

無特定病原 (SPF) 白蝦繁養殖模式之 開發與產業應用

撰文/鄭金華

摘要

SPF (Specific Pathogen Free) 蝦苗需要有 SPF 的養殖環境來配合，才能有效地彰顯 SPF 蝦苗的主要優點。在目前整個養殖池周邊都充滿帶原者的情形下，唯有將病原體完全隔離於養殖池之外，才能確保整個養殖過程中病原體不會入侵養殖池進而確保 SPF 池蝦不發病。換句話說，在 SPF 的養殖環境，放養 SPF 蝦苗才能確保養殖成功。穩定供應優質的 SPF 白蝦種蝦以大量生產 SPF 優質蝦苗，是推廣 SPF 白蝦養殖急需發展的配套措施。而經濟可行的防疫隔離設施及其養殖技術與規範，則是推廣 SPF 白蝦養殖另一個配套措施。兩者相輔相成、缺一不可。在防疫的隔離網室或溫室內生產 SPF 白蝦，不但活存高、成長快、換肉率佳、大小整齊、單位面積產量大，而且可以完全不必使用化學藥品，甚至可以完全不必換水，符合有機養殖以及綠色環保的訴求。在全球 WTO 規範全面實施、人畜疫情快速蔓延以及環保意識高漲的時代，SPF 有機白蝦養殖值得大力推廣。然而，為建全 SPF 優質白蝦養殖體系，則仍需積極建立 SPF 白蝦種蝦庫及其遺傳選育，並建構 SPF 白蝦種蝦及蝦苗的檢測及其認證體系。水產試驗所東港生技研究中心近年來積極建立海水蝦類重要病毒的檢測技術、建立 SPF 白蝦種原

庫、研發 SPF 白蝦繁養殖技術、完成每平方公尺年產 10 公斤以上之高密度養殖技術、發展三階段 SPF 白蝦種蝦大量培育技術、以及高密度不換水 SPF 白蝦養殖技術。上述各項研究成果不只涵蓋建立 SPF 種蝦完全養殖技術所有必備的關鍵技術，而且包含將 SPF 種蝦應用在 SPF 蝦苗培育以及後續大蝦養殖所必備的全套技術。上述 SPF 技術平台，還可以進一步應用在其他遭受到病毒性疾病的感染而大量死亡的重要高經濟養殖種類（年產值在前十名且每台斤單價超過 100 元），如石斑（如青斑、龍膽、虎斑、老鼠斑等）、九孔、泰國蝦以及其他海水對蝦類（如草蝦、沙蝦、斑節蝦等）。

一、前言

海水蝦養殖依賴外海種蝦與蝦苗，一直是這個行業最大的隱憂。因為外海種蝦與蝦苗感染病毒的風險比例非常高，而且進出口交易頻繁，使得傳染疾病很快速地擴散至全世界各養殖區，造成大量死亡，甚至整個產業為之萎縮、消失。民國 77 年，台灣草蝦養殖因為疾病暴發，使產量下降三分之二以上，至今仍未恢復。類似的情況，在中國大陸、印尼、泰國、印度、中南美洲等主要對蝦養殖地區亦相繼發生。

使海水對蝦類致病的病原體雖然有很多種，

而且新的病原體不斷地被發現；不過，WSSV、TSV、YHV/GAV/LOV、HPV、IMN 等病毒才是造成養殖蝦類大量死亡的主要病原體。其中 WSSV(白點症病毒)則是目前造成養殖海水對蝦類大量死亡最大的元兇。以 1996 年為例，白點症病毒所造成泰國養殖草蝦死亡達七萬公噸，損失達五億美金，整個亞洲的損失則達數十億美金 (Flegel and Alday-Sanz, 1998)。根據最近的研究報告顯示：外海捕獲種蝦感染 WSSV 的比例非常高 (Hsu, *et al.*, 1999)，最近，台灣外海捕獲的草蝦種蝦普遍被 IHNV、YHV、MBV、WSSV 等病毒感染，其感染率分別為 100%、85%、48% 及 47%。另外，外海捕獲種蝦被上述四種病毒同時感染的比率則高達 23% (李、宋, 2005)。

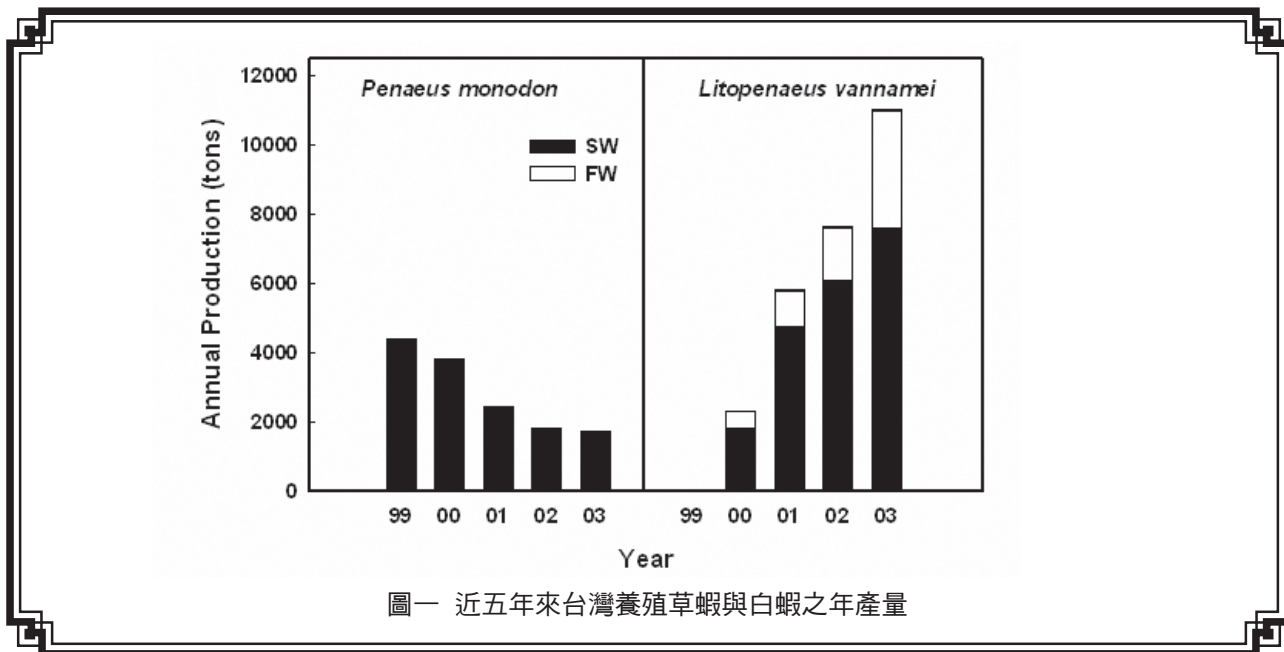
許多病毒能經母蝦直接或間接地垂直感染給其後代，加上病毒的帶原者非常廣泛，以白點症桿狀病毒為例，包括蝦類、蟹類、橈腳類、水生昆蟲甚至鳥類都是其寄主或帶原者，可以說整個養殖環境都充滿帶原者，病原可由陸、海、空各種途徑入侵養殖池，使得池蝦隨時都有可能被感染、疾病隨時都有可能爆發。因此，就短期而言，消毒池水並隔離帶原者以杜絕病原體入侵，並利用已開發之檢測試劑以監測池蝦，保持養殖池環境的穩定以及增強草蝦蝦體的免疫能力，使疾病不致爆發，是目前業者即可採行的方法。就長期而言，發展無特定病原 (SPF) 之蝦類繁養殖技術，並改進池中種蝦之培育及催熟技術以取代野生種蝦；進而利用選種或轉殖技術，以生產成長快、易成熟且抗病力強的蝦類品種才是根本解決之道。

夏威夷海洋研究所在 1989 年建立白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 之 SPF 種蝦庫，以提供業者生產 SPF 蝦苗 (Wyban *et al.*, 1993)。美國德州全面放養 SPF 白蝦後，該州白蝦產量立即由 1991 年的 1,200 公噸提升至 1993 年的 2,500 公噸 (Wyban *et al.*, 1993)。厄瓜多爾於 1993 年進行大規模野生

蝦苗及 SPF 蝦苗的養殖比較試驗，收成時兩者的活存率分別為 9.8% ~ 22% 及 8.3% ~ 90%，SPF 蝦苗的活存率較高 (Lotz, 1997)。

台灣自 1998 年起由美國夏威夷進口的 SPF 白蝦種蝦，每對種蝦售價高達數百元美金，還爭相搶購，1998 年下半年至 1999 年年初進口的數量即超過一萬五千對。因為 SPF 白蝦種蝦孵育出的蝦苗比野生草蝦種蝦 (帶有病毒) 產出的蝦苗有較佳的養殖成績，使得台灣的養殖業者對 SPF 白蝦建立了信心並興起養殖白蝦的熱潮。根據漁業署漁業年報的統計資料顯示，台灣白蝦 2003 年度年產量超過 1 萬公噸，年產值超過新台幣 16 億，在所有水產養殖種類總產值中排名第 7。相對地，2003 年台灣草蝦產量與產值則分別在 2 千公噸、新台幣 5 億以下。由此可見白蝦養殖在短短的 4~5 年快速成長，已取代草蝦成為台灣最主要的養殖海水蝦 (圖一)。大陸於 2000 年起繼台灣之後，也興起養 SPF 白蝦苗的熱潮，白蝦產量突然大量增加，2001 年大陸白蝦產量就高達 20 多萬公噸。上述實例顯示：放養 SPF 蝦苗確實可提高收成量，並已廣為養殖業者採用，是解決蝦類病毒性疾病蔓延可行的辦法之一。

雖然 SPF 優良種蝦及其蝦苗的生產及養殖為世界養蝦產業趨勢，不過，在台灣，養殖 SPF 白蝦的熱潮在短短的幾年中已經完全消退，其中的原因在於業者對於 SPF 蝦苗需要 SPF 環境的配合才能彰顯出其價值的認知不足與缺乏防疫觀念與防疫措施所致。首先，養殖業者錯誤地認為病毒隔離設施所需費用太大而無法負擔，甚至認為要將病毒隔離完全，是天方夜譚，根本不可能做得到。這些錯誤的認知使得養殖業者均未採用防疫措施、養殖池均未裝設防疫設施，即盲目地放養 SPF 蝦苗，不但仍然無法養殖成功，卻反而蒙受比放養一般蝦苗更大的損失 (因為 SPF 蝦苗價格較高、較晚發病使飼料消耗較大)，因而導致信心不足而不敢繼續放養 SPF 蝦苗，甚至產生 SPF 蝦



圖一 近五年來台灣養殖草蝦與白蝦之年產量

苗沒有用、發病時死得更快的錯誤觀念。其次，在種蝦催熟及蝦苗培育過程中，病毒也可經由水源、餌料及操作員而感染種蝦及蝦苗。因此，繁殖業者若未採用經過嚴格驗證的 SPF 種蝦，或未在種蝦催熟及蝦苗培育過程中完全隔絕病原體，其所生產的蝦苗並不保證未感染病毒，雖然號稱 SPF 蝦苗，其實不然；如此，反而進一步摧殘養殖業者對 SPF 蝦苗已經薄弱的信心。另外，進口的 SPF 種蝦價格偏高，繁殖業者紛紛採用本地池中育成的種蝦以降低成本。本地業者自行在池中育成的種蝦多未經嚴格的防疫及定期的檢測，感染病毒的機率很高，繁殖業者雖然心知肚明，爲了生存也只好如法炮製。從此，SPF 白蝦苗在台灣白蝦養殖業界已成爲歷史名詞；白蝦養殖也和草蝦養殖一樣地陷入病毒疾病揮之不去的惡性循環的泥淖中。雖然 2005 年白蝦養殖產量仍維持在 1.2 萬公噸，不過，80% 以上的產量來自混養。疾病的問題不但使得白蝦單養產量只佔 20% 以下，也使得白蝦單養每平方公尺的年產量低於 0.6 公斤。以上數字在國際都是偏低的。

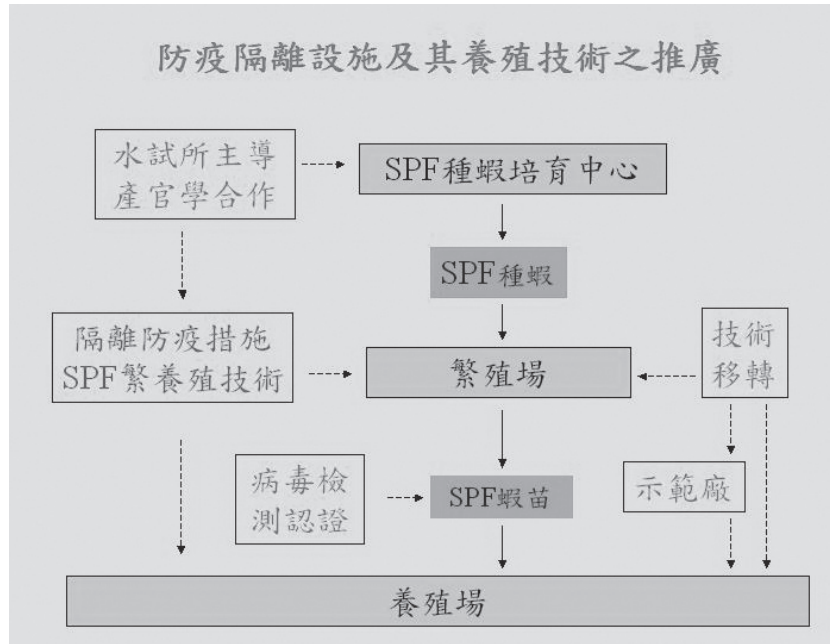
目前，台灣 SPF 白蝦養殖之生產體系已完全

瓦解，養蝦業者對放養 SPF 蝦苗也已完全失去信心。因此，協助業者重新建立 SPF 白蝦養殖之生產體系是政府當務之急。爲此，農委會水產試驗所應肩付起大量培育 SPF 白蝦種蝦的任務，然後提供 SPF 種蝦給願意配合接受技轉輔導的民間繁殖場，以大量生產 SPF 白蝦苗，再提供 SPF 蝦苗給願意配合接受技轉輔導的民間養殖場加以養成。與養殖相關之政府、機關、團體、學校應積極協助或補助業者，購置所需之 SPF 種蝦與蝦苗以及經濟可行的隔離防疫設備，並加強推廣 SPF 蝦苗繁養殖的正確方法與觀念，協助業者建立 SPF 白蝦種蝦及蝦苗的檢測及其認證程序，以提高 SPF 蝦苗養殖的成功率並重建業者對 SPF 白蝦的信心（圖二）。

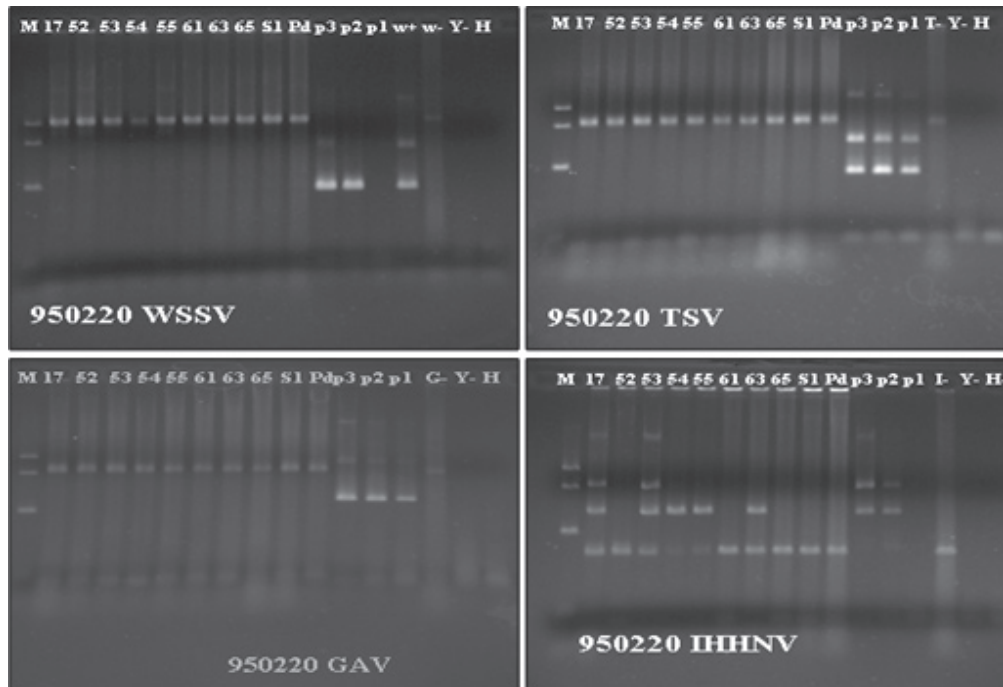
二、SPF 白蝦繁養殖模式之開發

（一）SPF 白蝦之篩選

利用 PCR 檢測技術來分別檢測白蝦在幼蟲期、成長期及生殖期等三個不同生活階段之個體，檢測的項目包括 WSSV、TSV、IHHNV、YHV/GAV 等病毒（圖三），將帶原之白蝦整批



圖二 防疫隔離設施及其養殖技術推廣之流程



圖三 每個月進行WSSV、TSV、YHV、GAV、IHNV等五種病毒之檢測

銷毀。病毒性疾病缺乏有效的治療方法，加上蝦類缺乏抗體 / 抗原系統，無法使用傳統疫苗而使蝦體得到免疫。因此為確保蝦體不被感染病毒而發病，除了使用無特定病毒 (SPF)、抗特定病毒 (SPR) 或耐特定病毒 (SPT) 的蝦苗，還需要加強防疫觀念、嚴格執行防疫措施以及裝設防疫設施，將病毒隔離在養殖池之外。因此，SPF 繁養殖技術首重病毒的檢測、去除與隔離。

(二) 防止病原入侵養殖池的方法

病原入侵養殖池的途徑包括水源、餌料、人員、器具、宿主及在養殖池、排水溝間來回穿梭的鳥類與兩棲甲殼類。防止病原由上述途徑入侵養殖池以檢測、銷毀、消毒、隔離為主，隔離設施採用經濟可行的的材質與工法 (表一、圖四、圖五)。

病毒隔離措施與設施包括：(1) 人員進出、器具移動的管制與消毒；(2) 去除生餌中參雜之宿主或使用人工飼料以及確定不含特定病毒的生餌；(3) 池底、池壁、管溝、水車、池水徹底消毒以去除蝦類病毒可能的宿主與帶原者，如：甲殼類受精卵、幼生及成體，其中以藤壺與海蟑螂最難徹底清除；(4) 養蝦期間完全不換水或只用不含特定病毒的水源 (以過濾或殺昆蟲藥劑去除可能的宿主)；(5) 池邊張設紗窗網或塑膠布，以防止海蟑螂、螃蟹等兩棲甲殼類入侵養殖池；(6) 池子上方全面鋪設防鳥網，以避免鳥類進入養殖池內。池水與水源中若含有病毒可能的宿主，一定要設法去除；因為這些宿主就如同病毒的製造工廠及倉庫，隨時可能傳播大量的致命病毒給池蝦。病毒離開宿主後，只能在水中單獨活存短暫的時間

表一 以不同網目之隔離材料防止寄主及帶原者入侵養殖池

棲所	隔離材料	網目	隔離對象
海域	浮游生物網 沙層過濾	<0.1 mm	浮游甲殼類 受精卵、幼苗
陸域	防虫網 紗窗網	<1 mm	兩棲甲殼類
空域	防鳥網 漁網	~20 mm	鳥類



圖四 600 m²水泥養殖池加裝防鳥網隔離防疫設



圖五 100 m²水泥養殖池加裝防鳥網隔離防疫設施

(約 1~2 天)，因此，池水以過濾網袋或殺昆蟲藥劑將這些可能的帶原者去除，兩天後水中游離的病毒應已失感染能力。如果使用殺昆蟲藥劑，則仍須考量殘餘的藥效對池蝦的毒性而延長放置時間，殘餘的藥效依使用藥品的種類與濃度、水質條件與氣候日照而有不同。海蟑螂、螃蟹等兩棲甲殼類在養殖池、排水溝間來回穿梭，很容易成為病毒傳播的媒介，因為這些兩棲甲殼類除了本身是蝦類病毒的可能宿主，體表或其排洩物可能夾帶含有上述蝦類病毒。在病毒爆發期間，養蝦池常有整群的肉食性鳥類前來捕食病蝦。這些鳥類在養殖池、排水溝間來回穿梭，也很容易成為病毒傳播的媒介，除了鳥類體表可能夾帶含有致命病毒的蝦類屍體與碎屑外，它們所排出的糞便也可能包含具有感染力的蝦類病毒。由研究報告 (Vanpatten and Lightner, 2003) 得知：以含有 TSV、IHHNV、WSSV、YHV 等 4 種主要病毒的蝦體餵飼海鷗，在海鷗的糞便中可檢測到前 3 種病毒，其中 TSV、IHHNV 仍具有感染力。

(三) 高密度SPF白蝦養殖

在上述理念下，東港生技研究中心將室外養蝦池建構防疫措施與設施，並成功地完成高密度

無特定病毒 (SPF) 白蝦養殖及種蝦培育之試驗 (鄭等, 2004a)。結果顯示：SPF 白蝦在室外防疫 100 m² 養蝦池中養殖，放養密度為 240/m²，109 天後體重由 0.72g 成長至 16.42g，共收成 340 公斤、活存率 84.7%、成長率 1.01 g/week、FCR 1.66、生產量 3.40 kg/m² (表二)。以上結果顯示：SPF 白蝦在防疫池中高密度養殖活存高、成長快、產量大。如此，一年可連續養殖三次，每平方公尺生產量可達 10 公斤以上 (表三)，換句話說，每公頃生產量可達 100 公噸以上。東港生技研究中心所生產的白蝦，經過水產試驗所海水繁養殖研究中心附設之水產品檢驗服務中心之檢驗結果顯示：未檢出任何抗生素、孔雀石綠、以及重金屬之含量 (銅與鋅除外，因為兩者均為生物體必須礦物質成分，而且兩者都在正常值範圍以內，其含量分別為 9.95 ppm、15.61 ppm)。

(四) 三階段SPF白蝦種蝦培育

每一代白蝦種蝦之培育均分別在防疫溫室及網室中分三階段來進行，第一階段在溫室內 20 m² 水槽養殖，放養密度為 1,000/m²，10 週後體重由 0.08±0.01 g 成長至 2.81±0.22 g，活存率為 91.5±2.5%、生產量為 2.81±0.22 kg/m²。第二階段在網室

表二 高密度SPF白蝦養殖與三階段SPF白蝦種蝦培育

項目	高密度養殖	三階段種蝦培育		
		階段一	階段二	階段三
飼育面積(m ²)	100	20	600	1,200
放養密度(#/m ²)	240	1,000	122	55
養殖期間(週)	15	10	11	22
放養均重(g)	0.72	0.08	3.08	24.6
收成均重(g)	16.4	3.08	24.6	♀ 40.2 ♂ 32.4
活存率(%)	84.7	91.5	95.7	80.5
成長率(g/week)	1.01	0.31	1.95	0.53
生產量(kg/m ²)	3.40	2.81	2.87	1.90

表三 高密度SPF白蝦一年連續三次養殖之結果

	第一次	第二次	第三次	平均
放養日	5/20~9/6	10/4~1/31	1/25~5/26	
期間(天)	109	119	121	116
密度(隻/m ²)	243	260	283	262
放養重(g)	0.72	0.77	0.56	0.68
收成重(g)	16.4	16.7	16.9	16.7
活存率(%)	84.7	80.9	76.3	80.6
收成(kg/m ²)	3.38	3.51	3.64	3.51
週成長 (g)	1.01	0.94	0.94	0.96

內 600 m² 水泥池養殖，放養密度為 122/m²，11 週後體重成長至 24.6±3.1 g，活存率為 95.7%、成長率為 1.88 g/week、生產量為 2.87 kg/m²。第三階段在網室內 600 m² 水泥池養殖，放養密度為 55/m²，22 週後雌蝦、雄蝦體重分別成長至 40.2±2.2 g, 32.4 ±1.5 g，活存率為 80.5%、生產量為 1.90 kg/m² (表二)。

(五) 不換水SPF白蝦養殖

傳統養蝦均以大量換水來維持池水水質的穩定，大量換水不但造成大量的地下水的使用、廢水的排放，而且容易引進病原體。零換水或少量換水的省水養蝦技術則可解決大量換水所造成的問題；不過，省水養蝦技術需要利用細菌來降低有毒氨氮的濃度。傳統的循環水過濾系統雖然也可達成省水的目的，可是，昂貴的設備及操作費用，使得回收年限太長、難以被業界採用。以有機物循環再利用的零換水養殖技術不但可以解決上述各項問題，還可以提高飼料效率 (Avnimelech, 2003; Chamberlain, *et al.*, 2001; McIntosh, 2001)。不過，上述目標的達成需要借助於好氧的異營性微生物以及自營性微生物的硝化作用與消化作用；這些微生物將有毒的含氮代謝產物吸收利用轉化，

將其濃度維持在安全範圍內，並提供養殖物可利用的有機碎屑，使池蝦對氮的利用率由 25% (表四) 提高為 40% (Jory, 2001)。相較於一般傳統以自營性微生物為主的養殖環境，異營性微生物為主的養殖環境代謝速率較高且較穩定，後者是因為異營性微生物不受日照的影響 (表五)。其次，異營性微生物不產生氧氣，因此，以異營性微生物為主的養殖環境須要較多的打氣，一方面提供充足的氧氣，另一方面使有機顆粒保持懸浮以免沉底而造成缺氧的環境。另外，異營性微生物須要有優養的環境以及適當的碳氮比，以利其生長與繁殖並有效地發揮作用。最後，以異營性微生物為主的養殖環境容易酸化，這可以施布石灰來維持最適的酸 pH 鹼值。在偏酸的環境下，會降低含氮代謝產物的毒性 (毒性強的 NH₃ 轉化成沒有毒性的 NH₄⁺)，因此，白蝦在偏酸的養殖環境下養殖可以忍受較高的氨氮濃度，亦即較高的生物量。

水產試驗所東港生技研究中心在 92 年完成不換水白蝦養殖的初步試驗 (張等, 2003)。成果 (表六) 如下：在 2 m² 的方型水槽 (底部鋪設 10 cm 珊瑚砂、內裝 1.6 m³ 30 ppt 海水) 中放養 200 隻白蝦 (0.46 ± 0.05 g)，並以增加碳源 (添加黑糖) 及

表四 一般養蝦池氮之進出

來源	百分比	出處	百分比
飼料	90%	蝦收成	25%
進水	10%	硝化作用	12%
		氨揮發	18%
		底土	10%
		排水	35%

表五 藻類與細菌控制系統之比較

比較項目	藻類	細菌
主要能源	陽光	有機物
發生條件	低有機物， 低密度、大量換水	高有機物， 高密度、少量換水
環境敏感度	對光照敏感，不穩定	不敏感，穩定
氧氣需求	白天供氧，夜間耗氧	全天耗氧
主要活動	生產有機物、氧氣， 吸收氨氮	分解有機物、硝化作用、 生產蛋白質
無機氮吸收	最大吸收能力 0.7 g NH ₃ /m ² /day	能力無限， 受C:N ratio 影響
放養容許量	最大能力 4 g O ₂ /m ² /day	受限於有機物含量 及代謝速率

附著面積 (懸掛塑膠網) 提供上述微生物適合的營養與環境。試驗共分六組 (黑糖 1、黑糖 2、對照、塑膠網、塑膠網 + 黑糖 1、換水) 各三重複。養殖期間 (5/17~8/9) 每天投餵 3 次，每 2 週測定蝦重與水質 1 次。養殖 12 週後，各組存活率 (%) 分別為：87、87、86、87、91、90；平均重 (g) 分別為：18.4、18.5、18.6、17.6、16.8、16.7；產量 (kg/m²) 分別為：1.61、1.61、1.60、1.53、1.52、1.51；FCR 分別為：1.64、1.73、1.76、1.75、1.75、1.84；總氮 (ppm) 分別為：0.05~6.94、0.03~6.69、

0.17~4.32、0.15~1.15、0.20~4.18、0.31~5.43。以上結果顯示：相對於換水組，不換水組之產量較高，FCR 較低；添加黑糖降低 FCR，但提高 NH₃；懸掛塑膠網則降低 NH₃。

東港生技研究中心接著在 93 年完成不同密度之白蝦在不換水養殖條件下之成長比較試驗 (鄭等, 2004b)。成果 (表七) 如下：在 2 m² 的方型水槽 (海水 1.6 m³、30 ppt) 中放養 200、300、400 尾的白蝦 (0.79g)，並以一組換水組 (200 尾 / 水槽，每換水 35%) 作為對照。水槽中，內置一塑

表六 白蝦(0.4g, 100/m²)在零換水的情況下養殖12週之結果

項目	零換水	零換水 +黑糖	零換水 +塑膠網	換水 35%/週
活存率(%)	90.7	87.3	86.5	90.2
平均體重(g)	16.8	18.4	17.6	15.7
成長率(g/week)	1.37	1.50	1.43	1.28
生產量(kg/m ²)	1.52	1.61	1.53	1.41
FCR	1.75	1.64	1.75	1.84
用水量(m ³ /kg)	0.52	0.50	0.52	2.95
總氨氮(ppm)	2.09	3.5	0.57	2.73

膠網套以增加表面積，以提供上述微生物適合的滋長環境，並濾去過多的顆粒性廢物。養殖期間(8/16~11/5)每天投餵3次，每2週測定蝦重1次，每週測定水質1次。養殖12週後，各組用水量(m³/kg)分別為：0.64、0.42、0.31、3.05；活存率(%)分別為：90.0、91.7、94.8、87.0；均重(g)分別為：13.9、13.8、13.8、15.7；成長率(g/week)分別為：1.13、1.12、1.13、1.29；產量(kg/m²)分別為：1.25、1.90、2.62、1.37；FCR分別為：1.70、1.48、1.34、1.50。以上結果顯示：放養密度同為100尾/m²，

相較於換水組，不換水組白蝦的用水量、均重、成長率及產量均較低，FCR則較高。白蝦在不換水的條件下養殖，成長率與活存率均不受放養密度影響，因此產量隨放養密度增加而呈倍數增加，用水量與FCR則隨放養密度增加而下降。以上結果顯示：SPF白蝦在不換水的條件下高密度養殖，產量大、用水量低、飼料效率高。

在不換水的養殖條件下，有機顆粒與硝酸鹽均會隨著養殖期間的增加而累積，過多的有機顆粒與硝酸鹽終將不利於池蝦的成長與活存，因此若能將

表七 不同密度之白蝦(0.79g)在不換水的條件下養殖81天後之成長

	換水組	100/m ²	150/m ²	200/m ²
換水率(%)	35	0	0	0
密度(隻/m ²)	100	100	150	200
收成重(g)	13.9	13.9	13.8	13.8
活存率(%)	91.5	90.0	91.7	94.8
週成長(g)	1.13	1.13	1.12	1.12
收成(kg/m ²)	1.25	1.25	1.90	2.62
FCR	1.68	1.70	1.48	1.34
用水量	3.22	0.64	0.42	0.31

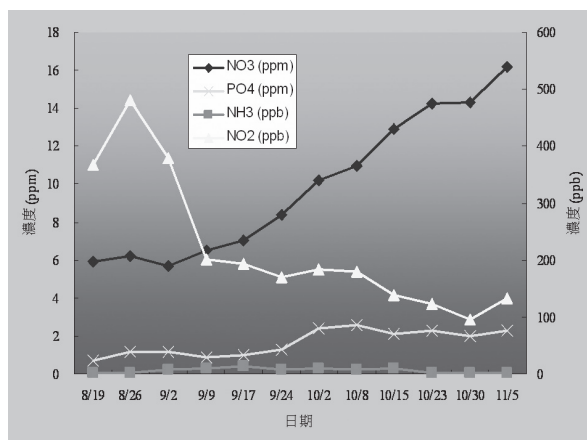
有機顆粒適度地加以隔離轉化，將可解決上述問題。東港生技研究中心接著在 94 年完成不同內置物對不換水養殖白蝦之成長與活存之影響試驗 (康等, 2005)。成果 (表八) 如下：在 2 m² 的長方型水槽 (海水 1.6 m³、30 ppt) 中放養 400 尾的白蝦 (1.20 g)，分別以四種不同內置物 (網袋、網套、掛網、與珊瑚砂) 來隔離有機顆粒；並以無放置處理作為對照試驗組。養殖期間 (7/1~9/26) 每天投餵 2 次，每週測定水質 1 次，每 2 週測定蝦重 1 次。養殖 88 天後，各組白蝦的活存率 (%) 分別為：92.1、96.4、92.1、93.3 與 77.8。平均體重 (g) 分別為：13.9、11.9、10.8、9.7 與 10.7；產量 (kg/m²) 分別為：2.56、2.29、1.97、1.83 與 1.66；FCR 分別為：1.39、

1.52、1.59、1.71 與 1.79。試驗結束時，各組池水總氮與亞硝酸氮濃度分別低於 0.3 與 0.4 ppm；正磷酸鹽與硝酸氮濃度均隨養殖期間而增加，前者在各組間沒有差異，後者則有明顯差異，分別為：56.6、33.7、129.3、32.5、145.7 ppm；水中的懸浮固體濃度 (ppm) 分別為：193、156、607、270 與 797。以上結果顯示：不換水養殖方式均能有效地維持氮與亞硝酸氮在安全濃度以下；四種內置物均能提高白蝦的活存率；網袋、網套與珊瑚砂皆能有效地隔離水中有機顆粒並減輕硝酸氮的累積；網袋、網套與掛網均能提高白蝦的飼料轉換率；網袋與網套均能提高白蝦的成長率。

在隔離病原的 SPF 養殖環境來養殖 SPF 蝦苗，

表八 不同內置物對不換水養殖白蝦之成長與活存之影響

	組別				
	網套	無放置	網袋	掛網	珊瑚砂
存活率(%)	96.4 ± 3.2 ^a	77.8 ± 4.0 ^b	92.1 ± 0.9 ^a	92.1 ± 6.2 ^a	93.3 ± 6.7 ^a
平均重(g)	11.88 ± 0.72 ^{ab}	10.67 ± 0.59 ^{ab}	13.89 ± 2.43 ^a	10.79 ± 1.64 ^{ab}	9.73 ± 2.28 ^b
產量(kg/m ²)	2.29 ± 0.09 ^{ab}	1.66 ± 0.09 ^c	2.56 ± 0.42 ^a	1.97 ± 0.18 ^{abc}	1.83 ± 0.51 ^{bc}
FCR	1.52 ± 0.04 ^{ab}	1.79 ± 0.26 ^a	1.39 ± 0.10 ^b	1.59 ± 0.07 ^{ab}	1.71 ± 0.24 ^{ab}



圖六 各組NH₃的濃度都維持在10ppb以下；NO₂-在養殖初期快速升高，不過隨後即持續下降至100ppb左右。NO₃-與PO₄³⁻則持續累積至16與4 ppm左右

可以完全不必使用化學藥品，而完全不用擔心藥物殘留的問題，符合有機產品中安全衛生的訴求。不換水養殖則符合有機產品中環保的訴求。在防疫的隔離溫室或網室內利用不換水養殖技術養殖 SPF 白蝦，不但成長快、產量高，所生產的 SPF 白蝦還具有科技、健康、衛生、有機與環保等具體正面形象，很容易激發消費者的購買慾，潛在的附加價值高。在全球 WTO 規範全面實施以及環保意識高張的時代，SPF 白蝦高密度不換水養殖值得大力推廣。

三、SPF白蝦養殖之產業應用

SPF 白蝦繁養殖技術可應用在高疫區之溫室、網室，也可應用在低疫區之開放養殖池；不過，因為不同的防疫與養殖設施之建構費用差異很大，不但影響養殖之固定及變動之成本，也影響到投資回收年限。在白蝦預期價格下跌的長期趨勢下，如何建構防疫與養殖設施以縮短投資回收年限，是使產業能否提高獲利甚至永續經營的一個重要思考重點。因此上述各種白蝦養殖模式

中，以網室作為防疫設施應該是投資報酬率最高的一種 SPF 白蝦養殖模式，因為它兼具防疫與養殖設施之建構成本低、養殖運作成本低、防疫風險低、單位面積養殖產能大、養殖成功率高等多項優點。在防疫網室內的 SPF 養殖池中放養 SPF 蝦苗，每平方公尺可年產品質優良的白蝦 10 公斤以上，相當於每公頃可年產白蝦 100 公噸以上，每公頃年產值 2 千萬元以上，每年獲利 1 千萬以上。

SPF 白蝦養殖可供應活蝦與冷凍蝦市場。因為沒有疾病，SPF 白蝦可養殖至超大規格體型。養殖、運送、包裝過程不必用藥，SPF 白蝦沒有任何藥物殘留。也因為沒有疾病，SPF 白蝦耐長時間之運送與暫養，在活蝦市場將占有極佳優勢；可提供活蝦餐廳、釣蝦場、超級市場、甚至宅配等客戶的需求。至於冷凍蝦可作單尾快速冷凍 (Individually Quick Frozen, IQF) 並訴求新鮮、有機、無毒、科技、環保、衛生、可生食等諸多優點，以提高附加價值。

AgBIO

鄭金華 行政院農委會水產試驗所東港生技研究中心 研究員

參考文獻

1. 李牧樺、宋延齡 (2005) 十年前後台灣草蝦感染四種蝦病毒之調查。臺灣省水產學會論文發表會摘要，APN-3。
2. 康浩琳、謝介士、陳紫嫻、陳一鳴、鄭金華 (2005) 不同內置物對不換水養殖白蝦之成長與活存之影響。臺灣省水產學會論文發表會摘要，AP-9。
3. 張浚銘、鄭金華 (2002) 以殺蟲劑去除骨藻中之浮游甲殼類。臺灣省水產學會論文發表會摘要，E-36。
4. 張浚銘、鄭金華、陳紫嫻 (2003) 白蝦在不換水養殖條件下之成長。臺灣省水產學會論文發表會摘要，E-18。
5. 鄭金華、劉冠甫、陳紫嫻 (2001) SPF 白蝦優良品系之選育與生產。水產試驗所研究報告，8 pp。
6. 鄭金華、楊生山、何福添、陳紫嫻 (2004a) 高密度無特定病毒 (SPF) 白蝦養殖。臺灣省水產學會論文發表會摘要，E-34。
7. 鄭金華、康浩琳、謝介士、陳紫嫻、陳一鳴 (2004b) 不同密度之白蝦在不換水養殖條件下之成長。臺灣省水產學會論文發表會摘要，E-49。
8. Avnimelech, Y. (2003) Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. *World Aquaculture*, 34(4): 19-21.
9. Chamberlain, G., Y. Avnimelech, RP McIntosh, M Velasco (2001) Advantages of aerated microbial reuse systems with balance C: N. *Global Aquaculture Advocate*, 4(5): 50-54.
10. Chang, C.F. M.S. Su, H.Y. Chen, C.F. Lo, G.H. Kou and I.C. Liao (1999). Effect of dietary beta -1,3-glucan on resistance to white spot syndrome virus (WSSV) in postlarval and juvenile *Penaeus monodon*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 36: 163-168.

參考文獻

- 11.Chen, L.L., C.F. Lo, Y.L. Chiu, C.F. Chang and G.H. Kou (2000). Natural and experimental infection of white spot syndrome virus (WSSV) in benthic larvae of mud crab *Scylla serrata*. Diseases of Aquatic Organisms, 40: 157-161.
- 12.Flegel, T.W. and V. Alday-Sanz (1998). The crisis in Asian shrimp aquaculture: Current status and future needs. J. Appl. Ichthyol./Z. Angew. Ichthyol, 14: 269-273.
- 13.Gjedrem, T. (1997) Selective breeding to improve aquaculture production. World Aquaculture, 28: 33-46.
- 14.Jory, DE (2001) Comments on biosecurity and shrimp farming. Aquaculture Magazine 27(4).
- 15.Kanchanaphum, P., C. Wongteerasupaya, N. Sitidilokratana, V. Boonsaeng, S. Panyim, A. Tassanakajon, B. Withyachumnarnkul and T. W. Flegel (1998). Experimental transmission of White Spot Syndrome Virus (WSSV) from crabs to shrimp *Penaeus monodon*. Diseases of Aquatic Organisms, 34: 1-7.
- 16.Kou, G., C. Wang, and C. Lo (1998). Identification, purification and detection of WSBV (Baculovirus associated with white spot syndrome. US Patent Number 5824535
- 17.Lightner, D.V. and R.M. Redman (1998). Shrimp diseases and current diagnostic methods. Aquaculture, 164: 201-220.
- 18.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. Diseases of Aquatic Organisms, 27: 215-225
- 19.Lotz, J.M. (1997). Viruses, biosecurity and specific pathogen-free stocks in shrimp aquaculture. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 13: 405-413.
- 20.McIntosh, R.P. (2001) Changing paradigms in shrimp farming: V. establishment of heterotrophic bacterial communities. Global Aquaculture Advocate, 4(1): 53-58.
- 21.Otta, S.K., G. Shubha, B. Joseph, A. Chakraborty, I. Karunasagar, and I. Karunasagar. (1999). Polymerase chain reaction (PCR) detection of white spot syndrome virus (WSSV) in cultured and wild crustaceans in India. Diseases of Aquatic Organisms, 38: 67-70.
- 22.Rajendran, K.V., K.K. Vijayan, T.C. Santiago and R.M. Krol (1999). Experimental host range and histopathology of white spot syndrome virus (WSSV) infection in shrimp, prawns, crabs and lobsters from India. Journal of Fish Diseases, 22: 183-191.
- 23.Supamattaya, K., R.W. Hoffmann, S. Boonyaratpalin and P. Kanchanaphum (1998). Experimental transmission of white spot syndrome virus (WSSV) from black tiger shrimp *Penaeus monodon* to the sand crab *Portunus pelagicus*, mud crab *Scylla serrata* and krill *Acetes sp.* Diseases of Aquatic Organisms, 32:79-85.
- 24.Tsai, M.F., G.H. Kou, W.C. Liu, K.F. Liu, C.F. Chang, S.E. Peng, H.C. Hsu, C.H. Wang and C.F. Lo (1999). Long-term presence of white spot syndrome virus (WSSV) in a cultivated shrimp population without disease outbreaks. Diseases of Aquatic Organisms, 38:107-114.
- 25.Vanpatten, K.A. and D.V. Lightner (2003) Sea birds pose threat as vectors of penaeid shrimp. Global Aquaculture Advocate, 6(4): 24-25
- 26.Wyban, J.A., J. S.Swingle, J.N. Sweeney and G.D. Pruder (1993). Specific pathogen free *Penaeus vannamei*. World Aquaculture, 24: 39-45.