

以脫殼黃豆粉取代養殖在循環水系統中的雜交吳郭魚之飼料魚粉

Substituting De-hulled Soybean Meal for Fish Meal in Diets for Hybrid Tilapia Rearing in Water Re-circulating System

計畫主持人：黃承輝博士，水產養殖營養學教授
國立嘉義大學水產生物學系

摘要

本試驗的目的在於評估以脫殼黃豆粉 (dehulled soybean meal) 取代雜交吳郭魚成魚養殖於循環水系統中的飼料中魚粉的影響。將平均初重 155 克的雜交吳郭魚隨機分配到 16 個箱網並配置於四個區集的循環水系統中。設計四種等氮源 (isonitrogenic) 和等熱量 (isocaloric) 含有 0 ~ 20% 魚粉 (57 ~ 29% 脫殼黃豆粉) 的飼料，並以此飼料投餵雜交吳郭魚八週。試驗設計使用隨機完全區及設計。經過八週飼養期之後，各組吳郭魚之增重百分率、飼料轉換率、以及蛋白質效益比皆無顯著差異 ($p > 0.05$)；魚肉組成份亦不受試驗飼料差異之影響 ($p > 0.05$)。然而，本試驗以成魚為試驗對象，其飼料利用效率似乎比前報中使用類似配方投餵仔魚的效率為佳。體型較大的雜交吳郭魚對於脫殼豆粉的利用能力可能比仔稚魚要好。

關鍵字：脫殼黃豆粉，雜交吳郭魚，魚粉取代，循環水系統

前言

吳郭魚是全球最主要的養殖魚種之一，在

所有種類的吳郭魚間，雜交種吳郭魚 (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) 具最快速的成長率為台灣主要的養殖魚種。雜交吳郭魚的上市體重分為兩種，國內市場需求肢體重約為 600 公克；而主要作為魚排出口之吳郭魚上市體重則為 1 公斤左右。根據農委會出版之 2003 年漁業年報顯示，該年的養殖吳郭魚產量為 85,351 公噸。以飼料轉換率 1.5 估算，其飼料需要量約為 128,000 公噸。從經濟觀點而言，儘可能在動物飼料中使用低價格蛋白質來源在養殖成本上愈有利。在魚類飼料中以植物性蛋白取代魚粉的實驗，在很多魚種上都獲得相當程度的成功 (Shiau et al., 1988; Gallagher, 1994; Webster et al., 1997; Xie and Jokumsen, 1998; Adelizi et al., 1998)；而黃豆粉在植物性蛋白質來源中是最普遍被用來取代魚粉的原料。對雜交種吳郭魚而言，Shiau 等人 (1987) 曾經探討以黃豆粉取代魚粉對其成長之影響。我們曾經發表使用脫殼豆粉取代魚粉對於雜交吳郭魚仔魚的影響 (Wu et al., 2003)。報告中指出只要飼料成分中含有魚粉則雜交吳郭魚幼魚的成長表現皆相當不錯，而且添加甲硫氨酸並沒有提昇完全不含魚粉組的成長。然而，目前並沒有使用脫殼黃豆粉為飼料原料在此魚種之成魚的相關資訊。脫殼黃豆粉較一般黃豆粉具

有低纖維和高蛋白質含量的優點，有利於動物的成長。如果能以此原料成功地取代飼料中的魚粉，必然可以降低養殖的飼料成本。同時，以台灣而言節約淡水是相當重要的議題。是以不管政府或業界對於循環水養殖技術的應用皆相當重視。本研究的主要目的是評估養殖在循環水系統中的雜交吳郭魚成魚飼料中，以脫殼黃豆粉取代魚粉的可行性。

材料與方法

實驗用魚取自嘉義縣某養殖場，並先馴養在本系的水泥池中。在實驗前二週，以不含魚粉的對照飼料 (control diet) 馴養實驗用魚，馴表 1. 飼料配方

養之後，將平均體重 155 克的雜交吳郭魚隨機分配到 16 個箱網中，每箱網飼養 10-12 尾，每一試驗飼料採四重複並隨機分配；在試驗期間，水溫的變動範圍介於 25 和 29 之間。

四種分別以 0, 29.2, 43, 和 57%脫殼黃豆粉(20, 10, 5, 0%魚粉)的等氮源和等熱量飼料配方如表一，飼料的近似成分為 9 ~ 10%水分，28.3~ 29.9%粗蛋白，5.7 ~ 6.1%粗脂肪和 6.6 ~ 9.8%灰分。有成分以多功能混合機混合並儲存於-20°C 冰箱中備用，給餌前將水和飼料以 1 : 2 (v/w) 比率混合成飼料團，分成小部份後再投餵吳郭魚。

	<i>Diet</i>			
	D57	D50	D43	D29
單味原料 (%)				
魚粉	0	5	10	20
脫殼豆粉	57	50	43	29.2
麵粉	10	10	10	10
糊化澱粉	18	19	21	24
油脂 ¹	5	4.5	4.0	3
纖維素	3	4.5	5	6.8
維生素 ²	2	2	2	2
礦物質 ³	5	5	5	5

¹ Lipid source is a one to one mixture of menhaden fish oil and soybean oil.

² One kg vitamin premix contained 2,000,000 IU vitamin A, 400,000 IU vitamin D₃, 4 g vitamin K₃, 20 g α -tocopherol acetate, 5 g thiamin-HCl, 5 g riboflavin, 10 g calcium pantothenate, 20 g niacin, 0.6 g biotin, 4 g pyridoxine-HCl, 1.5 g folic acid, 10 mg B₁₂, 200 g inositol, 50 g ascorbyl-monophosphate-Mg, and 400 g choline chloride.

³ One kg mineral premix contained 130.6 g calcium phosphate dibasic, 327 g calcium lactate, 29.7 g ferric citrate, 137 g magnesium sulfate, 239.8 g potassium phosphate dibasic, 87.2 g sodium phosphate dibasic, 43.5 g sodium chloride, 0.15 g aluminum chloride hexahydrate, 0.15 g potassium iodine, 0.1 g cupric chloride, 0.8 g manganese sulfate monohydrate, 1 g cobalt chloride hexahydrate, and 3 g zinc sulfate heptahydrate.

試驗魚每天投餵兩次到飽食，試驗期間為八週，每兩週測量體重一次，所測定成長表現 (growth performance) 的指標為增重、餌料轉換率和蛋白質效率比。

這些指標的計算如下：

增重 (%) = $100 \times (\text{末體重} - \text{初體重}) / \text{初體重}$

飼料轉換率 = $\text{飼料攝取量乾重} / \text{濕增重}$

蛋白質效率比 = $\text{濕增重} / \text{蛋白質攝取量}$

在實驗結束秤取末重後，所有的試驗魚都被用來測定其體成分，將每缸的試驗魚絞碎和混合後，作整魚近似成分的測定，水分、粗蛋白和灰分是採用 AOAC 法測定，粗脂肪是以 Folch 法萃取。

實驗數據以 SPSS 公司所開發 Sigmasat 統計軟體的進行單向變方分析 (Steele and Torrie 1960)，使用 Duncan's 多變域測驗分析各組間差異，顯著水準為 5%。

結果

表二為雜交吳郭魚投餵不同試驗飼料，經過八週後的增重百分率，飼料轉換率以及蛋白質效益比。養殖全程中僅有兩尾魚因不明原因死亡。各組的增重百分率沒有顯著差異 ($p > 0.05$)。平均增重率約為 80% (絕對增重 120-140 克/尾)，飼料轉換率為 1.17-1.29，蛋白質效益比為 2.36-2.59。各組的飼料轉換率與蛋白質效益比也沒有顯著差異 ($p > 0.05$)。

表 2. 吳郭魚投餵試驗飼料八週後之增重率 (WG)，飼料轉換率 (FCR)，蛋白質效益比 (PER)

	WG (%)	FCR	PER
D57	79±3	1.23±0.02	2.53±0.04
D50	91±8	1.18±0.03	2.59±0.14
D43	69±6	1.29±0.02	2.36±0.04
D29	85±4	1.22±0.03	2.50±0.07

各組之均值間無顯著差異 ($P > 0.05$)。

存活率 97-100%。

魚肉的組成份也不受不同飼料的影響試驗 ($p > 0.05$)。不過投餵本試驗之飼料八週後，吳

郭魚的魚肉大致上比實驗前的魚肉含有較少的水分與較高的蛋白質。

表 3. 吳郭魚投餵試驗飼料八週後之魚肉組成

	水分	粗蛋白	粗脂肪	灰份
D57	75.1±0.2	22.7±0.2	0.8±0.2	1.32±0.02
D50	75.7±0.1	22.7±0.3	1.4±0.2	1.31±0.01
D43	75.5±0.4	21.2±1.2	1.3±0.1	1.28±0.01
D29	75.4±0.2	23.2±0.1	1.3±0.2	1.34±0.02

各組之均值間無顯著差異 ($P>0.05$)。

原始魚肉含 79.3% 水分, 19.1% 粗蛋白, 1.11% 灰份, 與 1.6% 粗脂肪。

討論

與前報(Wu et. al., 2003)不同的是, 在本研究中, 投餵不含魚粉飼料試驗魚的成長與含有魚粉的飼料組在成長表現上相同 ($p>0.05$)。一般在魚粉取代試驗中, 影響成長表現的主要因素為飼料中蛋白質的品質和飼料的嗜口性。雖然前人的報告顯示在含 32%蛋白質的飼料中添加甲硫胺酸可以改善雜交吳郭魚增重百分率至與投餵全魚粉者相等的程度, 其中黃豆粉取代飼料中來自魚粉 30%的蛋白質(Shiau, et al., 1987)。然而我們發現脫殼豆粉的蛋白質品質對吳郭魚而言並不是一個問題, 且添加甲硫氨酸也不會促進吳郭魚的成長(Wu et. al., 2003)。

在前一試驗中我們曾建議脫殼豆粉的適口性可能是造成不含魚粉組之低成長的主要原因。不果我們發現, 在本試驗中以成魚為對象養殖於循環水系統中, 而投餵以脫殼黃豆粉完全取代魚粉的試驗魚, 其攝餌並沒有不良影

響。增重百分率, 飼料轉換率以及蛋白質效益比皆無差異, 同時不含魚粉組的攝餌與其他組類似。這些結果顯示, 不含魚粉(57%脫殼豆粉)的適口性與蛋白質品質對成魚而言從成長表現來看是可接受的。

應該注意的是本試驗中的成魚之飼料轉換率以及蛋白質效益比(1.2 與 2.5)較前報中飼養於水族缸中的仔魚為佳(1.6 與 2.0)成魚顯然在利用脫殼豆粉上較仔魚有效率。同時, 投與本研究之試驗飼料的魚肉比實驗前的魚肉含有較高蛋白質的現象, 顯示出養殖場所投與吳郭魚的商業飼料中可能含較低的蛋白質或是蛋白質的品質較差。

本研究顯示, 按成長表現與飼料利用的數據而言, 成魚飼料含有 57%脫殼黃豆粉(取代高魚粉飼料中 100%的魚粉)所生產的魚重與含有 10%以及 20%魚粉的飼料類似且飼料利用效率極佳。

建議

對養殖於循環水系統的吳郭魚成魚而言，投餵以脫殼豆粉為主要蛋白源（不含魚粉）的飼料所得到的成長與飼料用率，與投餵含有魚粉飼料的吳郭魚相同。脫殼豆粉的蛋白質品質與適口性對成魚而言是可接受的；脫殼豆粉應該可以完全取代吳郭魚成魚飼料中的魚粉。嗜

口性可被接受的話，脫殼黃豆粉可用來取代雜交吳郭魚飼料中的魚粉。不過由於魚粉被完全取代而造成的飼料顏色差異可能是飼料製造業者面對養殖戶抱怨時應該注意的事項。添加少量的深色原料例如血粉可以加深飼料顏色；然而，最根本的解決之道還是教育吳郭魚養殖業者，使用脫殼豆粉飼料的吳郭魚之增重效果與投餵添加 20%魚粉飼料的吳郭魚相當。

參考文獻

- Adelizi, P.D., R.R. Rosati, K., Warner, Y.V. Wu, T.R. Muench, M.R. White and P.B. Brown (1998). Evaluation of fish-meal free diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquacult. Nutr.* **4**: 255-262.
- A.O.A.C., (1984). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th ed. AOAC. Inc., Arlington, Virginia, 1141pp.
- Folch, J., M. Lees and C.H.S. Stanley (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* **226**: 497-509.
- Gallagher, M.L. (1994). The use of soybean meal as a replacement for fish meal in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*). *Aquaculture* **126**: 119-127.
- Huang, C.H., Shyong, W.-J. and Lin, W.-Y. 2001. Dietary lipid supplementation affects the body fatty acid composition but not the growth of juvenile river chub, *Zacco barbata*. *Aquacult. Res.* **32**:1005-1010.
- Huang, C.H., Chang, R.-J., Huang, S.-L. and Chen, W.-L. 2003. Dietary vitamin E supplementation affects tissue lipid peroxidation of hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *Comp. Biochem. Physiol. Part B* **134**: 265-270.
- Shiau, S.Y., Chuang, J.L. and Sun, C.L. (1987). Inclusion of soybean meal in tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) diets at two protein levels. *Aquaculture* **65**: 251-261.
- Shiau, S.Y., B.S. Pan, S. Chen, H.L. Yu and S.L. Sin (1988). Successful use of soybean meal with a methionine supplement to replace fish meal in diets fed to milk fish, *Chanos chanos*. *J. World Aquacult. Soc.* **19**: 14-19.
- Steele, R.G.D., J.H. Torrie and D.A. Dickey (1997). Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York, 666 pp.
- Webster, C.D., L.G. Tiu and J.H. Tidwell (1997). Effects of replacing fish meal in diets on growth and body composition of palmetto bass (*Morone saxatilis* × *M. chrysops*) raised in cages. *J. Appl. Aquacult.* **7**: 53-67.
- Wu, G.S., Chung, Y.M., Lin, W.Y., Chen, S.Y. and Huang, C.H. (2003). Effect of Substituting De-hulled or Fermented Soybean Meal for Fish Meal in Diets on Growth of Hybrid Tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. *J. Fish. Soc. Taiwan* **30**: 291-297.
- Xie, S. and A. Jokumsen (1998). Effects of dietary incorporation of potato protein concentrate and supplementation of methionine on growth and feed utilization of rainbow trout. *Aquacult. Nutr.* **4**: 183-186.