

以不同微藻培養動物性餌料生物之影響

周芷儀、吳豐成

水產試驗所東港生技研究中心

前言

水產種苗生產過程中最常見的問題就是需要在短時間內提供充分又營養的餌料以供種苗成長，由於餌料生物具有應用週期短及短時間所需數量大的特性，因此在水產種苗繁殖準備上可謂是屬於高強度生產壓力的部分。而水產種苗在孵化後進入開口階段時，開口用的生物性餌料就像小嬰兒需要食用母乳一般，在魚蝦消化系統和生物器官發育的時期提供一開始最重要的成長發育基礎，所以使用高營養價、不帶有致病病原，且適口性佳的高品質餌料，能讓種苗擁有強健體質且成長快速，這種高品質餌料所帶來的效益在水產養殖中是無可取代的。

養殖魚蝦種苗多會使用動物性餌料生物，而最普遍使用的種類不外乎橈足類、輪蟲和豐年蝦等。在臺灣，動物性餌料生物生產模式多以魚漿、飼料、雞糞等培養藻水，利用戶外大面積培養，然而此種藻水的生產方式不僅易受天候影響，造成微藻產量不足導致動物性餌料生物產量難以預期，連帶其品質也與生產時使用於培養藻水的肥料有密切關係，如使用了不乾淨的肥料（如病死的魚蝦），則易使攝食不乾淨藻水生長的動物性餌料生物成為帶病原者，這現象是影響種苗生產的關鍵因素之一。

微藻擁有豐富的多樣性，可培養動物性

餌料生物，配合水產種苗的適口性和營養需求。在世界上有數十萬種微藻存在，但僅有四十幾種微藻被篩選且大規模高密度培養應用於產業，因此有極大的範疇可再擴展開發新種微藻及其應用模式。再者，高品質微藻可在特定環境下擴增培養，又可經由優化培養條件來大規模生產，以提供作為養殖魚蝦種苗的餌食，許多研究結果（許，2000；許，2008）皆已證實，培養餌料動物用的餌食最佳選擇仍以微藻優先，因此應用微藻培養餌料動物仍蘊藏著巨大的發展潛力。

本研究應用本所東港生技研究中心經分離篩選所得的 10 種微藻作為培養用餌食投餵，更進一步了解投餵不同微藻對動物性餌料生物增殖的影響，以利穩定提供培育魚蝦種苗所需的餌料生物，強化水產養殖種苗生產技術。

材料與方法

本試驗以本所東港生技研究中心保存之微藻投餵動物性餌料生物，以探討不同餌料微藻對動物性餌料生物的活存、增殖及抱卵之影響，其中使用 10 種藻類包含大眼藻綱 (Eustigmatophyceae) 擬球藻 (*Nannochloropsis oceanica*)、共球藻綱 (Trebouxiophyceae) 海水綠球藻 (*Chlorella* sp.) 及藍藻綱 (Cyanophyceae) 聚球藻 (*Synechococcus* sp.)

(圖 1) 等 3 種球型藻類，以及綠藻綱 (Chlorophyceae) 杜氏藻 (*Dunaliella primolecata*) (圖 2) 和球形四鞭藻 (*Carteria globosa*)、球鞭藻綱 (Chlorodendrophyceae) 周氏扁藻 (*Tetraselmis chui*)、扁藻 (*Tetraselmis* R. Lewin)、亞心型扁藻 (*T. subcordiformis*)、司西扁藻 (*T. suecica*) 及四鞭扁藻 (*T. tetrahele*) 等 7 種綠色鞭毛藻類。另使用包含六幼生綱 (Hexanauplia) 短角異劍水蚤 (*Apocyclops royi*) (圖 3)、單性腺綱 (Monogononta) 小型輪蟲 (*Brachionus ibericus*) (圖 4) 及極小型輪蟲 (*B. rotundiformis*) (圖 5) 等 3 種水產種苗培育常用之動物性餌料生物。

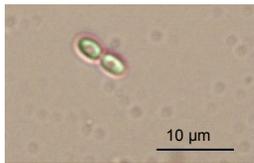


圖 1 聚球藻



圖 2 杜氏藻



圖 3 短角異劍水蚤

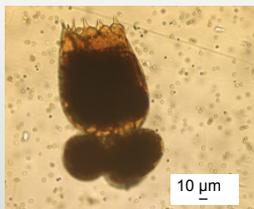


圖 4 小型輪蟲

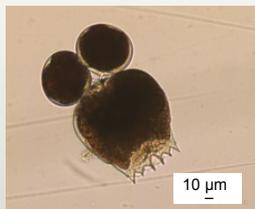


圖 5 極小型輪蟲

本試驗將經分離篩選所得的微藻經批次培養完成藻體擴增，將擴增後的藻水投餵短角異劍水蚤、小型輪蟲及極小型輪蟲，以容量 70 ml 的螺旋試管放置 5 隻動物性餌料生物進行試驗，每個試驗組皆為 3 重複，進行 2 週，試驗中維持光照度 100 PAR，25°C 恆溫及 14L/10D 光週期，以搖晃螺旋試管使水中藻體均勻分布，每日添加藻水維持水中藻細胞數，試驗完成後計算族群個體數、帶卵成蟲數及各處理組的比成長率 (specific growth rate)。所有試驗結果皆以單因子變異數分析法 (one-way ANOVA) 統計，再以 Tukey's test 進行事後檢定。

結果與討論

以經分離篩選所得的微藻投餵 3 種動物性餌料生物，以探討不同微藻培養對動物性餌料生物增殖效果，並建立有效率的培養技術，促進生產乾淨且優質的動物性餌料生物及完善水產養殖生產動物性餌料生物的技術。進行試驗應用的短角異劍水蚤是橈足類，為本試驗中體型相對較大的動物性餌料生物，常被應用於中後期的魚蝦苗培育；小型輪蟲及極小型輪蟲，是本試驗中體型較小的動物性餌料生物，常被應用於魚蝦苗培育初期。應用不同藻類餵食短角異劍水蚤 2 週後，結果得知短角異劍水蚤處理組中投餵綠色鞭毛藻類組別的族群個體總數及比成長率之增殖指標數值皆優於球型藻類 (表 1)，且生活史中每個階段的個體 (如無節幼蟲、橈足幼生) 都有被觀察到，而餵食球型藻類的處理組皆無帶卵成蟲。以司西扁藻投餵短角

表 1 以不同微藻培養短角異劍水蚤 (*Apocyclops royi*) 之族群個體總數、帶卵成蟲數及比成長率之影響

處理組	帶卵成蟲數	族群個體總數	比成長率
聚球藻	0.0±0.0	8.3±1.5 ^d	2.5±0.9 ^d
海水綠球藻	0.0±0.0	29.0±1.0 ^d	8.7±0.2 ^c
擬球藻	0.0±0.0	14.7±2.1 ^d	5.4±0.7 ^d
周氏扁藻	4.3±0.6	84.3±5.1 ^c	14.1±0.3 ^b
司西扁藻	4.0±2.7	160.7±1.5 ^a	17.4±0.1 ^a
四鞭扁藻	3.0±1.0	86.7±3.5 ^c	14.3±0.2 ^{ab}
亞心型扁藻	3.3±1.5	117.0±3.0 ^b	15.8±0.1 ^{ab}
扁藻	3.0±1.7	112.7±1.2 ^b	15.6±0.1 ^{ab}
球形四鞭藻	3.7±1.1	97.3±4.2 ^{bc}	14.8±0.2 ^{ab}
杜氏藻	5.3±2.5	146.7±1.5 ^a	16.9±0.1 ^{ab}

帶卵成蟲數之起始值為 1；族群個體總數之起始值為 5；不同的英文字母表示有顯著差異 ($p < 0.05$)

異劍水蚤可獲得最佳比成長率，投餵短角異劍水蚤司西扁藻或杜氏藻的處理組有最佳的族群個體總數，在有適當擾動水體的讓微藻均勻分布於水中的情況下，相較於投餵球型藻類的組別，投餵綠色鞭毛藻類有較佳的增殖表現，此結果應是綠色鞭毛藻類的藻體大小對短角異劍水蚤有較佳適口性造成的影響，體積較小的球型藻類對短角異劍水蚤適口性明顯相對較差。

應用不同藻類餵食小型輪蟲 2 週後，試驗結果 (表 2) 顯示以球形四鞭藻投餵小型輪蟲的帶卵成蟲數顯著優於投餵聚球藻的組別，試驗中投餵四鞭扁藻、亞心型扁藻、扁藻及球形四鞭藻的小型輪蟲組別展現最佳的族群個體總數及比成長率，反之以聚球藻投餵小型輪蟲分別於帶卵成蟲數、族群個體總數及比成長率皆表現最差。本試驗以不同微藻投餵極小型輪蟲有不同的增殖效果，其中以四鞭扁藻投餵極小型輪蟲獲得最佳的族群個體總數，投餵周氏扁藻的族群個體總數表現次之，以四鞭扁藻、亞心型扁藻或周氏扁藻投餵極小型輪蟲可得較佳的比成長率，而以聚球藻投餵極小型輪蟲，不論帶卵成蟲

數、族群個體種數或比成長率皆有最差的增殖表現 (表 3)。

蘇等 (1994) 以不同微藻培養極小型輪蟲，發現極小型輪蟲可濾食範圍為 2–20 μm ，顯示極小型輪蟲可攝食較小的食物。Hino and Hirano (1980, 1984) 報告指出，由可濾食粒子大小與兜甲 (lorica) 長之相關關係，推算出 L 型輪蟲可濾食 5–25 μm 大小的食物。聚球藻大小約 2–4 μm ，屬於體型較小的藻類，與海水綠球藻及擬球藻之大小相當，依蘇及 Hino 等人研究結果推測，聚球藻的大小應為小型輪蟲與極小型輪蟲可攝食的食物最小尺寸，但因尺寸較小，不適合做為短角異劍水蚤的食物，可由試驗結果觀察到不同大小的動物性餌料生物會對不同大小之餌料有篩選性。

試驗中以聚球藻投餵 3 種動物性餌料生物的帶卵成蟲數、族群個體總數及比成長率皆有最差表現，蘇等 (1994) 試驗餵食不同微藻對極小型輪蟲增殖率的影響，結果顯示投餵周氏扁藻、擬球藻及等鞭金藻對極小型輪蟲的增殖效果較佳；研究顯示擬球藻含有高量之二十碳五烯酸 (Eicosapentaenoic acid,

表 2 以不同微藻培養小型輪蟲 (*Brachionus ibericus*) 之族群個體總數、帶卵成蟲數及比成長率之影響

處理組	帶卵成蟲數	族群個體總數	比成長率
聚球藻	24.3±0.6 ^b	114.7±4.5 ^f	20.9±0.3 ^e
海水綠球藻	73.0±2.7 ^{ab}	265.7±0.6 ^d	26.5±0.0 ^c
擬球藻	52.7±2.3 ^{ab}	372.0±1.7 ^c	28.7±0.0 ^b
周氏扁藻	69.7±4.5 ^{ab}	401.3±5.1 ^{bc}	29.2±0.1 ^b
司西扁藻	66.0±16.4 ^{ab}	427.0±7.8 ^b	29.7±0.1 ^b
四鞭扁藻	104.7±15.0 ^{ab}	516.0±5.3 ^a	30.9±0.1 ^a
亞心型扁藻	111.7±7.0 ^{ab}	521.7±4.7 ^a	31.0±0.1 ^a
扁藻	94.7±10.6 ^{ab}	501.0±3.0 ^a	30.7±0.0 ^a
球形四鞭藻	138.3±24.2 ^a	501.3±7.2 ^a	30.7±0.1 ^a
杜氏藻	60.0±2.0 ^{ab}	181.7±4.0 ^e	24.0±0.2 ^d

帶卵成蟲數之起始值為 1；族群個體總數之起始值為 5；不同的英文字母表示有顯著差異 ($p < 0.05$)

表 3 以不同微藻培養極小型輪蟲 (*B. rotundiformis*) 之族群個體總數、帶卵成蟲數及比成長率之影響

處理組	帶卵成蟲數	族群個體總數	比成長率
聚球藻	19.0±3.5 ^c	63.0±3.6 ^e	16.9±0.4 ^e
海水綠球藻	41.3±5.8 ^{abc}	190.3±2.5 ^f	24.3±0.1 ^d
擬球藻	58.0±5.6 ^{abc}	239.0±2.7 ^e	25.8±0.1 ^c
周氏扁藻	88.0±13.0 ^a	401.7±2.5 ^b	28.4±0.0 ^{ab}
司西扁藻	22.3±3.2 ^{bc}	352.3±0.6 ^c	28.4±0.0 ^b
四鞭扁藻	41.3±4.5 ^{abc}	430.7±3.2 ^a	29.7±0.1 ^a
亞心型扁藻	72.7±6.7 ^{ab}	363.0±1.7 ^c	28.6±0.0 ^{ab}
扁藻	69.0±5.3 ^{abc}	259.3±1.5 ^{de}	26.3±0.0 ^c
球形四鞭藻	84.3±9.5 ^a	276.3±3.8 ^d	26.8±0.1 ^c
杜氏藻	49.3±2.1 ^{abc}	251.3±8.0 ^{de}	26.1±0.2 ^c

帶卵成蟲數之起始值為 1；族群個體總數之起始值為 5；不同的英文字母表示有顯著差異 ($p < 0.05$)

EPA)，等鞭金藻含有高量之二十二碳六烯酸 (Docosahexaenoic Acid, DHA)，而周氏扁藻富含蛋白質，因此藻體的營養成分或藻類種別等因素可能才是影響極小型輪蟲增殖的主因。微藻應用在水產養殖中可直接或間接的影響各種水產養殖生物，如輪蟲和魚蝦類幼苗的營養蓄積、增殖和活存。有研究指出輪蟲的脂肪含量和脂肪酸組成反應攝食的微藻組成，投餵輪蟲所用的微藻可有效控制輪蟲所含脂肪酸含量 (Reitan, 1997)，且 Falaise 等 (2016) 研究指出多種微藻在水產養殖中發揮著抗菌、抗真菌和抗病毒等正向作用，通過減少致病菌的數量等方式減少幼苗致病

風險，綜上結果顯示微藻所含多種營養成分對幼苗及動物性餌料生物培養有重要影響。

結語

綜上可知，投餵不同微藻類對動物性餌料生物的增殖有影響，但需注意投餵的餌料微藻藻體大小，且不同藻類含有不同營養對動物性餌料生物之增殖亦有相關，如本試驗中的以藍綠藻類之聚球藻投餵動物性餌料生物的增殖表現最差。因此，以微藻培養動物性餌料生物需同時考慮藻體適口性及營養成分，以利促進動物性餌料生物增殖。