

## 가열 처리한 미꾸라지 단백질의 품질

문숙임 · 이수정\* · 류홍수\*<sup>†</sup> · 서재수\*\*

동주대학 식품영양과

\*부경대학교 식품생명과학과

\*\*고신대학교 식품영양학과

## Protein Qualities of Loach as Affected by Cooking Methods

Sook-Im Mun, Soo-Jung Lee\*, Hong-Soo Ryu\*<sup>†</sup> and Jae-Soo Suh\*\*

Dept. of Food and Nutrition, Dongju College, Pusan 604-715, Korea

\*Dept. of Food Life Science, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

\*\*Dept. of Food and Nutrition, Kosin University, Pusan 606-701, Korea

### Abstract

To explore the possibility of using freeze dried loach for instant *choo-o-tang* (Korean traditional loach soup), protein qualities and fatty acid composition were evaluated on boiled and steamed loach. Total lipid and ash content were lowered in both heated (boiled and steamed) loaches due to deboning and eviscerating during cooked meat preparation. Profiles of total amino acids were not changed seriously by the type of cooking, but the amount of essential amino acids were comparable in all samples. Two times more free amino acids were quantified in cooked samples compared to raw meat. Available lysine was marginally decreased by cooking, and that caused some measurable change in trypsin indigestible substrate (TI) in steamed whole loach. *In vitro* protein digestibility of the heated loaches was not altered drastically and the protein quality determined as computed protein efficiency ratio (C-*PER*) was similar for the raw, boiled and steamed loach. The ratios of unsaturated to saturated fatty acids changed measurably in heated whole loach. The results shows that heating caused apparent oxidative deterioration of the polyunsaturated fatty acids.

**Key words:** cooked loach, *choo-o-tang*, protein quality, fatty acid composition

### 서 론

양질의 단백질과 칼슘 및 비타민 A, B<sub>2</sub>, D 등이 많이 함유되어 있는 추어탕은 주로 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*, loach, Chinese mud-fish)와 미꾸리 (*Misgurnus anguillicaudatus*)를 이용한 우리나라의 대표적인 가을철 보신식품으로 알려져 있다(1). 또한 이 어종들은 식물성 먹이를 주식으로 우리나라를 비롯한 중국 및 일본의 담수역에 널리 분포하여 최근에는 각광 받는 담수양식 어종으로 1996년의 경우 약 1,000여 ton (2)이 생산되어 이제는 계절에 관계없이 취식 가능하게 되어 있는 실정이다. 그러나 취식 빈도가 높음에도 불구하고 부재료, 양념, 조리법 등이 지역에 따라 아주 달라 조리방법의 표준화가 시급하다(3). 또한 한국 전통식

의 산업화 추세로 탕류의 즉석식품화가 활발하게 이루어지고 있음에도 수산단백식품을 이용한 즉석식은 북어국 이외에는 시도된 경우가 없으므로 추어탕의 즉석식품화 시도는 산업적으로 가치가 있을 것으로 판단된다. 일반적으로 수산식품의 즉석화 과정에는 전처리의 번거로움과 저장성 그리고 부적절한 열처리로 인한 영양가 손실 등이 제일 큰 장애가 될 수 있으므로 이에 대한 면밀한 검토가 먼저 이루어져야 할 것이다. 본 실험에서는 이용빈도가 높음에도 불구하고 정미성분에 대한 연구(4,5)와 생시료의 영양성분 분석(6) 그리고 고온가압 처리한 가수분해물의 영양성(7)에 관한 연구에만 그치고 있는 미꾸라지의 즉석 추어탕 재료로의 이용 가능성을 타진하고자 하였다. 이를 위하여 익힌 미꾸라지 육을 파쇄하고 체에 받혀 뼈를 추려낸 원료를 이용하는

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

경상도식 추어탕 재료의 단백질 품질과 지방산 조성을 실험하여 추어탕 재료에 대한 전처리 과정의 영향을 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

살아있는 미꾸라지(*Misgurnus mizolepis*, 체중  $5.92 \pm 1.45\text{g}$ , 체장  $11.30 \pm 0.43\text{cm}$ )를 부산 남천동 소재 해변 시장에서 구입하여 약간의 소금을 뿌려 1시간 가량 해감 및 점질물을 문지르면서 제거한 뒤 흐르는 물에 깨끗이 씻어서 실험에 사용하였다.

### 열처리 시료의 조제

통미꾸라지와 내장제거 미꾸라지의 시료 중량에 대하여 4배의 수도수를 가하여  $97 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 1시간 삶아 boiled 시료를 만들었으며, steamed 시료는 고압솥에 시료 중량의 2배의 물을 붓고  $110^\circ\text{C}$ 에서 15분간 찌서 만들었다. 삶거나 찐 미꾸라지를 체 위에서 으깨고 열처리 후 남은 물로 체에 내리면서 뼈를 추려내어 추어탕 시료를 제조하였다. 체에 거를 때 사용한 물과 섞여 걸쭉한 상태인 추어탕용 미꾸라지를  $-75^\circ\text{C}$ 에서 급속 동결하여 진공동결건조 시킨 후(Freezer dryer, FDU-830, EYELA), 굵게 갈아 표준체(No.20 mesh)에 통과시킨 후 시료병에 넣어  $-75^\circ\text{C}$  동결고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

### 일반성분의 분석

수분은  $105^\circ\text{C}$  상압건조법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 회분은  $550^\circ\text{C}$  건식회화법으로 분석하였다(8).

### 아미노산 분석

구성아미노산은 6N HCl을 이용한 산가수분해법으로 시료를 처리하여 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech.)로 분석하였으며, cysteine은 Felker와 Waines(9)의 방법에 따라, tryptophan은 Spies와 Chamber(10)의 방법으로 실험하였다.

유리아미노산은 80% ethanol로 추출한 시료에 5'-sulfosalicylic acid(SSA)를 첨가하여 조제한 상층액을 lithum loading buffer(pH 2.2)로 정용(10ml)하여 아미노산 분석기(Biochrom 20, Pharmacia biotech.)로 분석하였으며, 유리아미노산 총량을 정량하기 위해서는 Ro-

wlet와 Murphy(11) 및 Church 등(12)의 OPDA법을 사용하였으며, 결과는 DL-leucine와 DL-lysine 당량으로 표시하였다.

### *In vitro* 방법에 의한 단백질 품질측정

유효성 lysine의 함량은 Carpenter(13)의 방법으로 실험하였으며, trypsin 비소화성물질(Trypsin Indigestible substrate, TI)의 정량은 Rhinehart법(14)을 개량한 Ryu와 Lee(15)의 방법으로 측정하였다. *In vitro* 단백질 소화율은 Satterlee 등(16)과 AOAC(17)방법을 수정한 Ryu 등(18)의 방법에 따라 다음의 식으로 계산하였다.

*In vitro* digestibility(%)=

$$151.944015 - 8.785450 \cdot X_1 - 1.138901 \cdot X_2$$

$X_1$ : 효소가수분해 20분 경과 후의 pH

$X_2$ : D-Leu 당량으로 나타낸 효소가수분해전 시료 중의 유리아미노산 함량

C-PER(Computed Protein Efficiency Ratio), DC-PER(Discriminant Computed Protein Efficiency Ratio) 및 Predicted digestibility는 AOAC(17)의 방법에 따라 계산하였다.

### 지방산 조성 분석

총지질은 Bligh와 Dyer법(19)으로 추출하였는데, 시료를 methanol과 choloform으로 추출한 후 분액 여두에서 methanol 층을 제거하고 탈수시켜 진공농축( $40^\circ\text{C}$  이하)한 것을 지질 분석 시료로 하였으며, 지방산 분석은 Choi 등의 방법(20)으로 행하였다. 즉, 추출된 지질에 methanolic-HCl kit 시약을 가해 sand bath에서 methylation( $95^\circ\text{C}$ , 60min.)시킨 후 hexane으로 상층액을 2회 회수하였다. 회수된 상층액은 질소로 농축하여 injection 직전에 hexane에 녹여 gas chromatography(Simazu GC-14B, Japan)로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

본 실험에 사용한 미꾸라지의 일반성분의 분석결과를 Table 1에 나타내었다. 미꾸라지 건조 분말을 만들어 저장할 경우 발생할 것으로 예상되는 지방의 산패 현상을 지연시키기 위하여 내장을 제거할 경우 내장에 다량 함유된 지질이 제거됨으로써 통미꾸라지에 비해

Table 1. Proximate composition of the raw and cooked loaches

(%)

Sample	Moisture	Total lipid	Protein(N×6.25)	Crude ash
Whole				
Raw	74.77	3.40(13.48) <sup>3)</sup>	16.07(63.67)	4.31(17.08)
Boiled <sup>1)</sup>	87.74	3.40(27.73)	6.88(56.16)	1.97(16.09)
Steamed <sup>2)</sup>	87.68	2.47(20.05)	6.40(52.01)	1.65(13.39)
Eviscerated				
Raw	75.16	2.49(10.02)	15.20(61.20)	4.94(19.89)
Boiled	87.33	2.62(20.65)	6.55(51.74)	1.72(13.55)
Steamed	88.17	2.34(19.79)	6.07(51.30)	1.84(15.53)

<sup>1)</sup>Boiled at 97.1±1°C for 1 hour.<sup>2)</sup>Steamed at 110°C for 15 min.<sup>3)</sup>Results in parenthesis were expressed as dry basis.

지방의 함량이 7% 정도(건물 중량기준) 낮아졌으며, boiling한 것의 지방제거 정도가 약간 높았다. 또한 가열처리를 한 것은 생육에 비해 회분의 함량이 2.7~3.2% 정도 낮아졌는데 이것은 생미꾸라지를 가공 처리하여 추어탕을 만드는 과정에서 뼈를 추려내기 때문인 것으로 여겨지며 단백질 함량은 내장 제거 여부 및 열처리 조건에 따라 별다른 함량 차이를 보이지 않았다. 여러 연구자들의 분석결과에 따르면 미꾸라지는 수분 72.9~78.6%, 단백질 16.2~19.1%, 회분 2.2~4%로 본 실험의 결과와 유사한 값을 나타내나(4,6,21), 지질함량은 0.16~8.6%로 연구보고자들에 따라 함량차이가 큰 것을 알 수 있는데 이는 어종, 식이, 성별, 성숙도, 서식환경, 어획시기 등이 지질과 그 조성에 미치는 영향이 매우 크기

때문인 것으로 생각된다(22,23). 일반적으로 미꾸라지는 붕어, 잉어, 가물치 등과 같은 담수어에 비해 회분의 함량이 3% 정도 높으며 뱀장어(지질 17.1%) 보다는 지질 함량이 낮았다(24).

#### 구성아미노산과 유리아미노산

일반적으로 식품단백질의 기본적인 품질은 구성 및 유리아미노산의 총량 그리고 그 조성 및 필수아미노산 : 비필수아미노산의 비율 등으로 결정된다. Table 2에서는 통미꾸라지와 내장제거미꾸라지의 가열방법에 따른 구성아미노산 조성을 비교하였다. 표에서 보듯이 가열처리 시료의 필수아미노산 분포 비율이 생시료에 비하여 약간씩 떨어지며 내장을 제거한 시료일수록, bo-

Table 2. Total amino acid profiles of various cooked loaches

(g/16g-N)

Amino acid	Whole			Eviscerated		
	Raw	Boiled <sup>1)</sup>	Steamed <sup>2)</sup>	Raw	Boiled	Steamed
Essential						
His	2.60	2.55	2.38	1.85	1.41	1.54
Ile	4.51	4.88	5.28	4.51	5.16	5.40
Leu	7.37	8.36	8.53	9.10	7.60	7.92
Lys	8.91	8.65	8.00	9.20	8.12	8.26
Met	2.72	2.09	2.11	2.79	2.45	2.49
Cys	1.12	1.16	1.19	0.88	1.26	1.29
Phe	4.20	4.42	4.47	5.16	4.44	4.49
Thr	3.80	3.91	4.16	4.71	4.24	4.26
Trp	0.88	0.97	0.99	0.90	1.01	1.12
Val	4.72	4.51	4.71	5.03	4.44	4.53
Nonessential						
Ala	5.68	6.10	6.56	5.96	6.47	6.18
Arg	5.32	5.32	5.46	5.89	5.38	5.49
Asp	9.92	9.27	9.90	9.46	9.16	9.54
Glu	14.90	11.38	12.24	15.12	13.34	14.67
Gly	5.21	6.28	6.25	4.68	6.46	6.84
Pro	3.22	3.14	3.18	3.60	3.13	3.06
Ser	3.22	3.20	3.17	4.44	3.02	3.14
Tyr	3.40	2.29	3.22	2.85	2.36	2.29
Amm	1.35	1.54	1.55	1.25	1.34	1.40
Total	93.05	94.02	93.35	95.53	92.79	92.91

<sup>1)</sup>Boiled at 97.1±1°C for 1 hour.<sup>2)</sup>Steamed at 110°C for 15 min.

iling한 시료일수록 그 정도가 심하여 100°C 부근에서 1 시간 정도 끓이는 것이 110°C에서 15분간 찌는 것보다 필수구성아미노산 손상에 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 또한 단백질 품질에 결정적인 영향을 미치는 필수 아미노산인 lysine과 methionine의 손상정도가 다른 아미노산보다 커서 장시간 boiling은 미꾸라지 조리식품의 단백질 영양성에 불리할 것으로 예측된다. 다른 연구자들도(21,22) 수산식품단백질의 구성아미노산 분포에 대한 가열처리 영향을 100°C정도에서 1시간 이상 가열하는 예비가열 단계에서의 단백질 품질 손상이 115~124°C에서 20분 이내의 살균처리보다 심각하다는 보고가 있는데 어체의 크기가 비교적 작은 미꾸라지 시료의 경우는 이러한 영향이 심각할 것으로 생각된다.

Table 3에서는 가열처리에 따른 미꾸라지 시료중의 유리아미노산 조성율, 그리고 Table 4에서는 OPDA법(11,12)에 의한 유리아미노산 총량을 표시하였다. 유리아미노산 총량은 내장 유무와 관계없이 steaming한 것이 boiling한 것보다 약간 높게 나타났으나, 통미꾸라지를 boiling한 경우에는 오히려 steaming한 것보다 OPDA법으로 높게 정량되는 특이한 결과를 보였다. 유리아미노산의 총량은 일반적으로 시료를 다루는 방법에 따라 크게 영향을 받을 수 있는데, boiling할 때 가열 용기에서 시료 미꾸라지를 건져내어 정량했다면 수용성 유리아미노산이 가열액 중으로 빠져나가기 때문에 steaming 시료보다 낮게 정량될 가능성이 높아진다. 그러나 본 실험에서는 가열하여 으갠 미꾸라지 육을 가열액을 부

Table 3. Free amino acid content of various heated loaches

(mg/100g solid)

Amino acid	Sample					
	Whole			Eviscerated		
	Raw	Boiled <sup>1)</sup>	Steamed <sup>2)</sup>	Raw	Boiled	Steamed
Phosphoserine	2.62	5.37	5.60	2.85	5.39	6.07
Taurine	215.58	442.51	465.20	232.60	439.81	465.20
Urea	32.57	66.80	69.66	35.47	66.99	75.46
Phosphoethanolamine	13.62	27.93	29.13	14.83	28.02	31.55
Aspartic acid	14.32	28.47	30.16	15.50	28.81	32.18
Hydroxyproline	13.62	27.93	29.13	14.83	28.02	31.55
Threonine	45.86	91.72	100.89	51.10	94.34	111.37
Serine	28.34	58.13	60.61	30.86	58.29	65.66
Asparagine	43.48	89.18	92.99	47.35	89.44	100.73
Glutamic acid	31.11	64.59	66.17	33.22	64.86	72.24
Sarcosine	21.56	44.22	46.11	23.48	44.35	49.95
$\alpha$ -Aminoapicid acid	9.76	20.02	20.87	10.63	20.08	22.61
Proline	59.17	115.52	123.98	64.81	115.52	132.43
Glycine	393.69	818.14	848.89	424.45	818.14	910.41
Alanine	73.08	150.08	157.91	78.30	147.47	169.65
Citrulline	13.98	28.67	29.90	15.22	28.76	32.39
$\alpha$ -Aminobutyric acid	11.45	23.48	24.49	12.47	23.55	26.53
Valine	42.24	84.48	86.36	47.87	85.42	95.74
Cysteine	29.81	46.84	59.62	29.81	51.10	55.36
Methionine	39.14	84.54	87.67	42.27	87.67	97.07
Isoleucine	39.15	80.31	84.32	41.16	79.30	90.35
Leucine	49.86	103.23	107.44	56.18	104.64	117.98
Tyrosine	26.98	58.96	59.96	29.98	58.96	64.95
$\beta$ -Alanine	15.32	31.42	32.77	16.68	31.51	35.49
Phénylalanine	31.80	67.58	70.56	37.76	69.56	77.51
$\beta$ -Aminoisobutyric acid	17.97	36.86	38.43	19.57	36.96	41.63
$\gamma$ -Aminobutyric acid	16.21	33.25	34.67	17.65	33.34	37.55
Ammonia	25.68	53.69	53.69	25.68	56.03	60.70
Ornithine	15.31	31.40	32.74	16.67	31.49	35.47
Lysine	67.73	140.23	141.18	73.45	137.37	150.72
Histidine	46.89	96.12	98.47	51.58	98.47	107.85
3-Methylhistidine	14.49	29.72	30.99	15.78	29.81	33.57
Anserine	90.32	185.25	193.18	98.36	185.78	209.25
Carnosine	23.23	47.64	49.68	25.30	47.78	53.82
Arginine	20.49	42.06	44.57	21.93	42.06	50.69
Total	1,636.43	3,356.34	3,507.99	1,775.65	3,369.09	3,751.68

<sup>1)</sup>Boiled at 97±1°C for 1 hour.<sup>2)</sup>Steamed at 110°C for 15 min.

Table 4. Free amino acid content of various loaches determined by OPDA method (% dry base)

Sample	Free amino acid	
	DL-Leu <sup>1)</sup>	DL-Lys <sup>1)</sup>
Whole		
Raw	1.52±0.01	1.30±0.01
Boiled <sup>2)</sup>	3.52±0.01	3.02±0.01
Steamed <sup>3)</sup>	2.59±0.06	2.56±0.02
Eviscerated		
Raw	1.66±0.04	1.42±0.03
Boiled	2.79±0.02	2.40±0.01
Steamed	2.97±0.01	2.56±0.01

<sup>1)</sup>DL-Leu and DL-Lys: Determined as equivalent of DL-leucine and DL-lysine.

<sup>2)</sup>Boiled at 97±1°C for 1 hour.

<sup>3)</sup>Steamed at 110°C for 15 min.

으면서 걸러내었기 때문에 수용성 유리아미노산 유출로 인한 총량손실은 어느 정도 상쇄되리라 생각하지만 이 과정 중에 수용성 유리아미노산의 손실은 감수할 수밖에 없을 것으로 생각된다. 결론적으로 가열처리에 의하여 미꾸라지 아미노산 총량은 생시료의 2배정도 증가하며, 붕어추출물의 유리아미노산 총량은 steaming이 boiling보다 높다고 보고한 Yang 등(23)의 연구결과와 같이 내장제거 시료일수록 steaming에 의한 그 증가폭이 컸었다. Yang과 Lee(5)는 미꾸라지 背肉중의 유리아미노산을 분석한 연구에서 histidine이 가장 많고 threonine, glycine, alanine 등의 아미노산이 많은 것으로 보고하였으나, 본 실험에서는 histidine과 threonine의 양이 그다지 많지 않았으며, 대신 glycine이 제일 많고 taurine, alanine 순으로 많이 함유되어 있었으며, 가열 처리한 시료에서는 특히 taurine이 생시료에 비해 2배 이상 정량되는 결과를 보였다.

#### 유효성 lysine과 trypsin 비소화성물질

열처리에 따른 미꾸라지 단백질의 품질 변화를 알아보기 위하여 lysine의 유효도와 단백질과 다른 성분간의 상호반응으로 생성되는 trypsin 비소화성 물질의 함량(TI)을 측정된 결과를 Table 5에 나타내었다. 일반적으로 식품단백질을 열처리할 경우에는 lysine의 ε-amino group이 glucose 또는 glucose-6-phosphate와 같은 환원성물질과 서로 반응하여 소화효소의 가수분해 활성에 저항성이 높은 물질을 생성하게 된다. 또한 단백질 자체 내에서 lysine이나 arginine 등이 aspartic acid와 glutamic acid의 유리산 그룹(free acid group), 또는 asparagine과 glutamine의 amide group들과 상호반응을 일으켜 단백효소의 가수분해가 어려운 물질

Table 5. Available lysine and trypsin indigestible substrate(TI) content of raw and cooked loaches

Sample	Available lysine	TI
	(g/16g-N)	(mg/g solid)
Whole		
Raw	7.50(100.0) <sup>1)</sup>	12.26
Boiled	7.20( 96.0)	13.42
Steamed	7.11( 94.8)	18.50
Eviscerated		
Raw	7.74(100.0)	12.44
Boiled	7.03( 90.8)	12.60
Steamed	6.68( 86.3)	13.79

<sup>1)</sup>% of total lysine.

을 만들어내기도 한다. 어체의 크기가 작고 조직이 취약한 미꾸라지는 통미꾸라지육일 경우 약 1시간 끓이거나 110°C에서 15분간 steaming하면 4~5% 정도의 유효성 lysine이 감소되거나 내장제거육일 경우는 10~14% 정도 감소되었으며, steaming에 의한 영향이 큼을 알 수 있었다. 수산식품단백질의 lysine 유효도는 통조림 살균조건에 따른 단백질 품질 변화를 확인하는데 많이 이용되는데(21,22,25,26), Seet 등(21)은 참치육을 화열 살균하거나 100°C에서 3시간 예열하면 lysine의 유효도는 98%정도 유지되나 115°C에 살균(Fo 10)하면 유효도는 88%로 떨어진다고 보고하고 있어 100°C 정도에서의 열처리는 lysine의 유효도에 별 영향을 미치지 못한다고 볼 수 있다. 이와 유사한 결과들은 다른 연구자들의(21,23,26) 통조림 살균 조건에 따른 lysine 유효도 실험의 결과(110~125°C에서 70~85% 수준)에서도 확인할 수 있었다. 한편, 열처리로 인한 TI의 생성은 유효성 lysine과 관련있는 amino-carbonyl 반응 산물과 단백질-지질 상호반응에 의한 비소화성물질들을 포괄하는 것으로 수용성이 높아 boiling 시료에서는 비교적 낮게 정량되는 경향이 있다고 보고되고 있다(15). 본 실험에서도 통미꾸라지 시료는 boiling한 시료의 TI 함량이 steaming한 시료보다 월등히 낮은 결과를 보였는데 지질함량이 높은 내장을 제거하여 지질함량이 낮은 내장제거 시료에서는 별 차이를 보이지 않았다. 이는 TI생성에는 amino-carbonyl 반응물질도 관여하지만 단백질-지질 상호반응물질도 크게 관련이 있어 지질함량이 낮은 수산 단백질 식품의 TI 생성량은 상대적으로 낮아질 가능성을 시사하고 있다.

#### In vitro 방법에 의한 단백질 품질

Table 6에서는 in vitro 소화율, C-PER, 예측 소화율(predicted digestibility) 및 DC-PER을 나타내었다. In vitro 소화율은 생시료에 비하여 열처리 시료가 오

Table 6. *In vitro* protein quality of freeze-dried loach samples

Sample	<i>In vitro</i> digestibility <sup>1)</sup>	Predicted digestibility <sup>1)</sup>	C-PER	DC-PER
ANRC casein	90.30	87.74	2.50	2.50
Whole				
Raw	92.80	89.04	2.50	2.50
Boiled <sup>2)</sup>	91.36	84.12	2.50	2.08
Steamed <sup>3)</sup>	91.31	93.53	2.60	2.50
Eviscerated				
Raw	92.74	83.17	2.60	2.70
Boiled	91.49	77.25	2.59	2.74
Steamed	91.47	75.82	2.60	2.74

<sup>1)</sup>% digestibility.

<sup>2)</sup>Boiled at 97±1°C for 1 hour.

<sup>3)</sup>Steamed at 110°C for 15 min.

히려 1~2% 정도 낮았는데 이는 적절한 열처리 조건에서 벗어날 경우에는 *in vitro* 소화율이 떨어진다는 보고(15)에서 보듯이 대부분의 열처리된 수산식품 단백질의 소화율은 여러 가지의 소화율 저하요인(유효성 lysine, TI 등)들로 인하여 생육에 비하여 낮을 수밖에 없음을 알 수 있다(7,21,25,26). 내장을 제거한 미꾸라지가 통미꾸라지보다 소화율이 높은 것은 통미꾸라지일 때 내장 중의 지질이 불용성 단백질을 증가시켜 소화율을 저하시켰기 때문인 것으로 생각된다(27). 미꾸라지 생육의 C-PER은 표준단백질인 ANRC casein과 같은 수준(통미꾸라지)이거나 약간 높은 정도(내장제거 미꾸라지)였으며, 내장제거 시료에서는 열처리에 따른 변화는 발견되지 않았다. 아미노산 조성만으로 계산된 DC-PER의 경우 통미꾸라지는 C-PER보다 낮게, 내장제거

미꾸라지는 높게 나타나 일관성이 없는 결과를 보였고, 예측소화율(predicted digestibility)도 이와 유사한 경향을 보여 이 방법들에 의한 단백질 품질평가는 적절하지 않은 것으로 판단된다. 한편, Ryu 등(7)은 미꾸라지 생육의 rat-PER은 2.10, *in vivo* 소화율은 90%로 보고하고 있어 C-PER이 rat-PER보다 지나치게 높게 나타난 것은 높게 계산된 *in vitro* 소화율의 영향 때문이라고 생각된다.

#### 구성지방산 조성의 변화

앞에서 기술했듯이 지질함량이 높은 수산식품단백질의 품질은 단백질-지질 상호반응에 의하여 크게 영향을 받을 수 있으므로 총지질의 지방산 조성에 따라 상호반응의 정도가 달라질 수 있다(27). 이를 확인하기 위

Table 7. Fatty acid composition of raw and heated loaches

Fatty acid	Sample (%)					
	Whole			Eviscerated		
	Raw	Boiled <sup>1)</sup>	Steamed <sup>2)</sup>	Raw	Boiled	Steamed
14:0	3.13	2.49	2.61	3.16	2.55	3.02
16:0	18.95	19.75	19.11	17.01	16.84	17.45
18:0	5.34	7.46	7.26	4.38	7.88	4.94
Saturates	27.42	29.71	28.98	24.54	27.27	25.41
16:1	17.92	16.97	16.62	17.29	17.95	18.07
18:1	19.00	20.75	21.10	21.01	20.86	21.37
20:1	2.38	2.44	2.60	2.86	3.09	3.18
22:1	0.61	0.66	0.80	0.54	0.38	0.31
Monoenes	39.92	40.82	41.12	41.70	42.27	42.94
18:2	11.35	10.66	10.02	13.75	12.66	12.74
18:3	4.55	3.85	3.76	4.44	3.61	3.98
20:4	6.25	5.11	5.70	5.46	4.74	5.16
20:5	3.96	3.69	3.81	3.67	3.30	3.45
22:5	2.88	2.63	2.75	2.73	2.52	2.47
22:6	3.68	3.55	3.60	3.71	3.63	3.86
Polyenes	32.66	29.47	29.90	33.76	30.47	31.65
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
(20:5+22:6/16:0)	0.40	0.37	0.39	0.43	0.41	0.42

<sup>1)</sup>Boiled at 97±1°C for 1 hour.

<sup>2)</sup>Steamed at 110°C for 15 min.

하여 열처리한 미꾸라지 총지질의 지방산 조성을 Table 7에 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 생육 및 열처리 미꾸라지의 포화지방산, 모노엔산, 폴리엔산 비율은 24.5~29.7, 39.9~42.9, 29.5~33.7이었으며, 포화지방산 중에는 C<sub>16:0</sub>가, 모노엔산 중에는 C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:1</sub>이, 그리고 폴리엔산 중에서는 C<sub>18:2</sub>의 함량이 높았다. Yamada와 Hayashi(28)는 22종의 해산어류 및 연체류의 지방산 조성측정에서 총 모노엔산, C<sub>18:1</sub>의 함량은 담수어와 해수어 모두 유사하나 C<sub>16:1</sub>, C<sub>18:2</sub>, C<sub>18:3</sub>은 담수어가 C<sub>20:5</sub>, C<sub>20:1</sub>, C<sub>22:1</sub>, C<sub>22:6</sub>은 해수어가 풍부하다고 보고하였으며, Wang 등(29)은 강 상류 담수어 8종에 대한 지방산조성 분석 결과 모노엔산으로는 C<sub>18:1</sub>이, 폴리엔산으로는 C<sub>18:2</sub>, C<sub>18:3</sub>, C<sub>20:5</sub>, C<sub>22:6</sub>이 풍부하다고 하여 본 실험의 결과와 일치하였다. 내장을 제거한 것은 통째군에 비해 모노엔산과 폴리엔산이 많았으며, 다가 불포화지방산 잔존율(C<sub>20:5</sub>+C<sub>22:6</sub>/C<sub>16:0</sub>)의 경우 생것에 비해 열처리를 한 것이 조금 낮았는데 이는 가열처리 과정 중 지질 산패가 다소 진행되었음을 의미한다.

## 요 약

미꾸라지의 즉석 추어탕 재료로의 이용 가능성을 타진하기 위하여 가열 미꾸라지육의 단백질 품질과 총 지질의 지방산 조성을 실험한 결과는 다음과 같다. 전처리 과정에서 미꾸라지의 뼈가 상당히 제거됨으로 회분 함량이 30% 정도 감소되었으며 지방함량은 내장 제거 후 가열한 시료에서만 감소되었다. 가열에 의한 총 아미노산 조성의 큰 변화는 없었으나 아미노산 총량에 대한 필수아미노산 비율은 낮아져 boiling한 시료에서 그 정도가 심하였다. 가열시료에서는 생시료에 비해 2배 이상의 유리아미노산이 정량되었으며, glycine, alanine 및 taurine이 주요 유리아미노산이었다. Steaming에 의하여 내장제거 미꾸라지의 유효성 lysine이 14% 정도 감소되었으나, trypsin 비소화성물질(TI)의 함량은 변화가 없는 대신 내장이 포함된 통미꾸라지에서는 유효성 lysine저하에 비하여 TI 증가가 현저하여 미꾸라지 지방 산패와 단백질품질 저하현상과 관련이 있음을 알 수 있었다. 가열처리 미꾸라지의 *in vitro* 단백질 소화율은 생시료에 비하여 1~2% 저하되었으며, C-PER로 평가한 가열 미꾸라지의 전체적인 단백질 품질은 시료간의 큰 차이는 발견되지 않았다. 총지질의 지방산 조성은 생육과 가열 시료간에 큰 차이는 없었으나 고도불포화지방산의 잔존율이 열처리한 시료에서 낮아 가열과정 중 지질 산패가 진행되었음을 확인할 수 있었다.

## 감사의 글

이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

## 문 헌

1. 姜仁姬 : 韓國人の 保養食. 大韓教科書, 서울, p.165(1992)
2. 해양수산통계연보 : 어종별 생산량. 해양수산부, p.990 (1997)
3. Lee, Y. K., Chun, H. J. and Lee, H. G. : A bibliographical study on the Goomguk in Korea. *Korean J. Dietary Culture*, **7**, 339(1992)
4. Yang, S. T., Park, Y. S. and Lee, E. H. : Free amino acid content in the extract of loach, *Misgurnus Anguillicaudatus*. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **11**, 155(1978)
5. Yang, S. T. and Lee, E. H. : Taste compounds of freshwater fishes 9. Taste compounds of wild loach meat. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **17**, 177(1984)
6. Kim, H. S. and Lee, H. K. : Studies on the nutritional value of loach *Misgurnus mizolepis*. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**, 296(1985)
7. Ryu, H. S., Moon, J. H., Hwang, E. Y. and Yoon, H. D. : High temperature-cooking effects on protein quality of fish extracts. *J. Food Sci. Nutr.*, **3**, 241(1998)
8. AOAC : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D.C., p.237(1990)
9. Felker, D. J. and Waines, W. B. : Colorimetric screening assay for cystine and cysteine in legume seed meals. *Anal. Biochem.*, **87**, 641(1987)
10. Spies, J. R. and Chamber, D. C. : Chemical determination of tryptophan study of color forming reaction of tryptophan  $\rho$ -dimethylamino benzaldehyde and sodium nitrate in sulfuric acid solution. *Anal. Chem.*, **20**, 30(1948)
11. Rowlet, R. and Murphy, J. : A convenient spectrophotometric method for the kinetic analysis of the enzymatic hydrolysis of N-acyl peptides using *o*-phthalaldehyde. *Anal. Biochem.*, **112**, 163(1981)
12. Church, F. C., Swaisgood, H. E., Porter, D. H. and Catignani, G. L. : Spectrophotometric assay using *o*-phthalaldehyde for determination of proteolysis in milk and isolated milk proteins. *J. Dairy Sci.*, **66**, 1219 (1983)
13. Carpenter, K. J. : The estimation of available lysine in animal protein foods. *J. Biochem.*, **77**, 604(1960)
14. Rhinehart, D. : A nutritional characterization of the distiller's grain protein concentrates. MS thesis of Univ. of Nebraska Lincoln(1975)
15. Ryu, H. S. and Lee, K. H. : Effect of heat treatment on the *in vitro* protein digestibility and trypsin indigestible substrate content in some seafoods. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**, 1(1985)
16. Satterlee, L. D., Kendrick, J. G. and Miller, G. A. : Rapid *in vitro* assays for estimating protein quality. *Food Tech.*, **31**, 78(1979)

17. AOAC : Calculated protein efficiency ratio(C-PER and DC-PER), Official first action. *J. AOAC*, **65**, 496 (1982)
18. Ryu, H. S., Hwang, E. Y., Lee, J. Y. and Cho, H. K. : A new regression equation of pH drop procedure for measuring protein digestibility. *J. Food Sci. Nutr.*, **3**, 180(1998)
19. Bligh, E. G. and Dyer, W. J. : A rapid method of lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911(1959)
20. Choi, J. H., Kim, I. S. and Yoon, T. H. : Studies on anti-aging action of brown algae(*Undaria pinnatifida*) 2. Dose effect of alginic acid as a modulator of anti-aging action in liver membranes. *Bull. Korean Fish Soc.*, **25**, 181(1992)
21. Seet, S. T., Heil, J. R., Leonard, S. J. and Brown, W. D. : High vacuum flame sterilization of canned diced tuna: preliminary process development and quality evaluation. *J. Food Sci.*, **48**, 364(1983)
22. Tanaka, M. and Kimura, S. : Effect of heating condition on protein quality of retort pouched fish meat. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 265(1988)
23. Yang, Y., Han, Y. S. and Pyeon, J. H. : Changes of the composition of nitrogenous compounds in globefish meat extracts by the cooking method. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **6**, 85(1990)
24. 농촌진흥청 농촌영양개선 연구원 : 식품성분표(제 4차 개정판). p.118(1991)
25. Tanaka, M., Nagashima, Y. and Taguchi, T. : Quality comparison of canned mackerel with equal lethality. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **51**, 1737(1985)
26. Banga, J. R., Alonso, A. A., Gallardo, J. M. and Perez-Martin, R. I. : Degradation kinetics of protein digestibility and available lysine during thermal processing of tuna. *J. Food Sci.*, **57**, 913(1992)
27. Kim, S. A., Lee, K. H. and Ryu, H. S. : Factors influencing on the drop of *in vitro* protein digestibility in dried fish meat. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **15**, 45(1986)
28. Yamada, M. and Hayashi, K. : Fatty acid composition of lipids from 22 species of fish and mollusk. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **41**, 1143(1975)
29. Wang, Y., Miller, M. P. and Addis, P. B. : Omega-3 fatty acids in lake superior fish. *J. Food Sci.*, **55**, 71 (1990)
30. Wang, Y., Miller, M. P. and Addis, P. B. : Omega-3 fatty acids in Lake Superior fish. *J. Food Sci.*, **55**, 71(1990)

(1998년 11월 2일 접수)