

氨毒對淡水及海水吳郭魚血液學指數的影響

摘要

氨在水中有兩種型式，一是離子態的氨離子，另一則是非離子態的氨分子，對魚類而言，非離子態氨分子的毒性遠比離子態的氨離子強。兩者在水中的比例受許多環境因子的影響，一般來說，非離子態氨分子在高 pH 值、高溫及低鹽度下會有較高的比例。本實驗旨在調查淡、海水吳郭魚處在相同濃度的總氨氮 (30 mg/l) 下一天，血液學指數是否有所差異，依公式推算，淡、海水中的非離子態氨濃度分別為 1.58 及 3.73 mg/l。結果顯示淡、海水吳郭魚處於此一亞致死濃度下，雖然非離子態氨濃度相差近兩倍，但各項生理指標的變化情形卻相當類似，不論在淡水或海水中，起始組、對照組及氨組間的血容積比、血漿氨離子及總蛋白質都沒有顯著差異。唯一有顯著差異者是血糖，在淡、海水中，氨組值都明顯高於起始組與對照組。

關鍵詞：氨，血液學指數，吳郭魚

氨 (Ammonia) 是所有硬骨魚類 (Osteichthyes) 的主要氮代謝產物⁽¹⁾，也是集約養殖中最容易產生的毒性物質⁽²⁾。氨在水中主要有兩種型式，一是非離子態的氨分子 (Unionized ammonia, NH_3 , UIA-N)，另一則是離子態的氨離子 (Ammonium ion, NH_4^+)，兩者在水中之總和稱為總氨氮量 (Total ammonia-N, TAN)。對水生動物而言，非離子態氨分子的毒性遠比離子態的氨離子強⁽¹⁾，兩者在水中的比例主要受 pH 值、鹽度及溫度的影響，一般來說，非離子態氨分子在高 pH 值、高溫及低鹽度下會有較高的比例⁽³⁾。

對廣鹽性 (Euryhaline) 的魚類而言，在同濃度總氨氮下，除了非離子態氨在淡、海水中所產生比例不同，會產生強弱不同的毒性外，另外，魚類在淡、海水中排除含氮廢物的部位及機制也有所差異⁽⁴⁻⁵⁾。Sayer and Davenport⁽⁴⁾發現，海水魚有 50-70 % 的含氮廢物是由頭部排除，可是淡水魚卻有高達 90 % 的含氮廢物是由頭部排除。即使對頭部主要排除氨的器官-鰓而言，也因為淡、海水魚鰓部細胞間緊密結合 (Tight junction) 的構造不同，以至於排除氨的機制也不盡相同⁽⁴⁾。因此我們相當有興趣去探討在同樣總氨氮濃度下，廣鹽

性魚類在淡、海水中的生理變化是否會有所差異。在此，我們選擇一種台灣最常見的廣鹽性魚類-莫三比克種吳郭魚 *Oreochromis mossambicus* 當為材料，對此一題目進行研究。

材料及方法

本實驗所使用之莫三比克種吳郭魚取自水產試驗所台南分所之田間池，體重約 45-70 公克。自田間池捕獲後馴養在 2 噸 FRP 桶內，內置淡水或海水 (30 ppt) 1,500 公升，海水組魚在捕捉後直接置於海水桶中，淡水組魚則經一天 15 ppt 水馴化後，再改置於純淡水中，馴化時間在兩週以上。蓄養期間，我們每天餵食沉性石斑魚飼料 (福壽牌，台中) 兩次，餵食完後兩小時以虹吸管清除殘餌及糞便。為維持水質，淡、海水桶內之水約每四到五天換水一次。實驗魚在實驗進行前兩天停止餵食。

實驗進行時，取 20 隻魚分別置於兩個 290 公升塑膠桶內，內置淡水或海水 (30 ppt) 150 公升，每桶各置魚 10 尾。其中一桶為對照組，不添加氨，以

Ammonium-test kit (Aquamerck, 0.5-10 mg/l NH_4^+ , Germany) 測定水中總氨氮濃度，發現不論淡水或海水，其值皆接近 0 mg/l (Table 1)；另一桶為氨組，添加氯化銨 (NH_4Cl)，使淡水或海水中所添加之總氨氮濃度為 30 mg/l，既然上述未加氯化銨前之水中總氨氮值接近 0 mg/l，此約即為加入氯化銨後氨組水中之總氨氮濃度。Lin and Liu⁽⁶⁾在莫三比克種吳郭魚及尼羅種

吳郭魚雜交魚 *O. mossambicus* × *O. niloticus* 所作之氨毒實驗顯示，雜交吳郭魚在總氨氮 30 mg/l 下的淡水中 96 小時會有 0-12.5 % 的死亡率，因此，我們選用此一濃度當為我們添加之總氨氮濃度劑量。淡、海水中非離子態氨濃度依 Emerson et al.⁽⁷⁾及 Bower and Bidwell⁽⁸⁾公式推算，分別為 1.58 及 3.73 mg/l。各水桶在實驗期間均有輕微打氣。

Table 1. Initial water quality in the freshwater and seawater tanks.

Group/parameter	pH value	Total ammonia-N (mg/l)	Unionized ammonia-N (mg/l)
Freshwater (0 ppt, 30 °C)			
Control	8.32	0	0
Ammonia	7.84	30	1.58 ¹
Seawater (30 ppt, 30 °C)			
Control	8.53	0	0
Ammonia	8.32	30	3.73 ²

Remarks:

¹: Calculated value following equation in Emerson et al. (1975)

²: Calculated value following equation in Bower and Bidwell (1978)

我們在魚進入塑膠桶前(起始組)及在桶中 24 小時後，以添加肝素 (Heparin Li) 的 2.5 ml 塑膠針筒抽血採樣，再任意挑選取其中 8-9 隻魚之血液分析血容積比 (Hematocrit)、血糖 (Glucose)、血漿氯離子 (Chloride) 及總蛋白質 (Total plasma protein)。血容積比是在抽血後立即以毛細管吸取血液在 12,000×g 下離心 15 分後讀取。剩餘全血再以 5,000×g 下離心 30 分後，抽取上層血漿，以測量血糖、氯離子及總蛋白質。血糖以葡萄糖氧化酵素 (Glucose oxidase) 法測定，氯離子則是利用其與硫氰酸汞 (Mercuric thiocyanate) 及三價鐵產生紅棕色硫氰酸鐵 (Ferric thiocyanate) 的原理測定，總蛋白質則以折射計 (Refractometer, Atago, Japan) 測定。

所得各項血液學數據先以單維變方分析 (One-way ANOVA) 分析起始組、對照組及氨組間是否有差異，若達 5 % 顯著水準 ($p < 0.05$)，再以 Duncan's multiple range test 加以檢定⁽⁹⁾。

結果

淡、海水吳郭魚處於總氨氮 30 mg/l (非離子態氨濃度 1.58 及 3.73 mg/l) 下 24 小時均未有死亡現象，僅海水吳郭魚在處理初期體色較黑，但隨後體色即恢復正常。雖然淡、海水吳郭魚處於不同濃度的非離子態氨氮之下 (後者約為前者的 2.36 倍)，但如 Table 2 及 Table 3 顯示，不論是在淡水還是海水吳郭魚，血容積

比、血糖、血漿氨離子及總蛋白質都呈現類似的變化情況，亦即血容積比、血漿氨離子及總蛋白質在起始組、對照組及氨組間均未有顯著差異 ($p > 0.05$)；在三組間唯一有差異的只有血糖值，不論是在淡水還是

海水吳郭魚都有同樣的趨勢，即氨組顯著高於對照組及起始組，而對照組也高於起始組，其中氨組的血糖值（接近 70 mg/dl）幾近是起始組值（32-35 mg/dl）的兩倍之高。

Table 2. Blood component values of freshwater tilapia following exposure to ammonia for 24 hours. Mean $\pm$ SEM, n = 8-9.

<i>Parameter/group</i>	<i>Initial</i>	<i>Control</i>	<i>Ammonia</i>
Hematocrit (%)	27.63 $\pm$ 1.02	29.92 $\pm$ 1.76	30.61 $\pm$ 1.25
Plasma glucose (mg/dl)	35.25 $\pm$ 3.80 ^a	50.09 $\pm$ 2.57 ^b	69.40 $\pm$ 7.35 ^c
Plasma chloride (mEq/l)	110.66 $\pm$ 2.63	107.08 $\pm$ 2.46	110.29 $\pm$ 4.43
Total plasma protein (g/dl)	3.15 $\pm$ 0.16	3.39 $\pm$ 0.15	3.22 $\pm$ 0.13

Remarks: Values with different superscripts in the same raw are significantly different (One-way ANOVA with Duncan's multiple range test, $p < 0.05$).

Table 3. Blood component values of seawater tilapia following exposure to ammonia for 24 hours. Mean $\pm$ SEM, n = 8-9.

<i>Parameter/group</i>	<i>Initial</i>	<i>Control</i>	<i>Ammonia</i>
Hematocrit (%)	30.06 $\pm$ 1.49	29.33 $\pm$ 0.33	31.06 $\pm$ 1.23
Plasma glucose (mg/dl)	32.52 $\pm$ 4.65 ^a	51.47 $\pm$ 5.43 ^b	71.15 $\pm$ 5.55 ^c
Plasma chloride (mEq/l)	121.36 $\pm$ 2.01	115.63 $\pm$ 7.34	118.67 $\pm$ 5.28
Total plasma protein (g/dl)	2.90 $\pm$ 0.13	2.86 $\pm$ 0.08	2.93 $\pm$ 0.08

Remarks: Values with different superscripts in the same raw are significantly different (One-way ANOVA with Duncan's multiple range test, $p < 0.05$).

討論

雖然同樣是在總氨氮 30 mg/l 下，非離子態氨分子在淡、海水中的佔總氨氮量的比例卻分別為 5.28 及

12.43 %，這主要是因為海水中的 pH 值較淡水高約 0.4，且海水對酸鹼變化的緩衝能力亦較強，即使添加氯化銨，pH 值下降的情形亦較輕微 (Table 1)，因此雖然鹽度升高會降低水中非離子態氨分子佔總氨氮量的比例，但 pH 所造成的效應卻又比鹽度大得多了。

以 Bower and Bidwell⁽⁸⁾所列之表為例，同樣在 25 °C 及 pH 為 8.0 下，18-22 ppt 海水中之非離子態氨分子佔總氨氮量的比例比在 32-40 ppt 中者約高 0.6%；但在 25 °C 及 28-31 ppt 下，pH 8.3 的海水中非離子態氨分子佔總氨氮量的比例卻比在 pH 7.8 中者約高 5.67%，由此可見 pH 值差異對水中氨毒性的影響之鉅。

水中氨濃度升高經常會造成魚血中含氧量下降^(10,11)，而魚處於缺氧情況下，血容積比通常會升高^(12,13)，此可能是因為紅血球漲大、血漿流入組織或脾臟釋放出儲存的紅血球所造成⁽¹²⁻¹⁴⁾。Swift⁽¹²⁾及 Vedel et al.⁽¹⁴⁾都發現淡水虹鱔 *Oncorhynchus mykiss* 處於非離子態氨濃度 0.33 mg/l 下一天，血容積比會升高。但是氨毒造成血容積比變化的情形似乎也會因處理魚種的生理及健康狀況而有異，Knoph and Thorud⁽¹⁵⁾發現馴化於海水中的大西洋鮭 *Salmo salar* 在非離子態氨濃度 0.225 mg/l 下 2-3 天，血容積比下降；Know and Chang⁽¹⁶⁾則將黑鯛 *Acanthopagrus schlegelii* 置於總氨氮量 4-10.4 mg/l 濃度下五天，同樣發現血容積比下降的情形。對於此種情形，Knoph and Thorud⁽¹⁵⁾認為，可能是氨毒造成大西洋鮭血中滲透壓升高，因而導致紅血球縮小(Shrinking)或紅血球減少，以致於血容積比值相對下降；Know and Chang⁽¹⁶⁾則發現水中氨升高使得黑鯛鰓受損，造成溶血，因而使得血容積比減少，在十天後才逐漸恢復。而當魚體滲透壓沒有改變，鰓未受損，且氨毒也未對魚紅血球產生太大傷害時，魚的血容積比也可能不會產生明顯的變化^(11,17)，本研究中的吳郭魚可能即處於此狀況，因而氨組的血容積比與對照組沒有顯著的差異。不過血容積比沒有發生變化並不代表魚血的輸氧能力不受氨毒的影響，Sousa and Meade⁽¹⁸⁾就發現氨毒可能會影響血紅素(Hemoglobin)與氧氣的結合能力，進而降低魚類的輸氧能力。

一般來說，處於壓迫(Stress)下的魚類經常會呈現高血糖(Hyperglycemia)的狀態⁽¹⁹⁾，對魚類而言，水中氨毒也算是一種壓迫源(Stressor)，所以急性氨中毒的魚類血糖往往也會升高^(12,15,20)，此可能與氨會促進魚體內的腎上腺皮質醇(Cortisol)及兒茶酚氨(Catecholamine)升高有關^(2,21)，因為這兩種激素都會促使魚血糖升高⁽¹⁹⁾。本實驗除了氨組血糖較起始組及對照組高外，對照組的血糖值也顯著高於起始組，此顯示由大 FRP 桶轉移至較小的塑膠桶蓄養對吳郭魚而言也造成了壓迫，因此血糖也增加了。事實上，除了

一般非特定性的壓迫反應(Non-specific stress response)外，很多作者^(10,12,21)都認為氨毒可能也會造成魚體特定組織或器官受損，因而造成魚血糖升高。Swift⁽¹²⁾認為氨毒會使糖解作用(Glycolysis)增強，但卻抑制克拉柏循環(Kreb's cycle 或是 Tricarboxylic acid cycle)，淨作用使得葡萄糖在血中累積。Schenone et al.⁽²²⁾則認為氨中毒的魚為了解除腦中氨毒，會大量消耗 ATP，以使 Glutamate 與氨結合轉換成 Glutamine 以利排除，而為了補充 ATP，又必須加速糖解作用，由於腦中葡萄糖主要來自血中⁽²³⁾，此毒理作用顯然會促使血糖升高，以補腦中所缺。

海水吳郭魚血中的氯離子濃度略高於淡水者，但不論淡水還是海水吳郭魚，血中氯離子濃度都不因氨毒而有所變化。此顯示在此氨毒濃度下尚不至於影響吳郭魚體內氯離子的調控能力，在 Swift⁽¹²⁾及 Le Ruyet et al.⁽¹⁾的實驗中，同樣可以發現淡水虹鱔、海水鯛魚 *Sparus auratus* 與 *Dicentrarchus labrax* 及比目魚 *Scophthalmus maximus* 血中的氯離子都不因氨毒而產生變化。可是 Knoph and Thorud⁽¹⁵⁾卻發現海水大西洋鮭在較低氨毒中(非離子態氨濃度 0.11 mg/l 以下)，血液中的滲透壓、氯離子及陽離子值雖然不會改變，但在較高濃度中(非離子態氨濃度 0.11 mg/l 以上)，上述各項數值都會隨氨毒濃度升高而逐漸上升，Knoph and Thorud⁽¹⁵⁾認為滲透壓及離子調節能力的失調，可能就是大西洋鮭在此濃度的氨毒下瀕臨死亡的主因之一。由此看來，氨毒對魚類滲透壓及氯離子調節能力的影響可能與魚種及氨毒性強弱有關。

血漿總蛋白質在淡、海水吳郭魚也不因氨毒而有所變化。血漿總蛋白質一般是被當作營養狀況的指標，變化的幅度通常較小^(24,25)，但是在某些壓迫狀態下，如低溫⁽²⁶⁾、低溶氧⁽²⁷⁾、麻醉^(28,29)，或急速運動⁽²⁵⁾等情況下，魚類的血漿總蛋白質仍會產生變化。在蝦類，氨毒會造成血淋巴液(Hemolymph)內的蛋白質量下降^(30,31)，此乃因氨進入血淋巴液後會促進血中蛋白質及血青素(Hemocyanin)代謝以維持滲透壓所致。魚類的滲透壓調節方式與甲殼類迥異，且我們由氯離子保持不變的情形來判斷，吳郭魚的血漿總蛋白質在總氨氮 30 mg/l 下應不會產生此種生理反應。

綜合上述，我們可以發現淡、海水吳郭魚處於總氨氮 30 mg/l 的亞致死(Sublethal)濃度下，雖然在兩種環境下非離子態氨濃度相差近兩倍多，但各項生理指標的變化情形卻相當類似，淡、海水魚彼此的數值也很接近。顯示在此總氨氮濃度下，因淡、海水中鹽度

謝辭

對於本分所同仁協助捕捉本實驗所用之吳郭魚，以及在實驗過程中的各項協助在此深表謝意。

參考文獻

1. Le Ruyet, J. P., G. Boeuf, J. Z. Infante, S. Helgaon and A. Le Roux (1998) Short-term physiological changes in turbot and seabream juveniles exposed to exogenous ammonia. *Comp. Biochem. Physiol.*, **119A**: 511-518.
2. Jeney, Zs., J. Nemcsók, G. Jeney and J. Oláh (1992) Acute effect of sublethal ammonia concentrations on common carp (*Cyprinus carpio* L.). I. Effect of ammonia on adrenaline and noradrenaline levels in different organs. *Aquaculture*, **104**: 139-148.
3. Russo, R. C. (1985) Ammonia, nitrite, and nitrate. In *Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications*, (G. M. Rand and S. R. Petrocelli eds.), Hemisphere Pub., New York, U. S. A., 455-471.
4. Sayer, M. D. J and J. Davenport (1987) The relative importance of the gills to ammonia and urea excretion in five seawater and one freshwater teleost species. *J. Fish Biol.*, **31**: 561-570.
5. Wilkie, M. P (1997) Mechanisms of ammonia excretion across fish gills. *Comp. Biochem. Physiol.*, **118A**: 39-50.
6. Lin, C. C. and C. I. Liu (1990) Test of ammonia toxicity of cultured hybrid tilapia. In *The Second Asian Fisheries Forum*, (R. Hirano and I. Hanyu eds.), Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 457-460.
7. Emerson, K., R. C. Russo, R. E. Lund and R. V. Thurston (1975) Aqueous ammonia equilibrium calculation: effects of pH and temperature. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **32**: 2379-2383.
8. Bower, C. E and J. P. Bidwell (1978) Ionization of ammonia in seawater: effects of temperature, pH, and salinity. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **35**: 1012-1016.
9. Kirk, R. E. (1982) *Experimental design: procedures for the behavioral science*, 2 nd ed. Books/Cole Pub., Pacific Grove, California, U. S. A., 911 pp.
10. Fromm, P. O and J. R. Gillette (1968) Effect of ambient ammonia on blood ammonia and nitrogen excretion of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, **26**: 887-896.
11. Smart, G. R. (1978) Investigations of the toxic mechanism of ammonia to fish-gas exchange in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) exposed to acutely lethal concentrations. *J. Fish Biol.*, **12**: 93-104.
12. Swift, D. J. (1981) Changes in selected blood component concentrations of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, exposed to hypoxia or sublethal concentrations of phenol or ammonia. *J. Fish Biol.*, **19**: 45-61.
13. Martínez, F. J., M. P. García-Riera, M. Canteras, J. De Costa and S. Zamora (1994) Blood parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): simultaneous influence of various factors. *Comp. Biochem. Physiol.*, **107A**: 95-100.
14. Vedel, N. E., B. Korsgaard and F. B. Jensen (1998) Isolated and combined exposure to ammonia and nitrite in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): effects on electrolyte status, blood respiratory properties and brain glutamate/glutamine concentrations. *Aquat. Toxicol.*, **41**: 325-342.
15. 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 hematological parameters. *Comp. Biochem. Physiol.*, **113A**: 375-381.
16. Know, I. Y and Y. J. Chang (1996) Effects of ammonia concentration on histological and physiological status in black seabream (*Acanthopagrus schlegelii*). *J. Korean Fish. Soc.*, **29**: 828-836.
17. Smart, G. (1976) The effect of ammonia exposure on gill structure of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish Biol.*, **8**: 471-475.
18. Sousa, R. J. and T. L. Meade (1977) The influence of ammonia on the oxygen delivery system of coho salmon hemoglobin. *Comp. Biochem. Physiol.*, **58A**: 23-28.
19. Mazeaud, M. M., F. Mazeaud and E. M. Donaldson (1977) Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with general review. *Trans. Am. Fish.*

- Soc., **106**: 201-211.
20. Israeli-Weinstein, D. and E. Kimmel (1998) Behavioral response of carp (*Cyprinus carpio*) to ammonia stress. *Aquaculture*, **165**: 81-93.
21. Tomasso, J. R., K. H. Davis and B. A. Simco (1981) Plasma corticosteroid dynamics in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) exposed to ammonia and nitrite. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **38**: 1106-1112.
22. Schenone, G., A. Arillo, C. Margiocco, F. Melodia and P. Mensi (1982) Biochemical bases for environmental adaptation in goldfish (*Carassius auratus* L.): response to ammonia. *Ecotox. Environ. Saf.*, **6**: 479-488.
23. Sokoloff, L. (1989) Circulation and energy metabolism of the brain. In *Basic neurochemistry: molecular, cellular, and medical aspects*, 4th ed, (G. J. Siegel, B. W. Agranoff, R. W. Alberts and P. B. Molinoff eds.). Raven Press, New York, U. S. A., 565-590.
24. McCarthy, D. H., J. P. Stevenson and M. S. Roberts (1973) Some blood parameters of the rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). I. The Kamloops variety. *J. Fish Biol.*, **5**: 1-8.
25. Hille, S. (1982) A literature review of the blood chemistry of rainbow trout *Salmo gairdneri* Rich. *J. Fish Biol.*, **20**: 535-569.
26. Ishioka, H. (1980) Stress reactions in the marine fish-I. Stress reaction induced by temperature changes. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **46**: 523-531. (In Japanese with English abstract)
27. Ishioka, H. (1982) Changes of haematological constituents of red seabreams exposed to the ambient oxygen reduction. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **48**: 165-170. (In Japanese with English abstract)
28. Bourne, P. K. (1984) The use of MS 222 (tricaine methanesulfonate) as an anaesthetic for routine blood sampling in three species of marine teleosts. *Aquaculture*, **36**: 313-321.
29. Hunn, J. B and I. E. Greer (1991) Influence of sampling on the blood chemistry of Atlantic salmon. *Prog. Fish Cult.*, **53**: 184-187.
30. Chen, J. C., S. Y. Cheng and C. T. Chen (1994) Changes of haemocyanin, protein and free amino acid levels in the haemolymph of *Penaeus japonicus* exposed to ambient ammonia. *Comp. Biochem. Physiol.*, **109A**: 339-347.
31. Chen, J. C., C. T. Chen and S. Y. Cheng (1994) Nitrogen excretion and changes of hemocyanin, protein and free amino acid levels in the hemolymph of *Penaeus monodon* exposed to different concentrations of ambient ammonia-N at different salinity levels. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **110**: 85-94.

Jinn-Rong Hseu, Hui-Fen Chang and Yun-Yuan Ting

Tainan Branch, Taiwan Fisheries Research Institute,

4 Haipu, Sancu, Chicu, Tainan 724, Taiwan.

(Accepted 16 December 1999)



Effect of Ammonia Exposure on Blood Components in Freshwater and Seawater Tilapia *Oreochromis mossambicus*

Abstract

Ammonia exists in water in equilibrium between the ionized (NH_4^+) and ionized (NH_3) forms, and the toxicity to fish is mainly from the latter. The relative concentration of NH_3 in water is strongly influenced by several environmental factors. Generally, the proportion of NH_3 increases with increased pH value and temperature, whereas it decreased with increased salinity. The aim of this study is to investigate the effect of short-term (24 hours) exposure of a sublethal total ammonia-N concentration (30 mg/l) on blood components in freshwater and seawater tilapia, *Oreochromis mossambicus*. The concentration of NH_3 , obtained by calculation, in fresh and seawater is 1.58 and 3.73 mg/l, respectively. However, ammonia caused same changes of hematological parameters in freshwater and seawater tilapia. The all values of hematocrit, plasma chloride, and total plasma protein were not significantly different among the initial, control and ammonia groups. Serum glucose was the only parameters that showed a significant difference among the threes groups. The tilapia exposed in ammonia solution had a higher value than did the ones in initial and control groups.

Key words: Ammonia, Hematological parameter, Tilapia