

지역, 성별 및 중량에 따른 참홍어(*Beringraja pulchra*)의 맛 및 영양 성분 비교

조현수 · 김기현¹ · 김민지¹ · 김현정¹ · 권대현 · 임양재 · 허민수² · 김진수^{1*}

국립수산과학원 서해수산연구소 자원환경과, ¹경상대학교 해양식품공학과, ²경상대학교 식품영양학과

A Comparison of the Taste and Nutritional Properties of Domestic Mottled Skate *Beringraja pulchra* according to the Area Caught, Sex, and Weight

Hyun-Su Jo, Ki Hyun Kim¹, Min Ji Kim¹, Hyeon Jeong Kim¹, Dae-Hyeon Kwon,
Yang-Jae Im, Min Soo Heu² and Jin-Soo Kim^{1*}

Fisheries Resources and Environment Division, West Sea Fisheries Research Institute, National Fisheries Research & Development Institute, Incheon 400-420, Korea

¹Department of Seafood Science & Technology/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

²Department of Food & Nutrition/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

This study investigated the taste and nutritional properties of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* as affected by the area caught, sex, and weight. Regardless of these three parameters, free amino acids comprised the main factor affecting taste in all *B. pulchras*. Taste values for *B. pulchra* ranged from 2.24 to 3.61, which were much lower than values for other fish. The total amino acid content in *B. pulchra* ranged from 18.82 to 21.34 g/100 g, similar to values in other fish. The major amino acids affecting both the taste value and total amino acid in *B. pulchra* were glutamic acid, aspartic acid, and lysine. Mineral content in *B. pulchra* was as follows: calcium, 252.7-288.3 mg/100 g; phosphorus, 248.2-269.3 mg/100 g; potassium, 345.9-389.5 mg/100 g; magnesium, 24.1-26.7 mg/100 g; and iron, 0.4-0.7 mg/100 g. Based on the results of free amino acid and taste value (used as an indicator to evaluate taste), and total amino acid and minerals (used as an indicator to evaluate nutritional value), the taste and nutritional properties of *B. pulchra* were not influenced by the area caught or weight, but were affected by the sex of the fish.

Key words: *Beringraja pulchra*, Fish taste compound, Mottled skate, Skate ray

서 론

홍어는 냉수성 어종(5-15℃ 범위에 서식)이면서, 주로 새우류와 소형 어류 등을 먹이로 하는 생태적 특성을 가지고 있다. 이로 인하여 우리나라에서는 참홍어가 흑산도 연안과 대청도 연안 등에서 주로 서식되고, 어획되어 이들 지역의 주 소득원이 되고 있다(Chyung, 1977; Ishihara, 1990; Jeong, 1999). 또한, 참홍어는 홍어목 가오리과에 속하는 연골어류의 하나로서, 깊은 바다에서 삼투압 조절을 위하여 생체 내 질소화합물의 최종 대사산물인 요소를 사용하는 대표적인 어종 중의 하나이다(Park

et al., 1995).

따라서, 참홍어는 어획 후 동결하지 않고 저장 하는 경우 요소가 암모니아로 전환되어 코를 자극하는 특유의 향, 톡 쏘는 맛과 같은 특유의 풍미를 나타낸다. 호남지방에서는 예로부터 참홍어의 이러한 고유 특성을 이용하여 일반 생선회와 해물탕과는 또 다른 맛과 냄새를 가진 참홍어회와 해물탕을 즐겨 왔다. 우리나라에서 어획된 참홍어는 주로 신안군수협 흑산지점, 수협중앙회 인천공판장 및 대청도에서 위판 또는 판매되고 있다(Jo and Kim, 2008). 참홍어의 가격은 흑산도 연안과 대청도 연안과 같은 어획 지역에 따라서 차이가 크고, 암컷과 수컷과 같은

Article history;

Received 31 January 2013; Revised 21 March 2013; Accepted 1 April 2013

*Corresponding author: Tel: +82. 55. 772. 9146 Fax: +82. 55. 772. 9149

E-mail address: jinsukim@gnu.ac.kr

Kor J Fish Aquat Sci 46(2) 129-138, April 2013

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2013.0129>

pISSN:0374-8111, eISSN:2287-8815

© The Korean Society of Fisheries and Aquatic Science. All rights reserved

성별에 따라서도 차이가 크며, 고중량, 중중량 및 소중량과 같은 어체 중량에 따라서도 차이가 크다(Jo et al., 2012).

한편, 참홍어의 식품학적 특성에 관한 연구로는 흑산도 홍어와 수입산 홍어의 영양 생화학적 특성 비교(Lee, 1996), 홍어의 항고혈압 활성 물질에 관한 연구(Lim, 2003), 홍어 간에 함유되어 있는 taurine에 관한 연구(Ballatori and Boyer., 1992), 홍어 껍질 유래 점질 다당류인 dermatan sulfate에 관한 연구(Tsegenidis, 1992), 국내산 참홍어의 어획 지역, 성별 및 중량에 따른 관능적 특성 비교(Jo et al., 2012) 등이 있다. 그리고, 참홍어회의 이화학적, 위생학적, 건강 기능학적 특성과 저장성에 관한 연구로는 국내 유통 홍어회 제품의 미생물 및 이화학적 특성 조사에 관한 연구(Jo and Kim., 2008; Lee et al., 2008), 홍어의 숙성과 건강 기능성에 관한 연구(Choi et al., 2003), 유기산 처리 숙성 홍어의 저장 중 이화학적 특성에 관한 연구(Kim et al., 2010) 등이 있다. 그러나, 참홍어의 국내 어획 지역별, 성별 및 어체 중량에 따른 가격과 이의 주요 맛 성분과 영양성분과의 상관관계에 대한 조사는 아직 연구된 바가 없다.

본 연구에서는 어획 지역별(흑산도 연안과 대청도 연안), 성별 및 어체 중량(고중량, 중중량, 저중량)에 따른 참홍어의 가격과 유리 아미노산과 ATP 관련 물질과 같은 주요 맛 성분 및 영양성분 특성과의 상관관계를 살펴볼 목적으로 참홍어의 맛 및 영양성분에 대하여 검토하였고, 아울러 수입산 홍어와도 비교하였다.

재료 및 방법

참홍어

시료로 사용한 참홍어(*Beringraja pulchra*)는 2012년 5월에 흑산도 인근 해역과 대청도 인근 해역에서 어획된 직후의 것으로 어체 중량(5.6 kg 이상의 고중량, 4.5-5.5 kg 범위의 중중량, 4.4 kg 이하의 저중량) 및 성별을 달리하여 채취하였다(Table 1).

오미션 테스트(omission test)

참홍어의 오미션 테스트는 흑산도 연안과 대청도 연안에서 어획한 중중량의 암컷을 사용하여 Kim et al. (2006c)의 방법에

따라 실시하였다.

참홍어의 오미션 테스트를 위한 전처리 시료는 참홍어 추출물(참홍어 30 g에 300 mL의 증류수를 가하고, 마쇄한 다음, 이를 90℃에서 2시간 동안 추출, 냉각 및 3,000 rpm에서 20분 동안 원심 분리한 상층액)을 준비된 여러 가지 종류의 수지에 통과시켜 유리 아미노산, ATP 관련 물질 및 베타인(betaine) 등과 같은 맛 관련 특정 성분이 흡착 제거되게 하여 다음과 같이 제조하였다. 즉, 오미션 테스트를 위한 시료 중 대조구는 참홍어 열수 추출물 원액으로 하였고, 유리 아미노산이 제거된 시료는 Amberlite IR-120 (H⁺ form) 수지를 통과시킨 것으로, ATP 관련물질이 제거된 시료는 Dowex 1×8 (formic form) 수지(J.T. Baker Chemical Co. Phillipsburg. USA)를 통과시킨 것으로, 베타인이 제거된 시료는 Dowex 50w×8 (H⁺ from) 수지(J.T. Baker Chemical Co. Phillipsburg. USA)를 통과시킨 것으로 하였으며, 아미노산과 ATP 관련물질이 제거된 시료는 Amberlite IR-120 (H⁺ form) 수지(Fluka Chemika Co. Switzerland. USA)와 Dowex 1×8 (formic form) 수지를 순차적 통과시킨 것으로, 아미노산과 베타인이 제거된 시료는 Amberlite IR-120 (H⁺ form) 수지와 Dowex 50w×8 (H⁺ from) 수지를 순차적 통과시킨 것으로, ATP 관련 물질과 베타인이 제거된 시료는 Dowex 1×8 (formic form) 수지와 Dowex 50w×8 (H⁺ from) 수지를 순차적 통과시킨 것으로, 그리고, 아미노산, ATP 관련물질 및 베타인이 제거된 시료는 Amberlite IR-120 (H⁺ form) 수지, Dowex 1×8 (formic form) 수지 및 Dowex 50w×8 (H⁺ from) 수지를 순차적 통과시킨 것으로 하였다.

이와 같은 시료들을 이용한 오미션 테스트는 남녀 대학생 각 5명으로 구성된 panel member에 의하여 실시하였다. 즉, 오미션 테스트는 대조구인 참홍어 열수 추출물 원액의 맛 강도를 5점으로 하고, 수지 처리한 시료의 관능 평가에 의한 맛 강도가 이보다 약한 경우 그 정도에 따라 4-1점으로 차별화하여 나타내었다.

유리아미노산 및 taste value

유리아미노산 분석을 위한 시료는 참홍어의 일정량에 20% trichloroacetic acid (TCA) 30 mL를 가하여 균질화하고, 정

Table 1. Brief report on the sampled state of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* used in this experiment

Area caught	Sex	Fish weight	Total length (cm)	Body			Sample code	
				Length (cm)	Width (cm)	Weight (kg)		
Heuksando	Female	Heavy	110	80	80	8.4	H-FE-HE	
		Intermediate	93	59	58	5.4	H-FE-IN	
		Light	82	53	58	3.4	H-FE-LI	
Daecheongdo	Male	Intermediate	85	53	60	4.6	H-MA-IN	
		Female	Intermediate	82	50	61	4.6	D-FE-IN
		Male	Intermediate	85	48	58	5.5	D-MA-IN

H: Heuksando; D: Daecheongdo; FE: Female; MA: Male; HE: Heavy; IN: Intermediate; LI: Light.

용(100 mL) 및 원심분리(1,000g, 10분)한 다음, 상층액 중 80 mL를 분액 깔때기에 취한 후 동량의 ether를 사용하여 TCA 제거 공정을 4회 반복하였고, 다시 이를 농축 및 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 정용(25 mL)하여 제조하였다. 유리아미노산은 전처리 시료의 일정량을 이용하여 아미노산 자동분석기 (Biochrom 30, Pharmacia Biotech Biochrom Ltd., England)로 분석한 다음, 동정 및 계산하였다.

Taste value는 참홍어의 맛에 대한 강도를 살펴보기 위하여 실시하는 항목으로, 참홍어의 유리아미노산 함량을 Kato et al. (1989)이 제시한 유리아미노산 taste threshold를 이용하여 Heu et al. (2007)이 언급한 방법으로 계산하여 나타내었다.

ATP 관련 물질

ATP 관련 물질은 Lee et al. (1984)의 방법과 Ryder의 방법 (1985)을 병용하여 μ -Bondapak C₁₈ (30 cm × 3.9 mm id) column을 장착한 HPLC (LC-10Avp, Shimadzu Co., Japan)로 분석하고, 정량하였다. ATP 관련 물질의 분석을 위하여 참홍어 근육 10 g에 10% 냉과염소산 용액 25 mL를 가하여 방냉하면서 15분간 균질화 및 원심분리(3,000g, 10분)하였고, 이 때 상층액은 모으고, 잔사는 같은 방법으로 2회 반복 처리하였다. 이와 같이 처리하여 모은 상층액들은 5.0 N KOH 용액을 이용하여 pH 6.5-6.8로 조정된 후 원심분리(3,000g, 10분)한 다음, 이의 상층액을 중화 과염소산 용액을 이용하여 100 mL로 정용 하였다. 정용물을 5℃에서 약 30분간 방치한 후 이의 일부를 취하여 0.45 μ m filter로 여과하여 HPLC로 분석 및 정량하였다. 각 시료의 ATP 관련 물질은 표준품(Sigma-Aldrich Chemical)과의 retention time을 비교하고, 검량선을 이용하여 피크 면적으로 계산하였다. ATP 관련 물질의 분석을 위한 HPLC의 이동상은 0.04 M KH₂PO₄-0.06 M K₂HPO₄ (pH 7.5)를 사용하였고, 이의 유속은 1.0 mL/min로 하였으며, 시료 주입량은 5 μ L로, 분석 온도는 30℃로 하였다.

총 아미노산

총 아미노산의 분석을 위한 시료는 일정량의 참홍어(약 50

mg)에 6 N HCl 2 mL를 가하고, 밀봉한 다음, 이를 heating block (HF21, Yamato Scientific Co., Japan)에서 가수분해 (110℃, 24시간)한 후 glass filter로 여과 및 감압건조하고, 이를 sodium citrate buffer (pH 2.2)로 정용 하여 제조하였다.

총 아미노산의 분석은 전처리 시료의 일정량을 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Pharmacia Biotech Biochrom Ltd., England)로 실시하였다.

무기질

무기질의 분석을 위한 시료는 Tsutagawa et al. (1994)이 언급한 방법에 따라 질산으로 유기질을 습식 분해하여 조제하였다.

무기질은 전 처리한 시료를 이용하여 inductively coupled plasma spectrophotometer (ICP, Atomscan 25, TJA)로 분석, 정량 및 동정하여 계산하였다.

통계처리

본 논문에서 나타낸 최소 유의 차 검정(5% 유의 수준)은 SPSS PASW Statistics 18 program으로 ANOVA test를 이용하여 분산 분석을 한 후, Duncan의 다중 위 검정으로 실시하였다.

결과 및 고찰

오미션 테스트

참홍어(암컷, 중중량)의 주요 맛 성분을 구명할 목적으로 흑산도산 및 대청도산 참홍어에 대하여 오미션 테스트를 실시한 결과는 Table 2와 같다. 흑산도산 참홍어 유래 열수 추출물(평균 5.0)에 비하여 이로부터 한 성분을 제거한 시료 중 베타인(평균 4.2)과 ATP 관련 물질을 제거한 시료(평균 4.1)의 맛 차이는 크게 인지되지 않았으나, 유리 아미노산을 제거한 시료(평균 1.7)의 맛 차이는 아주 크게 인지되었다. 또한, 열수 추출물에 비하여 이로부터 두 성분 이상을 제거한 시료 중 ATP 관련 물질과 베타인을 순차적으로 제거한 시료(평균 2.6)의 맛 차이

Table 2. Result of omission test on the taste of domestic mottled skate *Beringraja pulchra*

Sample code ²	Omitted code ¹							
	C	A	B	N	A-B	A-N	B-N	A-B-N
H-FE-IN	5.0±0.0 ^{a3,4}	1.7±0.3 ^{de}	4.2±0.3 ^b	4.1±0.0 ^b	1.8±0.2 ^{de}	1.9±0.1 ^d	2.6±0.1 ^c	1.5±0.2 ^e
D-FE-IN	5.0±0.0 ^a	1.7±0.2 ^d	4.0±0.1 ^b	4.2±0.3 ^b	1.8±0.3 ^d	1.5±0.2 ^d	2.8±0.2 ^c	1.5±0.2 ^d

¹C: the original extracts, A: the extracts from which amino acids were eliminated by introducing the column of Amberlite IR-120 (H⁺ from), B: the extracts from which betaine was eliminated by introducing the column of Dowex 50w × 8 (H⁺ from), N: the extracts from ATP related compounds were eliminated by introducing the column of Dowex 1 × 8 (formic from), A-B: the extracts from which amino acids and betaine were eliminated, A-N: the extracts from which amino acids, ATP related compounds were eliminated, B-N: the extracts from which betaine, ATP related compounds were eliminated, A-B-N: the extracts from which amino acids, ATP related compounds and betaine were eliminated.

²Sample codes (H-FE-IN and D-FE-IN) are the same as explained in Table 1.

³5: score felt the taste of original extracts, 1: score unfelt the taste of original extracts.

⁴Means with different letter in the row are significantly different ($P < 0.05$).

는 유리아미노산과 ATP 관련 물질을 제거한 시료(평균 1.9), 유리아미노산과 베타인을 제거한 시료(평균 1.8), 그리고 유리아미노산, ATP 관련 물질 및 베타인을 순차적으로 제거한 시료(평균 1.5)보다 작게 인지되었다. 이상의 흑산도산 참홍어의 열수 추출물에 대한 오미션 테스트의 결과 흑산도산 참홍어의 맛에 유리 아미노산이 가장 크게 작용하여 주요 맛 성분으로 판단되었고, 나머지 ATP 관련 물질과 베타인은 맛의 상승 작용을 한다고 판단되었다.

한편, 대청도산 참홍어(암컷, 중중량)의 오미션 테스트에 대한 결과도 흑산도산 참홍어(암컷, 중중량)의 오미션 테스트의 결과와 같이 유리아미노산이 가장 주요한 맛 성분이었으며, 나머지 ATP 관련 물질과 베타인도 맛의 상승 작용에 관여한다고 판단되었다.

이상의 참홍어의 오미션 테스트 결과 흑산도산 및 대청도산과

같은 어획 지역에 관계없이 참홍어의 주요 맛 성분은 모두 유리아미노산으로 판단되었다.

유리아미노산 및 taste value

어획 지역, 성별 및 중량에 따른 참홍어의 유리아미노산의 함량과 조성은 Table 3과 같다. 총 유리아미노산 함량은 어획 지역별 참홍어(중중량 및 암컷)의 경우 흑산도산이 258 mg으로, 대청도산의 298 mg에 비하여 약 13.4%가 낮았고, 성별 참홍어(중중량)의 경우 암컷(흑산도산의 경우 258 mg/100 g, 대청도산의 경우 298 mg/100 g)이 수컷(흑산도산의 경우 251 mg/100 g, 대청도산의 경우 273 mg/100 g)에 비하여 높았으며, 중량별 참홍어(흑산도산 암컷)의 경우 244-258 mg/100 g 범위로 중중량이 가장 높았고, 다음으로 저중량 및 고중량의 순이었다. 그러나, 이들 참홍어의 유리아미노산 총 함량은 흑산도산은 물론

Table 3. Content (mg/100 g) and composition (g/100 g free amino acid) of free amino acid of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* according to the area caught, sex and weight

Amino acid	Heuksando (H) ¹						Daecheongdo (D)					
	FE-HE		FE-IN		FE-LI		MA-IN		FE-IN		MA-IN	
Phosphoserine	0.5	(0.2)	0.5	(0.2)	0.3	(0.1)	0.5	(0.2)	0.3	(0.1)	0.9	(0.3)
Taurine	44.4	(18.2)	34.2	(13.3)	41.9	(16.5)	45.5	(18.1)	37.5	(12.5)	32.8	(12.0)
Phenylethylamine	1.3	(0.5)	1.9	(0.7)	1.5	(0.6)	1.5	(0.6)	1.6	(0.5)	1.2	(0.4)
Aspartic acid	0.3	(0.1)	1.0	(0.4)	1.2	(0.5)	1.4	(0.5)	1.0	(0.3)	1.6	(0.6)
Threonine	4.2	(1.7)	2.9	(1.1)	4.4	(1.7)	3.9	(1.6)	10.5	(3.5)	6.7	(2.4)
Serine	1.3	(0.5)	2.4	(0.9)	3.4	(1.4)	4.8	(2.0)	0.8	(0.3)	6.3	(2.3)
Glutamic acid	12.7	(5.2)	5.7	(2.2)	7.5	(3.0)	9.3	(3.7)	6.3	(2.1)	9.2	(3.4)
Sarcosine	24.8	(10.2)	65.6	(25.4)	45.0	(17.7)	55.9	(22.2)	57.8	(19.3)	38.0	(13.9)
AAAA ²	0.4	(0.2)	0.3	(0.1)	0.4	(0.1)	0.2	(0.1)	0.7	(0.2)	0.4	(0.2)
Proline	1.9	(0.8)	16.3	(6.3)	9.0	(3.6)	4.9	(1.9)	17.9	(6.0)	5.8	(2.1)
Glycine	11.0	(4.5)	17.8	(6.9)	9.4	(3.7)	11.4	(4.5)	10.4	(3.5)	16.1	(5.9)
Alanine	7.3	(3.0)	5.3	(2.1)	8.8	(3.5)	8.3	(3.3)	14.8	(5.0)	9.5	(3.5)
AABA	0.4	(0.2)	0.2	(0.1)	0.3	(0.1)	0.5	(0.2)	0.8	(0.3)	0.5	(0.2)
Valine	2.9	(1.2)	2.2	(0.8)	2.2	(0.9)	3.0	(1.2)	1.5	(0.5)	2.9	(1.1)
Cysteine	0.1	(0.0)	-		-		0.1	(0.0)	0.2	(0.1)	-	
Methionine	1.7	(0.7)	1.5	(0.6)	1.6	(0.6)	2.2	(0.9)	1.0	(0.3)	1.5	(0.5)
Cystathionine-1	2.2	(0.9)	0.7	(0.3)	0.5	(0.2)	0.3	(0.1)	3.9	(1.3)	0.6	(0.2)
Isoleucine	2.0	(0.8)	1.4	(0.5)	1.3	(0.5)	2.0	(0.8)	0.9	(0.3)	1.7	(0.6)
Leucine	2.7	(1.1)	2.0	(0.8)	2.0	(0.8)	2.7	(1.1)	1.4	(0.5)	2.2	(0.8)
Tyrosine	3.9	(1.6)	1.5	(0.6)	1.4	(0.5)	2.5	(1.0)	1.2	(0.4)	1.8	(0.7)
β-Alanine	85.6	(35.1)	73.3	(28.4)	75.2	(29.6)	57.1	(22.7)	101.4	(34.0)	103.8	(38.0)
Phenylalanine	1.8	(0.7)	1.3	(0.5)	1.2	(0.5)	1.9	(0.7)	1.1	(0.4)	1.4	(0.5)
GABA	0.3	(0.1)	0.3	(0.1)	0.6	(0.1)	0.3	(0.1)	0.3	(0.1)	0.4	(0.1)
Ethylamine	1.6	(0.7)	1.2	(0.5)	0.7	(0.3)	1.0	(0.4)	3.7	(1.3)	1.4	(0.5)
Ornithine	1.4	(0.6)	1.8	(0.7)	2.1	(0.8)	1.8	(0.7)	1.1	(0.4)	3.2	(1.2)
Lysine	24.8	(10.2)	13.9	(5.4)	26.9	(10.6)	24.2	(9.6)	16.4	(5.5)	20.1	(7.4)
1-Methylhistidine	0.1	(0.0)	0.1	(0.0)	0.2	(0.1)	-		0.1	(0.0)	-	
Histidine	2.1	(0.9)	1.3	(0.5)	2.8	(1.1)	2.7	(1.1)	3.5	(1.2)	3.0	(1.1)
3-Methylhistidine	0.3	(0.1)	0.1	(0.1)	0.3	(0.1)	0.3	(0.1)	0.3	(0.1)	0.3	(0.1)
Arginine	-		1.3	(0.5)	1.9	(0.8)	1.6	(0.6)	-		-	
Total	244	(100)	258	(100)	254	(100)	251	(100)	298	(100)	273	(100)

¹Sample codes are the same as explained in Table 1.

²AAAA: α-Amino adipic acid, AABA: α-Aminobutyric acid, GABA: γ-Aminobutyric acid.

이고, 대청도산도 자숙 가다랑어의 뱃살(1,152.1 mg/100 g) 및 등살 부위(1,215.7 mg/100 g)의 이들 함량(Kim et al., 2012)에 비하여 아주 낮았다.

한편, Jo et al. (2012)은 흑산도산 및 대청도산 참홍어(중중량 암컷)의 100 g 당 trichloroacetic acid (TCA) 가용성 질소 함량은 각각 1,159.4 mg 및 1,132.8 mg으로 타 어종에 비하여 대체로 높은 편에 속하였다고 보고한 바 있다. 이와 같이 참홍어의 TCA 가용성 질소 함량에 비하여 유리아미노산 총 함량이 낮은 것은 TCA 가용성 질소의 대부분이 요소와 암모니아로 구성(Jo et al., 2012)되어 있었기 때문이라 판단되었다. 이들 흑산도 연안과 대청도 연안에서 어획된 참홍어의 주요 유리아미노산(10% 이상의 조성을 가진 아미노산)으로는 어획지역에 관계없이 모두 taurine (각각 34.2 mg/100 g 및 37.5 mg/100 g), sarcosine (각각 65.6 mg/100 g 및 57.8 mg/100 g) 및 β -alanine (각각 73.3 mg/100 g 및 101.4 mg/100 g) 등으로 함량에 있어서는 약간의 차이가 있었으나 종류에 있어서는 차이가 없었다. 이들 3종의 유리아미노산은 단백질을 구성하고 있지 않으면서, 무척추 동물의 근육 중에 다량 함유되어 있고, 주로 체내에서 삼투압 조절에 관여하는 것으로 널리 알려져 있다(Park et al., 1995).

흑산도산 암컷과 수컷 참홍어의 주요 유리아미노산(10% 이상의 조성을 가진 아미노산)으로는 2종의 참홍어가 모두 taurine (각각 34.2 mg/100 g 및 45.5 mg/100 g), sarcosine (각각 65.6 mg/100 g 및 55.9 mg/100 g) 및 β -alanine (각각 73.3 mg/100 g 및 57.1 mg/100 g) 등으로 함량에 있어서는 약간의 차이가 있었으나 종류에 있어서는 차이가 없었다.

어체 중량이 다른 흑산도산 참홍어 암컷 3종의 양적으로 많은 유리아미노산(10% 이상의 조성을 가진 아미노산)은 어체 중

량에 관계없이 3종이 모두 taurine (각각 44.4 mg/100 g, 34.2 mg/100 g 및 41.9 mg/100 g), sarcosine (각각 24.8 mg/100 g, 65.6 mg/100 g 및 45.0 mg/100 g) 및 β -alanine (각각 85.6 mg/100 g, 73.3 mg/100 g 및 75.2 mg/100 g)이었고, 이들 이외에 고중량과 저중량의 암컷 참홍어는 lysine (24.8 mg/100 g 및 26.9 mg/100 g)도 포함되었다.

어획 지역에 따른 참홍어(중중량 및 암컷)의 taste value (유리아미노산 함량과 이들의 맛에 대한 역치를 고려하여 환산한 맛 값)는 Table 4와 같다. Kato et al. (1989)이 보고한 유리아미노산의 맛에 대한 역치는 aspartic acid가 가장 낮아 3 mg/100 mg 이었고, 다음으로 glutamic acid (5 mg/100 mg)의 순이었으며, 이들은 기타 유리아미노산에 비하여 맛에 아주 민감(기타 아미노산에 비하여 aspartic acid의 경우 7-87배 정도, glutamic acid의 경우 4-60배 정도가 민감함)하였다.

어획 지역에 따른 참홍어(중중량 및 암컷)의 taste value는 흑산도산이 2.24로, 대청도산의 2.58에 비하여 낮았고, 성별(중중량)의 경우 흑산도산과 대청도산이 모두 암컷의 경우 각각 2.24 및 2.58로, 수컷의 각각 3.42 및 3.40에 비하여 낮았으며, 어체 중량의 경우 고중량이 3.61로 가장 높았고, 다음으로 저중량(3.01) 및 중중량(2.24)의 순이었다. 한편, taste value로 살펴본 참홍어의 맛에 영향을 미치는 주요 유리아미노산은 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 관계없이 모두 glutamic acid (1.13-2.55)로 나타났다. 이와 같은 사실로 미루어 보아 어획 지역, 성별 및 어체 크기에 관계없이 참홍어의 맛 중 함질소 관련 맛은 미미하지만 glutamic acid의 맛인 감칠맛이 주 맛으로 추정되었다.

한편, Kim et al. (2006b)은 굴과 진주조개의 taste value를 검토한 결과 total taste value는 굴의 경우 40.18이었고, 진주조개

Table 4. Taste value of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* according to the area caught, sex and weight

Amino acid	Taste threshold (mg/100 g) ²	Heuksando (H)				Daecheongdo (D)	
		FE-HE ¹	FE-IN	FE-LI	MA-IN	FE-IN	MA-IN
Aspartic acid	3	0.08	0.32	0.39	0.46	0.32	0.52
Threonine	260	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03
Serine	150	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.04
Glutamic acid	5	2.55	1.13	1.51	1.87	1.25	1.84
Proline	300	0.01	0.05	0.03	0.02	0.06	0.02
Glycine	130	0.08	0.14	0.07	0.09	0.08	0.12
Alanine	60	0.12	0.09	0.15	0.14	0.25	0.16
Valine	140	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
Methionine	30	0.06	0.05	0.05	0.07	0.03	0.05
Isoleucine	90	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
Leucine	190	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Phenylalanine	90	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
Lysine	50	0.50	0.28	0.54	0.48	0.33	0.40
Histidine	20	0.11	0.06	0.14	0.14	0.17	0.15
Arginine	50	0.00	0.03	0.04	0.03	0.00	0.00
Total	-	3.61	2.24	3.01	3.42	2.58	3.40

¹Sample codes are the same as explained in Table 1.

²The data were quoted from Kato et al. (1989).

중 육의 경우 25.21이었으며, 패주의 경우 24.51이었다고 보고한 바 있다. 또한, Kim et al. (2012)은 자숙 가다랑어의 배살과 등살 부위의 taste value를 검토한 결과 total taste value는 각각 27.10 및 26.64이었다고 보고한 바 있다. 그리고, Jo et al. (2012)은 흑산도에서 어획한 고중량, 중중량 및 저중량의 참홍어(암컷)와 대청도에서 어획한 중중량 참홍어(암컷)의 관능적인 맛을 비교 검토하기 위하여 전자혀로 맛 분석을 실시한 결과 이들 간에는 소비자가 맛의 차이를 구분하기는 어렵다고 보고한 바 있다. 이와 같은 수산물의 taste value와 참홍어의 전자혀에 의한 맛 분석의 결과와 비교로 미루어 보아 참홍어의 맛은 다른 수산물에 비하여 강도가 상당히 낮아 참홍어의 풍미는 암모니아를 제외한 질소 화합물 유래의 맛보다는 요소로부터 생성된 암모니아의 향에 의하여 지배된다고 추정되었다.

ATP 관련 물질

Nucleotide는 핵산의 구성 성분일 뿐 만이 아니라 유리 상태로 존재하고 있고, 그 종류는 아미노산이나 당당류의 종류보다 훨씬 많은 것으로 알려져 있으나 어패류의 근육 중에는 adenosine triphosphate (ATP)와 이것이 분해되어 생성되는 이의 관련 물질이 주요 성분이며, 이들은 어패류의 맛에 관여하고 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 일면에서 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 따른 참홍어의 ATP와 이의 관련 물질 함량을 분석하여 비교한 결과는 Table 5와 같다.

어패육의 ATP 관련물질 함량은 그 동물의 활동량에 따라 차이가 크며, 운동량이 많을수록 ATP는 급속히 분해되어 이의 관련 물질인 ADP, AMP, IMP, inosine (HxR) 및 hypoxanthine (Hx) 등이 증가된다(Park et al., 1995). 참홍어의 ATP 관련 물질은 흑산도산과 대청도산과 같은 어획 지역은 물론이고, 성별 및 어체 중량에 관계없이 모든 참홍어가 ATP, ADP, AMP, IMP, HxR 및 Hx와 같은 6종이 동정되어, 전형적인 어류의 ATP 분해 경로를 나타내는 것으로 추정되었다. 흑산도산 참홍어(중중량 및 암컷)의 100 g 당 ATP 관련물질의 함량은 ATP가 5.7 mg, ADP가 6.1 mg, AMP가 6.2 mg, IMP가 1.3 mg, HxR이 14.1 mg 및 Hx가 3.6 mg을 나타내었다. 대청도산 참홍어(중중량 및 암컷)의 100 g 당 ATP 관련물질의 함량은 ATP가 7.3 mg, ADP가 7.1 mg,

AMP가 10.5 mg, IMP가 1.1 mg, HxR이 17.7 mg 및 Hx가 3.5 mg으로, 흑산도산의 참홍어(중중량 및 암컷)의 ATP와 이의 관련물질 함량에 비하여 IMP와 Hx가 미미하게 낮거나 유사하였으나 나머지 성분의 경우 모두 높았다.

흑산도산 참홍어(중중량)의 수컷의 100 g 당 ATP 관련물질 함량은 ATP가 3.4 mg, ADP가 6.8 mg, AMP가 3.4 mg, IMP가 1.6 mg, HxR이 12.5 mg 및 Hx가 2.3 mg으로, 흑산도산의 참홍어(중중량 및 암컷)의 ATP 관련물질 함량에 비하여 ADP와 IMP가 유사하거나 미미하게 높았고, 나머지 물질들은 미미한 범위에서 낮았다.

흑산도산 참홍어(암컷) 고중량과 저중량의 100 g 당 ATP 관련물질 함량은 ATP가 각각 4.3 mg 및 8.9 mg, ADP가 각각 6.9 mg 및 11.5 mg, AMP가 각각 4.0 mg 및 6.8 mg, IMP가 각각 1.0 mg 및 1.7 mg, HxR이 각각 11.8 mg 및 16.5 mg, Hx가 각각 0.4 mg 및 3.8 mg으로, 중중량에 비하여 고중량의 경우 낮았고, 저중량의 경우 높았다.

이상의 결과로 미루어 보아 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 관계없이 본 실험에서 검토한 모든 참홍어의 주요 ATP 관련물질로는 HxR로 판단되었다.

한편, Park et al. (1995)은 고등어, 전갱이, 검복, 아귀, 돔, 홍가자미, 돌가자미, 넙치, 별상어, 악상어, 보리고래와 같은 11종의 100 g 당 ATP 관련물질 함량을 살펴본 결과 ATP의 경우 0-58 mg 범위, ADP의 경우 0-16 mg 범위, AMP의 경우 0-21.3 mg 범위, IMP의 경우 0-342 mg 범위 및 HxR+Hx의 경우 15.6-171 mg 범위이었다고 보고한 바 있고, 이들 ATP 관련물질 중 IMP는 정미력이 아주 우수하고, ATP와 AMP는 정미력이 없지만, 이들 모두가 glutamic acid와 혼재하는 경우 상당한 상승효과를 나타낸다고 보고한 바 있다.

이상의 결과와 비교로 미루어 보아 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 관계없이 본 실험에서 검토한 모든 참홍어는 맛의 역치가 낮은 유리 아미노산인 glutamic acid의 함량이 낮고, 또한 이와 상승효과가 있는 ATP 관련물질들의 함량도 아주 낮아 전체적으로 맛의 강도는 아주 낮으리라 추정되었다. 일반적으로, 소비자들이 참홍어를 회의 형태로 아주 선호하여 섭취하는 것은 요소와 암모니아에 의하여 생성되는 특유한 향미 때문이라고 알

Table 5. Content of ATP-related compounds of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* according to the area caught, sex and weight (mg/100 g)

ATP-related compound	Heuksando (H)			Daecheongdo (D)		
	FE-HE ¹	FE-IN	FE-LI	MA-IN	FE-IN	MA-IN
ATP	4.3±0.1 ^{cz}	5.7±0.0 ^b	8.9±1.0 ^a	3.4±0.3 ^c	7.3±0.7 ^a	5.4±1.7 ^{abc}
ADP	6.9±0.1 ^b	6.1±0.1 ^c	11.5±1.2 ^a	6.8±0.1 ^b	7.1±0.5 ^b	3.6±2.0 ^d
AMP	4.0±0.2 ^d	6.2±0.1 ^c	6.8±0.1 ^b	3.4±0.2 ^e	10.5±1.7 ^a	12.4±4.7 ^a
IMP	1.0±0.0 ^d	1.3±0.1 ^c	1.7±0.2 ^b	1.6±0.1 ^b	1.1±0.2 ^{cd}	7.4±0.3 ^a
HxR	11.8±0.0 ^e	14.1±0.3 ^c	16.5±0.1 ^b	12.5±0.2 ^d	17.7±0.6 ^a	17.7±0.1 ^a
Hx	0.4±0.0 ^d	3.6±0.3 ^{ab}	3.8±0.0 ^a	2.3±0.1 ^c	3.5±0.0 ^b	3.8±0.1 ^a

¹Sample codes are the same as explained in Table 1.

²Means with different letter in the row are significantly different ($P<0.05$).

려져 있다. 따라서, 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 따른 참홍어의 유리아미노산과 ATP 관련물질의 함량은 차이가 인정되지 않았거나, 일부 인정되는 경우도 그에 의한 맛 차이가 미미하여 참홍어의 풍미를 결정하기에는 다소 부족하리라 판단되었다.

총아미노산

어획 지역, 성별 및 중량에 따른 참홍어의 총 아미노산 함량과 조성은 Table 6과 같다. 이 실험에서 검토된 6종 참홍어의 분리, 동정된 총 아미노산의 수는 모두 17종으로, 어획 지역, 성별 및 중량에 따른 차이는 인정되지 않았다. 어획지 별 참홍어(중중량 및 암컷)의 100 g 당 아미노산 총 함량은 흑산도산이 18.82 g으로, 대청도산의 19.12 g에 비하여 약 1.6%가 낮았으나 크게 차이가 없었다. 흑산도산과 대청도산 참홍어(중중량 및 암컷)의 주요 아미노산(전체 아미노산에 대하여 9% 이상)은 유리로 존재하는 경우 맛의 역치가 낮아 이에 지대하게 관여하는 aspartic acid (각각 1.79 g/100 g 및 1.85 g/100 g)와 glutamic acid (각각 2.98 g/100 g 및 3.20 g/100 g) (Kato et al., 1989), 그리고 곡류 제1제한 아미노산인 lysine (모두 2.00 g/100 g) (Kim et al., 2006b) 등과 같은 3종으로 차이가 없었다. 한편, 이들 흑산도산과 대청도산 참홍어(중중량 및 암컷) 100 g 당의 tryptophan을 제외한 9종의 필수 아미노산 함량은 각각 9.37 g 및 9.08 g으로 전체 아미노산의 거의 절반 수준이었다.

성별에 따른 흑산도산 참홍어(중중량)의 100 g 당 아미노산 총 함량은 암컷이 18.82 g으로 수컷의 21.34 g에 비하여 약 11.8%가 낮았다. 흑산도산 참홍어(중중량)의 암컷과 수컷의 주

요 아미노산은 역시 aspartic acid (각각 1.79 g/100 g 및 2.21 g/100 g), glutamic acid (각각 2.98 g/100 g 및 3.44 g/100 g) (Kato et al., 1989), 그리고 lysine (각각 2.00 g/100 g 및 2.25 g/100 g)으로 함량에 있어서는 차이가 있었으나 종류에 있어서는 차이가 없었다. 한편, 이들 성별에 따른 흑산도산 참홍어(중중량)의 100g 당 필수 아미노산 함량은 암컷이 9.37 g으로, 수컷의 10.62 g에 비하여 다소 낮았으나 이들의 조성비는 전체 아미노산에 대하여 거의 절반 수준으로 크게 차이가 없었다. 한편 이와 같은 성별에 따른 대청도산의 참홍어의 총 아미노산과 필수아미노산의 총 함량, 그리고 주요 아미노산의 종류 및 조성도 흑산도산의 그것들과 같은 경향을 나타내었다.

어체 중량에 따른 흑산도산 참홍어(암컷)의 100 g 당 아미노산 총 함량은 고중량이 19.29 g으로 중중량(18.82 g)과 저중량(18.86 g)에 비하여 약 2%가 높았으나 크게 차이가 인정되지 않았다. 어체 중량에 따른 흑산도산 참홍어(암컷)간의 주요 유리 아미노산(aspartic acid (고중량의 경우 1.96 g/100 g, 중중량의 경우 1.79 g/100 g, 저중량의 경우 2.01 g/100 g), glutamic acid (고중량의 경우 3.06 g/100 g, 중중량의 경우 2.98 g/100 g, 저중량의 경우 3.06 g/100 g) 및 lysine (고중량의 경우 1.96 g/100 g, 중중량의 경우 2.00 g/100 g, 저중량의 경우 1.91 g/100 g))은 아미노산의 종류, 함량 및 조성에 있어서 크게 차이가 없었다. 어체 중량에 따른 흑산도산 참홍어(암컷)간의 100 g 당 필수 아미노산 함량 및 조성은 고중량의 경우 각각 9.28 g 및 48.0%, 중중량의 경우 각각 9.37 g 및 49.8% 및 저중량의 경우 각각 9.09 g 및 48.2%로 어체 중량 차이에 따른 이들의 조성비와 함량 간에

Table 6. Total amino acid content of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* according to the area caught, sex and weight

Amino acid	Heuksando (H)			Daecheongdo (D)		
	FE-HE ¹	FE-IN	FE-LI	MA-IN	FE-IN	MA-IN
Asp	1.96 (10.2)	1.79 (9.5)	2.01 (10.7)	2.21 (10.4)	1.85 (9.7)	2.02 (9.5)
Thr	0.91 (4.7)	0.83 (4.4)	0.81 (4.3)	0.98 (4.6)	0.85 (4.4)	1.01 (4.7)
Ser	1.04 (5.4)	1.13 (6.0)	1.12 (6.0)	1.18 (5.5)	1.05 (5.5)	1.04 (4.9)
Glu	3.36 (17.4)	2.98 (15.8)	3.06 (16.2)	3.44 (16.1)	3.20 (16.7)	3.39 (15.9)
Pro	0.67 (3.5)	0.53 (2.8)	0.43 (2.3)	0.43 (2.0)	0.61 (3.2)	0.42 (2.0)
Gly	0.82 (4.3)	0.89 (4.7)	0.99 (5.2)	1.00 (4.7)	1.03 (5.4)	1.04 (4.9)
Ala	1.23 (6.4)	1.29 (6.9)	1.34 (7.1)	1.46 (6.8)	1.33 (7.0)	1.43 (6.7)
Cys	0.02 (0.1)	0.01 (0.1)	0.01 (0.1)	0.02 (0.1)	0.12 (0.6)	0.09 (0.4)
Val	1.04 (5.4)	1.14 (6.1)	1.00 (5.3)	1.17 (5.5)	0.98 (5.1)	1.07 (5.0)
Met	0.56 (2.9)	0.53 (2.8)	0.55 (2.9)	0.65 (3.0)	0.52 (2.7)	0.63 (3.0)
Ile	0.94 (4.9)	0.98 (5.2)	0.87 (4.6)	1.04 (4.9)	0.86 (4.5)	1.01 (4.8)
Leu	1.70 (8.8)	1.65 (8.8)	1.60 (8.5)	1.87 (8.8)	1.47 (7.7)	1.81 (8.5)
Tyr	0.46 (2.4)	0.42 (2.2)	0.43 (2.3)	0.53 (2.5)	0.46 (2.4)	0.57 (2.7)
Phe	0.86 (4.4)	0.90 (4.8)	0.84 (4.5)	1.00 (4.7)	0.85 (4.5)	1.05 (4.9)
His	0.55 (2.8)	0.60 (3.2)	0.58 (3.1)	0.64 (3.0)	0.58 (3.0)	0.66 (3.1)
Lys	1.96 (10.1)	2.00 (10.6)	1.91 (10.1)	2.25 (10.6)	2.00 (10.5)	2.48 (11.6)
Arg	1.21 (6.3)	1.15 (6.1)	1.31 (6.9)	1.47 (6.9)	1.36 (7.1)	1.59 (7.5)
Total	19.29 (100)	18.82 (100)	18.86 (100)	21.34 (100)	19.12 (100)	21.31 (100)
EAA ²	9.28 (48.0)	9.37 (49.8)	9.09 (48.2)	10.62 (49.9)	9.08 (47.5)	10.87 (51.1)

¹Sample codes are the same as explained in Table 1.

²EAA: essential amino acid

는 크게 차이가 없었다.

한편, 참홍어는 100 g 당 총 아미노산 함량이 18.82-21.34 g 범위에 이르러, 대표적인 단백 식품 소재 중의 하나이었고, 필수 아미노산이 9.08-10.87 g 범위, 곡류 제1제한아미노산인 lysine 이 1.91-2.48 g에 이르러, 영양적으로 의미가 있는 식품소재 중의 하나로 판단되었다.

무기질

무기질은 인체의 필요량을 기준으로 하여 하루에 100 mg 이상을 필요로 하는 다량 무기질(macro mineral)과 하루에 그 이하를 필요로 하는 미량 무기질(micro mineral)로 나눌 수 있다. 또한, 무기질은 바다에서 서식하는 수산물에 다양한 종류와 높은 함량이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(Mok et al., 2008).

어획 지역, 성별 및 어체 중량에 따른 참홍어의 다량 무기질에 속하는 칼슘과 인, 칼륨 및 마그네슘과 미량 무기질에 속하는 철의 함량을 비교하여 나타낸 결과는 Table 7과 같다. 어획지역을 달리한 흑산도산과 대청도산 참홍어(중중량 및 암컷)의 100 g 당 무기질 함량은 칼슘의 경우 각각 283.1 mg 및 288.3 mg, 인의 경우 각각 263.2 mg 및 266.5 g, 칼륨의 경우 각각 374.3 mg 및 389.5 mg, 마그네슘의 경우 각각 24.5 mg 및 25.0 mg, 철의 경우 모두 0.5 mg으로, 참홍어의 어획 지역에 따른 무기질 함량의 차이는 크게 인지되지 않았다. 또한, 성별을 달리한 흑산도산 참홍어(중중량) 암컷과 수컷의 100 g 당 무기질 함량은 칼슘과 인의 경우 각각 257.1 mg 및 252.5 mg, 칼륨의 경우 357.1 mg, 마그네슘의 경우 24.1 mg, 철의 경우 0.5 mg으로, 암컷에 비하여 칼슘, 인 및 칼륨의 경우 낮았고, 마그네슘과 철의 경우 거의 차이가 없었다.

그리고, 흑산도산 참홍어(중중량) 암컷의 고중량과 저중량의 100 g 당 무기질 함량은 칼슘의 경우 각각 287.9 mg 및 273.7 mg, 인의 경우 각각 264.0 mg 및 269.3 mg, 칼륨의 경우 각각 350.7 mg 및 345.9 mg, 마그네슘의 경우 각각 26.7 mg 및 26.1 mg, 철의 경우 각각 0.7 mg 및 0.4 mg으로, 동일조건인 참홍어 중중량에 비하여 고중량 및 저중량 모두 의미 있는 정도의 차이는 없었다.

이상의 무기질 함량에 대한 결과로 미루어 보아 참홍어는 동일 조건에서 성별에 따른 일부 무기질(칼슘, 인 및 칼륨)의 경우

차이가 인정되었으나, 어획 지역 별과 어체 중량에 따른 차이는 인지되지 않았다.

한편, 참홍어의 무기질 중 칼슘과 인의 함량은 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 관계없이 각각 252.7-288.3 mg/100 g 범위 및 248.2-269.3 mg/100 g 범위로, 연어, 고등어, 상어, 대구, 넙치 등과 같은 어류의 이들 성분의 함량인 각각 6-42 mg/100 g 및 160-210 mg/100 g에 비하여 두 성분 모두 훨씬 높았다(National Fisheries Research & Development Institute, 2009). 또한, 참홍어의 칼슘과 인의 함량 비율은 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 관계없이 1:1.02-1.09의 범위이었다. 한편, 칼슘의 효능은 함량뿐만 아니라 흡수율도 동시에 고려되어야 하고, 이들 칼슘의 흡수율은 위산, 비타민 D 및 C, 젖당, 섬유질, phytate, 수산 지방 등과 같은 여러 가지 인자가 있으나(Park et al., 1997), 그 중 하나가 칼슘과 인의 비율(적정 비율 1:2-2:1)이다. 이러한 일면에서 보면 참홍어에 함유되어 있는 칼슘은 흡수율이 다소 높으리라 추정되었다. 칼슘은 뼈와 근육에 주로 존재하면서 신체 지지기능, 세포 및 효소의 활성화에 의한 근육의 수축 및 이완, 신경의 흥분과 자극전달, 혈액의 응고 및 여러 가지 심혈관계 질환의 예방에 관여하고(Chun and Han., 2000), 우리나라를 위시한 동양권 식이 패턴에서 부족되기 쉬운 영양소(The Korean Nutrition Society, 2010)로 알려져 있다. 그리고, 인은 뼈, 혈액, 인지질과 DNA, RNA 등의 핵산과 nucleotide 등에 분포되어 있으면서, 신체 지지기능, 신체의 에너지 발생 촉진, 뇌신경 성분, 산-염기의 평형을 조절하는 완충효과에 의한 정상 pH 유지, 대사과정에서 생긴 에너지의 저장과 이동 및 인산화 반응에 의한 여러 효소의 활성화 등과 같이 매우 중요한 생리기능을 담당하고 있으나, 거의 모든 식품에 적정량이 함유되어 있어 결핍의 우려가 적은 영양소로 알려져 있다(The Korean Nutrition Society, 2010).

참홍어의 칼륨 함량은 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 관계없이 345.9-389.5 mg/100 g 범위로, 연어, 고등어, 상어, 대구, 넙치 등과 같은 어류의 300-450 mg/100 g에 비하여 유사하거나 낮았다(National Fisheries Research & Development Institute, 2009). 칼륨은 대부분이 근육세포 내에 존재하면서 삼투압 및 pH의 조절, 신경 근육의 흥분성 유지, 노 중의 나트륨 이온의 배설을 증가시킴으로 인한 고혈압과 동맥경화증 예방에 중요

Table 7. Mineral content of domestic mottled skate *Beringraja pulchra* as affected by caught area, sex and weight

(mg/100 g)

Mineral	Heuksando (H)				Daecheongdo (D)	
	FE-HE ¹	FE-IN	FE-LI	MA-IN	FE-IN	MA-IN
Ca	287.9±1.8 ^{a2}	283.1±1.9 ^b	273.7±7.9 ^b	257.1±2.4 ^c	288.3±14.8 ^{ab}	252.7±8.2 ^c
P	264.0±14.2 ^{ab}	263.2±5.1 ^a	269.3±10.3 ^a	252.5±4.1 ^b	266.5±3.6 ^a	248.2±6.5 ^b
K	350.7±0.1 ^e	374.3±0.1 ^b	345.9±0.4 ^f	357.1±0.2 ^d	389.5±0.8 ^a	364.2±0.2 ^c
Mg	26.7±0.8 ^a	24.5±1.5 ^{ab}	26.1±5.7 ^{ab}	24.1±1.5 ^b	25.0±9.5 ^{ab}	24.6±1.3 ^{ab}
Fe	0.7±0.1 ^a	0.5±0.0 ^b	0.4±0.0 ^c	0.5±0.0 ^b	0.5±0.0 ^b	0.5±0.0 ^b

¹Sample codes are the same as explained in Table 1.

²Means with different letter in the row are significantly different ($P<0.05$).

한 역할을 한다고 알려져 있다(Kim et al., 2006b). 이상의 결과로 미루어 보아 칼륨의 보급원으로는 참홍어는 일반 어류들에 비하여 유사하거나 다소 낮았다. 참홍어의 마그네슘 함량은 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 관계없이 24.1-26.7 mg/100 g 범위로 함유되어 있었는데, 이는 혈액의 관류량을 증가시켜 혈압을 감소시키고, 나트륨의 배설을 촉진시켜 주는 등의 인체 생리 조절에 관여하는 것으로 알려져 있다(Yoshimura et al., 1991). 참홍어의 철 함량은 어획 지역, 성별 및 어체 중량에 관계없이 0.4-0.7 mg/100 g 범위로, 연어, 고등어, 상어, 대구, 넙치 등과 같은 어류의 0.5-0.9 mg/100 g 범위에 비하여 유사하였다(Park et al., 1995). 철은 혈액색소, 근육색소, 간 및 내장 등에 존재하면서 적혈구 및 cytochrome과 같은 효소를 형성하고, 탄산가스나 산소를 운반하며, β-carotene과 같은 provitamine이 vitamin A로 전환하는 과정이나 핵산의 일부인 purine 합성 등에서 촉매작용을 하는 것으로 알려져 있다(The Korean Nutrition Society, 2010).

위의 여러 가지 건강 기능 효과를 기대하기 위한 무기질의 평균 필요량(50-64세 남자)은 칼륨의 경우 3.5 g, 칼슘의 경우 570 mg, 마그네슘의 경우 295 mg, 인의 경우 580 mg, 철의 경우 7.1 mg으로 제시되고 있다(The Korean Nutrition Society, 2010). 따라서, 50-64세 범위의 남자가 참홍어 100 g을 식용하는 경우 1일 무기질 평균 필요량에 대하여 칼륨의 경우 9.9-11.1%, 칼슘의 경우 44.3-50.6%, 마그네슘의 경우 8.2-9.1%, 인의 경우 42.8-46.4%, 철의 경우 5.6-9.9%가 섭취되어, 다른 음식의 섭취와 함께 고려하는 경우 무기질의 영양적인 측면에서 칼슘과 인의 보급원 이외에, 칼륨, 마그네슘 및 철의 보급원으로도 의미가 있다고 판단되었다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원(참홍어 자원회복연구 및 서해 연안 어업 자원조사, RP-2013-FS-005)의 지원으로 수행 되었으며, 연구의 수행에 도움을 주신 분들에게 감사 드립니다.

참고문헌

Ballatori N and Boyer JL. 1992. Taurine transport in skate hepatocytes. II. Volume activation, energy and sulfhydryl dependence. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 262, 445-450.

Choi MR, Yoo EJ, Lim HS and Park JW. 2003. Biochemical and physiological properties of fermented skate. *Korean J Life Sci* 13, 675-683.

Chun OK and Han SH. 2000. A study on the contents of inorganic compounds in soft drinks. *J Food Hyg Safety* 15, 344-350.

Chyung MK. 1977. The fishes of Korea. Iijisa Publishing Co., Seoul, Korea, 727-735.

Heu MS, Park SH, Kim HS, Jee SJ, Lee JH, Kim HJ, Han BW and Kim JS. 2007. Improvement on the functional properties of Gomtang-like product from salmon frame using commercial enzymes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36, 1596-1603. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2007.36.12.1596>.

Ishihara H. 1990. The skates and rays of the western North Pacific: an overview of their fisheries, utilization and classification. NOAA Tech. Rep. NMFS 90, 485-497.

Jeong CH. 1999. A review of taxonomic studies and common names of Rajid fishes (*Elasmobranchii*, *Rajidae*) from Korea. *Korean J Ichthyol* 11, 198-210.

Jo HS and Kim KH. 2008. Quality characteristics of commercial slices of skate *Raja kenoei*. *J East Asian Soc Dietary Life* 18, 214-220.

Jo HS, Hwang HJ, Kwon DH, Jeong GS, Choi KH, Cha BY and Im YJ. 2011. Fishing characters of skate ray, *Raja pulchra* by the offshore longline fishery in Heuksan-do, Korea. *J Kor Soc Fish Tech* 47, 403-410. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2011.47.4.403>.

Jo HS, Kim KH, Kim MJ, Kim HJ, Im YJ, Kwon DH, Heu MS and Kim JS. 2012. Sensory characterization of domestic mottled skate *Raja pulchra* as affected by area caught, sex and fish weight. *Kor J Fish Aquat Sci* 45, 619-626. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2012.0619>.

Kato H, Rhee MR and Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. In *Flavor Chemistry Trends and Developments*. Am Chem Soc, Washington, DC, USA, 158-174.

Kim HJ, Eo JH, Kim SJ and Eun JB. 2010. Physicochemical changes in fermented skate (*Raja kenoei*) treated with organic acids during storage. *Korean J Food Sci Technol* 42, 438-444.

Kim HJ, Kim MJ, Kim KH, Ji SJ, Lim KH, Park KH, Shin JH, Heu MS and Kim JS. 2012. Comparison of food components in various parts of white muscle from cooked skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* as source of diet foods. *Kor J Fish Aquat Sci* 45, 307-316. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS2012.0307>.

Kim JS, Kim HS and Heu MS. 2006a. *Introductory Foods*. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea, 45-48.

Kim JS, Kim HS, Oh HS, Kang KT, Han GW, Kim IS, Jeong BY, Moon SK and Heu MS. 2006b. Physicochemical properties of pearl oyster muscle and adductor muscle as pearl processing by-products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35, 464-469.

Kim JS, Kim HS, Yang SK, Park CH, Oh HS, Kang KT, Ji SG and Heu MS. 2006c. Quality characteristics of accelerated salt-fermented anchovy sauce added with shrimp *Pandalus borealis*, byproducts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35, 87-95.

Lee EH, Koo JG, Ahn CB, Cha YJ and Oh KS. 1984. A rapid method for determination of ATP and its related compounds in dried fish and shellfish products using HPLC. *Bull Ko-*

- rean Fish Soc 12, 235-240.
- Lee EJ, Seo JE, Lee JK, Oh SW and Kim YJ. 2008. Microbial and chemical properties of ready-to eat skate in Korean market. *J Fd Hyg Safety* 23, 137-141.
- Lee MK. 1996. A study of the bio-nutritional evaluation of *Raja skates* caught in Huksando area. - Compare with raja skates of Huksando and imported. *J Kwangju Health College X XI*, 253-265.
- Lim HS. 2003. ACE inhibitory materials from *Raja kenoei*. *Korean J Life Sci* 13, 668-674.
- Mok JS, Lee DS and Yoon HD. 2008. Mineral content and nutritional evaluation of fishes from the Korean coast. *J Kor Fish Soc* 41, 315-323.
- Park HS, Lee YS, Koo SJ, Han MJ and Joe YW. 1997. Our diet and health. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. 93-99.
- Park YH, Chang DS and Kim SB. 1995. Seafood processing and utilization. Hyungseol Publishing Co., Seoul, Korea, 116-139, 148-164.
- Ryder JM. 1985. Determination of ATP and its breakdown products in fish muscle by HPLC. *J Agric Food Chem* 33, 678-680. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00064a027>.
- The Korean Nutrition Society. 2010. Recommended dietary allowances for Koreans. The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea, 157-218.
- Tsegenidis T. 1992. Influence of oversulphation and neutral sugar presence on the chondroitinase Ac and ABC actions towards glycosaminoglycans from ray (*Raja lavata*) and squid (*Illex illecebrosus coidentii*) skin. *Comp Biochem Physiol B Comp Biochem* 103, 275-279. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-0491\(92\)90444-V](http://dx.doi.org/10.1016/0305-0491(92)90444-V).
- Tsutagawa Y, Hosogai Y and Kawai H. 1994. Comparison of mineral and phosphorus contents of muscle and bone in the wild and cultured horse mackerel. *J Food Hyg Soc Japan* 34, 315-318.
- Yoshimura M, Takahashi H and Nakanishi T. 1991. Role of sodium, potassium, calcium, magnesium on blood pressure regulation and antihypertensive dietary therapy. *Japan J Nutr* 49, 53-62.