

人工飼料

■ 周瑞良

**石斑人工配合飼料安全衛生，投餵管理容易，
是石斑養殖的最佳選擇。**

台灣早期石斑養殖始於澎湖地區，在春末夏初水溫回暖後，於海岸邊岩礁區可捕撈到野生石斑苗，漁民把捕撈到的野生苗蓄養在池塘或內灣的簡易網箱中，投予下雜魚蝦餵飼。由於好養、成長快，且肉鮮味美，消費者接受度佳以及價格好，可讓養殖者收入豐厚。

1972年起，有人廣收野生石斑苗，經蓄養後出售給澎湖當地養殖戶，或售至台灣南部沿海地區海水魚塢，以粗放或混養其他魚蝦方式養成。當時並沒有石斑人工飼料，仍以下雜魚蝦投餵。

1980年起，隨著石斑人工繁殖種苗開發成功，石斑逐漸進入較高密度的集約養殖，以西南部沿海地區鹹水魚塢養殖為主。當時養殖石斑所使用的餌料，通常是下雜魚蝦等生餌，或生餌和鰻魚粉狀配合飼料混合成的溼性飼料，以提高對石斑魚的嗜口性和營養價值。



石斑養殖池及投餌籃



石斑用各型號飼料

隨著台灣養殖產業的興盛，飼料業也跟著蓬勃發展。於1995年間，引進膨化飼料機械和技術，產學界共同積極投入石斑專用人工配合飼料的開發，2004年就有飼料公司推出石斑專用人工飼料。

蛋白質需求

蛋白質是構成生物體、血液、酵素、荷爾蒙等生理物質的主要成分，也是決定飼料品質的重要因素。相關的研究始於1958年養殖鮭魚對蛋白質需求的研究，後續研究發現不同成長階段、飼養條件、水溫、密度、其他營養成分比例、飼料中蛋白質品質等因素，都會影響魚類蛋白質需求量，通常幼魚的蛋白質需求量較養成階段的中、大魚高。

蛋白質由胺基酸所組成，品質好壞除新鮮度外，還要視必需胺基酸可消化利用的含量而定。尤其是離胺酸和甲硫胺酸在魚、蝦、貝粉等動物性原料中含量較高外，在其餘大部分飼料原料中含量較少，而肉食性魚類對這2種胺基酸的需求也較高，

因此稱為第一、第二限制胺基酸。與其說魚類蛋白質需求量，不如說是胺基酸需求量。

蛋白質需求量除取決於飼料中的蛋白質品質外，還需看飼料中蛋白質含量與能量比。換句話說，如果飼料中含有過高的非蛋白質能量來源，如油脂、碳水化合物等，魚類就會在未攝食足量胺基酸前飽足而停止攝食，造成生長遲緩、飼料效率差。

開發一個新品種人工配合飼料，通常會先探討蛋白質需求量。一般以酪蛋白、魚粉為蛋白源，配製不同梯度蛋白質含量的飼料進行成長飼育試驗。依成長結果，以統計分析方法估算出蛋白需求量，再針對各必需胺基酸評估需求量，以掌握這物種真正的蛋白質需求，期能適切、適量提供蛋白源，以提高飼料效率，降低飼料成本。

以酪蛋白、魚粉為主要蛋白源，台灣最早人工繁殖成功的瑪拉巴石斑幼魚的最適成長粗蛋白質需求量約為48%，離胺酸需求量約為3.2%，甲硫胺酸需求量約為1.1%。目前養殖數量最多的點

帶石斑幼魚的最適成長粗蛋白質需求量是46~48%，老虎斑幼魚的最適成長粗蛋白質需求量約為52%。

飼料中的脂質

脂質是生物體內脂溶性化合物的總稱，也是生物體結構的主成分之一。脂質的儲存除了提供能量外，諸多生理代謝物質，如膽固醇、前列腺素、脂溶性維生素等的生合成、細胞膜流動、免疫功能等，都需要脂質和對應的脂肪酸參與才能正常運作。

魚類對脂質的需求，因不同魚種、不同成長階段，以及成長環境溫度、鹽度的不同而有所差異。雖然飼料中的油脂含量足夠，但若必需的脂肪酸含量不能滿足成長的基本需求，會導致成長低下、飼料效率下降、免疫力差、易罹疾病等現象。

以魚油當油脂來源，瑪拉巴石斑、點帶石斑、老虎斑幼魚最適成長的油脂需求量是6~8%。

石斑魚和其他脊椎動物相同，不具合成次亞麻油酸和亞麻油酸的能力，無法把十八碳脂肪酸轉化為較長鏈不飽和的脂肪酸。因此飼料中必須含有或額外添加足夠的二十碳五烯酸（eicosapentaenoic acid, EPA）或二十二碳六烯酸（docosahexaenoic acid, DHA）等高度不飽和脂肪酸，以維持正常代謝和成長。飼料中含有2%高度不飽和脂肪酸就已滿足基礎需求。

此外，DHA / EPA比率大於1時對石斑魚有促進成長的效果，顯示同是高度不飽和脂肪酸，DHA促進石斑魚成長的效果優於EPA，而且DHA是高度不飽和脂肪酸中唯一可促進石斑魚免疫功能，如白血球吞噬能力和T細胞增生的

脂肪酸。

大豆蛋白的利用

黃豆粉中蛋白質的含量為32~40%，油脂含量為17~20%。榨取油脂脫殼後的脫殼豆粉的蛋白質含量高，約48%，且價格較魚粉低廉，是水產飼料主要的植物性蛋白源。但缺點是限制胺基酸中的離胺酸含量約2.6%，甲硫胺酸含量約0.5%，與魚粉相較都偏低。

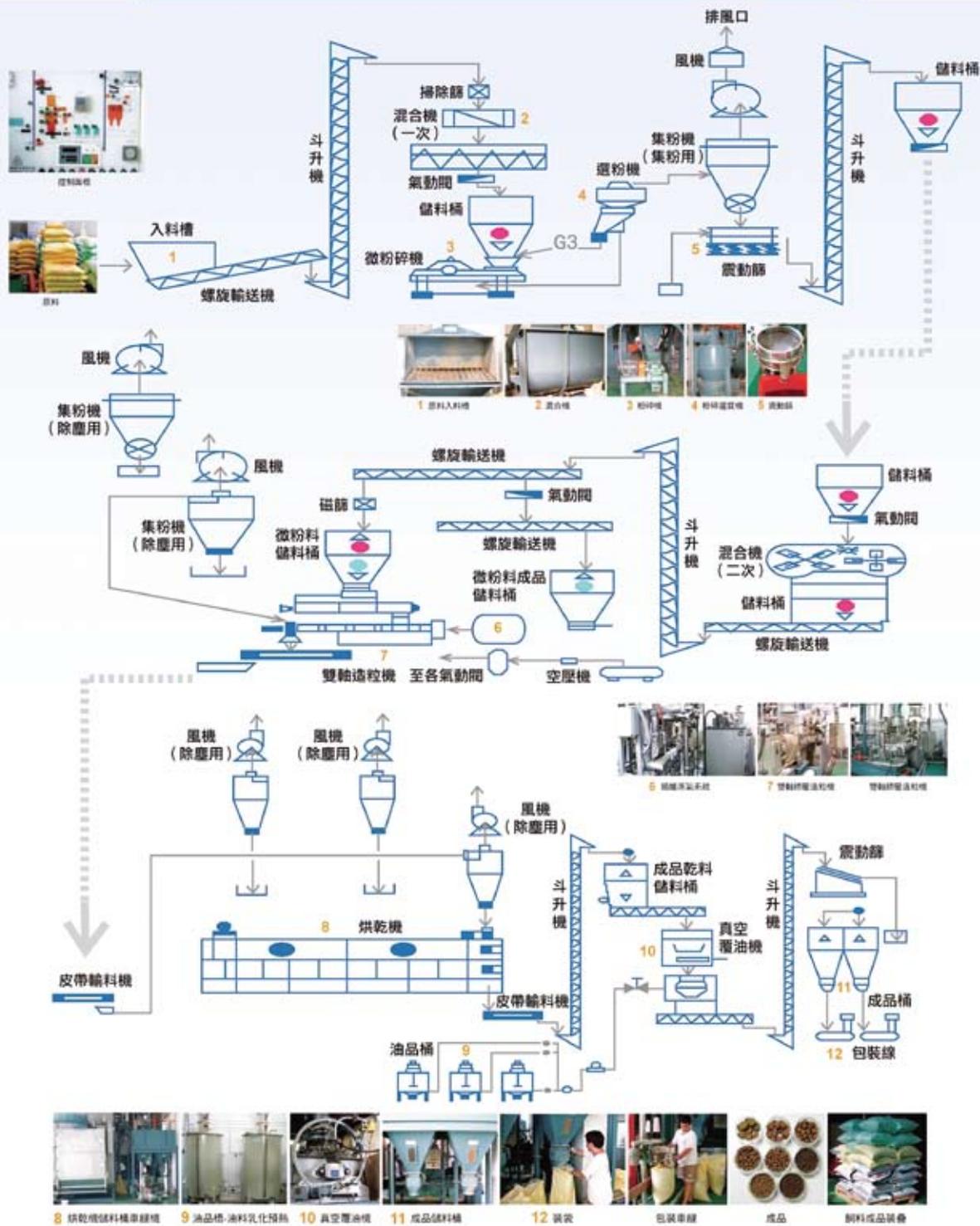
魚粉因產地、物種、季節不同所含營養成分差異大。品質較好的魚粉中離胺酸含量約5.5%以上，甲硫胺酸含量約1.8%以上。而脫殼豆粉所含限制胺基酸不及魚粉1/3，蛋白品質較低，但是可消化率高約82%。經榨油後熟化的脫殼豆粉胰蛋白酶抑制因子、植酸、大豆抗原等會抑制動物生長，影響蛋白質的消化吸收，以及鋅、鐵等礦物質的吸收，造成腸道過敏下痢等抗營養因子低。因此在石斑飼料中，在限制胺基酸需求平衡下，對魚粉取代率有20~40%的空間，而不會影響成長和飼料效率。

脫殼豆粉經發酵處理，並無法提高限制胺基酸的含量，對魚粉的取代性無法提高。但經發酵後的脫殼豆粉可提高消化率至88%以上，對飼料的可代謝能力有提升的效果。濃縮大豆蛋白的粗蛋白質含量約55%以上，精離大豆蛋白的粗蛋白質含量約80%以上，二者可消化率也高，可使用在魚苗、越冬、後期肥育等蛋白質需求較高的階段來替代魚粉，以降低高蛋白需求飼料對魚粉的依賴。

石斑人工配合飼料

石斑魚的蛋白質需求高，在配製飼料

飼料生產流程圖





雙軸擠壓造粒機

時，魚粉、脫殼豆粉等高蛋白質含量原料是首選，魚粉使用量通常超過50%才能滿足需求。配製時，以麵粉當黏著劑，再配合適量維生素、礦物質預拌劑，佐以促攝食、促成長、促免疫等添加劑完成飼料組配。

魚飼料製作多以擠壓膨化造粒方式製作。依配方組成，以人工或自動化秤料系統秤取各種原物料從入料口入料，經篩除塑膠帶

(袋)、鐵線、木塊等大型雜物後，送進一次混合桶使各原物料混合。經粉碎機粉碎，再經二次混合使它更均勻後，送至儲料桶預備造粒。然後置預粉(混)料於調質器中，噴入水和水蒸氣混合升溫調質，再經造粒機螺旋轉進器強力擠壓通過模孔造粒，並經切刀斷粒成形，送至乾燥機乾燥，利用覆油機包埋添加油脂後，經成品分袋包裝車縫完成整個製程。

擠壓造粒過程經高溫(攝氏110度至150度)和高壓(3~8 kg/cm²)，在飼料擠壓出模孔時，會瞬間釋壓而膨脹改變原物料組配。調節水、蒸氣、溫度和壓力，則可製作出不同浮沉性粒狀料。

石斑是群聚底棲性魚類，飼料多以沉性飼料為主。由於製造過程經高溫和高压處理而熟化、複合，飼料中抗營養因子的活性也會降低或不活化，因而可提高飼料的消化利用率。

大多數的澱粉糊化後，具有強力的黏著性並擴散到其他物質的結構裡。冷卻後，澱粉會變回結晶體而產生緊密的結構，增加飼料的安定性。



石斑用膏狀飼料



白身苗搶食膏狀飼料

中間育成業者大多以下雜魚蝦餵飼，由於生餌病原帶原性高，易發生疾病，因而常需投藥治療，長期用藥對魚苗免疫力的影響頗大。



飽食石斑魚。(左) 龍膽石斑 (1公斤)、(中) 點帶石斑 (3英寸苗)、(右) 點帶石斑 (半斤)

石斑對碳水化合物的利用較差，不影響成長的耐受範圍低於20%。因此配製飼料時，在飼料成型和安定性允許的情況下，盡可能調降碳水化合物的含量，有助於消化吸收。

高溫高壓也會造成飼料中非耐熱物質的破壞流失，如維生素、益生菌等。改善之道可選用熱穩定的磷酸態維生素C，和經包埋處理耐熱型態的維生素，或把易受熱破壞的添加物經油水乳化後，於覆油機後噴包埋。若使用真空覆油機可更容易完成後噴包埋，並能避免營養流失，節約原物料成本。

魚苗人工飼料馴餌

石斑魚繁殖多以輪蟲、橈腳類、豐年蝦等浮游生物為餌料。魚苗成長到體長2.5公分左右時出售給中間育成場，這個體型的魚苗身體色素斑尚未分化，呈半透明狀，俗稱「白身苗」。中間育成場把白身苗育成至2英寸（約5公分）以上，再出售給養成業者養成。

中間育成業者大多以下雜魚蝦餵飼，由於生

餌病原帶原性高，易發生疾病，因而常需投藥治療，長期用藥對魚苗免疫力的影響頗大。

養成業者購入長期用藥而品質不佳的魚苗，放養之後容易罹病，存活率低下。有鑒於此，水產試驗所已開發軟性膏狀飼料，以新鮮魚蝦肉經膠化衛生處理，配合其他飼料原料和誘引劑調製成軟性膏狀飼料，經冷凍後有如細緻的凍豆腐。這種飼料的水中安定性佳，誘食性強，可做為白身苗由活餌馴化攝食人工粒狀飼料的馴化料，俗稱「斷奶料」。它的馴餌效果佳，可減少或避免使用生餌，大幅提升魚苗品質。

熟化石斑人工完全配合飼料的營養均衡且安全衛生，使用方便，投餵管理容易，是石斑養殖的最佳選擇。

周瑞良

行政院農委會水產試驗所東港生技研究中心