

붕장어(*Conger myriaster*)의 일반성분 및 맛 성분의 계절별 변화 분석

류근영¹ · 심성례¹ · 김 원¹ · 정민석¹ · 황인민¹ · 김준형¹ · 홍철희² · 정찬희³ · 김경수^{1*}

¹조선대학교 식품영양학과
²순천청암대학 호텔외식조리과
³백석문화대학 관광일본어전공

Analysis of the Seasonal Change of the Proximate Composition and Taste Components in the Conger Eels (*Conger myriaster*)

Keun-Young Ryu¹, Sung-Lye Shim¹, Won Kim¹, Min-Seok Jung¹, In-Min Hwang¹, Jun-Hyeong Kim¹, Cheul-Hee Hong², Chan-Hee Jung³, and Kyong-Su Kim^{1*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea
²Dept. of Hotel and Culinary Art, Cheongam College, Jeonnam 540-740, Korea
³Div. of Japanese, Baekseok Culture University, Chungnam 330-704, Korea

Abstract

Conger eel (*Conger myriaster*) is used as a well-being food in the foodservice industry in Korea. We analyzed not only the proximate composition but also the taste components affecting conger eel, which are fatty acids, nucleotides, amino acids, etc. Concerning the composition, the crude lipid was the lowest in summer at 3.2%, which is considered due to spawning period. The major fatty acids were C_{16:0}, C_{16:1}, C_{18:0}, C_{18:1}, C_{20:5}, and C_{22:6}. The C_{18:1} content was the highest among the fatty acids and the content varied between 36.76 and 45.11% by season. Seasonal change in the content of poly-unsaturated fatty acids was increased from spring to winter in conger eel. Among the nucleotides, the contents of IMP (3.617~5.524 μmol/g) and Hx (0.913~2.238 μmol/g), which is closely related to taste, and the concentrations of IMP and Hx were the highest (7.219 μmol/g) in winter, and HxR (0.625~1.652 μmol/g) was higher than ATP (0.058~0.083 μmol/g), ADP (0.145~0.161 μmol/g), and AMP (0.166~0.179 μmol/g). In conger eels, the major total and free amino acids were glutamic acid (14,178.7~7,802.6 mg%), aspartic acid (4,669.2~8,259.0 mg%), lysine (4,198.3~7,540.8 mg%), leucine (3,843.6~6,782.1 mg%), and histidine (199.6~644.4 mg%), glycine (94.8~152.2 mg%), alanine (35.3~71.2 mg%), glutamic acid (44.1~70.6 mg%), respectively, but the concentration of amino acids was different by season. The content of free amino acids, which is related to the taste component, was detected as high in summer and winter at 1179.2 and 1,605.2 mg%, respectively.

Key words: *Conger myriaster*, conger eel, nucleotide, amino acid, fatty acid

서 론

붕장어(*Conger myriaster*)는 뱀장어목 붕장어과(congridae)에 속하는 어종으로서 뱀장어와 같이 원통형이며 긴 형태를 하고 있지만 뱀장어보다도 입이 크고, 위아래 턱에 하얀 이가 있다. 몸길이는 암컷이 90 cm 전후가 되며, 수컷은 암컷의 반인 40~50 cm정도 이다. 붕장어는 ‘아나고(あなご, 穴子)’ 또는 ‘바다장어’로도 불리고 있고, 주로 우리나라 연근해와 일본 홋카이도 이남해역, 동중국해, 발해만 등에 분포 하며, 낮에는 해저의 썩은 몸통을 숨기고 밤이 되면 활동하는 야행성 어류이다. 붕장어는 성숙한 어미는 가을이 되면 우리나라 연근해에 남하했다가 제주도 서남해역을 거쳐 산란기로 추정되는 4~5월경에는 일본 남부 연안

대륙붕 주위에서 산란한다. 붕장어는 우리나라 연안에서 연중 어획되고 있으며, 어획된 붕장어는 대부분 활어 또는 가공하여 내수판매 또는 일본으로 수출하고 있는 경제성이 높은 어종이다(1). 현재 붕장어의 연간 생산량은 2002년 17,210톤에서 2005년까지 감소해 오다 2007년 19,399톤으로 다시 증가하고 있는 추세이다(2).

장어류는 주로 보양식으로 많이 이용되고 있으며, 특히 붕장어는 대표적인 여름철 보양식이다. 붕장어는 양식이 거의 되지 않는 어종으로 비타민, 단백질 및 불포화지방산이 많아 원기를 돋구어주는 대표적인 건강식품으로 이용되고 있다. 식품으로 우리나라에서는 주로 구이, 회, 탕 등으로, 일본에서는 뱀장어보다 산뜻한 맛이 있다고 하여 초밥, 튀김, 또는 굽거나 찜으로 많이 이용한다(3). 붕장어는 1년 내

*Corresponding author. E-mail: kskim@chosun.ac.kr
Phone: 82-62-230-7724, Fax: 82-62-224-8880

내 맛이 있고, 폐기율이 매우 낮은 어류로 일반적으로 산란기 때인 4~5월이 가장 맛이 있는 제철(4)이라고 보고 있으나, 지역마다 가장 맛있다고 하는 제철에 대해 여름 혹은 가을이라는 견해의 차이를 보이고 있다(5,6).

일반적으로 육류나 어류의 맛은 주로 유리아미노산과 핵산관련성분 그리고 여러 성분들의 혼합작용과 관련되어 있다. 특히 유리아미노산 중 glutamic acid와 핵산관련성분 중 IMP나 Hx와 같은 대표적인 정미성분들의 함량이 맛의 정도를 판단하는 척도로 이용되고 있다. 이러한 이유로 수많은 연구자들에 의해 어류 등의 해산물(7-18)이나 육류(19-21)의 맛과 관련하여 아미노산과 핵산관련성분 등의 분석에 관한 연구가 수행되어지거나 진행되고 있다.

그러나 봉장어에 관한 연구로는 주로 가공품이나 가공 부산품인 frame을 이용한 식품학적 특성연구들이 수행되어졌으며(6), 몇몇 봉장어의 맛에 관한 연구에서도 봉장어 천 일건조중의 핵산관련물질의 변화(22), 생선회로서의 봉장어의 식품성분 비교(18), 봉장어의 크기에 따른 지질성분 및 아미노산 조성의 비교(5) 정도만이 수행되어졌을 뿐 봉장어의 맛 성분과 관련된 지방산, 아미노산, 핵산관련성분의 계절적 변화에 관한 연구는 아직 수행되고 있지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 봉장어에 관한 식품학적 기초 자료 습득과 산업적 이용의 증대를 위해 봉장어의 일반성분과 맛에 영향을 미치는 지방산, 아미노산 그리고 핵산관련성분의 조성 특징을 계절별로 비교하여 맛의 변화를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

봉장어(*Conger myriaster*)는 전남 완도의 활어시장내의 한 수산물 판매처에서 자연산 활어를 계절별(1월, 5월, 7월, 10월)로 구입하였으며, 크기는 53~66 cm(평균 59.0±3.7 cm)이었다. 구입 직후 가식부위와 비가식부위로 나누어 dry ice와 ice box를 이용하여 냉장상태를 유지하였으며, 곧바로 실험실로 옮겨와 deep freezer(Ultra low, Sanyo, Osaka, Japan)에 냉동보관 하였다.

시약

본 연구에 사용한 모든 시약은 특급시약을 구입하여 사용하였고, 지방산 methyl ester는 Supelco(Supelco, Fluka, Sigma, Bellefonte, PA, USA), 핵산관련성분은 Sigma와 Fluka, 아미노산 표준물질은 Sigma사에서 구입하여 사용하였다. 지방추출에 사용한 *n*-hexane, *n*-pentane, diethylether 등 유기용매는 Fisher Scientific(Springfield, NJ, USA)에서 HPLC grade로 구입하여 사용하여 Wire spiral packed double distilling 장치(Normschliff, Geratebau, Germany)를 이용하여 재증류한 후 사용하였다.

일반성분

일반성분의 분석을 위해 봉장어는 증류수로 수회 세척한 후 가식부를 취하였다. 채취한 가식부는 blender를 이용하여 균질화하였고, 이를 AOAC(23)에 따라 수분 분석은 상압가열건조법, 조회분은 건식회화법, 조단백질은 Kjeldahl법 그리고 조지방은 Soxhlet법으로 측정하였다.

지방산 조성 분석

장어의 지방산 조성을 확인하기 위하여 추출된 장어의 조지방을 정확히 칭량하여 AOCS(24)의 BF₃-MeOH을 이용한 methyl ester화 방법을 이용하여 분석하였다. Methyl ester화된 지방산은 hexane을 이용하여 추출하였고, hexane층을 vial에서 N₂ gas로 농축하여 GC/MS(QP-5050, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 시료의 이온화는 electron impact ionization(EI) 방법으로 행하였다. 분석용 column은 DB-5(60 m×0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, J&W, Folsom, USA), 분석조건으로 ionization voltage는 70 eV, ion source temperature는 250°C 그리고 분석할 분자량의 범위(m/z)는 40~350으로 설정하였다. 온도 프로그램은 80°C에서 230°C까지 10°C/min 속도로 승온하고 15분간 유지시켰다. Carrier gas로는 helium을 사용하였으며 유속은 1.5 mL/min으로 하였고, 시료는 1 μL를 주입하였으며, split ratio는 1:10으로 하였다. 봉장어에 함유되어 있는 지방산 종류와 조성 차이는 지방산 methyl ester 표준물질인 FAMS(Supelco, Fluka, Sigma)를 GC/MS 분석한 결과에서 확인된 retention time 및 mass spectrum과 비교하여 확인하였다.

핵산관련성분 분석

균질화된 장어시료 5 g에 10% 과염소산 용액 10 mL를 가하여 빙냉 상태를 유지할 수 있는 곳에서 Ultra tur-rax(IKA Labortechnik, Staufen, Germany)로 1분간 균질화한 후 centrifuge(MF 300, Hani, Incheon, Korea)에서 4000 rpm(3,000×g)으로 10분간 원심분리 하여 상정액을 취하고 여과한다. 여기에 5 N KOH로 pH를 6.5로 조정후 10% PCA 용액을 첨가하여 100 mL로 정용하고, 이를 0°C에서 30분간 방치한 후 0.45 μm membrane filter로 여과한 다음 HPLC 분석용 시료로 사용하였다. 핵산관련 표준물질인 ATP, ADP, IMP, Inosine(HxR), Hypoxanthine(Hx)은 각 0.001~1.0 mole의 표준용액을 조제하여 10 μL씩 주입하여 peak 면적으로 검량선을 작성하였다. 핵산관련 표준물질 중 hypoxanthine은 특성상 물에 대한 용해성이 거의 없으므로 0.1 N NaOH에 희석하여 조제하였다.

핵산관련성분을 분석하기 위해 two pump system으로 이루어져 있는 HPLC(Thermo Finnigan, IL, USA)에 분석용 column μ-Bondapak C₁₈(3.9 mm i.d.×300 mm)을 장착하고 이동상으로 1% triethylamine·phosphoric acid(pH 6.5)를 2.0 mL/min의 유속으로 흘리면서 HPLC에 시료를 10 μL 주입하여 UV detector 254 nm에서 검출하였다. 각 핵산관련

성분의 확인은 표준용액의 retention time과 비교하여 동정하였고, 검량선으로부터 각 시료용액의 peak 면적으로 환산하여 정량하였다.

아미노산 분석

구성아미노산은 균질화된 장어시료 25 mg을 단백질 전용 가수분해관(Duran No. 4)에 넣은 다음 6 N HCl 10 mL를 첨가하여 교반하였고, 진공펌프(or 액체질소)로 탈기과정을 거친 후 130°C 항온기에서 24시간 동안 가수분해하였다. 가수분해산물은 여과 및 세척 과정을 거쳐 rotary vacuum evaporator(Büchi, Flawil, Switzerland)를 이용하여 농축하였으며, 이를 0.2 M Na-Citrate loading buffer(Pharmacia, pH 2.2)로 완전히 용해시킨 다음 0.2 µm syringe filter로 여과하였다. 아미노산의 정량은 표준물질인 aspartic acid, theroine, serine, glutamic acid, proline, glycine, alanine, valine, methionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phenyl-alanine, histidine, lysine, arginine은 2.5 µmol/mL, cystine은 1.25 µmol/mL을 10 µL 주입하여 peak 면적으로 계산하였다.

유리아미노산은 건조된 장어시료 분말 2 g에 75% ethanol 20 mL를 가하여 초음파 분쇄기로 5분간 분쇄하여 추출하였다. 분쇄된 시료를 70°C에서 30분 동안 환류추출을 한 후에 원심분리기를 이용해서 상정액을 얻었고, 이를 40°C에서 감압 농축하여 5 mL 0.2 M Na-Citrate buffer(pH 2.2)에 녹인 다음 0.22 µm syringe filter로 여과한 후 최종 아미노산 분석용 시료를 제조하였다.

아미노산은 자동아미노산분석기(SYKAM S433H, Vertriebs GmbH, Eresing, Germany)로 cation separation column LCA K06/NA(4.6×250 mm)을 이용하여 분석하였으며, 이동상의 유속은 0.45 mL/min, ninhydrin은 0.25 mL/min의 조건으로 하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

붕장어의 일반성분의 결과는 Table 1에 나타내었다. 계절별 수분함량은 봄철이 72.8%로 가장 높았고 가을에 가장 낮았다. 조회분 함량은 수분함량이 가장 적은 가을 붕장어에서 가장 높은 1.8%를 보였으며, 봄, 여름 및 겨울 붕장어에서 각각 1.3%, 1.4% 그리고 1.2%로 나타났다. 조단백질 함량은 봄 19.0%, 여름 19.0%, 가을 18.0% 그리고 겨울 17.4%로

확인되었다. 전체적인 붕장어의 일반성분은 Oh 등(5)과 Heu 등(6)의 결과와 유사하였다. 이상의 성분들은 계절에 따른 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다.

그러나 조지방 함량은 봄 5.3%, 여름 3.2%, 가을 6.9% 및 겨울 6.4%로 계절적 차이가 확인되었다. 어육의 조지방 함량 차이는 대체적으로 생식선의 성숙도, 수온 그리고 섭취하는 먹이의 종류에 따라 영향을 많이 받는다(5). 여러 연구자들에 의하면 어류의 지질 함량에 영향을 미치는 주요 요인은 사료로 주로 양식에 의해 사육된 어류가 자연산 어류보다 지질 함량이 높다고 보고하고 있으나(7), 본 연구에 사용된 붕장어는 자연산으로 사료에 의한 영향은 없을 것으로 사료된다. Oh 등(5)의 연구에서는 붕장어의 생식선이 발달함에 따라 근육에 있는 지방질이 생식선으로 이행하면서 어류의 지질 성분에 큰 영향을 미치고, Hirano 등(25)은 천연과 양식은어의 지질 함량의 계절적 변화는 성장과 관련이 있고 주로 산란기에 감소한다고 보고하였다. 또한, Ahn과 Shin(26)의 갯장어의 일반성분과 지방산의 계절적 변화에 관한 연구에서도 산란기에 지질 함량이 낮고 이는 산란 및 회유로 인한 지질 소비가 심하고 산란기에는 먹이의 섭취량이 낮기 때문인 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 산란기 근처인 여름 붕장어에서 지질 함량이 가장 낮게 확인되어 비슷한 경향을 보였다.

본 연구에서 확인된 붕장어의 일반성분의 변화는 산란기인 봄에서 여름 사이에 수분함량과 단백질함량이 가장 높았으며, 회분함량과 지질함량이 가장 낮게 나타났다.

지방산 분석

붕장어의 지방산 조성 확인한 결과는 Table 2에 나타내었으며, 주요 지방산으로 oleic acid(C18:1)가 36.76~45.11%로 가장 많은 함량을 차지하였고, 다음으로 palmitic acid(C16:0), docosahexaenoic acid(DHA; C22:6), palmitoleic acid(C16:1), eicosapentaenoic acid(EPA; C20:5)가 각각 16.78~18.48%, 9.91~12.55%, 6.52~9.51% 그리고 2.09~6.74% 등의 순으로 확인되었다. 붕장어의 지방산 조성에 관한 Oh 등(5)의 보고에서도 oleic acid의 함량이 붕장어 크기에 따라 36.5와 40.1%로 palmitic acid와 DHA가 각각 11.5~16.8, 8.9~14.4%로 본 연구의 결과와 유사하였다. 지방산의 구성 비교에서 붕장어의 포화지방산(saturated fatty acids; SFAs)과 불포화지방산(unsaturated fatty acids; UFAs)의 비율은 계절적으로 각각 봄철이 30.00%와 70.00%, 여름이 30.21%와 69.80%, 가을철이 26.09%와 73.91% 그리고 겨울철이 26.45%와 73.55%로 불포화지방산의 함량이 훨씬 높았고, 겨울철 붕장어에서 함량 차이가 가장 크게 나타났다. 이상의 결과와 같이 붕장어 지질 중 SFAs의 함량은 봄과 여름보다 가을과 겨울철에 낮아지는 경향을 보였고, 각각의 SFAs에 대해서도 docosanoic acid(C22:0)를 제외한 myristic acid(C14:0), palmitic acid, stearic acid(C18:0), eicosanoic acid(C20:0) 등의 함량이 겨울철로 갈수록 낮아지는 경

Table 1. Proximate composition of conger eel (Unit: %)

Season	Compositions			
	Moisture	Ash	Crude lipid	Crude protein
Spring	72.8±1.4	1.3±0.1	5.3±0.5	19.0±1.6
Summer	72.7±2.7	1.4±0.1	3.2±0.9	19.0±1.2
Autumn	70.1±0.9	1.8±0.1	6.9±0.8	18.0±0.6
Winter	70.2±2.3	1.2±0.1	6.4±1.0	17.4±1.5

Data are expressed as mean±standard deviation (n=3).

Table 2. Fatty acid composition of conger eel (Unit: %)

	Spring	Summer	Autumn	Winter
Saturated fatty acid (SFA)				
C14:0	3.84	2.92	2.66	3.15
C16:0	18.48	18.41	16.78	17.05
C18:0	4.17	5.19	3.74	3.48
C20:0	3.37	3.52	2.54	2.36
C22:0	0.15	0.18	0.37	0.42
Total SFA	30.00	30.21	26.09	26.45
Monoenoic fatty acid (MUFA)				
C16:1	8.65	6.52	7.87	9.51
C18:1	39.28	45.11	38.22	36.76
C20:1	trace	0.03	0.16	0.31
C22:1	0.16	0.31	1.51	0.59
Total MUFA	48.09	51.98	47.74	47.16
Polyenoic fatty acid (PUFA)				
C18:2	0.57	1.18	0.75	0.68
C18:3	0.27	0.64	1.02	0.85
C20:2	trace	0.93	1.33	1.45
C20:3	0.78	0.23	0.12	0.21
C20:4	2.31	0.31	0.85	1.49
C20:5	5.67	2.09	6.74	5.81
C22:5	2.26	2.55	2.94	3.34
C22:6	10.05	9.91	12.41	12.55
Total PUFA	21.91	17.82	26.17	26.39
Total	100	100	100	100

향을 보였다. 이는 산란기(봄, 여름)와 성장기(가을, 겨울)의 먹이섭취 양상에 따른 지질함량과 관련이 있는 것으로 사료된다.

Choi 등(27)은 봉장어의 SFAs 조성 비율이 29.065%라고 보고하였으며, Oh 등(5)은 24.5%라고 보고하여 본 연구와 유사한 SFAs 조성비를 보였으나 계절적 차이의 유사성은 확인하지 못했다. 그러나 봉장어와는 다르지만 같은 장어과인 갯장어 지방산의 계절적 변화에 대해 연구한 Ahn과 Shin(26)의 결과에서는 전체적으로 15.15~19.63%의 SFAs 조성비를 보였으나 5월과 11월에 19.63, 18.24%의 함량으로 높았고, 4월, 7월, 9월에 15.15, 15.76, 15.80%로 낮은 결과를 보여 본 연구와는 다른 경향을 보였다. 하지만 이들의 연구에서도 계절적 차이는 보이지 않았다.

봉장어의 불포화지방산(MUFAs+PUFAs) 함량은 봄, 여름, 가을 및 겨울에 각각 70.00%, 69.80%, 73.91% 그리고 73.55%로 SFAs와는 상대적으로 봄에서 겨울로 갈수록 함량이 높아지는 경향을 나타냈다. 불포화지방산 중 PUFAs(다가불포화지방산)의 함량은 봄 21.91%, 여름 17.82%, 가을 26.17% 그리고 겨울 26.39%로 여름에는 약간 낮지만 봄에서 겨울로 갈수록 높아지는 경향을 보였다. 반면, MUFAs(단일 불포화지방산)의 함량은 봄 48.09%, 여름 51.98%, 가을 47.74% 그리고 겨울 47.16%로 SFAs와 유사하게 겨울로 갈수록 그 함량이 다소 낮아지는 경향을 보였으나 계절별 큰 차이는 확인되지 않았다. Choi 등(27)은 MUFAs와 PUFAs 비율이 50.3%와 25.2%로 보고하여 본 실험과 전반적으로

비슷한 결과를 보였으나, 각각 8.968%와 47.339%라고 보고한 Oh 등(5)의 결과와는 본 실험뿐만 아니라 다른 연구자들 과도 차이가 있었다.

MUFAs의 함량은 여름에서 가장 높게 확인되었지만 전반적으로 봄에서 겨울로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 각각의 구성 지방산 중 oleic acid만 총 함량과 같이 계절에 따른 유사한 감소 경향을 보였으나, palmitoleic acid, eicosenoic acid(C20:1) 그리고 docosenoic acid(C22:1)는 일정한 증감 경향을 보이지 않았다. PUFAs는 17.86~26.39%의 함량이 확인되었으며, 주요 구성 지방산은 DHA와 EPA로 나타났다, 그 함량은 11.99~19.16% 범위로 확인되었다. SFAs와 MUFAs의 변화양상과는 반대로 가장 함량이 낮은 여름을 제외하고 봄에서 겨울로 계절이 변화함에 따라 전반적인 증가를 보였다. 그러나 PUFAs에서 유사한 증가 경향을 보인 DHA, 그리고 봄에서 겨울로 갈수록 함량이 증가하는 eicosadienoic acid(C20:2)와 docosapentaenoic acid(C22:5)를 제외한 다른 지방산들의 함량은 MUFAs와 같이 뚜렷한 증감경향이 나타나지 않았다.

봉장어의 지방산 함량은 계절과 관계가 있는 것으로 사료된다. 전반적으로는 봄에서 겨울로 갈수록 SFAs와 MUFAs가 감소하고 PUFAs가 증가하는 경향을 보였고, 세부적으로는 SFAs와 MUFAs의 함량이 가장 높은 계절은 여름이었으며, PUFAs의 함량이 가장 높은 계절은 겨울이었다.

봉장어의 포화지방산 중 palmitic acid와 oleic acid의 조성비가 대체적으로 봄에서 겨울로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 단일불포화지방산은 47.16~51.98%로 가장 높은 비율을 차지하였다. 그중 주요 단일불포화지방산은 oleic acid로 확인되었으며, 조성비는 여름에 가장 높은 45.11%로 확인되었고, 겨울로 갈수록 감소하는 경향을 보였다. 다가불포화지방산의 조성비는 전체의 17.82~26.39%로 확인되었으며, 주요 다가불포화지방산은 DHA, EPA가 확인되었다. 봉장어의 주요 다가불포화지방산은 DHA로 그 조성비가 9.91~12.55%로 확인되었고, 겨울로 갈수록 증가하는 경향을 보였다. 결과적으로 봉장어의 계절별 각 지방산의 조성비 차이는 있었으나 주요 지방산은 비슷하였다. 또한, 다가불포화지방산의 조성비가 봄에서 겨울로 갈수록 증가하는 경향을 나타냈다.

핵산관련성분 분석

계절별 봉장어 핵산관련성분의 함량과 함량 변화를 Table 3에 나타냈다. 봉장어에서 확인된 주요 핵산관련성분은 IMP로 확인되었으며, 3.617~5.524 $\mu\text{mol/g}$ 의 함량을 나타냈다. 그 다음으로 HxR과 Hx의 함량이 각각 0.625~1.652 $\mu\text{mol/g}$ 와 0.913~2.237 $\mu\text{mol/g}$ 의 범위를 나타냈다. ATP, ADP 및 AMP의 함량은 각각 0.058~0.083 $\mu\text{mol/g}$, 0.145~0.161 $\mu\text{mol/g}$, 0.166~0.179 $\mu\text{mol/g}$ 로 위의 성분들보다 낮게 확인되었다. 천연산과 양식산 뱀장어의 맛성분에 대한 Kim

Table 3. Concentrations of nucleotides in conger eel (Unit: $\mu\text{mol/g}$)

	ATP	ADP	AMP	IMP	HxR	Hx	Total
Spring	0.083	0.148	0.166	5.347	0.625	0.913	7.282
Summer	0.073	0.151	0.168	3.617	1.652	1.794	7.456
Autumn	0.058	0.145	0.179	5.524	0.757	1.060	7.724
Winter	0.064	0.161	0.177	4.982	0.669	2.237	8.290

등(7)의 연구에서도 Hx와 IMP의 함량이 각각 1.982~2.471과 2.090~3.320 $\mu\text{mol/g}$ 으로 다른 핵산관련 성분(0.077~0.743 $\mu\text{mol/g}$)보다 높게 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. Venugopal(8)은 ATP로부터 HxR까지의 분해과정은 어류나 조개류의 체내효소에 의해 사후 초기 단계에 신속하게 일어나지만, Hx의 산화에서 X, 그리고 최종적으로 uric acid까지 분해과정은 완만하게 진행된다고 하였으며, Kassemarn 등(9)과 Hiltz 등(10)도 사후 1~2일에 완전히 ATP에서 IMP로 전환된다고 보고하였다. 특히 adenosine phosphate들이 어육내의 효소에 의해서 쉽게 분해되기 때문에 그 함량이 낮게 확인된 것으로 보이고, 본 실험에서도 유사한 결과를 유추할 수 있었다.

계절별로는 봄철의 ATP 함량이 0.083 $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높았다. ATP는 휴면상태의 어류 근육에서 중요한 핵산관련 성분이며, 효소적 탈인산화과정을 거쳐서 ADP와 AMP를 생성한다. ADP는 겨울철이 0.161 $\mu\text{mol/g}$, AMP는 가을 붕장어가 0.179 $\mu\text{mol/g}$ 으로 다른 계절보다 높게 나타났다. 그러나 이상의 결과에서와 같이 adenosine phosphate들의 함량 변화는 계절에 따른 차이가 뚜렷이 나타나지 않았다.

핵산관련성분의 분해과정 중 중간 단계에 생성되는 어류의 중요한 지미성분인 IMP는 AMP가 조직 효소 AMP deaminase의 작용에 의하여 생성되며, 분해가 매우 빠르게 진행되어 축적된다(11,12). ATP 분해산물 중, IMP는 향미 강화제로 어류에 바람직한 역할을 하며, IMP의 함량은 어류의 신선도 및 품질을 평가하는 indicator로 작용한다(28). 또한 유리아미노산과의 상승작용이 있어 어류의 식미에 큰 역할을 한다(13). 계절별 붕장어의 IMP의 함량은 3.617~5.524 $\mu\text{mol/g}$ 으로 높은 함량을 보여 붕장어의 맛에 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. 또한 계절적으로는 봄과 가을에 가장 많은 함량이 확인되었다.

HxR과 Hx 함량은 불쾌취를 야기하는 핵산관련성분으로, Hx는 쓴 향(bitter flavor)에 기여한다. 식육의 맛 성분에 관해 Kim 등(20)은 맛과 관련한 성분 중 ATP가 분해되는 과정에서 생성되는 IMP가 주요하며, IMP 함량이 많을 때 고기는 풍미가 좋은 제 맛을 내지만 시간이 지나면 점차 무미의 HxR로 다시 쓴맛을 내는 Hx로 분해되나 맛에 절대적인 영향을 미치지 않는다고 하였다. 하지만 식육에서 Hx 함량이 1.5~2.0 $\mu\text{mol/g}$ 정도로 숙성이 진행될 때 고기의 방향성분이 가장 적당한 상태의 맛이 좋은 고기라고 하였다. 본 연구에서 붕장어의 Hx 함량은 0.913~2.237 $\mu\text{mol/g}$ 으로

Kim 등(20)이 말하는 맛이 좋은 정도의 함량을 가지고 있는 것으로 확인되었으며, 계절적으로 봄철의 붕장어에서 함량이 0.913 $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 낮았으며, 겨울철의 붕장어가 2.237 $\mu\text{mol/g}$ 으로 사계절 중 가장 높게 확인되었다.

여러 연구자들에 의하면 Hx 함량은 IMP와 같이 여러 종류의 생선에서 신선도의 정확한 indicator로 활용될 수 있다고 보고하였으나 Hx의 생성은 어종에 따라 상당히 다르게 보고되었고(14), 백색어육보다 적색어육에서 더 많이 생성될 수 있다고 하였다(15,16).

핵산관련성분의 총 함량은 봄철(7.282 $\mu\text{mol/g}$)이 가장 낮았고 겨울철(8.290 $\mu\text{mol/g}$)로 갈수록 증가하는 경향을 보였으며, IMP와 Hx의 함량을 고려했을 때 겨울철의 붕장어에서 핵산관련성분의 함량이 가장 높아 다른 계절의 붕장어보다 맛에 더 좋은 영향을 미칠 것으로 사료된다.

아미노산 조성

아미노산은 화학구조에 따라 여러 형태로 존재하며, 주로 단백질을 구성하고 있는 것과 유리된 형태로 존재한다. 또한, 아미노산의 결합 형태에 따라 여러 개가 연결된 peptide, 당 또는 지질과 결합되어 있는 복합단백질 등의 형태로도 미량 존재한다. 아미노산은 영양 성분뿐만 아니라 맛 성분에 기여하는데, 특히 유리아미노산이 핵산관련성분과 함께 생선의 맛에 중요한 역할을 한다(17,29). 유리아미노산은 생리활성 물질의 구성 성분일 뿐만 아니라 어류의 정미성분으로 중요하며, 수산물에 있어 아미노산의 증가는 맛을 상승시키는 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(30,31).

각각의 아미노산들은 특유의 맛을 지니고 있는데, 쓴맛을 나타내는 아미노산으로는 histidine, methionine, valine, arginine, isoleucine, phenylalanine, tryptophan, leucine, tyramine 등이 있고, 단맛을 나타내는 아미노산으로는 glycine, alanine, serine, threonine 등이 있으며, lysine과 proline은 단맛과 쓴맛을 나타내는 아미노산이다. 또한, aspartic acid는 신맛, glutamic acid는 감칠맛을 나타낸다(32,33).

붕장어의 맛에 영향을 미치는 구성아미노산과 유리아미노산 함량 변화 및 조성 차이를 비교, 확인하기 위해 아미노산 자동분석기를 이용하였으며, 붕장어의 구성아미노산과 유리아미노산의 조성은 Table 4, 5와 같다. 구성아미노산의 총 함량은 여름철 붕장어가 79,285 mg%로 다른 계절보다 많았으며, 이 시기에 각 아미노산의 함량 또한 높게 확인되었다. 주요 구성아미노산으로 glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine 및 arginine 등이 확인되었고 cystine, tryptophan 등은 소량 확인되었다. 필수아미노산 함량은 34.463 mg%로 총 구성아미노산 함량 중 43.5%를 차지하였다. 주요 성분 중 glutamic acid는 맛 성분 중 감칠맛을 내는 아미노산으로 붕장어의 구성아미노산 중 가장 많은 함량을 차지하였으며, 단맛을 내는 lysine과 함께 장어의 정미성분에 중요한 역할을 할 것으로 생각된다. 전체적인 구성아미노산의 함량 차이는 어획장소, 시기, 방법 등에 기인한 것으로 판단되었다.

Table 4. Composition of total amino acid in conger eel
(Unit: mg%)

Amino acids	Spring	Summer	Autumn	Winter
Aspartic acid	6,275.5	8,259.0	4,669.2	4,833.1
Glutamic acid	10,530.0	14,178.7	7,802.6	8,152.9
Serine	2,646.2	3,447.7	1,987.6	2,069.6
Histidine	2,133.6	2,507.8	1,675.7	1,709.7
Glycine	3,268.5	3,917.2	2,373.3	2,465.5
Threonine	2,742.2	3,695.2	2,137.6	2,211.4
Arginine	3,854.1	5,056.0	2,837.8	2,988.7
Alanine	3,843.9	4,848.7	2,814.2	2,930.8
Tyrosine	1,926.8	2,684.8	1,492.6	1,540.6
Valine	2,688.4	3,752.6	2,321.4	2,277.6
Methionine	1,846.5	2,326.2	1,272.1	1,341.0
Phenylalanine	2,331.6	3,138.7	1,847.8	1,878.2
Isoleucine	2,589.7	3,804.4	2,294.5	2,194.8
Leucine	5,113.9	6,782.1	3,843.6	3,989.1
Lysine	5,588.8	7,540.8	4,198.3	4,351.9
Cystine	33.4	63.6	28.6	31.5
Tryptophan	675.3	915.9	437.4	646.8
Proline	1,959.2	2,366.0	1,558.5	1,527.1
EAA ¹⁾	25,710.0	34,463.7	20,028.4	20,600.5
Total	60,047.6	79,285.4	45,592.8	47,140.3

¹⁾EAA: Essential amino acid.

Table 5. Comparison of free amino acid in conger eel by season
(Unit: mg%)

Amino acids	Spring	Summer	Autumn	Winter
Aspartic acid	—	—	37.9	25.3
Glutamic acid	44.8	70.6	52.3	44.1
Serine	19.2	42.4	36.7	25.1
Histidine	374.9	644.4	199.6	625.8
Glycine	111.9	152.2	94.8	100.1
Threonine	10.4	17.5	45.6	11.4
Arginine	4.7	5.0	5.3	16.0
Alanine	35.3	71.2	40.6	69.5
Tyrosine	12.0	18.6	13.8	13.7
Valine	14.2	24.5	18.7	15.4
Methionine	11.2	12.6	8.9	7.2
Phenylalanine	5.4	16.6	6.3	13.5
Isoleucine	3.2	28.1	6.8	5.1
Leucine	14.5	2.1	25.3	14.5
Lysine	30.6	57.7	51.9	44.7
Cystine	5.0	6.9	4.5	4.9
Tryptophan	—	8.8	1.2	28.9
Proline	—	—	—	—
EAA ¹⁾	464.2	812.4	364.4	766.6
Total	697.3	1,179.2	650.2	1,065.2

¹⁾EAA: Essential amino acid.

유리아미노산은 주로 맛과 관련 있는 정미성분으로 붕장어의 유리아미노산 함량은 여름이 1,179.2 mg%로 가장 높았고, 겨울(1,065.2 mg%), 봄(697.3 mg%), 가을(650.2 mg%) 순으로 확인되었다. 붕장어의 필수아미노산의 함량은 364.4~812.4 mg% 범위로 총 유리아미노산 함량과 같이 여름철과 겨울철에 각각 812.4, 766.6 mg%로 높게 나타났다. 붕장어의 주요 유리아미노산은 histidine, glycine, alanine, glutamic acid 등으로 확인되었다. Kim 등(18)은 붕장어회의

유리아미노산 성분에서 위의 아미노산의 함량이 각각 47.67, 18.51, 18.49, 19.99 mg%로 가장 많았다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. Histidine은 붕장어의 유리아미노산 중 가장 많은 함량을 차지하고 있으며, 특히 여름철과 겨울철 붕장어에서 각각 644.4, 625.8 mg%로 높게 나타났다. Histidine은 백색육 어류보다 적색육 어류에 많이 존재하는 아미노산이나(17), Ney(34)는 미각 테스트 결과 고등어나 참치에서 많이 함유되어 있는 histidine은 이들 어류의 맛에 중요한 역할을 하고 있지 않은 것으로 보고하여, 붕장어에서 정미성분으로서의 역할은 크지 않을 것으로 생각된다. 붕장어에서 주로 단맛과 감칠맛을 내는 정미성분으로 작용하고 있는 glycine, alanine, glutamic acid, lysine, serine, threonine 등이 높은 함량을 보여 이들이 붕장어의 기본적인 맛을 구성하고 있는 것으로 생각된다. 계절적으로 여름철 붕장어에서 histidine을 제외한 유리아미노산 함량이 534.8 mg%로 가장 많았으며, 특히 단맛과 감칠맛과 관련 있는 glycine (152.2 mg%), alanine(71.2 mg%) 그리고 glutamic acid(70.6 mg%)의 함량이 가장 높게 확인되었다.

이상의 결과에서와 같이 붕장어의 맛 성분 변화는 단순한 변화 경향을 가지고 있는 것이 아니라 계절, 생리적 상태, 서식 환경 등에 따라 상당한 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 장어의 맛에 영향을 미치는 유리아미노산들은 복합적인 작용에 의해 일어날 수 있으며, 계절별 아미노산 함량은 현저한 차이를 보이고 있어 계절별로 장어의 맛이 차이가 있는 것으로 사료된다.

요 약

외식산업에서의 붕장어 이용성 증대에 기여하고자 계절에 따른 일반성분, 지방산, 핵산관련성분 및 아미노산의 변화를 분석하였다. 여름철 붕장어의 조지방 함량이 3.2%로 가장 낮게 나타났으며, 이는 붕장어의 산란기에 따른 영향으로 생각된다. 지방산 조성 중 포화지방산인 palmitic acid, stearic acid, 단일불포화지방산인 oleic acid, palmitoleic acid 그리고 다가불포화지방산인 DHA, EPA가 주요 지방산으로 확인되었다. 전체 지방산 중 oleic acid가 36.76~45.11%로 가장 높은 함량을 차지하였고, 다가불포화지방산의 조성비가 봄에서 겨울로 갈수록 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나 지방산 조성비의 계절적 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 핵산관련성분 중 맛에 직접적인 영향을 주는 IMP(3.617~5.524 $\mu\text{mol/g}$)와 Hx(0.913~2.238 $\mu\text{mol/g}$) 그리고 무미의 HxR(0.625~1.652 $\mu\text{mol/g}$)이 ATP(0.058~0.083 $\mu\text{mol/g}$), ADP(0.145~0.161 $\mu\text{mol/g}$), AMP(0.166~0.179 $\mu\text{mol/g}$)보다 높은 함량을 보였으며, 어류의 지미성분인 IMP와 Hx의 함량이 7.219 $\mu\text{mol/g}$ 으로 겨울에 가장 높게 나타났다. 아미노산 중 glutamic acid(14,178.7~7,802.6 mg%), aspartic acid(4,669.2~8,259.0 mg%), lysine(4,198.3~7,540.8

mg%), leucine(3,843.6~6,782.1 mg%) 등이 주요 구성아미노산으로, histidine(199.6~644.4 mg%), glycine(94.8~152.2 mg%), alanine(35.3~71.2 mg%), glutamic acid (44.1~70.6 mg%) 등이 주요 유리아미노산으로 확인되었으며, 정미물질 중 맛과 관련 있는 유리아미노산의 총량은 여름철과 겨울철에 각각 1,179.2과 1,605.2 mg%로 높게 나타났다. 어류의 주요 정미성분의 함량으로 확인한 결과 핵산관련성분은 겨울철이, 유리아미노산은 여름철이 가장 많았으나 이들 정미성분의 함량이 특정 계절에만 높게 나타나지는 않았다. 따라서 붕장어의 맛은 정미관련성분들과 관련이 크지만 단순히 정미성분만이 아닌 다른 여러 성분과의 복합적인 상호작용에 의한 결과라고 생각된다.

문헌

- Lee EH, Kim SK, Cho GD. 1997. Nutritional component and health in the fishery resources of coastal and offshore waters in Korea. Youil Publishing Co., Busan. p 43-46.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. 2008. Major statistics of agriculture and forestry. p 414.
- 佐藤魚水. 2000. 食材圖鑑-魚. 永岡書店, 東京. p 86.
- Choi JH, Choi SH, Kim JB, Park JH, Oh CW. 2008. Feeding ecology of the white-spotted conger eel (*Conger myriaster*) in the southern sea of Korea. *J Kor Fish Soc* 41: 282-288.
- Oh KS, Moon SK, Lee EH. 1989. Comparison of lipid components and amino acid composition of sea eel by size. *Korean J Food Sci Technol* 21: 192-196.
- Heu MS, Lee TS, Kim HS, Jee SJ, Lee JH, Kim HJ, Yoon MS, Park SH, Kim JS. 2008. Food component characteristics of Tang from conger eel by-products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 477-484.
- Kim HY, Shin JW, Sim GC, Park HO, Kim HS, Kim SM, Cho JS, Jang YM. 2000. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer and snake head. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1058-1067.
- Venugopal V. 2002. Biosensors in fish production and quality control. *Biosens Bioelectron* 17: 147-157.
- Kassemsam BO, Sanz Perez B, Murray J, Jones NR. 1963. Nucleotide degradation in the muscle of iced haddock (*Gadus aeglefinus*), lemon sole (*Pleuronectes microcephalus*), and plaice (*Pleuronectes platessa*). *J Food Sci* 28: 28-30.
- Hiltz DF, Dyer WJ, Nowlan S, Dingle JR. 1972. Variation of biochemical quality indices by biological and technical factors. In *Fish Inspection and Quality Control*. Kreuzer R, ed. Fishing News (Books) Limited, London, UK. p 191-195.
- Gill TA. 1990. Objective analysis of seafood quality. *Food Rev Int* 6: 681-714.
- Fletcher GC, Olley J, Statham JA, Vail AMA. 1986. Inosine monophosphate, hypoxanthine and taste panel scores for fish flavor acceptability. CSIRO, Tasmanian Regional Laboratory Occasional Paper No. 12. Tasmania, Australia.
- Konosu S, Maeda Y, Fujita T. 1960. Evaluation of inosinic acid and free amino acids as tasting substance in the Katsuwobushi stock. *Bull Japan Soc Sci Fish* 26: 45-48.
- Huss HH. 1988. Fresh fish quality and quality changes. No 29. FAO. Rome, Italy.
- Murata M, Sakaguchi M. 1986. Storage of yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) white and dark muscle in ice: Changes in content of adenine nucleotides and related compounds. *J Food Sci* 51: 321-326.
- Watabe S, Kamal M, Hashimoto K. 1991. Postmortem changes in ATP, creatine phosphate, and lactate in sardine muscle. *J Food Sci* 56: 151-153.
- Hong CH. 2003. Study on the changes of taste compounds of the raw fish in the foodservice industry. *MS Thesis*. Chosun University, Gwangju, Korea. p 7.
- Kim JS, Oh KS, Lee JS. 2001. Comparison of food component between conger eel (*Conger myriaster*) and sea eel (*Muraenesox cinereus*) as a sliced raw fish meat. *J Korean Fish Soc* 34: 678-684.
- Cho SH, Seong PN, Kim JH, Park BY, Baek BH, Lee YJ, In TS, Lee JM, Kim DH, Ahn CN. 2008. Calorie, cholesterol, collagen, free amino acids, nucleotide-related compounds and fatty acid composition of hanwoo steer beef with 1++ quality grade. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 333-343.
- Kim YG, Yoo YM, Kim JH, An JN. 2007. The common sense of meats. National Institute of Animal Science. Suwon, Korea. p 15-16.
- Ahn DH, Park SY. 2002. Studies on components related to taste such as free amino acids and nucleotides in Korean native chicken meat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 547-552.
- Lee EH, Han BH. 1972. Degradation of nucleotides and their related compounds in sea foods during processing and storage. *J Korean Soc Food Nutr* 1: 17-24.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AOCS. 1997. *Official Method Ce 1-62*. 15th ed. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, USA.
- Hirano T, Nakamura H, Suyama M. 1980. Quality of wild and cultured ayu-II seasonal variation of proximate composition. *Bull Japan Soc Sci Fish* 46: 75-78.
- Ahn CB, Shin TS. 2002. Seasonal variation of lipids and fatty acids of sharp toothed eel (*Muraenesox cinereus*). *Korean J Life Sci* 12: 233-241.
- Choi JH, Rhim CH, Bae TJ, Byun DS, Yoon TH. 1985. Studies on lipids in fresh-water fishes, 7. comparison of lipid components among wild and cultured eel (*Anguilla japonica*), and conger eel (*Astroconger myriaster*). *Bull Korean Fish Soc* 18: 439-446.
- Fletcher GC, Statham JO. 1988. Shelf life of sterile yellow-eyed mullet (*Aldrichetta forsteri*) at 4°C. *J Food Sci* 53: 1030-1035.
- Yamaguchi S. 1991. Roles and efficacy of sensory evaluation in studies of taste. *J Japan Soc Food Sci Technol* 38: 972-978.
- Japan Foods Industry Association. 1984. *Method of food analysis*. Kouring, Tokyo, Japan. p 491-508.
- Ohta S. 1976. *Food seasoning*. Saiwaisyobow, Tokyo, Japan. p 146-187.
- Shou H. 1969. Food component and taste. *J Food Indu Jap* 16: 83-87.
- Kato H, Rhue MR, Nishimura T. 1989. Role of free amino acids and peptides in food taste. *Amer Chem Soc* 388: 158-174.
- Ney KH. 1979. Bitterness of peptides: amino acid composition and chain length. *Amer Chem Soc* 115: 149-173.