

붕어 및 가물치의 蛋白質 및 아미노酸 組成

崔鎮浩 · 林采喚 · 崔暎準 · 金昌睦* · 吳成基*

釜山水產大學 食品營養學科 · *慶熙大學校 食品工學科
(1985年 12月 15日 수리)

Compositions of Protein and Amino Acid in Crucian Carp and Snakehead

Jin-Ho CHOI, Chae-Hwan RHIM, Yeung-Joon CHOI

Department of Nutrition and Food Science, National Fisheries University of Pusan,
Nam-gu, Pusan 608, Korea.

Chang-Mok KIM and Sung-Ki OH

Department of Food Technology, Kyung Hee University
Seoul 131, Korea.

(Received December 15, 1985)

Compositions of protein and amino acid in the muscle of crucian carp, *Carassius carassius*, and snakehead, *Channa argus*, were determined by amino acid autoanalyzer, and the protein subunits composed of sarcoplasmic and myofibrillar proteins were also analyzed by sodium dodecylsulfate (SDS) polyacrylamide gel electrophoresis.

The crucian carp muscle contained about 14.7% of protein, and the protein was composed of 32.6% in sarcoplasmic, 62.0% in myofibrillar, 4.9% in alkali soluble and 0.6% in stroma protein. The snakehead muscle, on the other hand, contained about 16.1% of protein, and 30.7%, 64.1%, 4.7% and 0.4% in the above order.

The sarcoplasmic and myofibrillar proteins were composed of 10 and 19 subunits respectively, in the crucian carp, and 12 and 18 subunits in the snakehead.

The total amino acid compositions in the muscle of the crucian carp and snakehead were found to be very similar except lysine and glutamic acid. The major amino acids of their muscle protein were lysine, glutamic acid, arginine and aspartic acid in order. In free amino acid content of the crucian carp, histidine occupied 52% of the total free amino acid, and glutamic acid, glycine and taurine did 85% in case of snakehead.

緒 論

著者들은 前報 (崔 等; 1985, 1986) 에서 天然 및 養殖産 잉어와 뱀장어의 蛋白質 및 아미노酸 組成을 分析 比較한 結果, 天然産과 養殖産의 蛋白質 및 아미노酸 組成은 대체로 비슷하며, 肉의 전체 構成아미노酸中 lysine, glutamic acid, arginine, alanine,

leucine 의 含量이 높다고 하였다. 그리고 構成 蛋白質로서 養殖産 뱀장어의 筋形質 蛋白質은 天然産에 比하여 6個의 subunit가 더 많은 22個의 subunit로 構成되어 있고, 筋原纖維 蛋白質은 養殖産이 天然産에 比하여 1個의 subunit가 더 많은 15個의 subunit로 構成되어 있다고 報告하였다.

本報에서는 우리나라 全 地域에 걸쳐 天然的으로

널리 分布하고 있는 붕어와 가물치를 試料로 택하여 이들의 營養學的 가치평가 및 食品學的 基礎資料를 提示할 目的으로 蛋白質 組成, 筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質을 이루는 構成 subunit 및 아미노酸 組성을 檢討하였기에 報告한다.

材料 및 方法

1. 材 料

釜山市 부진시장에서 1986年 3월에 구입한 天然産 붕어(Carassius carassius; 體長 25 cm, 體重 364 g)와 養殖産 가물치(Channa argus; 體長 40 cm, 體重 788 g)를 試料로 하였다. 試料는 生存中에 低溫室로 運搬하여 即殺시킨 다음, 背肉을 切取하여 蛋白質 組成 및 아미노酸 分析用 試料로 하였다.

實驗中 蛋白質 試料의 抽出溶媒를 포함하여 모든 시약은 特급을, 그리고 實驗에 使用한 모든 물은 증류한 탈 이온수를 使用하였다.

한편 抽出을 포함한 모든 分析은 별도로 제시하지 않는 한, 0~4°C의 低溫室에서 行하였다.

2. 方 法

(1) 蛋白質의 組成: 前報(崔 等, 1986) 에서와 같은 方法으로 分劃하였으며, 分劃된 蛋白質의 濃度 또한 前報에서와 같이 筋原纖維 蛋白質은 Biuret 法으로, 筋形質 蛋白質은 최종농도 4%의 TCA 로 침전을 行한 후, 알칼리可溶性 蛋白質은 溶液으로, 基質 蛋白質은 잔사로 하여 各各 micro Kjeldahl 法으로 測定하였다. 分劃된 筋形質 蛋白質과 筋原纖維 蛋白質의 一部는 붕어와 가물치의 구성 subunit 差異를 比較하기 위하여 Weber와 Osborn(1969) 方法에 따라 SDS-polyacrylamide gel 電氣泳動分析을 하였으며, gel 상의 subunit 의 移動度는 micrometer 로서 測定한 후

에 前報(崔 等, 1986)에서와 같이 構成 subunit 의 分子量을 구하였다. 이때 gel 의 濃度는 10%로 調製하여 使用하였다.

(2) 蛋白質의 構成아미노酸과 유리아미노酸의 組成

蛋白質의 構成아미노酸 및 유리아미노酸 分析用 試料는 金 等(1982)의 方法에 따라 調製하여, 이를 아미노酸 自動分析計(LKB 製, 4150- α 型)으로서 分析하였다. 또한 構成아미노酸中 cysteine 은 前報(崔 等, 1986)의 方法에 따라 cysteic acid 로 산화한 후 에 上記 아미노酸 自動分析計로서 分析하였다.

結果 및 考察

1. 一般成分

붕어와 가물치의 一般成分은 Table 1 과 같다. Table 1 에서 알 수 있듯이 붕어는 가물치에 비하여 수분이 다소 적은 반면, 조지방과 회분은 다소 높았다. 그리고 가물치가 붕어에 비하여 粗蛋白質의 含量이 월등히 많으며, 특히 가물치는 粗蛋白質과 순蛋白質 含量의 差異가 2.7%에 달하는 것에 비추어, 가물치는 Ex 分의 含量이 붕어에 비하여 대단히 높음을 예상할 수 있었다.

2. 蛋白質의 組成

붕어 및 가물치의 蛋白質 組成은 Table 2 와 같았다.

먼저, 붕어의 蛋白質 組成을 살펴보면, 筋形質 蛋白質이 32.6%, 筋原纖維 蛋白質이 62.0%, 알칼리可溶性蛋白質이 4.9%, 基質 蛋白質이 0.6%이었으며, 가물치의 경우는 筋形質 蛋白質이 30.7%, 筋原纖維 蛋白質이 64.1%, 알칼리可溶性 蛋白質이 4.7%, 基質 蛋白質이 0.4%로서 가물치가 붕어에 비하여 筋形

Table 1. Proximate composition of crucian carp and snakehead muscle (unit: %)

| Sample | Moisture | Crude protein | Pure protein | Fat | Ash |
|--------------|----------|---------------|--------------|------|------|
| Crucian carp | 78.67 | 15.02 | 14.65 | 2.58 | 2.11 |
| Snakehead | 80.69 | 18.84 | 16.14 | 1.12 | 1.34 |

Table 2. Composition of muscle protein in crucian carp and snakehead

| Sample | Non-proteinous N. | | Proteinous N. (mgN./g muscle) | | |
|--------------|-------------------|--------------|-------------------------------|----------------|-----------|
| | (mg N./g muscle) | Sarcoplasmic | Myofibrillar | Alkali soluble | Stroma |
| Crucian carp | 0.48 | 7.63(32.6) | 14.51(62.0) | 1.14(4.9) | 0.13(0.6) |
| Snakehead | 4.46 | 7.93(30.7) | 16.55(64.1) | 1.22(4.7) | 0.10(0.4) |

붕어 및 가물치의 단백질 및 아미노산組成

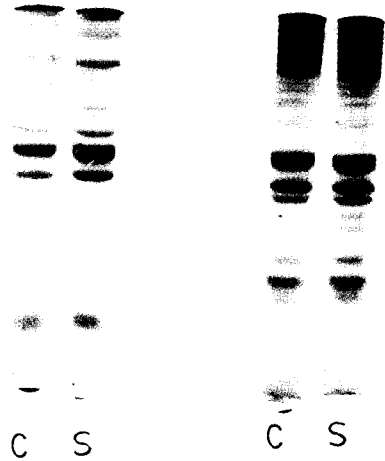
質蛋白質이 다소 적은 반면, 筋原纖維蛋白質은 다소 높게 나타났다. 또한 붕어와 가물치의 筋原纖維蛋白質은 前報(崔等, 1986)에 報告한 뱀장어의 그것에 비하여 含量이 비교적 높음을 확인하였다.

한편 金等(1982)은 即殺時 붕어의 普通肉의 筋形質蛋白質은 31.7%, 原纖維蛋白質은 58% 이었다고 하였으며, Hashimoto等(1979)은 정어리 普通肉의 蛋白質中에서 筋形質蛋白質이 34.7%, 筋原纖維蛋白質이 59.2% 이었다고 報告하였으며, 卞等(1984)은 보리새우肉의 蛋白質의 組成이 魚類와 큰 差異를 보이지 않았다고 報告하였다.

이상의 報告들과 本實驗의 結果를 比較해 보면, 붕어와 가물치의 肉蛋白質 組成은 海産정갈어류 및 갑각류와 그다지 크게 차이가 없었으나, 단지 가물치 筋原纖維蛋白質의 含量이 다소 높음을 알 수 있었다.

한편 各各의 筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質에 對하여 별도로 構成 subunit 差를 檢討하기 위하여 電氣泳動分析을 行하여 電氣泳動相과 分子量別 subunit 分布를 整理하여 Fig.1 과 Table 3 에 나타내었다.

Table 3에서 알 수 있듯이 붕어의 筋形質蛋白質은 10개의 subunit 로, 가물치의 그것은 12개의 sub-



Sarcoplasmic protein Myofibrillar protein
 Fig. 1. Electrophoretograms of SDS-solubilized sarcoplasmic proteins and myofibrillar proteins from crucian carp and snakehead muscle. In the electrophoretic analysis, 10% of acrylamide gel was used. The capital letters C and S indicate crucian carp and snakehead, respectively.

unit 로 構成되어 있으며, 붕어와 가물치 筋形質蛋白質의 構成 subunit 의 差異를 보면, 分子量 16,000, 26,000, 29,000, 36,000, 41,000, 45,000, 50,000,

Table 3. Comparison of subunit distribution on SDS-polyacrylamide gel electrophoretograms by relative mobility between crucian carp and snakehead proteins

| Dalton unit ($\times 10^{-3}$) | Subunit distribution in sarcoplasmic proteins | | Dalton unit ($\times 10^3$) | Subunit distribution in myofibrillar proteins | |
|-------------------------------------|--|-----------|----------------------------------|--|-----------|
| | Crucian carp | Snakehead | | Crucian carp | Snakehead |
| 210 | + | + | 200 | + | + |
| 165 | + | + | 190 | + | + |
| 150 | - | + | 180 | + | + |
| 53 | - | + | 172 | - | + |
| 50 | + | + | 164 | + | + |
| 45 | + | + | 110 | + | + |
| 41 | + | + | 62 | + | + |
| 36 | + | + | 58 | + | - |
| 30.5 | - | + | 56 | + | - |
| 29 | + | + | 54 | + | + |
| 27.5 | + | - | 43 | + | - |
| 26 | + | + | 41 | + | + |
| 16 | + | + | 34 | + | + |
| | | | 31 | + | + |
| | | | 30 | + | + |
| | | | 27 | + | + |
| | | | 25 | + | + |
| | | | 21 | + | + |
| | | | 19 | + | + |
| | | | 16 | + | + |

+ : Subunit appeared on the electrophoretograms, - : Subunit did not appear on the electrophoretograms.

165,000 및 210,000 dalton 에 해당하는 subunit 는 서로 일치하였으나, 가물치에는 30,500, 53,000 및 150,000 dalton 의 subunit 가 더 存在하였고, 붕어의 筋形質蛋白質은 가물치의 그것에 비하여 27,500 dalton 에 해당하는 subunit 가 存在함을 확인하였다.

南(1982)은 3年生 이스라엘 잉어의 筋形質蛋白質은 10개의 subunit 로 構成되어 있다고 하였으며, 金等(1982)은 방어 普通肉의 筋形質蛋白質은 12개의 subunit 로 構成되어 있다고 報告하였다. 本 實驗의 結果와 比較해 보면, 種이 동일하다면 대체로 筋形質蛋白質의 構成 subunit 의 수는 비슷한 것으로 판단되었다.

한편 即殺한 붕어 및 가물치에서 分劃한 筋原纖維蛋白質의 subunit 分布(Table 3)을 보면, 붕어가 19 개의 subunit 로, 가물치가 18개의 subunit 로 各各 構成되어 있었다. 이같은 結果를 動物種別로 測定 報告한 資料들(Porzio 와 Pearson, 1977; Reddy 等, 1975; 關, 1977; 崔 等, 1986)과 比較해, 보면 分子量에 있어서 다소 差異는 있으나, 200,000 dalton 에 해당하는 subunit 가 myosin heavy chain 인 것으로 붕어의 43,000 dalton, 가물치의 41,000 dalton 에 해당하는 것이 actin 으로, 34,000과 30,000 dalton 에 해당하는 subunit 는 tropomyosin 과 troponin-T 인 것으로 판단되었다. 그리고 myosin light chain 은 分子量에 다소 差異를 보여 확실히 구분할 수 없었다.

Watabe 等(1982)은 魚類의 種에 따라 myosin light chain 의 수와 分子量에 있어서 差異가 많은 것으로 報告하였다.

3. 蛋白質의 構成아미노酸 및 유리 아미노酸의 組成

붕어 및 가물치 肉의 構成아미노酸과 유리아미노酸의 組成을 Table 4, 5에 各各 나타내었다.

Table 4에서 알 수 있듯이 붕어와 가물치에 관계 없이 構成아미노酸中 glutamic acid, lysine, aspartic acid 및 arginine 의 含量이 많아서, 전체아미노酸의 약 46%를 점하고 있었다. 崔 等(1985, 1986)이 報告한 잉어와 뱀장어의 構成아미노酸과 比較해 볼 때 붕어는 잉어에 비하여 lysine, valine 와 glutamic acid 의 含量이 다소 높은 반면, histidine 의 量이 다소 적었다. 그리고 가물치는 붕어에 비하여 glycine 과 histidine 의 含量이 매우 높은 반면, lysine 과 threonine 은 낮은 편이었다.

本 實驗의 結果를 金(1986)이 報告한 잉어와 가물치의 構成아미노酸 組成과 比較해 보면, 가물치에 있어서 glycine 과 aspartic acid 를 제외하고는 거의

Table 4. Amino acid composition of muscle in crucian carp and snakehead (g A. A. /16 g N.)

| Amino acid | Crucian carp | Snakehead |
|--------------------|--------------|-----------|
| Ile | 0.51 | 0.49 |
| Leu | 0.95 | 0.92 |
| Lys | 2.30 | 1.99 |
| Phe | 0.37 | 0.39 |
| Tyr | 0.24 | 0.26 |
| Cys | 0.19 | 0.10 |
| Met | 0.24 | 0.28 |
| Thr | 0.63 | 0.56 |
| Val | 0.66 | 0.59 |
| Arg | 1.46 | 1.63 |
| Gly | 0.94 | 1.23 |
| Asp | 1.21 | 1.12 |
| Ser | 0.69 | 0.64 |
| His | 0.66 | 0.76 |
| Ala | 1.07 | 1.05 |
| Glu | 1.86 | 1.57 |
| Pro | 0.41 | 0.56 |
| Total | 14.39 | 14.14 |
| N. /Sample protein | 14.55 | 13.43 |
| Recovery(%) | 98.90 | 105.28 |

Table 5. Free amino acid profiles of the alcohol extracts from crucian carp and snakehead muscles (mg/100 g wet muscle)

| Amino acid | Crucian carp | Snakehead |
|-----------------|--------------|-----------|
| Lys | 21.23 | 19.80 |
| His | 195.19 | 29.27 |
| Arg | 3.99 | 38.38 |
| Tau | 59.58 | 462.97 |
| Asp | 5.34 | 24.76 |
| Thr | 1.77 | 31.59 |
| Ser | 3.16 | 17.66 |
| Glu | 4.10 | 1008.96 |
| Pro | 3.20 | 11.35 |
| Gly | 37.90 | 514.94 |
| Ala | 10.28 | 69.30 |
| Cys | — | 0.46 |
| Val | 1.97 | 14.95 |
| Met | 11.29 | 13.26 |
| Ile | 2.45 | 14.41 |
| Leu | 3.18 | 23.31 |
| Tyr | 1.93 | 8.62 |
| Phe | 3.20 | 8.45 |
| NH ₃ | 4.12 | 10.20 |
| Total | 373.88 | 2321.64 |

비슷한 경향임을 확인할 수 있었다.

한편 붕어와 가물치의 유리아미노산組成을 살펴보면(Table 5), 붕어의 유리아미노산中 histidine 이 전체 유리아미노산의 52.2%를 차지하고 있었으며, 그 외에 taurine 이 15.9%, glycine 이 10.1%를 차지하고 있었다.

金(1986)은 天然産 잉어肉의 유리아미노산中 histidine 이 量的으로 가장 많으며, 養殖産에 비하여 높다고 報告하였다.

本實驗의 結果와 比較해 보면, 天然産 붕어와 잉어肉의 유리아미노산의 組成은 개개 아미노산이 차지하는 量的인 比에 있어서 상당한 差異가 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 가물치는 유리아미노산中 glutamic acid 42.4%, glycine 22.2% 및 taurine 19.9%로서 전체 유리아미노산의 약 84.5%를 차지하였으나, 肉중에 그 量이 많았던 leucine, lysine, arginine 및 alanine 은 전체 유리아미노산의 6.1%에 불과하였다.

韓等(1983)이 가열조리중 가물치 Ex 分의 변화에 대한 報告와 比較해 볼때 유리아미노산의 組成에 있어서는 다소 差異가 있었으나 총유리아미노산의 量에 있어서는 비슷함을 알 수 있었다.

要 約

우리나라 全域에 걸쳐 널리 分布하고 있는 붕어와 가물치의 營養學的 基礎資料를 提供하기 위하여 蛋白質, 構成아미노산 및 유리아미노산의 組成을 分析하고, 肉蛋白質中 筋形質蛋白質과 筋原纖維蛋白質은 SDS-polyacrylamide gel 電氣泳動하여 그 構成 subunit 를 檢討하였다.

가물치는 붕어에 비하여 粗蛋白質의 含量이 3%가량 높았으며 Ex 分의 含量 또한 월등히 많았다.

肉 蛋白質을 構成하는 蛋白質 組成은 붕어의 경우 筋形質 蛋白質이 32.6%, 筋原纖維 蛋白質이 62.0%, 알칼리可溶性 蛋白質이 4.9%, 基質 蛋白質이 0.6% 이었으며, 가물치는 筋形質 蛋白質이 30.7%, 筋原纖維 蛋白質이 64.1%, 알칼리可溶性 蛋白質이 4.7%, 基質 蛋白質이 0.4%를 차지하고 있었다.

筋形質 蛋白質과 筋原纖維 蛋白質 分割의 一部에 대하여 構成 subunit 를 分析한 結果, 붕어의 筋形質蛋白質은 10개의 subunit 로 構成되어 있었고, 가물치는 12개의 subunit 로 構成되어 있었다. 한편 筋原纖維 蛋白質은 붕어가 19개의 subunit 이었으며, 가물치

는 18개 subunit 로 이루어져 있었다.

蛋白質의 構成아미노산 組成은 lysine 과 glutamic acid 를 제외하고는 대체로 붕어와 가물치가 비슷한 편이었으며, glutamic acid, lysine, aspartic acid 및 arginine 이 전체 構成아미노산의 약 46%를 차지하고 있었다. 또한 유리아미노산組成에 있어서 붕어는 histidine 이 전체 유리아미노산의 52.2%를 차지하고 있었으며, 가물치는 glutamic acid, glycine 와 taurine 이 전체 유리아미노산의 약 84.5%를 차지하였다. 그리고 총 유리아미노산의 量에 있어서 가물치는 붕어의 약 6.2배에 달하였다.

文 獻

- 崔鎮浩·林采喚·崔瑛準·朴吉童·吳成基. 1985. 天然 및 養殖産 잉어와 이스라엘 잉어의 構成아미노산에 대한 比較研究, 韓水誌. 18(6), 545—549.
- 崔鎮浩·林采喚·崔瑛準·卞大錫·金昌睦·吳成基. 1986. 天然 및 養殖産鰻장어의 蛋白質 및 아미노산組成 比較, 韓水誌. 19(1), 60—66.
- Hashimoto, K., S. Watabe and M. Kono, 1979. Muscle Protein composition of sardine and mackerel, Bull. Japan Soc. Sci. Fish. 45 (11), 1435—1441.
- 金章亮·崔瑛準·卞在亨. 1982. 방어普通肉과 血合肉의 蛋白質 및 아미노산組成의 死後變化, 韓水誌. 15, 132—136.
- 金敬三. 1986. 天然 및 養殖産淡水魚의 食品成分에 관한 研究. 釜山水産大學 博士學位請求論文.
- Mason, V.C., S.B. Anderson and M. Rudemo. 1980. Hydrolysate preparation for amino acid determinations in feed constituents, Proc. 3 rd EAAP Symp. on protein metabolism and nutrition, Vol.1, 351
- 南澤正. 1983. 이스라엘 잉어의 年齡別 筋肉蛋白質 組成의 比較, 韓水誌. 16(3), 190—196.
- 尾形博·新井茂·B.M. Alvarez. 1985. ヨーロッパウナギ의 *Anguilla anguilla* 稚魚의 遊離アミノ酸含量 に及ぼす餌料タンパク質의 影響, 日水誌. 51(4), 573—578,
- Parzio, M.A. and A.M. Pearson, 1977. Improved resolution of myofibrillar proteins with sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel

- electrophoresis. *Biochim Biophys Acta*, 490, 24—27.
- 卞在亨 · 崔暎準 · 金正翰 · 趙權玉. 1984. 브리새우肉의 部分凍結貯藏中 蛋白質 및 아미노酸의 組成變化. *韓水誌*. 17(4), 280—290.
- 卞在亨 · 南澤正. 1981. 말뚝치의 死後經過에 따른 蛋白質組成的 變化. *韓水誌*. 14(1), 15—23.
- Reddy, M. K., J. D. Etlinger, M. Rabinowits, D. A. Fischman and R. Zak. 1975. Removal of Z-lines and α -actinin from isolated myofibrils by a calcium-activated neutral proteases. *J. Biol. Chem.* 250, 4278—4284.
- 關伸夫. 1977. 魚肉タンパク質, 水産學シリーズ20, 7—23. 恆星社厚生閣, 日本.
- Umemoto, S. 1976. A modified method for estimation of fish muscle protein by Biuret method. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 32, 427—435.
- 梁升澤 · 李應昊. 1979. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究, 1. 天然產 잉어의 유리아미노산 및 핵산관련물질. *釜水大研報*. 19(2), 37—41.
- 梁升澤 · 李應昊 1980a, 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究, 2. 天然產 잉어의 有機鹽基, *韓水誌*. 13(3), 109—113.
- 梁升澤 · 李應昊. 1980b. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究, 3. 가물치의 呈味成分, *韓水誌*. 13(3), 115—119.
- 梁升澤 · 李應昊. 1982. 淡水魚의 呈味成分에 관한 研究, 4. 天然產 잉어 및 가물치의 有機酸, 糖類 및 無機質, *韓水誌*. 15(4), 298—302.
- Watabe, S., Y. Ochiai, and K. Hashimoto. 1982. Identification of 5,5'-dithiobisnitrobenzoic acid(DTNB) and alkali light chains of piscin myosin. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 48, 827—832.
- Watabe, S., Y. Ochiai, S. Kanoh and K. Hashimoto. 1983 a. Proximate and protein compositions of requiem shark muscle, *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 49(2), 265—268.
- Watabe, S., Y. Itoh and K. Hashimoto. 1983b. Isolation and characterization of actin from mackerel dark muscle. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 49, 491—497.