

도미와 유사어종의 식품학적 특성비교 분석에 관한 연구

정지용·정영미*

경주대학교 외식조리학과

A Study on Comparative Analysis of Food Characteristics of Sea Bream and Similar Species

Ji-Yong Chung · Young Mi Jung[†]

Dept. of Food Service Management Arts, Gyeongju University

ABSTRACT

This study was conducted to compare the food quality of domesticated species. Consumers surveyed for safe food intake and proper culture of food distribution. The results of the comparison study are as follows. Muscle moisture content, protein content, and fat content. K, P, and C showed relatively high values in the muscle of the sea bream. Fe showed low contents. As a result of measuring heavy metal component, Cd was not detected in sea bream and mullet, but 0.01 ± 0.00 mg/kg was detected in red mine. Other heavy metals were below the reference value or were not detected. Electrophoresis results showed that the band appeared at in red minefish. In the case of sea bream and swordfish, no distinctive features of the band were shown. In the case of sea bream, there was little difference in food science between the similar fish species and the red sea bream fish, but price was different. An environment should be created for consumers to buy the right ingredients at the price they want. It is necessary to educate consumers about food ingredients immediately.

Keywords: red sea bream, mullet, red drum, general component measurement, SDS electrophoresis analysis

I. 서론

삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라는 수산물 강국이며, 전 세계에서 생선회 소비량 1위, 초밥 소비량은 2위인 나라이기도 하다(Kim, 2015). 그러나 수산물 관리 체계가 허술하고 2007년 시행된 수산물 원산지 표기 대상 품목이 2013년 6월 기존 6개 품목(넙치, 조피볼락, 참돔, 낙지, 미꾸라지, 뱀장어)에서 고등어, 갈치, 명태(북어, 황태 등 완전 건조제품 제외)를 포함한 9개 품목으로 확대되었으나(www.mafra.go.kr), 수입수산물에 대해서는 원산지 표기 의무가 없고, 그것을 악용해 일부 횡집과 뷔페에서는 질 낮은 냉동 민물고기를 썰어 회와 초밥으로 제공하고 있는 실정이다.

뷔페식당의 회 코너에서 가장 흔한 생선회가 바로 도미와 유사한 생선회다. 광어나 참치, 새우처럼 생김새와 맛이

뚜렷이 구별되는 어종에 비해 눈속임하기 쉬운 생선이기 때문이다.

2011년 한 TV 프로그램에 소개된 유사어종 관련 취재내용 역시 도미초밥이라고 적혀있는 표시와는 무관하게 초밥 위에 올려진 생선은 틸라피아였다(www.imbc.com). 도미로 쉽게 둔갑 가능한 틸라피아는 아프리카가 원산지인 민물고기이며, 워낙 번식력이 강해 냉동 틸라피아 가격은 도미의 10분의 1 수준이다. 도미처럼 흰 살 생선이고 표피쪽 근육인 혈합육(血合肉)도 붉어 도미로 착각하기 쉽다. 이 밖에도 점성어와 송어가 있다.

소비자들의 생선회 선택기준 조사결과, 신선도와 가격, 어종 및 맛의 순으로 확인되었으며(Hwang & Lim, 2008), 소비자들의 건강에 대한 관심이 증감함에 따라 수산물의 소비가 동반 상승하고, 영양을 고려한 수산가공 식품개발도

* 본 논문은 제1저자 정지용의 석사학위논문 축약본입니다.

** This manuscript is a condensed form of the author's master's thesis from Pukyong National University.

[†] Corresponding author: 정영미, kam2882@gu.ac.kr, 경북 경주시 태종로 188, 경주대학교 외식조리학과

활발히 이뤄지고 있다(kim & Byun, 2009; Cho et al., 2009).

수산물의 소비는 생산 및 수입되는 활어 중 90% 이상이 생선 횃감으로 소비되고 있는 것으로 알려져 있으며(Kim et al., 2005), 2000년도 초반에 약 500톤에서 연간 꾸준히 증가하였다(Kim et al., 2005; Kim & Jung, 2012). 소비자들의 도미회에 대한 인식과 식생활 건강에 대한 생선섭취의 증가는 도미 유사어종이 도미회로 판매되는데 한몫하고 있다고 하겠다.

어종의 구별은 일반적으로 관능적인 방법에 의한 외부적인 특성에 의존하고 있으나, 간단한 가공이나 조리 에 의해 외부적인 특성이 사라지고 나면 어종의 비교 구별은 어려워진다. 특히 유사어종의 경우, 육안으로 식별하기에는 한계가 있다. 어류의 구성성분 중 단백질의 조성은 동일어종에서 유전적으로 거의 같기 때문에 구성단백질을 검정하는 전기영동법이 어종의 구별에 이용할 수 있으며, 이를 응용한 단백질의 전기영동에 관한 연구 등이 많이 보고되었다(Kim et al., 1991; Senaratne et al., 2006; Norziah MH et al., 2009; Kim & Kang, 2013).

본 연구는 선행 연구를 바탕으로 도미회의 바른 소비와 올바른 이해를 위하여 도미 유사어종 3가지 SDS-전기영동과 지방의 함량을 검토하여 도미와 도미 유사어종을 판별할 수 있는 방안을 마련하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 도미(Red sea bream, *Pagrus major*), 가숭어(Mullet, *Chelon lauvergnii*), 홍민어(Red drum, *Sciaenops ocellatus*)는 2013년 3월 경 부산시 소재 민락동 활어도매시장에서 구입하여 활어 상태로 실험실로 운반하여 실험재료로 사용하였다.

각 시료는 체중, 체장을 측정한 다음, 두부와 내장을 제거하여 fillet 형태로 처리한 것을 근육부분만 채취하여 시료로 사용하였다(Table 1). 시판 도미회의 판별에 사용된 시료는 부산 및 부산 인근의 횃집 18곳에서 판매되는 시판 도미회를 구입하여 운반 후, 근육부분만을 취하여 일반성분을 검사하고, 시료를 -70°C 의 심온동결고에 보관하면서 실험을 하였다.

2. 일반성분 측정

일반성분의 함량 측정은 수분의 경우, 105°C 에서 상압가열 건조법으로, 조지방은 ethyl ether를 이용한 Soxhlet 법으로,

Table 1. Sample profiles of red sea bream, mullet and red drum

	No. of sample	Body weight (g)	Body length (cm)
Red sea bream	5	179.6±173.87	39.92±3.49
Mullet	5	466.6± 11.70	36.84±1.01
Red drum	5	2,449.4±178.93	62.88±2.24

¹⁾ Mean±S.D.

조단백질은 semi-micro Kjeldahl 법으로, 회분은 550°C 에서 건식회화법으로 분석하였다(AOAC, 1995).

3. 무기질 및 중금속 함량 측정

무기질 및 중금속 함량은 Standard methods for Marine Environment(MOMAF, 2002)에 따라 측정하였다. 또한 수은(Hg) 함량은 Gold-amalgam법으로 mercury analyzer(DMA80 milestone S&T CO. Italy)을 사용하여 측정하였다. 그 외 미량금속의 함량은 건식분해법에 따라 육 3 g을 칭량하여 550°C 에서 탄화시킨 후 산으로 용해한 것을 시험용액으로 한다. 분석은 Perkinelmer ICP-Optima 2000DV를 이용하여 정량하였다.

4. 지방산 조성 측정

지방산 조성은 활어 근육을 마쇄한 것을 시료로 하여 시료를 50g 취하여 chloroform-methanol용액에 침지하여 유지 추출 후, 유지 0.05 g을 14% BF_3 -methanol 용액으로 Methyl ester화하였다. Methyl ester화 시킨 지방산을 capillary column(Quadrex 007 carbowax 20M, 30.0 M×250 μm ×0.25 μm , No: 80323D)이 장착된 gas chromatography(Thermo Election, US/Trase GC Ultra)를 이용하여 지방산 Methyl ester의 동정은 표준 지방산 Methyl ester의 reaction time과 비교하여 확인하였으며, 지방산 조성은 크로마토그램의 각 피크면적을 총면적에 대한 백분율로 나타내었다(MFDS, 2012).

5. SDS 전기영동 분석

투석 농축 시료는 Lemmli(1970)의 방법에 따라 Bio-Rad mini proteanII 전기영동장치(Bio-Rad, USA)를 사용하여 SAS-PAGE(0.1% SDS를 함유하는 13% polyacrylamide gel) 전기영동을 하였으며, 이때 전기영동 완충액은 25 mM Tris-192 mM glycine(pH 8.3)을 사용하였다. sample은 Lowry assay를 통해 단백질을 정량한 뒤 같은 농도로 희석한 뒤 5X sample buffer

와 시료를 4 : 1로 혼합하여 사용하였다. Sample loading량은 well당 20 μL 이며, well당 15 mA의 전류를 흘려주었다. 전기영동 후의 polyacrylamide gel은 Coomassie brilliant blue R-250을 사용하여 염색한 후, 빙초산 : 에탄올 : 증류수(v/v, 1 : 1 : 8)의 혼합 용액으로 탈색하였다. 그리고 펩티드의 분자량은 동일한 조건에서 전기영동한 표준 단백질의 분자량과 비교하였다. 표준단백질은 Myosin from porcine heart(MW 200,000 dalton), β -Galactosidase from *E. coli*(MW 116,000 dalton), Phosphorylase b from rabbit muscle(MW 97,000 dalton), Albumin, bovine serum(MW 66,000), Glutamic dehydrogenase from bovine liver(MW 55,000 dalton), Ovalbumin from chicken egg(MW 45,000 dalton), Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase from rabbit muscle(MW 36,000 dalton), Carbonic anhydrase from bovine erythrocytes(MW 29,000 dalton), Trypsinogen from bovine pancreas(MW 24,000 dalton), Trypsin inhibitor from soybean(MW 20,000 dalton), α -Lactalbumin from bovine milk(MW 14,200 dalton), Aprotinin from bovine lung (MW 6,500 dalton)을 사용하였다.

6. 통계분석

실험에서 얻은 데이터는 3회 반복 측정 후 평균 \pm 편차로 나타내었으며, SPSS(version 16.0) 통계 프로그램을 이용하여 각 시료 군에 따른 유의차 검정은 ANOVA test를 이용하여 분산 분석한 후 $P < 0.05$ 수준에서 다중범위검정(Duncan's multiple range test)를 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반분석 비교

도미와 도미유사어종인 가숭어, 홍민어 근육의 일반성분 함량을 비교한 결과(Table 2)에 나타내었다. 먼저 도미, 가숭어, 홍민어에서 근육의 수분 함량은 도미 근육에서 71.99~72.66%로 평균 72.35 \pm 0.73%로 나타났으며, 가숭어 근육의 수분 함량은 73.11~73.82%로 평균 73.47 \pm 6.35%로, 홍민어 근육은 70.75~70.83%로 평균 70.78 \pm 0.04%로 나타났으며, 도미와 유사어종인 가숭어, 홍민어 간의 유의적인 수분 함량 차이가 있는 것으로 나타났다. 지방함량은 도미에서 6.91~7.14%로 평균 7.07 \pm 0.17%로 나타났으며, 가숭어의 지방함량은 7.69~8.15%로 평균 7.89 \pm 0.24%로, 홍민어는 4.98~5.82%로 평균 5.36 \pm 0.43%로 나타났다. 홍민어의 지방 함량이 도미, 가숭어의 지방 함량보다 낮았으며, 가숭어의 지방 함량이 높게 나타났다. 유사어종별 단백질 함량은 도미

Table 2. Proximate composition (%) in muscle of red sea bream, mullet and red drum

	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Ash
Red sea bream	72.35 \pm 0.37 ^{1)ab}	7.07 \pm 0.17 ^{ab}	19.58 \pm 0.06 ^b	1.37 \pm 0.07 ^a
Mullet	73.47 \pm 0.35 ^a	7.89 \pm 0.24 ^a	19.93 \pm 0.18 ^b	1.27 \pm 0.08 ^a
Red drum	70.78 \pm 0.04 ^b	5.36 \pm 0.43 ^b	20.97 \pm 0.06 ^a	1.19 \pm 0.08 ^a

¹⁾ Values are Mean \pm S.D (n=3).

^{a,ab,b} Means with the same letter in column are not significantly by Duncan's range test ($p < 0.05$).

에서 19.18~19.82%로 평균 19.58 \pm 0.06%로 나타났으며, 홍민어는 19.95~20.64%로 평균 20.97 \pm 0.66%로 나타났으며, 가숭어의 단백질함량은 19.12~20.74%로, 평균 19.93 \pm 0.18로 나타났다. 홍민어의 단백질 함량이 도미, 가숭어의 단백질 함량보다 유의적으로 높은 함량을 나타내었지만, 큰 차이는 보이지 않았다. 회분함량은 도미에서 1.32~1.44%로 평균 1.37 \pm 0.07로 나타났으며, 가숭어(가숭어)의 회분함량은 1.22~1.36%로 평균 1.27 \pm 0.08로, 홍민어는 1.11~1.26%로 평균 1.19 \pm 0.08로 나타났다. 유사어종 3종의 회분 함량의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

도미와 유사어종 간의 일반성분을 비교해 보면 수분 및 조단백질과 회분 함량은 다소 차이가 있었으나, 유사한 결과를 보였다. 하지만 지방 함량은 큰 차이가 있는 것으로 보이며, 이는 계절 및 개체, 서식환경의 차이에 의한 것으로 보인다(MOF,2006). 그러므로 지방의 함량은 향후 유사어종 중 도미를 사용한 회를 구별하는데 다소 도움이 될 것으로 판단되며, 앞으로 이를 이용한 연구가 더욱 필요할 것으로 사료된다.

2. 무기질 함량의 비교

도미, 가숭어 그리고 홍민어의 근육에 대하여, Na, Ca, K, Mg, P 등의 대량 원소와 Fe, Cu, Zn 등의 미량원소 함량을 Table 3에 나타내었다. 도미 근육의 Na 함량은 488.81 \pm 10.4 mg/kg으로 나타났으며, Ca 함량은 85.57 \pm 1.53 mg/kg, K 함량은 3,579.22 \pm 66.17 mg/kg, Mg 함량은 255.27 \pm 0.18 mg/kg, P 함량은 2,318.07 \pm 34.47 mg/kg으로 나타났다. Fe 함량의 경우, 2.91 \pm 0.11 mg/kg, Cu 함량은 1.05 \pm 0.00 mg/kg, Zn 함량은 3.72 \pm 0.01 mg/kg의 결과로 도출하였다. 가숭어 근육의 무기질 함량을 살펴보면 Na 함량이 507.92 \pm 4.47 mg/kg으로 나타

Table 3. Mineral content (mg/kg) in muscle of red sea bream, mullet and red drum

	Na	Ca	K	Mg	P	Fe	Cu	Zn
Red sea bream	488.81±10.49 ^{1)a}	85.57±1.53 ^b	3,579.22±66.17 ^a	255.27±0.18 ^b	2,318.07±34.47 ^a	2.91±0.11 ^c	1.05±0.00 ^a	3.72±0.01 ^c
Mullet	507.92±4.47 ^a	124.25±7.09 ^a	3,166.31±11.75 ^b	310.62±2.27 ^a	2,097.79±15.82 ^b	6.14±0.02 ^b	0.67±0.00 ^c	4.32±0.07 ^b
Red drum	416.83±7.43 ^b	77.00±1.37 ^b	3,274.63±4.57 ^b	232.47±0.66 ^c	2,061.68±20.68 ^b	6.72±0.05 ^a	0.76±0.03 ^b	4.83±0.01 ^a

¹⁾ Values are Mean±S.D (n=3).

^{a-c} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's rang test ($p<0.05$).

났으며, Ca 함량은 124.25±7.09 mg/kg, K 함량은 3,166.31±11.75 mg/kg, Mg 함량은 310.62±2.27 mg/kg, P 함량은 2,097.79±15.82 mg/kg으로 나타났다. Fe 함량의 경우, 6.14±0.02 mg/kg, Cu 함량은 0.67±0.00 mg/kg, Zn 함량은 4.32±0.07 mg/kg의 결과를 도출하였다. 홍민어 근육에서는 Na 함량은 416.83±7.43 mg/kg으로 나타났으며, Ca 함량은 77.00±1.37 mg/kg, K 함량은 3,274.63±4.57 mg/kg, Mg 함량은 232.47±0.66 mg/kg, P 함량은 2,061.68±20.68 mg/kg으로 나타났다. Fe 함량의 경우, 6.72±0.05 mg/kg을, Cu 함량은 0.76±0.03 mg/kg, Zn 함량은 4.83±0.01 mg/kg으로 나타났다. 도미와 유사어종 간의 무기질 함량의 차이를 보면 K, P, C는 도미의 근육에서 비교적 높은 값을 보였으며, 이에 비해 Fe에서는 낮은 함량을 나타내었다. Fe는 생물계에 널리 존재하는 물질로 특히 동물의 체내에서 헴(heme)의 구성성분으로 쓰인다. 혈액의 주요 성분이므로 가숭어와 홍민어의 경우, 혈합육의 비율이 도미보다 비교적 높아, Fe의 함량이 도미보다 높게 나온 것으로 판단된다. Mg는 생화학적, 생리적 과정에서 중요한 역할을 한다. 특히 탄수화물 대사에 관여하여 에너지 생성 과정에 중요한 역할을 한다. 또한 지방, 단백질 및 핵산의 합성, 근육의 수축 등 체내에서 일어나는 생화학적 또는 생리적 과정에 필요하다. Mg는 가숭어에서 높은 값을 나타냈으며, 뼈와 치아의 구성요소로 몸에 가장 많은 무기질인 Ca과 Na는 가숭어에서 높은 함량을 나타냈지만, WHO의 하루권장량인 2,000 mg에는 못 미치는 함량이다. Zn은 홍민어에서 높은 함량을 나타내었지만, 도미와 유사어종간의 큰 차이는 보이지 않았다.

3. 중금속함량 비교

급속한 산업 발달로 인해 환경이 오염됨에 따라 자연계에 다양한 오염물질들이 존재하고 있다. 그 중 중금속은 자연 발생적 또는 인간 활동에 의한 오염물질의 유입으로 해수에 존재하고 있으며, 연안 해역에 유입된 중금속류는 1차적으로 플랑크톤에 오염되어 생태계의 먹이 사슬을 통하여 수중 생물에 점차 축적하게 된다(Ham, 2002). 금속 원소는

미량으로 인체에 필수 불가결한 것(Fe, Zn, Cu 등), 극히 미량일지라도 인체에 나쁜 영향을 미치는 것(As, Cd, Cr, Pb, Hg 등)이 있다. As, Cd, Cr, Pb, Hg 등의 금속 원소는 생물체 본래의 구성성분이 아니고, 동식물의 생육과정이나 식품의 가공, 제조 중에 외부에서 오염되어 들어가는 이른바 환경오염성 중금속이라고 부르며, 이들은 인체에 비교적 독성이 강하기 때문에 식품안전성에 문제가 된다(Lee et al., 2001).

우리나라는 어류 중에서 카드뮴 잔류허용기준은 설정하고 있지 않으며, 패류, 및 어체류에 대해서는 2.0 mg/kg으로 설정되어있다(KFDA, 2009). Codex에서도 어류에 대한 카드뮴 기준은 설정하지 않고 패류 및 두족류에 대하여 2.0 mg/kg으로 설정되어 있다(Codex, 2006). 외국의 어류 중에서도 어류 중에서 카드뮴 잔류허용기준을 살펴보면 호주의 경우 0.2 µg/g, 핀란드 0.1 µg/g, 덴마크 0.05 µg/g, 네덜란드 0.05 µg/g, 홍콩 2.0 µg/g, EU는 자연함량이 높은 11종의 중금속(0.1 µg/g)을 제외하고 0.05µg/g으로 정하고 있다(EU Regulation 2005). 본 연구에서는 도미, 가숭어, 홍민어의 근육에서 중금속인 Cd, Cr, As, Se, Mn, Hg, Pb, Cu, Zn 9종 함량을 조사하였으며, 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 도미, 가숭어 그리고 홍민어 근육에서 Cd는 도미, 가숭어에서는 검출되지 않았으나, 홍민어에서 0.01±0.00 mg/kg 검출되었다. 이는 먹이사슬에 의해 특히 개체가 큰 생선일수록 중금속이 축적되는 양이 많으므로 도미, 가숭어보다 개체가 큰 홍민어에서 미량의 카드뮴이 검출된 것으로 생각된다. Cr은 당, 지질, 단백질, 대사에서 중요한 역할을 하지만, 발암 및 독성작용을 일으키는 요인이 된다(Pak, 2003). 이는 크롬이 2~6가로 다양한 산화가로 존재하나, 3가로 산화되는 2가 크롬을 포함하여 4가, 5가 등의 산화형태는 매우 불안정하며, 이들은 산화형태에 따라 작용작용도 큰 차이를 나타내기 때문이다. 도미, 가숭어 그리고 홍민어 근육에서는 각각 0.06±0.00 mg/kg, 0.05±0.11 mg/kg, 0.11±0.01 mg/kg의 함량을 나타내고 있다. 도미에서의 As 함량은 0.27±0.01 mg/kg, 가숭어에서는 0.21±0.07 mg/kg, 홍민어에서는 0.20±0.01 mg/kg으로 나타내었다. 수산물 중금속 오염의 가장 문제시 되고 있는

Table 4. Heavy metal content (mg/kg) in muscle of red sea bream, mullet and red drum

	Cd	Cr	As	Se	Mn	Hg	Pb	Cu	Zn
Red sea bream	ND ¹⁾	0.06±0.00 ^b	0.27±0.01 ^a	ND ¹⁾	0.13±0.00 ^b	ND ¹⁾	0.01±0.00 ^b	1.05±0.00 ^a	3.72±0.01 ^c
Mullet	ND ¹⁾	0.05±0.00 ^c	0.21±0.07 ^a	ND ¹⁾	0.17±0.00 ^a	ND ¹⁾	0.01±0.00 ^b	0.67±0.00 ^c	4.32±0.07 ^b
Red drum	0.01±0.00 ^{1)a}	0.11±0.00 ^a	0.20±0.01 ^a	ND ¹⁾	0.11±0.00 ^c	ND ¹⁾	0.03±0.00 ^a	0.76±0.03 ^b	4.83±0.01 ^a

¹⁾ ND: Not detected.

²⁾ Values are Mean±S.D.(n=3).

^{a-c} Means with the same letter in column are not significantly different by duncan's rang test ($p < 0.05$).

것이 수은이다. 특히 무기수은은 수질오염의 근원이 되며, 직업적 노출에 의한 중독증상이 수세기 전부터 보고되어 왔다. 따라서 우리나라는 심해어류, 다랑어류 및 새치류를 제외한 어류 중에서 총 수은 잔류허용기준은 0.5 mg/kg으로 설정되어 있으며, 무기 수은함량은 1.0 mg/kg으로 규정하고 있다(KFDA, 2009). 호주는 갑각류, 어류, 연체류, 패류 0.5 mg/kg, 상어, 다랑어, 가오리류 1.0 mg/kg, 캐나다 상어, 다랑어류, 새치류 제외한 어류에서 0.5 mg/kg, EU는 일반수산물 0.5 mg/kg, 일본은 우리나라와 마찬가지로 심해어류, 다랑어 및 새치류를 제외한 어류에서 총 수은 0.4 mg/kg, 메틸 수은 0.3 mg/kg, 미국은 메틸수은 1.0 mg/kg 이하로 규정하고 있다. 도미, 가숭어, 홍민어에서 Hg은 검출되지 않았다. Se는 도미와 유사어종인 가숭어, 홍민어 모두에서 검출되지 않았으며, Pb 함량은 도미 0.01±0.00 mg/kg, 가숭어 0.01±0.00 mg/kg, 홍민어 0.03±0.00 mg/kg의 함량을 나타내었다. 이는 식품의약품안전처 고시 제 89-75조 해산 어패류의 중금속 기준 제정에서 Pb함량 0.5 mg/kg에 훨씬 못 미치는 수치이다. Cu 함량은 도미, 가숭어, 홍민어에서 각각 1.05±0.00 mg/kg, 0.67±0.00 mg/kg, 0.76±0.03 mg/kg이 검출되었으며 Zn은 도미, 가숭어, 홍민어에서 각각 3.72±0.01 mg/kg, 4.32±0.00 mg/kg, 4.83±0.01 mg/kg으로 홍민어에서 높은 함량을 나타내었으며, 유의적인 차이는 있었지만 큰 차이는 보이지 않았다. 전체적으로 도미와 유사어종 간에서 미량 중금속간의 유의적인 차이는 보였지만, 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

4. 지방산 조성 비교

도미, 가숭어 그리고 홍민어에 대한 지질의 지방산 조성을 saturated fatty acid(SFA)와 monounsaturated fatty acid(MUFA), 그리고 polyunsaturated fatty acid(PUFA)의 함량으로 Table 5에 나타내었다. 대부분 포화지방산의 조성에서는 palmitic acid(C16:0)가 주요 성분이었다. 그리고 모노엔산에서는 oleic acid(C18:1) 및 palmitoleic acid(C16:1)가, 폴리엔산에서는

EPA이라 불리는 eicosapentaenoic acid(C20:5), DHA라 불리는 docosahexaenoic acid(C22:6), linoleic acid(C18:2)의 조성비가 높게 나왔다. 주요 구성지방산은 어종별로 다소 차이를 보였으며, 대부분 C16:0, C18:1의 조성비가 높게 나타났으며, C22:6, C20:5, C14:0, C16:1, C18:0의 조성비도 높은 수치를 보였다.

각 어종간의 지방산 조성을 보면 먼저 도미는 포화지방산의 조성비가 41%, 단일불포화지방산의 조성비는 34%, 고도불포화지방산의 조성비는 26% 정도의 결과를 보였다. 불포화지방산과 포화지방산의 비가 1.38 정도로 불포화지방산의 조성이 조금 높은 것으로 보였다. 가숭어는 포화지방산의 조성비가 37%, 단일불포화지방산의 조성비가 44%, 고도 불포화지방산의 조성비가 19% 정도의 결과를 보였다. 불포화지방산과 포화지방산의 비가 1.69정도로 도미보다 불포화지방산의 조성이 높았다. 홍민어는 포화지방산의 조성비가 46%, 단일불포화지방산의 조성비가 32%, 고도불포화지방산의 조성비가 21.45%였고, 불포화지방산과 포화지방산의 비는 1.16으로 조성의 차이가 크지 않았다.

오메가 지방산은 첫 번째 이중 결합이 알킬사슬 구조 중에 가장 끝에 있는 메틸기로부터 몇 번째 위치에 있는지를 나타낸 것을 말하며, 오메가3지방산, 오메가6지방산, 오메가9지방산 등이 있다. 오메가3 지방산은 다가 불포화지방산의 일종으로 DHA, EPA, 알파리놀렌산 및 ETA 등이 있다. 오메가 지방산의 섭취는 총콜레스테롤, 저밀도지단백콜레스테롤, 고밀도지단백콜레스테롤 및 중성지방 등의 혈액의 점성을 감소시키는 항동맥경화적 특성을 가지며(Adkins et al., 2010), 또한 혈압 상승을 억제하며(Mori et al. 1993), 뇌와 망막의 발달 및 기능에 지대한 영향을 미치는 지방산이다(Galli et al., 1971). 하루 권장량은 0.6~1.0 g이며, 체내에서 생성되지 않아 음식을 통해 섭취하여야 한다. 먼저 도미, 가숭어, 홍민어의 오메가-3 지방산 함량을 보면 도미의 근육에 17.08%, 가숭어의 근육에는 6.45%, 홍민어의 근육에는 18.29%로 홍민어에서 높은 함량을 보였으며, 도미의 오메가

Table 5. The comparison of fatty acid composition (%) in muscle of red sea bream, mullet and ed drum

	Red sea bream	Mullet	Red drum
C12:0	0.25	0.21	0.22
C14:0	6.58.5	4.59	9.80
C15:0	0.67	0.35	0.94
C16:0	23.08	28.58	28.69
C17:0	0.64	0.29	0.76
C18:0	5.69	2.87	4.92
C20:0	0.29	0.18	0.39
C22:0	4.09	0.12	0.53
C23:0	0.06	0.00	0.10
Saturates	41.35	37.19	46.35
C14:1	0.23	0.17	0.21
C16:1	7.86	16.89	14.90
C17:1	0.63	0.47	0.62
C18:1	22.05	25.61	14.18
C20:1	2.47	0.94	1.71
C22:1	0.26	0.00	0.49
C24:1	0.50	0.00	0.09
Monoenes	34.00	44.08	32.2
C18:2	6.55	11.85	1.79
C18:3	1.65	1.04	0.59
C20:2	0.23	0.18	0.00
C20:3	0.00	0.00	0.00
C20:4	0.68	0.18	1.37
C20:5	5.28	2.19	6.64
C22:6	10.15	3.22	11.06
Polyenes	24.54	18.66	21.45
UFA/SFA	1.38	1.69	1.16
MUFA/SFA	0.82	1.19	0.69
PUFA/SFA	0.56	0.50	0.46
ω-3	17.08	6.45	18.29
ω-6	7.46	12.21	3.16
ω-3/ω-6	2.29	0.53	5.79
Total	100.00	100.00	100.00

없었다. 가송어의 오메가-3 지방산 함량이 다른 어종에 비하여 낮았다. 오메가-6 지방산의 함량은 도미 근육에서 7.46%, 가송어 근육에서 6.45%, 홍민어 근육에서 3.16%로 나타났다. 어류 지질의 지방산 조성은 식이와 밀접한 관계가 있다고 보고된다(Kuyama et al., 1963). 즉, 도미와 유사어종에 따른 지방산 조성 차이는 먹이섭취, 서식환경 등의 요인에 기인한 것으로 생각된다.

5. SDS 전기영동을 위한 판별

도미와 도미 유사어종인 홍민어 그리고 가송어의 전기영동 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 홍민어의 경우, 66~55 kDa에서 band가 나타나, 도미, 가송어와의 차이를 보였다. 하지만 그 외 도미와 가송어의 경우 band별 뚜렷한 특징을 나타내지 않았다.

시판 도미회의 어종을 판별하기 위해 부산 인근 18곳의 횃집에서 구입하여 SDS 전기영동한 결과를 Fig. 2~Fig. 4에 나타내었다. 결과를 보면 패턴은 같으나, 각 band별로 조금씩 다른 것은 확인할 수 있지만 뚜렷한 특징을 찾을 수 없었다. Kang(2010)의 도다리, 소형넙치, 그리고 돌가자미의 어종판별을 위한 SDS 전기영동 결과에서는 어종별 band의 차이가 나타난 결과와 다른 결과를 나타내었다.

전기영동을 이용한 어종 판별에는 특이적인 band의 차이가 뚜렷하지 않아 기초자료로는 활용이 가능하나, 또 다른 어종판별 기술이 필요할 것으로 사료되며, 전기영동의 판별

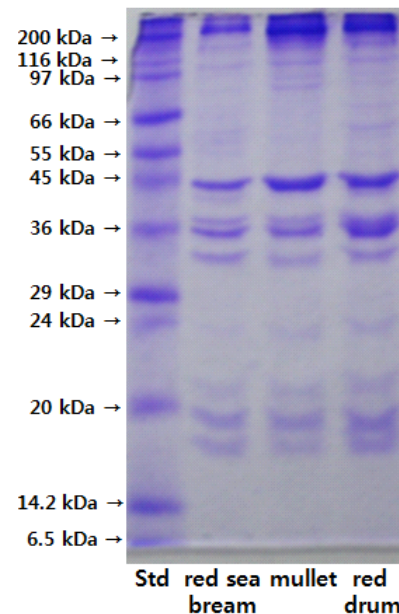


Fig. 1. SDS-PAGE patterns of protein in red sea bream, mullet and red drum.

-3 지방산 함량은 두 번째로 높았으나, 홍민어와 큰 차이는

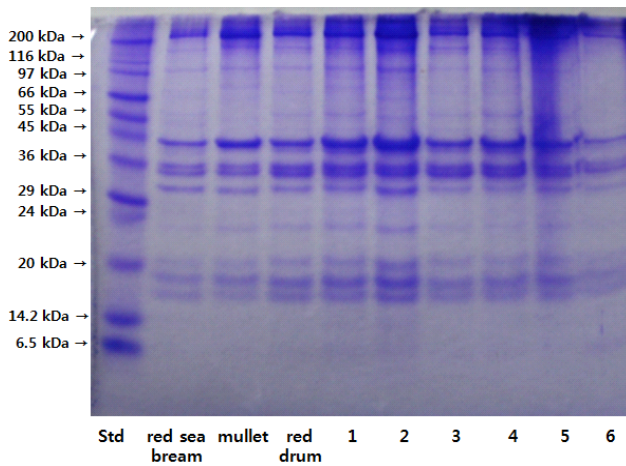


Fig. 2. SDS-PAGE patterns of protein in red sea bream from six seafood restaurant (1~6).

1: Busan A, 2: Busan B, 3: Busan C, 4: Busan D, 5: Busan E, 6: Busan F.

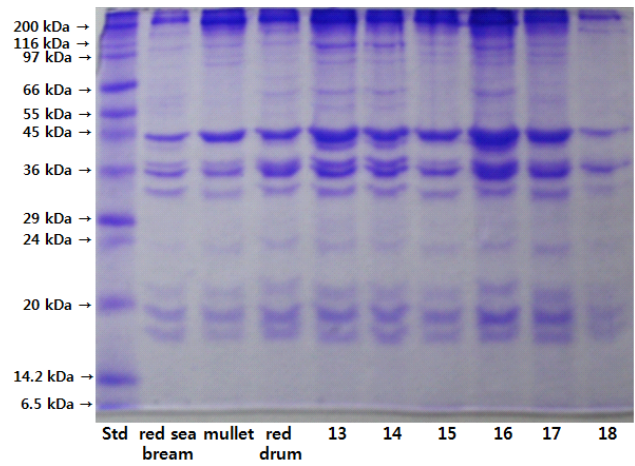


Fig. 4. SDS-PAGE patterns of protein in red sea bream from six seafood restaurant (13~18).

13: Busan M, 14: Busan N, 15: Busan O, 16: Busan P, 17: Busan Q, 18: Busan R.

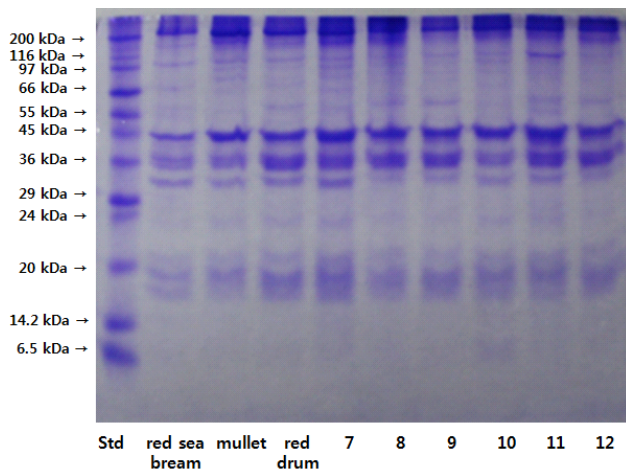


Fig. 3. SDS-PAGE patterns of protein in red sea bream from six seafood restaurant (7~12).

7: Busan G, 8: Busan H, 9: Busan I, 10: Busan J, 11: Busan K, 12: Busan L

에도 더 많은 연구가 되어야 할 것으로 생각된다. T. Crookfoed 등(1992)은 청어의 이동 시 사용되는 근원섬유 단백질의 구성요소 발달 변화에서 같은 개체의 근육의 부위별로 전기영동의 band가 다른 패턴을 보이고 있다는 것을 알 수 있는데, 이를 이용하여 각 어종의 부위별로 전기영동 시 뚜렷한 특징을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 결론 및 요약

연구결과를 살펴보면 첫째, 도미와 도미 유사어종인 가

숭어 그리고 홍민어의 일반성분을 비교한 결과, 일반 성분은 대부분 차이가 없는 수치를 보였으나, 지방 함량은 도미, 가숭어에 비해 홍민어가 낮게 검출되었다.

근육의 무기질 함량을 비교 결과는 어종에 따라 유의적인 차이를 보였으며, K, P, Cu는 도미의 근육에서 비교적 높은 값을 보였고, Fe에서는 낮은 함량을 나타내었다.

수질오염으로 수산물의 중금속 관련 연구 결과는 중요하다. 중금속 함량 연구 결과, 도미, 가숭어, 홍민어의 근육에서 Se, Hg은 모두 검출되지 않았다. Cd는 도미와 가숭어에서는 검출되지 않았으나, 홍민어에서는 0.1 ± 0.00 mg/kg이 검출되었다. Pb 함량은 도미와 가숭어에서 0.01 ± 0.00 mg/kg, 홍민어에서 0.03 ± 0.00 mg/kg이 검출되었으나, 허용치에 크게 못 미치는 결과를 보였다. 극미량일지라도 인체에 해를 끼칠 수 있는 As, Pb, Cd의 검출은 도미를 비롯한 유사어종 판매와 관련하여 원산지 이력조사와 품질 조사가 정기적으로 이루어져 소비자 건강에 해를 끼칠 수 있는 원인을 차단하도록 하여야 할 것이다.

도미와 도미유사어종의 지방산 연구 결과 중 오메가-3 지방산 함량의 경우, 도미, 가숭어, 홍민어에서 각각 17.08%, 6.45%, 18.29%로 홍민어와 도미에서 높은 함량을 보였으며, 오메가-6 지방산의 함량은 도미, 가숭어, 홍민어에서 각각 7.46%, 12.21%, 3.16%로 나타났다.

오메가-6의 경우, 오메가-3와 함께 필수 지방산으로 우리 몸에 조직과 세포를 만드는데 큰 영향을 미친다. 하지만 최근에 발표된 연구를 살펴보면 오메가6(아라키돈산)이 신체 내에서 염증을 가장 많이 촉진하는 것으로 나타났다.

암 연구 학회지 캔서 리서치에 샌프란시스코 VA메디컬 센터의 밀리 휴폴포트 박사팀의 임상실험결과, 오메가6를 첨가한 대조군에서 암세포가 두배 이상 빨리 성장하였다고 한다. 연구 결과, 가송어의 경우 다른 생선에 비해 섭취에 신경을 써야 할 것으로 보인다.

마지막으로, 도미와 도미 유사어종인 가송어, 홍민어의 SDS 전기영동을 이용한 어종 판별에는 특이적인 band의 차이가 뚜렷하지 않아 기초자료로는 활용이 가능하나, 다수의 다른 어종판별 기술이 필요할 것으로 사료되며, 타어종의 전기영동의 판별에도 더 많은 연구가 되어야 할 것으로 생각된다.

소비자들의 건강에 대한 관심이 커지면서 생선의 수요는 늘어났다. 고급어종에 속하는 도미는 생선회로 최상의 식재료로, 특히 죽은 뒤 근육이 굳어지는 경직(硬直) 시간이 다른 생선에 비해 길어 숙성회 재료로 인기가 좋아 일본인들이 선호하는 식재료이기도 하다. 도미를 포함한 생선은 육류에 없는 불포화 지방산이 함유돼 각종 성인병을 예방할 수 있으며, 미래식량자원으로 연구가 진행되기도 한다. 연구결과, 도미와 도미유사어종간의 식품학적으로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 유사어종이 의미하는 바와 같이 이들 간 외형상 유사함은 물론이며, 식품학적 유사함까지 가지고 있는 것으로 판명되었으나, 도미 특유의 외형과 쓰임새는 타 어종과 분명 차별화가 이뤄지고 있으며, 고급어종임이 분명하다. 이러한 연구결과를 바탕으로 고급형 도미 개발과 도미 유사어종의 개발연구는 수산업 활성화에 도움 될 것이라 생각된다. 나아가 소비자들의 수산물 구매에 필요한 식품학적 연구자료와 유사 생선 판별법을 공개 교육함으로써 소비자를 상대로 도미가 아닌 유사어종을 속여 파는 행위는 근절될 것이라 생각된다. 또한 소비자 선택 폭은 확대되어 개인의 경제 사정에 맞는 생선회를 선택하여 먹을 수 있을 것이며, 건강한 식단을 구성할 수 있을 것이다. 후속연구로 도미 이외 유사 수산식재료에 대한 연구가 이어져 소비자가 바른 먹거리를 구매 섭취할 수 있고, 타 어종의 식품 원료판별과 영양학적 자료의 축적이 이뤄지길 바란다.

한글 초록

본 연구는 도미회의 원료판별 및 도미유사어종간의 품질을 비교하였다. 도미 및 도미유사어종의 일반 성분을 측정 한 결과는 다음과 같다. 근육 수분 함량, 단백질 함량 및 지방 함량 K, P, C는 도미의 근육에서 비교적 높은 값을 보였

다. Fe는 함량이 낮았다. 중금속 성분을 측정한 결과, 도미와 송어에서는 Cd가 검출되지 않았다. 붉은 광산에서 0.01 ±0.00 mg/kg이 검출되었다. 다른 중금속은 기준치 이하이거나 검출되지 않았습니 다. 전기영동 결과, 붉은 띠무늬의 66 ~55 kDa에서 나타난다. 도미와 가송어의 경우, 밴드의 독특한 특징은 보이지 않았습니 다. 도미의 경우 유사한 어류와 도미 물고기 사이에 식품 과학에 큰 차이가 없으나, 도미 회가 비싼 가격으로 유통되고 있다. 연구 결과를 바탕으로 소비자의 안전한 음식 섭취와 올바른 유통문화 확산이 이뤄지길 바란다. 식품성분 분석 자료의 공유와 구별법을 교육하여 소비자가 원하는 가격으로 식재료를 구입할 수 있는 환경이 조성되어지길 바란다. 나아가 도미 외 타어종의 식품판별과 식품학적 연구가 연구되어지길 바란다.

(주제어: 도미, 가송어, 홍민어, 일반성분, 중금속함량조사)

REFERENCES

- Adkins, Y., & Kelley, D. S. (2010). Mechanisms underlying the cardioprotective effects of omega-3 polyunsaturated fatty acid. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 21(9), 781-792.
- Cho, Y. B., Yoon, T. H., Jung, J. W., & Kim, K. M. (2007). A study of branding local marine products in Busan area. *The Korean Journal of Culinary Research*, 13(3), 137-147.
- Choi, Y. U., Rho, S., & Lee, Y. D. (2002). Effect of water temperature and stocking density on growth of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. *J Aquacult*, 15, 131-138.
- Choi, Y. U. (2001). *Growth of red drum, sciaenops ocellatus (sciaenidae) with the water temperature and the rearing density*. (Master's degree). Cheju National Universtiy.
- Chung, J. Y. (2014). *Comparison in food quality similar kinds of red sea bream(pagrus majro) and material distinction of sliced raw red sea bream*. Department of Fishery Production Graduate school of Global fisheries, Pukyong National University.
- Colara. R. L., Arzapalo, A. H. & Maciorowski. A. F. (1991). Culture of red drum. In J. P. M. Vey (ed) , *Handbook of mariculture vol. II. Finfish aquaculture*, CRC Press. U.S.A.: 149-166.
- Crockford, T., & Johnston. I. A. (1992). Developmental changes in the composition of myofibrillar protein in the swimming muscles of Atlantic herring, *Clupea harengus*. *Marin Biology*, 115, 15-22.

- EU REACH Regulation. (2009). Regulation (EC) No 1272/008. www.me.go.kr/ Ministry of environment.
- Galli, C., Trzeciak, H. I., & Paoletti, R. (1971). Effects of dietary fatty acids on the fatty acid composition of brain ethanolamine phosphoglyceride: reciprocal replacement of n- 6 and n- 3 polyunsaturated fatty acids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism*, 248 (3), 449-454.
- Hashimoto, K., Watabe, S., Sorita, K., & Nakagawa, T. (1984). Electrophoretic identification of three subspecies of the genus *Lagocephalus pufferfish*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 50,115.
- Hwang, J. H. (2013). *Fish seafood notebook: 66 kinds of healthy foods filled with seafood*. Woodumjiltd publisher. Seoul Korea.
- Hwang, G. Y., Ma, C. M., & Lee, N. S. (2008). *Analyzing trends in Korea's cultured fish consumption and policy implications*. Korea Maritime Institute, Seoul Media Group Press. Seoul, Korea.
- Ji-Y. C. (2014). *Comparison in food quality similar kinds of red sea bream(pagrus majro) and material distinction of sliced raw red sea bream*. Department of Fishery Production Graduate school of Global fisheries, Pukyong National University.
- Jo, Y. J. (2010). *Raw fisf of practical*. Busan Metropolitan City Office Of Education.
- Jo, Y. J. (2009). *Hundredfold enjoy raw fish*. Chen il mun hwa sa, Kyeonggi Korea.
- Joung, M. S., & Im, K. H. (2003). A study on the consumption structure of live fish. Korea Maritime Institute. December, 1-160.
- Kang, H. W. (2010). *Comparison in food quality between fins potted flounder.and their similar kind for material distinction in row fish sliced with bones*. National University of Pukyong, Busan, Korea.
- Kim, B. C., & Jung, D. S. (2002). *2012 Fishes production trend survey results*. Statistical Office.
- Kim, B. E., Jo, Y. J., & Shim, K. B. (2005). A study on preference and promoting consumption of slice raw fish to conduct a questionnaire survey of citizen of Busan. *Journal of Soc Fish Marine Sci Edu*, 17(3):413-426.
- Kim, J. B, Choi, S. N., Lee, G. W., & Jung, Y. H. (1991). Electrophoretic patterns of sarcoplasmic proteins in mid - West Korean sea fishes by thin layer polyacrylamide gel isoelectric focusing. *J Korean Society of Food Science and Nutrition*, 20, 455-460.
- Kim, J. D. (2003). *Viral nervous necrosis (VNN)-free seed production of red drum. Sciaenops ocellatus*. National University of Kunsan.
- Kim, J. K., Kim Y. U., & Byun, S. G. (2000). Egg and larval development of *Chelon lauvergnii* from Korea. *Korean Journal of Ichthyology* 2, 137-145.
- Kim, J. M., Kim, Y. Y., & Myeong, J. G. (1990). Morphological change during starvation of larvae of red sea bream, *Pugrus major*. *Korean Journal of Ichthyology*, 2(2), 138-148.
- Kim, J. S., & Byun, G. I. (2009). Naking fish paste with yam(*Dioscorea japonica* Thumb) powder and its characteristics. *The Korean Journal of Culinary Research*, 15(2), 57-69.
- Kim, S. G., Hong, J. W., & Lee, S. U. (2003). A study on the consumption pattern of aquacultured marine fishes. *The Journal of Fisheries Business Administation*, 34(2), 53-73.
- Kim, S. H., & Kang, H. W. (2013). Comparison of food qulity between finespotted flounder and their similar kinds for material distinction in raw fish sliced with bone(small *sashime sekoshi*). *The Korean Journal of Culinary Research*, 19(5), 158-169.
- Kim, J. H., Lim, Ch. W., Kim, P. J., & Park, J. H. (2003). Heavy metals in shellfishes around the south coast of Korea. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 18(3), 125-132.
- Kim, J. M. (2015). *Are seafood on our table safe?* Yeon Doo Metro & Book publisher, Korea.
- Kwon, M. S. (2011). *Comparison in food quality similar Kinds of Muraenesox cinereus and material distinction of sliced raw Muraenesox cinereus*. Department of Food Industrial Engineering, Graduate School of Industry, National University of Pukyong.
- Laemml, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assenbly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680.
- Lawrence, J. F. (1995). AOAC symposium: Analytical methods for seafood toxins. *Journal of AOAC International*, 78(2), 897.
- Lee, S. B. (2006). *The survey on the Sliced Raw Fish of suppliers and consumers in Busan*. National University of Pukyong, Busan, Korea.

- Lee, Y. C., Yang, S. Y., Hwang, G. L., & Kim, J. H. (1989). A study on the geographic variation of *Liza haematocheila* (Family Mugilidae) in Yellow sea, Korea. *黄海研究 Yellow Sea Study* 5, 31-37.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). (2009). *Food code*. Seoul. Korea.
- MOMAF (Korea). (2004). Inter-Korean shipping agreement successfully concluded. *Unknown (Ports and Harbors)*, 49 (6), 43.
- Mori, T. A., Bao, D. Q., Burke, V., Puddey, I. B., & Beilin, L. J. (1999). Docosahexaenoic acid but not eicosapentaenoic acid lowers ambulatory blood pressure and heart rate in humans. *Hypertension*, 34(2), 253-260.
- Norziah, M. H., Al-Hassan, A., Kharrulnizam, A. B., Mordi, M. N., & Norita, M. (2009). Characterization of fish gelatin from surimo processing wastes: Thermal analysis and effect of transglutaminase on gel properties. *Food Hydro colloids*, 23(4), 1610-1616.
- Park, M. S., Choi, B. K., & Kim, B. J. (2005). A study on the safety standards of CODEX Alimentarius Commission (CAC) in fishes and sea food. *The Journal of Marine Business*, (5), 85-109.
- Senaratne L. S., Park P. J., & Kim S. K. (2006). Isolation and characterization of collagen from brown backed toadfish (*Lagocephalus gloveri*) skin. *Bioresource Technology*, 97 (2), 191-197.
- Song B. G. (2010). *The study of the storage method of processed red sea bream (Pagrusmajor) sashimi by using wasabi*. A thesis Se-jong university.
- www.imbc.com. (2011) *Broadcast on similar fish species, Food X File*.
- www.mafra.go.kr. (2013). *Act on the indication of origin of aquatic products*.
- Yoo, H, Lee, I. T., & Lee, B. G. (2002). Relative influence of sediments, food and dissolved sources on Ag bioaccumulation in the amphipod *Leptocheirus plumulosus*. *Ocean Science Journal*, 7(2), 87-93.

2017년 02월 16일 접수

2017년 02월 18일 1차 논문수정

2017년 02월 20일 논문 게재확정