



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시, 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리, 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지, 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士 學位論文

양식산 활어의 원산지별 식품학적 품질 및 안전성 평가



2008年 2月

釜慶大學校 大學院

食 品 工 學 科

孫 明 珍

工學碩士 學位論文

양식산 활어의 원산지별 식품학적 품질 및 안전성 평가

指導教授 趙 永 濟

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2008年 2月

釜慶大學校 大學院

食 品 工 學 科

孫 明 珍

孫明珍의 工學碩士 學位論文을 認准함

2008年 2月



主 審 農 學 博 士 安 東 賢 印

委 員 農 學 博 士 梁 志 榮 印

委 員 水 產 學 博 士 趙 永 濟 印

목 차

Abstract	1
서 론	5
재료 및 방법	8
1. 실험 재료	8
2. 실험 방법	8
2. 1. 일반성분 측정	8
2. 2. 무기질 함량 측정	8
2. 3. 지방산 조성 측정	10
2. 4. 총 아미노산 및 필수아미노산 함량 측정	10
2. 5. 유리아미노산 함량 측정	10
2. 6. ATP관련물질 함량 측정	11
2. 7. 파괴강도 측정	11
2. 8. Adenylate energetic charge(AEC) 측정	12
2. 9. 기생충(<i>Anisakis</i> spp.)오염실태 조사	12
2. 10. 항생물질 잔류량 조사	12
2. 11. 중금속 함량 조사	13
2. 12. 통계처리	13
결과 및 고찰	15

1. 활어의 식품학적 품질 평가	15
1. 1. 일반성분의 변화	15
1. 2. 무기질함량의 변화	25
1. 3. 지방산조성의 변화	29
1. 4. 맛 성분 변화	36
1. 4. 1. 총 아미노산 및 필수아미노산 함량의 변화	36
1. 4. 2. 유리아미노산함량의 변화	38
1. 4. 3. ATP관련물질 함량의 변화	47
1. 5. 파괴강도의 변화	55
1. 6. 건강도의 변화	60
2. 활어의 위생학적 안전성 평가	60
2. 1. 기생충(<i>Anisakis</i> spp.) 오염실태 조사	60
2. 2. 항생물질 잔류량 조사	65
2. 2. 1. 테트라사이클린계 항생물질 잔류량 조사	65
2. 2. 2. 플로로퀴놀론계 항생물질 잔류량 조사	69
2. 2. 3. 옥소린산 항생물질 잔류량 조사	73
2. 3. 중금속 함량 조사	73
 요 약	 79
 참고문헌	 81
 감사의 글	 86

Evaluation of Food Quality and Safety of a Cultured Live Fish by the Place of Origin

Myeong-Jin, Son

*Depeartment of Food Science and Technology, Graduate School,
Pukyong National University*

Abstract

This study attempted to distribute to promote consumption of cultured live fish and improve the national health, as securing sitological superiority and safety of domestic cultured live fish, through evaluating sitological quality of imported and domestic live fish, hygienic safety of imported and cultured live fish.

As the result of comparing and surveying general components of domestic cultured live fish which are same as Chinese sea bass, fat greenling, Japanese red sea bream, rock bream, hag fish that are imported live fish for sliced raw fish circulated in Korea. It showed the biggest change in moisture and fat content. But, even though there' s change in moisture and fat content by season, its difference between domestic and imported fish was insignificant. There was a significant difference in Na content between imported and domestic fish, but little difference in Ca, K, Mg, Fe, Cu, Zn content. The composition of fatty acid of total crude fat extracted from sliced raw fish-only live fish showed a little difference by fish, but the composition rate of EPA(20:5),

DHA(22:6) was highest in polyenoic acid. The major component of saturated fatty acid was palmitic acid(16:0) and the composition rate of monoenoic acid with the main ingredient of palmitoleic acid(16:1) and oleic acid(18:1) showed a little difference by parts and time. Major fatty acid composition showed similarity by order of 16:0, 22:6, 18:1, 20:5, and 16:1. Domestic fat greenling contained more than 2 times of polyenoic acid than imported one in winter, while Japanese hagfish showed a tendency to have more than 4 times than domestic one in spring.

In regard to the foregoing imported and domestic live fish for sliced raw fish, the most samples analyzed from surveying amino acid composition of imported and domestic live fish for sliced raw fish by season, had a high percentage of aspartic acid, glutamic acid, leucine, and lysine, and low content of cystine, histidine, methionine, tyrosine, and phenylalanine. The content of amino acid composition was almost similar. The ratio of essential amino acid content was similar by about 39% amid whole amino acids, in muscle of both imported and domestic live fish. The content of sulfur-containing amino acid and aromatic amino acid showed difference between imported fish and domestic ones by fish, but the composition rate of the latter was a little higher than the former. The free amino acid of imported and domestic live fish had a high percentage of taurine against the total free amino acid for the majority of fish, while hag fish showed a tendency to have the highest percentage of proline, and other free amino acid showed little difference.

The result from analyzing ATP-related compound showed difference in total content by fish, seasons, imported and domestic products, and IMP content that had largest influence

upon the savory taste of sliced raw fish, was higher in the domestic fish than imported ones.

The flesh solidness that affects taste of sliced raw fish is a little bit better in domestic fish than imported ones, and domestic live fish with harder flesh contained less fat than imported ones. Although the AEC value that is a standard of measuring freshness of imported and domestic fish indicated above 0.85, which was good result, some of imported fish showed low value, which meant that the stress during fishery and circulation dropped the quality of live fish in comparison with domestic ones.

In regard to five kinds of imported live fish and domestic cultured ones, as the result of surveying existence of parasite(*Anisakis* spp.) by season, amid cultured live fish only fat greenling showed parasites, while imported live fish had parasitic insects inside stomach and the internals. But, in part of muscle used for sliced raw fish, it was not detected, which secured hygienic safety for sliced raw fish.

As the result of researching the residue of antibiotic substances of four kinds of tetracycline, five kinds of floroquinolon, and oxolinic acid, by season, for five sorts of imported and cultured live fish of which sitological quality was assessed, amid imported live fish, red sea bream contained tetracycline antibiotics, of which content was on safe level, far from 0.2 mg/kg (Food Code, 2004), OTC permissible level for Korean fish. And, imported live fish and domestic ones showed micro of floroquinolon antibiotics. Korea has not set a permissible level of floroquinolon antibiotics, but Europe fixed a permissible residue by 0.1 mg/kg combining enrofloxacin and ciprofloxacin, thus the imported and domestic cultured live fish circulated in Korea does not come up to European standard. All

of collected imported and domestic live fish did not contain oxolinic acid, which secured hygienic safety.

In regard to the five kinds of imported live fish and cultured ones collected by season, circulated in Korea, from November, 2005 to June, 2006, as the result of monitoring a heavy metal content, imported fish contained on the average Zn 4.92 mg/kg, Cu 0.31 mg/kg, Cr 1.23 mg/kg, Mn 0.15 mg/kg, Ni 0.23 mg/kg, Hg 0.19 mg/kg, Pb 0.03 mg/kg, Cd 0 mg/kg, on the basis of living things. While for cultured fish, Zn 4.37~13.49 mg/kg, Cu 0.09~0.32 mg/kg, Cr 0.08~0.13 mg/kg, Mn 0.05~0.17 mg/kg, Ni N.D.~0.20 mg/kg, Hg 0.04~0.10 mg/kg, Pb 0.04~0.12 mg/kg, Cd N.D.~0.08 mg/kg were contained. The other fish showed almost similar content, even though there was a little difference. The Hg content in Japanese hagfish is 0.39~0.47 mg/kg, exceeding the permissible level in Korea (Pb 2.0 mg/kg, Hg 0.5 mg/kg), comparing to other fish, and domestic one also showed high value, 0.44 mg/kg. But, for other fish showed very safe level, under permissible level in Korea (Pb 2.0 mg/kg, Hg 0.5 mg/kg)

Thus, the sitological quality of wild, cultured, imported and domestic fish showed insignificant difference by fish. Even though antibiotic substances were detected from some kind of domestic cultured fish and imported ones, of which content was so extremely small that it is on safe level. The heavy metal content of wild and cultured live fish showed safe level, but domestic and imported hagfish had a high percentage of Hg. The peculiarity of fish needs to be surveyed by monitoring heavy metal content by fish.

서 론

식생활과 환경 변화로 건강과 기호도를 우선시하여 수산물을 선호하고 있으며 최근 웰빙시대를 맞이하여 생선을 날 것으로 먹는 생선회는 선호도가 높은 음식으로 자리 잡고 있다. 우리나라의 어업현황은 자연산 어류의 감소와 양식산업 기술의 발달로 양식산 어류가 증가하고 있으며, 수입산 수산물의 양은 매년 증가하고 있는 실정이다. 수산식품이 우리의 식생활에 차지하는 비중은 크며 동물성 단백질의 공급원으로써 매우 중요하다. 특히 어류는 필수아미노산 함량이 높아 양질의 단백질을 섭취할 수 있는 식품이며 훌륭한 단백질 자원이다(Sikorski et al., 1990). 함유 아미노산인 타우린이 많이 들어 있고, 어류의 지방산에는 다양한 생리학적 기능을 갖는 eicosapentaenoic acid(EPA), docosahexaenoic acid(DHA)와 같은 n-3계 지방산이 다량 포함되어 있다(Ackman, 1990). 수산물의 기능성은 지질과 관련이 있으며 심장질환의 위험을 줄이는데 n-3계 다불포화지방산이 관여하고 있음이 보고되었다(Schmidt et al., 2005a, b). 수산물의 기능성에 관해 알려지기 시작하면서 1980년대 이후 우리나라 수산물 소비량은 꾸준히 늘어나 최근 매년 증가하는 추세이다. 그 중에서 건강식으로 알려진 생선회의 소비는 두드러지게 증가하고 있으며 국내 양식산 뿐만 아니라 수입산 어종의 수입이 늘어나고 있다. 우리나라 수산물의 수입은 대중성 어종, 고급횡감용 활어의 수입 증가로 2006년 1,377천 톤으로 2005년의 1,265천 톤에 비해 10% 증가했다(해양수산통계, 2006). 농어 및 돔의 경우 1990년대 중반 이후 소비량이 크게 증가하였는데, 이는 1997년 수입자유화 이후 국내산에 비해 상대적으로 저가인 일부 활어의 수입이 크게 증가한 결과로 최근 들어 저가의 중국산 농어 수입이 급증하는 데 따른 것이다. 농어는 2006년에 5,384톤이 수입되어 전체 수입 활어의 12.5%를 차지하며, 수입 농어의 95% 이상이 중국

산으로 국내 활어시장에 유통되고 있다. 중국산 수산물 수입이 증가하고 있으며, 국내 생산 감소와 국민들의 수산물 선호 등 식생활 변화로 앞으로 수산물 수입이 계속 증가할 것으로 전망하고 있다.

수입 수산물이 증가함에 따라, 2005년 경남 통영에서 수입 신고된 중국산 농어, 뱀장어, 홍민어 등에서 발암 의심 물질인 말라카이트그린이 검출됨으로써 중국산 수산물에 대한 국민들의 불신은 커져 가고 있다. 그 이후에도 말라카이트그린뿐만 아니라 중금속, 항생제 등 수입 수산물의 위생안전성에 대한 문제점은 끊임없이 노출되어 오고 있으며, 중국산 수산물에 대한 불신은 국내 양식어류에 대한 불신으로까지 확산되어 수산물 소비가 위축되고 있는 실정이므로 수산물에 대한 안전성 확보가 시급하다.

그러나 국내산과 수입산 활어의 식품학적 품질의 평가와 위생학적 평가에 관한 연구는 전무한 실정이다. 활어에 관한 연구로는 자연산과 양식산 농어의 계절에 따른 식품의 변화(Mustafa et al., 2007), 천연산 및 양식산 참돔의 추출물 성분비교(Konosu et al., 1976), 참돔의 지질성분에 관한 연구(Ohshima et al., 1983), 양식산 참돔의 일반성분 조성의 산지별, 양식 방법별로 천연어와의 비교분석에 관한 연구 보고가 있으며(Morishita et al., 1988, 1989, Morishita et al., 1989), 어종별 근육의 아미노산 조성 차이와 영양평가(Limin et al., 2006), 천연산 및 양식산 전갱이의 지방 함유량, 근육경도, 지방산 조성의 보고에서 수분과 지방의 관계는 역상관 관계라고 보고하였으며(Kunisaki et al., 1986), 천연산 및 양식산 넙치육의 영양성분 보고에서도 각종 체성분의 조성이 크게 차이를 나타내지 않는다고 하였다(Sato et al., 1986). 국내의 경우 자연산과 양식산 활어에 관한 연구는 천연 및 양식산 넙치의 함질소엑스성분과 아미노산 조성에 관한 보고가 있고(Oh et al., 1988), 어종별 지질 및 지방산 조성의 계절적 변화에 대한 연구 보고 등이 있으며(Jeong et al., 1999), 어류의 식품·영양학적 품질에 관한 국내 보고는 미미한 실정이며 국내 양식산과 수입산 활어의 비교 연구는 전무한 실정이다.

국내 양식산과 수입산 활어의 비교분석을 통한 연구를 바탕으로 중량 위주의 양식이 아닌 고품질의 양식산 활어 생산을 장려하게 될 것이며, 위생학적으로 안전한 생산을 통해 국내 양식산 활어의 우수성을 입증하고 수입산 활어의 품질과 안전성 확인으로 수입 수산물에 대한 불신감을 해소하며, 나아가 수산물의 소비촉진에 기여할 것이다. 본 연구에서는 국내 유통 횡감용 활어 중 중국과 일본에서 수입량이 많은 농어, 쥐노래미, 참돔, 돌돔, 먹장어를 대상으로 국내 양식산 활어와 수입산 활어의 식품학적 품질을 비교하였다. 국내 양식산과 수입산 활어의 영양성분 비교로, 일반성분, 무기질, 지방산을 분석하였으며, 맛 성분을 비교하기 위하여 총 아미노산 함량과 생선회의 감칠맛의 주성분인 IMP 함량 등의 ATP 관련 물질을 분석하였다. 또한 생선회의 맛을 좌우하는 육질의 단단함을 측정하여 근육의 품질을 평가하고자 하였다. 위생학적 품질평가를 위해 기생충 오염실태 조사와 수산용 항생제로 많이 사용되고 있는 테트라사이클린계 항생물질, 퀴놀론계 항생물질, 옥소린산 항생물질을 대상으로 잔류량을 모니터링하였고, 중금속 함량을 조사하여 국내 양식산 및 수입산 활어의 위생학적 안전성을 비교·확인하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

국내 양식산과 수입산 활어의 식품학적 품질 및 안전성을 평가하기 위하여 국내에서 유통되고 있는 수입산 활어인 중국산 농어(sea bass, *Lateolabrax japonicus*), 쥐노래미(fat greenling, *Hexagrammos otakii*), 일본산 참돔(red seabream, *Pagrus major*), 돌돔(rock bream, *Oplegnathus fasciatus*), 먹장어(hagfish, *Eptatretus burgeri*)와 동일한 국내 양식산 활어를 분기별로 구입하여 실험하였으며, 시료의 평균체장과 평균체중은 Table 1에 나타내었다.

2. 실험방법

2. 1. 일반성분 측정

일반성분의 측정은 수분은 105℃에서 상압가열 건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 건식회화법으로 각각 분석하였다(AOAC, 1995).

2. 2. 무기질 함량 측정

무기질은 습식분해법으로 마쇄한 시료 육 3 g을 칭량하여 전기분해장치에 넣고 HNO₃ 30 mL를 가하여 맑은 암적색이 나타날 때까지 산분해하였다. 산분해 후 분해액을 여과하여 증류수로 100 mL 정용하여 무기질 측정용액으로 하였다. 분석은 ICP-MS(Perkin-Elmer, Elan 6100)를 이용하여 각 표준물질로 검량선을 작성한 후 정량하였다.

Table 1. Sample profile of imported and domestic fish collected from fish market in spring, fall and winter

Species	Sampling season	The place of origin	No. of sample	Body weight(g)	Body length(cm)
Sea bass	Spring	China	3	1,118.3 $\pm$ 68.1	43.7 $\pm$ 0.9
		Korea	3	1,385.3 $\pm$ 125.8	49.9 $\pm$ 5.0
	Fall	China	3	980.0 $\pm$ 277.9	39.3 $\pm$ 3.2
		Korea	3	1,208.7 $\pm$ 77.4	49.1 $\pm$ 1.3
	Winter	China	3	1,304.3 $\pm$ 63.0	49.3 $\pm$ 0.5
		Korea	3	1,090.7 $\pm$ 92.2	46.9 $\pm$ 3.5
Fat greenling	Spring	China	3	408.3 $\pm$ 162.0	27.7 $\pm$ 3.8
		Korea	3	301.7 $\pm$ 15.3	25.6 $\pm$ 0.1
	Fall	China	3	300.0 $\pm$ 52.9	24.7 $\pm$ 2.1
		Korea	3	300.0 $\pm$ 40.0	25.0 $\pm$ 1.7
	Winter	China	3	259.3 $\pm$ 75.6	23.8 $\pm$ 1.5
		Korea	3	383.3 $\pm$ 54.9	27.2 $\pm$ 1.3
Red seabream	Spring	Japan	3	1,256.0 $\pm$ 252.4	33.6 $\pm$ 1.4
		Korea	3	1,286.9 $\pm$ 72.6	34.3 $\pm$ 1.7
	Fall	Japan	3	1,140.0 $\pm$ 111.4	32.8 $\pm$ 0.6
		Korea	3	1,036.8 $\pm$ 112.1	36.9 $\pm$ 1.7
	Winter	Japan	3	1,425.0 $\pm$ 104.4	36.3 $\pm$ 1.7
		Korea	3	1,380.0 $\pm$ 79.2	25.4 $\pm$ 1.7
Rock bream	Spring	Japan	3	1,110.0 $\pm$ 91.8	34.2 $\pm$ 2.2
		Korea	3	720.5 $\pm$ 15.7	16.4 $\pm$ 1.6
	Fall	Japan	3	886.7 $\pm$ 80.8	29.3 $\pm$ 1.5
		Korea	3	260.0 $\pm$ 18.8	21.7 $\pm$ 1.8
	Winter	Japan	3	838.3 $\pm$ 66.6	29.3 $\pm$ 1.1
		Korea	3	810.6 $\pm$ 15.3	28.1 $\pm$ 1.9
Hagfish	Spring	Japan	3	133.3 $\pm$ 18.9	42.1 $\pm$ 2.7
		Korea	3	115.0 $\pm$ 8.7	48.2 $\pm$ 2.4
	Fall	Japan	3	56.7 $\pm$ 11.6	34.3 $\pm$ 2.5
		Korea	3	235.0 $\pm$ 93.7	55.7 $\pm$ 8.0
	Winter	Japan	3	96.0 $\pm$ 10.2	40.3 $\pm$ 3.3
		Korea	3	300.0 $\pm$ 40.0	67.1 $\pm$ 6.8

2. 3. 지방산 조성 측정

지질은 활어 근육을 마쇄한 다음 시료의 5배량의 chloroform : methanol (2:1 v/v) 용액으로 추출하였다(Folch et al., 1957). 추출한 지질은 수분을 제거한 후 14% BF₃-Methanol 용액으로 methyl ester화하였다(Metcalf et al., 1966). 지방산의 methyl ester를 capillary column(HP-INNOWax polyethylene glycol capillary 30.0 m × 250 μm × 0.50 μm, model No. Agilent 19091N-233)이 장착된 gas chromatography(Agilent 6890N)를 이용하여 지방산 조성을 분석하였다. 지방산 methyl ester의 동정은 표준 지방산 methyl ester의 retention time과 비교하여 확인하였으며 지방산 조성은 크로마토그램의 각 피크면적을 총면적에 대한 백분율로 나타내었다.

2. 4. 총 아미노산 및 필수아미노산 함량 측정

총 아미노산은 활어의 근육을 일정량 취하여 세절하고, 시료 150 mg을 6N-HCl로 110℃의 sand bath에서 24시간 가수분해하였다. 시료용액을 감압 건조 시킨 후, pH 2.2의 구연산 완충액으로 50 mL로 정용하여 0.22 μm membrane filter로 여과하여 아미노산 분석용 시료로 사용하였다(White et al., 1986). 총 아미노산 및 필수아미노산의 함량은 아미노산 분석기(Pharmacia Biotech Biochrom 20)로 분석하였다.

2. 5. 유리아미노산 함량 측정

유리아미노산의 함량 측정은 어육 5 g을 취한 후 75% ethanol을 25 mL를 넣고 6시간 교반한 다음 원심분리 (3,000 ×g, 15 min)하여 상층액을 취하였다. 이 때, 상층액의 색이 무색이 될 때까지 75% ethanol을 첨가하여 원심분리 하였다. 이 상층액에서 ethanol을 완전히 제거시키기 위

해 감압 농축 후 탈이온수로 정용하고, 5 mL을 취하여 5'-sulfosalicylic acid 250 mg을 넣고 잘 혼합하여 균질화시켜 제단백시킨 후 원심분리 (3,000 ×g, 15 min)하여 얻은 상층액을 0.20 μ m membrane filter로 여과한 다음 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 일정량 희석하여 아미노산 분석기 (Pharmacia Biotech Biochrom 20)로 분석하였다(Spackman et. al., 1958).

2. 6. ATP 관련물질 함량 측정

핵산 관련물질 함량은 추출한 핵산관련물질 (Iwamoto et al., 1987)을 HPLC(Waters, controller 600, TM-600 intelligent pump, dual λ absorbance detector 2487, column oven 410 및 differential refractometer)를 사용하여 분석하였다. column은 μ -Bondapack C₁₈ (3.9×300 mm)의 역상분배 column (Waters model 91822, Ireland)을 사용하였다. 이동상 용액은 2% triethylamine-phosphoric acid 완충용액(pH 7.0)을 사용하였고 유속 0.8 mL/min, column 온도 40℃, 검출파장 254 nm에서 30분간 분석하였고, peak 면적은 auto chromatography data system을 통해 적분하여 계산한 후 각각의 함량을 구하였다.

2. 7. 파괴강도 측정

어육을 밑면이 평행하게 필렛하여 10×10×10 mm³의 크기로 균일하게 하여 측정 시료로 사용하였다(Ando et al., 1991). 파괴강도 값은 직경 8 mm cylinder plunger를 사용하여, 속도 60 mm/min 때의 최고값을 측정하도록 하였으며, 실험결과는 한 시료 당 3~5회 측정하여 평균±표준편차 (mean±S.D.)로 나타내었다.

2. 8. Adenylate energetic charge(AEC) 측정

활어를 즉살하여 근육을 절취한 다음, 재빨리 액체질소 통에 집어넣은 후, perchloric acid로 nucleotides를 추출하였다. 그리고 adenylyl nucleotide의 분석은 HPLC로 측정하였다. 얻어진 결과는 아래 식에 의하여 계산하였다(Thebault et al., 2000).

$$AEC = \frac{1/2\{ADP\} + \{AMP\}}{\{AMP\} + \{ADP\} + \{ATP\}}$$

2. 9. 기생충(*Anisakis* spp.) 오염실태 조사

활어 중 감염 시 급성 위장염 등을 유발하는 아니사키스(*Anisakis* spp.)의 오염실태를 조사하기 위하여 활어의 근육 및 내장을 채취하여 직접 육안으로 관찰하였다(Koyama et al, 1969).

2. 10. 항생물질 잔류량 조사

잔류 항생제의 분석은 어패류 중 항생물질 분석법(국립수산물과학원 식품위생팀, 2005)에 의해 tetracycline계 4종(tetracycline, oxytetracycline, doxycycline, chloro tetracycline), fluoroquinolone계 5종(ofloxacin, norfloxacin, pefloxacin, ciprofloxacin, enrofloxacin) 및 oxolinic acid를 대상으로 분석하였다.

1) 표준품 및 시약

항생물질 분석에 사용된 tetracycline (TC), oxytetracycline (OTC), doxycycline (DC), chlorotetracycline (CTC) 등 tetracycline계 항생물질 4종, ofloxacin(OFL), norfloxacin (NOR), pefloxacin (PEF), ciprofloxacin (CIP), enrofloxacin (ENRO) 등 fluoroquinolone계 항생물질 5종 및 oxolinic acid의 표준품은 모두 Sigma사(USA)제품을 사용하였다. 실험에

사용된 acetonitrile, methanol, phosphoric acid, tetrahydrofuran 및 water는 HPLC grade (Merck, Germany)를 사용하였으며, oxalic acid는 Sigma사(USA)제품을 사용하였다.

2) 분석조건

테트라사이클린계(옥시테트라사이클린, 클로로테트라사이클린) 항생물질, 플로로퀴놀론계 항생물질, 옥소린산 잔류량의 HPLC 분석조건을 Table 2에 나타내었다.

2. 11. 중금속 함량 조사

활어의 중금속 함량은 Standard Methods for Marine Environment (MOMAF, 2002)에 따라 측정하였다. 즉, 수은(Hg)은 Gold-amalgam법으로 Flow injection Mercury system(Perkin Elmer, FIMS 400)을 사용하여 직접 측정하였다. 그 외 미량금속의 함량은 습식회화법에 따라 건고시킨 다음 질산(Merck, supra-pure grade) 및 과염소산(Merck, supra-pure grade)을 사용하여 분해시킨 후 용액을 증발시키고 0.5 N 질산용액으로 재용출하여 25 mL로 정용하였다. 카드뮴(Cd), 구리(Cu), 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni), 아연(Zn) 및 납(Pb)은 ICP-MS(Perkin-Elmer, Elan 6100)로 그 함량을 측정하여 생물기준으로 나타내었다.

2. 12. 통계처리

실험 결과는 SAS(Statistical Analysis System) 통계 프로그램으로 각각의 결과에 대한 ANOVA test를 이용하여 분산분석한 후 평균 및 표준편차를 구하고, Duncan의 다중비교(Duncan's multiple range test)로 $P < 0.05$ 유의수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

Table 2. HPLC conditions for oxytetracycline, tetracycline, fluoroquinolone and oxolinic acid determination in fish

Antibiotics		Condition
HPLC system	oxytetracycline	Hewlett Packard(USA), Model 1100 series
	chlorotetracycline	
	fluoroquinolone	
	oxolinic acid	
Column	oxytetracycline	Shiseido MG C18, 4.6 mm ID x 250 mm
	chlorotetracycline	Shiseido MG C18, 4.6 mm ID x 150 mm
	fluoroquinolone	Shiseido UG 120, 4.6 mm ID x 250 mm
	oxolinic acid	Cosmosil 5C18-AR, 4.6 mm ID x 150 mm
Mobile phase	oxytetracycline	methanol : acetonitrile : 0.01 M oxalic acid = 1 : 1.8 : 7.2
	chlorotetracycline	methanol : acetonitrile : 0.01 M oxalic acid = 2.3 : 2.0 : 5.7
	fluoroquinolone	0.1 M phosphoric acid (pH 2.5) : AcN = 91 : 9
	oxolinic acid	methanol : acetonitrile : 0.01 M oxalic acid = 1 : 3 : 6
Flow rate	oxytetracycline chlorotetracycline fluoroquinolone oxolinic acid	1mL/min
Detector	oxytetracycline	UV 360 nm
	chlorotetracycline	UV 360 nm
	fluoroquinolone	Fluorescence Ex. 280 nm, Em. 450 nm
	oxolinic acid	Fluorescence Ex. 337 nm, Em. 365 nm
Injection volume	oxytetracycline	20 mL
	chlorotetracycline	40 mL
	fluoroquinolone	20 mL
	oxolinic acid	20 mL
Column temp.	oxytetracycline chlorotetracycline fluoroquinolone oxolinic acid	35 °C
Retention time	oxytetracycline	20 min
	chlorotetracycline	15 min
	fluoroquinolone	50 min.
	oxolinic acid	10 min

결과 및 고찰

1. 활어의 식품학적 품질 평가

1. 1. 일반성분의 변화

최근 중국을 중심으로 수입량이 증가하고 있는 중국산 농어와 국내산 농어의 일반성분을 Table 3에 나타내었다. 봄철에 구입한 중국산 농어의 수분 함량은 $76.7 \pm 0.9\%$ 로 나타났으며, 국내산 농어는 $77.3 \pm 0.3\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 중국산 농어는 $5.3 \pm 0.6\%$ 였으나, 국내산 농어는 평균 $2.4 \pm 0.1\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 중국산은 평균 $17.7 \pm 0.7\%$, 국내산은 $20.8 \pm 1.0\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 중국산은 평균 $1.2 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.2 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

가을철에 구입한 중국산 농어의 수분 함량은 $77.7 \pm 1.4\%$ 로 나타났으며, 국내산 농어는 평균 $73.9 \pm 0.9\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 중국산 농어는 $4.5 \pm 0.3\%$, 국내산 농어는 평균 $4.2 \pm 1.5\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 중국산은 평균 $18.1 \pm 0.1\%$, 국내산은 $19.9 \pm 0.4\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 중국산은 평균 $1.2 \pm 0.3\%$, 국내산은 $1.4 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

겨울철에 구입한 중국산 농어의 수분 함량은 $75.3 \pm 1.1\%$ 로 나타났으며, 국내산 농어는 평균 $71.9 \pm 0.4\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 중국산 농어는 $3.7 \pm 1.7\%$, 국내산 농어는 평균 $6.5 \pm 0.9\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 중국산은 평균 $19.2 \pm 0.1\%$, 국내산은 $23.3 \pm 0.9\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 중국산은 평균 $1.3 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.4 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

중국산 농어와 국내산 농어의 일반성분을 비교한 결과, 수분은 봄, 가을, 겨울의 순으로 높게 나타났으며($P < 0.05$), 단백질은 봄철에 가장 낮은 함량을 나타내었다($P < 0.05$). 그리고 조지방과 회분은 겨울철에 높은 함량을 나타냈었다($P < 0.05$). 시기별로 중국산과 국내산의 일반성분의 차이

Table 3. Seasonal variations of moisture, crude lipid, crude protein and ash in muscle of imported and domestic sea bass (*L. japonicus*)

(unit : %)

Season	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	China	Korea	China	Korea	China	Korea	China	Korea
Spring	¹⁾ 76.7±0.9 ^a	77.3±0.3 ^a	5.3±0.6 ^b	2.4±0.1 ^b	17.7±0.7 ^b	20.8±1.0 ^b	1.2±0.1 ^b	1.2±0.1 ^b
Fall	77.7±1.4 ^{b2)}	73.9±0.9 ^b	4.5±0.3 ^{ab}	4.2±1.5 ^{ab}	18.1±0.1 ^b	19.9±0.4 ^b	1.2±0.3 ^{ab}	1.4±0.1 ^{ab}
Winter	75.3±1.1 ^c	71.9±0.4 ^c	3.7±1.7 ^a	6.5±0.9 ^a	19.2±0.1 ^a	23.3±0.9 ^a	1.3±0.1 ^a	1.4±0.1 ^a

¹⁾: Values are expressed as mean±SEM (n=3).

²⁾: Distinct letters indicate significant differences between season, according to Duncan's multiple range test ($P<0.05$).

를 살펴보면, 봄철에 수분과 회분 함량은 국내산과 중국산이 유의적인 차이가 없었으며, 조지방 함량은 중국산이, 조단백질은 국내산이 다소 높은 함량을 나타내었다. 가을철과 겨울철에는 조지방과 회분 함량이 유의적인 차이가 없었으며, 수분 함량은 중국산이, 조단백질 함량은 국내산이 다소 높은 경향을 나타내었다. 농어의 일반성분 함량의 변화는 계절과 원산지에 따라서 영향을 받아 유의적인 차이를 나타내는 것으로 판단된다.

국내에서 게르치로 잘못 알려져 있는 쥐노래미는 흰살 생선으로 Table 4에 나타낸 일반성분을 살펴보면, 봄철에 구입한 중국산 쥐노래미의 수분 함량은 $77.6 \pm 0.3\%$ 로 나타났으며, 국내산 쥐노래미는 $79.7 \pm 0.4\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 중국산 쥐노래미는 $3.3 \pm 0.4\%$ 였으나, 국내산 쥐노래미는 평균 $2.2 \pm 0.2\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 중국산은 평균 $17.8 \pm 1.0\%$, 국내산은 $18.7 \pm 0.1\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 중국산은 평균 $1.7 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.5 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

가을철에 구입한 중국산 쥐노래미의 수분 함량은 $72.9 \pm 1.0\%$ 로 나타났으며, 국내산 쥐노래미는 평균 $76.5 \pm 1.5\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 중국산 쥐노래미는 $6.2 \pm 0.3\%$, 국내산 쥐노래미는 평균 $3.4 \pm 0.4\%$ 로 나타났고, 조단백질 함량은 중국산은 평균 $19.4 \pm 0.1\%$, 국내산은 $20.2 \pm 0.1\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 중국산은 평균 $1.5 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.5 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

겨울철에 구입한 중국산 쥐노래미의 수분 함량은 $78.74 \pm 0.87\%$ 로 나타났으며, 국내산 쥐노래미는 평균 $79.86 \pm 0.23\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 중국산 쥐노래미는 $1.77 \pm 0.16\%$, 국내산 쥐노래미는 평균 $1.37 \pm 0.12\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 중국산은 평균 $19.31 \pm 0.01\%$, 국내산은 $20.40 \pm 0.01\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 중국산은 평균 $1.32 \pm 0.05\%$, 국내산은 $1.27 \pm 0.07\%$ 로 나타났다. 국내산과 중국산 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($P > 0.05$). 국내산 쥐노래미의 수분과 조단백질 함량이 중국산 쥐노래미에 비하여 다소 높게 나타난 반면, 조지방 함량은 중국산 쥐노래미가 다소 높은 경향을 나타내었다($P < 0.05$). 계절별에 따른 쥐노래미의 일반성분 함량의 변화를 살펴보면, 수분 함량은 가을철에 다른

Table 4. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of imported and domestic fat greenling (*H. otakii*)

(unit : %)

Season	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	China	Korea	China	Korea	China	Korea	China	Korea
Spring	77.6±0.3 ^a	79.7±0.4 ^a	3.3±0.4 ^b	2.2±0.2 ^b	17.8±1.0 ^b	18.7±0.8 ^b	1.7±0.1 ^a	1.5±0.1 ^a
Fall	72.9±1.0 ^b	76.5±1.5 ^b	6.2±0.3 ^a	3.4±0.4 ^a	19.4±0.1 ^a	20.2±0.1 ^a	1.5±0.1 ^b	1.5±0.1 ^b
Winter	78.7±0.9 ^a	79.9±0.2 ^a	1.8±0.2 ^c	1.4±0.1 ^c	19.3±0.1 ^a	20.4±0.1 ^a	1.3±0.1 ^c	1.3±0.1 ^c

Distinct letters indicate the same as those in Table 3.

계절에 비하여 다소 낮게 나타난 반면, 조지방 함량은 가을철에 가장 높은 함량을 나타내었다. 조단백질 함량은 봄철에 다소 낮게 나타났으며, 기타 계절은 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 회분 함량은 봄, 가을, 겨울 순으로 함량 변화를 나타내었다($P<0.05$).

계절별에 따른 일본산과 국내산 참돔의 일반성분을 Table 5에 나타내었다. 봄철에 구입한 일본산 참돔의 수분 함량은 $76.5\pm0.4\%$ 로 나타났으며, 국내산 참돔은 평균 $72.5\pm0.7\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 일본산 참돔은 $2.7\pm0.3\%$ 였으나, 국내산 참돔은 평균 $6.4\pm0.6\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 일본산은 평균 $19.3\pm0.5\%$, 국내산은 $19.8\pm0.3\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 일본산은 평균 $1.9\pm0.1\%$, 국내산은 $1.5\pm0.1\%$ 로 나타났다. 참돔은 농어와 돌돔과는 달리 조지방 함량이 국내산이 일본산에 비하여 높았으며, 회분 함량은 일본산이 다소 높은 것으로 나타났다($P<0.05$).

가을철에 구입한 일본산 참돔의 수분 함량은 $73.6\pm0.4\%$ 로 나타났으며, 국내산 참돔은 평균 $69.4\pm0.3\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 일본산 참돔은 $6.3\pm0.4\%$, 국내산 참돔은 평균 $11.2\pm1.7\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 일본산은 평균 $23.8\pm0.1\%$, 국내산은 $19.0\pm0.4\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 일본산은 평균 $1.6\pm0.2\%$, 국내산은 $1.2\pm0.1\%$ 로 나타났다.

겨울철에 구입한 일본산 참돔의 수분 함량은 $71.1\pm1.6\%$ 로 나타났으며, 국내산 참돔은 평균 $70.0\pm0.5\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 일본산 참돔은 $4.9\pm0.2\%$, 국내산 참돔은 평균 $6.1\pm0.4\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 일본산은 평균 $22.2\pm0.1\%$, 국내산은 $23.2\pm0.4\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 일본산은 평균 $1.4\pm0.1\%$, 국내산은 $1.4\pm0.1\%$ 로 나타났다.

계절별에 따른 참돔의 일반성분의 변화를 살펴보면, 조지방 함량은 가을, 겨울, 봄으로 갈수록 높게 변화하였으며, 조단백질은 겨울, 가을, 봄의 순으로 높게 나타났다($P<0.05$). 수분과 회분 함량은 봄철을 제외하고는 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P>0.05$). 그리고 수입산과 국내산 모두 수분 함량이 다른 계절보다 다소 낮은 시기에 조지방 함량이 높은

Table 5. Seasonal variations of moisture, crude lipid, crude protein and ash in muscle of imported and domestic red sea bream(*P. major*)

(unit : %)

Season	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea
Spring	76.5±0.4 ^a	72.5±0.7 ^a	2.7±0.3 ^c	6.4±0.6 ^c	19.3±0.5 ^c	19.8±0.3 ^c	1.9±0.1 ^a	1.5±0.1 ^a
Fall	73.6±0.4 ^b	69.4±2.3 ^b	6.3±0.4 ^a	11.2±1.7 ^a	23.8±0.1 ^b	19.0±0.4 ^b	1.6±0.2 ^b	1.2±0.1 ^b
Winter	71.1±1.6 ^b	70.0±0.5 ^b	4.9±0.2 ^b	6.1±0.4 ^b	22.2±0.1 ^a	23.2±0.4 ^a	1.4±0.1 ^b	1.4±0.1 ^b

Distinct letters indicate the same as those in Table 3.

것을 확인할 수 있었다.

Table 6은 일본산과 국내산 돌돔의 계절별 일반성분을 나타내었다. 봄철에 구입한 일본산 돌돔의 수분 함량은 $72.0 \pm 0.6\%$ 로 나타났으며, 국내산 돌돔은 평균 $69.1 \pm 0.1\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 일본산 돌돔은 $7.9 \pm 0.4\%$ 였으나, 국내산 돌돔은 평균 $7.9 \pm 1.7\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 일본산은 평균 $18.3 \pm 1.1\%$, 국내산은 18.0 ± 0.2 로 나타났으며, 회분 함량은 일본산은 평균 $1.3 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.4 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

가을철에 구입한 일본산 돌돔의 수분 함량은 $73.3 \pm 0.3\%$ 로 나타났으며, 국내산 돌돔은 평균 $73.4 \pm 1.6\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 일본산 돌돔은 $6.2 \pm 0.3\%$, 국내산 돌돔은 평균 $5.9 \pm 1.5\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 일본산은 평균 $19.6 \pm 0.1\%$, 국내산은 $19.1 \pm 0.6\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 일본산은 평균 $1.4 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.5 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

겨울철에 구입한 일본산 돌돔의 수분 함량은 $73.0 \pm 0.7\%$ 로 나타났으며, 국내산 돌돔은 평균 $72.4 \pm 1.6\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 일본산 돌돔은 $8.1 \pm 0.5\%$, 국내산 돌돔은 평균 $4.6 \pm 1.2\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 일본산은 평균 $18.0 \pm 0.1\%$, 국내산은 24.8 ± 0.4 로 나타났으며, 회분 함량은 일본산은 평균 $1.3 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.4 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

계절별에 따른 돌돔의 일반성분의 변화는 수분 함량이 봄철에 가장 낮았으며, 이 시기에 조지방 함량은 다른 계절에 비하여 높은 경향을 나타내었다. 회분 함량은 계절별에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 ($P > 0.05$), 조단백질 함량은 겨울, 가을, 봄 순으로 유의적인 차이를 나타내었다 ($P < 0.05$).

일본산과 국내산의 일반성분 차이는 대부분 계절에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 ($P > 0.05$), 겨울철 조지방 함량은 일본산이 국내산에 비하여 유의적인 차이를 나타내었으며, 동시기에 조단백질 함량은 국내산이 일본산에 비하여 다소 높은 경향을 나타내었다 ($P < 0.05$).

봄철에 구입한 일본산 먹장어의 수분함량은 $76.5 \pm 0.7\%$ 로 나타났으며,

Table 6. Seasonal variations of moisture, crude lipid, crude protein and ash in muscle of imported and domestic rock bream(*O. fasciatus*)

(unit : %)

Season	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea
Spring	72.0±0.6 ^b	69.1±1.1 ^b	7.9±0.4 ^a	7.9±1.7 ^a	18.3±1.1 ^c	18.0±0.2 ^c	1.3±0.1 ^a	1.4±0.1 ^a
Fall	73.3±0.3 ^a	73.4±1.6 ^a	6.2±0.3 ^b	5.9±1.5 ^b	19.6±0.1 ^b	19.1±0.6 ^b	1.4±0.1 ^a	1.5±0.1 ^a
Winter	73.0±0.7 ^a	72.4±1.6 ^a	8.1±0.5 ^b	4.6±1.2 ^b	18.0±0.1 ^a	24.0±0.8 ^a	1.3±0.1 ^a	1.4 ±0.1 ^a

Distinct letters indicate the same as those in Table 3.

국내산 먹장어는 평균 $77.4 \pm 1.3\%$ 로 나타났으며, 조지방 함량은 일본산 먹장어는 $5.2 \pm 1.2\%$ 였으나, 국내산 먹장어는 평균 $4.4 \pm 0.4\%$ 로 나타났다. Table 7에서 나타낸 결과를 보면 조단백질 함량은 일본산이 평균 $17.4 \pm 2.0\%$, 국내산은 17.6 ± 1.4 로 나타났으며, 회분 함량은 일본산은 평균 $1.5 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.3 \pm 0.1\%$ 로 나타났다. 이 시기에 국내산과 일본산 먹장어의 일반성분은 수분 함량은 국내산이, 회분 함량은 일본산이 다소 높은 경향을 나타내었으며, 기타 성분은 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$).

가을철에 구입한 일본산 먹장어의 수분 함량은 $74.6 \pm 0.7\%$ 로 나타났으며, 국내산 먹장어는 평균 $78.0 \pm 0.7\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 일본산 먹장어는 $5.2 \pm 0.4\%$, 국내산 먹장어는 평균 $5.6 \pm 0.3\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 일본산은 평균 $19.2 \pm 0.1\%$, 국내산은 19.4 ± 0.1 로 나타났으며, 회분 함량은 일본산은 평균 $1.6 \pm 0.2\%$, 국내산은 $1.4 \pm 0.1\%$ 로 나타났다.

봄철과 마찬가지로 수분 및 회분 함량이 국내산과 일본산이 유의적인 차이를 나타내었으며($P < 0.05$), 조단백질과 조지방 함량은 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$).

겨울철에 구입한 일본산 먹장어의 수분 함량은 $75.5 \pm 1.0\%$ 로 나타났으며, 국내산 먹장어는 평균 $72.4 \pm 1.0\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 일본산 먹장어는 $6.3 \pm 0.2\%$, 국내산 먹장어는 평균 $10.9 \pm 0.5\%$ 로 나타났으며, 조단백질 함량은 일본산은 평균 $16.8 \pm 0.1\%$, 국내산은 $15.8 \pm 0.1\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 일본산은 평균 $1.3 \pm 0.1\%$, 국내산은 $1.3 \pm 0.1\%$ 로 나타났다. 겨울철은 다른 계절에 비하여 조지방 함량이 가장 높았으며, 수분과 조단백질 함량이 다소 낮은 경향을 나타냈다. 또한 다른 계절과는 달리 일본산과 국내산의 일반성분 함량의 차이가 두드러지게 나타났으며, 조지방함량이 국내산이 다소 높은 경향을 나타내었으며 일본산은 수분과 조단백질 함량이 국내산에 비하여 높게 나타났다.

계절별에 따른 일본산 먹장어와 국내산 먹장어의 일반성분 함량의 변화는 회분을 제외한 일반성분에서 계절적인 차이를 나타내었다($P < 0.05$). 조지방은 겨울, 가을, 봄의 순으로 높게 나타났으며, 조단백질은 가을,

Table 7. Seasonal variations of moisture, crude lipid, crude protein and ash in muscle of imported and domestic Hagfish (*E. burgeri*)

(unit : %)

Season	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea
Spring	76.5±0.7 ^a	77.4±1.3 ^a	5.2±1.2 ^c	4.4±0.4 ^c	17.4±2.0 ^b	17.6±1.4 ^b	1.5±0.1 ^{ab}	1.3±0.1 ^{ab}
Fall	74.6±0.7 ^a	78.0±0.7 ^a	5.2±0.4 ^b	5.6±0.3 ^b	19.2±0.1 ^a	19.4±0.1 ^a	1.6±0.2 ^a	1.4±0.1 ^a
Winter	75.5±1.0 ^b	72.4±1.0 ^b	6.3±0.2 ^a	10.9±0.5 ^a	16.8±0.1 ^c	15.8±0.1 ^c	1.3±0.1 ^b	1.3±0.1 ^b

Distinct letters indicate the same as those in Table 3.

봄, 겨울의 순으로 높게 나타났다($P<0.05$). 이상의 결과로 살펴볼 때, 조사된 모든 어종의 일반성분 변화는 계절과 원산지에 따라서 큰 영향을 받고 있었으며, 가장 큰 변화를 나타내는 것은 수분과 조지방 함량으로 나타났다. 그러나 일부 어종은 조단백질과 회분 함량의 변화도 나타나는 것으로 확인되었다.

이는 양식산 어류와 천연산 어류의 일반성분 조성을 3군으로 구별한 Saeki와 Kumagai(1984)의 보고와 마찬가지로 수입산 활어 보다 국내산 어류가 조지방 함량이 높고 수분 함량이 낮은 군, 수분 함량은 차이가 없고 조지방 함량이 높은 군, 어느 성분에서도 차이를 볼 수 없는 군으로 나타낼 수 있다.

1. 2. 무기질 함량의 변화

수입산과 국내산 활어의 무기질 함량을 분기별로 분석한 결과를 Table 8, Table 9, Table 10에 나타내었다. 수입산과 국내산의 무기질 함량은 유의적인 차이가 없었으나, Ca, Fe 함량은 수입산과 국내산 간은 다소 차이가 있었다.

봄철 농어의 무기질 함량은 Table 11에 나타낸 바와 같이 Ca 함량은 수입산과 국내산의 차이가 없었으나 Fe 함량은 수입산이 1.00 ± 0.11 mg/kg으로 나타났으며, 국내산은 3.33 ± 0.87 mg/kg으로 나타나 국내산이 수입산 보다 다소 높은 것으로 나타났다. 먹장어, 쥐노래미, 참돔도 농어와 마찬가지로 Fe함량이 다소 차이가 있었는데, 수입산 먹장어는 3.57 ± 0.21 mg/kg, 국내산 먹장어는 2.50 ± 0.49 mg/kg으로 국내산 보다 수입산이 다소 높은 경향을 나타내었다. 쥐노래미와 참돔 수입산은 각각 0.68 ± 0.31 mg/kg, 0.68 ± 0.24 mg/kg으로 나타났으며, 국내산은 각각 1.03 ± 0.14 mg/kg, 3.04 ± 1.56 mg/kg으로 수입산 보다 국내산이 다소 높은 경향을 나타내었으며, 기타 성분은 차이가 없었다.

가을, 겨울에 5종의 수입산과 국내산의 무기질 함량은 수입산과 국내산간의 각각 성분에 대한 값의 차이는 있으나 그 차이는 미미하였다.

Table 8. Seasonal variations of mineral contents in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in spring

		Mineral content							
		Na (mg/100g)	Ca (mg/100g)	K (mg/100g)	Mg (mg/100g)	P (mg/100g)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Sea bass	China	32.07±1.11	20.24±4.06	499.63±8.96	29.59±0.57	315.31±9.77	1.00±0.11	0.36±0.04	4.82±0.11
	Korea	53.86±6.88	26.31±2.78	552.77±45.06	22.35±3.18	215.92±11.28	3.33±0.87	0.32±0.17	4.49±1.40
Fat greenling	China	40.33±5.57	17.95±1.87	533.39±15.05	21.87±1.81	323.91±18.20	0.68±0.31	0.21±0.04	3.05±0.03
	Korea	31.36±1.03	22.80±3.10	502.37±18.64	19.79±1.63	354.97±12.60	1.03±0.14	0.27±0.02	3.85±0.15
Red sea bream	Japan	35.78±2.34	23.67±3.90	531.02±22.98	38.26±1.78	380.69±16.41	0.68±0.24	0.20±0.02	3.85±0.15
	Korea	48.23±4.77	22.94±2.81	543.88±36.04	26.51±2.62	207.57±20.99	3.04±1.56	0.33±0.07	10.39±1.84
Rock bream	Japan	28.55±2.11	8.26±2.78	525.04±18.55	24.61±2.62	265.62±28.76	0.86±1.02	0.21±0.13	2.38±0.14
	Korea	32.27±1.32	11.69±2.03	455.47±36.28	22.11±2.09	260.36±41.77	3.19±0.21	0.30±0.11	4.63±0.43
Hagfish	Japan	35.94±0.97	5.82±0.40	341.01±10.55	19.92±0.63	199.16±3.90	3.57±0.21	0.53±0.02	6.68±0.55
	Korea	33.95±2.14	4.73±0.49	288.54±24.62	19.75±0.67	250.27±22.89	2.50±0.49	0.47±0.06	6.13±0.75

Table 9. Seasonal variations of mineral contents in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in fall

		Mineral content							
		Na	Ca	K	Mg	P	Fe	Cu	Zn
		(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Sea bass	China	28.71±5.49	9.77±2.87	356.53±21.45	32.29±0.33	253.42±6.58	3.32±0.88	0.27±0.10	4.26±0.45
	Korea	38.87±9.30	9.04±2.70	287.37±21.36	25.23±1.05	186.13±2.99	4.22±0.41	0.17±0.07	8.81±1.05
Fat greenling	China	26.36±1.94	10.45±2.36	593.19±46.60	36.29±1.04	313.05±17.32	2.17±0.10	0.32±0.02	4.31±0.20
	Korea	44.95±2.60	11.92±3.74	573.75±17.74	35.66±1.25	306.99±7.51	1.77±0.32	0.27±0.02	3.41±0.19
Red sea bream	Japan	39.68±1.02	13.97±2.04	529.42±14.76	39.01±0.59	349.08±8.65	2.24±0.30	0.23±0.02	3.29±0.10
	Korea	29.86±1.56	11.95±2.78	433.09±3.82	25.59±5.39	274.21±21.35	3.37±0.35	1.36±0.41	7.04±0.42
Rock bream	Japan	27.22±1.88	8.34±1.63	447.93±14.95	37.08±1.21	323.67±11.44	2.86±0.28	0.31±0.02	3.58±0.28
	Korea	33.72±3.03	7.96±0.98	383.45±22.00	33.12±3.29	257.14±10.59	4.52±0.33	0.32±0.05	8.25±0.89
Hagfish	Japan	39.54±2.01	8.85±1.85	302.54±10.51	24.45±3.21	281.41±19.62	3.62±0.61	0.72±0.10	8.54±1.34
	Korea	40.25±3.92	6.04±0.96	279.48±10.65	21.48±2.65	240.67±10.54	2.73±0.20	0.46±0.08	9.05±0.98

Table 10. Seasonal variations of mineral contents in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in winter

		Mineral content							
		Na	Ca	K	Mg	P	Fe	Cu	Zn
		(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Sea bass	China	35.70±2.18	16.84±3.94	423.65±20.64	31.65±1.30	289.04±11.30	0.85±0.08	0.22±0.03	6.01±0.05
	Korea	52.16±4.08	17.34±2.24	440.35±38.61	28.59±2.85	238.10±13.09	2.01±0.58	0.22±0.07	6.63±1.02
Fat greenling	China	33.40±1.57	9.12±1.26	510.64±14.06	22.55±2.01	332.62±18.21	0.41±0.11	0.41±0.05	4.02±0.05
	Korea	36.36±2.83	9.02±1.69	478.62±15.09	27.42±2.85	311.20±11.56	0.80±0.08	0.41±0.03	3.52±0.23
Red sea bream	Japan	37.78±2.34	10.03±1.69	502.30±28.61	26.58±2.86	390.33±14.64	0.72±0.12	0.27±0.01	4.76±0.32
	Korea	36.28±1.98	15.38±2.64	438.90±16.95	23.54±3.08	365.28±14.28	1.12±0.05	0.33±0.01	7.82±0.53
Rock bream	Japan	28.67±3.11	8.84±0.82	453.61±32.06	24.85±3.08	332.05±16.50	2.72±0.52	0.19±0.05	4.01±0.20
	Korea	31.72±2.23	9.61±1.02	395.81±24.08	22.23±2.15	236.20±16.88	3.05±0.18	0.29±0.03	6.69±0.13
Hagfish	Japan	36.42±1.72	8.46±0.40	375.21±9.61	20.84±1.76	207.85±6.95	3.26±0.25	0.46±0.08	8.89±0.09
	Korea	36.88±1.07	7.30±1.49	342.03±19.65	22.61±2.03	236.35±21.85	2.40±0.19	0.52±0.04	7.45±0.12

1. 3. 지방산 조성의 변화

국내산과 수입산 농어, 쥐노래미, 참돔, 돌돔, 먹장어에서 추출한 총지방질의 지방질의 조성은 Table 11, 12, 13, 14, 15와 같았다. 각 어종별 지방산 조성은 먹장어를 제외하고는 다소의 차이는 보였지만, 대부분 포화지방산에서의 조성은 palmitic acid(16:0)와 stearic acid(18:0)가 주요 성분이었으며, palmitoleic acid(16:1) 및 oleic acid(18:1)를 주체로 하는 모노엔산과 폴리엔산에서는 EPA(20:5), DHA(22:6)의 조성비가 가장 높게 나타났다. 주요 구성지방산은 어종별로 다소 차이를 보였으며, 대부분 16:0, 18:1의 조성비가 가장 높게 나타났으며, 22:6, 20:5, 16:1, 18:0의 조성비도 높은 수치를 보였다.

각 어종간의 지방산조성은 국내산과 수입산 활어의 계절에 따른 변화를 등과 배로 나누어 비교해 보았다. Table 11은 농어의 지방산 조성을 계절별로 나타낸 것이다. 농어는 18:1, 16:0, 22:6, 16:1, 20:5, 18:0의 순으로 대부분 높은 조성비를 보였다. 그리고 계절에 따라 조금씩 차이를 보였으며 특히 수입산 농어는 겨울철이 다른 계절에 비해 높은 폴리엔산의 조성비를 보였으며, 국내산 농어는 봄철에 높은 폴리엔산의 조성비를 보였다. 그리고 겨울철에는 특히 국내산과 수입산 모두 DHA(22:6) 조성비가 높게 나타난 특징을 보였다. 즉, 봄철에는 국내산 농어가 수입산 농어에 비해 폴리엔산 및 오메가 3 지방산 계열의 지방산인 DHA(22:6), EPA(20:5)의 조성비가 높게 나타났으며, 겨울철에는 수입산 농어에서 이와 같은 조성비를 보였다. 그리고 그에 따라 전체적으로 폴리엔산의 조성비가 높은 경향을 보이며 모노엔산의 조성비가 상대적으로 낮게 나타났으며, 그 외의 조성비 차이는 미미하게 나타났다.

쥐노래미의 지방산 조성은 Table 12에 나타내었으며, 앞에 언급된 어종과는 조금 다른 경향을 보였다. 특히 DHA(22:6)의 조성비 함량이 20~30% 전후로 높은 조성비를 보였으며, 이에 따라 모노엔산인 16:1의 조성비가 낮게 나타나는 특징을 보였다. 전체적으로 폴리엔산의 조성비가 높게 나타났으며, 오메가 3 지방산의 조성비 역시 높게 나타났다. 계절적으

Table 11. Seasonal variations of fatty acid composition in muscle of imported and domestic sea bass

(unit : area%)

	Spring				Fall				Winter			
	D ¹⁾		V ²⁾		D		V		D		V	
	China	Korea	China	Korea	China	Korea	China	Korea	China	Korea	China	Korea
C14:0	5.19	4.11	3.89	3.18	5.10	5.02	4.17	4.24	5.16	3.44	4.10	3.70
C15:0	0.64	0.57	0.60	0.48	0.67	2.16	0.59	0.45	0.70	0.42	0.64	0.48
C16:0	21.65	18.19	20.36	17.46	20.96	21.07	21.23	19.98	19.40	19.31	18.77	18.27
C17:0	0.44	1.29	0.54	0.54	0.43	1.39	0.52	0.90	-	1.48	0.84	1.51
C18:0	4.44	4.92	3.94	5.06	2.69	4.83	3.82	2.55	2.93	3.20	3.13	2.66
C20:0	1.23	2.05	2.03	1.36	1.24	0.66	1.42	1.36	2.59	0.46	1.77	0.50
C22:0	0.53	-	1.39	0.47	0.52	-	0.73	-	1.30	1.65	1.16	1.75
Saturates	34.12	31.13	32.75	28.55	31.61	35.13	32.48	29.48	32.08	29.96	30.41	28.87
C14:1	0.19	-	0.23	0.57	0.23	0.33	0.19	0.57	1.52	0.34	-	0.22
C15:1	0.36	-	0.25	-	0.38	0.36	0.08	-	-	-	-	-
C16:1	10.67	9.03	9.65	8.11	12.28	11.47	10.86	10.64	8.16	10.39	8.39	10.15
C17:1	0.50	-	0.54	-	0.51	0.93	0.54	0.95	-	0.83	1.14	0.83
C18:1	20.32	18.15	21.76	17.47	21.88	18.57	22.96	25.99	20.12	18.63	19.14	22.36
C20:1	-	0.91	0.10	-	0.07	-	0.14	-	-	2.52	-	2.58
C22:1	-	-	0.07	0.90	0.04	-	0.05	-	-	-	-	0.36
C24:1	1.98	1.98	1.93	4.35	1.61	2.86	1.75	1.68	2.12	2.05	2.55	1.82
Monoenes	34.02	30.07	34.53	31.40	37.00	34.52	36.57	39.83	31.92	34.76	31.22	38.32
C18:2	3.52	2.74	4.35	1.84	7.22	2.81	6.87	5.89	5.61	4.12	5.02	3.82
C18:2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:3	0.92	0.93	1.27	0.79	1.34	0.89	1.17	1.46	1.63	1.23	1.43	1.21
C20:2	-	2.85	0.04	2.92	0.15	-	0.15	-	-	-	1.03	0.50
C20:3	3.10	-	2.14	-	2.01	3.73	2.39	1.32	1.68	1.81	1.95	1.95
C20:4	0.54	1.63	0.14	1.74	0.08	0.56	0.12	-	0.71	1.01	0.72	0.46
C20:4	-	3.64	0.72	4.87	0.61	-	0.58	-	-	-	-	1.11
C20:5	9.36	8.33	8.06	9.92	6.46	7.75	5.80	8.51	7.95	10.89	8.11	9.67
C22:2	0.12	1.72	1.57	3.44	0.23	-	0.21	-	0.35	-	0.31	-
C22:6	14.30	16.96	14.43	14.53	13.29	14.61	13.66	13.51	18.07	16.22	19.80	14.09
Polyenes	31.86	38.8	32.72	40.05	31.39	30.35	30.95	30.69	36.00	35.28	38.37	32.81
ω-3	25.12	27.85	23.90	26.98	21.17	23.81	20.75	23.48	28.36	29.35	30.06	25.43
ω-6	6.62	9.23	7.25	9.63	9.99	6.54	9.99	7.21	7.29	5.93	8.00	7.38
ω-3/ω-6	3.79	3.02	3.30	2.80	2.12	3.64	2.08	3.26	3.89	4.95	3.76	3.45
UFA/SFA	1.93	2.21	2.05	2.50	2.16	1.85	2.08	2.39	2.12	2.34	2.29	2.46
MUFA/SFA	1.00	0.97	1.05	1.10	1.17	0.98	1.13	1.35	1.00	1.16	1.03	1.33
PUFA/SFA	0.93	1.25	1.00	1.40	0.99	0.86	0.95	1.04	1.12	1.18	1.26	1.14
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle

Table 12. Seasonal variations of fatty acid composition in muscle of imported and domestic fat greenling

(unit : area%)

	Spring				Fall				Winter			
	D ¹⁾		V ²⁾		D		V		D		V	
	China	Korea	China	Korea	China	Korea	China	Korea	China	Korea	China	Korea
C14:0	2.74	1.53	2.64	2.75	2.73	3.01	4.06	2.00	5.94	1.46	5.39	0.61
C15:0	0.36	0.33	0.37	0.44	0.38	0.44	0.54	0.46	-	-	-	-
C16:0	15.93	17.34	17.38	17.71	15.01	19.21	15.50	20.92	19.19	20.55	19.94	20.86
C17:0	0.64	0.46	0.67	0.44	1.23	1.32	1.81	0.45	-	0.70	2.28	0.12
C18:0	3.12	5.26	3.71	4.68	2.30	2.79	3.68	3.59	3.50	5.33	4.97	5.14
C20:0	2.48	0.86	2.96	1.84	2.95	2.11	2.39	1.45	2.80	1.29	2.76	0.54
C22:0	1.59	0.85	2.08	1.20	2.80	2.12	2.10	0.47	-	2.10	1.00	2.19
Saturates	26.86	26.63	29.81	29.06	27.40	31.00	30.08	29.34	31.43	31.43	36.34	29.46
C14:1	0.16	0.07	0.18	0.50	0.33	0.28	0.03	0.17	1.53	0.20	-	-
C15:1	-	0.33	0.13	0.20	-	-	0.18	0.46	-	-	-	1.77
C16:1	9.87	5.39	9.42	4.63	6.77	9.71	10.49	13.21	9.78	8.11	10.42	7.10
C17:1	0.37	0.29	0.44	0.37	0.25	0.21	0.34	0.75	-	4.33	-	0.74
C18:1	19.80	14.63	21.68	14.27	16.74	25.43	16.88	30.84	19.27	19.01	17.59	19.69
C20:1	0.24	0.15	0.04	-	0.31	0.03	0.11	0.02	-	-	0.09	0.31
C22:1	0.37	0.20	0.13	0.32	-	0.20	0.21	0.17	-	-	-	0.22
C24:1	1.42	1.58	1.43	1.45	1.20	0.94	0.69	1.07	0.35	1.91	0.91	1.51
Monoenes	32.23	22.64	33.45	21.74	25.60	36.80	28.93	46.69	30.93	33.56	29.01	31.34
C18:2	1.54	1.05	1.53	1.21	1.73	1.83	2.50	1.22	1.94	1.80	1.41	0.40
C18:2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:3	0.87	0.41	0.82	0.64	1.12	0.93	1.71	0.57	0.76	0.37	1.05	0.71
C20:2	-	-	0.11	-	-	0.01	0.11	0.07	-	-	-	1.41
C20:3	1.47	4.20	1.37	3.87	0.73	1.21	1.18	2.02	1.13	1.92	1.09	1.13
C20:4	0.72	0.07	0.12	0.48	0.92	0.32	0.27	0.17	0.79	1.00	0.93	1.01
C20:4	-	0.41	0.67	-	-	0.17	0.59	0.29	-	-	-	-
C20:5	12.41	10.39	10.57	12.07	14.81	9.38	15.15	8.93	11.52	11.86	9.34	10.90
C22:2	0.69	2.23	0.78	0.20	0.49	0.03	0.68	0.19	-	0.77	1.00	-
C22:6	23.21	31.97	20.77	30.73	27.20	18.32	18.80	10.51	21.50	17.29	19.83	23.64
Polyenes	40.91	50.73	36.74	49.20	47.00	32.20	40.91	23.97	37.64	35.01	34.65	39.20
ω-3	37.21	42.84	32.28	43.92	44.05	28.95	35.93	20.18	34.57	30.52	31.15	36.26
ω-6	3.01	5.66	3.68	5.08	2.46	3.22	4.38	3.60	3.07	3.72	2.50	2.94
ω-3/ω-6	12.36	7.57	8.77	8.65	17.91	8.99	8.20	5.61	11.26	8.20	12.46	12.33
UFA/SFA	2.72	2.76	2.36	2.44	2.65	2.23	2.32	2.41	2.18	2.18	1.75	2.39
MUFA/SFA	1.20	0.85	1.12	0.75	0.93	1.19	0.96	1.59	0.98	1.07	0.80	1.06
PUFA/SFA	1.52	1.90	1.23	1.69	1.72	1.04	1.36	0.82	1.20	1.12	0.95	1.33
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle

Table 13. Seasonal variations of fatty acid composition in muscle of imported and domestic red sea bream

(unit : area%)

	Spring				Fall				Winter			
	D ¹⁾		V ²⁾		D		V		D		V	
	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea
C14:0	2.86	5.40	3.26	3.36	4.09	7.61	4.35	5.54	5.16	2.60	3.87	2.48
C15:0	0.38	0.51	0.41	0.56	0.48	0.61	0.47	-	0.49	0.38	0.39	0.21
C16:0	18.82	14.74	20.38	21.75	21.50	21.59	20.62	19.48	21.74	17.63	21.14	16.41
C17:0	0.43	-	0.43	1.04	0.48	2.04	0.45	1.48	0.48	1.12	0.39	1.71
C18:0	5.84	6.97	6.21	7.47	6.52	4.51	6.04	5.37	7.04	6.29	5.60	5.30
C20:0	3.06	2.70	1.93	2.46	2.45	-	2.25	2.06	1.08	0.46	4.05	0.71
C22:0	1.76	0.87	1.54	0.33	1.37	1.01	1.14	1.57	1.33	2.66	7.08	3.01
Saturates	33.15	31.19	34.16	36.97	36.89	37.37	35.32	35.5	37.32	31.14	42.52	29.83
C14:1	0.10	-	0.10	-	0.15	0.35	0.16	-	0.19	-	0.20	-
C15:1	0.22	-	0.28	-	0.11	-	0.15	-	-	-	-	-
C16:1	5.21	5.93	5.37	6.32	5.96	11.45	6.12	9.27	8.07	5.97	6.06	5.91
C17:1	0.40	-	0.32	0.33	0.38	1.67	0.48	1.2	0.44	0.75	0.33	0.88
C18:1	18.19	14.35	18.20	16.46	21.13	18.06	23.85	22.32	19.30	20.94	20.56	19.98
C20:1	0.15	0.63	0.20	-	0.36	1.56	0.25	-	0.43	2.42	0.33	2.03
C22:1	0.01	-	0.08	2.32	0.11	-	0.08	-	-	0.51	0.42	0.42
C24:1	3.28	3.64	0.32	2.85	2.49	2.12	3.13	2.82	3.78	3.12	3.03	4.03
Monoenes	27.56	24.55	24.87	28.28	30.69	35.21	34.22	35.61	32.21	33.71	30.93	33.25
C18:2	5.78	2.00	5.80	1.47	5.87	1.89	5.95	1.77	0.25	1.11	0.21	1.31
C18:2	-	-	-	0.37	-	-	-	-	-	0.36	-	0.81
C18:3	0.59	-	0.66	0.86	1.13	0.78	1.18	-	1.46	0.55	1.10	0.77
C20:2	0.14	1.66	0.19	0.24	0.18	-	0.16	-	-	-	-	-
C20:3	1.63	-	1.94	-	1.24	0.97	1.18	1.03	1.08	1.37	0.86	2.02
C20:4	0.03	2.38	0.76	1.05	0.12	1.00	-	1.06	1.49	0.95	1.13	0.88
C20:4	0.77	-	0.09	1.16	0.75	-	0.77	-	-	-	-	-
C20:5	6.73	10.15	6.99	8.32	7.49	10.46	7.19	10.51	5.56	7.33	7.44	8.49
C22:2	0.31	0.86	0.04	-	0.37	-	0.49	-	0.56	0.80	0.44	0.93
C22:6	23.31	27.21	24.50	21.28	15.27	12.32	13.54	14.52	20.07	22.68	15.37	21.71
Polyenes	39.29	44.26	40.97	34.75	32.42	27.42	30.46	28.89	30.47	35.15	26.55	36.92
ω -3	30.66	39.74	32.91	31.51	24.01	24.56	21.91	26.09	28.58	31.51	25.04	31.85
ω -6	8.32	3.66	8.02	2.87	8.04	2.86	8.06	2.80	1.33	2.48	1.07	3.33
ω -3/ ω -6	3.69	10.86	4.10	10.98	2.99	8.59	2.72	9.32	21.49	12.71	23.40	9.56
UFA/SFA	2.02	2.21	1.93	1.70	1.71	1.68	1.83	1.82	1.68	2.21	1.35	2.35
MUFA/SFA	0.83	0.79	0.73	0.76	0.83	0.94	0.97	1.00	0.86	1.08	0.73	1.11
PUFA/SFA	1.19	1.42	1.20	0.94	0.88	0.73	0.86	0.81	0.82	1.13	0.62	1.24
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle

Table 14. Seasonal variations of fatty acid composition in muscle of imported and domestic rock bream

(unit : area%)

	Spring				Fall				Winter			
	D ¹⁾		V ²⁾		D		V		D		V	
	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea
C14:0	4.59	5.21	7.03	1.91	4.60	4.10	4.94	4.88	5.47	2.98	5.98	1.80
C15:0	0.69	0.65	0.64	5.07	0.45	0.46	0.38	0.50	0.68	0.30	0.93	-
C16:0	21.22	23.87	23.71	15.13	17.51	21.89	19.88	23.53	19.94	22.25	18.70	20.98
C17:0	0.59	0.39	0.77	2.58	0.91	1.17	0.75	1.22	0.92	0.74	0.68	0.65
C18:0	3.60	7.32	6.47	5.69	3.19	3.78	4.01	3.83	3.41	5.39	3.97	5.12
C20:0	2.61	1.32	1.53	-	2.45	-	1.81	-	5.44	0.29	3.17	0.27
C22:0	2.12	0.28	-	2.15	1.84	-	-	-	2.82	0.33	2.58	0.72
Saturates	35.42	39.04	40.15	32.53	30.95	31.4	31.77	33.96	38.68	32.28	36.01	29.54
C14:1	0.18	0.13	0.32	-	0.21	0.24	0.33	0.28	0.34	-	0.68	-
C15:1	0.24	0.14	-	1.85	0.28	-	0.12	-	-	0.21	0.92	-
C16:1	10.07	12.69	13.38	10.51	8.99	9.06	8.42	10.06	8.21	8.32	8.35	8.21
C17:1	0.50	0.67	1.16	-	0.28	0.59	0.93	0.62	0.43	0.72	23.61	0.62
C18:1	17.05	20.23	14.13	16.75	21.20	19.41	20.76	21.46	24.61	20.19	-	20.59
C20:1	0.22	0.48	0.24	-	0.12	2.07	1.32	2.02	0.41	2.55	-	2.50
C22:1	0.09	0.38	-	2.56	0.51	2.43	2.12	1.32	0.37	0.60	-	0.71
C24:1	2.73	3.31	4.22	3.92	3.35	2.03	2.72	1.96	3.08	2.90	3.26	3.25
Monoenes	31.08	38.03	33.45	35.59	34.94	35.83	36.72	37.72	37.45	35.49	36.82	35.88
C18:2	3.19	0.75	0.58	3.90	5.89	1.52	4.91	1.67	6.60	11.52	5.94	11.73
C18:2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.35	-	-
C18:3	1.14	0.39	0.11	-	0.92	-	0.01	1.21	0.91	1.39	-	1.35
C20:2	0.06	0.18	0.16	0.84	0.19	-	0.14	-	0.32	0.48	-	0.72
C20:3	1.70	3.15	4.41	1.01	1.33	0.70	0.34	-	1.14	1.03	1.30	1.33
C20:4	0.13	0.46	0.66	0.81	1.16	2.01	1.32	1.31	1.35	0.53	1.24	0.62
C20:4	1.06	0.07	-	0.80	-	1.77	-	-	-	0.81	-	1.02
C20:5	7.41	7.15	12.21	10.94	7.55	11.46	9.44	8.88	5.95	5.30	6.17	5.79
C22:2	0.28	1.30	2.05	-	0.05	-	0.03	-	0.34	0.23	1.70	-
C22:6	18.53	9.48	6.22	13.58	17.02	15.31	15.32	15.25	7.26	10.59	10.82	12.02
Polyenes	33.50	22.93	26.40	31.88	34.11	32.77	31.51	28.32	23.87	32.23	27.17	34.58
ω-3	27.21	17.48	19.20	25.33	26.65	28.78	26.09	26.65	15.47	17.81	18.23	19.78
ω-6	6.01	4.15	5.15	6.55	7.41	3.99	5.39	1.67	8.06	13.84	7.24	14.80
ω-3/ω-6	4.53	4.21	3.73	3.87	3.60	7.21	4.84	15.96	1.92	1.29	2.52	1.34
UFA/SFA	1.82	1.56	1.49	2.07	2.23	2.18	2.15	1.94	2.12	2.34	2.29	2.46
MUFA/SFA	0.88	0.97	0.83	1.09	1.13	1.14	1.16	1.11	1.00	1.16	1.03	1.33
PUFA/SFA	0.95	0.59	0.66	0.98	1.10	1.04	0.99	0.83	1.12	1.18	1.26	1.14
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle

Table 15. Seasonal variations of fatty acid composition in muscle of imported and domestic hagfish

(unit : area%)

	Spring		Fall		Winter	
	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea
C14:0	5.69	4.16	4.81	6.88	3.88	3.32
C15:0	0.40	0.36	0.36	0.82	–	–
C16:0	18.41	17.35	18.11	14.95	18.99	16.03
C17:0	0.68	0.45	0.32	0.81	–	–
C18:0	5.35	6.42	6.71	3.38	7.18	5.76
C20:0	2.75	2.15	2.10	2.47	2.51	3.71
C22:0	1.22	0.59	1.21	1.04	1.33	1.36
Saturates	34.50	31.48	33.62	30.35	33.89	30.18
C14:1	–	0.12	0.32	0.72	–	0.58
C15:1	0.34	0.28	–	–	–	–
C16:1	5.20	4.66	5.16	5.59	6.22	4.47
C17:1	0.59	0.65	0.32	–	–	0.65
C18:1	41.18	42.17	40.12	38.85	38.82	43.16
C20:1	0.22	0.04	0.03	–	–	0.07
C22:1	–	0.29	0.17	0.16	–	–
C24:1	8.00	8.16	8.94	11.03	8.19	8.86
Monoenes	55.53	56.37	55.06	56.35	53.23	57.79
C18:2	0.43	0.62	0.34	0.55	–	0.67
C18:2	–	–	–	–	–	–
C18:3	0.13	0.26	0.42	0.19	1.00	0.07
C20:2	–	0.05	–	–	–	–
C20:3	3.02	2.43	2.15	2.67	2.63	1.02
C20:4	0.30	0.39	0.31	0.38	–	0.39
C20:4	–	0.16	–	–	–	–
C20:5	2.28	1.91	2.15	3.10	2.03	2.47
C22:2	0.22	0.16	0.21	0.27	1.85	2.08
C22:6	3.59	6.17	5.74	6.14	5.37	5.33
Polyenes	9.97	12.15	11.32	13.3	12.88	12.03
ω-3	6.30	8.73	8.62	9.81	8.40	8.26
ω-6	3.45	3.26	2.49	3.22	2.63	1.69
ω-3/ω-6	1.83	2.68	3.46	3.05	3.19	4.89
UFA/SFA	1.90	2.18	1.97	2.29	1.95	2.31
MUFA/SFA	1.61	1.79	1.64	1.86	1.57	1.91
PUFA/SFA	0.29	0.39	0.34	0.44	0.38	0.40
Total	100	100	100	100	100	100

로 보아서는 봄철에는 국내산이 수입산에 비하여 폴리엔산의 조성비가 현저히 높게 나타나는 특징을 보이고 있으며, 가을철에는 이와 반대로 수입산이 국내산보다 폴리엔산의 조성비가 현저히 높게 나타나는 현상을 보였다. 이에 따라 모노엔산의 조성비도 봄철에 중국산이, 가을철에 국내산이 높은 조성비를 보였다. 하지만 겨울철에 조성비 차이는 미미한 것으로 나타났다.

Table 13의 국내산과 수입산 참돔의 지방산 조성비는 큰 차이가 없었으나, DHA(22:6)의 조성비가 전체적으로 다른 어종에 비해 높게 나타나는 특징을 보였으며 겨울철에는 국내산이 봄철에는 일본산이 DHA(22:6) 조성비가 높게 나타나는 특징을 보였다. 또한 국내산과 수입산 모두에서 봄철에 유의적으로 폴리엔산의 조성비가 높게 나타났으며, 이에 따라 오메가 3 지방산의 조성비도 다른 계절에 비해 전체적으로 높게 나타났다.

국내산과 수입산 돌돔의 지방산 조성은 Table 14와 같으며, 조성비는 16:0, 18:1, 22:6, 16:1, 20:5, 18:0의 순으로 조성비가 높게 나타났으며 폴리엔산이 대체적으로 모노엔산 보다 낮은 조성비를 보였다. 특히 가을철과 겨울철 모노엔산의 조성비가 높게 나타났으며, 겨울철에는 오메가3 지방산의 조성비가 낮게 나타나는 특징을 보였으며, 수입산 돌돔의 경우 DHA(22:6) 조성비가 낮게 나타나는 결과를 보였다. 그리고 전체적으로 계절적으로 수입산과 국내산에 조성비 차이는 크게 보이지 않았지만, 겨울철 조성비 차이는 유의적으로 보였다.

Table 15의 떡장어 지방산 조성은 다른 어종과는 다른 조성비를 보였다. 18:1, 16:0, 24:1 등의 조성비가 높게 나타났으며 특히 계절과 국내산, 수입산 여부와 상관없이 모노엔산의 조성비가 50% 이상이 되는 특징을 보였으며, 상대적으로 폴리엔산의 조성비가 10% 안팎으로 나타났다. 국내산과 수입산 간의 큰 차이를 보이지는 않았지만 유의적으로 국내산이 수입산 보다 DHA(22:6)를 포함한 오메가 3 지방산 조성비가 높게 나타났으며, 이에 따라 비교적 폴리엔산의 조성비도 수입산 보다 국내산에서 높은 조성비를 보였다. 떡장어의 경우 수입산과 국내산의 차이와 이에 따른 계

절적 차이가 크게 나타나지 않았다.

1. 4. 맛 성분 변화

1. 4. 1. 총 아미노산 및 필수아미노산 함량의 변화

국내산 및 수입산 활어에 대한 구성 아미노산 함량을 측정한 결과 tryptopan을 제외한 17개의 구성아미노산이 분석되었다. 이처럼 tryptopan이 분석되지 않은 것은 HCl을 이용한 가수분해과정에서 손상되었기 때문으로 판단된다. Table 16의 총 아미노산 분석결과를 보면, 모든 어종에서 공통적으로 분석된 아미노산 중에서 cystine이 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 그 함량은 농어는 수입산과 국내산이 각각 3.67 g/kg, 3.89 g/kg, 돌돔은 수입산과 국내산이 각각 3.74 g/kg, 3.41 g/kg, 참돔은 수입산과 국내산이 4.02 g/kg, 4.09 g/kg로 나타났다. 또한 쥐노래미는 국내산과 수입산이 3.90 g/kg, 3.89 g/kg으로 나타났으며, 먹장어는 수입산과 국내산이 각각 4.47 g/kg, 4.12 g/kg으로 나타났다. 반면, 가장 높은 함량을 나타낸 것은 glutamic acid로 나타났으며, 분석된 시료에서 대부분 aspartic acid, glutamic acid, leucine, lysine 의 함량이 많았으며, cystine, histidine, methionine, tyrosine, phenylalanine 등의 함량이 대체로 적었다. 그 외의 구성아미노산 함량은 거의 비슷하였다. 총아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 자연산과 양식산에서 살펴본 바와 같이 50%내외로 나타났으나 일부 수입산 어종은 국내산 보다 낮은 함량을 나타내었다. 국내산 농어의 필수아미노산 비율은 53.30%였으나 수입산 농어는 38.09%로 나타났으며, 돌돔과 참돔에서 이와 유사한 결과를 얻어 국내산 활어가 필수아미노산 함유량이 훨씬 높았다. 그러나 쥐노래미와 먹장어에서는 수입산과 국내산이 30%내외로 차이가 없었다. 그리고 비필수아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 농어, 돌돔, 참돔의 국내산은 필수아미노산의 함유량이 높았으나 수입산은 비필수아미노산 함유량이 높은 것을 확인할 수 있었으며, 쥐노래미, 먹장어 등은 비필수아미노산의 함유량이 높고, 수입산과 국내산이 비슷한 수준이었다. 필수아미노

Table 16. The specific and total amino acid (EAA and TEAA), non-essential amino acid(NEAA and TNEAA) and total amino acid (TAA) content in the muscle of imported and domestic live fish

	Sea bass		Fat greenling		Red seabream		Rock bream		Hagfish	
	Korea	China	Korea	China	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan
EAA(g/kg-dry wt.)										
Thr.	20.51	22.08	23.45	22.68	28.02	24.02	28.38	19.19	21.4	22.09
Met.	19.41	16	16.81	17.14	14.38	17.19	16.04	13.02	16.59	19.46
Lys.	38.54	37.64	40.47	38.36	32.05	41	36.84	33.92	31.16	32.57
Phe	24.2	21.22	25.43	23.9	29.44	24.22	29.51	18.94	22.63	20.34
Val.	19.04	21.45	22.57	20.05	16.35	23.64	18.18	19.9	19.47	20.77
Leu.	27.09	31.18	32.8	30.61	26.68	33.34	26.28	28.14	28.47	29.77
Ile.	25.26	22.47	23.73	19.89	27.95	24.95	20.24	20.12	19.61	19.31
His.	18.97	13.66	15.05	15.2	18.61	17.23	14.26	12.133	15.22	17.35
Arg.	28.6	26.21	28.93	26.59	28.54	29.34	24.89	22.78	24.64	25.03
NEAA(g/kg-dry wt.)										
Cys.	3.89	3.67	3.89	3.9	4.09	4.02	3.41	3.74	4.12	4.47
Tyr.	13.65	12.56	12.27	13.62	16.5	13.25	19.61	10.82	10.04	13.58
Asp.	34.99	39.63	42.79	41.97	36.7	43.35	30.56	35.28	34.62	35.02
Ser.	15.2	20.05	22.37	22.02	13.85	21.75	15.16	17.61	19.31	19.73
Glu.	52.66	60.13	63.52	59.71	56.78	62.78	56.94	52.66	53.09	53.04
Gly.	18.59	17.78	19.28	18.73	16.51	19.82	13.51	16.77	21.18	17.4
Ala.	21.59	24.35	25.84	25	23.61	26.84	24.56	22.29	21.36	21.31
Pro.	33.61	17.59	19.16	18.48	35.64	20.4	38.52	15.89	38.29	28.46
TAA(g/kg-dry wt.)	415.8	429.55	564.54	563.38	425.7	431.51	416.89	605.28	553.32	491.2
TEAA(g/kg-dry wt.)	221.62	163.62	176.86	165.15	222.02	181.57	214.62	146.173	153.15	159.57
TNEAA(g/kg-dry wt.)	194.18	195.76	209.12	203.43	203.68	212.21	202.27	175.06	202.01	193.01
TEAA/TAA ratio(%)	53.30	38.09	31.33	29.31	52.15	42.08	51.48	24.15	27.68	32.49
TEAA/TNEAA ratio(%)	114.13	83.58	84.57	81.18	109.00	85.56	106.11	83.50	75.81	82.67

산 총량에 대한 특정 필수아미노산의 비율을 Table 17에 나타내었다.

Table 18은 FAO/WHO에서 권장한 필수아미노산 모델과 비교하기 위하여 아미노산가(amino acid score)를 나타내었다. 성인을 위한 주요 아미노산의 아미노산가는 모든 아미노산에서 100% 이상임으로 성인에게는 적합한 식품이다. 또한 FAO/WHO의 권장 아미노산 함량과 비교해보면, lysine 및 함황아미노산과 threonine은 풍부하나 valine, leucine, isoleucine, phenylalanine과 tyrosine은 아이들의 식이에는 불충분하다. 각각 어종의 근육의 단백질에서 곡류 중심으로 구성된 식단으로 음식을 섭취하였을 때 부족한 lysine과 함황 아미노산, threonine이 풍부하였으나 히스티딘과 branched chain amino acid(valine, leucine and isoleucine)과 방향족 아미노산(phenylalanine and tyrosine)은 FAO/WHO에서 제안하고 있는 아미노산 profile과 비교하여 어린이의 식이에는 불충분하였고, histidine을 제외한 모든 아미노산이 성인식이로는 충분한 것을 확인할 수 있었다. 어종별로 약간의 차이는 있으나 전체적으로 수입산과 국내산 간의 아미노산가의 차이는 미미하였다.

1. 4. 2. 유리아미노산 함량의 변화

Table 19, 20, 21, 22, 23은 수입산과 국내산 활어의 유리아미노산 함량을 조사한 결과로써 대부분 어종에서 전체 유리아미노산에 대한 taurine 함량의 비율은 40%내외로 대부분을 차지하였으나 먹장어는 proline 함량이 가장 높은 경향을 나타내었다.

어종별로 살펴보면, Table 19에서와 같이, 봄철 수입산과 국내산 농어의 총 유리아미노산 함량은 각각 298.12 mg/100g, 265.61 mg/100g으로 나타났으며, 그 중 수입산 농어는 anserine이 156.19 mg/100g로 전체 아미노산의 52.4%를 차지하였다. 그러나 국내산 농어는 taurine 함량이 109.96 mg/100g으로 전체 유리아미노산의 42.9%를 차지하고 있었다. 겨울철 수입산과 국내산 농어를 봄철과는 달리 모두 taurine 함량이 각각 111.73 mg/100g(42.6%), 98.63 mg/100g(37.5%)를 나타내었으며, 계절에

Table 17. The A/E ratio (specific EAA content × 1000/total EAA content including tyrosine and cystein) in muscle of imported and domestic live fish

	Sea bass		Fat greenling		Red seabream		Rock bream		Hagfish	
	Korea	China	Korea	China	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan
TEAA+TSEAA (g kg ⁻¹ dry wt.)	239.16	179.85	193.02	182.67	242.61	198.84	237.64	160.73	167.31	177.62
A/E ratio										
THr.	85.76	122.77	121.49	124.16	115.49	120.80	119.42	119.39	127.91	124.37
Lys.	161.15	209.29	209.67	210.00	132.11	206.20	155.02	211.03	186.24	183.37
Val.	79.61	119.27	116.93	109.76	67.39	118.89	76.50	123.81	116.37	116.94
Leu.	113.27	173.37	169.93	167.57	109.97	167.67	110.59	175.07	170.16	167.60
Ile.	105.62	124.94	122.94	108.88	115.21	125.48	85.17	125.18	117.21	108.72
His.	79.32	75.95	77.97	83.21	76.71	86.65	60.01	75.49	90.97	97.68
Arg.	119.59	145.73	149.88	145.56	117.64	147.56	104.74	141.73	147.27	140.92
Met.+Cys.	23.30	19.67	20.70	21.04	18.47	21.21	19.45	16.76	20.71	23.93
Phe.+Tyr.	37.85	33.78	37.70	37.52	45.94	37.47	49.12	29.76	32.67	33.92

Table 18. The amino acid score[AAS, (specific EAA content in the sample protein/the same amino acid content in the reference profile recommended by WHO/FAO in 1985)×100] in the muscle of imported and domestic live fish

	Sea bass		Fat greenling		Red seabream		Rock bream		Hagfish		Ref. profile	
	Korea	China	Korea	China	Korea	Japan	Korea	Japan	Korea	Japan	child	adult
Ile(g kg ⁻¹ dry wt.)	25.26	22.47	23.73	19.89	27.95	24.95	20.24	20.12	19.61	19.31	2.8	1.3
AAS for child	90.21	80.25	84.75	71.04	99.82	89.11	72.29	71.86	70.04	68.96		
AAS for adult	194.31	172.85	182.54	153.00	215.00	191.92	155.69	154.77	150.85	148.54		
Leu.(g kg ⁻¹ dry wt.)	27.09	31.18	32.8	30.61	26.68	33.34	26.28	28.14	28.47	29.77	6.6	1.9
AAS for child	41.05	47.24	49.70	46.38	40.42	50.52	39.82	42.64	43.14	45.11		
AAS for adult	142.58	164.11	172.63	161.11	140.42	175.47	138.32	148.11	149.84	156.68		
Lys.(g kg ⁻¹ dry wt.)	38.54	37.64	40.47	38.36	32.05	41	36.84	33.92	31.16	32.57	5.8	1.6
AAS for child	66.45	64.90	69.78	66.14	55.26	70.69	63.52	58.48	53.72	56.16		
AAS for adult	240.88	235.25	252.94	239.75	200.31	256.25	230.25	212.00	194.75	203.56		
Met.(g kg ⁻¹ dry wt.)	19.41	16	16.81	17.14	14.38	17.19	16.04	13.02	16.59	19.46	2.5	1.7
AAS for child	77.64	64.00	67.24	68.56	57.52	68.76	64.16	52.08	66.36	77.84		
AAS for adult	114.18	94.12	98.88	100.82	84.59	101.12	94.35	76.59	97.59	114.47		
Phe.(g kg ⁻¹ dry wt.)	24.2	21.22	25.43	23.9	29.44	24.22	29.51	18.94	22.63	20.34	6.3	1.9
AAS for child	38.41	33.68	40.37	37.94	46.73	38.44	46.84	30.06	35.92	32.29		
AAS for adult	127.37	111.68	133.84	125.79	154.95	127.47	155.32	99.68	119.11	107.05		
Thr.(g kg ⁻¹ dry wt.)	20.51	22.08	23.45	22.68	28.02	24.02	28.38	19.19	21.4	22.09	3.4	0.9
AAS for child	60.32	64.94	68.97	66.71	82.41	70.65	83.47	56.44	62.94	64.97		
AAS for adult	227.89	245.33	260.56	252.00	311.33	266.89	315.33	213.22	237.78	245.44		
Val.(g kg ⁻¹ dry wt.)	19.04	21.45	22.57	20.05	16.35	23.64	18.18	19.9	19.47	20.77	3.5	1.3
AAS for child	54.40	61.29	64.49	57.29	46.71	67.54	51.94	56.86	55.63	59.34		
AAS for adult	146.46	165.00	173.62	154.23	125.77	181.85	139.85	153.08	149.77	159.77		
His.(g kg ⁻¹ dry wt.)	18.97	13.66	15.05	15.2	18.61	17.23	14.26	12.133	15.22	17.35	1.9	1.6
AAS for child	99.84	71.89	79.21	80.00	97.95	90.68	75.05	63.86	80.11	91.32		
AAS for adult	118.56	85.38	94.06	95.00	116.31	107.69	89.13	75.83	95.13	108.44		

Table 19. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic sea bass

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Spring		Winter	
		Korea	China	Korea	China
1	Phosphoserine	4.09(1.6)	0.02(0.0)	0	1.50(0.6)
2	Taurine	109.96(42.9)	52.53(17.6)	98.63(37.5)	111.73(42.6)
3	Phosphoethanolamine	0	0	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	7.35(2.9)	6.08(2.0)	0	0
6	Threonine	3.02(1.2)	4.08(1.4)	5.03(1.9)	5.19(2.0)
7	Serine	5.71(2.2)	2.93(1.0)	8.52(3.2)	6.86(2.6)
8	Asparagine	0	0	0	0
9	Glutamic Acid	5.05(2.0)	6.25(2.1)	5.91(2.2)	11.74(4.5)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0	0	0
12	Proline	7.20(2.8)	0	8.42(3.2)	2.89(1.1)
13	Glycine	23.63(9.2)	13.32(4.5)	38.82(14.8)	37.15(14.2)
14	Alanine	21.50(8.4)	13.35(4.5)	27.63(10.5)	27.62(10.5)
15	Citrulline	0	0	0	0
16	α -Aminoiso-n-butyric Acid	0	0	0	0
17	Valine	7.04(2.7)	2.63(0.9)	9.01(3.4)	2.79(1.1)
18	Cystine	0	0	0	5.31(2.0)
19	Methionine	5.72(2.2)	4.04(1.4)	0	2.39(0.9)
20	Cystathionine	0	7.96(2.7)	0	0
21	Isoleucine	5.53(2.2)	2.07(0.7)	0	2.25(0.9)
22	Leucine	4.74(1.8)	2.95(1.0)	5.51(2.1)	2.17(0.8)
23	Tyrosine	3.91(1.5)	3.85(1.3)	0	1.01(0.4)
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	3.12(1.2)	3.60(1.2)	0	0.92(0.4)
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	3.38(1.1)	0	0
27	Homocystine	0	2.41(0.8)	0	0
28	γ -Amino-n-butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	1.60(0.6)	3.02(1.0)	0	0
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	0	0	0.90(0.3)	0.57(0.2)
32	Lysine	27.63(10.8)	4.62(1.6)	36.59.1(13.9)	21.10(8.1)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	0
34	Histidine	13.40(5.2)	2.91(1.0)	17.88(6.8)	17.26(6.6)
35	3-Methylhistidine	0	0	0	0
36	Anserine	4.33(1.7)	156.19(52.4)	0	0
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	1.08(0.4)	0	0	1.79(0.7)
Total		265.61	298.12	262.85	262.24
Extractive nitrogen		294.86	307.52	289.64	314.97

Table 20. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic fat greenling

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Spring		Winter	
		Korea	China	Korea	China
1	Phosphoserine	1.96(0.8)	0	1.13(0.4)	1.32(0.5)
2	Taurine	94.31(40.4)	102.89(56.4)	129.71(46.8)	149.81(58.1)
3	Phosphoethanolamine	1.95(0.8)	0	0	0
4	Aspartic Acid	0.74(0.3)	1.94(1.1)	2.11(0.8)	0.66(0.3)
5	Hydroxyproline	0	0	0	0
6	Threonine	3.44(1.5)	3.78(2.1)	8.12(2.9)	4.92(1.9)
7	Serine	2.15(0.9)	2.83(1.6)	7.05(2.6)	14.53(5.6)
8	Asparagine	0	0	0	0
9	Glutamic Acid	42.30(18.1)	12.79(7.0)	9.61(3.5)	6.31(2.5)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0	0	0
12	Proline	2.18(0.9)	3.29(1.8)	4.44(1.6)	0
13	Glycine	10.81(4.6)	9.64(5.3)	25.39(9.2)	49.59(19.2)
14	Alanine	12.88(5.5)	17.59(9.6)	27.26(9.8)	20.56(8.0)
15	Citrulline	1.80(0.8)	0	1.72(0.6)	0
16	α -Aminoiso-n-butyric Acid	1.74(0.7)	0	0	0
17	Valine	2.05(0.9)	2.22(1.2)	3.91(1.4)	0.80(0.3)
18	Cystine	5.76(2.5)	0	6.37(2.3)	0
19	Methionine	3.96(1.7)	1.63(0.9)	2.93(1.1)	0
20	Cystathionine	6.57(2.8)	0	3.28(1.2)	0
21	Isoleucine	1.16(0.5)	1.80(1.0)	3.56(1.3)	0
22	Leucine	1.82(0.8)	2.67(1.5)	2.71(1.0)	0.84(0.3)
23	Tyrosine	0	0	2.30(0.8)	0
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	1.19(0.5)	2.13(1.2)	1.64(0.6)	0
26	β -Aminoisobutyric Acid	2.73(1.2)	0	0	0
27	Homocystine	2.01(0.9)	0	1.22(0.4)	0
28	γ -Amino-n-butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	2.80(1.2)	4.98(2.7)	0	1.10(0.4)
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	1.26(0.5)	0	0.92(0.3)	0.57(0.2)
32	Lysine	15.18(6.5)	10.49(5.8)	14.11(5.1)	3.55(1.4)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	0
34	Histidine	7.48(3.2)	1.72(0.9)	14.81(5.4)	3.21(1.3)
35	3-Methylhistidine	0	0	0	0
36	Anserine	0	0	0	0
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	3.52(1.5)	0	2.67(1.0)	0
Total		233.75	182.39	276.97	257.77
Extractive nitrogen		330.48	332.61	332.19	279.27

Table 21. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic red sea bream

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Spring		Winter	
		Korea	Japan	Korea	Japan
1	Phosphoserine	0	3.76(1.7)	0	0
2	Taurine	168.36(54.9)	110.36(50.3)	170.67(48.1)	137.76(41.7)
3	Phosphoethanolamine	0	2.43(1.1)	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	0	0	0	0
6	Threonine	9.67(3.2)	4.96(2.3)	7.80(2.2)	5.64(1.7)
7	Serine	8.62(2.8)	4.06(1.9)	7.28(2.1)	3.72(1.1)
8	Asparagine	0	0	0	0
9	Glutamic Acid	21.67(7.1)	15.19(6.9)	18.54(5.2)	6.63(2.0)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0	0	0
12	Proline	0	4.23(1.9)	3.72(1.0)	3.76(1.1)
13	Glycine	30.36(9.9)	12.37(5.6)	35.62(10.0)	14.76(4.5)
14	Alanine	29.52(9.6)	21.07(9.6)	36.12(10.2)	22.84(6.9)
15	Citrulline	0	2.52(1.2)	0	1.97(0.6)
16	α -Aminoiso-n-butyric Acid	0	2.08(1.0)	0	0
17	Valine	6.20(2.0)	4.28(2.0)	3.35(0.9)	2.04(0.6)
18	Cystine	0	0	4.74(1.3)	0
19	Methionine	5.42(1.8)	2.78(1.3)	4.56(1.3)	1.49(0.5)
20	Cystathionine	0	5.33(2.4)	5.45(1.5)	3.10(0.9)
21	Isoleucine	2.52(0.8)	2.45(1.1)	2.85(0.8)	1.45(0.4)
22	Leucine	3.70(1.2)	3.66(1.7)	5.18(1.5)	1.03(0.3)
23	Tyrosine	2.64(0.9)	0	2.64(0.7)	1.10(0.3)
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	0	2.41(1.1)	0	0.98(0.3)
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	r-Amino-n-butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	0	5.50(2.5)	1.34(0.4)	0
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	0	0	0	0
32	Lysine	8.65(2.8)	5.92(2.7)	10.05(2.8)	31.63(9.6)
33	1-Methylhistidine	0	0	2.47(0.7)	0
34	Histidine	9.27(3.0)	3.98(1.8)	5.67(1.6)	14.63(4.4)
35	3-Methylhistidine	0	0	1.09(0.3)	0
36	Anserine	0	0	25.34(7.1)	74.50(22.5)
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	0	0	0	1.54(0.5)
Total		306.60	219.34	354.48	330.57
Extractive nitrogen		297.89	350.73	330.64	319.98

Table 22. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic rock bream

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Spring		Winter	
		Korea	Japan	Korea	Japan
1	Phosphoserine	0	2.79(2.3)	0	1.06(0.5)
2	Taurine	170.36(57.8)	36.28(29.6)	166.66(61.0)	123.39(52.0)
3	Phosphoethanolamine	2.08(0.7)	1.53(1.3)	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	0	9.16(7.5)	0	0
6	Threonine	2.01(0.7)	3.04(2.5)	0	5.05(2.1)
7	Serine	3.90(1.3)	2.09(1.8)	4.31(1.6)	2.58(1.1)
8	Asparagine	0	0	0	0
9	Glutamic Acid	9.21(3.1)	7.62(6.2)	9.03(3.3)	12.37(5.2)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0	0	0
12	Proline	1.31(0.4)	3.19(2.6)	0	6.97(2.9)
13	Glycine	35.13(11.9)	9.13(7.4)	36.40(13.3)	28.68(12.1)
14	Alanine	36.93(12.5)	16.01(13.1)	30.61(11.2)	25.39(10.7)
15	Citrulline	0	0	0	0
16	α -Aminoiso-n-butyric Acid	0	0	0	0.75(0.3)
17	Valine	1.90(0.6)	2.84(2.3)	1.90(0.7)	4.09(1.7)
18	Cystine	0	3.30(2.7)	0	3.08(1.3)
19	Methionine	1.31(0.4)	5.24(4.3)	0	3.92(1.7)
20	Cystathionine	2.12(0.7)	7.82(6.4)	0	0
21	Isoleucine	9.54(3.2)	1.91(1.6)	0	3.83(1.6)
22	Leucine	3.80(1.3)	3.17(2.6)	3.63(1.3)	4.05(1.7)
23	Tyrosine	0	1.50(1.2)	0	2.00(0.8)
24	β -Alanine	1.31(0.4)	0	0	0
25	Phenylalanine	0	1.54(1.3)	0	1.67(0.7)
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	r-Amino-n-butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	9.58(3.3)	1.52(1.2)	9.60(3.5)	0
30	δ -Hydroxylysine	4.23(1.4)	0	0	0
31	Ornithine	0	0	0.70(0.3)	0
32	Lysine	0	3.01(2.5)	10.23(3.7)	7.05(3.0)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	0
34	Histidine	0	0	0	1.55(0.7)
35	3-Methylhistidine	0	0	0	0
36	Anserine	0	0	0	0
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	0	0	0	0
Total		294.72	122.69	273.07	237.48
Extractive nitrogen		301.92	314.66	298.60	286.08

Table 23. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic hagfish

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Spring		Winter	
		Korea	Japan	Korea	Japan
1	Phosphoserine	2.98(0.3)	0	0	1.49(0.2)
2	Taurine	13.70(1.1)	19.04(1.7)	15.85(1.7)	13.37(1.4)
3	Phosphoethanolamine	10.38(0.9)	9.52(0.8)	5.45(0.6)	7.47(0.8)
4	Aspartic Acid	4.73(0.4)	4.17(0.4)	3.62(0.4)	7.47(0.8)
5	Hydroxyproline	7.11(0.6)	0	16.92(1.9)	12.81(1.4)
6	Threonine	61.46(5.1)	53.71(4.7)	58.37(6.4)	68.03(7.2)
7	Serine	9.97(0.8)	12.35(1.1)	13.01(1.4)	24.65(2.6)
8	Asparagine	45.61(3.8)	0	31.72(3.5)	32.67(3.5)
9	Glutamic Acid	38.38(3.2)	22.01(1.9)	16.89(1.9)	14.73(1.6)
10	Sarosine	0	11.51(1.0)	0	0
11	α -Aminoadipic	3.74(0.3)	3.8(0.3)	3.66(0.4)	10.54(1.1)
12	Proline	444.38(36.9)	279.62(24.4)	227.42(24.9)	240.11(25.4)
13	Glycine	59.09(4.9)	24.21(2.1)	53.92(5.9)	75.97(8.0)
14	Alanine	39.97(3.3)	38.33(3.3)	22.20(2.4)	39.68(4.2)
15	Citrulline	6.66(0.6)	5.23(0.5)	0	4.36(0.5)
16	α -Aminoiso-n-butyric Acid	7.60(0.6)	5.55(0.5)	1.47(0.2)	0
17	Valine	53.39(4.4)	96.48(8.4)	55.03(6.0)	74.80(7.9)
18	Cystine	14.67(1.2)	6.70(0.6)	4.46(0.5)	7.51(0.8)
19	Methionine	99.11(8.2)	126.51(11.0)	99.48(10.9)	78.09(8.3)
20	Cystathionine	15.82(1.3)	22.18(1.9)	0	9.70(1.0)
21	Isoleucine	23.17(1.9)	42.07(3.7)	22.13(2.4)	23.13(2.5)
22	Leucine	66.27(5.5)	84.32(7.4)	82.97(9.1)	53.03(5.6)
23	Tyrosine	41.90(3.5)	65.71(5.7)	50.23(5.5)	50.25(5.3)
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	36.50(3.0)	56.33(4.9)	55.62(6.1)	21.72(2.3)
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	3.19(0.3)	5.93(0.5)	0	0
28	γ -Amino-n-butyric Acid	0	25.05(2.2)	0	0
29	Ethanolamine	3.47(0.3)	5.25(0.5)	0	0
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	1.68(0.1)	1.94(0.2)	0.54(0.1)	1.22(0.1)
32	Lysine	34.35(2.9)	26.63(2.3)	24.99(2.7)	27.30(2.9)
33	1-Methylhistidine	3.40(0.3)	21.28(1.9)	0	13.71(1.5)
34	Histidine	14.93(1.2)	30.08(2.6)	23.56(2.6)	0
35	3-Methylhistidine	13.59(1.1)	18.22(1.6)	0	9.15(1.0)
36	Anserine	0	0	6.33(0.7)	0
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	21.98(1.8)	23.59(2.1)	16.67(1.8)	22.70(2.4)
Total		1203.18	1147.32	912.51	945.66
Extractive nitrogen		631.88	552.24	661.81	655.28

관계없이 수입산과 국내산 모두 glycine, alanine, lysine의 함량이 taurine 다음으로 많은 함량을 나타내었으며, 국내산이 수입산에 비하여 lysine 함량이 높았다.

쥐노래미의 유리아미노산 함량은 Table 20에 나타내었다. 봄철 국내산이 233.75 mg/100g, 수입산은 182.39 mg/100g의 함량을 나타냈으며, 다른 어종과 마찬가지로 taurine 함량이 국내산이 94.3 mg/100g(40.4%), 수입산이 102.89 mg/100g(56.4%)로 나타났다. 또한 glycine, lysine, alanine 함량이 기타 아미노산에 비하여 높은 함량을 나타냈다. 겨울철에는 aspartic acid, glutamic acid, proline, lysine, arginine등 전반적으로 아미노산의 함량이 국내산이 높았으며, methionine, cystine, leucine 등의 아미노산은 수입산에서는 검출되지 않았다.

계절별 참돔의 총 유리아미노산 함량 Table 21에서와 같이 봄철에 수입산이 219.34 mg/100g, 국내산이 306.60 mg/100g으로, taurine 함량은 수입산이 110.36 mg/100g으로 전체 유리아미노산의 50.3%를 차지하고 있으며, 국내산은 168.36 mg/100g으로 전체 유리아미노산의 54.9%를 차지하였다. 기타 아미노산은 glutamic acid, glycine, alaline 등의 아미노산이 다른 아미노산과 비교하여 높은 함량을 나타내었으며 겨울철 수입산 참돔은 3-methylhistine 함량이 높은 경향을 나타내었다(Table 24).

Table 22는 계절별에 따른 수입산과 국내산 돌돔의 유리아미노산 함량을 나타낸 것으로, 농어와 마찬가지로 국내산은 taurine 함량이 전체 아미노산 중 가장 많은 함량을 나타내었으나 수입산은 국내산에 비하여 현저히 낮은 함량을 나타냈으며, 겨울철에는 수입산과 국내산은 비슷한 경향을 나타내었다. 총 유리아미노산 함량은 수입산이 122.69 mg/100g, 국내산이 294.72 mg/100g이 봄철에 나타났으며, 겨울철에는 수입산이 237.48 mg/100g, 국내산이 273.07 mg/100g으로 국내산이 수입산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었다.

수입산과 국내산 먹장어의 총 유리아미노산 함량은 Table 23과 같았다. 봄철에 수입산이 1147.32 mg/100g, 국내산은 1203.18mg/100g로 나타

났으며, 겨울철에는 수입산이 945.66 mg/100g, 국내산이 912.51 mg/100g로 나타났다. 먹장어 육에서는 다른 어종과는 달리 taurine 함량이 차지하는 비율이 1.1~1.7%인데 반해, proline 함량은 24.4~36.9%를 차지하고 있었다.

1. 4. 3. ATP 관련물질 함량의 변화

ATP 관련물질의 분석결과를 어종별, 계절별, 수입산과 국내산에 따라 총 함량은 차이가 있었으며 생선회의 감칠맛에 가장 큰 영향을 주는 IMP 함량은 국내산이 수입산보다 높은 함량을 나타내었다.

국내산 농어와 수입산 농어의 ATP 관련물질의 함량은 Fig. 1과 같았다. 봄철 국내산에서는 총 9.71 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 7.01 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.09 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산에서는 총 10.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 7.31 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.81 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 10.06 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 11.03 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP함량이 7.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.13 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 1.20 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP함량이 7.84 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.87 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 1.16 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 농어에서는 총 ATP 관련물질의 함량이 10.54 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 7.25 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 1.59 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 1.16 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산 농어에는 11.02 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 8.01 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.03 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.64 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다.

Fig. 2는 국내산 쥐노래미와 수입산 쥐노래미의 ATP 관련물질의 함량을 나타내었다. 봄철 국내산에서는 총 11.64 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 9.99 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$,

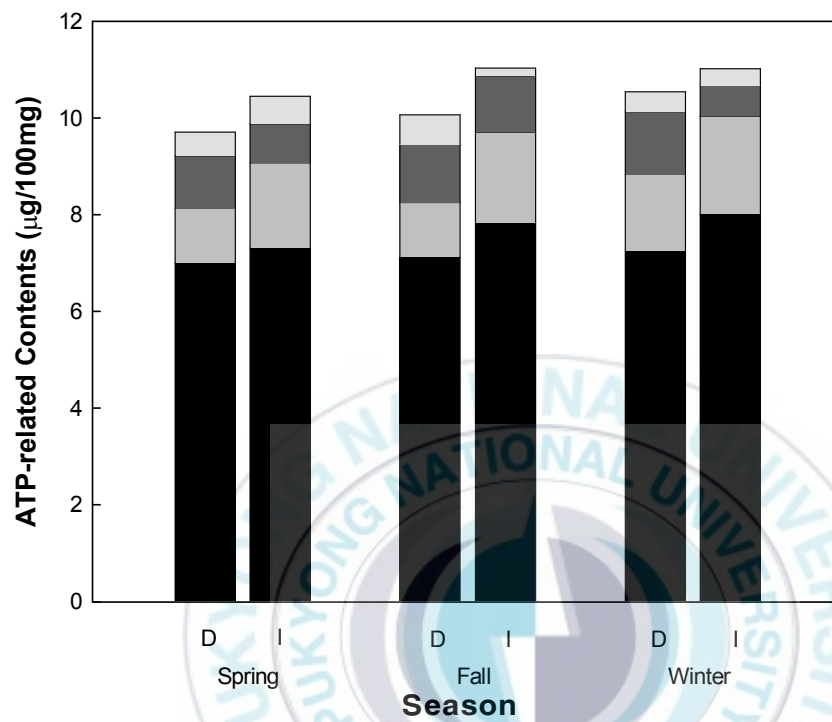


Fig. 1. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic sea bass.

D : Domestic fish, I : Imported fish

■ : ATP □ : ADP+ AMP ■ : IMP □ : HxR+ Hx

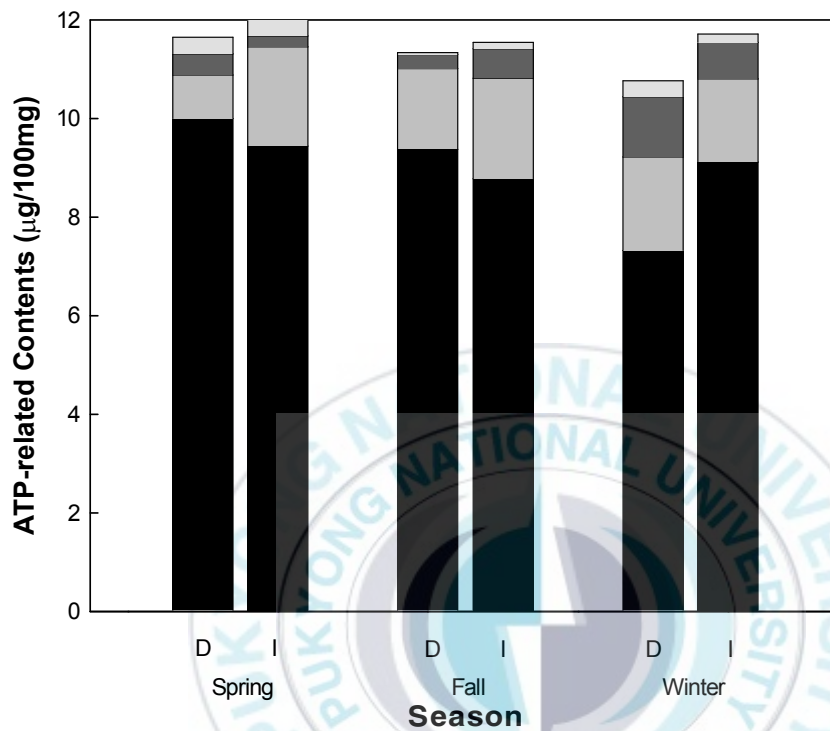


Fig. 2. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic fat greenling.
Symbols are the same as those in Fig. 1.

IMP는 $0.42 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산에서는 총 $11.99 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 $9.43 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $2.02 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $0.22 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 $11.33 \mu\text{g}/100\text{mg}$, $11.54 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP함량이 $9.37 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 $1.64 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 $0.28 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP함량이 $8.77 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 $2.04 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 $0.60 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 쥐노래미에서는 총 ATP관련물질의 함량이 $10.76 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 $7.32 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 있었으며, $1.89 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 $1.23 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산 쥐노래미에는 $11.71 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 $9.11 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $1.69 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $0.74 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다.

Fig. 3의 국내산 참돔과 수입산 참돔의 ATP 관련물질의 함량은, 봄철 국내산에서는 총 $10.17 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 $6.86 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $1.21 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $1.42 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산에서는 총 $11.28 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 $8.41 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $1.17 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $0.99 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP 관련물질의 함량이 각각 $9.68 \mu\text{g}/100\text{mg}$, $11.59 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP 함량이 $6.77 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 $1.29 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 함량이 $1.02 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP함량이 $9.12 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 $1.58 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 $0.27 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 참돔에서는 총 ATP관련물질의 함량이 $10.51 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 $7.61 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, $1.36 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 $0.91 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산 참돔에는 $11.91 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 $9.92 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $1.67 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $0.20 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있

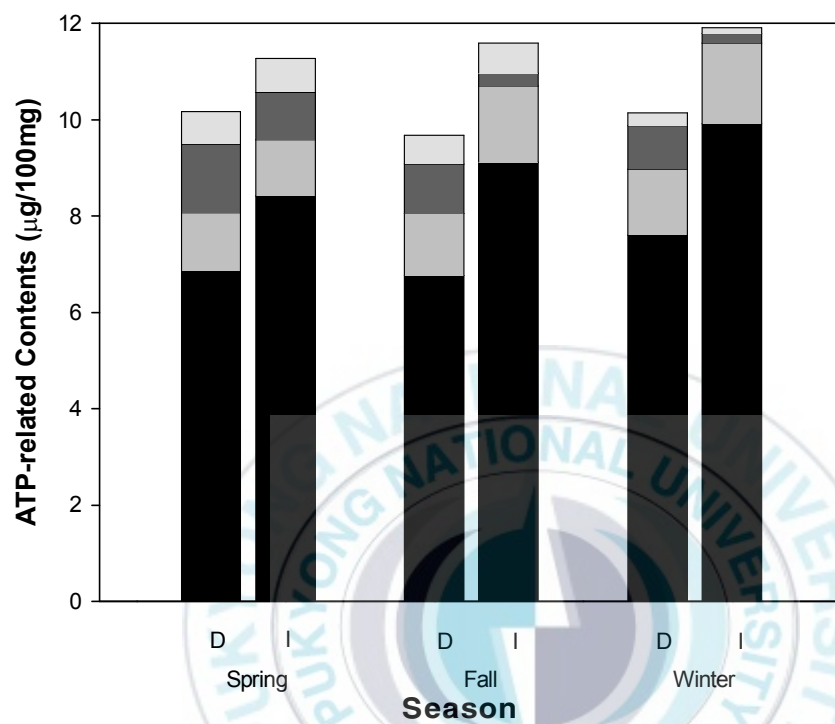


Fig. 3. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic red seabream. Symbols are the same as those in Fig. 1.

었다.

국내산 돌돔과 수입산 돌돔의 ATP 관련물질의 함량은 Fig. 4와 같았다, 봄철 국내산에서는 총 11.28 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 9.24 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.40 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.32 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산에서는 총 11.85 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 8.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.71 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 11.22 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 11.37 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP함량이 7.91 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.52 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 1.06 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP함량이 8.21 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.98 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 0.28 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 돌돔에서는 총 ATP 관련물질의 함량이 10.39 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 7.19 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 1.49 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 1.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산 돌돔에는 10.95 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 7.64 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.59 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.27 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다.

Fig. 5의 국내산 먹장어와 수입산 먹장어의 ATP 관련물질의 함량을 살펴보면, 봄철 국내산에서는 총 5.56 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 3.26 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.07 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산에서는 총 5.84 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 2.17 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.02 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.33 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 5.35 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 5.74 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP함량이 3.27 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 0.97 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP 함량이 1.96 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 2.40 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 1.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 먹장어에서는 총 ATP

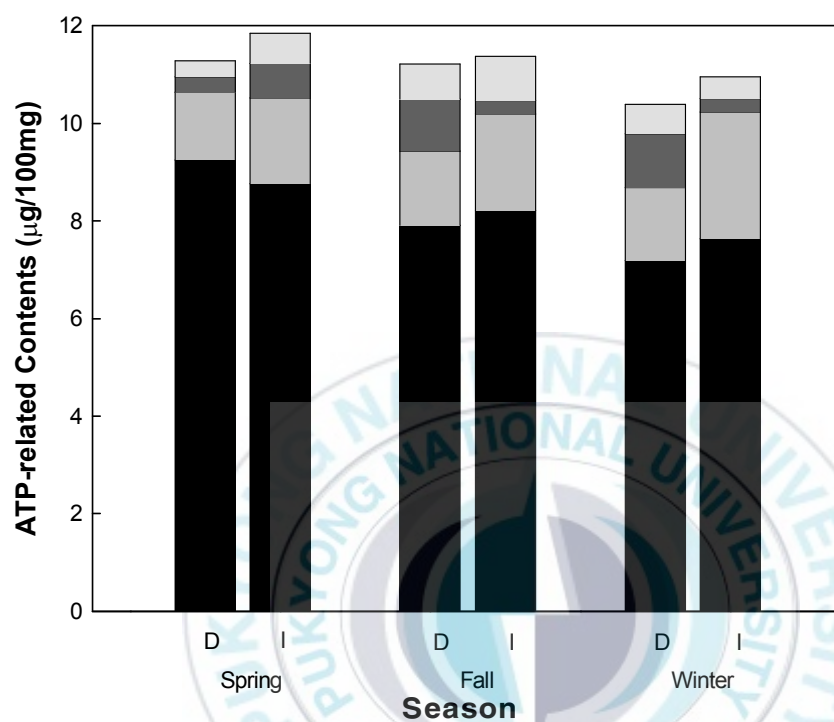


Fig. 4. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic rock bream. Symbols are the same as those in Fig. 1.

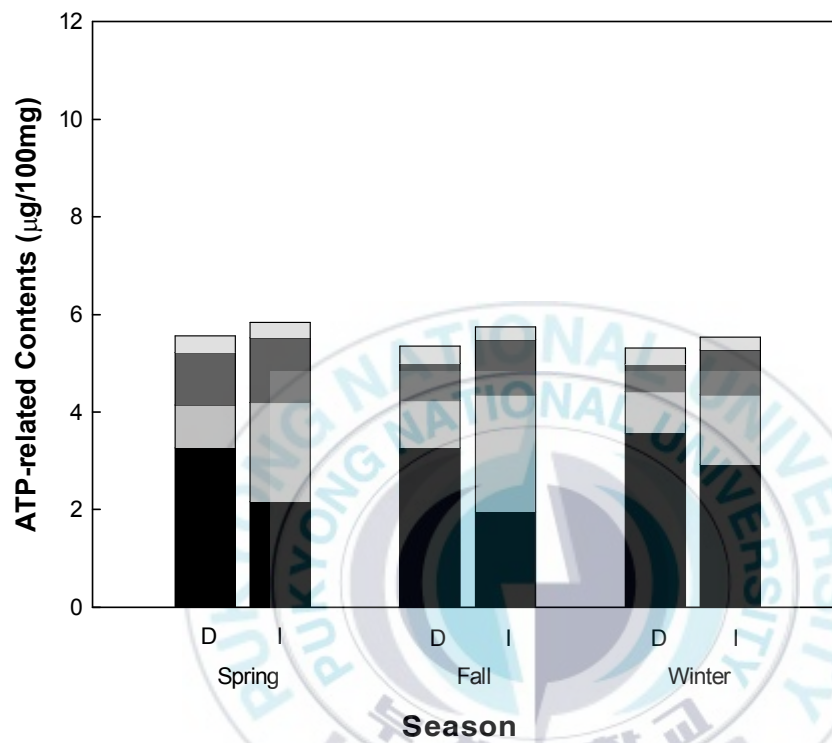


Fig 5. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic hagfish.
Symbols are the same as those in Fig. 1.

ATP 관련물질의 함량이 $5.31 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 $3.57 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, $0.85 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 $0.56 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산 먹장어에는 $5.53 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련 물질이 있었으며, ATP는 $2.92 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $1.44 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $0.91 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다.

1. 5. 파괴강도의 변화

수입산 국내산 농어에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 $1.30 \pm 0.12 \text{ kg}$, 수입산은 $1.25 \pm 0.15 \text{ kg}$ 으로, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 $1.26 \pm 0.10 \text{ kg}$, $1.35 \pm 0.20 \text{ kg}$ 으로 나타났으며 겨울에는 국내산과 수입산이 각각 $1.37 \pm 0.06 \text{ kg}$, $1.49 \pm 0.11 \text{ kg}$ 으로 나타났다(Fig. 6).

수입산 국내산 쥐노래미에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 $1.69 \pm 0.10 \text{ kg}$, 수입산은 $1.65 \pm 0.11 \text{ kg}$ 으로, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 $1.71 \pm 0.13 \text{ kg}$, $1.65 \pm 0.19 \text{ kg}$ 으로 나타났으며 겨울에는 국내산과 수입산이 각각 $1.59 \pm 0.09 \text{ kg}$, $1.62 \pm 0.12 \text{ kg}$ 으로 나타났다(Fig. 7).

수입산 국내산 참돔에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 $1.23 \pm 0.10 \text{ kg}$, 수입산은 $1.31 \pm 0.09 \text{ kg}$ 으로, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 $1.29 \pm 0.08 \text{ kg}$, $1.39 \pm 0.09 \text{ kg}$ 으로 나타났으며 겨울에는 국내산과 수입산이 각각 $1.25 \pm 0.09 \text{ kg}$, $1.37 \pm 0.07 \text{ kg}$ 으로 나타났다(Fig. 8).

수입산 국내산 돌돔에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 $1.75 \pm 0.13 \text{ kg}$, 수입산은 $1.89 \pm 0.15 \text{ kg}$ 으로, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 $1.79 \pm 0.07 \text{ kg}$, $1.83 \pm 0.15 \text{ kg}$ 으로 나타났으며 겨울에는 국내산과 수입산이 각각 $1.85 \pm 0.09 \text{ kg}$, $1.80 \pm 0.10 \text{ kg}$ 으로 나타났다(Fig. 9).

수입산과 국내산 활어의 육질의 단단함은 어종별로 차이가 있었다. 농어는 수입산과 국내산을 비교할 때 유의적인 차이는 없었으나, 가을, 겨울에는 수입산이 다소 높은 경향을 나타내었다. 그리고 돌돔과 쥐노래미의 경우는 국내산이 수입산 보다 다소 높은 값을 나타내었으나 유의적인 차이는 없었다.

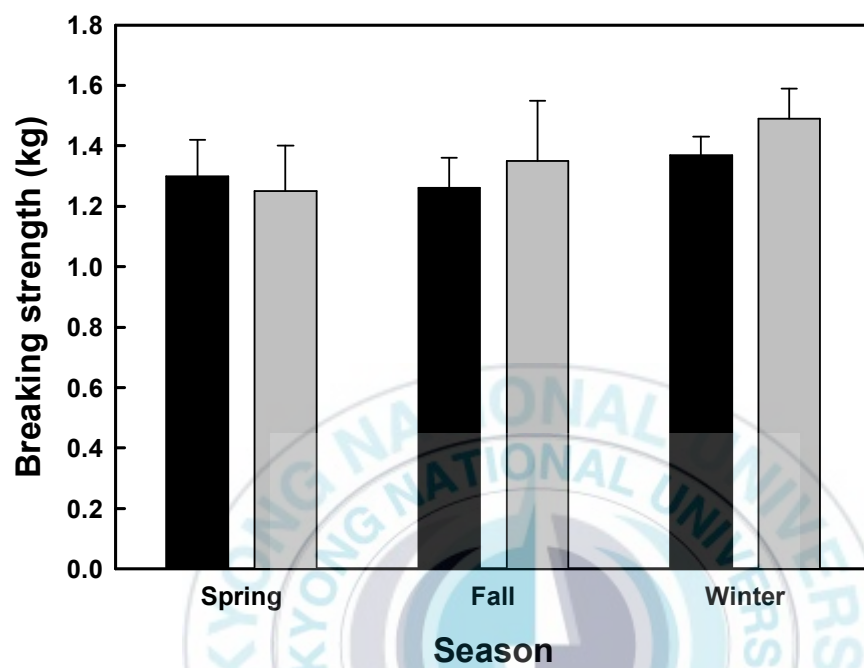


Fig. 6. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic sea bass.

■ Domestic
 ■ Imported

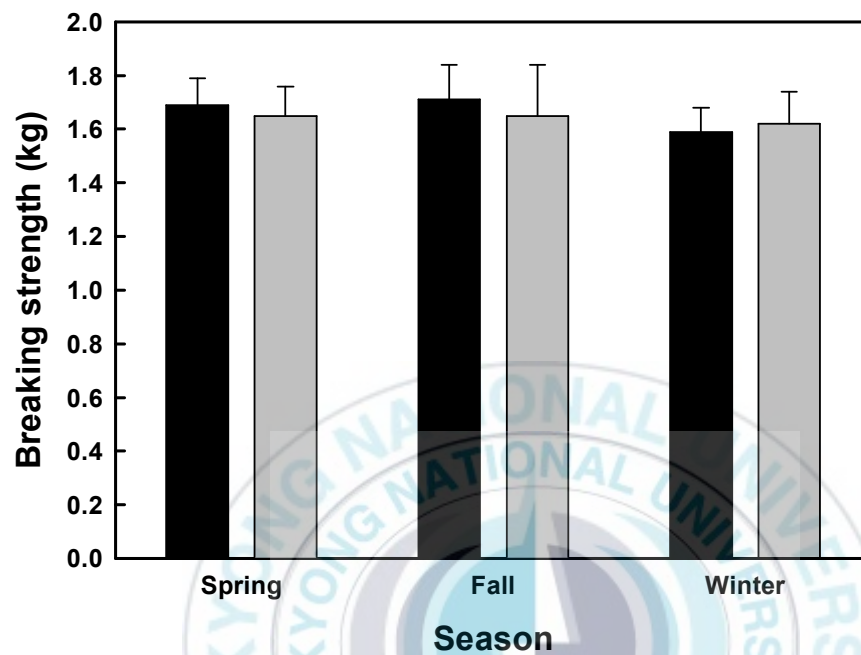


Fig. 7. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic fat greenling.
Symbols are the same as those in Fig. 6.

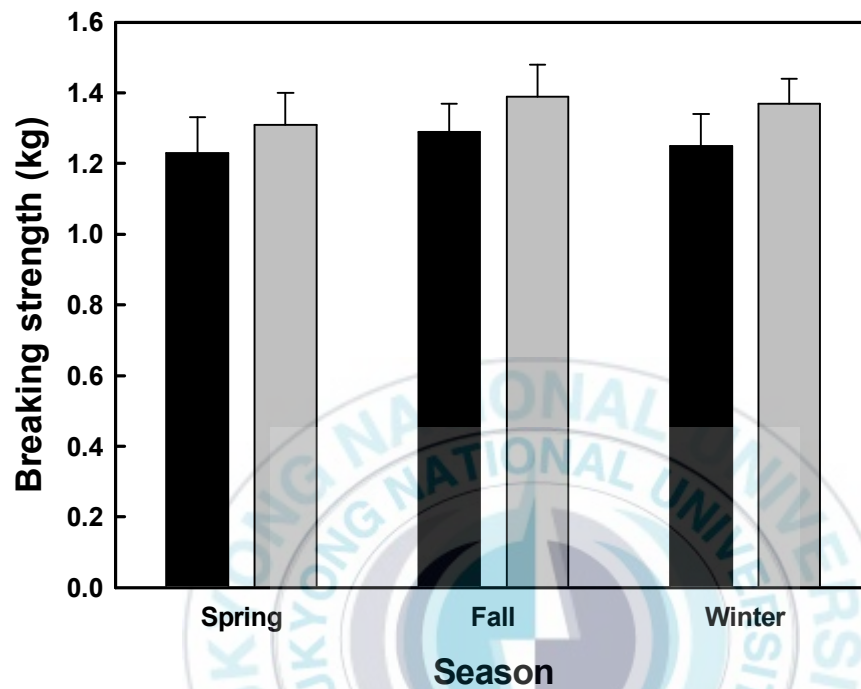


Fig.8. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic red sea bream.

Symbols are the same as those in Fig. 6.

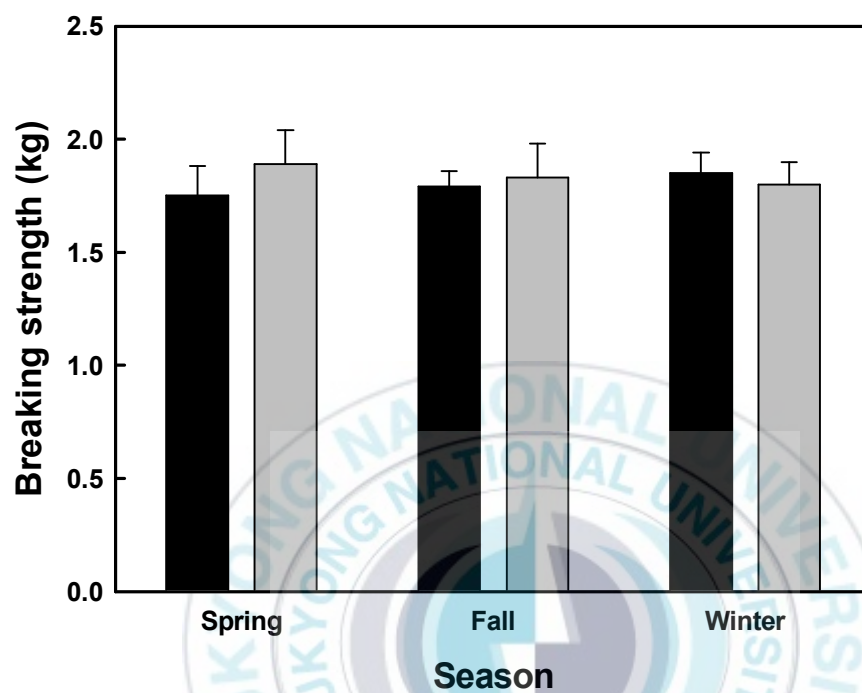


Fig. 9. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic rock bream.
 Symbols are the same as those in Fig. 6.

1. 6. 건강도의 변화

수입산과 국내산 활어의 건강도를 측정한 결과를 Table 24에 나타내었다. 어류를 강제로 운동시켜 스트레스를 준 후 AEC의 수치는 0.49로 나타나지만 휴식을 취하게 한 후에는 0.85로 회복된다고 한 연구(Dun and Johnston, 1986)에서와 같이 수입산과 국내산 활어의 모든 어종에서 건강도 측정기준인 AEC값이 0.85이상으로 건강하였지만 일부 수입산 어종에서 낮은 수치를 나타내어 어획 및 유통 중의 스트레스로 인하여 활어의 건강도가 국내산에 비하여 떨어진다는 것을 확인하였다.

2. 활어의 위생학적 안전성 평가

2. 1. 기생충(*Anisakis* spp.) 오염실태 조사

중국에서 수입하는 농어, 쥐노래미 일본에서 수입하는 돌돔, 참돔, 먹장어 총 5종의 수입산 활어 15개체와 국내산 농어, 쥐노래미, 돌돔, 참돔, 먹장어, 5어종 15개체의 활어의 기생충 검출 결과를 Table 25, 26, 27에 나타내었다.

봄철에 수입된 수입산 활어와 국내산 활어에 대한 기생충 검출 여부에 대한 모니터링을 한 결과를 Table 24에서 살펴보면 수입산 활어 중 중국산 농어와 쥐노래미에서 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 특히 농어에서는 3개체가 모두 검출되었고, 검출량도 63마리로 다량 검출되었다. 대부분 검출되는 위치는 위, 위벽 그리고 내장, 간 등에서 검출되었다. 그리고 쥐노래미는 1개체에서 검출되었으며 총 6마리의 기생충이 검출되었다. 그 외에 일본에서 수입된 어종과 국내산 어종에 있어서는 기생충이 검출되지 않았다.

Table 26은 가을철 수입산, 국내산 활어의 기생충 검출 여부를 알아본 결과이다. 중국산 쥐노래미 3개체에서 총 6마리의 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 검출부위는 위와 내장이었다. 봄철에는 검출되지 않았던 일본산 참돔에서도 2개체에서 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 총검출수는

Table 24. Seasonal variations of AEC in muscle of imported and domestic live fish

	Spring		Fall		Winter	
	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported
Seabass	0.90	0.89	0.89	0.88	0.89	0.89
Fat greenling	0.89	0.89	0.92	0.89	0.90	0.90
Red seabream	0.87	0.86	0.90	0.86	0.91	0.88
Rock bream	0.89	0.87	0.89	0.82	0.89	0.80
Hagfish	0.92	0.90	0.90	0.89	0.90	0.86

Table 25. Occurrence *Anisakis* spp. of imported and domestic fish collected from fish market in spring

Species	The place of origin	No. of fish infected	No. of larva found	Infected location
Sea bass	China	3/3	63	Intestine, Stomach wall
	Korea	0/3	ND*	-
Fat greenling	China	1/3	6	Intestine, Liver surface
	Korea	0/3	ND	-
Red seabream	Japan	0/3	ND	-
	Korea	0/3	ND	-
Rock bream	Japan	0/3	ND	-
	Korea	0/3	ND	-
Hagfish	Japan	0/3	ND	-
	Korea	0/3	ND	-

*ND : not detected.

Table 26. Occurrence *Anisakis* spp. of imported and domestic fish collected from fish market in fall

Species	The place of origin	No. of fish infected	No. of larva found	Infected location
Sea bass	China	0/3	ND*	–
	Korea	0/3	ND	
Fat greenling	China	3/3	6	Intestine, Stomach wall
	Korea	2/3	21	Intestine, Stomach wall, Liver surface
Red seabream	Japan	2/3	31	Intestine, Stomach wall, Liver surface
	Korea	0/3	ND	
Rock bream	Japan	0/3	ND	–
	Korea	0/3	ND	
Hagfish	Japan	0/3	ND	–
	Korea	0/3	ND	–

*ND : not detected.

Table 27. Occurrence *Anisakis* spp. of imported and domestic fish collected from fish market in winter

Species	The place of origin	No. of fish infected	No. of larva found	Infected location
Sea bass	China	0/3	ND*	—
	Korea	0/3	ND	—
Fat greenling	China	0/3	ND	—
	Korea	1/3	9	Intestine, Stomach wall, Liver surface
Red seabream	Japan	0/3	ND	—
	Korea	0/3	ND	—
Rock bream	Japan	0/3	ND	—
	Korea	0/3	ND	—
Hagfish	Japan	0/3	ND	—
	Korea	0/3	ND	—

*ND : not detected.

31마리였다. 국내산 활어에서는 쥐노래미 2개체에서 21마리의 *Anisakis* spp.가 위, 내장, 간에서 검출되었다.

겨울철 수입된 활어와 국내산 활어의 기생충 검출유무를 나타낸 Table 27에 의하면 겨울철 수입산 활어에서는 기생충이 검출되지 않았으며 국내산 활어에서는 쥐노래미 1개체에서 *Anisakis* spp.가 위, 내장, 간 부위에서 9마리 검출되었다.

이상의 결과 양식산 활어에서 기생충이 검출되지 않았으며, 이것은 양식산 활어의 경우 대부분 배합사료 또는 냉동된 생사료를 먹이로 공급하기 때문에 먹이사슬에 기인한 *Anisakis* spp.의 감염을 사전에 차단할 수 있기 때문인 것으로 사료된다. 반면, 중국산 농어, 쥐노래미, 일본산 참돔 등에서 기생충은 내장 또는 위벽에서 검출되었으므로 활어의 식품 위생학적 안전성 확보를 위하여 향후 어류 보관 상태에 따른 아니사키스의 근육으로 침투 정도 및 사멸 가능성 등 보다 다각적인 연구가 이루어져 아니사키스 감염증 예방 자료로 활용될 수 있도록 해야 할 것으로 판단된다.

2. 2. 항생물질 잔류량 조사

2. 2. 1. 테트라사이클린 계열 항생물질 잔류량 조사

중국, 일본 등지에서 수입된 활어와 국내에서 양식되는 활어를 계절별로 샘플을 취하여 수입산 활어 5종 및 국내 양식산 활어 5종에 대한 테트라사이클린계열 항생물질에 대한 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 28, 29, 30에 각각 나타내었다.

봄철에 테트라사이클린계 항생제 잔류실태를 보면 수입산 활어에서는 전 샘플구간에서 잔류량이 검출되지 않았다. 국내산 양식 활어도 대부분의 샘플에서 잔류량이 검출되지 않았지만, 양식산 돌돔에서만 함량이 ND~0.007 mg/kg 으로 OTC가 극미량 검출되었다. 가을철 수입산 활어에서는 테트라사이클린계 항생제 잔류량은 검출되어지지 않았다. 가을철 국내 양식산 5어종 15개체 대한 테트라사이클린계열 항생

Table 28. Range of residual tetracycline group antibiotics in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in spring

The place of origin	Species	Tetracycline guop Antibiotics (mg/kg)				No.		
		OTC*	TC*	CTC*	DOXY*			
Imported fish	China	Sea bass	ND*	ND	ND	ND	3	
		Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3	
	Japan	Red seabream	ND	ND	ND	ND	3	
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	3	
		Hagfish	ND	ND	ND	ND	3	
	Total		ND	ND	ND	ND	15	
	Domestic fish	Korea	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3
Fat greenling			ND	ND	ND	ND	3	
Red seabream			ND	ND	ND	ND	3	
Rock bream			ND~0.007 (0.003)	ND	ND	ND	3	
Hagfish			ND	ND	ND	ND	3	
Total			ND~0.007	ND	ND	ND	15	

*ND : not detected, *OTC : Oxytetracycline, TC : Tetracycline, CTC : Chlortetracycline, DC : Doxycycline.

Table 29. Range of residual tetracycline group antibiotics in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in fall

The place of origin	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
		OTC*	TC*	CTC*	DOXY*	
Imported fish	China Sea bass	ND*	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	Japan Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	15
Domestic fish	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
	Korea Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND~0.01 (0.004)	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND~0.01	ND	ND	ND	15

*ND : not detected, *OTC : Oxytetracycline, TC : Tetracycline, CTC : Chlortetracycline, DC : Doxycycline.

Table 30. Range of residual tetracycline group antibiotics in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in winter

The place of origin	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
		OTC*	TC*	CTC*	DOXY*	
Imported fish	China Sea bass	ND*	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	Japan Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	15
Domestic fish	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
	Korea Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	15

*ND : not detected, *OTC : Oxytetracycline, TC : Tetracycline, CTC : Chlortetracycline, DC : Doxycycline.

물질을 조사한 결과, 돌돔에서만 OTC가 ND~0.01 mg/kg 미량 검출되었다. 겨울철 수입된 활어와 국내 양식산 활어 50개체에서 테트라사이클린 계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 전 샘플구간에서 테트라사이클린 계열 항생물질의 잔류량은 검출되지 않았다.

이상의 결과 대부분의 수입산 및 국내산 양식 활어에서는 테트라사이클린 계열 항생물질이 검출되지 않았으며, 양식산 돌돔에서 일부 시료에서 극미량 검출되었으나, 이들 검출량은 우리나라 어류에 대한 OTC 허용기준치인 0.2 mg/kg(식품공전, 2004)을 훨씬 못 미치는 매우 안전한 수준이었다.

2. 2. 2. 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량 조사

중국, 일본 등지에서 수입된 활어와 국내에서 양식되는 활어를 계절별로 샘플을 취하여 수입산 활어 5종 및 국내 양식산 활어 5종에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 31, 32, 33에 각각 나타내었다.

봄철 수입산 활어 5종 15개체 및 국내 양식산 활어 5종 15개체에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 잔류량을 모니터링한 결과, 수입산 활어에서는 잔류량이 검출되지 않았으나, 국내 양식산 활어의 경우 농어에서 ciprofloxacin이 ND~0.002 mg/kg 검출되었고, 참돔에서는 ofloxacin이 ND~0.008 mg/kg 검출되었다. 가을철에 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 수입산 5어종 15개체에서는 검출되지 않았으며 국내 양식산 활어에서는 돌돔에서는 ofloxacin이 검출되었으며, 잔존량은 ND~0.005 mg/kg 이었다. 겨울철 수입산 활어 5어종, 국내 양식산 활어 5어종 총 30개체에 대해 플로로퀴놀론계열 항생물질의 잔류량을 모니터링했지만, 전구간에서 잔류량이 검출되지 않는 결과를 보였다.

이상의 결과 수입산, 국내 양식산 활어에서 플로로퀴놀론계열 항생물질이 일부 샘플에서 미량 검출되었다. 우리나라에서는 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 허용기준치가 설정되어 있지 않으나, 유럽의 경우

Table 31. Range of residual fluoroquinolones in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in spring

The place of origin	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
		Oflo*	Peflo*	Norflo*	Cipro*	Enro*	
Imported fish	Sea bass	ND*	ND	ND	ND	ND	3
	China Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Japan Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	ND	15
Domestic fish	Sea bass	ND	ND	ND	ND ^{0.002} (0.001)	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Korea Red seabream	ND ^{0.008} (0.005)	ND	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND ^{0.008}	ND	ND	ND ^{0.002}	ND	15

*ND : not detected, *Oflo : Ofloxacin, *Peflo : Pefloxacin, *Norflo : Norfloxacin, *Cipro : Ciprofloxacin, *Enro : Enrofloxacin.

Table 32. Range of residual fluoroquinolones in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in fall

The place of origin	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
		Oflo*	Peflo*	Norflo*	Cipro*	Enro*	
Imported fish	Sea bass	ND*	ND	ND	ND	ND	3
	China Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Japan Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	ND	15
Domestic fish	Sea bass	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Korea Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND ^{0.005} (0.003)	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND ^{0.005}	ND	ND	ND	ND	15

*ND : not detected, *Oflo : Ofloxacin, *Peflo : Pefloxacin, *Norflo : Norfloxacin, *Cipro : Ciprofloxacin, *Enro : Enrofloxacin.

Table 33. Range of residual fluoroquinolones in muscle of imported and domestic fish collected from fish market in winter

The place of origin	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics*(mg/kg)					No.
		Oflo*	Peflo*	Norflo*	Cipro*	Enro*	
Imported fish	China						
	Sea bass	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Japan						
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
Domestic fish	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	ND	15
	Sea bass	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Korea						
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
Domestic fish	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	ND	15

*ND : not detected, *Oflo : Ofloxacin, *Peflo : Pefloxacin, *Norflo : Norfloxacin, *Cipro : Ciprofloxacin, *Enro : Enrofloxacin.

Enrofloxacin과 Ciprofloxacin을 합하여 0.1mg/kg으로 허용잔류기준을 정하고 있어 우리나라 유통 양식산 활어는 유럽의 기준에 훨씬 못 미치는 결과를 보여 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대해 안전한 것으로 보였다.

2. 2. 3. 옥솔린산 항생물질 잔류량 조사

수집된 수입산과 국내산 활어에서 옥솔린산 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 34에 나타내었다. 봄, 가을철 및 겨울철에 수집한 모든 수입산과 국내산 활어에서 옥솔린산은 검출되지 않아 우리나라 유통 활어는 옥솔린산에 대하여는 매우 안전한 것으로 판단되었다.

2. 3. 중금속 함량 조사

계절별로 중국 및 일본에서 수입된 활어 5어종과 국내에서 양식된 활어 5어종에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과를 Table 35, 36, 37에 각각 나타내었다. 봄철에 수입된 활어 5어종 15개체에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과 수입산 활어와 국내산 양식산 활어에서 함량에 따른 유의적 차이는 보였지만, 대부분 생물기준으로 아연(Zn)이 4.59~11.98 mg/kg, 크롬(Cr)이 0.36~1.07 mg/kg, 구리(Cu)가 0.10~0.63 mg/kg, 망간(Mn)은 0.05~0.29 mg/kg, 수은(Hg)이 수입산, 국내산 먹장어를 제외하고 0.02~0.21 mg/kg 순으로 포함되어 있었고, 카드뮴(Cd), 니켈(Ni), 납(Pb)은 검출되지 않거나 미량 검출되었다. 수입산 먹장어와 국내산 먹장어에서 수은(Hg)이 타 어종에 비해 많은 함량이 검출되었고, 그 양이 수입산, 국내산 각각 0.48 mg/kg, 0.38 mg/kg 함유되어 있었다. 가을철 중금속 함량을 모니터링한 결과를 살펴보면 봄철과 비슷한 순서로 중금속이 함유되어 있었으며 수입산, 국내산 먹장어에서 아연(Zn)이 비교적 다른 어종에 비해 높게 검출되었으며, 검출량은 각각 14.00 mg/kg, 11.55 mg/kg 이었다. 그리고 다른 계절과 같게 아연의 검출량이 제일 높았으며, 크롬(Cr), 구리(Cu), 망간(Mn), 수은(Hg), 니켈(Ni), 납

Table 34. Range of residual oxolinic acid in muscle of imported and domestic fish collected from fish market

The place of origin	Species	Oxolinic acid (mg/kg)			No.	
		Spring	Fall	Winter		
Imported fish	China	Sea bass	ND*	ND	ND	9
		Fat greenling	ND	ND	ND	9
	Japan	Red seabream	ND	ND	ND	9
		Rock bream	ND	ND	ND	9
		Hagfish	ND	ND	ND	9
Total		ND	ND	ND	45	
Cultured fish	Korea	Sea bass	ND	ND	ND	9
		Fat greenling	ND	ND	ND	9
		Red seabream	ND	ND	ND	9
		Rock bream	ND	ND	ND	9
		Hagfish	ND	ND	ND	9
Total		ND	ND	ND	45	

*ND: not detected.

(Pb), 카드뮴(Cd)의 순으로 함유되어 있었다. 검출량도 봄철과 비교하여 유사하였다. 봄철보다 수입산 먹장어에서의 수은(Hg) 함량이 증가하여 0.73 mg/kg 검출되어 기준치 이상을 보였으며, 국내산 먹장어에서도 0.40 mg/kg 검출되었다. 겨울철 수입산과 국내산 활어에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과, 수입산 활어의 중금속 평균함량이 대부분 생물기준으로 아연(Zn) 2.38~11.68 mg/kg, 크롬(Cr) 0.54~0.85 mg/kg, 구리(Cu) 0.20~0.53 mg/kg, 망간(Mn) 0.03~0.18 mg/kg, 니켈(Ni) ND~0.03 mg/kg, 납(Pb) ND~0.03 mg/kg 순으로 함유되어 있었으며, 수은(Hg)은 0.59 mg/kg이 함유된 먹장어를 제외하고, 0.10~0.20 mg/kg 정도 함유되어 있었고, 카드뮴(Cd)은 거의 검출되지 않았다. 국내산 활어의 중금속 평균 함량도 수입산과 유사한 함량을 보였으며, 아연(Zn) 3.64~13.49 mg/kg, 크롬(Cr) 0.09~0.85 mg/kg, 구리(Cu) 0.16~0.37 mg/kg, 망간(Mn) 0.03~0.18 mg/kg, 니켈(Ni) ND~0.17 mg/kg 함유되어 있었고, 수은(Hg) 또한 먹장어에서 평균 0.44 mg/kg이 함유되어 있었으며, 그 외 어종에서 0.10~0.20 mg/kg 정도 검출되었다. 납(Pb)과 카드뮴(Cd)은 검출되지 않거나 극미량 함유되어 있었다.

특히 먹장어의 경우 수입산에서 봄, 가을, 겨울철 각각 0.48 mg/kg, 0.43 mg/kg, 0.49 mg/kg의 높은 수치로 수은(Hg)이 함유되어 있었고, 국내산의 경우도 각각 0.38 mg/kg, 0.40 mg/kg, 0.44 mg/kg으로 수입산에 비해 낮은 검출량을 보였지만 중금속 기준치에 근접하게 검출되었다. 그러나 먹장어와 같은 어종은 먹이사슬에 의하여 먹장어 육 자체에 수은 함량이 높은 경향이 있다. 그러므로 이들 어종별에 따른 중금속 기준을 차별화 하여야 한다. 이상의 결과에서 알 수 있듯이 어류의 중금속 함량이 먹장어를 제외하고는 우리나라 중금속 허용기준치(납 2.0 mg/kg, 수은 0.5 mg/kg)이하의 매우 안전한 수준이었으며, 계절에 따른 중금속 변화는 거의 없었으며, 수입산과 국내산 활어의 중금속 함량도 유의적인 차이를 보였다.

Table 35. Content of heavy metal in the muscle of imported and domestic fish collected from fish market in spring

		Content (mg/kg, wet basis)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Sea bass	I*	ND~ND (ND±ND)	0.70~0.82 (0.76±0.04)	0.16~0.25 (0.20±0.03)	0.06~0.09 (0.07±0.01)	0.11~0.15 (0.13±0.01)	ND~ND (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	4.21~4.95 (4.59±0.35)
	D*	ND~ND (ND±ND)	0.21~0.40 (0.30±0.04)	0.12~0.20 (0.16±0.03)	0.04~0.05 (0.04±0.01)	0.12~0.18 (0.15±0.03)	0.03~0.05 (0.04±0.01)	0.02~0.04 (0.03±0.01)	6.98~7.35 (7.21±0.16)
Fat greenling	I	ND~ND (ND±ND)	0.75~0.81 (0.78±0.02)	0.31~0.36 (0.33±0.02)	0.09~0.15 (0.12±0.02)	0.18~0.23 (0.20±0.02)	0.03~0.06 (0.04±0.01)	ND~ND (ND±ND)	3.62~4.01 (3.81±0.16)
	D	ND~ND (ND±ND)	0.65~0.75 (0.70±0.04)	0.21~0.26 (0.23±0.02)	0.12~0.16 (0.14±0.02)	0.11~0.15 (0.13±0.02)	0.02~0.03 (0.02±0.01)	ND~ND (ND±ND)	3.35~3.88 (3.56±0.19)
Red seabream	I	ND~ND (ND±ND)	0.56~0.84 (0.69±0.16)	0.16~0.21 (0.18±0.02)	0.18~0.23 (0.21±0.02)	0.15~0.21 (0.18±0.02)	ND~ND (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	5.26~6.62 (5.91±0.66)
	D	ND~0.08 (0.05±0.02)	0.26~0.46 (0.36±0.10)	0.06~0.14 (0.10±0.03)	0.10~0.16 (0.13±0.02)	0.26~0.31 (0.29±0.02)	0.02~0.6 (0.4±0.01)	0.02~0.03 (0.02±0.01)	6.24~6.59 (6.38±0.12)
Rock bream	I	ND~0.02 (0.01±0.00)	0.65~0.84 (0.73±0.02)	0.36~0.43 (0.39±0.02)	0.12~0.15 (0.13±0.01)	0.11~0.15 (0.13±0.01)	ND~ND (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	4.26~4.86 (4.53±0.28)
	D	ND~ND (ND±ND)	0.12~0.25 (0.17±0.04)	0.31~0.35 (0.33±0.01)	0.06~0.9 (0.07±0.01)	0.08~0.11 (0.09±0.01)	0.08~0.14 (0.11±0.02)	ND~ND (ND±ND)	6.21~7.06 (6.57±0.39)
Hagfish	I	0.04~0.08 (0.06±0.01)	1.06~1.08 (1.07±0.01)	0.56~0.69 (0.63±0.04)	0.45~0.51 (0.48±0.06)	0.23~0.26 (0.24±0.01)	0.05~0.07 (0.06±0.01)	ND~ND (ND±ND)	11.35~12.14 (11.98±0.31)
	D	ND~ND (ND±ND)	0.95~1.02 (0.98±0.02)	0.59~0.65 (0.62±0.02)	0.37~0.41 (0.38±0.05)	0.20~0.27 (0.23±0.02)	0.03~0.06 (0.04±0.01)	ND~ND (ND±ND)	0.95~11.56 (10.26±0.64)

*ND : not detected

*I : Imported fish

*D : Domestic fish

Table 36. Content of heavy metal in the muscle of imported and domestic fish collected from fish market in fall

		Content (mg/kg, wet basis)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Sea bass	I	ND~ND (ND±ND)	0.80~0.94 (0.87±0.05)	0.20~0.45 (0.27±0.10)	0.07~0.08 (0.08±0.00)	0.07~0.10 (0.09±0.01)	ND~0.01 (0.01±0.00)	ND~0.01 (0.01±0.00)	3.64~4.79 (4.26±0.45)
	D	ND~ND (ND±ND)	ND~0.40 (0.26±0.23)	0.10~0.25 (0.17±0.07)	0.03~0.05 (0.04±0.01)	0.14~0.20 (0.17±0.03)	ND~0.33 (0.20±0.18)	0.04~0.24 (0.12±0.10)	10.90~13.35 (11.81±1.35)
Fat greenling	I	ND~ND (ND±ND)	0.86~0.91 (0.88±0.02)	0.29~0.35 (0.32±0.02)	0.05~0.08 (0.07±0.02)	0.20~0.29 (0.23±0.04)	0.02~0.12 (0.04±0.04)	ND~ND (ND±ND)	4.09~4.64 (4.31±0.20)
	D	ND~ND (ND±ND)	0.71~0.91 (0.82±0.08)	0.24~0.30 (0.27±0.02)	0.14~0.20 (0.18±0.05)	0.13~0.19 (0.15±0.02)	0.03~0.05 (0.04±0.01)	ND~0.01 (0.01±0.00)	3.21~3.73 (3.41±0.19)
Red seabream	I	ND~ND (ND±ND)	0.97~1.01 (0.99±0.02)	0.21~0.26 (0.23±0.02)	0.20~0.22 (0.21±0.01)	0.09~0.14 (0.11±0.02)	0.02~0.03 (0.02±0.00)	ND~0.01 (0.01±0.00)	3.17~3.40 (3.29±0.10)
	D	ND~0.38 (0.13±0.22)	ND~0.46 (0.20±0.24)	0.06~1.94 (0.79±1.01)	0.14~0.20 (0.19±0.02)	0.33~0.62 (0.53±0.13)	0.09~0.29 (0.22±0.11)	0.01~0.05 (0.03±0.02)	6.86~7.31 (7.05±0.12)
Rock bream	I	ND~ND (ND±ND)	0.94~1.02 (0.98±0.03)	0.28~0.34 (0.31±0.02)	0.19~0.17 (0.18±0.01)	0.07~0.09 (0.08±0.01)	0.01~0.02 (0.01±0.00)	ND~ND (ND±ND)	3.36~3.97 (3.58±0.28)
	D	ND~0.05 (0.02±0.03)	0.06~0.22 (0.15±0.08)	0.28~0.38 (0.32±0.05)	0.08~0.10 (0.09±0.01)	0.09~0.13 (0.11±0.02)	0.08~0.46 (0.28±0.19)	0.01~0.02 (0.02±0.00)	7.25~8.94 (8.25±0.89)
Hagfish	I	0.05~0.07 (0.06±0.01)	1.12~1.18 (1.15±0.02)	0.66~0.70 (0.68±0.02)	0.71~0.74 (0.73±0.02)	0.29~0.36 (0.32±0.03)	0.03~0.09 (0.07±0.02)	0.01~0.02 (0.02±0.00)	13.90~14.21 (14.00±0.11)
	D	ND~ND (ND±ND)	1.05~1.12 (1.08±0.03)	0.52~0.62 (0.57±0.01)	0.33~0.45 (0.40±0.04)	0.22~0.30 (0.26±0.02)	0.02~0.06 (0.04±0.01)	0.01~0.03 (0.02±0.00)	10.35~12.64 (11.55±0.44)

*ND : not detected

*I : Imported fish

*D : Domestic fish

Table 37. Content of heavy metal in the muscle of imported and domestic fish collected from fish market in winter

		Content (mg/kg, wet basis)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Sea bass	I	ND~ND (ND±ND)	0.66~0.82 (0.72±0.06)	0.29~0.40 (0.36±0.04)	0.06~0.07 (0.07±0.01)	0.03~0.06 (0.04±0.01)	ND~ND (ND±ND)	0.01~0.03 (0.01±0.01)	4.70~4.99 (4.82±0.11)
	D	0.07~0.10 (0.08±0.01)	ND~0.28 (0.13±0.21)	0.14~0.49 (0.32±0.17)	0.08~0.13 (0.11±0.02)	0.14~0.18 (0.17±0.02)	0.08~0.18 (0.13±0.03)	ND~ND (ND±ND)	10.97~17.99 (13.49±3.90)
Fat greenling	I	ND~ND (ND±ND)	0.51~0.58 (0.54±0.03)	0.14~0.25 (0.21±0.04)	0.06~0.06 (0.06±0.00)	0.08~0.18 (0.13±0.04)	0.01~0.02 (0.01±0.01)	ND~ND (ND±ND)	3.02~3.08 (3.05±0.03)
	D	ND~ND (ND±ND)	0.64~0.94 (0.76±0.12)	0.25~0.29 (0.27±0.02)	0.07~0.07 (0.07±0.00)	0.03~0.06 (0.05±0.01)	ND~ND (ND±ND)	0.02~0.03 (0.03±0.01)	3.67~4.06 (3.85±0.15)
Red seabream	I	ND~ND (ND±ND)	0.76~0.92 (0.85±0.07)	0.17~0.23 (0.20±0.02)	0.23~0.24 (0.24±0.01)	0.02~0.10 (0.05±0.03)	ND~0.01 (0.01±0.00)	0.02~0.03 (0.03±0.01)	3.67~4.06 (3.85±0.15)
	D	ND~0.06 (0.03±0.03)	0.05~0.37 (0.22±0.16)	0.25~0.40 (0.33±0.07)	0.31~0.40 (0.37±0.02)	0.10~0.24 (0.18±0.07)	ND~0.20 (0.10±0.10)	ND~ND (ND±ND)	9.30~12.51 (10.39±1.84)
Rock bream	I	ND~ND (ND±ND)	0.64~0.84 (0.70±0.08)	0.15~0.43 (0.21±0.13)	0.12~0.12 (0.12±0.00)	0.06~0.14 (0.08±0.04)	0.01~0.02 (0.03±0.03)	0.01~0.01 (0.01±0.00)	2.19~2.54 (2.38±0.14)
	D	ND~0.09 (0.04±0.05)	ND~0.15 (0.09±0.08)	0.18~0.38 (0.30±0.11)	0.12~0.20 (0.17±0.03)	0.15~0.18 (0.17±0.02)	0.16~0.18 (0.17±0.01)	ND~ND (ND±ND)	10.14~10.92 (10.63±0.43)
Hagfish	I	ND~ND (ND±ND)	0.73~0.85 (0.81±0.05)	0.50~0.54 (0.53±0.02)	0.53~0.65 (0.59±0.08)	0.16~0.20 (0.18±0.01)	0.02~0.03 (0.03±0.01)	ND~ND (ND±ND)	11.27~11.92 (11.68±0.25)
	D	ND~ND (ND±ND)	0.79~0.87 (0.85±0.03)	0.37~0.50 (0.47±0.06)	0.43~0.45 (0.44±0.02)	0.07~0.13 (0.10±0.02)	0.02~0.04 (0.03±0.01)	0.01~0.05 (0.02±0.02)	9.89~11.94 (10.83±0.75)

*ND : not detected

*I : Imported fish

*D : Domestic fish

요 약

본 연구에서는 횡감용 활어 중 중국산 농어, 쥐노래미와 일본산 참돔, 돌돔, 멍장어와 이와 동일한 국내 양식산 활어의 식품학적 품질을 비교하고자 하였다. 수입산과 국내 양식산 활어에 대한 영양성분을 일반성분, 무기질, 지방산을 분석하여 비교하였으며 맛 성분을 비교하기 위하여 총 아미노산 함량과 ATP관련 물질을 조사하였다. 또한 육질의 단단함 측정을 통하여 근육의 품질을 평가하고자 파괴강도를 측정하였다. 위생학적 품질평가를 위해 기생충 오염실태 조사와 수산용 항생제로 많이 사용되고 있는 테트라사이클린계 항생물질, 퀴놀론계 항생물질, 옥소린산 항생물질을 대상으로 잔류량을 모니터링하였고, 중금속 함량을 조사하여 국내 양식산 및 수입산 활어의 위생학적 안전성을 비교·확인하였다.

수입산과 국내산 어종의 일반성분 변화는 계절과 원산지에 따라서 수분과 조지방 함량이 큰 영향을 받고 있었다. 그러나 일부 어종은 조단백질과 회분 함량의 변화도 나타나는 것으로 확인되었다. 무기질은 어종에 따른 함량의 차이는 나타났으나, 수입산과 국내산 간의 계절에 따른 차이는 미미하였다. 수입산과 국내산 농어, 쥐노래미, 참돔, 돌돔, 멍장어 모두에서 주요 지방산으로 C16:0, C16:1, C18:1, C18:2, EPA, DHA가 높은 조성비를 보였고, 어종별로 계절변화에 따른 ω -3, ω -6 지방산 조성비의 차이를 보였다. 근육의 단단함은 어종에 따라 단단함의 차이는 보여 쥐노래미와 돌돔이 다른 어종에 비해 단단함이 높았으나, 수입산과 국내산 따라 계절적 차이는 미미하였다. 유리아미노산의 함량은 국내산이 수입산에 비해 다소 높은 함량을 나타냈다. 아미노산가는 수입산, 국내산 전체 어종에서 histidine을 제외하고는 성인식으로 충분하였고 어종별로 약간의 차이는 있으나 수입산과 국내산 간의 차이는 미미하였다.

수입산 농어, 쥐노래미, 참돔과 국내산 쥐노래미에서 *Anisakis* spp.가

위, 내장, 간 부위에서 검출되었으나 생선회로 섭취하는 근육에서는 검출되지 않았다. 테트라사이클린계 항생물질은 봄, 가을 국내산 돌돔에서 극미량 검출되었고, 플로로퀴놀론계 항생물질은 봄, 가을 국내산 농어, 참돔, 돌돔에서 극미량 검출되었으나 잔류항생제 허용기준치에 훨씬 못 미치는 매우 안전한 수준이었으며, 옥소리산은 모든 계절, 모든 어종에서 검출되지 않았다. 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 수은(Hg), 망간(Mn), 니켈(Ni), 납(Pb), 아연(Zn)등에 대해 수입산과 국내산 활어의 중금속 함량을 조사한 결과 먹장어를 제외하고 우리나라 중금속 허용기준치 이하의 매우 안전한 수준이었으며 계절에 따른 중금속 변화는 거의 없었으며, 수입산과 국내산 활어의 중금속 함량은 차이를 보이지 않았다.



참 고 문 헌

- Ackman, R.G. 1990. Nutritional composition of fats in seafoods. *Prog. Food Nut. Sci.*, 13, 161-241.
- Ando, M., H. Toyohara and M. Sakaguchi. 1992a. Post-mortem tenderization of rainbow trout muscle caused by the disintegration of collagen fibers in the pericellular connective tissue. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 567-570.
- A.O.A.C. Official Method of Analysis 16'th ed. Association of official analytical chemists. *Washington D.C.* 1995.
- Dunn, J. F. and I. A. Johnston, 1986. Metabolic constraints on burst-swimming in the Atarctic teleost *Notothenia neglecta*. *Mar. Biol.* 91, 433-440.
- Folch, J., M. Lees and G.H. Sloane-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, pp.497..
- Iwamoto, M., H. Yamanaka, S. Watabe and K. Hashimoto. 1987. Effects of storage temperature on rigor-mortis and ATP degradation in plaice *Paralichthys olivaceus* muscle. *J. Food Sci.*, 52, 1514-1517.

- Jeong, B.Y., S. K. Moon, B. D. Choi and J. S. Lee. 1999. Seasonal variation in lipid class and fatty acid composition of 12 species of Korean fish. J. Korean Fish. Soc., 32(1), 30-36.
- KFDA(Korea Food and Drug Administration). 2002. Korea Food Code (A supplementary), Chapter 7. General method for examination, Munyoungsa, Seoul, pp.281-282.
- Konosu, S. and K. Watanabe. 1976. Composition of nitrogenous extractive cultured and wild red sea breams. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 42, 1263-1266.
- Konosu, S., Y. Maeda and T. Fujita, 1960. Evaluation of inosinic acid free amino acid as testing substance in the katsuobushi stock. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 26, 45-48.
- Kunisaki, N., K. Takada and H. Matsuura. 1986. On the study of lipid contents, muscle hardness and fatty acid compositions of wild and cultured horse mackerel. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 52, 333-336.
- Limin, L., X. Feng and H. Jing, 2006. Amino acids composition difference and nutritive evaluation of the muscle on five species of marine fish, *Pseudosciaena crocea*(large yellow croaker), *Lateolabrax japonicus*(common sea perch), *Pagrosomus major*(red sea bream), *Seriola dumerili*(Dumeril's amberjack) and *Hapalogenys nitens*(black grunt) from Xiamen Bay of China. Aqua. Nutri., 12, 53-59.

- Metcalf, L. D., A. A. Schmitz and J. R. Pelka. 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, 38, 514-514.
- Morishita, T., K. Uno, Y. Matsumoto and T. Takahashi. 1988. Comparison of the proximate compositions in cultured red sea bream differing the localities and culture methods, and of the wild fish. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 54, 1965-1970.
- Morishita, T., K. Uno, Y. Matsumoto and T. Takahashi. 1989. Comparison of the fatty acid compositions in cultured red sea bream differing the localities and culture methods, and those in wild fish. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 55, 847-852.
- Morishita, T., K. Uno, T. Araki, Y. Matsumoto and T. Takahashi. T., 1989. Comparison of the amount of extract of nitrogenous constituents in the meats of cultured red sea bream differing the localities and culture methods, and those in wild fish. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 55, 1565-1573.
- Mustafa, Y., S. Erdal and T. Metin. 2007. Effects of variation in feed and seasonal changes on body proximate composition of wild and cultured sea bass(*Dicentrarchus labrax* L.). *Turkish. J. Fish. Aquat. Sci.*, 7(1), 45-51.
- Ohshima, T., S. Wada and C. Koizumi. 1983. Comparison of lipid between cultured and wild sea breams. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, 49, 1405-1409.

- Oh, K. S., H. J. Lee, D. W. Sung and E. H. Lee. 1988. Comparison of nitrogenous extractive amino acid in wild and cultured bastard. Korean J. Food Sci. Technol., 20, 873-877.
- Saeki, K. and H. Kumagai. 1984. Chemical components in ten kinds of wild and cultured fishes. Nippon Suisan Gakkaishi, 50, 1551-1554.
- Sato, M., R. Yoshinaka, Y. Nishinaka, H. Morimoto, T. Kojima, Y. Yamamoto and S. Ikeda. 1986. Comparison of nutritive components in meat of cultured bastard halibut *Paralichthys olivaceus*. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 52, 1043-1047.
- Schmidt, E.B., H. Arnesen, J. H. Christensen, L. H. Rasmussen, S.D. Kristensen and R. Caterina. 2005a. Marine n-3 polyunsaturated fatty acids and coronary heart disease-Part II: clinical trials and recommendations. Thrombosis Research, 115, 257-262.
- Schmidt, E.B., H. Arnesen, J. H. Christensen, L. H. Rasmussen, S.D. Kristensen and R. Caterina. 2005a. Marine n-3 polyunsaturated fatty acids and coronary heart disease-Part I. Background, epidemiology, animal data, effects on risk factors and safety.. Thrombosis Research, 115, 257-262.
- Sikorski, Z.I.E., A. Kolakowska, B. Sun Pan. 1990. The nutritive composition of the major groups of marine food organisms. In: Sikorski, Z.E. (Ed), Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation. CRC Press, Boca Raton, FL., 29-54.

Spackman, D. H., W. H. Stein and S. Moore. 1958. Automatic recoding apparatus for use in the chromatography of amino acid. Anal. Chem., 30, 1190-1206.

Thebault, M.T., J.P. Raffin, A.M. Picado, E. Mendonca, E.F. Skorkowski and Y.L. Gal, 2000. Coordinated changes of adenylate energy charge and ATP/ADP : Use in ecotoxicological studies. Ecotoxicology and Environmental Safety, 46, 23-28.

White, J. A., R. T. Hart and J. C. Fry. 1986. An evaluation of waters Pico-Tag system for the amino acid analysis of food materials. J. Automat. Chem., 8, 170.

해양수산통계, 2006, 해양수산부.

정명생, 임경희, 2003. 활어의 소비구조 분석에 관한 연구

