

全雄性尼羅吳郭魚種苗量產模式之建立

陳榮華¹、楊順德¹、劉富光²

¹水產試驗所淡水繁養殖研究中心、²水產試驗所

前言

臺灣目前主要的吳郭魚養殖品系為尼羅吳郭魚和歐利亞吳郭魚的雜交子代，係水產試驗所於 1975 年推廣成功。雜交品系有成長較慢之缺點，魚苗養成至 1 kg 的體型約需 14—15 個月，且取肉率僅 31—32% (圖 1)，另外雄性比率約 80—90%，表現也不盡理想，且多年來因近親衰退 (inbreeding depression) 及不同品系之間容易自然相互交配，要維持兩種良好的純種系統並不容易，以至在商業化養殖上受到極大的限制。反觀世界上其他國家則以養殖單雄性尼羅吳郭魚居多，依據聯合國國際糧農組織 (FAO) 統計，2007—2013 年全世界吳郭魚養殖品種以尼羅吳郭魚為主，約佔 70%，其他品種約佔 20%，雜交品系僅佔 10% 以下 (圖 2)，主要原因為尼羅吳郭魚是目前體型最大、成長最快的吳郭魚品系，個體容易達到 5 kg 以上 (圖 3)，但為使子代雄性比例提高，需以雄性激素短期誘導以生產單雄性魚苗，因而產生食安疑慮；可行的替代方案是分別選育超雄性 (YY) 和全雌性 (XX) 種魚，以自然遺傳方法生產全雄性的尼羅吳郭魚。

本中心目前雖已研發出優良品系的超雄性 (YY) 尼羅吳郭魚，但為生產全雄子代供商業化養殖，尚需以耗時費力的人工方式，

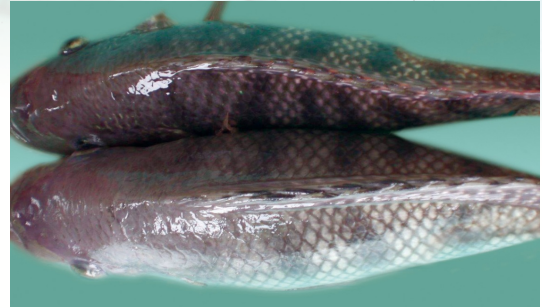


圖 1 由魚苗至體重 1 kg 的成長比較：雜交單雄性吳郭魚 (上) 養殖周期約 14—15 個月，取肉率約 31—32%；單雄性尼羅吳郭魚 (下) 養殖周期約 8—9 個月，取肉率約 37—39%

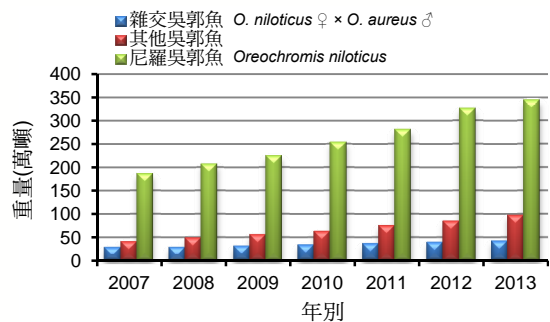


圖 2 2007—2013 年全世界主要吳郭魚養殖品種之產量變動 (資料來源：FAO)



圖 3 尼羅吳郭魚個體容易達到 5 kg 以上

選別雌性種魚 (XX) 與 YY 超雄魚交配；另，YY 超雄魚亦需擴充培育和維繫品系，才能達到量產全雄性尼羅吳郭魚子代之目的。故為延續本中心既有研發成果並將之推廣於業界，正積極建立全雄性尼羅吳郭魚種苗量產模式，主要工作包括：(1)超雄性 (YY) 尼羅吳郭魚量產與維繫；(2)全雌性尼羅吳郭魚之選育與保存；(3)建立量產全雄性尼羅吳郭魚苗的產業模式。預期培育出超雄性吳郭魚 (具 YY 型性染色體)，再與選育之雌魚 (XX) 交配，大量生產遺傳性雄性尼羅吳郭魚種苗，供業者養殖，以提升吳郭魚之雄性比率、增大養成體型、縮短養殖時間，達到降低生產成本及增加國際競爭力之目的。

超雄性尼羅吳郭魚量產與維繫

尼羅吳郭魚及超雄性 (YY) 尼羅吳郭魚的性別遺傳如示意圖 (圖 4)。以雌性激素

處理吳郭魚苗，將具有 XY 染色體的雄性魚變性成可以成熟產卵的外表型雌性魚 (但仍保有雄性魚的 XY 染色體)，用此變性魚與正常之雄性魚交配所得子代之雌雄比例，來探討吳郭魚類的性染色體，結果顯示尼羅吳郭魚為 XX-XY 型，雌性魚為同型配子 XX (homogamety)，雄性魚為異型配子 XY (heterogamety)。依據本中心建立的 YY 生產流程 (圖 5)，將經過性轉變的尼羅吳郭魚雌

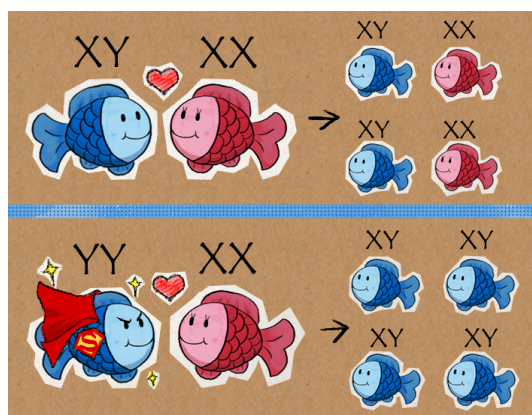


圖 4 超雄性 (YY) 尼羅吳郭魚之遺傳示意圖

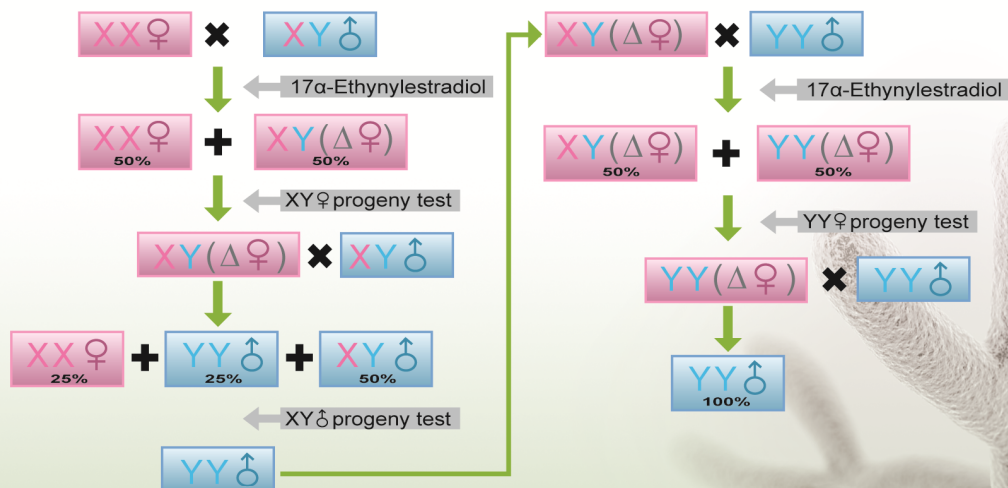


圖 5 超雄性 (YY) 尼羅吳郭魚培育流程

性魚 ($XY\Delta\phi$) (其基因型仍保持為 XY) 與正常雄性魚 ($XY\sigma$) 交配，子代中會有 25% 的 YY 超雄性魚。整個生產流程可以利用三次子代測試 (progeny testing) 篩選出：(1) 具有雄性染色體 (XY) 的變性雌魚 ($XY\Delta\phi$)；(2) 具有 YY 染色體的超雄性魚。(3) 具有 YY 染色體的超雄性變性雌魚 ($YY\Delta\phi$)。而後再將超雄性變性雌魚 ($YY\Delta\phi$) 和超雄性魚 ($YY\sigma$) 配對，即可大量生產超雄性 (YY) 尼羅吳郭魚並繼續 YY 的種群，此一流程即為 YY 超雄性魚的生產技術 (YY supermales production technology)。

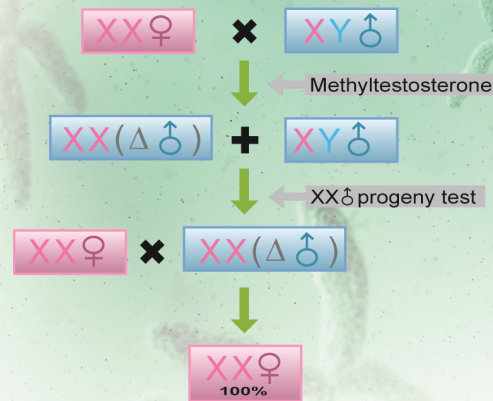


圖 6 全雌性尼羅吳郭魚培育流程

全雌性尼羅吳郭魚之選育與保存

通常魚苗繁殖場大量生產魚苗時，種魚配對繁殖的雌雄比例約為 4:1 或 5:1，也就是雌性種魚的需求量遠大於雄性種魚。一般尼羅吳郭魚正常繁殖之子代，雄性略高但整體雌雄比例還是趨近於 1:1，所以繁殖場培育種魚時需以耗時費力的人工方式選別雌性種魚，且約有 50% 的雄魚需淘汰。如果選育全雌性 ($XX\Delta\sigma$) 尼羅吳郭魚來量產雌性種魚，即可降低繁殖場培育種魚的時間及成本。本中心已建立全雌性 ($XX\Delta\sigma$) 尼羅吳郭魚生產流程 (圖 6)，以雄性激素處理吳郭魚苗，將具有 XX 染色體的雌性魚變性成外表型的雄性魚 (其基因型仍保持為 XX)，經過性轉變的尼羅吳郭魚雄性魚 ($XX\Delta\sigma$)，可以利用子代測試篩選出來，如此性轉變的尼羅吳郭魚雄性魚 ($XX\Delta\sigma$) 與正常雌性魚 ($XX\phi$) 交配所得的子代全部是雌性魚 ($XX\phi$)。

建立量產全雄性尼羅吳郭魚苗的產業模式

由超雄性變性雌魚 ($YY\Delta\phi$) 和超雄性魚 ($YY\sigma$) 交配可大量生產超雄性 (YY) 尼羅吳郭魚，此即為雄性種魚；性轉變的尼羅吳郭魚雄性魚 ($XX\Delta\sigma$) 與正常雌性魚 ($XX\phi$) 交配所得的子代全部是雌性魚 ($XX\phi$)，此即為雌性種魚，兩者再以雌雄比例 4:1 或 5:1，進行自然交配繁殖子代，即可達成量產全雄性尼羅吳郭魚苗的目的 (圖 7)。另外，超雄性魚 (YY) 和全雌性魚分別來自不同品系的尼羅吳郭魚，均是本中心種原庫經多年選育及保存的優良種原，超雄性魚 (YY) 選自 2002 年引進之 N2 品系尼羅吳郭魚，全雌性魚則源於 1966 年引進之 N1 品系尼羅吳郭魚，平常有各自的育種計畫，到了量產商業魚苗時才會結合在一起，這樣可以避免品種的瓶頸效應 (bottle neck effect) 或近親衰退現象。



圖 7 建立量產全雄性尼羅吳郭魚苗的產業模式

結語

歷年來全雄性吳郭魚苗生產方法主要有五種，分別為：(1)人工選別；(2)激素處理變性；(3)雜交生產單雄性；(4)生產三倍體不孕性魚及(5)超雄性吳郭魚繁殖生產，除用三倍體生產不孕性魚技術尚未成熟外，其他方法各有其優缺點。但以遺傳方式來建立全雄性尼羅吳郭魚苗的量產模式具有下列特點：

- (一) 利用遺傳育種的原理將雄性尼羅吳郭魚 (XY) 培育成超雄性 (YY) 吳郭魚，進而應用於量產單雄性尼羅吳郭魚種苗，子代之雄性比率高達 97% 以上。傳統的雜交單雄性吳郭魚 (XZ♂) 的群體裡雌性比例佔 10–20%，子代雄性比率低於 90%。
- (二) 由魚苗成長至體重 1 kg，單雄性尼羅吳郭魚僅需 8–9 個月，臺灣目前養殖之雜交品系吳郭魚約需 14–15 個月，成長期差距達 6 個月，對生產成本有明顯影響。
- (三) 單雄性尼羅吳郭魚取肉率可達 37–39%，較有利於生產每片 7–9 盎司或 9–11 盎司之餐廳級、生魚片級魚片 (圖 8)。雜交單雄吳郭魚取肉率約 31–32%，如要製作高規格的魚片必須耗費更長的養殖時間。

- (四) 本模式係利用遺傳育種的原理來量產單雄性尼羅吳郭魚種苗，而非以基因轉殖或基因改造、也不使用雄性激素來操控雄性比率，因此沒有食品安全之疑慮。
- (五) 本模式建立過程中，進行變性及子代測試以取得變性 XY 雌魚及 YY 超雄性魚耗費較多的時間及人力，整個研發過程歷經 12 年以上，不過在完成一次 YY 生產流程後，就可以利用保存的超雄性變性雌魚與 YY 超雄性魚交配，直接大量生產超雄性魚，後續的量產流程時間即可大幅縮短。



圖 8 餐廳級、生魚片級之吳郭魚魚片