

## 飼料中不同蛋白質含量及以螺旋藻粉取代魚粉對黃帶瓜子鱸成長之影響

黃侑勛<sup>1\*</sup> · 廖文亮<sup>2</sup> · 何源興<sup>1</sup>

<sup>1</sup>行政院農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心

<sup>2</sup>國立臺灣大學漁業科學研究所

### 摘要

本研究分二部分，實驗一探討黃帶瓜子鱸 (*Girella mezzina*) 最佳成長效果之飼料蛋白質含量。實驗二探討在飼料中添加螺旋藻粉作為取代魚粉蛋白質來源對黃帶瓜子鱸成長效果之影響。實驗一以初始體長 $4.16 \pm 0.72$  cm、初始體重 $6.51 \pm 0.53$  g之黃帶瓜子鱸，調整飼料中添加之魚粉量使飼料中粗蛋白含量分別為35%、40%、45%、50%，組別分別為CP35、CP40、CP45及CP50；以不同組別之飼料投餵6週後，增重率分別為 $79.90 \pm 4.96\%$ 、 $97.97 \pm 7.87\%$ 、 $100.20 \pm 6.71\%$  與  $101.88 \pm 5.70\%$ ，特殊成長率 (SGR) 分別為 $1.40 \pm 0.01\%$ 、 $1.63 \pm 0.02\%$ 、 $1.65 \pm 0.01\%$  與  $1.67 \pm 0.03\%$ ，成長效果各項數據均隨著飼料蛋白質含量提升而有上升之趨勢，以折線迴歸求得黃帶瓜子鱸飼料中最適蛋白質添加量約為40%。實驗二以螺旋藻粉取代魚粉做為蛋白質來源，投餵初始體長 $4.18 \pm 0.79$  cm、初始體重 $6.61 \pm 0.56$  g之黃帶瓜子鱸，觀察對黃帶瓜子鱸成長效果之影響試驗；飼料分為5組，以螺旋藻粉取代魚粉做為蛋白質來源製作飼料，取代量分別為0%、25%、50%、75%、100%，綜合參考前人研究及試驗一結果調整魚粉及螺旋藻粉之用量，使飼料中粗蛋白含量均為40%，組別分別為SP0、SP25、SP50、SP75及SP100。投餵6週後，增重率分別為 $98.70 \pm 6.26\%$ 、 $99.68 \pm 2.41\%$ 、 $97.52 \pm 1.29\%$ 、 $79.36 \pm 6.36\%$ 與 $78.35 \pm 5.75\%$ ，特殊成長率則分別為 $1.63 \pm 0.01\%$ 、 $1.65 \pm 0.02\%$ 、 $1.62 \pm 0.02\%$ 、 $1.39 \pm 0.02\%$ 與 $1.38 \pm 0.01\%$ ，統計分析結果顯示SP0、SP25與SP50等3組增重率與特殊成長率均顯著高於較其餘組別，參考統計分析結果，本研究認為黃帶瓜子鱸之飼料中添加螺旋藻粉以取代魚粉之最適取代量可達50%。

關鍵詞：黃帶瓜子鱸、成長效果、螺旋藻粉

### 前言

在水產養殖產業中，飼料成本佔總成本的比例約 40-60%；而蛋白質是飼料中佔成本比例最高的營養成分 (Akiyama and Dominy, 1991)，蛋白質同時也是飼料中最能對成長效果產生影響的營養物質 (Balazs, 1973; Lim *et al.*, 1979; Alava and Lim, 1983)，飼料中蛋白質含量過少，則不足以供應魚體生長所需之蛋白質；若飼料蛋白質含量過高，魚體則會將蛋白質代謝為能量或以脂肪形式儲存，

進而造成飼料成本浪費 (Bowen, 1987)。因此，研究飼料中蛋白質的最適含量及品質對養殖產業甚為重要，是決定養殖效益之重要因素之一。

水產養殖飼料中主要的蛋白質來源為魚粉，由於氣候變遷、海洋資源過度開發等問題，使海洋漁獲量減少，魚粉價格隨之上漲；根據估計，以 1 kg 的漁獲物作為餌料必須由海中捕撈約 3 - 4 kg 之海洋生物，對於海洋資源所產生之壓力值得重視 (劉, 2000)。水產養殖飼料中的蛋白質來源，可分為動物性蛋白質及植物性蛋白質二種，一般而言，動物性蛋白質如魚粉，營養價值高、嗜口性佳、誘引效果好並具有未知的成長因子等優點 (Lim and Dominy, 1990; Pelissero and Sumpter, 1992)，但魚粉價格日益昂貴，來源不穩定且製造

\*通訊作者/臺東市知本路 2 段 291 巷 299 號, TEL: (089) 514-363 轉 111; FAX: (089) 514-366; E-mail : r96b45015@ntu.edu.tw

魚粉之小型浮漁業對海洋漁業資源造成負面的衝擊 (Naylor *et al.*, 2000)，因此近年來尋求其他蛋白質來源以取代飼料中之魚粉使用量，已成為水產養殖飼料營養研究不容忽視的趨勢 (Dong *et al.*, 1993; Rumsey, 1993; Burel *et al.*, 1998; Riche and Brown, 1999; Barrias and Oliva-Teles, 2000; Gómez-Requeni *et al.*, 2004)。目前最廣泛應用於水產飼料的植物性蛋白質以大豆粉為最多 (Reigh and Ellis, 1992; Kaushik *et al.*, 1995)，但添加大豆粉在水產養殖飼料時，可能造成養殖生物成長率下降及活存率降低，成長效果較動物性蛋白質差，主要原因為必須胺基酸的缺乏 (Snyder and Kwon, 1987; Floreto *et al.*, 2000) 及抗營養物質的存在 (Lim and Dominy, 1990; Sessa and Lim, 1992; Ezquerro *et al.*, 1997)，使得大豆粉製成的飼料之嗜口性及誘引性較差，且對養殖生物造成成長、增重、飼料轉換率等負面影響效果。螺旋藻 (spirulina) 具有高含量的植物性蛋白質 (Becker, 2004; Soletto, 2005; Spolaore *et al.*, 2006)，另亦含豐富的維他命、礦物質、必需脂肪酸以及抗氧化色素例如類胡蘿蔔素等，常被用作色素、營養添加物或用於取代飼料中動物性蛋白質之使用量 (Belay, 1996)。黃帶瓜子鱸 (*Girella mezzina*) 為鱸形目 (Order Perciformes) 舵魚科 (Family Kyphosidae) 瓜子鱸屬 (Genus *Girella*)；全世界瓜子鱸屬之魚類共有 18 種，其中 15 種分布於太平洋 (Froese and Pauly, 2013)，臺灣紀錄則有 3 種 (邵, 2014)，俗名有黑毛、厚唇與粗鱗黑毛等，通稱以黑毛為主。臺灣在西部、南部、北部、東北部及離島等各礁區皆有出現 (Froese and Pauly, 2013)。黃帶瓜子鱸幼魚時期之食性為雜食偏肉食性，消化道發育完全後之食性則漸漸轉為雜食偏草食性 (Yagishita and Nakabo, 2003)。一般而言偏草食性海水魚類對餌料中動物性成分的需求較低，開發以動物性蛋白質需求量較低的草食性魚種瓜子鱸做為新興養殖對象，對於產業發展及環保層面，均有益處。若能針對瓜子鱸之營養需求開發專門飼料，將可增加產量，減少飼料配製之原料浪費，為養殖產業帶來更多收益。

因此本研究以具養殖潛力之黃帶瓜子鱸作為研究對象，利用植物性蛋白質-螺旋藻粉 (spirulina powder) 為蛋白質取代源，探求黃帶瓜子鱸飼料中最適蛋白質比例及植物性蛋白質之最適取代量。試驗分為二部分：

實驗一：調整飼料中之蛋白質含量，探討黃帶瓜子鱸獲得最佳成長效果之蛋白質含量；實驗二：根據實驗一之結果，以螺旋藻粉部分取代飼料中的魚粉，根據黃帶瓜子鱸之成長數據，探討螺旋藻粉的最適取代量。

## 材料與方法

### 實驗一、黃帶瓜子鱸之最適蛋白質需求

#### 一、試驗魚種及試驗條件

試驗用黃帶瓜子鱸魚苗購自民間養殖場，運至種原庫後先行蓄養兩週，蓄養期間早晚各投餵一次市售飼料，使其習於攝取人工餌料並於分組前一天絕食。將試驗用之黃帶瓜子鱸魚苗隨機分組，共分為 4 組，每組 20 尾 3 重複。飼料分為 4 組，調整飼料中添加之魚粉量使飼料中粗蛋白含量分別為 35%、40%、45%、50%，組別分別為 CP35、CP40、CP45 及 CP50，試驗飼料製粒乾燥後冷藏保存，餵食時取出，避免試驗期間飼料變質。試驗開始時魚體初始體長  $4.16 \pm 0.72$  cm、初始體重  $6.51 \pm 0.53$  g。試驗於室內 FRP 桶槽 (300 L) 中進行。試驗開始後，每日投餵自製試驗用飼料兩次，分別為上午 9:00 - 9:30 及下午 4:30 - 5:00，投餵至飽食為止。每日定時抽除桶槽底部雜質，以保持水質的穩定。試驗期間共 6 週，飼養期間水溫為攝氏 23 - 25°C，每週秤重 1 次，並於秤重前 1 天絕食。

#### 二、試驗飼料配製

試驗用之飼料配方如 Table 1 所示，以白魚粉 (white fish meal) 為主要蛋白質來源，配製出的飼料為蛋白質含量 35.8 - 51.0 %、粗脂肪含量 8.3 - 8.6% 的 4 組飼料。將各種飼料原料均勻混合後，加水約原料重量的 30 - 35%，攪拌均勻後經 2 mm 直徑孔徑的擠粒機成長條狀，送入鼓風式乾燥機，經 40°C，15 hr 乾燥製成，以 -20°C 冰箱保存，以供日後餵食及飼料分析之用。

#### 三、分析方法

##### (一) 粗脂質萃取

依 Folch *et al.* (1957) 的方法，將約 1.5 g 的樣

**Table 1** Composition and proximate analysis results of the experimental diets of the 1<sup>st</sup> trial

Ingredients	Inclusion ( g/kg )			
	CP35	CP40	CP45	CP50
Fish meal	55.11	63	70.87	78.75
Cellulose	21.59	14.4	7.23	0.05
$\alpha$ -Starch	13	13	13	13
Fish oil	3.8	3.1	2.4	1.7
Vitamin mix. <sup>1</sup>	1.5	1.5	1.5	1.5
Mineral mix. <sup>1</sup>	5	5	5	5
Proximate analysis (%)				
Ash	13.8	15.4	16.4	17.6
Crude protein	35.8	41.2	46.6	51
Crude lipid	8.3	8.6	8.4	8.6
Calculated energy(kcal/100g diet) <sup>2</sup>	386.3	381.4	376.4	372.6

<sup>1</sup>Nice Garden Industrial Co., Ltd

<sup>2</sup>Calculated energy (kcal/100g diet) was calculated based on protein 4 kcal/g, lipid 9 kcal/g, carbohydrate 4 kcal/g; carbohydrate = 100 - (crude protein+crude lipid+ash).

品加入氯仿/甲醇 (chloroform/ methanol, 2 : 1 v/v) 50 ml 的溶液中，以均質機 (Nissei AM-3, Tokyo Japan) 5000 rpm 攪拌 5 min，再用 Büchner funnel 過濾，並以氯仿/甲醇 (2 : 1 v/v) 50 ml 洗滌，將過濾液完全移入分液漏斗中，並加入 0.03 M 氯化鎂 (MgCl<sub>2</sub>) 20 ml 強力混合 1 分鐘，置於室溫中一夜，取含脂質之下層液經過濾裝入秤重過之濃縮瓶中，經減壓回轉濃縮機縮後秤瓶重由萃取物重除以樣品重量以計算粗脂質含量。

## (二) 粗蛋白分析

各組飼料蛋白質之含量，依照 Micro-Kjeldahl 的分析方法 (AOAC, 1984) 來分析。取飼料樣品 0.2 g 以 90 mm 濾紙 (Toyo, Japan) 包覆，放入凱氏氮分解瓶中，加入 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : CuSO<sub>4</sub> = 9 : 1 的催化劑 3 g，隨後再加入 10 ml 18 N 的濃硫酸，將凱氏氮分解瓶放入粗蛋白質分解裝置 (Büchi 435)，先以 210°C 預熱 30 min，溫度至 560°C，約 2 hr 之後分解完畢，此時溶液為淡藍綠色且澄清，使其於室溫下冷卻，將此分解完畢的樣品，以凱氏氮自動測定儀 (Büchi 339) 測定其硫酸滴定量，再計算樣本中粗蛋白質含量。自動分析裝置使用的溶劑及溶液分別為：30 ml 蒸餾水、75 ml 氫氧化鈉 (NaOH, 40%)、50 ml 硼酸

(H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, 2%) 及滴定用硫酸 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.1N)。換算公式：粗蛋白 (%) = [6.25 × 0.1 × 1.0 × 硫酸滴定量 (ml) × 14 / 樣本重 (mg)] × 100

## (三) 成長資料分析

### 1. 增重率 (weight gain, WG)

$$WG (\%) = [(final\ weight - initial\ weight) / initial\ weight] \times 100\%$$

### 2. 特殊成長率或每日成長率 (specific growth rate, SGR)

$$SGR = 100 \times \ln( final\ weight / initial\ weight) / days$$

### 3. 實驗數據以 SPSS 統計軟體進行單因子變異數檢定分析 (One-way ANOVA)，若其平均值之間有差異 ( $p < 0.05$ )，再以 Duncan's New-multiple Range Test 比較各處理組差異之顯著性。

### 4. 折線迴歸 (Broken-line regression analysis)：折線迴歸是利用兩組直線迴歸方程式，模擬其交會之破折點並計算得其交點數值，實驗數據經線性迴歸，而此線斜率為零或負成長時，該轉折點即為最適添加量或最佳營養組成 (NRC, 2011)。

## 實驗二、以螺旋藻粉取代魚粉對黃帶瓜子鱻成長之影響

**Table 2** Composition and proximate analysis results of the experimental diets of the 2<sup>nd</sup> trial

Ingredients	Inclusion (g/kg)				
	SP0	SP25	SP50	SP75	SP100
Fish meal	63	47.25	31.5	15.75	0
Spirulina powder	0	15	30	44.98	60
Cellulose	14.4	14.55	14.73	14.93	15.1
$\alpha$ - Starch	13	13	13	13	13
Fish oil	3.1	3.7	4.27	4.54	5.4
Vitamin mix. <sup>1</sup>	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Mineral mix. <sup>1</sup>	5	5	5	5	5
Proximate analysis (%)					
Ash	15.4	13.8	12.4	11	9.3
Crude protein	41.2	41.7	41.1	41.8	42.5
Crude lipid	8.6	8.4	8.6	9.2	8.6
Calculated energy(kcal/100g diet) <sup>2</sup>	381.4	386.8	393.4	402	405.8

<sup>1</sup>Nice Garden Industrial Co., Ltd

<sup>2</sup>Calculated energy (kcal/100g diet) was calculated based on protein 4 kcal/g, lipid 9 kcal/g, carbohydrate 4 kcal/g; carbohydrate = 100 - (crude protein+crude lipid+ash).

### 一、試驗魚種及試驗條件

試驗用黃帶瓜子鱸魚苗之來源及試驗前處理同實驗一，共分為 5 組，每組 25 尾三重複。試驗飼料分為 5 組，飼料中以螺旋藻粉取代魚粉，取代量分別為 0%、25%、50%、75%、100%，並調整魚粉用量，使粗蛋白含量均為 40%，組別分別為 SP0、SP25、SP50、SP75 及 SP100。飼料製粒乾燥後冷藏冰存，餵食時取出，避免試驗期間飼料變質影響試驗結果。試驗開始時魚體初始體長  $4.18 \pm 0.79$  cm、初始體重  $6.61 \pm 0.56$  g。試驗於室內 FRP 桶槽 (300 L) 中進行。試驗開始後，每日投餵自製試驗用飼料兩次，分別為上午 9:00 - 9:30 及下午 4:30 - 5:00，投餵至飽食為止。每日定時抽除桶槽底部雜質，以保持水質的穩定。試驗期間共 6 週，飼養期間水溫為攝氏 23 - 25°C，每週秤重 1 次，並於秤重前 1 天絕食。

### 二、試驗飼料配製

試驗用之飼料配方如 Table 2 所示，以白魚粉

為主要蛋白質來源，配製蛋白質含量 41.1 - 42.5%，粗脂肪含量 8.4 - 9.2% 的 5 組飼料。將各種原料混合後，加水約原料重量的 30 - 35%，攪拌均勻後，經 2 mm 直徑孔徑的擠粒機成長條狀，送入鼓風式乾燥機，經 40°C，15 hr 乾燥製成，以 -20°C 冰箱保存，以供日後餵食及飼料分析之用。

### 三、分析方法

粗脂質萃取、粗蛋白分析及成長資料統計分析同實驗一。

## 結果與討論

### 實驗一、黃帶瓜子鱸之最適蛋白質需求

在黃帶瓜子鱸的飼料中調整魚粉量使粗蛋白含量分別為 35%、40%、45%、50%，飼養 6 週後各項成長數據如 Table 3、Table 4 與 Fig. 1 所示。各組平均體長由開始的 4.16 - 4.19 cm 增加到 10.78 - 11.66 cm，平均體重由開始的 6.51 - 6.61 g

**Table 3** Growth performance results of the 1<sup>st</sup> trial for the juvenile *Girella mezzina* fed with the experimental diets

Treatment	Initial weight(g)	Final weight(g)	Weight gain(%)	SGR(% day <sup>-1</sup> )	Survival rate (%)
CP35	6.51±0.53 <sup>a</sup>	11.75±0.55 <sup>a</sup>	79.90±4.96 <sup>a</sup>	1.40±0.01 <sup>a</sup>	100
CP40	6.61±0.56 <sup>a</sup>	13.11±0.92 <sup>b</sup>	97.97±7.87 <sup>b</sup>	1.63±0.02 <sup>b</sup>	100
CP45	6.51±0.56 <sup>a</sup>	13.06±0.67 <sup>b</sup>	100.20±6.71 <sup>b</sup>	1.65±0.01 <sup>b</sup>	100
CP50	6.48±0.58 <sup>a</sup>	13.1±0.71 <sup>b</sup>	101.88±5.70 <sup>b</sup>	1.67±0.03 <sup>b</sup>	100

Values are presented as mean ± SD (n=20)

Values in the same column with different superscripts are significantly different from each other ( $p < 0.05$ )

**Table 4** Whole fish proximate analysis results of the juvenile *Girella mezzina* fed with the experimental diets in the 1<sup>st</sup> trial

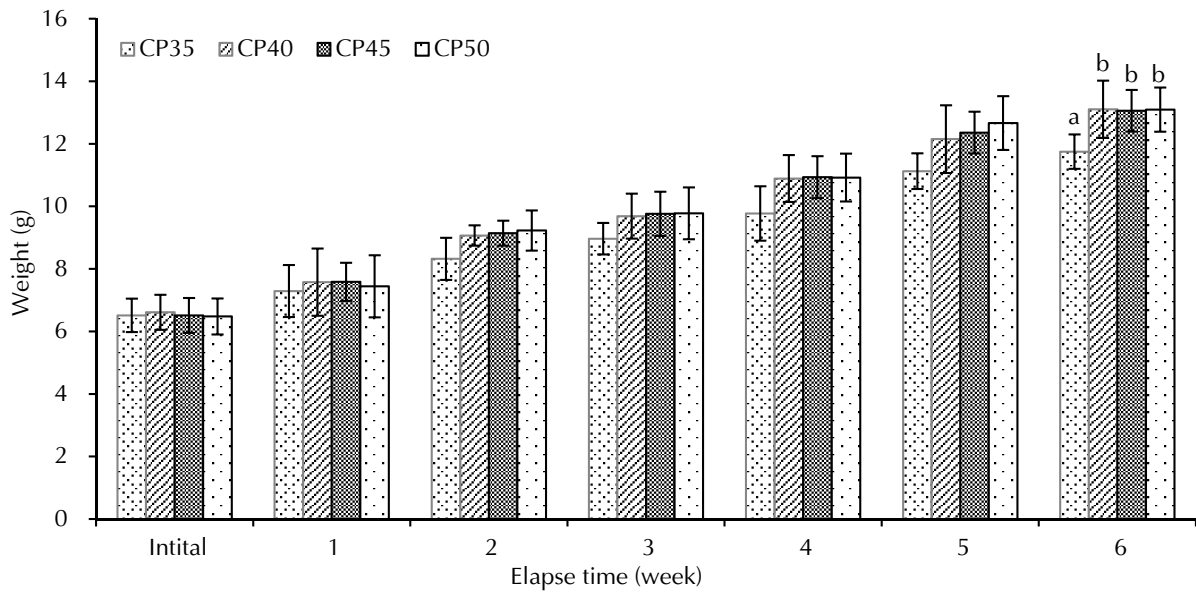
Compositions (%)	Treatments			
	CP35	CP40	CP45	CP50
Moisture	78.40	81.20	75.00	76.00
Crude protein*	71.76	72.87	69.60	76.67
Crude lipid*	15.28	18.09	20.00	15.83
Ash*	5.09	7.45	8.40	6.25

\*Expressed as percent of dry weight

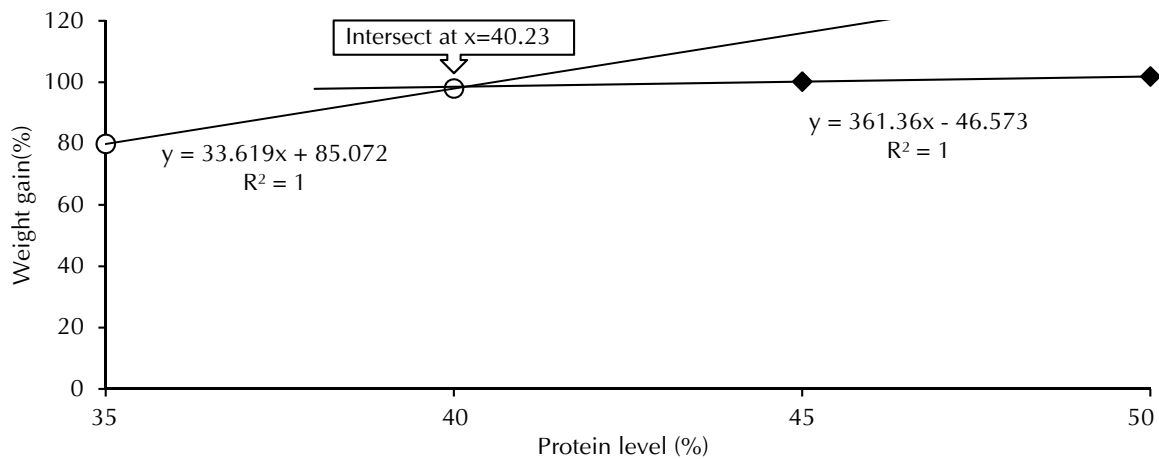
增加到 11.75 - 13.11 g, 增重率為 79.90 - 101.88%, 特殊成長率為 1.40 - 1.67%。統計分析結果顯示, 在試驗飼料中調整魚粉之添加量使不同組別之試驗飼料中所含粗蛋白含量不同, 在不同組別間呈現顯著差異, 以 CP40、CP45 及 CP50 等 3 組之成長效果各項數據均顯著較 CP30 組高; 增重率分別為 97.97±7.87%、100.20±6.71% 與 101.88±5.70%, 顯著高於 CP30 組的 79.90±4.96%; SGR 則分別為 1.63±0.02%、1.65±0.01% 與 1.67±0.03%, 顯著高於 CP30 組的 1.40±0.01%; 成長效果各項數據均隨著飼料中蛋白質含量提升而有上升之趨勢; 再以折線迴歸分析求得於黃帶瓜子鱸之飼料中添加白魚粉做為蛋白質來源之最適添加量為 40.23% (Fig. 2)。NRC (2011) 指出, 魚類最適蛋白質需求量會因為魚種、水溫、鹽度、飼料組成、原料品質以及蛋白質與非蛋白質能量來源而有所不同。一般魚類對食物中蛋白質之需求約在 35 - 55%, 才能有最大成長效益 (Bowen, 1987), 但飼料中蛋白質含量過高除了造成成本上的浪費, 亦會導致成長下降 (Shiau and Lan, 1996)、污染水質等問題 (Li and Lovell, 1992; Lovell, 1996)。對於其他魚類研究指出, 瑪拉巴石斑 (*Epinephelus malabaricus*) 的蛋白質需求量約為 44 - 50% (Shiau and Lan, 1996);

點帶石斑 (*E. coioides*) 的蛋白質需求量約為 48% (Luo *et al.*, 2004); 黑斑小鯛 (*Pagellus bogaraveo*) 幼魚的蛋白質需求量約為 40% (Silva *et al.*, 2006); 黃鰭鯛 (*Acanthopagrus latus*) 的蛋白質需求量約為 40% (Zakeri *et al.*, 2009); 赤鯛 (*Pagrus pagrus*) 幼魚對飼料中蛋白質需求為 50% (Schuchardt *et al.*, 2008); 上述研究結果, 依據魚種食性不同, 所需蛋白質比例亦有差異, 肉食性魚種對蛋白質需求會高於雜食性及草食性魚種, 且增重率會隨著飼料中蛋白質含量增加而有增加的趨勢。

本實驗結果顯示, 各處理組 SGR 分別為 1.40±0.01%、1.63±0.02%、1.65±0.01%、1.67±0.03%, 隨著飼料中蛋白質含量增加有上升趨勢, 在蛋白質含量 50% 組有最大值; 此結果在其他魚類的研究中也有相同趨勢, 包括: 蛋白質含量 35 - 50% 餵食銀紋笛鯛 (*Lutjanus argentimaculatus*) (Catacutan *et al.*, 2001); 蛋白質含量 15 - 28% 餵食重牙鯛 (*Diplodus sargus*) (Ozorio *et al.*, 2006); 蛋白質含量 35 - 55% 餵食雜交鯰魚 (*Heterobranchus bidorsalis* × *Clarias anguillaris*) (Diyaware *et al.*, 2009); 蛋白質含量 45 - 65% 餵食黑線鱈 (*Melanogrammus aeglefinus*) (Kim *et al.*, 2001), 特殊成長率均會隨著飼料中蛋白質含量增



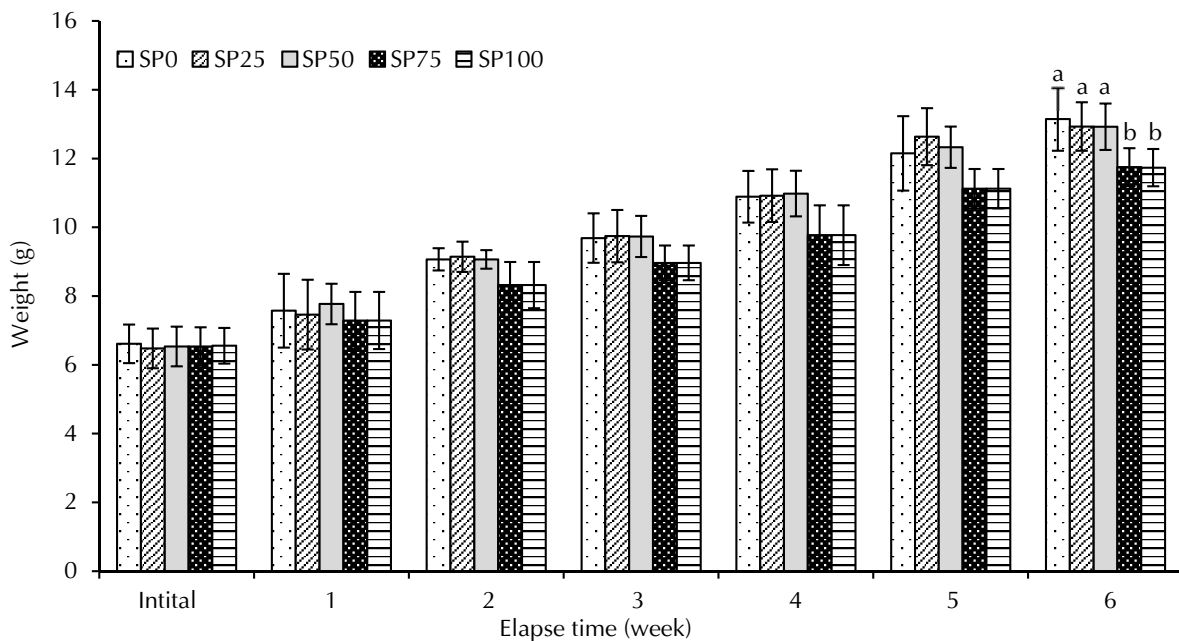
**Fig. 1** The body weights of the juvenile *Girella mezina* during the experimental period in the 1<sup>st</sup> trial. Values with different letters indicates a significant difference ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 2** Broken-line regression of weight gain (y) over dietary protein level (x) of the juvenile *Girella mezina* in the 1<sup>st</sup> trial.

加而上升，本研所得結果與上述研究結果大致相符。另外，NRC (2011) 指出由於被消化吸收程度有限，纖維素在水產飼料中很少被作為能量源使用，部分纖維素可被少量添加到水產飼料中，主要是作為黏合劑以保持飼料顆粒和糞便穩定性。在植物蛋白替代魚粉的試驗中，纖維素在飼料中的含量也會隨取代量而增加 (Francis *et al.*, 2001; Gatlin *et al.*, 2007)。因此，最近幾年對水產飼料中纖維素的關注持續上升，這些相關研究主要關注可溶性和不可溶性纖維素對營養素消化率和魚、蝦成長效果的影響。纖維素對飼料中其他物質消化率的影響已在尼羅吳郭魚

(*Oreochromis niloticus*) (Amirkolaie *et al.*, 2005)、鯉 (*Cyprinus carpio*) (Hossain *et al.*, 2001)、大西洋鮭 (*Salmo salar*) (Refstie *et al.*, 1999)、虹鱒 (*Oncorhynchus mykiss*) (Ovrum-Hansen and Storebakken, 2007)、歐洲海鱸 (*Dicentrarchus labrax*) (Leenhouwers *et al.*, 2004) 和非洲鯰 (*Clarias gariepinus*) (Leenhouwers *et al.*, 2006) 等研究得到證實，當纖維素添加量超過 10% 時，飼料中有機物和能量的消化率均會受到影響；多數研究認為，不溶性纖維對蛋白質的消化率影響甚微，而可溶性纖維則會降低蛋白質的消化率，例如在非洲鯰飼料中添加 4 - 8% 的瓜爾豆膠可增加腸



**Fig. 3** The body weights of the juvenile *Girella mezzina* during the experimental period in the 2<sup>nd</sup> trial. Values with different letters indicates a significant difference ( $p < 0.05$ ).

道的黏性，作者認為，在黏性溶液中消化酶的分布發生改變和腸道蠕動速度的降低是造成消化率降低的原因；纖維素對於脂肪消化的負面影響可能是由於纖維素與飼料中的脂肪結合，降低了腸道對脂肪的吸收所導致 (Leenhouders *et al.*, 2006)。因此參考以上文獻，雖然本實驗之 CP35 組之飼料配方由於需填充飼料成分而添加纖維素達 21.59%，但文獻指出多數研究認為不溶性纖維對蛋白質的消化率影響甚微，而本實驗為填充飼料配方所添加之纖維素為不溶性纖維素，因此對本次試驗之成長效果推測應無顯著影響。

在體組成的部分，本實驗結果發現各處理組黃帶瓜子鱻餵食不同蛋白質含量的飼料 6 週後，肌肉蛋白質含量在 69.60 - 76.67% 之間，肌肉蛋白質含量隨著飼料蛋白質含量增加而有上升的趨勢，與其他學者研究結果有相同趨勢，包括：餵食牙鯪 (*Paralichthys olivaceus*) 蛋白質含量 35 - 65% 的飼料 (Kim *et al.*, 2002)；餵食老鼠斑 (*Cromileptes altivelis*) 蛋白質 40 - 60% 的飼料 (鄭, 2006; Williams *et al.*, 2004)；餵食瑪拉巴石斑蛋白質 0 - 56% 之飼料 (Shiau and Lan, 1996)；餵食褐石斑 (*E. bruneus*) 蛋白質 40 - 60% 之飼料 (孫, 2009)；上述研究均指出肌肉蛋白質含量均會

隨著飼料中蛋白質含量增加而增加，本研究所得結果與上述研究結果大致相符。

有研究針對瓜子鱻 (*G. punctata*) 進行飼料中不同蛋白質含量對瓜子鱻幼魚成長影響進行分析 (黃, 2014)，本研究所得結果與該研究結果大致相符，認為黃帶瓜子鱻之人工飼料蛋白質含量以 40% 即可得到顯著良好之成長效果；目前市售商業飼料並無瓜子鱻專用飼料，本研究為探討黃帶瓜子鱻人工飼料之最適蛋白質含量，選用白魚粉做為蛋白質來源並調製不同蛋白質含量之飼料，在飼養 6 週後以蛋白質含量超過 40% 之組別有較佳之成長表現，因此為兼顧飼料成本與成長效果，本研究認為黃帶瓜子鱻之人工飼料蛋白質含量以 40% 為最佳，期可以此結果做為未來黃帶瓜子鱻營養需求研究之基礎資料。

## 實驗二、以螺旋藻粉取代魚粉對黃帶瓜子鱻成長之影響

在黃帶瓜子鱻的飼料中添加螺旋藻粉取代魚粉作為蛋白質來源，取代量分別為 0%、25%、50%、75%、100%，並調整魚粉及藻粉之用量，使各組試驗飼料之粗蛋白含量均為 40% 左右，飼養 6 週後，

**Table 5** Growth performance results of the 2<sup>nd</sup> trial for the juvenile *Girella mezzina* fed with the experimental diets

Treatment	Initial weight(g)	Final weight(g)	Weight gain(%)	SGR(% day <sup>-1</sup> )	Survival rate (%)
SP0	6.61±0.56 <sup>a</sup>	13.15±0.92 <sup>a</sup>	98.70±6.26 <sup>a</sup>	1.63±0.01 <sup>a</sup>	100
SP25	6.48±0.58 <sup>a</sup>	12.93±0.71 <sup>a</sup>	99.68±2.41 <sup>a</sup>	1.65±0.02 <sup>a</sup>	100
SP50	6.53±0.58 <sup>a</sup>	12.93±0.67 <sup>a</sup>	97.52±1.29 <sup>a</sup>	1.62±0.03 <sup>a</sup>	100
SP75	6.53±0.56 <sup>a</sup>	11.75±0.55 <sup>b</sup>	79.36±6.36 <sup>b</sup>	1.39±0.02 <sup>b</sup>	100
SP100	6.56±0.52 <sup>a</sup>	11.74±0.54 <sup>b</sup>	78.35±5.75 <sup>b</sup>	1.38±0.01 <sup>b</sup>	100

Values are presented as mean ± SD (n=25)

Values in the same column with different superscripts are significantly different from each other ( $p < 0.05$ )

**Table 6** Whole fish proximate analysis results of the juvenile *Girella mezzina* fed with the experimental diets in the 2<sup>nd</sup> trial

Compositions (%)	Treatments				
	SP0	SP25	SP50	SP75	SP100
Moisture	81.20	77.80	81.60	84.90	80.00
Crude protein*	72.87	77.03	77.17	74.83	72.50
Crude lipid*	18.09	13.06	11.96	15.23	19.50
Ash*	7.45	9.46	6.52	6.62	6.5

\*Expressed as percent of dry weight

其成長結果如 Table 5、Table 6 及 Fig. 3 所示。各組平均體長由開始的 4.19 - 4.67 cm 增加到 10.61 - 12.53 cm，各組平均體重由開始的 6.48 - 6.61 g 增加到 11.74 - 13.15 g，增重率為 78.35 - 99.68%，特殊成長率為 1.38 - 1.65%。統計分析結果顯示，以 SP0、SP25 及 SP50 這 3 組之成長效果各項數據均高於其餘組別；SP0、SP25 及 SP50 等 3 組增重率分別為 98.70±6.26%、99.68±2.41% 與 97.52±1.29%，顯著高於 SP75 及 SP100 之 79.36±6.36%、78.35±5.75%；SP0、SP25 及 SP50 等 3 組特殊成長率分別為 1.63±0.01%、1.65±0.02% 與 1.62±0.03%，顯著高於 SP75 及 SP100 之 1.39±0.02% 與 1.38±0.01%；SP0、SP25 及 SP50 等 3 組增重率與特殊成長率均顯著高於其餘組別。本研究與其他魚類的飼料中以植物性蛋白質取代魚粉之相關研究有相似結果：條紋鱸 (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*) 飼料配方以大豆粉取代魚粉可達 75% (Gallagher, 1994)；金頭鯛 (*Sparus aurata*) 飼料添加大豆粉可取代 50% 魚粉 (Gómez-Requeni *et al.*, 2004)；Tort *et al.* (2004) 以醱酵豆粉取代魚粉投餵金頭鯛，取代量可超過

27%；Zhou *et al.* (2011) 以醱酵豆粉取代魚粉投餵黑鯛 (*Acanthopagrus schlegelii*) 取代量可超過 20%；許 (2005) 在海鱸 (*Rachycentron canadum*) 幼魚成長試驗中以醱酵豆粉取代魚粉超過 40%；Kader *et al.* (2011) 以醱酵豆粉取代 30% 以上之魚粉投餵真鯛 (*Pagrus major*)；學者 Kissil *et al.* (2000) 與 Gómez-Requeni *et al.* (2004) 研究皆指出，金頭鯛飼料中摻入植物性蛋白會降低適口性，人工投餵時會降低攝食量，最終導致成長緩慢。綜合上述研究結果，依魚種食性不同，飼料中植物性蛋白取代魚粉之取代量各有不同，肉食性魚種之植物性蛋白取代量較低，約為 20 - 40%，而雜食偏草食性魚種之植物性蛋白質取代量較高，可達 30 - 50%；本研究以食性為雜食偏草食之黃帶瓜子鱸為目標，試驗結果與上述相關研究相符，顯示在飼料中可添加螺旋藻粉以取代魚粉，根據統計分析結果則認為於黃帶瓜子鱸之飼料中添加螺旋藻粉取代魚粉之最適取代量為 50% (Table 5)；針對瓜子鱸已有類似研究指出，飼料中以大豆粉及醱酵豆粉取代魚粉做為蛋白質來源，探討對瓜子鱸成長產生之效果，研究結果指出以大豆粉取代魚



粉之飼料，在不同取代量之間對瓜子鱻之成長均產生負面影響，若以不同比例發酵豆粉取代魚粉，則可取代魚粉用量至 60%，而最適取代量則為 40% (盧, 2016)。

在體組成的部分，本實驗結果發現各處理組黃帶瓜子鱻飼食不同螺旋藻粉取代量的飼料 6 週後，肌肉蛋白質含量在 72.50 - 77.17 % 之間 (Table 6)，參考其他魚類的體組成蛋白質研究結果，黑鯛 (*Sparus macrocephalus*) (與 *A. schlegelii* 同種異名) 肌肉蛋白質含量為 76.74 - 82.19% (Zhang *et al.*, 2010)；赤鯛肌肉蛋白質含量 72.30 - 82.10% (Schuchardt *et al.*, 2008)；西大西洋笛鯛 (*Lutjanus campechanus*) 肌肉蛋白質含量 56.49 - 61.32% (Miller *et al.*, 2005)。Jobling (2001) 指出，魚體粗成份會因種類、大小、水溫、養殖環境、飼料組成等因素不同而有所不同，本實驗之魚隻種類、魚隻體型、飼料蛋白質含量等，與上述文獻不盡相同，故推測可能是造成結果差異的原因。

綜合以上結果，為開發草食性魚種瓜子鱻作為養植物種，在考量營養成長需求與降低對動物性蛋白質之需求以減少對海洋漁業資源的使用，可在黃帶瓜子鱻幼魚飼料中添加螺旋藻粉以取代魚粉做為蛋白質來源，且不會對黃帶瓜子鱻之成長產生負面影響，而以螺旋藻粉取代魚粉做為飼料中蛋白質來源之取代量可達 50%。

## 謝 辭

本研究經費由行政院農業委員會水產試驗所 107 農科-9.3.2-水-A1(2)計畫項下支助。計畫執行期間承蒙東部中心同仁協助，使本研究可順利完成，在此一併致謝。

## 參考文獻

邵廣昭 (2019) 台灣魚類資料庫網路電子版, <http://fishdb.sinica.edu.tw>  
孫忠業 (2009) 不同蛋白質含量對褐石斑幼魚成長與免疫反應之影響及不同油脂含量對珍珠石斑幼魚成長與體組成之影響. 國立台灣海洋大學水產養殖研究所 碩士論文.

許志平 (2005) 不同大豆製品及礦物質添加量對海鱻幼魚成長的影響. 國立中山大學海洋生物研究所 碩士論文.  
黃咨諭 (2013) 瓜子鱻人工孵化繁殖與飼食不同海藻及不同蛋白質含量飼料對其幼魚成長之研究. 國立臺灣海洋大學水產養殖學系 碩士論文.  
劉富光 (2000) 水產養殖對全球漁產供應的影響. 國際農業科技新知, 4: 12-22.  
鄭愍穎 (2006) 不同蛋白質與油脂含量對老鼠斑幼苗成長與免疫反應之影響. 國立台灣海洋大學水產養殖學系 碩士論文.  
盧光胤 (2016) 瓜子鱻種魚繁殖表現評估及大豆粉與發酵豆粉取代魚粉對瓜子鱻幼魚成長之影響. 國立臺灣海洋大學水產養殖學系 碩士論文.  
A.O.A.C. (1984) Official Methods of Analysis (14th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, 185-193.  
Akiyama, D. M. and W. G. Dominy (1991) Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. American Soybean Association and Oceanic Institute, Waimanalo, USA, 50 pp.  
Alava, V. R. and C. Lim (1983) The quantitative dietary requirements of *Penaeus monodon* juvenile in a controlled environment. *Aquaculture*, 30: 53-61  
Amirkolaie, A. K., J. I. Leenhouders, J. A. J. Verreth and J. W. Schrama (2005) Type of dietary fibre (soluble versus insoluble) influences digestion, faeces characteristics and faecal waste production in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquacult. Res.*, 36: 1157-116.  
Balaz, G. H. (1973) Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. *Aquaculture*, 2: 369-377.  
Barrias, C. and A. Oliva-Teles (2000) The use of locally produced fish meal and other dietary manipulations in practical diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquacult. Res.*, 31: 213-218.  
Becker, W. (2004) Microalgae in Human and Animal Nutrition. *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*, 312 pp.  
Belay, A., T. Kato and Y. Ota (1996) *Spirulina (Arthrospira)*: potential application as an animal feed supplement. *J. Appl. Phycol.*, 8: 303-311.  
Bowen, S. H. (1987) Dietary protein requirements of fishes -a reassessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 44: 1995-2001.  
Burel, C., T. Boujard, G. Corraze, S. J. Kaushik, G. Bæuf, K. A. Mol, S. Van der Geyten and E. R. Kuhn (1998) Incorporation of high levels of extruded lupin in diets for rainbow trout: nutritional value and effect on thyroid status. *Aquaculture*, 163: 325-345.

- Catacutan, M. R., G. E. Pagador and S. Teshima (2001) Effect of dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios on growth, survival and body composition of the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. *Aquacult. Res.*, 32: 811-818.
- Diyaware, M. Y., B. M. Modu and U. P. Yakubu (2009) Effect of different dietary protein levels on growth performance and feed utilization of hybrid catfish (*Heterobranchus bidorsalis* × *Clarias anguillaris*) fry in north-east Nigeria. *African J. Biotech.*, 8: 3954-3957.
- Dong, F. M., R. W. Hardy, N. F. Haard, F. T. Barrows, B. A. Rasco, W. T. Fairgrieve and I. P. Forster (1993) Chemical composition and protein digestibility of poultry by-product meals for salmonid diets. *Aquaculture*, 116: 149-158.
- Ezquerro, J. M., F. L. Garcia-Carreno and N. Harrod (1997) Digestive proteinases from the hepatopancreas of white shrimp (*Penaeus vannamei*) fed with different diet. *Mar. Biotech.*, 5: 36-40.
- Floreto, E. A. T., R. C. Bayer and P. B. Brown (2000) The effects of soybean-based diets, with and without amino acid supplementation, on growth and biochemical composition of juvenile American lobster, *Homarus americanus*. *Aquaculture*, 189: 211-235.
- Folch, J., M. Lee and G. S. H. Stanley (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, 226: 497-509.
- Francis, G., H. P. S. Makkar and K. Becker (2001) Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effect in fish. *Aquaculture*, 199: 197-227.
- Froese, R. and D. Pauly (2013) Fishbase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (12/2013).
- Gallagher, M. L. (1994) The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*). *Aquaculture*, 126: 119-127.
- Gatlin, D. M., F. T. Barrows, P. Brown, K. Dabrowski, T. G. Gaylord, R. W. Hardy, E. Herman, G. Hu, K. Krogdahl, R. Nelson, K. Overturf, M. Rust, W. Sealy, D. Skomberg, E. J. Souza, D. Stone, R. Wilson and E. Wurtele (2007) Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: A review. *Aquacult. Res.*, 38: 551-579.
- Gómez-Requeni, P., M. Mingarro, J. A. Calduch-Giner, F. Médale, S. A. M. Martin, D. F. Houlihan, S. Kaushik and J. Pérez-Sánchez (2004) Protein growth performance, amino acid utilization and somatotrophic axis responsiveness to fish meal replacement by plant protein sources in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 232: 493-510.
- Hossain, M. A., U. Focken and K. Becker (2001) Evaluation of an unconventional legume seed, sesbania aculeate, as a dietary protein source for common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture*, 198: 129-140.
- Jobling, M. (2001) Nutrient partitioning and the influence of feed composition on body composition. *In* Food Intake in Fish (D. Houlihan, T. Boujard, and M. Jobling eds.), Blackwell Scientific, Oxford, 354-375.
- Kader, M. A., S. Koshio, M. Ishikawa, S. Yokoyama, M. Bulbul, Y. Honda, R. E. Mamauag and A. Laining (2011) Growth, nutrient utilization, oxidative condition, and element composition of juvenile red sea bream *Pagrus major* fed with fermented soybean meal and scallop by product blend as fishmeal replacement. *Fish. Sci.*, 77: 119-128.
- Kaushik, S. J., J. P. Cravedi, J. P. Lalles, J. Sumpter, B. Fauconneau and M. Laroche (1995) Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 133: 257-274.
- Kim, K. W., X. J. Wang and S. C. Bai (2002) Optimum dietary protein level for maximum growth of juvenile olive flounder *Paraalichthys olivaceus*. *Aquacult. Res.*, 33: 673-679.
- Kim, J. D., S. P. Lall and J. E. Milley (2001) Dietary protein requirements of juvenile haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Aquacult. Res.*, 32: 1-7.
- Kissil, G. W., I. Lupatsch, D. A. Higgs and R. W. Hardy (2000) Dietary substitution of soy and rapeseed proteinconcentrations for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead seabream *Sparus aurata* L. *Aquacult. Res.*, 31: 595-601.
- Leenhouders, J. I., G. A. Santos, J. W. Shrama and J. Verreth (2004) Digesta viscosity and nutrient digestibility in European sea bass in a fresh water and marine environment. *Proceedings "Biotechnologies for Quality"*, October 20-23 2004, Barcelona, Spain, 475-476.

- Leenhouwers, J. I., D. Adjei-Boateng, J. A. J. Verreth and J. W. Schrama (2006) Digesta viscosity, nutrient digestibility and organ weights in African catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets supplemented with different levels of a soluble non-starch polysaccharide. *Aquacult. Nutr.*, 12: 111-116.
- Li, M. and R. T. Lovell (1992) Effect of dietary protein concentration on nitrogenous waste in intensively fed catfish ponds. *J. World Aquacult. Soc.*, 23: 122-127.
- Lim, C. and W. Dominy (1990) Evaluation of soy-bean as a replacement for marimal protein in diets for shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 87: 53-63.
- Lim, C., P. Suraniranat and R. P. Platon (1979) Evaluation of various protein sources for *Penaeus monodon* postlarvae. *Kalikasan, Philip. J. Biol.*, 8: 29-36.
- Lovell, R. T. (1980) Practical fish diets, Fish Feed Technology. *Aquaculture Development and Coordination Programme*, FAO, Rome, Italy, 333-350.
- Lovell, R. T. (1996) Feed deprivation increases resistance of channel catfish to bacterial infection. *Aquacult. Mag.*, 6: 65-67.
- Luo, Z., Y. J. Liu, K. S. Mai, L. X. Tian, D. H. Liu and X. Y. Tan (2004) Optimal dietary protein requirement of grouper *Epinephelus coioides* juveniles fed isoenergetic diets in floating net cages. *Aquacult. Nutr.*, 10: 247-252.
- Miller, C.L., D. Allen Davis and R.P. Phelps (2005) The effects of dietary protein and lipid on growth and body composition of juvenile and sub-adult red snapper, *Lutjanus campechanus* (Poey, 1860). *Aquacult. Res.*, 36: 52-60.
- National Research Council (NRC) (2011) Nutrient Requirements of Fish and Shrimp, National Academy Press, Washington, DC, 392 pp.
- Naylor, R. L., R. J. Goldburg, J. H. Primavera, N. Kautsky, M. C. Beveridge, J. Clay, C. Folke, J. Lubchenco and M. Troell (2000) Effect of Aquaculture on world fish supplies. *Nature*, 405: 1017-1024.
- Ovrum-Hansen, J. and T. Storebakken (2007) Effects of dietary cellulose level on pellet quality and nutrient digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 272: 458-465.
- Ozorio, R. O. A., L. M. P. Valente, P. Pousao-Ferreira and A. Oliva-Teles (2006) Growth performance and body composition of white seabream (*Diplodus sargus*) juveniles fed diets with different protein and lipid levels. *Aquacult. Res.*, 37: 255-263.
- Pelissero, C. and J. P. Sumpter (1992) Steroid and "steroid-like" substance in fish diets. *Aquaculture*, 107: 293-301.
- Refstie, S., B. Svihus, K. D. Shearer, T. Storebakken (1999) Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharides content in different soyabean products. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 79: 331-345.
- Reigh, R. C. and S. C. Ellis (1992) Effects of dietary soybean and fish-protein ratios on growth and body composition of red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed isonitrogenous diets. *Aquaculture*, 104: 279-292.
- Riche, M. and P. B. Brown (1999) Incorporation of plant protein feedstuff into fish meal diets for rainbow trout increases phosphorus availability. *Aquacult. Nutr.*, 5: 101-105.
- Rumsey, G. L. (1993) Fish meal and alternate sources of protein in fish feeds update 1993. *Fisheries*, 18: 14-19.
- Schuchardt, D., J. M. Vergara, H. Fernandez-Palacios, C. T. Kalinowski, C. M. Hernandez-Cruz, M. S. Izquierdo and L. Robaina (2008) Effects of different dietary protein and lipid levels on growth, feed utilization and body composition of red porgy (*Pagrus pagrus*) fingerlings. *Aquacult. Nutr.*, 14: 1-9.
- Serrano, J. A., G. R. Nematipour, and D. M. Gatlin (1992) Dietary protein requirement of the red drum (*Sciaenops ocellatus*) and relative use of dietary carbohydrate and lipid. *Aquaculture*, 101: 283-291.
- Sessa, D. J. and C. Lim (1992). Effect of feeding soy products with varying trypsin inhibitor activities on growth of shrimp. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69: 209-212.
- Shiau, S. Y. and C. W. Lan (1996) Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 145: 259-266.
- Silva, P., C. A. P. Andrade, V. M. F. A. Timoteo, E. Rocha and L. M. P. Valente (2006) Dietary protein, growth, nutrient utilization and body composition of juvenile blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Brunnich). *Aquacult. Res.*, 37: 1007-1014.
- Snyder, H. E. and T. W. Kwon (1987) Soybean Utilization. Van Nostr and Reinhold, New York.
- Soletto, D., L. Binaghi, A. Lodi, J. C. M. Carvalho and A. Converti (2005) Batch and fed-batch cultivations of

- Spirulina platensis* using ammonium sulphate and urea as nitrogen sources. *Aquaculture*, 243: 217-224.
- Spolaore, P., C. Joannis-Cassan, E. Duran and A. Isambert (2006) Commercial applications of microalgae. *J. Biosci. Bioeng.*, 101: 87-96.
- Tort, L., J. Rotllant, C. Liarte, L. Acerete, A. Hernandez, S. Ceulemans, P. Coutteau and F. Padros (2004) Effects of temperature decrease on feeding rates, immune indicators and histopathological changes of gilthead sea bream *Sparus aurata* fed with an experimental diet. *Aquaculture*, 229: 55-65.
- Tucker, J. (1998) *Marine Fish Culture*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, USA.
- Williams, K. C., S. Irvin and M. Barclay (2004) Polka dot grouper *Cromileptes altivelis* fingerlings require high protein and moderate lipid diets for optimal growth and nutrient retention. *Aquacult. Nutr.*, 10: 125-134
- Wilson, R. P. (1989) Amino acid and protein. *In* Fish Nutrition (J. E. Halver ed.), Academic Press, San Diego, CA, 112-153.
- Winfree, R. A. and R. R. Stickney (1981) Effects of dietary protein and energy on growth, feed conversion efficiency and body composition of *Tilapia aurea*. *J. Nutr.*, 111: 1001-1012
- Yagishita, N. and T. Nakabo (2003) Evolutionary trend in feeding habits of Girella (Perciformes: Girellidae). *Ichthyol. Res.*, 50: 358-366.
- Zakeri, M., J. G. Marammazi, P. Kochanian, A. Savari, V. Yavari and M. Haghi (2009) Effects of protein and lipid concentrations in broodstock diets on growth, spawning performance and egg quality of yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*). *Aquaculture*, 295: 99-105.
- Zhang, J., F. Zhou, L. L. Wang, Q. Shao and Z. Xu (2010) Dietary Protein Requirement of Juvenile Black Sea Bream, *Sparus macrocephalus*. *J. World Aquacult. Soc.*, 41: 151-164.
- Zhou, F., W. Song, Q. Shao, X. Peng, J. Xiao, Y. Hua and W. K. Ng (2011) Partial replacement of fish meal by fermented soybean meal. in diets for black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*, juveniles. *J. World Aquacult. Soc.*, 42: 184-197.

## Effects of Dietary Protein Levels and Replacement of Fish Meal with Spirulina Powder on the Growth Performance of *Girella* (*Girella mezzina*)

You-Syu Huang<sup>1\*</sup>, Wen-Liang Liao<sup>2</sup> and Yuan-Shing Ho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

<sup>2</sup>Institute of Fisheries Science, National Taiwan University

### ABSTRACT

This study was divided into two parts. In the 1<sup>st</sup> trial, we adjusted the levels of protein included in the diets fed to *Girella* (*Girella mezzina*), then we collected body length and body weight data to determine the level of protein with the best growth performance. In the 2<sup>nd</sup> trial, which was based on the results of the 1<sup>st</sup> trial, we used Spirulina powder to replace the fishmeal used in the diets, and then collected body length and body weight data to determine the optimal dosage of spirulina powder.

In the 1<sup>st</sup> trial, *G. mezzina* juveniles with a mean initial length of  $4.16 \pm 0.72$  cm and mean initial weight of  $6.51 \pm 0.53$  g were fed one of four diets with different dietary protein levels of 35, 40, 45 and 50% for 6 weeks, and it was found that the growth performances of the CP40, CP45 and CP50 groups were significantly better than that of the CP30 group. The weight gains of the groups were  $79.90 \pm 4.96\%$ ,  $97.97 \pm 7.87\%$ ,  $100.20 \pm 6.71\%$  and  $101.88 \pm 5.70\%$ , respectively, and the specific growth rates were  $1.40 \pm 0.01\%$ ,  $1.63 \pm 0.02\%$ ,  $1.65 \pm 0.01\%$  and  $1.67 \pm 0.03\%$ , respectively. Considering the costs of the diets and the growth performance results, this study suggests that the best dietary protein level is 40%.

In the 2<sup>nd</sup> trial, juveniles with a mean initial length of  $4.18 \pm 0.79$  cm and mean initial weight of  $6.61 \pm 0.56$  g were fed on the experimental diets for 6 weeks, and it was found that the growth performances of the SP0, SP25 and SP50 groups were significantly better than those of the other groups. The weight gains were  $98.70 \pm 6.26\%$ ,  $99.68 \pm 2.41\%$ ,  $97.52 \pm 1.29\%$ ,  $79.36 \pm 6.36\%$  and  $78.35 \pm 5.75\%$ , respectively, and the specific growth rates were  $1.63 \pm 0.01\%$ ,  $1.65 \pm 0.02\%$ ,  $1.62 \pm 0.02\%$ ,  $1.39 \pm 0.02\%$  and  $1.38 \pm 0.01\%$ , respectively. According to the results of the statistical analysis, the optimal dosage of spirulina powder is 50%.

**Key words:** *Girella mezzina*, growth performance, spirulina powder

---

\*Correspondence: Eastern Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute. TEL: (089) 514-363 ext. 111; FAX: (089) 514-366; E-mail: r96b45015@ntu.edu.tw