



飼料脂質與養殖魚肉質的關係



楊順德、劉富光

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

飼料油脂含量與魚體脂質蓄積

增加飼料脂質添加量通常會使陸上動物的體脂率提高 (West & York, 1998)，而在魚類，處於快速成長期的魚蓄積脂質的能力較高，因而更能反映飼料的含脂量，亦即高脂飼料可生產出較肥滿的魚 (Jobling, 2004)。另外，魚體各部位對脂質的累積能力因魚種而異 (Shear, 2001)，Oku & Ogata (2000) 將嘉鱚魚、青魮鰱和牙鯮以脂質含量約 11、16 和 20% 的飼料，結果在嘉鱚魚有 40—50% 的脂質貯存在內臟，而在青魮鰱屠體內約有 50% 的脂質貯存，牙鯮屠體內可貯存的脂質則高達 80%，且隨著飼料含脂量的增加而蓄積率降低。

Jobling et al. (1998) 以低脂 (13%) 和高脂 (28%) 的市售飼料投餵重約 90 g 的虹鱈，並利用皮帶式投餌機 (belt feeder) 過量投餵，在歷經第一階段 75 天的成長試驗後，雖然魚體重無顯著差異，餵以高脂飼料的魚體、屠體和內臟的含脂率顯著高於餵飼低脂飼料者。在接下來的 235 天第二階段成長試驗中，原先分別投餵低脂和高脂飼料的魚隻均同樣投以混合低脂和高脂的飼料，結果原先餵高脂飼料者其魚體和屠體的成分組成無明顯變化，但原先餵低脂飼料者的一般成分組成變得與餵高脂飼料者無顯著差異。由於魚類有體型愈大體脂比率愈高的現象 (Shearer, 1994 ; Johansen & Jobling, 1998)，

Jobling et al. (1998) 因而認為魚體可能存在著某種調節機制以使其體內含脂率能達到一定的水平，而最近 Johansen et al. (2002) 的研究證實魚類的攝食確有脂肪恆定調節 (lipostatic regulation) 的機制。綜合以上的論述，以飼料配方調控養殖魚類的體脂量，有三點重要因素：(1) 魚體含脂率與體型有關，體型愈大含脂率愈高；(2) 魚體處於快速成長期較易反映飼料的含脂量，且蓄積脂質的能力與魚種和魚體部位有關；(3) 增加飼料的油脂含量以提高魚體含脂率有一定限度。

飼料油脂含量與肉質的關係

通常飼料油脂含量過高會導致魚體腹腔和鰭基部周圍蓄積高量的脂肪，因而降低屠宰率 (Gjedrem, 1997 ; Rasmussen, 2001)，Weatherup et al. (1997) 將虹鱈分別以不同投餌率投餵不同蛋白質和脂質含量之飼料，在魚隻攝取同等能量的情形下，魚肉和屠宰廢棄物的含脂率會隨飼料脂質量的增加而增加，但在大型鮭科魚類的研究結果卻顯示魚隻餵以不同油脂含量的飼料並不影響屠宰率 (Jobling et al., 1998 ; Rasmussen & Ostensfeld 2000 ; Regost et al., 2001)，這也反映出利用飼料配方調控大型魚一般成分組成的效果有限 (Rasmussen, 2001)。

飼料油脂量提高對魚體脂質的含量和分布有著某種程度的影響，因而也可能影響養

殖魚的肉質，但是目前由鮭科魚類的相關研究報告發現，飼料油脂含量對肉質只有些微的影響，例如餵高脂飼料的虹鱒肉片柔軟度較餵低脂飼料者佳 (Andersen et al., 1997)；提高飼料含油量也略可增進煙燻大西洋鮭魚片的滑潤度 (fatness) 和風味 (Einen & Skrede, 1998)；褐鱒以低脂飼料所做成的燻魚片有較高的鹽味 (salty flavor)，而煮熟的肉片有較高的堅實度 (firmness) 且較不會有汁液流出 (Regost et al., 2001)；然而，Bjerkeng et al. (1997)、Rørå et al. (1998) 和 Rasmussen et al. (2000) 都認為飼料油脂含量並不會對魚肉的堅實度、滑潤度和硬度 (hardness) 造成影響。魚肉脂質含量對肉質表現的影響與消費者的需求層級有關，魚肉含脂率增加若不伴隨著發生異味的話，通常會有比較高的接受度 (Fauconneau et al., 1995)，在歐洲的鮭魚養殖業存在著一種觀念，認為飼料油脂若超過 30% 容易使養殖魚有過度的油膩感 (oiliness) 較無法被消費者接受，甚至不利於煙燻和加工，但數據顯示鮭魚以高脂飼料並不會無限制在魚肉中蓄積過量的脂質 (Bell et al., 1998)，且油膩感的程度不見得和魚肉的含脂率有直接的關係 (Johnston, 2000)。另外，Chan et al. (2002) 發現投餵高脂飼料 (油脂含量 23% 或 30%) 的銀鮭魚體內還原蝦紅素 (astaxanthin) 含量較餵低脂飼料者高，這可能是飼料增加油脂可促進魚體對蝦紅素的消化吸收與蓄積 (Einen & Roem, 1997)。

飼料油脂來源對肉質的影響

魚油因富含 n-3 高度不飽和脂肪酸 (n-3 HUFA)，可以滿足養殖魚類 (特別是冷水性魚和海水魚) 的必須脂肪酸需求，因而是水產飼料的重要油脂來源 (Izquierdo et al.,

2003)。然而，近年來，歐洲學者陸續發現養殖鮭魚含有多氯聯苯 (PCBs)、戴奧辛 (PCDDs) 和多氯二聯苯呋喃 (PCDFs) 等毒性化合物，含量甚至已危及人類的健康，究其原因是飼料中添加受污染的魚油 (Jacobs et al., 2002)，再加上全球漁獲有限，對魚油的需求卻隨著養殖業的發達而日漸擴大，因此以其它油脂，尤其是植物油替代水產飼料中的魚油已行之有年 (Glencross et al., 2003)，飼料中添加植物油對養殖魚肉質的影響也因而受到重視。

魚肉的質地和保水性是養殖魚肉質重要指標 (Mørkøre et al., 2001)，Thomassen & Røsjø (1989) 發現大西洋鮭飼料中添加不同來源的植物油，會顯著影響魚肉的氣味 (odor)、味道 (taste) 與色澤強度 (color intensity)，甚至影響到鮭魚肉片的保水能力 (liquid holding capacity) (Regost et al., 2004)，在瘤棘鰈飼料中以黃豆油或亞麻仁油取代魚油也同樣有官能品質上的問題 (Regost et al., 2003)。但是最近的一些研究報告顯示，飼料中添加高量的植物油對大西洋鮭的色素含量、質地和保水能力沒有顯著影響 (Bell et al., 2001；Rørå et al., 2003)，而以黃豆油、亞麻仁油或菜籽油取代金頭鯛或舌齒鱸飼料中 60% 的魚油，官能品評的結果有相當良好的接受度 (Izquierdo et al., 2003)。

飼料油脂與魚體脂肪酸組成

魚體組織脂肪酸的比例變化通常可反映出飼料中的脂肪酸組成，例如餵食富含黃豆油或玉米油之飼料，魚體 (尤其是肌臟和肌肉) 內 18:2n-6 的比例會較高，而餵食高含量的畜產油脂則使 18:1n-9 比例提高。但值得注意的是，魚類為了維持生存所需的生理



條件，必須透過碳鏈加長、去飽和作用和其它的代謝機制，使細胞膜和組織的脂肪酸組成保持在一定的水準，亦即魚類可以對飼料的脂肪酸組成在體內作有限度的修正 (Hardy, 2003)。魚體所含有的 n-3 HUFAs (主要為 EPA 和 DHA) 已知可減緩腦中風、心血管疾病和高膽固醇血症等症狀的發生，而有益於人類健康，但似乎養殖魚類所含的 EPA 和 DHA 比例較野生魚來得低，而且 n-3/n-6 比值也較低 (表 1)，這應該和養殖魚飼料中添加非海洋性油脂有關。飼料中添加高量的植物油通常會使得魚體中的 n-3 HUFAs 比例降低，n-6 系列脂肪酸的比例反而增加，造成魚肉的 n-3/n-6 比值下降，這是以其它油脂來源取代飼料魚油無可避免的結果。但知名期刊 *Aquaculture Research* 的主編 Hardy (2003) 則指出，養殖魚的 n-3 系列脂肪酸只是在油

脂中的比例較低，如果換算成所攝取的 n-3 脂肪酸克數，養殖魚和野生魚在脂肪酸營養上並無明顯差距；換言之，由 n-3 HUFAs 的建議攝取量來看，養殖魚的含量應已足夠。

結語

飼料營養與養殖魚肉質的關係是近十年來才受到重視的研究範疇，以往對於養殖魚的若干飼料營養概念，將會隨著這一方面的研究進展而有若干修正，當然在這之間還牽涉到經濟面成本與效益的考量。總言之，飼料營養是影響養殖魚肉質的重要因素，在選擇優良養殖品系和良好養殖管理的前提下，有效配合調控各種飼料因子，以及考慮內外條件因素，應該可以生產出符合不同肉質要求的養殖魚。

表 1 幾種野生魚 (W) 和養殖魚 (F) 的脂肪酸含量比較

		EPA	DHA	Σ SFA	Σ MUFA	Σ PUFA	n-3/n-6
銀鱸	W	3.1	6.3	29.6	30.6	39.6	1.8
	F	1.8	5.8	32.4	48.1	18.0	1.3
美洲河鯰	W	4.1	18.1	30.7	23.1	38.9	2.0
	F	3.0	8.9	23.3	51.7	23.3	1.5
紅鼓魚	W	4.1	13.2	29.6	25.1	24.8	5.4
	F	4.4	6.9	30.9	27.3	35.6	0.7
嘉鱾魚	W	5.4	23.4	31.3	29.3	39.4	2.8
	F	8.8	15.9	29.9	34.0	36.1	2.5
金頭鯛	W	3.7	17.6	34.5	27.5	38.0	3.1
	F	2.3	12.7	28.2	37.2	34.7	1.9
大菱鯽	W	9.3	28.3	28.5	20.7	49.3	8.9
	F	8.2	24.5	26.5	26.7	47.3	4.4
大比目魚	W	2.1	25.4	22.9	21.5	43.9	11.5
	F	5.7	11.1	20.3	39.8	30.3	2.3
大西洋鮭	W	5.9	12.9	19.3	49.8	27.7	10.3
	F	5.0	10.4	23.2	43.9	29.3	3.3