

## 복어 육과 껍질 농축물의 이화학적 특성에 관한 연구

김래영<sup>1</sup> · 성낙주<sup>2</sup> · 김원태<sup>1</sup> · 박재희<sup>3</sup> · 김연주<sup>1</sup> · 주종찬<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>창신대학 호텔조리제빵과

<sup>2</sup>경상대학교 식품영양학과

<sup>3</sup>경남대학교 식품영양학과

### Physicochemical Characteristic of Concentrate Prepared by Puffer Muscle and Skin

Rae-Young Kim<sup>1</sup>, Nak-Ju Sung<sup>2</sup>, Won-Tae Kim<sup>1</sup>, Jae-Hee Park<sup>3</sup>,  
Youn-Ju Kim<sup>1</sup>, and Jong-Chan Ju<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Hotel Culinary & Bakery, Changshin College, Gyeongnam 630-764, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Food and Nutrition, Kyungnam University, Gyeongnam 631-701, Korea

#### Abstract

The objective of this study was about physicochemical characteristic of puffer muscle and skin to promote the utilization of puffer as fish protein. In proximate composition, crude protein of dried puffer muscle and skin powders were 89.5% and 82.7%, respectively. Skin powders had higher lipid contents than muscle powders. Ash contents of muscle powders were higher than those of skin powders. In nucleotides and their related compounds, the contents of nucleotides were in order of IMP and ADP. The contents of saturated fatty acid in puffer muscle (83.9%) was higher than skin powders (66.3%). Oleic acid, mono-unsaturated fatty acid, in skin powder (25.9%) was higher than in muscle powders. Seventeen kinds of composition amino acids were detected in muscle powders, while 16 kinds of amino acids were found in skin powders. Total contents of amino acid in muscle powders (83,739 mg/100 g) were higher than those of skin powders (75,361 mg/100 g). In the muscle powders of puffer, glutamic acid was the highest amino acid with the concentration of 13,707 mg/100 g, and was in order of aspartic acid, lysine, leucine, arginine, alanine, valine and glycine. In skin powders, glutamic acid was the highest content with 14,843 mg/100 g followed by proline, alanine and arginine. Twenty five kinds of free amino acids were detected in dried muscle powders, while 22 kinds of free amino acids were found in dried skin powders. Taurine of dried puffer muscle and skin powders was the highest free amino acid with the concentration of 554.4 mg/100 g and 153.6 mg/100 g, respectively. The contents of total free amino acids of dried muscle powders were higher than those of dried skin powders. Especially, cysteine was only detected in dried muscle with the content of  $159.3 \pm 1.8$  mg/100 g.

**Key words:** puffer muscle, puffer skin, nucleotide, fatty acid, amino acid, free amino acid

#### 서 론

삼면이 바다인 우리나라는 지리적 특성에 따라 예로부터 수산식품이 식생활에서 차지하는 비중이 크며, 동물성 단백질 공급원으로도 매우 중요시되어 왔다(1-3). 최근 국민들의 건강에 대한 관심이 증대되면서 육식위주의 식단에서 수산물 중심으로 바뀌어 가고 있으며, 수산물에 함유된 각종 기능성 성분이 확인되면서 '수산물=건강식'이라는 인식이 확산·정착되어가고 있다(4). 따라서 수산물의 소비량도 증가되어 국민 1인당 하루 19.1 g 정도의 섭취(2005년 기준)로 이는 1일 동물성단백질 섭취량(45.8 g)의 약 42%에 해당된

다(5). 국내 수산물 소비량은 1980년 대비 1990년에는 3배 이상 증가하였으나, 이후 감소추세를 보이다가 2000년 이후 다시 증가하여 2000년 대비 2005년에는 약 30% 증가하였다. 이러한 경향은 건강지향적인 삶을 추구하려는 사회적인 인식 때문으로 생각되며 향후 단백질 공급원으로 영양성 및 기능성을 포함한 수산물의 소비는 지속적으로 증가될 것으로 전망된다(6-8).

수산식품은 육류식품에 비해 성인병 및 각종 질환의 예방에 관계가 깊은 고도 불포화지방산, 핵산관련물질 및 양질의 아미노산을 다량 함유하고 있다는 것은 이미 밝혀진 사실이다(9). 특히 우리나라에서 생산량이 가장 많은 고등어, 갈치

\*Corresponding author. E-mail: jjc@csc.ac.kr  
Phone: 82-55-250-1206, Fax: 82-55-250-1205

및 명태의 단백질에 존재하는 펩타이드는 뛰어난 생체조절 기능을 갖는 것으로도 알려져 있다(10,11). 또한, 최근 북어나 아귀 등은 다른 어종에 비해 단백질 함량이 높고, 베트남, 중국 및 대만 등지로부터 수입량이 늘어나 그 수요도 지속적으로 증가하고 있는 어종으로(8), 그중 북어는 서민들이 접하기 어려운 고급식품으로 여겨져 왔으나 최근 수입량의 증가 및 국내 생산량의 증가(전체 수산물 생산량 2,834천톤 중 해면어업과 천해양식을 포함하여 북어 생산량은 3,897톤을 차지함)로 북어의 대중화가 급속히 진행될 것으로 보인다(7).

북어는 우리나라 연근해에 약 30여 종이 서식하고 있는 것으로 알려져 있으며, 혈액순환에 좋아 근육 경화를 방지하는 장점이 있다(12). 또한 단백질 함량과 무기질, 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 등이 풍부하며 고혈압, 당뇨병, 신경통 등 성인병 예방에 좋은 것으로 알려져 있다. 또한 Lee(13)와 Cha 등(14)은 북어의 비가식부로부터 지질 조성을 관찰한 결과 불포화지방산 및 DHA의 함량이 높다고 하였으며, Kim 등(12)은 북어를 비롯한 해산어류의 맛 성분 비교에서 높은 아미노산 함량으로 간 해독작용, 항암작용 및 항염증작용 등을 나타낸다고 하였다.

본 실험에 사용한 참복과(Family Tetraodontidae)에 속하는 자주복(*Takifugu rubripes*)은 우리나라 전 연해 및 일본남부 홋카이도 이남, 타이완, 중국 및 동지나해 연해에 분포 하며(15), 몸길이는 약 75 cm, 무게는 800~900 g 정도로 가식부인 근육의 저작감이 뛰어나고 맛이 우수하다. 또한 최근에는 양식업을 통해 사계절 내내 즐길 수 있어 대중적이고 가격도 저렴하다(16,17). 그러나 북어의 식용부위는 주로 육과 껍질부분이며, 비식용부위는 간, 내장 및 정소 등으로 가식부율이 65~70% 정도로 다른 해산어류에 비해 폐기율이 높다. 국내 유통되고 있는 북어의 경우 대부분이 전문도매업자에 의해 식용부위와 비식용부위로 분리되는 전처리 과정을 거쳐 유통되는데, 식용부위 중 껍질의 경우 콜라겐 및 타우린 등이 함유되어 있고, 몸의 체온을 높이고 혈액순환에 좋으며, 근육경화를 방지한다. 또한 기름기가 없어 담백하고, 저작감이 좋아 15~20% 정도는 부식용으로 이용되지만 나머지는 전량 폐기되고 있어(6,18,19) 그 활용도를 높이기 위한 방안의 모색이 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 어육 단백질 급원식품으로 다른 해산어류와 함께 중요한 식품학적 위치를 점하고 있는 북어를 육과 껍질로 나누어 이화학적 특성을 살펴봄으로서 수산식품으로서의 활용가능성을 높이고자 하며, 향후 음주 후 북어의 숙취해독 및 이를 통한 지질대사와의 연관성을 밝히는 기초자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 자주복(*Takifugu rubripes*)은 경남 마

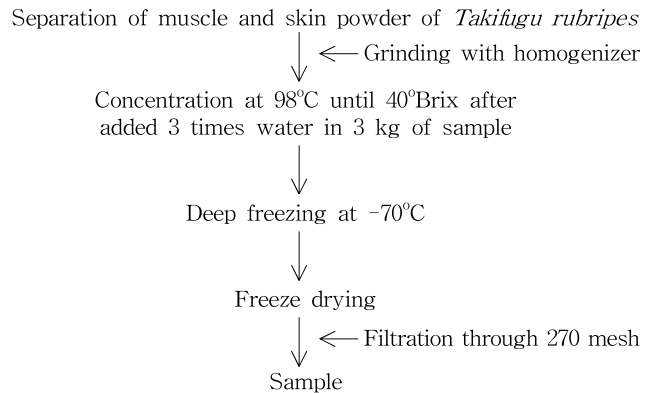


Fig. 1. Making of *Takifugu rubripes* powder.

산시에 소재한 마창수산(주)에서 북어의 육과 껍질을 구입하여 Fig. 1의 방법으로 제조한 후 실험에 사용하였다. 이때 시료의 수율은 육과 껍질이 각각 7.6%와 7.9%였다.

### 일반성분 분석

시료의 일반성분은 AOAC(20)방법에 따라 정량하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조회분은 직접회화법으로 측정하였다.

### 핵산관련물질의 정량

시료 5 g에 10% 냉 과염소산용액 25 mL를 가하여 빙냉하면서 균질화한 다음 4,000 rpm에서 10분간 원심분리 하여 상층액을 분취하고, 다시 잔사에 10% 냉 과염소산 용액 20 mL를 가해 위와 같은 조작을 2회 반복하였다. 분취한 상층액을 pH 7.5로 5 N 수산화칼륨용액으로 조절한 후 중화한 과염소산용액을 이용하여 100 mL로 정용하였다. 이를 상온에서 약 30분간 방치한 후 4,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 다음 상층액을 여과하여 HPLC(Hewlett Packard 110 series, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 검량선은 ATP, ADP, AMP, IMP, inosine, hypoxanthine 표준품을 Sigma사(St. Louis, USA)로부터 구입하여 작성하였으며, 이를 이용하여 각 시료용액의 피크면적으로부터 함량을 환산하였다.

### 지방산 분석

지방산 분석은 Folch 등(21)의 방법을 다소 변형하여 Kim 등(12)의 방법으로 분석하였다. 북어육과 껍질 건조분말 각각 50 g에 1.5배가량의 chloroform : methanol(2:1, v/v) 혼합용액을 가하여 3분간 마쇄한 후 원심분리(10,000 rpm, 10 min)하고 잔사를 다시 1.5배의 상기 용매를 가하여 추출 여과하였다. 위와 같은 조작을 3회 반복하고 여액을 모두 합하여 KCl 용액을 전체 여액의 1/4 정도로 가하고 50°C의 수욕조에서 5~10분간 가열한 후 분액깔때기에 넣고 진탕 혼합하여 chloroform 층을 분리하고 1/4배가량의 water : methanol(1:1, v/v) 혼합용액을 가하여 세척하였다. 위의 조작을 2회 반복한 후 하층을 취하고 무수황산나트륨으로 잔여 수분을 제거하여 여과하였다. 여액을 진공회전농축기로 50°C

에서 용매를 제거하고 잔류용매는 질소가스로 완전 제거하여 총 지방을 얻었다. 추출된 지방의 가수분해 및 methyl ester화는 AOAC법(22)으로 행하였다. 즉, 시료에 NaOH-methanol 용액과 13% BF<sub>3</sub>-methanol 용액을 가하여 각각을 95°C 이상의 수욕상에서 가열한 후 heptane과 포화 NaCl용액을 가하였다. Heptane층만을 취하여 무수황산나트륨으로 잔여 수분을 제거한 후 GC/MS(GC/MSD 5973 series, Hewlett-Packard Co.)에 주입하여 지방산 조성을 분석하였다.

**구성아미노산 및 유리아미노산의 정량**

구성아미노산은 시료 50 mg을 취하여 6 N HCl 2 mL를 가하여 감압밀봉한 후 110°C에서 24시간 가수분해 시켰다. 분해액을 glass filter로 여과하고 감압건조 하여 염산을 제거한 다음 물을 가하여 다시 감압건조하고 pH 2.2의 구연산 완충용액으로 25 mL로 정용하여 millipore filter(0.45 µm)로 여과한 후 아미노산 자동분석기로 정량하였다.

유리아미노산은 마쇄한 시료 5 g을 취하여 1% 피크린산 용액 40 mL를 가하여 15분 동안 균질화한 후 증류수 100 mL로 정용하여 4,000 rpm에서 15분 동안 원심분리 하였다. 이 중 일정량을 취하여 Dowex 2×8(Cl<sup>-</sup> form, 200~400 mesh, φ 2×3 cm) 수지칼럼에 통과시켜 피크린산을 제거하고 유출액 및 세척액(0.02 N HCl 3 mL)을 모아 감압농축한 후 pH 2.2의 구연산 완충용액으로써 25 mL로 정용하여 아미노산 자동분석기로 정량하였다.

**통계처리**

본 실험의 모든 결과는 SPSS를 통계 패키지 프로그램을 이용하여 각 항목에 따라 백분율과 평균±표준편차(SD)를 구하고, 각 군 간의 평균차이에 대한 유의성 검정을 위해 one-way 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 각 구간의 유의성 차이를 검증하기 위해 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 비교분석하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분의 함량**

Table 1은 복육(PMP: puffer muscle powder)과 복껍질 건조분말(PSP: puffer skin powder)의 일반성분 함량을 나타낸 것이다. 수분함량은 PMP와 PSP에서 각각 4.6±0.1 g/100 g과 7.4±0.4 g/100 g으로 PSP가 높았으며, 단백질은

**Table 1. Proximate composition in muscle and skin of dried puffer** (g/100 g)

Components	PMP <sup>1)</sup>	PSP <sup>2)</sup>
Moisture	4.6±0.1	7.4±0.4
Crude protein	89.5±0.3	82.7±0.4
Crude lipid	1.1±0.1	2.3±0.4
Ash	4.4±0.1	3.4±0.1

<sup>1)</sup>PMP: Puffer muscle powder.

<sup>2)</sup>PSP: Puffer skin powder.

PMP, PSP에서 각각 89.5±0.3 g/100 g과 82.7±0.4 g/100 g으로 다른 성분에 비해 높았고, 지질은 PSP에서 회분은 PMP에서 각각 2.3±0.4 g/100 g와 4.4±0.1 g/100 g로 높게 나타내었다.

Yang 등(23)은 생복어의 수분 함량은 76.4%, 단백질은 20.3%, 지방은 2.4%라고 하였으며, 이는 우리나라에서 소비량 및 어획량이 높은 고등어(수분 74.7%, 단백질 19.6%, 지방 3.5%), 명태(수분 80.4%, 단백질 15.7%, 지방 1.4%)에 비해 단백질 함량이 비교적 높은 편이다. 또한 Lee 등(24)은 훈건을 통한 고등어 분말 스프의 제조 시 수분함량이 74.7%에서 11.5%로 낮아질 때 단백질은 19.6%에서 73.0%, 지방은 1.3%에서 3.2%로, Oh(25)는 명태의 천일건조를 통해 수분함량이 80.4%에서 17.2%로 낮아질 때 단백질은 15.7%에서 72.1%, 지방은 1.4%에서 4.1%로 상승한다고 하여 본 실험에서 교반농축 후 동결건조를 통해 수분함량의 감소로 단백질, 지방 및 회분 함량이 상승한 결과를 뒷받침하여 준다.

그러나 Kim과 Kim(26)은 일반적인 어패류의 경우 어획 시기나 성장조건에 따라 다르기 때문에 어종간의 비교는 절대적이라 할 수 없으며, Yang 등(23)은 복어의 가열조리 시 일반성분의 변화는 냉동복어의 해동방법에 따라서도 많은 변화를 초래할 수 있다고 하였다.

**핵산관련물질의 함량**

PMP, PSP의 핵산관련물질은 ATP, ADP, AMP, IMP, HxR 및 Hx로 PMP에서 ADP를 제외한 나머지 핵산관련 물질이 PSP보다 더 높게 나타났다(Table 2). 또한 PMP, PSP 모두에서 IMP의 함량이 각각 17.9±0.2 µmol/g, 17.0±0.1 µmol/g으로 가장 높았고, 다음으로 ADP, AMP의 순이었다.

일반적인 어패육의 nucleotide는 생화학적인 면뿐만 아니라 식품학적인 측면에서도 정미성분, 선도판정지표물질 및 갈변현상의 관련물질로서 중요시되고 있다(27). 또한 어류 및 해산 무척추동물의 조직에는 20종류 이상의 nucleotide를 함유하고 있는데 주로 근육조직에 많은 것으로 알려져 있다(12).

Kim 등(12)은 해산어류 맛 성분에 관한 연구에서 복어의 성장 기간에 관계없이 IMP의 함량이 높게 나타났다고 보고 하였다. Sung과 Shim(28)은 천연산 가물치의 정미성분에

**Table 2. Contents of nucleotides and their related compounds in muscle and skin of dried puffer** (µmol/g)

Compounds	PMP <sup>1)</sup>	PSP <sup>2)</sup>
ATP	0.3±0.0	trace <sup>3)</sup>
ADP	2.6±0.2	6.3±0.3
AMP	3.8±0.1	0.2±0.0
IMP	17.9±0.2	17.0±0.1
HxR <sup>4)</sup>	0.6±0.0	0.5±0.1
Hx <sup>5)</sup>	0.8±0.0	0.7±0.1

<sup>1,2)</sup>See the Table 1. <sup>3)</sup>Trace: ≤0.1 µmol/g. <sup>4)</sup>Inosine.

<sup>5)</sup>Hypoxanthine.

관한 연구에서 IMP의 함량이 다른 성분에 비해 높고, Konosu 등(29)은 핵산관련물질 중 IMP의 경우 유리아미노산과 함께 맛 성분의 상승효과가 크다고 보고하였다. 따라서 본 실험결과 PMP와 PSP 모두에서 IMP의 함량이 높아 유리아미노산과 더불어 해산어류 등의 맛에 중요한 인자가 될 것으로 생각된다.

#### 지방산 조성

PMP와 PSP의 지방산 조성을 GC로 분석한 결과(Table 3) 검출된 지방산의 종류는 차이가 있었으나 일반적으로 C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>18:2</sub>, C<sub>24:0</sub>을 포함하고 있었으며, PMP와 PSP에서 검출된 총지방산 중 포화지방산은 PMP가 83.9±0.3%, PSP가 66.3±1.5%로 PMP에서 더 높게 나타났다. 또한 단일불포화지방산인 oleic acid는 PSP에서 25.9±0.7%로 PMP에 비해 높은 비율이었고, 다불포화지방산인 linoleic acid(ω-6)는 8.7±0.4%로 PSP에서만 검출되었다.

Kim 등(12)은 해산어류 중 복육에서 ω-3에 해당하는 α-linolenic acid(C<sub>18:3</sub>), DHA(C<sub>22:6</sub>)이 다량 검출되었으며, ω-6인 linoleic acid 또한 6.7% 검출되었다고 보고한 바 있다. 본 연구에서는 DHA 및 EPA(C<sub>20:5</sub>)는 검출되지 않아 대조적인 결과를 나타내었으나 이는 복어를 어획하는 시기 및 건조분말화 등의 전처리요인 등에 의한 것으로 사료된다. 또한 해산어류 중 등푸른생선에 해당하는 고등어의 경우 DHA와 EPA의 함량이 높은 것으로 알려져 있는데 주요 지방산은 C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>18:1</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:6</sub>으로 구성되며, 그중 DHA, EPA가 전체의 36.9%에 해당한다(30). 명태 또한 전체 지방산 중 DHA와 EPA를 포함한 다불포화지방산이 57.7%, 단일불포화지방산이 14.7%를 차지한다. 일부 어류에 포함된 DHA와 EPA는 혈전이나 동맥경화 등 건강과 질병에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있으며(31), 특히 학습능력향상, 제암작용 및 시력저하 억제 등과 같은 생리작용을 가진다(32).

최근 수산부산물물을 이용한 새로운 생리기능성 소재 탐색 및 개발에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, Lee(18)는 복어 비가식부의 지질조성에 관한 연구에서 복육 부분에서 전체 지방산 중 고도불포화지방산이 57%에 해당하며, 간과 내장에서 23~26% 정도를 차지한다고 하였고, Cha 등

Table 3. Fatty acids compositions in muscle and skin powder of dried puffer (Unit: area %)

Fatty acid	PMP <sup>1)</sup>	PSP <sup>2)</sup>
Palmitic acid (C <sub>16:0</sub> )	38.1±0.2	38.5±0.7
Stearic acid (C <sub>18:0</sub> )	34.9±0.2	28.8±0.8
Lignoceric acid (C <sub>24:0</sub> )	10.9±0.3	—
Saturates	83.9±0.3	66.3±1.5
Oleic acid (C <sub>18:1n9c</sub> )	17.7±0.6	25.9±0.7
Monoenes	17.7±0.6	25.9±0.7
Linoleic acid (C <sub>18:2n6c</sub> )	—	8.7±0.4
Polyenes	—	8.7±0.4

<sup>1,2)</sup>See the Table 1.

(19)은 DHA 및 EPA가 복어 간유에서 각각 50%, 7%라고 하였다. 또한 오징어 내장유에서 21.1%, 갈치 부산물 13.9%, 붕장어 부산물 11.7% 및 꽁치 부산물 10.7%로 전체 지질함량 중 DHA의 함량이 높은 비중을 차지한다는 보고도 있다(9).

Cho 등(14)은 혈청 콜레스테롤의 농도가 식이 중 어육 단백질(명태)의 급이로 식물성 단백질(콩)의 수준으로 감소하였으며, Kwon과 Song(33) 및 Shin과 Han(34)은 콩의 지방산 조성에서 불포화지방산인 linoleic acid가 60%정도로 풍부하게 들어 있어 혈청 콜레스테롤 감소와 혈전 용해작용에 도움을 준다고 하였다. Heu 등(35)은 가다랑어는 불포화지방산 및 다불포화지방산이 총지방산 중 67.8%에 해당하며, Oh 등(36)은 가다랑어는 부산물로 얻어진 자숙액이 지질산화억제 및 항산화활성이 높다고 보고한 바 있다.

#### 구성아미노산 조성

PMP와 PSP 중 구성아미노산은 PMP에서 17종, PSP에서 16종이 검출되었으며(Table 4), 총 구성아미노산 함량은 PMP와 PSP에서 각각 83739.7±39.5 mg/100 g, 75361.0±11.2 mg/100 g으로 정량되었다. PMP에서는 glutamic acid가 13706.7±18.9 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었으며 다음으로 aspartic acid, lysine, leucine, arginine 순으로 높게 나타났다. Cysteine은 84.9±2.2 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 나타내었고 histidine과 methionine도 비교적 낮은 함량이었다. 또한 PSP에서는 glycine이 14843.4±8.7 mg/100 g으로 가장 높았고 다음으로 glutamic acid, proline, alanine, arginine 순으로 높게 나타났다. PSP 또한 PMP에

Table 4. Contents of composition amino acid in muscle and skin powder of dried puffer (mg/100 g)

Amino acid	PMP <sup>1)</sup>		PSP <sup>2)</sup>	
	Contents	A <sup>3)</sup>	Contents	A <sup>3)</sup>
Aspartic acid	8676.5±15.4	10.4	5988.0±19.1	7.9
Threonine	4154.1±57.2	5.0	2560.5±8.6	3.4
Serine	3468.4±37.1	4.1	3043.4±7.9	4.0
Glutamic acid	13706.7±18.9	16.4	8980.8±5.8	11.9
Proline	3309.5±10.8	4.0	7220.7±9.1	9.6
Glycine	4465.1±53.1	5.3	14843.4±8.7	19.7
Alanine	5152.8±0.3	6.2	7177.1±7.1	9.5
Cysteine	84.9±2.2	0.1	trace	
Valine	4489.6±3.4	5.4	2931.2±10.2	3.9
Methionine	2709.2±6.0	3.2	1917.3±14.8	2.5
Isoleucine	3748.4±7.4	4.5	1699.7±6.5	2.3
Leucine	7466.5±8.7	8.9	3373.9±23.1	4.5
Tyrosine	3001.7±6.3	3.6	1136.6±22.5	1.5
Phenylalanine	3221.7±4.3	3.8	2283.0±4.6	3.0
Histidine	2494.7±10.1	3.0	1856.2±21.9	2.5
Lysine	8034.5±15.4	9.6	4280.0±9.3	5.7
Arginine	5563.5±15.5	6.6	6069.3±49.6	8.1
Total AA <sup>4)</sup>	83738.7±39.5	100	75361.0±11.2	100
Total EAA <sup>5)</sup>	30602.3	40.4	19045.5	25.3

<sup>1,2)</sup>See the Table 1.

<sup>3)</sup>A: Number in parenthesis gives the % to total amino acid.

<sup>4)</sup>Total amino acid.

<sup>5)</sup>Total essential amino acid.

서와 같이 cysteine이 극미량으로 가장 낮게 나타났고 다음으로 tyrosine과 isoleucine으로 나타났다. 구성아미노산 중 필수아미노산의 함량 분포비율은 PMP가 40.4%로 PSP 25.3%에 비해 높게 나타났다. 필수아미노산 중 lysine이 양쪽 모두에서 각각 9.6%, 5.7%로 높게 나타났고, 다음으로 leucine, valine, threonine 순으로 높게 나타났다.

Sugiyama 등(37)은 혈청 콜레스테롤과 아미노산과의 관계에서 glycine과 황함유 아미노산(methionine, cystine)을 단백질 급원으로서 카제인과 글루텐을 재료로서 glycine과 황함유 아미노산을 변형하여 흰쥐에 공급 시 glycine은 혈청 콜레스테롤 저하를, methionine은 상승작용을 한다고 하였다. 본 실험결과 PSP가 PMP에 비해 glycine은 높고, methionine 함량은 낮아 혈청 콜레스테롤 농도에 많은 영향을 주리라 생각된다. 또한 Kritichevsky 등(38)은 혈중 콜레스테롤의 감소는 식이인자에 따라 주된 영향을 받으며, 특히 급이된 식품의 아미노산 조성과의 상관성이 높아 lysine과 arginine의 조성에 따라 lysine의 함량이 높을 경우 간에서 arginase 활성을 억제하여 전환되지 않고 남은 arginine이 동맥경화를 일으키는 apolipoprotein 생합성에 이용되어 지단백(VLDL) 등 apolipoprotein E를 필요로 하는 lipoprotein 생산이 증가된다고 하였다. 본 실험에서도 lysine과 arginine의 비가 1:1.5로 이상적으로 arginine의 비율이 높아 어육 단백질 급원으로서 PMP와 PSP의 식이만으로도 혈청 콜레스테롤을 저하시킬 수 있을 것을 간접적으로 확인할 수 있다.

또한 강력한 항산화제로서 항암 및 항 노화 영양소로서 특히 숙취해소에 기여하는 glutathion은 cysteine, glutamic acid, glycine 등으로부터 간에서 합성된다. 즉, glutathion은 아미노산이 tripeptide이다. Glutathion은 간에서 생성되어 담즙과 함께 분비되어 유리기 생성을 막고, 혈액에 직접 분비되어 적혈구와 백혈구의 기능을 유지해준다. 또한, 생물체에서 산화환원 상태의 유지를 돕고, 생체 내에서 발생한 과산화물의 효소 환원반응의 보조소로서 영양학적으로 중요한 역할을 담당한다(39). Kim 등(12)의 해산어류 맛 성분에 관한 연구에서 glutathion의 구성성분인 복어의 경우 glutamic acid, cysteine, glycine 함량이 비교적 높게 나타났다고, 본 실험에서도 glutamic acid와 glycine 또한 복 건조분말 모두에서 높게 나타났으며, cysteine은 미량 검출되었다.

**유리아미노산 함량**

PMP와 PSP의 유리아미노산 함량 분석 결과 각 성분 간의 함량차이는 다소 나타났으나, 유리아미노산 조성의 분포는 비슷한 양상을 보였다(Table 5). PMP와 PSP의 총 함량은 PMP가 1.5배 정도 높은 2750.3±29.2 mg/100 g으로 나타났으며, PMP와 PSP에서 각각 모두에서 taurine 함량이 554.4±14.6 mg/100 g과 153.6±2.0 mg/100 g으로 가장 높았다. 또한 전체적으로는 anserine, 3-methylhistidine, arginine, proline, alanine, leucine 및 valine의 함량이 비교적 높

**Table 5. Contents of free amino acid in muscle and skin powder of dried puffer (mg/100 g)**

Free amino acid	PMP <sup>1)</sup>		PSP <sup>2)</sup>	
	Contents	A <sup>3)</sup>	Contents	A <sup>3)</sup>
Phosphoserine	15.2±1.2	0.6	23.2±0.7	1.4
Taurine	554.4±14.6	20.2	153.6±2.0	9.5
Phosphoethanolamine	5.5±0.3	0.2	trace	trace
Aspartic acid	22.4±1.6	0.8	19.4±1.4	1.2
Threonine	40.1±0.9	1.5	9.9±1.1	0.6
Serine	13.5±0.4	0.5	13.0±0.8	0.8
Glutamine	35.2±1.4	1.3	59.1±1.0	3.7
Proline	100.0±1.9	3.6	30.6±0.7	1.9
Glycine	61.0±0.4	2.2	23.3±1.4	1.4
Alanine	180.0±2.4	6.5	64.8±0.9	4.0
Valine	54.1±0.4	2.0	43.1±1.2	2.7
Methionine	trace	trace	10.4±0.7	0.6
Cysteine	159.3±1.8	5.8	trace	trace
Isoleucine	35.4±1.4	1.3	32.5±1.7	2.0
Leucine	69.1±1.0	2.5	75.3±1.4	4.7
Tyrosine	50.0±2.6	1.8	48.9±1.1	3.0
β-Alanine	14.7±1.0	0.5	30.1±2.3	1.9
β-Aminoisobutyric acid	9.2±0.9	0.3	25.3±1.6	1.6
γ-Aminoisobutyric acid	16.2±1.4	0.6	20.9±0.7	1.3
Ornithine	1.4±0.1	1.1	trace	trace
1-Methylhistidine	20.2±1.6	0.7	3.4±0.5	0.2
Histidine	50.0±0.2	1.8	16.4±0.6	1.0
3-Methylhistidine	459.0±3.6	16.7	131.0±1.9	8.1
Anserine	491.7±6.0	17.9	469.9±2.2	29.1
Carnosine	25.7±1.5	0.9	trace	trace
Arginine	237.1±2.7	8.6	292.5±1.7	18.1
Total	2750.3±29.2	100	1612.8±20.1	100

<sup>1,2)</sup>See the Table 1.

<sup>3)</sup>A: Number in parenthesis gives the % to total amino acid.

<sup>4)</sup>Trace ≤0 mg/100 g.

게 나타났고, serine, phosphoserine, β-alanine의 함량이 비교적 낮게 나타났다.

Aoki 등(40)의 보고에서 유리아미노산 함량은 전 어종에서 공통적으로 taurine, lysine, histidine 등이 가장 많이 함유되어 있으며, 어종별로 약간의 차이는 보인다고 하였으며, 본 실험에서와 같이 Kim과 Kim(26) 또한 멕시코산 황소눈 복어의 정미성분에서 taurine 함량이 46.6%로 가장 높고, 다음으로 lysine, alanine 및 glycine이 각각 46.6%, 21.6%, 6.0% 및 4.9%로 총 4종의 아미노산이 79.1%를 차지한다고 하였다. Shin과 Lee(41)는 명태의 경우 taurine은 검출되지 않았으나 주요 정미성분의 역할을 가지는 glutamic acid, alanine, lysine의 함량이 높게 나타났다고 하였다. 또한 Kim 등(42)은 어패류를 이용한 조미료 개발에 관한 연구에서 굴, 키조개, 새조개 및 진주담치의 가공 시 생성되는 자숙액의 유리아미노산에서도 taurine이 40~50%로 가장 많고 다음으로 glycine, alanine, glutamic acid가 공통적으로 많았다고 하였다.

Taurine은 수용성 물질로서 거의 모든 동물조직에서 고농도로 발견되며 담백한 맛을 내고, 항암, 당뇨 및 고혈압에 좋은 것으로 알려져 있는데(43), 담즙산의 conjugation에 관여하여 섭취된 지방의 유흥과 흡수를 도와주는 기능을 담당

한다(44). Park 등(45)은 간에서 담즙산의 conjugation에 관여하는 아미노산인 taurine과 glycine을 흰쥐를 대상으로 식이에 보강해준 결과 혈장과 간 콜레스테롤 및 중성지방 수준을 유의하게 저하시켰다고 하였다.

## 요 약

어육 단백질 급원식품으로서 복어의 활용도를 높이고자 육과 껍질로 분리한 후 이화학적 특성을 살펴본 결과 일반성분은 복육과 복껍질에서 각각 조단백의 함량이 89.5와 82.7%로 가장 높았고, 조지방은 껍질에서 회분은 육에서 더 높은 함량이었다. 핵산관련 물질은 IMP의 함량이 다른 성분에 비해 높았으며, 여타 성분은 1 µmol/g 미만으로 정량되었다. 지방산 조성은 포화지방산이 각각 83.9%와 66.3%로 복육에서 더 높았고, 단일불포화지방산인 oleic acid는 복껍질 건조분말에서 25.9%로 복육 건조분말에 비하여 높은 비율이었다. 구성아미노산은 복육 건조분말에서 17종, 복껍질 건조분말에서 16종이 검출되었으며, 총 함량도 복육 건조분말(83,739 mg/100 g)에서 복껍질 건조분말(75,361 mg/100 g)에 비해 더 높았다. 복육 건조분말에서는 glutamic acid가 13,707 mg/100 g으로 가장 높고 다음으로 aspartic acid, lysine, leucine, arginine, alanine, valine, glycine 순이었다. 복껍질 건조분말은 glycine이 14,843 mg/100 g으로 가장 높고, 다음으로 glutamic acid, proline, alanine, arginine의 순으로 높게 나타났다. 유리아미노산은 복육 건조분말에서 25종, 복껍질 건조분말에서 22종이 검출되었는데 taurine이 각각 554.4 mg/100 g과 153.6 mg/100 g으로 가장 높은 함량이었다. 총 유리아미노산의 함량은 복육 건조분말에서 약 1.5배 더 높았으며 특히 cysteine의 경우 복껍질 건조분말에서는 검출되지 않았으나 복육 건조분말에서는 159.3±1.8 mg/100 g으로 정량되었다.

## 문 헌

- Kim HY, Park CC, Lee HB, Ahn BJ, Hur JW, Lee SO, Cho DJ. 1994. Studies on the tastes compounds of wild and cultured fishes (I). *The Report of National Institute of Health* 31: 664-680.
- Kim HY, Park CC, Lee HB, Ahn BJ, Hur JW, Lee SO, Cho DJ. 1995. Studies on the tastes compounds of wild and cultured fishes (II). *The Report of National Institute of Health* 32: 647-666.
- 山本孝史, 井上五郎. 1991. 토혈漿콜레스테롤濃度に及ぼす大豆タンパク質の效果. *日本營養食糧學會誌* 44: 155-161.
- Jeon JK, Arakawa O, Noguchi T. 2000. Toxicity of pufferfish in Korea. 3. Comparison in the toxicity of fresh and frozen pufferfish *Takifugu vermicularis radiatus* (Gukmeribok). *J Korea Fish Soc* 33: 176-178.
- 한국농촌경제연구원. 2005. 식품수급표.
- Do JR, Heo IS, Jo JH, Kim DS, Kim HK, Kim SS, Han CK. 2006. Effect of antihypertensive peptides originated from various marine proteins on ACE Inhibitory activity and systolic blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *Korean J Food Sci Technol* 38: 567-570.
- 한국식품연구원. 2006. 식품통계.
- Do JR, Kim YM, Kim DS, Cho SM, Kim BM. 2007. Trends and development direction in industry of marine processing. *Food Science Industry* 40: 69-82.
- Kim JS, Kim JG, Lee EH. 1997. Screening of by-products from marine food processing for extraction of DHA-contained lipid. *Agric Chem Biotechnol* 40: 215-219.
- Goldberg I. 1994. Designer foods, pharmafoods, nutraceuticals. In *Functional Foods*. Champman & Hall Inc., New York, USA. p 249-256.
- Korhonen H, Pihlanto-Leppala A, Rantamaki P, Tupassela T. 1998. Impact of processing on bioactive protein and peptides. *Trends Food Sci Technol* 9: 307-319.
- Kim HY, Shin JW, Sim GC, Park HO, Kim HS, Kim SM, Cho JS, Jang SM. 2000. Comparison of the taste compounds of wild and cultured eel, puffer and sanke head. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1058-1067.
- Lee MK. 1997. Studies on utilization and lipid composition of nonedible-tissues from *Fugu xanthopterus*. *Korean J Food & Nutr* 10: 213-218.
- Cho YS, Kim DJ, Byun BH, Ko JB. 1994. Effects of dietary proteins on serum cholesterol concentration in rats. *Korean J Food Sci Technol* 26: 479-483.
- Choi KC, Jeon SR, Kim IS, Son YM. 1990. *Coloured illustrations of the freshwater fishes of Korea*. HyangMun, Seoul, Korea. p 22-23, p 214-219.
- 김원일. 1999. 정통 복어요리. 지구문화사, 과천시.
- 식품재료사전편찬위원회. 2007. 식품재료사전. p 80-81.
- Lee MK. 1997. Studies on utilization and lipid composition of nonedible-tissues from *Fugu xanthopterus*. *Korean J Food & Nutr* 10: 213-218.
- Cha BY, Choi JS, Ihm JG, Lee DI, Lee WK, Lee EY, Kim HS, Kim DS. 2000. Separation of tetrodotoxin, DHA and EPA, from pufferfish liver waste. *Korean J Life Sci* 10: 115-124.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Patricia C, ed. Arlington, Virginia, USA. Vol 2, Ch 26, p 36.
- Folch JM, Lee SM, Stranley GHS. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 226: 497-509.
- AOAC. 1995. *Official method of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Yang Y, Han YS, Pyeun JH. 1990. Changes of the composition of nitrogenous compounds in globefish meat extracts by the cooking method. *Korean J Soc Food Sci* 6: 85-95.
- Lee EH, Oh KS, Ahn CB, Chung BG, Bae YK, Ha JH. 1987. Preparation of powdered smoked-dried mackerel soup and its taste compound. *J Korean Fish Soc* 20: 41-51.
- Oh KS. 1994. Changes in lipid components of pollack during sun-drying. *Korean J Food Sci Technol* 26: 123-126.
- Kim KS, Kim DS. 2000. Toxicity and taste components of the pufferfish, *Sphoeroides annulatus* (bull's eye puffer), from Mexico. *J Korean Fish Soc* 33: 75-78.
- Kuninaka A, Kibi M, Sakaguchi K. 1964. History and development of flavor nucleotide. *Food Technol* 18: 287-293.
- Sung NJ, Shim KH. 1981. Studies on the food from fresh water fish. *Korean J Nutr* 14: 80-86.
- Konosu S, Maeda Y, Fujita T. 1960. Evaluation of inosinic acid and free amino acids as testing substance in the katsu-wobushi stock. *Bull Japan Soc Sci Fish* 26: 45-48.
- Oh KS, Kim JG. 1991. Changes in composition of fish meat

- by thermal processing at high temperatures. *Korean J Food Sci Technol* 23: 459-464.
31. Dyerberg J, Bang HO, Stohersen E. 1978. Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis. *Lancet* 2: 117-121.
  32. 失澤一浪, 影山治夫. 1991. 도코사헥사엔산의生理活性. *油化學* 10: 974-978.
  33. Kwon TW, Song YS. 1996. Health functions of soybean foods. Proceeding of IUFOST96 regional symposium on non-nutritional health factors for future foods. Seoul, Korea. Sep 13, 1996.
  34. Shin MK, Han SH. 1999. Effects of soybean extract on serum lipid contents in fat diet rats. *Korean J Food Sci Technol* 31: 809-841.
  35. Heu MS, Kim HS, Jung SC, Park CH, Park HJ. 2006. Food component characteristics of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) roes. *J Korean Fish Soc* 39: 1-8.
  36. Oh SH, Cha YS, Choi DS. 1999. Effect of *Angelica gigas* Nakai diet on lipid metabolism, alcohol metabolism and liver function of rats administered with chronic ethanol. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 42: 29-33.
  37. Sugiyama K, Ozawa M, Muramatsu K. 1985. Dietary sulfur-containing amino acid and glycine as determinant factors in plasma cholesterol regulation in growing rats. *J Nutr Sci Vitaminol* 31: 121-128.
  38. Kritichevsky D, Tepper SA, Klurflod DM. 1987. Dietary protein and atherosclerosis. *J Am Oil Chem Soc* 64: 1167-1172.
  39. Kim JS, Shim IS, Kim MJ. 2009. Glutathion content in various seedling plants, vegetables and the processed foods. *Korean J Food Sci Technol* 41: 592-596.
  40. Aoki T, Takada K, Kunisaki N. 1991. Comparison of nutrient components of six species fishes. *Bull Japan Soc Sci Fish* 56: 1927-1934.
  41. Shin DH, Lee BW. 1990. Savoury material production by fermentation of alaska pollack flesh. *Korean J Food Sci Technol* 22: 786-792.
  42. Kim WJ, Bae TJ, Choi JD, Choi JH, Ahn MH. 1994. A study of exploiting raw material of seasoning by using fish and shells. 1. On composition of seasoning material in cooking by-product. *J Korean Fish Soc* 27: 256-264.
  43. Chesney RW. 1985. Taurine: its biological role and clinical implications. *Adv Pediatrics* 32: 1-42.
  44. Jacobsen JG, Smith LH. 1968. Biochemistry and physiology of taurine and taurine derivatives. *Physiol Rev* 48: 424-451.
  45. Park JE, Sook CH, Park TS. 1998. Effect of dietary taurine or glycine supplementation on plasma and liver free amino acid concentrations in rats. *Korean Nutr Soc* 31: 126-134.

(2010년 1월 6일 접수; 2010년 1월 21일 채택)