

飼料添加泛酸對黑鯛的餌料性鰓病預防研究

吳豐成* · 陳敏隆 · 林明男

行政院農業委員會水產試驗所 海水繁養殖研究中心

摘 要

本試驗以三種試驗飼料及一種參考飼料探討泛酸對黑鯛 (*black porgy, Acanthopagrus schlegeli*) 稚魚之成長、活存率及鰓病的影響。試驗飼料中，分別添加三種濃度 (0, 50 和 150 mg/kg; PA-0, PA-50, PA-150) 的泛酸鈣，參考飼料則添加泛酸拮抗劑 (pantooyltaurine; 50 mg/kg, APA)。經十二週的飼育結果顯示，飼料中添加泛酸可促進黑鯛成長及提高其活存率。四組當中，以投餵 PA-50 飼料的試驗魚之成長和活存率最佳，顯著 ($p < 0.05$) 優於未添加泛酸之 PA-0 組和添加泛酸拮抗劑 APA 的試驗魚，但與餵食含高量泛酸飼料 (PA-150) 組間並無顯著差異。餵食不添加泛酸的飼料或參考飼料的試驗魚，出現成長遲緩、高死亡率、皮膚出血、胸鰭壞損及鰓薄板增生等缺乏症狀，但未發現鰓絲融合的現象。當以添加泛酸 (50 mg/kg) 的飼料餵食罹患泛酸缺乏症的試驗魚時，可緩解其鰓薄板增生症狀且試驗魚不再死亡。

關鍵字：黑鯛、泛酸、餌料性鰓病

前 言

泛酸 (pantothenate) 為輔酶 A (Coenzyme A, CoA) 的一部份 (Lipman *et al.*, 1947)，主要參與生物體內之中間代謝與乙醯基 (Acyl group) 的轉移，而這些反應主要在能量產生、脂肪及胺基酸等生化代謝上。當食物中的泛酸缺乏時，會導致正常的生化代謝失調，在魚類除會造成生長遲緩、厭食及高死亡率外，典型的症狀為餌料性鰓病 (dietary gill disease)。因食物中缺乏泛酸或攝取量不足所引起的餌料性鰓病，其症狀為鰓細胞上皮不正常增生，嚴重者鰓絲會融合成棒狀鰓 (clubbed gill) (Butthep *et al.*, 1985)，最後因呼吸困難而死亡，此症狀曾出現在河魨 (*Ictalurus punctatus*) (Murai and Andrews, 1975; Brunson and Robinette, 1983) 和虹鱔 (*Oncorhynchus* spp.) (Karges and Woodward, 1984) 等魚類。稚鯉魚 (*Cyprinus carpio*) 在攝取缺乏泛酸飼料時，發現有

厭食、運動遲鈍、體重減輕、眼球凸出、出血斑及貧血等症狀，但並沒有出現如鮭鱒魚的棒狀鰓的症狀 (Ogino, 1967)。Murai and Andrews (1979) 以缺乏泛酸的飼料餵食時，發現河魨的體組織乾化、表皮糜爛和鰓膜、下顎以及觸鬚等組織壞死等症狀；而日本鰻 (*Anguilla japonica*) (Arai *et al.*, 1972) 和吳郭魚 (*Oreochromis aureus*) (Roem *et al.*, 1990, 1991; Soliman and Wilson, 1992) 的泛酸缺乏症狀除有食慾不振、成長遲緩、死亡率增加外，也發現有游泳異常和皮膚損傷、出血以及壞死等症狀。另，Ikeda (1988) 在出現泛酸缺乏症的日本鸚鵡魚 (*Oplegnathus fasciatus*) 之飼料中補充足量泛酸時，發現魚體的成長和活存率有顯著地增加，顯示魚類的泛酸缺乏症，可經補充泛酸而改善其成長和活存等，但對餌料性鰓病的改善效果則未曾被報導過。

泛酸為魚類成長和維持正常生理功能的必需營養素 (Halver, 2002)，其需求量範圍約 10 ~ 50 mg/kg。目前已知飼料泛酸最適需求量的魚類，包括鯉魚為 30 ~ 50 mg/kg (Ogino, 1967)，河魨為 10 ~ 15 mg/kg (Murai and Andrews, 1979; Wilson *et al.*, 1983)，嘉鱾 (*Chrysophrys major*) (Yano *et al.*, 1988)

*通訊作者 / 台南縣七股鄉三股村海埔四號，TEL: (06) 788-0461; FAX: (06) 788-1597; E-mail: fengch.wu@msa.hinet.net

和吳郭魚 (Roem *et al.*, 1991; Soliman and Wilson, 1992) 為 10 mg/kg。然而，魚類因不同的種類、體大小、環境因子或營養素之間的交互作用等而有不同的維生素需求 (NRC, 1983)。因此，應用其他魚類的泛酸需求量，是無法有效防止黑鯛的泛酸缺乏症的發生。

黑鯛 (black porgy, *Acanthopagrus schlegeli*) 為台灣地區重要的經濟食用魚類之一，養殖過程中常發現黑鯛易因鰓部寄生蟲寄生或水質因子而導致鰓絲病變。其病變是因餌料性鰓病而增加對水質因子的感受性，亦或單純的寄生蟲或水質因子所導致的鰓絲病變，目前仍不明瞭；再者，黑鯛的飼料泛酸需求也不知道。因此，本研究以不添加、添加 50 或 150 mg/100g 的泛酸等三種實驗飼料及添加 50 mg/100g 的泛酸拮抗劑 (pantoyltaurine) 而不添加泛酸的參考飼料進行成長及恢復兩試驗，以探討黑鯛的泛酸需求，也探討飼料補充足量泛酸對餌料性鰓病之改善效果。

材料與方法

一、試驗飼料

基礎飼料 (Table 1) 以不含維生素的酪蛋白為主要蛋白來源，其粗蛋白含量為 43.2 g/100 g，而油脂來源為玉米油和魚油 (3:2, wt/wt)，其粗脂質含量為 9.8 g/100 g。本試驗使用四種飼料，包括不添加泛酸 (PA-0)、添加足量泛酸 (50 mg/100 g) (PA-50)、高量泛酸 (150 mg/100 g) (PA-150) 和添加泛酸拮抗劑 (pantoyltaurine, APA) (50mg/100g) 但不添加泛酸等四種。所有試驗飼料除所添加的泛酸或泛酸拮抗劑濃度不同外，其餘組成份均相同，最後各試驗飼料再以纖維素調整到總量一致。飼料原料經混勻後，加水充分攪拌成麵糰狀，以小型絞肉機擠壓製成 3 × 2 mm 的條狀飼料，經 40 °C 的恒溫乾燥後，儲藏在 -20 °C 冰箱備用。

二、實驗動物及飼育試驗

黑鯛購自台南縣之民間繁殖場。飼育試驗前，先在 2.5 ton 的 FRP 桶蓄養，並以市售浮性飼料馴養四週，使黑鯛適應試驗環境，隨後選取外觀健康和體型相近的魚苗 240 尾，經個別秤重 (平

Table 1 Ingredients and proximate compositions of the basal diet

Ingredient	Quantity (g/kg)
Casein (vitamin-free)	350
Gelatin	100
Corn oil	60
Fish oil	40
Dextrin	280
Vitamin mixture*	20
Mineral mixture*	40
α -Cellulose	110
Proximate composition (n=6)	g/100 g dry diet
Crude protein	43.2±0.4
Crude lipid	9.8±0.6
Moisture	5.3±0.4
Ash	7.4±0.7

* Refer to Chow (1982)

均體重為 6.6 ± 0.7 g) 隨機放入蓄養缸內進行飼育試驗。成長試驗共有四個飼料處理組，每一處理均為六重複。養殖系統為 70-L 的流水開放式長方形玻璃系統。試驗用海水是在漲潮時抽取大排水溝的海水儲存於水泥池中經靜置後使用。在十二週的飼育試驗期間，溫度及鹽度未加以人為控制，其範圍分別為 25 ~ 29 °C 及 32 ~ 35 psu。試驗期間的投餵量，依試驗魚上一餐的攝食量增減，投餵時仍以飽食為原則；每天投餌二次 (分別於 08:30 及 16:30)，週日則只餵一次 (09:00)。

成長試驗為期十二週，實驗魚僅在成長試驗開始及結束時秤重，使用於評估成長結果的指標分別為增重 (weight gain; W, %) 和存活率 (survival rate; S, %)，其計算方式分別為：

$$W = [(W_t - W_o)/W_o] \times 100$$

$$S = (N_t/N_o) \times 100$$

其中， W_t 為實驗結束時魚之平均體重； W_o 為實驗初魚之平均體重； N_t 為實驗結束時之魚數量； N_o 為實驗初之數量。

成長試驗結束後，依不同試驗處理組，將存活及未採樣的試驗魚隨機集合於一個成長試驗蓄養缸中繼續進行恢復試驗，每一處理組之試驗魚

不超過十尾。恢復試驗進行四週，每一試驗處理組均餵食添加足量泛酸 (50 mg/100 g) 的 PA 試驗飼料。

三、鰓薄板棒狀化分析

成長結束後，自試驗處理組之每一重複隨機採一尾魚進行鰓部組織採樣，而恢復試驗，則在試驗結束後自試驗處理組中隨機採六尾魚進行鰓部組織採樣。鰓部組織經採樣後隨以 10 % 中性福馬林緩衝液中保存。採集的鰓部組織依序進行水洗、脫水及石蠟包埋等一連串處理後，切成 10 μ m 的切片 (Hinton, 1990)，並以蘇木精-伊紅染劑 (Ehrlich's hematoxylin and Eosin Y) 染色，最後以光學顯微鏡量測鰓薄板 (lamella) 遠端 (distal end) 及中端 (Medial portion) 寬度。鰓薄板棒狀化程度以其遠端寬度、中端寬度及遠端中端寬度比等作為評估指標 (Bodensteiner *et al.*, 1993)。

四、統計分析

所有試驗的數據以 mean $\pm$ SEM 表示，並以 SAS 套裝軟體 (SAS Institute, Cary, NC) 的單向變方分析 (one-way ANOVA) 檢定試驗組間是否有顯著性差異及以特奇檢定法 (Tukey's test) 檢定處理組平均數間的顯著差異程度。顯著水準界定在 $p < 0.05$ 。

結 果

一、成長試驗

餵食含泛酸飼料 PA-50 的試驗魚之成長和存活率最佳 (分別為 161.6% 和 95%)，顯著 ($p < 0.05$) 優於餵食不含泛酸飼料 PA-0 和添加泛酸拮抗劑 APA 的試驗魚 (Table 2)，但與餵食高量泛酸飼料 (PA-150) 組間並無顯著差異。在十二週的成長試驗中，攝取不添加泛酸飼料 (PA-0) 之試驗魚在試驗進行到第三週時開始出現死亡，且其存活率在第五週時已降至 42.5%；而 APA 試驗組魚則在第四週時才開始死亡，但試驗進行到第六週時存活率急遽下降至 27.5%。而表觀的泛酸缺乏症

狀，除有活存率差及成長遲緩等症狀外，攝取不添加泛酸 PA-0 飼料的試驗魚在蓄養試驗進行至第四週時，黑鯛的胸鰭開始出現殘缺壞損、第五週時發現腹側有局部性的表皮出血，此一出血症狀在第六週時漫延至整個腹側表面。相同的症狀也出現在攝取 APA 飼料的試驗魚，但症狀出現的時程較 PA-0 試驗組者慢。餵食添加泛酸之試驗魚 (PA-50 和 PA-150) 均沒有發現類似的症狀。

Table 2 Weight gain and survival of juvenile black porgy fed the test diets for 12 weeks¹

Diet	Weight gain ² (%)	Survival (%)
PA-0	80.4 $\pm$ 24.2 ^b	32.5 $\pm$ 12.6 ^b
PA-50	161.6 $\pm$ 13.8 ^a	95.0 $\pm$ 10.0 ^a
PA-150	154.8 $\pm$ 13.4 ^a	90.0 $\pm$ 8.2 ^a
APA	61.0 $\pm$ 20.2 ^b	17.5 $\pm$ 9.6 ^b

¹Values are means $\pm$ SEM, n=3 replicates of 10 fish initially. Values in a column without a common letter differ at $p < 0.05$.

²Initial weight: 6.6 $\pm$ 0.7 g.

二、鰓薄板棒狀化分析

攝取添加泛酸飼料 (PA-50 和 PA-150) 的試驗魚，其鰓薄板之遠端及中端寬度範圍為 8.03 ~ 8.29 μ m (Table 3)，顯著低於攝取不含泛酸飼料 PA-0 和添加泛酸拮抗劑 APA 的試驗魚者，其中 APA 組試驗魚的鰓薄板遠端 (distal end) 之寬度約為 PA50 和 PA-150 試驗組者之 2.5-2.6 倍。試驗魚的鰓薄板中端寬度 (medial portion)，以 PA-0 和 APA 兩試驗組魚顯著高於 PA50 和 PA-150 試驗組魚，且其寬度相差高達 1.3 ~ 1.4 倍。遠端中端寬比 (ratio) 也有類似的結果。

三、恢復試驗

各試驗組魚改餵食 PA-50 飼料一週後，PA-0 和 APA 兩試驗組魚即不再死亡，且在餵食四週後，其鰓薄板之遠端、中端寬度及遠端、中端寬比均顯著高於 PA-50 及 PA-150 兩試驗組者 (Table 4)。除

Table 3 Lamellar width of the distal end and medial portion of the gills of juvenile black porgy fed the test diet for 12 weeks¹

Treatment	Width (μm)		Ratio
	Distal end	Medial portion	
PA-0	20.38 ± 1.73 ^a	11.78 ± 1.06 ^a	1.74 ± 0.18 ^a
PA-50	8.03 ± 0.64 ^b	8.15 ± 0.54 ^b	0.98 ± 0.03 ^b
PA-150	8.13 ± 0.68 ^b	8.29 ± 0.40 ^b	0.98 ± 0.07 ^b
APA	21.30 ± 1.94 ^a	11.16 ± 1.01 ^a	1.91 ± 0.12 ^a

¹Values are the mean ± SEM (*n* = 6). Values in a column without a common letter differ at *p* < 0.05.

Table 4 Lamellar width of the distal end and the medial portion of gills of juvenile black porgy fed the diet supplemented with pantothenate at a dose of 50 mg/kg dry diet for 4 weeks in recovery test¹

Treatment	Width (μm)		Ratio
	Distal end	Medial portion	
PA-0	17.03 ± 1.51 ^a	11.59 ± 1.63 ^a	1.47 ± 0.09 ^a
PA-50	7.95 ± 0.40 ^b	8.16 ± 0.29 ^b	0.97 ± 0.04 ^b
PA-150	8.00 ± 0.39 ^b	8.36 ± 0.38 ^b	0.96 ± 0.04 ^b
APA	17.27 ± 1.02 ^a	11.49 ± 0.95 ^a	1.51 ± 0.15 ^a

¹Values are the mean ± SEM (*n* = 6). Values in a column without a common letter differ at *p* < 0.05.

鰓薄板中端寬度外，PA-0 和 APA 兩試驗組魚在恢復試驗後的遠端寬度及遠端中端寬比 (Table 4) 均低於恢復試驗前 (Table 3)，然 PA-50 及 PA-150 兩試驗組魚的鰓薄板寬度，在恢復試驗前後並沒有顯著性差異。

討 論

本研究顯示，飼料中補充泛酸可顯著地促進黑鯛稚魚的成長、活存率。泛酸為魚類成長和維持其正常生理功能的必需營養素 (Halver, 2002)，而本研究結果發現，餵食添加泛酸的飼料，黑鯛的成長及活存率都顯著優於攝取不含泛酸飼料者，因此黑鯛稚魚也有泛酸的營養需求。另本研究結果也顯示，飼料缺乏泛酸會導致黑鯛的成長遲緩。類似的結果也發現在鯉魚 (Ogino, 1967)、日本鰻魚 (Arai *et al.*, 1972)、虹鱔 (*Oncorhynchus*

mykiss) (Karges and Woodward, 1984)、和吳郭魚 (Roem *et al.*, 1991; Sodiman and Wilson, 1992) 等。

本研究發現餵食泛酸添加量 50 mg/kg 和 150 mg/kg 的飼料之黑鯛，其成長和活存率均沒有統計差異，且也沒有發現任何泛酸的表觀缺乏症，因此飼料中添加泛酸 50 mg/kg，已足以提供黑鯛維持其正常生理功能及防止缺乏症所需。魚類的泛酸需求研究，促進鯉魚成長和肝臟泛酸含量的需求為 30 ~ 45 mg/kg (Ogino, 1967)，改善嘉鱚魚成長和飼料效率者為 10 ~ 20 mg/kg (Yano *et al.*, 1988)，促進吳郭魚成長、提高蛋白質利用率及防止缺乏症產生者為 10 mg/kg (Roem *et al.*, 1991; Soliman and Wilson, 1992)。而商業飼料的泛酸建議添加量，如鮭魚 (*Oncorhynchus* spp.) 為 40 mg/kg (NRC, 1981) 和虹鱔為 12 mg/kg (Cho and Cowey, 1991)。雖然本研究僅進行兩種泛酸添加濃度試驗，但由上述魚類對泛酸之需求及本研究的結果，顯示飼料添加泛酸 50 mg/kg，已經滿足了

黑鯛對泛酸的需求量，且已可有效防止缺乏症之發生。

魚類的食物中缺乏泛酸時，會引起食慾不佳、成長遲緩、游泳行為不正常、高死亡率及餌料性鰓病等症狀 (Halver, 2002)，而餌料性鰓病為因鰓細胞上皮不正常增生，嚴重者鰓絲會融合成棒狀鰓 (clubbed gill) (Butthep *et al.*, 1985)，此一鰓病曾發現於鯰魚 (Murai and Andrews, 1975; Brunson and Robinette, 1983)、日本鰻魚、鯉魚 (Ogino, 1967)、嘉鱖 (Yone and Fuji, 1974) 和虹鱒 (Karges and Woodward, 1984) 等。除以上共通的泛酸缺乏症狀外，當攝取缺乏泛酸飼料時，稚鯉魚的眼球凸出、皮膚有出血斑及貧血等症狀，但並沒有出現如鮭鱒魚的棒狀鰓的症狀 (Ogino, 1967)；而日本鰻 (Arai *et al.*, 1972) 和吳郭魚 (Roem *et al.*, 1990, 1991; Soliman and Wilson, 1992) 則發現皮膚損傷、出血以及壞死等症狀。本研究發現黑鯛之泛酸缺乏症狀，有存活率差及成長遲緩、胸鰭殘缺壞損、腹側表皮出血及鰓薄板上皮細胞增生，但未發現鰓絲融合的症狀。本研究以鰓薄板遠端、中端寬度和遠端中端寬比作為試驗魚鰓薄板上皮細胞增生程度及探討餌料性鰓病是否由鰓薄板上皮細胞開始增生等指標。本研究結果發現攝取不含泛酸之飼料的試驗魚，其鰓薄板遠端、中端寬度和遠端中端寬比均顯著高於攝取含足量泛酸飼料者，類似的結果也發現在餵食泛酸拮抗劑之試驗魚。一般而言，餌料性鰓病主要是由鰓絲的基部之上皮細胞開始增生 (Poston and Page, 1982)，鰓絲產生黏結現象，最後因呼吸困難而死亡 (Wood and Yasutake, 1957)。然本研究顯示攝取缺乏泛酸之飼料的試驗魚，其鰓薄板頂端寬度顯著高於中端者，意謂著黑鯛的餌料性鰓病是由鰓薄板頂端開始增生。此一結果或許是由於食物缺乏泛酸，導致黑鯛的鰓絲組織對水質環境中的刺激因子之感受性增加，進而造成其鰓部組織上皮細胞增生。另一方面，可能是因泛酸缺乏，改變了鰓的脂肪代謝，造成細胞膜脂肪的組成份改變 (Masumoto *et al.*, 1994)，導致鰓薄板上皮細胞增生。

本研究發現以含足量泛酸的飼料餵食，出現泛酸缺乏症的試驗魚之死亡率急遽下降，餵食一週後即不再有死亡現象。此結果顯示飼料補充泛

酸可立即改善黑鯛的活存率。而 Ikeda (1988) 在出現泛酸缺乏症的日本鸚鵡魚之飼料中補充足量泛酸時，發現魚體的成長和活存率有顯著地增加。本研究以含足量泛酸的飼料連續餵食四週，發現出現泛酸缺乏症的試驗魚之鰓薄板遠端寬度顯著縮小，但尚未恢復到正常的寬度，此一結果顯示補充泛酸具有減緩黑鯛鰓薄板細胞部正常增生，但要有效改善其鰓薄板增生現象，需長時間補充足量泛酸。

當以添加泛酸 50 mg/kg 的飼料餵食黑鯛魚，可促進其成長、活存率以及防止缺乏症的發生，而以此飼料餵飼罹患泛酸缺乏的試驗魚時，也可緩解其鰓薄板增生症狀且試驗魚不再死亡。因此，泛酸為黑鯛的必需營養素。

謝 辭

本研究承本中心同仁提供寶貴意見及協助，特此致謝。

參考文獻

- Arai, S., T. Nose and Y. Hashimoto (1972) Qualitative requirements of young eels, *Anguilla japonica*, for water-soluble vitamins and their symptoms. Bull. Freshw. Fish. Res. Lab., Tokyo, 22: 69-83.
- Bodensteiner, L. R., R. J. Sheehan, W. M. Lewis, P. S. Wills and R. L. Herman (1993) Effects of repetitive formalin treatments on channel catfish juveniles. J. Aquat. Anim. Health, 5: 59-63.
- Brunson, M. W., H. R. Robinette, P. R. Bowser and T. L. Wellborn, Jr. (1983) Nutritional gill disease associated with starter feeds for channel catfish fry. Prog. Fish-Cult., 45: 119-120.
- Butthep, C., P. Sitasit and M. Bonyaratpalin (1985) Water-soluble vitamins essential for the growth of *Clarias*. In *Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development* (C.Y. Cho, C.B. Cowey and T. Watanabe eds.), International Development Research Center of Canada, Ottawa, Canada, 118-129.
- Cho, C. Y. and C. B. Cowey (1991) Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. In *Handbook of Nutrient Requirements of Finfish* (R. P. Wilson ed.), CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A., 131-143.

- Chow, B. F. (1982) Vitamin and Mineral Mix No.1. Warmwater Fish. FAO manual, FI:DP/IND/75/031 FAO, Rome., 31 pp.
- Halver, J.E. (2002) The vitamins. In Fish Nutrition (J.E. Halver and R. W. Hardy eds.), Academic Press, San Diego, CL, U.S.A., 61-141.
- Hinton, D. E. (1990) Histological techniques. In Methods for Fish Biology (C. B. Schreck and P. B. Moyle eds.), American Fisheries Society, Bethesda, MD, U.S.A., 191-211.
- Ikeda, S., Y. Ishibashi, O. Murata, T. Nasu and T. Harada (1988) Qualitative requirements of the Japanese parrot fish for water-soluble vitamins. Nippon Suisan Gakkaishi, 11: 2029-2035.
- Karges, R. G. and B. Woodward (1984) Development of lamellar epithelial hyperplasia in gills of pantothenic acid-deficient rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J. Fish Biol., 25: 57-62.
- Lipman, F., N. O. Kaplan, G. O. Novelli, L. C. Tuttle and M. B. Gruraid (1947) Coenzyme for acetylation, a pantothenic acid derivative. J. Biol. Chem., 167: 869-870.
- Masumoto, T., R. W. Hardy and R. R. Stichney (1994) Pantothenic acid deficiency detection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). J. Nutr. 124: 430-435.
- Murai, T. and J. W. Andrews (1975) Pantothenic acid supplementation of diets for catfish fry. Trans. Am. Fish. Soc., 104: 313-316.
- Murai, T. and J. W. Andrews (1979) Pantothenic acid requirements of channel catfish fingerlings. J. Nutr., 109: 1140-1142.
- NRC (National Research Council) (1981) Nutrient Requirements of Coldwater Fish. National Academy Press, Washington, DC, U.S.A., 78 pp.
- NRC (National Research Council) (1983) Nutrient Requirements of Warmwater Fish and Shellfishes. National Academy Press, Washington, DC, U.S.A., 192 pp.
- Ogino, R. C. (1967) B vitamin requirements of carp. II. Requirement for riboflavin and pantotheic acid. Nippon Suisan Gakkaishi, 33: 351-354.
- Poston, H. A. and J. W. Page (1982) Gross and histological signs of dietary deficiencies of biotin and pantothenic acid in lake trout, *Salvelinus namaycush*. Cornell Vet., 72: 242-261.
- Roem, A. J., R. R. Stickney and C. C. Kohler (1990) Vitamin requirements of blue tilapias in a recirculating water system. Prog. Fish-Cult., 52: 15-18.
- Roem, A. J. , R. R. Stickney and C. C. Kohler (1991) Dietary pantothenic acid requirement of the blue tilapia. Prog. Fish-Cult., 53: 216-219.
- Soliman, A. K. and R. P. Wilson (1992) Water-soluble vitamin requirements of tilapia. 1. Pantothenic acid requirement of blue tilapia, *Oreochromis aureus*. Aquaculture, 104: 121-126.
- Wilson, R. P., P. R. Bowser and W. E. Poe (1983) Dietary pantothenic acid requirement of fingerling catfish. J. Nutr., 113: 2124-2134.
- Wood, E. M. and W. T. Yasutake (1957) Histopathology of fish. V. Gill disease. Prog. Fish-Cult., 19: 7-13.
- Yano, T., M. Nakao, M. Furuichi and Y. Yone (1988) Effects of dietary choline, pantothenic acid and vitamin C on the serum complement activity of red sea bream. Nippon Suisan Gakkaishi, 54: 141-144.
- Yone, Y. and M. Fujii (1974) Studies on nutrition of red sea bream. 10. Qualitative requirements for water-soluble vitamins. Rep. Fish. Res. Lab. Kyushu Univ., 2: 25-32.

Preventive Effect of Pantothenate Added Diet against Gill Disease of Black Porgy (*Acanthopagrus schlegeli*)

Feng-Cheng Wu^{*}, Min-Lung Chen and Min-Nan Lin

Mariculture Research Center, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

Juvenile black porgy (*Acanthopagrus schlegeli*) were fed for 12 weeks on three test diets and one reference diet to investigate the effect of dietary pantothenate on growth, the survival rate, and gill disease. The test diet contained three levels (0, 50, and 150 mg/kg) of supplemental calcium D-pantothenate, and the reference diet contained 50 mg/kg of pantooylaurine as an antagonist. The results showed enhanced growth and survival, but with no external pathologies in black porgy fed the diets supplemented with pantothenate. Fish fed on the pantothenate-free or the reference diets exhibited growth retardation, high mortality rates, hemorrhagic skin, fin erosion, and gill lamellar hyperplasia; however, no fused filled filaments were observed. Gills with lamellar hyperplasia slightly recovered, and no mortality was observed in pantothenate-deficient fish fed the diet with 50 mg calcium D-pantothenate/kg. Gills with lamellar hyperplasia slightly recovered, and no mortality was observed in fish fed the diet with 50 mg calcium D-pantothenate/kg.

Key words: black porgy, *Acanthopagrus schlegeli*, pantothenate, dietary gill disease

^{*}Correspondence: Mariculture Research Center, Fisheries Research Institute, Chigu, Tainan, Taiwan. TEL: (06) 788-0461; FAX: (06) 788-1597; E-mail: fengch.wu@msa.hinet.net