

수산식품의 조리조건에 따른 정미성분의 조성변화

한 영 실

숙명여자대학교 식품영양학과

I. 서 론

최근 식생활수준의 향상으로 식생활의 간편화, 다양화, 고급화에 따라 인스턴트 가공식품의 수요가 증대하고 있으며, 그 중 통조림이나 레토르트파우치 식품같은 고온가열처리를 한 식품이 가공식품의 발전을 주도하고 있다. 특히 최근에는 성인병 예방에 대한 관심이 높아지면서 EPA나 DHA 같은 고도불포화지방산, 핵산 및 양질의 아미노산이 풍부한 수산가공식품의 수요가 급증하고 있는데, 이러한 수산물의 고온가열처리 식품에 관해서 미생물학적인 면에서는 안전성 때문에 상당부분 연구가 진행되어 있으나, 고온가열처리로 인한 풍미 및 영양성분의 변화에 관하여 종합적으로 검토한 연구는 거의 없는 편이다¹⁾.

생체조직이나 식품을 잘게 부수고 물이나 열수로써 추출하면 여러가지 수용성분이 녹아나오게 된다. 이 용출성분 중 단백질, 지질, 색소, 고분자물질 등을 제거한 나머지 수용성성분을 일괄하여 엑스성분(extractives 또는 extracts)이라 한다. 엑스성분은 그 분자 중에 질소를 함유하는 합질소엑스성분(nitrogenous extractives)과 질소를 함유하지 않은 무질소 엑스성분(nitrogen-free extractives)로 나눌 수가 있다. 엑스성분은 모두 생체대사와 관련있는 것들이기 때문에 생화학분야에서 오래전부터 관심을 보여왔다. 또한 식품의 맛은 엑스성분의 조성여하에 따라 달라지고 식품의 품질저하에 관여되므로 식품화학분야에서도 엑스성분에 많은 관심을 기울이고 있다. 주요한 합질소엑스성분으로는 유리아미노산, oligopeptides, nucleotides와 그관련물질, betains, guanidino compounds, TMAO(trimethylamine oxide), 요소 등이 있으며, 무질소엑스성분으로는 유기산, 당류 등이 있는데 엑스성분에는 합질소성분이 더 많다²⁾.

수산동물체의 조직중에 분포하는 추출물 중의 합질소화합물은 생리적으로는 삼투압의 조절, 생체내 에너지의 교환, 체내 대사의 조절 등의 중요한 역할을 담당할 뿐만 아니라, 식품학적으로 특징있는 정미성분으로 되는 등 생체중에서나 식품으로 제공 되었을때나 중요한 성분인 것으로 알려져 있다^{3,6)}. 수산동물조직의 추출물 중 합질소화합물의 기능을 성분별로 살펴보면 유리아미노산은 조직이나 세포내에 분포되어 있으며 생체내에서 생리적으로 필요한 질소화합물의 생합성 소재로서 이용되기 위한 질소원의 준비물로서 대사중에 요긴하게 사용된다. 타우린(taurine)은 수산동물체의 삼투압 조절 및 항산화작용 등을 담당한다^{7,8)}. 또 purine이나 pyrimidine염기의 인산화물과 같은 핵산관련물질은 고에너지화합물로서 생체내 기능상 필요한 에너지의 제공 및 저장 대비의 역할을 하는 것으로서 이미 잘 알려져 있으며, trimethylamine oxide(TMAO)는 해산 동물의 세포와 체액간, 그리고 체액과 외계간의 침투농도평형의 유지에 중요한 역할을 한다. 또, betaine은 동물의 단백질대사과정중 methyl기의 공여체로서의 기능을 하는 등^{3,9)} 추출물 중의 합질소화합물은 생명현상에 거의 불가결한 성분들이라는 것이 발표되고 있다.

한편, 추출물 중의 합질소화합물들이 갖는 식품학적인 의의를 살펴보면, 유리아미노산은 각기 특징있는 미각효과로서 식품의 맛에 깊이 관여하고^{9,11)}, 핵산관련물질 중, IMP(inosine-5'-monophosphate)나 GMP(guanosine-5'-monophosphate) 등은 아미노산과 더불어 상승효과를 일으키는 성분으로서 보고되고 있으며¹²⁾, 식품중에 함유되어 있을때는 풍미개량제(flavor enhancer)로서의 역할을 하는 것으로 알려져 있고, 또 AMP(adenosine-5'-monophosphate)는 수산 무척추동물의 맛성분으로서 중요한 역할을 하는 것으로 보고되어 있다¹³⁻¹⁵⁾. 그리고 4급 아민류에 속하는 TMAO는 유리아미노산 및 핵산관련물질과 더불어 수산물의 독특한 맛과 밀접한 관계가 있고, 특히 오징어나 바지락의 감미(甘味)는 이 TMAO에 의한 미각효과라고 보고되어 있다¹⁶⁾. 같은 4급 아민류중의 betaine은 수산연체류나 갑각류의 맛을 측면에서 보조하는 성분으로서^{17,19)} 수산식품의 맛에 관계하는 중요한 성분 중의 하나이다. 수산동물의 추출물에 관한 선행연구^{20,24)}로는 어류에 관한 연구로 연어(*Oncorhynchus keta*)²⁵⁾, 방어(*Seriola*

quiqueradita)^{26,27}, 참돔(*Chrysophrys major*)²⁸, 은어(*Plecoglossus altivelis*)²⁹, 연체동물에 관한 연구로서 바지락(*Tapes japonica*)²⁴, 대합(*Meretrix lusoria*)³⁰, 전복(*Haliotis gigantea*)¹⁸, 문어(*Octopus vulgaris*)³¹, 오징어(*Ommatosterephes pacificus*)^{32,33} 등이 있으나 가열시간에 따른 가물치육의 엑스분 중의 아미노산 및 그 관련화합물의 변화에 관한 한의 연구^{34,35} 등 몇몇^{35,36}을 제외하고는 대부분이 생육중의 아미노산 및 그 관련화합물의 조성을 밝힌 것으로, 조리방법과 관련된 연구는 거의 없는 편이다.

본고에서는 수산 식품의 기호상의 특징을 추출물 중의 정미 성분의 분포와 관련하여 조리과학적인 측면에서 밝히고, 수산식품의 조리조건을 최적화하기 위한 기초 자료를 얻고자, 우선 우리나라 연안에서 많은 분포를 보이는 대표적인 수산식품을 대상으로 조리 조건별로 추출물 중의 합질소 화합물의 분포와 조성상의 변화를 검토하여 우리나라 수산 식품의 조리조건에 따른 기호상의 특징을 살펴보았다.

II. 수산식품의 맛과 합질소엑스성분

어패류 엑스성분의 어종에 따른 성분분포의 특징을 보면 백색육어류인 참돔은 creatine, nucleotide 및 TMAO가 주성분이고, 유리아미노산은 적다. 적색육어류인 고등어에서는 유리아미노산, creatine 및 nucleotide가 주성분인데, 유리아미노산이 많은 것은 유리 histidine을 많이 함유하기 때문이다. 무척추동물인 보리새우, 대게, 큰가리비에서는 유리아미노산이 차지하는 비율이 무려 70~80%나 되어 그것이 현저히 많은 것이 특징이다. 그리고 이어서 TMAO와 glycine betaine이 주요성분으로 되어 있다. 이에 비하여 두족류의 오징어에 있어서는 유리아미노산이 많은 무척추동물의 특징은 가지나, TMAO와 octopine도 많아서 아미노산과 같은 주요성분을 이루고 있다.

1. 유리아미노산

어패류에 많이 함유되어있는 유리아미노산은 정미성분으로서 가장 중요한 것이라 할 수 있다. 이들 아미노산은 각각 독자적인 맛을 지니고, 또 그 역치도 서로 다르므로 그 함량에 따라 맛이 좌우되는 것은 물론이고, 또 다른 성분과의 상호작용에 의해서도 많은 영향을 받는다³⁷. 정미 아미노산 중에서 중요한 것이 glutamic acid로 그 Na염, 즉 monosodium glutamate(MSG)는 화학조미료로서 널리 이용되고 있다. 어패류에 예외없이 함유되나, 그 함량이 MSG의 역치(0.03%) 이하일때가 많다. 그러나 사후 어육에 축적되는 IMP와의 맛상승효과가 있으므로, IMP가 공존하면 역치이하의 함량이라도 맛에 기여한다고 할 수 있다. 그 정미효과는 강한 지미(旨味)를 내게할 뿐만 아니

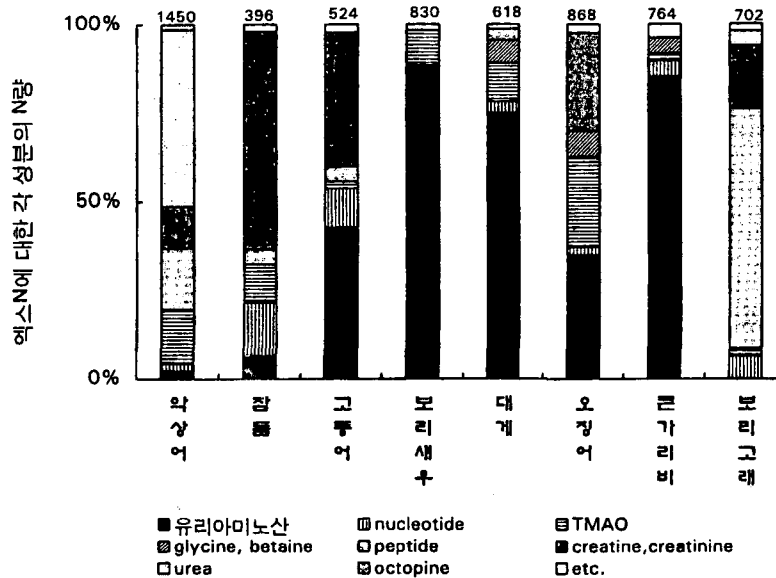


그림 1. 수산동물근육 엑스 중의 성분분포³⁹⁾(상부의 숫자는 엑스 N량, mg/100 g).

라, 맛에 지속성을 부여하고 또 맛을 진하게 하는 역할을 한다. 또 glycine은 상쾌한 감미를 가지는 아미노산으로서 무척추동물, 특히 갑각류나 패류에 많이 함유되며, 이것들의 맛과 밀접한 관련이 있다고 한다. Alanine도 감미 아미노산의 하나이나, 약한 쓴맛이 도는 감이 있다. 앞의 glycine보다는 양적으로 적으나, 무척추동물에는 상당량이 함유되고 있어 대게나 큰가리비의 감미에 관여한다는 것이 확인되고 있다. 또 arginine은 쓴맛을 지니는 아미노산이다. 때문에 arginine을 많이 함유하는 어패류는 맛이 좋지않다고 생각하기 쉬우나, 오히려 이것을 많이 함유하는 무척추동물 중에는 맛이 좋은 것들이 많다. 실제로 대게나 큰가리비패주의 합성엑스를 가지고 시험한 것을 보면 arginine은 쓴맛을 주기보다는 진한 맛을 내게 하여 전체적으로 맛을 강화시키는 작용을 한다고 한다. 또한 methionine 및 valine도 쓴맛을 지니는 아미노산이지만 성계의 독특한 맛을 내는데 기여한다고 한다. 이들 아미노산은 양적으로 많아지면 불쾌한 맛을 내게 하나, 적당량이 함유되면 맛을 깊게 하여 뒷맛을 강하게 해주는 효과가 있다³⁹⁾. 수산동물의 근육단백질의 아미노산조성은 동물의 종류에 관계없이 비교적 일정한데 비하여 유리아미노산 조성은 아주 상이하여, 특정 아미노산의 분포가 편중되어 있는 경우가 적지 않다. 즉, 연체류(2매패 및 두족류)에서는 taurine, glycine, alanine, proline 및 β -alanine 등이 많은 것 같다.

새우류 및 게류에서도 glycine, taurine, alanine, proline 및 arginine 등이 주요한 것으로 되어있다. 이밖에도 패류의 합성엑스성분에 관해 많은 연구가 행해졌는데^{40,42)}, 패류의 아미노산 조성은 glycine, alanine, glutamic acid의 함량이 많으며, 전복에는 arginine의 함량이 상당히 높다고 하였다.

어류의 유리아미노산 중 종류간에서 특징적인 차이를 나타내는 것은 histidine, taurine, glycine, alanine, glutamic acid, proline 및 lysine 등인데, 그 중에서도 가장 큰 차이를 나타내는 것은 histidine과 taurine이다³⁹⁾.

小侯⁴³⁾는 아미노산의 맛의 분류에서 glycine, alanine, threonine, proline, serine 등은 甘味를, leusine, isoleusine, methionine, phenylalanine, lysine, valine, arginine 등은 苦味, aspartic acid는 산미, glutamic acid는 旨味를 갖는다고 하였다. Konosu⁴⁴⁾는 전복 구성 엑스성분을 분석하여 이를 근거로 합성 엑스분을 조제하여 omission test한 결과 맛의 발현에 불가피한 성분은 glutamic acid, glycine, betaine, AMP라고 하였다.

Glutamic acid를 제외한 경우 감칠맛이 현저히 감소하고 전복 특유의 맛이 감소하였다고 보고하였다. 또한 Huxtable⁴⁵⁾는 성계 합성 엑스의 omission test에서 양적으로 적은 10종류의 아미노산(aspartic acid, threonine, proline, cysteine, methionine, isoleucine, tyrosine, phenylalanine, tryptophane, histidine)을 모두 제거한 엑스는 새우 또는 게모양의 맛이 난다는 판정이 많았다고 지적하고 있다. 수산물엑스의 제조에서 처리여하에 따라서는 오징어의 자즙으로부터 게와 비슷한 맛의 엑스가 생겨지기도 하고, 가리비의 자즙으로부터도 게모양의 엑스나 크릴로부터 오징어 모양의 엑스가 얻어지는 일이 있다고 한다.

이같은 지적은 어패류육정미의 발현에 불가결한 정미의 발현은 비교적 공통적이고 각 성분의 함량이 종 특유의 맛의 발현에 중요하다는 점을 시사하고 있다. Hayashi⁴⁶⁾도 참게에 대해 omission test한 결과 glutamic acid, AMP, GMP, glycine, arginine, Na⁺, Cl⁻ 등의 맛성분의 중심이되고 alanine, glycine betaine, K⁺, PO₄³⁻, CMP 등에 의해 상승효과를 나타내고 있음을 보였다. 최근 가리비의 엑스분 조성을 분석하고 합성엑스성분을 조제하여 omission test를 한 결과 가리비의 정미유효성분으로서 glutamic acid, glycine, alanine, arginine, AMP, Na⁺, Cl⁻의 8가지 성분을 들었다. 이들 결과를 종합해 보면 전복, 성계, 참돔, 가리비 등의 맛이 독특하고 상이한 종류에 있어서 glutamic acid, glycine은 모두 정미성분으로서 수산물의 기본적인 맛을 구성하고 있다고 여겨지며 valine, methionine은 다른 3종에 비해 함량이 높은 성계 특유의 고미와 맛에 영향을 미치며 arginine은 단독으로는 고미를 내는 아미노산이지만 다량으로 함유된 바다참게의 합성엑스분에서는 고미는 전혀 없는 점으로 보아 여러 성분이 섞여 다른 정미효과를 내는 것으로 생각된다.

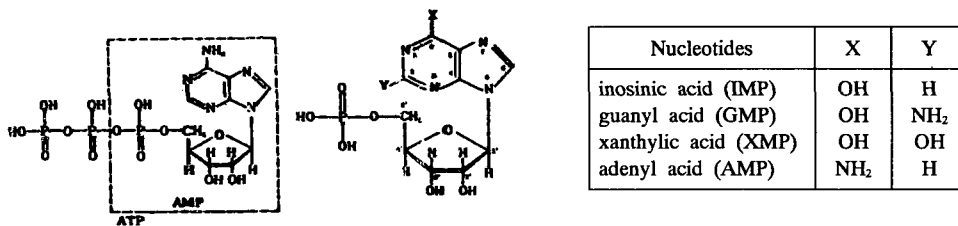
어류 근육의 유리 아미노산 조성에서 가장 주목할 것은 histidine 함량이다. 적색어류의 근육에는 histidine이 많은데, 예를 들어 가다랭이류는 근육 100 g당 1,100~1,460 mg, 참치·billfish류는 670~830 mg이나 되지만, 백색어류는 잉어나 은어를 제외하고는 histidine이 적어 수 mg 정도이다. 적색어류의 histidine은 imidazole dipeptide와 함께 물고기가 활발하게 운동할 수 있도록 해주는 완충물질로 작용한다²⁾. 즉 일반적으로 적색어류는 백색어류에 비하여 운동량이 많아, 고속유영시에는 근육내는 혐기적으로 되어 H⁺을 축적하게 된다. 이 때 유리 histidine은 다음과 같이 H⁺의 축적을 완충화하여 pH의 저하를 막는다고 생각되고 있다. 한편 taurine은 생체내에서 만들어져 다양한 생리기능을 나타내는데⁴⁷⁾, 양적으로는 histidine보다 적으나, 어느 어종에도 함유되어 있으며, 돔, 넙치 등의 백색어류에 120~180 mg/100 g 정도로 많고, 반대로 적색어류나 중간색어류에는 10~100 mg/100 g 정도로 적다.

어체부위별로 보면 taurine 함량은 histidine 함량과는 대조적으로 보통육에는 적고 혈합육에 월등히 많은 편이다. 이 taurine의 생리기능은 생체의 삼투압조절을 하는데 있으며, 인체에 있어서 cholesterol의 축적을 예방할 수 있는 약리효과도 있다고 한다.

2. Nucleotide 및 그 관련물질

어패류에 함유되는 nucleotide는 생화학적인 면에서 뿐만 아니고 식품화학적인 면에서도 중요한 성분이다. 그 종류는 20종류 이상이나 되며, 주로 근육에 많고 간장에는 적어, 근육의 1/2~1/10 정도의 함량이다. 주성분은 adenine nucleotide로서 근육에는 전 nucleotide의 90% 이상을 차지하고 있으며, 간장에서는 그 비율이 50~60% 정도로 낮다.

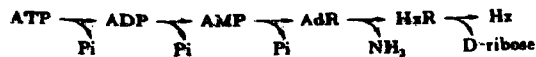
어패육에 함유되는 adenine nucleotide 및 그 관련 물질 중 양적으로 많은 것은 ATP(adenosine triphosphate), ADP(adenosine diphosphate), AMP(adenosine monophosphate), IMP(inosine monophosphate), HxR(inosine) 및 Hx(hypoxanthine) 등이다.



생체내 nucleotide의 함량은 그 동물의 활동에 따라 많이 다르며, 운동이 심할수록 nucleotide, 특히 ATP는 급속히 분해, 감소한다. 또 동물의 사후는 저온저장을 하여도 분해는 진행된다. 즉 ATP는 순차로 ADP, AMP, IMP로 분해되고, 이것은 다시 inosine을 거쳐 ribose 및 hypoxanthine으로 분해되어 간다.



일반적으로 어육에서는 ATP로부터 IMP가 생성되는 과정까지의 분해반응은 신속히 진행되나 IMP의 분해는 완만하여, 그 때문에 IMP가 축적되는 경우가 많다. 심하게 운동시킨 피로어는 죽은 직후에도 ATP는 극히 적고 IMP가 많은 것을 볼 수 있다. 한편 연체류와 같은 무척추동물에 있어서는 ATP의 분해과정에서 AMP는 IMP를 거치지 않고 바로 adenosine(AdR)으로 되고, 이것이 inosine을 거쳐 hypoxanthine과 ribose로 분해된다. 즉 무척추동물의 근육에서는 IMP가 생성되지 않는다³⁹⁾. 그러나 새우, 게류는 IMP를 거치는 경로도 존재한다.



이들의 분해속도는 동물의 종류, 죽기 직전의 운동량, 저장조건에 따라 심한 차이를 보인다. 어류는 죽으면 근육 중에 IMP가 급격히 축적되지만 계속 진행되어 분해되는 속도는 어중에 따라 다르다. 참치나 참돔은 HxR 축적형이고, 가자미, 넙치는 Hx 축적형, 꽁치나 날치는 그 중간형인 수가 많다. 무척추동물은 사후에 AMP가 축적되지만, 살오징어나 문어 등은 다른 것들에 비해 훨씬 빠르게 분해된다²⁾.

한편, nucleotide의 정미성과 그 화학구조상의 특징을 보면 purine 핵의 6위치에 OH기를 가지며, 또 ribose의 5' 위치에 인산기가 결합되어 있다. 즉 정미성 nucleotide로서 갖추어야 할 화학구조상의 요건은 이 두가지라고 할 수 있다.

실제 이 두 요건을 갖춘 nucleotide, 즉 5'-GMP, 5'-IMP 및 5'-XMP 등은 정미력이 매우 강하다. 그 강도는 5'-GMP가 가장 강하고 다음이 5'-IMP인데, 앞의 것은 뒤의 것에 비하여 2~3배의 정미력이 있다. 반면에 이 두가지 요건을 갖추지 못한 다른 nucleotide의 정미력은 극히 약하여, 이를테면 5'-AMP나 3'-IMP 등은 거의 맛을 느낄 수

없다.

이들 IMP나 GMP의 맛은 MSG의 맛과는 다소 다른데, 양자를 혼합하면 그 정미효과는 상승적으로 증가한다. 이를테면 MSG에 IMP를 5% 정도 첨가하면 정미력은 6배정도로 강화된다.

한편 문어, 오징어 및 패류 등은 IMP를 생성하지 않고, 주로 AMP를 축적하는데도 좋은 맛을 낸다. 또 멸치국물과 같은 것도 IMP, GMP의 함량이 의외로 적는데도 역시 맛이 있다. 이것은 ATP나 AMP는 단독으로는 정미성이 없으나, 역시 glutamic acid와의 상승작용이 있다는 것이 밝혀져 해명되었다. 이를테면 전복의 엑스분을 합성하여 보면 glutamic acid 및 AMP의 어느 것을 제거하여도 그 맛이 현저하게 떨어지는 것을 볼 수 있다³⁹⁾.

Kuninaka⁴⁰⁾는 미각 증진 효과를 가진 물질로서 잘 알려진 핵산관련화합물에 관하여 IMP 혹은 GMP가 glutamic acid와 공존할 경우 뛰어난 맛의 상승효과를 나타낸다고 하였다. 반면에 AMP는 수산척추동물에서는 맛을 나타내지 않는 성분으로 여겨졌으나 수산무척추동물에서는 맛의 중요한 역할을 하는 것으로 나타났으며 AMP 역시 glutamic acid와 공존할 시 맛의 상승효과를 나타낸다고 하였다¹²⁾.

또한 Tarr와 Comer³⁹⁾, 新井¹⁴⁾ 및 Suryanaryama¹⁵⁾ 등은 수산무척추동물에서도 AMP-deaminase가 존재하여 어류 및 포유동물과 같이 분해 경로를 따라 분해되기는 하지만 그 활성이 약하여 AMP 함량이 높다고 보고하였다.

Hayashi⁴⁰⁾ 등의 계의 핵산관련화합물의 omission test 결과를 보면 ADP, AMP, CMP, IMP, GMP를 제거한 경우 감칠맛이 현저히 감소하고 독특한 계의 맛이 완전히 사라졌고, ADP, AMP를 제거한 경우는 감칠맛이 감소하였다. IMP, GMP를 제거한 경우는 쓴맛, 짠맛이 다소 증가했으나 큰 차이는 없었다고 하였다. AMP와 IMP를 제거한 경우는 감칠맛이 다소 감소하였고 ADP의 제거는 아무런 차이를 느낄 수 없었다고 하였다.

이 같은 핵산 관련화합물은 맛의 상승효과를 돕는데도 관여하지만 분해정도에 따라 선도의 지표가 되기도 한다.

3. Betaine류

어패류에 들어 있는 betaine류에는 시슬모양의 글리신 베타인(glycine-betaine), β-알라닌베타인(β-alanine betaine 또는 β-homobetaine), γ-부티로베타인(γ-butyrobetaine), 카르니틴(carnitine), 아트리닌(atrinine), 할로시닌(halocynine) 등과 고리모양의 호마린(homarine), 트리코넬린(trigonelline), 스타치드린(starchydrine) 등이 있다. 이들은 모두 제 4급 암모늄염기의 분자내 염으로 양성 이온을 갖는 것이 특성이며, 1분자내에 1~3개의 N-methyl기를 갖는 것이 많다³⁾.

(1) Glycine betaine

어류에는 별로 많지 않아 0.1% 이하의 함량이나 무척추동물, 특히, 오징어, 새우 등에는 많이 함유되어, 그 수 배에 달할 때도 있다. 상쾌한 감미를 가지는 물질이므로 이들 육의 감미에 기여하는 것으로 알려져 있다³⁹⁾.

Konosu⁵⁰⁾는 갑각류와 연체류에서 glycine betaine 함량이 높게 나타났다고 하였으며 Hayashi¹⁹⁾ 등은 glycine betaine이 계의 독특한 맛을 낸다고 하였고 大石⁵¹⁾도 glycine betaine이 정미성의 발현에 기인한다고 보고하였다.

Betaine은 일반적 쓴맛을 띠나 glycine betaine은 단맛을 내는 것으로 알려졌다⁴⁰⁾.

Hayashi¹⁹⁾ 등은 수산무척추동물에서 나타나는 유기염기는 glycine betaine과 TMAO로 이들은 단맛을 낸다고 하였으며 glycine betaine의 정미는 미약하지만 수산물 특유의 flavor와 약한 감칠맛, 단맛의 발현에 기여하고 있음도 보고되었다^{16,51,52)}.

Konosu와 Hayashi⁵³⁾는 수산무척추동물의 엑스성분 중 β-alanine betaine과 glycine betaine 함량들을 측정하였는데 전복, 키조개, 가리비, 참굴, 대합, 오징어, 문어, 보리새우에는 β-alanine betaine은 존재하지 않고 glycine betaine이 β-alanine betaine 보다 수산동물에 널리 분포되어 있고 그 함량도 월등히 많았다고 하였다.

Glycine betaine은 대사상으로 methyl기의 공여체로 작용하고 homocysteine에서 methionine을 생성하는 반응에 관여하며 삼투압조절인자로서 작용한다^{54,55)}.

4. Trimethylamine Oxide(TMAO)

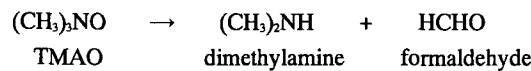
Trimethylamine oxide(TMAO), (CH₃)₃NO 및 trimethylamine(TMA), (CH₃)₃N은 어패류를 특색지어주는 성분의 하나로 육상동물의 조직에는 거의 함유되지 않는다. TMAO는 해산어패류근육에 널리 함유되며, 특히 상어, 가오리류와 같은 판새류에 많이 함유된다. 경골어에서는 대구류에, 연체동물에서는 두족류에 다량 함유되는 것이 많다. 패류에서는 함량차가 심하다. 담수산 및 기수산 어패류에서는 거의 함유하지 않든가, 함유하더라도 미량이다³⁹⁾.

原田⁵⁹⁾은 180여종의 어패류에 대해서 TMAO의 함량을 조사한 결과 담해수어류에는 그 함량이 미량에 불과하거나 전혀 없다고 하였고 Regenstein 등⁵⁰⁾은 TMAO가 해산어류에 있어서 삼투압 조절 작용을 하는 기능을 가진다고 하였다.

또한 TMA는 원래 무취였던 어류 체액중의 TMAO가 어류의 산도 저하와 함께 발생하는 세균의 환원작용으로 변화 생성하여⁵⁷⁾ TMAO는 약한 감미를 가진다고 하였다⁵⁹⁾.

pH 4.5 부근에서 극히 강한 완충능을 가지며, 세균효소나 glutathione에 의하여 용이하게 환원되어 TMA로 된다. TMA는 동물의 생시에는 함량이 극히 적으나, 어획후 선도가 떨어지는데 따라 증가하고, 어취인 비린내의 주성분의 하나가 된다³⁹⁾.

동물이 죽은 다음에는 주로 세균의 TMAO 환원효소에 의해서 TMAO는 트리메틸아민(trimethylamine, TMA)으로 환원되기 때문에 비린내가 나는데, 어떤 어종은 혈합근에 이 효소가 들어 있어 보통근보다 혈합근이 더 비린내가 나는 수가 있다. 대구류에서는 조직 중의 효소에 의해서



로 분해되어 비린내를 낸다. 한편 어육을 고온으로 가열하여도 이와 같은 반응이 일어난다. 그리고 TMAO가 많은 참치육을 통조림으로 만들면 육색이 청록색으로 변하는 현상이 나타나기 쉽다²⁾.

III. 수산식품재료별 조리조건에 따른 정미성분의 변화

I. 유리아미노산

(1) 백색육어류

명태육의 유리아미노산 조성은 총 함량이 282.3 mg/100 g으로 taurine(131.3 mg/100 g), alanine(42.6 mg/100 g), glycine(30.1 mg/100 g), glutamic acid(9.8 mg/100 g) 및 lysine(9.6 mg/100 g) 등이 주요 아미노산으로 이들이 전체의 79%를 차지하였다. 가열처리 정도에 따른 조성의 변화를 보면 총함량은 생시료에 비해 약간씩 감소하는 경향이었는데, 이는 열처리중 이들 성분이 유리수를 통한 유출, 열분해 및 다른 육성분과의 반응이 감소의 원인으로 생각된다. 각 아미노산의 변화를 보면 taurine, histidine, arginine, alanine, lysine 등은 열처리가 진행됨에 따라 약간씩 감소하였다¹⁾.

(2) 적색육어류

생가다랑어육의 총 유리아미노산 함량은 984.8 mg/100 g이었고, histidine(697.7 mg/100 g), taurine(80.8 mg/100 g), alanine(33.5 mg/100 g), leucine(23.6 mg/100 g), lysine(23.3 mg/100 g) 등이 주요 아미노산으로 이들이 전체의 87%를 차지하고 있었다. 각 아미노산의 변화를 보면 열처리 중 histidine이 현저하게 감소하여 자숙처리 시료는 가열전에 비해 감소량이 가장 컸으며, taurine 및 alanine 등도 상당량 감소하였으나 그외의 아미노산은 양적 변동이 적었다.

생고등어육의 총 유리아미노산함량은 926.47 mg/100 g이었고, histidine, taurine, lysine, alanine, leucine 및 glutamic acid 등이 주요 아미노산으로 이들이 전체의 81.5%를 차지하고 있었다. 121.1°C 가열시 각 아미노산 조성의 변화는 대부분 아미노산들이 가열처리 전에 비해 감소했으며, histidine의 경우는 열처리에 따른 양적인 감소가 가장 컸는데³⁷⁾, 平野 등도⁵⁸⁾ 어육을 100°C 이상에서 가열처리하였을때 histidine이 현저하게 감소하였고, 이는 주로 당-아미노반응에 기인하며, 가열육의 갈변물질 형성에 관여한다고 보고한 바 있다. 가열온도를 달리하여 그 변화를 본 결과 온도가 높을수록 아미노산 함량이 더 많이 감소하는 경향이였다.

(3) 담수어

생시료중에는 glycine과 taurine, glutamic acid, histidine이 특히 많이 함유되고 있었으며, isoleucine, alanine, threonine, valine도 상당한 수준으로 포함되고 있었다. 각 추출엑스분에 대하여 조리시간별로 아미노산 및 그 관련 화합물의 함량변화를 보았을 때 극히 제한된 몇가지 성분(phosphoethanolamine, glutamic acid, α-amino adipic acid, valine, methionine 등)을 제외하면 120분 가열시에 양적으로 최고수준에 달하였다가 다시 감소하다가 조금씩 증가하는 변화를 보였다. 가물치의 육을 120분간 가열처리하였을 때 이처럼 많은 유리아미노산들이 양적으로 증가한

Table 1. Changes in contents of free amino acids of fish meats¹⁾ (mg/100 g)

Amino acids	Alaska pollack	
	Raw	Boiling
Tau	131.3	115.0
Asp	5.0	4.5
Glu	9.8	8.5
Ser	6.9	6.5
His	8.4	6.2
Gly	30.1	30.9
Thr	4.0	3.6
Arg	7.0	5.9
Ala	42.6	41.2
Tyr	5.9	6.3
Met	tr	tr
Val	6.8	5.4
Phe	4.6	4.2
Ile	3.4	3.5
Leu	6.9	6.6
Lys	9.6	9.0
Total	282.3	257.4

*98°C, 30 min.

Table 2. Changes in contents of free amino acids of fish meats¹⁾ (mg/100 g)

Amino acids	Skipjack	
	Raw	Boiling*
Tau	80.8	69.9
Asp	9.9	8.9
Glu	12.1	11.5
Ser	7.9	7.6
His	697.7	640.4
Gly	14.5	13.7
Thr	9.8	6.7
Arg	11.1	12.0
Ala	33.5	24.4
Tyr	10.4	9.6
Met	15.4	13.9
Val	13.2	12.9
Phe	11.5	12.1
Ile	10.1	9.7
Leu	23.6	19.7
Lys	23.3	20.8
Total	984.8	893.8

*98°C, 30 min.

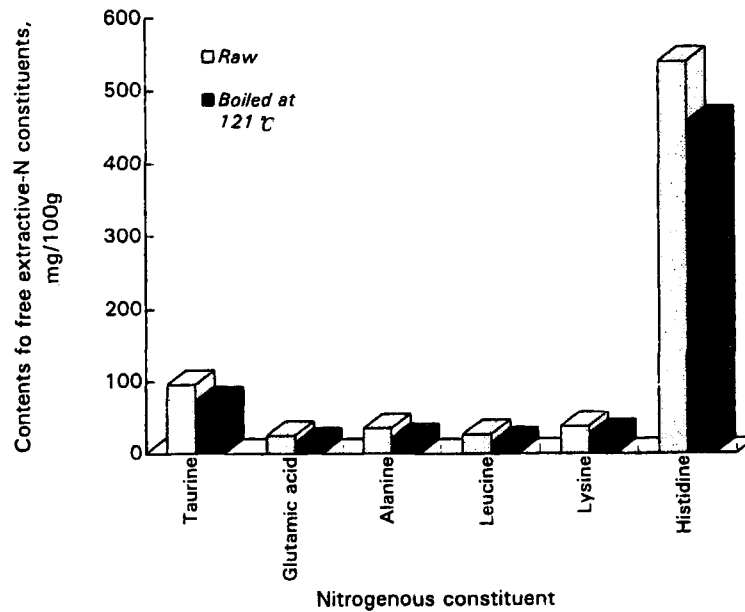


Fig. 2. Changes in composition of free amino acids and related compounds³⁷⁾.

것은 근육의 구성아미노산이 부분적으로 일으킨 수해현상에 그 원인이 있는 것으로 생각되며, 富川 동³⁹⁾이 대게 (*Chionocefes opillio*)육을 15분간 煮熟하여 추출한 엑스분에 대하여 분석했을때에도 비슷한 증가경향이 있는 것으

로 보고되어 있다. 120분간의 가열에서 가장 현저한 증가를 보인 것은 taurine, glycine, alanine, hydroxyproline, β -aminoisobutyric acid, lysine 등이다. 그리고 아미노산 및 그 관련화합물의 총량에 있어서도 120분간 자숙한 것은 생 것에 비하여 거의 2배 이상이 증가하였으며, 120분 이상의 가열에서는 다시 급격히 감소하였다⁶²⁾.

Table 3. Composition of amino acids in extract of snakehead muscle⁶²⁾ (mg/100 g)

Compound	Heating time (min)				
	0	40	120	240	360
Phosphoserine	3	7	6	5	9
Taurine	151	449	822	801	797
Phosphoethanolamine	4	tr	tr	tr	tr
Urea	423	835	1,467	484	404
Aspartic acid	22	39	39	43	45
Hydroxyproline	10	73	97	80	79
Threonine	50	83	84	81	89
Serine	26	30	32	31	32
Asparagine	-	-	-	-	-
Glutamic acid	140	42	41	38	41
Glutamine	-	-	-	-	-
α -aminoadipic acid	13	10	13	10	9
Proline	25	43	45	46	47
Glycine	577	906	902	811	610
Citrulline	1	tr	tr	tr	tr
Alanine	52	81	121	75	85
α -Aminobutyric acid	tr	tr	3	tr	tr
Valine	49	66	tr	66	tr
Cysteine	9	25	28	21	29
Methionine	12	tr	14	tr	18
DL - Allocysthathionine	tr	1	2	1	3
Isoleucine	54	28	49	23	53
Leucine	10	78	27	49	15
Tyrosine	21	18	36	37	38
β -Alanine	-	-	-	-	-
Phenylalanine	2	tr	tr	tr	tr
β -Aminoisobutyric acid	tr	43	57	44	9
α -Aminobutyric acid	tr	4	tr	tr	tr
Ethanolamine	tr	4	tr	5	tr
Ammonia	4	9	37	19	34
DL - Allohydroglycine	-	-	-	-	-
Ornithine	3	2	1	2	2
Lysine	33	63	89	69	83
1 - Methyhistidine	tr	tr	tr	tr	tr
Histidine	108	171	166	150	160
3 - Methylhistidine	12	17	20	19	20
Anserine	-	-	-	-	-
Carnosine	tr	tr	tr	tr	tr
Arginine	14	30	25	22	30
Total	1,827	3,158	4,117	2,731	2,730

(4) 갑각류(게)

털게의 경우 생시료 중에서 성별과 부위별을 통털어 유리아미노산의 함량에 있어서는 arginine이 전체적으로 많은 함량비율을 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, lysine과 hydroxyproline도 다소 높게 함유하고 있었다. 그리고 생시료 중에는 위에 든 6종의 아미노산이 총 유리아미노산의 78%를 차지하였다. 털게 열수추출 시료의 경우, 유리아미노산에 있어서는 glutamic acid는 감소를 보인 반면, arginine, proline, glycine, histidine은 가열처리한 시료에서 많은 증가를 보였고, 그밖의 아미노산들은 다소간의 가감변동을 보였으나, 총 유리아미노산의 양에 있어서는 약 10% 이상의 증가량을 나타내었다. 많은 함량을 보인 arginine, proline, glycine, taurine 등은 게의 맛의 조화에 깊이 관여 할 것으로 보이며 거기에 histidine과 glutamic acid의 추가에 의하여 게의 맛에 특징있는 효과를 부여할 것으로 보였다⁶⁰. Konosu 등⁶⁰이 털게의 집게다리살과 간장조직을 분리하여 자숙추출한 엑스분의 유리아미노산을 분석한 결과에 의하면, 집게다리살이 glycine, arginine, taurine, proline, alanine을 많은 양 함유하였다고 하여 본 연구결과와 arginine, glycine 및 taurine이 서로 거의 일치하였음을 보였다.

(5) 패류(대합)

조리시간에 따른 대합의 아미노산 변화는 Fig. 4와 같다. glycine의 함량이 가장 높았으며 전체 유리아미노산의 17%를 차지하였고 arginine(14%), taurine(11%), glutamic acid(9%), alanine(6%)의 순으로 그 함량이 많았다. 이들 아미노산은 전체의 59%를 차지하였다. 이들 주된 아미노산들은 모두 가열에 의해 유사한 경향을 보였는데 15분 가열시에는 다소 감소하였으나 30분에서는 모두 증가하였는데 arginine은 무려 84%까지 증가함을 보였으며 glycine, taurine, glutamic acid, alanine도 가열 30분에서 최고치를 보였으며 그 이상의 가열에서는 감소하였다.

조리방법을 달리했을때의 유리아미노산의 함량변화(Fig. 5)를 살펴보면 taurine은 튀기기에서 442.22 mg/100 g에서 398.23 mg/100 g으로 약 10% 감소하였으며 삶기(521.42 mg/100 g), 찌기(509.61 mg/100 g), 압력솥(504.75 mg/100 g), 전자레인지조리(486.00 mg/100 g)에서는 함량이 증가하였다.

Glutamic acid는 찌기(142.04 mg/100 g)에서 생시료(102.60 mg/100 g)보다 28%나 증가하여 가장 함량이 높았으며 그 다음이 삶기(133.20 mg/100 g), 압력솥조리(127.20 mg/100 g), 전자레인지조리(120.23 mg/100 g), 튀기기(114.69 mg/100 g)의 순으로 함량이 높았다.

Glycine은 찌기에서 265.20 mg/100 g으로 그 함량이 가장 많았다. 이들 주요 아미노산 외에도 대부분의 아미노

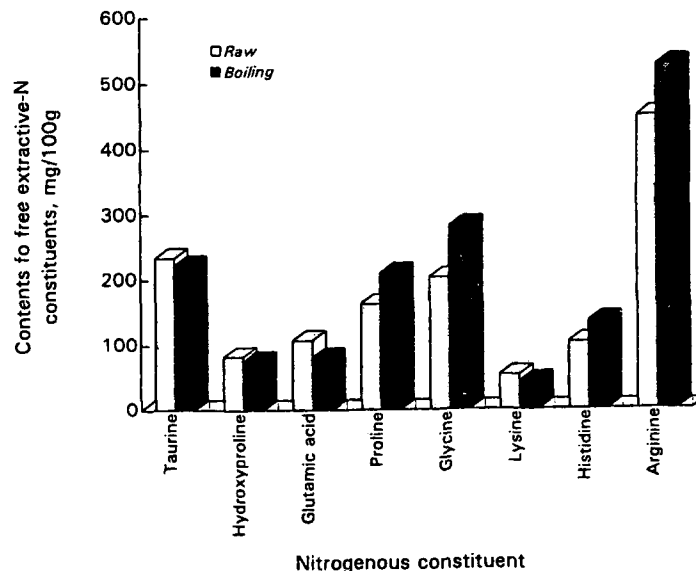


Fig. 3. Contents of free extractive-N constituents in the raw and boiled tissue of horsehair crab⁶⁰.

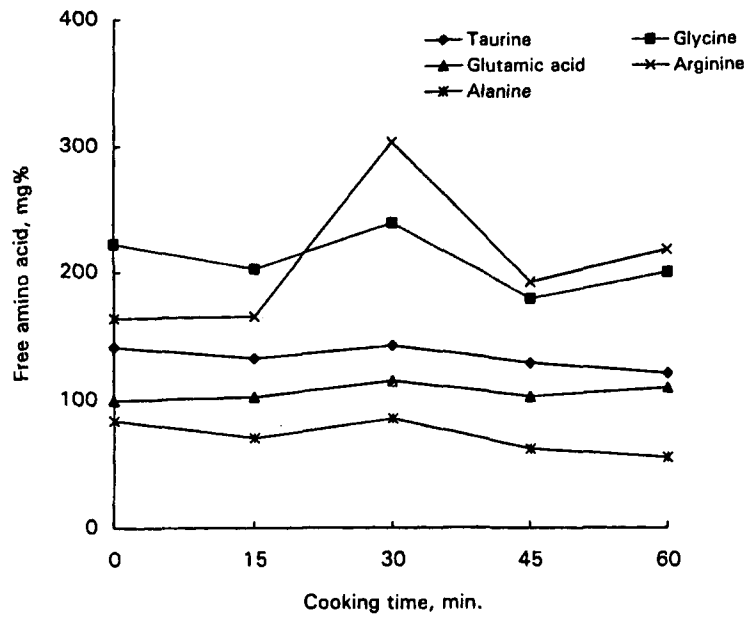


Fig. 4. Effect of cooking time on the changes of amino acid content in the meat extracts of clam⁶²⁾.

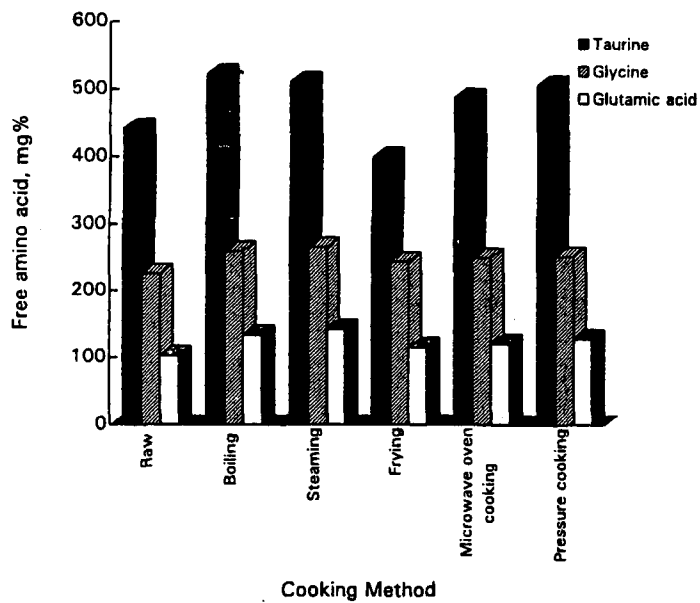


Fig. 5. Comparison of major amino acid profiles in the meat extracts of clam by cooking methods⁶²⁾.

산의 경우도 튀기기에서 가장 함량이 낮음을 볼 수 있었다. 이는 튀김의 온도가 180°C의 고온이었기 때문에 그 미치는 영향이 컸다고 생각한다⁶²⁾.

(6) 두족류(오징어)

오징어의 유리아미노산 조성은 taurine, glycine, arginine, alanine이 총 유리아미노산 함량의 대부분을 차지하는 것은 패류와 유사하나 패류에는 함량이 낮은 proline, histidine이 많이 있는 것이 차이점이었다. 특히 오징어 외투근에는 proline이 322.16 mg/100 g, histidine이 90.77 mg/100 g으로 총 아미노산의 각각 25%, 7%를 차지하였고 다

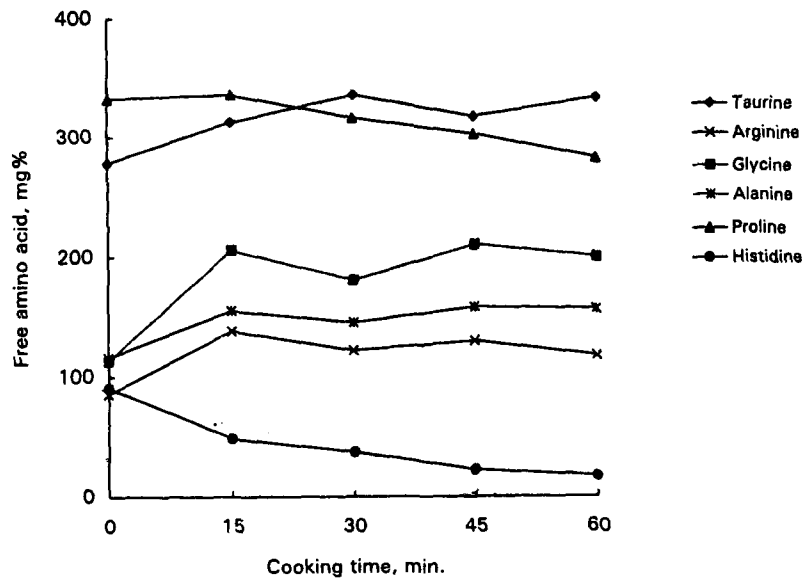


Fig. 6. Effect of cooking time on the changes of amino acid content in the meat extracts of squid mantle⁶²⁾.

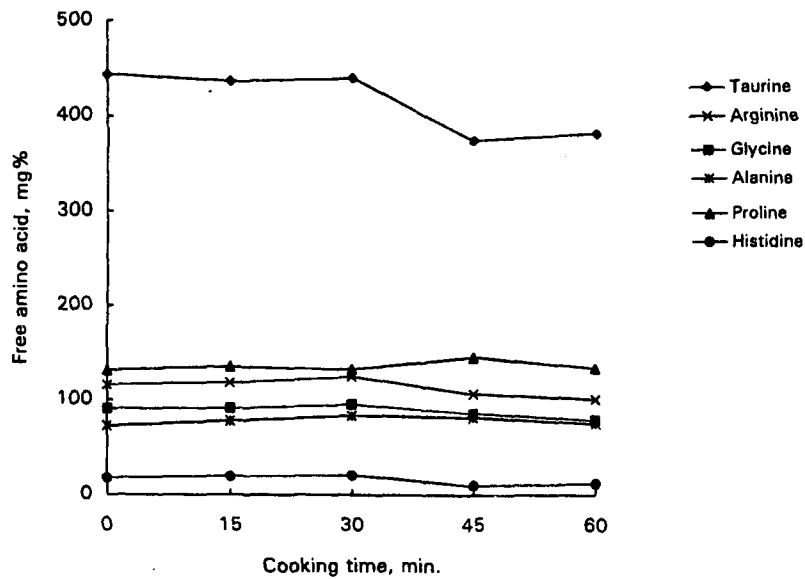


Fig. 7. Effect of cooking time on the changes of amino acid content in the meat extracts of squid arms⁶²⁾.

리에 12%, 2%로 부위별 차이도 컸다.

Proline은 단맛을 가진 아미노산으로 오징어의 단맛에 영향을 미치는 것으로 추측된다. 이들 아미노산이 전체 유리아미노산에서 차지하는 비율은 외투근, 다리 모두 79%나 되었다.

이 등도⁶³⁾ 등도 histidine, proline, taurine, arginine, alanine, glycine이 오징어의 주된 아미노산임을 보고하였다.

가열에 의한 변화는 외투근에서는 taurine은 다른 패류와 마찬가지로 30분 가열에서 그 함량이 가장 높았으며 proline은 15분에서 다소 증가했으나 차차 감소하는 경향을 보였으며 glycine, arginine, alanine은 역시 15분 가열에서 증가하여 30분에서는 다소 감소하다가 45분에서 증가함을 보였다.

반면에 다리에서는 taurine만이 45분 가열에서 가장 함량이 낮았고 glycine, arginine, alanine, proline은 뚜렷한 변화를 보이지 않았다⁶⁰.

2. 핵산관련화합물

(1) 백색육어류

조기의 경우 hypoxanthine이 31.23 mole/g으로 가장 많았으며, inosine, AMP, IMP, ADP 및 ATP가 18.19, 12.10, 7.19, 2.34 및 2.20 mole/g의 순으로 나타났다. 가열하였을때에도 inosine 함량만 약간 증가하였으며, 그 외의 성분들은 감소하였다. 가자미의 경우도 IMP 함량이 33.21 mole/g으로 가장 많았으며 ATP 및 inosine이 5.92 및 3.31 mole/g이었고, 나머지 성분들은 미량으로 나타났다. 가자미에서는 가열을 함으로써 IMP 함량이 가장 많은 함량을 나타내었고 그 외의 성분들은 미량이었다³⁰.

(2) 적색육어류

고등어의 경우는 생시료에서 inosine의 함량이 15.28 mole/g으로 가장 많았으며, AMP 및 IMP가 8.64, 및 6.03 mole/g의 순으로 가장 많았고, 그외 다른 성분들은 미량성분으로 나타났다. 삶거나 180, 200 및 220°C로 가열할 경우에 ATP, ADP 및 IMP는 함량이 감소하였으며, hypoxanthine은 증가하였고, inosine과 AMP는 약간 증가하였으나 그 변화는 미미하였다. 콩치의 경우도 inosine이 17.34 mole/g으로 가장 많았고 IMP, AMP 및 hypoxanthine이 6.44, 5.64 및 3.54 mole/g순으로 많았으며, 그외는 미량이었다. 가열 조건에 따른 함량변화는 고등어의 경우와 비슷하였다.

(3) 갑각류(게)

Nucleotides 중에서는 AMP 함량이 높았고 자숙시료에서는 많은 감소를 보였으며 특히 IMP는 모두 소실하여 검출되지 않은 것이 특기할 점이었다⁶⁰. 또 Hayashi 등⁶¹은 털게를 포함한 5종의 게에 대하여 다리살과 간장조직 열수추출엑스분에 대하여 nucleotides와 유기염류의 함량을 보고하였는데 그 결과에 의하면 cytidine-5'-monophosphate와 adenosine-5'-monophosphate를 많이 함유하고, inosine-5'-monophosphate 등은 육중에는 거의 검출되지 않았다고 하였는데 CMP를 제외하면 본 연구결과와 거의 일치하였다.

(4) 패류(대합)

대합의 nucleotides 및 그 관련화합물의 함량은 Table 7과 같다. 핵산관련화합물 총량을 보면 튀기기와 삶기에서는 각각 307.82 mg/100 g, 279.89 mg/100 g으로 증가하였으나 찌기(242.81 mg/100 g)에서는 약간 감소하였고 전자

Table 4. Content of nucleotides and their related compounds on heat treatment conditions of fish meat³⁰
($\mu\text{mole/g}$, dry basis)

Fish	Nucleotides	Treatments				
		Raw	Steaming (100°C)	Broiling		
				180°C	200°C	220°C
Yellow croaker	ATP	2.20	1.96	1.84	tr	tr
	ADP	3.24	3.11	2.97	tr	tr
	AMP	12.10	12.92	13.01	13.79	14.24
	Inosine	18.19	19.69	19.14	18.46	19.21
	IMP	7.19	4.46	5.57	6.29	5.04
	Hypoxanthine	31.23	5.85	6.40	7.35	5.83
	Total	74.15	47.99	48.95	45.89	42.32
Brown sole	ATP	5.92	4.04	3.86	tr	tr
	ADP	0.50	0.31	0.27	tr	tr
	AMP	tr	1.68	0.28	0.19	0.12
	Inosine	3.31	1.26	1.34	tr	tr
	IMP	33.21	34.26	34.17	34.86	35.20
	Hypoxanthine	1.34	3.41	3.43	4.40	3.48
	Total	44.28	44.96	43.35	39.45	38.8

Table 5. Content of nucleotides and their related compounds on heat treatment conditions of fish meat³⁶⁾
($\mu\text{mole/g}$, dry basis)

Fish	Nucleotides	Treatments				
		Raw	Steaming 100°C	Broiling		
				180°C	200°C	220°C
Mackerel	ATP	1.03	0.98	0.46	0.29	tr
	ADP	0.28	0.21	0.17	0.13	tr
	AMP	8.64	10.86	9.57	9.29	7.11
	Inosine	15.28	16.32	15.10	14.39	14.40
	IMP	6.03	5.87	6.49	2.21	3.09
	Hypoxanthine	0.28	3.72	6.80	7.47	6.64
	Total	31.54	37.89	38.59	33.78	31.24
Pacific saury	ATP	1.04	0.76	0.52	tr	tr
	ADP	0.25	0.18	0.12	0.11	0.09
	AMP	5.64	5.72	6.99	4.86	4.83
	Inosine	17.34	16.42	16.79	16.86	15.69
	IMP	6.44	6.51	4.27	5.94	6.01
	Hypoxanthine	3.54	3.62	6.36	6.64	5.81
	Total	34.25	33.21	35.05	34.41	32.43

Table 6. Contents of nucleotides in the raw and boiled tissue of horsehair crab⁶⁰⁾
(mg/100 g)

Nucleotides	Raw	Boiled
Hx	—	5
HxR	1	2
IMP	26	—
AMP	60	31
ADP	12	3
ATP	12	—
Total	111	41

레인지조리(231.08 mg/100 g)와 압력솥(183.23 mg/100 g)으로 조리한 경우는 13~28% 감소하였다.

ATP의 경우는 압력솥 조리를 제외하고는 튀기기와 삶기에서는 각각 107.58 mg/100 g, 95.84 mg/100 g로 증가하였으며, AMP의 함량은 찌기(43.12 mg/100 g), 튀기기(36.63 mg/100 g), 전자레인지조리(35.03 mg/100 g), 압력솥조리(33.27 mg/100 g), 삶기(28.12 mg/100 g)의 순으로 증가하였다⁶²⁾. 핵산관련물질은 비교적 열에 안정한 것으로 알려져 있으며 Hashimoto⁶⁵⁾는 ATP 및 AMP는 육종의 아미노산과 함께 맛을 내는 상승작용이 있다고 보고하였다.

Table 7. Comparison in the contents of the nucleotides and their related compounds of the meat extracts of clam by cooking method⁶²⁾
(mg/100 g, sample)

Nucleotides	Cooking method					
	Raw	Boiling	Steaming	Frying	Microwave oven cooking	Pressure cooking
ATP	86.84	95.84	84.45	107.58	85.82	47.79
ADP	40.41	44.60	40.59	73.71	82.76	50.21
AMP	25.48	28.12	43.12	36.63	35.03	33.27
IMP	—	—	—	—	—	—
Inosine	55.82	61.60	39.28	50.94	54.12	30.23
Hypoxanthine	45.06	49.73	35.37	38.77	23.35	21.83
Total	253.61	279.89	242.81	307.82	231.08	182.23

Table 8. Comparison in the contents of the nucleotides and their related compounds of the meat extracts of squid mantle by cooking method⁶²⁾ (mg/100 g, sample)

Nucleotides	Cooking method					
	Raw	Boiling	Steaming	Frying	Microwave	Pressure
ATP	52.40	78.61	68.81	62.05	43.90	50.93
ADP	42.24	63.37	32.78	37.97	27.20	32.09
AMP	24.85	37.28	57.74	55.87	43.91	45.03
IMP	-	-	-	-	-	-
Inosine	17.81	26.72	14.47	22.16	12.48	28.48
Hypoxanthine	15.16	22.75	12.19	24.06	8.61	11.23
Total	152.46	219.73	185.99	202.11	136.10	167.74

Table 9. Comparison in the contents of the nucleotides and their related compounds of the meat extracts of squid arms by cooking method⁶²⁾ (mg/100 g, sample)

Nucleotides	Cooking method					
	Raw	Boiling	Steaming	Frying	Microwave oven cooking	Pressure cooking
ATP	68.48	107.34	76.08	85.64	62.61	98.81
ADP	49.29	77.26	71.86	43.28	69.72	23.00
AMP	27.70	43.42	30.44	67.00	28.14	30.59
IMP	-	-	-	-	-	-
Inosine	34.56	54.18	44.41	58.22	18.15	13.13
Hypoxanthine	20.88	32.73	32.30	41.13	15.17	29.99
Total	200.91	314.93	255.09	295.17	202.79	195.52

(5) 두족류(오징어)

오징어 외투근의 핵산관련화합물의 총량은 삶기(219.73 mg/100 g), 튀기기(202.11 mg /100 g), 찌기(185.99 mg/100 g), 압력솥조리(167.74 mg/100 g)의 순으로 높았으며 전자레인지조리(136.10 mg/100 g)에서는 감소하였다. ATP의 함량도 생시료에서는 52.40 mg/100 g이나 삶기(78.61 mg/100 g), 찌기(68.81 mg/100 g), 튀기기(62.05 mg/100 g)의 경우는 증가하고 전자레인지조리(43.90 mg/100 g)와 압력솥조리(50.93 mg/100 g)에서는 감소하여 대합과 유사한 경향을 보였다. IMP는 검출되지 않았으며 AMP는 생시료에서는 24.85 mg/100 g였고 모든 조리방법에서 증가함을 보였으며 찌기(57.74 mg/100 g), 튀기기(55.87 mg/100 g)가 상대적으로 더 높았다.

다리부위의 핵산관련화합물의 총량은 생시료는 200.91 mg/100 g, 삶기에서는 314.93 mg/100 g으로 가장 높았고 그 다음이 튀기기(295.17 mg/100 g), 찌기(255.09 mg/100 g), 전자레인지(202.79 mg/100 g)의 순이었으며, 압력솥조리(195.52 mg/100 g)시에는 감소하였다.

IMP는 검출되지 않았으며, AMP는 튀기기에서는 67.00 mg/100 g으로 가장 높았고 전자레인지(28.14 mg/100 g), 압력솥조리(30.59 mg/100 g)방법에 의한 것이 상대적으로 낮게 나타났다. 오징어의 ATP분해생성물로서 IMP가 나타나지 않았는데 이것은 연체류의 근육에서는 분해경로중 AMP에서 IMP를 거치지 않고 바로 adenosinedmfh 되어 hypoxanthine으로 분해되기 때문인것으로 생각된다⁶²⁾.

3. 유기염기

(1) 백색육어류

가자미와 조기의 경우는 TMAO의 함량은 생시료일 때 58.5, 49.4 mg%이던 것이 삶거나 180, 200 및 220°C로 가열함으로써 52.1, 33.7, 50.6 및 31.5 mg% 및 50.9, 30.6, 50.4 및 30.4 mg%로 큰 감소를 보이지 않았으며 조기의 경우에는 가자미보다 조금 많이 감소하는 것으로 나타났다. 총 creatinine 함량은 조기와 가자미 모두 가열에 의해 감소됨을 보였다³⁶⁾.

(2) 적색육어류

고등어의 경우 TMAO 함량변화는 생시료에서 31.1 mg%이던 것이 삶았을 때에는 20.4 mg%로 감소하였으며, 180, 200 및 220°C로 가열함에 따라 16.7, 17.2 및 14.9 mg%로 감소하였다. 그리고 TMA 함량은 시료를 가열할 때 TMAO가 환원됨에 따라 상대적으로 증가하는 경향을 나타내었으며, 이 TMA가 가열육의 취기형성에 관여한다는 보고도 있다. 생시료에서 3.7 mg%이던 것이 삶거나 180, 200 및 220°C로 가열함에 따라 11.5, 13.9, 14.3 및 14.6 mg%로 급격한 증가를 나타내었다. 꽁치의 경우도 고등어와 비슷한 경향을 나타내었으며, 생시료에서는 TMAO의 함량이 26.2 mg%였던 것이 삶았을 때와 180, 200 및 220°C로 가열하였을 때에는 17.5, 15.7, 15.4 및 14.8 mg%로 감소하였다. TMA의 함량은 가열함으로서 증가함을 보였는데, 이 결과로 볼 때 삶거나 가열할 때 많은 TMAO가 환원되어 TMA로 변화되었음을 알 수 있으며, 총 creatinine의 함량은 고등어, 꽁치 모두 가열시 큰 감소를 보였다³⁰⁾.

(3) 갑각류(게)

유기염기중 glycine betaine과 TMAO는 총 합질소엑스분에 대하여 30% 이상의 많은 양을 함유하는 것이 특기할 점인데 자숙한 것에서 함량이 많이 증가하였다⁶⁰⁾. Hayashi 등⁶⁰⁾은 snow crab(*Chionoecetes opilio*)의 다리살 추출 엑스분의 분석자료를 근거로 하여 순수 화학적 합성추출물을 재현한다음 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 지적한 성분이 외에 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 정미성분에 관한 긴밀한 관계를 맺고 있을 것으로 믿어진다.

Table 10. Contents of TMA, TMAO and total creatinine on heat treatment conditions of fish meat³⁶⁾
(mg/100 g, dry basis)

Fishes	Compounds	Raw	Steaming	Broiling		
				180°C	200°C	220°C
Yellow croaker	TMA	22.9	30.1	31.2	30.8	31.6
	TMAO	49.4	33.7	31.5	30.6	30.4
	Creatinine	52.3	47.6	45.4	45.1	45.3
	Total	124.6	111.4	108.1	106.5	107.3
Brown sole	TMA	16.9	18.6	21.4	22.1	20.5
	TMAO	52.1	52.1	50.6	50.9	50.4
	Creatinine	65.1	65.1	63.1	64.8	65.0
	Total	134.1	135.8	135.1	137.8	135.9

Table 11. Contents of TMA, TMAO and total creatinine on heat treatment conditions of fish meat³⁶⁾
(mg/100 g, dry basis)

Fishes	Compounds	Raw	Steaming	Broiling		
				180°C	200°C	220°C
Mackerel	TMA	3.7	11.5	13.9	14.3	14.6
	TMAO	31.1	20.4	16.7	17.2	14.9
	Creatinine	341.2	320.1	299.5	287.6	285.4
	Total	376.0	352.0	330.1	318.1	314.9
Pacific saury	TMA	5.8	11.3	12.9	13.0	13.2
	TMAO	26.2	17.5	15.7	15.4	14.8
	Creatinine	469.8	410.2	408.7	390.5	375.4
	Total	501.8	439.0	437.3	418.9	403.4

Table 12. Contents of bases in the raw and boiled tissue of horsehair crab⁶⁰⁾ (mg/100 g)

Bases	Raw	Boiled
Glycine betaine	495	517
TMA	1	2
TMAO	380	420
Creatine and creatinine	6	6
Total	891	945

(4) 패류(대합)

대합의 유기염기함량은 Table 13, 14와 같다. 대합은 생시료의 경우 glycine betaine 함량이 188.16 mg/100 g에서 가열함에 따라 증가하여 60분 가열시는 196.00 mg/100 g으로 약 4%의 증가를 보였다. TMAO와 TMA의 증가는 크지 않았으나 부의 상관관계를 보였다⁶²⁾.

대합의 조리방법별 유기염기의 함량을 보면 삶기에서는 별다른 차이를 보이지 않으나 압력솥조리, 찌기, 튀기기, 전자레인지 조리 순으로 감소하였는데 특히 전자레인지의 경우는 약 30%까지 감소하였다.

(5) 두족류(오징어)

오징어의 유기염기 함량은 패류보다 높아 외투근, 다리의 glycine betaine의 함량은 각기 344.96 mg/100 g, 305.76 mg/100 g 이었다.

Table 13. Effect of cooking times on the contents of quarternary ammonium bases in the meat extracts of clam⁶²⁾ (mg/100 g sample)

Quaternary ammonium base	Cooking time, min.				
	0	15	30	45	60
Glycine betaine	188.16	188.20	189.14	190.12	196.00
TMAO	5.20	5.10	5.11	4.50	4.00
TMA	4.00	3.88	4.82	4.80	4.94
Total	197.36	196.68	199.07	199.42	204.94

Table 14. Effect of cooking methods on the distribution of the quarternary ammonium bases in the meat extracts of clam⁶²⁾ (mg/100 g, sample)

Quarternary ammonium bases	Cooking method					
	Raw	Boiling	Steaming	Frying	Microwave oven cooking	Pressure cooking
Glycine betaine	188.16	187.56	149.94	143.62	132.07	160.77
TMAO	5.20	5.10	3.55	5.27	4.69	5.39
TMA	4.00	3.38	1.38	0.95	0.98	0.62
Total	197.36	196.04	154.87	149.84	137.84	166.78

Table 15. Effect of cooking times on the contents of quarternary ammonium bases in the meat extracts of squid-1* mantle⁶²⁾ (mg/100 g sample)

Quaternary ammonium base	Cooking time, min.				
	0	15	30	45	60
Glycine betaine	344.96	324.38	289.10	214.62	200.90
TMAO	66.80	43.00	53.40	45.40	51.20
TMA	8.80	9.76	9.60	12.20	11.20
Total	420.56	377.14	352.10	272.22	263.30

*squid-1: Aug. (Pusan, Kwang an dong).

Table 16. Effect of cooking times on the contents of quarternary ammonium bases in the meat extracts of squid-1* arms (mg/100 g sample)

Quaternary ammonium base	Cooking time, min.				
	0	15	30	45	60
Glycine betaine	305.76	269.50	240.10	220.00	210.70
TMAO	54.20	92.40	42.80	57.40	39.20
TMA	8.80	9.92	11.40	11.36	12.80
Total	368.76	371.82	294.30	288.76	262.70

*squid-1: Aug. (Pusan, Kwang an dong).

Table 17. Effect of cooking methods on the distribution of the quarternary ammonium bases in the meat extracts of squid-2* mantle⁶²⁾ (mg/100 g, sample)

Quaternary ammonium bases	Cooking method					
	Raw	Boiling	Steaming	Frying	Microwave oven cooking	Pressure cooking
Glycine betaine	459.50	432.09	325.68	358.08	394.99	338.07
TMAO	93.72	60.33	63.84	66.39	65.52	68.14
TMA	30.88	34.25	20.79	13.63	19.40	8.24
Total	584.10	526.67	410.31	481.10	479.91	411.45

*squid-2: (Kang ku, kyung puk).

Table 18. Effect of cooking methods on the distribution of the quarternary ammonium bases in the meat extracts of squid-2* arms⁶²⁾ (mg/100 g, sample)

Quaternary ammonium bases	Cooking method					
	Raw	Boiling	Steaming	Frying	Microwave	Pressure
Glycine betaine	358.08	315.62	300.58	309.01	312.74	304.27
TMAO	26.54	45.25	46.03	50.32	48.62	56.49
TMA	22.45	25.31	19.50	12.30	17.52	6.42
Total	407.07	386.18	366.11	371.63	378.88	367.18

*squid-2: (Kang ku, kyung puk).

패류에서 TMAO 함량이 낮은 반면 오징어는 전체 유기염기 중 약 16%나 차지하였으며 또한 패류의 경우 가열에 의해 glycine betaine의 함량이 증가한 것과는 반대로 가열시간에 따라 감소하여 60분 가열에서 외투근, 다리 각각 38%, 31%까지 감소하였다.

조리방법에 따른 오징어 유기염기의 함량변화를 보면 glycine betaine 의 함량이 생시료일때 459.50 mg/100 g 이나 삶기(432.09 mg/100 g), 전자레인지조리(394.99 mg/100 g), 튀기기(358.08 mg/100 g), 압력솥조리(338.07 mg/100 g), 찌기(325.68 mg/100 g)의 순으로 그 함량이 낮았다. 다리는 glycine betaine이 358.08 mg/100 g과 TMAO(26.54 mg/100 g) 모두 외투근보다 그 함량이 낮았으며 조리방법에 따른 변화를 살펴보면 glycine betaine은 외투근과 마찬가지로 찌기(300.58 mg/100 g), 압력솥조리시(304.27 mg/100 g) 가장 낮았다⁶²⁾.

IV. 결 론

수산 식품은 중요한 동물성 단백질의 급원이 되며 불포화지방산 및 무기성분이 풍부하여 건강식품으로 평가되고 있으며 그 수요량도 늘고 있다^{67,68)}. 그러나 어육단백질은 축육단백질에 비해 열 안정성이 낮아서 가공, 조리, 저장 중에 여러 영양소의 산화 및 분해 반응이 일어나며 이들 분해 산물들은 단백질과 반응하여 품질을 저하시킨다⁶⁹⁾. 그러므로 어패류를 원료로 보다 품질이 우수한 고온가열처리 식품을 가공하기 위해서는 고온가열처리 조건에

따른 어패육의 성분 변화를 다각적으로 검토할 필요성이 있다.

이에 식품학적으로 각기 특징있는 미각 효과로 식품의 맛에 깊이 관여하는 합질소엑스성분의 조리조건에 따른 변화를 살펴 보았는데 이를 토대로 합성 엑스를 조제하여 omission test, addition test 등을 행하여 맛을 내는데 불가결한 성분을 알아내고 조리에 따른 정미 효과를 확인해 낸다면 정미성분과 맛의 발현을 해명하는데 큰 도움이 될 수 있을 것이다.

V. 참고문헌

1. 오광수, 성대환, 최종덕, 이응호: 레토르트 살균처리가 적색육 및 백색육 어류의 성분변화에 미치는 영향, *한수지*, **24**(2): 123-129 (1991).
2. 변재형, 錢重均 共著: 수산이용화학(鴻單章二, 橋本周久編), 수학사, 109-110 (1994).
3. 須山三千三 · 鴻單章二編: 水産食品學, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 54-56 (1987).
4. 坂口守彦: 非タンパク質窒素化合物, 魚介類の微量成分 (池田靜徳編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 2-31 (1981).
5. Schoffeniels, E. and R. Grilles: *Chemical Zoology* (ed. M. Florkin), vol. 5, 255-286 Academic press, New York (1972).
6. Schoffeniels, E. and R. Grilles: Ionoregulation and osmoregulation in mollusca. In *Chemical Zoology* (M. Florkin and B. T. Scheer ed.), vol. 7, 393-420, Academic press, New York (1972).
7. Jacobson, J.G. and L.H. Smith, Jr.: Biochemistry and physiology of taurine and taurine derivatives. *Physiol. Rev.* **48**: 424-511 (1968).
8. Huxtable, R.J. and L.A. Sebring: Towards a unifying theory for the actions of taurine. *Trends Pharmacol. Sci.*, **7**: 481-485 (1986).
9. 井上弘: 天然調味料概論, *ジャパンフードサイエンス*, pp. 10, 11, 26 (1971).
10. 内 夫: 天然調味料の現状, *ニュー・フード・インダストリー*, pp. 15, 4, 17 (1973).
11. 太田靜行: 食品調味論, pp. 146-186 (1976).
12. Kuninaka, A.M. Kibi and K. Sakaquchi: History and development of flavor nucleotides. **18**: 287-293 (1964).
13. Tarr, H.L.A. and A.G. Comer: Nucleotides and related compounds, Sugar, and homarine in shrimp. *J. Fish. Res. Bd. Canada*. **22**(2): 307-311 (1965).
14. 新井建一: 海産無脊椎動物肉中のヌワレオチド. *日水誌*, **32**, **2**: 174-180 (1966).
15. Suryanarayana Rao, S.V., J.R. Rangaswamy, and N.L. Lahiry: Nucleotides and related compounds in canned shrimp. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **26**: 704-706 (1969).
16. Konosu, S. and K. Yamaguchi: Flavor of fish and Shellfish with Special Reference to Taste-Active Compounds. In "Proceeding of the International Symposium on Engineered Seafood Including Surimi" (R.E. Martin and R.L. Collette ed.), National Fisheries Institute, Washington, D.C., pp. 545-575 (1985).
17. Konosu, S. and Y. Meada: Muscle extracts of aquatic animals - IV, Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of an abalone, *Haliotis Gigantea* Discus. *Reene. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **27**(3): 251-254 (1961).
18. Konosu, S. and E. Kasai: Muscle Extracts of aquatic animals - III, On the method for determination of betaine and its contents of the muscle of some marine animals. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **27**: 194-198 (1961).
19. Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu: Studies on flavor components in boiled crabs-2. Nucleotides and organic bases in the extracts. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **44**(12): 1357-1362. (1978).
20. 天然調味料の市場動向: フドケミカリ. **3**: 12-34 (1987).
21. 江口貞也: 主目えられるシ-フドの現状とその調味技術 *ジャパンフードサイエンス*, **12**: 29-34 (1986).
22. 古賀: 水産加工製品への水産エキス利用, *New Food Industry*, **26**: 11-15 (1985).
23. 岡留勝洋, 西村正彦: 天然調味料の利用. *食品と科學*, **14**(12): 58 (1972).
24. 村田昂三, 西郷知美: 天然調味料としての魚介類エキスの利用. *食品と科學*, **14**(3): 112 (1972).
25. Konosu, S., K. Yamaguchi, S. Fuke and T. Shirai: Amino acids and related compounds in the extract of different parts of the muscle of Chum Salmon. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **49**(2): 301-304 (1983).
26. Murata, M. and M. Sakaguchi: Changes in free amino acids and adenine nucleotides in boiled muscle extracts of yellowtail, (*Seriola quinqueradiata*) stored in ice. *J. Agric. Food Chem.*, **36**: 595-599 (1988).
27. Endo, K., R. Kishimoto, Y. Yamamoto and Y. Shimizu: Seasonal variations in chemical constituents. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **40**: 67-72 (1974).
28. Konosu, S. and K. Watanabe: Comparison of nitrogenous extractives of culture and wild red sea breams. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **42**: 1263-1266 (1976).

29. Suyama, M., T. Hirano, N. Okada and T. Shibuya: Quality of wild and cultured ayu-1. On the proximate composition free amino acids and related compounds. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **43**: 535-540 (1977).
30. Konosu, S., K. Fujimoto, Y. Takasima, T. Matsushita and Y. Hashimoto: Constituents of the extracts and amino acid composition of the protein of Short-necked clam. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **31**(9): 680-686 (1965).
31. Konosu, S. and T. Hayashi: Determination of β -alanine betaine in some marine invertebrates. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **41**(7): 743-746 (1975).
32. Suyama M. and H. Kobayashi: Free amino acids and quarternary ammonium bases in mantle muscle of squids. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* **46**(10): 1261-1264 (1980).
33. Endo, K.: Studies on muscle of aquatic animals-XXII. Squid. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **20**(8): 723-725 (1952).
34. 한영실, 김정진, 변재형: 가열시간별 가물치 육엑스중의 아미노산 및 그 관련화합물의 변화. *한국수산학회지*, **19**: 141-146 (1986).
35. 문수경, 안미정, 한영실, 변재형: 가자미류 육엑스분종의 아미노산 및 그 관련화합물의 분포와 가열조건에 따른 변화. *한국조리과학회지*, **6**(3): 43-50 (1990).
36. 심기환, 이종호, 하영래, 최진상, 이용수, 주옥수: 어육의 가열조건에 따른 몇가지 정미성분 함량의 변화, *한국식품과학회지*, **27**(2): 199-204 (1995).
37. 오광수, 김정균: 고온 가열처리에 의한 어육성분의 변화, *한국식품과학회지*, **23**(4): 459-464 (1991).
38. 심기환, 이종호, 하영래, 서권일, 문주석, 주옥수: 수중어육의 가열조건에 따른 아미노산조성의 변화, *한국영양식량학회지*, **23**(6): 933-938 (1994).
39. 박영호, 장동석, 김선봉: 水産加工學要論, 형설출판사, 111 (1997).
40. 이용호, 허우덕: 재첩의 정미성분에 관한 연구. *부산수대연보*. **20**(1): 171-186 (1980).
41. Takagi, I. and W. Simidu: Studies on muscle of aquatic animals-XXXIV. Constituents and extractive nitrogen in a few species of shellfish. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **28**(12): 1192-1198 (1962).
42. Konosu, S.: Taste of fish and shellfish with special reference to taste-producing substances. *J. Jap. Soc. Food Sci. Technol.* **20**: 432-439 (1973).
43. 小侯靖: 食品成分と味, *日食工誌*, **12**(18): 83 (1969).
44. 鴻單章二: 魚介類の味 - 呈味成分を中心に, *日食工誌*, **20**: 432-439 (1973).
45. Huxtable, R.J.: Taurine and the Oxidative Metabolism of Cysteine. In "Biochemistry of Sulfur" (R.J. Huxtable ed.), Plenum Press, New York, pp. 121-197 (1986).
46. Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu: Sensory analysis of taste Active Components in the extract of boiled snow crab meat. *J. Food Sci.* **46**: 479-483, 493 (1981).
47. 鴻單章二, 渡邊勝子, 郡山剛, 白井隆明, 山口勝己: ホタテガイのエキス成分とオMISSIONテストによる呈味有効成分の同情 - ホタテガイの呈味成分. 第1報 - *日食工誌*, **35**: 252-258 (1988).
48. Kuninaka, A.: Studies on taste of ribonucleic acid derivatives. *J. Agr. Chem. Soc. Japan.*, **34**: 489-492 (1960).
49. Hayashi, T., H. Furukawa, K. Yamaguchi and S. Konosu: Comparison of taste between natural and synthetic extract of snowcrab meat. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **47**(4): 529-534 (1981).
50. 鴻單章二: 水産動物筋肉中の含窒素エキス成分の分布. *日本水産學會誌*, **37**(8): 763-770 (1971).
51. 大石圭一: 魚介肉のエキス成分, その呈味發現の機構. *New Food Industry*, **10**: 1-10 (1968).
52. Konosu, S., T. Hayashi and K. Yamaguchi: Role of Extractive Components of Boiled Crab in Producing the Characteristic Flavor. In "Umami; A Basic Taste" (K. Kawamura and M. R. Kare ed.), Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 235-253 (1987).
53. Konosu, S. and K. Watanaabe: Occurrence of - alanine betanine in the adductor muscle of fan-muscle. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **39**(6): 645-648 (1973).
54. 須山三千三, 鴻單章二: 水産食品學, 恒星社厚生閣, 東京, 48-60 (1987).
55. 原田勝彦: 魚介類におはるホルムアルデヒドとジメチルアミンを生成する酸素に関する研報. 下關水大年譜. **23**(3): 163-241 (1975).
56. Regenstein, J.M., M.A. Schlosser, A. Samson and M. Fey: "Chemical changes of trimethylamineoxide during flesh and frozen storage of fish" in *chemistry and biochemistry of marine food products* (edited by R.E. Martin, et al.) AVI publishing Co. Westport, pp. 137-148 (1982).
57. Konosu, S. and K. Yamaguchi: "The flavor components in fish and shellfish" in *chemistry and biochemistry of marine food products*. AVI., Westport, pp. 367-404 (1982).
58. 平野: 고온가열 Fo치 8~21によるメハチおよびオヒヨウのキス成分の變化. *日水誌*, **53**(8), 1457-1461 (1987)
59. 宮川正美, 中本定行: スワイガニの遊離成分に関する研究II. エギス中遊離のあみの酸について. *日水誌*, **45**(1): 115-

- 120 (1979).
60. 한영실, 이동수, 김순임, 김두상, 변재형: 한국근해산 주요 게 종류의 합질소엑스분에 관한 연구. *한국조리과학회지*, **12**(4): 469-480 (1996).
 61. 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).
 62. 한영실: 조리조건에 따른 수산연체동물 추출물중의 합질소화합물의 조성변화, 숙명여자대학교 대학원 박사학위논문 (1990).
 63. 이응호, 박향숙, 오광수, 차용준: 燻液處理에 의한 調味오징어 燻製品의 加工 및 品質安定性, *韓水誌*, **18**(4): 316-324 (1985).
 64. Hayashi, T., K. Yamaguchi, and S. Konosu: Studies on flavor components in boiled crabs. II. Nucleotides and organic bases in extracts. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish*, **44**: 1357 (1978).
 65. Hashimoto, Y.: Taste giving substance in marine products. FAO symposium on the significance of fundamental research in the utilization of fish Husum, Germany, paper No. wp/11/6 (1984).
 66. Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu.: Sensory analysis of boiled snow crab meat. *J. of Food Sci.*, **46**: 479 (1981).
 67. 한국수산회: 수산년감, 진명사, 서울, p. 188 (1990).
 68. Carroll, K.K.: Biological effects of fish oils in relation to chronic diseases. *Lipids*, **21**: 731 (1986).
 69. Gardner, H.W.: Lipid hydroperoxide reactivity with proteins and amino acid, *J. Agric. Food Chem.*, **27**, 220 (1979).