

石斑魚對三種不同形態維生素 C 的利用

何碧月、周瑞良、鄭世榮、陳紫媛

水產試驗所東港生技研究中心

前言

魚類缺乏維生素 C 時，會造成成長緩慢、骨骼及軟骨組織變形、傷口癒合慢以及高死亡率 (Halver, 1972; Ikeda et al., 1988; Ishibashi et al., 1992; Shiau and Jan, 1992)。以前使用的維生素 C 之性質較不穩定，在加工及貯藏過程中易受到溫度、氧氣及光線等影響而降低其活性。Shiau and Hsu (1993) 發現，L-ascorbic acid 損失率高達 75%，因此必需提高維生素 C 的添加量而造成浪費。目前取而代之的是維生素 C 的各種衍生物，如多磷酸態維生素 C (L-ascorbyl-2-polyphosphate, C2PP)，單磷酸態維生素 C (含鈉鹽) (L-ascorbyl-2-monophosphate-Na, C2MP-Na)，單磷酸態維生素 C (含鎂鹽) (L-ascorbyl-2-monophosphate-Mg, C2MP-Mg) 及含硫酸鹽型態的維生素 C (L-ascorbyl-2-sulfate, C2S) 等，這些衍生物安定性較佳，因此減低了原本的添加量，如草蝦飼料中維生素 C 的添加量由 2000 mg/kg (Shiau and Jan, 1992) 降至 100–200 mg/kg C2MP-Mg (Shiau and Hsu, 1994)，C2PP 則為 210 mg/kg (Chen and Chang, 1994)。

本試驗以點帶石斑 (*Epinephelus coioides*) 為對象，探討其對 C2PP、C2MP-Na 及 C2MP-Mg 這三種維生素 C 衍生物之需求量，以期應用於人工飼料添加上。

材料與方法

本中心自行孵化之點帶石斑魚苗，蓄養至 19 g 左右。

試驗之基礎飼料以酪蛋白為蛋白質源並添加維生素預混劑 (不含維生素 C)，脂質為烏賊油及大豆油、礦物鹽預混劑，以 α -澱粉和 CMC 為黏著劑，再添加 5% 之烏賊粉作為誘引劑，以纖維素作為填充劑。C2PP 之添加量為 0、120、200、500、1000 及 2000 mg/kg diet、C2MP-Mg 和 C2MP-Na 添加量則分別為 0、20、50、100、200 及 500 mg/kg diet。上述所有原料混合均勻製成乾燥粒狀飼料，冷凍備用。

石斑魚以不含維生素 C 之飼料馴餌二週後，分別放入 150 公升之圓形 FRP 飼育桶，每桶放養 15 尾，每組三重覆，採流水式，充分打氣。試驗期間鹽度為 30 psu 左右，水溫在 27.5–28.5°C 之間，每日餵食 2 次 (09:00；17:30)，餵食量為魚體重的 1.5–2%。每日餵食前以虹吸管吸除底部排泄物及殘餘物質。

結果與討論

經 16 週養殖試驗結果顯示，添加不同劑量的 C2PP 與 C2MP-Mg 各組，在成長上並無顯著差異，此可能是因為重複組間標準偏差大所導致之結果。但是活存率方面，添加

C2PP 各組以未添加及添加 120mg/kg diet 者較差。要得到較佳的飼料轉換率以及活存率則以添加 200mg/kg diet 較恰當。

餵食不同含量之 C2MP-Mg 各組活存率，除了未添加組較低外，其他各組則無顯著差異。至於添加之 C2MP-Na 各組，無論是增重百分率、飼料轉換率以及活存率都以添加 50 mg/kg diet 者最佳。將魚體之增重百分率以 broken-line 迴歸分析，顯示點帶石斑對於 C2MP-Na 之最適需求量為 40.69 mg/kg diet，相當於 10.25 mg/kg diet 的維生素 C (ascorbic acid, C1)。Mustin and Lovell (1992) 的試驗中，飼料中 15–120 mg/kg diet 的含量，對鯙魚的成長並無顯著影響。因此，魚種及試驗條件不同等因素會影響魚類對維生素 C 的需求。

當石斑魚餵食不含維生素 C 之飼料時，於第 16 週出現頭部鰓蓋往內縮，從外觀可看見部分鰓絲，而且鰭部充血、鰭部邊緣潰爛，

死亡尾數急速增加。吳郭魚也有類似之症狀發生 (Shiau and Jan, 1992; Shiau and Hsu, 1995)。第 17 週則出現脊椎骨彎曲之現象，由魚體外觀可看出肌肉不正常的扭曲，在 Soliman et al. (1986)、Mustin and Lovell (1992) 及 Dabrowski et al. (1990) 的試驗中也有類似的結果。除了餵食不含維生素 C 之飼料的石斑魚，發生如上述之症狀外，其他各組並無缺乏症狀產生。由本試驗可知，C2PP 120 mg/kg diet 或 C2MP-Mg 及 C2MP-Na 20mg/kg diet 已足夠防止維生素 C 缺乏症狀之發生，但是要提高活存率則需再提高劑量。



圖 1 石斑魚餵食不含維生素 C 之飼料時從外觀可看見鰭部充血、鰭部邊緣潰爛以及魚體彎曲之現象

表 1 餵食添加不同含量維生素 C2PP、C2MP-Mg 及 C2MP-Na 之飼料 16 週後，點帶石斑之增重百分比、飼料轉換率及活存率

		維生素 C 含量 (mg/kg diet)					
C2PP		0	120	200	500	1000	2000
增重百分比(%)		112.51±5.88 ^a	105.78±44.68 ^a	136.08±6.68 ^a	114.16±16.31 ^a	109.35±38.78 ^a	157.79±44.61 ^a
飼料轉換率		3.02±0.43 ^{ab}	3.48±0.25 ^a	2.17±0.23 ^c	2.69±0.29 ^{abc}	3.37±0.75 ^a	2.32±0.35 ^{bc}
活存率(%)		36.67±4.72 ^c	56.67±4.72 ^b	80.00±0.00 ^a	86.67±9.43 ^a	73.34±9.43 ^{ab}	86.67±9.43 ^a
C2MP-Mg		0	20	50	100	200	500
增重百分比(%)		112.51±5.88 ^a	116.62±44.53 ^a	114.56±2.53 ^a	107.74±26.38 ^a	121.20±44.69 ^a	109.23±18.06 ^a
飼料轉換率		3.02±0.43 ^a	2.87±0.63 ^a	2.91±0.56 ^a	2.68±0.70 ^a	3.47±1.40 ^a	3.39±1.50 ^a
活存率(%)		36.67±4.72 ^b	80.00±0.00 ^a	83.33±14.14 ^a	86.67±9.43 ^a	73.34±9.43 ^a	83.33±14.14 ^a
C2MP-Na		0	20	50	100	200	500
增重百分比(%)		112.51±5.88 ^b	126.05±9.24 ^b	161.29±13.37 ^a	144.15±33.02 ^{ab}	113.30±19.16 ^b	104.11±16.65 ^b
飼料轉換率		3.02±0.43 ^{ab}	2.44±0.12 ^{bc}	1.741±0.08 ^c	2.24±0.20 ^{bc}	2.79±0.44 ^{abc}	3.90±1.43 ^a
活存率(%)		36.67±4.72 ^c	73.33±0.00 ^b	90.00±4.71 ^a	86.67±0.00 ^a	83.34±4.72 ^{ab}	80.00±9.43 ^{ab}

1. 三組平均±SD (n = 3)
2. 相同的英文字母表示無顯著差異(p > 0.05)
3. 試驗初重為 19.58 ± 0.66 g