

膽鹼有效促進魚體健康及對低溫緊迫的耐受力

郭錦朱、張博淵、賴哲翊、林如謙、吳豐成
水產試驗所東港養殖研究中心

膽鹼

膽鹼 (choline) 是一種與動物的生產力密切相關的必需水溶性維生素，在維持細胞膜結構完整性、甲基代謝、膽鹼性神經傳遞 (cholinergic transmission)、跨膜信號傳導、調節基因表達、腦早期發育、脂質與膽固醇轉運和代謝等扮演重要角色。膽鹼的代謝產物在動物體內的生理活性已相繼被解析；如甜菜鹼 (betaine) 能提供甲基化所需的甲基，為趨脂因子 (lipotropic factor) 能預防脂肪肝；磷脂醯膽鹼 (phosphatidylcholine) 和鞘磷脂 (sphingomyelin) 是組成細胞膜的重要磷脂；乙醯膽鹼 (acetylcholine) 是記憶、情緒、肌肉控制、腦和神經系統功能至為重要的神經傳遞物質。此外，膽鹼在動物體內可經由內源性途徑合成，在肝臟以磷脂醯乙醇胺-氮-甲基轉移酶 (phosphatidylethanolamine-N-methyltransferase) 利用硫-腺苷甲硫胺酸 (S-adenosylmethionine) 提供甲基並經過一連串甲基化磷脂醯乙醇胺 (phosphatidylethanolamine) 的反應生成，然因其生成速率難以滿足維持正常生理機能、代謝作用及提升免疫力的需求量，要由食物另外補充之。

膽鹼有效促進魚體健康

魚類的血液學參數 (hematological parameter) 可應用於魚體健康、水污染物引起的毒性緊迫、疾病診斷及生理狀態等之評斷 (McCarthy et al., 1973; Martinez et al., 1994; Huston, 1997)。有鑑於膽鹼可直接參與人體對病原體入侵的全身免疫反應，因此，Das 等 (2021) 解析膽鹼對魚類血液學參數的影響，進而評估補充膽鹼對魚體健康的影響；該研究是將膽鹼 (2.2 kg/公頃/15 天) 直接投入南亞野鯪 (*Labeo rohita*)、卡特拉魮 (*Catla catla*)、蟾鬚鯰 (*Clarias batracus*) 及攀鱸 (*Anabas testudineus*) 混養的池水中，結果如圖 1 所示，經膽鹼處理的供試魚之紅血球 (red blood cells) 數量、血紅素 (haemoglobin)、血容比 (hematocrit/packed cell volume)、白血球 (white blood cell) 數量、淋巴球百分比、單核白血球 (monocyte)、嗜中性白血球 (neutrophil)、嗜鹼性白血球 (basophil) 及血小板 (thrombocyte) 數量增加 ($p < 0.01$)，而嗜酸性白血球 (eosinophil) 數量、平均紅血球體積 (mean corpuscular volume) 和平均紅血球血紅素 (mean corpuscular haemoglobin) 減少 ($p < 0.01$)。在未經膽鹼處理的對照組

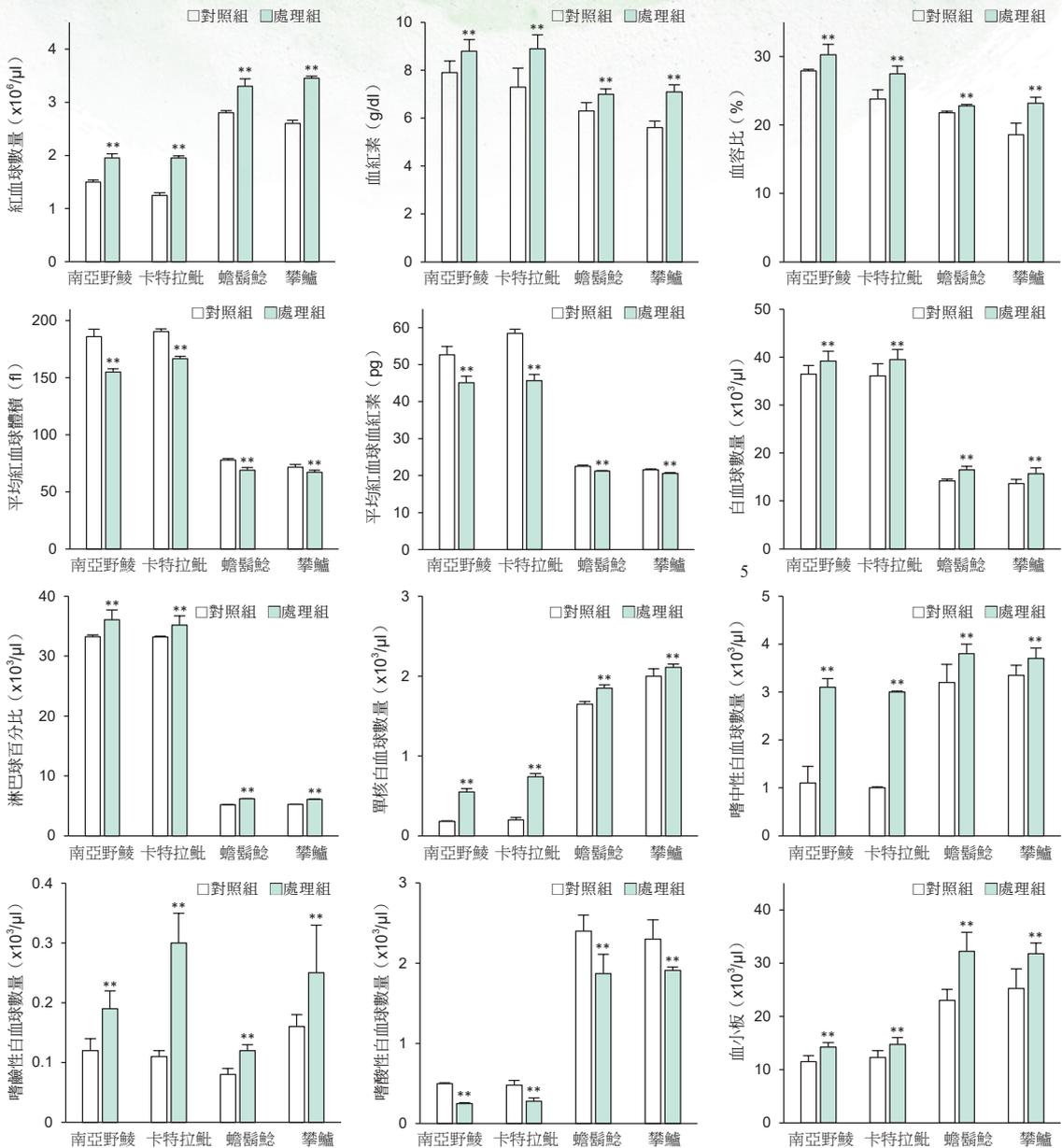


圖 1 南亞野鯪 (*Labeo rohita*)、卡特拉魮 (*Catla catla*)、蟾鬚魮 (*Clarias batracus*) 及攀鱸 (*Anabas testudineus*) 經膽鹼 (處理組) 及未經膽鹼 (對照組) 處理之血液學參數 (**表具非常顯著差異；數據源自 Das 等, 2021)

魚，則顯現紅血球生成 (erythropoiesis) 不良導致紅血球形態異常 (如低色素性和缺氧性出血性貧血 (hypochromic & haemorrhagic anaemia)) 以及血小板減少症 (thrombocytopenia)。總之，Das 等 (2021) 的

研究證實，補充膽鹼可改變魚的造血功能、紅血球的形態特徵和白血球的數量，有效調節免疫功能及對致病原的抗病力，顯而易見膽鹼可以有效促進魚體的健康。

膽鹼有效提升魚對低溫緊迫的耐受力

全球暖化促使極地海冰加速融化及冰蓋面積縮小，進而影響包括臺灣在內的東亞地區極端氣候變化。為預防寒流來襲造成養殖魚大量死亡，本所進行能提升魚類對低溫緊迫耐受力之營養素補充物篩選及其應用方法研究。馬鮫科魚類是我國重要的高經濟養殖魚類之一，2021年的產值約佔內陸養殖漁業總產值的6.8% (漁業署，2022)，其中又以四絲馬鮫 (*Eleutheronema tetradactylum*；俗稱午仔魚) 為主要養殖魚種。Hebb 等 (1972) 發現冷適應的金魚之膽鹼乙醯轉移酶 (choline acetyltransferase) 對膽鹼的親和力隨水溫的下降而提高，推測在低溫下需較多的膽鹼來合成乙醯膽鹼神經傳遞物質。因此，本研究選用四絲馬鮫及膽鹼作為供試魚及營養素；於午仔魚飼料中補充添加 0.3% 膽鹼製成供試飼料，投餵四絲馬鮫 (均重 46.8 ± 1.5 g) 7、14 及 21 天，再移置至 14°C 水中 25 分鐘進行冷緊迫處理後，觀測各組魚之活存率，結果顯示投餵 7、14 及 21 天含 3% 膽鹼飼料之魚對低溫緊迫的耐受力依序各提升 9、27 及 55% (圖 2)，除投餵 7 天者與未投餵膽鹼的對照組無顯著差異 ($p > 0.05$) 外，投餵 14 及 21 天組皆顯著優於對照組 ($p < 0.05$)。若再將膽鹼以 0.6、1.2、2.4 及 4.8% 補充添加於午仔魚飼料中製成供試飼料，投餵四絲馬鮫 (均重 35.6 ± 1.0 g) 9 天，再移置於 14°C 水中 15 分鐘進行冷緊迫處理後，觀測各組魚之相對活存率，結果顯示投餵 0.6、1.2、2.4 及 4.8% 膽鹼 9 天之魚對低溫緊迫的耐

力依序各提升 0、6、29 及 35% (圖 3)，投餵 0.6 及 1.2 膽鹼者與未投餵膽鹼的對照組無顯著差異 ($p > 0.05$) 外，投餵 2.4 及 4.8% 膽鹼組魚則顯著優於對照組 ($p < 0.01$)。綜上結果可知飼料中補充膽鹼 0.3% 投餵 14 天以上或以 2.4—4.8% 投餵 9 天，皆可有效提高四絲馬鮫對低溫緊迫之耐受力。

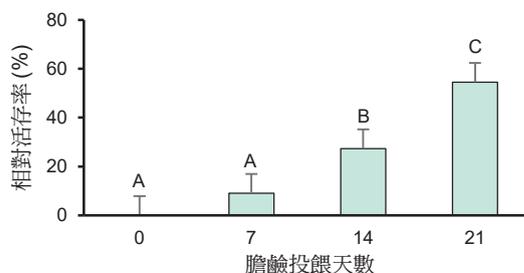


圖 2 四絲馬鮫以補充添加 0 及 0.3% 膽鹼之飼料投餵 7、14 及 21 天後移置 14°C 水中 25 分鐘進行冷緊迫處理之相對活存率

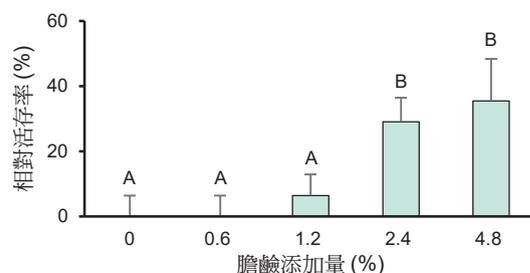


圖 3 四絲馬鮫以補充添加 0、0.6、1.2、2.4 及 4.8% 膽鹼之飼料投餵 9 天後移置 14°C 水中 15 分鐘進行冷緊迫處理之相對活存率

結語

動物飼料中補充功能性營養素對動物的健康管理是非常具前景的養殖策略。綜上研究結果可知，養殖魚適量補充膽鹼，除可改變魚的造血功能而增進魚體健康外，在寒流來襲預報時補充 2.4—4.8% 投餵 9 天，將能有效強化魚對低溫緊迫的耐受力，減少養殖魚因寒害之損失，確保漁民收益。