

# 飼料蛋白質與能量對養殖魚肉質的影響

## DP/DE ratio



楊順德、劉富光

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

### 前言

影響魚肉品質的因素可概分為內在和外  
在因素 (圖 1)，因此在整個養殖的過程中，  
可調控這些因素改變肉質組成以符合消費者  
的喜好 (Shearer, 1994)。內在因素包括品種、  
性別、魚體大小和生活史等，運用選種、育  
種、雜交、性轉變以及多倍體等生物技術可  
達到肉質改善的目的 (Sahu et al., 2000)。外  
在因素則包括養殖條件、季節、水溫、鹽度、  
運動、飼料配方和投餌策略等，瞭解這些外  
在因素的影響及彼此的交互作用，將有助於  
養殖魚肉質的提昇。在這些影響肉質的因素  
中，飼料營養是最被廣泛研究，也是在即定  
的養殖條件下最容易達到目標的方式。

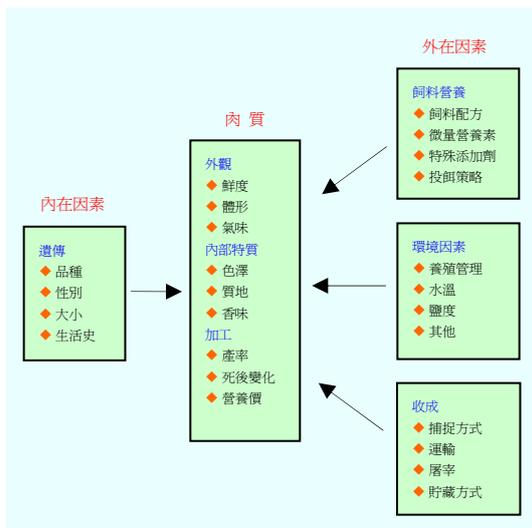


圖 1 影響養殖魚肉質的重要因素

### 魚體的一般成分組成

魚體的一般成分組成因種類、大小、生  
活史、水溫、養殖條件、環境及飼料營養等  
因素而有不同，整體而言，魚肉或全魚體的  
蛋白質含量通常約在 15–19%，而和蛋白質  
一樣，除非餵以極度缺乏或不均衡的飼料，  
魚體灰分含量的變動幅度並不大。不同魚體  
部位或全魚體的脂質與水分總和通常約為  
80%，且魚體的含脂量與水分含量有明顯的  
負相關，這種關係似乎不因餌料狀況、成長  
或生殖腺發育而有不同 (Jobling, 2001)。利用  
異速成長分析 (allometric growth analysis)  
探討魚體相對成長及其一般成分組成變化的  
關係，將魚體重與各種成分取對數值作圖，  
結果發現魚體蛋白質與/或灰分含量和魚體  
重有相當良好的正相關，而脂質含量雖與體  
重也有線性關係但相關係數較低，表示隨著  
魚隻的成長，其體脂含量也會受其它因素的  
影響 (Shearer, 1994)。

肝臟、肌肉和腹腔脂肪組織是魚類蓄積  
脂質的主要部位，各部位對脂質的累積能力  
因魚種而異 (Shear, 2001)，例如屬於瘦肉魚  
(lean fish) 的鱈魚其肝臟可蓄積大量的脂  
質，屬肥肉魚 (fatty fish) 的鮭魚和沙丁魚的  
脂質主要蓄積在肌肉。魚體將脂質貯存在何  
處會影響到養殖魚的肉質表現，如加工過程  
的屠宰率 (slaughter yield)、質地、冷藏變化  
及營養價等 (Jobling, 2004)。一般而言，魚肉  
的含脂率約在 0.5–20% 以上，由人類營養學



的觀點，可依據魚肉的含脂率將魚類分為四大類，即瘦肉魚（含脂量 < 2%）、低脂魚（含脂量 2–4%）、中脂魚（含脂量 4–8%）以及高脂魚（含脂量 > 8%），瘦肉魚種肌肉的脂質大多是含高度不飽和脂肪酸（HUFAs）的結構性磷脂質，而肥肉魚種的肌肉脂質主要是蓄積型的三酸甘油酯（Jobling, 2004）。另外，同一隻魚不同部位的肌肉其含脂量也有差異，通常愈接近皮膚、魚鱗基部和腹部周圍的肉含脂量較高，而愈靠近尾部和脊椎骨的含脂量愈低（Morris, 2001）。

## 飼料蛋白質與養殖魚肉質

### 一、飼料蛋白質的含量

每種魚不論是全魚體、屠體或肌肉，除了處於快速成長期可能受飼料成分影響外，蛋白質含量似乎是固定在一定範圍，而且即使魚種或品系間的體蛋白比例有所不同，差距並不會太大（Morris, 2001）。將銀鱸和何氏棘鯉稚魚分別餵以蛋白質含量不足之飼料，其成長較差且魚體蛋白質含量低於正常組（Yang et al., 2002；Yang et al., 2003），但若依據 Shearer (1994) 的觀點，造成魚體蛋白質比例不同的原因是飼料蛋白質含量不足，使得魚隻成長較慢所致，因為魚體所含蛋白質的比例是體型大小的因變數。

在胺基酸方面，不同魚種間肌肉的胺基酸百分組成只有些許差異，且在不同年齡之同一魚種的胺基酸組成也很類似，換言之，魚體的胺基酸組成不會受飼料成分的影響而有太大的變異（Cowey, 1993；Morris, 2001）。有趣的是，雜交條紋鱸的蛋白質需求為 32–36%（Wilson, 2002），但若餵以 45% 蛋白質之飼料，雖然不影響魚體的一般成分組成，卻可顯著提高屠宰時的屠宰率（Xiong et al.,

1996）。適當地增加飼料蛋白質含量也提高二年齡美洲河鱈的屠宰率（Gatlin, 2001），Johnston et al. (2002) 則指出高蛋白飼料有助於大西洋鮭（*Salmo salar*）肌肉纖維的增補。

### 二、蛋白質的品質

近年來魚粉在水產飼料的使用比例逐漸被其它替代蛋白源所取代，而這些蛋白源對養殖魚肉質的影響也逐漸受到重視。以替代蛋白源為主的飼料和傳統的魚粉飼料比較，對於養殖魚的成分組成並無明顯的影響（Rasmussen, 2001），但 Nandeesh et al. (1995) 指出，使用蛋白源品質較差的飼料，即便是養殖魚有不錯的成長率，魚肉的化學組成可能有所變化，在虹鱒、青魚或黑邊吳郭魚的飼料中以植物性蛋白源部分或全部取代魚粉，魚隻體脂比例顯著高於對照組（Burel et al., 1998；Yang et al., 2001；Olvera-Novoa, 2002），Yamamoto et al. (2002) 則認為這是飼料中胺基酸組成不平衡所致，在無魚粉飼料中補足必須胺基酸即無此現象；另外，蛋白質品質較差之飼料除使魚肉含脂率增加，也有可能降低美洲河鱈的屠宰率（Gatlin, 2001）。

整體而言，飼料中添加畜產加工副產品（如肉骨粉）對養殖魚的官能品評結果只有些微影響（Allan et al., 2000；Williams et al., 2003），但有些植物性蛋白源因含有六碳的醛類和酮類，容易激活脂氧合酶（lipoxygenases）的活性而有產生異味之虞（Morr & Ha, 1991），在虹鱒飼料中以濃縮黃豆蛋白完全取代魚粉，魚肉會有臭味和水味（freshwater taste），Kaushik et al. (1995) 推斷可能是黃豆中含有異味物質所致；不過，以部分添加全脂黃豆粉之飼料投餵虹鱒和大西洋鮭，卻不影響魚肉的風味（Smith et al., 1988；Bjerkeng et al., 1997）。

## 碳水化合物與養殖魚肉質

已知魚類對碳水化合物沒有一定的需求量，因為魚類仍可利用胺基酸的碳骨架或 TCA 循環的中間性代謝產物，經糖質新生作用達到其生理需求 (Wilson, 1994)。不過，碳水化合物卻是最便宜的非蛋白質能源，且在飼料製作過程中也須有澱粉質的糊化作用以增進飼料的安定性，例如市售大西洋鮭飼料約有 15% 的碳水化合物 (Hillestad et al., 2001)。

魚體內的碳水化合物含量通常低於 1% 以下，且大多以肝醣及其代謝產物的形式存在，因而飼料的蛋白質或脂質含量不會直接影響魚體的碳水化合物含量 (Morris, 2001)。魚類對飼料碳水化合物的利用能力因魚種和碳水化合物種類而異，通常草食性魚類對碳水化合物的利用能力較佳，而肉食性魚類則較差。正常情形下，魚類可透過腎臟和鰓部調節血液和組織的葡萄糖平衡 (Lin et al., 2000)，但當飼料碳水化合物量過高時，魚隻肝臟會有過量的肝醣蓄積和肝體比指數升高的現象 (Morris, 2001)。飼料碳水化合物含量與魚體成分組成的相關研究結果並不一致，將飼料的油脂含量固定，Hillestad et al. (2001) 認為大西洋鮭的肉片含脂率和肉色不受飼料蛋白質/碳水化合物比的影響；然而 Aksnes (1995) 指出，隨著飼料碳水化合物量的增加，大西洋鮭肉片含脂率和腹腔脂肪量也增多，進而影響肉質表現甚至是煙燻後的失重。

## 飼料蛋白質能量比與養殖魚肉質

飼料蛋白質能量比 (P/E ratio) 是影響養殖魚成長、營養素利用率和體成分組成的主

要因素，過高的 P/E ratio 將使魚隻成長效能不佳，而且也浪費過多的蛋白質作為能量來源；太低的 P/E ratio 同樣使魚隻的成長不佳，並可能有過量的脂肪蓄積在魚體內 (Gatlin, 2001)。不同 P/E ratio 的飼料會影響到鮭科魚類的體成分組成和屠宰率，Einen & Roem (1997) 及 Einen & Skrede (1998) 設計四種不同之可消化蛋白/可消化能量比 (DP/DE ratio) 飼料，進行兩次試驗，第一次是投餵 1.1 kg 較小型的魚，第二次試驗是投餵 2.5 kg 較大的魚，結果顯示由 1.1 kg 長到 3 kg 和由 2.5 kg 長到 5 kg 的合適 DP/DE ratio 分別為 19 和 16–17 g/MJ。Einen & Roem (1997) 也發現較小型的魚全魚體的含脂率顯著受 DP/DE ratio 的影響，比值愈低則魚體的含脂率愈高，同時屠宰率也跟著降低，在較大型魚則無此現象，但其肉片仍以餵低 DP/DE ratio 者為高。

通常提高飼料能量會使魚體蓄積更多的脂肪 (Morris, 2001)，鮭科魚類的脂肪主要蓄積在內臟和皮下肌肉中 (Chan et al., 2002)，但在大西洋鱈的肝臟則是主要脂肪貯存器官，因而不同 P/E ratio 的飼料似乎不會影響鱈魚肉的成分組成和肉質 (Morias et al., 2001)。Aksnes et al. (1996) 以 P/E ratio 分別為 21、24、28 和 32 g/MJ 之飼料投餵大比目魚，魚隻由 5 g 成長到 550 g，其成長和飼料效率並無顯著差異，但是 P/E ratio 愈低則魚體去內臟的比例升高，且屠體的含脂率也隨之增加。同樣的，雖然肌肉的一般成分組成無顯著差異，河鱸餵以較低 P/E ratio 的飼料，其內臟重與體重的比值明顯提高，而且屠宰率與內臟體比呈負相關 (Mathis et al., 2003)。