

草蝦用濕粒飼料之配製及飼育試驗

王文政·葉蕙玲

Trials of Moist Pellet Formulating and Feeding for Grass Prawn

Weng-Cheng Wang and Hewi-Ling Yeh

The moist pellet were mixed with chopped fish meat and dry artificial diet powder, which main constituent is fish meal, the ratio were 1: 1.25. This diet's protein is near 27.50% and moisture is 46.30%.

Too much moisture cause the larger dissolution and less moisture cause the larger disintegration.

The stability of moist pellet containing 6% oil is better than those containing 3% oil. Both are stable during store at 5°C, 24 hours.

Actually feeding trail, the feed efficiency rate, protein efficiency ratio and growth rate of grass prawn fed with moist pellet diet are 2.42, 0.92 and 32.86% respectively; that are better than fed with dry pellet diet which are 3.29, 0.64 and 22.22% respectively.

前 言

草蝦為目前本省最重要的養殖水產物，在 74 年為輸出主要農漁產之第一位，價值達美金兩億元，其經營方式亦日趨企業化集約養殖，為配合此種集約企業化養殖的傾向及需要，有關草蝦對餌料蛋白質的消化吸收率⁽¹⁾⁽²⁾、對餌料中蛋白質含量之利用能力與成長的關係⁽³⁾、規則性絕食對草蝦攝餌量之影響⁽⁴⁾，及以人工配合飼料飼養草蝦對其成長之影響等試驗⁽⁵⁾，均有相當的研究。由此試驗結果得知，草蝦和其他蝦類如斑節蝦、熊蝦、砂蝦等相似，大體上以蛋白質較高者消化吸收率為佳，而植物性餌料之被消化吸收率並不比動物性餌料差，以人工配合飼料飼養草蝦，其蛋白質含量以 40 - 45% 之成長為佳，中型草蝦以較長的絕食時間有利，然實際飼以人工配合飼料，則以混合雜魚（比例 1 : 1）較可促進草蝦之成長，提高存活率。

本所利用魚肉混絞之飼料飼育石斑，證實較單獨使用乾粒飼料或魚肉者為佳。乾式粒狀飼料雖經開發多年，然草蝦食用此種飼料於 20 尾/台斤後，其成長換肉率即顯著降低而成為飼料育成之瓶頸。

本試驗擬就草蝦配方調製飼料，並混合雜魚肉成濕粒方式直接飼育草蝦，以觀察其對成長之影響。其後再以最佳之模擬配方，試製濕粒并探討其安定性，以建立濕粒草蝦人工配合飼料之產製技術資料。

材料與方法

一、試驗材料：

(一)飼料用單元材料：魚粉、大豆粉、烏賊粉、酵母粉、高筋麵粉、蝦殼粉、大豆油、混合維生素、混合礦物質、膽固醇等，係購自市面之飼料廠用原料，均屬飼料用等級，魷內臟中和油由實驗室自行調製備用。

(二)魚肉：購自魚市場，為雜魚魚塊，經解凍後以絞肉機絞細備用。

(三)草蝦：購自宜蘭地區之幼蝦，重量約 2 公克，置水槽中馴養，養殖海水鹽度為 1.5%，水溫 28°C，溶氧 5.0 mg%，PH 7.5。

二、試驗方法：

(一)模擬草蝦人工配合飼料之分析：調查并測定草蝦飼料之營養成分，以作為調配飼料乾粉之參考。

(二)檢討不同的水分含量對濕粒成型及溶失之影響。

(三)比較不同的油脂含量對粒料靜態溶失率之影響。

(四)比較不同貯存期限對粒料靜態溶失率之影響。

(五)比較不同的黏著劑對粒料靜態溶失率之影響。

(六)綜合最佳濕粒成型條件配製草蝦飼料，實際飼育草蝦，與經過烘乾之相同配方乾粒料相比較對成長之影響。

三、測定方法與計算：

(一)溶失率及崩壞率之測定：

稱 5 公克飼料於 5 立方公分之不銹鋼網製小籃中 (25 mesh)，放入 600 cc 燒杯內裝 150 cc 鹽度 1.5% 海水中靜置，於定時間後取出烘乾，即可算出溶失率。燒杯中之水已烘乾並稱重之濾紙過濾後，連殘渣一併烘乾，則可計算崩壞率。

(二)計算：

1. 溶失率 (dissolution rate)：

$$D_s = \frac{\omega_o - \omega_s}{\omega_o} \times 100\%$$

ω_o ：飼料乾重。

ω_s ：定時間內溶失殘餘飼料乾重。

2. 崩壞率 (disintegration rate)：

$$D_i = \frac{\omega_o - (\omega_{i+p} - \omega_p)}{\omega_o} \times 100\%$$

ω_{i+p} ：過濾後殘渣乾重。

ω_p ：烘乾過之濾紙重。

3. 餌料效率 (feed efficiency ratio)：

$$F = \frac{\text{攝餌量 (g)}}{\text{體重增加量 (g)}}$$

4. 蛋白效率 (protein efficiency ratio)：

$$PER = \frac{\text{體重增加量 (g)}}{\text{蛋白攝取量 (g)}}$$

5. 成長率 (growth rate)

$$G = \frac{\text{體重增加量 (g)}}{\text{初重 (g)}} \times 100\%$$

結果與討論

草蝦屬雜食性，除了攝食池中天然滋生的底藻外，一般以下雜魚、蝦及螺、貝肉作為主要飼料，豆餅、花生餅、米糠及人工配合飼料為輔助飼料。

下雜魚、蝦等餌料以人力切碎後投與，亦可使用絞肉機絞碎。但此等餌料需冷凍設備，以免每日購置或因缺貨而無法及時提供，又天然餌料處理不便，在水中易使水質惡化。碎片大小亦造成攝食不均之現象。

一、市售草蝦飼料營養成份及草蝦用人工配合飼料配方：

經調查及測定市售主要草蝦飼料之營養成份，結果如表 1 所示。由結果可知隨草蝦之成長，飼料之蛋白含量亦不盡相同，幼蝦之蛋白需求較高。

表 1 市售草蝦飼料之營養成份

Table 1 Nutritional component of domestic diet for grass prawn

Size (Weight)	Feeding rate (%)	Diameter (mm)	Content (%)			
			Protein	Fat	Fiber	Ash
Large (>16g)	3.0 - 5.0	2.4 - 3.0	35.0 - 37.5	2.8 - 6.0	2.5 - 3.0	14.0 - 16.0
Medium (6-15.9g)	7.0 - 10.0	2.0 - 2.3	35.5 - 37.0	2.8 - 6.0	2.5 - 3.0	13.5 - 16.0
Small (1 - 5.9g)	7.0 - 15.0	1.5 - 2.0	36.0 - 37.0	2.8 - 7.0	2.5 - 3.0	13.0 - 16.0

草蝦飼料之配方列如表 2 所示，大致而言，誘餌性較佳之飼料，多特別注重胺基酸及核苷酸之添加及平衡，其中又以添加烏賊粉、烏賊溶漿或混合烏賊溶粉者之誘餌性最佳。此配方符合國家標準之粗蛋白質 35.0% 以上，粗脂肪 2.8% 以上，粗灰分 16.0% 以下，粗纖維 3.0% 以下，水分 13.0% 以下，鹽酸不溶物 2.0% 以下，鈣含量 4.0~4.5%，磷 3.5~4.5%。

二、水分含量對濕粒成型及溶失率之影響：

濕粒飼料係以絞細魚肉混合乾粉製粒，水分含量直接影響其造粒之外觀及溶失性，本試驗以前述乾粉料，依不同比例與絞細魚肉混合，測定其水分含量，並比較其外觀及個體之分離度，結果如表 3。

由前述結果得知 30~52% 之水分，在造粒上之外觀及粒分離度較佳，唯其間水分差距尚大，故進一步以 5% 為間距，再次比較水分含量對濕粒成型之影響，其結果如表 4。

由本試驗結果，明白顯示，以草蝦模擬粉料與魚肉漿混合製粒，其最佳成型之水分含量為 45~40%，即配方比乾粉：魚肉為 1.0 : 1.0~1.25 : 1.0 為最佳。

表 2 草蝦人工配合飼料配方

Table 2 Formula of artificial diet for grass prawn

Ingredient	Content (%)	Remark
Fish meal	30.0	
Squid meal	7.5	
Soybean meal	7.5	
Yeast power	5.0	
Flour	35.0	high gluten
Shrimp shell powder	7.0	
Soybean oil	1.0	containing 3% Vit.E
Squid viscera oil	2.0	containing 3% Vit.E
Vitamin mixture	1.0	
Mineral mixture	3.5	
Cholesterol	0.5	

表 3 水分對濕粒成型能力之影響 (I)

Table 3 Effect of moisture on the forming ability of moist pellet (1)

Moisture (%)	Appearance			Separate degree			Formula ratio	
	Good	Normal	Bad	Good	Normal	Bad	Powder:	Fish meat
56	○					○	1.0	2.0
52	○					○	1.0	1.5
35		○		○			1.5	1.0
30		○		○			2.0	1.0
26			○	○			2.5	1.0
24			○	○			3.0	1.0

飼粒中水分含量對濕粒靜態溶失率之影響，試驗測定時之靜態溶失測定係以飼料置 1.5 mm 網內，定時測定其溶失百分比 (dissolution rate)，溶失之溶液再以東洋 1 號濾紙過濾，殘於濾紙上者為不溶部份 (disintegration rate)，屬飼料崩壞部份，經 2—6 小時後分別測定含水不同之飼粒，其溶失及崩壞率如圖 1 所示，溶失率部份在 4 小時時，隨水分之增加，其溶失率逐漸降低，

表 4 水分對濕粒成型能力之影響 (II)

Table 4 Effect of moisture on the forming ability of moist pellet (2)

Moisture (%)	Appearance			Separate degree			Formula ratio	
	Good	Normal	Bad	Good	Normal	Bad	Powder	Fish meat
45	○			○			1.0	1.0
40	○			○			1.25	1.0
35		○		○			1.5	1.0
30		○		○			2.0	1.0

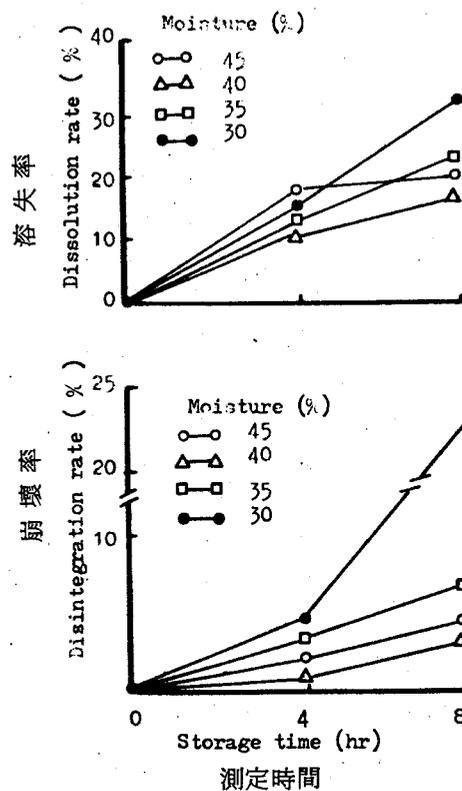


圖 1 水分對濕粒飼料溶失及崩壞率之影響

Fig. 1 Effect of moisture on the dissolution and disintegration rate of moist pellet.

唯如超過 45 % 之水分，其溶失率反而升高，此可能和粘結之筋性有關，低水分時筋性未能呈現，而高水分時又因濃度太低，亦易溶失，崩壞率之情況則以低水分之崩壞最大，其原因應如前述，唯在高水分時崩壞均較低水分為低，由此二項比較得知本飼料之配方，最適調製水分在 40 % 時之濕粒其物理之安定性最佳。

三、不同油脂含量對飼料靜態溶失率之影響：

本試驗採用含水 40 % 之濕粒為主體，進行比較不同油脂含量對濕粒之溶失率之影響，經試驗結果如圖 2 所示，3 % 之溶失率及崩壞之現象均較 6 % 為多，蓋 3 % 為草蝦飼料粉末常用之油含量，而 6 % 經試驗結果飼料效率較一般草蝦飼料之成長為佳，本試驗證實 6 % 之安定性，故在實際製作飼料或飼育草蝦應以此為宜。

四、不同貯存期限對飼料靜態溶失率之影響：

本試驗採用水份含 40 % 組，混合均勻後置於 5 °C 之冷藏庫，放置 24 小時再行造粒，同時和剛混合後即行造粒組進行比較，同時亦比較油脂含量 3 % 及 6 % 二組，其溶失及崩壞情況如圖 3 所示，由結果得知經貯存放於 5 °C，24 小時後之靜態溶失率及崩壞情況至為近似，而放置 24 小時後之飼料，在第 4 小時後之靜態溶失及崩壞反較 0 小時之飼料安定，由是可知，濕粒製造工場作業時，原料調製後，固以立即造粒飼育為佳，然若有冷藏庫貯存，經隔夜再行操作造粒機，是不會影響到濕粒之安定性。

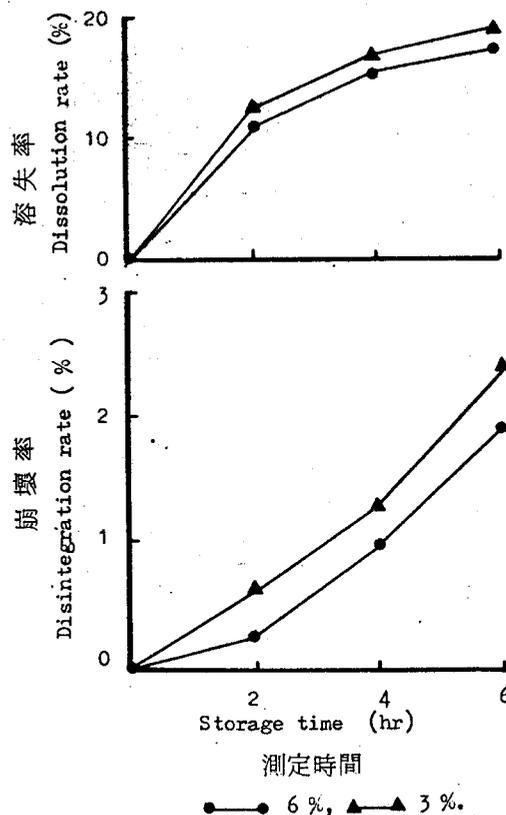


圖 2 油含量對濕粒溶失及崩壞率之影響

Fig. 2 Effect of oil content on the dissolution and disintegration rate of moist pellet.

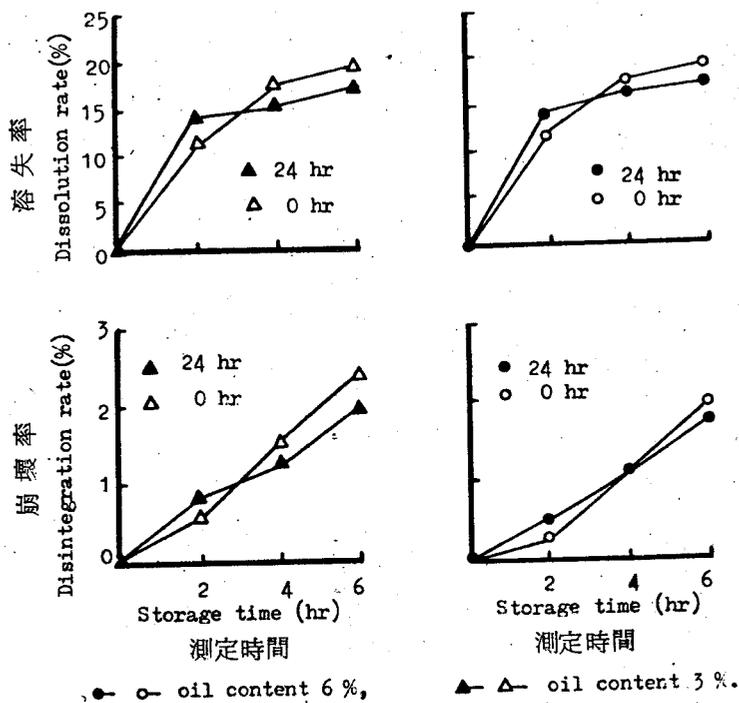


圖 3 油含量及貯存時間對濕粒溶出率及崩壞率之影響
 Fig. 3 Effect of storage time and oil content on the dissolution and disintegration rate of moist pellet.

五不同粘著劑對飼粒靜態溶失率之影響：

粘著劑使用麵筋 (gluten)，海藻酸鈉 (Na-alginate)，羧化甲基纖維素 (carboxyl-methyl-cellulose, CMC) 及阿伐澱粉 (α -starch) 作比較，結果如圖 4 所示，麵筋和海藻酸鈉相同，隨濃度升高，其溶失率隨之降低，羧化甲基纖維素則和阿伐澱粉相同，在一定濃度下有較佳之效果，而太高或未加則溶失率均呈升高之趨勢，又此四種粘著劑之效果則以海藻酸鈉為最佳，其次為羧化甲基纖維素在 3~6% 時為最佳。

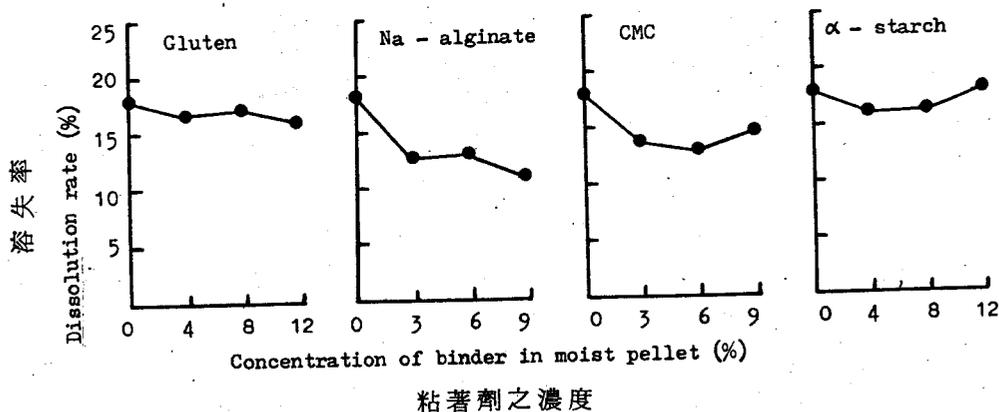


圖 4 濕粒中粘著劑對溶失率之影響
 Fig. 4 Effect of binder on the dissolution rate of moist pellet.

六濕粒飼料直接飼育草蝦對其成長之影響：

本試驗所用乾粉飼料依表 2 所示各成份調配而成，再與魚肉依 1.25 : 1 比例製成濕粒飼料，比對之乾飼料係將濕粒飼料乾燥而得，其化學之一般組成成分如表 5 所示，水分含量分別為 46.30 %，12.94 %。此飼料製備後以塑膠袋包裝後存放於凍結冰箱中，濕粒之水分與乾粒一樣會稍有降低，唯其變化不大，每週測定其水分變化如表 6 所示。

表 5 試驗飼料之化學組成

Table 5 Chemical composition of experiment diets

Component	Contents (%)	
	Moist pellet	Dry pellet
Protein	27.50	44.58
Lipid	4.70	7.62
Ash	5.04	8.17
Moisture	46.30	12.94

表 6 飼料凍結貯存期之本份變化

Table 6 Weekly changes in moisture of diet during freezing storage.

Week	Moisture (%)	
	Moist pellet	Dry pellet
1 st	46.30	12.94
2 nd	45.97	12.62
3 rd	45.76	11.66
4 th	44.79	11.58

飼育試驗之水質環境如表 7，飼料之投與採定量給予方式，乾、濕粒均經換算實際之等量蛋白質質量給食，投飼量約為蝦總重之 3.5 %，全部試驗約 4 週，體長之變化如表 8，體重之變化如表 9 所示，濕粒飼料均有較佳之結果，飼育期間之每週增重除第二週之 0.34 較 0.40 差外，其餘飼育期間濕粒飼料組均優於乾粒飼料，結果詳如表 10，四週後之平均增重濕粒飼料組為 0.64，較乾粒飼料組 0.52 為高。蛋白攝取量換算為無水物之重量結果如表 11 所示，濕粒組草蝦每週之攝食量隨成長而漸增，平均值為 0.70，乾粒組亦有相同之傾向，唯其量高於濕粒飼料組，平均為 0.82。飼料效率之週變化如表 12 所示，除第二週之 3.94 較乾粒之 3.91 為高外，餘均較低，顯示濕粒料之成長較佳，全期之飼料效率平均值，濕粒為 2.42，乾粒為 3.29，第二週之變化較特殊與蝦成長過程脫殼之

表 7 飼育期間之水質條件

Table 7 Enviromental conditions during feeding period

Feeding diet	pH	D.O. (ppm)	Temp. ($^{\circ}$ C)	Salinity (ppt)
Moist pellet	8.33 \pm 0.02	5.0 \pm 0.1	28.0 \pm 1.0	15
Dry pellet	8.36 \pm 0.04	5.1 \pm 0.2	28.5 \pm 1.0	15

表 8 飼育期間草蝦體長之變化

Table 8 Changes in body length of grass prawn during feeding

Period (week)	Body length (cm)	
	Moist pellet	Dry pellet
Initial	6.3 \pm 0.4	6.4 \pm 0.5
1st	6.6 \pm 0.6	6.5 \pm 0.5
2nd	6.6 \pm 0.6	6.6 \pm 0.6
3rd	6.8 \pm 0.7	6.7 \pm 0.7
4th	7.0 \pm 0.7	6.8 \pm 0.7

表 9 飼育期間草蝦體重之變化

Table 9 Changes in body weight of grass prawn during feeding

Period (week)	Body length (cm)	
	Moist pellet	Dry pellet
Initial	1.5 \pm 0.4	1.6 \pm 0.3
1st	1.7 \pm 0.5	1.7 \pm 0.4
2nd	1.8 \pm 0.5	1.7 \pm 0.5
3rd	1.9 \pm 0.6	1.8 \pm 0.6
4th	2.1 \pm 0.7	1.9 \pm 0.6

表 10 飼育期間草蝦增重之比較

Table 10 Comparison on the weekly weight gain of grass prawn fed with moist pellet or dry pellet

Period (week)	Weight gain (g)	
	Moist pellet	Dry pellet
1st	0.71	0.60
2nd	0.34	0.40
3rd	0.88	0.68
4th	0.64	0.40
Average	0.64	0.52

表 11 飼育期間草蝦之蛋白攝取量

Table 11 Comparison on protein intake of grass prawn fed with moist pellet or dry pellet

Period (week)	Protein intake (g)	
	Moist pellet	Dry pellet
1st	0.63	0.75
2nd	0.68	0.80
3rd	0.72	0.84
4th	0.79	0.89
Average	0.70	0.82

變化有密切之關係。蛋白效率列如表 13，第二週乾濕粒均為 0.50，顯屬偏低，乾粒之第四週亦僅 0.45，其主要原因仍為成長脫殼之改變，故在評定草蝦之效率仍以長期的平均數值較為客觀，蛋白效率比之全期平均值，濕粒為 0.92，乾粒為 0.64，顯示濕粒飼料之效果較乾粒投飼者為佳。成長率之變化詳列如表 14，濕粒飼料組之成長顯較乾粒飼料者為佳，為便於比較成長之傾向，以圖表 5 表示，由圖可明顯看出濕粒之草蝦之成長除第二週較低外餘均顯著較乾粒者為佳，而其組

間之差異約高出 10% 以上，第二週偏低除前述之脫殼造成生長之變化外，對濕粒形態接受性之轉變，或亦應有相當之關係。

表 12 飼育期間草蝦之飼料效率

Table 12 Comparison on feed efficiency rate of grass prawn fed with moist pellet or dry pellet

Period (week)	Feed efficiency rate	
	Moist pellet	Dry pellet
1	3.21(1.72)*	2.80(2.44)*
2	7.29(3.94)*	4.47(3.91)
3	2.95(1.60)	2.73(2.41)
4	4.39(2.43)	4.97(4.40)
Average	4.46(2.42)	3.74(3.29)

* On dry basis

表 13 飼育期間草蝦之蛋白效率比

Table 13 Comparison on protein efficiency ratio of grass prawn fed with moist pellet or dry pellet

Period (week)	Protein efficiency ratio (PER)	
	Moist pellet	Dry pellet
1st	1.13	0.80
2nd	0.50	0.50
3rd	1.22	0.81
4th	0.81	0.45
Average	0.92	0.64

表 14 飼育期間草蝦之成長率

Table 14 Changes in growth rate of grass prawn fed with moist pellet or dry pellet

Period (week)	Growth rate (%)	
	Moist pellet	Dry pellet
1st	9.08	6.41
2nd	13.43	10.68
3rd	24.68	17.95
4th	32.86	22.22

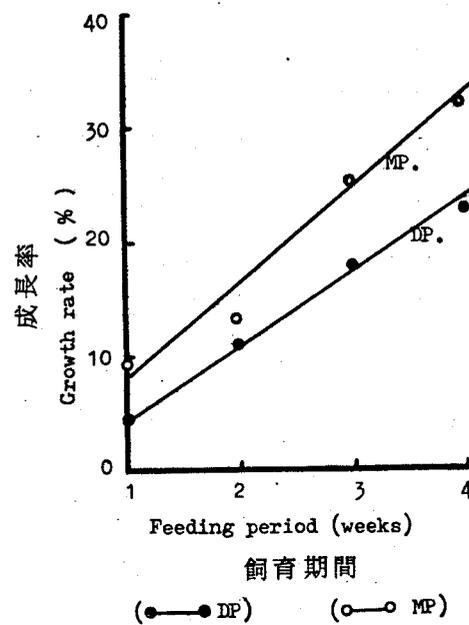


圖 5 飼育期間草蝦成長率之變化

Fig. 5 Changes in growth rate of Grass shrimp fed with moist pellet

摘 要

濕粒飼料以絞碎魚肉混合以魚粉為主體組成之乾粉依 1 : 1.25 之比例組成，其蛋白質含量約 27.50%，水份約為 46.30%；水份太多易造成飼料之溶失，太少則易造成飼料之崩壞。

濕粒中含 6% 之油脂其安定性較含 3% 者為佳，二者貯存於 5℃，24 小時均甚安定。

黏著劑中以麵筋及海藻酸鈉較佳；其對飼料之溶失率隨著濃度升高而降低，而 CMC 與 α -澱粉

則必需在一定濃度下才有較佳之效果，濃度太高或未加，均使溶失率增高。

實際飼育草蝦，濕粒組之飼料效率、蛋白效率比及成長率分別為 2.42、0.92 及 32.86%，較乾粒組之 3.29、0.64 及 22.22% 為佳。

謝 辭

本試驗承洪國實業股份有限公司提供試驗用飼料單元，方能順利完成，特此誌謝。

參考文獻

1. 李棟樑 (1970). 草蝦、斑節蝦、熊蝦、砂蝦對一些餌料蛋白質的消化吸收率之研究。中國水產，208，2-4。
2. 丁雲源 (1970). 草蝦對餌料中蛋白質消化吸收率研究。台灣省水產試驗所試驗報告，16，119-126。
3. 李棟樑 (1971). 草蝦對餌料中蛋白質含量之利用能力與成長之關係，水產養殖 1(4)，1-3。
4. 李正森、廖一久 (1974). 規則性絕食對草蝦攝餌量及其成長之影響，台灣省水產學會刊，3(2)，93-110。
5. 陳世欽、劉熾揚 (1977). 人工配合飼料飼育草蝦試驗，台灣省水產試驗所試驗報告，29，1-21。
6. 林世榮 (1978). 草蝦人工完全配合飼料飼育養成試驗，台灣省水產試驗所試驗報告，30，487-509。
7. 陳榮泰 (1987). 草蝦飼料現況，養魚世界，1，21-24。
8. 陳再發 (1985). 海水魚濕粒飼料之特性及製造法，中國水產 393，30-36。
9. 鄭長義 (1987). 軟性粒狀水產配合飼料之開發，養魚世界，1，17-19。
10. 賴永順、王文政、葉蕙玲 (1986). 氫溶漿混合烘培分離黃豆蛋白飼料對草蝦成長之影響，台灣省水產試驗所試驗報告，41，131-139。