

양식어류 고음과 잔사의 단백질 품질평가

조현경 · 황은영 · 문정혜 · 류홍수[†]

부경대학교 식품생명과학과

Protein Nutritional Qualities of Fish Meat Extracts and Their Residues

Hyun-Kyoung Cho, Eun-Young Hwang, Jeong-Hae Moon and Hong-Soo Ryu[†]

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

Abstract

To confirm the food quality of conventionally processed fish extracts, protein quality of boiled crucian carp (*Carassius carassius*) and bastard halibut (*Paralichthys olivaceus*) extracts and their residues were evaluated. For the both fish extracts, some of the essential amino acids were lowered significantly but two times more proline and glycine were detected in extracts than those in raw fish meats. Boiling (100°C, 5 hours) caused 1.8 (crucian carp) ~ 2.4 (bastard halibut) times more total free amino acid contents in fish extracts as compared to those in original fish meats. Taurine, glutamic acid, proline, lysine, and ammonia were the predominant free amino acids released in fish extracts. *In vitro* digestibility of boiled fish extracts were lower at a level of 4~6% than those of raw fish meats. Fish extraction residue had a higher *in vitro* digestibility and had a 60% lower level of TI than that of original fish meats. 18 (bastard halibut) ~ 24% (crucian carp) of available lysine was reduced in boiled fish extracts but a remarkable variation was not noted between extracts and residues. PERs and NPRs of fish extracts were significantly lower than those of casein, while those values of extraction residue were slightly higher as compared to those of control (ANRC casein). *In vivo* apparent digestibility exhibited a similar trend to *in vitro* digestibility. Hematological properties in serum of rat fed with fish extracts and residue were not changed significantly but the serum cholesterol concentration were reduced in rats fed fish extraction residue comparing with those of control. These results suggest that body weight loss due to fish extracts may not affect physiological changes.

Key words: protein qualities, fish extracts, extraction residue

서 론

어류 고음은 옛날부터 보양(補陽), 보온(保溫) 등의 효과가 있는 것으로 알려져 가정에서 손쉽게 조리되어 이용된 우리나라 전통 수산조리식품 중의 하나이다. 특히, 우리나라 담수 전역에 분포하고 있는 붕어(*Carassius carassius*)는 옛날부터 풍미와 소화율이 높은 단백질 때문에 영양이 풍부하다 하여 전통적인 자양 식품으로 알려져 있어, 몸을 補하는 음식으로 알려진 고음 재료로 많이 이용되어 왔다. 또한 붕어 육은 지방 함량이 3% 전후밖에 되지 않아 담백한 맛을 내며 지방의 대부분이 불포화지방산으로 되어 있기 때문에 고혈압이나 동맥경화 등 혈관질환을 앓는 사람들에게 좋은

것으로 알려져 있으며, 중국의 민간요법에선 복수증과 만성신장염, 폐결핵 치료에 이용되어 왔다. 한편, 우리나라의 대표적인 해수양식어종인 넙치(*Paralichthys olivaceus*)는 보통 광어라 불리우며, 풍미 및 조직감이 뛰어나 돌류와 함께 헛감용으로 이용되어지는 최고급 어종으로 가을부터 겨울에 이르는 동안 맛이 가장 좋아진다고 알려져 있으며, 어린이의 발육에 필요한 라이신이 특히 많아 어린이나 노인 또는 회복기에 있는 사람에게 훌륭한 식품으로 권장되고 있다(1,2). 지금까지 우리나라에서 발표된 양식 어류에 관한 연구들은 주로 정미성분에 관한 연구(3-7), 부위별 지질성분의 분포, 단백질 및 아미노산 조성(8-10), 천연 및 양식산 어류의 성분비교(11), 양식 어류의 가공 중 일어나는 단백질과

[†]To whom all correspondence should be addressed

아미노산의 이화학적 변화에 관한 연구(12) 등이 있는 정도이며 양식어류의 품질, 특히 단백질 품질에 관한 체계적인 연구는 찾아내기 어려운 실정이다.

본 연구에서는 높은 단백질 영양성이 기대되는 어류 고음의 식품학적 품질을 확인하기 위하여 우리나라의 대표적인 양식어종인 넙치와 붕어를 이용하여 전통적인 제조 방법으로 고음을 제조하고 고음과 제조 잔사의 단백질 품질을 *in vitro* 방법(구성아미노산의 조성량, 효소에 의한 단백질 소화율, 유효성 lysine의 잔존율 및 단백질소 비소화성 물질)으로 실험하여 가열처리에 의한 단백질 품질변화를 조사하고자 하였다. 또한 rat를 이용한 *in vivo* 방법(rat-PER, NPR, apparent digestibility)을 통하여 실질적인 단백질 품질을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 시료의 제조

활어 상태의 붕어(*Carassius carassius*)와 넙치(*Paralichthys olivaceus*)를 부산시 남천동 소재 해변시장에서 구입하여 내장과 비늘을 제거하고 깨끗이 씻은 뒤, 내장 제거육의 1%(w/w)에 해당하는 참기름을 가하여 고음술 중에서 예비 조리 하였다. 준비된 시료에 체중당 3배 가량의 물을 첨가한 뒤 100°C에서 5시간 동안 고음술에서 조리한 후 광목으로 만든 여과포를 이용하여 고음을 걸러내고 잔사를 분리하였다. 고음은 방냉한 뒤 부유 지방층을 충분히 제거하고, 진공 동결건조(Freezer dryer, FDU-830, EYELA)하여 실험에 이용하였다.

일반성분의 분석

수분, 총지질 및 조단백질(N×6.25)과 회분은 AOAC(13) 표준방법에 따라 정량하였다.

아미노산 분석

구성아미노산은 6N HCl을 이용한 산가수분해법으로 시료를 처리하여 아미노산 자동 분석기(Biochrom 20, Pharmacia biotech.)로 분석하였으며, cysteine은 Felker와 Waines(14)의 방법에 따라, tryptophan은 Spies와 Chamber(15)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(16) 및 Church 등(17)의 OPDA법을 사용하였으며, 결과는 DL-leucine과 DL-lysine 당량으로 표시하였다.

In vitro 방법에 의한 단백질 품질측정

유효성 lysine의 함량은 Carpenter(18)의 방법으로 실험하였으며, trypsin 비소화성물질(TI)의 정량은 Rh-inehart법(19)을 개량한 Ryu와 Lee(20)의 방법으로 측정하였다. *In vitro* 단백질 소화율은 Satterlee 등(21)과 AOAC(22)방법을 수정한 Ryu 등(23)의 방법으로 실험·계산하였으며, C-PER, DC-PER은 AOAC(22)의 방법에 따라 계산하였다.

In vivo 방법에 의한 단백질 품질평가

생후 3주된 수컷 Sprague-Dawley rat를 이용하여 AOAC의 표준 PER 시험법에 따라 실험하였는데, 개별 cage에 rat를 한 마리씩 넣은 뒤 3일 동안 시판용 고품 사료를 주면서 적응시켰다. 사육기간 동안에 물과 사료의 양은 자유로이 섭취시켰으며, 온도는 22~24°C, 습도는 50~60%, 명암은 12시간 주기로 조절하였다. 각 시료별로 10마리의 rat를 배정하여 진공 동결 건조한 고음과 잔사로 만든 조제사료(단백질 함량 10%)를 1일 급식용으로 개별 기밀 포장한 것을 28일간 먹이면서 식이 섭취량과 체중의 변화를 측정하였다. 대조 단백질은 ANRC casein을 사용하였다. PER은 Osborne 등(24)의 방법에 따라 28일 동안 단백질 섭취량에 대한 체중 증가량의 비로써 계산하였으며, NPR은 Bender와 Dowell(25)의 방법으로 그리고, 생체 소화율은 Dunlap 등(26)의 방법에 따라 8일 동안(실험개시 16일째부터 24일째까지)의 질소 섭취량에 대한 흡수량의 비로써 계산하였다. 혈청중의 total protein, cholesterol, glucose, glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), glutamic pyruvic transaminase(GPT), creatinine, alkaline phosphatase는 신양화학 약품회사의 kit시약을 이용하여 측정하였다.

분석 결과의 처리

통계처리 프로그램인 Sigma Plot Version 4.0(Jandel Co.)을 이용하여 Student's *t*-test를 실시하여 데이터의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

본 실험에 이용된 붕어와 넙치의 일반성분 분석결과를 Table 1에 나타내었다. 붕어 생육은 이전에 보고된

Table 1. Proximate composition of fish meat extracts and their extraction residues (%)

Sample	Moisture	Total lipid	Protein(N×6.25)	Crude ash
Fish meats				
Crucian carp	77.43	2.51	17.70	0.89
Bastard halibut	76.83	1.60	20.37	1.19
Fish meat extracts				
Raw Crucian carp	96.34	0.69	2.75	0.20
Bastard halibut	96.69	0.60	2.32	0.38
Extraction residue				
Crucian carp	68.14	3.48	24.21	4.15
Bastard halibut	67.68	7.00	16.01	3.24
Fish meat extracts				
Freeze dried Crucian carp	2.70	10.80	68.64	4.98
Bastard halibut	7.32	7.51	65.17	10.30
Extraction residue				
Crucian carp	0.15	7.50	52.52	30.35
Bastard halibut	0.95	13.41	63.60	15.60

Choi 등(8)의 결과와 유사하게 나타났으나 회분은 조금 낮았고, 넙치 생육의 경우 한국 수산물 성분표(27)의 결과와 거의 일치하였다. 고음은 수분이 96% 정도로 구성성분의 대부분을 차지하였으며, 단백질은 2~3% 수준으로 비교적 낮게 나타났는데 이는 Kim(28)의 가물치 및 잉어 고음 실험 결과와 매우 유사하였다. 잔사에는 단백질 함량이 16~24% 정도로 생육과 비슷한 수준이었고, 회분 함량은 고음 후 남겨진 뼈 때문에 3.24~4.15%로 높게 나타났다. 담수어인 붕어와 해수어인 넙치의 성분들을 비교해 보면, 생육의 경우 넙치는 붕어보다 단백질과 회분이 조금 높았으나 지방은 다소 낮게 나타났고, 잔사에서는 이와 반대로 붕어 잔사의 단백질 함량이 높았으며, 넙치 잔사는 지방이 높게 나타났다. 그러나, 고음에서는 두 어종 간에 별다른 차이를 보이지 않았다. 고음과 잔사는 실험과 사료의 조제를 위하여 진공 동결건조시킨 후 일반성분을 실험한 결과 동결건조에 의해 시료의 수분함량은 0.15~7.32%로 낮아졌으며, 고음의 단백질 함량은 65.17~68.64%로 잔사의 단백질 함량보다 조금 높게 나타났다. 고음의 조지방 함량은 가열에 의하여 어육 조직이 허물어짐으로 팔미암아 유리되는 체지방의 양과 고음 추출 후 부유 지방층 제거 정도에 크게 영향을 받으며(29), 잔사의 지방 함량은 참기름으로 예비 조리시 발생하는 지질-단백질 결합정도와 밀접한 관련이 있다고 생각되어진다. 이는 넙치 생육의 조지방 함량이 붕어보다 낮았던 반면 고음 잔사에서는 오히려 높은 결과로 미루어 결체 조직 단백질이 대부분일 것으로 추정되는 넙치 고음 잔사에 많은 양의 지방질이 스며든 것으로 생각된다.

구성아미노산과 유리아미노산

Table 2에서 보듯이 붕어와 넙치 생육은 아미노산

Table 2. Total amino acid profiles of freeze dried samples (g/16g N)

Amino acid	Sample ¹⁾					
	RC	RB	CE	BE	CR	BR
Asp	11.13	9.79	8.75	7.54	11.26	11.74
Thr	5.01	4.55	4.58	3.94	5.15	5.22
Ser	4.66	4.09	3.12	3.25	4.27	4.16
Glu	13.99	13.86	10.90	11.42	14.42	14.73
Pro	3.80	2.37	6.94	5.86	7.21	4.50
Gly	5.30	4.12	12.33	12.35	7.26	5.72
Ala	6.14	5.58	7.55	7.18	6.52	6.49
Cys	0.70	0.69	1.01	0.80	0.88	0.70
Val	4.91	5.54	4.5	4.81	6.12	6.57
Met	2.9	1.92	1.95	1.67	2.14	2.15
Ile	4.25	4.30	2.08	2.54	6.20	6.36
Leu	7.78	8.01	6.27	5.96	7.35	7.79
Tyr	3.52	3.68	3.39	2.66	1.49	0.66
Phe	5.26	5.50	4.68	2.62	5.63	4.52
His	2.21	1.91	0	0.26	0	0
Lys	9.44	9.16	6.75	6.30	7.07	7.55
Amm	0.71	1.79	1.11	1.09	0.96	0.99
Arg	5.81	5.35	5.69	5.80	6.04	5.92
Trp	0.95	1.44	0.85	0.66	1.33	1.58
Total	98.47	93.65	92.45	86.71	101.3	98.43

¹⁾RC: Raw crucian carp
 RB: Raw bastard halibut
 CE: Crucian carp extracts
 BE: Bastard halibut extracts
 CR: Crucian carp extraction residue
 BR: Bastard halibut extraction residue

분석결과 glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine 등으로 전체 아미노산의 약 44%를 차지하였다. 붕어 생육은 Choi 등(10)의 결과와 비교해 볼 때 histidine, lysine의 함량은 낮게 나타났으나, aspartic acid, tyrosine, phenylalanine의 함량은 높게 나타났으며, 넙치 생육은 붕어 생육과 거의 유사한 경향을 나타내었다.

고음의 구성아미노산 함량은 생육에 비해 낮게 나타나 열분해 현상이 일어났음을 알 수 있었는데, 이것은 시료를 가열함에 따라 아미노산의 함량이 감소하고, 가열온도가 높을수록 감소의 폭이 크다는 Shim 등(12)의 보고와 일치하였다. 즉, 함량이 높았던 aspartic acid, glutamic acid 및 lysine은 약 20~25% 정도 감소되었으나 Ryu 등(29)이 보고한 고온처리(136~140°C)어육 고음시료(25~30%)보다 덜 파괴되었으며, 특히 tyrosine은 54% 파괴된다는 보고와는 달리 4(붕어)~27%(넙치) 정도밖에 파괴되지 않아 완화된 가열조건의 영향임을 확인할 수 있었다. 그러나 대표적인 수용성 아미노산인 proline과 glycine은 오히려 고음에서 2배 이상 높게 정량되었다. 이 이외에도 leucine, isoleucine 및

methionine 등과 같은 필수아미노산의 함량도 생육에 비해 비교적 낮게 나타나 열처리에 의해 단백질의 품질이 저하됨을 알 수 있었다. 이와는 반대로 잔사의 구성 아미노산은 생육과 비교해 보았을 때 histidine을 제외하고는 비슷하거나 약간 높은 경향을 보였고, 열처리에 의해 필수아미노산과 같은 중요한 아미노산들이 파괴되지 않아 영양적인 가치가 있을 것으로 여겨진다.

Table 3에서는 각 시료의 유리아미노산 조성을 나타내었다. 붕어와 넙치 생육의 유리아미노산 조성을 비교해 보면, taurine과 glycine의 함량은 둘 다 매우 높게 나타났으며, 특히 붕어 생육의 histidine 함량은 Choi 등(9)의 결과와 마찬가지로 매우 높게 나타났다. 붕어와 넙치 고음 중의 유리아미노산은 taurine, glutamic

Table 3. Free amino acid composition of freeze dried samples

(mg/100g solid)

Amino acid	Sample ¹⁾					
	RC	RB	CE	BE	CR	BR
Phosphoserine	2.24	3.0	30	33.79	2.22	0
Taurine	342.19	386.99	774.88	614.02	45.49	54.68
Phosphoethanolamine	4.64	3.85	18.78	9.44	2.26	0
Urea	50.21	43.05	186.38	148.83	44.90	0
Aspartic acid	30.54	21.06	42.24	26.72	0	0
Hydroxyproline	2.52	3.17	20.44	31.96	0	2.25
Threonine	51.42	20.83	141.70	151.25	2.50	3.25
Serine	35.38	21.05	115.02	91.84	1.79	2.65
Asparagine	54.87	28.94	114.82	120.51	0	0
Glutamic Acid	49.15	14.86	143.09	163.65	2.95	8.02
Sarcosine	15.71	15.58	34.17	25.58	0	0
α -aminoapidic acid	12.12	7.01	9.31	12.51	4.20	4.71
Proline	50.23	26.26	115.91	193.14	2.65	0
Glycine	459.39	183.62	479.41	70.24	12.64	6.67
Alanine	90.47	83.21	197.19	217.90	6.96	7.01
Citulline	16.90	6.86	13.96	18.70	0	0
α -Aminobutyric acid	12.71	11.34	23.29	24.56	0	1.56
Valine	40.39	29.46	104.04	85.71	3.99	4.97
Cystine	33.70	22.53	57.41	47.26	6.74	5.34
Methionine	33.70	22.51	52.47	54.79	4.03	8.59
Isoleucine	30.99	16.93	80.70	80.10	5.78	6.89
Leucine	51.57	32.12	146.72	142.75	8.67	8.61
Tyrosine	33.98	17.32	80.95	78.20	3.09	3.29
β -Alanine	16.43	15.23	15.63	17.21	2.86	3.96
Phenylalanine	37.25	21.18	77.08	78.34	6.12	8.01
β -Aminoisobutyric acid	27.49	6.92	3.88	3.41	0	0
γ -Aminobutyric acid	24.84	2.92	23.55	23.89	0	1.98
Ammonia	24.13	14.90	116.14	155.92	3.61	3.42
Ornitine	11.07	17.56	31.45	41.93	2.28	3.78
Lysine	39.30	34.92	99.16	79.52	2.20	4.13
Histidine	234.82	21.29	172.04	13.01	17.25	1.57
3-Methylhistidine	14.44	5.65	12.35	13.29	3.56	0
Anserine	85.08	68.75	61.35	164.32	0	13.34
Carnosine	20.61	18.69	21.90	22.45	0	0
Arginine	28.00	19.21	80.99	104.25	0	0
TOTALS	2,040.48	1,278.77	3,617.41	3,056.74	198.74	168.68

¹⁾Refer to footnote in Table 2.

acid, proline, lysine, 및 ammonia 등의 함량이 매우 높게 나타났고, 붕어 고음의 경우는 생육과 마찬가지로 histidine의 함량이 매우 높게 나타났다. 대표적인 비단백태 아미노산인 taurine이 고음 중에 2배 이상 정량된 것은 어육 고음 제조시 포함된 머리 부분 등에 대량 분포된 taurine이 고음 제조시 대량 유입된 것으로 생각된다(29). 유리아미노산의 총량은 생육의 경우 1,279~2,040mg/100g solid였고, 고음의 경우 3,057~3,617mg/100g solid로 생육에 비해 2배 정도 높게 나타났으나, 잔사의 유리아미노산 총량은 가열 조리하는 동안 고음 속으로 대부분 유리되어 매우 낮게 나타났다. OPDA법에 따른 유리아미노산 정량 결과는 Table 4에 나타내었다. OPDA법에 의한 유리아미노산의 총량은 아미노산 분석기를 이용하여 계산한 결과와 마찬가지로 생육에 비해 고음의 유리아미노산의 함량이 2배 정도 높게 나타났고, 잔사는 생육이나 고음에 비해 매우 낮게 나타났는데, Ryu 등(30)이 발효단백질 중의 유리아미노산을 효과적으로 정량하기 위한 정량방법으로 OPDA로 발색시켜 D.L.-lysine을 표준아미노산으로 삼아 정량·계산하였을 때 아미노산 자동분석기에 의한 결과에 가장 접근하였다는 보고와 일치하였다.

In vitro 단백질 품질평가

4가지 단백 분해효소(four enzyme system)의 작용

Table 4. Free amino acid content of samples determined by OPDA method (g/100g solid)

Sample		DL-leucine ¹⁾	DL-lysine
Crucian carp	Raw	2.24±0.01	1.60±0.02
	Extracts	4.67±0.01	4.03±0.02
	Extraction residue	0.17±0.02	0.15±0.05
Bastard halibut	Raw	1.23±0.03	1.40±0.01
	Extracts	3.26±0.04	3.15±0.03
	Extraction residue	0.15±0.03	0.13±0.02

¹⁾Determined as equivalent of DL-leucine and DL-lysine.

으로 유리된 carboxyl기에 의한 pH 저하를 측정하여 얻은 *in vitro* digestibility와 trypsin 비소화성 물질인 TI의 함량은 Table 5에 나타내었다. 붕어와 넙치 생육의 *in vitro* 단백질 소화율은 88~89% 정도였는데, Ryu와 Lee(20)의 어류단백질의 *in vitro* 소화율은 89% 이상이라는 결과에 비해서는 낮게 나타나 고음을 제조하기 위해 100°C에서 5시간 처리한 것은 오히려 소화율이 낮아질 가능성이 있음을 확인할 수 있다. 즉, 고음의 소화율은 생육보다 4~6% 정도 낮게 나타났는데, 이것은 가열처리를 함에 따라 소화율이 서서히 증가되거나 일정 온도 이상에서 계속 가열시 단백질의 소화율 저하되었다는 Ryu 등(31)의 보고처럼 비교적 높은 온도로 장시간 가열하였기 때문에 소화율이 저하된 것으로 생각된다. TI의 양은 생육과 고음은 별다른 차이를 보이지 않아 전통식 고음제조 중의 단백질-지질의 상호반응 및 아미노-카르보닐 상호반응에 의한 trypsin 비소화성물질의 생성은 비교적 활발하지 않은 것으로 보인다. 잔사의 경우 소화율이 92%로 생육보다 훨씬 높게 나타났고, TI의 양도 생육이나 고음에 비해 현저히 낮게 나타난 것은 효소 소화의 기질량이 고음보다 많아 소화율이 높았고(23) 수용성 질소화합물이 TI를 형성하여 고음 중으로 빠져나간 것으로 생각된다(32). 이상의 결과들을 종합해보면 TI함량과 *in vitro* 소화율은 확연한 역의 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 한편 가열에 의한 단백질의 품질저하를 유효성 lysine 함량의 변화로 살펴보기 위하여 FDNB법으로 실험한 결과를 살펴보면, 열처리에 의해 유효성 lysine의 함량이 고음의 경우 18(넙치)~24%(붕어) 정도 낮아졌으며, 잔사의 경우도 이와 유사하여 유효도가 크게 타격을 입었음을 알 수 있다. 그러나, 극심한 열처리 고음(136~140°C)에서 55~60% 정도의 유효성 lysine이 파괴된다는 보고(29)와 비교하면 단백질 품질이 상당히 호전되었음을 알 수 있다. 이는 Hurrell과 Carpenter(33)가 보고하고 있는 바와 같이 단백질의 free amino group과 carbonyl com-

Table 5. *In vitro* digestibility, trypsin indigestible substrate(TI), and available lysine contents in samples

Sample		<i>In vitro</i> digestibility (%)	TI (mg/g solid) ¹⁾	Available lysine (g/16g N) ²⁾
Crucian carp	Raw	89.86	40.14	8.52
	Extracts	85.23	41.25	6.52
	Extraction residue	92.11	21.08	6.48
Bastard halibut	Raw	89.99	53.86	7.96
	Extracts	84.02	52.75	6.42
	Extraction residue	92.47	21.50	7.02

¹⁾Determined as equivalent of soybean trypsin inhibitor.

²⁾Determined as FDNB reactive lysine.

pound 사이에 일어나는 Maillard 반응으로 lysine의 ϵ -amino group의 유효성이 저하되었기 때문이라 생각되며 TI 생성정도, 소화율 감소 및 갈변물질 생성이 이를 뒷받침하고 있다.

In vivo 단백질 품질평가

Table 6에서는 동물실험을 통하여 계산한 PER(protein efficiency ratio), NPR(net protein ratio) 및 AD(apparent digestibility)를 *in vitro* 실험 결과와 비교하여 나타내었다. PER은 casein군(2.5)에 비하여 고음(0.23~0.47)을 섭취한 쥐들은 유의적으로 낮게 나타났으나, 잔사(2.32~3.06)를 섭취한 쥐들은 casein군과 비슷하거나 더 높게 나타났다. NPR은 casein군보다 잔사군이 훨씬 높게 나타났으며, 고음을 섭취한 군은 1.91~1.92로 비슷한 수준으로 casein에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 고음 섭취군의 PER과 NPR이 모두 낮게 나타났는데, 이것은 비교적 장시간의 가열에 의한 소화를 저하, 필수아미노산의 파괴, available lysine의 감소에 의한 것으로 여겨지나, 고음잔사의 *in vitro* 단백질 품질보다 고음의 *in vitro* 단백질 품질이 낮은 정도에 비하여 *in vivo* 단백질의 품질이 지나치게 낮은 것은 다른 이유가 더 있을 것으로 생각된다. 즉, Kwon 등(34)이 지적한 바와 같이 장시간 열처리로 특정한 성장인자(growth factor)가 파괴되었거나, 아미노산 및 저

분자량의 단백질로 이루어진 고음 중의 질소화합물 대부분이 체내에서 단백질 합성에 이용될 여유가 없이 탄수화물 및 지질 등과 같이 물리적인 운동에너지 또는 기초대사 활동에 쓰여진 것으로 추정된다. AD는 casein군(92.5%), 잔사군(88~91%), 고음 섭취군(87%)의 순서로 *in vitro* 소화율과 비슷한 경향으로 나타났는데, 고음 잔사의 PER 및 NPR에 비교하면 *in vivo* 소화율의 차이는 크지 않아 흡수된 질소 화합물의 대부분이 체중 증가에 쓰여지지 못하고 기초 대사활동이나 물리적 운동에너지에 사용되고 있음을 뒷받침하고 있다.

혈액의 생화학적 분석

혈액 중의 생화학 성분들의 함량을 Table 7에 나타내었다. 혈청 중의 glucose와 total protein의 함량은 각 그룹간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 혈청 cholesterol 농도는 casein이나 고음군에 비해 잔사군에서 유의적으로 낮게 나타났는데, 소화율이 증가됨에 따라 혈청 cholesterol 농도가 높아진다는 Han 등(35)의 보고와는 상반되는 결과를 보임으로서, 잔사 중의 무기질이나 다른 요인들이 혈청 cholesterol에 영향을 미치는 것으로 여겨진다. 또한, 잠재적인 간 장애의 선별과 급성간염 발생의 조기진단에 이용되는 혈청 GOT, GPT는 그룹간에 유의적인 차이를 보이지 않으므로 간 기능에 영향이 없는 것으로 생각된다. 골 질환과 간·담 질환

Table 6. *In vivo* and *in vitro* digestibility protein qualities of fish meat extracts and their extraction residues processed by traditional recipe

Samples	C-PER	DC-PER	rat PER	NPR	<i>In vivo</i> digestibility	<i>In vitro</i> digestibility
ANRC Casein	2.50	2.50	2.50	3.30	92.54	95.90
Crucian carp extracts	2.28	2.14	0.47**	1.92*	87.55***	85.23**
Bastard halibut extracts	2.25	2.10	0.23**	1.91*	87.75***	84.02**
Crucian carp extraction residue	2.63	2.67	2.32	3.91	88.38**	92.11*
Bastard halibut extraction residue	2.60	2.75	3.06	4.53*	91.68*	92.47*

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ compared with ANRC casein group.

Table 7. Hematological effects of fish meat extracts and their extraction residues

	Sample ¹⁾				
	Casein	CE	BE	CR	BR
Glucose (mg/dl)	115.9 ± 8	117.2 ± 17	115.1 ± 5	127.5 ± 4	102.1 ± 16
Cholesterol (mg/dl)	95.9 ± 2.8	85.4 ± 11.7	92.03 ± 10.3	51.92 ± 5.9*	54.81 ± 7.6*
Total protein (g/dl)	4.85 ± 0.39	4.26 ± 0.56	4.78 ± 0.25	4.03 ± 1.06	5.58 ± 0.37
GOT (Karmen unit)	24.91 ± 5.24	24.18 ± 0.57	22.84 ± 2.63	22.98 ± 4.59	24.02 ± 1.54
GPT (Karmen unit)	8.86 ± 1.63	8.62 ± 0.76	8.70 ± 1.77	8.50 ± 2.97	8.70 ± 0.06
Creatinine (mg/dl)	0.71 ± 0.11	0.77 ± 0.17	0.74 ± 0.15	0.70 ± 0.11	0.71 ± 0.04
Alkaline phosphatase(K-A unit)	8.11 ± 2.19	8.39 ± 2.70	8.46 ± 2.43	7.60 ± 1.58	6.50 ± 1.44

¹⁾Refer to footnote in Table 2.

* $p < 0.001$ compared with ANRC casein group.

등과 관련이 있는 것으로 알려진 alkaline phosphatase 와 creatinine의 함량 역시 그룹간에 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 보아 실험에 사용된 붕어와 넙치의 고음 및 잔사는 정상적인 생체조직의 생리적 기능에 큰 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

요 약

우리나라의 대표적인 양식 어류인 넙치와 붕어를 전통적인 조리방법(100°C, 5hr)에서 조리한 후 고음과 잔사의 영양성 평가를 통하여 전통적인 수산 가공식품의 대량 생산 및 이용책을 제시함으로 양식 어류의 효율적인 이용방안을 마련하고자 하였다. 넙치와 붕어 생육을 구성하는 주된 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine 등으로 전체 아미노산의 약 44%를 차지하였다. 고음은 생육에 비해 수용성 아미노산인 proline과 glycine이 2배 이상 높게 정량되었으나, aspartic acid, glutamic acid 및 lysine이 약 20~25% 정도로 감소되었으며, 필수아미노산인 leucine, isoleucine, 및 methionine 등의 함량도 생육에 비해 비교적 낮게 나타났다. 이와는 반대로 잔사의 구성아미노산은 histidine을 제외하고는 생육과 비슷하거나 약간 높은 경향을 보였다. 고음의 유리아미노산 총량은 생육에 비해 2배 정도 높게 나타났으며, 특히 taurine, glutamic acid, proline, lysine, 및 ammonia 등의 함량이 매우 높게 나타났다. 고음의 *in vitro* digestibility는 생육보다 4~6% 정도 낮게 나타났으나, 잔사는 오히려 생육보다 더 높은 소화율을 나타내었고, trypsin 비소화성 물질(TI)의 양도 생육이나 고음에 비해 60% 정도로 낮게 나타났다. 유효성 lysine 함량은 고음의 경우 열처리에 의해 18(넙치)~24%(붕어) 정도 낮아졌으며, 잔사의 경우도 이와 유사하게 나타났다. Rat를 이용한 *in vivo* 실험 결과 PER과 NPR은 casein군에 비해 고음 섭취군은 유의적으로 낮게 나타났으며, 잔사 섭취군은 casein군보다 비슷하거나 더 높게 나타났다. *In vivo* apparent digestibility는 casein군(92.5%), 잔사군(88~91%), 고음군(87%)의 순서로 *in vitro* digestibility의 결과와 비슷한 경향으로 나타났다. 28일간 조제한 사료를 섭취시킨 후 혈액을 취하여 생화학적 성분들을 분석해 본 결과 혈청 중의 glucose, total protein, GOT, GPT, alkaline phosphatase, creatinine의 값이 차이를 보이지 않아 고음을 섭취한 군의 체중 감소가 각종 생체조직의 생리적 기능에 아무런 영향을 미치지 않는다는 것을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 1998년도 부경대학교 해양식량자원개발

특성화사업단 특성화 분야 연구과제 연구비로 이루어졌습니다.

문 헌

- Oh, K. S., Lee, H. J., Sung, D. W. and Lee, E. H. : Comparison of nitrogenous extractives, amino acids in wild and cultured bastard. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 873-877(1988)
- 유태종 : 食品寶鑑. 文運堂, 서울, pp.67-68(1998)
- Yang, S. T. and Lee, E. H. : Taste compounds of freshwater fishes 3. Taste compounds of Korean snakehead meat. *Bull. Korean Fish Soc.*, **13**, 115-119(1980, b)
- Yang, S. T. and Lee, E. H. : Taste compounds of freshwater fishes 5. Sensory evaluation of taste components in the extract of wild common carp and Korean snakehead meat. *Bull. Korean Fish Soc.*, **15**, 303-311(1982, b)
- Yang, S. T. and Lee, E. H. : Taste compounds of freshwater fishes 6. Taste compounds of Korean catfish meat. *Bull. Korean Fish Soc.*, **16**, 202-210(1983)
- Yang, S. T. and Lee, E. H. : Taste compounds of freshwater fishes 8. Taste compounds of crucian carp meat. *Bull. Korean Fish Soc.*, **17**, 170-176(1984)
- Yang, S. T. and Lee, E. H. : Taste compounds of freshwater fishes 9. Taste compounds of wild loach meat. *Bull. Korean Fish Soc.*, **17**, 177-183(1984)
- Choi, J. H., Ro, J. I., Pyeon, J. H. and Choi, K. J. : Studies on lipids in fresh-water fishes 1. Distribution of lipid components in various tissues of crucian carp, *Carrasius carassius*. *Bull. Korean Fish Soc.*, **17**, 333-343(1984)
- Choi, J. H., Rhim, C. H., Choi, Y. J., Byun, D. S., Kim, C. M. and Oh, S. K. : Comparative study on protein and amino acid composition of wild and cultured eel. *Bull. Korean Fish Soc.*, **19**, 60-66(1986)
- Choi, J. H., Rhim, C. H., Choi, Y. J., Kim, C. M. and Oh, S. K. : Composition of protein and amino acid in crucian carp and snakehead. *Bull. Korean Fish Soc.*, **19**, 333-338(1986)
- Oh, K. S., Ro, R. H., Kim, J. G. and Lee, E. H. : Comparison of lipid components in wild and cultured bastard. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 878-882(1988)
- Shim, K. H., Lee, J. H., Ha, Y. L., Seo, K. I., Moon, J. S. and Joo, O. S. : Changes in amino acid composition of some fish meat by heating conditions. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 933-938(1994)
- AOAC : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists. Washington, D. C., p.237(1990)
- Felker, D. J. and Waines, W. B. : Colorimetric screening assay for cystine and cysteine in legume seed meals. *Analytical Biochemistry*, **87**, 641-647(1987)
- Spies, J. R. and Chamber, D. C. : Chemical determination of tryptophan study of color forming reaction of tryptophan p-dimethylamino benzaldehyde and sodium nitrate in sulfuric acid solution. *Anal. Chem.*, **20**, 30-33(1948)

16. Rowlet, R. and Murphy, J. : A convenient spectrophotometric method for the kinetic analysis of the enzymatic hydrolysis of N-acyl peptides using o-phthalaldehyde. *Analytica Biochem.*, **112**, 163-167(1981)
17. 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**, 1219-1227(1983)
18. Carpenter, K. J. : The estimation of available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*, **77**, 604-610(1960)
19. Rhinehart, D. : A nutritional characterization of the distiller's grain protein concentrates. MS thesis of Univ. of Nebraska Lincoln, p.29(1975)
20. 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**, 1-12(1985)
21. Satterlee, L. D., Kendrick, J. G. and Miller, G. A. : Rapid *in vitro* assays for estimating protein quality. *Food Tech.*, **31**, 78-81(1979)
22. AOAC : Calculated protein efficiency ratio(C-PER and DC-PER), Official first action. *J. AOAC*, **65**, 496(1982)
23. 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**, 180-185(1998)
24. Osborne, T. B., Mendel, L. B. and Ferry, F. L. : A method of expressing numerically the growth-promoting value of proteins. *J. Biol. Chem.*, **37**, 223-229(1919)
25. Bender, A. E. and Dowell, B. H. : Biological evaluation of protein; A new aspect. *Brit. J. Nutr.*, **11**, 140-145(1957)
26. Dunlap, C. J., Guadagni, D. E., Miers, J. C. and Wagner, J. R. : Methionine supplement alters flavor PER of pinto beans canned in tomato sauce. *Food Prod. Devel.*, **8**, 88-92(1974)
27. Chemical composition of marine products in Korea : Utilization Research Laboratory National Fisheries Research and Development Agency. p.16(1989)
28. Kim, K. A. : Studies on the compositions of mineral and amino acid during cooking of snake head and carp. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **11**, 53-56(1982)
29. 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**, 241-247(1998)
30. Ryu, H. S., Moon, J. H. and Lee, K. H. : Conditions of quantitative analysis for free amino acid in fermented proteins. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **17**, 136-143(1988)
31. Ryu, H. S., Moon, J. H. and Park, J. H. : Effects of processing conditions on the nutritional quality of seafood 1. Effects of heating and storage conditions on protein quality of surimi products. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **27**, 282-291(1994)
32. Ryu, H. S. and Lee, K. H. : Effect of heat treatment on the *in vitro* protein digestibility and trypsin indigestible substrate contents in some seafoods. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **14**, 1-12(1985)
33. Hurrell, R. F. and Carpenter, K. J. : The use of three dye-binding procedures for the assessment of heat damage to food proteins. *Br. J. Nutr.*, **33**, 101-115(1975)
34. Kwon, M. M., Ryu, H. S., Pyeun, J. H. and Nam, T. J. : Effect of crucian carp extracts on the serum insulin-like growth factor-I(IGF-I) and IGF-binding protein in rat. Abstracts in "Fall Meeting of 1998", Korean Society of Food Science and Nutrition, p.112(1998)
35. Han, E. S., Lee, H. J. and Shon, D. H. : Effects of amino acid composition and average hydrophobicity of soybean peptides on the concentration of serum cholesterol in rats. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 585-592(1993)

(1999년 1월 20일 접수)