

紅尾蝦人工配合飼料中能量和蛋白質比之探討

劉熾揚·丁雲源

A Study on Energy-to-Protein Ratio in Artificial Diet of Red Tail Prawn, *Penaeus penicillatus*

Liu Chih-Yang and Yun-Yuen Ting

Red tail prawn, *Penaeus penicillatus*, were fed for 75 days on two different artificial diets which contained 38.8% and 35.4% protein with three different energy levels, 3600, 3800, 4100 Kcal/kg Fish oil rich in eicosapentaenoic acid (EPA) to diet before feeding, in the following percentages: 2%, 5%, and 8%. The energy-to-protein ratio was calculated at 93-118 Kcal/kg/% protein. The results indicated that the diet containing 38.8% CP with 5% fish oil or 35.4% CP with 2% fish oil brought about better growth in the prawn, and that the optimum value of energy-to-protein ratio was around 100 Kcal/kg/% protein at this diet condition.

前 言

紅尾蝦 (*Penaeus penicillatus*) 屬於本省大型經濟養殖蝦類之一，雖然它的養殖面積不如草蝦的廣及普遍，近年來仍然深具發展潛力，其人工配合飼料的研究或開發更是迫不及待的，由於蛋白質在飼料成分佔有相當大的比例，且較為昂貴的內容成分，所以保持其成分在適當需求量及經濟範圍量下是非常需要的，飼料中之能量來源為蛋白質、脂肪及碳水化合物，三者成分之多寡影響飼料之營養價值與紅尾蝦之成長，由筆者等⁽¹⁾指出大型紅尾蝦之成長以人工配合飼料中含較高蛋白質及添加油脂可促進成長效果，添加油脂仍作為熱能及必須脂肪酸 EFA 之需求來源，然而添加油脂量之多寡如何尚未知其適當比例，雖然脂質具有節約蛋白質效果，但過量並未如理想而抑制生長，由於種類不同，彼此含量對於蝦類有很大的差異，不足的非蛋白組成將因代謝作用使飼料中之蛋白質變成能量而消耗，因此有效的非蛋白能源（脂肪及碳水化合物）對於池蝦之成長發揮最大效用仍是值得注意的，本次試驗即在了解紅尾蝦人工配合飼料中的能量和蛋白質之比例關係，此比例在成蝦飼料中非常重要地影響成長，求出適當的能量和蛋白質比值，作為人工配合飼料之開發研究參考。

材料與方法

紅尾蝦作為供試材料來自魚塢養殖者，平均體重約為 7.8 ~ 8.5 公克之間，利用試驗水泥池九口，每口大小為 4 m × 2 m × 1 m，各池放養 160 尾，密度即為 20 尾/m²，於民國 76 年 12 月 28 日開始試驗，期間共為 75 天，所使用人工配合飼料為將試驗原料經秤量，依照表 1 之成分組成含

表 1 紅尾蝦試驗飼料配方

Table 1 Composition of experimental diets for *Penaeus penicillatus*.

Diet No.	Ingredients	
	%	
	A	B
Fish meal	38	28
Soybean meal	6	10
Wheat flour	30	30
Shrimp careapace meal	5	5
Gluten	4	4
Squid waste powder	3	3
Dextrin	9	15
Cholesterol	0.3	0.3
Vit. mix.	2.7	2.7
Mineral mix	2.0	2.0
Crude protein	38.8	35.4
Crude fat	4.6	2.9

量配製，經充分混合，由擠壓機成爲直徑0.2公分長條形狀，在50℃下烘乾乾燥而成，如表1，以魚粉、麩粉、黃豆粉等爲蛋白源，製成A、B二種飼料，蛋白質分別含有38.8%及35.4%，另選用市販飼料C，作爲相互比較，其蛋白質含量爲38.9%。而由表1中，B飼料較A飼料減少魚粉使用量10%，添增碳水化合物的糊精及黃豆粉量等，其他成分組成量相同下配製而成。在投飼前，各組飼料混加2%、5%、8%的魚油，此魚油由海怡公司提供，含有多量之高度不飽和脂肪酸即二十碳五烯酸（Eicosapentaenoic acid），以作爲熱能量。維他命混合量（2.7%）及礦物質混合量（2.0%）其組成如表2⁽³⁾及表3⁽⁴⁾。

表2 維他命組成

Table 2 Composition of vitamin mixture

Vitamin	mg / 100 g of dry diet
p-Aminobenzoic acid	10.00
Biotin	0.40
Inositol	400.00
Nicotinic acid	40.00
Ca-Pantothenate	60.00
Pyridoxine-HCL	12.00
Riboflavin	8.00
Thiamin-HCL	4.00
Menadione	4.00
B-Carotene	9.60
α -Tocopherol	20.00
Cyanocobalamin	0.08
Calciferol	1.20
Na-Ascorbate	2000.00
Folic acid	0.80
Choline chloride	120.00
Total	2690.80

表3 礦物質組成

Table 3 Composition of mineral mixture.

Mineral	%
K_2HPO_4	30.0
KCL	9.4
$MgSO_4$	14.8
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	1.4
$Ca(PO_4)_2$	27.4
$MnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.2
$CaCO_3$	16.8

試驗期間每隔 15 天清池測定池蝦成長、活存率等，並每日按時測定水溫（上午 8:00 及下午 2:00），每日各投餌上、下午一次，投餌率平均約為池蝦體重的 2%，撒佈固定池塘角落處，時值冬季，各試驗池均以塑膠布遮蓋池塘的三分之一，以防風寒。

結果與討論

本次試驗以人工配合飼料飼育紅尾蝦除了解飼料中蛋白質含量之不同外，並各以添加不同量油脂，使能量不同時，兩者對紅尾蝦成長的影響與關係。各試料經成分分析後，A 飼料含 38.8% cp、粗脂肪 4.6%，B 飼料蛋白質含量 35.4%、粗脂肪 2.9%，C 飼料蛋白質含量 38.9%、粗脂肪 8.8%，以上三種飼料各以魚油（EPA 油）在不同含量 2%、5%、8% 混合投飼後，經 75 天飼育結果，紅尾蝦之成長每尾平均體重之增加情形如表 4，由表中，成長度最好者為在蛋白質含量 38.8% 添加 5% 魚油者，每尾池蝦增重 3.5 公克，其次是蛋白質含量 35.4% 添加 2% 魚油者，每尾池蝦平均增重 3.47 公克，二者幾乎一致，其增重次序以池號為示，分別是 No. 2 > No. 4 > No. 6 > No. 5 > No. 3 > No. 1 > No. 9 > No. 7 > No. 8，由於飼料組成之差異，其飼育結果也不同，前後二者平均體重每尾約差 1.15 公克，試驗期間水溫之變化如圖 1，平均水溫在 16°C，其成長緩慢。A 飼料與 B 飼料在相近能量時，在相異蛋白質下，對於魚油之添加却有不同之反應，主因受本身飼料中含不同油脂量所影響，1 號池與 4 號池能量各為 3600 卡 / kg，2 號池與 5 號池之能量為 3800 kcal / kg，3 號池與 6 號池之能量為 4100 kcal / kg，結果飼育成長比較，No. 4 > No. 1，每尾平均體重約差 0.85 公克，No. 2 > No. 5，平均體重約差 0.5 公克，No. 6 > No. 3 平均體重約差 0.41 公克，因此大體而言之，B 飼料比 A 飼料在添加油脂後，對紅尾蝦成長影響較好。C 飼料雖與 A 飼料有相同之蛋白質含量，但其內容組成分不同，能量不同時，結果顯

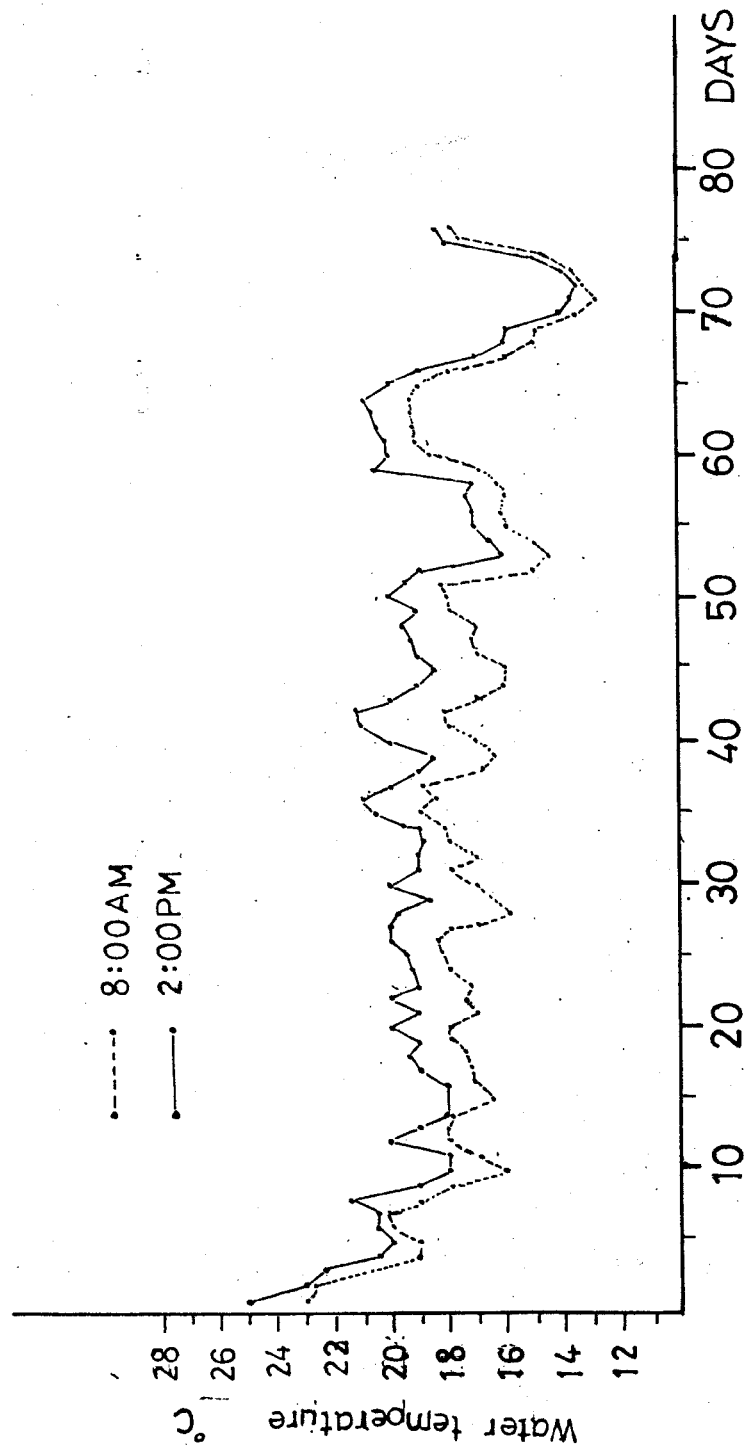


圖 1 紅尾蝦試驗期間水溫變化

Fig. 1 Water temperature during the experimental period for *Penaeus penicillatus*.

表 4 紅尾蝦之飼育結果

Table 4 Results of feeding experiment for
Penaeus penicillatus.

Diets	A (CP 38.8 %)			B (CP 35.4 %)			C (CP 38.9 %)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pond no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oil added (%)	2	5	8	2	5	8	2	5	8
Number individuals	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Mean body weight initial (g)	8.94	8.00	8.34	7.48	7.77	7.51	9.81	9.30	9.00
final	11.56	11.50	11.22	10.95	10.77	10.80	12.26	11.65	11.61
Mean gain (g)	2.62	3.5	2.88	3.47	3.00	3.29	2.45	2.35	2.61
Feed conversion ratio (FCR)	6.44	4.71	5.20	5.53	5.25	4.67	6.88	7.18	6.46
Protein efficien- cy ratio (FCR)	0.4	0.54	0.49	0.62	0.53	0.64	0.37	0.53	0.39
Growth rate %	29.3	43.7	34.5	44.4	38.6	43.8	24.9	25.2	29.0
Survival rate %	82.6	85.0	79.3	79.5	80.6	70.0	75.0	75.0	71.8
Total energy * (Kcal / kg)	3600	3870	4130	3640	3900	4160	3830	4090	4340
c/p ratio (Kcal / kg / % protein)	93	100	106	102	110	118	98	105	112

* Based on the values : 4.18 kcal / g carbohydrate , 9.46 kcal / g lipid ,
4.32 kcal / g protein

示，紅尾蝦之成長則較A 飼料或B 飼料者為低，C 飼料成分中原含有 8.8 % 粗脂肪，經填加油脂後，增加多量之熱能和油脂量，可能為增加蝦體負荷，而使成長未達理想。如圖 2，由於飼料組成成分之差異，蛋白質和脂肪之含量之不同，添加油脂不同量其每尾增加體重率亦不同，A 飼料 (38.8 % cp) 在以 5 % 油脂添加時，平均體重增加率由 29.3 % 增至 43.75 %，然油脂增至 8 % 時呈現低成長降下至 34.53 %，B 飼料 (35.4 % cp) 若以油脂 5 % 添加結果比 2 % 油脂添加，平均體重增加率由 46.3 % 降下為 38.61 %，而後增至 8 % 油脂時，又呈增加至 43.8 %。上述二種飼料，顯示在 38.8 % cp 添加 5 % 及 35.4 % cp 添加 2 % 油脂時達到最佳成長，此時飼料中的能量和蛋白質比平均在 100 kcal / kg / % protein 左右，C 飼料中其增重率也因添加油脂後呈現增加，能量和蛋白質比值因飼料本身含較高的粗脂肪含量 (8.8 % cp) 有關而較高。Hysmith et al (5) 指出低蛋白—高能量和高蛋白—低能量時之飼料對褐蝦 (*Penaeus agtecus*) 的成長較好，而在低蛋白—低能量或者高蛋白—高能量之飼料條件下，其成長却差。Margie lee Gallagher et al (1979) (6) 則指出龍蝦 American lobsters (*Homarus americanus*) 於低蛋白—低能量或者高蛋白—高能量時之飼料成長較佳，二者因蝦類種別不同，而結果不同。由本次試驗結果，紅尾蝦經人工配合飼料飼育結果與後者相近，亦即其中熱能和蛋白質比在達一定比值時呈非常重要，過高或過低之比值均無法達到使之成長之最佳增重率。

試驗期間，每隔 15 天清池測定池蝦平均體重，其間每次測定後，紅尾蝦每尾平均增重量情形如表 5，其成長增重量並未呈現規則性，此成長雖然如初期 A 飼料與 B 飼料之間，池蝦之增重率有時頗為接近，但終了顯示，仍以 2 號池及 4 號池較好。

表 5 試驗期間紅尾蝦每尾增重情形
Table 5 Average increase in body weight (g) of *Penaeus penicillatus* during the experiment period.

pond no. period (day)	pond no.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 ~ 15	0.67	0.69	0.46	0.79	0.69	0.83	0.52	0.56	0.42
15 ~ 30	0.25	0.57	0.74	0.41	0.46	0.44	0.20	0.10	0.11
30 ~ 45	0.14	0.61	0.32	0.73	0.60	0.80	0.40	0.43	0.47
45 ~ 60	0.23	0.0	0.37	1.04	0.66	0.34	0.86	0.75	0.24
60 ~ 75	1.33	1.63	0.99	0.50	0.59	0.88	0.53	0.61	1.35
Total	2.62	3.5	2.88	3.47	3.00	3.29	2.45	2.35	2.61

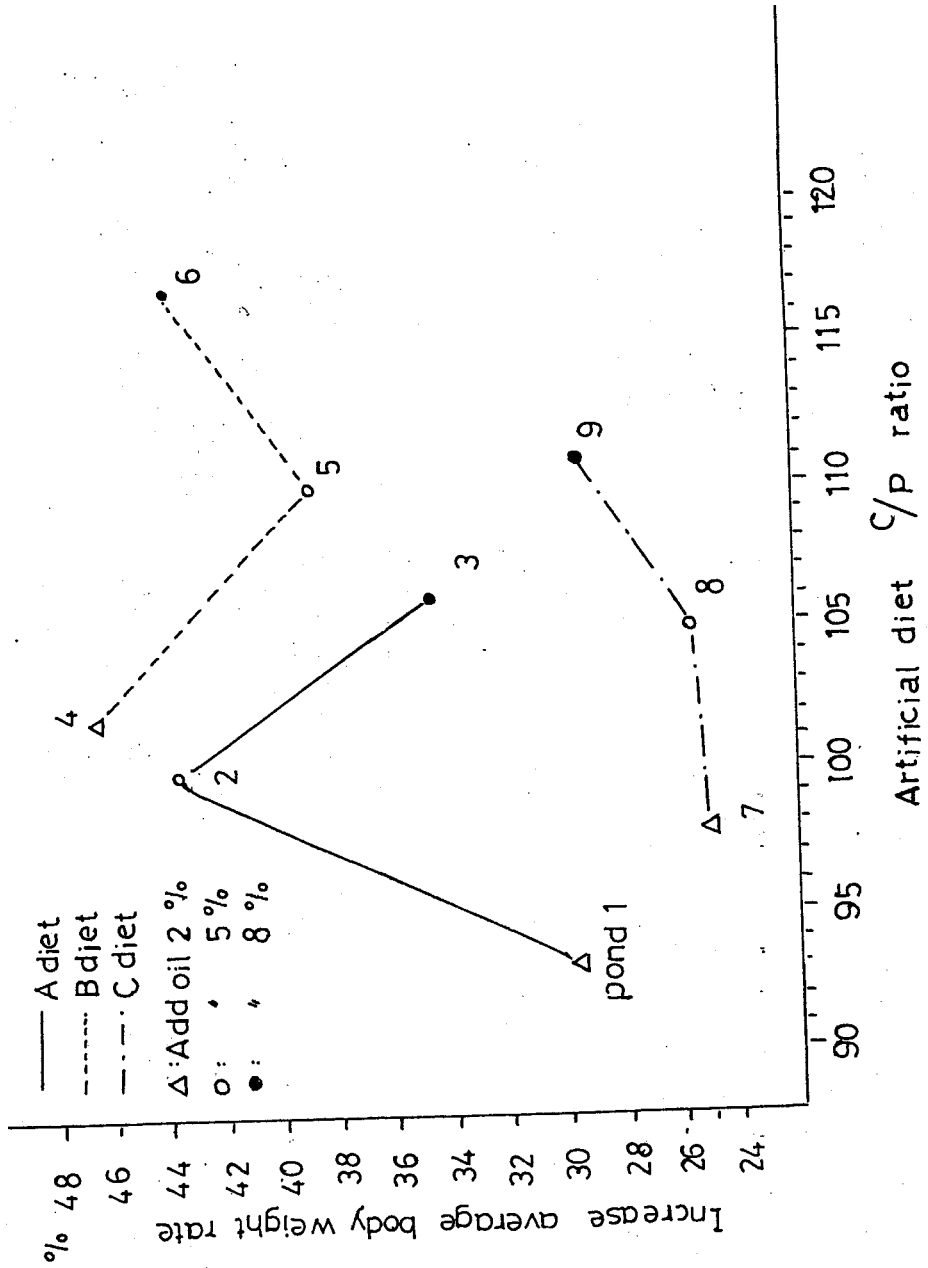


圖 2 人工配合飼料中添加油脂和蛋白質比例對於紅尾蝦成長之關係
 Fig. 2 The influence of protein and lipid on the growth of *Penaeus penicillatus* in artificial diet.

人工配合飼料中以碳水化合物、油脂作為熱源來源，由A飼料及B飼料而言，依據其成分分析，protein : Carbohydrate : lipid 的比例分別為 38.8 : 32 : 4.9 與 35.4 : 40 : 2.9，前者為高蛋白，經添加油脂後即為較高脂肪，後者為高碳水化合物，較低脂肪，二者對蛋白質之節約效果如表 5，由表中可知，適當的在A飼料中添加油脂可促進池蝦成長，以及在B飼料中增加碳水化合物高至 40%，並添加油脂二者其蛋白質節約效果可在 18~36% 之間。本次試驗中，蛋白質效率 (PER) 如表 4，B飼料較A飼料為高，其值愈高則愈佳，比較結果，其值在 0.5~0.6 之間。由此，在紅尾蝦人工配合飼料中，適當碳水化合物和添加油脂等併用，將使紅尾蝦成長較好，如前述，就蝦體成長最佳時，A飼料與B飼料之最適能量和蛋白質比值為 100 左右， $C/P = 100$ ，亦即 protein-energy ratio (P/E) = 0.1，飼料效率亦佳，能量在 3600~3800 kcal 之間。Andrew and Sick (1972) (7) 指出在 30% cp 之適當含量時，添加澱粉可促進龍蝦成長，本次試驗，在增加糊精量時也有效果，B飼料中其量達 15%，同時他亦指出在增加 10% lipid 加於飼料中會抑制海蝦之生長，由本次試驗中，C飼料中含多量之油脂，成長較慢也許可能有影響，總之，紅尾蝦人工配合飼料中熱能和蛋白質的適當比例，將可使池蝦正常地成長。

摘 要

紅尾蝦人工配合飼料以二種不同蛋白質含量 (38.8% 及 35.4%) 下飼育 75 天，在投飼前各混加 2%、5%、8% 的魚油，此魚油含有高度不飽和脂肪酸之二十碳五烯酸，以此作為增加能量，結果在三種不同能量 3600、3800、4100 kcal / kg 時，能量和蛋白質比值在 93~110 kcal / kg / % protein 情形條件下，顯示人工配合飼料中含蛋白質 38.8% 混加 5% 油脂以及蛋白質 35.4% 混加 2% 魚油時，紅尾蝦達到較佳成長，在此飼料情況下，最適當的能量和蛋白質比在 100 kcal / kg / % protein 左右。

謝 辭

本計劃承農委會補助，省水產試驗所廖所長一久的支持與鼓勵，海洋學院莊健隆博士於試驗期間的關注及給予寶貴意見及省水產試驗所台南分所同仁之協助，使本計劃得以完成，謹表謝忱。

參考文獻

1. 劉熾揚、丁雲源、莊健隆 (1988)。人工配合飼料中大型紅尾蝦的蛋白質需求量研究。台灣省水產試驗所試驗報告，45。
2. M. Bages and L. Sloane (1981). effects of Dietary protein and Starch levels on growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) postlarvae, *Aquaculture*, 25 117—128.
3. Akio kanazawa, shin-ichi Feshima, and shigeru Tokiwa (1977). Nutrition requirements of Prawn (VII): effect of Dietary lipids on growth, 日本水產會誌, 43 (7), 849—856.
4. 橋本芳郎 (1976)。養魚飼料學，203。
5. Hysmith, B. T. J. R. Booth, H. L. Cook, and W. L. Mies, (1972). A study of the effects of feeding synthetic diets to brown shrimp (*Penaeus aztecus*), *Proceedings world Mariculture Society*, 3, 365—388.
6. Margie lee gallagher, Robert C Bayer, Dale F. Leavitt and James H. Rittenburg

表 6 紅尾蝦人工配合飼料中碳水化合物及脂質的蛋白節約效果影響
 Table 6 The protein sparing effect of carbohydrate and lipid
 in artificial feeds for *Penaeus penicillatus*.

POND NO.	Diets ^b P : C : L (%)	Condition		Average daily weight gain (%)	E ^c (g)	$\frac{E(L)-E(P)}{E(P)}$ (%)
		Energy (kcal/g)	c/p ratio			
A1(P) ^a	38.8:32:6.6	3620	93	3.24	250	
2(L)	38.8:32:9.6	3870	100	5.22	185	-26
3(L)	38.8:32:12.6	4130	106	3.85	204	-18
B4(C)	35.4:40:4.9	3640	102	4.62	160	-36
5(C)	35.4:40:7.9	3900	110	4.00	180	-28
6(C)	35.4:40:10.9	4160	118	4.36	166	-33.6

a - P : high protein, L : high lipid, C : high carbohydrate

b - P : C : L = protein : carbohydrate : lipid

c - E : Dietary protein intake per 100 g prawn weight gain

(1979). Effect of Protein-Energy Ratios on growth of American lobster (*Homarus Americanus*) Proceedings world Mariculture society, 10 , 746 - 750.

7. Andrews, J. W. and L. V. Sick (1972). Studies on the Nutritional requirement of Penaeid Shrimps. Proceedings world Mariculture society, 3 , 403 - 414.