

彭弘光，楊順德\*，林天生

行政院農業委員會 水產試驗所 竹北分所

\*通訊作者，E-mail: yangsder@ms45.hinet.net

(2000 年 9 月 27 日接受)



## 粗首鱨 *Zacco pachycephalus* 幼魚對飼料蛋白質需求量之探討

### 摘 要

本試驗以紅魚粉為主蛋白質源，設計蛋白質含量為 7-56%，以每 7% 為一蛋白質含量梯度，由  $\alpha$ -澱粉和糊精調整各組飼料能量為 370 kcal /100 g diet，以探討粗首鱨 *Zacco pachycephalus* 幼魚對飼料蛋白質的最適需求量。每一飼料組有三重複，每一重複 12 尾粗首鱨幼魚（平均重約 1.28 g）置於過濾循環水族箱中餵養八週。試驗結果顯示粗首鱨幼魚之成長率及飼料效率均隨飼料蛋白質含量的增加而增加，但在粗蛋白質含量 35% 以後的各組則無顯著差異 ( $P>0.05$ )，而由試驗魚的成長率依折線迴歸模式統計分析，求得粗首鱨幼魚的最適蛋白質需求量為  $37\pm2$  g/100 g diet。另外，各組魚隻的蛋白質效率、蛋白質蓄積率、肝體比與內臟體比均顯著隨飼料蛋白質含量的增加而減少。魚體粗成分分析結果顯示，魚隻體蛋白質含量隨飼料蛋白質含量之增加而增加，但在飼料粗蛋白質含量 35% 以上的各組則無顯著差異；而餵飼低蛋白質飼料之魚體內有顯著較高含量之脂質，水分含量則與脂質含量呈相反趨勢，隨飼料蛋白質含量之增加而增加。飼料蛋白質含量與粗首鱨餐後 24 小時總累積排氮量呈顯著 ( $P<0.01$ ) 的線性關係。

**關鍵詞：**粗首鱨，蛋白質需求，體成分，餐後總累積排氮量

粗首鱨 *Zacco pachycephalus* (Günther) 俗名紅貓（雄魚）、溪哥仔（雌魚）、苦槽仔，為台灣河川特有種的鯉科魚類，為初級淡水魚，幼魚以藻類、有機碎屑及水生昆蟲為食，為雜食性；成長後主要以水生昆蟲、小魚及小蝦為食，偏肉食性<sup>(1)</sup>。粗首鱨主要分布於河川的中下游及溝渠中，喜好棲息在水流較緩慢的水域，是釣客喜好垂釣的對象魚種，近年來亦有養殖戶進行養殖，是頗具經濟價值的河川魚類。

蛋白質是魚類飼料的主要成分，它提供必需胺基酸及非必需胺基酸以合成體蛋白並且部分作為能量來源以維持正常成長，而魚類對飼料蛋白質的需求量因魚種、體型、飼料蛋白質源以及環境因子等而異，大致的範圍約佔飼料乾重的 30 到 55% 左右<sup>(2)</sup>。有關粗首鱨的研究並不多見，相關的飼料營養研究更付之闕如，僅有與粗首鱨同為本省河川魚類的台灣產頰魚

*Varicorhinus barbatulus*<sup>(3)</sup> 及台灣馬口魚 *Zacco barbata*<sup>(4,5)</sup> 的飼料營養稍被探討；而 Tacon<sup>(6)</sup> 則推薦雜食性魚類的飼料蛋白質需求量約在 35 到 42% 之間。

硬骨魚類的蛋白質代謝最終產物中有 80% 以上的總氮排泄物是氨<sup>(7)</sup>，並且飼料蛋白質的攝取與魚類的排氮有直接的關係<sup>(8-10)</sup>，甚至魚類的氨排泄量被建議用來作為飼料蛋白質利用的比較指標<sup>(11)</sup>。本試驗之目的為探討粗首鱨幼魚對飼料蛋白質的最適需求量，以及飼料蛋白質含量對粗首鱨成長、魚體成分與排氮量之影響。

### 材料與方法

試驗飼料組成如 Table 1 所示，以 40 目篩網過篩的智利紅魚粉（酸價 11.82 mg KOH/g、揮發性鹽基態氮 98.67 mg/100 g）為主蛋白質源，魚油與黃豆油為油脂來源，糊精與  $\alpha$ -澱粉為主要碳水化合物來源。飼料

蛋白質含量以 7% 為一增加梯度，由 7% 到 56% 計有八組試驗飼料，由糊精與纖維素調整成 370 kcal/100 g diet 的等能量飼料，由於目前缺乏粗首鱯的基礎生理能量 (Physiological fuel) 值之研究，本試驗的能量值係依據一般陸上動物所使用的蛋白質、碳

水化合物與脂質分別為 4、4、9 kcal/g 之基準計算。飼料成分經混合均質、加油及加水等調質步驟後，以絞肉機擠成 2 mm 的條狀飼料，在 20°C 冷風乾燥 10 小時後凍存於 -20°C 冰箱中，投餵前略以粉碎機打碎，篩選約 2 mm 的顆粒稱量投餵。

Table 1. Experimental diet formulations and proximate analyses.

| Component                            | Dietary protein level (%) |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 7                         | 14    | 21    | 28    | 35    | 42    | 49    | 56    |
| Diet constituent (g/100 g diet)      |                           |       |       |       |       |       |       |       |
| Brown fish meal <sup>1</sup>         | 1.96                      | 11.35 | 20.74 | 30.13 | 39.52 | 48.91 | 58.30 | 67.69 |
| $\alpha$ -Starch                     | 10.00                     | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 |
| Dextrin                              | 49.83                     | 42.83 | 35.83 | 28.83 | 21.83 | 14.83 | 7.83  | 0.83  |
| Squid liver meal                     | 3.00                      | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  |
| Wheat gluten                         | 5.00                      | 5.00  | 5.00  | 5.00  | 5.00  | 5.00  | 5.00  | 5.00  |
| Soybean oil                          | 2.77                      | 2.77  | 2.77  | 2.77  | 2.77  | 2.77  | 2.77  | 2.77  |
| Fish oil                             | 7.48                      | 6.41  | 5.34  | 4.27  | 3.21  | 2.14  | 1.07  | 0.00  |
| Vitamin mix <sup>2</sup>             | 3.00                      | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  |
| Mineral mix <sup>2</sup>             | 3.00                      | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  | 3.00  |
| CMC                                  | 4.00                      | 4.00  | 4.00  | 4.00  | 4.00  | 4.00  | 4.00  | 4.00  |
| $\alpha$ -Cellulose                  | 9.96                      | 8.64  | 7.32  | 6.00  | 4.67  | 3.35  | 2.03  | 0.71  |
| Proximate analysis (% of dry matter) |                           |       |       |       |       |       |       |       |
| Crude protein                        | 7.21                      | 13.67 | 22.89 | 29.35 | 36.84 | 43.14 | 49.83 | 57.05 |
| Lipid                                | 9.32                      | 9.91  | 9.46  | 10.79 | 10.05 | 10.08 | 10.47 | 10.46 |
| Ash                                  | 3.94                      | 5.69  | 7.39  | 9.06  | 10.83 | 12.52 | 14.27 | 15.96 |

<sup>1</sup> Sieved Chile brown fish meal contains (as % of dry matter): crude protein, 74.55; lipid, 11.38.

<sup>2</sup> According to Moon and Gatlin (1991)<sup>(12)</sup>. Vitamin mix contains (as g/kg): ascorbic acid, 50.0; dl-calcium pantothenate, 5.0; choline bitartrate, 100.0; inositol, 5.0; menadione, 2.0; niacin, 5.0; pyndoxine-HCl, 1.0; riboflavin, 3.0; thiamine mononitrate, 0.5; dl- $\alpha$ -tocopheryl acetate (250 IU/g), 8.0; vitamin A acetate (20000 IU/g), 5.0; biotin, 0.05; cholecalciferol (1  $\mu$ g=40 IU), 0.002; folic acid, 0.18; vitamin B<sub>12</sub>, 0.002; cellulose, 815.13. Mineral mix contains (as g/kg): Ca(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>6</sub>) $\cdot$ 5H<sub>2</sub>O, 348.49; Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> $\cdot$ H<sub>2</sub>O, 136.0; FeSO<sub>4</sub> $\cdot$ 7H<sub>2</sub>O, 5.0; MgSO<sub>4</sub> $\cdot$ 7H<sub>2</sub>O, 132.0; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 240.0; NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> $\cdot$ H<sub>2</sub>O, 88.0; NaCl, 45.0; AlCl<sub>3</sub> $\cdot$ 6H<sub>2</sub>O, 0.15; KI, 0.15; CuSO<sub>4</sub> $\cdot$ 5H<sub>2</sub>O, 0.5; MnSO<sub>4</sub> $\cdot$ H<sub>2</sub>O, 0.7; CoCl<sub>2</sub> $\cdot$ 6H<sub>2</sub>O, 1.0; ZnSO<sub>4</sub> $\cdot$ 7H<sub>2</sub>O, 3.0; Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>, 0.011.

試驗用魚係採自新竹油羅溪野生的粗首鱯魚苗，先以魚苗飼料 (福壽牌，粗蛋白含量 50%、油脂含量 9%) 再以幼鰻浮料 (福壽牌，粗蛋白含量 48%、油脂含量 10%) 馴化培育後使用。為使試驗魚適應試驗環境及

試驗飼料，在開始試驗前二週將試驗魚放入試驗水箱中，每日以任食方式投餵蛋白質含量最低的試驗飼料分早晚兩餐投餵。試驗係以 60x30x30 cm 之玻璃水箱進行，每一水箱放置 12 尾平均重 1.28 g 的幼魚，每

一試驗飼料組有三重複。每日投餌率開始時為魚體濕重的 6%，而後逐漸降至試驗末期的 4%，以減少過度投餌但維持在接近飽食的程度；飼料分早晚兩餐投餌，每兩週稱重一次，再依稱重結果調整投餌量。所有水箱係配屬一套過濾循環系統，每箱的流量約為 1.2 l/min，每週定期檢測水中氨氮、亞硝酸氮、硝酸氮、pH 值及溶氧量等水質條件，結果均在合適的範圍內；而試驗期間的水溫範圍在 23-28℃。成長試驗共進行八週。

成長試驗結束後，先將魚飢餓 48 小時後再任食一餐，餐後一小時由每個水箱選取二尾魚以 MS 222 淺度麻醉，再將每尾魚分別移入裝水 4 l 之 10 l 塑膠桶中，然後將塑膠桶置於大型恆溫室中使水溫保持在 25±1℃，在 24 小時後採取水樣，以測定總累積氨氮濃度，水中氨氮濃度以 Phenol-hypochlorite 法測定之<sup>(13)</sup>。之後將每一水箱的魚予以解剖，分別量測內臟與肝臟重量，以計算肝體比 (Hepatosomatic index) 及內臟體比 (Viscerosomatic index)：

肝體比(%) = (肝臟重)÷(魚體重)×100

內臟體比(%) = (內臟重)÷(魚體重)×100

再以水族箱為單位將魚體其餘部分予以混合均質以進行化學分析，飼料與魚體之水分、粗蛋白質與灰分含量依 AOAC 之方法分析<sup>(14)</sup>，脂質則以氯仿與甲醇 (2:1, v/v) 萃取之<sup>(15)</sup>。魚隻之成長率 (Percent weight gain)、飼料效率 (Feed efficiency)、以及評估魚體對飼料蛋白質利用率的蛋白質效率 (Protein efficiency

ratio) 與蛋白質蓄積率 (Productive protein value) 的計算方式如下：

成長率(%) = (魚體增重)÷(魚體初重)×100

飼料效率(%) = (魚體增重)÷(攝取飼料重)×100

蛋白質效率 = (魚體增重)÷(蛋白質攝取量)

蛋白質蓄積率(%) = (魚體蓄積蛋白質量)÷(蛋白質攝取量)×100

試驗數據以變異數分析 (One-way ANOVA) 及鄧肯氏多變域測驗檢測差異，且均以 SAS 套裝軟體 (Version 6.11) 處理，差異顯著水準定在  $\alpha=0.05$ 。

## 結果

經過八週的飼育試驗結果如 Table 2 所示，粗首鱨幼魚之成長率與飼料效率均隨飼料蛋白質含量的增加而增加，直到粗蛋白質含量為 35% 以後的各組成長率則無顯著差異 ( $P>0.05$ )，但在 42% 後之各組成長率及飼料效率則略有下降的趨勢，據此推估粗首鱨對飼料蛋白質的需求量應在 35-42% 之間。而由試驗魚的成長率以折線迴歸模式 (Broken-line model) 的雙斜率折線 (Two-slope broken line)<sup>(16)</sup>統計求得粗首鱨的最適蛋白質需求量為 37±2 g/100 g diet (Fig. 1.)。另外，各組魚隻的蛋白質效率 (PER) 與蛋白質蓄積率 (PPV) 均顯著隨飼料蛋白質含量的增加而減少；同樣地，肝體比 (HSI) 與內臟體比 (VSI) 亦顯著隨飼料蛋白質含量的增加而減少 (Table 2)。

**Table 2.** Growth performance, feed utilization and morphological measurements of fingerling *Zacco pachycephalus* fed diets containing graded protein levels for 8 weeks<sup>1</sup>.

|                                 | Dietary protein level (%) |                     |                      |                      |                     |                     |                     |                      | Pooled s.e. |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------|
|                                 | 7                         | 14                  | 21                   | 28                   | 35                  | 42                  | 49                  | 56                   |             |
| W <sub>f</sub> (g) <sup>2</sup> | 2.27 <sup>e</sup>         | 3.34 <sup>d</sup>   | 3.74 <sup>cd</sup>   | 4.14 <sup>bc</sup>   | 4.79 <sup>a</sup>   | 4.85 <sup>a</sup>   | 4.65 <sup>ab</sup>  | 4.43 <sup>ab</sup>   | 0.17        |
| PWG <sup>2</sup>                | 77.21 <sup>e</sup>        | 160.60 <sup>d</sup> | 193.73 <sup>cd</sup> | 224.51 <sup>bc</sup> | 274.11 <sup>a</sup> | 278.37 <sup>a</sup> | 264.54 <sup>a</sup> | 245.09 <sup>ab</sup> | 12.72       |
| FE (%) <sup>2</sup>             | 23.45 <sup>e</sup>        | 38.94 <sup>d</sup>  | 44.21 <sup>cd</sup>  | 50.74 <sup>bc</sup>  | 58.34 <sup>a</sup>  | 59.34 <sup>a</sup>  | 53.68 <sup>ab</sup> | 49.93 <sup>bc</sup>  | 2.17        |
| PER <sup>2</sup>                | 3.25 <sup>a</sup>         | 2.85 <sup>b</sup>   | 1.93 <sup>c</sup>    | 1.73 <sup>cd</sup>   | 1.58 <sup>de</sup>  | 1.38 <sup>e</sup>   | 1.08 <sup>f</sup>   | 0.88 <sup>f</sup>    | 0.07        |
| PPV (%) <sup>2</sup>            | 48.85 <sup>a</sup>        | 43.88 <sup>b</sup>  | 30.60 <sup>c</sup>   | 28.38 <sup>c</sup>   | 26.70 <sup>cd</sup> | 23.33 <sup>d</sup>  | 18.17 <sup>e</sup>  | 15.01 <sup>e</sup>   | 1.58        |
| HSI <sup>2</sup>                | 2.69 <sup>a</sup>         | 2.21 <sup>b</sup>   | 2.14 <sup>bc</sup>   | 2.09 <sup>bc</sup>   | 2.02 <sup>c</sup>   | 1.97 <sup>cd</sup>  | 1.86 <sup>de</sup>  | 1.70 <sup>e</sup>    | 0.06        |
| VSI <sup>2</sup>                | 10.47 <sup>a</sup>        | 9.11 <sup>b</sup>   | 8.49 <sup>b</sup>    | 8.43 <sup>bc</sup>   | 7.79 <sup>cd</sup>  | 7.63 <sup>d</sup>   | 7.26 <sup>d</sup>   | 6.99 <sup>d</sup>    | 0.25        |

<sup>1</sup> Values within the same row with different superscripts are significantly different ( $P<0.05$ ).

<sup>2</sup> The abbreviations are as the follows: W<sub>f</sub>: final body weight (g); PWG: percent weight gain; FE: feed efficiency; PER: protein efficiency ratio; PPV: productive protein value; HSI: hepatosomatic index; VSI: viscerosomatic index.

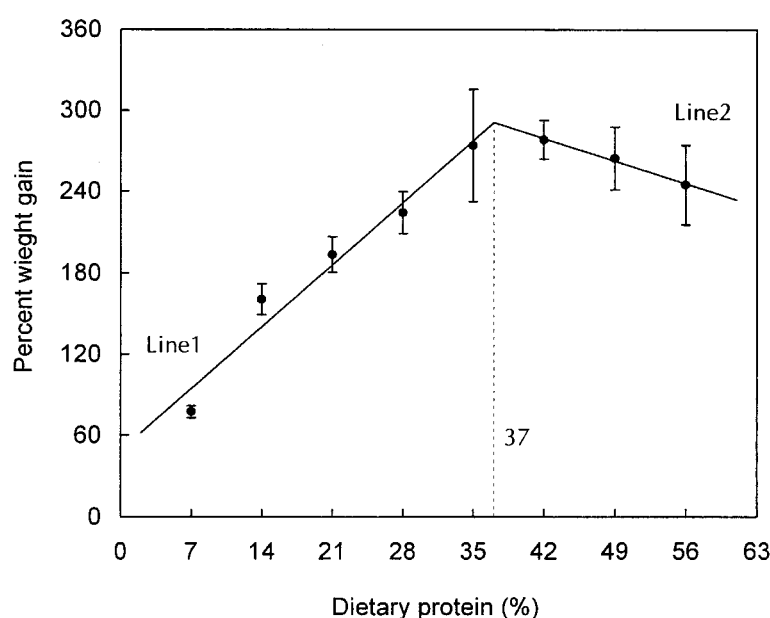
魚體粗成分分析結果 (Table 3) 顯示，魚隻體蛋白質、水分及體脂質含量明顯受到飼料蛋白質含量之影響，體蛋白質含量隨飼料蛋白質含量之增加而增加，但在飼料粗蛋白質含量 35% 以上的各組則無顯著差異 ( $P>0.05$ )。而餵飼低蛋白質飼料之魚體內有顯著較高含量之脂質，水分含量則與脂質含量

呈相反趨勢，隨飼料蛋白質含量之增加而增加。另外，魚體灰分含量並不受因提高飼料蛋白質含量而增加魚粉添加量的影響。飼料蛋白質含量與粗首蠟餵食後 24 小時總累積排氮量的關係如 Fig. 2 所示，飼料蛋白質含量與排氮量呈顯著 ( $P<0.01$ ) 的線性關係。

**Table 3.** Carcass proximate composition (% on wet basis) of fingerling *Zacco pachycephalus* fed diets containing graded protein levels for 8 weeks<sup>1</sup>.

|               | Dietary protein level (%) |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                    | Pooled s.e. |
|---------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------|
|               | 7                         | 14                  | 21                  | 28                  | 35                  | 42                  | 49                  | 56                 |             |
| Moisture      | 67.52 <sup>d</sup>        | 67.98 <sup>cd</sup> | 68.20 <sup>cd</sup> | 68.89 <sup>bc</sup> | 68.91 <sup>bc</sup> | 69.55 <sup>ab</sup> | 69.49 <sup>ab</sup> | 70.09 <sup>a</sup> | 0.33        |
| Crude protein | 14.64 <sup>e</sup>        | 15.00 <sup>de</sup> | 15.33 <sup>cd</sup> | 15.77 <sup>bc</sup> | 16.20 <sup>ab</sup> | 16.26 <sup>ab</sup> | 16.17 <sup>ab</sup> | 16.34 <sup>a</sup> | 0.16        |
| Lipid         | 14.01 <sup>a</sup>        | 13.64 <sup>ab</sup> | 13.00 <sup>cd</sup> | 12.21 <sup>c</sup>  | 11.78 <sup>cd</sup> | 11.36 <sup>de</sup> | 10.82 <sup>ef</sup> | 10.46 <sup>f</sup> | 0.24        |
| Ash           | 3.10                      | 3.17                | 3.07                | 3.09                | 3.12                | 3.25                | 3.32                | 3.34               | 0.09        |

<sup>1</sup> Values within the same row with different superscripts are significantly different ( $P<0.05$ ).



**Fig. 1.** Broken line analysis of percent weight gain in *Zacco pachycephalus* fed diets containing various protein levels. Values are arithmetic means with vertical bars as  $\pm$ SD. Line 1:  $Y=291.05-6.54(R-X_{LR})$  and Line 2:  $Y=291.05-2.38(X_{GR}-R)$ , where  $R=37\pm 2(SE)$ ,  $X_{LR}$  stands for X values less than R and  $X_{GR}$  stands for X values greater than R.

## 討 論

粗首鱨幼魚之成長率與飼料效率均隨飼料蛋白質含量的增加而增加，但在 35% 後之各組成長率及飼料效率則有下降的趨勢，這種在飼料蛋白質含量達到一定點後魚隻的成長會呈下降的趨勢亦曾在其它魚種的試驗中發現<sup>(17-20)</sup>。本次試驗結果顯示，在以紅魚粉為主蛋白源而代謝能量為 370 kcal/100 g diet 時，由粗首鱨的成長率以折線迴歸模式統計求得其最適飼料蛋白質需求為  $37 \pm 2$  g/100 g diet (Fig. 1)。此一飼料蛋白質需求與其它雜食性魚種的蛋白質需求符合，一般約為 35 到 42% 之間<sup>(6)</sup>，但与其它本土河川鯉科魚類如台灣產頰魚的 29-34.8%<sup>(3)</sup>、台灣馬口魚的 32.0 g/100 g diet<sup>(4)</sup>及何氏棘 的 32.71 % (未發表) 相較，粗首鱨幼魚的飼料蛋白質需求略高。此外，其它鯉科魚類的飼料蛋白質需求則分別為：鯉魚 *Cyprinus carpio* 幼魚的 38%<sup>(21)</sup>、草魚 *Ctenopharyngodon idell* 魚花的 41 到 43%<sup>(22)</sup>、白鰱 *Hypophthalmichthys molitrix* 幼魚的 37 到 42%<sup>(23)</sup>、大頭鰱 *Aristichthys nobilis* 魚花的 30.1%<sup>(24)</sup>、羅氏野

鯪 *Labeo rohita* 幼魚的 38%<sup>(25)</sup>、青魚 *Mylopharyngodon piceus* 魚花的 41%<sup>(26)</sup>以及高身四鬚 *Barbodes altus* 稚魚的 41.7%<sup>(27)</sup>。

在本試驗中，魚隻的 PER 與 PPV 均隨飼料蛋白質含量的增加而降低 (Table 2)，這種魚類對蛋白質利用與飼料蛋白質含量呈反比的現象在許多魚種均曾被報導過<sup>(3, 4, 19, 20, 27-31)</sup>。有學者認為這種現象是由於餵以高蛋白飼料時魚類將多餘蛋白質利用作為能量來源<sup>(4, 28, 31)</sup>所致，此與本試驗中粗首鱨餵食後 24 小時的總累積排氮量與飼料蛋白質含量呈正相關 (Fig. 2) 吻合，亦即魚隻餵以高蛋白飼料時其 PER 與 PPV 值降低而總累積排氮量則升高，顯示過高的飼料蛋白質將降低魚隻對飼料氮源的利用且排出更多的氮。飼料中非蛋白質性能源的蛋白質節約效果 (Protein sparing effect) 是解釋此一現象的重要因素<sup>(32)</sup>，因為飼料中蛋白質含量增加時，其它非蛋白質性能源的含量就相對減少，Rychly<sup>(8)</sup>發現隨著飼料蛋白質量的增加與碳水化合物量的減少，虹鱔的排氮量會增加，而示野等<sup>(33)</sup>也指出，飼料碳水化合物與脂質可降低肝臟中胺基酸降解酵素的活性而減少氮排泄且提高蛋白質效率。

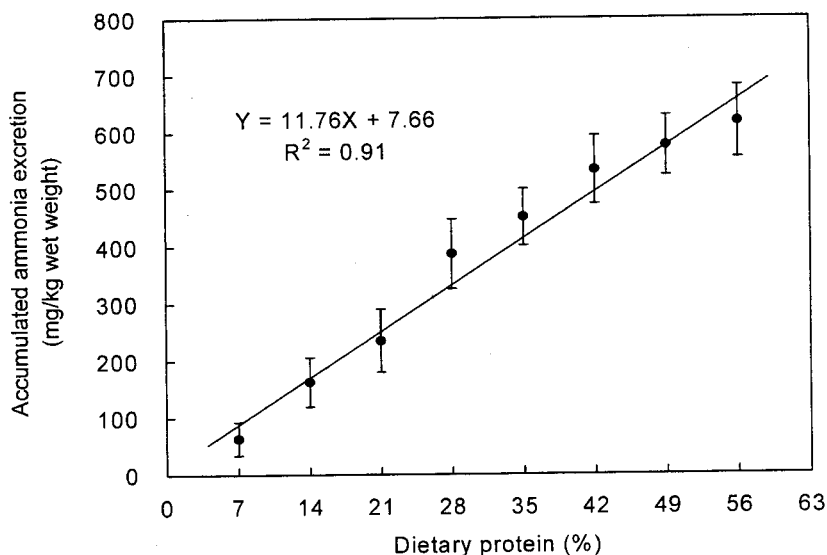


Fig. 2. Correlation between dietary protein and 24 h postprandial accumulated ammonia excretion of *Zacco pachycephalus*. Values are arithmetic means with vertical bars as  $\pm$ SD,  $n=48$ ;  $P<0.01$ .

在解剖形態上，粗首鱻的 HSI 隨飼料蛋白質含量的增加而減少 (Table 2)，而為使試驗飼料成等能量，飼料中蛋白質含量增加時糊精的含量就相對減少，這種 HSI 與飼料糊精含量呈正相關的關係在銀鱻 *Bydianus bydianus*<sup>(19)</sup>、舌齒鱻 *Dicentrarchus labrax*<sup>(31)</sup>、黑斑紅鱻 *Sciaenops ocellatus*<sup>(34)</sup>、薄唇鰱 *Mugil capito*<sup>(35)</sup> 及雜交條紋鱻 *Morone chrysops* × *M. saxatilis*<sup>(36)</sup> 亦有類似的情形，一般推測這是由於飼料中的可消化碳水化合物轉換成肝醣而蓄積在肝臟所致<sup>(31, 34, 36)</sup>。另外，VSI 與 HSI 有相同的趨勢，即 VSI 隨飼料蛋白質含量的增加而減少 (Table 2)，Henderson and Tocher<sup>(37)</sup> 指出，魚類攝取的過多能量主要是以腹腔脂肪的形式貯存，而在銀鱻的試驗中，筆者等<sup>(19)</sup> 也發現銀鱻的腹腔脂肪與體重的比值隨飼料蛋白質含量的增加而減少，顯示魚隻餵以低蛋白飼料時有較多的非蛋白能源（主要為碳水化合物）會被以脂肪型式貯存在腹腔組織中。

粗首鱻餵以蛋白質含量不足之飼料時，魚體的粗蛋白含量隨飼料蛋白質含量的增加而增加 (Table 3)，這在台灣馬口魚<sup>(4)</sup>、莫三鼻克種吳郭魚<sup>(17)</sup>、福壽魚<sup>(18)</sup>、銀鱻<sup>(19)</sup>、草魚<sup>(26)</sup>、薄唇鰱<sup>(35)</sup> 及雜交條紋鱻<sup>(36)</sup> 等魚種亦曾被發現過。相反的，粗首鱻魚體脂肪含量則隨飼料蛋白質含量的增加而減少，在其它魚種也有這種體脂肪含量與飼料蛋白質含量的關係<sup>(4, 17, 19, 36)</sup>。本試驗魚隻餵以低蛋白飼料會有較多的脂肪蓄積在體內，應該並非全如 Arzelet et al.<sup>(38)</sup> 所言是由於魚隻為攝取足量的蛋白質而提高攝餌量致使每單位體重攝取了過量的非蛋白質能源，而可能是在等能量及等投餌率的狀況下餵以低蛋白飼料時魚隻將碳水化合物轉化成體脂肪所致，Papaparakeva-Papoutsoglou and Alexis<sup>(35)</sup> 亦曾指出，體脂肪含量會隨飼料碳水化合物含量的增加而增加，而在筆者等<sup>(19)</sup> 的銀鱻試驗中也有類似的情形。另外，在本試驗中雖然飼料的灰分含量隨使用魚粉量的增多而增加，粗首鱻魚體的灰分含量卻不受飼料組成的影響，這在以魚粉為主蛋白源探討其它魚類的蛋白質需求時亦有類似的情形<sup>(18, 19, 36)</sup>。

本次試驗結果顯示粗首鱻幼魚對飼料蛋白質的最適需求量为 37±2 %，而各組魚隻的蛋白質效率、蛋白質蓄積率、肝體比、內臟體比、魚體粗蛋白質與脂質含量以及餐後 24 小時總累積排氮量等均顯著受飼料蛋白質含量的影響。由於魚類對飼料蛋白質的需求量受到許多因素影響，其中飼料可消化能量 (Digestible energy) 的多寡及其來源是相當重要的飼

料因子<sup>(2)</sup>，接續的研究重點將探討粗首鱻對不同能量來源的利用以及合適的飼料蛋白質能量比 (Protein-energy ratio)。

## 謝辭

本研究之經費係由行政院農業委員會 (90 農科-1.1.2-水-A1(01)) 計畫項下支助。試驗期間承本分所同仁鼎力協助，以及審稿期間未具名之審稿先進惠賜寶貴意見，謹此特申謝忱。

## 參考文獻

1. 陳義雄，方力行 (1999) 台灣淡水及河口魚類誌。國立海洋生物博物館籌備處，屏東，台灣。287 pp.
2. National Research Council (NRC) (1993) Nutrient requirements of fish. National Academy Press, Washington, D. C., 114 pp.
3. 黃承輝，熊文俊 (1998) 飼料蛋白質含量對台灣鐘頰魚 (*Varicohinus barbatulus*) 成長之影響。生物科學，41: 1-10.
4. Shyong, W. J., C. H. Huang and H. C. Chen (1998) Effect of dietary protein concentration on growth and muscle composition of juvenile *Zacco barbata*. Aquaculture, 167: 35-42.
5. Huang, C. H., W. J. Shyong and W. Y. Lin (2000) Effect of varying dietary energy contents with two protein concentrations on growth and feed utilization of juvenile *Zacco barbata*. J. Fish. Soc. Taiwan, 27: 303-309.
6. Tacon, A. G. J. (1987) The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. Food and Agriculture Organization of the United Nations, GCP/RAL/075/ITA, Field Document 2/E, Brasilia, 129 pp.
7. Elliott, J. M. (1976) The energetics of feeding, metabolism and growth of brown trout, *Salmo trutta*, in relation to body weight, water temperature and ration size. J. Anim. Ecol., 45: 923-948.
8. Rychly, J. (1980) Nitrogen balance in trout. II. Nitrogen excretion after feeding diets with varying protein and carbohydrate levels. Aquaculture, 20: 343-350.
9. Beamish, F. W. H. and E. Thomas (1984) Effects of dietary protein and lipid on nitrogen losses in rainbow

- trout, *Salmo gairdneri*. Aquaculture, **41**: 359-371.
10. Chakraborty, S. C. and S. Chakraborty (1998) Effect of dietary protein level on excretion of ammonia in Indian major carp, *Labeo rohita*, fingerlings. Aquacult. Nutr., **4**: 47-51.
  11. Ming, F. W. (1985) Ammonia excretion rate as an index for comparing efficiency of dietary protein utilization among rainbow trout (*Salmo gairdneri*) of different strains. Aquaculture, **46**: 27-35.
  12. Moon, H. Y. and D. M. Gatlin (1991) Total sulfur amino acid requirement of juvenile red drum, *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture, **95**: 97-106.
  13. Solorzano, L. (1969) Determination of ammonia in natural waters by the phenol hypochlorite method. Limnol. Oceanogr., **14**: 700-801.
  14. Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1998). Official Methods of Analysis of the AOAC International, 16th edition, Washington, D. C.
  15. Folch, J., M. Less and G. H. Sloane-Stanely (1957) A simple method for isolation of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem., **226**: 497-509.
  16. Robbins, K. R. (1986) A method, SAS program, and example for fitting the broken-line to growth data. Univ. Tenn. Agric. Exp. Stn. Res. Rep. 86-09. Univ. Tenn. Agric. Stn., Knoxville, K. Y.
  17. Jauncey, K. (1982) The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapia (*Sarotherodon mossambicus*). Aquaculture, **27**: 43-54.
  18. Shiau, S. Y. and S. L. Huang (1989) Optimal dietary protein level for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) reared in seawater. Aquaculture, **81**: 119-127.
  19. Yang, S. D., C. H. Liou and F. G. Liu (2000) Effects of dietary protein level on growth performance, carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch (*bidyanus bidyanus*). Aquaculture. (in press)
  20. Gunasekera, R. M., S. S. De Silva, R. A. Collins, G. Gooley, B. A. Ingram (2000) Effect of dietary protein level on growth and food utilization in juvenile Murray cod *Maccullochella peelii peelii* (Mitchell). Aquacult. Res., **31**: 181-187.
  21. 荻野珍吉, 斎藤邦男 (1970) 魚類の蛋白質栄養に関する研究—I. コイにおける飼料蛋白質の利用. 日水誌, **36**: 250-254.
  22. Dabrowski, K. (1977) Protein requirements of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella* Val.). Aquaculture, **12**: 63-73.
  23. Singh, B. N. (1990) Protein requirement of young silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.). J. Freshwat. Biol., **2**: 89-95.
  24. Santiago, C. B. and O. S. Reyes (1991) Optimum dietary protein level of growth of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) fry in static system. Aquaculture, **93**: 155-165.
  25. Das, K. M., S. N. Mohanty and S. Sarkar (1991) Optimum dietary protein to energy ratio for *Labeo rohita* fingerlings. In: Fish Nutrition research in Asia, (S. S. De Silva ed.).. Proceedings of the fourth Asian Fish Nutrition Workshop. Asian Fish. Soc. Spec. Pub. 5, 205p. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 69-73.
  26. 王道尊 (1992) 青魚營養和飼料研究的進展. (林鼎, 蕭錫延主編) 魚蝦類營養研究進展—世界華人魚蝦營養學術研討會論文集. 中山大學出版社. 廣州, 29-38.
  27. Elangovan, A. and K. F. Shim (1997) Growth response of juvenile *Barbodes altus* fed isocaloric diets with variable protein levels. Aquaculture, **158**: 321-329.
  28. Jobling, M. and A. Wandsvik (1983) Quantitative protein requirements of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). J. Fish Biol., **22**: 705-712.
  29. 王基偉, 竹内俊郎, 渡辺 武 (1985) ティラピア *Tilapia niloticus* における飼料の適正タンパク質および可消化エネルギー含量. 日水誌, **51**: 141-146.
  30. 韓 慶男, 吉松隆夫, 松井誠一, 古市政幸, 北島 力 (1994) 飼料タンパク質含量がコイの成長および体成分に与える影響. 水産増殖, **42**: 427-431.
  31. Hidalgo, F. and E. Alliot (1988) Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, **72**: 115-129.
  32. Engin, K. and C. G. Carter (2001) Ammonia and urea excretion rates of juvenile Australian short-finned eel (*Anguilla australis australis*) as influenced by dietary protein level. Aquaculture, **194**: 123-136.
  33. 示野貞夫, 竹田正彦, 佐々木広治 (1981) 飼料組成に

- 対するコイ窒素排泄の応答. 日水誌, **47**: 191-195.
34. Daniels, W. H. and E. H. Robinson (1986) Protein and energy requirements of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, **53**: 243-252.
35. Paparakeva-Papoutsoglou, E. and M. N. Alexis (1986) Protein requirement of young mullet, *Mugil capito*. *Aquaculture*, **52**: 105-115.
36. Brown, M. L., G. R. Nematipour and D. M. Gatlin (1992) Dietary protein requirement of juvenile sunshine bass at different salinities. *Prog. Fish-Cult.*, **54**: 148-156.
37. Henderson, R. J. and D. R. Tocher (1987) The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Prog. Lipid Res.*, **26**: 281-347.
38. Arzel, J., R. Métailler, C. Kerleguer, H. Le Delliou and J. Guillaume (1995) The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry. *Aquaculture*, **130**: 67-78.

Hung-Kuang Peng, Shuenn-Der Yang\* and Tain-Sheng Lin

Chupei Branch, Taiwan Fisheries Research Institute,

111 Tai-Ho, Chupei, Hsinchu 302, Taiwan.

\* Corresponding author, E-mail: yangsder@ms45.hinet.net

(Accepted 27 September 2000)



## Dietary Protein Requirement of Fingerling *Zacco pachycephalus*

### Abstract

A feeding trial was conducted to investigate the optimum dietary protein level for maximum growth of fingerling *Zacco pachycephalus* (Günther). Brown fish meal was the primary protein source in the study. Eight experimental diets containing 7 to 56% protein with 370 kcal/100 g diet were fed to three replicate of 12 fishes (mean weight: 1.28g) for 8 weeks. Both percent weight gain and feed efficiency increased with increasing dietary protein levels up to 35%, but there were no significant differences ( $P>0.05$ ) for protein levels from 35 to 56%. Protein efficiency ratio, productive protein value, hepatosomatic index and viscerosomatic index were inversely correlated with dietary protein level. Protein content of fish carcass increased with dietary protein levels up to 35%, while no significant difference was found in protein level higher than that. Carcass lipid content generally decreased with increasing dietary protein levels. Carcass moisture value exhibited a negative relationship to lipid content. The amount of 24 h postprandial accumulated ammonia excretion in *Zacco pachycephalus* was linearly related to dietary protein level. Application of broken-line regression analysis to the percent weight gain provided an estimate of  $37\pm2\%$  dietary protein for maximum growth in *Zacco pachycephalus*.

**Key words:** *Zacco pachycephalus*, Protein requirement, Carcass composition, Postprandial accumulated ammonia excretion