

金錢魚對鹽度的適應

張賜玲* · 謝介士 · 鄭明忠 · 陳紫嫻

行政院農業委員會水產試驗所 生物技術組

摘 要

本研究的目的為探討金錢魚 (*spotted scat, Scatophagus argus*) 對鹽度的適應力。在不同發育期，以急劇改變鹽度的方法，由活存率、滲透壓調節能力及在不同鹽度下的成長表現，探討金錢魚對鹽度的適應能力。金錢魚之精子在半鹹水 (15 ~ 20 psu) 的活存時間最久，1 小時後仍有些微活力，鹽度 50 psu，精子可活存 10 分鐘。24 日齡仔魚對鹽度急劇變化的適應力比 12 日齡仔魚強，由 15 psu 直接移至海水 (30 psu) 及淡水中，24 日齡仔魚活存率分別為 100% 及 89%，12 日齡仔魚活存率分別為 38% 及 0%。金錢魚成魚由淡水中直接移至海水 (32 psu) 中，在 24 小時內，血清中之滲透壓 (467 mOsm/kg) 可恢復至與蓄養在海水中相似的水平 (452 mOsm/kg)，由海水突然移至淡水中，在 3 小時內血清中之滲透壓 (422 mOsm/kg)，即可調適至與蓄養在淡水中相似的水平 (420 mOsm/kg)。金錢魚在半鹹水的環境下成長最快，海水組次之，淡水組最慢，淡水組的金錢魚個體間的成長差異較為明顯。本研究證實金錢魚對鹽度變化的適應能力相當強。

關鍵詞：金錢魚、鹽度適應、滲透壓調節、成長

前 言

金錢魚 (*spotted scat, Scatophagus argus*) 是屬於金錢魚科 (*Scatophagidae*) 的魚類，本科共有 2 屬 4 種，台灣僅產 1 種 (邵等, 1995)。在台灣，金錢魚主要分布於西南沿海地區，常出現於沿岸海域、牡蠣架下、港口或河口地區較淡的水域，其最大體型可達 1.2 kg (Khan, 1979)。傳統的養殖業者，每年 5 ~ 7 月間捕抓出現於河口地區的野生魚苗，放養在池中和其他魚蝦類混養，以清除池中的絲藻，作為養殖魚塢的副產物，混養的金錢魚，因密度較低，養殖 1 年即可收成，單養的金錢魚，因密度較高，必須養殖 2 年，方可達到體重 300 ~ 600 g 的上市體型。

金錢魚常棲息於河口地區 (Kouki *et al.*, 1999)，對鹽度變化的適應力相當強，可生存於相當廣範圍的鹽份濃度之海水中，亦可長期生存於

淡水中，故亦被用來作為淡水觀賞魚之用。由於金錢魚適應的鹽度範圍相當廣，可利用淡水浸泡法來治療某些疾病，如白點蟲及卵形鞭毛蟲等外部寄生性的疾病，有利於養殖的推廣。

本研究旨在為探討金錢魚在不同發育階段，對鹽度變化的適應力，包括精子在不同鹽度下之活動力及活存時間，不同發育階段的仔魚對鹽度變化的適應力，鹽度劇變對金錢魚滲透壓的影響。此外，亦進行金錢魚在三種不同鹽度下之成長比較，俾提供養殖參考。

材料與方法

一、金錢魚之精子在不同鹽度下之活動力

以劑量 1 IU/g BW 的人類絨毛膜促性腺激素 (Human Chorionic Gonadotropin, HCG) 注射雄性的金錢魚 (體重 330 ~ 600 g)，24 小時後，經麻醉後，解剖取出精巢，擠壓出白色的精液，取一小滴精液，滴在載玻片上，再加上已配製好的不同鹽度 (0、5、10、20、30、40 及 50 psu) 之海水，

*通訊作者 / 屏東縣東港鎮豐漁里 67 號, TEL: (08) 832-4121; FAX: (08) 832-0234; E-mail: c2621@ms22.hinet.net

Table 1 Sperm activity of spotted scat (*Scatophagus argus*) reared at 28 psu after dilution with seawater of different salinities

Salinity (psu)	Time after activation (min)							
	0	5	10	20	30	40	50	60
0	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—
15	+++	+++	++	++	++	++	+	+
20	++++	+++	+++	+++	+++	+	+	+
30	++++	+++	+++	+++	+	—	—	—
40	++++	+++	++	—	—	—	—	—
50	++++	++	++	—	—	—	—	—

然後在光學顯微鏡下，進行精蟲在不同鹽度下活動力的觀察，其精子的活動力，以 +、++、+++ 和 ++++ 代表其強度，"+" 號愈多者代表活動力愈強，以 "—" 代表精子沒有活動力。

二、鹽度變化對不同大小仔魚之活存影響

在 1 ton 的桶中培育的金錢魚仔魚，飼育水鹽度為 28 psu，自第 4 日齡起，逐漸添加淡水，以每日降低 2 psu 的鹽度，至 10 日齡左右，鹽度降至 15 psu，於 12 及 24 日齡時，取仔魚直接移至已配置不同鹽度水 (0、5、15、25 及 30 psu) 的方型盆 (45×35×9 cm) 中，盛水 10 L，每盆放置 30 尾，每組 3 重複，輕微打氣，試驗期間不投餌，24 小時後，計數仔魚的活存數，鰓蓋不張合者，判定為死亡，以瞭解鹽度急速變化對不同大小仔魚活存之影響。

三、鹽度劇變對金錢魚成魚血清滲透壓的影響

將平均體長 16.3 cm、體重 200 g 的金錢魚，蓄養於 200 L 的圓形桶中，投餵浮性飼料，各取 20 尾，分別馴化成養殖在淡水 (0 psu) 及海水 (32 psu) 中至少 1 週的時間，再分別直接移入海水及淡水中，試驗前 (0 h) 及試驗後 3、6、12 及 24 h，各取 4 尾金錢魚，由尾柄動脈抽取血液 0.05 ml，然後以滲透壓測定儀 (Gonotec osmomat 030) 測量血清中的滲透壓。

四、金錢魚在不同鹽度下的成長比較

試驗用的金錢魚平均體長 5.8 ± 0.1 cm、體重 10.4 ± 0.6 g。試驗前，先將金錢魚在 0、15 及 27 psu 的鹽度下蓄養 1 週，攝食正常後再開始進行成長試驗。以 9 個 200 L 的 FRP 桶作為試驗桶，每桶養 15 尾，每處理組 3 重複。試驗桶置於 FRP 浪板的棚架下，浪板下方以黑網布遮除約 70% 的光線，以防止附著性矽藻過度滋生。海水水源為抽取自海邊的地下水井，鹽度介於 25~30 psu 間，海水經過 80 噸的蓄水池，以水車曝氣過後再使用。半鹹水為以海水及淡水等量的混合，使鹽度維持在 15 psu 左右。流水式飼育，流速 0.6 L/min，每日的換水率約 430%。每星期 1、3 及 5 晨間，檢測並調整鹽度，儘可能控制在試驗所設定的鹽度 ± 2 psu 範圍內。投餵的餌料為沉性的中蝦飼料，其粗蛋白不低於 37%，每日在 10:00~12:00 間投餌一次，投餵時間約 2 小時，以少量且緩慢投餵的方式，並採足量投餌，儘量避免有殘餌發生，投餌量約為各試驗組總體重 3~4.5%，每星期投餵 6 天。晨間例行性抽除沉在池底的成堆排泄物，如果附著性的藻類繁殖太多，則清洗桶壁。試驗期間 8 週，每兩週測量體重乙次。

五、資料分析

實驗數據以 SPSS (10.0) 套裝軟體進行統計分析，百分率先經角度或平方根轉換後，進行變異數分析 (Analysis of variance, ANOVA)，再以鄧

Fig. 1 Survival rates of 12- and 24-day-old larvae of spotted scat (*Scatophagus argus*) after being transferred into different salinities from 15 psu for 24 h. Values (mean $\pm$ SE) with the same superscript do not significantly differ ($p > 0.01$).

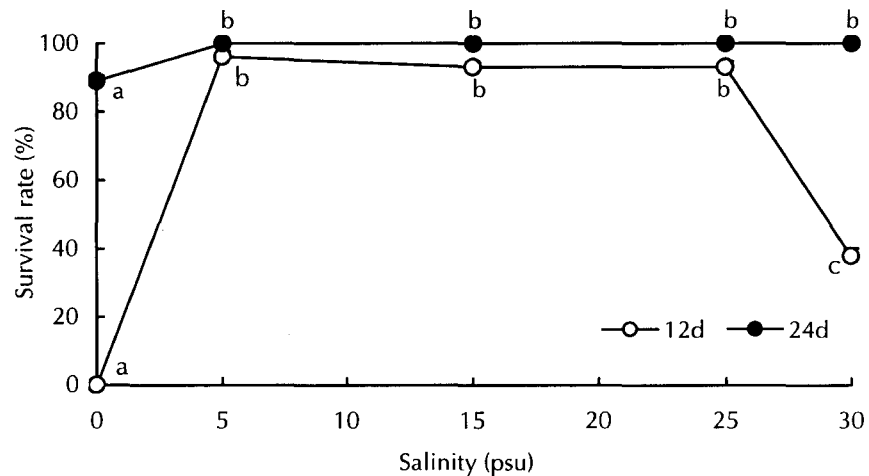
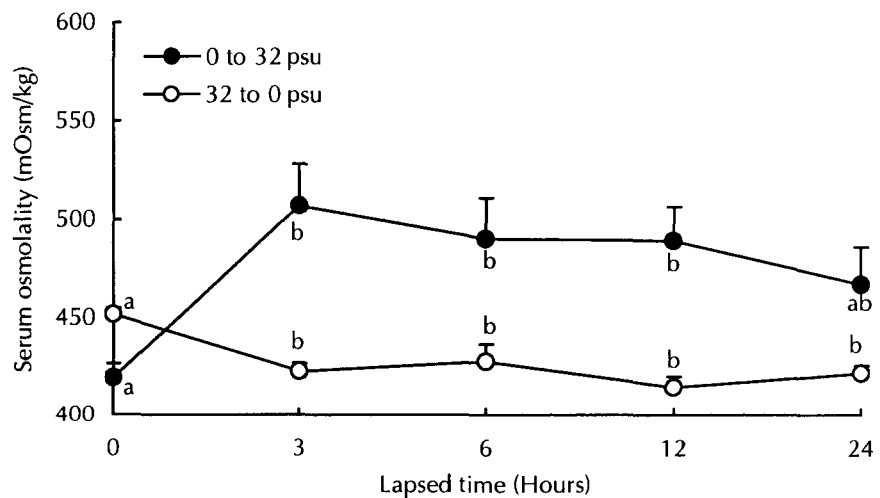


Fig. 2 Serum osmolality of the spotted scat (*Scatophagus argus*) after being transferred directly to fresh water or to seawater. Values (mean $\pm$ SE) with the same superscript do not significantly differ ($p > 0.01$).



肯氏多變距分析，檢定各處理組間的差異顯著性。

結 果

一、金錢魚之精子在不同鹽度下之活動力

金錢魚之精子在不同鹽度下的活動力，如 Table 1 所示，在半鹹水 (15 及 20 psu) 的活存時間最久，約在 1 h 後仍有些微活動力。在 20 及 30 psu 的鹽度下，精子的活力，在 20 min 內，活動力類似，在鹽度高達 50 psu，精子尚可活存 10 min。

二、鹽度變化對不同大小仔魚之活存影響

12 日齡的金錢魚仔魚，鹽度急劇變化後，仔魚於不同鹽度下之活存率有顯著差異 ($p < 0.01$)。將仔魚直接由 15 psu 水中移入淡水及海水

之活存率分別為 0 及 38%，顯著較低，其餘試驗組的活存率介於 93 ~ 96% 間 (Fig. 1)。24 日齡的仔魚對忍受鹽度的變化較 12 日齡者強，將仔魚由 15 psu 的飼育水中直接移入海水中，不致於造成死亡，直接移入淡水中，活存 89%，與其他鹽度組比較，有顯著差異 ($p < 0.01$)。

三、急劇改變鹽度對金錢魚成魚血清滲透壓的影響

金錢魚蓄養於海水 (32 psu, 1096 mOsm/kg) 及淡水 (0 psu, 83 mOsm/kg) 的環境下，血清之滲透壓分別為 452 ± 2.4 及 420 ± 4.9 mOsm/kg，有顯著差異 ($p < 0.01$)。由淡水直接移至海水後 3 h 之滲透壓為 507 ± 21 mOsm/kg，明顯較高 ($p < 0.01$)，然後緩慢下降，直至 24 h 後，降低至 467 ± 18.8 mOsm/kg，和試驗前已沒有顯著差異 (Fig. 2)。由

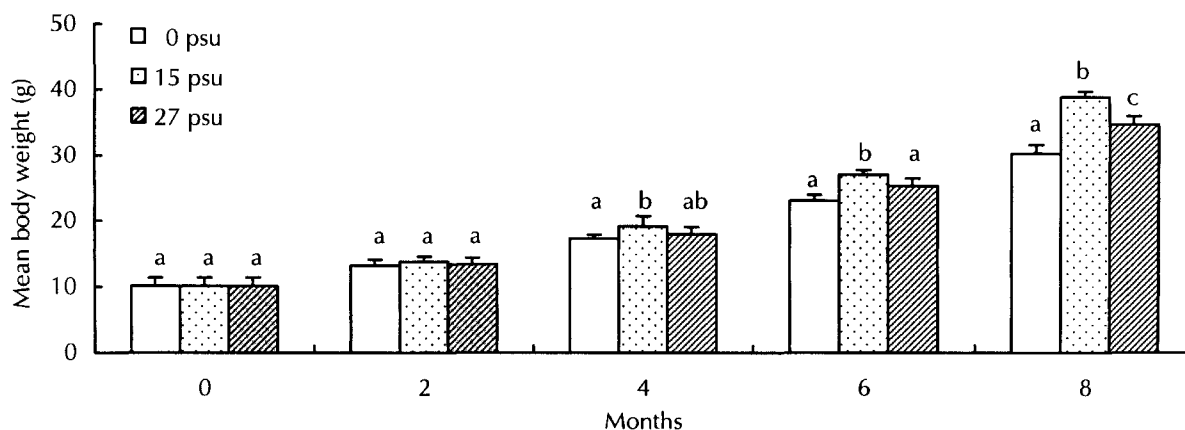


Fig. 3 Comparison of the growth of spotted scat (*Scatophagus argus*) reared at different salinities for 8 weeks. Values (mean $\pm$ SE) in the same column with the same superscript do not significantly differ ($p > 0.05$) among treatments.

海水直接移至淡水後 3 h 之滲透壓明顯的降低至 422 ± 4.4 mOsm/kg ($p < 0.01$), 與棲息在淡水的金錢魚之滲透壓相近, 一直至 24 h 後, 均不再有明顯的變化 ($p > 0.05$) (Fig. 2)。

四、金錢魚在不同鹽度下的成長比較

金錢魚在淡水 (0 psu)、半鹹水 (15 psu) 及海水 (27 psu) 中, 經 8 週的成長試驗, 其平均體重在第 4 週後, 淡水組和海水組已有顯著差異 ($p < 0.05$), 在第 8 週時, 各試驗組間均有顯著差異 ($p < 0.05$), 以半鹹水組的金錢魚成長最快, 海水組次之, 淡水組成長最慢 (Fig. 3)。淡水組有一部份的金錢魚, 攝食不良, 成長緩慢, 但一部份的個體成長亦相當好, 導致個體間成長的差異比半鹹水組及海水組的金錢魚大 (Fig. 4), 淡水組的金錢魚有 33% 的試驗魚之成長低於半鹹水及海水組最低體重之下, 顯示此部份的試驗魚, 可能因適應不良導致無法正常攝食、成長, 但有 8.8% 的試驗魚高於半鹹水及海水組最高體重, 而使體重的分布呈現明顯的雙峰型。成長試驗期間平均水溫為 27.7 ± 0.7 °C。

討 論

在淡水及 10 psu 的鹽度下, 精子沒有活力, 顯示金錢魚雖然會進入低鹽度或淡水的水域, 但

無法在低鹽度的水域生殖。由精子在不同鹽度下的活動力、持久力及金錢魚之受精卵為浮性的屬性 (張與謝, 1997), 推測金錢魚產卵水域, 可能為在沿岸或接近河口地區, 隨仔魚的成長, 至接近變態期或變態後的魚苗階段, 再進入較淡的河口域。在每年的 5 月份時, 於高屏溪口, 金錢魚之捕獲量會明顯的增加, 是否因生殖的聚集現象, 有必要進一步探討。

魚類在初期仔魚階段、滲透壓調節器官形成前, 以體表鹽細胞 (Chloride cells) 維持滲透壓的恆定 (Homeostasis) (Yamashita, 1978; Wales and Tytler, 1996; Sasai *et al.*, 1998), 待滲透壓調節器官如鰓等, 在仔魚後期發育完成後, 對鹽度變化的適應力即明顯增強。金錢魚在發育至仔魚後期階段, 即逐漸往低鹽度的河口遷移, 在河口域漲退潮期間, 鹽度變化頗大, 顯示金錢魚在仔魚後期階段, 適應鹽度變化的能力必須很強, 方可在此種水域活存下來。同屬於沿岸或河口性的魚類, 如金目鱸 (giant sea perch, *Lates calcarifer*) 後期階段的仔魚 (19 ~ 30 天), 在 8 小時內由海水 (28 psu) 馴化至淡水, 活存率尚達 85% 以上 (Rasmussen, 1991)。銀紋笛鯛 (*Lutjanus argentimaculatus*) 的仔魚在 21 日齡時鰓開始形成, 28 日齡時, 對鹽度忍受度明顯的增強 (Estudillo *et al.*, 2000), 本試驗發現 24 日齡的金錢魚仔魚較 12 日齡的仔魚, 對鹽度變化有較強的適應力, 可能亦為鰓部的發育較為完善所致。

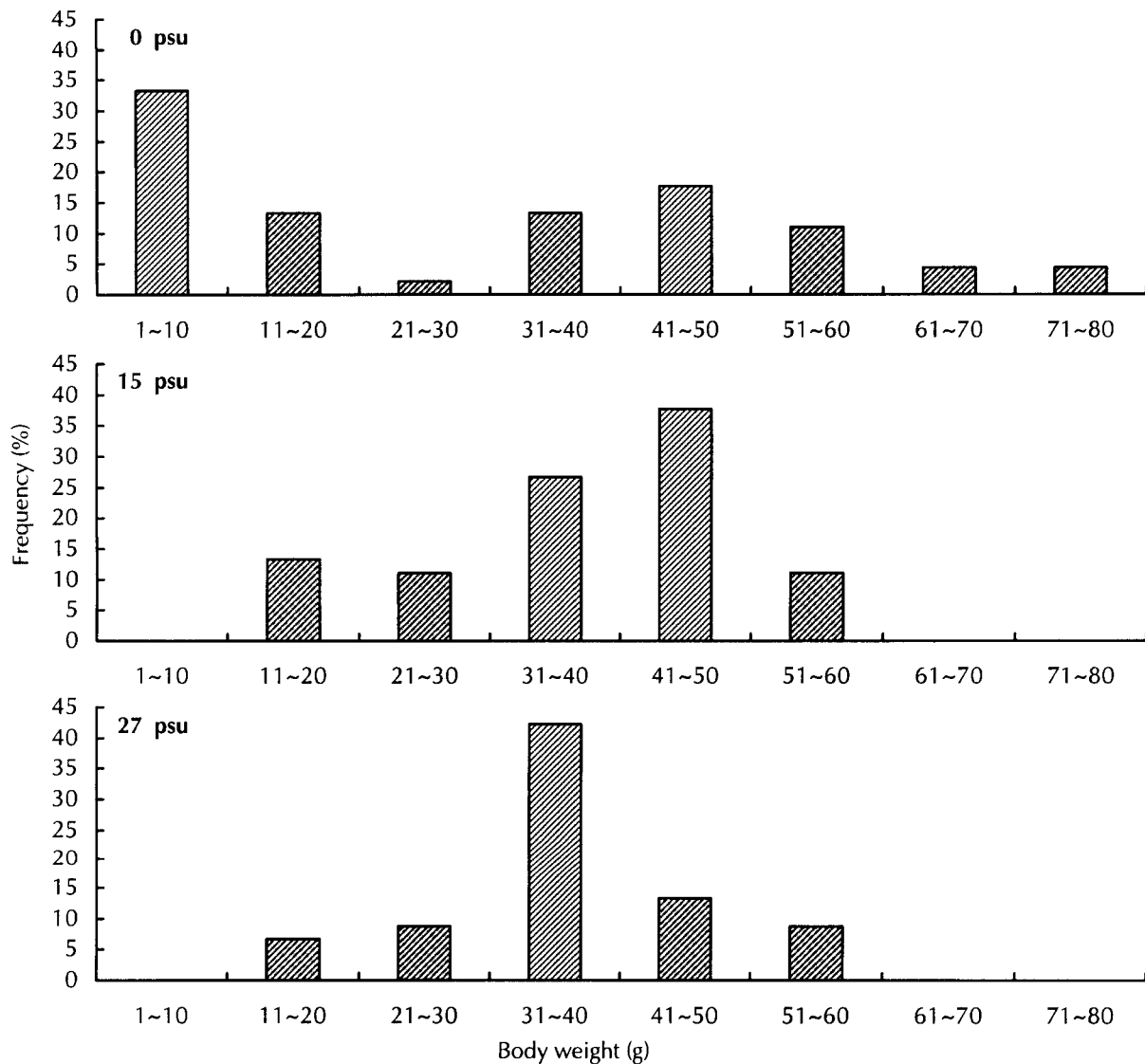


Fig. 4 Size distribution of spotted scat (*Scatophagus argus*) reared at different salinities for 8 weeks.

由淡水直接移至海水後 3 h 的金錢魚之滲透壓升高 87 mOsm/kg，且個體間滲透壓的變化明顯，而由海水直接移至淡水後 3 h 之滲透壓僅降低 30 mOsm/kg，且個體間滲透壓變化的差異性較為一致，顯示由海水直接移入淡水的環境比由淡水移入海水的環境對金錢魚所造成的緊迫低。海水魚類，雖然以棲息於鹹水中為主，但對低鹽度的環境之適應力相當強，突然由高鹽改變至低鹽度，絕大部分的魚種可適應至 10 psu 左右尚不致於造成死亡 (Wu and Woo, 1983)，一般而言，沿岸性、淺水性的魚種比外洋性、深水性的魚種更能適應低鹽的環境。此現象印證一般養殖的海水魚類，可直接移至

較低鹽度的環境，但由較淡的環境移往較高鹽度的環境，則應以較為緩慢的方式進行。

一般海水魚類與外界環境呈現等滲透壓的鹽度為 11.5 ~ 15 psu (Wootton, 1995)，本試驗測得金錢魚與飼育水等張滲透壓的海水鹽度為 12 psu，理論上，魚類和周遭飼育水在等滲透壓的環境下，因不需要浪費能量調節滲透壓的差異，故成長應最為迅速。本試驗的結果，亦以金錢魚蓄養在半鹹水的環境下成長最為迅速，可歸因於其血液與外界環境的滲透壓較為接近之故。但除滲透壓的差異因素外，池中的基礎生產量、藻相的維持、投餌管理及疾病控制等，亦會影響魚類的成長。

水中硬度會影響海水魚類養殖在低鹽或淡水中的成長及活存率，黑鯛 (black bream, *Acanthopagrus butcheri*) 在高硬度 (120 mg/L as CaCO_3) 的淡水中比在低硬度 (35 mg/L as CaCO_3) 的淡水中具有較佳的成長及活存率 (Partridge and Jenkins, 2002)。淡水中的硬度由 10 ~ 20 mg/L as CaCO_3 提高至 200 mg/L as CaCO_3 ，可使條紋鱸 (striped bass, *Morone saxatilis*) 收穫後的活存率由 16% 提高至 80 ~ 99% (Grizzle *et al.*, 1985)。本試驗淡水組所使用的淡水水源之硬度為 240 mg/L as CaCO_3 ，試驗期間未發生試驗魚死亡的現象，雖然一部份的試驗魚成長較差 (33%)，但大部分的試驗魚成長卻相當好，少部份的試驗魚 (8.8%) 成長特別快，造成此現象的原因，可能因一部份的試驗魚攝餌不良，使攝餌正常的金錢魚，可以攝食到較多的飼料，故成長特別迅速，體重比養殖在半鹹水及海水組的金錢魚高。在試驗用淡水硬度已高至 240 mg/L as CaCO_3 ，但金錢魚的個體間差異性仍十分顯著，故推測金錢魚可能不適合長期養殖於硬度太低的淡水環境。

結 論

金錢魚為廣鹽性的魚類，常進入河口地區，尤其在魚苗階段，會進入港口或河口較淡的水域。由改變鹽度後金錢魚的活存率及滲透壓調節的能力及在不同鹽度下的成長表現，可知金錢魚對鹽度變化的適應能力已相當強。

謝 辭

本研究得以順利完成，由衷感謝楊德琳小姐、洪彩敏小姐及蔡芳仁、陳詩元、林奇燦及黃海全先生等協助。

參考文獻

- 邵廣昭，陳天任，賴景陽，何平台，柳芝蓮，陳章波 (1995) 台灣常見魚介貝類圖說 (下). 魚類, p. 171.
- 張賜玲，謝介士 (1997) 金錢魚的初期發育及育苗研究. 水產研究, 5(1): 41-49.
- Estudillo, C. B., M. N. Duray, E. T. Marasigan and A. C. Emata (2000) Salinity tolerance of larvae of the mangrove red snapper (*Lutjanus argentimaculatus*) during ontogeny. *Aquaculture*, 190: 155-167.
- Grizzle, J. M., A. C. Maudlin, D. O. Young and E. Henderson (1985) Survival of juvenile striped bass (*Morone saxatilis*) and *Morone* hybrid bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*) increased by addition of calcium soft water. *Aquaculture*, 46: 167-171.
- Khan, M. Z. (1979) A note on the occurrence of a large sized spotted butterflyfish, *Scatophagus argus* at Rajpara. *J. Mar. Biol. Assoc. India.*, 21(1-2): 193-194.
- Kouki, M., S. Takaaki, Y. Takao and T. Ryuta (1999) Fish fauna of the Kunomura river system in Ehime Prefecture. *Bull. Tokushima Prefect. Mus.*, 9: 1-38.
- Partridge, G. J. and G. I. Jenkins (2002) The effect of salinity on growth and survival of juvenile black bream (*Acanthopagrus butcheri*). *Aquaculture*, 210: 219-230.
- Rasmussen, I. R. (1991) Optimum acclimation rates from salt to freshwater for juvenile sea bass *Lates calcarifer* Bloch. *Asian Fish. Sci.*, 4: 109-113.
- Sasai, S., T. Kaneko and K. Tsukamoto (1997) Extrabranchial chloride cells in early life stages of the Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Ichthyol. Res.*, 45: 95-98.
- Wales, W. and P. Tytler (1996) Changes in chloride cell distribution during early larval stages of *Clupea harengus*. *J. Fish Biol.*, 49: 801-814.
- Wootton, R. J. (1995) Ecology of teleost fishes. *Biological Sciences*. Chapman & Hall, London, p. 404.
- Wu, R. S. S. and N. Y. S. Woo (1983) Tolerance of hypo-osmotic salinities in thirteen species of adult marine fish: implications for estuarine fish culture. *Aquaculture*, 32: 175-181.
- Yamashita, K. (1978) Chloride cells in the skin of the larval red seabream, *Pagrus major*. *Jpn. J. Ichthyol.*, 25: 211-215 (in Japanese with English abstract).

Salinity Adaptation of the Spotted Scat (*Scatophagus argus*)

Su-Lean Chang*, Chieh-Shih Hsieh, Ming-Jong Cheng and Tzyy-Ing Chen

Biotechnology Division, Fisheries Research Institute

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the salinity adaptation of the spotted scat, *Scatophagus argus*. Salinity adaptation was assessed based on survival and osmoregulation at different developmental stages after exposure to an abrupt change of salinity, as well as on the growth performance at different salinities. The sperm of the spotted scat survived longer in brackish water (15~20 psu) with some motility 1 h after activation. The sperm survived for 10 min at the high salinity level of 50 psu. Twenty-four-day-old larvae showed much-stronger adaptation to salinity changes than did 12-day-old larvae with 100% and 89% (24-day-old larvae) and 38% and 0% (12-day-old larvae) survival, respectively after being transferred into seawater and freshwater from water at 15 psu. Serum osmolality of the spotted scat was regulated within 24 h (467 mOsm/kg) to the same level as those reared in seawater (452 mOsm/kg) after being transferred directly from freshwater to seawater. On the contrary, it took only 3 h (422 mOsm/kg) to regulate to a similar level with those reared in fresh water (420 mOsm/kg). Fish reared in brackish water showed the best growth, followed by those reared in seawater. Growth of spotted scat rearing in fresh water was the worst with marked size variations. Results of this study prove that the salinity adaptation of the spotted scat is strong.

Key words: spotted scat, *Scatophagus argus*, salinity adaptation, osmoregulation, growth

*Correspondence: Biotechnology Division, Fisheries Research Institute, Tungkang, Pingtung 928, Taiwan. TEL: (08) 832-4121; FAX: (08) 832-0234; E-mail: c2621@ms22.hinet.net