

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計 畫 : 飼料中添加高粱酒粕對吳郭魚稚魚成長,體組成及消化 *
* 名 稱 : 率之影響 *
* ***** *

執行計畫學生： 許瑜真
學生計畫編號： NSC 97-2815-C-041-004-B
研究期間： 97年07月01日至98年02月28日止，計8個月
指導教授： 林美芳

處理方式： 本計畫可公開查詢

執行單位： 嘉南藥理科技大學生活應用與保健系

中華民國 98年03月31日

行政院國家科學委員會補助

大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* 計畫名稱 : *
* 飼料中添加高粱酒粕對吳郭魚稚魚成長，體組成及消化率之影響 *
* *

執行計畫學生：許瑜真

學生計畫編號：NSC 97-2815-C-041-004 -B

研究期間：97年7月1日至98年2月底止，計8個月

指導教授：林美芳助理教授

執行單位：嘉南藥理科技大學生活應用與保健系

中華民國九十八年三月三十一日

一、中英文摘要

中文摘要

本研究之目的為探討高粱酒粕對吳郭魚稚魚(*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*)成長及體組成之影響。基礎飼料中添加蛋白質的含量為吳郭魚蛋白質需求量之24%，添加蛋白質的方式為魚粉及黃豆粉以3：5比例混合作為蛋白質來源的基礎，再以高粱酒粕取代黃豆粉蛋白質含量0%，5%，10%，15%及20%，另一組為純黃豆粉組，總共六組，每組三重複，分別餵予初重 0.34 ± 0.01 g之吳郭魚稚魚，於密閉式循環過濾系統中飼育八週。研究結果顯示：吳郭魚稚魚餵食取代不同黃豆粉蛋白質含量的高粱酒粕飼料八週後，魚體增重率以餵食取代黃豆粉蛋白質0%組最高，其次為餵食15%-20%組，增重率最低組為餵食純黃豆粉組($P < 0.05$)。蛋白質獲得量以餵食取代黃豆粉蛋白質含量0%-20%組顯著高於餵食純黃豆粉組。飼料效率、蛋白質效率、蛋白質蓄積率與增重率有相同之趨勢。脂質蓄積率以餵食取代黃豆粉蛋白質15%組最高，其次為餵食0-5%組，最低組為純黃豆粉組。魚隻餵食不同飼料八週後，乾物消化率方面各組之間有明顯差異。結論：餵食吳郭魚的飼料中，高粱酒粕可取代黃豆粉蛋白質5%-10%的含量。

關鍵詞：高粱酒粕、吳郭魚、成長、體組成、消化率

Abstract

A growth trial was conducted to investigate effects of sorghum distillery residue (SDR) concentration on growth and body composition of juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*). Tilapia were fed 24% crude protein diets in which dietary protein was supplied by fish meal and soybean meal (ratios of fish meal protein to soybean meal protein were 3:5), and to have SDR replacing soybean meal at 0, 5%, 10%, 15% and 20% of soybean meal protein, respectively and another diet only supplemented with soybean meal was also prepared. Each diet was fed to triplicate group of tilapia (mean initial weight: 0.34 ± 0.01 g) in a recirculating rearing system for 8 weeks. Weight gain (WG) was highest in fish fed diet with SDR replaced 0% of soybean meal protein, followed by 15-20% diets and lowest in fish fed diet with soybean meal. The differences among these groups were significant ($P < 0.05$). Protein gain were higher in fish fed diet with SDR replaced 0-20% of soybean meal protein than fish fed diet with soybean meal. Feed efficiency (FE), protein efficiency ratio (PER), and protein deposition of the fish had similar trend as the WG. Lipid deposition was highest in fish fed diet with SDR replaced 15% of soybean meal protein, followed by 0-5%, and lowest in fish fed diet with soybean meal. The dry matter digestibility among these groups were significantly differences. Conclusion: these data suggested that SDR can replace 5-10% of soybean meal protein in feed for juvenile tilapia.

Keywords: sorghum distillery residue, tilapia, growth, body composition, digestibility

二、研究動機與研究問題

2.1 研究動機

動物性蛋白質來源魚粉具有高營養價值及蛋白質含量，除含有魚類必需胺基酸、必需脂肪酸及消化性能量外，也具有豐富的礦物質及維生素，但是魚粉也是最貴的動物性蛋白質來源，因此水產養殖界無不積極尋找可取代魚粉蛋白質來源的原料，直至目前為止已有數十種動植物蛋白質來源被使用於取代魚粉應用在魚類養殖上。植物性蛋白質來源黃豆粉因具有豐富的營養成分及低價特性，應用在水產養殖飼料中是相當普遍的原料，在雜食性吳郭魚養殖飼料上使用的比例超過40%以上。但近年來黃豆粉的成本逐漸增高，仍需找到低價且可取代黃豆粉蛋白質的物質來降低吳郭魚養殖的經濟成本。

2.2 研究問題

酒粕是酒精產業的副產品，為因應化石能源的短缺，燃料用酒精的需求急劇上升，使含有豐富營養成分酒粕的產量遽增。高粱酒粕是釀酒過程中所衍生的副產物，除含有高量蛋白質，亦含有核黃素、硫胺素、膽鹼、核糖核酸等微量有益成份。可做為動物飼料成分來源，但高粱酒粕具有單寧成份，會影響動物消化食物的問題，因此在添加抑制單寧物質的條件下，高粱酒粕是否可做為雜食性吳郭魚的蛋白質來源，仍需進一步研究。因此，本研究之目的在探討飼料中添加高粱酒粕對吳郭魚成長、體組成及消化率之影響。

三、緣由及目的

蛋白質包含魚體成長所需之必需胺基酸，是維持魚體成長、健康及生殖所需之必要營養素，吳郭魚之蛋白質需求量約在24-50%之間，其需求量受到魚種、魚體大小、蛋白質來源或其它環境因子的影響(Wilson, 1989)。動物性蛋白質來源魚粉具有高營養價值及蛋白質含量，除含有魚類必需胺基酸、必需脂肪酸及消化性能量外，也具有豐富的礦物質及維生素，但是魚粉也是成本高的動物性蛋白質來源，因此水產養殖業界無不積極尋找可取代魚粉蛋白質來源的原料，直至目前為止已有數十種動植物蛋白質來源被使用於取代飼料魚粉應用在魚類養殖上。植物性蛋白質來源如黃豆粉(soybean meal, SBM)是價格便宜且品質優良之蛋白源，胺基酸除甲硫胺酸及離胺酸較為不足外，其餘組成尚為良好，在雜食性吳郭魚養殖飼料使用的比例超過40%以上。近年來黃豆粉的成本逐漸增高，仍需找到低價取可取代黃豆粉蛋白質的物質來價低吳郭魚養殖的經濟成本。

穀物可以發酵成酒，其製酒過程中之發酵物質經壓榨、分離去酒液後會產生三分之一的乾燥固形物質俗稱酒粕(distillers' grains)又名為酒糟。金門酒廠的高粱酒是以白高粱及紅高粱為原料，採用固態方式發酵，其特色為酒質香醇、濃郁，但發酵時間長，經過2-3次發酵，酒醪中仍有很多營養素未被利用，且呈現黏稠狀，因而酒醪蒸餾時另添加10-15%稻殼，使酒醪間的縫隙增加，以利蒸餾時酒精及香味成分的蒸發。高粱酒粕是釀酒過程中所衍生的副產物，除含有高量蛋白質、核黃素、硫胺素、膽鹼、核糖核酸等有益成分，亦含有Pitera的生長因子及豐富的維生素B群。此外，高粱酒粕的一般成份之澱粉含量豐富可高達乾重的25%以上、粗蛋白含量有20%，粗脂肪含量有5%，可作為動物飼料成分來源。目前酒粕應用於水產動物魚類種類包含虹鱒(Cheng and Hardy, 2004)、鯰魚(Tidwell et al., 1990; Webster et al., 1991, 1992a, 1992b, 1993)、鯉魚(Kaur and Saxena, 2004)以及吳郭魚(Wu et al., 1994)，應用的酒粕種類有玉米酒粕(distillers dried grains with soluble, DDGS)、啤酒酒粕(brewery waste)、高粱酒粕(sorghum distillery residue)等。

高粱酒粕具有多酚類單寧成分，造成苦、澀味及其他不良風味(Hahn et al.,1984)。動物飼料中的含量高於3%時會顯著影響動物攝取食量(Provenza, 1995)及消化率(Silanikove et al., 1996)，為改善單寧在飼料中的影響，在單寧或單寧含量高的飼料添加單寧結合劑，如聚乙二醇(polyethylene glycol, PEG) (Garrido et al., 1991;Khazaal and Orskow, 1994)，或進行鹼水解(Makkar and Singh,1992)。動物研究顯示，單寧添加PEG 至山羊飼料中可抵消單寧對飼料營養負面的影響，因PEG可以與單寧結合(Jones and Mangan, 1977)，且不會被山羊消化酵素水解或吸收(Sperber et al.,1953)。因此在添加抑制單寧物質的條件下，高粱酒粕是否可做為雜食性吳郭魚蛋白質的來源，是一有趣的課題。因此，本研究之目的在探討飼料中添加高粱酒粕對吳郭魚稚魚成長、體組成及消化率之影響。

吳郭魚的蛋白質來源及需求量

吳郭魚原產於非洲，屬慈鯛科，為目前熱帶及亞熱帶地區的重要養殖魚種之一。吳郭魚在世界養殖硬骨魚種中排名第三，僅次於鯉魚和鮭魚。吳郭魚成長快速，且可在畜養環境下人工繁殖，對環境及疾病抵抗力強，被認為是目前水產養殖研究的重要魚種。早期吳郭魚蛋白質來源為魚粉。由於物價高漲魚粉經濟成本高，世界養殖對無不積極尋找可以取代魚粉的蛋白質來源原料。吳郭魚是雜草食性的動物可有效率地運用混合性飼料材料達到迅速增長和重量獲取，營養價值取決於飼料組成份和動物消化吸收飼料營養的能力。目前吳郭魚飼料典型的蛋白質來源包括紅魚粉、白魚粉、血粉、羽毛粉、禽畜副產物果殼、豆粉和被脫脂的大豆粉、羽扇豆粉和魚(鯢魚)和麥子麩皮(棉籽粕、向日葵粕、玉米粉、油菜籽粕、高粱、大麥)。因近年來動物性蛋白質來源經濟成本節節升高，目前已有許多文獻報告以植物性蛋白質取代動物性蛋白質來節源成本，已是水產飼料配方發展的趨式。黃豆是最被普遍使用的植物性蛋白質來源。餵食吳郭魚 21%蛋白質飼料，最適能量為 310kcal/100g，蛋白質與能量比(P/E ratio)為 67.74mg/kcal; 24%蛋白質飼料組，最適能量為 230 kcal/100g，提高到 310

kcal/100g 時，飼料蛋白質可由 24% 降至 21% 亦可得到相同的成長率(黃及蕭，77)，所以吳郭魚的蛋白質需求量为 21-24%。黃豆粉已證明可以取代魚粉作為吳郭魚的蛋白質來源，所取代的比例可以到達五成以上。

四、研究方法及步驟

1. 實驗動物

本實驗所採用的魚種為雄性雜交吳郭魚稚魚 (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*)，購自台南縣養殖戶，淡水飼育組之吳郭魚於方形塑膠桶中 (74 × 95 × 45 cm : W × L × H) 馴養一個月後進行實驗。篩選體型大小相近的魚體。魚苗馴養期間餵以商業飼料 (粗蛋白為 45%、粗脂肪為 5%、粗纖維為 10%)。

2. 飼料配製

淡水飼育吳郭魚之實驗飼料組成如 Table 2 所示，依據 Shiau 和 Hsieh (2001) 吳郭魚飼料基礎配方。蛋白質來源為混合 1:2 的魚粉及黃豆粉作為蛋白質來源的基礎，再以高粱酒粕取代黃豆粉含量分別之 0%、8%、16%、24%、32% 及另一組為純黃豆粉。另額外添加 0.25% 的離胺酸於 32% 組及 1.02% 的甲硫胺酸與 1.58% 的離胺酸於純黃豆粉組，高粱酒粕、黃豆粉及魚粉原料之一般成分列於 Table 1；碳水化合物來源為玉米澱粉 (Corn starch；美國 Sigma 公司)；油脂來源為玉米油 (Corn oil；台糖公司產品) 及魚油 (Fish oil；美國 Sigma 公司)；礦物質 4%；維生素 2%；黏著劑為羧甲基纖維素鈉 (Nippon Paper Industry, Japan)。各組添加 0.5% 的三氧化二鉻 (Cr₂O₃) 作為消化率的指示劑外，含高粱酒粕之各組再添加 0.1% PEG。各組飼料均先以飼料攪拌機充分混合後，加入適量的水使之成糰狀，以戳簽方式擠壓成條狀飼料後，在室溫下風乾，以均質機打成適當顆粒大小，經不鏽鋼篩網過篩，選擇適合魚口徑大小之顆粒狀飼料，最後裝入深色塑膠袋中密封於 -20°C 下凍藏備用。

Table 1. Proximate composition of ingredients used in feed formulations on dry matter basis

Parameter	Sorghum	Soybean meal	Fish meal
Moisture	12.0	10.3	3.9
Ash	2.4	5.9	15.8
Crude protein	20.7	45.8	66.6
Crude fat	8.0	2.0	11.6
NFE*	11	36	48

*NFE : nitrogen free extract = 100-(crude protein + fat + ash + crude fiber +moisture)

Table 2. Formulation of the experimental diets

Replace level (%)	0%	5%	10%	15%	20%	soybean meal
Fish meal	15	15	15	15	15	0
soybean meal	31.30	28.3	25.3	22.3	19.3	48.9
sorghum distillery residue	0	6.4	12.6	19.3	25.7	0
Corn meal	24	24	24	24	24	24
Carboxymethylcellulose	2	2	2	2	2	2
Corn oil	6.37	5.73	5.1	4.43	3.78	7.02
Fish oil	4	4	4	4	4	4
Vitamin mixture	2	2	2	2	2	2
Mineral mixture	4	4	4	4	4	4
α -Cellulose	10.83	8.06	5.49	2.46	0	5.61
PEG	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0
Cr ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Methionine						0.79
Lysine						1.18
Total	100	100	100	100	100.29	100

¹Vitamin mixture supplied the following (per g mixture) : Thiamin hydrochloride, 5mg ; Riboflavin, 5 mg ; Calcium pantothenate (Pantothenic acid), 10 mg ; Nicotinic acid, 6.05 mg ; Biotin, 0.003mg ; Pyridoxine drochloride, 0.825 mg ; Inositol, 200 mg ; Folic acid, 1.5 mg ; L-ascorbyl-2-monophosphate-Mg, 2.025 mg ; Choline chloride, 44mg ; Menadione, 4 mg ; α -tocopherol acetate, 40 mg ; Para-aminobenzoic acid, 5 mg ; Retinol acetate(Retinyal palmitate), 0.4 mg ; Cholecaliferol, 0.0004685 mg. All ingredients were diluted with α -cellulose to 1g.

²Mineral mixture supplied the following (per g mixture) : FeC₆H₅O₇.nH₂O, 29.7 mg ; Calcium biphosphate, 135.8 mg ; Calcium lactate, 327 mg ; KH₂PO₄, 239.8 mg ; NaH₂PO₄, 87.2 mg ; NaCl, 43.5 mg ; AlCl₃.6H₂O, 0.15 mg ; KI, 0.15 mg ; CuCl₂.2H₂O, 0.1 mg ; MnSO₄.H₂O, 0.8 mg ; CoCl₂.6H₂O, 1 mg ; ZnSO₄.7H₂O, 3 mg. All ingredients were diluted with α -cellulose to 1g.

3. 飼養方法：

實驗開始時，先篩選體重大小相近的吳郭魚稚魚作為實驗用魚，並採隨機分組，飼養於密閉式雙重過濾循環系統的玻璃水缸(25.5 × 59.1 × 35.5 cm: W × L × H)內，水位高約 30 公分，每缸循環水量為 1.0~1.5 L/min，並於每缸放置一顆打氣石，以通風管連接鼓風機進行打氣，水溫控於 28~30°C，並以定時器控制日光燈照射時間，每天光照 12 小時(8:00~20:00)。每缸飼養 18 尾吳郭魚稚魚，共六個實驗組，每組三重覆，共 18 缸，實驗為期十週；實驗期間每日食量為魚體溼重之 5%，每日分兩次(9:00~17:00) 餵食，每二週秤重一次，餵食量並隨之調整。

3.1 一般成分分析

依據 A.O.A.C (1995) 方法，包括飼料之水分、灰份、粗蛋白及粗脂肪之測定。

水分測定：

依 A.O.A.C(1995) 方法，取待測物 1~1.5 g 放入已達恆重之坩堝中，放入 105°C 恆溫乾燥箱中，每小時取出放入乾燥器中冷卻三十分鐘後稱重，直至恆重為止。

計算公式 (Equation)：

$$\text{水分(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

W0：坩堝恆重量 (g)

W1：坩堝重+樣本重量 (g)

W2：W1 乾燥至恆重之重量 (g)

灰份測定：

取樣品 1~1.5 g 放入已達恆重之坩堝中，置入 550°C 之灰化爐中，灰化六小時以上，取出放入乾燥器中冷卻後稱重，直至達恆重為止。

計算公式 (Equation)：

$$\text{灰份(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{S} \times 100$$

W0：坩埚恆重量 (g)

W1：坩埚重+樣本重量 (g)

S：樣品重量 (g)

粗蛋白測定：

粗蛋白依 Micro-Kjeldahl (A.O.A.C.,1995) 方法。取樣品約 0.5 g，加觸媒 3 g ($K_2SO_4 : CuSO_4 \cdot 5H_2O = 9 : 1$)，加 15 ml 濃硫酸於分解管中，置於蛋白分解爐 (Digestion System6,1007 Digester) 中加熱 (380~400 °C) 分解約 3 小時至淡色澄清狀，取出冷卻後，加 70 ml 純水及 15 ml 35% 氫氧化鈉，以 20 ml 之 4 % 硼酸及 2 滴甲基紅指示劑 (Mischindicator 5, Merck) 收集 5 分鐘呈淺綠色後，以 0.1 N 硫酸滴定至淡粉紅色，紀錄滴定之毫升數，即利用公式換算得知蛋白質含量。

注意事項 (A Matter Needing Attention)：

- * 分解蛋白質時，需先將冷凝水打開。
- * 留意蛋白分解爐之上蓋部份有無緊密，以防硫酸氣體外洩。
- * 分解時間終止時，仔細觀察分解管底部有無分解不全。

計算公式 (Equation)：

$$\text{粗脂肪(\%)} = \frac{(b - a \times 0.1 \times 14.007 \times 6.25)}{S \times 100} \times 100$$

a：對照組滴定毫升數 (空白試劑)

b：樣品滴定毫升數

S：樣品重量 (g)

粗脂肪測定：

取 3 g 待測物，用濾紙包好置入圓筒濾紙中，以脂肪抽出器 (SPC Extraction Apparatus, Soxhlet) 用乙醚於 45°C 迴流 16 小時以上進行萃取，然後取出受瓶乾燥至恆重為止。

注意事項 (A Matter Needing Attention)：

- * 乙醚揮發快，沸點低 (55 °C)。
- * 當恆量受瓶與脂肪萃取物有加重現象，表示脂肪已氧化，不準確，

此數據不可取。

計算公式 (Equation)：

$$\text{粗脂肪(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

W0：受瓶恆重量 (g)

W1：脂肪萃取後之受瓶恆重量 (g)

S：待測物之重量 (g)

無氮萃取物 (Nitrogen-free extract, NFE)：

$$\text{NFE(\%)} = 100 - \text{水分(\%)} - \text{灰分(\%)} - \text{粗脂肪(\%)} - \text{粗蛋白(\%)}$$

3.2. 增重率 (Weight gain)

實驗結束後，魚體體重增加量除以初重，再乘以 100。

計算公式 (Equation)：

$$\text{Weight gain(\%)} = \frac{\text{final body weight(g)} - \text{initial body weight(g)}}{\text{Initial body weight(g)}} \times 100$$

3.3. 存活率 (Survival)：

實驗結束時，吳郭魚所存活之尾數佔實驗開始之尾數的百分比。

計算公式 (Equation)：

$$\text{Survival(\%)} = \frac{\text{final number of fish}}{\text{Initial number of fish}} \times 100$$

3.4. 飼料效率 (Feed efficiency, FE)：

實驗期間，吳郭魚每攝食 1 g 飼料所增加之體重。

計算公式 (Equation)：

$$\text{FE} = \frac{\text{final body weight(g)} - \text{initial body weight(g)}}{\text{Feed intake(g)}} \times 100$$

3.5. 蛋白質蓄積率(Protein deposition , PD)

實驗期間，吳郭魚每攝取 1g 飼料，所增加之魚體蛋白質含量(%)。

計算公式 (Equation)：

$$PD = \frac{\text{final body protein(g)} - \text{initial body protein(g)}}{\text{Feed intake(g)}} \times 100$$

3.6 脂肪蓄積率(Lipid deposition , LD)

實驗期間，吳郭魚每攝取 1g 飼料，所增加之魚體脂肪含量(%)。

計算公式 (Equation)：

$$LD = \frac{\text{final body lipid(g)} - \text{initial body lipid(g)}}{\text{Feed intake(g)}} \times 100$$

3.7 消化率 (digestibility)：

(1) 糞便收集及處理

每天餵食經過兩小時後，以宏基管收及每個水缸吳郭魚之糞便，並至於小塑膠瓶中，待每日收集完畢後於-20°C下凍藏，糞便搜集持續至實驗結束。分析糞便時先將糞便放在凍乾機 (Virtis freeze dryer) 凍乾。

(2) 參照 Maynard al.. (1979) 的方法計算消化率。

a) 乾物消化率

操作：

將凍乾後的糞便及飼料精秤 0.1g 置於消化瓶內，加入 6ml 的 HNO₃ 和 1ml 的 H₂O₂ 微波消化 25 分鐘，冷卻 1 小時，取出消化後的樣品，再反覆以去離子水洗滌瓶內及瓶蓋，定量至 100ml。

計算公式 (Equation)：

$$\text{Dry matter digestibility(\%)} = 1 - \frac{\% \text{ Cr in feed}}{\% \text{ Cr in feces}} \times 100$$

3.8 統計分析

實驗數據利用 SAS/PC 軟體(SAS/PC version , SAS Institute , Cary , CA , USA) , 經過單因子變異係數分析(one-way analysis of variance , ANOVA) , 測定各試驗組是否有義異($P < 0.05$) , 若有顯著差異時 , 再以鄧肯氏多變域測驗(Duncan's new multiple range test)做進一步分析(SAS/PC program)。

五、結果與討論

吳郭魚稚魚餵食取代不同黃豆粉蛋白質含量的高粱酒粕飼料八週後，魚體增重率以餵食取代黃豆粉蛋白質含量0%組最高，其次為餵食15%-20%組，增重率最低組為餵食純黃豆粉組，各組之間有顯著差異($P<0.05$)(Table 3)。飼料效率及蛋白質效率與增重率有相同之趨勢(Table 3)，存活率各組之間並無顯著差異(Table 3)。Webster等人(1993)發現固定8%的魚粉時，DDGS可取代30%黃豆粉及玉米粉的含量。Webster等人(1992a)提供35%DDGS及35%-49%的DDGS，部份或全部取代飼料中的魚粉予鯰魚，結果發現餵食混合35%DDGS及49%的黃豆粉，對鯰魚的成長結果相似於餵食12%的魚粉混合48%的黃豆粉。鯉魚(*catla catla*、*Labeo rohita*及*Cirrhina mrigala*)的仔稚魚階段，以固定魚粉(20%)及芥子仔(40%)含量，另再以啤酒酒粕取代米糠(40%)含量0%，10%，20%，30%及40%投餵，發現有啤酒酒粕取代米糠含量為30%時對鯉魚*C. catla*及鯉魚*L. rohita*的仔稚魚有較佳成長效果，而對鯉魚*C. mrigala*成長則較控制組差(Kaur and Saxena, 2004)。

蛋白質獲得量、蛋白質蓄積率及脂肪蓄積率列於Table 4，蛋白質獲得量以餵食取代黃豆粉蛋白質含量0%-20%組顯著高於餵食純黃豆粉組；蛋白質蓄積率以餵食取代黃豆粉蛋白質0%組最高，其次為餵食15%-20%組，最低組為餵食純黃豆粉組，各組之間有顯著差異；脂質蓄積率以餵食取代黃豆粉蛋白質含量15%組最高，其次為餵食5%組，再其次為餵食0%組，最低組為純黃豆粉組。

魚體水分含量及魚體脂肪含量各組之間並無顯著差異；魚體蛋白質含量以餵食取代黃豆粉蛋白質含量0%組最高，其次為餵食20%組，最低組為餵食純黃豆粉組；魚體灰份含量以餵食取代黃豆粉蛋白質含量5-20%組顯著高於餵食純黃豆粉組(Table 5)。Webster等人(1992b)餵食達90%的DDGS且未額外添加離胺酸時，比餵食55%DDGS會顯著降低鯰魚魚體蛋白質含量。

吳郭魚稚魚餵食取代不同黃豆粉蛋白質含量的高粱酒粕飼料八週

後，乾物消化率方面，餵食取代黃豆粉蛋白質含量10%組>0%組>5%組>15%組>20%組>純黃豆粉組，各組之間有顯著差異(Table 6)。

Table 3. Weight gain (WG), feed efficiency (FE), protein efficiency ratio (PER) and survival of tilapia fed diet containing different amounts of SDR for 8 weeks¹

Replace level (%)	Weight gain(g)	FE	PER	Survival (%)
0	355.94±25.73 ^c	0.57±0.03 ^c	2.38±0.12 ^c	97.22±4.81
5	313.19±8.00 ^{bc}	0.53±0.01 ^{bc}	2.19±0.05 ^{bc}	97.22±4.81
10	317.16±14.06 ^{bc}	0.54±0.02 ^{bc}	2.24±0.07 ^{bc}	100±0.00
15	304.94±27.65 ^b	0.52±0.03 ^b	2.15±0.13 ^b	97.22±4.81
20	302.64±42.46 ^b	0.51±0.05 ^b	2.14±0.21 ^b	100±0.00
SBM	220.31±10.28 ^a	0.43±0.01 ^a	1.78±0.05 ^a	100±0.00

¹Values in each column having the same superscript are not significantly different at 5% significance level. Data are expressed as Mean±SD(n=3)

Table 4. Protein gain and protein deposition and lipid deposition of tilapia fed diet containing different amounts of SDR for 8 weeks¹

Replace level (%)	Protein gain (g)	Protein deposition (%)	Lipid deposition (%)
0	21.04±1.50 ^b	0.40±0.04 ^c	0.27±0.02 ^b
5	18.43±1.07 ^b	0.36±0.01 ^{bc}	0.30±0.01 ^{bc}
10	17.25±2.63 ^b	0.35±0.06 ^{bc}	0.32±0.02 ^{bcd}
15	16.95±2.99 ^b	0.32±0.04 ^{ab}	0.36±0.05 ^d
20	16.39±0.69 ^b	0.32±0.01 ^{ab}	0.33±0.06 ^{cd}
SBM	11.54±1.99 ^a	0.27±0.04 ^a	0.18±0.00 ^a

¹Values in each column having the same superscript are not significantly different at 5% significance level. Data are expressed as Mean±SD(n=3)

Table 5. Body composition of tilapia fed diet containing different amounts of SDR for 8 weeks¹

Replace level (%)	Moisture (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)
0	77.62 ±0.41	15.84±1.51 ^c	4.57±0.55	3.76±0.16 ^a
5	74.98 ±1.43	15.10±0.19 ^{bc}	5.11±0.73	4.28±0.26 ^b
10	77.06 ±0.45	14.93±1.84 ^{bc}	4.18±0.32	4.07±0.10 ^b
15	76.62 ±1.93	14.04±0.66 ^{abc}	4.96±0.56	4.27±0.14 ^b
20	76.65 ±2.54	13.58±0.20 ^{ab}	4.67±0.18	4.11±0.01 ^b
SBM	76.71 ±1.11	12.82±0.26 ^a	3.93±1.15	3.70±0.16 ^a

¹Values in each column having the same superscript are not significantly different at 5% significance level. Data are expressed as Mean±SD(n=3)

Table 6. Dry matter digestibility (%) of tilapia fed diet containing different amounts of SDR for 8 weeks¹

Replace level (%)	Dry matter digestibility (%)
0	62.23±0.46 ^e
5	60.46±0.12 ^d
10	66.51±0.31 ^f
15	53.33±0.51 ^c
20	39.90±0.79 ^b
SBM	31.37±0.50 ^a

¹Values in each column having the same superscript are not significantly different at 5% significance level. Data are expressed as Mean±SD(n=3)

六、計畫成果自評

達成本研究計畫之預期目標。

七、參考文獻

A.O.A.C.1995. Official methods of analysis,16th Ed.Assoc Official Anal Chem.

Washington,DG,USA.

Cheng Z. J. and R.W. Hardy. 2004. Nutritional value of diets containing distiller's dried grain with solubles for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Journal of Applied Aquaculture 15:101-113.

Hahn, D.H. Rooney, L.W. and Earp, C.F. 1984. Tannins and phenols of sorghum. Cereal Food World. 29(12):776-779.

Jones, W.T. and Mangan, J.L. 1977. Complexes of the condensed tannins of sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop) with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein and their reversal by PEG and pH. J. Sci. Food Agric. 28: 126-136.

Kaur, V.I and Saxena, P. K. 2004. Incorporation of brewery waste in supplementary feed and its impact on growth in some carps. Bioresource technology, 91: 101-104.

Makkar, H.P.S. and Singh, B. 1992. Detannification of oak Maynard, L.A., Loosli, J.K., Hintz, H.F. and Warner, R.G., 1979. Animal nutrition, 7th edn. McGraw-Hill, New York, NY, p416.

Maynard, L.A., Loosli, J. K., Hintz,H. F. and Warner, R. G., 1979. Animal nutrition, 7th edn. McGraw-Hill, New York, NY, p. 416.

Provenza, F.D., 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food selection and intake in ruminants. J. Range Mgmt. 48, 2-17.

Silanikove, N., Gilboa, A., Nir, I., Pervolotsky, A. and Nitsan, Z. 1996. Effect of daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Quercus calliprinos*, *Pistacia lentiscus* and *Ceratonia siliqua*) by goats. J. Agric. Food Chem. 44, 199-205.

Sperber, I., Hyder, S. and Ekman, J. 1953. The use of polyethylene glycol as a reference substance in the study of ruminant digestion. K. Lanthrob. Hogsk. Ann. 20, 337-344.

- Shiau, S.Y., Hsieh, J.F., 2001. Quantifying the dietary potassium requirement of juvenile hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). *Br. J. Nutr.* 85, 213-218.
- Tidwell J. H. and C. D. Webster. 1990. Evaluation of distillers grains with solubles in prepared channel catfish diets. *Transactions of Kentucky Academy of Science* 52:135-138.
- Webster C.J., J.H., Tidwell, and D.H. Yancey. 1991. Evaluation of distiller's grains with solubles as a protein source in diets for channel catfish. *Aquaculture* 96:179-190.
- Webster C.J., J.H., Tidwell, L.S. Goodgame, and P.B. Johnsen. 1993. Growth, body composition, and organoleptic evaluation of channel catfish fed diets containing different percentages of distiller's grain with solubles. *The Progressive Fish-Culturist* 55:95-100.
- Webster C.J., J.H., Tidwell, L.S. Goodgame, J.A. Clark, and D.H. Yancey. 1992a. Use of soybean meal and distiller's grains with solubles as partial or total replacement of fish meal in diets of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture* 106:301-309.
- Webster C.J., J.H., Tidwell, L.S. Goodgame, J.A. Clark, and D.H. Yancey. 1992b. Winter feeding and growth of channel catfish fed diets containing varying percentages of distiller's grains with solubles as a total replacement of fish meal. *Journal of Applied Aquaculture* 1:1-4.
- Wilson, R. P. 1989. Amino acids and proteins. Pages 111-151 in J. E. Halver, editor.
- Wu, Y.V., Rosati, R.R. and Brown, P., 1996. B, P., 1996. B, Effect of diets containing various levels of protein and ethanol co-products from corn on growth of tilapia fry. *J. Agric. Food Chem.* 44(6), 1491-1493.