는 수산식품의 관능적 품질 뿐만 아니라 선도 지표로서의 중요성 및 가공적성과 저장수명에 큰 영향을 미치기 때문에 광범위하게 연구되어 있다(Lee 1999). 홍어발효제품의 TMAO 및 TMA를 분석한 결과는 <Table 4>에 나타난 바와 같다. TMAO함량은 국내산 발효제품에서 420.13 mg, 칠레산이 359.22 mg, 아르헨티나산 348.48 mg으로 국내산이 수입산보다 더 많았다. Lee(1996)가 보고한 398 mg/100 g과 비교해보면 수입산은 함량이 낮았으며, Dyer(1952), Norris(1945) 및 Lee(1999)가 보고한 190~267 mg/100 g 보다는 함량이 높은 수치였다. 홍어발효제품의 TMA함량은 국내산에서 41.09 mg, 칠레산이 44.19 mg, 아르헨티나산 45.53 mg으로 국내산 홍어발효제품보다 수입산 이 더 많았다.

<Table 2> Proximate composition of fermented skates (%)

Samples ¹⁾	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash	Carbohydrate
A	71.38±0.01 ^b	25.91±0.25 ^a	0.15±0.32 ^b	0.97±0.23 ^b	1.59±0.53 ^c
B	71.39±0.02 ^b	22.68±0.13 ^b	0.23±0.24 ^a	0.91±0.21 ^{bc}	4.76±0.42 ^a
C	71.59±0.02 ^a	22.80±0.51 ^b	0.11±0.16 ^c	1.13±0.34 ^a	4.37±0.12 ^b

¹⁾A: Domestic fermented skate, B: Chile fermented skate, C: Argentina fermented skate

^{a-c}: Values with different superscripts within a column were significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

<Table 4> TMA and TMAO of fermented skates (mg/100 g)

Samples ¹⁾	T MAO	TMA	Total
A	420.13±2.13 ^a	41.09±0.37 ^b	461.22±0.22 ^a
B	359.22±3.42 ^b	44.19±1.22 ^a	403.41±0.63 ^b
C	348.48±0.23 ^{bc}	45.53±0.45 ^a	394.01±0.44 ^c

¹⁾Samples are same as in Table 3.

^{a-c}: Values with different superscripts within a column are significantly by Duncan's multiple range test at p<0.05.

<Table 5> Hunter's color values of fermented skates

Samples ¹⁾	Color values		
	L	a	b
A	60.38±3.42 ^a	2.52±0.08 ^b	11.84±0.46 ^b
B	59.31±2.12 ^{ab}	2.43±0.23 ^{bc}	12.07±0.37 ^a
C	60.08±1.51 ^a	3.01±0.56 ^a	11.53±0.15 ^c

¹⁾Samples are same as in Table 3.

^{a-c}: Values with different superscripts within a column are significantly by Duncan's multiple range test at p<0.05.

<Table 6> Total bacteria and *E. coli* of fermented skates (log CFU/g)

Samples ¹⁾	Total bacteria	<i>E. coli</i>
A	7.1±0.22 ^a	ND ²⁾
B	5.8±0.62 ^c	ND
C	6.5±0.23 ^b	ND

¹⁾Samples are same as in Table 3.

^{a-c}: Values with different superscripts within a column are significantly by Duncan's multiple range test at p<0.05.

²⁾Not detected

4. 색도 측정결과

홍어발효제품의 색도를 측정한 결과는 <Table 5>와 같다. 국내산의 경우 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b)값이 각각 60.38, 2.52, 11.84로 나타났고, 수입산은 명도(L)값이 59.31~60.08, 적색도(a)값은 2.43~3.01 및 황색도(b)값은 11.53~12.07을 나타냈다. 명도(L)값은 시료간에 차이가 없었으나, 적색도(a)값은 아르헨티나산이 약간 높았으며, 황색도(b)값은 칠레산이 높게 나타났다.

5. 일반미생물 및 대장균 측정결과

홍어발효제품의 일반미생물 및 대장균 측정에 관한 결과는 <Table 6>에 제시한 바와 같다. 총균수는 국내산이 7.1 log CFU/g 수준이었고, 수입산의 경우에는 5.8~6.5 log CFU/g 수준으로 칠레산과 아르헨티나산은 더 낮은 것으로 나타났다. 대장균은 국내산과 수입산 홍어발효제품 모든 시료에서 검출되지 않았다.

6. 유리아미노산 분석결과

홍어발효제품의 유리아미노산 조성을 분석한 결과는 <Table 7>에 나타난 바와 같이 국내산에서는 25종의 유리아미노산이 검출되었으며, 총 함량은 585.9 mg이었는데,

<Table 7> Free amino acid profiles of fermented skates (unit: mg/100 g)

Amino acid	Samples ¹⁾		
	A	B	C
Arginine	13.2	6.2	6.6
Taurine	85.9	80.3	66.2
Aspartic acid	9.2	4.2	3.6
Threonine	7.8	6.6	6.4
Serine	7.6	6.4	5.9
Anserine	73.3	64.4	59.3
Glutamic acid	9.3	8.6	7.4
Proline	38.3	25.2	22.4
Asparagine	22.9	15.3	13.6
Glycine	48.9	19.6	15.6
Alanine	51.3	29.7	28.5
Citrulline	1.3	0.9	-
β-Aminoisobutyric acid	8.3	3.4	5.4
Valine	1.3	-	0.1
Cystine	10.4	5.7	4.9
Hydroxylysine	4.7	3.3	3.2
Isoleucine	6.9	7.0	7.5
Leucine	17.9	10.3	10.2
Tyrosine	8.6	5.3	3.6
β-Alanine	29.0	22.8	17.9
Methionine	14.3	10.4	11.2
Ornithine	20.7	17.4	16.9
Lysine	57.9	30.3	44.4
Histidine	23.0	4.3	13.2
Arginine	14.4	10.6	12.2
Total	585.9	398.5	384.1

¹⁾Samples are same as in Table 3.

taurine이 85.9 mg으로 가장 많이 검출되었다. 그 다음으로는 anserine, lysine, alanine, glycine, proline, β-alanine, histidine의 순 이었다. 칠레산에서는 24종 유리아미노산이 검출되었으며, 총 함량은 398.5 mg이었고, 함량이 가장 많은 것으로는 taurine으로 80.3 mg이 검출되었으며, 그 다음으로는 anserine, lysine이었다. 아르헨티나산은 24종의 유리아미노산이 검출되었으며, 총 함량은 384.1 mg이었고, taurine, anserine 및 lysine의 함량이 많이 검출되었다. 본 실험에서 함량이 가장 높게 나타난 taurine은 삼투압조절 작용이나 생체안정화 작용이 있고, 해산 무척추 동물에서는 그 함량이 크게 변하는 것으로 알려져 있으며(Cho 1994), 인체에 있어서는 cholesterol의 축적을 예방할 수 있는 약리 효과를 가진다고 보고된 바 있다(Lee 1999). 또한 anserine은 수산동물에서는 연어와 송어에 다량 함유되어 있다고 보고되어 있으며, 이외에도 다랑어류, 상어류, 고래류 등에 많이 분포하는 것으로 알려져 있다(Suyama 등 1970).

한편, 국외에서는 홍어 간에 상당량 축적되어 있는 taurine의 energy 의존성 수송에 관한 연구(Ballatori & Boyer 1992; Roberts 1992) 및 홍어 껍질의 주요 점질다당류인 dermatan sulfate에 대한 연구가 행해졌다(Tsegenidis 1992).

<Table 8> Fatty acids composition of fermented skates (%)

Carbone number	Samples ¹⁾		
	A	B	C
Saturated FA			
10:0	0.5	-	-
11:0	1.1	2.0	1.7
14:0	1.7	0.5	0.9
15:0	0.5	1.1	1.0
16:0	31.4	24.9	23.9
17:0	0.5	0.6	0.7
18:0	3.4	9.34	0.3
21:0	0.4	-	-
22:0	1.2	-	-
23:0	2.5	6.0	4.2
24:0	3.3	1.1	0.3
Unsaturated FA (Monomeric)			
14:1	0.4	-	0.3
16:1	5.8	2.8	4.0
17:1	1.0	2.0	0.4
18:1	1.6	7.2	12.6
20:1	0.3	-	1.6
22:1	0.2	1.8	0.2
24:1	1.1	1.5	1.2
Unsaturated FA (Dienoic)			
18:2	1.5	2.5	2.3
20:2	0.9	-	0.6
22:2	0.7	-	0.3
Unsaturated FA (Trienoic)			
18:3 n-3	2.2	0.5	0.3
18:3 n-6	3.9	1.5	0.5
20:3 n-3	1.8	-	-
20:3 n-6	1.0	-	0.3
Unsaturated FA (Penta Hexaenoic)			
20:5 n-3	1.6	2.6	3.2
22:6 n-3	30.6	32.8	37.9

¹⁾Samples are same as in Table 3.

7. 지방산 분석결과

홍어발효제품의 지방산 분석결과는 <Table 8>에서 제시하였다. 국내산에서는 포화지방산으로 기수탄소를 가진 C_{10:0}, C_{21:0}, C_{22:0}이 검출되었으나, 수입산 홍어발효제품에서는 검출되지 않았다. 또한 포화지방산에서 C_{16:0}(Palmitic acid)의 경우 국내산이 31.4%, 수입산이 23.9~24.9% 정도로 많은 양이 함유되어 있었다. 불포화지방산에 있어서는 Monomeric에서 칠레산은 C_{14:1}, C_{20:1}이 검출되지 않았다. Dienoic에서는 칠레산에서 검출되지 않은 것은 C_{20:2}, C_{22:2}이고, 국내산과 아르헨티나산에서는 검출되었다. Trienoic에서는 수입산에서 C_{20:3} n-3, C_{20:3} n-6이 검출되지 않았다. 전체적으로 국내산 홍어발효제품에서 포화지방산 11종, 불포화지방산 16종이 분석되어, 총 27종이 분석되었다. 칠

레산은 포화지방산 8종, 불포화지방산 10종으로, 총 18종이 분석되었으며, 아르헨티나산은 포화지방산 8종, 불포화지방산 15종으로 총 23종이 분석되었다. 포화지방산의 총량은 국내산 홍어발효제품에서 46.5%, 칠레산이 45.54%, 아르헨티나산 33.0%를 보였다. 불포화지방산의 경우는 아르헨티나산에서 monounsaturated fatty acid가 20.3%를 보였고, C_{18:1}의 경우는 아르헨티나산이 12.6%로 국내산 1.6%보다 훨씬 많이 들어 있었다. Dienoic unsaturated fatty acid는 국내산과 수입산이 비슷하게 함유되어 있었고, trienoic unsaturated fatty acid는 국내산이 8.9%, 수입산이 1.1~2.5%를 보여 국내산 홍어발효제품에 훨씬 많이 함유되어 있었다. Penta hexa unsaturated fatty acid에서는 아르헨티나산의 함량이 가장 많았다. 필수지방산의 경우는 수입산에서 4.5~7.3%, 국내산에서 13.0%를 나타내어 국내산 홍어발효제품이 더 우수한 것으로 나타났다.

IV. 요약 및 결론

국내에서 시판되는 발효 홍어의 pH, 휘발성염기질소, TMAO, TMA, 아미노태질소, 색도, 일반세균수, 유리아미노산, 지방산을 측정된 결과는 다음과 같았다.

발효 홍어의 pH는 국내산이 9.2, 수입산은 9.1~9.3이었다. 휘발성염기질소는 국내산은 56.35 mg%, 칠레산은 55.46 mg%, 아르헨티나산은 61.62 mg%로 나타났다. 아미노태질소는 칠레산이 가장 많았고, TMAO함량은 국내산이 수입산보다 더 많았다. 국내산 발효 홍어의 총균수는 7.1 log CFU/g 수준이었고, 수입산의 경우에는 5.8~6.5 log CFU/g 수준이었으며, 대장균은 모든 발효 홍어에서 검출되지 않았다. 국내산, 칠레산 및 아르헨티나산 발효 홍어는 각각 25종, 24종 및 24종의 유리아미노산이 검출되었으며, 총 함량은 585.9, 398.5 및 384.1 mg이었다. Taurine의 함량이 가장 많이 검출되었고, 그 다음으로는 anserine, lysine, alanine, glycine, proline, β-alanine 순이었다. 국내산 발효 홍어에서 포화지방산 11종, 불포화지방산 16종이 검출되어 총 27종이 분석되었다. 칠레산은 총 18종, 아르헨티나산은 총 23종이 분석되었다. 한편 Monometric unsaturated fatty acid인 C_{18:1}과 penta hexa unsaturated fatty acid는 아르헨티나산에서 가장 많이 함유되어 있었고, trienoic unsaturated fatty acid는 국내산 발효 홍어에 훨씬 많이 들어있었다. 필수지방산의 경우는 국내산 발효 홍어가 수입산보다 더 우수한 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 국내산 발효 홍어가 수입산보다 총균수, 유리아미노산의 함량 및 필수지방산(n-3지방산과 n-6지방산)이 많이 함유되어 있어서 풍부한 단백질과 지방을 공급해주는 우수한 식품으로 기대된다.

감사의 글

This work was supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government (KRF-2007-321-B00122).

■ 참고문헌

- 식품의약품안전청. 2005. 식품공전. 식품의약품안전청, pp 232-243.
- AOAC. 1973. Official and Tentative Methods, 3th ed., American Oil Chemists Society, Chicago. p 211
- AOAC. 1980. Official Method of Analysis, 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. p 31
- Ballatori N, J L, Boyer. 1992. Taurine transport in skate hepatocytes. II. Volume activation, energy and sulfhydryl dependence. Am J Physiol Gastrointest liver physio, 262(5):445-450
- Bligh EG, Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Bio Physiol, 37(5):911-920
- Bodwell CE. 1985. In advance in meat research. AVI, New York. pp 4-15
- Cha ES. 2003. Quality characteristics of *Raja kenojei* by cooking conditions during fermentation period. Department of Food and Nutrition Graduate School of Industry Sejong University. pp 1-3
- Cho EJ. 1994. Changes of the quality during storage of *Raja kenojei* meat. Department of Food and Development and Technology Graduate School of Industry Kyungung University. pp 4-6
- Conway EJ. 1950. Microdiffusion Analysis and Volumetric Error. Crosby Lockwood and Son Ltd, London. pp 2-15
- Dyer WJ. 1952. Amines in fish muscle. I. Colorimetric determination of trimethylamine as the picrate salt. J. Fish Res, 8(2):314-316
- Hwaung JH. 1979. Studies of the Taste Components of *Raja Kenojei*. Food chemistry Major, Department of Food Science and Technology, Graduate School Chonnam national University. pp 10-14
- Huxtable RJ. 1992. Physiological actions of taurine. Physiol Rev, 72(3): 101-163
- Kang KH. 2003. The Worldwide Distribution Skate and It's Physiological Activity. Department of Industrial Engineering (Biotechnology) Yosu National University. pp 1-10
- Konosu S, K Yamaguchi. 1982. Chemistry & Biochemistry of Marine Food Products. Avipublishing. pp 367-404
- Lee KA. 1999. Extractive Nitrogenous Constituents of Fermented Commercial Skate, *Raja kenojei*. Department of Biotechnology and Chemical Engineering Graduate School Yosu National University. pp 10-12
- Lee MK. 1996. Studies on the amino acid content of Raja skates and trimethylamine. The J of Kwangju Health College. 21
- Norris ER. 1954. The trimethylamine contents and fatty acid of Skates. J Biol Chem, 15(8):443-446
- Park WJ. 2002. Physiological Activities of the parts of Skate during Fermentation period. Department of Biotechnology and Chemical Engineering Graduate School Yosu National University. pp 23-25
- Park YJ. 2003. Compositional Changes of Skate, *Raja nasuta* during Fermentation. Department of Food and Industrial Engineering, Graduate School of Industry Pukyong National University. pp 16-20
- Roberts BL. 1992. Differences in the dopaminergic innervation of the electroreceptive and mechanoreceptive medullary lateral line nuclei of the ray, *Raja radiata*. Brain research, 963(5):339-342
- Suyama MT, Suzuki, M Maruyama, K Saito. 1970. Determination of carmasine, anserine and balenine in the muscle of animal. Bull Jpn Soc Sci Fish, 36(6):1048-1053
- Tardgis BG, BM Watts, MT Yonathan. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. J Amer Oil Soc, 24(1):38-44
- Tsegenidis T. 1992. Influence of oversulphation and neutral sugar presence on the chondroitinases Ac and ABC actions towards glycosaminoglycans from ray (*Raja lavata*) and squid (*Illex illecebrosus*) skin. Comp Biochem physiol B Comp Biochem, 103(4):275-279.
- Yamagata M, K Horimoto, C Nagaoka. 1968. On the distribution of trimethylamine oxide in the muscles of yellow tuna. Bull Jap Soc Sci Fish, 34(6):344-350

(2008년 4월 18일 신규논문접수, 2008년 5월 13일 수정논문접수, 2008년 5월 16일 채택)