

양식 및 자연산 넙치의 합질소엑스성분 비교

- 연구노트 -

박 춘 규

여수대학교 식품공학과

Comparison of Extractive Nitrogenous Constituents in Cultured and Wild Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Muscle

Choon-Kyu Park

Dept. of Food Science and Technology, Yosu National University, Yosu 550-749. Korea

Abstract

The nitrogenous compounds in the muscle extracts of cultured and wild olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, were analyzed. The analyzed compounds were extractive nitrogen, free amino acids, oligopeptides, ATP and its related compounds, quaternary ammonium bases, and guanidino compounds. The distribution pattern of these compounds in cultured and wild fish was found to be very similar. Although the ATP and its related compounds and creatine in the muscle of cultured fish were slightly abundant than those in the muscle of wild one, the extractive nitrogen, total free amino acid, oligopeptides, and TMAO were found to be slightly rich in the muscle of wild fish than those in the muscle of cultured one. The moisture content of cultured fish was relatively lower but the protein and fat contents of cultured one were higher than those of wild fish. However the differences in the proximate composition, extractive nitrogen and nitrogenous compounds between two fishes were not significantly different.

Key words: olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, free amino acids, oligopeptides, ATP and its related compounds, TMAO, creatine

서 론

어패류 근육의 엑스성분 조성은 계절, 어기, 연령, 성장, 환경, 어장 등 여러 가지 영향요인에 따라 변동하는 것으로 알려져 있다(1-5) 또한 어패류의 일반성분은 동일 어종에 있어서도 체 부위, 성장도(크기), 계절, 서식지역, 먹이, 자웅 등 여러 가지 요인에 의해 변동하며, 양식산과 자연산에 있어서도 큰 차이가 있다(5). 근년 양식 기술의 진보에 따라 일부 어종에 있어서는 자연산보다 양식산 수산물이 더 많이 소비되고 있으며 그 대표적인 예로서 넙치(*Paralichthys olivaceus*)를 들 수 있다.

우리 나라의 넙치 생산량은 1987년 3,447 M/T였는데 그 중 양식산은 20 M/T로서 0.6%에 불과하였다. 그러나 그 이후 양식 생산량이 매년 증가되어 1990년에는 3,526 M/T 중 1,037 M/T로서 29.4%, 1995년에는 8,013 M/T 중 6,733 M/T로서 84.0%, 그리고 1997년에는 27,893 M/T 중 26,274 M/T로서 94.2%를 차지하고 있어 가장 중요한 양식 대상종이 되었다(6,7).

넙치의 식품학적인 연구는 일반성분(8-13)과, 엑스분질소(13-15)에 관한 것이 있으며, 합질소 엑스 성분에 대하여는 유리아미노산(10,12,13,15), oligopeptide류(13,15), ATP 관련화합물(13,16), betaine류(13), TMAO와 TMA

(17,18), creatine 및 creatinine(15) 등이 있다

현재 양식산 넙치의 생산량은 매년 급격히 증가되고 있지만 지금까지 뚜렷한 가공품이 없이 생물상태에서 주로 윗감용으로 소비되고 있는 실정이므로 신선한 생물상태에서의 맛성분 조성이 중요한 의의를 갖는다. 그러나 지금까지의 연구에서는 양식산과 자연산 넙치의 맛성분 중 일부 성분만을 분석대상으로 연구한 보고가 많았으며, 수산물의 맛과 밀접한 관계가 있는 합질소 엑스성분들을 양식산과 자연산으로 나누어 종합적으로 상세히 분석한 연구는 별로 없었다. 또한 최근에는 분석기술의 진보에 따라 같은 성분군이라 할지라도 지금까지 검출되지 않았던 다양한 미량성분들까지도 분석 가능하게 되고있다 따라서 본 연구에서는 양식산과 자연산 넙치의 각식부에 대하여 수산물의 조직에 널리 분포하는 중요한 합질소 엑스성분을 상세히 분석하여 맛성분 조성을 밝히고 그 질소분포를 상호 비교함으로써 식품화학, 비교생화학 및 고도이용가공을 위한 자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

시료

양식산 넙치(*P. olivaceus*)는 경남 양산시 동면에 있는

양식장에서 구입하였으며, 자연산 넙치는 경북 포항시 북구 청하면 월포리 지선에서 어획된 것을 각각 5미씩 직접 구입하여 ice box에 채우고 실험실까지 운반한 다음, 즉시 전처리 하여 -40°C 동결고에 보관하여 두고 등육(dorsal meat)을 분석용 시료로 사용하였으며, 시료의 조성은 양식산이 체장 34~35 cm(평균 35 cm), 체중 900~1,100 g(평균 1,010 g), 그리고 자연산은 체장 35~38 cm(평균 36 cm), 체중 830~1,030 g(평균 910 g)범위였다. 각 시료의 성분은 모두 3회씩 분석하여 평균치로 나타내었다.

엑스분 조제 및 엑스분 질소 측정

Stein과 Moore 방법(19)에 따라 1% picric acid 엑스분을 조제하여 엑스분질소, 유리아미노산, oligopeptide류, trimethylamine oxide(TMAO), trimethylamine(TMA), creatine 및 creatinine 분석용 시료로 사용하였다. 그리고 ATP 관련 화합물의 측정을 위하여는 Nakajima 등의 방법(20)에 따라 5% perchloric acid 엑스분을 별도로 조제하였으며, 엑스분 질소량은 micro-Kjeldahl법(21)으로 측정하였다.

유리아미노산 및 oligopeptide류 분석

유리아미노산은 앞에서 조제한 1% picric acid 엑스분을 Hitachi 835 model의 자동 아미노산분석기를 사용하는 생체액 분석법(22)에 따라 분석하였다. 엑스분 시료는 농도에 따라 희석하여 50 μL 를 분석하였으며, 표준 아미노산으로는 Pierce Chem Co.(Illinois)조제의 생체용 아미노산 표준시약 A/N 및 B를 사용하였다. Oligopeptide류는 엑스분 시료에 염산을 가하여 6 N로 한 다음 유리 ampoule에 넣고 밀봉하여 110°C 에서 16시간 가수분해하고 유리 아미노산과 같은 방법으로 분석하였으며 가수분해 전후의 분석치로 계산하였다.

ATP 관련 화합물 및 betaine류 분석

고속 액체 크로마토 그래피(HPLC, Hitachi model L-6200)를 사용하여 분석하였으며, buffer로는 2% triethylamine-phosphoric acid (pH 7.0)를 사용하였고(23), 유속은 0.8 mL/min, 검출 파장 254 nm, column 온도 40°C , 그리고 column은 $\mu\text{Bondapak C}_{18}$ (3.9 \times 300 mm, USA)을 사용하였다. Betaine류 분석은 HPLC를 사용하는 Park 등(24)의 방법에 따라 분석하였다.

TMAO, TMA, creatine 및 creatinine 분석

TMA는 Bullard와 Collins 방법(25), 그리고 TMAO는 titanous chloride를 가하여 TMA로 환원 후 정량하는 Bystedt 등(26)의 방법에 따라 분석하였다. 그리고 creatine은 Niyama의 비색법(27), 그리고 creatinine은 Yatizidis

의 방법(28)으로 분석하였다.

일반성분 분석

수분은 상압가열 건조법, 조단백질은 semi-micro Kjeldahl법, 조회분은 건식회화법, 지방은 Soxhlet법, 그리고 glycogen은 Hanes 방법(29)으로 정량하였다.

결과 및 고찰

일반성분

양식산과 자연산 넙치의 일반 분석 결과는 Table 1과 같다. 양식산 넙치의 수분 함량은 78.1%로서 자연산 84.0%에 비해 약간 낮았다. 그러나 단백질 함량은 양식산과 자연산에서 각각 19.1%와 13.5%로서 양식산에서 높았으며, 지방 함량도 각각 1.2%와 0.9%로서 양식산에서 다소 높은 편이었다. 본 연구 결과는 다른 연구자들에 의하여 보고된 넙치의 일반 성분을 양식산과 자연산으로 구분하여 같은 성분끼리 함량의 차이에 대한 *t*-검정(30)을 실시한 결과 수분, 단백질, 지방, 회분 모두 90% 신뢰한계에서 유의차가 없었다($p>0.10$). 그리고 회분과 glycogen 함량은 양식산과 자연산 모두에서 각각 1.5%와 0.1%로서 같은 수준이었다. 다른 어종에서의 예로서 참돔의 일반성분 조성을 분석한 결과(5)를 보면 양식산이 자연산에 비해 어떤 어종에서나 공통적으로 지방함량이 높고 수분 함량이 낮았으며, 이와 같은 결과는 특히 등육(背肉)보다 복육(腹肉)에서 뚜렷하였다. 또한 양식산 은어에서는 지방함량 뿐만 아니라 탄수화물과 glycogen 함량도 많았다는 보고도 있다(31,32). 이와 같이 양식산에서 지방과 탄수화물 함량이 많은 원인은 먹이의 질과 양, 그리고 운동량의 차이에 기인한 것으로 생각하고 있다(5). 그러나 양식산과 자연산 넙치에서 일반 성분이 참돔이나 은어처럼 크게 차이가 나지 않는 원인은, 넙치는 종편형으로서 측편형인 참돔이나 은어에 비해 체형이 다르며, 비운동성 저서어로서 가식부가 대부분 등육이기 때문에 이 부분을 주로 분석 대상으로 하였기 때문일 것이다.

엑스분 질소

양식산과 자연산 넙치의 엑스분 질소 함량은 Table 2와 같이 각각 441 mg과 455 mg(등육 100 g 중의 mg 이함음)으로서 자연산이 약간 높은 편이었다. Park 등(13)이 분석한 양식산 넙치의 엑스분질소 함량은 338 mg이

Table 1. Proximate composition of cultured and wild olive flounder (%)

	Moisture	Protein	Fat	Ash	Glycogen
Cultured	78.1	19.1	1.2	1.5	0.1
Wild	84.0	13.5	0.9	1.5	0.1

Table 2. Nitrogenous constituents in the extracts of cultured and wild olive flounder¹⁾ (mg/100 g)

Extractive nitrogen	Cultured	Wild
		441
Free amino acids and oligopeptides		
Phosphoserine	2(18)	2(15)
Taurine	115	91
Phosphoethanolamine	-	+
Aspartic acid	1(70)	1(96)
Hydroxyproline	-(113)	8(134)
Threonine	2(38)	3(50)
Serine	3(31)	6(37)
Asparagine	9	2
Glutamic acid	7(91)	5(101)
Glutamine	8	5
α -Aminoadipic acid	+(9)	1(9)
Proline	2	6(18)
Glycine	3(39)	3(48)
Alanine	12(68)	17(78)
Citrulline	-	4
α -Amino- <i>n</i> -butyric acid	-	6
Valine	3(34)	4(51)
Cystine	-(30)	1(28)
Methionine	3	3
Cystathionine	2	7
Isoleucine	2	3
Leucine	3(31)	5(39)
Tyrosine	1(100)	2(125)
β -Alanine	1(3)	1
Phenylalanine	1(66)	2(75)
β -Aminoisobutyric acid	+	-(1)
γ -Amino- <i>n</i> -butyric acid	+	-
Ethanolamine	-	1(4)
Ornithine	1(6)	4(5)
Lysine	7(80)	33(102)
π -Methylhistidine	-(9)	1
Histidine	2(17)	3(20)
τ -Methylhistidine	+	+
Anserine	4	1
Carnosine	4	10
Arginine	2(16)	5(27)
Nucleotides and related compounds		
Adenosine 5'-triphosphate	84	10
Adenosine 5'-diphosphate	37	32
Adenosine 5'-monophosphate	13	11
Inosine 5'-monophosphate	227	180
Inosine	+	+
Hypoxanthine	2	2
Others		
Glycinebetaine	13	9
β -Alaninebetaine	-	+
Homarine	+	+
Trimethylamine oxide	273	316
Trimethylamine	7	11
Creatine	522	487
Creatininic	10	9
Ammonia	25	24

¹⁾The amounts of oligopeptides are given in parentheses. Marks used: +, trace; -, not detected.

었으며, 일본에서 자연산 넙치를 분석한 예를 보면 303 mg(14), 332 mg(15), 348 mg(33) 등으로서 본 연구결과 보다 낮았다. 엑스분 질소량은 추출법에 따라 다소의 차이는 있으나, 일본산 어류에 대한 연구결과를 보면 경골어에서는 가다랑어, 날개다랑어 등 적색육 어류에 많았고(500~800 mg), 참돔, 넙치 등 백색육 어류에 적었으며(240~400 mg), 고등어 등 일부 적색육 어류 및 전갱이 등 중간색 어류에서는 그 중간(400~500 mg)정도라 하였으며(34,35), 은어는 양식산보다 자연산이 약간 높은 것으로 알려져 있다(36).

유리아미노산

양식산과 자연산 넙치의 유리아미노산을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 양식산에서는 모두 31종의 유리아미노산이 검출되었으며 총량은 200 mg이었다. 함량이 많은 것으로서는 taurine, alanine, asparagine, glutamine, glutamic acid, lysine 등이었다. 자연산에서는 모두 36종이 검출되어 양식산에서 보다 다양한 유리아미노산 조성을 보였으며, 그 총량은 246 mg이었다. 함량이 많은 것으로서는 taurine, lysine, alanine, carnosine, hydroxyproline의 순이었다. 양식산과 자연산 유리아미노산 총량은 자연산에서 약간 높은 편이었으며, 개별 유리아미노산 함량에는 약간의 차이가 있어 taurine은 양식산에서 약간 높았고 lysine, alanine, carnosine 등은 자연산에서 더 높았다. 넙치의 유리아미노산 중 taurine 함량이 가장 풍부하였으며, 양식산과 자연산에서 각각 유리아미노산 총량의 57.2%와 37.0%를 차지하였다.

Oishi(14)는 넙치 엑스분에서 bioassay에 의해 처음으로 17종의 아미노산을 분석하여 그 총량을 127.5 mg으로 보고한 바 있다. 그 후 Konosu 등(15)은 자동 아미노산 분석기를 이용하여 넙치에서 21종의 유리아미노산을 분석하였고 그 총량은 237 mg으로서, 함량이 많은 것은 taurine, lysine, alanine 등으로 밝히고 있어 본 연구에서의 자연산 연구 결과와 유사한 수준이었다. Kunisaki(10)는 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 나타나 본 연구결과와 비슷하였다. Konosu와 Watanabe (37)는 양식산과 자연산 참돔의 유리아미노산 함량을 비교 분석하여 Kagoshima산과 Wakayama산의 taurine 함량은 양식산보다 자연산이 높은 편이었으나, 유리아미노산 총량은 지역에 따라 다른 결과를 보고하였다. Suyama 등(31)은 양식산과 자연산 은어의 유리아미노산 조성을 분석하였는데, 상호 평균치를 비교하여 보면 양식산보다 자연산에서 유리아미노산 총량이 높게 나타났으나($p < 0.10$), 타우린 함량은 서로 차이가 없었다($p > 0.10$).

Oligopeptide류

넙치 엑스분에서 oligopeptide류 조성은 Table 2의 팔호 속에 나타내었다. 넙치에서 추출한 엑스분을 가수분해하여 양식산은 20종, 그리고 자연산은 21종의 아미노산이 증가되었으며, 이들의 총량은 각각 869 mg과 1,063 mg으로 자연산에서 더 풍부하였고, 유리아미노산 총량에 대하여 각각 434.5%와 432.1%에 달하였다. 양식산에서 함량증가가 많은 아미노산으로는 hydroxyproline, tyrosine, glutamic acid, lysine, aspartic acid의 순이었다 자연산에 있어서는 hydroxyproline, tyrosine, lysine, glutamic acid, aspartic acid의 순으로서 유사한 조성이었다 따라서 넙치에서는 유리아미노산 함량이 낮은 반면 oligopeptide류 함량은 풍부한 것으로 나타났다.

ATP 관련 화합물

넙치 엑스분의 ATP 관련화합물 함량은 Table 2와 같다 양식산과 자연산 모두 ATP, ADP, AMP, IMP, inosine 및 hypoxanthine이 검출되었으며, 단위는 편의상 시료 1 g 중의 μmol 로 나타내었다. ATP 관련물질의 총량은 양식산과 자연산에서 각각 9.56 μmol 과 6.58 μmol 로서 양식산에서 약간 높은 편이었다. 개별 ATP 관련물질로서는 IMP가 가장 풍부하였으며, 양식산과 자연산에서 각각 68.2%와 78.6%를 차지하였다. Fujii 등(16)은 넙치를 빙장 중이온교환 칼럼크로마토그래피 방법에 의해 ATP 관련물질을 분리하여 선도표시법을 제안하였으며, Konosu 등(15)도 같은 방법으로 ATP, IMP 및 inosine을 분리하여 총량 8.57 μmol (283 mg)을 보고하였다. Park 등(13)은 양식산 넙치에서 ATP 관련화합물을 분석하여 그 총량은 7.76~12.23 μmol (평균 9.91 μmol)로 보고한 바 있다

Betaine류

넙치 엑스분 중의 betaine류로서는 glycinebetaine, β -alaninebetaine 및 homarine이 검출되었다. Glycinebetaine은 양식산에서 13 mg, 그리고 자연산에서는 9 mg으로서 큰 차이가 없었다. 그리고 β -alaninebetaine과 homarine은 흔적에 불과하였다. Park 등(13)은 양식 넙치에서 β -alaninebetaine과 homarine이 검출되었다고 보고하였으며 glycinebetaine은 일부 시료에서 미량 검출되었는데 이들의 총량은 37~88 mg(평균 62 mg) 수준이었다. 한국산 연어에서도 일부시료에서 glycinebetaine 23~43 mg, β -alanine betaine 2~11 mg, homarine이 1 mg 이하로 검출된 바 있다(38).

TMAO와 TMA

넙치 엑스분 중의 TMAO와 TMA함량은 Table 2와 같다. 양식산과 자연산에서 TMAO함량은 각각 273 mg과

316 mg으로서 자연산에서 다소 높았다. TMA 함량은 각각 7 mg과 11 mg으로서 미량이었다. 자연산 넙치의 TMAO 함량에 대한 다른 연구자들의 예를 비교하여 보면, 313 mg(15)과 유사한 수준이었으며, 88 mg(17)보다 높고, 420 mg(18)보다 낮았다.

Creatine 및 creatinine

넙치 엑스분의 creatine 및 creatinine 함량은 Table 2와 같다. Creatine 함량은 양식산과 자연산에서 각각 522 mg과 487 mg으로서 양식산에서 다소 높은 값을 보였다. 그러나 Konosu 등(15)은 자연산 넙치에서 464 mg을 보고하고 있어 본 연구 결과와 비슷한 수준이었으며, Hujita (34,35)는 675 mg으로 다소 높은 값이었다. 또한 Park 등(13)은 양식산에서 338~449 mg(평균 384 mg)으로 보고하고 있어 다소 낮은 값이었다. 본 연구에서 creatinine 함량은 양식산과 자연산에서 각각 10 mg과 9 mg으로서 유사한 수준이었다. Konosu 등(15)은 자연산 넙치의 creatinine 함량을 11 mg으로, 그리고 Hujita(34,35)는 9 mg으로 보고하고 있어 본 연구에서와 큰 차이가 없었다.

엑스분 중의 질소분포

앞에서 언급한 결과들 요약하기 위해서 분석된 각 시료의 엑스성분을 근육 100 g 중의 mg 질소로 환산하여 각 성분군별로 Table 3에 나타내었다. 양식산과 자연산 넙치의 각 성분들에 대한 질소 분포는 거의 유사한 경향이 었다 넙치에서 가장 많은 비중을 차지하는 합질소 엑스 성분으로는 creatine과 creatinine 질소로서 양식산과 자연산에서 엑스분 질소의 각각 38.8%와 35.0%를 차지하였다 그리고 두 번째는 oligopeptide류 질소로서 각각 25.2%와 29.8%였다. 세 번째로는 TMAO와 TMA 질소로서 11.9%와 13.5%였으며, 네 번째로는 ATP 관련화합물 질소로서 13.1%와 8.5%였다 그리고 다섯 번째로는 유리아미노산 질소로서 5.9%와 7.9%를 차지하였고, betaine류 질소는 0.4%와 0.2%에 불과하였다. 양식산과 자연산 넙치 엑스분의 질소 회수율은 각각 95.3%와 95.0%로서 합질소 엑스성분 조성은 거의 분석된 것으로 생각되었다

Table 3. Nitrogen distribution in the muscle extracts of cultured and wild olive flounder (%)

	Cultured	Wild
Free amino acids	5.9	7.9
Oligopeptides	25.2	29.8
ATP and related compounds	13.1	8.5
Betaines	0.4	0.2
TMAO and TMA	11.9	13.5
Creatine and creatinine	38.8	35.0
Unknown	4.7	5.0
Recovery of extractive nitrogen	95.3	95.0

요 약

우리 나라에서 활발히 양식되고 있는 양식산과 자연산 넙치의 맛성분 조성을 비교하기 위하여 맛과 관계가 깊은 합질소 엑스성분을 분석하여 비교한 결과는 다음과 같다. 일반성분 중 수분은 양식산이 자연산보다 다소 낮은 반면 단백질과 지질은 다소 높았다. 엑스분 질소는 자연산이 다소 높았다. 유리아미노산은 양식산에서 31종, 자연산에서 36종이 검출되어 자연산이 더 다양한 아미노산 조성을 보였으며, 그 총량은 양식산 자연산 모두 전반적으로 낮은 수준이었다. 넙치의 taurine 함량은 양식산과 자연산에서 각각 115 mg과 91 mg으로 유리아미노산 중 가장 높았으며, 유리아미노산 총량의 각각 57.0%와 37.0%를 차지하였다. 양식산에서 함량이 많은 유리아미노산으로는 taurine, alanine, asparagine, glutamine, glutamic acid, lysine 등이었고, 자연산에서는 taurine, lysine, alanine, carnosine, hydroxyproline 등이었다. 넙치는 oligopeptide류 함량이 869 mg과 1,063 mg으로서 유리아미노산 총량의 4.3배에 달하였다. ATP관련 화합물의 총량은 각각 9.56 μ mol과 6.58 μ mol로서 양식산이 다소 높았으며 IMP가 각각 68.2%와 78.6%로서 대부분을 차지하였다. TMAO는 각각 273 mg과 316 mg으로서 자연산이 높고, creatine은 각각 522 mg와 487 mg으로서 양식산이 높았다. Betaine류, TMA, creatinine은 모두 미량이었다. 엑스분 중의 질소분포는 creatine과 creatinine 질소가 가장 높고, 다음은 oligopeptide류 질소, TMAO와 TMA질소, ATP관련 물질 질소, 유리아미노산 질소의 순이었고 질소의 회수율은 95% 이상이였다.

문 헌

1. Konosu, S. : Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extractives of aquatic animals. *Bull. Japan Soc Sci Fish.*, **37**, 763-770 (1971)
2. Konosu, S. and Yamaguchi, K. : *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products* Martin, R.E., Flicke, G.J., Heberd, C.G. and Ward, D.R.(eds.), Avi Pub. Co, Westport, Connecticut, p.367-404 (1982)
3. Konosu, S. and Yamaguchi, K. : *Proceeding of the International Symposium on Engineered Seafood Including Surimi* Martin, R.E. and Collette, R.L (eds.), National Fisheries Institute, Washington D.C., p 545-575 (1985)
4. Suyama, M. and Konosu, S. : *Suisnashokuhingaku*. Koseishakoseikaku, Tokyo, p.48-70 (1987)
5. Konosu, S. and Hashimoto, K. : *Suisaniryokaku*. Koseishakoseikaku, Tokyo, p 25-39 (1992)
6. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries *Statistical Yearbook of Agriculture Forestry and Fisheries Korea*. p 1-428 (1993)
7. Ministry of Marine Affairs and Fisheries *Statistical Year Book of Marine Affairs and Fisheries*. Republic of Korea, p 1-1132 (1998)
8. Resources Council, Science and Technology Agency *Standard Tables of Food Composition in Japan* Forth revised edition, p.130 (1982)
9. Oh, K.S., Lee, H.J., Sung, D.W. and Lee, E.H. : Comparison of nitrogenous extractives, amino acids in wild and cultured bastard. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 873-877 (1988)
10. Kunisaki, T. : Distribution of nitrogenous components in the muscle of six species of fish. *J. Aquaculture*, **29**, 114-118 (1992)
11. National Fisheries Research and Development Agency *Supplemented Chemical Composition of Marine Products in Korea* p 26 (1995)
12. Ioka, H. and Yamanaka, H. : Quality evaluation of the muscle of cultured plaice fed with three different diets. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **63**, 370-377 (1997)
13. Park, C.K., Rho, S., Shin, S.U., Park, J.N., Lee, Y.D., Kim, P.Y. and Kim, W.P. : Extractive nitrogenous constituents of olive flounder *Paralichthys olivaceus* cultured by recombinant bovine somatotropin. *Fisheries Science*, **64**, 952-958 (1988)
14. Oishi, K. : 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 (1960)
15. Konosu, S., Watanabe, K. and Shimizu, T. : Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of eight species of fish. *Bull. Japan Soc Sci*, **40**, 909-915 (1974)
16. Fujii, Y., Uchiyama, H., Ehira, S. and Noguchi, E. : Change of nucleotide substances in plaice muscle during ice storage. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **32**, 410-416 (1966)
17. Takagi, M., Murayama, H. and Endow, S. : Trimethylamine and trimethylamine oxide contents of fish and marine invertebrates. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **18**, 261-267 (1967)
18. Tokunaga, T. : Trimethylamine oxide and its decomposition in the bloody muscle of fish-I. TMAO, TMA and DMA contents in ordinary and bloody muscles. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **36**, 502-509 (1970)
19. Stern, W.H. and Moore, S. : The free amino acids of human blood plasma. *J. Biol. Chem.*, **211**, 915-926 (1954)
20. Nakajima, N., Ichikawa, K., Kamada, M. and Fujita, E. : Food chemical studies on 5'-ribonucleotides. Part II. On the 5'-ribonucleotides in foods. (2) 5'-ribonucleotides in fishes, shellfishes and meats. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*, **35**, 803-808 (1961)
21. Japanese Society of Food Science and Technology *Analyzing methods of food*. Korunzensho, Tokyo, p 1-929 (1984)
22. Hitachi Ltd. *Operating manual for the Hitachi model 835 high-speed amino acid analyzer* Tokyo, p 1-155 (1984)
23. Kitada, Y., Sasaki, M., Tangawa, K., Naot, Y., Fukuda, T., Katoh, Y. and Okamoto, I. : Analysis of ATP-related compounds in fish by reversed-phase liquid chromatography and investigation of freshness of commercial fish. *J. Food Hyg Soc Japan*, **24**, 225-229 (1983)
24. Park, C.K., Matsui, T., Watanabe, K., Yamaguchi, K. and Konosu, S. : Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian *Halocynthia roretzi* tissues. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **56**, 1319-1330 (1990)
25. Bullard, F.A. and Collins, J. : An improved method to analyze trimethylamine in fish and the interference of

- ammonia and dimethylamine *Fish Bull.*, **78**, 465-473 (1980)
- 26 Bystedt, J., Swenne, L. and Aas, H.W. · Determination of trimethylamine oxide in fish muscle *J. Sci. Food Agric.*, **10**, 301-304 (1959)
- 27 Niyama, Y. · Studies the method of creatine determination and its practice. *J. Osaka City Med. C.*, **10**, 565-573 (1961)
- 28 Yatzdts, H. · New method for direct determination of "true" creatinine *Clin. Chem.*, **20**, 1131-1134 (1974)
- 29 Hanes, C.S. · An application of the method of Hagedon Jensen to the determination of large quantities of reducing sugars. *Biochem J.*, **23**, 99-106 (1929)
- 30 Harris, D.C. · Quantitative chemical analysis. 4th ed. Freeman, W. H. and Company Press. New York, p.62-68 (1995)
- 31 Suyama, M., Hirano, T., Okada, N. and Shibuya, T. · Quality of wild and cultured ayu-I On the proximate composition, free amino acids and related compounds. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **43**, 535-540 (1977)
- 32 Hirano, T., Nakamura, H. and Suyama, M. · Quality of wild and cultured ayu-II Seasonal variation of proximate composition. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **46**, 75-78 (1980)
- 33 Simizu, W. · Studies on the muscle of marine animals-VIII. Distribution of extractive nitrogenous on various fishes. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **15**, 35-40 (1949)
- 34 Hujita, M. · Distribution of guanidino compounds in various tissues of aquatic animals *Nippon Suisan Gakkaishi*, **53**, 2067-2072 (1987)
- 35 Hujita, M. · Nitrogenous compounds of vertebrates In *Extractive Components of Fish and Shellfish*. Sakaguchi, M.(ed.), The Japanese Society of Fisheries Science, Tokyo. p.25-43 (1988)
- 36 Hirano, T. and Suyama, M. · Quality of wild and cultured ayu-III. Seasonal variation of nitrogenous constituents in the extracts. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **46**, 215-219 (1980)
- 37 Konosu, S. and Watanabe, K. · Comparison of nitrogenous extractives of cultured and wild red sea breams. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.*, **42**, 1263-1266 (1976)
- 38 Park, C.K., Souh, S.B. and Lee, E.H. · Studies on the extractive nitrogenous constituents of chum salmon. *Oncorhynchus keta* in Korea *J. Korean Fish. Soc.*, **29**, 51-63 (1996)

(1999년 9월 20일 접수)