

開發重要養殖水產低碳排飼料與養殖技術之研發建立

黃侑勛、李沛珊、何源興
東部漁業生物研究中心

在水產養殖的溫室氣體排放量中，超過 50% 是來自於飼料製成，其含括飼料原料的產生、飼料混合及運輸等過程。例如鱸魚的碳足跡中，飼料佔了 65%。投餵率的變化會影響魚類生長和魚體營養組成；飽餵或過度投餵會導致飼料浪費和養殖水質過營養而損害魚類健康；投餵量過少會中斷正常的成長以及存活率下降。飼料不只在整體養殖過程的碳足跡佔比高，在養殖經營管理中的經濟成本比重也屬大宗。所以最佳的每日飼料攝取量有益於減少飼料浪費，最大限度地減少碳足跡和水污染，並降低水產養殖生產的經濟成本。另外關於海藻萃取物對水產生物之成長效果及免疫提升亦有許多研究已證實；本 (112) 年度試驗主要探討飼料中添加海木耳藻添加物及益生菌對龍虎斑 (*Epinephelus fuscoguttatus* × *E. lanceolatus*) 成長及免疫效果提升之影響，並且希望進一步估算因為養殖過程中提升飼料轉換率所能達

到之減少二氧化碳排放之效益；依據本年度試驗數據，推論於一般飼料中添加海木耳添加物對龍虎斑之成長效果有顯著影響，且確可顯著提升龍虎斑之非特異免疫能力；另外本計畫試驗結果顯示在飼料中添加海木耳添加物及 D5 益生菌，亦可有效提升龍虎斑之成長效果與非特異免疫能力，並不會產生拮抗作用，但考慮添加物均會增加養殖成本之因素，建議可選擇添加海木耳添加物，且添加濃度為 2 g/kg 飼料，投餵 4–8 週即可有效提升成長效果及免疫指標數據。另根據現行龍虎斑養殖模式，使用本計畫試驗飼料添加物，可提升 1–7% 之飼料效率，若以提升 1% 飼料效率推估，可減少飼料用量 300 kg/公頃，以國內石斑魚養殖模式，放養 30,000 尾/公頃，生產石斑魚每公斤產生 5.83 kg CO₂e，以養成體型 600–800 g 計算，應用海木耳發酵物投餵每公頃約可減少 350 kg CO₂e。

表 1 龍虎斑成長表現數值

龍 虎 斑	初 重(g)	末 重(g)	增重率(%)	SGR(%)	活存率(%)	飼料轉換率
對 照 組	16.8±1.64	29.83±5.54	92.22±2.52 ^b	0.77±0.16 ^b	94±2 ^a	1.53±0.71 ^b
A (0.2% Seaweed)	16.4±1.85	37.43±4.96	138.47±2.37 ^a	1.03±0.12 ^a	97±1 ^a	1.10±0.27 ^a
B (0.4% Seaweed)	16.9±2.01	35.29±3.90	117.69±2.01 ^{ab}	0.92±0.12 ^{ab}	97±1 ^a	1.22±0.26 ^a
C (0.2% Seaweed+0.1%Probiotics)	16.2±1.15	38.86±5.37	151.77±3.82 ^a	1.09±0.18 ^a	97±1 ^a	1.00±0.24 ^a
D (0.4% Seaweed+0.1%Probiotics)	16.5±1.37	37.86±4.34	142.48±4.02 ^a	1.04±0.20 ^a	96±1 ^a	1.04±0.22 ^a

數值為平均值±標準差；樣本數=50；不同字母間表示組間有顯著差異 ($p < 0.05$)

表 2 龍虎斑非特異免疫能力數值

龍 虎 斑	吞噬細胞活性 (μl)	溶菌酶活性 (Lysozyme)(μU/ml)	超氧歧化酶濃度 (SOD)(U/ml)	穀胱甘肽濃度 (GPx)(units/ml)
對 照 組	86.27±1.25 ^a	91.43±0.05 ^b	63.34±2.10 ^a	2.22±0.03 ^b
A (0.2% Seaweed)	65.20±7.95 ^a	107.04±0.03 ^a	52.75±1.04 ^a	3.15±0.06 ^a
B (0.4% Seaweed)	85.01±1.67 ^a	118.37±0.09 ^a	40.76±0.87 ^a	3.92±0.05 ^a
C (0.2% Seaweed+0.1%Probiotics)	77.75±2.24 ^a	91.44±0.06 ^b	60.54±0.36 ^a	1.89±0.01 ^b
D (0.4% Seaweed+0.1%Probiotics)	79.87±0.66 ^a	95.69±0.04 ^b	61.42±2.02 ^a	2.09±0.03 ^b
對 照 組 (4 週)	109.06±2.35 ^b	85.43±5.02 ^b	358.76±36.18 ^b	3.80±0.24 ^b
A (0.2% Seaweed)	118.58±5.75 ^a	126.18±0.77 ^a	242.89±20.00 ^b	4.91±0.07 ^a
B (0.4% Seaweed)	116.09±5.30 ^a	147.48±13.06 ^a	120.81±24.32 ^b	4.66±0.02 ^a
C (0.2% Seaweed+0.1%Probiotics)	117.43±1.74 ^a	129.97±10.48 ^a	591.63±35.99 ^a	5.52±0.03 ^a
D (0.4% Seaweed+0.1%Probiotics)	112.51±2.71 ^a	140.63±4.69 ^a	580.35±69.96 ^a	5.31±0.04 ^a
對 照 組 (8 週)	90.88±1.38 ^a	69.07±7.62 ^b	1.25±3.83 ^b	4.34±0.04 ^a
A (0.2% Seaweed)	89.72±0.02 ^a	88.68±9.53 ^{ab}	21.02±21.37 ^b	3.68±0.04 ^b
B (0.4% Seaweed)	116.09±5.30 ^a	88.78±6.87 ^{ab}	11.13±6.71 ^b	3.08±0.05 ^b
C (0.2% Seaweed+0.1%Probiotics)	117.43±1.74 ^a	106.73±9.70 ^a	15.82±13.55 ^b	3.97±0.09 ^b
D (0.4% Seaweed+0.1%Probiotics)	112.51±2.71 ^a	77.52±8.32 ^{ab}	168.75±28.38 ^a	2.81±0.04 ^b

數值為平均值±標準差；樣本數=3；不同字母間表示組間有顯著差異 ($p < 0.05$)