

한국 근해산 주요 게 종류의 합질소엑스분에 관한 연구

한영실 · 이동수 · 김순임 · 김두상 · 변재형
부경대학교 식품생명과학과

Nitrogenous Constituents in the Extract of Crabs caught in the Korean adjacent Sea

Young-Sil Han, Dong-Soo Lee, Soon-Im Kim, Doo-Sang Kim and Jae-Hyeung Pyeun
Department of Food and Life Science, Pukyong National University
Pusan, 608-737, Korea

Abstract

Nitrogenous constituents in the extract of 3 species of raw and boiled crabs, tenner crab (*Chionoecetes opilio elongatus*), horsehair crab (*Erimacrus isenbecki*), and blue crab (*Portunus trituberculatus*) caught in the Korean adjacent sea, were analyzed and compared their compositions with the sex and the tissues, body meat, leg meat, and viscera. The crabs contained about 3% of the extractive nitrogenous constituents in the tissues, meat and viscera. The free amino acid compositions were commonly featured a high content of arginine, taurine, proline, and glycine regardless of the differences in species and tissues. Free amino acids and quaternary bases were greatly increased in hot water extraction while nucleotides were slightly diminished. Glycine betaine and trimethylaminoxide were accounted for above 30% of the total extractive nitrogenous constituents. Arginine, taurine, proline, glycine, glycine betaine, and trimethylaminoxide which abundant in the meats and viscera of the crabs were estimated to greatly contribute directly or indirectly toward appearing the characteristic crabs taste.

Key words: crabs, nitrogenous constituents, free amino acids, quaternary bases, nucleotides

I. 서 론

우리나라에서 생산되는 수산물의 종류는 해안별로 각각 특징을 보이며, 이는 수산식품의 이용가공에 있어서도 많은 영향을 끼치고 있다. 이 같은 현상은 수산물 중 기호도가 높은 갑각류에 있어서도 더욱 두드러지며, 특히 동해안의 대게 (*Chionoecetes opilio elongatus*), 남해안의 털게 (*Erimacrus isenbecki*), 서해안의 꽃게 (*Portunus trituberculatus*) 등은 게 종류의 생산이 해안별로 특징을 보여 주는 좋은 예라고 할 수 있다.

게(蟹類)는 새우류(海老類)와 더불어 수산무척추동물 중 세계적으로 가장 즐겨 식용되는 수산물 중의 하나로서¹⁾, 해양에 따라 그 종류와 분포도 아주 다양하다.

게의 육중에 함유되어 있는 성분에 관하여는 유리 아미노산에 관한 Gilles²⁾의 보고, 지질획분에 관한 Giddings and Hill³⁾의 보고, nucleotides에 관한 Hilts and Bishop⁴⁾의 보고 등이 있다. 그리고 자숙게의 정미

성분에 관한 연구로는 Take 등⁵⁾의 보고, 그 밖에 자숙게의 정미성분에 관한 일련의 연구로서 엑스분 중의 아미노산과 그 관련화합물의 함량에 관한 Konosu 등⁶⁾의 보고와 nucleotides와 유기염기류의 분포에 관한 Hayashi 등⁷⁾의 보고, 자숙게 살에 함유되어있는 엑스분 중의 정미성분에 대한 관능적 분석에 관한 Hayashi 등⁸⁾의 보고, 그리고 미이용 소형게류의 조미소재로서의 평가에 관한 Hayashi 등⁹⁾의 보고 등 게의 독특한 정미성에 관계하는 성분을 분석하고, 합성 엑스분의 조합에 의한 정미성의 재현 등을 구명코자 제한된 종류들을 대상으로 한 많은 연구가 이루어져 있다.

본 연구는 우리나라 연근해에서 많은 생산고를 보이는 대표적인 게 종류에 대하여 자숙별, 부위별로 합질소 엑스분의 조직 중의 분포와 조성을 생시료, 자숙시료로 구분하여 분석·검토함으로써 게의 생리적 의의를 분석할 수 있는 자료를 제시하고, 우리나라 연근해에서 생산되는 게에 대한 정미성 질소화합물의 분포상의 특징을 밝히기 위하여 착수하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

우리나라 동해안, 남해안 및 서해안에서 포획한 대표적인 게, 대게(Tenner crab, *Chionoecetes opilio elongatus*), 털게(Horsehair crab, *Erimacrus isenbecki*) 및 꽃게(Blue crab, *Portunus trituberculatus*)를 시료로 하였으며, 대게는 포획 즉시 냉동운반한 것을, 털게와 꽃게는 생존 중인 것을 각각 입수하여 시료로 하였다(Table 1).

2. 방법

(1) 시료 처리

1) 생시료

포획 즉시 냉동운반한 대게와 생존 중에 입수한 털게와 꽃게 각 10~20마리씩에 대하여 대게와 털게는 몸통살, 다리살 및 내장부분으로, 그리고 꽃게는 몸통살, 다리살, 내장 및 난소부분으로 각각 분리채취하여 마쇄한 것을 생시료로 하였다.

2) 열수추출 시료

각 부분별로 절취 마쇄한 시료 50 g씩을 각각 칭량하여 70 ml의 증류수를 가하고 30분간 교반하면서 비등 열수로 추출 원심분리(4,000×g, 30 min)한 후에 상층을 분리하였다. 남은 잔사에는 50 ml의 증류수를 가하여 교반 추출한 다음, 원심분리(4,000×g, 30 min)한 후 상층을 취하고, 잔사는 다시 250 ml의 증류수를 가하여 추출한 후에 전체 추출액에 최종농도 70%가 되게 ethyl alcohol을 가하여 교반한 후에 원심분리(4,000×g, 30 min)하여 상층을 모았다. 잔사는 다시 70% ethyl alcohol로서 2회 추출한 후 원심분리(4,000×g, 30 min)하고 추출한 상층액을 모두 합하여 감압농축한 후에 증류수로서 50 ml로 정용하여 열수추출 엑스분

분석시료로 하였다.

(2) 생시료 및 열수추출 엑스분 시료의 분석

1) 일반성분

생시료의 일반성분의 조성은 상법에 따라 분석하였다.

2) 유리형 및 결합형 아미노산의 조성

생시료의 분석은 마쇄한 각 시료 5 g에 0.1% picric acid 40 ml를 가하여 균질화 한 다음, 원심분리(4,000×g, 10 min)하여 상층을 취하고, 반복 추출하여 100 ml로 정용한 후에 그 20 ml를 취하여 Dowex 2×8(Cl⁻ form) 수지를 통과시키므로서 picric acid를 제거한 후에 50 ml로 정용하므로서 유리 및 결합형 아미노산 조성 측정을 위한 제단백시료액으로 하였으며, 열수추출 시료와 생시료에서 얻어진 추출시료 각 20 ml씩을 취하여 5'-sulfosalicylic acid를 각 1 g씩 첨가 교반하여 잔류하는 단백질을 제거한 후에 lithium citrate buffer, pH 2.2로서 정용하여 생시료와 열수추출엑스분의 유리아미노산 측정시료로 하였다.

그리고 5'-sulfosalicylic acid 처리를 거친 각 시료 2.5 ml씩을 취하여 6 N HCl 농도가 되게 진한 HCl을 가한 다음 sand bath에서 가수분해(110°C, 16 hrs) 시키고 회전진공증발기로 감압농축하여 염산을 제거한 후에 정용하여 결합형 아미노산의 조성을 분석하였다. 유리형 및 결합형 아미노산의 조성은 아미노산 자동분석기(LKB, 4150-Alpha)로써 측정하였다.

3) 핵산관련화합물

마쇄 생시료 10 g과 열수추출엑스분 시료 10 ml에 각각 별도로 0.66 M 과염소산 10 ml를 가하고 빙냉하에서 균질기(H-AM type, Kokusan 사제)로서 균질화 한 후에 원심분리(11,000×g, 5 min)하였다. 잔사는 다시 5% 과염소산을 첨가하여 같은 방법으로 2회 반복 추출

Table 1. Descriptions of the sampled crabs

Species	Place of catch (Date of sampling)	Sex	Width of carapace (mm)	Length of leg (mm)	Length of claws (mm)	Total weight (g)
Tenner crab <i>Chionoecetes opilio elongatus</i>	Uljin-Gun, Kyeongsangbuk-Do (May, 18, '95)	Male	85×85~100×90	105~130 (short) 200~235 (long)	70~105	250~290
		Female	120×105~135×135	150~190 (short) 250~320 (long)	95~140	550~640
Horsehair crab <i>Erimacrus isenbecki</i>	Chungmu-Si Kyeongsangnam-Do (Jan., 19, '96)	Male	75×81~110×120	46~55 (short) 90~100 (long)	75~83	107~268
		Female	61×72~95×76	34~41 (short) 75~81 (long)	44~58	56~164
Blue crab <i>Portunus trituberculatus</i>	Yeosoo-Si Jeonranam-Do (June, 26, '95)	Male	190×150~120×90	50~70 (short) 80~130 (long)	110~200	90~315
		Female	160×120~210×160	90~110 (short) 110~120 (long)	140~270	196~480

한 후에 상층액을 모아 5 M 수산화칼륨으로 pH 6.4~6.8로 조정한다. 다음, 원심분리(11,000×g, 5 min)하였다.

이렇게 얻은 상층액을 모아 미리 5 M의 수산화칼륨으로 중화한 과염소산 용액을 써서 100 ml로 정용하여 저온실에서 30분간 방치한 후에 그 일부를 취하여 여과(여과막 0.45 μm, millipore 사제)한 다음 각각 생시료 및 엑스분 중의 핵산관련화합물 분석용 시료로 하였다. 각 분석시료는 HPLC(Spectra Physics, P2000)로서 핵산관련화합물을 측정하였으며, HPLC의 분석조건은 Ryder¹⁰⁾에 따랐다. 핵산관련화합물 표준품은 Sigma 사제의 ATP, ADP, AMP, IMP, Inosine을 사용하였다.

4) 총 creatinine

마쇄 생시료 5 g과 열수추출엑스분 시료 5 ml에 각각 별도로 0.66 M 과염소산 20 ml를 가하고 빙냉하에서 균질기(H-AM type, Kokusan 사제)로서 균질화 한 후에 원심분리(3,000×g, 5 min, 4°C)하고 상층액 5 ml를 취하여 0.66 M potassium phosphate 2.5 ml를 가하여 중화하고, 다시 원심분리(3,000×g, 5 min, 4°C)하여, 상층액을 -20°C에서 보관하면서 Teerlink 등¹¹⁾의 방법에 따라 HPLC(Spectra Physics, P2000)로서 creatinine을 분석하였다.

5) Trimethylamine oxide(TMAO) 및 trimethylamine (TMA)

마쇄 생시료 5 g과 추출엑스분 시료 5 ml를 각각 별도로 분액깔때기에 취하여 Cuniff¹²⁾의 방법에 따라 분석하였다.

6) Betaine

Konosu 등¹³⁾의 방법에 따라 분석하였다. 마쇄한 생시료 5 g과 열수추출엑스분 시료 5 ml를 각각 취하여 16 ml의 methyl alcohol을 가하고 균질화하여 원심분리(3,000 rpm, 10 min)하였다. 잔사는 다시 25 ml의 methyl alcohol로서 2회 반복추출하여 모아진 상층을 회전진공증발기로 감압하에서 methyl alcohol을 제거하고, diethyl ether로 3회 탈지한 후에 수층을 취하여 20 ml로 정용하고, 이 중 1 ml를 취하여 이온교환수지(φ 10 mm×55 mm, amberlite CG 400+amberlite IRC 50, 1:1)를 통과시킨 다음, 증류수로 충분히 용리시킨 액을 25 ml로 농축하였다. 이 농축액을 2 ml 취하여 0.1 M KH₂PO₄ 50 μl를 가하고, 감압하에 농축조건한 후에, p-bromophenacyl bromide(5 mg/ml)와 18-crown-6(1 mg/1 ml)를 함유한 acetonitrile 용액 1 ml를 가하여 30분간 가열(80°C)하여 p-bromophenacyl ester화한 다음, 0.1 M H₂SO₄ 3 ml와 chloroform 2 ml를 가하고 충분히 교반 후 원심분리(2,000 rpm, 10 min)하고 수층을 취하여 betaine류의 함량을 HPLC(Spectra Physics, P2000)로서 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

시료는 동해 울진 근처 심해와 경남 충무 근해, 그리고 전남 여수 근해에서 대게, 털게 및 꽃게를 포획 즉시 운반하고(Table 1), 자용별에 따라 대게와 털게는

Table 2. Proximate composition in the raw tissue of crabs (%)

Species	Part	Sex	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Ash
Tenner crab	Body meat	M	85.5	10.9	1.3	2.3
		F	86.2	9.4	1.3	3.1
	Leg meat	M	81.8	14.8	1.6	1.8
		F	83.2	12.7	1.6	2.5
	Viscera	M	76.2	7.6	14.3	1.9
		F	85.8	6.4	5.1	2.7
Horsehair crab	Body meat	M	82.1	13.4	1.3	3.2
		F	83.5	11.3	2.6	2.6
	Leg meat	M	77.5	19.1	0.9	2.5
		F	78.5	17.8	1.4	2.3
	Viscera	M	77.1	17.4	3.1	2.4
		F	77.0	11.5	8.9	2.6
Blue crab	Body meat	M	80.4	16.3	1.5	1.8
		F	80.9	16.0	1.0	2.1
	Leg meat	M	79.6	16.9	1.4	2.1
		F	79.6	16.5	1.6	2.0
	Viscera	M	76.3	8.2	13.4	2.1
		F	77.3	8.3	11.0	3.4
Ovary	F	74.8	17.2	5.5	2.5	

M, male; F, female.

Table 3. Contents of free extractive-N constituents in the raw tissue of tenner crab (mg/100 g-raw tissue)

Nitrogenous constituent	Male			Female		
	Body	Leg	Viscera	Body	Leg	Viscera
Free amino acids (combined amino acids)*:						
Phosphoserine	17(2)	5(3)	9(2)	13(5)	5(2)	9(1)
Taurine	196(14)	377(12)	333(14)	187(16)	364(13)	328(11)
Phosphoethanolamine	12	35	53	12	34	50
Urea	3(5)	4(6)	3(4)	3(7)	3(5)	3(5)
Aspartic acid	13(7)	10(4)	8(8)	3(8)	11(7)	8(6)
Hydroxyproline	75	72	64	74	70	60
Threonine	23	25	22	21	24	23
Serine	27(8)	29(9)	21(5)	26(9)	23(9)	19(11)
Glutamic acid	120(25)	116(32)	109(32)	114(32)	119(32)	103(29)
Proline	219	209	196	196	215	189
Glycine	203(10)	248(11)	179(8)	207(11)	233(10)	164(7)
Alanine	60(14)	57(13)	53(18)	59(22)	56(14)	58(15)
Valine	32(2)	35(3)	30(5)	32(3)	32(4)	32(3)
Methionine	30(3)	32(3)	28(4)	31(4)	30(3)	30(4)
Isoleucine	36	37	34	33	33	35
Leucine	25(8)	28(10)	26(7)	24(11)	27(9)	27(7)
Tyrosine	46(9)	50(9)	43(7)	48(9)	45(7)	40(11)
Phenylalanine	62	68	63	61	63	61
Ethanolamine	9	12	9	8	10	8
Lysine	50(24)	57(33)	43(34)	49(22)	51(32)	40(30)
Histidine	195(4)	135(4)	106(5)	188(5)	130(2)	113(3)
Arginint	473(24)	430(33)	397(38)	478(30)	411(33)	402(26)
Subtotal	1,929(159)	2,056(185)	1,830(192)	1,877(203)	1,975(182)	1,805(171)
Nucleotides**:						
Hx	-	-	-	1	4	2
HxR	-	-	-	-	-	-
IMP	32	52	16	50	39	19
AMP	20	15	13	7	21	-
ADP	3	5	5	-	-	-
ATP	-	1	1	-	-	-
Subtotal	55	72	33	58	64	21
Other bases:						
Glycine betaine	425	472	534	480	492	471
TMA*	1	1	3	1	1	2
TMAO*	402	302	298	395	305	301
Creatine and creatinine**	14	16	16	16	15	18
Subtotal	842	791	851	892	813	792
Total	2,985	3,104	2,906	3,034	3,034	2,789

*Analysed after treating 1% picric acid with raw tissue sample.

**Analysed after treating 0.66 M perchloric acid with raw tissue sample.

몸통살, 다리살, 내장으로, 꽃게는 몸통살, 다리살, 내장 및 난소별로 구분 채취하여 마쇄한 다음 시료로 하였으며, 그 각각에 대하여 측정된 일반성분의 조성을 보면 Table 2와 같다.

조직별로 조단백질의 함량을 보면, 대게와 털게는 다리살이 몸통살과 내장부위에 비하여 높았고, 꽃게

는 몸통과 다리살 부분이 비슷한 수준으로 함유되어 있었다. 대게와 꽃게의 내장의 단백질 함량은 털게의 내장에 비하여 현저히 낮았다.

조지방은 세종류의 게에서 모두 내장에 많이 함유되어 있으며, 특히 대게의 수컷과 털게의 암컷, 그리고 꽃게의 암수컷에는 지방을 비교적 많은 양(약 9~14%)

Table 4. Contents of nitrogenous constituents in the tissue extract of tenner crab* (mg/100 g-raw tissue)

Nitrogenous constituent	Male			Female		
	Body	Leg	Viscera	Body	Leg	Viscera
Free amino acids (combined amino acids):						
Phosphoserine	26	14	18(1)	23(2)	11(2)	19(1)
Taurine	182(12)	383(13)	328(12)	171(14)	400(11)	331(10)
Phosphoethanolamine	18(2)	38	78	19(6)	32(4)	78
Urea	3(9)	6(9)	7(5)	3(10)	8(8)	8(3)
Aspartic acid	9(14)	9(17)	9(8)	9(17)	7(15)	8(7)
Hydroxyproline	89(2)	83(5)	183	93	82(2)	152
Threonine	15(17)	15(11)	55	19(13)	13(7)	53
Serine	36	29(2)	21(9)	37	26(6)	20(9)
Glutamic acid	80(29)	77(25)	93(29)	83(27)	70(25)	100(23)
Proline	226	201	232	234	211	194
Glycine	274(9)	354	132(10)	255(6)	345	144(62)
Alanine	60(1)	57(5)	58(14)	63	50(12)	53(9)
Valine	34	33	31(1)	38	34(2)	34(4)
Methionine	37(1)	33	3(3)	36	32(1)	52(1)
Isoleucine	34(1)	25	22	33(2)	24(2)	19(3)
Leucine	22(7)	23	13(10)	24(2)	26	10(9)
Tyrosine	15(8)	13(4)	11(9)	16(7)	11	21(1)
Phenylalanine	31	20(3)	23	33(1)	19(2)	21
Ethanolamine	13	11	18	15	9(2)	16
Lysine	32(16)	20(13)	13(25)	34(13)	13(16)	13(23)
Histidine	177	118	108(2)	170(1)	109	111
Arginint	590	542	428(3)	585	533	437
Subtotal	2,014(128)	2,108(106)	1,928(140)	1,996(122)	2,069(116)	1,898(167)
Nucleotides:						
Hx	6	6	3	6	5	4
HxR	2	1	20	3	2	20
IMP	10	9	-	11	12	-
AMP	26	23	29	23	19	25
ADP	3	2	1	3	2	1
ATP	-	-	-	-	-	-
subtotal	48	42	52	45	40	51
Other bases:						
Glycine betaine	485	513	594	511	534	495
TMA	1	1	4	1	2	4
TMAO	442	358	321	457	368	342
Creatine and creatinine	14	15	17	15	15	17
Subtotal	942	887	936	984	919	858
Total	3,312	3,143	3,056	3,147	3,144	2,974

*Tissue extract was obtained through 70% ethyl alcohol treatment after the boiled water extraction.

함유하여 몸통과 다리살에 비하면 게는 내장 중에 지방을 많이 축적하고 있음을 알 수 있었다.

게조직 중의 엑스태 질소화합물의 함량을 대게, 털게, 꽃게에 대하여 자웅별, 조직(몸통살, 다리살, 내장, 난소)별로 분석한 결과를 Table 3~8에 나타내었다.

먼저 대게 각 조직 중의 엑스분의 함량을 생시료와 열수추출시료별로 보면, 생시료(Table 3)에 있어서는

암수와 각 조직에서 공통적으로 유리아미노산으로는 arginine을 두드러지게 많은 양(397~478 mg/100 g) 함유하였고, 다음으로 taurine(196~377 mg/100 g), glycine(164~248 mg/100 g), proline(189~219 mg/100 g), histidine(106~195 mg/100 g), glutamic acid(103~120 mg/100 g)의 순으로 많이 함유하였으며, hydroxyproline(60~75 mg/100 g), phenylalanine(61~68 mg/100 g),

alanine(53~60 mg/100 g), lysine(40~57 mg/100 g), tyrosine(40~50 mg/100 g)도 상당한 수준으로 함유하였다.

대계의 유리아미노산 함량에 있어서는 자웅과 부위별을 통털어 유리아미노산 중 arginine, taurine, glycine, proline, histidine, 및 glutamic acid를 약 73% 이상 함유하여 대계의 유리아미노산 조성을 특징짓고 있었다.

그리고 nucleotides에는 inosinic acid, 유기염기류 중에는 glycine betaine과 trimethylaminoxide를 많이 함유하였으며, glycine betaine은 400 mg/100 g 이상, trimethylaminoxide는 300 mg/100 g 이상 함유하여 유기염기류 중 이들 화합물이 대사상은 물론, 정미성분으로도 많은 역할을 담당하고 있을 것으로 고려된다.

열수추출시료(Table 4)에 있어서도 암수와 각 조직에서 공통적으로 유리아미노산 중에는 생시료에서와 비슷한 경향으로 arginine을 현저히 많은 양(428~590 mg/100 g) 함유하였고, 그 다음으로 부위와 성별에 따라 많은 차이를 보이나 taurine(171~400 mg/100 g), glycine(132~354 mg/100 g), proline(194~234 mg/100 g), histidine(109~177 mg/100 g)의 순으로 많이 함유되어 있으며, hydroxyproline(82~183 mg/100 g), glutamic acid(70~100 mg/100 g), alanine(50~63 mg/100 g), valine(31~38 mg/100 g), serine(20~37 mg/100 g) 등의 순으로 함유하며 생시료와는 다른 차이가 인정되었다.

그리고 열수추출시료 중에 많은 비율을 점하는 유리아미노산은 arginine(전체아미노산 중 22~29%), glycine(7~14%), proline(11~12%), taurine(9~16%), histidine(6~9%), 그리고 hydroxyproline(4~9%) 이었다.

열수추출시료 중에 특히 많은 변동을 보인 유리아미노산은 성별과 부위별에 따라 차이를 보였지만, hydroxyproline과 arginine은 자숙시료에서 많은 증가를 보였고, taurine과 histidine 및 proline은 변동의 폭이 미미하였으나, glutamic acid와 lysine은 상당한 감소를 보였으며, 그 밖의 아미노산들도 다소 차이를 보였다. 또, 자숙한 대계는 공통적으로 생대계에 비하여 nucleotides는 상당한 감소를 보였으며, 유기염기성 화합물은 glycine betaine과 trimethylaminoxide의 양에서 약 10% 이상의 증가를 보인 것이 특징이었다.

털계의 경우(Table 5와 6), 생시료 중에서 성별과 부위별을 통털어 유리아미노산의 함량에 있어서는 arginine이 역시 전체적으로 많은 함유비율을 보였고(총 유리아미노산 중 24~28%), taurine(14~18%), glycine(12~16%), proline(9~10%), glutamic acid(6~7%) 및 histidine(약 6% 수준)이 많은 함량을 보였고, 특히 내장 중에는 몸통과 다리살에 비하여 다소 높은 함량을

보였다. Lysine과 hydroxyproline도 다소 높게 함유하고 있었다.

그리고 생시료 중에는 위에 든 6종의 아미노산이 총 유리아미노산의 약 78%를 차지하였다.

Nucleotides는 암컷이 부위에 관계없이 대체로 높은 함량을 보였으며, 수컷의 내장 중에는 그 함량이 훨씬 낮았다. 그 밖의 유기염기류에 있어서도 대부분 glycine betaine과 trimethylaminoxide로서 890~1,100 mg/100 g으로 많은 함유량을 보였다.

털계 열수추출시료의 경우(Table 6), 유리아미노산에 있어서는 glutamic acid가 현저한 감소를 보인 반면, arginine, proline, glycine, histidine은 자숙시료에서 많은 증가를 보였고, 그 밖의 아미노산들은 다소간의 가감변동을 보였으나, 총 유리아미노산의 양에 있어서는 약 10% 이상의 증가량을 나타내었다. 자숙 털계 중 nucleotides는 많은 감소를 보였으며, 특히 IMP는 암수 몸통살과 다리살에서 모두 소실하여 검출되지 않은 것이 특기할 점이었다.

그 밖의 유기염기류 중 glycine betaine과 trimethylaminoxide는 대계의 경우에서와 같이 자숙한 것에서 대폭 증가하였다.

털계 열수추출시료의 합질소 엑스분의 총량은 생것에 비하여 약 5% 이상씩 증가하였다.

Konosu 등⁶⁾이 털계의 집게다리살과 간장조직을 분리하여 자숙추출한 엑스분의 유리아미노산을 분석한 결과에 의하면, 집게다리살이 glycine, arginine, taurine, proline, alanine을 많은 양(약 94%) 함유하고, 간장은 arginine, glycine, taurine, alanine, proline을 월등히 많은 양(약 57%) 함유하였다고 하였는데, 본 연구의 결과와 비교할 때 총 유리아미노산의 함량면에서 월등히 많은 함량을 보였던 반면, 많은 양을 보인 아미노산의 종류에 있어서도 차이가 있었다. 그러나 공통점은 많은 양을 보인 유리아미노산 중의 arginine과 glycine 및 taurine이 서로 거의 일치하였다. 이 같은 차이점은 서식환경의 차이에서 오는 생존시의 계의 먹이의 차이와 그 밖에 서식온도 등의 영향이 그 원인일 것으로 생각되며, 계의 성분에 있어서도 성분조성이 서식환경에 의하여 많은 영향을 받는 것을 뒷받침하였다. 또, Hayashi 등⁷⁾은 역시 털계를 포함한 5종의 계에 대하여 다리살과 간장조직 열수추출엑스분에 대하여 nucleotides와 유기염기류의 함량을 보고하였는데 그 결과에 의하면 cytidine-5'-monophosphate와 adenosine-5'-monophosphate를 많이 함유하고, inosine-5'-monophosphate 등은 육중에는 거의 검출이 되지 않았다고 하였는데 CMP를 제외하면 본 연구결과와 거의

Table 5. Contents of free extractive-N constituents in the raw tissue of horsehair crab (mg/100 g-raw tissue)

Nitrogenous constituent	Male			Female		
	Body	Leg	Viscera	Body	Leg	Viscera
Free amino acids (combined amino acids)*:						
Phosphoserine	8(2)	11(2)	9(3)	7(2)	11(3)	8(2)
Taurine	234(14)	316(14)	347(15)	284(14)	321(5)	335(15)
Phosphoethanolamine	12(7)	23(6)	21(7)	26(6)	17(6)	24(6)
Urea	3(10)	5(10)	4(9)	4(10)	5(10)	3(11)
Aspartic acid	13(15)	11(19)	11(18)	11(17)	11(16)	11(17)
Hydroxyproline	82	90	112	96	85	93
Threonine	21(14)	20(14)	28(13)	21(13)	20(11)	25(14)
Serine	13	24	20	30	27	19
Glutamic acid	107(33)	115(28)	128(30)	109(30)	102(29)	120(31)
Proline	162	182	192	159	172	184
Glycine	203(7)	273(6)	268(6)	212(7)	284(6)	274(6)
Alanine	27	20	29	28	27	28
Valine	25	22	30	30	24	21
Methionine	20	21	27	23	20	29
Isolucine	23(3)	22(3)	25(4)	22(3)	27(3)	23(3)
Leucine	20(7)	27(3)	32(4)	25(2)	23(5)	27(4)
Tyrosine	16(8)	14(9)	13(8)	12(8)	15(7)	15(6)
Phenylalanine	27(3)	25(3)	25(3)	28(2)	29(2)	23(2)
Ethanolamine	2	2	2	2	1	3
Lysine	53(16)	42(13)	50(15)	53(12)	49(15)	50(15)
Histidine	103(2)	105(3)	112(3)	108(1)	110(3)	122(2)
Arginine	448(57)	465(62)	472(55)	453(57)	437(63)	469(55)
Subtotal	1,625(197)	1,840(196)	1,957(192)	1,743(185)	1,817(194)	1,917(191)
Nucleotides**:						
Hx	-	1	-	-	2	1
HxR	1	-	-	-	-	-
IMP	26	46	27	32	21	60
AMP	60	102	21	105	135	57
ADP	12	8	2	11	21	24
ATP	12	11	5	7	8	10
Subtotal	111	169	5	156	187	151
Other bases:						
Glycine betaine	495	668	785	492	632	584
TMA*	1	1	3	1	1	3
TMAO*	389	316	302	412	294	283
Creatine and creatinine**	6	8	11	13	12	13
Subtotal	891	993	1,101	918	939	883
Total	2,824	3,198	3,305	3,002	3,137	3,142

*, **: refer to the footnote of table 3.

일치하였다.

꽃게 생조식 시료에 대하여 유리엑스태 질소화합물의 함량을 분석한 결과를 보면(Table 7), 같은 부위인 몸통살과 다리살의 합질소 엑스분의 조성은 성별에 따른 차이가 적었으나, 내장조직에 있어서는 성별에 따라 현저한 차이가 있었다. 몸통살과 다리살에 대하여 분석한 결과를 보면, 유리아미노산 중에는 공통적

으로 arginine(총 유리아미노산 중 25~27%), taurine (15~19%), glycine(15~16%) 및 proline(11~14%)이 많은 함량을 보였고, 이들 4종의 아미노산이 총유리아미노산 함량의 70% 이상을 차지하였다. 이 밖에 glutamic acid, histidine, alanine, lysine 등도 어느 정도 높은 함량을 보였다.

내장조직에는 몸통과 다리살에 비하여 함유된 유리

Table 6. Contents of nitrogenous constituents in the tissue extract of horsehair crab* (mg/100 g-raw tissue)

Nitrogenous constituent	Male			Female		
	Body	Leg	Viscera	Body	Leg	Viscera
Free amino acids (combined amino acids):						
Phosphoserine	25	23(1)	22(0)	29	25(1)	22
Taurine	223(14)	323(13)	345(12)	298(13)	330(14)	332(12)
Phosphoethanolamine	16(3)	35(2)	62(2)	33(4)	34(2)	61(1)
Urea	10(7)	9(6)	5(4)	5(5)	9(6)	3(3)
Aspartic acid	10(10)	10(12)	11(6)	11(0)	11(11)	10(6)
Hydroxyproline	75(2)	92(4)	125(3)	104(2)	103(4)	132(4)
Threonine	13(14)	21(13)	33(10)	21(13)	22(12)	30(8)
Serine	38	35	34	36	33	31
Glutamic acid	81(23)	83(26)	91(22)	85(26)	80(28)	98(23)
Proline	210	232	233	213	243	253
Glycine	282(8)	326(7)	330(3)	299(6)	330(6)	334(3)
Alanine	34(0)	28(0)	35(1)	33(0)	26	32(1)
Valine	31	30	31	30	31	33
Methionine	27(1)	23(1)	30(0)	28(1)	22(0)	31(1)
Isoleucine	28(1)	29(0)	28(1)	27(1)	28(0)	27(1)
Leucine	24(5)	31(5)	37(3)	32(4)	33(6)	39(4)
Tyrosine	14(8)	15(7)	19(6)	15(7)	14(6)	19(6)
Phenylalanine	24	30	20	22	31	23
Ethanolamine	10	12	16	12	10	12
Lysine	43(25)	39(28)	28(27)	40(27)	35(28)	30(26)
Histidine	135	124	136	130	133	140
Arginine	526	533	532(18)	532	530	543(10)
Subtotal	1,880(121)	2,084(124)	2,204(117)	2,039(109)	2,116(126)	2,236(108)
Nucleotides:						
Hx	5	5	13	6	6	10
HxR	2	2	11	-	-	11
IMP	-	-	12	-	-	8
AMP	31	31	18	26	27	16
ADP	3	3	4	3	3	4
ATP	-	-	-	-	-	-
Subtotal	41	41	59	36	36	50
Other bases:						
Glycine betaine	517	705	832	523	686	627
TMA	2	2	6	2	3	6
TMAO	420	369	314	438	359	326
Creatine and creatinine	6	8	10	12	11	12
Subtotal	945	1,084	1,162	975	1,059	972
Total	2,987	3,333	3,539	3,159	3,337	3,366

*Refer to the footnote of table 4.

아미노산의 조성이 차이를 보였으며, 비교적 많은 함량을 보인 것으로는 arginine(약 22%), taurine(약 19%), hydroxyproline(약 13%), glycine(약 8%), histidine(약 7%)을 들 수 있었고, 이들 4종 유리아미노산이 총 유리아미노산의 약 70%를 차지하였다. proline, glutamic acid, alanine 및 lysine도 다른 아미노산들에 비하면 다소 높은 함량을 함유하였다.

그리고 암컷의 난소에는 암수의 육과 내장의 아미노산 조성을 절충한 유형으로서 taurine(총 유리아미노산 중 약 21%), arginine(약 19%), hydroxyproline(약 12%), histidine(약 11%), proline(약 10%)을 비교적 많이 함유하였고, 이들 아미노산이 총 유리아미노산의 약 73%를 차지하였다. 그리고 glycine과 glutamic acid도 어느 정도 높은 함량을 보였다.

Table 7. Contents of free extractive-N constituents in the raw tissue of blue crab (mg/100 g-raw tissue)

Nitrogenous constituent	Male			Female			
	Body	Leg	Viscera	Body	Leg	Viscera	Ovary
Free amino acids (combined amino acids)*:							
Phosphoserine	8(2)	8(5)	7(3)	9(4)	7(3)	7(4)	5(2)
Taurine	281(15)	349(12)	293(15)	272(14)	350(12)	281(3)	251(13)
Phosphoethanolamine	6(9)	8(5)	7(7)	5(5)	7(6)	5(6)	4(6)
Urea	12(10)	12(8)	11(7)	11(7)	11(9)	11(9)	11(10)
Aspartic acid	4(11)	1(14)	2(18)	1(20)	1(18)	2(17)	1(13)
Hydroxyproline	20	19	188	25	22	193	143
Threonine	22(13)	22(11)	34(11)	27(13)	25(15)	21(14)	20(15)
Serine	40	33	20	27	29	23	23
Glutamic acid	88(30)	87(32)	63(29)	79(30)	76(26)	67(25)	59(28)
Proline	256	206	73	232	213	81	124
Glycine	277(9)	297(7)	102(60)	264(7)	293(8)	125(9)	69(7)
Alanine	73	61	43	62	53	47	12
Valine	30	27	28	24	22	27	17
Methionine	20	20	40	19	20	32	15
Isoleucine	35(3)	31(4)	32(4)	33(4)	31(6)	33(4)	21(3)
Leucine	38(5)	35(3)	29(1)	29(3)	26(6)	26(4)	21(3)
Tyrosine	11(7)	10(7)	11(5)	11(7)	11(9)	10(7)	12(7)
Phenylalanine	14(2)	12(6)	11(3)	11(3)	11(3)	11(2)	10(2)
Ethanolamine	2	5	3	2	3	2	1
Lysine	49(11)	47(12)	40(17)	38(12)	43(21)	40(14)	15(16)
Histidine	87(2)	78(3)	102(3)	83(3)	74(4)	124(1)	134(3)
Arginine	469(50)	482(53)	343(55)	497(52)	494(61)	317(63)	230(42)
Subtotal	1,845(180)	1,842(183)	1,483(184)	1,762(184)	1,813(207)	1,487(193)	1,198(170)
Nucleotides**:							
Hx	-	1	-	-	3	-	2
HxR	-	-	-	-	-	-	-
IMP	21	49	19	38	26	53	26
AMP	82	116	18	110	161	54	43
ADP	13	6	3	12	18	24	12
ATP	16	2	4	5	7	12	3
Subtotal	132	173	43	165	215	144	85
Other bases:							
Glycine betaine	584	604	692	605	596	549	301
TMA*	1	1	3	1	1	3	1
TMAO**	495	412	354	490	417	423	92
Creatine and creatinine**	8	10	11	9	10	11	15
Subtotal	1,080	1,027	1,060	1,105	1,024	986	409
Total	3,237	3,225	2,770	3,216	3,259	2,810	1,862

*, **: refer to the footnote of table 3.

Nucleotides는 육이 내장이나 난소에 비하여 높은 함량을 보였으며, 그 밖의 유기염기류는 난소에서 훨씬 낮은 함량을 보였다. 유기염기류 중에는 glycine betaine과 trimethylaminoxide가 대부분이었고, 특히 glycine betaine의 함량은 육과 내장 모두에서 높은 수준(총 합질소엑스분의 약 20% 이상)으로 함유하였다. 꽃게의 열수추출시료 엑스분 중의 합질소 화합물의

함량을 역시 성별, 부위별로 보면(Table 8), 성별에 따른 차이는 크지 않았으나 육과 내장 및 난소 등의 부위에 따라 상당한 차이를 보였으며, 유리아미노산에 있어서는 몸통살과 다리살이 arginine(총 유리아미노산 중 약 30%), glycine(약 17~19%), proline(11~14%), taurine(14%)이 합하여 70% 이상으로 많은 함량을 보인다. 반하여 내장은 arginine(약 23%), taurine(18%),

Table 8. Contents of nitrogenous constituents in the tissue extract of blue crab* (mg/100 g-raw tissue)

Nitrogenous constituent	Male			Female			
	Body	Leg	Viscera	Body	Leg	Viscera	Ovary
Free amino acids (combined amino acids):							
Phosphoserine	13	10(1)	15(1)	12(2)	11(1)	15(0)	9(0)
Taurine	269(13)	353(15)	276(11)	258(14)	346(16)	263(11)	243(9)
Phosphoethanolamine	7(1)	8(1)	6(1)	7(3)	8(1)	5(3)	4(5)
Urea	12	13	12	13	11(0)	10(1)	11(2)
Aspartic acid	3(9)	2(8)	2(9)	3(9)	2(8)	2(11)	2(11)
Hydroxyproline	23(1)	20(3)	196	22(11)	22(10)	202	184
Threonine	22(1)	20(2)	35(3)	23	21(2)	32	25(1)
Serine	35	32(1)	23(2)	33(2)	33(2)	27	21(1)
Glutamic acid	43(30)	41(30)	32(37)	41(24)	40(29)	31(32)	33(38)
Proline	284	232	76(2)	278	223	63(9)	143
Glycine	335	362	99(4)	331	378	102(11)	56(2)
Alanine	81(11)	63(21)	57(3)	80	60(20)	59(4)	21(11)
Valine	31	27	35(1)	32(1)	23	32(5)	17(7)
Methionine	23(9)	29(4)	41(2)	22(13)	27(3)	41(4)	15(4)
Isoleucine	37	32(1)	35(0)	36	31(3)	37	24(2)
Leucine	39	31	30(2)	39(2)	32(3)	31(1)	21(5)
Tyrosine	9(3)	7(4)	9(1)	10(1)	5(8)	10(0)	12
Phenylalanine	13(2)	11(2)	13	13	11(0)	12(2)	9
Ethanolamine	8(2)	8(1)	7(2)	8(3)	8(1)	6(3)	3(6)
Lysine	49(14)	34(28)	27(25)	47(13)	35(23)	26(30)	13(30)
Histidine	64(8)	53(2)	121	63	51(2)	182	148
Arginine	573	565	352	585	575	343	242(14)
Subtotal	1,977(104)	1,959(123)	1,499(105)	1,957(95)	1,954(132)	1,532(127)	1,256(149)
Nucleotides:							
Hx	7	6	11	6	6	13	10
HxR	21	23	21	23	21	20	15
IMP	2	3	9	-	-	13	9
AMP	31	33	37	27	31	41	42
ADP	2	2	1	2	2	1	-
ATP	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	64	67	78	58	60	88	77
Other bases:							
Glycine betaine	613	642	727	631	624	597	310
TMA	1	2	5	2	2	6	2
TMAO	518	468	402	562	485	421	102
Creatine and creatinine	8	9	1	8	9	10	15
Subtotal	1,140	1,121	1,145	1,203	1,120	1,034	429
Total	3,285	3,270	2,827	3,313	3,266	2,781	1,911

*Refer to the footnote of table 4.

hydroxyproline(13%), histidine(8%) 및 glycine(7%)을 약 70%정도로 많이 함유하였고, 난소는 arginine(약 19%), taurine(약 19%), hydroxyproline(약 15%), histidine(약 12%), proline(약 11%)을 많이 함유하였다. 어느 정도 많은 함량을 보인 유리아미노산으로는 암수 공통으로 몸통과 다리살에는 alanine, histidine, lysine, glutamic acid, leucine, isoleucine을, 내장에는

proline, alanine, methionine, isoleucine, threonine, leucine을, 그리고 난소에는 glycine, glutamic acid를 들 수 있었다.

Konosu 등⁶⁾이 꽃게 집게다리살 자속추출분에 대하여 유리아미노산의 함량을 분석하여 보고한 결과에 의하면 암수가 같이 glycine, arginine, proline, taurine, asparagine, alanine을 총 유리아미노산의 약 78%까지

함유하였다고 하였는데, 본 연구결과와 비교하면 glycine, arginine, proline, taurine을 많이 함유한 것은 비슷하였으나, asparagine과 alanine에 있어서는 월등히 높은 함량을 보이는 차이가 있었다.

Nucleotides 중에서는 AMP와 inosine이 거의 대부분을 차지하였고, ATP는 검출되지 않았으며, ADP와 Hx는 소량이 잔존하였으나 IMP는 소량이 검출되거나 혹은 전혀 검출되지 않았다. 그리고 그 밖의 유기염기류는 glycine betaine과 TMAO가 대부분이었으며, 암수의 육조직과 내장 중에 총 합질소엑스분의 약 35% 전후로 아주 많은 함량을 보인 것이 특징이었다.

이 결과는 Hayashi 등⁷⁾이 꽃게, 털게 등을 포함한 5종 게의 집게다리살과 간장에 대하여 nucleotides와 4급 암모늄 염기류 함량을 분석한 결과와 거의 일치하였다. 이들 유기화합물들은 대체로 수산무척추동물에는 광범하게 분포하는 것으로서¹⁴⁾, 특히 양 화합물이 대사상 삼투압조절기능과 methyl기 공여체로서 알려져 있어¹⁵⁾, 그 생리적 의의가 주목된다.

3종 게의 결합형 아미노산에 대하여 성별과 부위별로 생시료와 열수추출시료에 대하여 분석한 결과를 보면(Table 3~8), 대체로 열수추출시료에서는 생시료 중에 함유되어 있던 histidine과 arginine이 모두 소실되었다. 그 원인은 자숙 중에 결합상태에서 유리아미노산으로 유리되어 유리아미노산에 포함된 것이 주원인이고, 또 다른 일부는 자숙가열 중에 화학적인 변화를 받아서 양적인 감소를 초래한 것으로 생각되었다.

우리나라 연근해산 대게, 털게, 꽃게를 통털어서 봤을 때 육과 내장속에는 부분적으로 차이는 있었지만 유리아미노산 중의 많은 함유량을 보인 arginine, proline, glycine, taurine 등은 게의 맛의 조화에 깊이 관여할 것으로 보였으며, 거기에 histidine과 glutamic acid의 추가에 의하여 3종 게의 맛에 특징있는 효과를 부여할 것으로 예상되었다. Hayashi 등⁸⁾은 Snow crab (*Chionoecetes opilio*)의 다리살추출 엑스분의 분석자료를 근거로 하여 순수화학적 합성추출물을 재현한 다음, 관능적인 omission과 addition test를 실시한 결과 유리아미노산 중에는 alanine, arginine, glutamic acid 그리고 glycine이 맛에 깊이 관여를 하고, 더욱이 여기에 glycine betaine이 부가적인 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 본 연구의 3종 게에서도 이들이 지적인 성분 이외에 많은 양으로 함유되어 있었던 그 밖의 유리아미노산들과 trimethylaminoxide는 게의 종류별 맛의 차이에 기여하는 정도를 감안하면, 각종 게의 맛과 유리아미노산 및 4급 암모늄염 중의 glycine betaine 및 trimethylaminoxide의 함량은 서로 협동작용에

의하여 정미성에 관한 긴밀한 관계를 맺고 있을 것으로 믿어진다.

Konosu¹⁶⁾는 수산동물 근육 중의 합질소엑스성분의 분포와 관련하여 갑각류는 유리아미노산을 어류에 비하여 훨씬 많이 함유하고, 더욱이 정도의 차이는 있지만 일반적으로 taurine, proline, glycine, alanine, arginine 등을 많이 함유하는 공통적인 특징이 있다고 하였는데 본 연구의 결과도 함유아미노산의 종류별 수준의 차이는 있지만 넓은 범위에서는 일치하는 결과임을 알 수 있었다.

IV. 요약

한국 연근해산 대표적인 3종 게(대게, 털게, 꽃게)의 육과 장기가 함유하는 합질소 엑스분의 분포를 성별, 부위조직별(몸통살, 다리살, 내장)과 생시료 및 열수추출시료로 구분하여 분석하고, 그 조성에 대하여 검토하였다.

3종의 게는 모두 육중에 합질소 엑스분을 약 3% 이상으로 함유하였다. 유리아미노산의 분포를 보면, 대게의 육에는 arginine, proline, glycine을, 털게와 꽃게의 육에는 공통적으로 arginine, taurine, glycine을 많이 함유하였으며, 종류에 따라 그 조성에 상당한 차이가 있었다. 그리고 3종 게의 내장에는 arginine과 taurine을 많은 비율로 함유하였다. 유리아미노산과 유기염기류의 양은 자숙하므로써 많은 증가를 보였으나, nucleotides는 그 양이 감소하였다. 유기염기류 중 glycine betaine과 trimethylaminoxide의 양은 조직별로 총 합질소 엑스분에 대하여 평균 30% 이상의 많은 양을 함유하는 것이 특기할 점이었다.

본 연구에서 다룬 3종 게의 맛에 영향을 미치는 주요 합질소 엑스성분은 육과 내장에 많은 양으로 분포하는 arginine, proline, glycine, taurine 등의 유리아미노산과 glycine betaine과 trimethylaminoxide 등의 유기염기류일 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 1995년도 (주)미원부설 한국음식문화연구원의 지원에 의해 수행된 연구결과와 일부이며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 杉田浩一, 堤忠一, 森雅央: かに(蟹)類, 「新編日本食品

- 事典」, 醫齒藥出版(株), 東京, 日本, pp. 245-247, (1982).
2. Gilles, R.: Osmoregulation in the stenohaline crab *Libinia emarginata*. *Arch. Int. Physiol. Biochem.*, **78**: 91 (1970).
 3. Giddings, G.G. and L.H. Hill: Processing effects on the lipid fractions and principal fatty acids of blue crab (*Callinectes sapidus*) muscle. *J. Food Sci.*, **40**: 1127 (1975).
 4. Hiltz, D.F., and L.J. Bishop.: Postmortem glycolytic and nucleotide degradation changes in muscle of the Atlantic queen crab (*Chionoecetes opilio*) upon iced storage of unfrozen and of thawed meat, and upon cooking. *Comp. Biochem. Physiol.*, **B52**: 453 (1975).
 5. Take, T., Y. Yoshimura, and H. Otsuka.: Studies on the tasty substances in various foodstuffs (Part 10). On the tasty substances of edible crab (*Chionoecetes opilio* O. FABRICIUS). *J. Home Econ. Japan*, **18**: 209 (1967).
 6. Konosu, S., K. Yamaguchi, and T. Hayashi.: Studies on flavor components in boiled crabs. I. Amino acids and related compounds in the extracts. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **44**: 505 (1978).
 7. Hayashi, T., K. Yamaguchi, and S. Konosu.: Studies on flavor components in boiled crabs. II. Nucleotides and organic bases in extracts. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **44**: 1357 (1978).
 8. Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu.: Sensory analysis of boiled snow crab meat. *J. of Food Sci.*, **46**: 479 (1981).
 9. Hayashi, T., H. Ren, T. Akiba, H. Endo, and E. Watanabe.: Extractive components of unutilized small crabs and their sensory evaluation as seasonings. *Nippon Suisan Gakkaishi*. **59**: 865 (1993).
 10. Ryder, J.M.: Determination of adenosine triphosphate and its breakdown products in fish muscle by high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, **33**: 678 (1985).
 11. Teerlink, T., M. Hennekes, J. Bussemaker, and J. Groeneveld.: Simultaneous determination of creatine compounds and adenine nucleotides in myocardial tissue by high-performance liquid chromatography. *Anal. Biochem.*, **214**: 278 (1993).
 12. Cunniff, P.: A.O.A.C. official method 971.14. Trimethylamine nitrogen in seafood. Official methods of analysis of A.O.A.C. international, **35**: 1. 17 (1995).
 13. Konosu, S., A. Shinagawa and K. Yamaguchi.: Determination of ω -betaines in aquatic animals by high-performance liquid chromatography. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **32**: 869 (1985).
 14. Konosu, S. and A. Shinagawa.: Nitrogenous Compounds of invertebrates in Extractive Components of Fish and Shellfish. Koseisha Goseigaku Ltd., Tokyo, Japan, pp. 9-24 (1988).
 15. 池田静徳: 非蛋白態窒素化合物. 「魚介類の微量成分」, (株)恒星社厚生閣, 東京, 日本, pp. 2-31 (1981).
 16. Konosu, S.: Distribution of nitrogenous constituents in the extracts of aquatic animals. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **37**: 763 (1971).
-
- (1996년 7월 22일 접수)