

吳郭魚 168



Tilapia
168



吳郭魚168



Tilapia
168

行政院農業委員會水產試驗所
Fisheries Research Institute, COA

November 2008

序

吳郭魚屬於慈鯛科(Cichlidae)，原產於非洲，全世界共有100多種。1946年，吳振輝及郭啟彰兩位先生自新加坡引進俗稱「南洋鯽仔」、「黑鯽仔」的莫三比克種吳郭魚，為台灣養殖吳郭魚的鼻祖。50－60年代，利用大型灌溉池埤與鯉科魚類如草、鰱魚等混養，年產量開始逐年提升。之後，本所淡水繁養殖研究中心(當時的鹿港分所)有鑑於品種改良的重要性，利用陸續由國外引進的七個品種，除了審慎進行種原的保存工作外，也建立了鑑定與選別技術，進一步執行選種與雜交育種的試驗研究。1969年，本所育成體型大、成長快的雜交品系，俗稱福壽魚，經推廣後，奠定了台灣吳郭魚養殖的基礎。1975年，本所雜交育成單雄性吳郭魚，促使台灣吳郭魚養殖產業邁向商業化經營。1968年至1986年期間，本所同時進行紅色吳郭魚選育工作，紅色魚苗的產出率由初期的30%改良到100%，而體色也由開始時之多數大黑斑逐步改進到只有少數小黑點的紅色系，成功的育成紅色吳郭魚，並推廣至民間養殖。

2007年吳郭魚之產量達7.6萬公噸，居台灣十大養殖魚種之首。有鑑於台灣吳郭魚產業的重要性，行政院農業委員會在2004年即選定優質化的吳郭魚為四大旗艦農產品之一，並以“台灣鯛”之名積極拓展外銷。本所則於2006年興建完成淡水繁養殖研究中心水產種原庫，有效落實與推動吳郭魚的選種、育種及保種工作。近幾年來，已成功的改良與選育出純紅色吳郭魚以及成長率比坊間養殖者約快3成的新品系，相信無論對外銷市場的開拓、生產成本的降低或產業國際競爭力的提升都有正面的助益。

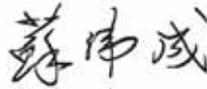


吳郭魚168

吳郭魚被稱為「21世紀之魚」，其肉質鮮美、無細骨，係鱒、鮭、鱈魚等“白肉魚”的最佳替代品，目前全世界約有85個國家地區在養殖，是屬於國際級的重要魚種。本所鑑於此，特別邀請專精於水產食譜開發的前高雄市龍華國小教務主任蘇甘棠先生，為台灣鯛量身訂作色、香、味俱全的創意食譜，並配合本所淡水繁養殖研究中心與水產加工組同仁針對吳郭魚的養殖、選種、育種及保種、加工與利用以及營養成分與機能特性等主題分別撰寫相關章節，希望能讓國民及消費大眾對過去的吳郭魚、現在的台灣鯛有更深一層的認識，進而有助於其消費市場的拓展以及相關產業的永續經營。

最後，本書能夠順利付梓，得力於所有參與工作人員的辛勞與付出，特別在此敬表謝忱。

行政院農業委員會水產試驗所

所長  謹誌

中華民國九十七年十一月





目次

壹 前言	劉富光	1
貳 養殖技術	劉富光	3
一、養殖品系及其形態		3
二、魚苗繁殖		7
三、成魚養殖		9
四、未來展望		14
參 選種、育種與保種	張湧泉、陳榮華、劉富光	17
一、選種與品種鑑定		17
二、雜交育種		20
三、保種原則		23
肆 加工與利用	陳榮華、蔡慧君	25
一、加工產品種類及流程		25
二、結語		32
伍 營養成分與機能特性	高淑雲、吳純衡	33
一、營養成分		33
二、吳郭魚肉之機能性評估		35
陸 創意食譜	蘇甘棠	39
索引		122

Tilapia



壹 前言

劉富光

吳郭魚 (Tilapia) 原產自非洲，係屬於慈鯛科 (Cichlidae) 之熱帶魚類，全世界共有 100 多種，其中可以當做養殖對象的約有 20 種。吳郭魚外觀酷似海水鯛類，此外，吳郭魚屬於口孵魚類 (mouth breeder)，大多數吳郭魚的母魚會將受精卵含在口中，並不斷的吸水使口中的卵保持滾動以獲得充足的氧氣，如此卵才得以正常孵育 (圖 1-1)。大約在 10-14 天左右可孵出仔魚，由於孵出的仔魚在 1 週內的游泳能力很差，所以當仔魚在母魚附近泳動時，如果遇到驚擾，母魚會將之吸入口中予以保護，直至幼苗具有健全的游泳能力為止 (圖 1-2)。這段長達約 3 週的時間，母魚是無法攝餌覓食的，由此可見其母愛“慈性”光輝的偉大，因此，將它歸屬於慈鯛科，實在當之無愧 (劉，1982)。由於吳郭魚對病害的抵抗力及環境的適應力很強，又屬於雜食性，所以很容易飼養。加以，吳郭魚成長快速，肉質嫩且無暗刺 (細骨)，較能被一般消費者所接受。因此，吳郭魚不但是目前台灣主要淡水養殖魚類之一，也是世界性的重要養殖魚種，目前約有 85 個國家地區從事養殖，在提供全人類動物性蛋白質的舞台上，扮演著舉足輕重的角色。



圖 1-1 口中孵卵的吳郭魚母魚



圖 1-2 帶卵黃囊且泳動力弱的吳郭魚苗



吳郭魚在台灣的養殖歷史悠久，至今（2008 年）已超過 60 年，就產業規模而言，是最大的單一養殖魚種。1946 年引進莫三比克種吳郭魚，初期產量小，1950 年省政府農林廳開始推廣稻田養殖，吳郭魚遂成為當時貧困農村的重要動物性蛋白質來源，其後利用北部大型灌溉埤塘和鱧、鱖、鯉及鯽等淡水魚類混養，形成極具效率的立體式養殖，產量因之大為提升。1963 年後再陸續引進 6 種吳郭魚，水產試驗所利用這些種原進行雜交育種試驗，先後培育出成長快、體型大、單雄性及較能耐寒的新品系，推廣漁民養殖。吳郭魚養殖技術也在政府輔導下，養殖型態由低密度粗放養殖改進到高密度集約養殖，其投飼技術也由單味飼料（即飼料原料）人工投餌方式改進到配合飼料機械化自動投飼方式，使產量大幅提高。2001—2007 年的年產量與產值分別維持在 7.3—8.5 萬公噸與新台幣 23—29 億元（圖 1-3）。2007 年的產量為 7.6 萬公噸，產值高達新台幣 26 億元，分別佔台灣全部養殖魚類的 23.7%和 7.9%，居台灣十大養殖魚種之首，其重要性由此可見一斑。主要產地依序為台南縣、嘉義縣及雲林縣，分別佔全台灣的 32%、30%及 17%。而隨著繁養殖技術改進，除魚體大型化，魚肉品質也大幅提昇，優質吳郭魚不僅深得國內消費者青睞，也成為我國很重要的外銷水產品之一。

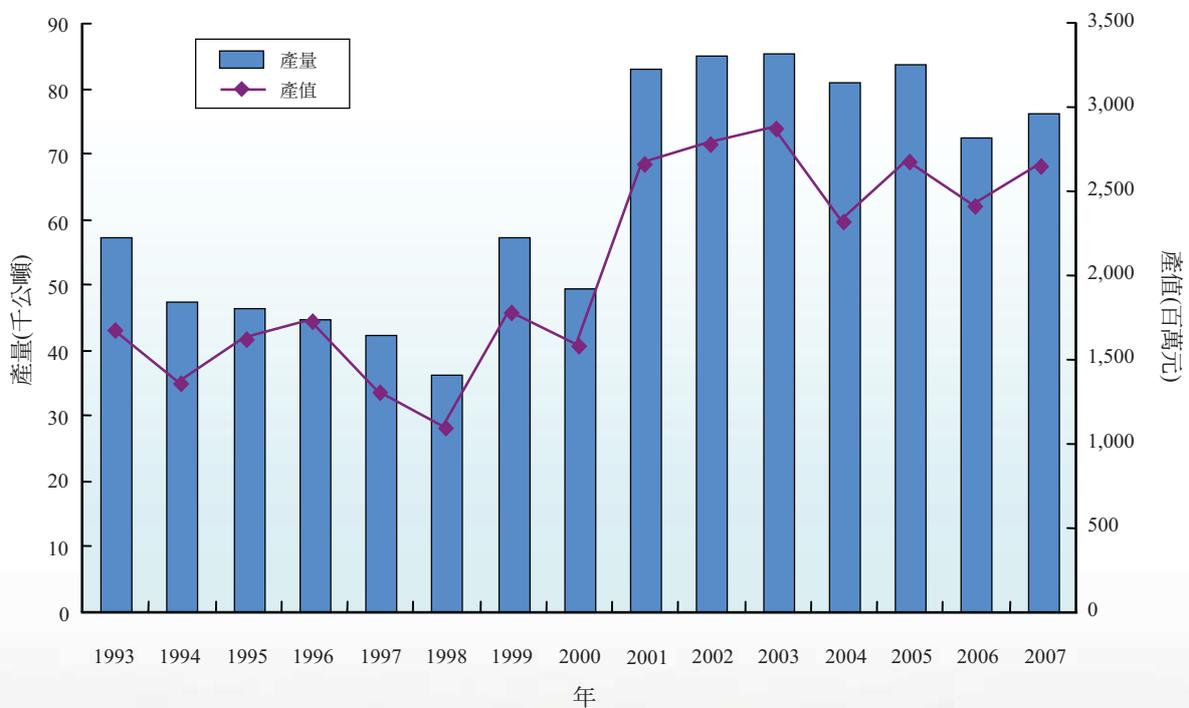


圖 1-3 1993-2007 年吳郭魚之年產值與產量



貳 養殖技術

一、養殖品系及其形態

台灣本土早期並沒有吳郭魚分布的紀錄，直到 1946 年起才先後自國外引進 7 種吳郭魚 (表 2-1)，加上雜交育成的紅色吳郭魚、福壽魚以及單性魚等，品系繁多。

表 2-1 台灣各種吳郭魚引進的情形

魚種	學名	引進年代	引進國家
莫三比克吳郭魚	<i>Oreochromis mossambicus</i>	1946	新加坡
莫三比克吳郭魚	<i>O. mossambicus</i>	1980	南非
吉利吳郭魚	<i>Tilapia zillii</i>	1963	南非
尼羅吳郭魚	<i>O. niloticus</i>	1966	日本
尼羅吳郭魚	<i>O. niloticus</i>	2002	泰國
歐利亞吳郭魚	<i>O. aureus</i>	1974	以色列
賀諾奴吳郭魚	<i>O. hornorum</i>	1981	哥斯大黎加
黑邊吳郭魚	<i>T. rendalli</i>	1981	南非
斯皮路勒吳郭魚	<i>O. spilurus</i>	1981	沙烏地阿拉伯

(一) 莫三比克吳郭魚 (*Oreochromis mossambicus*)

此種乃係 1946 年由吳振輝、郭啟彰兩氏自新加坡引進，原稱南洋鰱，後來為紀念二位先生引進之功，特取兩氏之姓而命名為吳郭魚。

因係台灣最早引進之吳郭魚，所以又稱之為在來種亦稱土種吳郭魚。此種之形態為體延長而側扁、成魚頭部之背部外廓呈凹形，雄魚尤為顯著，唇發育良好，體呈暗棕色，繁殖期之體色呈黑色，背鰭外緣有紅色鑲邊，尾鰭亦有寬廣之紅色鑲邊，喉胸部暗黃褐色，腹鰭呈黑色，腹部暗棕色 (圖 2-1)。莫三比克吳郭魚繁殖力強，但因早熟 (日齡 100 天的魚即可成熟)，而致成魚體型小，不耐寒 (水溫 12°C 即有凍斃之虞)，體色較黑，經濟效益低。1980 年另由南非引進之莫三比克吳郭魚，形態與前者差異不大，因本種能耐較高鹽度，係目前吳郭魚鹹水養殖的對象種。



圖 2-1 莫三比克吳郭魚

(二) 吉利吳郭魚 (*Tilapia zillii*)

1963 年自非洲引進，體呈棕色而帶彩虹狀，口唇淺黃色，背、臀鰭及尾鰭為棕色而有黃斑，在背鰭及尾鰭常有細橘紅色邊緣，繁殖期之種魚呈鮮豔之彩虹色，並在頭部有孔雀之斑點，且常有一淺綠色線條由下顎至鰓蓋後緣，卵巢為綠色。此種雖較耐寒 (10°C)，但嗜食動物性浮游生物且鬥性強，肉質差，其



成長遲緩又會影響其他混養魚類之生長，因此不適合推廣養殖（圖 2-2）。

(三) 尼羅吳郭魚 (*Oreochromis niloticus*)

1966 年自日本引進，為吳郭魚類中體型最大的一種，體色黃棕色，體側有橫條紋，頭部、背部外廓略呈凹形，口小、唇發育良好，眼呈紅色，喉胸部呈淺黃褐色亦有淡紅褐色者，背鰭及臀鰭之軟條有許多褐色條紋，尾鰭上有十條左右之黑色條紋。此種雌雄體型差異小，體色較淡，肥滿度高，呈橢圓型，橫斑清晰，商品價值高，普受消費者喜愛（圖 2-3）。此外，雌雄性比很相近且耐寒、屬雜食性、成長快速、體型大，與歐利亞吳郭魚、賀諾奴吳郭魚雜交可育成單雄性魚苗。2002 年，為了品種改良的需要，另自泰國引進一批。

(四) 歐利亞吳郭魚 (*Oreochromis aureus*)

1974 年自以色列引進，體色呈暗棕，雄魚在成熟期則背部呈深紫色，下唇為白色，鰓蓋有暗紫斑，吻至眼間呈淺藍色，體側之橫斑較尼羅吳郭魚不明顯，又尾鰭之基部有銀白色之點狀線條分布，尾鰭之條紋亦呈點狀併合（圖 2-4）。成長後雄雌體型差異大（雄大於雌），不但對低溫較耐寒且能生存於半淡鹹水中、屬雜食性、繁殖力強，與雄性賀諾奴吳郭魚或與雌性尼羅吳郭魚雜交可育成單雄性魚苗。

(五) 賀諾奴吳郭魚 (*Oreochromis hornorum*)

1981 年自哥斯大黎加引進，體型與在來種吳郭魚相同，惟口唇之發育則較為良好，成熟期雄魚體呈黑色，體側與尾鰭全無橫斑與黑色斑紋，背鰭與尾鰭都有紅色之鑲邊，雌魚體色較淡無明顯橫斑及尾鰭之黑色斑紋，惟腹部呈淺黃色（圖 2-5）。賀諾奴吳郭魚繁殖力



圖 2-2 吉利吳郭魚



圖 2-3 尼羅吳郭魚



圖 2-4 歐利亞吳郭魚



圖 2-5 賀諾奴吳郭魚



與在來種吳郭魚一樣強，因早熟而致成魚體型小，不耐寒且成長速度緩慢，但與雌性在來種、尼羅種、歐利亞種等吳郭魚雜交皆可生產雄性魚苗。

(六) 黑邊吳郭魚 (*Tilapia rendalli*)

1981年自南非引進，經初步試驗結果，此種魚與吉利吳郭魚生態習性相似，成長慢且體型不大，因此，不適合推廣(圖 2-6)。

(七) 斯皮路勒吳郭魚 (*Oreochromis spilurus*)

1981年自沙烏地阿拉伯引進。體色偏深綠，吻比較長，體側有橫斑，背鰭軟條部及尾鰭有斑點，比莫三比克吳郭魚大型，雜食性，對鹽度忍受性高，適合海水養殖(圖 2-7)(賴與劉，1993)。

除上述 7 個品種外，這些年來在水產試驗所研究人員的努力下，陸續雜交育成下列三種品系且均已推廣至民間養殖。

(八) 福壽魚 (*O. mossambicus* × *O. niloticus*)

1969年研究人員以雄性尼羅吳郭魚與雌性莫三比克吳郭魚雜交育成之子代稱為正雜交吳郭魚，已故鄧火土所長將之命名為福壽魚(圖 2-8)。雜交吳郭魚的形態、習性與親代尼羅吳郭魚極相似，此品系養殖 4 個月後，成長速度比親魚快約 120% 以上，且有成長快、體型大之優點，經過推廣後，普遍受到業者的青睞，促使台灣吳郭魚養殖的蓬勃發展(郭，1970、1973)。

(九) 單雄性吳郭魚 (*O. niloticus* × *O. aureus*)

由於吳郭魚養殖有早熟及多產二大缺失。即由仔魚至成熟約僅 105–120 天，而且每尾母魚每年平均可生產 4–7 次，每次產卵 500–1,500 粒，因而造成養殖 1 年的魚池便發生多代同堂、魚群密布而破壞魚池環境的情形，又加上搶食飼料的結果，導致收成時約有 70% 的魚未達上市體型，不但大大影響養殖收益，也間接增加養殖成本(李，1979；劉與劉，1982)。另由於雌魚攝取的營養大都用來孕卵且孵化期間又不攝食，因之雄魚比雌魚成長快約 1 倍、體型大約 2/3 以上。因此，單雄性養殖便成為吳郭魚養殖的發展重心。1975 年以雄性歐利亞吳郭魚與雌性尼羅吳郭魚雜交育成之子代全為雄性魚苗，稱為單雄性吳郭魚(圖 2-9)(余，1978)。嗣因民間業者之尼羅吳郭魚可能純度有問題，僅少部分種魚能產生全單雄性魚。在單雄性吳郭魚未能大量繁殖推廣前，為根除雌魚產卵之困擾，乃利用生殖突起(泄殖孔)之差異而以人工挑選雄魚，而達到單雄性養殖目的。所幸，水產試驗所淡水繁養殖研究中心多年來對引種、保種及育種的努力，已有多種純度高且可生產 100% 全雄性子代的品系(陳等，2008)。

(十) 紅色吳郭魚 (*Oreochromis* spp.)

紅色吳郭魚泛指體色為紅色、桃紅色、橘紅色、褐色、黃色、金色及白色等的突變吳郭魚。全世界紅色吳郭魚品系，有些屬突變品系，有些則是突變種與原生種吳郭魚的雜交品系。1968 年，台灣南部地區發現桃紅色的莫三比克吳郭魚突變種，水產試驗所研究人員乃進行育種雜交研究，得到的雜交種稱為台灣紅色吳郭魚。最初生產的子代中，黑色苗約佔 70%，另外紅色系但有黑斑分布的魚苗約佔 30%(圖 2-10)(郭與蔡，1984、1989)。近年

來，淡水繁養殖研究中心不斷地進行吳郭魚自交、雜交及回交等育種改良，目前已成功地培育出鮮豔紅色且無黑斑或黑點的純紅吳郭魚（圖 2-11）（張與陳，2005；張等，2008）。由於紅色吳郭魚的色澤近似赤鯨等海水鯛魚，且腹腔膜透明潔白與一般吳郭魚黑色的觀感絕然不同，這二個特徵使紅色吳郭魚有著高級海鮮的意含，因此，受到日本人士的喜愛而行情看漲。



圖 2-6 黑邊吳郭魚



圖 2-7 斯皮路勒吳郭魚



圖 2-8 福壽魚



圖 2-9 單雄性吳郭魚



圖 2-10 帶黑斑之紅色吳郭魚



圖 2-11 純紅之紅色吳郭魚



二、魚苗繁殖

吳郭魚適溫範圍為 20–30℃，水溫在 20℃ 以上才有產卵活動，因此台灣吳郭魚產卵期約在 3–11 月，盛期為 4–9 月，其魚苗繁殖過程如下：

(一) 繁殖池

繁殖池面積通常在 0.1–1 公頃為宜，在繁殖前 1 個月，一般在每年的 2 月初，即行排乾池水、毒殺雜魚、撒布石灰、曝曬池土至乾裂狀，再行注水 10–20 cm 並投放雞糞，每坪約投放雞糞 0.5–1 kg，任其乾涸。如時間許可，則施肥、注水、曬乾等工作可重覆 2–3 次，種魚放養前 1 星期即行注水 30 cm，視水中之動植物浮游生物開始大量繁殖時，才再注入地下水使水深保持在 40–60 cm 左右，即可放養種魚。繁殖期間水深不可超過 1 m 以上，否則會影響種魚產卵且會因操作不便而影響魚苗捕獲率。

(二) 種魚放養

水溫 20℃ 以上時即可撈捕種魚，選取肥滿度高、體型大、體色鮮豔、品種純度高之雌雄種魚，按 3 : 1 雌雄比率放養，每公頃最適放養量為 12,000–20,000 尾左右（雄性種魚 3,000–5,000 尾，雌性種魚 9,000–15,000 尾），捕撈種魚時，水溫不可低於 20℃ 以下，否則種魚因捕撈、運搬所受之外傷易感染水生菌而導致死亡。放養前 1 天就需注水以穩定水質，而放養時間應在上午 11 點以前完成，以防午後高水溫對魚的傷害更為嚴重。

(三) 仔魚捕撈

種魚放養 2–3 星期後，如產卵環境適宜，早晨即可在池岸邊發現仔魚群游於水面，此時可由 2 人下池網捕或單人用手抄網在岸邊捕撈亦可。捕獲之仔魚如暫貯水桶內，因容積有限且水質易惡化而發生缺氧。故改採用鐵架外加尼龍細網，再用塑膠管框在鐵架外，使鐵架半浮於水面上並將鐵框以繩索繫於捕撈者身上，如此，魚苗框就可隨著捕撈者移動，在作業上更為方便。此外，這種方法不但裝貯量多且水質不會變壞或缺氧，仔魚更不會因過度擁擠受傷而導致大量死亡之情事發生（圖 2-12）。



圖 2-12 捕撈吳郭魚仔魚



(四) 仔魚培育

仔魚養成池不宜太大，通常以 0.1—0.5 公頃為宜，如養殖池面積太大，一次放養量無法於短期內捕獲，況且管理、投飼、捕獲出售等工作均極不便。養成池水深以 40—60 cm 為宜，但池岸邊則需保持 20 cm 以上之水位，防止水鳥捕食仔魚。一般而言，仔魚育成率高低與作水良否關係甚為密切，因仔魚口小，游動力弱且其消化器官及消化酵素均較成魚為差，故直接以投餵飼料極易造成意外損失。因此，仔魚完全要靠作水來養成。至於作水的方法，請參閱前面繁殖池乙節。養殖池水色應保持淺綠色，養殖期間每天必須注意水色變化，倘若水色呈黃褐色或紅褐色則表示動物浮游生物太多，容易因缺氧而泛池。水色濃綠時，則表示植物性浮游生物含量過高，其 pH 值呈鹼性，仔魚會受影響。故水色不佳時必須更換池水，惟池水更換太勤，則池水透明度高，池底容易產生青苔（絲藻），影響仔魚活動甚而將之縛死。仔魚養成期間除注意水色、水質外，並須每天酌投人工飼料，其投飼量多少，則依水色、魚苗成長情形而定，但以少量多餐為原則，每天最少應潑洒飼料 2—3 次為宜。放養量則依魚苗養成大小而定，通常欲養成體長 2 cm 左右之吳郭魚苗，則每 0.1 公頃約可放 0.8—1 cm 左右仔魚 7—10 萬尾，養殖 3—4 星期即可達到放養體型（圖 2-13）。

(五) 魚苗捕獲及運搬

魚苗係以高密度養殖方式養成，因此捕獲前 1 日應停止投飼，並在早上進行分區圍捕，以避免魚苗過度擁擠造成體表受傷而死。如長途搬運者，必須在 1 星期前，每隔 2—3 日以網片圍捕仔魚再放回原池，如此操練後，可促使魚苗耐於長途搬運。捕獲之魚苗應在水泥池蓄養，如蓄養超過 3 天以上時，必須酌予投飼人工飼料，藉而補充體力以便長途搬運。魚苗包裝時，可在水中添加少許表列合法的磺胺劑、呋喃劑或抗生素以預防魚體擦傷而感染細菌。如水溫超過 25°C 以上時，最好能在魚苗袋內添加少許冰塊，惟冰塊必須用塑膠袋裝妥，以防止直接凍傷魚苗且可延長冰塊融解時間，藉而降低水溫減緩魚體代謝，不但可保持水質清潔，更可節省氧氣之消耗及魚體擦傷，降低運搬途中的死亡率（圖 2-14）。



圖 2-13 吳郭魚仔魚蓄養網



圖 2-14 魚苗搬運前之包裝



三、成魚養殖

目前吳郭魚養殖分為魚苗直接養成及魚苗養至中型魚再行分養並以人工選取雄魚養成等二種方式，其養殖方法可分半集約式養殖、集約式養殖及箱網養殖等。

(一) 魚苗放養

同批魚苗群中可分大、中、小型苗等三種，如以成長率、換肉率及雄性所佔百分比等來比較，均以大型苗為優，中型苗次之，小型苗最差且雌性所佔比率亦最高。在經濟觀點上，養殖大型苗、中型苗較為有利可圖，而小型苗則必需淘汰。至於放養量，則須視養殖型態及注水量而定，通常止水式混合養殖，每坪放養量不超過 7 尾，倘若每日能更換池水 1 次，也就是 1 日 1 次循環水時，則每坪放養量可達 50 尾。

(二) 飼料

一般魚苗雖採用天然餌料，然而天然餌料數量雖多，但僅能供仔魚短期飼養之用，且對於中型苗以上之個體僅能供作點心而已，無法達到飽食狀態，所以必須投予人工飼料，始能在短期內育成上市體型出售。另人工飼料對池魚的增肉係數，則又以動物蛋白質較植物蛋白質為高，況且飼料費用在養殖成本上所佔比例高達 40—60%，為使人工飼料能完全供池魚索食利用並減少養殖成本支出，其投飼技術必需按照“四定”的原則，即在每日固定時間、地點投予同質且適量之飼料，則魚苗不但可在短時間內達到馴餌的目的，而且可以提高餌料效率，促進成長進而確保魚苗品質。

(三) 養殖管理

吳郭魚雖然對惡劣環境之適應力特別強，但水中含氮量超過 1 ppm 以上時，會使魚體血液中含氧量降低七分之一。又水中含有 1 ppm 硫化氫時，則會導致池魚死亡。一般溶氧需保持 5—6 ppm，低於 3 ppm 時應及時灌注新水或開動水車，以防浮頭。水中 pH 值以維持 7—8.5 為宜。養殖水溫超過 38℃ 吳郭魚會因黏液分泌過多致死，而水溫在 10℃ 以下，又會因凍傷而感染黴菌致死。鑑於養殖管理之重要，茲分別就不同養殖方式，介紹其池塘管理方法如下。

1. 止水式半集約養殖

利用大型貯水池或農田灌溉用池埤養殖，需視池魚成長情形酌予投餵人工補助飼料，此種養殖方式在仔魚養成期間，因魚體小所佔魚池面積不大，且攝餌後之排泄量少，池底有機質沈積亦少，水質尚能保持穩定狀態。但養殖 2—3 個月以後，池魚因長大，排泄量增加，如再有殘餌淤積則池底有機質極易腐敗，消耗水中溶氧且產生硫化氫、一氧化碳、氨等有害物質，結果使得池魚索餌率降低，易發生病害，甚而引起泛池。為防止意外損失，其放養量不可過高，每公頃以 15,000 尾為宜。投餌不可過量以防止池魚過度飽食及殘餌污染池底。當白天水溫高時應開動水車，使池水呈流動狀態以促進池魚消化及加速池底有機質分解，晚上亦應整晚開動水車藉以增加溶氧防止泛池發生。如中間測定發現有上市體型者，即行間捕出售，其未達上市體型者則必須實施分養，以降低池中收容量並促使池魚繼續成長。在水源不足的魚池，除利用循環水外，並應勤於分養、清池、曬池，如此不但可



促進池魚成長且可改善水質與底質。

台灣北部桃園地區大多利用灌溉池埤以半集約方式養殖吳郭魚，茲以具有多年養殖經驗且卓然有成的葉姓業者其所經營面積 22 公頃的最大一口池塘為範例來作說明，通常在每年 4 月起放養體型 60–150 g 之小魚每公頃約 30000 尾，並酌量放養鱧、草及鯉魚做為控制水質生態之用（表 2-2）。養殖期間注意管控水質、定期施用合法藥物以預防池魚罹病，同時，以自動投餌機投餵適量優質人工飼料（圖 2-15）。養殖 6–10 個月，其間進行多次間捕體型達 800–1,500 g 以上者，每公頃總收成量約在 20–30 公噸之間。

表 2-2 吳郭魚大型灌溉池埤養殖範例 (單位：公頃)

放養魚種	放 養		收 成		
	體型	尾數	體型(kg)	尾數	產量(kg)
吳郭魚	150 g	30,000	0.6	9,900	5,900
			1.2	19,800	23,760
大頭鱧	10-15 cm	600	4.0	590	2,360
草 魚	10-15 cm	1,000	3.0	990	2,970
青 魚	1,000 g	400	4.0	390	1,560
鯉 魚	5 cm	1,500	1.2	1,420	1,700



圖 2-15 池埤養殖及自動投餌裝置



2. 集約式養殖

集約式養殖就是在小面積內放養多數魚類並投予人工飼料，以期在短時間內收成出售。由於無法利用有機肥培育浮游生物來養魚，所以必須完全利用人工飼料來飼育池魚成長。在池魚多、排泄多的情況下，池底的殘積物與池水之懸浮物質亦相對提高，所以在魚池興建時，必須將池底建成漏斗型而在池底排水，另注水口必須與池壁成 15 度角，分成四面注水使池水成旋轉狀態，不但可使池魚有逆流機會藉而促進消化，增加食慾外，更可使殘積物集中於池底排水口由溢水管自動溢出池外。養殖用水之水源如係使用地下水則必須經過曝氣，否則在大量注水情況下，易因地下水含有其他不利養魚之鐵、鈣質等過量存積，而導致池魚發生病變死亡。因此如能將溢出之水再度引入淨化池，經沈澱、過濾、曝氣後再行混合地下水使用，不但可節省電力、水源且池水有適量之老水，水質較穩定而有利於池魚成長 (圖 2-16)。

目前台灣集約式吳郭魚養殖可分為下列三個階段：(1)仔魚培育：由每尾 0.1 g 養殖 1 個月到每尾 1.0 g。(2)魚苗培養：由每尾 1 g 養殖 1 個月到達每尾 20 g。(3)養成：繼續養殖 4 個月由每尾 20 g 養至 600 g 上市出售。放養密度以每尾 20 g 為例，平均每公頃養 40,000 尾 (劉，1995)。



圖 2-16 集約式養殖



3. 箱網養殖

箱網養殖係在水庫或大型貯水池內，選擇風平浪靜，水流良好之處，設置箱網放養魚類養成之。箱網養魚面積雖有限，但其四周水域廣泛，不但水質清淨、溶氧充足、且無殘餌、底泥、廢水等污染現象發生，故育成之魚類不但品質佳且無臭土味，較受消費者喜愛。此外，利用箱網養殖，母魚所產的卵，會由網孔沉到池底，母魚無法含入口中孵化，因此，可以避免魚池因多產而造成魚群密布的現象而提升養殖效益。惟養成時必須完全依靠人工飼料投予，始能促進魚類之成長。因箱網四周及底部全用尼龍網編製，為防止飼料散失，其投予方式，必須以少量多次為原則，每日最少須投飼 3—4 次以上，又養殖 1 個月以後，箱網會長青苔阻緩水流暢通，此時必須加以清洗或換網，或是放養專吃青苔之魚類（鞭尾鼠）。如在箱網內水面上安裝同一方向噴水管（噴氣管）4 支於四面網框上，噴水或噴氣時可使網內水面呈旋轉狀態則可將網內水擠向網外，同時青苔會向網外生長而不致影響網內外水流之暢通，池魚排泄物亦會很快地被沖出網外，棲息網內之魚類更因水面旋轉所產生之流速，而促進食慾並加速消化，其成長自然良好。此現象尤以高水溫期益加顯著。以規格 100 m³ 的箱網為例，可放養 10,000 尾，飼養 5 個月即可達上市體型每尾 500 g 以上，其收成量約 5 公噸。如果 1 年養成 2 次，則年收成量可達 10 公噸（圖 2-17）（Liao and Chen, 1983）。



圖 2-17 箱網養殖



(四) 病害防控

為了順應食品衛生安全及可溯性生產模式的世界潮流，當前政府乃積極推動優良水產養殖場、產銷履歷以及 HACCP 等認證規範。為了符合上述規範，優良養殖場必需具備良好的養殖環境、妥善的養殖管理、正確的使用飼料與合法藥物等條件。由於預防勝於治療的觀念對於養殖魚類更為貼切，因此，前述的條件，便成為達成病害防控的不二法門。

話雖如此，仍然難免有偶發性魚病事件，如一但發生，則一方面應就近洽當地縣市政府動植物防疫所協助處理；另一方面如發現病、死魚，應予立即清除，否則會成為病害的傳染媒介。此外，池底是病原體的溫床，也應徹底做好消毒殺菌工作，以免傳播散布病原體。一般較常見的吳郭魚立克次氏體、鏈球菌及葡萄球菌所引發的病症，大都與魚池環境有關，因此，維持良好的養殖環境對病害防控而言尤其重要。

(五) 間捕出售

吳郭魚國內的上市體型為 500–600 g 以上，而國外市場則要求 1,000 g 以上的較大體型，因此放養後必須勤於分養，並盡量以相同體型同池養殖為宜。大型魚養成時，放養量應酌予降低，否則在固定單位面積產量的情況下，將會因放養量過多而限制池魚成長。另外，在達到上市體型之成魚應儘可能間捕出售，如此不但可降低池塘收容量，且可促進中型魚之成長，及底泥分解與水質改善，並可帶動資金循環利用（圖 2-18）。惟每年必須清池一次，除達上市之成魚需全部出售外，剩餘之小型魚亦應淘汰出售，不宜留作次年繼續養殖用，以免因成長不佳而徒增養殖成本。



圖 2-18 間捕出售



四、未來展望

因國內消費場有限及消費者偏好海水魚的改變，致使吳郭魚價格長久以來一直低落且欲振乏力，惟近年來在產業界積極努力下，已開拓國外市場，尤以美國更是台灣吳郭魚最主要的進口國家。據報導，美國 1999 年自世界各國進口各式吳郭魚總量高達 37,575 公噸 (約 8,190 萬美元)，而台灣是最大的供應國，約佔總進口量的 66.44%，以及總進口值的 48.3%。

吳郭魚在美國市場開發的初期，僅限於活魚的方式在東方商店或餐廳販售。之後，因價格合理平穩，貨源穩定、口味符合消費需求加上媒體正面廣泛的報導等因素，發展至今，吳郭魚及其調製品已堂而皇之的攻佔西餐廳、海產專店以及海鮮店櫃檯的活魚水槽內，預料這種後來居上的「水產雞肉」不久便可與其他魚類如：鯰魚、鱒魚及鮭魚等養殖魚類分庭抗禮。加之，近年來鱒魚資源日益枯竭，吳郭魚便成為「白肉魚」的最佳替代品，因而使吳郭魚變成世界上僅次於鮭魚及蝦類的重要養殖魚種。

由此可見，吳郭魚養殖的第二春，顯然已展露曙光呈現一片美好遠景。有鑑於此，行政院農業委員會乃將優質化的改良吳郭魚定名為「台灣鯛」(Taiwan Tilapia)，並選定為四大外銷旗艦農產品之一，使台灣成為全球第二大出口國，然而，吳郭魚在台灣的生產成本遠較中國與越南等國高，此現象對台灣在國際市場的競爭上極為不利。此外，台灣原先獨佔的美國市場已逐漸被中國、厄瓜多爾及哥斯大黎加等國家瓜分 (江，2000)。由資料顯示，2006 年美國自世界各國進口吳郭魚總量高達 15.8 萬公噸，其中自中國進口 10.4 萬公噸，約佔 65.8%，自台灣進口 2.1 萬公噸，約佔 13.3%，雖分別名列第一及第二位，但台灣較之 1999 年的 66.4% 顯然大幅驟減，不但被中國迎頭趕上且遙遙領先。因此，降低生產成本以及生產優質吳郭魚品系以建立品牌商標，乃是當前發展吳郭魚事業的首重工作。再者，如何改善國人對吳郭魚原抱持之低級魚成見，以穩固內銷市場以及如何開發除了美國之外的國際市場：歐洲、中東地區等，亦是確保產業永續經營的必要途徑。





參考文獻

1. 江福松 (2000) 吳郭魚外銷市場亮麗，大陸漸成競爭對手。漁業推廣，170: 18-27。
2. 李健全 (1979) 吳郭魚單性養殖之理論及實際。中國水產，322: 11-13。
3. 余廷基 (1978) 吳郭魚單性養殖。農牧旬刊，41(9): 95-97。
4. 郭河 (1970) 吳郭魚類雜交育種及飼養試驗。臺灣農業，6(2): 64-73。
5. 郭河 (1973) 福壽魚(改良種吳郭魚)之養殖。漁牧科學，1(4): 42-69。
6. 郭河、蔡添財 (1984) 紅色吳郭魚育種改良研究：紅色吳郭魚什交種性狀變異之探討。臺灣省水產試驗所試驗報告，36: 55-67。
7. 郭河、蔡添財 (1989) 紅色吳郭魚育種改良、紅色吳郭魚之什交育種及成長比較。臺灣省水產試驗所試驗報告，46: 171-184。
8. 張湧泉、陳榮華 (2005) 紅色吳郭魚品系的育種。水試專訊，11: 10-11。
9. 張湧泉、陳榮華、張格銓、劉富光 (2008) RAPD 及 PCR-RFLP 生物技術應用在台灣紅色吳郭魚之選擇育種研究，水產研究，16(1): 29-37。
10. 陳榮華、張湧泉、張格銓、劉富光 (2008) 吳郭魚雜交與自交系的成長比較－快速成長品系之研發。水產研究，16(2): 41-47。
11. 賴竹蘭、劉富光 (1993) 吳郭魚鹹水養殖。中國水產，484: 47-62。
12. 劉富光 (1982) 吳郭魚生殖行為的觀察。中國水產，350: 21-23。
13. 劉富光 (1995) 淡水養殖(二)吳郭魚。台灣農家要覽-漁業篇，129-138。
14. 劉富光、劉嘉剛 (1982) 不同孵育方式對吳郭魚繁殖潛力的影響。臺灣省水產試驗所試驗報告，34: 187-195。
15. Liao, I C. and T. P. Chen (1983) Status and prospects of tilapia culture in Taiwan. In Proceedings of the International Symposium on Tilapia in Aquaculture (L. Fishelson and Z. Yaron eds.), Nazareth, Israel, 588-598.



Tilapia





有鑑於台灣吳郭魚產業的重要性，行政院農業委員會乃選定優質化的吳郭魚為四大旗艦農產品，並以台灣鯛之名積極拓展外銷。水產試驗所也因此為了更有效的落實吳郭魚的品種改良，乃於 1998 年起規劃國家水產生物種原庫，2003 年完成淡水水產生物種原庫之細部設計，而於 2004 年 7 月在淡水繁養殖研究中心動工，2006 年 3 月完工啟用，以便執行吳郭魚的選種、育種及保種工作（圖 3-1）。

一、選種與品種鑑定

(一) 選種

由國外引進之吳郭魚在養殖、保種前必須進行篩選，以選擇優良品系培育。選種的方法：

1. 外型：包括體型、色澤與該原種吳郭魚明顯的外部特徵皆為重要的篩選條件。
2. 健康狀態：選擇活力佳、經檢疫無疾病之魚體。
3. 性成熟：對於準備繁殖之種魚，選擇性腺發育良好者。

(二) 品種鑑定

吳郭魚的種類多且彼此之間容易進行雜交，在其選種、育種及保種過程中，必須注意種別之正確性，以免親緣混淆，影響種原保存工作及試驗結果。為達到此目的，首先要能夠判別各個品種及其雜交種。其基本方法為從魚體外觀做形態形質 (morphometrics) (如體長、體高、眼徑等) 及計數形質 (meristics) (如鰭條數及鱗片數等) 的測量、紀錄與比較，進一步地從染色體、蛋白質電泳甚至 DNA 生物技術等層面做分析。



圖 3-1 淡水水產生物種原庫之保種溫室



本所淡水繁養殖研究中心的吳郭魚種原保存體系所建立的品種鑑定方法如下：

1. 外部形態分析：對不同品種之吳郭魚外部特徵及體色以活體拍照，用數位相機建立數位彩色影像圖檔，供形態鑑定參考。
2. 外部形質分析：對不同品種之吳郭魚做形態形質及計數形質的測量、紀錄與比較 (圖 3-2)。
3. 染色體數分析：計算並統計各種吳郭魚的染色體數量範圍 (圖 3-3)。
4. 同功酶 (allozyme) 電泳分析：從蛋白質層面，比較各種吳郭魚的同功酶例如肝酯酶、肌酯酶、血清酯酶或眼球酯酶之電泳圖 (圖 3-4) (蔡，1992)。

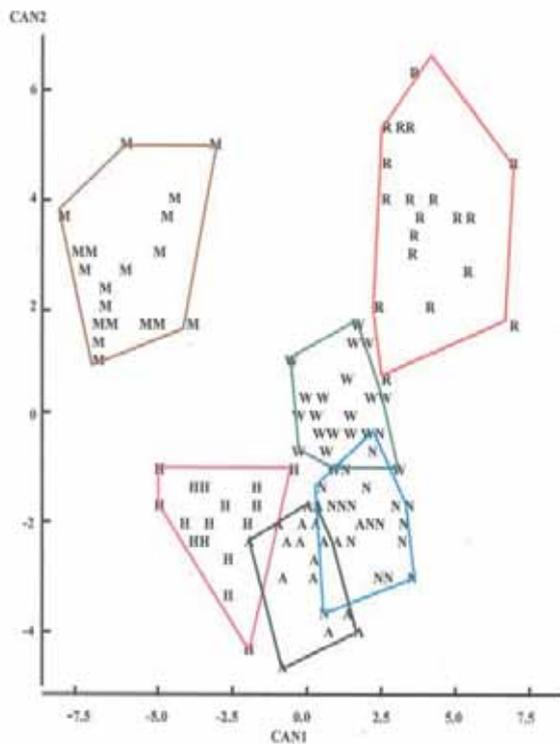


圖 3-2 吳郭魚外部形質分布圖。N: 尼羅魚、A: 歐利亞、H: 賀諾奴、M: 莫三比克、R: 紅色、W: 白色



圖 3-3 紅色吳郭魚染色體

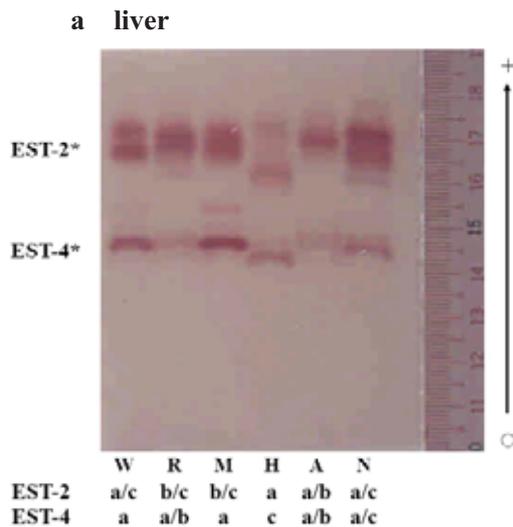


圖 3-4 六種吳郭魚肝酯酶電泳圖。N: 尼羅魚、A: 歐利亞、H: 賀諾奴、M: 莫三比克、R: 紅色、W: 白色

5. 粒線體去氧核糖核酸 (mtDNA) 之限制酶切割圖譜：將各種吳郭魚的粒線體全長，分別用特定限制酶切割，從其切割的片段數量及大小鑑別之 (圖 3-5) (蔡等，1997)。
6. 隨機增幅多型性去氧核糖核酸 (RAPD)：應用隨機引子對吳郭魚增幅大量的 DNA 片段，不同品種之吳郭魚可能所增幅到之片段會產生多型性的差異，甚至呈現種別差異性的標記，可藉以分辨不同品種或品系 (圖 3-6) (張等，2008)。
7. 聚合酶連鎖反應－限制酶切割片段多型性 (PCR-RFLP)：對吳郭魚增幅大量的 DNA 特定片段 (例如粒線體 DNA D-loop 片段)，不同品種之吳郭魚用相同限制酶切割時，可能會因切割片段之數量或大小之不同，而產生多型性現象，藉以分辨不同之品種或



品系 (圖 3-7) (張等, 2008)。另外, 本中心已陸續將所增幅紅色吳郭魚、尼羅吳郭魚及歐利亞吳郭魚等之粒線體 DNA D-loop 片段核苷酸序列登錄於美國 NCBI 網站。

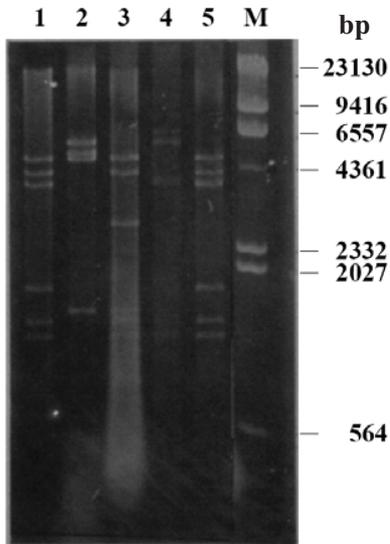


圖 3-5 *Ava* I 限制酶切割之粒線體 DNA 片段。1: 尼羅魚、2: 歐利亞、3: 莫三比克、4: 賀諾奴、5: 紅色吳郭魚(黑色子代)及 M: λ /Hind III DNA 分子量標記

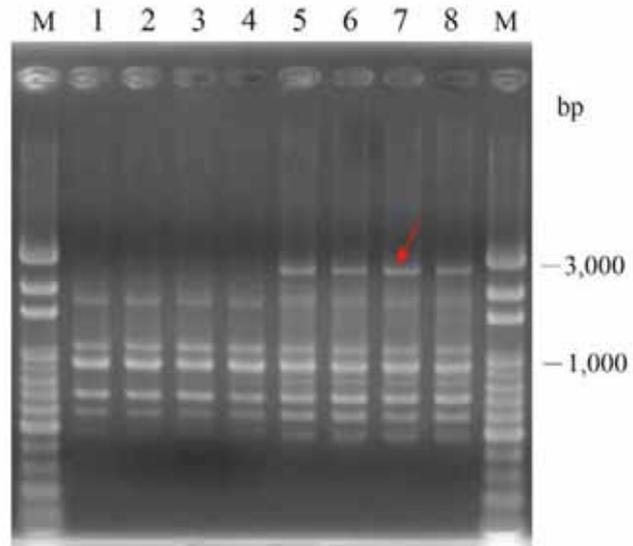


圖 3-6 應用 RAPD 鑑別紅色吳郭魚品系, OPA07 隨機引子。1-4: C03r、5-8: C07r, 箭頭指示特异性電泳帶、M: 100 bp DNA 分子量標記

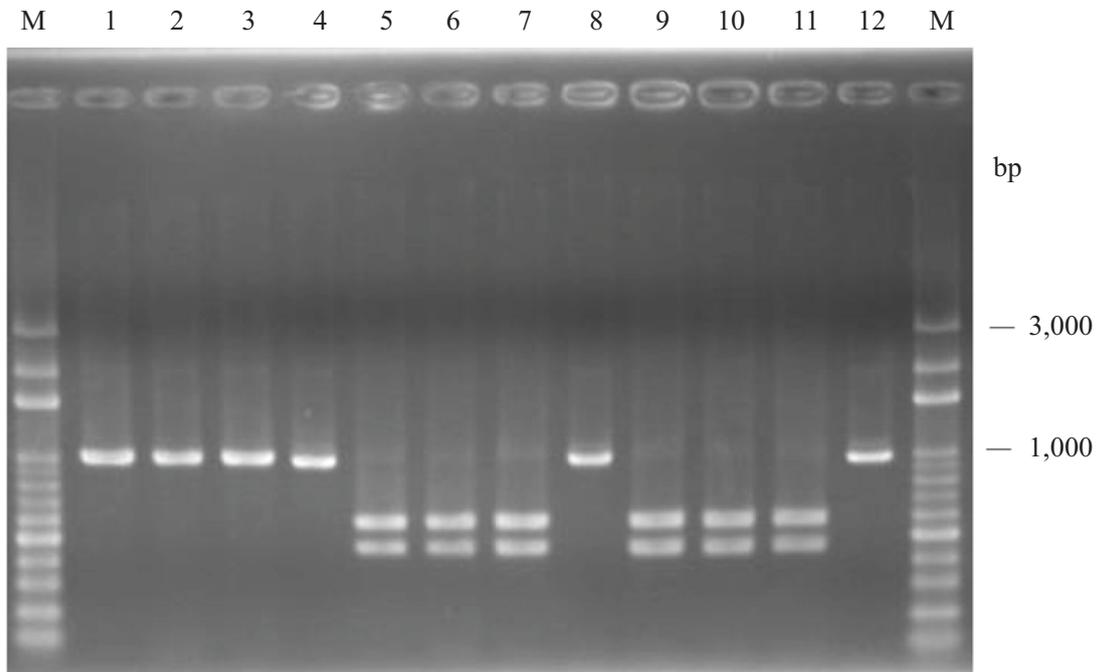


圖 3-7 增幅之紅色吳郭魚粒線體 DNA D-loop 片段以限制酶 *Msp* I 切割。1-4: C03r、5-8: C07r、9-12: A07r、4,8,12: 未切割對照組、M: 100 bp DNA 分子量標記



二、雜交育種

吳郭魚之育種，依照維持純度、成長、體型或體色等不同目的或需求分成自交、正交、反交、回交或雜交（包括品系間之雜交或種間雜交）等原則。人工養殖族群小，在選育過程無法避免近親交配，從而產生近交衰退 (inbreeding depression) 現象 (劉，2007a)，而品系間或種間雜交則可以減緩近交衰退，甚至產生雜交優勢 (heterosis) (劉，2007b)。選擇育種 (selective breeding) 中之個體選擇 (mass selection) 是吳郭魚育種的主要方式。

(一) 育種工作要點

1. 繁殖

每年春季 (約 4—5 月) 挑選所需的各類吳郭魚種魚分別於繁殖池進行原種配對、雜交配對；必要時進行人工繁殖。

2. 種苗培育

將孵化仔魚蓄養在種苗池，以人工飼料進行一般保種培育與雜交試驗培育。

3. 中間育成

將稚魚移入養成池，投餵人工飼料，以進行成長比較實驗。

(二) 品種改良優質新品系

為了改良品種，水試所研究人員乃不斷進行吳郭魚的雜交試驗，以期得到成長較快、體型較大及單雄性等優質新品系。

1. 雌性莫三比克吳郭魚與雄性尼羅吳郭魚雜交，子代俗稱福壽魚或改良種吳郭魚，1969年由水產試驗所鹿港分所 (現改名淡水繁養殖研究中心) 研究員郭河先生育種成功，具有成長快、體型大的優點 (郭，1988；劉，1995)。
2. 雌性尼羅吳郭魚與雄性歐利亞吳郭魚雜交，子代俗稱單雄性吳郭魚，1975年雜交成功 (余，1980；郭，1988；劉，1995)，除了成長速度快、體型大外，沒有一般吳郭魚養殖上早熟且多產的缺點，避免養殖密度過高而造成成長停滯及餌料浪費之現象，而且雄吳郭魚的成長速率約為雌魚的 2 倍，所以，單雄性吳郭魚更能受到養殖業者歡迎，是最主要的養殖品種，台灣吳郭魚養殖從此進入商業化的大量生產。
3. 雌性莫三比克吳郭魚與雄性賀諾奴吳郭魚雜交，能生產雄性比率高之子代，不過成長體型較差，台灣目前養殖不多。
4. 雌性尼羅吳郭魚與雄性賀諾奴吳郭魚雜交，能生產雄性比率高之子代，但成長與體型均差，不適合推廣。
5. 紅色吳郭魚

1968年，水產試驗所研究人員以桃紅色莫三比克吳郭魚突變種與尼羅吳郭魚進行雜交育種，其子代中，有黑斑分布之紅色魚苗 (圖 3-8) 約佔 30%以下，其它則為黑色魚苗 (郭，1979)。紅色吳郭魚的體色與「黑斑、黑點」(blotch) 的遺傳機制尚未清楚 (McAndrew et al., 1988)，其育種所遭遇之常見問題是無法純系繁殖 (breed true)，亦即：外表均為純紅 (pure red) 的親代，所繁殖的子代並非全部是純紅 (Wohlfarth et al., 1990; Hussain, 1994;



Garduño-Lugo et al., 2004)。必須不斷地篩選純紅色種魚，進行子代間的養成、篩選及配對，以增加同質基因結合的機率，純化紅色品系。初期之色澤並不穩定，會出現紅色、桃紅色、橘紅色、褐色、黃色、金色及白色等不同子代，夾帶面積大小不等之黑斑。

經過數年之選擇育種，於 1977 年，體表為紅色之魚苗數量不但比率提升為 80%，且其色彩也比較清新亮麗，同時黑斑顯著減少（圖 3-9）；至 1986 年，黑斑多半集中在腹部，而且已有一些純紅色魚苗出現（蔡，2004）。多年來，由莫三比克與尼羅魚雜交而來的紅色吳郭魚除了被選種、繁殖外，也分別與賀諾奴、歐利亞及尼羅魚等吳郭魚進行雜交之育種改良試驗。目前已可育成子代大部分是純紅色的品系（圖 3-10），有些個體在魚苗期為純紅色，成長後會出現少數黑點；也有些個體從小就有少數黑點（張與陳，2005）。



圖 3-8 帶黑斑之紅色吳郭魚



圖 3-9 黑斑較少之紅色吳郭魚



圖 3-10 純紅之紅色吳郭魚

6. 快速成長品系吳郭魚

本所淡水繁養殖研究中心在 2002 年引進新的尼羅吳郭魚品系，經過 3 年選育後，挑選體型大、成長快的成魚和原保存的純系歐利亞吳郭魚等進行雜交育種試驗。結果顯示此新育成的雜交子代為 100% 雄性，證明了淡水繁養殖研究中心多年來的保種工作極為成功，才能保存純度極高的品系。另外，在體重、體長、全長、體高、頭高及體寬方面，都顯著地比坊間養殖品系佳 (陳等，2008)。一般坊間品系養殖 1 年 3、4 個月才可達上市體型，新品系只要 1 年即可，能有效降低生產成本，提昇產業競爭力，是極適合做為推廣養殖的優質品系 (圖 3-11)。



圖 3-11 快速成長之單雄性吳郭魚

TILAPIA



三、保種原則

理想的吳郭魚性狀，包括：體型大、生長快速、飼料係數低、取肉率高、肉質良好、抗寒性高及抗病力強等。吳郭魚很容易雜交，導致遺傳性狀改變或降低，為了維持理想的遺傳性狀，必須對某些優良原種或雜交種進行嚴密的保存。

一般魚類（如鯉科魚類）的產卵量大，動輒數十萬粒，仔稚魚的數量也大，從中選出性狀最理想的個體 0.1—1%，加以保存即可。吳郭魚成熟種魚產卵量很少超過二千粒，本中心從每一代魚群中選出性狀最理想的個體，也就是金字塔頂端的 5—10%作為保存對象，每個保種池保存之個體數量在 25—50 對間，以維持遺傳有效族群數量及基因庫規模，儘量避免或降低近親交配現象的發生。

保種方式包括活體保種及遺傳物質保種。

(一) 活體保種

每年秋季越冬前（約 10—11 月）自養成池篩選健康情形良好，體型大、成長快、體高較高、身體厚度及肥滿度佳等遺傳性狀優良之吳郭魚個體，蓄養到保種池（圖 3-12）。

(二) 遺傳物質保種

收集並純化原種及重要雜交品系之吳郭魚 DNA，置於超低溫冷凍櫃保存，以長期保存其遺傳物質及協助相關試驗之進行。



圖 3-12 吳郭魚保種池



參考文獻

1. 余廷基 (1980) 吳郭魚養殖。台灣農家要覽，豐年社，2241-2252。
2. 郭河 (1979) 紅吳郭魚研究開發記實。漁友，2(6): 35-38。
3. 郭河 (1988) 吳郭魚養殖。魚病專輯-虱目魚、吳郭魚營養需求、疾病防治及飼料管理 (蕭錫延、林崇興、林清龍、丁雲源、郭河編著)，台灣養豬科學研究所，41-78。
4. 張湧泉、陳榮華 (2005) 紅色吳郭魚品系的育種。水試專訊，11: 10-11。
5. 張湧泉、陳榮華、張格銓、劉富光 (2008) RAPD 及 PCR-RFLP 生物技術應用在台灣紅色吳郭魚之選擇育種研究。水產研究，16(1): 29-37。
6. 陳榮華、張湧泉、張格銓、劉富光 (2008) 吳郭魚雜交與自交系的成長比較—快速成長品系之研發。水產研究，16(2): 41-47。
7. 劉富光 (1995) 淡水魚養殖(二)吳郭魚。台灣農家要覽-漁業篇，129-138。
8. 劉富光 (2007a) 近親交配與養殖育種(上)。水試專訊，17: 31-34。
9. 劉富光 (2007b) 近親交配與養殖育種(下)。水試專訊，18: 12-15。
10. 蔡添財 (1992) 台灣養殖吳郭魚品種之生化遺傳及形質的變異。國立台灣海洋大學水產養殖研究所碩士論文，61 pp。
11. 蔡添財、陳榮華、余廷基、廖一久 (1997) 以粒線體去氧核糖核酸之限制酶切割圖譜鑑別台灣養殖之吳郭魚。水產研究，5(1): 1-10。
12. 蔡添財 (2004) 穿上鮮艷亮麗彩衣的紅色吳郭魚。水試專訊，6: 34-35。
13. Garduño-Lugo, M., G. Muñoz-Córdova and M. Á. Olvera-Novoa (2004) Mass selection for red colour in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). Aquaculture research, 35: 340-344.
14. Hussain, M. G. (1994) Genetics of body color inheritance in Thai and Egyptian red tilapia strains. Asian Fisheries Science, 7: 215-224.
15. McAndrew, B. J., F. R. Roubal, R. J. Roberts, A. M. Bullock and I. M. McEwen (1988) The genetics and histology of red, blond and associated colour variants in *Oreochromis niloticus*. Genetica., 76: 127-137.
16. Wohlfarth, G. W., S. Rothbard, G. Hulata and D. Szweigman (1990) Inheritance of red body coloration in Taiwanese tilapias and in *Oreochromis mossambicus*. Aquaculture, 84: 219-234.



台灣養成的吳郭魚以外銷為主，內銷為輔，外銷出口量約佔總年產量的三分之二，外銷金額達新台幣 18 億元，佔全台灣漁產品出口值的 8% (陳等，2008；徐，2005)。主要的出口國家為美國、沙烏地阿拉伯、加拿大及韓國。美國是台灣吳郭魚的最主要出口市場，近 5 年來佔總出口量的 56–68%，若換算成活魚，則佔吳郭魚年產量的 36–47% (江，2007)。

一、加工產品種類及流程

吳郭魚之加工產品種類可分為：整尾條凍 (whole frozen)、單凍魚片 (individually quick frozen fillet, IQF fillet)、煙燻品 (smoked products)、煉製品 (minced fish products)、罐製品 (canned products)、速食調理品 (instant seasoned products) 和副產加工品 (byproducts) 等，若以加工出口方式區分，主要是整尾條凍、單凍魚片、裹粉魚塊等，茲將加工產品及流程概述如下。

(一) 整尾條凍

將吳郭魚去鱗、除內臟後，再經洗滌、選別、分級 (常見的規格有每尾 350–550 g、550–750 g 及 750 g 以上等 3 級)、急速冷凍 (-40°C)、脫盤、包冰、真空包裝、裝箱及凍藏等一貫化作業流程以製成冷凍全魚產品。

(二) 單凍魚片

將原料魚依圖 4-1 之流程圖並於室溫 18°C 下加工之魚片，再經真空包裝及急速低溫冷凍所製成的冷凍魚片，可直接供作生魚片食用或作為握壽司生魚片 (圖 4-2)。

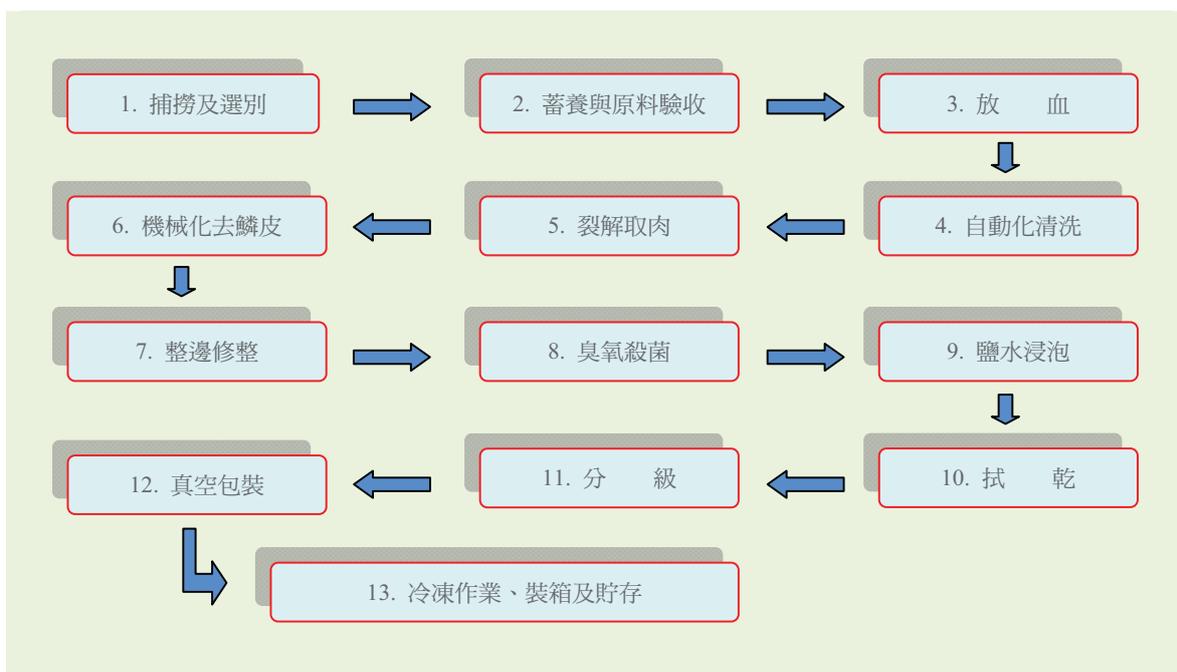


圖 4-1 單凍魚片的加工流程



圖 4-2 握壽司生魚片

1. 捕撈及選別

吳郭魚加工廠現都採契作方式，選擇魚體肥滿度較高、體重達 1 kg 以上者作為原料魚，但若外銷則魚體體重須達 1,200–1,500 g 以上。此外漁獲於收成前 3–5 天則停止投餌，令魚體代謝其體內的異味及廢物（圖 4-3）。

2. 蓄養與原料驗收

原料魚送入加工廠後，需先在蓄養池蓄養 24 小時以上，以清除消化道和腸管所殘留之食物或糞便。同時以「官能檢查」進行原料之驗收，而官能檢查之項目包括外觀檢視、聞味、試吃等程序，若在檢查時發現原料魚有問題（如魚體畸形或魚肉異味等），廠方通常會將同一批漁獲全數退還養殖場，因此，原料驗收是單凍魚片在加工流程中，重要的衛生安全管制點（critical control point; CCP）之一（圖 4-4）。

圖 4-3 捕撈及選別



圖 4-4 蓄養



3. 放血

將吳郭魚浸於碎冰水浴中（3℃）約 8—10 分鐘，令魚體冰昏後快速放血，其目的不僅可保持魚體鮮度、防止異味的產生，同時也令魚肉呈現白暫狀以提昇成品的賣相（圖 4-5）。

4. 自動化清洗

以高壓水柱清除魚體之血漬及其它雜物，以避免後續製程的汙染（圖 4-6）。

5. 裂解取肉

以人工方式將魚體左右兩側的肉片取下（圖 4-7），而魚下巴（或稱魚喉；圖 4-8）及魚腹肉另可用來作為碳烤或串烤食材。至於魚頭、骨等殘餘部分則送至廢料處理區以製成魚粉。



圖 4-5 放血



圖 4-6 自動化清洗



圖 4-7 裂解取肉



圖 4-8 魚下巴



6. 魚皮處理

以機器剝皮的方式將魚鱗及皮同時剝除，再以人工方式將魚片置於砧板摩擦以磨除魚片表面殘餘的銀色皮膜並除筋，使魚片保有較佳的光澤度與口感（圖 4-9）。

7. 整邊修整

將魚片周圍較不完整的碎肉進行修整，同時去除魚刺（含暗刺）並將魚片依大小與規格再次分級（圖 4-10）。

8. 臭氧殺菌

臭氧殺菌是魚片製作過程的另一個 CCP。一般浸泡臭氧水約 5 分鐘，即可達殺菌之目的，並確保魚片食用之衛生安全（圖 4-11）。目前國內在漁產品加工常見之消毒劑以臭氧（ O_3 ）為主，然而歐盟已禁止使用臭氧消毒。而吳郭魚之加工必要殺菌劑建議以聯合國世界衛生組織（WHO）與糧農組織（FAO）所推薦之消毒劑—二氧化氯（ ClO_2 ），以達有效的殺菌及較少殘留。

9. 鹽水浸泡

本項製程僅賦予魚片鹹味，加工廠依客戶需求時才會進行鹽水浸泡，否則此道加工程序常被省略（圖 4-12）。



圖 4-9 去皮



圖 4-10 整邊



圖 4-11 臭氧殺菌



圖 4-12 鹽水浸泡



10. 拭乾

以殺菌過之棉質毛巾將魚片多餘的水分吸乾，使魚片凍結後含冰率能低於 5% (圖 4-13)。

11. 分級

國際上常見的魚片規格，每片有 3-5 盎司、5-7 盎司、7-9 盎司及 9 盎司以上等 (圖 4-14)。

12. 真空包裝

魚片以真空方式包裝，產品除美觀衛生外，尚可隔絕氧氣以防止吳郭魚片因氧化作用，使其紅色氧合肌紅素 (oxy-myoglobin) 轉成褐色氧化肌紅素 (met-myoglobin) 而喪失其豔麗的紅色 (圖 4-15)。

13. 冷凍作業、裝箱及貯存

真空包裝魚片先以「IQF」急速冷凍設備將產品溫度迅速降至零下 110-120°C 後，再裝箱並移入零下 25-30°C 之冷凍庫儲存。



圖 4-13 拭乾



圖 4-14 分級



圖 4-15 真空包裝後急速冷凍之魚片



(三) 煙燻珍味魚片

魚肉產品施以煙燻處理，其目的除利用煙燻成分中之酚類、有機酸和醇酮類來賦予產品特殊的煙燻風味外，另具有防止腐敗變質、發色和預防氧化等功效。煙燻依其處理溫度之不同區分為冷燻法和熱燻法，冷燻法採用的溫度為 18–24℃，燻漬 24 小時；熱燻法則在 120–140℃ 高溫下煙燻 2–4 小時。

煙燻珍味魚片之製程係將吳郭魚片浸漬調味料，經熱風乾燥後進行兩段熱燻處理、冷卻和真空包裝後之冷藏品或凍藏品，其製品之水活性控制在 0.7 以下。

(四) 吳郭魚煉製品

以吳郭魚肉為原料，經過水洗（或不經水洗）後，將其細碎、除筋、加鹽搗潰和調味以形成魚漿，最後再將魚漿塑型、加熱成為有彈性的煉製品。或將魚漿與魚塊重組製成裹粉魚塊（圖 4-16）與魚排產品（battered and breading），而吳郭魚裹粉魚塊常代替成本較高的鱈魚塊，應用於國外的速食連鎖業。

(五) 罐製品

吳郭魚去頭、除內臟後切成 4–5 厘米長的魚塊，再經蒸煮、裝罐、注入調味料、脫氣、密封、高溫高壓滅菌（121℃；15 分鐘）和完全冷卻以製成罐製品。

(六) 速食調理品

將吳郭魚片或魚塊調味後以速食調理包形式，經真空包裝、高溫高壓滅菌後再急速低溫冷凍的產品，目前市場上有「砂鍋鯛魚」、「紅燒鯛魚」、「乾燒鯛魚」、「糖醋鯛魚」、「五柳枝鯛魚」、「茄汁鯛魚」和「鯛魚塊」等多種速食調理包。



圖 4-16 裹粉魚塊



(七) 副產物加工品

吳郭魚加工後之副產物包括頭、骨、鱗、鰭、皮和內臟等，其中以魚鱗 (圖 4-17) 的附加價值最高，因為魚鱗主成分中的膠原蛋白 (collagen) 具有活化細胞、促進傷口癒合、組織修復與維持皮膚肌肉彈性的能力，可應用作為醫藥品和生醫材料；而膠原蛋白經酵素水解之胜肽則可作為保養品和機能性保健食品用素材 (圖 4-18、4-19)。魚鱗萃取膠原蛋白後的另一項機能成分為氫氧基磷灰石 (hydroxyapatite; HAp)，對骨骼有良好的生物親和力；對牙齒有再石灰化的功能及其所具有的良好生物活性，在臨床上可被應用作為骨科及牙科用之生醫材料。此外，HAp 也因具有吸附性和研磨性，可作為天然、溫和、物理性的去角質劑或開發作為衛生保健用牙膏或身體清潔用品 (蔡等，2005)。



圖 4-17 生魚鱗



圖 4-18 魚鱗膠原蛋白粉末



圖 4-19 魚鱗膠原胜肽保養品、保健食品和衛生清潔用品



二、結語

吳郭魚之加工利用從產品別及出口量來看，雖然目前輸往美國產品仍以價格低廉之冷凍全魚為主，但冷凍魚片的出口量有逐年增加的趨勢，將來可能會取代整尾條凍並且漸成為美國消費市場之主流。然而，消費者健康意識的抬頭，特別對食品品質衛生安全的要求更趨嚴格，促使歐美國家和日本相繼採行較高標準的食品衛生安全規範，例如，對食品藥物殘留檢測標準的提高和藥物檢測項目的增加，並且注意到生產過程不能危害生態環境，亦即是生產的透明化和責任化，以及從產地到餐桌都須符合可追蹤性的要求。為因應此一趨勢，台灣吳郭魚加工產業應走高品質、產品多樣化及高附加價值的方向，不應仍停留在冷凍全魚的市場，不僅在魚肉之加工利用應改變產品型態，積極拓展魚排和速食調理品市場，以適應快速微波爐時代，另在副產加工利用除有效利用魚鱗膠原胜肽、氫氧基磷灰石外，魚骨皮中所含有的 ω -3 高度不飽和脂肪酸也是項極具發展潛力之機能保健用素材。因此，將吳郭魚全魚利用不僅符合綠色環保達減廢之目的，更可使得台灣漁業精緻化與水產加工產業永續化及生技化。

參考文獻

1. 陳和賢、楊季清、林穎生 (2008) 台灣鯛加工技術及驗證平臺之研究。2008 優質台灣鯛產業發展研發論壇，42-43。
2. 徐雅各 (2005) 台灣鯛的崛起。科學發展，385: 6-11。
3. 江英智 (2007) 美國進口吳郭魚產品市況與臺灣吳郭魚產業展望。漁業推廣，246: 18-21。
4. 蔡慧君、胡燕君 (2005) 魚鱗的完全利用。水試專訊，12: 12-15。



一、營養成分

如何攝取均衡的營養而不造成身體負擔，是現代人追求健康的理想，然而如何選擇適當的食物是非常的重要，吳郭魚肉質具有鮮嫩細緻的特色，且富含含有蛋白質、維生素、礦物質、微量元素等（表 6-1）（行政院衛生署台灣地區食品營養成分資料庫）。蛋白質是構成人體組織的主要成分，因此每日攝取適量之蛋白質，以維持生理之新陳代謝所需；依據 1993 年行政院衛生署公布之『每日營養素建議攝取量』指出，成人每天的需求量，大約為 60 – 70 g。吳郭魚肉之蛋白質含量為 20.1g/100g 左右，因此成人一天約攝取 200 g 的吳郭魚肉，即可獲得一半以上的蛋白質需求量。

除了量之外，在質的方面，亦指蛋白質的胺基酸組成也是相當重要，在人體中有些胺基酸是人體無法自行合成，因此必需經由食物中攝取，稱之為必需胺基酸，而人體必需胺基酸有 8 種，於吳郭魚中均含有此 8 種必需胺基酸（表 6-2）（行政院衛生署台灣地區食品營養成分資料庫），因此吳郭魚為一種優質的蛋白質來源。

吳郭魚除含豐富蛋白質外，亦含有 DHA（表 6-3）（行政院衛生署台灣地區食品營養成分資料庫），DHA 具有使細胞膜分子構造變得柔軟的特點，能夠進入腦細胞的少數物質之一，當 DHA 使腦細胞柔軟後，腦細胞傳導及接收訊息的速度就會加快，因而提昇腦細胞運作的效率（黃與陳，2003）。

另外，吳郭魚肉熱量為 107 Kcal，與其它動物性食品比較，例如：去油沙朗牛肉、去皮雞胸肉及豬腰肉精肉等，其熱量為 172、185 及 134 Kcal（日本食品標準成分表），由此顯示，此等食品雖經去除含油脂較多之部分，但熱量仍較吳郭魚肉高，若飲食中怕攝取過高的熱量，吳郭魚是不錯的選擇。

另，吳郭魚還有一項特色，就是吳郭魚肉中含有多種維生素（B₁、B₂、B₃、B₆、C 等）是調節身體機能之重要營養素。維生素 B₃ 又稱為菸鹼酸（niacin），菸鹼酸於人體多項代謝的過程裡，擔任輔酶的任務，其中最重要的則是參與醣代謝。當人體內缺乏菸鹼酸時，會出現胃腸不舒服、腹瀉等症狀。

此外，吳郭魚肉中亦含有鉀、鈣、鎂、磷、鐵與鋅，其需求量雖然很少，但維持人體健康與正常發育是絕對需要的。而微量元素鋅是參與所有核酸與蛋白質合成之重要元素，如果長期缺乏鋅會有生長遲緩、傷口癒合不佳、貧血等症狀（朱，2005）。因此，為維持身體機能的正常運作，適當的攝取營養素是非常重要的。吳郭魚肉除了肉質鮮美、刺少及結締組織比一般的肉類少，較易於消化吸收外，更有助於人體同時攝取多種有益的营养成分，因此非常值得推薦。



表 6-1 吳郭魚營養成分表

營養成分	每 100 g 魚肉
熱量	107 Kcal
粗蛋白質	20.1 g
粗脂肪	2.3 g
維生素 B 群	0.01-2.42 mg
維生素 C	4.3 mg
鉀	402 mg
磷	179 mg
鎂	33 mg
鈣	7 mg
鐵	0.6 mg
鋅	0.5 mg

資料來源：「台灣地區食品營養成分資料庫」行政院衛生署 (1998)

表 6-2 吳郭魚胺基酸組成與含量

主要胺基酸	(mg/100g)	必需胺基酸	(mg/100g)
麩 胺 酸	3038	離 胺 酸	1836
天門冬胺酸	1996	白 胺 酸	1603
精 胺 酸	1343	纈 胺 酸	966
甘 胺 酸	1318	異白胺酸	928
丙 胺 酸	1276	苯丙胺酸	831
		絲 胺 酸	730
		甲硫胺酸	571
		色 胺 酸	181

資料來源：「台灣地區食品營養成分資料庫」行政院衛生署 (1998)

表 6-3 吳郭魚脂肪酸組成與含量

主要多元不飽和脂肪酸	(%)
亞麻油酸 18 : 2	15.21
二十二碳六烯酸 22 : 6 (DHA)	1.60
次亞麻油酸 18 : 3	1.26
花生油酸 20 : 4	1.09
單元不飽和脂肪酸	48.15
飽和脂肪酸	31.75
多元不飽和脂肪酸	20.10

資料來源：「台灣地區食品營養成分資料庫」行政院衛生署 (1998)



二、吳郭魚肉之機能性評估

(一) 吳郭魚肉之消化特性

吳郭魚肉目前主要食用型態分為生食與熟食二種方式，而生肉及熟肉經人工腸胃消化系統 (Vermeirssen et al., 2003) 進行消化能力試驗評估，結果顯示不論生食或熟食其消化能力均有 90% 以上 (表 6-4、6-5)，表示吳郭魚肉容易被消化。徐 (1983) 以 Saunders 法測定生雞蛋、水煮蛋、新鮮豬後腿肉及生黃豆等多種食物之消化率，其消化率分別為 87.92、80.51、89.37 及 86.58%；與吳郭魚生肉或熟肉之 92% 相較之下，吳郭魚肉與生雞蛋、新鮮豬後腿肉及生黃豆之消化率相當；且攝取吳郭魚肉有別於一般肉類，無攝取過多脂肪之疑慮，因此以營養學的觀點吳郭魚肉是優質的蛋白質來源，除了一般消費大眾均可攝食外，也是中老年人或是消化能力較差的人，攝取蛋白質來源的最佳選擇。

表 6-4 吳郭魚肉人工消化水解物之消化能力評估

樣品	水解前粗蛋白總重(g)	水解後可溶性粗蛋白總重(g)	蛋白質消化能力(%)
生肉	7.6	7.2	92.11
熟肉	9.3	8.6	92.47

表 6-5 吳郭魚肉人工消化水解物之可溶性蛋白質、胜肽及游離胺基酸

樣品	可溶性蛋白質(mg/g)	胜肽(mg/g)	游離胺基酸(mg/g)
生肉	144.22±3.21	62.76±1.84	31.23±0.38
熟肉	155.14±2.91	63.45±1.31	34.52±0.57

(二) 抗氧化性

近年來醫學研究顯示自由基會對人體進行氧化傷害如脂質過氧化、破壞蛋白質分子及細胞的遺傳因子等，進而導致如心血管疾病、老年痴呆及癌症等疾病發生。而抗氧化物質則是扮演著終止或延緩氧化的繼續發生。吳郭魚生肉及熟肉經人工消化試驗後，測定其水解物清除 DPPH 能力及螯合亞鐵能力，結果顯示吳郭魚肉不論生肉或熟肉之水解物均有不錯的清除 DPPH 能力及螯合亞鐵能力 (表 6-6)；另外，陳 (2004) 利用乳酸菌發酵吳郭魚肉，結果顯示吳郭魚肉未經發酵之冷萃物對螯合亞鐵能力可達 98%，顯示吳郭魚肉冷萃物具有良好的螯合亞鐵能力，而經乳酸菌發酵後，在其他抗氧化試驗項目中也有不錯的表現。此外近年來，以魚類蛋白質水解物與抗氧化之研究也越來越多，如魚皮、魚骨及魚鱗



等 (Mendis et al., 2005; Kim et al., 2001; Je et al., 2005; Suetsuna et al., 2004; 賴, 2006), 均顯示魚類蛋白質水解物具有抗氧化效果。吳郭魚肉水解物除了具有抗氧化效果外, 其所含之優質蛋白質, 也是人體六大營養素之一, 是工作繁忙的現代人蛋白質攝取來源的最佳選擇。

表 6-6 吳郭魚肉人工消化水解物對清除 DPPH 及螯合鐵能力

樣品	DPPH(%)	螯合鐵(%)
EDTA 100 ppm	-	99.71±0.1
Vit C 10 ppm	95.52±0.08	-
生肉	87.17±2.09	96.69±3.44
熟肉	92.59±0.97	98.17±1.49

(三) 抑制 ACE 之能力

血管收縮素轉換酶 (Angiotensin I-converting enzyme, ACE) 主要存在人體的血管內皮細胞、肺部、腎臟及腦部, 能把原本無活性之血管收縮素 I 碳端兩個胺基酸切除, 得到具有活性的血管收縮素 II, 使血管收縮、血壓上升; 同時, ACE 還會把血管舒張酵素去活化, 因此同樣可引起血壓上升; 如能阻斷這個酵素的作用, 便可舒緩血壓上升的現象 (楊, 1999)。吳郭魚生肉及熟肉經人工消化試驗後之水解物, 測定其抑制 ACE 活性, 結果顯示吳郭魚肉不論生肉或熟肉之水解物均有抑制 ACE 活性 (表 6-7)。另外, 陳 (2004) 利用乳酸菌發酵吳郭魚肉, 結果顯示吳郭魚肉經發酵後對抑制 ACE 活性的能力有提高的趨勢。近年來國外學者也有由魚鱗、魚肉及魚骨等原料中分離純化出具有抑制血壓上升的活性胜肽 (Ono et al., 2003; Fahmi et al., 2004; Jeon et al., 1999), 顯示魚類蛋白小分子胜肽中具有特殊的生理活性。血管收縮素轉換酶抑制劑 (ACEI) 的來源為從食物中分離或是經由化學合成, 兩者最大的差別在於化學合成之藥效非常強, 使用後會造成血壓不正常上升及頭暈等副作用; 而食物分離之 ACEI 作用效果較緩和, 無副作用, 適合作為日常服用的保健食品。

表 6-7 吳郭魚肉人工消化水解物抑制 ACE 活性之 IC₅₀ 值

樣品	IC ₅₀ (mg/ml)
Captopril (藥物)	0.0015 µg/ml
生肉	0.068±0.000
熟肉	0.069±0.002



(四) 細胞增生與抗體分泌評估

人體免疫系統是保護身體免於遭受病原性物質侵入的一種防禦機制，其中在非專一性免疫反應中，單核細胞與巨噬細胞為最重要之吞噬細胞群，這些細胞在在免疫系統中主要扮演清除抗原的角色，且巨噬細胞除了能吞噬細菌外，還有抗癌、免疫調節及修復傷口等功能。而在專一性免疫反應中，淋巴細胞中的 B 淋巴細胞與抗原結合後，會增殖、分化為分泌抗體的漿細胞，其所分泌之抗體會與抗原結合後，進而溶解外來病原性物質 (王，1992)。據研究顯示，吳郭魚熱水萃取物可促進人類 B 淋巴細胞 (HB4C5) 增生，由顯微鏡觀察發現細胞型態完整且明顯增加與凝集，吳郭魚熱水萃取物可促進免疫細胞增生外，亦能提升 IgM 抗體分泌能力，IgM 大部分存在於血管內，為對抗抗原性複雜的感染所產生的抗體，由此結果顯示吳郭魚熱水萃取物具有活化人類 B 淋巴細胞之功能 (龔與賴，1998)。另外，亦有文獻指出，吳郭魚熱水萃取物可促進人類巨噬細胞 (UMΦ) 與人類單核細胞 (U937) 增生達 120% 及 160% 以上，顯示具有活化巨噬細胞及單核細胞之功能 (林，2002)。吳郭魚生肉及熟肉經模擬人工消化試驗後之水解物，測定其對免疫細胞活化效果，結果顯示吳郭魚肉不論生肉或熟肉之人工消化之水解物均能活化 HB4C5 細胞達 140%，同時能刺激細胞分泌 IgM 抗體比率達 130% 以上 (圖 6-1)，亦可活化巨噬細胞 (J774.1) 達 120% 以上 (圖 6-2)。顯示吳郭魚肉人工消化水解物具有活化免疫細胞之成分。

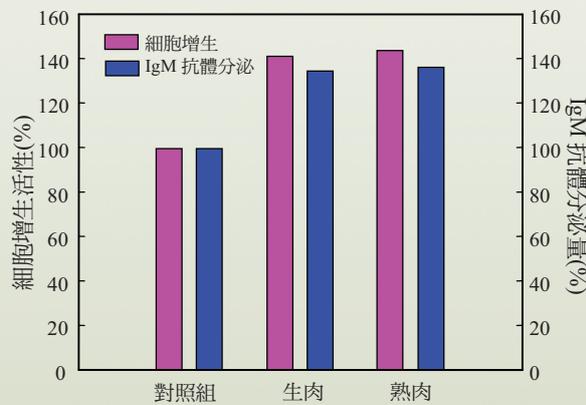


圖 6-1 人工消化水解物對 HB4C5 細胞增生及分泌 IgM 抗體情形

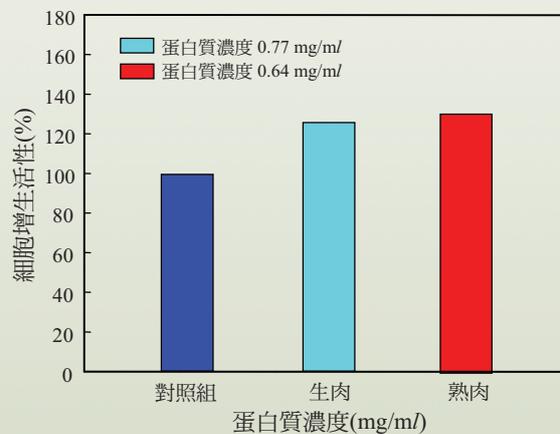


圖 6-2 人工消化水解物對 J774.1 細胞增生情形



參考文獻

1. 王正怡 (1992) 免疫學。藝軒出版社。
2. 朱人茜 (2005) 各種營養素功能一覽表。兒童生理評估與照護技巧研習資料，國立新竹教育大學特殊教育中心，新竹。
3. 行政院衛生署 (1998) 台灣地區食品營養成分資料庫。行政院衛生署編印，265 pp。
4. 林桂英 (2002) 九孔、吳郭魚及虱目魚之熱水萃取混合物免疫調節功能評估，國立台灣海洋大學食品科學系碩士論文，基隆。
5. 徐近平、謝明哲、蕭愛芬、蔡玉吉 (1983) 蛋白質食品之有效離胺酸及其消化率之關係，台灣營養學會雜誌，8: 39-54。
6. 陳玉真 (2004) 乳酸菌發酵吳郭魚保健食品產製技術及生理活性之探討。國立台灣海洋大學食品科學系碩士論文，基隆。
7. 黃士懿、陳俊榮 (2003) 鰻魚的營養價值(二)。台灣鰻訊，第 229 期。
8. 黃貴民 (2003) 魚類對國民健康的貢獻。養魚世界月刊，10 月份，21-25。
9. 楊詠翔 (1999) 食品中抗高血壓胜肽的發展現況。食品工業月刊，31: 9-18。
10. 賴志行 (2006) 魚鱗膠原蛋白之萃取及其酵素水解物抗氧化性與角質細胞增生效果之探討。國立台灣海洋大學食品科學系碩士論文，基隆。
11. 龔瑞林、賴呈委 (1998) 省產大宗水產物保健機能之應用評估。食品科技研發成果彙編，54-65。
12. Fahmi, A., S. Morimura, H. C. Guo, T. Shigematsu, K. Kida and Y. Uemura (2004) Production of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides from sea bream scales. *Process Biochemistry*, 39: 1195-1200.
13. Jeon, Y. J., H. G. Byun and S. K. Kim (1999) Improvement of functional properties of cod frame protein hydrolysates using ultrafiltration membranes. *Process Biochemistry*, 35: 471-478.
14. Ono, S., M. Hosokawa, K. Miyashita and K. Takahashi (2003) Isolation of peptides with angiotensin I-converting enzyme inhibitory effect derived from hydrolysate of upstream chum salmon muscle. *Food chemistry and toxicology*, 68: 1611-1614.
15. Kim, S. K., Y. T. Kim, H. G. Byun, K. S. Nam, D. S. Joo and F. Shahidi (2001) Isolation and characterization of antioxidative peptides from gelatin hydrolysate of Alaska Pollack skin. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49: 1984-1989.
16. Suetsunna, K., K. Maekawa, J. R. Chen, K. Harada, M. Hamada And S. U. Shin (2004) Separation and identification of antioxidative peptides from peptic digest of fish scale collagen. *Journal of National Fisheries University*, 52: 57-62.
17. Je, J. Y., S. Y. Kim and S. K. Kim (2005) Preparation and antioxidative activity of hoki frame protein hydrolysate using ultrafiltration membranes. *European food research and technology*, 221: 157-162.
18. Mendis, E., N. Rajapakse and S. K. Kim (2005) Antioxidant properties of a radical-scavenging peptide purified from enzymatically prepared fish skin gelatin hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 581-587.
19. Venugopal, V. and F. Shahidi (1995) Value-added products from underutilized fish species. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35: 431-453.
20. Vermeirssen, V., J. Van Camp, L. Devos and W. Verstraete (2003) Release of angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity during in vitro gastrointestinal digestion: from batch experiment to semicontinuous model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 5680-5687.