

# 참가자미 肉蛋白質의 乾燥方法에 따른 營養學的 品質變化\*

鄭 甫 泳 · 卞 大 錫\*\* · 卞 在 亨

釜山水產大學 食品工學科

## Nutritional Evaluation of Muscle Protein of Flounder, *Limanda herzensteini*, Dried by Different Methods\*

by

Bo-Young Jeong, Dae-Seok Byun\*\* and Jae-Hyeung Pyeun

Dept. of Food Science and Technology, National Fisheries University of Busan

### Abstract

Muscle fillets of flounder, *Limanda herzensteini*, were sliced into small pieces and dehydrated by the methods of sun drying, hot air drying and vacuum freeze drying, and evaluated for the protein quality by the method of shortened pepsin pancreatin digest residue (SPPDR) index which is the modified method of shortened pepsin digest residue index.

In the analysis of the muscle protein hydrolysates, glutamic acid, aspartic acid and lysine comprised about 39% of the total amino acids of the protein. The content of pure protein in flounder muscle was 18.8%.

The result of nutritional evaluation of the dried muscle protein by the computation of the SPPDR index showed that the freeze dried flounder muscle protein was superior in the nutritional efficiency to the others, sun dried.

The freeze dried flounder muscle protein marked 89 of the SPPDR index number which is quite similar to the muscle protein of terrestrial animal in nutritional quality.

### 序 言

우리나라의 1974年度 總漁獲高는 203萬%으로 이 量은 動物性 蛋白質 總生産量 239萬%(한국은행, 1975)에 비하여 볼 때, 韓國人의 蛋白質營養上 魚類蛋白質이 차지하는 比重이 大端히 큰 것을 알 수 있다.

蛋白質의 營養價 評價에 의하면 魚類蛋白質은 陸上動物 蛋白質보다 떨어지지 않는다는 事實이 生物學的

으로 證明되어 있다(De Groot, 1963).

蛋白質의 營養價는 構成 아미노酸中の 필수 아미노酸의 組成과 消化 吸收率에 의하여 左右되겠지만, 大體로 吸收利用面에 根據를 두고 評價하는 生物學的인 方法은 그 信賴度는 높지만 試驗動物에서 測定된 結果의 人體 適用에 따른 補正問題, 그리고 測定에 所要되는 時間上의 制約 등이 缺點으로 指摘될 수 있다.

近來에는 生物學的 方法의 缺點을 補完한 試驗管的

\* 本 報 文의 要旨는 韓國食品科學會 第18次 學術發表會에서 口頭發表된 것임.

\*\* 統營水產專門學校, Tong-Yeong Fisheries Junior Technical College.

方法이 多數 報告되어 있고(Sheffner 等; 1956, Akesson과 Stahman; 1964), 그중 shortened pepsin digest residue index (shortened PDR index)에 의한 방법은 特別 簡便 精確하다는 點에서 注目을 끄는 것 같다.

本實驗은 蛋白質 資源面에서 水産物을 效率的으로 利用하기 위하여 乾燥方法의 差異가 참가자미 肉蛋白質의 營養上의 品質에 미치는 影響을 shortened pepsin pancreatin digest residue index (shortened PPDR index)法에 의하여 檢討하였다.

## 材料 및 實驗方法

### 1. 材料

1976年 8月 25日 釜山魚貝類組合에서 鮮度 좋은 참가자미, *Limanda herzensteini* (體長 35cm, 體重 580g)를 구입하여 즉시 實驗室로 運搬하고 採肉하여 試料群別에 따른 差異가 없도록 四群으로 分割하고 生試料, 天日乾燥, 熱風乾燥, 그리고 凍結乾燥의 各 試料群으로 하여 分析用 試料로 하였다.

### 2. 乾燥試料의 調製

#### (1) 天日乾燥試料

폴리에틸렌 바구니에 망사를 깔아 生 참가자미 肉片을 얹고, 다시 망사로 덮은後 23~27°C에서 3日間 乾燥하고 막자사발에서 골고루 마세한 다음 減壓 五酸化磷 메시케이타 속에 保存하면서 分析用 試料로 하였다.

#### (2) 熱風乾燥試料

箱子型 熱風乾燥機(Shirakawa製)에서 熱風溫度 55±5°C, 風速 3m/sec로, 8時間 乾燥한 試料를 天日乾燥와 같은 方法으로 粉碎 保存하면서 分析用 試料로 하였다.

#### (3) 凍結乾燥試料

Dry ice로 凍結시킨 生 참가자미 肉片을 凍結乾燥機(Virtis Beckman製, 減壓條件; 1~10.2μ, 棚溫; 30°C)에서 15時間 凍結乾燥한 後에 前述한 乾燥試料와 같은 方法으로 粉碎 保存하면서 分析用 試料로 하였다.

그리고 別途로 均質化한 鷄卵도 참가자미의 凍結乾燥 때와 同一한 方法으로 乾燥 保存하면서 蛋白質 營養評價의 對照用 試料로 하였다.

### 3. 實驗方法

(1) 水分, 粗脂肪, 灰分, 總窒素, 純蛋白質 窒素 및

아미노態窒素

純 蛋白質窒素는 Barnstein法으로, 아미노態窒素는 Spies(1951)에 의한 銅鹽法으로 그리고 그 밖의 成分은 常法에 의하여 各各 分析하였다.

(2) 總아미노酸 및 酵素加水分解 아미노酸의 分析

1) 總 아미노酸 分析用 試料의 調製

Akesson과 Stahmann(1964)의 方法에 따라 鹽酸으로 加水分解한 試料를 만들어 個別 아미노酸을 分析하였다. 즉, 乾燥試料粉末 100mg씩을 各各 精秤하여 加水分解用 試驗管에 넣고, 6N HCl 4ml을 加하여 110±1°C의 砂槽(sand bath)中에서 22時間 加水分解시켰다. 各 加水分解液은 유리 濾過器(Top製, 3G-4)로 濾過하여 濾液을 모아 40±2°C에서 眞空蒸發濃縮器로 3回 反復 濃縮 乾固함으로써 HCl을 完全히 除去하고 pH2.2 citrate buffer에 溶解하여 50ml로 定容, 總 아미노산의 分析用試料로 하였다.

2) 酵素加水分解 아미노酸 試料의 調製

Fig. 1의 方法에 따라 酵素加水分解 아미노酸 試料를 만들었다. 곧 乾燥 試料 粉末 100mg을 精秤하여 分析用 試驗管에 넣고 1.5mg의 pepsin (Hayashi製)과 微生物의 發育抑制劑 methiolate 1.5mg을 精秤하여 試驗管에 넣은 다음, 0.1N HCl 15ml을 加하여 37°C의 恒溫 水槽에서 3時間 豫備消化시켰다. 이 消化液에 0.2N NaOH 7.5ml을 加하여 中和시킨 다음 4mg의 pancreatin (E. Merck製)을 精秤하여 넣고, pH 8.0 phosphate buffer 7.5ml을 加하여 37°C의 恒溫 水槽에서 위의 pepsin消化에 이어 連續하여 24時間 消化시켰다. 이 消化液 10ml에 1% picric acid 50ml을 加하여 蛋白質을 沈澱시켜 酵素作用을 停止시킨 다음, 30分間 遠心分離(3000rpm)한 上층액 50ml을 取하여 Dowex 2×8(Dow Chemical製, Cl-型, 100~200mesh), 樹脂를 채운 칼럼(φ2×3cm)에 통과시켜, picric acid를 吸着除去한 다음, 0.02N HCl 15ml로서 5回 反復하여 씻어 내리고 洗液을 아미노산 流出液과 合하여 眞空蒸發濃縮器로 40±2°C에서 3回 反復하여 濃縮한 다음 pH 2.2 citrate buffer로서 10ml로 定容하여 酵素 加水分解 아미노酸의 試料로하였다.

3) 아미노酸의 分析

Amberlite CG-120 樹脂칼럼을 利用하는 Spackman等(1958)의 方法에 따라 아미노酸 自動分析計(JLC-6AH, No. 310)로서 測定하였다.

(3) Tryptophan의 定量

Spies와 Chamber(1948)의 方法에 따라 定量하였다. 標準 tryptophan(日本 味の素 社製)에 의한 檢量曲線

100 mg of protein in test tube  
 add 1.5 mg of pepsin  
 add 1.5 mg of merthiolate  
 add 15 ml of 0.1N HCl

Incubate at 37°C for 3 hr

Neutralize with 7.5 ml of 0.2N NaOH  
 add 7.5 ml of phosphate buffer, pH 8.0  
 add 4 mg of pancreatin

Incubate at 37°C for 24 hr

Take 10 ml of digestion mixtures  
 add 50 ml of 1% picric acid

Centrifuge at 3000 rpm for 30 min

Supernatant 50 ml

Dowex 2x8 Cl form resin column (2x3 cm)

Rinse 3 times with 5 ml of 0.02N HCl

Effluent

Evaporate to dryness with vacuum distillator

Make up to 10 ml with citrate buffer, pH 2.2

Analysis of amino acid

Fig. 1. Preparation procedure for enzyme hydrolysates of dried flounder muscle digested by pepsin and pancreatin

은 Fig. 2와 같으며, 乾燥 試料에 對한 測定은 試料 15ml 및 *p*-dimethylaminobenzaldehyde(PMAB) 30mg 을 삼각플라스크에 取한 後, 19N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10ml을 加하여 遮光下에 蛋白質이 녹을 때까지 잘 振盪한 다음 12時間 放置하였다. 다음에 0.04% NaNO<sub>2</sub> 溶液 0.1ml을 加하고 30分間 遮光下에 室溫 放置한 後, 分光光度計(Beckman製 Model D)로서 波長 580nm에서 比色 測定 하였다.

그리고 酵素加水分解한 試料에 對하여서는 DMAB 30mg에 21.4N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 9 ml을 加하여 遮光下에 12時間 放置한 다음, 0.04% NaNO<sub>2</sub> 0.1ml을 넣어 吸光度를 測定하여 tryptophan量을 各各 算出하였다.

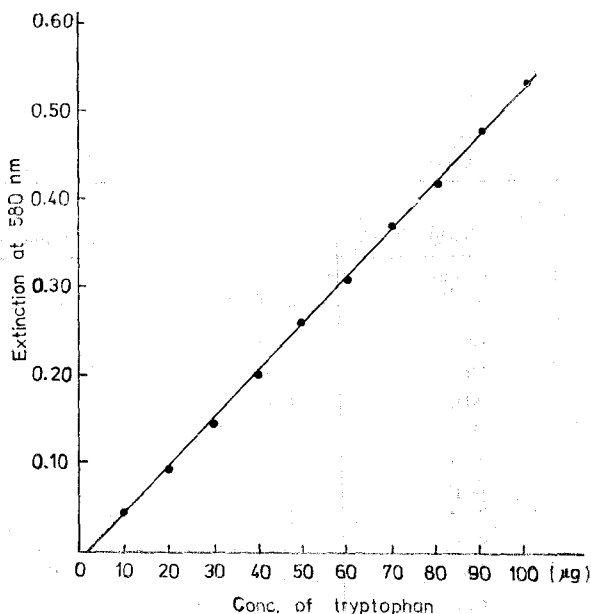


Fig. 2. Standard curve of authentic tryptophan solution.

### 結果 및 考察

試料로 使用한 참가자미의 窒素 含量을 測定한 結果는 Table 1과 같다 揮發性 鹽基窒素의 含量이 13.3mg%로서 試料의 狀態는 比較的 新鮮함을 알 수 있고 아미노態窒素의 含量은 不過 23.31mg%에 지나지 않아 魚類中에서는 遊離아미노酸의 含量이 極히 낮은 편에 屬하는 것 같다. 純 蛋白質態 窒素는 蛋白質量으로 換算하면 約 18.8%로서 Georg(1962)에 의한 가자미科 魚類의 蛋白質 含量이 18% 前後이었다는 報告와 비슷한 값을 보였다.

Table 1. Contents of volatile basic -N, amino -N, protein -N, total -N, and moisture of fresh flounder muscle

NH <sub>3</sub> -N (mg%)	NH <sub>2</sub> -N (mg%)	Protein-N (mg%)	Total-N (mg%)	Moisture (%)
13.30	23.31	3,006.22	3,193.90	75.17

참가자미를 天日乾燥, 熱風乾燥 및 凍結乾燥하여 粉碎하였을 때의 成分組成을 Table 2에 나타냈다. 乾燥 試料의 水分含量으로 볼 때 凍結乾燥한 것은 天日乾燥한 試料보다 水分의 脫水가 훨씬 效果的이었다.

한편 蛋白質의 營養質의 評價를 위하여 凍結乾燥한 全卵粉 및 참가자미肉의 乾燥試料를 6N 鹽酸으로 加

Table 2. Chemical composition of sun dried, hot air dried, and vacuum freeze dried flounder muscle

Samples	Moisture (%)	Protein(%)		Lipid (%)	Ash (%)
		Crude	Pure		
Sun dried	13.08	74.13	68.62	2.60	4.34
Hot air dried	8.43	74.85	69.30	7.70	4.32
Freeze dried	6.90	77.39	69.67	5.89	4.53

Table 3. Amino acid composition of dried whole egg protein and flounder muscle protein

Amino acids	Dried whole egg(g/100g)	Dried flounder (g/100g)		
		Sun	Hot air	Vacuum freeze
Lys	7.08	9.71	9.74	10.77
His	2.18	2.49	2.55	2.80
NH <sub>3</sub>	1.47	1.18	1.18	1.35
Arg	5.03	5.68	6.00	6.32
Tau		1.52	1.58	1.74
Asp	9.29	11.07	11.97	12.31
Thr	4.01	5.73	5.45	6.16
Ser	5.72	3.84	4.02	3.75
Glu	9.25	13.34	13.24	14.17
Pro	7.03	trace	trace	trace
Gly	2.27	3.48	3.79	3.86
Ala	3.65	4.39	4.42	4.89
Cys	—	—	—	—
Val	4.09	4.00	3.85	4.47
Met	2.10	2.40	2.13	2.45
Ileu	3.63	3.74	3.72	3.34
Leu	5.60	6.21	6.20	6.62
Tyr	2.30	2.72	2.52	2.68
Phe	6.22	4.04	5.17	5.14
Trp	1.51	1.06	1.20	1.20
Total	82.43	86.60	87.73	94.32

水分解시킨加水分解物에 대하여測定한 아미노酸組成을 보면 Table 3과 같다. 凍結乾燥한 鷄卵蛋白質의 分析結果를 對照로서 나타내었으며, 참가자미의 경우는 凍結乾燥한 것이 熱風乾燥나 天日乾燥한 試料보다도 一部の 例外를 除外하고는 아미노酸의 含量이 많은 結果였다. 이와같은 結果는 Miller等 (Carpenter, 1974)이 대구를 여러가지 方法으로 乾燥하여 몇가지의 有効性 아미노酸에 對하여 測定하였을 때 凍結乾燥한 것보다는 116°C에서 27時間 加熱한 試料가 有効性 lysine이나 methionine의 含量이 떨어졌다는 結果와 比較하여 興味있는 結果이며, 이는 乾燥方法中 凍結乾燥한 것은 比較的 構成아미노酸이 影響을 적게 받는데 原因이 있는 것으로 생각된다. 特히 天日乾燥나 熱風乾燥한 것에서 量的으로 두드러지게 줄어든 것은 lysine으로서 거의 1%에 가까운 減少를 보였으며, 그밖에 酸性 아미노酸에 屬하는 threonine과 aspartic acid의 量的의 差

異도 두드러졌다. cysteine이 檢出되지 않은 것은 酸加水分解로 因하여 破壞되어 버린 것으로 생각된다. 한편 proline의 量은 痕跡量에 不過하였다. 그리고 酸加水分解에서 比較的 不安定한 것으로 알려져 있는 methionine과 tyrosine(島蘭와 中川, 1972)은 다른 魚種에 比하면 比較的 많이 含有되어 있어 注目을 끌었다.

本實驗에서 測定한 筋肉蛋白質의 아미노酸組成을 Konosu等(1956)이 分析한 돌가자미의 筋肉蛋白質의 아미노酸組成과 比較하면 凍結乾燥한 참가자미의 筋肉蛋白質과 極히 類似한 傾向을 보이나, valine, isoleucine, leucine 그리고 tyrosine이 돌가자미쪽이 조금 높은 含量이고 aspartic acid는 참가자미가 훨씬 높은 것이 特徵이다. 그리고 Connell과 Howgate(1959)에 의하여 報告된 대구와 그밖의 數種 魚類의 組成아미노酸分析結果와 Konosu(1956)가 別상어 外 9種의 魚肉

아미노酸 組成의 分析 結果와 比較하여 볼 때 魚類의 筋肉 構成아미노酸은 特別ly aspartic acid와 glutamic acid 그리고 lysine이 越等히 많다는 것을 指摘할 수 있다.

鹽酸 加水分解 및 酵素 加水分解 試料의 아미노酸 分析結果로서 食物蛋白質에서 欠乏되기 쉬운 必須아미노酸인 lysine과 methionine 및 tryptophan을 指標로 하여 酵素加水分解率을 적용하여 shortened PPDR index 값을 計算하여 보면 Table 4에 나타낸 바와 같다.

Table 4에서 얻어진 shortened PPDR index를 아미노酸 分析 結果에서 얻은 化學價 및 改良 必須아미노酸指數(Modified essential amino acid index, MEAA index)와 比較하여 보면, Table 5에서와 같이 shortened PPDR index는 化學價와는 顯격한 差異가 있었

**Table 4. Computation of the shortened pepsin pancreatin digest residue index for dried flounder muscle protein**

Amino acids	Dried whole egg	Dried flounder		
		Sun	Hot air	Vacuum freeze
Lysine	0.57	0.12	0.09	0.18
Methionine	0.24	0.24	0.15	0.23
Tryptophan	0.95	0.76	0.91	0.85
Sum	1.76	1.12	1.15	1.26

Digestion factor:

$$1.12/1.76=64 \quad 1.15/1.76=65 \quad 1.26/1.76=72$$

MEAA index :

$$\begin{aligned} & 92 & 95 & 95 \\ 0.25 \times \log 64 & =0.4515 & 0.25 \times \log 65 & =0.4532 \\ 0.75 \times \log 92 & =1.4729 & 0.75 \times \log 95 & =1.4833 \\ 0.25 \times \log 72 & =0.4643 & & \\ 0.75 \times \log 95 & =1.4833 & & \end{aligned}$$

Sum 1.9245 1.9470 1.9365

Antilogarithm: 84 89 86

**Table 5. Comparison of the chemical score, modified essential amino acid index, and shortened pepsin pancreatin digest residue index of dried flounder**

Samples	Chemical score	MEAA index	Shortened PPDR index
Dried whole egg	100	100	100
Dried flounder			
Sun	65	92	84
Hot air	79	95	86
Vacuum freeze	79	95	89

고 MEAA index와는 近似하였으며, MEAA index 값은 shortened PPDR index 보다는 약간 높았다. 이 結果는 Mauron(1972)이 整理한 生物價와 MEAA index와의 相關關係, 그리고 生物價와 PPDR index와의 相關關係와 비추어 볼 때, 本實驗의 shortened PPDR index는 MEAA index에 比하여 生物價에 더 가까운 값을 나타낸 結果로 된다. shortened PPDR index와 MEAA index의 結果로 보아 참가자미는 乾燥方法에 따라서 蛋白質의 營養의 品質이 어느 정도 影響을 받는 것으로 보였는데, 凍結乾燥 및 熱風乾燥한 試料는 거의 差異가 없었고, 天日乾燥한 것은 앞의 두 경우에 比하여 조금 낮은 結果였다. De Groot(1963)는 凍結乾燥한 豚의 肉 蛋白質이 加熱調理한 豚의 肉 蛋白質보다도 純 蛋白質利用率(NPU)이 높다고 하였으며 Goldblith와 Tannenbaum(1966)은 豚의 肉 蛋白質을 凍結 貯藏하였을 때와 凍結乾燥하였을 때 蛋白質 效率比(PER)는 凍結乾燥한 쪽이 높다고 報告하였는데 이들 報告와 關聯하여 凍結乾燥는 蛋白質의 營養質的 變化에 크게 影響을 미치지 않는 것으로 推測된다.

凍結乾燥한 참가자미의 shortened PPDR index 값은 Mauron(1972)이 報告한 牛肉의 값과는 비슷한 값을 보였으며, 魚粉보다는 조금 높은 값을 보여, 蛋白質 營養上 相當히 우수하다고 評價되며, 熱風乾燥한 참가자미도 豫想보다는 蛋白質의 營養質이 떨어지지 않는다는 點은 興味있는 結果이다.

### 要 約

蛋白質資源面에서 水産物을 效率적으로 利用하기 위하여 乾燥方法에 따라 참가자미 肉 蛋白質의 營養的 品質에 미치는 影響을 shortened PPDR index값을求하므로서 檢討하였다.

참가자미 肉의 構成아미노酸 中에는 glutamic acid, aspartic acid, 그리고 lysine이 全 아미노酸의 약 39%를 차지하였다. 그리고 참가자미 肉 中의 純 蛋白質의 含量은 18.8%이었다.

shortened PPDR index는 凍結乾燥한 참가자미肉이 天日乾燥한 것에 比하여 높았고 熱風乾燥한 것이 天日乾燥한 것보다도 조금 높은 結果이었다.

凍結乾燥한 참가자미의 shortened PPDR index는 89로서 다른 陸上動物 蛋白質의 그것에 比하여 大差 없었다.

## 謝 辭

本 研究를 遂行함에 있어 凍結乾燥 試料 調製에 便宜를 提供하여 주신 韓國科學技術研究所 應用生化學研究室 鄭 兌和 博士와 그리고 아미노酸 分析에 協助하여 주신 味元(株) 研究開發室 韓 相烈 室長님께 深甚한 謝意를 表한다.

## 文 獻

- Akeson, W. R., and M. A. Stahmann (1964) : A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation *J. Nutrition* **83**, 257-261
- Carpenter, K. J. (1974) : Chemical and microbial assays for the evaluation of processed protein foods. in "Nutrients in processed foods (proteins)" p.104, ed. American Medical Association publ. Sci. Group. Mass. U. S. A.
- Connell, J. J., and P. F. Howgate (1959) : The amino acid composition of some British food fishes. *J. Sci. Food Agr.* **10**, 241-244
- De Groot, A. P. (1963) : The influence of dehydration of foods on the digestibility and the biological value of the protein. *Food Tech.* **18** (3), 339-343
- Goldblith, S. and K. Tannenbaum (1966) : The nutritional aspects of the freeze drying of foods. Proceedings of the seventh international congress on nutrition. Vorlag Friedr. Vieweg und Sohn GmbH, Braunschweig, West Germany. p. 4
- 한국은행 조사부(1975) : 경제 통계 연보, pp. 110-114
- Konosu, S., Katori, S., Eguchi, S., and T. Mori (1956) : Amino acids composition of fish muscle protein. *Bull. Japan Soc. Sci. Fish.* **21**(11), 1163-1166
- Mauron, J. (1972) : The analysis of food proteins, amino acids composition and nutritive value. *Proteins in human nutrition.* Academic Press, New York, 139-154
- 島蘭 順雄, 中川一郎 (1972) : 蛋白質の代謝と營養 pp. 66-68, 朝倉書店, 東京.
- Sheffner, A. L., Eckfeldt, G. A., and M. Spector (1956) : The pepsin digest residue (PDR) amino acid index of protein utilization. *J. Nutr.* **60**, 105-120
- Spackman, D. H., Stein, W. H., and S. Moore (1958) : Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Anal. Chem.*, **30**, 1190-1206
- Spies, J. R., and D. C. Chambers (1951) : Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with their salts. *J. Biol. Chem.*, **191**, 1781-1797
- Spies, J. R., and D. C. Chambers (1948) : Chemical determination of tryptophan. Study of color forming reactions of tryptophan *p*-dimethyl aminobenzaldehyde and sodium nitrite in sulfuric acid solution. *Anal. Chem.* **20**(1) 30-39