

氨及亞硝酸之急性毒對金目鱸 *Lates calcaifer* 稚魚血液指數之影響

摘要

於溶氧、水溫、鹽度及 pH 值分別在 8.03-8.80 mg/l、24.7-26.4°C、32.1-33.0 ‰ 及 7.8-8.3 下之金目鱸。經 24、48、72 和 96 小時採取血樣分析血容積比、血色素和血糖值。

血容積比值和血紅素值不論氨-氮的濃度高低或處理時間之長短，在對照組與試驗組間無太大差異。血糖值在高濃度組（2.04 和 2.24 mg/l）暴露 24 小時魚之其血糖值較其他試驗組高。48、72 及 96 小時以後高濃度組的血糖值下降，而其他組別則呈緩慢下降的趨勢。

在亞硝酸-氮試驗下魚的血容積比值在對照組與試驗組間無太大差異，但 24 小時取樣時，在高濃度組（146.05 和 202.94 mg/l）暴露 24 小時後魚之血液呈現咖啡色（俗稱巧克力血）。隨著亞硝酸濃度的增高，試驗組之血紅素值明顯上升，且跟隨時間的延長，各試驗組也呈現上升現象。高濃度組暴露 24 小時魚之血糖值較其他試驗組為高。在 48、72 及 96 小時取樣時，高濃度組之血糖值快速下降，而其他組別則呈緩慢下降的趨勢。

關鍵詞：金目鱸，未解離氨-氮，亞硝酸-氮，血容積比，血紅素，血糖

養殖過程中，水產生物常常受到外界因子（光照週期、水質變化、飼料營養及病原性微生物）變化而導致對於生物體生長、生理代謝或疾病等方面的影響，這些影響不能單靠生物外表的變化判斷形成原因。環境因子影響血液成份的研究已有一些研究包括：溶氧⁽¹⁻⁴⁾、pH 值^(1,2,5)、亞硝酸與氨-氮濃度⁽⁶⁻¹⁴⁾、環境壓力⁽¹⁵⁻¹⁶⁾等；而魚血液成份研究結果均可做為判斷魚體健康與否的指標。

國內有關亞硝酸及氨-氮的毒性研究多針對淡水魚類，海水魚方面則較欠缺，然而在這些研究中同時對於魚類血液進行分析者，則更為缺乏。本試驗擬就血液指數與判斷水中氨-氮及亞硝酸濃度間的關係，藉以提供飼育金目鱸之參考。

一、材料與方法

金目鱸購自南部養殖場，試魚先蓄養在海水鹽度 32-34 ‰，水溫 25 ± 27°C 之蓄養槽三星期後，再進行分組試驗。試魚平均體長為 7.41 ± 0.19 cm，平均體重為 5.23 ± 0.33 g。

(A) 氨-氮試驗

以 12 個市售兩尺魚缸分別加入 40 l 海水後，放入 28 尾金目鱸，試驗期間其溶氧量、水溫、鹽度及 pH 值分別維持在 8.03-8.80 mg/l、24.7-26.4°C、32.1-33.0 ‰ 及 7.8-8.3。試驗設計為二重覆，其中包含 8 個試驗組（氨-氮濃度分別設定為 0.35、0.62、1.15、1.51、1.74、2.04、2.24 及 3.01 mg/l）及 1 個對照組。為保持各試驗組水中氨-氮濃度恆定，每天配製與各組設定的氨-氮濃度相同之水量加以全部更換。每日早晚分別投餵飼料各一次，投餵量為各組總體重之 3%，投餵 30 min 後撈除殘餌。每個魚缸均安裝放置有濾棉之上部過濾器及打氣石。採樣間隔分別於 24、48、72 及 96 小時，每缸取 2 尾進行分析。

魚隻抽血後分別檢測其血容積比（Hematocrit）、血紅素（Hemoglobin）及血糖（Serum glucose）。血容積比以毛細管抽取血液後，以離心機離心 5 min (10,000 rpm) 讀取數值。血紅素利用 Cyanmethaemoglobin 的方法以 Sigma Kit (525-A) 測得，血糖值則是以 Sigma Kit (510-A) 測得。

以 T-test 及變方分析 (One-way ANOVA) 檢定各組間之差異性。

(B) 亞硝酸－氮試驗

以 12 個市售兩尺魚缸分別加入 40 l 海水後，放入 28 尾金目鱸，試驗期間其溶氧量、水溫及鹽度分別維持在 8.13–8.51 mg/l、27–28°C 及 32.8–33.7 ‰。試驗設計為二重覆，其中包含 5 個試驗組（亞硝酸濃度分別設定為 30.56、52.34、101.41、146.05 及 202.94 mg/l）及 1 個對照組。試驗進行之操作方法、投餵模式、血液指數檢測法及試驗統計皆與氨－氮試驗組相同。

二、結果

(A) 氨－氮試驗

暴露在為 3.01 mg/l 氨－氮不到 24 小時即全數死亡。

1. 血容積比的變化

經 24 小時後，魚血容積比隨氨－氮濃度增加而下降，但隨著試驗時間的延長，彼此間的差別減少。統計結果發現不論氨－氮濃度或處理時間均無明顯差異存在 ($p > 0.05$; Table 1)。

Table 1. Mean ($\pm$ SEM) hematocrit of giant sea perch *Lates calcarifer* exposed to different concentration of un-ionized ammonia-N after different time intervals.

Time elapsed (h)	Un-ionized ammonia-N (mg/l)								
	CTL	0.35	0.62	1.15	1.51	1.74	2.04	2.24	3.0
24	30.25 $\pm$ 1.54	30.25 $\pm$ 1.71	27.00 $\pm$ 5.16	26.25 $\pm$ 5.06	30.75 $\pm$ 2.22	26.50 $\pm$ 4.65	27.50 $\pm$ 4.20	26.65 $\pm$ 3.91	—
48	28.25 $\pm$ 4.11	26.75 $\pm$ 2.75	25.75 $\pm$ 4.99	27.00 $\pm$ 5.71	26.25 $\pm$ 4.78	25.75 $\pm$ 4.34	30.50 $\pm$ 1.91	—	—
72	31.75 $\pm$ 2.36	27.25 $\pm$ 6.07	27.50 $\pm$ 2.88	28.75 $\pm$ 3.50	25.75 $\pm$ 4.35	27.00 $\pm$ 2.45	—	—	—
96	33.00 $\pm$ 4.76	28.00 $\pm$ 5.41	26.25 $\pm$ 3.50	27.50 $\pm$ 2.88	26.25 $\pm$ 2.50	28.50 $\pm$ 2.64	—	—	—

— : Death rate up to 100%

2. 血紅素的變化

血紅素變化與血容積比變化相似 (Table 2)，隨著氨－氮濃度的增高，血紅素逐漸上升，隨著處理時間的延長逐漸下降。但，對照組與試驗組間無顯著差異存在 ($P > 0.05$)。

3. 血糖的變化

實驗之初，各試驗組間魚的進食狀況差異很大，高濃度組 (2.04 和 2.24 mg/l) 幾乎不進食，中濃度組 (1.15、1.51 和 1.74 mg/l) 少量進食，而低濃度組 (0.35 和 0.62 mg/l) 與對照組進食情形較佳。

取樣時，暴露在 2.24 mg/l 組經 24 小時後其血糖值較其他組有明顯差異 ($p < 0.05$; Table 3)。對照組和其他組別在 48 小時取樣時，無明顯差異存在 ($p > 0.05$)。72 及 96 小時取樣時，各組之血糖值隨著氨－氮濃度的增加而呈現下降的趨勢，並沒有明顯差異存在 ($p > 0.05$)。

本試驗所得未解離態氨－氮對於金目鱸稚魚 24、48、72 和 96 小時之半致死濃度 (LC_{50}) 為 1.95、1.59、1.50 及 1.49 mg/l，總氨－氮之 LC_{50} 分別為 36.61、29.81、28.18 及 28.08 mg/l，所以建議飼育金目鱸稚魚時的未解離態氨－氮和總氨－氮的安全濃度分別為 0.15 及 2.81 mg/l (黃等，投稿中)。

(B) 亞硝酸－氮試驗：

1. 血容積比的變化

除了 202.94 mg/l 組之血容積比有明顯差異 ($p < 0.05$) 外，其他試驗組與對照組間則無明顯差異 ($p > 0.05$; Table 4)。暴露在高濃度組 (146.05 及 202.94 mg/l) 24 小時後之魚之血液已開始呈現咖啡色，代表水中的亞硝酸濃度已對魚隻產生影響，此時其死亡率分別達 45.0 和 67.5%，其他組別在隨後的 48、72 和 96 小時取樣時也陸續發現咖啡色血液的情形。

Table 2. Mean ($\pm$ SEM) hemoglobin (g/dl) as giant sea perch *Lates calcarifer* exposed to different concentrations of un-ionized ammonia-N after different time intervals.

Time elapsed (h)	Un-ionized ammonia-N (mg/l)								
	CTL	0.35	0.62	1.15	1.51	1.74	2.04	2.24	3.01
24	6.45 $\pm$ 1.08	6.20 $\pm$ 0.81	6.55 $\pm$ 1.29	7.08 $\pm$ 1.47	6.59 $\pm$ 0.96	6.67 $\pm$ 22	7.12 $\pm$ 1.93	7.02 $\pm$ 0.84	—
48	7.02 $\pm$ 0.64	6.87 $\pm$ 0.72	7.01 $\pm$ 0.97	6.62 $\pm$ 1.02	6.84 $\pm$ 1.14	7.05 $\pm$ 1.27	6.90 $\pm$ 1.27	—	—
72	6.83 $\pm$ 0.95	6.90 $\pm$ 1.06	6.94 $\pm$ 0.99	7.26 $\pm$ 0.73	6.80 $\pm$ 1.13	6.95 $\pm$ 1.04	—	—	—
96	7.15 $\pm$ 0.30	7.05 $\pm$ 0.39	6.92 $\pm$ 0.36	6.23 $\pm$ 0.97	7.06 $\pm$ 0.94	6.63 $\pm$ 0.66	—	—	—

— : Death rate up to100%

Table 3. Mean ($\pm$ SEM) serum glucose (mg/dl) of giant sea perch *Lates calcarifer* exposed to different concentrations of un-ionized ammonia-N after different time intervals.

Time elapsed (h)	Un-ionized ammonia-N (mg/l)								
	CTL	0.35	0.62	1.15	1.51	1.74	2.04	2.24	3.01
24	116.25 $\pm$ 11.78	109.75 $\pm$ 12.91	112.50 $\pm$ 31.33	110.25 $\pm$ 12.28	121.00 $\pm$ 21.22	112.75 $\pm$ 8.05	138.25 $\pm$ 16.25	153.75 $\pm$ 15.75 ^a	—
48	119.75 $\pm$ 9.56	112.75 $\pm$ 22.60	100.00 $\pm$ 7.87	105.75 $\pm$ 9.46	109.75 $\pm$ 12.09	104.75 $\pm$ 19.72	83.50 $\pm$ 19.12	—	—
72	121.25 $\pm$ 12.89	108.00 $\pm$ 19.30	106.50 $\pm$ 8.54	99.00 $\pm$ 20.96	98.25 $\pm$ 12.97	86.00 $\pm$ 9.05	—	—	—
96	117.50 $\pm$ 12.56	111.50 $\pm$ 12.45	112.25 $\pm$ 15.13	102.50 $\pm$ 12.12	99.00 $\pm$ 12.14	80.50 $\pm$ 11.85	—	—	—

— : Death rate up to100%

a : p <0.05

Table 4. Mean ($\pm$ SEM) hematocrit of giant sea perch *Lates calcarifer* exposed to different concentrations of nitrite-N after different time intervals.

Time elapsed (h)	Nitrite-N (mg/l)					
	CTL	30.56	52.34	101.41	146.05	202.94
24	31.25 $\pm$ 1.26	29.00 $\pm$ 3.36	28.25 $\pm$ 4.79	28.00 $\pm$ 4.08	27.5 $\pm$ 2.88	35.75 $\pm$ 4.34 ^a
48	29.50 $\pm$ 1.91	30.25 $\pm$ 2.06	29.75 $\pm$ 3.78	27.75 $\pm$ 5.18	28.25 $\pm$ 2.36	41.25 $\pm$ 4.87 ^a
72	29.00 $\pm$ 2.58	27.00 $\pm$ 2.45	28.95 $\pm$ 4.69	28.06 $\pm$ 6.27	28.18 $\pm$ 2.58	43.50 $\pm$ 5.06 ^a
96	30.00 $\pm$ 1.41	29.50 $\pm$ 1.73	29.00 $\pm$ 4.32	27.50 $\pm$ 6.45	29.50 $\pm$ 5.25	—

— : Death rate up to100%

a : p <0.05

2. 血紅素的變化

暴露 24 小時取樣時，在試驗組與對照組間的試魚其血紅素值無差異存在 ($p > 0.05$; Table 5)，由低濃度至高濃度組 (30.56 至 202.94 mg/l)，血紅素值隨

亞硝酸濃度增高而上升，同時隨著採樣時間的延長，尤其以 202.94 mg/l 組與其他組別間之差異最為明顯 ($p < 0.05$)。

3. 血糖值變化

實驗開始之初，各試驗組試魚的進食狀態差異很大，高濃度組少量或幾乎不進食，低濃度組與對照組之進食情形較佳 (Table 6)。在 24 小時取樣時，高濃度組試魚之血糖值較其他組別及對照組為高 ($p < 0.05$)，但在 48、72 及 96 小時取樣時，高濃度組的血糖值即開始迅速的降低 ($p < 0.05$)，其他組別與

對照組之間則差異不明顯 ($p > 0.05$)，但也有隨時間而下降的趨勢。

本試驗所得亞硝酸－氮之 LC_{50} 分別為 219.0、141.6、87.8 及 62.8 mg/l，所以建議飼育金目鱸稚魚時水中之亞硝酸－氮的安全濃度為 6.30 mg/l⁽¹⁶⁾ (投稿中)。

Table 5. Mean ($\pm$ SEM) hemoglobin (g/dl) of giant sea perch *Lates calcarifer* exposed to different concentrations of nitrite-N after different time intervals.

Time elapsed (h)	Nitrite-N (mg/l)					
	CTL	30.56	52.34	101.41	146.05	202.94
24	6.95 $\pm$ 0.98	6.08 $\pm$ 0.18	6.48 $\pm$ 0.82	7.11 $\pm$ 0.65	7.23 $\pm$ 1.06	7.92 $\pm$ 1.16 ^a
48	6.87 $\pm$ 1.95	6.24 $\pm$ 0.88	6.31 $\pm$ 1.06	7.45 $\pm$ 0.61	7.14 $\pm$ 0.70	9.36 $\pm$ 0.79 ^a
72	6.58 $\pm$ 1.05	7.23 $\pm$ 1.63	6.38 $\pm$ 0.59	8.83 $\pm$ 0.75	9.11 $\pm$ 1.15	10.84 $\pm$ 0.59 ^a
96	6.33 $\pm$ 0.75	6.28 $\pm$ 1.52	7.01 $\pm$ 1.84	8.67 $\pm$ 0.57	9.27 $\pm$ 0.74	—

— : Death rate up to 100%

a : $p < 0.05$

Table 6. Mean ($\pm$ SEM) serum glucose (mg/dl) of giant sea perch *Lates calcarifer* exposed to different concentrations of nitrite-N after different time intervals.

Time elapsed (h)	Nitrite-N (mg/l)					
	CTL	30.56	52.34	101.41	146.05	202.94
24	119.25 $\pm$ 9.81	118.25 $\pm$ 21.50	123.75 $\pm$ 12.42	126.25 $\pm$ 6.08	143.00 $\pm$ 14.85	149.25 $\pm$ 16.82 ^a
48	112.50 $\pm$ 17.14	100.25 $\pm$ 9.95	97.75 $\pm$ 8.26	104.50 $\pm$ 10.75	94.00 $\pm$ 8.60	70.75 $\pm$ 11.32 ^a
72	116.50 $\pm$ 12.76	94.25 $\pm$ 12.04	83.00 $\pm$ 7.61	81.00 $\pm$ 9.27	85.25 $\pm$ 10.27	65.25 $\pm$ 6.85 ^a
96	120.50 $\pm$ 13.63	89.75 $\pm$ 13.07	79.50 $\pm$ 6.45	73.25 $\pm$ 9.60	69.25 $\pm$ 7.80	—

— : Death rate up to 100%

a : $p < 0.05$

三、討 論

Roche and Boge 指出，環境壓力對於海鱸 *Dicentrarchus labrax* 之血容積比、血色素值和血糖值會造成影響，其中又以物理性壓迫（溫度及鹽度）

的影響大於化學性（氨-氮、亞硝酸、藥物及重金屬）⁽¹⁵⁾。血容積比、血色素值和血糖值三者檢測值之高低依序為物理性壓迫組 > 對照組 > 化學性壓迫組。在本試驗中並未發現實驗組之血容積比與對照組有明顯之差異存在，血色素值則有隨著亞硝酸－氮濃度上升而增加的情形，血糖值則可能因為環境緊迫及未持

續進食產生了先升後降的劇烈變化。

試驗結果中不論在氨—氮或亞硝酸—氮處理組，皆未發現試魚的死亡率、血色素值與處理濃度三者之間有明顯關連存在 ($p > 0.05$)。Palachek and Tomasso⁽⁷⁾ 及 Almendras⁽⁹⁾ 分別以鯰魚、吳郭魚、大口鱸和虱目魚為研究材料也發現了相同的結果。

Fivelstad et al.⁽¹⁰⁾ 進行相似的氨—氮試驗時，發現大西洋鮭魚在 $21 \mu\text{g/l}$ 濃度下飼養 30 天後其血容積比和血糖值有明顯上升的情形，彼等認為血糖值對於氨—氮濃度變化係最敏銳的參考數據。而 Knoph and Thorud⁽¹³⁾ 認為滲透壓、 Na^+ 、 Cl^- 離子的變化較血糖值的變化更能反應氨—氮濃度對魚類所造成的影響，該文同時提到氨—氮濃度增加，會導致紅血球數量下降和 MCV 值上升。在本試驗中並未發現血糖值與氨—氮濃度變化有明顯的相關，可能是試驗時間較短而無法判定其差別。

Byrne et al.⁽¹⁷⁾ 和 Kjartansson et al.⁽¹⁸⁾ 指出，大西洋鮭魚在氨—氮最高無影響濃度 (Highest no observed effect concentrations, HOECs) $22 \mu\text{g/l}$ NH_3 —N 下，其血液之滲透壓、血容積比、血糖值及紅血球數已改變，而此一濃度低於其最低影響濃度 (Lowest observed effect concentrations, LOECs; $40 \mu\text{g/l}$ NH_3 —N)。本試驗中氨—氮處理組之 HOECs (1.15 mg/l NH_3 —N) 的血糖值與 LOECs (1.51 mg/l NH_3 —N) 也有類似的結果。

在氨—氮和亞硝酸—氮處理組的試驗初期，高濃度組的試魚在微量進食或幾乎不進食的情況下，其血糖值反而呈現上升的情形，Sousa and Meade⁽¹⁹⁾ 認為，可能是來自於果糖酵素刺激，增加了血液中的腎上腺素導致血糖值上升。

在亞硝酸—氮處理組的血色素值變化較氨—氮處理組來得明顯，且隨著濃度與處理時間增加，死亡率也同步上升。Smith and Williams⁽²⁰⁾ 提到，雖然血色素值的變化是導致魚隻死亡的原因之一，但並非亞硝酸毒性之主要機制。Palachek and Tomasso⁽⁷⁾ 也認為可能導致死亡的原因包含魚種本身生理代謝能力及對於環境溶氧量要求。

Person-Le Ruyet et al.⁽¹¹⁾ 指出以海鱸 *Dicentrarchus labrax* 和海鯛 seabream *Sparus aurata* 為對象的試驗中發現，同一魚種其稚齡魚對於氨—氮濃度的耐受能力高於成魚。Perrone and Meade⁽²¹⁾ 指出，就同一魚種而言，稚齡魚對於亞硝酸濃度的耐受能力遠高於成魚，可能是稚魚之造血系統比成魚來得活躍，對於外

界刺激的應變能力較強所致。

四、參考文獻

1. Taege, M. (1984) On the influence of temperature, pH and O_2 partial pressure on some parameters on the acid/base balance in carp (*Cyprinus carpio*). Fortschr. Fischerwiss. Adv. Fish. Sci., 3: 97-107.
2. McKenzie, D. J., S. Aota and D. J. Randall (1991) Ventilatory and cardiovascular responses to blood pH, plasma PCO_2 , blood O_2 content, and catecholamines in an air-breathing fish, the bowfin (*Amia calva*). Physiol. Zool., 64(2): 432-450.
3. Soresen, B. and R. E. Weber (1995) Effects of oxygenation and the stress hormones adrenaline and cortisol on the viscosity of blood from the trout *Oncorhynchus mykiss*. J. Exp. Biol., 198 (4): 953-959.
4. Ven Pittius, M. C., J. H. J. Ven Vuren and H. H. Du Preez (1992) Effects of chromium during pH change on blood coagulation in *Tilapia sparrmanii* (Cichlidae). Comp. Biochem. Physiol., 2: 371-374.
5. Buckley, J. A., C. M. Whitmore and B. D. Liming (1979) Effects of prolonged exposure to ammonia on the blood and liver glycogen of Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). Comp. Biochem. Physiol., 63 C: 297-303.
6. Swift, D. J. (1981) Changes in selected blood component concentration of rainbow trout, *Salmo gairdneri* R., exposed to hypoxia or sublethal concentration of phenol or ammonia. J. Fish Biol., 19: 45-61.
7. Palachek, R. M. and J. R. Tomasso (1984) Toxicity of nitrite to channel catfish (*Ictalurus punctatus*), tilapia (*Tilapia aurea*), and largemouth bass (*Micropterus salmoides*): Evidence for a nitrite exclusion mechanism. Can. J. Fisher. Auqa. Sci., 41(12): 1739-1744.
8. Thurston, R. V., R. C. Russo, R. J. Luedtke, C. E. Smith, E. L. Meyn, C. Chakoumakos, K. C. Wang and C. D. J. Bown (1984) Chronic toxicity of ammonia to rainbow trout. Trans. Am. Fish. Soc., 113: 27-45.
9. Almendras, J. M. E. (1987) Acute nitrite toxicity and methemoglobinemia in juvenile milkfish *Chanos chanos* Forsskal. Aquaculture, 61: 33-40.
10. Fivelstad, S., J. Schwarz, H. Stromsnes and A. B. Olsen (1995) Sublethal effects and safe levels of ammonia in

- seawater for Atlantic salmon postsmolts (*Salmo salar* L.). *Aquacult. Eng.*, **14**: 271-280.
11. Person-Le Ruyet, J., H. Chartois and L. Quemener (1995) Comparative acute ammonia toxicity in marine fish and plasma ammonia response. *Aquaculture*, **136**(1-2): 181-194.
12. Kamstra, A., J. A. Span and J. H. Van Weerd (1996) The acute toxicity and sublethal effects of nitrite on growth and feed utilization of European eel, *Anguilla anguilla* (L.). *Aquaculture & Research*, **27**(12): 903-911.
13. Knoph, M. B. and K. Thorud (1996) Toxicity of ammonia to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in seawater — effects on plasma osmolality, ion, ammonia, urea and glucose levels and hemotologic parameters. *Comp. Biochem. Physiol.*, **113A**(4): 375-381.
14. Biron, M. and T. J. Benfey (1994) Cortisol, glucose and hematocrit changes during acute stress, cohort sampling, and the diel cycle in diploid and triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis* Mitchill). *Fish Physiol. Biochem.*, **13**(2) : 153-160.
15. Roche, H. and G. Boge (1996) Fish blood parameters as potential tool for identification of stress caused by environmental factors and chemical intoxication. *Mar. Environ. Res.*, **41**(1): 27-43.
16. 黃美瑩, 許慧文, 劉文御 (2000) 氨及亞硝酸對金目鱸 *Lates calcarifer* 稚魚之急性毒研究, *水產研究*, **7**: 45-51。
17. Smith, C. E. and W. G. Williams (1974) Experimental nitrite toxicity in rainbow trout and chinook salmon. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **130**: 389-390.
18. Perrone, S. J. and T. L. Meade (1977) Protective effect of chloride on nitrite toxicity to coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *J. Fish. Res. Board Can.*, **34**(40): 486-492.
19. Byrne, J. M., F. W. H. Beamish and R. L. Saunders (1972) Influence of salinity, temperature, and exercise on plasma osmolality and ionic concentration in Atlantic salmon (*Salmon salar*). *J. Fish. Res., Bd. Can.*, **29**: 1217-1220.
20. Kjartansson, H., S. Fivelstad, J. M. Thomassen and M. J. Smith (1988) Effects of different stocking densities on physiological parameters and growth of adult Atlantic salmon (*Salmon salar* L.) reared in circular tanks. *Aquaculture*, **73**: 261-274.
21. Sousa, R. J. and F. Y. Rolf (1977) The inference of ammonia on the oxygen delivery system of coho salmon hemoglobin. *Comp. Biochem. Physiol.*, **58A**: 8-23.

Hui-Wen Hsu, Mei-Ying Huang and
Wen-Yu Liu

Department of Aquaculture, Taiwan Fisheries
Research Institute, 199, Hou-Ih Rd., Keelung 202,
Taiwan.

(Accepted 11 November 2000)



Acute Toxicity of Ammonia and Nitrite to Giant Sea perch *Lates calcaifer* Juveniles - Effects on Hematologic Parameters

Abstract

Giant sea perch *Lates calcaifer* juveniles were exposed to nominal un-ionized ammonia at 0.02 (control), 0.35, 0.62, 1.15, 1.51, 1.74, 2.04, 2.24 and 3.01 mg/l (nominal concentration) and nitrite levels of 0.04 (control), 30.56, 52.34, 101.41, 146.05 and 202.94 mg/l, in running seawater at 25-27°C, pH 7.8-8.3, 32-34 ppt salinity. Hematocrit, hemoglobin and serum glucose were measured after 24, 48, 72 and 96-h of exposure.

No significant difference in hematocrit and hemoglobin was observed in the control fish and the fish exposed to un-ionized ammonia for 24 to 96-h. Serum glucose decreased with increasing un-ionized ammonia. No significant difference in hematocrit was observed among the fish exposed to different nitrite for 24 to 96-h. Hemoglobin increased, but serum glucose decreased, with increasing ambient nitrite.

Key words : *Lates calcaifer*, Un-ionized ammonia-N, Nitrite-N, Hematocrit, Hemoglobin, Serum glucose