

水溫對寶石鱸致死、攝餌及成長之影響

林天生* · 楊順德 · 劉富光

行政院農業委員會水產試驗所淡水繁養殖研究中心竹北試驗場

摘 要

本試驗旨在探討水溫對寶石鱸 (*Scortum barcoo*) 幼魚致死、攝餌的高低溫極限以及與成長的關係。當水溫由 25 °C 每小時升或降 1 °C，其最高半致死溫度為 36.2 °C，而最低半致死溫度為 13.7 °C。每天升或降 1 °C，顯示 31.6 °C 時攝餌量最高，最高及最低攝餌溫度極限，分別介於 37.0~38.0 °C 與 15.6~16.5 °C。成長試驗分為 20、25 及 30 °C 三組，每組二重複，利用水容量 2.5 t 之溫控砂石過濾循環水槽，各放養 60 尾平均體重 83.39 g 之幼魚，飼育 12 週後；結果顯示，成長率以水溫 30 °C 組的 576.1%，明顯高於 25 °C 組的 452.1% 及 20 °C 組的 167.7%。飼料轉換率以 30 °C 組的 1.07 較好，與 25 °C 組沒有顯著差異，但明顯高於 20 °C 組。而肥滿度以 25 °C 組較高，其次是 30 °C 組；20 °C 組明顯較低。

關鍵詞：寶石鱸、水溫、致死、成長

前 言

水溫是影響魚類生理與新陳代謝的重要因子，超出臨界水溫足以在短時間內導致魚類死亡。在適於生存的水溫範圍，魚類的攝餌量及成長速度會隨著水溫的升高而增加，但高於某一溫度時，攝餌及成長則會急速下降 (Brett and Groves, 1979)。Kaushik (1986) 指出，水溫控制了魚類的發育、成熟、攝餌，基礎代謝需求、代謝速率、酵素機制及細胞膜功能等生理反應。因而水溫對不同魚類成長的研究，為水產養殖應用上相當重要的一環。

寶石鱸 (jade perch, *Scortum barcoo*) 亦有寶石魚、寶石斑魚、玉鱸等俗稱，屬於鱸形目 (Perciformes)、鱮科 (Terapontidae)、革鱮屬 (*Scortum*) (伍等, 1999)。原產於澳洲的淡水水域，為昆士蘭地區 6 大重要淡水魚類之一，相繼有 50 餘家核准進行養殖 (D.P.I.F, Queensland, 2004)，具

有成長快、雜食性 (張等, 2003) 及耐低溶氧等特點 (李等, 2006)。其頭尾較小、背部肥厚、採肉率高、無肌間刺、肉白而細嫩、富含膠質、味道鮮美。寶石鱸含有豐富的高度不飽脂肪酸，蛋白質含量高達 18.9% 以上，而主要的不飽和脂肪酸以 DHA 和 EPA 為主，具有抑制血小板凝固、抗血栓、調節血脂等預防心血管疾病的功效 (傅與劉, 2005)。

近年來南部業者已陸續自澳洲引進寶石鱸稚魚，並育成一些成魚開始在餐廳銷售，消費者有很高的評價。由於寶石鱸為 20 世紀 90 年代研發可供人工集約化養殖的優良品種，此魚被認定比澳洲其他的本土淡水魚成長快，且是游釣的重要魚種 (Hollaway and Hamlyn, 2001)。本試驗先就水溫對寶石鱸致死、攝餌及成長影響進行探討，期望能瞭解其較適的生長水溫範圍。

材料與方法

試驗使用之寶石鱸，購自屏東業者育成之寸苗，經人工飼料馴餌後，分別進行以下四項試驗。

*通訊作者 / 新竹縣竹北市泰和里 111 號; TEL: (03) 5551-190; FAX: (03) 555-4591; E-mail: l_t_s_1@yahoo.com.tw

一、溫度耐性的行為觀察

在恆溫水槽中，放置圓形廣口玻璃缸（容積 15 L），內裝約 10 L 水，試驗採三重複，每缸各放入體長 8.0 ~ 8.4 cm，體重 8.53 ~ 9.34 g 寶石鱸魚苗 3 尾，於 25 °C 水溫蓄養 1 天後，以每 1 °C/h 水溫之速度，持續升或降溫（郭, 1999），進行高、低溫耐性行為的觀察。

二、最高與最低半致死溫度

由初步的致死結果，使試驗水溫由 25 °C，持續以每 1 °C/h 水溫之速度，升降到 35.0 ~ 37.5 °C 及 12.5 ~ 15.0 °C 的 6 種不同水溫（相差 0.5 °C）後，恆溫（± 0.1 °C）觀察 7 天，期間隨時撈起死魚防止水質惡化，然後統計死亡數量，根據 Probit analysis 軟體算出半致死溫度。

三、最高與最低攝餌溫度

在恆溫室放置塑膠桶（容積 130 L），內裝水約 100 L，上部裝設簡易過濾器，試驗採三重複，桶內放養平均體重約 35.0 g 的寶石鱸 10 尾，起始水溫 25 °C，試驗期間每天升或降 1 °C（李等, 2000），於每天 9 : 00 投餵成鰻粒狀浮性飼料，10 分後撈起殘餘飼料計算顆粒數；為計算總攝餌量，逢機稱取 5 g，共稱取 3 次，取其平均數，然後換算攝餌量，最後記錄試驗魚不攝食的高、低水溫。

四、成長試驗

試驗分為 20、25 及 30 °C 三組，每組二重複，每一重複置 60 尾平均體長約 16.08 cm，重約 83.39 g 之試驗魚於 2.0×1.7×0.8 m 之溫控砂石過濾循環式水槽中，水溫變化範圍為 ± 0.5 °C，pH 值 7.1 ~ 7.6，溶氧量為 5.6 ~ 6.3，水槽上方各設置一盞 40 燭光日光燈，照射時間為 7 : 00 至 18 : 00。試驗進行 12 週，飼育期間每 2 週測定一次，測定當日不餵飼。每日投餵三次，以飽食為原則。試驗飼料為成鰻粒狀浮性飼料，其粗蛋白、脂肪、纖維、灰分及水分各分別為 44.0、3.0、1.2、16.5 及 11.0%。中間測定係每個水槽中逢機取樣 30 尾，測定其體長和體重。成長情形分別以增重率

(Percent weight gain)、日成長率 (Daily growth rate)、飼料轉換率 (Feed conversion rate)、活存率 (Survival rate) 及肥滿度 (Condition factor) 表示之，其計算方式如下：

$$\text{增重率 (\%)} = (\text{魚體增重}) \div (\text{魚體初重}) \times 100$$

$$\text{日成長率 (\%)} = [\ln(\text{魚體末重}) - \ln(\text{魚體初重})] \div (\text{試驗天數}) \times 100$$

$$\text{飼料轉換率 (\%)} = (\text{攝取飼料重量}) \div (\text{魚體增重}) \times 100$$

$$\text{活存率 (\%)} = (\text{試驗末尾數}) \div (\text{試驗初尾數}) \times 100$$

$$\text{肥滿度 (\%)} = (\text{魚體重}) \div (\text{魚體長})^3 \times 100$$

五、統計分析

試驗數據以變異分析 (one-way ANOVA) 及鄧肯氏多變域測試 (Duncan, 1955) 檢測差異，且均以 SAS 套裝軟體處理，差異顯著水準定在 $\alpha = 0.05$ ；而百分比數據則先予以常態化 (Normalization) (Snedcor, 1967) 再進行統計分析。

結果

一、溫度耐性的行為觀察

寶石鱸對溫度改變產生之生理表現如 Fig. 1，當水溫由 25 °C 升至 33 °C 期間，寶石鱸呈正常游動，而上升達 34 °C 時，鰓蓋張合急促、胸鰭擺動加快及部分體色變黑，在 35.5 °C 即有失去平衡，側躺水底現象，以玻璃棒觸動則會短暫游動再沉於水底；水溫在 35.8 °C 開始有死亡產生，而升至 38.0 ± 0.2 °C 則全部死亡。水溫由 25 °C 往下調降至 15.4 °C，開始有魚頭朝上漂游現象；13.9 °C 時，失去平衡偶爾側躺水底，13.3 °C 時身體僵硬靜躺水底，呼吸頻率降低，鰓蓋只略有開合動作，13.0 °C 開始有死亡，而降至 12.1 ± 0.2 °C 全部死亡。

二、最高與最低半致死溫度

升至各種溫度梯度，持續 7 天後，其死亡率如 Table 1。35.5 °C 組有 20% 的死亡率，37.0 °C 組死亡率由 36.5 °C 組的 40.0% 明顯升高到 73.4 %，而

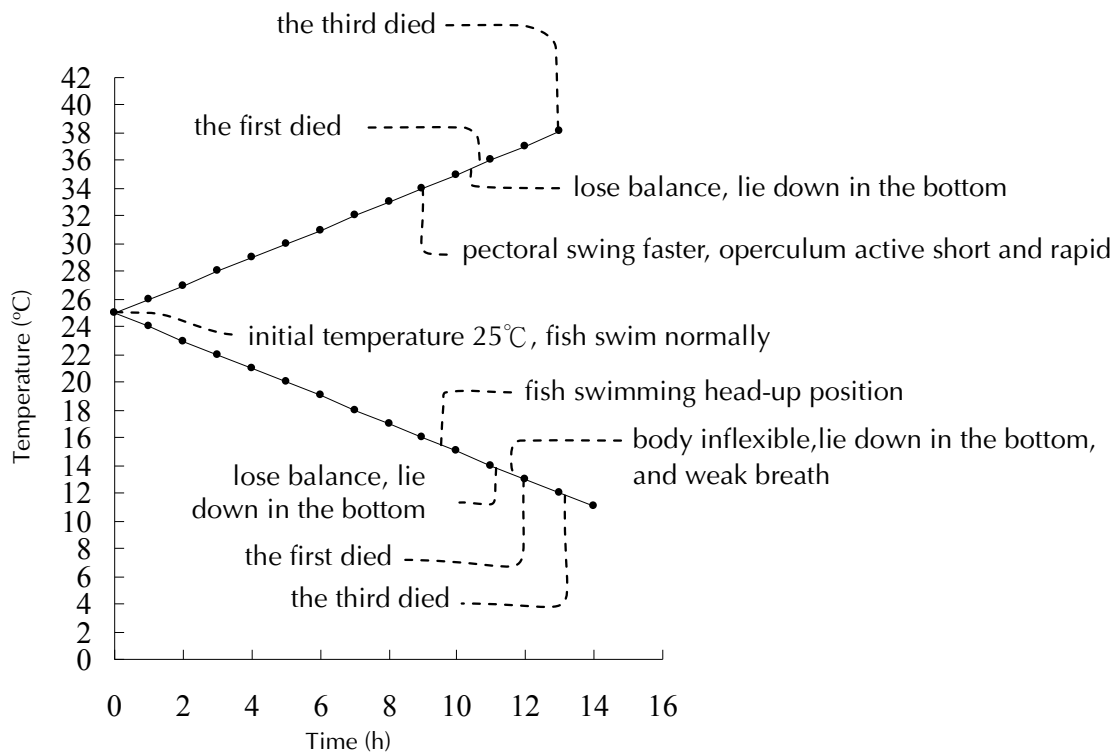


Fig. 1 Observed behavior from jade perch under the temperature stress

37.5 °C 組全部死亡。15.0 °C 組全部活存，當降至 14.5 °C 時會有 13.4% 死亡，而 13.0 °C 組死亡率由 13.5 °C 組的 33.4% 明顯增至 83.4%，12.5 °C 組全部死亡。經線性迴歸分析，其最高與最低半致死溫度分別為 36.2 °C 及 13.7 °C (Table 2)。

三、最高與最低攝餌溫度

寶石鱸攝餌量由 25.2 °C 的 8.74 g，隨著水溫的升高，在 31.6 °C 時攝餌量 11.77 g 達到最高，此後攝餌量隨水溫增高而下降，35.9 °C 時明顯減少，37.0 °C 時攝餌量只有 0.74 g，38.0 °C 時完全不攝餌，且發現有部分魚開始側躺於水底，維持同一水溫，隔天分別有 20%、30% 及 50% 死亡。而隨著水溫降低至 17.6 °C 時攝餌量明顯減少，16.5 °C 時劇降至 1.32 g，15.6 °C 時完全不攝餌 (Fig. 2)。

四、成長試驗

本試驗經 12 週的飼育結果，如 Table 3 所示，每尾魚的平均總攝食量在 30 °C 組為 513.92 g，明

Table 1 Mortality rate of jade perch exposed to different temperatures for 7 days

Temperature (°C)	Mortality rate (%)
35.0	0
35.5	20.0
36.0	33.3
36.5	40.0
37.0	73.4
37.5	100
12.5	100
13.0	83.4
13.5	33.4
14.0	26.7
14.5	13.4
15.0	0

Table 2 The LT_{50} values with 95% confidence limits of jade perch exposed to high and low temperatures for 7 days

Temperature (°C)	LT_{50} (95% confidence limits)
upper	36.2 (36.0-36.4)
lower	13.7 (13.9-13.5)

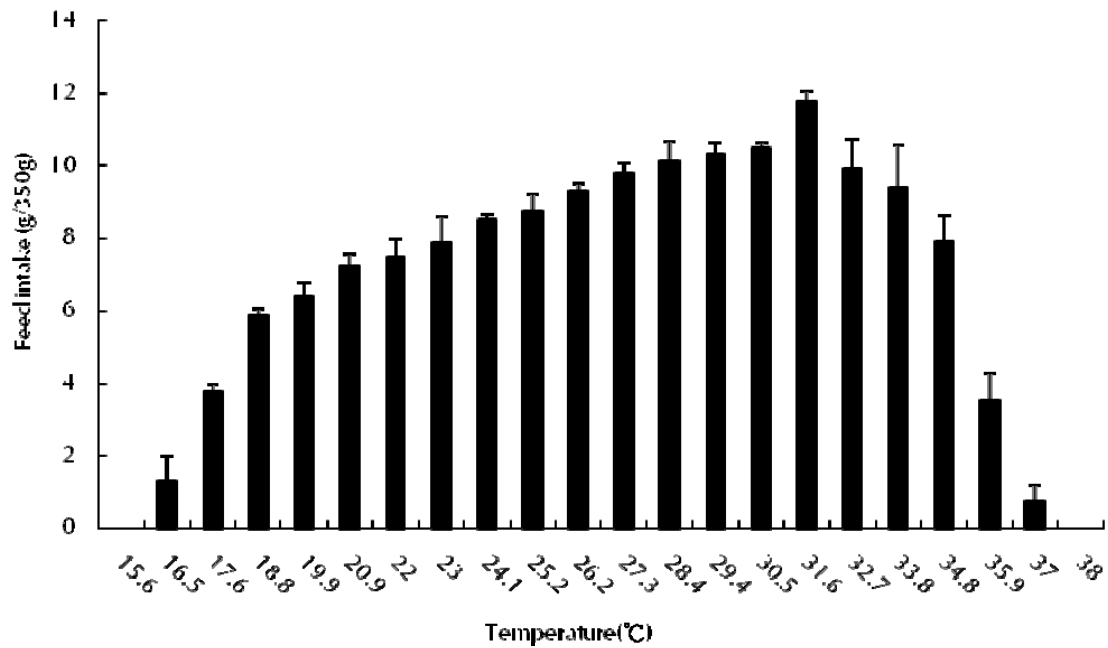


Fig. 2 The daily feed intake of jade perch at different temperature

Table 3 Growth of jade perch reared at different temperatures for 12 weeks

	Rearing temperature		
	20°C	25°C	30°C
Initial length (cm)	16.15±0.65	16.02±0.62	16.06±0.57
Final length (cm)	21.06±1.16 ^c	26.52±1.06 ^b	28.46±1.06 ^a
Initial weight (g)	83.75±12.61	82.68±10.76	83.57±8.16
Final weight (g)	224.24±44.30 ^c	456.46±55.7 ^b	564.98±62.86 ^a
Weight gain (g)	140.49±18.26 ^c	373.78±6.12 ^b	481.41±9.32 ^a
Percent weight gain	167.7±21.3 ^c	452.1±8.2 ^b	576.1±10.5 ^a
Daily growth rate	1.17±0.09 ^c	2.03±0.02 ^b	2.28±0.02 ^a
Feed conversion rate	1.24±0.13 ^a	1.15±0.05 ^{ab}	1.07±0.05 ^b
Condition factor	23.72±1.68 ^b	24.41±1.67 ^a	24.30±1.66 ^{ab}
Average feed intake (g/fish)	172.92±4.09 ^c	428.13±10.37 ^b	513.92±11.77 ^a
Survival rate (%)	95.85±1.20 ^b	100.0 ^a	100.0 ^a

Means±SD with different superscripts in the same row are significantly different ($p < 0.05$)

顯高於 25 °C 組的 428.13 g 及 20 °C 組的 172.92 g，分別約為此二組的 1.20 倍及 2.97 倍。而 30 °C 組的成長率為 576.1%，則約為 25 °C 組 (452.1%) 及 20 °C 組 (167.7%) 的 1.27 倍及 3.43 倍。在飼料轉換率方面，30 °C 組平均為 1.07 (1.04 ~ 1.10)，優於 25 °C 組的 1.15 (1.12 ~ 1.18) 及 20 °C 組的 1.24 (1.33 ~ 1.15)，存活率在 25 °C 及 30 °C 組皆為

100%，而 20 °C 組為 95.85%。至於肥滿度則以 25 °C 組的 24.41 最高，與 30 °C 組 (24.30) 無明顯差異，但顯著高於 20 °C 組的 23.72。

試驗期間的日成長率變化如 Fig. 3 所示，均以 30 °C 組最高 (1.86 ~ 2.87%)，25 °C 組次之 (1.72 ~ 2.26%)，20 °C 組最低 (0.99 ~ 1.29%)。在試驗初期，各組日成長率都比較高，但隨著試驗過程魚

體長大後，各組的日成長率均逐漸降低。由成長情形顯示 (Figs. 4 & 5)，經 4 週的飼育後，30 °C 與 25 °C、20 °C 組之成長差距即明顯增大，飼育結果以 30 °C 組體長平均為 28.46 cm 最大，其次是 25 °C 組的 26.52 cm，20 °C 組最小，平均為 21.06 cm。在平均體重上，30 °C、25 °C 及 20 °C 組分別為 564.98、456.46 及 224.24 g。試驗結束後，由各組體長及體重的頻度分佈 (Figs. 6 & 7) 可發現，20 °C、25 °C 及 30 °C 組的體長累積頻度分佈超過 90% 者各分別為 19.1 ~ 23.0 cm (佔 93.9%)、25.1 ~ 29.0 cm (佔 91.6%)、26.1 ~ 30.0 cm (佔 93.3%)。體重累積頻度超過 90% 者各分別為 160.1 ~ 360.0 g (約佔 91.7%)、360.1 ~ 600.0 g (約佔 93.3%) 及 440.1 ~ 680.0 g (約佔 93.3%)。

討 論

戴與舒 (2004) 指出寶石鱸適宜生長水溫範圍為 10 ~ 38 °C，而楊 (2004) 認為寶石鱸的最佳生長水溫為 21 ~ 25 °C，另外林與謝(2006)則指出寶石鱸最佳生長水溫為 21 ~ 28 °C，水溫降至 17 ~ 18 °C 時攝食強度會減弱，10 ~ 15 °C 時行動緩慢或靜止於水的中下層。邊等 (2003) 在寶石鱸馴化養殖試驗中，提及養殖期間有一個月水溫在 14 ~ 20 °C，生長不明顯，但活力正常。沈等 (2006) 在溫度和 pH 對寶石鱸消化酶活性的影響試驗中發現，胃內澱粉酶、脂肪酶及蛋白酶的最適溫度分別為 30 °C、35 °C 及 40 °C。本試驗經由最高與最低致死溫度試驗結果發現，寶石鱸由 25 °C 水溫中，每小時上升 1 °C，高於 34 °C 時即明顯呈現生理異常現象，呼吸速度加快，超過 35.5 °C 就開始無法忍受而失去平衡，若水溫持續上升，35.8 °C 即開始會導致死亡。而在降溫過程中，低於 15.4 °C 開始會有失調現象，13.0 °C 即會引起死亡。顯示寶石鱸較適的水溫範圍約在 16 ~ 33 °C。

Hwang *et al.* (1998) 指出，花身雞魚 (*Terapon jarbua*) 及大鱗鯪 (*Liza macrolepis*) 於水溫超過 37.0 °C 的核電廠出水口內時，魚苗會因維生素 C 受破壞而造成畸形。寶石鱸半致死高溫為 36.2 °C，試驗期間發現，水溫超過 37 °C 以上，持續 4 天後，每尾都有脊椎側彎現象，顯示高溫下對魚體會造成畸形。

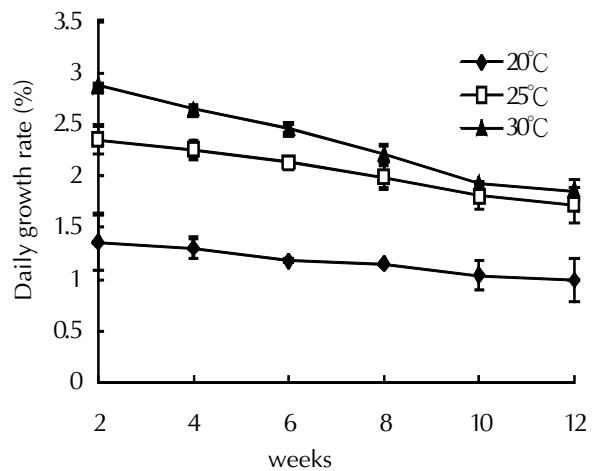


Fig. 3 Daily growth rate of jade perch reared at different temperatures for 12 weeks.

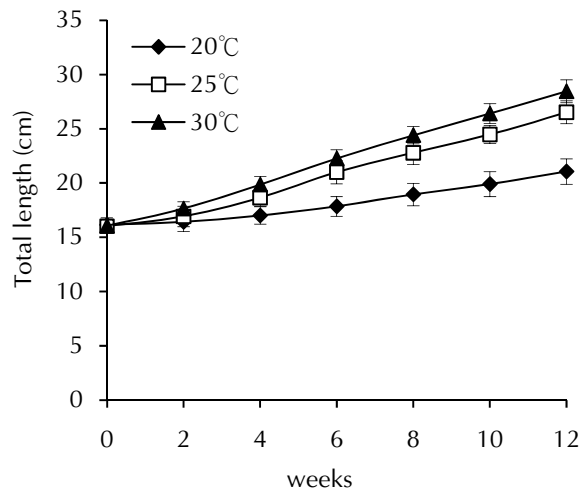


Fig. 4 Total length increment of jade perch reared at different temperatures for 12 weeks.

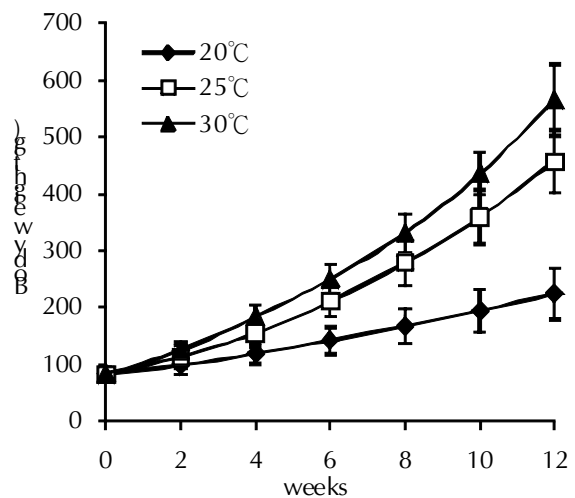


Fig. 5 Body weight increment of jade perch reared at different temperatures for 12 weeks.

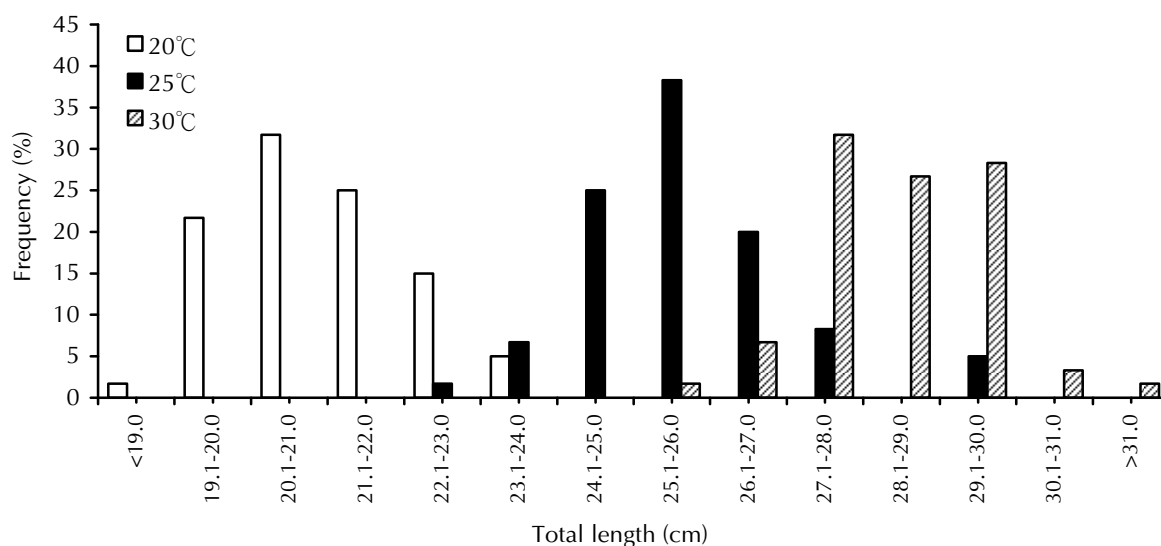


Fig. 6 Frequency distribution of the total length of jade perch reared at different temperatures for 12 weeks.

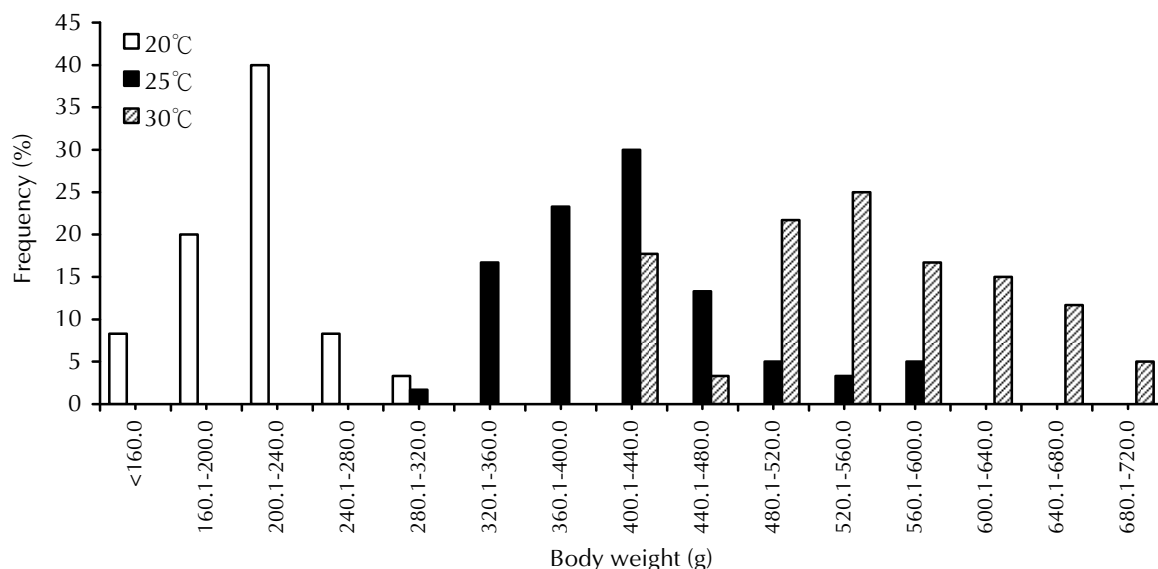


Fig. 7 Frequency distribution of body weight of jade perch reared at different temperatures for 12 weeks.

汪與吳 (1994) 指出青魚 (*Mylopharyngodon piceus*)、草魚 (*Ctenopharyngodon idellus*)、鱧魚 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鱮魚 (*Aristichthys nobilis*)、鯉魚 (*Cyprinus carpio*)、鯽魚 (*Carassius auratus*) 等重要經濟魚類的最大半致死高溫分別為 39.9、39.4、39.7、39.8、39.3 及 38.6 °C，顯示寶石鱸較上述魚種不耐高溫。而謝等 (2001) 指出，卷口魚 (*Ptycidio jordani*) 在水溫升至 34 ~ 35 °C 時，呼吸速度明顯增快，36 °C 時身體僵硬，升至 37 °C 全部死亡，則與寶石鱸沒有明顯差異。

郭 (1999) 在吳郭魚溫度耐性試驗與行為觀察中發現，吳郭魚持續降低至 9.6 °C 時失去平衡力，7.9 °C 時沉於池底呈僵直的狀態，7.5 °C 時 3 尾魚全部死亡。寶石鱸之半致死低溫為 13.7 °C，明顯較吳郭魚不耐低溫，在台灣常因耐寒性欠佳而造成吳郭魚大量凍斃的地區，養殖寶石鱸必須注意冬季的水溫變化。

而由不同溫度攝餌量顯示 (Fig. 2)，於每天升、降 1 °C 情形下，寶石鱸在 16.5 ~ 37.0 °C 範圍內皆有攝餌行為，隨著飼育水溫的升高，其攝餌

量明顯增加，31.6 °C 時攝餌率最高，升到 32.7 °C 時則呈現下降趨勢，而在水溫低於 18.8 °C 或高於 34.8 °C 時，攝餌量都急劇下降。其最高攝餌溫度約在 37.0 ~ 38.0 °C，而最低約在 16.5 ~ 15.6 °C，其生活較適攝餌水溫應在 19 ~ 32 °C。

成長試驗選擇在 20 °C、25 °C 及 30 °C 三種恆溫中進行飼育，由成長結果 (Table 1) 顯示，在 30 °C 組其攝食量、增重率均最高，分別為 513.92 g、576.1%，其次為 25 °C 組，分別為 428.13 g、452.1%，而 20 °C 組最低，分別只有 172.92 g、167.7%，顯示寶石鱸在合適成長水溫範圍內，隨著飼育水溫的升高，其攝食量和成長均明顯增加，這在其他魚類亦有此現象，如鯉魚 (Huisman *et al.*, 1979)、黃錫鯛 (*Sparus sarba*) (Mihelakakis *et al.*, 1994) 及日本江鱒 (*Paralichthys olivaceus*) (Nakahiro *et al.*, 1994) 等。本試驗中，30 °C 組飼料轉換率較佳，與 25 °C 組沒有顯著差異，但明顯優於 20 °C 組，此仍顯示在低水溫時寶石鱸對飼料的利用較差，這在銀鱸 (楊等, 1995)、鯉魚、黃錫鯛及海鱸 (*Dicentrarchus labrax*) (Hidalgo *et al.*, 1987) 亦有類似情形，其原因可能是魚類在低溫時代謝率低，導致能量的利用率低 (Kaushik, 1986)。肥滿度是測定體長與體重關係的簡單指標，有報告指出成長好的試驗組有較高的肥滿度 (Kerby *et al.*, 1987; 楊等, 1995)。另外 Banks *et al.* (1971) 指出水溫並未造成大鱗鮭 (*Oncorhynchus tshawytscha*) 肥滿度之影響。而 Russel *et al.* (1996) 在海鱸成長與攝食試驗，發現水溫增加，肥滿度會降低；這在史氏鱒 (*Acipenser schrencki*) 也有相同反應 (林等, 2004)。本試驗的各組間以 25 °C 組較高，其次是 30 °C 組，稍微下降，20 °C 組明顯較低。此不一致的結果可能是由於試驗水溫設定、不同魚種間外部形態或供試魚體大小不同所致。活存率 20 °C 組為 95.85%，與 25 °C 及 30 °C 組有顯著差異，在試驗過程中發現 20 °C 組死亡的魚隻主要是捕撈及測定後，體表受傷引發水黴感染所致，孫等 (2003) 在室外寶石鱸養殖試驗中發現於 20 ~ 22 °C 水溫中，攝食量少，生長速度較為緩慢，低於 20 °C 容易生病，因此建議田間養殖在低水溫期盡量避免捕撈。

寶石鱸在試驗期間的日成長率變化，隨著養殖試驗日數的增加，而呈現減少的趨勢，如 Fig. 3，

無論在整個養殖過程中的那一段養殖期間，20 °C 組均顯著較 30 °C、25 °C 組低。高水溫的 30 °C 組，日成長率在前 8 週明顯高於 25 °C 組，10 週後即無顯著差異，此可能是魚的成長過程對水溫的逐漸適應 (Hepher, 1988)。隨著試驗的進行，魚體逐漸長大後，日成長率均逐漸降低，此種現象在雜交條紋鱸、銀鱸的水溫試驗中亦有產生 (劉, 1999; 楊等, 1995)。

由各組魚體長及體重的分布頻度 (Figs. 6 & 7) 發現，20 °C 組的體長較短而體重也較輕，其體長及體重的頻度分布較集中；25 °C 組的體長及體重的頻度分布較為廣些。而 30 °C 組的體長較長，體重較重，但其頻度分布與 25 °C 組無明顯差異，即兩組成長較快，體型較大，但個體間的差異也較大。這在銀鱸及雜交條紋鱸的水溫試驗中 (楊等, 1995; 劉, 1999) 以及草魚 (Kilambi and Robinson, 1979) 的養殖密度試驗中亦有類似情形。

謝辭

本試驗能順利完成，承試驗場吳尊德先生、溫鈺涓小姐於試驗期間鼎力協助，特此表示謝意。

參考文獻

- 伍漢霖, 邵廣昭, 賴春福 (1999) 拉漢世界魚類名典. 水產出版社, 臺灣, 1028 pp.
- 汪錫鈞, 吳定安 (1994) 幾種主要淡水魚類溫度基準值的研究. 水產學報, 18(2): 93-100.
- 沈文英, 祝堯榮, 錢科亮 (2006) 溫度和 pH 對澳洲寶石魚消化酶活性的影響. 大連水產學院學報, 21(2): 189-192.
- 李文龍, 石振廣, 王雲山, 朱傳榮 (2000) 三種鱒科魚類臨界水溫試驗. 水產養殖, 5: 3-4.
- 李瀟軒, 王明華, 彭剛, 蔡永祥, 陳效輝, 邊文冀 (2006) 寶石鱸耗氧率和窒息點的初步測定. 水產養殖, 27(2): 4-6.
- 林國榮, 謝達寶 (2006) 澳洲寶石斑的親魚培育技術. 河北漁業, 10: 22-24.
- 林天生, 楊順德, 劉富光 (2004) 水溫對史氏鱒 (*Acipenser schrencki*) 幼魚成長之影響. 水產研究, 12(2): 57-65.
- 張曉凌, 張豔花, 韓茂森 (2003) 寶石斑魚的型態特徵. 淡水漁業, 33(6): 12-13.

- 孫學禮, 李會明, 李中香 (2003) 寶石斑魚養殖試驗. 淡水漁業, 33(6): 39-41.
- 郭欽明 (1998) 低溫壓迫對魚類能量代謝生理之研究. 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告, 4 pp.
- 傅美蘭, 劉朱新 (2005) 寶石斑繁養技術. 河北漁業, 3: 28-29.
- 楊順德, 黃德威, 劉富光, 廖一久 (1995) 水溫對銀鱸 *Bidyanus bidyanus* 稚魚成長之影響. 水產研究, 3(1): 19-30.
- 楊平傳 (2004) 淡水魚新秀 - 澳洲寶石鱸. 農村新技術, (3): 28.
- 劉富光 (1999) 養殖水溫對雜交條紋鱸 (*Morone saxatilis* x *M. chrysops*) 飼料反應、成長及體成份之影響. 國立台灣大學動物學研究所博士論文, 168 pp.
- 謝剛, 祁寶倫, 許淑英, 葉星 (2001) 卷口魚的臨界水溫和溶氧量. 淡水漁業, 31 (2): 47-48.
- 戴賢君, 舒妙安 (2004) 不同日糧蛋白質水平對寶石鱸幼魚生長的影響. 淡水漁業, 34(3): 26-27.
- 邊文冀, 蔡永祥, 陳校輝, 張彤晴 (2003) 寶石鱸馴化養殖試驗. 水產養殖, 24(5): 9-10.
- Banks, J. L., L. G. Fowler and J. W. Elliott (1971) Effects of rearing temperature on growth, body form, and hematology of fall Chinook fingerlings. Prog. Fish-Cult., 33: 20-26.
- Brett, J. R. and T. D. D. Groves (1979) Physiological energetics. In Fish Physiology, Vol. VIII (W. S. Hoar, D. J. Randall and J. R. Brett eds.), Academic press, New York, USA, 279-352.
- Duncan, D. B. (1955) Multiple-range and multiple F tests. Biometrics, 11: 1-42.
- D.P.I.F. Queensland (2004) Report to farmers, Aquaculture production survey, Queensland 2002-2003, Department of primary industries and fisheries, Queensland, 25 pp.
- Huisman, E. A, J. G. P. Klein Breteler, M. M. Vismans and E. Kanis (1979) Retention of energy, protein, fat and ash in growing carp (*Cyprinus carpio* L.) under different feeding and temperature regimes. In Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Vol. I (J. E. Halver and K. Tiews eds.), Heenemann, Berlin, 175-188.
- Hidalgo, F., E. Alliot and H. Thebault (1987) Influence of water temperature on food intake, food efficiency and gross composition of juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 64: 199-207.
- Hepher, B. (1988) Growth. In Nutrition of Pond Fishes, Cambridge University Press, Cambridge, Great Britain, 147-174.
- Hwang, D. F., L. T. Chien and K. T. Shao (1998) Levels of heavy metals and vitamin C in deformed thornfish found in thermal waters and effect of vitamin C on deformation of thornfish. Fish. Sci., 64(2): 291-294.
- Hollaway, M. and A. Hamlyn (2001) Freshwater fishing in Queensland: a guide to stocked waters. Department of primary Industries, Brisbane.
- Kilambi, R. V. and W. R. Robinson (1979) Effects of temperature and stocking density of food consumption and growth of grass carp *Ctenopharyngodon idella* Val. J. Fish. Biol., 15: 337-342.
- Kaushik, S. J. (1986) Environmental effects on feed utilization. Fish Physiol. Biochem., 2: 131-140.
- Kerby, J. H., J. M. Hinshaw and M. T. Huish (1987) Increased growth and production of striped bass x white bass hybrid in earthen pond. J. World Aquacult. Soc., 18: 35-43.
- Mihelakakis, A., T. Yoshimatsu and C. Kitajima (1994) Effects of environmental temperature of food intake and growth of the silver sea bream, *Sparus sarba* (F). Suisanzoshoku, 43: 491-497.
- Nakahiro, I., K. Kikuchi, H. Honda, M. Kiyono and H. Kurokura (1994) Effects of temperature on the growth of Japanese flounder. Fish. Sci., 60: 527-531.
- Russell, N. R., J. D. Fish, R. J. Wootton (1996) Feeding and growth of juvenile sea bass: the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency. J. Fish Biol., 49: 206-220.
- Snedecor, G. W. and W. G. Cochran (1967) Statistical methods. Iowa State University Press, Ames. IA, 593 pp.

Thermal Effects on the Lethal Tolerance, Feeding and Growth of Jade Perch (*Scortum barcoo*)

Tain-Sheng Lin^{*}, Shuenn-Der Yang and Fu-Guang Liu

Chupei Station, Freshwater Aquaculture Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

The experiments were conducted to investigate the temperature limitation on tolerance and feed intake and growth of juvenile jade perch, *Scortum barcoo*. Effects of temperature on the growth of fish were also elucidated. The initial temperature was 25 °C and was increased or decreased at the rate of 1 °C per hour. The upper and lower median lethal temperatures (LT₅₀) were 36.2 °C and 13.7 °C respectively. The results of feeding trial indicated that the upper feeding temperature was from 37.0 to 38.0 °C, and the lower feeding temperature was 15.6 to 16.5 °C. In the growth trial, 60 juvenile jade perch (about 83.39 g) were stocked in thermo-regulated recirculating tanks at 20, 25 and 30°C for 12 weeks, each tank containing 2.5 tons of fresh water. The results showed that both the growth rate and feed conversion ratio were better in fish reared at 30 °C than at 25 °C and 20 °C. The condition factor of fish at 25 °C group was significantly higher than that of 20 °C groups.

Key words: jade perch, *Scortum barcoo*, temperature, lethal, growth

*Correspondence: 111 Tai-Ho, Chupei, Hsinchu 302, Taiwan. TEL: (03) 555-1190; FAX: (03) 555-4591; E-mail: l_t_s_1@yahoo.com.tw