

## 草蝦用高蛋白濕粒飼料安定性及實際飼育試驗

王文政·葉蕙玲

### Studies on the Feeding Trial and Stability of Moist Pellet Diet with High Protein Content for Grass Prawn

Wen-Cheng Wang and Hewi-Ling Yeh

High protein content moist diets for grass prawn were prepared with different binders. The diet formulas for the feeding trial were selected by comparing the stability of some conditions such as the kind and content of binder, particle size of powder, low temperature storage, etc.

In this trial, gluten,  $\alpha$ - starch and sodium alginate were used as binders of the moist diet. Results are as follows:

1. The optimum content of gluten in the formula was 3 %, and  $\alpha$ -starch and sodium alginate, 6%.
2. The particle size of powder in the range 60-80 mesh achieved the best binding efficiency.
3. The dissolution of moist diet stored under  $-20^{\circ}\text{C}$  was decreased, so freezing was considered as the more useful storage method.
4. The dissolution of diet decreased with increased salinity of water, but increased with neutral acidity.

From the results of the actual feeding trial, the feed efficiency rate and protein efficiency ratio of the diet bound with sodium alginate were 3.53 and 0.34; those of the  $\alpha$ -starch bound diet were 4.13 and 0.33 and those of the gluten bound diet were 5.49 and 0.34, respectively. The diet bound with sodium alginate was the best, followed by the diet bound with  $\alpha$ -Starch and then the diet bound with gluten.

### 前 言

濕粒飼料早在 1960 年即已存在，當時因魚類之營養知識普遍缺乏而未有很大的進展，及至 1970 年後才有進一步的研究。

1979 年因日本養殖漁場環境惡化，為開發自身污染防治技術，以該國全國漁連為中心，並聯合各試驗場研究，結果顯示此種濕粒飼料有 8 項特點：

1. 因製成飼料形態較易投飼。
2. 含有適量水分，不喜乾餌之海水魚亦甚喜好。
3. 可利用黏著劑以防止餌料逸散，提高餌料效率，防止水質污濁。
4. 利用維生素、礦物質及乾飼料粉末，可改善飼料之營養價值。
5. 添加之治療劑或添加劑流失少，效果顯著。
6. 較生餌水分少，給餌作業較容易。
7. 餌料保存性高，餘餌可以冷藏或凍結後再使用。
8. 凍魚之解凍流出汁可藉乾燥飼料單元吸收，而不致流失。

本所亦曾利用此種形態飼料飼育黑鯛、草蝦、石斑魚，結果顯示其與乾粒飼料之餌料係數極為接近，根據觀察其馴餌階段對濕料之接受性仍優於乾粒，而配方合理與否及在水中之安全性，才是影響濕粒飼養成效良否之關鍵。

本試驗以草蝦為對象，提高飼料配方之蛋白含量，比較不同黏著劑及其含量，粉體之粒度，濕粒成品之低溫貯存等各條件下之安定性，并就成果中較佳之飼料配方，實際飼育，以了解對草蝦成長之影響。

## 材料與方法

### 一 試驗材料：

#### (一) 飼料用單元材料：

魚粉、烏賊粉、酵母粉、蝦殼粉、糊精、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，屬飼料用等級。大豆油為市售之沙拉油，魷內臟中和油則由實驗室自行調製備用。

#### (二) 黏著劑：

小麥筋粉 (gluten)、羧甲基纖維素 (carboxymethyl cellulose, CMC)、黏化澱粉 ( $\alpha$ -starch)、海藻酸鈉 (sodium alginate) 四種。

#### (三) 凍魚肉：

購自加工冷凍廠之海鰻魚漿，用小包分裝凍藏備用。

#### (四) 造粒設備：

混合機、絞肉機，篩板孔目為 4 mm 及 2 mm 兩種。

#### (五) 動態溶失設備：

使用符合 U.S.P. (United States Pharmacy) 規格之六槽溶解度測定器 (dissolution tester)。

### 二 試驗方法：

(一) 調查並分析市售草蝦飼料之營養成分，以作為調配飼料乾粉之參考，並模擬設計一高蛋白質含量之飼料配方，以進行下列試驗：

1. 檢討不同的水分含量對濕粒成型之影響。
2. 比較動態 (dynamic) 及靜態 (static) 對濕粒飼料溶失之影響。
3. 比較不同黏著劑比例對濕粒飼料溶失之影響。
4. 比較不同粒度之粉體對溶失之影響。
5. 比較海水之鹽度之酸鹼度對溶失之影響。
6. 凍藏於零下 20 °C，比較貯存時間對溶失之影響。

#### (二) 實際飼育試驗：

以前述最佳之條件試製飼料，利用草蝦作為飼育對象，以比較不同之黏著劑對草蝦之成長，

是否有所差異，試驗時進行三個重複，每缸 5 尾草蝦，并以塑膠網作為保護，避免飼育中草蝦脫殼時，被其他之草蝦殘食而影響結果之準確性。

試驗時每週測定草蝦之體長、體重變化，再根據投餌量計算其每週之攝食總量及蛋白攝取量，計算其每週增重、成長率、餌料係數、蛋白質效率，其計算方法依一般之計算方式。

(三)測定方法：

1.動態溶失率之測定方法：

利用溶解測定器，將 5 公克飼料置於不銹鋼網製小籃中（25 mesh），於玻璃槽中加入 500 c.c. 之水，以 60 rpm 轉速攪拌，於定時間後取出烘乾，計算溶失率，玻璃槽內之殘渣則過濾於預先烘乾並稱重之濾紙內，再經烘乾後，計算崩壞率，每組均重複三個試驗。

溶解度測定器之裝置用攪拌棒，規格如圖 1 所示。

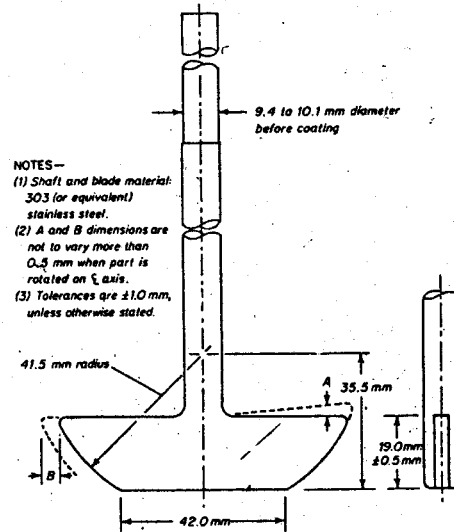


圖 1 溶解度測定器之攪拌棒

Fig. 1 Stirring paddle of dissolution tester

2.靜態溶失率之測定法：

與動態溶失率之測定相似，但置於燒杯中之小籃並無攪拌步驟。

(四)計算：

1.溶失率 (Dissolution rate)：

$$D_s = \frac{W_o - W_s}{W_o} \times 100\%$$

$W_o$ ：飼料乾重。

$W_s$ ：定時間內溶失之殘餘飼料乾重。

2.崩壞率 (Disintegration rate)：

$$D_i = \frac{W_o - (W_{i+p} - W_p)}{W_o} \times 100\%$$

W<sub>i+p</sub> : 過濾之殘渣乾重。

W<sub>p</sub> : 烘乾之濾紙重。

3. 將各組試驗數據，輸入電腦之 SAS ( statistical analysis system ) 系統分析處理，以評估各項試驗之結果。

## 結果與討論

一 參考市售草蝦飼料之營養成分，及草蝦之營養需求，模擬設計一草蝦飼料配方如表 1 :

表 1 草蝦人工飼料配方

Table 1 Formula of artificial diet for grass prawn

Item	Content (%)	Remark
Fish meal	55.0	
Squid meal	8.0	
Yeast powder	5.0	
Shrimp scale powder	5.0	
Binder	x	
Dextrin	18.0-x	
Soybean oil	2.0	cont. 3% Vit. E
Squid viscera oil	3.0	cont. 3% Vit. E
Vitamin mixture	1.0	
Mineral mixturs	2.0	
Cholesterol	0.0	

二 不同的水份含量對濕粒成型之影響：

以上述之乾粉料，依不同比例混合魚肉漿，製成濕粒飼料，並測定水份含量及比較外觀型狀及成型度好壞，結果如表 2 所示。再進一步以 5% 為水分之差距，再次比較水分含量對濕粒成型之影響，其結果如表 3。

表 2 水分含量對濕粒飼料成型之影響 ( 1 )

Table 2 Effect of moisture on the forming ability of moist pellet (1).

Formula ratio		Moisture (%)	Appearance			Holding capacity		
Powder	Fish meat		Good	Normal	Poor	Good	Normal	Poor
1.0	2.0	56	+				+	
1.0	1.5	52	++			+		
1.5	1.0	35		+		++		
2.0	1.0	30		+		+		
2.5	1.0	25			+		+	
3.0	1.0	21			+		++	

表 3 水分含量對濕粒飼料成型之影響 (2)

Table 3 Effect of moisture on the forming ability of moist pellet (2).

Formula ratio		Moisture (%)	Appearance			Holding capacity		
Powder:Fish meat			Good	Normal	Poor	Good	Normal	Poor
1.0	1.0	45	++			+		
1.25	1.0	40	++			++		
1.5	1.0	35		+		++		
2.0	1.0	30		+		+		

由結果顯示，以草蝦模擬乾粉飼料與魚肉漿混合製粒，其成型之最佳水分含量在 35 ~ 45 %，即配方比乾粉：魚肉為 1.0 : 1.2 ~ 1.25 : 1.0 為最佳，為提高蛋白質含量，在往後之黏著劑試驗均以乾粉：魚肉為 1.25 : 1.0 之比例造粒。

### 三、比較動態及靜態對濕粒飼料溶失之影響：

利用傳統之靜態溶失測定法，與動態溶失測定器來測定其溶失率及崩壞率，結果如表 4、表 5 所示，由圖 2 及圖 3 可看出，動態與靜態之溶失測定，其溶失率均因時間之增加而呈有規則之變化，故可以溶失率作為安定性之指標。而崩壞率則呈現非線性之不規則變化，故不適合作為安定性指標。

動態測定經過 20 分鐘之溶失約為靜態測定 1 小時之溶失量，故由此結果，當以動態測定，經過 20 分鐘後之溶失率作為濕粒飼料之安定性指標，而進行各種黏著劑之安定性試驗，亦以動態測定 20 分鐘，以節省測定之時間。

表 4 濕粒飼料動態及靜態溶失率比較

Table 4 Comparison of the dynamic and static dissolution of moist pellet.

Time (min.)	Dissolution rate (%)	
	Dynamic	Static
20	7.28 ± 0.23	
40	10.58 ± 0.93	
60	14.66 ± 0.80	7.28 ± 0.09
180		12.52 ± 0.99
300		14.74 ± 0.95

表 5 濕粒飼料動態及靜態崩壞率比較

Table 5 Comparison of the dynamic and static disintegration of moist pellet.

Time (min.)	Disintegration rate (%)	
	Dynamic	Static
20	1.36 ± 0.30	
40	2.38 ± 0.56	
60	4.47 ± 1.28	0.98 ± 0.33
180		1.17 ± 0.24
300		1.97 ± 0.25

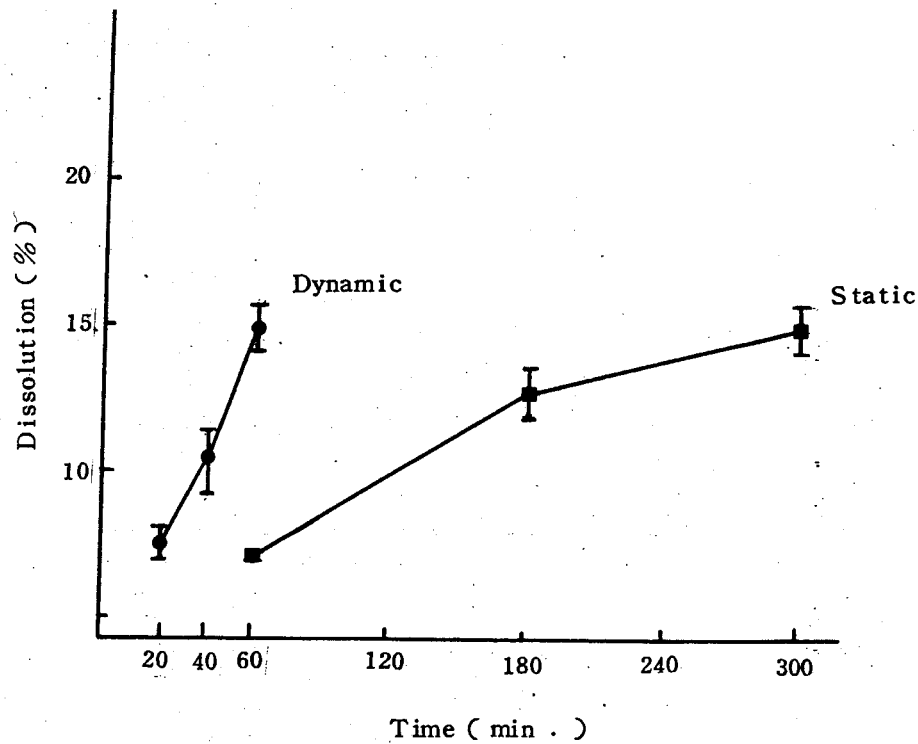


圖 2 濕粒飼料動態及靜態之溶失率比較

Fig. 2 Relation between dynamic and static dissolution test of diets.

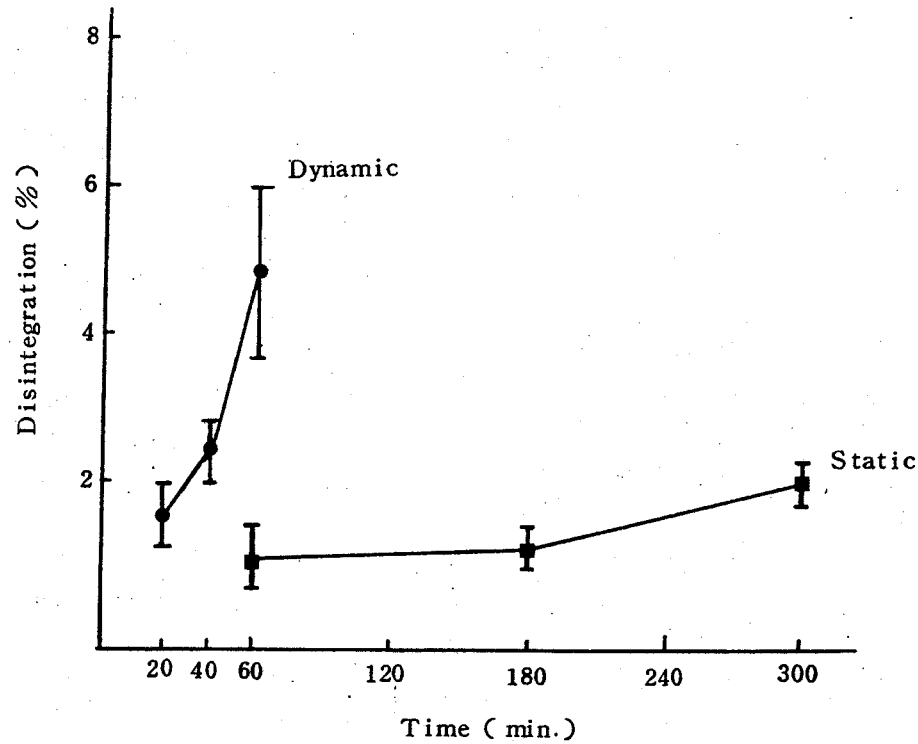


圖 3 濕粒飼料動態及靜態之崩壞率比較

Fig. 3 Relation between dynamic and static disintegration test of diets.

四不同黏著劑之含量對草蝦濕粒飼料溶失率影響：

將四種不同之黏著劑：小麥筋粉、羧甲基纖維素、黏化澱粉及海藻酸鈉，分別依 3%、6%、9%、12% 四種比例加至飼料乾粉中，配製成四組 16 種濕粒飼料，再用動態溶失測定其溶失率，每種飼料皆進行三個重複，其結果如表 6 所示。

表 6 不同黏著劑含量濕粒飼料之溶失率

Table 6 Dissolution rate (%) of the different contents of binders of moist pellet diets.

Content in diet (%)	Binder			
	CMC	$\alpha$ -starch	gluten	sodium alginate
3	16.83 $\pm$ 2.51	14.24 $\pm$ 4.98	10.55 $\pm$ 0.63	16.06 $\pm$ 0.93
6	22.96 $\pm$ 1.09	12.69 $\pm$ 0.36	11.56 $\pm$ 0.38	13.68 $\pm$ 1.05
9	55.64 $\pm$ 3.39	16.43 $\pm$ 4.11	11.11 $\pm$ 0.72	14.63 $\pm$ 0.98
12	82.65 $\pm$ 4.50	11.09 $\pm$ 0.71	11.46 $\pm$ 0.67	15.69 $\pm$ 0.63

由圖 4 到圖 7 之結果可看出，CMC 對濕性飼料有不良之影響，不宜使用，而小麥筋粉在 3% 有最少之溶失率，海藻酸鈉則以 6% 含量最適，至於黏性澱粉則有兩種最適添加量，一為 6%，另一為 12%，且經重複多次試驗結果均同，值得進一步探討其原因。

#### 五、不同粒度之粉體單元對濕粒飼料溶失率影響：

以球磨機將各粉體單元磨細，並用標準篩 40、60、80 三種篩目分別過篩，並以 3% 小麥筋粉、6% 黏性澱粉及 6% 海藻酸鈉之最適黏著劑添加量，配製三組 9 種不同篩目之濕粒飼料，進行安定性試驗。

由表 7 及圖 8、9、10 之結果顯示，海藻酸鈉對粉粒度無明顯之差異，黏化澱粉及小麥筋粉則以過 60 篩目之試驗組為最低。

#### 六、凍結貯存時間對濕粒飼料溶失率之影響：

利用不同之黏著劑，分別為 3% 小麥筋粉、6% 黏性澱粉、6% 海藻酸鈉，製成濕粒貯放於 -20℃ 之凍結櫃貯存 3 週，測定各組之溶失率結果如圖 11 ~ 13 所示，濕粒隨貯放時間延長，其溶失率呈減少之趨勢，由此結果顯示濕粒在實際造粒時，若未採隨製隨飼之方式，亦可集中產製，依凍結方式貯存，並不會影響其溶失性。

#### 七、水質之溫度、酸鹼度對濕粒飼料溶失率之影響：

濕粒飼料在不同鹽度之下，其溶失率隨鹽度之增大而降低，預料利用濕粒作為海水魚蝦之飼料，就飼料溶失乙項而言非常有利，不同鹽度下之飼料溶失結果如圖 14。至於 pH 值對飼料之影響，試驗結果如圖 15，不同 pH 對濕粒溶失率影響不大，但在中性時之溶失有偏高之傾向，唯如繼續降至酸性，pH 為 4 ~ 6 時溶失亦再降低，通常海水長期飼育水產之魚蝦，pH 會略為降低，其對飼料之溶失會略為增大。

#### 八、實際飼育試驗：

為實際比較不同黏著劑對草蝦成長之影響，利用最適濃度之各種黏著劑試製 6% 海藻酸鈉（飼料 A 組），3% 小麥筋粉（飼料 B 組），6% 黏性澱粉（飼料 C 組）分別調製飼料來飼育草蝦，其中 A 組再以不同之形態，將單股柱狀作或雙股之式樣，比較其飼料形態大小（飼料 A' 組），對草蝦成長是否有影響，其各組之飼料配方例如表 8 所示。各組除黏著劑外，配方均相同，黏著劑差別部份以無氮之糊精補充。其一般成分測定結果如表 9，蛋白質含量在 34.67 ~ 35.81 之間，粗脂肪在 8.43 ~ 8.59 之間。飼料經成型後放於 -20℃ 之凍結庫，以塑膠袋密封保存，保存期間測定其水分，以了解其成分是否有變化，結果如表 10，顯示保存中各成分並未有顯著之差異。

本試驗進行 6 週之飼育，其體長及體重各週之變化如表 11、12，各試驗組內之平均差異均不大，顯示草蝦之品種相當良好。每週草蝦增重經測量結果如表 13，六週之平均值依海藻酸單股、海藻酸雙股、小麥筋粉、黏性澱粉各組分別為 5.43、5.08、3.98、3.01，顯示週平均增重以海藻酸鈉組為最大，其次分別為小麥筋粉、黏性澱粉組。單股及雙股之飼料形態在增重方面變化不大。六週後之成長率，依序為 75.00、58.24、44.99、36.12%，各週之成長率詳如表 14。根據各週之投餌總計其攝餌之總量如表 15，此結果再與測定各組蛋白質含量相乘即可求得各組所攝食之蛋白質量，詳如表 16。

由前述結果即可求得各組之飼料效率及蛋白效率比，結果詳如表 17、18。由飼料效率之平均值依序為 3.53、4.18、5.49、4.13，可見海藻酸鈉組最佳，其次為黏性澱粉組及小麥筋粉組。由蛋白效率比亦可明顯表示海藻酸鈉組之 0.53 為最佳，至於小麥筋粉及黏性澱粉各組分別為 0.34、0.30 差異不大，飼料形態單、雙股各組分別為 0.53、0.44，顯示飼料形態大小對其成長亦有相當的影響。



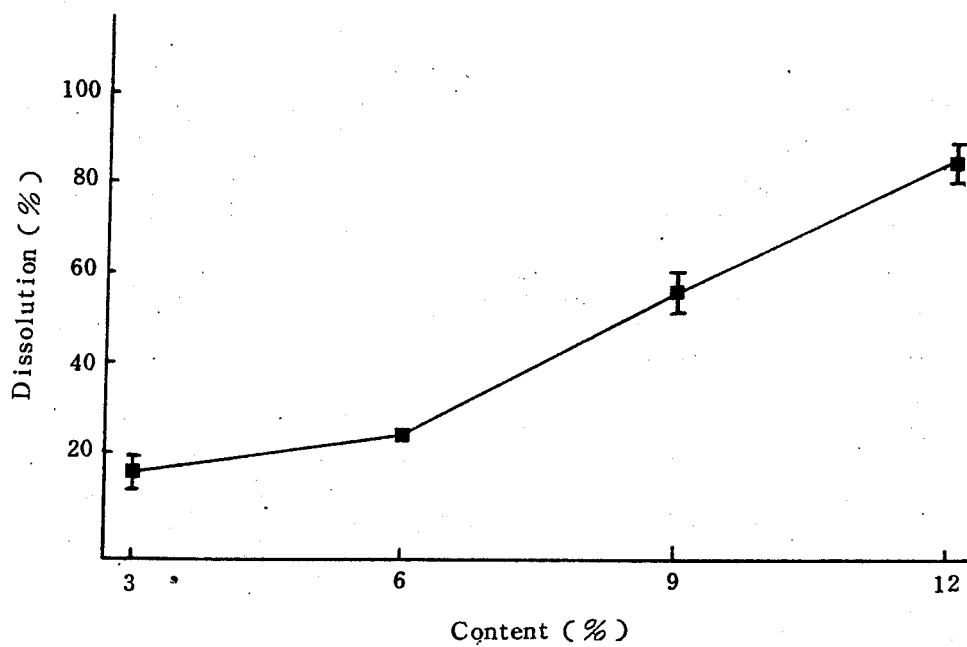


圖 4 不同羧甲基纖維素含量對飼料溶失之影響

Fig. 4 Effect of CMC content on the dissolution of diets.

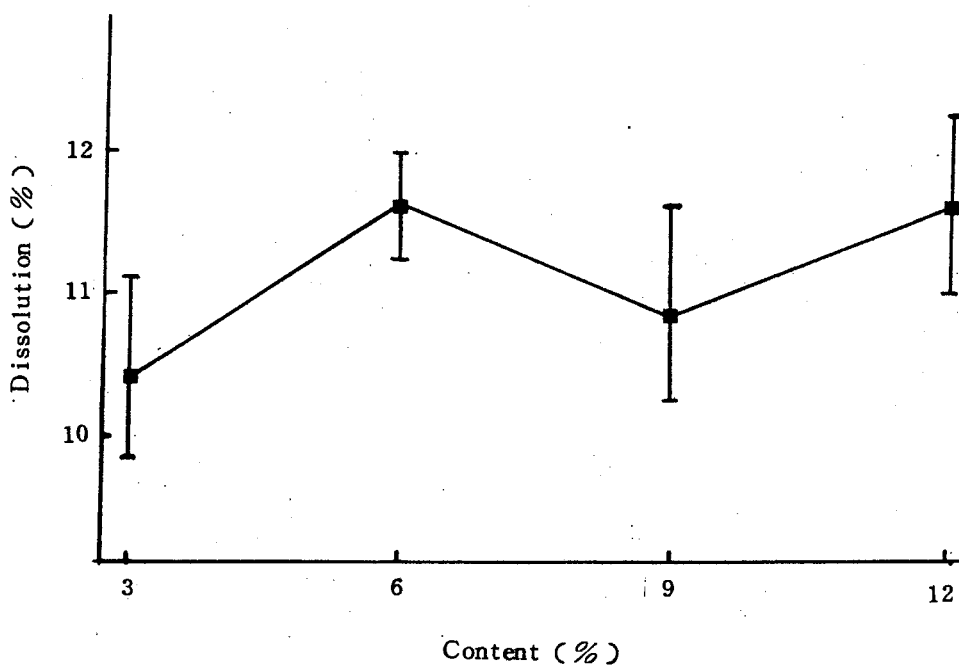


圖 5 不同小麥筋粉含量對飼料溶失之影響

Fig. 5 Effect of gluten content on the dissolution of diets.

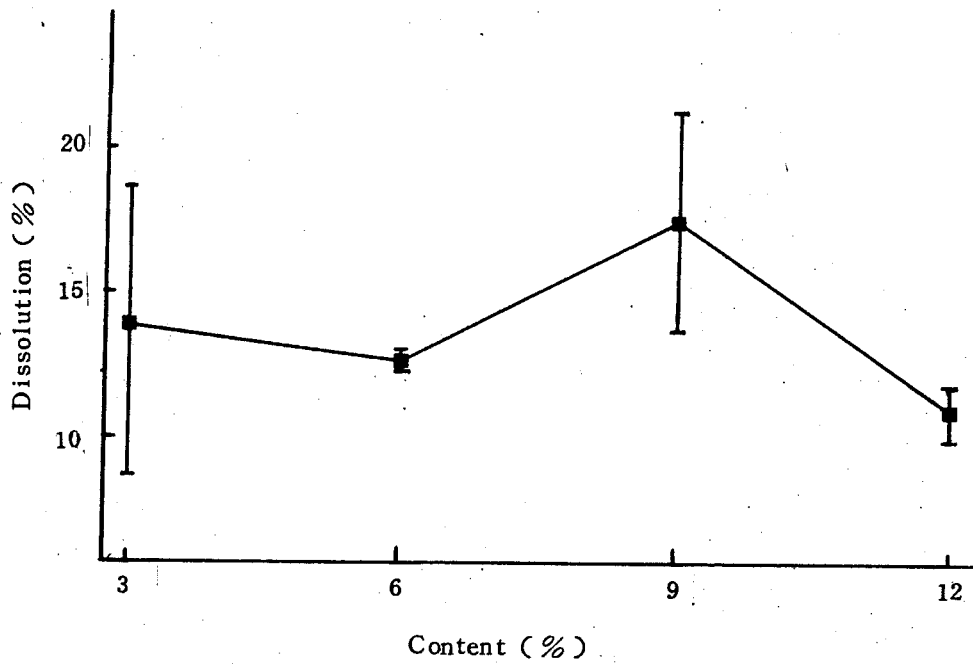


圖 6 不同黏化澱粉含量對飼料溶失之影響

Fig. 6 Effect of  $\alpha$ -starch content on the dissolution of diets.

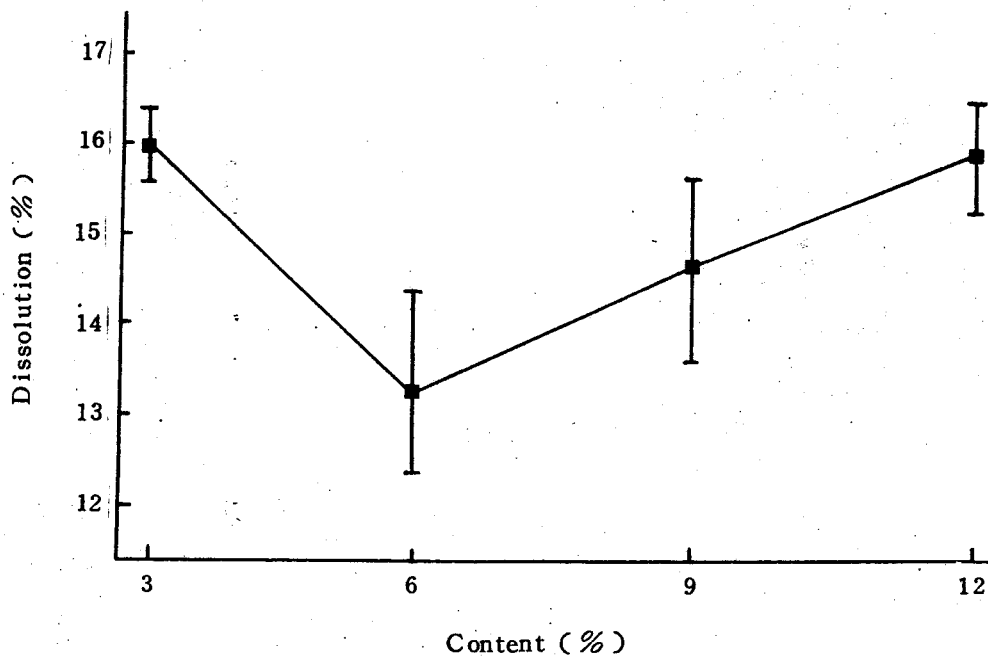


圖 7 不同海藻酸鈉含量對飼料溶失之影響

Fig. 7 Effect of sodium alginate content on the dissolution of diets.

表 7 不同粉粒度對最適含量黏著劑之飼料溶失率

Table 7 Dissolution rate (%) of different particle sizes and binder of moist pellet diets.

Particle size (mesh)	Binder		
	6% $\alpha$ -starch	3% gluten	6% sodium alginate
> 40	13.79 $\pm$ 0.27	11.93 $\pm$ 0.24	13.55 $\pm$ 1.26
> 60	12.69 $\pm$ 0.32	10.55 $\pm$ 0.63	13.48 $\pm$ 1.05
> 80	13.37 $\pm$ 0.32	11.75 $\pm$ 0.22	13.21 $\pm$ 0.42

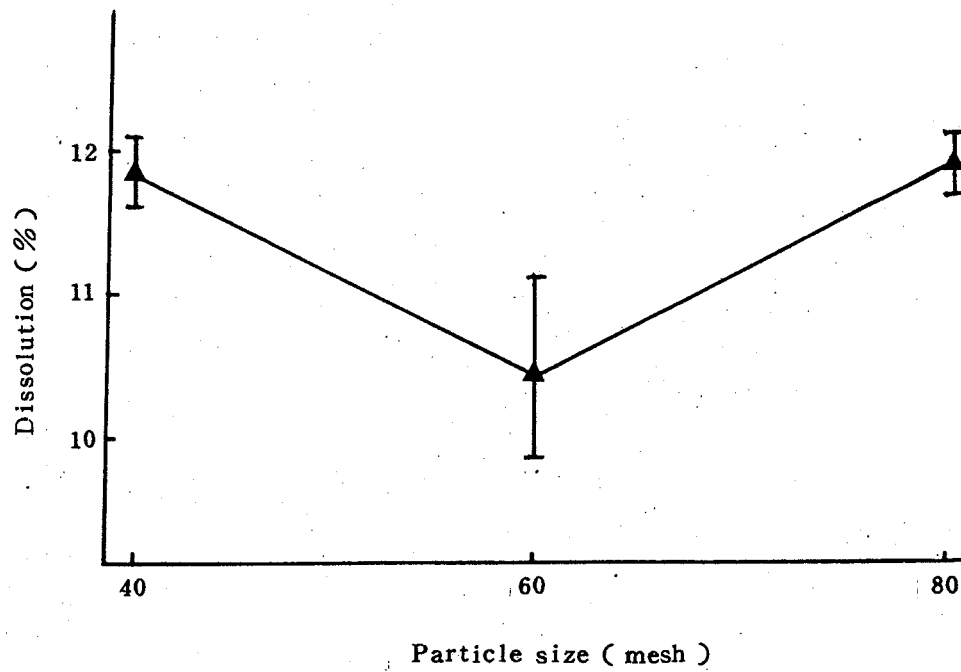


圖 8 不同粉粒度對含 3% 小麥筋粉對飼料溶失之影響

Fig. 8 Effect of particle size on the dissolution of diets bound with 3% gluten.

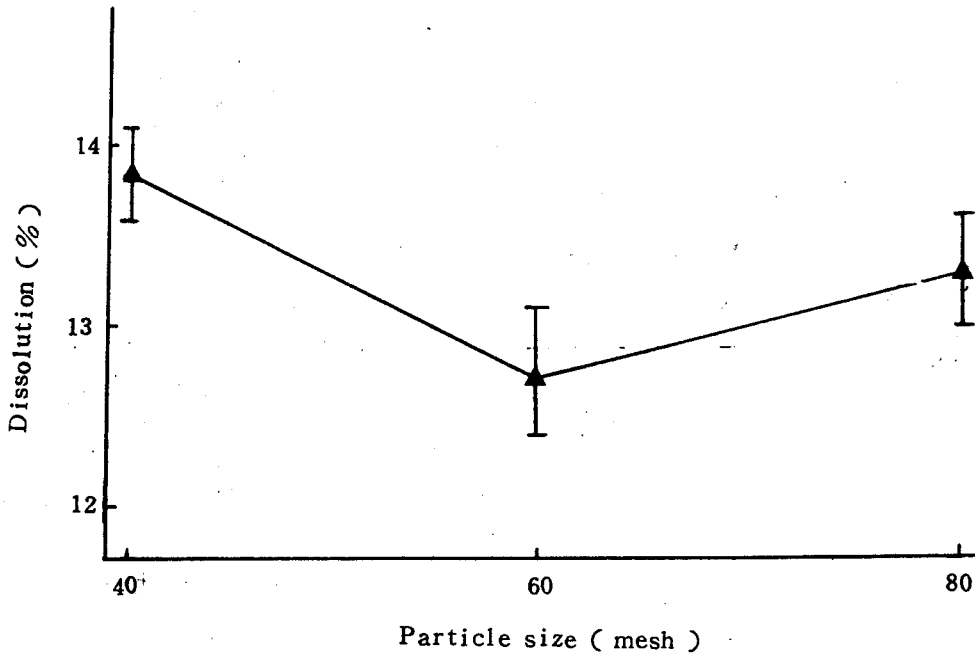


圖 9 不同粉粒度對含 6% 黏化澱粉對飼料溶失之影響  
Fig. 9 Effect of particle size on the dissolution of diets bound with 6%  $\alpha$ -starch.

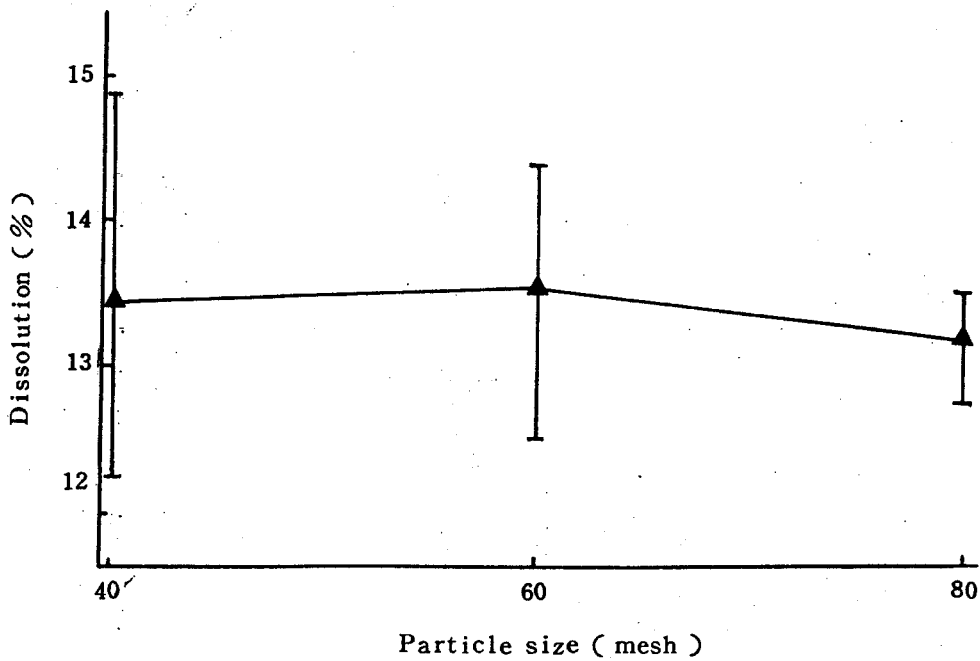


圖 10 不同粉粒度對 6% 海藻酸鈉對飼料溶失之影響  
Fig. 10 Effect of particle size on the dissolution of diets bound with 6% sodium alginate.

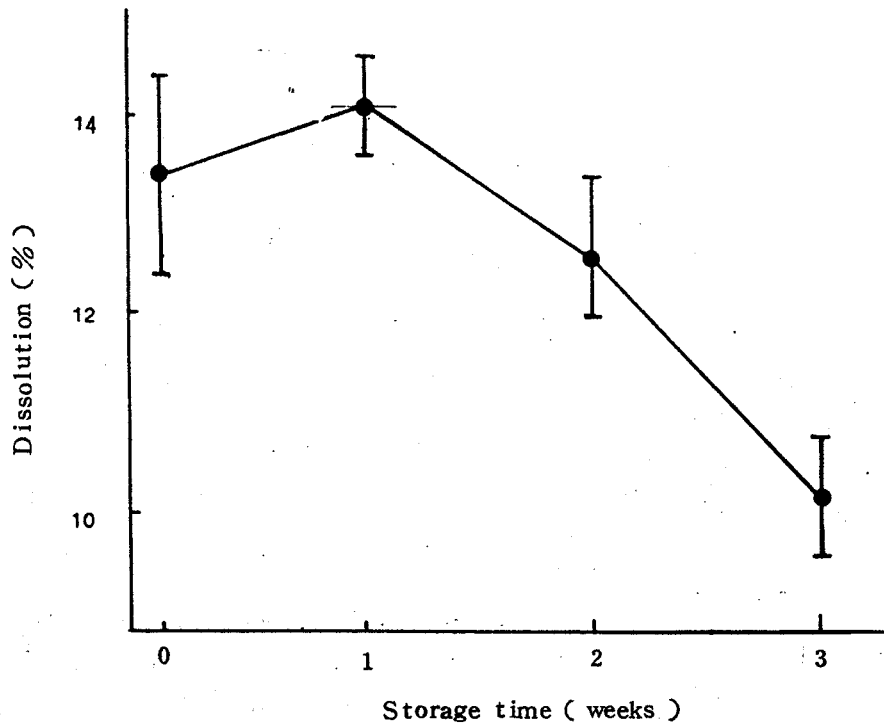


圖 11 不同凍藏時間對含 6% 海藻酸鈉對飼料溶失之影響

Fig. 11 Effect of frozen storage (-20 °C) on the dissolution of diets bound with 6% sodium alginate.

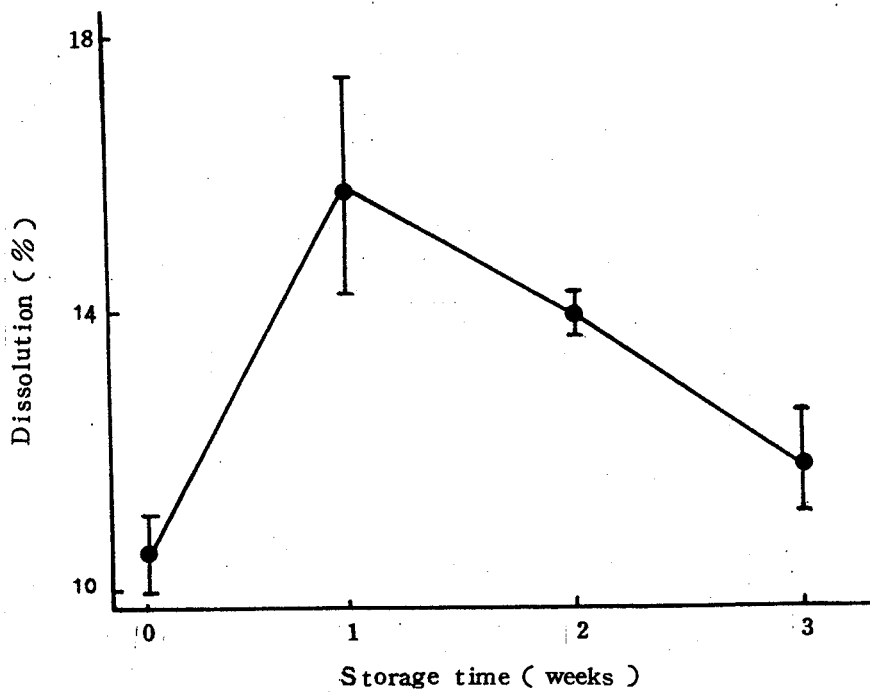


圖 12 不同凍藏時間對含 3% 小麥筋粉對飼料溶失之影響

Fig. 12 Effect of frozen storage (-20 °C) on the dissolution of diets bound with 3% gluten.

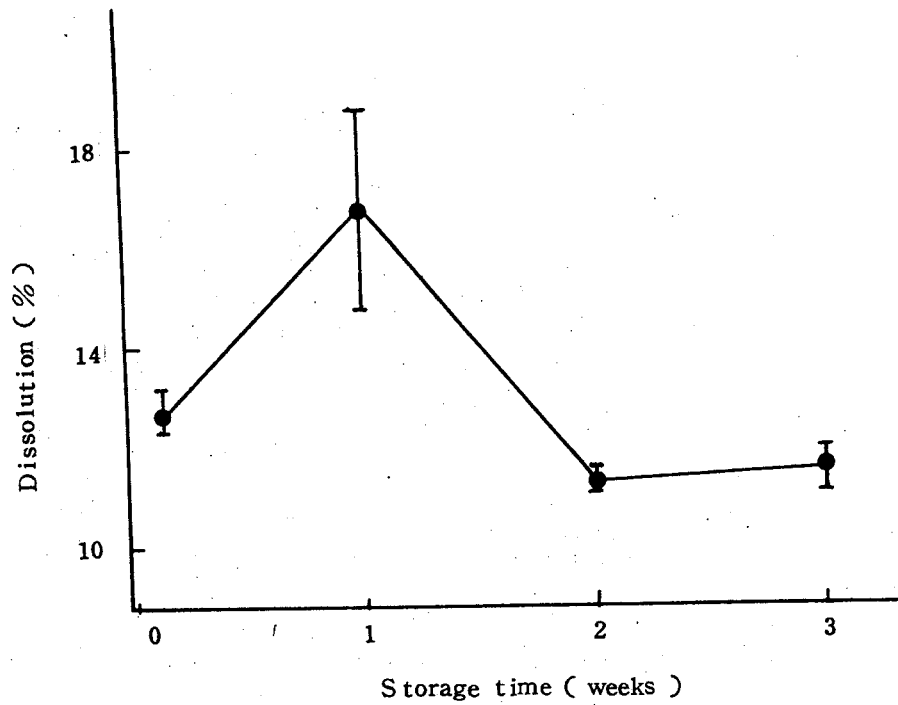


圖 13 不同凍藏時間對含 6% 黏化澱粉對飼料溶失之影響

Fig. 13. Effect of frozen storage (-20°C) on the dissolution of diets bound with 6%  $\alpha$ -starch.

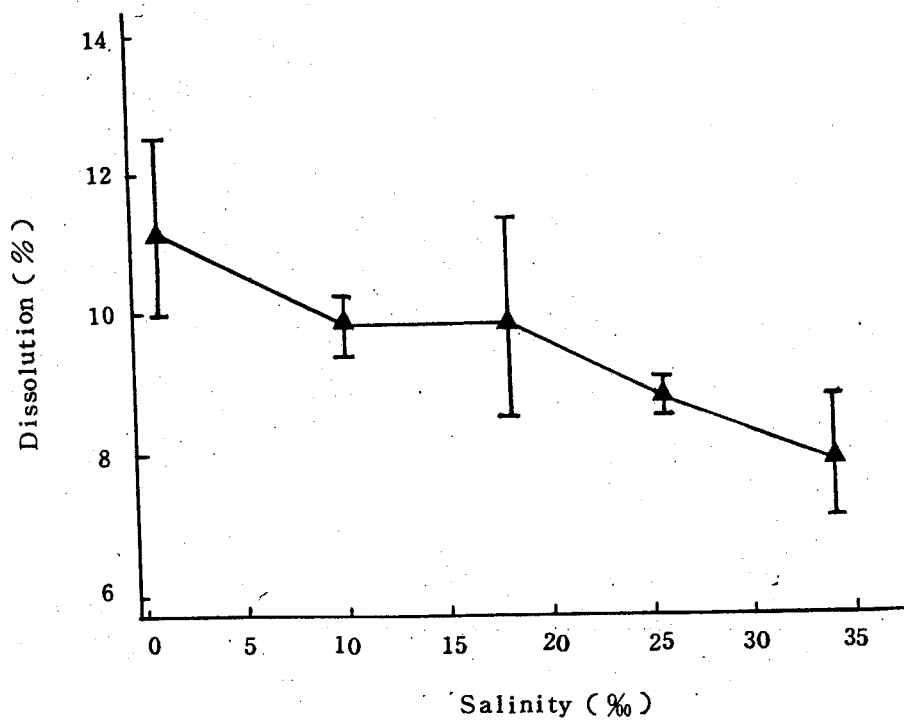


圖 14 不同海水鹽度對含 6% 黏化澱粉對飼料溶失之影響

Fig. 14. Effect of salinity of seawater on the dissolution of diets bound with 6%  $\alpha$ -starch.

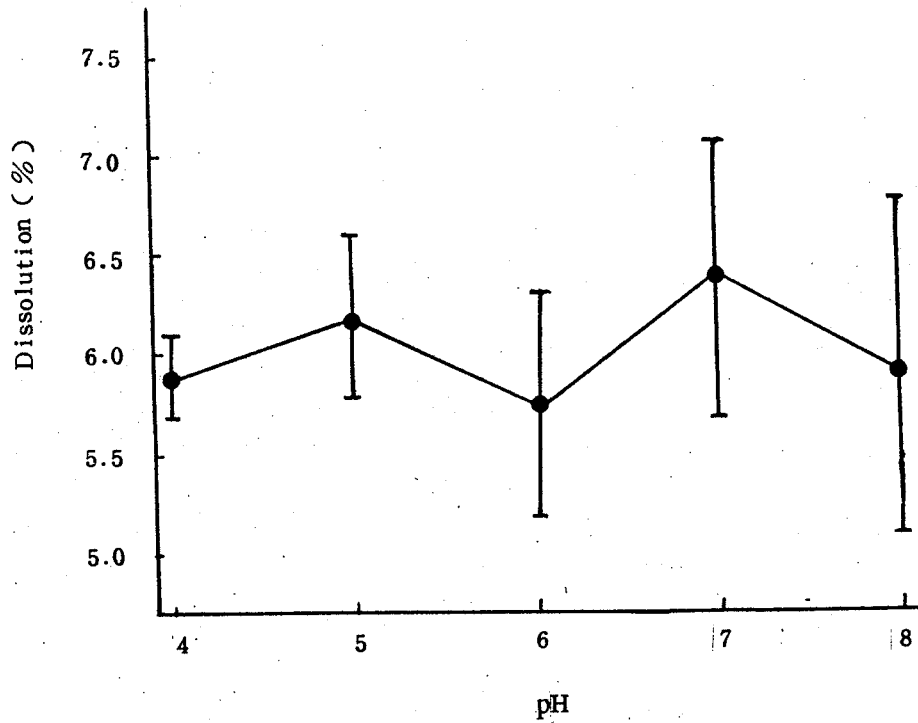


圖 15 不同海水酸鹼值對含 6% 黏化澱粉對飼料溶失之影響

Fig. 15 Effect of pH of seawater on the dissolution of diets with 6%  $\alpha$ -starch.

表 8 草蝦飼育用之試驗飼料配方

Table 8 Formula of experimental diets for grass prawn.

Ingredient	Content (%)		
	A & A'	B	C
Fish meal	55.0	55.0	55.0
Squid meal	8.0	8.0	8.0
Shrimp scale powder	5.0	5.0	5.0
Dextrin	12.0	15.0	12.0
$\alpha$ -starch	—	—	6.0
Gluten	—	3.0	—
Sodium alginate	6.0	—	—
Soybean oil	2.0	2.0	2.0
Squid viscera oil	3.0	3.0	3.0
Vitamin mix.	1.0	1.0	1.0
Mineral mix.	2.5	2.5	2.5
Cholesterol	0.5	0.5	0.5

表 9 各試驗飼料之一般成分

Table 9 Chemical composition of experimental diets.

Component (%)	A & A'	B	C
Crude protein	35.39	34.67	35.81
Crude fat	8.59	8.43	8.49
Moisture	37.12	38.42	36.95
Ash	7.71	6.57	7.05

表 10 各試驗飼料凍藏六週之水分含量變化

Table 10 Changes in moisture content of diets during 6 weeks frozen storage at -20 °C.

Week	Moisture (%)		
	A & A'	B	C
1	37.12	38.42	36.95
2	37.52	38.74	37.29
3	36.38	38.03	36.77
4	36.91	38.29	37.56
5	37.43	38.54	38.34
6	36.86	38.60	37.85

表 11 試驗期間各組草蝦之體長變化

Table 11 Changes in body length of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Week	Body length ( cm )			
	A	A'	B	C
Initial	8.1 ± 0.7	8.2 ± 0.7	8.1 ± 0.9	8.3 ± 0.7
1	8.5 ± 0.9	8.5 ± 0.8	8.5 ± 0.9	8.6 ± 0.7
2	8.9 ± 1.1	8.8 ± 0.7	8.8 ± 1.0	8.7 ± 0.7
3	9.1 ± 1.0	9.0 ± 0.9	9.0 ± 1.0	8.9 ± 0.7
4	9.4 ± 1.4	9.3 ± 0.8	9.3 ± 1.1	8.9 ± 0.6
5	9.6 ± 1.2	9.5 ± 1.0	9.4 ± 1.2	9.2 ± 0.8
6	9.9 ± 1.4	9.7 ± 1.0	9.5 ± 1.2	9.0 ± 1.0



表 12 試驗期間各組草蝦之體重變化

Table 12 Changes in body weight of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Week	Body weight ( g )			
	A	A'	B	C
Initial	3.34 ± 0.90	3.48 ± 0.91	3.55 ± 0.99	3.56 ± 0.87
1	3.77 ± 1.13	3.74 ± 1.10	3.79 ± 0.99	3.75 ± 0.93
2	4.24 ± 1.58	4.04 ± 1.11	4.19 ± 1.18	3.96 ± 0.97
3	4.56 ± 1.58	4.31 ± 1.25	4.47 ± 1.28	4.08 ± 1.07
4	4.87 ± 1.98	4.67 ± 1.42	4.70 ± 1.51	4.26 ± 1.18
5	5.34 ± 2.00	5.16 ± 1.89	4.93 ± 1.83	4.53 ± 1.37
6	5.84 ± 2.25	5.50 ± 1.93	5.14 ± 1.86	4.86 ± 1.58

表 13 試驗期間各組草蝦之體重變化

Table 13 Changes in body weight gain of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Week	Weight gain ( g )			
	A	A'	B	C
1	5.64	3.91	3.64	2.65
2	6.07	4.51	5.93	2.93
3	4.15	4.06	4.33	1.61
4	3.99	5.42	3.44	2.54
5	6.13	6.84	3.42	3.84
6	6.57	5.75	3.18	4.49
Mean	5.43	5.08	3.99	3.01

表 14 試驗期間各組草蝦之成長率

Table 14 Changes in growth rate of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Week	Growth rate (%)			
	A	A'	B	C
1	12.99	7.50	6.84	5.31
2	26.98	16.15	17.98	11.18
3	36.54	23.93	26.12	14.41
4	45.74	34.32	32.29	19.50
5	59.86	47.50	39.02	27.19
6	75.00	58.24	44.99	36.12

表 15 試驗期間各組草蝦之攝餌量

Table 15 Changes in feed intake of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Week	Feed intake (g)			
	A	A'	B	C
1	15.62	18.77	19.15	17.96
2	17.65	20.18	20.46	18.92
3	19.83	21.80	22.60	19.97
4	17.77	19.38	20.13	17.13
5	18.97	21.01	21.16	17.89
6	20.81	23.06	22.19	19.04

表 16 試驗期間各組草蝦之蛋白質攝取量

Table 16 Changes in protein intake of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Week	Protein intake (g)			
	A	A'	B	C
1	8.79	10.56	10.78	10.20
2	9.83	11.23	11.42	10.65
3	11.39	12.52	12.85	11.40
4	10.06	10.97	11.37	9.57
5	10.59	11.73	11.88	9.79
6	11.79	12.29	12.43	10.55

表 17 試驗期間各組草蝦之餌料效率

Table 17 Comparison of the feed efficiency rates of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Week	Feed efficiency rate			
	A	A'	B	C
1	2.77	4.80	5.26	6.78
2	2.91	4.47	3.45	6.46
3	4.78	5.37	5.22	12.40
4	4.45	3.58	5.85	6.74
5	3.09	3.07	6.18	4.65
6	3.17	3.77	6.98	4.24
Mean	3.52	4.18	5.49	6.87

表 18 試驗期間各組草蝦之蛋白質利用率

Table 18 Comparison of protein efficiency ratios of grass prawn fed with different diets during feeding periods.

Week	Protein efficiency ratio ( PER )			
	A	A'	B	C
1	0.64	0.37	0.31	0.26
2	0.62	0.40	0.52	0.28
3	0.36	0.32	0.34	0.14
4	0.40	0.49	0.30	0.27
5	0.58	0.58	0.28	0.39
6	0.56	0.47	0.26	0.43
Mean	0.53	0.44	0.34	0.30

## 摘 要

- 一濕粒飼料以魚肉漿混合乾粉飼料，其最佳成型之比例為 1.0 : 1.0 ~ 1.0 : 1.25，水份含量在 35 ~ 45 % 之間。
- 二動態溶失測定較靜態測定快速，且其有相當規律之變化，足以作為品質之標示，是一方便而有效之測定方法。
- 三濕粒飼料若以不同之黏著劑來降低其溶失性，以小麥筋粉 ( gluten )、黏性澱粉 (  $\alpha$  - starch ) 及海藻酸鈉 ( sodium alginate ) 為佳，羧甲基纖維素 ( CMC ) 則無改善溶失率之能力。
- 四作為濕粒飼料之黏著劑，最適之添加量，小麥筋粉為 3 %、黏性澱粉及海藻酸鈉則均為 6 %。
- 五濕粒飼料所使用之乾粉料，其粒度以 60 篩目 ( mesh )，在不同之黏著劑均呈現良好之效果。
- 六貯藏於 - 20 °C 之凍結庫，飼粒溶失反而降低，可知凍藏方式適用於濕粒之保存。
- 七飼育用水之鹽度越高溶失越低，pH 值則以中性時溶失較高，顯示濕粒適用於海水魚之養殖。
- 八實際飼育，根據成長、飼料係數及蛋白效率比，黏結劑以海藻酸鈉為最佳。飼料之形態會影響飼育成效。

## 謝 辭

本試驗承蒙洪國實業有限公司熱心提供草蝦苗，本系王文亮主任支持與鼓勵、馮貢國先生協助購買魚漿及林志洋先生協助飼育，方能順利完成，特此致謝。

## 參考文獻

1. William M. Heller (1980). The United States Pharmacopeia, physical tests-dissolution, 1243 - 1244, United States Pharmacopeial Convention, Inc.
2. 陳長安 ( 1980 ) . 藥劑學 ( 下冊 ) , 溶解作用, 106 - 110, 合記圖書出版社.
3. 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.
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. 陳再發 ( 1985 ) . 海水魚濕粒飼料之特性及製造法。中國水產, 393, 30 - 36.
8. 鄭長義 ( 1987 ) . 軟性粒狀水產配合飼料之開發。養魚世界, 1, 17 - 19.