

# 魚類飼料的營養問題與研發策略 (下)



劉富光

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

## 食療品與食療飼料

食療品 (nutriceuticals) 是最近推出的新概念、新名詞，它是營養與藥劑 (nutrient and pharmaceutical) 的總稱，目前已逐漸被重視。通常，集約式養殖會對養殖物產生壓迫，導致免疫力減弱，而高密度的養殖環境，更容易助長病害的爆發。使用食療品可激發免疫效果而補償高密度的免疫壓力，由於不需藥，故不會增加生產成本。

食療品一般的特性有：(1)屬天然物質(可經濃縮或純化)，在生物的天然食物中有一定含量；(2)需由飲食攝取一段時間；(3)除能提升免疫力外，本身具有營養價值。因此，它不同於添加劑或藥物，是今後養殖飼料發展之要項。茲簡要列舉食療品種類如下：

### (一) 益生菌

益生菌 (probiotics) 是一種微生物(不論死活)，有細胞壁的結構，或是微生物衍生產物，經口投、注射或浸泡方式傳輸。養殖用益生菌多屬口投，其機制主要係維持腸內菌相之平衡。飼料用益生菌包括：多醣類及革蘭氏陰性、陽性菌，藻類及酵母菌等。

益生菌的可能作用為：(1)驅除病原體；(2)刺激細胞、組織、免疫防衛力；(3)促使排泄順暢；(4)降低膽固醇；(5)破壞有害化合物或不消化營養物質；(6)產生維他命及消化酶。所以，飼料添加益生菌可以改善食慾，

減少抗生素使用及促進成長。

### (二) 維他命

研究顯示，飼料中缺乏維他命會出現一些病症，而添加則有預防之效果。

飼料添加 Vit. C 之功能：(1)與其他營養素，如：Vit. E、脂肪酸、鐵和葉酸等的代謝有密切關係；與 Vit. E 有協同作用；能阻止脂肪酸過氧化，保持細胞膜的流動性，提高免疫力；可維持血細胞中鐵含量的穩定性；與葉酸共同維持血紅蛋白含量。(2)對魚體抗壓迫反應的影響：在壓迫下，魚類的下視丘—腦垂體—腎間組織之活力會加強，使兒茶酚胺 (Catecholamines) 含量升高，而影響免疫力與抗病力；添加 Vit. C 可舒緩上述負面效應。(3)對於魚類免疫力的影響：Vit. C 是一種重要免疫增強劑，可提升淋巴細胞增殖率 (lymphocyte proliferation)、溶菌酶活力、吞噬能力、呼吸爆發及增強抗感染力。

飼料中添加 C 與 E 有個別與加乘效果，對不同試驗魚種的功效為：(1)增加血清補充量，氧化物爆發力及淋巴增生 (虹鱒)；(2)加強血清補充量、溶菌酶活力 (鱸魚)；(3)降低 VHSV 感染之死亡率 (虹鱒)；(4)確保精、卵之品質 (虱目魚)。

某些 Vit. 如添加高量，會有食療的作用。除參與免疫機制外，Vit. C、E 就像抗氧化物般，可防止自由基之氧化與組織受損。

飼料中添加高量 Vit. E 對不同魚種的效

果為：(1)可改善非特異性免疫功能 (虹鱒)；(2)加強對 *E. tarda* 病之抵抗力，可補償因免疫壓迫所引起的溶菌酶活力降低 (印度鯉、鯛魚)；(3)減少強氧化劑之壓迫 (比目魚)；(4)降低水黴之感染 (雜交條紋鱸)；(5)傷口癒合較快或成長較快 (虹鱒)。

如添加高量 Vit. A 對不同魚種產生的效能有：(1)改善組織及細胞免疫防衛力 (虹鱒)；(2)強化腸內酶素活力而提升消化吸收能力 (比目魚)。

### (三) 脂質

前已述及，n-3 與 n-6 是魚類的必需 HUFA，適當的比例可提升免疫力。其調節免疫力的可能方式為：(1)影響細胞膜的完整性與流動性；(2)改變對化學信號的敏感性與轉導方式；(3)產生具免疫調節能力的內生性激素。

長期投餵以植物油 (n-3 含量少) 替代魚油的飼料會導致體液及細胞免疫之降低，如添加 n-3 HUFA 則可增強對疾病的抵抗力。另，n-6 也具調節免疫力的功能，例：ARA (20 碳 4 烯酸) 可衍生內生性激素。

### (四) 藥用植物

植物長久以來被用來當作人類健康的治療藥物，似乎也可同樣用於魚類。例：蕁麻、八角、當歸、蘆薈、薑、蒜等，有改善免疫力、白血球吞噬作用、增進血清及溶菌酶活力等之效果。

食療配方飼料 (食療飼料) 係指含食療品的飼料，屬抗氧化物，能延長產品貯藏期。加上必須脂肪酸，則可增加產品營養，進而提高產品價格。另一方面，食療飼料不添加抗生素藥物，是生產所謂有機產品的有效策

略。由於不用藥物即可控制魚病，所以能降低生產成本，而產品因富含營養又可增加銷售價格。因此，這種能增強免疫與抗病，又衛生安全且富含營養的飼料，是水產養殖今後改變目前含抗生素飼料的革命性良方。由此可見，食療飼料是兼具環保、健康、倫理的養殖飼料研發方向。

## 添加劑

除了食療飼料的四大類添加物外，茲介紹兩種最近研發的飼料添加劑如後：

### (一) 半胱胺 (cysteamine, CS)

通常提高養殖生產性能所使用的方法大致為：優良基因、優質配合飼料以及良好的養殖環境等，但這些最後都需藉由神經內分泌的調控來完成。魚類成長激素的調控，可改變魚類體內代謝過程，是安全、有效又環保的方式。

#### 1. CS 的生物特性

半胱胺為動物體內重要的活性物質。動物體內腦垂體分泌的成長激素 (GH)，受到成長激素釋放素 (GHRH) 與成長激素抑制素 (GHIH) 所調控。最近的研究發現，半胱胺能有效抑制 GHIH 而促進分泌 GH，是一種新型的促成長劑，而且在飼料加工或餵食過程中的特性也很穩定。

#### 2. CS 的生物功能

(1)具有調節內分泌作用，可以減弱 GRIH，間接提高 GH 的分泌；(2)可調節蛋白質代謝，使甲狀腺素、催產素、促黃體素及促腎上腺素分泌增加；(3)具有抗氧化功能，可以有效清除自由基，保護 DNA；(4)可合成

牛磺酸並以牛磺酸之形式參與內分泌，具有促進成長，維持免疫與生殖系統正常之功能；(5)以輔酶 A 的形式參與內分泌，諸如：機體的糖、脂肪及蛋白質等的代謝。

### 3. CS 作為水產飼料添加劑的利基

(1)CS 是天然存在於動、植物或人體內的生理活性物質，目前被歸類為“不需限制最大殘留量”的有機物；(2)屬於高等化合物，易合成、成本低，係可通過分泌方式來調控成長的生理調節劑；(3)能促使魚類機體對鈣、磷之吸收、利用，減少有機物排放，而有益於環保；(4)能提高養殖生產性能及效益，且對人體健康極為安全；(5)可作為水產飼料綠色添加劑。

### 4. CS 作為水產飼料有待解決的問題

(1)宜研訂 CS 的使用劑量與期程，以確定最佳添加方式（針對不同種、不同成長階段）。(2)需究明添加劑的體外穩定性（長期保存、運輸、包裝與加工過程）或體內定量緩慢釋放性（在魚類口腔、胃中不被消化，能完整到達小腸後再緩慢釋放、吸收利用，以發揮功效）。

#### (二) 植酸酶

##### 1. 植酸酶的特性

植酸酶是一種水解酶，可分為 3-植酸酶、6-植酸酶，可把植酸磷（六磷酸肌醇）分解為肌醇和無機磷酸，進而釋放氨基酸、磷、鈣、鐵、鎂、鋅、銅等。如作為水產飼料添加劑，可改善總能的利用率，降低飼料係數，促進成長，提高蛋白質、氨基酸和礦物質之消化利用，減少水中排放氮、磷等污染。

##### 2. 植酸酶的利用

不同的水產動物，因消化道的環境不

同，植酸酶的效果不一。無胃魚對植酸酶之利用率約 8%，而有胃魚可分泌鹽酸使 pH 值降低，以增強酶的活性，利用率可達 19%。

在不同成長階段對磷及其他養分之需要與吸收不同，一般魚苗利用植酸磷的能力低，而成魚較高。因此，幼苗使用之效果較成魚佳。

溫度和 pH 值會影響植酸酶活性：溫度高較不穩定，不能超過 75°C。當 pH 值在 2.5—5.0 時活性最佳，如酸性不足，可添加檸檬酸共同使用。一般每天的使用量約 500-1000 unit/Kg。

## 誘引劑

誘引劑又稱誘食劑、食慾增加劑，是以水產動物攝食生理為理論基礎而研制的，一般可分為水產動物攝餌誘引物質和攝餌刺激物質。

#### (一) 誘引劑的作用

1. 加速水產動物之攝食速度，減少水質污染。
2. 改善飼料的適口性，提高攝食量。
3. 促進水產動物的消化吸收，提高飼料效率。
4. 提高水產動物對植物性飼料的利用。

#### (二) 水產誘引劑的種類

##### 1. 胺基酸類

L-胺基酸對魚類嗅覺、味覺均具強的刺激作用。包括有：精胺酸、谷胺酸、丙胺酸、蛋胺酸、胱胺酸等。

##### 2. 甜菜鹼

甜菜鹼含甘胺酸甲基內酯，為甲基的供

體，可取代蛋氨酸和膽鹼，能促進脂肪代謝，提高消化酶活力，調節滲透壓及緩和刺激。

### 3. 含硫化合物

含硫化合物包括二甲基- $\beta$ -丙酸噻亭 (Dimethyl- $\beta$ -propiothetin, DMPT)、二甲亞砜 (Dimethyl sulfoxide, DMSO) 和大蒜素等，對攝食、成長、抗逆性有效，可改善肉質，使淡水魚呈現海水魚風味。

### 4. 脂肪類

水溶性脂肪酸有味覺刺激作用，而磷脂則可提供動物體內脂肪酸、磷酸、膽鹼和肌醇，有強烈化學誘食作用，能改善飼料適口性而提升攝食率。

### 5. 胜肽 (peptides) 類

是二個以上氨基酸以肽鍵相互連接的化合物，可誘引水產動物攝食，促進氨基酸吸收，提高蛋白質利用、合成、增加免疫力，提高飼料效率和生產性能，為綠色飼料添加劑 (一般添加量約 350 mg/kg)。

### 6. 藥用植物

具有天然、高效、副作用低、不產生抗藥性、資源豐、性能多樣等優點。含蛋白質、氨基酸、醣類、脂質、礦物質、維生素等，另含大量有機酸及多糖等免疫生物活性物質。例：黃柏、陳皮、大蒜、洋蔥、香芹、薄荷、山藥、山楂、枸杞等。因藥用植物具有抗菌、抗病毒的作用，可有效增加水產動物免疫力，促進營養素之消化吸收。

### 7. 核苷酸類

為核酸之分解物，通常與胺基酸、甜菜鹼合用，能提高飼料之適口性、攝食量及成長率。

### 8. 動植物及其萃取液

蚯蚓、蛤仔、烏賊內臟、牡蠣、蠶蛹、石蓴、海帶、螺旋藻等動植物之萃取物，具有提高攝餌、增加消化吸收機能的作用。

### 9. 合成香料

合成香料，例如：乙基麥芽粉、香豆素、乳酸乙酯等，也是誘引劑的材料。

(三) 使用誘引劑應注意的問題：

1. 針對不同的水產動物，其使用的誘引劑也不同。
2. 不同成長階段和養殖條件，誘引劑添加量會不同。
3. 誘引劑可由兩種以上混合組成，具有加乘效果。

## 免疫增強劑

養殖產品的衛生安全，一向是消費大眾最為關注的問題。養殖過程中如果使用抗生素，衍生的後遺症有：(1)產生抗藥性—使藥效減弱或無效；(2)產生毒性殘留—易使養殖生物發生中毒、過敏及畸型突變甚或致癌；(3)破壞微生態系平衡—抑制益生菌、光合菌、硝化菌，腸道乳酸菌等；(4)抑制免疫系統—影響吞噬細胞功能；(5)改變魚類消化道細菌相而產生抗藥性，進而轉嫁到人體。

利用免疫學的方法可改善魚類體質，增強對疾病之抵抗力。這種無污染、不殘留、促進成長又兼顧環保的綠色飼料添加劑，稱之為免疫增強劑。

(一) 免疫增強劑的種類

牛磺酸：具有調節神經、消化、生殖、心血管、免疫及內分泌等生理功能。

甲殼素：是世界上最大量的含氮有機化

合物，可增強體液和細胞的免疫活力。

功能性低聚糖：又稱寡糖，可促進成長、提高免疫力、活存率、飼料效率及蛋白質利用率，並可減少養殖物氨氮之排放。

乳鐵蛋白 (Lactoferrin)：具有多種生物動能的蛋白質，參與鐵的運轉並具有抗菌、抗病毒、抗氧化及調節機體免疫的能力。

有機硒：能刺激免疫球蛋白及抗體的生成，提高機體液免疫、細胞免疫及非特異免疫功能。

溶菌酶 (Lysozyme)：具有抗菌、抗病毒、消腫、加快組織修復等功能。

維生素 E：能增強抗體的產生及促進淋巴細胞的增殖與分化；提高吞噬細胞的吞噬作用。

酵母核苷酸：具有顯著促進成長、提高機體抗壓迫以及增強機體免疫能力的作用。

微生物製劑：又稱為益生菌（菌），含大量動、植物有益的活菌劑，可調節動、植物的微生態系的平衡。通過動物體的胃酸、膽液、腸液等屏障而存活，並在消化道內定植繁衍。可以替代抗生素之使用，防治微生態平衡之失調，提高飼料的消化率、吸收率和轉化率，增加免疫力及抗病力。

藥用植物：主要通過促進機體免疫器官發育，增強非特異性免疫和特異性免疫（細胞免疫、體液免疫）等 3 種途徑來增強機體的免疫力。

## (二) 免疫增強劑現存問題

使用量與安全性：目前使用量未有定論，過量與不足均不宜。

穩定性：確保產品的抗氧化力以及不受理化因子的影響，才能保持穩定性。

作用機制：目前機制不明確，無法正確使用及合理搭配使用。

加工與篩選技術：有些如藥用植物，不能直接使用，需加工成一定形狀才能添加，目前這些技術尚屬起步階段。

## 結論

未來的優質養殖飼料必需具備的條件：

- (一) 營養的—提供適當的魚類營養需求。
- (二) 機能的—供應魚類對營養能量的消耗。
- (三) 效率的—符合魚類生長、發育代謝的需要。
- (四) 經濟的—能有效降低生產成本。
- (五) 健康的—可以增強免疫力，提高抗病力，保證產品的健康衛生。
- (六) 有機的—利用天然食療配方，不添加抗生素，以生產有機安全產品。
- (七) 市場的—滿足消費大眾對產品品質的要求。
- (八) 環保的—減少或不使用魚粉、魚油，代之以植物粉、植物油，減少有機排放之污染。

然而，由於養殖魚種的不同，其營養之需求因之有所差異，以致營養需求的研究進展較緩。因此，低成本而又營養適切的魚飼料開發仍有其挑戰空間。另一方面，傳統飼料原料的來源不穩又不足，致使蛋白質、脂質等的替代研究方興未艾。未來養魚飼料應朝營養的、經濟的與環保的方向發展，例如食療飼料，才是確保永續養殖的最佳策略。

註：本文主要取材自 Jesse T. Trushenski et al. (2006) North American Journal of Aquaculture, 68: 122-140.