

**자연산과 양식산, 수입산과 국내산 활어의
품질 및 안전성 평가**

**Quality and Safety Evaluation of Wild and
Cultured, Imported and Domestic Live Fishes**

주 관 연 구 기 관
동 명 대 학 교

해 양 수 산 부

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “자연산과 양식산, 수입산과 국내산 활어의 품질 및 안전성 평가에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006 년 10 월 일

주 관 기 관 명 : 동 명 대 학 교

총괄연구책임자 : 이 남 결

협동연구기관명 : 국 립 수 산 과 학 원

협동연구책임자 : 김 지 회

협동연구기관명 : 부 경 대 학 교

협동연구책임자 : 조 영 제

연 구 원 : 이태식, 목종수

조미라, 유홍식

심길보, 안종훈

연 구 보 조 원 : 김배의, 오상민

김윤철, 표세진

장예선, 김지연

손명진, 정영진

김병균, 김승미

최윤석

요 약 문

I. 제 목

자연산과 양식산, 수입산과 국내산 활어의 품질 및 안전성 평가에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발 사업의 목적

우리나라는 해방 후 어려웠던 경제난국에서 벗어나 산업발전기에 접어들면서 과거의 수산물위주의 식습관에서 육류위주의 섭취가 상대적으로 증가되다가, 최근에는 외식산업의 현저한 발달과 더불어 즉석편리식품이나 육류의 소비가 증가하는 서양식 식생활로 바뀔에 따른 비만, 동맥경화 및 영양의 과잉공급에 따른 각종 생활습관 병이 만연하고 있는 실정이다. 이러한 시점에 수산물이 가지고 있는 건강기능성이나 생리효과가 식품관련 연구자들에 의해 밝혀지면서, 생선회가 건강지향성과 기호성이라는 측면에서 두 가지 조건 모두를 만족시키는 식품으로 자리 잡아 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 현재 유통되고 있는 생선회의 90% 이상은 양식산 활어이며, 양식 활어의 생산량 또한 1980년대 후반에 비하여 10배 이상 증가되어 있을 뿐만 아니라 가까운 중국이나 일본 등지에서 생선회로 먹기 위하여 많은 양의 활어가 수입되고 있는 실정이다. 우리나라의 양식산 활어 총 생산량은 2004년에 58천여 톤이며, 약 15종의 어류가 양식되고 있으며, 그 중 대부분을 넙치와 우럭이 차지하고 있다. 우리나라의 활어유통 시장을 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. 또한, 현재 국내에 많은 양의 수입산 활어가 소비되고 있는데, 수입산 활어에 대한 위생 안전성을 보장할 수 있는 자료가 전혀 없으며, 품질에 대해서도 마찬가지이다. 뿐만 아니라, 홍민어 등을 생선회로 조리하였을 때, 색깔이나, 씹힘성이 참돔과 유사하여 고가로 판매하는 사례도 알려지고 있으며, 이런 이유 등으로 국내 양식산의 시장 점유율이 낮아지고 있다. 그러나 현재는 자연산이나 수입

산 활어와 같이 활어의 위생안전성과 품질을 평가할 수 있는 객관적인 품질판정 기술이 없으므로 본 연구에서는 양식산 활어의 소비촉진과 우리 국민의 보건증진을 위하여 자연산과 양식산, 그리고 수입산과 국내산 활어에 대한 품질과 안전성을 비교, 검토하고자 하였다.

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

- 자연산과 양식산의 품질의 과학적 판정방법이 확립되어 있지 않다.

어류의 품질비교 및 위생 안전성에 대한 연구는 어류의 맛, 구성 화학성분은 물론 중금속, 농약, 항생제 등 식품의 안전성을 위협하는 요소로서 어느 정도 판단이 가능할 것이다. 그러나, 우리나라에서는 어류의 품질비교를 위하여 수행된 연구는 많지 않으며, 대부분이 품질비교나 판정을 위한 것보다는 단순히 구성성분을 비교한 것이다. 그러므로 어류의 품질비교를 위한 항목이나 기준도 설정되어 있지 않으며, 안전성 측면에서는 위해요소의 종류별 허용량만이 설정되어 있을 뿐이다.

- 우리 국민의 생선회 식문화에 적합한 판정방법이 개발되어야 한다

세계에서 생선회를 가장 즐기는 일본에서도 어류의 품질판정에 대한 연구는 전혀 이루어져 있지 않다. 그것은 일본의 생선회 문화가 우리나라와는 상당한 차이가 있기 때문이다. 즉, 우리 국민들은 생선회를 먹을 때에 근육의 단단함(씹힘성)에 중점을 두고 먹는 펄떡펄떡 뛰는 활어회(活魚鱠) 문화로서 씹힘성을 선호하는 반면에, 일본은 씹힘성 보다는 혀로 느끼는 미각에 중점을 두는 선어회(鮮魚鱠) 문화, 즉 미각을 중시하므로 일본에서 사용하고 있는 미각에 중점을 두는 지표에 의하여 비교를 하는 것은 우리의 현실에는 적합하지 않다. 따라서 자연산과 양식산 어류의 품질비교는 우리의 식문화에 맞추어 자체적으로 수행되어야 한다.

- 국내에는 생선회에 대한 연구자가 대단히 적다

국내에서 횡감으로 소비되는 활어에 대하여 수행된 연구의 대부분은 연구책임자와 공동 연구를 하고, 연구원으로 참여하고 있는 조영제 교수의 연구실을 중심으로 이루어졌으며, 지금까지 수행된 연구는 주로 생선회의 사후 조기 변화, 생선회의 근육 특성, 생선회 맛의 향상법, 단백질 차원에서의 해명 및 생선회의 수송에 관한 연구 등으로 30편의 논문이 발표되었다. 이들을 기초로 하여 자연산과 양식산 어류를 식품화학적, 그리고 위생적 안전성을 평가하기 위해서는 체계적인 연구가 필요하다. 그리고 국내의 타 연구기관에서 활어에 관한 연구는 주로 양식기술 개발의 측면에서 많이 이루어졌기 때문에 품질비교와는 전혀 무관하게 수행된 것으로 판단된다.

나. 경제·산업적 측면

● 연근해 어자원 관리를 위해서도 필요하다

우리 국민들의 자연산 생선회 선호 경향 때문에 고대구리 어선에 의한 소형어까지 싹쓸이 어획에 의한 남획으로, 어획량의 격감되고 있으며, 어장이 황폐화되고 있다. 양식산 활어 소비가 촉진되면 연근해 어자원의 관리가 가능하다.

● 양식산 활어의 소비촉진을 기할 수 있다

우리 국민들의 소득 증가로 식생활이 변화함에 따라 생선회의 선호도가 엄청나게 증가하였으나, 양식산 어류에 대한 부정적인 시각이 만연해 있다. 이것은 자연산이 양식산에 비하여 육질이 좋다고 하는 관념적인 생각 때문인 것도 있지만, 양식산 어류는 사육할 때 항생제를 과도하게 사용하는 등의 정확하지 않는 정보를 가지고 있기 때문으로 판단된다. 따라서, 자연산과 양식산 어류의 식품화학적 및 위생안전성을 지역별로 비교, 검토하여 양식산 어류의 품질이 자연산과 비교하여 떨어지지 않고, 또한 위생학적 안전성이 입증된다면, 양식산 어류의 품질과 안전성을 널리 알림으로서 무조건적인 자연산 선호에서 벗어나, 양식산 어류의 소비를 진작시킬 수 있을 것으로 사료된다.

● 국내 양식산 어류의 대외경쟁력을 확보할 수 있다

우리나라에서 생산하는 양식산 어류는 대부분 육상수조나 해상가두리에서 고밀도로 사육되고 있는데, 이와 같은 방식에 의하여 사육된 어류는 우수한 품질을 지니기 어렵다. 최근의 연구결과는 양식산 어류도 적당히 운동시키거나 사료의 질을 개선하면 그 품질이 자연산 어류에 뒤떨어지지 않는다는 것을 밝히고 있으며, 양식산 어류의 품질에 영향을 미치는 요소로서는 사육조건 등 환경적 요인과 물리적 요인으로 볼 수 있다. 현재 우리나라의 양식업자들도 이러한 사실을 인지하여, 일부 양식업체나 어촌계에서는 실제로 질 좋은 넙치나 우럭을 생산하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있으며, 우수한 품질을 가진 활어는 홍민어 등과 같은 값싼 중국산이나 일본산 활어에 비하여 충분한 경쟁력을 가질 수 있을 것이다. 이렇게 되기 위해서는 자연산 뿐만 아니라, 양식방법이 다른 업체별로 사료를 채취하여 식품화학 및 물리화학적으로 평가하고 이를 토대로 질 좋은 양식산 어류를 생산할 수 있도록 유도함으로써 가능해진다.

다. 사회·문화적 측면

● 활어의 유통질서의 확립을 위하여 필요하다

우리나라에서 양식에 의하여 생산되는 어류는 거의 활어로 소비되며, 이들은 생선회의 형태로 소비되고 있다. 양식어류는 양식방법에 따라 생선회로 소비되는 활어의 품질에 결정적인 영향을 미치므로, 생산 초기부터 활어가 경쟁력 있는 품질을 가질 수 있도록 생산되어야 한다. 그러나, 우리의 현실을 비추어 보면, 대부분의 생선회감이 양식산 어류임에도 불구하고, 사람들은 양식산이라고 하면 좋지 않다는 막연한 인식을 가지고 있기 때문에, 자연산 어류를 대단히 선호하고 있다. 이와 같은 이유로 자연산은 양식산에 비하여 2~4배 가까이 고가로 거래되고 있는 현실이다. 그러나, 우리나라의 활어유통 시장은 국내 양식산이 60% 내외, 수입산이 35% 내외, 그리고 자연산은 5% 정도에 불과하다. 이와 같은 자연산 어류의 공급은 자원의 감소로 대단히 부족함에도 불구하고 비싼 가격으로 거래되고 있어 일부 업소에서는 자연산과 유사한 양식산을 자연산으로 속여 판매하고 있으므로, 유통거래질서의 확립을 위하여 자연산과 양식산에 대한 정확한 품질 평가를 하고, 이를 널리 홍보함으로써 피해자가 발생하지 않도록 해야 할 것이다.

● 우리 국민의 보건 위생 안전성 확보 측면에서 중요하다.

세계적으로 보면, 어류를 날 것으로 먹는 나라는 그리 많지 않다. 그러나, 우리나라 만큼 자연산을 선호하는 나라는 전무하며, 날것으로 먹는 나라라 할지라도 자연산을 선호하지는 않는다. 그것은 자연산은 해양에서 서식할 때 어떤 환경에서 성장하였는지, 뭇 먹고 생활하는지 전혀 알 수 없기 때문에 어류의 위생상태를 알 수 없으므로 신뢰하지 않기 때문이다. 외국에서는 위생학적 안전성이 전혀 보장되지 않는 자연산을 안심하고 먹는 사람은 거의 찾아보기 어려우며, 양식하는 어류의 건강상태를 항상 체크할 수 있고, 식품위생적 측면에서 안전성이 검증된 양식산 어류가 비싼 가격에 거래되고 있다. 우리나라는 자연산의 육질이 양식산에 비하여 다소 뛰어나다는 이유만으로, 그리고 그와 같은 인식이 사람들의 뇌리에 심어져 있어서 유독 좋아하므로, 비싼 가격으로 거래되고 있는 것이다. 따라서, 우리나라에서 생산되는 양식산과 자연산의 위생적인 안전성을 비교, 검토함으로써 우리 국민들이 저렴하고 영양기능성이 뛰어난 양식산 어류를 안심하고 소비할 수 있도록 해야 할 것이다.

3. 연구개발 내용 및 범위

가. 자연산과 양식산 활어의 식품학적 품질 평가

(1) 자연산과 양식산 활어에 대한 영양학적 성분변화를 조사

동, 서, 남해안에서 유통되고 있는 자연산과 양식산 생선횫감용 활어인 농어, 돌돔, 방어, 전어, 조피볼락, 참돔, 오징어, 넙치, 숭어 9종에 대하여 계절에 따라 비만도 및 단백질, 지방, 수분, 회분 등의 일반성분, 무기질, 콜라겐과 지방산 조성을 조사하여 양식산과 자연산의 영양학적 성분 차이를 비교하고자 하였다.

(2) 자연산과 양식산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대하여 조사

앞에서 언급된 자연산과 양식산 생선횫감용 활어에 대하여 계절별로 구성 및 유리아미노산과 생선회의 감칠맛의 주 성분인 IMP 함량 등의 ATP 관련화합물 등을 조사하여 자연산과 양식산의 맛 성분의 비교 검토하여 어종과 계절에 따라 조성의 차이를 확인하고자 하였다.

(3) 자연산과 양식산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포를 조사

앞에서 언급된 자연산과 양식산 생선횫감용 활어에 대하여 계절별에 따라 생선회의 맛을 좌우하는 육질의 단단함과 활어의 건강도를 측정하였으며, 근육의 지질분포를 조사하여 자연산과 양식산의 근육의 품질을 평가하고자 하였다.

(4) 자연산과 양식산 활어의 유통과정 및 가격동향을 비교 조사

동, 서, 남해안에 유통되고 있는 자연산과 양식산 활어의 유통경로를 조사하였으며, 현지 가격과 공시시가에 대한 자료를 정리하였으며, 자문위원으로부터 활어의 유통경로의 개선방안 등에 대하여 조사, 확립하고자 하였다.

나. 자연산과 양식산 활어의 식품위생학적 안전성 평가

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

자연산 9종과 양식산 7종의 활어에 대한 기생충(*Anisakis* spp.) 검출 유무를 조사하여 위생학적 안전성을 조사하고자 하였다.

(2) 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류량 조사

식품학적 품질 평가가 조사된 자연산 활어 9종과 양식산 7종에 대한 테트라사이클린계 4종, 플로로퀴론론계 5종 및 옥솔린산의 항생제 잔류량을 조사하여 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류 안전성을 확보하고자 하였다.

(3) 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 위생안전성상을 확인하고자 하였다.

다. 수입산과 국내산 활어의 식품학적 품질평가

(1) 수입산과 국내산 활어에 대한 영양학적 성분변화를 조사

국내에서 유통되고 있는 생선횃감용 활어인 참돔, 돌돔, 돌가자미, 떡장어, 쥐노래미, 농어, 홍민어와 국내에서 양식된 농어, 돌돔, 참돔, 쥐노래미, 떡장어, 돌가자미에 대하여 단백질, 지방, 수분, 회분 등의 일반성분, 무기질, 콜라겐과 지방산 조성을 조사하여 수입산과 국내산 활어의 영양학적 성분을 비교 조사하고자 하였다.

(2) 수입산과 국내산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대하여 조사

앞에서 언급된 수입산 생선횃감용 활어에 대하여 계절별로 구성 및 유리아미노산 함량과 생선회의 감칠맛의 주 성분인 IMP 함량 등의 ATP 관련화합물 등을 조사하여 수입산과 국내산의 맛 성분을 비교 검토하여 어종과 계절에 따라 조성의 차이를 확인하고자 하였다.

(3) 수입산과 국내산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포를 조사

생선횃감용 활어에 대하여 생선회의 맛을 좌우하는 육질의 단단함과 활어의 건강도를 측정하였으며, 근육의 지질분포 조사를 통하여 국내산 활어의 근육의 품질을 평가하고자 하였다.

(4) 수입산과 국내산 활어의 유통과정 및 가격동향을 비교 조사

국내에서 유통되고 있는 수입산 활어의 유통경로를 조사하였으며, 현지 가격과 공시시가에 대한 자료를 정리하였으며, 자문위원으로부터 활어의 유통경로의 개선방안 등에 대하여 조사, 확립하고자 하였다.

라. 수입산과 국내산 활어의 식품위생학적 안전성 평가

(1) 수입산과 국내산 활어에 대한 *Anisakis* spp. 분포 조사

수입산 7종과 동일 국내산 활어 6종에 대한 기생충(*Anisakis* spp.) 검출 유무를 조사하여 위생학적 안전성을 확보하고자 하였다.

(2) 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류량 조사

식품학적 품질 평가가 조사된 수입산 7종과 국내산 6종에 대한 테트라사이클린계 4종, 플로로퀴론론계 5종 및 옥솔린산의 항생제 잔류량을 조사하여 수입산과 국내산에 대한 항생제 잔류 안전성을 확보하고자 하였다.

(7) 자연산과 양식산 활어에 대한 중금속 함량 분석

카드뮴(Cd), 구리(Cu), 아연(Zn), 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni), 납(Pb), 수은(Hg) 등 수입산과 국내산 활어의 근육 중에서 중금속 함량을 조사하여 위생학적 안전성을 확보하고자 하였다.

III. 연구개발 결과

제 1장 자연산과 양식산 활어의 식품학적 품질 평가

1. 자연산과 양식산 활어에 대한 영양학적 성분변화를 조사

동, 서, 남해안에서 유통되고 있는 자연산과 양식산 생선횫감용 활어인 농어, 돌돔, 방어, 전어, 조피볼락, 참돔, 오징어, 넙치, 숭어 9종에 대하여 계절에 따른 비만도는 자연산과 양식산을 비교 하였을 때 양식산이 자연산에 비하여 비만도가 크다는 것을 확인하였으며, 계절별에 따른 일반성분을 분석하여 수분과 지방 함량의 변화가 가장 크다는 것을 확인하였다.

그리고 계절별에 따른 자연산과 양식산 활어의 근육에 대하여 Na, Ca, K, Mg, P 등의 대량 원소들과 Fe, Cu, Zn의 미량원소 함량에 대하여 조사결과, 어종별, 계절별에 따라 정도의 차이는 있으나 자연산과 양식산에 대한 Na 함량이 유의적인 차이가 있었으며, Ca, K, Mg 함량은 자연산과 양식산이 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 미량원소 중 Fe 함량은 양식산이 높았으며, Cu, Zn의 함량은 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 어종별에 따라 정도의 차이는 있으나 자연산과 양식산의 콜라겐 함량을 비교 시 자연산보다는 양식산이 콜라겐 함량이 약간 높은 경향을 나타내고 있다. 오징어에 콜라겐 함량이 다른 어종과 비교하여 볼 때 가장 높았으며, 농어, 돌돔, 참돔, 숭어 등이 콜라겐 함량이 많았다. 횫감용 활어에서 추출한 지방의 지방산 조성은 어종별 조성은 다소의 차이는 있었으나, EPA(20:5), DHA(22:6)의 조성비가 폴리엔산에서는 가장 높았다. 포화지방산의 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.

2. 자연산과 양식산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대하여 조사

앞에서 언급된 자연산과 양식산 생선횃감용 활어에 대하여 계절별로 구성아미노산을 조사하였으며, 그 결과 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. 필수 아미노산 함량비는 자연산과 양식산이 전체 아미노산의 39% 내외로 비슷하였다. 함황아미노산과 방향족 아미노산의 함량은 어종별, 자연산과 양식산에 대하여 차이가 있었으나, 구성비는 거의 유사하였다. 자연산과 양식산의 농어, 돌돔, 방어, 전어, 조피볼락, 참돔, 오징어, 넙치, 숭어에 대한 유리아미노산 함량을 조사한 결과, 자연산과 양식산 간의 함량의 차이는 있으나 전반적으로 전체 유리아미노산에 대한 taurine 함량의 비율은 40%내외로 대부분을 차지하고 있다. 그리고 urea 함량이 대부분 어종에서 높은 함량을 나타내고 있으며, alanine, asparagine, glutamine, glutamic acid, lysine 등이었다. 방어 근육에서는 histidine 함량이 다른 어종에 비하여 높게 나타났으며, 오징어 근육에는 taurine 함량이 다른 어종에 비하여 월등히 높은 함량을 나타내었다. ATP 관련화합물의 분석결과, 어종별, 계절별, 자연산과 양식산에 따라 총 함량은 차이가 있었으며 생선회의 감칠맛에 가장 큰 영향을 주는 IMP 함량은 양식산이 자연산보다 높은 함량을 나타내었다.

3. 자연산과 양식산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포를 조사

앞에서 언급된 자연산과 양식산 생선횃감용 활어에 대하여 계절별에 따라 생선회의 맛을 좌우하는 육질의 단단함은 자연산이 양식산 보다 높았지만 그 차이는 미미하였으며, 육질의 단단함이 높은 자연산 활어에서 지방의 분포가 양식산에 비하여 적었다. 그리고 자연산과 양식산의 건강도를 측정하는 기준인 AEC값이 0.85이상으로 건강하였지만 일부 자연산 어종에서 낮은 수치를 나타내어 어획 및 유통 중의 스트레스로 인하여 활어의 건강도가 양식산에 비하여 떨어진다는 것을 확인하였다.

4. 자연산과 양식산 활어의 유통과정 및 가격동향을 비교 조사

동, 서, 남해안에 유통되고 있는 자연산과 양식산 활어의 유통경로를 조사하였으며, 현지 가격과 공시시가에 대한 자료를 통해 실제 현지에서 거래되는 가격이 높았으며, 고가로 거래되는 자연산 횃감용 활어가 양식산과 비교해서 영양적인 면이나 위생학적 면에서 뛰어나지 않음을 확인하였다. 자문위원으로부터 활어의 유통경로의 개선방안으로 정부시책인 싱싱회의 보급 확대가 시급함을 확인하였다.

제 2장 자연산과 양식산 활어의 식품위생학적 안전성 평가

1. 자연산과 양식산 활어에 대한 *Anisakis* spp. 분포 조사

자연산 8종과 양식산 9종의 활어에 대하여 계절별로 기생충(*Anisakis* spp.) 검출 유무를 조사하여, 양식산 활어에서는 기생충이 검출되지 않았지만, 조사된 자연산 활어에서는 위, 내장 등에 기생충이 검출되었다. 그러나 생선회로 먹는 근육에서는 자연산 오징어에서만 검출되어 생선회에 대한 위생학적 안전성을 확보하였다.

2. 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류량 조사

식품학적 품질 평가가 조사된 자연산 활어 8종과 양식산 9종에 대한 테트라사이클린계 4종, 플로로퀴놀론계 5종 및 옥솔린산의 항생제 잔류량을 계절별로 조사한 결과, 자연산 활어에서는 테트라사이클린계열 항생물질이 검출되지 않았으며, 양식산 활어에서 일부 시료에서 극미량 검출되었으나, 이들 검출량은 우리나라 어류에 대한 OTC 허용기준치인 0.2mg/kg(식품공전, 2004)을 훨씬 못 미치는 매우 안전한 수준이었다. 그리고 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 0.1mg/kg으로 허용잔류기준을 정하고 있어 우리나라 유통 양식산 활어는 유럽의 기준에 훨씬 못 미치는 수준이며, 수집한 모든 자연산과 양식산 활어에서 옥솔린산은 검출되지 않아 위생학적 안전성을 확보하였다.

3. 자연산과 양식산 활어에 대한 중금속 함량 분석

전국 연안에서 2004년 8월부터 2005년 6월까지 계절별로 수집한 자연산 활어 8종 및 양식산 활어 7종에 대한 중금속 함량을 모니터링한 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 함유되어있었다. 양식산 어류의 중금속 평균함량은 생물기준으로 아연(Zn) 11.58 mg/kg, 구리(Cu) 0.50 mg/kg, 크롬(Cr) 0.26mg/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. 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 함유하고 있는 것으로 나타났다.

제 3장 수입산과 국내산 활어의 식품학적 품질 평가

1. 수입산과 국내산 활어에 대한 영양학적 성분변화를 조사

국내에서 유통되고 있는 수입산 생선 횡감용 활어인 중국산 농어, 쥐노래미, 홍민어, 돌가자미, 일본산 참돔, 돌돔, 멍장어와 동일한 국내산 양식 활어의 일반성분을 비교분석결과, 양식산과 자연산과 마찬가지로 수분과 지방 함량의 변화가 가장 크다는 것을 확인하였다.

그러나 계절별에 따른 수분과 지방 함량의 변화는 있으나 국내산과 수입산에 대한 차이는 미미하였다.

그리고 계절별에 따른 자연산과 양식산 활어의 근육에 대하여 Na, Ca, K, Mg, P 등의 대량 원소들과 Fe, Cu, Zn의 미량원소 함량에 대하여 조사결과, 어종별, 계절별에 따라 정도의 차이는 있으나 수입산과 국내산에 대한 Na 함량이 유의적인 차이가 있었으며, Ca, K, Mg, Fe, Cu, Zn 함량은 수입산과 국내산이 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$).

횡감용 활어에서 추출한 총 조지방의 지방산 조성은 어종별 조성에 다소의 차이는 있었으나, 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 구성 지방산은 16:0, 22:6, 18:1, 20:5, 16:1순으로 서로 비슷하였다.

쥐노래미, 참돔은 겨울철에 국내산이 수입산에 비하여 폴리엔산의 함량이 2배가량 높은 것을 확인 할 수 있었으며, 멍장어는 봄에 일본산이 국내산에 비하여 4배가량 높은 경향을 나타내었다.

2. 수입산과 국내산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대하여 조사

앞에서 언급된 수입산과 국내산 생선횡감용 활어에 대하여 계절별로 구성아미노산을 조사하였으며, 그 결과 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.

필수아미노산 함량비는 조사된 수입산과 국내산 활어 근육에서 모두 전체 아미노산의 39% 내외로 비슷하였다. 함황아미노산과 방향족 아미노산의 함량은 어종별, 수입산과 국내산에 대하여 차이가 있었으나, 국내산이 수입산에 비하여 다소 높은 구성비를 나타내었다. 수입산과 국내산 활어의 유리아미노산은 대부분 어종에 반적으로 전체 유리아미노산에 대한 taurine 함량의 비율은 40%내외로 대부분을 차지하였으나 멍장어는 proline함량이 가장 높은 경향을 나타내었다. 농어, 참돔, 돌돔은 국내산이 수입산에 비하여 많은 유리아미노산함량을 나타내었다.

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

3. 수입산과 국내산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포를 조사

생선횃감용 활어에 대하여 계절별에 따라 생선회의 맛을 좌우하는 육질의 단단함은 국내산이 수입산보다 높았지만 그 차이는 미미하였으며, 육질의 단단함이 높은 국내산 활어에서 지방의 분포가 수입산에 비하여 적었다. 그리고 수입산과 국내산의 건강도를 측정하는 기준인 AEC값이 0.85이상으로 건강하였지만 일부 수입산 어종에서 낮은 수치를 나타내어 어획 및 유통 중의 스트레스로 인하여 활어의 건강도가 국내산에 비하여 떨어진다는 것을 확인하였다.

4. 수입산과 국내산 활어의 유통과정 및 가격동향을 비교 조사

국내에서 유통되고 있는 수입산과 국내산 활어의 유통경로를 조사하였으며, 현지 가격과 공시시가에 대한 자료를 통해 실제 현지에서 거래되는 가격이 높았으며, 국내산과 수입산 활어를 비교해서 국내산이 영양적인 면이나 위생학적 면에서 뛰어나다는 것을 확인할 수 있었다.

제 4장 수입산과 국내산 활어의 식품학적 안전성 평가

1. 수입산과 국내산 활어에 대한 *Anisakis* spp. 분포 조사

수입산 7종과 국내 양식산 6종의 활어에 대한 기생충(*Anisakis* spp.) 검출 유무를 조사하여, 양식산 활어에서는 쥐노래미만이 기생충이 검출되었으며, 조사된 수입산 활어에서는 대부분 위, 내장 등에 기생충이 검출되었다. 그러나 생선회로 먹는 근육에서는 검출되지 않아 생선회에 대한 위생학적 안전성을 확보하였다.

2. 수입산과 국내산 활어에 대한 항생제 잔류량 조사

식품학적 품질 평가가 조사된 수입산 활어 7종과 양식산 6종에 대한 테트라사이클린계 4종, 플로로퀴놀론계 5종 및 옥솔린산의 항생제 잔류량을 조사한 결과, 조사된 수입산 활어중 홍민어와 돌가자미에서는 테트라사이클린계열 항생물질이 검출되었다. 그러나 이들 검출량은 우리나라 어류에 대한 OTC 허용기준치인 0.2mg/kg(식품공전, 2004)을 훨씬 못 미치는 매우 안전한 수준이었다. 그리고 수입산과 국내산 양식 활어에서 플로로퀴놀론계열 항생물질이 일부 시료에서 극미량 검출되었다. 우리나라에서는 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 허용기준치가 설정되어 있지 않으나, 유럽의 경우 Enrofloxacin과 Ciprofloxacin을 합하여 0.1mg/kg으로 허용잔류기준을 정하고 있어 우리나라 유통되고 있는 수입산과 국내산 양식활어는 유럽의 기준에

훨씬 못 미치는 수준이며, 수집한 모든 수입산과 국내산 활어에서 옥솔린산은 검출되지 않아 위생학적 안전성을 확보하였다.

3. 수입산과 국내산 활어에 대한 중금속 함량 분석

우리나라에서 유통되고 있는 수입산 활어를 2005년 11월부터 2006년 6월까지 계절별로 수집한 수입산 활어 7종 및 양식산 활어 6종에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과, 수입산 어류의 중금속 평균함량은 생물기준으로 아연(Zn) 4.92 mg/kg, 구리(Cu) 0.31 mg/kg, 크롬(Cr) 1.23 mg/kg, 망간(Mn) 0.15 mg/kg, 니켈(Ni) 0.23 mg/kg, 수은(Hg) 0.19 mg/kg, 납(Pb) 0.03 mg/kg, 카드뮴(Cd) 0 mg/kg 순으로 함유되어있었다.

양식산 활어의 중금속 평균함량은 아연(Zn) 4.37~13.49 mg/kg, 구리(Cu) 0.09~0.32 mg/kg, 크롬(Cr) 0.08~0.13 mg/kg, 망간(Mn) 0.05~0.17 mg/kg, 니켈(Ni) N.D.~0.20 mg/kg, 수은(Hg) 0.04~0.10 mg/kg, 납(Pb) 0.04~0.12 mg/kg, 카드뮴(Cd) N.D.~0.08 mg/kg으로 함유되어 있었다. 조사된 기타 어종도 정도의 차이는 있으나 거의 비슷한 수준의 함유량을 나타내었다.

먹장어는 기타 어종에 비하여 수은 함량이 일본산은 0.39~0.47 mg/kg으로 나타났으며, 국내산도 0.44 mg/kg으로 높은 경향을 나타내었다.

그러나 기타 어류의 중금속 함량은 우리나라 중금속 허용기준치(납 2.0 mg/kg, 수은 0.5 mg/kg)이하의 매우 안전한 수준이었다.

IV. 연구개발결과의 활용계획

1. 홍보자료로써의 활용

가. 과도한 자연산 활어의 선호도는 사회, 경제적 및 산업성 등 여러 가지 측면에서 문제점을 갖고 있으므로 인식전환을 위한 홍보자료로 활용가능

- 자연산 활어는 양식산에 비하여 수배 높은 가격으로 거래되고 있는 실정이다. 그러나 본 연구결과에서는 자연산과 양식산의 영양성분차이는 미미한 것으로 나타났으며, 항생제 및 기생충 등의 위생안전성을 조사하여 양식산 활어의 품질 및 안전성이 정확하게 입증되었다. 그러므로 본 연구결과를 이용하여 소비자들의 인식전환을 위한 홍보자료로 활용
- 생선횃감으로 소비되는 활어의 유통질서 확립에 기초 자료로 활용
- 양식산 활어의 소비촉진 및 건강기능성 식품인 생선회의 소비량 증대를 위한 홍보자료로 활용

나. 저가의 수입산 활어에 대한 경쟁력 확보를 통하여 국내 양식산 활어의 소비촉진을 위한 홍보자료 활용

- 국내 양식산 활어와 수입산에 대한 품질비교 및 위생안전성을 확보함으로써 국내 활어 유통의 약 40%를 차지하고 있는 수입산 으로부터 우리의 활어 시장을 보호할 수 있는 홍보자료 활용

2. 기초 자료로서의 활용

계절별에 따른 자연산과 양식산, 수입산과 국내산 어류에 대한 영양성분 등의 기초 자료가 확립되어 수산물 연구자들에게 기초자료 활용

3. 근육 및 활어유통 질서 확립에 활용

가. 활어 근육 평가기술의 타 분야 도입 가능

나. 활어의 품질평가 기술에 의한 중량단위 활어 가격체계의 재설정의 근거

다. 생선회의 유통 및 국제화를 위한 저변기술 확보

S U M M A R Y

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 flatfishes and rockfishes. 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, sitological quality of imported and domestic live fishes, and hygienic safety of imported and domestic 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

In regard to the nine kinds of wild and cultured live fishes for sliced raw fish, circulated in the east, west, south coast, such as perch, parrot fish, king fish, gizzard shad, black rock fish, snapper, cuttlefish, flatfish, and gray mullet, when comparing by season the obesity rate between wild and cultured fishes, the former has been found larger than the latter. As analyzing general components by season, the biggest change has been shown in moisture and fat 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. Cuttlefish contained the highest percentage of collagen comparing to other fishes, and perch, parrot fish, snapper and gray mullet had lots of collagen. 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 perch, parrot fish, king fish, gizzard shad, black rock fish, snapper, cuttlefish, flatfish, and gray mullet, 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, while cuttlefish muscles contained far more taurine than others. 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.

4. Comparing and surveying circulation process and price movement of wild and cultured live fishes

As the result from surveying the circulation route of wild and cultured live fishes circulated in the east, west and south coast, through the local price and materials related to public announcement price, actual price traded in the local was higher. Wild live fishes for sliced raw fish selling in high price were worse than the cultured ones in the aspect of nutrition and hygiene. An advisory commissioner confirmed that the expansion of Singsinghoe that is a governmental policy is urgent, for the purpose of improving circulation route of live fishes.

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 eight kinds of wild live fishes and nine sorts 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. But, in part of muscle used for sliced raw fish, it was detected only from wild cuttlefish, which secured hygienic safety for sliced raw fish.

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 eight sorts of wild and nine sorts 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 Fluoroquinolone antibiotics, but Europe fixed a permissible residue by 0.1mg/kg combining Enrofloxacin and Ciprofloxacin, thus the cultured live fish 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 August, 2004 to June, 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.

Chapter 3. Sitological Quality Evaluation of Imported and Domestic Live Fishes

1. Surveying the change in sitological component of imported and domestic live fishes

As the result of comparing and surveying general components of domestic cultured live fishes which are same as Chinese perch, hexagrammos otaki, red seabream, stone Olive flounder, Japanese snapper, parrot fish, hag fish that are imported live fishes for sliced raw fish circulated in Korea, like as cultured and wild fishes, it showed the biggest change in moisture and fat content.

But, even though there's change in moisture and fat content by season, its difference between domestic and imported fishes was insignificant.

There was a significant difference in Na content between imported and domestic fishes, but little difference in Ca, K, Mg, Fe, Cu, Zn content ($p < 0.05$).

The composition of fatty 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 fat acid composition showed similarity by order of 16:0, 22:6, 18:1, 20:5, and 16:1.

Domestic hexagrammos otaki and snapper contained more than 2 times of polyenoic acid than imported ones in winter, while Japanese hag fish showed a tendency to have more than 4 times than domestic one in spring.

2. Surveying the taste component distribution of imported and domestic live fishes

In regard to the foregoing imported and domestic live fishes for sliced raw fish, the most samples analyzed from surveying amino acid composition of imported and domestic live fishes for sliced raw fish by season, had a high percentage of aspartic acid, glutamic acid, leucine, and lysine, and low content of cystine, histidine, methionine, tyrosine, and phenylalanine. The content of amino acid composition was almost similar.

The ratio of essential amino acid content was similar by about 39% amid whole amino acids, in muscle of both imported and domestic live fishes. The content of sulfur-containing amino acid and aromatic amino acid showed difference between imported fishes and domestic ones by fishes, but the composition rate of the latter was a little higher than the former. The free amino acid of imported and domestic live fishes had a high percentage of taurine against the total free amino acid for the majority of fishes, while hag fish showed a tendency to have the highest percentage of proline, and other free amino acid showed little difference.

The result from analyzing ATP-related compound showed difference in total content by fishes, seasons, imported and domestic products, and IMP content that had largest influence upon the savory taste of sliced raw fish, was higher in the domestic fishes than imported ones.

3. Surveying the muscle quality and fat distribution of imported and domestic live fishes

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

4. Comparing and surveying circulation process and price movement of imported and domestic live fishes

As the result from surveying the circulation route of imported and domestic live fishes circulated in Korea, through the local price and materials related to public announcement price, actual price traded in the locale was higher. Domestic live fishes were better than the imported ones in the aspect of nutrition and hygiene.

Chapter 4. Sitological Safety Evaluation of Imported and Domestic Live Fishes

1. Surveying *Anisakis spp.* distribution of imported and domestic live fishes

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

2. Surveying the residue of antibiotic substances of imported and domestic 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 seven sorts of imported and six sorts of cultured live fishes of which sitological quality was assessed, amid imported live fishes, red seabream and stone Olive flounder contained tetracycline antibiotics, of which content was on safe level, far from 0.2 mg/kg (Food Code, 2004), OTC permissible level

for Korean fishes. And, imported live fishes and domestic ones showed micro of floroquinolon antibiotics. Korea has not set a permissible level of floroquinolon antibiotics, but Europe fixed a permissible residue by 0.1mg/kg combining enrofloxacin and ciprofloxacin, thus the imported and domestic cultured live fishes circulated in Korea does not come up to European standard. All of collected imported and domestic live fishes did not contain oxolinic acid, which secured hygienic safety.

3. Analyzing the heavy metal content of imported and domestic live fishes

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

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

CONTENTS

Chapter I Preface

Purpose, Necessity and bounds of this study

Chapter II Result

Section I Sitological Quality Evaluation of Wild and Cultured Live Fishes

A. Introduction

B. Materials and Methods

1. Materials

2. Methods

C. Results and Discussion

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

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

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

4. *Comparing and surveying circulation process and price movement of wild and cultured live fishes*

Section II Sitological Safety Evaluation of Wild and Cultured Live Fishes

A. Introduction

B. Materials and Methods

C. Results and Discussion

1. Surveying Anisakis spp. distribution of wild and cultured live fishes
2. Surveying the residue of antibiotic substances of wild and cultured live fishes
3. Analyzing the heavy metal content of wild and cultured live fishes

Section III Sitological Quality Evaluation of Imported and Domestic Live Fishes

A. Introduction

B. Materials and Methods

1. Materials

2. Methods

C. Results and Discussion

1. Surveying the change in the sitological component for imported and domestic live fishes
2. Surveying taste component distribution of imported and domestic live fishes
3. Surveying the muscle quality and fat distribution of imported and domestic live fishes
4. Comparing and surveying circulation process and price movement of imported and domestic live fishes

Section IV Sitological Safety Evaluation of Imported and Domestic Live Fishes

A. Introduction

B. Materials and Methods

C. Results and Discussion

1. Surveying Anisakis spp. distribution of imported and domestic live fishes

2. Surveying the residue of antibiotic substances of imported and domestic live fishes
3. Analyzing the heavy metal content of imported and domestic live fishes

Chapter III Attainment of study's goal and application

Section I Attainment of study's goal

- A. Goal
- B. Attainment and evaluation
- C. Contribution

Section II Attainment of study's result

- A. Application province
- B. Overall application
- C. Application to the other project

Chapter IV References

목 차

제 1장 연구개발과제의 개요	29
제 2장 국내외 기술개발현황	33
제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과	35
제 1절 자연산과 양식산 활어의 식품학적 품질평가	35
1. 서론	35
2. 재료 및 방법	36
가. 활어의 식품학적 품질평가	36
나. 활어의 유통실태 조사	42
3. 결과 및 고찰	42
가. 자연산과 양식산 활어의 생물학적 특성	42
나. 자연산과 양식산 활어의 영양학적 성분	43
(1) 일반성분	43
(2) 무기질함량	62
(3) 콜라겐 함량	70
(4) 지방산 조성	72
다. 자연산과 양식산 활어의 맛 성분	83
(1) 구성아미노산	83
(2) 유리아미노산	88
(3) ATP 관련물질	100
라. 자연산과 양식산 활어 근육의 품질 및 지질분포	114
(1) 파괴강도	114
(2) 지질분포	120
(3) 활어의 건강도	124

마. 활어의 유통과정 및 가격동향 비교	126
(1) 유통경로	126
(2) 가격동향	128
제 2절 자연산과 양식산 활어의 식품위생학적 안전성 평가	130
1. 서론	130
2. 재료 및 방법	131
3. 결과 및 고찰	151
가. 자연산과 양식산 활어의 <i>Anisakis</i> spp. 분포	151
나. 자연산과 양식산 활어의 항생제 잔류량	156
(1) 어류양식에서의 항생물질 사용실태	156
(2) 테트라사이클린 계열 항생물질 잔류량 모니터링	158
(3) 플로로퀴놀론 계열 항생물질 잔류량 모니터링	163
(4) 옥솔린산 잔류량 모니터링	168
다. 자연산과 양식산 활어의 중금속 함량	170
제 3절 수입산과 국내산 활어의 식품학적 품질평가	175
1. 서론	175
2. 재료 및 방법	176
3. 결과 및 고찰	179
가. 수입산과 국내산 활어의 영양학적 성분	179
(1) 일반성분	179
(2) 무기질함량	187
(3) 콜라겐 함량	191
(4) 지방산 조성	193
나. 수입산과 국내산 활어의 맛 성분	202
(1) 구성아미노산	202
(2) 유리아미노산	207

(3) ATP 관련물질	216
다. 수입산과 국내산 활어 근육의 품질 및 지질분포	226
(1) 파괴강도	226
(2) 지질분포	229
(3) 활어의 건강도	229
라. 활어의 유통과정 및 가격동향	233
(1) 유통경로	233
(2) 가격동향	235
제 4절 수입산과 국내산 활어의 식품위생학적 안전성 평가	237
1. 서론	237
2. 재료 및 방법	237
3. 결과 및 고찰	240
가. 수입산과 국내산 활어의 <i>Anisakis</i> spp. 분포	240
나. 수입산과 국내산 활어의 항생제 잔류량	243
(1) 테트라사이클린 계열 항생물질 잔류량 모니터링	243
(2) 플로로퀴놀론 계열 항생물질 잔류량 모니터링	248
(3) 옥솔린산 잔류량 모니터링	248
다. 수입산과 국내산 활어의 중금속 함량	253
제 4장 목표달성도 및 관련분야의 기여도	258
1. 연구개발 목표의 달성도	258
2. 자체평가	260
3. 관련분야에의 기여도	261
제 5장 연구개발결과의 활용계획	262
제 6장 참고문헌	265

제 1 장 연구개발과제의 개요

인간의 생활은 과학기술의 발전에 힘입어 날로 편리해지고 있는 반면 환경오염과 사회생활의 변화에 따른 스트레스는 인류의 건강을 위협하는 수준에 도달해 있다. 선진국에서는 인간의 생명유지 기간보다 실제로 건강하게 생활을 영위한 기간이 어느 정도인지를 나타내기 위한 지표로서 평균수명 대신에 건강수명이라는 용어를 사용하고 있다. 2000년 6월 세계보건기구(WHO)가 발표한 세계 여러 나라의 건강수명을 보면 세계 191개국 중 일본이 75.4세로 가장 높고 오스트레일리아(73.2세), 프랑스(73.1세) 순이었으며 우리나라는 65세로 51위를 차지하였다. 최고의 장수국가인 일본의 장수비결에는 수산물, 특히 생선회를 즐겨 먹는다고 하는 사실이 들어 있다. 최근에 유럽의 소 광우병, 돼지의 구제역, 조류독감, 농산물의 농약 오염 등의 이유로 육류소비가 급감하고 있는 반면, 악어요리, 타조고기 등 대체요리가 인기를 끌고 있으며 우리나라에서도 수산물의 소비가 증가하고 있다.

최근 우리나라 수산물 수급동향을 보면 국내 소비량은 점차 증가하고 있으나, 생산량은 이전보다 오히려 감소하는 추세에 있다. 1998년 국내소비량은 약 240만톤이었고 생산량은 280만톤이었으며, 1999년에는 각각 270만톤 및 290만톤으로 국내 수요량보다 생산량이 오히려 많았다(Table 1-1). 그러나 2000년 이후 국내 수요량은 생산량을 초과하고 있으며, 2003년의 경우 국내 수요량은 357만톤이었지만 생산량은 248만톤으로 109만톤이 부족한 실정이다. 이렇게 공급 부족량은 수입에 의존함으로써 수입량은 해마다 증가하고 있으며, 수출량은 감소하는 추세에 있다(해양수산부, 2004).

우리나라 국민 1인당 연간 수산물 소비량을 보면 해에 따라 약간의 차이가 있으나 평균하여 약 41kg을 섭취하는 것으로 나타나 있다. 이 중 약 80%는 동물성의 어패류가 차지하고 나머지는 해조류이며(Table 1-2), 어패류 중에서는 어류가 23.4kg/인/년 소비되며, 패류는 10.9kg/인/년 소비되고 있다(보건복지부, 2006).

그리고 우리나라 국민은 1인 1일당 약 43g의 동물성 단백질을 섭취하는 것으로 나타나 있다(Table 1-3). 동물성 단백질 공급량이라는 측면에서 보면 수산물이 38%라는 상당히 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다(보건복지부, 2006).

1990년대 생산기술의 보급으로 많은 양식어가가 해조류에서 어류양식으로 전환하고 생산기반이 확충되면서 활어 생산량은 1990년에 비해 2002년에는 약 18배 가까이 증가하면, 1990년 이후 활어의 수출이 활기를 띠고 있으며, 특히 대량생산기술의 보편화로 인한 생산비 저하로 수출경쟁력을 갖춘 광어의 수출이 큰 폭으로 증가하여 2002년에는 전체 활어수출의 54%를 차지하고 있다. 활어의 수입은 1997년의 수산물 수입자유화를 기점으로 물량이 크게 증가하고 있으며, 특히 국내 생산량이 많지 않은 농어 및 돔의 수입이 크게 증가하였으며(정, 2003), 2004년도 양식 수산물 총생산량은 약 86만 9천톤으로 지난해 총생산량 82만 6천 톤에 비해 5% 정도 증가하였다. 그리고 지난해 3년 간 평균 생산량과 비교해 보면 15% 정도 늘어나 전반적으로

증가세를 지속하였으며, 그 중 양식어류 총생산량은 2004년 약 5만 8천 톤으로 지난해 총생산량 7만 2천 톤에 비해 20% 정도 감소하였다(Table 1-4). 이는 양식어류 전체 생산량 가운데 80% 이상을 차지하고 있는 넙치와 조피볼락의 생산량이 지난해 보다 각각 14, 23% 감소했기 때문이며(한국해양수산개발원, 2004), 양식어업권 감소, 태풍 복구 물량의 상품 크기미달에 따른 출하 지연 현상 영향으로 그 생산량이 급감하였다(장외숙, 2006). 그리고 2004년 기준 총 54,486톤의 활어가 수입되었으며 2003년 대비 물량 면에서 1.4%의 증가를 보이고 있으며 그 중 중국산이 80% 이상이며, 주로 농어, 돔, 민어류 등이 수입되었다(Table 1-5).

이와 같은 생산에 비해 양적인 측면을 보면 1990년 중반 이후 광어, 우럭을 중심으로 소비가 크게 증가하여 1997년 이후 다소 정체 기미를 보이다 최근 증가세를 회복하였으며 어종 확대 수입증대로 인해 소비품목이 다양화되고 있다.

광어는 1990년대 초 대량양식기술의 보급으로 공급량이 증가하면서 소비량도 급증하였으나 IMF 이후 소득의 감소로 소비가 감소내지 정체하다가 2002년에는 증가추세를 보인다. 우럭은 1997년 이후 생산량 급증으로 인한 가격 하락으로 소비량이 급증, 농어, 돔은 수입자유화 여파로 1990년대 중반 이후 소비량이 크게 증가하고 있는 추세이다.

이처럼 최근 동물성 단백질 공급량은 해마다 약간씩 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 축산물의 소비량은 증가하는 추세에 있다. 축산물 소비량의 증가에 따라 어패류의 소비량은 감소할 것으로 예상되지만 실제 어패류 소비량 또한 증가하는 경향을 보이고 있다. 그러나 어획량은 오히려 감소하고 있으며, 현재 중국 등에서 많은 양을 수입하고 있는 실정이다. 어획량의 감소는 세계적인 추세이고, 현재 우리나라의 수입 의존도가 가장 높은 국가인 중국에서는 수산물의 국내소비가 많지 않아 수출량이 많으나, 가까운 장래에 소비가 증가할 가능성이 대단히 높다. 따라서 이러한 경우 우리나라의 수산물 소비에는 큰 영향을 받게 될 것이며, 부족한 공급량은 양식산에 의존할 수밖에 없는 실정으로 양식 생산량의 증가가 예상된다. 현재도 국가 연구기관, 대학, 양식업자 및 관련 연구자들에 의해 자연산 어류의 인공종묘 생산이나 양식기술의 개발에 대하여 상당히 많은 연구가 이루어지고 있어 앞으로 생선회를 제외하더라도 우리나라 사람의 먹거리에서 양식어류가 차지하는 비율은 점차 증대될 것이다. 한편, 이와 같이 양식어류의 생산량은 증가하여 많이 소비되고 있음에도 불구하고, 소비자들은 자연산 어류가 양식산에 비하여 맛과 영양이 월등히 좋을 것이라는 막연한 선입견을 갖고 있을 뿐만 아니라, 양식할 때에 투여되는 항생제 잔류에 대한 염려 등으로, 자연산 어류를 선호하고 있다. 그리고, 양식산에 비하여 훨씬 비싼 가격에 거래되고 있기 때문에 실제 상당부분의 횡감용 어류가 양식산 임에도 불구하고 자연산으로 소비되는 문제를 야기하기도 한다. 그리고 중국 등에서 저가의 수입산 활어가 유통되면서 국내산 양식 활어의 가격 경쟁면에서 설자리를 잃어가고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 생산·소비되는 양식산 활어와 외국에서 수입되는 양식산 활어를 식품 화학적 및 위생안전성 측면에서 비교, 평가하고, 지역별 양식산 어류의 근육을 평가하여 양식산 어류의 소비촉진을 이룰 수 있도록 해야 한다.

Table 1-1. Trend of supply and demand of fisheries product in Korea

(unit : 1,000 ton,, %)

구 분	2000	2001	2002	2003	2003 / 2002	
공 급	생 산	2,514	2,665	2,476	2,483	100.3
	수 입	1,420	1,806	2,226	2,268	101.9
	전년제고	582	510	641	770	120.1
	계	4,516	4,981	5,343	5,521	103.3
수 요	국내소비	2,668	3,260	3,433	3,576	104.2
	수 출	1,338	1,080	1,140	1,202	105.4
	차년이월	510	641	770	743	96.4

Reference : MOMAF

Table 1-2. Consumption amounts of fisheries product(kg/capita/year) in Korea

(unit : kg)

구 분	1999	2000	2001	2002	2003	평균
계	38.3	36.7	42.2	44.7	44.7	41.3
어패류	30.7	30.7	35.6	36.3	38.3	34.3
- (어류)	(19.6)	(20.2)	(25.7)	(25.7)	(25.8)	(23.4)
- (패류)	(11.1)	(10.5)	(9.9)	(10.6)	(12.6)	(10.9)
해조류	7.6	6.1	6.6	8.4	6.4	7.0

한국농촌경제연구원, 식품수급표.

Table 1-3. Mean daily intakes(g) of animal protein by capita

(단위: g/1인/일)

구 분	1999	2000	2001	2002	2003	평균
계	40.8	41.2	44.7	45.9	45.9	43.7
축산물	25.5	26.2	27.2	28.1	27.4	26.9
어패류	15.3	14.9	17.4	17.8	18.5	16.8
(점유율, %)	(37.5)	(36.2)	(38.9)	(38.8)	(40.3)	(38.3)

한국농촌경제연구원, 식품수급표.

Table 1-4. The quantity cultured fish by year in Korea

(단위 : 톤)

구분	2001년	2002년	2003년	2004년	전년비 증감률	과거3년 평균대비 증감률
양식 수산물 총생산량	655,827	781,519	826,245	868,752	5.1%△	15.1%
양식어류 총생산량	29,297	48,072	72,393	58,321	20%▽	

주 : 2004년도 생산량은 11월과 12월 생산량을 추정하여 10월까지의 실적치를 합한 것임.

자료 : 해양수산부, 어업생산통계시스템.

자료인용 : 월간 해양수산 통권 제 243호. 「2004년 수산물 생산, 수출입 동향과 시사점」

Table 1-5. Import of fisheries product by major species

(단위 : 톤)

구분	2001		2002		2003		2003 / 2002	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액
계	1,056,252	1,648,372	1,186,400	1,884,417	1,238,603	1,961,145	104.4	104.1
활어	43,854	132,325	50,606	152,662	53,696	159,029	106.1	104.2
농어	3,679	20,634	4,639	19,177	7,094	25,607	152.9	133.5
돔류	2,594	14,855	3,185	17,975	3,247	18,598	101.9	103.5
민어류	5,831	18,999	5,482	10,954	5,722	12,353	104.4	112.8
노래미	927	4,161	1,933	10,346	1,980	11,745	102.4	113.5
블락	341	1,227	690	2,402	933	3,576	135.2	148.9
능성어	13	224	165	2,456	135	2,161	81.8	88.0
망어	262	1,042	232	957	109	694	47.0	72.5
넙치	292	1,214	985	3,676	914	3,275	92.8	89.1
복어	22	175	50	302	185	1,501	370.0	497.0
숭어	-	-	-	-	-	-	-	-
뱀장어	5,493	27,844	5,017	28,042	3,881	20,035	77.4	71.4
떡장어	582	3,581	756	5,183	627	4,175	82.9	80.6
붕장어	21	115	13	61	31	163	238.5	267.2
기타	20,620	38,254	27,369	51,131	28,838	55,146	105.4	107.9

자료 : 해양수산부, 수산물수출입통계연보 2003

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 기술 개발 현황

가. 국내 연구에서 일부 연구되어져 있으나 자료로 활용하기는 대단히 미흡하다

본 연구는 우리나라에서 횡감으로 소비되는 자연산과 양식산 어류의 품질 및 안전성 비교에 관한 내용으로 본 과제에서 개발하고자 하는 활어의 품질 및 안전성 평가는 일부 대학에서 자연산과 양식산 활어 화학성분을 분석한 예는 있으나, 이것은 단순히 성분 비교차원에서 수행되었을 뿐이며, 국립수산물품질관리원에서 김태진 박사가 자연산과 양식산 넙치의 근육단백질에 관한 연구로 근육품질을 평가한 적은 있다. 그리고, 국내에서 활어의 위생적 안전성에 대한 연구는 없을 뿐만 아니라 품질 및 안전성의 평가라는 차원에서는 전혀 고려조차 하지 않고 있다.

나. 국외에서는 일본에서 어느 정도 수행되었으나 식품학적인 품질평가와 위생안전성에 대해서는 검토가 이루어져 있지 않다

외국에서는 많지는 않지만 자연산과 양식산 어류에 대한 영양학적 구성성분 분석을 위한 연구가 수행되었다. 양식산 활어는 자연산에 비하여 육질이 연약하고 향미가 떨어진다고 알려져 있으나(Hatae et al., 1989; Aoki et al., 1991), 양식어의 식품학적 품질뿐만 아니라 위생적 안전성에 대한 연구는 체계적으로 많이 행해지지 않았다. 일본에서는 양식산 활어에 있어서의 영양학적 성분을 자연산과 비교한 연구는 어느 정도 수행되었으나(Hirano et al., 1983; Nakagawa et al., 1991; Ozawa et al., 1993; Aoki et al., 1991, 1994; Ohshima et al., 1982, 1983; Data et al., 1988; Morishita et al., 1987, 1989; Saeki et al., 1984; Sato et al., 1986) 이것은 양식 측면에서 다루어져 품질 평가 및 안전성에 대한 검토는 이루어지지 않았다. 일본을 제외한 외국에서는 메기, 무지개송어, 연어, 산천어 등에 대하여 자연산과 양식산에 대한 영양성분의 조사가 이루어졌으나, 대부분이 담수산 어류에 대해서 행해져 우리의 현실과 많은 차이가 있다. 그리고, 우리나라와 일본을 제외하면, 세계적으로 생선횡감으로 소비하기 위한 해산어류의 양식은 별로 이루어지지 않는다. 또한 자연산을 횡감으로 소비하지 않을 뿐만 아니라 횡감으로 소비하기 위하여 활어를 수입하고 있지 않기 때문에, 수입산 활어에 대한 품질 및 안전성 평가에 대한 자료는 거의 없으며, 특히 우리가 많이 소비하는 중국산에 대해서 품질뿐만 아니라 안전성에 대한 정확한 평가가 이루어져야 한다.

2. 기술개발의 타당성 및 전망

가. 기술개발의 타당성

생선회는 역사적으로 중국, 일본 및 한국에서 형성된 독특한 식문화이므로 어패류를 낚 것으로 먹지 않는 세계 여러 나라에서 품질을 비교하는 기술을 도입하기는 상당히 어려울 것이다. 그리고 생선회 문화가 발달한 일본은 자연산 어류가 아닌 양식산을 선호하므로, 어류의 맛, 영양성분, 물리화학적 특성에 의하여 비교, 분석하지는 않고 있다. 미국이나 유럽에서는 우리가 해산어류를 많이 양식하는 반면에 그들은 내수면 어류에 대한 양식기술이 발달되어 있고, 또한 바다에서 어획한 자연산을 낚 것으로 소비하지 않기 때문에 우리나라처럼 문제가 되지 않는다. 한편, 생선회로 대표되는 일본은 우리나라와 식문화의 차이가 대단히 크다. 즉, 우리 국민들은 생선회를 먹을 때에 근육의 단단함(씹힘성)에 중점을 두고 먹는 활어회(活魚鱠) 문화이면서 씹힘성을 중시하는 반면에, 일본은 씹힘성 보다는 혀로 느끼는 미각에 중점을 두는 선어회(鮮魚鱠) 문화, 즉 미각의 문화이므로, 일본에서 사용하고 있는 미각에 중점을 두는 연구와 관련 기술을 도입하더라도 우리나라에는 적합하지 않기 때문에, 본 연구에서 활어의 식품화학적, 위생학적 안전성은 독자적으로 개발하지 않으면 안된다.

나. 앞으로 전망

(1) 과도한 자연산 활어의 선호도는 사회, 경제적 및 산업성 등 여러 가지 측면에서 문제점을 갖고 있으므로 개선되어질 것이다.

- 자연산 활어는 양식산에 비하여 수배 높은 가격으로 거래되고 있다.
- 양식산 활어의 품질 및 안전성이 정확하게 입증되지 않고 있다.
- 생선회감으로 소비되는 활어의 유통질서가 제대로 자리잡지 못하고 있다.
- 양식산 활어의 소비촉진이 별로 나아지지 않고 있다.
- 건강기능성 식품인 생선회의 소비량이 늘어날 것이다.

(2) 저가의 수입산 활어에 대한 경쟁력 확보를 통하여 국내 양식산 활어의 소비촉진이 이루어 질 것이다.

- 저가의 중국산에 대한 품질과 위생적 안전성은 우리 국민의 보건증진을 위협한다.
- 현재, 국내 활어 유통의 약 40%를 차지하고 있는 수입산으로 우리의 활어 시장이 위협 받고 있다.
- 국내 양식산 활어와 수입산에 대한 품질비교 및 위생안전성에 대한 체계적인 연구를 통하여 국내산 활어의 비교 우위를 확보함으로써 소비촉진을 유발할 수 있다.

제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과

제 1절 자연산과 양식산 활어의 식품학적 품질평가

1. 서론

1999년 1월 한·일 어업협정과 2001년 6월 한·중 어업협정 발효를 계기로 국내 수산업은 어획 부진과 외국산 수산물 유입 등 구조적으로 큰 변화를 맞이하게 되었다. 이에 따라 해양수산부는 99년 10월 '21세기 기르는 어업 중장기 발전계획'을 마련하고, 오는 2011년까지 2조1천7백억원의 예산을 투입해 양식어업 생산량을 1백50만톤으로 늘린다는 방침아래 기르는 어업의 확대에 역량을 집중하게 됐다.

특히 해양수산부는 육상수조식 3만평, 해상가두리식 10ha의 어패류양식장을 조성키로 하고, 국고 30%, 지방비 30%, 융자 30%, 자담 10%의 조건으로 지원을 실시, 양식 산업 육성에 나섰다. 이를 통해 당시 3만7천톤이던 양식어류 생산량을 2000년 9만톤, 2002년 10만2천톤으로 늘려나가며, 중장기 발전계획이 끝나는 2015년에는 15만톤까지 생산하는 것을 목표로 삼았다.

하지만 이 같은 청사진이 나온지 불과 얼마 지나지 않아 국내 유통시장의 변화로 지난 2002년 해산어류양식업계의 파동 당시 출하되지 못하고 적체된 양식어류만 11만3천톤에 달하는 것으로 집계돼 어류양식업은 큰 위기를 맞는 결과를 낳았다.

더구나 업계 사정과 함께 외국산 활어의 반입량도 98년 당시 8천톤이던 것이 2000년 4만4천톤, 2002년 4만4천톤, 2003년 5만1천톤으로 급격히 늘어나 국내산 양식어류의 가격하락 요인으로 작용하는 등 어류양식 산업은 위기를 맞이하게 되었다.

이에 대해 유통 관계자들은 기르는 어업 정책이 국제 정세를 제대로 감안하지 못한 채, 오로지 생산하는 데만 치중한 나머지 소비를 감안한 유통의 부재가 낳은 결과로 비난하였다.

그러나 이 같은 어류양식은 지난 2002년부터 재기의 불씨를 다시 지피는 기회가 도래했다. 새천년에 접어들어 서구 유럽을 중심으로 퍼져나가기 시작한 웰빙 열풍이 국내에도 본격 도입돼 안락하고 건강한 생활을 추구하는 새로운 라이프스타일이 등장하면서 수산식품이 주목받기 시작했다.

육고기 대신 생선과 유기농 식품을 먹고, 화학조미료와 탄산음료를 먹지 않으며, 값비싼 레스토랑 식사 대신 가정에서 만든 음식을 선호하는 문화가 조성되기 시작했다. 이에 따라 지난 2003년 건강기능성 식품시장이 3조4천억원대로 전년보다 13%나 성장하는 등 빠른 변화가 일어났고, 또 축산물에서 조류독감, 광우병, 돼지콜레라 등의 문제가 국제적으로 확산되면서 수산식품은 안전·천연 건강식품의 대안으로 부상하게 됐다.

그러므로 안전·천연·건강식품의 대안으로 부상하고 있는 생선회의 소비를 더욱 촉진시키기 위하여 본 절에서는 자연산과 양식산 활어 근육 중 일반성분, 무기질, 지방산 등의 영양성분을 비교 조사하였으며, 구성, 유리아미노산과 ATP 관련물질 및 육질의 단단함 등의 맛성분을 비교 조사하여 자연산과 양식산 활어의 식품학적 품질을 비교 조사하였다.

2. 재료 및 방법

가. 활어의 식품학적 품질 평가 조사

(1) 실험재료

자연산과 양식산 활어의 식품위생학적 품질 평가를 위하여 국내 유통되고 있는 횡감용 활어 중 대표적인 어종인 넙치, 조피볼락, 참돔, 돌돔, 농어, 방어, 송어, 전어 및 연체류인 오징어 등 총 9종의 자연산 및 양식산 활어를 동해(포항), 서해(군산), 남해(통영)에서 구입하였으며 (Fig. 3-1-1), 시료어의 평균 체장과 평균 체중은 Table 3-1-1, 3-1-2, 3-1-3, 3-1-4에 나타내었다. 이때, 우리나라 양식어류는 대부분 남해안에서 생산되므로, 본 실험에 사용된 대부분의 시료(6종)는 남해(통영)에서 구입하였으며, 양식산과 자연산을 비교 평가하기 위하여 동 지역의 자연산 시료를 구입하여 실험에 사용하였다.

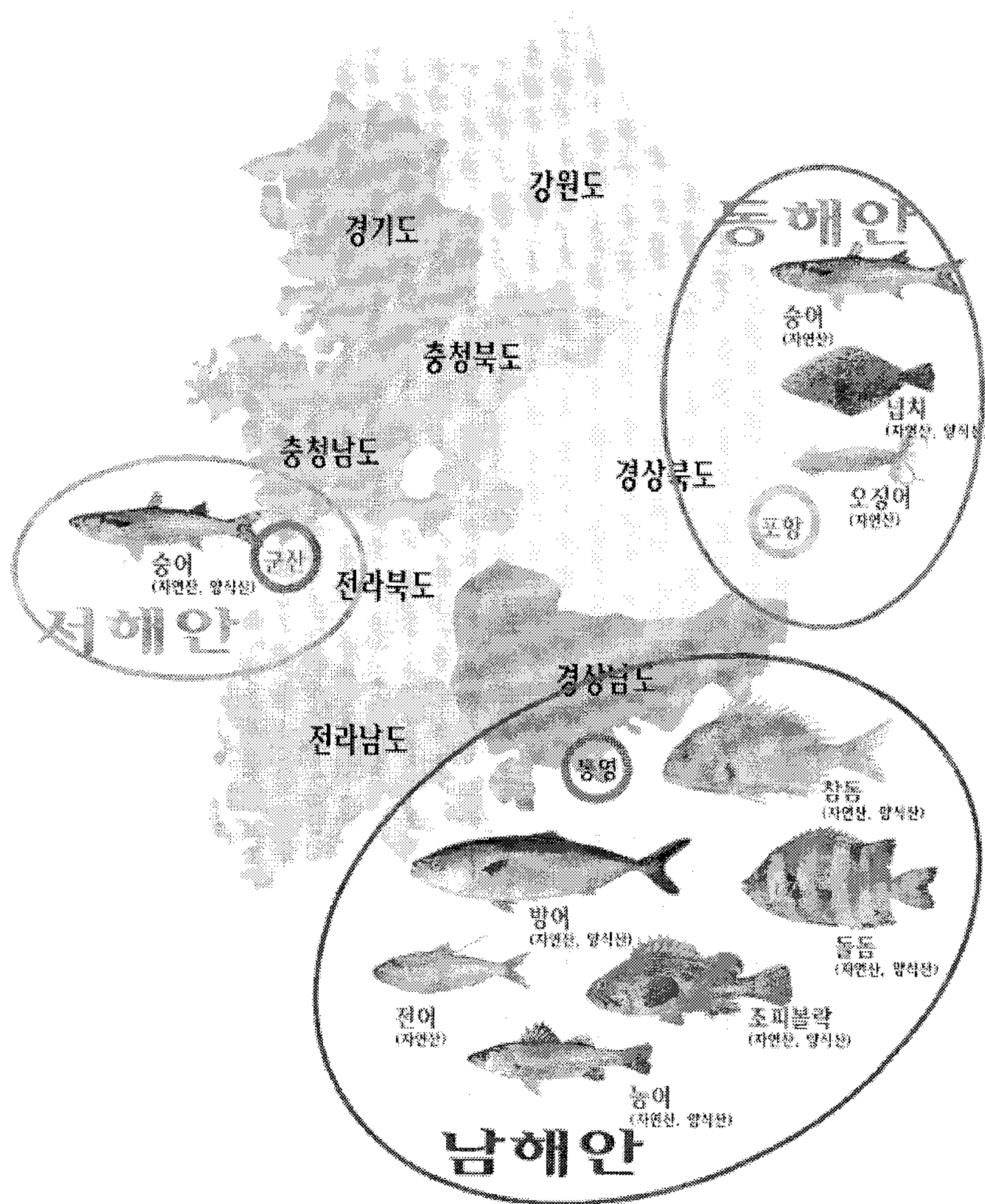


Fig. 3-1-1. Sampling location of wild and cultured fishes (2004. 8~2005. 8).

Table 3-1-1. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in spring (2005. 4-2005. 7)

Region	Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
South sea	Sea bass	wild	865.04±106.07	41.0±1.41	3
		cultured	1,490.05±98.99	52.0±2.83	3
	Rock bream	wild	1,020.00±28.28	31.5±0.71	3
		cultured	760.00±20.05	27.5±0.71	3
	Yellowtail	wild	1,050±70.71	37.5±2.12	3
		cultured	1,124±65.24	37.5±3.25	3
	Gizzard shad	wild	100±20.1	19.0±5.12	3
	Rock fish	wild	960±169.71	34.5±0.71	3
		cultured	400±0.00	24.0±0.71	3
	Red seabream	wild	890±42.43	30.5±0.71	3
cultured		1420±84.85	36.25±1.06	3	
East sea	Olive flounder	wild	730±14.14	34.5±0.7	3
		cultured	980.50±20.52	345.5±1.2	3
	Squid	wild	120±0	30.5±0.71	3
West sea	Gray mullet	wild	830±98.99	38.5±0.71	3
		cultured	450±70.71	31±0	3

Table 3-1-2. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in summer (2005. 8-2005.10)

Region	Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
South sea	Sea bass	wild	690±70.71	35±0	3
		cultured	950±70.71	39.5±0.71	3
	Rock bream	wild	1,010±28.28	31.5±0.71	3
		cultured	680±56.57	27±2.83	3
	Yellowtail	wild	450±155.56	29±4.24	3
		cultured	1,340±84.85	44±0	3
	Gizzard shad	wild	60±0	15±0	3
	Rock fish	wild	900±70.71	32±1.41	3
		cultured	720±84.85	29.5±0.71	3
	Red seabream	wild	870±14.14	30.5±0.71	3
cultured		1,050±70.71	32.5±0.71	3	
East sea	Olive flounder	wild	930±42.43	40±0	3
		cultured	980.50±20.52	345.5±1.2	3
	Squid	wild	310±14.14	45.5(body:23.2)	3
West sea	Gray mullet	wild	820±58.75	38.5±0.71	3
		cultured	550±70.71	31±0	3

Table 3-1-3. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in fall (2004.10-2004.12)

Region	Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
South sea	Sea bass	wild	1033.33±471.73	48.83±7.97	3
		cultured	1121.67±67.88	48.5±0.87	3
	Rock bream	wild	420±20	24.67±1.76	3
		cultured	230±17.32	20.5±1.5	3
	Yellowtail	wild	883.33±247.05	40.83±3.75	3
		cultured	853.33±46.19	43.33±1.53	3
	Gizzard shad	wild	103.1±20.8	22.0±0.9	3
	Rock fish	wild	933.33±115.47	39.67±1.53	3
		cultured	660±103.92	34.33±0.58	3
	Red seabream	wild	873.33±152.75	41.00±3.00	3
cultured		1021.67±120.03	38.67±1.53	3	
East sea	Olive flounder	wild	1,180±105.83	45.33±1.53	3
		cultured	980.50±20.52	345.5±1.2	3
	Squid	wild	350	40(body:24)	3
West sea	Gray mullet	wild	966.67±80.83	47.17±0.76	3
		cultured	476.67±49.33	35.17±0.76	3

Table 3-1-4. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in winter (2005. 1-2005. 3)

Region	Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
South sea	Sea bass	wild	786.67±23.09	45±1.00	3
		cultured	970±212.83	46±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
	Gizzard shad	wild	86.67±5.77	21.17±1.04	3
	Rock fish	wild	900±17.00	39.17±0.76	3
		cultured	1036.67±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	
East sea	Olive flounder	wild	1,180±105.83	45.33±1.53	3
		cultured	1,386.67±180.37	30.67±26.58	3
	Squid	wild	252.3±3.5	37.7±0.3	3
West sea	Gray mullet	wild	673.33±46.19	41.33±1.15	3
		cultured	476.67±49.33	35.17±0.76	3

(2) 일반성분 조성 조사

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

(3) 활어의 비만도 계산

조사대상인 활어에 대한 비만도는 아래의 식을 통하여 계산하였다.

$$\text{Condition factor, CF} = \text{body weight(g)} \times 100 / (\text{total length(cm)})^3$$

(4) 지방산 조성

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 0.5~2.0 mL를 취하여 2 mL의 benzene에 녹이고, 여기에 14 % BF₃-methanol 2 mL를 가하여 80°C의 항온수조에서 30분간 가열하여 methylation 시켰다. 지방산의 methyl ester를 분액깔때기에 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.

(5) 무기질 함량 및 조성

무기질은 근육을 세절하여 일정량 취하고 마쇄한 시료 육 3g을 칭량하여 전기분해장치에 넣고 HNO₃ 30 mL를 가하여 맑은 암적색이 나타날 때까지 산 분해하였다. 산 분해 후 분해액을 여과하여 증류수로써 100 mL로 정용하여 무기질 측정용액으로 한다. 분석은 Inductively Coupled Plasma Spectrometer (HITACHI, P-401)를 이용하여 각 표준물질로서 검량선을 작성한 후 정량하였다.

(6) 콜라겐 함량

콜라겐은 Bergman and Loxley (1963)의 방법에 따라 측정하였다. 활어를 치사시켜 등쪽 근육을 0.3 g씩 cap tube에 취하고 6 N-HCl 10 mL를 넣고 뚜껑을 닫고 110°C에서 24시간 가수 분해하였다. 가수분해 된 시료는 염산을 제거하기 위해 감압건조 시킨 후, 탈이온수로 10 mL로 정용하였다. 시료액을 0.3 mL씩 취하여 0.6 mL의 isopropanol과 교반한 후 산화용액(7% chloramine T : Acetate-Citrate buffer=1 : 4)을 0.3 mL 가하고 5분 동안 상온에서 방치 후 Ehrlich 시약(0.67% p-dimethylaminobez aldehyde, 60% perchloric acid : isopropanol = 3 : 13)을 4 mL 가하고 58°C에서 25분간 반응시킨 후, 558 nm에서 30분 이내에 hydroxyproline을

정량하여 콜라겐 환산계수 9.75를 곱하여 구하였다(Fig. 3-1-2).

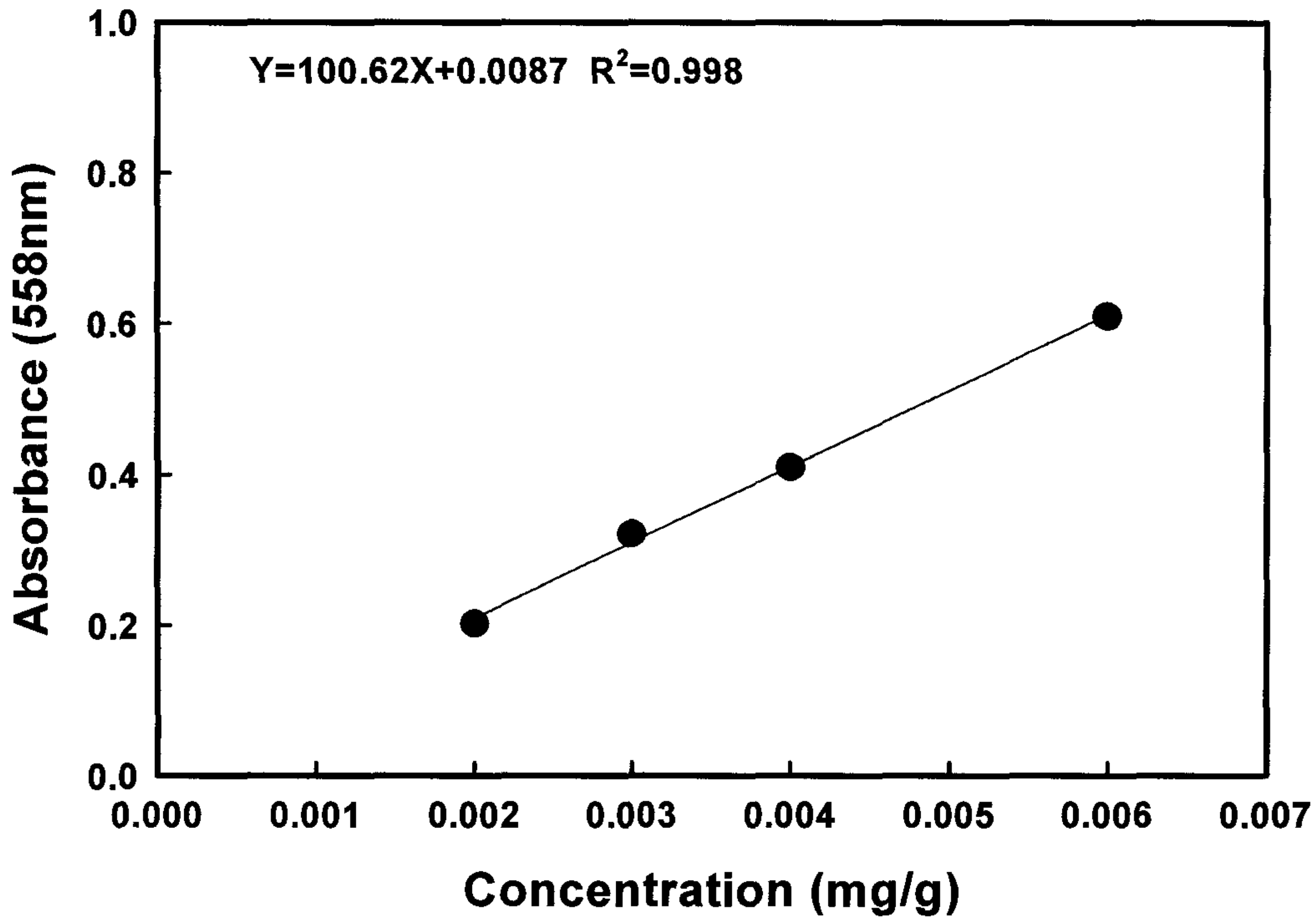


Fig. 3-1-2. Standard curve for the determination of hydroxyproline by Bergman and Loxley method.

(7) 총 아미노산 및 필수아미노산 함량

총 아미노산은 활어의 근육을 일정량 취하여 세절하고, 시료 150 mg을 6N-HCl로써 110°C의 sand bath에서 24시간 가수분해하였다. 시료용액을 감압 건조 시킨 후, pH 2.2의 구연산 완충액으로 50 mL로 정용하여 0.22 µm membrane filter로 여과하여 아미노산 분석용 시료로 사용하였다. 총 아미노산 및 필수아미노산의 함량은 아미노산 분석기(Hitachi 835)로서 분석하였다.

(8) 유리아미노산 조성 및 함량

어육 5 g을 정확하게 취한 후 75% ethanol를 25 mL를 넣고 6시간 교반하여 준 다음 원심 분리 (3,000×g, 15 min)하여 상층액을 취하였다. 이 때, 상층액의 색이 무색이 될 때까지 75%

ethanol을 첨가하여 원심분리하였다. 이 상층액에서 ethanol을 완전히 제거시키기 위해 감압 농축 후 탈이온수로 정용하고, 5 mL을 취하여 5'-sulfosalicylic acid 250 mg을 넣고 잘 혼합하여 균질화시켜 제단백시킨 후 원심분리 (3,000×g, 15 min)하여 얻은 상층액을 0.20 μm membrane filter로 여과한 다음 lithium citrate buffer (pH 2.2)로 일정량 희석하여 아미노산 자동분석기 (Sykam Amino acid analyzer S433)로 분석하였다.

(9) ATP 관련물질 함량

핵산 관련물질 함량은 Iwamoto et al. (1987)의 방법에 따라 추출하여, 추출한 핵산관련물질은 0.20 μm membrane filter로 여과한 후 탈기하여 HPLC에 20 μl를 주입하였다. HPLC는 waters사의 controller 600, TM-600 intelligent pump, dual λ absorbance detector 2487, column oven 410 및 differential refractometer을 사용하였으며 column은 μ-bondapack C₁₈ (3.9×300 mm)의 역상분배 column (Waters model 91822, Ireland)을 사용하였다. 이동상 용액은 2% triethylamine-phosphoric acid 완충용액 (pH 7.0)을 사용하였고 유속은 0.8 mL/min, column 온도는 40°C, 검출파장은 254 nm, 분석시간은 30분 그리고 peak 면적은 auto chromatography data system을 통해 적분하여 계산한 후 각각의 함량을 구하였다.

(10) 육질의 단단함

Ando et al.(1991)의 방법에 따라 어육을 밀면이 평행하게 필렛하여 10×10×10mm³의 크기로 정사각형의 칼집을 위에서 찍은 후에, 칼집위로 돌출된 부분을 잘라내고 육의 두께를 10mm로 균일하게 하여 측정시료로 사용하였다. 파괴강도 값은 직경 8mm cylinder plunger를 사용하여, 속도 60mm/min때의 최고 값을 측정하도록 하였으며, 실험결과는 한 시료 당 3~5회 측정하여 평균±표준편차(mean±S.D.)로 나타내었다.

(11) Adenylate energetic charge(AEC)

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

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

(12) 지방의 분포도

활어를 즉살시킨 후 즉시 등육의 일정부위를 1cm정도 잘라내 원료로 하였다. 육을 가로×세로×두께 가 약 4 mm×4 mm×2 mm 가 되도록 절단하여, 절단된 육을 -25°C이하로 설정된 동결 절편기에 자른 육을 O.C.T compound로 감싸서 급속 동결 시킨 후 8 μm~10 μm의 두께로 잘라 미리 준비한 동결절편슬라이드에 부착하여 동결절편을 제조하였다. 동결절편 슬라이드를 증류수에 10초 동안 함수, 100% Propylene glycol에 10분간 처리하여 완전탈수, 60°C에 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.

나. 활어의 유통실태 조사

(1) 기술정보 수집

참여연구원인 부경대학교 조영제 교수가 운영하고 있는 부경대학교 평생교육원은 2000년 9월부터 개설하여 운영하고 있는 생선회전문과정의 11기까지의 340여명의 졸업생들이 있으며, 이들은 생선회 및 일식집 경영 경력이 20~30년 되는 전문가들로, 이들 전문가들과 정보교환으로 정보를 수집하고, 이런 정보를 바탕으로 국내에서 유통되고 있는 활어의 도매시장을 직접 방문하여 어획→양육→경매→수송→보관→판매→소비의 각 유통단계를 비교·조사하고 정보를 수집하였다.

(2) 전문가를 통한 자료 수집

부경대학교의 초빙교수로 재임하고 있는 박희열 교수는 전직 국립수산물품질검사원장을 재임하였으며, 국내 및 국외로부터 유통되는 수산물에 대한 유통에 대한 자문과 선임연구원으로 참여하는 김태진 박사는 국립수산물과학원에 재임하면서 생선회관련 연구로 석·박사학위를 취득하였으므로, 전문가를 통하여 활어 유통에 관한 자문과 협조를 구하였다.

(3) 타 기관과의 협조방안

국립수산물품질검사원 및 부산공동어시장 관련 전문가들과 협조하여 활어 유통의 현황을 파악하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 자연산과 양식산 활어의 생물학적 특성

본 연구의 최초 계획서에서는 각종 활어를 구입하여 제철과 비제철에 동, 서, 남해안에서 어획 그리고 양식되는 생선횫감용 활어를 구입하여 조사하도록 계획이 수립되어 있었다. 그러나 국립수산물과학원 보고에 의하면 동, 서, 남해안에서 양식 또는 어획되는 동일 어종에서는 영양성분의 차이가 거의 없다고 보고하고 있다(국립수산물과학원, 2004). 그러므로 본 연구에서는 협동연구기관인 국립수산물과학원 식품위생팀과 협의를 통하여 동일 어종에 대한 지역적인 성분 조성의 차이를 살핀 것이 아니라 동, 서, 남해안에서 주로 어획 또는 양식되는 대표 어종을 선별하여 계절에 따른 영양성분 및 기타 성분을 분석하여 식품학적 품질을 평가하고, 아울러 식품 위생학적 안전성을 조사하고자 하였다.

그러므로 남해안에 주로 어획 또는 양식되는 어종인 농어, 돌돔, 방어, 전어, 조피볼락, 참돔을 자연산과 양식산을 구입하여 식품학적 특성과 위생학적 안전성을 조사하였으며, 동해안에서는 자연산과 양식산 넙치를 구입하여, 서해안에서는 송어를 대상으로 식품학적 특성을 비교 조사하였다.

이와 같이 수집된 자연산과 양식산 활어의 생물학적 특성인 비만도는 Tabel 3-1-5와 같으며 어종과 시기에 따라 비만도가 차이는 있으나 양식산 활어가 자연산 활어보다 비만도가 크며 이는 먹이의 질과 양 그리고 운동량의 차이에 기인한 것으로 판단된다.

나. 자연산과 양식산 활어의 영양학적 성분

(1) 일반성분

(가) 농어

남해안에서 대표적으로 어획 또는 양식되고 있는 농어의 일반성분을 계절별에 따른 조사 결과를 Table 3-1-6에 나타내었다.

봄철(2005.04~2005.07)에 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, 꼬리 육에서 다소 차이가 있었으나 그 함량은 1.0~2.4%이며, 양식산은 4.8~6.3%로 보고되었다. 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.

여름철(2005.08~2005.10)에 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.

가을철(2004.10~2004.12)에 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.

겨울철(2005.01~2005.03)에 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 지질함

량은 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 지방함량이 높고 수분 함량이 낮다고 보고하고 있으며, 박(2000)이 보고한 양식 및 자연산 넙치의 함질소 엑스성분 비교에서 어떤 어종에서나 공통적으로 지방 함량이 높고 수분 함량이 낮다고 보고하였다. 그러나 본 결과에서는 자연산과 양식산 간의 지질 함량은 유의적인 차이를 나타내지 못하고 있다. 또한 지질 함량이 높은 시기에는 수분 함량이 낮은 경향은 박(2000)의 보고와 유사하였다.

계절별 자연산과 양식산 사이의 성분차이는 미미하였으나, 조사시기별로는 조지방함량이 가장 큰 차이를 나타내고 있었다(Fig. 3-1-3~Fig. 3-1-6).

수분 함량은 봄철에 가장 높았으며, 겨울철에 가장 낮은 함량을 나타내었으며(Fig. 3-1-3), 지방 함량은 계절별로 증가하는 추세를 나타내어 수분 함량이 가장 높은 봄철에 지방 함량은 가장 낮았으며, 수분함량이 가장 낮은 겨울철에 조지방 함량은 높은 경향을 나타내었다(Fig. 3-1-4). 단백질과 회분은 계절별로 유의적인 차이를 나타내지 못하였다(Fig. 3-1-5, Fig. 3-1-6).

Table 3-1-5. Seasonal variations of condition factor on wild and cultured live fishes

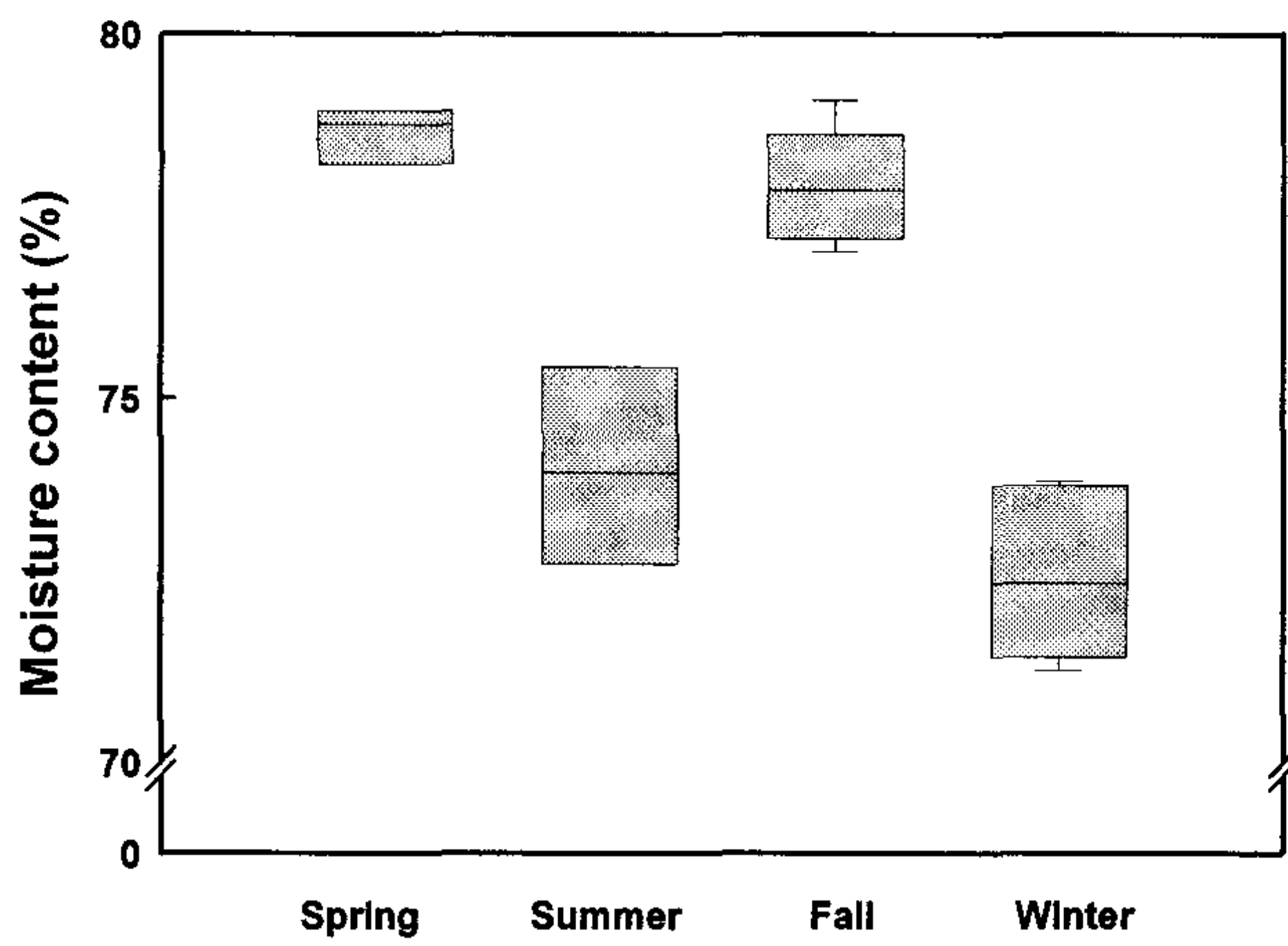
Region	Species	Spring		Summer		Fall		Winter	
		wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
	Sea bass	1.00~1.14 (1.07±0.07)	1.23~1.27 (1.25±0.02)	1.49~1.73 (1.61±0.16)	1.52~1.56 (1.54±0.03)	0.81~0.87 (0.84±0.03)	0.92~1.02 (0.97±0.05)	0.82~0.89 (0.86±0.04)	0.92~1.02 (0.98±0.05)
	Rock bream	3.17~3.36 (3.27±0.10)	3.46~3.86 (3.66±0.20)	2.44~4.06 (3.25±0.81)	2.95~4.10 (3.52±0.81)	2.36~3.45 (2.89±0.55)	2.25~3.50 (2.83±0.63)	1.64~1.78 (1.71±0.07)	1.88~2.50 (2.16±0.32)
South sea	Yellowtail	1.50~2.20 (1.85±0.35)	1.85~2.14 (2.00±0.15)	1.49~1.73 (1.61±0.16)	1.50~1.64 (1.57±0.10)	1.22~1.34 (1.28±0.06)	0.88~1.19 (1.04±0.16)	0.94~1.13 (1.04±0.10)	1.19~2.28 (1.68±0.55)
	Rockfish	2.14~2.52 (2.33±0.19)	2.56~2.89 (2.73±0.17)	2.64~2.85 (2.75±0.15)	2.71~2.89 (2.80±0.13)	1.45~1.56 (1.50±0.06)	1.53~1.81 (1.65±0.14)	1.33~1.65 (1.49±0.16)	1.42~1.72 (1.58±0.15)
	Red seabream	2.89~3.41 (3.15±0.26)	2.92~3.04 (2.98±0.06)	2.95~3.19 (3.07±0.16)	3.05~3.06 (3.06±0.01)	1.07~1.53 (1.29±0.23)	1.72~1.78 (1.75±0.03)	1.25~1.38 (1.31±0.07)	1.64~1.98 (1.80±0.17)
East sea	Olive flounder	1.60~1.90 (1.75±0.15)	1.73~1.83 (1.78±0.05)	1.30~1.40 (1.35±0.05)	1.41~1.50 (1.45±0.07)	1.20~1.22 (1.21±0.01)	1.25~1.29 (1.27±0.02)	1.28~1.42 (1.35±0.07)	1.32~1.50 (1.40±0.09)
West sea	Gray mullet	1.39~1.52 (1.45±0.07)	1.34~1.68 (1.51±0.17)	1.31~1.39 (1.35±0.04)	1.34~1.48 (1.41±0.07)	0.85~0.98 (0.92±0.07)	1.02~1.17 (1.10±0.08)	0.87~0.93 (0.90±0.03)	0.95~0.97 (0.96±0.01)

Table 3-1-6. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured sea bass (*Lateolabrax japonicus*)

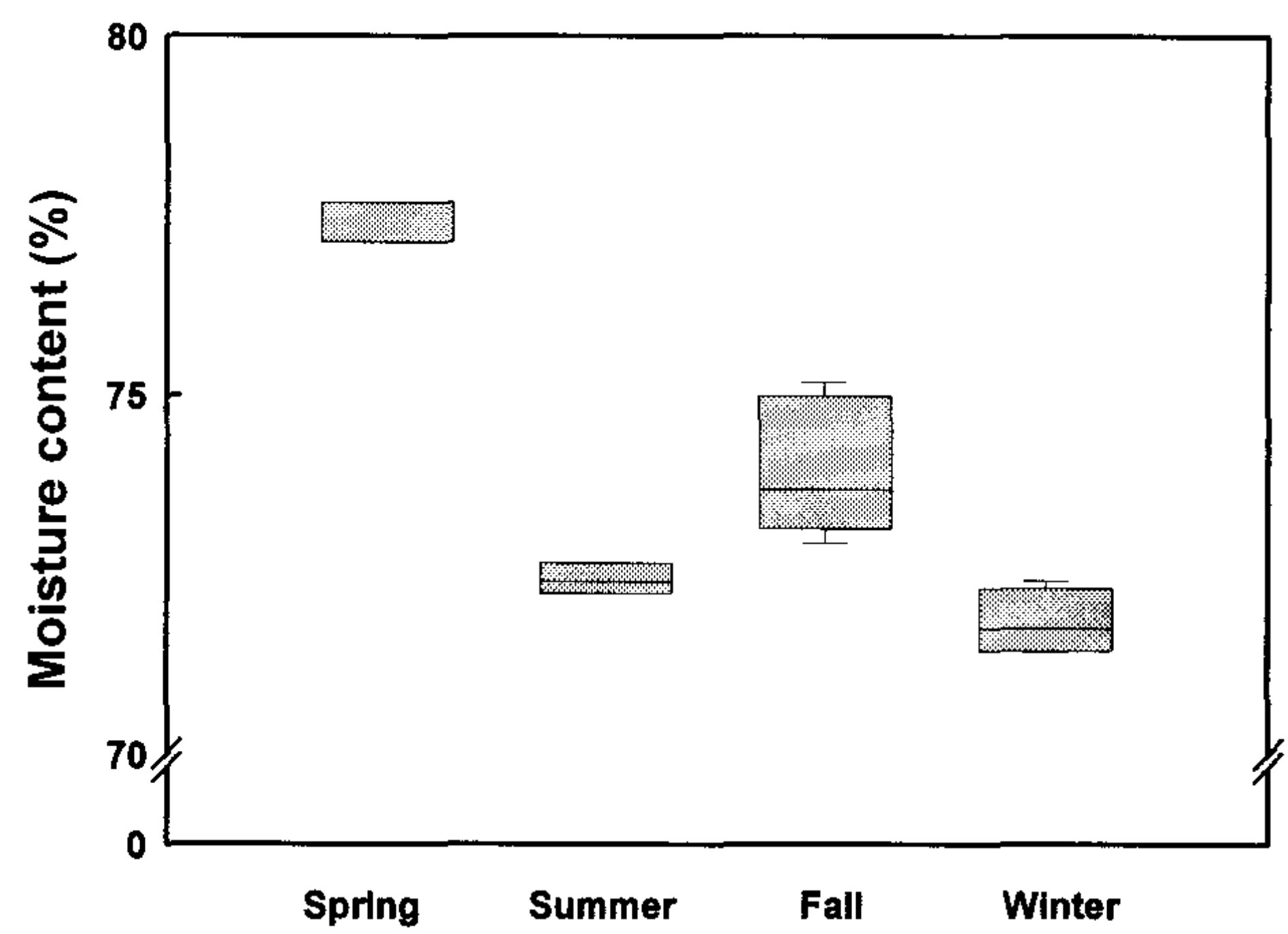
(unit : %)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
Spring (05.04-05.07)	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
Summer (05.08-05.10)	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
Fall (04.10-04.12)	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
Winter (05.01-05.03)	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.

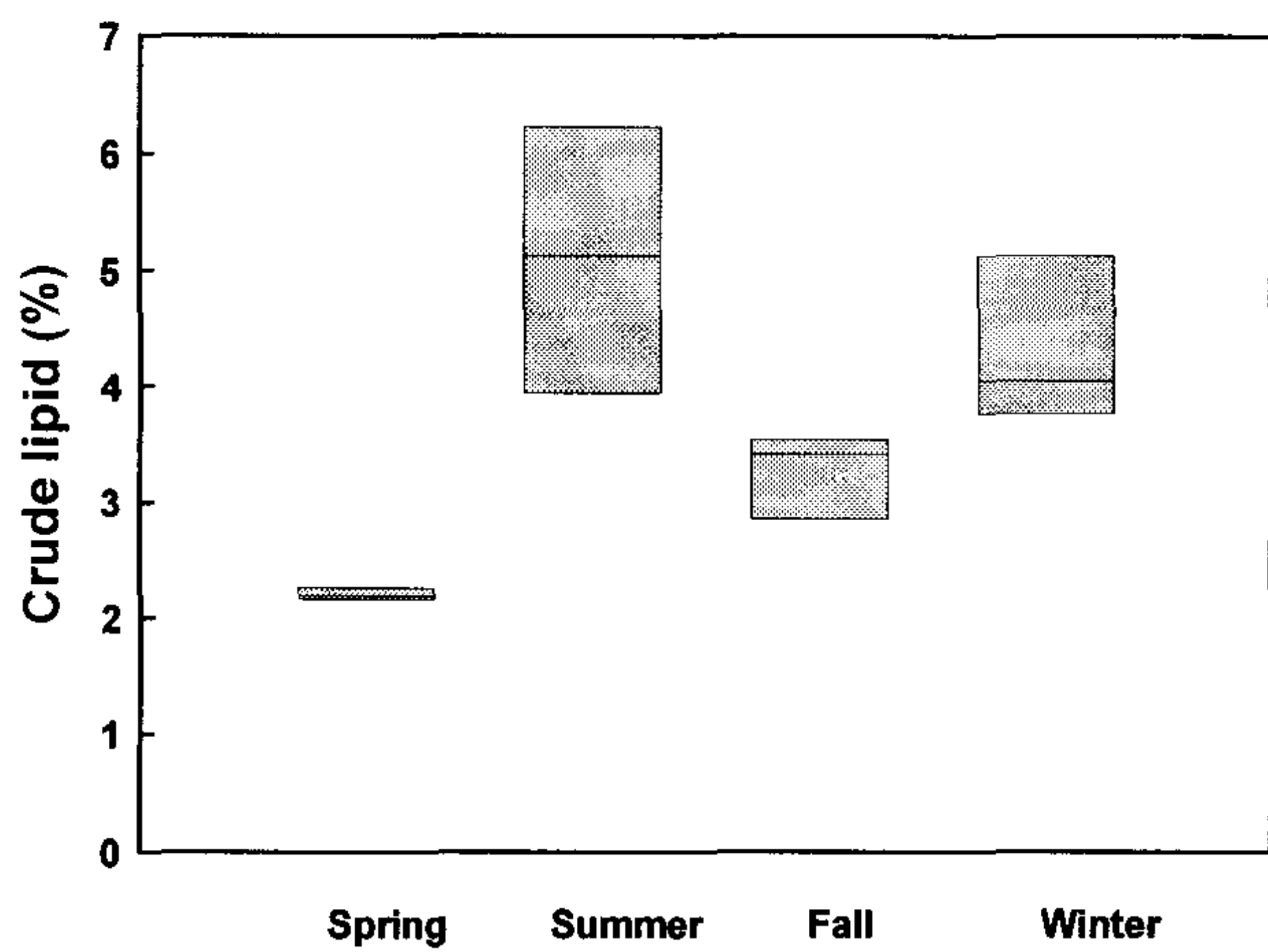


(a) wild

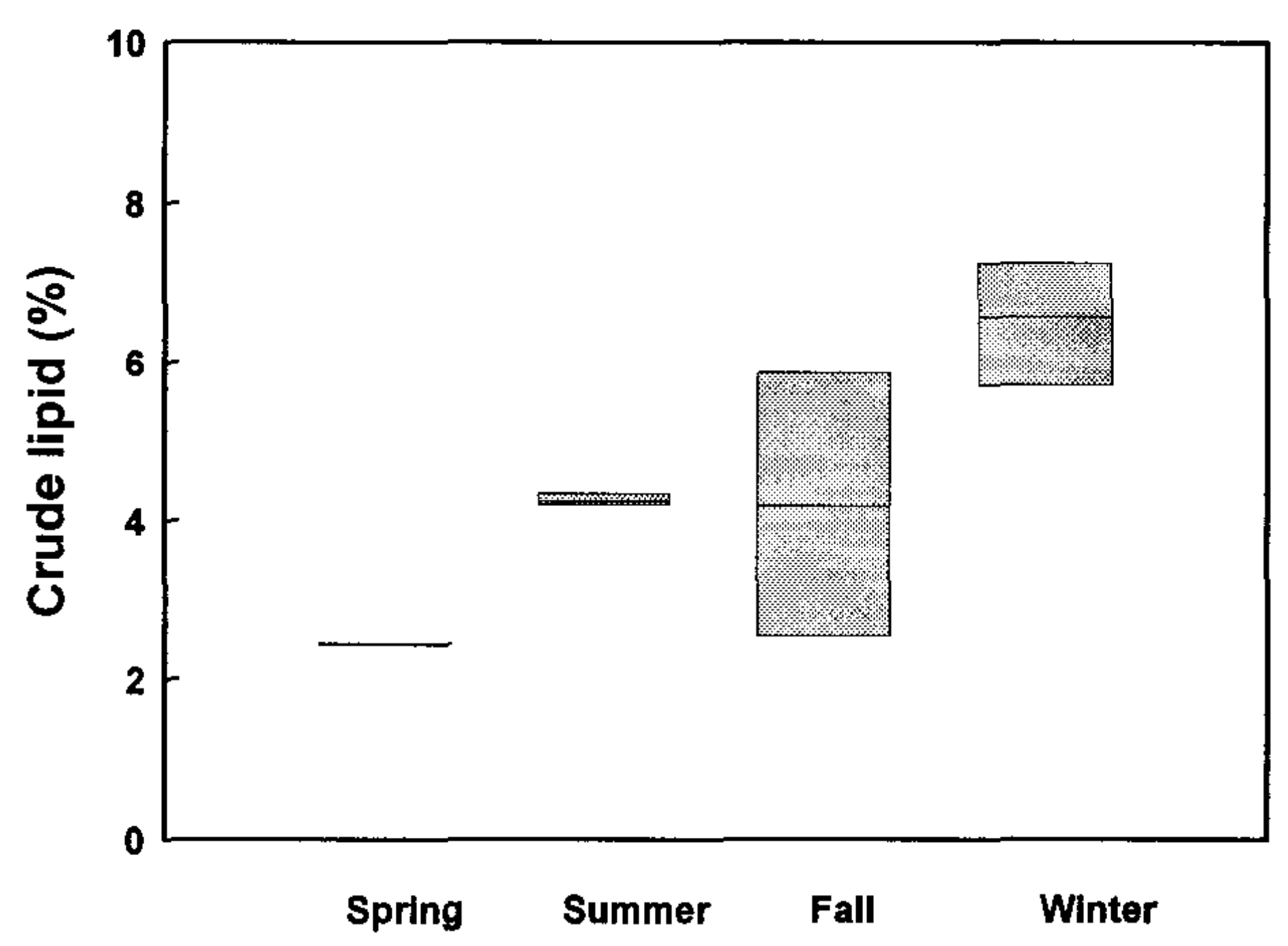


(b) cultured

Fig. 3-1-3. Seasonal variation of moisture content in muscle of wild and cultured sea bass (*L. japonicus*).

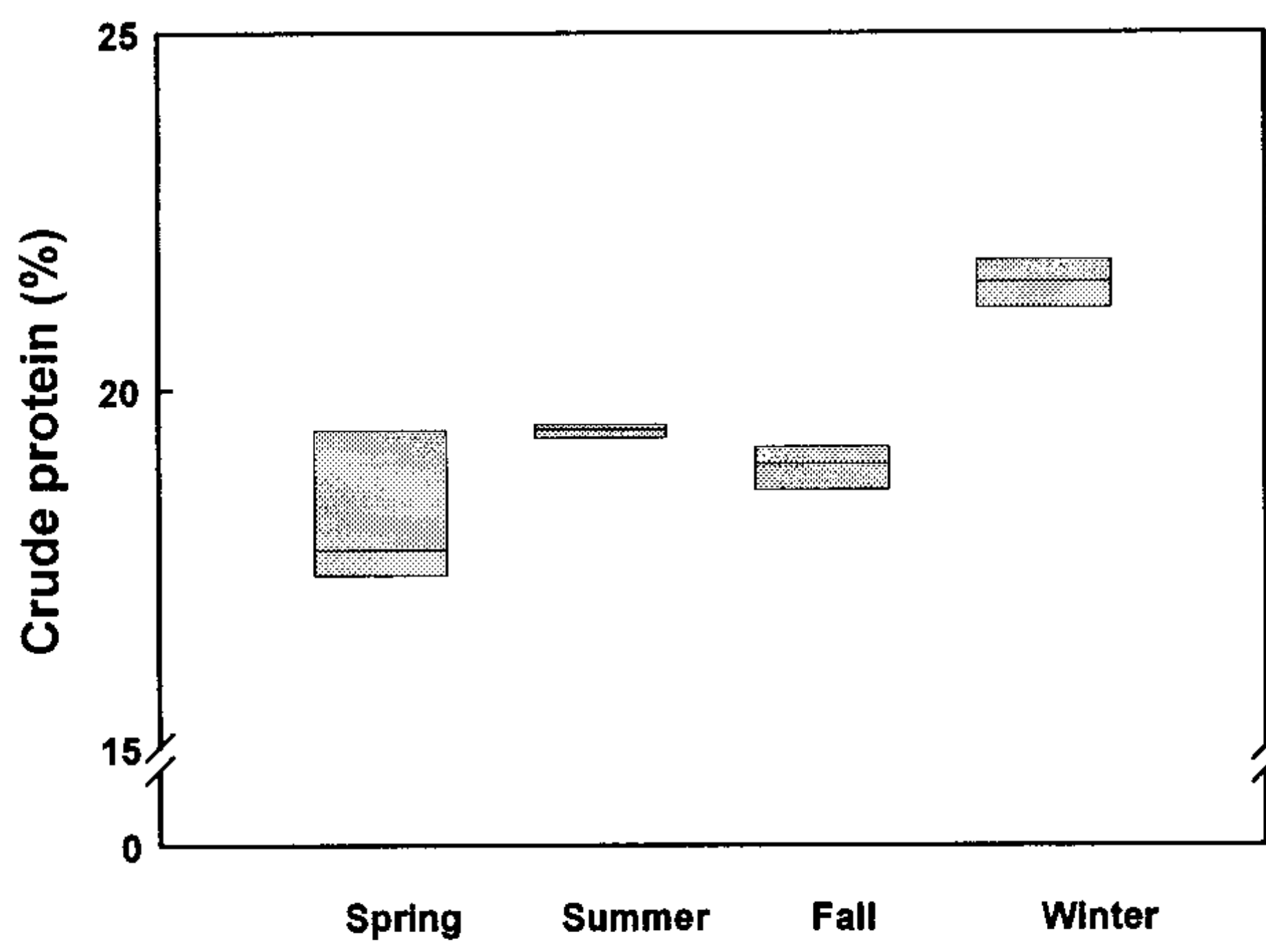


(a) wild

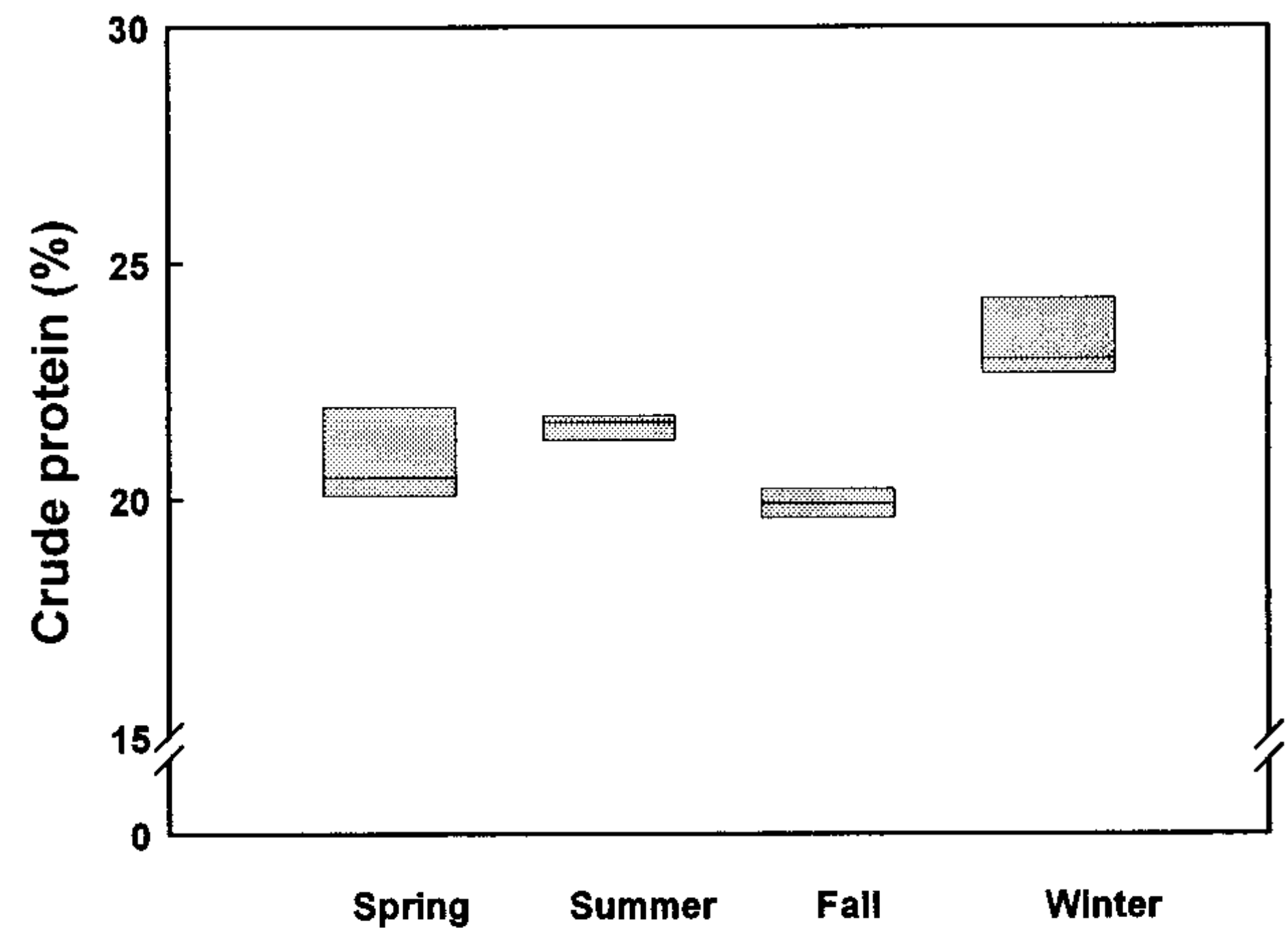


(b) cultured

Fig. 3-1-4. Seasonal variation of crude lipid content in muscle of wild and cultured sea bass (*L. japonicus*).

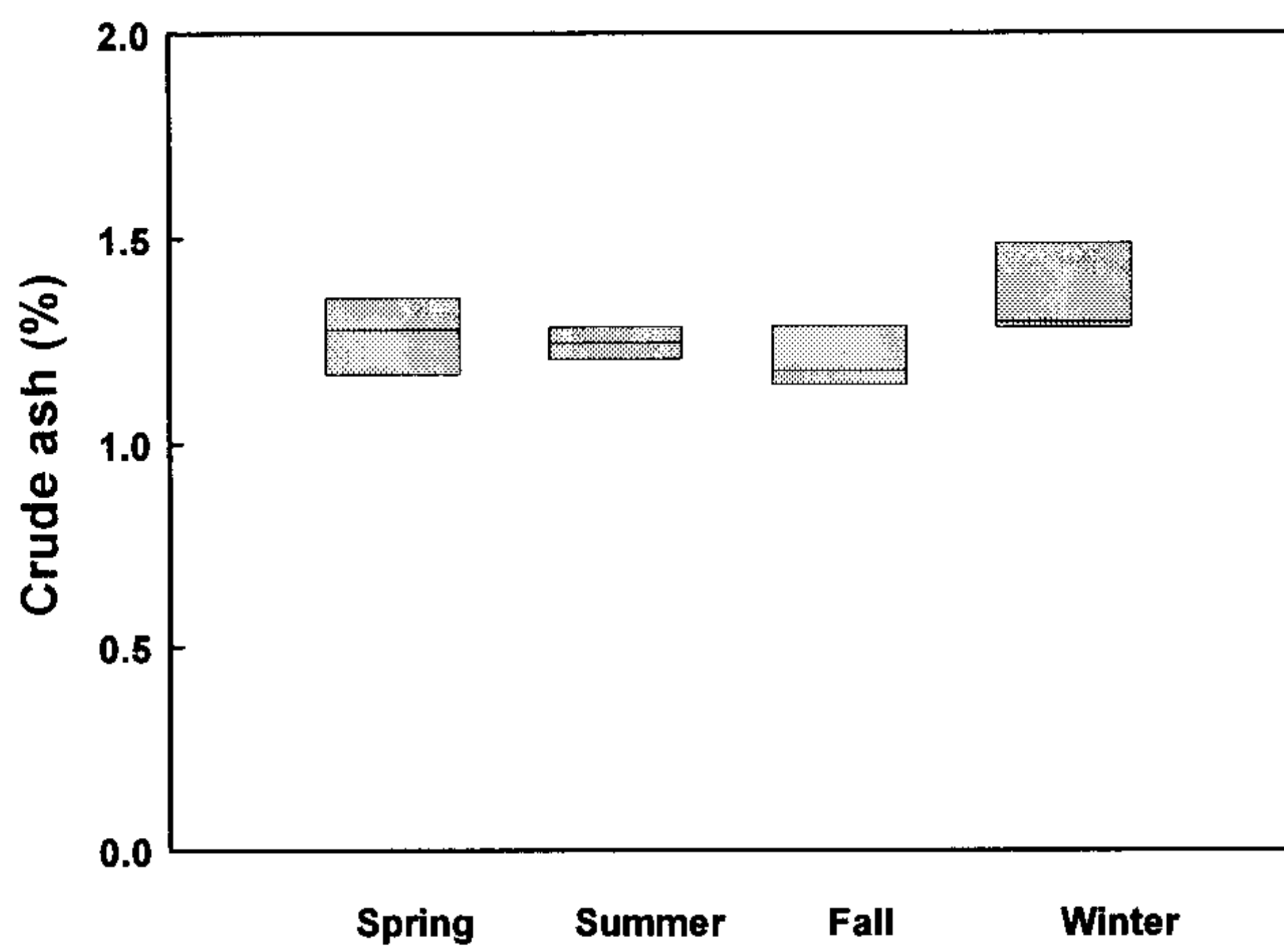


(a) wild

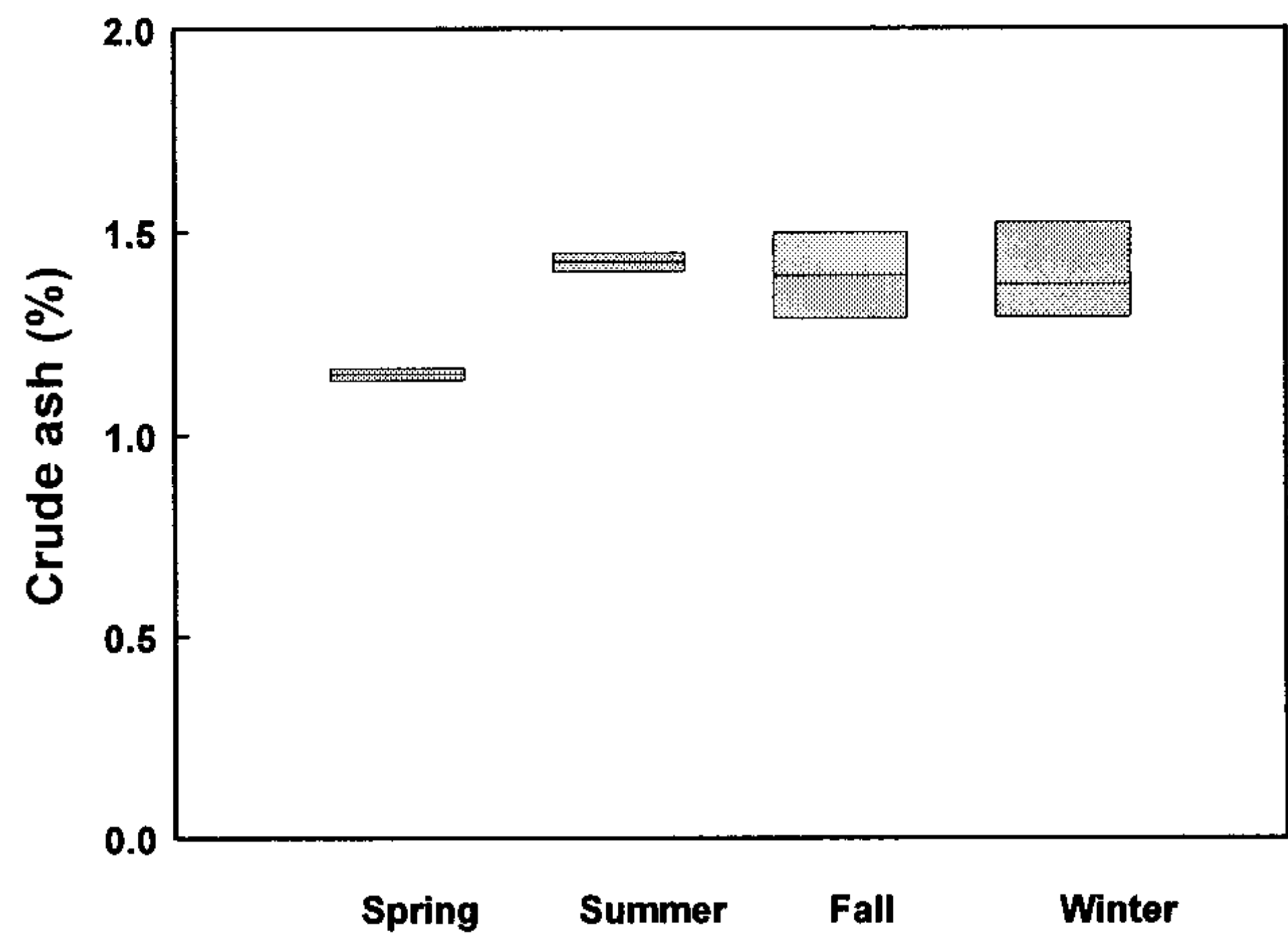


(b) cultured

Fig. 3-1-5. Seasonal variation of crude protein content in muscle of wild and cultured sea bass (*L. japonicus*).



(a) wild



(b) cultured

Fig. 3-1-6. Seasonal variation of crude ash content in muscle of wild and cultured sea bass (*L. japonicus*).

(나) 돌돔

자연산, 양식산 돌돔에 대한 일반성분을 조사한 결과를 Table 3-1-7에 나타내었다. 앞에서 살펴본 농어와 유사하게 양식산 돌돔의 지방 함량이 자연산 돌돔보다 높은 것으로 나타났다.

봄철에는 자연산 돌돔의 수분 함량은 $70.38 \pm 1.53\%$ 로 나타났으며, 양식산 돌돔의 수분 함량은 $69.09 \pm 1.06\%$ 로 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 그리고 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, 회분함량은 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 자연산이 양식산 보다 수분 함량이 높았다($p < 0.05$). 자연산 돌돔의 지방 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 나타났으며, $17.52 \pm 0.11\%$ 가 양식산 돌돔에서 나타나 양식산이 높은 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 그리고 회분함량은 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(Fig. 3-1-7). 반면 조지방 함량은 수분 함량과는 대조적으로 봄에 가장 높았으며, 여름에 가장 낮은 함량을 나타내고 있다(Fig. 3-1-8).

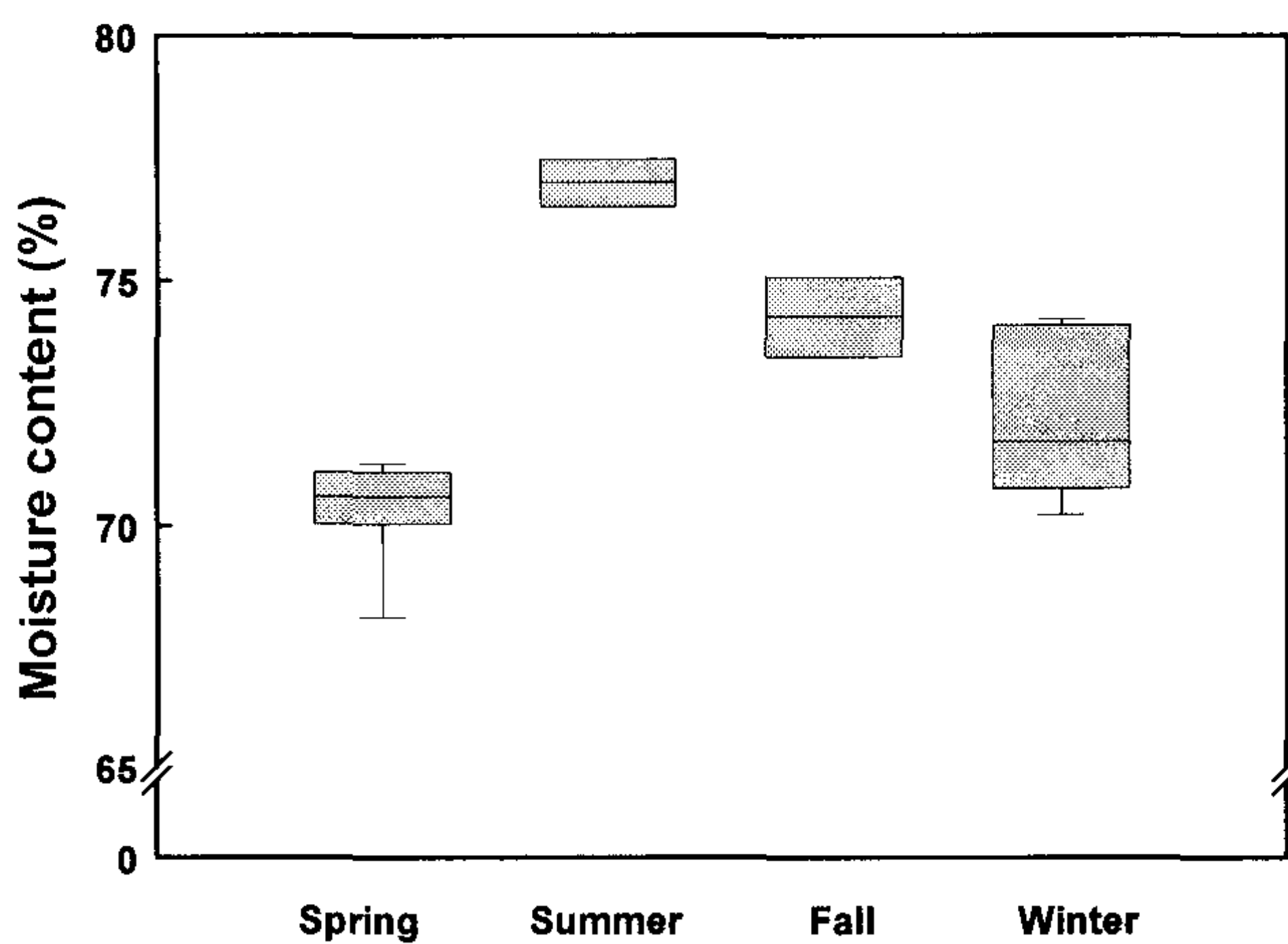
단백질은 겨울철에 가장 높게 나타났으며 가을, 봄 순으로 높았으며(Fig. 3-1-9), 회분 함량은 겨울철에 가장 다소 높게 나타났다(Fig. 3-1-10, $p < 0.05$).

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

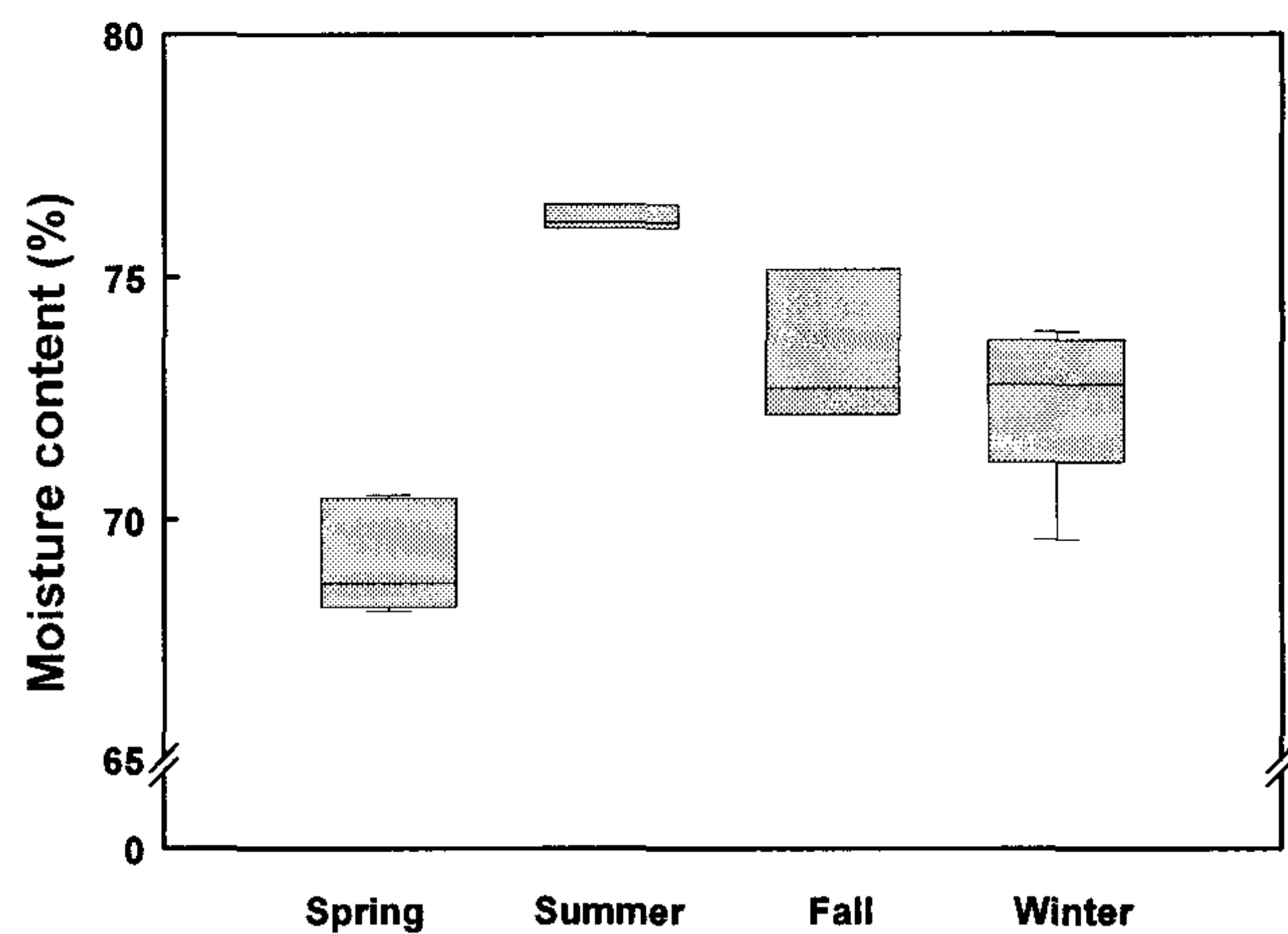
Table 3-1-7. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured rock bream (*Oplegnathus fasciatus*)

(unit : %)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
Spring (05.04-05.07)	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
Summer (05.08-05.10)	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
Fall (04.10-04.12)	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
Winter (05.01-05.03)	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



(a) wild



(b) cultured

Fig. 3-1-7. Seasonal variation of moisture content in muscle of wild and cultured rock bream (*O. fasciatus*).

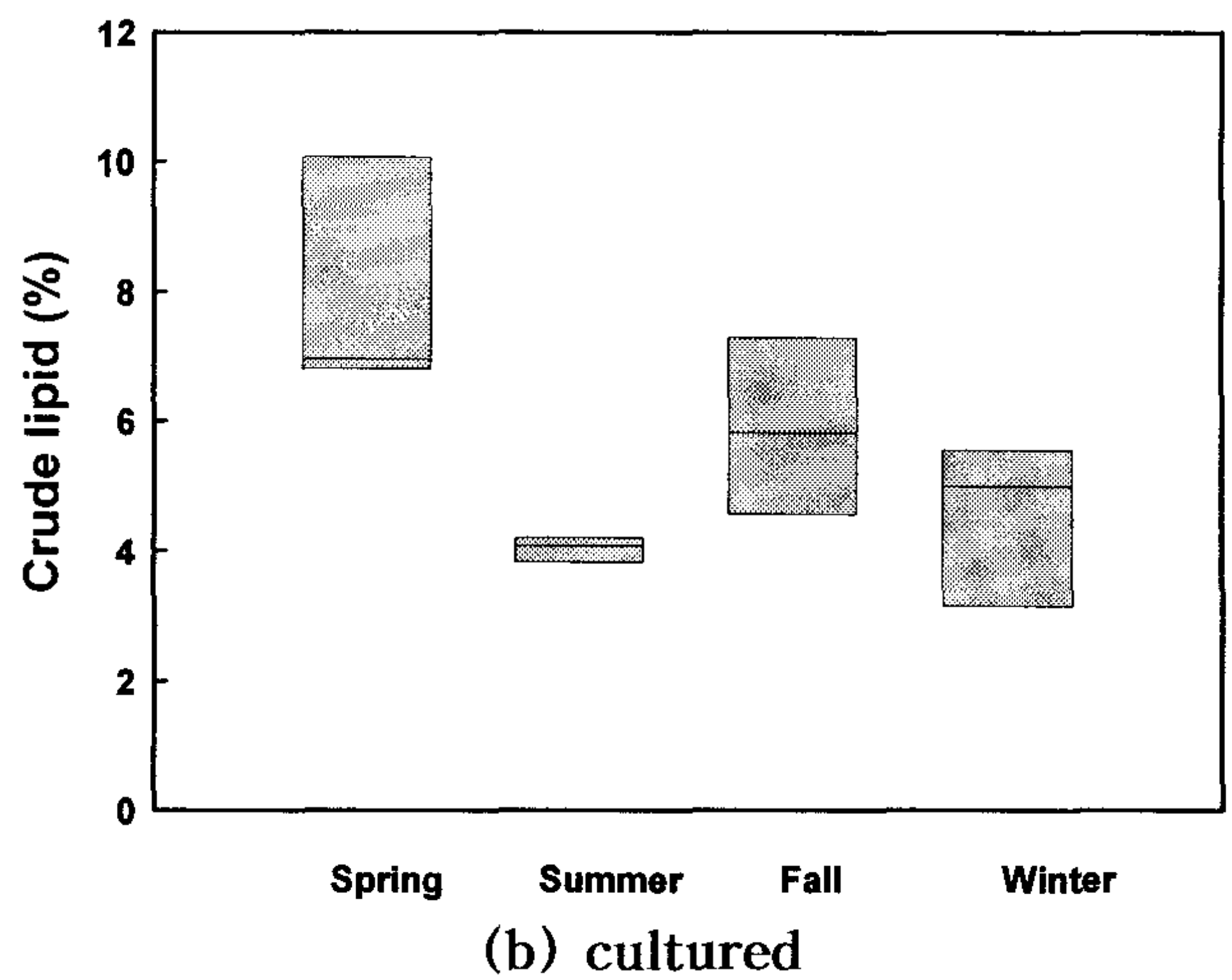
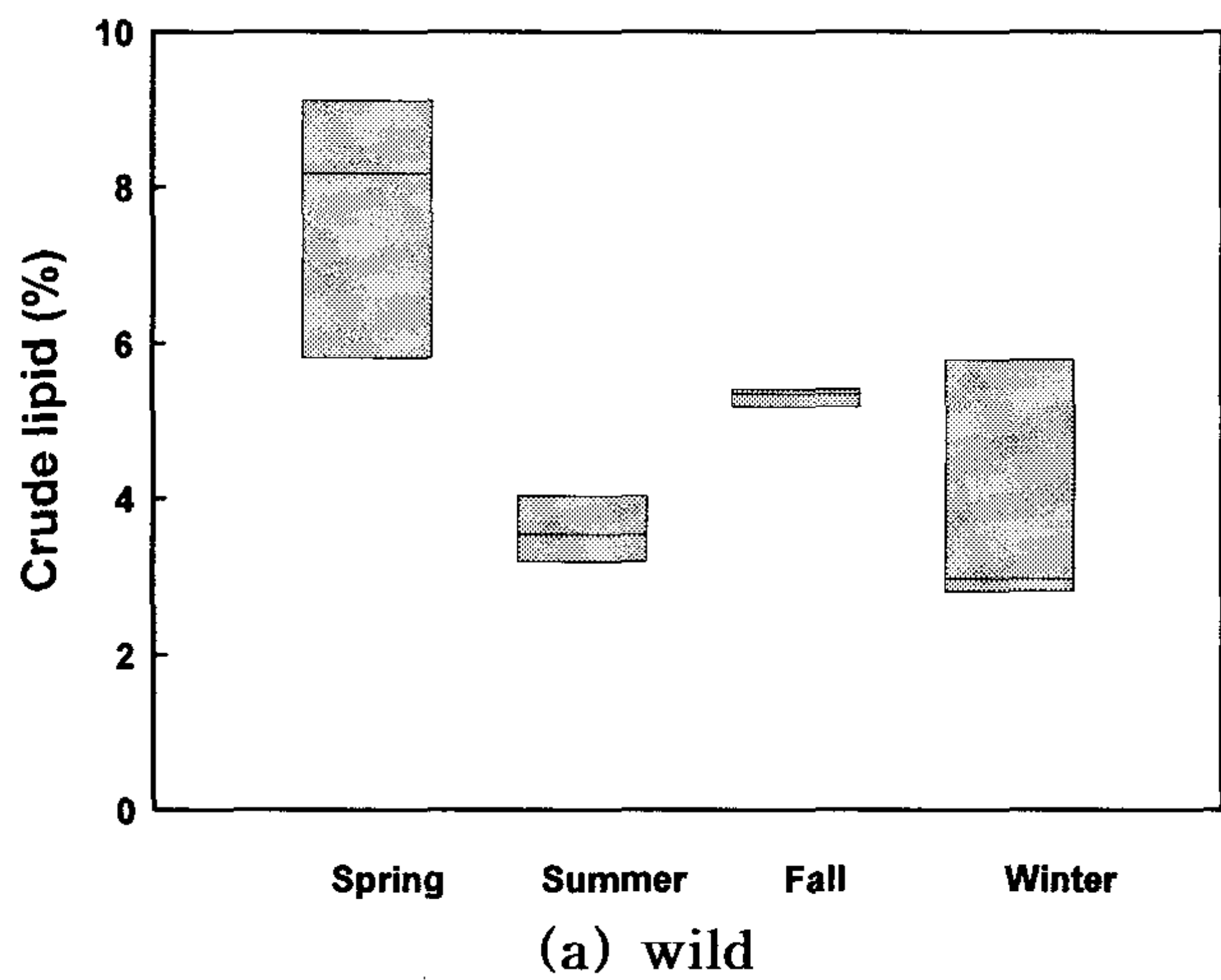


Fig. 3-1-8. Seasonal variation of crude lipid content in muscle of wild and cultured rock bream (*O. fasciatus*).

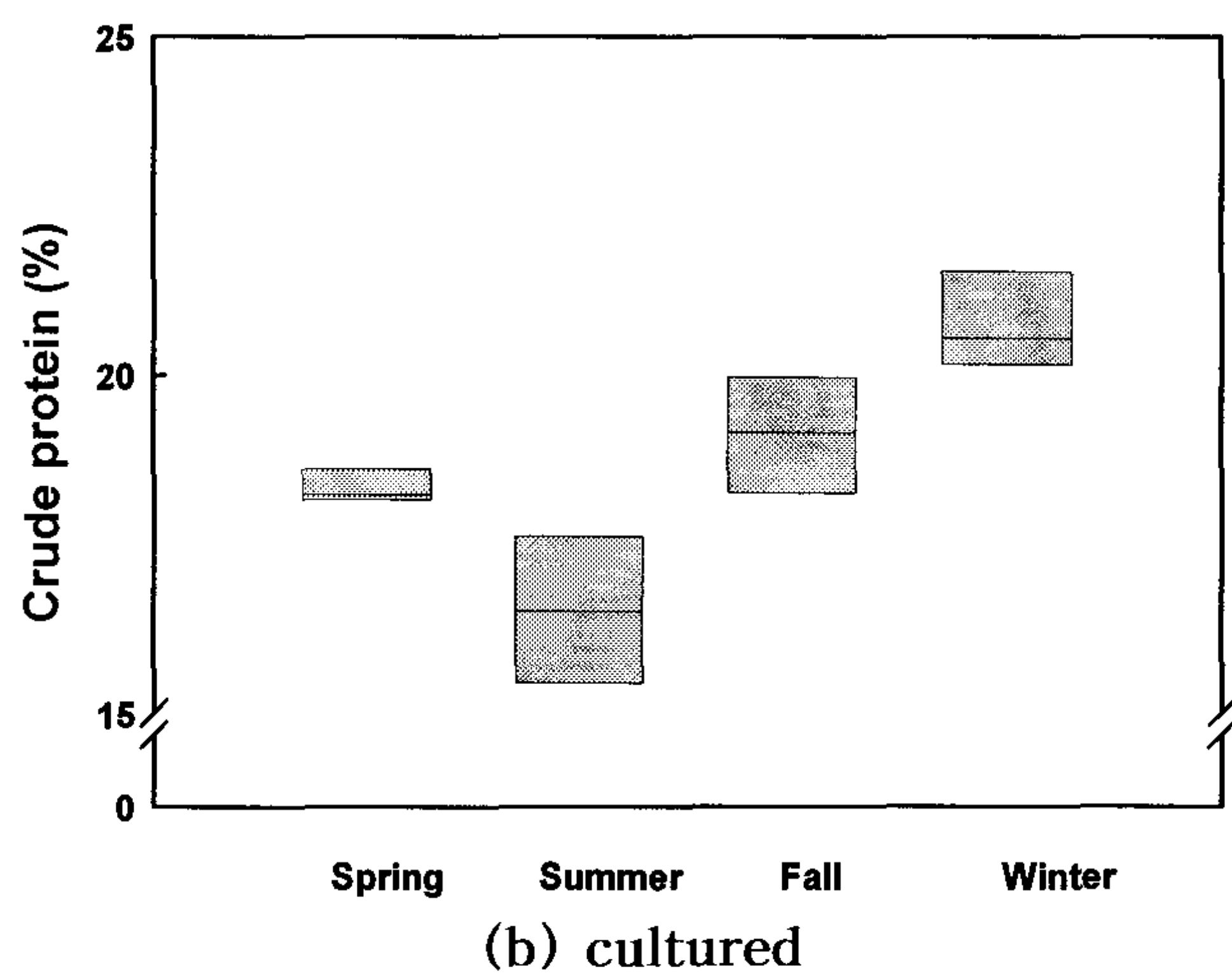
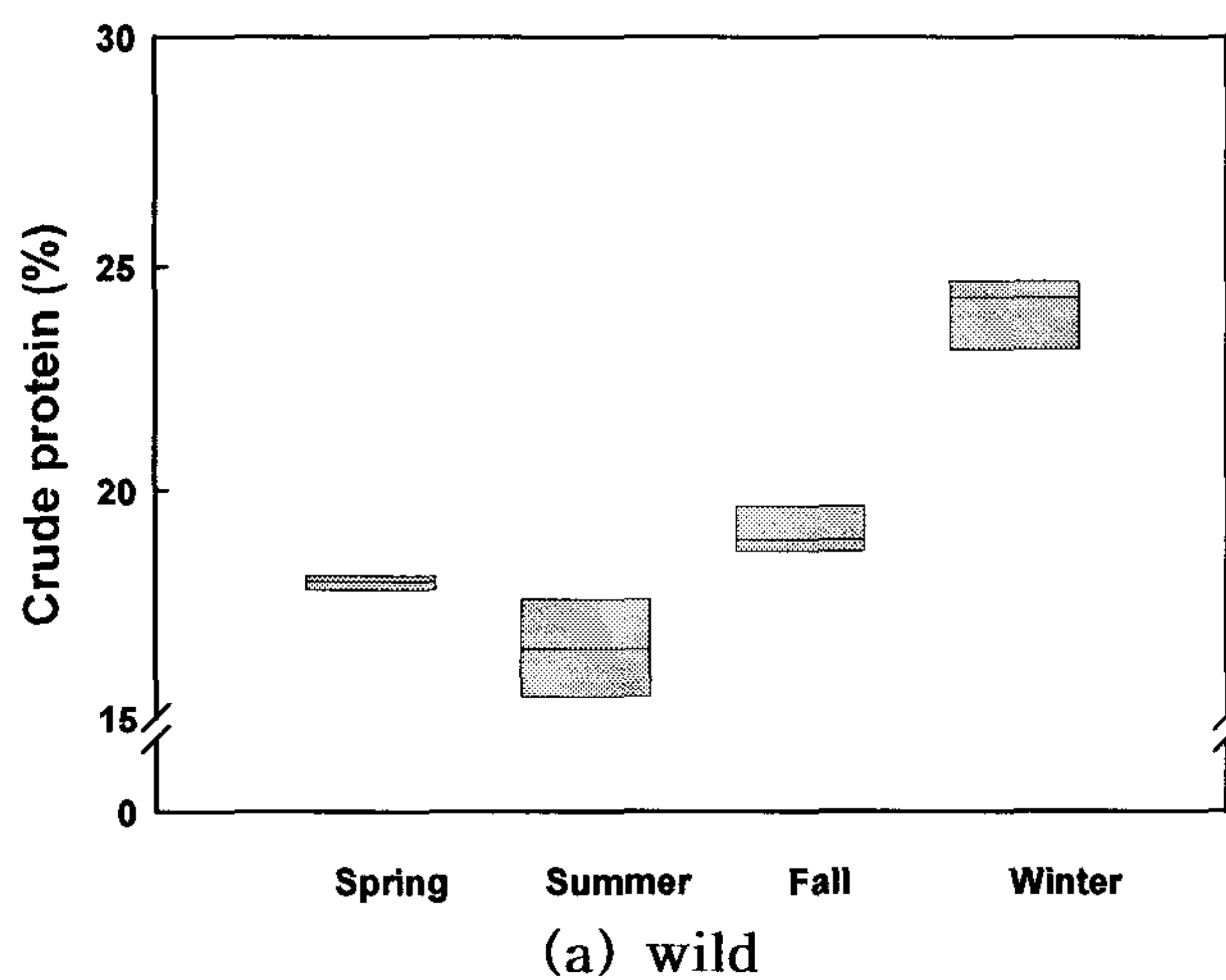


Fig. 3-1-9. Seasonal variation of crude protein content in muscle of wild and cultured rock bream (*O. fasciatus*).

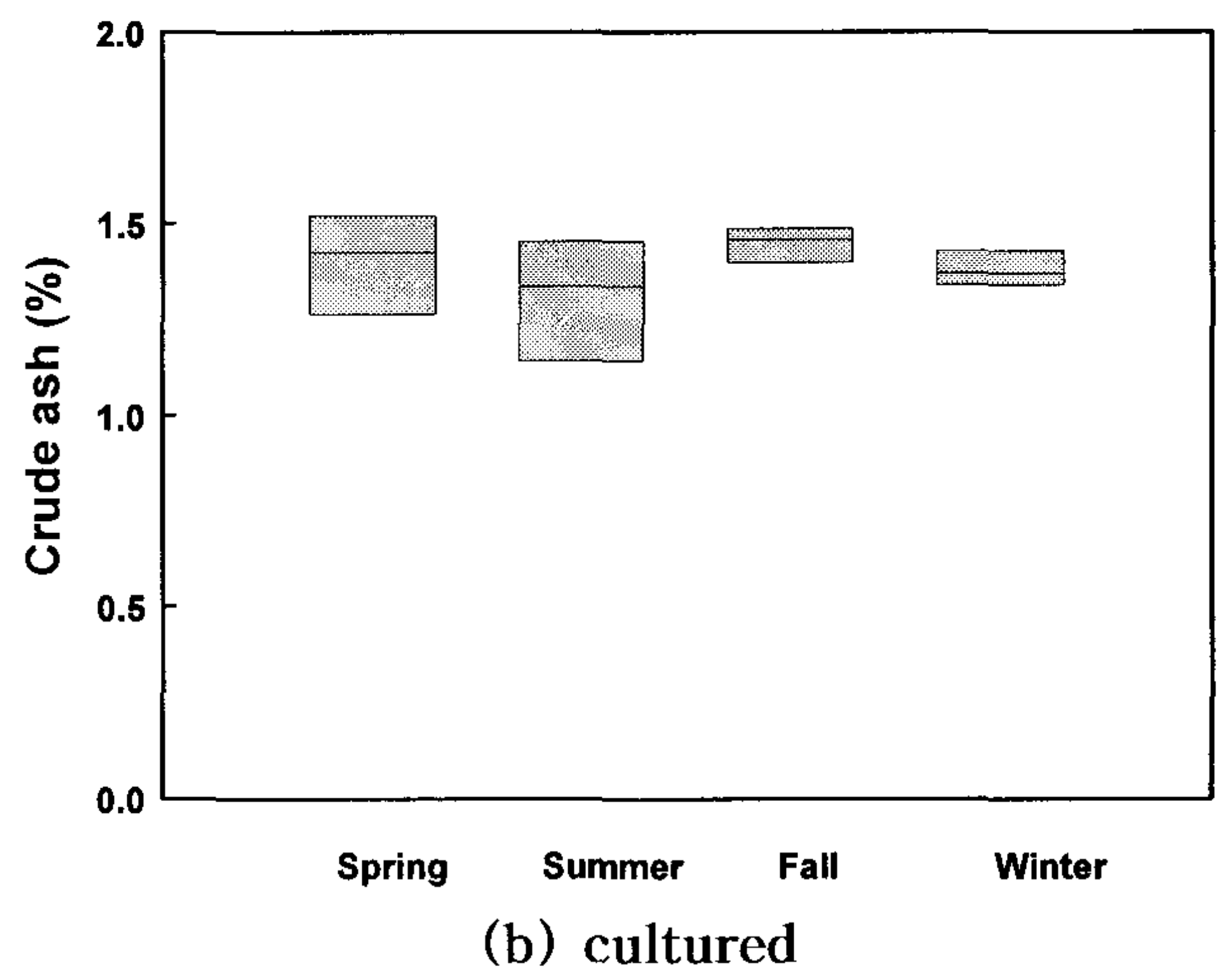
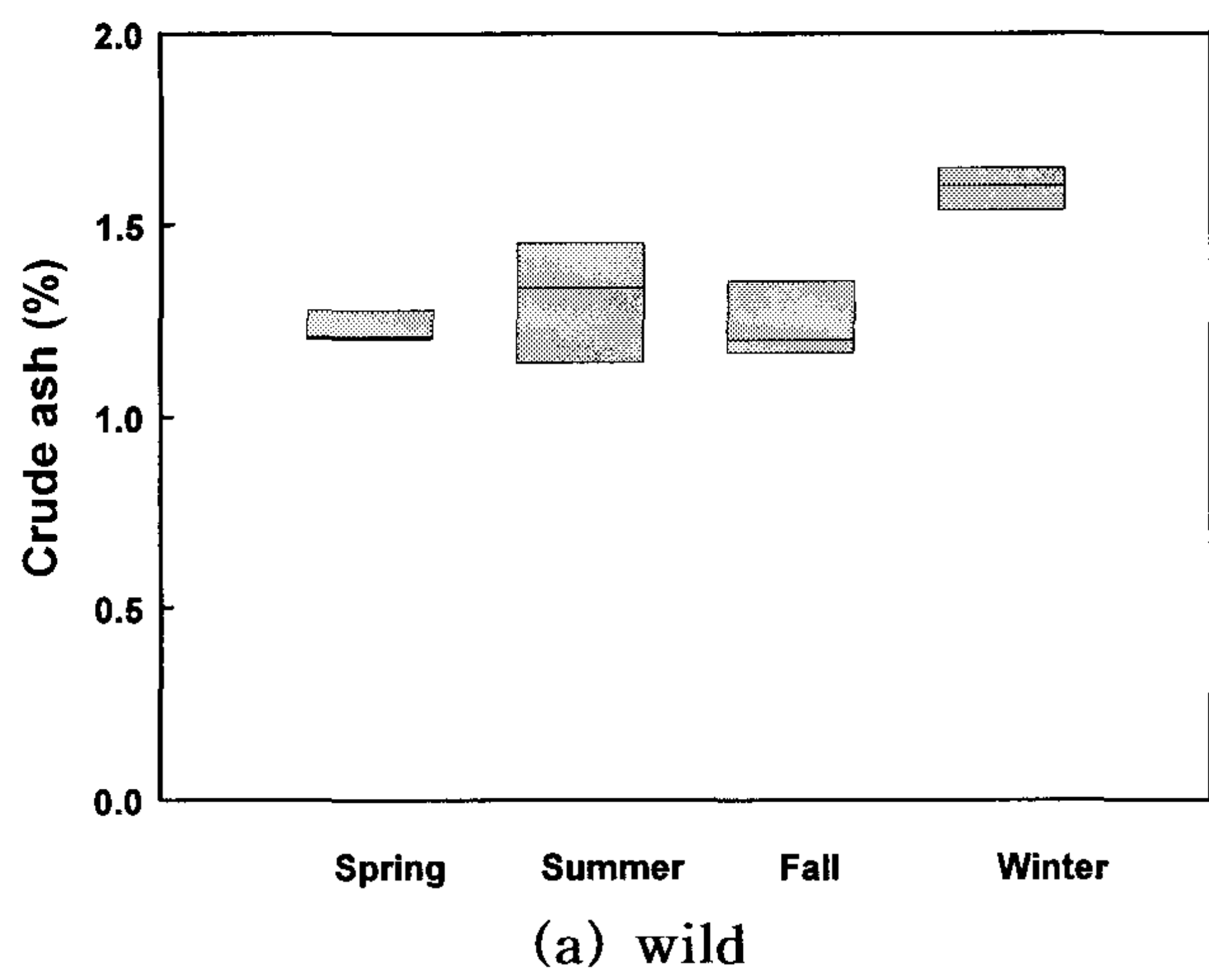


Fig. 3-1-10. Seasonal variation of crude ash content in muscle of wild and cultured rock bream (*O. fasciatus*).

(다) 방어

계절별에 따른 방어의 일반성분을 Table 3-1-8에 나타내었다. 붉은 살 생선회로 소비량이 가장 많은 방어의 자연산과 양식산 간의 성분차이는 수분, 단백질, 회분은 큰 차이를 나타내지 않았으나($p>0.05$, Fig. 3-1-11~Fig. 3-1-14), 조지방 함량은 자연산과 양식산 간의 성분차이가 나타났다(Fig. 3-1-12).

봄철 자연산과 양식산 방어 육에서는 수분 함량은 각각 $71.16\pm 0.54\%$, $74.14\pm 0.94\%$ 였으며, 지방함량은 각각 $4.15\pm 0.10\%$, $3.80\pm 0.93\%$ 로 나타났으며($p<0.05$), 자연산 방어의 단백질 함량은 $22.14\pm 0.34\%$, 양식산 방어의 단백질 함량은 $22.11\pm 0.26\%$ 로 함량의 차이는 없었다($p>0.05$). 회분 함량은 자연산에서는 $1.52\pm 0.11\%$, 양식산에서는 $1.31\pm 0.04\%$ 로 자연산이 높은 함량을 보였다($p<0.05$).

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

여름철에 어획된 자연산 방어의 수분 함량은 $76.49\pm 0.84\%$, 양식산 방어의 수분 함량은 $72.44\pm 0.34\%$ 로 나타났으며($p<0.05$), 조지방 함량은 자연산은 평균 $1.14\pm 0.24\%$, 양식산은 평균 $2.39\pm 0.22\%$ 로 양식산이 높은 함량을 나타내었다(Table 3-1-8).

가을철 자연산 방어의 수분 함량은 $73.35\pm 3.32\%$, 양식산 방어의 수분 함량은 $74.32\pm 1.66\%$ 로 나타났으며($p>0.05$), 조지방 함량은 자연산은 평균 $5.00\pm 1.12\%$, 양식산은 평균 $4.42\pm 0.48\%$ 로 자연산이 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$). 자연산 방어의 단백질 함량은 $22.55\pm 0.45\%$, 양식산 방어의 단백질 함량은 $22.25\pm 0.37\%$ 로 함량의 차이는 없었다($p>0.05$). 회분 함량은 자연산에서는 $1.47\pm 0.08\%$, 양식산에서는 $1.29\pm 0.03\%$ 로 자연산이 높은 함량을 보였다($p<0.05$).

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

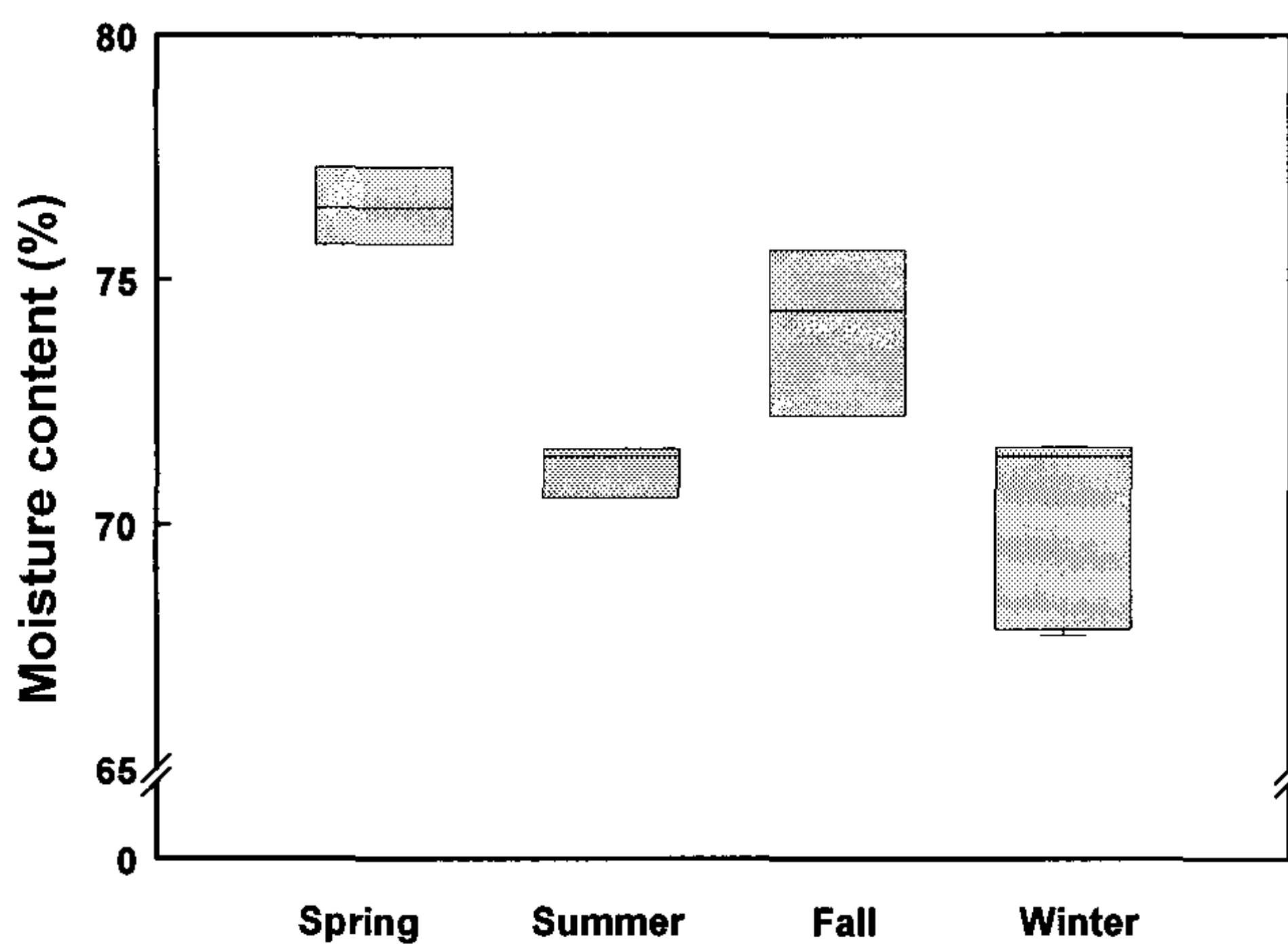
시기별로는 자연산과 양식산 모두 봄철에 조지방 함량이 가장 낮았으며(Fig. 3-1-12), 반면 수분 함량은 자연산은 다른 시기에 비하여 가장 높았으며, 양식산은 여름, 가을철과 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$, Fig. 3-1-11). 단백질 함량은 시기별로 자연산과 양식산 모두 유의적인 차이는 없었으며(Fig. 3-1-13), 회분 함량은 여름철에 가장 높은 함량을 나타내었다(Fig. 3-1-14)

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

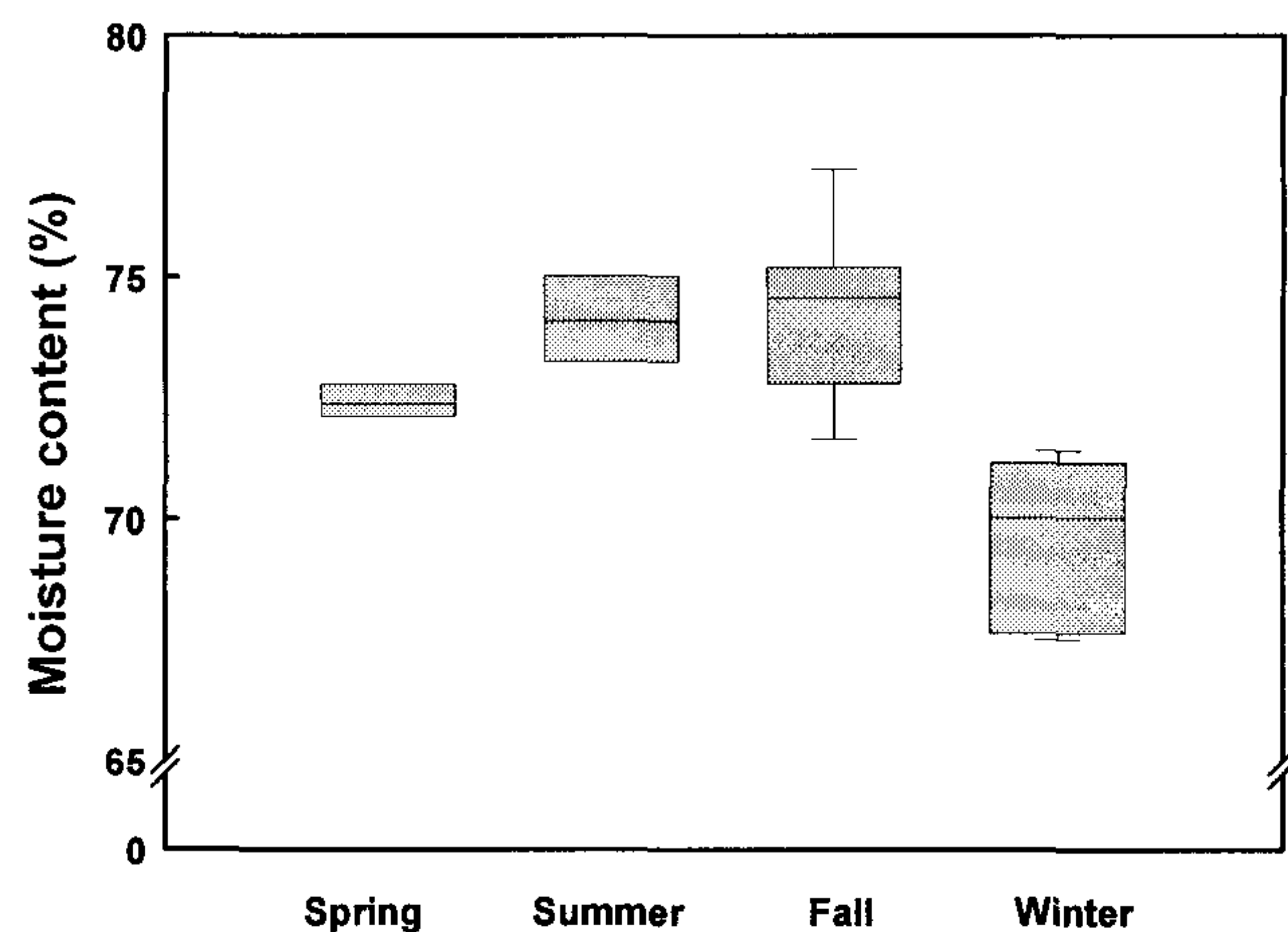
Table 3-1-8. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*)

(unit : %)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
Spring (05.04-05.07)	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
Summer (05.08-05.10)	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
Fall (04.10-04.12)	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
Winter (05.01-05.03)	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



(a) wild



(b) cultured

Fig. 3-1-11. Seasonal variation of moisture content in muscle of wild and cultured yellowtail (*S. quinqueradiata*).

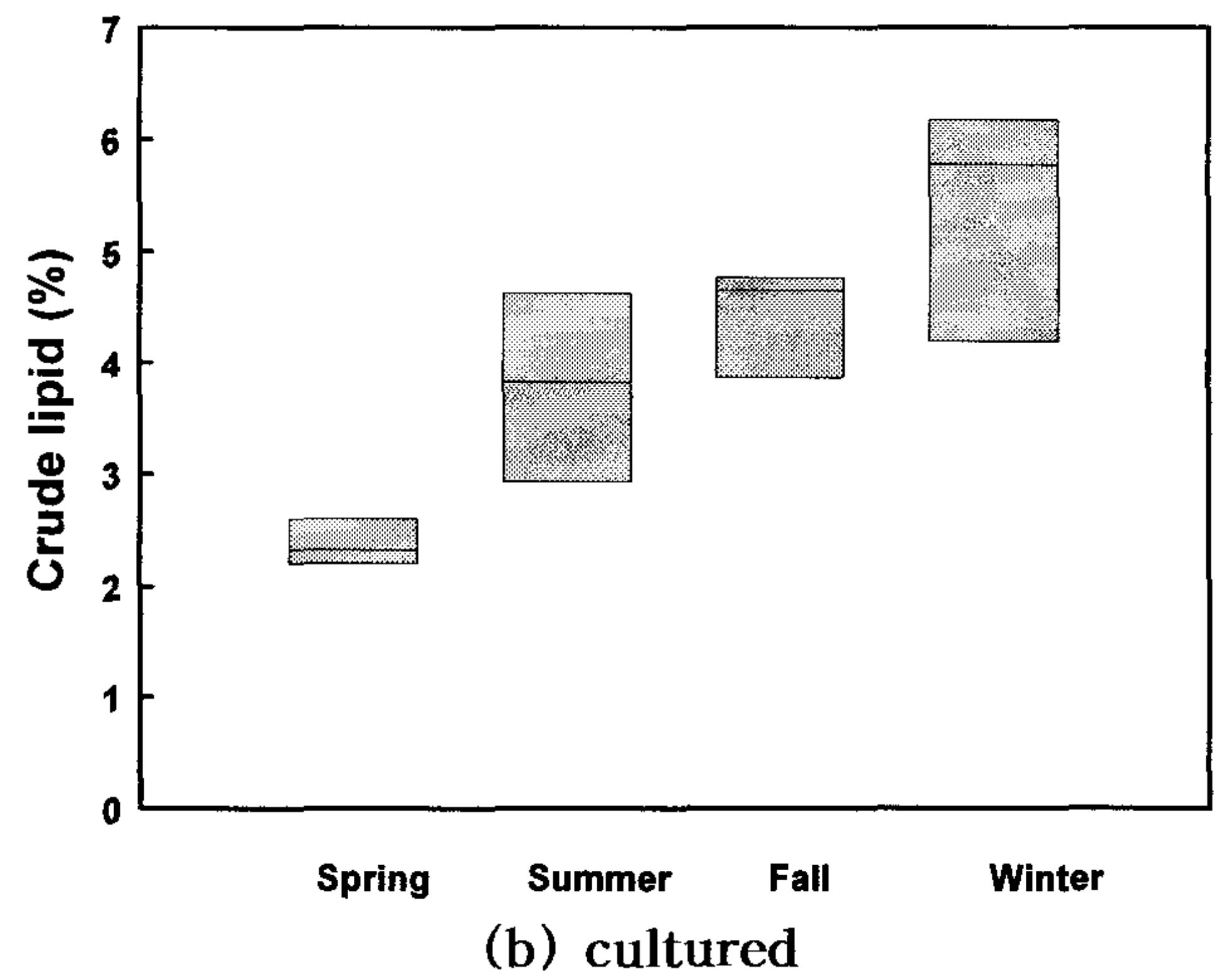
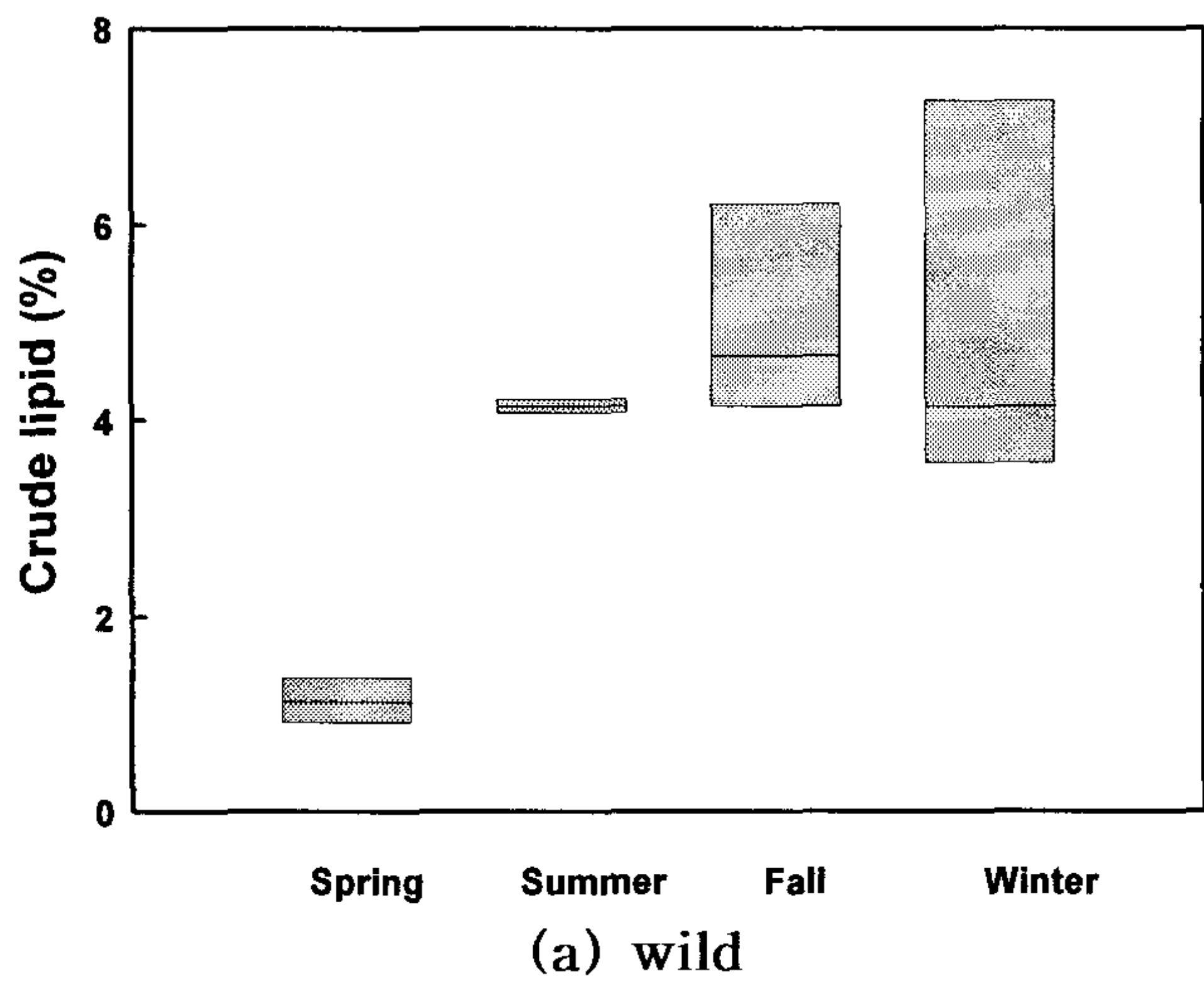


Fig. 3-1-12. Seasonal variation of crude lipid content in muscle of wild and cultured yellowtail (*S. quinqueradiata*).

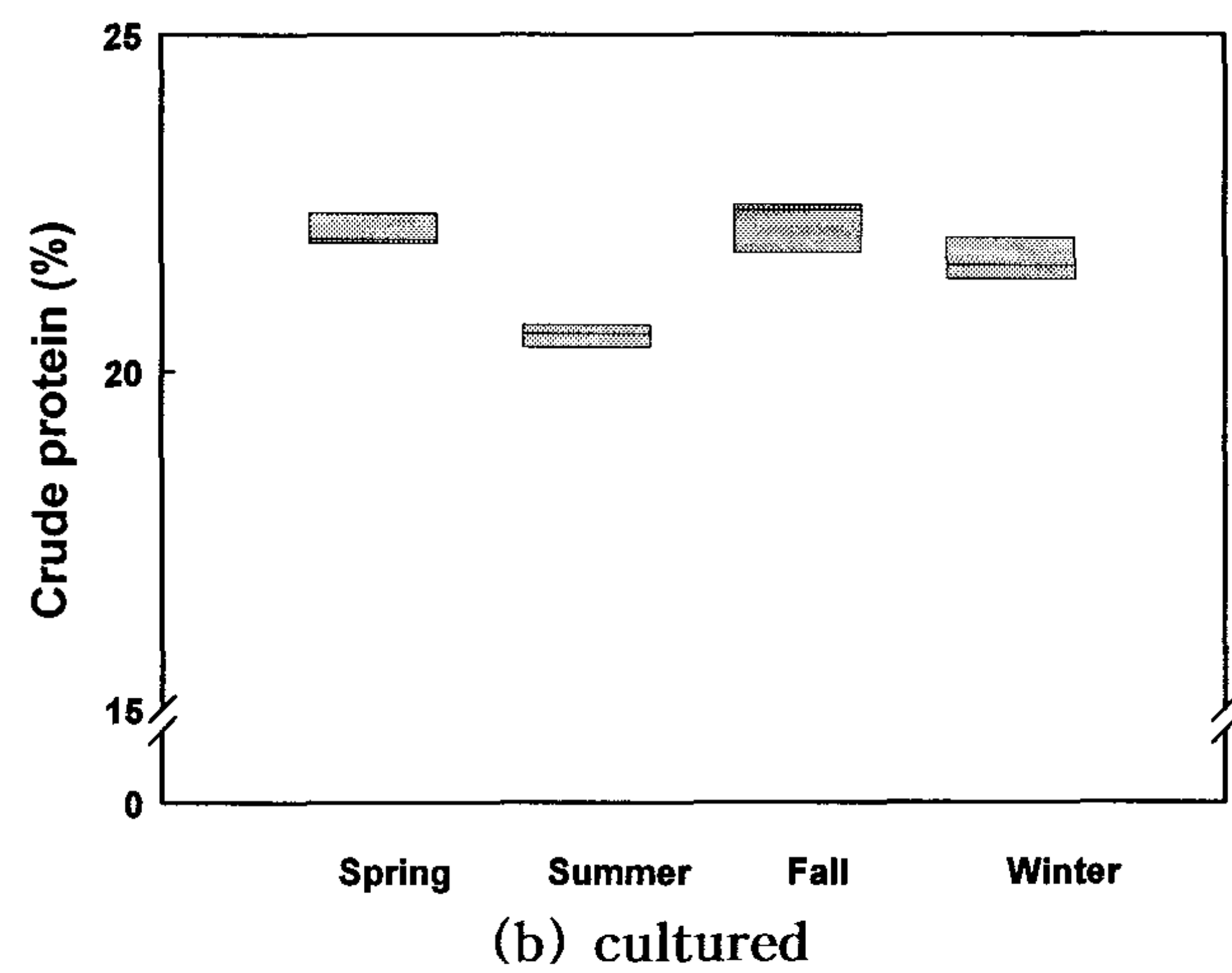
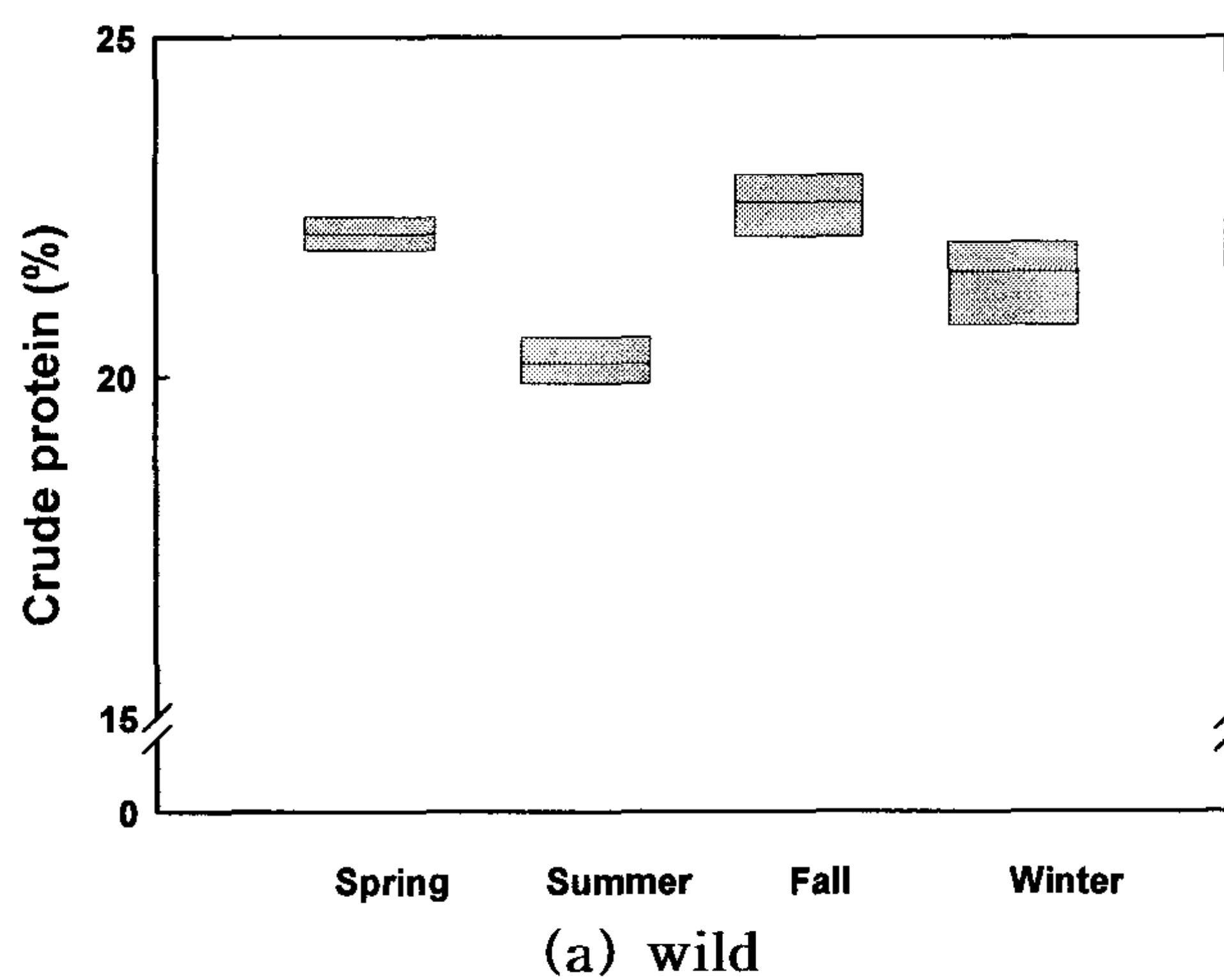


Fig. 3-1-13. Seasonal variation of crude protein content in muscle of wild and cultured yellowtail (*S. quinqueradiata*).

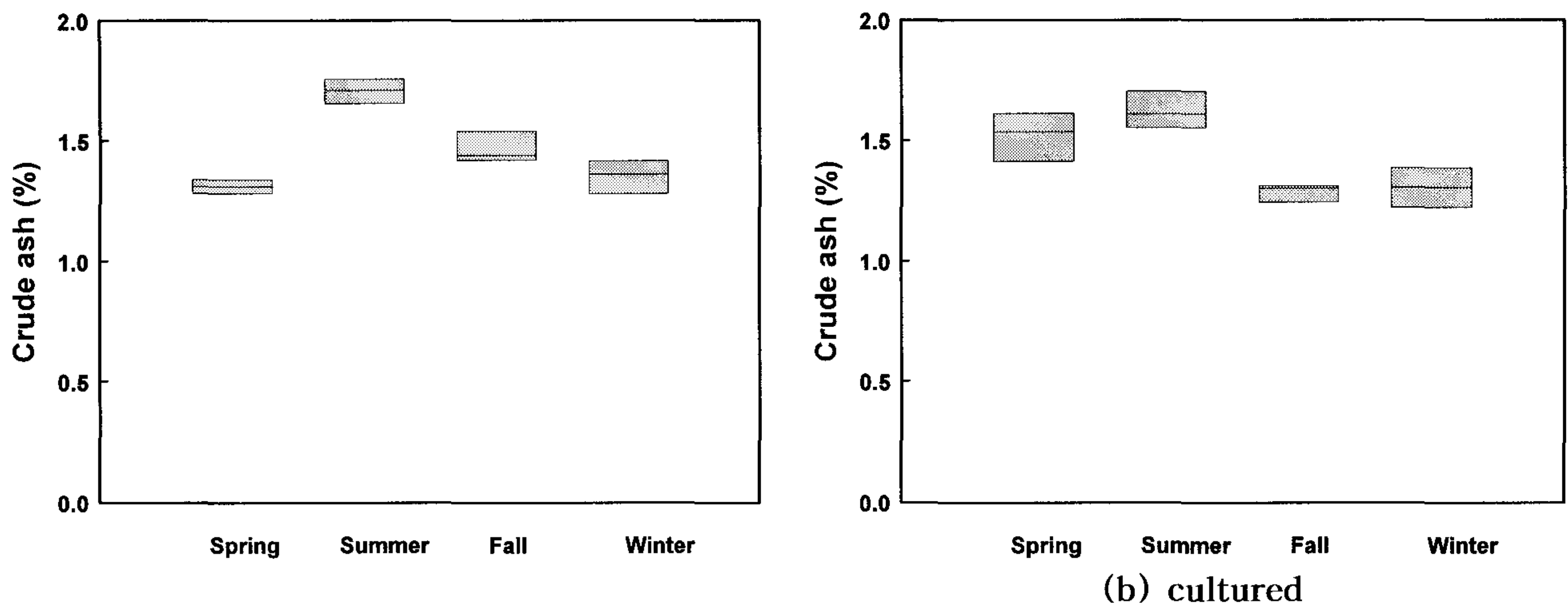


Fig. 3-1-14. Seasonal variation of crude ash content in muscle of wild and cultured yellowtail (*S. quinquerediata*).

(라) 전어

일반적으로 전어는 가을철에 지방 함량이 가장 높은 것으로 알려져 있으며, 본 연구 결과도 마찬가지로 가을철에는 지방함량이 $14.59 \pm 0.29\%$ 로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 겨울철에는 $7.44 \pm 1.21\%$ 여름에는 $7.69 \pm 0.02\%$ 로 나타났으며, 봄철에는 $3.63 \pm 1.36\%$ 로 가장 낮은 함량을 나타내어 시기별에 따른 조지방 함량은 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 수분 함량은 봄철에서 가장 높게 나타났으며, 가을철에 가장 낮은 함량을 나타내었다. 단백질 함량은 거의 비슷하였으나 겨울철에 다소 높게 나타났으며, 회분은 여름철에 다소 높았으나 다른 시기에는 큰 차이를 보이지 않았다(Table 3-1-9).

(마) 조피볼락

조피볼락은 자연산보다는 양식산 조피볼락에서는 수분 함량이 낮고 지방 함량이 높으며, 단백질과 회분 함량의 차이는 보이지 않았다(Table 3-1-10).

봄철은 가을, 겨울철과 유사하게, 수분함량은 자연산이 높았으며, 지방 함량은 양식산이 높았다. 그러나 가을, 겨울철 조사와는 달리, 자연산과 양식산 조피볼락의 단백질 함량은 각각 $18.51 \pm 0.43\%$, $20.14 \pm 0.27\%$ 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 3-1-10). 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 지방 함량은 $3.32 \sim 5.66\%$ (평균 $4.113 \pm 0.92\%$), 양식산 조피볼락은 $4.23 \sim 8.77\%$ (평균 $5.97 \pm 2.07\%$)로, 자연산과 양식산 간의 지방 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.

Table 3-1-9. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured gizzard shad (*Konosirus punctatus*)

(unit : %)

	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Ash
Spring (05.04-05.07)	74.40±1.03	3.63±1.36	19.84±0.56	1.79±0.16
Summer (05.08-05.10)	67.10±0.51	7.69±0.02	21.68±0.11	2.00±0.02
Fall (04.10-04.12)	64.38±0.88	14.59±0.29	20.27±0.25	1.80±0.04
Winter (05.01-05.03)	68.44±0.78	7.44±1.21	22.24±1.05	1.78±0.10

Table 3-1-10. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured rock fish (*Sebastes schlegeli*)

(unit : %)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
Spring (05.04-05.07)	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
Summer (05.08-05.10)	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
Fall (04.10-04.12)	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
Winter (05.01-05.03)	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

(마) 참돔

자연산과 양식산 참돔의 일반성분을 조사한 결과, 조피불락과 유사하게 자연산보다는 양식산이 수분 함량이 낮고, 지방 함량이 높았다. 그리고 단백질과 회분 함량은 유의적인 차이는 없었다(Table 3-1-11)

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. 회분함량은 자연산과 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 지방 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, 지방 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 ($p < 0.05$), 지방함량은 자연산 참돔은 $1.71 \sim 5.09\%$ (평균 $3.29 \pm 1.68\%$), 양식산 참돔의 지방 함량은 $8.63 \sim 12.94\%$ (평균 $11.24 \pm 1.72\%$)으로 나타나 양식산 참돔의 지방 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 $71.85 \pm 1.35\%$, $70.04 \pm 0.45\%$ 이였으며, 지방 함량은 각각 평균 $2.56 \pm 1.07\%$, $6.06 \pm 0.44\%$ 으로 나타났다 ($p < 0.05$). 단백질 함량은 각각 $24.95 \pm 0.56\%$, $23.20 \pm 0.37\%$ 이였으며, 회분 함량은 각각 $1.67 \pm 0.05\%$, $1.41 \pm 0.10\%$ 으로 나타났다. 이 결과 자연산 돔은 양식산 보다 수분, 단백질, 회분 함량이 높았으며 ($p < 0.05$), 지방함량은 유의적으로 차이가 있었다 ($p < 0.05$).

양식산 참돔의 성장별 일반성분 변화를 조사한 Morishita (1987)의 보고에서 3-5월에서 조지방 함량이 감소하는 경향과 조단백질은 성장과 함께 증가하는 경향을 나타내었으나, 본 연구결과에서는 성장된 참돔을 구입하여 계절별로 구입하여 조사한 것으로, 성장보다는 산란시기가 계절별 성분변화에 영향을 주는 것으로 판단된다.

(사) 오징어

동해안에서 어획되는 오징어의 일반성분의 변화는 Table 3-1-12에 나타내었다. 계절별에 따른 수분 함량은 봄, 여름, 가을, 겨울에 각각 $77.39\pm 0.57\%$, $77.20\pm 0.49\%$, $78.79\pm 0.64\%$, $78.79\pm 0.17\%$ 로 조사 시기에 따른 유의적인 차이는 가지나 그 변화폭은 크지 않으며, 지방 함량은 가을, 겨울, 봄, 여름철 조사에서 각각 $1.66\pm 0.16\%$, $1.48\pm 0.04\%$, $1.01\pm 0.26\%$, $1.97\pm 0.08\%$ 로 계절별에 함량의 차이는 크지 않았으나, 겨울철에 가장 높은 함량을 나타내고 있다. 단백질 함량은 여름철이 다른 계절에 비하여 다소 높았으나 큰 차이는 보이지 않았다. 회분 함량은 봄철이 다른 계절보다 높은 경향을 나타내었다.

(아) 넙치

자연산과 양식산 넙치의 계절별 일반성분 변화를 Table 3-1-13에 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, 회분함량은 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 회분함량은 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.

(자) 숭어

서해안에서 주로 어획 또는 양식되는 숭어에 대한 일반성분 함량을 조사한 결과를 Table 3-1-14에 나타내었다. 자연산과 양식산의 차이는 수분 함량이 자연산이 높았으며, 지방함량은 양식산이 높은 경향을 나타낸 반면, 단백질과 회분 함량은 큰 차이를 보이지 않고 있다.

봄철에는 자연산과 양식산 숭어의 수분 함량은 각각 $74.90\pm 2.64\%$, $71.88\pm 1.49\%$, 지방 함량은 각각 $7.23\pm 1.28\%$, $9.10\pm 1.84\%$, 단백질 함량은 각각 $23.62\pm 0.83\%$, $17.15\pm 0.73\%$, 회분 함량은 $1.50\pm 0.10\%$, $1.20\pm 0.08\%$ 로 나타났다. 가을철에는 자연산과 양식산의 수분 함량이 각각 $77.94\pm 0.40\%$, $78.79\pm 0.64\%$ 를 나타내고 있으며, 지방 함량은 $2.97\pm 0.44\%$, $4.66\pm 0.92\%$ 를 나타내었다. 단백질 함량은 $19.35\pm 0.62\%$, $18.89\pm 0.61\%$, 회분 함량은 $1.13\pm 0.11\%$, $1.15\pm 0.07\%$ 로 나타났다.

계절에 따른 자연산 숭어는 가을철보다 봄철에 수분이 감소한 반면 지방 함량은 증가하였다. 단백질 및 회분 함량도 증가하였다. 양식산 숭어는 계절에 따라 수분이 감소하였으며 자연산과 마찬가지로 수분의 감소와 함께 지방 함량이 증가하였다. 또한 단백질은 유의적으로 감소하였으나 그 감소 폭은 크지 않으며 회분은 계절별에 따른 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

Table 3-1-11. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured red seabream (*Pagrus major*)

(unit : %)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
Spring (05.04-05.07)	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 (05.08-05.10)	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 (04.10-04.12)	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 (05.01-05.03)	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 3-1-12. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured squid (*Todarodes pacificus*)

(unit : %)

	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Ash
Spring (05.04-05.07)	77.39±0.57	1.66±0.16	17.05±0.54	1.82±0.07
Summer (05.08-05.10)	77.20±0.49	1.48±0.04	18.58±0.29	1.54±0.06
Fall (04.10-04.12)	78.79±0.64	1.01±0.26	17.69±0.44	1.49±0.06
Winter (05.01-05.03)	78.79±0.17	1.97±0.08	16.98±0.61	1.56±0.07

Table 3-1-13. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured Olive flounder (*Paralichthys olivaceus*)

(unit : %)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
Spring (05.04-05.07)	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
Summer (05.08-05.10)	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
Fall (04.10-04.12)	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
Winter (05.01-05.03)	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

Table 3-1-14. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of wild and cultured gray mullet (*Mugil cephalus*)

(unit : %)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
Spring (05.04-05.07)	74.90±2.64	71.88±1.49	7.23±1.28	9.10±1.84	23.62±0.83	17.15±0.73	1.50±0.10	1.20±0.08
Summer (05.08-05.10)	75.67±1.64	73.88±1.49	6.57±1.08	8.10±1.84	23.62±0.83	18.51±0.53	1.49±0.50	1.18±0.05
Fall (04.10-04.12)	77.94±0.40	78.79±0.64	2.97±0.44	4.66±0.92	19.35±0.62	18.89±0.61	1.13±0.11	1.15±0.07
Winter (05.01-05.03)	75.90±2.64	73.33±0.68	6.72±0.85	7.60±0.52	23.62±0.83	17.35±0.95	1.20±0.08	1.21±0.04

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

(2) 무기질 함량

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 3-1-15).

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, Fe함량이 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.

Table 3-1-16은 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($p > 0.05$).

Table 3-1-15. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured sea bass (*L. japonicus*)

	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Na(mg/100g)	39.37~42.60 (40.99±2.28)	14.71~29.73 (22.22±10.62)	57.48~77.44 (67.46±14.12)	14.79~31.95 (23.37±12.13)	52.86~57.18 (55.59±2.38)	30.92~49.10 (38.87±9.30)	40.74~106.87 (73.98±33.07)	49.44~89.25 (75.86±22.88)
Ca(mg/100g)	17.50~21.79 (19.64±3.03)	7.02~21.69 (14.35±10.37)	10.03~10.52 (10.27±0.35)	10.06~10.52 (10.29±0.32)	11.89~20.29 (15.48±4.33)	7.52~14.90 (11.04±3.70)	14.22~60.57 (34.01±23.90)	23.51~29.07 (26.31±2.78)
K(mg/100g)	416.77~509.26 (463.01±65.40)	232.28~345.21 (288.74±79.85)	322.57~456.48 (389.53±94.68)	408.19~445.52 (426.85±26.40)	292.29~389.71 (341.32±49.93)	270.33~311.32 (287.37±21.36)	550.08~720.99 (623.84±87.82)	390.19~583.89 (502.77±100.61)
Mg(mg/100g)	29.99~30.23 (30.11±0.17)	6.57~18.20 (12.38±8.22)	3.97~40.20 (22.08±25.62)	14.79~31.95 (23.37±12.13)	21.08~38.44 (31.45±9.16)	24.02~25.95 (25.23±1.05)	25.56~34.04 (29.89±4.24)	7.17~27.69 (20.00±11.18)
P(mg/100g)	216.54~229.03 (222.79±8.83)	84.08~160.31 (122.19±53.90)	95.01~234.76 (164.89±98.82)	139.58~208.94 (174.26±49.04)	181.35~253.43 (223.21±37.42)	183.50~189.39 (186.13±2.99)	223.69~238.56 (233.20±8.26)	108.26~226.75 (185.92±67.28)
Fe(mg/kg)	2.62~2.63 (2.62±0.01)	1.10~2.43 (1.77±0.94)	1.90~2.22 (2.06±0.23)	1.59~2.20 (1.90±0.44)	N.D.~0.02 (0.02±0.02)	3.77~4.58 (4.22±0.41)	3.00~6.49 (4.75±2.47)	2.42~4.15 (3.33±0.87)
Cu(mg/kg)	0.34~0.35 (0.34±0.01)	0.05~0.12 (0.09±0.05)	0.30~0.37 (0.34±0.05)	0.23~0.31 (0.27±0.06)	0.23~0.55 (0.39±0.16)	0.10~0.25 (0.17±0.07)	0.38~0.40 (0.39±0.01)	0.14~0.49 (0.32±0.18)
Zn(mg/kg)	4.55~4.75 (4.65±0.14)	2.55~6.20 (4.37±2.58)	4.91~5.71 (5.31±0.57)	3.13~5.43 (4.28±1.63)	8.66~13.02 (10.64±2.21)	10.90~13.35 (11.81±1.35)	11.17~15.34 (13.26±2.95)	10.97~17.99 (13.49±3.90)

Table 3-1-16. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured rock bream (*O. fasciatus*)

	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Na(mg/100g)	25.47~29.00 (27.24±2.49)	22.31~24.41 (23.36±1.49)	25.59~28.75 (26.24±2.49)	25.68~27.56 (26.62±1.33)	30.19~34.36 (32.04±2.13)	30.31~36.12 (33.72±3.03)	29.90~76.42 (46.39±26.05)	30.77~33.27 (32.27±1.32)
Ca(mg/100g)	10.52~21.03 (15.78±7.43)	7.21~15.13 (11.17±5.60)	9.52~18.03 (16.78±7.43)	7.27~7.75 (7.51±0.34)	4.90~11.19 (8.27±3.17)	7.03~8.98 (7.96±0.98)	10.15~54.99 (25.51±25.54)	9.55~13.59 (11.69±2.03)
K(mg/100g)	395.79~409.30 (402.54±9.55)	400.12~420.78 (410.45±14.61)	385.79~405.24 (401.55±8.455)	411.14~437.27 (424.20±18.47)	282.43~295.30 (288.80±6.43)	269.66~291.50 (283.45±12.00)	265.45~415.61 (323.72±80.53)	240.70~291.02 (261.47±26.28)
Mg(mg/100g)	12.02~15.38 (13.70±2.38)	7.63~8.87 (8.25±0.88)	21.98~24.58 (23.70±2.38)	12.50~31.15 (21.83±13.18)	8.58~28.33 (16.09±10.69)	10.33~16.75 (13.12±3.29)	12.47~37.30 (22.47±13.10)	4.18~25.93 (18.11±12.09)
P(mg/100g)	141.74~166.23 (153.99±17.31)	138.66~139.10 (138.88±0.31)	151.74~176.23 (163.99±17.31)	154.89~204.27 (179.58±34.92)	147.16~210.65 (170.46±34.95)	145.20~165.38 (157.14±10.59)	143.12~275.50 (188.60±75.28)	112.13~184.62 (160.36±41.77)
Fe(mg/kg)	1.36~1.67 (1.51±0.21)	2.26~5.71 (3.99±2.44)	1.29~1.57 (1.49±0.21)	1.53~2.77 (2.15±0.87)	3.02~4.31 (4.01±0.11)	4.24~4.88 (4.52±0.33)	2.86~4.06 (3.52±0.61)	3.04~3.43 (3.19±0.21)
Cu(mg/kg)	0.06~0.14 (0.10±0.06)	0.25~0.26 (0.26±0.01)	0.12~0.14 (0.13±0.06)	0.19~0.23 (0.21±0.03)	0.30~0.48 (0.41±0.09)	0.28~0.38 (0.32±0.05)	0.21~1.12 (0.55±0.49)	0.18~0.38 (0.30±0.11)
Zn(mg/kg)	1.84~2.21 (2.03±0.26)	2.21~2.27 (2.24±0.04)	1.72~2.45 (2.23±1.75)	2.46~3.41 (2.94±0.67)	7.53~11.81 (9.40±2.19)	7.25~8.94 (8.25±0.89)	8.48~13.49 (10.86±2.51)	10.14~10.92 (10.63±0.43)

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 mg/100g, 1.75 mg/100g으로 나타나 계절적으로 가장 큰 변화를 나타내었다.

자연산과 양식산 방어에 대한 무기질 함량을 분석한 결과를 Table 3-1-17에 나타내었다. 가을철 자연산과 양식산 방어의 Na 함량은 각각 24.48~31.70 mg/100g(평균 26.92 ± 4.15 mg/100g), 30.53~32.76 mg/100g(평균 31.31 ± 1.26 mg/100g), Ca함량은 자연산이 5.03~6.04 mg/100g, 양식산이 5.69~8.54 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($31.19 \sim 33.75$ mg/100g)이 자연산($8.90 \sim 20.15$ 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.

Table 3-1-18은 계절별에 따른 전어의 무기질 함량을 분석한 결과이다. 전어의 Na 함량은 각각 42.24~118.72, Ca함량은 51.99~89.47 mg/100g으로 자연산 및 양식산 방어의 함량 5.03~6.04 mg/100g, 양식산이 5.69~8.54 mg/100g보다 10배가량 높은 함량을 나타내었다. 이는 무기질을 분석하기 위하여 전어를 전처리 시 잔뼈를 완전히 제거가 어려움으로 전어 육만의 칼슘함량이라고 보기는 어려울 것이라 판단된다. 그러나 전어는 가을철에 뼈째 먹는 것이 일반적이므로 생선회를 섭취 시 칼슘의 섭취량은 다른 어종보다 월등히 높다고 판단된다. K함량은 285.35~371.60 mg/100g으로 다른 어종과 거의 비슷하였으며. Mg등의 미량원소 함량은 다른 어종과 비슷한 함량을 나타내고 있었다.

자연산과 양식산 조피볼락에 대한 무기질 함량을 분석한 결과를 Table 3-1-19에 나타내었다. 자연산과 양식산 조피볼락의 Na함량은 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$), Ca함량은 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. 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 인(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($p > 0.05$).

Table 3-1-17. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured yellowtail (*S. quinquerediata*)

	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Na(mg/100g)	24.48~31.70 (26.92±4.15)	19.44~20.95 (20.19±1.06)	29.21~31.74 (30.47±1.79)	26.68~28.98 (27.83±1.63)	24.48~31.70 (26.92±4.15)	30.53~32.76 (31.31±1.26)	40.79~64.74 (51.16±12.29)	25.57~58.67 (44.96±17.26)
Ca(mg/100g)	5.03~6.04 (5.51±0.50)	4.30~8.91 (6.60±3.26)	4.51~10.67 (7.59±4.35)	7.35~15.20 (11.28±5.55)	5.03~6.04 (5.51±0.50)	5.69~8.54 (7.14±1.43)	10.75~24.10 (18.28±6.84)	10.86~42.37 (27.09~15.78)
K(mg/100g)	340.57~389.90 (360.49±26.00)	408.59~417.89 (413.24±6.58)	517.52~637.61 (577.56±84.91)	268.63~517.57 (493.10±34.60)	340.57~389.90 (360.49±26.00)	319.32~380.93 (357.93±33.64)	644.78~695.99 (530.35±62.68)	489.37~602.50 (530.35±62.68)
Mg(mg/100g)	8.90~20.15 (15.02±5.69)	14.77~19.87 (17.32±3.61)	7.98~38.01 (22.99±21.24)	7.91~12.32 (10.12±3.11)	8.90~20.15 (15.02±5.69)	31.19~33.75 (32.41±1.28)	12.87~35.10 (21.28±12.06)	15.08~26.20 (19.69±5.80)
P(mg/100g)	173.04~228.00 (204.33±28.26)	190.42~190.90 (190.66±0.34)	173.84~275.83 (224.83±72.11)	179.24~197.73 (188.49±13.07)	173.04~228.00 (204.33±28.26)	245.79~262.01 (251.7±8.91)	183.38~228.00 (199.68±24.62)	173.87~239.16 (214.23±35.27)
Fe(mg/kg)	0.27~3.89 (2.43±1.52)	2.42~2.64 (2.53±0.16)	2.54~3.87 (3.20±0.94)	3.26~4.36 (3.81±0.78)	0.24~3.87 (2.42±1.92)	5.27~6.94 (6.04±0.84)	3.77~6.42 (5.05±1.33)	9.66~12.63 (11.52±1.62)
Cu(mg/kg)	0.10~0.75 (0.36±0.42)	0.21~0.44 (0.33±0.17)	0.37~0.46 (0.41±0.06)	0.40~0.56 (0.48±0.11)	0.09~0.57 (0.35±0.24)	0.85~1.10 (0.97±0.13)	0.33~0.63 (0.48±0.15)	0.58~1.11 (0.84±0.27)
Zn(mg/kg)	2.95~6.16 (4.51±5.77)	2.35~5.94 (4.15±2.54)	2.94~4.62 (3.78±1.19)	2.56~3.43 (3.00±0.62)	9.95~20.16 (13.51±5.77)	10.63~13.51 (12.26±1.48)	8.96~15.61 (11.32±3.72)	2.83~7.48 (4.44±2.64)

Table 3-1-18. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured gizzard shad (*K. punctatus*)

	Spring	Summer	Fall	Winter
Na(mg/100g)	28.83	47.55~57.37 (52.46±6.95)	42.24~118.72 (76.67±38.81)	28.27~192.25 (130.43±89.12)
Ca(mg/100g)	73.02	62.65~82.96 (72.81±14.36)	51.99~89.47 (66.17±20.34)	7.11~34.22 (18.70±13.97)
K(mg/100g)	422.91	484.85~514.33 (499.59±20.84)	285.35~371.60 (330.05±43.21)	252.79~425.44 (353.28±89.75)
Mg(mg/100g)	23.40	42.24~43.38 (42.81±0.81)	33.98~38.62 (36.08±2.35)	9.79~52.63 (36.70±23.44)
P(mg/100g)	228.44	283.77~295.57 (289.67±8.35)	255.19~297.44 (282.83±23.95)	152.74~272.33 (231.70±63.39)
Fe(mg/kg)	10.52	7.46~8.50 (7.98±0.74)	10.02~10.05 (10.03±0.02)	12.55
Cu(mg/kg)	1.20	0.89~1.31 (1.10±0.30)	0.84~1.24 (1.08±0.21)	1.27
Zn(mg/kg)	4.20	8.68~9.27 (8.98±0.41)	11.90~13.61 (12.72±0.86)	14.09

Table 3-1-19. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured rock fish (*S. schlegeli*)

	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Na(mg/100g)	29.05~47.62 (38.33±13.13)	19.46~22.87 (21.71±1.95)	26.17~32.55 (29.36±4.51)	21.86~22.61 (22.23±0.53)	32.39~36.11 (33.97±1.93)	29.57~32.88 (31.37±1.68)	23.83~30.24 (26.24±3.49)	32.24~36.61 (34.64±2.22)
Ca(mg/100g)	9.36~11.29 (10.32±1.37)	11.14~16.69 (16.19±4.48)	12.34~16.18 (14.26±2.72)	10.51~12.02 (11.27±1.07)	9.26~15.49 (11.91±3.22)	3.83~7.79 (6.38±2.21)	2.67~6.30 (4.51±1.82)	4.40~11.95 (7.30±4.07)
K(mg/100g)	405.61~412.79 409.20±5.08	403.49~437.83 (425.45±19.07)	377.71~399.75 (388.73±15.59)	303.10~365.36 (334.23±44.02)	281.72~302.34 (290.10±10.84)	256.46~309.41 (284.42±26.60)	208.54~251.59 (227.38±22.02)	230.08~300.28 (256.79±37.99)
Mg(mg/100g)	6.44~23.52 (14.98±12.08)	3.88~16.21 (11.75±6.84)	24.69~31.00 (27.85±4.46)	8.56~18.57 (13.56±7.08)	18.62~24.75 (22.59±3.44)	14.16~30.89 (23.87±8.68)	3.99~20.06 (9.68±9.00)	18.09~31.96 (26.67±7.50)
P(mg/100g)	125.44~186.13 (155.78±42.92)	110.19~149.53 (134.64±21.34)	166.74~194.35 (180.54±19.52)	105.23~136.00 (120.61±21.76)	164.68~212.31 (192.37±24.74)	139.04~209.99 (181.55±37.51)	110.90~195.17 (145.44±44.14)	208.22~213.65 (211.66±2.99)
Fe(mg/kg)	1.33~2.62 (1.97±0.91)	1.14~1.50 (1.30±0.18)	1.41~1.83 (1.62±0.30)	1.51~1.52 (1.52±0.01)	0.01~0.04 (0.02±0.02)	3.10~3.76 (3.37±0.35)	2.08~2.87 (2.46±0.40)	1.84~2.00 (1.92±0.08)
Cu(mg/kg)	0.24~0.52 (0.38±0.20)	0.17~0.20 (0.18±0.02)	0.21~0.26 (0.24±0.04)	0.23~0.24 (0.24±0.01)	ND~0.17 (0.09±0.09)	0.04~0.27 (0.18±0.12)	0.09~0.25 (0.17±0.08)	0.11~0.17 (0.15±0.03)
Zn(mg/kg)	2.47~4.35 (3.41±1.33)	2.69~3.81 (3.33±0.58)	3.33~4.03 (3.68±0.50)	3.02~3.72 (3.37±0.49)	6.46~15.57 (12.39±5.14)	11.11~15.77 (13.75±2.39)	2.87~7.48 (5.75±2.51)	9.56~12.27 (11.32±1.53)

계절별에 따른 자연산과 양식산 참돔에 대한 무기질 함량은 Ca과 Fe을 제외한 기타 원소는 자연산과 양식산 간의 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$, Table 3-1-20). Ca은 자연산 참돔이 6.48~19.90 mg/100g으로 양식산 참돔의 4.13~5.68 mg/100g으로 3배가량 높은 함량을 나타내었으며, 철(Fe) 함량은 가을철에 양식산이 3.10~3.76 mg/kg이며 자연산이 0.07~0.04 mg/kg으로 30배가량 양식산이 자연산보다 높은 것이 특이적으로 확인되었다($p<0.05$).

오징어의 무기질 함량을 분석한 결과를 Table 3-1-21에 나타내었다. 오징어의 Na 함량은 봄과 가을에 각각 102.93~126.90 mg/100g, 110.68~135.29 mg/100g으로 다른 어종에 비하여 높은 함량을 나타내었으며, 기타 계절은 비슷한 수준으로 나타났다. Ca 함량은 봄, 여름, 가을, 겨울에 각각 7.83 ± 0.89 mg/100g, 6.49 ± 0.40 mg/100g, 5.59 ± 0.34 mg/100g, 9.48 ± 4.18 mg/100g으로 나타났으며, 가을철 K 함량은 243.16~279.84 mg/100g, Mg 함량은 20.65~45.75 mg/100g, P 함량은 228.53~324.14 mg/100g으로 조사된 다른 어종과 비슷한 함량을 나타내었으며, Fe 함량이 다소 낮았지만(0.03~0.07 mg/kg), 기타 미량원소는 조사된 다른 어종과 비슷한 함량을 나타내었다. 또한 계절별로도 큰 차이를 보이지 않았다.

넙치의 무기질 함량은 앞에 조사된 다른 어종과 거의 유사한 결과를 나타내었다(Table 3-1-22). 그러나 자연산에 비하여 양식산 넙치의 철 함량은 다소 차이가 났으며, 겨울철에는 자연산이 0.24 ± 0.13 mg/100g, 양식산이 1.59 ± 0.25 mg/100g로 나타났다. 이는 佐藤 守(1987)가 천연넙치와 양식넙치의 유안측 근육의 무기질 함유량의 분석결과 양식넙치는 천연넙치에 비해서 철 함량이 약 3배 정도 많고 구리함량도 약간 높았지만 그 외의 무기질 함량에 대해서는 거의 차이가 없었다고 보고와 유사하였다. 계절별에 따른 무기질 함량차이는 아연을 제외하고는 큰 차이를 나타내지 못하였다.

자연산과 양식산 숭어에 대한 무기질 함량은 Na, Ca, Fe이 자연산과 양식산 간의 함량 차이를 보이고 있으며, 기타 원소는 자연산과 양식산 간의 유의적인 차이는 없었다(Table 3-1-23, $p>0.05$). 가을철 Na은 자연산 숭어가 36.40~45.03 mg/100g의 함량을 나타내고 있으며, 양식산은 28.06~33.23 mg/100g으로 자연산이 약간 높은 경향을 나타내었다. Ca은 자연산 참돔이 $10.03\sim 22.23$ mg/100g으로 양식산 참돔의 6.45~11.04 mg/100g으로 Na과 마찬가지로 자연산이 약간 높은 함량을 나타내었다($p<0.05$). Fe 함량은 양식산이 2.70~6.98 mg/kg으로 자연산 숭어 및 다른 어종보다 높은 함량을 나타내었다. 계절별에 따른 유의적인 차이는 없었다.

Table 3-1-20. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured red seabream (*P. major*)

	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Na(mg/100g)	28.60~36.35 (32.47±5.48)	20.73~22.10 (21.42±0.97)	36.03~43.27 (39.65±5.12)	28.59~29.32 (28.96±0.52)	32.03~39.44 (35.84±3.71)	28.59~31.60 (29.86±1.56)	46.80~79.28 (59.48±17.37)	45.38~53.74 (48.23±4.77)
Ca(mg/100g)	30.40~48.40 (39.40±12.73)	6.00~10.06 (8.03±2.87)	6.17~8.33 (7.25±1.53)	9.47~7.15 (8.31±1.64)	6.48~19.90 (11.05±7.66)	4.13~5.68 (4.95±0.78)	5.39~10.75 (8.58±2.82)	11.90~28.38 (21.94±8.81)
K(mg/100g)	380.89~436.75 (408.82±39.50)	380.74~432.51 (406.63±36.61)	451.92~498.91 (475.42±33.23)	398.65~534.25 (466.45±95.88)	353.05~397.52 (374.89±22.25)	327.03~334.66 (33.09±3.82)	611.42~700.51 (643.83±49.25)	272.72~588.31 (463.88±168.04)
Mg(mg/100g)	8.81~11.67 (10.24±2.02)	4.35~22.65 (13.50±12.94)	33.47~38.41 (35.94±3.49)	12.85~43.91 (28.38±21.96)	21.14~34.79 (29.02±7.07)	9.50~30.19 (22.59±11.39)	21.25~31.34 (24.91±5.59)	15.62~28.68 (21.51±6.62)
P(mg/100g)	157.06~171.00 (164.03±9.86)	412.00~204.58 (173.29±44.25)	213.46~228.98 (221.22±10.98)	165.68~265.68 (215.76±70.82)	212.08~258.76 (238.21±23.84)	159.66~234.23 (204.21±39.35)	188.51~241.00 (213.86±26.29)	185.97~227.88 (207.57±20.99)
Fe(mg/kg)	0.12~1.80 (0.96±1.19)	1.80~2.93 (2.36±0.80)	1.60~3.24 (2.42±1.16)	1.35~1.73 (1.54±0.27)	0.07~0.04 (0.10±0.01)	3.10~3.76 (3.37±0.35)	1.69~41.08 (15.11±22.50)	2.06~14.47 (7.04±6.56)
Cu(mg/kg)	0.10~2.53 (1.32±1.72)	0.11~0.12 (0.11±0.01)	0.23~0.50 (0.36±0.19)	0.29~0.32 (0.31±0.02)	0.13~0.27 (0.22±0.08)	0.06~1.94 (0.79±1.01)	0.20~1.34 (0.66±0.60)	0.25~0.40 (0.33±0.08)
Zn(mg/kg)	2.30~2.34 (2.32±0.03)	2.38~3.03 (2.71±0.46)	3.40~3.85 (3.63±0.32)	2.62~3.46 (3.04±0.59)	6.38~7.34 (6.81±0.49)	11.11~15.77 (13.75±2.39)	8.69~9.32 (8.95±0.33)	9.30~12.51 (10.39±1.84)

Table 3-1-21. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured squid (*T. pacificus*)

	Spring	Summer	Fall	Winter
Na(mg/100g)	102.93~126.90 (114.91±16.95)	56.16~58.24 (57.20±1.47)	110.68~135.29 (124.59±64)	29.12~33.16 (30.62±2.21)
Ca(mg/100g)	7.19~8.46 (7.83±0.89)	6.20~6.77 (6.49±0.40)	5.35~5.98 (5.59±0.34)	4.71~12.48 (9.48±4.18)
K(mg/100g)	207.81~330.87 (269.34±87.02)	347.48~458.51 (403.00±78.52)	243.16~279.84 (266.08±19.98)	289.54~608.06 (467.64±162.57)
Mg(mg/100g)	8.48~17.12 (12.80±6.11)	39.12~41.74 (40.43±1.85)	20.65~45.75 (35.68±13.27)	5.25~30.50 (20.61±13.48)
P(mg/100g)	160.47~173.92 (167.20±9.51)	267.69~348.21 (307.95±56.93)	228.53~324.14 (284.58±49.89)	124.20~236.93 (184.75±56.83)
Fe(mg/kg)	0.78~0.96 (0.87±0.12)	1.21~1.98 (1.59±0.55)	0.03~0.07 (0.06±0.02)	0.67~2.01 (1.51±0.73)
Cu(mg/kg)	1.36~1.50 (0.07±0.09)	0.64~0.86 (0.75±0.16)	2.35~3.90 (3.14±0.78)	0.16~1.62 (0.99±0.75)
Zn(mg/kg)	5.89~6.61 (6.25±0.51)	13.92~14.38 (14.15±0.32)	19.17~23.03 (21.55±2.08)	12.03~16.04 (14.44±2.13)

Table 3-1-22. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured Olive flounder (*P. olivaceus*)

	Spring		Summer		Fall		winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Na(mg/100g)	17.66~20.23 (18.95±1.82)	16.66~19.23 (17.95±1.82)	93.09~98.87 (96.68±3.02)	28.59~31.60 (29.86±1.56)	21.87~26.55 (24.25±2.87)	22.96~24.96 (23.99±1.00)	27.57~44.46 (36.00±7.73)	28.81~137.47 (66.13±61.80)
Ca(mg/100g)	10.03~11.32 (10.71±0.48)	9.93~10.90 (10.41±0.68)	10.65~40.30 (21.97±12.00)	4.13~5.68 (4.95±0.78)	5.87~7.89 (6.43±1.25)	6.30~8.38 (7.46±1.06)	4.59~11.54 (9.71±2.92)	9.17~11.73 (10.52±1.29)
K(mg/100g)	412.30~457.20 (434.65±28.67)	412.61~454.70 (433.65±29.76)	309.22~48.93 (329.42±14.76)	327.03~334.66 (323.09±3.82)	305.06~333.74 (318.21±20.08)	312.30~354.00 (328.64±22.26)	630.51~677.43 (658.97±17.39)	416.48~621.60 (493.72±111.55)
Mg(mg/100g)	18.02~21.18 (19.57±2.54)	17.02~20.18 (18.60±2.24)	18.33~19.85 (19.01±0.59)	9.50~30.19 (22.59±11.39)	10.47~17.57 (13.39±4.25)	4.36~27.57 (14.39±11.92)	26.16~30.27 (28.48±1.72)	13.27~31.03 (19.51±9.99)
P(mg/100g)	169.84~187.15 (183.55±17.53)	173.48~196.61 (185.05±16.35)	143.68~156.94 (149.08±8.65)	159.66~234.23 (204.21±39.35)	187.54~228.72 (173.01±43.72)	131.67~216.37 (167.33±43.91)	361.35~384.94 (371.10±8.72)	145.29~225.21 (181.56±40.47)
Fe(mg/kg)	0.75~0.88 (0.82±0.09)	0.85~0.98 (0.92±0.09)	1.83~2.53 (2.24±0.30)	3.10~3.76 (3.37±0.35)	2.04~3.64 (2.81±1.01)	1.74~3.36 (2.55±0.81)	0.11~0.39 (0.24±0.13)	1.30~1.78 (1.59±0.25)
Cu(mg/kg)	0.07~0.18 (0.09±0.07)	0.05~0.11 (0.08±0.04)	0.21~0.26 (0.23±0.02)	0.06~1.94 (0.79±1.01)	0.17~0.42 (0.24±0.15)	0.04~0.59 (0.28±0.28)	0.14~0.17 (0.15±0.01)	0.07~0.20 (0.14±0.07)
Zn(mg/kg)	2.26~4.63 (3.34±1.40)	2.06~2.63 (2.34±0.40)	3.17~3.40 (3.29±0.10)	6.86~27.31 (15.24±10.72)	8.58~12.47 (9.92±3.27)	9.58~11.47 (10.76±1.02)	10.31~10.49 (10.41±0.08)	9.15~12.40 (10.97±1.66)

Table 3-1-23. Seasonal variations of mineral contents in muscles of wild and cultured gray mullet (*M. cephalus*)

	Spring		Summer		Fall		winter	
	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured	Wild	Cultured
Na(mg/100g)	22.31~32.74 (22.17±10.49)	30.92~49.10 (38.87±9.30)	35.40~37.03 (35.69±0.63)	37.06~45.12 (40.69±5.59)	36.40~45.03 (41.69±4.63)	28.06~33.23 (30.69±2.59)	23.16~27.78 (26.36±1.94)	41.10~47.57 (44.95±2.60)
Ca(mg/100g)	7.22~13.76 (9.77±2.87)	7.52~14.90 (11.04±3.70)	9.03~12.23 (10.67±1.78)	8.13~11.89 (9.12±2.24)	10.03~22.23 (17.03±6.30)	6.45~11.04 (8.05±2.59)	18.08~28.96 (21.45±4.36)	9.45~23.79 (13.92±5.74)
K(mg/100g)	228.31~375.92 (256.34±62.45)	270.33~311.32 (287.37±21.36)	245.75~335.55 (307.52±33.78)	353.36~391.83 (378.35±21.66)	254.15~318.75 (295.09±35.60)	253.36~291.83 (278.35±21.66)	225.21~335.18 (293.19±46.60)	358.85~403.02 (373.75±17.74)
Mg(mg/100g)	31.72~32.58 (32.29±0.33)	24.02~25.95 (25.23±1.05)	12.87~19.26 (15.34±3.75)	16.19~25.54 (21.34±4.12)	12.87~29.26 (20.34±8.29)	6.19~25.54 (15.57±9.69)	24.67~27.44 (26.29±1.04)	24.49~26.82 (25.66±1.25)
P(mg/100g)	247.94~263.51 (253.42±6.58)	183.50~189.39 (186.13±2.99)	206.97~237.12 (214.01±13.33)	219.76~293.58 (256.56±36.73)	106.97~223.38 (190.54±29.59)	119.72~193.62 (156.58±36.95)	288.79~332.46 (313.05±17.32)	301.21~315.06 (306.99±7.51)
Fe(mg/kg)	1.72~4.25 (2.32±1.08)	3.77~4.58 (4.22±0.41)	2.04~4.24 (2.75±1.72)	2.02~5.33 (4.13±1.83)	N.D.~0.02 (0.02±0.02)	2.70~6.98 (4.77±2.15)	2.02~2.30 (2.17±0.10)	1.52~2.32 (1.77±0.32)
Cu(mg/kg)	0.20~0.45 (0.27±0.10)	0.10~0.25 (0.17±0.07)	0.40~0.54 (0.43±0.012)	0.20~0.36 (0.29±0.08)	0.41~0.64 (0.53±0.12)	0.36~1.55 (0.77±0.68)	0.29~0.35 (0.32±0.02)	0.24~0.30 (0.27±0.02)
Zn(mg/kg)	3.64~4.79 (4.26±0.45)	10.90~13.35 (11.81±1.35)	8.49~9.73 (8.81±0.43)	4.84~8.58 (6.94±1.91)	8.49~9.73 (9.12±0.62)	6.37~11.35 (8.98±2.50)	4.09~4.64 (4.31±0.20)	3.21~3.73 (3.41±0.19)

(3) 콜라겐 함량

근육에는 근세포 사이를 연결하는 기능을 갖는 결체조직이 존재하며 이 결체조직은 수 종류의 단백질로 형성되지만 대부분은 콜라겐이다. 콜라겐 함량은 근육의 단단함과 밀접한 관계가 있으며 콜라겐이 많을수록 단단한 근육이 된다고 보고하고 있다(Ochiai et al., 1985). 어육내 콜라겐 함량은 유영 시 몸을 크게 구부리는 부위일수록 높으므로 머리부분보다 꼬리 부분에 많으며 어린것보다 늙은 것에 불용성 콜라겐함량이 높다. 어육은 축육에 비해 결체조직의 량이 적으므로 생선회 등 생식이 이루어지는데 콜라겐양이 많은 어육은 씹을 때 결체조직의 저항이 느껴지고 때로는 결체조직을 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. 특히 양식어에도 지질함량이 적은 넙치의 경우에는 지질보다 콜라겐의 영향이 더 크게 작용할 것으로 보고하고 있다(Lee et al., 2000). 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 자연산보다는 양식산이 콜라겐함량이 약간 높은 경향을 나타내고 있다. 오징어에 콜라겐 함량이 다른 어종과 비교하여 볼 때 가장 높았으며, 농어, 돌돔, 참돔, 송어 등이 콜라겐함량이 많았다.

Table 3-1-24. Comparison of collagen content in muscle of wild and cultured live fishes

Region	Species	Content (mg/g)	
		Wild	Cultured
South sea	Sea bass	7.47	8.19
	Rock bream	7.10	6.21
	Yellowtail	2.15	2.43
	Gizzard shad	4.35	-
	Rock fish	4.90	4.12
	Red seabream	5.11	5.81
East sea	Squid	20.60	-
	Olive flounder	5.30	4.28
West sea	Gray mullet	7.56	8.26

(4) 지방산 조성

농어, 돌돔, 방어, 전어, 조피볼락, 오징어, 넙치, 송어에서 추출한 총조지방의 지방산 조성은 Table 3-1-25~Table 3-1-33과 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 양식산간의 포화산, 모노엔산, 폴리엔산은 큰 차이를 가지지 못하였으나, DHA(22:6) 함량은 등육에서는 양식산이 자연산보다 높은 조성비를, 배육에서는 자연산이 양식산 보다 높은 조성비를 나타내었으나, 그 차이는 미미하였다. 그리고 폴리엔산의 함량이 지방함량이 높은 가을철이 겨울철보다 높은 경향을 나타내었다(Table 3-1-25).

Jeong et al. (1999)이 12종 어류에 대한 지방산 조성을 조사한 결과 모든 어종에서 불포화지방산의 조성비가 가장 높았다는 보고와는 달리, 양식산과 자연산 황복의 지방산 조성은 C16:0, C18:0의 조성비인 포화산이 가장 높은 조성비를 나타내었다.

이는 6종의 양식 및 천연어의 지방산에 대한 보고한 Aoki(1991)연구에서 지방산 조성은 어종에 따라서 양식산과 자연산간에 차이가 있는 것도 있고 없는 것도 있으며, 포화지방산은 C16:0과 C18:0이 25~33%의 함량을 가지고 그 중 C16:0이 대부분을 차지하고, 불포화지방산은 특징적인 차이를 볼 수 있었는데, 일반적으로 어류조직의 지질은 사료 지질의 영향을 받는다고 보고한 결과와 유사하였다. 또한 천연산과 양식산 자주복의 지방산 조성을 조사한 Kim et al. (2000) 결과에서는 자연산 복어는 C16:0이 36.55%를 나타내어 가장 많은 분포를 나타내었으나 양식산은 DHA(22:6)의 조성비가 58.63%를 나타내어 자연산과 양식산이 차이를 나타내었는데, 이는 앞서 밝힌 바와 같이 사료의 지질의 영향으로 보고하고 있다.

자연산과 양식산 돌돔의 등육과 배육의 지방산 조성은 Table 3-1-26과 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.

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 3-1-27).

전어의 지방산 조성비는 겨울철에 폴리엔산이 가을철보다 높았으며 DHA(22:6)의 조성비가 특히 높았다(Table 3-1-28). 그러나 DHA(22:6)의 조성비도 다른 어종과 비슷한 비를 나타내었으며, 등육이 배육 보다 약간 높은 경향을 나타내었다.

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 3-1-29).

자연산과 양식산 참돔의 지방산 조성비는 큰 차이가 없었으나, DHA(22:6)의 조성비가 자연산보다는 양식산이 높은 경향을 나타내고 있다(Table 3-1-30).

오징어의 지방산 조성은 EPA(20:5), DHA(22:6)의 조성비가 폴리엔산이 비율이 60% 전후로 높은 함량을 나타내고 있으며, 대부분 DHA(22:6)의 조성비가 40%로 다른 어종의 지방의 지방산 조성과는 달리 조성비가 높았다. 다른 어종과 마찬가지로 포화산의 조성은 palmitic acid(16:0)가 주요 성분으로 20%전후의 조성비를 나타내고 있으며, 포화산이 조성비가 30%전후로, 다음으로는 모노엔산이 10% 전후의 조성비를 나타내었다(Table 3-1-31).

양식산 넙치의 지방의 지방산 조성비는 오 등(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 3-1-32).

송어의 지방산 조성은 palmitoleic acid(16:1) 및 oleic acid(18:1)를 주체로 하는 모노엔산이 34.47~48.82%전후로 가장 많은 조성비를 나타내고 있으며, DHA(22:6)의 함량이 농어와 비슷하게 낮은 조성비를 나타내고 있다. 그리고 자연산이 양식산 보다 높은 조성비를 나타내고 있는 것이 특징적이다(Table 3-1-33).

Table 3-1-25. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured sea bass (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
C14:0	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
C15:0	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
C16:0	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
C17:0	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
C18:0	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
C20:0	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
C22:0	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
C14:1	0.22	-	-	0.57	-	-	0.06	0.10	0.30	0.33	-	0.57	0.22	0.34	0.24	0.22
C15:1	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	0.36	-	-	-	-	-	-
C16:1	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
C17:1	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
C18:1	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
C20:1	2.75	0.91	0.18	-	-	-	0.11	0.22	-	-	-	-	0.84	2.52	0.87	2.58
C22:1	-	-	3.19	0.90	1.52	-	+	-	-	-	2.49	-	-	-	-	0.36
C24:1	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
C18:2	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
C18:2	-	-	0.45	-	-	-	-	0.27	-	-	-	-	-	-	0.26	-
C18:3	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
C20:2	-	2.85	-	2.92	-	2.47	1.15	0.29	-	-	-	-	0.48	-	0.25	0.50
C20:3	1.67	-	-	-	-	-	1.68	0.12	2.52	3.73	2.6	1.32	3.49	1.81	3.08	1.95
C20:4	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
C20:4	0.47	3.64	0.44	4.87	0.88	5.51	-	0.56	-	-	-	-	1.02	-	-	1.11
C20:5	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
C22:2	-	1.72	-	3.44	-	-	0.16	-	-	-	-	-	0.38	-	0.34	-
C22:6	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

Table 3-1-26. 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
C14:0	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
C15:0	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	-
C16:0	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
C17:0	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
C18:0	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
C20:0	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
C22:0	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
C14:1	5.21	0.13	5.31	-	1.71	0.14	0.51	0.14	1.75	0.24	-	0.28	-	-	0.30	-
C15:1	2.00	0.14	1.98	1.85	0.98	0.53	1.21	0.40	0.52	-	-	-	0.45	0.21	0.44	-
C16:1	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
C17:1	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
C18:1	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
C20:1	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
C22:1	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
C24:1	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
C18:2	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
C18:3	0.39	-	0.94	-	-	0.24	-	0.24	-	-	-	-	0.49	0.35	0.53	-
C20:2	0.37	0.18	0.32	0.84	0.76	0.37	-	0.40	0.42	-	-	-	0.76	0.48	0.78	0.72
C20:3	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
C20:4	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
C20:5	0.67	0.07	0.59	0.80	-	0.82	0.21	0.80	-	1.77	-	-	0.76	0.81	0.61	1.02
C22:2	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
C22:6	0.00	1.30	0.00	-	-	-	-	-	0.63	-	-	-	2.60	0.23	-	-
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

Table 3-1-27. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured yellowtail (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
C14:0	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
C15:0	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
C16:0	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
C17:0	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
C18:0	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
C20:0	0.70	1.45	1.61	1.63	0.58	2.47	-	2.70	-	-	-	-	0.38	0.34	0.33	0.66
C22:0	-	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
C14:1	-	0.10	0.42	0.12	-	0.24	-	0.19	-	-	-	-	0.22	-	0.14	-
C15:1	0.17	-	0.21	0.08	0.89	0.34	-	-	0.79	0.53	-	0.62	-	-	0.26	-
C16:1	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
C17:1	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
C18:1	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
C20:1	-	0.23	0.71	0.25	-	0.13	-	0.33	0.82	0.92	-	0.98	0.55	1.42	1.06	1.84
C22:1	1.58	0.96	1.11	1.09	0.51	-	-	0.96	0.40	-	-	-	2.34	0.45	0.40	-
C24:1	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
C18:2	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
C18:2	-	0.49	0.31	0.50	0.34	-	-	0.37	0.51	-	-	-	-	0.49	0.28	-
C18:3	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
C20:2	-	0.23	0.01	0.26	0.24	0.12	-	0.31	0.92	-	-	-	1.86	0.30	0.51	0.28
C20:3	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
C20:4	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
C20:4	0.31	0.46	-	0.54	0.36	0.15	-	0.70	0.92	-	-	-	-	0.59	0.49	-
C20:5	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
C22:2	0.51	-	-	-	-	-	-	-	0.34	-	-	-	0.68	0.42	0.38	0.43
C22:6	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

Table 3-1-28. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured gizzard shad (unit : area%)

	Spring		Summer		Fall		Winter	
	D	V	D	V	D	V	D	V
	W	C	W	C	W	C	W	C
C14:0	8.12	7.91	6.07	9.45	9.11	8.82	7.12	8.07
C15:0	-	0.32	0.41	0.32	0.37	0.37	0.35	0.36
C16:0	23.54	24.94	22.03	22.74	22.53	19.59	18.97	16.96
C17:0	0.89	1.34	0.89	1.50	1.49	1.48	1.83	1.96
C18:0	3.26	2.97	3.51	3.63	3.67	3.07	3.37	2.74
C20:0	0.72	1.42	2.62	0.66	1.07	0.94	0.59	0.51
C22:0	-	-	-	-	-	1.28	0.32	-
Saturates	36.53	38.9	35.53	38.3	38.24	35.55	32.55	30.6
C14:1	-	-	-	0.09	0.15	-	0.13	-
C15:1	0.63	0.01	-	0.09	-	-	-	-
C16:1	12.93	10.46	9.92	11.81	10.80	10.02	9.05	9.58
C17:1	0.84	1.21	0.48	2.54	2.12	2.14	2.35	2.92
C18:1	21.34	26.38	29.34	23.49	24.06	20.34	19.17	17.65
C20:1	1.26	0.49	0.48	0.19	0.30	-	0.91	0.87
C22:1	-	0.21	0.82	-	-	2.91	0.53	2.16
C24:1	1.98	1.48	1.75	1.59	1.92	1.86	2.68	2.63
Monoenes	38.98	40.24	42.79	39.8	39.35	37.27	34.82	35.81
C18:2	1.61	0.97	1.40	1.50	0.80	0.67	0.93	0.93
C18:2	-	-	-	0.27	-	-	0.39	0.42
C18:3	-	-	0.38	0.20	0.46	-	0.47	0.60
C20:2	4.20	1.39	1.27	2.28	0.22	0.87	0.33	1.44
C20:3	-	0.97	-	0.17	1.15	1.77	1.49	1.59
C20:4	1.25	1.38	1.52	0.95	0.71	2.21	0.35	1.83
C20:4	0.35	0.84	0.47	0.62	-	2.28	0.83	1.05
C20:5	12.22	10.19	9.28	10.29	13.89	13.75	15.27	15.65
C22:2	0.67	-	-	-	0.67	1.28	0.83	1.08
C22:6	4.19	5.12	7.36	5.62	4.51	4.35	11.74	9.00
Polyenes	24.49	20.86	21.68	21.9	22.41	27.18	32.63	33.59
ω-3	17.66	16.69	18.54	17.06	19.57	20.31	27.83	27.08
ω-6	6.16	4.17	3.14	4.57	2.17	5.59	3.58	5.01
ω-3/ω-6	2.87	4.00	5.90	3.73	9.02	3.63	7.77	5.41
UFA/SFA	1.74	1.57	1.81	1.61	1.62	1.81	2.07	2.27
MUFA/SFA	1.07	1.03	1.20	1.04	1.03	1.05	1.07	1.17
PUFA/SFA	0.67	0.54	0.61	0.57	0.59	0.76	1.00	1.10
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Table 3-1-29. 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
C14:0	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
C15:0	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	-
C16:0	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
C17:0	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
C18:0	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
C20:0	1.89	2.37	1.13	1.85	1.33	2.18	3.38	1.66	-	0.44	-	1.30	-	0.27	-	0.57
C22:0	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
C14:1	0.13	0.20	-	0.20	0.21	0.17	0.10	0.18	-	-	-	-	-	-	-	-
C15:1	-	0.10	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.32	-	-	-	0.20	-
C16:1	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
C17:1	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
C18:1	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
C20:1	-	0.19	-	0.15	1.01	0.23	0.11	-	-	1.92	2.03	-	2.19	2.24	2.73	3.16
C22:1	-	-	-	-	-	1.38	0.12	1.18	-	-	-	-	3.57	0.41	-	0.99
C24:1	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
C18:2	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
C18:2	0.71	-	-	-	0.58	0.24	-	0.22	-	-	-	-	-	-	1.88	-
C18:3	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
C20:2	-	0.05	-	-	0.32	0.25	0.21	0.22	-	-	-	-	2.14	0.38	0.43	0.69
C20:3	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
C20:4	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
C20:4	-	0.78	-	-	0.83	0.70	0.38	0.64	-	-	0.46	-	-	0.82	0.60	0.87
C20:5	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
C22:2	1.25	0.41	-	-	-	-	0.31	-	-	-	2.64	2.22	-	0.53	0.71	-
C22:6	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

Table 3-1-30. 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
C14:0	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
C15:0	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
C16:0	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
C17:0	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
C18:0	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
C20:0	-	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
C22:0	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
C14:1	0.12	-	-	-	-	-	0.10	0.21	-	0.35	0.45	-	-	-	-	-
C15:1	0.27	-	-	-	0.63	-	0.80	-	-	-	-	-	0.26	-	0.20	-
C16:1	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
C17:1	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
C18:1	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
C20:1	3.39	0.63	-	-	0.51	-	0.43	0.24	1.68	1.56	1.77	-	1.88	2.42	2.26	2.03
C22:1	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
C24:1	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
C18:2	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
C18:2	-	-	-	0.37	0.36	0.20	0.34	0.24	-	-	-	-	0.41	0.36	0.43	0.81
C18:3	0.39	-	0.41	0.86	0.30	0.88	0.32	1.00	-	0.78	-	-	0.35	0.55	0.34	0.77
C20:2	0.11	1.66	0.41	0.24	0.51	0.26	0.25	0.32	-	-	-	-	0.33	-	0.39	-
C20:3	0.37	-	0.47	-	0.20	-	0.17	-	2.62	0.97	2.14	1.03	2.77	1.37	2.64	2.02
C20:4	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
C20:4	0.16	-	1.60	1.16	0.44	1.33	0.44	1.80	1.14	-	-	-	-	-	-	-
C20:5	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
C22:2	0.37	0.86	-	-	-	-	-	-	1.43	-	0.91	-	0.40	0.80	0.42	0.93
C22:6	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

Table 3-1-31. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild squid

(unit : area%)

	Spring	Summer	Fall	Winter
C14:0	3.29	1.79	1.22	0.98
C15:0	-	0.76	0.48	0.45
C16:0	26.28	26.51	22.73	22.03
C17:0	0.91	1.31	0.75	0.91
C18:0	3.47	5.21	4.68	4.99
C20:0	0.49	1.83	-	-
C22:0	-	-	0.46	-
Saturates	34.44	37.41	30.32	29.36
C14:1	-	-	-	-
C15:1	0.21	0.84	1.09	0.94
C16:1	1.32	1.49	0.51	0.56
C17:1	0.03	0.69	0.79	1.03
C18:1	5.77	6.85	3.04	1.84
C20:1	2.45	-	4.76	4.52
C22:1	0.03	-	-	0.86
C24:1	0.43	0.82	0.54	0.68
Monoenes	10.24	10.69	10.73	9.99
C18:2	0.42	0.39	0.2	0.24
C18:2	0.01	-	-	-
C18:3	-	-	-	-
C20:2	0.19	-	0.63	0.82
C20:3	0.43	-	2.19	2.30
C20:4	0.59	3.58	0.42	0.49
C20:4	-	0.69	0.16	0.80
C20:5	18.33	19.34	14.91	13.39
C22:2	-	-	0.20	-
C22:6	35.35	27.90	40.24	42.61
Polyenes	55.32	51.9	58.95	60.65
ω -3	54.27	50.82	55.57	56.49
ω -6	1.04	1.08	3.18	4.16
ω -3/ ω -6	52.18	47.06	17.47	13.58
UFA/SFA	1.90	1.67	2.30	2.41
MUFA/SFA	0.30	0.29	0.35	0.34
PUFA/SFA	1.61	1.39	1.94	2.07
Total	100	100	100	100

Table 3-1-32. 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
C14:0	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
C15:0	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
C16:0	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
C17:0	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
C18:0	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
C20:0	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
C22:0	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
C14:1	-	0.16	-	0.25	-	-	-	-	0.27	-	0.45	-	0.38	0.15	0.02	0.18
C15:1	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
C16:1	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
C17:1	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
C18:1	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
C20:1	-	0.30	-	0.28	0.71	-	0.49	-	0.37	1.24	0.10	2.57	1.10	2.68	2.54	3.00
C22:1	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
C24:1	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
C18:2	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
C18:2	-	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	-	-	0.22
C18:3	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
C20:2	-	0.30	-	-	0.18	-	-	1.26	0.07	-	0.03	-	0.38	0.36	0.01	0.39
C20:3	3.89	-	3.84	1.05	2.71	-	1.88	-	2.55	2.09	1.54	1.97	0.46	1.60	-	1.59
C20:4	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
C20:4	-	0.72	-	0.84	0.09	0.68	-	3.26	-	0.59	-	-	-	0.91	0.02	-
C20:5	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
C22:2	-	-	0.23	0.36	0.01	-	0.38	0.92	0.44	-	1.03	-	-	0.52	0.13	0.49
C22:6	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

Table 3-1-33. Seasonal variations of fatty acid in muscle of wild and cultured gray mullet
(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
C14:0	1.28	3.84	0.29	3.26	2.10	3.84	2.31	3.69	9.63	3.81	9.13	5.52	6.39	3.30	7.11	3.18
C15:0	0.38	0.25	-	-	0.21	-	0.79	-	0.90	0.22	0.79	0.27	0.41	0.17	0.21	0.18
C16:0	24.49	20.90	22.50	21.45	19.51	20.58	16.98	22.71	18.93	22.37	17.98	23.69	24.81	23.82	21.74	22.82
C17:0	-	0.30	1.10	-	1.31	0.17	2.71	0.91	2.87	0.42	2.92	0.53	1.39	0.31	1.21	0.30
C18:0	7.16	2.70	6.43	2.95	7.44	2.29	4.74	2.36	2.43	2.23	3.00	1.86	2.31	2.23	3.34	2.04
C20:0	-	1.20	-	1.50	0.17	0.38	0.03	0.09	-	0.21	-	-	0.31	0.19	0.91	0.17
C22:0	-	0.15	1.11	-	0.01	-	0.09	-	-	-	-	-	-	0.14	0.12	-
Saturates	33.31	29.34	31.43	29.16	30.75	27.26	27.65	29.76	34.76	29.26	33.82	31.87	35.62	30.16	34.64	28.69
C14:1	-	0.22	-	-	-	0.44	0.08	-	-	0.25	0.24	0.42	0.09	0.17	-	0.16
C15:1	1.97	0.37	1.25	-	0.61	0.48	-	-	0.05	0.17	-	-	0.10	0.09	0.26	-
C16:1	14.73	14.24	15.47	13.81	16.81	13.87	15.38	12.76	16.96	16.14	18.56	19.09	16.81	15.03	17.41	14.84
C17:1	-	0.30	-	-	2.91	0.96	2.76	1.23	4.50	0.67	4.99	0.65	3.21	0.41	2.95	0.40
C18:1	10.09	24.79	8.37	25.60	8.51	21.98	7.91	22.59	7.55	27.86	6.14	24.45	7.03	27.83	6.21	31.33
C20:1	0.68	0.14	-	0.60	0.94	0.09	1.21	0.34	1.23	0.98	1.53	0.81	0.38	1.16	1.32	1.13
C22:1	-	0.08	0.78	-	0.22	1.22	0.81	1.38	-	0.32	2.46	1.91	0.21	0.10	0.03	-
C24:1	5.00	2.06	4.86	2.08	4.82	2.94	5.13	1.74	4.18	1.44	4.09	0.85	3.94	1.13	5.59	0.96
Monoenes	32.47	42.2	30.73	42.09	34.82	41.98	33.28	40.04	34.47	47.83	38.01	48.18	31.77	45.92	33.77	48.82
C18:2	1.60	12.64	3.77	11.34	2.07	12.09	2.98	14.21	1.07	10.75	1.00	9.34	2.02	15.45	0.97	14.65
C18:2	0.61	0.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	-	0.24
C18:3	1.86	1.17	-	1.12	0.98	1.29	0.35	1.01	1.54	1.17	1.46	1.01	0.77	1.41	1.38	1.32
C20:2	-	0.14	0.93	-	0.34	0.11	-	0.02	-	0.30	-	-	0.31	0.33	0.06	0.27
C20:3	1.14	0.99	1.95	2.24	1.11	1.19	1.35	0.95	3.26	1.16	1.45	0.84	1.89	0.44	2.49	0.37
C20:4	1.21	0.08	0.69	-	1.31	1.39	1.63	1.32	2.22	0.34	1.99	1.66	2.01	0.09	1.85	0.18
C20:4	-	0.32	-	-	-	0.67	0.94	-	-	-	1.38	0.84	0.21	0.21	0.98	-
C20:5	12.81	5.00	15.35	5.83	14.94	5.08	16.21	4.26	13.31	3.81	13.06	3.06	16.01	2.16	17.41	1.84
C22:2	1.01	0.18	3.03	-	1.38	-	-	0.41	2.23	-	0.51	-	1.06	0.16	0.28	0.74
C22:6	13.98	7.53	12.12	8.22	12.30	8.94	15.61	8.02	7.14	5.38	7.32	3.20	8.33	3.41	6.17	2.88
Polyenes	34.22	28.46	37.84	28.75	34.43	30.76	39.07	30.2	30.77	22.91	28.17	19.95	32.61	23.92	31.59	22.49
ω-3	29.86	13.78	28.16	15.17	29.53	16.70	33.80	14.61	24.21	10.70	23.83	8.93	27.12	7.07	26.81	6.22
ω-6	2.74	14.09	6.65	13.58	3.52	14.06	5.27	15.18	4.33	12.21	3.83	11.02	4.43	16.43	4.50	15.29
ω-3/ω-6	10.90	0.98	4.23	1.12	8.39	1.18	6.41	0.96	5.59	0.88	6.22	0.81	6.12	0.43	5.96	0.41
UFA/SFA	2.00	2.41	2.18	2.43	2.25	2.67	2.62	2.36	1.88	2.42	1.96	2.14	1.81	2.32	1.89	2.49
MUFA/SFA	0.97	1.44	0.98	1.44	1.13	1.54	1.20	1.35	0.99	1.63	1.12	1.51	0.89	1.52	0.97	1.70
PUFA/SFA	1.03	0.97	1.20	0.99	1.12	1.13	1.41	1.01	0.89	0.78	0.83	0.63	0.92	0.79	0.91	0.78
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

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.

다. 자연산과 양식산 활어의 맛 성분

(1) 구성 아미노산

수집된 자연산 및 양식산 활어에 대한 구성 아미노산 함량을 건물로써 Table 3-1-34에 나타내었으며, 그 결과 tryptopan을 제외한 17개의 구성아미노산이 분석되었다. 이처럼 tryptopan이 분석되지 않은 것은 HCl 을 이용한 가수분해과정에서 손상되었기 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 전어는 3.34 g/kg, 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/kg, 오징어는 2.98 g/kg이며, 송어는 2.03 g/kg, 2.71 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, 62.19 g/kg, 방어는 자연산과 양식산이 62.47 g/kg, 79.05 g/kg로 나타났다. 또한 전어는 81.7 g/kg, 조피볼락의 자연산과 양식산은 각각 65.57 g/kg, 61.45 g/kg, 참돔의 자연산과 양식산은 71.57g/kg, 76.27 g/kg, 넙치의 자연산과 양식산은 71.56 g/kg, 72.07 g/kg, 오징어는 52.1 g/kg이며, 송어는 52.86 g/kg, 63.61 g/kg으로 나타났다.

Glutamic acid는 생체기관의 중요한 기능을 하며, 인체에서 가장 풍부한 아미노산의 일종이며, 골격근에서 세포외 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, 잿방어의 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, arginine 등 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. 오징어를 제외한 기타 어종에서도 50% 의 필수아미노산의 함량을 나타냈으며, 오징어는 48.40%로 나타났으나 자연산과 양식산의 차이는 미미하였다.

그리고 비필수아미노산에 대한 필수아미노산의 비율이 오징어를 제외하고는 100%를 초과하여 필수아미노산의 함량이 비필수아미노산 모두 많이 함유되어 있는 것을 확인 할 수 있었으며, 오징어의 경우는 93.78%로 나타났다.

필수아미노산 총량에 대한 특정 필수아미노산의 비율을 Table 3-1-25에 나타내었다. 아미노산 패턴의 차이점과 A/E 비율은 영양요구성으로 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 종은 높은 단백질 합성 효능은 같은 시간에 가능할 것이며, 그렇지 않으면 단백질 합성은 아미노산 catabolism 증대결과를 초래할 것이다.

Table 3-136은 FAO/WHO에서 권장한 필수아미노산 모델과 비교하기 위하여 아미노산가(amino acid score)을 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.

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

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

Table 3-1-34. The specific and total amino acid (EAA and TEAA), non-essential amino acid(NEAA and TNEAA) and total amino acid (TAA) content in the muscle of the wild and cultured live fishes

	Sea bass		Rock bream		Yellow tail		Gizzard shad	Rock fish		Redsea bream		Olive flounder		Squid	Gray mullet		
	W	C	W	C	W	C	W	W	C	W	C	W	C	W	W	C	
EAA(g kg ⁻¹ dry wt.)																	
THr.	30.32	29.7	34.67	23.8	23.91	31.18	30.11	23.97	22.21	26.29	28.98	28.21	28.4	18.73	19.11	22.84	
Met.	17.19	20.02	22.34	13.32	13.38	20.27	18.81	16.46	14.63	15.69	19.01	19.26	19.4	13.19	12.58	15.93	
Lys.	50.6	51	60.24	39.49	39.67	51.77	53.64	40.66	38.55	44.35	49.88	45.48	45.81	30.1	33.16	39.82	
Phe	28.74	32.76	38.55	20.91	21	33.7	34.63	22.56	20.12	24.25	33.11	30.23	30.44	18.39	17.31	21.43	
Val.	34.07	31.35	34.69	25.51	25.62	32.79	31.97	24.32	22.99	27.34	30.41	27.5	27.7	17.81	19.77	24.3	
Leu.	43.11	41.69	50.03	34.06	34.22	43.46	43.69	34.33	32.16	37.21	41.34	37.99	38.25	27.03	27.66	34.18	
Ile.	30.16	29.35	34.05	23.31	23.42	31.65	29.75	24.1	21.91	26.15	28.76	26.17	26.36	17.85	18.85	22.29	
His.	18.64	19.54	23.25	13.52	13.59	45.67	28.43	14.06	12.84	16.43	19.53	19.62	19.76	15.8	11.05	17.99	
Arg.	37.18	36.78	39.76	24.48	24.6	37.77	35.19	26.82	26.08	33.72	35.05	35.33	30.48	24.66	22.43	28.41	
NEAA(g kg ⁻¹ dry wt.)																	
Cys.	2.53	3.26	3.42	2.77	2.78	3.27	3.34	2.72	2.36	2.6	3.31	2.74	2.76	2.98	2.03	2.71	
Tyr.	16.91	19.35	13.27	13.81	13.88	19.73	19.59	14.55	14.24	15.33	19.11	28.21	18.99	12.23	12.25	15.18	
Asp.	55.98	53.02	62.59	43.77	43.97	54.58	54.83	44.57	42.1	47.12	52.3	49.25	49.6	34.06	36.22	43.33	
Ser.	26.65	26.2	31.06	20.65	20.74	26.97	26.78	21.45	20.6	23.43	25.87	25.86	26.04	18.34	17.72	21.38	
Glu.	81.43	78.2	94.32	62.19	62.47	79.05	81.7	65.57	61.45	71.57	76.27	71.56	72.07	52.1	52.86	63.61	
Gly.	25.86	27.74	29.79	20.59	20.69	27.9	28.29	20.11	19.21	23.42	27.34	22.8	22.96	16.74	16.52	25.76	
Ala.	34.92	33.82	39.3	26.81	26.93	35	35.66	27.11	25.64	29.8	33.75	30.36	30.57	20.85	22.06	27.26	
Pro.	29.1	30.78	36.39	20.55	20.64	30.52	30.39	22.3	20.05	26.5	29.28	26.4	26.59	38.43	17.25	20.97	
TAA(g kg ⁻¹ dry wt.)	563.38	564.54	647.71	429.55	431.51	605.28	586.81	445.66	417.15	491.2	553.32	526.97	516.18	379.27	358.84	447.39	
TEAA(g kg ⁻¹ dry wt.)	290.01	292.19	337.58	218.4	219.41	328.26	306.22	227.28	211.49	251.43	286.07	269.79	266.6	183.56	181.92	227.19	
TNEAA(g kg ⁻¹ dry wt.)	273.38	272.37	310.14	211.14	212.1	277.02	280.58	218.38	205.65	239.77	267.23	257.18	249.58	195.73	176.91	220.2	
TEAA/TAA ratio(%)	51.48	51.76	52.12	50.84	50.85	54.23	52.18	51.00	50.70	51.19	51.70	51.20	51.65	48.40	50.70	50.78	
TEAA/TNEAA ratio(%)	106.08	107.28	108.85	103.44	103.45	118.50	109.14	104.08	102.84	104.86	107.05	104.90	106.82	93.78	102.83	103.17	

Table 3-1-35. The A/E ratio (specific EAA content × 1000/ total EAA content including tyrosine and cystein) in the muscle of the wild and cultured live fishes

	Sea bass		Rock bream		Yellow tail		Gizzard shad	Rock fish		Redseabream		Olive flounder		Squid	Gray mullet	
	W	C	W	C	W	C	W	W	C	W	C	W	C	W	W	C
TEAA+TSEAA (g kg ⁻¹ dry wt.)	314.80	309.45	354.27	234.98	351.26	236.07	329.15	244.55	245.08	308.49	269.36	300.74	288.35	198.77	196.20	228.09
A/E ratio																
THr.	94.35	97.98	97.86	101.29	88.77	101.28	91.48	98.02	93.19	93.94	97.60	93.80	98.49	94.23	97.40	97.37
Lys.	162.01	163.52	170.04	168.06	147.38	168.04	162.97	166.26	162.48	161.69	164.65	151.23	158.87	151.43	169.01	169.01
Val.	99.59	110.10	97.92	108.56	93.35	108.53	97.13	99.45	99.15	98.58	101.50	91.44	96.06	89.60	100.76	100.79
Leu.	132.43	139.31	141.22	144.95	123.73	144.96	132.74	140.38	139.46	134.01	138.14	126.32	132.65	135.99	140.98	141.00
Ile.	93.23	97.46	96.11	99.20	90.10	99.21	90.38	98.55	90.95	93.23	97.08	87.02	91.42	89.80	96.08	96.06
His.	62.07	60.24	65.63	57.54	130.02	57.57	86.37	57.49	73.40	63.31	61.00	65.24	68.53	79.49	56.32	56.29
Arg.	116.84	120.15	112.23	104.18	107.53	104.21	106.91	109.67	115.92	113.62	125.19	117.48	105.70	124.06	114.32	114.34
Met.+Cys.	23.28	19.72	25.76	16.09	23.54	16.16	22.15	19.18	18.64	22.32	18.29	22.00	22.16	16.17	14.61	16.99
Phe.+Tyr.	52.11	45.65	51.82	34.72	53.43	34.88	54.22	37.11	36.61	52.22	39.58	58.44	49.43	30.62	29.56	34.36

Table 3-1-36. The amino acid score [AAS, (specific EAA content in the sample protein/the same amino acid content in the reference profile recommended by WHO/FAO in 1985) in the muscle of the wild and cultured live fishes

	See bass		Rock bream		Yellow tail		Gizzard shad	Rock fish		Red seabream		Olive flounder		Squid	Gray mullet		Ref. profile	
	W	C	W	C	W	C	W	W	C	W	C	W	C	W	W	C	child	adult
Ile.(g kg ⁻¹ dry wt.)	29.35	30.16	34.05	23.31	31.65	23.42	29.75	24.1	22.29	28.76	26.15	26.17	26.36	17.85	18.85	21.91	2.8	1.3
AAS for child	104.82	107.71	121.61	83.25	113.04	83.64	106.25	86.07	79.61	102.71	93.39	93.46	94.14	63.75	67.32	78.25		
AAS for adult	225.77	232.00	261.92	179.31	243.46	180.15	228.85	185.38	171.46	221.23	201.15	201.31	202.77	137.31	145.00	168.54		
Leu.(g kg ⁻¹ dry wt.)	41.69	43.11	50.03	34.06	43.46	34.22	43.69	34.33	34.18	41.34	37.21	37.99	38.25	27.03	27.66	32.16	6.6	1.9
AAS for child	63.17	65.32	75.80	51.61	65.85	51.85	66.20	52.02	51.79	62.64	56.38	57.56	57.95	40.95	41.91	48.73		
AAS for adult	219.42	226.89	263.32	179.26	228.74	180.11	229.95	180.68	179.89	217.58	195.84	199.95	201.32	142.26	145.58	169.26		
Lys.(g kg ⁻¹ dry wt.)	51	50.6	60.24	39.49	51.77	39.67	53.64	40.66	39.82	49.88	44.35	45.48	45.81	30.1	33.16	38.55	5.8	1.6
AAS for child	87.93	87.24	103.86	68.09	89.26	68.40	92.48	70.10	68.66	86.00	76.47	78.41	78.98	51.90	57.17	66.47		
AAS for adult	318.75	316.25	376.50	246.81	323.56	247.94	335.25	254.13	248.88	311.75	277.19	284.25	286.31	188.13	207.25	240.94		
Met.(g kg ⁻¹ dry wt.)	20.02	17.19	22.34	13.32	20.27	13.38	18.81	16.46	15.93	19.01	15.69	19.26	19.4	13.19	12.58	14.63	2.5	1.7
AAS for child	80.08	68.76	89.36	53.28	81.08	53.52	75.24	65.84	63.72	76.04	62.76	77.04	77.60	52.76	50.32	58.52		
AAS for adult	117.76	101.12	131.41	78.35	119.24	78.71	110.65	96.82	93.71	111.82	92.29	113.29	114.12	77.59	74.00	86.06		
Phe.(g kg ⁻¹ dry wt.)	32.76	28.74	38.55	20.91	33.7	21	34.63	22.56	21.43	33.11	24.25	30.23	30.44	18.39	17.31	20.12	6.3	1.9
AAS for child	52.00	45.62	61.19	33.19	53.49	33.33	54.97	35.81	34.02	52.56	38.49	47.98	48.32	29.19	27.48	31.94		
AAS for adult	172.42	151.26	202.89	110.05	177.37	110.53	182.26	118.74	112.79	174.26	127.63	159.11	160.21	96.79	91.11	105.89		
Thr.(g kg ⁻¹ dry wt.)	29.7	30.32	34.67	23.8	31.18	23.91	30.11	23.97	22.84	28.98	26.29	28.21	28.4	18.73	19.11	22.21	3.4	0.9
AAS for child	87.35	89.18	101.97	70.00	91.71	70.32	88.56	70.50	67.18	85.24	77.32	82.97	83.53	55.09	56.21	65.32		
AAS for adult	330.00	336.89	385.22	264.44	346.44	265.67	334.56	266.33	253.78	322.00	292.11	313.44	315.56	208.11	212.33	246.78		
Val.(g kg ⁻¹ dry wt.)	31.35	34.07	34.69	25.51	32.79	25.62	31.97	24.32	24.3	30.41	27.34	27.5	27.7	17.81	19.77	22.99	3.5	1.3
AAS for child	89.57	97.34	99.11	72.89	93.69	73.20	91.34	69.49	69.43	86.89	78.11	78.57	79.14	50.89	56.49	65.69		
AAS for adult	241.15	262.08	266.85	196.23	252.23	197.08	245.92	187.08	186.92	233.92	210.31	211.54	213.08	137.00	152.08	176.85		
His.(g kg ⁻¹ dry wt.)	19.54	18.64	23.25	13.52	45.67	13.59	28.43	14.06	17.99	19.53	16.43	19.62	19.76	15.8	11.05	12.84	1.9	1.6
AAS for child	102.84	98.11	122.37	71.16	240.37	71.53	149.63	74.00	94.68	102.79	86.47	103.26	104.00	83.16	58.16	67.58		
AAS for adult	122.13	116.50	145.31	84.50	285.44	84.94	177.69	87.88	112.44	122.06	102.69	122.63	123.50	98.75	69.06	80.25		

(2) 유리아미노산

유리아미노산은 생체 활성 물질의 구성성분으로 중요할 뿐만 아니라 그 자체가 특징 있는 맛을 식품에 부여하기도 한다(Ohta., 1976). Shou는 아미노산의 맛 분류에서 glycine, alanine, threonine, proline, serine 등은 단맛, leucine, isoleucine, methionine, phenylalanine, lysine, valine, arginine 등은 쓴맛, aspartic acid는 신맛, glutamic acid는 감칠맛을 갖는다고 하였다. 자연산과 양식산의 농어, 돌돔, 방어, 전어, 조피볼락, 참돔, 오징어, 넙치, 송어에 대한 유리아미노산 함량을 Table 3-1-37~Table 3-1-45에 나타내었다. 구성아미노산과 마찬가지로 어종과 자연산과 양식산 간의 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 218.52 mg/100g, 양식산이 239.5 mg/100g의 총 함량을 나타내었으며, 그 중 타우린 함량이 자연산이 123.04 mg/100g, 양식산이 118.70 mg/100g으로 전체의 56.3%, 49.6%를 차지하고 있다 (Table 3-1-37). Glutamic acid, glycine, alanine, lysine, anserine의 함량이 많았다. 자연산과 양식산 간의 조성비의 차이는 미미하였다.

Oishi는 넙치 엑스분에서 bioassay 에 의해 처음으로 17종의 아미노산을 분석하여 그 총량을 127.5 mg 으로 보고한 바 있으며, 그 후 Konosu 등은 자동 아미노산 분석기를 이용하여 넙치에서 21종의 유리아미노산을 분석하였고, 그 총량은 237 mg으로 함량이 많은 것은 taurine, lysine, alanine 등으로 밝히고 있다. Kunisaki는 양식산과 자연산 넙치에서 각각 21종과 25종의 유리아미노산을 분리하였으며, 그 중 taurine 함량은 각각 208 mg과 93 mg으로서 양식산에서 높았고, lysine, alanine 등은 자연산에서 더 높게 나타났으며, Konosu와 Watanabe 는 양식산과 자연산 참돔의 유리아미노산 함량을 비교분석하여 Kagoshima 산과 Wakayama 산의 taurine 함량은 양식산 보다 자연산이 높은 편이었으나 유리아미노산 총량은 지역에 따라 다른 결과를 보고하였다. Suyama 등은 양식산과 자연산 은어의 유리아미노산 조성을 분석하였는데, 상호 평균치를 비교하여 보면 양식산 보다 자연산에서 유리아미노산 총량이 높게 나타났으나 타우린 함량은 서로 차이가 없었다고 보고하고 있다.

본 연구결과에서도 마찬가지로 taurine 함량은 자연산이 양식산에 비하여 다소 높은 것으로 나타났다으며, 자연산은 양식산 보다 lysine 함량이 다소 높게 나타났다.

그리고 겨울철 자연산과 양식산의 총 유리아미노산 함량은 325.25 mg/100g과 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 3-1-38에 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 방어의 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 215.94mg/100g으로 전체의 62.9%를 차지하고 있다. 그리고 glutamic acid 함량이 양식산 방어에서는 6.51mg/100g으로 다른 어종보다 높은 함량을 나타내었다(Table 3-1-40).

전어의 유리아미노산 함량은 다른 어종과 마찬가지로 taurine 함량이 가을철에 90.07(29.2%) mg/100g, 겨울철에 141.93(43.5%) mg/100g로 다른 유리아미노산 보다 많았으며, 방어와 마찬가지로 histidine 함량이 가을철에는 90.30(43.6%), 겨울철에는 246.10(50.6%)로, 다른 어종에 비하여 많은 함량과 전체 유리아미노산에서 차지하는 비율이 매우 높았다. 또한 glutamic acid 함량이 가을철에는 9.25 mg/100g, 겨울철에는 4.86 mg/100g으로 나타났다. 그러나 총 함량은 가을철에 206.94 mg/100g, 겨울철에는 2배정도 많은 486.15 mg/100g으로 나타났지만, 엑스분함량은 계절별로 큰 차이를 보이지 않았다(Table 3-1-40).

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 3-1-41).

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, 13

개가 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 3-1-42).

오징어 근육의 총 유리아미노산 함량은 가을에 676.32 mg/100g, 겨울에는 890.95 mg/100g으로 나타났으며, 그 중 proline의 함량이 가을과 겨울에 각각 241.14 mg/100g(35.7%), 298.66 mg/100g(33.5%)으로 가장 많았으며, taurine 함량도 가을과 겨울에 122.24 mg/100g, 142.83 mg/100g으로 proline 다음으로 높은 함량을 나타내었다(Table 3-1-43).

넙치의 유리아미노산 총량은 가을철 자연산은 216.55 mg/100g, 양식산은 138.96 mg/100g으로 나타났으며, taurine, lysine, alanine, glutamic acid 의 함량이 높고 그 중 특히 taurine 함량이 압도적으로 높았다(Table 3-1-44). 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.

송어근육에 대한 유리아미노산 함량은 Table 3-1-15에 나타내었다. 다른 어종과 비슷한 경향을 나타내고 있으며 양식산이 자연산보다 높은 유리아미노산 함량을 나타내었으며 그 중 taurine 함량이 높았으며, histidine 함량이 가을철에 자연산은 137.44 mg/100g(34.3%), 양식산은 55.44 mg/100g(11.9%), 겨울철에는 자연산이 119.24 mg/100g(29.5%), 양식산은 74.04 mg/100g(14.2%)으로 많이 함유하였다. 또한 glycine 함량이 가을철 자연산은 71.58 mg/100g(17.9%), 양식산은 115.65 mg/100g(24.8%), 겨울철에는 자연산이 91.27 mg/100g(22.6%), 양식산은 161.74 mg/100g(31.0%)로 많은 함유량을 나타내었다.

김 등(2000)이 보고한 산지 및 성장조건별 참돔, 조피볼락, 넙치의 정미성분에 관한 연구에서는 맛있는 시기에 유리아미노산 함량이 증가하고 taurine 함량이 높고, 양식산보다는 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.

Table 3-1-37. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured sea bass

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 -Amino adipic	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 -Amino iso-n-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 -Amino isobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino-n-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
	Extractive nitrogen	303.52	325.78	378	320.88

Table 3-1-38. 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 -Amino adipic	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 -Amino iso-n-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 -Amino isobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino-n-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
	Extractive nitrogen	335.42	306.83	357.5	294.5

Table 3-1-39. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured yellowtail

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 -Amino adipic	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 -Amino iso-n-butyrac 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 -Amino isobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino-n-butyrac 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
	Extractive nitrogen	603.03	596.4	477.82	487.55

Table 3-1-40. Content of free amino acid composition in muscle of gizzard shad

No.	Amino acid	Content (mg/100g)	
		Fall wild	Winter wild
1	Phosphoserine	0	0
2	Taurine	90.07(37.8)	141.93(29.2)
3	Phosphoethanolamine	1.55(0.7)	0
4	Aspartic Acid	0	0
5	Hydroxyproline	4.46(1.9)	0
6	Threonine	0	4.65(1.0)
7	Serine	3.35(1.4)	4.4(0.9)
8	Asparagine	3.6(1.5)	0
9	Glutamic Acid	9.25(3.9)	4.86(1.0)
10	Sarosine	0	0
11	α -Amino adipic	1.38(0.6)	0
12	Proline	2.28(1.0)	0
13	Glycine	7.01(2.9)	14.92(3.1)
14	Alanine	9.69(4.1)	25.56(5.3)
15	Citrulline	0	0
16	α -Amino iso-n-butyrac Acid	0	0
17	Valine	2.04(0.9)	3.42(0.7)
18	Cystine	0	0
19	Methionine	2.79(1.2)	0
20	Cystathionine	0	0
21	Isoleucine	1.41(0.6)	2.05(0.4)
22	Leucine	1.95(0.8)	0
23	Tyrosine	1.42(0.6)	0
24	β -Alanine	0	0
25	Phenylalanine	0	0
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0
27	Homocystine	0	0
28	γ -Amino-n-butyrac Acid	0	0
29	Ethanolamine	0	3.79(0.8)
30	δ -Hydroxylysine	0	0
31	Ornithine	0	6.52(1.3)
32	Lysine	5.7(2.4)	27.95(5.8)
33	1-Methylhistidine	0	0
34	Histidine	90.3(37.9)	246.1(50.6)
35	3-Methylhistidine	0	0
36	Anserine	0	0
37	Carnosine	0	0
38	Arginine	0	0
	Total	238.25	486.15
	Extractive nitrogen	375.96	400.82

Table 3-1-41. 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-n-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-n-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
	Extractive nitrogen	361.08	386.75	289.59	298.62

Table 3-1-42. 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 -Amino adipic	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 -Amino iso-n-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 -Amino isobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino-n-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
	Extractive nitrogen	227.5	234.68	392.87	332.64

Table 3-1-43. Content of free amino acid composition in muscle of squid

No.	Amino acid	Content (mg/100g)	
		Fall wild	Winter wild
1	Phosphoserine	0	5.52(0.4)
2	Taurine	122.24(18.1)	142.83(11.1)
3	Phosphoethanolamine	3.36(0.5)	0
4	Aspartic Acid	0	0
5	Hydroxyproline	21.12(3.1)	13.17(1.0)
6	Threonine	6.88(1.0)	27.26(2.1)
7	Serine	3.55(0.5)	7.97(0.6)
8	Asparagine	5.36(0.8)	0
9	Glutamic Acid	8.53(1.3)	17.07(1.3)
10	Sarosine	0	0
11	α -Amino adipic	0	0
12	Proline	241.14(35.7)	598.66(46.4)
13	Glycine	9.89(1.5)	17.23(1.3)
14	Alanine	24.04(3.6)	49.40(3.8)
15	Citrulline	0	0
16	α -Amino iso-n-butyr ic Acid	2.01(0.3)	14.01(1.1)
17	Valine	2.74(0.4)	12.02(0.9)
18	Cystine	42.31(6.3)	50.40(3.9)
19	Methionine	7.19(1.1)	9.87(0.8)
20	Cystathionine	0	0
21	Isoleucine	1.91(0.3)	9.69(0.8)
22	Leucine	2.85(0.4)	12.75(1.0)
23	Tyrosine	0	0
24	β -Alanine	0	0
25	Phenylalanine	0	0
26	β -Amino isobutyric Acid	0	0
27	Homocystine	0	0
28	γ -Amino-n-butyr ic Acid	0	0
29	Ethanolamine	0	5.42(0.4)
30	δ -Hydroxylysine	0	0
31	Ornithine	1.86(0.3)	5.69(0.4)
32	Lysine	17.31(2.6)	61.72(4.8)
33	1-Methylhistidine	0	5.64(0.44)
34	Histidine	51.29(7.6)	166.97(12.9)
35	3-Methylhistidine	0	5.79(0.5)
36	Anserine	0	0
37	Carnosine	0	0
38	Arginine	100.77(14.9)	51.87(4.0)
	Total	676.35	1290.95
	Extractive nitrogen	782.25	639.49

Table 3-1-44. 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 -Aminoiso-n-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 -Aminoisobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	Γ -Amino-n-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
	Extractive nitrogen	302.39	218.75	351.25	272.72

Table 3-1-45. Content of free amino acid composition in muscle of wild and cultured gray mullet

No.	Amino acid	Content (mg/100g)			
		Fall		Winter	
		wild	cultured	wild	culture
1	Phosphoserine	3.38(0.8)	2.80(0.6)	3.10(0.8)	0
2	Taurine	85.78(21.4)	130.40(28.0)	95.84(23.7)	114.07(21.9)
3	Phosphoethanolamine	0	0	0	0
4	Aspartic Acid	0	0	0	0
5	Hydroxyproline	3.65(0.9)	8.47(1.8)	5.61(1.4)	31.52(6.0)
6	Threonine	12.40(3.1)	13.68(3.0)	11.96(3.0)	7.61(1.5)
7	Serine	3.30(0.8)	15.08(3.2)	4.39(1.1)	1.43(0.3)
8	Asparagine	0	5.57(1.2)	0	0
9	Glutamic Acid	1.41(0.4)	6.94(1.5)	2.95(0.7)	18.07(3.5)
10	Sarosine	0	0	0	0
11	α -Amino adipic	0	0	0	0
12	Proline	10.39(2.6)	5.99(1.3)	8.98(2.2)	10.16(2.0)
13	Glycine	71.58(17.9)	115.65(24.8)	91.27(22.6)	161.74(31.0)
14	Alanine	22.33(5.6)	49.26(10.6)	15.65(3.9)	48.46(9.3)
15	Citrulline	0	0	0	0
16	α -Amino iso-n-butyric Acid	0	0	0	0
17	Valine	2.68(0.7)	4.93(1.1)	3.02(0.7)	3.05(0.6)
18	Cystine	0	0	0	6.26(1.2)
19	Methionine	1.95(0.5)	4.51(1.0)	2.05(0.5)	0
20	Cystathionine	0	0	0	0
21	Isoleucine	1.19(0.3)	4.49(1.0)	1.71(0.4)	2.30(0.4)
22	Leucine	3.01(0.8)	3.53(0.8)	2.95(0.7)	4.29(0.8)
23	Tyrosine	1.13(0.3)	3.81(0.8)	2.01(0.5)	0
24	β -Alanine	0	3.26(0.7)	0	3.52(0.7)
25	Phenylalanine	0	2.60(0.6)	0	0
26	β -Amino isobutyric Acid	0	0	0	0
27	Homocystine	0	0	0	0
28	γ -Amino-n-butyric Acid	0	1.35(0.3)	0	0
29	Ethanolamine	1.83(0.5)	1.06(0.2)	1.05(0.3)	3.00(0.6)
30	δ -Hydroxylysine	1.96(0.5)	0	1.34(0.3)	0
31	Ornithine	10.89(2.7)	0	8.14(2.0)	0
32	Lysine	20.36(5.1)	21.81(4.7)	18.96(4.7)	21.31(4.1)
33	1-Methylhistidine	0	0	0	8.74(1.7)
34	Histidine	137.44(34.3)	55.44(11.9)	119.24(29.5)	74.04(14.2)
35	3-Methylhistidine	1.86(0.46)	0	1.34(0.3)	0
36	Anserine	0	0	0	0
37	Carnosine	0	0	0	0
38	Arginine	1.86(0.5)	4.88(1.1)	2.08(0.5)	2.53(0.5)
	Total	400.38	465.51	403.64	522.10
	Extractive nitrogen	344.37	358.51	333.68	292.46

(3) ATP 관련물질

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(相乘效果)가 있다.

Fig. 3-1-15는 농어의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 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 $1.56 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산에서는 ATP함량이 $6.67 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 $0.85 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 $2.13 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 여름철을 살펴보면, 자연산에서는 총 $10.29 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 $5.54 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $1.46 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $2.50 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 양식산에서는 총 $9.37 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 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 $9.59 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 $6.12 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, $1.11 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 $2.10 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산 농어는 $9.34 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 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.

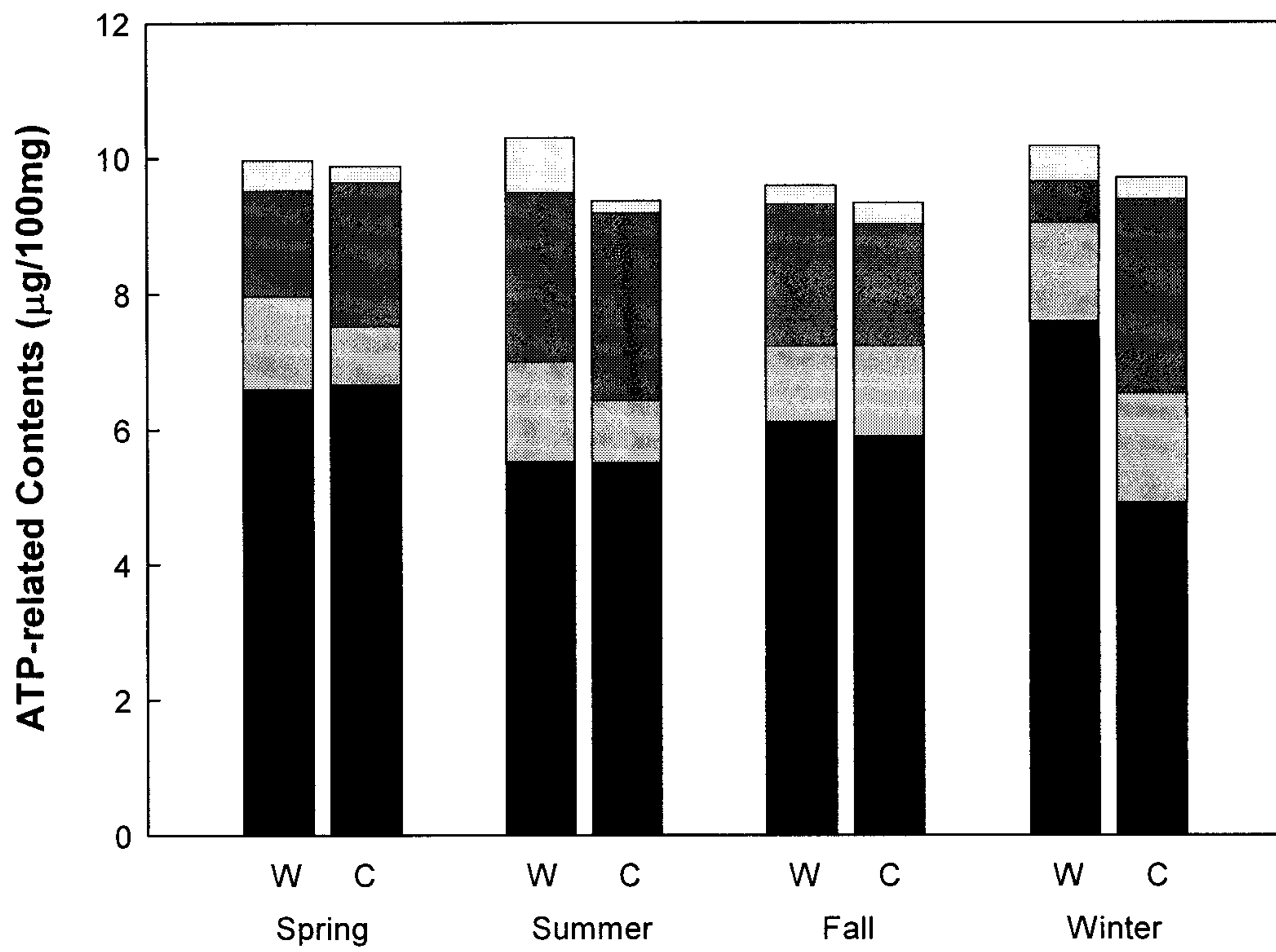


Fig. 3-1-15. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of wild and cultured sea bass.

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

자연산과 양식산의 돌돔에 대한 ATP 관련화합물의 계절적 변화는 총합량이 6.68~12.9 μ mol/g으로 나타났으며(Fig. 3-1-16), 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 맛적인 부분이 자연산이 양식산이 좋다고 단정짓는 것은 문제가 있다고 판단된다. 그리고 전체적으로 Inosine과 hypoxanthine 함량이 ATP관련화합물 중 낮은 함량을 나타내었다.

돌돔의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철에 자연산과 양식산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 10.28 μ g/100mg, 11.06 μ g/100mg으로 나왔으며, 자연산에서 ATP함량이 8.37 μ g/100mg, ADP+AMP의 함량이 1.11 μ g/100mg 그리고 IMP 함량이 0.39 μ g/100mg 존재하였다. 양식산에서는 ATP함량이 9.11 μ g/100mg, ADP+AMP의 함량이 1.51 μ g/100mg 그리고 IMP는 0.23 μ g/100mg 존재하였다. 여름철을 살펴보면, 자연산에서는 총 11.72 μ g/100mg의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 8.81 μ g/100mg, ADP+AMP는 1.91 μ g/100mg, IMP는 0.70 μ g/100mg 존재하였고, 양식산에서는 총 10.99 μ g/100mg의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 8.12 μ g/100mg, ADP+AMP는 2.27 μ g/100mg, IMP는 0.30 μ g/100mg의 함량을 보였다. 가을철의 자연산 돌돔에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.85 μ g/100mg이 존재하였다. 이중 ATP는 6.25 μ g/100mg 들어있었으며, 0.96 μ g/100mg의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 2.29 μ g/100mg 존재하였다. 양식산 돌돔은 10.56 μ g/100mg의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 6.25 μ g/100mg, ADP+AMP는 1.00 μ g/100mg, IMP는 2.94 μ g/100mg이 있었다. 겨울철 자연산 돌돔에서는 ATP 8.33 μ g/100mg, ADP+AMP 1.42 μ g/100mg, IMP 0.30 μ g/100mg 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 10.33 μ g/100mg이 있었다. 양식산에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.87 μ g/100mg이었고, ATP가 7.10 μ g/100mg, ADP+AMP가 1.48 μ g/100mg, IMP는 1.08 μ g/100mg이 함유되어 있었다.

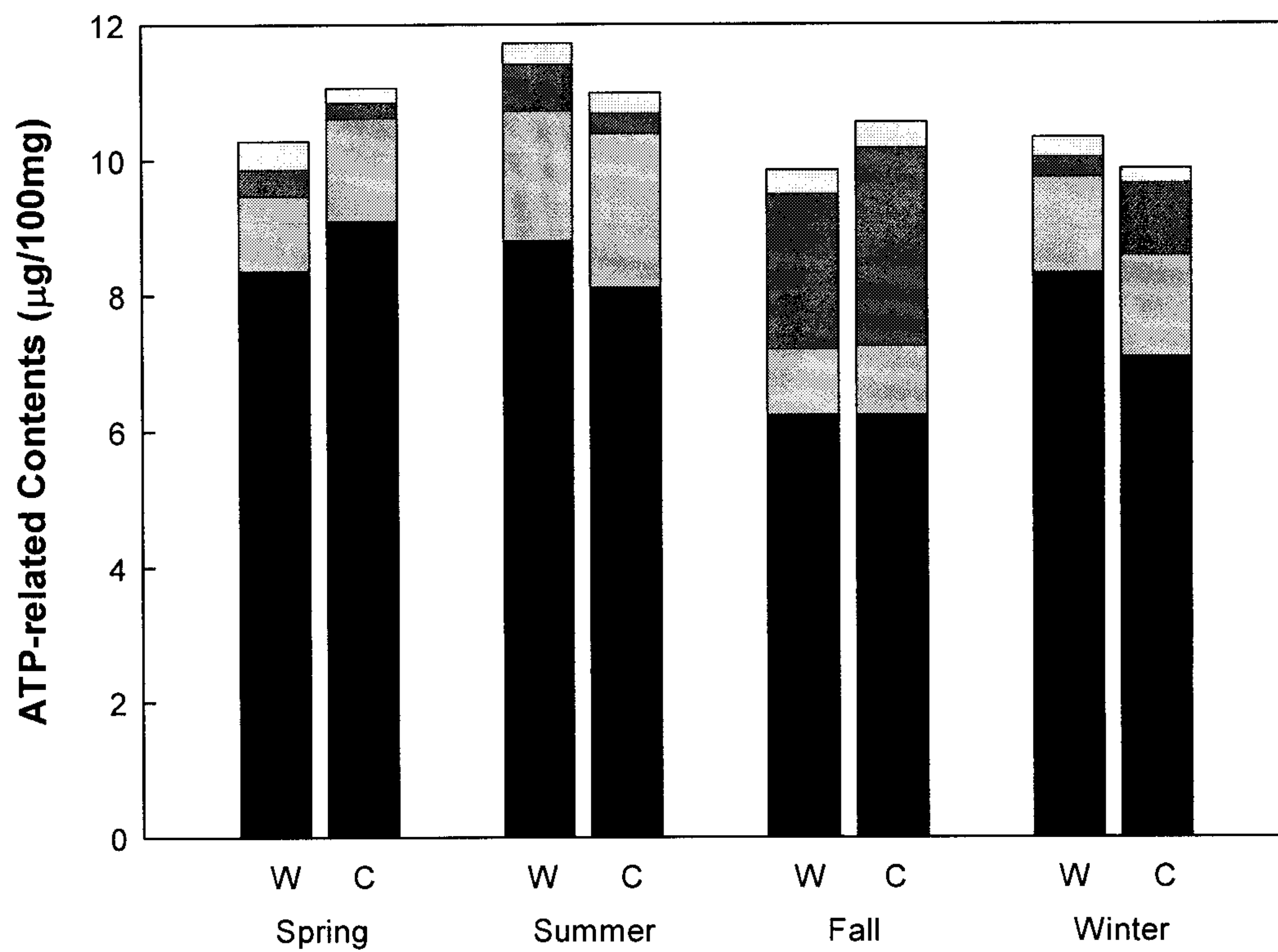


Fig. 3-1-16. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of wild and cultured rock bream.

Symbols are the same as those in Fig. 3-1-15.

자연산과 양식산 방어의 ATP 관련화합물의 총량은 7.66~13.3 $\mu\text{mol/g}$ 으로, 붉은살 생선회는 육질의 단단하보다는 감칠맛에 의하여 생선회를 선호한다는 보고와 마찬가지로 감칠맛의 주체가 되는 IMP 함량이 5.37~5.76 $\mu\text{mol/g}$ 로 다른 어종에 비하여 높은 함량을 보였다(Fig. 3-1-17).

방어의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 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 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 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 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 여름철을 살펴보면, 자연산에서는 총 9.04 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 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 8.20 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 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 ATP 관련물질의 함량이 8.07 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 5.66 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 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 ATP관련물질이 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(Fig. 3-1-17).

전어의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철의 전어는 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 8.50 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, ATP함량이 6.78 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.20 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.07 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 여름철을 살펴보면, 총 8.39 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP 관련물질이 있었으며, ATP는 6.38 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.91 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.47 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철의 전어에서는 총 ATP관련물질의 함량이 8.41 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP함량이 5.47 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 0.74 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 0.68 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철 전어에서는 ATP 5.30 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP 1.31 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 1.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 8.50 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다(Fig. 3-1-18).

봄철 조피블락의 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 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 함량이 2.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산에서는 ATP함량이 7.41 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 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 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 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.

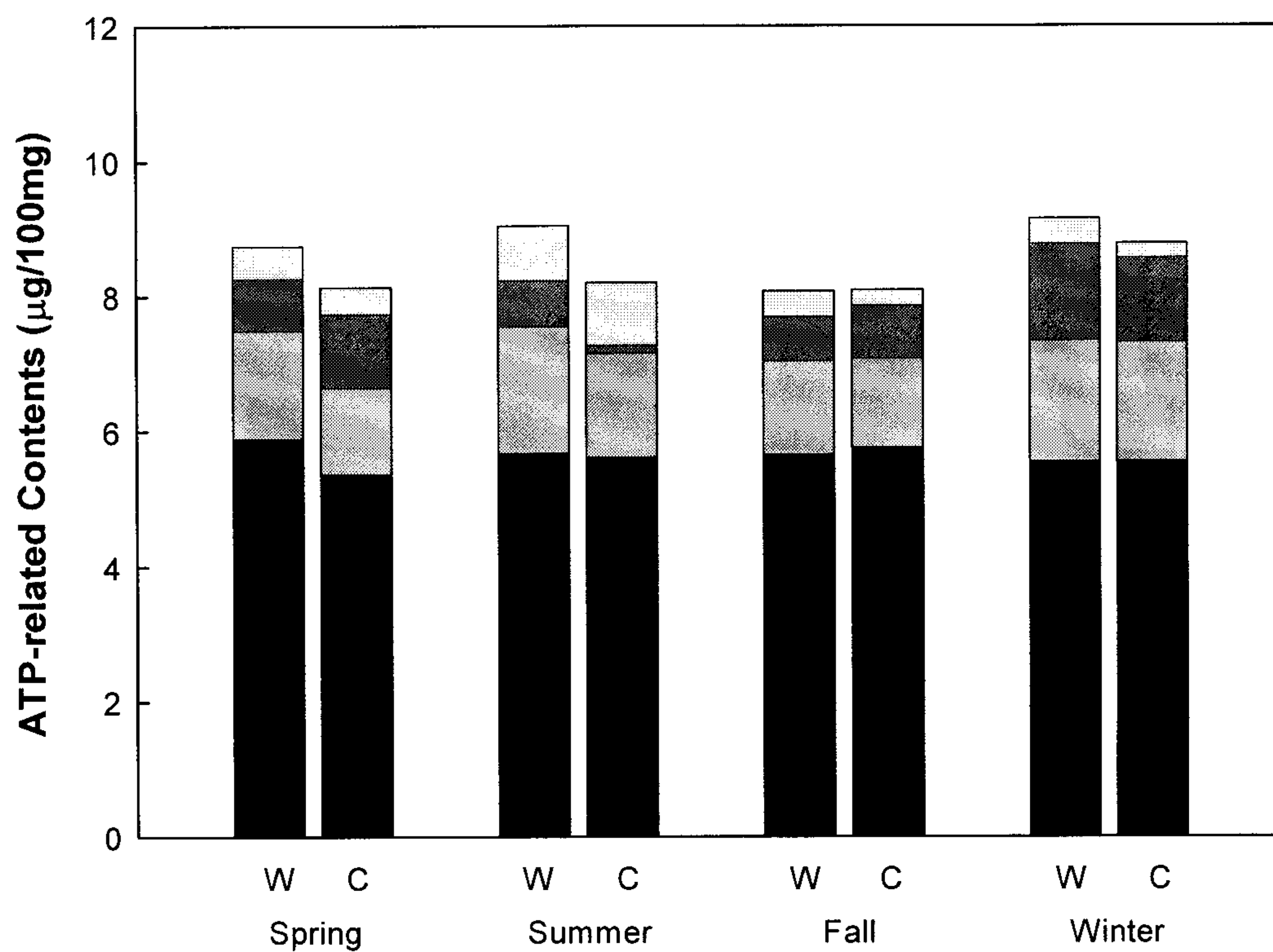


Fig. 3-1-17. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of wild and cultured yellowtail.

Symbols are the same as those in Fig. 3-1-15.

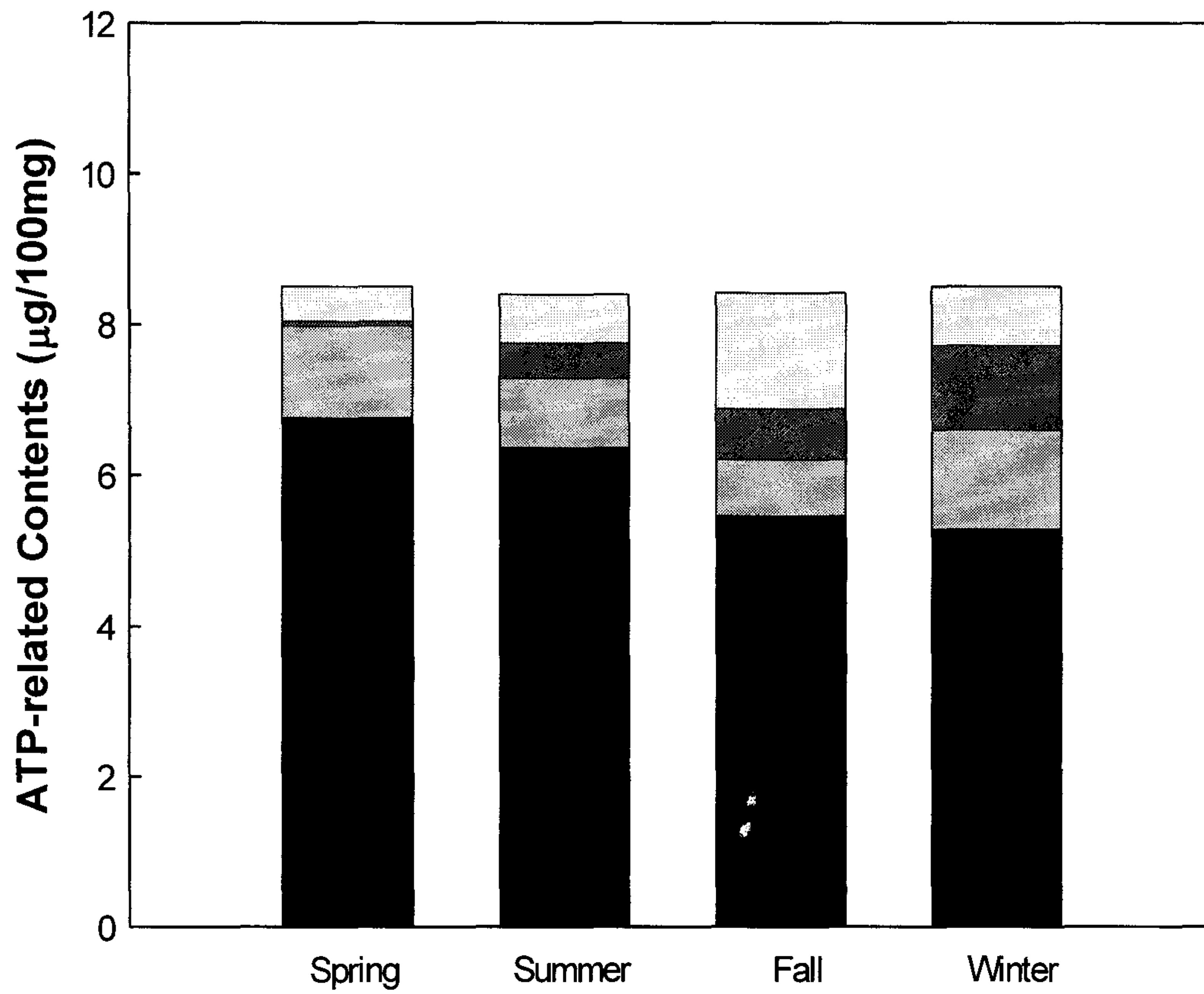


Fig. 3-1-18. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of gizzard shad.

Symbols are the same as those in Fig. 3-1-15.

가을철의 자연산 조피볼락에서는 총 ATP관련물질의 함량이 $10.57 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 $6.93 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, $1.53 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 $1.83 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산 조피볼락은 $10.58 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 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. 3-1-19).

참돔에서 ATP 관련물질의 함량은 Fig. 3-1-20에 나타내었다. 봄철 자연산 참돔에는 전체 ATP 관련물질의 함량이 $8.90 \mu\text{mol}/\text{g}$ 이 나왔으며, 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 ATP관련물질의 총 함량이 $8.92 \mu\text{mol}/\text{g}$ 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 살펴보면, 자연산에서는 총 $9.54 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 $6.65 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $1.89 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $0.66 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 양식산에서는 총 $9.33 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 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 $9.12 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 $7.13 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, $0.88 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 $0.90 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산 참돔에서는 $8.79 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 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.

오징어의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철의 오징어는 전체 ATP관련물질의 함량이 $7.32 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, ATP함량이 $4.21 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 $1.57 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 $1.23 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 여름철을 살펴보면, 총 $7.22 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 $4.36 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 $2.04 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 $0.36 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철의 오징어에서는 총 ATP관련물질의 함량이 $7.34 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP함량이 $2.36 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, $3.14 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 $0.07 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철 오징어에서는 ATP $3.23 \mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP $3.70 \mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP $0.02 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 $7.26 \mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다(Fig. 3-1-21).

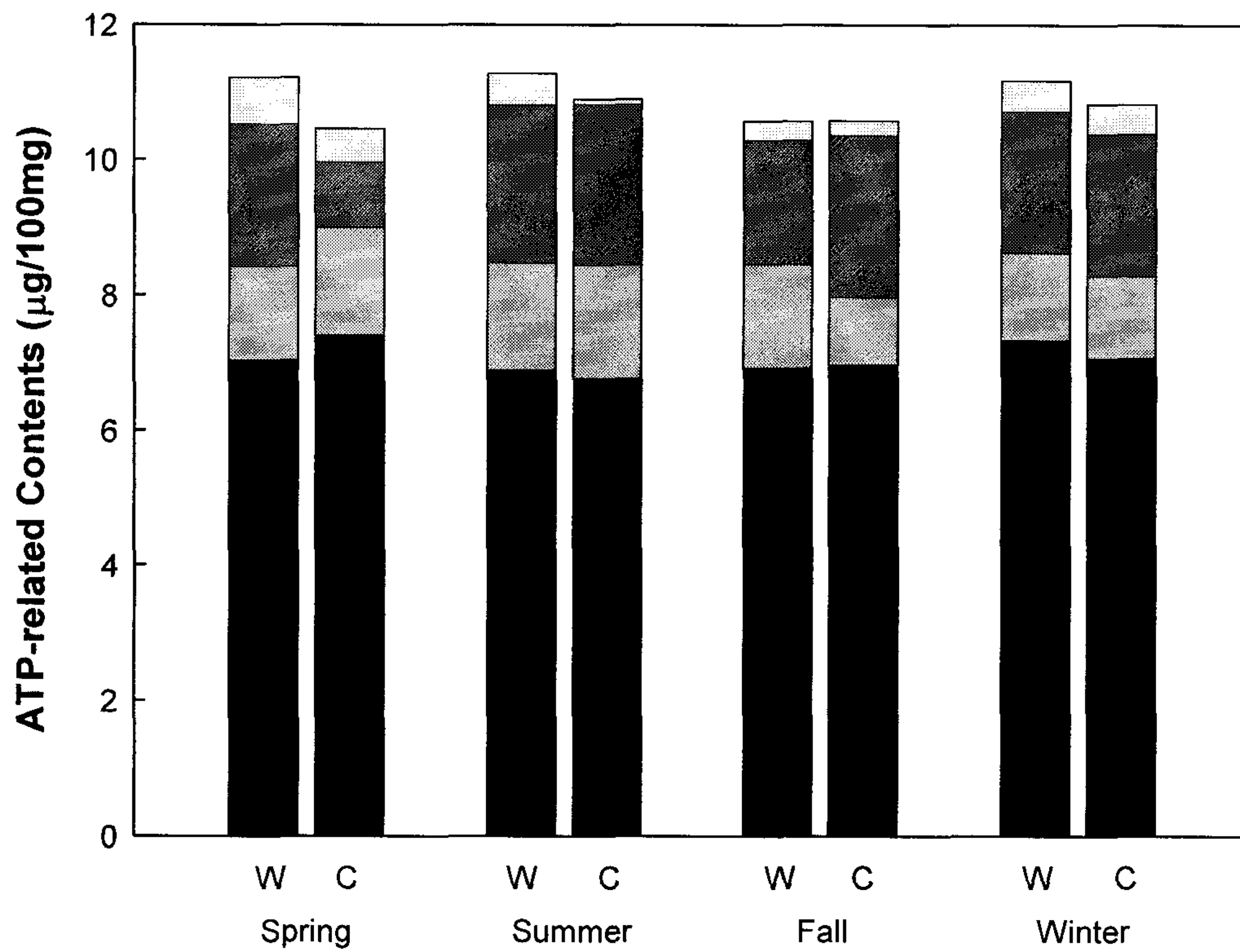


Fig. 3-1-19. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of wild and cultured rock fish.

Symbols are the same as those in Fig. 3-1-15.

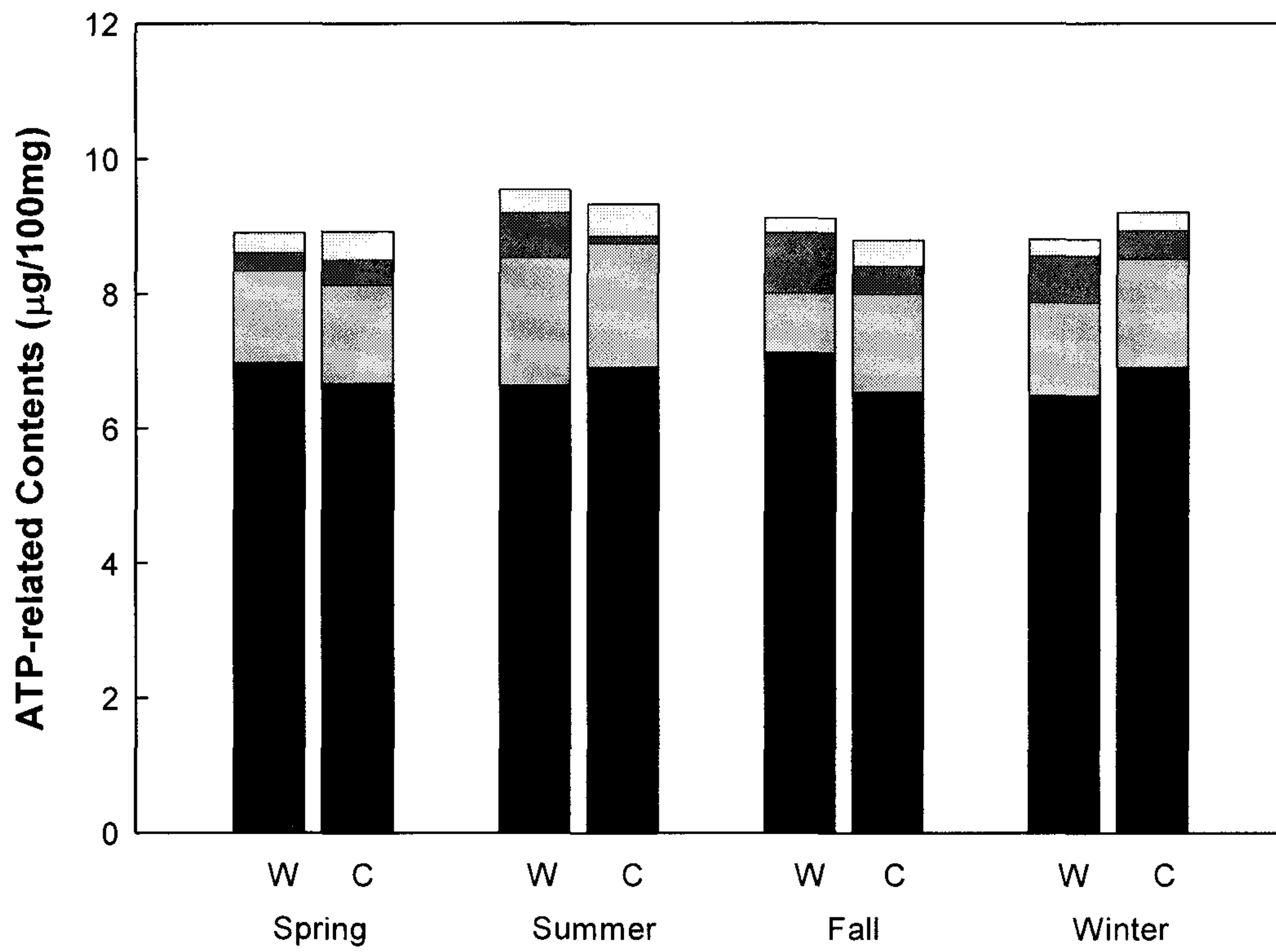


Fig. 3-1-20. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of wild and cultured red seabream.

Symbols are the same as those in Fig. 3-1-15.

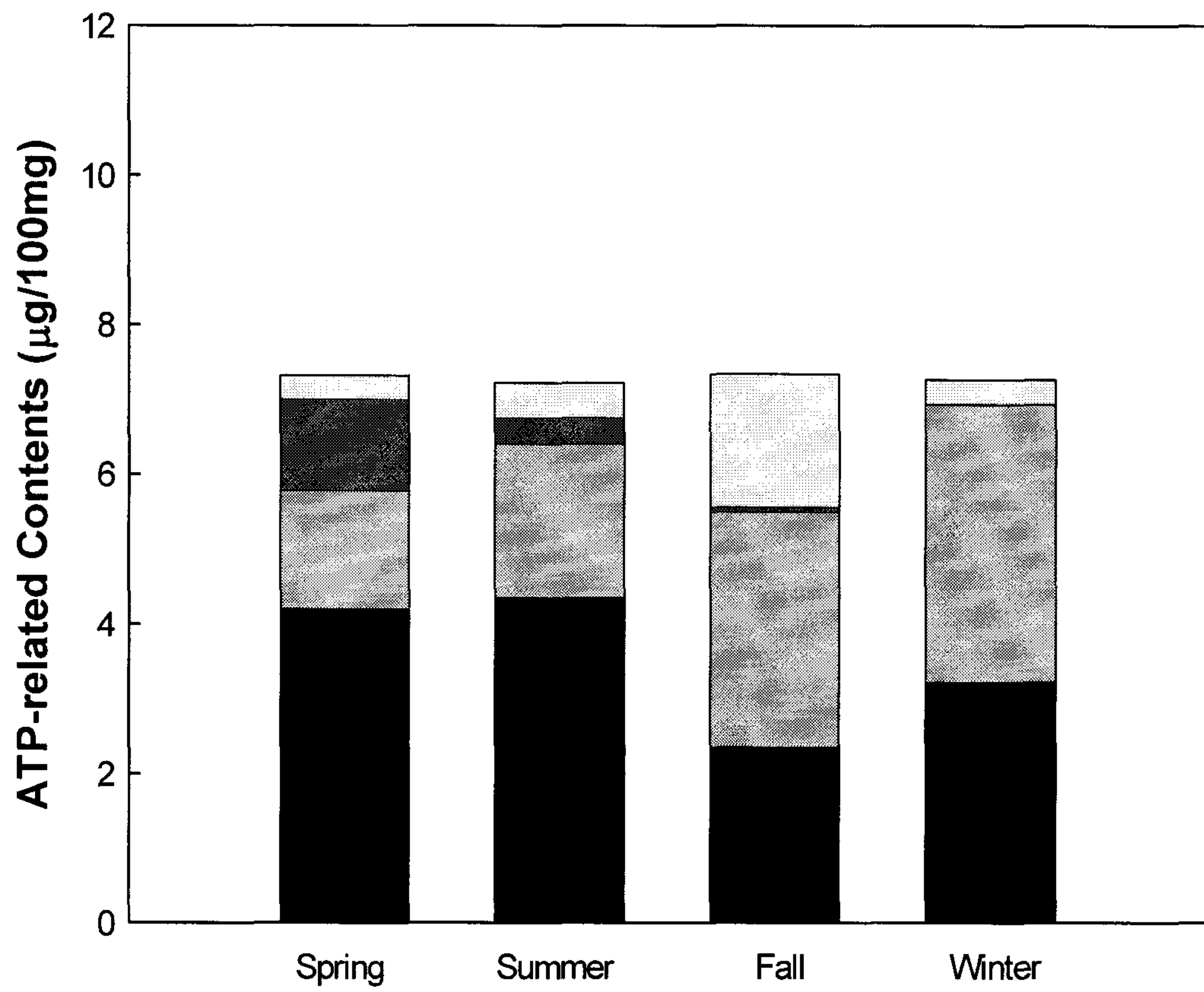


Fig. 3-1-21. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of squid.

Symbols are the same as those in Fig. 3-1-15.

넙치에 대한 ATP 관련화합물 함량은 일반적으로 박(2000)이 자연산과 양식산 넙치의 합질소엑스성분 비교에서 자연산은 9.56 $\mu\text{mol/g}$, 양식산은 6.58 $\mu\text{mol/g}$ 의 총 함량을 보인다고 한 결과와 유사하게, 넙치의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철에 자연산과 양식산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 9.71 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 9.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 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 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 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 살펴보면, 자연산에서는 총 9.24 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 6.88 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.13 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.18 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 양식산에서는 총 9.46 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 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 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다.

이중 ATP는 6.88 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 2.13 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 0.18 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산 넙치는 8.70 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 6.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.10 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.15 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 겨울철 자연산 넙치에서는 ATP 7.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP 1.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 0.21 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 9.71 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 양식산에서는 총 ATP관련물질의 함량이 8.55 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, ATP가 5.56 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP가 1.54 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.28 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 함유되어 있었다(Fig. 3-1-22).

숭어의 ATP 관련물질의 함량은 봄철에 자연산과 양식산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 7.44 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 8.46 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 자연산에서 ATP함량이 4.91 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 함량이 1.40 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산에서는 ATP함량이 6.27 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.17 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 여름철을 살펴보면, 자연산에서는 총 8.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 6.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.40 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.94 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 양식산에서는 총 7.74 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 6.04 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.41 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.05 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다.

가을철의 자연산 숭어에서는 총 ATP관련물질의 함량이 8.18 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 7.18 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 0.32 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 0.49 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 양식산 숭어는 7.73 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 5.47 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.93 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.03 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다.

겨울철 자연산 숭어에서는 ATP 5.40 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 1.04 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 7.73 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다. 양식산에서는 총 ATP관련물질의 함량이 7.33 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이었고, ATP가 4.94 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP가 1.28 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.92 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 함유되어 있었다.

이상의 결과에서 어종별로 ATP 관련물질의 총 함량과 생선회 맛에 영향을 주는 IMP 함량은 자연산과 양식산 그리고 계절별로 다소 차이가 있으나 그 차이는 미미하였다.

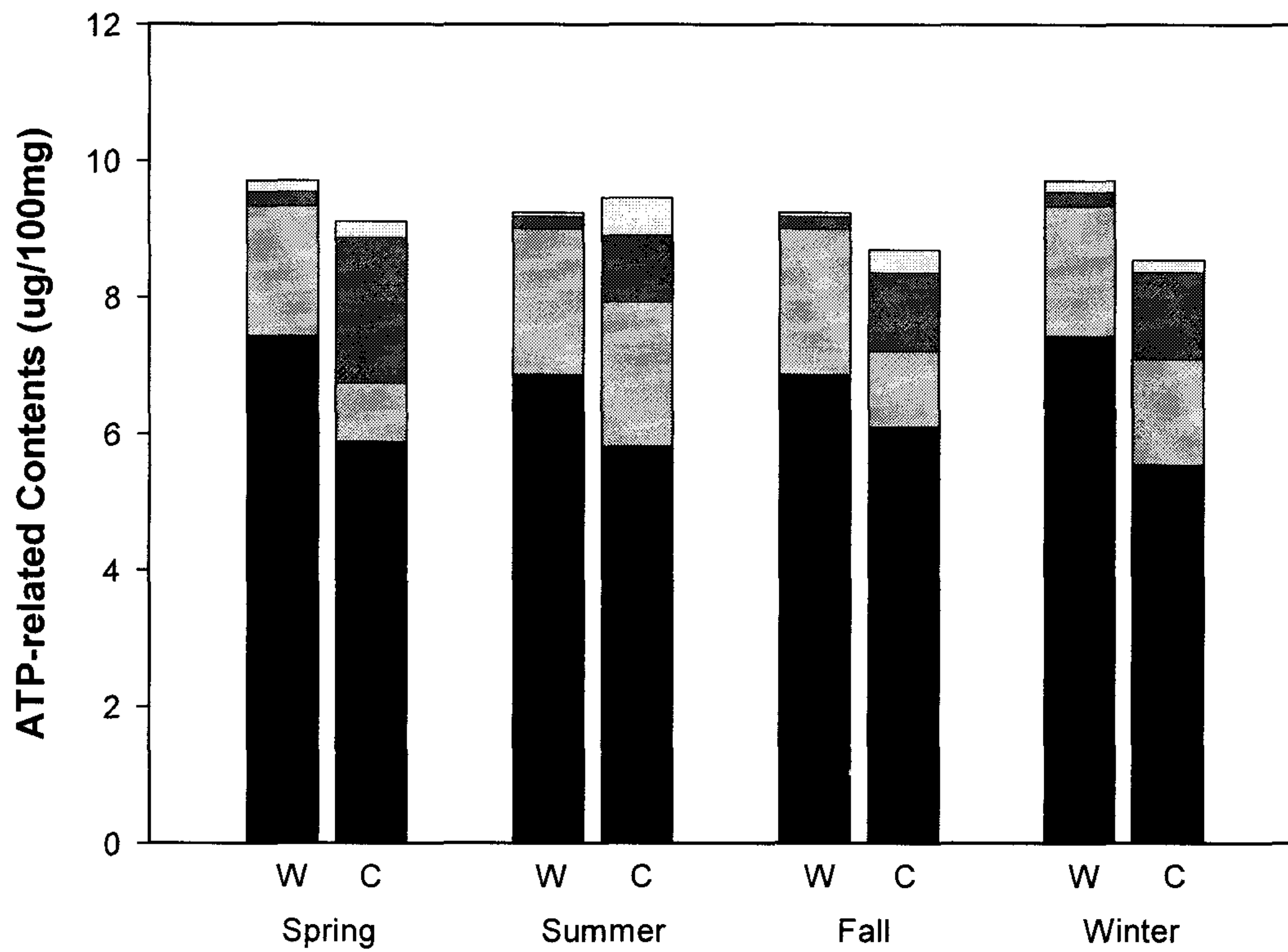


Fig. 3-1-22. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of wild and cultured olive flounder.

Symbols are the same as those in Fig. 3-1-15.

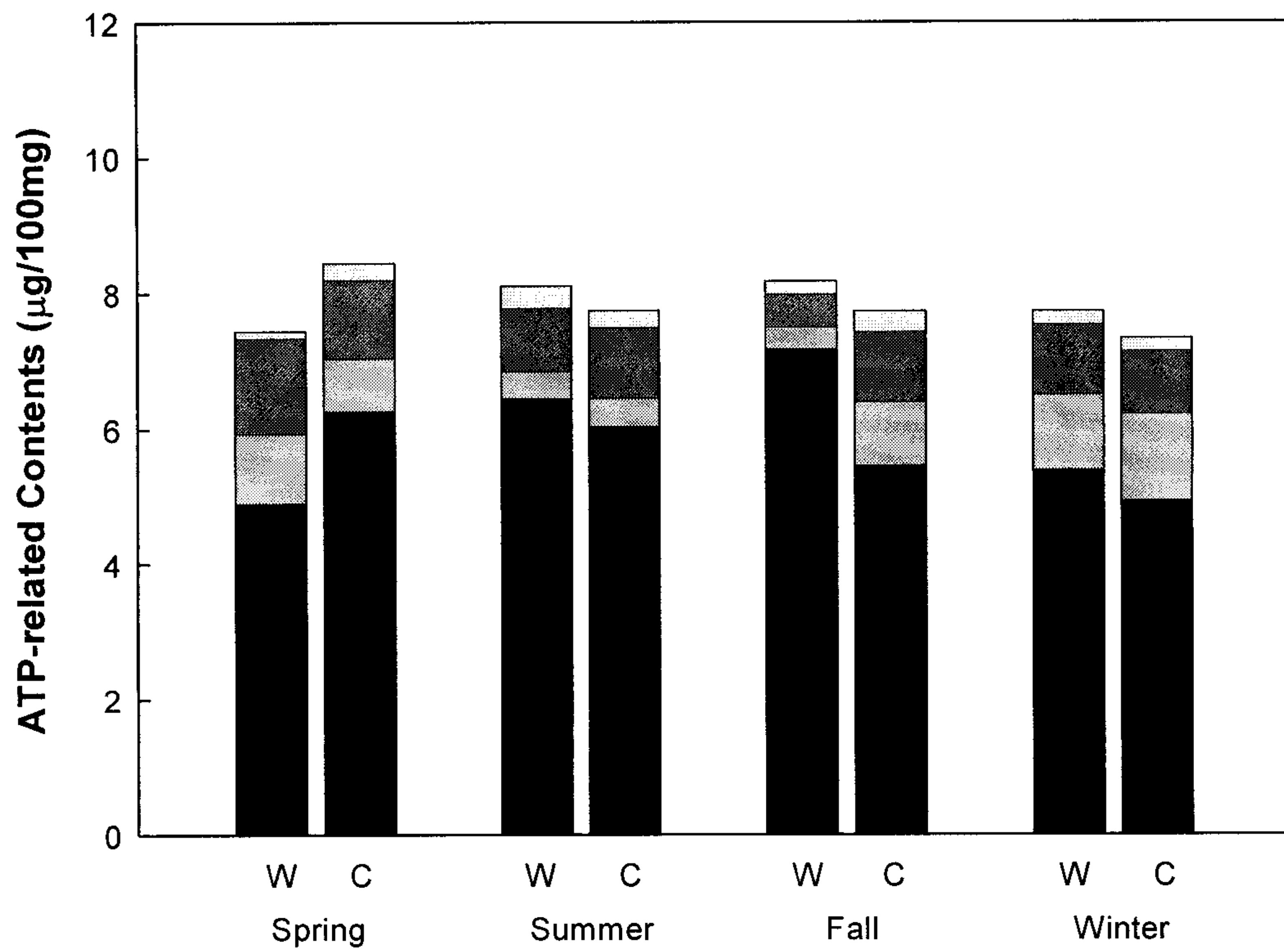


Fig. 3-1-23. Seasonal variations of content of ATP related contents in muscles of wild and cultured gray mullet.

Symbols are the same as those in Fig. 3-1-15.

다. 자연산과 양식산 활어 근육의 품질 및 지질분포

(1) 파괴강도

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 고급횡감으로 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, 근원섬유의 근절이 짧아져서 생기는 육질의 단단함의 증가로 나타난다.

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

자연산과 양식산 농어, 돌돔, 방어, 조피볼락, 참돔, 넙치, 송어에 대한 육질의 단단함을 Fig. 3-1-24~Fig. 3-1-30에 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 수분, 지방함량과 밀접한 관계가 있다는 보고(배 등, 2004, 심 등, 2004, 김 등, 2004)와 유사하게 지방함량이 낮으면 육질의 단단함이 높았으며, 지방함량이 높으면 육질의 단단함이 낮았다.

자연산과 양식산 농어에 대한 육질의 단단함은 봄에는 자연산에서는 $1.30 \pm 0.15 \text{kg}$, 양식산은 $1.20 \pm 0.11 \text{kg}$ 으로, 여름에는 자연산과 양식산이 각각 $1.33 \pm 0.12 \text{kg}$, $1.37 \pm 0.11 \text{kg}$ 으로 나타났으며 가을에는 자연산과 양식산이 각각 $1.35 \pm 0.11 \text{kg}$, $1.30 \pm 0.09 \text{kg}$ 으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 $1.46 \pm 0.05 \text{kg}$, $1.50 \pm 0.02 \text{kg}$ 으로 나타났다(Fig. 3-1-24). 계절별로는 겨울철이 다른 계절에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었으며, 자연산과 양식산 간의 유의적인 차이는 나타나지 않았다($p > 0.05$).

자연산과 양식산 돌돔에 대한 육질의 단단함은 봄에는 자연산에서는 $1.79 \pm 0.16 \text{kg}$, 양식산은 $1.81 \pm 0.21 \text{kg}$ 으로, 여름에는 자연산과 양식산이 각각 $1.55 \pm 0.24 \text{kg}$, $1.52 \pm 0.21 \text{kg}$ 으로 나타났으며 가을에는 자연산과 양식산이 각각 $1.79 \pm 0.20 \text{kg}$, $1.69 \pm 0.10 \text{kg}$ 으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 $1.80 \pm 0.15 \text{kg}$, $1.75 \pm 0.14 \text{kg}$ 으로 나타났다. 농어와 마찬가지로 자연산과 양식산간

의 파괴강도 값은 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. 3-1-25).

Fig. 3-1-26은 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 파괴강도 값을 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. 3-1-27, Fig. 3-1-28은 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 자연산과 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 collagen과 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. 3-1-29).

자연산과 양식산 승어에 대한 육질의 단단함은 봄에는 자연산에서는 1.40 ± 0.08 kg, 양식산은 1.39 ± 0.05 kg으로, 여름에는 자연산과 양식산이 각각 1.33 ± 0.05 kg, 1.35 ± 0.08 kg으로 나타났으며 가을에는 자연산과 양식산이 각각 1.27 ± 0.08 kg, 1.29 ± 0.10 kg으로 나타났으며 겨울에는 자연산과 양식산이 각각 1.35 ± 0.10 kg, 1.33 ± 0.09 kg으로 나타났다(Fig. 3-1-30).

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 지질이 극히 적은 복어에 있어서 시료 조제시 근육부를 세절, 균질화시켰을 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 지

방함량은 자연산은 겨울철에 가장 낮은 함량을 나타내고 있으며 이와 유사하게 파괴강도 값이 봄철보다는 가을, 겨울에 높게 나타났다. 양식산도 자연산과 유사한 결과가 나타났다.

그러나 육질의 단단함 값을 살펴보면 자연산과 양식산간의 차이가 대단히 미미하다. 그러므로 자연산이 양식산보다 무조건적인 육질의 쫄깃함이 좋다는 것은 과학적으로 확실하지 않으며, 김(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.

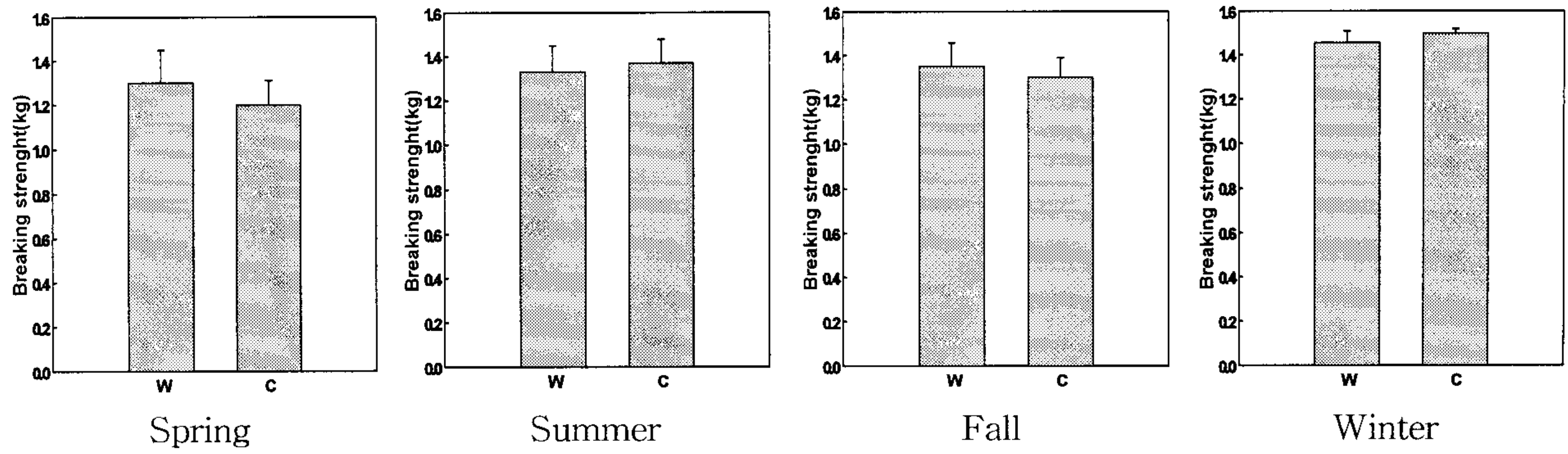


Fig. 3-1-24. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured sea bass.

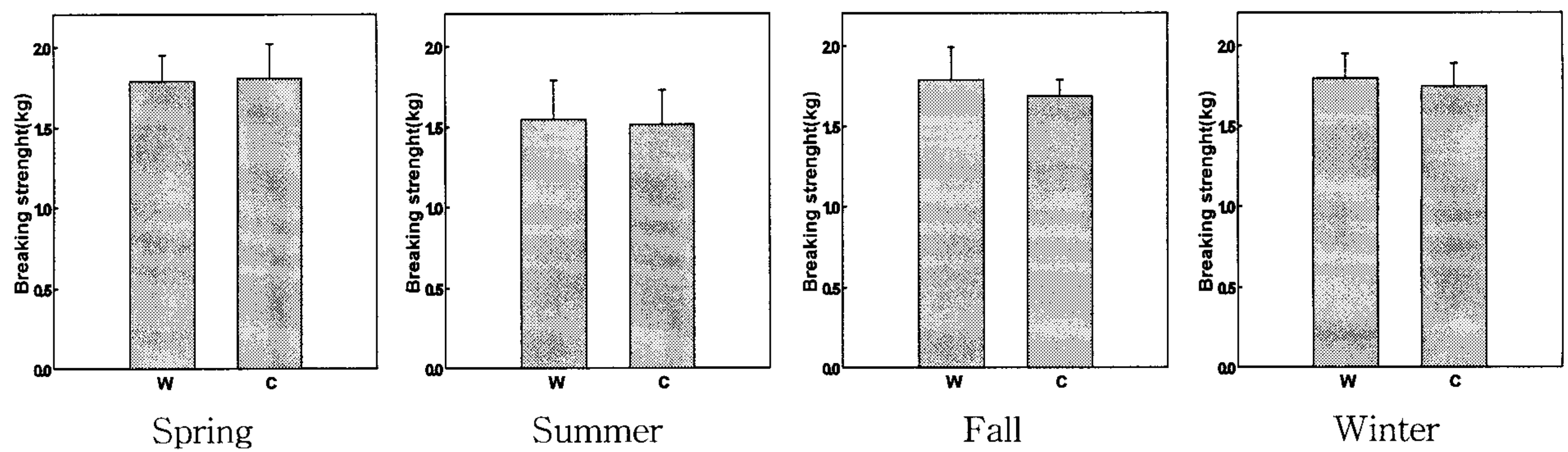


Fig. 3-1-25. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured rock bream.

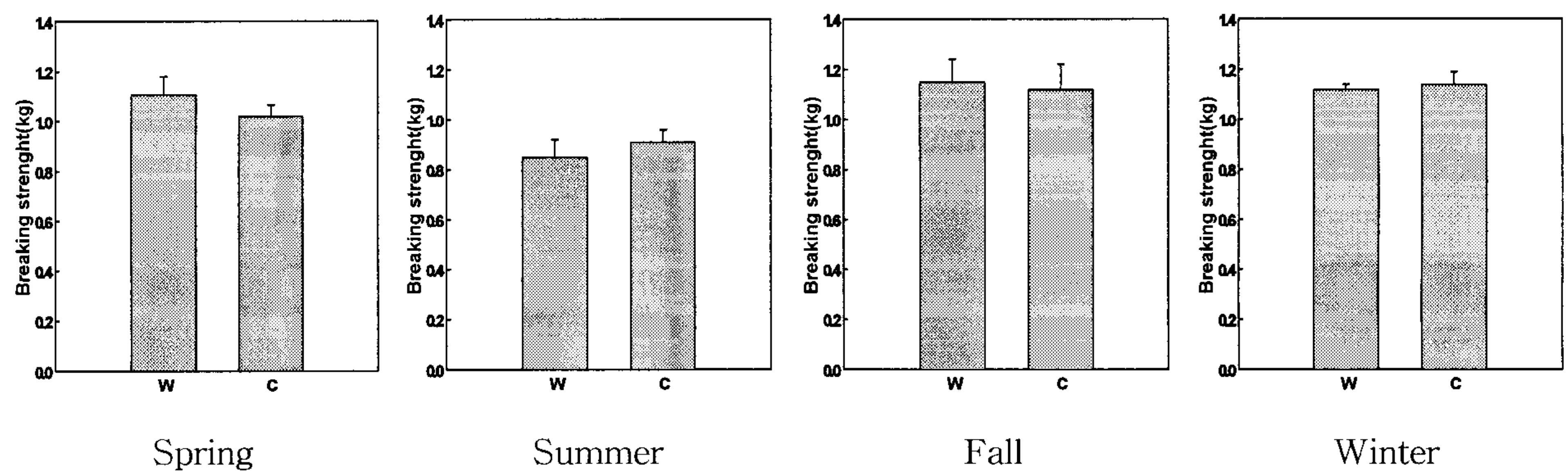


Fig. 3-1-26. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured yellowtail.

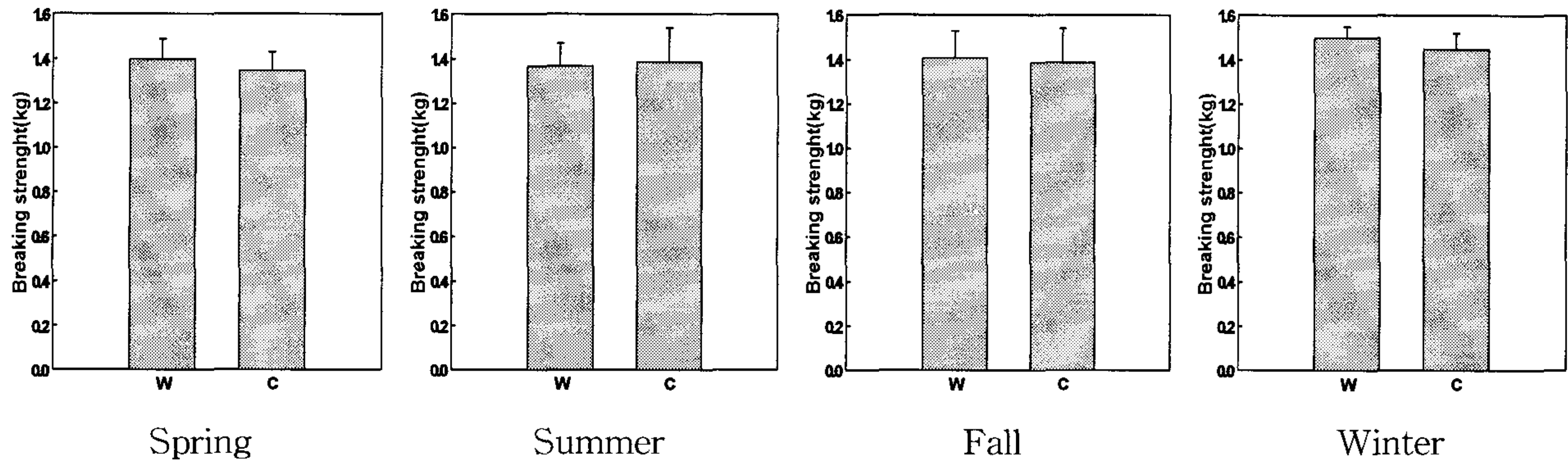


Fig. 3-1-27. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured rock fish.

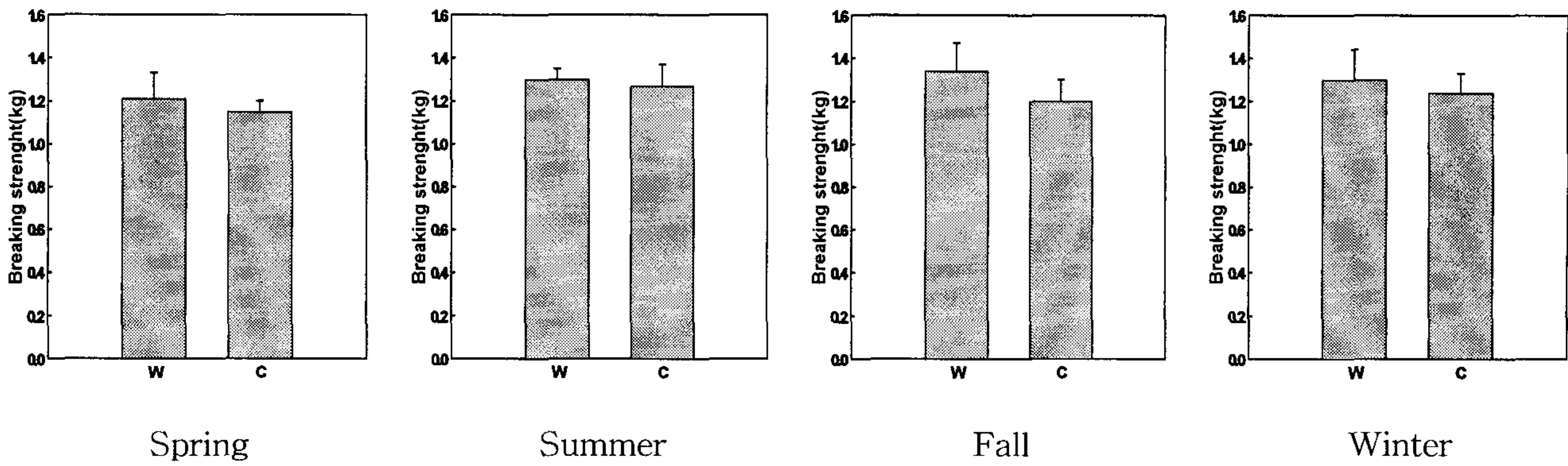


Fig. 3-1-28. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured red sea bream.

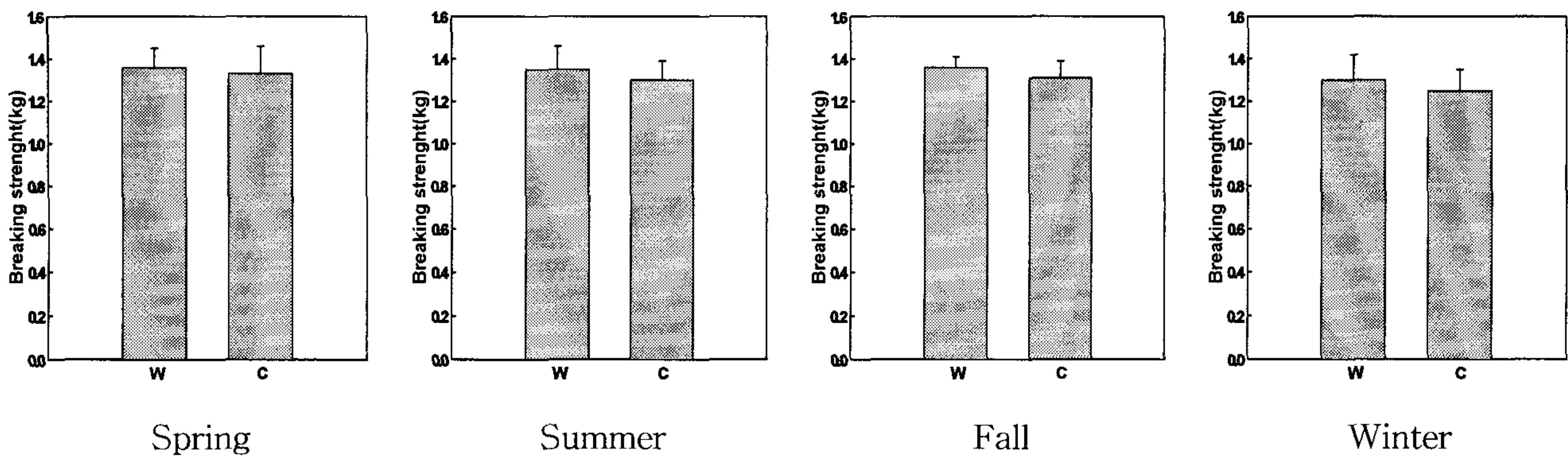


Fig. 3-1-29. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured olive flounder.

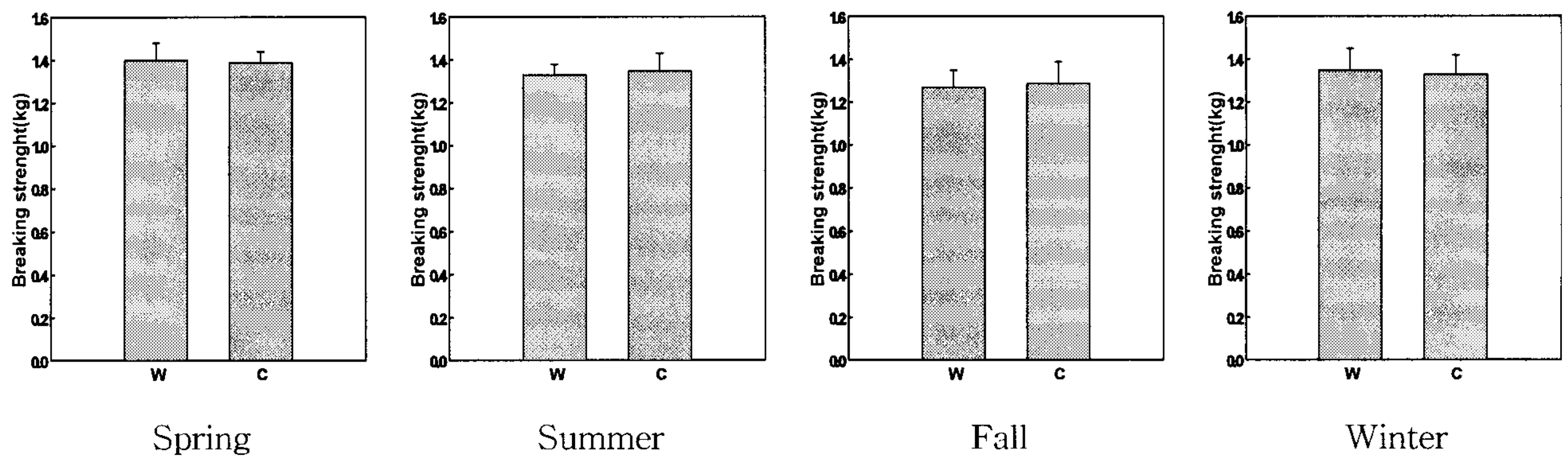


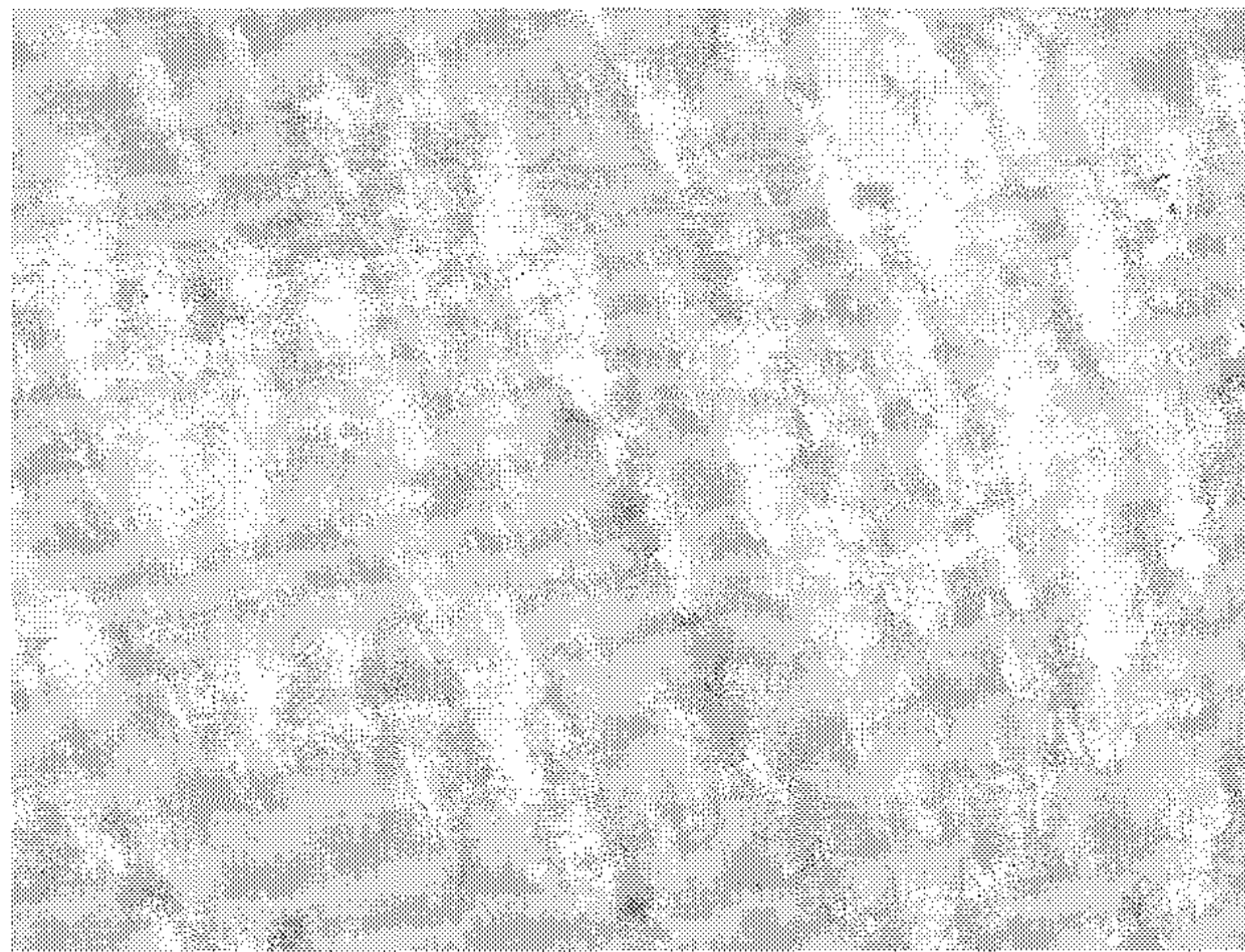
Fig. 3-1-30. Comparison of breaking strength in muscle of wild and cultured gray mullet.

(2) 지질의 분포

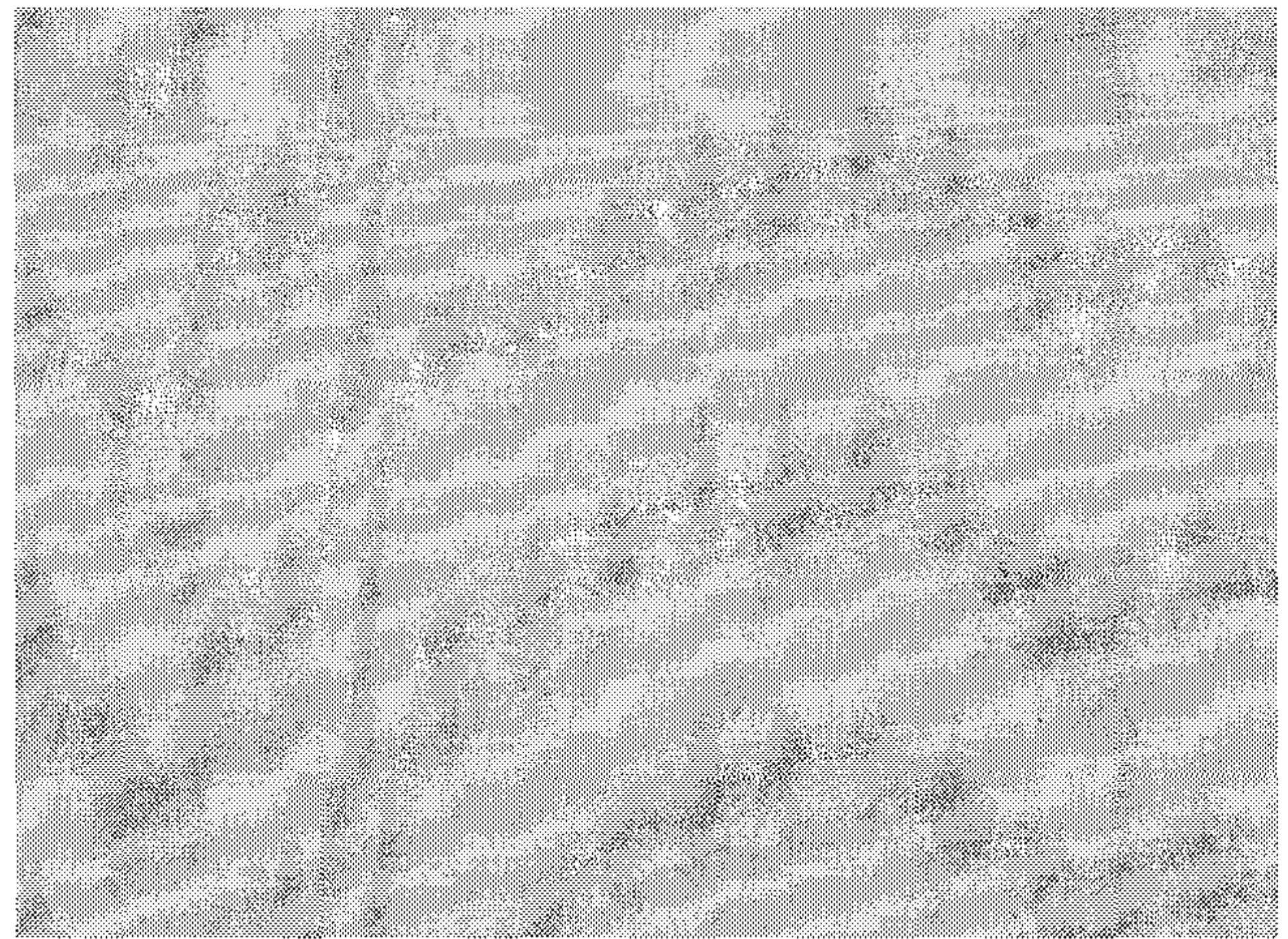
조사된 자연산과 양식산 활어의 계절별에 따른 지방의 분포도를 살펴보기 위하여 생선회를 섭취하는 등육의 일정부위를 채취하여 Sudan black 염색액을 이용하여 조직을 염색 후 광학현미경으로 살펴보았다(Fig. 3-1-31~Fig. 3-1-38).

지방의 분포는 어종별에 따라 차이가 있으나 전반적으로 자연산에 비하여 양식산이 지방의 분포가 넓게 그리고 많은 양이 검출되었다. Thakur D.P. et al. (2003)는 양식산 방어미의 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 방어근육에서의 지방 분포도는 다른 어종과 달리 조직과 조직사이에 고르게 그리고 많은 면적을 차지하고 있었다(Fig. 3-1-33). 오징어는 지방함량이 매우 작았으며 마찬가지로 조직 중에도 지방분포도는 거의 찾아 볼 수가 없었다(Fig. 3-1-35). 그러나 전어, 양식산 송어는 높은 지방 분포도를 나타내고 있었다(Fig. 3-1-34, Fig. 3-1-39).

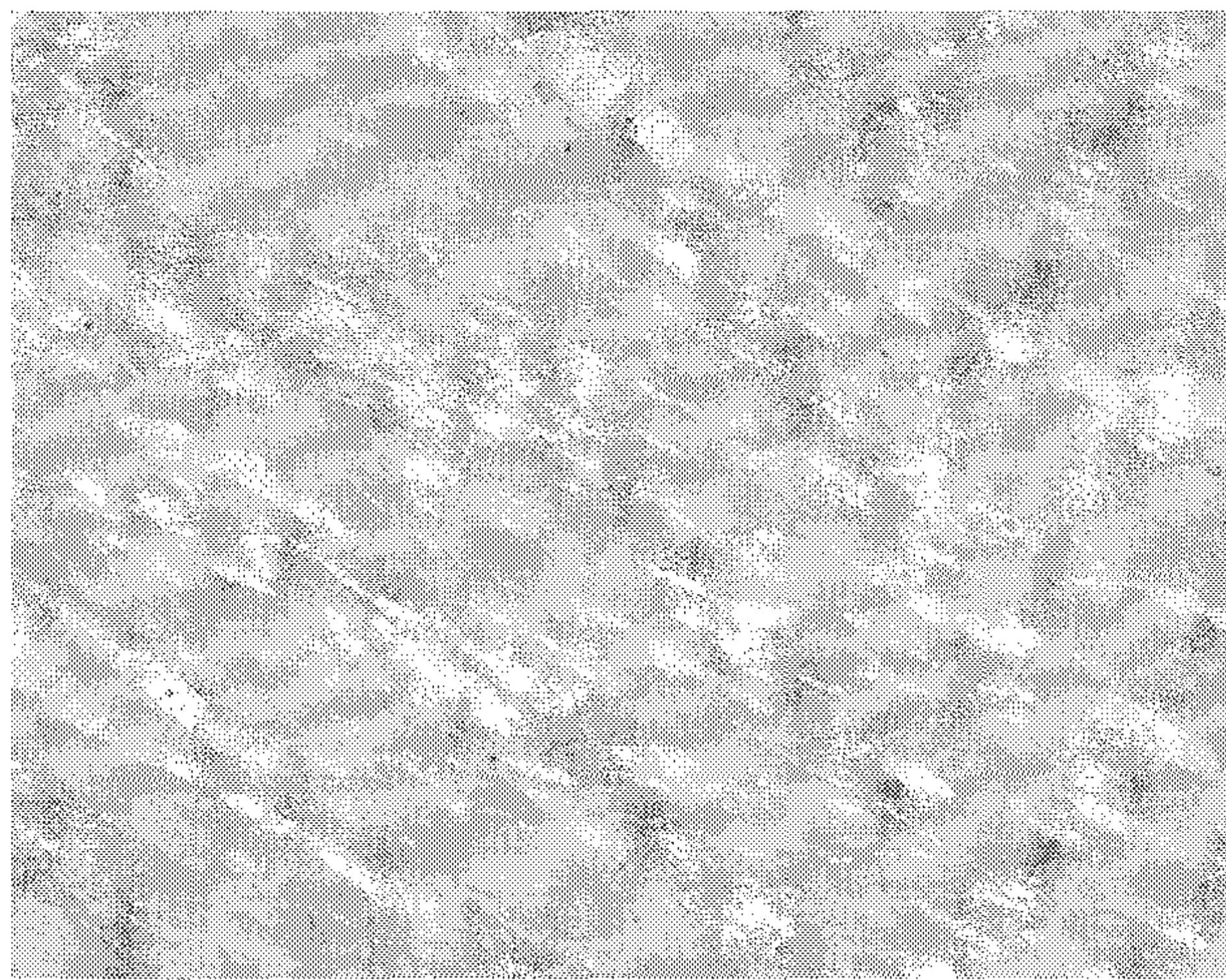


(a) wild

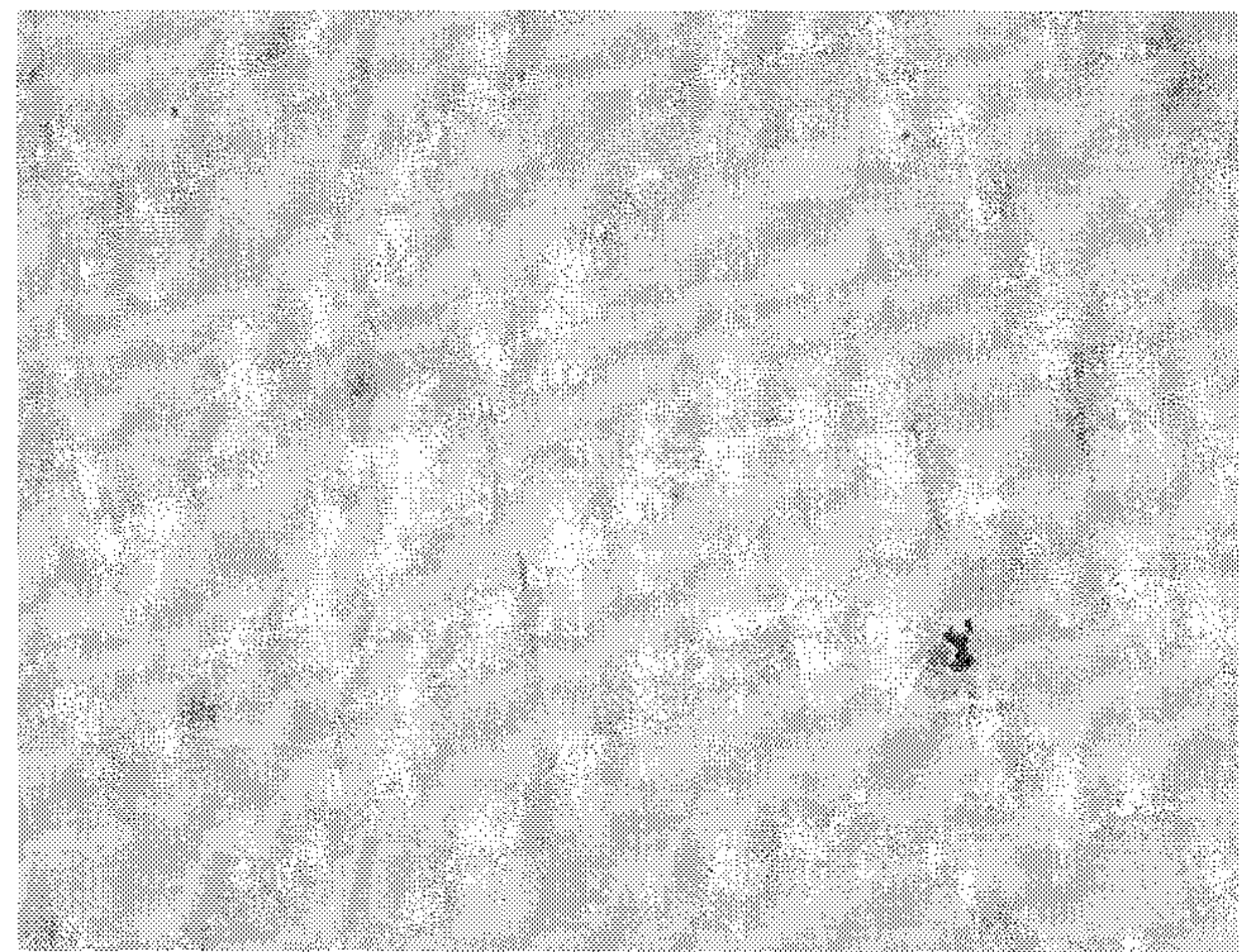


(b) cultured

Fig. 3-1-31. Lipid-stained muscle of wild and cultured sea bass.



(a) wild



(b) cultured

Fig. 3-1-32. Lipid-stained muscle of wild and cultured rock bream.

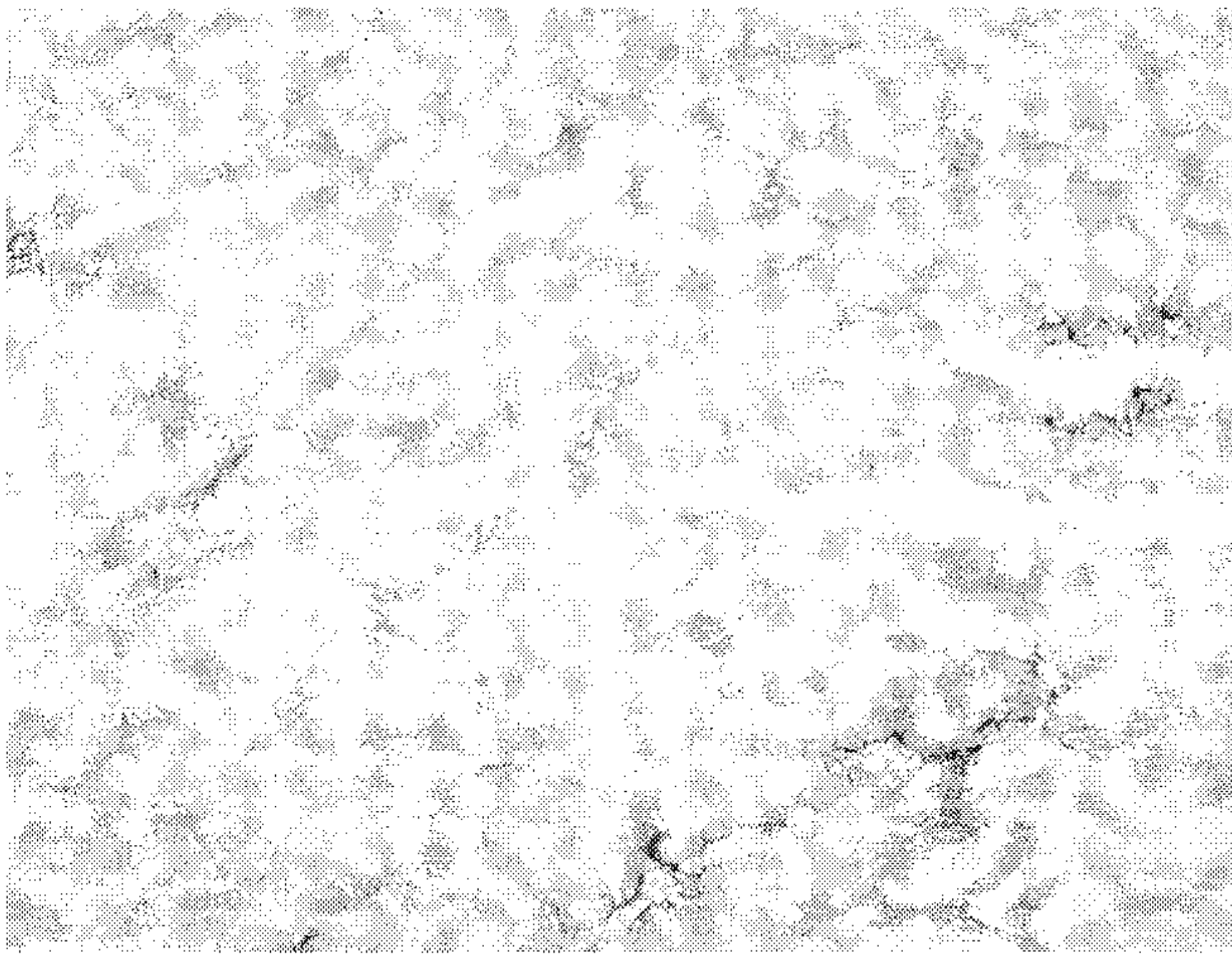


(a) wild



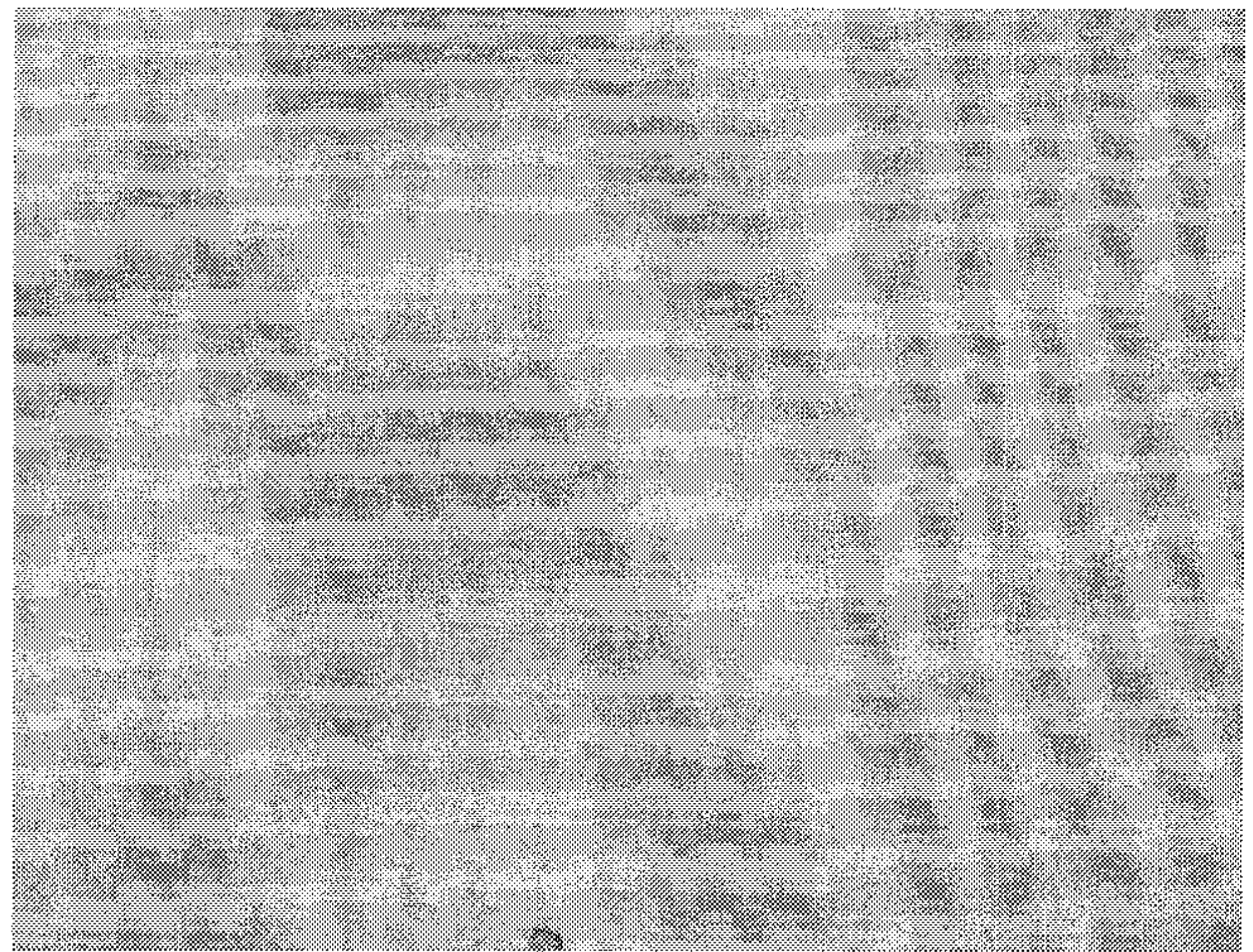
(b) cultured

Fig. 3-1-33. Lipid-stained muscle of wild and cultured yellowtail.



(a) wild

Fig. 3-1-34. Lipid-stained muscle of gizzard shad.

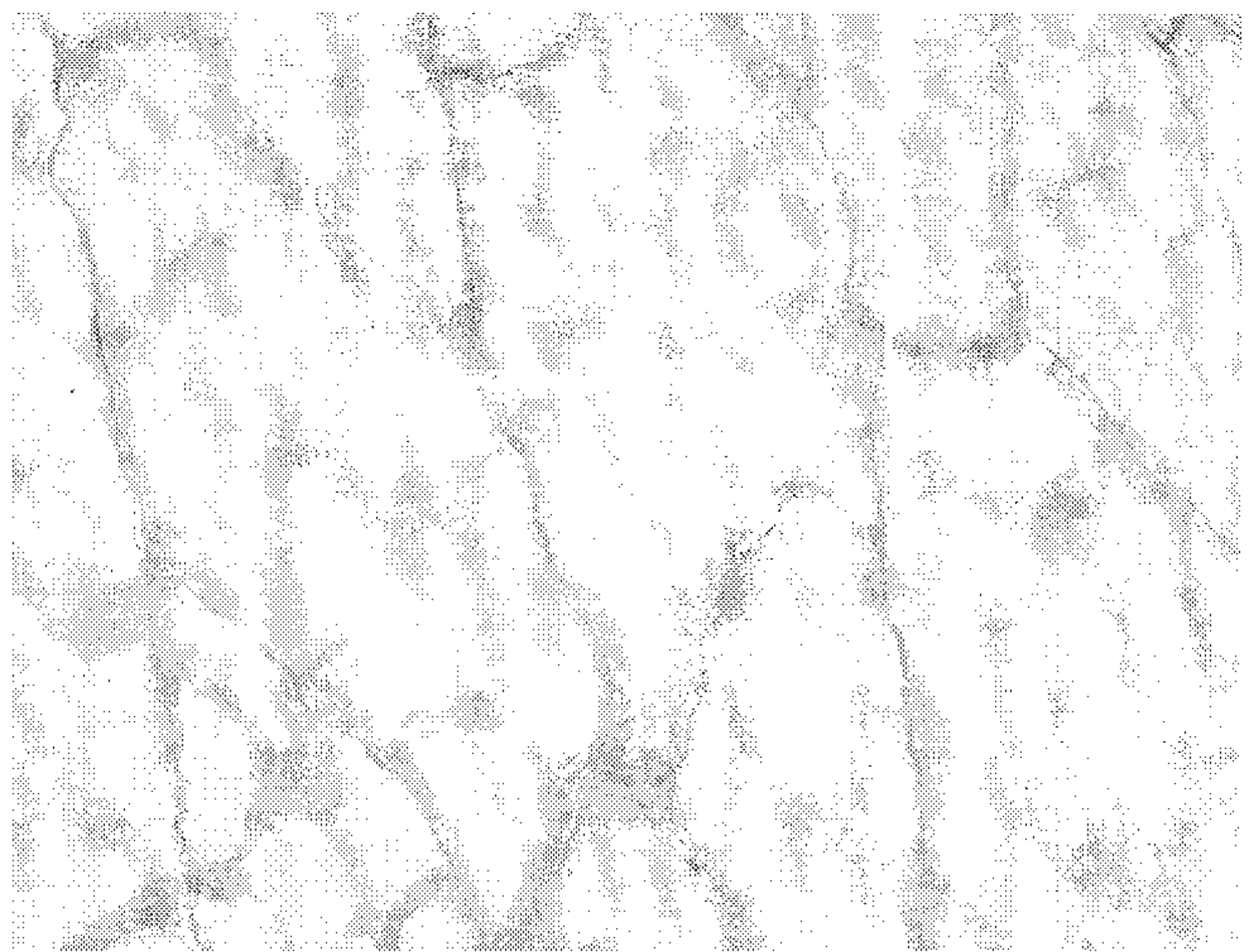


(a) wild

Fig. 3-1-35. Lipid-stained muscle of squid.



(a) wild

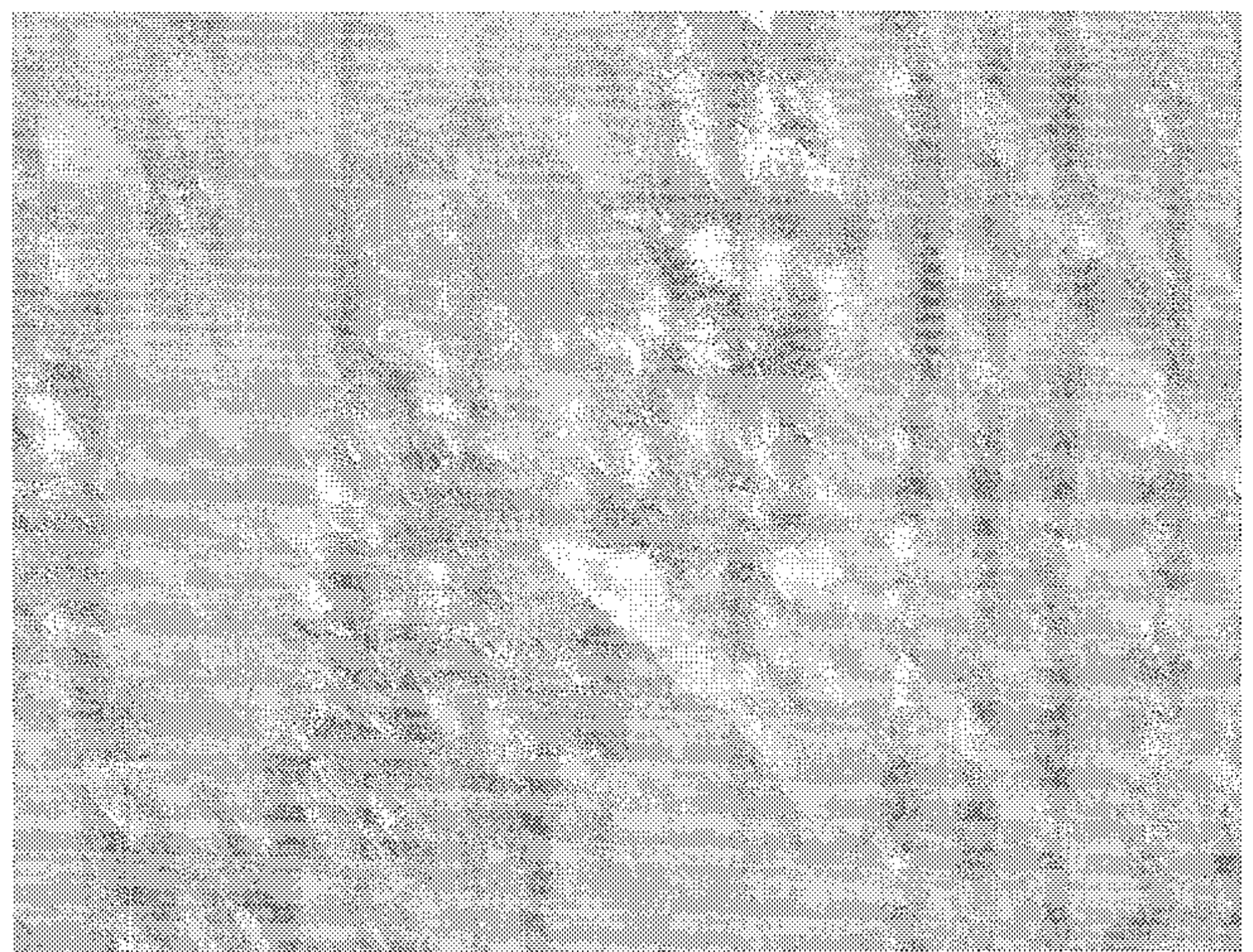


(b) cultured

Fig. 3-1-36. Lipid-stained muscle of wild and cultured rock fish.

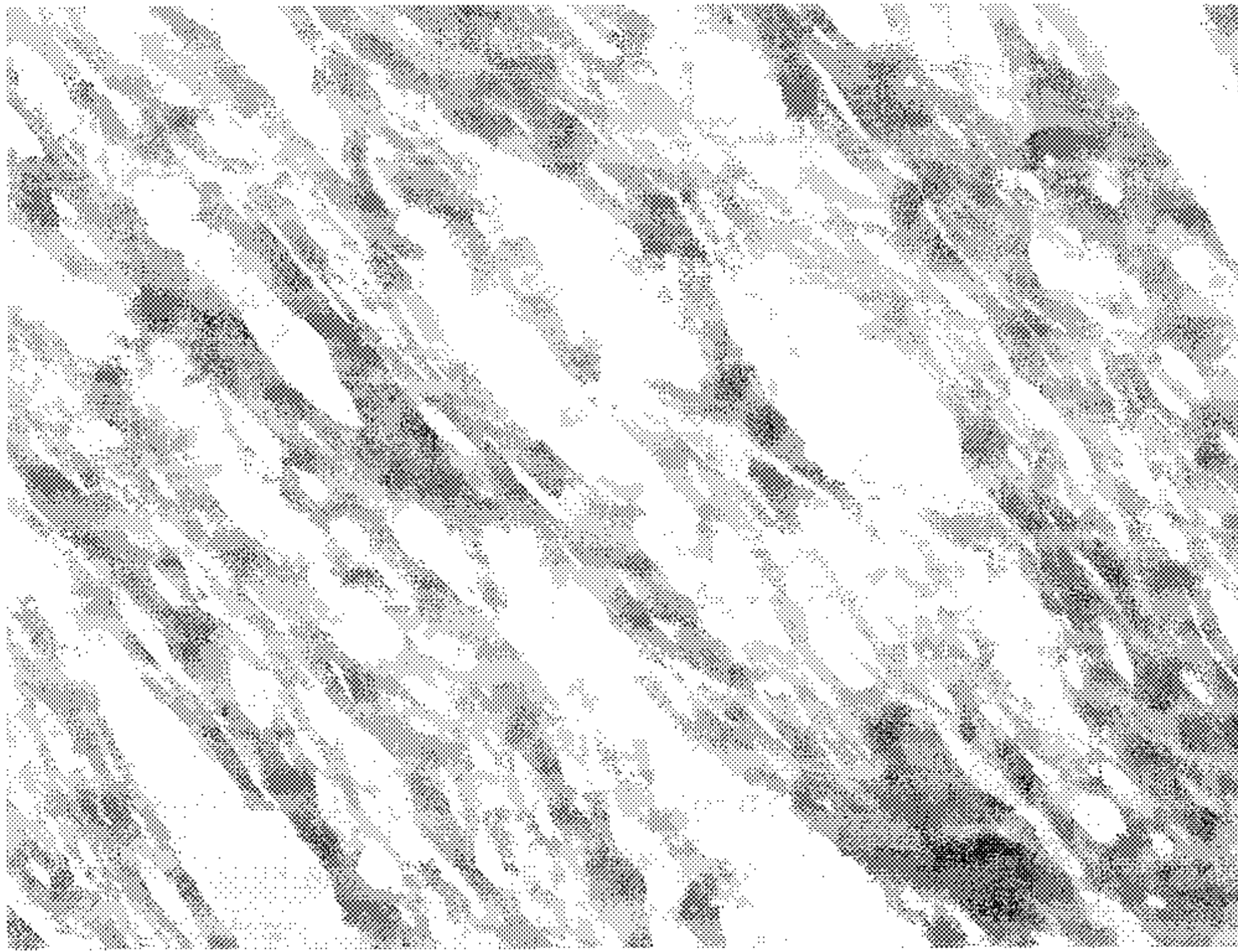


(a) wild

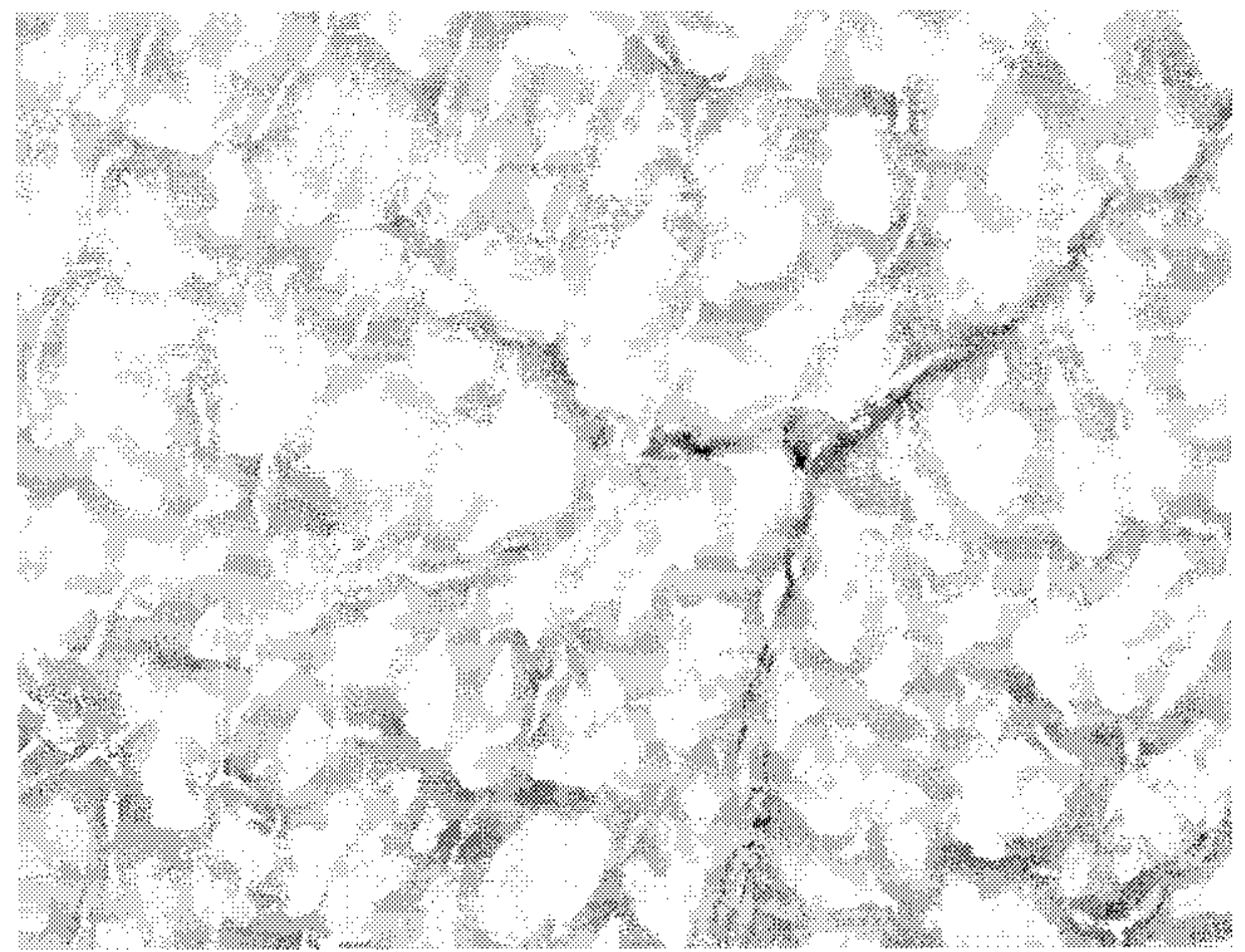


(b) cultured

Fig. 3-1-37. Lipid-stained muscle of wild and cultured red seabream.

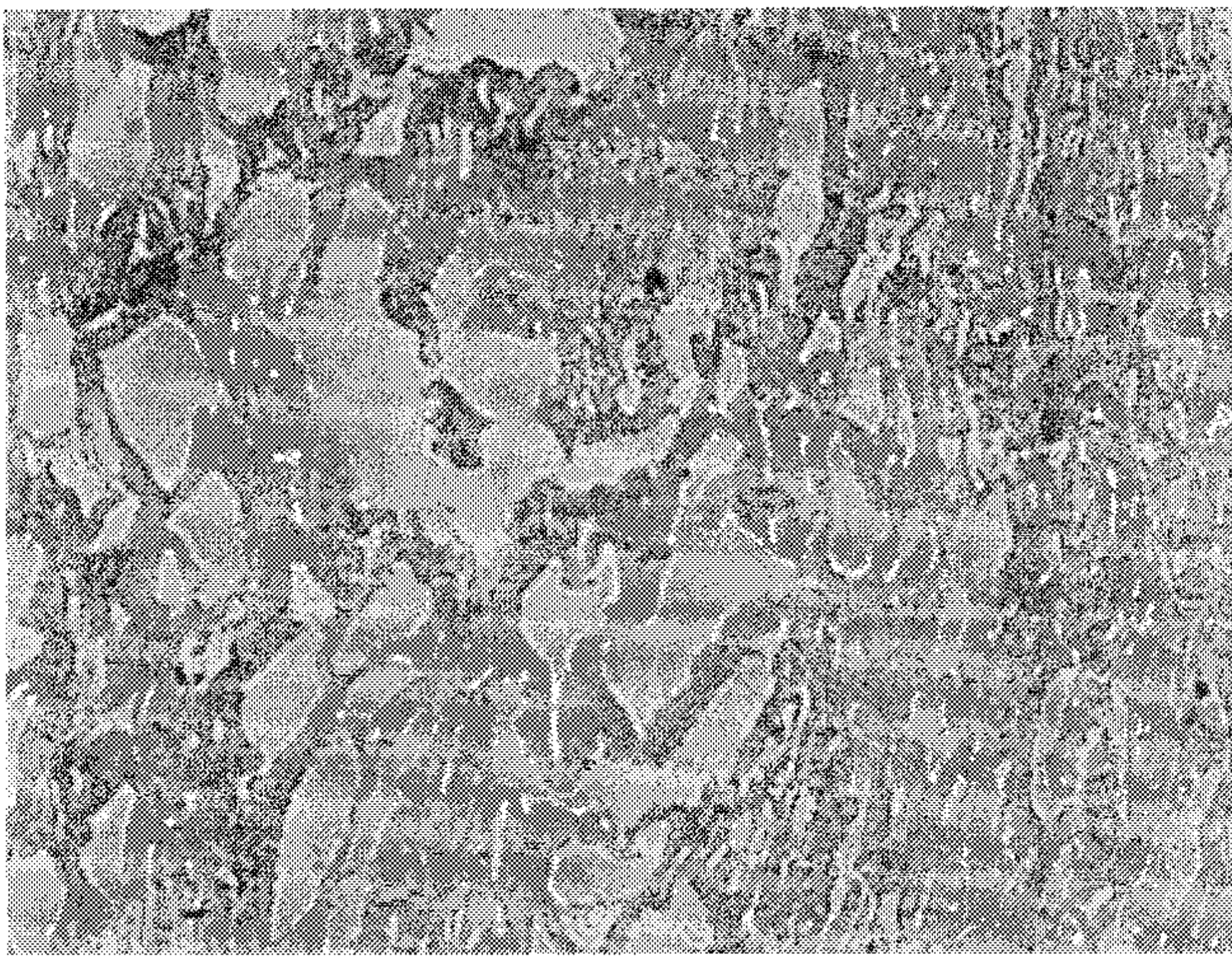


(a) wild

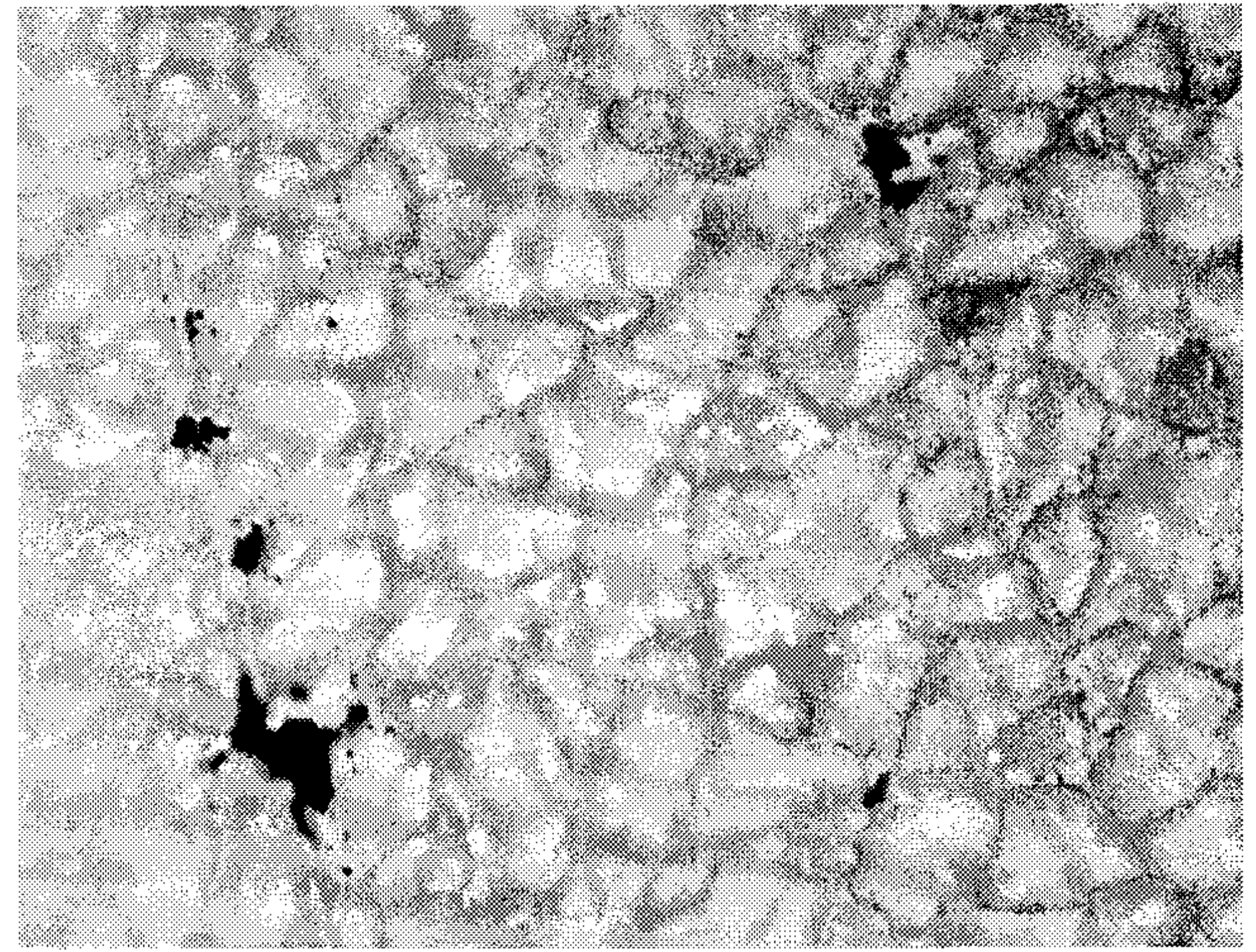


(b) cultured

Fig. 3-1-38. Lipid-stained muscle of wild and cultured olive flounder.



(a) wild



(b) cultured

Fig. 3-1-39. Lipid-stained muscle of wild and cultured gray mullet.

(3) 활어의 건강도

조 등(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 3-1-47은 자연산과 양식산 활어의 건강 측정기준인 AEC 수치를 조사한 결과이다. 전체적으로 자연산과 양식산 간의 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, 참돔, 송어는 0.80내외의 수치를 나타내고 있어 양식산 보다는 건강상태가 좋지 않다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 오징어는 AEC 수치의 적용이 어려웠다. 가을에 조사된 방어의 AEC 값이 낮은 것은 혈압육의 존재로 인한 ATP관련화합물이 빙장 중에 빠르게 분해가 되어 낮은 수치를 나타낸 것으로 판단된다.

Table 3-1-46. Seasonal variations of AEC in muscles of wild and cultured live fishes

Species	Spring		Summer		Fall		Winter	
	wild	culture	wild	cultured	wild	cultured	wild	cultured
Sea bass	0.89	0.83	0.80	0.85	0.90	0.90	0.91	0.89
Rock bream	0.80	0.92	0.84	0.85	0.90	0.82	0.91	0.80
Yellowtail	0.86	0.92	0.85	0.91	0.86	0.93	0.86	0.86
Gizzard shad	0.90	-	0.46	-	0.70	-	0.87	-
Rock fish	0.91	0.92	0.85	0.88	0.91	0.90	0.81	0.87
Red seabream	0.78	0.91	0.75	0.88	0.85	0.88	0.89	0.83
Squid	0.24	-	0.57	-	0.41	-	0.61	-
Olive flounder	0.85	0.90	0.89	0.86	0.90	0.93	0.92	0.91
Gray mullet	0.81	0.81	0.90	0.90	0.97	0.92	0.85	0.87

마. 활어의 유통과정 및 가격동향을 비교 조사

(1) 활어의 유통경로

1990년대 생산기술의 보급으로 많은 양식어가가 해조류에서 어류양식으로 전환하고 생산기반이 확충되면서 활어 생산량은 1990년에 비해 2002년에는 약 18배 가까이 증가하면, 1990년 이후 활어의 수출이 활기를 띠고 있으며, 특히 대량생산기술의 보편화로 인한 생산비 저하로 수출경쟁력을 갖춘 광어의 수출이 큰 폭으로 증가하여 2002년에는 전체 활어수출의 54%를 차지하고 있다. 활어의 수입은 1997년의 수산물 수입자유화를 기점으로 물량이 크게 증가하고 있으며, 특히 국내 생산량이 많지 않은 농어 및 돔의 수입이 크게 증가하고 있다고 보고하고 있다 (Jeong, 2003). 2004년도 양식 수산물 총생산량은 약 86만 9천톤으로 지난해 총생산량 82만 6천톤에 비해 5% 정도 증가할 것으로 나타났다. 그리고 지난해 3년 간 평균 생산량과 비교해 보면 15% 정도 늘어나 전반적으로 증가세를 지속할 것으로 보고하고 있다. 그 중 양식어류 총생산량은 2004년 약 5만 8천 톤으로 지난해 총생산량 7만 2천 톤에 비해 20% 정도 감소할 것으로 추정했다. 이는 양식어류 전체 생산량 가운데 80% 이상을 차지하고 있는 넙치와 조피볼락의 생산량이 지난해 보다 각각 14, 23% 감소했기 때문이라고 보고하고 있다(월간 해양수산, 2004). 이와 같은 생산에 비해 양적인 측면을 보면 1990년 중반 이후 광어, 우럭을 중심으로 소비가 크게 증가하여 1997년 이후 다소 정체 기미를 보이다 최근 증가세를 회복하였으며 어종 확대 수입증대로 인해 소비품목이 다양화되고 있다. 광어는 1990년대 초 대량양식기술의 보급으로 공급량이 증가하면서 소비량도 급증하였으나 IMF 이후 소득의 감소로 소비가 감소내지 정체하다가 2002년에는 증가추세를 보인다. 우럭은 1997년 이후 생산량 급증으로 인한 가격 하락으로 소비량이 급증, 농어, 돔은 수입자유화 여파로 1990년대 중반 이후 소비량이 크게 증가하고 있는 추세이다. 정확한 생선회의 소비량은 조사된 바는 없지만 생산 및 수입되는 활어가 90% 이상이 생선횃감으로 이용되고 있으므로 하루 소비량이 대략 500톤 정도라고 추정할 수 있다. 이와 같이 생선회의 소비 증가로 국내유통뿐만 아니라 수입까지 생선회는 여러 경로로 유통되고 있다. 김등(1998)의 보고에 의하면 활어류의 유통경로를 세분하여 보고 하였다.

- ① 생산자→산지위판장→수집반출상→소비지도매시장→중간도매상→소매인→소비자
- ② 생산자→수집상→산지위판장→소비지도매시장→소매인→소비자
- ③ 생산자→수집상→소비지도매시장→중간도매상→소매인→소비자
- ④ 생산자→산지위판장→소비지도매시장→중간도매상→소매인→소비자
- ⑤ 생산자→산지위판장→대량수요처 또는 소비지 소매상→소비자 등의 제도 시장을 1차 또는 2차로 거치는 경로
- ⑥ 생산자→산지 위판장→대량수요처 또는 소비지 소매상→소비자 등의 제도시장을 경유하지 않는 생산자→산지수집상→산지도매상→소매상→소비자
- ⑦ 생산자→산지수집상→소비지 도·소매상→소비자의 경로로 다양하게 유통되고 있다.

소비지 도매시장을 경유하는 고급활어류도 물론 위탁 중매인에게 위탁상장되어 경매되고 있으나 경매시에는 일반 선어에 비하여 가격 경쟁력이며 직접 연계되지 않는 중매인도 경매에 참가하고 있다.

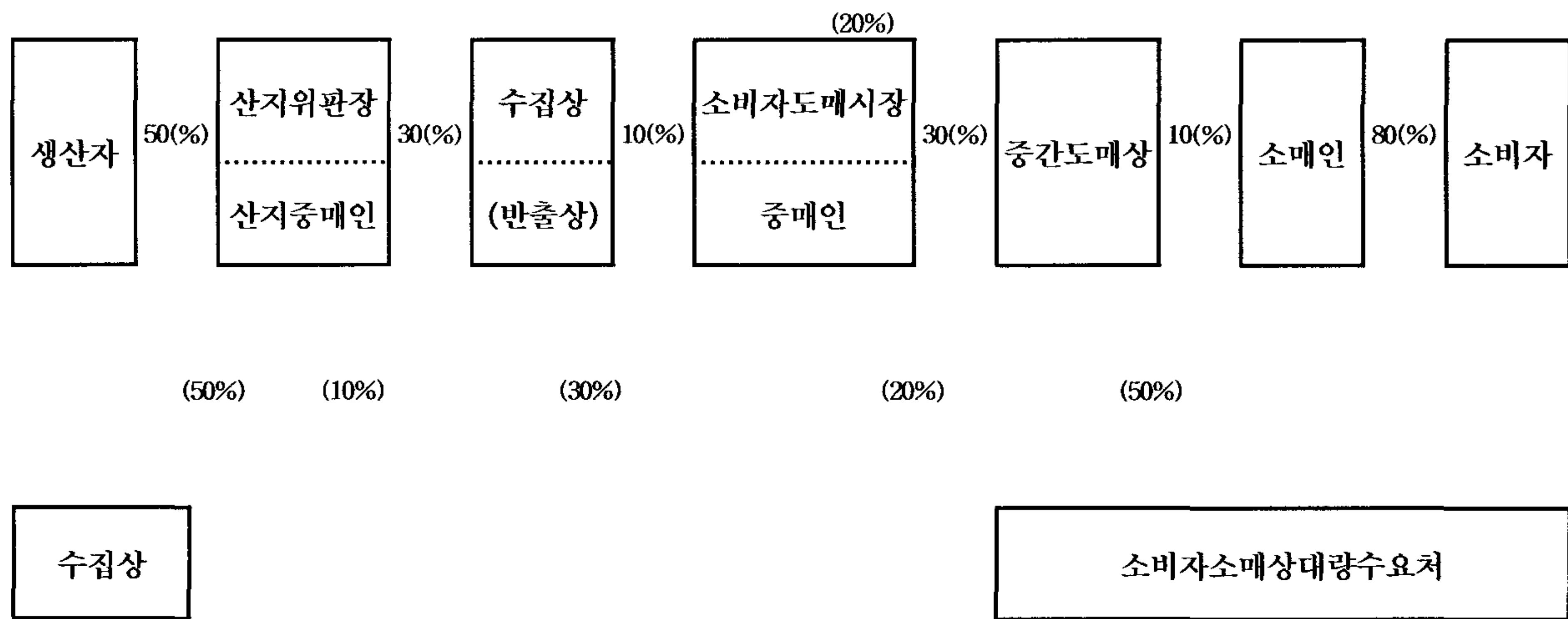


Fig. 3-1-40. Distribution channel of live fishes and shellfishes.

(2) 자연산과 양식산 활어의 가격동향

자연산은 양식산에 비하여 어획되는 양과 어획되는 시기에 따라 가격변동이 매우 심하였으며 많게는 3~4배 이상의 가격으로 거래되는 경우가 많았다. 반면 양식산은 조사된 가을(2004. 10~12), 겨울(2005.1.~2005.3), 봄(2005.4~7)기간동안 가격의 변동이 크지 않았다.

남해안에서 거래되는 농어는 자연산이 노량진은 13,332원/kg, 가락동은 12,500원~19,500원으로, 봄철에 다른 시기보다 저가로 거래되었으며, 양식산은 9,500원~11,750원/kg당 거래되었으며 노량진에서 봄철에 13,000원까지 거래가 되기도 하였으며 산지에서 구입금액도 비슷한 수준이었다. 돌돔은 노량진과 가락동에서의 공시시가는 제시되어 있지 않았지만, 구입금액은 가을철에 자연산이 74,000원/kg, 양식산이 25,000원/kg에 거래되었다. 겨울철에는 자연산이 55,000원, 양식산이 18,000원/kg에 거래되었으며 봄에는 75,000원/kg으로 자연산이, 55,000원/kg로 양식산이 거래되는 등 실제 산지에서의 자연산의 가격의 변동은 심각하였다.

우리나라 국민들의 대부분이 흰살 생선회를 선호하는 경향으로 실제 방어는 자연산이 12,000~15,000원 정도로 거래되었으며, 양식산은 8,000원내외로 거래되고 있었다. 가을철에 가장 맛이 있다는 전어는 말 그대로 가을철에 20,000원/kg으로 거래되고 있었으며, 겨울에는 10,000원/kg, 봄에는 3,500원/kg으로 거래되었다. 그러나 노량진현지시세는 8,078/kg이 가을에, 봄에는 2,209원/kg으로 거래되는 실제 남해안 일대에서 거래되는 금액과는 차이가 있었다. 조피볼락은 가을에 양식산이 18,000원/kg, 자연산이 24,000원에 거래되었으며 겨울에는 자연산이 42,000원/kg, 양식산은 18,000원에 거래되었다. 봄철에는 자연산이 20,000원/kg, 양식산은 15,000원/kg으로 거래되었으며, 양식산의 가격이 고가로 거래되는 것은 2004년 연말에는 출하물량부족으로 고가로 거래되고 있었으나 2005년 6월에는 중국산 돌가자미 반입여파로 가격이 하락하였다.

다른 어종과 마찬가지로 노량진 현지시세는 양식산이 7,500~9,700원으로 실거래 금액과는 차이가 있었다. 양식산 참돔은 12,000~17,000원, 자연산 참돔은 37,000~51,000원/kg으로 남해안에서 거래되었으며 같은 시기에 노량진 및 가락동의 도매시세는 12,000원~23,500원/kg으로 가격차가 대략 2배정도가 차이가 났다. 넙치는 2004년도 연말에 성수기임에도 불구하고, 경기불황에 따른 소비격감으로 넙치가 가격이 최저 수준으로 떨어져 양식업계의 어려움이 가중되고 있었으며, 특히 연말 대금결제를 앞둔 어업인들이 너도나도 출하를 서두르고 있어 이 같은 가격 하락세는 당분간 지속될 것으로 예측되었으며, 그 이후 넙치는 계속 저가행진을 계속하고 있으며 2005년 6월경에는 넙치의 소비부진과 사료 값 인상으로 넙치의 가격은 저가를 거래되고 있었다. 가을철에 노량진과 가락동에서는 9,100원~14,650원/kg으로 거래되었으나 같은 시기에 양식산 넙치는 35,000원/kg까지 거래가 되었다. 서해안에서 구입된 농어는 자연산이 노량진은 3,740원/kg, 가락동은 3,750~4,900/kg에 거래되었으며, 양식산도 비슷한 가격에 조사 기간동안 거래가 이루어졌다. 자연산 활어에 대한 가격동향은 어획되는 시기와 어획량에 따라 변동이 심하여 예상이 어려우며 실제 도매시장에서의 시세와 현지에서 거래되는 가격은 차이가 있었다.

Table 3-1-47. The selling price of cultured fishes at Garak market

(unit : won/kg)

Species	Size	'04	12/16	12/27	,05	5/26
		11/30			3/31	
Red seabream	Large	12,000	12,900	13,000	12,650	10,300
	Middle	10,000	11,000	11,000	10,800	9,000
Olive flounder	Large	13,000	13,450	12,500	12,500	9,000
	Middle	9,850	11,200	11,500	9,750	7,750
Rock fish	Large	7,000	8,600	12,500	10,850	9,600
	Middle	6,000	7,950	10,000	9,450	8,150
Sea bass	Large	12,300	14,350	14,400	13,500	12,750
	Middle	12,050	12,500	12,000	9,900	12,250

제 2절 자연과 양식산 활어의 식품위생학적 안전성 평가

1. 서론

수산 양식업에서 질병은 국내에 한정된 것이 아니라 전 세계적으로 문제가 되고 있다. 우리나라의 어류 양식업에서 질병발생 현황을 살펴보면, 1980년대에는 어류질병 발생시기가 고수온기에 제한되어 집중적으로 발생하였고, 발생하는 질병의 종류 또한 세균성 및 기생충성 질병의 단독감염이 주를 이루었다. 1990년대 전반에 5% 미만에 불과하던 발병률이 1990년대 후반부터는 15% 내외로 증가하였다. 질병의 발생시기도 고수온기에만 주로 발생하던 것이 연중 발생하는 추세로 변화하였으며, 발생 질병의 종류도 전염성 바이러스질병 및 세균·세균, 세균·기생충, 세균·바이러스 및 3종 이상의 병원체 혼합감염이 증가하는 경향이며 최근에는 이리도바이러스병과 같은 난치성 악성 전염병의 발생 증가에 의한 양식 어류의 피해가 증대되고 있다.

이렇듯 혼합감염 등 질병 발생률이 증가하는 것은 질병감염 여부가 확인되지 않은 종묘의 이식으로 질병 원인체가 광범위하게 확산되고, 또한 폐사어의 현장방치 등 관리 소홀로 인한 재감염의 기회가 많아졌기 때문으로 추정된다. 특히, 최근에 들어서는 외국으로부터 양식용 종묘의 수입량 증가로 인하여 신종 외래 전염병의 유입 위험성이 증대되고 있으며, 감염 종묘의 이동에 의한 질병의 확산이 우려되고 있다.

최근 해산어 양식장에서 돔류의 이리도바이러스 질병과 넙치의 림포시스티스바이러스 질병으로 인한 피해가 심각하지만 이러한 바이러스성 질병의 경우 대부분 뚜렷한 치료약은 없으며, 예방백신 개발이 추진되고 있다. 그리고 세균성 질병은 우리나라는 물론 일본, 스페인, 프랑스, 미국 등 전 세계적으로 자연산과 양식산에서 대량 폐사를 유발하는 것으로 알려져 있으며 우리나라의 대표적 양식어류인 넙치와 조피볼락에서 질병을 유발하는 병원세균으로는 *Streptococcus iniae*, *Strept. parauberis* 등의 *Streptococcus* spp., *Vibrio anguillarum*, *V. ichthyenteri*, *V. ordalii* 등의 *Vibrio* spp., *Edwardsiella tarda*, *Flexibacter maritimus* 등이 있다(김 등, 2002).

어류를 양식하는 과정에서 질병의 예방 및 치료 목적 등 생산성 향상을 위하여 많은 종류의 약품이 사용되기도 한다. 축산에서는 일부 항생물질은 사료에 저농도로 첨가하면 사료효율을 높이고 성장을 촉진하는 것도 있지만 양식어에서는 항생물질의 성장촉진 효과는 나타나지 않고, 예방약으로서는 백신만이 유용한 것으로 알려져 있다(吐山, 1998; 堀江·中澤, 1995). 따라서 어류양식에서 사용되고 있는 약품은 대부분 세균 감염증의 치료약이며, 투여형태는 경구투여제, 주사제, 외용(약욕, 분무, 도포)제가 있으나 대부분 사료첨가제로 사용되고 있다. 양식어에서 많이 발생하는 질병인 세균감염증은 일단 발생하면 짧은 기간에 양식장 전체를 오염시키는 특성이 있어 질병이 발생하면 치료용 의약품 또한 즉시 양식장 전체 어류에 대해서 사료첨가제로 투여되고 있다(吐山, 1998; 허 등, 1992).

이러한 항균제는 양식어류 중에 잔류하고, 항균물질이 잔류한 어류를 사람이 섭취할 경우, 항생물질이 인체에 직간접적으로 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 특히 항생물질 자체의 독성이나, 항생물질에 장기간 노출됨에 따라 여러 가지 세균들이 항생제 내성을 획득하여 기존의 치료용 항생제의 효능을 무력화시키는 것 등은 식품위생학적으로는 물론 임상적으로 심각한 현안문제로 부각되고 있다. 사람이 건강을 영위하는데 있어 식품은 기본적인 역할을 하고 있으며, 식품의 안전성에 대한 국민의 관심은 매년 높아지고 있다. 또한 독성이나 내성균 출현 등 부정적인 요소가 사회적으로 문제화됨에 따라 소비심리가 위축되어 소비의 저하를 유발하기도 한다.

정 등(2003)과 김 등(2006)의 보고에서 소비자들이 가격이 비싸지만 자연산 활어를 선호하는 이유가 육질의 단단함 등과 같은 맛이 양식산 보다 우수하다라는 막연한 선입견과 항생제 등으로부터 안전하기 때문이라고 밝히고 있다.

그러므로 본 절에서는 양식산 활어의 위생학적 안전성을 확보하기 위하여 횡감용 활어 중 대표적인 어종인 넙치, 조피볼락, 참돔, 돌돔, 농어, 송어, 전어 및 연체류인 오징어 등 총 9종의 자연산 및 양식산 활어를 동해(포항), 서해(군산), 남해(통영)에서 구입하여 기생충 감염정도를 확인하였으며, 앞서 밝힌 바와 같이 최근 양식어류에 대한 항생제 사용 빈도의 증가로 인한 소비자들의 막연한 불안감을 해소하기 위하여 수산용 항생제로 많이 사용되고 있는 테트라사이클린계항생제 5종과 옥솔린산 및 퀴놀론계 항생제를 분석하였다. 그리고 근육 중의 중금속 함량을 측정하여 국내 양식산 활어의 위생학적 안전성을 확인하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

(1) 실험재료

자연산과 양식산 활어의 식품위생학적 안전성 평가를 위하여 국내 유통되고 있는 횡감용 활어 중 대표적인 어종인 넙치, 조피볼락, 참돔, 돌돔, 농어, 송어, 전어 및 연체류인 오징어 등 총 9종의 자연산 및 양식산 활어를 동해(포항), 서해(군산), 남해(통영)에서 구입하여 시료로 사용하였다. 시료어의 평균 체장과 평균체중은 Table 3-2-1, 3-2-2, 3-2-3, 3-2-4에 나타내었다.

Table 3-2-1. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in spring (2005.04-2005.07)

Region	Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
South sea	Sea bass	wild	735.0±35.4	43.8±1.8	3
		cultured	750.0±42.4	43.3±1.8	3
	Rock bream	wild	1070.0±325.3	35.3±1.1	3
		cultured	725.8±25.8	32.8±0.4	3
	Yellowtail	wild	935.0±63.6	42.0±0.7	3
		cultured	1,025±60.2	38.5±2.2	3
	Gizzard shad	wild	86.8±4.4	20.3±0.8	3
	Rock fish	wild	945.5±64.1	39.5±1.4	3
		cultured	397.4±8.0	28.3±0.6	3
	Red seabream	wild	795.4±17.3	39.5±0.7	3
		cultured	858.1±62.8	34.5±0.7	3
	East sea	Olive flounder	wild	750±14.14	34.6±0.8
cultured			725.0±62.3	39.3±1.1	3
Squid		wild	120.7±1.4	26.5±0.7	3
West sea	Gray mullet	wild	796.8±124.5	45.8±2.5	3
		cultured	407.1±32.0	32.7±0.3	3

Table 3-2-2. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in summer(2005.08-2005.10)

Region	Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
South sea	Sea bass	wild	690±70.71	35.0±0	3
		cultured	950±70.71	39.5±0.71	3
	Rock bream	wild	700±50.74	28.0±5.24	3
		cultured	680±56.57	27.0±2.83	3
	Yellowtail	wild	450±155.56	29.0±4.24	3
		cultured	1340±84.85	44.0±0	3
	Gizzard shad	wild	60.0±0	15.0±0	3
	Rock fish	wild	900±70.71	32.0±1.41	3
		cultured	720±84.85	29.5±0.71	3
	Red seabream	wild	870±14.14	30.5±0.71	3
		cultured	1050±70.71	32.5±0.71	3
	East sea	Olive flounder	wild	1020±45.21	42.5±5.24
cultured			930±42.43	40.0±0	3
Squid		wild	310±14.14	45.5	3
West sea	Gray mullet	wild	820±58.75	38.5±0.71	3
		cultured	550±70.71	31±0	3

Table 3-2-3. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in fall (2004.10-2004.12)

Region	Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.	
South sea	Sea bass	wild	730.4±253.4	36.7±1.5	3	
		cultured	1,161.0±69.7	48.3±2.0	3	
	Rock bream	wild	346.0±15.3	24.0±0.5	3	
		cultured	282.2±21.9	21.2±0.6	3	
	Yellowtail	wild	1,151.9±152.3	44.7±2.0	3	
		cultured	511.2±53.3	36.7±1.5	3	
	Gizzard shad	wild	103.1±20.8	22.0±0.9	3	
	Rock fish	wild	644.6±89.4	34.5±1.5	3	
		cultured	577.1±62.6	33.3±1.5	3	
	Red seabream	wild	786.8±74.5	37.0±2.6	3	
		cultured	962.0±87.8	37.8±2.5	3	
	East sea	Olive flounder	wild	900.9±116.8	43.6±1.2	3
cultured			342.5±31.8	44.2±2.8	3	
West sea	Squid	wild	621.7±6.0	38.0±1.0	4	
		Gray mullet	wild	464.4±58.9	33.2±1.8	3
			cultured	713.1±40.8	42.3±0.6	3

Table 3-1-4. Sample profile of wild and cultured fishes collected from fish market in winter (2005.01-2005.03)

Region	Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
South sea	Sea bass	wild	814.8±170.5	44.0±5.7	3
		cultured	639.7±63.1	40.0±1.7	3
	Rock bream	wild	442.4±69.1	28.7±0.8	3
		cultured	189.3±19.5	19.8±0.3	3
	Yellowtail	wild	924.0±115.1	42.7±0.3	3
		cultured	2137.8±129.0	56.2±1.6	3
	Gizzard shad	wild	75.3±13.0	20.1±0.4	3
	Rock fish	wild	693.8±161.7	33.8±2.9	3
		cultured	870.5±255.3	36.2±3.3	3
	Red seabream	wild	1084.2±348.5	40.7±6.1	3
		cultured	943.0±86.6	36.7±2.1	3
	East sea	Olive flounder	wild	1100±32.5	45.5±1.5
cultured			1266.6±34.2	46.3±0.6	3
Squid		wild	252.3±3.5	37.7±0.3	3
West sea	Gray mullet	wild	655.0±62.6	39.3±1.5	3

(2) 자연산 및 양식산 활어에 대한 기생충(*Anisakis* spp.) 오염실태 조사

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

활어 중 감염 시 급성 위장염 등을 유발하는 아니사키스(*Anisakis* spp.)의 오염실태를 조사하기 위하여 Koyama 등의 방법(1969)에 따라 활어의 근육 및 내장을 채취하여 직접 육안으로 관찰하였다. Fig. 3-2-1에는 기생충 감염 예를 일부 나타내었다.

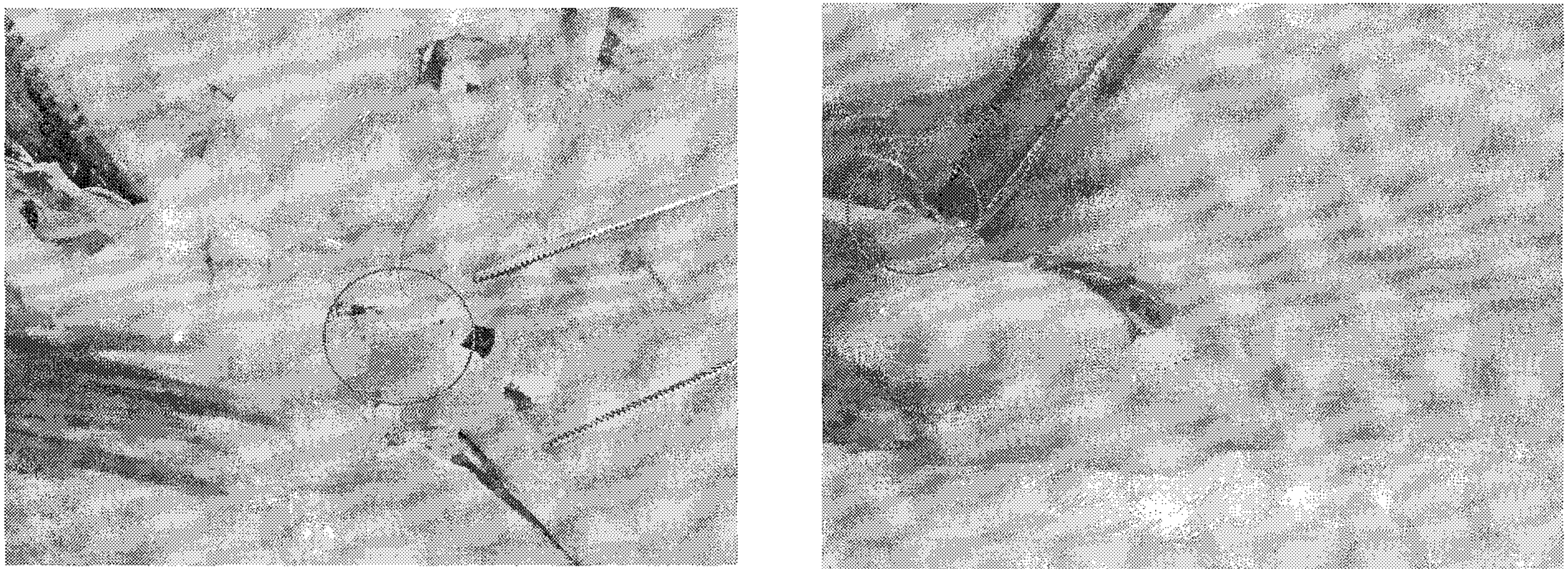


Fig. 3-2-1. Method to detect a *Anisakis* spp. from live fishes.

(3) 자연산 및 양식산 활어에 대한 항생물질 잔류량 모니터링

본 연구에서는 양식산 활어가 양식 중에 사용된 항생물질의 휴약 기간을 준수하여 출하되고 있는지를 알아보기 위하여 시중 유통되는 자연산 및 양식산 활어의 항생물질 잔류량을 통영, 포항, 군산 등의 유통단지에서 2004년 8월부터 2005년 6월까지 4회(분기 1회)에 걸쳐 모니터링을 실시하였다. 모니터링 대상 어종은 우리 국민이 가장 많이 섭취하는 횡감용 활어인 넙치, 우럭, 참돔, 돌돔, 농어, 숭어, 전어 및 연체류인 오징어 등 총 9종의 활어를 대상으로 하였고, 항생물질은 어류양식장에서 가장 빈번하게 사용되는 tetracycline계 항생물질 4종 [tetracycline (TC), oxytetracycline (OTC), doxycycline (DC), chlorotetracycline (CTC)], fluoroquinolone계 항생물질 5종 [ofloxacin(OFL), norfloxacin (NOR), pefloxacin (PEF), ciprofloxacin (CIP), enrofloxacin (ENRO)] 및 oxolinic acid를 대상으로 하였으며, 매 분기마다 활어 위판장에서 직접 구입하여 실험 재료로 사용하였다.

(가) 테트라사이클린(Tetracycline)계 항생물질 잔류량 모니터링

1) 표준품 및 시약

항생물질 분석에 사용된 tetracycline (TC), oxytetracycline (OTC), doxycycline (DC), chlorotetracycline (CTC) 등 tetracycline계 항생물질 4종의 표준품은 모두 Sigma사(USA)제품을 사용하였다. 실험에 사용된 acetonitril, methanol 및 water는 HPLC grade (Merck, Germany)를 사용하였으며, oxalic acid는 Sigma사(USA)제품을 사용하였다.

2) 시료 전처리

테트라사이클린계 항생물질의 분석은 Ueno et al. (1987)의 방법을 개량하여 실시하였다(Fig. 3-2-2). 즉, 탈피하여 필렛을 뜬 어육을 잘게 마쇄하고, 조제한 어육 10g에 0.5% disodium EDTA가 함유된 5% trichloroacetic acid를 40 mL 첨가하여 homogenizer (kinematica, model Polytron PT 3000)로 2분간 균질화 하였다. 균질액은 8,000 rpm에서 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°C에서 3mL정도 되게 농축하고, vacuum manifold (Supelco사)를 이용하여 Sep-pak C18 카트리지(Waters, vac 3cc, 500 mg)에 흡착시켰으며, 흡착시킨 Sep-pak C18 카트리지는 증류수 (40mL)로 세척한 후, methanol(40mL)로 흡착물을 용출시켰다. Methanol 용출물은 감압 농축하여 건조시키고, 건조물을 acetonitrile과 증류수(3:7) 혼합액을 사용하여 2 mL로 정용하고, pore size 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. Sep-pak C18 카트리지는 시료를 흡착시키기 전에 methanol (20 mL), 증류수(20 mL), 5% EDTA 용액(10mL)을 순차적으로 흘려 cartridge를 활성화시킨 후 사용하였다.

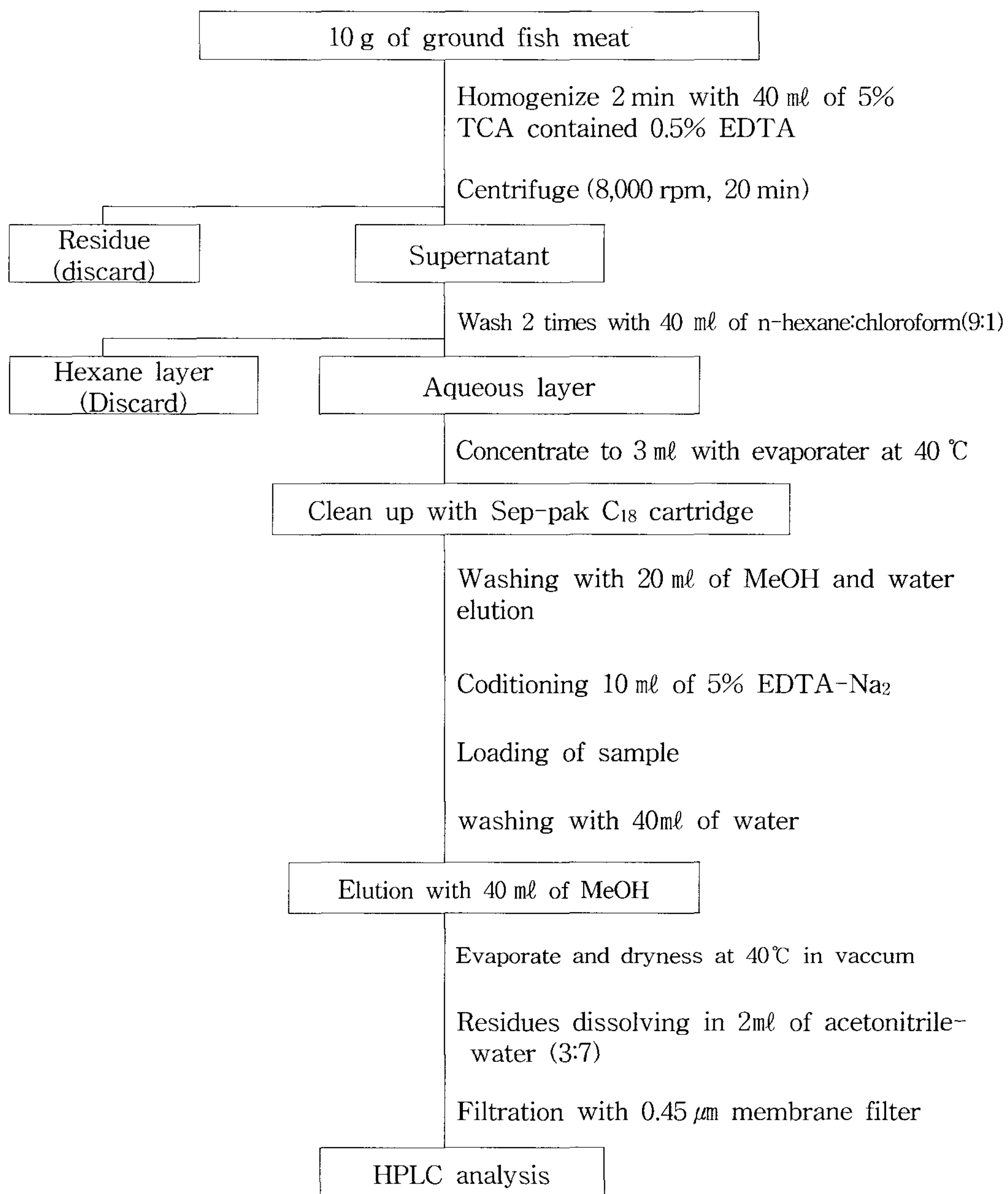


Fig. 3-2-2. Extraction procedure for the analysis of tetracycline group antibiotics in the fish muscle.

3) HPLC 분석

테트라사이클린계 항균제 즉, 옥시테트라사이클린 및 테트라사이클린, 그리고 클로로테트라사이클린 및 독시사이클린을 분석에서 시료추출은 같이 하였으나, 기기분석에서 검출한계를 낮추기 위하여 HPLC 분석 조건을 달리하여 분석하였다(Table 3-2-5, 3-2-6). 검량선 및 표준물질과 시료의 분석결과의 크로마토그램을 Fig. 3-2-3, Fig. 3-2-4, Fig. 3-2-5, Fig. 3-2-6 및 Fig. 3-2-7에 나타내었다.

Table 3-2-5. HPLC conditions for oxytetracycline and tetracycline determination in fish

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

Table 3-2-6. HPLC conditions for chlorotetracycline and doxytetracycline determination in fish

HPLC system	Shiseido nanospace 51-2 system
Column	Shiseido MG C18, 4.6mm ID \times 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 360nm
Injection volume	40 μ l
Column temp.	35 $^{\circ}$ C
Retention time	15min

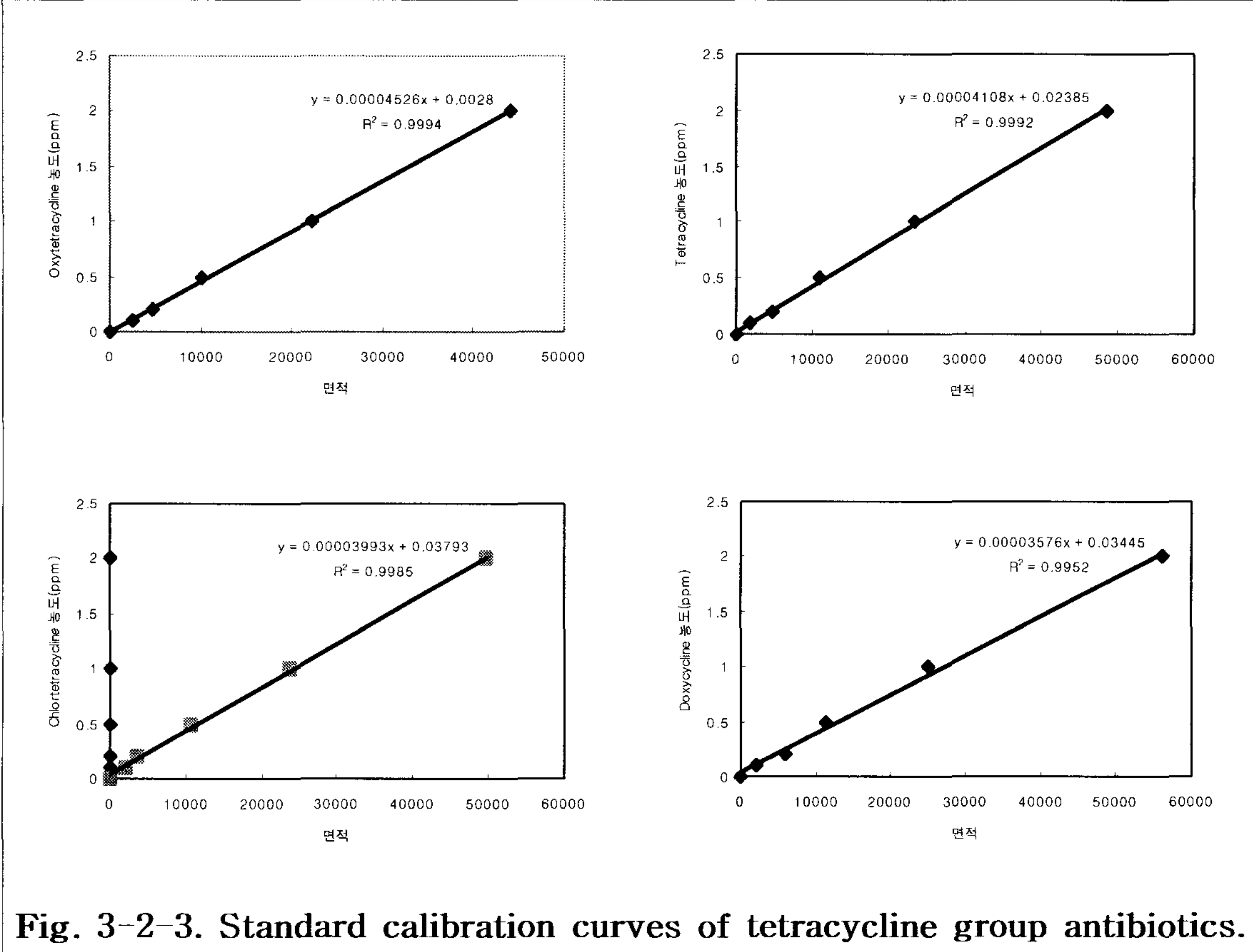


Fig. 3-2-3. Standard calibration curves of tetracycline group antibiotics.

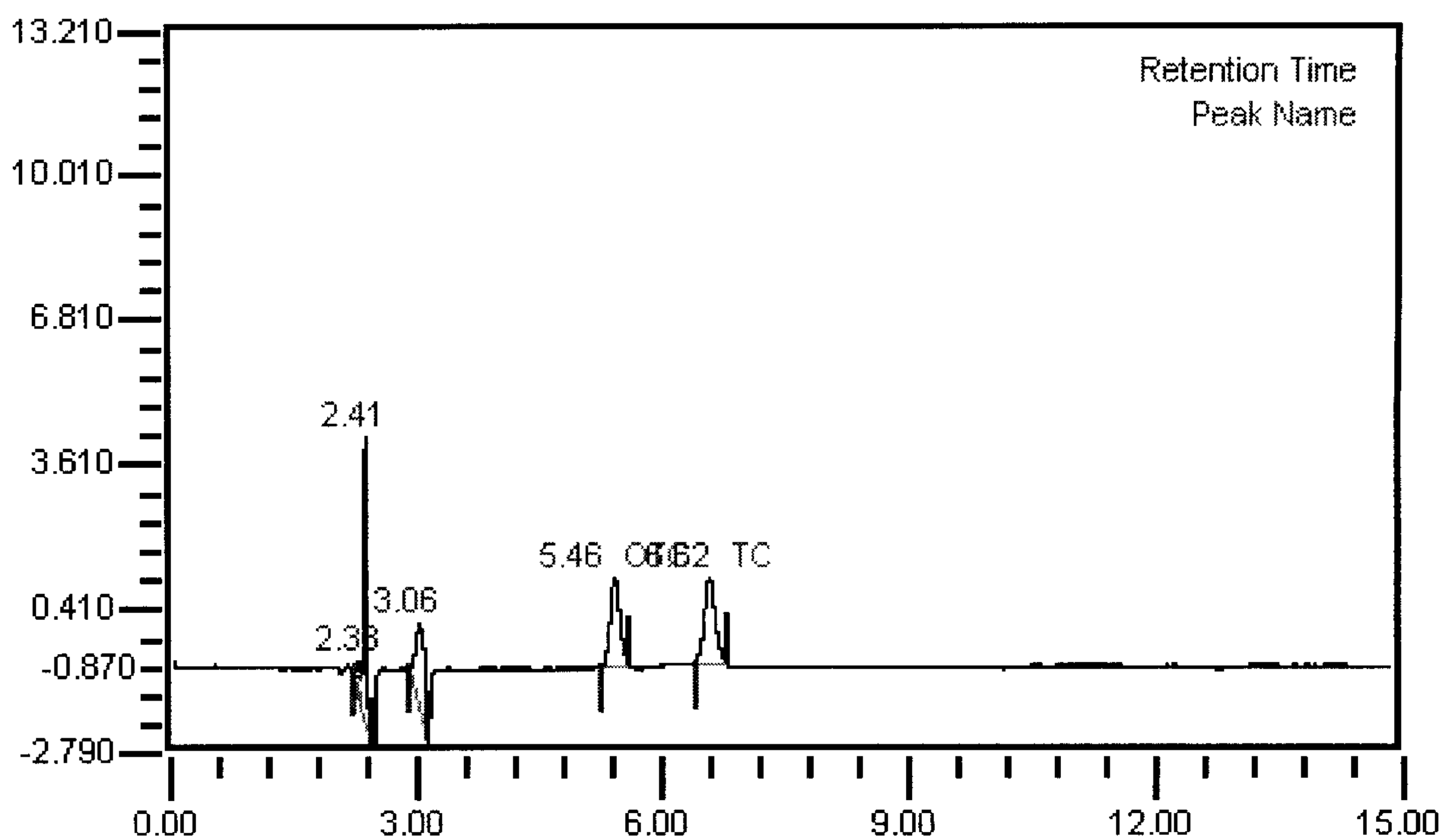


Fig. 3-2-4. HPLC chromatogram of oxytetracycline and tetracycline in standard solution (1ppm).

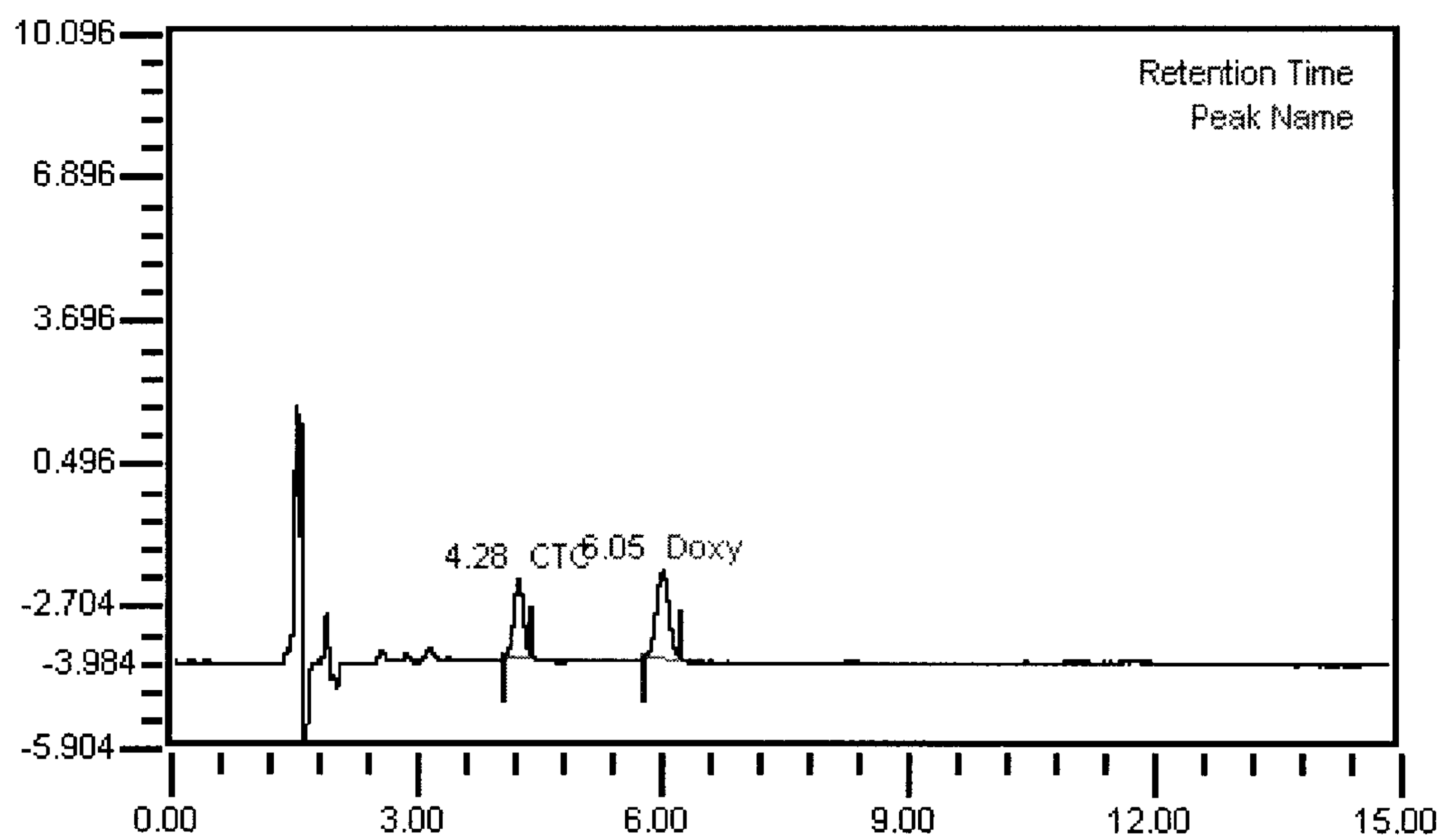


Fig. 3-2-5. HPLC chromatogram of chlorotetracycline and doxycycline in standard solution (1ppm).

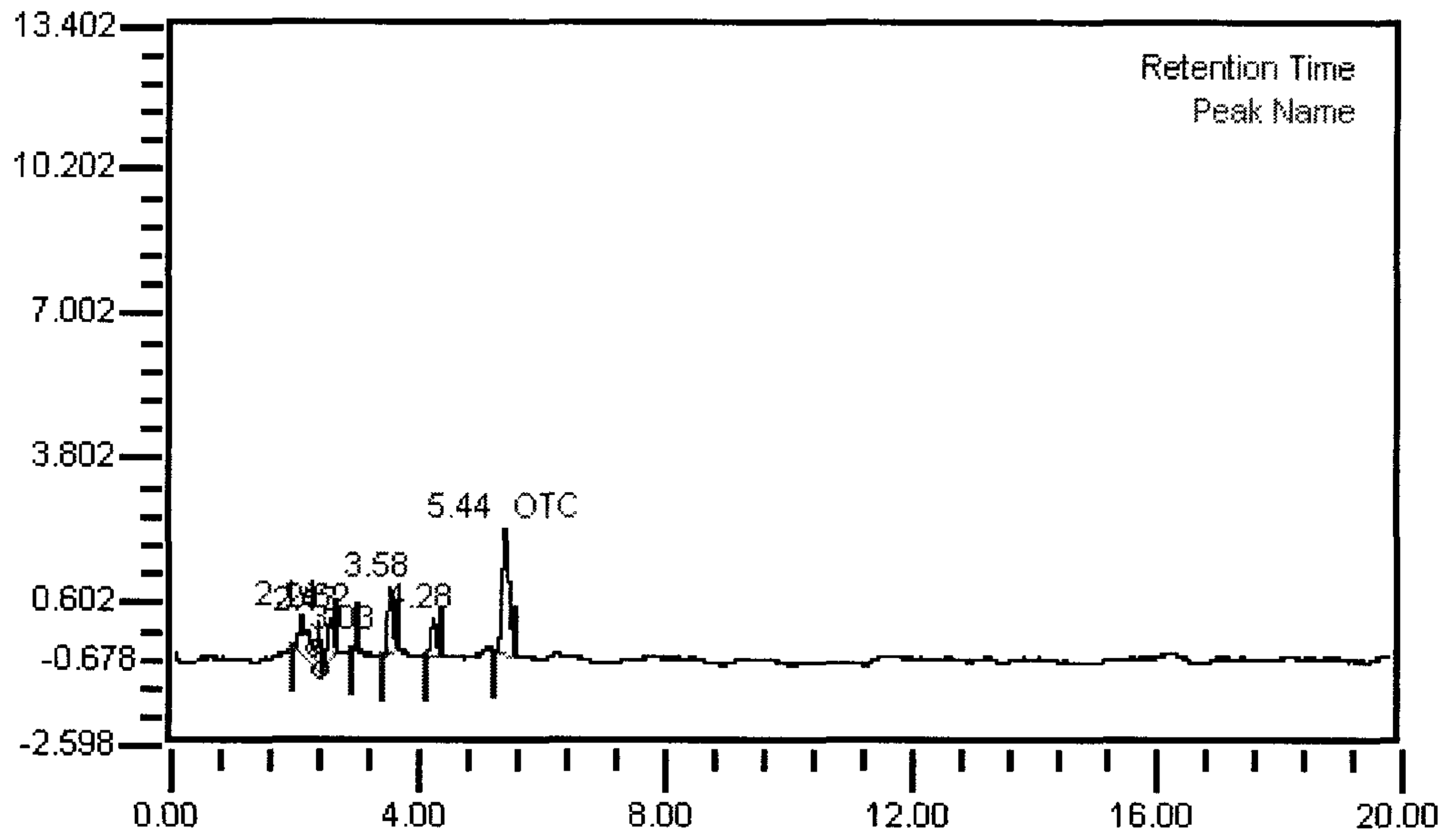


Fig. 3-2-6. HPLC chromatogram of oxytetracycline in spiked in sample.

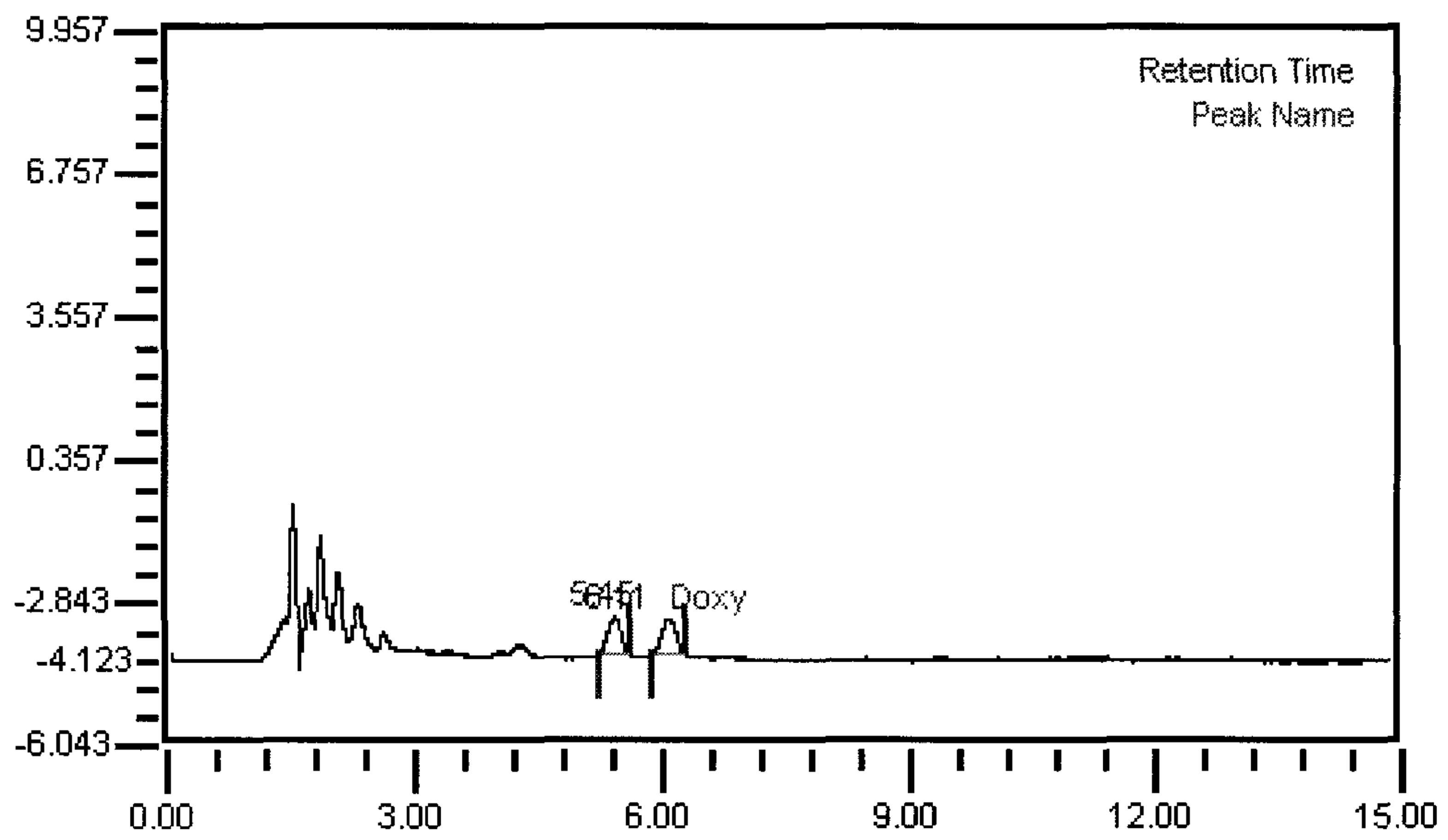


Fig. 3-2-7. HPLC chromatogram of doxytetracycline in spiked in sample

(나) 퀴놀론(Quinolone)계 항생물질 잔류량 모니터링

1) 표준품 및 시약

항생물질 분석에 사용된 ofloxacin(OFL), norfloxacin (NOR), pefloxacin (PEF), ciprofloxacin (CIP), enrofloxacin (ENRO) 등 fluoroquinolone계 항생물질 5종의 표준품은 모두 Sigma사(USA)제품을 사용하였다. 실험에 사용된 acetonitril, methanol, water, phosphoric acid 및 tetrahydrofuran 등의 유기용매는 HPLC grade (Merck, Germany)를 사용하였다.

2) 시료 전처리

활어로부터 fluoroquinolone계 항생제 추출을 위한 전처리 과정은 Fig. 3-2-8에 나타낸 바와 같이, 시료어를 탈피하여 어육을 채취하고, 잘게 마쇄한 후 5g을 취하여 이동상과 acetonitrile의 1:1 혼합액을 40 mL를 가하여 homogenizer (Polytron PT 3000)로 2분간 균질화한 다음, 단백질을 제거하기 위하여 80℃에서 5분간 중탕으로 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.

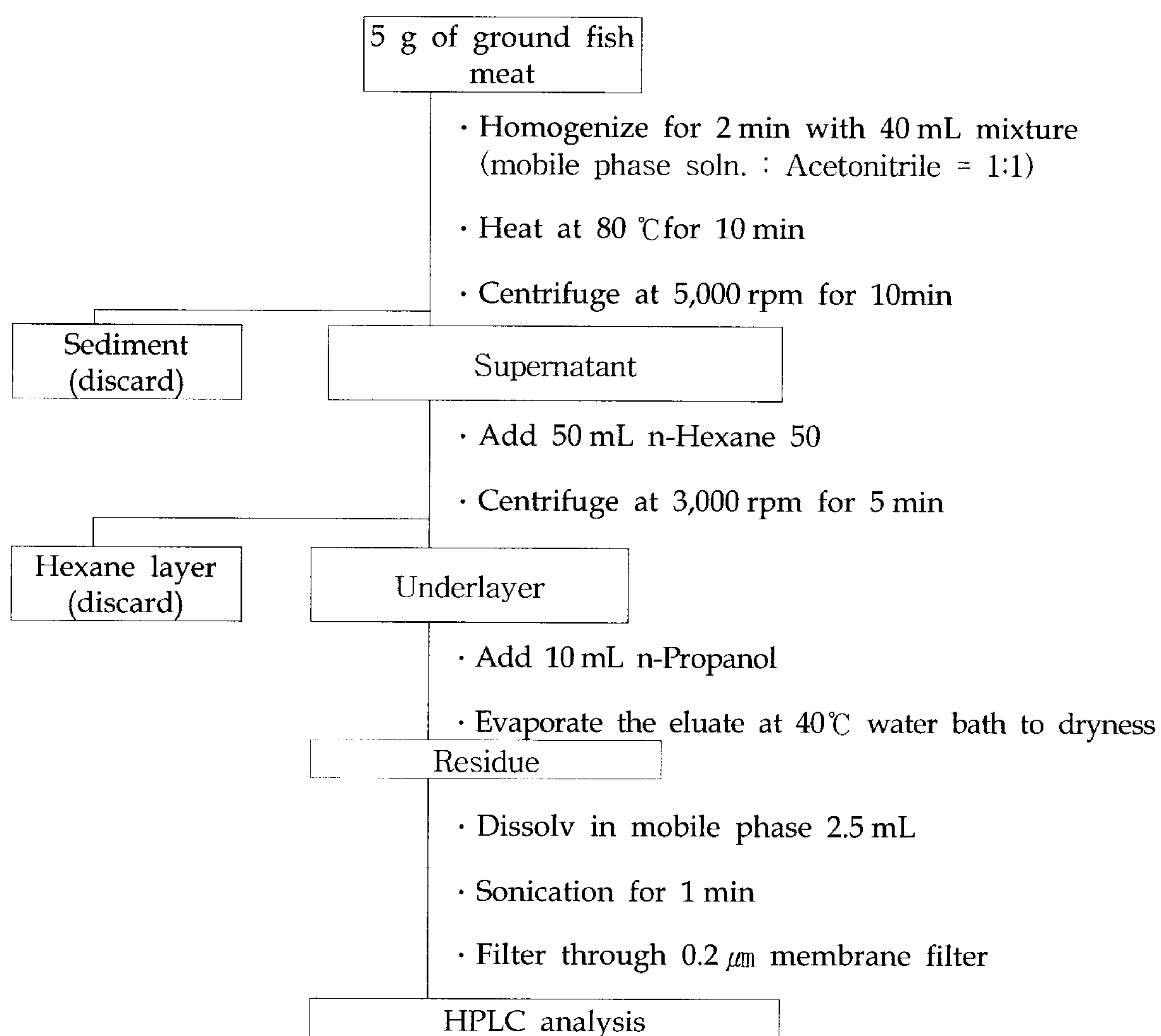


Fig. 3-2-8. Extraction procedure for the analysis of fluoroquinolones in the fish muscle.

3) HPLC 분석

어류로부터 퀴놀론계 항생물질을 검출하기 위한 HPLC 분석조건은 Table 3-2-7과 같으며 어류에 각각의 항생제를 0.1 ppm 첨가하여 HPLC로 분석한 크로마토그램을 Fig. 3-2-9, Fig. 3-2-10에 나타내었다. 표준물질 0.1 ppm을 첨가한 크로마토그램 B에서와 같이 ofloxacin 23.2분, norfloxacin 24.7분, pefloxacin 25.8분, ciprofloxacin 28.4분 및 enrofloxacin 41.8분대의 머무름 시간을 나타내었으며, peak간의 분리도에 있어서도 다른 peak를 간섭하지 않고 확실하게 분리되는 결과를 나타내었다.

Table 3-2-7. 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. 280nm, Em. 450nm
Injection volume	20 μ l
Column temp.	35°C
Retention time	50 min.

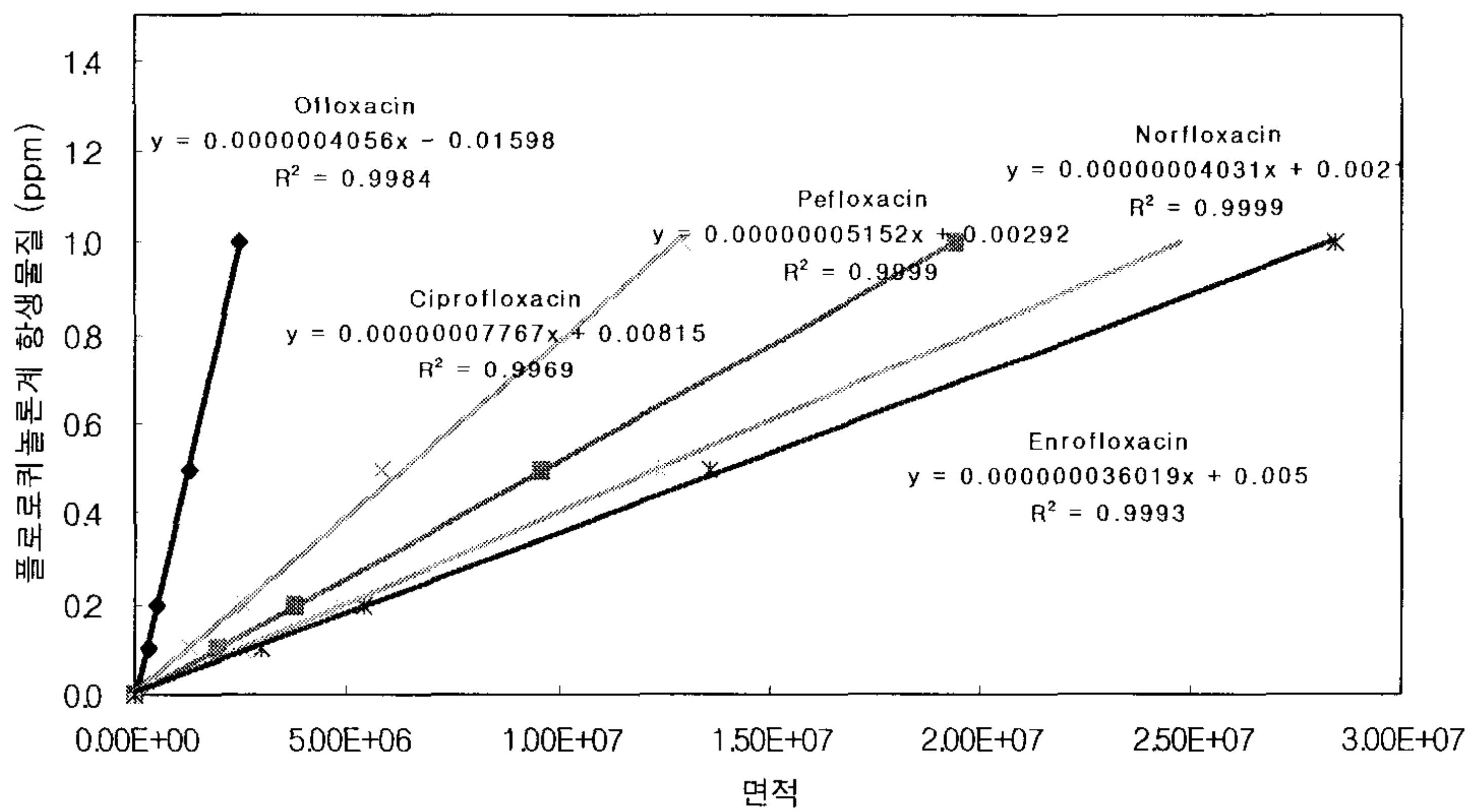


Fig. 3-2-9. Standard calibration curves of fluoroquinolones.

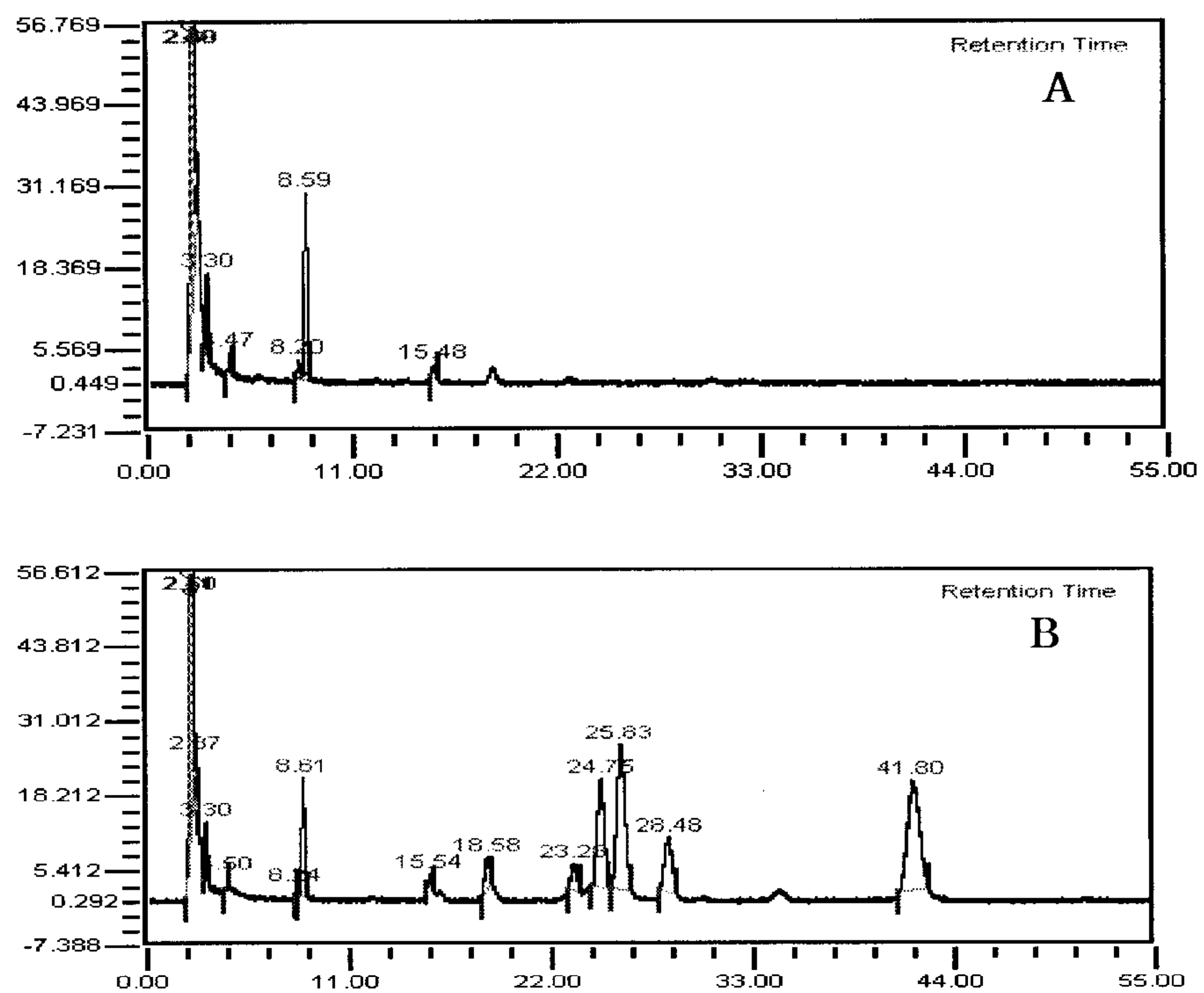


Fig. 3-2-10. HPLC chromatogram of fluoroquinolone in standard solution and spiked in fish muscle.

A, control B, spike sample (0.1 $\mu\text{g}/\text{mL}$), Standard solution : Ofloxacin(23.2 min), Norfloxacin (24.7 min), Pefloxacin(25.8 min), Ciprofloxacin(28.4 min), Enrofloxacin(41.8 min)

(다) 옥소린산 잔류량 모니터링

1) 표준품 및 시약

항균물질 분석에 사용된 oxolinic acid 표준품은 Sigma사(USA)제품을 사용하였고, acetonitril, methanol 및 water 등의 유기용매는 HPLC grade (Merck, Germany)를 사용하였다.

2) 시료 전처리

어류에 대한 옥소린산 분석은 우리나라 식품위생법에 의한 식품공전 제7편 일반시험법(2002) 및 국립수산물품질검사원의 분석방법을 변형하여 사용하였다(Fig. 3-2-11). 즉 탈피하여 필렛을 뜯 어육을 잘게 마쇄한 후, 마쇄육 10 g을 취하여 dichloromethane (40 mL)을 첨가하여 homogenizer로 2분간 균질화하였다. 균질액은 8,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 dichloromethane층만을 취하여 농축수기로 옮기고, 추출잔사는 같은 용매를 사용하여 재추출하였다. 2회 추출한 추출액은 감압 농축기를 사용하여 35°C에서 1 mL로 농축시켰으며, 이 농축액에 0.1N HCl 40 mL를 가하여 추출액을 산성화시킨 후, 분액여두에 옮기고, hexane (40 mL)으로 2회 세척하여 지질성분을 제거하였다. 지질을 제거한 추출액은 dichloromethane (40 mL)을 사용하여 2회 추출하고, 모아진 dichloromethane층을 35°C에서 감압농축기에서 완전히 건조시켰다. 이 건조물은 옥소린산 분석 시 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.

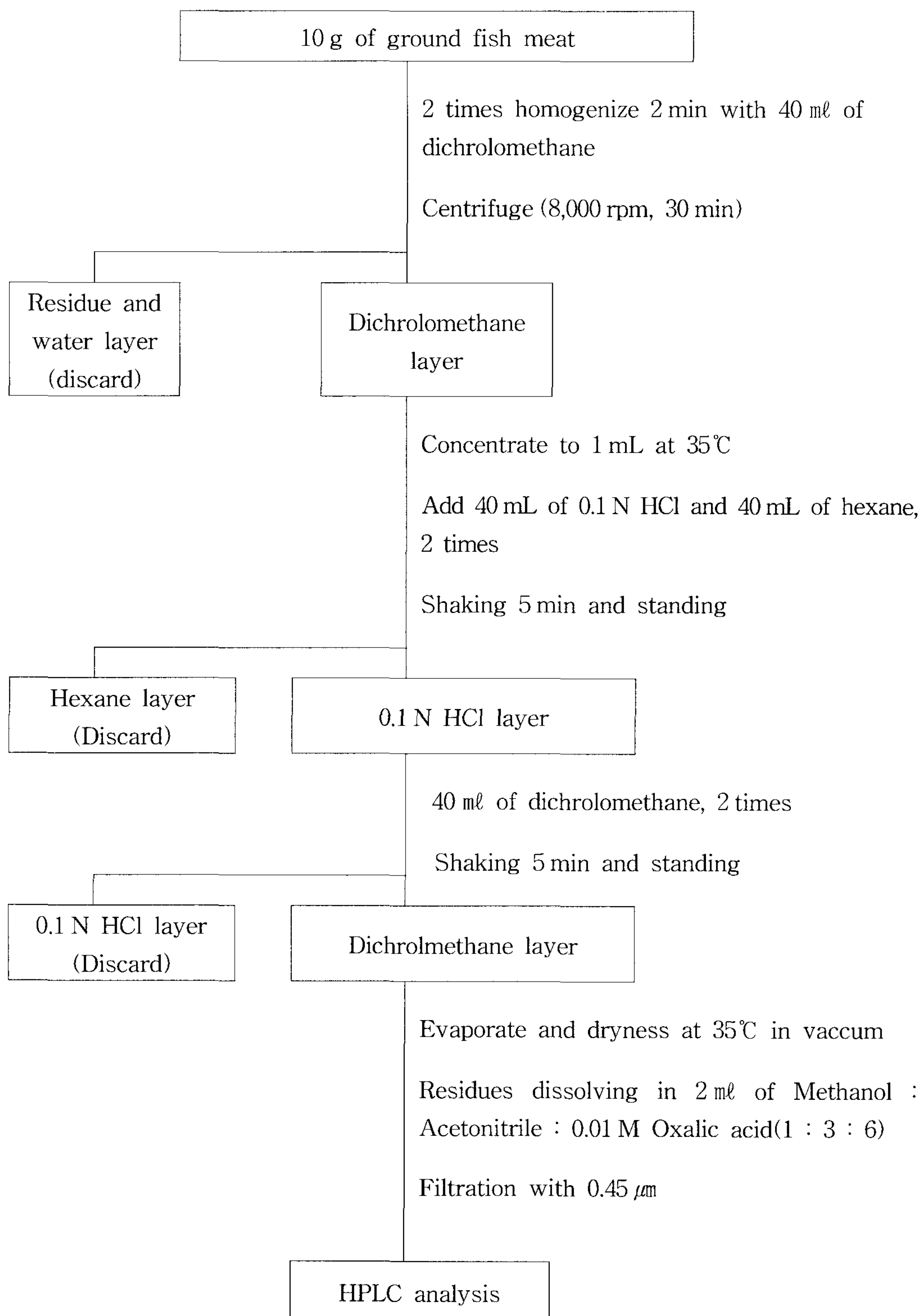


Fig. 3-2-11. Extraction procedure for the analysis of oxolinic acid in the fish muscle.

3) HPLC 분석조건

활어로부터 옥살린산을 검출하기 위한 HPLC 분석조건은 Table 3-2-8과 같으며 분석한 결과의 크로마토그램을 예시로서 Fig. 3-2-12, Fig. 3-2-13, Fig. 3-2-14에 나타내었다.

Table 3-2-8. HPLC conditions for oxolinic acid determination in fish

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

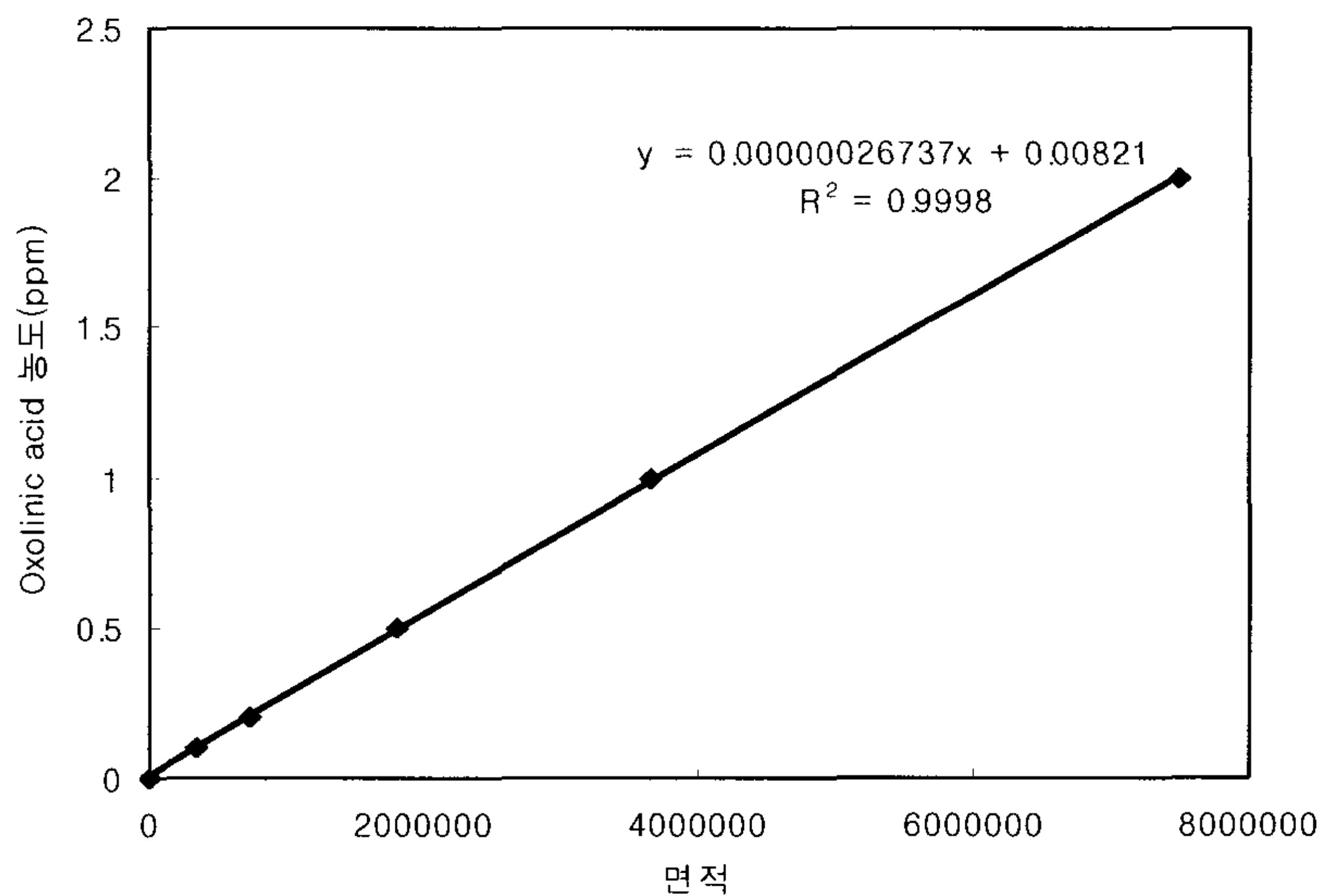


Fig. 3-2-12. Standard calibration curves of oxolinic acid.

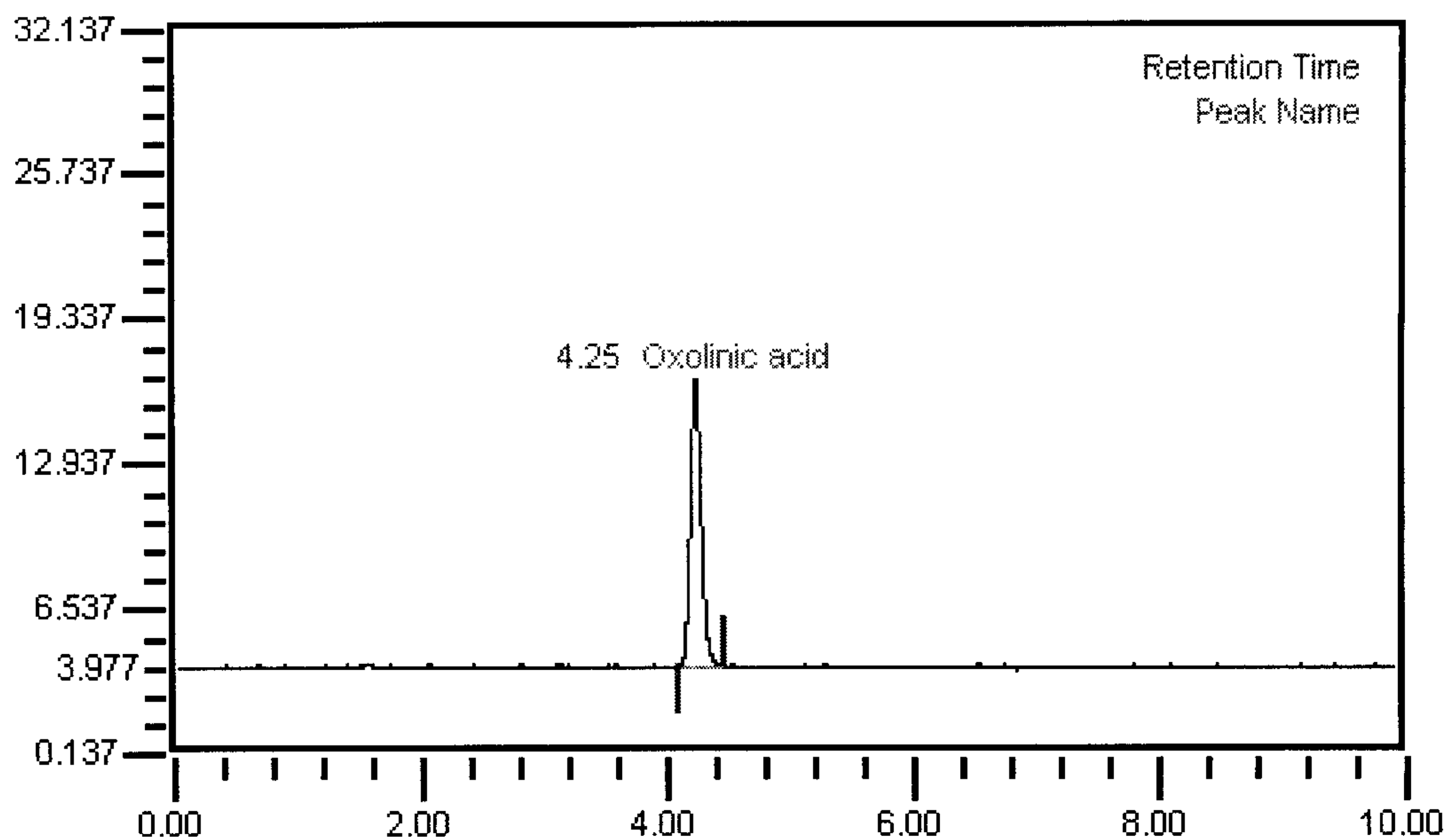


Fig. 3-2-13. HPLC chromatogram of oxolinic acid in standard solution(1 ppm)

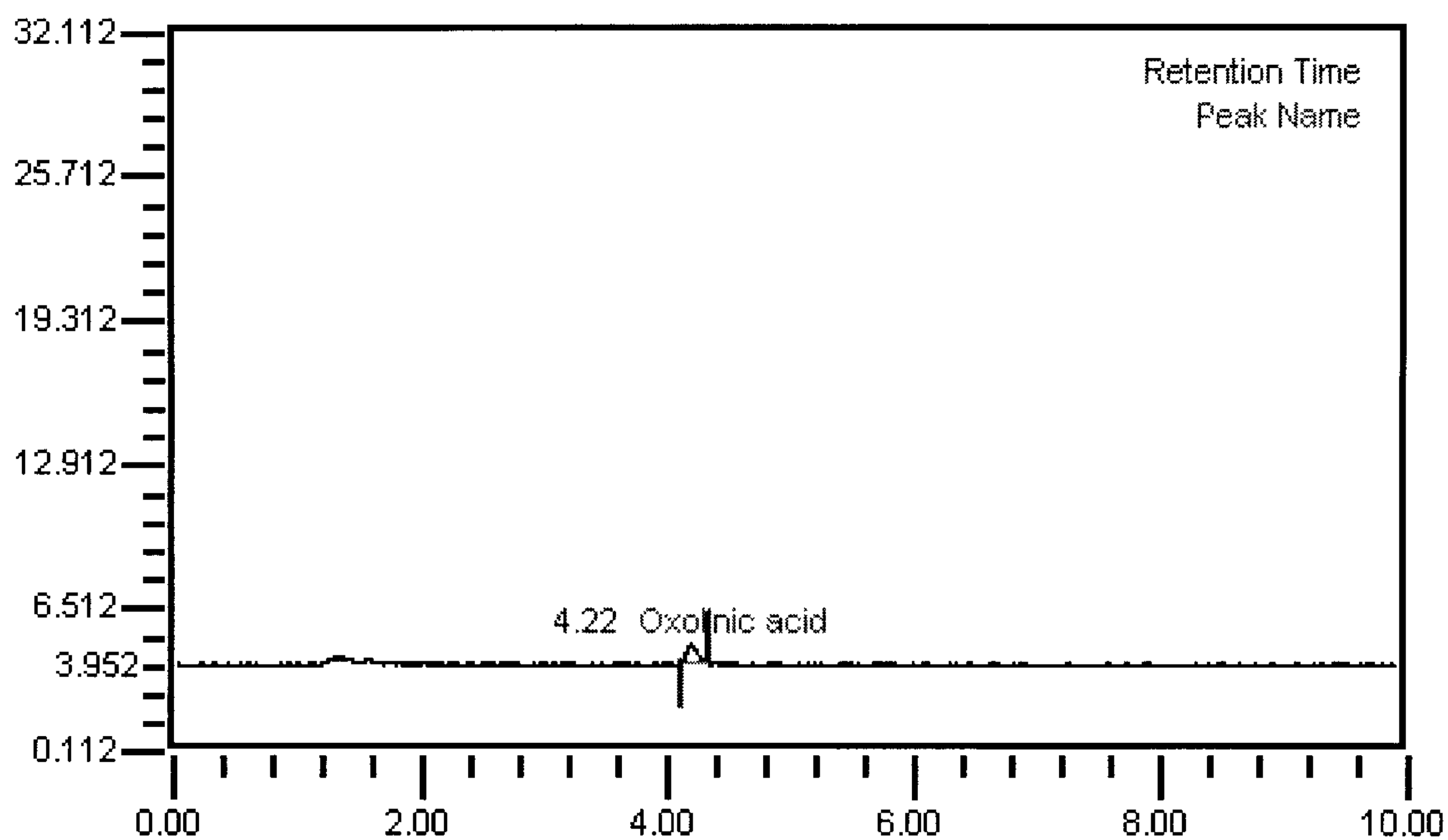


Fig. 3-2-14. HPLC chromatogram of oxolinic acid in sample.

(4) 자연산 및 양식산 활어에 대한 중금속 함량 모니터링

수집한 활어의 근육을 일정량 취하여 균질화 시킨 후 105℃에서 건조하여 분석에 사용하였다. 활어의 중금속 함량은 Standard Methods for Marine Environment (MOMAF, 2002)에 따라 측정하였다. 즉, 수은(Hg)은 Gold-amalgam법으로 Mercury analyzer (Milestone, AMA-254)를 사용하여 직접 측정하였다. 그리고 그 외 미량금속의 함량은 습식회화법에 따라 시료를 약 15~20g을 취하여 건조시킨 다음 질산 (Merck, supra-pure grade) 및 과염소산 (Merck, supra-pure grade)을 사용하여 분해 시킨 후 용액을 증발시키고 0.5N 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.

3. 결과 및 고찰

가. 자연산과 양식산 활어의 *Anisakis* spp. 분포

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. 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%), 돌가자미(2.3%) 등이었던 것으로 보고 되고 있다(채, 1990). 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. 3-2-9 ~ Fig. 3-2-12에 나타내었다.

봄철(2005.04-2005.07)에 수집한 자연산 활어에 대한 기생충 검사를 실시한 결과는 Table 3-2-9에 나타내었으며, 자연산 어종 중 농어, 조피볼락, 참돔, 넙치, 송어에서 *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.

여름철(2005.8-2005.10)에 수집한 자연산 활어에 대한 기생충 검사를 실시한 결과는 Table 3-2-10에 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.

가을철(2004.10-2004.12)에 수집한 자연산 활어에 대한 기생충 검사를 육안으로 실시한 결과는 Table 3-2-11에 나타내었으며, 농어 3개체 중에 1개체에서 *Anisakis* spp.가 약 150마리로 가장 많이 검출되었으며, 참돔의 경우 3개체 중에서 1개체에서 3마리가, 그리고 오징어의 경우는 4개체 중에서 2개체에서 2~3마리의 기생충이 검출되었으며, 넙치에서도 1개체에서 20마리가 검출되었으며, 그 이외의 어종에서는 검출되지 않았다. 반면, 모든 양식산 활어에서는 기생충이 검출되지 않아 양식산 활어는 기생충 측면에서는 안전한 것으로 판단되었다.

겨울철(2005.01-2005.03)에 수집한 자연산 활어에 대한 기생충 검사 실시 결과는 Fig. 3-2-12에 나타내었으며, 전어를 제외한 모든 자연산 어종에서 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 특히 방어에서는 3개체 모두 검출되었고, 검출량도 125마리로 가장 많았다. 또한, 오징어에서는 근육 중에서도 검출되어 겨울철에 오징어를 횡감으로 이용할 경우에 특별히 위생적인 취급이 요망된다.

Table 3-2-9. Occurrence *Anisakis* spp. of wild and cultured fishes collected from fish market in spring (2005.04-2005.07)

	Region	Species	No. of fish infected	No. of larva found	Location
Wild fishes	South sea	Seabass	2/3	124	Intestine, Stomach wall
		Rock bream	0/3	ND*	Intestine, Stomach wall
		Yellowtail	0/3	ND	-
		Gizzard shad	0/3	ND	-
		Rock fish	2/3	70	Intestine, Stomach wall
		Red seabream	2/3	27	Intestine, Stomach wall
	East sea	Olive flounder	3/3	83	Intestine, Stomach wall, Liver surface
		Squid	0/3	ND	-
	West sea	Gray mullet	2/3	20	Intestine
	Cultured fishes	South sea	Seabass	0/3	ND
Rock fish			0/3	ND	-
Yellowtail			0/3	ND	-
Rock fish			0/3	ND	-
Red seabream			0/3	ND	-
East sea		Olive flounder	0/3	ND	-
West sea		Gray mullet	0/3	ND	-

*ND : not detect.

Table 3-2-10. Occurrence *Anisakis* spp. of wild and cultured fishes collected from fish market in summer (2005.08–2005.10)

	Region	Species	No. of fish infected	No. of larva found	Location
Wild fishes	South sea	Seabass	2/3	200	Intestine, Stomach wall
		Rock bream	0/3	ND	-
		Yellowtail	0/3	ND	-
		Gizzard shad	0/3	ND	-
		Rock fish	2/3	50	Intestine, Liver surface
		Red seabream	2/3	20	Intestine, Liver surface
	East sea	Olive flounder	1/3	203	Intestine, Stomach wall Liver surface
		Squid	0/3	ND	-
	West sea	Graymullet	0/3	ND	-
	Cultured fishes	South sea	Seabass	0/3	ND
Rock fish			0/3	ND	-
Yellowtail			0/3	ND	-
Rock fish			0/3	ND	-
Red seabream			0/3	ND	-
East sea		Olive flounder	0/3	ND	-
West sea		Gray mullet	0/3	ND	-

*ND : not detect.

Table 3-2-11. Occurrence *Anisakis* spp. of wild and cultured fishes collected from fish market in fall (2004.10-2004.12)

	Region	Species	No. of fish infected	No. of larva found	Location
Wild fish		Seabass	1/3	150	Intestine, Liver surface
		Rock bream	0/3	ND*	-
	South sea	Yellowtail	0/3	ND	-
		Gizzard shad	0/3	ND	-
		Rock fish	0/3	ND	-
		Red seabream	1/3	3	Intestine
	East sea	Olive flounder	3/3	20	Intestine, Liver surface
		Squid	2/4	2~3	muscle surface
		Gray mullet	0/3	ND	-
	West sea	Gray mullet	0/3	ND	-
Cultured fish		Seabass	0/3	ND	-
		Rock fish	0/3	ND	-
	South sea	Yellowtail	0/3	ND	-
		Rock fish	0/3	ND	-
		Red seabream	0/3	ND	-
	East sea	Olive flounder	0/3	ND	-
West sea	Gray mullet	0/3	ND	-	

*ND : not detect.

Table 3-2-12. Occurrence *Anisakis* spp. of wild and cultured fishes collected from fish market in winter (2005.01-2005.03)

	Region	Species	No. of fish infected	No. of larva found	Location	
Wild fish	South sea	Seabass	1/3	10	Intestine, Stomach wall Liver surface	
		Rock bream	2/3	8	Intestine, Stomach wall	
		Yellowtail	3/3	125	Intestine, Stomach wall Liver surface	
		Gizzard shad	0/3	ND*	-	
		Rock fish	1/3	30	Stomach wall Liver surface	
			Red seabream	2/3	84	Intestine, Stomach wall Liver surface
	East sea	Olive flounder	1/3	15	Intestine, Stomach wall Liver surface	
		Squid	1/3	1	Muscle surface	
			Gray mullet	0/3	ND	-
	Cultured fish	South sea	Seabass	0/3	ND	-
Rock fish			0/3	ND	-	
Yellowtail			0/3	ND	-	
Rock fish			0/3	ND	-	
Red seabream			0/3	ND	-	
East sea		Olive flounder	0/3	ND	-	
West sea	Gray mullet	0/3	ND	-		

*ND : not detect.

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 9종의 활어 중 전어를 제외한 모든 어종에서 검출되어 가장 높은 검출률을 나타내었으며, 봄철에는 9종의 활어 중 5종에서 검출되었으며, 여름철과 가을철에는 9종 중 4종에서 검출되었다.

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

또한, 본 연구에서는 대부분의 기생충은 내장 또는 위벽에서 검출되었으나, 오징어에서는 근육에서도 검출되는 경우도 있었다. 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.

그리고 1995년 11, 12월 동해안 주문진 어시장에서 구입한 살오징어 248개체중 34개체로부터 116개체의 아니사키스 유충이 채집되어 13.7%의 감염율을 나타내었으며, 육, 내장, 망 등에서 검출되었다는 전 등(1996)의 보고에서와 같이 오징어근육에서의 아니사키스 감염은 발견되고 있다.

나. 자연산과 양식산 활어의 항생물질 잔류량

(1) 어류 양식에서의 항생물질 사용실태

어류를 양식하는 과정에서 질병의 예방 및 치료 목적 등 생산성 향상을 위하여 많은 종류의 약품이 사용되기도 한다. 축산에서 사용되는 일부 항생물질 중에는 사료에 저농도로 첨가하면 사료효율을 높이고 성장을 촉진하는 항생제도 있지만 양식어에서는 항생물질의 성장촉진 효과는 나타나지 않고 예방약으로서는 백신만이 유용한 것으로 알려져 있다. 따라서 어류양식에서 사용되고 있는 약품은 대부분 세균 감염증의 치료약이며, 투여형태는 경구 투여제, 주사제, 외용(약욕, 분무, 도포)제가 있으나 대부분 사료첨가제로 사용되고 있다. 양식어에서 많이 발생하는 질병인 세균감염증은 일단 발생하면 짧은 기간에 양식장 전체를 오염시키는 특성이 있어 질병이 발생하면 치료용 의약품 또한 즉시 양식장 전체 어류에 대해서 사료첨가제로 투여되고 있다.

근년 어류양식의 사육단계에서 발생하는 여러 가지 형태의 세균성 질병 치료를 위하여 양식장에서 사용하는 약제의 종류 및 사용량은 증가하고 있다. 우리나라에서는 세균성 질병의 치료를 위하여 약 20여종의 수산용의약품이 단일 혹은 복합제로 당국의 승인을 받아 사용되고 있다. 그러나 질병에 대한 전문가의 진단과 처방 없이 경험적 판단에 의한 자가 치료, 이웃 양어장 치료 사례, 2종 이상의 약제의 병용투여, 검증되지 않은 보조 약품에 대한 맹신 등

약제 오·남용에 의한 내성균 출현 증가에 따라 치료효과는 과거에 비하면 크게 저하하고 있는 실정이다. 본 협동과제를 수행하고 있는 국립수산과학원에서 자체 조사한 2002년도 수산용 항균제 판매현황을 보면 oxytetracycline, oxolinic acid, erythromycin 등 각종 약품이 총 901톤(82억원)이 판매된 것으로 파악되고 있다(Table 3-2-13).

Table 3-2-13. Sales status of antibiotics in 2002

Antibiotics	No.	Amount (kg)	Sales (1,000won)
Sulfadimethoxine	5	6,805	140,173
Oxytetracycline HCl	25	643,818	3,025,596
Erythromycin Trihydrate	15	37,604	926,640
Florfenicol	10	17,863	479,843
Ampicillin	10	48,652	570,746
Amoxicillin	7	38,371	457,433
Clindamycline	4	7,128	186,777
Doxycycline	9	7,990	136,971
Thiamphenicol	6	3,558	62,022
Sodium Nifurstlenate	4	1,796	170,291
Oxolinic acid	18	14,543	470,866
Flumequine	12	16,652	269,597
Norfloxacin	2	1,514	28,706
Ciprofloxacin HCl	6	20,465	352,127
Ofloxacin	2	4,126	138,758
Pefloxacin	2	3,867	85,554
Nalidixic acid	1	769	15,460
Erythromycin+Sulfadiazine +Trimethoprim	9	20,164	562,015
Oxytetracycline+Neomycin	2	2,983	53,075
Josamycin+Trimethoprim	1	10	2,160
Ampicillin+colistin	2	2,346	49,463
Tiamulin+Doxycycline	1	515	33,778
Total	156	901,539	8,218,051

Report of marketing research at NFRDI.

(2) 테트라사이클린 계열 항생물질 잔류량 모니터링

전국 연안에서 2004년 10월부터 2005년 10월까지 계절별로 수집한 자연산 활어 8종 및 양식산 활어 7종에 대한 테트라사이클린계열 항생물질에 대한 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 3-2-14, Table 3-2-15, Table 3-2-16에 각각 나타내었다.

봄철 자연산 활어 9종 27개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 테트라사이클린계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 양식산 돌돔과 양식산 송어 1마리에서만 OTC가 0.02 mg/kg 검출되었다(Table 3-2-14). 여름철 자연산 활어 9종 27개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 테트라사이클린계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과, OTC가 양식산 돌돔, 참돔, 넙치에서 검출되었으나 그 함량이 평균 0.02~0.03 mg/kg 으로 극미량이었다(Table 3-2-15).

가을철 자연산 활어 10종 27개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 테트라사이클린계열 항생물질을 조사한 결과, 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나 양식산 활어의 경우 남해산 돌돔 3마리 중 1마리에서 TC가 0.01 mg/kg 검출되었으며, 조피볼락 3마리 중 1마리에서 OTC 및 TC가 각각 0.02, 0.03 mg/kg, 동해산 넙치 3마리 모두에서 0.01~0.06 mg/kg의 OTC가 미량 검출되었다(Table 3-2-16). 겨울철 자연산 활어 9종 27개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 테트라사이클린계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 양식산 넙치 1마리에서만 OTC가 0.01 mg/kg 검출되었다(Table 3-2-17).

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.

Table 3-2-14. Range of residual tetracycline group antibiotics in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in spring(2005.04-2005.07)

	Region	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
			OTC	TC	CTC	DOXY	
Wild fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	3
		Gizzard shad	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	3
		Squid	ND	ND	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND	ND	ND	3
	Total			ND	ND	ND	ND
Cultured fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND~0.02 (0.01)	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND~0.02 (0.007)	ND	ND	ND	3
Total			ND~0.02	ND	ND	ND	21

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

Table 3-2-15. Range of residual tetracycline group antibiotics in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in summer(2005.08-2005.10)

	Region	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
			OTC	TC	CTC	DOXY	
Wild fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	3
		Gizzard shad	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	3
		Squid	ND	ND	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND	ND	ND	3
	Total			ND	ND	ND	ND
Cultured fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	0.03~0.03 (0.03)	ND	ND	ND	3
		Red seabream	0.01~0.02 (0.02)	ND	ND	ND	3
	East sea	Oliveflounder	0.02~0.04 (0.03)	ND	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND	ND	ND	3
Total			ND~0.04	ND	ND	ND	21

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

Table 3-2-16. Range of residual tetracycline group antibiotics in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in fall(2004.10-2004.12)

	Region	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
			OTC	TC	CTC	DOXY	
Wild fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	3
		Gizzard shad	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	3
		Squid	ND	ND	ND	ND	3
		Gray mullet	ND	ND	ND	ND	3
		West sea Gray mullet	ND	ND	ND	ND	3
Total			ND	ND	ND	ND	30
Cultured fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND~0.01 (0.003)	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND~0.02 (0.007)	ND~0.03 (0.01)	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	East sea Olive flounder	0.01~0.06 (0.03)	ND	ND	ND	3	
	West sea Gray mullet	ND	ND	ND	ND	3	
Total			ND~0.06	ND~0.03	ND	ND	21

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

Table 3-2-17. Range of residual tetracycline group antibiotics in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in fall(2005.1-2005.3)

	Region	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
			OTC	TC	CTC	DOXY	
Wild fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	3
		Gizzard shad	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	3
		Squid	ND	ND	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND	ND	ND	3
	Total			ND	ND	ND	ND
Cultured fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Olive flounder	ND~0.01 (0.005)	ND	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND	ND	ND	3
Total			ND~0.01	ND	ND	ND	21

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

(3) 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량 모니터링

전국 연안에서 2004년 8월부터 2005년 6월까지 계절별로 수집한 자연산 활어 8종 및 양식산 활어 7종에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 3-2-18~Fig. 3-2-21에 각각 나타내었다.

봄철 자연산 활어 9종 27개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나, 양식산 활어에서는 Ofloxacin이 농어, 방어, 참돔, 송어에서 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 3-2-18).

여름철 자연산 활어 9종 27개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 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. 3-2-19).

가을철 자연산 활어 9종 30개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 잔류량을 모니터링한 결과, 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나, 양식산 활어의 경우 남해산 돌돔 3마리 중 1마리 및 서해산 송어 3마리 중 1마리에서 Pefloxacin이 각각 0.035 및 0.024 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. 3-2-20).

겨울철 자연산 활어 7종 20개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 자연산 활어에서는 검출되지 않았으나, 양식산 활어 중에서는 송어 3마리 중 1마리에서 Pefloxacin이 0.008 mg/kg, 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. 3-2-21).

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.

Table 3-2-18. Range of residual fluoroquinolones in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in spring (2005.04-2005.07)

Region	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics*					No.	
		(mg/kg)						
		Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo		
Wild fish	Seabass	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	South sea	Yellowtail	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Gizzard shad	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Olive flounder	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Squid	ND	ND	ND	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total		ND	ND	ND	ND		27
Cultured fish	Seabass	0.001~ 0.007 (0.004)	ND	ND	ND	ND	3	
	Rock fish	ND	ND	ND	ND~ 0.001 (0.0005)	ND	3	
	South sea	Yellowtail	0.003~ 0.004 (0.0035)	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Red seabream	0.016~ 0.022 (0.019)	ND	ND	ND	ND	3
		Olive flounder	ND	ND	ND	ND~ 0.001 (0.0005)	ND	3
		West sea	Gray mullet	ND~ 0.008 (0.004)	ND	ND	ND	ND
	Total		ND~ 0.022	ND	ND	ND~ 0.001	ND	21

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

Table 3-2-19. Range of residual fluoroquinolones in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in summer (2005.08-2005.10)

Region	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics*					No.	
		Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo		
Wild fish	Seabass	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	South sea	Yellowtail	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Gizzard shad	ND	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Rock fish	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	West sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Squid	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total	Gray mullet	ND	ND	ND	ND	ND	3
			ND	ND	ND	ND	ND	27
Cultured fish	Seabass	ND	ND	ND~ 0.005	ND	ND	3	
	Rock fish	ND	ND	ND	ND~ 0.006 (0.003)	ND	3	
	South sea	Yellowtail	ND	ND	ND	0.004~ 0.005 (0.005)	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	0.004~ 0.006 (0.003)	ND	3
	East sea	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Olive flounder	ND	ND	ND	ND~ 0.001 (0.0005)	ND	3
	West sea	Gray mullet	-	-	-	-	-	3
	Total		ND	ND	ND	ND~ 0.006	ND	21

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

Table 3-2-20. Range of residual fluoroquinolones in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in fall (2004.10-2004.12)

Region	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.	
		Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo		
Wild fish	Seabass	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Yellowtail	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Gizzard shad	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Rock fish	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Squid	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Gray mullet	ND	ND	ND	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND	ND	ND	ND	3
Total		ND	ND	ND	ND		30	
Culture d fish	Seabass	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Rock fish	ND	ND~ 0.035 (0.012)	ND	ND~ 0.017 (0.006)	ND	3	
	Yellowtail	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Rock fish	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3	
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND~0.02 (0.01)	ND	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND~ 0.024 (0.008)	ND	ND	ND	3
	Total		ND	ND~ 0.035	ND~0.02	ND	ND	21

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

Table 3-2-21. Range of residual fluoroquinolones in the muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in winter (2005.01-2005.03)

	Region	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
			Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo	
Wild fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Gizzard shad	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Rockfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Squid	ND	ND	ND	ND	ND	3
	West sea	Graymullet	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total			ND	ND	ND	ND	27
Cultured fish	South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND~ 0.029 (0.011)	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Yellowtail	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Rock fish	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	East sea	Olive flounder	ND	ND	ND	ND~ 0.003 (0.001)	ND	3
	West sea	Gray mullet	ND	ND~ 0.008 (0.003)	ND	ND	ND	3
	Total			ND	ND~ 0.008	ND	ND~ 0.029	ND

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

(4) 옥솔린산 잔류량 모니터링

전국 연안에서 2004년 8월부터 2005년 6월까지 수집한 자연산 활어 8종 및 양식산 활어 7종에 대한 옥솔린산 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 3-2-22에 나타내었다. 가을철 및 겨울철에 수집한 모든 자연산과 양식산 활어에서 옥솔린산은 검출되지 않아 우리나라 유통 활어는 옥솔린산에 대하여는 매우 안전한 것으로 판단되었다.

다. 자연산과 양식산 활어의 중금속 함량

전국 연안에서 2004년 8월부터 2005년 6월까지 계절별로 수집한 자연산 활어 8종 및 양식산 활어 7종에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과는 Table 3-2-23~Table 3-2-26에 각각 나타내었다. 봄철 자연산 활어 9종 27개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과, 자연산 활어의 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. 3-2-23).

여름철 자연산 활어 자연산 활어 9종 27개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과로써 봄철과 유사한 결과를 나타내었으며, 계절별에 따른 중금속의 변화는 미미하였다(Fig. 3-2-24).

가을철에 수집한 자연산 활어 9종 27개체 및 양식산 활어 7종 24개체에 대한 중금속 함량을 모니터링한 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. 3-2-25).

겨울철 자연산 활어 7종 20개체 및 양식산 활어 7종 21개체에 대한 중금속 함량을 모니터링한 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. 3-2-26).

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 3-2-22. Range of residual oxolinic acid in the muscle of the wild and cultured fishes collected from fish market

Region	Species	Oxolinic acid (mg/kg)								No.
		Wild				Cultured				
		Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall	Winter	
South sea	Seabass	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
	Yellowtail	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
	Gizzard shad	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
East sea	Oliveflounder	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
	Squid	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
	Graymullet	-	-	ND	-	-	-	ND		6
West sea	Graymullet	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24
Total		ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	222

*ND: not detect.

Table 3-2-23. Content of heavy metal in muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in spring (2005.04-2005.07)

	Species	Mineral content (mg/ kg, wet base)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Wild fish	Sea bass	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	0.09~0.13 (0.11±0.03)	0.02~0.08 (0.05±0.04)	0.14~0.25 (0.19±0.08)	4.55~4.75 (4.65±0.14)
	Rock bream	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	0.07~0.09 (0.08±0.02)	ND~ND	0.09~0.17 (0.13±0.05)	1.84~2.21 (2.03±0.26)
	South sea Yellow tail	0.02	0.20	1.20	-	1.03	0.04	0.13	4.20
	Gizzard shad	0.04~0.08 (0.06±0.03)	ND~0.04 (0.02±0.03)	0.24~0.52 (0.38±0.20)	0.01	0.07~0.14 (0.10±0.05)	ND~0.09 (0.05±0.07)	0.03~0.60 (0.32±0.4)	2.47~4.35 (3.41±1.33)
	Rock fish	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	0.04~0.13 (0.08±0.06)	ND~ND	0.26~0.28 (0.27±0.02)	2.30~2.34 (2.32±0.03)
	Red seabream	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	0.12~0.21 (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)
	East sea Oliver flounder	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	0.12~0.13 (0.12±0.01)	ND~ND	0.25~0.29 (0.27±0.02)	2.15~2.20 (2.18±0.02)
	Squid	0.01~0.05 (0.02±0.02)	0.11~0.15 (0.13±0.02)	0.56~0.76 (0.64±0.11)	0.01	0.12~0.21 (0.16±0.05)	ND~0.01 (0.00±0.00)	0.03~0.13 (0.10±0.05)	2.45~2.70 (2.55±0.14)
	West sea Gray mullet	ND~0.02 (0.02±0.01)	0.10~0.15 (0.13±0.02)	0.45~0.62 (0.53±0.09)	0.01	0.14~0.18 (0.16±0.02)	ND~ND	0.03~0.30 (0.16±0.14)	2.47~3.22 (2.79±0.42)
	Cultured fish	Sea bass	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	0.03~0.06 (0.05±0.02)	ND~ND	0.12~0.19 (0.16±0.05)
Rock bream		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	0.05~0.07 (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)
South sea Yellow tail		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	0.06~0.07 (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)
Rock fish		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	0.09~0.13 (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)
Red seabream		0.01~0.04 (0.03±0.02)	ND~0.05 (0.02±0.03)	0.11~0.12 (0.11±0.00)	-	0.10~0.10 (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)
East sea Olive flounder		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	0.10~0.11 (0.11±0.01)	ND~ND	0.22~0.27 (0.25±0.03)	2.06~2.63 (2.34±0.4)
West sea Gray Mullet		0.01~0.02 (0.02±0.00)	0.13~0.17 (0.14±0.02)	0.37~0.61 (0.46±0.13)	0.02	0.12~0.17 (0.14±0.02)	ND~ND	0.03~0.30 (0.16±0.14)	2.37~3.22 (2.79±0.42)

ND: not detect.

Table 3-2-24. Content of heavy metal in muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in summer(2005.08-2005.10)

	Species	Mineral content (mg/ kg, wet base)									
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn		
Wild fish	South sea	Sea bass	ND~ND (0.00±0.00)	0.19~0.21 (0.20±0.02)	0.30~0.37 (0.34±0.05)	0.07	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~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	1.21~1.47 (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)	
	East sea	Gizzard shad	0.05~0.05 (0.05±0.05)	0.09~0.17 (0.13±0.05)	0.21~0.26 (0.24±0.04)	0.08	ND~0.03 (0.02±0.02)	0.20~0.26 (0.23±0.04)	0.08~0.57 (0.33±0.35)	3.33~4.03 (3.68±0.50)	
		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	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~0.17 (0.08±0.12)	0.14~0.15 (0.15±0.00)	2.46~3.41 (2.94±0.67)	
		West sea	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	0.09~0.14 (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	South sea	Squid	0.05~0.11 (0.08±0.04)	0.27~0.32 (0.29±0.03)	0.64~0.86 (0.75±0.16)	0.08	0.08~0.11 (0.09±0.02)	ND~0.10 (0.05±0.07)	0.28~0.54 (0.41±0.18)	13.92~14.38 (14.15±0.32)
			Gray mullet	0.01~0.02 (0.02±0.00)	0.13~0.17 (0.14±0.02)	0.37~0.61 (0.46±0.13)	0.02	0.12~0.17 (0.14±0.02)	ND~ND	0.03~0.30 (0.16±0.14)	2.37~3.22 (2.79±0.42)
		East sea	sea bass	ND~ND (0.00±0.00)	0.19~0.24 (0.22±0.04)	0.23~0.31 (0.27±0.06)	0.10	ND~ND (0.00±0.00)	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~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 (0.00±0.00)	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	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)	
West sea		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	0.01~0.02 (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	0.09~0.14 (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)	
		Gray Mullet	0.01~0.02 (0.02±0.00)	0.13~0.17 (0.14±0.02)	0.37~0.61 (0.46±0.13)	0.02	0.12~0.17 (0.14±0.02)	ND~ND	0.03~0.30 (0.16±0.14)	2.37~3.22 (2.79±0.42)	

ND: not detect.

Table 3-2-25. Content of heavy metal in muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in fall (2004.10-2004.12)

	Species	Mineral content (mg/ kg, wet base)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Wild fish	Sea bass	ND~0.02	0.03~0.09	0.23~0.55	0.06	0.15~0.27	0.03~0.28	0.02~0.02	8.66~13.02
		(0.01±0.01)	(0.05±0.04)	(0.39±0.16)		(0.20±0.06)	(0.18±0.14)	(0.02±0.00)	(10.64±2.21)
	Rock bream	ND~ND	0.19~0.27	0.30~0.48	0.03	ND~0.18	0.25~0.33	0.01~0.02	7.53~11.81
		(ND±ND)	(0.23±0.04)	(0.41±0.09)		(0.12±0.10)	(0.29±0.04)	(0.02±0.02)	(9.40±2.19)
	South sea Yellow tail	0.01~0.36	0.04~0.27	0.09~0.57	0.05	0.01~0.09	0.08~0.26	0.01~0.04	9.95~20.16
		(0.15±0.19)	(0.19±0.13)	(0.35±0.24)		(0.04±0.05)	(0.17±0.09)	(0.03±0.02)	(13.51±5.77)
	Gizzard shad	ND~0.01	0.25~0.43	0.84~1.24	0.01	0.79~1.46	0.24~0.51	0.02~0.05	11.90~13.61
		(ND±0.01)	(0.33±0.09)	(1.08±0.21)		(1.13±0.33)	(0.39±0.14)	(0.03±0.02)	(12.72±0.86)
	Rock fish	ND~0.05	0.18~0.28	ND~0.17	0.11	ND~0.14	ND~0.40	0.19~0.53	6.46~15.57
		(0.02±0.03)	(0.23±0.05)	(0.09±0.09)		(0.08±0.07)	(0.19±0.20)	(0.02±0.02)	(12.39±5.14)
	Red seabream	ND~0.03	0.14~0.37	0.13~0.27	0.05	ND~0.10	0.04~0.20	0.01~0.10	6.38~7.34
		(0.01±0.01)	(0.23±0.12)	(0.22±0.08)		(0.06±0.05)	(0.14±0.09)	(0.07±0.04)	(6.81±0.49)
East sea	Oliver flounder	ND~0.09	0.29~0.51	0.04~0.59	0.07	0.04~0.16	0.19~0.47	0.02~0.08	9.58~11.47
		(0.03±0.05)	(0.37±0.12)	(0.28±0.28)		(0.12±0.07)	(0.33±0.14)	(0.05±0.03)	(10.76±1.02)
	Squid	0.06~0.11	0.39~3.28	2.35~3.90	0.07	0.23~0.38	0.19~0.91	0.03~0.07	19.17~23.03
		(0.09±0.03)	(1.38±1.64)	(3.14±0.78)		(0.31±0.08)	0.49±0.38)	(0.06±0.02)	(21.55±2.08)
Gray mullet	ND~ND	0.21~0.36	0.40~0.85	0.02	0.08~0.21	ND~0.36	0.01~0.16	7.10~9.22	
	(ND±ND)	(0.29±0.08)	(0.62±0.22)		(0.13±0.07)	(0.12±0.21)	(0.06±0.08)	(8.45±1.17)	
West sea	Gray mullet	ND~ND	0.24~0.39	0.41~0.64	0.03	0.15~0.24	0.22~0.40	0.02~0.02	8.49~9.73
		(ND±ND)	(0.31±0.08)	(0.53±0.12)		(0.19±0.05)	(0.30±0.09)	(0.02±0.00)	(9.12±0.62)
Cultured fish	Sea bass	ND~ND	ND~0.40	0.10~0.25	0.13	0.14~0.20	ND~0.33	0.04~0.24	10.90~13.35
		(ND±ND)	(0.26±0.23)	(0.17±0.07)		(0.17±0.03)	(0.20±0.18)	(0.12±0.10)	(11.81±1.35)
	Rock bream	ND~0.05	0.06~0.22	0.28~0.38	0.03	0.09~0.13	0.08~0.46	0.01~0.02	7.25~8.94
		(0.02±0.03)	(0.15±0.08)	(0.32±0.05)		(0.11±0.02)	(0.28±0.19)	(0.02±0.00)	(8.25±0.89)
	South sea Yellow tail	ND~ND	0.37~0.45	0.85~1.10	0.02	ND~0.15	0.14~0.28	0.03~0.08	10.63~13.51
		(ND±ND)	(0.41±0.04)	(0.97±0.13)		(0.10±0.08)	(0.22±0.07)	(0.06±0.03)	(12.26±1.48)
	Rock fish	ND~0.05	0.14~0.27	0.04~0.27	0.10	0.08~0.09	0.17~0.35	0.01~0.02	11.11~15.77
		(0.03±0.03)	(0.22±0.07)	(0.18±0.12)		(0.09±0.01)	(0.28±0.09)	(0.01±0.00)	(13.75±2.39)
	Red seabream	ND~0.38	ND~0.46	0.06~1.94	0.06	0.03~0.62	0.09~0.29	0.01~0.05	6.86~27.31
		(0.13±0.22)	(0.20±0.24)	(0.79±1.01)		(0.23±0.33)	(0.22±0.11)	(0.03±0.02)	(15.24±10.72)
East sea	Olive flounder	ND~0.09	0.29~0.51	0.04~0.59	0.07	0.04~0.16	0.19~0.47	0.02~0.08	9.58~11.47
		(0.03±0.05)	(0.37±0.12)	(0.28±0.28)		(0.12±0.07)	(0.33±0.14)	(0.05±0.03)	(10.76±1.02)
West sea	Gray Mullet	ND~0.05	0.01~0.39	0.36~1.55	0.02	0.07~0.14	0.04~0.25	0.02~0.02	6.37~11.35
		(0.02±0.03)	(0.21±0.19)	(0.77±0.68)		(0.10±0.03)	(0.15±0.10)	(0.02±0.00)	(8.98±2.50)

ND: not detect.

Table 3-2-26. Content of heavy metal in muscle of wild and cultured fishes collected from fish market in fall (2005.01-2005.03)

	Species	Mineral content (mg/ kg, wet base)								
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn	
Wild fish	Sea bass	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)
	South sea	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)
		Gizzard shad	ND	0.29	1.27	-	0.98	0.06	0.02	14.09
	West sea	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)
	East sea	Common squid	0.09~0.12 (0.10±0.02)	0.01~0.26 (0.11±0.13)	0.16~1.62 (0.99±0.75)	0.07	0.12~0.27 (0.19±0.08)	0.01~0.14 (0.08±0.06)	0.01~0.05 (0.03±0.02)	12.03~16.04 (14.44±2.12)
		Gray mullet	ND~0.05 (0.02±0.03)	ND~0.11 (0.06±0.06)	0.20~0.36 (0.30±0.08)	0.02	0.06~0.15 (0.12±0.05)	ND~0.16 (0.11±0.09)	0.02~0.05 (0.04±0.02)	4.84~8.58 (6.94±1.91)
	Cultured fish	Sea bass	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)
South sea		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)
East sea		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)
		West sea	Gray Mullet	ND~0.05 (0.02±0.03)	ND~0.11 (0.06±0.06)	0.20~0.36 (0.30±0.08)	0.02	0.06~0.15 (0.12±0.05)	ND~0.16 (0.11±0.09)	0.02~0.05 (0.04±0.02)

ND : not detect.

제 3절 수입산과 국내산 활어의 식품학적 품질 평가

1. 서론

1996년을 기점으로 우리나라는 수산물 수출국가에서 수입국가로 바뀌었다. 한국무역협회의 통계에 따르면 2003년 수산물 수출량은 75만1847톤으로 1988년의 113만7790톤에 비해 줄어든 데 반해 수입량은 172만2711톤으로 1988년의 43만2514톤에 비해 4배나 증가했다. 그 중 활어 수입량만 14만7591톤(3154억9700만원어치, 2004년)이며 민물 활어가 2만6836톤, 패류가 3만1914톤 수입됐다. 국가별로 보면 중국이 8만4397톤으로 60%를 차지하며 북한이 2만톤(주로 조개류), 일본이 15000톤, 러시아 8000톤 순이다.

활수산물 수입품목은 홍민어, 농어, 참돔, 감성돔, 능성어, 방어, 잭방어, 병어, 조피볼락, 동갈돔, 쥐노래미, 돌가자미, 낙지, 꽃게, 개불, 가리비, 백합, 바지락, 재첩, 개조개 등 해산물과 붕어, 잉어, 뱀장어, 향어, 미꾸라지, 메기, 참게 등 민물어종이 중국에서 수입되고, 일본에서는 명게, 떡장어, 꼬막, 대게가 수입되고 있는 실정이다(국립수산물품질검사원, 2006).

이렇게 다량으로 수입된 수입산 활어는 국내산과 구별 없이 유통되고 있으며, 대표적으로 중국산 홍민어는 대부분 횡집에서 모듬회로 이용되고 있다.

이와 같이 중국산 홍민어는 1kg에 5000원 선으로 동류의 절반가격이지만 연분홍 살점이 등과 구별하기 힘들만큼 고급스럽고 맛도 쫄깃쫄깃해 소비자들이 구분하기는 매우 어려운 실정으로 국내에 유통되는 홍민어의 99%, 농어의 90%가 중국산이며, 돌가자미 및 쥐노래미도 중국에서 수입해 들어오고 있는 실정이다.

어종별로 차이는 있으나 중국산 활어가 국내산 활어보다 비싼 가격에 거래되고 있는데도 중국산 활어의 수입이 증가하고 있는 것은 중국산 활어가 더 싱싱하고 수족관에서 오래 살기 때문이며 가격과 품질이 더 낫기 때문이라고 횡집 관계자들은 말하고 있다.

이처럼 최근 급증하는 수입산 수산물로 인하여 국내 양식산 활어는 위축되고 있으나, 국내산 양식 활어에 대한 영양성분 조사 및 안전성에 대한 조사는 제대로 이루어지고 있지 않은 실정이다.

그러므로 본 절에서는 수입량이 많은 횡감용 활어 중 중국에서 수입되는 농어, 돌가자미, 쥐노래미, 홍민어와 일본에서 수입되는 참돔, 돌돔, 떡장어를 대상으로 일반성분 및 무기질 등의 영양성분을 조사하였으며, 아미노산과 ATP 관련물질 등의 맛 성분 및 육질의 단단함을 조사하여 수입산과 국내산 양식 활어와의 식품학적 품질을 비교·조사하였다. 또한 수입활어의 유통경로를 파악하고 가격동향을 조사하여 국내 양식 산업의 안정화 방안을 모색하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

(1) 실험재료

수입산과 국내산 활어의 식품학적 품질을 평가하기 위하여 국내에서 유통되고 있는 수입산 생선횫감용 활어인 중국산 농어, 쥐노래미, 홍민어, 돌가자미, 일본산 참돔, 돌돔, 멍장어와 동일한 국내산 양식 활어를 분기별로 구입하였으며, 시료의 평균체장과 평균체중은 Table 3-3-1~Table 3-3-2에 나타내었다. 그러나 돌가자미의 경우 2005.10월경인 가을철에 수입되었으나 그 이후에 국내에 수입되지 않아 시료를 구입하지 못하였다.

(2) 기타 성분조사

2절의 재료 및 방법과 동일한 방법으로 조사하였다.

Table 3-3-1. Sample profile of imported and domestic fishes collected from fish market in spring

Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
Sea bass	Imported	1,118.33±68.07	43.67±0.78	3
	Domestic	1,385.25±125.81	49.87±4.95	3
Rock bream	Imported	1,110.00±91.79	34.17±2.21	3
	Domestic	720.50±15.71	16.36±1.64	3
Red seabream	Imported	1,256.00±252.39	33.57±1.35	3
	Domestic	1,286.85±72.60	34.30±1.71	3
Fat greenling	Imported	408.33±161.97	27.70±3.81	3
	Domestic	301.67±15.28	25.63±0.06	3
Red drum	Imported	2,433.33±194.19	54.63±0.95	3
Hagfish	Imported	133.33±18.93	42.13±2.69	3
	Domestic	115.00±8.66	48.20±2.38	3
Stone flounder	Imported	-	-	
	Domestic	591.67±115.90	32.27±1.80	3

Table 3-3-2. Sample profile of imported and domestic fishes collected from fish market in fall

Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
Sea bass	Imported	980.00±277.85	39.33±3.21	3
	Domestic	1208.67±77.36	49.05±1.25	3
Rock bream	Imported	886.67±80.83	29.33±1.53	3
	Domestic	260.00±18.79	21.70±1.80	3
Red seabream	Imported	1,140.00±111.36	32.67±0.58	3
	Domestic	1036.83±112.12	36.87±1.71	3
Fat greenling	Imported	300.00±52.92	24.67±2.08	3
	Domestic	300.00±40.00	25.00±1.73	3
Red drum	Imported	2,086.67±185.83	50.67±1.3	3
Hagfish	Imported	56.67±11.55	34.33±2.52	3
	Domestic	235.00±93.67	55.67±8.02	3
Stone flounder	Imported	411.67±10.41	27.00±1.00	3
	Domestic	256.67±56.86	22.17±1.61	3

Table 3-3-3. Sample profile of imported and domestic fishes collected from fish market in winter

Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
Sea bass	Imported	1,304.33±62.98	49.27±0.45	3
	Domestic	1,090.72±92.18	46.85±3.49	3
Rock bream	Imported	838.33±66.58	29.30±1.14	3
	Domestic	810.56±15.25	28.05±1.90	3
Red seabream	Imported	1,425.00±104.40	36.30±1.74	3
	Domestic	1380.00±79.19	25.37±1.65	3
Fat greenling	Imported	259.33±75.57	23.83±1.47	3
	Domestic	383.33±54.85	27.23±1.31	3
Red drum	Imported	2,032.67±76.00	51.17±0.35	3
Hagfish	Import	96.00±10.15	40.33±3.33	3
	Domestic	300.00±40.00	67.10±6.75	3
Stone lounder	Imported	-	-	-
	Domestic	464.00±105.66	29.10±1.61	3

3. 결과 및 고찰

가. 수입산과 국내산 활어의 영양학적 성분

(1) 일반성분

(가) 농어

활 농어의 수입량은 2000년에 3,401 M/T(19,429 천달러)였던 들어서면서 차츰 증가 추세인데, 2003년에는 7,094 M/T톤으로 급격히 증가하여, 2004년에는 7,519M/T이었다(해양수산부, 2005). 최근 중국을 중심으로 수입량이 증가하고 있는 농어의 일반성분을 Table 3-3-4에 나타내었다. 수입산과 국내산 농어의 일반성분을 나타낸 것으로, 봄철에 구입한 수입산 농어의 수분함량은 $76.67\pm 0.86\%$ 로 나타났으며, 국내산 농어는 평균 $78.65\pm 0.35\%$ 로 나타났다. 조지방 함량은 수입산 농어는 $5.30\pm 0.63\%$ 였으나, 국내산 농어는 평균 $2.20\pm 0.06\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $18.22\pm 1.02\%$, 국내산은 20.83 ± 0.98 로 나타났으며, 회분 함량은 수입산은 평균 $1.16\pm 0.07\%$, 국내산은 $1.27\pm 0.10\%$ 으로 나타났다.

가을철에 구입한 수입산 농어의 수분함량은 $77.70\pm 1.35\%$ 로 나타났으며, 국내산 농어는 평균 $77.93\pm 0.97\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 농어는 $4.54\pm 0.27\%$, 국내산 농어는 평균 $3.27\pm 0.15\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $18.06\pm 0.01\%$, 국내산은 $19.19\pm 0.96\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.16\pm 0.27\%$, 국내산은 $1.20\pm 0.07\%$ 로 나타났다.

겨울철에 구입한 수입산 농어의 수분함량은 $75.30\pm 1.06\%$ 로 나타났으며, 국내산 농어는 평균 $71.94\pm 0.78\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 농어는 $3.68\pm 1.72\%$, 국내산 농어는 평균 $3.89\pm 0.13\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $19.20\pm 0.01\%$, 국내산은 21.59 ± 0.14 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.26\pm 0.08\%$, 국내산은 $1.29\pm 0.01\%$ 으로 나타났다.

수입산은 국내산에 비하여 지방함량이 다소 높았으며, 단백질 및 회분함량은 국내산이 약간 높은 것으로 나타났다.

(나) 돌돔

봄철에 구입한 수입산 돌돔의 수분함량은 $72.01\pm 0.56\%$ 로 나타났으며, 국내산 돌돔은 평균 $74.27\pm 0.85\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 돌돔은 $7.91\pm 0.43\%$ 였으나, 국내산 돌돔은 평균 $5.31\pm 0.12\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $18.32\pm 1.01\%$, 국내산은 18.91 ± 0.01 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.33\pm 0.06\%$, 국내산은 $1.45\pm 0.05\%$ 로 나타났다(Table 3-3-5).

가을철에 구입한 수입산 돌돔의 수분함량은 $73.30\pm 0.27\%$ 로 나타났으며, 국내산 돌돔은 평균 $71.38\pm 0.10\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 돌돔은 $6.24\pm 0.28\%$, 국내산 돌돔은 평균 $8.71\pm 0.75\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $19.55\pm 0.01\%$, 국내산은 $18.36\pm 0.29\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.43\pm 0.03\%$, 국내산은 $1.40\pm 0.12\%$ 으로 나타났다.

Table 3-3-4. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of imported and domestic sea bass (*L. japonicus*)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic
Spring	76.67±0.86	78.65±0.35	5.30±0.63	2.20±0.06	17.69±0.73	17.51±0.01	1.16±0.07	1.27±0.10
Fall	77.70±1.35	77.93±0.97	4.54±0.27	3.27±0.15	18.06±0.01	19.19±0.96	1.16±0.27	1.20±0.07
Winter	75.30±1.06	71.94±0.78	3.68±1.72	3.89±0.13	19.20±0.00	21.59±0.14	1.26±0.08	1.29±0.01

Data represented as mean for 3 fish.

Table 3-3-5. seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of imported and domestic rock bream (*O. fasciatus*)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic
Spring	72.01±0.56	74.27±0.85	7.91±0.43	5.31±0.12	18.32±1.01	18.91±0.01	1.33±0.06	1.45±0.05
Fall	73.30±0.27	71.38±0.1	6.24±0.28	8.71±0.75	19.55±0.01	18.36±0.29	1.43±0.03	1.40±0.12
Winter	73.00±0.74	71.5±0.66	8.12±0.53	2.87±0.14	17.97±0.01	20.37±0.36	1.26±0.08	1.35±0.01

겨울철에 구입한 수입산 돌돔의 수분함량은 $73.00 \pm 0.74\%$ 로 나타났으며, 국내산 돌돔은 평균 $71.50 \pm 0.66\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 돌돔은 $8.12 \pm 0.53\%$, 국내산 돌돔은 평균 $2.87 \pm 0.14\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $17.79 \pm 0.01\%$, 국내산은 20.37 ± 0.36 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.26 \pm 0.08\%$, 국내산은 $1.35 \pm 0.01\%$ 로 나타났다. 국내산은 계절별에 따른 지방함량의 차가 뚜렷하게 나타났지만 수입산은 변화가 다소 적었으며, 농어와 마찬가지로 단백질과 수분함량이 다소 차이가 나는 것으로 나타났다.

(다) 참돔

계절별에 따른 수입산과 국내산 참돔의 일반성분을 Table 3-3-6에 나타내었다. 봄철에 구입한 수입산 참돔의 수분함량은 $76.50 \pm 0.42\%$ 로 나타났으며, 국내산 참돔은 평균 $72.53 \pm 0.74\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 참돔은 $2.68 \pm 0.32\%$ 였으나, 국내산 참돔은 평균 $6.43 \pm 0.60\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $19.32 \pm 0.52\%$, 국내산은 19.63 ± 0.01 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.87 \pm 0.14\%$, 국내산은 $1.49 \pm 0.11\%$ 로 나타났다.

참돔은 농어와 돌돔과는 달리 지방함량이 수입산에 비하여 높았으며, 회분함량은 수입산이 다소 높은 것으로 나타났다.

가을철에 구입한 수입산 참돔의 수분함량은 $73.61 \pm 0.37\%$ 로 나타났으며, 국내산 참돔은 평균 $70.93 \pm 0.09\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 참돔은 $6.32 \pm 0.39\%$, 국내산 참돔은 평균 $12.32 \pm 0.30\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $23.80 \pm 0.01\%$, 국내산은 19.62 ± 0.98 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.61 \pm 0.16\%$, 국내산은 $1.20 \pm 0.07\%$ 으로 나타났다.

겨울철에 구입한 수입산 참돔의 수분함량은 $71.12 \pm 1.59\%$ 로 나타났으며, 국내산 참돔은 평균 $70.34 \pm 0.01\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 참돔은 $4.88 \pm 0.19\%$, 국내산 참돔은 평균 $5.80 \pm 0.13\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $22.16 \pm 0.01\%$, 국내산은 $22.95 \pm 0.0\%7$ 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.35 \pm 0.09\%$, 국내산은 $1.48 \pm 0.01\%$ 로 나타났다.

(4) 쥐노래미

국내에서 게르치로 잘못 불려지고 있는 쥐노래미는 흰살 생선으로 봄철에 구입한 수입산 쥐노래미의 수분함량은 $77.58 \pm 0.34\%$ 로 나타났으며, 국내산 쥐노래미는 평균 $79.66 \pm 0.43\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 쥐노래미는 $3.26 \pm 0.41\%$ 였으나, 국내산 쥐노래미는 평균 $2.17 \pm 0.24\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $17.81 \pm 1.00\%$, 국내산은 $18.68 \pm 0.80\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.69 \pm 0.09\%$, 국내산은 $1.46 \pm 0.06\%$ 으로 나타났다(Fig. 3-3-7).

가을철에 구입한 수입산 쥐노래미의 수분함량은 $72.85 \pm 0.98\%$ 로 나타났으며, 국내산 쥐노래미는 평균 $76.49 \pm 1.54\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 쥐노래미는 $6.19 \pm 0.25\%$, 국내산 쥐노래미는 평균 $3.44 \pm 0.38\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $19.44 \pm 0.01\%$, 국내산은 20.15 ± 0.01 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.53 \pm 0.10\%$, 국내산은 $1.52 \pm 0.05\%$ 로 나타났다.

Table 3-3-6. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of imported and domestic red seabream(*P. major*)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic
Spring	76.50±0.42	72.53±0.74	2.68±0.32	6.43±0.60	19.32±0.52	19.63±0.01	1.87±0.14	1.49±0.11
Fall	73.61±0.37	70.93±0.09	6.32±0.39	12.32±0.3	23.80±0.01	19.62±0.98	1.61±0.16	1.20±0.07
Winter	71.12±1.59	70.34±0.01	4.88±0.19	5.80±0.13	22.16±0.01	22.95±0.07	1.35±0.09	1.48±0.01

Table 3-3-7. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of imported and domestic fat greenling (*Hexagrammos otakii*)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic
Spring	77.58±0.34	79.66±0.43	3.26±0.41	2.17±0.24	17.81±1.00	18.68±0.80	1.69±0.09	1.46±0.06
Fall	72.85±0.98	76.49±1.54	6.19±0.25	3.44±0.38	19.44±0.01	20.15±0.01	1.53±0.10	1.52±0.05
Winter	78.74±0.87	79.86±0.23	1.77±0.16	1.37±0.12	19.31±0.01	20.40±0.01	1.32±0.05	1.27±0.07

겨울철에 구입한 수입산 쥐노래미의 수분함량은 $78.74 \pm 0.87\%$ 로 나타났으며, 국내산 쥐노래미는 평균 $79.86 \pm 0.23\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 쥐노래미는 $1.77 \pm 0.16\%$, 국내산 쥐노래미는 평균 $1.37 \pm 0.12\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $19.31 \pm 0.01\%$, 국내산은 20.40 ± 0.01 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.32 \pm 0.05\%$, 국내산은 $1.27 \pm 0.07\%$ 으로 나타났다.

(마) 홍민어

홍민어는 저렴한 가격 및 육질이 단단한 장점 때문에 우리나라에 생선횃감으로 많이 수입되고 있는데, 1999년부터 우리나라에 수입되기 시작하여 2002년도 수입량이 5,482톤으로 전체 활어 수입량(50,504톤)의 11%를 차지하여 생선회 업계를 교란시키고 있는 홍민어의 일반성분 변화를 Table 3-3-8에 나타내었다(조, 2006).

봄철에 구입한 수입산 홍민어의 수분함량은 $71.07 \pm 0.49\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 $7.98 \pm 0.49\%$ 였으며, 단백질함량은 평균 $19.29 \pm 0.30\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 평균 $1.19 \pm 0.18\%$ 로 나타났다. 가을철에 구입한 수입산 홍민어의 수분함량은 $76.36 \pm 0.40\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 $2.84 \pm 0.40\%$ 였으며, 단백질함량은 평균 $21.11 \pm 0.01\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 평균 $1.22 \pm 0.01\%$ 로 나타났다. 겨울철에 구입한 수입산 홍민어의 수분함량은 $74.59 \pm 0.74\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 $2.71 \pm 0.11\%$ 였으며, 단백질함량은 평균 $20.00 \pm 0.01\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 평균 $1.10 \pm 0.10\%$ 로 나타났다. 지질함량은 봄에 7.98% 로 가장 높았으며, 기타 계절에는 3.0% 내외로 나타났다.

(바) 떡장어

봄철에 구입한 수입산 떡장어의 수분함량은 $76.46 \pm 0.72\%$ 로 나타났으며, 국내산 떡장어는 평균 $77.41 \pm 0.43\%$ 로 나타났으며, 조지방함량은 수입산 떡장어는 $5.15 \pm 1.24\%$ 였으나, 국내산 떡장어는 평균 $4.40 \pm 0.37\%$ 로 나타났다. 그리고 단백질함량은 수입산이 평균 $17.38 \pm 1.96\%$, 국내산은 187.63 ± 1.41 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.53 \pm 0.13\%$, 국내산은 $1.29 \pm 0.11\%$ 로 나타났다. 가을철에 구입한 수입산 떡장어의 수분함량은 $74.56 \pm 0.72\%$ 로 나타났으며, 국내산 떡장어는 평균 $77.99 \pm 0.71\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 떡장어는 $5.16 \pm 0.44\%$, 국내산 떡장어는 평균 $5.58 \pm 0.32\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $19.24 \pm 0.01\%$, 국내산은 19.37 ± 0.01 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.56 \pm 0.20\%$, 국내산은 $1.41 \pm 0.04\%$ 로 나타났다.

겨울철에 구입한 수입산 떡장어의 수분함량은 $75.51 \pm 1.01\%$ 로 나타났으며, 국내산 떡장어는 평균 $72.38 \pm 1.01\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 떡장어는 $6.28 \pm 0.15\%$, 국내산 떡장어는 평균 $10.86 \pm 0.49\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $16.79 \pm 0.01\%$, 국내산은 $15.81 \pm 0.01\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.29 \pm 0.09\%$, 국내산은 $1.34 \pm 0.07\%$ 로 나타났다. 겨울철은 다른 계절에 비하여 지질함량이 가장 높았으며, 수분과 단백질 함량이 다소 낮은 경향을 나타냈다(Table 3-3-9).

Table 3-3-8. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of imported red drum

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic
Spring	71.07±0.49		7.98±0.49		19.29±0.30		1.19±0.18	
Fall	76.36±0.40		2.84±0.40		21.11±0.01		1.22±0.01	
Winter	74.59±0.74		2.71±0.11		20.00±0.01		1.10±0.10	

Table 3-3-9. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of imported and domestic Hagfish (*Eptatretus burgeri*)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic
Spring	76.46±0.72	77.41±1.33	5.15±1.24	4.40±0.37	17.38±1.96	17.63±1.41	1.53±0.13	1.29±0.11
Fall	74.56±0.72	77.99±0.71	5.16±0.44	5.58±0.32	19.24±0.01	19.37±0.01	1.56±0.20	1.41±0.04
Winter	75.51±1.01	72.38±1.01	6.28±0.15	10.86±0.49	16.79±0.01	15.81±0.00	1.29±0.09	1.34±0.07

(사) 돌가자미

돌가자미의 계절적 변화에 대한 일반성분의 변화를 Table 3-3-10에 나타내었는데, 돌가자미는 2005년 10월경에는 수입이 되었으나 그 이후에는 국내수입이 전혀 되지 않았다.

봄철에 구입한 국내산 돌가자미의 수분함량은 $80.41 \pm 1.47\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 $0.85 \pm 0.14\%$ 였으며, 단백질함량은 평균 $17.85 \pm 0.22\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 평균 $1.54 \pm 0.03\%$ 로 나타났다.

가을철에 구입한 수입산 돌가자미의 수분함량은 $77.51 \pm 1.08\%$ 로 나타났으며, 국내산 돌가자미는 평균 $77.43 \pm 0.13\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 수입산 돌가자미는 $1.73 \pm 0.30\%$, 국내산 돌가자미는 평균 $1.39 \pm 0.32\%$ 로 나타났으며, 단백질함량은 수입산은 평균 $19.55 \pm 0.01\%$, 국내산은 $22.22 \pm 0.02\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 수입산은 평균 $1.25 \pm 0.11\%$, 국내산은 $1.38 \pm 0.05\%$ 로 나타났다.

겨울철에 구입한 국내산 돌가자미의 수분함량은 $81.30 \pm 0.57\%$ 로 나타났다. 조지방함량은 $1.05 \pm 0.07\%$ 였으며, 단백질함량은 평균 $16.96 \pm 0.01\%$ 로 나타났으며, 회분함량은 평균 $1.43 \pm 0.02\%$ 로 나타났다. 전체적으로 조지방 함량은 넙치와 유사하게 낮은 함량을 나타내었으며, 가을철에 가장 높은 함량을 나타내었다.

Table 3-3-10. Seasonal variations of moisture, crude protein, crude lipid and ash in muscle of imported and domestic stone flounder (*Kareius bicoloratus*)

	Moisture		Crude lipid		Crude protein		Ash	
	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic
Spring	-	80.41±1.47	-	0.85±0.14	-	17.85±0.22	-	1.54±0.03
Fall	77.51±1.08	77.43±0.13	1.73±0.30	1.39±0.18	19.55±0.01	22.22±0.02	1.25±0.11	1.38±0.05
Winter	-	81.30±0.57	-	1.05±0.07	-	16.96±0.01	-	1.43±0.02

(2) 무기질 함량

수입산과 국내산 활어의 무기질 함량을 분기별로 분석한 결과를 Table 3-3-11~Table 3-3-13에 나타내었다. 수입산과 국내산의 무기질 함량은 유의적인 차이가 없었으나, Ca, Fe 함량은 수입산과 국내산 간에 다소 차이가 있었다.

봄철 농어의 Ca 함량은 수입산과 국내산의 차이가 없었으나 Fe함량은 수입산이 1.00 ± 0.11 mg/kg으로 나타났으며, 국내산은 3.33 ± 0.21 mg/kg으로 나타나 국내산이 수입산 보다 다소 높은 것으로 나타났다(Table 3-3-11).

먹장어, 쥐노래미, 참돔도 농어와 마찬가지로 Fe함량이 다소 차이가 있었는데, 수입산 먹장어는 3.57 ± 0.21 mg/kg, 국내산 먹장어는 2.50 ± 0.49 mg/kg으로 국내산 보다 수입산이 다소 높은 경향을 나타내었다(Table 3-3-11).

쥐노래미와 참돔 수입산은 각각 0.38 ± 0.31 mg/kg, 0.68 ± 0.24 mg/kg으로 나타났으며, 국내산은 각각 1.03 ± 0.14 mg/kg, 3.04 ± 1.56 mg/kg으로 수입산 보다 국내산이 다소 높은 경향을 나타내었으며, 기타 성분은 차이가 없었다(Table 3-3-11).

가을, 겨울에 7종의 수입산과 국내산 6종의 무기질 함량은 수입산과 국내산간의 각각 성분에 대한 값의 차이는 있으나 그 차이는 미미하였다(Table 3-3-12, Table 3-3-13).

Table 3-1-11. Seasonal variations of mineral contents in muscle of imported and domestic collected from fish market in spring

		Mineral content							
		Na	Ca	K	Mg	P	Fe	Cu	Zn
		(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Sea bass	I ¹⁾	30.36~33.49 (32.07±1.11)	16.92~24.62 (20.24±4.06)	484.65~507.37 (499.63±8.96)	28.95~30.25 (29.59±0.57)	299.09~324.67 (315.31±9.77)	0.86~1.10 (1.00±0.11)	0.29~0.40 (0.36±0.04)	4.70~4.99 (4.82±0.11)
	D ²⁾	49.44~54.25 (53.86±6.88)	23.51~29.07 (26.31±2.78)	490.19~583.89 (552.77±45.06)	20.17~27.69 (22.35±3.18)	208.26~226.75 (215.92±11.28)	2.42~4.15 (3.33±0.87)	0.14~0.49 (0.32±0.17)	4.08~4.99 (4.49±1.40)
Rock bream	I	26.66~31.20 (28.55±2.11)	5.21~10.99 (8.26±2.78)	494.02~537.0 (525.04±18.55)	20.26~26.75 (24.61±2.62)	217.67~290.69 (265.62±28.76)	0.22~2.63 (0.86±1.02)	0.15~0.43 (0.21±0.13)	2.19~2.54 (2.38±0.14)
	D	30.77~33.27 (32.27±1.32)	9.55~13.59 (11.69±2.03)	420.74~491.10 (455.47±36.28)	21.18~25.93 (22.11±2.09)	212.13~284.62 (260.36±41.77)	3.04~3.43 (3.19±0.21)	0.18~0.38 (0.30±0.11)	4.14~4.92 (4.63±0.43)
Stone flounder	I	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	33.46~42.93 (36.66±7.00)	9.66~13.35 (11.94±2.16)	423.26~443.94 (432.40±10.14)	21.93~25.09 (22.98±1.22)	275.66~296.94 (288.63±7.99)	0.57~1.42 (1.07±0.65)	0.16~0.58 (0.25±0.18)	3.64~3.91 (3.56±0.37)
Hagfish	I	34.58~36.87 (35.94±0.97)	5.22~6.28 (5.82±0.40)	323.31~351.26 (341.01±10.55)	18.87~20.38 (19.92±0.63)	196.32~204.27 (199.16±3.90)	3.25~3.85 (3.57±0.21)	0.50~0.54 (0.53±0.02)	5.76~6.92 (6.68±0.55)
	D	31.51~37.01 (33.95±2.14)	4.28~4.83 (4.73±0.49)	256.34~315.42 (288.54±24.62)	19.03~20.56 (19.75±0.67)	222.87~282.43 (250.27±22.89)	1.98~3.31 (2.50±0.49)	0.37~0.50 (0.47±0.06)	5.29~6.94 (6.13±0.75)
Fat greenling	I	35.25~45.51 (40.33±5.57)	16.83~18.80 (17.95±1.87)	511.14~548.12 (533.39±15.05)	18.65~22.90 (21.87±1.81)	292.90~338.25 (323.91±18.20)	0.13~0.87 (0.68±0.31)	0.14~0.25 (0.21±0.04)	3.02~3.08 (3.05±0.03)
	D	31.14~32.88 (31.36±1.03)	20.65~25.16 (22.80±3.10)	486.23~532.78 (502.37±18.64)	17.80~21.41 (19.79±1.63)	333.66~364.28 (354.97±12.60)	0.85~1.17 (1.03±0.14)	0.25~0.29 (0.27±0.02)	3.67~4.06 (3.85±0.15)
Red seabream	I	33.50~38.57 (35.78±2.34)	21.70~27.25 (23.67±3.90)	494.09~551.11 (531.02±22.98)	37.18~41.38 (38.26±1.78)	362.51~405.52 (380.69±16.41)	0.32~0.95 (0.68±0.24)	0.17~0.23 (0.20±0.02)	3.67~4.06 (3.85±0.15)
	D	45.38~53.74 (48.23±4.77)	21.90~25.38 (22.94±2.81)	512.72~588.31 (543.88±36.04)	25.62~28.68 (26.51±2.62)	185.97~227.88 (207.57±20.99)	2.06~4.47 (3.04±1.56)	0.25~0.40 (0.33±0.07)	9.30~12.51 (10.39±1.84)
Red drum	I	34.26~37.16 (36.92±2.66)	4.91~11.61 (7.40±4.31)	481.34~512.43 (496.82±9.31)	23.21~28.52 (26.68±2.04)	319.62~342.43 (330.82±47.07)	1.95~2.75 (2.49±0.33)	0.29~0.40 (0.36±0.04)	3.05~3.74 (3.54±0.27)

1) I : Imported fish, 2) D : Domestic fish

Table 3-1-12. Seasonal variations of mineral contents in muscle of imported and domestic collected from fish market in fall

		Mineral content							
		Na	Ca	K	Mg	P	Fe	Cu	Zn
		(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Sea bass	I ¹⁾	22.23~327.41 (28.71±5.49)	7.22~11.76 (9.77±2.87)	332.83~375.92 (356.53±21.45)	31.72~32.58 (32.29±0.33)	247.94~263.51 (253.42±6.58)	2.72~4.25 (3.32±0.88)	0.20~0.45 (0.27±0.10)	3.64~4.79 (4.26±0.45)
	D ²⁾	30.92~49.10 (38.87±9.30)	7.52~11.90 (9.04±2.70)	270.33~311.32 (287.37±21.36)	24.02~25.95 (25.23±1.05)	183.50~189.39 (186.13±2.99)	3.77~4.58 (4.22±0.41)	0.10~0.25 (0.17±0.07)	7.90~9.35 (8.81±1.05)
Rock bream	I	25.08~30.04 (27.22±1.88)	7.86~10.66 (8.34±1.63)	422.85~459.55 (447.93±14.95)	35.22~38.60 (37.08±1.21)	312.90~340.53 (323.67±11.44)	2.58~3.19 (2.86±0.28)	0.28~0.34 (0.31±0.02)	3.36~3.97 (3.58±0.28)
	D	30.31~36.12 (33.72±3.03)	7.03~8.98 (7.96±0.98)	369.66~391.50 (383.45±22.00)	30.33~36.75 (33.12±3.29)	245.20~265.38 (257.14±10.59)	4.24~4.88 (4.52±0.33)	0.28~0.38 (0.32±0.05)	7.25~8.94 (8.25±0.89)
Stone flounder	I	34.94~40.14 (37.42±1.89)	9.21~14.23 (11.86±2.99)	441.41~467.54 (456.35±9.64)	30.01~31.50 (30.51±0.61)	323.90~374.61 (344.79±19.47)	0.25~0.82 (0.43±0.23)	0.20~0.24 (0.22±0.02)	6.82~8.96 (7.43±0.89)
	D	46.08~57.60 (50.26±6.38)	11.39~15.06 (13.74±1.97)	484.29~503.68 (491.00±10.99)	37.66~38.72 (38.26±0.55)	346.50~360.35 (355.50±7.80)	0.21~0.30 (0.34±0.15)	0.18~0.20 (0.19±0.01)	4.10~4.47 (4.38±0.24)
Hagfish	I	37.20~41.20 (39.54±2.01)	7.25~10.45 (8.85±1.85)	289.16~320.52 (302.54±10.51)	21.65~28.14 (24.45±3.21)	268.55~306.95 (281.41±19.62)	3.09~4.15 (3.62±0.61)	0.68~0.86 (0.72±0.10)	7.48~9.61 (8.54±1.34)
	D	36.81~44.64 (40.25±3.92)	5.36~6.95 (6.04±0.96)	267.45~396.54 (279.48±10.65)	18.69~25.91 (21.48±2.65)	236.15~256.34 (240.67±10.54)	2.64~2.96 (2.73±0.20)	0.43~0.51 (0.46±0.08)	8.51~9.67 (9.05±0.98)
Fat greenling	I	23.16~27.78 (26.36±1.94)	8.08~12.96 (10.45±2.36)	525.21~635.18 (593.19±46.60)	34.67~37.44 (36.29±1.04)	288.79~332.46 (313.05±17.32)	2.02~2.30 (2.17±0.10)	0.29~0.35 (0.32±0.02)	4.09~4.64 (4.31±0.20)
	D	41.10~47.57 (44.95±2.60)	9.45~15.79 (11.92±3.74)	558.85~603.02 (573.75±17.74)	34.49~36.82 (35.66±1.25)	301.21~315.06 (306.99±7.51)	1.52~2.32 (1.77±0.32)	0.24~0.30 (0.27±0.02)	3.21~3.73 (3.41±0.19)
Red seabream	I	38.09~40.87 (39.68±1.02)	10.65~15.30 (13.97±2.04)	509.22~548.93 (529.42±14.76)	38.33~39.85 (39.01±0.59)	343.68~356.94 (349.08±8.65)	1.83~2.53 (2.24±0.30)	0.21~0.26 (0.23±0.02)	3.17~3.40 (3.29±0.10)
	D	28.59~31.60 (29.86±1.56)	9.13~14.68 (11.95±2.78)	427.03~434.66 (433.09±3.82)	19.50~30.19 (25.59±5.39)	259.66~294.23 (274.21±21.35)	3.10~3.76 (3.37±0.35)	0.96~1.94 (1.36±0.41)	6.86~7.31 (7.04±0.42)
Red drum	I	31.75~39.38 (35.18±3.15)	7.42~9.58 (8.69±1.97)	459.84~489.79 (471.31±16.95)	30.14~40.42 (33.61±4.11)	294.43~348.19 (318.68±24.23)	1.82~3.18 (2.45±0.55)	0.23~0.71 (0.42±0.18)	3.31~5.76 (4.17±1.06)

1) I : Imported fish, 2) D : Domestic fish

Table 3-1-13. Seasonal variations of mineral contents in muscle of imported and domestic collected from fish market in winter

		Mineral content							
		Na (mg/100g)	Ca (mg/100g)	K (mg/100g)	Mg (mg/100g)	P (mg/100g)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
Sea bass	I ¹⁾	33.54~38.92 (35.70±2.18)	12.65~20.05 (16.84±3.94)	412.62~456.29 (423.65±20.64)	30.56~33.94 (31.65±1.30)	278.51~305.61 (289.04±11.30)	0.64~1.02 (0.85±0.08)	0.18~0.36 (0.22±0.03)	5.92~6.08 (6.01±0.05)
	D ²⁾	48.12~56.54 (52.16±4.08)	15.20~19.48 (17.34±2.24)	401.68~482.10 (440.35±38.61)	26.09~31.20 (28.59±2.85)	228.65~259.61 (238.10±13.09)	1.68~2.50 (2.01±0.58)	0.12~0.35 (0.22±0.07)	6.05~7.35 (6.63±1.02)
Rock bream	I	25.87~32.92 (28.67±3.11)	8.24~9.74 (8.84±0.82)	429.67~493.02 (453.61±32.06)	22.30~27.18 (24.85±3.08)	302.55~369.21 (332.05±16.50)	2.25~3.20 (2.72±0.52)	0.13~0.38 (0.19±0.05)	3.25~5.02 (4.01±0.20)
	D	29.51~34.32 (31.72±2.23)	8.91~10.26 (9.61±1.02)	376.20~425.67 (395.81±24.08)	20.28~24.56 (22.23±2.15)	225.30~257.81 (236.20±16.88)	2.98~3.31 (3.05±0.18)	0.20~0.39 (0.29±0.03)	6.58~7.09 (6.69±0.13)
Stone flounder	I	-	-	-	-	-	-	-	-
	D	34.69~39.39 (37.65±2.59)	6.15~7.91 (6.82±1.26)	436.21~461.34 (446.35±14.30)	23.05~28.04 (25.86±2.89)	259.64~302.58 (285.32±19.58)	1.56~2.48 (2.01±0.42)	0.19~0.45 (0.31±0.12)	5.02~6.38 (5.58±0.26)
Hagfish	I	35.80~38.79 (36.42±1.72)	8.02~9.04 (8.46±0.40)	364.20~384.68 (375.21±9.61)	19.85~22.09 (20.84±1.76)	201.15~215.98 (207.85±6.95)	2.95~3.50 (3.26±0.25)	0.41~0.56 (0.46±0.08)	8.69~9.05 (8.89±0.09)
	D	35.55~37.59 (36.88±1.07)	6.34~8.34 (7.30±1.49)	320.68~361.09 (342.03±19.65)	20.55~25.04 (22.61±2.03)	215.30~258.64 (236.35±21.85)	2.05~2.85 (2.40±0.19)	0.42~0.68 (0.52±0.04)	7.25~7.68 (7.45±0.12)
Fat greenling	I	32.55~35.78 (33.40±1.57)	8.64~10.29 (9.12±1.26)	498.63~528.69 (510.64±14.06)	19.24~23.90 (22.55±2.01)	320.62~354.21 (332.62±18.21)	0.21~0.68 (0.41±0.11)	0.21~0.56 (0.41±0.05)	3.95~4.26 (4.02±0.05)
	D	34.11~38.43 (36.36±2.83)	7.95~10.24 (9.02±1.69)	462.94~495.60 (478.62±15.09)	25.04~29.88 (27.42±2.85)	301.54~325.64 (311.20±11.56)	0.65~1.07 (0.80±0.08)	0.32~0.54 (0.41±0.03)	3.20~3.86 (3.52±0.23)
Red seabream	I	35.79~40.75 (37.78±2.34)	8.27~12.38 (10.03±1.69)	471.03~536.21 (502.30±28.61)	24.99~30.34 (26.58±2.86)	375.22~403.66 (390.33±14.64)	0.54~1.03 (0.72±0.12)	0.22~0.34 (0.27±0.01)	4.26~5.02 (4.76±0.32)
	D	34.26~37.90 (36.28±1.98)	13.06~19.30 (15.38±2.64)	423.12~462.30 (438.90±16.95)	20.54~27.44 (23.54±3.08)	354.02~384.02 (365.28±14.28)	1.05~1.25 (1.12±0.05)	0.29~0.36 (0.33±0.01)	7.31~8.60 (7.82±0.53)
Red drum	I	39.28~43.76 (41.98±2.31)	8.06~12.64 (10.21±1.92)	470.36~503.21 (489.20±13.97)	24.50~29.51 (26.11±2.25)	305.69~384.12 (342.68±39.68)	2.06~2.51 (2.23±0.18)	0.19~0.34 (0.25±0.04)	3.92~4.35 (4.21±0.18)

1) I : Imported fish, 2) D : Domestic fish

(다) 콜라겐 함량

일반적으로 어육의 단단함에 콜라겐이 직접적으로 관여한다는 보고하고 있으며(Hatae et al. 1986, Sato et al. 1986, 1997; Sihorski 1990; Ando et al. 1992), 근육의 응집력에 가장 중요한 요소가 콜라겐이다. 콜라겐은 어류의 근육조직의 결합에 매우 중요한 역할을 하며, tropocollagne 단위의 기본구조를 가진 섬유당단백질이다. 본 연구에서도 어종별에 따라 정도의 차이는 있으나 수입산과 국내산의 콜라겐 함량을 비교시 수입산 국내산의 차이는 미미하였다.

Table 3-1-14. Comparison of collagen content in muscle of wild and cultured live fishes

Region	Species	Content (mg/g)	
		Wild	Cultured
South sea	Sea bass	7.47	8.19
	Rock bream	7.10	6.21
	Yellowtail	2.15	2.43
	Gizzard shad	4.35	-
	Rock fish	4.90	4.12
	Red seabream	5.11	5.81
East sea	Squid	20.60	-
	Olive flounder	5.30	4.28
West sea	Gray mullet	7.56	8.26

(라) 지방산 조성

국내산과 수입산 농어, 돌돔, 쥐노래미, 홍민어, 돌가자미, 참돔, 먹장어에서 추출한 총지방질의 지방산 조성은 Table 3-3-15~Fig. 3-3-17과 같다. 각 어종별 지방산 조성은 먹장어를 제외하고는 다소의 차이는 보였지만, 대부분 포화지방산에서의 조성은 palmitic acid(16:0)와 stearic acid(18:0)가 주요 성분이었으며, palmitoleic acid(16:1) 및 oleic acid(18:1)를 주체로 하는 모노엔산과 폴리엔산에서는 EPA(20:5), DHA(22:6)의 조성비가 가장 높게 나타났다. 주요 구성 지방산은 어종별로 다소 차이를 보였으며, 대부분 16:0, 18:1의 조성비가 가장 높게 나타났으며, 22:6, 20:5, 16:1, 18:0의 조성비도 높은 수치를 보였다.

각 어종간의 지방산조성은 국내산과 수입산 활어의 계절에 따른 변화를 등과 배로 나누어 비교해 보았다, 농어는 18:1, 16:0, 22:6, 16:1, 20:5, 18:0의 순으로 대부분 높은 조성비를 보였다. 그리고 계절에 따라 조금씩 차이를 보였으며 특히 수입산 농어는 겨울철이 다른 계절에 비해 높은 폴리엔산의 조성비를 보였으며, 국내산 농어는 봄철에 높은 폴리엔산의 조성비를 보였다. 그리고 겨울철에는 특히 국내산과 수입산 모두 DHA(22:6) 조성비가 높게 나타난 특징을 보였다. 즉 봄철에는 국내산 농어가 수입산 농어에 비해 폴리엔산 및 오메가 3 지방산 계열의 지방산인 DHA(22:6), EPA(20:5)의 조성비가 높게 나타났으며, 겨울철에는 수입산 농어에서 이와 같은 조성비를 보였다. 그리고 그에 따라 전체적으로 폴리엔산의 조성비가 높은 경향을 보이며 모노엔산의 조성비가 상대적으로 낮게 나타났으며, 그 외의 조성비 차이는 미비하게 나타났다 (Table 3-3-15).

국내산과 수입산 돌돔의 지방산 조성은 Table 3-3-16과 같으며, 조성비는 16:0, 18:1, 22:6, 16:1, 20:5, 18:0의 순으로 조성비가 높게 나타났으며 폴리엔산이 대체적으로 모노엔산 보다 낮은 조성비를 보였다. 특히 가을철과 겨울철 모노엔산의 조성비가 높게 나타났으며, 겨울철에는 오메가3 지방산의 조성비가 낮게 나타나는 특징을 보였으며, 수입산 돌돔의 경우 DHA(22:6) 조성비가 낮게 나타나는 결과를 보였다. 그리고 전체적으로 계절적으로 수입산과 국내산에 조성비 차이는 크게 보이지는 않았지만, 겨울철 조성비 차이는 유의적으로 보였다.

쥐노래미의 지방산 조성은 앞에 언급된 어종과는 조금 다른 경향을 보였으며, 특히 DHA(22:6)의 조성비 함량이 20~30% 전후로 높은 조성비를 보였으며, 이에 따라 모노엔산인 16:1의 조성비가 낮게 나타나는 특징을 보였다. 전체적으로 폴리엔산의 조성비가 높게 나타났으며, 오메가 3 지방산의 조성비 역시 높게 나타났다. 계절적으로 보아서는 봄철에는 국내산이 수입산에 비하여 폴리엔산의 조성비가 현저히 높게 나타나는 특징을 보이고 있으며, 가을철에는 이와 반대로 수입산이 국내산보다 폴리엔산의 조성비가 현저히 높게 나타나는 현상을 보였다. 이에 따라 모노엔산의 조성비도 봄철에 중국산이, 가을철에 국내산이 높은 조성비를 보였다. 하지만 겨울철에 조성비 차이는 미비한 것으로 나타났다(Fig. 3-3-17).

홍민어의 지방산 조성비는 국내산이 없는 관계로 수입산 홍민어의 계절에 따른 부위별 지방산 조성비를 알아보았다. 16:0, 22:6, 18:1, 16:1, 20:5, 18:0의 순으로 높은 조성비를 보였으며, 계절별, 부위별로는 조성비 차이를 크게 보이지 않았지만, 겨울철에 배육이 등육보다 높은

DHA(22:6)를 포함한 폴리엔산 조성비를 보였다(Table 3-3-18).

돌가자미의 지방산 조성비는 Table 3-3-19에 나타내었다. 다른 어종과 조성비의 큰 차이를 보이지 않았으며, 폴리엔산이 높은 조성비를 보이는 경향을 보였다. 가을철 수입산과 국내산의 조성비를 살펴보면 폴리엔산의 조성비가 상대적으로 수입산이 우수하였으며, 특히 DHA(22:6)의 조성비 차이가 크게 나타났다. 하지만 EPA(20:5)는 수입산 보다 국내산의 조성비가 높게 나타나는 특징을 보였다. 그리고 국내산 돌가자미에서 부위별에 따른 차이는 크지 않았지만 봄, 겨울철 EPA(20:5)의 조성비가 등육에 비해 배육에서 10% 안팎으로 차이를 보이는 특징이 있었다.

국내산과 수입산 참돔의 지방산 조성비는 큰 차이가 없었으나, DHA(22:6)의 조성비가 전체적으로 다른 어종에 비해 높게 나타나는 특징을 보였으며 겨울철에는 국내산이 봄철에는 일본산이 DHA(22:6) 조성비가 높게 나타나는 특징을 보였다. 또한 국내산과 수입산 모두에서 봄철에 유의적으로 폴리엔산의 조성비가 높게 나타났으며, 이에 따라 오메가 3 지방산의 조성비도 다른 계절에 비해 전체적으로 높게 나타났다(Table 3-3-20).

떡장어는 다른 어종과는 다른 지방산 조성비를 보였다. 18:1, 16:0, 24:1 등의 조성비가 높게 나타났으며 특히 계절과 국내산, 수입산 여부와 상관없이 모노엔산의 조성비가 50% 이상이 되는 특징을 보였으며, 상대적으로 폴리엔산의 조성비가 10% 안팎으로 나타났다. 국내산과 수입산 간의 큰 차이를 보이지는 않았지만 유의적으로 국내산이 수입산 보다 DHA(22:6)를 포함한 오메가 3 지방산 조성비가 높게 나타났으며, 이에 따라 비교적 폴리엔산의 조성비도 수입산 보다 국내산에서 높은 조성비를 보였다. 떡장어의 경우 수입산과 국내산의 차이와 이에 따른 계절적 차이가 크게 나타나지 않았다(Table 3-3-21).

Table 3-1-15. Seasonal variations of fatty acid in muscle of imported and domestic sea bass (unit : area%)

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

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle, ³⁾ i : imported fish, ⁴⁾ d : domestic fish

Table 3-1-16. Seasonal variations of fatty acid in muscle of imported and domestic rock bream (unit : area%)

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

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle, ³⁾ i : imported fish, ⁴⁾ d : domestic fish

Table 3-1-17. Seasonal variations of fatty acid in muscle of imported and domestic fat greenling (unit : area%)

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

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle, ³⁾ i : imported fish, ⁴⁾ d : domestic fish

Table 3-1-18. Seasonal variations of fatty acid in muscle of imported red drum
(unit : area%)

	Spring		Fall		Winter	
	D ¹⁾	V ²⁾	D	V	D	V
	i ³⁾	i	i	i	i	i
C14:0	4.59	3.78	3.09	4.95	4.58	4.14
C15:0	0.69	0.65	0.65	-	0.89	0.76
C16:0	21.22	22.19	19.81	21.49	21.89	18.46
C17:0	0.59	0.59	1.27	1.39	0.78	0.69
C18:0	3.60	4.44	3.65	4.36	4.46	4.01
C20:0	2.61	2.85	1.18	1.92	1.69	1.16
C22:0	2.12	2.36	1.50	1.11	0.82	0.83
Saturates	35.42	36.86	31.15	35.22	35.11	30.05
C14:1	0.18	0.18	0.26	-	0.28	0.43
C15:1	0.24	0.35	-	-	0.18	-
C16:1	9.67	8.46	9.39	8.45	10.49	9.86
C17:1	0.50	0.53	1.03	0.25	0.81	0.02
C18:1	17.05	17.71	17.36	16.95	20.16	18.10
C20:1	0.22	0.24	0.03	-	0.13	-
C22:1	0.61	0.62	0.05	0.85	0.08	-
C24:1	2.73	2.74	3.64	3.33	3.64	4.60
Monoenes	31.20	30.83	31.76	29.83	35.77	33.01
C18:2	3.19	3.21	2.13	1.62	1.70	1.59
C18:2	-	-	-	-	-	-
C18:3	1.13	1.03	1.19	0.65	1.24	1.23
C20:2	0.06	0.07	1.83	1.00	0.17	0.05
C20:3	1.70	1.77	1.73	1.92	2.29	3.16
C20:4	1.06	0.97	0.46	-	0.17	1.04
C20:4	0.13	0.16	-	-	0.97	-
C20:5	7.30	6.43	8.60	8.05	6.64	8.15
C22:2	0.28	0.25	0.97	0.10	0.25	0.51
C22:6	18.53	18.42	20.18	21.61	15.69	21.21
Polyenes	33.38	32.31	37.09	34.95	29.12	36.94
ω -3	28.02	26.85	30.43	30.31	23.74	31.63
ω -6	6.01	6.02	6.15	4.54	4.33	5.84
ω -3/ ω -6	4.66	4.46	4.95	6.68	5.48	5.42
UFA/SFA	1.82	1.71	2.21	1.84	1.85	2.33
MUFA/SFA	0.88	0.84	1.02	0.85	1.02	1.10
PUFA/SFA	0.94	0.88	1.19	0.99	0.83	1.23
Total	100	100	100	100	100	100

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle, ³⁾ i : imported fish, ⁴⁾ d : domestic fish

Table 3-1-19. Seasonal variations of fatty acid in muscle of imported and domestic stone flounder (unit : area%)

	Spring				Fall				Winter			
	D ¹⁾		V ²⁾		D		V		D		V	
	i ³⁾	d ⁴⁾	i	d	i	d	i	d	i	d	i	d
C14:0	-	2.49	-	2.97	5.55	2.57	3.76	2.34	-	2.39	-	1.81
C15:0	-	0.61	-	0.67	0.76	0.94	0.13	0.89	-	0.77	-	0.38
C16:0	-	17.84	-	16.94	19.67	21.13	20.04	21.47	-	20.43	-	20.14
C17:0	-	0.65	-	0.54	0.57	0.75	0.49	0.75	-	0.32	-	0.38
C18:0	-	8.58	-	7.67	2.62	4.83	3.34	5.21	-	5.71	-	5.58
C20:0	-	1.34	-	0.95	2.54	2.52	2.44	2.05	-	3.11	-	0.62
C22:0	-	0.27	-	0.39	1.44	0.26	1.71	0.30	-	0.94	-	0.22
Saturates	-	31.78	-	30.13	33.15	33.00	31.91	33.01	-	33.67	-	29.13
C14:1	-	0.16	-	0.23	0.25	0.26	0.25	0.25	-	0.37	-	0.21
C15:1	-	1.69	-	1.19	0.55	1.02	1.21	1.05	-	1.03	-	1.98
C16:1	-	5.72	-	6.17	7.58	7.96	5.67	6.96	-	7.33	-	4.18
C17:1	-	1.04	-	0.56	0.44	0.72	0.50	0.70	-	0.62	-	0.28
C18:1	-	14.97	-	13.36	16.23	14.71	15.63	14.49	-	15.59	-	10.71
C20:1	-	0.10	-	0.15	0.21	0.09	0.25	0.61	-	0.22	-	0.51
C22:1	-	0.49	-	0.32	-	1.42	0.06	1.12	-	0.37	-	0.19
C24:1	-	4.74	-	3.89	2.54	5.01	2.34	4.92	-	3.98	-	9.17
Monoenes	-	28.91	-	25.87	27.80	31.19	25.91	30.10	-	29.51	-	27.23
C18:2	-	1.45	-	0.95	1.84	0.56	1.62	0.64	-	0.92	-	0.70
C18:2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:3	-	0.32	-	0.39	1.27	0.51	1.03	0.74	-	0.48	-	0.14
C20:2	-	0.06	-	-	-	0.18	0.13	0.17	-	0.02	-	0.11
C20:3	-	9.92	-	9.20	1.46	4.51	2.14	4.78	-	3.94	-	4.79
C20:4	-	0.43	-	0.33	0.70	0.06	-	0.06	-	0.17	-	0.07
C20:4	-	-	-	-	-	0.26	0.54	0.22	-	0.09	-	0.33
C20:5	-	9.18	-	16.82	9.71	11.71	9.75	11.54	-	10.98	-	20.62
C22:2	-	0.28	-	0.31	1.30	0.74	0.31	0.69	-	0.57	-	0.45
C22:6	-	17.67	-	16.00	22.77	17.28	26.66	18.05	-	19.65	-	16.43
Polyenes	-	39.31	-	44.00	39.05	35.81	42.18	36.89	-	36.82	-	43.64
ω -3	-	27.6	-	33.54	34.45	29.56	37.44	30.39	-	31.28	-	37.26
ω -6	-	11.43	-	10.15	3.30	5.51	4.43	5.81	-	4.97	-	5.93
ω -3/ ω -6	-	2.41	-	3.30	10.44	5.36	8.45	5.23	-	6.29	-	6.28
UFA/SFA	-	2.15	-	2.32	2.02	2.03	2.13	2.03	-	1.97	-	2.43
MUFA/SFA	-	0.91	-	0.86	0.84	0.95	0.81	0.91	-	0.88	-	0.94
PUFA/SFA	-	1.24	-	1.46	1.18	1.09	1.32	1.12	-	1.09	-	1.50
Total	-	100	-	100	100	100	100	100	-	100	-	100

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle, ³⁾ i : imported fish, ⁴⁾ d : domestic fish

Table 3-1-20. Seasonal variations of fatty acid in muscle of imported and domestic red seabream (unit : area%)

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

¹⁾ D : Dorsal muscle, ²⁾ V : Ventral muscle, ³⁾ i : imported fish, ⁴⁾ d : domestic fish

Table 3-1-21. Seasonal variations of fatty acid in muscle of imported and domestic hagfish
(unit : area%)

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

¹⁾ i : imported fish, ²⁾ d : domestic fish

나. 수입산과 국내산 활어의 맛 성분

(1) 구성아미노산

앞서 살펴본 자연산과 양식산 활어에 대한 구성아미노산 함량과 마찬가지로, tryptopan 을 제외한 17개의 구성아미노산이 분석되었다.

모든 어종에서 공통적으로 분석된 아미노산 중에서 cystine 이 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 그 함량은 농어는 수입산과 국내산이 각각 3.67 g/kg, 3.89 g/kg, 돌돔은 수입산과 국내산이 각각 3.74 g/kg, 3.41 g/kg, 참돔은 수입산과 국내산이 4.02 g/kg, 4.09 g/kg로 나타났다. 또한 쥐노래미는 국내산과 수입산이 3.90 g/kg, 3.89 g/kg으로 나타났으며, 떡장어는 수입산과 국내산이 각각 4.47 g/kg, 4.12 g/kg, 홍민어는 3.92 g/kg, 국내산 돌가자미는 3.69 g/kg으로 나타났다.

반면, 가장 높은 함량을 나타낸 것은 glutamic acid로 나타났으며, 분석된 시료에서 대부분 aspartic acid, glutamic acid, leucine, lysine 의 함량이 많았으며, cystine, histidine, methionine, tyrosine, phenylalanine 등의 함량이 대체로 적었다. 그 외의 구성아미노산 함량은 거의 비슷하였다.

총아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 자연산과 양식산에서 살펴본 바와 같이 50%내외로 나타났으나 일부 수입산 어종은 국내산 보다 낮은 함량을 나타내었다. 국내산 농어의 필수아미노산 비율은 53.30%였으나 수입산 농어는 38.09%로 나타났으며, 돌돔과 참돔에서 이와 유사한 결과를 얻어 국내산 활어가 필수아미노산 함유량이 훨씬 높았다.

그러나 쥐노래미와 떡장어에서는 수입산과 국내산이 30%내외로 차이가 없었으며, 중국산 홍민어는 40.67%로 국내산 돌가자미 25.53% 보다 높은 함유량을 나타내었다. 그리고 비필수아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 농어, 돌돔, 참돔의 국내산은 필수아미노산의 함유량이 높았으나 수입산은 비필수아미노산 함유량이 높은 것을 확인할 수 있었으며, 쥐노래미, 떡장어 등은 비필수아미노산의 함유량이 높고, 수입산과 국내산이 비슷한 수준이었다.

필수아미노산 총량에 대한 특정 필수아미노산의 비율을 Table 3-1-25에 나타내었다.

Table 3-3- 은 FAO/WHO에서 권장한 필수아미노산 모델과 비교하기 위하여 아미노산가(amino acid score)을 나타내었으며, 그 결과 앞서 살펴본 자연산과 양식산 활어의 아미노산가와 유사한 경향을 나타내었다.

성인을 위한 주요 아미노산의 아미노산가는 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.

각각 어종의 근육의 단백질에서 곡류 중심으로 구성된 식단으로 음식을 섭취시 부족시 되고 있는 lysine 과 함황 아미노산과 threonine이 풍부하였으나 히스티딘과 branched chain amino acid(valine, leucine and isoleucine)과 방향족 아미노산(phenylalanine and tyrosine)은 FAO/WHO에서 제안하고 있는 아미노산 profile과 비교하여 어린이의 식이에는 불충분하였으

나 histidine을 제외하고 성인식이로는 충분한 것을 확인할 수 있었다.

그러나 어종별로 약간의 차이는 있으나 전체적으로 수입산과 국내산 간의 아미노산가의 차이는 미미하였다.

Table 3-3-22. The specific and total amino acid (EAA and TEAA), non-essential amino acid(NEAA and TNEAA) and total amino acid (TAA) content in the muscle of the imported and domestic live fishes

	Sea bass		Rock bream		Red seabream		Fat greenling		Hagfish		Red drum	Stone flounder
	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	imported	domestic
EAA(g kg ⁻¹ dry wt.)												
Thr.	20.51	22.08	28.38	19.19	28.02	24.02	23.45	22.68	21.4	22.09	24.02	21.15
Met.	19.41	16	16.04	13.02	14.38	17.19	16.81	17.14	16.59	19.46	16.92	14.63
Lys.	38.54	37.64	36.84	33.92	32.05	41	40.47	38.36	31.16	32.57	41.34	37.74
Phe	24.2	21.22	29.51	18.94	29.44	24.22	25.43	23.9	22.63	20.34	24.31	23.87
Val.	19.04	21.45	18.18	19.9	16.35	23.64	22.57	20.05	19.47	20.77	23.48	21.34
Leu.	27.09	31.18	26.28	28.14	26.68	33.34	32.8	30.61	28.47	29.77	33.18	30.45
Ile.	25.26	22.47	20.24	20.12	27.95	24.95	23.73	19.89	19.61	19.31	24.67	21.99
His.	18.97	13.66	14.26	12.133	18.61	17.23	15.05	15.2	15.22	17.35	17.35	15.37
Arg.	28.6	26.21	24.89	22.78	28.54	29.34	28.93	26.59	24.64	25.03	28.98	24.98
NEAA(g kg ⁻¹ dry wt.)												
Cys.	3.89	3.67	3.41	3.74	4.09	4.02	3.89	3.9	4.12	4.47	3.92	3.69
Tyr.	13.65	12.56	19.61	10.82	16.5	13.25	12.27	13.62	10.04	13.58	12.13	10.98
Asp.	34.99	39.63	30.56	35.28	36.7	43.35	42.79	41.97	34.62	35.02	42.82	39.11
Ser.	15.2	20.05	15.16	17.61	13.85	21.75	22.37	22.02	19.31	19.73	21.48	20.5
Glu.	52.66	60.13	56.94	52.66	56.78	62.78	63.52	59.71	53.09	53.04	63.07	58.81
Gly.	18.59	17.78	13.51	16.77	16.51	19.82	19.28	18.73	21.18	17.4	20	17.09
Ala.	21.59	24.35	24.56	22.29	23.61	26.84	25.84	25	21.36	21.31	26.8	23.57
Pro.	33.61	17.59	38.52	15.89	35.64	20.4	19.16	18.48	38.29	28.46	20.36	16.69
TAA(g kg ⁻¹ dry wt.)	415.8	429.55	416.89	605.28	425.7	431.51	564.54	563.38	553.32	491.2	445.66	647.71
TEAA(g kg ⁻¹ dry wt.)	221.62	163.62	214.62	146.173	222.02	181.57	176.86	165.15	153.15	159.57	181.25	165.39
TNEAA(g kg ⁻¹ dry wt.)	194.18	195.76	202.27	175.06	203.68	212.21	209.12	203.43	202.01	193.01	210.58	190.44
TEAA/TAA ratio(%)	53.30	38.09	51.48	24.15	52.15	42.08	31.33	29.31	27.68	32.49	40.67	25.53
TEAA/TNEAA ratio(%)	114.13	83.58	106.11	83.50	109.00	85.56	84.57	81.18	75.81	82.67	86.07	86.85

Table 3-1-23. The A/E ratio (specific EAA content × 1000/ total EAA content including tyrosine and cystein) in muscle of imported and domestic live fishes

	Sea bass		Rock bream		Red seabream		Fat greenling		Hagfish		Red drum	Stone flounder
	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	imported	domestic
TEAA+TSEAA (g kg⁻¹ dry wt.) A/E ratio	239.16	179.85	237.64	160.73	242.61	198.84	193.02	182.67	167.31	177.62	197.30	180.06
THr.	85.76	122.77	119.42	119.39	115.49	120.80	121.49	124.16	127.91	124.37	121.74	117.46
Lys.	161.15	209.29	155.02	211.03	132.11	206.20	209.67	210.00	186.24	183.37	209.53	209.60
Val.	79.61	119.27	76.50	123.81	67.39	118.89	116.93	109.76	116.37	116.94	119.01	118.52
Leu.	113.27	173.37	110.59	175.07	109.97	167.67	169.93	167.57	170.16	167.60	168.17	169.11
Ile.	105.62	124.94	85.17	125.18	115.21	125.48	122.94	108.88	117.21	108.72	125.04	122.13
His.	79.32	75.95	60.01	75.49	76.71	86.65	77.97	83.21	90.97	97.68	87.94	85.36
Arg.	119.59	145.73	104.74	141.73	117.64	147.56	149.88	145.56	147.27	140.92	146.88	138.73
Met.+Cys.	23.30	19.67	19.45	16.76	18.47	21.21	20.70	21.04	20.71	23.93	20.84	18.32
Phe.+Tyr.	37.85	33.78	49.12	29.76	45.94	37.47	37.70	37.52	32.67	33.92	36.44	34.85

Table 3-3-24. The specific and total amino acid (EAA and TEAA), non-essential amino acid(NEAA and TNEAA) and total amino acid (TAA) content in muscle of imported and domestic live fishes

	Seabass		Rock bream		Red seabream		Fat greenling		Hagfish		Red drum	Stone flounder	Ref. profile	
	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	domestic	imported	imported	domestic	child	adult
Ile(g kg ⁻¹ dry wt.)	25.26	22.47	20.24	20.12	27.95	24.95	23.73	19.89	19.61	19.31	24.67	21.99	2.8	1.3
AAS for child	90.21	80.25	72.29	71.86	99.82	89.11	84.75	71.04	70.04	68.96	88.11	78.54		
AAS for adult	194.31	172.85	155.69	154.77	215.00	191.92	182.54	153.00	150.85	148.54	189.77	169.15		
Leu.(g kg ⁻¹ dry wt.)	27.09	31.18	26.28	28.14	26.68	33.34	32.8	30.61	28.47	29.77	33.18	30.45	6.6	1.9
AAS for child	41.05	47.24	39.82	42.64	40.42	50.52	49.70	46.38	43.14	45.11	50.27	46.14		
AAS for adult	142.58	164.11	138.32	148.11	140.42	175.47	172.63	161.11	149.84	156.68	174.63	160.26		
Lys.(g kg ⁻¹ dry wt.)	38.54	37.64	36.84	33.92	32.05	41	40.47	38.36	31.16	32.57	41.34	37.74	5.8	1.6
AAS for child	66.45	64.90	63.52	58.48	55.26	70.69	69.78	66.14	53.72	56.16	71.28	65.07		
AAS for adult	240.88	235.25	230.25	212.00	200.31	256.25	252.94	239.75	194.75	203.56	258.38	235.88		
Met.(g kg ⁻¹ dry wt.)	19.41	16	16.04	13.02	14.38	17.19	16.81	17.14	16.59	19.46	16.92	14.63	2.5	1.7
AAS for child	77.64	64.00	64.16	52.08	57.52	68.76	67.24	68.56	66.36	77.84	67.68	58.52		
AAS for adult	114.18	94.12	94.35	76.59	84.59	101.12	98.88	100.82	97.59	114.47	99.53	86.06		
Phe.(g kg ⁻¹ dry wt.)	24.2	21.22	29.51	18.94	29.44	24.22	25.43	23.9	22.63	20.34	24.31	23.87	6.3	1.9
AAS for child	38.41	33.68	46.84	30.06	46.73	38.44	40.37	37.94	35.92	32.29	38.59	37.89		
AAS for adult	127.37	111.68	155.32	99.68	154.95	127.47	133.84	125.79	119.11	107.05	127.95	125.63		
Thr.(g kg ⁻¹ dry wt.)	20.51	22.08	28.38	19.19	28.02	24.02	23.45	22.68	21.4	22.09	24.02	21.15	3.4	0.9
AAS for child	60.32	64.94	83.47	56.44	82.41	70.65	68.97	66.71	62.94	64.97	70.65	62.21		
AAS for adult	227.89	245.33	315.33	213.22	311.33	266.89	260.56	252.00	237.78	245.44	266.89	235.00		
Val.(g kg ⁻¹ dry wt.)	19.04	21.45	18.18	19.9	16.35	23.64	22.57	20.05	19.47	20.77	23.48	21.34	3.5	1.3
AAS for child	54.40	61.29	51.94	56.86	46.71	67.54	64.49	57.29	55.63	59.34	67.09	60.97		
AAS for adult	146.46	165.00	139.85	153.08	125.77	181.85	173.62	154.23	149.77	159.77	180.62	164.15		
His.(g kg ⁻¹ dry wt.)	18.97	13.66	14.26	12.133	18.61	17.23	15.05	15.2	15.22	17.35	17.35	15.37	1.9	1.6
AAS for child	99.84	71.89	75.05	63.86	97.95	90.68	79.21	80.00	80.11	91.32	91.32	80.89		
AAS for adult	118.56	85.38	89.13	75.83	116.31	107.69	94.06	95.00	95.13	108.44	108.44	96.06		

(2) 유리아미노산

Table 3-3-25~Table 3-3-31은 수입산과 국내산 활어의 유리아미노산 함량을 조사한 결과로서 대부분 어종에서 전체 유리아미노산에 대한 taurine 함량의 비율은 40%내외로 대부분을 차지하였으나 먹장어는 proline 함량이 가장 높은 경향을 나타내었다.

어종별로 살펴보면, 봄철 수입산과 국내산 농어의 총 유리아미노산 함량은 각각 298.12 mg/100g, 265.61 mg/100g으로 나타났으며, 그 중 수입산 농어는 anserine이 156.19 mg/100g로 전체 아미노산의 52.4%를 차지하였다. 그러나 국내산 농어는 taurine 함량이 109.96 mg/100g으로 전체 유리아미노산의 42.9%를 차지하고 있었다(Table 3-3-25).

겨울철 수입산과 국내산 농어를 봄철과는 달리 모두 taurine 함량이 각각 111.73(42.6%), 98.63 mg/100g(37.5%)를 나타내었으며, 계절에 관계없이 수입산과 국내산 모두 glycine, alanine, lysine의 함량이 taurine 다음으로 많은 함량을 나타내었으며, 국내산이 수입산에 비하여 lysine 함량이 높았다.

Table 3-3-26은 계절별에 따른 수입산과 국내산 돌돔의 유리아미노산 함량을 나타낸 것으로, 농어와 마찬가지로 국내산은 taurine 함량이 전체 아미노산 중 가장 많은 함량을 나타내었으나 수입산은 국내산에 비하여 현저히 낮은 함량을 나타내었으며, 겨울철에는 수입산과 국내산은 비슷한 경향을 나타내었다. 총 유리아미노산 함량은 수입산이 122.69 mg/100g, 국내산이 294.72 mg/100g이 봄철에 나타났으며, 겨울철에는 수입산이 237.48 mg/100g, 국내산이 273.07 mg/100g으로 국내산이 수입산에 비하여 다소 높은 함량을 나타내었다.

돌가자미의 유리아미노산 함량은 Table 3-3-27에 나타내었으며, 앞서 밝힌 바와 같이 수입이 되지 않아 국내산과 수입산을 비교하지 못하였다. 그러나 국내산 돌가자미의 유리아미노산의 총 함량은 봄철에 187.81 mg/100g, 겨울철에 289.87 mg/100g으로 나타났으며 taurine 함량은 봄철에 117.68 mg/100g(62.7%), 겨울철에 138.1 mg/100g(47.7%)이었으며, 특히 겨울철에는 glycine 함량이 77.16 mg/100g(26.6%)로 나타났다.

수입산과 국내산 먹장어의 총 유리아미노산 함량은 봄철에 수입산이 1147.32 mg/100g, 국내산은 1203.18mg/100g로 나타났으며, 겨울철에는 수입산이 945.66 mg/100g, 국내산이 912.51 mg/100g로 나타났다. 먹장어 육에서는 다른 어종과는 달리 taurine 함량이 차지하는 비율이 1.1~1.7%인데 반해, proline 함량은 24.4~36.9%를 차지하고 있었다(Fig. 3-3-28). 이는 앞서 살펴본 자연산 오징어육에서 나타나는 현상과 유사하였다.

쥐노래미의 유리아미노산 함량은 국내산이 233.75 mg/100g, 수입산은 182.39 mg/100g의 함량을 봄철에 나타냈으며, 다른 어종과 마찬가지로 taurine 함량이 국내산이 94.3 mg/100g(40.4%), 수입산이 102.89(56.4%)로 나타났다. 또한 glycine, lysine, alanine 함량이 기타 아미노산에 비하여 높은 함량을 나타냈다(Table 3-3-29). 겨울철에는 aspartic acid, glutamic acid, proline, lysine, arginine등 전반적으로 아미노산의 함량이 국내산이 높았으며, methionine, cystine, leucine 등의 아미노산은 수입산에서는 검출되지 않았다.

계절별 참돔의 총 유리아미노산 함량은 봄철에 수입산이 219.34mg/100g, 국내산이 306.60

mg/100g으로, taurine 함량은 수입산이 110.36 mg/100g으로 전체 유리아미노산의 50.3%를 차지하고 있으며, 국내산은 168.36 mg/100g으로 전체 유리아미노산의 54.9%를 차지하였다. 기타 아미노산은 glutamic acid, glycine, alaline 등의 아미노산이 다른 아미노산과 비교하여 높은 함량을 나타내었으며 겨울철 수입산 참돔은 3-methylhistine 함량이 높은 경향을 나타내었다 (Table 3-3-30).

중국산 홍민어의 유리아미노산 함량은 봄에 243.63 mg/100g, 겨울철에 300.95 mg/100g이였으며, 앞서 살펴본 어종과 마찬가지로 taurine 함량이 가장 높았으며 lysine, glysine, alanine 등의 아미노산이 다음으로 높았다(Table 3-3-31).

Table 3-3-25. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic sea bass

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

Table 3-3-26. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic rock bream

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

Table 3-3-27. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic stone flounder

No.	Amino acid	Content (mg/100g)	
		Spring Domestic	Winter Domestic
1	Phosphoserine	2.37(1.3)	0
2	Taurine	117.68(62.7)	138.11(47.7)
3	Phosphoethanolamine	3.28(1.8)	0
4	Aspartic Acid	7.83(4.2)	2.20(0.8)
5	Hydroxyproline	0	0
6	Threonine	2.26(1.2)	4.37(1.5)
7	Serine	2.54(1.4)	5.72(2.0)
8	Asparagine	0	0
9	Glutamic Acid	4.62(2.5)	8.64(3.0)
10	Sarosine	0	0
11	α -Aminoadipic	0	2.89(1.0)
12	Proline	0	1.32(0.5)
13	Glycine	14.34(7.6)	77.16(26.6)
14	Alanine	9.55(5.1)	14.72(5.1)
15	Citrulline	1.95(1.0)	0
16	α -Aminoiso-n-butyric Acid	0	2.46(0.9)
17	Valine	2.83(1.5)	0
18	Cystine	0	3.64(1.3)
19	Methionine	1.52(0.8)	1.74(0.6)
20	Cystathionine	0	0
21	Isoleucine	1.54(0.8)	2.23(0.8)
22	Leucine	3.01(1.6)	1.66(0.6)
23	Tyrosine	3.35(1.8)	1.34(0.5)
24	β -Alanine	0	0
25	Phenylalanine	1.87(1.0)	0
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0
27	Homocystine	0	0
28	Γ -Amino-n-butyric Acid	0	0
29	Ethanolamine	1.76(0.9)	0
30	δ -Hydroxylysine	0	0
31	Ornithine	0	0
32	Lysine	4.02(2.1)	19.93(6.9)
33	1-Methylhistidine	0	0
34	Histidine	1.49(0.8)	0.76(0.3)
35	3-Methylhistidine	0	0
36	Anserine	0	0
37	Carnosine	0	0
38	Arginine	0	0.98(0.3)
	Total	187.81	289.87
	Extractive nitrogen	304.81	306.38

Table 3-3-28. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic hagfish

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

Table 3-3-29. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic fat greenling

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

Table 3-3-30. Content of free amino acid composition in muscle of imported and domestic red seabream

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

Table 3-3-31. Content of free amino acid composition in muscle of imported red drum

No.	Amino acid	Content (mg/100g)	
		Spring Imported	Winter Imported
1	Phosphoserine	0	2.89(1.0)
2	Taurine	94.96(39.0)	128.32(42.6)
3	Phosphoethanolamine	1.98(0.8)	0
4	Aspartic Acid	0	3.06(1.0)
5	Hydroxyproline	6.80(2.8)	0
6	Threonine	5.07(2.1)	3.68(1.2)
7	Serine	2.49(1.0)	2.87(1.0)
8	Asparagine	0	0
9	Glutamic Acid	6.29(2.6)	6.93(2.3)
10	Sarosine	0	0
11	α -Aminoadipic	0	0
12	Proline	3.58(1.5)	2.13(0.7)
13	Glycine	14.25(5.9)	37.24(12.4)
14	Alanine	16.31(6.7)	24.54(8.2)
15	Citrulline	6.23(2.6)	1.12(0.4)
16	α -Aminoiso-n-butyric Acid	0	0
17	Valine	8.16(3.4)	2.46(0.8)
18	Cystine	4.65(1.9)	3.01(1.00)
19	Methionine	6.32(2.6)	1.44(0.5)
20	Cystathionine	5.46(2.2)	0
21	Isoleucine	4.27(1.8)	1.78(0.6)
22	Leucine	6.20(2.5)	1.20(0.4)
23	Tyrosine	3.85(1.6)	1.08(0.4)
24	β -Alanine	0	0
25	Phenylalanine	2.58(1.1)	1.33(0.4)
26	β -Aminoisobutyric Acid	0	0
27	Homocystine	0	0
28	γ -Amino-n-butyric Acid	0	0
29	Ethanolamine	0	0
30	δ -Hydroxylysine	0	0
31	Ornithine	2.04(0.8)	6.39(2.1)
32	Lysine	21.64(8.9)	32.84(10.9)
33	1-Methylhistidine	0	0
34	Histidine	2.72(1.1)	3.50(1.2)
35	3-Methylhistidine	0	0
36	Anserine	14.65(6.0)	30.02(1.0)
37	Carnosine	0	0
38	Arginine	3.13(1.3)	3.12(1.0)
	Total	243.63	300.95
	Extractive nitrogen	304.89	299.85

(3) ATP 관련물질

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

국내산 농어와 수입산 농어의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철 국내산에서는 총 9.71 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 7.01 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.09 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산에서는 총 10.45 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 7.31 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.81 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 10.06 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 11.03 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP함량이 7.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.13 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 1.20 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP함량이 7.84 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.87 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 1.16 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 농어에서는 총 ATP관련물질의 함량이 10.54 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 7.25 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 1.59 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 1.16 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산 농어에는 11.02 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 8.01 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.03 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.64 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다(Fig. 3-3-1).

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

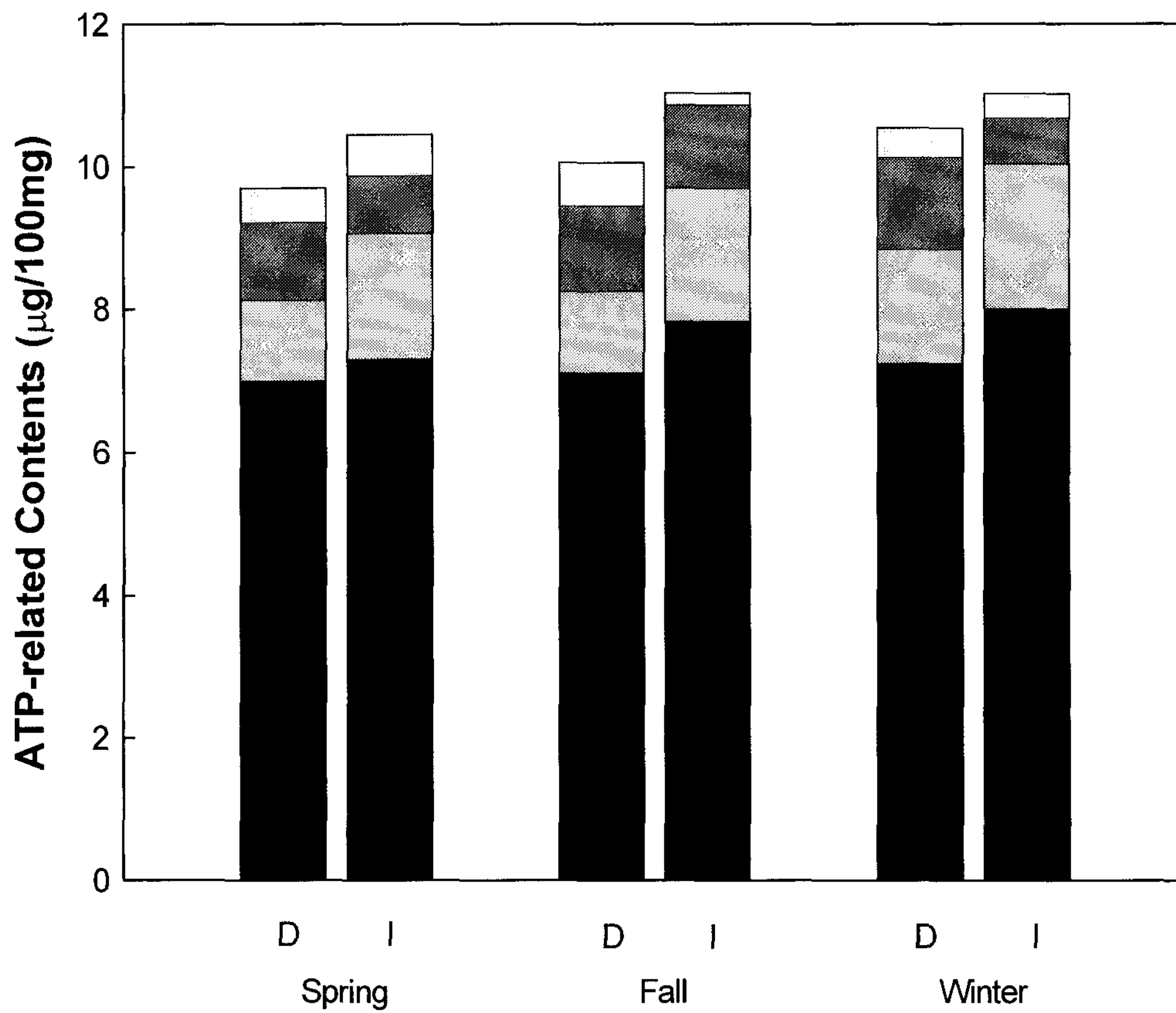


Fig. 3-3-1. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic sea bass. D : Domestic fish, I : Imported fish

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

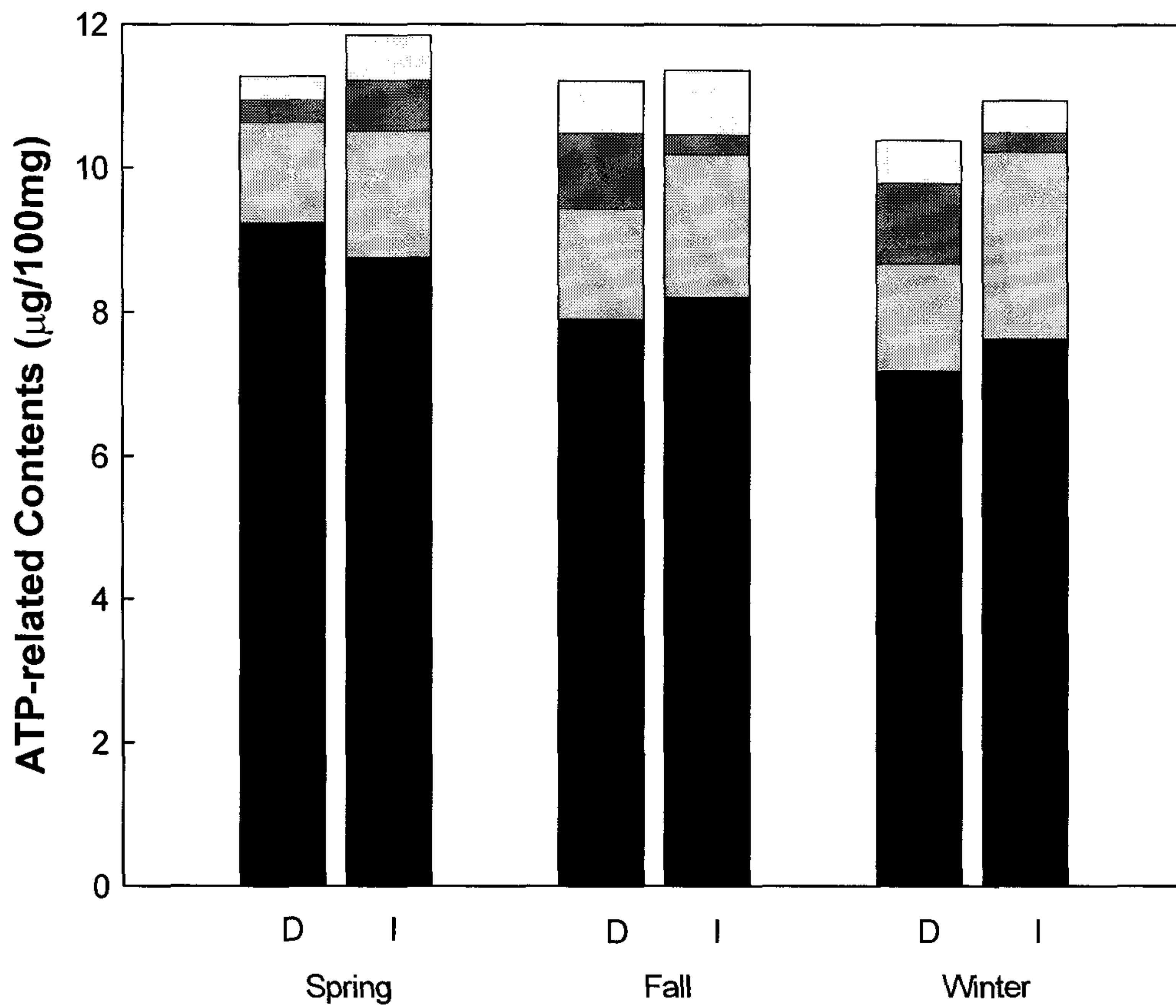


Fig. 3-3-2. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic rock bream.

Symbols are the same as those in Fig. 3-3-1.

국내산 돌가자미와 수입산 돌가자미의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철 국내산에서는 총 10.26 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 7.16 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.96 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.88 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산은 수입이 되지 않아 측정이 불가하였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 10.77 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 10.24 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP함량이 7.97 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 2.46 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.31 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP함량이 7.31 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.74 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 0.82 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 돌가자미에서는 총 ATP관련물질의 함량이 9.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 6.90 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 1.61 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 1.19 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 가을철 돌가자미는 수입이 되지 않아 측정이 불가하였다.

국내산 먹장어와 수입산 먹장어의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철 국내산에서는 총 5.56 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 3.26 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.07 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산에서는 총 5.84 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 2.17 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.02 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 1.33 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 5.35 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 5.74 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP함량이 3.27 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 0.97 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP함량이 1.96 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 2.40 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 1.12 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 먹장어에서는 총 ATP관련물질의 함량이 5.31 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 3.57 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 0.85 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 0.56 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산 먹장어에는 5.53 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 2.92 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.44 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.91 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다.

국내산 쥐노래미와 수입산 쥐노래미의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철 국내산에서는 총 11.64 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP 함량은 9.99 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 0.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.42 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였고, 수입산에서는 총 11.99 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, 이중 ATP는 9.43 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 2.02 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.22 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 함량을 보였다. 가을철을 살펴보면, 국내산과 수입산의 전체 ATP관련물질의 함량이 각각 11.33 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, 11.54 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, 국내산에서 ATP함량이 9.37 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.64 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.28 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산에서는 ATP함량이 8.77 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 2.04 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP는 0.60 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철의 국내산 쥐노래미에서는 총 ATP관련물질의 함량이 10.76 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP는 7.32 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 1.89 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 1.23 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 수입산 쥐노래미에는 11.71 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ATP관련물질이 있었으며, ATP는 9.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.69 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP는 0.74 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다.

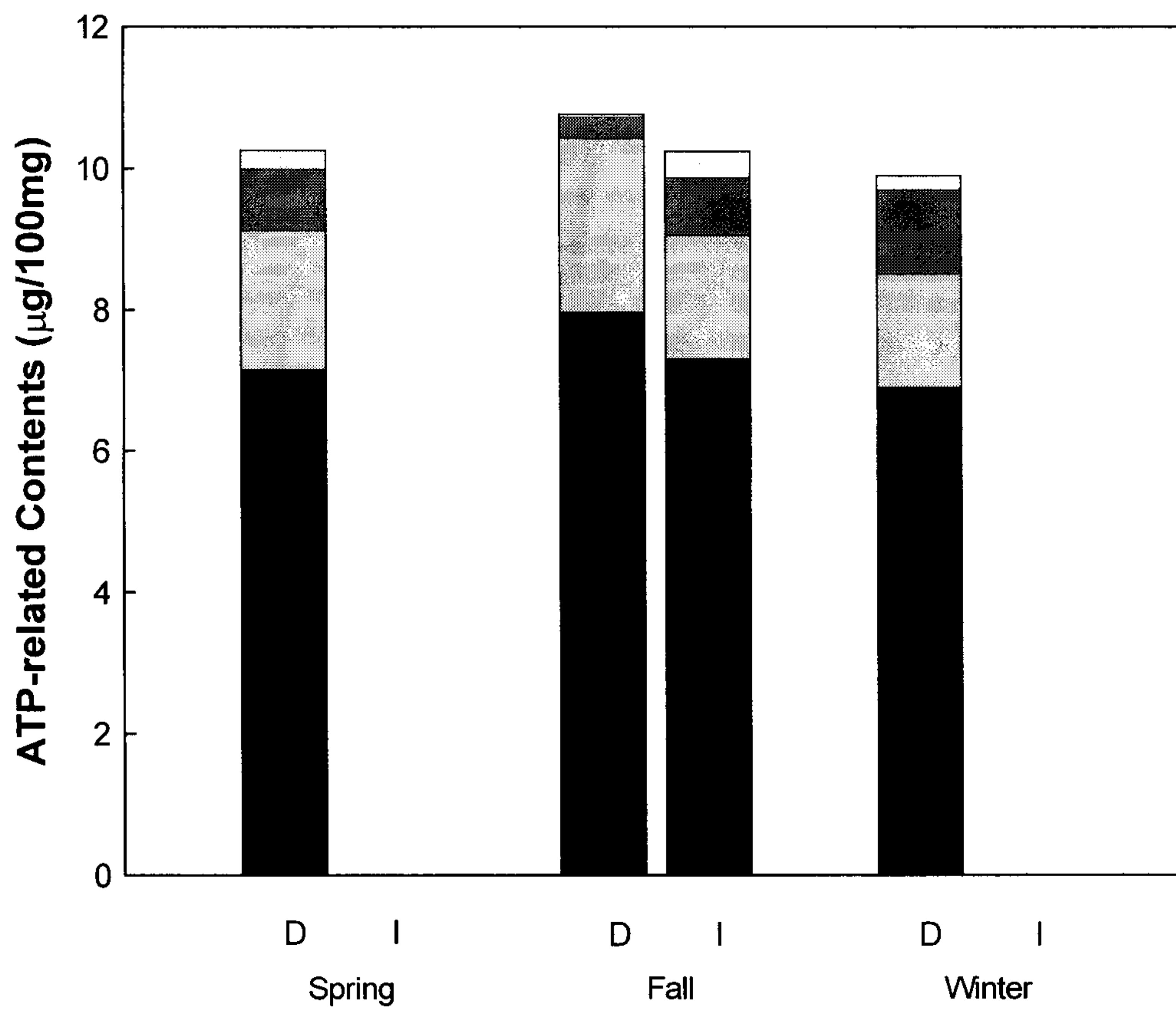


Fig. 3-3-3. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic stone flounder.

Symbols are the same as those in Fig. 3-3-1.

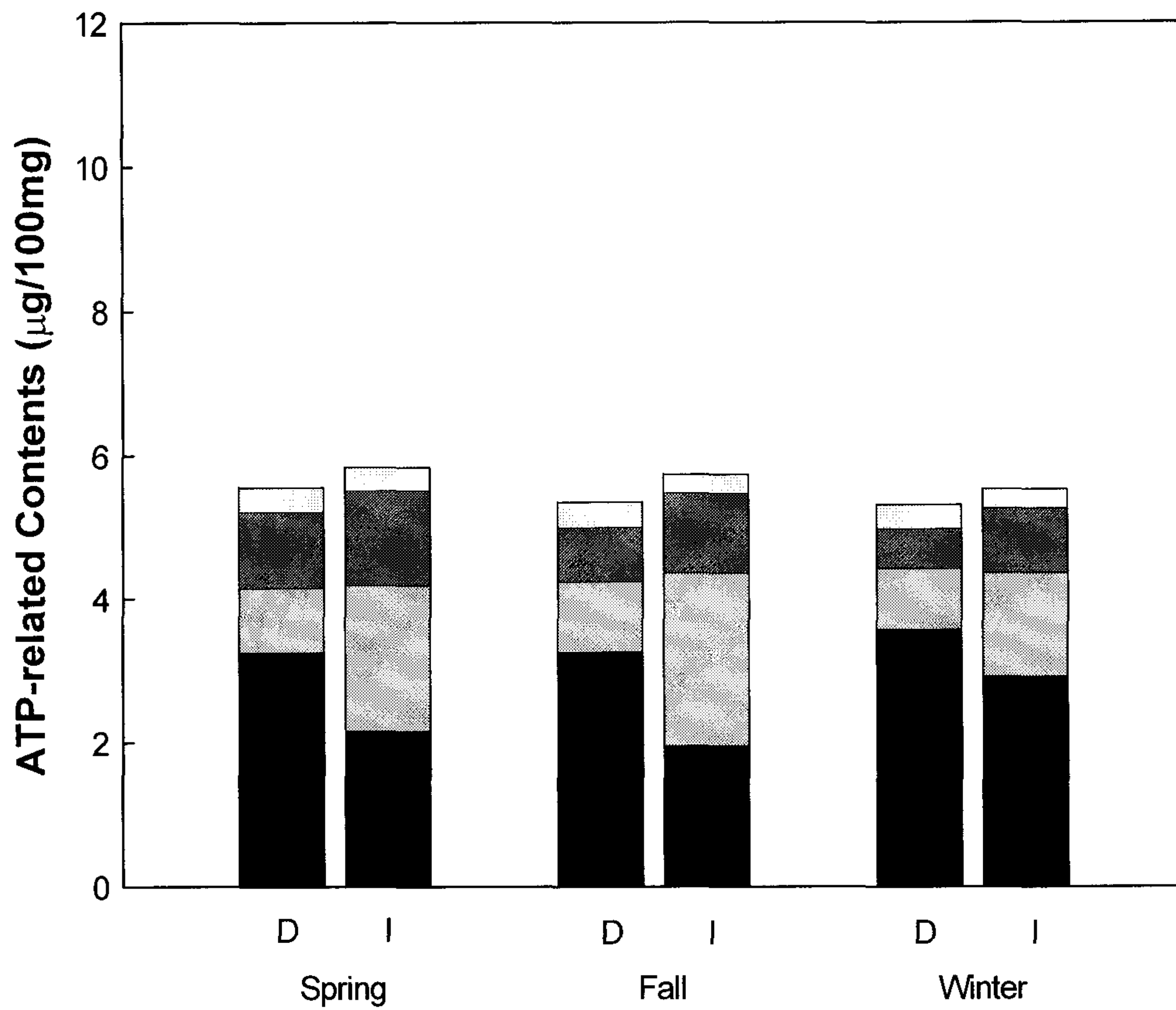


Fig. 3-3-4. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic hagfish.

Symbols are the same as those in Fig. 3-3-1.

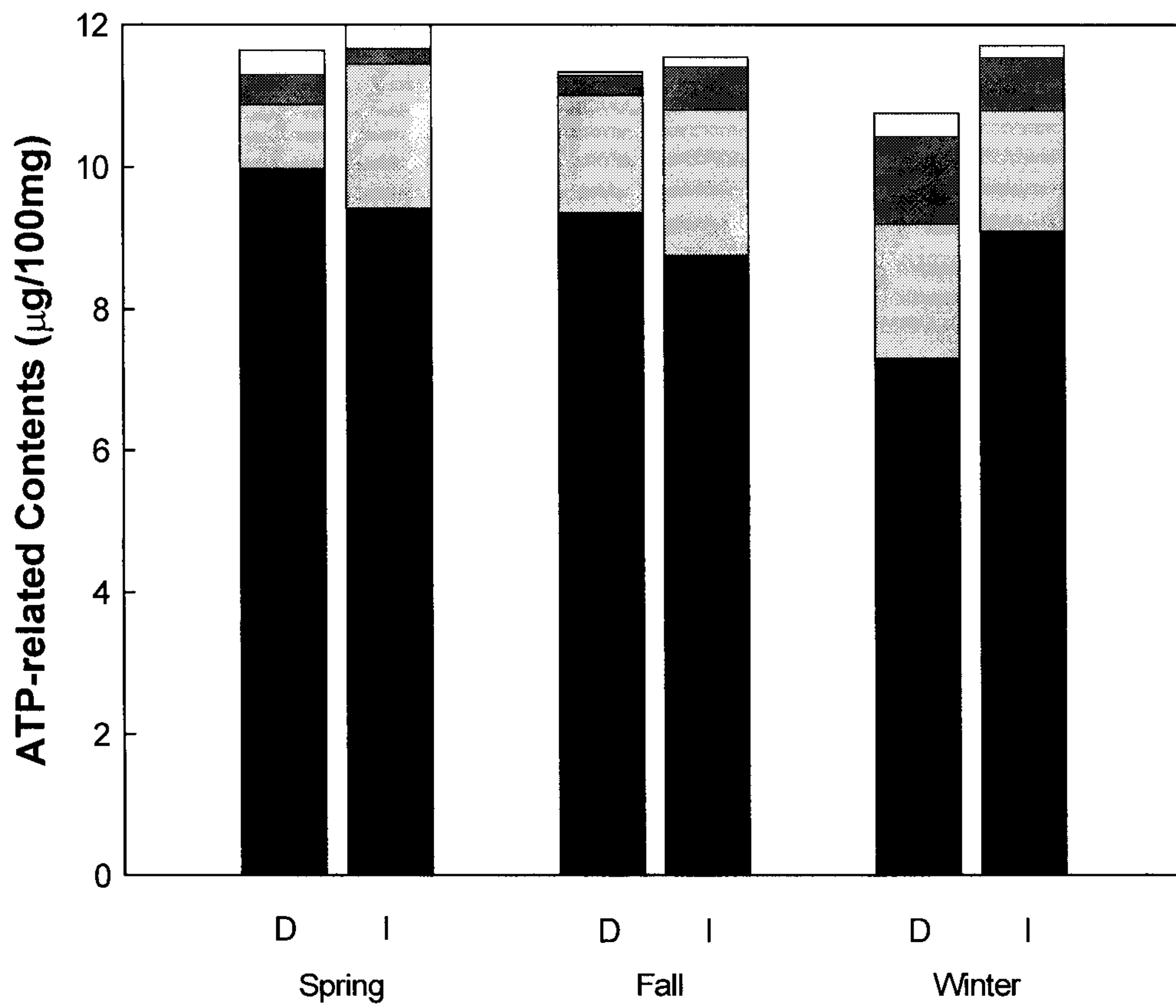


Fig. 3-3-5. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic fat greenling.

Symbols are the same as those in Fig. 3-3-1.

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

수입산 홍민어의 ATP 관련물질의 함량을 알아보면, 봄철의 홍민어는 전체 ATP관련물질의 함량이 10.09 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 으로 나왔으며, ATP함량이 7.94 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP의 함량이 1.31 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 그리고 IMP 함량이 0.67 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 가을철의 수입산 홍민어에서는 총 ATP관련물질의 함량이 10.53 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 존재하였다. 이중 ATP함량이 8.49 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 들어있었으며, 1.60 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 의 ADP+AMP가 있었고, IMP는 0.32 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 존재하였다. 겨울철 수입산 홍민어에서는 ATP 함량은 8.28 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, ADP+AMP는 1.11 $\mu\text{g}/100\text{mg}$, IMP 0.53 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 등의 ATP관련물질이 존재하였으며, 총 ATP관련물질의 함량은 10.08 $\mu\text{g}/100\text{mg}$ 이 있었다.

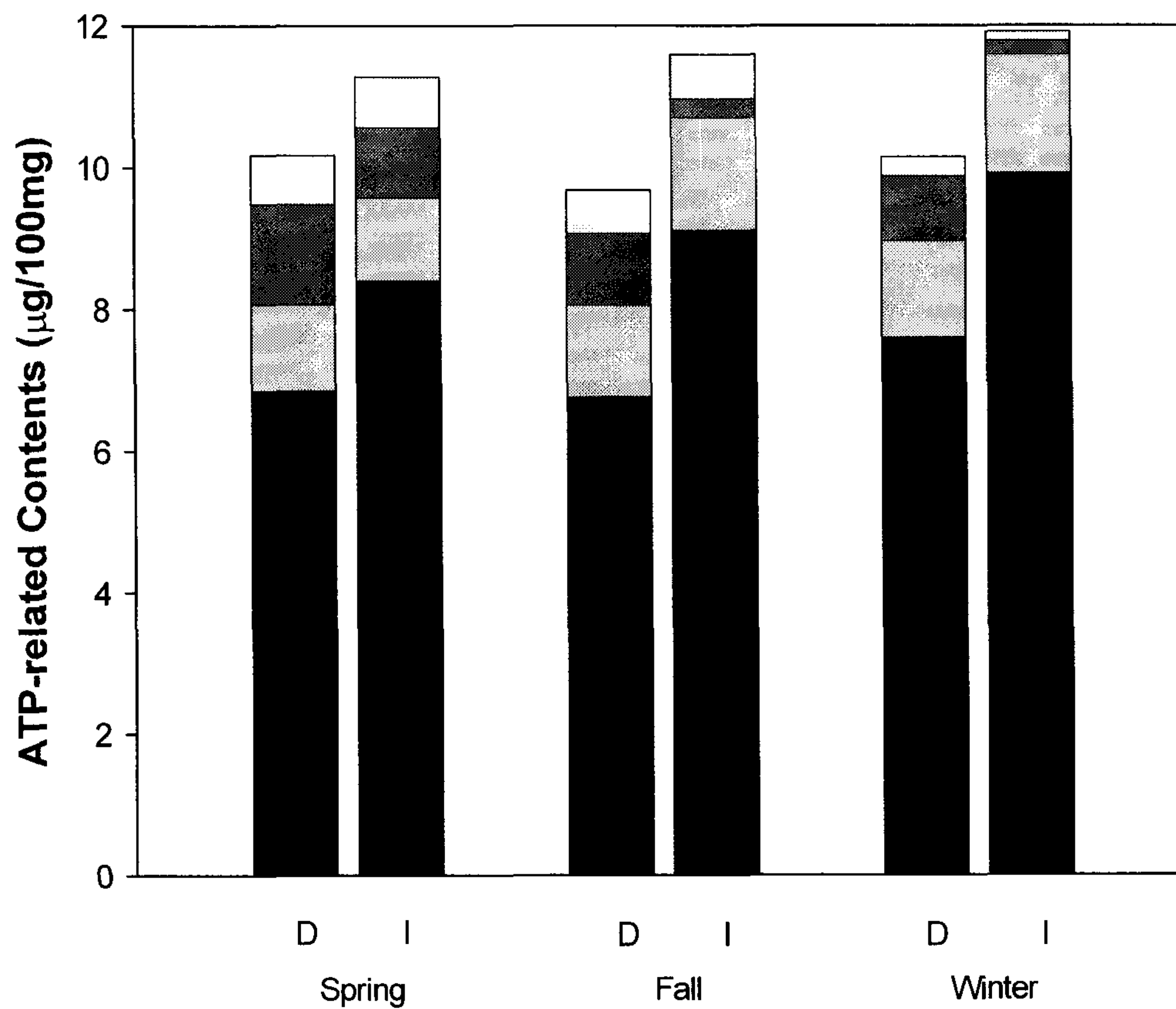


Fig. 3-3-6. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported and domestic red seabream.

Symbols are the same as those in Fig. 3-3-1.

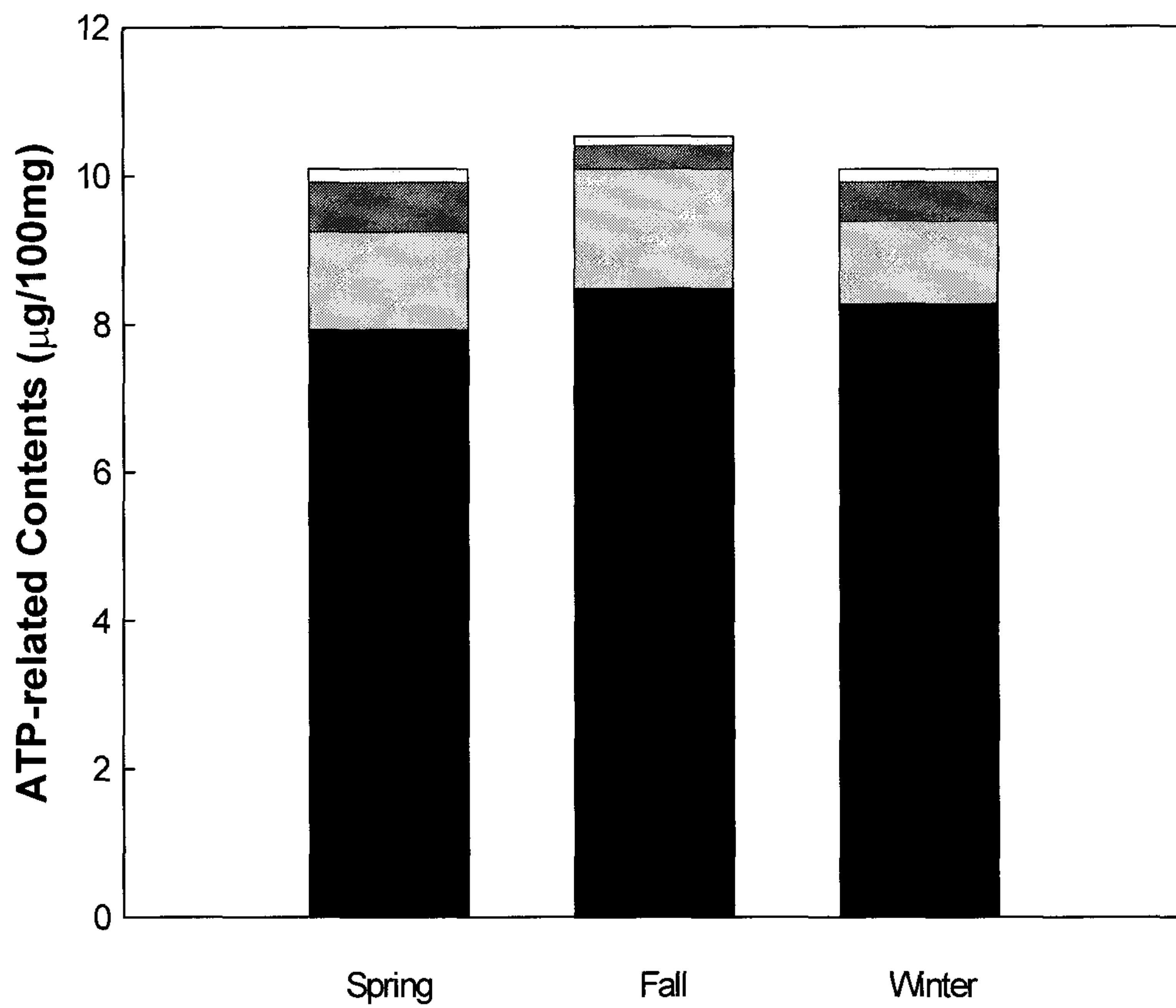


Fig. 3-3-7. Seasonal variations of content of ATP related compounds in muscles of imported red drum.

Symbols are the same as those in Fig. 3-3-1.

다. 수입산과 국내산 활어 근육의 품질 및 지질분포

(1) 파괴강도

수입산 국내산 농어에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 1.30 ± 0.12 kg, 수입산은 1.25 ± 0.15 kg으로, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 1.26 ± 0.10 kg, 1.35 ± 0.20 kg으로 나타났으며 겨울에는 국내산과 수입산이 각각 1.37 ± 0.06 kg, 1.49 ± 0.11 kg으로 나타났다(Fig. 3-3-7).

수입산 국내산 돌돔에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 1.75 ± 0.13 kg, 수입산은 1.89 ± 0.15 kg으로, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 1.79 ± 0.07 kg, 1.83 ± 0.15 kg으로 나타났으며 겨울에는 국내산과 수입산이 각각 1.85 ± 0.09 kg, 1.80 ± 0.10 kg으로 나타났(Fig. 3-3-8)..

수입산 국내산 돌가자미에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 1.55 ± 0.11 kg, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 1.62 ± 0.10 kg, 1.59 ± 0.09 kg으로 나타났으며 겨울에는 국내산이 1.52 ± 0.0 kg으로 나타났다(Fig. 3-3-9).

수입산 국내산 쥐노래미에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 1.69 ± 0.10 kg, 수입산은 1.65 ± 0.11 kg으로, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 1.71 ± 0.13 kg, 1.65 ± 0.19 kg으로 나타났으며 겨울에는 국내산과 수입산이 각각 1.59 ± 0.09 kg, 1.62 ± 0.12 kg으로 나타났다(Fig. 3-3-10).

수입산 국내산 참돔에 대한 육질의 단단함은 봄에는 국내산에서는 1.23 ± 0.10 kg, 수입산은 1.31 ± 0.09 kg으로, 가을에는 국내산과 수입산이 각각 1.29 ± 0.08 kg, 1.39 ± 0.09 kg으로 나타났으며 겨울에는 국내산과 수입산이 각각 1.25 ± 0.09 kg, 1.37 ± 0.07 kg으로 나타났다(Fig. 3-3-11).

수입산 홍민어에 대한 육질의 단단함은 봄에는 1.88 ± 0.08 kg으로, 가을에는 1.98 ± 0.11 kg으로 나타났으며 겨울에는 2.01 ± 0.14 kg으로 나타났다(Fig. 3-3-12).

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

또한 가을철 돌가자미는 국내산이 다소 높았으나, 봄, 겨울에는 수입되지 않아 비교 검토하기는 어려웠으며, 참돔의 경우는 일본산이 국내산에 비하여 다소 높은 경향을 나타내었으며, 홍민어의 육질의 단단함은 $1.8 \sim 2.0$ kg으로 다른 어종에 비하여 매우 높은 파괴강도 값을 나타내었다.

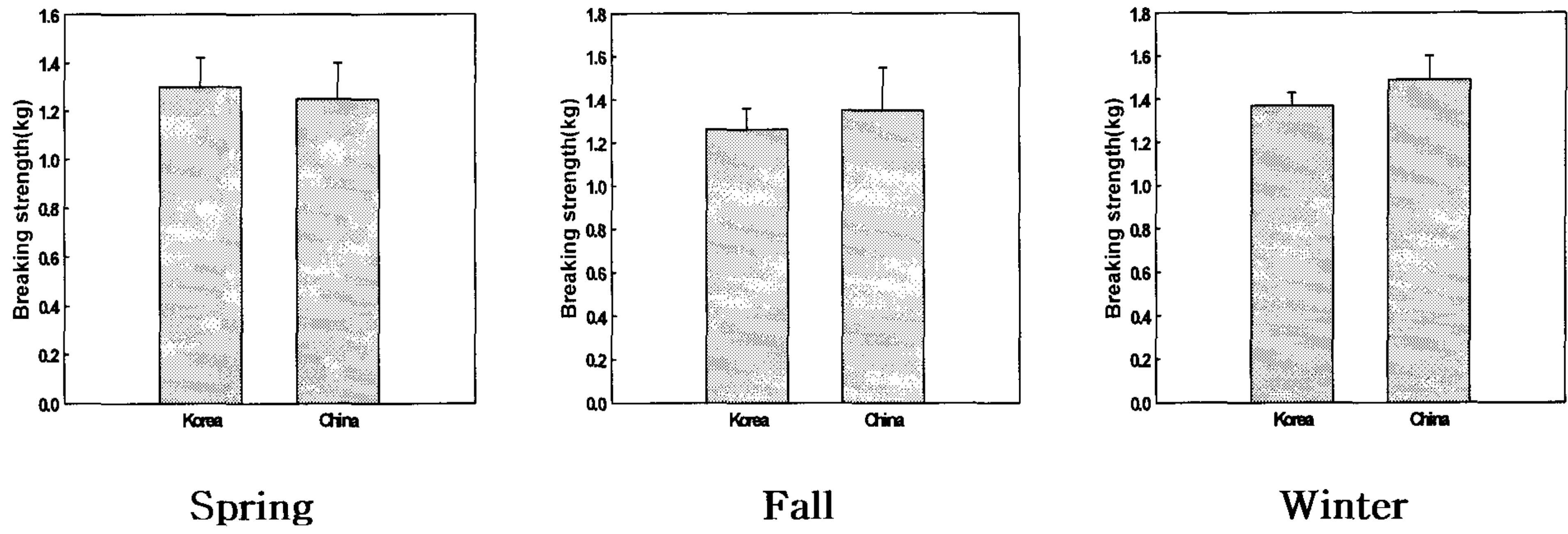


Fig. 3-3-7. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic sea bass.

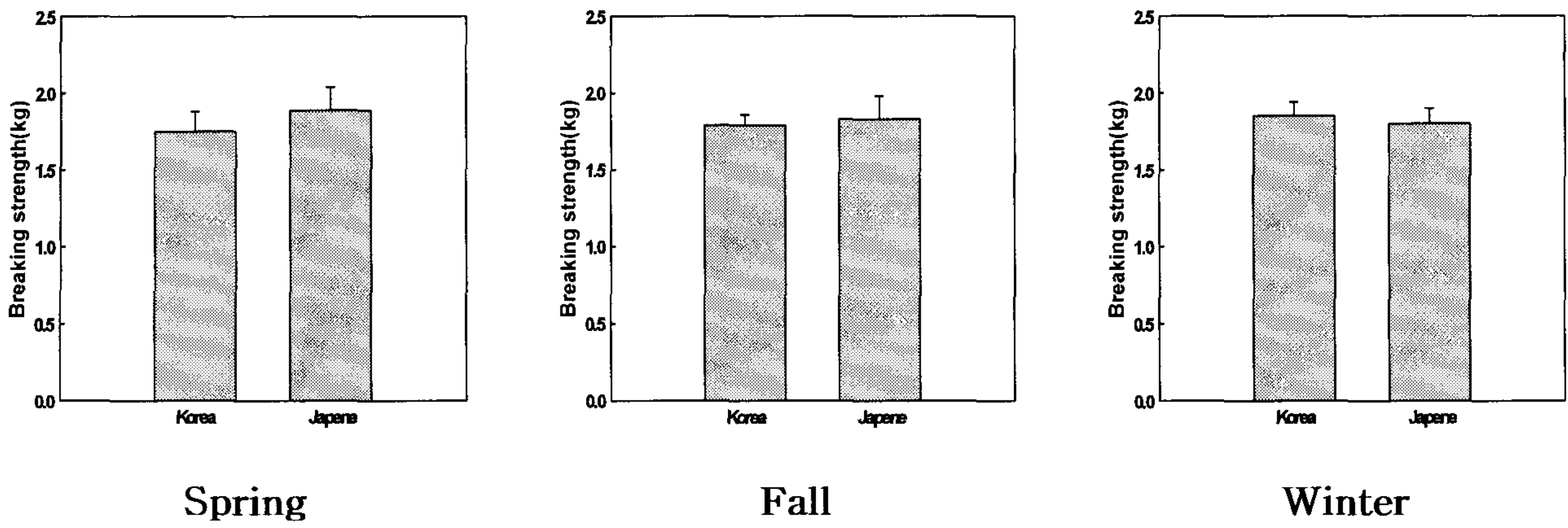


Fig. 3-3-8. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic rock bream.

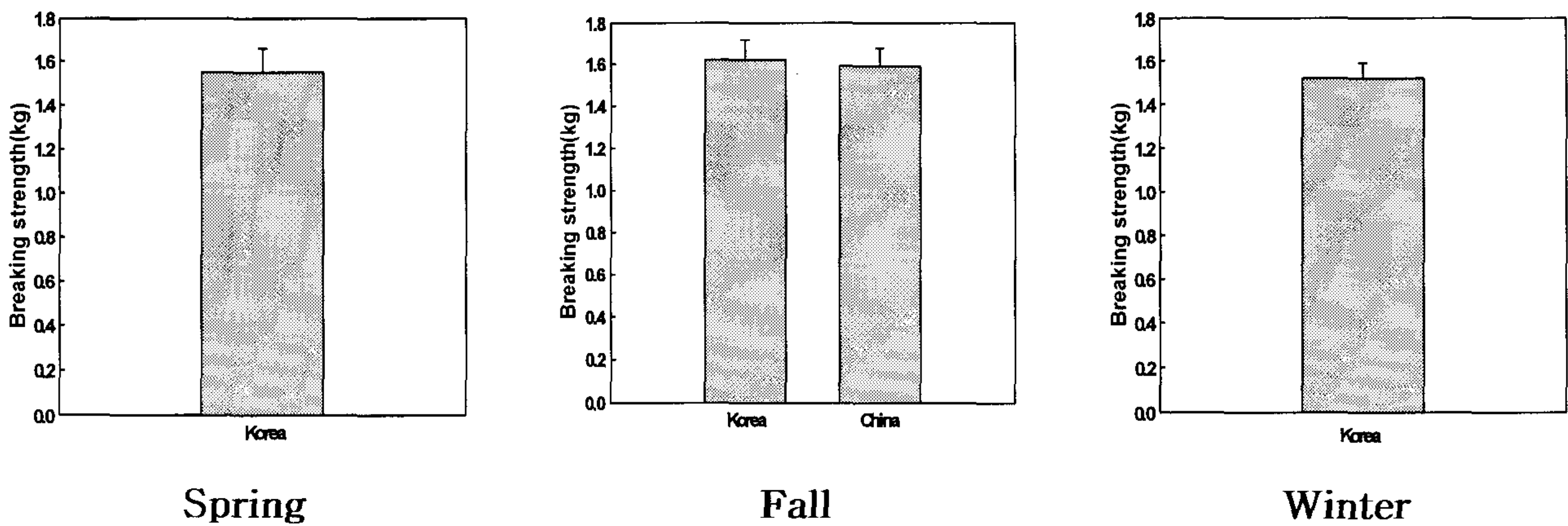


Fig. 3-3-9. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic stone flounder.

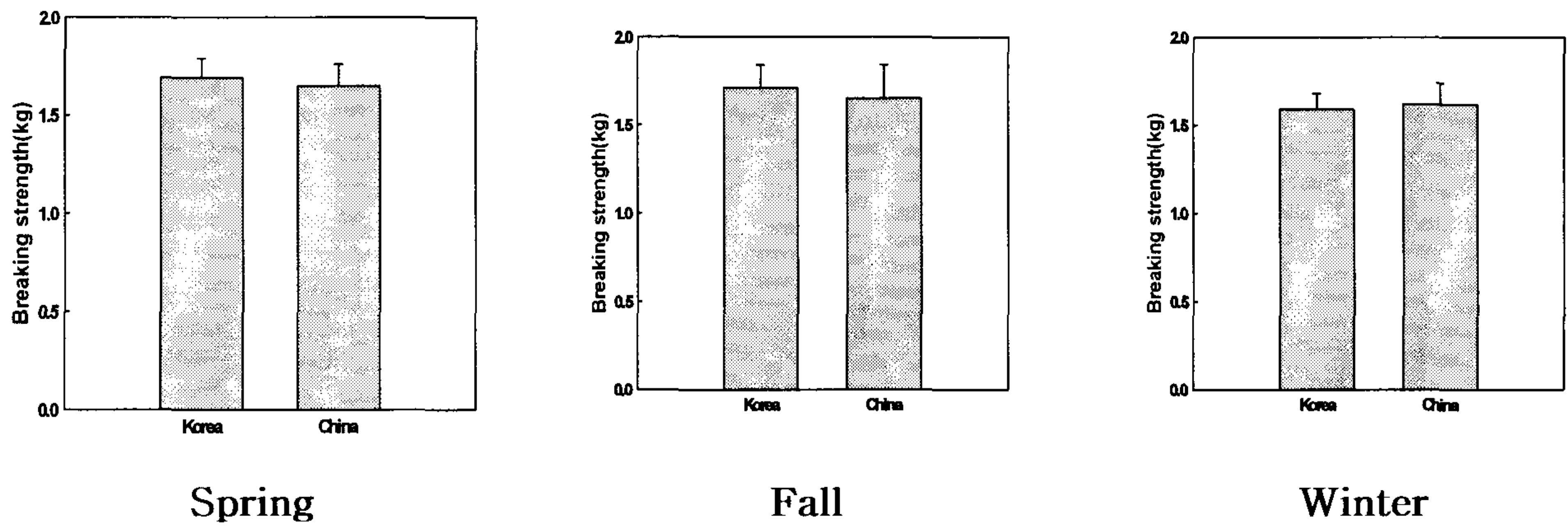


Fig. 3-3-10. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic fat greenling.

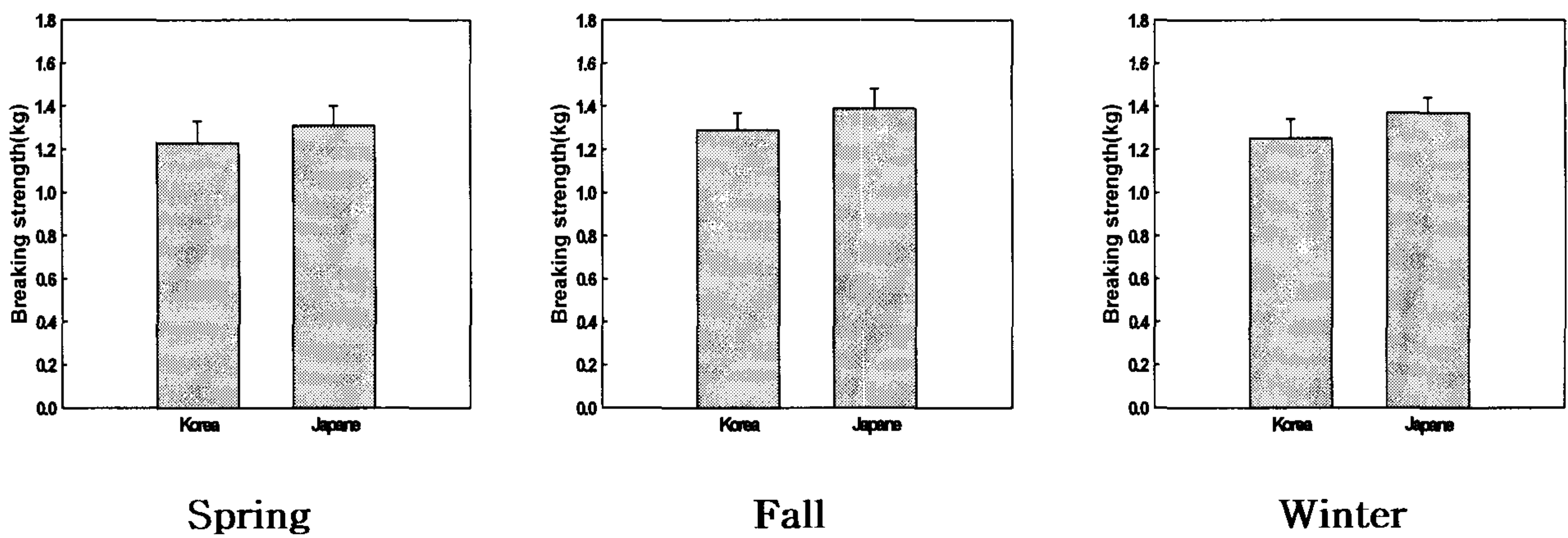


Fig. 3-3-11. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic red seabream.

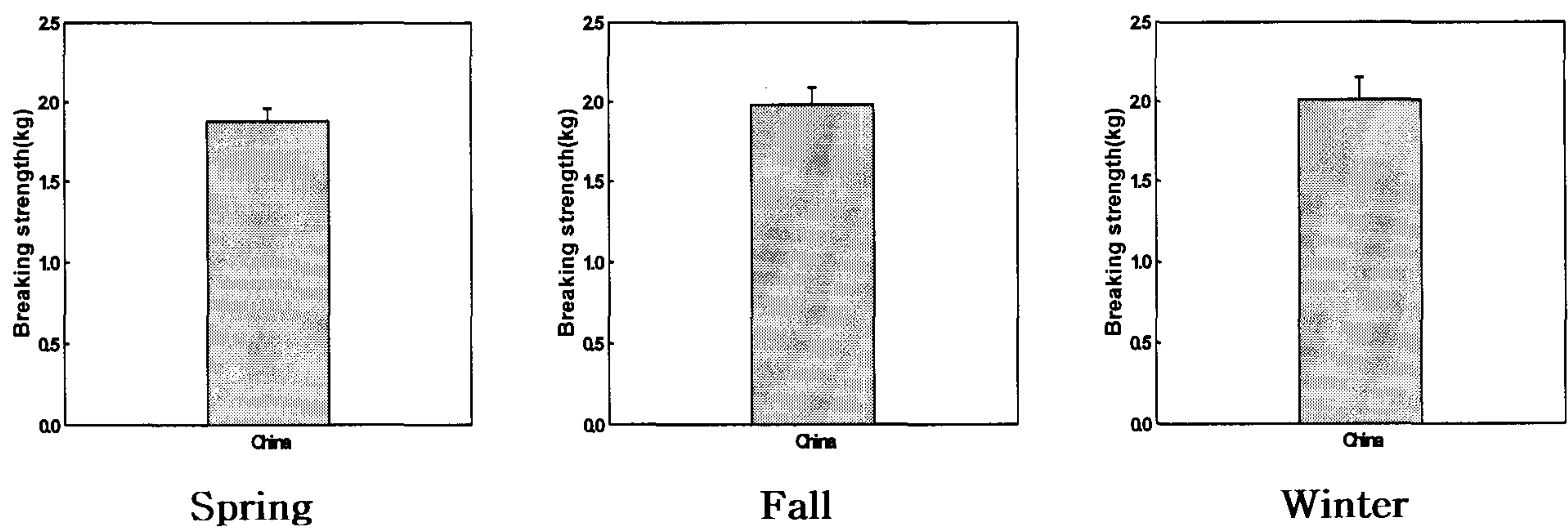


Fig. 3-3-12. Comparison of breaking strength in muscle of imported and domestic red drum.

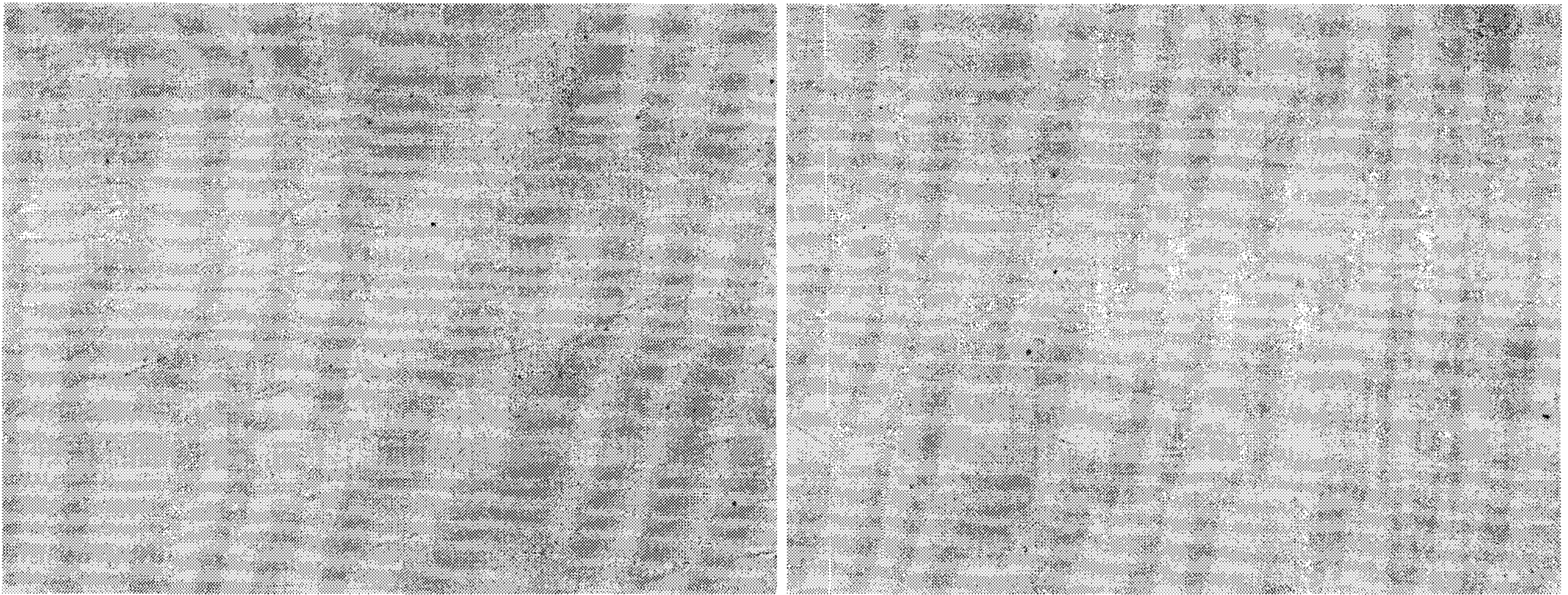
(2) 지질의 분포

조사된 수입산과 국내산 활어의 계절별에 따른 지방의 분포도를 살펴보기 위하여 생선회를 섭취하는 등육의 일정부위를 채취하여 Sudan black 염색액을 이용하여 조직을 염색 후 광학현미경으로 살펴보았다(Fig. 3-3-13~Fig. 3-3-19).

먹장어를 제외하고는 근육 중의 분포하는 지방질은 고르게 분포하고 있으므로 생선횃감용 활어에 대하여 계절별에 따라 생선회의 맛을 좌우하는 육질의 단단함은 국내산이 수입산 보다 높았지만 그 차이는 미미하였으며, 육질의 단단함이 높은 국내산 활어에서 지방의 분포가 수입산에 비하여 적었다.

(3) 활어의 건강도

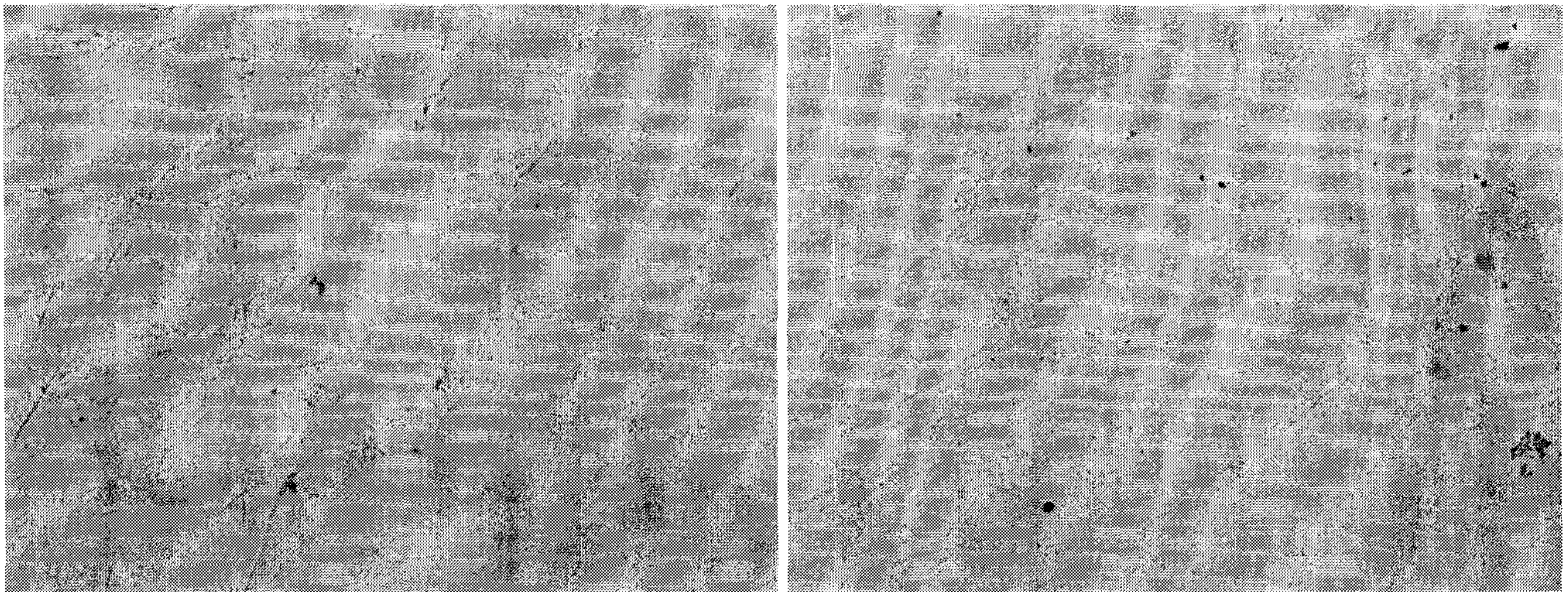
수입산과 국내산 활어의 건강도를 측정한 결과, 건강도 측정기준인 AEC값이 0.85이상으로 건강하였지만 일부 수입산 어종에서 낮은 수치를 나타내어 어획 및 유통 중의 스트레스로 인하여 활어의 건강도가 국내산에 비하여 떨어진다는 것을 확인하였다(Table 3-3-32).



(a) Domestic

(b) Imported

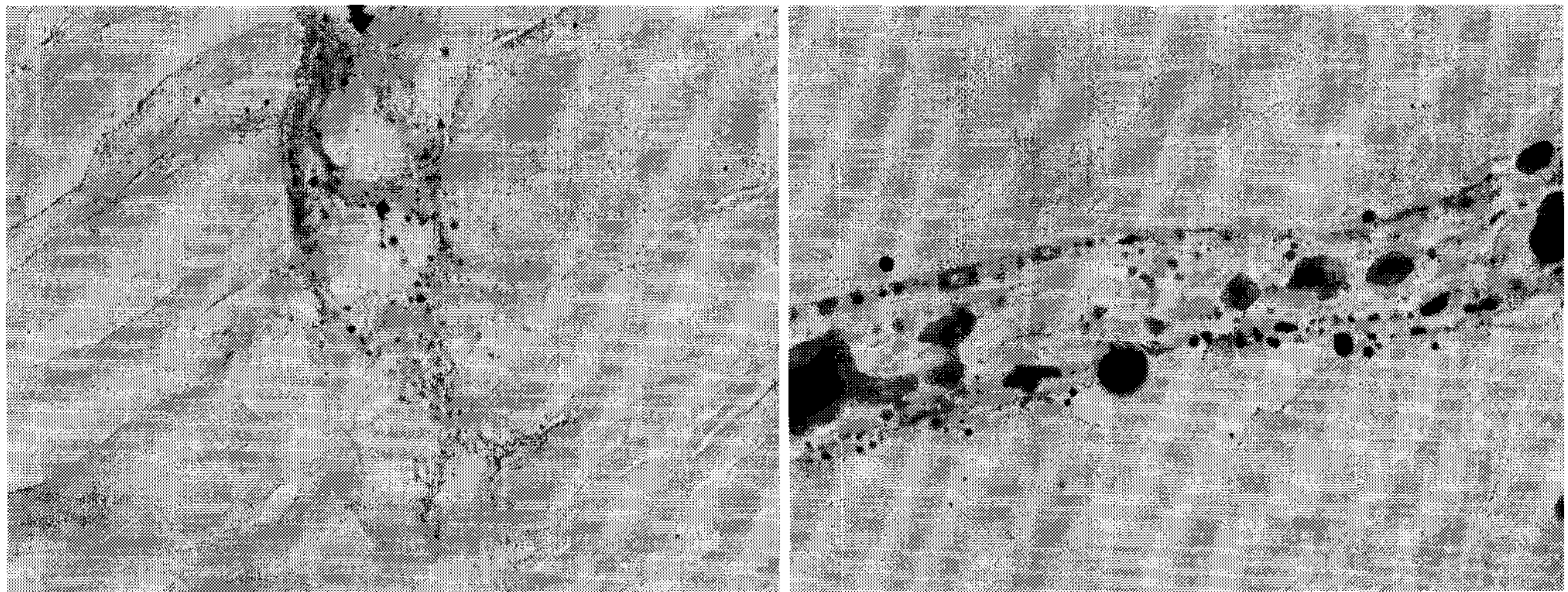
Fig. 3-3-13. Lipid-stained muscle of imported and domestic sea bass.



(a) Domestic

(b) Imported

Fig. 3-3-14. Lipid-stained muscle of imported and domestic rock bream.



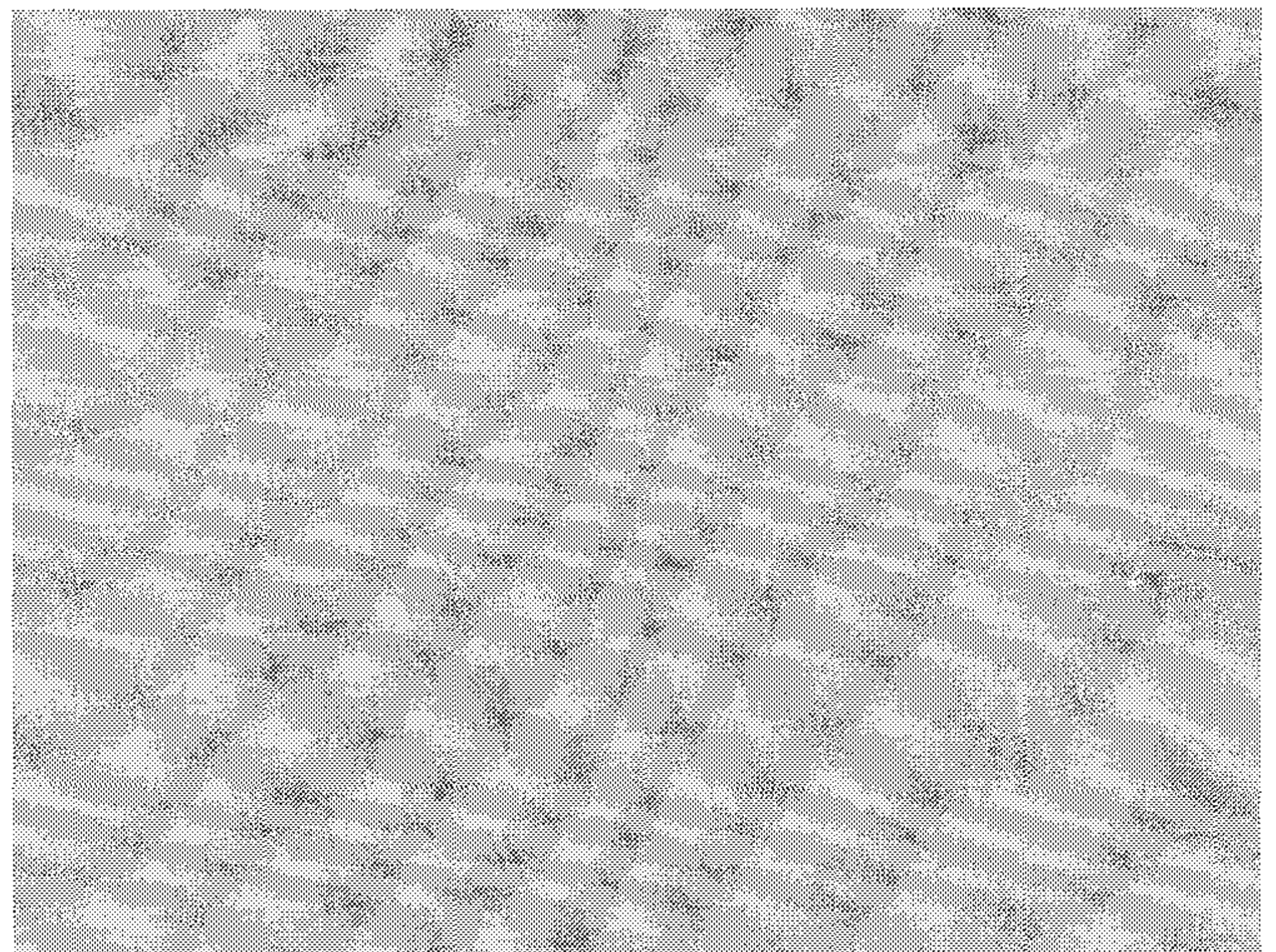
(a) Domestic

(b) Imported

Fig. 3-3-15. Lipid-stained muscle of imported and domestic hagfish.

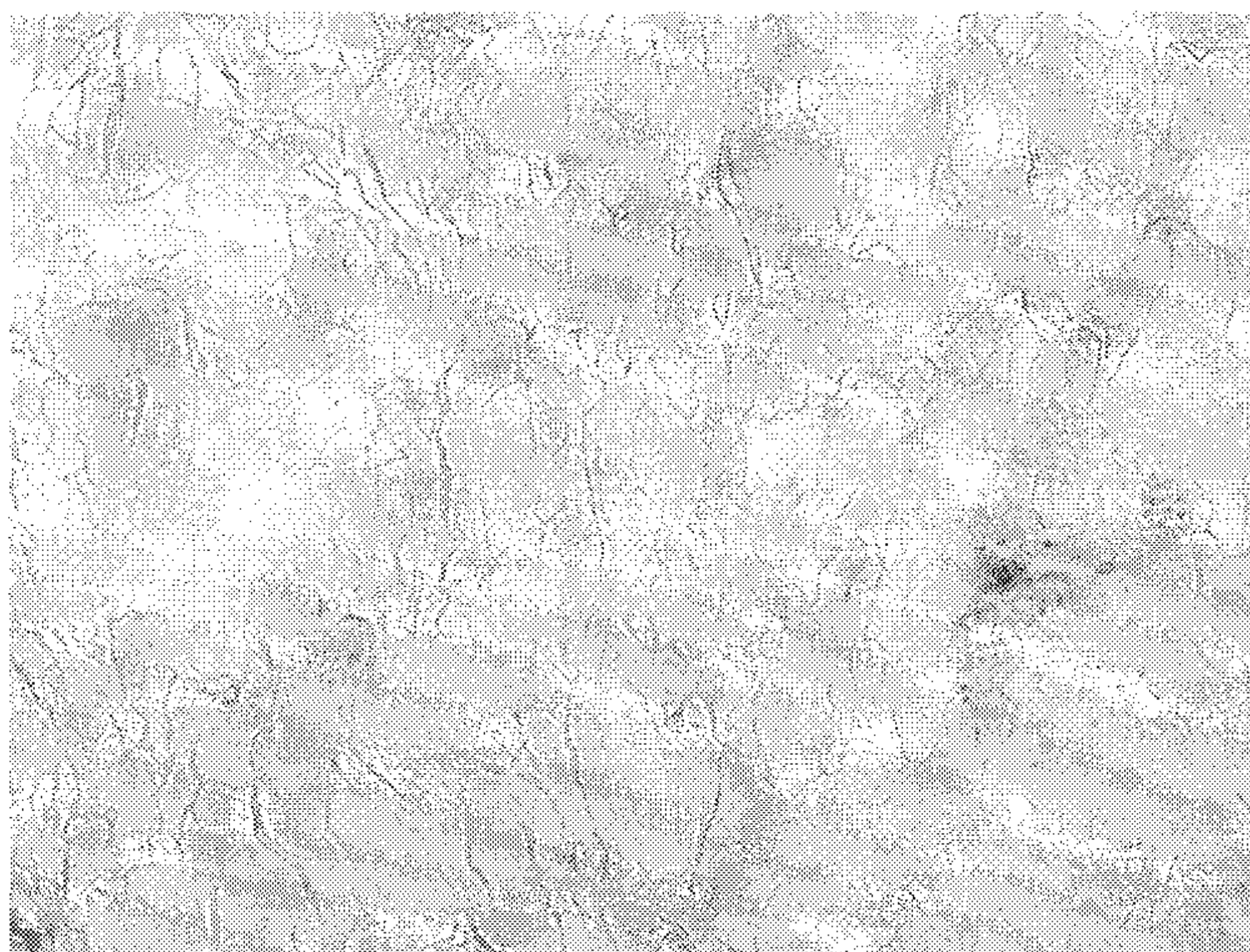


(a) Domestic

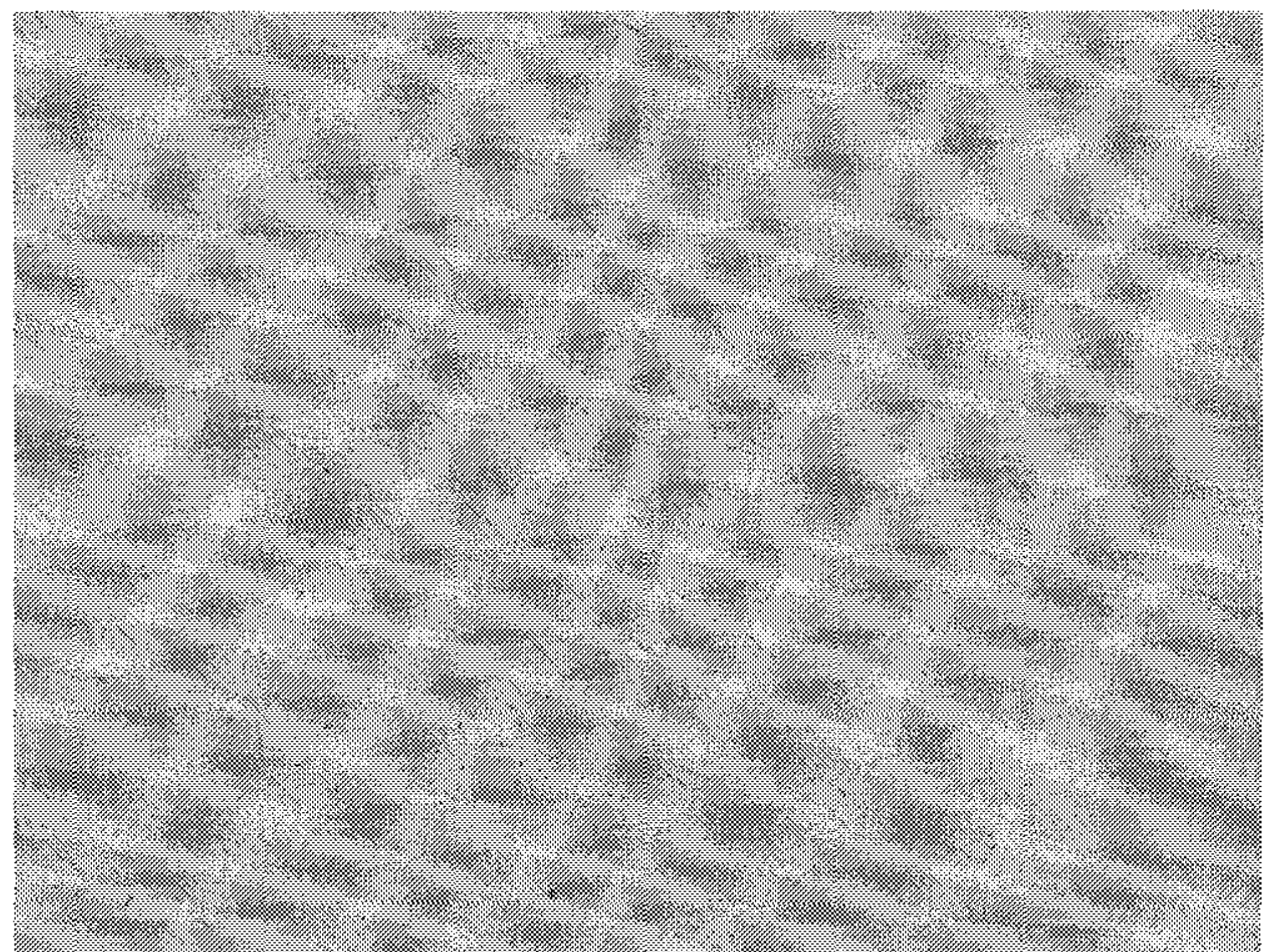


(b) Imported

Fig. 3-3-16. Lipid-stained muscle of imported and domestic fat greenling.



(a) Domestic



(b) Imported

Fig. 3-3-17. Lipid-stained muscle of imported and domestic red seabream.

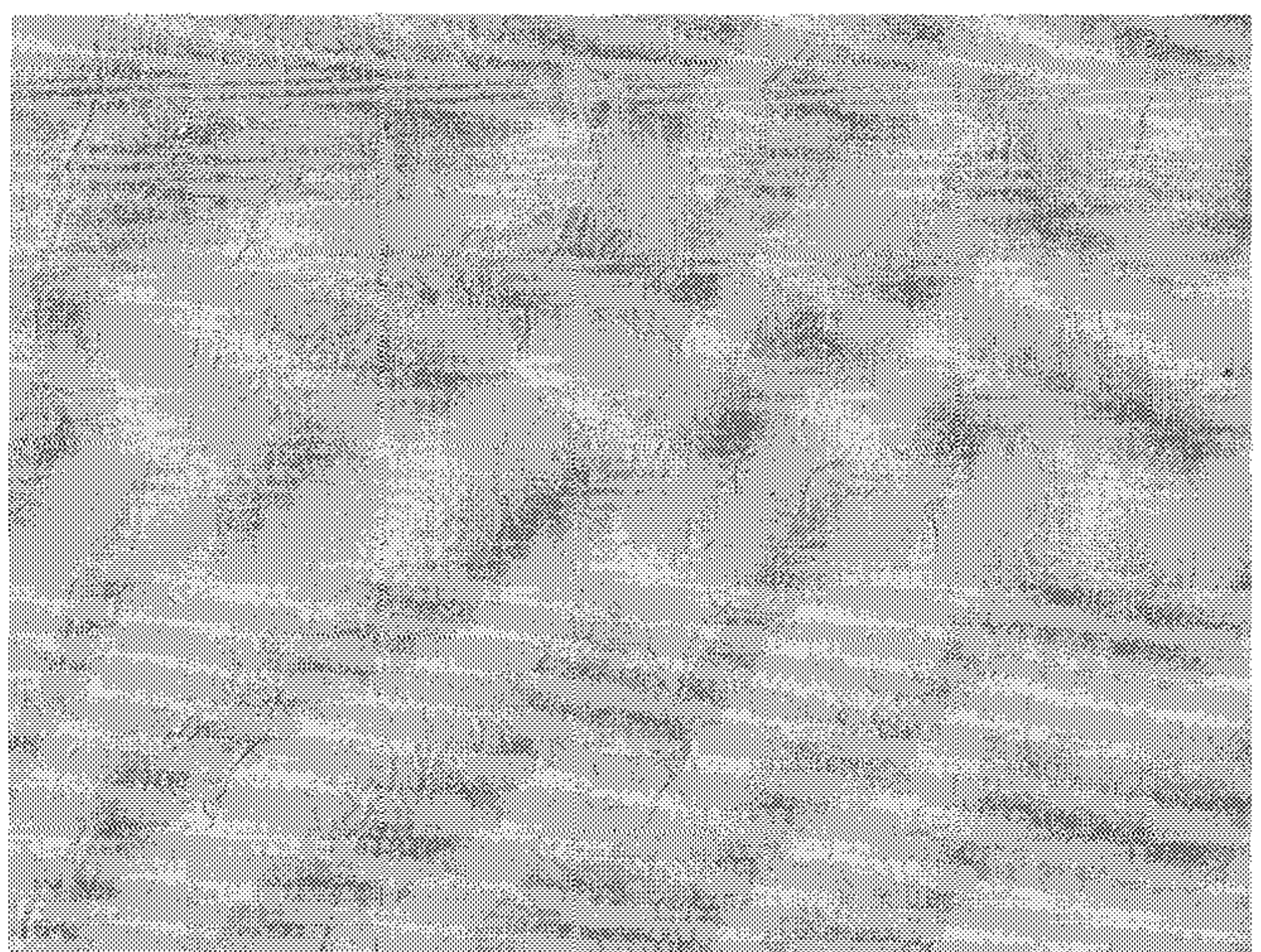


Fig. 3-3-18. Lipid-stained muscle of imported and domestic stone flounder.

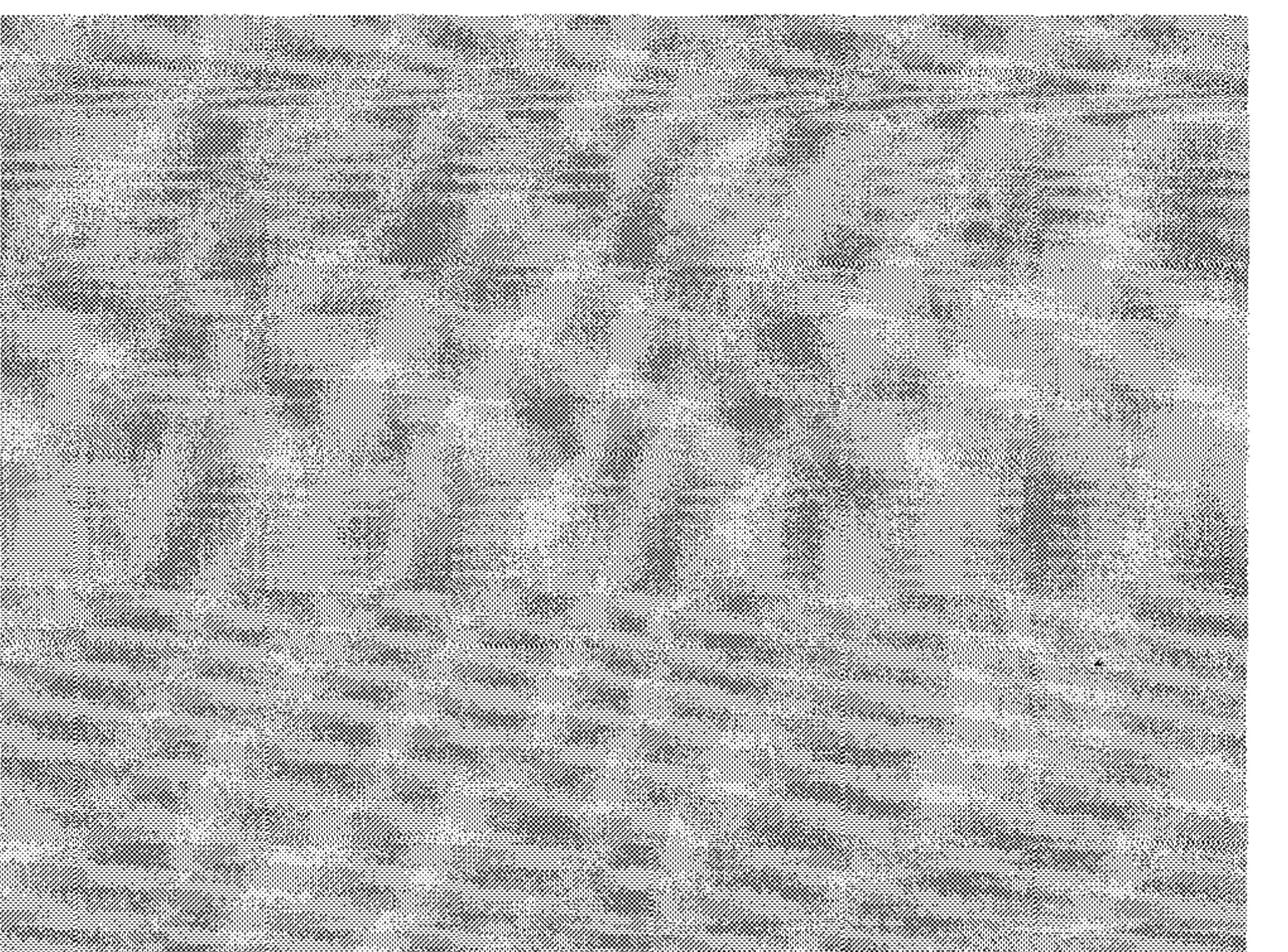


Fig. 3-3-19. Lipid-stained muscle of imported and domestic red drum.

Table 3-3-32. Seasonal variations of AEC in muscles of imported and domestic live fishes

	Spring		Fall		Winter	
	Domestic	Imported	Domestic	Imported	Domestic	Imported
Seabass	0.90	0.89	0.89	0.88	0.89	0.89
Rock bream	0.89	0.87	0.89	0.82	0.89	0.80
Stone flounder	0.89	-	0.91	0.90	0.88	-
Hagfish	0.92	0.90	0.90	0.89	0.90	0.86
Fat greenling	0.89	0.89	0.92	0.89	0.90	0.90
Red seabream	0.87	0.86	0.90	0.86	0.91	0.88
Red drum	-	0.89	-	0.90	-	0.93

라. 활어의 유통경로 및 가격동향

(가) 유통경로

활어를 수입하려고 하면 먼저 수입신고서를 제출하여야 한다. 이렇게 수입신고서를 제출하고 나면 국립수산물품질검사원에서 수입물을 검사하게 되는데 이는 서류검사, 관능검사, 정밀검사, 무작위표본검사로 나누어진다. 먼저 서류검사대상이면 서류 확인을 통한 적합, 부적합판정이 내려진다. 관능검사대상은 현장에서 검체를 채취하여 관능검사를 실시하여 적합, 부적합 판정을 내린다. 정밀검사, 무작위 표본검사 대상은 현장에서 검체를 채취하고, 관능검사와 더불어 정밀검사를 하게된다. 정밀검사는 자체검사와 식품위생검사기관을 통하여 정밀검사를 하게되고 정밀검사 결과에 따라 적합, 부적합 판정이 내려진다. 이때 조건부신고필증 교부대상물품의 경우 현장검사에서 정밀검사전에 신고필증을 교부받게 된다. 검사 후에 적합판정을 받은 활어의 경우 수입신고필증을 발급받게 되어지고 이후 세관을 통과하여 국내에 유통되어진다. 하지만 부적합 판정을 받은 활어의 경우 수입자 및 관할 세관장에게 부적합 통보가 보내어지고, 이 후 반송 및 폐기되거나 식용외의 용도로 전환되어진다(국립수산물품질검사원)

1) 중국

- ▣ 현지 출발 후 2박 3일 소요 → 검사
- ▣ 검사는 규정상 7~10일(서류 3일정도, 관능 및 정밀검사 5일정도)
- ▣ 실질적으로 랜덤하게(컴퓨터이용)해서 관능검사만 있을 경우 당일 처리를 하고 정밀검사가 걸릴 경우 3~5일 검사 후 출고
출고 후에 보세창고 앞에 활어 물차 대기 →지역별 이동

2) 일본

- ▣ 현지 출발 후 1박 2일 소요 →검사
- ▣ 검사는 규정상 7~10일(서류 3일정도, 관능 및 정밀검사 5일정도)
- ▣ 실질적으로 랜덤하게(컴퓨터이용)해서 관능검사만 있을 경우 당일 처리를 하고 정밀검사가 걸릴 경우 3~5일 검사 후 출고
출고 후에 보세창고 앞에 활어 물차 대기 →지역별 이동

이와 같은 경로로 수입검사가 끝나게 되면 1절에서 밝힌바와 같은 유통경로를 통하여 국내에 유통되게 된다.

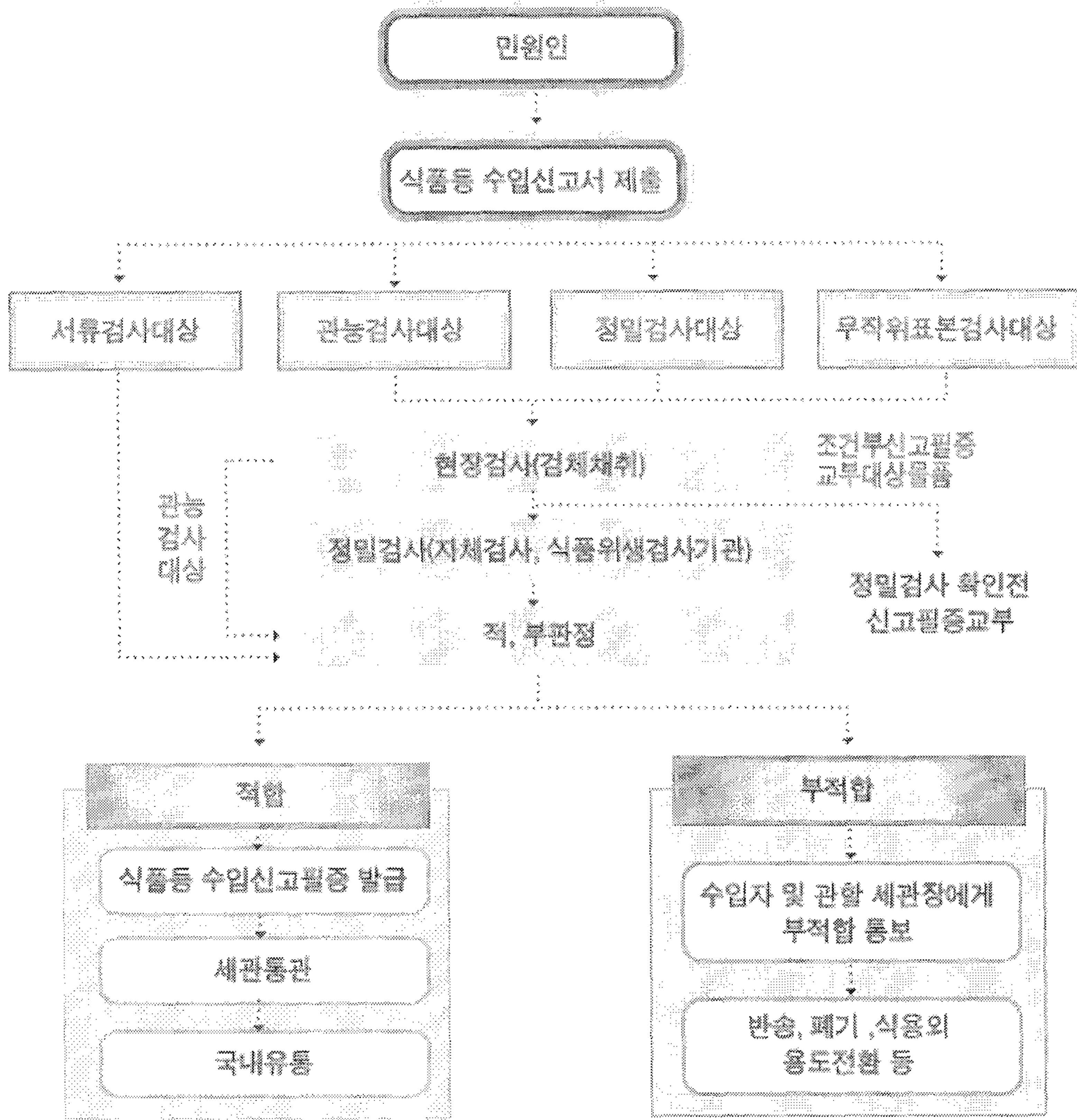


Fig. 3-3-20. Flow chart of import inspection.

(나) 활어의 가격동향

농어는 수입산의 경우 봄철에 12,000원/kg, 가을철에 13,000원/kg, 겨울철에 15,000원/kg으로 거래되고 있었으며, 국내산인 경우 봄철에 17,000원/kg, 가을철에 16,000원/kg, 겨울철에 17,000원/kg으로 거래되고 있었다.

돌돔은 수입산의 경우 봄철에 40,000원/kg, 가을철에 60,000원/kg, 겨울철에 60,000원/kg으로 거래되고 있었으며, 참돔은 수입산의 경우 봄철에 16,000원/kg, 가을철에 15,000원/kg, 겨울철에 16,000원/kg으로 거래되고 있었으며, 국내산인 경우 봄철에 13,000원/kg, 가을철에 12,000원/kg, 겨울철에 14,000원/kg으로 거래되고 있었다.

취노래미는 수입산의 경우 봄철에 16,000원/kg, 가을철에 15,000원/kg, 겨울철에 15,000원/kg으로 거래되고 있었으며, 국내산인 경우 봄철에 15,000원/kg, 가을철에 17,000원/kg, 겨울철에 15,000원/kg으로 거래되고 있었다.

수입산 홍민어의 경우 봄철에 10,000원/kg, 가을철에 10,000원/kg, 겨울철에 10,000원/kg으로 거래되고 있었다.

돌가자미는 수입산의 경우 봄, 겨울에는 수입이 되지 않았고, 가을철에는 20,000원/kg으로 거래되고 있었으며, 국내산인 경우 봄철에 34,000원/kg, 가을철에 32,000원/kg, 겨울철에 39,000원/kg으로 거래되고 있었다.

Table 3-3-33. The selling price of imported and domestic fishes at fish market

(unit : won/kg)

Species		Spring	Fall	Winter
Sea bass	Imported	12,000	13,000	15,000
	Domestic	17,000	16,000	17,000
Rock bream	Imported	40,000	60,000	60,000
	Domestic	-	-	-
Red seabream	Imported	16,000	15,000	16,000
	Domestic	13,000	12,000	14,000
Fat greenling	Imported	16,000	15,000	15,000
	Domestic	15,000	17,000	15,000
Red drum	Imported	10,000	10,000	10,000
Hagfish	Imported	25,000	18,000	25,000
	Domestic	25,000	21,000	24,000
Stone flounder	Imported	-	20,000	-
	Domestic	34,000	32,000	39,000

제 4절 수입산과 국내산 활어의 식품위생학적 안전성 평가

1. 서론

우리나라 수산물의 수입은 대중성 어종, 고급횃감용 활어의 수입증가로 2003년도 대비 15.3% 증가한 2,261백만 달러를 기록하였다. 주요 수입국 중 하나인 러시아로부터의 수입이 줄어든 반면 중국산 수산물 수입이 증가를 보이고 있으며, 국내 생산 감소와 국민들의 수산물 선호 등 식생활 변화로 앞으로 수산물 수입이 계속 증가할 것으로 전망하고 있다.

선호도가 높은 횃감용 활어의 경우 계속적으로 수입이 증가하고 있으며, 2004년에 54백여톤이었으며, 2005년도는 감소세를 나타내어 38백여톤이 수입되어 졌으며, 주로 수입되는 어종은 뱀장어, 잉어, 돔, 농어, 미꾸라지, 노래미, 붕어, 민어 등으로 나타났다.

그 중에서 농어는 2005년에 3,817톤이 수입되어 전체 수입된 활어의 9.9%를 차지하며, 그중에서 중국산이 98%이상으로 수입되어 국내 활어시장에 유통되고 있다.

그러나 2005년 경남 통영에서 수입 신고된 중국산 농어와 중국산 수산물인 뱀장어, 홍민어 등에서 발암의심물질인 말라카이트 그린 검출로 인하여 중국산 수산물에 대한 국민들의 불신은 커져 가고 있다.

비단 말라카이드그린 뿐만 아니라 납, 항생제 등의 수입 수산물에 대한 위생안전성에 대한 문제점은 끊임없이 노출되어 오고 있는 실정이며, 이런 중국산 수산물에 대한 불신은 국내 양식 어류에 대한 불신으로까지 확산되어 소비가 위축되고 있는 실정이다.

그러므로 본 절에서는 국내 유통되고 있는 수입산 활어와 국내 양식산 활어를 구입하여 기생충 및 최근 양식어류에 대한 항생제 사용 빈도가 증가로 인한 소비자들의 막연한 불안감을 해소하기 위하여 수산용 항생제로 많이 사용되고 있는 테트라사이클린계항생제 5종과 옥솔린산 및 퀴놀론계 항생제를 분석하였다. 그리고 근육 중의 중금속 함량을 측정하여 국내 양식산 활어의 위생학적 안전성을 확인하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

(1) 실험재료

수입산과 국내산 활어의 식품위생학적 안전성 평가를 위하여 국내 유통되고 있는 수입산 생선횃감용 활어인 중국산 농어, 쥐노래미, 홍민어, 돌가자미, 일본산 참돔, 돌돔, 떡장어와 동일한 국내산 양식 활어를 분기별로 구입하였으며, 시료의 평균체장과 평균 체중은 Table 3-4-1~Table 3-4-3에 나타내었다. 그러나 돌가자미는 2005.10월경에 가을철에 수입되었으나 그 이후에 국내에 수입되지 않아 시료를 구입하지 못하였다.

(2) 기타 실험방법

2절의 재료 및 방법과 동일한 방법으로 분석하였다.

Table 3-4-1. Sample profile on imported and domestic fishes collected from fish market in spring

Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
Seabass	Imported	1,118.33±68.07	43.67±0.78	3
	Domestic	1,385.25±125.81	49.87±4.95	3
Rock bream	Imported	1,110.00±91.79	34.17±2.21	3
	Domestic	720.50±15.71	16.36±1.64	3
Red seabream	Imported	1,256.00±252.39	33.57±1.35	3
	Imported	1,286.85±72.60	34.30±1.71	3
Fat greenling	Imported	408.33±161.97	27.70±3.81	3
	Domestic	301.67±15.28	25.63±0.06	3
Red drum	Imported	2,433.33±194.19	54.63±0.95	3
Hagfish	Imported	133.33±18.93	42.13±2.69	3
	Domestic	115.00±8.66	48.20±2.38	3
Stone flounder	Imported	-	-	
	Domestic	591.67±115.90	32.27±1.80	3

Table 3-4-2. Sample profile on imported and domestic fishes collected from fish market in fall

Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
Seabass	Imported	980.00±277.85	39.33±3.21	3
	Domestic	1208.67±77.36	49.05±1.25	3
Rock bream	Imported	886.67±80.83	29.33±1.53	3
	Domestic	260.00±18.79	21.70±1.80	3
Red seabream	Imported	1,140.00±111.36	32.67±0.58	3
	Domestic	1036.83±112.12	36.87±1.71	3
Fat greenling	Imported	300.00±52.92	24.67±2.08	3
	Domestic	300.00±40.00	25.00±1.73	3
Red drum	Imported	2,086.67±185.83	50.67±1.3	3
Hagfish	Imported	56.67±11.55	34.33±2.52	3
	Domestic	235.00±93.67	55.67±8.02	3
Stone flounder	Imported	411.67±10.41	27.00±1.00	3
	Domestic	256.67±56.86	22.17±1.61	3

Table 3-4-3. Sample profile on imported and domestic fishes collected from fish market in winter

Species		Body weigh (g)	Body length (cm)	No.
Seabass	Imported	1,057.65±35.64	46.54±2.54	3
	Domestic	981.34±52.68	45.04±3.86	3
Rock bream	Imported	785.16±55.67	27.64±1.25	3
	Domestic	756.91±35.64	27.09±1.06	3
Red seabream	Imported	1,359.64±98.51	35.16±1.86	3
	Domestic	1,295.64±69.06	33.84±1.16	3
Fat greenling	Imported	320.64±59.61	24.95±1.26	3
	Domestic	384.62±52.02	28.06±1.16	3
Red drum	Imported	1,896.25±62.95	50.64±1.68	3
Hagfish	Imported	106.35±9.62	40.98±3.56	3
	Domestic	295.61±8.62	66.52±3.05	3
Stone flounder	Imported	-	-	-
	Domestic	396.82±56.31	28.61±2.84	3

3. 결과 및 고찰

가. 수입산과 국내산 활어의 *Anisakis* spp. 분포

중국에서 수입하는 농어, 돌가자미, 쥐노래미, 홍민어와 일본에서 수입하는 돌돔, 참돔, 멍장어 총 7종의 수입산 활어 21개체와 국내산 농어, 돌돔, 참돔, 멍장어, 쥐노래미, 돌가자미 6어종 18개체의 활어의 기생충 검출 결과를 Table 3-4-4~Table 3-4-6에 나타내었다.

봄철에 수입된 수입산 활어와 국내산 활어에 대한 기생충 검출 여부에 대한 모니터링을 한 결과를 살펴보면 수입산 활어 중 중국산 농어와 쥐노래미, 홍민어 3어종에서 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 특히 농어와 홍민어에서는 3개체가 모두 검출되었고, 검출량도 각각 63마리, 356마리로 다량 검출되었다. 대부분 검출되는 위치는 위, 위벽 그리고 내장, 간 등에서 검출되었다. 그리고 쥐노래미는 1개체에서 검출되었으며 총 6마리의 기생충이 검출되었다. 그 외에 일본에서 수입된 어종과 국내산 어종에 있어서는 기생충이 검출되지 않았다.(Table 3-4-4)

가을철 수입산, 국내산 활어의 기생충 검출 여부를 알아본 결과는 중국산 쥐노래미에서 3개체에서 총 6마리의 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 검출부위는 위와 내장이었다. 중국산 홍민어에서는 봄철과 유사하게 3개체 모두에서 90마리의 *Anisakis* spp.가 검출되었고, 검출부위도 위, 위벽, 간, 내장 등에서 검출되었다. 봄철에는 검출되지 않았던 일본산 참돔에서도 2개체에서 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 총검출수는 31마리였다. 국내산 활어에서는 쥐노래미 2개체에서 21마리의 *Anisakis* spp.가 위, 내장, 간에서 검출되었다 (Table 3-4-5).

겨울철 수입된 활어에서는 홍민어에서만 *Anisakis* spp.가 검출되었으며, 3개체에서 총 178마리의 *Anisakis* spp.가 검출되었고, 검출부위 또한 위, 위벽, 내장, 간 등의 부위에서 검출되었다. 그리고 국내산 활어에서는 쥐노래미 1개체에서 *Anisakis* spp.가 위, 내장, 간 부위에서 9마리 검출되었다 (Table 3-4-6).

Table 3-4-4. Occurrence *Anisakis* spp. of imported and domestic fishes collected from fish market in spring

	Region	Species	No. of fish infected	No. of larva found	Location
Imported fishes	China	Sea bass	3/3	63	Intestine, Stomach wall
		Stone flounder	-	-	-
		Fat greenling	1/3	6	Intestine, Liver surface
		Red drum	3/3	356	Intestine, Stomach wall, Liver surface
	Japan	Red seabream	0/3	ND	-
		Rock bream	0/3	ND	-
Hagfish		0/3	ND	-	
Domestic fishes	Korea	Sea bass	0/3	ND	-
		Rock bream	0/3	ND	-
		Red seabream	0/3	ND	-
		Hagfish	0/3	ND	-
		Fat greenling	0/3	ND	-
		Stone flounder	0/3	ND	-

*ND : not detect.

Table 3-4-5. Occurrence *Anisakis* spp. of imported and domestic fishes collected from fish market in fall

	Region	Species	No. of fish infected	No. of larva found	Location
Imported fishes	China	Sea bass	0/3	ND	-
		Stone flounder	0/3	ND	-
		Fat greenling	3/3	6	Intestine, Stomach wall
		Red drum	3/3	90	Intestine, Stomach wall, Liver surface
	Japan	Red seabream	2/3	31	Intestine, Stomach wall, Liver surface
		Rock bream	0/3	ND	-
Hagfish		0/3	ND	-	
Domestic fishes	Korea	Sea bass	0/3	ND	-
		Rock bream	0/3	ND	-
		Red seabream	0/3	ND	-
		Hagfish	0/3	ND	-
		Fat greenling	2/3	21	Intestine, Stomach wall, Liver surface
		Stone flounder	0/3	ND	-

*ND : not detect.

Table 3-4-6. Occurrence *Anisakis* spp. of imported and domestic fishes collected from fish market in winter

	Region	Species	No. of fish infected	No. of larva found	Location
Inported fishes	China	Sea bass	0/3	ND	-
		Stone flounder	-	-	-
		Fat greenling	0/3	ND	-
		Red drum	3/3	178	Intestine, Stomach wall, Liver surface
	Japan	Red seabream	0/3	ND	-
		Rock bream	0/3	ND	-
Hagfish		0/3	ND	-	
Domestic fishes	Korea	Sea bass	0/3	ND	-
		Rock bream	0/3	ND	-
		Red seabream	0/3	ND	-
		Hagfish	0/3	ND	-
		Fat greenling	1/3	9	Intestine, Stomach wall, Liver surface
		Stone flounder	0/3	ND	-

*ND : not detect.

이상의 결과 양식산 활어에서 기생충이 검출되지 않았으며, 이것은 양식산 활어의 경우 대부분 배합사료 또는 냉동된 생사료를 먹이로 공급하기 때문에 먹이사슬에 기인한 *Anisakis* spp.의 감염을 사전에 차단할 수 있기 때문인 것으로 사료된다. 반면, 중국산 농어, 참돔, 홍민어 등에서 기생충은 내장 또는 위벽에서 검출되었으므로 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.

나. 수입산과 국내산 활어의 항생제 잔류량

식품학적 품질 평가에 조사된 수입산 활어 7종과 양식산 6종에 대한 테트라사이클린계 4종, 플로로퀴놀론계 5종 및 옥솔린산의 항생제 잔류량을 조사한 결과, 조사된 수입산 활어 중 홍민어와 돌가자미에서는 테트라사이클린계열 항생물질이 검출되었다. 그러나 이들 검출량은 우리나라 어류에 대한 OTC 허용기준치인 0.2 mg/kg(식품공전, 2004)을 훨씬 못 미치는 매우 안전한 수준이었다. 그리고 수입산과 국내산 양식 활어에서 플로로퀴놀론계열 항생물질이 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 유통되고 있는 수입산과 국내산 양식활어는 유럽의 기준에 훨씬 못 미치는 수준이며, 수집한 모든 수입산과 국내산 활어에서 옥솔린산은 검출되지 않아 위생학적 안전성을 확보하였다.

(1) 테트라사이클린 계열 항생물질 잔류량 모니터링

중국, 일본 등지에서 수입된 활어와 국내에서 양식되어지는 활어를 계절별로 샘플을 취하여 수입산 활어 7종 및 국내 양식산 활어 6종에 대한 테트라사이클린계열 항생물질에 대한 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 3-4-7, Table 3-4-8, Table 3-4-9에 각각 나타내었다.

봄철에 테트라사이클린계 항생제 잔류실태를 보면 수입산 활어에서는 전 샘플구간에서 잔류량이 검출되어지지 않았다. 국내산 양식 활어도 대부분의 샘플에서 잔류량이 검출되어지지 않았지만, 양식산 돌돔에서만 미량의 OTC가 검출되었지만 그 함량이 ND~0.007 mg/kg 으로 극미량 검출되었다.(Table 3-4-7). 가을철 수입산 활어에서는 OTC가 2어종에서 잔류량이 검출되었으며, 이는 중국에서 수입된 돌가자미와 홍민어에서 검출되었다. 검출량은 각각 ND~0.098 mg/kg, ND~0.025 mg/kg이었으며 그 외의 테트라사이클린계 항생제 잔류량은 검출되어지지 않았다. 가을철 국내 양식산 6어종 18개체 대한 테트라사이클린계열 항생물질을 조사한 결과, 돌돔에서만 OTC가 ND~0.01 mg/kg 미량 검출되었다(Table 3-4-8). 겨울철 수입된 활어와 국내 양식산 활어 36개체에서 테트라사이클린계열 항생물질 잔류량을 조사한 결과 전 샘플구간에서 테트라사이클린계열 항생물질이 잔존량은 검출되지 않았다(Table 3-4-9).

이상의 결과 대부분의 수입산 및 국내산 양식 활어에서는 테트라사이클린계열 항생물질이

검출되지 않았으며, 수입어종인 돌가자미와 홍민어, 양식산 돌돔에서 일부 시료에서 극미량 검출되었으나, 이들 검출량은 우리나라 어류에 대한 OTC 허용기준치인 0.2 mg/kg(식품공전 2004)을 훨씬 못 미치는 매우 안전한 수준이었다.

Table 3-4-7. Range of residual tetracycline group antibiotics in muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in spring

	Country	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
			OTC	TC	CTC	DOXY	
Imported fishes	China	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3
		Stone flounder	-	-	-	-	-
		Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
		Red drum	ND	ND	ND	ND	3
	Japan	Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
		Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
Total		ND	ND	ND	ND	18	
Domestic fishes	Korea	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND~0.007 (0.003)	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
		Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
		Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
		Stone flounder	ND	ND	ND	ND	3
Total		ND~0.007	ND	ND	ND	18	

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

Table 3-4-8. Range of residual tetracycline group antibiotics in muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in fall

Country	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.	
		OTC	TC	CTC	DOXY		
Imported fishes	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3	
	China	Stone flounder	ND~0.098 (0.033)	ND	ND	ND	3
		Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
		Red drum	ND~0.025 (0.008)	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
	Japan	Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
		Total	ND~0.123	ND	ND	ND	21
	Domestic fishes	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3
		Korea	Rock bream	ND~0.01 (0.004)	ND	ND	ND
Red seabream			ND	ND	ND	ND	3
Hagfish			ND	ND	ND	ND	3
Fat greenling			ND	ND	ND	ND	3
Stone flounder			ND	ND	ND	ND	3
Total	ND~0.01	ND	ND	ND	18		

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

Table 3-4-9. Range of residual tetracycline group antibiotics in muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in winter

	Country	Species	Tetracycline group Antibiotics (mg/kg)				No.
			OTC	TC	CTC	DOXY	
Imported fishes	China	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3
		Stone flounder	-	-	-	-	-
		Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
		Red drum	ND	ND	ND	ND	3
	Japan	Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
		Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
Total		ND	ND	ND	ND	18	
Domestic fishes	Korea	Sea bass	ND	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
		Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
		Fat greenling	ND	ND	ND	ND	3
		Stone flounder	ND	ND	ND	ND	3
	Total		ND	ND	ND	ND	18

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

(2) 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량 모니터링

중국, 일본 등지에서 수입된 활어와 국내에서 양식되어지는 활어를 계절별로 샘플을 취하여 수입산 활어 7종 및 국내 양식산 활어 6종에 대한 테트라사이클린계열 항생물질에 대한 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 3-4-10, Table 3-4-11, Table 3-4-12에 각각 나타내었다.

봄철 수입산 활어 6종 18개체 및 국내 양식산 활어 6종 18개체에 대한 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 잔류량을 모니터링한 결과, 수입산 활어에서는 잔류량이 검출되지 않았으나, 국내 양식산 활어의 경우 농어에서 ciprofloxacin이 $ND \sim 0.002 \text{ mg/kg}$ 검출되었고, 참돔에서는 ofloxacin이 $ND \sim 0.008 \text{ mg/kg}$ 검출되었다(Table 3-4-10).

가을철에 플로로퀴놀론계열 항생물질 잔류량을 수입산 7어종 21개체를 모니터링한 결과는 돌가자미 3개체에서 enrofloxacin이 검출되었으며, 잔존량은 $ND \sim 0.002 \text{ mg/kg}$ 이었다. 국내 양식산 활어에서는 돌돔에서는 ofloxacin이 돌가자미에서는 pefilxacin이 각각 검출되었으며, 잔존량은 각각 $ND \sim 0.005 \text{ mg/kg}$, $ND \sim 0.007 \text{ mg/kg}$ 이었다.(Table 3-4-11).

겨울철 수입산 활어 6어종, 국내 양식산 활어 6어종 총 36개체에 대해 플로로퀴놀론계열 항생물질의 잔류량을 모니터링했지만, 전구간에서 잔류량이 검출되지 않는 결과를 보였다.(Fig. 3-4-12).

이상의 결과 수입산, 국내 양식산 활어에서 플로로퀴놀론계열 항생물질이 일부 샘플에서 미량 검출되었다. 우리나라에서는 플로로퀴놀론계열 항생물질에 대한 허용기준치가 설정되어 있지 않으나, 유럽의 경우 Enrofloxacin과 Ciprofloxacin을 합하여 0.1 mg/kg 으로 허용잔류기준을 정하고 있어 우리나라 유통 양식산 활어는 유럽의 기준에 훨씬 못 미치는 결과를 보여플로로퀴놀론계열 항생물질의 잔존량은 매우 안전한 것으로 판단되었다.

(3) 옥솔린산 잔류량 모니터링

수집된 수입산과 국내산 활어에서 옥솔린산 잔류량을 모니터링한 결과는 Table 3-4-13에 나타내었다. 봄, 가을철 및 겨울철에 수집한 모든 수입산과 국내산 활어에서 옥솔린산은 검출되지 않아 우리나라 유통 활어는 옥솔린산에 대하여는 매우 안전한 것으로 판단되었다.

Table 3-4-10. Range of residual fluoroquinolones in muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in spring

Country	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
		Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo	
Imported fishes	Sea bass	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Stone flounder	-	-	-	-	-	-
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Red drum	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total		ND	ND	ND	ND	ND
Domestic fishes	Sea bass	ND	ND	ND	ND~0.002 (0.001)	ND	3
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND~0.008 (0.005)	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Stone flounder	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total		ND~0.008	ND	ND	ND~0.002	ND

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

Table 3-4-11. Range of residual fluoroquinolones in muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in fall (2004.10-2004.12)

Country	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
		Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo	
Imported fishes	Sea bass	ND	ND	ND	ND	ND	3
	China Stone flounder	ND	ND	ND	ND	ND~0.024 (0.008)	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Red drum	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Japan Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	ND~0.024	21
Domestic fishes	Sea bass	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Rock bream	ND~0.005 (0.003)	ND	ND	ND	ND	3
	Korea Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
	Stone flounder	ND	ND~0.007 (0.002)	ND	ND	ND	3
	Total	ND~0.005	ND~0.007	ND	ND	ND	18

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

Table 3-4-12. Range of residual fluoroquinolones in muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in winter

	Country	Species	Fluoroquinolone group Antibiotics* (mg/kg)					No.
			Oflo	Peflo	Norflo	Ciproflo	Enroflo	
Imported fishes	China	Sea bass	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Stone flounder	-	-	-	-	-	-
		Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
			Red drum	ND	ND	ND	ND	3
	Japan		Rock bream	ND	ND	ND	ND	3
			Hagfish	ND	ND	ND	ND	3
			Red seabream	ND	ND	ND	ND	3
	Total	ND	ND	ND	ND	ND	18	
Domestic fishes	Korea	Sea bass	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Rock bream	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Red seabream	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Hagfish	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Fat greenling	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Stone flounder	ND	ND	ND	ND	ND	3
		Total	ND	ND	ND	ND	ND	18

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

Table 3-4-13. Range of residual oxolinic acid in muscle of imported and domestic fishes collected from fish market

Country	Species	Oxolinic acid (mg/kg)			No.	
		Spring	Fall	Winter		
Imported fishes	China	Sea bass	ND	ND	ND	9
		Stone flounder	-	ND	-	3
		Fat greenling	ND	ND	ND	9
		Red drum	ND	ND	ND	9
		Rock bream	ND	ND	ND	9
	Japan	Hagfish	ND	ND	ND	9
		Red seabream	ND	ND	ND	9
Total		ND	ND	ND	57	
Cultured fish	Korea	Sea bass	ND	ND	ND	9
		Rock bream	ND	ND	ND	9
		Red seabream	ND	ND	ND	9
		Hagfish	ND	ND	ND	9
		Fat greenling	ND	ND	ND	9
		Stone flounder	ND	ND	ND	9
Total		ND	ND	ND	54	

*ND: not detect.

다. 수입산 및 국내산 활어의 중금속 함량

계절별로 중국 및 일본에서 수입된 활어 7어종과 국내에서 양식되어진 활어 6어종에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과를 Table 3-4-14, Table 3-4-15, Table 3-4-16에 각각 나타내었다.

봄철에 수입된 활어 7종 21개체에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과 수입산 활어와 국내산 양식산 활어에서 함량에 따른 유의적 차이는 보였지만, 대부분 생물기준으로 아연(Zn)이 4.59~11.98 mg/kg, 크롬(Cr)이 0.36~1.07 mg/kg, 구리(Cu)가 0.10~0.63 mg/kg, 망간(Mn)은 0.05~0.29 mg/kg, 수은(Hg)이 수입산, 국내산 먹장어를 제외하고 0.02~0.21 mg/kg 순으로 포함되어 있었고, 카드뮴(Cd), 니켈(Ni), 납(Pb)은 검출되지 않거나 미량 검출되었다. 수입산 먹장어와 국내산 먹장어에서 수은(Hg)이 타 어종에 비해 많은 함량이 검출되었고, 그 량이 수입산, 국내산 각각 0.48 mg/kg, 0.38 mg/kg 함유되어 있었다(Table 3-4-14).

가을철 중금속 함량을 모니터링한 결과를 살펴보면 봄철과 비슷한 순서로 중금속이 함유되어 있었으며 수입산, 국내산 먹장어에서 아연(Zn)이 비교적 다른 어종에 비해 높게 검출되었으며, 검출량은 각각 14.00 mg/kg, 11.55 mg/kg 이었다. 그리고 다른 계절과 같게 아연의 검출량이 제일 높았으며, 크롬(Cr), 구리(Cu), 망간(Mn), 수은(Hg), 니켈(Ni), 납(Pb), 카드뮴(Cd)의 순으로 함유되어 있었다. 검출량도 봄철과 비교하여 유사하였다. 봄철보다 수입산 먹장어에서의 수은(Hg) 함량이 증가하여 0.73 mg/kg 검출되어 기준치 이상을 보였으며, 국내산 먹장어에서도 0.40 mg/kg 검출되었다(Table 3-4-15).

겨울철 수입산과 국내산 활어에 대한 중금속 함량을 모니터링한 결과, 수입산 활어의 중금속 평균함량이 대부분 생물기준으로 아연(Zn) 2.38~11.68 mg/kg, 크롬(Cr) 0.54~0.85 mg/kg, 구리(Cu) 0.20~0.53 mg/kg, 망간(Mn) 0.03~0.18 mg/kg, 니켈(Ni) ND~0.03 mg/kg, 납(Pb) ND~0.03 mg/kg 순으로 함유되어 있었으며, 수은(Hg)은 0.59 mg/kg이 함유된 먹장어를 제외하고, 0.10~0.20 mg/kg 정도 함유되어 있었고, 카드뮴(Cd)은 거의 검출되지 않았다. 국내산 활어의 중금속 평균 함량도 수입산과 유사한 함량을 보였으며, 아연(Zn) 3.64~13.49 mg/kg, 크롬(Cr) 0.09~0.85 mg/kg, 구리(Cu) 0.16~0.37 mg/kg, 망간(Mn) 0.03~0.18mg/kg, 니켈(Ni) ND~0.17 mg/kg 함유되어 있었고, 수은(Hg) 또한 먹장어에서 평균 0.44 mg/kg이 함유되어 있었으며, 그 외 어종에서 0.10~0.20 mg/kg 정도 검출되었다. 납(Pb)과 카드뮴(Cd)은 검출되지 않거나 극미량 함유되어 있었다(Table 3-4-16).

특히 먹장어의 경우 수입산에서 봄, 가을, 겨울철 각각 0.48 mg/kg, 0.43 mg/kg, 0.49 mg/kg의 높은 수치로 수은(Hg)이 함유되어 있었고, 국내산의 경우도 각각 0.38 mg/kg, 0.40 mg/kg, 0.44 mg/kg으로 수입산에 비해 낮은 검출량을 보였지만 중금속 기준치에 근접하게 검출되었다. 그러나 먹장어와 같은 어종은 먹이사슬에 의하여 먹장어 육 자체에 수은 함량이 높은 경향이 있다. 그러므로 이들 어종별에 따른 중금속 기준을 차별화 하여야 될 것으로 판단된다.

이상의 결과에서 알 수 있듯이 어류의 중금속 함량이 먹장어를 제외하고는 우리나라 중금속

허용기준치(납 2.0 mg/kg, 수은 0.5 mg/kg)이하의 매우 안전한 수준이었으며, 계절에 따른 중금속 변화는 거의 없었으며, 수입산과 국내산 활어의 중금속 함량도 유의적인 차이를 보였다.

Table 3-4-14. Content of heavy metal in the muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in spring

		Content (mg/kg, wet basis)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Seabass	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.70~0.82 (0.76±0.04)	0.16~0.25 (0.20±0.03)	0.06~0.09 (0.07±0.01)	0.11~0.15 (0.13±0.01)	ND~ND (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	4.21~4.95 (4.59±0.35)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.21~0.40 (0.30±0.04)	0.12~0.20 (0.16±0.03)	0.04~0.05 (0.04±0.01)	0.12~0.18 (0.15±0.03)	0.03~0.05 (0.04±0.01)	0.02~0.04 (0.03±0.01)	6.98~7.35 (7.21±0.16)
Rock bream	Imported	ND~0.02 (0.01±0.00)	0.65~0.84 (0.73±0.02)	0.36~0.43 (0.39±0.02)	0.12~0.15 (0.13±0.01)	0.11~0.15 (0.13±0.01)	ND~ND (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	4.26~4.86 (4.53±0.28)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.12~0.25 (0.17±0.04)	0.31~0.35 (0.33±0.01)	0.06~0.9 (0.07±0.01)	0.08~0.11 (0.09±0.01)	0.08~0.14 (0.11±0.02)	ND~ND (ND±ND)	6.21~7.06 (6.57±0.39)
Stone flounder	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.42~0.51 (0.46±0.03)	0.23~0.27 (0.25±0.02)	0.05~0.08 (0.06±0.01)	0.02~0.07 (0.05±0.02)	ND~ND (ND±ND)	0.01~0.03 (0.02±0.01)	5.26~5.94 (5.59±0.33)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.55~0.78 (0.66±0.08)	0.20~0.25 (0.22±0.02)	0.02~0.03 (0.02±0.01)	0.08~0.12 (0.10±0.02)	ND~ND (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	4.39~4.78 (4.59±0.14)
Hagfish	Imported	0.04~0.08 (0.06±0.01)	1.06~1.08 (1.07±0.01)	0.56~0.69 (0.63±0.04)	0.45~0.51 (0.48±0.06)	0.23~0.26 (0.24±0.01)	0.05~0.07 (0.06±0.01)	ND~ND (ND±ND)	11.35~12.14 (11.98±0.31)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.95~1.02 (0.98±0.02)	0.59~0.65 (0.62±0.02)	0.37~0.41 (0.38±0.05)	0.20~0.27 (0.23±0.02)	0.03~0.06 (0.04±0.01)	ND~ND (ND±ND)	0.95~11.56 (10.26±0.64)
Fat greenling	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.75~0.81 (0.78±0.02)	0.31~0.36 (0.33±0.02)	0.09~0.15 (0.12±0.02)	0.18~0.23 (0.20±0.02)	0.03~0.06 (0.04±0.01)	ND~ND (ND±ND)	3.62~4.01 (3.81±0.16)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.65~0.75 (0.70±0.04)	0.21~0.26 (0.23±0.02)	0.12~0.16 (0.14±0.02)	0.11~0.15 (0.13±0.02)	0.02~0.03 (0.02±0.01)	ND~ND (ND±ND)	3.35~3.88 (3.56±0.19)
Red seabream	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.56~0.84 (0.69±0.16)	0.16~0.21 (0.18±0.02)	0.18~0.23 (0.21±0.02)	0.15~0.21 (0.18±0.02)	ND~ND (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	5.26~6.62 (5.91±0.66)
	Domestic	ND~0.08 (0.05±0.02)	0.26~0.46 (0.36±0.10)	0.06~0.14 (0.10±0.03)	0.10~0.16 (0.13±0.02)	0.26~0.31 (0.29±0.02)	0.02~0.6 (0.4±0.01)	0.02~0.03 (0.02±0.01)	6.24~6.59 (6.38±0.12)
Red drum	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.78~0.82 (0.80±0.02)	0.31~0.46 (0.38±0.06)	0.16~0.20 (0.18±0.02)	0.12~0.19 (0.16±0.2)	ND~ND (ND±ND)	ND~ND (ND±ND)	5.12~5.68 (5.32±0.16)

ND: not detect.

Table 3-4-14. Content of heavy metal in the muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in summer

		Content (mg/kg, wet basis)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Seabass	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.80~0.94 (0.87±0.05)	0.20~0.45 (0.27±0.10)	0.07~0.08 (0.08±0.00)	0.07~0.10 (0.09±0.01)	ND~0.01 (0.01±0.00)	ND~0.01 (0.01±0.00)	3.64~4.79 (4.26±0.45)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	ND~0.40 (0.26±0.23)	0.10~0.25 (0.17±0.07)	0.03~0.05 (0.04±0.01)	0.14~0.20 (0.17±0.03)	ND~0.33 (0.20±0.18)	0.04~0.24 (0.12±0.10)	10.90~13.35 (11.81±1.35)
Rock bream	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.94~1.02 (0.98±0.03)	0.28~0.34 (0.31±0.02)	0.19~0.17 (0.18±0.01)	0.07~0.09 (0.08±0.01)	0.01~0.02 (0.01±0.00)	ND~ND (ND±ND)	3.36~3.97 (3.58±0.28)
	Domestic	ND~0.05 (0.02±0.03)	0.06~0.22 (0.15±0.08)	0.28~0.38 (0.32±0.05)	0.08~0.10 (0.09±0.01)	0.09~0.13 (0.11±0.02)	0.08~0.46 (0.28±0.19)	0.01~0.02 (0.02±0.00)	7.25~8.94 (8.25±0.89)
Stone flounder	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.73~0.87 (0.81±0.05)	0.20~0.24 (0.22±0.02)	0.03~0.03 (0.03±0.00)	0.01~0.06 (0.04±0.02)	ND~0.01 (0.01±0.00)	0.01~0.03 (0.01±0.01)	6.82~8.96 (7.43±0.89)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.75~0.82 (0.78±0.04)	0.18~0.20 (0.19±0.01)	0.01~0.02 (0.01±0.00)	0.06~0.14 (0.10±0.04)	ND~ND (ND±ND)	0.02~0.03 (0.02±0.00)	4.10~4.47 (4.38±0.24)
Hagfish	Imported	0.05~0.07 (0.06±0.01)	1.12~1.18 (1.15±0.02)	0.66~0.70 (0.68±0.02)	0.71~0.74 (0.73±0.02)	0.29~0.36 (0.32±0.03)	0.03~0.09 (0.07±0.02)	0.01~0.02 (0.02±0.00)	13.90~14.21 (14.00±0.11)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	1.05~1.12 (1.08±0.03)	0.52~0.62 (0.57±0.01)	0.33~0.45 (0.40±0.04)	0.22~0.30 (0.26±0.02)	0.02~0.06 (0.04±0.01)	0.01~0.03 (0.02±0.00)	10.35~12.64 (11.55±0.44)
Fat greenling	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.86~0.91 (0.88±0.02)	0.29~0.35 (0.32±0.02)	0.05~0.08 (0.07±0.02)	0.20~0.29 (0.23±0.04)	0.02~0.12 (0.04±0.04)	ND~ND (ND±ND)	4.09~4.64 (4.31±0.20)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.71~0.91 (0.82±0.08)	0.24~0.30 (0.27±0.02)	0.14~0.20 (0.18±0.05)	0.13~0.19 (0.15±0.02)	0.03~0.05 (0.04±0.01)	ND~0.01 (0.01±0.00)	3.21~3.73 (3.41±0.19)
Red seabream	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.97~1.01 (0.99±0.02)	0.21~0.26 (0.23±0.02)	0.20~0.22 (0.21±0.01)	0.09~0.14 (0.11±0.02)	0.02~0.03 (0.02±0.00)	ND~0.01 (0.01±0.00)	3.17~3.40 (3.29±0.10)
	Domestic	ND~0.38 (0.13±0.22)	ND~0.46 (0.20±0.24)	0.06~1.94 (0.79±1.01)	0.14~0.20 (0.19±0.02)	0.33~0.62 (0.53±0.13)	0.09~0.29 (0.22±0.11)	0.01~0.05 (0.03±0.02)	6.86~7.31 (7.05±0.12)
Red drum	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.85~0.96 (0.92±0.05)	0.23~0.71 (0.42±0.18)	0.10~0.13 (0.12±0.01)	0.05~1.14 (0.29±0.47)	ND~0.01 (0.01±0.00)	ND~0.02 (0.01±0.01)	3.31~7.76 (4.87±1.76)

ND: not detect.

Table 3-4-14. Content of heavy metal in the muscle of imported and domestic fishes collected from fish market in fall

		Content (mg/kg, wet basis)							
		Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
Seabass	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.66~0.82 (0.72±0.06)	0.29~0.40 (0.36±0.04)	0.06~0.07 (0.07±0.01)	0.03~0.06 (0.04±0.01)	ND~ND (ND±ND)	0.01~0.03 (0.01±0.01)	4.70~4.99 (4.82±0.11)
	Domestic	0.07~0.10 (0.08±0.01)	ND~0.28 (0.13±0.21)	0.14~0.49 (0.32±0.17)	0.08~0.13 (0.11±0.02)	0.14~0.18 (0.17±0.02)	0.08~0.18 (0.13±0.03)	ND~ND (ND±ND)	10.97~17.99 (13.49±3.90)
Rock bream	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.64~0.84 (0.70±0.08)	0.15~0.43 (0.21±0.13)	0.12~0.12 (0.12±0.00)	0.06~0.14 (0.08±0.04)	0.01~0.02 (0.03±0.03)	0.01~0.01 (0.01±0.00)	2.19~2.54 (2.38±0.14)
	Domestic	ND~0.09 (0.04±0.05)	ND~0.15 (0.09±0.08)	0.18~0.38 (0.30±0.11)	0.12~0.20 (0.17±0.03)	0.15~0.18 (0.17±0.02)	0.16~0.18 (0.17±0.01)	ND~ND (ND±ND)	10.14~10.92 (10.63±0.43)
Stone flounder	Imported	-	-	-	-	-	-	-	-
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.60~0.85 (0.68±0.10)	0.16~0.58 (0.25±0.18)	0.13~0.14 (0.14±0.01)	0.09~0.11 (0.10±0.01)	0.01~0.05 (0.02±0.02)	ND~ND (ND±ND)	3.64~3.91 (3.56±0.37)
Hagfish	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.73~0.85 (0.81±0.05)	0.50~0.54 (0.53±0.02)	0.53~0.65 (0.59±0.08)	0.16~0.20 (0.18±0.01)	0.02~0.03 (0.03±0.01)	ND~ND (ND±ND)	11.27~11.92 (11.68±0.25)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.79~0.87 (0.85±0.03)	0.37~0.50 (0.47±0.06)	0.43~0.45 (0.44±0.02)	0.07~0.13 (0.10±0.02)	0.02~0.04 (0.03±0.01)	0.01~0.05 (0.02±0.02)	9.89~11.94 (10.83±0.75)
Fat greenling	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.51~0.58 (0.54±0.03)	0.14~0.25 (0.21±0.04)	0.06~0.06 (0.06±0.00)	0.08~0.18 (0.13±0.04)	0.01~0.02 (0.01±0.01)	ND~ND (ND±ND)	3.02~3.08 (3.05±0.03)
	Domestic	ND~ND (ND±ND)	0.64~0.94 (0.76±0.12)	0.25~0.29 (0.27±0.02)	0.07~0.07 (0.07±0.00)	0.03~0.06 (0.05±0.01)	ND~ND (ND±ND)	0.02~0.03 (0.03±0.01)	3.67~4.06 (3.85±0.15)
Red seabream	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.76~0.92 (0.85±0.07)	0.17~0.23 (0.20±0.02)	0.23~0.24 (0.24±0.01)	0.02~0.10 (0.05±0.03)	ND~0.01 (0.01±0.00)	0.02~0.03 (0.03±0.01)	3.67~4.06 (3.85±0.15)
	Domestic	ND~0.06 (0.03±0.03)	0.05~0.37 (0.22±0.16)	0.25~0.40 (0.33±0.07)	0.31~0.40 (0.37±0.02)	0.10~0.24 (0.18±0.07)	ND~0.20 (0.10±0.10)	ND~ND (ND±ND)	9.30~12.51 (10.39±1.84)
Red drum	Imported	ND~ND (ND±ND)	0.58~0.74 (0.67±0.07)	0.29~0.40 (0.36±0.04)	0.10~0.12 (0.11±0.02)	0.01~0.09 (0.03±0.03)	ND~ND (ND±ND)	ND~0.03 (0.01±0.01)	3.05~3.74 (3.54±0.27)

ND: not detect.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구개발 목표의 달성도

(1) 자연산과 양식산 활어에 대한 영양학적 성분변화를 조사

동, 서, 남해안에서 유통되고 있는 자연산과 양식산 생선횫감용 활어인 농어, 돌돔, 방어, 전어, 조피볼락, 참돔, 오징어, 넙치, 송어 9종에 대하여 계절에 따라 비만도 및 단백질, 지방, 수분, 회분 등의 일반성분, 무기질, 콜라겐과 지방산 조성을 조사하여 양식산과 자연산의 영양학적 성분이 유의적인 차이가 없는 것을 확인하였다.

(2) 자연산과 양식산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대하여 조사

앞에서 언급된 자연산과 양식산 생선횫감용 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 차이가 없다는 것을 확인하였다.

(3) 자연산과 양식산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포를 조사

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

(4) 자연산과 양식산 활어의 유통과정 및 가격동향을 비교 조사

동, 서, 남해안에 유통되고 있는 자연산과 양식산 활어의 유통경로를 조사하였으며, 현지 가격과 공시시가에 대한 자료를 정리하였으며, 자문위원으로부터 활어의 유통경로의 개선방안 등에 대하여 조사, 확립하였다.

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

자연산 9종과 양식산 7종의 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 위생학적 안전성을 확립하였다.

(6) 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류량 조사

식품학적 품질 평가가 조사된 자연산 활어 9종과 양식산 7종에 대한 테트라사이클린계 4

중, 플로로퀴론론계 5종 및 옥솔린산의 항생제 잔류량을 조사하여 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류 안전성을 확보하였다.

(7) 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 전혀 문제가 없음을 확보하였다.

(8) 수입산과 국내산 활어에 대한 영양학적 성분변화를 조사

국내에서 유통되고 있는 생선횃감용 활어인 참돔, 돌돔, 돌가자미, 떡장어, 쥐노래미, 농어, 홍민어와 국내에서 양식된 농어, 돌돔, 참돔, 쥐노래미, 떡장어, 돌가자미에 대하여 비만도 및 단백질, 지방, 수분, 회분 등의 일반성분, 무기질, 콜라겐과 지방산 조성을 조사하여 수입산과 국내산 활어의 영양학적 성분이 유의적인 차이가 없는 것을 확인하였다.

(9) 수입산과 국내산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대하여 조사

앞에서 언급된 수입산 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 수입산과 국내산의 맛 성분의 비교 검토하여 어종과 계절에 따라 조성의 차이는 있으나 국내산이 수입산에 비하여 다소 높은 경향을 나타내었으나 그차이는 미미하였다.

(10) 수입산과 국내산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포를 조사

생선횃감용 활어에 대하여 생선회의 맛을 좌우하는 육질의 단단함과 활어의 건강도를 측정하였으며, 근육의 지질분포를 조사하여 대부분 국내산이 수입산에 비하여 육질의 단단함이 높았으며, 일부 어종에서 그 차이는 미미하다는 것을 확인하였다.

(11) 수입산과 국내산 활어의 유통과정 및 가격동향을 비교 조사

국내에서 유통되고 있는 수입산 활어의 유통경로를 조사하였으며, 현지 가격과 공시시가에 대한 자료를 정리하였으며, 자문위원으로부터 활어의 유통경로의 개선방안 등에 대하여 조사, 확립하였다.

(12) 수입산과 국내산 활어에 대한 *Anisakis* spp. 분포 조사

수입산 7종과 동일 국내산 활어 6종에 대한 기생충(*Anisakis* spp.) 검출 유무를 조사하여 위생학적 안전성을 조사한 결과, 양식산 활어에서는 쥐노래미만이 기생충이 검출되었으며, 조

사된 수입산 활어에서는 대부분 위, 내장 등에 기생충이 검출되었다. 그러나 생선회로 먹는 근육에서는 검출되지 않아 생선회에 대한 위생학적 안전성을 확보하였다.

(13) 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류량 조사

식품학적 품질 평가가 조사된 수입산 7종과 국내산 6종에 대한 테트라사이클린계 4종, 플로로퀴론론계 5종 및 옥솔린산의 항생제 잔류량을 조사하여 수입산과 국내산에 대한 항생제 잔류 안전성을 확보하였다.

(14) 자연산과 양식산 활어에 대한 중금속 함량 분석

카드뮴(Cd), 구리(Cu), 아연(Zn), 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni), 납(Pb), 수은(Hg) 등 수입산과 국내산 활어의 근육 중에서 중금속 함량을 조사하여 유의적인 차이가 없는 것을 확인 할 수 있어 위생안전성상에는 전혀 문제가 없음을 확보하였다. 그러나 일본산 먹장어의 근육의 함유되어 있는 수은(Hg)의 함량은 0.39~0.47 mg/kg으로 다소 높은 함량을 나타내었다.

2. 상기 평가의 착안점에 따른 달성도에 대한 자체평가

평가의 착안점 및 달성도	
평가의 착안점	달성도 (점수)
◎ 자연산과 양식산 활어에 대한 영양학적 성분변화	150
◎ 자연산과 양식산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대한 조사	150
◎ 자연산과 양식산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포 조사	90
◎ 자연산과 양식산 활어의 유통과정 및 가격동향 비교 조사	90
◎ 자연산과 양식산 활어에 대한 <i>Anisakis</i> spp. 분포 조사	150
◎ 자연산과 양식산 활어에 대한 항생제 잔류성 조사	150
◎ 자연산과 양식산 활어에 대한 중금속 함량 조사	150
◎ 수입산과 국내산 활어에 대한 영양학적 성분변화	150
◎ 수입산과 국내산 활어에 대한 맛 성분 분포에 대한 조사	150
◎ 수입산과 국내산 활어에 대한 근육의 품질 및 지질분포 조사	90
◎ 수입산과 국내산 활어의 유통과정 및 가격동향 비교 조사	90
◎ 수입산과 국내산 활어에 대한 <i>Anisakis</i> spp. 분포 조사	150
◎ 수입산과 국내산 활어에 대한 항생제 잔류성 조사	150
◎ 수입산과 국내산 활어에 대한 중금속 함량 조사	150

3. 관련분야에의 기여도

본 연구에서는 자연산과 양식산, 수입산과 국내산 활어의 품질 및 안전성 평가를 통하여, 이들 활어의 품질 및 위생학적 안전성을 평가할 수 있었다. 그러므로 자연산과 양식산, 수입산과 국내산 간의 품질의 차이와 항생제 등의 위생학적 안전성이 확보됨으로써 국내산 양식 활어 품질에 대한 막연한 선입견과 안전성에 대한 우려를 감소시킴으로써 수산물 산업의 활성화 및 안전성 제고에 기여를 할 수 있었다.

이는 궁극적으로 국내 양식산 활어의 소비촉진에 기여하여 국내 수산물의 경쟁력 강화와 양식업계, 수산업계 및 우리나라 식문화 발전에 새로운 전기를 만들 수 있을 것으로 기대되어진다. 그리고 이를 통한 국내 양식활어의 국제화를 위한 저변기술 및 경쟁력을 강화시킬 수 있었다.

가. 기술적 측면

- ◎ 자연산과 양식산 활어의 품질 및 위생학적 안전성 평가 방법을 정립
- ◎ 우리나라의 생선회 국제화를 위한 저변기술을 확보
- ◎ 활어 근육 평가기술의 타 분야 도입 가능

나. 경제 · 산업적 측면

- ◎ 양식산 활어의 소비촉진으로 수산업의 활성화 기여
- ◎ 국내 양식산 활어의 품질 및 안전성 확보를 통하여 소비촉진에 기여하며, 우리나라 활어 유통시장에서 수입산 활어에 경쟁력을 확보 가능
- ◎ 고가로 거래되고 있는 자연산 활어의 가격에 대한 거품을 줄일 수 있고, 자연산과 유사한 양식산에 대한 상거래 질서를 확립
- ◎ 고품질의 양식산 활어 생산을 통한 대외경쟁력 확보로 활어 수출을 진작하고, 양식산업의 활성화 및 어민들의 소득증대에 기여
- ◎ 활어의 품질평가 기술에 의한 중량단위 활어 가격체계의 재설정의 근거
- ◎ 생선회의 유통 및 국제화를 위한 저변기술 확보

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 연구결과별 활용가능영역

가. 홍보자료로서의 활용

- ◎ 과도한 자연산 활어의 선호도는 사회, 경제적 및 산업성 등 여러 가지 측면에서 문제점을 갖고 있으므로 인식전환을 위한 홍보자료로 활용가능
 - 자연산 활어는 양식산에 비하여 수배 높은 가격으로 거래되고 있는 실정이다. 그러나 본 연구결과에서는 자연산과 양식산의 영양성분차이는 미미한 것으로 나타났으며, 항생제 및 기생충 등의 위생안전성을 조사하여 양식산 활어의 품질 및 안전성이 정확하게 입증되었다. 그러므로 본 연구결과를 이용하여 소비자들의 인식전환을 위한 홍보자료로 활용
 - 생선횡감으로 소비되는 활어의 유통질서 확립에 기초자료로 활용
 - 양식산 활어의 소비촉진 및 건강기능성 식품인 생선회의 소비량 증대를 위한 홍보자료로 활용
- ◎ 저가의 수입산 활어에 대한 경쟁력 확보를 통하여 국내 양식산 활어의 소비촉진을 위한 홍보자료 활용
 - 국내 양식산 활어와 수입산에 대한 품질비교 및 위생안전성을 확보함으로써 국내 활어 유통의 약 40%를 차지하고 있는 수입산으로부터 우리의 활어 시장을 보호할 수 있는 홍보자료 활용

나. 연구를 위한 기초자료로서의 활용

계절별에 따른 자연산과 양식산, 수입산과 국내산 어류에 대한 영양성분 등의 기초 자료가 확립되어 수산물 연구자들에게 기초자료 활용

다. 근육 및 활어유통 질서 확립을 근거자료로 활용

- ◎ 활어 근육 평가기술의 타 분야 도입 가능
- ◎ 활어의 품질평가 기술에 의한 중량단위 활어 가격체계의 재설정의 근거
- ◎ 생선회의 유통 및 국제화를 위한 저변기술 확보

2. 연구성과활용 총괄

가. 학술대회 발표 : 5편

- (1) 시장 유통 생선 횡감용 활어의 미량금속 함량, 2006년도 수산관련학회 공동학술대회(2006. 05. 19), 한국수산학회, p143-144
- (2) 시중 유통중인 자연산과 양식산 활어의 영양성분 비교, 2006년도 수산관련학회 공동학술대회(2006. 05. 19), 한국수산학회, p151-152
- (3) 시중 유통중인 자연산과 양식산 활어의 맛성분 비교, 2006년도 수산관련학회 공동학술대회(2006. 05. 19), 한국수산학회, p153-154
- (4) 자연산, 양식산 활어의 계절별 지방산 조성 변화, 2006년도 수산관련학회 공동학술대회(2006. 05. 19), 한국수산학회, p155-156
- (5) 시중 유통중인 자연산과 양식산 활어의 물성학적 품질비교, 2006년도 수산관련학회 공동학술대회(2006. 05. 19), 한국수산학회, p157-158

나. 인력양성

(1) 부경대학교 일반대학교

- 자연산 및 양식산 식품학적 품질 및 안전성 비교 연구(2007. 2. 공학석사)
- 수입산 및 국내산 식품학적 품질 및 안전성 비교 연구(2007. 8. 공학석사 학위 예정)

다. 홍보실적(신문, 방송, 저널 등) : 14건

- (1) 한국수산경제신문, 2004. 10. 08., 생선 종류에 따라서 맛이 다른 이유(생선회 X파일 68)
- (2) 한국수산경제신문, 2005. 01. 21., 재미있는 수산물 이야기 동영상 제작
- (3) 부산일보, 2005. 03. 11., 생선회 잘 못된 이름 많다
- (4) 부산일보, 2005. 04. 02., 생선회 일본어는 가라(부경대 조영제교수, 추방 포스터 배포)
- (5) MBC 생방송 아주 특별한 아침, 2005. 04. 06., “생선회 우리말 찾기”
- (6) 한국수산경제신문, 2005. 04. 15., 생선회 바로 알고 바로 쓰자(조영제 교수, 위생관리 매뉴얼 발간 및 우리말 쓰기 운동 추진)
- (7) 주간조선(사람들), 2005. 04. 18., 사시미가 아니라 생선회입니다(생선회 논문만 31편 쓴 회박사 부경대 조영제 교수)
- (8) KBS1 생생투데이, 2005. 04. 19., “우리땅 독도를 지켜라”
- (9) KBS 생생 투데이 사람과 세상, 2005. 04. 28., “내사랑 생선회”
- (10) KBS2 행복한 밥상, 2005. 05. 07., “X파일 장어”
- (11) MBC 뉴스데스크, 2005. 06. 10., “수산업 활로를 찾아라”
- (12) KBS1 야무진 TV, 2005. 08. 10., “여름철 보양식 장어”

(13) MBC 생방송 화제 집중, 2005. 08. 11., “달려라 달려 수산물 버스”

(14) PSB 리얼터치! 오늘, 2005. 09. 07., 물오른 귀하신 몸 “가을 전어 납시오”

라. 전시회 등 참여 : 2회

(1) 제2회 부산국제 수산물엑스포, 2004. 11. 25., 부산광역시 부산전시컨벤션센터

(2) 제3회 부산국제 수산물엑스포, 2005. 11. 24., 부산광역시 부산전시컨벤션센터

마. 기타 : 1건

(1) 리스크커뮤니케이션 사업에 본 연구결과 활용

- 사업목적 : 비브리오패혈증 예방을 위한 수산물 위생·안전교육

- 일시 : 2006. 3. 30 ~ 7. 14

- 주관 및 주최 : 해양수산부 주관, (사) 한국생선회협회 주최

- 교육장소 : 전국 21곳

제주도, 전라남도(목포, 여수, 광주, 완도), 전라북도(군산), 충청남도(보령), 경상남도(통영, 마산), 경상북도(포항), 부산시(시청, 해양수산청, 공동어시장), 대구시, 대전시, 울산시, 인천시, 서울시(노량진시장, 가락동시장), 강원도(속초, 동해), 경기도(수원) 등

- 교육대상 : 횃집 및 일식집 운영자, 어업인, 수산업관련업계 종사자 등

- 본 연구의 활용 : 자연산과 양식산 활어의 식품학적 품질 비교

자연산과 양식산 활어의 식품위생학적 안전성

국내산 양식 활어의 품질 우수성과 식품안전성

3. 기대효과

- 활어의 품질 및 위생학적 안전성 평가 방법을 정립한다.
- 우리나라의 생선회 국제화를 위한 저변기술을 확보한다.
- 국내 양식산 활어의 품질 및 안전성 확보를 통하여 소비촉진에 기여한다.
- 활어 유통시장에서 수입산 활어에 대한 경쟁력을 확보한다.
- 고가의 자연산 활어의 가격 거품을 축소한다.
- 자연산과 유사한 양식산에 대한 상거래 질서를 확보한다.
- 양식방법에 따른 활어 품질의 평가가 가능해짐으로서 고품질의 양식산 활어 생산을 유도하여 대외경쟁력 확보를 통한 활어수출을 진작하고, 양식산업의 활성화 및 어민들의 소득증대에 기여한다.
- 국민의 건강 및 보건증진에 기여한다.

제 6 장 참고문헌

- A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis 15'th ed. Association of official analytical chemists. *Washington D.C.*
- Alasalvar, C., K.D. Anthony Taylor and F. Shahidi. 2002. Comparative quality assessment of cultured and wild Sea Bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *J. Agric. Food Chem.*, 50, 2039-2045.
- Ando, M., H. Toyohara and M. Sakaguchi. 1992a. Post-mortem tenderization of rainbow trout muscle caused by the disintegration of collagen fibers in the pericellular connective tissue. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 567-570.
- Ando, M., H. Toyohara and M. Sakaguchi. 1992b. Three-dimensional structure of collagen fibrillar network of pericellular connective tissue in association with firmness of fish muscle. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 58, 1361-1364.
- Ando, M., H. Toyohara, Y. Shimizu and M. Sakaguchi. 1991. Post-mortem tenderization of fish muscle proceeds independently of resolution of rigor mortis. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 1165-1169.
- 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 of wild and cultured fishes. *Nippon Susan Gakkaishi*, 57, 1927-1934.
- 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.
- Baker, S.B. and W.H. Summerson. 1941. The Calorimetric determination of lactic acid in biological material. *J. Biol. Chem.*, 138, 538-542.
- Bergman I. and R. Loxley. 1963. Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. *Analytical. Chem.*, 35, 1961-1965.
- Bito, M., K. Yamada, Y. Mikumo and K. Amano. 1983. Studies on the rigor mortis of fish 1. Difference in the mode of rigor mortis among some varieties of fish by modified Cutting's method. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 109, 89 (in Japanese).
- Cheon, K.S. 2002. Infection of Parasitic Anisakis Type Larvae (Nematoda) from Some Rockfishes, *Sebastes* spp. *J. fd hyg. safety*, 17, 206-209.
- Cheon, K.S. and S.W. Kim. 1996. Infection Status of *Todarodes pacificus* (*Mollusca: Cephalopoda*) with Anisakis Larvae in the Markets from Jumungin. *Journal of the Korean Society of Oceanography(The Sea)*, 1, 55-57.
- Cho, Y.J. and K.W. Lee. 1994. Early Changes after Death of Plaice, *Paralichthys olivaceus*

- Muscle 5. Effect of storage temperature on morphological changes of myofibrils and histological changes of muscle. Bull. Kor. Fish. Soc., 27, 114~120. (in Korean)
- 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).
- Date, K. and Y. Yamamoto. 1988. Seasonal variations with growth in nutritive components in meat of cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata*. Nippon susan gakkaiishi, 54, 1041-1047.
- 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.
- Hatae, K., K.H. Lee, T. Tsuchiya and A. Shimada. 1989. Textural properties of cultured and wild fish meat. Nippon susan gakkaiishi, 55, 363-368.
- 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.
- Kagawa, M., M. Matsumoto, C. Yoneda, T. Mitsuhashi and K. Hatae. 2002. Changes in meat texture of three varieties of squid in the early stage of cold storage. Fish. Sci. 68, 783-792.
- Kaoru, D. and Y. Yoshikazu. 1987. Seasonal variation with growth in nutritive components in meat of cultured Yellowtail *Seriola quinqueradiata*. Nippon Suisan Gakkaishi, 54(6), 1041-1047.
- Keiko, H., K.H. Lee, T. Takahide and S. Atsuko. 1989. Texture properties of cultured and wild fish meat. Nippon Suisan Gakkaishi. 55(2), 363-368.
- Kim H.Y., J.W. Shin, G.C.Sim, H.O. Park, H.S. Kim, S.M. Kim, J.S. Cho and Y.M. Jang. 2000. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer and snake head. Korean. J. Food Sci., Tech., 35. 1058-1067 (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, 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. Technol.*, 32(3), 550-563.
- Kim, T.J. 1998. Effect of electrical stimulation on physicochemical properties of muscle protein from plaice. Pukyong National Univ. Ph. D. Thesis.
- Kolodziejska, I., E.S. Zdzislaw and N. Celina. 1999. Parameters affecting the isolation of collagen from squid (*Illex argentinus*) skins. *J. Food Chem.*, 66, 153-157.
- Konosu, s., Y. Maeda and T. Fujita. 1960. Evaluation of inosinic acid and free amino acids as testing substance in the kattsuwobushi stock. *Bull. Japan soc. sci. fish.*, 26, 45-48.
- 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.
- Kunisaki, T. 1992. Distribution of nitrogenous components in the muscle of six species of fish. *J. Aquaculture*. 29. 114-118.
- Lee, K.H. and Y.S. Lee. The effect of lipid and collagen content, drip volume on the muscle hardness of cultured and wild red sea bream (*Pagrosomus auratus*) and flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Korean. J. Soc. Food Sci.*, 16, 352-357.
- Lee, H.Y., M.W. Park and I.G. Jeon. 2000. Comparison of nutritional characteristics between wild and cultured juvenile black rockfish, *Sebastes schlegeli*. *J. Korean Fish. Sci.* 33(2), 137-142.
- 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.
- Morishita, T., K. Uno, N. Imura and T. Takahashi. 1987. Variation with growth in the proximate composition of cultured red sea bream. *Nippon Susan Gakkaishi*, 53, 1601-1607.
- Morishita, T., K. Uno, T. Araki and T. Takahashi. 1989. Comparison of the fatty acid compositions in cultured red sea bream differing in the localities and cultured methods, and those in wild fish. *Nippon susan gakkaishi*, 55, 847-852.
- Nakagawa, H., T. Yasuhiko and R.N. Gholam. 1991. Comparison of lipid properties between wild and cultured ayu. *Nippon Susan Gakkaishi*, 57, 1965-1971.
- Naomichi, K., T. Kaoru and M. Hiroshi. 1986. On the study of lipid contents, muscle hardness and fatty acid compositions of wild cultured horse mackerel. *Bull. Japan. Soc. of Scientific Fish.*, 52, 333-336.

- Ochiai, Y., Y. Kariya, S. Watabe and K. Hashimoto. 1985. Heat-induced tendering of turban shell (*Bacillus cornutus*) muscle, *J. Food Sci.* 52, 981-984.
- Oh, K.S., R.H. Ro, J.G. Kim and E.H. Lee. 1988. Comparison of lipid components in wild and cultured bastard. *Korean J. Food Sci. Tech.*, 20, 678-882 (in Korean).
- Oh, K.S., R.H. Ro, J.G. Kim and E.H. Lee. 1988. Comparison of lipid components in wild and cultured Bastard. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 20(6), 878-882.
- Ohshima, T., H.D. Widijaja, S. Wada and C. Koizumi. 1982. A comparison between cultured and wild ayu lipids. *Bull. Japan. Soc. of Scientific Fish.*, 48, 1795-1801.
- Ohshima, T., S. Wada and C. Koizumi. 1983. Comparison of lipids between cultured wild sea breams. *Bull. Japan. Soc. of Scientific Fish*, 49, 1405-1409.
- Ohta, S. 1976. Food seasoning. *Saiwaisyobow*, Tokyo, Japan. 146-187.
- Oishi, K. 1960. Quality of flatfish from Hakodate-III. Factors deciding the quality 6. Relations between the quality and the amino acid composition of the muscle extractives. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido. Univ.*, 10, 319-331.
- Ozawa, A., M. Satake and T. Fujita. 1993. Comparison of muscle lipids between wild and cultured kokanee salmon. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 89, 1545-1549.
- 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 (in Korean).
- 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(1), 174-179.
- Saeki, K. and H. Kumagai. 1984. Chemical components in ten kinds of wild and cultured fishes. *Bull. of the Japanese Soc. of Scientific Fish.*, 50, 1551-1554.
- Sato, M., R. Yoshinaka, Y. Nishinaka, H. Morimoto, T. Kojima, Y. Yamamoto and S. Ikeda. 1986. Comparison of nutritive components in meat of wild cultured bastard halibut *paralichthys olivaceus*. *Bull. Japan. Soc. of Scientific Fish*, 52, 1043-1047.
- 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).
- Soldani, G., P. Losi, C. Milioni and A. Raffi. 2002. Light microscopy evaluation of polyurethane vascular grafts porosity by Sudan Black B staining. *J. Microscopy.*, 206, 139-145.
- Song, J.H. 2002. A study on the actual condition of import for a Japanese fresh and live fish. *J. of Fish. Business Administration*, 33, 153-167 (in Korean).

- Syama, D.J., S. Ahamad Ali, A.R. Thirunavukkarasu, M. Kailasam and R. Subburaj. 2003. Nutrient and amino acid profiles of egg and larvae of Asian seabass, *Lates calarifer* (Bloch). *Fish Phys. and Biochem.*, 29, 141-147.
- 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.
- Tatsuo, M., U. Kazuaki, I. Naoki and T. Takashi. 1987. Variation with growth in the proximate compositions of cultured Red Sea Bream. *Nippon Suissan Gakkaishi*, 53(9), 1601-1607.
- Thakur, D.P, K. Morioka, Y. Itoh and A. Obatake. 2000. Influence of muscle biochemical constituents on the meat texture of cultured yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) at different anatomical locations. *J. Sci. Food Agric.*, 82, 1541-1550.
- Thakur, D.P, K. Morioka, Y. Itoh and A. Obatake. 2003. Lipid composition and deposition of cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata* muscle at different anatomical locations in relation to meat texture. *Fisheries Sci.*, 69, 487-494.
- 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.
- Toshiyuki, H., N. Hideo and S. Michizo. 1979, Quality of wild and cultured Ayu—II seasonal variation of proximate composition. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 46(1), 75-78.
- Touhata, K., M. Tanaka, H. Toyohara and H. Tanaka. 2000. Seasonal collagen content of ed seabream muscle. *Fisheries Sci.*, 66. 552-557.
- Watabe, S., M. Kamal and K. Hashimoto. 1991. Postmortem changes in ATP, creatine phosphate and lactate in sardine muscle. *J. Food Sci.*, 56, 151-153.
- Whiting, R.C., E.D. Strange, A.J. Miller, R.C. Benedict, S.M. Mozersky and C.E. Swiift. 1981. Effect of electrical stimulation on the functional properties of lamb muscle. *J. Food Sci.*, 46, 484-490.
- Yutaka, S., T. Masami and E. Kinji. 1973. Seasonal variation in chemical constituents of Yellow-tail Muscle—I water, lipid and crude protein. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 39(9), 993-999.
- 국립수산과학원. 2002. 양식어업인을 위한 수산용 약품사용 안내. 11pp.
- 김인배. 1998. 양식업의 현황과 사육기술 문제(어류 양식업을 중심으로). *한국양식*, 17(1), 1-9.
- 농림부. 1997. 횡감용 즉살활어의 저온수송방법 및 장치 개발.
- 보건복지부. 2006. 국민건강영양조사 3기(2005)영양조사 I. 115-203

- 이경희 · 이영순. 1997. 양식 넙치의 육질에 관한 연구. 한국조리과학회지, 13, 448-452.
- 이경희 · 이영순. 1999. 양식 및 자연산 도미 어육의 품질 특성에 관한 연구. 한국조리과학회지, 15, 639-644.
- 이경희 · 이영순 · 김종현 · 김동수. 1998. 한방사료 첨가제인 어보산의 효과 : II. 어보산 첨가사료로 사육한 넙치의 육질에 대한 연구. 한국양식학회지, 11, 319-325.
- 심길보, 배진한, 정호진, 여해경, 김태진, 조영제. 2004. 물리·화학적 방법에 의한 참돔의 품질판정, 한국양식학회지, 17(3), 173-179
- 배진한, 김태진, 정호진, 여해경, 심길보, 조영제. 2004. 효소·화학적 방법에 의한 참돔의 품질판정, 한국양식학회지, 17(3), 167-172
- 김태진, 배진한, 여해경, 심길보, 정호진, 조영제. 2004. 물리 및 효소화학적 방법에 의한 참돔의 품질판정 지표 설정, 17(3), 228-232
- 김배의, 조영제, 심길보. 2006. 부산시민을 대상으로 한 생선회 선호도 실태 및 소비촉진 방안. 한국해양수산교육학회. 수산해양교육학회. 17, 413-426.
- 장외숙. 2006. 조피볼락 양식현황과 전망(상). 양식. 172-176.
- 정명생, 2003. 양식활어의 분석에 관한 연구. 한국식품유통학회, 20, 89-108.
- 조영제. 2002. 생선회 100배 즐기기. 한글그라픽스.
- 한국수산회. 2003. 수산연감. 삼신인쇄. 117-125.
- 한국해양수산개발원. 2004. 2004년 수산물 생산·수출입 동향과 시사점. 월간 해양수산 통권 제 243호.1-39.
- 해양수산부. 1997. 활어류의 유통기술 개선에 관한 연구(무수수송 활어의 회복조건 개발 및 식품학적 고찰).
- 해양수산부. 2002. 생선회의 육질향상 및 패혈증 예방을 위한 저온 브라인 침지장치개발.
- 해양수산부. 2003. 횡감용 선어류의 소비촉진을 위한 안전성 확보기술개발.
- 해양수산부. 2004. 생선회 비브리오 패혈증 예방시스템 개발.
- 해양수산부. 2004. 양식산 활어의 신속, 정확한 품질판정 기술개발에 관한 연구
- 해양수산부. 2005. 2005년도 해양수산통계연보
- 허강준, 신광순, 이문한. 1992. 양식어류의 질병과 수산동물용 의약품의 잔류방지 대책. 한국식품위생학회지, 7, S7-S19.
- 山本啓一,丸山工作. 1988. 筋收縮の制御. 筋肉, 105-120.
- 佐藤 守. 1987. 養殖ヒラメと天然ヒラメの栄養成分比較. 養殖 5月号, 106-109.
- 豊原治彦. 1991. 魚類における死後硬直の生化学と應用上の諸問題. 魚類の死後硬直(山中英明 編). 水産學シリーズ 86. 恒星社厚生閣, 東京, 42.