

# 零魚粉飼料中添加狹葉羽扇豆粉及螺旋藻粉取代玉米筋質粉對菊池氏細鯽成長之影響

吳佳穎<sup>1</sup>、陳信輔<sup>1</sup>、廖文亮<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣大學漁業科學研究所

<sup>2</sup> 國立臺灣大學生命科學系

<sup>3</sup> 國立臺灣大學漁業推廣委員會

## 一、前言

菊池氏細鯽(*Aphyocypris kikuchii*)為台灣特有魚種，分布於台灣東部河川、沼澤等中下游緩流區。環境適應力強，早期在溪流生態系中佔有重要地位(陳及方, 2001)。近年因過度捕撈及棲地長年遭受大量破壞，使其數量銳減，目前僅剩花蓮縣水璉溪還可找到少數野生族群。台灣花蓮縣水產培育所於 2003 年展開復育，目前已透過人工魚苗進行放流，對此魚種飼料的開發將有助於復育工作。於蛋白質需求量的研究飼料中大豆粉添加量由 0、10、20、30 至 40%，蛋白質含量由 20、25、29、33 至 38% 的增加。以大豆粉添加 40%，飼料中蛋白質含量 38% 的增重率及飼料效率為最佳。菊池氏細鯽對

蛋白質的利用率較碳水化合物為佳，推測飼料中最適蛋白質需求約在 38%~40%之間(劉, 2011)。魚粉添加量之研究對菊池氏細鯽成長之影響結果顯示以 25%魚粉及 47.5%大豆粉的增重率 156%及飼料效率 56%為最佳。而在 15%低魚粉與 0%魚粉組雖增重率較低約 120%及飼料效率約 48%經統計分析後無顯著性差異。推測菊池氏細鯽對不同植物性蛋白原料的利用率尚佳，飼料中魚粉添加量可由 30%降低至 0% (劉, 2011)。符合植物性蛋白質原料可完全取代飼料中的魚粉添加量之研究報告(Takagi *et al.*, 2006)。

魚粉為養殖魚飼料之主要蛋白質來源，近年來海洋資源的過度開發，作為魚粉原料的魚種資源量急劇下降，造成魚粉的產量下降，使得國際魚粉價格逐年上升，未來恐有短缺之虞(Harvey, 1991；New, 1991；Watanabe, 2002)。大豆粉、大豆蛋白及玉米筋質粉開始成為主要魚粉取代之植物性蛋白質原料。其中玉米筋質粉來自食品玉米加工澱粉後蛋白質殘留物，依蛋白質含量，可分為蛋白質含量 70%以上的玉米蛋白(Maize protein)及蛋白質含量 60 的 65%玉米筋質粉(Corn gluten meal)。玉米筋質粉除了蛋白質含量較高外，其脂

肪含量少於 5%，且纖維含量低，具有微量營養素 Vit.B、Vit.E 以及抗氧化物天然色素如  $\beta$ -胡蘿蔔素 ( $\beta$ -carotene) 及葉黃素 (Xanthophyll) 且抗營養因子含量較低，因此長期被視為理想的植物性蛋白質原料來源。胺基酸組成與多數植物性原料相比較為完整，但比起傳統主魚粉原料，必需胺基酸如離胺酸 (Lysine)、甲硫胺酸 (Methionine)、精胺酸 (Arginine) 及色胺酸 (Tryptophan) 的含量仍偏低，故使用上需注意特殊胺基酸補充 (Mente et al., 2003)。各項研究顯示，飼料中海水及淡水魚使用玉米筋質粉 10-15% 取代魚粉對魚的成長無顯著影響。

羽扇豆 (Lupin seed) 屬易栽種豆科植物，價格極為低廉，約為玉米筋質粉的一半價格。生產於澳洲、南美及歐洲有大量不同的羽扇豆作為芻胃動物的飼料，因草食性芻胃動物的消化道所含有的內源性酵素，可分解大量羽扇豆中的碳水化合物，且不會造成腸胃道的消化障礙。隨著品種改良，近十年來漸漸有學者嘗試將羽扇豆粉做為水產飼料的植物性蛋白質原料來源，例如虹鱒 (Burel, et al., 1998; Bangoula, et al., 1993; Hughes, 1991; Moyano, et al., 1992); gilthead

seabream(Robaina, *et al.*, 1995);草蝦 (Sudaryono, *et al.*, 1999); Turbot(Burel, *et al.*, 2000);鮭魚(Carter and Hauler, 2000);吳郭魚(陳, 2001); 赤鰭笛鯛(吳, 2006);海鱸(王, 2003;黃, 2006), 報告均指出羽扇豆粉 15-20%是可取代部分魚粉而不影響水產生物的成長, 而有效降低飼料成本。

商業性生產螺旋藻, 目前已遍及全球, 乾燥後的螺旋藻粉亦可添加於食品中 (Cifelli, 1983; Belay *et al.*, 1993)。螺旋藻粉的成分: 蛋白質含量 60~70%、維生素 B<sub>12</sub> 和  $\beta$ -胡蘿蔔素含量高、礦物質、必須胺基酸和脂肪酸, 特別是  $\gamma$ -次亞麻油酸 (GLA) 含量豐富 (Belay *et al.*, 1993)。螺旋藻粉近年來添加在水生生物飼料中吳郭魚、虱目魚、鯉魚、鯽、鮭魚、嘉鱸魚、明蝦、鮑魚等報告均指出 10-20% 是可取代部分魚粉而不影響水產生物的成長, 而有效降低飼料成本。早期的研究中, 螺旋藻添加在飼料中都是針對成長率、活存率、飼料轉換率及組織特性作為探討。在成長率、活存率及飼料轉換率添加適當的螺旋藻來取代飼料中蛋白質, 結果顯示有顯著的效果。

在組織特性運用在魚類上，有明顯增加體色的效果，同時可降低魚肉中膽固醇含量和增加肌肉紋理，提高食用的口感。

在研究虱目魚 (*Chanos chanos*) 仔稚魚飼料中添加，對其成長完全無負面影響 (Santiago et al., 1989)。鱧魚 (*Hypothalamichthys molitrix*) 飼料中添加 10% 的螺旋藻粉可改善成長率及體重增加率。莫三比克吳郭魚 (*Oreochromis mossambicus*) 仔稚魚飼料中，以螺旋藻粉取代 40% 的魚粉對其成長完全無負面影響 (Olvera-Novoa et al., 1998)。在尼羅河吳郭魚 (*Oreochromis niloticus*) 飼料中添加螺旋藻粉 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, and 2.0 % 的含量，於 0.5% 以上均對於其體表組織的保護有明顯的效果 (Ibrahem, 2014)。本研究以羽扇豆科中的狹葉羽扇豆 (*Lupinus angustifolius*) 及螺旋藻粉取代零魚粉飼料中的玉米筋質粉為主題，嘗試在維持成長效果為前提下開發成本低廉之菊池氏細鯽之飼料。

## 二、 零魚粉飼料中狹葉羽扇豆粉取代玉米筋質粉對菊池氏細鯽成長之影響

## 1. 材料與方法

實驗菊池氏細鯽魚苗由花蓮縣水產培育所贈送，運送至國立台灣大學漁業科學研究所實驗室之水缸 85cm x 60cm x 45cm 先行馴養，馴養時間約一個月，此期間投餵自行製作之零魚粉飼料每日兩次使魚苗習慣攝食人工飼料，並定期換水，投餌量至飽食為止，並於開始實驗分組前一天停止餵食。實驗分組將平均大小為  $0.42 \pm 0.02$  g 的菊池氏細鯽隨機分配至 30cm x 30cm x 45cm 魚缸中，實驗每組 15 尾，共計 5 組，實驗採三重複，實驗期間水溫在 25~30°C，每日投餵飼料兩次，餵食總量則餵至魚隻飽食不再索餌為止，每日換水三分之一，實驗進行六周，於秤重前一天停止餵食，六周結束後所有魚隻進行秤重紀錄及採樣。實驗用零魚粉飼料配方各組以 47.5% 大豆粉作為主要蛋白質來源，狹葉羽扇豆粉添加量為 0、5、10、15 及 20%，玉米筋質粉的添加量則互換為 20、15、10、5 及 0%。

## 2. 結果與討論

經六周餵養後，魚隻的平均體重 (Body weight)、增重率 (Percent

weight gain)、飼料效率(Feed efficiency)、活存率(Survival rate)數值結果顯示各組初始體重介於 0.39-0.43g，經過三周餵食後，上升至 0.48-0.51g，經過六周餵食後，上升至 0.52-0.59g。增重率介於 25-44%，以狹葉羽扇豆粉 0%組之增重率最高為 44%，狹葉羽扇豆粉取代玉米筋質粉 20%組最低為 25%。各組間增重率依狹葉羽扇豆粉取代量增加而呈下降趨勢。飼料效率介於 16-26%，以狹葉羽扇豆粉 0%組之飼料效率最高為 26%，狹葉羽扇豆粉取代玉米筋質粉 20%組最低為 16%。各組間飼料效率依狹葉羽扇豆粉取代量增加而呈下降趨勢。各組活存率介於 98-100%在六周飼養期間僅出現少數死亡。經過六周餵養，狹葉羽扇豆粉 0%組平均體重由初始 0.39g 至飼養後 0.56g 與前人使用零魚粉飼料大豆粉 47.5%及玉米蛋白 20%餵養之平均體重由 0.39g 至飼養後 0.60g 相似(劉, 2011)。本實驗狹葉羽扇豆 0%組的增重率為 44%，與先前研究之結果較增重率 54%為低(劉, 2011)。飼養條件及飼料內容在本實驗與先前之研究使用之初始魚隻大小相似，約在 0.4g 範圍內，但飼料內有 20%之成分不同，先前研究使用玉米蛋白而本研究使用玉米筋質粉，另用以

誘引索餌之成分也不同，先前研究使用南極蝦粉而本研究使用烏賊粉，因此推測是飼料原料成分差異導致兩實驗魚隻增重率不同。本研究使用狹葉羽扇豆粉之蛋白質含量僅 37%，低於玉米筋質粉之 60%，因此當取代量達 15%時，飼料中粗蛋白含量降至 36.6%，造成魚隻增重率下降，蛋白質含量在 37.7%以上的菊池氏細鯽成長之增重率及飼料效率皆無顯著差異，顯示與菊池氏細鯽飼料中最適蛋白質需求在 38%~40%之間相似(劉, 2011)。許多報告均指出羽扇豆粉 15-20%是可取代部分魚粉而不影響水產生物的成長，可有效降低飼料成本。零魚粉飼料配方菊池氏細鯽對狹葉羽扇豆粉蛋白質的利用亦佳，狹葉羽扇豆粉取代玉米筋質粉最適量 10%，可有效降低飼料成本。

### 三、 零魚粉飼料中螺旋藻粉取代玉米筋質粉對菊池氏細鯽成長之影響

#### 1. 材料與方法

實驗分組將平均大小為  $0.60 \pm 0.03$  g 的菊池氏細鯽隨機分配至



30cm x 30cm x 45cm 魚缸中，每組 15 尾，實驗採三重複，飼養期間水溫在 20~25°C，每日投餵飼料兩次，餵食總量則餵至魚隻飽食不再索餌為止，每日換水三分之一，實驗進行九周，結束後所有魚隻進行秤重紀錄及採樣。實驗用零魚粉飼料配方各組以 47.5% 大豆粉作為主要蛋白質來源，螺旋藻粉添加量為 0、5、10、15 及 20%，玉米筋質粉的添加量則互換為 20、15、10、5 及 0%。

## 2. 結果與討論

經九周餵養後，魚隻的平均體重( Body weight)、增重率(Percent weight gain)、飼料效率(Feed efficiency)、活存率(Survival rate)，結果顯示各組初始體重介於 0.56-0.62g，經過六周餵食後，上升至 0.65-0.78g，經過九周餵食後，上升至 0.73-0.84g。增重率介於 31-45%，以螺旋藻粉 15%組之增重率最高為 45%，螺旋藻粉取代玉米筋質粉 5%組最低為 31%。飼料效率介於 16-23%，以螺旋藻粉 15%組之飼料效率最高為 23%，螺旋藻粉取代玉米筋質粉 5%組最低為 16%。各組活存率皆 100%。經過九周餵養，螺旋藻粉 15%組之增重率及飼料效率最高為 45%及 23%。比較先前之研究零魚粉

飼料中 47.5%大豆粉及 20%玉米蛋白之飼養之平均體重由 0.60g 至 0.88g 增重率及飼料效率 47%及 27%為低(劉, 2011)。在飼養條件及飼料內容, 本實驗與先前之研究使用之初始魚隻 0.4g 不同, 飼料中有 20%之成分不同, 先前研究使用玉米蛋白而本研究使用玉米筋質粉, 另用以誘引索餌之成分也不同, 先前研究使用南極蝦粉而本研究使用烏賊粉, 因此推測是飼料中成分差異及兩實驗初始魚隻大小導致增重率的不同。螺旋藻粉之蛋白質含量為 60%與玉米筋質粉之 60%相同, 分析各組飼料中粗蛋白含量 37.1-38.4%之間, 顯示與菊池氏細鯽飼料中最適蛋白質需求約在 38%~40%之間相似(劉, 2011)。許多報告均指出螺旋藻粉 10-20%是可取代部分魚粉而不影響水產生物的成長, 可有效降低飼料成本。零魚粉飼料配方菊池氏細鯽對螺旋藻粉蛋白質的利用亦佳, 螺旋藻粉價格雖高些但取代玉米筋質粉最適量為 15%。

#### 四、結語

本研究開發菊池氏細鯽基礎飼料探討以羽扇豆的狹葉羽扇豆粉及螺旋藻粉取代零魚粉飼料中的玉米筋質粉為主題, 嘗試在維持成

長效果為前提下開發成本低廉之菊池氏細鯽之飼料。經實驗結果顯示零魚粉飼料菊池氏細鯽對植物性蛋白質的利用亦佳，狹葉羽扇豆粉取代玉米筋質粉建議量為 10%，螺旋藻粉取代玉米筋質粉建議量為 15%，可有效降低飼料成本。開發其他植物性蛋白原料取代大豆粉或玉米筋質粉以降低飼料成本為將來研究之課題。

## 參考文獻

- 王育彬, 2003. 飼料中添加羽扇豆粉取代魚粉對海鱺成長之影響。  
國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文。73 頁。
- 吳仁傑, 2006. 低魚粉飼料對赤鰭笛鯛成長之影響。國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文。61 頁。
- 黃海龍, 2006. 飼料中添加不同植物性原料取代魚粉對海鱺成長之研究。國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文。111 頁。
- 陳義雄、方力行 (2001) 台東縣河川魚類誌。
- 陳佳珍, 2001。飼料中添加羽扇豆粉及類胰島素成長因子對吳郭魚成長效果之研究。國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文。68 頁。
- 劉舜豪 (2011) 菊池氏細鯽之飼料開發。國立台灣大學漁業科學所碩士論文。63 頁。
- Bangoula, D., Parent, J.P. and Vellas, F., 1993. Valeur alimentaire du lupin blanc (*Lupinus albus* var *Lutop*) chez la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*). Effet de la cuisson-extrusion. *Reprod. Nutr. Dev.*, 33: 325-334.
- Belay, A., Ota, Y., Miyakawa, K., Shimamatsu, H., 1993. Current knowledge on potential health benefits of *Spirulina*. *J. Appl. Phycol.*, 5: 235-241.

- Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S.J., Boeuf, G., Mol, K.A., Van Der Geyten, S. and Kühn, E.R., 1998. Incorporation of high level of extruded lupin in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): nutritional value and effect on thyroid status. *Aquaculture*, 163: 325-345.
- Burel, C., Boujard, T., Kaushik, S.J., Boeuf, G., Van Der Geyten, S., Mol, K.A., Kühn, E.R., Quinsac, A., Krouti, M. and Ribailier, D., 2000. Potential of plant-protein sources as fish meal substitutes in the diets for turbot (*Psetta maxima*): growth, nutrient utilization and thyroid status. *Aquaculture*, 188: 363-382.
- Carter, C.G. and Hauler, R.C., 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture*, 185: 299-311.
- Cifelli, O., 1983. Spirulina : the edible organism. *Microbiol. Rev.*, 47: 551-578.
- Harvey, D. J. (1991) Outlook for U.S. aquaculture. Annual agricultural outlook conference, U.S. Dept. of Agriculture, Washington, DC.
- Hughes, S.G., 1991. Use of lupin as a replacement for Full-fat soy in diets for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*, 93: 57-62.
- Ibrahim, M. D., Ibrahim, M. A., 2014. The potential effects of Spirulina platensis (*Arthrospira platensis*) on tissue protection of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) through estimation of P53 level. *J. Advan. Res.* 5: 133-136.
- Mente, E., Deguara, S., Santos, M., Houlihan, D., 2003. White muscle free amino acid concentrations following feeding a maize gluten dietary protein in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 225:133-147.
- Moyano, F.-J., Cardenete, G. and De la Higuera, M., 1992. Nutrition value of vegetable of diets containing a high percentage of vegetable proteins for trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquat. Living Res.*, 5: 23-29.

- New, M. B. (1991) Turn of the millenium aquaculture. World Aquacult., 22:28-49.
- Olvera-Novoa, M. A., Dominguez-Cen, L. J., Olivera-Castillo, L., Martinez-Palacios, C. A., 1998. Effect of the use of the microalga *Spirulina maxima* as fish meal replacement in diets for tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters), fry. Aquacul. Res., 29: 709–715.
- Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Vergara, J.M., Montero, D. and Fernández-Palacios, H., 1995. Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): nutritional and histological implications. Aquaculture, 130: 219-233.
- Santiago, C. B., Pantastico, J. B., Baldia S. F., Reyes, O. S., 1989. Milkfish (*Chanos chanos*) fingerling production in freshwater ponds with the use of natural and artificial feeds. Aquaculture, 77: 307-318.
- Sudaryono, A., Tsvetnenko, E., Hutabarat, J., Supriharyono and Evans, L. H., 1999. Lupin ingredients in shrimp (*Penaeus monodon*) diets: influence of lupin species and types of meals. Aquaculture, 171: 121-133.
- Takagi, S., Murata, H., Goto, T., Hayashi, M., Hatate, H., Endo, M., Yamashita, H. and Ukawa, M. (2006) Hemolytic suppression roles of taurine in yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed non-fishmeal diet based on soybean protein. Fish. Sci., 72:546-555.
- Watanabe, T. (2002) Strategies for further development of aquatic feeds. Fish. Sci., 68 : 242-252.