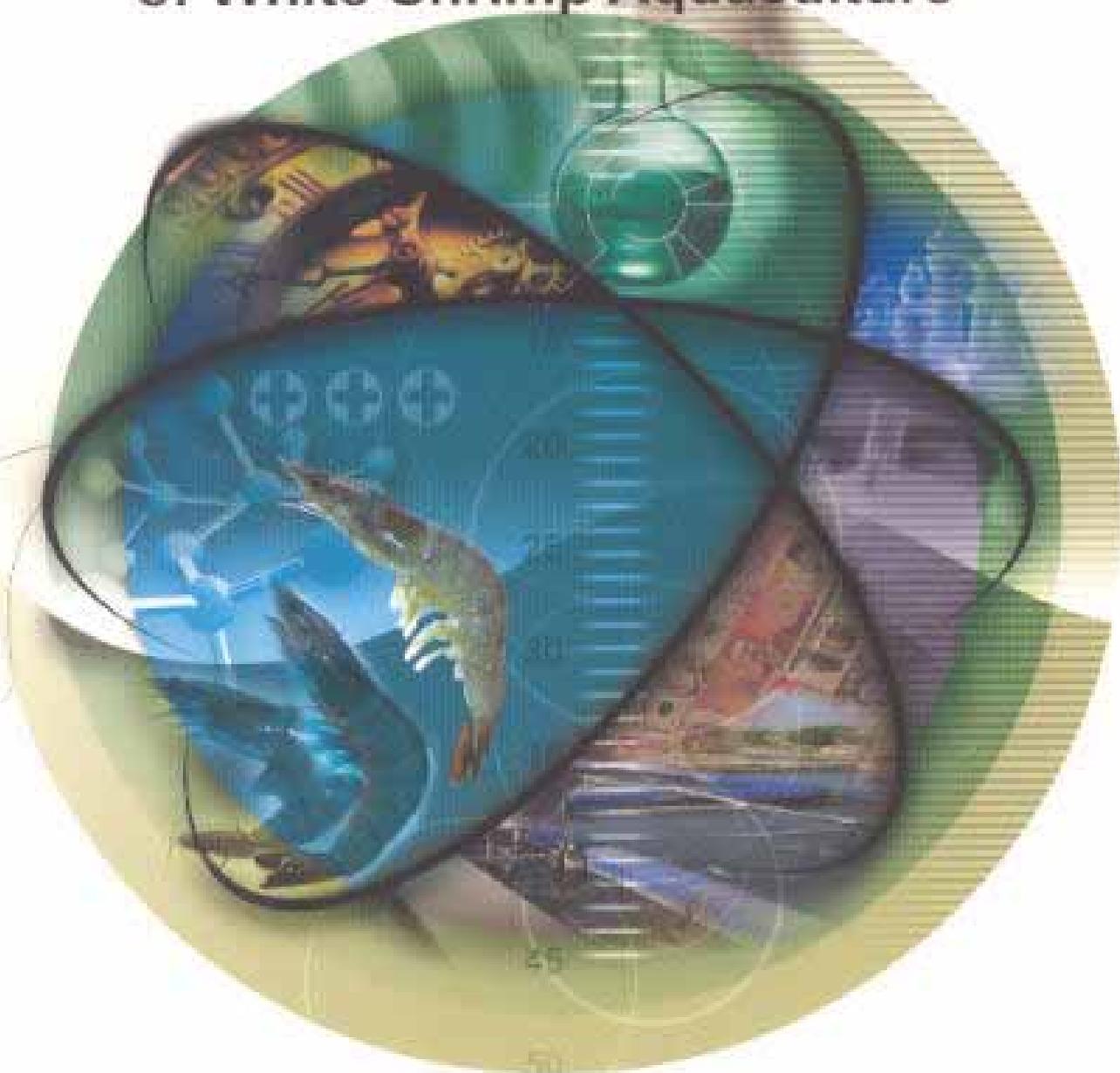


# 白蝦養殖產業發展 與技術創新

Development and Innovation  
of White Shrimp Aquaculture





# 序

台灣的蝦類養殖產業自1969年草蝦、砂蝦人工繁殖技術確立後，開始如雨後春筍般的蓬勃發展，單單草蝦一項，在1987年的產量，就高達95,000公噸，獨占全世界之鰲頭，不僅為台灣賺進了大量的外匯，亦贏得了養蝦王國的美譽。然而好景不常，在缺乏妥善的規劃下，產業發展失序，再加上受到整個養殖大環境惡化，以及養殖管理的人為疏失等多重影響下，終於在1988年爆發了嚴重的蝦病，導致蝦類產量驟減達三分之二以上，重創了臺灣的養蝦事業。

白蝦原產於中南美洲太平洋沿岸的熱帶水域，主要分佈於秘魯北部至墨西哥灣沿岸，具有成長率高、適應性強、抗病力佳以及離水存活時間長等優點，是全球三大養殖蝦種之一。其於1994年在台灣商業化養殖後，產量逐年增加；2003年為11,132公噸，產值達新台幣17億6百萬元；而同年，草蝦之產量僅1,787公噸，產值4億5千萬元，顯見白蝦已取代草蝦，成為台灣的主要養殖蝦種。



本所有鑑於白蝦養殖產業在台灣的重要性，特於2004年6月16~17日，假台南珊瑚潭劍橋大飯店舉辦「白蝦產業發展暨技術創新研討會」，會中除禮聘專家學者進行專題演講外，並廣邀產官學研各界人士蒞臨研討，共同擘劃白蝦養殖未來的發展藍圖。該研討會獲得極大的迴響，二天的議程中，演講廳座無虛席，討論熱烈，足見白蝦養殖確實亟具潛力，也是眾所關注的焦點。茲為更進一步服務廣大的漁民朋友，特將研討會中發表的21篇論文彙編成冊，並依性質分為緒論、基礎生物學、種蝦培育、病害防治與檢疫以及養殖環境與經營管理等五個部分，以方便讀者參考利用。

最後，本特刊能夠順利付梓，得力於各執筆人不僅與會提供卓見，更於會後撥冗補充相關資料，使內容更趨完整，謹此敬致謝忱。更衷心期盼，本特刊的出版，能對白蝦產業有些微的助益，甚或拋磚引玉，喚起更多的人，共同為重振台灣蝦類養殖榮景而努力！

行政院農業委員會水產試驗所

所長 蘇偉成 謹誌

中華民國九十四年五月

Development and Innovation  
of White Shrimp Aquaculture

# 目次 Contents

## 1 第一部分 緒論

白蝦養殖發展史 / 丁雲源 Development of White Shrimp Aquaculture in Taiwan / Yun-Yuan Ting	3
白蝦養殖全球產業動態 / 黃漢津 Status of Global White Shrimp Aquaculture Industry / Han-Chin Huang	5
台灣白蝦養殖產業現況 / 郭仁杰 Current Status of White Shrimp ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) Aquaculture in Taiwan / Jen-Chieh Kuo	9
政府對養蝦事業的期許與輔導 / 石聖龍 Planning and Assistance of Government for the Prawn Aquaculture Industry / Sheng-Lung Shih	19

## 23 第二部分 基礎生物學

對蝦類的分類學研究 / 李定安 Classification Studies on the Penaeoid Shrimps / Ding-An Lee	25
白蝦脫殼週期之生理及免疫特色 / 鄭文騰·劉俊宏·閻大方·葉舒屯·鄭學淵·陳建初 Physiological and Immunological Characteristics of White Shrimp ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) in Relation with the Molt Cycle / Win-Ton Cheng, Chun-Hung Liu, Da-Fun Yan, Su-Tuen Yeh, Sha-Yen Cheng and Jiann-Chu Chen	33

## 43 第三部分 種蝦培育

無特定病毒 (SPF) 白蝦繁養殖技術與遺傳育種 / 鄭金華 Technology of Aquaculture and Breeding of Specific Pathogen Free White Shrimp ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) / Jin-Hua Cheng	45
白蝦種蝦的大量培育 / 林明男 Brood Stock Breeding of <i>Litopenaeus vannamei</i> / Min-Nan Lin	53
白蝦種蝦的營養需求 / 沈士新 Nutrition Requirement for <i>Litopenaeus vannamei</i> Broodstock / Shyn-Shin Sheen	63
白蝦配合飼料之開發 / 曾寶順·林明男·丁雲源 Development of Aquaculture Feed for White Shrimp ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) Broodstock / Bao-Shuenn Tzeng, Min-Nan Lin and Yun-Yuan Ting	77

## 87 第四部分 病害防治與檢疫

白蝦被桃拉病毒感染後之免疫反應 / 宋延齡·黃志成 Immune-response of Pacific White Shrimp ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) Infected with Taura Syndrome Virus / Yen-Ling Song and Chih-Cheng Huang .....	89
白蝦疾病診斷與防治 / 董明澄 Diagnosis and Prevention of White Shrimp Diseases / Ming-Chen Tung .....	101
應用多醣類增強蝦類免疫能力之研究 / 張正芳 Application of Dietary $\beta$ -1,3-glucan in Enhancing Immunocompetence of Prawn / Cheng-Fang Chang .....	117

## 125 第五部分 養殖環境與經營管理

傳統魚池作水與管理 / 陳敏隆 Traditional Water Management for Fish Pond / Ming-Lung Chen .....	127
優良水產養殖場安全管理制度之建立 / 冉繁華·陳詩璋 Establishment of a Safety and Manageable System for Aquaculture Farm / Fan-Hua Nan and Shin-Chang Chen .....	133
白蝦室外超高密度之養殖、產量與管理 / 陳弘成 Pond Production and Management for Outdoor Super Intensive Aquaculture of White Shrimp ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) / Hon-Cheng Chen .....	147
多醣體與生物製劑的研發 / 陳秀男·冉繁華 Development and Application of $\beta$ -Glucan and Probiotic in Prawn Culture / Shiu-Nan Chen and Fan-Hua Nan .....	155
白蝦養殖工廠化企業管理 / 陳獻 Enterprising Management for the White Shrimp Cultural Factor / Shinne Chen .....	167
台灣白蝦養殖產業競爭力之分析 / 陳清春 Competition Analysis of White Shrimp Aquaculture Industry in Taiwan / Ching-Chun Chen .....	175
台灣白蝦市場之行銷推動 / 莊慶達 Exploitation of White Shrimp Market in Taiwan / Ching-Ta Chuang .....	187
蝦類產品品質與安全 / 蕭泉源 Quality and Safety of Shrimp Products / Chyuan-Yuan Shiau .....	199

第一 部分  
**緒 論**



# 白蝦養殖發展史

## Development of White Shrimp Aquaculture in Taiwan

丁雲源

Yun-Yuan Ting

行政院農業委員會水產試驗所 海水繁養殖研究中心  
Mariculture Research Center, Fisheries Research Institute

一般商業上所稱的白蝦的種類繁多，包括范氏濱對蝦 (*Litopenaeus vannamei*)、史氏對蝦 (*L. schmitti*)、西方對蝦 (*L. occidentalis*)、北美對蝦 (藍蝦, *L. setiferus*)、中國對蝦 (大正對蝦, *Fenneropenaeus chinensis*)、墨吉對蝦 (*F. merguensis*) 以及印度對蝦 (*F. indicus*) 等，但在台灣所稱的白蝦則是以范氏濱對蝦 (以下均以白蝦稱之) 為主。

白蝦主要生產在中南美洲西部太平洋沿岸熱帶水域，自墨西哥南部至秘魯中部，即北緯 32° 至南緯 23° 間，尤以厄瓜多爾沿岸分布最多。白蝦屬於廣鹽性，在鹽度 3 ~ 45 ppt 的環境下均可生存，所以即使在淡水域，只要加一點海水或粗鹽 (尤在下雨時)，就可以養殖。惟其最適生長鹽度，根據文獻記載，應為 25 ~ 28 ppt。白蝦對於溫度的適應性也相當強，在冬季 15 ~ 18 °C 也可以生存，但成長率會降低，最適溫度為 23 ~ 30 °C。此外，其在蝦類中對溶氧耐受性最強，在魚蝦混養池中，如果發生泛池現象，當魚類開始死亡，白蝦還能上面浮游而不致死亡，但為保持白蝦正常的成長，溶氧應保持在 5 ppm 以上較為適當。白蝦屬雜食性，攝餌能力強，什麼東西都吃，在白蝦養殖池很難看到有機物之沉積，甚至網目上附著之藻類也被吃得一乾二淨，換肉率有

時在 1 以下，在採粗放養殖的厄瓜多爾、巴拿馬，只要勤於換水，就會有好的收成。白蝦成長快速，養殖 3 ~ 4 個月可達 50 尾斤左右。在池塘中也易於培育成熟作為種蝦。上述的種種優點，使牠成為世界蝦類養殖的 4 大品種之一，也是中南美洲最重要的養殖種類。

台灣引進白蝦主要應歸功於農業委員會漁業處李媽彬技正，但何時引進似乎已沒有記錄，但據筆者記憶中，可能是在 1984 年間引進二批，引進可能是白蝦與藍蝦二種，開始是交由高雄市養蝦業者及東港分所試養，據業者 (大名已忘記) 告訴我說成長良好，攝食強，群游易跳上岸邊而死亡，惜他們沒有培育至成熟即收成，東港分所沒有消息，李技正告訴筆者擬再引進並希望台南分所也來養，經同意後並在其連絡下，由巴拿馬農技團協助再引進一批，分給台南分所 3,000 尾，並交由本分所劉熾揚先生養殖，然後經由林等 (台灣水產學會刊 17 卷第 2 期) 研究改進飼料，加強雄性蝦精子之活力而繁殖至第 3 代，由於當時台灣正處於草蝦養殖之巔峰期，所以並沒有引起大家去注意這個品種，分所也因人員缺乏、設備不足等原因，培育至 5 ~ 6 代而放棄繼續養殖。

白蝦真正引進台灣是在 1994 年，由於草蝦在 1988 年遭受草蝦病毒感染 (*Penaeus*



*monodon*, type baculovirus: MBV) 及 1992 年再遭受白點病毒 (White spot syndrome virus; WSSV) 影響,使台灣養殖業一蹶不振下,1994 年高雄繁殖業者楊振丁先生先從夏威夷引進 SPF 藍蝦種蝦來繁殖,由於成績不錯下,陸續有人也加於引進 SPF 白蝦來加於養殖,由於養殖成績相當良好,普遍引起養殖興趣下,在每尾種蝦 100 美元下,仍受大家喜愛,紛紛加於進口,但後來有些繁殖業者為降低成本,就開始由中南美洲引進沒有特別選種之種蝦,因而也引進中南美白蝦流行之桃拉病毒 (Taura syndrome),而白蝦除了感染桃拉病毒之外,也受白點病毒的感染,所以養殖成績逐漸減少,好在其抗病性比草蝦強,在感染後其活存率都還在 5 % 以上,而草蝦即受到全部滅亡的現象,所以還是普遍引起大家養殖白蝦之興趣。從 1995 年開始陸續開始放養,1997 年逐漸擴充到淡水養殖,惜漁業年報沒有記述白蝦產量,2000 年度開始記錄,其產量為 2,310 公噸,產值為 50,633 萬元;2001 年為 5,847 公噸,產值為 142,726 萬元;2002 年為 7,667 公噸,價值 160,594 萬元,逐年增加,但養殖方式由單養,逐漸轉到混養方式,主要受病毒影響,白蝦抗病性雖然高,但死亡也滿高,雖然有 5 % 以上之活存率,但成本仍不夠,所以逐漸轉到魚蝦混養吳郭魚與白蝦或虱目魚與白蝦等。由於放養量減低,一般養殖放養量每公頃在 40 ~ 100 萬尾左右,而混養之放養量在 10 ~ 30 萬間,由於有豐富之天然餌料或殘餌可供食用,及病蝦被魚攝食,減低病毒傳染,所以成功率、成長率均有長足之進步。

白蝦養殖早期在高雄、屏東一代發跡,而逐漸發展全台灣均有養殖,依據漁業年報 2000 年為 656 ha;2001 年為 2,770 ha;2002 年為 3,053 ha,逐年在增加中,分佈以屏東、高雄、台南、嘉義、雲林為主要地域,宜蘭、台東次之,其他沿海縣市均有養殖戶之存在。白蝦引進台灣後,由於養殖情況良好,也有高超之繁殖技術,所以由台灣再推展至中國、越南、泰

國、菲律賓、馬來西亞、印尼等亞洲國家,除了蝦苗出口外,也有技術的出口。

白蝦的研究報告並不多,早期均屬漁技團的工作報告,如 1978 年,黃等的厄瓜多爾養蝦調查報告;1983 年,黃等的厄瓜多爾養蝦現況與實例及其經濟分析;1988 年,劉文御先生之厄瓜多爾白蝦養殖白蝦經濟分析;1989 年,楊國任、許文苑先生之薩爾瓦多沿岸白蝦及藍蝦人工繁殖等。國內則只有 1990 年,林等塹種蝦培育研究—白蝦第三子代之育成,然後進入大量繁殖後即有人進入病害研究及微生物處理劑的研究,此以陳秀男研究團體為主。在養殖方式上利用草蝦室內自動循環水養蝦系統來加入白蝦養殖成績良好,2000 年台南分所、農工中心發表的室內養殖白蝦成果,每平方公尺放養 50 mg 的白蝦苗 1,300 尾,養殖 105 元,達到 50 ~ 60 尾斤,單位面積為 11 公斤。另外,海大曾國峰教授也發表了同樣室內循環系統白蝦養殖,另外海大冉繁華教授等,及蕭世民博士也紛紛設立室內循環水多層養白蝦試驗研究,而台南分所也研發魚塹多層式白蝦養殖試驗及箱網養殖白蝦可能性探討。

在白蝦種蝦除了繼續進口夏威夷之 SPF 種蝦外,近來也自行在魚塹培育成種蝦,不再進口不是 SPF 種蝦,種蝦經剪眼柄後放入種蝦池,有採用雌雄同池 1:2,有的則雌雄分開培育,於繁殖時將雄蝦移入雌蝦池或雌蝦移入雄蝦池,然後每天黃昏後進入選擇卵巢飽滿而腹部有精囊者移入產卵池。飼育種蝦一般以海虫或新鮮貝介類,由於易帶入病毒,所以近來也開始研發配合飼料,如海大沈士新教授等。台南分所也研發製成水試 1 號的飼料效果比鮮餌好尤其對雄蝦之精虫活力有良好的效果。

白蝦對病毒的抵抗力雖比草蝦強些,但受影響也很大,甚至造成不夠成本,所以學者專家也相當注意這些問題,除了加強池塘管理外,研發了微生物處理劑及免疫力外,也從事遺傳育種,如東港分所進行 SPF 的研發,台南分所加強成長快速、抗病強的品種的選種育種。

# 白蝦養殖全球產業動態

## Status of Global White Shrimp Aquaculture Industry

黃漢津

*Han-Chin Huang*

中國水產開發股份有限公司

*Sino-Aqua Corporation*

### 現 況

#### 一、2003 年全球養殖蝦總產量

- 據估計，2003 年全球養殖蝦類的總產量為 150 萬公噸，白蝦 (White shrimp, *Litopenaeus vannamei*) 的產量超過 50%。
- 中國大陸養殖蝦總產量為 40 ~ 50 萬公噸，佔世界總產量的三分之一，遙遙領先世界各國，其養殖蝦種幾乎百分之百為白蝦。值得注意的是，大陸真正養殖白蝦由 1999 年開始，其成長速度驚人。放養密度每公頃 100 ~ 350 萬尾之間，單位面積產量為每公頃每季 10 ~ 35 萬公噸。
- 泰國養殖蝦總產量在 26 ~ 30 萬公噸之間，其中，白蝦約佔 7 萬公噸，其餘為草蝦。其次為越南，養殖蝦總產量在 20 ~ 23 萬公噸之間，白蝦約 3 萬公噸，其餘為草蝦。
- 其他值得注意的白蝦養殖地區為南美洲的巴西。該國養蝦事業很有秩序地每年成長 50%，2003 年養殖蝦總產量已達 7 萬公噸。

#### 二、2003 年蝦價下跌的原因

- 養殖蝦加上天然捕撈蝦，似乎已超過消費市場的需求，尤其是中國大陸養殖蝦收成集中在六到十一月，造成季節性的供需失調，為蝦價下跌的原因之一。

#### 三、2004 年度預估養殖蝦總產量會低於 2003 年度，原因有以下幾項：

- 2003 年度蝦價太低，部份養殖蝦業者放棄意願低。
- 美國醞釀對中國、泰國、越南、印度、巴西、厄瓜多爾等六國課反傾銷稅，稅率 100 ~ 200%，預期在六月中旬公佈，該六國養蝦業者擔心反傾銷稅則若通過，蝦價會慘跌，正觀望其發展，因而延緩放養。
- 氣候不順溫差太大，2004 年 1 ~ 4 月份放養的蝦多數死亡。

### 問 題

#### 一、蝦病導致低存活率及低收成

蝦病仍然是 2003 年養蝦業的最大困擾，蝦病種類及病因眾多，但 2003 年以白點（或白斑）病毒症候群及變紅症（大陸稱為紅體）



最為普遍，變紅症過去普遍存在於養蝦業，但不至於造成嚴重死亡，但 2003 年變紅症轉趨嚴重，變紅症一出現，蝦會行動變緩，減少或完全停止攝餌，逐漸死亡，雖然不會如白點(或白斑)病毒症候群所導致幾乎全部死亡，最高存活率也只有 40%，且蝦體太軟，售價偏低。引起變紅症的病因及病原尚不清楚，雖然檢體呈現桃拉 (Taura) 病毒及多種弧菌。變紅症發生以白蝦為多，草蝦變紅症多數發生在引進白蝦養殖一段時間之後 (泰國、印度、越南)，讓人懷疑係由白蝦傳染。因為草蝦變紅症的發生，印度已禁止養殖白蝦，越南政府則限制白蝦養殖，嚴格取締白蝦種蝦及蝦苗走私進口。

## 二、藥物殘留

2003 年因藥物殘留養殖蝦出口被退貨或消毀的事件時有所聞，牽涉國家遍及印度、泰國、越南、中國大陸、厄瓜多爾，其中以中國大陸最為嚴重。中國大陸養殖白蝦因為超高密度，加以抗生素容易取得且不貴，使用情形非常普遍。雖然養蝦業者對藥物殘留問題有共識，但因普遍認為高密度養蝦不使用藥物無法控制疾病，且國內蝦消費市場很大，因此要完全解決藥物殘留問題恐為天方夜譚。日本商社有鑑於此，已紛紛退出大陸市場。

## 三、蝦價低迷

由於產量持續上昇，季節性供需失調，藥物殘留，以及世界景氣不佳，2003 年蝦價創歷史新低，15 公克白蝦池邊交易價慘跌至每公斤不到 US\$ 2，25 公克草蝦則低於 US\$ 3.5。一般集約養殖，15 公克白蝦養殖成本每公斤高於 US\$ 2.5，25 公克草蝦則至少 US\$ 4。可以說 2003 年養蝦業者賺錢的不多。

## 四、對生態環境的負面影響

### (一) 養蝦池排污

養蝦池水因殘餌、糞便、代謝物等，富含有機物及鈣、磷等，生化需氧量很高。一般養蝦業者採取固定時間排換水，收成之後排洗污泥，已嚴重造成沿海地區水質污染及自家污染，對生態環境也已有明顯的負面影響。

### (二) 使用過多魚粉

研究顯示 2 - 4 份魚粉蛋白質才換取 1 份蝦體蛋白質，嚴格說是優質海洋性蛋白質的浪費，此節是國際綠色和平組織 (Green Peace) 及非政府組織 (NGO) 杯葛水產養殖事業的理由之一。

### (三) 不當或過度使用各種藥物

養蝦業使用藥物眾多，包括疾病防治藥物、消毒劑、除草劑、殺蟲劑、藻類促長劑、荷爾蒙等，導致對養殖物、沿海生物、水產物消費者產生毒害，提高病菌的抗藥性，以及養殖物的藥物殘留。

### (四) 破壞紅樹林地區及濕地

紅樹林區及濕地是海洋生物鏈的基礎，許多海洋動物的育苗場，破壞紅樹林地區及濕地直接或間接地影響海洋生態及海洋資源。過去不少養蝦場是建在紅樹林地區或利用濕地，對此，國際社會及環保人士時有批評。

## 五、引進外來品種而未經過檢疫程序

外來品種不管是任何植物或動物，引進時必須經過檢疫程序，以確保其安全性。白蝦引進到亞洲地區大多數經由走私管道，沒有經過嚴格檢疫程序，導致白蝦養殖病害叢生之外，也使本土蝦種養殖越趨困難，是否如美國研究報告所言會影響到本土蝦天然資源，尚有待進一步評估。

## 六、飼料原料短缺及價格不穩定

魚粉的使用越來越有爭議，蝦殼/蝦頭粉、血粉、肉骨粉、雞肉粉等的使用受限制，烏賊內臟粉嚴重短缺，蝦飼料在成本及原料取得上，已面臨困難。

### 可能解決之道

#### 一、避免再利用濕地或砍伐紅樹林建蝦池。

#### 二、利用遺傳工程科技進行蝦品種改良

- 儘快摒除對天然種蝦及種苗的依賴，以符合有機蝦的條件，這方面白蝦已經可以做到，草蝦則有待努力。
- 改良品種，以提供不帶特定病原 (SPF-Specific Pathogen Free)、耐病 (SPT-Specific Pathogen Tolerant)、抗病 (SPR-Specific Pathogen Resistant)，成長快速及蛋白質需求低的品系。在這方面白蝦已經有相當成績，事實上一些例子顯示，白蝦品種改良未如想像中困難或花錢。

#### 三、儘量避免引進新品種，若必須引進得嚴格遵照檢疫程序。

#### 四、絕對禁止使用藥物，尤其是抗生素及荷爾蒙，蝦苗業者、養蝦業者、飼料業者必須瞭解使用藥物的嚴重性，政府部門也要嚴格管制。

#### 五、改進養殖方式以期朝環保永續經營發展

- 減少排放污水污泥
- 使用優生良菌加強蝦體的抗病能力
- 使用優生良菌控制水質及底質

#### 六、設法降低養殖成本

- 減少換水率以降低電費

- 適當提高單位面積產量
- 提高飼料效率以節省投餌成本

## 七、尋找可用飼料原料，尤其是魚粉代替品。

## 八、開發新市場

過去養蝦業都針對市場需求生產特定體型蝦，如 15 ~ 20 公克白蝦，25 ~ 33 公克草蝦，然而這些體型蝦數量已超過市場需求，必須開發新市場，極具潛力的市場有以下三項：

- Sushi 蝦
- 沙拉蝦
- 蝦麵

此新市場所須的養殖蝦都屬於小型蝦，大小 5 ~ 7 公克，養殖期短，以白蝦為例(大陸)，放養密度每平方公尺 350 尾之下，只須 50 ~ 60 天，即可達到 5 ~ 7 公克，每公頃可生產至少 10 噸蝦，生產成本約每公斤 US\$ 1，每年至少可以生產四季，因養殖期短，蝦病問題較不嚴重，養殖風險較低。

### 使用優生良菌於養蝦的實例

#### 實例一、中國廣東

- 蝦種：*Litopenaeus vannamei*
- 蝦池面積：0.33 公頃
- 放養密度：350 尾/平方公尺
- 養殖天數：123 天
- 最後體型：13.7 公克
- 總收成量：10.2 公噸 (31 公噸/公頃)
- 活存率：65%
- 飼料轉換係數：1.25:1
- 優生良菌使用量：120 公斤
- 優生良菌使用成本：US\$400
- 單位生產成本：US\$ 1.95/公斤
- 總利潤：US\$5,610 (US\$17,000/公頃)



### 實例二、中國廣東

- 蝦種：*Litopenaeus vannamei*
- 蝦池面積：0.3 公頃
- 放養密度：230 尾/平方公尺
- 養殖天數：125 天
- 最後體型：15.8 公克
- 總收成量：7.5 公噸 (25 公噸/公頃)
- 活存率：69%
- 飼料轉換係數：1.15:1
- 優生良菌使用量：110 公斤
- 優生良菌使用成本：US\$350
- 單位生產成本：US\$ 1.85/公斤
- 總利潤：US\$9,300 (US\$31,000/公頃)

### 實例三、臺灣

- 蝦種：*Litopenaeus vannamei*
- 蝦池面積：0.5 公頃
- 放養密度：150 尾/平方公尺
- 養殖天數：120 天
- 最後體型：16.5 公克
- 總收成量：7.4 公噸 (14.8 公噸/公頃)
- 活存率：60%
- 飼料轉換係數：0.88:1 (過去無使用優生良菌為 1.5 - 2:1)
- 優生良菌使用量：150 公斤
- 優生良菌使用成本：US\$500
- 單位生產成本：US\$ 2.10/公斤
- 總利潤：US\$12,580 (US\$25,160/公頃)

### 實例四、臺灣

- 蝦種：*Penaeus monodon*
- 蝦池面積：0.5 公頃
- 放養密度：55 尾/平方公尺
- 養殖天數：122 天
- 最後體型：27 公克
- 總收成量：3.85 公噸 (7.7 公噸/公頃)
- 活存率：52%
- 飼料轉換係數：1.23:1
- 優生良菌使用量：150 公斤
- 優生良菌使用成本：US\$500
- 單位生產成本：US\$ 3.10/公斤
- 總利潤：US\$6,160 (US\$12,320/公頃)

### 實例五、牙買加

- 蝦種：*Litopenaeus vannamei*
- 蝦池面積：1.5 公頃
- 放養密度：60 尾/平方公尺
- 養殖天數：120 天 (過去無使用優生良菌為 220 天)
- 最後體型：15 公克
- 總收成量：9 公噸 (6 公噸/公頃)
- 活存率：65%
- 飼料轉換係數：1.5:1 (過去無使用優生良菌為 3:1)
- 優生良菌使用量：300 公斤
- 優生良菌使用成本：US\$1,200
- 單位生產成本：US\$ 2.30/公斤
- 總利潤：US\$10,800 (US\$7,200/公頃)

# 台灣白蝦養殖產業現況

## Current Status of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Aquaculture in Taiwan

郭仁杰

Jen-Chieh Kuo

行政院農業委員會水產試驗所 海水繁養殖研究中心 台西試驗場  
Taihsi Station, Mariculture Research Center, Fisheries Research Institute

### 摘 要

自 1998 年起，白蝦養殖開始在台灣地區掀起熱潮，由生產量值增加幅度可知，本蝦種儼然已成為台灣地區最主要的蝦類養殖種類。本文利用 2000 ~ 2003 年漁業年報與 1999 ~ 2001 年漁家經濟調查資料以進行台灣地區白蝦養殖經營分析。

根據資料顯示，白蝦養殖面積以台南縣最多，其次為屏東與嘉義縣；養殖場規模以 1 ~ 3 公頃為主，養殖型態則以單養為主。單養成本約為 70 萬元 / 公頃，以飼料費比率最高，其次為蝦苗費與水電費；單養型態之獲利比混養為佳。除 2000 年白蝦平均價格與單位成本間差距較小外，其餘兩年有約 60 % 與 30 % 的差距。

當前台灣地區白蝦養殖產業可說是處於蓬勃發展期，養殖業者對本產業的前途仍很具信心。惟蝦病防治、養殖管理技術與銷售通路尚需加強，以使本產業能永續發展。

### ABSTRACT

White shrimp aquaculture lifted an upsurge in Taiwan from 1998. Through the increased margin of production value and quantity, we know white shrimp become the major shrimp aquaculture kind in Taiwan. In this paper, used the data of 2000-2003 Taiwan fisheries yearbooks and 1999-2001 fisheries family

economic investigate yearbooks to analyze white shrimp aquaculture industry.

We found that Tainan country had the maximum aquaculture area of white shrimp. Major farm scale range and aquaculture model was 1-3 ha and monoculture. Mean costs of monoculture was 700 thousands /ha, diet cost was maximum, the next were seed cost and electricity cost. The profit of monoculture was better than polyculture.

Current status of white shrimp aquaculture in Taiwan is flourishing; farmers have confidence in the development of this industry. However, enhance the study about white shrimp disease prophylaxis and treatment, management techniques and marketing pathways are necessary.

### 前 言

七〇年代台灣草蝦養殖由於技術上的突破，成功促進蝦類養殖產業之快速發展發長，進而享譽全球並對台灣經濟發展有巨大貢獻。不幸自 1988 年起，蝦類養殖遭蝦病肆虐，年生產量明顯下降，導致產業損失非常嚴重，雖經產、官、學、研共同努力，但仍效果不彰。俟至 1995 年，業者引進無特定病原 (SPF) 之



表一 臺灣地區主要蝦類養殖生產量值 (2000 ~ 2003)

單位：公噸 (百萬元)

年 份	2000	2001	2002	2003
白 蝦	2,310 (506)	5,809 (1,416)	7,632 (1,594)	11,012 (1,679)
草 蝦	3,844 (1,088)	2,459 (660)	1,847 (487)	1,736 (436)
斑 節 蝦	293 (118)	210 (67)	193 (72)	219 (82)
淡 水 長 臂 蝦	8,149 (1,915)	6,859 (1,655)	7,026 (1,722)	10,045 (2,550)

資料來源：行政院農委會漁業署漁業年報 (2000 ~ 2003)。

南美白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 繁養殖後，因子代養殖成效極佳而蔚為風潮，台灣蝦類養殖產業似有復甦之跡象。

白蝦在分類上屬於節肢動物門 (Arthropoda)、甲殼綱 (Crustacea)、十足目 (Decapod)、對蝦科 (Penaeid)、對蝦類 (*Penaeus*)。其特徵在於體色呈淡白或灰白色，相較於其他對蝦種，白蝦蝦體透明度較高，室外養殖池之白蝦由於攝食來源差異，體色亦可能偏紅或棕色。白蝦原產於中南美洲，由加州灣到秘魯北部沿海都有分布，是西半球陸地養殖最主要蝦種，全球養殖產量佔世界對蝦類總養殖產量之 30 % (Farfante and Kensley, 1997)，可算是具世界性的經濟蝦種。

白蝦雖曾於 1985 年 6 月，由農委會引進台灣並成功繁養殖數代，但時值草蝦養殖興盛時期，因此未進一步推廣飼養。當 1989 年起，海水蝦類養殖陸續失敗後，民間業者於 1995 年再次進口無特定病原白蝦種蝦，於台灣南部嚐試商業化繁養殖。經幾年摸索後，1998 年起，由於其成長快速，收穫體型小，養成期間明顯縮短，加上養殖技術進步，存活率高，使得養殖成效更佳，進而掀起台灣地區白蝦養殖的熱潮 (陳, 2001)。比較近幾年台灣地區主要養殖經濟蝦類之生產量值，可發現草蝦生產量

值呈逐年減少的趨勢，淡水長臂蝦雖維持一定的水準，但產量增加有限；由白蝦生產量值增加之幅度可知，本蝦種儼然已成為台灣地區最主要的蝦類養殖種類 (表一)。

## 白蝦養殖產業經營分析

台灣地區白蝦養殖盛行迄今約有 5 ~ 6 年的時間，惟對於本產業的發展迄今仍未有系統性的整理與敘述，甚至連公部門也是自 1999 年才開始有相關統計資料呈現。

為瞭解本產業發展，本文茲將行政院農委會漁業署 2000 ~ 2003 年編印之漁業年報與 1999 ~ 2001 年編印之漁家經營調查中有關白蝦資料加以彙整，並參考養殖漁業生產區與高雄市蝦類養殖協會等相關單位提供的資料，進行台灣地區白蝦養殖經營分析。文中概分生產面積與量值、養殖場規模與經營型態、生產成本與收益、養殖獲利性分析、價格波動與養殖經營遭遇問題等部份進行敘述。

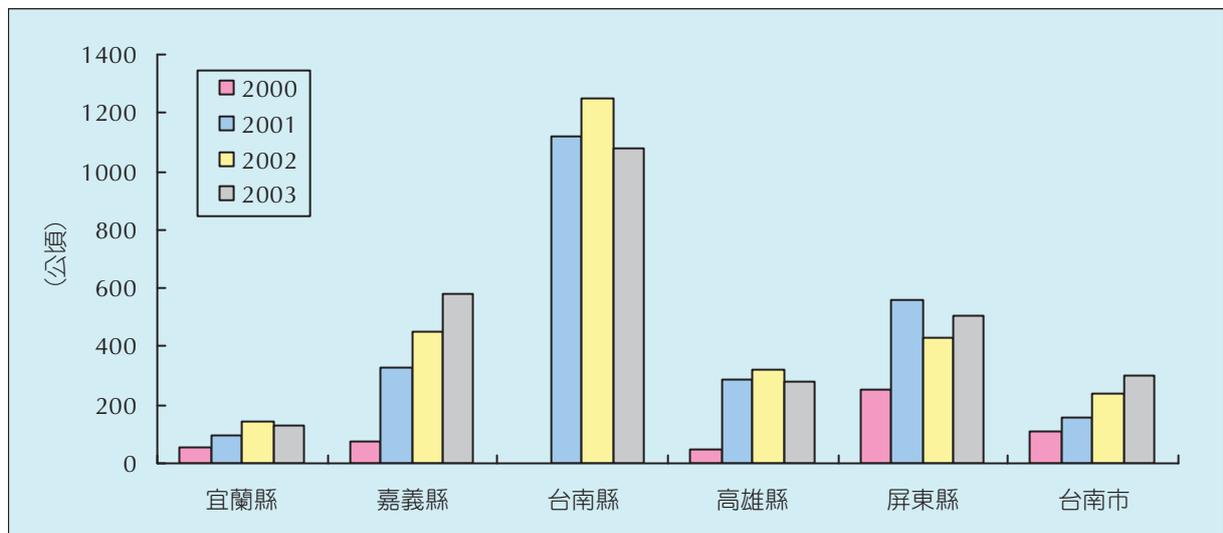
### 一、生產面積與量值

依據 2000 ~ 2003 年漁業年報資料，台灣地區白蝦養殖面積由 546 公頃激增至 3,173 公頃，成長率約 480.63 %；其中單養面積由 519

表二 2000 ~ 2003 年白蝦養殖面積與生產量值

年份	養殖面積 (公頃)			產量 (公噸)	產值 (億元)
	合計	單養	混養		
2000	546.58	519.57	27.01	2,310	5.06
2001	2,636.23	1,895.64	740.59	5,847	14.16
2002	2,903.30	2,087.49	815.81	7,667	15.94
2003	3,173.61	1,724.12	1,449.49	11,132	16.79

資料來源：行政院農委會漁業署漁業年報 (2000 ~ 2003)。



圖一 主要白蝦養殖縣市養殖面積變化。

公頃擴大到 1,724 公頃；混養面積由 27 公頃增加到 1,449 公頃。年產量則由 2,310 公噸提升至 11,132 公噸；年產值由 5.06 億元迅速增加到 16.79 億元 (表二)。整體而言，白蝦養殖產業在這短短三年的發展可說是異常迅速，在產業發展分期上，本期當可歸類為蓬勃發展期。

綜觀 2000 ~ 2003 年各縣市白蝦養殖面積，以宜蘭、嘉義、台南、高雄、屏東縣與台南市為主要養殖地區；至 2003 年時，台南縣養殖面積最多，其次為屏東與嘉義兩縣 (圖一)。而養殖面積變化最多者則為嘉義縣，增加約 510 公頃；高雄、屏東二縣亦增加約 230 ~ 260 公頃。四年來，年產量及產值皆以屏東縣最

高，而養殖面積居首位的台南縣產量與產值尚少於屏東縣；此狀況可由表三生產力分析得知原因，由於嘉義與屏東縣三年來都可維持 3.2 ~ 6.6 公噸/公頃的生產力，但台南縣的生產力則偏低 (除 2003 年達 2.43 公噸/公頃外，其餘年度皆低於 1 公噸/公頃)，也造成該縣養殖面積雖廣，但生產量值偏低。

## 二、養殖場規模與經營型態

本文將依據 1999 ~ 2001 年台灣地區漁家經營調查資料，來進行白蝦養殖場規模、養殖型態、養殖用水與放養密度等分析，以探討台灣地區白蝦養殖場的經營管理狀況。

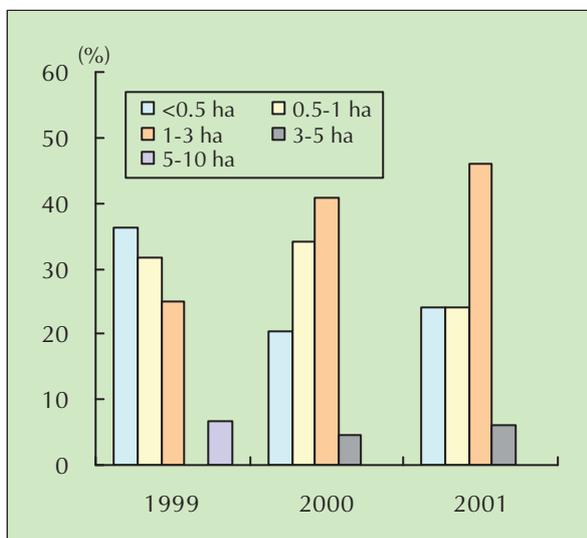


表三 台灣地區主要白蝦養殖縣市生產力分析

地區\年份	單位：公噸/公頃			
	2000	2001	2002	2003
平均	4.22	2.21	2.64	3.51
宜蘭縣	0.84	2.37	1.87	3.46
嘉義縣	4.24	4.78	4.65	4.70
台南縣	—	0.51	0.99	2.43
高雄縣	9.51	1.53	2.20	2.49
屏東縣	4.15	3.21	5.68	6.64
台南市	1.63	4.48	1.32	1.34

表四 白蝦養殖型態

年份	調查數	單養		混養	
		戶數	%	戶數	%
1999	44	42	95.5	2	4.5
2000	44	40	90.9	4	9.1
2001	50	44	88.0	6	12.0



圖二 養殖場規模分析。

養殖場規模除 1999 年以未滿 0.5 公頃佔大多數外，其餘二年皆以 1~3 公頃為主 (圖二)。養殖型態則以單養為主，但混養型態卻有逐年增加的趨勢，由 4.5% 增加到 12%；混養種類主要為草蝦或虱目魚 (表四)。

白蝦養殖所使用水源，以海水及海水混合地下水兩種方式最為普遍，但是使用海水養殖的比例有逐年減少的趨勢，使用海水混合地下水養殖白蝦的業者卻是逐年增加；此外，2001 年時亦有不少業者使用地下水或河川水養殖白蝦。顯示，白蝦養殖的池水鹽度已有降低的趨勢 (圖三)。

分析白蝦養殖的放養密度，可發現單位面積放養量有快速增加的趨勢。1999 年放養密度僅約 63 萬尾/公頃，2001 年時已增加一倍多，約為 166 萬尾/公頃。由放養密度分布可知，在 1999 年時約 80% 的業者每公頃放養 50 萬尾蝦苗以上，但以放養 50~100 萬尾/公頃者為最多；2000 年以後，雖然仍有超過 70% 的業者放養密度維持 50 萬尾/公頃以上，但卻以 100 萬尾以上/公頃佔最多數 (表五)。此種放養密度快速增加的現象，或可解釋為養殖技術進步，但若配合自身養殖池條件，放養適當密度，才是正確的養殖管理方式。

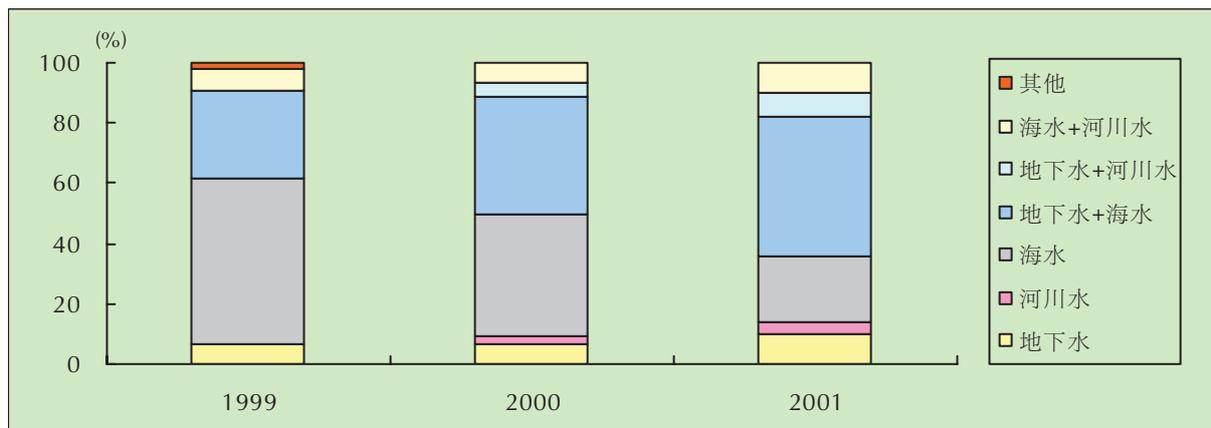
### 三、生產成本與收益

白蝦養殖的成本可分為直接成本與間接成本。直接成本指與養殖直接有關之成本，項目包含蝦苗費、飼料與肥料費、水產物藥品費、水電油料費、其他耗材、漁具費、設備修理費、塭池整備費、工資 (含家工、雇工、臨時工資) 與其他直接成本等。間接成本包括漁獲收成與銷售費用、漁民勞工保險費、漁業貸款利息、塭池租金與其他間接成本。

將白蝦養殖調查資料分成全體養殖業者與單養業者兩類，經以 1996 年為基期的水產品內陸養殖類躉售物價指數進行平減，整理 1999~2001 年漁家經營調查經營成本資料，可瞭解歷年白蝦養殖成本與其結構 (表六)。未平減前全體養殖業者的經營成本，1999 年約 81 萬元/公頃，2001 年時約 69 萬元/公頃；單養部分的成本則變化不大，三年來每公頃大多維持在 70 餘萬元。此種成本差異的情況，應與全體養殖業者包含有混養業者，而業者混

表五 放養密度分析

年份	放養密度 (萬尾/公頃)	放養密度分佈 (%)					
		<5	5~10	10~20	20~50	50~100	>100
1999	63.16	2.27	—	4.55	13.64	70.45	9.09
2000	115.56	—	2.27	13.64	15.91	13.64	54.55
2001	165.94	—	—	2.30	25.00	20.50	52.30



圖三 養殖水源分析。

養的魚種與密度接會影響成本多寡；故全體養殖業者經營成本降低，並不代表白蝦養殖成本降低許多。但若考慮各年幣值變動，則可發現平減後的養殖成本有下降趨勢。

分析養殖成本結構，可發現無論全體養殖業者或單養業者，三年來皆以飼料與肥料費最高，但 2001 年所佔比例較 1999 年激增約 30%，此情況與放養密度增加及飼料售價提升有關；其次為蝦苗費與水電費，但 2001 年蝦苗費所佔比例較 1999 年下降約 3~6%，此應與蝦苗價格下跌有關。水電費用卻呈上揚趨勢，2001 年佔成本比例較 1999 年提高約 11%，此與養殖密度提高，增氧機使用量增加有很大關係。

由 1999~2001 年白蝦養殖單位面積產量可發現，全體養殖業者與單養業者間差異不大，但兩者的產量均有減少趨勢，2001 年的

產量較 1999 年減少約 40%；特別是 2000 年因白蝦養殖活存率不高，造成該年的單位面積產量顯著偏低。產值方面也有同樣趨勢，1999 年產值約 210 餘萬/公頃，2000 年時受單位面積產量銳減影響，產值只有約 90 萬元/公頃，2001 年產值有稍提升，約 110 萬元/公頃。若將產值平減再進行比較，可發現 2000 與 2001 年的產值較 1999 年減少約 60% (表七)。

利用單位面積產量與平減後成本金額，可計算各年度白蝦養殖的單位成本價格。1999 年成本價為 95.45 元/公斤，2000 年與 2001 年分別為 166.9 元/公斤及 99.28 元/公斤；單養型態的成本價分別為 1999 年 94.38 元/公斤，2000 年 176.63 元/公斤與 2001 年 105.12 元/公斤。

#### 四、養殖獲利性分析

養殖獲利性多寡對產業能否永續經營有

表六 白蝦生產成本與結構分析

單位：萬元

項目	1999		2000		2001	
	合計	單養	合計	單養	合計	單養
種苗費	15.48 (21 %)	13.03 (19 %)	11.13 (18 %)	10.91 (18 %)	7.28 (16 %)	7.34 (15 %)
飼料費	26.43 (36 %)	25.76 (37 %)	24.83 (41 %)	25.45 (41 %)	31.67 (69 %)	32.15 (67 %)
藥品費	1.98 (3 %)	1.94 (3 %)	1.79 (3 %)	1.88 (3 %)	1.88 (4 %)	2.01 (4 %)
水電費	12.65 (17 %)	12.85 (19 %)	12.33 (20 %)	12.38 (20 %)	13.06 (28 %)	14.30 (30 %)
雜支	0.37 (1 %)	0.32 (0.5 %)	1.37 (2 %)	1.39 (2 %)	0.93 (2 %)	0.95 (2 %)
設備費	0.64 (0.9 %)	0.63 (0.9 %)	0.73 (1 %)	0.79 (1 %)	0.73 (2 %)	0.77 (2 %)
維修費	1.42 (2 %)	1.43 (2 %)	3.03 (5 %)	3.19 (5 %)	2.44 (5 %)	2.60 (5 %)
租金	1.00 (1 %)	0.64 (1 %)	1.13 (2 %)	0.75 (1 %)	0.19 (0.4 %)	0.09 (0.2 %)
整池費	4.71 (6 %)	3.23 (5 %)	2.71 (4 %)	2.72 (4 %)	1.96 (4 %)	2.06 (4 %)
運銷費用	0.18 (0.2 %)	0.17 (0.2 %)	0.09 (0.2 %)	0.10 (0.2 %)	0.31 (0.7 %)	0.31 (0.7 %)
家工	1.84 (3 %)	2.13 (3 %)	1.05 (2 %)	1.15 (2 %)	1.51 (3 %)	1.71 (4 %)
雇工	1.06 (1 %)	1.17 (2 %)	0.99 (2 %)	0.21 (0.4 %)	1.50 (3 %)	1.28 (3 %)
臨時工	3.00 (4 %)	2.43 (4 %)	1.93 (3 %)	2.05 (3 %)	2.05 (5 %)	2.24 (5 %)
保險費	1.64 (2 %)	1.49 (2 %)	0.93 (2 %)	1.01 (2 %)	1.40 (3 %)	1.57 (3 %)
利息	8.89 (1 %)	9.10 (1 %)	8.99 (1 %)	9.89 (2 %)	1.85 (0.4 %)	2.10 (0.4 %)
總成本	81.28	76.32	73.04	73.89	69.08	71.81
實際成本 <sup>1</sup>	73.53	69.04	60.91	61.62	45.88	47.69

<sup>1</sup>實際成本係以民國 85 年內陸養殖躉售物價指數為基準平減而得。

很密切關係，獲利性高低的指標有很多，本文僅採用益本比與獲利率等二項。為利於各年度間的獲利比較，進行分析前，各項數據皆以民國 85 年為基期的水產品內陸養殖類躉售物價指數進行平減以求幣值的一致性。經整理 1999 ~ 2001 年白蝦養殖獲利性分析如表八所示。

由分析結果可知，除了 1999 年單位面積利潤較高超過 100 萬元/公頃，其餘年份的經營利潤皆遠低於 100 萬元/公頃。益本比與所得率方面，雖然 2001 年白蝦養殖單位面積成本已有明顯降低，但其產值大幅減少，使得獲利性不及 1999 年，減少約 50 %。此外，除 2000 年外其他年度皆以單養型態獲利較高，此情況

表七 白蝦養殖單位面積生產量、值

年 份	產量 (公斤/公頃)	產值 (萬元/公頃)	實際產值 <sup>1</sup> (萬元/公頃)
1999	8,417 (8,239)*	219.23 (215.85)	198.32 (195.26)
2000	3,870 (3,668)	90.91 (88.85)	75.81 (74.09)
2001	5,068 (5,014)	107.20 (114.22)	71.21 (75.86)

<sup>1</sup>實際產值係以民國 85 年內陸養殖躉售物價指數為基準平減而得。

\* ( ) 係指單養型態的量值。

表八 白蝦養殖投資報酬分析

單位：萬元/公頃

年份	產值	成本	初收入	折舊費用	收益	益本比	所得率(%)
1999	198.32 (195.26)*	73.53 (69.04)	124.79 (126.22)	6.81 (8.73)	117.98 (117.49)	1.47 (1.51)	59.49 (60.17)
2000	75.81 (74.09)	60.91 (61.62)	14.90 (12.47)	3.68 (3.18)	11.22 (9.29)	0.17 (0.14)	14.81 (12.55)
2001	71.21 (75.86)	45.88 (47.70)	25.33 (28.16)	4.43 (5.01)	20.90 (23.15)	0.42 (0.44)	29.34 (30.52)

數值係以民國 85 年內陸養殖躉售物價指數為基準平減而得。

\* ( ) 為實際產值，係以民國 85 年內陸養殖躉售物價指數為基準平減而得。

說明該三年白蝦單養的經營型態比混養有較好的獲利。

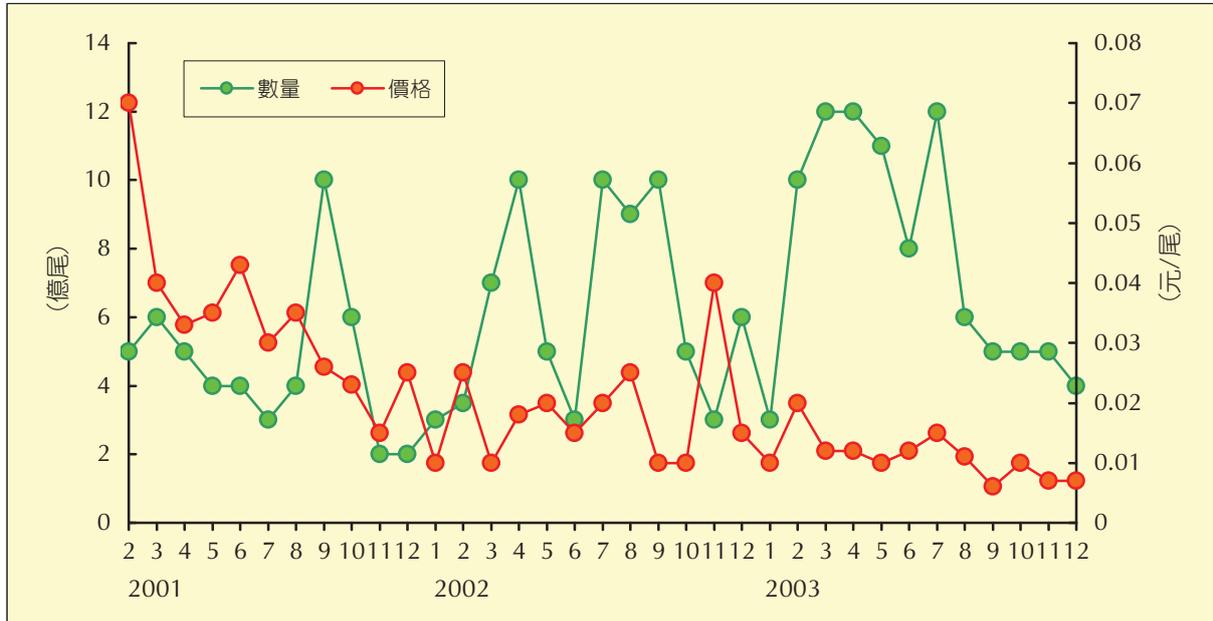
## 五、價格波動

價格因素在養殖產業佔有很重要的地位。由於種苗費在經營成本中屬主要支出，故苗價高低會影響放養成本；養成後出售的價格對業者收益多寡有很大影響，故在探討產業經營時，價格波動亦需加以討論。

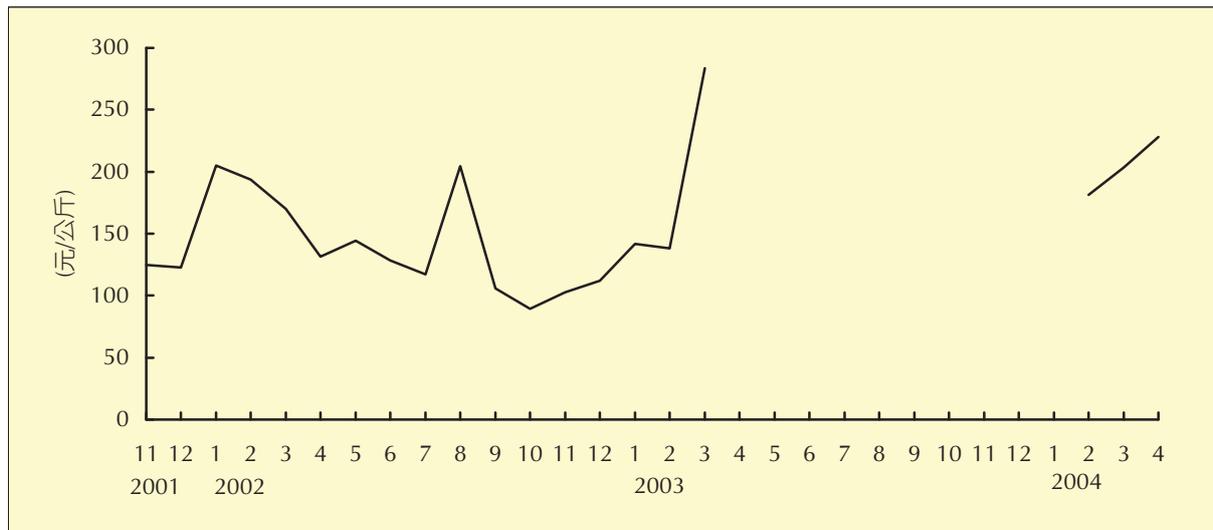
由於 1999 年以後白蝦蝦苗大量生產，使得苗價有下跌趨勢（陳,1999）。分析 2001 ~ 2003 年白蝦蝦苗的生產量值（圖四），蝦苗年產量由 2001 年的 50 多億尾至 2003 年已增加到 90 多億尾，亦使得蝦苗價格自 2001 年 2

月的 0.07 元/尾開始下跌至 2003 年 12 月已降到 0.007 元/尾；期間在 2001 年上半年尚維持在 0.03 ~ 0.04 元/尾，之後至 2003 年 8 月苗價則以 0.01 ~ 0.02 元/尾居多，2003 年 11 月以後則跌至 0.01 元/尾以下。整體看來，苗價高低是隨著蝦苗產量多寡而波動，由於每年 3 ~ 4 月與 8 ~ 9 月蝦苗是蝦苗盛產期，該時期的苗價一般也都偏低。

依據中華民國養殖漁業生產協會自 2001 年 11 月開始調查白蝦（60 尾/斤）售價資料，可瞭解台灣地區養殖白蝦的池邊價格波動，但期間有部份資料無法追蹤（2003 年 4 月至 2004 年 1 月），故無法進行價格穩定性與「價格一月份」的分析，殊為可惜。但依據現有資



圖四 白蝦蝦苗生產量與價格波動趨勢。



圖五 白蝦 (體型 100 尾/公斤) 生產地池邊交易價格波動趨勢 (2003.4~2004.1 無資料)。

料整理白蝦產地價格的變化如圖五，此期間白蝦的池邊售價大都維持在 120 元/公斤以上的趨勢，缺貨時更可漲至 200 元/公斤。

若以 1999 ~ 2001 年漁家調查資料中白蝦每公頃產值與產量數據來估算販售平均價格，再與單位生產成本相比較，可知除 2000 年白蝦平均價格與單位成本間差距較小外，其餘兩年有約 60 % 與 30 % 的差距 (表九)。

### 養殖經營遭遇問題

根據 1999 ~ 2001 年的調查，白蝦養殖業者在經營上遭遇的問題有：養殖勞力不足或流動性大、養殖資金缺乏、養殖技術缺乏、養殖成本太高、養殖產品售價不穩定、魚貨市場行情資料缺乏、水質污染與常遭病變等。

表九 白蝦生產單位成本與平均售價

年份	總成本 (萬元/公頃)	產量 (公斤/公頃)	單位成本 (元/公斤)	售價 (元/公斤)	成本與售價差距 (%)
1999	80.34 (77.76)	8,417 (8,239)	95.45 (94.38)	235.61 (236.98)	59.49 (60.17)
2000	64.59 (64.79)	3,870 (3,668)	166.90 (176.63)	195.92 (201.98)	14.81 (12.55)
2001	50.31 (52.71)	5,068 (5,014)	99.28 (105.12)	140.50 (151.30)	29.34 (30.52)

若按年度分析，業者在經營上遭遇的主要問題，1999 年的前三大項分別為：蝦類病變 (38.64%)，養殖成本太高 (18.18%) 以及養殖資金缺乏 (15.91%)；2000 年為：養殖產品售價不穩定 (34.09%)，養殖成本太高 (29.55%) 與蝦類病變 (18.18%)；至於 2001 年則以對蝦類病變 (38%)、水質污染 (20%) 與養殖技術缺乏 (14%) 最令業者感困擾。由上述分析，可知白蝦養殖業者遭遇問題以蝦類病變與養殖成本太高為最主要。但是水質污染與養殖技術缺乏這兩個新近的產業問題值的密切注意，是否因養殖環境有產生變化使得業者有水質污染的問題發生；另，蝦類病變問題無法解決而使業者認為有養殖技術缺乏的問題，或是業者對於經營管理技術上不熟悉而產生此問題，都值得深入探討解決。

## 結 語

當前台灣地區白蝦養殖產業可說是處於蓬勃發展期，無論養殖面積或年產量均是快速增加中。雖然據業者反映在養殖經營上仍面臨不少問題，但依 2001 年的調查資料顯示，有

58% 的業者願意維持經營現狀，12% 的業者欲增加養殖面積，只有 16% 業者想改養其他魚種，10% 欲離漁轉其他行業；顯示，養殖業者對本產業的前途仍很具信心。

但要使本產業能持續發展，不要重蹈草蝦養殖產業的後塵，產、官、學、研各界仍需加強對現有業者所遭遇問題加強研究與處理，特別是蝦病防治與養殖管理技術面，而銷售方面更可加強外銷，避免產業侷限於國內而發生供需失調的窘境。

## 參考文獻

- 行政院農委會漁業署 (1999 ~ 2001) 台灣地區沿海及養殖漁業經濟調查報告。
- 行政院農委會漁業署 (2000 ~ 2003) 台灣地區漁業年報。
- 陳弘成 (1999) 白蝦養殖與管理方式. 養魚世界, 273: 66-68.
- 陳弘成 (2001) 白蝦養殖要點. 養殖漁業經營管理手冊 ~ 技術篇, 行政院農委會漁業署編印, 40 pp.
- Farfante, I. P. and B. Kensley (1997) Penaeid and sergestoid shrimps and prawns of the world: Keys and diagnoses. Memoires du Museum National D'Histoire Naturelle, Paris.

# 政府對養蝦事業的期許與輔導

## Planning and Assistance of Government for the Prawn Aquaculture Industry

石聖龍

*Sheng-Lung Shih*

行政院農業委員會 漁業署

*Fisheries Agency, Council of Agriculture*

### 前 言

大約從民國七十三年到七十六年間，台灣養蝦事業如曇花一現般的快速蓬勃發展，不但給國內漁業界帶來了非常美好的憧憬，同時也為我國創造一段很長時間的聲望，「養蝦王國」就等於台灣的代名詞，當時國內專家學者及漁民，為提供養蝦經驗或技術協助，絡繹不絕的往來於台灣與東南亞與中南美各國之間。蝦苗業、飼料業、藥品業、冷凍加工業及養殖機電設備業等養蝦週邊產業也隨同興盛一時，商機無限，養蝦事業為台灣沿海漁村帶來了空前繁榮。

但是在短暫的風光歲月過後，在各種蝦類病毒陸續侵襲各養殖蝦種，台灣養蝦事業從此陷入產業黑暗期，養蝦失敗率逐年增高，漁民在及既期待又怕傷害的情景下，年年養蝦，但是失敗機率總比成功大，心情是從寄望到絕望。隨後，國內產官學更是全力探究原因，了解缺失，開發新方法，無不期盼台灣養蝦事業能再恢復昔日的風光，但結果並不理想，最後多數人係告別養蝦事業，另尋出路。

蝦類具寬廣的國際市場，也是國際性養殖種類，因此國內養蝦產業所面臨的瓶頸與困

境，在其他每一個養蝦國家先後也面臨同樣的問題，因此在全世界均企盼謀求解決蝦病之時刻，國內水產界值得對台灣養蝦事業重新進行總體檢，並確立未來走向。

### 養殖事業成功發展之重要意義

在國際水產品市場具高度共通性，及無國界養殖漁業之發展趨勢下，台灣如能夠有效解決病害問題，使養蝦事業從此永續發展，則對養殖漁業將具有下列重要意義：

#### 一、穩定養殖漁業產銷秩序

自從蝦類養殖成功率大幅降低以後，多數漁民轉變經營較熟悉的養殖種類，從此國內每年均會發生虱目魚、文蛤、吳郭魚、鱸魚、鯛類等大宗養殖魚貨產銷失衡魚價大幅下跌現象，近年來養殖白蝦也同樣有了產銷問題，上述問題的發生不但增加政府財政負擔，也降低漁民對政府施政之滿意度。因此如能成功的提高蝦類之養成率，讓漁民恢復養蝦信心，將可有效分散養殖種類，促進養殖漁業產銷秩序之穩定。



## 二、提昇養殖漁業國際地位

從國內養蝦開始式微以後，復以受限預算及外交因素，國內養殖業者幾無機會參與相關國際養殖組織之運作，在養殖漁業全球化的潮流下，台灣已被邊緣化，因此台灣如能在養蝦之技術與研究方面，再回復過去領先與主導地位，則台灣將能再度受到各國之重視。

### 發展養蝦事業應重視之課題

民國七十年代初期，經濟部農業局曾研擬實施「養蝦事業發展方案」，原先計劃發展十萬公頃的養蝦面積，惟基於水土資源限制之考量，最後修正為一萬公頃，當時規劃實施「養蝦事業發展方案」之背景為國際蝦類市場一片看好，台灣則為全世界養蝦技術最領先之國家，亦無病害問題。

由於整體產業環境已有非常顯著之變化，對再度推動養蝦事業發展，建議對下列課題應加以分析探討：

#### 一、最適蝦種之規劃

近年來台灣、中國大陸及東南亞國家紛紛改變以白蝦為主要養殖蝦種，導致 20~30 公克之較大型蝦供不應求，因此為避免市場競爭，國內似仍宜以草蝦為主，並輔以市場需求度亦高之斑節蝦為主要發展蝦種，集中資源進行研究。

#### 二、抗病毒健康苗生產技術之研發

病毒性疾病仍為養蝦最難克服解決之問題，同時也是台灣養蝦事業能否再發展之關鍵點，因此生產抗病毒蝦苗，仍為首要之研究工作。

## 三、健康蝦苗場之認證

無論以改善國內養蝦問題，或是促進水產種苗事業之發展，台灣必需建立健康無病毒蝦苗繁殖場之認證制度，並確實實行，以高品質蝦苗行銷國內外市場。

## 四、養蝦專區之建設

以優越之生產環境並輔以良好之養殖管理技術，對提昇養蝦之成功率有絕對之助益，因此建立養蝦生產專區，改善生產環境，提昇經營者之技術水準，亦屬重要之工作。

## 五、環保及保育問題之因應

養蝦排放水對沿岸海域環境之污染及海洋保育團體對魚粉作為水產飼料來源，所作之批判，更可能透過消費抵制之手段，要求養殖業者重視環境及生態資源之保護，未來均可能成為全球養蝦發展之限制因素，我國應儘早研究因應辦法。

## 六、經營管理模式之檢討

為因應大自然環境之改變，同時檢討過去之失敗，對輪養、混養、封閉式養殖、室內養殖及生態養殖之不同養蝦經營管理模式，均應再作更深入探討與確立，提供業者使用。

## 七、產品品質衛生之提昇

對藥物重金屬及衛生菌零含量之要求，將逐漸成為全球消費者之要求趨勢，同時對產品要求產地標示亦將為各先進國之必然採行措施，對此課題我們無法逃避應嚴謹面對並配合改善。

## 政府之輔導措施

漁業署對推動台灣養蝦事業再發展之擬採行輔導措施如下：

- 一、強化台灣區養殖蝦類發展基金會之組織及運作功能，使其成為養蝦事業再發展之統籌推動單位。
- 二、協助研擬「養蝦事業發展計畫」並爭取經費，順利推動各項改善措施及相關研究工作。
- 三、協助統籌整合國內專家學者，以團隊分工模式，進行養蝦各項不同領域之鑽研。

## 結語

就產業價值與學術地位，蝦類仍是最值得在台灣重視並發展的養殖種類。由於一直無法獲致預期的成果，在養蝦科技領域之研發上，有很長的時日是一片空白，但是正當全球仍有許多科學家均埋首於蝦類相關領域之研究時，以台灣擁有之深厚養殖漁業基礎及豐沛之研究人力資源，我們實不應在這方面缺席，反而應檢討過去缺失，整合人力以團隊合作方式再度投入養蝦科技之研究，並落實到產業面之利用，恢復「養蝦王國」之領導地位。

第 二 部 分

# 基礎生物學

白 蝦



# 對蝦類的分類學研究

## Classification Studies on the Penaeoid Shrimps

李定安

Ding-An Lee

行政院農業委員會水產試驗所 海洋漁業組  
Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

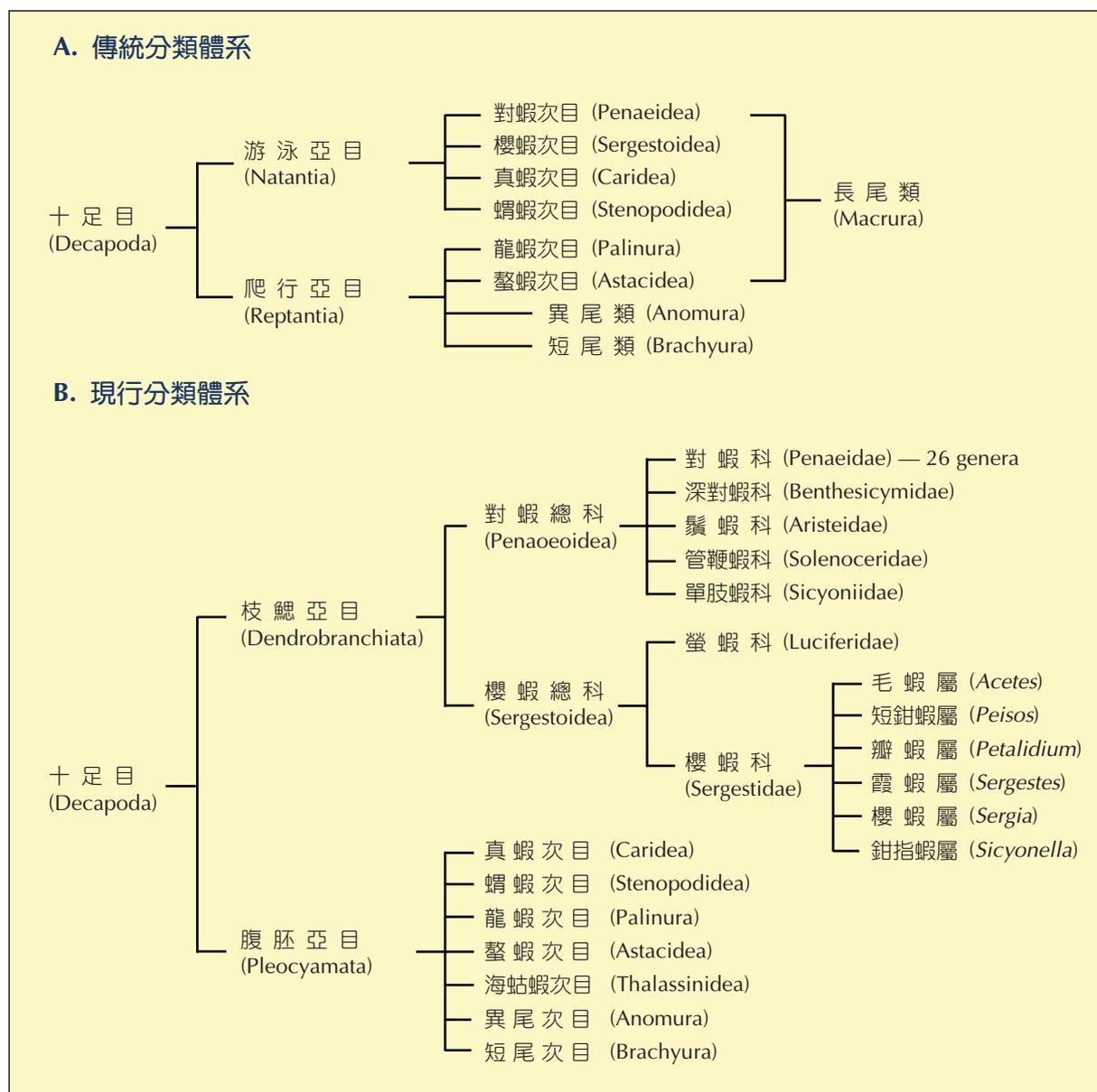
### 摘要

白蝦原為對蝦屬 (Genus *Penaeus* sensu lato) 的成員之一，該屬 29 種主要分布於全世界的熱帶、亞熱帶及暖溫帶的淺海中，為具有高經濟價值的大型甲殼十足類動物。對蝦屬係以草蝦為模式種而建立於 1798 年。此後近兩百年來，曾有多位分類學者先後提出細分該屬的構想。Pérez-Farfante and Kensley (1997) 最後將該屬的 6 個亞屬提升至屬級階元，而使各蝦種的學名產生較大的改變。台灣地區的對蝦類則歷經 Maki and Tsuchiya (1923)、Chang (1965)、Lee and Yu (1977)、Yu and Chan (1988)、Lee *et al.* (1999)、Lee (2002) 等的調查，種數由 4 種增加至目前的 14 種，分別隸屬於：明對蝦屬 (*Fenneropenaeus*, 4 種)、濱對蝦屬 (*Litopenaeus*, 2 種)、囊對蝦屬 (*Marsupenaeus*, 1 種)、溝對蝦屬 (*Melicertus*, 4 種)、對蝦屬 (*Penaeus*, 2 種)、美對蝦屬 (*Farfantepenaeus*, 1 種)。

### 對蝦類的分類系統與變革

白蝦 (*Litopenaeus vannamei*, 中名范氏濱對蝦，又稱凡納濱對蝦、南美白對蝦) 在分類學上屬於甲殼動物亞門、軟甲綱、十足目、枝鰓亞目、對蝦總科、對蝦科的濱對蝦屬。該屬

原為對蝦屬 (廣義的對蝦屬 *Penaeus* sensu lato) 的一個亞屬。Burkenroad (1934) 以額胃溝之有無、額角側脊之長短比例，將對蝦屬區分為 2 組。Kubo (1949) 又根據肝脊之有無，進一步將其中一組細分為 2 群。1969 年，Pérez-Farfante 重新整理對蝦屬的學名，將具有額胃溝的蝦種歸類為溝對蝦亞屬 (subgenus *Melicertus*)；缺額胃溝的蝦種復以肝脊之有無、雌性交接器之類型等特徵，而將其區分為明對蝦亞屬 (subgenus *Fenneropenaeus*)、對蝦亞屬 (subgenus *Penaeus*) 及濱對蝦亞屬 (subgenus *Litopenaeus*)。1971 年，Tirmizi 將溝對蝦類中唯一一種具有囊袋型雌性交接器的日本對蝦分離，而創立了囊對蝦亞屬 (subgenus *Marsupenaeus*)。次年，Burukovsky (1972) 又根據第六腹節背脊兩側具有縱溝、額胃溝平直及尾柄無刺等特徵，從分布於美洲東岸的溝對蝦中，分立了第六個亞屬：美對蝦亞屬 (subgenus *Farfantepenaeus*)。1997 年，Pérez-Farfante 及 Kensley 二氏提升上述 6 個亞屬至屬級階元。至此，狹義的對蝦屬 (*Penaeus* sensu stricto) 僅包含草蝦 (*Penaeus monodon*)、熊蝦 (*P. semisulcatus*) 及分布於澳洲沿海的虎蝦 (*P. esculentus*) 等 3 種，其餘 26 種則分別隸屬於囊對蝦、明對蝦、濱對蝦、



圖一 甲殼類十足目的兩種分類體系。傳統分類體系中的長尾類、短尾類、異尾類等三類（或稱“部”、“派”），目前仍然常見於相關的文獻報告中。

溝對蝦及美對蝦等 5 個屬。此一新的分類法目前已獲得大多數的甲殼類分類學者所接受 (Liu, 2003; Lavery *et al.*, 2004)。

與對蝦類有關的高階分類階元，原係 Calman (1909) 所創立，即一般所稱的傳統分類系統 (圖一 A)。在該系統中，十足目分為游泳亞目 (Natantia) 與爬行亞目 (Reptantia)。前者包括對蝦次目 (Penaeidea)、

櫻蝦次目 (Sergestoidea)、真蝦次目 (Caridea) 及螯蝦次目 (Stenopodidea) 等 4 個次目，而後者則分為螯蝦類 (Astacura)、龍蝦類 (Palinura)、異尾類 (Anomura) 及短尾類 (Brachyura)。一般俗稱的蝦類 (prawns or shrimps)，實即該分類系統中的長尾類，並泛指前述的 4 個次目，以及龍蝦、螯蝦等 2 個次目，有別於以寄居蟹為主角的異尾類，以

及以螃蟹為主的短尾類。該分類體系儘管簡單明瞭，但沿用幾達一個世紀之久 (cf. Abele and Felgenhauer, 1986)，然而若考量整個十足目所屬萬餘物種的內、外部形態特徵，分析其發生、行為與生態等因素，加上採集自深海等環境的新種不斷出現，舊有的分類體系非但不夠周延，亦存有若干缺失。因此，Bowman and Abele (1982) 提出新的分類芻議 (圖一 B)，在修正整合後的架構中，十足目分為枝鰓亞目(Dendrobranchiata)與腹胚亞目 (Pleocyemata)。前者下轄：對蝦總科 (Penaeoidea) 及櫻蝦總科 (Sergestoidea)；後者則包含：螳蝦次目 (Stenopodidea)、真蝦次目 (Caridea)、螯蝦次目 (Astacidea)、海姑蝦次目 (Thalassinidea)、龍蝦次目 (Palinura)、短尾次目 (Brachyura) 及異尾次目 (Anomura) 等 7 個次目。按照目前的分類體系，狹義的蝦類應為枝鰓亞目以及腹胚亞目中的真蝦次目及螳蝦次目，凡 31 科，約 2,000 種 (Holthuis, 1980, 1993)。

## 分類敘述

十足目 Order Decapoda Latreille, 1806

枝鰓亞目 Suborder Dendrobranchiata Bate, 1888

對蝦總科 Superfamily Penaeoidea  
Rafinesque, 1815

對蝦總科包含下列 5 科：

1. 深對蝦科 Benthescymidae Wood-Mason, 1891
2. 對蝦科 Penaeidae Rafinesque, 1815
3. 鬚蝦科 Aristeidae Wood-Mason, 1891
4. 管鞭蝦科 Solenoceridae Wood-Mason, 1891
5. 單肢蝦科 Sicyoniidae Ortmann, 1898

## 對蝦科

Family Penaeidae Rafinesque, 1815

Penedia Rafinesque, 1815: 98 (not seen, cf. Pérez-Farfante and Kensley, 1997).

Penaeidae, Bate, 1881: 171, 173; 1888: 220. Alcock, 1901: 11. Bouvier, 1908b: 9. De Man, 1911: 1. Kubo, 1949: 212. Barnard, 1950: 580. Lee and Yu, 1977: 8. Williams, 1984: 22. Chan and Yu, 1986: 26. Liu and Zhong, 1986: 27. De Freitas, 1987: 1. Dall *et al.*, 1990: 59. Hayashi, 1992: 201. Pérez-Farfante and Kensley, 1997: 182. Lee, 2002: 54.

現生對蝦科包含 26 屬 (括弧內數字：台灣種數 / 全球種數)：

1. 神對蝦屬 *Artemesia* Bate, 1888 (0/1)
2. 異對蝦屬 *Atypopeuaeus* Alcock, 1905 (1/5)
3. 美對蝦屬 *Farfantepenaeus* Burukovsky, 1997 (1/8)
4. 明對蝦屬 *Fenneropenaeus* Pérez-Farfante, 1969 (4/5)
5. 刺顎蝦屬 *Funchalia* Johnson, 1867 (1/4)
6. 分對蝦屬 *Heteropenaeus* De Man, 1896 (?/1)
7. 濱對蝦屬 *Litopenaeus* Pérez-Farfante, 1969 (2/5)
8. 巨陽蝦屬 *Macropetasma* Stebbing, 1914 (0/1)
9. 囊對蝦屬 *Marsupenaeus* Tirmizi, 1971 (1/1)
10. 巨突蝦屬 *Megokris* Pérez-Farfante and Kensley, 1997 (1/4)
11. 溝對蝦屬 *Melicertus* Rafinesque, 1814 (4/7)
12. 赤蝦屬 *Metapenaeopsis* Bouvier, 1905 (12/76)



13. 新對蝦屬 *Metapenaeus* Wood-Mason, 1891 (7/27)
14. 長眼對蝦屬 *Miyadiella* Kubo, 1949 (1/2)
15. 仿對蝦屬 *Parapenaeopsis* Alcock, 1901 (7/20)
16. 擬對蝦屬 *Parapenaeus* Smith, 1885 (7/17)
17. 浮對蝦屬 *Pelagopenaeus* Pérez-Farfante and Kensley, 1997 (0/1)
18. 似對蝦屬 *Penaeopsis* Bate, 1881 (2/6)
19. 對蝦屬 *Penaeus* Fabricius, 1798 (2/3)
20. 原爪蝦屬 *Protrachypene* Burkenroad, 1934 (0/1)
21. 裂對蝦屬 *Rimopenaeus* Pérez-Farfante and Kensley, 1997 (0/6)
22. 長對蝦屬 *Tanypenaeus* Pérez-Farfante, 1972 (0/1)
23. 擬爪蝦屬 *Trachypenaeopsis* Burkenroad, 1934 (0/3)
24. 糙對蝦屬 *Trachypenaeus* Alcock, 1901 (1/1)
25. 鷹爪蝦屬 *Trachysalambria* Burkenroad, 1934 (3/8)
26. 劍對蝦屬 *Xiphopenaeus* Smith, 1869 (0/1)
- 3A. 額角側脊/溝短，至多僅與胃上刺平齊。無額胃脊.....4
- 3B. 額角側脊/溝長，遠超過胃上刺而至頭胸甲後緣。具額胃脊.....6
- 4A. 肝脊缺如，有亦甚短而微弱.....明對蝦屬
- 1a. 第三步足不達觸角鱗片末端。第一小顎內葉分3節.....中華明對蝦
- 1b. 第三步足至少以其指節超過觸角鱗片。第一小顎內葉分2節.....2
- 2a. 眼胃脊長度至少為肝刺至眼眶間距的2/3.....印度明對蝦
- 2b. 眼胃脊長度僅為肝刺至眼眶間距的1/3.....3
- 3a. 額角側脊不達胃上刺。雄性第三顎足之指節長度約為掌節之半.....墨吉明對蝦
- 3b. 額角側脊伸至胃上刺之後方。雄性第三顎足之指節長度遠大於掌節.....多毛明對蝦
- 4B. 肝脊發達，十分明顯.....5
- 5A. 雌性交接器開放型。雄性交接器腹肋短.....濱對蝦屬
- 1a. 第一觸角鞭短於柄。額角側脊止於胃上刺之下方；額角腹齒2枚.....范氏濱對蝦
- 2b. 第一觸角鞭長於柄。額角側脊超過胃上刺。額角腹齒多於2枚.....尖額濱對蝦
- 5B. 雌性交接器閉鎖型。雄性交接器腹肋長，可達側葉末端.....對蝦屬
- 1a. 第五步足無外肢.....草對蝦
- 1b. 第五步足具外肢.....熊對蝦
- 6A. 額胃脊末端平直。第六腹節背側緣具深溝。尾柄無刺.....美對蝦屬 (台灣進口1種：細額美對蝦)
- 6B. 額胃脊末端向背前方反折。第六腹節背側緣無縱溝。尾柄具3對活動刺(深溝對蝦除外).....7
- 對蝦科各屬及台灣現生 14 種對蝦類的分類檢索表 (adapt from Dall *et al.*, 1990; Pérez-Farfante and Kensley, 1997; Lee *et al.*, 1999b; Lee, 2002)
- 1A. 額角上、下緣具齒(刺顎蝦屬除外)。第14體節具側鰓.....2
- 1B. 額角僅上緣具齒。第14體節無側鰓.....10
- 2A. 甲殼光滑。第六腹節側緣具3短脊.....3
- 2B. 甲殼具毛。第六腹節側緣僅具1短脊或缺如.....8

- 7A. 額胃脊末端雙摺而成箭尾狀。雌性交接器囊袋狀.....囊對蝦屬  
(本屬僅 1 種：日本囊對蝦)
- 7B. 額胃脊末端不成箭尾狀。雌性交接器之貯精囊有一縱行之開口.....溝對蝦屬
- 1a. 額角後脊無中央溝.....緣溝對蝦
- 1b. 額角後脊具中央溝.....2
- 2a. 尾柄無刺.....深溝對蝦
- 2b. 尾柄側緣具 3 對可動刺.....3
- 3a. 第一步足具座節刺.....斑溝對蝦
- 3b. 第一步足無座節刺.....寬溝對蝦
- 8A. 甲殼遍佈波狀短溝，內生緻密剛毛。尾柄側緣具 4 對活動刺。第一觸角鞭短於頭胸甲長.....分對蝦屬
- 8B. 甲殼無波狀短溝。尾柄側緣具 3 對活動刺。第一觸角鞭長於頭胸甲長.....9
- 9A. 額角下緣無齒。雄性交接器不對稱.....刺顎蝦屬
- 9B. 額角下緣具齒。雄性交接器對稱.....浮對蝦屬
- 10A. 尾柄具一對固定刺。第一觸角柄部基節之腹緣具一側刺.....11
- 10B. 尾柄無固定刺。第一觸角柄部基節無側刺.....14
- 11A. 頭胸甲具縱縫及橫縫。尾柄末部之側刺 1 對或無.....擬對蝦屬
- 11B. 頭胸甲無縱縫。尾柄末部之側刺 2 對以上.....12
- 12A. 缺頰刺。第一步足無基節刺.....神對蝦屬
- 12B. 具頰刺。第一步足具基節刺.....13
- 13A. 第三顎足及第二步足具基節刺。雄性交接器不對稱.....赤蝦屬
- 13B. 第三顎足及第二步足無基節刺。雄性交接器對稱.....似對蝦屬
- 14A. 第 13 體節具側鰓.....新對蝦屬
- 14B. 第 13 體節無側鰓.....15
- 15A. 僅第一步足具外肢。雄性交接器側葉末端延伸如絲狀。雌性交接器之側板下方強度彎曲.....巨陽蝦屬
- 15B. 五對步足均具外肢。雄性交接器側葉末端不特別延長。雌性交接器之側板下方不彎曲.....16
- 16A. 頭胸甲無縱縫及橫縫。尾柄末部側緣具活動刺.....擬爪蝦屬
- 16B. 頭胸甲具縱縫或橫縫，或兩者兼俱 (長眼對蝦屬除外)。尾柄末部側緣無刺....17
- 17A. 第二顎足無外肢。前三對步足之鉗指延長 (掌節長而指節短).....原爪蝦屬
- 17B. 第二顎足具外肢。前三對步足之鉗指不特別延長.....18
- 18A. 第四、五步足顯著延長而呈鞭狀，遠長於前三對步足.....19
- 18B. 第四、五步足不特別延長，僅略長於前三對步足.....20
- 19A. 甲殼遍佈細毛。尾柄側緣具 4 對活動刺。第四、五步足之指節不再分節.....長對蝦屬
- 19B. 甲殼光滑。尾柄側緣無刺。第四、五步足之指節細分為數小節.....劍對蝦屬
- 20A. 頭胸甲無縱縫。第二步足具座節刺.....21
- 20B. 頭胸甲具縱縫。第二步足無座節刺.....22
- 21A. 眼柄不超過第一觸角柄部基節。雌性交接器封閉型.....異對蝦屬
- 21B. 眼柄遠超過第一觸角柄部基節。雌性交接器開放型.....長眼對蝦屬
- 22A. 體窄殼薄。第三步足無肢鰓.....仿對蝦屬
- 22B. 體寬殼厚。第三步足具肢鰓.....23
- 23A. 縱縫長，超過肝刺。第三顎足具基節刺.....裂對蝦屬
- 23B. 縱縫短，止於肝刺前方。第三顎足無基節刺.....24
- 24A. 雌性交接器之板狀突起中央短而深分裂。雄性交接器兩側末部為一對牛角狀突起，其尖端指向內側.....巨突蝦屬
- 24B. 雌性交接器之板狀突起中部長而無裂痕。雄性交接器兩側末部之突起或指向上方，或指向外側.....25



- 25A. 雌性交接器之板狀突位於第 14 體節者，前中緣無凹痕。雄性交接器兩側末部之突起粗細一致，指向上方……糙對蝦屬
- 25B. 雌性交接器之板狀突位於第 14 體節者，前中緣具凹痕。雄性交接器兩側末部之突起逐漸窄縮，指向外側……鷹爪蝦屬

## 台灣周邊水域及市場販售的對蝦類

本屬蝦類目前全世界見諸報告的共有 29 種。作者自七〇年代以來，在台灣與澎湖沿岸、河口、漁港及蝦池所採捕、搜集的對蝦類標本，經分類鑑定後確認共有 13 種。其中遍布台灣週邊水域而較為常見的種類有：日本囊對蝦（斑節蝦）、草對蝦（草蝦）、熊對蝦（熊蝦、海草蝦）及多毛明對蝦（紅尾蝦）等 4 種 (Lee and Yu, 1977)。而緣溝對蝦（白鬚蝦）、深溝對蝦（擬斑節蝦）、寬溝對蝦（竹節蝦）、斑溝對蝦（大蝦）及印度明對蝦（印度蝦、黃鬚蝦）係產量較少，偶見於台、澎沿岸水域的種類。此外，范氏濱對蝦（白蝦）、中華明對蝦（大正蝦、大明蝦）、墨吉明對蝦（香蕉蝦）及尖額濱對蝦（藍蝦）等 4 種原本不產於台灣，係自外地引進，作為蝦類養殖的對象種。此外，俗稱玫瑰蝦的巴西美對蝦 *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) 於 1981 年引進台灣，翌年在水產試驗所繁殖成功。但由於當時適逢草蝦養殖的全盛時期，本種未曾推廣即於台灣絕跡 (Lee *et al.*, 1999a)。近年來，作者協助查驗報關或調查台灣消費市場的水產品時，尚發現俗稱南方褐蝦的細額美對蝦 *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967)，而使台灣地區的對蝦類種數增加為 14 種，現將其學名、中名及 FAO 英名條列如下：

### 明對蝦屬 Genus *Fenneropenaeus* Pérez-Farfante, 1969

- F. chinensis* (Osbeck, 1765). 中華明對蝦, Fleshy prawn (外地種).
- F. indicus* (H. Milne-Edwards, 1837). 印度明對蝦, Indian white prawn.
- F. merguensis* (De Man, 1888). 墨吉明對蝦, Banana prawn (外地種).
- F. penicillatus* (Alcock, 1905). 多毛明對蝦, Redtail prawn.

### 濱對蝦屬 Genus *Litopenaeus* Pérez-Farfante, 1969

- L. stylirostris* (Stimpson, 1874). 尖額濱對蝦, Blue shrimp (外地種).
- L. vannamei* (Boone, 1931). 范氏濱對蝦, Whiteleg shrimp (外地種).

### 囊對蝦屬 Genus *Marsupenaeus* Tirmizi, 1971

- M. japonicus* (Bate, 1888). 日本囊對蝦, Kuruma prawn.

### 溝對蝦屬 Genus *Melicertus* Rafinesque, 1814

- M. canaliculatus* (Olivier, 1811). 深溝對蝦, Witch prawn.
- M. latisulcatus* (Kishinouye, 1896). 寬溝對蝦, Western king prawn.
- M. longistylus* (Kubo, 1943). 斑溝對蝦, Redspot prawn.
- M. marginatus* (Randall, 1840). 緣溝對蝦, Aloha prawn.

### 對蝦屬 Genus *Penaeus* Fabricius, 1798

- P. monodon* Fabricius, 1798. 草對蝦, Giant tiger prawn.

*P. semisulcatus* De Haan, 1844. 熊對蝦,  
Green tiger prawn.

美對蝦屬 Genus *Farfantepenaeus*  
Pérez-Farfante, 1969

*F. subtilis* (Pérez-Farfante, 1967). 細額美  
對蝦, Southern brown shrimp (外地  
種).

### 參考文獻

- Abele, L. G. and B. E. Felgenhauer (1986) Phylogenetic and phenetic relationships among the lower Decapoda. *J. Crust. Biol.*, 6: 385-400.
- Alock, A. (1901) A descriptive catalogue of the Indian deep-sea Decapoda *Macrura* and *Anomura* in the Indian Museum. Being a revised account of the deep-sea species collected by the Royal Indian Marine Survey Ship 'Investigator'. 286 pp.
- Bate, C. S. (1881) On the Penaeidae. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 5(8): 169-196.
- Bate, C. S. (1888) Report on the Crustacea *Macrura* collected by H. M. S. Challenger during years 1873-76. *Rep. Voy. Challenger Zool.*, 24: 1-942.
- Barnard, K. H. (1950) Descriptive catalogue of South African decapod Crustacea. *Ann. S. Afr. Mus.*, 38: 1-837.
- Bouvier, E. L. (1908b) Crustacés Decapodes (*Peneides*) provenant des campagnes de l'Hirondelle et de la Princesse-Alice (1886-1907). *Resultats des Campagnes scientifiques accomplies par le Prince Albert I de Monaco*, 33: 1-122, pls.1-16.
- Bowman, T. E. and L. G. Abele (1982) Classification of the recent Crustacea. *In* The Biology of Crustacea, Vol. 1 Systematics, the Fossil and Biogeography (D. E. Bliss, ed.). Academic Press, New York, 1-27.
- Burkenroad, M. D. (1934) Littoral Penaeidae chiefly from the Bingham Oceanographic collection with a revision of *Penaeopsis* and descriptions of two new genera and eleven new American species. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 4(7): 1-109.
- Burukovsky, R. N. (1972) Some problems in the systematic and distribution of *Penaeus*. *Trudy atlant. Nauchnoissled. Inst., Rijb. Khoz. Okianogr.*, 42: 3-21 (in Russian with English abstract).
- Chan, T. Y. and H. P. Yu (1986) The Illustrated Penaeoid Prawns of Taiwan. Southern Materials Center, Inc., Taipei, 183 pp.
- Chang, C. M. (1965) Edible Crustacea of Taiwan. Chinese-American Joint Commission on Rural Reconstruction, Taipei, Taiwan, 1-60.
- Dall, W., B. J. Hill, P. C. Rothlisberg and D. J. Sharples (1990) The Biology of the Penaeidae. *In* Advances in Marine Biology (J. H. S. Blaxter and A. J. Southward eds.), Academic Press, London, 27: 55-157.
- De Freitas, A. J. (1987) The Penaeoidea of southeast Africa. III. The family Penaeidae (excluding Genus *Penaeus*). *Invest. Rep. Ocean. Res. Inst., Durban*, 58: 1-104.
- De Man, J. G. (1911) The Decapoda of the Siboga Expedition. Part I. Family Penaeidae. *Siboga Exped. Monogr.*, 39a: 1-131.
- Hayashi, K. (1992) Dendrobranchiata Crustaceans from Japanese Waters. *Seibutsu Kenkyusha, Tokyo*. 300 pp. (in Japanese with English abstract).
- Holthuis, L. B. (1980) FAO Species Catalogue. Vol. 1. Shrimps and Prawns of the World. An Annotated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. *FAO Fish. Synop.*, 261 pp.
- Holthuis, L. B. (1993) The recent genera of the caridean and stenopodidean shrimps (Crustacea, Decapoda), with an appendix on the Order Amphionidacea. *Nat. Natuurhistorisch Mus., Leiden*, 328 pp.
- Kubo, I. (1949) Studies on Penaeids of Japanese and its adjacent waters. *J. Tokyo Coll. Fish.*, 36(1): 1-467.
- Lavery, S., T.Y. Chan, Y.K. Tam and K.H. Chu (2004) Phylogenetic relationships and evolutionary history of the shrimp genus *Penaeus* s.l. derived from mitochondrial DNA. *Mol. Phylogenet. Evo.*, 31: 39-49.
- Lee, D. A. and H. P. Yu (1977) The penaeid shrimps of Taiwan. *JCRR Fish. Ser.*, 27: 1-110 (in Chinese with English abstract).
- Lee, D. A., T. Y. Chan, H. P. Yu and I C. Liao (1999a) A revised checklist of the Penaeoidea (Crustacea: Decapoda) from the waters around Taiwan. *Raffles Bull. Zool.*, 47(2): 441-447.
- Lee, D. A., T. Y. Chan, H. P. Yu and I C. Liao (1999b) General review on the *Penaeus* sensu lato (Decapoda: Penaeidae) of Taiwan, with some notes on the geographical distribution and the changes of scientific names. *Ann. Taiwan Mus.*, 42: 93-126 (in Chinese with English abstract).



- Lee, D. A. (2002) Studies on the taxonomy and distribution of the deep-sea Dendrobranchiata Decapoda in the waters adjacent to Taiwan. Ph.D. Thesis, National Taiwan Ocean Univ., 220pp, 41figs., 33pls. (in Chinese with English abstract).
- Liu, J. Y. (2003) On the unification of the scientific name of penaeid shrimp (Crustacea Decapoda). *In* Trans. Chinese Crust. Soc., 4: 104-122 (in Chinese with English abstract).
- Liu, J. Y. and Z. R. Zhong (1986) Penaeoid Shrimps of the South China Sea. Agricultural Publishing House, Beijing, 278 pp. (in Chinese with English abstract).
- Maki, M. and H. Tsuchiya (1923) Illustrated reports of the crustacea decapod from Formosa. *Rap. Dept. Agric. Formosa*, 3: 1-215 (in Japanese).
- Pérez-Farfante, I. (1969) Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. *Fish. Bull. U.S.*, 67(3): 461-591.
- Pérez-Farfante, I. (1976) A redescription of *Penaeus (Melicertus) canaliculatus* (Olivier, 1811), a wide ranging Indo-West Pacific shrimp (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Zool. Meded. Leiden*, 50(2): 23-37.
- Pérez-Farfante, I. and B. Kensley (1997) Penaeoid and sergestoid shrimps and prawns of the world, keys and diagnoses for the families and genera. *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat.*, 175: 1-233.
- Tirmizi, N. M. (1971) Marsupenaeus, a new subgenus of *Penaeus* Fabricius, 1798 (Decapoda, Natantia). *Pakistan J. Zool.*, 3(2): 193-194.

# 白蝦脫殼週期之生理及免疫特性

## Physiological and Immunological Characteristics of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Relation with the Molt Cycle

鄭文騰<sup>1</sup> · 劉俊宏<sup>2</sup> · 閻大方<sup>3</sup> · 葉舒屯<sup>2</sup> · 鄭學淵<sup>2</sup> · 陳建初<sup>2</sup>  
*Win-Ton Cheng<sup>1</sup>, Chun-Hung Liu<sup>2</sup>, Da-Fun Yan<sup>3</sup>, Su-Tuen Yeh<sup>2</sup>, Sha-Yen Cheng<sup>2</sup> and Jiann-Chu Chen<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>國立屏東科技大學 水產養殖系；<sup>2</sup>國立台灣海洋大學 水產養殖學系；

<sup>3</sup>國立屏東科技大學 熱帶農業研究所

<sup>1</sup>Department of Aquaculture, and <sup>3</sup>Institute of Tropical Agriculture, National Pingtung University of Science and Technology, and <sup>2</sup>Department of Aquaculture, College of Life and Resource Sciences, National Taiwan Ocean University

### 摘 要

白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 在不同脫殼期(脫殼後期A、B；脫殼間期C；脫殼前期 D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>) 檢測其血淋巴帶氧血藍素、蛋白質、滲透壓、離子濃度、血球數、酚氧化酵素活性、呼吸爆，以及對於弧菌 (*Vibrio alginolyticus*) 的吞噬作用及清除能力。血淋巴蛋白質及帶氧血藍素在D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>期最高，在A期最低。血淋巴滲透壓及氯離子濃度在D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>期最高，在A期最低。白蝦在脫殼後期，其血淋巴蛋白質、滲透壓、氯離子、鈉離子、鉀離子濃度較低，而在脫殼間期及脫殼前期較高，證實與脫殼期吸水有關。顆粒血球在脫殼間期 (C) 及脫殼前期 (D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>) 期最高，在脫殼後期 (A) 期最低。透明球及總血球在脫殼間期最高，在脫殼後期較低。酚氧化酵素活性於間期較高，在A期最低。呼吸爆在A期最低。白蝦對於 *V. alginolyticus* 的吞噬作用在脫殼後期及前期顯著下降。白蝦對於弧菌的清除能力於脫殼後期 (A) 顯著較脫殼間期為低。證實白蝦於脫殼後期 (A) 其血球數、酚氧化酵素活性、呼吸爆以及對於 *V. alginolyticus* 之吞噬作用及清除能力下降。

### ABSTRACT

White shrimp *Litopenaeus vannamei* was examined for the hemolymph oxyhemocyanin, protein, osmotic levels, ion concentrations, hemocyte count, phenoloxidase activity, respiratory burst, phagocytic activity, and clearance efficiency to the pathogen *Vibrio alginolyticus* in relation with the molt cycle (postmolt, A, B; intermolt, C; premolt, D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>). Hemolymph protein and oxyhemocyanin levels were highest at stage D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>, and lowest at stage A. Hemolymph osmolality and chloride concentration was highest at stage D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>, and lowest at stage A. The fact that the hemolymph protein, osmolality, and Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> levels were lower during the postmolt, but higher during intermolt and early premolt can be attributed to water uptake at molt. Granular cells were the highest at C and D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> stage, and the lowest at A stage. Hyaline cells and THC (total hemocyte count) were higher at C stage, but lower at postmolt stages. Phenoloxidase activity was the highest at C stage, and the lowest at A stage. Respiratory burst was lower at A stage. Phagocytic activity of shrimp against *V. alginolyticus* decreased significantly at postmolt and



premolt stages. Additionally, the clearance efficiency of shrimp to *V. alginolyticus* was significantly lower for shrimp at A stage than those at C stage. *L. vannamei* showed a decrease in resistance at A stage through a reduction of its hemocyte count, phenoloxidase activity, respiratory burst, phagocytic activity and clearance efficiency against *V. alginolyticus*.

## INTRODUCTION

Intrinsic factors such as sex and size, molt stages, and nutritional status have been reported to affect the physiological and immunological parameters in several species of decapods including freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) (Cheng *et al.*, 2001, 2003), tiger shrimp (*Penaeus monodon*) (Owens and O'Neill, 1997), kuruma shrimp (*Maruspenaeus japonicus*) (Tsing *et al.*, 1989) and blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) (Le Moullac *et al.*, 1997). Hemolymph protein concentrations in *M. japonicus* and mud crab (*Scylla serrata*) have been reported to vary with molt stage (Chen and Cheng, 1993; Chen and Chia, 1997). Increases in hemolymph osmolality, and  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  concentrations have been observed in *S. serrata*, *M. rosenbergii* and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in relation to size and molt cycle (Chen and Chia, 1997; Cheng *et al.*, 2001, 2002).

Decapod crustaceans have three types of circulating hemocytes: hyaline, semi-granular and large granular cells (Tsing *et al.*, 1989). Hemocytes are involved not only in coagulation as well as in the production of melanin via the prophenoloxidase system (Söderhäll *et al.*, 1996). Phenoloxidase is the terminal enzyme in the proPO activation system and is activated by several microbial polysaccharides, including  $\beta$ -1,3-glucan from fungal cells walls (Smith *et al.*, 1984).

Hyaline cells carry out phagocytosis. Several species of reactive oxygen intermediates (ROIs) are produced during phagocytosis. The

membrane-bound enzyme complex, NADPH oxidase begins this process. It assembles after the cells binds to a foreign particle, and reduces molecular oxygen to superoxide anion ( $\text{O}_2^-$ ). This phenomenon is known as respiratory burst, and plays an important role in microbicidal activity (Bell and Smith, 1993).

Accordingly, we study the baseline concentrations of oxyhemocyanin, protein, osmolality,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  concentrations in the hemolymph of *L. vannamei* in relation with molt stage. We have also examined several immune parameters including hemocyte count, phenoloxidase activity, respiratory burst, phagocytic activity and clearance efficiency, and the susceptibility of *L. vannamei* at different molt stages to *V. alginolyticus*.

## MATERIALS AND METHODS

### Experimental Design

About five hundred shrimp harvested from the Marine Station adjacent to our university were shipped to our laboratory. Shrimp were placed in concrete tanks (2 m x 6 m) at room temperature ( $28.0 \pm 0.5$  °C). During the 2 weeks acclimation period, shrimp were fed twice daily with a formulated shrimp diet (Tairou Feed Company, Tainan, Taiwan). There are three primary molt stages: postmolt (A, B), intermolt (C) and premolt (D) which can be identified by the degree of hardness of the exoskeleton. The transition stages were identified in this study by histological observation as described by Robertson *et al.* (1987). Five molt stage classifications (A, B, C, D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>) were used in the study of immune parameters. The three primary molt stage classifications (postmolt, intermolt and premolt) were used in the challenge study. For the studies of hemocyte count, phenoloxidase activity and respiratory burst, eight shrimp from each stage

were sampled. For the studies of phagocytic activity and clearance efficiency, another eight shrimp from each stage were sampled. The shrimp weighed between 21.0 to 28.3 g, and between 8.0 g to 14.4 g for the studies of physiological variables and immune parameters, respectively (Cheng *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2004). There were no significant size differences between shrimp in the different molt stages.

### **Physiological Variables of *L. vannamei* Based on Different Molt Stages**

Hemolymph samples were taken by inserting a syringe (25 G x 1") into the ventral sinus of shrimp. Hemolymph protein was determined using the Bio-Rad Protein Assay Kit No. 500-0006 (Bio-Rad Laboratories, Richmond, CA., USA) using bovine albumin (molecular weight: 66,000) as a standard, a method derived from Bradford (1976). The concentration of oxyhemocyanin was calculated based on the methods described previously (Hagerman, 1983; Chen and Cheng, 1993). Hemolymph osmolality and medium osmolality were measured with a micro-osmometer (Model 3MO plus, Advance Instruments, Inc., Norwood, MA., USA). To determine Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>, hemolymph was immediately injected into an Ion Selective Electrode Analyzer (Medica EasyLyte PLUS, USA). Hemolymph Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> were measured using a Blood Biochemical Analyzer (Humalyzer 2000, Human GmbH, Germany).

### **Culture of *V. alginolyticus***

A known pathogen strain *V. alginolyticus* (NTOU-CH003) was isolated from diseased *L. vannamei*. The pathogen was cultured on tryptic soy agar (TSA supplemented with 10 ml tryptic soy broth (TSB supplemented with 3 % NaCl, Difco), where it remained for 24 h at 28 °C as a

stock culture for tests. The broth cultures were centrifuged at 7155 x g for 15 min at 4°C. The supernatant fluids were removed and the bacterial pellets were re-suspended in saline solution (0.85 % NaCl) at 1 x 10<sup>9</sup> cfu ml<sup>-1</sup> for the studies of phagocytic activity and clearance efficiency.

### **Immune Parameters of *L. vannamei* Based on Different Molt Stages**

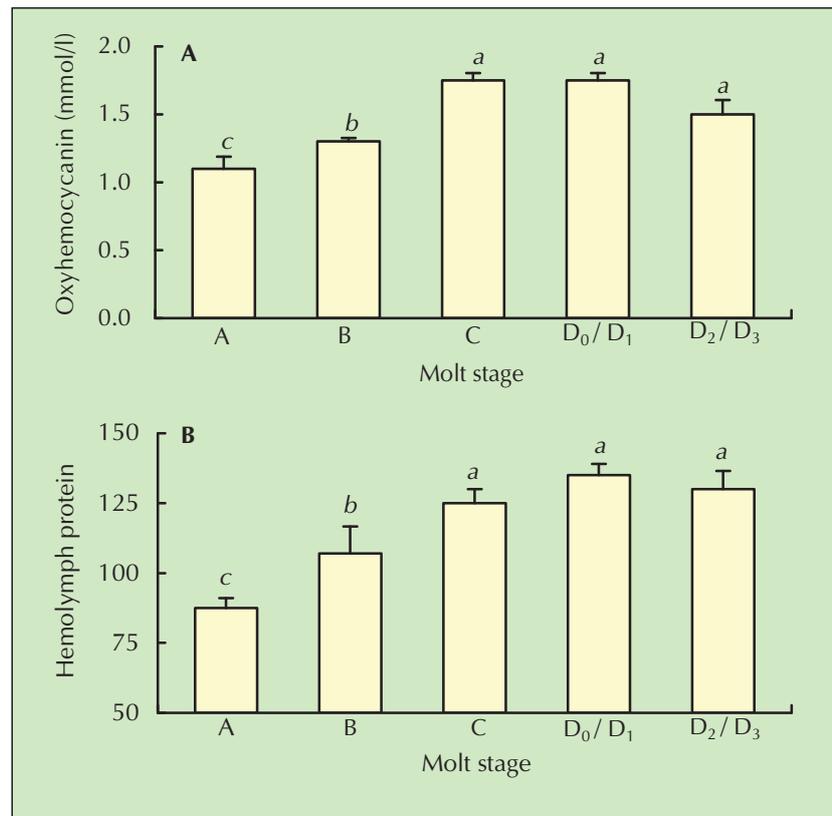
Hemolymph (100 µl) was withdrawn from the ventral sinus of each shrimp into a 1 ml sterile syringe (25 gauge) containing 0.9 ml anticoagulant solution (trisodium citrate 30 mM, sodium chloride 0.34 M, EDTA 10 mM, pH 7.55, osmolality 780 mOsm kg<sup>-1</sup>). A drop of the anticoagulant-hemolymph mixture was placed on a hemocytometer. THC (total hemocyte count), hyaline cells (including semi-granular cells) and granular cells were counted (Liu *et al.*, 2004).

Phenoloxidase activity was measured spectrophotometrically by recording the formation of dopachrome produced from L-dihydroxyphenylalanine (L-DOPA) according to the procedures of Hernández-López et al. (1996).

The respiratory burst of hemocytes was quantified using the reduction of NBT (nitroblue tetrazolium) to formazan as a measure of superoxide anion (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), as described previously (Song and Hsieh, 1994).

### **Phagocytic Activity and Clearance Efficiency of *L. vannamei* to *V. alginolyticus***

*L. vannamei* were obtained and acclimated as described above. For the tests of phagocytic activity and clearance efficiency, 20 µl of bacterial suspension (1 x 10<sup>9</sup> cfu ml<sup>-1</sup> resulting in 2 x 10<sup>7</sup> cfu shrimp<sup>-1</sup>) were injected into the ventral sinus. Shrimp were then kept for 1 h in a separate tank containing 40 l of water at 28.0 ± 0.5 °C. After this period, 200 µl of hemolymph was collected from



**Fig. 1.** Mean ( $\pm$  S.E.) hemolymph oxyhemocyanin (A) and protein levels (B) of *Litopenaeus vannamei* at different molt stages. Each bar represents mean value from eight determinations with standard error. Data with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) (Cheng *et al.*, 2002).

the ventral sinus and mixed with 200  $\mu$ l of sterile anticoagulant (trisodium citrate 30 mM, sodium chloride 0.34 M, EDTA 10 mM, pH 7.55 and osmolality adjusted with glucose to 780 mOsm  $\text{kg}^{-1}$ ) for the measurements of phagocytic activity and clearance efficiency (Liu *et al.*, 2004).

Two hundred hemocytes were counted; the phagocytic activity was expressed as follows:

$$\text{Phagocytic activity} = \left\{ \frac{\text{phagocytic hemocytes}}{\text{total hemocytes}} \right\} \times 100$$

Clearance efficiency, defined as percentage inhibition (PI) of *V. alginolyticus* was calculated as follows:

$$\text{PI} = 100 - \left\{ \frac{\text{cfu in test group}}{\text{cfu in control group}} \right\} \times 100$$

### Statistical Analysis

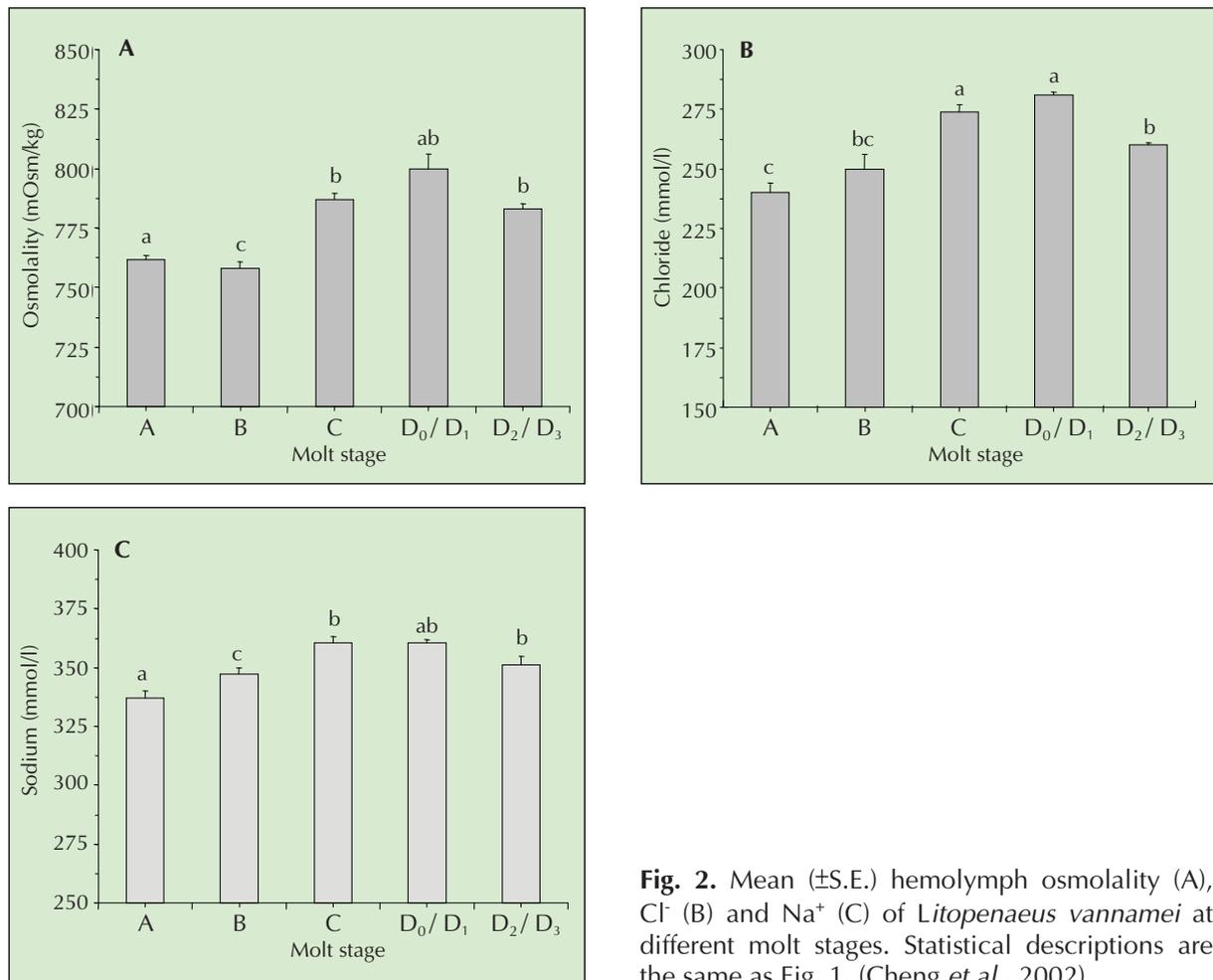
A multiple comparison (Tukey) test was conducted to compare the significant differences

among different molt stages using the SAS computer software (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A significance level of  $p = 0.05$  was chosen.

## RESULTS

### Physiological Variables of *L. vannamei* Based on Different Molt Stages

Hemolymph protein concentration and oxyhemocyanin were highest at stage D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>. Hemolymph protein and oxyhemocyanin were lowest at stage A. However, no significant difference in hemolymph protein and oxyhemocyanin was observed among the shrimp at stages C, D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> or D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> (Fig. 1A). Hemolymph protein level at stages A and B was significantly lower ( $p < 0.05$ ) than that at stages C, D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> (Fig. 1B).



**Fig. 2.** Mean ( $\pm$ S.E.) hemolymph osmolality (A),  $\text{Cl}^-$  (B) and  $\text{Na}^+$  (C) of *Litopenaeus vannamei* at different molt stages. Statistical descriptions are the same as Fig. 1. (Cheng *et al.*, 2002).

The highest levels of osmolality,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ , and  $\text{K}^+$  were measured at stage D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>, whereas the highest hemolymph  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  levels were observed at stage D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> (Figs 2-3). Hemolymph osmolality of shrimp at stage D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stages C and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>. Hemolymph osmolality at stages C and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stages A and B. Hemolymph  $\text{Cl}^-$  level of shrimp at stages C and D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stages B and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>. Hemolymph  $\text{Cl}^-$  of shrimp at stage D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stage A. Hemolymph  $\text{Na}^+$  level of shrimp at stages C and D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stages B and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>. Hemolymph  $\text{Na}^+$  level of shrimp at stages B and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that

at stage A (Fig. 2). Hemolymph  $\text{K}^+$  at stage D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stage C. Hemolymph  $\text{K}^+$  at stage C was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stages A, B and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>. Hemolymph  $\text{Ca}^{2+}$  at stage D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stages A and D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub>. Hemolymph  $\text{Ca}^{2+}$  at stage A was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that at stages B and C. No significant difference in hemolymph  $\text{Mg}^{2+}$  was observed among the molt stages tested (Fig. 3).

### Immune Parameters of *L. vannamei* Based on Different Molt Stages

The THC was the highest at C stage, and the lowest at A and B stages. Hyaline cell was the highest at C stage, and the lowest at A, B and



**Table 1.** Mean ( $\pm$  S.E.) granular cell, hyaline cell and THC (total hemocyte count), and mean ( $\pm$  S.E.) relative percentage of hyaline cells and granular cells in THC of *Litopenaeus vannamei* at different molt stages. Data in the same column having different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) among different molt stages (Liu *et al.*, 2004)

Molt stage	Hemocyte ( $\times 10^5 \text{ ml}^{-1}$ )			Percentage (%)	
	THC	Hyaline cells	Granular cells	HC/THC	GC/THC
A	226.43 $\pm$ 16.67 <sup>c</sup>	200.57 $\pm$ 13.50 <sup>b</sup>	22.14 $\pm$ 2.52 <sup>d</sup>	88.88 $\pm$ 1.52 <sup>a</sup>	9.85 $\pm$ 1.08 <sup>c</sup>
B	250.00 $\pm$ 12.35 <sup>c</sup>	209.00 $\pm$ 7.26 <sup>b</sup>	36.00 $\pm$ 4.52 <sup>c</sup>	84.12 $\pm$ 2.06 <sup>ab</sup>	14.27 $\pm$ 1.48 <sup>b</sup>
C	315.00 $\pm$ 9.01 <sup>a</sup>	253.88 $\pm$ 11.66 <sup>a</sup>	53.87 $\pm$ 4.14 <sup>ab</sup>	80.47 $\pm$ 2.25 <sup>b</sup>	17.34 $\pm$ 1.67 <sup>ab</sup>
D <sub>0</sub> /D <sub>1</sub>	292.38 $\pm$ 11.13 <sup>ab</sup>	229.88 $\pm$ 11.48 <sup>ab</sup>	55.25 $\pm$ 3.79 <sup>a</sup>	78.58 $\pm$ 2.27 <sup>b</sup>	18.83 $\pm$ 0.93 <sup>a</sup>
D <sub>2</sub> /D <sub>3</sub>	261.00 $\pm$ 16.47 <sup>bc</sup>	212.62 $\pm$ 13.73 <sup>b</sup>	43.00 $\pm$ 3.74 <sup>bc</sup>	81.71 $\pm$ 2.35 <sup>b</sup>	16.38 $\pm$ 0.66 <sup>ab</sup>

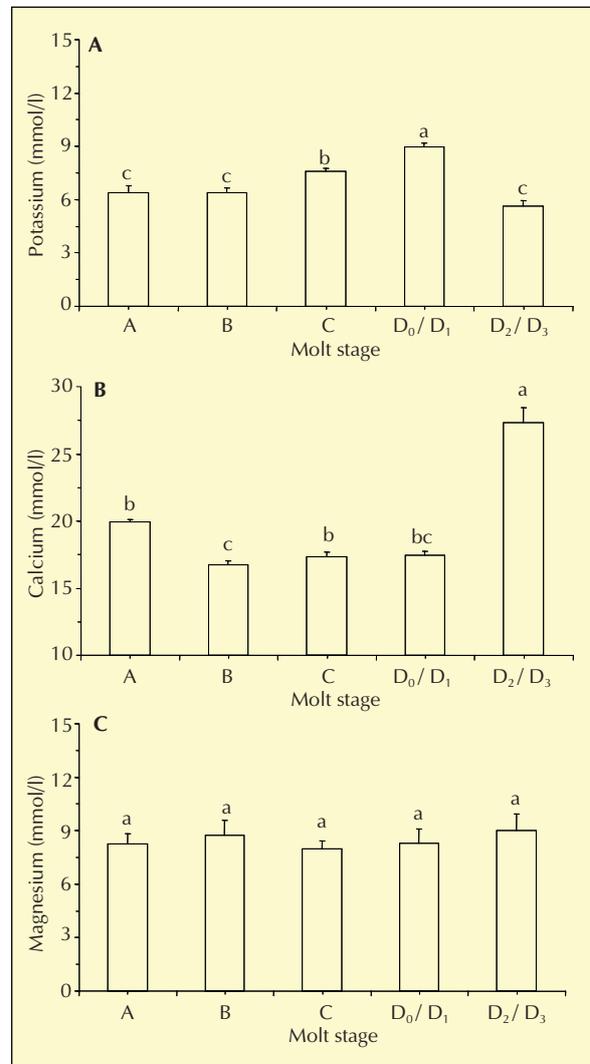
D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> stages. Granular cell was the highest at C stage and D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> stage, and the lowest at A stage (Table 1).

Phenoloxidase activity of shrimp was significantly higher at C stage, and significantly lower at A stage (Fig. 4A). Phenoloxidase activity per granular cell of shrimp was higher at A stage, and lower at C, D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> stages. However, no significant differences in phenoloxidase activity per THC were observed between A, B, C, D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> stages.

Respiratory burst of shrimp was significantly lower at A stage (Fig. 4B). However, respiratory burst of shrimp per hyaline cells, and respiratory burst per THC were significantly higher at B stage, and significantly lower at C stage.

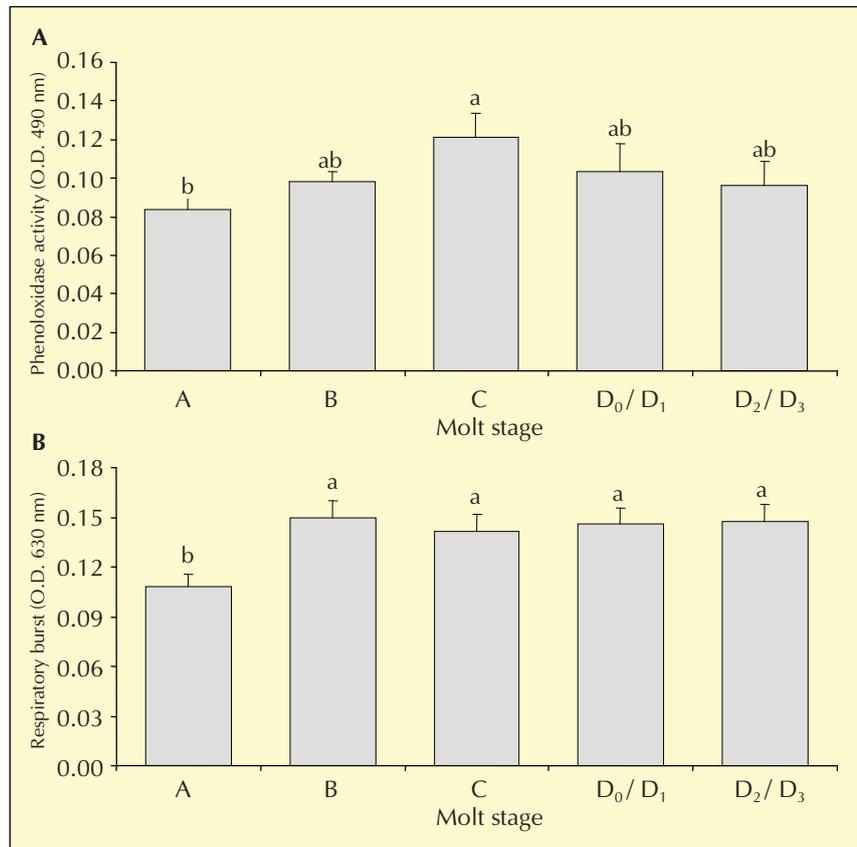
### Phagocytic Activity and Clearance Efficiency of *L. vannamei* to *V. alginolyticus*

No significant differences were observed between shrimp in the A, B, D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> stages. Phagocytic activity of shrimp against *V. alginolyticus* was the highest at the C stage (Fig. 5A). There was no significant difference in clearance efficiency between the shrimp at C stage and the shrimp at B, D<sub>0</sub>/D<sub>1</sub> and D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> stages. Clearance efficiency decreased significantly for the shrimp at A stage (Fig. 5B).

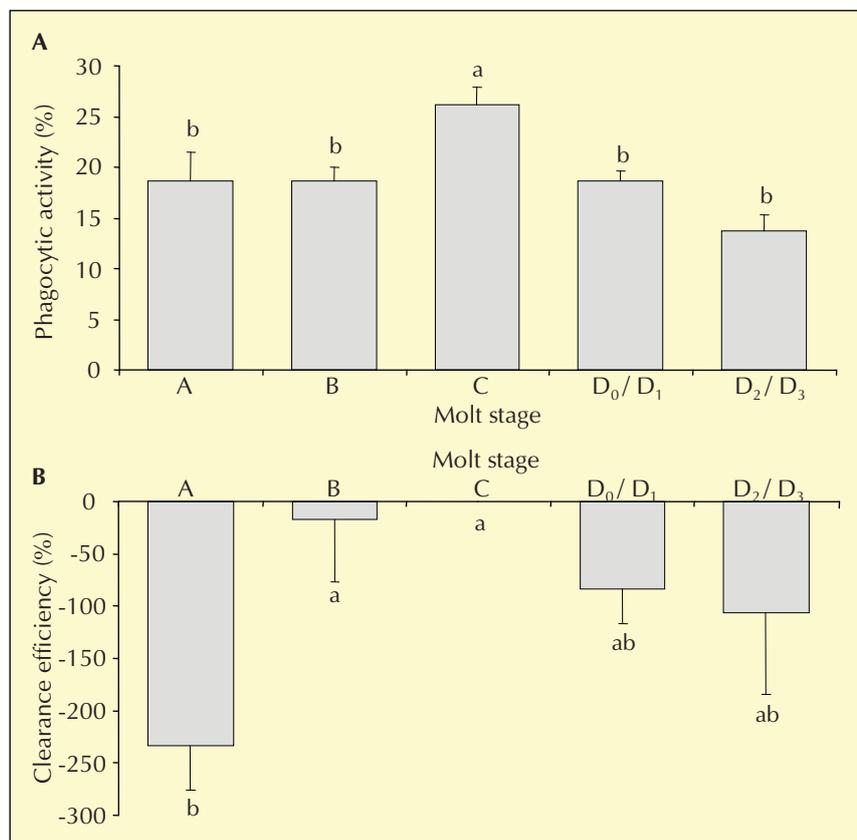


**Fig. 3.** Mean ( $\pm$ S.E.) hemolymph K<sup>+</sup> (A), Ca<sup>2+</sup> (B) and Mg<sup>2+</sup> (C) of *Litopenaeus vannamei* at different molt stages. Statistical descriptions are the same as Fig. 1. (Cheng *et al.*, 2002).

**Fig. 4.** Mean ( $\pm$  S.E.) phenoloxidae activity (A), and respiratory burst (B) of *Litopenaeus vannamei* at different molt stages. Statistical descriptions are the same as Fig. 1 (Liu *et al.*, 2004).



**Fig. 5.** Mean ( $\pm$  S.E.) phagocytic activity (A) and clearance efficiency (B) in the hemocytes of *Litopenaeus vannamei* at different molt stages. Statistical descriptions are the same as Fig. 1 (Liu *et al.*, 2004)





## DISCUSSION

Hemolymph protein levels are the lowest during postmolt and steadily increase to a maximum during premolt for *Penaeus duorarum* (Burse and Lane, 1971). Shortly before ecdysis (D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>), a peak value for hemolymph protein of common shrimp *Crangon vulgaris* is reached (Djangmah and Grove, 1970). A reduction in hemolymph protein from 80-90 mg/ml to 30 mg/ml in *C. vulgaris* during molting was observed by Djangmah (1970) who also reported hemocyanin levels of 0.3 mmol/l at stage A and 0.9 mmol/l at stage D<sub>2-3</sub> for *C. vulgaris*. In the present study, hemolymph oxyhemocyanin and protein levels of *L. vannamei* were the lowest at stage A.

Mercaldo-Allen (1991) reported that the osmolality, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> and protein levels during postmolt stage were significantly lower ( $p < 0.05$ ) than during premolt stage in American lobster *Homarus americanus*. The present study also indicated that osmolality, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> levels are significantly lower ( $p < 0.05$ ) at the postmolt stage.

Lower hemolymph Ca<sup>2+</sup> levels at the postmolt stage and higher hemolymph Ca<sup>2+</sup> levels at the premolt stage were observed in *C. maenas* (Greenaway, 1976). Lower hemolymph Ca<sup>2+</sup> at intermolt and higher Ca<sup>2+</sup> levels at the premolt stage were observed by Fieber and Lutz (1982) who reported that hemolymph Ca<sup>2+</sup> of *M. rosenbergii* was 7.67, 14.8 and 12.0 mmol/l at C, D<sub>3</sub> and A stage, respectively. They also observed that Ca<sup>2+</sup> concentrations in the hepatopancreas increased from intermolt levels of 0.77 mmol/g to premolt level of 1.22 mmol/g. A mobilization of calcium to internal storage sites during premolt is considered. Greenaway (1985) reported that Ca<sup>2+</sup> is often removed from the exoskeleton and stored in hemolymph, midgut or gastroliths. Parado-Esteva *et al.* (1989) reported that a sharp

transient increase in hemolymph Ca<sup>2+</sup> occurred 3-6 h postmolt, and decreased at the intermolt stage in *P. monodon*. The present study indicates that hemolymph Ca<sup>2+</sup> level at stages D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub> and A was significantly higher than that at stage B in *L. vannamei*. Higher hemolymph Ca<sup>2+</sup> at stage A is considered to be due to the requirement of Ca<sup>2+</sup> from the ambient environment in order to harden the exoskeleton of *L. vannamei* as water uptake occurs.

Studying *M. japonicus* postlarvae, Tsing *et al.* (1989) reported that the hemocyte number decreased and reached a minimum in B<sub>2</sub> stage, increased at C stage and reached to a maximum at D<sub>3</sub> and D<sub>4</sub> stages. Le Moullac *et al.* (1997) reported that the THC measured in intermolt stage was significantly lower ( $p < 0.1\%$ ) than the THC observed in premolt stages and B stage. In contrast, phenoloxidase activity for *L. stylirostris* was significantly higher ( $p < 2\%$ ) in intermolt than it was in premolt stages. The present study indicated that *L. vannamei* displayed a pattern of granular cells and THC similar to the phenoloxidase activity: higher at C stage and lower at A stage.

In *L. stylirostris*, Le Moullac *et al.* (1997) reported that both phenoloxidase activity and phenoloxidase per THC were significantly higher for the shrimp at intermolt stage, and lower at premolt stage. They also added that the relative percentage of large granular cells in THC was significantly higher at C stage, and lower at B and D<sub>0</sub> stages. In *L. vannamei*, higher phenoloxidase activity in C stage and lower phenoloxidase activity in A stage are well-correlated with the granular cells and THC (Liu *et al.*, 2004). Our study also indicated that lower respiratory burst in A stage is well correlated with the hyaline cells and THC. Lower respiratory burst per hyaline cells in C stage is considered to be due to an increase in hyalines and THC. It is known that different hemocyte types carry different functions in immunity, the prophenoloxidase system is contained in granular cells, and phagocytosis is

contained in hyaline cells (Johansson *et al.*, 2000). Further research is needed to study cell types in hematopoietic tissue which is known to release and regulate the variations in hemocyte number.

The phagocytic activity of *L. vannamei* against *V. alginolyticus* was higher during the intermolt stages. Together with the findings from the challenge tests, these facts support the idea that *L. vannamei* is more resistant to *V. alginolyticus* in this stage (Liu *et al.*, 2004). Both phagocytic activity and clearance efficiency of *M. rosenbergii* to *L. garvieae* were higher during the intermolt stage (Cheng *et al.*, 2003). This may be because the cuticle is sclerotinised and not permeable during the intermolt, whereas during the premolt stages, the detachment of old cuticle could allow bacterial to penetrate into the body through the new cuticle (Le Moullac *et al.*, 1997).

In conclusion, hemolymph protein, oxyhemocyanin, and electrolyte levels differ with the molt cycle of *L. vannamei*. Lower levels of hemolymph protein, oxyhemocyanin, osmolality,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  during the postmolt period are considered to be associated with water uptake at molt. Higher hemolymph  $\text{Ca}^{2+}$  concentration is considered due to rapid direct  $\text{Ca}^{2+}$  uptake from the medium at stages D<sub>2</sub>/D<sub>3</sub>. The resistance of *L. vannamei* varies with molt stages. The shrimp at A stage exhibits decreases in phenoloxidase activity and respiratory burst and clearance efficiency to *V. alginolyticus*. The shrimp at premolt and postmolt stages display decreases in phagocytic activity to *V. alginolyticus* and increases in mortality from *V. alginolyticus* infection. *L. vannamei* at intermolt stage displays higher resistance to *V. alginolyticus* infection by increasing its immune response in hemocyte counts, phenoloxidase activity and respiratory burst.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by grants from the National Science Council, and Agriculture Council, Republic of China. We are very grateful to Miss I. T. Tseng and Mr. C. S. Wang for their assistance in the experiment.

## REFERENCES

- Bell, K. L. and V. J. Smith (1993) *In vitro* superoxide production by hyaline cells of the shore crab *Carcinus maenas* (L.). *Dev. Comp. Immunol.*, 17: 211-219.
- Bradford, M. M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein using the principle of the protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72: 248-254.
- Burseley, C. R. and C. E. Lane (1971) Ionic and protein concentration changes during the molt cycle of *Penaeus duorarum*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 40A: 155-162.
- Chen, J. C. and S.Y. Cheng (1993) Studies on haemocyanin and haemolymph protein levels of *Penaeus japonicus* based on sex, size and moulting cycle. *Comp. Biochem. Physiol.*, 106 B: 293-296.
- Chen, J. C. and P. G. Chia (1997) Oxyhemocyanin, protein, osmolality and electrolyte levels in the hemolymph of *Scylla serrata* in relation to size and molt cycle. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 217: 93-105.
- Cheng, W., C.H. Liu, C.H. Cheng and J.C. Chen (2001) Hemolymph oxyhemocyanin, protein, osmolality and electrolyte levels of *Macrobrachium rosenbergii* in relation to size and molt stage. *Aquaculture*, 198: 387-400.
- Cheng, W., C. H. Liu, D. F. Yan and J. C. Chen (2002) Hemolymph oxyhemocyanin, protein, osmolality and electrolyte levels of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* in relation to size and molt stage. *Aquaculture*, 211: 325-339.



- Cheng, W., F. M. Juang, J. T. Li, M. C. Lin, C. H. Liu and J. C. Chen (2003) The immune response of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and its susceptibility to *Lactococcus garvieae* in relation to the moult stage. *Aquaculture*, 218: 33-45.
- Djangmah, J. S. (1970) The effects of feeding and starvation on copper in the blood and hepatopancreas, and on blood proteins of *Crangon vulgaris* (Fabricius). *Comp. Biochem. Physiol.*, 32: 709-731.
- Djangmah, J. S. and D. J. Grove (1970) Blood and hepatopancreas copper in *Crangon vulgaris* (Fabricius). *Comp. Biochem. Physiol.*, 32: 733-745.
- Fieber, L. A. and P. L. Lutz (1982) Calcium requirements for molting in *Macrobrachium rosenbergii*. *J. World Maricult. Soc.* 13: 21-27.
- Greenaway, P. (1976) The regulation of haemolymph calcium concentration of the crab *Carcinus maenas* (L.). *J. Exp. Biol.*, 64: 149-157.
- Greenaway, P. (1985) Calcium balance and moulting in the Crustacea. *Biol. Rev.*, 60: 425-454.
- Hagerman, L. (1983) Haemocyanin concentration of juvenile lobster (*Homarus gammarus*) in relation to moulting cycle and feeding conditions. *Mar. Biol.*, 77: 11-17.
- Hernández-López, J, T. Gollas-Galván, T. and F. Vargas-Albores (1996) Activation of the prophenoloxidase system of the brown shrimp (*Penaeus californiensis* Holmes). *Comp. Biochem. Physiol.*, 113 C: 61-66.
- Johansson, M.W., P. Keyser, K. Sritunyalucksana, and K. Söderhäll (2000) Crustacean haemocytes and haematopoiesis. *Aquaculture*, 191: 45-52.
- Le Moullac, G., M. Le Groumellec, D. Ansquer, S. Froissard, P. Levy and Aquacop (1997) Haematological and phenoloxidase activity changes in the shrimp *Penaeus stylirostris* in relation with the moult cycle: protection against vibriosis. *Fish & Shellfish Immunol.*, 7: 227-234.
- Liu, C.H., S. T. Yeh, S. Y. Cheng and J. C. Chen (2004) The immune response of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio* infection in relation with the moult cycle. *Fish & Shellfish Immunol.*, 16: 151-161.
- Mercaldo-Allen, R. (1991) Changes in the blood chemistry of the American lobster, *Homarus americanus*, H. Milne Edwards, 1837, over the moult cycle. *J. Shellfish Res.*, 10: 147-156.
- Owens, L. and A. O'Neill (1997) Use of clinical cell flow cytometer differential count of prawn *Penaeus monodon* haemocytes. *Dis Aquat. Org.*, 31: 147-153.
- Parado-Estepa, F. D., J. M. Ladja, E.G. de Jesus, R. P. Ferraris (1989) Effect of salinity on hemolymph calcium concentration during the moult cycle of the prawn *Penaeus monodon*. *Mar. Biol.*, 102: 189-193.
- Robertson L., W. Bray, J. Leung-Truillo and A. Lawrence (1987) Practical moult staging of *Penaeus setiferus* and *Penaeus stylirostris*. *J. World Aquacul. Soc.* 18: 180-185.
- Smith, V. J., K. Söderhäll K. and M. Hamilton (1984)  $\beta$ -1,3-glucan induced cellular defense reaction in the shore crab, *Carcinus maenas*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 77 A: 636-639.
- Söderhäll, K., L. Cerenius and M. W. Johansson (1996) The prophenoloxidase activating system in invertebrates. In *New Directions in Invertebrate Immunology* (K.S. Söderhäll, G.R. Iwanaga, G.R. Vasta, eds) pp. 229-253. Fair Haven, NJ, U.S.A.: SOS Publications.
- Song, Y. L. and Y. T. Hsieh (1994) Immunostimulation of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) hemocytes for generation of microbicidal substances: analysis of reactive oxygen species. *Dev. Comp. Immunol.*, 18: 201-209.
- Tsing, A., J. M. Arcier and M. Brehèlin (1989) Haemocytes of penaeids and palaemonid shrimps: morphology, cytochemistry and hemograms. *J. Invertebrate Pathol.*, 53: 64-77.

第三部分  
**種蝦培育**



# 無特定病毒 (SPF) 白蝦繁養殖 技術與遺傳育種

## Technology of Aquaculture and Breeding of Specific Pathogen Free White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

鄭金華

Jin-Hua Cheng

行政院農業委員會水產試驗所 生物技術組  
Biotechnology Division, Fisheries Research Institute

### 摘 要

SPF 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。提供物美價廉的 SPF 白蝦種蝦及其繁殖技術給業者以大量生產 SPF 優質蝦苗是推廣 SPF 蝦苗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 優質蝦苗另一個配套措施。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。在防疫的隔離網室或溫室內生產 SPF 白蝦，不但成長快、產量高，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 規範全面實施以及環保意識高漲的時代，SPF 有機白蝦養殖值得大力推廣。

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。1988 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，不過，WSSV、TSV、IHHNV、YHV、GAV 等病毒才是在全世界主要海水對蝦類生產區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，東港外海捕獲的草蝦種蝦，發現除了感染 IHHNV、WSSV 以外，還感染了

### 前 言

海水蝦養殖依賴外海種蝦與蝦苗，一直是

因引進美洲白蝦所帶來的 TSV，其感染率分別為 100 %、50 % 及 20 %。

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，使得疾病隨時都有可能爆發。因此，就短期而言，消毒池水或隔離帶原者以減少病原體入侵，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 92 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佔 5.3 %、排名第 7，草蝦則不到 2 千公噸、5 億新台幣、排名第 15，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 ~ 二)。值得注意的是，白蝦是外來種，隨著養殖產量的增加，它已大量流入台灣附近海域，捕獲量也逐年增加 (圖三)。根據漁業年報統計，2003 年白蝦的捕獲量為 121 公噸，已遠遠超過草蝦的 52 公噸。大陸於 2000 年起繼台灣之後也應興起養 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，為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為歷史名詞；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。

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。為此，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。

## SPF 繁養殖技術

### 一、無特定病毒白蝦之篩選

利用 PCR 檢測技術來分別檢測白蝦在幼苗期、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，將帶原之白蝦整批銷毀。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

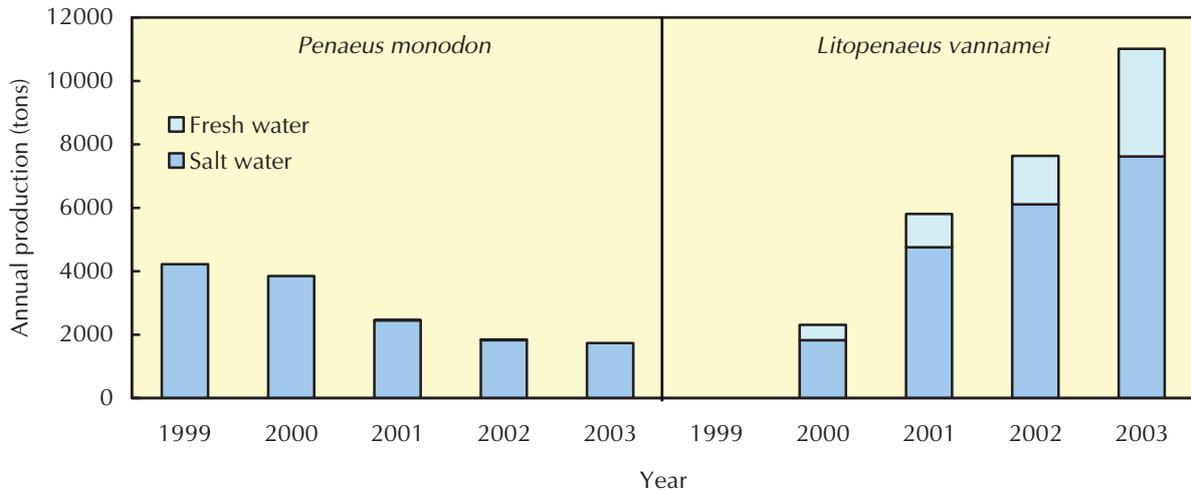
病原入侵養殖池的途徑包括水源、餌料、人員、器具、宿主及在養殖池、排水溝間來回穿梭的鳥類與兩棲甲殼類。防止病原由上述途徑入侵養殖池以檢測、銷毀、消毒、隔離為主，隔離設施採用經濟可行的的材質與工法 (表一)。

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

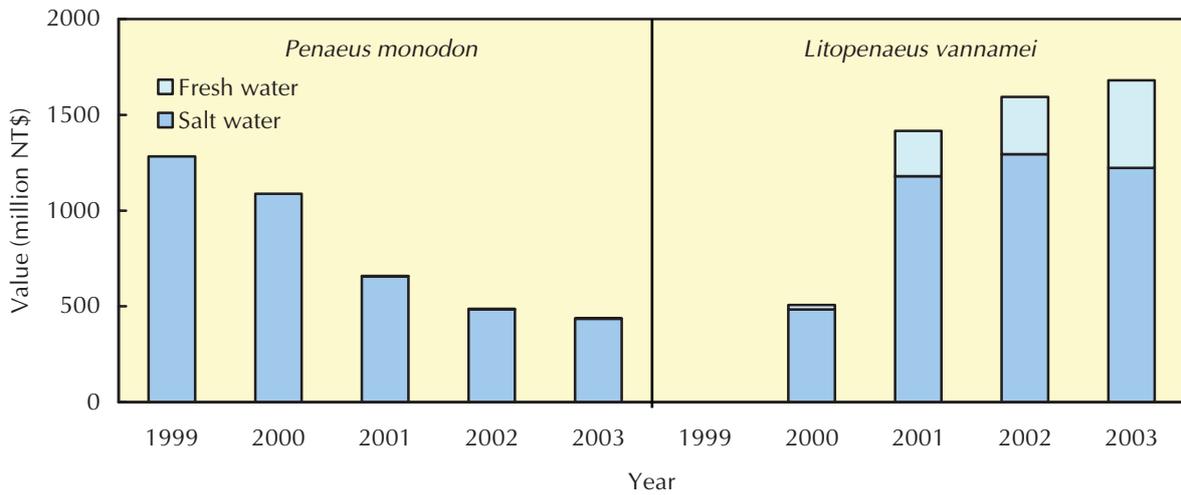
棲所	隔離材料	網目	隔離對象
海 域	浮游生物網 沙層過濾	<0.1 mm	浮游甲殼類 受精卵、幼苗
陸 域	防虫網 沙窗網	<1 mm	兩棲甲殼類
空 域	防鳥網 漁網	~20 mm	鳥類

病毒隔離措施與設施包括：

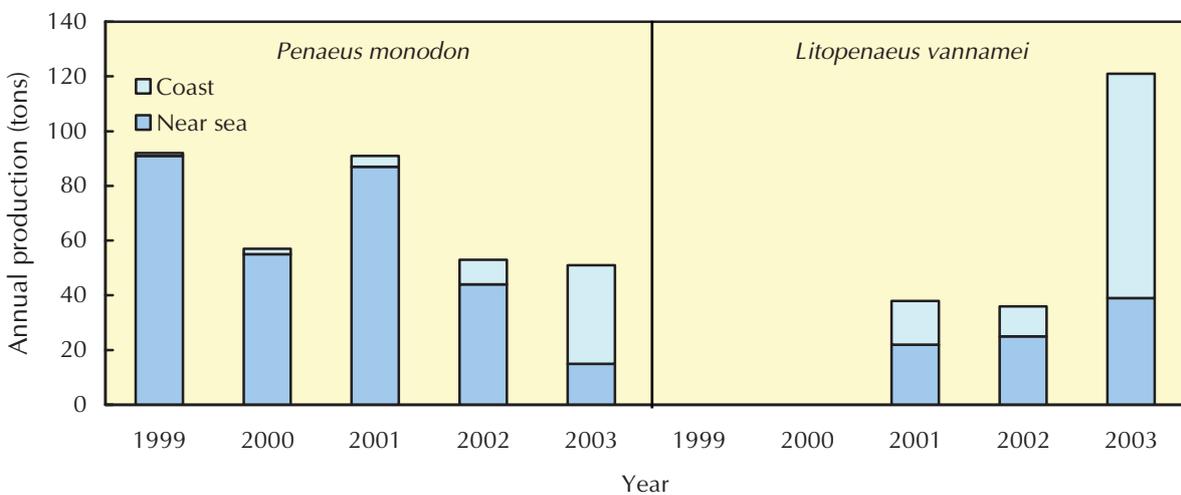
- (一) 人員進出、器具移動的管制與消毒。
- (二) 去除生餌中參雜之宿主或使用人工飼料以及確定不含特定病毒的生餌。
- (三) 池底、池壁、管溝、水車、池水徹底消毒以去除蝦類病毒可能的宿主與帶原者，如：甲殼類受精卵、幼生及成體，其中以藤壺與海蟑螂最難徹底清除。
- (四) 養蝦期間完全不換水或只用不含特定病毒的水源 (以過濾或殺昆蟲藥劑去除可能的宿主)。
- (五) 池邊張設沙窗網或塑膠布以防止海蟑螂、螃蟹等兩棲甲殼類入侵養殖池。
- (六) 池子上方全面鋪設防鳥網以避免鳥類進入養殖池內。



圖一 近五年來台灣養殖草蝦與白蝦之年產量。



圖二 近五年來台灣養殖草蝦與白蝦之年產值。



圖三 近五年來台灣沿近海之草蝦與白蝦之年漁獲量。

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 <sup>2</sup> )	100	20	600	1,200
放養密度 (#/m <sup>2</sup> )	240	1,000	122	55
養殖期間 (周)	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
存活率 (%)	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 <sup>2</sup> )	3.40	2.81	2.87	1.90

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，只能在水中單獨存活短暫的時間（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。在病毒暴發期間，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、IHNV、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、IHNV 仍具有感染力。

SPF 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。要營造 SPF 的養殖環境除了要確保病原體不會由水源與食物入侵蝦池外，還要確保病原體不會藉由操作人員與器具以及鳥類與兩棲甲殼類等病毒的寄主或帶原者的傳播。在這個理念下，將水產試驗所生物技術組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。結果顯示：SPF 白蝦在室外防疫養蝦池中存活高、成長快，每平方公尺產量高達 3.4 公斤 (表二)。

### 三、不換水白蝦養殖

不換水的養殖方式，可以減少電力支出、病原菌入侵、廢水排放以及地下水的使用，還可以增加池中有機物的循環再利用 (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 % 提高為 40 % (Jory, 2001) (表三 ~ 表五)。

表三 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 <sub>3</sub> /m <sup>2</sup> /day	能力無限，受 C:N ratio 影響
放養容許量	最大能力 4 g O <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> /day	受限於有機物含量及代謝速率

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
		氮揮發	18
		底土	10
		排水	35

表五 一般養蝦池磷之進出

來源	百分比	出處	百分比
飼料	90	蝦收成	25
進水	10	底土	65
		排水	10

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。其次，異營性微生物不產生養氣，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NH<sub>3</sub>轉化成沒有毒性的NH<sub>4</sub><sup>+</sup>），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。水產試驗所生物技術組九十二年完成相關的試驗成果（張等, 2003）如下：在 2 m<sup>2</sup> 的方型水槽（底部鋪設 10 cm 珊瑚砂、內裝 1.6 m<sup>3</sup> 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，各組活存率（%）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/m<sup>2</sup>）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 NH<sub>3</sub>；懸掛塑膠網則降低 NH<sub>3</sub>（表六）。

#### 四、SPF 有機白蝦養殖

隨著經濟的發展與科技的進步，消費者對於有機農漁產品的接受度越來越高，需求也越來越大。有機農漁產品是已成為世界的潮流，是未來發展的方向。在隔離病原的 SPF 養殖環境來養殖 SPF 蝦苗，可以完全不必使用化學藥品，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

表六 白蝦 (0.4 g, 100/m<sup>2</sup>) 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 <sup>2</sup> )	1.52	1.61	1.53	1.41
FCR	1.75	1.64	1.75	1.84
用水量 (m <sup>3</sup> /kg)	0.52	0.50	0.52	2.95
總氮 (ppm)	2.09	3.5	0.57	2.73

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 有機白蝦養殖值得大力推廣。

## SPF 白蝦之遺傳育種

### 一、SPF 白蝦種蝦庫之建立

以水產試驗所現有的 SPF 白蝦為基礎，並自國內外蒐集引進白蝦種原，再以 PCR 檢測技術篩選出不帶上述數種病毒的白蝦，然後加入 SPF 白蝦種蝦庫成為其中的成員。

### 二、優良 SPF 白蝦品系之選育

SPF 種蝦在池中一代一代、連續不斷地培育，配合育種技術每年選育出一代優良的白蝦種蝦並作為下一年度之種蝦來源。首先選取抗病力較強的蝦苗進行進行養殖，其次再選取成長快的雌蝦、雄蝦進行種蝦培育，最後再選取生殖力高的雌蝦的子代進行蝦苗培育。如此，一年一代，經過數年後應可選育出抗病力強、成長快、生殖力高的優良白蝦品系。抗病力強的品系可因死亡率降低而使生產成本降低。成長快速可縮短養殖期間，不但能直接地降低生產成本，也可間接地降低池蝦在收成前疾病發生的機率。生殖力高的種蝦不但可直接地降低蝦苗的生產成本，也可使優良的基因更有效地遺傳下去。每年育種過程中所培育的種蝦，除

了少部份留作下一年度之種原外，其餘大部份的種蝦及蝦苗將提供業界進行商業性大量生產生產 SPF 蝦苗。育種的過程中技術若結合 microsatellite 作為遺傳標記的技術，可加速出優良白蝦品系的篩選、可監測近親交配的程度、可追蹤種蝦的流向並保護智慧財產權。

### 三、海水蝦育種之前景

育種計畫投資金額大、回收時間長，不是一般業者所能承擔。雖然如此，育種計畫的投資報酬率是很可觀的，以牛、羊、豬為例，育種的投資報酬率在 5 倍至 50 倍之間。魚、蝦、貝類因為生殖力，比牛、羊、豬高很多，加上管理成本較低，因此投資報酬率應更高。以挪威鮭、鱒魚的育種計畫為例，挪威在 1975 年開始進行鮭、鱒魚育種計畫，1985 年起成為國家級計畫。目前以民間養殖業者為經營主體，已成功地培育出 240 個鮭魚品系及 120 個鱒魚品系。此項計畫每年均對這些品系進行成長、抗病、晚熟及肉質之評估，每年花費經費約 300 萬美金，每年因此育種計畫而獲益的金額則為 4,500 萬美金，投資報酬率為 15 倍 (Gjedrem, 1997)。海水蝦因每一世代只要一年，較鮭、鱒魚之四年及二年要短得多，另外，海水蝦的生殖力也比鮭、鱒魚高得出，因此海水蝦育種計畫，不但投資成本將較低，且回收也將較快。另外，全世界養殖草海水蝦蝦之總產值 (2001 年達 77 億美金) 要比鮭魚高出一



倍以上，因此，優良海水蝦品系之潛在報酬率之大可以想見。

## 參考文獻

- 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.
- 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.
- 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.
- Avnimelech, Y. (2003) Control of microbial activity in aquaculture systems: active suspension ponds. *World Aquacul.*, 34(4): 19-21.
- Chamberlain, G., Y. Avnimelech, R. P. McIntosh, M. Velasco (2001) Advantages of aerated microbial reuse systems with balance C:N. *Global Aquacul. Advocate*, 4(5): 50-54.
- 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*. *Dis. Aquatic Organisms*, 36: 163-168.
- 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*. *Dis. Aquatic Organisms*, 40: 157-161.
- 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.
- Gjedrem, T. (1997) Selective breeding to improve aquaculture production. *World Aquacul.*, 28: 33-46.
- Jory, D. E. (2001) Comments on biosecurity and shrimp farming. *Aquacul. Mag.*, 27(4).
- Kanchanaphum, P., C. Wongteerasupaya, N. Sitdilokratana, 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*. *Dis. Aquatic Organisms*, 34: 1-7.
- Kou, G. H., C. H. Wang, and C. F. Lo (1998) Identification, purification and detection of WSBV (Baculovirus associated with white spot syndrome). US Patent Number 5824535.
- Lightner, D. V. and R. M. Redman (1998) Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture*, 164: 201-220.
- 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. Aquatic Organisms*, 27: 215-225
- Lotz, J. M. (1997) Viruses, biosecurity and specific pathogen-free stocks in shrimp aquaculture. *World J. Microbiol. & Biotechnol.*, 13: 405-413.
- McIntosh, R. P. (2001) Changing paradigms in shrimp farming: V. establishment of heterotrophic bacterial communities. *Global Aquacul. Advocate*, 4(1): 53-58.
- 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. *Dis. Aquatic Organisms*, 38: 67-70.
- 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. *J. Fish Dis.*, 22: 183-191.
- 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. *Dis. Aquatic Organisms*, 32: 79-85.
- 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. *Dis. Aquatic Organisms*, 38: 107-114.
- Vanpatten, K. A. and D. V. Lightner (2003) Sea birds pose threat as vectors of penaeid shrimp. *Global Aquacul. Advocate*, 6(4): 24-25
- Wyban, J. A., J. S. Swingle, J. N. Sweeney and G. D. Pruder (1993). Specific pathogen free *Penaeus vannamei*. *World Aquacul.*, 24: 39-45.

# 白蝦種蝦的大量培育

## Brood Stock Breeding of *Litopenaeus vannamei*

林明男

Min-Nan Lin

行政院農業委員會水產試驗所 海水繁養殖研究中心  
Mariculture Research Center, Fisheries Research Institute

### 摘 要

本篇就對蝦類種蝦培育的回顧、精子品質測定、台灣白蝦養殖發展簡史、種蝦主要來源、塹種蝦的生殖力、對各種飼料的適口性、四種鮮餌對產卵的影響、種蝦培育所遭遇的問題、種蝦培育的願景：一、室內養蝦工廠具有潛力；二、種蝦機能飼料的開發現況，加以報導及討論。白蝦養殖是國內新興的水產養殖產業，欲永續經營，首要之務必須建立優質種蝦的大量培育技術。就現況來作結論，則可朝下列兩個方向努力：一、做好源頭管理，善用海水魚養殖池混養白蝦；二、發展室內循環水養蝦工廠，以克服氣候圍限，確保種蝦的全年供應。

### 對蝦類種蝦培育的回顧

對蝦類 (penaeid) 種蝦培育工作，一直是受國內外所重視。在國外曾將草蝦 (*Penaeus monodon*) 培育至第三子代 (F3)；*P. stylirostris* 至 F2；白蝦至 F1 (Aquacop, 1975, 1979)；*P. merguensis* 至 F2 (Beard *et al.*, 1977)，其他成功培育成功為種蝦尚有 *P. setiferus* (Conte *et al.*, 1977)、*P. kerathurus* (Rodriguez, 1981) 及斑節蝦 (Lumare, 1984)。在國內林等 (1989a, b) 利用蝦塹培育草蝦至 F1；紅尾蝦 (林等, 1988) 及白蝦至 F3 (林等, 1990)，大正蝦至 F5 (林, 1992)。

### 精子品質測定

一般採用下列 4 種方法：形態 (gross morphology)、trypan blue 染色、acridine orange 染色及以卵水誘發的反應 (egg water induced reaction) 來判定 (Wang *et al.*, 1995)。

### 雄蝦生殖腺發育、精子形成及生殖力等相關研究

#### 一、組織學的觀察

林 (1989) 及 Chow *et al.* (1990) 曾就精巢、輸精管、射精管及精莢的形成做組織學的觀察。

#### 二、精子的形成

洪 (1977) 及林 (1989) 由形態分為 5 期，即精原細胞 (spermatogonium)、第一次精母細胞、第二次精母細胞、精細胞 (spermatid) 及精子 (sperm)。

#### 三、精子計數

林 (1989) 及 Lin and Hanyu (1990) 曾研



表一 二種體型塹育雄蝦精子含量的比較

體型	觀察尾數	體長 (公分)	體重 (公克)	精莢 ( $\times 10^6$ )	輸精管 ( $\times 10^6$ )
大	37	13.95 $\pm$ 0.07	35.60 $\pm$ 0.61	1.76 $\pm$ 0.34	2.69 $\pm$ 0.45
小	24	12.96 $\pm$ 0.09	25.46 $\pm$ 0.67	0.49* $\pm$ 0.18	1.20* $\pm$ 0.27

註有「\*」者，表同欄間有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。

資料來源: 林等 (2003)。

發出含 trypsin 的人工交尾液，可溶解精莢、輸精管及精巢，而把粘稠的 sperm mass 轉化為精液（可對母蝦做人工授精），由於精子可一個一個計算，所以能更正確計數精莢及輸精管甚或精巢 (testis) 的精子含量，並可由 spike 來判定是否為正常精子，而計算出百分比，據此以評估雄蝦的生殖力。

## 國內白蝦發展簡史

水試所台南分所於 1985 在農委會協助下，自中美洲引進 0.02 公克蝦苗養至種蝦而奠定完全養殖研究基礎 (林等, 1990)。1998 年白蝦養殖開始熱絡起來 (林, 1998)，主要是業者自 Hawaii 引進無病毒種蝦所生產蝦苗在高屏試養成功，並有業者在塹中培育出懷卵種蝦而在台灣落地生根 (林與曾, 1999)。

## 種蝦主要來源

目前繁殖場 (蝦仔場) 所用的種蝦，大都選購自與海水魚混養的魚塹，幾無種蝦專業養殖場，主要是生產成本及品質無法與前者競爭，此與培育成種蝦的時間較長，成本及風險較高，且市面上尚無種蝦專用配合飼料，投飼管理上較不方便有關。

白蝦多數與虱目魚、烏魚及石斑魚混養，仿照過去混養沙蝦的經營模式，採取連續養殖，放養二個月後以定置網間捕，並每個月補充蝦苗，累計年產量為每甲 4,000 台斤，而在入冬時餘留在塹底的大型蝦 (約 20 公克者)

即成為繁殖場收購的對象，在室內貯養至翌年春天，做為種蝦 (約 35 公克) 以繁衍蝦苗。

## 塹種蝦的生殖力

母蝦比公蝦稍大型，30 公克以上就可用單眼柄切除來促進產卵，各子代產卵數無大差異，一尾母蝦一次約可產下 5 萬粒卵，產卵次數至少 3 次，最高一尾母蝦可產 6 次 (林等, 1990)。

同一日採取二種體型塹育雄種蝦，觀察每尾蝦所含一對精莢及一對輸精管的各別精子含量來加以評比，大型蝦 (平均體重 35.6 公克) 比小型蝦 (25.5 公克) 含量高，且其間有顯著差異 ( $p < 0.05$ ，表一)。

借由單眼柄切除誘導產卵的效果來加以觀察，體型較大母蝦 (平均體重 42 公克) 比較小型的第一批 (平均體重 37 公克) 有較高的產卵率及產卵數 (表二)。

表二 二種體型塹育母蝦生殖力比較

體型	大	小
觀察尾數	30	33
體長 (cm)	14.38 $\pm$ 0.15	13.75 $\pm$ 0.19
體重 (g)	41.49 $\pm$ 1.31	36.65 $\pm$ 1.53
產卵率 (%)*	60	24.24
產卵數/次/尾 ( $\times 10^3$ )	47.62 $\pm$ 0.54	39.01 $\pm$ 0.39

\*產卵率 = (累計產卵尾數  $\div$  觀察尾數)  $\times$  100%。

資料來源: 林等 (2003)。

表三 不同鮮餌對白蝦母蝦產卵的影響

	紅 蟲	青 蟲	文 蛤	蚶 肉
觀察尾數	10	10	10	10
產卵率 (%)*	160	120	50	20
產卵數/次/尾 ( $\times 10^3$ )	53.6 $\pm$ 3.6	60.5 $\pm$ 9.0	38.4 $\pm$ 7.7	11.0 $\pm$ 1.0
活存率 (%)	80	100	90	60

\*產卵率說明如表二，母蝦平均體重為 41.56 公克。

資料來源: 林等 (2003)。

以冷凍小卷、蚶、貽貝及滋養化的豐年蝦投飼捕自海域的野生種母蝦，經單眼柄切除誘導產卵數平均每尾每次為 18.1 萬粒，而雄蝦的精子含量為  $17.4 \times 10^6$ ，而投飼 50 % 配合飼料的種蝦生殖力更高 (Wouters *et al.*, 2002)，且均大大高於上述採集的塏種蝦，可見白蝦塏種蝦的飼育管理有加強的必要。

## 對各種飼料的適口性

白蝦對各種飼料的適口性依序為豐年蝦、南極蝦、海血虫、蚶、海螺及烏賊...等，而目前國外使用的三種品牌市售種蝦催熟飼料的適口性則殿後，在投飼策略上混合或交替使用配合飼料及鮮餌比使用單一鮮餌的效果佳 (Ogle and Beaugez, 1991)。

## 比較四種鮮餌對產卵的影響

將種母蝦分別飼育在 2.5 ton FRP 桶內。每日投飼鮮餌兩次，並觀察母蝦的卵巢發育，每兩天選捕懷卵飽滿母蝦一次，並將母蝦移至 0.5 ton FRP 桶產卵。經 20 天的觀察結果，產卵率以投飼紅虫最佳，蚶肉最差；投飼青虫的活存率最佳，蚶肉最差；產卵數以投飼青虫最佳，紅虫次之，最差亦為蚶肉。文蛤比蚶肉效果佳，前者產卵數為後者的 3.5 倍，產卵率為 2.5 倍 (表三)。

投飼貝肉尤其是蚶肉水質較易惡化，但因台灣盛產文蛤及蚶，價格較進口每公斤 700 ~ 1000 元的海虫低很多，且來源充足，若改善水質可以提高產卵效果，則不僅可節省外匯支出亦可使貝類的養殖有更多出路，因此值得研發貝類做為種蝦飼料的管理模式。

## 白蝦種蝦培育所遭受的問題

### 一、投飼市售配合飼料雄蝦生殖力低下

白蝦的養殖已相當普遍，種蝦需求量增加，但市售的配合飼料並非種蝦專用，育成的雄蝦其含有的精子大多為不正常的短 spike 者，投飼文蛤鮮肉 (表四) 雖可提高正常精子含量百分比，但鮮料有季節性的差異；存在營養品質不一、貨源不穩定及保存不易的問題。根據近 10 年來的研究回顧 (Wouters *et al.*, 2001)，對蝦類的營養需求大都集中在雌蝦的討論，鮮有涉及雄蝦，可見飼料對雄蝦生殖力的影響的資訊尚相當缺乏。水試所海水繁養殖中心自 2000 年起已著手研究，已有初走成果。另根據過去的觀察同樣投飼市售草蝦配合飼料，塏育的草蝦亦有相同的問題 (林等, 1989b)，但塏育大正蝦 (林等, 1992) 及紅尾蝦 (林等, 1988) 雄蝦不正常精子發生率較低，此可由不錯的受精率看出。可見不同種間亦存在有不同營養需求的問題在。



表四 雄蝦投飼文蛤肉比草蝦配合飼料有較高的正常精子百分比

天 數	精 莢 (%)		輸 精 管 (%)	
	草蝦配合飼料	文 蛤 肉	草蝦配合飼料	文 蛤 肉
20	0	6.21 ± 2.83 <sup>a</sup>	1.67 ± 0.25 <sup>a</sup>	9.91 ± 3.10 <sup>a</sup>
40	0	8.52 ± 1.21 <sup>a</sup>	0.72 ± 0.36 <sup>b</sup>	5.11 ± 1.02 <sup>a</sup>
60	0	7.69 ± 2.53 <sup>a</sup>	0.50 ± 0.05 <sup>a</sup>	5.49 ± 3.03 <sup>a</sup>

不同上標英文字表示有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。

資料來源: 曾等 (2003a)。

表五 白蝦精莢色澤與正常精子百分比的關係

精莢色澤	深 褐	淺 褐	黃 褐	乳 白
精子含量 ( $\times 10^3$ )	268.8 ± 98.2	332.7 ± 153.4	447.5 ± 100.3	491.3 ± 94.3
正常精子百分比 (%)	0	0	5.63 ± 3.04	7.69 ± 2.54

林明男 (未發表)。

## 二、雄蝦在蓄養期間亦有精莢退化及黑變的問題

精莢退化及褐變或黑變會影響生殖力 (Talbot *et al.*, 1989; Alfaro and Lozano, 1992, 1993; AQUACOP, 1993; Carr *et al.*, 1995; Alfaro, 1996)。指出塏育白蝦受精率低, 是精子品質差所引起, 主要是肇因於雄蝦的精莢小或變褐, 自精莢摘出的精子團 (sperm mass) 不但小且失去黏性 (Bray *et al.*, 1985)。

塏育雄蝦若沒將精莢轉移, 即無交配或沒用人工擠出則會退化 (Alfaro and Lozano, 1992, 1993), 而雄蝦脫殼並無法誘導褐變精莢的釋放 (AQUACOP, 1993)。注射一針  $17\alpha$ -methyltestosterone 0.01 或 0.1  $\mu\text{g/g}$  體重可降低精莢的異常率 (Alfaro, 1996)。

我們曾用室內 2.5 ton 水槽 4 個, 各放養自室外蝦塏移入平均體重 35 公克的雄蝦 50 尾, 交替投飼文蛤、下雜魚、烏賊及草蝦配合飼料, 經 30 天後無脫殼的雄蝦有 10 ~ 30% 精

莢黑變退化; 一對精莢, 有單邊黑變另一邊正常, 亦有二邊皆異常者。黑變的雄蝦 (未傷及輸精管者) 脫殼後精莢從新形成則可回復正常。

由精莢外觀色澤 (自第五對步基部可看出), 加以比較正常精子百分比 (表五), 以乳白色為佳, 因此宜選擇精莢為乳白色者, 與母蝦交配, 才能預期較高的受精率及孵化率。

## 種蝦培育願景

### 一、室內養蝦工廠具有潛力

海水繁養殖中心曾利用室內養蝦工廠 (圖一), 分二階段成功培育白蝦種蝦 (曾等, 2003b)。第一階段是將室內養殖至平均體重 10 ~ 11 公克之中蝦, 以每平方公尺 100 尾的密度放養在上層三口 18 ton 水槽中, 經越冬培育 7 個月, 活存率分別為 79.1、80.6、77.3 % (平均 79.0 %), 共育成 4260 尾 20 公克以上的大

蝦，且在 3、4 月間發現有雌蝦卵巢自然發育達 B 期 (圖二)。第二階段是將上述的大蝦經挑選出 1960 尾，以每平方米 20 尾的密度，分別放養於上層三口水槽及下層二口水槽中繼續培養 4 個月，平均活存率上下層各為 95.5 % 及 94.8 %，共培育出 1865 尾 30 ~ 38 公克種蝦。

### (一) 雄蝦生殖力

培育過程，曾採樣雄蝦 (平均體重 25.3 公克)，與分所的塹蝦及市售種蝦做 GSI (表六) 及精子含量 (表七) 做比較，發現工廠所培育者雖體型最小但其 GSI (最高) 及輸精管的精子含量 (第二高) 與他者無差異 ( $p > 0.05$ )。



圖一 海水繁養殖中心的養蝦工廠包含 4 單元：水處理 (生物濾床、臭氧/紫外線殺菌及淨化池)，有機顆粒過濾，水質監控自動循環及養蝦池 (一、二層各有三口)。



圖二 養蝦工廠卵巢自然成熟的母蝦。

### (二) 雌蝦生殖力

自高雄購入貯養於室內母蝦 80 尾，經 21 天的馴化僅活存 40 尾，經單眼柄切後僅活存的 23 尾，養在室內 2.5 ton 水槽，與工廠的母蝦做比較。自眼柄切除後至開始有蝦產卵時，計算活存尾數。結果養蝦工廠所培育者全部活存，而市售者僅 70 % 活存 (表八)。

前述水試所養蝦工廠所培育的種蝦，經追蹤其生殖力，每尾平均生產無節幼蟲高達 25 萬尾 (投飼海虫、貝肉及水試所種蝦配合飼料)，若積極大量培育種蝦，以林園地區 13 家繁殖場 (蝦仔場)，每場若能培育種蝦 1500 ~ 2000 對，不僅可大量節省外匯支出 (夏威夷進口種蝦每尾曾高達美金 200 元)，且每日估計可提高生產至 4000 ~ 5000 萬尾無節幼蟲，足可供 150 家蝦仔場來生產蝦苗，其經濟效益非常高值得推廣。

## 二、種蝦機能飼料的開發

水試所已開發成功「南水研 1 號種蝦飼料」的配方，可完全取代文蛤，並在產業試用上證明有效且可提高雄種蝦生殖力，每尾母蝦一次產卵可得 17 ~ 25 萬尾蝦仔 (無節幼蟲)。業界目前普遍用貝肉、小管及海虫等鮮餌，但鮮餌保存不易，價格高並有季節性的差異，且貨源不安定並有累積病毒之慮，因此種蝦飼料的開發成功，有助優質種蝦的大量培育工作。

## 三、優質種蝦培育

### (一) AT 品系 (抗桃拉病毒)

九十一年度養於室外田間室的白蝦，因桃拉病毒造成大量死亡，殘留下來的共育成 800 多尾種蝦，在 92 年初所繁衍的部分子代 (AT 品系；抗桃拉病毒)，分為二批做種蝦培育。

#### 1. 第一批：

於室外水泥池經中間育成為 0.13 公克蝦苗，放養於室外 0.1 公頃 3-1、3-2、3-3 號蝦



表六 養蝦工廠培育的雄種蝦與其他來源的 GSI 比較

來源編號*	1	2	3	4	5
體重 (公克)	25.31 ± 0.53	27.60 ± 1.31	32.56 ± 0.85	33.43 ± 1.05	28.69 ± 0.75
GSI	25.31 ± 0.53	1.22 ± 0.17	1.15 ± 0.12	1.03 ± 0.15	0.88 ± 0.08

\*1: 養蝦工廠; 2: 台南分所室外; 3: 佳冬室外與石斑魚混養; 4: 佳冬室外; 5: 紅毛港室外。  
資料來源: 林等 (2003).

表七 工廠培育白蝦雄種蝦與其他來源正常精子含量比較

來源編號*	1	2	3	4	5	6
單邊輸精管 (x10 <sup>4</sup> )	179 ± 36.4	146 ± 24.6	131 ± 14.2	298 ± 24.7	125 ± 17.8	134 ± 16.5
正常比率 (%)	19.65 ± 5.14	19.86 ± 2.41	24.92 ± 5.4	43.09 ± 2.99	8.20 ± 2.44	22.52 ± 2.51

\*1: 養蝦工廠 (投飼草蝦配合飼料); 2: 中心深一號室外種蝦池 (投飼草蝦配合飼料); 3: 佳冬地區室外專養白蝦種蝦 (投飼下雜魚及配合飼料); 4: 林園地區室內專養種蝦 (投飼貝肉及海虫); 5: 佳冬地區石斑魚混養種蝦 (投飼下雜魚); 6: 紅毛港室外專養種蝦 (投飼下雜魚及配合飼料)。  
資料來源: 林等 (2003).

表八 工廠培育母蝦與市售者, 眼柄切除後至開始有蝦產卵時的活存率比較

	養蝦工廠	市售
觀察尾數	20	23
活存率 (%)	100	69.56

資料來源: 林等 (2003).

池, 每池 5,000 尾 (放養密度 5 尾 / 平方公尺), 每日投飼草蝦配合飼料一次, 投餌量為蝦體重 3 %, 養殖 7 個月平均體重 23 公克, 成長率為 0.112 公克 / 日。

## 2. 第二批:

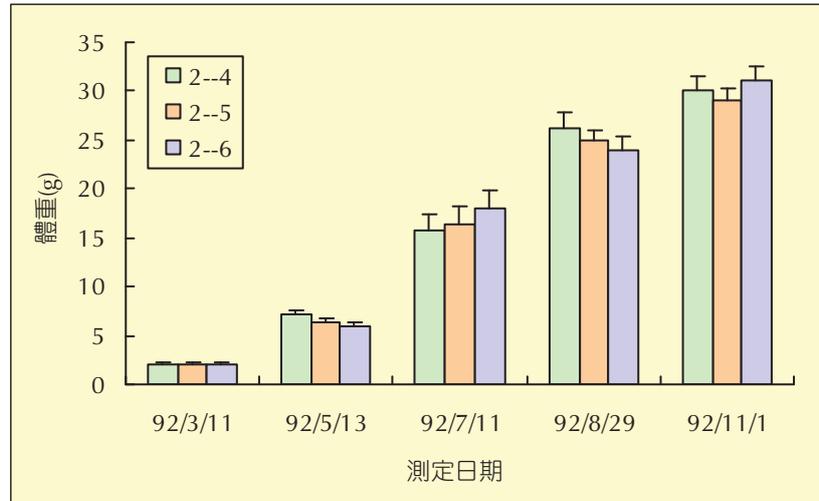
在養蝦工廠, 經中間育成為 0.25 公克蝦苗, 再分養於室外 0.1 公頃的 3-4 及 3-5 蝦池, 每池 8,000 尾 (放養密度 8 尾 / 平方公尺), 飼料管理如前述, 養殖 7 個月平均體重達 18 公克, 成長率為 0.092 公克 / 日。

### (二)AT-FG 品系 (抗桃拉病毒且快速成長)

AT 品系子代 10 萬尾 PL6 蝦苗, 經 60 天及 2 次篩選成長較快較大型寸蝦 10,800 尾 (平

均體 1.95 公克, AT-FG 品系, 篩選率 10.8 %), 分養於室外三口 0.1 公頃土底池 (2-4、2-5、2-6 號池), 每池 3,600 尾 (放養密度 3.6 尾 / 平方公尺), 飼料管理如前述, 經 8 個月平均體重已達 30 公克, 最大為 40 公克, 養殖期間約兩個月測定一次體重, 自 2003 年 3 月 3 日至 11 月 1 日共測定四次, 三口池的成長無差異 (圖三), 其平均成長率為 0.12 公克 / 日 (林等, 2004)。三池平均活存率為 77 %, 已陷捕 5,000 尾移至養蝦工廠, 繼續作種蝦後段培育。

前述 8 口蝦塢的池水, 除了鹽度較高曾達 47 ppt (平均約 40 ppt), 其他如 pH、DO、氨、亞硝酸均在穩定且安全範圍內。如此高的鹽度而有 0.12 公克 / 日的成長率, 可見經選種的子代有希望成為好的品系。值得注意的是, 同



圖三 AT-FG 品系以 3.6 尾 / 平方公尺密度，分養在室外 2-4、2-5、2-6 三口 0.1 公頃土底池的成長比較 (三池間無差異，平均成長率 0.12 公克 / 日)。

樣在室外養殖，鄰近發生病變，但我們養殖池的白蝦並未波及，是因為放養密度較低或確實是能抗挑拉病毒，則有必要進行攻擊試驗以茲證實。

## 結論與建議

白蝦養殖是國內新興的水產養殖產業，欲永續經營，首要之務必須建立優質種蝦大量培育技術，就現況來做結論，則可朝下述二方向努力：

### 一、做好源頭管理、善用海水魚養殖池混養白蝦

種蝦生產成本低，且可提高養魚池收入，其他優點尚有分佈廣，可分散風險，但品質參差甚大，有必要建立源頭管理，就檢疫及生殖力鑒定做品管。

### 二、發展室內循環水養蝦工廠

台灣囿於天候，秋冬至初春約有半年時間在室外幾無法養蝦，不利種蝦產業的發展。室內養蝦打破天候限制，終年可養且產量高，一立方公尺的產量 11.5 公斤，為傳統的 37.5 倍

(林等, 2000)。循環水養殖可節省 95 % 的用水量，可降低對環境衝擊。養蝦工廠為封閉的系統，可做零排放的循環水養殖設計，對隔絕病毒感染非常有效，加上水質一定活存率高，若投與高品質的配合飼料，則可大量提供高生殖力的優質種蝦，況且養蝦工廠檢疫容易，可落實源頭管理，對提升我國白蝦國際競爭力諒必會有很大助益。

## 參考文獻

- 林明男 (1989) Studies on artificial insemination by transplanting spermatophore and vas deferens in penaeid shrimp. 東京大學農學部博士審查論文, 4 頁 (日文).
- 林明男 (1992). 大正蝦繁殖. 農委會漁業特刊 37 號, 35-73.
- 林明男 (1998). 白蝦 (*Penaeus vannamei*) 人工炭栽. 養魚世界, 10: 35-40.
- 林明男, 丁雲源, 羽生 功 (1988) 壟種蝦培育研究—I. 紅尾蝦育成至第三子代. Bull. Taiwan Fish. Res. Inst., 44: 203-227.
- 林明男, 丁雲源, 羽生 功 (1989a) 壟種蝦培育研究—III. 草蝦池塘中之成長、性成熟及交尾率變化. Bull. Taiwan Fish. Res. Inst., 47, 203-227.
- 林明男, 丁雲源, 羽生 功 (1989b) 壟種蝦培育研究—IV. 壟草蝦空母的眼柄切除效果. Bull. Taiwan Fish. Res. Inst., 46: 225-233.



- 林明男, 丁雲源, 曾寶順, 劉熾揚 (1990) 塹種蝦培育研究—白蝦第三子代之育成. 台灣水產學會刊, 17: 125-132.
- 林明男, 曾寶順 (1999) 近月來白蝦置台灣淡栽記錄—兼談完全養殖系統建立的寄望. 養魚世界, 4: 20-26.
- 林明男, 曾寶順, 邱靜山 (2000a) 室內養蝦基礎研究(五)—白蝦(腳)蝦以每平方公尺 500 尾的高密度養殖. 台南水研報, 4: 15-24.
- 林明男, 曾寶順, 邱靜山, 丁雲源, 陳獻, 梁榮元, 賴國興 (2000b) 利用室內立體式自動化養蝦系統, 以每立方公尺 2,167 尾的高密度在秋季養殖白(腳)蝦. 台南水試研報, 4: 1-13.
- 林明男, 丁雲源, 曾寶順, 邱靜山, 葉俊億 (2003) 室內立體養蝦系統培育的白蝦種蝦生殖力研究. 水試所海水繁養殖研究中心 (台南分所) 91 年度年終研究報告, 7 頁.
- 林明男, 邱靜山, 曾寶順 (2004) 白蝦優良品系大量培育. 水試所海水繁養殖研究中心 (台南分所) 92 年度年終研究報告.
- 洪德仁 (1977) 斑節蝦性成熟及產卵的研究. 東京大學農學部博士審查論文, 164 頁 (日文).
- 曾寶順, 邱靜山, 林明男 (2003a) 配合飼料及文蛤對白蝦雄種蝦生殖力影響. 海水繁養殖研究, 1(1): 47-53.
- 曾寶順, 林明男, 丁雲源 (2003b) 室內立體養蝦系統培育白蝦種蝦研究. 海水繁養殖研究, 1(1): 1-9.
- Alfaro, J. (1996) Effect of  $17\alpha$ -Methyltestosterone and  $17\alpha$ -Hydroxyprogesterone on the quality of white shrimp *Penaeus vannamei* spermatophores. *Aquaculture*, 27: 487-492.
- Alfaro, J. and X. Lozano (1992) Production and deterioration of spermatophores in pond-reared *Penaeus vannamei*. *Aquaculture '92: Growing toward the 21<sup>st</sup> century*, 29-30.
- Alfaro, J. and X. Lozano (1993) Development and deterioration of spermatophores in pond-reared *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 24: 522-529.
- AQUACOP (1975) Maturation and spawning in capacity of *Penaeus merguensis* de Man, *Penaeus japonicus* Bate, *Penaeus aztecus* Ives, *Metapenaeus ensis* de Hann, and *Penaeus semisulcatus* de Hann. *Proc. World Maricult. Soc.*, 1: 123-132.
- AQUACOP (1979) Penaeid reared brood stock: closing the cycle of *Penaeus monodon*, *P. stylisrostris* and *P. vannamei*. *Proc. World Maricult. Soc.*, 10: 445-452.
- AQUACOP (1993) Spermatophore regeneration was studied in *Penaeus vannamei* to determine its relationship to the intermolt cycle. *Aquaculture*, 116: 91-98.
- Beard, T. W., J. F. Wickins and D. R. Arnstein (1977) The breeding and growth of *Penaeus merguensis* de Man in laboratory recirculation systems. *Aquaculture*, 10: 275-289.
- Bray, W. A., J. R. Leung-Trujillo, A. L. Lawrence, and S. M. Robertson (1985) Preliminary investigation of the effects of temperature, bacterial inoculation and EDTA on sperm quality in captive *Penaeus setiferus*. *J. World Maricult. Soc.*, 16: 250-257.
- Carr, W. H., J. A. Brock and J. S. Swingle (1995) An experimental trial of oxytetracycline as a therapy for black spermatophore disease in *Penaeus vannamei*. *J. Aquatic Animal Health*, 7: 331-336.
- Chow, S., P. A. Sandifer, M. M. Dougherty and W. J. Dougherty (1990) Spermatophore formation in penaeid shrimps. *In The Second Asian Fisheries Forum* (R. Hirano and I. Hanyu eds.), Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 623-626.
- Conte, F. S., M. J. Duronslet, W. H. Clark and J. C. Parker (1977) Maturation of *Penaeus stylirostris* and *P. setiferus* in hypersaline water near Corpus Christi, Texas. *Proc. World Soc.*, 8: 327-334.
- Lin, M. N. and I. Hanyu (1990) Improvement on the artificial insemination in the gravid females of close thelycum *Penaeus penicillatus*. *In The Second Asian Fisheries Forum* (R. Hirano and I. Hanyu eds.), Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 627-630.
- Lumare, F. (1984) Spontaneous sexual maturation of *Penaeus japonicus* Bate in a southeast Italian sandy pond. *La Mar*, 22: 43-47.
- Ogle, J. T. (1991) Maturation of *Penaeus vannamei* based upon a survey. *Gulf Research Reports*, 8(3): 295-297.
- Ogle, J. T. and K. Beaugez (1991) Food preference of *Penaeus vannamei*. *Gulf Research Reports*, 8: 291-294.
- Rodriguez, A. (1981) Growth and sexual maturation of *Penaeus kerathurus* and *Palaemon serratus* in salt ponds. *Aquaculture*, 24: 257-266.

- Talbot, P., D. Howard, J. Leung-Trujillo, T. W. Lee, W-Y. Li, H. RO and A. L. Lawrence (1989) Characterization of male reproductive tract degenerative syndrome in captive penaeid shrimp (*Penaeus setiferus*). *Aquaculture*, 78: 365-377.
- Villalon, J. R. (1993) Commercial semi-intensive penaeid growout techniques in Ecuador. *CRC Handbook of Mairculture*, vol. 1, Crustacean Aquaculture (J. P. McVey ed.), 2nd edition, CRC Press, Boca Raton, FL, 237-287.
- Wang, Q., M. Misamore, C. Q. Jing and C. L. Browdy (1995) Egg water induced reaction and biostain assay of sperm from marine shrimp *Penaeus vannamei*, dietary effects on sperm quality. *J. World Aquacult. Soc.*, 26(3): 261-271.
- Williams, A. S., D. A. Davis and C. R. Arnold (1996) Density dependent growth and survival of *Penaeus stiferus* and *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculating system. *J. World Aquacult. Soc.*, 27(1): 107-112.
- Wouters, R., J. Nieto and P. Sorgeloos (2000). Artificial diets for penaeid shrimp. *Global Aquacult. Advocate*, 3: 61-62.
- Wouters, R., P. Lavens, J. Nieto and P. Sorgeloos (2001). Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development. *Aquaculture*, 202: 1-21.
- Wouters, R., B. Zambrano, M. Espin, J. Calderon, P. Lavens and P. Sorgeloos (2002) Experimental broodstock diets as partial fresh food substitute in white shrimp *Litopenaeus vannamei* B. *Aquacult. Nutr.*, 8: 249-256.

# 白蝦種蝦的營養需求

## Nutrition Requirement for *Litopenaeus vannamei* Broodstock

沈士新  
*Shyn-Shin Sheen*

國立台灣海洋大學 水產養殖學系  
*Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University*

### 摘 要

甲殼類的生殖包含有生成與累積營養物質運輸至未受精之卵，一旦接受精子的遺傳物質，每一顆卵即提供胚胎的發育與第一階段初期苗發育的營養至變態為開始攝食的幼苗，食卵黃囊的生物必須由種魚蝦來提供營養組成，種魚蝦的飼料必須提供足夠的能量和營養以應生殖代謝所需，甲殼類種蝦所需的最適營養需求的了解相當有限，種蝦飼料必需有能力提供：一、促進性成熟；二、強化受精能力與交配能力；三、改進卵品質與量來提高苗的生產量與活存率。

### 前 言

近年，由於野生蝦苗的撈捕量下降，因此急需發展蝦苗的培育計畫，增加養殖對蝦的生殖能力，適當飼料的利用對於種蝦的性成熟與生產為一重要的關鍵，成熟蝦的卵巢重量在 1 週內可增加 4~9 倍，並且累積足量的營養至卵黃囊以提供爾後胚胎正常發育及開口前之種苗的營養，不均衡的飼料會造成不佳的生殖表現及停止生殖發育，因此，飼料在種蝦之培育管理中佔一相當高的成本；本回顧報告將討

論最近的實驗成果和改善種蝦營養之知識與開發人工種蝦飼料。

飼料的營養組成是影響天然和養殖種蝦卵巢成熟的重要因素，雖然早在 1980 年代即已開發出種蝦人工飼料，但是可靠而且能有效的使種蝦卵巢成熟的人工飼料，卻仍然無法開發出來，至今仍靠生鮮冷凍的天然食物提供種蝦所需的營養，以促進卵巢的發育和成熟。

過去蝦苗的來源主要是依賴野生苗或野外準備孵化的種蝦，由於種蝦催熟技術的確立蝦苗的產量才得以突破，而這些技術包括：眼柄剪除、荷爾蒙注射、移植成熟母蝦的胸腺和環境因素的控制（光週期、光強度、溫度、鹽度、水深、蓄養池大小、密度、蓄養池顏色和合適的底質），但是各項技術仍需要餌料生物來提供營養；因此，了解營養與繁殖間的關係，配上合適而有效誘導蝦類成熟的營養物質，對於解決種蝦來源的缺乏和生產大量蝦苗來說是必須的。除此之外，生殖中特定營養成份所扮演的角色以及營養物質的蓄積、轉移和利用，對蝦類生殖生理和生活史的影響均應有所探討。

種蝦的大小（重量 or 長度）用來做為種蝦選擇的重要指標，例如，野生草蝦平均 75 g



表一 不同種類種蝦所餵食的誘導成熟食物

甲殼類	誘導成熟的食物	餵食方法
龍蝦 ( <i>Panulirus srgus</i> )	新鮮蟹肉+冷凍魚	每天
印度蝦	烏賊肉+貽貝+人工飼料	每天
斑節蝦	文蛤	每天,4%體重
	文蛤	每天,2%體重
	人工飼料+文蛤+蝦粉	每天
	文蛤+蝦粉	每天二次
	人工飼料+蝦粉	每天二次
草蝦	冷藏貽貝	每天,4.5%體重
	新鮮貽貝+冷凍蝦肉	每天
	冷凍蝦肉	每天二次 3.5%體重
	人工飼料	每天二次 2.5%體重
白蝦	人工飼料+冷凍烏賊肉+紅筋蟲	每天二次 2.5%體重
淡水蝦	新鮮貽貝+ 冷凍蝦肉	每天 一週一次
北白蝦 ( <i>Penaeus semisulcatus</i> )	牡蠣+人工飼料	每天 3%體重
	冷凍豐年蝦	早上餵食
	冷凍魚肉+冷凍蝦肉	晚上餵食
中國對蝦	新鮮貽貝+冷凍蝦肉	每天一次

摘自 Harrison (1980).

即可達成熟階段，因此一般建議野外捕抓的母蝦須達 60 ~ 90 g，雄性種蝦則為 40 ~ 60g；白蝦的成熟體型則建議為 30 ~ 45 g，每一隻種蝦的產卵量則和種蝦的大小呈正比，雌蝦愈大則單位時間每一種蝦之產卵量則愈多；因此雌蝦愈大，其無節幼蟲及水蚤幼蟲的產量愈高，白蝦種蝦 (43 ~ 56 g) 的大小和子代的生產量無關，然而，蝦卵和無節幼蟲的生化組成與種蝦的大小呈負相關。

種蝦在成熟、繁殖和胚胎的發生過程中，對於營養需求的文獻資料很少，但底棲甲殼類和仔稚期發展，其能量蓄積和生化變化則有一些數據，端腳目卵之脂肪組成和脂肪的利用形式也有數據提出，少數的報告則是針對種蝦的天然食物來研究。至於本文將詳述十足目催熟

和繁殖間的營養與生化關係。

自 1970 年以來，誘導十足目成熟的餌料組成實驗就一直持續在進行 (表一)。種蝦的營養需求可從成熟母蝦的器官，例如生殖巢、肝胰臟和精、卵和野外採集的仔稚蝦體組成的變化和差異來推測，另外也可以從成熟過程中營養代謝和卵黃生成中內分泌變化來推測。

我們探討的主題包括：一、從營養與生化觀點來探討甲殼類生殖生理的基本資料；二、甲殼類在生殖中特殊營養的需求；三、提供甲殼類種蝦商業飼料組成和營養需求的應用與展望。

甲殼類第一次成熟的年齡，從四個月至六個月不等，卵巢發育時期如果營養缺乏，可能導致卵數目減少、卵徑小和孵化率降低，我們

知道當動物攝食品質不好的飼料時，往往會造成不孕，因此在長期維持動物繁殖和基因庫延續的考慮下，營養是一個重要的因素。

## 生殖內分泌

甲殼類生殖和卵巢成熟是由類固醇、多肽類和 terpenoid 荷爾蒙所調節和控制，甲殼類生殖內分泌機制包括：內分泌結構、生殖和脫殼荷爾蒙和甲殼類生殖荷爾蒙的製造與釋放，同時這些機制受到環境因素如溫度和光線，甚至內在因素如發育階段、脫殼週期、能量與營養蓄積所控制。野外脫殼週期和成熟週期，對季節性食物量和質的變化，有著相同步調的關係，所以眼柄剪除誘導種蝦成熟，必需考慮營養和能量的提供。

另一種以營養為考慮的是類固醇，類固醇的合成是以膽固醇為前趨物質，通常甲殼類無法合成膽固醇，因此膽固醇的攝取和已存在體內的膽固醇，為提供固醇類荷爾蒙的來源。有證據指出某些組織具有代謝固醇類或合成膽固醇的能力：一、Y 器官合成脫殼激素如  $\alpha$  和  $\beta$ -ecdysone，另外肝胰臟也有可能合成  $\beta$ -ecdysone；二、雄性腺（專指雄性）的發展，維持雄性特徵和造精活力；三、生殖組織中發現有脫殼固醇，但是在生殖上作用不明。

最常使用誘導母蝦成熟的技術是眼柄剪除，在眼柄基部的竇腺是生殖抑制荷爾蒙 (GIH)、脫殼抑制賀爾蒙 (MIH) 和其他神經內分泌的分泌腺體所在，雌甲殼類中 GIH 抑制二次卵黃生成在卵巢、肝胰臟和其他的組織如腹部的皮下組織、結締的皮下組織和脂肪的皮下組織，但是肝胰臟和卵巢是否為 GIH 的標的器官，則需要進一步的研究。眼柄的切除促進卵塊的增加，同時眼柄的切除也除去了控制脫殼的 MIH，但是卻沒有資料證實卵黃生成與脫殼荷爾蒙間之關係。

性成熟分為很多程序，分別為：一、生殖細胞的發生；二、卵細胞、精細胞的生產；三、

雌性初級和次級卵黃生成（內生性和外生性卵黃蛋白的產生）。

生殖腺指數 (GSI) 主要是用來測定甲殼類生殖腺成熟度的指標，而  $GSI = \frac{\text{生殖腺重}}{\text{體重}} \times 100$ 。雌甲殼類成熟時，GSI 會顯著的增加，而產卵後則明顯的下降。

## 生殖細胞的發育

卵的發育是經由卵到初級卵黃生成的連續程序 (表二)。某些甲殼類卵巢的發育其所含的卵，是在不同發育階段和卵黃生成下產生的，其他的甲殼類，它的卵巢的發育則是以同步進行。雖然十足目產生大量的含卵黃的卵，但是卵黃的量和胚胎發生期間與孵化後幼期的發育有明顯的關係，所以卵發育的數量和親蝦的營養狀況有直接的關係。

卵黃的形成包括卵黃生成前趨物的產生 (卵黃素, VG) 和卵脂蛋白 (lipovitellin, LV) 以及卵細胞同時累積卵黃囊的有機和無機的組成。卵一般由二部份構成；主要為卵質 (ooplasm) 和卵黃 (vitellus)，他們被包在卵膜 (chorion) 內，卵質含有粒腺體和皮質粒，其上有卵母細胞之高基氏體和粗內質網所製造的醣蛋白，而中性脂質可由高基氏體和光滑內質網合成，或由肝胰臟中的血淋巴脂質，即高密度脂蛋白 (HDL) 累積而來。卵黃被卵黃蛋白膜包起，主要的成分是水和水溶性物質 (包括醣蛋白) 以及有機和無機化合物；有機化合物主要是蛋白質和脂質，分別佔卵粒重的 24 和 22 %，另外少部分為類胡蘿蔔素、碳水化合物、游離胺基酸、醣和核苷酸。除了卵黃蛋白外，卵黃也由簡單的蛋白質和高基氏體與粗內質網合成的醣蛋白組成。

在自然界中，初級卵黃形成須要好幾個月，主要在卵質中粗內質網和高基氏體形成卵黃醣蛋白過程，其卵徑的加大很慢。次級卵母形成期以 LV 的急速蓄積為主，卵母細胞能產生 LV 分子至少 3 至 5 個單位，並且組合 LV



表二 十足目甲殼類卵細胞發育過程中，營養累積的位置

卵母細胞發育階段	發育	營養代謝位置
減數分裂期	初級濾泡膜卵附近出現肝 可見染色體	胰臟中蓄積營養
卵黃生成前期	初級濾泡細胞在卵附近 染色體消失 第一次增大卵徑（慢） 核醣體儲存 粗內質網和片斷發育	卵母細胞合成和累積蛋白質
初級卵黃生成	初級濾泡細胞在卵附近 繼續第一次增大卵徑	卵母細胞合成醣蛋白 卵母細胞合成脂卵黃前質
次級卵黃生成	初級濾泡細胞在卵附近 卵黃前質和微細絨毛形成 第二次增大卵徑 顏色形成	外生性卵黃合成 卵黃素的胞飲和類胡蘿蔔素的累 積 內生性卵黃合成

摘自 Meusy and Charnicaux-coxon (1980).

分子，而脂溶性部份包括有磷脂膽鹼、磷脂乙醇胺、類胡蘿蔔素和碳水化合物。

次級卵黃形成，卵母細胞發育由絨毛白血淋巴吸取大量的卵黃素前質之後，卵徑才急速得以增加並且產卵。卵黃素前質是一種類胡蘿蔔醣脂蛋白 (carotenoglycolipo-protein) 存在成熟的雌蝦體中，可稱為特殊雌蛋白質 (FSP)，卵巢成熟過程中，血淋巴主要是以 HDL 循環為主，VG 是由五個次單元所構成的，它被視為卵巢外生型的卵蛋白前質。

在十足目甲殼類中 VG 是由肝胰臟的 vitellogenocyte 所產生，肝胰臟合成大量的 VG 與卵母細胞的胞飲期一致，之後其合成量的下降與「卵巢對 VG 的吸收」下降是一致的，並且當卵母細胞成熟時其胞飲速度降低，因此可以預測肝胰臟和卵母細胞是“荷爾蒙因子調節生殖的標的器官”。

## 營養—生殖交互作用

甲殼類胚胎和攝食前的幼生是以卵黃囊 (lecithotrophic) 來維生，也就是他們的營養源主要由卵黃囊所提供，卵黃營養的質和量取決於母親的體質，合成營養的能力和成熟期間食物的攝取，明瞭這些因素之後，才能調配出有效的種蝦飼料配方和餵食方式。第二卵黃生成期卵的品質和餌料有關，種蝦的營養必須增加能量的提供和合適的營養成份，以符合生合成的代謝和營養成份的流通，來轉換成生殖腺、卵和卵黃，此時飼料要能提供胚胎發育期和早期仔稚期發育時獲自卵所供應的必須營養成份。

眼柄剪除誘導卵巢成熟，可加速荷爾蒙和代謝的改變，並且刺激卵巢的發育，卵粒即進入生合成和能量的蓄積，此時需要內在營養的物質的流通，以及本身無法合成需由外界的補給。在自然環境營養不足的情況下，無法完成成熟或是成熟率會趨於緩慢，相反的眼柄剪除後所誘導出的荷爾蒙改變，可無視營養狀態而

表三 種蝦餵食鮮餌、實驗飼料及商業飼料之一般成份分析

成 份	生 餌			實 驗 飼 料			商 業 飼 料	
	A	B	C	D	E	F	G	H
粗 蛋 白	58	73	42	49	52	>50	50	>53
粗 油 脂	11	8	6	8	10	>10	17	>9
粗 纖 維	ns	ns	ns	32	ns	ns	8	<2
灰 分	ns	8	ns	12	ns	ns	9	<19
水 分	ns	80	ns	ns	ns	ns	20	<10

ns: 未測出。

A: 烏賊粉: 紅筋蟲: 蝦粉 = 4:2:2:1; B: 烏賊粉: 甘貝粉 = 1.3:1.

摘自 Wouters *et al.* (2001).

進入成熟期，所以眼柄剪除後飼料的攝取，不能提供給種蝦使之完成營養的蓄積，所以眼柄剪除之前的營養狀況，對於成功的成熟與孵化是一個重要的關鍵。我們以組織學比較剪眼柄和不剪眼柄的卵巢、卵細胞和肝胰臟細胞，並未因眼柄的剪除而有改變，但是檢查卵巢的卵黃前質，眼柄剪除影響肝胰臟蓄積的營養轉移至卵巢。

## 能 量

食物中的能量和本身所含的能量，必須超過它所維持生命和活動所需的能量，才能供應其成長、脫殼或生殖。甲殼類如印度蝦只要能量和營養的需求符合所需，加上環境狀況適當，生殖腺的成熟和生長可同時進行，但是另一些甲殼類如淡水蝦在生殖期間則不成長，而且還可見到雌蝦進入性成熟時，本身的成長反而下降。

飼料中碳水化合物、脂質和蛋白質，均勻的被甲殼類做為能量來源，然而這些基質的利用率和最適飼料的平衡，則隨蝦種類的不同而有所差異。*Palaemon serratus* 在胚胎發育期，卵黃蛋白被氧化為能量並且轉換進入胚胎組織，這可由卵中的蛋白質減少 25% 得証。

生殖和生殖腺的成熟過程中，必需增加生

合成的作用，例如脂肪、蛋白質、碳水化合物和核酸來產生基因物質 (DNA)，生殖腺、卵和卵黃也必須消耗大量的的能量，因此成熟的雌雄甲殼類的能量代謝需求，是一個重要但至今仍未有研究的領域。此外促進卵黃生成的有效能量來源必須建立，如此的知識必先建立在了解非生殖期的能量需求。

## 脂 質

脂質在十足目甲殼類的生化、代謝和生殖上扮演一重要角色。中性脂質也就是三甘油脂是主要的能量來源，而且是成蝦和稚蝦期攝食前主要能量儲藏源。當脂肪一但需要提供能量時，脂肪被酵素分解，可自甘油骨架上解離，在血液中為蛋白質攜帶、活化而進入粒腺體，在其內以  $\beta$ -氧化生成乙烯輔酶再進入 TCA 循環而生成能量。表三列出以生餌，實驗飼料及商業飼料餵食種蝦的一般成份分析，人工種蝦飼料之總油脂為 10%，較成蝦飼料高出 3%，有些商業飼料更高達 14% 的油脂，然而，高油脂飼料對消化率可能造成負面的影響。

十足目的肝胰臟是脂肪累積的場所，而成熟期的卵巢則成為另一個脂質代謝中心，不過成熟的卵巢所蓄積的脂肪主要是來自肝胰臟。卵巢的脂質提供卵和卵黃的生合成能量來



表四 不同階段的野生母草蝦的卵巢和公草蝦的組織脂質含量分比 (IMD)

卵巢階段	脂質重 (% 純重)		
	肝胰臟	肌肉	生殖腺
未成熟期 (6)*	23.42 ± 1.53	2.82 ± 0.27	5.80 ± 1.59
早期成熟期 (6)	23.44 ± 3.88	2.72 ± 0.13	15.20 ± 2.92
後期成熟期 (5)	17.63 ± 4.11	2.57 ± 0.10	17.00 ± 0.87
完全成熟期 (5)	25.20 ± 3.50	2.84 ± 0.33	15.90 ± 1.64
空母期 (5)	15.72 ± 3.70	2.17 ± 0.19	7.70 ± 0.20
公蝦 (6)	46.20 ± 1.53	2.80 ± 0.16	3.20 ± 0.10

\*括弧內的數字代表草蝦的數目。  
摘自 Primavera (1984).

表五 野生草蝦不同階段的卵巢的中性與極性脂質的脂肪酸百分比

脂肪酸	卵巢發育									
	未成熟期		早期成熟期		後期成熟期		完全成熟期		空母期	
	中性	極性	中性	極性	中性	極性	中性	極性	中性	極性
16 : 0	17.4	18.3	15.6	11.3	22.7	16.2	19.8	19.5	23.5	13.0
16 : 1n-7	30.6	18.4	24.5	15.8	32.8	16.5	23.1	25.6	25.5	17.6
18 : 0	5.1	6.1	4.9	4.6	3.9	5.8	4.2	5.4	3.9	4.5
18 : 1n-9	28.6	34.5	33.2	30.6	26.5	32.8	31.8	35.9	24.5	37.7
20 : 4n-6	4.1	6.3	2.5	10.8	2.1	7.0	2.5	2.5	6.3	12.3
20 : 5n-3	6.9	8.9	2.4	9.6	2.3	9.5	4.6	2.9	8.9	9.3
22 : 6n-3	3.0	3.7	1.7	7.0	1.4	3.9	2.3	2.7	3.7	4.4
Total PUFA	14.0	18.9	6.6	27.4	5.8	20.4	9.4	8.1	18.9	6.0
Percent of total lipid	54.5	45.5	68.8	31.2	52.4	47.6	36.8	63.2	45.5	37.5

摘自 Primavera (1984).

源，並且被發育中的卵吸收和蓄積，中性脂質蓄積在油球中，主要物質為非必須脂肪酸如 16:0 或 n-9 系列的脂肪酸。

磷脂質和固醇類是細胞膜組成和細胞質內的重要結構，具備特殊生理功能，磷脂質在血淋巴中是脂質主要的運輸形式，在高密度脂蛋白中佔有 87 ~ 88 %。

飼料中的中性和極性脂質被肝胰臟分泌的脂肪酵素分解而吸收，分解的游離脂肪酸、單一三酸甘油脂 (MG) 和 isophosphoglycerides (LP) 是在中腸腺的表皮細胞上被吸收，被吸收的三酸甘油脂和脂肪酸經轉換成

磷脂質後，再與蛋白質結合成為高密度脂蛋白而進入血淋巴。

關於卵巢中的脂質在成熟過程中所扮演的角色，必須了解以下的二個問題：

#### 一、發育中的卵巢所增加的中性和極性脂質來自何處？

- (一) 肝胰臟中蓄積的可轉移脂肪：三酸甘油脂和必須脂肪酸；
- (二) 成熟期間肝胰臟生合成和外送的非必須脂肪酸；
- (三) 卵巢中生合成的三酸甘油脂；

- (四) 卵直接自飼料中吸收和利用脂肪酸；  
 (五) 必須脂肪酸前趨物質的去飽和與鏈的加長作用。

## 二、以上作用對急速誘導成熟有何影響？

誘導成熟過程中，肝胰臟蓄積的脂質轉移到卵巢，這在斑節蝦以同位素標定的脂肪酸 C16:0 和 C18:3n-3 中得知，標定的脂肪酸主要分佈在肝胰臟中的磷脂膽鹼、游離脂肪酸和肌肉中的磷脂膽鹼。經過五天的標定後，脂肪酸在肝胰臟中減少而在卵巢中增加，而標定的 n-3 脂肪酸主要在磷脂質出現，而標定的 16:0 則出現在三酸甘油酯中。

以剪除眼柄誘導卵巢成熟，其卵巢有脂肪酸的蓄積，日本的研究學者證實眼柄剪除後卵巢中的脂肪較眼柄完整的蝦多十倍，肝胰臟的脂肪也下降。肝胰臟中總脂質下降的原因，可能是由於成熟時生合成活性的增加所致，例如日本的研究學者指出斑節蝦經眼柄切除後，飼料消耗量為沒有剪除眼柄的二倍。

從印度蝦卵巢、肝胰臟、血淋巴和肌肉，在卵黃生成中脂肪的變化，我們可以發現肝胰臟中的脂肪只提供小部份給卵黃生成，然而飼料中的脂質則迅速的從肝胰臟輸送到卵巢，肝胰臟之中性與極性脂質的消耗，並不能造成血淋巴極性脂質和卵巢脂質的增加。

血淋巴中，高密度脂蛋白含量最多的脂質為：磷脂膽鹼 (80 ~ 85 %)、脫脂酸磷酸膽鹼 (1 %)、磷酸乙醇胺 (3 %)，三酸甘油酯 (5 ~ 8 %)、膽固醇 (3 ~ 4 %) 及神經磷脂質 (2 ~ 3 %)。

n-3 高度不飽和脂肪酸在極性脂質中的含量大於在中性脂質中的含量，然而三酸甘油酯含量有飽和與單烯不飽和脂肪酸。研究學者發現卵巢脂質中的 20:5n-3 和 22:6n-3 含量比肝胰臟中之含量高。在生殖組織中含的 n-3 和 n-6 高度不飽和脂肪酸，這些脂肪酸對甲殼類是必需的，同時飼料中的脂肪酸影響生殖腺和卵的

脂肪酸組成，但是種蝦飼料所含的 n-3 和 n-6 高度不飽和脂肪酸不能過度強調，必須由實驗來決定飼料中能添加多少的量，以及決定合適的 n-3 和 n-6 在飼料中的比值；假如過度強調 n-3 脂肪酸在種蝦飼料中的重要性，可能導致 n-3 和 n-6 在飼料中不均衡比值而造成負作用。18:2n-6 轉換成 20 和 22 碳的脂肪酸必須經過鏈的加長和不飽和的作用，不飽和酵素 (desaturase) 在 18:3n-3 的親和力較 n-6 系列脂肪酸的親和力強，所以多量的 18:3n-3 競爭此酵素的結果，會抑制 18:2n-6 轉換成 n-6 系列脂肪酸，尤其是降低花生四烯酸 (20:4n-6) 的合成，飼料中 18:2n-6 的量可符合最低的需求，但是飼料中 18:3n-3 的加強可能導致“相對的過量”而造成不良的影響。

草蝦卵巢中的脂肪在卵巢成熟第二期顯著的增加，脂肪含量在第三期達最高量，並且維持到第四期。脂肪含量的增加與肝胰臟中脂肪的減少剛好一致 (表四)；通常野生種蝦卵巢中的脂肪酸含量可以反應出飼料的營養需求，或是胚胎發育中的轉換，表五為野生草蝦卵巢各時期脂中性與極性脂肪酸的組成，卵巢成熟自 II 至 IV 時期，極性脂質量增加，然而其高度不飽和脂肪酸則呈相反的趨向，肝胰臟中的中性脂質則較極性脂質含量高 (表六)，在第 IV 期卵巢極性脂質的高度不飽和脂肪酸量的下降，反應出其轉換成其他的物質或轉換為能量。表七指出不同蝦種之成熟卵巢與無節幼蟲的脂肪酸組成，不同種蝦組織中的脂肪酸有很大的差異，尤其是 HUFA。表八指出人工飼料所含的花生四烯酸 20:4n-6 的量相當低，20:4n-6 被認為和生殖荷爾蒙的前列腺素的合成有關；另外，人工飼料中也含相當低量的 EPA (20:5n-3)，如此一來導致低的 n-3HUFA 含量和高 DHA/EPA，而鮮餌的 n-3/n-6 的比值相當高，因此，催熟飼料需含高的 n-3/n-6，再加上適量的 20:4n-6，白蝦的催熟飼料 n-3 比 n-6 需要 2:1，而白蝦的無節幼蟲之 n-3/n-6 比為 3。



表六 野生草蝦不同階段的肝胰臟的中性與極性脂質的脂肪酸百分比

脂肪酸	卵巢發育									
	未成熟期		早期成熟期		後期成熟期		完全成熟期		空母期	
	中性	極性	中性	極性	中性	極性	中性	極性	中性	極性
16 : 0	20.4	10.6	15.5	11.4	16.8	16.7	19.9	16.9	14.0	8.6
16 : 1n-7	31.6	13.7	25.1	16.1	21.4	32.1	28.2	17.6	13.7	21.9
18 : 0	9.4	7.7	11.2	9.7	10.0	3.3	6.9	5.5	7.7	11.9
18 : 1n-9	24.3	27.1	27.4	38.6	24.5	30.5	25.9	21.9	27.1	27.8
20 : 4n-6	2.9	18.4	3.5	2.5	6.3	4.9	3.1	8.7	18.4	13.1
20 : 5n-3	3.4	11.9	4.6	1.9	8.1	5.7	3.5	7.9	11.9	10.0
22 : 6n-3	2.0	5.6	1.4	1.9	4.3	1.4	0.6	4.0	5.6	5.4
Total PUFA	8.3	35.9	9.5	6.3	18.7	12.0	7.2	20.6	35.9	28.5
Percent of total lipid	62.5	37.5	66.7	33.3	71.5	28.5	66.7	33.3	37.5	33.3

摘自 Millamena and Pascual (1990).

表七 各種對蝦之成熟卵等與無節幼蟲脂肪酸之組成 (%)

脂肪酸	藍蝦	斑節蝦	白蝦	
	成熟卵等	成熟卵等	成熟卵等	無節幼蟲
16 : 0	21.2	23.0	19.2	19.8
16 : 1	10.5	20.0	11.2	9.8
18 : 0	8.8	5.3	6.7	6.9
18 : 1	15.2	21.1	16.7	16.2
20 : 4n-6	4.1	3.6	4.8	4.3
20 : 5n-3	9.9	5.9	10.4	13.8
22 : 6n-3	7.0	7.1	7.7	8.4
DHA/EPA	0.7	1.2	0.7	0.6

摘自 Wouters *et al.* (2001).

表八 生物和人工飼料之脂肪酸組成

脂肪酸	生餌			人工飼料		
	紅蚯蚓	蛤肉	貽貝肉	實驗	商業	
16 : 0	7.5	25	13.6	20.7	19.4	29.2
16 : 1	3.6	5.7	6.1	7.2	3.5	4.6
18 : 0	6.5	6.8	3	4.3	3.3	4.9
18 : 1	7.1	15.4	4.2	16.5	15.6	15.6
20 : 4n-6	4.1	2.4	2.7	0.8	1.1	0.3
20 : 5n-3	29.3	18.1	15.3	8.4	10	4
22 : 6n-3	12.9	6.8	17.5	6.7	19.8	13.2
n-3 HUFA	52	24.9	33.9	15.1	31.2	17.8
n-3/n-6	8.2	1.7	7.9	1.6	3.1	1.5
DHA/EPA	0.4	0.38	1.14	0.8	2.0	3.3

摘自 Wouters *et al.* (2001).

## 膽固醇和其他的固醇

膽固醇為細胞膜上的重要物質和其他類固醇荷爾蒙的前趨物，龍蝦卵巢可將膽固醇轉換成類固醇荷爾蒙，因為甲殼類無能力合成類固醇環，因此膽固醇為一必須的營養素，所以肌肉、肝胰臟和生殖腺所蓄積的膽固醇主要來自飼料。

甲殼類的生殖過程中，膽固醇提供很多的功用，蝦卵巢中主要的脂質之一為游離固醇類，隨著卵巢的成熟，卵巢中固醇類的含量增加，佔總卵巢脂質之 6.4 ~ 22 %，伴隨而來的肝胰臟中膽固醇的減少可知，肝胰臟所儲藏的膽固醇轉移到卵巢中的膽固醇。日本的研究學者以 C<sup>14</sup> 標定的膽固醇注射到斑節蝦體內然後分析卵巢成熟時組織的吸收，結果發現對於 C<sup>14</sup> 的膽固醇進入組織中並無差異，但卵巢所顯現之同位素量最高，因此可以知道卵巢是膽固醇代謝的主要地方。

## 蛋白質和含 N 非蛋白質化合物

飼料中蛋白質所含的必須胺基酸，提供肌肉、結締組織和血淋巴蛋白質等構造蛋白質的合成，其中包括多肽類荷爾蒙、酵素和卵黃素，飼料蛋白質同時也提供氮源以合成輔酶和遺傳物質（核酸和核苷酸），更可做為能量源。

成熟過程中，卵巢的蛋白質量會增加，且蛋白質對卵黃素前質和卵黃素的合成相當重要。卵黃素中的蛋白質與脂肪比為 2:1，商業化的成熟飼料含 33 ~ 40 % 蛋白質，然而後期幼蝦和稚蝦需要 40 ~ 45 % 的蛋白質，成蝦需要 36 ~ 38 % 的蛋白質（表九）。當生殖腺成熟和生殖期時，為密集生合成時期，可以預知在此時期蛋白質的需求量比在非生殖期時高，學者建議商用飼料胺基酸組成應符合最適的天然食物之胺基酸組成，因此種蝦飼料的組成份應符合胚胎和攝食前之稚蝦與親蝦的代謝需求，所以野生種蝦的卵巢、卵和稚蝦之胺基酸

組成應分析並和成蝦的組成做比較，此一比較可見表十，例如幼苗較稚蝦和成蝦有較低的精胺酸和較高的苯丙胺酸，飼料中的某些必須胺基酸必須符合胚胎和幼苗發育所必需，而將其添加再種蝦飼料中，以符合胺基酸組成。

## 碳水化合物

飼料中的碳水化合物對甲殼類而言並非必須的，多醣類如澱粉和糊精添加在飼料中充當便宜的能量源，有節約蛋白質的功能，他們也可充當黏著劑。飼料中單醣可迅速被吸收，但利用率差，高劑量時反而會抑制成長。醣水解酵素存在肝胰臟中，多量的飼料中碳水化合物會抑制醣水解酵素的活性。

碳水化合物在肝胰臟和肌肉中以肝醣形式儲存，在體內做為能量產生和非必須胺基酸的中間代謝前趨物，在卵巢成熟的過程中可被轉化成核酸和卵巢色素，而葡萄糖胺可轉化成幾個物質的前趨物，也就是甲殼類外殼的主要組成。

## 類胡蘿蔔素

類胡蘿蔔素在甲殼類中以很多的形式存在：一、游離色素；二、大分子如和幾丁質結合；三、分鏈鍵結但與蛋白質和碳水化合物在一起的複合物。甲殼類和其他的動物一樣，無法合成類胡蘿蔔素，類胡蘿蔔素自飼料中吸收並直接儲存或代謝成其他的形式，類胡蘿蔔素對甲殼類營養價和其需求量仍未知，但在卵巢成熟時蓄養在卵巢、卵的色素及早期成熟時期游離和脂化的類胡蘿蔔素累積在肝臟中。類胡蘿蔔素的量和形式的累積是由很多因素來決定的，包括：一、季節的改變；二、飼料中可利用的類胡蘿蔔素；三、溫度。蝦經眼柄剪除後，β-類胡蘿蔔素轉換和儲存為蝦紅素（astaxanthin）的能力比變成為角黃素（canthaxanthin）更為有效率。



表九 四種對蝦的種蝦飼料

一般成份	飼料 (% 乾重)			
	A	B	C	D
蛋白質	22	36	34	57
油脂	3	11	13	14
灰分	N/A	4	4	N/A
粗纖維	33	10	16	6
水份	~1	N/A	N/A	N/A

摘自 Millamena and Pascual (1990).

表十 各種種蝦人工飼料的維生素 (mg/Kg 飼料) 組成

維生素	斑節蝦	印度蝦	草蝦	白蝦	中國對蝦
維生素 C	492	2500	28092	1200	10000
Biotin	6.3	2.5	6.4	11.3	60
Ca-pantothenate	948	125	948	125	240
維生素D <sub>3</sub>	19	0.06	19	0.11	—
Choline	9480	3000	9480	843	5000
維生素B <sub>12</sub>	0.1	0.15	0.1	0.02	—
Folic acid	13	12.5	13	9.7	60
Inositol	6320	2500	6320	450	600
維生素K <sub>3</sub>	63	2.5	63	5	60
Niacine	623	250	623	225	600
P-amino benzoic acid	158	—	158	—	—
維生素B <sub>6</sub>	190	25	190	9	60
維生素B <sub>2</sub>	126	62.5	126	56	120
維生素B <sub>1</sub>	63	25	63	10	60
維生素 A	18	15.6	40	2.8	—
維生素 E	482	300	500	500	2160

摘自 Wouters *et al.* (2001).

在二次卵黃生成前期，類胡蘿蔔素自肝胰臟轉移到卵巢，其運送方法是與高密度脂蛋白結合在血淋巴中輸送，類胡蘿蔔醣脂蛋白是卵藉由胞飲作用吸收，卵巢的顏色變得明顯，並且可做為成熟程度的指標，顏色的變化隨類胡蘿蔔素的累積和與醣蛋白或脂蛋白複合體的形成有關，十足目甲殼類卵巢和卵的主要色素為蝦紅素，其他的色素則有  $\beta$ -類胡蘿蔔素和葉黃素。

類胡蘿蔔素的功用為：一、在卵中做為抗氧化物或光線的蔭蔽；二、保護營養儲存；三、保護胚胎免被太陽的輻射。卵的類胡蘿蔔素是色素的儲存所，可做為胚胎的和稚蝦形成色素細胞、眼點或維生素 A 的前趨物；因為飼料為甲殼類所需的類胡蘿蔔素的唯一來源，因此種蝦飼料中添加類胡蘿蔔素可影響卵質、幼苗活力和生存能力。

## 維生素和礦物質

探討種蝦維生素與礦物質的營養之前，有一些問題必須先提出：

- 一、雌雄種蝦成熟期時額外需要什麼？
- 二、卵中的維生素與礦物質含量，要多少才足夠提供胚胎發育與早期幼苗成長？
- 三、維生素和礦物質傳遞入卵的途徑與機構是什麼？
- 四、脂溶性和水溶性維生素如何的不同？
- 五、假如種蝦飼料中的維生素和礦物質增加，是否能造成卵量的增加？
- 六、是否維生素和礦物質會互相干擾而影響其吸收與代謝，種蝦飼料中，維生素和礦物質的最適平衡是否影響生殖率與胚胎的發育。

維生素 E 對於魚類生殖腺的成長與孵化很重要，它主要的功能是抗氧化作用，保護細胞以免被自由基氧化，維生素 E 缺乏會造成鯉魚卵巢發育遲緩，和降低香魚的孵化率和孵化後的活存率。維生素 D 在甲殼類的作用是調節鈣和磷的代謝，主要功用在幫助吸收和儲存鈣於甲殼上。

維生素 A 作用在精子生成、卵生成和胚胎發育與成長。維生素 A 在甲殼類中含量的變化，可反應出飼料中含量的變化，而類胡蘿蔔色素是維生素 A 的前趨物，可幫助滿足在維生素 A 上的需求。

飼料中通常含有維生素B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、泛酸、肌醇、膽鹼、葉酸、菸鹼酸、生物素、維生素C和B<sub>12</sub>等這些水溶性維生素，而這些維生素在甲殼類代謝過程中所扮演的重要性和角色，至今仍未能很明顯瞭，維生素C可充當做抗氧化劑與合成膠質的輔酵素，同時可調節或合成在卵巢濾泡細胞上的生殖荷爾蒙，有很多報告證實種魚飼料缺乏維生素C時會影響其卵的孵化率和稚魚的存活率。一種新發展出來的維生素C，MAP (Mg-L-ascorbyl-2-phosphate)，為一種在製造過程中和在水中更穩定的形式，被

證實可更有效的取代斑節蝦飼料中的L-維生素C，種蝦飼料中維生素C的效力，包括在卵中的蓄積和它對胚胎發育與孵化率的影響，都必須進一步研究調查；各種種蝦人工飼料的維生素組成見表十一。

水中動物的礦物質營養相當複雜，乃因它可自水中吸收礦物質經過鰓的表皮細胞和小腸黏膜細胞進入體內，此外維生素的量和礦物質的吸收間，彼此的干擾可能影響生殖腺的發育。

礦物質的缺乏或不平衡是以二種方式影響甲殼類生殖：一、生理上的壓抑可激發卵子的在吸收或其他減少種蝦生殖的適應性，如造成電解質的不平衡，二、礦物質的缺乏而改變卵的品質與組成，進而間接影響胚胎發育、卵的孵化率和幼苗的活力。

雖然甲殼類可自環境中吸收礦物質，但飼料中仍需含有足夠的微量元素，甲殼類飼料中必須含有大量的礦物質成份如 Ca、P、Mg、Na、K 和 Cl，以及微量元素如 Fe、Cu、Zn、Mn、Se 和 Co；微量元素 Li 通常沒有添加在飼料中，但是 Li 在生殖期可調節酵素活性，另外從雌蝦 Li 含量較雄蝦高來看，Li 可能和雌性生殖代謝有關。研究學者認為在對蝦飼料中的 Ca 與 P 不應分別超過 2.8 % 和 1.8 %，並指出 Ca 與 P 的比值應在 1:1 到 1.5:1 之間。

分析生殖腺，卵和剛孵化幼苗中之礦物質含量，可以用來評估灰份含量飼料對生殖的影響，並可決定種蝦飼料中礦物質的含量。

最後，我們必須說開發種蝦飼料必須符合親蝦的營養需求，另外商業化的種蝦飼料其目標是：一、促進成熟；二、加強受精和促進交配；三、改進卵質、卵量和下一代活存力來增加生產率。

評估甲殼類生殖的指標可以參考表十二，這些指標可用來評估種蝦飼料的效力，因為整體生殖控制包括選擇有繁殖能力的雄蝦或人工飼養的成熟雄蝦，另外雄蝦的營養一生殖間之關係也應一併考慮進行調查。



九〇年代可提供很多的研究領域來挑戰和研發甲殼類生殖和營養。藉多項的研究和完整的資料可讓我們更明確的了解種蝦的營養需求，和配製種蝦飼料來完成在人工環境下更

有效、更經濟的控制甲殼類生殖，此外，更可明白環境、生理和生化因素在野外如何來影響生殖縣的完整發育。

表十一 五種甲殼類全組織之胺基酸組成

胺基酸	<i>Palaemon serrotus</i>		<i>Penaeus monodon</i>		<i>Pachyghapsus</i>	<i>Procambarus</i>	<i>Penaeis japonicus</i>
	卵	眼幼蟲	稚蝦	成蝦	脂卵黃蛋白	脂卵黃蛋白	脂卵黃蛋白
丙胺酸	5.8	5.4	5.0	4.9	8.0	7.5	9.0
精胺酸	5.9	5.9	6.6	8.3	3.3	6.2	5.2
天門冬胺酸	9.5	8.4	8.4	8.8	9.9	8.5	9.2
胱胺酸	N/A	0.9	0.8	0.6	0.0	0.9	16.8
麩胺酸	13.2	11.4	13.2	14.0	12.1	8.21	6.8
甘胺酸	7.0	5.1	6.7	4.9	6.2	5.3	9.7
組胺酸	2.9	1.8	2.0	1.9	1.4	3.2	2.0
異白胺酸	6.1	3.6	3.7	3.9	5.7	6.1	4.5
白胺酸	9.0	6.2	6.3	6.6	10.9	8.0	7.1
甲硫胺酸	2.6	2.1	2.3	2.3	0.0	2.4	3.6
苯丙胺酸	3.9	3.8	3.5	3.2	4.3	4.7	3.7
脯胺酸	4.5	3.5	3.3	3.3	6.3	4.5	N/A
絲胺酸	6.2	3.6	3.4	3.0	10.6	8.8	6.8
羥丁胺酸	5.0	3.3	3.3	3.2	6.3	5.7	5.9
色胺酸	N/A	0.7	0.9	1.1	N/A	N/A	N/A
酪胺酸	2.9	3.8	3.2	3.2	2.7	3.8	2.0
纈胺酸	7.4	4.3	4.2	4.2	8.0	7.1	6.3

摘自 Vazquez-Boucard et al. (1986).

表十二 評估甲殼類生殖表現的標準

卵質的標準	精子的標準	子代表現的標準	整體表現
1.每次產卵的受精率 2.卵徑或重量 3.胚胎發育的時間 4.受精卵破裂的時間 5.孵化率	1.精子托重量 2.精子托狀況 3.精子的量 4.活的精子的百分比	1.每次產卵無節幼蟲的量 2.有活力無節幼蟲的量 3.健康無節幼蟲 a) 成長率 b) 脫殼之增重 c) 脫殼間期 d) 眼幼期的長度 e) 變態至眼幼蟲的百分比	1.性成熟的年齡 2.成功的交配 3.孵化的比值 (每月每一雌蝦的孵化數量) 4.再成熟

摘自 Harrison (1990).

## 參考文獻

- Harrison, K. E. (1990) The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. *J. Shellfish Res.*, 9:1-28.
- Meusy, J. J. and H. Charniaux-Cotton (1984) Endocrine control of vitellogenesis in Malacostraca crustaceans. *In Advances in Invertebrate Reproduction* (W. Engles, H. Clark, Jr. A. Fishcher, P. J. W. Olive and D. F. Went eds.), Elsevier Science Pub., New York, 231-241.
- Millamena, O. M. and F. P. Pascual (1990) Tissue lipid content and fatty acid composition of *Penaeus monodon* Fabricius broodstock from the wild. *J. World Aquacult. Soc.*, 21: 116-121.
- Primavera, J. H. (1984) A review of maturation and reproduction in closed thelycum penaeids. *In Proceedings of the First International Conference on the culture of Penaeid Prawns/Shrimps*. Iloilo City, Philippines. SEAFDEC Aquaculture Department.
- Vazquez-Boucard, C., H. J. Ceccaldi, Y. Benyamin and C. Rousta (1986) Identification, purification, et caracterisation de la lipovitellin chez un crustace decapode natantia *Penaeus japonicus* (Bates). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 97: 37-50.
- Wouters, R., P. Lavens, J. Nieto and P. Sorgeloos (2001) Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development. *Aquaculture*, 202: 1-21.

# 白蝦配合飼料之開發

## Development of Aquaculture Feed for White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Broodstock

曾寶順 · 林明男 · 丁雲源

*Bao-Shuenn Tzeng, Min-Nan Lin and Yun-Yuan Ting*

行政院農業委員會水產試驗所 海水繁養殖研究中心  
*Mariculture Research Center, Fisheries Research Institute*

### 前 言

台灣近五年來白蝦種蝦培育及人工繁殖技術相繼確立，養蝦產業均以白蝦養殖為主。目前繁殖場普遍以溫育種蝦繁殖蝦苗，種蝦需求量亦逐年增加，但所育成的種蝦品質參差不齊，在成熟、交配、產卵及生產量上不穩定(曾等, 2003)，且種蝦大量死亡及培育生產之蝦苗，成長不良或發生病變(Tu *et al.*, 1999; Yu and Song, 2000)。目前繁殖場遭遇最大的問題，為雄種蝦蓄養生產期間精莢退化及黑變，所育成的公蝦精莢內含有的精子量少，且大多為不正常精子，常導致交配、授精及孵化率低下。根據 Talbot *et al.* (1989) 觀察藍蝦精莢退化及褐變或黑變會直接影響生殖力，且溫育白蝦種蝦交配受精率僅 10 % (Bray *et al.*, 1985)，主要是因雄蝦的精莢小或變褐，自精莢摘出的精子團 (sperm mass) 不但小且失去黏性。雖然種蝦改投飼海虫、貝肉等生鮮餌料，可改善種蝦的品質及生殖力，但成本及污染率高且有病毒傳染的問題存在，且鮮餌有季節性的變化差異，營養品質不一、貨源不穩定及保存不易的問題(曾等, 2003)。

根據 Harris (1990, 1997) 認為乾性飼料

取代鮮餌，可穩定可靠的供給及控制品質，並可減少污染及疾病的發生，且混合使用人工飼料及鮮餌，較單一使用為佳 (Galgani *et al.*, 1989; Bray *et al.*, 1990; Nascimento *et al.*, 1991)，在觀察 80 % 的繁殖場中，人工飼料的日投餌量為 16 %，大部份則以新鮮魚、蝦、貝類肉為主 (Wouters *et al.*, 2000)。

有關種蝦飼料的營養等相關研究，需求日益殷切，且種蝦飼料的研發對蝦類繁殖事業發展的重要性，可提供產業經營層次確保產業永續經營發展，所以開發適合之種蝦飼料，乃是促進種蝦生殖力及降低生產成本提高收益，促進蝦類繁養殖產業步入企業化經營的首要課題。本文主要將近 3 年來本中心針對白蝦種蝦飼料研發及應用的初步結果，加以整理探討，以提供業界參考。

### 不同油脂含量對白蝦種蝦成長 及活存率的影響

飼料的營養組成可直接影響養殖生物的體組成，如能加強飼料的營養品質，藉以提高成長及增強自身防禦能力，必能增加養殖效

**Table 1.** Proximate analyses (% dry weight), composition and gross energy of experimental diets for *L. vannamei*

Composition	Dietary of lipid			
	0%	1%	3%	5%
Crude protein	53.11	52.74	50.58	48.39
Crude lipid	11.13	11.40	13.13	14.97
Crude fiber	0.53	0.76	0.91	1.14
Moisture	15.38	15.45	15.48	15.55
Ash	8.88	8.46	8.32	8.13
NFE*	10.97	11.19	11.58	11.82
Gross energy (Kcal/100g)	498.0	502.2	510.5	518.3
P/E ratio (mg protein/Kcal)	107	105	99	93

\*Nitrogen free.

**Table 2.** Effects of virous dietary lipid levels on growth, condition factor, ovary weight and survival of female *L. vannamei* (Initial weight:  $26.88 \pm 0.49$  g)

	Dietary of lipid			
	0%	1%	3%	5%
Body length (cm)	$14.59 \pm 0.07$	$14.67 \pm 0.07$	$14.40 \pm 0.13$	$14.37 \pm 0.33$
Body weight (g)	$39.89 \pm 1.59$	$41.22 \pm 1.36$	$38.12 \pm 0.93$	$37.75 \pm 2.74$
Ovary weight (g)	$0.23 \pm 0.02$	$0.31 \pm 0.01$	$0.23 \pm 0.04$	$0.24 \pm 0.02$
GSI	$0.57 \pm 0.03$	$0.70 \pm 0.01$	$0.56 \pm 0.06$	$0.60 \pm 0.01$
Growth rate (g/day)	$0.15 \pm 0.02$	$0.16 \pm 0.02$	$0.13 \pm 0.01$	$0.10 \pm 0.01$
FCR	$2.13 \pm 0^{bc}$	$1.97 \pm 0.02^c$	$2.26 \pm 0.02^b$	$2.87 \pm 0.08^a$
Weighe gain (%)	$48.41 \pm 5.90$	$53.33 \pm 5.04$	$41.78 \pm 3.46$	$33.13 \pm 2.36$
Condition factor	$12.84 \pm 0.33$	$13.06 \pm 0.26$	$12.76 \pm 0.04$	$12.01 \pm 0.61$
Survival rate (%)	$88.34 \pm 1.67^{ab}$	$90.00 \pm 0.0^a$	$81.67 \pm 1.67^b$	$81.67 \pm 1.67^b$

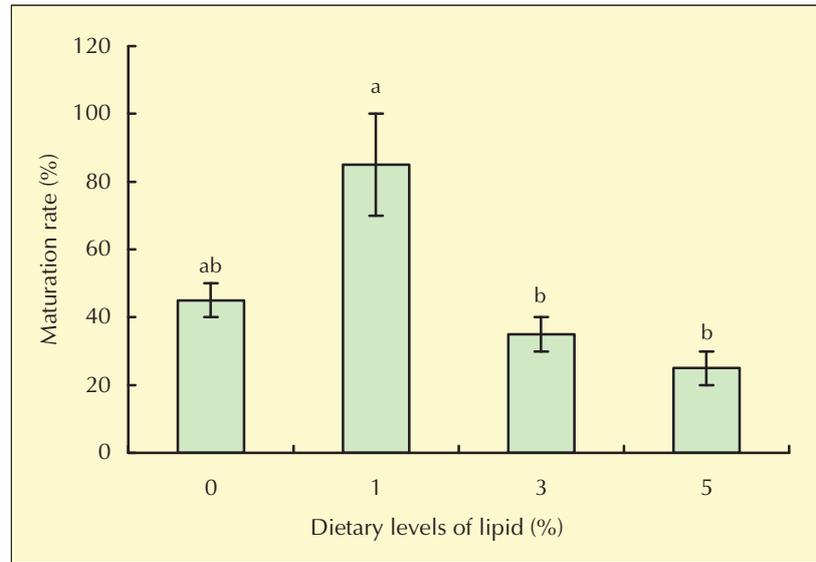
Means with different letters superscript are significantly different (FCR:  $p < 0.001$ ; others:  $p < 0.05$ ).

益。白蝦飼料中油脂含量增加至 20 % 時，成長及活存皆有下降的現象 (Andrews and Sick, 1972)，當飼料中之油脂添加量從 8 % 增加至 16 % 時斑節蝦增重率反而降低，經調查市售的種蝦人工飼料的總油脂量平均為 10 %，最高為 14 % (Bray *et al.*, 1990)，對蝦脂質需求為 8 ~ 11 % (Sheen *et al.*, 1994)，總油脂過高消化率有不良的影響，最後可能造成營養上的缺失 (D'Abramo, 1997)。本試驗目的在探討不同油脂添加量，對飼育白蝦雌種蝦成長、活存、飼料轉換率 (FCR) 及增重的效果。

實驗飼料以魚粉 40 % 及烏賊粉 20 % 等為主要蛋白源，配製成基礎飼料，並以魚油：

玉米油 (2:1) 添加 0 %、1 %、3 %、5 % 不同油脂含量之四種試驗飼料。試驗共分四組二重複試驗，每組雌種蝦各試養 30 尾，平均體重為  $26.88 \pm 0.49$  公克，每 7 天換水 1/3 水量，每日總投餵量約為總體重的 3 ~ 4%，分三次投餵 (08:00、12:00、17:00)，水溫、鹽度及其他水質條件隨季節環境而變化。試驗飼料一般組成成份呈規則性增加或減少變化，粗蛋白、灰份及 P/E 比值隨油脂添加量的增加而遞減，而粗脂質、粗纖維、不含氮抽出物及總能量隨油脂添加量的增加而遞增 (Table 1)。種蝦經試養 12 週結果 (Table 2)，平均體重、成長率、GSI、增重率、FCR 及活存率，均以添

**Fig. 1.** Effect of different dietary lipid levels on the maturation rate of unilateral eyestalk ablated female shrimp. Values with different superscripts significantly differ (by one-way ANOVA with Tukey's honest significance test,  $p < 0.05$ ). Maturation rate = Number of gravid female / Total female  $\times 100\%$ .



加 1 % 處理組最佳。FCR 各組平均以添加 1 % 油脂處理組最佳 (1.97)，5 % 處理組最差 (2.87)，並與 3 %、5 % 處理組有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。活存率以 1 % 處理組最高 (90 %)，3 %、5 % 處理組最低，有顯著差異 ( $p < 0.05$ , Table 2)。

由上述結果顯示，飼料中添加 1 % 油脂處理組其總油脂 11.4 %，粗蛋白質 52.7 %，總能量 502.2 Kcal/100g，蛋白質和能量的比值 105 mg protein/Kcal，在雌種蝦成長、活存、飼料轉換率 (FCR) 及增重均比其他三組為佳。即種蝦飼料總油脂 11.1 ~ 11.4% 最適，過量之油質反而會造成種蝦成長、增重及活存率下降，蛋白質含量應為 52 ~ 53 %，過高造成浪費，過低則成長、活存下降。

### 不同油脂含量種蝦飼料對白蝦母蝦產卵及活存效果

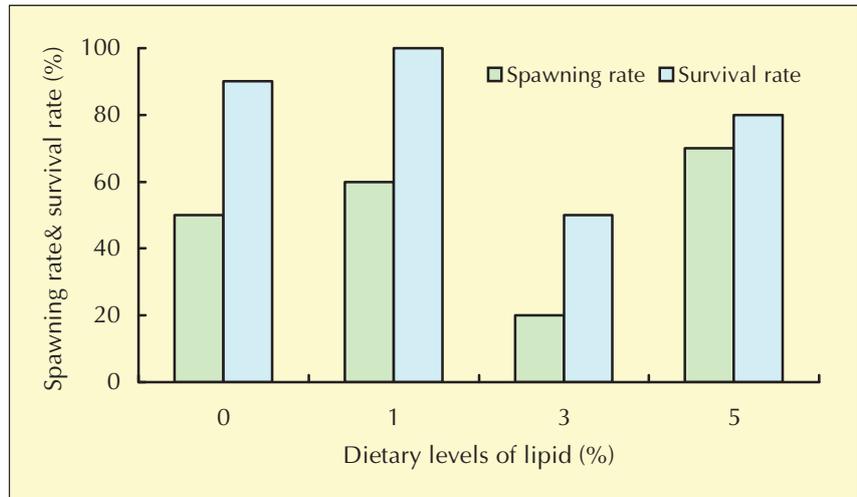
Bray *et al.* (1990) 以含 7.8、11.1 及 13.9 % 油脂的人工飼料餵食藍蝦 (*L. stylirostris*)，結果以 11.1 % 組的母蝦獲得的無節幼蟲和眼幼蟲的體長均較好。又以 40 % 烏賊 (油脂含量

10.1 %) 及 60 % 人工飼料 (油脂含量 11.1 %) 的比率投餵獲得相同結果 (Bray *et al.*, 1990)。本試驗的目的探討不同油脂添加量，投餵經單眼柄切除的母蝦，比較催熟及產卵的效果。

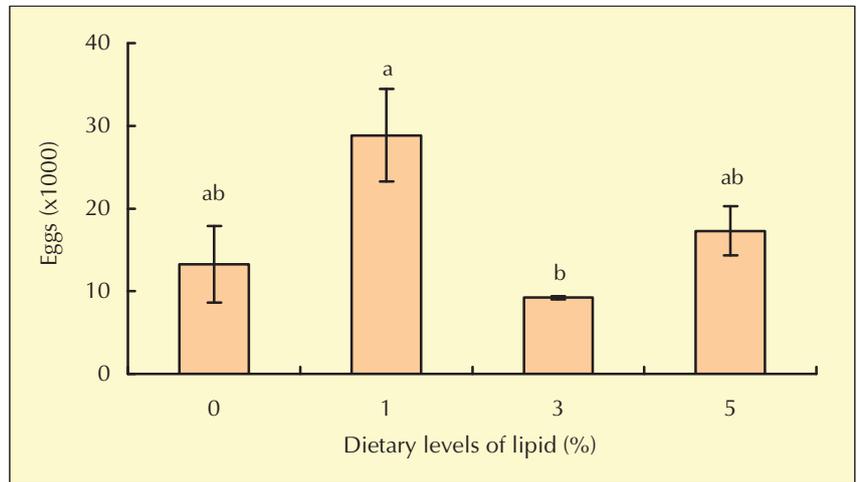
本研究共分四組二重複試驗，每組雌種蝦各 10 尾，平均體重為  $31.13 \pm 1.35$  公克，雌種蝦單眼柄切除後，於室內 2.5 FRP 桶中進行試驗。每日各別投餵添加 0 %、1 %、3 %、5 % 不同油脂含量之試驗飼料，分三次投餵 (08:00、12:00、17:00)，每日總投餵量約為體重的 6 ~ 9%，水溫控制在 28 ~ 29 °C、鹽份控制在 30 ~ 33 ppt 間、光照為 200 ~ 300 Lux、流量為 20 公升/小時。試驗 30 天結果卵巢成熟 (Fig. 1)，以添加 1 % 組最高 (85 %)，並與 3 % (35 %) 及 5 % (25 %) 組間有顯著差異，與 0 % (45 %) 無處理組無差異。母蝦產卵率以 5 % 處理組 70 % 最高，3 % 最低為 20 % (Fig. 2)。活存率以 1 % 處理組最高達 100 %，3 % 最差僅有 50 % (Fig. 2)。母蝦產卵數以 1 % 處理組最高平均  $28.86 \times 10^3$  卵粒與最低的 3 % 處理組之間有顯著差異 (Fig. 3)。



**Fig. 2.** Effects of different dietary lipid levels on the spawning and survival rate of unilateral eyestalk ablated female shrimp.



**Fig. 3.** Effects of different dietary lipid levels on the spawning eggs of unilateral eyestalk ablated female shrimp. Values with different superscripts significantly differ (by one-way ANOVA with Tukey's honest significance test,  $p < 0.05$ ).



綜合上述結果，四種種蝦飼料總油脂含量分別為 11.1 (0 % 添加組)、11.4 (1 % 添加組)、13.1 (3 % 添加組)、15.0 % (5 % 組添加)，對種蝦產卵率、活存率、成熟率及產卵數上以 11.4 % 總油脂含量的飼料組有較好的結果，而添加過量 (3 % 及 5 % 組) 反而比不添加的 0 % 組差。

### 白蝦種蝦配合飼料取代 文蛤鮮餌研究

乾性飼料取代鮮餌可穩定貨源及控制品質，並可減少污染及疾病的發生，但是卵巢成

熟率下降，其產卵數及卵質較差 (Harrison, 1990, 1997)。比較數種的種蝦飼料對白蝦催熟的嗜口性，其結果依序為豐年蝦、磷蝦、美國海血蟲、牡蠣、砂蠶，三種人工成熟飼料排名最後 (Ogle and Beaugez, 1991)，可見種蝦配合飼料有必要加強研究。本試驗是以總脂質含量 11.4% 的配合飼料與文蛤肉做對照，分別投飼經單眼柄切除的母蝦比較其催熟產卵的影響，旨在了解其取代文蛤肉的可行性。

試驗分二組進行，每組放養 10 尾於 2.5 噸 FRP 水槽中，平均體重 31.2 g，每日投餵種蝦飼料及文蛤肉三次 (8:00、12:00、17:00)，投餵量 (乾重) 為蝦體重的 6~9 %。水溫控制在 28~29 °C、鹽份調整為 30~33 ppt、光照

**Table 3.** Proximate composition (% dry weight) of artificial diet and fresh hard clam meat

Composition	Artificial diet	Fresh hard clam meat
Crude protein	52.74	54.65
Crude lipid	11.40	8.75
Moisture	14.75	79.43*
Ash	8.88	0.64
Gross energy (kcal/100g)	502.2	461.7
P/E ratio(mg protein/kcal)	105	118

\*Percentage of wet weight.

**Table 4.** Effect of broodstock fed artificial diet and fresh clam meat on growth, spawning rate, egg diameter and survival of unilateral eyestalk ablated female shrimp fed with the artificial feed or hard clam meat

	Artificial diet	Fresh hard clam meat
Average body weight (g)*	34.72±0.8	33.40±0.16
Spawning rate (%)		
First spawning	40	60
Second spawning	10	10
Average fecundity ( $\times 10^3$ )*	39.89±4.14	58.46±9.08
Egg diameter ( $\mu\text{m}$ )*		
First spawns	2.65±0.02	2.689±0.03
Second spawns	2.68±0.03	2.67±0.02
Survival rate (%)	80	80

\*No significant difference ( $p > 0.05$ ).

200 ~ 300 Lux、流水量 20 公升/小時。實驗 30 天結果，人工種蝦配合飼料與文蛤肉的一般成份組成，二者之粗蛋白質各為 52.74 及 54.65 %，粗脂質各為 11.4 及 8.75 %、水份各為 14.75 及 79.43 %、灰份各為 8.88 及 0.64 %，總能量各為 502.2 及 461.7 Kcal/100g 及 P/E ratio 各為 105 及 118 均有顯著差異 ( $p < 0.05$ )，除了粗蛋白質、水份及 P/E ratio 外均高於文蛤肉 (Table 3)。

在試驗 30 天的期間中，投飼種蝦配合飼料的母蝦，在第一次產卵的產卵率為 40 % 較文蛤組 60 % 為低，第二次產卵率二組相同各為 10%，在平均產卵數 ( $40 \times 10^3$ ) 上雖低於文蛤肉 ( $59 \times 10^3$ )，但並無顯著差異。第一次產卵時的平均卵徑，種蝦配合飼料組為 2.65  $\mu\text{m}$ ，稍低於文蛤組 (2.68  $\mu\text{m}$ ) 但並無顯著差異。但第二次產卵的卵徑上前者稍高於後者但亦無顯著差異，活存率二者相同皆為 80 % (Table 4)。

由試驗結果顯示，若同時投飼人工配合飼料及文蛤則營養上會有互補的效果，由產卵率、活存率及卵徑均無顯著差異來觀察，本試驗的配合飼料可以完全取代文蛤肉來作為白蝦種蝦飼料 (南水研一號種蝦飼料)。

## 維生素 E 對雄蝦生殖力的影響

維生素 E 除具有天然抗氧化劑功能外，也可促進生殖腺發育，過去研究發現，鯉魚缺乏維生素 E 會造成卵巢發育不良 (Watanabe and Takashima, 1977)，且會降低孵化率及孵化後仔魚死亡率增加 (Takeuchi *et al.*, 1981)。維生素 E 是蝦類成長所需，可促進 *L. setiferus* 卵的成熟率及精子正常比率 (He *et al.*, 1992)，當飼料中維生素 E 由 40 ~ 350 mg/kg 均可提高孵化率，飼料中補充 500 mg/kg 對印度蝦產卵可提高孵化率，在較低時會減少孵化率及產卵品質 (Cahu *et al.*, 1991)。目前繁殖場

**Table 5.** The effect of diets added vitamin E on reproductive power and survival rate

	0%	0.05%	0.10%	0.15%
Spermatophore				
Sperm count (x10 <sup>6</sup> )	0.04±0.02	2.73±1.49	0.30±0.14	0.21±0.02
Percentage of normal sperm (%)	0	31.93±19.58	5.12±0.58	0
Vas deferens				
Sperm count (x10 <sup>6</sup> )	12.69±1.96	7.71±3.24	14.38±2.64	7.50±1.30
Percentage of normal sperm (%)	37.70±5.59	64.42±5.51	40.55±7.43	61.42±7.02
Survival rate (%)	70	100	60	50

採用塏育種蝦者越來越多，雄種蝦生殖力參差不齊，在塏蝦養殖上普遍使用草蝦配合飼料，在種蝦催熟飼料以鮮餌為主，為了研發更完善的種蝦飼料，因此進一步探討飼料中添加維生素 E 對雄種蝦生殖力的影響。

試驗飼料是修正「南水研一號種蝦飼料」的配方為基礎飼料，另外，分別添加 0 %、0.05%、0.1%、0.15% 維生素 E，配製成四種試驗飼料進行試驗。分四組重複試驗，平均體重  $39.78 \pm 1.34$  公克，平均體長  $14.77 \pm 0.16$  公分，精莢精子數量為  $0.23 \pm 0.22$ ，正常率  $1.47 \pm 1.47$  %，輸精管  $5.28 \pm 2.33$ ，正常率  $23.19 \pm 6.66$  %，放養密度為 5 尾/平方公尺，每天換水 1/3 量，每日投餵量約為總體重的 3 ~ 4 %，投餵三次 (8:00、12:00、17:00)。試驗飼料一般成份，粗蛋白質 50.03 ~ 50.80 % 之間，灰份 9.75 ~ 10.35 % 之間，粗脂質 9.79 ~ 10.02 % 之間，水分 8.12 ~ 9.06 % 之間。試驗 30 天結果 (Table 5)，飼料中以添加 0.05 % 處理組，平均精莢精子數  $2.73 \pm 1.49 \times 10^6$ ，正常比率  $31.93 \pm 19.58$  最佳，不添加或添加過量都會影響精子的數量及正常比率。試驗後輸精管精子量及正常比率明顯比試驗前高出甚多且比精莢精子量高，精子正常比率以添加 0.05 % 處理組最高 (64.42 %)。活存率以添加 0.05 % 處理組 100 % 最高，0.15% 處理組 50 % 最低。

綜合上述結果，白蝦種蝦飼料添加維生素 E 0.05 % 在飼料中，粗蛋白質 50.02 及粗脂質 10.02 %，對雄種蝦生殖力有提昇效果，可提高雄蝦精莢精子數量及正常精子比率。

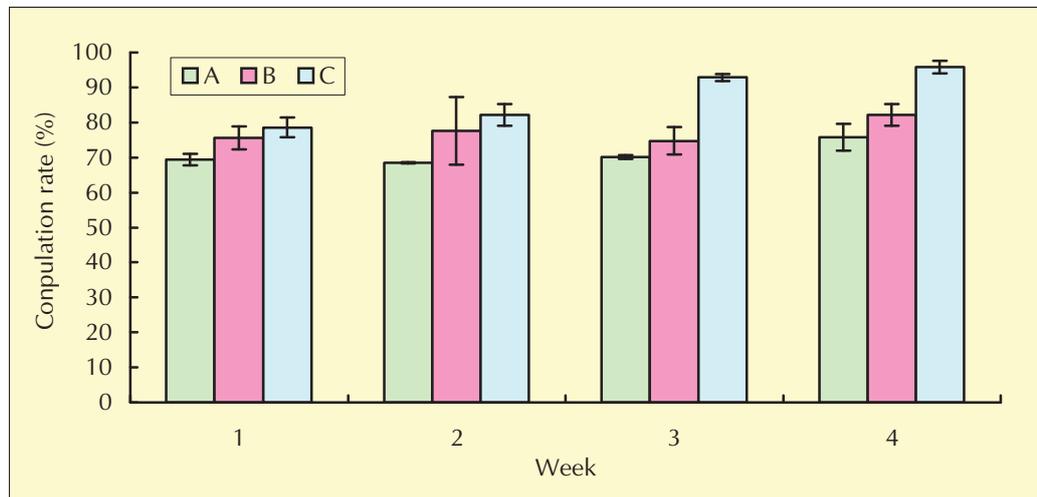
## 白蝦種蝦配合飼料的應用效果

以飼料中添加不同油脂含量 (魚油:玉米油 2:1) 0 %、1 %、3 % 及 5 % 的四種飼料，總油脂含量各為 11.13 %、11.40 %、13.13 % 及 14.97 %，對雌種蝦成長、活存、FCR 及增重，以添加 1 % 最為適當 (曾等, 發表中)。對剪單眼柄母蝦進行催熟試驗，在種蝦成熟、產卵、活存及產卵數上，總油脂 11.40 % 的飼料組有較好結果 (曾等, 發表中)，並可取代文蛤作為白蝦雌種蝦的催熟飼料 (曾等, 2004)，但對提高雄種蝦精子品質不明顯。本試驗旨在了解「南水研一號種蝦飼料」實際應用白蝦種蝦交配、產卵及生產無節幼蟲等生殖力的實際效果，並加以分析，以供繁殖業者參考。

試驗分三組分別進行試驗四週，對照組為投餵鮮餌 (烏賊、蚵肉及南極蝦) + 海蟲，培育種蝦繁殖生產無節幼蟲。鮮餌 (烏賊、蚵肉及南極蝦) + 海蟲 + 人工種蝦飼料 (1.92 %)

**Table 6.** The cost comparison between artificial diet and fresh meal for shrimp broodstock

Sorts of diets	Control			Experiment I		Experiment II	
	kg/ dollar	kg/day	%	kg/day	%	kg/day	%
Squids	40	15.0	44.91	7.2	27.59	14.4	48.32
Oysters	150	8.4	25.15	8.4	32.18	8.4	28.19
Shrimp	56	7.0	20.96	7.0	26.82	6.0	20.13
Sea worms	500	3.0	8.98	3.0	11.49	0	–
Artificial diets	82	0	–	0.5	1.92	1.0	3.36
Total quantity	33.4			26.1			29.8
Total cost		3752		3850		2992	

**Fig. 4.** Comparison of broodstock average compulation rate. A. Control: fresh meds (squids, oysters, shrimp) plus sea worms; B. Experiment I: fresh meds plus artificial diets (1.92%) and sea worms; C. Experiment II: fresh meds plus artificial diets (3.36%).

為試驗組I。鮮餌 +人工種蝦飼料 (3.36 %) 為試驗組II。放養密度 20 尾/平方公尺，雌：雄比 (1:1) 分開蓄養培育催熟，水溫控制在 28 ~ 29 °C，鹽分 30 ~ 33ppt，每日投餌四次，分早、中、晚及午夜，每日檢查挑選成熟母蝦，移入雄蝦池進行交配，交配後母蝦移入產卵池產卵孵化計數，以比較種蝦生殖力及無節幼蟲生產量的差異。結果試驗組I及試驗組II，每日總投餵量為 26.1 及 29.8 kg皆比對照組 33.4 kg節省 10-20 % 的投餵量，且試驗組II每日餌料成本僅 3,000 元，比試驗組I及對照組 3,800 元節省 21 % 的餌料成本，估計每年至少可節省成本

200,000 元以上 (Table 6)。每週平均交配率，各組均隨試驗週期的增加而提高，以試驗組II最高 (79 ~ 96 %)，試驗組I次之 (75 ~ 82 %)，對照組最低 (69 ~ 76 %) (Fig. 4)。月平均單尾母蝦生產無節幼蟲量，以試驗組II最高 24.23 萬尾，對照組最低 16.5 萬尾 (Fig. 5)。月平均單日無節幼蟲總生產量，以試驗組I 的 4400 萬尾最高，試驗組II的 3800 萬尾次之，對照組 2600 萬尾最低 (Fig. 6)。精莢及輸精管精子含量及正常百分比，前者  $2.71 \times 10^6$  及 44.69 %，後者  $11.32 \times 10^6$  及 49.50 %，實驗組II皆比實驗組I及對照組高 (Table 7)。

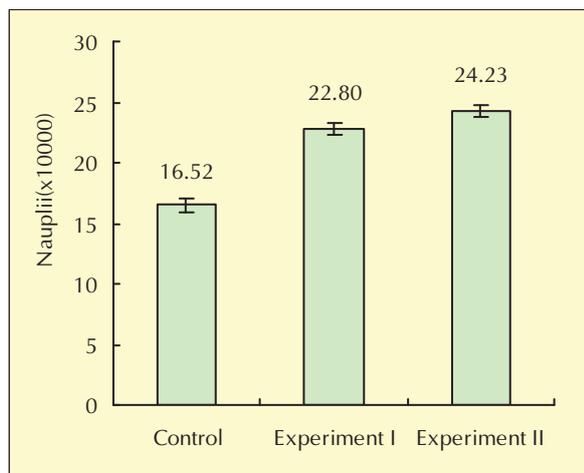


Fig. 5. Monthly production of shrimp broodstock.

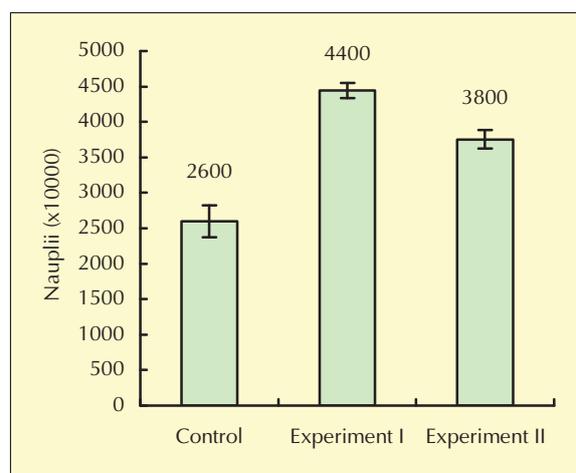


Fig. 6. Average daily production of shrimp broodstock.

Table 7. Sperm quantity in shrimps broodstock is spermatophore, after experiment

	Control	Experiment I	Experiment II
Body weight (g)	34.14±0.74	37.97±2.50	43.74±1.06
Spermatophore			
Sperm count (x10 <sup>6</sup> )	2.29±0.38	2.24±1.32	2.71±0.19
Percentage of normal sperm (%)	17.89±5.60	42.35±14.14	44.69±11.43
Vas deferens			
Sperm count (x10 <sup>6</sup> )	10.03±0.51	4.72±0.76	11.32±4.00
Percentage of normal sperm (%)	27.61±5.51	62.55±5.58	49.50±6.12

綜合上述結果，混合使用「南水研一號種蝦飼料」，在雄蝦精子含量上高於使用鮮餌，並可穩定且保持精莢的精子數量及正常百分比，可提高白蝦種蝦交配率、無節幼蟲品質及生產量，並可降低培育種蝦生產成本提高產業競爭力。

### 結論與建議

一、飼料中總油脂 11.4 %，粗蛋白質 52.7 %，總能量 502.2 Kcal/100g，蛋白質和能量的比值 105 mg protein/Kcal，在雌種蝦成長、活存、飼料轉換率及增重均佳，添加過量反而會造成反效果。

二、飼料中總油脂 11.4 %，對剪單眼柄母蝦催熟產卵效果較佳，其成熟率、產卵率、活存率及產卵數皆較優，油脂添加過量反而效果差。

三、投飼人工種蝦配合飼料，在平均產卵數及卵徑上均與文蛤鮮餌無差異，可以取代文蛤鮮餌，作為白蝦種蝦之催熟飼料。

四、飼料中添加維生素 E 0.05 %，粗蛋白質 50.02 % 及粗脂質 10.02 %，可提高白蝦雄種蝦活存率、精莢精子數量及精子正常比率，並可作為雄種蝦的催熟飼料。

五、在種蝦飼料投飼策略上混合或交替使用配合飼料，比使用鮮餌的效果較佳。

- 六、種蝦生產連續使用超過 2 個月，營養補給不足或不均衡，可能造成生殖力及孵化率不佳或無節幼蟲活存率降低。
- 七、混合使用「南水研一號種蝦飼料」培育白蝦種蝦，可提高交配率、無節幼蟲品質及生產量，並可降低培育種蝦生產成本，提高產業競爭力。

## 參考文獻

- 曾寶順, 林明男, 丁雲源 (2003) 室內立體養蝦系統培育白蝦種蝦研究. 海水繁養殖研究, 1(1): 1-9.
- 曾寶順, 林明男, 沈士新 (2004) 不同油脂含量飼料對白蝦母蝦成熟與產卵之影響. 水產研究, 12(2): 43-48.
- Andrews, J. W. and L. V. Sick (1972) Studies on the nutritional requirements of penaeid shrimp. Proc. World Maricult. Soc., 3: 403-414.
- Bray, W. A., A. L. Lawrence and L. J. Lester (1990) Reproduction of eyestalk-ablated *Penaeus stylirostris* fed various levels of total dietary lipid. Aquaculture, 21: 41-52.
- Bray, W. A., J. R. Leung-Trujillo, A. L. Lawrence and S. M. Robertson (1985) Preliminary investigation of the effects of temperature, bacterial inoculation, and EDTA on sperm quality in captive *Penaeus setiferus*. J. World Maricul. Soc., 16: 250-257.
- Cahu, C., M. Fakhfakh and P. Quazuguel (1991) Effect of dietary  $\alpha$ -tocopherol level on reproduction of *Penaeus indicus*. In LARVI '91: Fish and Crustacean Larviculture Symposium, Special Publication, vol. 15 (P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers, and F. Ollevier eds.), European Aquaculture Society, Gent, Belgium, 242-244.
- D'Abramo, L. R. (1997) Triacylglycerol and fatty acid. In Crustacean Nutrition, vol. 6 (E. Halver ed.), World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, 71-84.
- Galgani, M. L., G. Cuzon, F. Galgani and J. Gogueheim (1989) Influence du regime alimentaire sur la reproduction en captivite de *Penaeus indicus*. Aquaculture, 81: 337-350.
- Harrison, K. E. (1990) The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. J. Shellfish Res. 9, 1-28.
- Harrison, K.E. (1997) Broodstock nutrition and maturation diets. In Crustacean nutrition. Advances in World Aquaculture (D Abramo, L. R., Conklin, D. E., Akiyama, D. M. eds.), World Aquacult. Soc., 390-408.
- He, H., A. L. Lawrence and R. Liu (1992) Evaluation of dietary essentiality of fat-soluble vitamins A, D, E and K for penaeid shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture, 103: 177-185.
- Nascimento, L. A., W. A. Bray, J. R. Leung-Trujillo and A. L. Lawrence (1991) Reproduction of ablated and unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh-frozen natural and dried formulated feeds. Aquaculture, 99: 387-398.
- Ogle, J. T. and K. Beaugez (1991) Food preference of *Penaeus vannamei*. Gulf Res. Reports, 8: 291-294.
- Sheen, S. S., S. J. Chen and Y. S. Huang (1994) Effect of dietary lipid on riger prawn. J. Fish. Soc. Taiwan, 21: 205-213.
- Takeuchi, M., S. Ishii and T. Ogino (1981) Effect of dietary vitamin E on growth, vitamin E distribution and mortalities of the fertilized eggs and fry in ayu *Plecoglossus altivelis*. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 104: 111-122.
- Talbot, P., D. Howard, J. Leung-Trujillo, T. W. Lee, W-Y. Li, H. RO and A.L. Lawrence (1989) Characterization of male reproductive tract degenerative syndrome in captive penaeid shrimp (*Penaeus setiferus*). Aquaculture, 78: 365-377.
- Tu, C., H. T. Huang, S. H. Chuang, J. P. Hsu, S. T. Kuo, N. J. Li, T. L. Hsu, M. C. Li and S. Y. Lin (1999) Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. Diseases Aqua. Organ., 38: 159-161.
- Watanabe, T. and F. Takeshima (1977) Effect of a-tocopherol deficiency on carp-VI. Deficiency symptoms and change of fatty acid and triglyceride distribution in adult carp. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 43: 819-830.
- Wouters, R., J. Nieto and P. Sorgeloos (2000) Artificial diets for penaeid shrimp. Global Aquacult. Advocate, 3: 61-62.
- Yu, C. I. And Y. L. Song (2000) Outbreaks of Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. Fish Pathol., 35(1): 21-24

第四部分

# 病害防治與檢疫



# 白蝦被桃拉病毒感染後之免疫反應

## Immune-response of Pacific White Shrimp

### (*Litopenaeus vannamei*) Infected with Taura Syndrome Virus

宋延齡·黃志成

Yen-Ling Song and Chih-Cheng Huang

國立台灣大學 生命科學院動物所

Institute of Zoology, Department of Life Science, National Taiwan University

#### 摘要

本研究探討桃拉症病毒 (Taura syndrome virus, TSV) 人工感染白蝦後，蝦體的免疫反應與存活率。胺基酸序列比對結果顯示從台灣養殖白蝦中所分離出來之桃拉病毒株分別與感染墨西哥及夏威夷之白蝦病毒株有 97% 及 98% 的相同度。經 TSV 急性感染後的白蝦死亡率極高，而假處理與未處理組白蝦並無死亡。垂死白蝦體色變紅、活動力差並呈現軟殼現象。被急性感染的白蝦血淋巴液顏色變紅、凝固慢或不凝固；其總血球數 (total haemocyte count, THC)、透明血球數與顆粒血球數，血漿總蛋白質含量，特別是佔絕大多數之血青素 (haemocyanin) 與凝血蛋白 (clottable protein) 含量，統統顯著下降。銅離子與鈣離子濃度、血球轉麩醯胺酵素 (transglutaminase, TG) 活性與血漿中抑制 *Vibrio harveyi* 生長的活性亦顯著下降。感染組白蝦中之血球不論是否經葡聚糖 ( $\beta$ -1,3-1,6-glucan) 刺激，血球內超氧陰離子 ( $O_2^-$ ) 的產量顯著大於假處理與未處理兩組。但出乎意料，蝦子感染後血球再經葡聚糖刺激，其  $O_2^-$  的產率卻顯著低於雖感染但血球未再經葡聚糖刺激組。感染組白蝦血漿中酚氧化酵素 (phenoloxidase, PO) 活性顯著增加，但是感染組白蝦血漿中對 *E. coli* 與 *V. harveyi* 細菌之凝集素 (agglutinin) 力價、抑制 *E. coli* 生長活性、鎂離子濃度都沒有顯著的改變。總結：當蝦子被 TSV 感染後，

檢測的 14 項血淋巴液參數，其中 11 項參數會產生顯著的變化。建議判斷蝦子是否健康，可參考蝦子的營養狀況 (血漿總蛋白質濃度)，呼吸能力 (血青素濃度、銅離子濃度)，凝血機制 (凝血蛋白濃度、血鈣濃度、轉麩醯胺酵素活性)，免疫因子 (總血球數、抑弧菌生長活性)，吞噬活性 (血球內超氧陰離子的產量)，酚氧化酵素活性等參數做為指標。本實驗室已分離出草蝦轉麩醯胺酵素基因，該序列與已知之無脊椎動物與脊椎動物之轉麩醯胺酵素類似。轉麩醯胺酵素基因在造血組織中有大量表現。

#### ABSTRACT

In this study, Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) were injected with Taura syndrome virus (TSV) to assess shrimp immune responses and survival. Amino acid comparison of coated proteins of TSV isolated from Taiwan, Mexico and Hawaii diseased shrimps showed that Taiwan isolate had 97% and 98% identity to isolates obtained from Mexico and Hawaii. TSV-infected shrimp suffered high mortality, but mock-infected and untreated shrimp experienced no mortality. Moribund shrimp were a pale, reddish color and were lethargic and soft-shelled. Their haemolymph was clear red and coagulated poorly. In TSV-infected shrimp, the total haemocyte count (THC), hyalinocyte



and granulocyte counts, and total plasma protein decreased significantly to 21%, 24%, 17% and 56% of untreated control values, respectively. Haemocyanin decreased to 67%, and clottable proteins to 80% of control values ( $p < 0.01$ ). Copper and calcium ions, haemocytic transglutaminase (TG) activity and plasma growth inhibitory activity against *Vibrio harveyi* also decreased significantly. Generation of intrahaemocytic superoxide anion,  $O_2^-$ , in TSV-infected shrimp was significantly greater ( $p < 0.05$ ) than in both control groups, no matter glucan stimulated or unstimulated. But the ratio value of intrahaemocytic  $O_2^-$  generation in TSV-infected shrimp was less than in both controls. Plasma phenoloxidase (PO) activity increased significantly in TSV-infected shrimp. The plasma bacterial agglutinin titre against *E. coli* and *V. harveyi*, growth inhibition of *E. coli* and the concentration of magnesium ions in TSV-infected shrimp did not change significantly. In conclusion, eleven of fourteen haemolymph parameters changed significantly during the TSV infection. They are nutritional state (total plasma protein), respiratory capacity (plasma concentration of haemocyanin and copper ion), clotting response (plasma concentration of clottable protein and calcium ion, haemocytic transglutaminase activity), immunological parameters (total haemocyte counts, *vibrio* growth inhibitory activity), phagocytic activity (intracellular superoxide anion) and phenoloxidase activity. These parameters might be valuable references of shrimp health status. We had isolated cDNA encoding a novel transglutaminase from tiger shrimp. The sequence of shrimp transglutaminase was similar to known invertebrate and vertebrate transglutaminase sequences. High level of transglutaminase expression was detected in hematopoietic tissue.

---

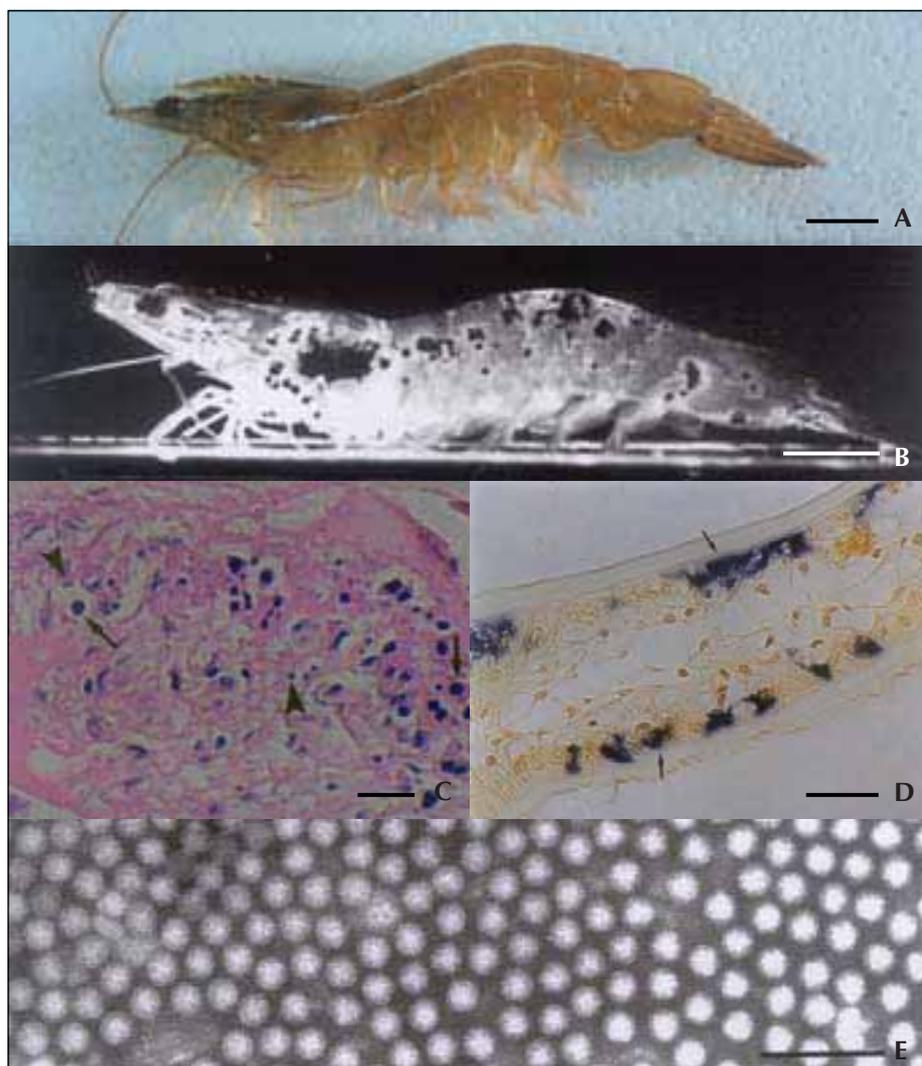
## INTRODUCTION

The shrimp culture industry faces a crisis of diseases all over the world. More than 20 viral species have been identified from diseased shrimp. Recent evidence shows that some diseases of cultured shrimp result from co-infection by different viruses. A high percentage of wild-caught

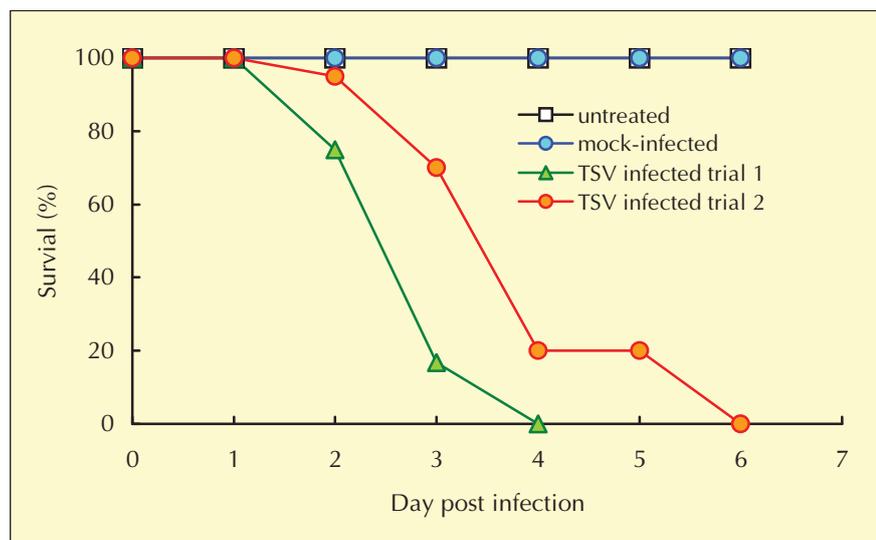
and healthy looking *Penaeus monodon* broodstock are white spot syndrome virus (WSSV) carriers. Noninvasive screening of expensive brooders for WSSV, Taura syndrome virus (TSV), Yellow head disease virus (YHDV) and Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHHNV) is feasible. However, noninvasive screening for *Monodon baculovirus* (MBV) is difficult, because the hepatopancreas is the target organ. In addition, in a conventional culture system it is very difficult to keep a shrimp free of specific pathogens. Characterizing the immune responses of healthy shrimp has been the focus of much research. Although a high prevalence of certain diseases is indicative of environmental degradation or poor management, disease symptoms are only crude indicators of stress. It is crucial to detect deleterious effects before stress results in disease that harms the population. Therefore, there is an urgent need for reliable, accurate and effective indicators of the physiological status of shrimp populations.

In vertebrates, certain diseases and toxins cause changes in blood characteristics. There is increasing evidence the same is true in crustaceans (Noga, 2000). Haemolymph is the most accessible internal tissue in shrimp. Taking haemolymph samples from shrimp does not increase mortality and has only short-term effects, if any, on haemolymph parameters, although this depends on the size of the shrimp and the amount of haemolymph collected (Lorenzon *et al.*, 1999). However, little is known about which immunological parameters can be used as indicators in shrimp.

Taura syndrome virus (TSV), an icosahedral shape particle (Fig. 1e), causes tremendous losses in cultured Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in the Americas (Hasson *et al.*, 1999). *L. vannamei* was introduced into Taiwan in 1994 and is now cultured in more than 2000 hectares of ponds (H C Chen, pers. comm.).



**Fig. 1.** Taura syndrome in *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. A: Acute phase of Taura syndrome showed a pale red coloration on the appearance. Scale bar = 1cm. B: Pond-reared juvenile shrimp in the transition phase of TSV infection exhibited multiple, melanized foci marking sites of resolving cuticular epithelium necrosis. Scale bar = 1 cm. C: The cytoplasmic inclusions (arrowhead), pyknotic and karyorrhectic nuclei (arrow) gave the lesion a “peppered” or buckshot-riddled” appearance. Scale bar = 10  $\mu$ m. D: In an in situ hybridization analysis using TSV-specific cDNA probes, the blue-black precipitate (arrow) appeared largely in the epithelium beneath appendage cuticle. Scale bar = 25  $\mu$ m. E: An electron micrograph of Taura syndrome virus (TSV) purified on a 25 ~ 45 % cesium chloride gradient. The sample was stained with 2 % phosphotungstic acid (pH 6.5). Virions appear icosahedral in shape. Scale bar = 100 nm.



**Fig. 2.** Survival of white shrimp *Litopenaeus vannamei* artificially infected with Taura syndrome virus (TSV). There was no mortality of mock-infected and untreated shrimp.

Epizootics in white shrimp have also been observed in Taiwan since the accidental introduction of TSV in 1998 (Tu *et al.*, 1999; Yu and Song, 2000). Mortality of cultured or artificially infected white shrimp exceeding 80% occurred within 3 to 5 days of disease onset (Song *et al.*, 2003) (Fig. 2). Disease progress, the gross external lesions and histopathologic appearance were very similar to those associated with Taura syndrome (TS) in *P. vannamei* in the Americas (Hasson *et al.* 1999) (Figs. 1a, 1b, 1c). *In situ* hybridization analyses using TSV-specific cDNA probes showed that 87% of the juveniles examined were TSV positive and that cuticular epithelium was the target tissue (Fig. 1d). Amino acid comparison of coated proteins of TSV isolated from Taiwan, Mexico and Hawaii showed that Taiwan isolate had 97% and 98% identity to isolates obtained from Mexico and Hawaii (Fig. 3). This result suggests that TSV that infected the white shrimp in Taiwan is similar to the Western hemisphere isolates (Lien *et al.*, 2002). Here, Pacific white shrimp were artificially infected with

the crude TSV extract. An array of haemolymph parameters that could be used to evaluate shrimp health was measured. They included haematological changes in shrimp infected with TSV, respiratory capacity (haemocyanin), nutritional state (total plasma protein), electrolytes (calcium and magnesium) and immunological parameters (haemocyte counts, agglutinin, bacterial growth inhibitory activity, clotting response, phagocytosis-related reactive oxygen intermediates and phenoloxidase activity). Results were summarized in Table 1.

## HEMOCYTE ANALYSIS

The THC of untreated white shrimp was  $1.64 \pm 0.73 \times 10^7 \text{ ml}^{-1}$ . In kuruma shrimp (*Marsupenaeus japonicus*) the THC was  $1.7 \times 10^7$  (Henning *et al.*, 1998) and in blue shrimp (*P. stylirostris*)  $1.84 \pm 0.96 \times 10^7$  (Le Moullac *et al.*, 1998). In tiger shrimp (*P. monodon*) the THC ranged from  $2.10 \times 10^7$  (flow cytometry) to  $2.33 \times 10^7$  (haemocytometer) (Owens and O'Neill, 1997). In a different study,

**Table 1.** Haemolymph analysis of untreated, mock-infected and Taura syndrome virus-infected white shrimp, *Litopenaeus vannamei*

Haematological parameter	Untreated	Mock-infected	TSV-infected
Cellular analysis			
Total haemocyte count ( $\times 10^7$ cells ml <sup>-1</sup> )	1.637 $\pm$ 0.728 <sup>a</sup>	2.207 $\pm$ 1.285 <sup>a</sup>	0.345 $\pm$ 0.166 <sup>b***</sup>
Differential haemocyte count ( $\times 10^7$ cells ml <sup>-1</sup> )			
Hyalinocyte	1.301 $\pm$ 0.268 <sup>a</sup>	1.925 $\pm$ 0.956 <sup>a</sup>	0.307 $\pm$ 0.155 <sup>b**</sup>
Granulocyte	0.129 $\pm$ 0.089 <sup>a</sup>	0.306 $\pm$ 0.209 <sup>a</sup>	0.022 $\pm$ 0.015 <sup>b*</sup>
Production of intrahaemocytic superoxide anion (OD <sub>630</sub> )			
Unstimulated	0.074 $\pm$ 0.017 <sup>a</sup>	0.092 $\pm$ 0.029 <sup>a</sup>	0.171 $\pm$ 0.039 <sup>b*</sup>
Glucan-stimulated	0.12 $\pm$ 0.033 <sup>a</sup>	0.126 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	0.177 $\pm$ 0.04 <sup>b*</sup>
Transglutaminase activity in haemocyte lysate (Unit g <sup>-1</sup> )	32.36 $\pm$ 15.84 <sup>a</sup>	20.99 $\pm$ 5.47 <sup>a</sup>	11.98 $\pm$ 6.72 <sup>b*</sup>
Plasma analysis			
Phenoloxidase activity (Unit)	0.039 $\pm$ 0.048 <sup>a</sup>	0.141 $\pm$ 0.061 <sup>b*</sup>	0.294 $\pm$ 0.196 <sup>c*</sup>
Bacterial growth inhibitory activity (%)			
<i>V. harveyi</i>	109 $\pm$ 33 <sup>a</sup>	119 $\pm$ 13 <sup>a</sup>	56 $\pm$ 41 <sup>b**</sup>
<i>E. coli</i>	83 $\pm$ 11 <sup>a</sup>	88 $\pm$ 11 <sup>a</sup>	83 $\pm$ 11 <sup>a</sup>
Aggultination titre (log <sub>2</sub> )			
<i>V. harveyi</i>	6.4 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	5.9 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	6.0 $\pm$ 2.4 <sup>a</sup>
<i>E. coli</i>	6.7 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup>	6.5 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	6.6 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>
Total plasma protein (mg/ml <sup>-1</sup> )	205.4 $\pm$ 15.0 <sup>a</sup>	168.6 $\pm$ 27.3 <sup>b**</sup>	115.8 $\pm$ 29.1 <sup>c**</sup>
Clottable protein (mg/ml <sup>-1</sup> )	9.4 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	9.5 $\pm$ 1.3 <sup>a</sup>	7.5 $\pm$ 1.6 <sup>b**</sup>
Haemocyanin			
Protein level (mg/ml <sup>-1</sup> )	119.9 $\pm$ 23.6 <sup>a</sup>	115.7 $\pm$ 8.66 <sup>a</sup>	80.2 $\pm$ 18.8 <sup>b**</sup>
Cu <sup>+</sup> /Cu <sup>++</sup> level ( $\mu$ g ml <sup>-1</sup> )	167.8 $\pm$ 17.2 <sup>a</sup>	167.8 $\pm$ 15.8 <sup>a</sup>	114.0 $\pm$ 37.8 <sup>b**</sup>
Cation level ( $\mu$ g ml <sup>-1</sup> )			
Ca <sup>++</sup>	640.8 $\pm$ 33.2 <sup>a</sup>	610.4 $\pm$ 38.6 <sup>a</sup>	512.2 $\pm$ 54.6 <sup>b**</sup>
Mg <sup>++</sup>	108.2 $\pm$ 12.5 <sup>a</sup>	95.9 $\pm$ 11.3 <sup>b**</sup>	113.0 $\pm$ 15.3 <sup>a</sup>

Each value is a mean  $\pm$  S.D.

Data were analysed using a Student's t-test with confidence limits of 0.1 % (\*\*\*) , 1 % (\*\*) or 5 % (%). Values followed by the same letter do not differ significantly.

tiger shrimp THC values ranged from  $2.67 \pm 0.44 \times 10^7$  (ATP analysis) to  $2.72 \pm 0.31 \times 10^7$  (haemocytometer) (Chang *et al.* 1999). THC varies among and within species. Haemocyte abundance is affected by type of circulatory system (open or closed), sex, molting, development, reproductive status and nutrition (Le Moullac *et al.*, 1997; Owens and O'Neill, 1997). The THC of TSV-infected white shrimp decreased 79 %. The THC of *P. monodon* and *M. japonicus* infected with WSSV also decreased significantly (Hennig *et al.*, 1998; Chang *et al.*, 1999). Haemocyte lysis (Omori *et al.*,

1989), cell recruitment towards infected tissues, nodule formation (Martin *et al.*, 1998) or interference with haematopoiesis could contribute to lower THC. In addition, hypoxia significantly decreased the THC in *P. stylirostris* and stressed shrimp became susceptible to *Vibrio alginolyticus* infection (Le Moullac *et al.*, 1998). In contrast, THC increased in peptidoglycan-fed kuruma shrimp, resulting in enhanced resistance against WSSV infection (Hennig *et al.*, 1998). Thus, changes in THC, though not virus-specific, could be useful indices of changes in shrimp health.



Taiwan	MPANPVEIDNFDTTTSGGLIPGGSVTNSEGSTILMNDIPITNQNVVLSKNVTDNLFVQDQALIESLSRD	70
Mexico	.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	VLLHNSWTSSDDEIGTTMTQEQLATEFNQPHLYEISLPDDIVRKSFLFMSNKLANIAYMRCDYEVTVRVQ	140
Mexico	.....Y.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	ATPFLQGALWLWNKMNAKQTSIIRRTLTEHLRSITSFPGIEMNLQSEARAITLSIPYTSEFQVFNPRNVN	210
Mexico	.....L.....	
Hawaii	.....L.....	
Taiwan	NLNSIRLSVLSQLQGPEDVESASYSIYGR LKNIKLYGHAPSVTSSVYPSTQSGYDDDCPIVHAGTDEDSS	280
Mexico	.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	KQGIVSRVADTVGAVANVVDG VGPILSTIAKPVSWVSGVVS NVASMF GFSKDRDMTKVNAYENLP GKGF	350
Mexico	.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	THGVGFDYGVPLSLFPNNAIDPTIAVPEGLDEMSIEYLAQRPYMLNRYTIRGGDTPDVHGTIVADIPVSP	420
Mexico	.....S.....E.....I.....	
Hawaii	.....A.....I.....	
Taiwan	VNFSLYGKVI AKYRTLFAAPVSLAVAMANWWRGNINLNLRF AKTQYHQCRLLVQYLPY GSGVQPIESILS	490
Mexico	.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	QIIDISQVDDK GIDIAFPSVYPNKWMRVYDPAKVGYTADCAPGRIVISVLNPLISASTVSPNIVMYPWVH	560
Mexico	.....N.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	WSNLEVAEPGLAKAAIGFNYPADVPEPTFSVTRAPVSGTLFTLLQDTK VSLGEADGVFSLYFTNTTTG	630
Mexico	.....V...M.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	RRHRLTYAGLPGELGSC EIVKLPQGQYSIEYAATSAPTLVLD RPIFSEPIGPKYVVTKVKNGDVVSISEE	700
Mexico	.....K..A.....G.....	
Hawaii	G.....A.....G.....	
Taiwan	TLVTCGSM AALGGATVALQSVD ETEI LKLESDFESKAPVKFTPGNYTVVTEASDVELVTN QDITVNEHN	770
Mexico	.....I...E.....F.....MR.....R...	
Hawaii	.....I...E.....F.....R.....R...	
Taiwan	PRTHAGIDE EPPVKRSVIGRIVRRVARYVPNKLIRRLRDL SQSPCIYPSTHAGLDYSSSDTSTMLTTMG	840
Mexico	.....L...Q.....L.....K.....	
Hawaii	.....Q.....	
Taiwan	EQFVSLRMLTRRSSPVDILRGDLVTLPGISFGTDNSLRQSLVNIISYMYRFTHG SISYKIIPKNKGDLYI	910
Mexico	.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	TTTSPDSIETSTSAYQFD TNRAMHYINTSLNPMAQISLPYYSPAENLVIDSKSFPQLSDLSISNLERTEN	980
Mexico	.....T.....	
Hawaii	.....	
Taiwan	EYFVLASAGDDHTFSQLAGCPAFTFGPAELA	1011
Mexico	.....	
Hawaii	.....	

**Fig. 3.** Amino acid alignment of coat proteins of TSV isolated from Taiwan, Mexico and Hawaii. Taiwan isolate had 97% and 98% identity to the Mexico and Hawaii isolates, respectively, both in cDNA (data not show) and deduced amino acid sequences. The dots indicate identical amino acids. Numbers in parentheses show the accession numbers: Taiwan (AF406789), Mexico (AF277378) and Hawaii (AF277675).

The DHC, like THC, decreased significantly during acute infection. However, the percentage values of DHC transformed by arc sine did not change during infection (data not shown). This indicates that TSV-infection affected all types of haemocytes equally, including hyalinocytes and granulocytes. In shrimp, the proPO system (Sung *et al.*, 1998) and penaeidins (Destoumieux *et al.*, 2000) originate from circulating granulocytes. TG has been found in the hyalinocytes of decapod crustaceans (Martin *et al.*, 1991) and the granulocytes of crayfish (Wang *et al.*, 2001). The location of TG in white shrimp has not been determined. Although all types of haemocytes are involved, to various degrees, in immune responses, the DHC may not be a useful bioindicator.

## PLASMA ANALYSIS

### Plasma Proteins

Total plasma protein decreased to 56% of control levels in TSV-infected shrimp, but the predominant components, haemocyanin and clottable proteins, only decreased to 67% and 80%, respectively (Table 1). Thus, other unknown plasma proteins may also be degraded during acute infection. Different assays applied to measure these variables may attribute, too. A decrease in haemocyanin was reported in blue crab infected with *Paramoeba* (Pauley *et al.*, 1975). Because haemocyanin is a copper-containing pigment identified as the oxygen transport protein in the extracellular fluid, "anemia" in shrimp can be diagnosed by a low concentration of haemocyanin in the haemolymph. Haemocyanin level should be recognized as a health biomarker in shrimp because it has many other pivotal functions including being an energy reservoir, osmoregulator and buffer.

### Agglutination Activity

Although there was agglutination activity against *E. coli* and *V. harveyi* in the plasma of untreated shrimp, agglutinin titre did not change after TSV-infection (Table 1). Sritunyalucksana *et al.* (1999) obtained similar results immunostimulating *P. monodon*. Agglutination in the haemocyte lysate fraction did not increase even when the treatment was supplemented with divalent calcium ions. In shrimp, lectins defend against bacteria via self/non-self recognition (Kondo *et al.*, 1992; Ratanapo and Chulavatnatol, 1992; Vargas-Albores *et al.*, 1993). A variety of lectins, not only divalent, cation-dependent or -independent lectins, are present in plasma. Some lectins are synthesized constitutively, but monodin synthesis occurred following induced bacterial infection (Ratanapo and Chulavatnatol, 1992).

### Antibacterial Activity

The plasma of healthy *L. vannamei* inhibited growth of *E. coli*, but not *V. harveyi*. TSV infection induced inhibition of *V. harveyi* growth, but not affecting activity against *E. coli* (Table 1). It seems that a variety of antimicrobial peptides are present in plasma. Some can be synthesized constitutively, the others synthesized by induction. Previous documents reported that the haemolymph from unstimulated *P. monodon* and *P. setiferus* strongly inhibited growth of *E. coli*, *V. fluvialis* and *V. parahaemolyticus* (Noga *et al.*, 1996; Sritunyalucksana *et al.*, 1999). In *P. monodon*, stimulation with peptidoglycan did not affect the haemolymph's inhibition of *V. parahaemolyticus* growth (Sritunyalucksana *et al.*, 1999). Further research is needed to understand these disparate results.



### Phenoloxidase (PO) Activity

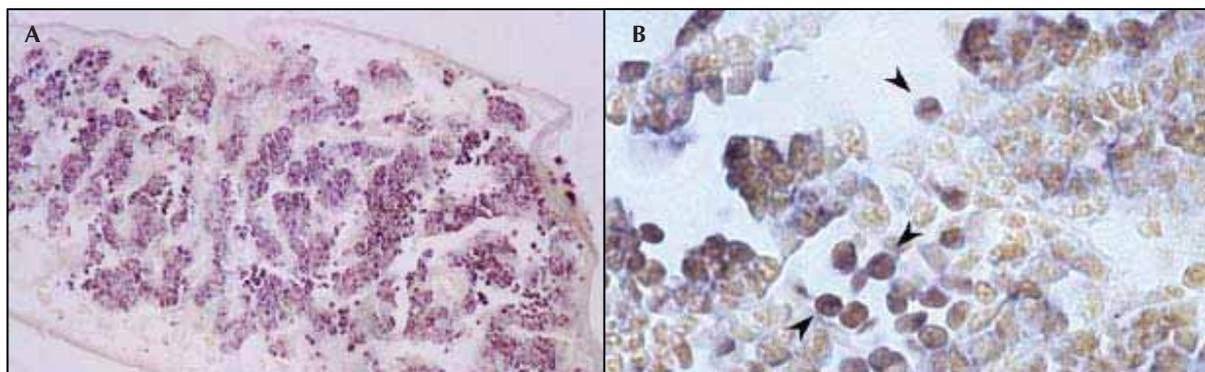
Plasma PO activity increased significantly in TSV-infected shrimp (Table 1). This result suggested that white shrimp may recognise TSV with specific, unidentified recognition molecules (probably capsid proteins), stimulating activation of the proPO-system. Microbial cell wall components, such as  $\beta$ -glucan from fungi, lipopolysaccharide (LPS) from Gram negative bacteria and peptidoglycan (PG) from Gram positive bacteria can activate the invertebrate proPO system. It can also be activated by viral components. In normal shrimp, haemocytes aggregate rapidly and occur at wound sites and around infected cells. Therefore, it is plausible that the haemocytes containing proPO might release it and a thiol-ester-like motif (Sritunyaluksana *et al.*, 1999). Like vertebrate complement molecules, proPO is cleaved and activated. This PO enzyme binds to infected cells via a probable thiol-ester-like motif, leading to production of toxic intermediates of phenol, which might aid in preventing the virus from gaining entry into the body cavity. In crayfish,  $\alpha_2$ -macroglobulin (a proteinase inhibitor) can be cross-linked to the clotting protein by a blood cell TG. This inhibitor is thought to locate within the clotting polymers to prevent microorganisms from using their proteinases to dissolve clots and penetrate wound sites (Hall and Söderhäll, 1994). Whether this is the case in shrimp needs further investigation. However, haemolymph leakage resulting from impaired coagulation appears to be compensated by enhanced PO activity in TSV-infected shrimp. As in crayfish (Söderhäll and Cerenius, 1992), shrimp proPO may be activated directly by a 20% reduction in plasma calcium, which indicates an injury caused by TSV infection.

### Coagulation Related Factors

In shrimp, clotting is mediated through clottable protein (CP) present in the plasma and cell factors compartmentalized within the circulating hemocytes. The clottable protein is converted to covalently linked polymers by  $\text{Ca}^{2+}$ -dependent TG which may be released from hemocytes during coagulation (Greenberg *et al.*, 1991). We had isolated cDNA encoding a novel TG from tiger shrimp hemocyte cDNA library. The sequence of shrimp TG was similar to crayfish, other invertebrate and vertebrate TG sequences. High level of TG expression was detected in hematopoietic tissue (Huang *et al.*, 2004) (Fig. 4). TG activity in haemocyte lysate, and plasma concentrations of clottable protein and calcium ions decreased in TSV-infected shrimp and coincided with poor haemolymph coagulation (Table 1). Because TSV hampered coagulation, haemolymph loss via unhealed wound would affect homeostasis. The non-trapped virus in the clot could invade, disseminate and eventually cause systemic viremia. Haemolymph clotting may be an valuable health biomarkers.

### Superoxide Anion Production

Based on generation of the initial product,  $\text{O}_2^-$ , haemocyte phagocytosis increased 1.3-fold. However, TSV infection seemed to tire the haemocytes. As a result, haemocyte phagocytosis decreased dramatically indicated by the lowest ratio value. In TSV-infected shrimp, one of the plasma antimicrobial peptides known to suppress *V. harveyi* growth increased. Tiger shrimp naturally and artificially infected with *V. damsela* had melanised granulomatous ulcerations of the hepatopancreas and an activated proPO-system (Song *et al.*, 1993). The immune responses of shrimp are similar to those of other crustaceans. The proPO-activating system is an important part



**Fig. 4.** In situ hybridization of shrimp TG mRNA in hematopoietic tissue. A: In situ hybridization with an antisense shrimp TG riboprobe. The sections were slightly counterstained with Bismarck Brown Y. Positive signals were observed in hemocytes. No positive signals were observed when using a sense TG riboprobe (data not shown) ( $\times 200$ ). B: Binucleated cells and cells with more condensed cytoplasm (arrow heads) always contained stronger signals for TG ( $\times 1000$ ).



**Fig. 5.** Hemolymph from TSV-infected shrimp (lower left) was red while hemolymph from mock-infected (lower right three) and untreated shrimp (top five) was different shades of blue color. An overlay of sterile liquid paraffin prevented atmospheric oxygen from diffusing into the hemolymph samples (Kodak ASA 400 film, exposure 1/2000 sec).

of their immune response, which includes recognition of foreign invaders and nonliving entities, activation of a wide range of defense reactions, such as phagocytosis and antibacterial activity, encapsulation and nodule formation.

### Other Factors

Although shrimp were fed with artificial pellets containing  $\beta$ -carotenoids, haemolymph taken from untreated and mock-infected shrimp was various shades of blue. The haemolymph of TSV-infected shrimp was reddish (Fig. 5). The haemolymph of American lobsters infected with

gaffkemia was pink. Haemolymph that is not blue is associated with abnormally low haemocyanin (Noga, 2000). In TSV-infected white shrimp, assays of both protein and copper levels indicated that plasma haemocyanin was significantly lower. In TSV-infected shrimp, haemolymph color may be a valuable health biomarker.

Because of their pivotal importance to crustacean health, electrolytes, particularly magnesium, are attractive biomarkers (Noga, 2000). Elevated magnesium levels were associated with white spot disease in kuruma shrimp (Hennig *et al.*, 1998). However, magnesium levels in TSV-infected white shrimp did not change.



Therefore, additional research is needed to fully assess the usefulness of electrolytes as biomarkers.

In conclusion, eleven of fourteen haemolymph parameters changed significantly during the host-TSV interaction. They were THC, DHC, intrahaemocytic superoxide anion and TG activity, plasma PO activity and bacterial growth inhibitory activity against *V. harveyi*, the concentrations of total plasma protein, clottable protein, haemocyanin, copper ion and calcium ion in plasma. These parameters might be valuable references of shrimp health status.

## REFERENCES

- Chang, C. F., M. S. Su and H. Y. Chen (1999) A rapid method to quantify total haemocyte count of *Penaeus monodon* using ATP analysis. *Fish Pathol.*, 34: 211-212.
- Destoumieux, D., M. Munoz, C. Cosseau, J. Rodriguez, P. Bullet, M. Comps, and E. Bachere (2000) Penaeidins, antimicrobial peptides with chitin-binding activity, are produced and stored in shrimp granulocytes and released after microbial challenge. *J. Cell Sci.*, 113: 461-469.
- Greenberg, C. S., P. J. Brickbichler and R. H. Rice (1991) Transglutaminases: multifunction cross-linking enzymes that stabilize tissue. *F.A.S.E.B. J.*, 5: 3071-3077.
- Hall, M. and K. Söderhäll (1994) Crayfish  $\alpha$ 2-macroglobulin as a substrate for transglutaminases. *Comp Biochem Physiol*, 108B: 65-72.
- Hasson, K. W., D. V. Lightner, L. L. Mohney, R. M. Redman, B. T. Poulos and B. M. White (1999) Taura syndrome virus (TSV) lesion development and the disease cycle in the Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. *Dis. Aquat. Organ.*, 36: 81-93.
- Hennig, O., T. Itami, M. Maeda, M. Kondo, Y. Natsukari and Y. Takahashi (1998) Analyses of hemolymph immunoparameters in kuruma shrimp infected with penaeid rod-shaped DNA virus. *Fish Pathol.*, 33: 389-393.
- Huang, C. C., K. Sritunyalucksana, K. Söderhäll and Y. L. Song. (2004) Molecular cloning and characterization of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) transglutaminase. *Dev. Comp. Immunol.*, 28: 279-294.
- Kondo, M., H. Matsuyama and T. Yano (1992) The opsonic effect of lectin on phagocytosis by hemocytes of kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Gyobyo Kenkyu*, 27: 217-222.
- Le Moullac, G., M. Le Groumellec, D. Ansquer, S. Froissard, P. Levy and Aquacop. (1997) Haematological and phenoloxidase activity changes in the shrimp *Penaeus stylirostris* in relation with the moult cycle : protection against vibriosis. *Fish Shellfish Immunol.*, 7: 227-234.
- Le Moullac, G., C. Soyeze, D. Saulnier, D. Ansquer, J. C. Avarre and P. Levy (1998) Effect of hypoxic stress on the immune response and the resistance to vibriosis of the shrimp *Penaeus stylirostris*. *Fish Shellfish Immunol.*, 8: 621-629.
- Lien, T.W., H. C. Hsiung, C. C. Huang and Y. L. Song (2002) Genomic similarity of Taura syndrome virus (TSV) between Taiwan and western hemisphere isolates. *Fish Pathol.*, 37: 71-75.
- Lightner, D. V. (1996) A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for disease of cultured penaeid shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge.
- Lorenzon, S., S. Guarrini, V. J. Smith and E. A. Ferrero (1999) Effects of LPS injection on circulating haemocytes in crustaceans *in vivo*. *Fish Shellfish Immunol.*, 9: 31-50.
- Martin, G. G., J. E. Hose, S. Omori, C. Chong, T. Hoodbhoy and N. McKrell (1991) Localization and roles of coagulogen and transglutaminase in hemolymph coagulation in decapod crustaceans. *Comp. Biochem. Physiol.*, 100B: 517-522.
- Martin, G. G., J. Kay, D. Poole and C. Poole (1998) *In vitro* nodule formation in the ridgeback prawn, *Sycionia ingentis*, and the American lobster, *Homarus americanus*. *Invert. Biol.*, 117: 155-168.
- Noga, E. J., T. A. Arroll, R. A. Bullis and L. Khoo (1996) Antibacterial activity in hemolymph of white shrimp, *Penaeus setiferus*. *J. Mar. Biotech.*, 4: 181-184.
- Noga, E. J. (2000) Hemolymph biomarkers of crustacean health. In *Recent Advances in Marine Biotechnology, Immunobiology and Pathology* (M. Fingerman & R. Nagabhushanam, eds) 5, 125-163. Enfield (NH), USA: Science Publishers, Inc.

- Omori, S. A., G. G. Martin and J. E. Hose (1989) Morphology of hemocyte lysis and clotting in the ridgeback prawn, *Sicyonia ingentis*. Cell Tissue Res., 255: 117-123.
- Owens, L. and A. O'Neill (1997) Use of a clinical cell flow cytometer for differential counts of prawn *Penaeus monodon* haemocytes. Dis. Aquat. Organ., 31: 147-153.
- Pauley, G. B., M.W. Newman and E. Gould (1975) Serum changes in the blue crab, *Callinectes sapidus* associated with *Paramoeba pernicioso*, the causative agent of gray crab disease. Mar. Fish. Rev., 37: 34-38.
- Ratanapo, S. and M. Chulavatnatol (1992) Monodin-induced agglutination of *Vibrio vulnificus*, a major infective bacterium in black tiger prawn (*Penaeus monodon*). Comp. Biochem. Physiol., 102B: 855-859.
- Söderhäll, K. and L. Cerenius (1992) Crustacean immunity. Annu. Rev. Fish Dis., 1: 3-23.
- Song, Y. L., C. I. Yu, T. W. Lien, C. C. Huang and M.N. Lin (2003) Haemolymph parameters of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) infected with Taura syndrome virus. Fish Shellfish Immunol., 14: 317-331.
- Song, Y. L., W. Cheng and C. H. Wang (1993) Isolation and characterization of *Vibrio damsela* infectious for cultured shrimp in Taiwan. J. Invert. Pathol., 61: 24-31.
- Sritunyalucksana, K., L. Cerenius and K. Söderhäll (1999) Molecular cloning and characterization of prophenoloxidase in the black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. Dev. Comp. Immunol., 23: 179-186.
- Sritunyalucksana, K., P. Sithisarn, B. Withayachumnarnkul and T.W. Flegel (1999) A preliminary study on activation of agglutinin and antibacterial activity in haemolymph of the black tiger prawn, *Penaeus monodon*. Fish Shellfish Immunol., 9: 21-30.
- Sung, H. H., H. J. Chang, C. H. Her, J. C. Chang and Y. L. Song (1998) Phenoloxidase activity of hemocytes derived from *Penaeus monodon* and *Macrobrachium rosenbergii*. J. Invert. Pathol., 71: 26-33.
- Tu, C., H. T. Huang, S. H. Chuang, J. P. Hsu, S. T. Kuo, N. J. Li, T. L. Hsu, M. C. Li and S. Y. Lin (1999) Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. Dis. Aquat. Organ., 38: 159-161.
- Vargas-Albores, F., M. Guzman and J. Ochoa (1993) A lipopolysaccharide-binding agglutinin isolated from brown shrimp (*Penaeus californiensis* Holmes) haemolymph. Com. Biochem. Physiol., 104B: 407-413.
- Wang, R., Z. Liang, M. Hal and K. Soderhall (2001) A transglutaminase involved in the coagulation system of the freshwater crayfish, *Pacifastacus lenisusculus*. Tissue localization and cDNA cloning. Fish Shellfish Immunol., 11: 623-637.
- Yu, C. I. and Y. L. Song (2000) Outbreaks of Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. Fish Pathol., 35: 21-24.

# 白蝦疾病診斷與防治

## Diagnosis and Prevention of White Shrimp Diseases

董明澄

Ming-Chen Tung

國立屏東科技大學 獸醫學系

Department of Veterinary Medicine, National Pingtung University of Science and Technology

### 蝦病病因

#### 一、非傳染性病因

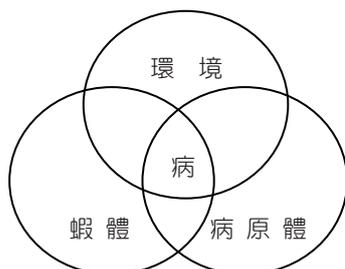
營養不均衡，飼料品質不良，如缺膽固醇或礦物質，尤其部分維他命在製造過程、保存及運輸中分解破壞，水溫太高或太低，鹽度驟變，有毒藥物或水中毒物之物理化學傷害等。

#### 二、傳染性病因

有細菌，黴菌，病毒，原蟲及寄生蟲等。一般日常所遭遇之蝦病，絕大多數係由傳染性病因而造成。

### 蝦病致病機序

- 一、環境因素。
- 二、病原體感染因素。
- 三、蝦體因素。



蝦類與水環境關係極為密切，對水質環境不良特別敏感，容易因環境不良而造成緊迫，使蝦體抵抗力下降；又水中常在之一些病原菌，在水質良好時，該等病菌量少病原性亦低，當水質不良時，會大量增殖並伺機感染蝦類造成感染發病。因此高密度養殖之蝦池要時時刻刻注意水質，以免因不良水質環境而造成蝦病發生之誘因。同理，如蝦病發生後，除了正確投藥治療之外，同時亦要注意設法改善水質環境，才可收事半功倍之效。

### 蝦類一般疾病之預防措施

- 一、養殖池翻土，撒石灰，曝曬，必要時如前批養殖蝦有病毒感染致死，則有必要以漂白粉消毒。
- 二、購入無病原之健康蝦苗，最好選具抗病品種飼養。
- 三、購入後應隔離飼養，自行檢疫觀察一段時間。
- 四、隔離檢疫期間，宜同時實施藥浴。
- 五、搬運車，戴具，容器，網具，人手，腳及膠鞋等徹底消毒。
- 六、病蝦絕對禁止投藥後買賣及移動，以防止傳染病之散播及供食用之蝦體有藥物殘留。



- 七、適當之放養密度。
- 八、注意飼養及水質管理，並保持養殖場之衛生清潔。
- 九、病死蝦屍體應立即撈取，燒毀或掩埋，杜絕病原散播。
- 十、避免濫用及迷信藥物，確實瞭解藥性，適時應用有效藥物以達預防及治療疾病之效。

### 一般性蝦病防治措施

- 一、早期發現病情，並尋求正確之診斷。
- 二、改善水質，必要時進行藥浴(病毒性疾病之藥浴，要慎重考慮，非必要不藥浴，因藥浴可能引起緊迫)。
- 三、選擇有效之藥物、投藥方法及劑量應正確。
- 四、藥餌之調配混合，務必均勻及吸著完全。
- 五、追蹤觀察療效及檢討，並訂定防範措施。
- 六、嚴守停藥期，避免藥物殘留，俾免影響消費者健康，保障外銷(內銷)之市場。
- 七、妥善處理空藥罐、瓶及藥浴水之排放，避免二次公害之形成。
- 八、病、死蝦應即撈取集中燒毀或深埋，以防止病源之蔓延及散佈。

### 蝦類病毒性疾病之預防控制

#### 一、避免病毒引進至養蝦場

由於目前對蝦病毒無有效抑制或殺死蝦體內病毒之藥物，且蝦類無特異性之體液免疫系統，因此無法如哺乳類或禽類等應用疫苗免疫而獲得對各種病毒之特異性之保護，故一般採用避免引入病毒之各種預防措施。

- (一) 加強放養蝦類前之池塘曬池，撒石灰及漂白粉之消毒操作(尤其前批飼養之蝦

有被病毒感染時，必須經漂白粉之消毒處理)。

- (二) 進養 SPF (Specific pathogen free, 無特定病原) 蝦苗，即白蝦苗無 WSSV, TSV 及 IHNV 等主要病毒感染之蝦苗，購蝦苗時可向有 SPF 蝦繁殖場訂購之外，未確定蝦苗有無該等病毒之污染時，可將蝦苗送檢進行聚合酶鏈反應 (PCR) 之檢驗。而繁殖場應定期檢測種蝦及蝦苗，且政府應責成種苗協會或其他具公信力之機構，執行 SPF 繁殖場之認證制度。
- (三) 養殖場應有蓄水池之設置，由於傳統養殖蝦場，直接引進海水、排水溝之水或養蝦場密集區域之地下水時，均有可能引進污染病毒之水源，尤其如 WSV 等傳播迅速且廣泛存在於水中生物，因此有必要濾除浮游動物後，再以高濃度漂白粉消毒，並經曝氣卻除殘氯後作為補充池水之用，故應用如此處理之池水補充。
- (四) 引用上述經處理之清淨蓄水池水時，只用於補充每日定時排放少量池底污水為原則，故池底污水排放結構應做適當之改良以達到有效排污之目的。
- (五) 避免用生餌餵飼，尤其如蟹類、豐年蝦等常為 WSV 帶毒者，故以人工完全飼料飼養為宜。種蝦場可用無污染之墨魚等飼餵。
- (六) 應用防鳥網覆蓋養殖池，本方法只能應用於較小型養蝦池。

#### 二、應用免疫刺激劑 (Immunostimulant)

如葡聚醣類 (Glucan)、幾丁聚醣 (Chitosan)，左咪唑 (levamisole) 等可添加於飼料中，以便刺激蝦類之非特異性細胞免疫，對預防病毒輕度感染有若干保護效果而提高收成。

### 三、降低緊迫因子

例如避免低 DO，過高密度，pH 值驟變，水質不良等，對輕度之慢性病毒感染，可有效降低其轉變為急性感染而造成大量死亡之風險。

四、應用 PCR 等快速及敏感度極高之技術，在養殖過程中進行病毒性疾病之監測。

五、應用遺傳學或基因轉殖方法選殖具有抗病力品種

該品種同時要兼顧具有快速成長，肉質佳美，繁殖力強等之優點，要育成滿意之好品種不易。

六、使用消毒劑如臭氧 (O<sub>3</sub>)、有機碘或前述之清淨水浸泡或清洗蝦卵等方法，亦可有效降低蝦苗之病毒感染。

## 白蝦疾病之診斷

### 一、疫情發生概況及臨床病徵

- (一) 發病疫情或症狀及病變檢查。
- (二) 肉眼病變檢查。
- (三) 體表、鰓、附肢或有病變之臟器組織之濕壓片 (wet mount) 之顯微鏡檢，一般可作為原蟲如微孢子蟲 (Microsporidians)、鐘型蟲 (Zoothamnium)、黴菌、細菌及寄生蟲之診斷參考。
- (四) 組織抹片染色鏡檢：
  1. 細菌可用革蘭或劉氏染色後鏡檢，或無染色檢查則用濕壓片方式以暗視野或位相差 (Phase contrast) 觀察。
  2. 病毒性疾病可用 Giemsa、劉氏或 Eosin 染色觀察肝胰腺或鰓、皮下及結締組織，檢查組織細胞之變性壞死，如細胞核腫大核濃縮，核破裂，核內包容體 (Occlusion) 或包涵體 (Inclusion) 等。

### 二、水質檢驗

如 pH 值，總氨，亞硝酸，硫化氫，DO，COD 或 BOD 等檢測。

### 三、組織病理學檢查

組織切片通常用 H&E 染色，必要時用特殊染色。

### 四、應用抗體檢測 (Antibody-based assay)

如螢光抗體技術 (FA)、酵素免疫試驗 (ELISA) 等。

### 五、電子顯微鏡檢查

病毒性疾病應用穿透式電顯 (TEM) 診斷。

六、基因探針 (Gene probe) 或原位雜交試驗 (in situ hybridization) 及聚合酶鏈反應 (Polymerase chain reaction, PCR)。

### 七、易感染動物之接種試驗

如對 IHNV 診斷，用感受性高之 SPF 藍蝦人工接種感染。

### 八、微生物學試驗

細菌分離培養及形態學、生化學反應鑑定，常輔以 API 套組或 Biolog system 快速鑑定。

## 常見白蝦疾病及防治

### 一、白蝦病毒性疾病種類

台灣養殖白蝦病毒性疾病，主要有白點症 (WSS)，黃頭病 (YHD)，陶拉病 (TS)，傳染性及皮下造血組織壞死病 (IHNV) 及肝胰腺小病毒症 (HPVD) 等 (Table 1)。

**Table 1.** Viral diseases of white shrimp, *Penaeus vannamei* in Taiwan

Disease	Etiology	Severity
White spot syndrome (WSS)	White spot syndrome virus ( <i>Whispovirus</i> )	+++
Yellow head disease (YHD)	Yellow head virus ( <i>Okavirus</i> )	+++
Taura syndrome (TS)	Taura syndrome virus ( <i>Piconavirus</i> )	+++
Infectious hypodermal and hemopoietic necrosis (IHHN)	Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus ( <i>Parvovirus</i> )	++
Hepatopancreatic parvovirus disease (HPVD)	Hepatopancreatic parvo virus ( <i>Parvovirus</i> )	++

**Table 2.** Morphometrics of the white spot syndrome viruses

Name of Virus and Disease	Mean Virion Size (nm)	Mean Nucleocapsid Size (nm)	References
WSBV = White spot baculovirus = White spot syndrome (WSS) = White spot disease	70 ~ 150 × 250 ~ 380	58 ~ 68 × 330 ~ 350	Chou <i>et al.</i> , 1995; Wang <i>et al.</i> , 1995; Huang <i>et al.</i> , 1995
HHNBV = Baculoviral hypodermal & hematopoietic necrosis = Shrimp explosive epidermic disease (SEED) = China virus disease	120 × 360	—	
SEMBV = Systemic ectodermal & mesodermal baculovirus = Red disease = White spot disease	120 × 276	89 × 201	Wongteerasupaya <i>et al.</i> , 1995
RV-PJ = Red-shaped nuclear virus of <i>Penaeus japonicus</i>			
RV- PJ # 1	—	84 × 226	Inouye <i>et al.</i> , 1994;
RV- PJ # 2	83 × 275	54 × 216	Nakano <i>et al.</i> , 1994

## 二、白點症徵候群 (White Spot Syndrome; WSS, 簡稱白點症)

### (一) 病原及疫學：

白點症病毒 (White spot syndrome virus, WSV) 在文獻上有如 Table 2 所載之不同名稱

及病毒大小，早期認為屬於雙股 DNA 之無包容體桿狀病毒 (Non-occluded Baculovirus)，目前分類屬於 Nimaviridae 科之 *Whispovirus* 屬 (Mayo, 2002a, 2002b)。

WSV 之基因組含 307,287 bp (GenBank Accession No. AF440570)。

**Table 3.** WSV surveillance, detection and diagnostic methods

Method	Screening				Presumptive	Confirmatory
	Larvae	PLs	Juveniles	Adults		
Gross signs	-	-	-	-	+	-
Histopathology	-	-	-	-	++	++
Bioassay	-	-	-	-	+	-
TEM	-	-	-	-	+++	+++
Antibody-based methods	?	?	+++	+++	+++	+++
<i>in situ</i> Hybridization	?	?	+	+	+++	+++
PCR	+++	+++	+++	+++	+++	+++

PLs: postlarvae; TEM: transmission electron microscopy; PCR: polymerase chain reaction; -: the method is presently unavailable or unsuitable; ?: the method is available but untested; +: the method has application in some situations, but cost, accuracy, or other factors severely limits its application; ++: the method is a standard method with good diagnostic sensitivity and specificity; and +++: the method is recommended method for reasons of availability, utility, and diagnostic specificity and sensitivity.

白點症病毒 (WSV) 為目前嚴重危害台灣及其他亞洲地區甚至美洲地區之養殖蝦類 (台灣南區魚病中心等, 1994), 在台灣感染包括白蝦、草蝦、斑節蝦、砂蝦、紅尾蝦等的病毒。本病傳播迅速, 死亡率最高可達 100%, 目前尚未發現對白點症具抵抗力之蝦種。

## (二) 診斷：

白點症病毒 (WSV) 之各種診斷監測方法之特異性及敏感度如 Table 3 所示。

### 1. 臨床症狀及病變：

- (1) 急速明顯退料。倦怠，體力耗弱，行動遲緩，浮上水面並靠近池旁。
- (2) 急性期：頻死期蝦子體色呈現粉紅到紅棕色，因體表色素細胞的擴展，因此又有紅病 (Red disease) 之稱。
- (3) 亞急性至慢性型：蝦體外殼 (外骨骼) 出現白點，直徑 0.5 ~ 2.0 mm，為本病特徵性病變。白蝦白點比草蝦、斑節蝦不明顯，通常頭胸甲處之白點比較容易觀察。白點為本病毒感染表皮組織造成鈣鹽之不正常沉積 (Figs. 1 & 2)。白點的出現，並不一定代表病情已發展到感染末期，一般若沒有緊迫因子，受感染而具有輕微白點之蝦，仍可繼續存活而不發病致死。



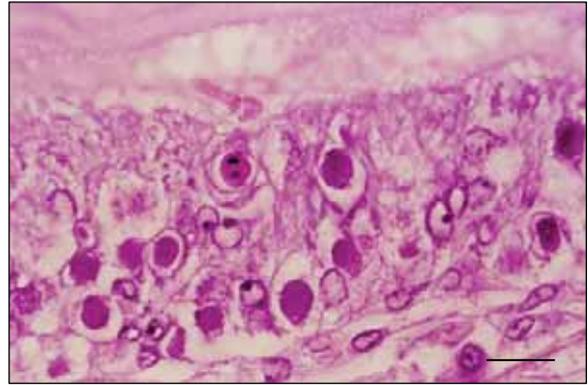
**Fig. 1.** White spot syndrome virus (WSV) infected black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. White spots are distinctively visible on the carapace.



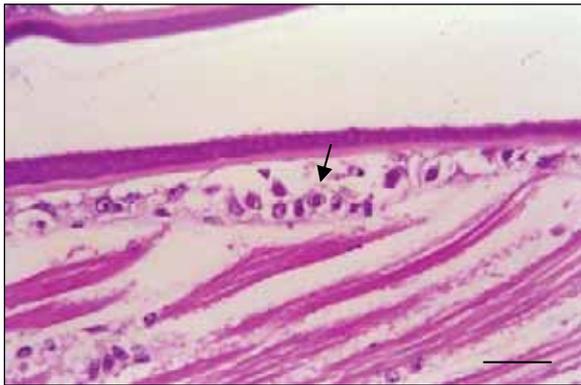
**Fig. 2.** WSV infected Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. White spots on the cuticle are usually not obvious. But when the carapace is raised against the dark background then these white spots become visible.



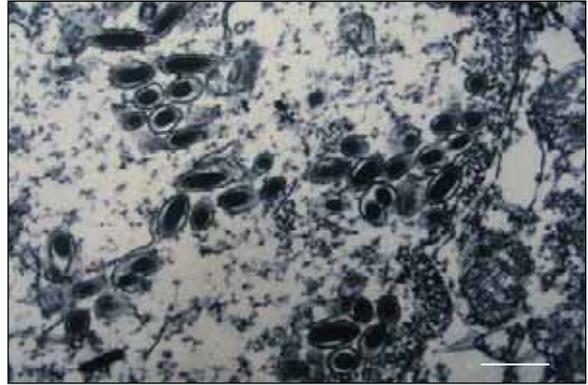
**Fig. 3.** White spot syndrome (WSS). Section of gill secondary lamellae show mild hyperplasia with several basophilic intranuclear inclusions and chromatin margination (arrow). H&E stain. Bar = 40  $\mu$ m.



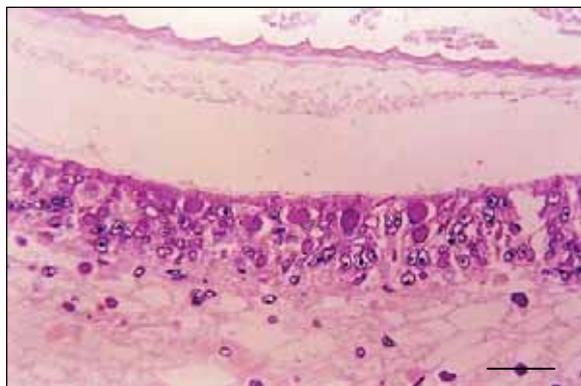
**Fig. 6.** WSS. High-power view of Fig. 5. H&E stain. Bar = 10  $\mu$ m.



**Fig. 4.** WSS. Section of cuticular epithelium reveals prominent nuclear swelling with basophilic intranuclear inclusion and chromatin margination (arrow). H&E stain. Bar = 40  $\mu$ m.



**Fig. 7.** WSS. Electron micrograph of WSV infected hypertrophic nucleus. Many non-occluded rod-shaped, blunt ends virions surrounded by envelope are presented. Bar = 300 nm.



**Fig. 5.** WSS. Note stomach epithelial hyperplasia with apparently swollen nuclei fully developed basophilic intranuclear inclusion and chromatin margination. H&E stain. Bar = 40  $\mu$ m.

## 2. 組織病理學病變及電子顯微鏡檢查：

白點症病毒對外胚層及中胚層細胞，亦即對上皮細胞及淋巴樣器官或造血組織具有親和性。該被感染之細胞會產生嗜酸性或嗜鹼性核內包涵體 (Figs. 3 ~ 6)。

鰓上皮，前、中腸，軀幹，附肢之上皮及結締組織，淋巴樣器官組織，造血組織細胞，眼睛網膜細胞，肝胰腺結締組織均呈明顯之病變，後腸上皮及結締組織血淋細胞則病變較不明顯。

電子顯微鏡觀察，在核內包含體可見無蛋白質性包容體之類桿狀病毒 (non-occluded baculovirus – like virus particle) (Fig. 7)。

### 3. 聚合酶鏈反應 (PCR)：

#### (1) 蝦組織及血淋液之 Nested-PCR 方法：

根據 Lo *et al.* (1996, 1997)，採組織做乳劑抽 WSV DNA 時，注意小心將蝦眼剔除，因已知該組織中含有 PCR 抑制因子。

#### (2) 一階 PCR 引子對 146F1/R1，

146F1: 5'-ACT-ACT-AAC-TTC-AGC-CTA-TCT-AG-3'

146R1: 5'-TAA-TGC-GGG-TGT-AAT-GTT-CTT-ACT-A-3'

所增幅之 WSV 產物為 1447 bp。

#### (3) 二階 (nested) PCR 引子對 146F2/R2，

146F2: 5'-GTA-ACT-AAC-TTC-AGC-CTA-TCT-AG-3'

146R2: 5'-TAC-GGC-AGC-TGC-TGC-ACC-TTC-T-3'

其 WSV 特異產物為 941 bp。

#### (4) 為確知 DNA 之品質及 PCR 之確實可靠性，應同時進行以下 PCR。

蝦類 (十足類) 特異引子對 143F/145R  
143F: 5'-TGC-CTT-ATC-AGC-TNT-CGA-TTG-TAG-3'

145R: 5'-TTC-AGN-TTT-GCA-ACC-ATA-CTT-CCC-3'

其產物為 848 bp (N 代表 G、A、T 或 C)。

陽性對照組 (WSV DNA 模板)

陰性對照組 (無 WSV 及蝦 DNA 模板)

### (三) 防疫：

1. 放養前的養殖池一定要完全曬乾、灑石灰，必要時漂白粉消毒，以徹底杜絕病毒殘留。
2. 放養無 WSV 感染蝦苗，最好選無 WSV, TSV, YHV 及 IHNV 帶毒之 SPF 蝦苗。
3. 餌料必須無病毒，以避免病毒進入養殖系統。不要以生蝦蟹餵飼種蝦，因為海蟹是 WSV 天然宿主，帶原率極高。WSV 對蟹病原性低，但對蝦則病原性高。種蝦一旦食入帶原海蟹，幾天內即會因病毒在體內大量增殖而死亡。豐年蝦之帶毒率極高，故亦禁止飼餵。
4. 不論雌種蝦或雄種蝦，均需經過病毒篩檢。
5. 一旦發現池中有死亡之蝦體，應立即清除，以免其他蝦噬食而感染。
6. 在養殖過程中，必須定期以 PCR 監測追蹤白點病毒的感染情形。由於 PCR 檢測系統除可早期發現病毒感染外，還可將感染情形分級。若養殖期間發現為輕度感染 (PCR+ ~ ++反應)，養殖戶可採取一些預防步驟，例如降低養殖密度，保持良好水質等，以減輕環境因子所造成的緊迫的衝擊，進而將爆發白點症的機率減低。不過發現為輕度感染的蝦群必須繼續以 PCR 監控，一旦發現有蝦檢體轉變為 PCR 重度正反應 (+++或++++) 時，必須立即採收，否則大量死亡一定會在幾天內發生。定期以 PCR 監控養殖蝦，應可將損失減至最小。
7. 在淡水環境中飼養，白點症病毒發生率降低。
8. 避免不必要之投藥，尤其是藥浴，因投藥亦會造成緊迫。

**Table 4.** TSV surveillance, detection and diagnostic methods

Method	Screening				Presumptive	Confirmatory
	Larvae	PLs	Juveniles	Adults		
Gross signs	-	-	-	-	++	-
Histopathology	-	+++	+++	+++	+++	+++
TEM	-	-	-	-	+	+
RT-PCR	-	+++	+++	+++	+++	+++

Footnotes: see Table 3.

**Fig. 8.** Taura syndrome (TS). *Penaeus vannamei* acutely infected by TSV virus are lethargic, have soft shells, with distinct red tail fan.**Fig. 9.** TS. A close-up view of Fig. 8. tail fan to visualize focal necrosis lesions at the edge.

### 三、陶拉病 (Taura Syndrome; TS)，全名為陶拉徵候群

#### (一) 病原及疫學：

陶拉病毒 (Taura syndrome virus, TSV) 屬單股 RNA 之微小 RNA 病毒 (Picornavirus)，無封套 (Envelope) 為裸露之正 20 面體 (Icosahedron) 之核殼體 (Nucleocapsid)，病毒大小 32 nm，線形正向單股 RNA 病毒 (+ ssRNA) 含 10,205 bp 核苷酸之基因體 (Hanson *et al.*, 1995; Bonami *et al.*, 1997; Mari *et al.*, 1998)。

TS 源自中南美，含美國佛州、德州、夏威夷之白蝦。台灣自 1997 年中南美大量引進白蝦後台灣已是 TS 之疫區 (Tu *et al.*, 1999; Yu and Song, 2000)。

#### (二) 診斷：

TSV 診斷監測方法及其特異性及敏感度如 Table 4。

##### 1. 臨床症狀及病變：

- (1) 白蝦 PL (PL1 ~ 12 或更大，約 0.05 ~ 5 公克體重) 及幼蝦感染 TSV 時，會產生嚴重疾病。一般白蝦 PL 放養至養成池後 14 ~ 40 天，會發生急性感染而造成大量死亡。較大蝦隻如早期未受 TSV 感染亦會被感染而發病。
- (2) 甚急性至急性期症狀：倦怠，軟殼，腸內無內容物，身體紅色素增加而變淡紅，尤其尾扇呈紅色明顯，故又稱紅尾病 (Red tail disease)，在尾扇及泳足邊緣呈局部壞死，常可見脫殼期之死亡蝦 (甚急性感染) (Figs. 8 & 9)。

- (3) 慢性及恢復期症狀：急性期耐過後出現，病蝦可能仍有食慾，但體表甲殼有多發性局部黑色斑點病變，有如細菌性殼病 (Shell disease) 之病灶 (Fig. 10)。
- (4) 累計死亡率可達 80 ~ 95 %，但一般約有 60 % 收成率。

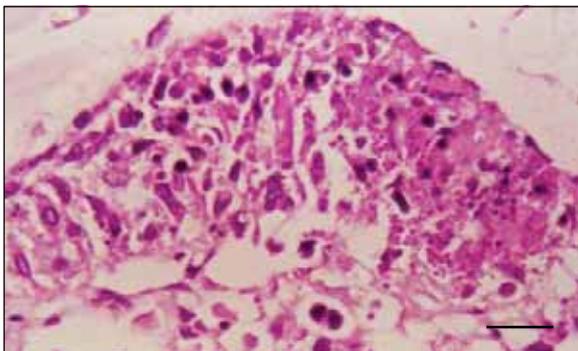


**Fig. 10.** TS. The chronic or recovery phase of TS. Multiple melanized foci of cuticular epithelium necrosis resulted from TSV infection.

2. 組織病理學病變：

(1) 甚急性、急性期病變：

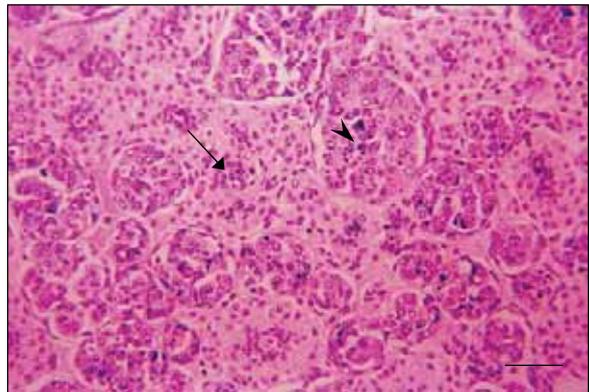
全身多發性壞死病灶，含全身外殼、附肢、尾扇、鰓、食道、胃、後腸之上皮及皮下結締組織。病變細胞核濃縮、核破裂為特徵，胞質呈嗜酸性，內含嗜酸性或嗜鹼性圓形 1 ~ 20 μm 包涵體，無血細胞 (Hemocyte) 之浸潤或炎症反應 (Fig. 11)。



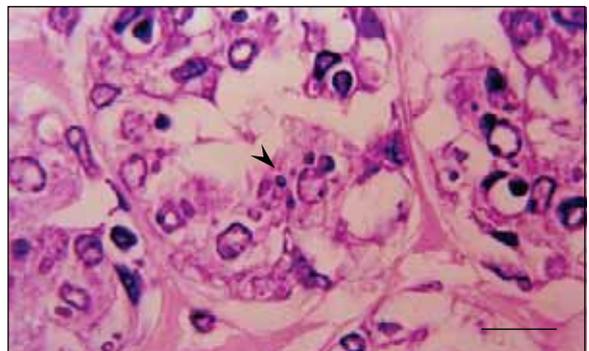
**Fig. 11.** TS. Section of the acute TSV infected necrotic lesions of connective tissue cells with pyknotic and karyorrhectic nuclei and numerous, variable sizes of cytoplasmic inclusions. H&E stain. Bar = 40 μm.

(2) 慢性、恢復期病變：

多發性體表潰瘍灶可見菌塊及皮下血細胞栓子 (Hemocytic plug) 伴隨結締組織及血細胞浸潤。在淋巴器官組織常見有不具中心管，其外鞘細胞排列呈不規則同心圓之所謂淋巴樣器官圓球 (Lymphoid spheroids, LOS)，該 LOS 內可具有大型胞核而胞質內含有空泡及包涵體之細胞 (Figs. 12 & 13)。



**Fig. 12.** TS. Section of the chronic TSV infected lesion in lymphoid organ (LO). Interspersed among normal appearing LO cords or tissues, which is characterized by multiple layers of sheath cells around a central hemolymph vessel (arrow), are accumulations of disorganized LO cells that form LO spheroids (LOS). LOS lack a central vessel and consist of cells which show karyomagny with basophilic cytoplasmic inclusions (arrow head) and large vacuoles. H&E stain. Bar = 50 μm.



**Fig. 13.** TS. High-power view of Fig. 12. H&E stain. Bar = 30 μm.

**Table 5.** IHNV surveillance, detection and diagnostic methods

Method	Screening				Presumptive	Confirmatory
	Larvae	PLs	Juveniles	Adults		
Gross signs	-	-	-	-	+	-
Histopathology	-	-	-	-	++	++
TEM	-	-	-	-	+	+
PCR	+	+++	+++	+++	+++	+++

Footnotes: see Table 3.

### 3. 反轉錄聚合酶鏈反應 RT-PCR (Reverse-transcription polymerase chain reaction)

白蝦血淋液如用 10 % 檸檬酸鈉為抗凝劑時，原液使用於 RT-PCR 時，可能產生抑制效果，因此如發現有抑制現象，必須 10 倍稀釋後再檢測。

RT-PCR 應用 Nunan *et al.* (1998) 之方法及引子對 9195: 5'-TCA-ATG-AGA-GCT-TGG-TCC-3' 及 9992: 5'-AAG-TAG-ACA-GCC-GCG-CTT-3'，其產物為 231 bp TSV 基因序列。

#### (三) 防治：

清除 TSV 方法必須依賴無 TSV 感染之繁殖場生產無 TSV 之蝦苗供應養殖，養殖前白蝦養殖區域必須徹底消毒養殖池及所有設備，養殖期間必須注意鄰近養殖場及野生蝦之污染，詳細方法請參照前述之「蝦類病毒性疾病之預防控制」乙節。

### 四、傳染性皮下及造血組織壞死病，又稱矮小變形症 (Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis, IHNV; Runt Deformity Syndrome, RDS)

#### (一) 病因及疫學：

傳染性皮下及造血組織壞死病毒屬細小病毒 (*Parvovirus*)，單鏈 DNA 正 20 面體病毒，病毒大小平均 22 nm，約 4.1 kb (Bonami *et al.*, 1990; Lightner *et al.*, 1983)。

本病毒分布甚廣，美國、中南美、夏威夷、關島、大溪地、新加坡、馬來西亞、泰國、印尼等均為疫區，台灣自 1997 年大量引進中南美白蝦後亦成為疫區 (Bell and Lightner, 1984)。

#### (二) 診斷：

IHNV 診斷檢測方法及其特異性及敏感度如 Table 5。

#### 1. 臨床症狀及肉眼病變：

本病對藍蝦 (*Penaeus stylirostris*) 感受性高及病原性強，感染後引起嚴重死亡。對白蝦、草蝦、斑節蝦亦可感染，惟均為慢性感染為主。

白蝦感染引起慢性感染為主，感染蝦體型

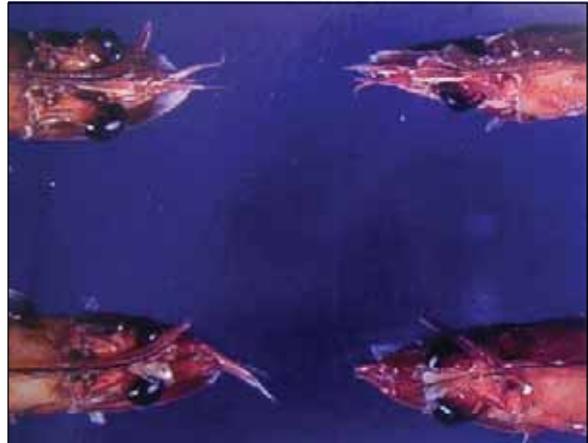
變形明顯，尤其多出現於額角變形彎向一側，第六體節及尾扇變形變小，故又稱為矮小變形症 (Runt deformity syndrome; RDS) (Figs. 14 & 15)。養成池蝦大小參差不齊，產生許多超小型蝦隻及畸形，其大小變異度達 30 ~ 50 %，造成經濟上損失，因蝦隻仍有食慾而消耗飼料，但蝦隻不會相對地正常長大。

2. 組織病理學病變：

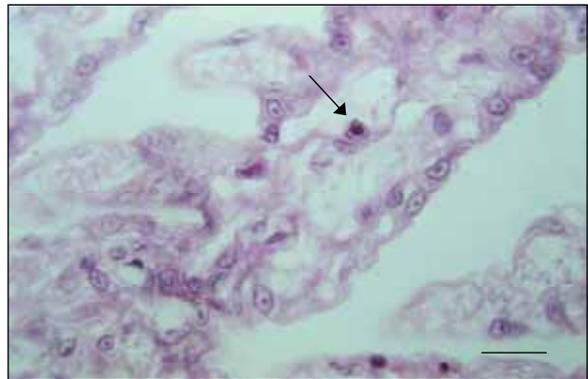
主要感染外胚層及中胚層組織；如外胚層之表皮、前腸、後腸之上皮細胞、中腸上皮 (在糠蝦幼蟲及早期 PL)、神經索及神經細胞。中胚層之造血、觸角腺、生殖腺、淋巴樣器官、結締組織及橫紋肌、肝胰腺上皮細胞。主要病變出現細胞核肥大，內含嗜酸性 Cowdry A 型包涵體及核染色質著邊現象 (Figs. 16 ~ 18)。



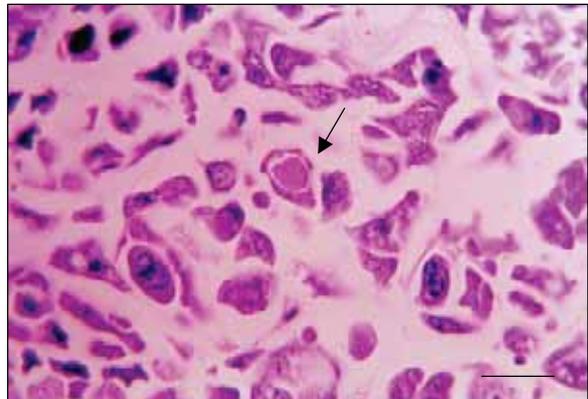
**Fig. 14.** Infectious hypodermal and hematopoietic necrosis (IHHN). Gross signs of lateral view of IHHN virus infected RDS (Runt deformity syndrome). Cuticular abnormalities of the sixth abdominal segment and tail fan (Davidson's fixative preserved).



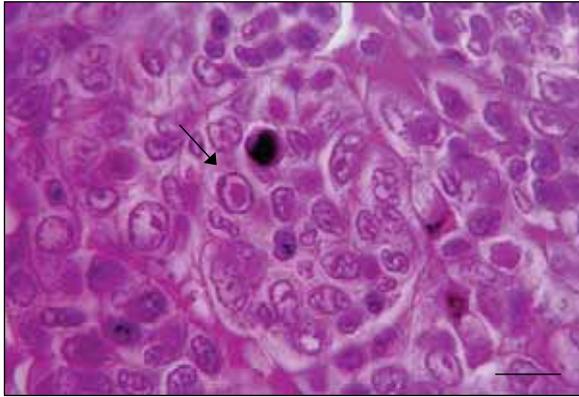
**Fig. 15.** IHHN. Gross signs of dorsal view of IHHN virus infected RDS. Rostrums bent to the left or to the right (Davidson's fixative preserved).



**Fig. 16.** IHHN. Section of IHHNV infected gill lamellae, showing hypertrophied nuclei and the pathognomonic eosinophilic intranuclear inclusions (Cowdry Type A inclusions) (arrow). H&E stain. Bar = 40  $\mu$ m.



**Fig. 17.** IHHN. High magnification view of hepatopancreas epithelial cells with hypertrophied nuclei and the characteristic Cowdry Type A inclusions (arrow). H&E stain. Bar = 10  $\mu$ m.



**Fig. 18.** IHHN. High magnification view of hematopoietic tissue also showing the pathognomonic cellular reactions mentioned. H&E stain. Bar = 10  $\mu$ m.

### 3. PCR :

PCR 依 Lightner (1996) 及 Nunan *et al.* (2000, 2001) 所報告之 GenBank sequence AF218266 及方法，引子對 389F/R 為：5'-CGG-AAC-ACA-ACC- CGA-CTT-TA-3' 及 5'-GGC-CAA-GAC-CAA-CCT-ACG-AA-3'。

其基因產物為 389 bp，如其結果不理想時，則用另外引子對 77012 與 77253R 即 5'-ATC-GGT-GCA-CTA-CTC-GGA-3' 以及 5'-TCG-TAC-TGG-CTGTTC-ATC-3'。其產物大小為 356 bp。

### (三) 防治：

參考前述之「蝦類病毒性疾病之預防控制」乙節。

## 五、黃頭病 (Yellow Head Disease, YHD)

### (一) 病因及疫學：

黃頭病病毒 (Yellow head virus, YHV) 早期在泰國草蝦發現感染時認為係 B 型細胞質內微粒桿狀病毒 (Type B cytoplasmic granulosus baculovirus) 或類桿狀病毒 (Baculo-like virus) (Boonyaratapalin *et al.*, 1993; Chantanachookin *et al.* 1993)。由於桿狀病毒為

DNA 病毒，本病毒屬於 RNA 病毒，目前分類為 Nidovirales 目 Roniviridae 科 *Okavirus* 屬 (Mayo, 2002a, 2002b)。

YHV 為單股 RNA 病毒，大小為 150 ~ 200  $\times$  40 ~ 50 nm，其核殼 (Nucleocapsid) 約 15  $\times$  130 ~ 800 nm。

另外，在澳洲發現草蝦感染鰓病毒 (Gill-associated virus, GAV) 及淋巴樣器官病毒 (Lymphoid organ virus, LOV)，該等病毒均屬 YHV 基因分型 (YHV genotypes) (Spann *et al.*, 1995, 1998)。

台灣雖有草蝦發生報告 (Wang *et al.*, 2003)，而未見白蝦發生感染病例，惟本實驗室曾在檢驗白蝦種蝦有本病存在 (董等, 2003)

### (二) 診斷：

YHV 診斷檢測方法及其特異性及敏感度如 Table 6。

#### 1. 臨床症狀及肉眼病變：

草蝦種蝦及幼蝦 (Subadult) 感染 YHV 後，病蝦及其鰓呈泛黃色，為高致死率之急性病毒感染症 (Boongalatapalin *et al.*, 1993)。人工感染藍蝦及白蝦均造成急性感染致死，感染後 2 天即食慾消失，昏睡，倦怠沉於池底，尾扇、泳足、走足等泛紅，約 4 ~ 5 天後死亡，致死率高達 100% (Lu *et al.*, 1994, 1995)

#### 2. 組織病理學病變：

罹患 YHV 蝦於外胚層及中胚層組織可見有全身多發性及瀰漫性壞死病灶，細胞呈明顯之核濃縮及核破裂，胞質內圍繞胞核有單一或數目大小不等，圓形之嗜鹼性包涵體，該包涵體呈 Feulgen 陽性反應。常見於淋巴器官，造血組織，血細胞 (Hemocyte)，鰓柱狀細胞及鰓上皮細胞，皮下疏松結締組織，肌肉，消化道，觸覺腺，生殖器官，腹部神經及神經節等。早期細胞病變，可見核脹大，染色質著邊。

Table 6. YHV surveillance, detection and diagnostic methods

Method	Screening				Presumptive	Confirmatory
	Larvae	PLs	Juveniles	Adults		
Gross signs	-	-	-	-	+	-
Histopathology	-	-	-	-	++	-
TEM	-	-	+	+	+++	+
RT-PCR	+	+++	+++	+++	+++	+++

Footnotes: see Table 3.

### 3. RT-PCR :

病蝦之鰓，血淋液及淋巴器官均為抽取 RNA 之適當病材。

RT-PCR 如應用 Wongteerasupaga *et al.* (1997) 方法僅能檢出 YHV。而 Cowley and Walker (2000) 方法屬巢式 (Nested) RT-PCR，則可檢出 YHV 及 GAV，其引子對有：GY1: 5'-GAC-ATC-ACT-CCA-GAC-AAC-ATC-TG-3'、GY2: 5'-CAT-CTG-TCC-AGA-AGG-CGT-CTA-TGA-3'、GY4: 5'-GTG-AAG-TCC-ATG-TGT-GTG-AGA-CG-3'、GY5: 5'-GAG-CTG-GAA-TTC-AGT-GAG-AGA-ACA-3'、Y3: 5'-ACG-CTC-TGT-GAC-AAG-CAT-GAA-GTT-3' 以及 G6: 5'-GTA-GTA-GAG-ACG-AGT-GAC-ACC-TAT-3'，引子對 GY5 合成病毒 RNA 之 cDNA。

第一階段 PCR 引子對 GY1 及 GY4，其產物與 GY2，Y3 及 G6 進行第二階段之單管多引子 PCR (Multiplex differential PCR)。第一階段 PCR 產物為 794 bp (YHV 及 GAV 均可產生)。第二階段之鑑別 PCR 產物為 277 bp 時，係由 YHV 所增幅所產生，如為 406 bp 則為 GAV 所增幅之產物。同時有 277 及 406 bp 產物，則為 YHV 及 GAV 混合感染。又第二階段係 Nested RT-PCR，其檢出之敏感度為一階 RT-PCR 之 1000 倍以上。

### (三)防治：

參考前述之「蝦類病毒性疾病之預防控制」乙節。

## 參考文獻

- 台灣南區魚病中心，中區於病中心，台南市家畜疾病防治所，屏東縣家畜疾病防治所，高雄縣家畜疾病防治所，宜蘭縣家畜疾病防治所及台東縣家畜疾病防治所 (1994) 台灣草蝦大量死亡病例之病因學，疫學，病理組織學及電子顯微鏡觀察之研究。83 年動物衛生報導，行政院農委會，台灣省政府農林廳編，雲林縣家畜疾病防治所出版，南投，37-49。
- Bell, T. A. and D. V. Lightner (1984) IHHNV virus: Infectivity and pathogenicity studies in *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 38: 185-194.
- Bonami, J. R., M. Brehelin, J. Mari, B. Trumper and D. V. Lightner (1990) Purification and characterization of IHHN virus of penaeid shrimps. *J. Gen. Virol.*, 71: 2657-2664.
- Bonami, J. R., K. W. Hasson, J. Mari, B. T. Poulos and D. V. Lightner (1997) Taura syndrome of marine penaeid shrimp: characterization of the viral agent. *J. Gen. Virol.*, 78: 313-319.
- Boonyaratpalin, S., K. Supamattaya, J. Kasornchandra, S. Direkbusaracom, U. Ekpanithanpong and C. Chantanachooklin (1993) Nonoccluded baculovirus, the causative agent of yellow head disease in black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Fish Pathol.*, 28: 103-109.



- Chantanachookin, C., S. Boonyaratpalin, J. Kasornchandra, S. Direkbusarakom, U. Ekpanithanpong, K. Supamataya, S. Sriurairatana and T. W. Flegel (1993) History and ultrastructure reveal a new granulosis-like virus in *Penaeus monodon* affected by yellow head disease. *Dis. Aquat. Org.*, 17: 145-157.
- Chou, H. Y., C. Y. Huang, C. H. Wang, H. C. Chiang and C. F. Lo (1995) Pathogenicity of a baculovirus infection causing white spot syndrome in cultured penaeid shrimp in Taiwan. *Dis. Aquat. Org.*, 23: 165-173.
- Hasson, K. W., D. V. Lightner, B. T. Poulos, R. M. Redman, B. L. White, J. A. Brock and J. R. Bonami (1995) Taura syndrome in *Penaeus vannamei*: Demonstration of a viral etiology. *Dis. Aquat. Org.*, 23: 115-126.
- Huang, J., X. L. Song, J. Yu and C. H. Yang (1995) Baculoviral hypodermal and hematopoietic necrosis-study on the pathogen and pathology of the explosive epidemic disease of shrimp. *Mar. Fish Res.*, 16: 1-10.
- Inouye, K., S. Miwa, N. Oseko, H. Nakano, T. Kimura, K. Momoyama and M. Hiraoka (1994) Mass mortality of cultured kuruma shrimp *Penaeus japonicus* in Japan in 1993 : Electron microscopic evidence of the causative virus. *Fish Pathol.*, 29:149-158.
- Lightner, D. V. (1996) The penaeid shrimp viruses IHNV and TSV: epizootiology, production impacts and role of international trade in their distribution in the Americas. *Rev. sci tech. Off. Int. Epiz.*, 15: 579-601.
- Lo, C. F., J. Leu, C. H. Ho, C. H. Chen, S. E. Peng, Y. T. Chen, C. M. Chou, P. Y. Yeh, C. J. Huang, H. Y. Chou, C. H. Wang and G. H. Kou (1996) Detection of baculovirus associated with white spot syndrome (WSBV) in penaeid shrimps using polymerase chain reaction. *Dis. Aquat. Org.*, 25: 133-141.
- Lo, C. F., C. H. Ho, C. H. Chen, K. F. Liu, Y. L. Chiu, P. Y. Yeh, S. E. Peng, H. E. Hsu, H. C. Liu, C. F. Chang, M. S. Su, C. H. Wang and G. H. Kou (1997) Detection and tissue tropism of white spot syndrome baculovirus (WSBV) in captured brooders of *Penaeus monodon* with a special emphasis on reproductive organs. *Dis. Aquat. Org.*, 30: 53-72.
- Lu, Y., L. M. Tapay, J. A. Brock and P. C. Loh (1994) Infection of the yellow head baculo-like virus (YHV) in two species of penaeid shrimp *Penaeus stylirostris* (Stimpson) and *Penaeus vannamei* (Boone). *J. Fish Dis.*, 17: 649-656.
- Lu, Y., L. M. Tapay, P. C. Loh, J. A. Brock, and R. B. Gose (1995) Distribution of yellow-head virus in selected tissues and organs of penaeid shrimp *Penaeus vannamei*. *Dis. Aquat. Org.*, 23: 67-70.
- Mari, J., J. R. Bonami and D. V. Lightner (1998) Taura syndrome of penaeid shrimp : cloning of viral genome fragments and development of specific gene probes. *Dis. Aquat. Org.*, 33:11-17.
- Mayo, M. A. (2002 a) A summary of taxonomic changes recently approved by (International Committee on Taxonomy of Viruses[ICTV] Secretary). *Arch. Virol.*, 147:1655-1656.
- Mayo, M. A. (2002 b) ICTV, virology division news : ICTV at the Paris ICV:Results of the Plenary Session and the Binomial Ballot. *Arch. Virol.*, 147 :2254-2260.
- Nakano, H., H. Koube, S. Wmezawa, K. Momoyama, M. Hiraoka, M. Inouye and N. Oseko (1994) Mass mortality of cultured kuruma shrimp, *Penaeus japonicus*, in Japan in 1993: Epizootiological survey and infection trails. *Fish Pathol.*, 29: 135-139.5.
- Nunan, L. M., B. T. Poulos and D. V. Lightner (1998) Reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) used for the detection of Taura Syndrome Virus (TSV) in experimentally infected shrimp. *Dis. Aquat. Org.*, 34: 87-91.
- Nunan, L. M., B. T. Poulos and D. V. Lightner (2000) Use of polymerase chain reaction (PCR) for the detection of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHNV) in penaeid shrimp. *Mar. Biotechnol.*, 2: 319-328.
- Nunan, L. M., S. M. Arce, R. J. Staha and D. V. Lightner (2001) Prevalence of infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus (IHNV) and white spot syndrome virus (WSSV) in *Litopenaeus vannamei* in the Pacific Ocean off the coast of Panama. *J. World Aquat. Soc.*, 32: 330-3346.
- Spann, K. M., J. E. Vickers and R. J. G. Lester (1995) Lymphoid organ virus of *Penaeus monodon* from Australia. *Dis. Aquat. Org.*, 23: 127-134.

- Spann, K. M., J. A. Cowley, P. J. Walker and R. J. G. Lester (1998) A yellow-head-like virus form *Penaeus monodon* cultured in Australia. *Dis. Aquat. Org.*, 31: 169-179.
- Tu, C., H. T. Huang, S. H. Chuang, J. P. Hsu, S. T. Kuo, N. J. Li, T. L. Hus, M. C. Li and S. Y. Lin (1999) Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. *Dis. Aquat. Org.*, 38:159-161.9.
- Tung, M. C., C. S. Lee, K. P. Sung, P. C. Chuang and S. S. Tsai (2003) Unpublished data.
- Walker, P. J. and J. A. Cowley (2000) Viral genetic variation : Implications for disease diagnosis and detection of shrimp pathogens. *In* DNA-based Molecular Diagnostic Techniques: Research Needs for Standardization and Validation of the Detection of Aquatic Animal Pathogens and Diseases (P. J. Walker and R. Subasinghe, eds.), Report and Proceedings of the Expert Workshop on DNA-based Molecular Diagnostic Techniques, Bangkok, Thailand, 7-9 February 1999. FAO Fisheries Technical Paper No. 395, FAO, Rome, Italy, 54-59.
- Wang, C. H., C. F. Lo, J. H. Leu, C. M. Chou, P. Y. Yen, H. Y. Chou, M. C. Tung, C. F. Chang, M. S. Su and G. H. Kou (1995) Purification and genomic analysis of baculovirus associated with white spot syndrome (WSBV) of *Penaeus monodon*. *Dis. Aquat. Org.*, 23: 239-242.
- Wongteerasupaya, C., J. E. Vickers, S. Sriurairatana, G. L. Nash, A. Akarajamorn, V. Boonsaeng, S. Panyim, A. Tassanakajon, B. Withyachumnarnkul and T. W. Flegel (1995) A non-occluded, systemic baculovirus that occurs in cells of ectodermal and mesodermal origin and causes high mortality in the black tiger prawn *Penaeus monodon*. *Dis. Aquat. Org.* 21: 69-77.
- Wongteerasupaya, C., V. Boonsaeng, S. Panyim, A. Tassanakajon, B. Withyachumnarnkul and T. W. Flegel (1997) Detection of yellow-head virus (YHV) of *Penaeus monodon* by RT-PCR amplification. *Dis. Aquat. Org.*, 31: 181-186.
- Yu, C. I. and Y. L. Song (2000) Outbreaks of Taura syndrome in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* cultured in Taiwan. *Fish Pathol.*, 32: 21-24.

# 應用多醣類增強蝦類免疫能力之研究

## Application of Dietary $\beta$ -1,3-glucan in Enhancing Immunocompetence of Prawn

張正芳  
Cheng-Fang Chang

行政院農業委員會水產試驗所 生物技術組  
Biotechnology Division, Fisheries Research Institute

### 摘 要

免疫刺激物的研究中以多醣類為最多，使用後之效果也最佳。如多醣類能活化甲殼類血淋巴球細胞的凝血作用及增加血淋巴球細胞的吞噬能力，並能加強甲殼類體內不同種類血淋巴球間功能上的連繫，以抵禦侵入體內的微生物，提高防禦系統的嚴密性。斑節蝦投給peptidoglycan與Schizophyllan可增強其血淋巴球細胞的吞噬能力與對海水弧菌的抵抗力。使用酵母菌抽出含 $\beta$ -1,3-1,6-glucan之多醣類，刺激草蝦血淋巴球細胞後，會增加殺菌物質 $H_2O_2$ 與 $O_2^-$ 產生量與增強對病原弧菌感染的抵抗力，提高草蝦之活存率。飼餵含真菌*Schizophyllum commune*的細胞壁所純化出之多醣類 ( $\beta$ -1,3-1,6-glucan) 的添加可增強草蝦血淋巴球吞噬能力及酚氧化酶、 $O_2^-$  與超氧歧化酶產生量，適時適量的使用能增強蝦苗與稚蝦抵抗弧菌與WSSV的感染，並提升種蝦蕃養與催熟期間之抗病力與存活。

台灣的草蝦 (*Penaeus monodon*) 養殖，自 1988 年遭受草蝦桿狀病毒 (*P. monodon* baculovirus, MBV) 與弧菌的嚴重感染，發生大量死亡以來，產量即由 95,000 公噸大幅下降至 9,000 公噸。雖然在 1991 年逐漸回升到 10000

公噸以上。但自 1992 年起又發生白點病 (white spot syndrome, WSS)，除造成草蝦大量死亡外，其它養殖蝦種，如斑節蝦及紅尾蝦也無法倖免。由台大魚病防治小組與各防疫單位綜合近年來之研究結果指出，白點症病毒 (white spot syndrome virus, WSSV) 與海水中的病原性弧菌，如：瘡傷弧菌 (*Vibrio vulnificus*)、副溶血性弧菌 (*V. parahaemolyticus*)、溶藻弧菌 (*V. alginolyticus*)、哈維弧菌 (*V. harveyi*) 與 *V. damsela* 等所產生的毒素及對蝦體之強大病原性，是引發蝦類大量死亡之主要原因之一。因此，為克服養殖蝦類遭受病原的侵襲，除需設法維持良好的養殖環境以抑制養殖池中病原的滋生外，另則需強化蝦本身對病原的抵抗力。

甲殼類為開放式循環系統，其免疫機制以非特異性免疫反應 (nonspecific immune response) 為主，為立即而非緩慢誘發式的防禦反應，以應付病原入侵及擴散。甲殼類之防禦反應主要由血淋巴球細胞 (hemocytes) 產生之原酚氧化酵素激活系統 (prophenoloxidase system, proPO system) 來完成。因此蝦類之血淋巴球細胞在非特異性免疫功能中，扮演非常重要之角色。

甲殼類血淋巴球細胞，可利用密度梯度離心 (density gradient centrifugation) 技術依比重的不同而分離成三群：比重最大的是顆粒血球 (granular cell)，比重最小的是透明血球 (hyaline cell)，介於二者之間則是混合的透明血球和半顆粒血球 (semigranular cell)。各群血球不但在形態上有所區別，經由生化分析及功能方面的研究，也發現它們各具特性。

透明血球體積較小，核質比 (nucleus-to-cytoplasm ratio) 最高，不具有或有極微量的顆粒，能伸出偽足附著於玻片上，並具有吞噬作用與凝血能力 (Goldenberg *et al.*, 1984; Soderhall *et al.*, 1986; Martin *et al.*, 1991)。半顆粒血球大小及核質比均介於透明血球和顆粒血球之間，含有少數顆粒和數目最多的內質網，可伸出短而寬扁的偽足 (Mix and Sparks, 1980)。其顆粒中含有原酚氧化酵素系統 proPO system，可直接受到脂多醣類 (lipopolysaccharide) 或  $\beta$ -1,3-glucan 的誘發而釋出血球內之顆粒 (Johansson and Soderhall, 1985)。未釋出顆粒前稍具吞噬能力，但顆粒釋出後則失去此功能。顆粒血球是最敏感的血淋巴球，能直接受到外在的刺激而活化。其體積最大、核質比最小、細胞核緻密並呈腎形或馬蹄形、含有大量顆粒。顆粒中亦含有原酚氧化酵素系統 (proPO system)，但並不直接受脂多醣類或  $\beta$ -1,3-glucan 的刺激而釋出，它必須經由  $\beta$ -1,3-glucan binding protein、或 76kDa 蛋白質的作用，才釋出顆粒。雖然會釋出顆粒，卻不像半顆粒血球般容易破裂 (Johansson and Soderhall, 1989; Barracco *et al.*, 1991)。

原酚氧化酵素系統 (proPO system) 是一種與補體系統相似的酵素系統 (complement-like enzyme cascade)，但與補體不同的是，系統的組成因子以非活化的狀態存在於血球的顆粒中，能被脂多醣類、 $\beta$ -1,3-glucan、peptidoglycan、加熱或鈣離子濃度下降等而活化 (Johansson and Soderhall, 1985; Soderhall *et al.*, 1986)。經活化的 proPO

system 含有許多組成因子與酚氧化酵素 (phenoloxidase, PO)，可以活化甲殼類血淋巴球的免疫反應，包括：

- 一、可催化酚變為黑色素，而黑色素及其中間代謝產物可以殺死真菌。
- 二、透明血球的吞噬作用
- 三、顆粒血球和半顆粒血球內的顆粒釋出。
- 四、顆粒血球和半顆粒血球的附著作用。
- 五、半顆粒血球的包膜作用。
- 六、某些機制尚未明瞭的凝血作用。

許多微生物細胞壁，如真菌 (fungi)，酵母菌 (yeast) 與部分藻類細胞壁的抽出物—多醣類 (polysaccharides;  $\beta$ -glucans,  $\beta$ -1,3-glucans and  $\beta$ -1,6-linkage polyglucose) 能誘發哺乳類、魚類與甲殼類，甚至於植物等非專一性免疫系統產生防禦反應，加強抗病力 (Robertsen *et al.*, 1994)。

免疫刺激物的研究中以多醣類 (glucan) 為最多，使用後之效果也最佳。如 glucan 能活化 horseshoe crab (*Limulus*) 血淋巴球細胞的凝血作用 (Ohno *et al.*, 1990) 及有效增加 *Astacus astacus* 與 shore crab (*Carcinus maenas*) 血淋巴球細胞的吞噬能力 (Smith and Soderhall, 1983)，並能加強 freshwater crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) 與 shore crab 體內不同種類血淋巴球間功能上的連繫，以抵禦侵入體內的微生物，提高防禦系統的嚴密性 (Soderhall *et al.*, 1986)。Itami *et al.* (1994) 則發現斑節蝦 (*P. japonicus* or *Marsupenaeus japonicus*) 投給 peptidoglycan 與 Schizophyllan (a  $\beta$ -1,3-glucan with a  $\beta$ -1,6-linked D-glucose residue) 可增強其血淋巴球細胞的吞噬能力與對海水弧菌的抵抗力。而 Song and Hsieh (1994)，Sung *et al.* (1994, 1996) 以酵母菌抽出含  $\beta$ -1,3-1,6-glucan 之多醣類，刺激草蝦血淋巴球細胞後，會增加殺菌物質  $H_2O_2$  與  $O_2^-$  產量與增強對病原弧菌感染的抵抗力，提高草蝦之活存率。另外，Song *et al.* (1997, 1998) 與 Huang and Song (1999) 等同樣利用上述之

**Table 1.** Survival of grass prawn, *Penaeus monodon* (20.4 ± 1.5 g) challenged with *Vibrio damsela* (7 × 10<sup>4</sup> CFU/g bw) after oral administration of β-1,3-glucan (BG) for 10 days

BG concentration (g/kg diet)	Time after challenge (%)				
	12 hr	24 hrs	48 hrs	96 hrs	192 hrs
0	70	70	20 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
0.2	100	90	90 <sup>b</sup>	90 <sup>b</sup>	90 <sup>b</sup>
2	90	90	90 <sup>b</sup>	90 <sup>b</sup>	90 <sup>b</sup>
10	100	100	100 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>

Values within a column not sharing the same superscript are significantly different ( $p < 0.05$ ). If no superscript appears, values are not different ( $p > 0.05$ ).

**Table 2.** Survival of grass prawn, *Penaeus monodon* (18.4 ± 1.3 g) challenged with *Vibrio harveyi* (2 × 10<sup>4</sup> CFU/g bw) after oral administration of β-1,3-glucan (BG) for 10 days

BG concentration (g/kg diet)	Time after challenge (%)				
	12 hr	24 hrs	48 hrs	96 hrs	192 hrs
0	100	80	40 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
0.2	100	93	73 <sup>b</sup>	40 <sup>b</sup>	20 <sup>a</sup>
2	100	100	93 <sup>b</sup>	93 <sup>c</sup>	93 <sup>b</sup>
10	100	100	93 <sup>b</sup>	93 <sup>c</sup>	93 <sup>b</sup>

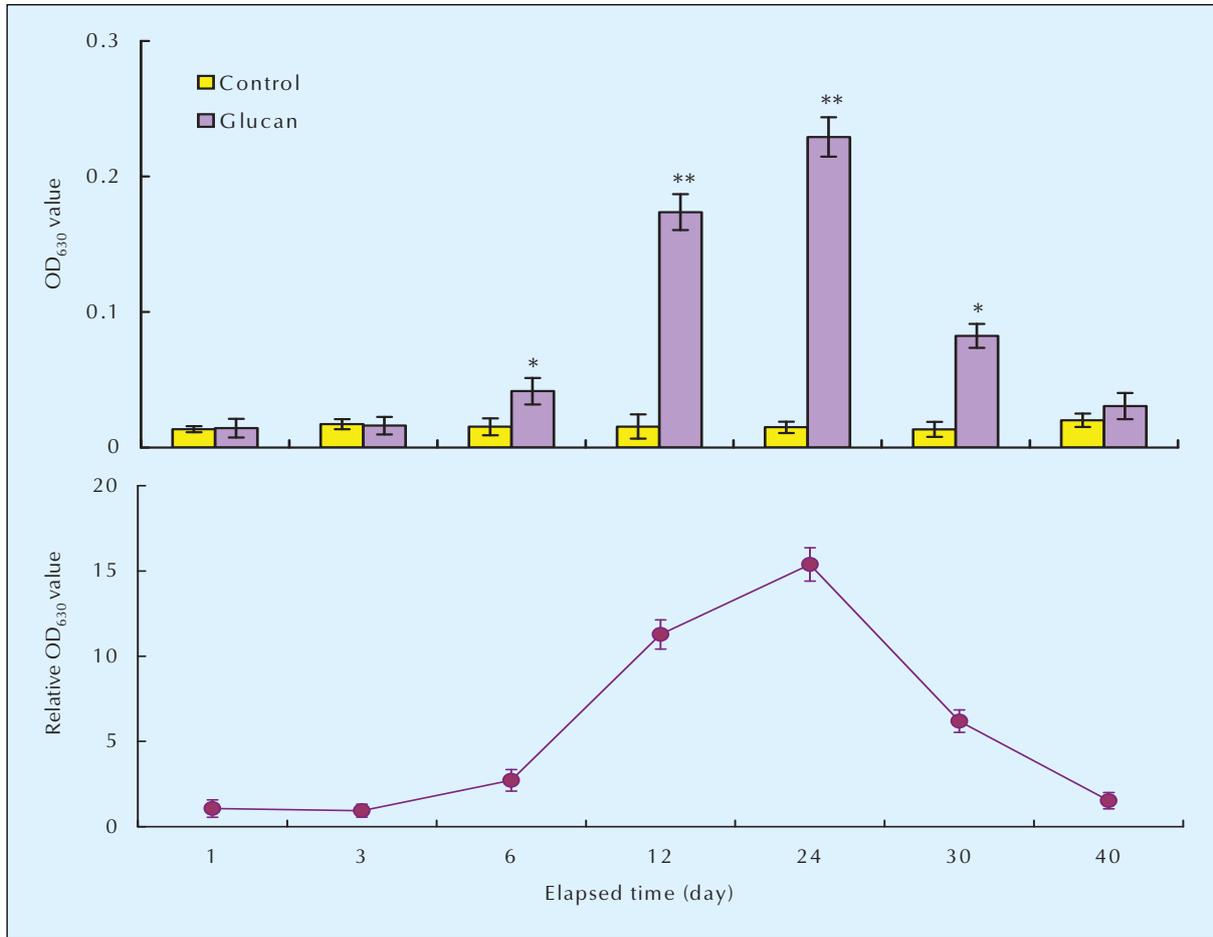
Values within a column not sharing the same superscript are significantly different ( $p < 0.05$ ). If no superscript appears, values are not different ( $p > 0.05$ ).

β-1,3-1,6-glucan，餵飼草蝦稚蝦或注射草蝦母蝦或浸泡無節幼蟲與後期幼蟲，發現均能夠增強草蝦抵抗WSSV感染的的能力。

真菌 *Schizophyllum commune* 的細胞壁所純化出之多醣類 (β-1,3-1,6-glucan)，化學結構為 β-1,6-branched-β-1,3-glucans，含有可溶於水之 Schizophyllan 與不可溶於水之其他多醣。Schizophyllan 用於人類醫學，為對抗子宮頸癌與其他癌症及腫瘤的之免疫增強佐劑，配合放射線療法在臨床上有非常顯著之效果 (Furue, 1987)。1986 年開始被應用於水產動物，如鯉魚 (Yano *et al.*, 1989, 1991)、yellowtail (Matsuyama *et al.*, 1992) 與斑節蝦 (Itami *et al.*, 1994, 1998) 均可強化免疫能力，增強對細菌與病毒的抵抗力。由於養殖草蝦發生嚴重病原感染，為增強池蝦之免疫能力，減少疾病的發生，增進生長，提高活存率。本所以多醣，

針對草蝦進行一系列基礎免疫功能探討與增強免疫能力的研究。將本種多醣應用添加於草蝦飼料中，經長時間對草蝦免疫系統與抗菌能力進行試驗研究 (Su *et al.*, 1995; Chang *et al.*, 1996; Liao *et al.*, 1996; Chang *et al.*, 1999; Chang *et al.*, 2000; 張等, 2002; Chang *et al.*, 2003)，發現：

- 一、連續口投含多醣飼料餵飼草蝦 18 週後，不會影響草蝦之生長。而添加量至少應需 2 g/kg diet，並且需連續餵飼 10 天以上，才能增強抵抗弧菌之感染。
- 二、飼料中添加多醣 2 g/kg diet 可強化草蝦抗 *V. damsela* 與 *V. harveyi* 感染能力 (Tables 1 & 2)。
- 三、多醣與多聚磷酸態維生素 C 混合添加於飼料中，對草蝦之抗弧菌能力有加成效果。



**Fig. 1.** Haemocyte production of  $O_2^-$  of brooder *Penaeus monodon* fed a diet that either contained or did not contain (control)  $\beta$ -1,3-glucan (glucan) for 40 days. (A):  $OD_{630}$  value and (B): Relative  $OD_{630}$  value. Relative  $OD_{630}$  value =  $OD_{630}$  value of fed-glucan group haemocytes /  $OD_{630}$  value of control group haemocytes. Vertical bar indicates SEM. \*:  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.001$ .

四、飼草蝦種蝦含多醣 2 g/kg diet 飼料連續 20 天，可增強種蝦血淋巴球之附著、吞嚥能力與 Superoxide anion 產生量及提高活存率 (Fig. 1)。

五、以添加多醣 2 g/kg diet 之飼料飼草蝦後期幼蟲 PL15 蝦苗 15 天可對強化草蝦苗抵抗白點症病毒 (WSSV) 之感染。

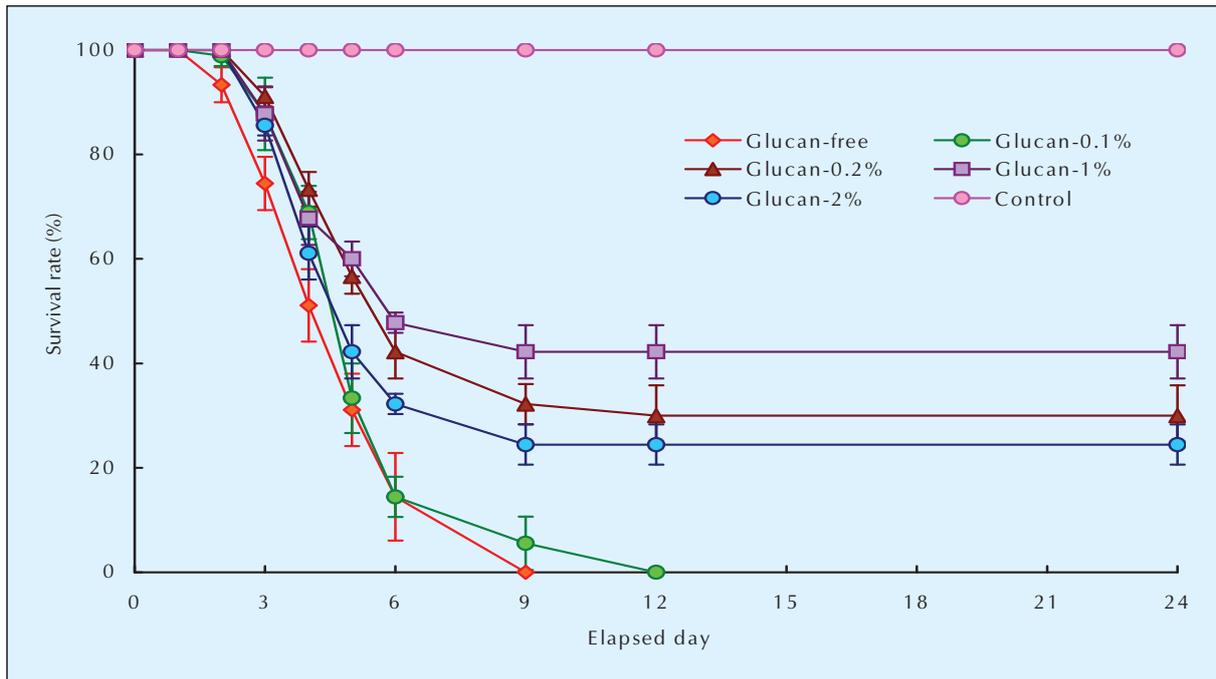
六、不同劑量之多醣 (0, 1, 2, 10, 20 g/kg diet) 飼料，分別飼草蝦 20 天後，對 WSSV 之抵抗能力，以添加 10 g/kg diet 組之活存率為最高 (Fig. 2)。並能增強蝦體血淋巴球吞嚥能力及酚氧化酶、Superoxide

anion 與超氧歧化酶產生量。

綜合以上之結果，草蝦連續攝食 20 天多醣後，蝦體之免疫功能會達到最高點，而可持續 7~10 天。故在目前養殖草蝦正處於強烈病毒性疾病侵襲感染期間，建議添加多醣之養殖方式與策列如下：

#### 一、在種蝦方面：

一方面配合 PCR 無病毒種蝦之篩選，另一方面發展人工催熟飼料，並配合多醣 2 g/kg diet 添加飼 20 天、休息 10 天方式，增強種蝦之免疫能力，培養出健康種蝦。



**Fig. 2.** Survival rates of *Penaeus monodon* fed on diets containing graded levels of  $\beta$ -1,3-glucan (glucan) for 20 days and then challenged by injection of WSSV. Blank control was not subjected to viral challenge. \*\*: indicate significant ( $p < 0.001$ ) difference in mean survival rates among five treatments.

## 二、在蝦苗方面：

多醣 2 g/kg die 可藉由浸泡方式或添加於微粒飼料中餵飼 5 ~ 10 天，以增強蝦苗之活力與對病原之抵抗能力，生產出健康蝦苗。

- 91 ~ 110天：添加多醣 2 g/kg diet 之飼料。
- 111 ~ 120天：不含多醣之飼料。
- 121 ~ 140天：添加多醣 2 g/kg diet 之飼料。

## 三、在池塘養殖方面：

放養前先以漂白水 50 ~ 100 ppm 消毒蝦池，再進行「做水」，待池水穩定才放養蝦苗。因草蝦在放養後30 ~ 90天之間，最易受WSSV感染，故建議添加多醣之養殖方式與策略如下：

- 放養一個月內養殖池中之天然餌料充足時儘可能不餵食餌料。
- 31 ~ 50天：添加多醣 10 g/kg diet 之飼料。
- 51 ~ 60天：不含多醣之飼料。
- 61 ~ 80天：添加多醣 10 g/kg diet 之飼料。
- 81 ~ 90天：不含多醣之飼料。

## 參考文獻

- 張正芳, 楊佳宏, 陳紫媛, 蘇茂森 (2002) 多醣類  $\beta$ -1,3-glucan (from *Schizophyllum commune*) 應用於強化草蝦抵抗白點症病毒之研究. 水產研究, 10(1 & 2): 7-20.
- Barracco, M. A., B. Duvic and K. Soderhall (1991) The  $\beta$ -1,3-glucan binding protein from the crayfish *Pacifastacus leniusculus* when reacted with  $\beta$ -1,3-glucan, induces spreading and degranulation of crayfish granular cells. Cell Tissue Res., 266: 491-497.
- Chang, C. F., H. Y. Chen, M. S. Su and I. C. Liao (2000) Immunodulation by dietary  $\beta$ -1,3-glucan in the brooders of the gross prawn *Penaeus monodon*. Fish Shellfish Immunol., 10: 505-514.



- Chang, C. F., M. S. Su, H. Y. Chen and I C. Liao (2003) Dietary  $\beta$ -1,3-glucan effectively improves immunity and survival of *Penaeus monodon* challenged with white spot syndrome virus. *Fish Shellfish Immunol.*, 15: 297-310.
- Chang, C. F., M. S. Su, H. Y. Chen and I C. Liao (1996). Vibriosis resistance and wound healing enhancement of *Penaeus monodon* by beta-1,3-glucan from *Schizophyllum commune* and polyphosphorylated l-ascorbic acid. *J. Taiwan Fish Res.*, 4: 43-54 (in Chinese with English abstract).
- 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*. *Dis. Aquat. Org.*, 36: 163-168.
- Furue, H. (1987) Biological characteristics and clinical effect of sizofilan (SPG). *Drugs of Today*, 23: 335-346.
- Goldenberg, P. Z., E. Huebner and A. H. Greenberg (1984) Activation of lobster hemocytes for phagocytosis. *J. Invertebr. Pathol.*, 43: 77-83.
- Huang, C. C. and Y. L. Song (1999) Maternal transmission of white spot syndrome associated virus (WSSV) in shrimp (*Penaeus monodon*). *Dev. Comp. Immunol.*, 23: 545-552.
- Itami, T., Y. Takahashi, E. Tsuchihira, H. Igusa and M. Kondo (1994) Enhancement of disease resistance of kuruma prawn *Penaeus japonicus* and increase in phagocytic activity of prawn hemocytes after oral administration of  $\beta$ -1,3-glucan (Schizophyllan). *In The Third Asian Fisheries Forum* (L. M. Chou, A. D. Munro, J. J. Lam, T. W. Chen, L. K. Cheng, J. K. Ding, K. K. Hooi, H. W. Khoo, V. P. E. Phang, K. F. Shim and C. H. Tan eds.). Asian Fisheries Society, Manila, Philippine, 375-378.
- Itami, T., M. Asano, K. Tokushige, K. Kubono, A. Nakagawa, N. Takeno, H. Nishimura, M. Maeda, M. Kondo and M. Takahashi (1998). Enhancement of disease resistance of kuruma shrimp, *Penaeus japonicus*, after oral administration of peptidoglycan derived from *Bifidobacterium thermophilum*. *Aquaculture*, 164: 277-288.
- Johansson, M. W. and K. Soderhall (1985) Exocytosis of the prophenoloxidase activating system from crayfish hemocytes. *J. Comp. Physiol.*, 156: 175-181.
- Johansson, M. W. and K. Soderhall (1989) A cell adhesion factor from crayfish hemocytes has degranulating activity towards crayfish granular cells. *Insect Biochem.*, 2: 183-190.
- Liao, I C., M. S. Su, C. F. Chang, B. Y. Her and T. Kojima (1996) Enhancement of the resistance of grass prawn *Penaeus monodon* against *Vibrio damsela* infection by beta-1,3-glucan. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 23: 109-116.
- Martin, G. G., J. E. Hose, S. Omori, C. Chong, T. Hoodbboy and N. Mckrell (1991) Localization and roles of coagulogen and transglutaminase in hemolymph coagulation in decapod crustaceans. *Comp. Biochem. Physiol.*, 100B: 517-522.
- Matsuyama, H., R. E. P. Mangindaan and T. Yano (1992) Protective effect of schizophyllan and scleroglucan against *Streptococcus* sp. infection in yellowtail (*Seriola quinqueradiata*). *Aquaculture*, 101: 197-203.
- Mix, M. C. and A. K. Sparks (1980) Hemocyte classification and differential counts in the dungeness crab, *Cancer magister*. *J. Invertebr. Pathol.*, 35: 134-143.
- Ohno, N., Y. Emori and T. Yadomae (1990) Reactivity of *Limulus* amoebocyte lysate towards (1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-glucans. *Carbohydr. Res.*, 207: 311-318.
- Robertsen, B., E. R. Engstad and J. B. Jorgensen (1994)  $\beta$ -Glucans as immunostimulants in fish. *Modul. Fish Imm. Res.*, 1: 83-99.
- Soderhall, K. and V. J. Smith (1983) Separation of the hemocyte populations of *Carcinus maenas* and other marine decapods, and pro-phenoloxidase distribution. *Dev. Comp. Immunol.*, 7: 229-239.
- Soderhall, K., V. J. Smith and M. W. Johansson (1986) Exocytosis and uptake of bacteria by isolated haemocyte populations of two crustaceans: evidence for cellular co-operation in the defence reactions of arthropods. *Cell Tissue Res.*, 245: 43-49.
- Song, Y. L. and Y. T. Hsieh (1994) Immunostimulation of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) hemocytes for generation of microbicidal substances: analysis of reactive oxygen species. *Dev. Comp. Immunol.*, 18: 201-209.

- Song, Y. L., C. C. Huang, Y. F. Kao and C. I. Yu (1998) Application of yeast glucan to prevent diseases of culture shrimp (*Penaeus monodon*) in the field. In Research and Application of Biotechnology in Aquaculture, (N. H. Chao, C. I. Liang and H. W. Hsu eds.). Council of Agriculture, Taiwan, pp. 167-183.
- Song, Y. L., J. J. Liu, L. C. Chan and H. H. Sung (1997) Glucan-induced disease resistance in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Fish Vaccinol., 90: 413-421.
- Su, M. S., K. F. Liu, C. F. Chang and I C. Liao (1995) Enhancement of gross prawn *Penaeus monodon* postlarvae viability by beta-1,3-glucan from *Schizophyllum commune*. J. Taiwan Fish. Res., 3: 125-132 (in Chinese with English abstract).
- Sung, H. H., G. H. Kou and Y. L. Song (1994) Vibriosis resistance induce by glucan treatment in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). Fish Pathol., 29: 11-17.
- Sung H. H., Y. L. Yang and Y. L. Song (1996) Enhancement of microbicidal activity in the tiger shrimp *Penaeus monodon* via immunostimulation. J. Crustacean Biol., 16: 278-284.
- Yano, T., R. E. P. Mangindaan and H. Matsuyama (1989) Enhancement of the resistance of carp *Cyprinus carpio* to experimental *Edwardsiella tarda* infection by some  $\beta$ -1,3-glucans. Nippon Suisan Gakkaishi, 55: 1815-1819.
- Yano, T., H. Matsuyama and R. E. P. Mangindaan (1991) Polysaccharide-induced protection of carp, *Cyprinus carpio* L., against bacterial infection. J. Fish. Dis., 14: 577-582.

第五部分

# 養殖環境與 經營管理



# 傳統魚池作水與管理

## Traditional Water Management for Fish Pond

陳敏隆

*Ming-Lung Chen*

行政院農業委員會水產試驗所 海水繁養殖研究中心  
*Mariculture Research Center, Fisheries Research Institute*

### 魚池作水主要作用

在傳統魚池作水步驟對整體養殖過程的影響相當大，攸關整個養殖期的成敗關鍵，舉個簡單例子，在台南地區全雌性烏魚養殖每年之 4~5 月會有部分業者養殖烏魚陸續出現死亡現象，而這個時期正好處於是烏魚遷養換池後不久，養殖期間並不很長，照理不致於會有水質惡化等大問題產生，但由於整池作水不夠徹底，便急於放養新苗或搬遷魚隻進入養殖，由於魚池生態系統尚未穩定平衡，再加上飼料投餵管理不當，造成污染，在做水期不足之情況下導致氨及亞硝酸等有毒物質迅速累積，造成池魚陸續會有死亡之現象，探究其根本原因主要為水質惡化，導致寄生蟲病害或病原細菌易發生感染造成死亡，若能即時針對水質改善處理其情況便可獲得改善。因此魚池水質管理是養殖成否之主要關鍵，而魚池作水更是養殖成敗之第一關卡。

傳統魚池作水的主要目的用意為何，可大致分別如下：

#### 一、穩定水質，達到養殖池之生態穩定平衡

在室外大面積的魚池，若以海水為取水

源，剛進滿新水後，其水色會有數次轉變，最常見之現象為先偏褐色系後，再逐漸轉變成綠色系，其原因為新進水中，因矽藻類數量常較佔優勢，加上其繁殖速度較快，但因其繁殖速度快，過度繁生容易因繁殖過盛導致大量死亡（倒藻），而後逐漸被生長較為穩定之綠藻類所取代。在藻類繁殖過盛，產生大量死亡之過程中，會導致池中水質惡化與不穩定現象，進而影響養殖池中之生物，甚至造成死亡或泛池，此現象最常發生於室外魚苗繁殖業者，養殖池放養之魚苗，常因池中藻相不穩定或轉變，導致魚苗暴斃。

而養殖池若以地下水源或有添加地下水作為魚池進注水源時，更易造成水質不穩定，尤其地下水源常含有高量之氨或亞硝酸及其他重金屬等有毒物質，因此需要較長時間的淨化與生物作用、代謝分解有毒物質。以地下水作為魚池進水源，放養魚、蝦苗前若做水期不足，水質尚未穩定，常造成存活率不高之現象；有個案例為白蝦苗中育成業者，以地下水源培育白蝦寸苗，初期因作水期時間不夠，水質不穩定條件並不是良好，其中亞硝酸尚存 0.3 ppm，結果其蝦苗育成至寸苗之活存率僅接近 2 成，經改善作水與水質條件穩定後，其寸苗育成率則提高至 8~9 成左右。



## 二、培育養殖物所需之餌料生物

在傳統的淺坪式虱目魚養殖放養前先行進水施肥後，會先經過一段時間的底藻培養期，以繁殖生產虱目魚所要攝食之餌料生物。然而魚池通常有一定的基礎生產力，淺坪式虱目魚養殖及充分利用魚池的基礎生產力之最佳典範，所以一般魚池於作水期應注重於將基礎生產力轉換培育養殖對象所需要之餌料，儘量於作水期培育養殖生物所必要之餌料生物；例如在草蝦養殖池作水期可專門培育蝦苗所需之餌料生物橈腳類、底棲生物多毛類等，又如在石斑魚苗的孵化培育魚池作水期，則可預先培育魚苗所需之初期餌料生物如輪蟲等。充分利用魚池基礎生產力，在做水期間來培育養殖對象所需求的餌料生物，以提高魚蝦苗放養時的適應存活效果，理應是做水時之重大課題。

## 三、病害防治作用

由寄生蟲學概念來看，寄生蟲存活大多需要宿主存在，作水期間無養殖生物充當宿主存在，可阻斷對養殖生物寄生性病原的發生。引用開放性水源，通常會攜帶許多病原生物進入魚池中，若魚池中有養殖生物存在，則相互感染機率增高可能迅速爆發病害，利用作水期間容易進行清除、消滅有害病原生物之工作。以卵圓鞭毛蟲為例，蟲體常隨開放性水源被引進魚池，初期數量一定不多，但在養殖池中有高密度之宿主生物存在，蟲體繁殖速率與再感染機率提高，族群數量迅速增加，最常造成鯛類、黃臘鯪等之嚴重感染暴斃，但若引進水源先經淨化作水，去除病原生物後再進行養殖工作，則可避免感染之風險，又如蝦類養殖引進外來水源時，很可能有攜帶導致蝦病之病毒原，可先行消毒去除病毒原後、經淨化作水，水質穩定後再行放養蝦苗，則可降低蝦類病毒性疾病感染之機會。

## 作水與管理觀念要點

從事養殖事業管理之執行者，首重有良好之養殖經營觀念，以下為幾項管理上的要點：

### 一、養殖場設置必需建立蓄水池

蓄水池在整體養殖場而言，對外是一個緩衝區，可經作水達成上述穩定水質、平衡生態，以及阻絕外源病原生物入侵，起病害防治之作用，許多的病原生物可在蓄水池中淨化作水過程或藥物使用將之消滅清除；對內則可維繫整體養殖場之正常運作，提供魚池流換水作用，穩定或改善養殖池之水質狀況。對一個養殖場而言蓄水池之存在與功能相當值得重視。

### 二、適時輪養或休養

為避免養殖環境因過度使用造成魚池中累積有害物質、病原生物等，導致養殖生物產生危害，影響養殖成果效益，輪養或休養之觀念在水產養殖產業中應該受到提倡執行，在一養殖池中不該一味不斷從事蝦類養殖或一再進行同類相近魚種養殖，此結果易造成環境破壞，更嚴重為病害病原長期循環累積導致養殖困難，在蝦類養殖池中若有病害發生，而未充分休養進行清理整池消除病毒病原工作，便貿然繼續從事蝦類養殖其結果只有重蹈失敗之結果。

### 三、需建立良好之防疫觀念

近來在水產養殖生物中不斷出現嚴重性之病毒性疾病感染、並爆發大量流行，最早發現為蝦類病毒性疾病的發生，結果造成蝦類養殖業一蹶不振。如石斑魚類之虹彩病毒、神經壞死病毒在石斑魚育苗業和成魚養殖業上造成存活率偏低，影響產業發展。而影響最嚴重者為九孔之病毒性疾病流行，不僅造成九孔養殖之大量死亡，更甚造成九孔苗繁殖業者無法

生產九孔幼苗，導致產業受阻。然而病毒性疾病之傳播與流行通常經由管理者之疏失，對抗病毒性疾病在無良策之情況下，如何建立防疫觀念做好防疫工作就顯格外重要。

#### 四、少用化學藥劑、抗生素等藥物

從事養殖改用生物製劑或有益菌來進行疾病預防與水質改善等工作，水產養殖大量使用藥物來控制病害，結果細菌抗藥性及藥物殘留所造成的污染日益嚴重，破壞養殖環境中自然微生物生態系統的平衡。應提倡生態養殖模式即是在養殖水體環境中加入有益微生物來調節和改善養殖生態環境，控制和減少水產生物病害的發生，達到養殖管理與疾病防治之目的。

養殖管理者具備良好觀念後縮應從事養殖管理事項至少應：

- (一) 放養前確實做好清池工作，並且要有足夠期間之作水期使養殖池水質、生態平衡穩定。
- (二) 控制好放養的魚種與數量。
- (三) 控制飼料投放之數量、並選擇優質飼料以減少有機物質之殘留。
- (四) 確實監測水質、隨時因應改善。
- (五) 每日觀察養殖生物攝食與健康狀況。
- (六) 注重落實防疫工作。

### 蝦類養殖作水重點與管理

蝦類養殖目前面臨的兩大主題：

#### 一、環境微生物問題

目前草蝦養殖病變大量死亡主要因素為白點病毒與弧菌混合感染，從養殖環境要消滅控制病毒並非易事，但控制弧菌顯然比較容易。現行添加光合細菌或有機活菌以及其他有益微生物來拮抗抑制養殖環境中弧菌數量防治病害效果並不十分完全有效，仍無法完全根

除蝦病原弧菌與病毒所產生的病害問題。唯有徹底從養殖環境改善，製造有利於有益微生物適合之環境條件，自然形成有利之微生物菌群之絕對優勢，完全阻斷病原弧菌之生存空間，可有效防止弧菌病害之發生。由實例調查檢結果病變蝦池可檢測到大量病原弧菌，而養殖良好之蝦池環境中幾乎檢測不到病原弧菌。作法首先為養殖環境完全徹底之破壞，利用大量有機物質(下雜魚、魚粉、糞肥、米糠等等)於池中發酵分解，產生大量有機活菌，繼之光合細菌、硝化細菌因應而生，利用這些環境淨化微生物群改善所破壞之環境、水質，如此俟環境水質改善後再放養蝦苗，環境水體中有機活菌、光合細菌、硝化細菌族群除能抑制病原弧菌外，亦能適時分解水中污染物(飼料殘餌、蝦類排泄物等)有效改善水質與底質。

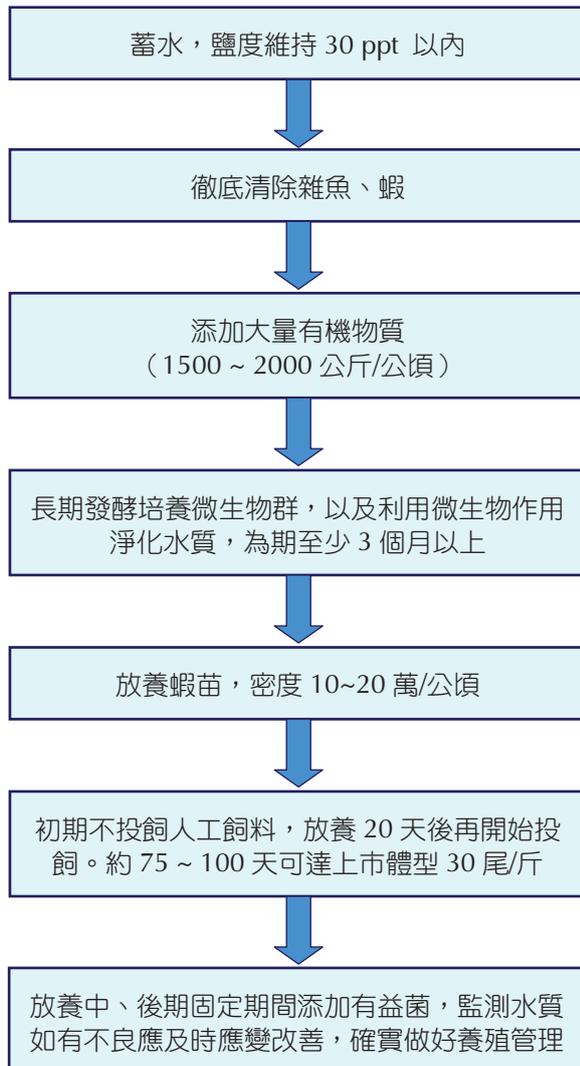
#### 二、蝦體抗病能力之增強

蝦類若要對抗病毒性疾，應該要從增強蝦體本身免疫抗病能力著手，這是目前最為大家熱烈探討研究之問題，從許多免疫賦活物質(例如 Glucan、Vit. C、多醣類物質等等)對蝦類免疫活性之增強效果以及疫苗之開發應用等方面，已獲得初步的效果，但仍無法實際應用在蝦類養殖上。增強蝦免疫抗病力之最方便、最簡單、最有效的方法為充分有效利用蝦池中之天然餌料生物(藻類、橈腳類、底棲生物、蚊蟲幼生、多毛類等等)。上述於池中大量添加有機物質，除培養大量微生物群外，相形地提高池中生物量產能，微生物代謝產物為藻類吸收利用，微生物及藻類被浮游動物利用，浮游動物再被較大型底棲性動物利用，形成之食物鍊關係提供蝦豐富而且多樣性之天然餌料生物，健全池蝦之體質，增加抗病能力。其作法為確保天然餌料之充分有效利用，應注意防止雜魚雜蝦的產生以及適當的放養量。

由上述之理念，蝦池作水之重點應為生態環境之破壞及重建，改變環境微生物相，及餌



料生物的培育與保存利用，因此由以上結果我們建議操作模式流程：

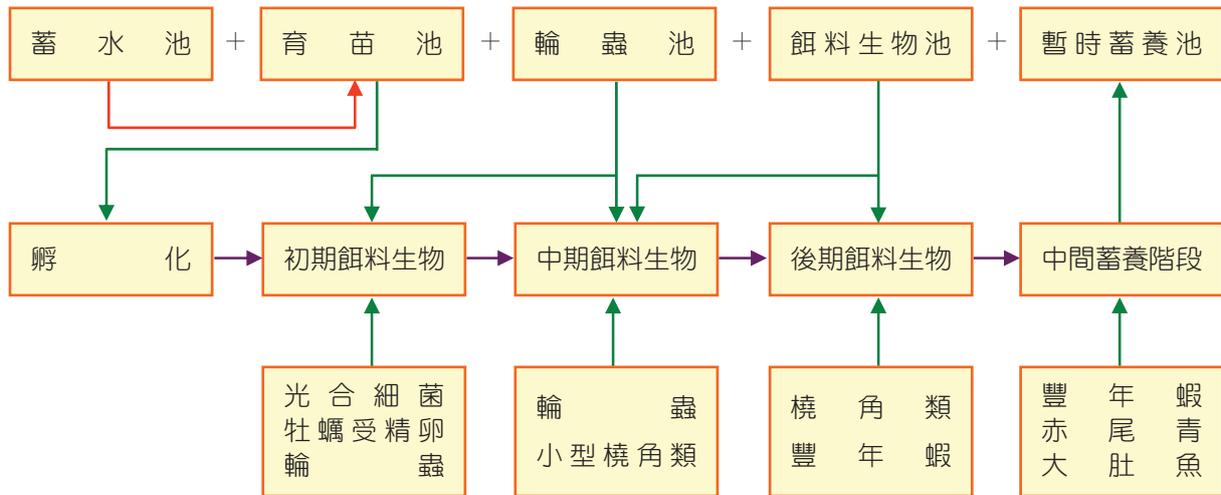


## 石斑魚苗育苗作水重點與管理

水產種苗大量生產最大之改變是在於將育苗工作推展至室外田間池方式進行，造成近十年來石斑魚苗在台灣地區大量生產，形成水產養殖業之一項新興事業，自嘉義地區以南至屏東枋寮等各沿海地帶育苗場紛紛林立，然而各育苗場仍存在許多問題如養殖管理技術未能確立、魚苗產量未能穩定、魚苗品質無法提升等。一個育苗場首先第一要件為水源水質，以能取得潔淨之海水最佳。第二點為育苗場之規劃配置，除該有的魚苗池外，蓄水淨化池和餌料生物培育池必須具備。第三點為餌料生物系統必須建立，並且育苗池與餌料生物池的面積比例要適當，確保育苗過程中輪蟲與橈腳類等餌料生物的供應充足。第四點為供氧系統設施，初期石斑魚苗不適強水流所以必須具備鼓風機供氧。第五點孵化系統需完善，受精卵孵化過程應避免高溫與強日照。第六點養殖管理技術，從進水水質之掌控、做水期、進魚卵、孵化過程、飼育、水質監控、病害防治以及防疫工作等多須小心謹慎操作，其中最重要部份為餌料之管理控制，適當的投飼、保持水質穩定。室外田間池育苗最大的優點在於利用基礎生產力、池中餌料生物之多樣性以及大面積可生產大量魚苗，再則充足的餌料生物供應可縮短育苗時間、提升魚苗品質，然而仍有其極大之隱憂存在，即室外育苗受天候因素影響極大，再則更為嚴重性之問題為防疫工作執行困難，易爆發病毒性病害大流行。

了解石斑魚室外育苗後，其作水重點應為池水中魚苗有害生物（大型橈腳類、有害角毛藻類）之去除、以及初期餌料生物之建立。

所以將育苗場組成條件與操作流程簡略圖示：



### 全雌性烏魚養殖作水重點與管理

全雌性烏魚養殖每年春夏與秋冬季節交替之際，便出現罹病率升高之現象。調查結果水質不良為主要因素，其中以亞硝酸過度累積超過 1 ppm 以上最為嚴重，死亡率相對較高。為改善此問題曾進行許多試驗，其結果顯示沸石粉對於淨化水質有相當作用存在，而其作用乃利用沸石粉之多孔性質，提供硝酸菌附著增殖之效果，大量培育出硝酸菌增加亞硝酸代謝去除效率，保持水質優良。由全雌性烏魚

養殖現場調查結果亦可獲得證實，有定期施用沸石粉之烏魚養殖場其水質NO<sub>2</sub><sup>-</sup>含量總平均為 0.366 ± 0.033 ppm，優於未使用者之總平均量 1.139 ± 0.095 ppm，故在養殖水質管理上定期使用沸石粉有助於提升養殖池之自淨作用、改善水質，預防病害之發生。由於全雌性烏魚養殖飼料投飼較多，養殖池生物量也較高，相對含氮廢物易累積轉換成有毒物質氨及亞硝酸危害池魚，因此其作水重點為養殖池硝化作用能力之提升，此外應設置蓄水池以淨化水質做為流換水所需並可阻絕病原生物。

# 優良水產養殖場安全管理制度之建立

## Establishment of a Safety and Manageable System for Aquaculture Farm

冉繁華·陳詩璋

*Fan-Hua Nan and Shin-Chang Chen*

國立台灣海洋大學 水產養殖學系

*Aquaculture Department, National Taiwan Oceanic University*

### 前 言

台灣正式加入 WTO 後，食品貿易的國際化與水產品市場的擴展，可能為水產業界帶來商機；然而，食品衛生安全問題也隨著食品工業化的發展而變得越來越嚴峻，例如：2000 年法國李斯特桿菌污染事件、2001 年口蹄疫事件、2002 年中國大陸外銷白蝦藥物殘留事件、以及 2003 年台灣鯛銷歐盟氯黴素殘留等食品安全問題相繼發生。為確保消費者的健康，各國政府、國際組織（包括 WTO、FAO 及 CAC）等都相繼訂立關於食品衛生安全的規定，其目的就是要預防食品消費的潛在危害。由於食品衛生安全管制系統的推動已是世界的潮流，其延伸出各國不同的衛生安全標準及風險評估模式，遂為當前最重要的課題之一。

另一方面，國際間對於水產品檢疫與認證也相當重視，並已推動或制定各類水產品的檢疫與貿易認證之管理規範。自 1992 年起，加拿大、澳大利亞、紐西蘭、智利、美國、歐盟已相繼公告強制實施水產品危害分析與重要管制點 (Hazard Analysis and Critical Control Point，簡稱 HACCP) 之自主管理系統，同時

在 APEC 與 FAO/WHO 會議共識中也已積極推薦各國採用 HACCP 制度作為食品管理之指導綱要。其次，美國藥物管理局 (FDA) 於 1997 年起，對其國內之進口農漁產品業者強制要求實施 HACCP 措施；且國際間又陸續有成立海洋管理評議會 (Marine Stewardship Council, MSC)，並計畫要求各國只交易經過認證的水產品，以維繫海洋漁業的永續經營目標，此舉更顯示出水產品貿易認證制度的重要性 (張與莊, 2003)。另外，聯合國食品法典委員會 (Codex Alimentarius Commission，簡稱 CAC) 亦積極倡導各國食品工業界實施食品安全的 HACCP 體系，而根據 WTO/SPS 的協議，CAC 制訂的法典規範或準則已被視為衡量各國食品是否符合衛生、安全要求的尺度之一。

### 台灣水產養殖概況

台灣養殖漁業不僅提供國人高品質的蛋白質來源，還能出口為台灣賺取外匯，但隨著市場的開放與東南亞與大陸的興起，對國內養殖漁業業者產生莫大的衝擊與影響。台灣養殖漁業可簡單分為內陸與海面養殖兩大類，內陸



表一 2003 年台灣主要水產養殖縣市養殖產量及產值比較

排名	地區	產量 (公噸)	百分比 (%)	排名	地區	產值 (仟元)	百分比 (%)
1	台南縣	74,678	20.46	1	屏東縣	7,171,287	22.64
2	雲林縣	31,039	17.54	2	嘉義縣	5,661,459	17.88
3	嘉義縣	58,584	16.05	3	雲林縣	5,638,581	17.80
4	高雄縣	50,744	13.90	4	台南縣	3,618,301	11.43
5	屏東縣	42,964	11.70	5	彰化縣	3,099,303	9.79
6	彰化縣	33,943	9.30	6	高雄縣	2,136,631	6.75
7	台南市	10,741	2.94	7	台南市	722,055	2.28
小計		335,693	91.95	小計		28,047,620	88.57

資料來源：中華民國台灣地區漁業統計年報。

表二 2003 年台灣主要水產養殖縣市養殖面積及單位面積產量、值比較

排名	地區	面積 (公頃)	百分比 (%)	排名	地區	產值 (仟元/公頃)	排名	地區	產量 (公噸/公頃)
1	台南縣	13,697.4	28.90	1	屏東縣	1,533.5	1	高雄縣	11.39
2	嘉義縣	8,961.0	18.97	2	雲林縣	888.6	2	雲林縣	10.09
3	雲林縣	6,345.5	13.43	3	高雄縣	479.8	3	屏東縣	9.19
4	彰化縣	4,908.2	10.39	4	嘉義縣	631.8	4	彰化縣	6.92
5	屏東縣	4,676.3	9.99	5	彰化縣	631.5	5	嘉義縣	6.54
6	高雄縣	4,453.3	9.43	6	台南縣	264.2	6	台南縣	5.45
7	台南市	4,203.4	8.89	7	台南市	171.8	7	台南市	2.56
小計		47,245.1	88.18						

資料來源：中華民國台灣地區漁業統計年報。

註 1：養殖面積不包含休養部份；註 2：產量、值不包含海上箱網養殖。

養殖泛指在高潮線內從事水產動植物之養育或畜養者，可分為鹹水魚塢；(2) 淡水魚塢；(3) 箱網養殖；(4) 其他，但主要還是利用魚塢養殖。海面養殖則泛指在高潮線外從事水產動植物之養育或畜養者，可分為：(1) 淺海養殖；(2) 箱網養殖；(3) 其他，由於不必受到陸上水土資源之限制，可以說是水產養殖未來發展的主要方向之一。

由於我國地處亞熱帶，適合種苗培育，加上水產種苗生產技術之研發與改進，以及養殖技術之不斷提昇，使得可養殖種類已近 100

種。在淡水養殖方面主要種類包括鰻魚、吳郭魚、鯉魚、淡水長臂大蝦、蜆等；鹹水養殖則包括鯛類、虱目魚、草蝦、斑節蝦等；淺海養殖則以牡蠣、文蛤、九孔為主，而箱網養殖則以嘉鱻、石斑、海鱺、紅甘鯪等為主。在海面養殖方面，實際養殖面積為 12,337.35 公頃，年產量 34,701 公噸，產值逾新台幣 36 億元；在內陸養殖方面，實際養殖面積為 45,797.35 公頃，年產量 330,368 公噸，產值逾新台幣 260 億元。

表三 養殖漁業面積比重

年	總養殖面積 (公頃)	淺海養殖		鹹水養殖		淡水養殖		海上箱網	
		面積 (公頃)	比例 (%)	面積 (公頃)	比例 (%)	面積 (公頃)	比例 (%)	面積 (立方公尺)	年成長率 (%)
1988	67,412	13,829.62	20.52	27,641.14	41.00	21,099.19	31.30	-	-
1989	71,389	16,125.71	22.59	28,393.05	39.77	22,047.78	30.88	-	-
1990	76,421	18,076.70	23.65	27,499.40	35.98	25,647.90	33.56	-	-
1991	74,079	15,753.34	21.27	29,927.26	40.40	23,714.28	32.01	76,000	-
1992	72,293	14,006.55	19.37	30,625.84	42.36	22,989.31	31.80	112,500	48.03
1993	70,965	14,439.32	20.35	27,479.90	38.72	24,409.85	34.40	180,500	60.44
1994	69,603	14,424.74	20.72	27,152.61	39.01	25,136.23	36.11	180,500	0.00
1995	70,075	14,207.70	20.27	27,692.74	39.52	25,381.40	36.22	513,000	184.21
1996	67,613	15,395.94	22.77	25,537.31	37.77	23,782.60	35.17	533,728	4.04
1997	63,156	14,654.42	23.20	23,168.59	36.68	22,411.51	35.49	390,525	-26.83
1998	63,215	14,101.46	22.31	24,483.29	38.73	21,758.84	34.42	1,072,896	174.73
1999	63,189	14,007.94	22.17	24,738.06	39.15	21,509.55	34.04	965,963	-9.97
2000	62,567	13,586.78	21.72	25,514.33	40.78	20,612.47	32.94	1,108,568	14.76
2001	57,930	11,881.42	20.51	22,793.62	39.35	20,263.30	34.98	1,036,963	-6.46
2002	57,633	12,196.21	21.16	22,515.94	39.07	20,877.07	36.22	919,823	-11.30
2003	58,135	12,337.35	21.22	23,249.15	39.99	19,952.67	34.32	952,312	3.53

資料來源：中華民國台灣地區漁業統計年報。

## 一、主要養殖生產區生產概況

台灣主要養殖重心地帶－西南部（彰化縣到屏東縣），此區帶是從最古老養殖核心－台南地區虱目魚養殖業發展出來，分向南北擴展；到 1950 年代以嘉義、台南、高雄三地為養殖核心區；1960 年代以後養殖業興盛期，核心區再往北向雲林、彰化擴展，往南則擴及屏東，範圍廣達七縣市的沿海，明顯形成目前養殖業的重心地帶。以 2003 年為例，主要養殖縣市中，以台南縣產量最多，佔總產量高達 20.46%，並以養殖虱目魚、草蝦、吳郭魚等水產品為主。而七個主要養殖縣市產量共 335,693 公噸，約佔全國約 91.95%。而在產值方面，以屏東縣產值最高，佔總產值 22.64%，主要

養殖水產品為吳郭魚及鰻魚。而七個主要養殖縣市產值為 280.48 億元，約佔全國 88.57%。另外，這七個主要養殖縣市總養殖面積佔全國高達 88.18%，其中以台南縣養殖面積最大，並以屏東縣單位面積產值最高，而高雄縣則是單位面積產量最高（見表一、二）。

## 二、養殖漁業結構

台灣養殖漁業以內陸養殖為主，而內陸養殖大致可區分為鹹水與淡水魚塢。以 2003 為例，鹹、淡水魚塢面積佔全國總養殖面積達 74.31%。雖然調整養殖結構是擬以淺海及鹹水魚塢養殖為產業主體，並以適合高鹽度及低淡水用水量為主要養殖魚種。但由表三可看出，



表四 養殖漁業產量、產值比重

年	產量比重 (%)				產值比重 (%)			
	淺海	鹹水	淡水	海上箱網	淺海	鹹水	淡水	海上箱網
1988	11.50	31.10	52.96	—	8.49	31.85	58.13	—
1989	14.84	25.28	56.07	0.0084	12.18	28.52	57.66	0.012
1990	10.60	37.12	48.96	0.0299	9.64	29.68	58.13	0.044
1991	10.69	29.16	57.63	0.0295	8.59	32.95	57.37	0.038
1992	12.98	26.60	57.06	0.0497	10.54	27.82	60.36	0.100
1993	12.31	22.53	61.91	0.0484	11.61	23.47	63.67	0.106
1994	13.02	29.15	69.25	0.0589	10.12	27.72	71.66	0.119
1995	11.59	30.63	56.12	0.1245	8.72	29.86	60.98	0.258
1996	12.80	31.65	53.94	0.2488	9.63	28.69	61.16	0.453
1997	11.61	34.25	52.33	0.3098	10.62	27.09	61.57	0.687
1998	9.90	36.04	49.40	1.0503	17.87	35.32	62.55	2.223
1999	9.42	34.98	55.19	0.7405	11.86	27.29	45.32	1.889
2000	11.03	31.72	54.21	1.4536	13.78	31.61	53.21	2.480
2001	8.64	32.10	57.23	1.5421	12.51	29.82	56.70	3.024
2002	7.12	37.80	60.37	1.6070	8.05	27.57	59.32	3.550
2003	7.21	34.19	56.34	2.2702	7.94	29.06	57.50	5.490

資料來源：中華民國台灣地區漁業統計年報。

各養殖方式面積比例變化不大，且淡水魚塭在 2002 年面積比例回復到 1995 年的最高點。在海上箱網養殖面積方面，自 1991 年後才開始有數據資料，而 1991 ~ 1998 年間大致呈現快速成長的現象，但在 2001 與 2002 年，2001 下降 6.46%，2002 則下降幅度高達 11.30%。另外，由表四亦可發現，淡水魚塭無論在產量或產值方面都是所有養殖方式比例最高的。

### 三、養殖水產品出口概況

就漁產品出口值觀察，2003 年以來，水產品出口一直位居農產品出口值首位，而台灣主要養殖水產品出口項目為鰻魚、吳郭魚、虱目魚及九孔。以 2003 年為例，這四種水產品佔總出口量、值比例為 12.36% 與 18.68% (表五)，其中鰻魚與吳郭魚更是養殖水產品的出

口主力，鰻魚主要以日本為出口市場，吳郭魚則以美國為主要出口市場。台灣加入 WTO 後，隨著貿易國際化與自由化，將為水產品業者帶來商機；然而，水產品衛生與安全問題也隨食品工業化的發展變得越來越嚴峻。由於經濟發展與生活水準的提升，消費者對水產品消費的需求不再只是量的滿足，對於品質、衛生、與安全的追求亦與日俱增。最近，屏東縣內埔工業區宏益加工廠，輸往歐洲的吳郭魚和調理鰻，因被檢驗出含有氯黴素和富來頓而遭退貨，所以隨著歐盟藥物殘留檢測標準的提高，政府要加快提升檢驗標準，且養殖上中下游相關業者必須同步配合。政府有關單位應針對這禁藥事件造成的衝突研擬因應措施，由衛生署及漁業署共同建立一套檢驗機制，才能避免類似事件再發生。

表五 2003 年主要養殖水產品出口項目

排名	魚類別	出口量 (公噸)	佔總出口量比例 (%)	出口額 (仟元)	佔總出口值比例 (%)
1	鰻魚	22,070,086	3.75	5,884,775	12.77
2	吳郭魚	39,718,734	6.75	1,978,422	4.29
3	九孔	10,025,147	1.70	432,792	0.94
4	虱目魚	924,685	0.16	311,805	0.68
小計		72,738,652	12.36	8,607,794	18.68

資料來源：中華民國台灣地區漁業統計年報。

整體而言，我國在國際水產品市場上仍扮演淨出口的角色，對於我國經濟與水產業仍有相當貢獻，但近年來我國水產品外銷因認證與衛生因素而遭受退貨或就地銷毀的案例仍時有所聞，以我國歷年輸出至美國被扣之水產品為例，以衛生因素居多，計有組織胺、沙門氏桿菌、殺蟲劑、有毒物質與污染物等，其中以檢出沙門氏桿菌案例最多，約佔 60% 以上，顯示我國養殖漁業飼養與加工處理之管理，仍有亟待改善與努力之空間。

## 國際間推動食品安全制度 現況分析

在消費者健康與食品安全意識日漸抬頭的今日，有關食品品質、安全、衛生受到國際的關注，並已相繼推動或制定各類食品貿易認證的管理規範。本節就全球推動情形加以說明。

### 一、國際組織推動 HACCP 概況

國際組織推動 HACCP 方面，首先在 1982 年 WHO/國際食品微生物標準委員會的會議中，針對 HACCP 的概念和方法進行討論，並肯定多年來推動的成就；1983 年，FAO/WHO 的食品衛生專家委員會亦提出聲明，要求 FAO/WHO 評價 HACCP 對食品衛生工作所做

出的貢獻，並對 HACCP 的應用進行技術培訓及提供所需的物質或經濟條件；至 1988 年，WHO 在工作題綱中明白指出，各國應在食品衛生教育和培訓工作中加強對 HACCP 的宣傳和培訓。

1993 年 6 月，歐盟公告水產品工廠（包括加工母船）必須採用 HACCP 品質管理基準之指令，並要求在歐盟交易的水產品使用 HACCP 制度；同年，聯合國食品法典委員會（CAC）亦批准了「HACCP 體系應用準則」，為各國推行 HACCP 制度之參考；至 1994 年，糧農組織（FAO）在起草的「水產品質量保證」文件中，將 HACCP 作為水產品企業進行衛生管理的準則，並使用 HACCP 原則對企業進行成效評估。2000 年 1 月歐盟執委會提出食品安全白皮書，提議成立歐盟食品總署（European Food Authority, EFA），並將要求所有食品產業全面實施 HACCP 安全管制制度。

為加強推動 HACCP 制度的施行，CAC 在 1997 年又頒發新版法典指南「HACCP 體系及其應用準則」作為食品法典的基礎文件，該指南已被廣泛地接受並得到國際普遍的採納。同年 6 月，由美國、日本、澳大利亞、歐盟委員會等 18 個國家與組織在荷蘭召開「肉和禽肉檢查國際會議」中決議，做為世界食品衛生的主流，在食品加工控制中，應採用 HACCP 體系。在 WTO 有關食品的要求方面，均遵照 CAC 規定，而在最新的 Codex 中亦積



表六 國際組織推動 HACCP 的情形

年份	國際組織或會議	內容	共識或決議事項
1982	WHO/國際食品微生物標準委員會	討論 HACCP 的概念和方法	肯定多年來推動 HACCP 的經驗和成就
1983	FAO/WHO 食品安全聯席專家委員會	要求評價 HACCP 對食品衛生安全工作所做出的貢獻	對 HACCP 的應用進行技術培訓和提供所需的物質或經濟條件
1988	WHO	各國應在食品衛生教育和培訓工作中加強對 HACCP 的宣傳和培訓	推薦各國實施 HACCP 制度
1993	歐盟	實施水產品 HACCP 制度	公告水產品工廠（包括加工母船）必須採用 HACCP 品質管理基準之指令
	FAO/WHO 食品法典委員會 (CAC)	持續推動 HACCP 制度	批准「HACCP 體系應用準則」
1994	FAO	將 HACCP 作為水產業進行衛生管理的主要要求，並以 HACCP 原則對企業進行成效評估	起草「水產品質量保證」文件
1997	FAO/WHO 食品法典委員會 (CAC)	持續推動 HACCP 制度	頒發「HACCP 體系及其應用準則」
	肉和禽肉檢查國際會議	由美國、日本、澳大利亞、歐盟委員會等 18 個國家與組織在荷蘭召開會議	在食品加工控制中，應採用 HACCP 體系
2000	歐盟	提出食品安全白皮書	要求所有食品產業全面實施 HACCP 安全管制制度

資料來源：本研究整理。

極推薦各國 HACCP 制度為食品管理之世界性指導綱要。此外，APEC 目前亦積極推動 HACCP 制度，作為國與國之間的食物相互認證制度的基礎，達成貿易自由化之目標。在食品法典委員會 (CAC) 與國際組織積極倡導各國食品工業界實施食品安全體系之下，HACCP 制度已逐漸被世界各國認可與接受，其中，CAC 制訂的法典規範或準則已被視為衡量各國食品是否符合衛生、安全要求的重要尺度。茲將歷年國際組織推動 HACCP 的情形如表六所示。

## 二、世界各國推動 HACCP 現況

HACCP 的觀念最早源自美國，在食品業界的推行及各國際組織陸續推動與支持下，世界各國亦陸續將 HACCP 納入國內相關管理規範或法令之中，並將食品安全視為近年來重要的議題之一。茲將各國推動 HACCP 制度的情形概述如下：

- (一) 1973 年，美國將 HACCP 制度強制應用於「低酸性罐頭食品之良好製造規範」之內。
- (二) 1992 年 2 月，加拿大漁業海洋部規定水產品工廠必須施行 HACCP 品質管理。

- (三) 1994年8月，智利水產部將 HACCP 納入「輸出水產品之衛生證明管理制度」，並宣佈於 1997年3月實施水產品 HACCP 品質保證計畫。
- (四) 1995年5月，日本修法將 HACCP 制度納入食品管理之新增條文，稱為「綜合衛生製造過程承認制度」，並已先從乳肉及其加工產品開始實施。同年，英國農漁業部修正「食品安全法」，規定食品業者必須實施具 HACCP 制度相同實質之製造危害系統。同年，法國公佈多項與食品有關之衛生管理條件，1996年公佈「食品安全取締強化法案」，並積極輔導推動 HACCP 與 ISO9000 同時並用之管理方式。
- (五) 1996年7月，美國農業部依總統宣佈之「新食品安全檢驗規定」，依據產業規模大小，逐年推動至全面實施食品之 HACCP 制度。同年，加拿大農業部依「強化食品安全計畫，推動屠宰及肉加工品、乳製品之 HACCP 制度」。
- (六) 1997年1月，德國衛生部公佈「全國統一食品管理規則」，於生效日起一年內，進行食品業者 HACCP 驗證制度，其中，優先實施項目為乳、肉與其加工品。同年12月，美國食品藥物管理署 (FDA) 正式強制實施水產品之 HACCP 制度；日本厚生省擬定「對美輸出水產品管理要領」，輔導業者生產符合輸美 HACCP 作業要求之產品。
- (七) 2000年1月歐盟執委會提出食品安全白皮書，提議成立歐盟食品總署 (European Food Authority, EFA)，並要求歐盟各國所有食品產業全面實施 HACCP 安全管制制度；美國肉品與蛋品加工業者強制實施 HACCP 管理制度；日本結合漁業團體進行漁港、產地魚市場符合 HACCP 制度之輔導與管理。中國大陸開始實施「水產加工品質管理

規範」，正式全面強制實施 HACCP 管理制度。

### 三、養殖漁業相關之食品安全管制最新趨勢

#### (一) 環境與品質監控

根據歐盟 96/23 指令，自第三國進口之牛、豬、羊、家禽及養殖漁產品等產品，須於每年3月31日前提提供當年該國之「殘留物質監測計畫」及前一年之監測結果報告送歐盟執委會備查；同時，美國 FDA 有關養殖魚類化學性危害中殘留物的預防措施，也包括了養殖池環境定期監測、用藥紀錄與產品殘留物監測等管制方法。在我國，漁業署也實施多年的「養殖水產品上市前衛生品質監視檢驗計畫」，內容包括養殖水產品檢驗、養殖生產區環境檢驗、貝類養殖池毒藻及貝毒監視檢驗、與其他經常性與專案性檢驗等工作項目等。基本上，已經能夠符合國際間對於養殖水產品安全監管的管制要求。

#### (二) 飼料即食物

自從在 90 年間歐洲相繼發生狂牛病 (BSE) 與戴奧辛 (dioxin) 兩件令消費者聞之色變的重大事件後，後續衍生出由動物疾病與環境污染，進而可能污染到動物飼料生產製造，再影響到動物或養殖魚類食用污染之飼料而導致最後肉類安全的顧慮，因而提出「飼料即食物 (Feed for Food)」的概念，體認到食品安全不是只從動物屠宰後才開始，飼料也是食物鏈中的一環，符合 HACCP 的食品安全管理制度必須再向源頭 (飼料製造商及其相關之添加物供應商) 追溯，並制定了飼料業的良好作業規範 (GMP) 與相關的認證管理制度。

此外，近年來國際間各國對於食品安全的認定與要求，又陸陸續續延伸出一些更明確的要求，例如美國要求的因應生物恐怖法案 (The Bioterrorism Act)、來源蹤系統之建立



(traceability) 或來源證明 (proof of origin)，以及生態標示 (eco-labeling) 等議題，都是與農產品及食品安全衛生品質規範相關。因篇幅所限，將無法在本文中詳細討論。

## 養殖場實施安全管理制度前 之準備工作

HACCP 之實施有別於過去針對產品的檢驗，在於強調以「製程監控」之事先預防，而非僅以「產品檢驗」事後補救的傳統管理方式，因此業者在實施 HACCP 制度規劃時，必須徹底了解並把握從事製造之產品的可能危害特性的本質，來訂定保障產品安全的對策。HACCP 的自主管理制度，依據食品種類、特性、製造場所之軟硬體不同，而會有顯著差異，雖然有原則性的模式可以提供業者依循，但是最終的 HACCP 制度規劃與實施，仍然有賴業者正確與合理的判斷、正常與落實的運作，才能確保食品之安全品質。因此，HACCP 之實施，能夠有效事先預防食品污染或其他危害發生，並且能夠有效力用人力、物力資源以節省食品生產成本，合理來保證食品安全品質，提升業者之衛生管理水準。

HACCP 制度之規劃與思考模式，是依據合理性判斷與人體健康危害最密切之食品污染導致疾病相關之分析調查資料，了解各種潛在危害之發生可能性及嚴重性，正確地來作危害分析。再根據食品所有生產流程與各步驟對於危害之排除或控制，正確判定有效控制與管理的重要控制點位置，繼而建立有效監控 CCP 的方法，依據七大原則之先後順序，以連續性的全製程監控管理。在實施 HACCP 的制度下，因其提供食品安全信賴保證之事實，可作為國際間食品相互認證之共通管理基準。

水產品是高價、高營養的食物，亦是食物中毒事件發生頻繁之食材。然水產品在原料及成品檢驗費工費時，且具有易腐敗與種類複雜之原料特性，為能順利推動 HACCP 管理制

度，並確保 HACCP 制度推行後能落實地執行，在實施 HACCP 前有必要就下列工作加以準備：

### 一、養殖場是否符合實際作業需求？

若養殖場現場尚未符合實際作業需求，則應先做現場必要之改進，即依現場實際作業進行整體符合性評估，同時針對作業現場人流、物流動線流暢性進行現場評估，最後根據硬體建築、設備、設施等之適用性加以評估。

### 二、養殖場內部員工是否曾受過漁產品安全管理之相關訓練？

在實施 HACCP 制度前，有必要讓養殖場內部的員工瞭解衛生安全管理之相關概念，在實施 HACCP 制度時才有其成效。在相關訓練方面，可藉提供相關訓練之單位，如食研所或其他經衛生署、漁業署認可之訓練機構，讓員工依層級接受不同程度的訓練及搭配課程。

### 三、養殖場所是否有書面之作業計畫書？

作業計畫書為一自主衛生作業程序書，涵蓋衛生管理、製程及品質管制、倉儲管理、運輸管理、檢驗量測管理、文件管制、客訴處理、成品回收、教育訓練等內容，至於制定標準，則視各作業現場實際作業而定，制定其各自適用之管理程序書，並確實執行計畫書之內容。

### 四、養殖場是否有統籌及權責單位？

養殖場需有一固定 (或任務) 組織 (或委員會) 專司衛生作業之操作與監測工作，以確認書面規劃之衛生操作確實執行。此外，不同業別有其各自適用之作業程序書，在確認作業程序的同時也須確認衛生作業執行之落實情形。

## 五、養殖場如何處理異常狀況之發生？

養殖場應依產品的屬性與製造流程，針對「異常」與異常發生的範圍加以定義，並建立異常矯正處理程序，包括：如何矯正、預防再發、處理執行之確認等。當衛生操作無法達到 GHP 的規範標準時，作業人員才能依照異常矯正流程做最適當之處置。此外，應將發生異常的處理過程與結果作為教育訓練之訓練教材，以避免再次發生相同之狀況。

## 六、養殖場是否將紀錄留存？

養殖場在實施衛生操作與管理時，為必要做適當之記錄與記錄保存流程，如此將有助於查核衛生操作與符合 HACCP 之要求，同時，透過作業操作過程的紀錄，將有利於公司實施追蹤管理並能節省管理資源。

## 七、養殖場是否有產品編號或商品條碼？

產品是否有一編號或商品條碼系統甚為重要，此產品別特定之編號將符合實施 HACCP 之管理作業。目前除了低酸性罐頭類之外，水產品產品編號，雖沒有法律上的要求，但是特定之產品編號將有助於決定當產品發生問題時，必須採取矯正措施的範圍與數量。此外，產品的編號應延伸至原物料進貨至生產，當問題發生時，養殖場亦可依產品的編號追溯其來源，藉以釐清責任歸屬等問題。

雖然配合實施 HACCP 有一定的準備工作，但並沒有想像的繁瑣。事實上，水產養殖業實施 HACCP 制度的好處也很多，例如：可減少因不符合衛生標準被退貨與產品就地銷毀之損失、可減少產品的檢驗頻率與花費、保障消費者食用的衛生安全、增加業者的競爭力與自信心等等。此外，政府已於去年 12 月公告水產品實施 HACCP 制度，舉凡從事水產食

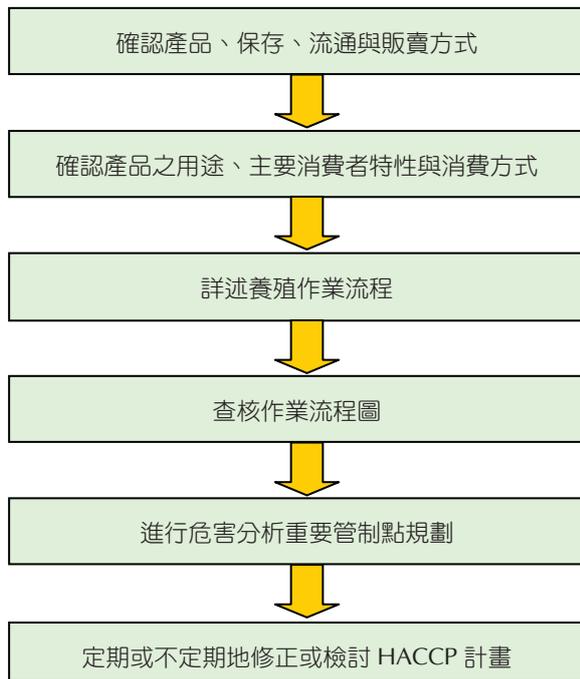
品製造、調配、加工、包裝及運送、儲存等之業者皆在適用範圍之內；而養殖水產品為水產加工品的主要來源之一，未來亦有必要導入此安全管理制度。

## 養殖場導入 HACCP 的流程與步驟

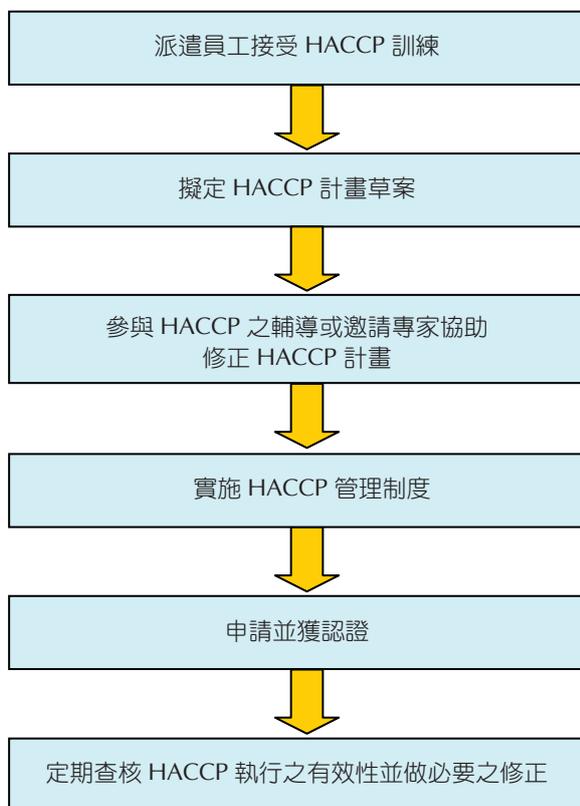
### 一、實施 HACCP 的步驟與流程

有關實施 HACCP 的程序中，首先養殖場應成立 HACCP 小組（或委員會），並派遣具食品衛生專業之員工接受 HACCP 訓練，讓員工對 HACCP 有深入的瞭解，接著擬定 HACCP 計畫書。在擬定 HACCP 計畫草案的過程中，必須確認產品及其保存、流通與販賣方式。此外，應確認產品的用途（如生食或煮熟後食用）、主要消費者的特性與消費方式等。在確認上述兩項範圍之後，必須將產品製造的流程圖與作業流程圖詳細說明，此步驟有助於我們找出危害（HA）的可能發生點。完成以上事項後，則進行危害分析重要管制點（HACCP）規劃，並根據實際情形不定時修正 HACCP 計畫草案（詳見圖一）。

HACCP 計畫草案擬定之後，緊接著應針對所擬定的計畫草案加以測試，目的是測試實施 HACCP 制度的有效性，並確定實施 HACCP 制度對公司（或工廠）有效。然後可藉由參與 HACCP 之先期輔導，或邀請專家查核擬定之 HACCP 計畫，輔導業者施行 HACCP 制度。當業者實施 HACCP 制度之後，可經由相關驗證單位評核並通過稽核後，發與 HACCP 證書，此後驗證單位將定期查核 HACCP 執行之有效性，業者也應不定期確認 HACCP 執行的有效性，並做必要之修正（詳見圖二）。



圖一 HACCP 計畫草案擬定流程圖。



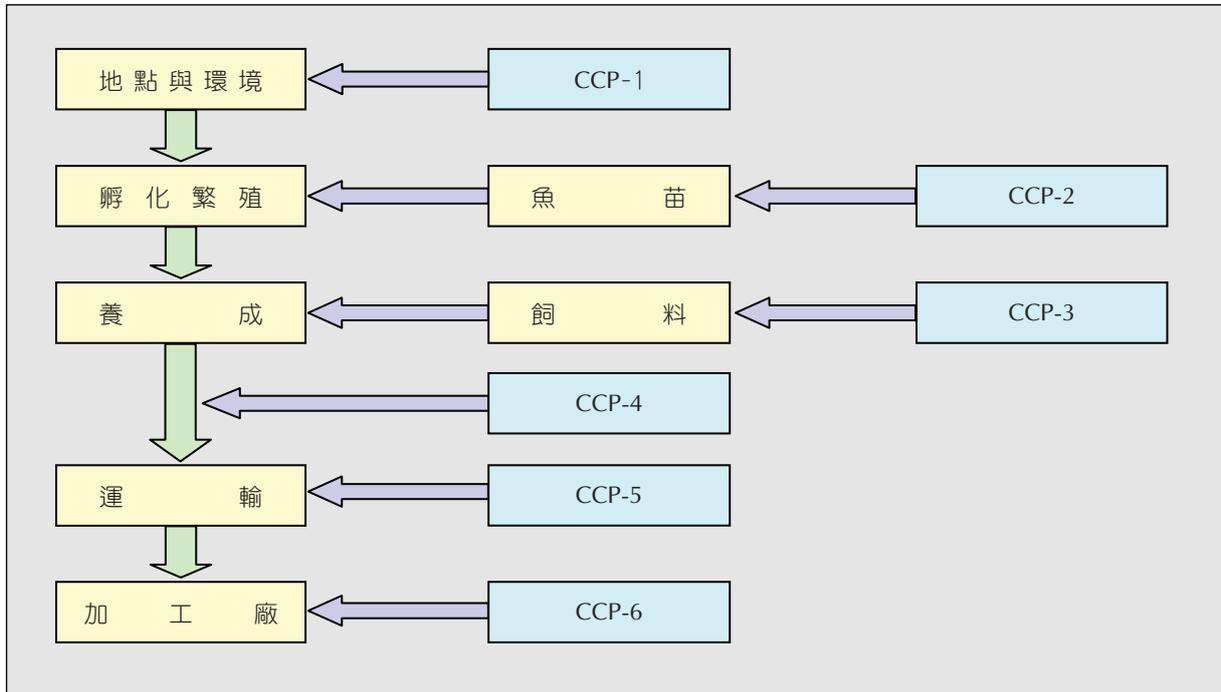
圖二 實施 HACCP 工作流程圖。

## 二、養殖場 HACCP 流程規劃

由於國內水產品自生產至消費各魚貨流通環節間，包括魚貨的捕撈、養殖及生產地、魚貨處理場、消費地魚市場、水產品配送中心、乃至魚貨直銷中心，目前多未建立完整之危害分析與重要管制點 (HACCP) 的管理制度，如果任何環節發生衛生品質問題，即可能發生水產品全面滯銷之情形。而全省各養殖漁業生產區管理委員會自行籌資興建之養殖魚貨包裝處理場及水產加工廠，亦尚未全面有系統地規劃其生產流程及衛生品質良好的作業準則，對於魚貨包裝處理場所屬養殖池之環境衛生安全體系及處理場，也需輔導強化各養殖水產品達到食品衛生安全標準之 HACCP 管理系統。有鑑於此，本節將以水產養殖業為例，說明 HACCP 制度在養殖業的應用方式。

首先，將養殖業的產品流程圖定義如圖三所示，箱網養殖首重的是地點與環境的選擇，在確定地點和環境後，下一步驟即是魚苗的孵化繁殖和養成，待養成至可販售標準後，則運輸至中間業者 (販運商) 或市場販售。在瞭解養殖業的生產流程後，我們即可針對每一步驟進行危害分析 (HA) 與判定重要控制點 (CCP)。從圖中可以發現，養殖業者在環境 (如水質) 的要求、魚苗的來源控管、飼料的成分、添加物等方面，都可能影響到養殖魚類的品質，甚或造成危害 (包含生物性、物理性及化學性危害)，此外，加工廠在蓄養過程中是否使用抗生素也可能造成危害，基此，我們可將這個六個步驟列為 CCP。

在判定生產流程中的 CCP 後，我們應針對這六個 CCP 建立控制方法的管制界線 (Critical Limit)，其中，在環境的選擇上應盡量避開可能遭受化學、農藥或重金屬污染的區域，並藉由環境檢驗判定該地點是否合乎設立養殖場標準，同時建立水質可接受程度的飼養標準；在魚苗的來源方面，應對魚苗加以檢驗，並要求提供來源證明，減少寄生蟲和疾病



圖三 養殖業HACCP流程圖。CCP-1：環境—水質是否被污染；CCP-2：魚苗來源的管控—是否有病原；CCP-3：飼料的成分、添加物等；CCP-4：養成的魚是否有藥物殘留；CCP-5：運輸過程中是否使用抗生素；CCP-6：加工廠的後續加工與處理。

的發生；在飼料選擇方面，則應確認飼料及添加物的成分、來源，同時建立成分與添加物含量的可容許範圍；而在魚養成時，亦應對成魚加以檢測，以減少藥物殘留情形發生；此外，在活魚運輸過程中，常常會加入抗生素等藥劑，用來減少運送過程中造成之傷害，吾人亦應針對所使用藥劑加以監控，避免藥物殘留的情事發生；最後，在加工廠方面，亦應針對蓄養時所使用的抗生素加以監控，避免產生抗生素殘留的情事發生。

建立管制界線後，我們應就各個 CCP 建立有計畫的監控方法與異常矯正措施，一方面確保這些 CCP 在控制之下，另一方面，當 CCP 失控時，我們能依循矯正措施採取正確的行動，讓 CCP 重回控制之下，同時適當地處置受影響的產品。在實施 HACCP 的過程中，業者應建立一套紀錄系統並加以保存，同時不定期以物理、化學或官能、微生物檢查加以確認

HACCP 執行的成效，確認 HACCP 系統能有效的運作，最後，業者應定期或當養殖環境或條件改變時，做必要的檢討與修飾 HACCP 管理計畫，如此才能確保 HACCP 的成效與永續性。

食品衛生安全管制系統的推動已是世界的潮流，亦是養殖產業當前最重要的課題之一。國內水產品自生產至消費各魚貨流通環節間，包括魚貨的捕撈、養殖及生產地、魚貨處理場、消費地魚市場、水產品配送中心、乃至魚貨直銷中心，目前多未建立完整之 HACCP 管理制度，如果任何環節發生衛生品質問題，即可能發生水產品全面滯銷之情形。我國加入世界貿易組織 (WTO) 後，由於經濟發展與生活水準的提升，消費者對水產品消費的需求不再只是量的滿足，對於品質、衛生、與安全的追求亦與日俱增。希望藉由漁產品良好之生產環境、品質規範及衛生作業流程，提高漁產品



之安全管理，相信在我國實施水產品 HACCP 制度之後，國產漁產品當可因應貿易自由化的挑戰。

### 三、優良養殖場生產規範涵蓋的範圍

從以上可知，養殖漁產品為水產品的主要來源之一，在衛生安全及產品來源追溯的管控上尤其重要。基於此，行政院農業委員會漁業署在近年推動『優良水產養殖場安全管理制度』，就是希望藉由水產養殖場產品衛生安全的提升，達到提昇養殖水產品品質、保障消費者食用安全，以及促進產業永續發展。以下就優良養殖場生產規範涵蓋的範圍臚列如下：

#### (一) 養殖地點與水質條件

##### 1. 養殖地點擇

- (1) 養殖地點應避免因環境污染所造成之重金屬或化學殘留。
- (2) 養殖地點應遠離家庭和工業廢水系統。

##### 2. 水質條件

- (1) 養殖用水應避免化學物、重金屬及病原菌之污染。
- (2) 養殖用水水質應符合行政院環境保護署訂定「地面水體分類及水質標準」中水產用水水質標準。

#### (二) 養殖場所、環境和設備

##### 1. 養殖場所

- (1) 凡接觸魚體表面之區域，應無毒素，並減少黏液、血液、魚鱗等之玷污，並有足夠設施供清洗作業區域之用。
- (2) 提供個別設施以隔離原料包裝、化學物質和廢棄物貯存。
- (3) 提供足夠光源，供作業人員有效率的執行工作。

##### 2. 養殖環境

- (1) 養殖環境應保持清潔，並經常清洗。
- (2) 養殖作業所使用之器具應避免交叉污染。
- (3) 水產養殖廢水排放應符合「放流水標準」之相關規定。

##### 3. 設備

- (1) 應配置水處理設施與簡易水質檢測工具（檢測項目包括：鹽度、溫度、酸鹼值、溶氧）。
- (2) 各項設備（如：發電機、冷藏或冷凍設備等）應有完整的保養與維修紀錄。
- (3) 若有製冰或飼料攪拌設備，應經常清洗。

#### (三) 化學藥品、飼料管理

##### 1. 化學藥品貯藏與管理

- (1) 藥品儲藏區域應與飼料儲藏區域隔離，並儲藏於陰涼、乾燥、安全之場所。
- (2) 應遵守行政院農業委員會動植物防疫檢疫局公告「水產動物用藥品使用規範」之規定，並在獸醫師指導下施用。
- (3) 避免使用非法或來路不明的產品或過量的化學藥品。

##### 2. 飼料管理和使用

- (1) 避免使用無詳細成分與添加物含量表、無生產許可證或變質和過期之飼料。
- (2) 飼料的使用應遵守先進先出原則。
- (3) 使用水產養殖用飼料應遵守行政院農業委員會訂定「飼料管理法」之相關規定。

#### (四) 收成、處理和養殖紀錄

##### 1. 收成

- (1) 收成時，應該確定養殖產品（尤其是經餵食藥物者）都超過停藥期。

- (2) 收成和貯藏設備應該保持清潔。
- (3) 應避免油漬、動物油脂和廢水等接觸漁產品。
- (4) 收成時有足夠的冷藏設備或冰塊覆蓋於漁產品上。

## 2. 收成後之處理

### (1) 活魚

- A. 應減少活魚運輸過程中被污染的風險。
- B. 應紀錄買賣相關資料，如收成的時間、交貨日期及販賣對象等。

### (2) 新鮮冷凍（或冷藏）魚

- A. 收成和冷藏的時間應盡量縮短，並以冰塊或碎冰儲藏。使用的冰塊必須無污染。
- B. 在冷凍時應用溫度計檢查以確保有效率的降低溫度。

### (3) 清洗

收成後應將作業區域用清水澈底沖洗，去除魚體廢棄物、臭味、污泥和藻類等。

## 3. 養殖紀錄

- (1) 應填寫水產養殖生產管理工作日誌，記載養殖種類、種苗來源及生長情況、飼料來源及投料情況、水質檢測等內容。
- (2) 養殖場發生水產疾病時，應依獸醫師診斷處方施用藥物，並填寫養殖水產用藥記錄，記載病害發生情況，主要症狀，用藥名稱、時間、用量等內容。
- (3) 所有紀錄應於該批水產品全部銷售後，保存一年。

## 4. 銷售及產品條件

銷售自養水產品應檢附產地證明，註明生產者名稱、地址，產品種類、規格及出貨日期，並應符合「食品衛生管理法」及「動物用藥殘留標準」等規定。

## (五) 人員衛生和教育訓練

### 1. 人員衛生

- (1) 在作業時，應讓員工養成經常洗手的良好個人衛生習慣。
- (2) 養殖場應有廁所及洗手設備。
- (3) 設備、容器和產品接觸表面須乾淨和消毒，應避免產品污染和潛在的安全危害。
- (4) 應確保清潔和化學藥品之適用性，避免使用會腐蝕配備、對魚體有毒害和不恰當的化學藥品。

### 2. 教育訓練

每年應派員參加主管機關或經中央主管機關認可之漁會、協會、生產區或相關產業團體所舉辦之相關教育訓練至少 12 小時。

## 結 語

隨著臺灣加入 WTO、經濟發展與生活水準的提升，食品貿易的國際化與水產品市場的擴展，將為水產品業者帶來商機；然而，水產品衛生與安全問題也隨食品工業化的發展變得越來越嚴峻。再者，消費者對水產品消費的需求不再只是量的滿足，對於品質、衛生、與安全的追求亦與日俱增。為維護消費大眾食用水產品的安全健康，各國政府與國際組織對於水產品衛生與認證措施均相當重視，並已推動或制定各類水產品的檢疫與貿易認證之管理規範，但因國情之不同，其管理標準也有差異，國際間水產品流通因此發生爭議。基此，政府對於水產品衛生與認證措施均愈來愈重視，並已推動水產品『危害分析與重要管制點 (HACCP) 制度』，以及『優良水產養殖場』制度，希望藉由漁產品良好之生產環境、品質規範及衛生作業流程，提高漁產品之安全管理，進而提升其經濟價值與出口競爭力。相信在我國實施水產品 HACCP 制度及優良水產養



殖場制度之後，國產養殖漁產品當可因應貿易自由化的挑戰，化危機為轉機，畢竟，國際化的意義是：只有品質，沒有距離。

## 參考文獻

- 方繼, 鄭蕙燕 (2002) HACCP 制度之實施經驗與現況：十個國家案例. 食品 GMP 報導, 2002(1): 3-12.
- 莊慶達 (2002) 水產品 HACCP 介紹. 九十一年度養殖漁業績效經營管理教育訓練教材, 中國生產力中心, 10-22.
- 莊慶達 (2002) HACCP 認證體系與 WTO/SPS. 因應加入 WTO 漁產品產銷體系調整研討會會議資料, 150-163.
- 莊慶達, 黃異, 黃登福, 張正明, 孫凌 (2001) WTO 檢疫協定對水產品貿易衝擊與因應策略之研究. 行政院農業委員會九十年度試驗研究計畫研究報告, 台北, 台灣.
- 張正明, 莊慶達 (2003) HACCP 制度應用在水產品的架構解析. 中國水產, 601: 19-27.
- 張正明(1999) 危害分析與重要管制點(HACCP) 制度之實施現況與方法, 國際漁業資訊, 84: 59-64.
- 陳元科 (2001)國內餐飲業者建立 HACCP 制度前後之認知與落實制度比較. 大業大學食品工程學系碩士論文.
- 蔡佳蓉 (2001) 基因改造食品標示對消費者認知與行為之影響分析. 國立台灣海洋大學應用經濟研究所碩士論文.
- 游仲恆 (1999) 有機農產品認證問題分析—以消費層面分析. 國立台灣大學農業經濟研究所碩士論文.
- Caswell, J. A. (1997) Uses of Food Labeling Regulations. Prepared for the OEDC.
- Garrett, E. S., M. L. Jahncke and R. E. Martin (2000) Applications of HACCP Principles to Address Food Safety and Other Issues in Aquaculture-An Overview. J. Aquat. Food Prod. Technol. Vol. 9(1).
- FAO (1997) Review of the State of World Aquaculture. FAO Fisheries Circular 886, Rev. 1, Rome: FAO, 163 pp.
- Henson, D. and C. R. Wessells (1998) The Demand for Food Safety-Market Imperfections and the Role of Government. Food Policy April, 152-162.
- Henson, G. D., R. O. Herrmann and J. W. Dunn (1995) Determinants of seafood purchase behavior: Consumers, restaurants, and grocery stores. Amer. J. Agric. Econ., 77: 1301-1305.
- Johnson, J. C. and D. C. Griffith (1996) Pollution, food safety, and the distribution of knowledge. Human Ecol.: An Interdisciplinary J., 24(1): 87-109.
- Jones, J. M (1992) Food Safety. St. Paul, Minnesota: Eagan Press.
- Kinnucan, H, W. and C. R. Wessells (1997) Marketing research paradigms for aquaculture. Aquacul. Econ. & Manage., 1(1): 73-86.
- Seafood HACCP Alliance for Training and Education (1997) HACCP: Hazard analysis and critical control point training curriculum (second ed.). North Carolina Sea Grant Pub., UNC-SG-96-02. Raleigh, North Carolina, North Carolina State Univ.
- United States Department of Agriculture (1995) Procedures for the safe and sanitary processing and importing of fish and fishery products. Federal Register. 60(242): 65096-65195.
- United States Department of Agriculture (1996) Pathogen reduction; hazard analysis and critical control points (HACCP) systems; final rule. Supplement--Final Regulatory Impact Assessment for Docket No. 93-016F, Washington, DC.
- WHO (1999) Food safety issues associated with products from aquaculture. Report of a Joint FAO/NACA/FAO Study Group WHO Technical Report Series 833.

# 白蝦室外超高密度之養殖、產量與管理

## Pond Production and Management for Outdoor Super Intensive Aquaculture of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

陳弘成  
Hon-Cheng Chen

國立台灣大學 漁業科學研究所  
Institute of Fisheries Science, National Taiwan University

### 摘 要

由於白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的生物適應、養殖特性與抵抗疾病的能力，使其成為唯一能超高密度養殖 (500 尾/m<sup>2</sup>) 的蝦種。因此利用面積不大的水泥池或九孔池放養優良的蝦苗，經蓄水池淨水，加入足夠的水車打氣增加溶氧，採用中央排污，有益菌及簡易的用水處理，維持 2 ~ 3 米的水深增加活動空間，靠著精優的健康安全管理及採用少量多次投餵優質的綠色斑節蝦飼料，利用其生產載量進行多次的間捕，在冬季或夏季每造 (4.5 ~ 6 個月) 都可使白蝦的產量每公頃高達 47 ~ 63 公噸，若能控制或調整其出售時間 (反季節生產)，則利潤更能提高不少，頗具展望與潛力。

### Abstract

White shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is the only one that can be cultured with super high stocking density due to its rearing character and disease resistance. 500-600 juvenile shrimp/m<sup>2</sup> was stocked in abalone pond or concreted cement pond having sea water depth of 2-3 m and full of aeration to ensure a stable water quality. Delicate pond managements including selecting quality fry, providing nutrition feed,

keeping stable aquatic environments and controlling disease outbreak were carried out. After 5-6 months, a total production of 47-63 tons per hectare by partial harvesting with shrimp size of 13.5-18.0 g and percentage survival of 52-78 was achieved. This method can have 2 crops in one year, making it more competitive with indoor circulated culture system.

### 前 言

一般集約式的養蝦產量每公頃收成每造約在 5 ~ 15 ton。在台灣，室外集約式的最高產量為草蝦的 24 ton (Chen, 1993)，斑節蝦的 28 ton (Chen, 2002) 及藍蝦的 24 ton (Chen, 2001)。由於白蝦較為好養、若經營與管理良好者也有 30 ton 的紀錄，但與室內超高密度循環養殖的產量每公頃在 60 ~ 120 ton 仍有一段距離 (Reid and Arnold, 1994)。因此在室外如何利用白蝦的養殖特性，增加養殖設施，採用良好的養殖技術與管理，希望有可能使每公頃的每造產量提昇到 60 ton，使室內與野外的產量能夠接軌，且能降低成本，並富競爭力。



表一 2002 年白蝦集約式養殖之產量

養殖池編號	養殖面積 (ha)	養殖密度 (no/m <sup>2</sup> )	活存率 (%)	養殖期間 (days)	收穫體型 (g)	產量 (Kg/ha)
1	0.30	150	82	116	18.20	22,400
2	0.30	180	80	108	17.50	25,600
3	0.25	200	78	121	19.00	29,400
4	0.25	175	80	130	20.20	28,200
5	0.35	220	76	122	18.0	29,700
6	0.40	300	70	120	16.3	34,200

## 白蝦的養殖特性

由於白蝦的生物特性，現已被認為是蝦類養殖中最主要最具潛力的種類，其產量約為所有養殖蝦種中最多者約佔總蝦產的 65 % 以上。即如中國大陸的養殖業者，從養殖中國對蝦、青蝦起步，在 1990 年代後則棄中國對蝦而改養草蝦，近 5 年來則以白蝦為主，其產量約佔中國養蝦總產量的 70 % 以上。台灣近年來由於草蝦難養，不管是單養或混養亦以白蝦為主，可見白蝦養殖的重要性。白蝦具有下列的生物養殖特性 (Chen, 2002; 陳, 2003)：

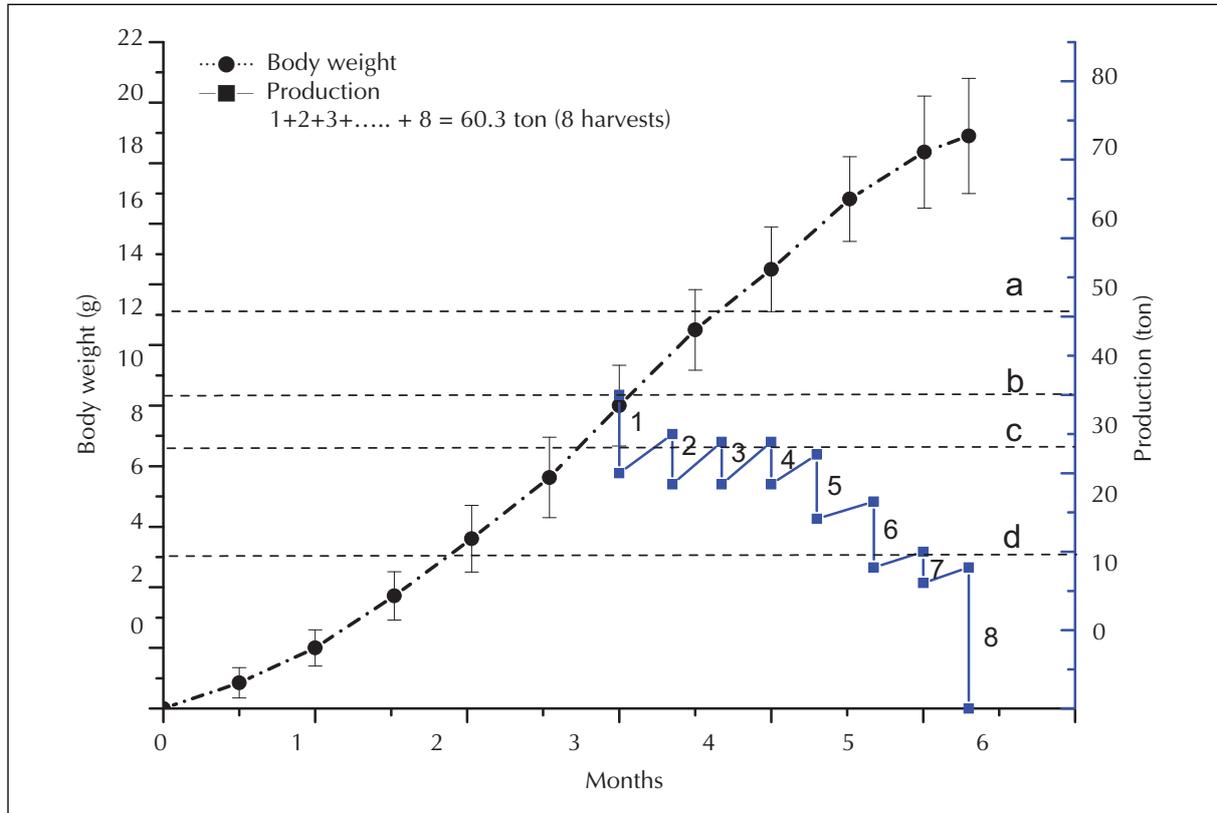
- 一、抗病力強，比其他蝦種對病毒的危害更具有耐力。
- 二、早期生長快速，在 15 g 以前之成長率比草蝦快。
- 三、對環境的耐力高，特別對氨、鹽度等環境因子。
- 四、能快速游泳，具立體養殖特性，故能減少死亡率，增加放養密度。
- 五、飼料蛋白質含量較斑節蝦及草蝦者低，如此能降低生產成本。
- 六、成熟種蝦易於獲得，可在池中養成卵巢成熟的種蝦。

七、能在極低鹽度下存活與成長，冬天亦可在福建、台灣北部過冬。

八、能行高密度養殖，可提高單位面積產量。

## 一般白蝦養殖的產量

白蝦為中南美洲太平洋岸的蝦種，早期由於地大與經濟、技術的關係，再加上蝦苗來源不甚穩定，故在室外多採用粗放式或半集約式的養殖，每公頃能有 300 ~ 3,000 kg 的產量，即很滿意。90 年代由於人工蝦苗大量供應，養殖技術發達，故在少數地方利用增氧機進行集約式養殖，其產量也可達 4 ~ 10 ton 左右。如在美國德州的哈靈頓郡每公頃每季的產量已高達 8 ~ 10 ton，而頗受重視。白蝦自從傳入東方世界後，早期的單位面積產量在台灣亦不多，一般每公頃的產量約在 12 ton 以下，雖最高產量曾有趨近 20 ton 者，但仍屬少數。其後由於增加養殖設施，瞭解白蝦特性與技術進步，才有達 20 ton 以上 (符, 2000)，甚至於近年來在台灣與大陸亦有每公頃每造高達 20 ~ 30 ton 的生產紀錄者 (表一)，甚至於高達 35 tons 者，相當吸引投資業者之興趣 (Chen, 2003)。



圖一 超高密度白蝦養殖的成長與間捕的總收成。a, b, c & d 為各期的生產載量，隨著養殖週期而減少。

至於室內超高密度的循環水養殖，由於有多項水處理的生物及機械設備，故其白蝦每立方米的產量可從較基本設施的 6 kg (1 甲地可生產 60 ton) 一直增加到利用臭氧的 12 kg (Reid and Arnold, 1994)，若再使用多層次的養殖，則其每立方米的產量更能達到 26 kg (陳, 2000)。然而由於生產成本較室外者為高，除非蝦價高漲才有利可圖，若再加上生產品質較差的關係，其商機已然不多。因此若能利用生產成本較低的室外池，採用精優管理與間捕技術來提高產量，則此種生產模式仍具競爭力與前景。

### 超高密度的室外白蝦養殖

此模式為利用水泥池或九孔養殖池加以改良而成，面積一般都不大，在 2 分地以下，

最好以 100 坪為主而較好管理，並使其水深維持在 2~3 m，增設水車並有深層打氣機使池水上下能互相混和，減少底層缺氧的現象，同時放養優良的白蝦苗，放養密度每公頃在 500 萬尾或以上。由於密度太高故成長不快，但存活率在 3 個月時仍有 80%，因此在此時利用定量蝦籠間捕 1/3~1/4 的現存量，使其池中總蝦量仍低於此系統的生產載量 ( $4.5 \sim 5.0 \text{ kg/m}^3$ ) (如圖一的 a & b)，故池蝦極為健康安全。其實生產載量會隨著養殖期間因殘餌累積與池塘老化而緩慢減少，因此其後每隔 7~10 天施行間捕，使其現存量維持在非常安全的  $3.0 \sim 3.5 \text{ kg/m}^3$  之間 (如圖一的 c)。最後二次的現存量則維持  $2.0 \text{ kg/m}^3$  左右，此與一般蝦池的一次總收穫量相同，如此經過 7 次的間捕及最後 1 次的的全捕，則總產量增為每分地 6.0 ton (圖一)，亦即每公頃的總收成量為 60 ton (表二)，且越



表二 利用九孔池以超高密度養殖白蝦的結果

池子大小 (坪)	每分地放養 密度(萬)	期間 (月)	收成大小 (平均)	每分地 水車數 (台)	總收成 (斤)	每分地 產量 (噸)	存活率 (%)	FCR
200	55	5.5	15 ~ 17 g	5.0	7000	6.153	70.2	1.53
221	60	5.5	14.5 ~ 17 g	5.0	7957	6.329	67.6	1.50
586	50	5.3	14.5 ~ 18 g	4.0	14000	4.200	51.8	1.60
200	55	6.0	12 ~ 15 g (14 g)	5.0	6700	6.000	78.0	1.70
450	50	5.5 ~ 6.0	12 ~ 17 g (13.5 g)	5.5	12000	4.800	71.2	1.40

表三 白蝦養殖管理 (精優法) 與產量的關係

編號	飼養方法	水車	水深 (m)	投餵次數 (次/天)	藥劑	中央排水	產量 (公噸/甲)
1	一般傳統	無	0.8 ~ 1.0	少飼料	無	無	0.5 ~ 2
2	一般傳統	4	0.8 ~ 1.2	1 次	少	無	2 ~ 5
3	精優法	10	1.0 ~ 1.4	3 次	正常	無	6 ~ 10
4	精優法	12 ~ 16	1.6 ~ 1.8	4 次	正常	有	10 ~ 16
5	精優法	20	1.6 ~ 2.0	5 次	1.5 倍量	有	12 ~ 20
6	高度密集 精優法	20 台 加打氣	2.0 ~ 2.5	6 次	3 倍量	有	16 ~ 24
7	高度密集 精優法	20 ~ 30 台 加氧氣	2.5 ~ 3.0	8 次	5 倍量	有	20 ~ 30
8	高度密集 精優法	30 ~ 40 台 加氧氣	3.0 左右	12 次	10 倍量	有	30 ~ 40
9	高度密集 500 萬/ha	40 台 20 台增氧	2.0 ~ 2.8 (育苗池)	8 次	正常	有	60

到後期池蝦越大型、單價越高，若能調整出貨期，也就是在 11 至隔年 6 月中之間賣出，則利潤越多，特別是在中國大陸與台灣。此種生產方式已進行多次且甚多得到相同高產的結果 (表二)，因此可視為可行的生產模式。

表三為綜合各種養殖方式所得的養殖成果，從粗放式一直到超高密度的養殖，此種模式特別適合白蝦的管理方式。由表三得知，要想增加白蝦養殖的產量，使之達到每公頃 50 ~ 60 ton，則必須：

- 一、選用優質蝦苗，增加放養密度到 500 隻/m<sup>2</sup>。
- 二、增加打氣機數量與底部增氧。
- 三、增加水深至 2 ~ 3 m 及減少蝦池大小，以 0.1 公頃或更小為佳。
- 四、穩定蝦池水質，使符合水質基準並禁用非法藥物。
- 五、設有中央排水、蓄水池與發電機並有定期管理如消毒運轉等。
- 六、使用精配的綠色安全飼料，增加白蝦的體力與抗病力。
- 七、少量多次餵飼，以減少殘餌之污染。
- 八、利用蝦池的生產載量及分批間捕。
- 九、調整放養季節或反季節生產。
- 十、注意定期消毒與隨時觀察池蝦動態。

## 白蝦的水質基準

至於白蝦的水質基準，經多年試驗研究、參考相關的資料及實地養殖效果而訂出如表四。本表的各種數據係針對在養成時已成吋蝦的白蝦其對水質的需求，至於育苗時的幼生或不同大小體型應有所修正，然調整的範圍應不至於太大。此水質基準係為了提供白蝦生長的最佳範圍，但使用時仍有彈性。譬如水溫最低在 23 °C，但若水溫從 26 °C 降到 23 °C，白蝦的攝食量反而不如從 21 °C 增溫到 23 °C。鹽度亦是如此，如在 7 ‰ 時白蝦仍會成長但肉質較差，若在 35 °C 其成長慢些但肉質堅實甜

美。亞硝酸鹽的範圍應可提高到 1 mg/L，但考慮有時業者在極低鹽度下養殖，其毒性會增加，故降到 0.5 mg/L。總鹼度亦有相同的考量。至於二甲苯的提出，則是河川或河口常有大量有機廢液的偷排，因此才再列入。

## 超高密度室外養殖模式注意事項

超高密度室外養殖模式雖能提高蝦產量，但仍有數點必須特加注意或改良的地方，包括：

### 一、採用階段性或分段養殖

若蝦池充足時，應可考慮先在小池行超高密度養殖，俟池蝦長大到 1.5 ~ 2.5 英吋時，再將之導入成蝦養殖池。如此可充分利用池塘的生產載量、節省生產時間及利用池蝦的快速生長速率，此時導入不同蝦池的操作宜注意勿使蝦池環境變化太大，特別是在蝦苗品質不佳或壓迫太大時。

### 二、內陸淡水區較不適宜

白蝦雖能在極低鹽度的水域存活，且亦有每造每公頃 20 tons 以上的紀錄 (屏東一帶)，但由其生理反應觀之，這些是在不良的鹽度環境壓迫下，故表現出生長較緩，肉質較差且殼肉分離，甚至於有時會有臭土味的現象發生。若時間延長的話，甚至於引發大量死亡。因此此模式在內陸缺乏海水的地區並不特別推薦，特別是採用循環水養殖的地區，除非業者能加入大量的鹽汁，特別注意的是食鹽的滷汁，而非碱水。

### 三、掌握水質微變先機與池蝦發病前症狀

此為相當困難的部分，但也是非常重要。一般言之，在蝦池水質明顯變化或病症已顯現時，業者才會發覺而提出防治對策，然而此時



表四 白蝦養殖的水質基準

水溫 Water temp.	23 ~ 32°C	農藥 Pesticides	(µg/L)
溶氧 D.O.	> 4 mg/L	巴拉松 Parathion	0.033
pH	7.8 ~ 8.5	靈丹 Lindane	0.039
鹽度 Salinity	12 ~ 20 ‰	陶斯松 Lorsban	0.04
重金屬 Heavy metals	(mg/L)	三氯松 Trichlorfon	0.1
銅 Copper	0.420	滴滴涕 DDT	0.087
鋅 Zinc	0.135	可氯丹 Chlordane	0.27
鎘 Cadmium	0.107	谷速松 Gusathion	0.5
汞 Mercury	0.123	大利農 Diazinon	0.6
鐵 Iron	4.43	嘉磷塞 Glyphosate	10
錳 Manganese	13.0	巴拉刈 Paraquat	15
鉛 Lead	13.4	總菌數 T. Bact. C.	10 <sup>3-4</sup> /mL
其他 Others	(mg/L)	滅菌靈 BKC	0.3
氨 Ammonia	0.3	高錳酸鉀 KMnO <sub>4</sub>	1.0
亞硝酸 Nitrite	0.5	福馬林 Formalin	1.2
總鹼度 Alkalinity	80 ~ 240	二甲苯 Xylene	10
有機物 COD	5 ~ 10	甲苯 Toluene	33

已稍嫌過晚，治癒的機會已消失大半。因此管理人員與業者宜多方面的加強觀察，並詳加研擬對策，防患於未然才是正途。此方面的觀察法可參考陳 (1998) 的池蝦健康與蝦池環境之判定法。其中當然有些項目尤為重要者，如蝦苗品質與水質水色。其實經過多年的研究與經驗，好的蝦苗或優良的蝦苗卻為養殖成功的最關鍵點，尤其在高密度放養的養殖池中。

#### 四、不適合於其他蝦類的放養

由各種蝦類的特性與試養的結果，本模式不適合有地盤性或攻擊性強的蝦類如斑節蝦、砂蝦或較不善游泳的草蝦與易受干擾的熊

蝦。等等的放養，也就是說他們在高密度的養殖環境下，其存活率很低，徒增加養殖成本而已，因此勿再嘗試這些其他蝦種，除非有多層式的隔離養殖，並且設立於大都市的外圍地區，水溫可控制者。

## 結 語

由於白蝦的生物適應、養殖特性與抵抗疾病的能力，使其成為唯一能超高密度養殖 (500 尾/m<sup>2</sup>) 的蝦種。因此利用面積不大的水泥池或九孔池放養優良的蝦苗，經蓄水池淨水，加入足夠的水車打氣增加溶氧，採用中央排污，有益菌及簡易的用水處理，維持 2 ~ 3 m

的水深增加活動空間，靠著精優的健康安全管理及採用少量多次投餵優質的綠色斑節蝦飼料，利用其生產載量進行多次的間捕，在冬季或夏季每造都可使白蝦的產量每公頃高達 47 ~ 60 ton，若能控制或調整其出售時間，則利潤更能提高不少，頗具展望與潛力。

## 參考文獻

- 陳弘成 (2000) 病毒危害下蝦類養殖的精優管理之研究. 中山大學學報, 39: 11-15.
- 陳弘成 (2003) 白蝦的安全養殖及精優管理. 水產種苗特刊. 15 頁.
- 符澤雄 (2002) 南美白對蝦高密度高產養殖研究. 第三屆世界華人蝦類養殖研討會專集, 210-214.
- Chen, H. C. (1993) Studies on successful culture of grass Shrimp, *Penaeus monodon*. COA Fisheries Series, No. 31: 84.
- Chen, H. C. (2001) Culture of white shrimp *Penaeus vannamei* in extremely low salinity in Taiwan. Third Global Chinese Symposium on Shrimp Culture, 17.
- Chen, H. C. (2001) Culture of American blue shrimp *Leptopenaeus stylirostris* in Taiwan. 6th Asian Fish Forum, 11.
- Chen, H. C. (2002) Better pond management for successful shrimp culture under the stress of viral diseases. Present in Shrimp Disease Management, At Nellore, India, 23 pp.
- Chen, H. C. (2002) Comparison on rearing performance of cultivatable shrimp species. Present in Shrimp Disease Management, At Nellore, India, 20 pp.
- Chen, H. C. and H. N. Yang (1998) Studies on better management for highly successful intensive shrimp culture. 5th Asian Fish. Forum, 13.
- Reid, B. and C. R. Arnold (1994) Use of ozone for water treatment in recirculating-water raceway systems. Prog. Fish Cult., 56: 47-50.

# 多醣體與生物製劑的研發

## Development and Application of $\beta$ -Glucan and Probiotic in Prawn Culture

陳秀男<sup>1</sup> · 冉繁華<sup>2</sup>

*Shiu-Nan Chen<sup>1</sup> and Fan-Hua Nan<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>國立台灣大學 漁業科學研究所；<sup>2</sup>國立台灣海洋大學 水產養殖學系

*<sup>1</sup>Institute of Fisheries Science, National Taiwan University and <sup>2</sup>Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University*

### 前 言

近十幾年來臺灣和大陸蝦類養殖先後大幅蓬勃的發展，當然除了兩岸之外，包括亞洲整個地區、中南美洲和世界各地都投入莫大的資金和人力發展養蝦產業。不可諱言的，蝦類養殖它是世界上許多國家的重要產業之一，它不僅可以提供為食物的來源，亦可為該國家帶來極豐厚的經濟價值與利益，同時它也創造了許許多多的勞工就業機會。但是，養蝦產業發展的結果也帶出了一些負面的影響，包括生態環境改變和地層下陷，甚至因為過度發展、管理不當和疾病發生造成養殖損失或失敗，這在世界各養殖地區一直不停的發生，這樣的產業衝擊已使得各國專家學者和經營管理者們開始重新思索，這個產業未來該如何發展下去。因此，如何在減少對生態環境衝擊和順利養殖成功的前提下，使養蝦產業永續發展和經營下去，已經成為世界各國學者專家和經營管理者努力追求的目標。

回顧蝦類養殖技術的演變約略分為三個時期：第一個時期主要是粗放或半集約式養殖，此種養殖模式對自然環境衝擊較小，疾病

發生的機率也低，但投資金額和利潤也較少；第二個時期養殖戶在高投資報酬率和快速回收資金的誘因下，大量建築養殖池提高放養密度和養殖面積，同時藉由機械設備進行大量的換水，以期使養蝦更快速成長和收成，但是由於養殖戶對養蝦池設計、水文、環境和養殖管理技術，並無深刻的了解；因此，雖在短時期獲得暴利，但也在這個時期種下失敗的種子，臺灣在 1988 年養殖草蝦大量死亡就是一個很深刻的案例。基於兩岸和世界各國的失敗案例，也讓一些對蝦類養殖專門的學者專家進行深入的探討和研究，期望找出但更希望建立一個能永續經營發展養蝦事業的模式，因此就有了興起第三波養蝦革命的風潮。

綜觀目前世界各國的養蝦狀況，要達到過去的養殖盛況是一項極艱鉅的挑戰，所以不能再以『頭痛醫頭，腳痛醫腳』的心態來面對或解決蝦病的問題。因此，本次針對養蝦技術與管理，將研發與累積的經驗做一報告，同時希望嘗試能傳達新一代的養殖技術與觀念，期望這些養殖新觀念能帶動養殖技術另一波的變革，讓蝦類養殖能脫離藥物和抗生素的控制與使用，寄望能用正確而有效



的管理觀念與技術來防治疾病，使養蝦產業能永續經營與發展。

臺灣在 1988 年養殖草蝦大量死亡和 1992 年養殖斑節蝦和草蝦又因病原的感染事件發生後，亞洲各國也先後的受到蝦病的感染而造成蝦業生產量急速下降，各國學者專家都在苦思良謨，希望解決蝦病的問題。近幾年來的研究結果顯示，1987 年至 1990 年間養殖蝦類大量死亡的主要原因，是遭受草蝦桿狀病毒和弧菌等的雙重病原嚴重感染，因而導致肝胰臟及消化道的壞死；然而，到了 1991 年養殖的斑節蝦、草蝦和紅尾蝦一但罹病後，則迅速發生大量的死亡，快則 1 至 3 天，慢則一個星期就可能全數死亡，病蝦軀體殼上會出現明顯的白斑症狀，經鑑定後為病毒感染造成，由於此病毒對上皮細胞和淋巴造血組織等具特異性感染，又因其引發白斑病狀之特殊性，因此將此病毒稱為白斑病毒。這些年來，臺灣及亞洲各國家養殖蝦類大量死亡的發生，白斑病毒雖然是扮演重要的角色和因素，但是我們曾調查臺灣及東南亞國家超過數十個發生白斑病的蝦場，幾乎在 75% 以上有發生白斑病而頻死的蝦體上，都可從組織上分離出病原性弧菌，尤其是以螢光弧菌 (*Vibrio harveyi*) 和溶藻弧菌 (*Vibrio alginolyticus*) 等等佔最多數。但是，我們也同時發現許許多多發生白斑病的蝦場，雖然受到白斑病的感染，卻在小心照顧和細心而正確的管理技術下，仍然有很好的收成和產量。這些案例卻給大家一個很大的啟示，在病原無法根除和病原充斥在養蝦水體中時，惟有仔細做好放養前的處理工作，同時使用正確的管理觀念和養殖技術，相信要有一個好的收成產量應該不是困難的，然而什麼是正確的管理觀念和養殖技術，則是各國專家、學者和養殖業者所希望追求的。

分析蝦類養殖罹病必須同時具備三個基本的條件：一、要有病原體的存在；二、病原體的量要成長到一定的程度；三、蝦體本身免疫力下降。然而，我們進一步探討後可知，要

在養蝦環境和水體中沒有病原體的存在是不可能的，同時為了要達到此一目的而使用藥物和抗生素控制，已經給了我們慘痛的教訓。所以，只有藉由自然的方法和產物，控制病原體量在一定程度下，同時有效提高或刺激蝦體本身免疫與抗病的能力，才是正確解決蝦病與防治蝦病之道。

多年來研究人員努力於蝦病病因的研究及治療方法的建立，但仍認為『預防重於治療』是最重要的防治之道；因此，試圖建立一套全面的蝦病防治系統，這個系統我們從養蝦的四個面去切入，希望從『蝦』、『疾病』、『養殖環境』和『飼料營養』四方面，作全面的改進與整合。

### 第一面『蝦』的部分：

對於生產用的種蝦，我們希望能用人工飼料培育，並透過人工飼料強化種蝦的免疫與抗病能力，同時能降低病原的感染，強化種蝦的健康程度，以解決和防治第一個源頭的問題；對於蝦苗的培育，我們絕對不能使用高溫、抗生素或濫用藥物來孵化和培育蝦苗，以免初期就破壞蝦苗的健康，同時在孵化和培育的過程，可藉由有益微生物對水質環境的改善與控制、飼料配方的改進如添加益生菌和免疫激活物質、細菌抑制病原菌等多管齊下，以預防蝦病發生和強化蝦體抗病能力。藉由種蝦、蝦苗培育管理技術、有益微生物和免疫激活物這四個點，建構與解決蝦子產業源頭『蝦』的面，以培育出所謂的『健康蝦苗』。

### 第二面『疾病』的部分：

利用有益微生物、免疫激活物和抑菌劑等三個點來形成一個疾病的防治面；因蝦子罹病應同時具備三個基本的條件：一、要有病原體的存在；二、病原體的量要成長到一定的程度；三、蝦體本身免疫力下降等而來的。換言

之，我們利用有益微生物和抑菌劑來控制及處理水體與底質，使病原體的量控制在一定程度之下，同時使用免疫激活物質提高免疫力與抗病能力，預防病原體感染。當然，這還必須要靠檢驗試劑的開發來作為管理的輔助，但它決不能解決蝦產業的問題，它是迅速而有效的發掘問題，提供給專家學者或養殖業者，如何建構一條防治之道，所以仍必須靠管理與控制技術的研發，方能做好疾病防治的工作。

### 第三面成蝦『養殖環境』的部分：

過去各學者曾長時期觀察養蝦池和底土的細菌相變化，發現蝦池水和底土中的弧菌族群會很明顯的增加，並成為優勢的菌種，發病的蝦池環境中，病原弧菌的數目可高達 70 % 以上；相反的，養殖情況良好或未發病的蝦池環境，弧菌僅為多種出現於蝦池的細菌之一，它並不會成為優勢的菌種。因此，我們在『養殖環境』這一個面，著重於正確且按部就班的管理策略，同時使用多樣的有益微生物處理與控制水、底質，藉由這樣的方式控制好水底質的環境狀況，謹慎的做好飼料投餵管理，以防止病原弧菌量的增多或成為優勢菌種，讓『養殖環境』在微生物、藻類、動物性浮游生物及水底質四方面的動態平衡之下，使得養蝦池能永續使用和永續經營。這樣成功的案例，過去我們已在農委會漁業署的計畫補助下，輔導宜蘭的養蝦戶成功的收成草蝦、斑節蝦和白蝦。

### 第四面『飼料營養』的部分：

過去對於飼料營養的研究多偏重於飼料配方的開發和營養需求的探討，但是現在飼料營養的開發應針對如何讓蝦子吃的好又不會有負擔；因此，我們針對吃的好是透過飼料中添加益生菌的改進，讓蝦子對飼料的利用與轉換率能增加，也同時能透過免疫激活物質提高蝦子對疾病的抵抗能力；不會有負擔是改進飼

料配方，降低對蝦子本身與養殖環境的負荷，朝抗病與環保飼料的方向邁進。

## 多醣體與生物製劑之製備

本研究所有用作製造生物製劑的菌株包括 *Bacillus subtilis* , *Bacillus megaterium* , *Streptococcus faecium* , *Lactobacillus* sp. , *Rhodospseudomanas* sp. , *Rhodobacter* sp. , *Lactobacillus* sp. , *Pseudomonas* sp. , *Saccharomyces cerevisiae* , *Actinomyces* sp. , *Aspergillus* sp. 以及菇蕈菌種 *Schizophyllum commune* , *Ganoderma lucidum* ; *Cordyceps sinensis* 及 *Trametes versicolor* 菌絲體部份來自臺灣新竹食品工業研究所 (CTCC) 及美國菌種中心 (ATCC)，而部份則為由實驗室在田間分離並經鑑定病理測試後使用。

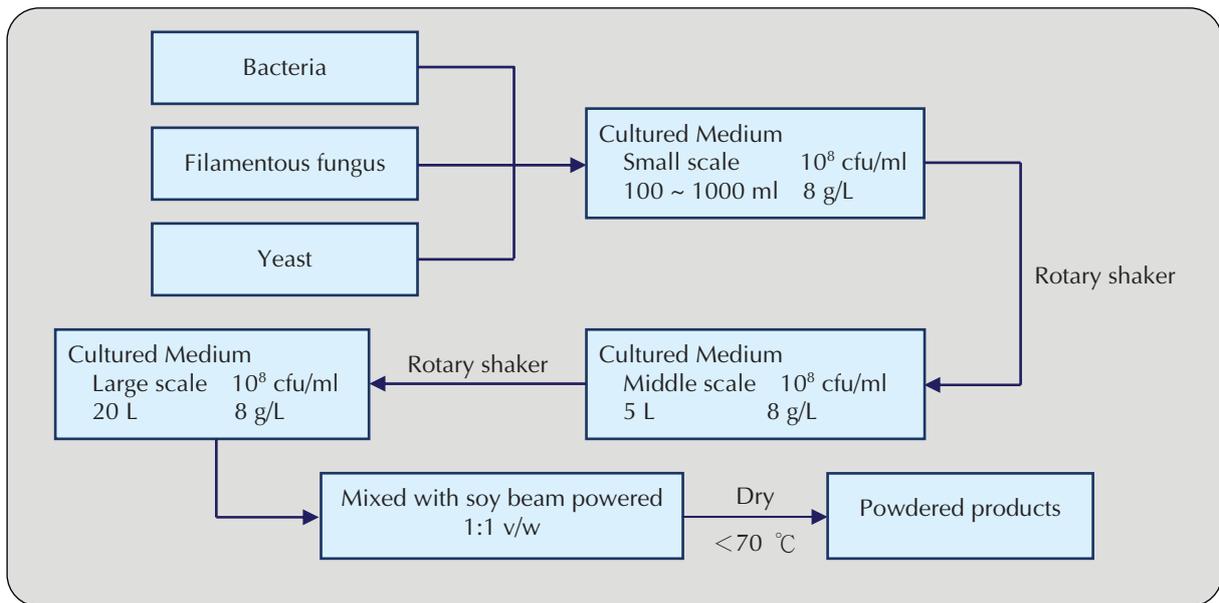
所有購得之細菌菌株均培養於適當培養並應用本實驗室所研發的大型培養設備。所運用活菌產品葡聚多醣體 ( $\beta$ -Glucan) 則是由本實驗室，研發、培養、製造後，運往墨西哥做為飼料添加之用。

所有的微生物均置於之搖晃培養箱 (Rotary Shaker) (25 ~ 35 °C) 依次以小型 (Small Scale)、中型 (Middle Scale)、大型 (Large Scale) 培養，所有的細菌及酵母菌濃度計算是以 Plate Count 來估算；而葡聚醣的估算是以 Chiang *et al* (1998) 所述之 Throne Test 估計其濃度。

當細菌 (*Rhodospseudomanas* sp. 除外) 及酵母菌之濃度達  $10^8$  cfu / ml；取出所有培養物，分別以等量的黃豆粉、玉米粉等基質混合均勻後，在低於 70 °C 的溫度下烘乾燥。其培養及乾燥的程序如圖一。

做為水質處理或飼料添加劑的微生物製劑產品之濃度為  $10^8$  cfu/ml 以上，而葡聚多醣體則含量為 25 % 的多醣體為標準。

所有粉狀的生物製劑，於墨西哥 Sinaloa 州之蝦類養殖場作田間試驗。



圖一 多醣體與生物製劑的製備程序。

液狀生物製劑的田間試驗則在臺灣南部的蝦類繁養殖場及熱帶魚養殖場中進行，選取COD、BOD、NH<sub>4</sub>-N及H<sub>2</sub>S 較高的養殖池為試驗對象；各水質指標是以 Test Kit (Kyoritsu, Chemical-Check Lab., Corp., Japan) 測定。

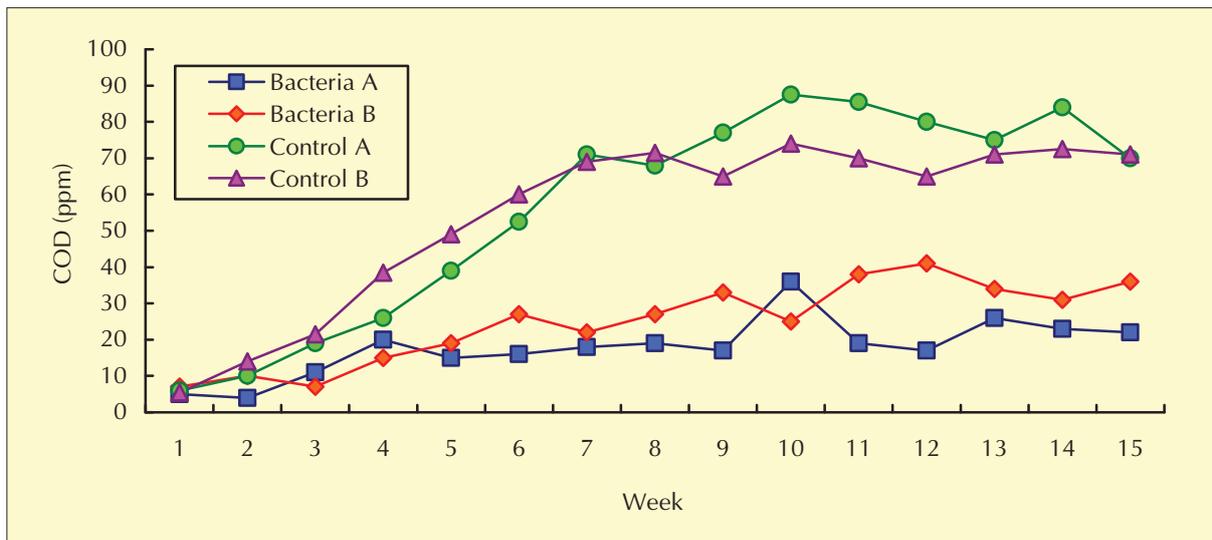
## 多醣體與生物製劑在現場之應用

表一所示，是在臺南一草蝦養殖所作的實驗，利用*Bacillus subtilis*及*B. megaterium*及光合菌*Rhodospseudomonas* sp.、*Rhodobact* sp.及*Pseudomonas* sp. 改善其水體環境的實驗結果顯示：在以濃度 50 ~ 100 ppm的微生物製劑使用 7 天後，發現池中的BOD及COD自使用前的 150 及 75 ppm分別下降至 11 及 4 ppm。而NH<sub>4</sub>-N及H<sub>2</sub>S的含量亦從在使用生物製劑前的 16 及 2 ppm降至 1 及 0.02 ppm。本結果顯示，液態的生物製劑對該養殖池的環境有改善的效果。

表一 使用生物製劑前後，水中的各種指標

	使用生物製劑前	使用生物製劑 7 天後
BOD	150	11
COD	75	4
NH <sub>4</sub> -N	16	1
H <sub>2</sub> S	2	0.02

生物製劑在蝦苗繁殖場的實驗中，所選取的場地為位於高雄市紅毛港一蝦苗繁殖場進行，結果顯示在草蝦及南美白蝦蝦苗繁殖池中，每天加入 10 ~ 20 ppm 的光合細菌及*Bacillus subtilis*、*B. megaterium* 及光合菌可有效地降低病原性細菌的滋生；並可以提昇活存率 (表二)。事實上，無論在草蝦或南美白蝦的繁殖池中，發現 *Vibrio alginolyticus* 蝦苗發生大量死亡的機率會大大的提高，有益微生物的添加能加強蝦苗的抗菌能力，並提昇蝦苗之品質，而避免藥物所引發的不良副作用。



圖二 分別以有益微生物處理養殖池，其化學耗氧量的變化。

表二 在蝦苗場應用生物製劑，蝦苗存活率之比較

蝦種	細菌每天加入量		加入期間		結果		
	細菌種類	cfu/ml	起點	終點	最終總菌數	最終弧菌數	蝦苗存活率
草蝦 <i>Penaeus monodom</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	$10^4$	Mysis I	PL 3	$2.1 \times 10^6$	$1.0 \times 10^5$	0%
	<i>Vibrio alginolyticus</i>	$10^4$					
	<i>Bacillus subtilis</i>	$10^3$	Mysis	PL 5	$2.1 \times 10^6$	$5.0 \times 10^2$	85%
	<i>Photosynthetic bacteria</i>	$10^3$					
白蝦 <i>Litopenaeus vannamei</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	$10^5$	Mysis	PL 2	$2.0 \times 10^6$	$5.1 \times 10^4$	0%
	<i>Vibrio alginolyticus</i>	$10^5$					
	<i>Bacillus subtilis</i>	$10^4$	Mysis	PL 3	$5.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$	80%
	<i>Photosynthetic bacteria</i>	$10^4$					

利用生物製劑處理熱帶魚養殖池中的環境，所選取的地點是位於屏東縣內埔鄉一熱帶魚養殖場。是實驗是以 *Bacillus* 為主，而 *Pseudomonas*，光合菌及放菌為輔，處理一正常運作中的養殖池，以測量池中的 COD 變化，作為淨水的指標監測，期間為 15 週。如圖二所示，兩個對照組均在養殖後第 2 週 COD 開始上昇；而從第 2 週到第 7 週其上昇斜率最大（表示 COD 的變化最劇），直到實驗結束時

COD 的值仍於高峰 70 ppm 以上。而兩個處理組 (Bacteria A 及 Bacteria B) 中的 COD 值雖隨著時間稍增，然其變化不大較兩對照組平緩得多，然兩組處理組的 COD 值最高為 40 ppm。是結果顯示，生物製劑對養殖環境的優質化的抑制有很大的幫助。往後本養殖池則增加光合菌及有益微生物菌種中並加以充分的曝氣一週，而發現養殖池之 COD 明顯的降至 10 ppm 以下。

表三 以未加入生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般市售飼料投餵之白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的收成狀況

池號	面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
1	7.60	20/06/00	120	10.20	12.5	77.80	996	7,566	9,056	1.20
2	5.80	20/06/00	120	11.50	11.7	74.40	1,000	5,805	8,145	1.40
3	6.00	15/06/00	115	11.00	12.8	72.20	1,080	6,316	9,741	1.54
4	5.90	15/06/00	115	12.00	13.5	66.40	1,078	6,364	8,966	1.41
5	12.40	16/06/00	113	8.00	13.00	95.30	996	12,351	15,625	1.27
6	11.10	12/06/00	109	11.20	12.00	58.20	785	8,714	10,957	1.26
7	12.60	19/06/00	115	11.00	14.00	61.10	942	11,866	17,274	1.46
8	7.80	18/06/00	114	11.00	11.60	55.70	711	5,547	8,053	1.45
9	7.50	13/06/00	106	12.10	13.60	75.00	1,242	9,073	8,945	0.99
10	13.10	21/06/00	114	11.00	12.50	64.00	887	11,616	13,550	1.17
11	4.00	24/06/00	117	10.60	16.50	67.80	1,193	4,773	5,953	1.25
12	3.00	22/06/00	118	12.00	13.90	56.50	950	2,850	3,607	1.27
13	4.30	22/06/00	118	12.00	11.50	35.80	494	2,074	2,946	1.42
平均值			114.8	11.05	13.01	66.17	945.54			1.31

養殖場名稱: ACUICOLA MAR DE CORTEX, SA DE CORTEX CV; 蝦苗來源: Maricultura.

表四 以未加入生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般市售飼料投餵之白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的收成狀況

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
1	2	29/05/00	78	12	8.0	78	748	1,497	2,025	1.36
2	6	22/06/00	102	12	12.5	74	1,110	6,660	8,925	1.34
3	8	25/06/00	105	12	12.0		1,123	8,985	11,500	1.28
平均值			285.0	36.00	10.83	50.66	993.66			1.32

蝦場名稱: ACUICOLA SILVANO GAXIOLA A 區; 蝦苗來源: Maricultura.

表五 以未加入生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般市售飼料投餵之白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的收成狀況

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	蝦苗來源	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
1	26.1	25/05/01	96	7.69	Super Shrimp	11.43	71.6	624.9	16,310	20,675	1.27

蝦場名稱: ACUICOLA SILVANO GAXIOLA B 區

表六 以未加入生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般市售飼料投餵之白蝦 (*Litopenaeus vanname*) 的收成狀況

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
V3	2.36	27/05/01	96	7.74	12.80	83.30	826	1,950	2025	1.04
E5	8.77	24/05/01	93	7.90	11.24	71.80	661	5,600	6,408	1.14
E6	8.37	24/05/01	93	8.40	10.77	81.20	712	6,155	6,478	1.05
E7	9.90	23/05/01	92	7.05	10.00	76.50	540	5,350	6,178	1.15
E8	6.32	29/05/01	98	6.37	11.80	86.20	648	4,100	5,320	1.30
E9	3.20	29/05/01	98	10.0	9.90	87.40	865	2,770	3,685	1.33
平均值			95	7.91	11.09	81.07	708.67			1.17

蝦場名稱: EXPLOTACION ACUICOLA DEL PACIFICO; 蝦苗來源: Super Shrimp.

表七 投餵添加生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般售飼料之白蝦 (*Litopenaeus vanname*) 的收成狀況

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
1	9.50	18/07/00	114	16	12.40	66	1,309	12,435	18,025	1.45
2	10.00	21/07/00	117	16	13.00	67	1,393	13,963	21,175	1.52
3	12.00	16/07/00	112	17	11.80	62	1,243	14,926	20,600	1.38
4	11.00	20/07/00	116	17	12.80	65	1,414	15,558	22,100	1.42
5	7.00	14/07/00	110	15	11.60	47	817	5,724	8,250	1.44
6	9.00	19/07/00	115	17	12.20	50	1,037	9,333	14,372	1.54
平均值			114.0	16.33	12.30	59.50	1202.16			1.45

蝦場名稱: ACUICOLA ACUICOLA DON JORGE; 蝦苗來源: Maricultura.

粉狀生物製劑的田間實驗是在墨西哥的 Sinaloa 州進行。利用面積約 150 公頃的蝦類養殖作為對照組 (表三~六)，在這對照組中，各殖場用作實驗之養殖工作為常規性，飼料是用一般市售飼料，沒有加本實驗用之微生物製劑及葡聚糖，而實驗組則分別每噸飼料添加 3~5 kg 的合酵母菌及桿菌和葡聚多醣體之添加劑。在實驗期間，實驗成果顯示：對照組的平均收成量約為 624~945 公斤/公頃，而在使用有益微生物及葡聚多醣體的試驗組則其收成提昇至 1,067~1,596 公斤/公頃 (表七~

十一)，約提高生產量至 30~45%，成效顯著。

若將生物製劑及葡聚多醣體分別以 5 公斤/公頃的量添加於飼料，並使用於集約式南美白蝦養殖池中 (表十二及表十三)，亦可獲得良好的成效，在於水池的收成每公頃 7,265 公斤之收成量。而淡水池亦有每公頃 4,706 公斤的收成量而在過去的記錄以集約養殖方式的海水池在 Sinaloa 的地區之收成最佳約僅 3,000 公斤/公頃，而淡水池則僅有 1,500 公斤/公頃之生產成績。



表八 投餵添加生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般售飼料之白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的收成狀況

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
2	4.4	14/05/00	104	14	8.47	67.00	793	3,489	3,991	1.14
11	3.8	05/06/00	88	13	10.37	68.50	920	3,494	4,288	1.23
15	4.8	04/06/00	107	13	9.24	79.80	946	4,541	5,067	1.12
19	1.9	30/05/00	100	20	10.95	67.20	1,461	2,776	3,467	1.25
20	1.8	30/05/00	100	20	10.84	70.20	1,545	2,781	3,862	1.39
23	5.8	01/06/00	101	15	10.97	60.20	979	5,675	7,696	1.36
25	8	25/05/00	95	12	10.93	71.10	923	7,387	8,820	1.19
平均值			99.29	15.29	10.25	69.14	1,081			1.24

蝦場名稱: ACUICOLA EL MANGLE, S.A. DE. C.V.; 蝦苗來源: Maricultura.

表九 投餵添加生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般售飼料之白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的收成狀況

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
1	10.00	18/05/01	104	10.00	11.00	79.00	869	8,690	10,500	1.21
2	5.50	19/05/01	106	15.00	10.70	79.00	1187	6,532	7,600	1.16
3	7.00	20/05/01	107	17.00	12.00	74.00	1550	10,852	14,900	1.37
4	8.00	21/05/01	106	10.00	12.50	73.00	912	7,300	9,600	1.32
5	7.00	25/05/01	105	16.00	11.20	74.00	1326	9,282	13,100	1.41
平均值			105.5	12.57	11.39	75.00	1067.57			1.29

蝦場名稱: ACUICOLA EL PERIHUETE, S.A DE C.V.; 蝦苗來源: Maricultura.

表十 投餵添加生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般售飼料之白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的收成狀況

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	蝦苗來源	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
1	25.3	14/08/01	95	9.2	Maricultura	16.4	61.1	926	23,434	30,464	1.3
2	18.8	14/08/01	98	8.1	Maricultura	16.3	95.7	1263	23,753	30,879	1.3
3	14.9	23/08/01	101	15.2	Morales	16.9	67.8	1746	26,010	33,813	1.3
4	16.2	23/08/01	104	10.9	Morales	23	57.4	1441	23,432	25,775	1.1
5	23.1	19/08/01	101	13	Maricultura	17.6	41.8	957	22,108	33,162	1.5
平均值			102	10.8		18.95	60.93	1193.83	22,181.5		1.33

蝦場名稱: AQUAEXPORT, S.A DE C.V.; 蝦苗來源: Maricultura.

表十一 投餵添加生物製劑及  $\beta$ -Glucan 之一般售飼料之白蝦 (*Litopenaeus vannamei*) 的收成狀況

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
8	1	24/07/01	97	15	14	72.7	1,527	1527	1,800	1.17
9	2	24/07/01	97	15	14	69.4	1457.5	2915	3,300	1.13
13	2	26/07/01	99	15	13	72.1	1407.5	2815	3,350	1.19
14	2	26/07/01	99	15	13	75.7	1477.5	2955	3,450	1.16
15	2	27/07/01	100	15	13	83.4	1627.5	3255	3,800	1.16
16	2	28/07/01	101	15	13	91.9	1792.5	3858	4,100	1.14
17	2	29/07/01	102	15	13	83.5	1630	3260	3,900	1.19
18	2	30/07/01	103	15	14	88.2	1853.5	3707	4,300	1.15
平均值			99.75	15	13.37	79.61	1596.62	3002.37		1.16

蝦場名稱: ACUICOLA ER CAIMAN; 蝦苗來源: Aremar S.A CV.

表十二 以益生菌及多醣體作為添加劑之集約式白蝦海水養殖池

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
1	2.0	7/6/2001	112	50	15.40	88.00	6,776	13,552	15,500	1.14
2	2.0	7/8/2001	114	52	15.70	86.00	7,021	14,042	16,200	1.15
3	1.5	7/8/2001	117	52	16.10	91.00	7,618	11,472	13,100	1.14
4	2.0	7/10/2001	115	50	16.40	90.00	7,380	14,760	17,200	1.16
5	1.0	7/9/2001	114	54	15.50	90.00	7,533	7,533	8,800	1.17
			114.4	51.60	15.82	89.00	7,265			1.15

養殖場名稱: ACUICOLA TECUALA

表十三 以益生菌及多醣體作為添加劑之淡水養殖池

池號	蝦池面積	收成日期	養殖天數	密度/m <sup>3</sup>	收成量	活存率	Kg/ha	總收成量	總投餌量	換肉率
1	1.0	5/23/2001	90	25	19.00	95.00	4,512	4,512	4,100	0.91
2	2.0	5/25/2001	92	25	19.00	90.00	4,275	8,550	6,900	0.81
3	2.0	5/25/2001	94	25	18.50	95.00	4,393	8,787	8,650	0.98
4	2.0	5/26/2001	96	25	20.40	94.00	7,794	9,588	9,200	0.96
5	1.0	5/28/2001	98	25	22.10	95.00	5,248	5,248	4,900	0.93
6	2.0		100	25	22.30	90.00	5,017	10,035	8,950	0.89
			95	25	20.21	93.10	4,706			0.90

養殖場名稱: GRANJA CAMARONICOLA

有不少的研究報告指出，利用免疫激活原、 $\beta$ -Glucan 等物質可以明顯地刺激動物包括水產生物的非特異性免疫系統活化及功效加強 (Hadden, 1993; Song and Hsieh, 1993; Song *et al.*, 1994; Wang *et al.*, 1993, 1998; Wang, 1996, 1999; Wang and Wang, 1996; Shih, 1996)。在本研究中，可進一步證實活性酵母及有益桿菌加上多醣體之應用，確可顯著的提高養殖蝦之生產量。本研究亦證實在魚蝦類的繁養殖期間，應用生物製劑 (Probiotic) 處理池水其成功率亦有顯著的提昇。

因此本研究進一步證實若能把生物製劑之製造技術加以運用熟，使水產養殖的品質與生產量皆能有效的提昇量產。

## 結 論

本研究顯示，有益微生物對水產養殖有多元化的應用價值，適當的使用有益微生物，可降低水中氨、氮含量，且可使水中的化學或生物需氧量降低，而有效的降低水的優養化，改良水質並增進水產養殖成果，但有益微生物在使用的過程中，應該了解所使用微生物的特性，例如桿菌需有適度氧氣的情形下才能成長，而發揮其特有的水質改良效果，而光合菌則可在較缺氧的情形下來使用，根據我們的經驗，在循環水系統中使用活菌，必須保持其最初的水中濃度在  $10^3$  cfu/ml 以上，才能夠發揮它應有的效果。諸多的研究成果顯示，水中高氨、氮含量會顯著影響養殖魚類的成長，並引發疾病及死亡 (Chen, 1991)。此現象若能適當的使用有益微生物，可有效的達到正面的

成效，過去一般的養殖場皆以沸石粉作短暫的降低水中氨、氮含量，但其效果並不顯著。因此有益微生物的使用，提供一條可行的途徑，尤其在室內超高密度的養殖池或高污染水質的改進，應可顯示出良好的成效。

蝦類的養殖是在諸多病原存在、蝦體健康程度、養殖環境變化和飼料營養互為一體又互相影響的產業，無論是透拉病毒、白斑病毒或是過去的草蝦桿狀病毒，甚至是病原弧菌，都不是蝦子的絕對致命病原；在養蝦產業如此盛行的今日，這些病毒或細菌都已普遍存在於一般的養殖水域中，如果要找尋沒有病原存在的養殖水域，實在是非常的困難。當然，利用檢疫的方法來篩檢沒感染病原的母蝦或蝦苗，理論上實在是具體而可行的方法，但是如何杜絕蝦苗在進入養殖池後又不受病原感染，卻是一項極具困難的技術。因此，我們認為成功的養蝦若能從蝦體健康的加強 (例如使用免疫激活物質或疫苗來增強蝦子對疾病的抵抗能力)，或加強養殖環境管理技術的應用 (例如使用有益微生物控制水底質)，或改進飼料配方並添加益生菌，同時培育健康蝦苗 (不用高溫、不用抗生素、不濫用藥物)，作一有系統的管理與控制，應該是養蝦產業較為可行的方法。養殖水域中存在太多引發蝦病的緊迫因子，如何去除或控制這些不良的因素，使蝦體的緊迫減少，方能使養蝦再次成功。如果只是一昧不做詳細評估，爭相競養，不注重技術與管理開發，心存僥倖，如何能成功呢？因此，如何開發避免發生大量死亡的養殖管理技術，使養蝦產業的損失和風險降至最低，是我們目前蝦類養殖最迫切需要突破和研究的工作。

## 參考文獻

- 王渭賢 (1999) 免疫促進物—聚醣類在水生動物疾病防治之應用. 國科會生命科學簡訊, 13(4): 16-19.
- 王渭賢, 王敦弘, 劉正義 (1993) NBT 在魚類非特異性免疫反應評估之研究. 臺灣畜獸會報, 61:67-71.
- 王渭賢、林育興、謝孟通、涂青宇 (1998) 聚醣類誘導魚隻產生一氧化氮. 臺灣畜獸會報, 68:55-63。
- 江國瑛, 段國仁, 許至棋 (1998) 利用深層發酵法生產靈芝多醣的研究. *Tatung Journal*, 28: 353-357.
- 謝孟通 (1996) 聚醣類在魚類之非特異性免疫反應機制研究. 國立中興大學獸醫學研究所碩士論文, 臺中, 臺灣.
- Alabaster, J. S. and R. Lloyd (1982) *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*. Butterworth, London, 361-367.
- Chao, W. L., R. S. Chen and C. L. Tai (1988) Factors affection the survival of pathogenic bacteria in subtropical river water. *Chinese J. Microbiol. Immunol.*, 21: 85-92.
- Chen, C. C. (1991). Studies on the effect of the removal of nitrogen compounds (ammonia-nitrogen, nitrite and nitrate) in water by Genus *Bacillus* (*Bacillus cereus*, *B. subtilis* and *B. megaterium*). Master Thesis, Dept. of Aquacul., National Taiwan Ocean University (in Chinese).
- Chen, S. N. (1998). Disease management in shrimp aquaculture. *In Improving Management of Aquaculture in Asia*. Asia Productive Organ., Tokyo, 91-109.
- Gregory, R. S. (1998) Turbidity reduces predation on migrating juvenile Pacific salmon. *Transactions Amer. Fish. Soc.*, 127: 275-278.
- Hadden, J. W. (1993) Immunostimulants. *Immunol. Today*, 14(6): 275-280.
- Song, Y. L. and Y. T. Hsieh (1993) Immunostimulation of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) hemocytes for the generation of microbicidal substances—an analysis of reactive oxygen species. *Dev. Com. Immunol.*, 201-209.
- Sung, H. H., G. H. Kou, and Y. L. Song. 1994. Vibriosis reistance induced by glycan treatment in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Fish Pathol.*, 29(1): 11-17..
- Turner, D. T. and C. E. Bower (1982) Removal of ammonia by bacteriological nitrification during the simulated transport of marine fishes. *Aquaculture*, 29: 345-357.
- Wang, W. S. and D. H. Wang (1996) Use of glycans to increase resistance of bighead carp, *Aristichthys nobilis*, and milkfish, *Chanos chanos*, to bacterial infections. *Taiwan J. Vet. Med. Anim. Husb.*, 66(2): 83-91.
- Wang, W. S. and D. H. Wang (1997) Enhancement of tilapia and grass carp to experimental *Aeromonas hydrophila* and *Edwardsiella tarda* infections by several polysaccharides. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.*, 20(3): 261-270.
- Wang, W. S., D. H. Wang, J. S. Lee, M. S. Chien and C. I. Liu (1993). Polysaccharide-induced protection of tilapia, *Tilapia aureus* P., against bacterial infection. *Taiwan J. Vet. Med. Anim. Husb.*, 62: 21-28.

# 白蝦養殖工廠化企業管理

## Enterprising Management for the White Shrimp Cultural Factory

陳 獻

*Shinne Chen*

財團法人農業工程研究中心

*Agricultural Engineering Research Center*

### 摘 要

近十年來，室內工廠化養蝦技術研究，已逐漸成熟，尤其白蝦養殖，已在 89 年以 3 組養殖桶 (5.6 m × 3.5 m × 0.65 m) 在鋼架溫室內之試驗階段證實可行；又，90、91 年在 6 組農用溫室內之 20 m × 3.5 m × 0.65 m 紅泥塑膠布養殖槽示範成功，可順利養殖生產，其密度可達 10 kg/m<sup>3</sup>。依試驗及示範階段所得資料，已完成一年產 60 噸之生產廠，現正依設計目標及生產步驟試伸養殖中，白蝦養殖將邁入工廠化企業管理新里程。

### 概 說

台灣水產養殖業雖然有三百多年歷史，但除魚苗繁殖場、觀賞魚繁殖及海面箱網養殖場外，大多延續傳統方式，在開放空間之魚塢或海面養殖。近二三十年來，因台灣經濟活動變化激烈，傳統靠天生產之農漁業已面臨嚴重挑戰，如病害時全面死亡；而風調雨順時，又因產季一致，良好天候而大豐收，但亦因而賤價而血本無歸。雖然上述風險令養殖業者束手無策，但依統計資料顯示，全世界人口所需動物蛋白質不足，有賴水產品供應，而漁撈水產品也不能滿足所需，故有賴養殖漁業供應，尤其

在開發中及已開發中國家，對新鮮質優之水產品之需求更殷。故就市場而論，養殖漁業仍有一片青空藍天，唯要克服：一、病蟲害暴發；二、可計畫生產，依市場需求收成；三、使用合理水土及人力資源；四、排水處理，以維持優良生產環境。基於上述之問題有待克服，養殖工廠因應而生，如美國德州 Simaron 之吳郭魚養殖場，室外養苗，室內養成魚，年產 360 噸 (圖一)，本省引進挪威之超集約養鰻場 (圖二) 及台灣自行研發的北門室內自動化循環水養蝦示範場 (圖三)。

### 工廠化養殖場設計基本 理念與目標

工廠化生產之特色為「定量、定產期、定品質」。把以上工廠特色應用在養殖漁業，則可期望達成下列目標：

- 一、定期定量生產，穩定消費市場，如契約式每日或每週供應大飯店或超市。
- 二、確保產品之衛生、新鮮與優良品質，穩定價格，以控制水體環境為中心，不使用藥品，可生產質優衛生產品。



圖一 美國德州 Simaron 之吳郭魚養殖場，室外養苗，室內養成魚，年產 360 噸。



圖二 由挪威引進之自動化超集約養鰻場。



圖三 台南北門室內自動化循環水養蝦溫室型示範場。

- 三、適當之經濟規模，確保適當之利潤。
- 四、可程式操作步驟，一切操作管理依固定程序。
- 五、低污染排放，所有排放物不會造成二次污染，可確保四周環境。

## 設計參數

### 一、生物參數

#### (一)各階段之養殖密度：

放養生物各生長階段之放養密度，例如白蝦在 pL 15 ~ 2 g/尾階段，其可放養密度到 5,000 尾/m<sup>3</sup>，亦即最大生物負載量為 4 kg/m<sup>3</sup>；在中蝦階段 (2 ~ 7 g/尾)，可達 8 kg/m<sup>3</sup>；而成蝦階段 (8 ~ 16g/尾)，可達 10 kg/m<sup>3</sup>。

#### (二)最適養殖水深：

工廠化養殖，養殖水深涉及養殖池構造、成本及養殖水體大小，故必須確認最適養殖水深。

#### (三)適合生長之水質條件：

基本上下列各項必須有明確範圍，該類參數用於設計養殖水體水質 A. 水溫(T)、B. 溶氧 (DO)、C. 酸鹼度 (pH)，D. 氨氮 (NH<sub>4</sub>-N) 等。

#### (四)單位重生物量在單位時間之耗氧量 (g/hr/kg)：

該項生物參數為增氧 (鼓風機送氣或純氧供應) 設備設計主要依據。

#### (五)單位重生物量單位時間之飼料供應量 (kg/day/kg)：

該參數用以推算殘餌量及投餌設備。

#### (六)單位重生物量單位時間之排泄物量 (kg/day/kg)：

該項參數與 (五) 項之殘餌量係推估水

處理設備容量主要依據。

#### (七)攝餌特性：

檢討採用設置定點或散播式投餌方式，如鰻魚可設定點投餌，蝦則必須設撒播式投餌。

#### (八)各階段之游泳能力及喜好流速：

設計換水注排水強度。

#### (九)排泄物之比重，黏滯性及分解速度：

與第(五)項綜合考量注排水強度。

#### (十)棲息特性：

養殖物棲息特性如下列底棲、附著於池壁，游動於水體及其活動範圍等生物特性，該項生物參數，是養殖池設計重要依據。

### 二、區域參數

#### (一)氣溫、水溫：

全年各月最高最底溫度，低於養殖魚類適合成長期間有多少日。

#### (二)水源：

海水、水庫水、河川水或地下水等之可取用水權量。

### 三、設備功能、性能參數

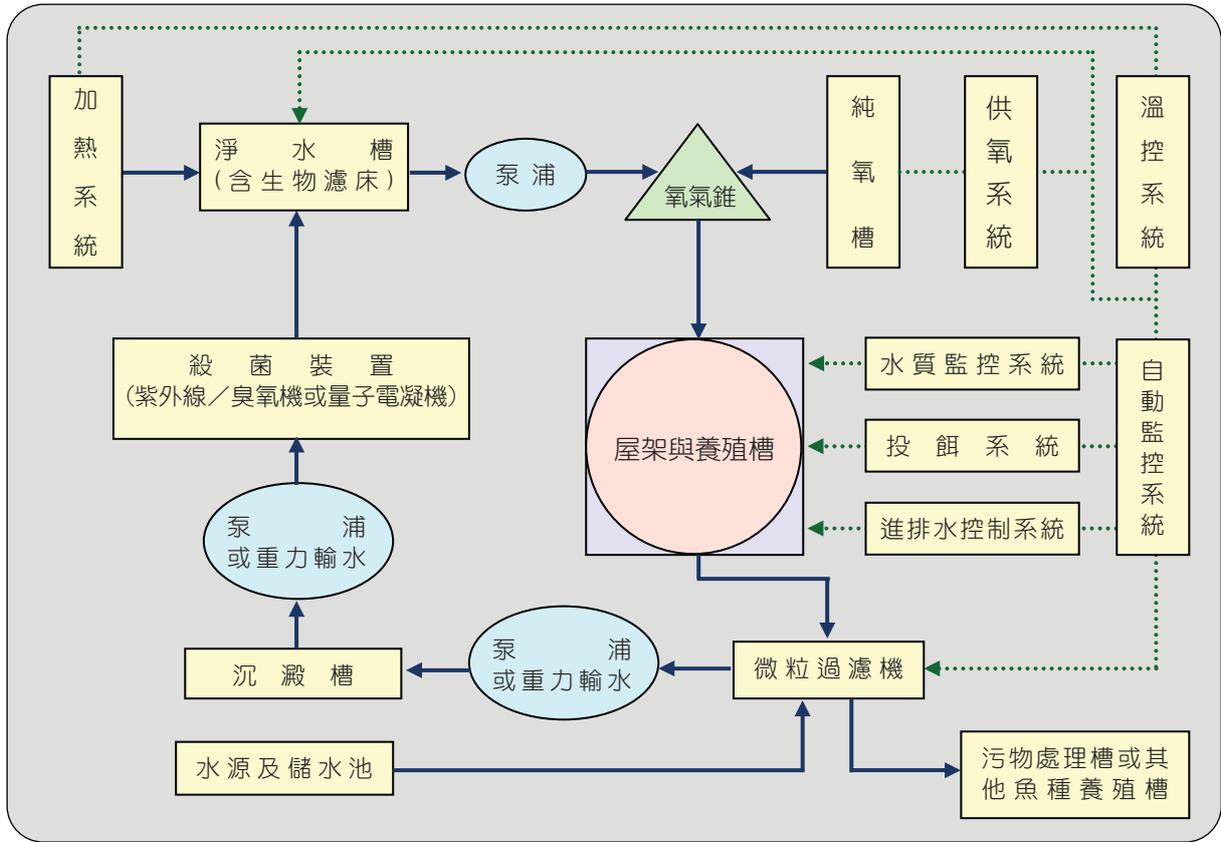
該項參數也可說是工程參數，其為所有應用在養殖場設備之功能及性能參數，重要者如下：

(一)抽水機之出水量 (m<sup>3</sup>/min)、揚程 (m) 及馬力數 (Hp)。

(二)物理過濾機之網目大小及過濾能量 (m<sup>3</sup>/hr)。

(三)生物過濾器材料，即規格表面積 (m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) 及其除氨氮能量，即降低氨氮 1 ppm 所需要濾材體積及水力停留時間。

(四)殺菌設備之降低生菌數 80 % 以上所耗電量。



圖四 工廠化養殖基本架構圖。

(五) 增氧設備之供氧能力及氧溶解於水中必要條件。

(六) 加熱設備之提高系統水溫 1 °C 所需設備及所耗能源。

#### 四、基本人力參數

該項參數係指一基本單元之營運操作管理基本人力員額。此參數將用以核算最小經濟規模之基本數據。

#### 系統基本架構及設計要點

工廠化養殖場，可大分兩大類型，一為循環水系統，另一為非循環水系統。但無論屬於何種型態，基本架構頗為一致，僅差別在於水處理系統，循環水系統之水處理必須處理到符

合養殖用水標準範圍內；非循環水系統則視其排放空間是否有自然處理條件而要做到不污染排放，但勿論有否自然處理條件，排放量一律要殺菌處理，以免排放水衍生病毒而順沿岸流再取回養殖系統而引發病害。茲將基本架構以圖四表示，並說明如下：

#### 一、水源單元

包括取水、儲水設備、過濾及殺菌。設計要點為：

- (一) 可取水之水權量大於必要水量。
- (二) 防止特殊原因 (如抽水設備故障，或海水供應因潮汐關係取水時間一天僅 8 ~ 10 小時，或連續降雨沿岸海水鹽度不足等)，而停止取水，維持系統正常運轉，必須設置儲水設備，儲水池容量視停止取水可能時間之系統運轉需水量而定。

(三)防止其他雜物尤其海水中之雜魚等海生物進入系統中，原水進入系統，務必先過濾並殺菌。

## 二、養殖桶單元

為系統之主要單元，為了方便作業，大多以若干桶為一組的組合型態。設計要點為，依希望一次收成量及養殖魚類可放養之密度反推容量；依養殖物之習性排污方式設計構造型態如圓型、方型、長方式型或水道式。該養殖桶單元除顧及養殖魚類習性及分批收成等因素考量每桶大小形狀，之外必須依流體力學原理設計其排污設備及收成設備。而養殖桶設備材料大型者大多用鋼筋混凝土，也有用玻璃纖維桶或鋼網撐架鋪 PE 塑布者。

## 三、水處理單元

含物理過濾、生物過濾及殺菌設備，在水源豐富，並有天然廢水處理場如濕地或紅樹林區，則採非循環水式，其水處理系統中不必要有生物過濾。設計要點：

- (一)養殖排放水要與水處理能量平衡；
- (二)物理過濾後之雜物必須處理（如養其他魚類，或乾燥做堆肥等）；
- (三)生物濾池必須可反沖洗，並可分區反沖洗，以避免生物膜同時間脫落而瞬時失去生物處理功能；
- (四)待處理水可停留時間需大於細菌分解時間，即水力停留時間要足夠使細菌充分分解溶於水中之雜物。

## 四、增氧單元

分為鼓風機打氣增氧、以散氣盤補充純氧及以氧氣錐將純氧溶於注入水中三種型態，視不同養殖魚類需氧量及生活習性而設計，用鼓風機曝氣增氧之估算增氧能量係以空氣中含氧 19 ~ 21 % 乘於曝氣量再扣除可能直接從氣泡中回到空中之比例。用散氣盤直接供純氧者也要扣除未溶於水中而自水面溢出之比例。而

以氧氣錐增氧者，則視其在操作壓力條件依溫度別溶於水中之純氧量，通常氧氣錐之規格會註明：(一) 通水能量例如 100 m<sup>3</sup>/hr；(二) 操作壓力範圍下，水溫範圍之溶解度例如 2.5 大氣壓下，25 °C ~ 30 °C 下溶解度 30 ppm ~ 26 ppm 等。

## 五、投餌單元

可分定點投餌及散布投餌，須視養殖魚攝餌習性而設計。

## 六、溫控單元

小系統用電力加熱棒，大系統以鍋爐加熱成熱水或蒸氣與養殖水體熱交換而達加熱效果，鍋爐燃料則視地區不同取較經濟者，台灣目前以重油為最經濟。

## 七、自動監控單元

含水質自動監測、溫度及增氧自動控制。而進排水控制則視換水指標，若採流水式者則僅控制高低水位極限時抽水機啟動或停止；若以某項水質或若干項水質綜合指標，則水質監測資料經程式分析判斷後自動啟閉供排水控制閥及抽水機。

## 八、輸水管線系統

水源單元、養殖桶單元與水處理單元間之連接管線系統。該類管線之設計要點為：

- (一)明管佈置者必須固定以防因抽水機啟閉振動接口脫落；
- (二)管路及其接頭之承受壓力必須大於系統啟閉所產生之異常壓力，一般會高達系統操作壓力之 3 ~ 5 倍。若系統操作壓力超過 2.5 kg/cm<sup>2</sup>者，最好設置安全閥於抽水機出口管線以防止異常壓力破壞管線。

## 九、屋架單元

屋架型態有農用簡易溫室、鋼架溫室、鋼筋混凝土屋架。養殖工廠可依資金及預估事業



壽命選用不同型式屋架。唯各型屋架均需考量光度對養殖魚類之影響。並依當地暴風速度設計安全屋架及遮蓋布或板。現在一般農用溫室以鋼管為撐架以透明 PE 布可耐用 2 年，鋼架可耐用 8~10 年，若補強支撐應可適用在本省各地。

## 十、備電單元

一般以柴油發電機配上自動切換設備 (ATS)，即市電一旦停電立即自動切換而啟動發電系統，設計要點為發電容量要大於系統維生所必要之電力，而由發電機供應電之設備應依序啟動，才不致造成同時啟動，因啟動電流太大而發電機供電不足而停機。另自動切換系統要雙重安全設計，即兩套啟動系統任何一套啟動均可啟動發電機。

## 白蝦室內養殖推廣生產系統 —花蓮台肥廠

以白蝦年產量為 60 公噸之完全室內三階段養蝦標準廠之花蓮廠，為原先花蓮台肥廠舊有廠房再利用，依現況加以佈設之系統；屋架為鋼骨結構，長、寬、高分別為 175 m × 16 m × 10 m。

系統係採用鋼筋混凝土之養蝦槽，每個養殖槽均為 6 m × 6 m × 2.0 m，養蝦水體為 6 m × 6 m × 1.5 m ≐ 50 m<sup>3</sup>，小蝦池 2 池共 100 m<sup>3</sup>，中蝦池 12 池共 600 m<sup>3</sup>，大蝦池 22 池共 1,100 m<sup>3</sup>水體。

系統之循環水處理設備包括固體物去除設備 (使用微粒過濾機)、殺菌設備 (使用量子電凝機)、微生物處理裝置 (使用生物濾床) 及增氧裝置之氧氣錐；另有水質自動監控與自動投餌等自動監控系統 (圖五 & 六)。



圖五 室內白蝦推廣生產系統—花蓮台肥廠養殖槽 (上) 與生物濾槽 (下)。



圖六 花蓮台肥廠之鍋爐加溫系統 (上) 與氧氣錐增氧設備 (下)。

系統之設備費用為 28,689,884 元，包括養殖槽的 7,450,494 元 (佔總經費 26.0%)、循環水處理系統的 7,620,000 元 (26.6%)、水質監控系統的 2,704,900 元 (9.4%)、加溫、備電及供氧系統 3,161,237 元 (11.0%) 及其他 (配管、配電、儲水池土木及安裝試車等) 7,753,253 元 (27.0%)，以單位獲利平均為 100 元 / 公斤估算，年收益為 6,000,000 元，回收年限為 4.5 年。

## 操作維護管理

工廠化養殖與傳統養殖之差別，除養殖設備工廠化者集中且在封閉空間，而傳統者則在開放空間中之外。其操作維護管理方面更有很大區別，傳統者由養殖師傅視天候、水色、養殖魚數量決定換水，投餌；而工廠化者，一切操作依設定程序進行，若中間發現與予定程式期望值有落差者則必須修正操作程式。一般可分成養殖程式操作及系統組件維護管理，茲將其要點說明如下：

### 一、養殖程式操作：

#### (一)銷售及生產計畫：

此為養殖操作之基本原則，必依市場需求擬定銷售計畫，然後反推放養量及進度，包括魚苗生產或與供應場之契約等。

#### (二)日常操作：

依生產計畫進行養殖，每日要核對水質記錄，檢討是否在設定範圍內，有否必要修正設定參數，檢查所有操作組件是否依指令動作；檢查純氧消耗量是否有突增現象若發現突增必須檢討是否供氧管路漏氣。每日取樣檢查 (目視或其他可靠方法) 養殖魚之生物量及各魚之尺寸以估算存活率及成長率。

### (三)隨時檢討修正

隨時檢討系統中養殖物之存活及生長率，依經驗及學理判斷修正操作程式如供餌量，供氧量及換水量。

## 二、系統組件維護管理：

### (一)日常操作：

依養殖計畫供水、供餌、供氧、加熱、過濾、殺菌各組件之運轉，檢查有否異狀，如有應立即處理 (調整或更換組件)，如純氧筒液面，加熱系統燃料，備電系統燃料。

### (二)每週一次定期檢查維護：

生物濾池前後水質差異有否達到希望目標，是否要啟動反沖洗操作；發電備電系統手動切換令其運轉三十分鐘以上。抽水機有否異常振動。感應器清洗。各出口之出水量及出口壓力是否正常，如有突降現象必須檢查抽水機及管線密合狀況。

### (三)季定期保養：

主要組件如抽水機、物理過濾機、生物濾池、供氧系統、供餌系統、加熱系統等之全面檢查及維修。

### (四)年全系統保養：

每年一次整系統之每一組件均要檢查，其有否必要更換。屋架是否要油漆或補強等。

### (五)異常處理：

結合警報監視系統，在系統發生問題時，首先會發出警報 (或外加自動撥號裝置，如電話、呼叫器等)，緊急呼叫管理人員前來處理，處理程序應詳列於系統操作、維修手冊之中。



## 參考文獻

- 陳獻 (2000) 超集約自動化循環水養蝦系統之介紹. 循環水養殖技術推廣訓練講習教材, 行政院農業委員會漁業署, 114-155.
- 梁榮元, 陳獻, 賴國興, 林明男, 張明輝 (1998) 室內自動養蝦系統之研發. 中國水產, 543: 21-38。
- 陳獻, 梁榮元, 賴國興, 張明輝, 林明男, 丁雲源 (2000) 室內立體式自動養蝦系統之研發 (上 & 下). 養魚世界, 24(9): 14-19; 24(10): 14-22.
- Chen, S. (2001) Review of indoor automatically recirculating system for shrimp culture in Taiwan. Joint Australia-Taiwan Aquaculture, Fisheries Resources and Management Forum III, 28-32.
- Chen, S. and R. Y. Liang (2001) The development study and extension on automatic indoor recirculating shrimp culture system. Asian Fisheries Society 6<sup>th</sup> Asian Fisheries Forum, Book of Abstracts, 145.
- Davis, D. A. and C. R. Arnold (1998) The design, management and production of a recirculating raceway system for the production of marine shrimp. Aquacul. Eng., 17: 193-211.
- Liao, I C. and Y. F. Chien (1996) The evolution of the grass prawn (*Penaeus mondon*) hatchery industry in Taiwan. Aquacul. Eng., 15: 111-132.
- Reid, B. and C. R. Arnold (1992) The intensive culture of Penaeid shrimp *Penaeus vannamei* Boone in a recirculating raceway system. J. World Aquacul. Soc., 23(2): 146-153.
- Snieszko, S. F. (1974) The effects of environmental stress on outbreaks of infectious disease of fishes. J. Fish Biol., 6(2): 197-208.

# 台灣白蝦養殖產業競爭力之分析

## Competition Analysis of White Shrimp Aquaculture Industry in Taiwan

陳清春  
*Ching-Chun Chen*

國立台灣海洋大學 應用經濟研究所  
*Institute of Applied Economics, National Taiwan Ocean University*

### 前 言

台灣的蝦類養殖，開始的很早，特別是草蝦養殖，享譽國際，但由於受到病毒的嚴重打擊，迄今尚無法有效解決，以致仍然一蹶不振，草蝦王國美譽已成了過眼煙雲。為維持我國養殖漁業的永續經營，多種替代性漁產品陸續引進，特別是養殖蝦類具有龐大的消費市場，業者的養殖意願最大。在各種的養殖蝦類中，近年來白蝦逐漸脫穎而出，成為目前台灣非常重要的養殖漁產品。白蝦正式名稱為南美白對蝦，是一種中大型的海水經濟蝦類，大約在 1996 年後才引進台灣飼養，中國大陸也在 1997 年開始少量的引進。由於牠具有優勢的生長能力，人工繁殖又容易，因此在短短的數年間，白蝦養殖已經遍布到全世界的溫帶、熱帶區域，顯然的，白蝦固然具有極大的消費市場，但市場競爭性也極大。

未來白蝦能否在台灣永續發展，當視其產業競爭力而定，所謂競爭力，包括兩種意涵，一為在國內各種替代性養殖產品中，是否具有競爭力，能否維持養殖業者的偏好。二為在國際市場上是否具有市場競爭力，能否發展成為出口導向的產業，或者是否會受到進口蝦類的

威脅。這些問題是所有關心台灣白蝦養殖產業發展的產官學界共同關心的焦點，也是本文探討的重點。然而本文由於缺乏相關的國際性資料，無法進行國際競爭力之比較，因此本文重點在於前述之第一個意涵，亦即分析台灣白蝦養殖產業的成本收益結構、獲利性、其關鍵要素，以及如何提升其市場競爭力，進行一個概念性的探討。

### 台灣白蝦養殖產業現況之分析

#### 一、歷年的養殖變動

台灣的白蝦養殖還開始沒有多久，因此有關的生產統計自民國 89 年才有資料。根據漁業年報統計，台灣白蝦養殖面積，包括單養與混養，民國 89 年 547 公頃(不包括休養面積)，由於獲利甚佳，到 90 年快速增加為 2,636 公頃，它導致於產量遽增及價格下跌。到了 91 年增為 2,903 公頃，養殖面積雖然續有增加，但已趨於保守。隨著養殖面積的增加，同期間台灣白蝦產量由 89 年的 2,310 公噸，增為 90 年的 5847 公噸及 91 年的 7667 公噸。就年成長率而言，90 年養殖面積增加了 3.8 倍，而產



表一 台灣白蝦產量與養殖面積

年度	生產量值		養殖面積 (公頃)			成長率 (%)		
	產量 (公噸)	產值 (仟元)	合計	單養	混養	產量	產值	養殖面積
89	2,310	506,335	547	520	27			
90	5,847	1,427,259	2,636	1,896	741	153.1	181.9	382.3
91	7,667	1,605,944	2,903	2,087	816	31.1	12.5	10.1

註：養殖面積不包括休養，故與漁業年報資料略有不同。

資料來源：台灣地區漁業年報。

表二 民國 91 年台灣白蝦地區別生產統計

縣市別	產量 (公噸)	價值 (仟元)	生產百分比 (按產量計)
總計	7,667	1,605,944	100.0
屏東縣	2,432	563,170	35.1
嘉義縣	2,095	527,023	32.8
台南縣	1,236	157,280	9.8
高雄縣	706	156,816	9.8
台南市	313	51,719	3.2
宜蘭縣	262	49,832	3.1
雲林縣	260	31,037	1.9
台東縣	210	43,140	2.7
高雄市	109	21,269	1.3
其他	44	4,658	0.3

資料來源：台灣地區漁業年報。

量則增加 1.5 倍。至 91 年養殖面積與產量分別增加了 10.1 % 與 31.1 % (詳如表一)。

## 二、養殖地區分佈

台灣白蝦養殖的地區分佈，以民國 91 年之情形來看，詳如表二。屏東縣與嘉義縣之產量分別為 2,432 與 2,095 公噸，二者合占總產

量將近七成 (67.9.1 %)。若再加上台南縣市與高雄縣，則達到九成之多 (參見表二)。

台灣白蝦的養殖方式有鹹水、淡水之分，其中鹹水養殖佔 76.8 %，淡水養殖僅佔 23 %。依據單養與混養分，91 年單養面積佔 72 %，混養僅 28 %。惟淡水養殖中，混養的比率高於鹹水養殖之混養比率 (如表三)。

表三 民國 91 年台灣白蝦養殖面積，按魚塭與養殖方式統計

	合 計		單 養 (公頃)	混 養 (公頃)
	公頃	百分比 (%)		
總 計	2,903	100.0	2,087	816
鹹 水 魚 塭	2,231	76.9	1,642	589
淡 水 魚 塭	668	23.0	442	226
其 他 魚 塭	4	0.1	4	0
	養殖方式百分比			
	合計	單 養	混 養	
總 計	100	71.9	28.1	
鹹 水 魚 塭	100	73.6	26.4	
淡 水 魚 塭	100	66.1	33.9	
其 他 魚 塭	100	100.0	0.0	

註：養殖面積不包括休養。

資料來源：台灣地區漁業年報。

## 成本收益與生產競爭力之分析

### 一、生產的成本收益分析

#### (一)成本收益的計算

要瞭解一個產業的生產力與競爭力，基本上必須分析該產業的成本與收益結構。本文有關台灣白蝦養殖的成本與收益之資料，係依據「台灣地區養殖漁家經濟調查報告」(陳與劉, 2002)。該調查報告自民國 79 至 92 年度持續進行中，惟白蝦之調查資料僅限於 88 年至 91 年。有關成本收益的名詞，其定義及計算方法概要說明如下：

- 總成本：係指從事養殖生產時，為取得各種生產要素須支付的代價。計算方式為【總成本 = 經營成本 + 折舊費】。
- 經營成本：分為直接成本與間接成本。
- 直接成本：包括漁具費、種苗費、飼料費、肥料費、水產物藥品費、水電費、塭池整備費、設備修理費、工資費、其他直接成本費用。

- 間接成本：包括運輸費、漁民勞工保險費、業務費、土地租金、共同運銷費及其他間接成本費用。
- 折舊費：係以直線法計算，計算方式為【折舊費 = (設備購置成本 - 殘值) ÷ 使用年限】。
- 益本比：每投入總成本一元可獲得的淨收益，主要用來衡量一個產業是否經營有利，若益本比大於 0 表示有淨利，等於 0 表示損益兩平，小於 0 代表該年度有虧損。計算方式為【益本比 = 淨收益 ÷ 總成本】。
- 獲利率：總收入中淨收益所佔的百分比，主要用來衡量該產業獲利能力之高低，若獲利率值越大，表示經營之獲利性高，相反的，若是獲利率值越小，則獲利性低。計算方式為【獲利率 = 淨收益 ÷ 總收入】。



表四 白蝦單養歷年每公頃經營成本變動

單位：仟元

年度	88	89	90	91
總成本	1,046,445	1,187,347	983,041	1,146,452
直接成本	862,820	856,504	926,032	1,020,545
漁具費	10,098	13,748	14,782	21,043
種苗費	77,091	98,897	73,421	90,946
飼料費	158,801	230,796	321,488	344,317
藥物費	13,441	18,962	27,674	24,004
水電費	81,751	115,103	143,015	161,081
塭池整備費	22,591	26,640	23,811	30,403
設備修理費	14,548	42,876	36,973	36,146
工資	460,569	246,467	264,912	288,229
其他	23,930	63,015	19,957	24,377
間接成本	183,626	330,843	57,009	125,907
魚貨運銷	5,811	6194.85651	11,318	15,253
漁民勞工	25,919	18,328	34,476	21,737
土地租金	33,242	30,270	7,828	41,428
其他	118,653	276,050	3,387	47,490
調查樣本數	38 戶	40 戶	44 戶	45 戶

備註：依台灣地區躉售物價指數（民國 90 年為基期）作修正；資料來源：陳與劉，2003。

表五 白蝦單養歷年每公頃經營成本的結構變動

單位：%

年度	88	89	90	91
總成本	100.0	100.0	100.0	100.0
直接成本	82.5	72.1	94.2	89.0
漁具費	1.0	1.2	1.5	1.8
種苗費	7.4	8.3	7.5	7.9
飼料費	15.2	19.4	32.7	30.0
藥物費	1.3	1.6	2.8	2.1
水電費	7.8	9.7	14.5	14.1
塭池整備費	2.2	2.2	2.4	2.7
設備修理費	1.4	3.6	3.8	3.2
工資	44.0	20.8	26.9	25.1
其他	0	5.3	2.0	2.1
間接成本	17.5	27.9	5.8	11.0
魚貨運銷	0.6	0.5	1.2	1.3
漁民勞工	2.5	1.5	3.5	1.9
土地租金	3.2	2.5	0.8	3.6
其他	11.3	23.2	0.3	4.1

備註：根據表四計算。

表六 台灣白蝦單養歷年每公頃獲利性分析

項 目	88	89	90	91
產 量 (公噸)	8,417	3,870	5,068	6,415
產 值 (仟元)	2,192	909	1,072	1,080
經營成本 (仟元)	813	730	691	742
總 成 本 (仟元)	888	775	758	777
淨 收 益 (仟元)	1,304	135	315	304
益 本 比 (%)	1.47	0.17	0.42	0.39
獲 利 率 (%)	0.59	0.15	0.29	0.28

表七 台灣白蝦養殖平均每公斤之成本收益與獲利性之變動

項 目	88	89	90	91
平均單價 (元/公斤)	260.4	234.9	211.5	168.4
平均成本 (元/公斤)	105.5	200.3	149.6	121.1
平均淨收益 (元/公斤)	154.9	34.9	62.2	47.4
益 本 比 (%)	1.47	0.17	0.42	0.39
獲 利 率 (%)	0.59	0.15	0.29	0.28

資料來源：陳與劉，2003。

## (二) 白蝦養殖的生產成本

分析台灣白蝦養殖的成本收益，主要以台灣最主要的養殖方式為對象分析。也就是，主要的樣本為鹹水養殖的單養魚塢，並換算為每公頃之成本收益。根據調查結果，詳如表四及表五。根據該表，民國 91 年直接成本與間接成本分別占生產總成本之 89% 與 11%。不同的年代略有差異，但直接成本總是在四分之三以上。在直接成本中，最重要的依次為飼料費、勞動成本（主要為工資）、水電費與種苗費。以 91 年而言，分別為 30.0%、25.1%、14.1% 及 7.9%。各年的成本結構隨著種苗、飼料價格的變動而異，惟值得注意的是，飼料費與水電費幾乎隨著養殖密度的增加，逐年增加，而其成本比重亦隨著提高。

## (三) 白蝦養殖之獲利性

一個產業的產量與產值均不足以說明該產業的獲利性，台灣白蝦養殖產業的獲利性在本文是以淨收益、益本比及獲利率來表示。根據調查，90、91 年每公頃單養魚塢平均生產利潤約在 30 萬元以上，益本比分別為 0.42 與 0.39。獲利率分別為 0.29% 與 0.28%（詳閱表六）。

## 二、生產獲利性之比較

### (一) 歷年獲利性之變動

根據表七，比較過去四年來獲利性的變動，發現 88 年價格最佳，之後白蝦價格逐年下降。至 91 年每公斤平均 168.4 元。相對的

表八 民國 91 年台灣主要養殖漁產品平均每戶獲利性比較

養殖類別	放養面積 (公頃)	產量 (公斤/公頃)	產值 (仟元/公頃)	淨損益 (仟元/公頃)	益本比	獲利率 (%)
白蝦	1.5	6,415	1,080	304	0.39	0.28
虱目魚	2.3	10,932	531	68	0.15	0.13
石斑魚	2.1	23,957	3,283	662	0.25	0.20
吳郭魚	3.9	24,346	738	102	0.16	0.14
文蛤	2.6	14,554	573	229	0.67	0.40
牡蠣	3.2	3,445	355	79	0.29	0.22
鰻魚	2.3	15,857	2,960	540	0.22	0.18
九孔	0.6	49,952	25,213	4,714	0.23	0.19
鱸魚	1.3	39,901	2,598	788	0.44	0.30

備註：依台灣地區躉售物價指數（民國 90 年為基期）作修正。  
資料來源：陳與劉，2003。

每公斤的生產成本，除了 88 年外，大致隨著放養量與產量的增加，亦呈現逐年下降的趨勢。其影響所及，除了 89 年淨收益特別差外，大致上是逐年下降，一年比不上一。這種情形，由益本比及獲利率之變動來看，亦是如此。

## (二) 各類養殖漁產品獲利性之比較

根據民國 91 年之養殖經濟資料來看（如表八），在當前主要的養殖水產品中，每公頃產值最高的養殖漁產品依次為九孔、石斑魚、鰻魚與鱸魚，之後才為白蝦。比較每公頃淨收益（約相當於利潤），則依次為九孔、鱸魚、石斑魚與鰻魚，之後亦為白蝦。換言之，白蝦之生產淨收益落後於九孔、鱸魚、石斑魚與鰻魚，但優於虱目魚、吳郭魚、文蛤及牡蠣等。再根據益本比及獲利率來看，白蝦僅低於鱸魚及文蛤，而高於前述之其他各種養殖漁產品，其主要原因為生產成本相對於魚價而言，屬於

較經濟型的養殖漁產品，大致上可說是本小利大，因此獲利的機會較大。

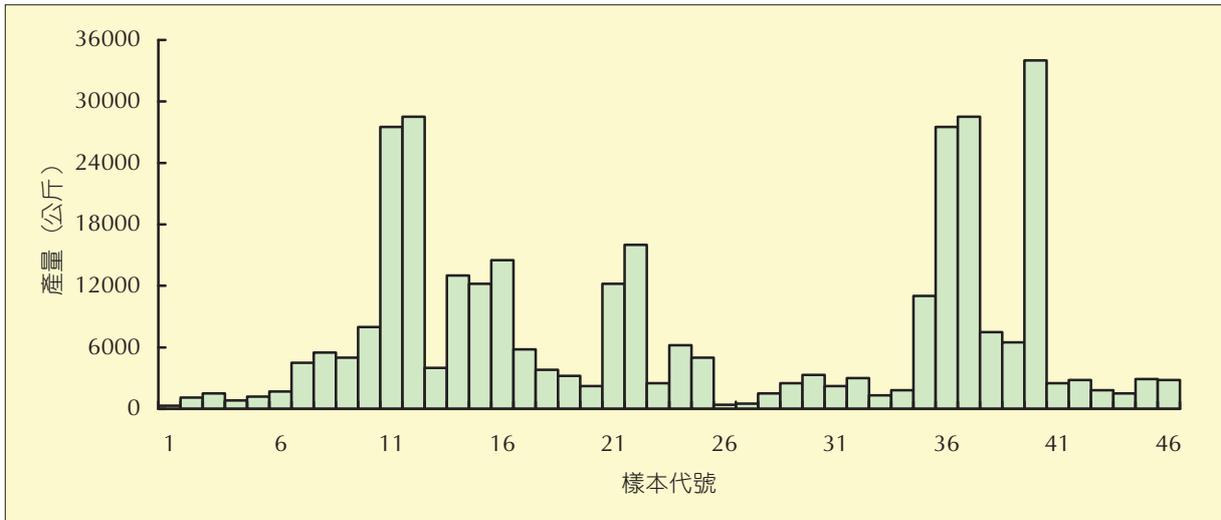
## (三) 生產力與競爭力的重要指標

### 1. 單位面積產量的差異性

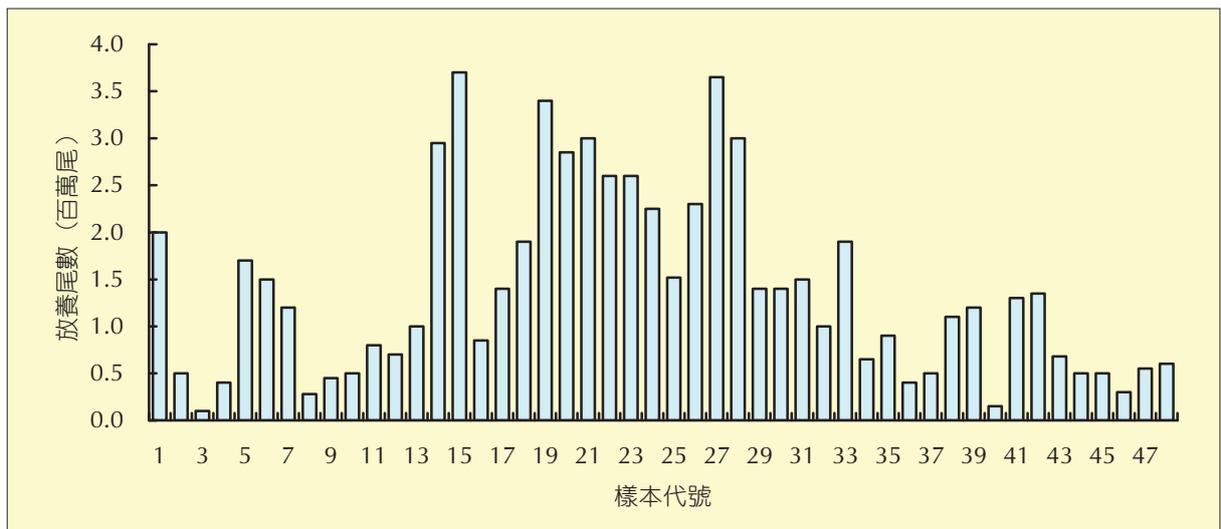
生產力與競爭力的高低主要表現在單位面積產量的高低，高的單位面積產量，在固定的成本結構上，單位成本必然較低，獲利性則較佳。比較當前白蝦養殖的樣本戶資料，每公頃產量詳如圖一。由該圖發現，各養殖業者之間差異頗大。有 10,000 公斤以上者，也有不到 1,000 公斤的，而最多的是在 2,000 ~ 4,000 公斤者。

### 2. 魚苗放養量與活成率的比較

造成單位面積產量差異的主要因素，不外乎魚苗放養量與活成率。根據調查，每公頃白蝦苗的放養尾數各養殖業者之間差異頗大，詳如圖二及圖三。放養量在 50 萬尾以下者最



圖一 台灣白蝦養殖樣本戶每公頃產量。



圖二 台灣白蝦養殖樣本戶每公頃放苗尾數。

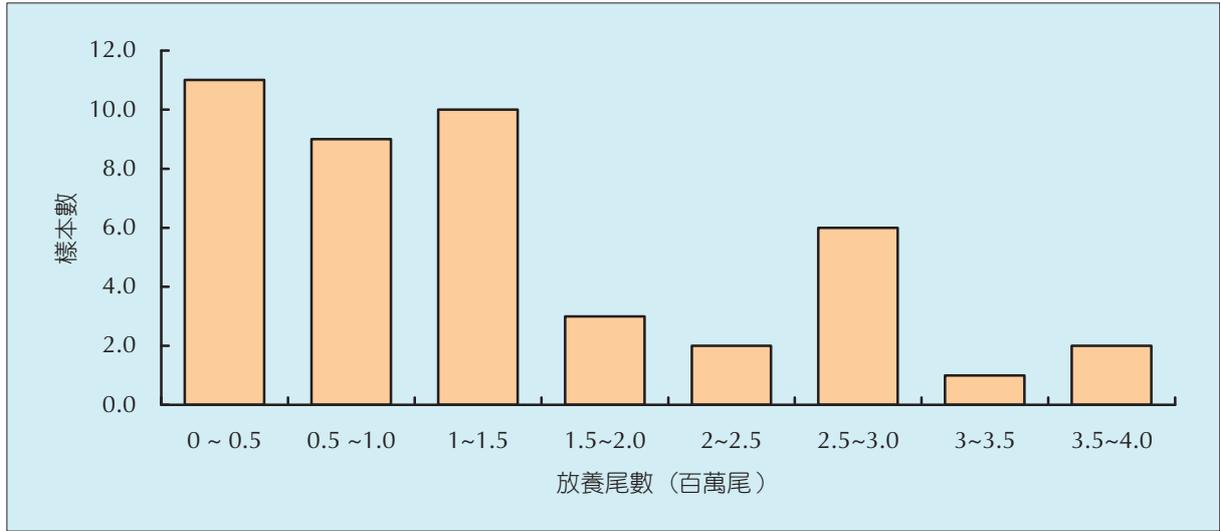
多，其次為 50~100 萬尾及 100~150 萬尾者。至於 150 萬尾以上者較少，惟仍有一些在 300 萬尾以上者，可說是超集約養殖了。

在活成率方面，它不僅影響產量，也影響單位生產成本，它是所謂養殖技術的總體表現。根據調查資料，民國 91 年台灣白蝦養殖的樣本戶，其活成率狀況詳如圖四，而圖五則為各種活成率之樣本數。由前述二圖，發現我國白蝦養殖活成率，以 20~40% 最多，其次為 40~60%，也有不少低於 20% 者，綜合

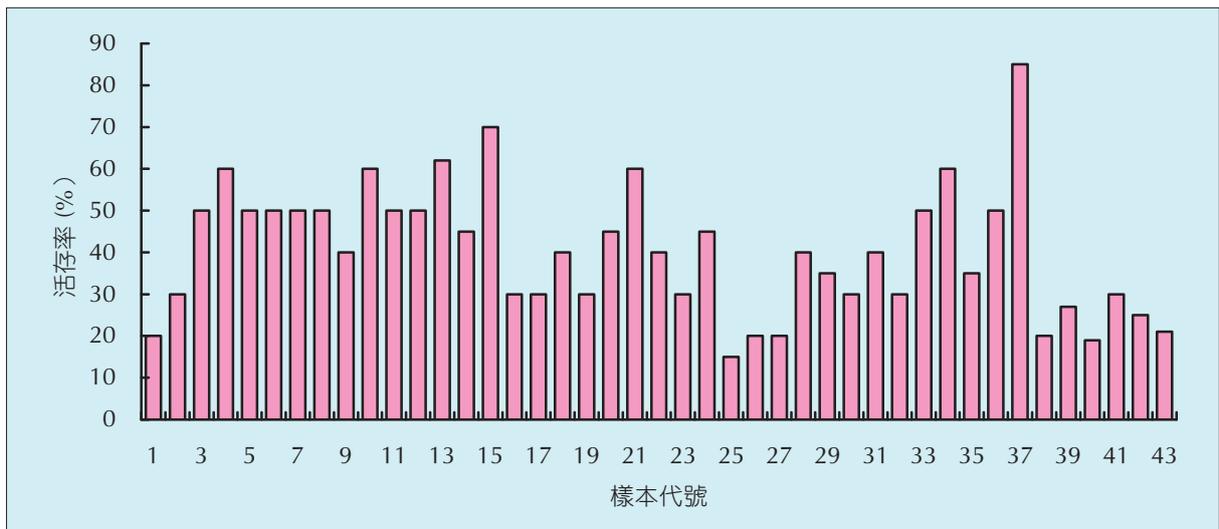
而言，絕大多數低於 60%。

### 3. 每公頃養殖面積之漁民所得

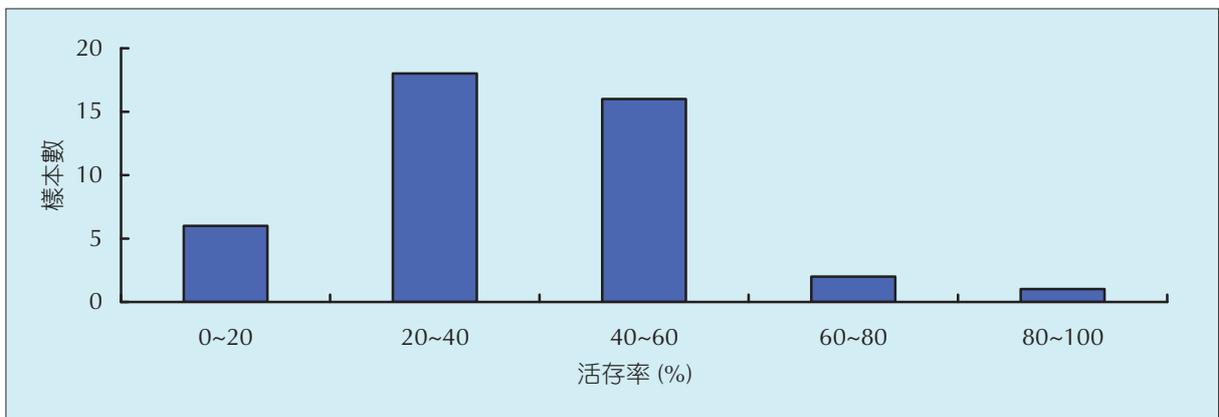
由於台灣養殖漁業幾乎都是家庭式經營，因此漁民的養殖所得基本上是一種的混合所得，它包括生產利潤及經營者與自家工的勞動工資。根據調查結果，台灣白蝦養殖戶每公頃的所得，詳如圖六。由該圖可發現，各戶之間差異懸殊，大多數的業者在 50 萬元以下，但卻也不少在 100 萬元以上者。



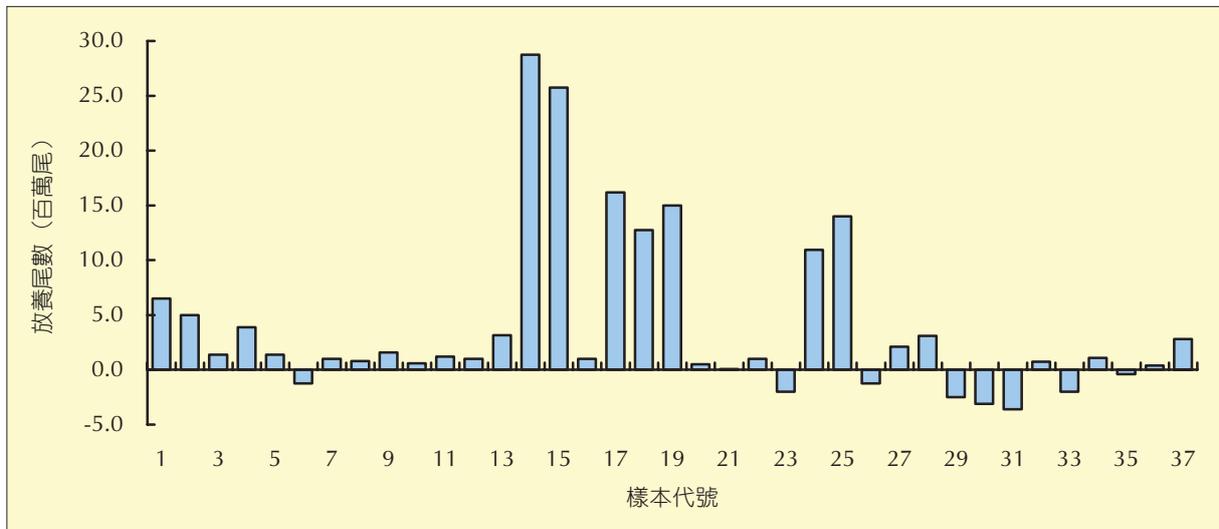
圖三 台灣白蝦養殖每公頃放苗數樣本數。



圖四 台灣白蝦養殖各樣本戶活存率狀況。



圖五 台灣白蝦養殖各種活存率樣本數。



圖六 台灣白蝦養殖各樣本戶每公頃漁民所得。

表九 台灣白蝦養殖每公頃漁民所得狀況

全年淨收益 (千元)	樣本數	百分比 (%)
0 以下	8	17.39
0-250	20	43.48
250 ~ 1,000	8	17.39
1,000 ~ 2,000	5	10.87
2,000 以上	5	10.87
合計	46	100.00

資料來源：陳與劉，2003。

根據表九，在 25 萬元以下者，約有 60 % 之多，25 ~ 100 萬元者有 17.4 %，100 ~ 200 萬元者及 200 萬元以上者，各約 11 %。

## 提升台灣白蝦產業競爭力之策略

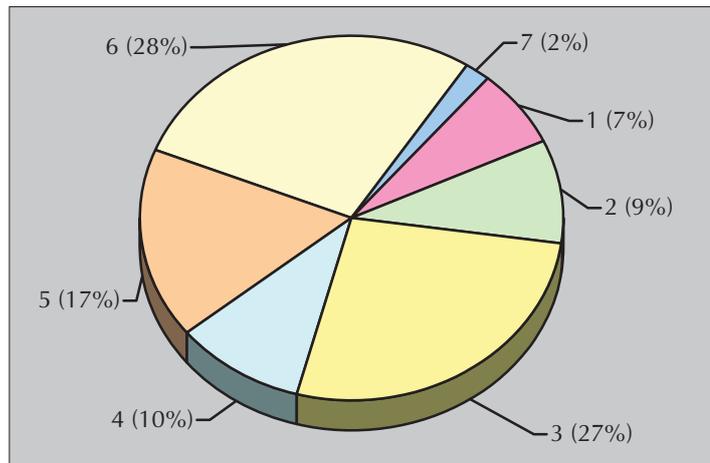
### 一、產業競爭力與產業效率的基本觀念

產業競爭力的高低是以產業效率為基礎，在不同的國家不同的產業裡，因產業效率

的相對差異，形成了市場競爭力的差異。它不僅表現在單位產出量與單位成本上，也表現在產品品質與售價的優劣。此外，在當前的國際社會中，市場行銷能力的高低，對於開發市場需求關係極大。任何的產業幾乎都可以透過規模經濟的創造，來降低成本，而提升市場競爭力。因此，產業競爭力不僅與技術水準的高低相關，社會的經濟環境也有莫大的影響，而產業的經營策略與產品成功的行銷計畫，影響更大。

所謂產業效率一般指產業之投入與其產出間的關係，在投入資源一定時，產出越大，或產出一定時投入資源越少，則我們稱具有效率，二者之比值則稱為效率係數。產業效率在應用上可分為技術效率與經濟效率。前者指每一作業單位的產出量，而後者則指在投入與產出在價值上的比值而言。技術效率大多是透過技術的研發改進來提升，技術效率通常有助於經濟效率的提升。但是技術效率未必能產生經濟效率，主要在於經濟效率除了技術效率也須要具備價格效率。二者之關係如下式：

$$\begin{aligned} & \text{技術效率係數} \\ &= \text{單位產出量} \div \text{生產要素使用量} \end{aligned}$$



圖七 白蝦養殖戶認為經營上最為困難之各項問題分析。

#### 經濟效率係數

= 單位產值 ÷ 生產成本

= [單位產出量 × 產品價格] ÷ [生產要素使用量 × 生產要素價格]

= 技術效率係數 × 價格效率係數

簡單來講，為提升台灣白蝦養殖產業的競爭力，透過養殖技術，提高放養密度與活成率是提升技術效率的方法，可以有效降低生產成本與國際競爭力。然而提高放養密度與活成率卻往往不可兼得，主要是採用集約養殖，提高放養密度，它必然要增加許多的水電成本、用藥成本及用水成本。藥物的使用對於養殖水產品的國內外市場，會極大的負面效應。而用水成本的增加則是一種容易被忽視的社會成本，由全民負擔。更何況，沒有節制的高密度養殖，大大的增加了魚病風險，台灣過去草蝦養殖失敗的慘痛經驗，應引以為戒。

## 二、經濟效率的創造與提升白蝦的運銷效率

### (一) 養殖業者關心的困難問題

如上所述，提升台灣白蝦養殖產業競爭力，除了在魚病的控制、活存率的提升及飼料轉換率等技術層面仍可繼續努力外，應加

強市場的行銷效率，以創造經濟效率。根據調查，訪問白蝦養殖業者當前最關心的困難問題包括如下 11 項中，何者之困難程度最大：01.養殖勞力不足或流動性大；02.養殖資金缺乏；03.養殖技術不足；04.養殖成本太高；05.養殖產品售價不穩定；06.魚貨市場行情資料缺乏；07.水質污染；08.魚類常遭病變；09.無困難；10.出口管道不暢通；11.其他。

調查結果顯示，前三項困難問題分別為「06.魚貨市場行情資料缺乏」、「03.養殖技術不足」及「05.養殖產品售價不穩定」(詳如圖七)。其中，「06.魚貨市場行情資料缺乏」與「05.養殖產品售價不穩定」均屬市場運銷方面的問題，有高達 45 % 的受訪者認為是最大的困難問題。

### (二) 當前白蝦的運銷問題及運銷效率的提升

如同大多數的養殖漁產品，白蝦的運銷體系屬於一般傳統的運銷作業方式。販運商是運銷的主體，掌控了整個產業的供貨與運銷作業。在此制度下，為了保障中間商自身的利益，白蝦運銷的整個供應鏈是否有效率，產業供需是否均衡，未來產品市場的開發與產業的調整等，基本上，販運商並不太在意。在另一方面，我國養殖漁業以個體經營為主，個別漁

戶養殖產品單樣且量少，長久以來生產者與販運商之關係都建立在不對等的依賴下，以致於現今各種養殖蝦類的收購，均為各產地販運商所把持，常有壟斷的現象。

再者，目前白蝦的運銷講求新鮮，活魚運輸比重甚高，運銷成本偏高，如何有效的降低供應成本，提高活成率及合乎水產品的安全認證標準，非常的重要，而目前這方面業者仍未見有實質的作為。開發國際市場是提升規模經濟的必要方向，應努力開發。而白蝦也具有很好的內銷市場，也必須確保，並重視行銷。未來如何建立高效能的供應鏈體系，有待產官學界的共同努力。

## 結 論

白蝦養殖近年來在台灣地區發展極為快速，至今年其年產量應該已突破了一萬公噸的大關。其原因主要為相對於多數現有的養殖水產品而言，它仍具有一定的生產利潤，益本比與

獲利率也還可以維持漁民養殖的高度意願。再者，白蝦的國內外市場需求極大，由產品的特質理論來看，其價格彈性應該較大，隨著產量的增加，只要注意市場的開發，則價格應能維持於一個有利的水準，顯然的白蝦是台灣未來發展的理想水產品，值得重視。惟為提升我國白蝦養殖之產業競爭力，在生產方面仍然須要提升養殖技術，特別是病害的控制，以及提升放養密度與活成率的養殖技術，這是一個難以兩得其美的研究目標。此外，市場運銷效率的提升最為重要，為提高養殖業者之所得比率及產地價格的穩定性，如何建立生產者主體的供應鏈體系非常重要，它必須由生產者組織、行銷通路的規畫及物流作業方面，研究改善。

## 參考文獻

- 陳清春，劉擎華（1999-2002）台灣地區養殖漁家經濟調查報告，台灣海洋大學。

# 台灣白蝦市場之行銷推動

## Exploitation of White Shrimp Market in Taiwan

莊慶達

Ching-Ta Chuang

國立台灣海洋大學 海洋資源管理研究所

Institute of Marine Resource Management, National Taiwan Ocean University

### 前 言

白蝦 (White shrimp, *Litopenaeus vannamei*) 為熱帶型蝦類, 原產於南美洲太平洋沿岸的暖水水域, 主要分佈秘魯北部至墨西哥灣沿岸, 具有生長速度快、適應性強、肉質細嫩、加工出肉率高、離水存活時間長以及抗病力強等優點 (張, 2000), 與草蝦、中國對蝦並列為世界養殖產量最高的三大優良蝦種。台灣白蝦在農復會時代就曾引進民間試養, 近年來因蝦病導致國內外蝦類市場缺貨, 而白蝦對惡劣環境適應力強, 養殖成功機率較高, 故 1998 年國內進行白蝦親蝦繁殖成功, 很快就引起養殖業者的興趣, 到 2002 年已成為台灣產量最高的養殖蝦種 (漁業署, 2003), 故有關白蝦市場的分析值得吾人加以重視。本文乃針對國內蝦類市場供給概況, 白蝦市場價格變動進行探討, 進而針對其市場行銷推動提供建議。

### 蝦類市場供需概況分析

台灣蝦類供給結構可區分為國內生產 (養殖與捕撈) 與淨進口 (進口-出口) 兩類。在國內生產方面, 2000 年台灣蝦類總產量為 36,084 公噸, 捕撈量 (佔 57.16%) 大於養殖量

(42.84%), 主要生產蝦種依產量多寡, 依序為斑節蝦、長腳大蝦、草蝦與白蝦。由表一可發現, 在 2000~2002 年期間, 國內蝦類生產量逐年降低, 2002 年產量下降到 31,904 公噸, 主因是蝦捕撈量的減少, 佔國內生產量比例 (45.97%) 跌落到低於養殖量 (54.03%), 生產蝦種的產量大小順序更動為白蝦、長腳大蝦、草蝦與斑節蝦, 其中除白蝦產量逐年上昇外, 其餘蝦類產量幾乎都呈現下降的趨勢。雖然國內蝦類生產量逐年下降, 但養殖產量則逐年增加, 比較 2000 年與 2002 年蝦類養殖面積變化發現, 白蝦養殖面積增加 2,396.88 公頃, 其它蝦類養殖面積減少 2,020.36 公頃, 蝦類養殖總面積淨增加 376.52 公頃 (表二), 並反映到生產量上, 由圖一可發現, 白蝦產量由 2000 年只佔國內養殖蝦總產量的 15%, 成長到 2002 年的 44%。

在進出口方面, 進口量從 2000 年 22,561 公噸下降到 2002 年 15,187 公噸, 呈現逐年減少的現象; 出口量則從 2000 年 2,508 公噸增加到 2002 年 6,445 公噸, 為近幾年蝦類出口中表現最好的一年。若以整體國內蝦類貿易量來看, 雖仍呈現淨進口狀況, 但數量則愈來愈少, 其中進口蝦類製品主要以冷凍蝦與活蝦為大宗, 出口則以冷凍蝦為主 (表三)。由上述



表一 2000 ~ 2002 年國內蝦類供給情況

單位: 公噸

項目	2000 年	2001 年	2002 年
生產	36,084	33,354↓	31,904↓
養殖	15,457	16,117↑	17,237↑
捕撈	20,627	17,237↓	14,667↓
進口	22,561	17,006↓	15,187↓
出口	2,508	2,257↓	6,445↑
淨進口	20,053	14,749↓	8,742↓
總供給量	56,137	48,103↓	40,646↓
白蝦供給量	2,310	5,847	7,667
其他蝦類供給量	53,827	42,256	32,979
平均消費量 (公斤/人)	2.67	2.16↓	1.81↓
佔每人平均水產品消費量比例 (%)	6.63	6.09↓	5.01↓

資料來源: 中華民國漁業年報.

表二 國內養殖蝦類生產面積變化

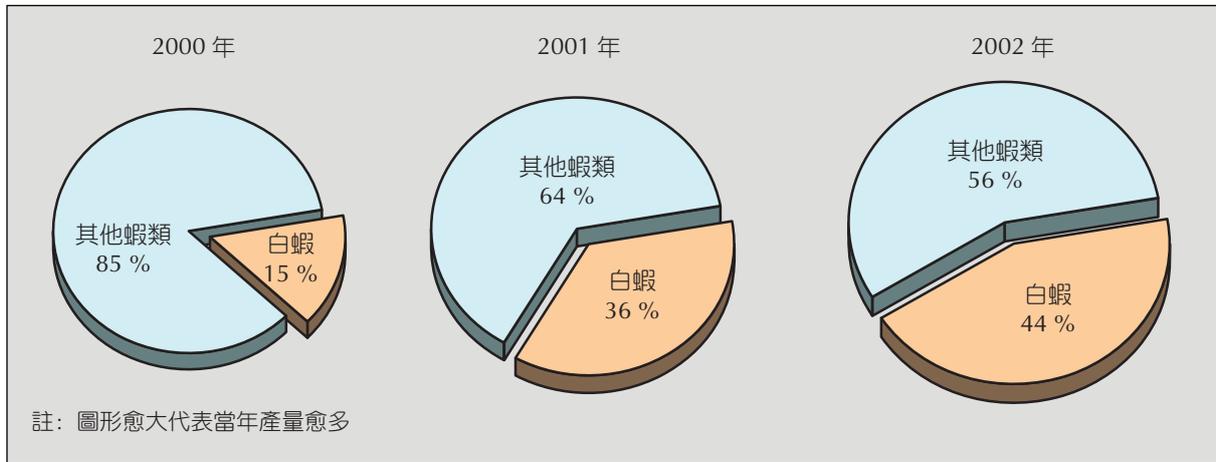
單位: 公頃

項目	2000 年	2002 年	增減狀況
草蝦	3,733.53	2,346.23	-1387.3
斑節蝦	247.37	226.57	-20.8
沙蝦	194.83	83.21	-111.62
長腳大蝦	2,782.90	2,534.25	-248.65
紅尾蝦	2.70	1.82	-0.88
龍蝦	2.89	-	-2.89
白蝦	656.14	3,053.02	2,396.88
其它蝦類	313.26	65.04	-248.22
蝦類合計	7,933.62	8,310.14	376.52

資料來源: 中華民國漁業年報.

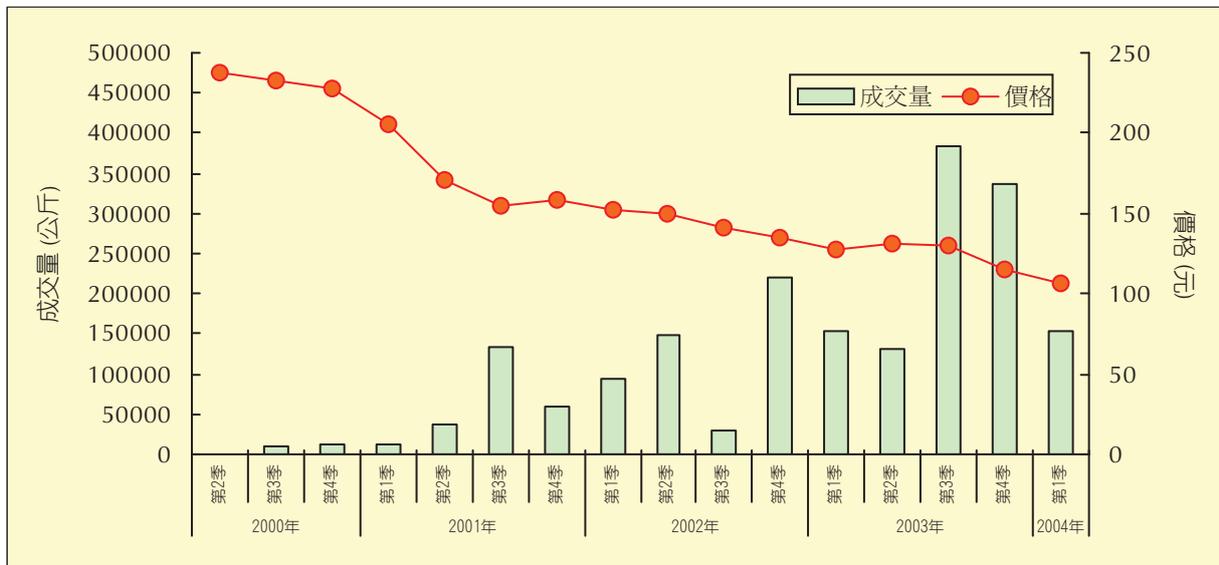
資料可知，國內漁撈所捕獲的蝦類產量已逐年下降，蝦類進口量亦逐年下滑。2000 ~ 2002 年間共減少 7,374 公噸，同時養殖產量只增加 1,780 公噸，顯示國內對蝦類需求有逐漸降低的趨勢。由表一中每人平均消費量亦可得到相

同結果，台灣蝦類產品平均消費量由 2000 年每人 2.67 公斤，減少到 2002 年的 1.81 公斤；而蝦類產品佔每人水產品消費量亦由 2000 年的 6.63 % 降到 2002 年的 5.01 %，表示消費者以其它水產品作為替代蝦類產品的需求。



圖一 2000 ~ 2002 年白蝦產量佔總產量比例變化。

資料來源：中華民國漁業年報。



圖二 2000 ~ 2004 年白蝦批發價格與交易量。

資料來源：中華民國漁業年報。

## 白蝦市場價格變動分析

白蝦在台灣的養殖歷史不長，此產業一直到 1998 年白蝦試養有成，才引起養蝦業者的大量投入，並在短短幾年成為台灣產量最大的養殖蝦類，但在供給大於需求的情形下，其均衡價格隨著產量擴大呈現下滑（圖二）。以 2003 年為例，其批發價格較 2000 年下跌達 45.83 % 之多（表四）。為能瞭解這種市場價格

變化，本節藉由需求方面的蝦肉口感與體型大小、及蝦類供給間的互動來加以探討。

### 一、市場需求方面

白蝦屬海水廣鹽品種，對鹽度（5 ~ 35 ppt）適應範圍較廣，可採取純淡水、半鹹水、海水多種養殖模式。但在實施淡化至純淡水養殖中，會出現蝦殼薄脆綿軟、蝦體口感呈土腥味，影響消費者購買意願，導致上市價格較



表三 歷年國內蝦類食品進口概況

單位：公噸

項 目	2000 年	2001 年	2002 年
活	3,074	2,650↓	2,153↓
生鮮或冷藏	28	66↑	20↓
冷凍	18,165	13,502↓	11,957↓
乾製品	230	96↓	146↑
鹹或浸鹹	<1	2↑	0↓
調製或保藏	962	582↓	789↑
罐頭	1	1	3↑
食品合計	22,460	16,899↓	15,069↓

資料來源：中華民國漁業年報。

表四 1998-2003 年台灣主要養殖蝦類批發價格

單位：元/公斤

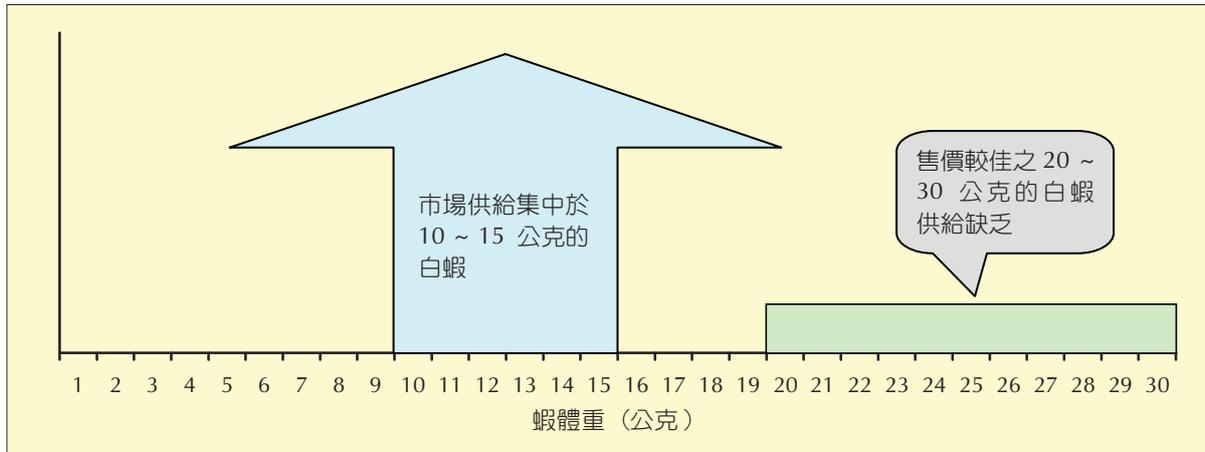
年	長腳大蝦		草蝦		白(赤)蝦	
	價格	跌幅	價格	跌幅	價格	跌幅
1998	86.5	—	234.1	—	—	—
1999	95.2	10.06%	223.4	-4.57%	—	—
2000	82.5	-13.34%	215.7	-3.45%	230.4	—
2001	81.3	-1.45%	193.1	-10.48%	160.7	-30.25%
2002	69.9	-14.02%	154.6	-19.94%	142.5	-11.33%
2003	59.9	-14.31%	208.7	34.99%	124.8	-12.42%
2000~2003	-27.39%		-3.25%		-45.83%	

資料來源：漁業署漁產品全球資訊網系統。

表五 1999-2001 年白蝦養殖戶水源使用類別

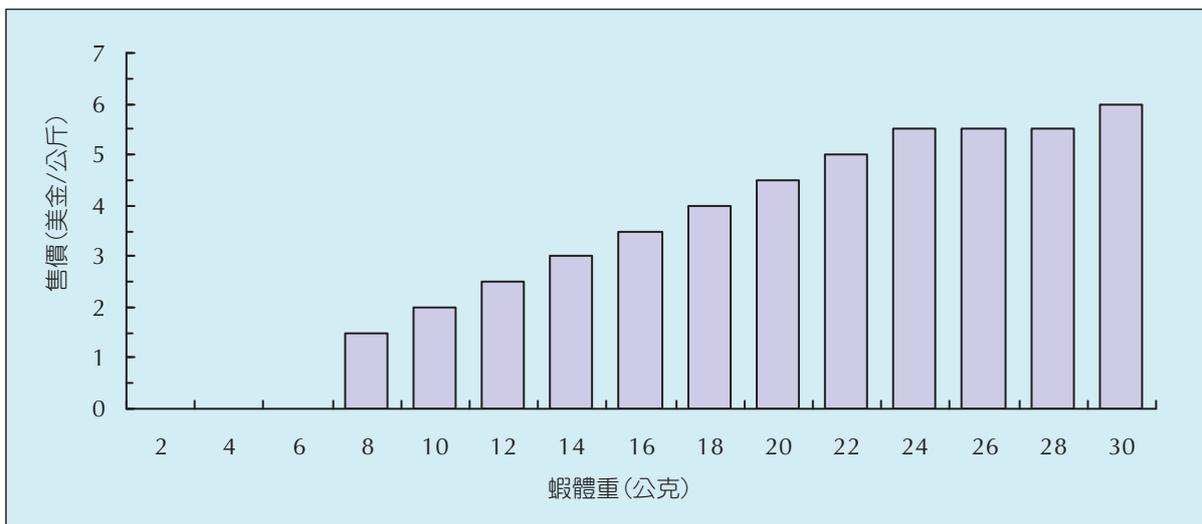
年	海水		半鹹水		純淡水		總樣本戶數
	戶數	比例 (%)	戶數	比例 (%)	戶數	比例 (%)	
1999 年	24	54.55	16	36.36	3	6.82	44
2000 年	18	40.91↓	20	45.45↑	4	9.09	44
2001 年	11	22.00↓	28	56.00↑	11	22.00	55

資料來源：中華民國漁家經濟調查年報。



圖三 白蝦市場供需情形。

資料來源: 新漁業, 157 期.



圖四 10~15 公克白蝦供給量增加後之市場價格市場供需情形。

資料來源: 新漁業, 157 期.

低。從 1999 ~ 2001 年的漁家經濟調查年報可發現，純海水養殖比例逐年降低，而半鹹水與純淡水養殖比例則呈現上昇的趨勢 (表五)，雖這種養殖方式的改變可達到收成快與風險承擔期間短之效。但也使得蝦肉口感較不佳，間接影響到白蝦產品的市場價格競爭力。

另外，在體型大小方面，白蝦成長到 20 公克的速度較草蝦快 (每週成長速度 1 ~ 1.5 公克，草蝦 1 公克)，但達 20 公克後，其成長率反而較草蝦慢。由於草蝦可以成長到更大的

體型，因而較白蝦有更高的價格競爭力 (Funge-smith and Briggs, 2003)。國內蝦農由於擔心蝦病與不願承擔較長時間的養殖風險，故白蝦往往達可上市的最小規格 (10 ~ 15 公克) 便出售，導致市場上此種規格的供給太多，市場的均衡價格因而下跌 (圖三)。相對而言，20~30 公克規格之蝦類因供給少而有較佳的市場價格 (圖四)。因此，可以發現國內蝦農只著重生產，卻忽略考量市場與消費者的真正需求。



表六 亞洲各養蝦國蝦類與白蝦產量概況

單位：公噸

國	家	白蝦首度 引進年份	2002 年 蝦類總產量	2003 年 蝦類總產量	2002 年 白蝦產量	2003 年 白蝦產量	2002 年白蝦佔 蝦類總產量比例	2003 年白蝦佔 蝦類總產量比例
中	國	1988	415,000	420,000	272,980	300,000	66%	71%
台	灣	1995	18,378	19,000	7,667	8,000	42%	42%
泰	國	1998	260,000	300,000	10,000	120,000	4%	40%
越	南	2000	180,000	205,000	10,000	30,000	6%	15%
菲	律	1997	36,000	38,000	3,425	5,000	10%	13%
印	尼	2001	100,000	130,000	10,000	30,000	10%	23%
馬	來	2001	23,200	27,000	1,200	3,600	5%	13%
印	度	2001	145,000	150,000	350	1,000	0	1%
斯	里	—	3,368	3,400	0	0	0	0
太	平	1972	2,200	2,200	0	0	0	0
總 計			1,183,146	1,294,600	315,622	497,600	27%	38%

資料來源: Funge-Smith and Briggs, 2003.

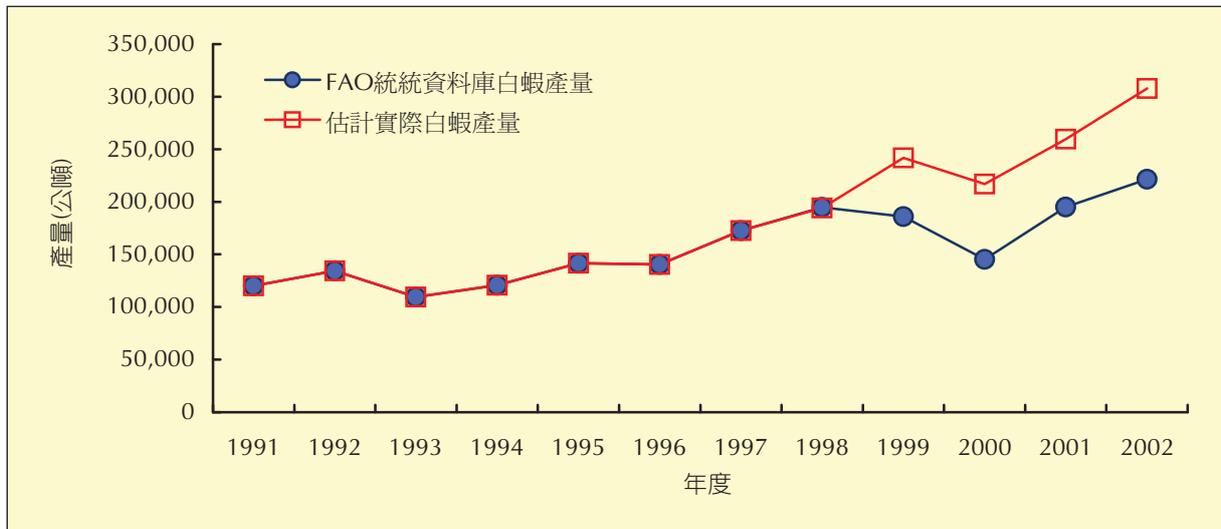
註: 2003 年為估計數量.

## 二、市場供給方面

在全球白蝦產量方面，從圖五的實線趨勢線可發現，自 1999 年，厄瓜多爾的白蝦受到白點病 (white spot syndrome virus, WSSV) 感染影響，2000 年全球白蝦產量降到 146,935 公噸，較前年產量跌幅達 21.84 % (當年台灣白蝦年平均批發價格為每公斤 230.4 元)。隔年，隨著巴西、墨西哥等國白蝦生產量的增加，以及厄瓜多爾主要白蝦生產在 WSSV 感染方面稍微得到控制之下，2001 年的白蝦產量大致回復到 1999 年的產量水準，2002 年更突破歷史水平，達到 224,809 公噸 (當年台灣白蝦年平均批發價格跌落到每公斤 142.5 元)。

根據世界糧農組織 (Food and Agriculture Organization, FAO) 統計資料，直到 2000 年才

出現台灣白蝦產量數字，另由表六可知，除台灣、中國、越南和泰國外，其他亞洲養蝦國家也都是在 2000 年後才開始引進白蝦養殖，全球白蝦供給大量增加。進一步探討亞洲產蝦國家對全球白蝦產量趨勢之影響發現，1999 ~ 2002 年間主要影響國家為中國，特別是自 1998 年來，白蝦在中國南方三省 (廣東、廣西和海南) 開始普及。到 2001 年，中國出現養殖白蝦熱潮，養殖面積和產量進一步擴大，其產量在三大對蝦 (中國對蝦、斑節對蝦和白蝦) 中位居第一位，到 2002 年的產量更高達 272,980 公噸，預估 2003 年將超過 30 萬公噸，再加上其他亞洲國家投入白蝦養殖，因此全球白蝦產量增加幅度應更大 (見圖五虛線趨勢線)。由前述資料顯示，白蝦市場在大量供給和需求變動不大的狀況下，其市場均衡價格勢必產生波動。



圖五 歷年全球白蝦產量。

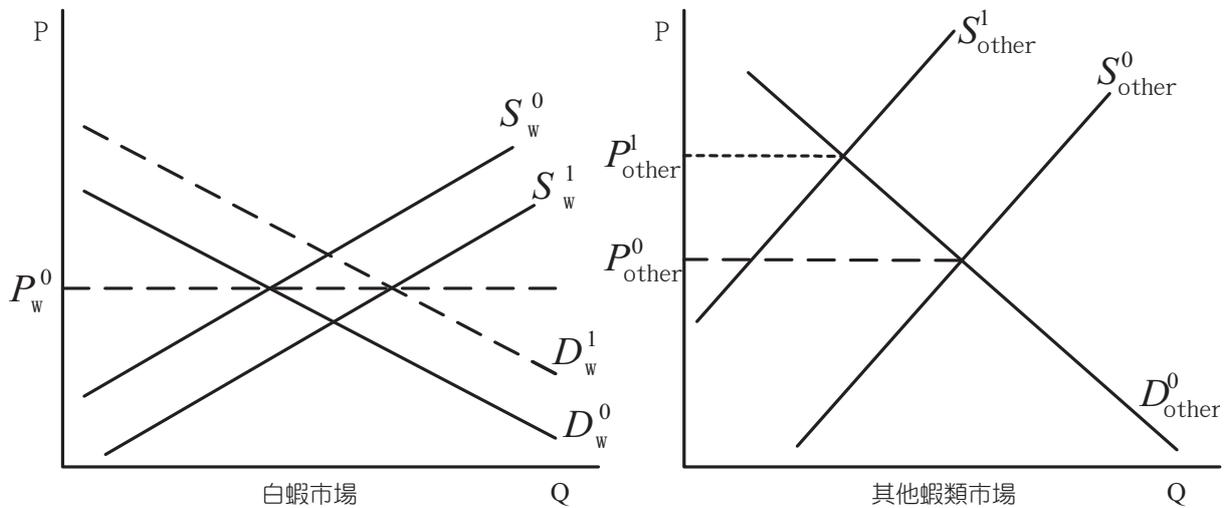
資料來源：世界糧農組織統計資料庫；註：實線為除台灣外，未包含其他亞洲各養蝦國白蝦產量。

### 三、均衡價格方面

在市場經濟體系下，生產的目的是為了銷售。而過去傳統做法是先發展生產，後尋求市場，這在商品短缺情況下不致於會發生問題，但現在市場條件不同，產品不僅多元且豐富，有時甚至供過於求。因此，現在的生產者首先要瞭解市場的需求和發展趨勢，然後再決定生產規模與速度。換句話說，即先著重產品銷售與市場定位研究，以帶動上游生產，這樣供需才能取得平衡，不至於有大的波動產生－過剩或短缺。為能瞭解國內蝦類市場的變化，本文將蝦類市場區分為白蝦市場與其他蝦類市場（國內其他蝦類生產＋進口蝦類產品－出口蝦類產品），並進一步分析市場供需變化對均衡價格的影響。

由表一可看出，2000年其他蝦類供給量為53,827公噸，但到2002年則降為32,979公噸，其中包含國內其它蝦類生產量由2000年33,774公噸減少到2002年24,237公噸，及蝦類進口的減少與出口的增加（進口由2000年22,561公噸降到2002年15,187公噸；出口則由2000年2千多公噸增加到2002年6,445

公噸），因此其他蝦類市場供給由 $S_{other}^0$ 往左移動到 $S_{other}^1$ 的位置，導致其他蝦類市場價格上揚（在假設其他條件不變下，由 $P_{other}^0$ 上升到 $P_{other}^1$ ）。另外，在白蝦市場方面，供給量由2000年2,310公噸增長到7,667公噸（為減化假設，以白蝦國內生產量為其供給量），使得供給線由 $S_w^0$ 往右移到 $S_w^1$ ；而在需求方面，因白蝦與其他蝦產品互為替代品，在其他蝦類產品價格上揚下，會使得白蝦需求上升。在供給與需求曲線同時往右移的情況下，均衡數量會增加，但對均衡價格的影響，卻可能為下列三種情形之一：(1) 不變；(2) 上升；(3) 下跌。藉由表四可知，白蝦批發價格由2002年每公斤230.4元下滑到2003年124.8元，呈現逐年下降的趨勢。因此，可以得知新的需求曲線落在 $D_w^0$ 和 $D_w^1$ 之間。此結果表示雖然由於其他蝦類產品價格上升導致有些消費者轉而購買白蝦，但其需求增加的幅度並沒有比白蝦供給大，故使白蝦均衡價格下降（圖六）。此外，上述分析若加入白蝦自中國大陸走私進口之因素，則會使白蝦市場供過於求的情形更加嚴重。



圖六 國內蝦類市場。

## 市場行銷策略

白蝦市場面對市場競爭與價格跌落的壓力，其行銷的推動對產業的未來發展格外顯得重要。傳統作法上，一般是建議有效運用行銷組合 (marketing mix)-4Ps 提高市場競爭力，即產品 (product)、價格 (price)、通路 (place) 與促銷 (promotion)，新的行銷理念則是加上政府 (government) 政策的支持，成為 4Ps + 1G 的全方位市場行銷 (total resource marketing, TRM) (圖七)。而要克盡全功，則須透過深入瞭解目標市場顧客的需要、偏好及態度，才能發展出一個適合白蝦的市場行銷策略組合，以下分別就白蝦 TRM 各項策略說明：

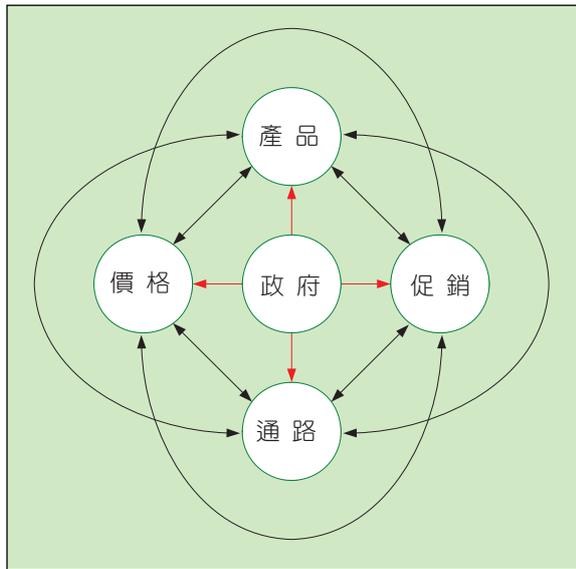
### 一、產品品質 (Quality of product)

台灣在國民所得普遍提高之後，社會大眾的生活水平也隨之提升，消費者對商品品質之要求日漸增高。因此，為建立國產白蝦與國外白蝦產品之差異性，除在養殖技術上的不斷開發外，亦須依照國際檢疫及檢驗與食品安全規定外，以策略聯盟方式，責成相關產品、產業

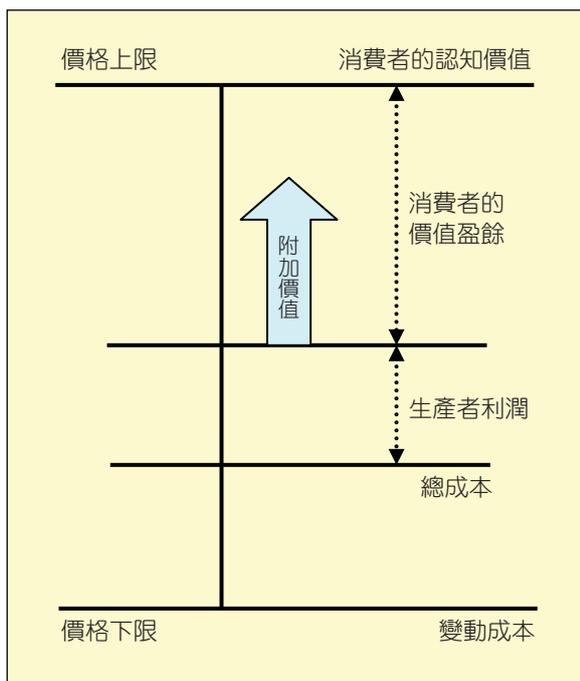
團體、及研究單位，持續推動品質認證計畫，並進行優良養殖場之推動。另外，養殖蝦的品質不只要求符合新鮮度、無藥物殘留及無致病菌，還要求色澤要好、不含毒素和化學物質、肌肉含水量低、沒有黑斑，殼硬、無泥味、不脫節等。因此，透過飼料改良和適當利用各種營養添加劑，對於提高養殖蝦的品質與競爭力具有重要意義。

### 二、價格競爭力 (Price competitiveness)

由於擔心蝦病與白蝦體型超過 20 公克後成長較慢，白蝦收成大都集中於最小市場接受約 10~15 公克尺寸，導致價格較低與效益不高。因此，白蝦養殖業者若要提昇價格並面對國外產品之競爭，應可考慮投入生產 20~30 公克之白蝦。另外，在口感方面，雖然半鹹水或全淡水白蝦養殖成長速度較快且得病機率較低，但相對會產生蝦殼薄脆綿軟、蝦體口感呈土腥味的問題，因此，蝦農在觀念上應改變以往只顧生產而忽略消費者層面的思考，如此才能讓消費者願意移轉其價值盈餘到生產者 (圖八)，更可開拓潛在需求與對國產白蝦產品之忠誠度。



圖七 白蝦行銷策略系統。



圖八 白蝦價格的上下限與價值盈餘。

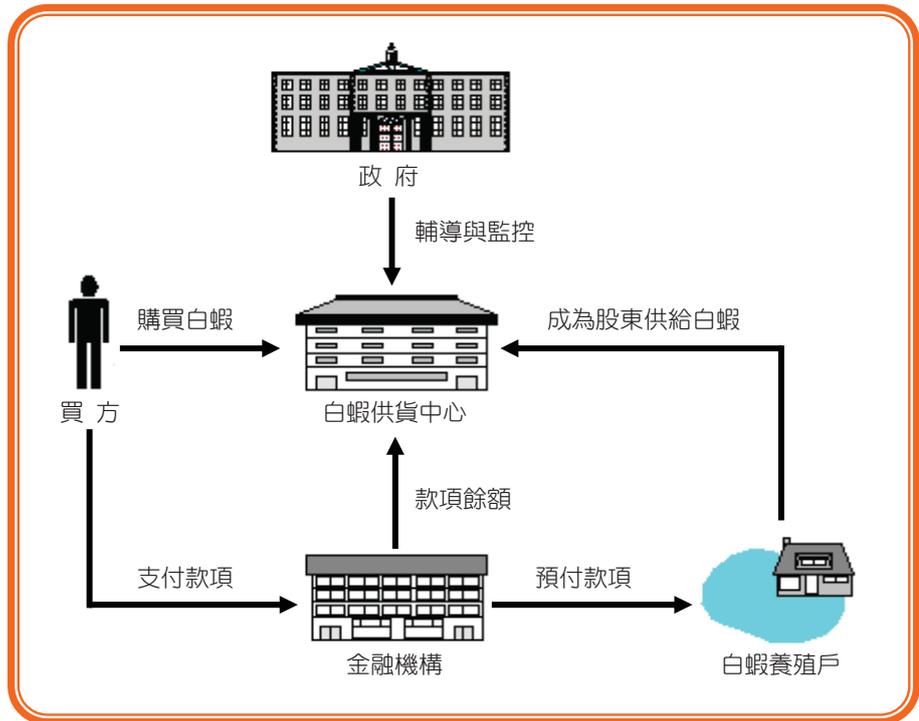
### 三、通路策略 (Place strategy)

在運銷通路上，如何強化賣方的議價能力甚為重要，即如何幫助蝦農把一池池魚塭裡的白蝦，使用同一品牌進行市場營運與銷售，紐西蘭奇異果的做法值得借鑒<sup>1</sup>。然而國內養殖漁業因長久對販運商的依賴，造成各產地水產品為販運商所掌握的現象。因此政府可參照紐西蘭當局作法，規劃成立白蝦供貨中心（圖九），以蝦農為中心股東並負有契作供給白蝦之責任；金融機構則擔任預先支付款項給提供白蝦至供貨中心的蝦農，並在收取買方向供貨中心購買白蝦的貸款後，扣除預付款項、手續費與利息費用，再將剩餘款項交予供貨中心。供貨中心初期可能無任何資金基礎，這時應由政府輔導與提供營運所需之費用，待其一切步上軌道後，政府再轉為從邊協助與監察的角色。經由此方式，可提高賣方的議價能力，進而提昇蝦農的利潤水準。

### 四、促銷活動 (Promotion action)

促銷是指透過積極的行銷活動，對目標顧客所進行有關於產品與組織的告知與說服活動，以增加現有與潛在顧客的購買數量。白蝦促銷所強調的應是如果能使消費者的需求與忠誠度增加，即如何使消費者在營養與美食的考量下，願意多花一點錢在白蝦之消費上，使白蝦能夠維持合理的價位及提升國人對消費白蝦之信心，進而增加蝦農之收益。針對該項產業的促銷活動可透過舉辦白蝦美食文化節，開發白蝦相關加工產品，如蝦餅、蝦仁水餃、蝦排等，及透過參與國內外食品展等市場促銷活動，積極拓展白蝦的國內外消費市場，進而提高消費者對白蝦之接受程度。

<sup>1</sup>首先，政府成立「奇異果營銷局」幫助農民進行他們不擅長的市場推廣工作，在收益越來越明顯的時候，政府再將這一能夠賺到錢的產業交給奇異果種植者，像佳沛紐西蘭奇異果公司雖然是跨國性企業，但背後其實是兩千五百多個農民所組成。



圖九 白蝦通路策略流程。

## 五、政府角色 (Role of government)

白蝦品質的提昇應建構在蝦農素質的強化上，面對知識經濟的時代，政府應協助蝦農取得生產及經營管理的核心知識，並能有效應用於生產管理之上，才能提昇國內白蝦產品的附加價值與競爭力。而在白蝦行銷系統方面，政府更扮演居中協調與統籌各項源的角色，不僅由其規劃白蝦供貨中心，全面整合蝦農參與經營，更需透過其行政力推動優良養殖場與落實衛生安全規範，並積極參加與舉辦國內外促銷活動，以發展永續性的白蝦產業。

## 結 論

白蝦在短短幾年的發展時間，已躍居國內最主要的養殖蝦種，產量亦不斷增加之中，為台灣養蝦產業帶來新的契機，但其市場接受度

與交易價格下滑亦影響蝦農甚鉅。另一方面，部份亞洲養蝦國家相繼投入白蝦生產，亦為此產業的競爭與永續發展投入不少變數。就此，本文分析提出以下幾點建議供主管機關與其他相關人士之參考：

### 一、加強白蝦養殖技術，提昇產品形象

為因應當前市場環境與國外的競爭，台灣養殖科技與管理技術應不斷創新，並投入蝦苗品種改良研究與保護機制，避免最新技術流向中國大陸、東南亞等地，反成為台灣的競爭者。在面對知識經濟的時代，白蝦產業應建構在蝦農經營管理的強化，即品種、品質、品牌的提昇，才能增加白蝦產品的附加價值與競爭力。有良好三品形象建立後，更需建構完整的系統行銷通路，才能有效藉由產品開拓到國內外市場。

## 二、規劃生產秩序，穩定市場價格

蝦農對市場與季節的特性應充分把握，且依各市場的需求，調節供應其所需要的產品，如此才能獲得較高的利潤。另外，更可透過製作生產與規劃優良養殖場的方式維持產量與品質，並可搭配白蝦供貨中心之設立，強化產銷關係，以避免產銷失衡或過度養殖帶來的蝦病問題。

## 三、透過組織力量，縮短運銷通路

多年來養殖業者只重視養殖技術與管理，對於白蝦市場資訊相對缺乏，產品的銷售亦大都交由販運商處理，久而久之形成蝦農不僅對市場供需情況不瞭解，也造成議價空間縮小，因而造成販運商掌握交易市場的現象。另外，比較國內與進口產品的運銷通路，明顯發現國內產品的運銷通路較長，因此，必須規劃白蝦供貨中心，整合各自分散的小蝦農成為一個單一生產者，強化生產者的價格談判力量的優勢，並透過供應鏈管理以縮短運銷通路，增加運銷效率。

## 四、加強產品促銷，開拓市場需求

要使產品有好的銷路，必需關注產品的流通與促銷。流通是生產和消費的橋梁，而宣傳、促銷則是增加產品流通的重要工具。因此，在蝦農組織化程度有待提高的情況下，由主管機關透過宣傳、促銷等活動，大力推銷白蝦產品的做法值得推廣。另外，可投入發展新產品及加強產品差異化、或改變銷售技術，迎合消費者之購物習性，以創造市場需求。

## 五、建構系統式行銷，收集市場資訊

市場資訊是生產者決定經營理念的重要依據，能夠掌握資訊與洞燭各種產業經營前後的種種契機、動態及國內外競爭力來源，然後

才能「知己知彼，百戰百勝」。因此，主管機關應提供關於目標市場的消費、偏好型態、市場供需狀況預測、及國內外商情報導等資訊，以活絡市場銷售管道。另外，政府亦要輔助白蝦各行銷策略之推行，並藉由設立白蝦供貨中心整合各行銷手段來達到整體行銷的目的。

## 參考文獻

- 行政院農委會漁業署 <http://www.fa.gov.tw/>  
 行政院農委會漁業署 (2001-2003) 中華民國台灣地區漁業年報, 台北.  
 林建煌 (2002) 行銷管理. 智勝文化事業有限公司.  
 許文富 (1997) 農產運銷學. 正中書局.  
 黃丁郎 (1999) 白蝦種苗行情強強滾開春後另一波養蝦熱潮即將引爆. 水產種苗, 14.  
 魚價行情查詢 <http://www.fa.gov.tw/price/price.php>  
 陳清春, 劉擎華 (2000-2002) 中華民國台灣地沿近海及養殖漁家經濟調查報告, 台北.  
 莊慶達, 王金利, 陳清春, 孫凌 (2002) 大陸漁產品市場資訊收集及我國漁產品出口大陸市場之動態經濟分析. 行政院農委會研究報告.  
 莊慶達, 陳清春, 李穗玲, 卓裕仁 (2003) 大宗養殖漁產品高效能供應鏈體系建構之研究. 行政院農委會研究報告.  
 張啟清 (2000) 南美白蝦種苗前景看好. 水產種苗, 31.  
 新漁業 (2004) 80 % 亞洲國家改養白蝦. 新漁業, 157: 26-27.  
 農委會 (2003) 加強農產品國際行銷方案. 行政院農委會, 台北.  
 FAO. <http://www.fao.org/>  
 Funge-Smith, S. and M. Briggs (2003) The introduction of *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris* into the Asia-Pacific Region. Presented in International Mechanisms for the Control and Responsible Use of Alien Species in Aquatic Ecosystems.  
 Ling, B. H. (2001) Taiwan fishery trade: import demand market for shrimps. Presented in Agribusiness Management Towards Strengthening Agricultural Development and Trade.  
 Ronnback, P. (2002) Environmentally sustainable shrimp aquaculture. Presented in the Swedish Society for Nature Conservation.

# 蝦類產品品質與安全

## Quality and Safety of Shrimp Products

蕭泉源

*Chyuan-Yuan Shiau*

國立臺灣海洋大學 食品科學系

*Department of Food Science, National Taiwan Ocean University*

### 摘要

蝦類為高蛋白低脂質魚介類，肉富彈性且味美，其甘甜味與甘胺酸 (Glycine)、精胺酸(Arginine)、丙胺酸 (Alanine) 和肌苷酸 (IMP) 有關，甘胺酸含量特豐為其特色，亦含具生理功能性之牛磺酸 (Taurine)。脂肪酸組成中，以 C16:0、C16:1、C18:0、C18:1、C20:5 (EPA) 與 C22:6 (DHA)等為主。蝦類多以鮮蝦或活蝦方式販售，傳統上以生鮮料理為主，冷凍加工產品形態包括全蝦、去頭蝦、剝殼蝦仁、留尾蝦仁、熟蝦、壽司蝦、裹麵蝦等，但以全蝦及去頭蝦為主。主要品質與安全問題包括：淨重不足、包冰過多、品溫不足、標示不符、黑變、肉質腐敗 (揮發性鹽基態氮高)、沙門桿菌污染、食品添加物 (二氧化硫含量高) 以及藥物殘留等。蝦類及其產品之品質與安全評價，除大小規格、標示 (含營養成分)、包冰、淨重、體表色澤、品溫等外，必須符合我國與進口國國家之食品衛生標準。化學檢驗項目包括：揮發性鹽基態氮、二氧化硫、藥物、重金屬、農藥；微生物項目則包括：總生菌數、大腸桿菌、大腸桿菌群、腸炎弧菌、沙門桿菌、葡萄球菌。台灣蝦類產品目前可申請之品質認證包括：HACCP (危害分析重要管制點)、ISO 9000、GMP (良好作業規範)、CAS (中華農業標準)、海宴等，皆為事前預防勝於事後補救之品管制度，除 HACCP 為強迫性外，其餘皆係自願性，如何確保國產蝦類產品之品質安全維持一定水準以及管制進口產品之品質衛生乃為今後重要之工作。

### 前言

水產品的消費者接受性取決於食品品質的一些屬性 (attributes)，重要者包括安全性、營養、風味、質地、色澤、外觀以及加工及貯藏之適用性等，各屬性的相對重要性則因產品種類及其利用而異 (Sawyer *et al.*, 1988; Haard, 1992a)。養殖水產品的品質評價，主要以外在 (體表色調、形態、大小)與內在 (肉色、肉質、呈味性及香味)因素來區分，以及其他因素如活魚輸送中的存活率、肌肉脂質中 n3 脂肪酸、呈味之游離胺基酸、核苷酸相關化合物以及其他特殊營養成分之含量等 (Mohr, 1986; Sawyer *et al.*, 1988; Haard, 1992a)。世界各國尤其是已開發國家多已對水產品施行 HACCP (危害分析重要管制點) 品檢制度，生產工廠須事先取得 HACCP 認證後方能將產品輸入各國 (蕭, 1999)，可知確保水產品品質與安全已為今後漁業產銷最重要之一環。隨著國民生活水準的提高，消費者對水產食品品質之要求越趨嚴格，因此養殖水產品除要符合衛生與安全之標準外，如何生產最適呈味、色澤、肉質彈性及營養組成之養殖魚介類，以符合消費者之要求亦須兼顧。



表一 蝦類之一般成分 (%)

	Moisture	Protein	Crude fat	Ash
Grass shrimp <sup>1</sup>	79.2	17.6	0.9	1.4
Tiger shrimp <sup>1</sup>	77.2	20.5	0.7	1.6
Freshwater prawn <sup>2</sup>	78.3	20.5	0.4	1.4
White shrimp <sup>2</sup>	76.0	21.3	0.4	1.7

資料來源: <sup>1</sup>孫與翁 (1994); <sup>2</sup>本實驗室分析之資料。

## 蝦類之利用與加工

蝦類分海洋漁撈及養殖魚貨，海洋蝦類係拖網漁獲物，惟因過漁而日漸減少；養殖蝦類早期以草蝦最具代表性，自 70 年代草蝦人工繁殖成功及飼料業者開發人工配合飼料並加以推廣，使草蝦養殖進入專業時代，由於日本、美國市場的需求量大增，故掀起全台灣水產養殖、飼料與冷凍加工業者投入之熱潮，其外銷量曾於民國 76 年高達 6 萬 9 千多公噸，出口值達 145 億元，居各產品之冠，主要外銷國家為日本和美國 (蕭, 1999)，但次年即因蝦病問題致產量銳減並蕭條至今，因原料短缺，草蝦外銷式微，近年來反自中國大陸及東南亞地區大量進口供內銷之用。斑節蝦與泰國蝦雖然養殖已久，但皆未能成為主流，目前則以白蝦養殖較多。蝦類肉富彈性且味美，甚受消費者喜愛，多以鮮蝦或活蝦方式販售，傳統上以生鮮料理為主，冷凍加工產品形態包括全蝦、去頭蝦、剝殼蝦仁、留尾蝦仁、熟蝦、壽司蝦、裹麵蝦等，但以全蝦及去頭蝦為主，其加工流程為：將蝦原料經過清洗、冰鎮，再經選別、磅重、排盤、加注冰水後凍結成塊，再脫盤、包裝。至於蝦仁則以 I.Q.F 之方式凍結後再包冰、包裝或真空包裝 (吳, 1990)。若使用亞硫酸鹽以防止蝦體變黑 (邱與江, 1983; Haard, 1992b)，須注意二氧化硫殘留過高等之問題。泰國蝦頭大肉身小，在市場競爭條件不若其他蝦類，多提供作為釣蝦場用。

## 蝦類產品之化學與營養組成分

蝦類之化學與營養組成分，雖非法定檢驗項目，但部分化合物，特別是游離胺基酸、核苷酸含量與味道或營養有很密切之關聯。草蝦、斑節蝦、泰國蝦與白蝦之一般成分中，蛋白質含量在 18~21% 之間，而脂肪含量在 1% 以下 (表一) (孫與翁, 1994)，依 Stansby (1963) 之分類，蝦類可歸列為高蛋白低脂質魚介類。游離胺基酸為重要呈味成分 (Konosu and Yamaguchi, 1982; Komata, 1990; Fuke, 1994)，不同蝦類之組成差異大，但皆以 Glycine、Arginine、Proline、Taurine、Serine 及 Alanine 等居多 (表二) (Konosu and Yamaguchi, 1982)，蝦類甜味與 Glycine、Arginine 與 Alanine 含量豐富有關 (Konosu and Yamaguchi, 1982; Komata, 1990; Fuke, 1994)。像其他魚貝類一樣，蝦類亦含牛磺酸 (Taurine)，係為一種游離態的含硫胺基酸，具有調節細胞滲透壓、降低膽固醇、血糖、血脂作用及調節神經衝動等功能 (Stapleton *et al.*, 1997; Redmond *et al.*, 1998)，乃貓類之必需胺基酸 (Hayes, 1985; Sturman, 1993)，已被認為具有防止疲勞、明目等功效。在養殖泰國蝦與白蝦之核苷酸及其相關化合物中，係以肌苷酸 (IMP) 含量最多 (表三)，IMP 為魚介類鮮味重要來源，與胺基酸 Glutamic acid (味精) 混合會有相乘之呈味效果 (Komata, 1990; Fuke, 1994)。在脂肪酸方面，斑節蝦與草蝦所含之

不飽和脂肪酸所佔比例較飽和脂肪酸高，組成中皆以 C16:0、C16:1、C18:0、C18:1、C20:5 (EPA) 與 C22:6 (DHA) 等之含量較高 (表四) (衛生署, 2002)，與魚類比較，蝦類因脂質含量低，EPA 與 DHA 量相對較低。草蝦、斑節蝦、泰國蝦與白蝦之肉組織中所含之礦物質皆以鉀為最多，其餘依次為磷、鈉、鈣和鐵 (表五) (孫等, 1986)。

## 蝦類產品之品質與衛生安全

### 一、蝦體大小規格與包冰

蝦體大小規格為一重要品質指標，外銷蝦類規格非法定檢驗項目，與化學組成、營養或肉質彈性之良窳亦無絕對必然之關係，但卻是因應消費者之需求不得不然之檢驗項目。大小

表二 蝦類之游離胺基酸 (mg/100 g)

	Grassshrimp <sup>1</sup>	Tiger shrimp <sup>1</sup>	Freshwater shrimp <sup>2</sup>	White shrimp <sup>2</sup>
Phosphoserine	— <sup>a</sup>	-	2	2
Taurine	146	150	73	88
Aspartic acid	-	-	1	3
Threonine	7	13	25	19
Serine	230	133	20	21
Glutamic acid	11	34	10	42
Glutamine	-	-	113	97
Sarcosine	-	-	6	-
α-AAA <sup>b</sup>	-	-	2	3
Proline	188	203	81	435
Glycine	1145	1222	221	412
Alanine	26	43	82	116
Citrulline	-	-	1	3
α-ABA <sup>b</sup>	-	-	2	2
Valine	9	17	20	37
Methionine	19	12	20	16
Isoleucine	6	9	10	22
Leucine	12	13	21	36
Tyrosine	8	20	16	25
Phenylalanine	4	7	6	17
β-Alanine	-	-	7	2
γ-ABA <sup>b</sup>	-	-	2	1
EOHNH <sub>2</sub> <sup>b</sup>	-	-	2	1
Ornithine	-	-	19	16
Lysine	12	52	42	58
Histidine	16	17	36	23
Arginine	922	902	615	283

<sup>a</sup>Not detectable, <sup>b</sup>α-AAA, α-amino adipic acid; α-ABA, α-aminobutyric acid; γ-ABA, γ-aminobutyric acid; EOHNH<sub>2</sub>, Ethanol amine.

資料來源: <sup>1</sup>Konosu and Yamaguchi (1982); <sup>2</sup>本實驗室分析之資料。

表三 蝦類之 ATP 相關化合物 ( $\mu\text{mole/g}$ )

	Freshwater shrimp	White shrimp
ATP <sup>a</sup>	0.11	0.78
ADP	0.86	0.60
AMP	3.24	4.88
IMP	9.94	7.89
Inosine	0.43	2.48
Hypoxanthine	0.74	1.51

ATP, Adenosine triphosphate; ADP, Adenosine diphosphate; AMP, Adenosine monophosphate; IMP, Inosine monophosphate.

資料來源: 本實驗室分析之資料。

表四 蝦類之脂肪酸組成 (%)

	Tiger shrimp	Grass shrimp
14:0	1.7	2.1
16:0	3.3	27.4
16:1	15.0	2.3
18:0	13.0	6.9
18:1	14.2	20.4
18:2	2.3	9.3
18:3	0.4	0.3
18:4	0.6	–
20:0	–	0.2
20:1	1.3	2.6
20:4	10.0	–
20:5	19.1	9.5
22:1	–	3.0
22:6	14.5	15.0

資料來源: 行政院衛生署 (2002)。

表五 蝦類之礦物質 (mg/100 g)

	Na	K	Fe	Ca	P
Grass shrimp <sup>1</sup>	185	333	1.6	79	184
Tiger shrimp <sup>1</sup>	140	450	0.8	50	260
Freshwater prawn <sup>2</sup>	111	244	0.5	52	206
White shrimp <sup>2</sup>	179	212	0.8	70	189

資料來源: <sup>1</sup>孫等 (1986); <sup>2</sup>本實驗室分析之資料。

規格之格外品偏高, 可能與人為因素有關, 如: 人眼因長時間分選蝦類易造成人體疲累而使分級品質降低。冷凍產品加工過程中, 快速冷凍後常施以包冰 (glazing), 所謂包冰即將凍結後的產品 (特別是蝦仁), 浸於冰水或噴冷水, 使魚蝦體外包一層冰後再予以冷凍貯藏, 包冰重量以製品 2~3% 為佳, 目的在防止油脂氧化的發生及避免水分的蒸發, 早期外銷蝦類產品常因包冰過多、淨重不足而遭退貨 (陳, 1981)。至於魚蝦解凍後的淨重, 則可依照中國國家標準 (CNS) 方法加以檢驗測定, 應符合標準之淨重或以上 (蕭, 1997)。

## 二、體表色澤

蝦類死後因酵素如 Tyrosinase 之作用使頭部與足部處易發生黑變 (blackening) 現象 (Haard, 1992b), 影響產品品質甚鉅, 亦為外銷蝦類產品遭退貨之重要原因之一 (陳, 1981)。原料蝦常使用亞硫酸鹽防止蝦體變黑 (邱與江, 1983), 惟須注意二氧化硫之殘留問題, 養殖蝦類以冰藏方式進廠, 一般無需使用亞硫酸鹽。

## 三、品質規格標準與標示規定

品溫不足造成品質低劣或標示不符亦曾為外銷蝦類產品遭退貨之原因 (陳, 1981; 黃與蕭, 2002), 表六為冷凍與冷藏水產品品質規格之標準與標示之規定, 與其他水產製品一樣, 蝦類冷凍產品中心溫度須低於  $-18^{\circ}\text{C}$ 、冷藏品中心溫度須  $0\sim 7^{\circ}\text{C}$ , 產品不得有腐敗、不良變色、異臭、異味、污染或含有異物、寄生蟲, 在包裝方面須符合衛生署公告之「食品器具、容器、包裝衛生標準」, 而標示亦須符合相關規定。

表六 冷凍與冷藏水產品之品質規格標準與標示規定

項 目	標 準
品 溫	冷凍水產品中心溫度須低於 -18 °C；冷藏水產品中心溫度須 0 ~ 7 °C。
官 能 品 質	不得有腐敗、不良變色、異臭、異味、污染或含有異物、寄生蟲。
食 品 添 加 物	使用時應符合衛生署公告之『食品添加物使用範圍及用量標準』的規定。
包 裝	1. 內包裝應完整，且不得使用金屬材料釘封或橡皮圈等物來固定包裝袋封口。包裝破裂時，應立即更換且不得出售。 2. 包裝材料及方法須足以保持該項冷凍食品之品質且符合衛生署公告之『食品器具、容器、包裝衛生標準』。
標 示 項 目	1. 品名。 2. 內容物名稱及重量、容量或數量。 3. 食品添加物名稱。 4. 廠商名稱、電話號碼及地址。 5. 有效日期。 6. 保存方法及條件。

資料來源：行政院農委會 CAS 優良食品品質規格標準與標示規定。

#### 四、衛生安全標準之化學項目

蝦類及其產品之品質首要條件是必須符合我國與進口國國家之食品衛生標準，表七為我國、日本、美國與歐盟水產品衛生標準之化學項目，包括藥物、揮發性鹽基態氮、重金屬(有機汞等)、農藥、CO、組織胺與食品添加物等，就蝦類產品而言，藥物殘留、肉質腐敗(揮發性鹽基態氮)與食品添加物(二氧化硫)為重要衛生標準項目。

我國在食品衛生標準中，對於藥物殘留並沒有明確規範，日本則規定藥物如 Oxytetracycline、Sulfadruugs、Oxolinic acid、Thiamphenicol、Ormethoprin 均不得檢出；美國則規定 Sulfamerazine 不得檢出，Oxytetracycline 須小於 0.2 ppm，Sulfadimethoxine 須小於 0.1 ppm，近年歐盟對水產品藥物殘留之檢驗亦越趨嚴格，因此原料來源之藥物殘留監控甚為重要。早年因加工不當或委外剝殼，導致肉質腐敗或揮發性鹽基態氮量過高，而外銷遭退貨之案例甚多(陳，

1981)，為避免蝦類產品黑變與肉質腐敗，以冷凍熟蝦銷售為一良好方法。

食品添加物用於蝦類產品應符合政府規定之「食品添加物使用範圍及用量標準」(衛生署, 1997)。此外，在食品製造過程中，使用添加物即應依法標示。早期硼砂用於蝦類保鮮非常盛行，惟現已絕跡，常用添加物中，蝦仁在冷凍前常浸泡聚合磷酸鹽以增加光澤與保水性。目前蝦類產品添加物問題以亞硫酸鹽類較須注意，其限量標準在 0.1 g/Kg (SO<sub>2</sub>) 以下。在重金屬方面，日本特別注重有機錫與汞，而美國則就有機汞、砷、鎘、鉻、鉛和鎳作了限量規範。此外，有機氯和農藥業已成為重要之檢驗項目。

#### 五、衛生安全標準之微生物項目

水產品衛生標準微生物檢驗包括總生菌數、大腸桿菌、大腸桿菌群、沙門桿菌、葡萄球菌、肉毒桿菌、李斯特菌、霍亂弧菌、腸炎弧菌與噬肉弧菌等(表八)，其中總生菌數、



大腸桿菌與大腸桿菌群為蝦類產品經常性檢驗項目 (衛生署, 1998), 惟自 2001 年 5 月日本開始針對水產品加強檢驗腸炎弧菌 ( $< 100$  MPN/g)。早期沙門桿菌污染為外銷蝦類產品

遭退貨之重要原因之一 (陳, 1981), 此乃原料蝦剝殼與去砂腸作業以人工為主, 因此常發生肉質腐敗或沙門氏菌污染之品質衛生問題, 蝦仁在冷凍前常以氯水或臭氧水殺菌。

表七 台灣、日本、美國與歐盟之水產品衛生標準 (化學項目)

項 目	中華民國	日 本	美 國	歐 盟
藥物	須符合衛生署「動物用藥殘留標準」之規定	Oxytetracycline, Sulfadruugs, Oxolinic acid, Thiamphenicol, Ormethoprin 均不得檢出	Oxytetracycline 0.2 ppm, Sulfamerazine 不得檢出, Sulfadimethoxine 0.1 ppm	須檢測
有機氯劑	須符合衛生署「殘留農藥安全容許量」之規定。PCB 0.5 ppm (遠洋魚介類); 1.0 ppm (其他魚介類)	DDT 5 ppm, Dieldrin+Aldrin 2 ppm, CNP 須檢測	PCB 2 ppm, DDT 5 ppm, Dieldrin+Aldrin 0.3 ppm, Benzene hexachloride 0.3 ppm, Chlordane 0.3 ppm, Chlordecone 0.4 ppm, Heptachor 0.3 ppm	須檢測
其它農藥	須符合衛生署「殘留農藥安全容許量」之規定	—	Mirex 0.1 ppm, Diquat 0.1 ppm, Fluridone 0.5 ppm, Glyphosate: 魚 0.25 ppm, 軟體 3 ppm, Simazine 12 ppm	須檢測
汞	MeHg 0.5 ppm (一般魚); 2.0 ppm (洄游魚)	Hg 0.4 ppm, MeHg 0.3 ppm; 鮪魚類等魚種除外	MeHg 1.0 ppm	Hg 0.5 or 1.0 ppm
其它重金屬	—	須檢查有機錫 TBTO, TPT	甲殼類: As 76 ppm, Cd 3 ppm, Cr 12 ppm, Pb 1.5 ppm, Ni 70 ppm 雙貝類: As 86 ppm, Cd 4 ppm, Cr 13 ppm, Pb 1.7 ppm, Ni 80 ppm	—
揮發性鹽基態氮 (VBN)	25 mg/100g (冷凍鮮魚); 25 mg/100g (板鯧類製品); 15 mg/100g (生魚片、冷凍調理)	—	—	25 or 30 mg/100g
CO	—	50 $\mu$ g/kg	—	—
組織胺	—	—	50 ppm	100 ppm (魚類) 200 ppm (加工品)
食品添加物	依我國食品添加物使用範圍及用量標準。亞硫酸鹽類 0.1 g/Kg 以下	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 50 ppm (魚香腸), 70 ppm (鯨肉品), SO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 5 ppm (魚卵), H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> 1 ppm	依美國食品添加物使用範圍及用量標準	依歐盟各國食品添加物使用範圍及用量標準

表八 台灣、日本、美國與歐盟之水產品衛生標準(微生物與寄生蟲項目)

項 目	中華民國	日 本	美 國	歐 盟
總細菌數 (CFU/g)	冷凍鮮魚介類 3 百萬，冷凍生食用或即食魚介類 10 萬	冷凍食品 10 萬 (不加熱即可食用)，300 萬 (加熱方可食用)，生食用牡蠣 5 萬，冷凍煮熟章魚 10 萬	進口新鮮或冷凍文蛤、牡蠣和二枚貝 50 萬 (平均或 $\leq 3/5$ )，國產新鮮或冷凍文蛤牡蠣和二枚貝 150 萬 ( $\leq 1/5$ ) 或 50 萬 ( $\leq 2/5$ )	全部製品 10 萬，蟹肉 100 萬，剝肉製品 (蟹肉除外) 50 萬
大腸桿菌	冷凍鮮魚介類 50 MPN/g 以下，生食用或即食魚介類 (-)	乾燥肉製品 (-)，非加熱肉品 ( $< 100/g$ )，加熱肉品 (-)，生食用牡蠣 ( $< 230/100g$ )，加熱食用之冷凍品 (-)	即食水產食品(腸毒型者)，新鮮水產食品具LT或SEE反應者 $10^3$ ETEC/g	$< 10/g$ ( $\leq 2/5$ ) 且 $10^2/g$ ( $< 1/5$ )
糞便型大腸桿菌群	加熱調理食品(-)，冷凍生食用魚介類 (-)，生食用魚介類 (-)，綠藻(-)	鯨魚肉製品、魚肉煉製品(冷凍魚漿除外)、煮熟章魚、冷凍生食用品 (-)	國產新鮮或冷凍文蛤、牡蠣、二枚貝 $330/100g$ ( $\leq 1/5$ ) 或 $230/100g$ ( $\geq 2/5$ )，進口新鮮或冷凍文蛤、牡蠣、二枚貝 $230/100g$ (平均 $\leq 3/5$ )	$10/g$ ( $\leq 2/5$ ) 且 $10^2/g$ ( $\leq 1/5$ )
沙門桿菌	本來規定 (-)，但 87 年取消規定	肉製品 (-)	全部魚類 (-)	全部魚類 (-)
葡萄球菌	本來規定 (-)，但 87 年取消規定	$< 10^3/g$	全部魚類 ( $\leq 10^4/g$ ) 且腸毒素 (-)	$< 10^2/g$ ( $\leq 2/5$ ) 且 $10^3/g$ (1/5)
肉毒桿菌	-	特定加熱食品之枯草菌群 $< 1,000/g$	全部魚類中菌、孢子、毒素 (-)	-
李斯特菌	-	-	即食水產食品 (-)	-
霍亂弧菌	須檢查(商檢局)	-	即食水產食品，毒素型 <i>V. cholerae</i> 01 或 non-01 (-)	-
腸炎弧菌	-	2001 年 5 月加強檢驗 ( $< 100$ MPN/g)	即食水產食品 ( $< 1 \times 10^4/g$ )	-
噬肉弧菌	-	-	即食水產食品 (-)	-
寄生蟲	不得檢出	-	類似我國，但有限量	同美國



表九 品質檢驗與認證制度之區分

	HACCP	ISO 9000	GMP	CAS	海宴
英文全名	Hazard Analysis Critical Control Point	International Organization for Standardization	Good Manufacturing Practice	Chinese Agricultural Standard	—
中文全名	危害分析重要管制點	國際標準品保	良好作業規範	中國農業標準	—
推動單位	標準檢驗局；衛生署	ISO授權單位；標準檢驗局	經濟部工業局	農委會	漁業署
產業對象	食品工業	各種產業	各種產業	國產農漁畜原料為主之加工食品	漁產原料為主之食品
主要目標	強調食品安全，避免消費者發生危害	強調品質能滿足顧客需求	顧客滿意的品質與保障消費者之健康	確保消費者之健康與安全，提高國產農漁畜品之利用與競爭力	確保消費者之健康與安全，提高水產品之利用與競爭力
施行內容	食品產銷過程微生物、物理、化學等危害評估與管控	品質管理與制度要項符合ISO標準	良好產製作業環境規劃與管理、衛生管理與品質管制	良好產製作業管理、衛生管理與品質管制	良好產製作業管理、衛生管理與品質管制
強制或自願	強制性	自願性	半強制性	自願性	自願性
備註	—	—	—	—	即將納入CAS

## 品質檢驗與認證

世界各國尤其是已開發國家對水產品品質、衛生與安全之檢驗日趨嚴格，皆已對水產品施行 HACCP (危害分析重要管制點) 品檢制度，主要針對食品在產製、配送與消費等各階段相關之微生物、物理、化學等危害及其風險的確認評估與其管控方法之系統性管理，若非 HACCP 認證工廠生產之食品則外銷將受到很大限制。歐洲聯盟亦發布指令規定漁產品產銷之衛生條件，非歐盟國家水產工廠 (含工船) 須事先取得歐盟之認可後方能將產品輸入歐

盟各國；而日本亦實施產品責任 (Product Liability ; PL) 法，當製品造成消費者身體或財產受損時，製造商必須負起損害賠償之責任。ISO 9000 是位於瑞士的國際標準組織 (International Organization for Standardization) 於 1987 年 3 月所訂定之品保制度，其目的在提供系列品質標準系統，俾使產業界用於內部的品質管理及對顧客的品質保證。ISO 9000 為可應用於各種產業的品質保證的系統，與 HACCP 應用於食品工業，強調食品安全的品管模式有所不同 (蕭, 1999) (表九)，廠商產品若能取得 ISO 9000 品質認證，就如獲得世界

各國肯定與推崇的品質通行証，對提昇企業形象有很大的助益，而市場競爭力自然增強。

GMP (Good Manufacturing Practice, 良好作業規範) 與 CAS (Chinese Agricultural Standard, 中華農業標準) 為國內食品工業重要之品質認證制度，前者主要由經濟部工業局推動，期透過良好產製作業環境規劃與管理、衛生管理與品質管制等達到顧客滿意的品質目標、保障消費者之健康。CAS 優良食品標誌制度係由農委會推動，針對使用國產農漁畜原料為主之加工食品訂定標準，供食品業申請之認證制度，目的除在確保消費者之健康與安全外，亦可提高國產農漁畜原料之使用率及其加工食品之市場競爭力。「海宴」係漁業署針對漁產原料為主之加工食品所推動之品質認證制度，由於與 CAS 雷同，不久將納入 CAS，在上述五種品質檢驗與認證制度中，除 HACCP 為強迫性外，其餘皆係自願性。以食品工業而言，若將兩種制度結合 (如 ISO 9000/HACCP model)，亦即以 ISO 品保系統為通則，以 HACCP 之規範為專則之模式結合，並不會出現矛盾現象，反而有相輔相成之功效，一個工廠若能同時實施 HACCP 及 ISO 9000 品保制度，則其產品不但能滿足顧客需求，同時更進一步確保了消費者的安全。

## 結 語

由於國民生活水準提高，對漁產品品質要求逐漸嚴格，同時所得增加，消費者已能負擔因保持品質及鮮度所增加之成本，因此藉著保鮮、貯存與加工之改善，減少魚貨損耗，確保內外銷品質，使漁業生產者獲得持續經營之合理價格及消費者能購食品質良好之魚貨，誠為今後重要之課題。而蝦類品質之維持，除了應有效的利用各種保鮮方法外，必須考慮養殖、撈捕、魚市場、加工廠、零售攤販、超市及消費者的衛生作業，方能奏效，也就是從生產到

運銷中的各個階段皆應注意，方可確保蝦貨的品質、衛生及鮮度。

蝦類品質之保持即在利用各種方法，使蝦類死後不再發生任何變化，也就是如何減低蝦肉本身的酵素作用，防止微生物的侵入和繁殖，使其盡量維持接近活蝦的狀態。而所謂的「保鮮三 C」，即 keep it cool (保冷)、keep it covered (包裝)、keep it clean (清潔)，是保鮮非常重要的三個手段 (蕭, 1996)，蝦貨撈捕後，若能立刻加以清潔處理並儘速冷卻、包裝保護，即能有效防止蝦貨鮮度品質之下降。

各種品質認證皆為事前預防勝於事後補救之品管制度，以台灣現有較大加工廠之設施和水準，獲取國際標準認證並不困難，但確保品質維持一定水準則有待努力，而國外尤其來自中國大陸之進口水產品充斥國內市場將可預見，如何管制進口產品之品質及其檢驗標準之訂定亦為今後重要工作。

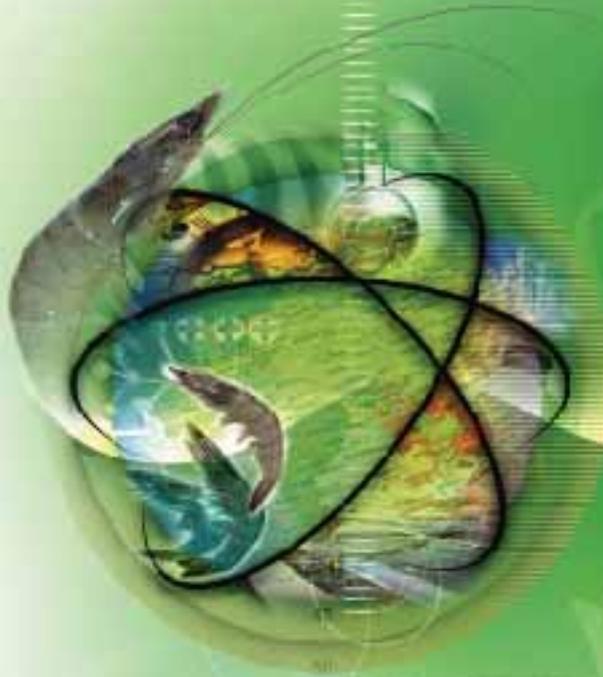
## 參考文獻

- 吳清熊 (1990) 台灣水產加工業現況專輯. 台灣省漁業局, 台北市.
- 邱思魁, 江善宗 (1983) 亞硫酸鹽處理對冷藏及冰藏蝦肉品質之影響. 中國農業化學會誌, 21:52-63.
- 孫寶年, 李國詒, 翁秀珍 (1986) 台灣地區常見食用魚貝類圖說. 行政院衛生署編印, 台北.
- 孫寶年, 翁秀珍 (1994) 台灣地區常見食用魚貝類圖說. 行政院衛生署編印, 台北.
- 陳武雄 (1981) 外銷冷凍蝦類品質改進之探討. 經濟部冷凍蝦外銷出口輔導小組會議報告書.
- 黃書政, 蕭泉源 (2002) 欄柵技術在鮮食類食品保存之應用. 鮮食類食品通路之溫度控管 - GMP 技術參考手冊, 食品工業發展研究所編印, 新竹, 38-44.
- 衛生署 (1997) 食品添加物使用範圍及用量標準. 衛署食字第 86006627 號公告.
- 衛生署 (1998) 冷凍食品類衛生標準. 衛署食字第 87032655 號公告.
- 蕭泉源 (1996) 水產品保鮮處理要領與品質評估簡易方法. 海大漁推, 21: 36-47.
- 蕭泉源 (1997) 冷凍水產食品品質與淨重之判定, 漁業推廣, 133: 18-20.



- 蕭泉源 (1998) HACCP 與 ISO 9000 在水產品方面之應用. 中國水產, 543:3 9-44.
- 蕭泉源 (1999) 水產品貿易之近況與趨勢. 中華民國冷凍食品年鑑 1999 年版, 中華民國冷凍食品發展協會編印, 台北, 104-109.
- Fuke, S. (1994) Taste-active compounds of seafoods with special reference to umami substances. *In* Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality (F. Shahidi and J. R. Botta eds.), Blackie Academic and Professional, Glasgow, UK, 115 pp.
- Haard, N. F. (1992a) Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Res. Intl.*, 25: 289-307.
- Haard, N. F. (1992b) Biochemistry of color and color change in seafoods. *In* Seafood Biochemistry, Composition and Quality (R. Martin, R. Ory and G. Flick eds.), Technomic Publishing Co., Lancaster, CA, U.S.A., 305-361.
- Hayes, K. C. (1985) Taurine requirement in primates. *J. Nutr.*, 43: 65-70.
- Komata, Y. (1990) Umami taste of seafood. *Food Rev. Intl.*, 6: 457-487.
- Konosu, S. and K. Yamaguchi (1982) The flavor components in fish and shellfish. *In* Chemistry & Biochemistry of Marine Food Products (R. E. Martin, G. J. Flick and D. R. Ward eds.), AVI Publishing Co., Westport, CT., U.S.A., 367-404.
- Mohr, V. (1986) Control of nutritional and sensor quality of cultured fish. *In* Seafood Quality Determination (D. E. Kramer and J. Liston eds.), Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 487-496.
- Redmond, H. P., P. P. Stapleton, P. Neary and D. J. Bouchier-Hayes (1998) Immunonutrition: The role of taurine. *Nutr.*, 14: 599-604.
- Sawyer, F.M., A.V. Cardello and V. A. Prell (1988) Consumer evaluation of the sensory properties of fish. *J. Food Sci.*, 53: 12-17.
- Stansby, M. E. (1963) Industrial Fishery Technology. Reinhold Publishing, New York.
- Stapleton, P. P., R. P. Charles, H. P. Redmond and D. J. Bouchier-Hayes (1997) Taurine and human nutrition. *Clin. Nutr.*, 16: 103-108.
- Sturman, J. A. (1993) Taurine in development. *Physiol. Rev.*, 73: 119-147.

白蝦養殖產業發展與技術創新 = Development and  
innovation of white shrimp aquaculture / 蘇茂森, 陳  
世欽主編.- - 基隆市: 農委會水試所, 民94  
面: 公分.- -(水產試驗所特刊: 第6號)  
ISBN 986-00-0887-6 (平裝)  
1. 蝦 - 養殖 - 論文, 講詞等  
437.86107 94006506



Development and Innovation  
of White Shrimp Aquaculture

## 白蝦養殖產業發展與技術創新

### Development and Innovation of White Shrimp Aquaculture

發行所: 行政院農業委員會水產試驗所

發行人: 蘇偉成

主編: 蘇茂森、陳世欽

編輯委員: 李定安、吳純衡、林俊辰、林明男、林金榮  
陳文義、陳紫嫻、劉燈城、劉富光、蔡萬生

執行編輯: 吳美錚

地址: 基隆市202和一路199號

電話: (02)2462-2101

傳真: (02)2462-4627

網址: <http://www.tfrin.gov.tw>

印刷: 紙本館企業有限公司

定價: 新台幣250元

版次: 初版

出版日期: 2005年5月

#### 展售處

三民書局重南店	台北市重慶南路一段61號	(02) 2361-7511
三民書局復北店	台北市復興北路386號	(02) 2500-6600
國家書坊台視總店	台北市八德路三段10號	(02) 2578-1515
五南化文廣場	台中市中山路6號	(04) 2226-0330
新進圖書廣場	彰化市光復路177號	(04) 725-2792
青年書局	高雄市青年一路141號3樓	(07) 332-4910

GPN 1009401029

ISBN 986-00-0887-6



Development and Innovation  
of White Shrimp Aquaculture

ISBN 984-00-0000-6

0 0 3 5 0

9 789840 000006