

飼料中不同蛋白質含量及以綠藻粉取代魚粉對小鱗瓜子鱸成長之影響

黃侑勛、廖文亮、何源興

水產試驗所東部海洋生物研究中心

前言

在水產養殖產業中，飼料的花費約佔總成本比例的 40—60%，而蛋白質則佔成本比例最高，同時也是對成長效果影響較大的營養物質之一。飼料中的蛋白質含量過少，不足以供應魚體生長所需，過高則會將蛋白質代謝為能量或以脂肪形式儲存，造成飼料成本浪費。因此，研究飼料中蛋白質的最適含量及品質，是決定養殖效益的重要因素之一。

水產養殖飼料中的蛋白質來源，可分為動物性及植物性 2 種，一般而言，動物性蛋白質如魚粉，具有營養價值高、嗜口性佳、誘引效果好等優點，但由於受到氣候變遷、海洋資源過度開發等因素之影響，作為魚粉原料的海洋漁獲量日漸減少，同時水產養殖業亦日益興盛，對人工飼料之需求日增，導致水產飼料主要原料之魚粉價格日益昂貴，再加上來源不穩定且對小型浮漁資源造成負面衝擊，因此尋求取代魚粉的其他蛋白質來源，為水產飼料營養研究的重要課題之一。目前廣泛應用於水產飼料的植物性蛋白質以大豆粉居多，但其嗜口性及誘引性較差，且由於缺乏甲硫胺酸等必需胺基酸及存在一些抗營養物質，若在飼料中大量添加，將會導致養殖生物的成長率及活存率下降。

小鱗瓜子鱸 (*Girella leonine*) 屬於鱸形目 (Order Perciformes)、舵魚科 (Family Kyphosidae)、瓜子鱸屬 (*Girella*)，俗稱黑毛、菜毛、粗鱗黑毛等，主要分布於分布於西太平洋區的日本至中國東海，臺灣西部、南部、北部、東北部及離島等各礁區皆有出現。小鱗瓜子鱸幼魚時期之食性為雜食偏肉食性，消化道發育完全後則漸漸轉為雜食偏草食性，尤其喜食質地細嫩之大型海藻。有學者將小鱗瓜子鱸與文蛤及沙蝦進行混養試驗，結果發現瓜子鱸可與文蛤及沙蝦混養，且不會以文蛤或沙蝦為食，又可降低大型藻類繁生。另外，瓜子鱸屬廣溫性魚種，水溫耐受範圍為 8—33℃，較不易因寒流影響產生大量死亡情形 (余與董，1990)。一般而言，偏草食性海水魚類對飼料中動物性蛋白質的需求量較低，可以在飼料中添加植物性蛋白質作為取代，因此開發草食性魚種瓜子鱸作為新興養殖對象，對於產業發展及環保層面均有益處。而針對其需求，研發專門飼料，不僅有助於瓜子鱸養殖產業發展、增加產量，也可減少對魚粉的依賴及降低成本，為養殖業者帶來更多收益。

本試驗以具養殖潛力之小鱗瓜子鱸作為研究對象，利用植物性蛋白質—綠藻粉 (*Chorella powder*) 為蛋白質取代源，探討最

適蛋白質比例及植物性蛋白質取代量。

材料與方法

一、實驗一：探討小鱗瓜子鱻之最適蛋白質需求

試驗用小鱗瓜子鱻 (圖 1) 魚苗購自民間養殖場，運至國家水產生物種原庫臺東支庫後先行蓄養 2 週。初始體長為 4.21 ± 0.81 cm、體重 6.59 ± 0.07 g，隨機分為 5 組，每組 25 尾，採三重複。試驗共進行 6 週，魚苗



圖 1 小鱗瓜子鱻

表 1 實驗一：飼料組成及一般成分分析

飼料組成 (%)	CP30	CP35	CP40	CP45	CP50
魚粉	46.2	53.8	61.5	69.2	76.9
α -澱粉	13	13	13	13	13
魚油	6	5.2	4.5	3.8	3
綜合維他命 ^{*1}	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
綜合礦物質 ^{*2}	5	5	5	5	5
氯化膽鹼	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
維他命 E	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
纖維素	27.7	20.9	13.9	6.9	0
一般成分分析 (%)					
灰分	10.8	13.8	15.4	16.4	17.6
水分	8.4	9.5	8.7	8.6	9.1
粗蛋白質	30.2	36.6	40.8	46.1	50.6
粗脂質	9.3	9.4	9.7	9.9	9.5
熱量 (kcal/100g diet)	446.5	447	448.5	449.5	447.5

^{*1} Ogino and Yang (1979)

^{*2} Ogino and Yang (1978)

飼養於室內 FRP 桶槽 (500 L) 中，水溫為 23—25℃，每週秤重 1 次，秤重前 1 天禁食。試驗飼料配方如表 1，以白魚粉 (white fish meal) 為主要蛋白質來源，配製出成蛋白質含量 30.2—50.6%、粗脂肪 9.3—9.9% 的 5 組飼料，組別分別以 CP30、CP35、CP40、CP45 及 CP50 表示。

二、實驗二：以綠藻粉取代魚粉對瓜子鱻成長之影響

試驗用小鱗瓜子鱻魚苗之來源及試驗前處理同試驗一，試驗魚隻初始體長 4.66 ± 0.92 cm、體重 6.64 ± 0.22 g，共分為 5 組，每組 25 尾，採三重複。試驗方法與期間同前。試驗用之飼料配方如表 2 所示，以白魚粉為主要蛋白質來源，並以市售綠藻粉 (粗蛋白含量約 60%、粗脂肪含量約 9%) 取代部分魚粉，取代率分別為 0%、25%、50%、75%、100%，配製出蛋白質含量 39.8—41.1%，粗脂肪 9.3—9.8% 的 5 組飼料，分別以 SW0、SW25、SW50、SW75 及 SW100 表示。

表 2 試實驗二：飼料組成及一般成分分析

飼料組成 (%)	SW0	SW25	SW50	SW75	SW100
魚粉	61.5	46.1	30.8	15.4	0
綠藻粉	0	16.7	33.3	50	66.7
α -澱粉	13	13	13	13	13
魚油	4.1	3.8	3.5	3.3	3
綜合維他命 ^{*1}	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
綜合礦物質 ^{*2}	5	5	5	5	5
氯化膽鹼	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
維他命 E	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
纖維素	13.9	11.3	8.6	5.9	3.2
一般成分分析 (%)					
灰分	10.2	10.5	10.9	9.5	9.7
水分	9	8.4	9.2	8.8	9.5
粗蛋白質	40.2	40.6	39.8	41.1	40.8
粗脂質	9.4	9.3	9.8	9.8	9.6
熱量 (kcal/100g diet)	447	446.5	449	449	448

^{*1} Ogino and Yang (1979)^{*2} Ogino and Yang (1978)

結果與討論

一、實驗一：探討小鱗瓜子鱻之最適蛋白質需求

小鱗瓜子鱻飼養 6 週後各項成長數據如表 3、圖 2 及圖 3 所示。各組平均體長由開始的 4.21–4.23 cm 增加到 10.42–11.67 cm (圖 3)，平均體重由開始的 6.55–6.70 g 增加到 8.29–9.51 g，增重率為 25.68–43.98%，每日成長率 (SGR) 為 0.52–0.83% day⁻¹。統計分析結果顯示，魚粉添加量不同，各組之供試魚苗的成長率亦呈現顯著差異，CP40、CP45 及 CP50 之成長表現均明顯優於 CP30 及 CP35，增重率分別為 40.99 ± 1.69%、43.98 ± 2.22% 與 43.09 ± 2.50%，每日成長率分別為 0.78 ± 0.03% day⁻¹、0.83 ± 0.03% day⁻¹ 與 0.81 ± 0.04% day⁻¹，顯示小鱗瓜子鱻的成長隨著飼料中蛋白質含量的提高有上升之趨勢。前人研究指出，海水魚之飼料蛋白質最

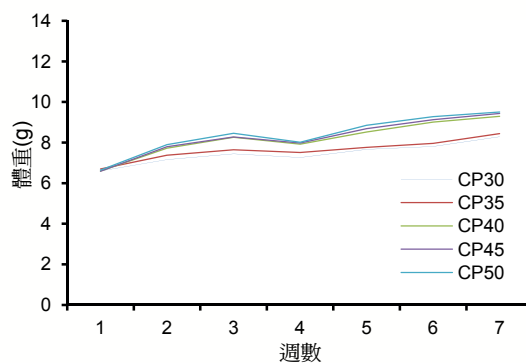


圖 2 試驗一：飼料中不同蛋白質含量對小鱗瓜子鱻體重變化之影響

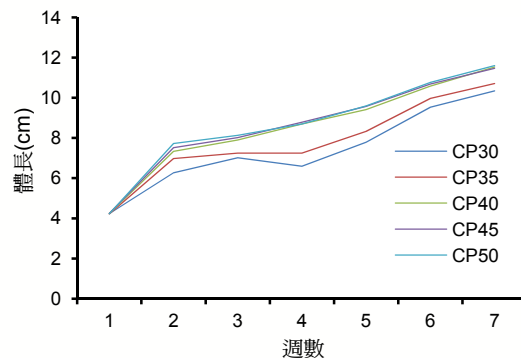


圖 3 試驗一：飼料中不同蛋白質含量對小鱗瓜子鱻體長變化之影響

表 3 以不同蛋白質含量飼料投餵小鱗瓜子鱻之成長表現

組別	初重(g)	末重(g)	增重率(%)	每日成長率(% day ⁻¹)
CP30	6.59±0.09	8.29±0.09 ^a	25.68±0.27 ^a	0.52±0 ^a
CP35	6.70±0.12	8.44±0.12 ^a	26.02±0.61 ^a	0.53±0.01 ^a
CP40	6.59±0.20	9.30±0.20 ^b	40.99±1.69 ^b	0.78±0.03 ^b
CP45	6.55±0.24	9.44±0.24 ^b	43.98±2.22 ^b	0.83±0.03 ^b
CP50	6.64±0.25	9.51±0.25 ^b	43.09±2.50 ^b	0.81±0.04 ^b

數值顯示為平均值 ± 標準差

同一欄中具有不同上標字母之數值表示彼此具有顯著差異 ($p < 0.05$)

適含量為 35—70% 之間 (Tucker, 1998)，但亦有學者認為大部分魚種之飼料蛋白質含量為 30% 即可 (Lovell, 1980)；黃 (2014) 針對瓜子鱻 (*Girella punctata*) 進行飼料中不同蛋白質含量對瓜子鱻幼魚成長之影響試驗，結果與本研究相符。綜上可知，小鱗瓜子鱻之人工飼料蛋白質含量在 40% 左右，即可得到良好的成長效果。目前市面上並無瓜子鱻專用的商業飼料，上述結果可提供未來生產其專用飼料時之參考。

二、實驗二：飼料中以綠藻粉取代魚粉對瓜子鱻成長之影響

在小鱗瓜子鱻的飼料中以綠藻粉取代部分魚粉，投餵 6 週後之成長結果如表 4、圖 4 及圖 5 所示。各組平均體長由開始的 4.66—4.72 cm 增加到 10.7—12.78 cm，平均體重由開始的 6.64—6.70 g 增加到 8.44—9.88 g，增重率為 26.02—47.65%，每日成長率 (SGR) 為 0.53—0.89% day⁻¹。統計分析結果顯示，以 SW25 及 SW50 之表現最佳，增重率分別為 47.65 ± 1.53% 與 44.09 ± 1.84%，每日成長率則分別為 0.89 ± 0.02% day⁻¹ 與 0.83 ± 0.03% day⁻¹，增重率與特殊成長率均顯著優於其餘各組。另外 SW75 與 SW100 之增重率與特殊成長率亦高於 SW0，顯示在飼料中添

加綠藻粉以取代魚粉確實可對小鱗瓜子鱻之成長有正面成效。再以折線迴歸分析，得到小鱗瓜子鱻飼料中綠藻粉對魚粉的最適取代量為 26.5% (圖 6)。盧 (2016) 以大豆粉及發

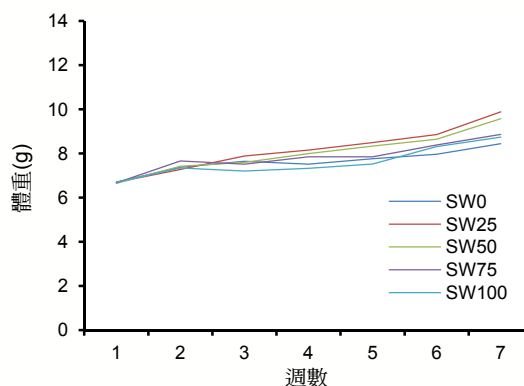


圖 4 試驗二：以綠藻粉取代魚粉對小鱗瓜子鱻體重變化之影響

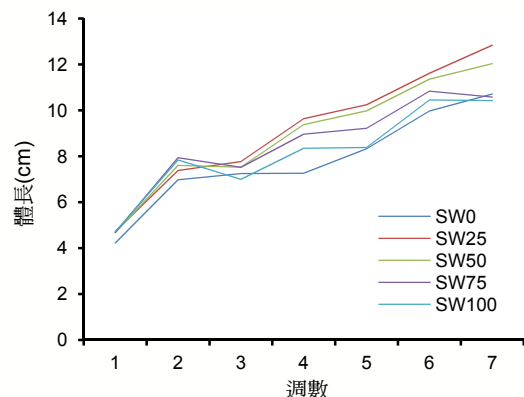


圖 5 試驗二：以綠藻粉取代魚粉對小鱗瓜子鱻體長變化之影響

表 4 以綠藻粉取代魚粉製成飼料投餵小鱗瓜子鱻之成長表現

組別	初重(g)	末重(g)	增重率(%)	每日成長率(% day ⁻¹)
SW0	6.70±0.12	8.44±0.12 ^a	26.02±0.61 ^a	0.53±0.01 ^a
SW25	6.69±0.23	9.88±0.23 ^b	47.65±1.53 ^b	0.89±0.02 ^b
SW50	6.64±0.22	9.57±0.22 ^b	44.09±1.84 ^b	0.83±0.03 ^b
SW75	6.67±0.14	8.86±0.14 ^a	32.95±0.88 ^a	0.65±0.01 ^a
SW100	6.69±0.14	8.74±0.14 ^a	30.58±0.75 ^a	0.61±0.01 ^a

數值顯示為平均值 ± 標準差

同一欄中具有不同上標字母之數值表示彼此具有顯著差異 ($p < 0.05$)

酵豆粉取代魚粉作為飼料的蛋白質來源，探討其對瓜子鱻成長之影響，結果顯示在大豆粉方面，無論取代量多寡，對瓜子鱻之成長均產生負面影響；至於發酵豆粉則可取代魚粉用量至 60%，最適取代量為 40%)。綜合以上結果可知，為開發草食性魚種瓜子鱻作為養植物種，在考量營養需求與降低養殖成本以取得最大收益之前提，可在飼料中添加綠藻粉以取代魚粉作為蛋白質來源，但綠藻粉

的取率以 26.5% 為宜，於發酵豆粉之取代量則可到 40%。

結語

本研究顯示小鱗瓜子鱻之人工飼料蛋白質含量 40% 即可兼顧飼料成本與成長效果。另，以綠藻粉取代魚粉對小鱗瓜子鱻成長有正面助益，最適取代率為 26.5%。

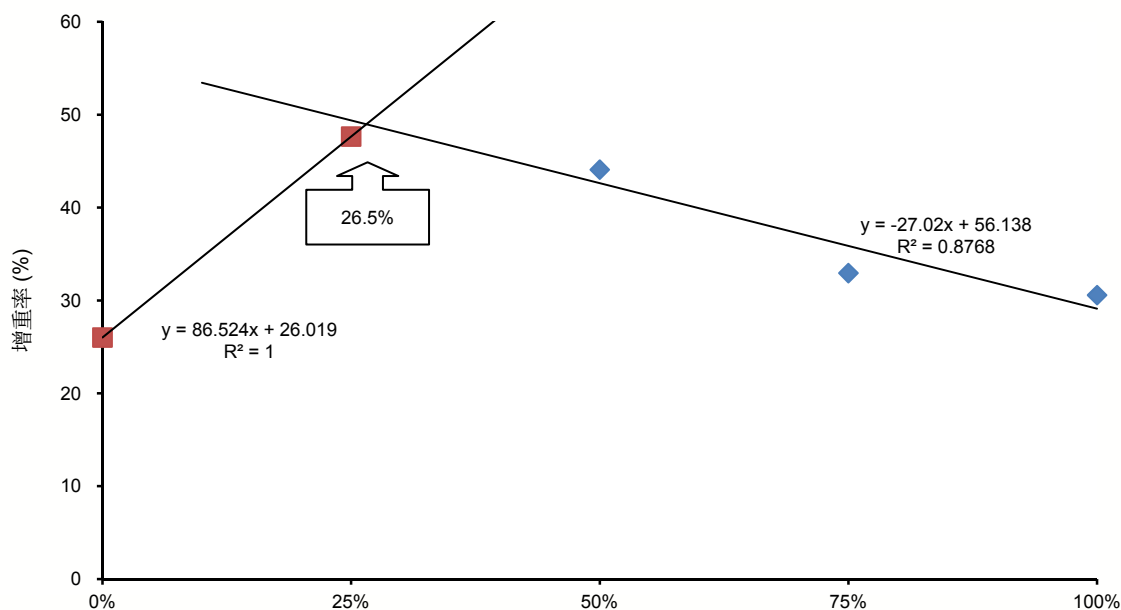


圖 6 試驗二：以綠藻粉取代魚粉之最適取代量