

養殖新利器—發光二極體的可能性

謝易叟、王永松、何源興

水產試驗所東部海洋生物研究中心

前言

近幾年來，隨著消費者食品安全意識上升，對「無毒」、「有機」及「環境友善」等概念也越加了解與重視，水產養殖業者的傳統用藥觀念也跟著被迫改變。在減少用藥的前提下，如何提升魚介類成長、抗病甚至繁殖力的方法逐漸受到重視，而其中藉由營造不同顏色的環境，使魚隻的成長、抗病等能力上升，以減少用藥之機會，即所謂的「改變水體光環境」為新興的研究項目之一。改變水體光環境顏色的方法有很多，例如：使用有顏色的玻璃紙包覆光源、不同顏色的飼養槽等，近幾年來發光二極體(light-emitting diode, LED) 也被廣泛的使用在這些研究上。

LED 由半導體元件所構成，具有節能、環保、體積小、使用壽命長及不易損壞等特點，只要更換材料，就可發出紅外光、可見光及紫外光等單一波長不連續的光譜，能有效改變水體環境顏色，且比一般燈泡更加持久耐用，可望取代傳統燈具。

LED 燈簡介

LED 是一種能發光的半導體電子元件，

透過不同元素組合成的複合光源。隨著半導體材料不同，可發出不同顏色的光譜，例如：使用鋁砷化鎵等為材料製造波長 610—760 nm 的紅色可見光；而另外一類無法使用單一材料的光源則添加螢光粉做為補充材料，使 LED 發出預期的顏色。LED 燈具有使用壽命長、能量轉換效率高(省電)、耐衝擊(不易損壞)、便於聚焦及單色性強等優勢；但另一方面則容易受到高溫影響而導致效能下降且燈具成本較高。目前 LED 已開始用於一般道路照明、交通號誌及室內燈具，因此以 LED 作為養殖照明光源十分有潛力。

魚類生長應用相關研究

已有許多研究證實，在不同顏色的光照環境下，魚類會有不同的成長表現，例如飼養在藍光環境中的歐洲海鱸 (*Dicentrarchus labrax*) 仔魚，其成長及卵黃吸收明顯優於對照組 (N. Villamizar et al., 2009)；香魚 (*Plecoglossus altivelis*) 在紅光條件下的成長表現不如藍光者 (謝等, 2019) (圖 1)；綠光可以有效提升牙鯡 (*Paralichthys olivaceus*) 的成長且能降低氧化壓力 (oxidative stress)。另外，在雀鯛 (*Chrysiptera cyanea*) 研究中則發現，紅光可以刺激其卵巢發育 (M.

Bapary et al., 2011)。從上述研究結果可得知，每個魚種適合之波長不竟相同，但真正原因為何尚待究明，初步推測可能與原棲地的光照環境相關；另一說法則是特定波長的光線會影響魚類的內分泌系統（如：褪黑激素調控），導致食慾旺盛進而影響生長。



圖 1 不同顏色 LED 飼養下香魚成長狀況

除成長之外，LED 對魚介類免疫系統影響之研究也如雨後春筍般不斷出現。Zheng et al. (2016) 研究結果顯示，斑馬魚經不同波長 LED 照射後，其非特異性免疫參數發生改變；Jung et al. (2016) 指出，金魚 (*Carassius auratus*) 在特定波長 LED 光源環境下飼養，可以降低因溫差而產生的氧化壓力。相關研究不勝枚舉，但仍然存在不同魚種對波長適性不同的現象，必需對目標魚種進行較完整的測試。

抗病相關研究

特定波長燈具除了對養植物種產生功效外，也會影響水體中的微生物。LED 燈具可發出紫外光波長，但若跟傳統紫外燈比較，則效率稍嫌低落。然除了 UV 波長外，可見

光波長（如：藍光）也被證實可以降低或消滅水中微生物活性。依據 Roh 等人研究指出，受愛德華氏菌 (*Edwardsiella piscicida*) 感染的鯉魚 (*Cyprinus carpio*) 在藍紫色光源（波長 405–465 nm）長期照射下，水中含菌數顯著下降，顯示燈光能直接對細菌造成影響，推測可能是藍燈促使細菌失活甚至細胞凋亡 (apoptosis)。在牙鯪的相關研究則顯示，藍色光源能導致寄生蟲細胞凋亡以及有效提升受病毒感染之牙鯪的活存率 (Roh et al., 2018; Ho et al., 2020)。綜上可知，光線除了直接對微生物進行作用外，同時也可能因為魚體免疫增強使活存率提高，這些研究結果展現出 LED 應用於養殖漁業的潛力。

結語

LED 已被廣泛應用於畜牧業與農業 (圖 2) 上，例如產蛋雞的情緒在 LED 飼養環境下較穩定，蛋品質也較高；高單價的蘭花種植在紅色與藍色 LED 燈珠依比例混和的環境中生長較好；甚至在植物工廠中使用特定波長光照可增加花青素的累積 (圖 3)。而在養殖漁業方面，不確定的變因相對較多，像是養殖魚種多元性、魚苗的趨光性甚至是水色等因素都會讓 LED 所產生的效果不甚明顯，因此在推廣特定波長 LED 應用於飼養上較為困難。但這同時也是個契機，若是能確立目標魚種之適合波長，並投入相對應之設備，一方面能促進物種成長，另一方面可改善水體環境，更可以結合植物工廠的概念使魚菜共生更進一步。預期 LED 的種種優勢，將促使它成為新型態養殖的必備工具。



圖 2 LED 於植物工廠上之利用



圖 3 LED 增加花青素之累積