

常用水產藥物對青魚之急性毒研究：(一) 孔雀綠、甲基藍、硫酸銅、福馬林、高錳酸鉀及美舒添

摘要

為提供給養殖業者作為常用藥物施藥參考的依據，本試驗以六種化學治療劑孔雀綠、甲基藍、硫酸銅、福馬林、高錳酸鉀及美舒添，探討在 20℃ 及 30℃ 水溫中對青魚之急性毒及半致死濃度 (LC₅₀)，並測試一般建議使用濃度及藥浴時間是否適用於青魚。

結果顯示，六種藥物對青魚 96 小時之 LC₅₀ 值，在 20℃ 時分別為孔雀綠 0.117 ppm、甲基藍 35.542 ppm、硫酸銅 1.183 ppm、福馬林 85.058 ppm、高錳酸鉀 3.451 ppm 及美舒添 14.612 ppm；在 30℃ 時分別為孔雀綠 0.114 ppm、甲基藍 18.451 ppm、硫酸銅 0.976 ppm、福馬林 84.127 ppm、高錳酸鉀 3.105 ppm 及美舒添 7.226 ppm。由 LC₅₀ 值顯示毒性以孔雀綠最強，其次依序為硫酸銅、高錳酸鉀、美舒添、甲基藍、福馬林。在 30℃ 水中毒性都有升高趨勢，其中更以甲基藍及美舒添最明顯。另外，一般建議以孔雀綠 0.15 ppm 及高錳酸鉀 3~5 ppm 作長時間藥浴，並不適用於青魚。

關鍵詞：青魚，化學治療劑，半致死濃度

青魚為我國四大家魚之一，生長快、肉質細嫩，主要攝食水中之軟體動物，如蚌、蜆、螺類等，在淡水魚池混養部份的青魚可防止福壽螺的危害，對生態平衡幫助相當大。青魚由於其體型大且有很強的拉力，頗受一般釣者的喜愛。

隨著水產養殖技術的發展，養殖密度大幅的提高，一旦發生病害，常造成養殖戶重大損失，為了預防和控制疾病，各種化學治療劑及抗生素被廣泛使用，而藥物的毒性一般隨著暴露時間，生物種類、水質及濃度的不同而有差異⁽¹⁾，但國內藥物標示的使用濃度幾乎是參考國外文獻報告，且很少建議使用者在用藥時需對魚種或是淡水或海水環境作區隔，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，為提供給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進行對淡水魚類之毒性試驗。

本試驗選用常用於治療白點病、皮膚原蟲症及水黴病的孔雀綠；治療皮膚白濁症、輕度的黴菌感染、預防魚卵以及運輸後的黴菌感染、睡眠病血液原蟲症的甲基藍；治療原蟲、藻類、黴菌及寄生蟲之單感染或

混合感染症的硫酸銅；治療皮膚及鰓部的外寄生蟲的福馬林；用於体外細菌、黴菌或寄生蟲感染症的高錳酸鉀；治療皮膚及鰓的外寄生蟲感染的美舒添進行對青魚的毒性探討。

材料與方法

一、試驗用魚：青魚苗體長 4.07~5.12 cm、體重 0.49~1.02 g，試驗前在室內 2 噸水泥池馴養 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 7.6~7.8，試驗期間微量打氣，DO 為 6.5~7.0；試驗水溫分為 20℃ 及 30℃ 兩種，以大型恆溫箱控制在 ±0.5℃。

三、供試藥物：孔雀綠 (Malachite green)、甲基藍 (Methylene blue)、硫酸銅 (CuSO₄•5H₂O)、福馬林 (37% 甲醛溶液)、高錳酸鉀 (KMnO₄) 皆為 Merck 產品，另外美舒添 (Masoten, 屬三氯松, 80%) 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。

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：(一) 孔雀綠、甲基藍、硫酸銅、福馬林、高錳酸鉀及美舒添。水產研究, 7(1 & 2): 25-34.

四、生物檢定方法：本試驗採止水式、不換水，容器為 15 公升廣口圓桶狀玻璃缸，每次裝水 10 公升。預備試驗時每一濃度使用 2 尾青魚，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），然後在上限及下限之間，取固定差距比率稀釋成各種不同的濃度，每種濃度放入 10 尾，採二重覆進行測試，紀錄 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，發現時立即撈出以免污染試驗用水。試驗結果以 Probit analysis⁽²⁾ 套裝軟體求出 LC_{50} 值及信賴區間。

五、一般建議藥物使用濃度測試：在 10 公升水中放入 2 尾青魚探討依據參考文獻所建議各種藥物之高濃度、短時間藥浴方式對青魚致死時間的影響，各藥物之濃度分別如下：

孔雀綠 0.5、5、10 及 66.7 ppm⁽³⁾

硫酸銅 8⁽³⁾、100⁽⁴⁾及 500 ppm⁽³⁾

福馬林 200⁽⁴⁾、250 及 400 ppm⁽³⁾

高錳酸鉀 10⁽⁴⁾、20 ppm⁽³⁾

美舒添 100 ppm⁽⁴⁾

結果

一、孔雀綠對青魚之毒性

當孔雀綠濃度為 0.4、0.8、1.6、3.2、6.4 ppm，水溫 20℃ 時，青魚分別在 7 小時 3 分、3 小時 13 分、2 小時 2 分、1 小時 24 分及 1 小時 9 分內死亡；水溫 30℃ 時則分別 1 小時 56 分、1 小時 23 分、54 分、48 分及 43 分內死亡。青魚暴露在不同濃度孔雀綠中 96 小時內之死亡率如 Table 1 所示，水溫 20℃ 時，孔雀綠 0.1 ppm 即會對青魚產生致死毒性，96 小時死亡率達 45%，而在水溫 30℃ 時，0.05 ppm 就開始導致死亡。另外，孔雀綠濃度 0.25 ppm 時，96 小時後在兩種水溫下的死亡率都高達 95%，0.3 ppm 時，24 小時後全部死亡。水溫在 20℃ 時，孔雀綠的 24、48 及 96 小時 LC_{50} 值 (Table 2) 為 0.178、0.144 及 0.117 ppm，而水溫為 30℃ 時則為 0.165、0.137 及 0.114 ppm，顯示孔雀綠對青魚毒性很強。

Table 1. Mortality rate (%) of black carp exposed to different concentrations of malachite green after different time periods.

Temperature (℃)	Time Elapsed (h)	Concentration (ppm)					
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
20	24	0	15	40	55	75	100
	48	0	25	60	75	80	100
	96	0	45	70	85	95	100
30	24	0	15	45	70	75	100
	48	0	20	65	80	95	100
	96	5	35	70	95	95	100

Table 2. The LC_{50} values of malachite green and 95% confidence limits for black carp exposed at different time period (h).

Temperature (℃)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50}	48-h LC_{50}	96-h LC_{50}
20	0.178	0.144	0.117
	(0.140-0.242)	(0.110-0.182)	(0.088-0.144)
30	0.165	0.137	0.114
	(0.130-0.212)	(0.107-0.163)	(0.085-0.139)

二、甲基藍對青魚之毒性：

當甲基藍濃度為 60 及 70 ppm，水溫 20℃ 時，青魚在 48 小時內死亡，而 30℃ 時則在 36 小時內死亡。青魚暴露在不同濃度甲基藍中 96 小時內之死亡率如 Table 3 所示，水溫 20℃ 時，甲基藍 32 ppm，於 24、48 及 96 小時之死亡率分別為 0%、15% 及 30%，

47 ppm 之死亡率分別為 45%、85% 及 100%，而水溫 30℃ 時，17 ppm 之死亡率則分別為 5%、25% 及 30%，29 ppm 之死亡率為 30%、85% 及 90%，顯示在較高溫度中，甲基藍對青魚的毒性約增加一倍。20℃ 時甲基藍 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值 (Table 4)，分別為 48.371、41.887 及 35.542 ppm；水溫為 30℃ 時分別為 31.719、20.275 及 18.451 ppm。

Table 3. Mortality rate (%) of black carp exposed to different concentrations of methylene blue after different time period (h).

Temperature (°C)	Time Elapsed (h)	Concentration (ppm)									
		32	35	38	41	44	47	50	53	56	59
20	24	0	0	5	25	25	45	55	75	85	100
	48	15	15	25	30	65	85	95	100	100	-
	96	30	55	55	75	80	100	100	-	-	-
30	24	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44
	48	5	10	25	25	30	45	70	80	95	100
	96	25	55	60	85	85	100	100	100	100	-
		30	75	75	85	90	-	-	-	-	-

Table 4. The LC_{50} values of methylene blue and 95% confidence limits for black carp exposed at different time period (h).

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50}	48-h LC_{50}	96-h LC_{50}
20	48.371	41.887	35.542
	(44.070-51.261)	(39.461-45.114)	(26.623-39.076)
30	31.719	20.275	18.451
	(28.202-35.557)	(16.027-22.800)	(12.258-20.931)

三、硫酸銅對青魚之毒性

當硫酸銅濃度為 2、4、6、8 ppm，水溫 20℃ 時，青魚分別在 32、19、18 及 16 小時內死亡，30℃ 時

則分別在 24、15、12 及 11 小時內死亡。青魚暴露在不同濃度硫酸銅中 96 小時內之死亡率如 Table 5 所示。兩種水溫中，0.8 ppm 硫酸銅皆會對青魚產生致死毒性，水溫 20℃ 時，濃度 2.2 ppm 及 30℃ 時，濃度 2.0 ppm 皆於 24 小時內全部死亡，1.6 ppm 於 96

小時之死亡率也都高達 80%。24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值 (Table 6)，在 20°C 分別為 1.495、1.318 及

1.183 ppm；而在 30°C 分別為 1.271、1.039 及 0.976 ppm，顯示硫酸銅對青魚毒性也很強。

Table 5. Mortality rate (%) of black carp exposed to different concentrations of $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ after different time period (h).

Temperature (°C)	Time Elapsed (h)	Concentration (ppm)							
		0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
20	24	15	15	30	35	55	75	90	100
	48	15	25	40	40	70	95	100	-
	96	25	35	50	55	80	100	-	-
30	24	25	40	50	55	60	85	100	-
	48	30	45	65	75	75	100	-	-
	96	30	60	65	75	80	100	-	-

Table 6. The LC_{50} values of $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ and 95% confidence limits for black carp exposed at different time period (h).

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50}	48-h LC_{50}	96-h LC_{50}
20	1.495	1.318	1.183
	(1.291-1.937)	(1.114-1.503)	(0.897-1.598)
	1.271	1.039	0.976
30	(0.791-1.547)	(0.584-1.282)	(0.433-1.191)

四、福馬林對青魚之毒性

當福馬林濃度為 150、200、250 及 300 ppm，水溫 20°C 時，青魚分別在 17 小時、4 小時 45 分、2 小時 42 分及 2 小時 21 分內死亡，30°C 時則分別在 2 小時 26 分、2 小時 22 分、1 小時 52 分及 1 小時 37 分內死亡。青魚暴露在不同濃度福馬林中，96 小時內之死亡率如 Table 7 所示，在兩種水溫中，75 ppm 福馬林都已對青魚造成致死毒性，水溫 20°C 時，濃度 115 ppm 及 30°C 時，濃度 110 ppm 皆於 24 小時內全部死亡，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，

因此，其 48 小時與 96 小時之死亡率差距很小。24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值 (Table 8)，在 20°C，分別為 97.858、87.531 及 85.058 ppm；而在 30°C，則分別為 92.191、86.351 及 84.127 ppm。

五、高錳酸鉀對青魚之毒性

當高錳酸鉀濃度為 5、10 m 及 20 ppm，20°C 水溫，青魚分別於 48 小時、3 小時 42 分及 2 小時內死亡，在 30°C 水溫，則分別於 11 小時 47 分、3 小時 20 分及 1 小時 18 分內死亡。高錳酸鉀俗稱紅藥，為強氧化劑，施用初期會發現青魚呈急躁、快速游動現象。

青魚暴露在不同濃度高錳酸鉀中 96 小時內之死亡率如 Table 9 所示，濃度 3.8 ppm，青魚於 24 小時內全部死亡，在 20℃ 水溫中，24、48 及 96 小時之死亡率

一樣，因而 LC_{50} 值皆為 3.451 ppm (Table 10)，而水溫 30℃ 時之 LC_{50} 值則分別為 3.188、3.127 及 3.105 ppm。

Table 7. Mortality rate (%) of black carp exposed to different concentrations of formalin after different time period (h).

Temperature (°C)	Time Elapsed (h)	Concentration (ppm)								
		75	80	85	90	95	100	105	110	115
20	24	10	25	30	30	40	50	70	85	100
	48	10	30	40	55	65	90	95	100	-
	96	10	30	55	60	90	95	100	-	-
30	24	15	15	20	50	55	75	95	100	-
	48	15	15	40	55	95	100	100	-	-
	96	15	25	45	80	95	-	-	-	-

Table 8. The LC_{50} values of formalin and 95% confidence limits for black carp exposed at different time period (h).

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50}	48-h LC_{50}	96-h LC_{50}
20	97.858	87.531	85.058
	(89.672-103.488)	(79.866-92.698)	(81.134-89.241)
	92.191	86.351	84.127
30	(87.537-99.701)	(82.783-90.661)	(80.640-87.496)

Table 9. Mortality rate (%) of black carp exposed to different concentrations of $KMnO_4$ after different time period (h).

Temperature (°C)	Time Elapsed (h)	Concentration (ppm)					
		2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8
20	24	5	10	25	45	65	100
	48	5	10	25	45	65	-
	96	5	10	25	45	65	-
30	24	30	35	50	65	70	100
	48	30	35	50	75	80	-
	96	30	35	50	80	85	-

Table 10. The LC_{50} values of $KMnO_4$ and 95% confidence limits for black carp exposed at different time period (h).

Temperature ($^{\circ}C$)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50}	48-h LC_{50}	96-h LC_{50}
20	3.451	3.451	3.451
	(3.291-3.843)	(3.291-3.843)	(3.291-3.843)
30	3.188	3.127	3.105
	(2.664-3.804)	(2.813-3.364)	(2.840-3.296)

六、美舒添對青魚之毒性

當美舒添濃度為 20、40 及 60 ppm，20 $^{\circ}C$ 水溫，青魚分別於 96 小時、25 小時及 23 小時內死亡，在 30 $^{\circ}C$ 水溫，則分別於 48 小時、18 小時及 7 小時 9 分內死亡。青魚在短期間內雖可忍受較高濃度美舒添，9 ppm 在 24 小時內皆沒有死亡，但各組皆發現青魚游動時有明顯抽筋現象。青魚暴露在不同濃度美

舒添中 96 小時內之死亡率如 Table 11 所示，20 $^{\circ}C$ 水溫時在 12 ppm 濃度中，96 小時之死亡率只有 10%，16 ppm 死亡率為 75%；相對的在 30 $^{\circ}C$ 水溫中，5 ppm 死亡率為 20%，9 ppm 死亡率為 75%，15 ppm 全部死亡。24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值 (Table 12) 在 20 $^{\circ}C$ 分別為 19.157、15.282 及 14.612 ppm；在 30 $^{\circ}C$ 則分別為 14.110、9.538 及 7.226 ppm。

Table 11. Mortality rate (%) of black carp exposed to different concentrations of masoten after different time period (h).

Temperature ($^{\circ}C$)	Time Elapsed (h)	Concentration (ppm)							
		12	14	16	18	20	22	24	26
20	24	5	15	15	35	60	80	90	100
	48	10	30	55	85	95	100	100	-
	96	10	40	75	90	95	-	-	-
30		5	7	9	11	13	15	17	19
	24	0	0	0	15	35	50	85	95
	48	0	20	40	65	85	90	100	100
	96	20	45	75	80	90	100	-	-

討論

由 Table 1 得知孔雀綠可在 96 小時內持續對青魚產生致死毒性，0.1 ppm 在 20 $^{\circ}C$ 及 30 $^{\circ}C$ 的死亡率分別高達 45% 及 35%，而 96 小時 LC_{50} 值為 0.117 及

0.114 ppm。Leteux⁽⁵⁾ 發現，孔雀綠對鯰魚 (Channel catfish) 的 96 小時 LC_{50} 值為 0.1 ppm，而陳與張⁽⁶⁾ 的試驗指出孔雀綠對鰻苗 *Anguilla japonica* 之半致死時間 (LT_{50}) 在 100 ppm 為 1 小時、0.33 ppm 為 20 小時，而對泥鰱之 LT_{50} 值都在 5 小時內，顯示孔雀綠對青魚、鯰魚、鰻苗及泥鰱致死毒性很強。王⁽³⁾ 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 分鐘以及 66.7 ppm 藥浴 10~30 秒。而本試驗將青魚在 20℃ 水溫中以 5、10 及 66.7 ppm 藥浴，發現魚隻分別於 1 小時 15 分、1 小時及 36 分內全部死亡；而水溫 30℃ 時，則分別於 46 分、27 分及 14 分內死亡。顯示以上述孔雀綠的建議濃度用於青魚之藥浴時，必需特別對浸浴

時間作充分的掌控，否則相當危險。尤其是兩種水溫之 96 小時 LC_{50} 值都低於 0.15 ppm，因此孔雀綠並不適合以 0.15 ppm 對青魚作長時間藥浴。陳與張⁽⁶⁾亦指出孔雀綠毒性很強，使用濃度要降至 0.1 ppm 或更低，才合乎安全原則。孔雀綠屬染料的一種，接觸後極不易分解，體內殘留期很長，因此，並不適用於食用成魚。

Table 12. The LC_{50} values of masoten and 95% confidence limits for black carp exposed at different time period (h).

Temperature (°C)	Concentration (ppm)		
	24-h LC_{50}	48-h LC_{50}	96-h LC_{50}
20	19.157	15.282	14.612
	(17.526-20.590)	(13.988-16.499)	(13.306-15.729)
	14.110	9.538	7.226
30	12.666-15.422	(7.804-10.942)	(5.426-8.629)

陳與張⁽⁶⁾指出，甲基藍對鰻苗之 LT_{50} 值在 100 ppm 為 100 小時，1,000 ppm 為 20 小時。而對泥鰍 *Misgurnus anguillicaudatus* 之 LT_{50} 值在 100 ppm 為 11 小時內，0.33 ppm 為 100 小時。另外，Allison⁽⁷⁾發現甲基藍 3.5 和 10 ppm 在 213 小時內都不會引起鯉魚的死亡，但對藍鰍魚 *Lepomis macrochirus* 則可引起 20% 之死亡率。簡等⁽⁸⁾指出，水溫 25±1℃ 時，甲基藍對吳郭魚之 TLm 48 值（等同於 48 小時的 LC_{50} 值）為 117 ppm。青魚在 20℃ 及 30℃ 時，其在 48 小時之 LC_{50} 值分別為 41.887 及 20.275 ppm，很顯然吳郭魚對甲基藍的忍受性較青魚強。本試驗於水溫 20℃ 時，35 ppm 甲基藍在 24 小時內並不會引起青魚死亡 (Table 3)，而 96 小時 LC_{50} 值為 35.542 ppm (Table 4)。另外，水溫 30℃ 時，青魚 48 小時的死亡率明顯較 24 小時增加 2 倍以上，48 小時 LC_{50} 值，由 24 小時的 31.719 ppm 降為 20.275 ppm，且 96 小時 LC_{50} 值只有 18.451 ppm，由青魚在兩種水溫中之 LC_{50} 值，顯示甲基藍在 30℃ 時毒性加倍。由鰻苗、泥鰍、鯉魚、藍鰍、吳郭魚及青魚之死亡情形，顯示不同魚種對於甲基藍的忍受性差異很大。陳與張⁽⁶⁾指出，甲基藍顏色較深，若施用於鰻池其藍色仍可維持一、二星期，不易分解能維持較長時間，因此亦如孔雀綠一樣僅能

施用於觀賞魚，不適用於食用成魚。

魏與劉⁽⁹⁾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 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 的濃度，吳郭魚應為 1.336 及 1.061 ppm，鯉魚應為 1.219 及 1.140 ppm。魏等⁽¹⁰⁾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 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 的濃度為 2.830 ppm 及 1.572 ppm。在本試驗中，硫酸銅對青魚 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值在 20℃ 分別為 1.495、1.318 及 1.183 ppm，在 30℃ 則分別為 1.271、1.039 及 0.976 ppm (Table 6)。因而在淡水魚種中，青魚對硫酸銅的忍受性與吳郭魚、鯉魚差異很小，而草魚則比青魚、吳郭魚、鯉魚忍受性稍高。郭等⁽¹¹⁾指出，在硬水中硫酸銅毒性較低，而軟水中則相當高；在海水魚方面，陳與丁⁽¹²⁾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 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 濃度則為 10.062 及 7.390 ppm，顯然硫酸銅在淡水中毒性遠較海水為高。王⁽³⁾建議硫酸銅藥浴方式為 500~1,000 ppm 藥浴 1 分，8 ppm 藥浴 20~30 分，鍾⁽⁴⁾則建議 100 ppm 藥浴 10~20 分。而由本試驗在短時間高濃度（8、100 及 500 ppm）的藥浴結果顯示，水

溫 20°C 時, 青魚的死亡時間分別於 16 小時 30 分、3 小時 52 分及 1 小時 33 分; 水溫 30°C 時則分別於 14 小時 25 分、3 小時 30 分及 1 小時 20 分內, 由死亡時間來看, 兩者建議之方法施用於青魚應相當安全。

張等⁽¹³⁾指出, 在淡水中福馬林對七星鱸 24、48 小時之 LC_{50} 值為 362.04 ppm 及 100.42 ppm, 而林等⁽¹⁴⁾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。在本試驗中, 青魚在 20°C 及 30°C 水溫中, 其 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值 (Table 8) 分別為 97.858、87.531、85.058 ppm, 與 92.191、86.351、84.127 ppm; 在預備試驗中, 青魚在 30°C, 150、200、250 及 400 ppm 福馬林溶液中, 第 1 尾死亡時間分別為 2 小時 43 分、1 小時 39 分、1 小時 35 分及 1 小時 12 分; 第 2 尾分別於 3 小時 13 分、2 小時 22 分、1 小時 52 分及 1 小時 30 分內死亡, 另外, 在沒打氣情況下, 死亡時間較提早, 顯然青魚對福馬林之忍受能力較七星鱸低。而王⁽³⁾建議, 福馬林藥浴方式為 250 ppm 藥浴 1 小時、400 ppm 藥浴 10~15 分, 應可適用於青魚, 但必須確實掌握時間。

李等⁽¹⁵⁾指出, 高錳酸鉀對日本鰻苗 48 小時之 LC_{50} 值為 1.53 ppm, 以濃度 1.5 ppm 浸浴 48 小時會引起肝細胞腫大、空泡化及上表皮基部充血; 林⁽¹⁴⁾等指出, 高錳酸鉀對七星鱸魚苗 48 小時之 LC_{50} 值為 2.2 ppm; 而高錳酸鉀對青魚 24、48、96 小時之 LC_{50} 值, 在 20°C 皆為 3.451 ppm, 30°C 則分別為 3.188、3.127 及 3.105 ppm (Table 10), 顯然青魚對高錳酸鉀的忍受性較日本鰻苗或七星鱸魚苗為高。高錳酸鉀揮發性快、殘留性低、消毒殺菌力強⁽³⁾, 由青魚之死亡情形 (Table 9) 及 LC_{50} 值 (Table 10) 發現高錳酸鉀對青魚之毒性, 於 24 小時後減弱至相當低, 因此用藥應採短時間較高濃度處理。而由 LC_{50} 值皆低於 5 ppm 來看, 一般建議池塘以高錳酸鉀 3~5 ppm 不限期藥浴⁽³⁾, 並不適於日本鰻苗、七星鱸魚苗及青魚。王⁽³⁾建議高錳酸鉀 20 ppm 藥浴不超過 1 小時, 而由青魚在 30°C 水溫中試驗結果, 1 小時 19 分全部死亡, 顯然針對青魚藥浴時必需相當小心, 甚至縮短時間。

美舒添屬有機磷劑三氯松, 市面上類似產品有地特松 (Dipterex, 日)、馬速展 (Masoten, 美) 等稱呼。張等⁽¹³⁾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⁽⁶⁾指出, 地特松對

吳郭魚 48 小時之 TLm 值為 9.12 ppm; 郭等⁽¹¹⁾指出, 地特松對日本鰻苗及虹鱒 48 小時之 TLm 值為 18 及 1.8 ppm; 而本試驗中美舒添對青魚 24、48 及 96 小時之 LC_{50} 值, 在 20°C 分別為 19.157、15.282 及 14.612 ppm, 30°C 分別為 14.110、9.538 及 7.226 ppm。可見青魚的忍受力較七星鱸魚或虹鱒高, 而與吳郭魚或日本鰻苗相近。鍾⁽⁴⁾指出, 三氯松高濃度時若水溫超過 28°C, 對很多魚種的毒性可能太強, 由青魚在 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 9 ppm 經 96 小時即會產生大量死亡, 96 小時之 LC_{50} 值在水溫 20°C 時為 14.612 ppm 而在 30°C 時則降至 7.226 ppm, 顯示在高水溫中毒性劇增。鍾⁽⁴⁾建議, 在 25°C 以 100 ppm 馬速展藥浴 1 小時, 而本試驗發現以 100 ppm 美舒添藥浴, 在 20°C 水溫中, 青魚於 10 小時 37 分鐘後, 而 30°C 水溫中, 於 6 小時 25 分鐘後全部死亡, 相同的濃度, 在較高的水溫中, 死亡時間提早約 4 小時, 因此在夏天期間施用美舒添必需加強注意水溫。

謝辭

本試驗能順利完成, 承分所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

1. Chen, H. C. and C. F. Chang (1979) Toxic effects of some surfactants on the larvae of milkfish and grass shrimp. Natl. Sci. Council. Monthly, 7(7): 733-739.
2. Finney, D. J. (1971) Probit Analysis, (3rd edition). Cambridge. University Press, London.
3. 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, 28-52.
4. 鍾虎雲 (1990) 魚病治療. 實用魚病學, 119-134.
5. 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.
6. 陳弘成, 張金豐 (1987) 甲基藍與孔雀綠對鰻池生物之毒性研究. 農委會漁業特刊第十二號, 116-127.
7. Allison, R. (1968) New control methods for Ichthyophthirius in ponds. FAO Fisheries Report, 44(5):

- 389-392.
8. 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. 農委會漁業特刊第九號, 128-139.
9. 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.
10. 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.
11. 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, 18-19.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.

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

Chupei Branch, Taiwan Fisheries Research

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

(Accepted 11 December 1999)



Acute Toxicity of Chemotherapeutic Agents on Black Carp *Mylopharyngodon piceus* : I. Malachite green, Methylene blue, Copper sulfate, Formalin, Potassium permanganate, and Masoten

Abstract

The aim of this study is to investigate the median lethal concentrations (LC_{50} s) of six practical chemotherapeutic agents on black carp *Mylopharyngodon piceus* under two ambient temperatures (20°C and 30°C). The suitabilities of commonly recommended concentrations of agents are also examined for black carp. When the water temperature was 20°C, after 96 h of exposure, the LC_{50} s of malachite green, methylene blue, copper sulfate, formalin, potassium permanganate, and masoten were 0.117, 35.542, 1.183, 85.058, 3.451, and 14.612 ppm, respectively. Furthermore, agents appeared stronger toxicities when the temperature was 30°C, and the LC_{50} s were 0.114, 18.451, 0.976, 84.127, 3.105, and 7.226 ppm, respectively. The relative strength of agents is in the following order: malachite green, copper sulfate, potassium permanganate, masoten, methylene blue, and formalin. The results also showed that the commonly recommended concentrations of malachite green (0.15 ppm) and potassium permanganate (3-5 ppm) are not suitable to black carp for long-term exposure.

Key words : Black carp *Mylopharyngodon piceus*, Practical chemotherapeutic agents, Median lethal concentration