

# 大豆粉在水產飼料中的利用

何碧月、陳紫嫻

水產試驗所東港生技研究中心

## 前言

水生動物生活於水中，其生理條件與陸生動物有相當顯著的不同，在營養需求上也有極大的差異，以成長所需的蛋白質而言，魚蝦類高出陸地動物許多。一直以來，水產飼料所使用的蛋白質源，大多是來自魚粉，尤其是肉食性魚種（圖 1），其蛋白質需求往往高達 40—55%，對魚粉的依賴性更大。在海洋資源短缺，國際原物料價格飛漲的情況下，魚粉價格也隨之水漲船高，導致飼料成本節節上升，幾乎佔了養殖生產成本的一半以上。因此，尋求較經濟、有效的替代性原料，為刻不容緩之課題。



圖 1 石斑魚為台灣最具代表性的肉食性養殖魚種

## 大豆粉的化學組成

大豆蛋白質原料因為加工萃取方法不同，大致上可以分為：(1)大豆粉：脫脂、脫殼或全脂豆粉，蛋白質含量較低；(2)濃縮大豆蛋白；(3)游離大豆蛋白及(4)水解大豆蛋白（圖 2）。其中 2、3、4 項中，蛋白質含量較高（表 1），相對的價格也較貴。在飼料中廣泛被使用的為第 1 項，售價較便宜。胺基酸組成方面，甲硫胺酸為第一限制胺基酸，在大豆粉中，其含量只有魚粉的一半，因此，常會添加結晶胺基酸以彌補不足，但其效果常因魚種不同而有所差異。



圖 2 上圖：濃縮大豆蛋白，左下圖：脫脂脫殼大豆粉，右下圖：發酵豆粉

大豆粉亦含有一些不利於生物利用之物質，如抗胰蛋白酶。它會影響蛋白質的消化吸收，過去曾被廣泛討論過，但是此酵素經加熱後會被破壞，以目前飼料製粒過程的溫

度，當可解決此一問題。大豆粉中還有單寧、雌激素、生物鹼、皂素、尿素等其他成分，這些成分是否會造成負面結果，則尚待進一步研究。

## 大豆粉在飼料中的應用

植物性蛋白質原料中，首先被考慮的大宗原料—大豆粉（萃取過油脂的黃豆副產物）最先廣泛使用在畜產動物飼料中，水產飼料則大多使用於雜、草食性魚種，如吳郭魚、鯉魚、草鯪魚等。肉食性魚種如鰻魚、海鱺及石斑魚等魚種之飼料則少量添加。

脫脂豆粉含 44% 左右的蛋白質，脫殼豆粉蛋白質約 48% 左右，為飼料配方中較常見也是較大宗之原料。全脂豆粉蛋白質含量約 36%。在植物性原料中豆粉的蛋白質含量較高，消化利用率也高於其他植物性原料，可作為雜、草食性魚種的主要蛋白質來源，只需再添加少量魚粉。但是，對於蛋白質需求較高以及需要較高能量的肉食性魚種而言，則無法大量使用，除了因為它的蛋白質含量較難調整，另一方面則是一些限制營養素，例如必需胺基酸中的甲硫胺酸含量較魚粉為低（表 2），因此，需添加結晶胺基酸來提高豆粉在肉食性魚種飼料的利用率。

## 魚蝦類對大豆粉的利用

不同魚種、食性甚至年齡大小，對豆粉的利用率也不同，一般來說蝦類對大豆粉的消化率（91%）較魚類高（85%）。魚類中又以鮭鱒魚類的利用率較低（40—78%）。在虹鱒

實驗中，以 66% 的豆粉取代魚粉，結果顯示，只添加甲硫胺酸及離胺酸無法有效提高其成長率；再多添加色胺酸、精胺酸、羥丁胺酸及組胺酸，雖可提高其增重百分比，但還是不如對照的魚粉飼料（Davies and Morris, 1997）。海鱺（*Rachycentron canadum*）飼料中，豆粉取代魚粉的比例在 40%（以蛋白質計算）以下時，不影響其成長、飼料效率以及蛋白質利用率（Chou et al., 2004）。鯉魚（*Cyprinus carpio*）飼料中以大豆粉完全取代魚粉時，添加甲硫胺酸和離胺酸，能使增重和對照組的魚粉一樣（Viola et al., 1981）。飼料中以大豆粉為蛋白源時，只要添加胺基酸、脂質和磷酸鈣即可使吳郭魚（*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*）的成長和魚粉為主的飼料一樣（Viola et al., 1988）。飼料中大豆粉的含量增至 42% 時，對白蝦（*Penaeus vannamei*）的攝餌率不會有影響，但高達 56% 和 70% 時則會有降低的情形。黑斑紅鱸（*Sciaenops ocellatus*）對只含大豆蛋白或大豆蛋白加甲硫胺酸之飼料的利用率極低（Reigh & Ellis, 1992）。條紋鱸（*Morone saxatilis* × *M. chrysops*）的飼料中，75% 的魚粉可以大豆粉取代（Gallagher, 1994）。當飼料中大豆粉的含量由 0% 增至 60% 時，大口鱸（*Micropterus salmoides*）的攝餌率會由 4.8% 降至 1.3%（Kubitza et al, 1997）。

對有些魚類而言，大豆粉的適口性較差，這可能是一些肉食性魚種較不接受的原因之一。除了因營養均衡的理由必須添加胺基酸以外，為了提升適口性，添加一些具誘引性物質如胺基酸、核苷酸等，以促進魚類攝餌量。用 4 g 的海鱺魚苗，以濕性粒狀飼

料測試 22 種胺基酸的結果，已確知三甲基甘胺酸、脯胺酸和甲硫胺酸有很高的攝餌促進劑效果 (劉，2003)。大豆蛋白含量不同的飼料中，添加複合胺基酸做為攝餌促進劑，飼育平均 15.3 g 的海鱸苗，由攝餌率、增重率和飼料要求率的變化來評估，大豆蛋白最高應可取代 80% 的魚粉蛋白 (劉，2005)。

## 結語

豆粉廣泛使用在飼料的配製，在水產飼料中對草、雜食性魚種可視為蛋白質重要來

源，但是在肉食性魚種中，因其適口性、蛋白質含量、胺基酸的均衡等問題，多數魚種無法大量的添加於飼料中。未來，飼料的生產因魚粉的來源短缺及供應上的不穩定，豆粉的添加比例勢必逐漸提高；因此，無論是如何以誘引物質來提高適口性，或添加胺基酸使飼料成分能更均衡，而不利於魚蝦類利用之成分如胰蛋白酶可以在加工過程中經由熱破壞去除，或利用酵素來分解一些影響成長之物質如植酸等，以有效增進成長，進而能逐漸取代魚粉，是未來飼料開發上最重要的研究課題。

表 1 各大豆粉之一般成分(%)

| 大豆粉種類<br>化學組成 | 脫脂大豆粉     | 大豆濃縮蛋白 <sup>1</sup> | 游離大豆蛋白 <sup>2</sup> |
|---------------|-----------|---------------------|---------------------|
| 水分            | 10.0-12.0 | 5.0-8.0             | 5.0-8.0             |
| 粗蛋白質          | 43.0-46.0 | 67.0-72             | 90.0-92.0           |
| 粗脂肪           | 0.5-1.5   | 0.5-1.0             | 0.1-1.0             |
| 粗纖維           | 5.0-7.0   | 3.5-5.0             | 4.0-5.0             |
| 非含氮抽出物        | -         | 19.0-21.0           | 0.3-0.6             |

<sup>1,2</sup> Hertrampf & Piedad-Pascual (2000)

表 2 大豆粉與魚粉之必需胺基酸組成(g/16g N)\*

| 蛋白質原料<br>胺基酸         | 脫脂大豆粉 | 脫殼大豆粉 | 全脂大豆粉 | 鯉魚粉 |
|----------------------|-------|-------|-------|-----|
| 精胺酸 (Arginine)       | 6.94  | 7.38  | 7.44  | 6.6 |
| 組胺酸 (Histidine)      | 2.64  | 2.58  | 2.58  | 2.4 |
| 異白胺酸 (Isoleucine)    | 5.01  | 5.15  | 5.31  | 4.7 |
| 白胺酸 (Leucine)        | 7.54  | 7.76  | 7.08  | 7.5 |
| 離胺酸 (Lysine)         | 6.28  | 6.45  | 6.30  | 7.7 |
| 甲硫胺酸 (Methionine)    | 1.38  | 1.46  | 1.29  | 2.8 |
| 苯丙胺酸 (Phenylalanine) | 5.03  | 4.84  | 5.20  | 3.9 |
| 羥丁胺酸 (Threonine)     | 4.92  | 3.93  | 4.18  | 4.2 |
| 色胺酸 (Tryptophan)     | 1.18  | 1.40  | 1.44  | 1.1 |
| 纈胺酸 (Valine)         | 4.72  | 5.24  | 4.97  | 5.8 |

\* Hertrampf & Piedad-Pascual (2000)