

工學碩士 學位論文

자연산 및 양식산 활어의 식품학적 품질
및 안전성 비교 연구

The logo of Pukyong National University is a circular emblem. It features a stylized 'P' and 'U' intertwined in the center, with the university's name in English 'PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY' around the top half and in Korean '부경대학교' around the bottom half.

2007年 2月

釜慶大學校 大學院

食品工學科

金 閏 喆

工學碩士 學位論文

자연산 및 양식산 활어의
식품학적 품질 및 안전성 비교 연구

指導教授 趙 永 濟

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2007年 2月

釜慶大學校 大學院

食 品 工 學 科

金 閨 喆

金 閏 喆의 工學碩士 學位論文을 認准함

2006年 12月



主 審 農 學 博 士 安 東 賢 印

委 員 工 學 博 士 沈 吉 輔 印

委 員 水 産 學 博 士 趙 永 濟 印

목 차

<i>Abstract</i>	1
서 론	5
재료 및 방법	7
1. 실험 재료	7
1. 1. 실험어	7
2. 실험 방법	10
2. 1. 일반성분 측정	10
2. 2. 무기질함량 측정	10
2. 3. 콜라겐함량 측정	10
2. 4. 지방산조성 측정	11
2. 5. 총 아미노산 및 필수아미노산함량의 측정	11
2. 6. 유리아미노산함량 측정	11
2. 7. ATP관련물질 함량 측정	12
2. 8. 파괴강도 측정	12
2. 9. Adenylate energetic charge(AEC) 측정	14
2. 10. 지방분포 측정	14
2. 11. 기생충(<i>Anisakis spp.</i>)오염실태 조사	14
2. 12. 항생물질 잔류량 조사	15
2. 13. 중금속 함량 조사	19

결 과 및 고 찰 21

1. 활어의 식품학적 품질 평가 21

1. 1. 영양학적 성분 변화 21

1. 1. 1. 일반성분의 변화 21

1. 1. 2. 무기질함량의 변화 35

1. 1. 3. 콜라겐함량의 변화 38

1. 1. 4. 지방산조성의 변화 45

1. 2. 맛 성분 변화 54

1. 2. 1. 총 아미노산 및 필수아미노산함량의 변화 54

1. 2. 2. 유리아미노산함량의 변화 59

1. 2. 3. ATP관련물질 함량의 변화 68

1. 3. 근육의 품질 및 지질분포 조사 79

1. 3. 1. 파괴강도의 변화 79

1. 3. 2. 건강도의 변화 84

1. 3. 3. 지질분포의 조사 86

2. 활어의 위생학적 안전성 평가 90

2. 1. 기생충(*Anisakis spp.*)오염실태 조사 90

2. 2. 항생물질 잔류량 조사 96

2. 2. 1. 테트라사이클린계 항생물질 잔류량 조사 96

2. 2. 2. 퀴놀론계 항생물질 잔류량 조사 96

2. 2. 3. 옥소린산 항생물질 잔류량 조사 101

2. 3. 중금속 함량 조사 107

요 약	113
감사의 글	115
참고문헌	116



A study on Food Quality and Sanitary Safety of Wild and Cultured Fishes

Yun-Chul, Kim

Department of Food Science and Technology,
Graduate School,
Pukyong National University

Abstract

Getting out of economic difficulties depressing Korean after the 1945 Liberation, toward the term of industrial development, meat intake increased relatively rather than marine products in Korea. However, in addition to the recent noticeable growth of the food service industry, changed dietary life into the western style increasing consumption of instant meal or meat caused spreading of obesity, arteriosclerosis, and various kinds of lifestyle-related diseases caused by oversupplying nutrition. At this point of time, the health component or physiological effect contained in marine products have been founded by food-related research workers. Sliced raw fish has been known as a food satisfying two aspects of health-oriented property and taste, to hold a great part of the food service industry.

Accordingly, the consumption of sliced raw fish is sharply increasing, but more than 90% of sliced raw fishes currently circulated are cultured live fishes, because wild live fishes available for sliced raw fish have been dried up owing to reckless fishing, and fishing banks are being reduced. Production amount of cultured live fish has been increasing by more than 10 times in comparison to the later half of 1980s, and a great deal of live fishes for sliced raw fish are being imported from China or Japan. Total amount of production of Korean cultured live fishes was about 58,000 tons in 2004. 15 kinds of fishes are being cultured, most of which are flat fishes and rock fishes. Seeing through Korean live fish circulation market, domestic cultured live fishes cover about 60%,

imported products from China hold about 35%, and wild fishes cover only 5%. Thus, lack of wild fishes causes price rising, and some restaurants deceive customers into being damaged, pretending cultured fishes to be wild ones. In addition, a great deal of imported live fishes is currently consumed in Korea, but there are no materials to secure hygienic safety for imported live fishes, as well as the quality. Besides, when preparing for sliced raw fish with a red seabream, of which color or flesh substance is similar to a snapper, which is sold by high price in some cases. As the result of it, the market share of domestic cultured fishes is dropping. But, like as wild or imported fishes, there is no skill to judge objectively the hygienic safety and quality of live fishes. Thus, this study attempted to distribute to promote consumption of cultured live fishes and improve the national health, as securing sitological superiority and safety of domestic cultured live fishes, through evaluating sitological quality of wild and cultured live fishes, hygienic safety of wild and cultured live fishes. The content and result of the study is like as follows.

Chapter 1. Sitological Quality Evaluation of Wild and Cultured Live Fishes

1. Surveying the change in the sitological component for wild and cultured live fishes

As analyzing general components by season, the biggest change has been shown in moisture and crude lipid content.

Research on the muscle of wild and cultured live fishes by season, regarding the content of macro-minerals such as Na, Ca, K, Mg, P, and of micro-minerals such as Fe, Cu, Zn, Se, showed significant difference in Na content between wild fishes and cultured ones, even though there was difference according to the kind of fishes and the season, and little difference in the content of Ca, K, Mg between them ($p < 0.05$). Cultured fishes contained a high percentage of Fe amid micro-minerals, and the content of Cu, Zn, Se had no significant difference ($p > 0.05$). Although there's a little bit difference by fishes, cultured fishes have a tendency to contain a little higher percentage of collagen than wild ones. The composition of fat acid of total crude fat extracted from sliced raw fish-only live fish showed a little difference by fishes, 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.

2. Surveying taste component distribution of wild and cultured live fishes

In regard to the foregoing wild and cultured live fishes for sliced raw fish, its amino acid composition was surveyed by season, its outcome 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 result from surveying free amino acid content of wild and cultured Sea bass, Rock bream, Yellowtail, Rock fish, Red seabream, and Olive flounder showed difference in content, but generally taurine content for the whole free amino acid held the most part. Wild fishes had a tendency to contain a little more lysine than cultured ones.

Even though there was no big difference by fishes, king fish muscles contained more histidine than other fishes. The result from analyzing ATP-related compound showed difference in total content by fishes, seasons, wild and cultured products, and IMP content that had largest influence upon the savory taste of sliced raw fish, was higher in the cultured fishes than wild ones.

3. Surveying the muscle quality and fat distribution of wild and cultured live fishes

In regard to the foregoing wild and cultured live fishes for sliced raw fish, the flesh solidness that affects taste is a little bit better in wild fishes than cultured ones by season, and wild live fishes with harder flesh contained less fat than cultured ones. Although the AEC value that is standard of measuring freshness of wild and cultured fishes indicated above 0.85, which was good result, some of wild fishes showed low value, which meant that the stress during fishery and circulation dropped the quality of live fishes in comparison with cultured ones.

Chapter 2. Sitological Safety Evaluation of Wild and Cultured Live Fishes

1. Surveying *Anisakis* spp. distribution of wild and cultured live fishes

In regard to six kinds of wild live fishes and six kinds of cultured ones, as the result of surveying existence of parasite (*Anisakis* spp.) by season, cultured live fishes did not show parasites, while wild live fishes had parasitic insects inside stomach and the internals.

2. Surveying the residue of antibiotic substances of wild and cultured live fishes

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 six kinds of wild and six kinds of cultured live fishes of which sitological quality was assessed, wild live fishes did not contain tetracycline antibiotics, while some of cultured live fishes contained it microscopically, of which content was on safe level, far from 0.2 mg/kg (Food Code, 2004), OTC permissible level for Korean fishes. And, wild live fishes did not show Floroquinolon antibiotics, while some of cultured live fishes contained it microscopically. 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 cultured live fished circulated in Korea does not come up to European standard. All of collected wild and cultured live fishes did not contain Oxolinic acid, which secured hygienic safety.

3. Analyzing the heavy metal content of wild and cultured live fishes

In regard to the eight kinds of wild live fishes and seven kinds of cultured ones collected by season, from October, 2004 to October, 2005, from nation-wide coast, as the result of monitoring a heavy metal content, which is on very safe under permissible level in Korea (Pb 2.0 mg/kg, Hg 0.5 mg/kg), and the change in heavy metal content by season has not been found, but wild fishes contained it a little more than cultured ones.

서 론

우리나라는 해방 후 어려웠던 경제난국을 벗어나 산업발전기에 접어들면서 수산물보다는 육류의 섭취가 상대적으로 많이 증가되었다. 그러나 최근에 들어와서는 외식산업의 현저한 발달과 더불어 즉석편리식품이나 육류의 소비가 증가하는 서양식 식생활로 바뀔에 따른 비만, 동맥경화 및 영양의 과잉공급에 따른 각종 생활습관병이 만연하고 있는 실정이다. 수산물은 국민의 동물성 단백질 공급의 36%를 차지할 정도로 중요한 식품으로 국민건강에 적지 않게 기여하고 있으며 국민소득 증가에 따라 고급식품으로 간주되는 수산물에 대한 수요는 향후 더욱 증가될 것으로 전망되고 있다. 이러한 시점에 수산물이 가지고 있는 건강기능성이나 생리효과가 식품관련 연구자들에 의해 밝혀지면서, 생선회가 건강지향성과 기호성이라는 측면에서 두 가지 조건 모두를 만족시키는 식품으로 자리잡아 외식산업의 한 축을 이루어 감은 극히 다행스러운 일이다.

이와 같은 이유로 생선회의 소비는 급증하고 있으나, 생선회로 소비할 수 있는 자연산 활어는 남획에 따른 자원고갈 및 어장축소 등의 이유로 생선회의 90% 이상이 양식산 활어로 유통되고 있는 실정이다. 수산연감(2003)은 양식 활어의 생산량 또한 1980년대 후반에 비하여 10배 이상 증가되어 있을 뿐만 아니라 2004년 64,476 MT에서 2005년에는 81,437 MT으로 26%나 증가하였다. 가까운 중국이나 일본 등지에서 생선회로 먹기 위하여 많은 량의 활어가 수입되고 있는 실정이다. 그러나 약 15종의 어류가 양식되고 있는 중 대부분을 넙치와 조피볼락이 차지하고 있다. 우리나라의 활어유통시장을 살펴보면 국내에서 양식된 활어가 60% 내외, 중국산 등 수입산이 35% 내외, 그리고 자연산은 5% 정도에 불과하다. 이와 같은 자연산 어류의 공급은 자원의 감소로 인하여 대단히 부족하여 상대적으로 비싼 가격에 판매되고 있으며, 일부 업소에서는 자연산과 유사한 양식산을 자연산으로 속여 판매함으로써 소비자가 피해를 보는 사례도 종종 있다.

그리고 최근 국내에 많은 량의 수입산 활어가 소비되고 있는데, 수입산 활

어의 경우 질병의 예방 및 치료 목적 등 생산성 향상을 위하여 많은 종류의 약품이 사용되기도 한다. 그러나 항생제 등의 위생안전성을 보장 할 수 있는 자료 전혀 없으며, 품질에 대해서도 마찬가지이다. 이런 이유 등으로 국내 양식산의 시장 점유율이 낮아지고 있다.

국내외 연구 동향을 살펴보면 자연산, 양식산 활어의 기호성에 어육의 질감이 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다. Yoshinaka(1990)은 근육에는 근세포 사이를 연결하는 기능을 갖는 결체조직이 존재하며 이 결체조직은 수종류의 단백질로 형성되지만 대부분은 콜라겐이다. Ochiai et al.(1977); Olacchia et al.(1993)은 콜라겐함량은 근육의 경도와 밀접한 관계가 있으며 콜라겐이 많을수록 단단한 근육이 된다고 한다.

Sato(1986) 등은 24어종의 근육 내 콜라겐함량을 측정하여 얇게 썬 생선회의 texture에 미치는 영향을 검토한 결과 어류는 포유동물보다 가용성 콜라겐이 많았고, 총 콜라겐함량은 어종에 따라 다양하였으며, 근육내의 콜라겐은 얇게 썬 생선회의 경도에 기여한다고 보고하였고 어류의 체성분은 어종이나 개체 부위 또는 성숙도에 따라 다르며 서식지의 환경조건과 먹이에 따라 서로 다르다는 보고가 있다.

지금까지 자연산과 양식산의 영양학적 평가는 넓치 Oh et al.(1988), 참돔 Aoki et al.(1991); Nakagawa et al.(1991), 조피볼락 Lee et al. (2000) 등이 보고되었다. 하지만 기존의 연구들은 대부분 일회성 조사로서 영양학적 평가를 내린다는 것은 한계를 가지고 있으며, 계절적인 변화에 따른 자연산과 양식산 같은 활어의 위생안전성과 품질을 평가할 수 있는 객관적인 품질판정 기술도 미흡한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 양식산 활어의 소비촉진과 우리 국민의 보건증진을 위하여 계절에 따른 자연산과 양식산 활어에 대한 품질과 안전성을 비교, 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

1. 1. 실험어

자연산과 양식산 활어의 영양학적 품질 평가를 위하여 국내 유통되고 있는 횡감용 활어 중 대표적인 어종인 농어, 돌돔, 방어, 조피볼락, 참돔, 넙치 총 6종의 자연산 및 양식산 활어를 각각 3미씩 구입하여 시료어의 평균 체장과 평균체중은 Table 1, 2, 3, 4에 나타내었다.

이때, 우리나라 양식어류는 대부분 남해안에서 생산되므로, 본 실험에 사용된 대부분의 시료(5종)는 남해(통영)에서 구입하였고 넙치는 동해(포항)에서 구입하였으며, 양식산과 자연산을 비교 평가하기 위하여 동 지역의 자연산 시료를 구입하여 실험에 사용하였다.

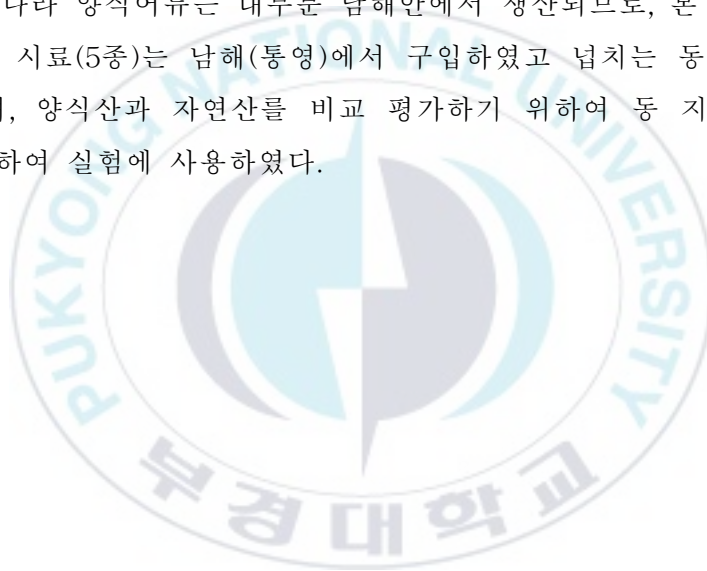


Table 1. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in spring (2005.4–2005.6)

<i>Species</i>		<i>Body weigh (g)</i>	<i>Body length (cm)</i>	<i>No.</i>
Seabass	Wild	865±106.07	41.00±1.41	3
	Cultured	1,490±98.99	52.00±2.83	3
Rock bream	Wild	1,020±28.28	31.50±0.71	3
	Cultured	760±0.00	27.50±0.71	3
Yellowtail	Wild	1,050±70.71	37.50±2.12	3
	Cultured	1,124±65.24	37.50±3.25	3
Rock fish	Wild	960±169.71	34.50±0.71	3
	Cultured	400±0.00	24.00±0.71	3
Red seabream	Wild	890±42.43	30.50±0.71	3
	Cultured	1,420±84.85	36.25±1.06	3
Olive flounder	Wild	981±20.52	35.50±1.20	3
	Cultured	730±14.14	34.50±0.70	3

Table 2. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in summer (2005.7–2005.9)

<i>Species</i>		<i>Body weigh (g)</i>	<i>Body length (cm)</i>	<i>No.</i>
Seabass	Wild	690±70.71	35.00±0.00	3
	Cultured	950±70.71	39.50±0.71	3
Rock bream	Wild	1,010±28.28	31.50±0.71	3
	Cultured	680±56.57	27.00±2.83	3
Yellowtail	Wild	450±155.56	29.00±4.24	3
	Cultured	1,340±84.85	44.00±0.00	3
Rock fish	Wild	900±70.71	32.00±1.41	3
	Cultured	720±84.85	29.50±0.71	3
Red seabream	Wild	870±14.14	30.50±0.71	3
	Cultured	1,050±70.71	32.50±0.71	3
Olive flounder	Wild	981±20.52	345.50±1.20	3
	Cultured	930±42.43	40.00±0.00	3

Table 3. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in fall (2004.10-2004.12)

<i>Species</i>		<i>Body weigh (g)</i>	<i>Body length (cm)</i>	<i>No.</i>
Seabass	Wild	1,033±471.73	48.83±7.97	3
	Cultured	1,122±67.88	48.50±0.87	3
Rock bream	Wild	420±20.00	24.67±1.76	3
	Cultured	230±17.32	20.50±1.50	3
Yellowtail	Wild	883±247.05	40.83±3.75	3
	Cultured	853±46.19	43.33±1.53	3
Rock fish	Wild	933±115.47	39.67±1.53	3
	Cultured	660±103.92	34.33±0.58	3
Red seabream	Wild	873±152.75	41.00±3.00	3
	Cultured	1,022±120.03	38.67±1.53	3
Olive flounder	Wild	1,333±340.20	43.33±3.51	3
	Cultured	1,180±105.83	45.33±1.53	3

Table 4. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in winter (2005.1-2005.3)

<i>Species</i>		<i>Body weigh (g)</i>	<i>Body length (cm)</i>	<i>No.</i>
Seabass	Wild	786.67±23.09	45.00±1.00	3
	Cultured	970±212.83	46.00±2.65	3
Rock bream	Wild	470±55.68	30.17±0.76	3
	Cultured	460±227.16	27.67±6.66	3
Yellowtail	Wild	883.33±184.48	43.83±4.01	3
	Cultured	2233.33±133.17	53.33±7.23	3
Rock fish	Wild	900±17.00	39.17±0.76	3
	Cultured	1037±15.28	40.33±1.53	3
Red seabream	Wild	1350±427.20	46.67±5.51	3
	Cultured	920±72.11	37.33±0.58	3
Olive flounder	Wild	1028±92.92	40.67±1.50	3
	Cultured	1386.67±180.37	46.33±1.15	3

2. 실험방법

2. 1. 일반성분 측정

AOAC.(1990)에 따라 수분은 상압가열 건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl 법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 건식회화법으로 각각 분석하였다.

2. 2. 무기질 함량 측정

무기질은 근육을 세절하여 일정량 취하고 마쇄한 시료육 3g을 칭량하여 전기분해장치에 넣고 HNO_3 30 mL를 가하여 맑은 암적색이 나타날 때까지 산 분해하였다. 산 분해 후 분해액을 여과하여 증류수로써 100 mL로 정용하여 무기질 측정용액으로 한다. 분석은 ICP를 이용하여 각 표준물질로서 검량선을 작성한 후 정량하였다.

2. 3. 콜라겐 함량 측정

Bergman and Loxley(1963)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 등쪽 근육을 0.3g씩 captube에 취하여 6N-HCl 10 mL를 넣고 뚜껑을 닫고 110℃에서 24시간 가수 분해하였다. 가수분해 된 시료는 염산을 제거하기 위해 감압건조시킨 후, 탈이온수로 10 mL로 정용한다. 시료용액을 시험관에 0.3 mL씩 취하여 0.6 mL의 isopropanol과 교반한 수산화용액(7% chloramine T : Acetate-Citrate buffer=1 : 4)을 0.3 mL 가하고 5분 동안 상온에서 방치 후 Ehrlich 시약(0.67% p-dimethyl-amino-benzaldehyde, 60% perchloric acid : isopropanol=3 : 13)을 4 mL 가하고 58℃에서 25분간 반응시킨 후, 558 nm에서 30분 이내에 hydroxyproline을 정량하여 콜라겐 환산계수 9.75를 곱하여 구하였다.

2. 4. 지방산 조성 측정

활어의 근육을 세절한 다음 Folch et al.(1957)의 방법에 의하여 시료의 5배량의 chloroform : methanol (2:1 v/v)용액으로 지질을 추출한 후, 지질을 정제하고 지방산의 methyl ester를 다음과 같이 조제하였다. 즉, 지질 0.5~2 mL를 취하여 2 mL의 benzene에 녹이고, 여기에 14% BF₃-methanol 2 mL를 가하여 80℃의 항온수조에서 30분간 가열하여 메틸화시켰다. 지방산의 methyl ester를 분액깔대기에 이행시켜 증류수 20 mL, 석유 ether 30 mL 및 포화 NaHCO₃ 2~3 mL를 가한 다음 methyl ester를 석유 ether층으로 옮겼다. 석유 ether층을 증류수로 수회 세정한 후, 용매를 제거한 다음, gas chromatography (Hewlett packard 6890A)로써 분석하였다. 지방산의 동정은 표준지방산 methyl ester의 retention time과의 비교 및 지방산의 이중 결합수와 retention time과의 상관그래프를 이용하였다.

2. 5. 총 아미노산 및 필수아미노산 함량

총 아미노산은 활어의 근육을 일정량 취하여 세절하고, 시료 150 mg을 6N-HCl로써 110℃의 sand bath에서 24시간 가수분해하였다. 시료용액을 감압 건조 시킨 후, pH 2.2의 구연산 완충액으로 50 mL로 정용하여 0.20 µm membrane filter로 여과하여 아미노산 분석용 시료로 사용하였다. 총 아미노산 및 필수아미노산의 함량은 아미노산 분석기(Hitachi 835)로서 분석하였다.

2. 6. 유리아미노산 함량 측정

어육 5 g을 정확하게 취한 후 75% ethanol를 25 mL를 넣고 6시간 교반하여 준 다음 원심분리 (3,000×g, 15분)하여 상층액을 취하였다. 이 때, 상층액의 색이 무색이 될 때까지 75% ethanol을 첨가하여 원심분리하였다. 이 상층액에서 ethanol을 완전히 제거시키기 위해 감압농축 후 탈이온수로 정용하고, 5 mL을 취하여 5'-sulfosalicylic acid 250 mg을 넣고 잘 혼합하여 균질화시켜 제단백시킨 후 원심분리 (3,000×g, 15분)하여 얻은 상층액을 0.20 µm membrane filter로 여과한 다음 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 일정량 희

석하여 아미노산 자동분석기 (Sykam Amino acid analyzer S433)로 분석하였다.

2. 7. ATP 관련물질 함량 측정

핵산 관련물질 함량은 Iwamoto et al.(1987)의 방법에 따라 추출하여, 추출한 핵산관련물질은 0.20 μ m membrane filter로 여과한 후 탈기하여 HPLC에 20 μ l를 주입하였다. HPLC는 waters사의 controller 600, TM-600 intelligent pump, dual λ absorbance detector 2487, column oven 410 및 differential refractometer를 사용하였으며 column은 μ -bondapack C₁₈ (3.9×300mm)의 역상분배 column (Waters model 91822, Ireland)을 사용하였다. 이동상 용액은 2% triethylamine-phosphoric acid 완충용액 (pH 7.0)을 사용하였고 유속은 1.0 mL/min, column 온도는 40℃, 검출파장은 254 nm, 분석시간은 30분 그리고 peak 면적은 auto chromatography data system을 통해 적분하여 계산한 후 각각의 함량을 구하였다.

2. 8. 파괴강도 측정

Ando et al.(1991)의 방법에 따라 Rheo meter (Compac-100, Sun, Japan)을 이용하여 등육을 아래 Table 5와 같은 조건으로 측정하였다.

즉, 어육을 밑면이 평행하게 필렛하여 20×20×10 mm의 크기로 정사각형의 칼집을 위에서 찍은 후에, 칼집 위로 돌출된 부분을 잘라내고 근육의 두께를 10 mm 로 균일하게 하여 측정시료로 사용하였다. 파괴강도는 직경 10 mm cylinder plunger를 사용하였으며, 속도 60 mm/min때의 최고값을 측정하였다. 실험결과 5~8회 측정하여 평균±표준편차(mean±S.D.)로 나타내었다.

Table 5. Conditions employed for breaking strength profile measurement of fish muscle

Instrument	SUN RHEO Meter Compac-100
Sample thickness	10 mm
Cylindrical plunger	10 mm in diameter
Crosshead speed	1 mm/sec
Load cell	10 kg
Chart speed	60 mm/min

2. 9. Adenylate energetic charge(AEC) 측정

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

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

2. 10. 지방분포의 측정

활어를 즉살시킨 후 즉시 등육의 일정부위를 1 cm정도 잘라내 원료로 하였다. 육을 가로×세로×두께 가 약 4 mm×4 mm×2 mm 가 되도록 절단하여, 절단된 육을 -25℃ 이하로 설정된 동결절편기에 자른 육을 O.C.T compound로 감싸서 급속동결시킨 후 8 μm~10 μm의 두께로 잘라 미리 준비한 동결절편 슬라이드에 부착하여 동결절편을 제조하였다. 동결절편 슬라이드를 증류수에 10초 동안 함수, 100% Propylene glycol에 10분간 처리하여 완전탈수, 60℃에 있는 Sudan Black B 용액에 10분, 85% Propylene glycol에 5분, 증류수로 10초간 수세, Nuclear fast red에 1분, 증류수에 담근 상태로 슬라이드를 하나씩 꺼내어 수용성 봉입제로 봉입하는 순서로 염색하여 광학현미경으로 관찰(40배, 100배, 200배)하여 지방의 분포도를 살펴보았다.

2. 11. 기생충(*Anisakis* spp.) 오염실태 조사

아니사키스(*Anisakis* spp.)는 해산어류를 먹이로 하는 고래, 돌고래, 물개, 바다표범 등의 위에 기생하는 선충류로서 사람에게는 그 유충에 의해 위 또는 장관 계통에 급성 감염증을 일으키므로 식품위생학적으로 중요하다.

활어 중 감염시 급성 위장염 등을 유발하는 아니사키스(*Anisakis* spp.) 오염실태를 조사하기 위하여 Koyama.(1969) 등의 방법에 따라 활어의 근육 및 내장을 채취하여 직접 육안으로 관찰하였다.

2. 12. 항생물질 잔류량 조사

2. 12. 1. 테트라사이클린(*Tetracycline*)계 항생물질 잔류량 조사

테트라사이클린계 항생물질의 분석은 Ueno et al.(1987)의 방법을 개량하여 실시하였다. 즉, 탈피하여 필렛을 뜯 어육을 잘게 마쇄하고, 조제한 어육 10 g에 0.5% disodium EDTA가 함유된 5% trichloroacetic acid를 40 mL 첨가하여 homogenizer (Kinematica, model Polytron PT 3000)로 2분간 균질화 하였다. 균질액은 8,000rpm에서 20분간 원심분리(Hanil, model Supra 21K)한 후 잔사를 제거한 상정액만을 취하여 분액여두로 옮긴 후 n-hexane:chloroform (9:1)용액 40 mL로 2회 세정하여 지질성분을 제거하였다. 지질이 제거된 추출액은 감압농축기(EYELA, model N-2NW)로 40℃에서 3 mL정도 되게 농축하고, vacuum manifold (Supelco 사)를 이용하여 Sep-pak C18 카트리지에 흡착시켰으며, 이 추출물을 흡착시킨 Sep-pak C18 카트리지는 증류수 (40 mL)로 세척한 후, methanol (40 mL)로 흡착물을 용출시켰다. Methanol 용출물은 감압 농축하여 건조시키고, 건조물을 acetonitrile과 증류수(3:7) 혼합액을 사용하여 2 mL로 정용하고, poresize 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. Sep-pak C18 cartridges (Waters, vac 3 cc, 500 mg)는 시료를 흡착시키기 전에 methanol (20 mL), 증류수(20 mL), 5% EDTA 용액(10 mL)을 순차적으로 흘려 cartridge를 활성화시킨 후 사용하였다.

테트라사이클린계 항균제 즉, 옥시테트라사이클린 및 테트라사이클린, 그리고 클로로테트라사이클린 및 독시사이클린을 분석에서 시료추출은 같이 하였으나, 기기분석에서 검출한계를 낮추기 위하여 HPLC 분석 조건을 달리하여 분석하였다(Table 6, 7).

Table 6. HPLC conditions for oxytetracycline and tetracycline determination in fish

HPLC system	Shiseido nanospace 51-2 system
Column	Shiseido MG C18, 4.6 mm ID x 250 mm
Mobile phase	methanol : acetonitrile : 0.01M oxalic acid = 1 : 1.8 : 7.2 (pH 2.0 adjusted with ammonia water)
Flow rate	1 mL/min
Detector	UV 360 nm
Injection volume	20 μ l
Column temp.	35°C
Retention time	20 min

Table 7. HPLC conditions for chlorotetracycline and doxytetracycline determination in fish

HPLC system	Shiseido nanospace 51-2 system
Column	Shiseido MG C18, 4.6 mm ID x 150 mm
Mobile phase	methanol : acetonitrile : 0.01M oxalic acid = 2.3 : 2.0 : 5.7 (pH 2.0 adjusted with ammonia water)
Flow rate	1 mL/min
Detector	UV 360 nm
Injection volume	40 μ l
Column temp.	35°C
Retention time	15 min

2. 12. 2. 퀴놀론(*Quinolone*)계 항생물질 잔류량 조사

활어로부터 fluoroquinolone계 항생제 추출을 위한 전처리 과정은 시료어를 탈피하여 어육을 채취하고, 잘게 마쇄한 후 5 g을 취하여 이동상과 acetonitrile의 1:1 혼합액을 40 mL를 가하여 homogenizer (Polytron PT 3000)로 2분간 균질화한 다음, 단백질을 제거하기 위하여 80℃에서 5분간 증탕으로 가열하여 방냉하였다. 가열 추출액은 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하였다. 이 상등액에 헥산 (50 mL)을 가하여 진탕한 후 원심분리 (3000 rpm, 5분)로 액층을 완전히 분리하였다. 하층액 (추출액)에 n-propanol 10 mL을 넣어 40℃에서 잔사만이 남을 때까지 감압농축기 (EYELA N-2NW)로 건조 농축한 다음, 이 건조물에 이동상 2.5 mL을 가하고 1분간 초음파 처리하여 충분히 용해시킨 후 0.2 μ m membrane filter (PTFE, Millipore)로 여과한 후, HPLC로 분석하였다.

어류로부터 퀴놀론계 항생물질을 검출하기 위한 HPLC 분석조건은 Table 8과 같다.

Table 8. HPLC conditions for fluoroquinolones determination in fish

HPLC system	Shiseido nanospace 51-2 system
Column	Shiseido UG 120 , 4.6 mm ID x 250 mm
Mobile phase	0.1M phosphoric acid (pH 2.5) : AcN = 91 : 9 (added to 5 mL/L tetrahydrofuran)
Flow rate	1 mL/min
Detector	FL Ex. 280 nm, Em. 450 nm
Injection volume	20 μ l
Column temp.	35°C
Retention time	50 min.

2. 12. 3. 옥소린산 잔류량 조사

어류에 대한 옥소린산 분석은 우리나라 식품위생법에 의한 식품공전 제7편 일반시험법(2002) 및 국립수산물품질검사원의 분석방법을 변형하여 사용하였다. 즉 탈피하여 필렛을 뜯 어육을 잘게 마쇄한 후, 마쇄육 10 g을 취하여 dichloromethane (40 mL)을 첨가하여 homogenizer로 2분간 균질화 하였다. 균질액은 8,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 dichloromethane층만을 취하여 농축수기로 옮기고, 추출잔사는 같은 용매를 사용하여 재추출하였다. 2회 추출한 추출액은 감압 농축기를 사용하여 35℃에서 1 mL로 농축시켰으며, 이 농축액에 0.1N HCl 40 mL를 가하여 추출액을 산성화시킨 후, 분액여두에 옮기고, hexan (40 mL)으로 2회 세척하여 지질성분을 제거하였다. 지질을 제거한 추출액은 dichloromethane (40 mL)을 사용하여 2회 추출하고, 모아진 dichloromethane층을 35℃에서 감압농축기에서 완전히 건조시켰다. 이 건조물은 옥소린산 분석시 HPLC에서 사용하는 이동상(methanol : acetonitrile : 0.01M oxalic acid; 1 : 3 : 6) 2 mL로 용해시킨 후 pore size 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다.

활어로부터 옥솔린산을 검출하기 위한 HPLC 분석조건은 Table 9와 같다.

2. 13. 중금속 함량 조사

활어의 중금속 함량은 Standard Methods for Marine Environment(MOMAF, 2002)에 따라 측정하였다. 즉, 수은(Hg)은 Gold-amalgam법으로 Mercury analyzer (Mildestone, AMA-254)를 사용하여 직접 측정하였다. 그리고 그 외 미량금속의 함량은 습식회화법에 따라 시료를 약 15~20 g 취하여 건조시킨 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) 및 아연(Zn)은 Inductively Coupled Plasma Spectrometer (HITACHI, P-401)로, 납(Pb)은 ICP-MS(Perkin-Elmer, Elan 6000)로 그 함량을 측정하여 생물기준으로 나타내었다.

Table 9. HPLC conditions for oxolinic acid determination in fish

<i>HPLC system</i>	Shiseido nanospace 51-2 system
<i>Column</i>	Cosmosil 5C18-AR, 4.6mm ID × 150mm
<i>Mobile phase</i>	methanol : acetonitrile : 0.01M oxalic acid = 1 : 3 : 6
<i>Flow rate</i>	1mL/min
<i>Detector</i>	EX 337nm, Em 365nm
<i>Injection volume</i>	20 μ l
<i>Column temp.</i>	35°C
<i>Retention time</i>	10 min

결과 및 고찰

1. 활어의 식품학적 품질 평가 조사

1. 1. 영양학적 성분 변화

1. 1. 1. 일반성분의 변화

1. 1. 1. 1. 농어

남해안에서 대표적으로 어획 또는 양식되고 있는 농어의 일반성분을 계절별에 따른 조사결과를 Table 10에 나타내었다.

봄철에 구입한 자연산 농어의 수분 함량은 $78.65 \pm 0.35\%$ 로 나타났으며, 양식산 농어는 평균 $77.33 \pm 0.32\%$ 로 나타나 자연산이 양식산 보다 수분 함량이 다소 높았다($p < 0.05$). 또한 조지방 함량은 자연산 농어는 $2.20 \pm 0.06\%$ 였으나, 양식산 농어는 평균 $2.44 \pm 0.02\%$ 로 나타났으며, 단백질 함량에서도 자연산은 평균 $18.22 \pm 1.02\%$, 양식산은 $20.83 \pm 0.98\%$ 로 나타나, 자연산에 비하여 양식산이 수분 함량은 높으며 조지방과 단백질 함량이 높았다.

일본에서 어획 및 양식되는 자연산과 양식산 농어의 일반성분 함량을 조사한 Aoki et al.(1991)보고에서는 자연산 농어의 조지방 함량은 등, 배, 꼬리육에서 다소 차이가 있었으나 그 함량은 $1.0 \sim 2.4\%$ 이며, 양식산은 $4.8 \sim 6.3\%$ 로 보고 되었다. 본 결과에서도 유사한 결과를 얻었으나, 농어의 산란시기가 11월부터 이듬해 4월로 성분변화를 가질 수 있으며, 이로 인하여 봄철 시료 구입 시 조지방 함량이 다른 시기보다 낮은 것으로 판단된다.

여름철에 구입한 자연산 농어의 수분 함량은 $74.06 \pm 1.44\%$ 로 나타났으며, 양식산 농어는 평균 $72.44 \pm 0.25\%$ 로 양식산이 자연산보다 수분 함량이 다소 높았다($p > 0.05$). 또한 조지방 함량은 자연산 농어는 $4.10 \pm 1.30\%$ 였으나, 양식산 농어는 평균 $4.26 \pm 0.08\%$ 로 나타났다. 단백질 함량에서도 자연산은 평균 19.43 ± 0.10 , 양식산은 $21.55 \pm 0.28\%$ 로 나타났다.

가을철에 구입한 자연산 농어의 수분 함량은 $77.93 \pm 0.75\%$ 로 나타났으며, 양식산 농어는 평균 $73.91 \pm 0.90\%$ 로 양식산이 자연산보다 수분 함량이 다소

높았다. 또한 조지방 함량은 자연산 농어는 $3.27 \pm 0.34\%$ 였으나, 양식산 농어는 평균 $4.20 \pm 1.51\%$ 로 나타났다. 단백질 함량에서도 자연산은 평균 18.93 ± 0.36 , 양식산은 $19.93 \pm 0.36\%$ 로 나타났다.

겨울철에 구입한 자연산 농어의 수분 함량은 $72.57 \pm 1.06\%$ 로 나타났으며, 양식산 농어는 평균 $71.85 \pm 0.41\%$ 로 양식산이 자연산보다 수분 함량이 다소 높았다. 또한 조지방 함량은 자연산 농어는 $5.31 \pm 0.67\%$ 였으나, 양식산 농어는 평균 $6.50 \pm 0.85\%$ 로 나타났다. 단백질 함량에서도 자연산은 평균 $21.52 \pm 0.34\%$, 양식산은 $23.31 \pm 0.85\%$ 로 나타났다.

참돔의 일반성분을 조사한 Konosu et al.(1992) 보고에 의하면, 양식산이 자연산에 비해 조지방 함량이 높고 수분 함량이 낮다고 보고하고 있으며, Park(2000)이 보고한 양식 및 자연산 넙치의 함질소 엑스 성분 비교에서 어떤 어종에서나 공통적으로 조지방 함량이 높고 수분 함량이 낮다고 보고하였다. 그러나 본 결과에서는 자연산과 양식산 간의 조지방 함량은 유의적인 차이를 나타내지 못하고 있다. 또한 조지방 함량이 높은 시기에는 수분 함량이 낮은 경향은 Park(2000)의 보고와 유사하였다.

계절별 자연산과 양식산 사이의 성분차이는 미미하였으나, 조사시기별로는 조지방 함량이 가장 큰 차이를 나타내고 있었다.

수분 함량은 봄철에 가장 높았으며, 겨울철에 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 조지방 함량은 계절별로 증가하는 추세를 나타내어 수분 함량이 가장 높은 봄철에 조지방 함량은 가장 낮았으며, 수분 함량이 가장 낮은 겨울철에 조지방 함량은 높은 경향을 나타내었다. 단백질과 회분은 계절별로 유의적인 차이를 나타내지 못하였다.

1. 1. 1. 2. 돌돔

자연산, 양식산 돌돔에 대한 일반성분을 조사한 결과를 Table 11에 나타내었다. 앞에서 살펴본 농어와 유사하게 양식산 돌돔의 조지방 함량이 자연산 돌돔보다 높은 것으로 나타났다.

봄철에는 자연산 돌돔의 수분 함량은 $70.38 \pm 1.53\%$ 로 나타났으며, 양식산

돌돔의 수분 함량은 69.09%로 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 그리고 조지방 함량은 자연산 조지방 함량은 자연산 돌돔은 평균 $7.74\pm 1.58\%$, 양식산 돌돔은 평균 $7.94\pm 1.74\%$ 로 자연산과 양식산 간의 함량차이는 없었다($p>0.05$). 자연산과 양식산 돌돔의 단백질 함량은 각각 $18.38\pm 0.35\%$, $17.97\pm 0.18\%$ 로 나타났으며, 회분 함량은 각각 $1.24\pm 0.06\%$, $1.40\pm 0.12\%$ 로 양식산이 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$). 여름철에는 자연산 돌돔의 수분 함량이 $76.96\pm 0.58\%$, 양식산 돌돔의 수분 함량은 $76.21\pm 0.24\%$ 로 나타났으며 자연산의 수분 함량이 높았다($p<0.05$), 자연산 돌돔의 조지방 함량은 평균 $3.59\pm 0.46\%$, 양식산 돌돔은 평균 $4.04\pm 0.20\%$ 의 함량을 나타냈으며 자연산과 양식산 사이의 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 단백질 함량은 평균 $16.52\pm 1.21\%$ 를 자연산 돌돔에서 나타냈으며, $17.52\pm 0.11\%$ 가 양식산 돌돔에서 나타나 양식산이 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$). 그리고 회분 함량은 자연산과 양식산 돌돔에서 각각 $1.31\pm 0.17\%$, $1.35\pm 0.07\%$ 로 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$).

가을철과 겨울철은 앞서 살펴본 봄, 여름철과 유사하게 수분 함량과 조지방 함량이 차이를 보이고 있으며, 단백질 함량은 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 회분 함량은 자연산보다 양식산이 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$).

조사 시기에 따른 각 성분간의 차이는 자연산 돌돔에서의 수분은 봄에 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 여름에 가장 높은 함량을 나타내었다. 반면 조지방 함량은 수분 함량과는 대조적으로 봄에 가장 높았으며, 여름에 가장 낮은 함량을 나타내고 있다.

단백질은 겨울철에 가장 높게 나타났으며 가을, 봄 순으로 높았으며, 회분 함량은 겨울철에 가장 다소 높게 나타났다.

양식산 돌돔에서는 수분, 조지방, 단백질은 시기별에 따라 유의적인 차이를 가졌으며($p<0.05$), 회분은 계절별에 따라 함량이 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 조지방 함량이 가장 높은 봄철에 수분 함량이 다른 조사시기보다 낮은 함량을 나타내고 있으며, 단백질은 자연산과 마찬가지로 겨울철에 가장 높은 함량을 나타내었다.

1. 1. 1. 3. 방어

계절별에 따른 방어의 일반성분을 Table 12에 나타내었다. 붉은 살 생선 회로 소비량이 가장 많은 방어의 자연산과 양식산 간의 성분차이는 수분, 단백질, 회분은 큰 차이를 나타내지 않았으나($p>0.05$), 조지방 함량은 자연산과 양식산 간의 성분차이가 나타났다.

봄철 자연산과 양식산 방어 육에서는 수분 함량은 각각 $71.16\pm0.54\%$, $74.14\pm0.94\%$ 였으며, 조지방 함량은 각각 $4.15\pm0.10\%$, $3.80\pm0.93\%$ 로 나타났으며($p<0.05$), 자연산 방어의 단백질 함량은 $22.14\pm0.34\%$, 양식산 방어의 단백질 함량은 $22.11\pm0.26\%$ 로 함량의 차이는 없었다($p>0.05$). 회분 함량은 자연산에서는 $1.52\pm0.11\%$, 양식산에서는 $1.31\pm0.04\%$ 로 자연산이 높은 함량을 보였다($p<0.05$).

Saeki와 Kumagai(1984)는 10종의 자연산 및 양식산 활어의 일반성분 비교에서 전체적으로 양식어는 천연어에 비하여 조지방이 많고 역으로 수분과 회분은 적고 조단백질은 차이가 없다고 하였다. 그리고 양식산 어류와 천연산 어류의 일반성분 조성을 3군으로 대별하였는데, 자연산 활어보다 양식산 어류가 조지방 함량이 높고 수분 함량이 낮은 군, 수분 함량은 차이가 없고 지방 함량이 높은 군, 어느 성분에서도 차이를 볼 수 없는 군으로 나타내었다.

여름철에 어획된 자연산 방어의 수분 함량은 $76.49\pm0.84\%$, 양식산 방어의 수분 함량은 $72.44\pm0.34\%$ 로 나타났으며($p<0.05$), 조지방 함량은 자연산은 평균 $1.14\pm0.24\%$, 양식산은 평균 $2.39\pm0.22\%$ 로 양식산이 높은 함량을 나타내었다(Table 12).

가을철 자연산 방어의 수분 함량은 $73.35\pm3.32\%$, 양식산 방어의 수분 함량은 $74.32\pm1.66\%$ 로 나타났으며($p>0.05$), 조지방 함량은 자연산은 평균 $5.00\pm1.12\%$, 양식산은 평균 $4.42\pm0.48\%$ 로 자연산이 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$). 자연산 방어의 단백질 함량은 $22.55\pm0.45\%$, 양식산 방어의 단백질 함량은 $22.25\pm0.37\%$ 로 함량의 차이는 없었다($p>0.05$). 회분 함량은 자연산에서는 $1.47\pm0.08\%$, 양식산에서는 $1.29\pm0.03\%$ 로 자연산이 높은 함량을 보였다($p<0.05$).

겨울철에는 수분, 단백질 함량의 차이는 보이지 않고 있으나($p>0.05$), 조지방 함량은 양식산 방어가 평균 $5.35\pm 1.03\%$, 자연산 방어의 조지방 함량 평균 $4.99\pm 1.83\%$ 로 양식산 방어가 자연산 방어보다 높은 조지방 함량을 나타내었다. 그러나 회분 함량은 자연산과 양식산이 각각 $1.35\pm 0.07\%$, $1.31\pm 0.10\%$ 로 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

시기별로는 자연산과 양식산 모두 봄철에 조지방 함량이 가장 낮았으며, 반면 수분함량은 자연산은 다른 시기에 비하여 가장 높았으며, 양식산은 여름, 가을철과 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 단백질 함량은 시기별로 자연산과 양식산 모두 유의적인 차이는 없었으며, 회분 함량은 여름철에 가장 높은 함량을 나타내었다.

이는 방어육의 성장별 영양성분변화를 조사한 Data et al.(1988)의 보고와 유사하게 8월경에 회분 함량이 급격히 증가하고 조지방 함량은 급격히 감소하는 경향을 볼 수 있는데, 이 시기에 방어의 산란시기와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다.

1. 1. 1. 4. 조피볼락

조피볼락은 자연산보다는 양식산 조피볼락에서는 수분 함량이 낮고 조지방 함량이 높으며, 단백질과 회분 함량의 차이는 보이지 않았다(Table 13).

봄철은 가을, 겨울철과 유사하게, 수분 함량은 자연산이 높았으며, 조지방 함량은 양식산이 높았다. 그러나 가을, 겨울철 조사와는 달리, 자연산과 양식산 조피볼락의 단백질 함량은 각각 $18.61\pm 0.40\%$, $20.14\pm 0.27\%$ 로 양식산이 높은 함량을 나타냈으며($p<0.05$), 회분 함량은 자연산 조피볼락은 $1.16\pm 0.11\%$, 양식산 조피볼락은 $1.47\pm 0.07\%$ 으로 양식산이 높은 함량을 나타냈다($p<0.05$). 여름철 조사에서는 자연산과 양식산의 체성분 함량은 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 가을철에 자연산 조피볼락의 수분 함량은 $78.14\pm 0.96\%$ 였으며, 양식산 조피볼락에서는 $73.05\pm 0.64\%$ 로 자연산이 높은 함량을 나타내었다(Table 13). 그리고 지방 함량은 $1.49\sim 4.08\%$ 을 개체별로 가졌으며, 평균 $2.63\pm 0.98\%$ 을 자연산 조피볼락의 함량이며, 양식산 조피볼락은 $2.66\sim 6.63\%$

로 $4.79 \pm 1.74\%$ 을 나타냈으며 양식산이 자연산 보다 함량이 높았다($p < 0.05$). 그러나 단백질과 회분 함량은 자연산과 양식산이 각각 $19.78 \pm 0.01\%$, $20.02 \pm 0.18\%$, $1.23 \pm 0.09\%$, $1.20 \pm 0.04\%$ 로 나타나 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 겨울철에는 가을철과 거의 유사하게 자연산이 양식산에 비하여 수분 함량이 높고($p < 0.05$), 지방, 단백질과 회분은 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 수분 함량은 자연산에서는 $75.65 \pm 1.18\%$, 양식산에서는 $73.53 \pm 0.30\%$ 로 양식산 조피볼락의 수분 함량이 낮았으며, 자연산 조피볼락에서의 조지방 함량은 $3.32 \sim 5.66\%$ (평균 $4.11 \pm 0.92\%$), 양식산 조피볼락은 $4.23 \sim 8.77\%$ (평균 $5.97 \pm 2.07\%$)로, 자연산과 양식산 간의 조지방 함량은 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 단백질 함량은 자연산 조피볼락은 $18.03 \pm 0.50\%$, 양식산 조피볼락은 $18.87 \pm 0.76\%$, 자연산과 양식산 조피볼락의 회분 함량은 각각 $1.26 \pm 0.03\%$, $1.21 \pm 0.06\%$ 로 나타났으며, 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$).

계절별에 따른 자연산 조피볼락의 일반성분의 변화를 살펴보면, 수분 함량은 거의 비슷하였으나 겨울철에 가장 낮았으며, 이때 지방 함량이 가장 높은 것을 확인할 수 있었다. 그리고 단백질 함량은 여름철에 가장 높았으며, 회분은 조사 시기에 따른 차이가 없었다. 양식산 조피볼락의 일반성분의 변화는 자연산과 유사하게 겨울철에 수분 함량이 가장 낮았으며, 이시기에 조지방 함량이 가장 높은 것으로 나타났다.

1. 1. 1. 5. 참돔

자연산과 양식산 참돔의 일반성분을 조사한 결과, 조피볼락과 유사하게 자연산보다는 양식산이 수분 함량이 낮고, 조지방 함량이 높았다. 그리고 단백질과 회분 함량은 유의적인 차이는 없었다(Table 14)

봄철은 자연산 참돔의 수분 함량은 $75.55 \pm 0.98\%$ 로 나타났으며, 양식산은 $72.463 \pm 0.73\%$ 로 나타났다. 이 때 조지방 함량은 자연산과 양식산이 각각 1.73 ± 0.43 , $6.42 \pm 0.60\%$ 로 나타났으며, 단백질 함량은 자연산 참돔이 $21.16 \pm 0.33\%$, 양식산 참돔이 $19.75 \pm 0.32\%$ 를 나타내었다. 회분 함량은 자연산

과 양식산 참돔이 각각 $1.52 \pm 0.04\%$, $1.48 \pm 0.11\%$ 로 나타나 유의적인 차이는 없었다.

여름철 자연산 참돔의 수분 함량은 $74.53 \pm 2.39\%$ 조지방 함량은 $2.55 \pm 2.18\%$, 단백질 함량은 $21.25 \pm 0.52\%$ 로 나타났으며, 양식산 참돔은 자연산 참돔보다는 다소 낮은 수분 함량과 단백질 함량, 회분 함량을 나타내었다.

가을, 겨울철과 마찬가지로 자연산 참돔이 양식산 보다 수분, 단백질 함량이 높았으며($p < 0.05$), 유의적으로 낮은 조지방 함량을 나타냈으며($p < 0.05$), 회분 함량은 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$).

시기별에 따른 각 성분의 차이는 자연산 참돔은 수분이 봄철에 높았으며, 조지방은 봄철에 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 단백질과 회분 함량은 겨울철에 높은 경향을 나타내었다. 양식산 참돔은 자연산과 거의 유사하게 봄철에 수분 함량이 다른 계절보다 높았으며, 조지방 함량은 가을철이 다른 계절에 비하여 가장 높았다.

가을철 자연산 참돔의 수분 함량은 $73.55 \pm 1.70\%$, 양식산 참돔의 수분 함량은 $69.42 \pm 2.34\%$ 로, 자연산 참돔의 수분 함량이 높았으며($p < 0.05$), 조지방 함량은 자연산 참돔은 $1.71 \sim 5.09\%$ (평균 $3.29 \pm 1.68\%$), 양식산 참돔의 조지방 함량은 $8.63 \sim 12.94\%$ (평균 $11.24 \pm 1.72\%$)으로 나타나 양식산 참돔의 조지방 함량이 높았다($p < 0.05$). 자연산과 양식산 참돔의 단백질 함량은 각각 $21.00 \pm 0.31\%$, $18.99 \pm 0.43\%$ 으로 자연산이 높았으며, 회분 함량은 각각 $1.42 \pm 0.13\%$, $1.19 \pm 0.06\%$ 으로 나타났다. 겨울철에는 자연산과 양식산 참돔의 수분 함량은 각각 $71.85 \pm 1.35\%$, $70.04 \pm 0.45\%$ 이었으며, 지방 함량은 각각 평균 $2.56 \pm 1.07\%$, $6.06 \pm 0.44\%$ 으로 나타났다($p < 0.05$). 단백질 함량은 각각 $24.95 \pm 0.56\%$, $23.20 \pm 0.37\%$ 이었으며, 회분 함량은 각각 $1.67 \pm 0.05\%$, $1.41 \pm 0.10\%$ 으로 나타났다. 이 결과 자연산 참돔은 양식산 보다 수분, 단백질, 회분 함량이 높았으며($p < 0.05$), 조지방 함량은 유의적으로 차이가 있었다($p < 0.05$).

1. 1. 1. 6. 넙치

자연산과 양식산 넙치의 계절별 일반성분 변화를 Table 15에 나타내었다. 봄철 자연산 넙치의 수분 함량은 $78.7 \pm 0.40\%$ 를 나타내었으며, 양식산 넙치의 수분 함량은 $75.83 \pm 0.64\%$ 를 나타내었다. 이때 조지방 함량은 자연산 넙치는 $1.09 \pm 0.09\%$, 양식산 넙치는 $1.49 \pm 0.87\%$ 로 시기별로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 단백질 함량은 양식산 다소 높았으며, 회분 함량은 자연산과 양식산이 차이를 나타내지 못하였다. 기타 시기의 성분변화는 자연산과 양식산 넙치의 수분 함량은 큰 차이가 없었으나 조지방 함량은 양식산이 다소 높은 것으로 나타났다. 또한 단백질 함량은 차이가 없었으나 회분 함량은 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 것으로 나타났다.

시기별로 살펴보면, 겨울철에 자연산과 양식산 넙치의 일반성분은 수분 함량이 가장 낮았으며, 이 시기에 조지방 함량은 가장 높은 것으로 나타났다. 그러나 자연산의 조지방 함량은 시기별로 2.0% 내외로 나타났으며, 양식산 3%내외까지 증가하는 것은 다소 차이가 있었다.

또한 회분 함량은 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 것으로 나타났다.

*Table 10. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured seabass (*L. japonicus*)*
(unit : %)

	<i>Moisture</i>		<i>Crude lipid</i>		<i>Crude protein</i>		<i>Ash</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Spring</i>	78.65±0.3 ⁽¹⁾	77.33±0.32	2.20±0.06	2.44±0.02	18.22±1.02	20.83±0.98	1.27±0.10	1.15±0.02
<i>Summer</i>	74.06±1.44	72.44±0.25	4.10±1.30	4.26±0.08	19.43±0.10	21.55±0.28	1.25±0.04	1.43±0.02
<i>Fall</i>	77.93±0.75	73.91±0.90	3.27±0.34	4.20±1.51	18.93±0.36	19.93±0.36	1.20±0.07	1.40±0.12
<i>Winter</i>	72.57±1.06	71.85±0.41	5.31±0.67	6.50±0.85	21.52±0.34	23.31±0.85	1.36±0.11	1.39±0.11

¹⁾ : Data represented as mean for 3 fish.

*Table 11. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured rock bream (*O. fasciatus*)*
(unit : %)

	<i>Moisture</i>		<i>Crude lipid</i>		<i>Crude protein</i>		<i>Ash</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Spring</i>	70.38±1.53	69.09±1.06	7.74±1.58	7.94±1.74	18.38±0.35	17.97±0.18	1.24±0.06	1.40±0.12
<i>Summer</i>	76.96±0.58	76.21±0.24	3.59±0.46	4.04±0.20	16.52±1.21	17.52±0.11	1.31±0.17	1.35±0.07
<i>Fall</i>	74.23±0.85	73.37±1.57	5.31±0.12	5.90±1.52	19.12±0.90	19.08±0.55	1.24±0.11	1.45±0.05
<i>Winter</i>	72.08±1.62	72.40±1.62	3.85±1.53	4.55±1.20	20.75±0.67	23.99±0.77	1.60±0.06	1.38±0.05

Table 12. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured yellow tail (S. quinquerediata) (unit : %)

	<i>Moisture</i>		<i>Crude lipid</i>		<i>Crude protein</i>		<i>Ash</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Spring</i>	71.16±0.54	74.14±0.94	4.15±0.10	3.80±0.93	22.14±0.34	22.11±0.26	1.52±0.11	1.31±0.04
<i>Summer</i>	76.49±0.84	72.44±0.34	1.14±0.24	2.39±0.22	20.22±0.36	20.54±0.17	1.71±0.05	1.62±0.08
<i>Fall</i>	73.35±3.32	74.32±1.66	5.00±1.12	4.42±0.48	22.55±0.45	22.25±0.37	1.47±0.08	1.29±0.03
<i>Winter</i>	70.20±1.79	69.61±1.59	4.99±1.83	5.35±1.03	21.48±0.65	21.68±0.44	1.35±0.07	1.31±0.10

Table 13. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured rock fish (S. schlegeli) (unit : %)

	<i>Moisture</i>		<i>Crude lipid</i>		<i>Crude protein</i>		<i>Ash</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Spring</i>	77.99±0.50	74.70±1.21	2.17±0.11	4.70±0.17	18.61±0.40	20.14±0.27	1.16±0.11	1.47±0.07
<i>Summer</i>	74.84±1.50	74.49±0.27	3.22±1.17	3.58±0.06	20.43±0.52	21.32±1.77	1.25±0.11	1.29±0.23
<i>Fall</i>	78.14±0.96	73.05±0.64	2.63±0.98	5.22±1.55	19.59±0.67	20.10±0.58	1.23±0.09	1.20±0.04
<i>Winter</i>	75.65±1.18	73.53±0.30	4.44±1.14	5.97±2.07	18.05±0.44	18.87±0.76	1.27±0.04	1.21±0.06

Table 14. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured red seabream (*P. major*) (unit : %)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Spring	75.55±0.98	72.46±0.73	1.73±0.43	6.42±0.60	21.16±0.33	19.75±0.32	1.52±0.04	1.48±0.11
Summer	74.53±2.39	69.95±0.07	2.55±2.18	7.53±0.16	21.25±0.52	20.95±0.49	1.51±0.03	1.50±0.13
Fall	73.55±1.70	69.42±2.34	3.29±1.68	11.24±1.72	21.00±0.31	18.99±0.43	1.42±0.13	1.19±0.06
Winter	71.85±1.35	70.04±0.45	2.56±1.07	6.06±0.44	24.95±0.56	23.20±0.37	1.67±0.05	1.41±0.10

*Table 15. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured olive flounder (*P. olivaceus*)* (unit : %)

	<i>Moisture</i>		<i>Crude lipid</i>		<i>Crude protein</i>		<i>Ash</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Spring</i>	78.7±0.40	75.83±0.64	1.09±0.09	1.49±0.87	19.0±0.52	21.11±0.31	1.48±0.11	1.47±0.07
<i>Summer</i>	75.96±0.81	75.84±0.06	1.54±0.11	1.73±0.93	20.9±0.82	20.98±0.19	1.59±0.15	1.34±0.06
<i>Fall</i>	76.6±0.20	76.67±0.35	1.29±0.25	1.55±0.57	23.13±0.51	19.08±0.56	1.65±0.09	1.33±0.05
<i>Winter</i>	74.58±0.91	73.50±1.36	1.62±0.40	3.34±1.79	22.48±1.51	20.89±1.45	1.62±0.12	1.47±0.11

그러므로 자연산과 양식산 활어의 일반성분 비교에서는 수분 함량과 조지방 함량이 가장 많은 차이를 나타내었으며, 대체적으로 양식산 활어가 자연산 활어의 비교하여 조지방 함량이 높은 것으로 나타났으며, 자연산 활어가 양식산 활어에 비하여 회분 함량이 다소 높은 것을 확인할 수 있었다.

1. 1. 2. 무기질함량의 변화

1. 1. 2. 1. 농어

계절별에 따른 자연산과 양식산 활어의 근육에 대하여 Na, Ca, K, Mg, P 등의 대량 원소들과 Fe, Cu, Zn의 미량원소 함량에 대하여 조사를 실시하였다. 자연산과 양식산 농어에 대한 Ca, K, Mg 함량은 자연산과 양식산이 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 그러나 계절별로는 겨울철에 Na의 함량이 증가하여 자연산 농어에서 평균 73.98 ± 33.07 mg/100g, 양식산 농어는 75.86 ± 22.88 mg/100g으로 나타났다. 그리고 Ca 함량도 다른 계절에 비하여 2배가량 증가하여 자연산과 양식산이 각각 평균 34.01 ± 23.90 mg/100g, 26.31 ± 2.78 mg/100g으로 나타났으며, K, Fe, Zn 함량이 겨울철에 기타 계절에 비하여 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 농어의 산란시기와 관계가 있는 것으로 판단된다(Table 16).

Aoki et al.(1991)의 보고에 따르면 일본산 농어의 무기질 함량을 등, 배, 꼬리육으로 분류하여 조사한 결과에서, 자연산의 Na 함량이 162~178 mg/100g, K 함량이 279~346 mg/100g, P 함량이 215~243 mg/100g, Ca 함량이 14~18 mg/100g, Mg 함량이 30~32 mg/100g, Fe함량이 0.7~1.1 mg/100g, Zn 함량이 0.5~0.6 mg/100g으로 나타났으며, 양식산은 Na 함량이 169~187 mg/100g, K 함량이 305~368 mg/100g, P 함량이 220~239 mg/100g, Ca 함량이 14~16 mg/100g, Mg 함량이 29~31 mg/100g, Fe 함량이 0.7~1.0 mg/100g, Zn 함량이 0.5~0.8 mg/100g으로 보고하고 있다. 본 결과에서도 이와 유사한 결과를 얻었으나, 가을철에 Zn 함량이 증가하였다가 봄, 여름에 감소하는 경향을 나타내었다.

이는 방어 등육의 계절별 무기성분을 조사한 Date et al.(1988)의 보고에서 계절별로 Ca, Fe, Na, K, Zn 함량이 차이를 나타낸다는 것과 유사하였다.

1. 1. 2. 2. 돌돔

Table 17은 계절별에 따른 자연산과 양식산 돌돔에 대한 무기질 함량 변화를 나타낸 것으로, 봄철에는 Na 함량이 자연산이 27.24 ± 2.49 mg/100g, 양식산이 23.36 ± 1.49 mg/100g으로 나타났으며, Ca 함량은 자연산이 15.78 ± 7.43 mg/100g, 양식산이 11.17 ± 5.60 mg/100g으로 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 또한 K 함량은 자연산과 양식산이 각각 402.54 ± 9.55 mg/100g, 410.45 ± 14.61 mg/100g으로 나타났으며, Mg 함량은 자연산은 13.70 ± 2.38 mg/100g, 양식산은 8.25 ± 0.88 mg/100g, P 함량은 자연산이 153.99 ± 17.31 mg/100g, 양식산이 138.88 ± 0.31 mg/100g로 나타났다. Fe 함량은 자연산이 1.51 ± 0.21 mg/100g, 양식산이 3.99 ± 2.44 mg/100g으로 나타났으며, Cu와 Zn 함량도 비슷한 경향을 나타내었다. Ca, K, Mg 함량은 자연산과 양식산이 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 미량원소 중 Fe 함량은 양식산이 높았으며, Cu, Zn의 함량은 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$).

그러나 Zn 함량은 계절별로 차이를 나타내었는데, 가을철에 자연산과 양식산이 각각 9.40 ± 2.19 mg/100g, 8.25 ± 0.89 mg/100g이었으며, 겨울철에는 각각 10.86 ± 2.51 mg/100g, 10.63 ± 0.43 mg/100g으로 나타났으며, 봄, 여름에는 Zn 함량이 감소하여 자연산이 2.03 ± 0.26 , 2.23 ± 1.75 mg/100g으로 봄, 여름에 나타났다. 그리고 양식산도 비슷한 함량으로 2.24 ± 0.04 mg/100g, 2.94 ± 1.75 mg/100g으로 나타나 계절적으로 가장 큰 변화를 나타내었다.

1. 1. 2. 3. 방어

자연산과 양식산 방어에 대한 무기질 함량을 분석한 결과를 Table 18에 나타내었다. 가을철 자연산과 양식산 방어의 Na 함량은 각각 $24.48 \sim 31.70$ mg/100g(평균 26.92 ± 4.15 mg/100g), $30.53 \sim 32.76$ mg/100g(평균 31.31 ± 1.26 mg/100g), Ca 함량은 자연산이 $5.03 \sim 6.04$ mg/100g, 양식산이 $5.69 \sim 8.54$

mg/100g으로 나타났다. K 함량은 340.57~389.90 mg/100g을 자연산이, 319.32~380.93 mg/100g을 양식산 방어가 함유하고 있으며 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 그리고 Mg 함량은 앞서 살핀 농어, 돌돔과는 달리 양식산(31.19~33.75 mg/100g)이 자연산(8.90~20.15 mg/100g)보다 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$). P 함량은 자연산과 양식산은 유의적인 차이가 없었으나 다른 어종에 비해서는 높은 함량을 나타내고 있었다. 미량원소는 다른 어종과 마찬가지로 Fe 함량이 양식산이 자연산보다 높았으며, 다른 원소는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

계절별로는 Fe 함량이 겨울철이 다른 계절에 비하여 다소 높은 경향을 나타내었으며, 농어와 돌돔과 마찬가지로 Zn 함량이 다소 차이를 나타내었다.

1. 1. 2. 4. 조피볼락

자연산과 양식산 조피볼락에 대한 무기질 함량을 분석한 결과를 Table 19에 나타내었다. 자연산과 양식산 조피볼락의 Na 함량은 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$), Ca 함량은 가을철에 자연산이 9.26~15.49 mg/100g, 양식산이 3.83~7.79 mg/100g으로 자연산이 높은 함량을 나타내고 있으며, 겨울철에는 자연산이 2.67~6.30 mg/100g, 양식산은 4.40~11.95 mg/100g으로 나타나, 자연산은 약간의 감소하였으며, 계절적으로는 봄, 여름에 비하여 다소 낮은 함량을 나타내었다. K, Mg, P 함량은 자연산과 양식산은 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 미량원소는 다른 어종과 마찬가지로 철(Fe) 함량이 양식산이 자연산보다 높았으며, 다른 원소는 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

1. 1. 2. 5. 참돔

계절별에 따른 자연산과 양식산 참돔에 대한 무기질 함량은 Ca과 Fe을 제외한 기타 원소는 자연산과 양식산 간의 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$, Table 20). Ca은 자연산 참돔이 6.48~19.90 mg/100g으로 양식산 참돔의 4.13~5.68 mg/100g으로 3배가량 높은 함량을 나타내었으며, Fe 함량은 가을철에 양식산이 3.10~3.76 mg/kg이며 자연산이 0.07~0.04 mg/kg으로 30배가량

양식산이 자연산보다 높은 것이 특이적으로 확인되었다($p < 0.05$).

1. 1. 2. 6. 넙치

넙치의 무기질 함량은 앞에 조사된 다른 어종과 거의 유사한 결과를 나타내었다(Table 21). 그러나 자연산에 비하여 양식산 넙치의 철 함량은 다소 차이가 났으며, 겨울철에는 자연산이 $0.24 \pm 0.13 \text{ mg/100g}$, 양식산이 $1.59 \pm 0.25 \text{ mg/100g}$ 로 나타났다. 계절별에 따른 무기질 함량차이는 아연을 제외하고는 큰 차이를 나타내지 못하였다.

1. 1. 3. 콜라겐함량의 변화

근육에는 근세포 사이를 연결하는 기능을 갖는 결합조직이 존재하며 이 결합조직은 수 종류의 단백질로 형성되지만 대부분은 콜라겐이다.

Ochiai et al.(1985)은 콜라겐 함량은 근육의 단단함과 밀접한 관계가 있으며 콜라겐이 많을수록 단단한 근육이 된다고 보고하고 있다.

어육내 콜라겐 함량은 유영 시 몸을 크게 구부리는 부위일수록 높으므로 머리부분보다 꼬리 부분에 많으며 어린것보다 늙은 것에 불용성 콜라겐함량이 높다. 어육은 축육에 비해 결합조직의 양이 적으므로 생선회 등 생식이 이루어지는데 콜라겐양이 많은 어육은 씹을 때 결합조직의 저항이 느껴지고 때로는 결합조직을 치아로 씹어서 끊을 수 없어 입안에 남는 경우가 있다.

Sato et al.(1986)은 24어종의 근육 내 콜라겐 함량을 측정하여 얇게 썬 생선회의 texture에 미치는 영향을 검토한 결과, 어류는 포유동물보다 가용성 콜라겐이 많았고, 총 콜라겐 함량은 어종에 따라 다양하였으며 근육내의 콜라겐은 얇게 썬 생선회의 단단함에 기여한다고 보고하였다.

따라서 자연어에 비하여 운동량이 부족한 양식어는 사료에 의한 근육 내 지질축적과 동시에 근육 내 콜라겐 발달상태가 달라 콜라겐이 어육의 물성에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 알려져 있다.

Table 16. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured seabass

	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
<i>Na (mg/100g)</i>	40.99±2.28	22.22±10.62	67.46±14.12	23.37±12.13	55.59±2.38	38.87±9.30	73.98±33.07	75.86±22.88
<i>Ca (mg/100g)</i>	19.64±3.03	14.35±10.37	10.27±0.35	10.29±0.32	15.48±4.33	11.04±3.70	34.01±23.90	26.31±2.78
<i>K (mg/100g)</i>	463.01±65.40	288.74±79.85	389.53±94.68	426.85±26.40	341.32±49.93	287.37±21.36	623.84±87.82	502.77±100.61
<i>Mg (mg/100g)</i>	30.11±0.17	12.38±8.22	22.08±25.62	23.37±12.13	31.45±9.16	25.23±1.05	29.89±4.24	20.00±11.18
<i>P (mg/100g)</i>	222.79±8.83	122.19±53.90	164.89±98.82	174.26±49.04	223.21±37.42	186.13±2.99	233.20±8.26	185.92±67.28
<i>Fe (mg/kg)</i>	2.62±0.01	1.77±0.94	2.06±0.23	1.90±0.44	0.02±0.02	4.22±0.41	4.75±2.47	3.33±0.87
<i>Cu (mg/kg)</i>	0.34±0.01	0.09±0.05	0.34±0.05	0.27±0.06	0.39±0.16	0.17±0.07	0.39±0.01	0.32±0.18
<i>Zn (mg/kg)</i>	4.65±0.14	4.37±2.58	5.31±0.57	4.28±1.63	10.64±2.21	11.81±1.35	13.26±2.95	13.49±3.90

Table 17. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured rock bream

	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
<i>Na (mg/100g)</i>	27.24±2.49	23.36±1.49	26.24±2.49	26.62±1.33	32.04±2.13	33.72±3.03	46.39±26.05	32.27±1.32
<i>Ca (mg/100g)</i>	15.78±7.43	11.17±5.60	16.78±7.43	7.51±0.34	8.27±3.17	7.96±0.98	25.51±25.54	11.69±2.03
<i>K (mg/100g)</i>	402.54±9.55	410.45±14.61	401.55±8.455	424.20±18.47	288.80±6.43	283.45±12.00	323.72±80.53	261.47±26.28
<i>Mg (mg/100g)</i>	13.70±2.38	8.25±0.88	23.70±2.38	21.83±13.18	16.09±10.69	13.12±3.29	22.47±13.10	18.11±12.09
<i>P (mg/100g)</i>	153.99±17.3	138.88±0.31	163.99±17.31	179.58±34.92	170.46±34.95	157.14±10.59	188.60±75.28	160.36±41.77
<i>Fe (mg/kg)</i>	1.51±0.21	3.99±2.44	1.49±0.21	2.15±0.87	4.01±0.11	4.52±0.33	3.52±0.61	3.19±0.21
<i>Cu (mg/kg)</i>	0.10±0.06	0.26±0.01	0.13±0.06	0.21±0.03	0.41±0.09	0.32±0.05	0.55±0.49	0.30±0.11
<i>Zn (mg/kg)</i>	2.03±0.26	2.24±0.04	2.23±1.75	2.94±0.67	9.40±2.19	8.25±0.89	10.86±2.51	10.63±0.43

Table 18. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured yellowtail

	<i>Spring</i>		<i>Summer</i>		<i>Fall</i>		<i>Winter</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Na (mg/100g)</i>	26.92±4.15	20.19±1.06	30.47±1.79	27.83±1.63	26.92±4.15	31.31±1.26	51.16±12.29	44.96±17.26
<i>Ca (mg/100g)</i>	5.51±0.50	6.60±3.26	7.59±4.35	11.28±5.55	5.51±0.50	7.14±1.43	18.28±6.84	27.09±15.78
<i>K (mg/100g)</i>	360.49±26.00	413.24±6.58	577.56±84.91	493.10±34.60	360.49±26.00	357.93±33.64	530.35±62.68	530.35±62.68
<i>Mg (mg/100g)</i>	15.02±5.69	17.32±3.61	22.99±21.24	10.12±3.11	15.02±5.69	32.41±1.28	21.28±12.06	19.69±5.80
<i>P (mg/100g)</i>	204.33±28.26	190.66±0.34	224.83±72.11	188.49±13.07	204.33±28.26	251.77±8.91	199.68±24.62	214.23±35.27
<i>Fe (mg/kg)</i>	2.43±1.52	2.53±0.16	3.20±0.94	3.81±0.78	2.42±1.92	6.04±0.84	5.05±1.33	11.52±1.62
<i>Cu (mg/kg)</i>	0.36±0.42	0.33±0.17	0.41±0.06	0.48±0.11	0.35±0.24	0.97±0.13	0.48±0.15	0.84±0.27
<i>Zn (mg/kg)</i>	4.51±5.77	4.15±2.54	3.78±1.19	3.00±0.62	13.51±5.77	12.26±1.48	11.32±3.72	4.44±2.64

Table 19. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured rock fish

	<i>Spring</i>		<i>Summer</i>		<i>Fall</i>		<i>Winter</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Na (mg/100g)</i>	38.33±13.13	21.71±1.95	29.36±4.51	22.23±0.53	33.97±1.93	31.37±1.68	26.24±3.49	34.64±2.22
<i>Ca (mg/100g)</i>	10.32±1.37	16.19±4.48	14.26±2.72	11.27±1.07	11.91±3.22	6.38±2.21	4.51±1.82	7.30±4.07
<i>K (mg/100g)</i>	409.20±5.08	425.45±19.07	388.73±15.59	334.23±44.02	290.10±10.84	284.42±26.60	227.38±22.02	256.79±37.99
<i>Mg (mg/100g)</i>	14.98±12.08	11.75±6.84	27.85±4.46	13.56±7.08	22.59±3.44	23.87±8.68	9.68±9.00	26.67±7.50
<i>P (mg/100g)</i>	155.78±42.92	134.64±21.34	180.54±19.52	120.61±21.76	192.37±24.74	181.55±37.51	145.44±44.14	211.66±2.99
<i>Fe (mg/kg)</i>	1.97±0.91	1.30±0.18	1.62±0.30	1.52±0.01	0.02±0.02	3.37±0.35	2.46±0.40	1.92±0.08
<i>Cu (mg/kg)</i>	0.38±0.20	0.18±0.02	0.24±0.04	0.24±0.01	0.09±0.09	0.18±0.12	0.17±0.08	0.15±0.03
<i>Zn(mg/kg)</i>	3.41±1.33	3.33±0.58	3.68±0.50	3.37±0.49	12.39±5.14	13.75±2.39	5.75±2.51	11.32±1.53

Table 20. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured red seabream

	<i>Spring</i>		<i>Summer</i>		<i>Fall</i>		<i>Winter</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Na (mg/100g)</i>	32.47±5.48	21.42±0.97	39.65±5.12	28.96±0.52	35.84±3.71	29.86±1.56	59.48±17.37	48.23±4.77
<i>Ca (mg/100g)</i>	39.40±12.73	8.03±2.87	7.25±1.53	8.31±1.64	11.05±7.66	4.95±0.78	8.58±2.82	21.94±8.81
<i>K (mg/100g)</i>	408.82±39.5 ₀	406.63±36.61	475.42±33.23	466.45±95.88	374.89±22.25	33.09±3.82	643.83±49.25	463.88±168.04
<i>Mg (mg/100g)</i>	10.24±2.02	13.50±12.94	35.94±3.49	28.38±21.96	29.02±7.07	22.59±11.39	24.91±5.59	21.51±6.62
<i>P (mg/100g)</i>	164.03±9.86	173.29±44.25	221.22±10.98	215.76±70.82	238.21±23.84	204.21±39.35	213.86±26.29	207.57±20.99
<i>Fe (mg/kg)</i>	0.96±1.19	2.36±0.80	2.42±1.16	1.54±0.27	0.10±0.01	3.37±0.35	15.11±22.50	7.04±6.56
<i>Cu (mg/kg)</i>	1.32±1.72	0.11±0.01	0.36±0.19	0.31±0.02	0.22±0.08	0.79±1.01	0.66±0.60	0.33±0.08
<i>Zn (mg/kg)</i>	2.32±0.03	2.71±0.46	3.63±0.32	3.04±0.59	6.81±0.49	13.75±2.39	8.95±0.33	10.39±1.84

Table 21. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured olive flounder

	<i>Spring</i>		<i>Summer</i>		<i>Fall</i>		<i>winter</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Na (mg/100g)</i>	18.95±1.82	17.95±1.82	96.68±3.02	29.86±1.56	24.25±2.87	23.99±1.00	36.00±7.73	66.13±61.80
<i>Ca (mg/100g)</i>	10.71±0.48	10.41±0.68	21.97±12.00	4.95±0.78	6.43±1.25	7.46±1.06	9.71±2.92	10.52±1.29
<i>K (mg/100g)</i>	434.65±28.67	433.65±29.76	329.42±14.76	323.09±3.82	318.21±20.08	328.64±22.26	658.97±17.39	493.72±111.55
<i>Mg (mg/100g)</i>	19.57±2.54	18.60±2.24	19.01±0.59	22.59±11.39	13.39±4.25	14.39±11.92	28.48±1.72	19.51±9.99
<i>P (mg/100g)</i>	183.55±17.53	185.05±16.35	149.08±8.65	204.21±39.35	173.01±43.72	167.33±43.91	371.10±8.72	181.56±40.47
<i>Fe (mg/kg)</i>	0.82±0.09	0.92±0.09	2.24±0.30	3.37±0.35	2.81±1.01	2.55±0.81	0.24±0.13	1.59±0.25
<i>Cu (mg/kg)</i>	0.09±0.07	0.08±0.04	0.23±0.02	0.79±1.01	0.24±0.15	0.28±0.28	0.15±0.01	0.14±0.07
<i>Zn (mg/kg)</i>	3.34±1.40	2.34±0.40	3.29±0.10	15.24±10.72	9.92±3.27	10.76±1.02	10.41±0.08	10.97±1.66

Lee et al.(2000)은 특히 양식어에도 지질함량이 적은 넙치의 경우에는 지질보다 콜라겐의 영향이 더 크게 작용할 것으로 보고하고 있다.

그리고 수용성 콜라겐은 최근 피부의 탄력을 유지시키고, 잔주름을 예방하며, 특히 피부의 수분 보유력을 높이는 기능이 있어 화장품 기초 재료로써 널리 사용되고 있으며, 특히 천연의 것으로 생체와 접합 시 면역학적 반응이 적어 의술용으로도 널리 사용되고 이용되고 있다. 본 연구에서도 어종별에 따라 정도의 차이는 있으나 자연산과 양식산의 콜라겐 함량을 비교 시 유사한 경향을 나타내었으며, 농어, 돌돔, 참돔 등이 콜라겐함량이 많았다(Table 22).

1. 1. 4. 지방산조성의 변화

농어, 돌돔, 방어, 조피볼락, 참돔, 넙치에서 추출한 총 조지방의 지방산 조성은 Table 23~Table 28과 같다. 각 어종별 지방산 조성은 다소의 차이는 있었으며, EPA(20:5), DHA(22:6)의 조성비가 폴리엔산에서는 가장 높았다. 포화산의 조성은 palmitic acid(16:0)가 주요 성분이었으며, palmitoleic acid(16:1) 및 oleic acid(18:1)를 주체로 하는 모노엔산에서는 부위별, 시기별로 약간의 조성비 차이는 있으나 그 차이는 미미하였다. 주요 구성지방산은 16:0, 22:6, 18:1, 20:5, 16:1순으로 서로 비슷하였다.

각 어종간의 지방산조성을 비교해 보면, 농어는 앞에 언급된 바와 같이 자연산과 양식산 간의 포화산, 모노엔산, 폴리엔산은 큰 차이를 가지지 못하였으나, DHA(22:6) 함량은 등육에서는 양식산이 자연산보다 높은 조성비를, 배육에서는 자연산이 양식산보다 높은 조성비를 나타내었으나, 그 차이는 미미하였다. 그리고 폴리엔산의 함량이 지방함량이 높은 가을철이 겨울철보다 높은 경향을 나타내었다(Table 23).

자연산과 양식산 돌돔의 등육과 배육의 지방산 조성은 Table 24와 같으며, EPA(20:5), DHA(22:6)의 조성비가 폴리엔산이 비율이 포화산과 모노엔산보다 낮았다. 특히 EPA(20:5)의 함량은 농어와 비슷하였으나 DHA(22:6)의 함량은 농어보다 낮은 경향을 나타내었다.

Table 22. Comparison of collagen contents in muscle of live and cultured live fishes

<i>Species</i>	<i>Content (mg/g)</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Seabass</i>	7.47	8.19
<i>Rock bream</i>	7.10	6.21
<i>Yellow tail</i>	2.15	2.43
<i>Rock fish</i>	4.90	4.12
<i>Red seabream</i>	5.11	5.81
<i>Olive flounder</i>	5.30	4.28

방어의 지방산 조성은 앞에 언급된 어종과 마찬가지로의 경향을 나타내고 있으나, 특히 DHA(22:6)의 함량이 20% 전후로 높은 함량을 나타내었으며, 양식산이 자연산보다 약간 높은 조성비를 나타내고는 있으나 그 차이는 다른 어종과 마찬가지로 미미하였다(Table 25).

조피볼락의 지방산 조성비는 다른 어종과 거의 유사하였으며, linoleic acid((18:2) 및 linolenic acid(18:3)은 천연어보다 양식어가 약간 낮은 조성비를 나타내었다. 그러나 EPA(20:5), DHA(22:6)의 조성비가 폴리엔산이 비율은 다른 어종과 비슷한 경향을 나타내었으며 등육 보다는 배육에서의 조성비가 높았다(Table 26).

자연산과 양식산 참돔의 지방산 조성비는 큰 차이가 없었으나, DHA(22:6)의 조성비가 자연산보다는 양식산이 높은 경향을 나타내고 있다(Table 27).

양식산 넙치의 지방의 지방산 조성비는 Oh et al.(1988)의 보고와 유사하게 EPA(20:5), DHA(22:6)의 조성비가 폴리엔산이 높았으며, DHA(22:6)의 함량이 주를 차지하였다. 그리고 계절별로는 가을철이 겨울철보다 높은 조성비를 나타내고 있었다(Table 28).

그러므로 자연산과 양식산 활어의 일반성분, 무기질, 콜라겐, 지방산 등 영양학적 성분을 살펴본 결과 자연산과 양식산 간의 수분, 지방 함량이 유의적인 차이를 가졌으며, 무기질은 대부분의 활어에서 Fe 함량이 양식산이 자연산보다 높은 함량을 나타내었다. 그리고 지방산은 포화산, 모노엔산, 폴리엔산의 조성비가 거의 비슷하였으며, DHA, EPA등은 계절별, 자연산과 양식산 간의 정도의 차이는 있었으나 큰 의의를 가지지는 못하였다.

Table 23. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured seabass
(unit : area%)

	Spring				Summer				Fall				Winter			
	<i>D*</i>		<i>V*</i>		<i>D</i>		<i>V</i>		<i>D</i>		<i>V</i>		<i>D</i>		<i>V</i>	
	<i>W*</i>	<i>C*</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>
<i>C14:0</i>	3.62	4.11	3.04	3.18	1.90	3.74	2.23	8.42	4.79	5.02	6.86	4.24	2.49	3.44	2.64	3.70
<i>C15:0</i>	0.43	0.57	0.62	0.48	0.25	0.46	0.26	0.26	0.44	2.16	0.62	0.45	0.34	0.42	0.36	0.48
<i>C16:0</i>	20.25	18.19	20.84	17.46	24.89	20.61	23.31	20.89	22.71	21.07	18.49	19.98	19.43	19.31	19.60	18.27
<i>C17:0</i>	0.55	1.29	1.30	0.54	0.95	1.33	0.44	1.51	1.16	1.39	1.74	0.90	0.89	1.48	0.91	1.51
<i>C18:0</i>	4.20	4.92	17.19	5.06	5.99	3.08	4.86	3.77	4.16	4.83	6.75	2.55	4.33	3.20	4.19	2.66
<i>C20:0</i>	2.75	2.05	2.61	1.36	1.67	2.14	1.76	0.76	1.00	0.66	1.93	1.36	-	0.46	0.18	0.50
<i>C22:0</i>	2.12	-	0.43	0.47	-	-	0.74	-	-	-	-	-	0.24	1.65	0.25	1.75
Saturates	33.92	31.13	46.03	28.55	35.65	31.36	33.60	35.61	34.26	35.13	36.39	29.48	27.72	29.96	28.13	28.87
<i>C14:1</i>	0.22	-	-	0.57	-	-	0.06	0.10	0.30	0.33	-	0.57	0.22	0.34	0.24	0.22
<i>C15:1</i>	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	0.36	-	-	-	-	-	-
<i>C16:1</i>	10.72	9.03	6.62	8.11	12.47	10.39	11.30	11.16	15.35	11.47	9.37	10.64	10.49	10.39	11.12	10.15
<i>C17:1</i>	0.37	-	0.23	-	0.40	0.53	0.32	2.59	0.97	0.93	1.63	0.95	0.67	0.83	0.72	0.83
<i>C18:1</i>	20.92	18.15	15.75	17.47	10.88	24.71	25.44	23.41	19.47	18.57	18.05	25.99	22.63	18.63	23.82	22.36
<i>C20:1</i>	2.75	0.91	0.18	-	-	-	0.11	0.22	-	-	-	-	0.84	2.52	0.87	2.58
<i>C22:1</i>	-	-	3.19	0.90	1.52	-	+	-	-	-	2.49	-	-	-	-	0.36
<i>C24:1</i>	2.25	1.98	2.02	4.35	4.01	1.04	2.53	1.79	2.47	2.86	3.61	1.68	4.61	2.05	4.23	1.82
Monoenes	37.33	30.07	27.99	31.40	29.28	36.67	39.76	39.27	38.56	34.52	35.15	39.83	39.46	34.76	41.00	38.32
<i>C18:2</i>	1.11	2.74	0.85	1.84	0.91	4.39	0.69	0.51	1.19	2.81	0.91	5.89	0.81	4.12	0.86	3.82
<i>C18:2</i>	-	-	0.45	-	-	-	-	0.27	-	-	-	-	-	-	0.26	-
<i>C18:3</i>	0.60	0.93	0.59	0.79	0.37	0.96	0.26	0.21	-	0.89	-	1.46	0.49	1.23	0.42	1.21
<i>C20:2</i>	-	2.85	-	2.92	-	2.47	1.15	0.29	-	-	-	-	0.48	-	0.25	0.50
<i>C20:3</i>	1.67	-	-	-	-	-	1.68	0.12	2.52	3.73	2.6	1.32	3.49	1.81	3.08	1.95
<i>C20:4</i>	0.54	1.63	1.04	1.74	2.72	1.04	0.56	0.99	0.64	0.56	0.85	-	1.19	1.01	0.75	0.46
<i>C20:4</i>	0.47	3.64	0.44	4.87	0.88	5.51	-	0.56	-	-	-	-	1.02	-	-	1.11
<i>C20:5</i>	7.90	8.33	7.43	9.92	10.88	9.68	8.08	16.04	10.89	7.75	12.27	8.51	8.27	10.89	8.26	9.67
<i>C22:2</i>	-	1.72	-	3.44	-	-	0.16	-	-	-	-	-	0.38	-	0.34	-
<i>C22:6</i>	16.46	16.96	15.18	14.53	19.31	7.92	14.06	6.13	11.94	14.61	11.83	13.51	16.69	16.22	16.65	14.09
Polyenes	28.75	38.8	25.98	40.05	35.07	31.97	26.64	25.12	27.18	30.35	28.46	30.69	32.82	35.28	30.87	32.81
ω-3	25.5	27.85	24.24	26.98	33.28	19.60	22.96	23.37	23.47	23.81	24.95	23.48	26.64	29.35	26.08	25.43
ω-6	3.25	9.23	1.29	9.63	1.79	12.37	3.52	1.48	3.71	6.54	3.51	7.21	5.8	5.93	4.19	7.38
ω-3/ω-6	7.85	3.02	18.79	2.80	18.59	1.58	6.52	15.79	6.33	3.64	7.11	3.26	4.59	4.95	6.22	3.45
UFA/SFA	1.95	2.21	1.17	2.50	1.81	2.19	1.98	1.81	1.92	1.85	1.75	2.39	2.61	2.34	2.55	2.46
MUFA/SFA	1.10	0.97	0.61	1.10	0.82	1.17	1.18	1.10	1.13	0.98	0.97	1.35	1.42	1.16	1.46	1.33
PUFA/SFA	0.85	1.25	0.56	1.40	0.98	1.02	0.79	0.71	0.79	0.86	0.78	1.04	1.18	1.18	1.10	1.14
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**D* : dorsal, *V* : ventral, *W* : wild, *C* : cultured

Table 24. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured rock bream
(unit : area%)

	Spring				Summer				Fall				Winter			
	D		V		D		V		D		V		D		V	
	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
<i>C14:0</i>	3.52	5.21	3.94	1.91	2.94	4.74	2.14	4.39	5.25	4.10	5.46	4.88	2.27	2.98	4.70	1.80
<i>C15:0</i>	0.88	0.65	0.89	5.07	1.89	0.47	1.79	0.46	0.76	0.46	0.81	0.50	0.58	0.30	1.16	-
<i>C16:0</i>	16.89	23.87	15.77	15.13	19.77	20.00	16.77	19.58	24.39	21.89	26.03	23.53	23.57	22.25	28.13	20.98
<i>C17:0</i>	2.48	0.39	1.50	2.58	0.50	0.97	1.46	0.95	0.87	1.17	0.8	1.22	0.85	0.74	1.04	0.65
<i>C18:0</i>	12.50	7.32	10.31	5.69	9.31	4.21	9.94	4.57	5.78	3.78	6.03	3.83	6.80	5.39	6.83	5.12
<i>C20:0</i>	1.42	1.32	1.88	-	1.48	3.37	2.48	3.87	1.07	-	1.09	-	0.32	0.29	0.33	0.27
<i>C22:0</i>	0.81	0.28	0.84	2.15	0.87	-	0.81	-	-	-	-	-	0.44	0.33	-	0.72
Saturates	38.5	39.04	35.13	32.53	36.76	33.76	35.39	33.82	38.12	31.4	40.22	33.96	34.83	32.28	42.19	29.54
<i>C14:1</i>	5.21	0.13	5.31	-	1.71	0.14	0.51	0.14	1.75	0.24	-	0.28	-	-	0.30	-
<i>C15:1</i>	2.00	0.14	1.98	1.85	0.98	0.53	1.21	0.40	0.52	-	-	-	0.45	0.21	0.44	-
<i>C16:1</i>	8.71	12.69	9.51	10.51	11.51	7.76	12.17	7.13	11.87	9.06	12.44	10.06	8.74	8.32	10.67	8.21
<i>C17:1</i>	1.65	0.67	0.59	-	-	0.29	0.01	0.30	0.72	0.59	0.66	0.62	0.63	0.72	0.73	0.62
<i>C18:1</i>	13.20	20.23	16.61	16.75	20.60	24.02	21.13	24.80	21.71	19.41	22.90	21.46	19.62	20.19	19.14	20.59
<i>C20:1</i>	2.90	0.48	1.82	-	-	2.41	0.38	2.95	0.48	2.07	1.11	2.02	1.54	2.55	1.41	2.50
<i>C22:1</i>	1.47	0.38	0.57	2.56	1.94	2.37	2.01	3.15	-	2.43	-	1.32	0.76	0.60	0.89	0.71
<i>C24:1</i>	4.81	3.31	4.94	3.92	3.26	2.58	2.48	2.70	3.41	2.03	3.33	1.96	4.10	2.90	2.91	3.25
Monoenes	39.95	38.03	41.33	35.59	40	40.1	39.9	41.57	40.46	35.83	40.44	37.72	35.84	35.49	36.49	35.88
<i>C18:2</i>	0.70	0.75	0.75	3.90	1.03	6.88	1.03	6.65	1.38	1.52	1.49	1.67	1.03	11.52	1.00	11.73
<i>C18:2</i>	0.39	-	0.94	-	-	0.24	-	0.24	-	-	-	-	0.49	0.35	0.53	-
<i>C18:3</i>	0.50	0.39	0.52	-	-	0.69	0.41	0.65	0.45	-	-	1.21	0.45	1.39	0.44	1.35
<i>C20:2</i>	0.37	0.18	0.32	0.84	0.76	0.37	-	0.40	0.42	-	-	-	0.76	0.48	0.78	0.72
<i>C20:3</i>	0.33	3.15	0.64	1.01	1.43	0.22	2.91	0.23	1.98	0.70	1.90	-	7.96	1.03	6.71	1.33
<i>C20:4</i>	2.48	0.46	2.24	0.81	0.11	1.30	2.31	1.14	0.93	2.01	0.88	1.31	0.44	0.53	0.34	0.62
<i>C20:4</i>	0.67	0.07	0.59	0.80	-	0.82	0.21	0.80	-	1.77	-	-	0.76	0.81	0.61	1.02
<i>C20:5</i>	8.88	7.15	9.56	10.94	7.79	5.76	8.38	5.17	9.88	11.46	9.58	8.88	6.09	5.30	4.71	5.79
<i>C22:2</i>	0.00	1.30	0.00	-	-	-	-	-	0.63	-	-	-	2.60	0.23	-	-
<i>C22:6</i>	7.23	9.48	7.98	13.58	12.12	9.86	9.46	9.33	5.75	15.31	5.49	15.25	8.75	10.59	6.20	12.02
Polyenes	21.55	22.93	23.54	31.88	23.24	26.14	24.71	24.61	21.42	32.77	19.34	28.32	29.33	32.23	21.32	34.58
ω-3	19.09	17.48	20.30	25.33	20.02	17.61	20.56	16.29	17.01	28.78	15.95	26.65	15.73	17.81	11.69	19.78
ω-6	2.07	4.15	2.3	6.55	3.22	8.29	4.15	8.08	3.78	3.99	3.39	1.67	10.51	13.84	9.10	14.80
ω-3/ω-6	9.22	4.21	8.83	3.87	6.22	2.12	4.95	2.02	4.50	7.21	4.71	15.96	1.50	1.29	1.28	1.34
UFA/SFA	1.60	1.56	1.85	2.07	1.72	1.96	1.83	1.96	1.62	2.18	1.49	1.94	1.87	2.10	1.37	2.39
MUFA/SFA	1.04	0.97	1.18	1.09	1.09	1.19	1.13	1.23	1.06	1.14	1.01	1.11	1.03	1.10	0.86	1.21
PUFA/SFA	0.56	0.59	0.67	0.98	0.63	0.77	0.70	0.73	0.56	1.04	0.48	0.83	0.84	1.00	0.51	1.17
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*D : dorsal, V : ventral, W : wild, C : cultured

Table 25. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured yellow tail
(unit : area%)

	Spring				Summer				Fall				Winter			
	D		V		D		V		D		V		D		V	
	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
<i>C14:0</i>	3.11	2.37	2.94	2.89	1.48	5.94	1.36	4.54	3.73	7.62	3.70	7.73	3.10	3.39	3.31	2.52
<i>C15:0</i>	0.61	0.58	0.96	0.61	0.43	0.78	1.12	0.61	0.56	0.68	0.54	0.58	0.50	0.52	0.54	0.46
<i>C16:0</i>	24.47	32.66	21.16	28.86	21.10	23.28	20.74	20.29	18.98	18.45	21.66	20.26	19.24	20.53	20.09	21.39
<i>C17:0</i>	0.50	1.10	0.79	1.12	0.93	0.90	1.88	0.77	1.14	1.38	1.4	1.22	1.05	1.26	1.07	1.23
<i>C18:0</i>	8.41	11.20	10.98	11.06	10.11	9.69	10.63	7.21	6.90	5.38	7.46	5.49	5.85	6.14	6.07	9.11
<i>C20:0</i>	0.70	1.45	1.61	1.63	0.58	2.47	-	2.70	-	-	-	-	0.38	0.34	0.33	0.66
<i>C22:0</i>	-	0.39	0.94	0.37	-	1.07	-	0.26	-	0.81	-	0.58	0.67	0.84	0.57	1.17
Saturates	37.8	49.75	39.38	46.54	34.63	44.13	35.73	36.38	31.31	34.32	34.76	35.86	30.79	33.02	31.98	36.54
<i>C14:1</i>	-	0.10	0.42	0.12	-	0.24	-	0.19	-	-	-	-	0.22	-	0.14	-
<i>C15:1</i>	0.17	-	0.21	0.08	0.89	0.34	-	-	0.79	0.53	-	0.62	-	-	0.26	-
<i>C16:1</i>	6.57	4.91	7.11	5.83	3.86	8.88	3.02	7.03	6.92	7.51	6.58	7.69	5.47	5.97	4.78	5.20
<i>C17:1</i>	0.97	0.41	1.17	0.44	0.41	0.53	-	1.02	0.89	1.03	1.01	0.88	0.82	0.79	0.75	0.73
<i>C18:1</i>	19.79	16.77	21.24	18.38	12.80	18.73	13.87	21.12	19.26	15.20	19.15	15.67	19.29	23.03	22.93	21.31
<i>C20:1</i>	-	0.23	0.71	0.25	-	0.13	-	0.33	0.82	0.92	-	0.98	0.55	1.42	1.06	1.84
<i>C22:1</i>	1.58	0.96	1.11	1.09	0.51	-	-	0.96	0.40	-	-	-	2.34	0.45	0.40	-
<i>C24:1</i>	2.91	2.01	1.94	1.90	1.43	-	2.17	2.29	2.32	2.62	3.18	2.45	3.15	2.30	2.99	2.66
Monoenes	31.99	25.39	33.91	28.09	19.9	28.85	19.06	32.94	31.4	27.81	29.92	28.29	31.84	33.96	33.31	31.74
<i>C18:2</i>	1.51	0.95	0.98	1.08	1.26	1.91	1.34	1.55	1.58	1.73	1.62	1.52	1.35	1.11	1.44	1.08
<i>C18:2</i>	-	0.49	0.31	0.50	0.34	-	-	0.37	0.51	-	-	-	-	0.49	0.28	-
<i>C18:3</i>	0.12	0.60	0.63	0.72	0.32	1.05	-	0.80	0.09	0.59	-	0.58	1.18	0.53	1.13	0.51
<i>C20:2</i>	-	0.23	0.01	0.26	0.24	0.12	-	0.31	0.92	-	-	-	1.86	0.30	0.51	0.28
<i>C20:3</i>	0.21	0.19	-	0.20	-	2.02	-	0.22	2.31	2.21	2.41	2.18	2.06	2.27	1.89	2.16
<i>C20:4</i>	1.94	1.26	2.10	1.31	2.24	0.88	2.13	1.31	2.19	0.8	-	0.49	2.23	0.45	0.31	0.53
<i>C20:4</i>	0.31	0.46	-	0.54	0.36	0.15	-	0.70	0.92	-	-	-	-	0.59	0.49	-
<i>C20:5</i>	6.71	5.02	5.38	5.52	4.47	5.91	4.22	7.71	7.72	9.75	8.81	9.50	8.57	6.85	8.98	6.48
<i>C22:2</i>	0.51	-	-	-	-	-	-	-	0.34	-	-	-	0.68	0.42	0.38	0.43
<i>C22:6</i>	18.9	15.66	17.30	15.24	36.24	14.98	37.52	17.71	20.71	22.79	22.48	21.58	19.44	20.01	19.30	20.25
Polyenes	30.21	24.86	26.71	25.37	45.47	27.02	45.21	30.68	37.29	37.87	35.32	35.85	37.37	33.02	34.71	31.72
ω-3	27.67	22.54	25.41	22.79	43.27	22.82	43.87	27.53	30.71	33.93	31.29	32.15	31.42	27.84	29.72	27.77
ω-6	2.03	1.83	0.99	2.08	1.86	4.2	1.34	2.78	5.73	3.94	4.03	3.70	5.27	4.27	4.33	3.52
ω-3/ω-6	13.63	12.32	25.67	10.96	23.26	5.43	32.74	9.90	5.36	8.61	7.76	8.69	5.93	6.52	6.86	7.89
UFA/SFA	1.65	1.01	1.54	1.15	1.89	1.27	1.80	1.75	2.19	1.91	1.88	1.79	2.25	2.03	2.13	1.74
MUFA/SFA	0.85	0.51	0.86	0.60	0.57	0.65	0.53	0.91	1.00	0.81	0.86	0.79	1.03	1.03	1.04	0.87
PUFA/SFA	0.80	0.50	0.68	0.55	1.31	0.61	1.27	0.84	1.19	1.10	1.02	1.00	1.21	1.00	1.09	0.87
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*D : dorsal, V : ventral, W : wild, C : cultured

Table 26. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured rock fish
(unit : area%)

	Spring				Summer				Fall				Winter			
	D		V		D		V		D		V		D		V	
	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
<i>C14:0</i>	3.15	3.99	4.86	4.42	6.04	3.73	2.16	3.10	6.96	5.16	4.27	5.00	3.68	3.88	2.42	3.09
<i>C15:0</i>	0.38	0.52	0.48	0.57	0.50	0.48	0.34	0.47	-	0.52	0.43	0.56	-	0.36	0.34	-
<i>C16:0</i>	18.47	17.47	17.28	18.74	18.96	17.93	17.25	19.34	18.00	15.76	14.35	19.28	14.36	16.66	15.30	16.93
<i>C17:0</i>	0.15	0.67	1.37	0.72	1.89	1.06	0.75	0.97	-	1.47	0.85	1.48	1.28	1.23	1.08	1.08
<i>C18:0</i>	3.10	3.49	2.88	3.56	3.81	3.78	3.75	3.85	2.89	3.48	3.45	3.80	3.61	3.16	4.51	4.35
<i>C20:0</i>	1.89	2.37	1.13	1.85	1.33	2.18	3.38	1.66	-	0.44	-	1.30	-	0.27	-	0.57
<i>C22:0</i>	0.93	1.99	-	1.53	-	-	1.07	-	-	1.9	1.21	-	2.00	2.47	1.95	4.98
Saturates	28.07	30.5	28	31.39	32.53	29.16	28.7	29.39	27.85	28.73	24.56	31.42	24.93	28.03	25.6	31
<i>C14:1</i>	0.13	0.20	-	0.20	0.21	0.17	0.10	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C15:1</i>	-	0.10	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.32	-	-	-	0.20	-
<i>C16:1</i>	10.19	8.45	13.05	8.81	8.15	9.22	9.13	8.57	11.88	10.21	9.05	9.64	7.88	8.13	6.25	7.11
<i>C17:1</i>	0.49	0.52	1.07	0.54	2.67	0.47	0.48	0.50	1.87	1.49	1.32	1.20	1.18	1.12	0.79	1.04
<i>C18:1</i>	23.47	21.23	21.65	20.78	22.62	26.74	29.46	26.25	25.63	21.13	23.15	22.34	15.46	18.86	15.57	18.79
<i>C20:1</i>	-	0.19	-	0.15	1.01	0.23	0.11	-	-	1.92	2.03	-	2.19	2.24	2.73	3.16
<i>C22:1</i>	-	-	-	-	-	1.38	0.12	1.18	-	-	-	-	3.57	0.41	-	0.99
<i>C24:1</i>	1.81	1.40	1.26	1.97	2.28	1.72	1.75	1.80	-	1.97	1.92	-	2.04	2.01	2.09	2.59
Monoenes	36.09	32.09	37.03	32.45	36.94	39.93	41.21	38.48	39.38	36.72	37.79	33.18	32.32	32.77	27.63	33.68
<i>C18:2</i>	1.07	1.91	1.35	1.91	1.00	5.08	1.22	4.95	1.87	1.52	1.78	1.3	2.16	1.99	3.53	1.63
<i>C18:2</i>	0.71	-	-	-	0.58	0.24	-	0.22	-	-	-	-	-	-	1.88	-
<i>C18:3</i>	0.91	1.30	1.04	1.29	0.46	1.21	0.39	1.17	-	0.91	1.28	-	0.51	0.83	0.51	0.65
<i>C20:2</i>	-	0.05	-	-	0.32	0.25	0.21	0.22	-	-	-	-	2.14	0.38	0.43	0.69
<i>C20:3</i>	1.33	0.85	1.44	0.89	0.24	-	1.67	-	2.38	1.9	2.39	2.04	2.39	2.16	2.23	1.86
<i>C20:4</i>	0.60	0.14	1.00	-	1.48	1.38	0.28	1.46	-	0.69	2.24	2.04	2.96	0.43	0.62	0.92
<i>C20:4</i>	-	0.78	-	-	0.83	0.70	0.38	0.64	-	-	0.46	-	-	0.82	0.60	0.87
<i>C20:5</i>	10.85	10.98	13.86	11.10	10.73	8.06	7.91	8.22	11.88	11.06	9.97	11.21	8.10	12.38	6.72	11.55
<i>C22:2</i>	1.25	0.41	-	-	-	-	0.31	-	-	-	2.64	2.22	-	0.53	0.71	-
<i>C22:6</i>	19.12	21.01	16.28	20.97	14.89	13.99	17.72	15.25	16.64	18.47	16.89	16.59	24.49	19.68	29.54	17.15
Polyenes	35.84	37.43	34.97	36.16	30.53	30.91	30.09	32.13	32.77	34.55	37.65	35.4	42.75	39.2	46.77	35.32
ω-3	31.48	33.43	32.18	33.36	27.56	24.64	26.30	26.10	28.52	31.13	30.38	29.84	36.06	33.32	37.39	30.27
ω-6	2.40	3.59	2.79	2.80	2.39	6.03	3.48	5.81	4.25	3.42	4.63	3.34	6.69	5.35	6.79	5.05
ω-3/ω-6	13.12	9.31	11.53	11.91	11.53	4.09	7.56	4.49	6.71	9.10	6.56	8.93	5.39	6.23	5.51	5.99
UFA/SFA	2.56	2.28	2.57	2.19	2.07	2.43	2.48	2.40	2.59	2.48	3.07	2.18	3.01	2.57	2.91	2.23
MUFA/SFA	1.29	1.05	1.32	1.03	1.14	1.37	1.44	1.31	1.41	1.28	1.54	1.06	1.30	1.17	1.08	1.09
PUFA/SFA	1.28	1.23	1.25	1.15	0.94	1.06	1.05	1.09	1.18	1.20	1.53	1.13	1.71	1.40	1.83	1.14
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*D : dorsal, V : ventral, W : wild, C : cultured

Table 27. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured red seabream
(unit : area%)

	Spring				Summer				Fall				Winter			
	D		V		D		V		D		V		D		V	
	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
<i>C14:0</i>	6.79	5.40	2.23	3.36	2.33	2.76	1.90	4.22	7.03	7.61	6.34	5.54	3.11	2.60	2.22	2.48
<i>C15:0</i>	0.65	0.51	-	0.56	0.47	0.34	0.43	0.54	0.62	0.61	0.6	-	0.59	0.38	0.45	0.21
<i>C16:0</i>	16.11	14.74	19.97	21.75	21.24	16.85	20.80	19.09	17.04	21.59	20.19	19.48	23.58	17.63	20.67	16.41
<i>C17:0</i>	0.64	-	1.08	1.04	0.83	0.55	0.98	0.59	1.75	2.04	1.25	1.48	1.21	1.12	1.13	1.71
<i>C18:0</i>	7.48	6.97	6.09	7.47	7.48	4.66	7.88	4.59	6.18	4.51	5.78	5.37	8.34	6.29	8.60	5.30
<i>C20:0</i>	-	2.70	2.11	2.46	1.01	2.45	1.21	3.33	1.78	-	-	2.06	0.35	0.46	0.42	0.71
<i>C22:0</i>	0.87	0.87	-	0.33	0.39	-	-	-	-	1.01	-	1.57	1.18	2.66	1.49	3.01
Saturates	32.54	31.19	31.48	36.97	33.75	27.61	33.2	32.36	34.4	37.37	34.16	35.5	38.36	31.14	34.98	29.83
<i>C14:1</i>	0.12	-	-	-	-	-	0.10	0.21	-	0.35	0.45	-	-	-	-	-
<i>C15:1</i>	0.27	-	-	-	0.63	-	0.80	-	-	-	-	-	0.26	-	0.20	-
<i>C16:1</i>	6.21	5.93	5.16	6.32	3.85	5.79	3.52	3.68	9.21	11.45	10.76	9.27	6.89	5.97	5.85	5.91
<i>C17:1</i>	0.34	-	-	0.33	0.83	0.29	0.23	0.45	1.76	1.67	1.11	1.2	0.70	0.75	0.62	0.88
<i>C18:1</i>	16.50	14.35	19.69	16.46	12.95	18.77	11.94	17.67	15.85	18.06	19.25	22.32	20.01	20.94	23.55	19.98
<i>C20:1</i>	3.39	0.63	-	-	0.51	-	0.43	0.24	1.68	1.56	1.77	-	1.88	2.42	2.26	2.03
<i>C22:1</i>	0.22	-	0.80	2.32	1.09	2.77	0.92	3.22	2.33	-	1.81	-	0.30	0.51	0.39	0.42
<i>C24:1</i>	3.11	3.64	1.43	2.85	4.51	3.34	4.30	2.46	3.33	2.12	2.48	2.82	2.95	3.12	3.36	4.03
Monoenes	30.16	24.55	27.08	28.28	24.37	30.96	22.24	27.93	34.16	35.21	37.63	35.61	32.99	33.71	36.23	33.25
<i>C18:2</i>	0.53	2.00	3.38	1.47	1.13	2.51	1.07	2.61	0.82	1.89	1.25	1.77	0.92	1.11	0.92	1.31
<i>C18:2</i>	-	-	-	0.37	0.36	0.20	0.34	0.24	-	-	-	-	0.41	0.36	0.43	0.81
<i>C18:3</i>	0.39	-	0.41	0.86	0.30	0.88	0.32	1.00	-	0.78	-	-	0.35	0.55	0.34	0.77
<i>C20:2</i>	0.11	1.66	0.41	0.24	0.51	0.26	0.25	0.32	-	-	-	-	0.33	-	0.39	-
<i>C20:3</i>	0.37	-	0.47	-	0.20	-	0.17	-	2.62	0.97	2.14	1.03	2.77	1.37	2.64	2.02
<i>C20:4</i>	0.81	2.38	0.52	1.05	3.87	1.29	4.19	0.96	1.21	1	1.01	1.06	0.70	0.95	0.70	0.88
<i>C20:4</i>	0.16	-	1.60	1.16	0.44	1.33	0.44	1.80	1.14	-	-	-	-	-	-	-
<i>C20:5</i>	12.49	10.15	10.13	8.32	5.74	9.56	5.99	8.07	12.59	10.46	11.86	10.51	6.26	7.33	6.28	8.49
<i>C22:2</i>	0.37	0.86	-	-	-	-	-	-	1.43	-	0.91	-	0.40	0.80	0.42	0.93
<i>C22:6</i>	22.07	27.21	24.52	21.28	29.33	25.40	31.79	24.71	11.63	12.32	11.04	14.52	16.51	22.68	16.67	21.71
Polyenes	37.3	44.26	41.44	34.75	41.88	41.43	44.56	39.71	31.44	27.42	28.21	28.89	28.65	35.15	28.79	36.92
ω-3	35.76	39.74	35.58	31.51	39.24	37.13	42.29	34.74	25.43	24.56	23.91	26.09	23.82	31.51	23.99	31.85
ω-6	1.17	3.66	5.86	2.87	2.28	4.10	1.93	4.73	4.58	2.86	3.39	2.80	4.02	2.48	3.95	3.33
ω-3/ω-6	30.56	10.86	6.07	10.98	17.21	9.06	21.91	7.34	5.55	8.59	7.05	9.32	5.93	12.71	6.07	9.56
UFA/SFA	2.07	2.21	2.18	1.70	1.96	2.62	2.01	2.09	1.91	1.68	1.93	1.82	1.61	2.21	1.86	2.35
MUFA/SFA	0.93	0.79	0.86	0.76	0.72	1.12	0.67	0.86	0.99	0.94	1.10	1.00	0.86	1.08	1.04	1.11
PUFA/SFA	1.15	1.42	1.32	0.94	1.24	1.50	1.34	1.23	0.91	0.73	0.83	0.81	0.75	1.13	0.82	1.24
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*D : dorsal, V : ventral, W : wild, C : cultured

Table 28. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured Olive flounder
(unit : area%)

	Spring				Summer				Fall				Winter			
	D		V		D		V		D		V		D		V	
	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
<i>C14:0</i>	3.04	3.64	3.76	5.45	2.13	3.02	1.57	1.91	4.47	5.99	5.09	4.81	4.93	4.04	4.71	4.52
<i>C15:0</i>	0.38	0.69	0.41	0.75	0.91	0.49	0.46	-	0.79	0.67	0.71	-	0.91	0.54	0.31	0.62
<i>C16:0</i>	20.84	27.22	21.10	20.35	20.71	21.21	21.38	20.38	17.85	24.43	18.34	26.16	23.40	19.22	20.98	21.15
<i>C17:0</i>	0.34	1.22	0.37	0.94	1.01	0.51	0.66	0.83	1.19	0.86	1.28	-	0.71	1.46	0.74	1.54
<i>C18:0</i>	5.11	5.06	5.36	3.35	6.17	5.60	5.88	8.25	4.36	3.99	3.89	4.26	4.72	4.14	4.99	4.54
<i>C20:0</i>	1.40	2.70	1.82	2.77	1.91	2.43	2.29	1.48	3.80	-	3.50	-	3.01	0.30	2.94	0.35
<i>C22:0</i>	0.68	-	0.87	2.03	0.57	-	0.19	-	2.85	-	2.80	-	0.71	-	0.07	-
Saturates	31.79	40.53	33.69	35.64	33.41	33.26	32.43	32.85	35.31	35.94	35.61	35.23	38.39	29.7	34.74	32.72
<i>C14:1</i>	-	0.16	-	0.25	-	-	-	-	0.27	-	0.45	-	0.38	0.15	0.02	0.18
<i>C15:1</i>	1.43	0.11	1.33	0.13	1.17	0.66	0.66	0.37	0.54	0.95	0.67	1.18	-	-	0.38	0.11
<i>C16:1</i>	4.33	5.65	5.04	7.99	5.19	4.23	4.88	4.29	6.60	7.89	6.90	6.72	7.10	6.81	6.94	7.07
<i>C17:1</i>	0.34	0.40	0.29	0.58	0.71	-	-	-	0.54	1.24	0.54	1.29	0.09	0.76	0.61	0.78
<i>C18:1</i>	9.48	15.90	8.14	18.88	10.96	16.37	12.78	17.25	18.32	16.25	19.26	12.14	13.20	21.14	14.20	18.60
<i>C20:1</i>	-	0.30	-	0.28	0.71	-	0.49	-	0.37	1.24	0.10	2.57	1.10	2.68	2.54	3.00
<i>C22:1</i>	0.82	2.32	0.88	0.42	0.49	2.56	2.08	1.78	0.07	-	0.04	-	3.17	3.43	2.30	4.04
<i>C24:1</i>	3.32	2.87	3.39	2.70	4.27	3.07	2.99	2.31	2.15	-	3.55	-	3.00	3.28	3.84	3.21
Monoenes	19.72	27.71	19.07	31.23	23.5	26.89	23.88	26	28.86	27.57	31.51	23.9	28.04	38.25	30.83	36.99
<i>C18:2</i>	0.53	1.45	0.57	1.77	0.94	1.88	1.48	1.85	3.41	2.85	3.21	2.39	2.38	3.36	2.14	3.28
<i>C18:2</i>	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	-	-	0.22
<i>C18:3</i>	0.17	1.06	0.25	1.31	0.49	0.72	0.69	0.70	1.22	-	1.05	-	1.01	1.09	0.72	1.06
<i>C20:2</i>	-	0.30	-	-	0.18	-	-	1.26	0.07	-	0.03	-	0.38	0.36	0.01	0.39
<i>C20:3</i>	3.89	-	3.84	1.05	2.71	-	1.88	-	2.55	2.09	1.54	1.97	0.46	1.60	-	1.59
<i>C20:4</i>	0.41	1.10	0.42	0.25	1.47	3.51	0.95	1.89	-	-	0.20	-	1.01	0.26	0.87	0.91
<i>C20:4</i>	-	0.72	-	0.84	0.09	0.68	-	3.26	-	-	0.59	-	-	0.91	0.02	-
<i>C20:5</i>	10.00	7.16	10.39	8.12	7.48	7.72	7.91	6.70	8.72	8.65	6.13	10.93	7.93	8.50	8.31	8.04
<i>C22:2</i>	-	-	0.23	0.36	0.01	-	0.38	0.92	0.44	-	1.03	-	-	0.52	0.13	0.49
<i>C22:6</i>	33.49	19.68	31.54	19.43	29.72	25.34	30.40	24.57	19.42	22.90	19.10	25.58	20.19	15.45	22.23	14.31
Polyenes	48.49	31.76	47.24	33.13	43.09	39.85	43.69	41.15	35.83	36.49	32.88	40.87	33.57	32.05	34.43	30.29
ω-3	44.07	29.00	42.60	29.11	39.16	37.29	39.95	33.86	29.36	31.55	26.48	36.51	30.14	25.30	32.13	24.32
ω-6	4.42	2.47	4.41	3.66	3.92	2.56	3.36	6.37	6.03	4.94	5.37	4.36	3.22	6.23	2.17	5.26
ω-3/ω-6	9.97	11.74	9.66	7.95	9.99	14.57	11.89	5.32	4.87	6.39	4.93	8.37	9.36	4.06	14.81	4.62
UFA/SFA	2.15	1.47	1.97	1.81	2.83	2.01	2.08	2.04	1.83	1.78	1.81	1.84	1.60	2.37	1.88	2.06
MUFA/SFA	0.62	0.68	0.57	0.88	0.70	0.81	0.74	0.79	0.82	0.77	0.88	0.68	0.73	1.29	0.89	1.13
PUFA/SFA	1.53	0.78	1.40	0.93	1.29	1.20	1.35	1.25	1.01	1.02	0.92	1.16	0.87	1.08	0.99	0.93
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*D : dorsal, V : ventral, W : wild, C : cultured

1. 2. 맛 성분 변화

1. 2. 1. 총 아미노산 및 필수아미노산함량의 변화

수집된 자연산 및 양식산 활어에 대한 구성 아미노산 함량을 건물로써 Table 29에 나타내었으며, 그 결과 tryptopan을 제외한 17개의 구성아미노산이 분석되었다. 이처럼 tryptopan이 분석되지 않은 것은 HCl 을 이용한 가수분해과정에서 손상이 되었기 때문으로 판단된다.

모든 어종에서 공통적으로 분석된 아미노산 중에서 cystine 이 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 그 함량은 농어는 자연산과 양식산이 각각 2.53 g/kg, 3.26 g/kg, 돌돔은 자연산과 양식산이 각각 3.42 g/kg, 2.77 g/kg, 방어는 자연산과 양식산이 2.78 g/kg, 3.27 g/kg로 나타났다. 또한 조피볼락의 자연산과 양식산은 각각 2.72 g/kg, 2.36 g/kg, 참돔의 자연산과 양식산은 2.60 g/kg, 3.31 g/kg, 넙치의 자연산과 양식산은 2.74 g/kg, 2.76 g/kg으로 나타났다.

반면, 가장 높은 함량을 나타낸 것은 glutamic acid로 나타났으며, 그 함량은 농어는 자연산과 양식산이 각각 81.43 g/kg, 78.2 g/kg, 돌돔은 자연산과 양식산이 각각 94.32 g/kg, 62.19g/kg, 방어는 자연산과 양식산이 62.47 g/kg, 79.05 g/kg로 나타났다. 또한 조피볼락의 자연산과 양식산은 각각 65.57 g/kg, 61.45 g/kg, 참돔의 자연산과 양식산은 71.57 g/kg, 76.27 g/kg, 넙치의 자연산과 양식산은 71.56 g/kg, 72.07 g/kg으로 나타났다.

Glutamic acid는 생체기관의 중요한 기능을 하며, 인체에서 가장 풍부한 아미노산의 일종이며, 골격근에서 세포의 거의 60%를 차지하고 있다. 치명적인 질병이 있는 근육으로부터 glutamine의 방출은 면역시스템과 내장에서 암모니아의 중요한 수송체로써 역할을 하며, purines과 pyrimidines glutamine의 합성 내에서 질소의 수용체이기 때문에 세포의 분열을 위한 필수적인 성분이다.

Limin et al.(2006)이 중국 샤멘만에서 어획되는 조기, 농어, 참돔, 갯방어의 아미노산성분과 영양평가 보고에서와 같이, 총 아미노산 함량은 다소 차이가 있으나 구성아미노산 및 구성비는 유사한 결과를 나타내었다.

그리고 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. 양식산이 자연산 보다 aspartic acid, glutamic acid, proline, lysine, arginine등 전반적으로 아미노산의 함량이 높게 나타났다.

자연산과 양식산 농어의 총 아미노산 함량은 각각 563.38 g/kg, 564.54 g/kg 나타났으며, 총 아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 51.48%, 51.76%로 자연산과 양식산이 각각 나타났다. 기타 어종에서도 50% 의 필수아미노산의 함량을 나타냈으며, 자연산과 양식산의 차이는 미미하였다.

그리고 비필수아미노산에 대한 필수아미노산의 비율이 100%를 초과하여 필수아미노산의 함량이 비필수아미노산 모두 많이 함유되어 있는 것을 확인할 수 있었다.

필수아미노산 총량에 대한 특정 필수아미노산의 비율을 Table 30에 나타내었다. 아미노산 패턴의 차이점과 A/E 비율은 영양 요구성으로 아미노산 차이점을 제시한 것이다. 해산어를 위한 먹이는 유의성이 있거나 매우 유의적인 차이를 가지는 아미노산의 특이적이 프로파일에 의해서 구성되어야 하며, 사료단백질의 효율성 증대와 양식업의 질소오염을 감소시키기 위해서 사료에 아미노산 조성을 조절하여 균형을 맞추어야 한다. 그렇게 되면 같은 사료로 섭이한 이들 중은 높은 단백질 합성 효능이 같은 시간에 가능할 것이며, 그렇지 않으면 단백질 합성은 아미노산 이화작용 증대결과를 초래할 것이다.

Table 31은 FAO/WHO에서 권장한 필수아미노산 모델과 비교하기 위하여 아미노산가(amino acid score)를 나타내었다.

성인을 위한 주요 아미노산의 아미노산기는 모든 아미노산에서 100% 이상임으로 성인에게는 적합한 식품이다. 또한 FAO/WHO에서 권장 아미노산 함량과 비교하여 보면, lysine 및 s-함유하고 있는 아미노산과 threonine은 풍부하나 valine, leucine, isoleucine, phenylalanine과 tyrosine은 아이들의 식이에는 불충분하다.

Table 29. The specific and total amino acid (EAA and TEAA), non-essential amino acid(NEAA and TNEAA) and total amino acid (TAA) contents in the muscle of the wild and cultured live fishes

	<i>Seabass</i>		<i>Rock bream</i>		<i>Yellow tail</i>		<i>Rock fish</i>		<i>Red seabream</i>		<i>Olive flounder</i>	
	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>
<i>EAA</i> (<i>g kg⁻¹ dry wt.</i>)												
<i>Thr.</i>	30.32	29.7	34.67	23.8	23.91	31.18	23.97	22.21	26.29	28.98	28.21	28.4
<i>Met.</i>	17.19	20.02	22.34	13.32	13.38	20.27	16.46	14.63	15.69	19.01	19.26	19.4
<i>Lys.</i>	50.6	51	60.24	39.49	39.67	51.77	40.66	38.55	44.35	49.88	45.48	45.81
<i>Phe</i>	28.74	32.76	38.55	20.91	21	33.7	22.56	20.12	24.25	33.11	30.23	30.44
<i>Val.</i>	34.07	31.35	34.69	25.51	25.62	32.79	24.32	22.99	27.34	30.41	27.5	27.7
<i>Leu.</i>	43.11	41.69	50.03	34.06	34.22	43.46	34.33	32.16	37.21	41.34	37.99	38.25
<i>Ile.</i>	30.16	29.35	34.05	23.31	23.42	31.65	24.1	21.91	26.15	28.76	26.17	26.36
<i>His.</i>	18.64	19.54	23.25	13.52	13.59	45.67	14.06	12.84	16.43	19.53	19.62	19.76
<i>Arg.</i>	37.18	36.78	39.76	24.48	24.6	37.77	26.82	26.08	33.72	35.05	35.33	30.48
<i>NEAA</i> (<i>g kg⁻¹ dry wt.</i>)												
<i>Cys.</i>	2.53	3.26	3.42	2.77	2.78	3.27	2.72	2.36	2.6	3.31	2.74	2.76
<i>Tyr.</i>	16.91	19.35	13.27	13.81	13.88	19.73	14.55	14.24	15.33	19.11	28.21	18.99
<i>Asp.</i>	55.98	53.02	62.59	43.77	43.97	54.58	44.57	42.1	47.12	52.3	49.25	49.6
<i>Ser.</i>	26.65	26.2	31.06	20.65	20.74	26.97	21.45	20.6	23.43	25.87	25.86	26.04
<i>Glu.</i>	81.43	78.2	94.32	62.19	62.47	79.05	65.57	61.45	71.57	76.27	71.56	72.07
<i>Gly.</i>	25.86	27.74	29.79	20.59	20.69	27.9	20.11	19.21	23.42	27.34	22.8	22.96
<i>Ala.</i>	34.92	33.82	39.3	26.81	26.93	35	27.11	25.64	29.8	33.75	30.36	30.57
<i>Pro.</i>	29.1	30.78	36.39	20.55	20.64	30.52	22.3	20.05	26.5	29.28	26.4	26.59
<i>TAA</i> (<i>g kg⁻¹ dry wt.</i>)	563.38	564.54	647.71	429.55	431.51	605.28	445.66	417.15	491.2	553.32	526.97	516.18
<i>TEAA</i> (<i>g kg⁻¹ dry wt.</i>)	290.01	292.19	337.58	218.4	219.41	328.26	227.28	211.49	251.43	286.07	269.79	266.6
<i>TNEAA</i> (<i>g kg⁻¹ dry wt.</i>)	273.38	272.37	310.14	211.14	212.1	277.02	218.38	205.65	239.77	267.23	257.18	249.58
<i>TEAA/TAA</i> <i>ratio(%)</i>	51.48	51.76	52.12	50.84	50.85	54.23	51.00	50.70	51.19	51.70	51.20	51.65
<i>TEAA/TNEAA</i> <i>ratio(%)</i>	106.08	107.28	108.85	103.44	103.45	118.50	104.08	102.84	104.86	107.05	104.90	106.82

Table 30. The A/E ratio (specific EAA content $\times$ 1000/ total EAA contents including tyrosine and cysteine) in the muscle of the wild and cultured live fishes

	<i>Seabass</i>		<i>Rock bream</i>		<i>Yellow tail</i>		<i>Rock fish</i>		<i>Red seabream</i>		<i>Olive flounder</i>	
	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>	<i>W</i>	<i>C</i>
<i>TEAA+TSEAA</i> (g kg ⁻¹ dry wt.)	314.80	309.45	354.27	234.98	351.26	236.07	244.55	245.08	308.49	269.36	300.74	288.35
<i>A/E ratio</i>												
<i>THr.</i>	94.35	97.98	97.86	101.29	88.77	101.28	98.02	93.19	93.94	97.60	93.80	98.49
<i>Lys.</i>	162.01	163.52	170.04	168.06	147.38	168.04	166.26	162.48	161.69	164.65	151.23	158.87
<i>Val.</i>	99.59	110.10	97.92	108.56	93.35	108.53	99.45	99.15	98.58	101.50	91.44	96.06
<i>Leu.</i>	132.43	139.31	141.22	144.95	123.73	144.96	140.38	139.46	134.01	138.14	126.32	132.65
<i>Ile.</i>	93.23	97.46	96.11	99.20	90.10	99.21	98.55	90.95	93.23	97.08	87.02	91.42
<i>His.</i>	62.07	60.24	65.63	57.54	130.02	57.57	57.49	73.40	63.31	61.00	65.24	68.53
<i>Arg.</i>	116.84	120.15	112.23	104.18	107.53	104.21	109.67	115.92	113.62	125.19	117.48	105.70
<i>Met.+Cys.</i>	23.28	19.72	25.76	16.09	23.54	16.16	19.18	18.64	22.32	18.29	22.00	22.16
<i>Phe.+Tyr.</i>	52.11	45.65	51.82	34.72	53.43	34.88	37.11	36.61	52.22	39.58	58.44	49.43

Table 31. The amino acid score [AAS, (specific EAA contents in the sample protein/the same amino acid contents in the reference profile recommended by WHO/FAO in 1985)×100] in the muscle of the wild and cultured live fishes

	Seebass		Rock bream		Yellow tail		Rock fish		Red seabream		Olive flounder		Ref. profile	
	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	Child	Adult
Ile (g kg ⁻¹ dry wt.)	29.35	30.16	34.05	23.31	31.65	23.42	24.1	22.29	28.76	26.15	26.17	26.36	28	13
AAS for child	104.82	107.71	121.61	83.25	113.04	83.64	86.07	79.61	102.71	93.39	93.46	94.14		
AAS for adult	225.77	232.00	261.92	179.31	243.46	180.15	185.38	171.46	221.23	201.15	201.31	202.77		
Leu. (g kg ⁻¹ dry wt.)	41.69	43.11	50.03	34.06	43.46	34.22	34.33	34.18	41.34	37.21	37.99	38.25	66	19
AAS for child	63.17	65.32	75.80	51.61	65.85	51.85	52.02	51.79	62.64	56.38	57.56	57.95		
AAS for adult	219.42	226.89	263.32	179.26	228.74	180.11	180.68	179.89	217.58	195.84	199.95	201.32		
Lys. (g kg ⁻¹ dry wt.)	51	50.6	60.24	39.49	51.77	39.67	40.66	39.82	49.88	44.35	45.48	45.81	58	16
AAS for child	87.93	87.24	103.86	68.09	89.26	68.40	70.10	68.66	86.00	76.47	78.41	78.98		
AAS for adult	318.75	316.25	376.50	246.81	323.56	247.94	254.13	248.88	311.75	277.19	284.25	286.31		
Met. (g kg ⁻¹ dry wt.)	20.02	17.19	22.34	13.32	20.27	13.38	16.46	15.93	19.01	15.69	19.26	19.4	25	17
AAS for child	80.08	68.76	89.36	53.28	81.08	53.52	65.84	63.72	76.04	62.76	77.04	77.60		
AAS for adult	117.76	101.12	131.41	78.35	119.24	78.71	96.82	93.71	111.82	92.29	113.29	114.12		
Phe. (g kg ⁻¹ dry wt.)	32.76	28.74	38.55	20.91	33.7	21	22.56	21.43	33.11	24.25	30.23	30.44	63	19
AAS for child	52.00	45.62	61.19	33.19	53.49	33.33	35.81	34.02	52.56	38.49	47.98	48.32		
AAS for adult	172.42	151.26	202.89	110.05	177.37	110.53	118.74	112.79	174.26	127.63	159.11	160.21		
Thr. (g kg ⁻¹ dry wt.)	29.7	30.32	34.67	23.8	31.18	23.91	23.97	22.84	28.98	26.29	28.21	28.4	34	9
AAS for child	87.35	89.18	101.97	70.00	91.71	70.32	70.50	67.18	85.24	77.32	82.97	83.53		
AAS for adult	330.00	336.89	385.22	264.44	346.44	265.67	266.33	253.78	322.00	292.11	313.44	315.56		
Val. (g kg ⁻¹ dry wt.)	31.35	34.07	34.69	25.51	32.79	25.62	24.32	24.3	30.41	27.34	27.5	27.7	35	13
AAS for child	89.57	97.34	99.11	72.89	93.69	73.20	69.49	69.43	86.89	78.11	78.57	79.14		
AAS for adult	241.15	262.08	266.85	196.23	252.23	197.08	187.08	186.92	233.92	210.31	211.54	213.08		
His. (g kg ⁻¹ dry wt.)	19.54	18.64	23.25	13.52	45.67	13.59	14.06	17.99	19.53	16.43	19.62	19.76	19	16
AAS for child	102.84	98.11	122.37	71.16	240.37	71.53	74.00	94.68	102.79	86.47	103.26	104.00		
AAS for adult	122.13	116.50	145.31	84.50	285.44	84.94	87.88	112.44	122.06	102.69	122.63	123.50		

각각 어종의 근육의 단백질에서 곡류 중심으로 구성된 식단으로 음식을 섭취 시 부족 시 되고 있는 lysine 과 함황아미노산과 threonine이 풍부하였으나 히스티딘과 branched chain amino acid(valine, leucine and isoleucine)와 방향족 아미노산(phenylalanine and tyrosine)은 FAO/WHO(1985)에서 제안하고 있는 아미노산 profile과 비교하여 어린이의 식이에는 불충분하였다.

그러나 어종별로 약간의 차이를 나타내었는데, 성인 식이에 대한 methionine의 아미노산가가 양식산 돌돔에서 자연산에 비하여 낮은 값을 나타내었으며, 앞서 살펴본 A/E 비율에서도 methionine과 cystine 함량이 전체 비율이 낮은 것으로 보아 양식산 활어에 대한 사료 공급시 이들 아미노산에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다.

1. 2. 2. 유리아미노산함량의 변화

Ohta.(1976)는 유리아미노산은 생체 활성 물질의 구성성분으로 중요할 뿐만 아니라 그 자체가 특징 있는 맛을 식품에 부여한다고 한다. 자연산과 양식산의 농어, 돌돔, 방어, 조피볼락, 참돔, 넙치에 대한 유리아미노산 함량을 Table 32~Table 37에 나타내었다. 구성아미노산과 마찬가지로 어종과 자연산과 양식산간의 함량의 차이는 있으나 전반적으로 전체 유리아미노산에 대한 taurine 함량의 비율은 40%내외로 대부분을 차지하고 있다. 그리고 alanine, asparagine, glutamine, glutamic acid, lysine 등이 높은 함량을 나타내었다.

가을철 자연산과 양식산 농어 근육에 대한 유리아미노산 함량을 살펴보면, 자연산이 218.52mg/100g, 양식산이 239.5mg/100g의 총 함량을 나타내었으며, 그 중 타우린 함량이 자연산이 123.04mg/100g, 양식산이 118.70mg/100g으로 전체의 56.3%, 49.6%를 차지하고 있다(Table 32). Glutamic acid, glycine, alanine, lysine, anserine의 함량이 많았다. 자연산과 양식산 간의 조성비의 차이는 미미하였다.

그리고 겨울철 자연산과 양식산의 총 유리아미노산 함량은 325.25 mg/100g

과 220.49 mg/100g으로 각각 나타났으며, 가을철에 비하여 자연산은 높은 경향을 나타내었다. 전체 아미노산에 대한 taurine 함량은 자연산이 40.8%, 양식산이 30.6%를 차지하여, 가을철과 마찬가지로 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 것을 확인할 수 있었다.

가을철에 비하여 겨울철은 glycine, alanine, lysine 함량이 다소 높아졌으며, 자연산보다는 양식산이 이들 아미노산의 함량이 높은 것으로 나타났다.

자연산과 양식산 돌돔의 유리아미노산 함량을 조사한 결과를 Table 33에 나타내었다. 농어와 마찬가지로 총 유리아미노산의 함량이 가을철에는 자연산이 271.68 mg/100g, 양식산이 157.9 mg/100g으로 나타났으며, 겨울철에는 양식산이 270.7 mg/100g, 자연산이 216.83 mg/100g으로 나타났다. 농어와 마찬가지로 taurine 함량이 전체 유리아미노산에 대부분을 차지하고 있었으며, 자연산이 59.4%, 양식산 65.8%로 나타났으며, 자연산이 lysine 함량이 높았으나 양식산은 검출되지 않았다. 겨울철에는 앞서 살펴본 농어와 마찬가지로 taurine이 차지하는 비율은 자연산과 양식산이 각각 67.6%, 60.6%로 나타났으며, 양식산에서는 alanine과 glycine 함량이 증가한 것을 확인할 수 있었다.

자연산과 양식산 방어 of 근육에서는 총 유리아미노산의 함량이 자연산이 286.38 mg/100g, 양식산이 289.07 mg/100g으로 나타났으며, taurine 함량은 자연산이 36.18 mg/100g(12.6%), 양식산은 41.46 mg/100g(14.3%)로 나타났으며, 반면 histidine 함량이 자연산이 216.84 mg/100g (75.7%), 양식산이 215.94 mg/100g(74.7%)로, 기타 앞서 살펴본 어종과는 달리 taurine 보다는 histidine 함량이 높은 경향을 나타냈다. 양식산 방어의 유리아미노산은 10~11개의 유리아미노산이 분석되었으며, 그 중 taurine은 자연산이 36.18 mg/100g, 양식산이 41.46 mg/100g으로 다른 어종에 비하여 낮은 함량을 나타내었다. 다른 어종과 특이한 것은 histidine의 함량이 자연산이 26.84 mg/100g으로 전체 유리아미노산의 27.8%를 차지하고 있으며, 양식산의 histidine 함량은 215.94 mg/100g으로 전체의 62.9%를 차지하고 있다. 그리고 glutamic acid 함량이 양식산 방어에서는 6.51 mg/100g으로 다른 어종보다 높은 함량을 나타내었다(Table 34).

조피볼락의 가을철 자연산과 양식산 근육에 대한 총 유리아미노산 함량은 각각 179.56 mg/100g, 239.86 mg/100g으로 양식산이 자연산보다 함량이 높았다. 그리고 다른 어종과 마찬가지로 taurine 함량의 비율은 자연산은 55%(98.81 mg/100g), 양식산은 61.9%(149.53 mg/100g)로 양식산이 자연산보다 함량이 높았으며, alanine, lysine이 다른 아미노산에 비하여 높았으며 마찬가지로 양식산이 자연산보다 함량이 높았다(Table 35).

겨울철은 가을철과 마찬가지로 총 유리아미노산 함량이 자연산이 126.89 mg/100g, 양식산이 233.95 mg/100g로 나타나 양식산이 높은 함량을 나타내었으며, taurine 함량은 자연산과 양식산이 각각 96.12 mg/100g(75.8%), 141.01 mg/100g(60.3%)를 나타내었다. 기타 아미노산은 가을철과 비슷한 경향을 나타내었다.

가을철에 자연산과 양식산 참돔 근육의 총 유리아미노산 자연산과 양식산이 각각 19개, 13개가 검출되었으며 그 함량은 자연산은 275.81 mg/100g, 양식산은 191.12 mg/100g로 나타났다. 그리고 겨울철에는 자연산과 양식산이 각각 11개와 20개 검출되었으며 그 함량은 각각 217.36 mg/100g, 186.64 mg/100g으로 나타났다. 그리고 taurine 함량은 가을철에 자연산과 양식산이 각각 138.53(50.2%), 124.80(65.3%)였으며, 겨울철에는 자연산과 양식산이 각각 138.81(63.8%), 186.64(62.5%)으로 다른 어종과 비슷한 함량과 전체 유리아미노산에 대한 비율을 나타내었다. 자연산과 양식산이 138.53 mg/100g, 124.80 mg/100g으로 큰 차이가 없으며, glutamic acid 함량은 자연산이 11.76 mg/100g, 양식산이 13.33 mg/100g으로 함량이 높았다(Table 36).

넙치의 유리아미노산 총량은 가을철 자연산은 216.55 mg/100g, 양식산은 138.96 mg/100g으로 나타났으며, taurine, lysine, alanine, glutamic acid의 함량이 높고 그 중 특히 taurine 함량이 압도적으로 높았다(Table 7). Taurine 함량은 자연산은 89.21 mg/100g(41.2%), 양식산은 77.32 mg/100g(55.6%)로 나타났다. 그러나 앞서 살핀 결과에서는 taurine 다음으로 glutamic acid가 높았으나 넙치에서는 다른 어종과는 달리 anserine 함량이 16.6~22.0%의 비율로 나타났다.

Table 32. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured seabass

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Fall		Winter	
		Wild	Cultured	Wild	Culture
1	Phosphoserine	2.49(1.1)	2.17(0.9)	0	0
2	Taurine	123.02(56.2)	118.70(49.6)	132.79(40.8)	67.48(30.6)
3	Phosphoethanolamine	0	0	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	5.61(2.6)	8.40(3.5)	0	0
6	Threonine	3.47(1.6)	4.88(2.0)	11.31(3.5)	6.62(3.0)
7	Serine	2.89(1.3)	4.06(1.7)	2.91(0.9)	4.54(2.1)
8	Asparagine	0	0	0	0
9	Glutamic Acid	6.61(3.0)	8.06(3.4)	5.22(1.6)	4.28(1.9)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0	0	0
12	Proline	0	4.69(2.0)	36.23(11.1)	5.35(2.4)
13	Glycine	8.57(3.9)	8.50(3.6)	26.23(8.1)	40.13(18.2)
14	Alanine	12.83(5.9)	11.84(5.0)	29(8.9)	29.97(13.6)
15	Citrulline	0	0	0	0
16	α -Aminoiso- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
17	Valine	4.22(1.9)	9.46(4.0)	6.26(1.9)	2.27(1.0)
18	Cystine	0	0	5.3(1.6)	0
19	Methionine	2.97(1.4)	6.45(2.7)	0	0
20	Cystathionine	0	0	0	0
21	Isoleucine	3.68(1.7)	8.47(3.5)	4.55(1.4)	0
22	Leucine	4.35(2.0)	11.16(4.7)	8.34(2.6)	3.26(1.5)
23	Tyrosine	2.10(1.0)	4.60(1.9)	0	0
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	1.86(0.9)	4.91(2.1)	0	0
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	0	1.51(0.6)	0	0
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	0	0	4.73(1.5)	2.06(0.9)
32	Lysine	18.48(8.6)	8.61(3.6)	29.86(9.2)	35.1(15.9)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	0
34	Histidine	4.00(1.8)	3.28(1.4)	22.49(6.9)	19.43(8.8)
35	3-Methylhistidine	0	0	0	0
36	Anserine	8.38(3.8)	7.92(3.3)	0	0
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	2.99(1.4)	1.83(0.8)	0	0
Total		218.88	318.11	325.22	220.49

Table 33. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured rock bream

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Fall		Winter	
		Wild	Cultured	Wild	Culture
1	Phosphoserine	4.53(1.7)	0	0	0
2	Taurine	161.57(59.5)	104.05(60.3)	146.67(67.6)	164.06(60.6)
3	Phosphoethanolamine	1.38(0.5)	1.38(0.8)	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	5.23(1.9)	0	11.36(5.2)	0
6	Threonine	3.65(1.3)	1.75(1.0)	2.26(1.0)	0
7	Serine	3.23(1.2)	1.6(0.9)	0	3.38(1.3)
8	Asparagine	0	0	0	0
9	Glutamic Acid	5.51(2.0)	1.99(1.2)	4.02(1.9)	7.98(3.0)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0	0	0
12	Proline	5.49(2.0)	2.3(1.3)	0	0
13	Glycine	13.34(4.9)	5.31(3.1)	12.36(5.7)	43.3(16.0)
14	Alanine	16.94(6.2)	6.67(3.9)	25.09(11.6)	28.74(10.6)
15	Citrulline	0	0	0	0
16	α -Aminoiso- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
17	Valine	4.23(1.6)	1.6(0.9)	1.88(0.9)	2.37(0.9)
18	Cystine	0	0	0	0
19	Methionine	3.24(1.2)	2.29(1.3)	0	0
20	Cystathionine	0	3.67(2.1)	0	0
21	Isoleucine	3.96(1.5)	16.4(9.5)	0	0
22	Leucine	2.85(1.1)	1.31(0.8)	2.32(1.1)	3.26(1.2)
23	Tyrosine	3.22(1.2)	0	0	0
24	β -Alanine	0	2.15(1.3)	0	0
25	Phenylalanine	3.14(1.2)	0	0	0
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	0	14.73(8.5)	0	1.59(0.6)
30	δ -Hydroxylysine	0	5.47(3.2)	0	0
31	Ornithine	2.11(0.8)	0	2.12(9.9)	1.78(0.7)
32	Lysine	21.45(7.9)	0	8.75(4.0)	14.22(5.3)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	0
34	Histidine	1.92(0.7)	0	0	0
35	3-Methylhistidine	0	0	0	0
36	Anserine	0	0	0	0
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	4.69(1.7)	0	0	0
Total		271.68	172.67	216.83	270.68

Table 34. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured yellow tail

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Fall		Winter	
		Wild	Cultured	Wild	Culture
1	Phosphoserine	0	0	3.73(0.5)	0
2	Taurine	36.18(42.2)	41.46(14.3)	118.9(16.5)	94.57(14.7)
3	Phosphoethanolamine	0	2.5(0.9)	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	0	0	0	0
6	Threonine	0	2.3(0.8)	16.11(2.2)	3.41(0.5)
7	Serine	1.28(1.5)	1.89(0.7)	9.92(1.4)	3.05(0.5)
8	Asparagine	0	0	5.38(0.8)	0
9	Glutamic Acid	1.75(2.0)	6.51(2.3)	6.25(0.9)	5.16(0.8)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0	2.84(0.4)	3.51(0.5)
12	Proline	0	0	5.22(0.7)	0
13	Glycine	2.26(2.6)	2.93(1.0)	10.77(1.5)	4.07(0.6)
14	Alanine	6.45(7.5)	7.7(2.7)	42.23(5.9)	15.28(2.4)
15	Citrulline	0	0	0	0
16	α -Aminoiso- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	1.46(0.2)	0
17	Valine	0	0	7.18(1.0)	2.36(0.4)
18	Cystine	0	0	0	0
19	Methionine	0	0	4.1(0.6)	0
20	Cystathionine	0	0	0	0
21	Isoleucine	0	0	5.82(0.8)	0
22	Leucine	0	0	9.3(1.3)	2.87(0.5)
23	Tyrosine	0	0	6.3(0.9)	0
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	0	0	4.35(0.6)	0
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	0	0	5.21(0.7)	3.14(0.5)
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	2.27(2.7)	0	4.11(0.3)	0
32	Lysine	8.72(10.2)	7.84(2.7)	29.61(1.8)	11(1.7)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	0
34	Histidine	26.84(31.3)	215.94(74.7)	383.83(53.3)	447.8(69.5)
35	3-Methylhistidine	0	0	0	3.79(0.6)
36	Anserine	0	0	36.33(5.0)	44.35(6.9)
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	0	0	3.92(0.5)	0
Total		85.75	289.07	720.57	644.36

Table 35. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured rock fish

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Fall		Winter	
		Wild	Cultured	Wild	Culture
1	Phosphoserine	0	0	0	0
2	Taurine	98.81(51.6)	149.53(62.3)	96.12(75.8)	141.01(60.3)
3	Phosphoethanolamine	1.9(1.0)	1.53(0.6)	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	2.97(1.6)	4.23(1.8)	0	0
6	Threonine	3.7(5.1)	3.54(1.5)	0	3.4(1.5)
7	Serine	3.87(5.2)	3.21(1.3)	1.38(1.1)	4.24(1.8)
8	Asparagine	2.05(1.1)	1.3(0.5)	0	0
9	Glutamic Acid	3.8(2.0)	7.22(3.0)	2.32(1.8)	6.05(2.6)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	3.33(1.4)	0	0
12	Proline	0	1.41(0.6)	0	0
13	Glycine	9.03(4.7)	7.68(3.2)	2.72(2.1)	10.33(4.4)
14	Alanine	9.83(5.1)	17.79(7.4)	6.97(5.5)	16.3(7.0)
15	Citrulline	0	0	0	0
16	α -Aminoiso- <i>n</i> -butyric Acid	0.41(0.2)	0	0	0
17	Valine	1.53(0.8)	1.79(0.8)	0	2.47(1.1)
18	Cystine	0	0	0	0
19	Methionine	1.89(1.0)	1.93(0.8)	0	0
20	Cystathionine	0	1.59(0.7)	0	8.56(3.7)
21	Isoleucine	1.08(0.6)	1.52(0.6)	0	2.48(1.1)
22	Leucine	1.48(0.8)	2.07(0.9)	0	3.39(1.5)
23	Tyrosine	1.35(0.7)	2.06(0.9)	0	4.95(2.1)
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	0.86(0.5)	1.09(0.5)	0	0
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	0	0	0	2.29(1.0)
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	0.78(0.4)	0	0	0
32	Lysine	19.77(10.3)	22.2(9.3)	12.73(10.0)	22.21(9.5)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	0
34	Histidine	0.93(0.5)	1.81(0.8)	4.65(3.7)	3.75(1.6)
35	3-Methylhistidine	0	0	0	0
36	Anserine	8.69(4.5)	0	0	0
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	4.85(2.5)	3.03(1.3)	0	2.51(1.1)
Total		179.58	239.86	126.89	183.8

Table 36. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured red seabream

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Fall		Winter	
		Wild	Cultured	Wild	Culture
1	Phosphoserine	0	0	0	0
2	Taurine	138.53(50.2)	124.8(65.3)	138.81(63.9)	186.64(42.6)
3	Phosphoethanolamine	0	0	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	0	0	0	0
6	Threonine	6.5(2.4)	2.96(1.6)	0	9.11(2.1)
7	Serine	6.9(2.5)	2.8(1.5)	2.16(1.0)	9.73(2.2)
8	Asparagine	0	0	0	0
9	Glutamic Acid	11.76(4.3)	13.33(7.0)	5.6(2.6)	20.1(4.6)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0	0	0
12	Proline	4.08(1.5)	0	0	4.25(1.0)
13	Glycine	17.31(6.3)	8.4(4.4)	12.6(5.8)	45.51(10.4)
14	Alanine	15.25(5.5)	12.19(6.4)	17(7.8)	42.89(9.8)
15	Citrulline	1.82(0.7)	0	0	0
16	α -Aminoiso- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
17	Valine	3.54(1.3)	3.67(1.9)	1.9(0.9)	4.29(1.0)
18	Cystine	0	0	0	5.56(1.3)
19	Methionine	1.85(0.7)	2.35(1.2)	0	3.21(0.7)
20	Cystathionine	0	0	0	8.96(2.0)
21	Isoleucine	3.21(1.2)	1.98(1.0)	0	2.16(0.5)
22	Leucine	3.06(1.1)	3.9(2.0)	2.63(1.2)	4.85(1.1)
23	Tyrosine	2.17(0.8)	2.07(1.1)	0	3.58(0.8)
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	0	0	0	0
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	1.36(0.5)	0	1.6(0.7)	2.6(0.6)
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	1.31(0.5)	0	2.25(1.0)	0
32	Lysine	20.95(7.6)	9.16(4.8)	32.8(15.1)	5.25(1.2)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	3.17(0.7)
34	Histidine	17.5(6.4)	3.49(1.8)	0	6.56(1.5)
35	3-Methylhistidine	0	0	0	2.19(0.5)
36	Anserine	15.61(5.7)	0	0	68.07(15.5)
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	3.09(1.1)	0	0	0
Total		275.8	191.1	217.35	438.68

Table 37. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured olive flounder

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Fall		Winter	
		Wild	Cultured	Wild	Culture
1	Phosphoserine	0	0	0	0
2	Taurine	89.21(41.2)	77.32(55.6)	81.14(40.6)	109.16(49.9)
3	Phosphoethanolamine	0	2.79(2.0)	0	0
4	Aspartic Acid	0.95(0.4)	0	0.59(0.3)	0
5	Hydroxyproline	0	4.39(3.2)	0	0
6	Threonine	4.01(1.9)	2.59(1.9)	3.10(1.6)	3.61(1.7)
7	Serine	6.54(3.0)	3.78(2.7)	6.00(3.0)	4.80(2.2)
8	Asparagine	2.06(1.0)	2.58(1.9)	1.47(0.7)	0
9	Glutamic Acid	8.05(3.7)	4.22(3.0)	6.04(3.0)	5.93(2.7)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Amino adipic	0	0	0	0
12	Proline	5.93(2.7)	2.14(1.5)	6.04 (3.0)	0
13	Glycine	3.61(1.7)	1.61(1.2)	2.06(1.0)	9.78(4.5)
14	Alanine	18.32(8.5)	9.06(6.5)	15.58(7.8)	13.79(6.3)
15	Citrulline	2.95(1.4)	0	3.02(1.5)	0
16	α -Amino iso- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
17	Valine	2.51(1.2)	2.17(1.6)	2.10(1.1)	0
18	Cystine	0	0	0	0
19	Methionine	3.03(1.4)	2.40(1.7)	2.68(1.3)	0
20	Cystathionine	8.69(4.0)	0	10.32(5.2)	0
21	Isoleucine	0	1.38(1.0)	0	0
22	Leucine	1.24(0.6)	1.69(1.2)	0.91(0.5)	0
23	Tyrosine	0	1.77(1.3)	0	0
24	β -Alanine	0	0	0	0
25	Phenylalanine	0	1.41(1.0)	0	0
26	β -Amino isobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino- <i>n</i> -butyric Acid	0	0	0	0
29	Ethanolamine	0	0	0	5.01(2.3)
30	δ -Hydroxylysine	0	0	0	0
31	Ornithine	3.09(1.4)	0.74(0.5)	1.88(0.9)	3.77(1.7)
32	Lysine	16.22(7.5)	13.94(10.0)	16.61(8.3)	11.79(5.4)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	3.07(1.40)
34	Histidine	1.12(0.5)	1.30(0.9)	0.91(0.6)	0
35	3-Methylhistidine	0	0	0	0
36	Anserine	35.99(16.6)	0	37.86(18.9)	48.16(22.0)
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	3.03(1.4)	1.68(1.2)	1.81(0.9)	0
Total		216.55	138.96	200.12	218.87

Kim et al.(2000)이 보고한 산지 및 성장조건별 참돔, 조피볼락, 넙치의 정미성분에 관한 연구에서는 맛있는 시기에 유리아미노산 함량이 증가하고 taurine 함량이 높고, 양식산 보다는 자연산이 높았다고 보고하고 있다. 또한 기타 아미노산은 큰 차이가 없으며, 어종별로 전체적인 유리아미노산 분포양상은 매우 유사하다고 보고하고 있다. Hirano와 Suyama의 자연 및 양식 은어의 품질에 관한 보고에서 유리아미노산은 시료에 따라 각 성분에 약간의 차이는 있으나 공통적으로 glycine, alanine, histidine, lysine, taurine, anserine 등이 많았고 개개의 성분에서도 자연산 및 양식산 모두 taurine 함량이 많다고 보고한 것과 본 연구에서의 결과와 유사한 경향을 보여주고 있다.

1. 2. 3. ATP관련화합물함량의 변화

어패육의 핵산관련물질은 주로 근육의 운동에너지를 공급하는 ATP와 그 관련물질인 ADP, AMP, IMP, HxR, Hx이다. 정미성분으로 중요한 것은 IMP와 AMP로, IMP는 감칠맛을 내며 glutamic acid와 공존하면 서로의 맛을 강화시키는 작용(상승효과, synergistic effect)이 있다. 한편, AMP는 그 자신은 거의 무미이지만, IMP처럼 glutamic acid와의 사이에 상승효과(相乗効果)가 있다.

Fig. 1은 농어는 봄철에 자연산과 양식산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 $9.97 \mu\text{g}/100\text{mg}$, $9.88 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 자연산에서 ATP함량이 $6.60 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 $1.37 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 $1.56 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 양식산에서는 ATP함량이 $6.67 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 $0.85 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 $2.13 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 여름철 자연산에서는 총 ATP관련물질이 $10.29 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP 함량은 $5.54 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $1.46 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $2.50 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, 양식산에서는 총 ATP관련물질이 $9.37 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 이 중 ATP는 $5.52 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $0.91 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $2.77 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철의 자연산 농어에서는 총 ATP관련물질의 함량이 $9.59 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 이 중 ATP는 $6.12 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이

었으며, 1.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 2.10 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산 농어는 총 ATP관련물질이 9.34 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP는 5.91 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.32 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.80 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 겨울철 자연산 농어에서는 ATP 7.60 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP 1.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 0.61 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 10.17 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 양식산에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.71 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, ATP가 4.92 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP가 1.61 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 2.87 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 함유되어 있었다.

자연산과 양식산의 돌돔에 대한 ATP 관련화합물의 계절적 변화는 총 함량이 6.68~12.9 $\mu\text{mol/g}$ 으로 나타났으며(Fig. 2), 앞서 살핀 농어와 마찬가지로 생선회 맛에 가장 큰 요인이 되는 IMP 함량이 자연산보다는 양식산이 높은 함량을 나타내고 있었다. 그러나 봄철에는 자연산이 양식산에 비해 3배 가량 많은 IMP 함량을 나타내고 있으므로 IMP 함량으로 맛 적인 부분이 자연산이 양식산이 좋다고 단정짓는 것은 문제가 있다고 판단된다. 그리고 전체적으로 Inosine과 hypoxanthine 함량이 ATP관련화합물 중 낮은 함량을 나타내었다.

돌돔의 ATP 관련물질의 함량을 보면, 봄철에 자연산과 양식산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 10.28 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 11.06 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 자연산에서 ATP함량이 8.37 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.39 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 양식산에서는 ATP함량이 9.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.51 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 0.23 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 여름철을 보면, 자연산에서는 총 ATP관련물질이 11.72 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP 함량은 8.81 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.91 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.70 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 양식산에서는 총 ATP관련물질이 10.99 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 이중 ATP는 8.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.27 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.30 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철의 자연산 돌돔에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.85 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 이중 ATP는 6.25 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 0.96 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 2.29 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산 돌돔은 총 ATP관련물질이

10.56 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP는 6.25 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.00 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 2.94 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 겨울철 자연산 돌돔에서는 ATP 8.33 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP 1.42 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 0.30 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 10.33 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 양식산에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.87 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, ATP가 7.10 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP가 1.48 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.08 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 함유되어 있었다.

자연산과 양식산 방어외의 총 ATP 관련화합물량은 7.66~13.3 $\mu\text{mol}/\text{g}$ 으로, 붉은살 생선회는 육질의 단단함보다는 감칠맛에 의하여 생선회를 선호한다는 보고와 마찬가지로 감칠맛의 주체가 되는 IMP 함량이 5.37~5.76 $\mu\text{mol}/\text{g}$ 로 다른 어종에 비하여 높은 함량을 보였다(Fig. 3).

방어의 ATP 관련물질의 함량을 보면, 봄철에 자연산과 양식산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 8.74 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 8.13 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 자연산에서 ATP함량이 5.90 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.60 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.77 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 양식산에서는 ATP함량이 5.37 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.28 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 1.09 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 여름철을 살펴보면, 자연산에서는 총 ATP관련물질이 9.04 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP 함량은 5.68 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.87 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.69 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 양식산에서는 총 ATP관련물질이 8.20 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 이중 ATP는 5.62 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.54 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철의 자연산 방어에서는 총 ATP관련물질의 함량이 8.07 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 이중 ATP는 5.66 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 1.38 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 0.66 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산 방어는 8.09 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 5.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.32 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.79 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 겨울철 자연산 방어에서는 ATP 5.55 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP 1.79 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 1.43 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP 관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 9.15 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 양식산에서는 총 ATP관련물질의 함량이 8.78 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, ATP가 5.56 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP가 1.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.25 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 함유되어 있었다.

조피볼락의 ATP 관련물질의 함량을 보면, 봄철에 자연산과 양식산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 11.21 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 10.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 자연산에서 ATP함량이 7.04 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.38 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 2.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산에서는 ATP함량이 7.41 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.59 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 0.97 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 여름철을 살펴보면, 자연산에서는 총 11.27 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 6.90 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.58 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 2.33 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, 양식산에서는 총 10.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 6.78 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.67 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 2.37 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철의 자연산 조피볼락에서는 총 ATP관련물질의 함량이 10.57 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 이중 ATP는 6.93 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 1.53 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 1.83 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 양식산 조피볼락은 총 ATP관련물질이 10.58 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP는 6.98 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.99 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 2.39 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 겨울철 자연산 조피볼락에서는 ATP 7.34 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP 1.29 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 2.09 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 11.17 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 양식산에서는 총 ATP관련물질의 함량이 10.82 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, ATP가 7.08 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP가 1.21 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 2.10 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 함유되어 있었다(Fig. 4).

참돔에서 ATP 관련물질의 함량은 Fig. 5에 나타내었다. 봄철 자연산 참돔에는 총 ATP 관련물질의 함량이 8.90 $\mu\text{mol}/\text{g}$ 이었으며, ATP함량이 6.99 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.35 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.27 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산에서는 총 ATP관련물질함량이 8.92 $\mu\text{mol}/\text{g}$ 있었으며, ATP함량이 6.68 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 0.38 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 여름철을 보면, 자연산에서는 총 ATP관련물질이 9.54 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP 함량은 6.65 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.66 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, 양식산에서는 총 ATP관련물질이 9.33 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 이중 ATP는 6.92 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.83 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는

0.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철의 자연산 참돔에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 이중 ATP는 7.13 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 0.88 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 0.90 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 양식산 참돔에서는 총 ATP관련물질이 8.79 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP는 6.55 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.41 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 겨울철 자연산 참돔에는 ATP 6.49 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP 1.38 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 0.69 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 8.80 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 양식산에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.20 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, ATP가 6.92 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP가 1.60 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.42 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 함유되어 있었다. ATP 관련물질의 총 함량과 생선회 맛에 영향을 주는 IMP 함량은 자연산과 양식산 그리고 계절별로 다소 차이가 있으나 그 차이는 미미하였다.

넙치에 대한 ATP 관련화합물 함량은 일반적으로 Park(2000)이 자연산과 양식산 넙치의 함질소엑스 성분 비교에서 자연산은 9.56 $\mu\text{mol}/\text{g}$, 양식산은 6.58 $\mu\text{mol}/\text{g}$ 의 총 함량을 보인다고 한 결과와 유사하게, 넙치의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철에 자연산과 양식산의 총 ATP관련물질의 함량이 각각 9.71 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 9.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 자연산에서 ATP함량이 7.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.21 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다. 양식산에서는 ATP함량이 5.90 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 0.85 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 2.13 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 여름철을 보면, 자연산에서는 총 ATP관련물질이 9.24 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, ATP 함량은 6.88 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.13 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.18 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, 양식산에서는 총 ATP관련물질이 9.46 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었으며, 이중 ATP는 5.83 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.98 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철의 자연산 넙치에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.24 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었다(Fig. 6).

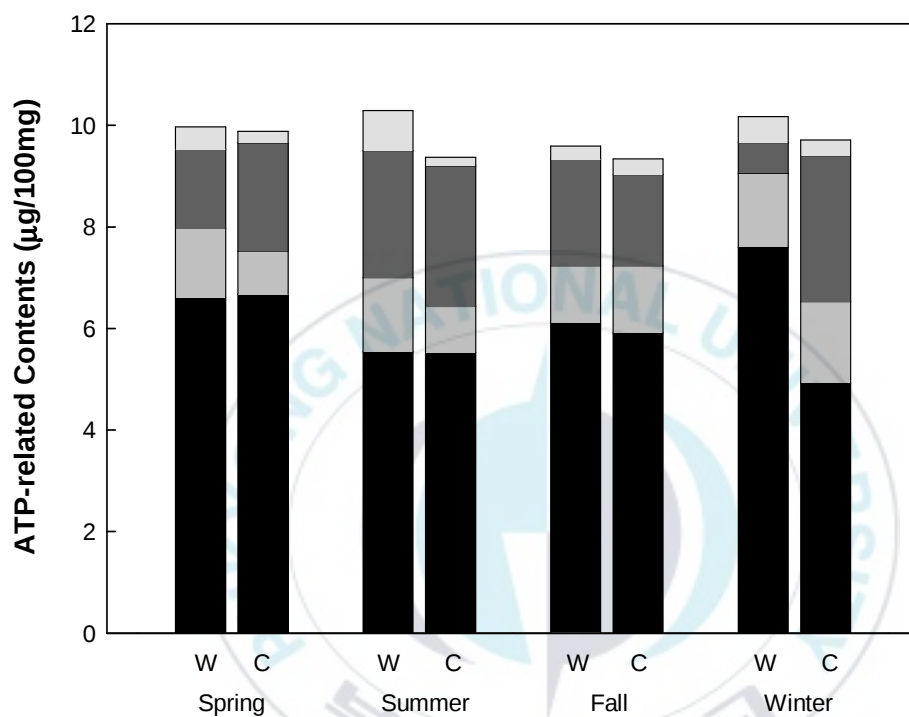


Fig. 1. Seasonal variations of contents in ATP related contents in muscles of wild and cultured seabass.

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

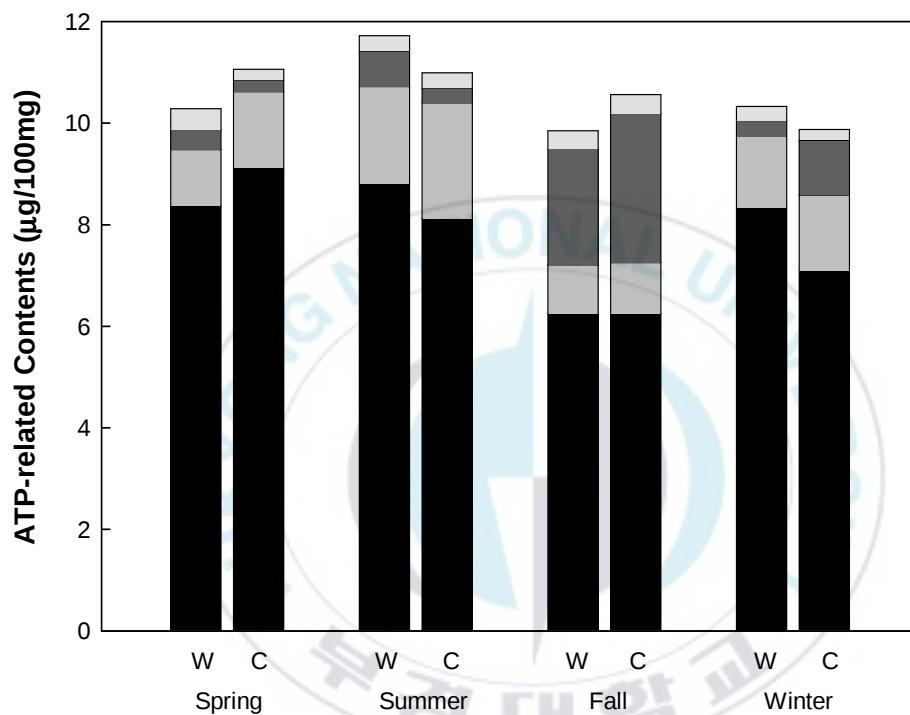
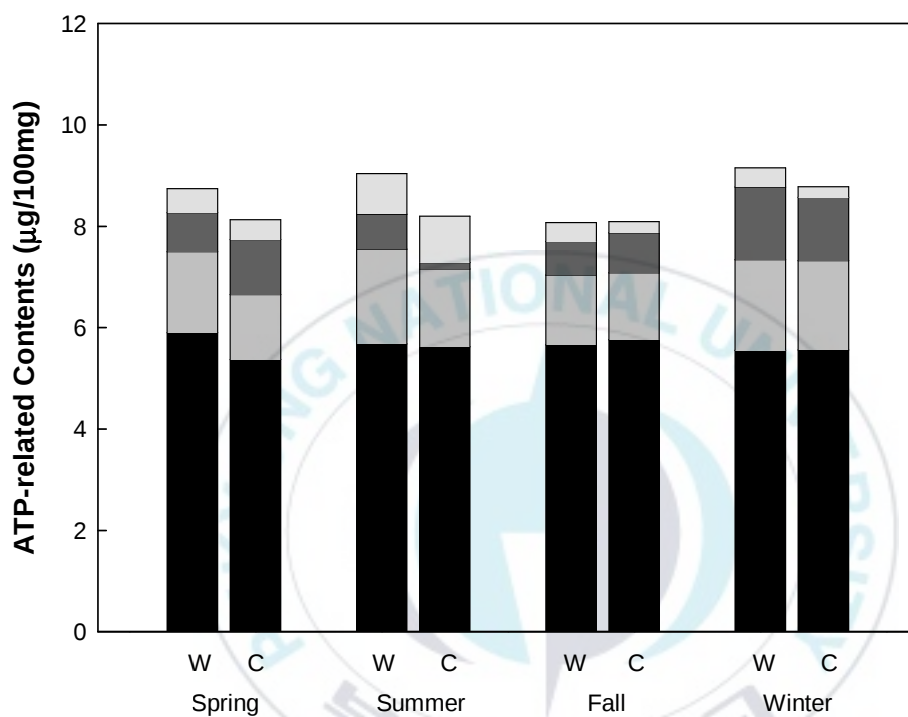
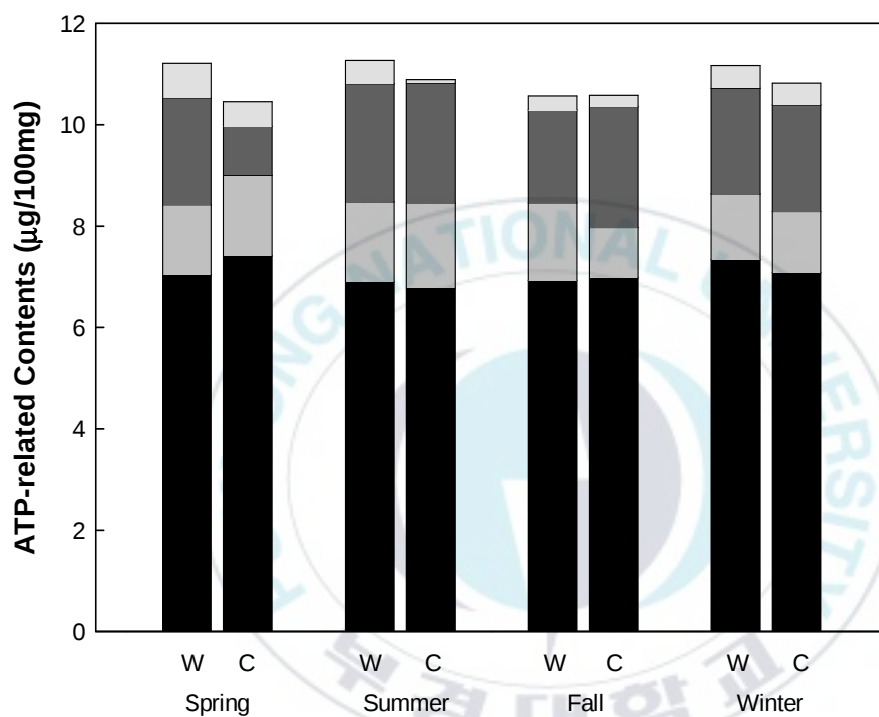


Fig. 2. Seasonal variations of contents in ATP related contents in muscles of wild and cultured rock bream. Symbols are the same as those in Fig. 1.



*Fig. 3. Seasonal variations of contents in ATP related concents in muscles of wild and cultured yellowtail.
Symbols are the same as those in Fig. 1.*



*Fig. 4. Seasonal variations of contents in ATP related contents in muscles of wild and cultured rock fish.
Symbols are the same as those in Fig. 1.*

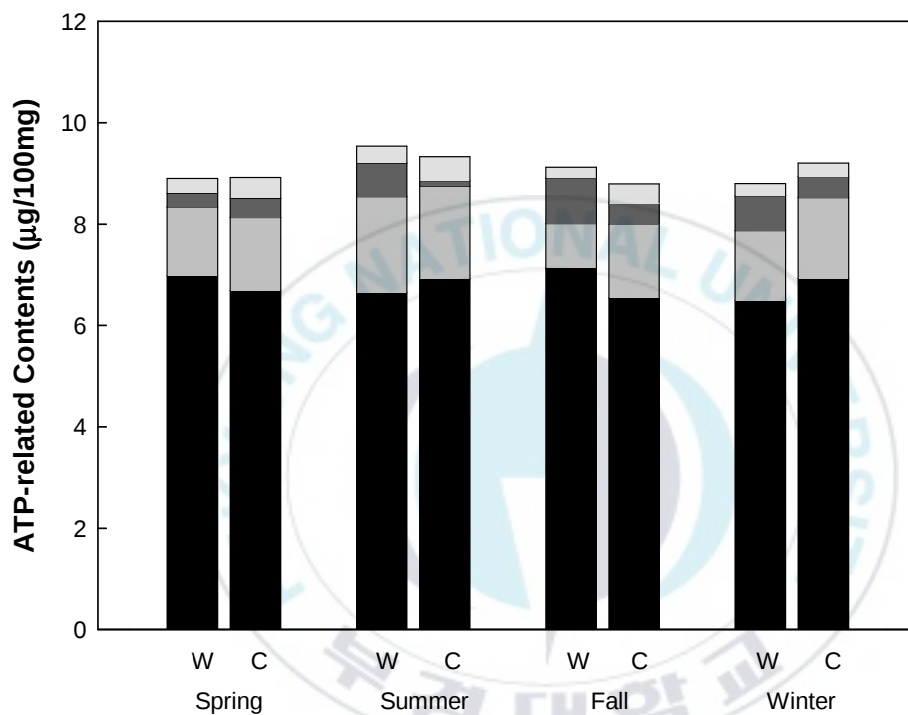


Fig. 5. Seasonal variations of contents in ATP related contents in muscles of wild and cultured red seabream.
Symbols are the same as those in Fig. 1.

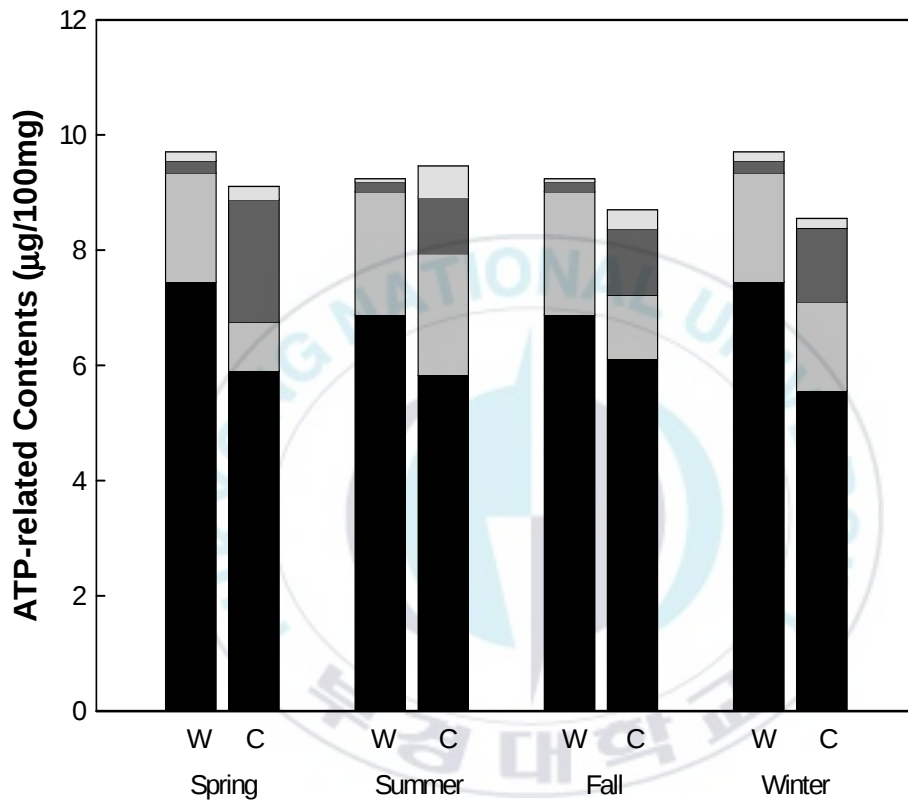


Fig. 6. Seasonal variations of contents in ATP related concents in muscles of wild and cultured olive flounder. Symbols are the same as those in Fig. 1.

1. 3. 근육의 품질 및 지질분포 조사

1. 3. 1. 파괴강도의 변화

생선회의 단단함(toughness)은 어종, 원료어의 신선도 및 조리후의 저장 조건에 따라서 달라진다. 최근의 연구 결과에 의하면 어육중의 결합조직의 주성분인 collagen의 함량 및 분포 형태가 육질의 단단함에 깊이 관여하고 있음이 밝혀져 있다. 즉, collagen의 함량이 높은 어육일수록 육질의 단단함이 관능검사 및 물성측정으로 밝혀져 있으며, 육질이 단단한 어종일수록 고압유탄력으로 취급되고 있다.

육질의 단단함은 background toughness(어종에 따른 고유의 단단함)와 actomyosin toughness(근육의 수축에 의한 단단함)로 나눌 수 있다.

Background toughness는 근육에 존재하는 결합조직에 기인하는데, 결합조직은 세포내막(內膜) 및 세포주막(周膜)이며 그 주성분은 collagen이다. 세포와 세포는 주로 이 collagen으로 된 세포의 matrix라고 불리는 구조로 접착되어 있으며, 생선회 특유의 본질은 근원섬유 자체가 아니고 세포의 matrix의 강도임을 시사한다. 한편, actomyosin toughness는 사후 ATP의 분해와 함께 일어나는 myosin과 actin의 결합에 의한 actomyosin 복합체의 형성으로, 근원 섬유의 근절이 짧아져서 생기는 육질의 단단함의 증가로 나타난다.

Tachibana et al.(1988), Cho et al.(1995;1997), Kim(1998), Shim et al.(2003)은 어육의 단단함은 생선회의 맛에 직결되며, 육질이 단단한 어종일수록 고압유탄력으로 취급되므로 육질을 단단하게 하기위한 일련의 연구들이 진행되고 있다.

자연산과 양식산 농어, 돌돔, 방어, 조피볼락, 참돔, 넙치에 대한 육질의 단단함을 Fig. 7~Fig. 12에 나타내었다. 어종과 자연산과 양식산 간의 정도의 차이는 있으나, 자연산과 양식산 간의 육질의 단단함은 큰 차이를 보이지 않았으며, 전반적으로 자연산이 양식산에 비하여 10%내외의 높은 파괴강도 값을 나타내고 있으나 실제 미각이 뛰어나지 않은 사람이외는 그 정도의 차이를 느끼는 것은 쉽지가 않다. 그리고 육질의 단단함은 심 등(2004), 김 등(2004), 배 등(2004)이 발표한 양식산 활어의 품질판정에서 수분, 지방함량과

밀접한 관계가 있다는 보고와 유사하게 지방함량이 낮으면 육질의 단단함이 높았으며, 지방함량이 높으면 육질의 단단함이 낮았다.

자연산과 양식산 농어에 대한 육질의 단단함은 봄에는 자연산에서는 1.30 ± 0.15 kg, 양식산은 1.20 ± 0.11 kg으로, 여름에는 자연산과 양식산이 각각 1.33 ± 0.12 kg, 1.37 ± 0.11 kg으로 나타났으며 가을에는 자연산과 양식산이 각각 1.35 ± 0.11 kg, 1.30 ± 0.09 kg으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 1.46 ± 0.05 kg, 1.50 ± 0.02 kg으로 나타났다(Fig. 7). 계절별로는 겨울철이 다른 계절에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었으며, 자연산과 양식산간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

자연산과 양식산 돌돔에 대한 육질의 단단함은 봄에는 자연산에서는 1.79 ± 0.16 kg, 양식산은 1.81 ± 0.21 kg으로, 여름에는 자연산과 양식산이 각각 1.55 ± 0.24 kg, 1.52 ± 0.21 kg으로 나타났으며 가을에는 자연산과 양식산이 각각 1.79 ± 0.20 kg, 1.69 ± 0.10 kg으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 1.80 ± 0.15 kg, 1.75 ± 0.14 kg으로 나타났다. 농어와 마찬가지로 자연산과 양식산간의 파괴강도값은 다소 차이가 나지만 전체적인 유의적인 차이는 나타나지 않았으며($p > 0.05$), 여름철 자연산과 양식산의 육질의 단단함이 다른 계절에 비하여 낮은 것을 확인할 수 있었다(Fig. 8).

Fig. 9는 자연산과 양식산 방어에 대한 육질의 단단함을 나타낸 결과로써 봄에는 자연산에서는 0.85 ± 0.07 kg, 양식산은 0.91 ± 0.05 kg, 여름에는 자연산과 양식산이 각각 1.11 ± 0.07 kg, 1.02 ± 0.05 kg으로 나타나 여름철 방어육은 다른 계절에 비하여 낮은 파괴강도값을 나타내었다. 가을에는 자연산과 양식산이 각각 1.15 ± 0.09 kg, 1.12 ± 0.10 kg으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 1.12 ± 0.02 kg, 1.14 ± 0.05 kg으로 나타났다. 자연산 방어가 양식산에 비하여 다소 높은 경향을 나타내고 있으나 농어와 돌돔과 마찬가지로 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$).

Fig. 10, Fig. 11은 자연산과 양식산 조피볼락과 참돔에 대한 계절별에 따른 육질의 단단함을 나타낸 결과이다. 조피볼락에 대한 육질의 단단함은 봄에는 자연산에서는 1.40 ± 0.09 kg, 양식산은 1.35 ± 0.08 kg으로, 여름에는 자연산

과 양식산이 각각 1.37 ± 0.10 kg, 1.39 ± 0.15 kg으로 나타났으며 가을에는 자연산과 양식산이 각각 1.41 ± 0.12 kg, 1.39 ± 0.15 kg으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 1.50 ± 0.05 kg, 1.45 ± 0.07 kg으로 나타났다. 참돔에 대한 육질의 단단함은 봄에는 자연산에서는 1.21 ± 0.12 kg, 양식산은 1.15 ± 0.05 kg으로, 여름에는 자연산과 양식산이 각각 1.30 ± 0.05 kg, 1.27 ± 0.10 kg으로 나타났으며 가을에는 자연산과 양식산이 각각 1.34 ± 0.13 kg, 1.20 ± 0.10 kg으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 1.30 ± 0.14 kg, 1.24 ± 0.09 kg으로 나타났다. Touata et al.(2000)은 참돔의 근육에서 콜라겐함량의 계절적 변화를 살펴본 보고에서, collagen 함량은 성숙과 산란에 따라 계절적으로 변화하였으며, 이에 따라 육질의 단단함이 변화한다고 보고하고 있었으며, 계절적으로는 가을, 겨울을 거쳐 봄에 collagen 과 파괴강도가 감소하는 것으로 나타나 본 결과와 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

자연산과 양식산 넙치에 대한 육질의 단단함은 봄에는 자연산에서는 1.36 ± 0.09 kg, 양식산은 1.33 ± 0.13 kg으로, 여름에는 자연산과 양식산이 각각 1.35 ± 0.11 kg, 1.30 ± 0.09 kg으로 나타났으며 가을에는 자연산과 양식산이 각각 1.36 ± 0.05 kg, 1.31 ± 0.08 kg으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 1.30 ± 0.12 kg, 1.25 ± 0.10 kg으로 나타났다(Fig. 12).

일반적으로 근육중의 지방함량은 어육의 맛, texture에 영향을 미치므로 지방함량이 높은 양식어의 육질이 자연어에 비하여 떨어지는 것은 근육 내 지방축적에서 유래된 것으로 볼 수 있으나, 양식어와 자연어 모두 근육 내 지방이 극히 적은 복어에 있어서 시료 조제시 근육부를 세절, 균질화 시켰을 때 양식어는 육질이 연하고 내부로부터 물기가 삼출되는 현상을 보였으나, 자연어에서는 육질이 단단하고 탄력성이 풍부하며 양식어와 같은 수분이 삼출되는 현상은 보이지 않아, 어육의 texture가 지방함량의 차이로만 설명될 수 없다는 점이 시사되었다. 계절적으로 지방함량은 자연산은 겨울철에 가장 낮은 함량을 나타내고 있으며 이와 유사하게 파괴강도 값이 봄철보다는 가을, 겨울에 높게 나타났다. 양식산도 자연산과 유사한 결과가 나타났다.

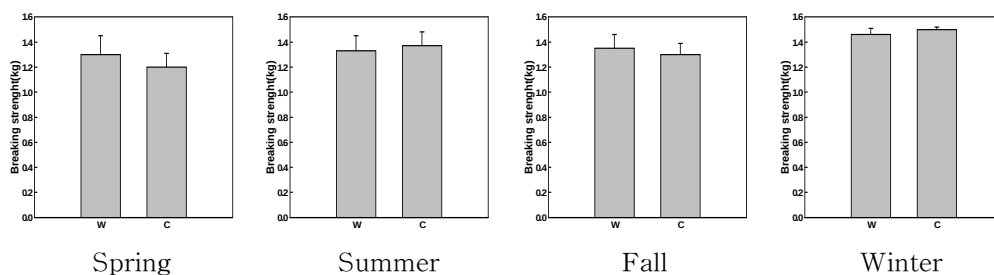


Fig. 7. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured seabass.

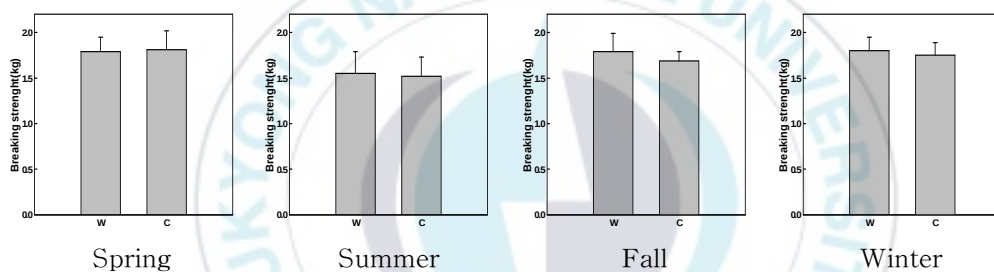


Fig. 8. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured rock bream.

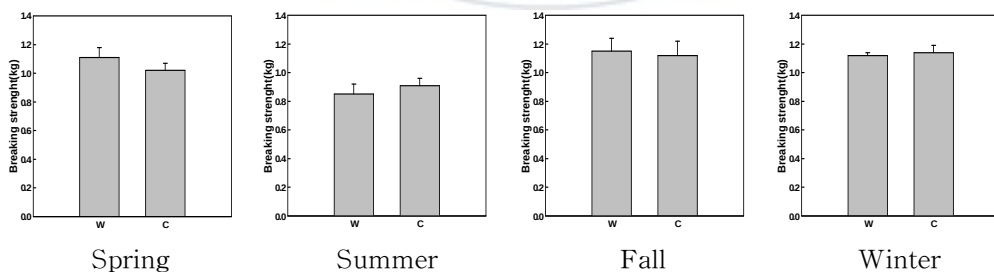


Fig. 9. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured yellow tail.

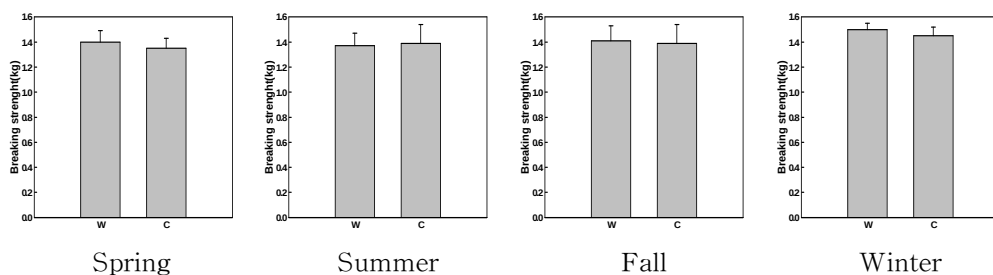


Fig. 10. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured rock fish.

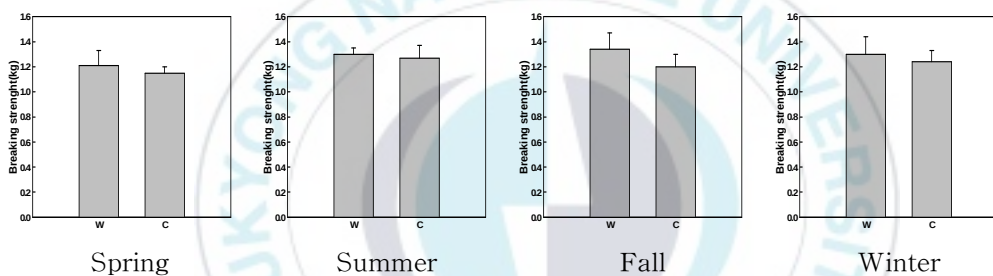


Fig. 11. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured red sea bream.

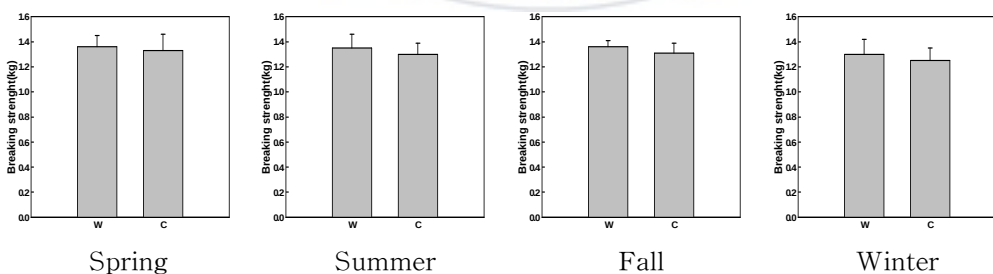


Fig. 12. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured olive flounder.

그러나 육질의 단단함 값을 살펴보면 자연산과 양식산 간의 차이가 대단히 미미하다. 그러므로 자연산이 양식산 보다 무조건적인 육질의 쫄깃함이 좋다는 것은 과학적으로 확실하지 않으며, Kim(2005)이 부산시 700명을 대상으로 조사결과 육질의 단단함이 자연산을 선택하는 가장 큰 요인이라는 보고에서 보는 바와 같이 우리나라 국민들은 자연산에 대한 막연한 선입견으로 선호하고 있다는 것을 간접적으로 확인할 수 있었다.

1. 3. 2. 건강도의 변화

Cho et al.(2004)이 발표한 양식산 활어의 품질관정을 위한 지표 중 하나인 AEC 수치는 환경 및 물리적 스트레스에 대하여 생체 기관의 물질대사 평가가 지표로 사용됨에 따라 근육의 스트레스 정도를 판단하여 활어의 건강 상태를 측정하는 객관적 지표로 사용가능하다고 보고하고 있다. 그러므로 본 연구에서도 어획 및 수송에서의 스트레스를 많이 받게 되는 자연산과 계류장에서 물차로 수송하게 되는 양식산의 활어의 건강도를 살펴보고자 하였다. Table 38은 자연산과 양식산 활어의 건강 측정기준인 AEC 수치를 조사한 결과이다. 전체적으로 자연산과 양식산간의 정도의 차이는 있으나 그 차이는 미미하였으며, 가을철 방어를 제외하고는 0.85이상의 수치를 나타내고 있어 활어의 상태가 건강하다고 판단된다. 그러나 자연산은 양식산에 비하여 어획과 유통과정 중에 스트레스로 인하여 돌돔, 참돔은 0.80내외의 수치를 나타내고 있어 양식산 보다는 건강상태가 좋지 않다는 것을 확인할 수 있었다. 가을에 조사된 방어의 AEC 값이 낮은 것은 혈압육의 존재로 인한 ATP관련화합물이 빙장 중에 빠르게 분해가 되어 낮은 수치를 나타낸 것으로 판단된다.

Table 38. Seasonal variations of AEC contents in muscles of wild and cultured live fishes

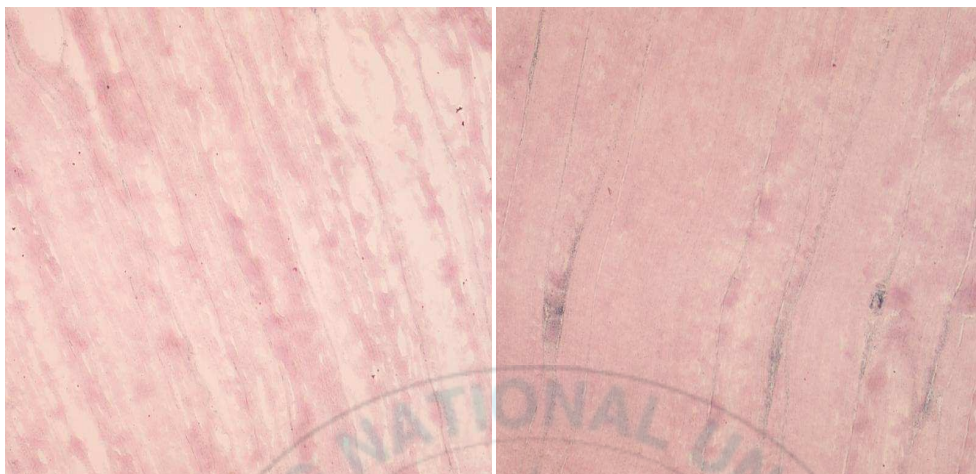
<i>Species</i>	<i>Spring</i>		<i>Summer</i>		<i>Fall</i>		<i>Winter</i>	
	<i>Wild</i>	<i>Culture</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>	<i>Wild</i>	<i>Cultured</i>
<i>Seabass</i>	0.89	0.83	0.80	0.85	0.90	0.90	0.91	0.89
<i>Rock bream</i>	0.80	0.92	0.84	0.85	0.90	0.82	0.91	0.80
<i>Yellow tail</i>	0.86	0.92	0.85	0.91	0.86	0.93	0.86	0.86
<i>Rock fish</i>	0.91	0.92	0.85	0.88	0.91	0.90	0.81	0.87
<i>Red seabream</i>	0.78	0.91	0.75	0.88	0.85	0.88	0.89	0.83
<i>Olive flounder</i>	0.85	0.90	0.89	0.86	0.90	0.93	0.92	0.91

1. 3. 3. 지질분포의 조사

조사된 자연산과 양식산 활어의 계절별에 따른 지방의 분포도를 살펴보기 위하여 생선회를 섭취하는 등육의 일정부위를 채취하여 Sudan black 염색액을 이용하여 조직을 염색 후 광학현미경으로 살펴보았다(Fig. 13~Fig. 18).

지방의 분포는 어종별에 따라 차이가 있으나 전반적으로 자연산에 비하여 양식산이 지방의 분포가 넓게 그리고 많은 양이 검출되었다. Thakur et al.(2003)는 양식산 방어의 부위별에 따른 지질조성 및 침착에서 꼬리육은 등육보다 지질함량이 낮게 나타나고 있으며 콜라겐함량은 꼬리육에 높게 나타나고 있었다. 이로 인하여 파괴강도는 높게 나타나고 있다고 보고하였다. 또한 지질염색에서도 등육에서는 지질분포가 뚜렷하게 나타나지만 꼬리육에서는 지질분포가 희미하게 나타난다고 하였다. 그러므로 본 연구에서 지방의 분포도가 작은 자연산이 양식산 보다 육질의 단단함이 약간 높음을 보여주고 있다.

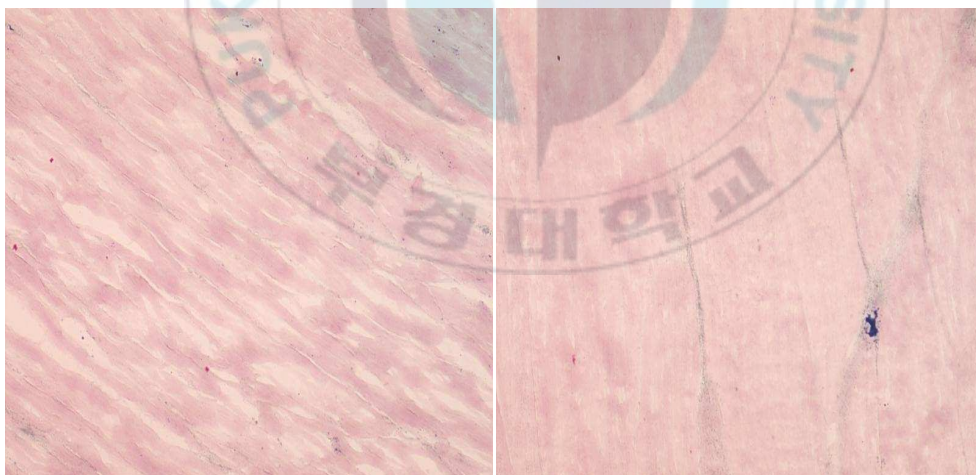
흰살 생선회의 대표적인 어종인 농어, 조피볼락, 참돔, 넙치 근육에서의 지방 분포도는 자연산은 거의 분포가 희미하였으며 양식산은 자연산과 비교하여 지방의 분포가 넓었다. 그러나 방어근육의 지방 분포도는 다른 어종과 달리 조직과 조직사이에 고르게 그리고 많은 면적을 차지하고 있었다(Fig. 15).



(a) Wild

(b) Cultured

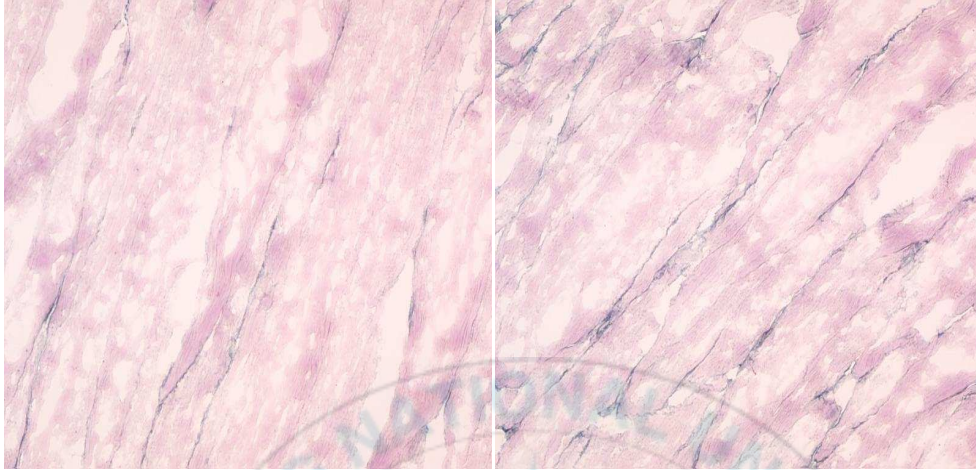
Fig. 13. Lipid-stained muscle of wild and cultured seabass.



(a) Wild

(b) Cultured

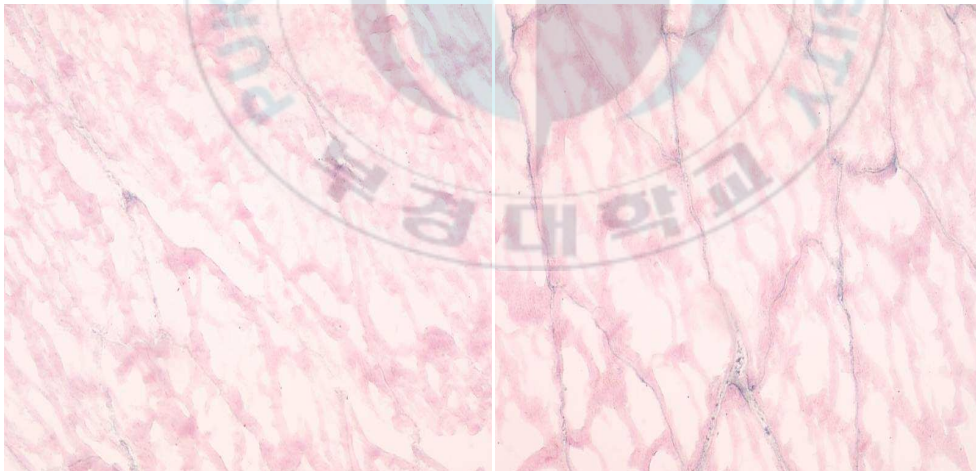
Fig. 14. Lipid-stained muscle of wild and cultured rock bream.



(a) Wild

(b) Cultured

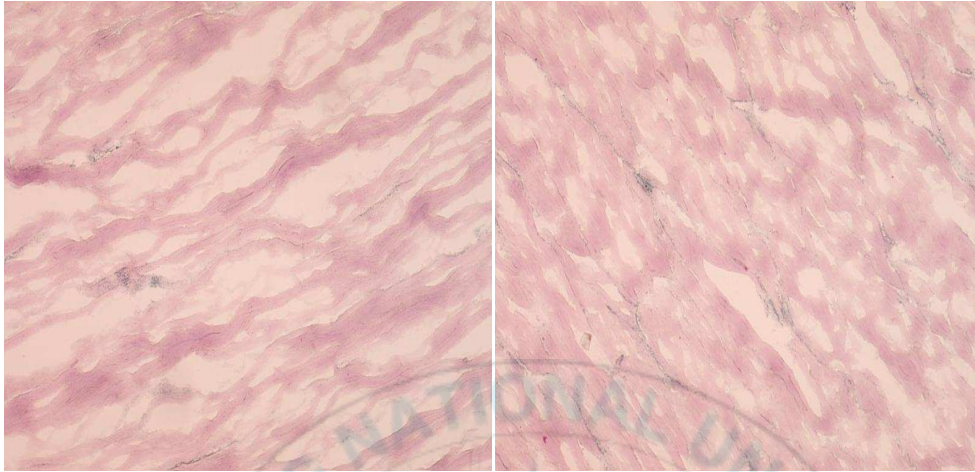
Fig. 15. Lipid-stained muscle of wild and cultured yellowtail.



(a) Wild

(b) Cultured

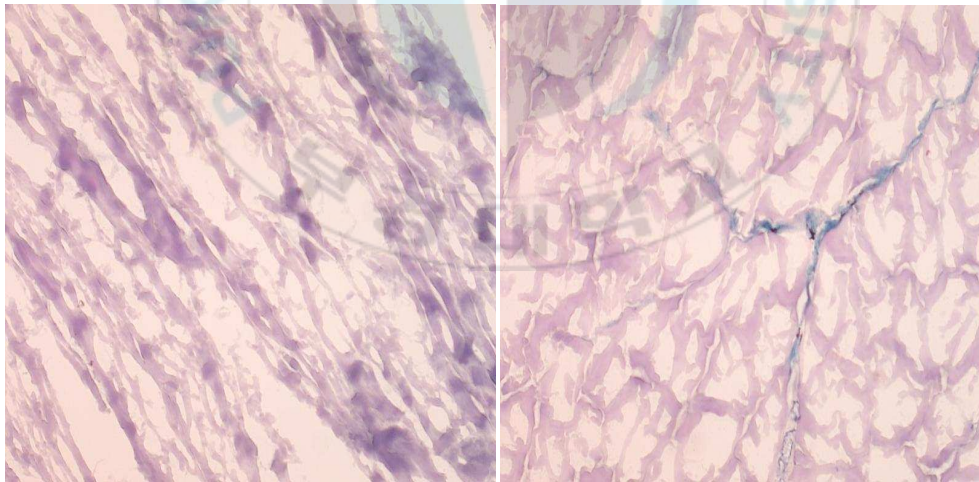
Fig. 16. Lipid-stained muscle of wild and cultured rock fish.



(a) Wild

(b) Cultured

Fig. 17. Lipid-stained muscle of wild and cultured red seabream.



(a) Wild

(b) Cultured

Fig. 18. Lipid-stained muscle of wild and cultured olive flounder.

2. 활어의 위생학적 안전성 조사

2. 1. 기생충(*Anisakis* spp.)오염실태 조사

아니사키스과(family Anisakidae)의 기생충들은 해산 어류를 먹이로 하는 고래, 돌고래, 물개, 바다표범 등 해산 포유동물의 위에 기생하면서 충란이 배설된다. 이것이 2기 유충이 되면 제 1 중간 숙주인 새우 등에 먹힌 뒤 3기 유충으로 되며 제 2 중간 숙주인 해산어류나 오징어를 비롯한 낙지류에 먹힌 뒤 성숙한 3기 유충은 위벽에 부착하여 4기 유충이 되고 4기 유충이 탈피 후 급격히 성장하여 성충이 된다. Seol(1994)는 감염원인 어종을 보면 붕장어가 제일 많아 아니사키스 유충 감염율은 51.1%이며, 그 다음으로 오징어(13.6%), 조기(4.5%), 방어(3.4%), 넙치(2.3%), 도다리(2.3%) 등이었던 것으로 보고되고 있다. 인체감염은 제 3기 유충을 갖고 있는 바다생선을 생식 또는 불완전 조리 상태로 먹을 경우 감염된다.

전국 연안에서 수집한 자연산 및 양식산 활어에 대한 기생충검사를 실시한 결과는 Fig. 39 ~ Fig. 42에 나타내었다.

봄철에 수집한 자연산 활어에 대한 기생충 검사를 실시한 결과는 Table 39에 나타내었으며, 자연산 어종 중 농어, 조피볼락, 참돔, 넙치에서 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 특히 농어에서는 2개체가 검출되었고, 검출량도 124마리로 가장 많았다. 대부분 검출되는 부위는 위, 위벽 그리고 내장에서 검출되었으며, 넙치는 간의 표면에서도 검출되었다. 반면, 모든 양식산 활어에서는 기생충이 검출되지 않아 양식산 활어는 기생충 측면에서는 안전한 것으로 판단되었다.

여름철에 수집한 자연산 활어에 대한 기생충 검사를 실시한 결과는 Table 40에 나타내었으며, 봄과 유사하게 자연산 어종 중 농어, 조피볼락, 참돔, 넙치 등에서 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 특히 넙치에서는 3개체 모두 검출되었고, 위, 위벽 그리고 내장에서 203마리가 검출되었다. 반면, 봄철과 마찬가지로 모든 양식산 활어에서는 기생충이 검출되지 않아 양식산 활어는 기생충 측면에서는 안전한 것으로 판단되었다.

Table 39. Occurrence Anisakis spp. of wild and cultured fishes collected from fish market in spring

	<i>Species</i>	<i>No. of fish infected</i>	<i>No. of larva found</i>	<i>Location</i>
<i>Wild fishes</i>	<i>Seabass</i>	2/3	124	Intestine, Stomach wall
	<i>Rock bream</i>	0/3	ND*	Intestine, Stomach wall
	<i>Yellow tail</i>	0/3	ND	-
	<i>Rock fish</i>	2/3	70	Intestine, Stomach wall
	<i>Red seabream</i>	2/3	27	Intestine, Stomach wall
	<i>Olive flounder</i>	3/3	83	Intestine, Stomach wall, Liver surface
<i>Cultured fishes</i>	<i>Seabass</i>	0/3	ND	-
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	-
	<i>Yellow tail</i>	0/3	ND	-
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	-
	<i>Red seabream</i>	0/3	ND	-
	<i>Olive flounder</i>	0/3	ND	-

*ND : not detect.

Table 40. Occurrence Anisakis spp. of wild and cultured fishes collected from fish market in summer

	<i>Species</i>	<i>No. of fish infected</i>	<i>No. of larva found</i>	<i>Location</i>
<i>Wild fishes</i>	<i>Seabass</i>	2/3	200	Intestine, Stomach wall
	<i>Rock bream</i>	0/3	ND	-
	<i>Yellow tail</i>	0/3	ND	
	<i>Rock fish</i>	2/3	50	Intestine, Liver surface
	<i>Red seabream</i>	2/3	20	Intestine, Liver surface
	<i>Olive flounder</i>	1/3	203	Intestine, Stomach wall Liver surface
<i>Cultured fishes</i>	<i>Seabass</i>	0/3	ND	-
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	-
	<i>Yellow tail</i>	0/3	ND	-
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	-
	<i>Red seabream</i>	0/3	ND	-
	<i>Olive flounder</i>	0/3	ND	-

*ND : not detect.

Table 41. Occurrence Anisakis spp. of wild and cultured fishes collected from fish market in fall

	<i>Species</i>	<i>No. of fish infected</i>	<i>No. of larva found</i>	<i>Location</i>
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	1/3	150	Intestine, Liver surface
	<i>Rock bream</i>	0/3	ND*	–
	<i>Yellow tail</i>	0/3	ND	–
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	–
	<i>Red seabream</i>	1/3	3	Intestine
	<i>Olive flounder</i>	3/3	20	Intestine, Liver surface
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	0/3	ND	–
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	–
	<i>Yellow tail</i>	0/3	ND	–
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	–
	<i>Red seabream</i>	0/3	ND	–
	<i>Olive flounder</i>	0/3	ND	–

*ND : not detect.

Table 42. Occurrence Anisakis spp. of wild and cultured fishes collected from fish market in winter

<i>Species</i>		<i>No. of fish infected</i>	<i>No. of larva found</i>	<i>Location</i>
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	1/3	10	Intestine, Stomach wall Liver surface
	<i>Rock bream</i>	2/3	8	Intestine, Stomach wall
	<i>Yellow tail</i>	3/3	125	Intestine, Stomach wall Liver surface
	<i>Rock fish</i>	1/3	30	Stomach wall Liver surface
	<i>Red seabream</i>	2/3	84	Intestine, Stomach wall Liver surface
	<i>Olive flounder</i>	1/3	15	Intestine, Stomach wall Liver surface
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	0/3	ND	-
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	-
	<i>Yellow tail</i>	0/3	ND	-
	<i>Rock fish</i>	0/3	ND	-
	<i>Red seabream</i>	0/3	ND	-
	<i>Olive flounder</i>	0/3	ND	-

*ND : not detect.

가을철에 수집한 자연산 활어에 대한 기생충 검사를 육안으로 실시한 결과는 Table 41에 나타내었으며, 농어 3개체 중에 1개체에서 *Anisakis* spp.가 약 150마리로 가장 많이 검출되었으며, 참돔의 경우 3개체 중에서 1개체에서 3마리가, 그리고 넙치에서도 1개체에서 20마리가 검출되었으며, 그 이외의 어종에서는 검출되지 않았다. 반면, 모든 양식산 활어에서는 기생충이 검출되지 않아 양식산 활어는 기생충 측면에서는 안전한 것으로 판단되었다.

겨울철에 수집한 자연산 활어에 대한 기생충 검사 실시 결과는 Fig. 42에 나타내었으며, 모든 자연산 어종에서 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 특히 방어에서는 3개체 모두 검출되었고, 검출량도 125마리로 가장 많았다.

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, 대부분의 자연산 활어에서는 기생충이 검출되었으며, 겨울철에는 모든 어종에서 검출되어 가장 높은 검출률을 나타내었으며, 봄철에는 9종의 활어 중 5종에서 검출되었으며, 여름철과 가을철에는 각각 4종과 3종에서 검출되었다.

국내에 아니사키스에 대한 몇몇의 보고가 있으나, 대부분이 동일시기에 유통되는 어류에 대한 보고이거나 붕장어 등 특정 어류에 대한 연구 보고였다 (Chun et al., 1996; Chun, 1997a,b; Chun, 2001). 따라서 서식환경, 먹이사슬 등에 의한 계절별 감염실태를 정확하게 파악하기 위해서는 이에 대한 보다 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다.

또한, 본 연구에서는 대부분의 기생충은 내장 또는 위벽에서 검출되었다. 따라서 활어의 식품위생학적 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. 테트라사이클린계 항생물질 잔류량 조사

전국 연안에서 2004년 10월부터 2005년 10월까지 계절별로 수집한 자연산 양식산 활어 6종에 대한 테트라사이클린계열 항생물질에 대한 잔류량을 조사한 결과는 Table 44, Table 45, Table 46에 각각 나타내었다.

봄철 자연산 활어 6종 18개체에 대한 테트라사이클린계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 양식산 돌돔에서만 OTC가 0.02 mg/kg 검출되었다(Table 44). 여름철에는 OTC가 양식산 돌돔, 참돔, 넙치에서 검출되었으나 그 함량이 평균 0.02~0.03 mg/kg 으로 극미량이었다(Table 45).

가을철에는 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나 양식산 활어의 경우 돌돔 3마리 중 1마리에서 TC가 0.01 mg/kg 검출되었으며, 조피볼락 3마리 중 1마리에서 OTC 및 TC가 각각 0.02, 0.03 mg/kg, 넙치 3마리 모두에서 0.01~0.06 mg/kg의 OTC가 미량 검출되었다(Table 46). 겨울철에는 양식산 넙치 1마리에서만 OTC가 0.01 mg/kg 검출되었다(Table 47).

이상의 결과 자연산 활어에서는 테트라사이클린계열 항생물질이 검출되지 않았으며, 양식산 활어에서 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. 퀴놀론계 항생물질 잔류량 조사

전국 연안에서 2004년 8월부터 2005년 6월까지 계절별로 수집한 자연산 양식산 활어 6종에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과는 Table 49~Fig. 52에 각각 나타내었다.

봄철 자연산 양식산 활어 6종 18개체에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나, 양식산 활어에서는 Ofloxacin이 농어, 방어, 참돔에서 ND~0.022 mg/kg이 검출되었다. 또한, 양식산 돌돔 2마리 중 1마리 및 넙치 2마리 중 1마리에서 Ciprofloxacin이 각각 0.001 mg/kg이 검출되었다(Table 49).

Table 44. Range of residual tetracycline group antibiotics in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in spring

	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
		OTC	TC	CTC	DC	
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND	3
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND ~ 0.02 (0.01)	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND	3

*OTC, Oxytetracycline; TC, Tetracycline;
CTC, Chlortetracycline; DC, Doxycycline.

Table 45. Range of residual tetracycline group antibiotics in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in summer

	<i>Species</i>	<i>Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)</i>				<i>No.</i>
		<i>OTC</i>	<i>TC</i>	<i>CTC</i>	<i>DC</i>	
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND	3
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	0.03 ~ 0.03 (0.03)	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	0.01 ~ 0.02 (0.02)	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	0.02 ~ 0.04 (0.03)	ND	ND	ND	3

* *OTC, Oxytetracycline; TC, Tetracycline; CTC, Chlortetracycline; DC, Doxycycline.*

Table 46. Range of residual tetracycline group antibiotics in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in fall

	<i>Species</i>	<i>Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)</i>				<i>No.</i>
		<i>OTC</i>	<i>TC</i>	<i>CTC</i>	<i>DC</i>	
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND	3
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND ~ 0.01 (0.003)	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND ~ 0.02 (0.007)	ND ~ 0.03 (0.01)	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	0.01 ~ 0.06 (0.03)	ND	ND	ND	3

**OTC, Oxytetracycline; TC, Tetracycline;
CTC, Chlortetracycline; DC, Doxycycline.*

Table 47. Range of residual tetracycline group antibiotics in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in winter

	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
		OTC	TC	CTC	DC	
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND	3
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND ~ 0.01 (0.005)	ND	ND	ND	3

* *OTC, Oxytetracycline; TC, Tetracycline; CTC, Chlortetracycline; DC, Doxycycline.*

여름철에 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나, 양식산 활어에서는 ciproxacin이 돌돔, 방어, 조피볼락, 넙치에서 ND~0.006 mg/kg이 검출되었다. 그리고 양식산 농어에서 ND~0.005 mg/kg으로 나타났다(Fig. 50).

가을철에 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 잔류량을 조사한 결과, 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나, 양식산 활어의 경우 돌돔 3마리 중 1마리에서 Pefloxacin이 0.035 mg/kg, 동해산 넙치 3마리 중 2마리에서 Norfloxacin이 각각 0.01 및 0.02 mg/kg, 그리고 돌돔 1마리에서 Ciprofloxacin이 0.017 mg/kg로 미량 검출되었다(Fig. 51).

겨울철에 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나, 양식산 활어 중에서는 농어 3마리 중 2마리(0.003 및 0.029 mg/kg) 및 넙치 3마리 중 1마리(0.003 mg/kg)에서 Ciprofloxacin이 미량 검출되었다(Fig. 52).

이상의 결과 자연산 활어에서는 플로로퀴놀론계열 항생물질이 검출되지 않았으며, 양식산 활어에서 일부 시료에서 극미량 검출되었다. 우리나라에서는 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 허용기준치가 설정되어 있지 않으나, 유럽의 경우 Enrofloxacin과 Ciprofloxacin을 합하여 0.1 mg/kg으로 허용잔류기준을 정하고 있어 우리나라 유통 양식산 활어는 유럽의 기준에 훨씬 못 미치는 매우 안전한 것으로 판단되었다.

2. 2. 3. 옥소린산 항생물질 잔류량 조사

전국 연안에서 2004년 8월부터 2005년 6월까지 수집한 자연산 양식산 활어 6종에 대한 옥소린산 잔류량을 조사한 결과는 Table 53에 나타내었다. 가을철 및 겨울철에 수집한 모든 자연산과 양식산 활어에서 옥소린산은 검출되지 않아 우리나라 유통 활어는 옥소린산에 대하여는 매우 안전한 것으로 판단되었다.

Table 49. Range of residual fluoroquinolones in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in spring

Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
	Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo	
Wild fish	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
	Yellow tail	ND	ND	ND	ND	3
	Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	3
Cultured fish	Seabass	0.001 ~ 0.007 (0.004)	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND	ND	ND	ND ~ 0.001 (0.0005)	3
	Yellow tail	0.003 ~ 0.004 (0.0035)	ND	ND	ND	3
	Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	0.016 ~ 0.022 (0.019)	ND	ND	ND	3
	Olive flounder	ND	ND	ND	ND ~ 0.001 (0.0005)	3

* Oflo, Ofloxacin; Peflo, Pefloxacin; Norflo, Norfloxacin;
Ciproflo, Ciprofloxacin; Enroflo, Enrofloxacin.

Table 50. Range of residual fluoroquinolones in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in summer

Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
	Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo	
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND	3
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND ~ 0.005	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND ~ 0.006 (0.003)	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	0.004 ~ 0.005 (0.005)	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	0.004 ~ 0.006 (0.003)	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND ~ 0.001 (0.0005)	3

* *Oflo, Ofloxacin; Peflo, Pefloxacin; Norflo, Norfloxacin; Ciproflo, Ciprofloxacin; Enroflo, Enrofloxacin.*

Table 51. Range of residual fluoroquinolones in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in fall

<i>Species</i>		<i>Fluoroquinolone group Antibiotics*</i> (mg/kg)					<i>No.</i>
		<i>Oflo</i>	<i>Peflo</i>	<i>Norflo</i>	<i>Ciproflo</i>	<i>Enroflo</i>	
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND ~ 0.035 (0.012)	ND	ND ~ 0.017 (0.006)	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND ~ 0.02 (0.01)	ND	ND	3

* *Oflo, Ofloxacin; Peflo, Pefloxacin; Norflo, Norfloxacin; Ciproflo, Ciprofloxacin; Enroflo, Enrofloxacin.*

Table 52. Range of residual fluoroquinolones in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in winter

Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
	Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo	
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rockfish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND	3
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	ND	ND	ND	ND ~ 0.029 (0.011)	3
	<i>Rock bream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Yellow tail</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Rock fish</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Red seabream</i>	ND	ND	ND	ND	3
	<i>Olive flounder</i>	ND	ND	ND	ND ~ 0.003 (0.001)	3

* *Oflo, Ofloxacin; Peflo, Pefloxacin; Norflo, Norfloxacin; Ciproflo, Ciprofloxacin; Enroflo, Enrofloxacin.*

Table 53. Range of residual oxolinic acid in the muscle of the wild and cultured fishes collected from fish market

Species	Oxolinic acid (mg/kg)								No.
	Wild				Cultured				
	Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall	Winter	
Seabass	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
Yellow tail	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
Rockfish	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
Oliveflounder	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24

**ND: not detect.*

2. 3. 중금속 함량 조사

전국 연안에서 2004년 8월부터 2005년 6월까지 계절별로 수집한 자연산 양식산 활어 6종에 대한 중금속 함량을 조사한 결과는 Table 54~Table 57에 각각 나타내었다.

봄철 자연산 활어 6종 18개체 및 양식산 활어 6종 18개체에 대한 중금속 함량을 조사한 결과, 자연산 어류의 중금속 평균함량은 생물기준으로 아연(Zn) 3.51 mg/kg, 구리(Cu) 0.73 mg/kg, 망간(Mn) 0.18 mg/kg, 크롬(Cr) 0.10 mg/kg, 카드뮴(Cd) 0.04 mg/kg, 니켈(Ni) 0.02 mg/kg 순으로 함유되어 있었다. 양식산 어류의 중금속 평균함량은 아연(Zn) 3.12 mg/kg, 구리(Cu) 0.23 mg/kg, 크롬(Cr) 0.10 mg/kg, 망간(Mn) 0.10 mg/kg, 니켈(Ni) 0.03 mg/kg, 카드뮴(Cd) 0.03 mg/kg 순으로 함유되어 있었다(Fig. 54).

여름철 자연산 활어 6종 18개체 및 양식산 활어 6종 18개체에 대한 중금속 함량을 조사한 결과로써 봄철과 유사한 결과를 나타내었으며, 계절별에 따른 중금속의 변화는 미미하였다(Fig. 55).

가을철에 수집한 자연산 활어 6종 18개체 및 양식산 활어 6종 18개체에 대한 중금속 함량을 조사한 결과, 자연산 어류의 중금속 평균함량은 생물기준으로 아연(Zn) 11.62 mg/kg, 구리(Cu) 0.76 mg/kg, 크롬(Cr) 0.36 mg/kg, 망간(Mn) 0.25 mg/kg, 니켈(Ni) 0.25 mg/kg, 수은(Hg) 0.13 mg/kg, 납(Pb) 0.04 mg/kg, 카드뮴(Cd) 0.03 mg/kg 순으로 함유되어 있었다. 양식산 어류의 중금속 평균함량은 생물기준으로 아연(Zn) 11.58 mg/kg, 구리(Cu) 0.50 mg/kg, 크롬(Cr) 0.26 mg/kg, 니켈(Ni) 0.24 mg/kg, 수은(Hg) 0.18 mg/kg, 망간(Mn) 0.13 mg/kg, 납(Pb) 0.04 mg/kg, 카드뮴(Cd) 0.03 mg/kg 순으로 함유되어 있었다(Fig. 56).

겨울철 자연산 활어 6종 18개체 및 양식산 활어 6종 18개체에 대한 중금속 함량을 조사한 결과, 자연산 어류의 중금속 평균함량은 생물기준으로 아연(Zn) 11.74 mg/kg, 구리(Cu) 0.58 mg/kg, 수은(Hg) 0.36 mg/kg, 망간(Mn) 0.21 mg/kg, 크롬(Cr) 0.14 mg/kg, 니켈(Ni) 0.10 mg/kg, 카드뮴(Cd) 0.04 mg/kg 순으로 함유되어 있었다. 양식산 어류의 중금속 평균함량은 아연(Zn)

8.94 mg/kg, 구리(Cu) 0.34 mg/kg, 수은(Hg) 0.29 mg/kg, 망간(Mn) 0.17 mg/kg, 크롬(Cr) 0.14 mg/kg, 니켈(Ni) 0.11 mg/kg, 카드뮴(Cd) 0.04 mg/kg 순으로 함유되어 있었다(Fig. 57).

이상의 결과에서 알 수 있듯이 어류의 중금속 함량은 우리나라 중금속 허용기준치(납 2.0 mg/kg, 수은 0.5 mg/kg)이하의 매우 안전한 수준이었으며, 계절에 따른 중금속 함량 변화는 없었으나, 자연산이 양식산 보다 다소 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다.



Table 54. Content of heavy metal in muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in spring

<i>Species</i>	<i>Mineral content (mg/ kg, wet base)</i>							
	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	0.03~0.07 (0.05±0.02)	0.16~0.16 (0.16±0.00)	0.34~0.35 (0.34±0.01)	0.08 (0.11±0.03)	0.09~0.13 (0.05±0.04)	0.14~0.25 (0.19±0.08)	4.55~4.75 (4.65±0.14)
	<i>Rock bream</i>	0.04~0.07 (0.06±0.02)	0.08~0.09 (0.09±0.01)	0.06~0.14 (0.10±0.06)	0.02 (0.08±0.02)	ND~ND	0.09~0.17 (0.13±0.05)	1.84~2.21 (2.03±0.26)
	<i>Yellow tail</i>	0.02	0.20	1.20	0.01	1.03	0.04	4.20
	<i>Rock fish</i>	0.02~0.03 (0.03±0.01)	0.10~0.11 (0.10±0.01)	0.10~2.53 (1.32±1.72)	0.02 (0.08±0.06)	ND~ND	0.26~0.28 (0.27±0.02)	2.30~2.34 (2.32±0.03)
	<i>Red seabream</i>	0.01~0.05 (0.02±0.02)	0.11~0.15 (0.13±0.02)	0.56~0.76 (0.64±0.11)	0.04 (0.16±0.05)	ND~0.01 (0.00±0.00)	0.15~0.27 (0.21±0.08)	2.45~2.70 (2.55±0.14)
	<i>Oliver flounder</i>	0.02~0.07 (0.05±0.02)	0.09~0.15 (0.12±0.03)	0.05~0.11 (0.08±0.03)	0.02 (0.12±0.01)	ND~ND	0.25~0.29 (0.27±0.02)	2.15~2.20 (2.18±0.02)
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	0.01~0.02 (0.01±0.01)	0.03~0.12 (0.08±0.06)	0.05~0.12 (0.09±0.05)	0.03 (0.05±0.02)	ND~ND	0.12~0.19 (0.16±0.05)	2.55~6.20 (4.37±2.58)
	<i>Rock bream</i>	0.05~0.06 (0.05±0.01)	0.11~0.11 (0.11±0.00)	0.25~0.26 (0.26±0.01)	0.02 (0.06±0.02)	ND~0.08 (0.04±0.06)	0.16~0.29 (0.22±0.09)	2.21~2.27 (2.24±0.04)
	<i>Yellow tail</i>	0.02~0.04 (0.03±0.01)	0.08~0.15 (0.11±0.05)	0.21~0.44 (0.33±0.17)	0.02 (0.07±0.00)	ND~0.35 (0.17±0.24)	0.06~0.55 (0.31±0.35)	2.35~5.94 (4.15±2.54)
	<i>Rock fish</i>	0.03~0.06 (0.04±0.02)	ND~0.17 (0.09±0.08)	0.17~0.20 (0.18±0.02)	0.06 (0.11±0.02)	ND~0.01 (0.00±0.01)	0.09~0.28 (0.18±0.10)	2.69~3.81 (3.33±0.58)
	<i>Red seabream</i>	0.01~0.04 (0.03±0.02)	ND~0.05 (0.02±0.03)	0.11~0.12 (0.11±0.00)	0.03 (0.10±0.00)	0.03~0.04 (0.04±0.00)	0.22~0.49 (0.35±0.20)	2.38~3.03 (2.71±0.46)
	<i>Olive flounder</i>	0.01~0.07 (0.04±0.05)	0.10~0.16 (0.13±0.04)	0.05~0.11 (0.08±0.04)	0.02 (0.11±0.01)	ND~ND	0.22~0.27 (0.25±0.03)	2.06~2.63 (2.34±0.4)

ND: not detect.

Table 55. Content of heavy metal in muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in summer

Species		Mineral content (mg/ kg, wet base)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Wild fish	Seabass	ND~ND (0.00±0.00)	0.19~0.21 (0.20±0.02)	0.30~0.37 (0.34±0.05)	0.07 (0.03±0.04)	ND~0.05 (0.03±0.04)	0.09~0.10 (0.10±0.01)	0.60~1.94 (1.27±0.95)	4.91~5.71 (5.31±0.57)
	Rock bream	ND~0.02 (0.01±0.02)	0.24~0.25 (0.25±0.00)	0.19~0.23 (0.21±0.03)	0.17 (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	ND~0.17 (0.08±0.12)	0.14~0.15 (0.15±0.00)	2.46~3.41 (2.94±0.67)
	Yellow tail	0.02~0.07 (0.05±0.03)	0.33~0.36 (0.34±0.02)	0.89~1.31 (1.10±0.30)	0.01 (1.34±0.18)	1.21~1.47 (1.34±0.18)	ND~0.13 (0.06±0.09)	0.10~0.57 (0.34±0.33)	8.68~9.27 (8.98±0.41)
	Rock fish	ND~0.04 (0.02±0.03)	0.24~0.30 (0.27±0.04)	0.23~0.50 (0.36±0.19)	0.04 (0.03±0.04)	ND~0.06 (0.03±0.04)	ND~ND	0.06~1.16 (0.61±0.78)	3.40~3.85 (3.63±0.32)
	Red seabream	ND~0.02 (0.01±0.02)	0.24~0.25 (0.25±0.00)	0.19~0.23 (0.21±0.03)	0.17 (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	ND~0.17 (0.08±0.12)	0.14~0.15 (0.15±0.00)	2.46~3.41 (2.94±0.67)
	Oliver flounder	ND~0.03 (0.02±0.02)	0.19~0.32 (0.26±0.09)	0.24~0.41 (0.33±0.12)	0.06 (0.11±0.03)	0.09~0.14 (0.11±0.03)	0.09~0.58 (0.34±0.34)	0.15~0.39 (0.27±0.17)	2.43~7.53 (4.98±3.61)
Cultured fish	Seabass	ND~ND (ND±ND)	0.19~0.24 (0.22±0.04)	0.23~0.31 (0.27±0.06)	0.10 (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	ND~0.01 (ND±0.01)	0.09~0.19 (0.14±0.07)	3.13~5.43 (4.28±1.63)
	Rock bream	ND~0.02 (0.01±0.02)	0.24~0.25 (0.25±0.00)	0.19~0.23 (0.21±0.03)	0.17 (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	ND~0.17 (0.08±0.12)	0.14~0.15 (0.15±0.00)	2.46~3.41 (2.94±0.67)
	Yellow tail	0.04~0.05 (0.05±0.01)	0.15~0.26 (0.21±0.08)	0.40~0.56 (0.48±0.11)	0.03 (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	0.16~0.20 (0.18±0.03)	0.37~0.89 (0.63±0.37)	2.56~3.43 (3.00±0.62)
	Rock fish	ND~0.04 (0.02±0.03)	0.13~0.19 (0.16±0.04)	0.23~0.24 (0.24±0.01)	0.06 (0.01±0.01)	ND~0.01 (0.01±0.01)	0.22~0.23 (0.23±0.00)	0.40~1.25 (0.82±0.60)	3.02~3.72 (3.37±0.49)
	Red seabream	ND~0.04 (0.02±0.03)	0.26~0.33 (0.30±0.05)	0.29~0.32 (0.31±0.02)	0.19 (0.01±0.01)	0.01~0.02 (0.01±0.01)	0.12~0.14 (0.13±0.01)	0.07~0.11 (0.09±0.03)	2.62~3.46 (3.04±0.59)
	Olive flounder	ND~0.03 (0.02±0.02)	0.19~0.32 (0.26±0.09)	0.24~0.41 (0.33±0.12)	0.06 (0.11±0.03)	0.09~0.14 (0.11±0.03)	0.09~0.58 (0.34±0.34)	0.15~0.39 (0.27±0.17)	2.43~7.53 (4.98±3.61)

ND: not detect.

Table 56. Content of heavy metal in muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in fall

<i>Species</i>	<i>Mineral content (mg/ kg, wet base)</i>							
	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Mn</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Zn</i>
<i>Wild fish</i>	<i>Seabass</i>	ND~0.02 (0.01±0.01)	0.03~0.09 (0.05±0.04)	0.23~0.55 (0.39±0.16)	0.06 (0.20±0.06)	0.03~0.28 (0.18±0.14)	0.02~0.02 (0.02±0.00)	8.66~13.02 (10.64±2.21)
	<i>Rock bream</i>	ND~ND (ND±ND)	0.19~0.27 (0.23±0.04)	0.30~0.48 (0.41±0.09)	0.03 (0.12±0.10)	0.25~0.33 (0.29±0.04)	0.01~0.02 (0.02±0.02)	7.53~11.81 (9.40±2.19)
	<i>Yellow tail</i>	0.01~0.36 (0.15±0.19)	0.04~0.27 (0.19±0.13)	0.09~0.57 (0.35±0.24)	0.05 (0.04±0.05)	0.08~0.26 (0.17±0.09)	0.01~0.04 (0.03±0.02)	9.95~20.16 (13.51±5.77)
	<i>Rock fish</i>	ND~0.05 (0.02±0.03)	0.18~0.28 (0.23±0.05)	ND~0.17 (0.09±0.09)	0.11 (0.08±0.07)	ND~0.40 (0.19±0.20)	0.19~0.53 (0.02±0.02)	6.46~15.57 (12.39±5.14)
	<i>Red seabream</i>	ND~0.03 (0.01±0.01)	0.14~0.37 (0.23±0.12)	0.13~0.27 (0.22±0.08)	0.05 (0.06±0.05)	0.04~0.20 (0.14±0.09)	0.01~0.10 (0.07±0.04)	6.38~7.34 (6.81±0.49)
	<i>Oliver flounder</i>	ND~0.09 (0.03±0.05)	0.29~0.51 (0.37±0.12)	0.04~0.59 (0.28±0.28)	0.07 (0.12±0.07)	0.19~0.47 (0.33±0.14)	0.02~0.08 (0.05±0.03)	9.58~11.47 (10.76±1.02)
<i>Cultured fish</i>	<i>Seabass</i>	ND~ND (ND±ND)	ND~0.40 (0.26±0.23)	0.10~0.25 (0.17±0.07)	0.13 (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)
	<i>Rock bream</i>	ND~0.05 (0.02±0.03)	0.06~0.22 (0.15±0.08)	0.28~0.38 (0.32±0.05)	0.03 (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)
	<i>Yellow tail</i>	ND~ND (ND±ND)	0.37~0.45 (0.41±0.04)	0.85~1.10 (0.97±0.13)	0.02 (0.10±0.08)	0.14~0.28 (0.22±0.07)	0.03~0.08 (0.06±0.03)	10.63~13.51 (12.26±1.48)
	<i>Rock fish</i>	ND~0.05 (0.03±0.03)	0.14~0.27 (0.22±0.07)	0.04~0.27 (0.18±0.12)	0.10 (0.09±0.01)	0.17~0.35 (0.28±0.09)	0.01~0.02 (0.01±0.00)	11.11~15.77 (13.75±2.39)
	<i>Red seabream</i>	ND~0.38 (0.13±0.22)	ND~0.46 (0.20±0.24)	0.06~1.94 (0.79±1.01)	0.06 (0.23±0.33)	0.09~0.29 (0.22±0.11)	0.01~0.05 (0.03±0.02)	6.86~27.31 (15.24±10.72)
	<i>Olive flounder</i>	ND~0.09 (0.03±0.05)	0.29~0.51 (0.37±0.12)	0.04~0.59 (0.28±0.28)	0.07 (0.12±0.07)	0.19~0.47 (0.33±0.14)	0.02~0.08 (0.05±0.03)	9.58~11.47 (10.76±1.02)

ND: not detect.

Table 57. Content of heavy metal in muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in winter

Species		Mineral content (mg/ kg, wet base)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Wild fish	Seabass	ND~ND	0.17~0.26 (0.21±0.06)	0.38~0.40 (0.39±0.01)	0.10	0.15~0.17 (0.16±0.02)	0.02~0.18 (0.10±0.11)	0.02~0.03 (0.03±0.01)	11.17~15.34 (13.26±2.95)
	Rock bream	ND~0.07 (0.03±0.03)	0.08~0.17 (0.11±0.05)	0.21~1.12 (0.55±0.49)	0.08	0.07~0.13 (0.11±0.03)	ND~0.03 (0.01±0.02)	0.03~0.07 (0.04±0.02)	8.48~13.49 (10.86±2.51)
	Yellow tail	ND~0.08 (0.04±0.04)	0.05~0.17 (0.11±0.06)	0.33~0.63 (0.48±0.15)	0.11	0.12~0.16 (0.15±0.02)	0.11~0.19 (0.15±0.04)	0.03~0.05 (0.04±0.01)	8.96~15.61 (11.32±3.72)
	Rock fish	ND~0.08 (0.03±0.04)	0.06~0.21 (0.12±0.08)	0.11~0.17 (0.14±0.03)	0.08	0.13~0.17 (0.15±0.02)	ND~0.09 (0.05±0.05)	0.02~0.37 (0.14±0.20)	9.56~12.27 (11.32±1.53)
	Red seabream	ND~0.02 (0.01±0.01)	0.02~0.27 (0.12±0.13)	0.20~1.34 (0.66±0.60)	0.22	0.11~0.37 (0.21±0.14)	0.12~0.31 (0.24±0.11)	0.02~0.31 (0.18±0.15)	8.69~9.32 (8.95±0.33)
	Oliver flounder	ND~0.08 (0.04±0.04)	0.15~0.21 (0.19±0.03)	0.07~0.20 (0.14±0.07)	0.07	0.17~0.28 (0.22±0.05)	0.10~0.14 (0.12±0.02)	0.02~0.07 (0.05±0.03)	9.15~12.40 (10.97±1.66)
Cultured fish	Seabass	0.07~0.10 (0.08±0.01)	ND~0.28 (0.13±0.21)	0.14~0.49 (0.32±0.17)	0.20	0.14~0.18 (0.17±0.02)	0.08~0.18 (0.13±0.03)	0.03~0.04 (0.03±0.01)	10.97~17.99 (13.49±3.90)
	Rock bream	ND~0.09 (0.04±0.05)	ND~0.15 (0.09±0.08)	0.18~0.38 (0.30±0.11)	0.07	0.15~0.18 (0.17±0.02)	0.16~0.18 (0.17±0.01)	0.05~0.12 (0.09±0.03)	10.14~10.92 (10.63±0.43)
	Yellow tail	ND~0.08 (0.04±0.02)	0.14~0.20 (0.17±0.03)	0.58~1.11 (0.84±0.26)	0.12	0.18~0.19 (0.19±0.00)	ND~0.12 (0.04±0.07)	0.04~0.12 (0.09±0.04)	2.83~7.48 (4.44±2.63)
	Rock fish	ND~0.06 (0.02±0.03)	0.09~0.15 (0.13±0.03)	0.09~0.25 (0.17±0.08)	0.10	0.15~0.18 (0.16±0.02)	ND~0.21 (0.13±0.12)	0.07~0.31 (0.17±0.12)	2.87~7.48 (5.75±2.51)
	Red seabream	ND~0.06 (0.03±0.03)	0.05~0.37 (0.22±0.16)	0.25~0.40 (0.33±0.07)	0.15	0.10~0.24 (0.18±0.07)	ND~0.20 (0.10±0.10)	0.02~0.09 (0.05±0.04)	9.30~12.51 (10.39±1.84)
	Oliver flounder	ND~0.08 (0.04±0.04)	0.15~0.21 (0.19±0.03)	0.07~0.20 (0.14±0.07)	0.07	0.17~0.28 (0.22±0.05)	0.10~0.14 (0.12±0.02)	0.02~0.07 (0.05±0.03)	9.15~12.40 (10.97±1.66)

ND : not detect.

요 약

(1) 자연산과 양식산 활어에 대한 영양학적 성분변화를 조사

동, 서, 남해안에서 유통되고 있는 자연산과 양식산 생선횃감용 활어인 농어, 돌돔, 방어, 조피볼락, 참돔, 넙치, 6종에 대하여 계절에 따라 단백질, 지방, 수분, 회분 등의 일반성분, 무기질, 콜라겐과 지방산 조성을 조사하여 자연산과 양식산의 영양학적 성분이 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

(2) 자연산과 양식산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대하여 조사

앞에서 언급된 자연산과 양식산 생선횃감용 활어에 대하여 계절별로 aspartic acid, glutamic acid 등과 같은 구성아미노산, taurine, 함황아미노산, 방향족 아미노산 등의 유리아미노산 함량, 생선회의 감칠맛의 주 성분인 IMP 함량 등의 ATP 관련화합물 등을 조사하여 자연산과 양식산의 맛 성분의 비교 검토하여 어종과 계절에 따라 조성의 차이는 있으나 자연산과 양식산이 큰 차이를 나타내지 않았다.

(3) 자연산과 양식산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포를 조사

앞에서 언급된 자연산과 양식산 생선횃감용 활어에 대하여 계절별에 따라 생선회의 맛을 좌우하는 육질의 단단함과 활어의 건강도를 측정하였으며, 근육의 지질분포를 조사하여 자연산이 전반적으로 양식산 보다 육질의 단단함이 높았지만 그 차이는 미미하였다.

(4) 자연산과 양식산 활어에 대한 *Anisakis* spp. 분포 조사

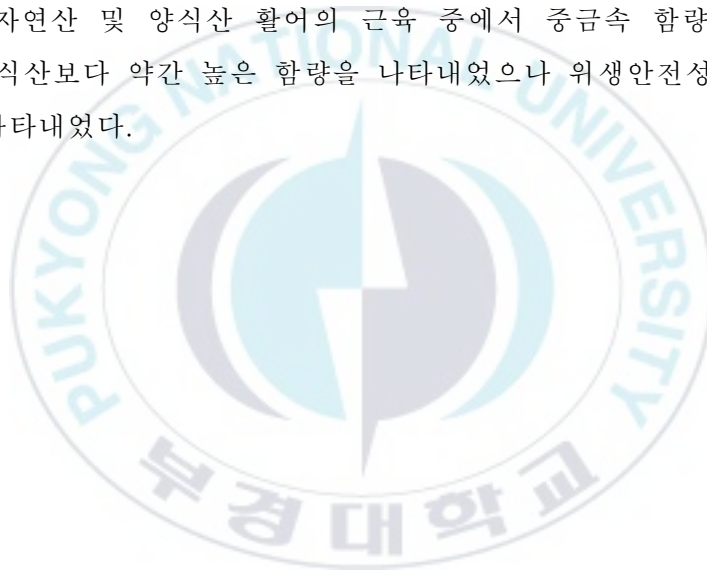
자연산 양식산 활어 6종의 활어에 대한 기생충(*Anisakis* spp.) 검출 유무를 조사하여 위생학적 안전성을 조사하여 자연산은 위, 내장 등에서 기생충이 검출되었으나 조사된 양식산 활어에는 전혀 검출되지 않아 기생충에 대한 위생학적으로 안전한 결과를 나타내었다.

(5) 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류량 조사

식품학적 품질 평가가 조사된 자연산 양식산 활어 6종에 대한 테트라사이클린계 4종, 플로로퀴론론계 5종 및 옥솔린산의 항생제 잔류량을 조사하여 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류 문제는 안전한 경향을 나타내었다.

(6) 자연산과 양식산 활어에 대한 중금속 함량 분석

카드뮴(Cd), 구리(Cu), 아연(Zn), 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni), 납(Pb), 수은(Hg) 등 자연산 및 양식산 활어의 근육 중에서 중금속 함량을 조사하여 자연산이 양식산보다 약간 높은 함량을 나타내었으나 위생안전성상에는 안전한 경향을 나타내었다.



감사의 글

논문이 완성되기까지 세심한 지도와 끊임없는 관심, 사랑으로 항상 지도해 주시며, 제가 이 자리에 있게 이끌어 주신 조영제 교수님께 깊이 감사의 말씀을 전하고 싶습니다.

그리고, 논문발표와 심사과정에서 미처 착안하지 못한 부분까지도 교열하여 주시고 조언을 아끼지 않으신 식품공학과 이근태 교수님, 김선봉 교수님, 양지영 교수님, 전병수 교수님, 이양봉 교수님, 안동현 교수님, 그리고 김영목 교수님께도 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

또한, 부족한 질 늘 함께 도와주시고, 배려해주신 김태진 선배님, 심길보 선배님, 이기봉 선배님, 정호진 선배님, 배진한 선배님께 감사드리며, 항상 최선을 다하도록 용기와 조언을 아끼지 않으신 박희열 교수님, 동명대학교 이남걸 교수님, 김병주 선배님, 한병수 선배님을 비롯한 수산가공실험실 선배님들께도 고마움을 전합니다. 또한, 기쁠 때나 슬플 때 함께 해온 심길보 선배님, 임철환 선배님, 이기봉 선배님, 박정우 선배님, 정호진 선배님, 배진한 선배님, 주은정 선배님, 박영남 선배님, 이재현 선배님과 학부, 대학원을 함께한 동기 오상민 그리고 믿고 따라준 김승미, 김용제, 박철윤, 여해경, 김지연, 최고운, 강도훈, 권정희, 엄혜원, 홍윤경, 최윤석, 편성식, 손명진, 정선희, 김수지, 박현규, 구윤강, 이해림, 정상원, 정휘국, 장호수, 박희진, 김명하, 박숙영, 김원준, 민아연, 빈수현, 김용훈, 김지년 후배님께도 고마움을 전합니다. 그 외에 실험실이라는 인연으로 함께 동고동락 했던 모든 분들께 감사드리고 한 분 한 분 말씀드릴 수 없지만, 이 지면을 통해 감사의 뜻을 전합니다.

마지막으로 넉넉하지 못한 가정 형편에도 저를 뒷바라지 해주시고, 사랑으로 믿음으로 지켜봐 주신 이모, 삼촌내외분 그리고 사랑하는 어머니께 이 작은 결실을 드립니다.

이 작은 결실이 끝맺음이 아닌 새로운 출발점이라는 것을 잊지 않고 항상 최선을 다하는 자세로 살아갈 것을 감히 약속드립니다.

참고문헌

- A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis 16'th ed. Association of official analytical chemists. *Washington D.C.*
- Ando, M., H. Toyohara, Y. Shimizu and M. Sakaguchi. 1991. Validity of a puncture test for evaluating change in muscle firmness of fish during ice storage. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 2341.
- Aoki, T., M. Matsukura, K. Hokari and N. Kunisaki. 1994. Effect of simultaneous administration of EPA, DHA, and sulfur containing amino acids on serum lipids in rats fed hypercholesterolemic diets. *Nippon susan gakkaishi*. 60, 661-666.
- Aoki, T., T. Kaoru and N. Kunisaki. 1991. On the study proximate composition, mineral, fatty acid, free amino acid, muscle hardeness, and color difference of six species od wild and cultured fishes. *Nippon susan gakkaishi*. 57, 1927-1934.
- Bergman, I. and R. Loxley. 1963. Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination hydroxyproline. *Analytical. Chem.*, 35, 1961-1965.
- Cho, Y. J., M. S. Cho., S. M. Kim and Y. J. Choi. 1997. Effect of anesthesia killing and non-bleeding on physicochemical properties

of plaice, *Paralichthys olivaceus* muscle at early period after death. J. Kor. Fish. Soc., 30, 589-594 (in Korean).

Cho, Y.J., N.G. Lee and H.M. Yang. 1995. Effects of electrical stimulation on physicochemical and rheological properties of plaice, *Paralichthys olivaceus* muscle at early period after death. Bull. Kor. Fish. Soc., 28, 23-30 (in Korean).

Chun, K.S. 1997a. Infection Status of the sea eel (*Astroconger myriaster*) with Anisakid Larvae in the Markets from Chungmu, Kor. J. Env. Hlth. Soc., 23, 14-17 (in Korean).

Chun, K.S. 1997b. Infectious Status on Anisakidae Larvae Found in Sea eel (*Astroconger myriaster*) of Mokpo Fishery Market, Kor. J. Env. Biol., 15, 99-101.

Chun, K. S. and S. W. Kim. 1996. Infection Status of *Todarodes pacificus* (Mollusca: Cephalopoda) with Anisakid Larvae in the Markets from Jumungin, Journal of the Korean Society of Oceanography(The Sea), 11, 55-57.

Chun, K. S. 2001. Infection of Parasitic *Anisakis* Type Larvae (Nematoda) from Some Rockfishes, *Sebastes* spp. J. Fd. Hyg. Safety, 17, 206-209.

- Date, K. and Y. Yamamoto. 1988. Seasonal variations with growth in nutritive components in meat of cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata*. Nippon sushon gakkaiishi. 54, 1041-1047.
- FAO/WHO. 1985. Energy and protein requirements. Tech. Rep. 72. WHO, Geneva.
- 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, 497.
- Hirano, T., and M. Suyama 1983. Fatty acid composition and its seasonal variation of lipids of wild and cultured ayu. Bulletin of the Japanese society of scientific fisheries. 49, 1459-1464.
- 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.
- Kim H. Y., J. W. Shin, H. O. Park, S. H. Choi, Y. M. Jang and S. O. Lee. 2000. Comparison of taste compounds of red sea bream, rockfish and flounders differing in the localities and growing conditions. *Korean J. Food Sci. Tech.*, 32, 550-563 (in Korean).

- Kim T. J., Y. J. Choi, D. S. Kim and Y. J. Cho. 1998. Effects of electrical stimulation on the biochemical properties of plaice, *Paralichthys olivaceus*, sarcoplasmic reticulum and myofibrils. J. Kor. Fish. Soc., 31, 545-552 (in Korean).
- Kim, T. J. 1998. Effect of electrical stimulation on physicochemical properties of muscle protein from plaice. Pukyong National Univ. Ph. D. Thesis.
- Konosu, S. and K. Hashimoto, *Suisanriyokaku Kosei-shakosikaku*, Tokyo, 25-39.
- Konosu, S., K. Watanabe and T. Shimizu. 1974. Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of eight species of fish. Bull. Japan Soc. Sci., 40, 909-915.
- Koyama, T., A. Kobayashi and M. Kumada. 1969. Morphological and taxonomical studies on anisakide larvae found in marine fishes and squids, Jap. J. Parasitol., 18, 466-487.
- Lee, K.H. and Y.S. Lee. 2000. The Effect of lipid and collagen content, drip volume on the muscle hardness of cultered and wild red sea bream (*Pagrosomus auratus*) and flounder(*Paralichthys olivaceus*). J. Soc. Food Sci. 16, 352-357.
- Limin, L., X. Feng and H. Jing. 2006. Amino acids composition

difference and nutritive evaluation of the muscle of five species of marine fish, *Pseudosciaena crocea* (large yellowcroaker), *Lateolabax japonicus* (common sea perch), *Pagrosomus major* (red seabream), *Seriola dumerli* (Dumeril's amberjack) and *Hapalogenys nitens* (black grunt) from Xiamen Bay of China. Aqua. Nutr., 12, 53-59.

MOMAF. 2002. Standard methods for marine environment.

Nakagawa, H., T. Yasuhiko and R.N. Gholam. 1991. Comparison of lipid properties between wild and cultured ayu. Nippon sushin gakkaiishi. 57, 1965-1971.

Ochiai, Y., Y. Kariya, S. Watabe and K. Hashimoto. 1985. Heat-induced tendering of turban shell (*Batillus Cornutus*) muscle, J. Food Sci., 50, 981-984.

Ochiai, Y., Y. Kariya, S. Watabe and K. Hashimoto. 1985. Heat-induced tendering of turban shell(bacillus cornutus) muslce, J. Food Sci. 52, 981-984.

Oh, K. S., R. H, Ro, J. G. Kim and E. H. LEE. 1988. comparison of lipid compnents in wild and cultured bastard. korean J. Food Sci. Tech., 20, 678-882 (in Korean).

- Olaechea, R. P., H. Ushio, S. Watabe, K. Takada and K. Hatae. 1993. Toughness and collagen content of abalone muscle. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 57, 6-11.
- Park, C. K. 2000. Comparison of extractive nitrogenous constituents in cultured and wild olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) muscle. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 174-179.
- Saeki, K., and H. Kumagai. 1984. Chemical components in ten kinds of wild and cultured fishes. *Bull. of the japanese society of scientific fisheries*. 50, 1551-1554.
- Sato, M., R. Yoshinaka, Y. Nishinaka, H. Morimoto, T. Kojina, Y. Yamamoto and S. Ikeda. 1986. Comparison of nutritive components in meat of wild cultured bastard halibut *Paralichthys olivaceus*. *Bull. of the japanese society of scientific fisheries*. 52, 1043-1047.
- Seol, S. Y., S. C. Ok and J.S. Pyo. 1994. Twenty cases of gastric anisakiasis caused by Anisakis type I larve. *Korean J. Gastroenterol.*, 26, 17-24.
- Shim, K .B., K. B. Lee, T. J. Kim and Y. J. Cho. 2003. Improvement of sliced raw fish texture 1. Effect of cold brine temperature on sliced raw fish texture. *J. Kor. Fish. Soc.*, 36, 69-73 (in Korean).

- Tachibana, K., T. Doi, M. Tsuchimoto, T. Misima, M. Ogura, K. Matsukiyo and M. Yasuda. 1988. The effects of swimming exercise on flesh texture of cultured red sea-bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, 677-681.
- Thakur, D. P., K. Morioka, Y. Itoh and A. Obatake. 2002. Influence of muscle biochemical constituents on the meat texture of cultured yellowtail(*Seriola quinqueradiata*) at difference anatomical locations. *J. Sci. of Food and Agric.*, 82, 1541-1550.
- 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.
- Ueno, R., M. Okumura, Y. Horiguchi and S. S. Kubota. 1988. Levels of oxolinic acid in cultured rainbow trout and amago salmon after oral administration. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54, 485-489.
- Yoshinaka, R. 1990. Distribution of collagen in body of several fishes. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 549.
- Yosinaka, R. 1990. Distribution of collagen in body of several fishes. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 549.

김배의, 조영제, 심길보. 2006. 부산시민을 대상으로 한 생선회 선호도
실태 및 소비촉진 방안. 한국해양수산교육학회. 수산해양교육학회.
17, 413-426.

김태진, 배진한, 여해경, 심길보, 정호진, 조영제. 2004. 물리 및 효소화학적
방법에 의한 참돔의 품질판정 지표 설정, 17, 228-232

배진한, 김태진, 정호진, 여해경, 심길보, 조영제. 2004. 효소 · 화학적 방법
에 의한 참돔의 품질판정, 한국양식학회지, 17, 167-172

심길보, 배진한, 정호진, 여해경, 김태진, 조영제. 2004. 물리 · 화학적 방법
에 의한 참돔의 품질판정, 한국양식학회지, 17, 173-179.

식품의약품안전청. 2006. 식품공전. 59-69.