

以橈足類和豐年蝦幼蟲培育石斑魚苗之優劣點

蘇惠美^{1*}·王淑欣¹·許家興¹·陳紫嫻¹·蘇茂森²

¹行政院農業委員會水產試驗所 生物技術組

²行政院農業委員會水產試驗所

摘 要

臺灣在 1985 年建立石斑魚苗培育技術，到 1995 年商業規模生產之魚苗已超過千萬尾。然而由於神經壞死病毒與虹彩病毒感染的關係，魚苗之活存率低且生產不穩定。魚苗投餵序列，一般依序為牡蠣卵、輪蟲及橈足類，本文旨在探討以橈足類與豐年蝦培育石斑魚苗之優劣及其與疾病相關之問題。橈足類取自魚蝦養成魚塢，優勢種為短角異劍水蚤及模糊許水蚤，豐年蝦投餵前以 DC DHA selco 強化其營養。經過三批養殖試驗，顯示投餵橈足類之石斑魚苗的成長與活存，均優於豐年蝦者。脂肪酸組成分析結果顯示，橈足類含高量之二十碳五烯酸 (EPA) 及二十二碳六烯酸(DHA)，豐年蝦則含高量之十八碳二烯酸 (18:2n6)。然而以橈足類為餌料者，會爆發指環蟲及神經壞死病毒之感染，死亡率達 40%。因此為穩定石斑魚苗生產量，以及免除中間育成階段遭受病害感染之風險，仍以加強營養之豐年蝦作為餌料較恰當。

關鍵詞：石斑魚苗培育、橈足類、豐年蝦、病害、脂肪酸。

前 言

臺灣在 1985 年首次建立石斑魚苗培育技術(林等, 1986)。到 1995 年，商業生產之魚苗已超過千萬尾，然而魚苗之活存率低於 1%，且生產穩定性低，一方面是因石斑魚苗較脆弱 (Kohno *et al.*, 1997)，又有長鰭收鰭等變態問題，另一方面則是感染神經壞死病毒與虹彩病毒的關係 (趙與龐, 1997; Chi *et al.*, 1997)。為提昇石斑苗育成率，並且穩定地生產，乃從從衛生、營養及動物技術三方面加以改善。經過數年來的努力，建立點帶石斑魚苗穩定生產的養殖技術 (Su *et al.*, 2001)，使用之餌料生物主要為微藻、輪蟲及豐年蝦。然養殖業者常大量使用橈足類 (陳等, 1994; 呂, 1998)，但 Lo *et al.* (1996) 曾報導橈足類會攜帶白斑病毒，另亦有許多研究也指出餌料生物是海水魚繁殖場微生物滋生的源頭，可能成為將疾病感染至魚苗的載體。因此在改善石斑魚苗培育之技

術面，也比較橈足類與豐年蝦在魚苗培育上之優劣及與疾病相關問題，本研究即報導養殖試驗成果，以作為要與不要用橈足類之參考。

材料與方法

一、橈足類來源

餵飼石斑魚苗之橈足類取自販賣商，其來源捕撈自蝦池、魚池和專業橈足類養殖池。每日上午送來濕重 1 斤的橈足類，先置於 500 公升玻璃纖維 (FRP)槽，內置調鹽度為 18 – 20 ‰ 之藻水 (等鞭金藻或扁藻)，使其鹽度與橈足類撈取池相差不過 5 ‰，以確保橈足類活力，並加以打氣。需要時以 200 目網布撈取，直接投入魚苗池。橈足類之來源雖不一定，但主要為二種。一種為短角異劍水蚤(*Apocyclops royi*) 大小為 110 – 1,010 μm (張, 1992)，另一種為模糊許水蚤(*Pseudodiaptomus annandalei*) (以前稱 *Schmackeria dubia*) (蕭, 1988)大小為 250 – 1,280 μm 。

二、豐年蝦滋養

依蘇 (1999) 所述豐年蝦孵化及營養強化方

*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: hmsu@mail.tfrin.gov.tw

Table 1 Feeding period of grouper larviculture and water quality parameters in rearing tanks

Experiment no. (Year)	I (1999)			II (2000)		
Egg source ¹	A	A	A	B	B	B
<i>Artemia</i> fed period	D15-D22 ²	D15-D37	D15-D37	–	D18-D38	D18-D39
Copepod fed period	D23-D30	–	–	D18-D38	–	–
Temperature (°C)	25.3-28.8	25.2-28.8	25.3-28.8	26.7-27.7	26.8-28.2	26.8-27.7
pH	7.81-8.22	7.77-8.29	7.81-8.28	7.89-8.22	7.91-8.30	7.92-8.22
Salinity (‰)	29-33	29-33	29-33	25	25	25
NH ₄ -N (ppm)	0.18-2.90	0.17-5.86	0.17-4.86	ND	ND	ND
NO ₂ -N (ppm)	0.01-0.32	0.01-0.32	0.02-0.48	ND	ND	ND

¹A: farm at Linbian; B: farm at Fangliao; ²Day post hatching.

法，將豐年蝦卵孵化及滋養。亦即在豐年蝦卵經 24 小時孵化達二齡幼蟲時，以 200 目網布收集、清洗後，移入新桶，打氣維持飽和溶氧 70% 以上。加入 150 ppm 滋養油乳 (DC DHA selco INVE, 比利時)，每 12 小時一次，24 小時後以網布收集、充分清洗後投餵。

三、魚苗培育

魚苗培育於 3.5 噸之玻璃纖維桶中，於孵化後第三天投餵藻水，並依序投入牡蠣受精卵或超小型輪蟲、小型輪蟲、豐年蝦一齡幼蟲及經滋養豐年蝦幼蟲 (Su *et al.*, 1997; 蘇, 1999; Su *et al.*, 2001)，或者以橈足類取代豐年蝦。實驗共進行三試程，分別在 1999 年 4 月 28 日、2000 年 5 月 18 日及 7 月 14 日為取卵日 (訂為 D0)，由於養殖水溫及魚卵來源不同 (如 Table 1 所示)，因此魚苗成長速率不一樣，橈足類及豐年蝦之投餵期，以及收穫期也不一致。第一及第二試程投豐年蝦育苗槽二桶、投橈足類育苗槽一桶，第三試程則各一桶。藻水為培養至對數生長晚期之等鞭金藻，牡蠣受精卵乃取新鮮牡蠣經人工授精、十分清洗後使用，輪蟲以扁藻及擬球藻培養、為小型及超小型 (Su *et al.*, 1997)。餵豐年蝦時，前三天先餵剛孵出幼蟲、而後再餵經滋養之豐年蝦幼蟲。養殖期間除後期餌料為橈足類或豐年蝦不同外，水質管理及環境條件均相同。魚苗成長到可收穫時捕撈、計數並量測體長，然後移到 200 L 循環水槽養至 2-3 吋，觀察各批試驗魚苗在中間育苗期之成長

及健康表現。在此中間育成期，第一試程在前 17 天仍用橈足類，其後則餵人工飼料，由於第一試程發生病毒性神經壞死症 (viral nervous necrosis, VNN) 疾病，所以第二、三試程在循環水槽時，只用加強營養豐年蝦及人工飼料。

四、脂肪酸分析

取上述橈足類及滋養之豐年蝦，經充分清洗、冷凍乾燥後，以國際海洋開發委員會 (International Council for the Exploration of the Sea, 縮寫 ICES) 脂肪酸定性定量方法 (Coutteau and Sorgeloos, 1995)，抽取油脂、經皂化酯化甲基化後、以氣相層析儀、標準脂肪酸及內標準 (20:2n6) 分析脂肪酸組成。分析工作由中比合作計畫之比利時根特大學水產養殖研究所暨豐年蝦參考中心執行。

五、聚合酶鏈反應檢驗神經壞死病毒

在二年之三批育苗試驗中，僅在 1999 年第一次試驗時，魚苗於移至循環水之中間育成期爆發病害。該批魚苗從孵化後第 6 天 (D6) 到 D25 餵輪蟲，D23 餵橈足類，D30 移於循環水槽，繼續餵橈足類到 D47，VNN 在 D77 發作，於 D83 採集瀕死及正常魚苗。發病前已收集在 D20 餵魚苗之輪蟲、D23 及 D41 餵魚苗之橈足類，以及 D31 及 D75 之魚苗，均貯藏於 -30°C 冰櫃，一併以乾冰包裝，空運至台大。委由動物所齊肖琪教授實驗室，利用聚合酶鏈反應 PCR (Chi *et al.*, 1997)，檢驗各樣品感染 VNN 病毒狀況。

Table 2 Performance of grouper, *Epinephelus coioides*, fry reared with copepods and enriched *Artemia*

Experiment no. (Year)	I (1999)		II (2000)		III (2000)	
<i>Artemia</i> fed period	D15-D37	D15-D22	D18-D39	–	D18-D41	–
Copepod fed period	–	D23-D30	–	D18-D39	–	D18-D37
Harvest day	D37	D30	D39	D39	D41	D37
Length at harvest (cm)	1.92±0.37	1.83±0.31	2.18±0.30	2.08±0.32	2.06±0.44	2.06±0.42
Survival rate (%)	4.5	3	6	12	3	5
Disease of fry reached 6 cm						
<i>Pseudorhabdosynochus</i>	–	+	–	–	–	–
Viral nervous necrosis	–	+	–	–	–	–

結果與討論

石斑魚苗以橈足類或加強營養之豐年蝦，分別餵飼所得育苗成果如 Table 2 所示。第一試程在 D23，才分別投餵橈足類或加強營養之豐年蝦，結果投給橈足類者於 D30，在較短之培育期，達到相同之魚苗大小。第二試程投餵期均在 D18 至 D38，雖均在 D38 時收穫，魚苗大小也近似，活存率以橈足類為餌者 12%，為以豐年蝦為餌者之二倍。第三試程以橈足類為餌者，不僅提早收穫 (D37 早於 D41)，活存率也較高 (5% > 3%)。

二種餌料生物之脂肪酸組成如 Table 3 所示，總脂肪酸佔乾重比近乎相同，為 69.7 mg/g，但橈足類含有較多之 n-3 長鏈多元不飽和脂肪酸 (n3 HUFA)，佔乾重 26.1 mg/g 及總脂肪酸之 37.5%；滋養之豐年蝦含有較多之 n-6 多元不飽和脂肪酸，佔乾重 16.0 mg/g 及總脂肪酸之 22.9%。亦即橈足類之 20:5n-3 (二十碳五烯酸 EPA) 及 22:6n3 (二十二碳六烯酸 DHA) 含量高，分別為 10.1 mg/g 及 14.4 mg/g，豐年蝦之 18:2n6 含量高為 14.6 mg/g，而 EPA 僅 3.6 mg/g、DHA 為 2.1 mg/g。又，橈足類 DHA/EPA 之比值為 1.4，而豐年蝦則為 0.6。這樣多元不飽和脂肪酸類別及含量之差異，反映出以橈足類或豐年蝦為餌料生物，石斑魚苗之活存與成長之差異。

許多研究報導 n3 HUFA 含量會影響餌料之營養價 (Watanabe *et al.*, 1983; Watanabe, 1993)，進而影響魚苗之健康、活存與行為等 (Bell *et al.*, 1995; Su *et al.*, 1997; Baker *et al.*, 1998; Masuda *et*

al., 1998)。Toledo *et al.* (1999) 也指出，點帶石斑魚苗早期投餵橈足幼蟲與僅投輪蟲者相比，魚苗有較高之攝餌率、胃內含物、生長與活存，且橈足類之 HUFA 含量為輪蟲之 2 – 3 倍；Su *et al.* (1997) 發現魚苗池添加 DHA 含量高之等鞭金藻，魚苗之活存與成長均提升。不過，黑線鱈魚苗以橈足類 *Tisbe* 為餌之成長，雖大於以輪蟲為餌者，活存卻反而降低 (Nanton and Castell, 1999)。在台灣橈足類取得容易，但有些研究則指出由於足量橈足類取得困難，而易取得之豐年蝦因含有高量三甘油脂，能夠加速魚苗之成長，乃以豐年蝦為主要食物，並補充供應橈足類，以提昇魚苗之活存及得到正常體色。

由於豐年蝦 HUFA 含量不足 (Watanabe *et al.*, 1983)，孵化後需以油乳加強營養。以植物源油增強豐年蝦 HUFA 含量之效果很不好，動物源油中則以烏賊肝油最佳、鱈魚肝油與商品熊克 (selco) 其次，沙丁肝油最差；且 HUFA 含量與 DHA:EPA 之比，隨加強營養時間增長，至 33 小時達最高 (Narciso *et al.*, 1999)。測試標準油乳滋養豐年蝦 (*A. franciscana*) 之結果，顯示 24 小時後不同劑量對豐年蝦之 DHA、EPA 及總 n-3 HUFA 含量有顯著的影響，以 0.3 g/l 劑量為最高，分別為 28.9、53.2 及 85.6 mg/g DW；以 100% 純 HUFA 油乳滋養者之 DHA 含量最高，為 50% 稀釋者之二倍，87.5% 稀釋者之五倍 (Han *et al.*, 2000)。顯然豐年蝦之營養，因滋養油乳及時間有很大之差異。本研究所用之橈足類及加強營養之豐年蝦，所具有之 n-3 HUFA 含量均低於 Han *et al.* (2000) 之研

究，若能提高豐年蝦之 n-3 HUFA 含量，也許也能有相等於橈足類之育苗成果，須再探討。

橈足類有能力將自食物中取得之 18:3n3 延長為 20:5n-3 及 22:6n-3，如猛水蚤目 (harpacticoid) 中的 *Tisbe* sp. 及 *Amonardia* sp 二種屬，且其營養不受食物及溫度的影響 (Nanton and Castell, 1999)。不過，Støttrup *et al.* (1999) 報導以單一種微藻投餵哲水蚤目 (Calanoid) 中的 *Acartia tonsa*，其脂肪酸組成因成長階段而異，發育早期為長鏈多元不飽和脂肪酸 (HUFA)，隨後累積較多飽和及單元不飽和脂肪酸；且其 HUFA 含量也因餌藻種類而異，以 *Heterocapsa triquetra* 或 *Isochrysis galbana* 為餌，DHA/EPA 值最高；以 *Rhodomonas baltica* 或 *Thalassiosira weissflogii* 為餌，EPA 較高；餵給 *I. galbana* 及 *T. weissflogii*，ARA (20:4n6) 含量增加。因此，橈足類雖均含有 HUFA，其含量將因種類及食物等有所不同。

如上所述，橈足類含有魚苗必需之營養，但要從大量培養取得也不很容易 (Fukusho, 1991)，因此必需倚賴自然環境中滋生之橈足類，如台灣從魚池、蝦池等戶外養殖魚塭撈取，美國從海灣河口水域濾取 (Ogle *et al.*, 2003)。水域中橈足類含有白斑病毒已有報導 (Lo *et al.*, 1996)，本研究則顯示有時會帶來病害之感染 (Table 2)，如病毒性神經壞死症病毒、指環蟲 (*Pseudorhabdosynochus*) 等。在第一試程，魚苗於 D30 移於循環水槽，繼續餵橈足類到 D47，隨後餵人工飼料，D77 發作 VNN 疾病，立即搬移至流水式養殖槽，並隨時移走病魚，至 D99 魚苗恢復正常，共計死亡率為 42 %。以 PCR 檢驗投餵之輪蟲、橈足類、發病前魚苗、以及發病後瀕死魚苗與正常魚苗之 VNN 病毒，結果如 Table 4。輪蟲呈陰性反映，橈足類以一次 PCR 檢驗為陰性，而 Nested PCR 呈陽性，病毒感染症未發作前 D31 的魚苗呈陰性，發作前 D75 之魚苗為

Table 3 Percentage composition of fatty acid of copepods and enriched *Artemia*

Fatty acids	Copepods		Enriched <i>Artemia</i> ¹	
	% ²	mg/g DW	%	mg/g DW
14:0	6.7	4.6	1.3	0.9
16:0	19.5	13.6	12.3	8.6
16:1(n-7)	6.3	4.4	5.7	4.0
18:0	4.6	3.2	6.2	4.3
18:1(n-9)	2.7	1.9	23.4	16.3
18:1(n-7)	2.6	1.8	10.5	7.3
18:2(n-6)	1.7	1.2	20.9	14.6
18:3(n-6)	0.2	0.2	0.4	0.3
18:3(n-3)	3.7	2.6	1.9	1.3
18:4(n-3)	1.6	1.1	0.3	0.2
20:4(n-6)	2.0	1.4	1.4	1.0
20:3(n-3)	0.3	0.2	0.0	0.0
20:4(n-3)	0.4	0.3	0.1	0.1
20:5(n-3)	14.5	10.1	5.2	3.6
22:5(n-6)	1.7	1.2	0.2	0.2
22:5(n-3)	1.7	1.2	0.2	0.1
22:6(n-3)	20.7	14.4	3.0	2.1
Sum (n-3) >or= 20:3(n-3)	37.5	26.1	8.6	6.0
Sum (n-6) >or= 18:2(n-6)	5.6	3.9	22.9	16.0
Total mg FAME/g DW		69.7		69.6

¹Enriched with DC DHA selco; ²Percentage of total fatty acids.

Nested PCR 陽性，發作後 D83 之正常魚苗也是 Nested PCR 陽性，而瀕死魚苗一次 PCR 就成陽性反應。2001 年，魚苗僅餵飼橈足類 2 天，卻感染卵圓鞭毛蟲後，再發作 VNN，而致全數死亡，且使同養於循環水較大型魚苗也感染了卵圓鞭毛蟲 (*Amyloodinium*) 與 VNN 病毒。此外，在歷年養殖過程中，曾有二次從業者購入白身魚苗 (2 cm 左右)，均於移入循環水中間育成系統數週後，發生指環蟲感染症狀。業者均以撈自漁塭之橈足類，育成石斑白身魚苗。而本研究室以滋養豐年蝦育成之青斑數十批，養至 6–7 cm 均未發生 VNN 疾病，龍膽石斑的養殖也有相同的表現。從業者取得之龍膽石斑白身魚苗，移入後一周發生 VNN 疾病，死亡率約 50%，而本研究室以滋養豐年蝦育成三批之活存率在 90% 以上。

Table 4 Infection or contamination by nervous necrosis virus (NNV) of live food and fry used in the feeding experiment I. The feeding period for rotifers was from day 6 post hatching (D6) to day 25, and for copepods it was D23–D47

Samples	Sampling date	NNV	
		1st PCR	Nested PCR
Rotifer	D20	–	–
Copepod	D31	–	+
Copepod	D40	–	+
Alive fry	D31	–	– / +
Alive fry	D75	–	+
Alive fry	D83	–	+
Succumbing fry	D83	+	+

因此餵飼橈足類由於其營養較佳，石斑魚苗不僅成長較快且活存較好，但隨橈足類帶來之病害也造成很大的風險，如何降低隨感染而帶來之病害需加以探討。開發可控制之橈足類培養技術 (Støttrup and Norsker, 1997; Schipp *et al.*, 1999; 許, 2000; Cheng *et al.*, 2001; Ogle *et al.*, 2003; Phelps *et al.*, 2003)，橈足類僅自蝦池撈取，或使用加強營養豐年蝦 (Su *et al.*, 2001)，或開發適用的人工飼料，均為營造穩定生產石斑魚苗之道。近年為能廉價生產橈足類，利用自然水域之二級生產力是一極具潛力的作法。如以美國密西西比灣河口水

作食物源，不另外添加藻類與肥料，將該褐色水經粗濾後，引入水槽中靜置 48 小時，橈足類增加 30–40 倍，將 40% 水排出時濾取橈足類，用來餵魚苗 (Ogle *et al.*, 2003); 或研議以日本瀉湖大量發生之浮游動物來培育魚苗 (Uye, 2003)。現階段在無法使用可控制培養之橈足類，生產石斑魚苗應以加強營養之豐年蝦作為餌料，並繼續探討併用人工飼料之可行性，以解決豐年蝦營養仍不足之缺陷。

結 論

台灣魚塭養殖之橈足類與加強營養的豐年蝦比較，因含高量 DHA 及 EPA，使得以橈足類為餌石斑魚苗之成長與活存，均較以豐年蝦為餌者佳。然而魚塭養殖之橈足類，容易隨身攜帶病菌、病毒及寄生蟲等，有時造成各種疾病感染，導致魚苗大量死亡。因此從營養價及費用來看使用橈足類較划算，但其可能成為將疾病感染至魚苗的載體，致育成率低落且不穩定。如何防止隨橈足類帶來疾病感染，或開發可替代品均是日後該努力的方向。現階段為能穩定生產石斑魚苗，進而降低中間育成爆發病害，以及減小養成期之用藥 (如感染指環蟲因難斷病根，需常用藥)，仍以加強營養之豐年蝦作為餌料較恰當。

謝 辭

本研究承國科會補助經費 (計畫編號：NSC 89-2313-B-056A-003 及 NSC 89-2313-B-056A-008)，比利時根特大學水產養殖研究所暨豐年蝦參考中心協助脂肪酸分析，台大動物所齊肖琪博士協助 NNV 病毒檢驗，農委會水產試驗所生物技術組張銀戀小姐與陳亮元先生協助微藻養殖及循環水養殖系統維護，特此致謝。

參考文獻

- 呂明毅 (1998) 石斑魚的繁養殖. 漁業推廣叢書第 049A, 臺灣省漁業局編印, 30 pp.
- 林金榮, 顏枝麟, 黃丁士, 劉繼源, 陳其林 (1986) 鮭形石斑魚之人工繁殖-II 仔魚培育試驗及形態變化. 臺灣省水產試驗所試驗報告, 40: 219-240.
- 許家興 (2000) 食物及溫度對短角異劍水蚤生長及生

- 殖的影響. 國立中山大學海洋資源研究所 碩士論文, 76 pp.
- 陳孟仙, 陳宏遠, 陳致中, 陳益惠 (1994) 石斑魚的繁殖及育苗. 國立中山大學漁業推廣工作專刊, 11: 1-10.
- 張文炳 (1992) 橈腳類短角異劍水蚤之生理生態學研究. 國立台灣大學海洋研究所 博士論文, 167 pp.
- 趙嘉本, 龐飛 (1997). 養殖石斑魚 (*Epinephelus* spp.) 虹彩樣病毒 (iridovirus-like) 感染症. 中華獸醫誌, 23(5): 411-422.
- 蕭澤民 (1988) 海產橈腳類 *Schmackeria dubia* (Kiefer, 1936) 之攝食選擇性. 國立台灣大學海洋研究所 碩士論文, 121 pp.
- 蘇惠美 (1999) 餌料生物之培養與利用. 臺灣省水產試驗所, 105 pp.
- Baker, E. P., D. Alves and D. A. Bengtson (1998) Effects of rotifer and *Artemia* fatty-acid enrichment on survival, growth and pigmentation of summer flounder *Paralichthys dentatus* larvae. J. World Aquacul. Soc., 29(4): 494-498.
- Bell, M. V., R. S. Batty, J. R. Dick, K. Fretwell, J. C. Navarro and J. R. Sargent (1995) Dietary deficiency of docosahexaenoic acid impairs vision at low intensities in juvenile herring (*Clupea harengus* L.) larvae during first feeding. Lipids, 30: 443-449.
- Cheng, S. H., H. C. Chen, S. L. Chang, T. I. Chen and I. C. Liao (2001) Study on the optimal density of mass culture in copepod *Apocyclops royi*. In Abstract of 6th Asian Fisheries Forum 2001, Asian Fish. Soc., Quezon, Philippines, p. 58.
- Chi, S. C., C. F. Lo, G. H. Kou, P. S. Chang, S. E. Peng and S. N. Chen (1997) Mass mortalities associated with viral nervous necrosis (VNN) disease in two species of hatchery-reared grouper, *Epinephelus fuscogutatus* and *Epinephelus akaara* (Temminck & Schlegel). J. Fish Dis., 20: 85-193.
- Coutteau, P. and P. Sorgeloos (1995) Intercalibration exercise on the qualitative and quantitative analysis of fatty acids in *Artemia* and marine samples used in mariculture. ICES Cooperative Research Report No. 211, Copenhagen, Denmark, 30 pp.
- Fukusho, K. (1991) Review of the research status of zooplankton production in Japan. In Rotifer and Microalgae Culture Systems: Proceedings of a U.S.-Asia Workshop (W. Fulks and K. L. Main eds.), The Oceanic Institute, Honolulu, HI, 55-60.
- Han, K., I. Geurden and P. Sorgeloos (2000) Enrichment strategies for *Artemia* using emulsions providing different levels of n-3 highly unsaturated fatty acids. Aquaculture, 183(3-4): 335-347.
- Kohno, H., R. S. Ordonio-Aguilar, A. Ohno and Y. Aki (1997) Why is grouper larval rearing difficult?: an approach from the development of the feeding apparatus in early stage larvae of the grouper, *Epinephelus coioides*. Ichthyol. Res., 44(3): 267-274.
- Lo, C. F., C. H. Ho, S. E. Peng, C. H. Chen, H. C. Hsu, Y. L. Chiu, C. F. Chang, K. F. Liu, M. S. Su, C. H. Wang and G. H. Kou (1996) White spot syndrome baculovirus (WSBV) detected in cultured and captured shrimp, crabs and other arthropods. Dis. Aqua. Organisms, 27: 215-225.
- Masuda, R., T. Takeuchi, K. Tsukamoto, Y. Ishizaki, M. Kanematsu and K. Imaizumi (1998) Critical involvement of dietary docosahexaenoic acid in the ontogeny of schooling behaviour in the yellowtail. J. Fish Biol., 53(3): 471-484.
- Nanton, D. A. and J. D. Castell (1999) The effects of temperature and dietary fatty acids on the fatty acid composition of the harpacticoid copepod, for use as a live food for marine fish larvae. Aquaculture, 175(1-2): 167-181.
- Narciso, L., P. Pousao-Ferreira, A. Passos and O. Luis (1999) HUFA content and DHA/EPA improvements of *Artemia* sp. with commercial oils during different enrichment periods. Aquacul. Res., 30(1): 21-24.
- Ogle, J. T., J. T. Lemus, L. C. Nicholson, D. N. Barnes and J. M. Lotz (2003) Characterization of an extensive zooplankton outdoor production system coupled with intensive larval rearing of red snapper *Lutjanus campechanus*. Presented in Culture of Copepods and Applications to Marine Finfish Larval Rearing, 5-8 May 2003, Hawaii, USA.
- Phelps, R. P., G. S. Sumiarsa, E. E. Lipman, H. P. Lan, K. R. Kao and A. D. Davis (2003) Intensive and extensive production techniques to provide copepod nauplii for feeding larval red snapper *Lutjanus campechanus*. Presented in Culture of Copepods and Applications to Marine Finfish Larval Rearing, 5-8 May 2003, Hawaii, USA.

- Schipp, G. R., J. M. P. Bosmans and A. J. Marshall (1999) A method for hatchery culture of tropical calanoid copepods, *Acartia* spp. *Aquaculture*, 174(1-2): 81-88.
- Støttrup, J. G. and N. H. Norsker (1997) Production and use of copepods in marine fish larviculture. *Aquaculture*, 155(1-4): 231-347.
- Støttrup, J. G., J. G. Bell and J. R. Sargent (1999) The fate of lipids during development and cold-storage of eggs in the laboratory-reared calanoid copepod, *Acartia tonsa* Dana, and in response to different algal diets. *Aquaculture*, 176(3-4): 257-269.
- Su, H. M., M. S. Su and I. C. Liao (1997) Preliminary results of providing various combinations of live foods to grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. *Hydrobiology*, 358(1-3): 301-304.
- Su, H. M., K. F. Tseng, M. S. Su, P. Sorgeloos and I. C. Liao (2001) Development of larviculture techniques for the enhanced production of grouper *Epinephelus coioides*. In *Larvi '01: Fish & Shellfish Larviculture Symposium*, Special Publ. No. 30 (C. I. Hendry, G. Van Stappen, M. Wille and P. Sorgeloos eds.), European Aquaculture Society, Oostende, Belgium, 574-577.
- Toledo, J. D., M. S. Golez, M. Doi and A. Ohno (1999) Use of copepod nauplii during early feeding stage of grouper *Epinephelus coioides*. *Fish. Sci.*, 65(3): 390-397.
- Uye, S. I. (2003) Extremely high biomass and production of planktonic copepods in a brackish-water lagoon in Japan: Potential use as food for fish larvae. Presented in *Culture of Copepods and Applications to Marine Finfish Larval Rearing*, 5-8 May 2003, Hawaii, USA.
- Watanabe, T. (1993) Importance of docosahexaenoic acid in marine larval fish. *J. World Aquacul. Soc.*, 24(2): 152-161.
- Watanabe, T., T. Tamiya, A. Oka, M. Hirata, C. Kitajima and S. Fujita (1983) Improvement of dietary value of live foods for fish larvae by feeding them on n3 highly unsaturated fatty acids and fat-soluble vitamins. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 49(3): 471-479.

A Comparison of Copepods and *Artemia* Nauplii for Grouper Larviculture

Huei-Meei Su^{1*}, Sui-Sin Wang¹, Chia-Hsing Hsu¹, Tzyy-Ing Chen¹ and Mao-Sen Su²

¹Biotechnology Division, Fisheries Research Institute

²Fisheries Research Institute

Abstract

The technique of larval grouper rearing has been established in Taiwan since 1985, and annual commercial seed production exceeded ten million fry in 1995. However, the larval survival rate was less than 1%, and production fluctuated due to the outbreaks of viral nervous necrosis (VNN) disease and iridovirus-like infections. In general, fertilized oysters eggs, rotifers, and copepods were sequentially applied to feed the larvae. This study was conducted to determine the benefits and disease problems associated with copepods as feed organisms. The copepods and enriched *Artemia* nauplii were respectively fed with the same feeding procedure. Copepods were collected from fish grow-out ponds, and were mainly *Apocyclops* and *Pseudodiaptomus*. *Artemia* nauplii were enriched with commercial emulsions (DC DHA Selco). Copepods contained high levels of n-3 unsaturated fatty acids (26.3 mg/g dry wt.), EPA (10.1 mg/g dry wt.), and DHA (14.4 mg/g dry wt.). In contrast, enriched *Artemia* contained more n-6 unsaturated fatty acids (16.1 mg/g dry wt.) than EPA (3.6 mg/g dry wt.) or DHA (2.1 mg/g dry wt.). Feeding grouper fry with copepods resulted in higher survival and faster growth than feeding with enriched *Artemia*. However, when fry were fed copepods, the fingerlings had more disease problems with infections of *Pseudorhabdosynochus* and VNN, and about 40% of fingerlings died due to those infections. Therefore, using enriched *Artemia* as live food is a better strategy for stabilizing fry production and lowering the risk of disease outbreaks during juvenile stages.

Key words: grouper larviculture, copepods, *Artemia*, disease, fatty acid.

*Correspondence: Biotechnology Division, Fisheries Research Institute, Tung Kang, Pingtung 928, Taiwan. TEL: (08) 832-4121; FAX: (08) 832-0234; e-mail: hmsu@mail.tfrin.gov.tw