

常用水產藥物孔雀綠、甲烯藍、硫酸銅、福馬林、高錳酸鉀及美舒添對銀鱸之急性毒研究

林天生* · 楊順德 · 彭弘光 · 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

為提供給養殖業者施藥之參考，本試驗針對孔雀綠、甲烯藍、硫酸銅、福馬林、高錳酸鉀及美舒添等六種常用水產藥物，探討在 20℃ 及 30℃ 水溫下，其對銀鱸 (*Bidyanus bidyanus*) 之急性毒及半致死濃度 (LC₅₀)，並究明目前建議使用之濃度及藥浴時間是否適用於銀鱸。

結果顯示，六種藥物對銀鱸 96 小時之 LC₅₀ 值，在 20℃ 時，分別為孔雀綠 0.25 ppm、甲烯藍 22.75 ppm、硫酸銅 2.12 ppm、福馬林 112.81 ppm、高錳酸鉀 2.13 ppm 及美舒添 2.91 ppm；在 30℃ 時，則分別為孔雀綠 0.21 ppm、甲烯藍 5.80 ppm、硫酸銅 1.07 ppm、福馬林 84.71 ppm、高錳酸鉀 1.97 ppm 及美舒添 0.92 ppm。由 LC₅₀ 值顯示毒性以孔雀綠最強，福馬林最低。毒性有隨水溫昇高而增強之趨勢，其中以甲烯藍、福馬林及美舒添最為明顯。另外，一般建議以美舒添 100 ppm 作 1 小時及高錳酸鉀 3 – 5 ppm 作長時間藥浴，然而試驗結果發現，無論在 20℃ 或 30℃ 下，該等方法均不適用於銀鱸。而在 30℃ 水中，以 250 ppm 福馬林藥浴的時間應短於 1 小時。

關鍵詞：銀鱸、化學治療劑、半致死濃度。

前 言

凡是生物，無論是動物或植物，在其生長過程中都免不了會生病，尤其在集約式養殖環境下，一旦發生病害，傳染非常快速，常會造成養殖戶的重大損失。為了預防和控制疾病，各種水產藥物被廣泛使用，而藥物的毒性一般隨著曝露時間、生物種類、水質及濃度的不同而有差異 (Chen and Chang, 1979)，甚至同一種濃度的藥物在不同水溫中，對魚的毒性亦有很大差異 (鐘, 1990; 林等, 1999)。但國內一般魚病治療手冊標示的使用濃度幾乎都是參考國外的文獻，且很少建議使用者用藥時需針對魚種或是淡水、海水環境作區隔。為提供養殖業者作為施藥參考的依據，有必要針對目前常用的藥物對淡水魚類進行毒性試驗。

銀鱸 (*Bidyanus bidyanus*) 原產於澳洲東部，

具雜食性、耐寒、成長快速、人工飼料馴餌容易及可進行高密度養殖等優點，其肉質細嫩富含膠質，口感頗受好評，而且人工繁養殖技術已建立，在澳洲當地被認為是極具發展潛力的養殖魚種 (Rowland, 1995)。國內養殖業者於 1990 年左右引進該魚，目前種苗量產模式已確立，近年來甚至大量外銷至大陸地區。因此，本文繼選用孔雀綠、甲烯藍、硫酸銅、福馬林、高錳酸鉀及美舒添，對青魚之急性毒試驗後 (林等, 1999)，再選擇具開發潛力的銀鱸進行探討。

材料與方法

一、試驗用魚

銀鱸苗體長 4.3 – 5.2 cm、體重 1.02 – 1.51 g，試驗前在室內 2 噸圓型 FRP 桶馴養 2 星期，試驗前一天停止投餌。

二、試驗用水

地下水硬度 210 ppm，經充分曝氣後 pH 為

*通訊作者 / 新竹縣竹北市泰和里 111 號; TEL: (03) 5551-190; FAX: (03) 5552-057; e-mail: ch662599@ms22.hinet.net

7.3 – 7.8。試驗期間微量打氣，DO 為 6.2 – 6.9 ppm；試驗水溫分為 20°C 及 30°C，以大型恆溫箱控制在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

三、供試藥物

孔雀綠 (malachite green)、甲烯藍 (methylene blue)、硫酸銅 (copper sulfate；以 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 供試)、福馬林 (37% 甲醛溶液)、高錳酸鉀 (potassium permanganate) 皆為 Merck 產品，另外美舒添 (masoten；含 80% 三氯松之商品) 為 Bayer 產品。各種藥物皆於試驗前以蒸餾水配製成 1,000 ppm 的儲備溶液。

四、生物檢定方法

本試驗採止水式、不換水，容器為 15 L 廣口圓桶狀玻璃缸，每次裝水 10 L。預備試驗時，每一濃度使用 2 尾銀鱸，由初步結果求取出約略的上限 (百分之百致死濃度) 與下限 (百分之百活存濃度)，然後依照在 20°C 及 30°C 水溫中個別的上限及下限之間，依幾何等比級數稀釋成數種不同的濃度，每種濃度放入 10 尾，採二重覆進行測試，記錄 24、48 及 96 小時之死亡尾數。試驗期間，隨時注意魚的死亡情形，發現死魚時立即撈出以免污染試驗用水。

試驗結果以 Probit analysis (Finney, 1971) 求出半致死濃度 (median lethal concentration, LC_{50}) 值及信賴區間 (confidence limits)。

五、一般建議藥物使用濃度測試

在 10 L 水中放入 2 尾銀鱸，探討依據參考文獻所建議各種藥物之高濃度、短時間藥浴方式對

銀鱸致死時間的影響，各藥物之濃度分別如下：

- (一) 孔雀綠：0.5、5、10 及 66.7 ppm (王, 1993)
- (二) 硫酸銅：8 (王, 1993)、100 (鍾, 1990) 及 500 ppm (王, 1993)
- (三) 福馬林：200 (鍾, 1990)、250 及 400 ppm (王, 1993)
- (四) 高錳酸鉀：10 (鍾, 1990)、20 ppm (王, 1993)
- (五) 美舒添：100 ppm (鍾, 1990)

結 果

一、孔雀綠對銀鱸之毒性

在預備試驗中，孔雀綠濃度為 0.4、0.8、1.6 及 3.2 ppm，水溫 20°C 時，銀鱸分別約在 6 小時 54 分、3 小時 21 分、2 小時 26 分及 1 小時 37 分內死亡；水溫 30°C 時，則分別約在 5 小時 48 分、2 小時 30 分、1 小時 37 分及 56 分內死亡。曝露在不同濃度孔雀綠中的毒性測定結果為，水溫 20°C 時，孔雀綠 0.22 ppm 即有 35% 死亡率，0.37 ppm 於 96 小時內、0.45 ppm 於 24 小時內全部死亡，而在水溫 30°C，0.18 ppm 在 96 小時的死亡率為 20%，濃度提高至 0.37 ppm 僅 24 小時即會全部死亡 (Table 1)。孔雀綠的 24、48 及 96 小時 LC_{50} 值，在 20°C 時為 0.34、0.28 及 0.25 ppm，而 30°C 則為 0.26、0.25 及 0.21 ppm (Table 2)，顯示孔雀綠對銀鱸之毒性很強。

以一般建議的 0.15 ppm 長期藥浴時不會造成死亡，而以 5、10 及 66.7 ppm 藥浴時，在 20°C 水溫中，發現魚隻分別於約 1 小時 43 分、1 小時 18 分及 37 分產生致死毒性；而 30°C 時，則分別為約 56 分、45 分及 15 分。

Table 1 Mortality rate (%) of silver perch exposed to different concentrations of malachite green for different time periods

Temperature (°C)	Time elapsed (h)	Concentration (ppm)					
		0.18	0.22	0.26	0.31	0.37	0.45
20	24	0	0	20	25	60	100
	48	0	30	40	50	75	100
	96	0	35	70	80	100	—
30	24	0	15	50	80	100	—
	48	0	30	65	90	100	—
	96	20	55	85	95	100	—

Table 2 The LC₅₀ values and their 95% confidence limits of malachite green for silver perch exposed for different time periods

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC ₅₀ (95% confidence limits)	48-h LC ₅₀ (95% confidence limits)	96-h LC ₅₀ (95% confidence limits)
20	0.34 (0.31-0.37)	0.28 (0.23-0.32)	0.25 (0.22-0.27)
30	0.26 (0.24-0.29)	0.25 (0.22-0.27)	0.21 (0.19-0.24)

Table 3 Mortality rate (%) of silver perch exposed to different concentrations of methylene blue for different time periods

Temperature (°C)	Time elapsed (h)	Concentration (ppm)					
		15.0	19.5	25.4	33.0	42.8	55.7
20	24	0	10	15	20	50	85
	48	0	15	25	40	80	100
	96	20	35	60	70	100	—
30		3.5	4.9	6.9	9.6	13.5	18.8
	24	0	10	10	25	35	90
	48	10	25	35	40	50	90
	96	20	40	65	80	85	100

Table 4 The LC₅₀ values and their 95% confidence limits of methylene blue for silver perch exposed for different time periods

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC ₅₀ (95% confidence limits)	48-h LC ₅₀ (95% confidence limits)	96-h LC ₅₀ (95% confidence limits)
20	40.64 (33.90-53.76)	31.76 (26.78-37.37)	22.75 (18.17-27.29)
30	12.41 (9.96-17.03)	10.02 (6.74-15.80)	5.80 (3.90-7.65)

二、甲烯藍對銀鱸之毒性

在預備試驗中，甲烯藍濃度為 60、80、100 及 120 ppm，水溫 20℃時，銀鱸分別約在 21 小時、16 小時、7 小時 14 分及 5 小時 52 分內死亡，水溫 30℃時則分別約在 10 小時、7 小時 25 分、6 小時 30 分及 5 小時 8 分內死亡。曝露在不同濃度甲烯藍中的毒性測定結果為，水溫 30℃時，甲烯藍 3.5 ppm，48 小時死亡率 10%，18.8 ppm 僅 24 小時的死亡率高達 90%；而水溫 20℃時，濃度 19.5

ppm 之死亡率只有 10 % (Table 3)。甲烯藍之 24、48 及 96 小時之 LC₅₀ 值，20℃時為 40.64、31.76 及 22.75 ppm；而 30℃時則為 12.41、10.02 及 5.80 ppm (Table 4)，顯示在較高水溫中，甲烯藍對銀鱸有較強毒性。

三、硫酸銅對銀鱸之毒性

在預備試驗中，硫酸銅的濃度為 4、6、8 及 10 ppm，水溫 20℃時，銀鱸分別約在 48、19、15 及 14 小時內死亡，30℃時則分別約在 8 小時 50

分、7 小時 9 分、6 小時 53 分及 6 小時 40 分內死亡。曝暴露在不同濃度硫酸銅中的毒性測定結果為，30℃ 水溫中，0.8 ppm 於 48 小時內即會產生致死毒性，1.35 ppm 及 2.28 ppm 之 96 小時致死率為 65% 及 100%，相對的在 20℃ 水溫中，則分別只有 10% 及 40% (Table 5)。硫酸銅之 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值，在 20℃ 時為 3.18、2.37 及 2.12 ppm；而在 30℃ 時則為 1.45、1.28 及 1.07 ppm (Table 6)，顯示酸銅對銀鱸毒性也很強，在高水溫中毒性加倍。

以一般建議高濃度 8、100 及 500 ppm 進行藥浴，結果顯示，水溫 20℃ 時，銀鱸分別於約 12 小時 20 分、6 小時 14 分及 1 小時 5 分；30℃ 則分別於約 6 小時 53 分、1 小時 4 分及 21 分開始產生致死毒性。

四、福馬林對銀鱸之毒性

在預備試驗中，福馬林濃度為 150、200、250 及 400 ppm，水溫 20℃ 時，銀鱸分別約在 68 小時、9 小時 24 分、8 小時 30 分及 3 小時 51 分內死亡，30℃ 時則分別約在 7 小時 15 分、6 小時 38 分、5

小時 28 分及 1 小時 47 分內死亡。曝露在不同濃度福馬林中的毒性測定結果為，30℃ 水溫中，60 ppm 於 24 小時內即會產生致死毒性，而 124.4 ppm 死亡率 85%，毒性明顯增強，149.3 ppm 於 48 小時內全部死亡，相對的在水溫 20℃，130 ppm 於 24 小時之死亡率為 30%，在 187 ppm 時毒性才明顯增強，其 24 小時之死亡率為 90% (Table 7)。24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值，在 20℃ 分別為 146.17、122.91 及 112.81 ppm；而在 30℃ 則為 110.75、96.68 及 84.71 ppm (Table 8)。

以一般建議高濃度 200、250 及 400 ppm 藥浴結果，20℃ 水溫中，各分別約在 4 小時 12 分、3 小時 10 分及 1 小時 20 分，在 30℃ 則各分別約在 56 分、52 分及 50 分，開始產生致死毒性。

五、高錳酸鉀對銀鱸之毒性

在預備試驗中，高錳酸鉀濃度為 3、5、10 及 20 ppm，水溫 20℃ 時，銀鱸分別約在 6 小時、3 小時 15 分、2 小時 12 分及 1 小時 6 分內死亡，30℃ 時，則分別約在 2 小時 57 分、2 小時 52 分、1 小時 3 分及 48 分內死亡。高錳酸鉀為強氧化劑，施

Table 5 Mortality rate (%) of silver perch exposed to different concentrations of copper sulfate for different time periods

Temperature (°C)	Time elapsed (h)	Concentration (ppm)					
		1.35	1.76	2.28	2.97	3.86	5.02
20	24	0	5	10	25	80	100
	48	10	10	20	90	100	—
	96	10	30	40	95	100	—
30		0.80	1.04	1.35	1.76	2.28	2.97
	24	0	25	50	60	80	90
	48	20	40	60	65	80	100
	96	30	50	65	75	100	—

Table 6 The LC_{50} values and their 95% confidence limits of copper sulfate for silver perch exposed for different time periods

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50} (95% confidence limits)	48-h LC_{50} (95% confidence limits)	96-h LC_{50} (95% confidence limits)
20	3.18 (2.78-3.65)	2.37 (2.06-2.72)	2.12 (1.82-2.44)
30	1.45 (1.00-1.81)	1.28 (0.88-1.72)	1.07 (0.76-1.31)

Table 7 Mortality rate (%) of silver perch exposed to different concentrations of formalin for different time periods

Temperature (°C)	Time elapsed (h)	Concentration (ppm)					
		75.0	90.0	108.0	129.6	155.5	186.6
20	24	0	10	10	30	50	90
	48	0	20	30	50	85	90
	96	10	20	35	60	100	100
30		60.0	72.0	86.4	103.7	124.4	149.3
	24	10	10	10	30	85	95
	48	10	25	45	75	90	100
	96	10	30	50	80	90	100

Table 8 The LC_{50} values and their 95% confidence limits of formalin for silver perch exposed for different time periods

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50} (95% confidence limits)	48-h LC_{50} (95% confidence limits)	96-h LC_{50} (95% confidence limits)
20	146.17 (129.76-171.56)	122.91 (105.08-140.47)	112.81 (100.56-127.83)
30	110.75 (100.14-123.53)	96.68 (85.21-115.13)	84.71 (74.25-96.06)

Table 9 Mortality rate (%) of silver perch exposed to different concentrations of potassium permanganate for different time periods

Temperature (°C)	Time elapsed (h)	Concentration (ppm)					
		1.80	1.98	2.18	2.40	2.64	2.90
20	24	0	20	50	80	95	100
	48	0	30	50	90	95	100
	96	0	30	50	90	95	100
30		1.50	1.80	1.98	2.18	2.40	2.64
	24	0	20	35	65	90	100
	48	0	20	40	65	100	—
	96	10	20	40	75	100	—

用初期會發現銀鱸呈急躁、快速游動現象。曝露在不同濃度高錳酸鉀中的毒性測定結果為，20°C 水溫中，高錳酸鉀 1.8 ppm，尚不會產生致死毒性，而在 30°C，1.5 ppm 即會導致死亡。2.64 ppm 於 24 小時內全部死亡 (Table 9)。在試驗中發現溶解後的高錳酸鉀，注入玻璃缸後，在魚體表或水中，極易形成膠狀物質，毒性迅速減弱，其 24、48 及

96 小時之 LC_{50} 值在 20°C 水溫中，分別為 2.18、2.13 及 2.13 ppm，而在水溫 30°C 水溫中，分別為 2.05、2.02 及 1.97 ppm (Table 10)。

以一般建議濃度 10、20 ppm 進行藥浴時，銀鱸在 20°C 水溫中，分別約在 2 小時 58 分、57 分開始產生致死毒性；30°C 則分別約在 58 分及 45 分內產生。

六、美舒添對銀鱸之毒性

在預備試驗中，美舒添濃度為 10、20 及 100 ppm，水溫 20°C 時，銀鱸分別約在 1 小時 53 分、1 小時 27 分及 54 分內死亡，而在 30°C，則分別約在 58 分、23 分及 7 分內死亡。在較低濃度 2.5 及 5 ppm，於 20°C 水溫中，銀鱸經 96 小時尚有部分活存，但在 30°C 則分別在約 1 小時 55 分及 1 小時 29 分內即全部死亡。曝露在不同濃度美舒添中的毒性測定結果為，30°C 水溫中，0.66 ppm 於 24 小時內即會產生致死毒性，1.64 ppm 於 48 小時內全部死亡，而 20°C，1.95 ppm 於 96 小時之死亡率只有 10% (Table 11)。24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值在 20°C 分別為 3.75、3.40 及 2.91 ppm，而在 30°C 則分別為 1.07、0.98 及 0.92 ppm (Table 12)，顯示美舒添在較高水溫中，有較強毒性。

美舒添以一般建議濃度 100 ppm 短時間藥浴，在 20°C 及 30°C 水溫中，銀鱸分別約在 54 分及 25 分產生致死毒性。

討 論

藥物對生物的影響，主要在於破壞生物的表皮細胞和組織，同時也可能與細胞膜或其他特殊部位相結合，而使正常的生理機能受到抑制 (Grizzle, 1977)。孔雀綠進入魚體內雖能促使血紅素增多，但同時也會刺激鰓分泌，促使鰓葉加厚，影響魚體的呼吸 (陳與張, 1987)，由 Table 1 銀鱸在 96 小時內的死亡率，可發現孔雀綠在水中持續產生致死毒性，在 20 及 30°C 水溫中，0.37 ppm 死亡率都達 100%，其 96 小時 LC_{50} 值分別為 0.25 及 0.21 ppm，而在 30°C 水溫中，0.18 ppm 即會產生致死毒性。Leteux (1972) 發現孔雀綠對鯰魚 (*Ictalurus punctatus*) 的 96 小時 LC_{50} 值為 0.1 ppm。陳與張 (1987) 的試驗結果指出，孔雀綠對鰻苗 (*Anguilla japonica*) 之半致死時間 (median lethal time, LT_{50}) 在 100 ppm 為 1 小時，0.33 ppm 為 20 小時，而對泥鰱 (*Misgurnus anguillicaudatus*) 之 LT_{50} 值都在 5 小時內。廖與郭 (1990) 指出，淡水長腳大蝦 (*Macrobrachium rosenbergii*) 對孔雀綠忍受度為 0.05 ppm，24 小時半致死濃度 (median tolerance limit, TLM) 為 1.14 ppm。林等 (1999) 指出，孔雀綠對青魚 (*Mylopharyngodon*

piceus) 96 小時之 LC_{50} 值，在 20 及 30°C 分別為 0.12 及 0.11 ppm。顯示孔雀綠對銀鱸、鯰魚、鰻苗、泥鰱、青魚及淡水長腳大蝦之毒性皆很強。王 (1993) 建議孔雀綠的藥浴方式為 0.15 ppm 長時間藥浴、5 ppm 藥浴 1 小時、10 ppm 藥浴 20–30 分，以及 66.7 ppm 藥浴 10–30 秒。但根據本試驗的結果顯示，以孔雀綠 5 ppm 濃度用於銀鱸之藥浴時，在 30°C 水溫中，56 分即產生致死毒性，因此，上述的藥浴時間有探討必要，且必須注意溫度對其毒性的影響。以 10 及 66.7 ppm 藥浴時，其產生致死的时间遠超過建議的藥浴時間，且在建議的時間內將魚移入清水後，並無死亡現象，此兩種方式應可適用於銀鱸藥浴。孔雀綠係去黴效果特佳的藥物，但屬染劑類，在魚體內殘留期相當長，因此只適用觀賞魚或食用魚的幼苗階段 (李等, 2003)。

甲烯藍常用於治療皮膚白濁症、輕度的黴菌感染、睡眠病血液原蟲症、預防魚卵以及運輸後的黴菌感染 (王, 1993)。陳與張 (1987) 指出，甲烯藍對鰻苗之 LT_{50} 值，在 100 ppm 為 100 小時內，1000 ppm 為 20 小時。而對泥鰱之 LT_{50} 值，在 100 ppm 為 11 小時內，0.33 ppm 為 100 小時。Allison (1968) 指出，甲烯藍 3.5 和 10 ppm 在 213 小時內都不會致使鯉魚死亡，但對藍鰹魚 (*Lepomis macrochirus*) 則有 20% 死亡率。簡等 (1983) 指出，水溫 25±1°C 時，甲烯藍對吳郭魚之 48 小時 TLM 值 (等同於 48 小時的 LC_{50} 值) 為 117 ppm。林等 (1999) 指出，青魚在 20°C 及 30°C 時，其在 48 小時之 LC_{50} 值分別為 41.89 及 20.28 ppm。本試驗在 20°C 及 30°C 水溫中，發現分別各於 15 及 3.5 ppm 即會產生致死毒性，其 96 小時 LC_{50} 值為 22.75 ppm 及 5.80 ppm，在 30°C 水溫中，甲烯藍對銀鱸的毒性明顯增加約 4 倍。陳與張 (1987) 亦指出，一般養殖業者常用濃度為 5 ppm，此濃度在 30°C 水溫中似乎祇可用在短期藥浴。由鰻苗、泥鰱、鯉魚、藍鰹魚、吳郭魚、青魚及銀鱸之死亡情形，顯示不同魚種對於甲烯藍的忍受性差異很大，藥浴之前應先確立其忍受濃度。另外，陳與張 (1987) 指出，甲烯藍施用於鰻池其藍色不易分解，可維持一、二星期。甲烯藍亦屬染劑類，在魚體內殘留期很長，因此與孔雀綠一樣，只適用於觀賞魚及食用魚的幼苗階段 (李等, 2003)。

Table 10 The LC_{50} values and their 95% confidence limits of potassium permanganate for silver perch exposed for different time periods

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50} (95% confidence limits)	48-h LC_{50} (95% confidence limits)	96-h LC_{50} (95% confidence limits)
20	2.18 (2.03-2.30)	2.13 (1.95-2.25)	2.13 (1.95-2.25)
30	2.05 (1.91-2.17)	2.02 (1.91-2.14)	1.97 (1.83-2.10)

Table 11 Mortality rate (%) of silver perch exposed to different concentrations of masoten for different time periods

Temperature (°C)	Time elapsed (h)	Concentration (ppm)					
		1.95	2.54	3.30	4.28	5.57	
20	24	0	0	45	70	90	
	48	0	20	50	75	95	
	96	10	40	65	85	95	
		0.66	0.79	0.95	1.14	1.37	1.64
30	24	10	20	25	60	80	95
	48	10	30	30	75	90	100
	96	10	35	40	80	100	—

Table 12 The LC_{50} values and their 95% confidence limits of masoten for silver perch exposed for different time periods

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50} (95% confidence limits)	48-h LC_{50} (95% confidence limits)	96-h LC_{50} (95% confidence limits)
20	3.75 (3.28-4.3)	3.40 (2.94-3.94)	2.91 (2.41-3.42)
30	1.07 (0.93-1.21)	0.98 (0.86-1.12)	0.92 (0.82-1.03)

硫酸銅一般用於治療原蟲、黴菌、藻類及寄生蟲之單感染或混合感染症 (王, 1993)。魏與劉 (1982) 報告指出, 重金屬銅離子對吳郭魚 24、48 小時之 TLm 值為 0.34 ppm 及 0.27 ppm, 對鯉魚之 TLm 值為 0.31 ppm 及 0.29 ppm, 經換算成硫酸銅 (即 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 的濃度, 吳郭魚應為 1.34 及 1.06 ppm, 鯉魚應為 1.22 及 1.14 ppm。魏等 (1984) 認

為銅離子對草魚 24、48 小時之 TLm 值為 0.72 及 0.4 ppm, 換算成硫酸銅的濃度為 2.83 ppm 及 1.57 ppm。林等 (1999) 指出, 硫酸銅對青魚 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值, 在 20°C 分別為 1.50、1.32 及 1.18 ppm, 在 30°C 則分別為 1.27、1.04 及 0.98 ppm。廖與郭 (1990) 指出, 淡水長腳大蝦對硫酸銅忍受度為 0.2 ppm, 24 小時的 TLm 值為 0.39 ppm。

在本試驗中，硫酸銅對銀鱸 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值，在 20℃ 分別為 3.18、2.37 及 2.12 ppm，在 30℃ 則分別為 1.45、1.28 及 1.07 ppm (Table 6)。在上述魚種中，銀鱸對於硫酸銅的忍受性與吳郭魚、鯉魚、青魚等差異較小，而草魚忍受性較高，淡水長腳大蝦之忍受性則最低。郭等 (1986) 指出，硫酸銅在硬水中毒性較低，而軟水中則相當高。在海水魚方面，陳與丁 (1990) 指出，銅離子對黑鯛之 24 及 48 小時之 TLm 值，分別為 2.56 及 1.88 ppm，換算成硫酸銅濃度則為 10.06 及 7.39 ppm。廖與郭 (1990) 指出，硫酸銅對草蝦 (*Penaeus monodon*)、斑節蝦 (*Marsupenaeus japonicus*)、熊蝦 (*P. semisulcatus*)、紅尾蝦 (*Fenneropenaeus penicillatus*)、砂蝦 (*Metapenaeus ensis*) 及淡水長腳大蝦之 24 小時 TLm 值，分別為 436、427、231、319、465 及 0.39 ppm，顯然硫酸銅在淡水中毒性遠較海水為高。王 (1993) 建議硫酸銅藥浴方式為 500–1000 ppm 藥浴 1 分，8 ppm 藥浴 20–30 分，鍾 (1990) 則建議 100 ppm 藥浴 10–20 分。由 8、100 及 500 ppm 的藥浴結果顯示，其致死時間在 20℃ 水溫中分別為約 12 小時 20 分、6 小時 14 分及 1 小時 5 分；30℃ 則分別為約 6 小時 53 分、1 小時 14 分及 21 分，由藥浴的致死時間，以及建議的藥浴時間內並未發現銀鱸有不適的症狀來看，兩者建議的藥浴方法應可適用於銀鱸。

福馬林是一種強蛋白沉澱劑，具有很強的殺菌、去黴及除蟲的效果 (王, 1993)。張等 (1988) 指出，在淡水中福馬林對七星鱸 24、48 小時之 LC_{50} 值為 362.04 及 100.42 ppm，而林等 (1990) 指出，在鹽度 34–35 ppt 海水中，福馬林對七星鱸苗 48 小時之 LC_{50} 值為 143 ppm。林等 (1999) 指出，青魚在 20℃ 及 30℃ 水溫中，其 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值，分別為 97.86、87.53、85.06 ppm 與 92.19、86.35、84.13 ppm；試驗期間，由水中甲醛的殘留量檢測結果發現 24 小時後已減半，48 小時後幾乎被完全分解。銀鱸 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值 (Table 8)，在 20℃ 分別為 146.17、122.91 及 112.81 ppm，在 30℃ 則分別為 110.75、96.68 及 84.71 ppm，銀鱸對福馬林的忍受性明顯較青魚為高，而與七星鱸差異較小。依據鍾 (1990) 建議之方法為 200 ppm 藥浴 30 分，王 (1993) 建議 250 ppm 藥

浴 1 小時、400 ppm 藥浴 10–15 分。由 3 種濃度藥浴結果顯示，在 30℃ 水溫中，250 ppm 致死時間短於建議時間 1 小時，因此，在高溫期使用 250 ppm 福馬林藥浴時，應縮短藥浴時間。

高錳酸鉀溶於水中呈紫紅色，養殖業者俗稱紅藥，一般用於殺除体外細菌、黴菌或寄生蟲感染症 (王, 1993)。林等 (1990) 指出，高錳酸鉀對七星鱸魚苗 48 小時之 LC_{50} 值為 2.2 ppm；李等 (1990) 指出，高錳酸鉀對日本鰻苗 48 小時之 LC_{50} 值為 1.53 ppm，而以濃度 1.5 ppm 浸浴 48 小時，則會引起肝細胞腫大、空泡化及上表皮基部充血等。林等 (1999) 指出，高錳酸鉀對青魚 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值，在 20℃ 皆為 3.45 ppm，30℃ 則分別為 3.19、3.13 及 3.11 ppm，而高錳酸鉀對銀鱸 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值，在 20℃ 時分別為 2.18、2.13 及 2.13 ppm，30℃ 則分別為 2.05、2.02 及 1.97 ppm (Table 10)，顯然銀鱸對高錳酸鉀的忍受性較日本鰻苗為高，但較青魚為低，而與七星鱸之差異很小。高錳酸鉀之藥效作用快，殘留性低，由銀鱸之死亡情形 (Table 9)、 LC_{50} 值 (Table 10) 及青魚之 LC_{50} 值，發現高錳酸鉀之毒性，於 24 小時後減弱至相當低，一般建議池塘以高錳酸鉀 3–5 ppm 不限期藥浴 (王, 1993)，然由各種 LC_{50} 值皆低於 5 ppm 來看，皆不適用於上述魚種。鍾 (1990) 建議 10 ppm 藥浴時間 30–40 秒，王 (1993) 建議 20 ppm 藥浴時間不得超過 1 小時。由試驗結果顯示，以 20 ppm 藥浴時，在 2 種水溫中致死時間皆短於 1 小時，很顯然王 (1993) 建議的時間有探討的必要，而 10 ppm 藥浴 30–40 秒 (鍾, 1990) 則可參酌使用。

美舒添屬有機磷劑，市面上類似產品有地特松、馬速展等。張等 (1988) 指出，地特松對七星鱸魚在高濃度 128 ppm，45 分內全部死亡，其 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值分別為 1.21、1.01 及 0.63 ppm。簡等 (1983) 指出，地特松對吳郭魚 48 小時之 TLm 值為 9.12 ppm；郭等 (1986) 指出，三氯仿 (有機磷劑) 對日本鰻苗及虹鱒 (*Salmo gairdneri*) 48 小時之 TLm 值為 18 及 1.8 ppm，對虹鱒的毒性比對日本鰻苗毒性強 10 倍。林等 (1999) 指出，美舒添對青魚 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值，在 20℃ 水溫中分別為 19.16、15.28 及 14.61 ppm，30℃ 則分別為 14.11、9.54 及 7.23 ppm。孫

等 (1998) 指出, 有機磷劑陶斯松 (Chlorpyrifos) 在有魚隻存在的環境下, 48 小時內水中陶斯松的含量迅速降低, 其總含量低於添加量的 5%。在本試驗中, 美舒添對銀鱸 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值, 在 20°C 分別為 3.75、3.40 及 2.91 ppm, 30°C 則分別為 1.07、0.98 及 0.92 ppm, 很顯然美舒添在水中 48 小時後, 其毒性大為降低。銀鱸對有機磷劑的忍受力與七星鱸魚或虹鱖相近, 但比吳郭魚或日本鰻苗及青魚明顯較低。鍾 (1990) 指出, 三氯松高濃度時若水溫超過 28°C, 則對很多魚種的毒性可能太強, 由銀鱸在 20°C 及 30°C 之死亡情形 (Table 11) 及 LC_{50} 值 (Table 12), 可發現在 30°C 水溫中 0.66 ppm 即會產生致死毒性, 1.37 ppm 經 96 小時全部死亡, 96 小時之 LC_{50} 值, 20°C 時為 2.91 ppm, 而在 30°C 時則降為 0.92 ppm, 由銀鱸及青魚試驗結果都顯示, 美舒添在高水溫中毒性增強。鍾 (1990) 建議在 25°C 以 100 ppm 馬速展藥浴 1 小時, 由結果顯示, 銀鱸以 100 ppm 美舒添藥浴時, 在 20°C 水溫中致死時間為約 54 分, 而 30°C 只約 25 分。而林等 (1999) 報告, 青魚是分別約在 10 小時 37 分及 6 小時 25 分內全部死亡, 以 100 ppm 藥浴 1 小時, 對青魚不會產生致死毒性, 但並不適用銀鱸的藥浴。

謝 辭

本試驗能順利完成, 承本試驗場同仁於人工繁殖幼苗培育期間鼎力協助, 特此申致謝忱。

參考文獻

- 王建雄 (1993) 水產藥物應用—獸醫師水產動物疾病經濟魚類臨床研習會講義, 台灣養豬科學研究所, 74 pp.
- 李福銓, 張湧泉, 余廷基 (1990) 四種水產藥物對鰻苗之毒性研究. 台灣省水產試驗所試驗報告, 48: 179-187.
- 李宗賢, 高維隆, 王建雄 (2003) 淡水白點蟲感染症. 水產動物防疫簡訊, 20: 8-12.
- 林清龍, 吳慶麗, 丁雲源 (1990) 各種水產常用之化學治療劑對鱸魚苗之安全濃度. 台灣省水產試驗所試驗報告, 48: 235-240.
- 林天生, 楊順德, 彭弘光 (1999) 常用水產藥物對青魚之急性毒研究: 孔雀綠、甲烯藍、硫酸銅、福馬林、

- 高錳酸鉀及美舒添. 水產研究, 7(1 & 2): 25-34.
- 孫斐, 翁懷慎, 李國欽 (1998) 魚池中有機磷農藥殘留偵測技術探討. 藥物食品分析, 6(3): 587-5981.
- 郭光雄, 劉正義, 劉朝鑫 (1986) 魚病專集—鰻魚. 台灣養豬科學研究所, 129 pp.
- 陳弘成, 張金豐 (1987) 甲基藍與孔雀綠對鰻池生物之毒性研究. 農委會漁業特刊, 12: 116-127.
- 陳萬生, 丁雲源 (1990) 重金屬對黑鯛及黃鰭鯛之急速毒性試驗. 台灣省水產試驗所試驗報告, 48: 223-233.
- 張正芳, 黃世玲, 余廷基 (1988) 四種水產藥物對七星鱸魚之毒性研究. 台灣省水產試驗所試驗報告, 44: 177-185.
- 廖一久, 郭錦朱 (1990) 硫酸銅、高錳酸鉀及孔雀綠對草蝦、斑節蝦、熊蝦、紅尾蝦、砂蝦和淡水長腳大蝦等蝦苗藥浴之忍受度試驗. 農委會漁業特刊, 24: 90-94.
- 鍾虎雲 (1990) 魚病治療, 實用魚病學, 149 pp.
- 簡肇衡, 李福銓, 余廷基 (1983) 幾種水產藥品及化學物對吳郭魚之毒性及病理研究. 農委會漁業特刊, 9: 128-139.
- 魏彰郁, 劉嘉剛 (1982) 重金屬的毒性對鯉魚及吳郭魚的半致死濃度. 台灣省水產試驗所試驗報告, 34: 207-217.
- 魏彰郁, 林晏熙, 劉嘉剛 (1984) 重金屬毒性對草魚及塘虱魚的半致死濃度. 台灣省水產試驗所試驗報告, 37: 109-171.
- Allison, R. (1968) New control methods for *Ichthyophthirius* in ponds. FAO Fish. Rep., 44(5): 389-392.
- Chen, H. C. and C. F. Chang (1979) Toxic effects of some surfactants on the larvae of milkfish and grass shrimp. Natl. Sci. Coun. Monthly, R.O.C., 7(7): 733-739.
- Finney, D. J. (1971) Probit Analysis, (3rd ed.). Cambridge, University Press, New York, 333 pp.
- Grizzle, J. M. (1977) Hematological changes in fingerling channel catfish exposed to malachite green. Prog. Fish-Culturist, 39(2): 90-93.
- Leteux, F. (1972) Mixtures of malachite green and formalin for controlling *Ichthyophthirius* and other protozoa parasites of fish. Prog. Fish-Culturist., 34(1): 21-26.
- Rowland, S. J. (1995) The silver perch, *Bidyanus bidyanus*, and its potential for aquaculture. In Silver Perch Culture: Proceedings of Silver Perch Aquaculture Workshops (S. J. Rowland and C. Bryant eds.), Grafton and Narrandera, Australia, 9-11.

Acute Toxicity of Malachite Green, Methylene Blue, Copper Sulfate, Formalin, Potassium Permanganate, and Masoten on Silver Perch (*Bidyanus bidyanus*)

Tain-Sheng Lin*, Shuenn-Der Yang, Hung-Kuang Peng, and Fu-Guang Liu
Chupei Station, Freshwater Aquaculture Research Center, Fisheries Research Institute

Abstract

The aim of this study was to investigate the median lethal concentration (LC_{50}) of six chemotherapeutants on silver perch (*Bidyanus bidyanus*) under two controlled temperatures, 20 and 30 °C. The suitability of commonly recommended concentrations of agents was also examined for silver perch. When the water temperature was 20 °C with 96 h of exposure, the results showed that the LC_{50} values of malachite green, methylene blue, copper sulfate, formalin, potassium permanganate, and masoten were 0.25, 22.75, 2.12, 112.81, 2.13, and 2.91 ppm, respectively. When the temperature was 30 °C, their LC_{50} values were 0.21, 5.80, 1.07, 84.71, 1.97, and 0.92 ppm, respectively. This indicated that the agents were more toxic to the fish at 30 °C than at 20 °C. The relative toxicity of malachite green was stronger than the other agents, while formalin appeared to be less toxic than the others. The results also showed that the commonly recommended concentration of 100 ppm masoten for 1 h and 3~5 ppm potassium permanganate for long-term exposure are not suitable for silver perch. Moreover, the exposure duration of 250 ppm formalin for silver perch should be less than 1 h at 30 °C.

Key words: silver perch (*Bidyanus bidyanus*), chemotherapeutants, median lethal concentration.

*Correspondence: Chupei Station, Freshwater Aquaculture Research Center, Fisheries Research Institute, 111 Tai-Ho, Chupei, Hsinchu 302, Taiwan. TEL: (03) 5551-190; FAX: (03) 5552-057; E-mail: ch662599@ms22.hinet.net