

잉어육과 잉어자숙(煮熟)중의 아미노산 및 지방산조성의 변화

구 미 현·승 정 자

숙명여자대학교 가정대학 식품영양학과
(1986년 5월 30일 접수)

Changes of Amino Acid and Fatty Acid contents in Raw Flesh and Cooked Broth of Carp During Boiling Time

Mi-Hyun Koo, Chong-Ja Sung

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University
(Received, May, 30, 1986)

Abstract

Contents of crude protein, calcium phosphorous, fatty acids, and amino acids in raw flesh and cooked broth of carp were determined.

Quantative changes of the nutrients in cooked broth of carp were investigated during boiling time (3, 6, 9 and 12 hours).

In case of quantative changes of the nutrients such as crude protein, calcium, phosphorous, fatty acids and amino acids in raw flesh of carp and cooked broth of carp during boiling time: All nutrients were increased with boiling time. And they marked maximum level at 12 hours of cooking time except calcium and fatty acid. The amount of unsaturated fatty acid to total fatty acids was larger than those of saturated fatty acid to total fatty acids, The amount of oleic acid and linoleic acid was larger than any other fatty acid.

The major components of essential amino acids were shown to be valine, leucine, lysine and arginine, and the minor components of essential amino acids were methionine and histidine.

In nonessential amino acids, the major components were aspartic acid, glutamic acid and alanine, and the minor components were serine, proline and cystine.

The results suggest that the raw flesh and the cooked broth of carp are good sources as protein, fat and phosphorous.

서 론

잉어(*carpinus carpio*)는 붕어目に 속하는 온대성 어류로서 하천수계 및 그 유역에 서식하며 양식에 의해서도 생산되고 있다. 잉어는 단백질, 칼슘, 인 등이 풍부하여 가정에서는 입산부, 허

약한 어린이, 노약자 등의 영양보충식품으로써 이용되어 왔다. 잉어에 관한 연구로는 성등¹⁾과 김²⁾의 잉어의 무기질 및 아미노산의 조성에 관한 보고와 김과 이³⁾의 잉어 어육 제조에 관한 보고 등이 있으나, 조리된 잉어의 성분조성에 관하여는 충분한 연구가 이루어져 있지 않다.

본 연구에서는 가정에서 오랜시간 끓여서 섭취하고 있는 잉어즙의 영양학적 기초 자료를 얻기 위하여 육부분인 생시료와 가열시간에 따른 추출액의 조단백질, Ca, P, 지방산조성 및 아미노산 조성 등을 분석하고 생시료인 잉어육과 가열시간별로 자숙하여 추출한 잉어즙의 성분변화를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

1. 시료의 처리

1) 재료: 1984년 7월 서울 남대문시장에서 구입한 잉어를 생존상태로 실험실에 옮겨 즉살(即殺)시킨 후, 내장과 비늘을 제거한 후에 증류수로 씻어서 시료로 사용하였다.

2) 시료 처리 및 가열방법: 생시료는 육질부를 채취하여 세절 마쇄한 다음 시료로 하였고, 자숙 후의 액즙시료는 비늘과 내장이 제거된 상태의 잉어를 원통형 Stainless 용기에 잉어 100g당 증류수 1108ml가 되게 넣어 용기내의 온도를 $99 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 일정하게 유지하면서 각각 3, 6, 9 및 12시간씩 가열 자숙하여 시료로 하였다.

3) 시료의 조제: 생시료로서 세절 마쇄한 잉어육은 폴리에틸렌 접주머니로 싸서 냉장고에 보존해 두고 일정량씩 채취하여 실험에 사용하였다. 잉어추출액은 시간 간격별로 가열 자숙한 후 냉각하여 가아제로 걸른것을 시료로 하였다.

2. 분석방법

1) 조단백질: Hawk⁴⁾ 등의 microkjeldhal법에 의해 측정하였다.

2) 칼슘: 습식분해한 후 Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkin-Elmer-303)로 $\text{N}_2\text{O}-\text{C}_2\text{H}_2$ Flame하에 422.7nm에서 측정하였다.

3) 인: 습식분해한 후 Molybdenum Blue Photometric Method에 의해 Spectrophotometer로 725nm에서 측정하였다.

4) 지방산

① 시료유의 추출: 생시료에 있어서는 비이커에 시료 12g 전후를 定秤하여 넣고 시약용 염산을 가한 후 증탕시키고 냉각하여 에칠에틸과 석유에틸로 각각 반복 추출했다. 다음에 여지(Toyo

Filter No.5A)로 에틸층을 여과하여 용매를 제거시킨 후 건조시켰다.

그리고 자숙액즙에서의 유지의 추출은 시료를 20ml씩 취해 36% 암모니아수 25ml, 에칠알코올 200ml를 가하고, 이에 에칠에틸을 가한 후, 30분간 교반추출했다. 다음에 에칠에틸과 석유에틸을 가해서 2회 반복추출했다. 그 후 생시료와 같은 방법으로 여과, 건조시켰다.

② 시료유중의 지방산의 정량: A.O.A.C.⁵⁾에 의한 BF_3 -Method이 법에 따라 처리하여 Gas-Chromatography로서 정량하였으며 분석조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Instrument and operating condition of gas chromatography

operating conditions
Model: G.G. (Shimadzu GC-6AM)
Data processor; Chromatopac-EIA (Shimadzu)
Recorder: R-12 (Shimadzu)
Packing material DEGS Chromosorb W-AW 15% (60/80mesh)
Column: 3 meter/glass
Column temperature: 180°C
Detector type: FID
Detector temperature: 230°C
Injection temperature: 230°C
Sensitivity: $10^2 \times 64$
Carrier gas: N_2 60ml/min
Air: 1.3kg/cm
Chart speed: 25mm/min

5) 구성아미노산의 정량

① 시료의 제조: 혼합 마쇄한 시료약 0.5g을 정칭하여 6N-HCl 20ml를 가한 후 앰플에 봉입하여 sand-bath를 이용, 가수분해시킨 후, 염산을 제거하고 이를 감압농축하여 pH2.2의 구연산 완충액으로서 25ml로 정용하여 구성아미노산분석용의 시료로 하였다.

② 구성아미노산의 정량: Spackman⁶⁾ 등의 방법에 따라 아미노산 자동분석기로서 정량하였으며 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Instrument and operating conditions of amino acid analyser

Operating conditions
Model: Alpha amino acid analyser (LKB) 4150
Column: Strong cation exchange ($-SO_3^-$)
Mobile phase:
1. 0.2N Sodium citrate buffer (pH 3.2)
2. 0.2N Sodium citrate buffer (pH 4.25)
3. 0.2N Sodium borate buffer (pH 10.0)
4. 0.4N NaOH
Detection: Amino acid-ninhydrin (440nm)
Imino acid-ninhydrin (514nm)
Range of optical density: 57nm; 0~1
440nm; 0~1
Sample volume loaded: 40 μ l

결과 및 고찰

생시료인 잉어육과 가열시간에 따른 잉어자숙액중의 조단백질, 칼슘 및 인의 함량변화를 Table 3에 나타내었다.

조단백질은 잉어육에 17.26g%로 가장 많고 가열시간에 따른 추출량은 증가하여 12시간일 때 15.68g/100g-whole carp로 최대를 보였다. 시간에 따른 증가율은 3시간에서 6시간일 때가 69.9%, 6시간에서 9시간일 때가 14.7%, 9시간에서 12시간일 때가 49.6%의 증가를 보였다. 김²⁾의 연구에서 가물치곰국, 잉어곰국을 4시간 가열한 조단백질의 함량은 가물치가 3.4g% 잉어가 2.8g%였다. 박과이¹⁾는 뼈의 유효성분에 관한 연구

에서 고등어, 가자미, 병어 및 삼치 등의 머리뼈와 등뼈를 취하여 4시간 동안 끓인후 조단백질을 정량한 결과, 각각의 추출량은 0.72g%, 0.60g%, 0.77g%, 0.69g%였다고 하였다. 이들 두 연구결과와 본 연구의 3시간 추출량과 비교하여 볼 때, 잉어는 이들에 비하여 많은 함량의 조단백질이 추출되었음을 알 수 있다(Table 3 참조). 성등³⁾은 은어, 누치, 쏘가리 및 밀어의 배육(背肉)에 함유되어 있는 조단백질을 측정된 결과 각각 13.3g%, 17.1g%, 15.8g% 및 15.1g%라고 보고하였다. 이 결과와 비교해 보면 잉어육의 조단백질 함량은 이들 담수어보다 높았고 12시간 이상 가열시에도 본 연구결과가 높음을 알 수 있다.

칼슘은 12시간 가열시 16.9mg/100g-whole carp으로 최대를 보였는데 9시간 이후의 추출액중의 칼슘함량이 잉어육보다 많은 이유는 잉어를 삶았을 때 뼈에서 우러나오는 칼슘양에 기인한다고 볼 수 있다. 시간에 따른 증가율은 9시간에서 12시간을 제외하고는 30% 정도의 증가를 보였고, 9시간에서 12시간사이에서는 47%의 증가를 보였다. 유⁴⁾의 멸치에 대한 연구에서 煮乾멸치 煮熱液중의 칼슘을 정량한 결과 大멸은 30분과 40분에서 모두 9.42mg%, 중멸은 40분에서 7.01mg%를 나타냈다. 이는 본 실험에서 6시간 가열했을 때와 유사한 경향으로 나타났다.

인은 잉어육에 200mg%가 함유되어 있고, 가열시간에 따른 증가율은 3시간에서 9시간사이에는 비교적 둔화된 상태(3시간에서 6시간: 2.75%, 6시간에서 9시간: 9.85%)였으나 9시간에서 12시간사이에서는 20.34%의 증가를 보였다. 조¹⁰⁾의 연구에서, 쇠꼬리곰탕의 인의 함량은 생시료일

Table 3. Contents of crude protein, calcium and phosphorous in raw flesh of carp and the cooked broth of carp during various boiling time.

	Raw flesh of carp	Cooked broth of carp during boiling time (hrs)			
		3	6	9	12
Curde protein* (% in whole carp)	17.26 \pm 0.27	5.38 \pm 0.13	9.14 \pm 0.15	10.48 \pm 0.42	15.68 \pm 0.57
Calcium (mg% inwhole carp)	11.00	6.72	8.83	11.56	16.91
Phosphorous (mg% in whole carp)	200.00	106.41	109.34	120.11	144.54

* Mean \pm S.E (n=3)

때가 132.9mg%로 가장 높았고 조리한 육부분, 액부분 순으로 높았다고 보고하였는데 잉어를 12시간이상 가열하여 추출하면 쇠꼬리곰탕보다 더 많은 인을 공급받을 수 있다고 생각된다. 본 실험에서 Ca/P의 비율을 보면 0.05~0.12수준이다. 전¹¹⁾의 멸치추출액에 관한 연구에서 Ca/P의 비율은 전체적으로 2.0~0.3정도로 나타났다. 박과 이¹²⁾의 연구에서 고등어, 가자미, 병어, 삼치의 Ca/P의 비율은 0.167~0.029였으나 식초처리시 2.500~0.769로 칼슘의 추출량이 증가되었다고 보고했다. Malm¹²⁾은 Ca/P의 비율이 0.56~0.30

등의 여러 수준의 식사를 성인 남자에게 공급하였을 때 칼슘평형에 전혀 영향을 끼치지 않는다고 보고하였다. 이러한 연구결과로 미루어 보아 Ca/P의 비율에 따른 칼슘의 이용율에 관한 정설은 아직 세우기 어렵다고 생각된다.

잉어육과 가열시간에 따른 지방산의 조성변화는 Table 4와 같다. Table 4의 Subtotal들의 total이 100%에 미달되는 원인은 그 외의 지방산이 포기하기 어려울 정도로 아주 미량이 들어 있기 때문이다.

총지방산은 잉어육에 9.3g% 함유되어 있고 가

Table 4. Contents of fatty acids in raw flesh of carp and cooked broth by various boiling time

Fatty acid	Raw flesh of carp		cooked broth of carp by boiling time (hr)							
			3		6		9		12	
	g%	%	g%	%	g%	%	g%	%	g%	%
Saturated fatty acid										
C 12: 0 acid	0.116	1.252	0.002	0.431	0.019	0.307	0.043	0.632	0.046	0.375
C 13: 0 acid	0.020	0.213	0.000	0.047	0.005	0.081		trace	0.001	0.010
C 14: 0 acid	0.386	4.151	0.015	3.326	0.166	2.693	0.228	3.365	0.364	3.000
C 15: 0 acid	0.124	1.341	0.004	0.831	0.045	0.726	0.067	0.996	0.113	0.830
C 16: 0 acid	1.528	16.429	0.090	20.525	0.965	15.689	1.155	17.060	2.099	17.291
C 17: 0 acid	0.048	0.519	0.003	0.619	0.031	0.512	0.024	0.352	0.038	0.313
C 18: 0 acid	0.468	5.029	0.035	7.969	0.261	4.236	0.245	3.616	0.483	3.980
C 20: 0 acid										
C 22: 0 acid	0.090	0.957	0.004	0.821	0.051	0.826		trace	0.081	0.668
Subtotal	2.78	29.891	0.153	34.568	1.543	51.640	1.762	50.908	3.225	52.199
Unsaturated fatty acid										
C 12: 1 acid	0.009	0.100		trace	0.003	0.056		trace		trace
C 13: 1 acid	0.024	0.254	0.007	1.691	0.007	0.119		trace	0.016	0.134
C 14: 1 acid	0.370	3.978	0.010	2.293	0.148	2.405	0.206	3.044	0.323	2.660
C 14: 2 acid	0.093	0.997	0.002	0.557	0.034	0.558	0.045	0.660	0.076	0.628
C 16: 1 acid	1.651	17.756	0.069	15.662	0.945	15.370	1.229	18.154	2.244	13.484
C 17: 1 acid	0.102	1.102	0.003	0.772	0.047	0.765	0.061	0.908	0.109	0.901
C 18: 1 acid	2.024	21.765	0.119	26.941	1.894	30.803	1.930	28.503	3.599	29.612
C 18: 2 acid	0.726	7.811	0.027	6.171	0.503	8.171	0.674	9.955	1.019	8.391
C 18: 3 acid	0.084	0.902	0.004	0.870	0.103	1.668	0.111	1.643	0.146	1.205
C 18: 4 acid	0.232	2.497	0.007	1.600	0.103	1.674	0.129	1.910	0.213	1.754
C 20: 1 acid	0.528	5.678	0.021	4.786	0.276	4.494	0.384	5.674	0.660	5.439
C 22: 1 acid	0.553	5.949	0.013	2.890	0.202	3.288	0.238	3.515	0.376	3.096
Subtotal	6.393	68.789	0.283	45.220	4.265	42.900	5.007	49.080	8.777	46.680
Total	9.176	98.680	0.435	79.790	5.180	94.440	6.769	99.990	12.000	98.880
Unsaturated F.A./G.T. (%)	69.70		64.83		73.41		73.97		73.14	

열시간에 따른 추출량은 12시간 가열시 12.14g/100g-whole carp로서 가장 많이 추출되었다. 각 시간사이의 증가율을 보면 3시간에서 6시간 사이에 현저히 증가하여 약 1400%의 증가율을 보인 반면 6시간에서 9시간사이에는 10.1%의 증가만을 보였다. 총지방산의 양이 생시료일 때가 12시간가열시의 추출량보다 적은 이유는 육질부분이외의 다른 부분의 지방산 유출에 기인한다고 볼 수 있다. 또한 각 지방산의 함량은 Fig.1에서 보는 바와 같이 불포화지방산의 함량이 포화지방산의 함량보다 28~48% 정도 높게 나타났음을 알 수 있다. 생시료와 각 시간마다 추출된 시료의 총지방산에 대한 불포화지방산의 함량은 각각 69.7%, 64.8%, 73.4%, 74.0% 및 73.1%로 거의 70% 이상으로 나타났다. 불포화지방산중 C18:1산, C16:1산, C18:2산, C20:2산 순으로 높은 함량을 보이는 데, 이 중에서 C18:1산의 함량은 현저하게 높음을 알 수 있다. 포화지방산에서는 C16:0산, C18:0산, C14:0산 순으로 많은 함량이 나타났다.

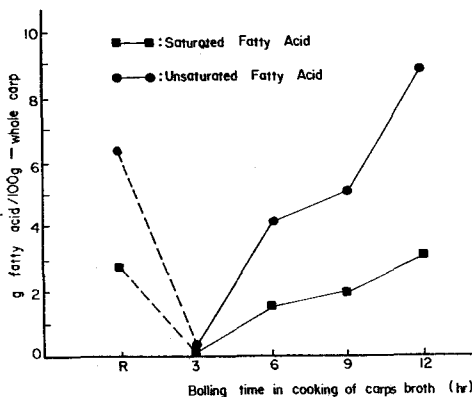


Fig. 1. Changes in levels of saturated and unsaturated fatty acid in carps broth by various boiling time and the amount of saturated and unsaturated fatty acid in carps flesh as a raw sample.

남궁 등¹³⁾의 연구에서는 신선한 갈치의 지질함량이 9.91%였고 그 중 포화지방산이 43.3%, 불포화지방산이 56.7%로 나타났는 데, 지방산조성중 C18:1산이 대부분(44.3%)이라고 하였다. 이 연구에서 C18:1산의 함량이 많은 것은 본 연구

의 잉어육의 지방산조성과 비슷함을 보였고 불포화지방산의 함량은 잉어가 13% 정도 높음을 알 수 있다. 안 등¹⁴⁾은 고등어 육지질의 주요 지방산조성은 C16:0산, C18:0산, C18:1산이라고 보고하였다. 이는 본 연구결과와 유사함을 알 수 있다. Table 5는 생시료인 잉어육과 각 시간에 따른 잉어추출액중의 구성아미노산의 조성변화를 나타낸 것이다.

구성아미노산의 함량은 생시료인 잉어육에 가장 많은 13462.9mg%를 보였고 가열시간에 따른 추출량은 12시간일 때 최대치인 2073.57mg/100g-whole carp를 나타내었다. 각 시간에 따른 필수아미노산과 비필수아미노산을 구별하면, 모두 서로 비슷한 수준(44~51%)의 비필수아미노산을 함유하고 있으며 비필수아미노산의 비율이 필수아미노산의 비율보다는 약간 높음을 알 수 있다. 성 등⁸⁾은 담수어의 연구에서 은어, 누치, 쏘가리, 밀어의 배육(背肉)의 총아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 각각 33.6%, 37.6%, 39.5% 및 39.0%를 차지하였다고 보고하였다. 이와 비교할 때 잉어육의 필수아미노산의 함량은 50.5%로 이들 담수어보다 높음을 알 수 있다. 잉어육과 가열시간에 따른 자숙액중의 구성아미노산중 필수아미노산은 valine, leucine, lysine, arginine이 많이 추출되었고, 비필수아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, alanine이 다량 추출되었다. 또한 필수아미노산중 methionine와 histidine, 비필수아미노산중 serine, proline, lysine 등은 극히 적은 양이 추출되었다. 이¹⁵⁾ 등의 연구에서 말뚝치육에는 glutamic acid, lysine, leucine, alanine 및 arginine 등이 총아미노산중 57.5%를 차지한다고 하였다. 성⁸⁾ 등의 실험에서는 은어, 누치의 배육(背肉)중에 glutamic acid, glycine, aspartic acid 및 lysine이, 쏘가리, 밀어의 배육(背肉) 중에는 glutamic acid, aspartic acid, lysine, leucine이 많이 측정되었다. 이들 연구결과는 본 연구결과와 매우 유사함을 알 수 있다. 이상의 결과들을 종합해 보면 잉어는 영양학적 측면에서 단백질, 지방 및 인의 좋은 공급원이라 할 수 있다. 또한 지방섭취량이 적은 우리나라 사람들에게 좋은 불포화지방산의 공급원이 될 수 있으며 쇠고기 육부분 100g과 비교할 때 잉어육 100g의 단백질, 인의 함량이 비슷하므로

Table 5. Amino acid composition in raw flesh of carp and cooked broth of carp by various boiling time

Amino acid	Raw flesh of carp	Boiling time(unit: mg%) in cooking carp's broth(hr)			
		3	6	9	12
Essensial amino acid					
Threonine	806.21	60.00	65.34	69.47	103.36
Valine	816.65	6.55	53.56	75.44	98.19
Methionine	381.75	trace	31.44	26.87	53.69
Isoleucine	659.75	32.01	44.49	49.34	65.47
Leucine	1,271.56	67.40	104.45	106.88	156.32
Phenylalanine	504.92	30.06	43.88	45.58	64.43
Histidine	381.10	55.06	75.91	76.95	81.04
Lysine	1,272.92	70.41	91.44	110.39	161.34
Arginine	665.21	29.17	73.90	78.73	138.08
Subtotal	6,796.07	350.66	583.90	639.75	921.92
Nonessential amino acid					
Aspartic acid	1,520.00	120.06	157.63	172.62	242.18
Serine	326.22	59.20	79.48	83.58	131.96
Glutamic acid	2,369.07	155.6	219.77	222.77	346.18
Proline	6.43	1.26	1.27	1.46	2.10
Glycine	676.28	30.28	36.88	39.56	80.13
Alanine	1,386.82	1.60	207.81	205.26	319.37
Cystine	0.74	0.06	0.06	0.07	0.08
Tyrosine	381.34	10.38	19.13	19.88	29.65
Subtotal	13,461.97	378.43	722.03	745.20	1,151.65
Total	20,259.04	729.09	1,305.93	1,384.95	2,073.67
E. A. A./G. T. (%)	50.5	48.0	44.7	46.2	44.5

동물성단백질과 인의 좋은 공급원이 될 수 있다고 생각된다. 그러므로 노약자나 영양이 부족되기 쉬운 임산부, 수유부 및 허약한 어린이 등과 같이 고영양섭취를 필요로 할 경우 어즙의 형태를 섭취하게 되면 소화도 잘 되고 필수아미노산과 필수지방산 및 인의 좋은 공급원이 될 수 있다고 생각된다. 이와 같이 잉어가 영양학적으로 좋은 식품이지만 다른 생선에 비해 값이 비싸고 조리법을 잘 못할 경우 비린내가 나기 쉬우므로 양식(養殖)에 의한 잉어의 저렴한 공급과 탕수어, 튀김과 같은 영양학적으로나 미각적으로 손색이 없는 창의적인 조리방법의 개발이 요청된다.

요 약

생시료인 잉어육과 가열시간에 따른 잉어자숙액의 조단백질, 칼슘, 인, 지방산 및 구성아미노산의 함량변화를 측정검토하였으며, 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 단백질, 인 및 아미노산은 생시료인 잉어육이 가장 높은 함량을 나타낸 반면, 칼슘과 지방산은 12시간가열시에 가장 높은 함량을 나타냈다.
2. 조단백질은 생시료인 잉어육이 17.26%였고 가열시간(3, 6, 9, 12)별 추출량은 각각 5.38%, 9.14%, 10.48% 및 15.68%였다.
3. 칼슘은 생시료인 잉어육이 11mg/100g이었고

가열시간에 따른 추출량은 3, 6, 9 및 12시간별로 각각 6.7mg/100g, 8.8mg/100g, 11.6mg/100g 및 16.9mg/100g이었으며, 이는 각 시간마다 약 30~40% 정도씩 증가하였다.

4. 인은 생시료인 잉어육이 206mg/100g이고 가열시간에 따른 추출량은 각각 3시간이 106.4mg/100g 6시간이 109.3mg/100g, 9시간이 120.1mg/100g 및 12시간이 144.5mg/100g이었으며 9시간에서 12시간사이에 가장 많이 증가하였다.

5. 총지방산은 생시료인 잉어육이 9.3%이고 가열시간에 따른 추출량은 3, 6, 9, 12시간별로 각각 0.44%, 6.15%, 6.77%, 12.14%였다. 총지방산은 6시간에서 9시간사이(10%)를 제외하고는 현저히 증가했다.

6. 총지방산에 대한 불포화지방산의 비율은 총지방산에 대한 포화지방산의 비율보다 높았으며 생시료일 때 69.7%이고 각 자숙시간(3, 6, 9, 12)에 따라 64.8%, 73.4%, 74.0%, 73.1%였다. 또한 불포화지방산중에는 C18:1산, C18:2산의 함량이 높았다.

7. 아미노산조성에 있어서 필수아미노산은 valine, leucine, lysine, arginine이 높은 함량을 나타냈으며 비필수아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, alanine이 다량 추출되었다. 비필수아미노산중 serine, proline, lysine 등의 함량은 극히 낮았다. 이로써 잉어와 잉어자숙액은 다른 생선에 비해 영양학적인 측면에서 권장할 만한 양질의 단백질, 지방 및 인의 급원식품이라고 생각된다.

참 고 문 헌

1. 성낙주, 심기환, 이종미: 한국영양학회지, 13(1)59~63(1980).
2. 김경애: 한국영양식량학회지, 11(3), 53~56 (1982).
3. 김병순, 이용호: 한수지, 5(3), 97~103(1982).
4. Hawk, P.B., Oser, B.L., and Summerson, W.H.: Practical Physiological Chemistry, McGraw Hill Book, N.Y. 99; 1219~1220 (1965).
5. A.O.A.C.: Association of Official Analytical Chemists, 12th ed., 497~498(1975).
6. Spackman, D.H., Stein, W.H. and Moore S.: Anal. Chem. 30, 1190~1206(1958).
7. 박양자, 이형태: 식품과 영양, 4(4), 19~22 (1983).
8. 성낙주, 이용호, 하봉석: 한국영양식량학회지, 13(2), 163~168(1984).
9. 유병호: 한국영양식량학회지, 11(4), 1~6 (1982).
10. 조경자: 대한가정학회지, 22(1), 107~115 (1984).
11. 전예숙: 숙명여자대학교 논문집, 1983.
12. Malm, O.J.: Scand. J. Clin. Lab. Invest. 5, 75(1953).
13. 남궁석: 한국영양학회지, 13(1), 65~69(1980).
14. 안명수, 정태영, 이상건: 한국식품과학회지, 10(2), 203~208(1978).
15. 이해숙, 정승용: 경상대학 논문집, 제2호, 173~183(1979).