

# 象牙鳳螺膏狀人工飼料之研發

## 前言

象牙鳳螺 (*Babylonia aerolata*) 俗稱風螺、鳳螺，屬於軟體動物門，腹足綱，新腹足目，蛾螺科，一般棲息於熱帶、亞熱帶海域的砂泥海底，我國東海及南海也曾廣泛分布。象牙鳳螺肉質鮮美，營養價值高，是一種高經濟的海產螺類，廣受消費者青睞。近些年來，由於海域汙染、全球氣候變遷及無節制捕撈等諸多因素的影響，象牙鳳螺的天然資源量逐年衰減；同時因鳳螺的消費熱潮帶動需求量逐年增加，導致市場上的象牙鳳螺供不應求。因此，本所積極研發規模化人工育苗及高密度養殖技術，並已獲得相當成果，此成果並經由技轉推廣至民間業者帶動產業發展。

目前，象牙鳳螺的養殖仍採用下雜魚肉作為餌料，但投餵鮮餌有諸多弊端，貨源會受季節性影響致供應常常不穩定，餌料處理費工且血水多，易引起水質惡化造成病原菌的滋生，殘餌腐敗導致沙層變黑污染環境。此外，下雜魚的漁獲量逐年遞減且價格逐年遞增，這些都直接影響了鳳螺規模化養殖的發展。鑑於鳳螺養殖產業發展的實際需要，開發人工配合飼料替代生鮮餌料有其必要性。目前國內外對鳳螺的攝食習性、營養需求及人工飼料的研發尚屬於起步階段，市場



陳東本<sup>1</sup>、洪郁嵐<sup>2</sup>、吳純衡<sup>2</sup>、林金榮<sup>1</sup>

<sup>1</sup>水產試驗所澎湖海洋生物研究中心、<sup>2</sup>水產加工組

上也無成熟的專用鳳螺飼料。本試驗曾利用石斑魚顆粒飼料進行投餵試驗，但發現乾性飼料鳳螺吸食困難，效果也不理想；劉等 (2006) 以優質魚粉、豆粕等原料製成蛋白質含量不同的 6 組顆粒飼料，粗蛋白質含量 48.16–25.96%，餵飼臺灣東風螺 47 天，結果投餵顆粒飼料的東風螺成長顯著不如投餵鮮雜魚組。因此，本試驗配合鳳螺的攝食習性，研發膏狀人工配合飼料，探討其替代下雜魚之可行性，以作為鳳螺養殖配合飼料的生產及產業化研發之參考。

## 材料與方法

### 一、配合飼料製作流程

試驗飼料含有魚漿、鯫溶漿、 $\alpha$ -澱粉、蝦漿、全脂豆粉、魚精、沙拉油、關華豆膠等成分，依一定比例加入攪拌機混合製成鍊餌飼料，並擠壓搓揉成適當大小顆粒冷藏備用。

### 二、蓄養與管理

試驗螺來自本中心 2013 年人工培育養成，篩選 2.5–3 cm 幼螺，試驗初取 50 個測定，平均螺高  $2.7 \pm 1.3$  cm、平均螺寬  $1.6 \pm 0.8$  cm、平均螺重  $4.04 \pm 0.6$  g。試驗水槽為  $68 \times 45 \times 45$  cm 方形 FRP 桶 (圖 1)，底部鋪上 15 cm 細砂，細砂粒大小約  $1.21 \pm 0.33$  mm。每

個 FRP 桶放養 200 個幼螺。試驗設計 2 組 3 重複，試驗組投餵人工飼料，對照組投餵餌料魚肉，每天投餵 1 次，投餵前參考前一日攝食量，秤取一定量的飼料，均勻撒布於沙上投餵；餌料魚肉則切成約  $1 \times 2 \times 1$  cm 小塊後，均勻撒布於沙上投餵。投餵後約 40 分鐘，幼螺不再攝食時再利用小撈網取出殘餌，瀝乾後秤重，計算當日攝食量，試驗期間採流水式，每日約 3 次循環，並充分打氣，整個試驗期間平均水溫  $27.5 \pm 1.3^\circ\text{C}$ 。每 15 天中間測定 1 次，每桶各採樣 30 個，用電子秤（精確度 0.01 g）分別測定每個螺的重量，用電子游標尺分別測定每個螺的螺高和螺寬。



圖 1 FRP 試驗桶

### 三、體成分檢測方法

直接取出螺肉，測定螺肉的一般成分。

表 1 配合膏狀飼料及餌料魚肉一般成分分析

組 別	水 分 (%)	粗蛋白 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)	碳水化合物 (%)
飼 料 組	59.2	14.2	8.7	2.3	15.6
魚 肉 組	75.1	15.5	2.7	3.5	3.4
飼料組 (乾重比)	-	34.8	21	5.6	38.2
魚肉組 (乾重比)	-	62.2	10.8	14	13.7

粗蛋白採用 Winkler 法測定，粗脂肪採用索氏抽提法，水分採用  $105^\circ\text{C}$  烘乾法，灰分用  $600^\circ\text{C}$  灰化爐灼燒法測定。

### 四、評價指標與數據分析

蛋白質效率 (protein efficiency ratio, PER) =  
增重量/蛋白質攝取量

飼料效率% (feed efficiency, FE) = (增重量/飼料攝取量)  $\times 100\%$

增重率% = [(試驗末重-試驗初重)/試驗初重]  
 $\times 100\%$

活存率% = 試驗末螺數/試驗初螺數  $\times 100\%$

含肉率% = (螺肉濕重/螺體總重)  $\times 100\%$

所有試驗數據以 ANOVA 軟體進行單因子變異分析檢測是否有差異。

## 結果與討論

### 一、餌飼料成分分析

餌料魚肉及膏狀人工飼料一般成分分析如表 1。粗蛋白兩組沒有明顯差異；人工飼料粗脂肪 8.7%、碳水化合物 15.6%，明顯高於魚肉的 2.7%、3.4%；人工飼料水分 59.2%，低於魚肉的 75.1%；換算為乾物重比，人工飼料粗蛋白 34.8%，明顯低於魚肉的 62.2%；人工飼料粗脂肪 21%、碳水化合物 38.2%，明顯高於魚肉的 10.8%、13.7%。

## 二、攝餌量與成長比較

膏狀人工飼料具有明顯誘引效果，投餵後象牙鳳螺很快從沙裡鑽出，靠敏銳嗅覺找到食物，並利用其吸食管進行吸食（圖 2），由於膏狀飼料容易吸食，約 30 分鐘即可完成攝食。經 60 天飼育結果，在平均攝食量方面，飼料組為  $19.17 \pm 2.83$  g/天，明顯低於魚肉組的  $37.67 \pm 0.61$  g/天；換算為乾物重比，飼料組  $7.82 \pm 1.15$  g/天，亦低於魚肉組的  $9.38 \pm 0.15$  g/天（表 2）。成長方面，飼料組平均螺高  $3.39 \pm 0.48$  cm，與魚肉組的  $3.35 \pm 0.09$  cm，沒有明顯差異。平均螺重飼料組  $8.23 \pm 0.38$  g，比魚肉組的  $7.73 \pm 0.18$  g 高，但差異不大（圖 3、4）。



圖 2 象牙鳳螺攝食飼料情形

表 2 象牙鳳螺對不同餌飼料之攝餌量比較

組 別	攝食量(濕重) g/天	攝食量(乾重) g/天
飼 料 組	$19.17 \pm 2.83$	$7.82 \pm 1.15$
魚 肉 組	$37.67 \pm 0.61$	$9.38 \pm 0.15$

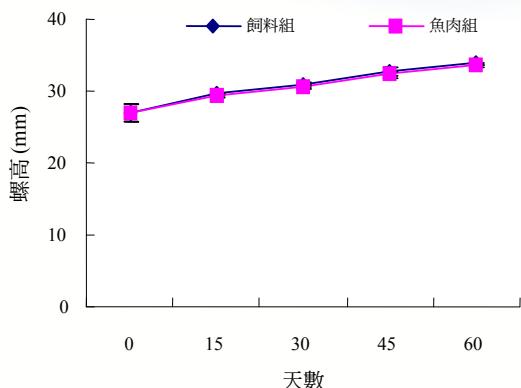


圖 3 象牙鳳螺螺高之成長

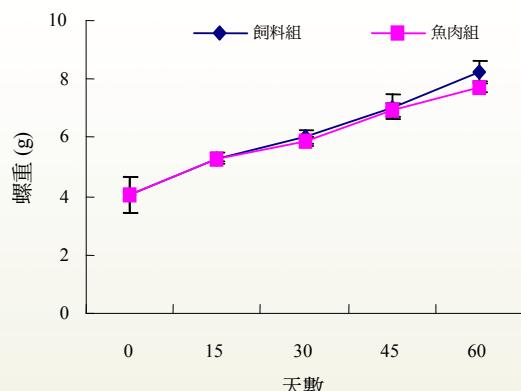


圖 4 象牙鳳螺螺重之成長

經過 60 天試驗結果，象牙鳳螺的總重、增重率、蛋白質效率、飼料效率及活存率如表 3 所示。飼料組增重率為 92.5%，稍高於魚肉組的 89%；飼料組蛋白質效率達 1.83，明顯高於魚肉組的 0.82；飼料組飼料效率為 63.69%，亦高於魚肉組的 51.02%。

## 三、含肉率測定

魚肉組和飼料組的平均螺重、軟體部平均重量、殼平均重量等都沒有顯著差異 ( $p > 0.05$ ) (表 4)。外殼及軟體部外部形狀如圖 5，飼料組的腹足肉稍大於魚肉組，且肉質較紮實有彈性。

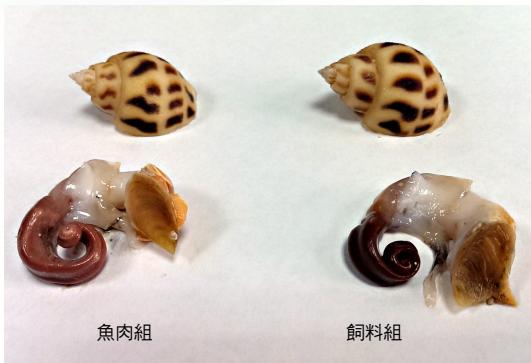


圖 5 飼育 60 天後，兩組鳳螺之外殼及軟體部形狀比較

#### 四、象牙鳳螺體組成分析

象牙鳳螺試驗初之體組成分析如表 5。試驗結果顯示，飼料組粗蛋白 20.0%，低於魚肉組的 23.5%；飼料組粗脂肪 3.2%、碳水化合物 8.4%，高於魚肉組的 1.1%、5.8%；水分及粗灰分沒有明顯差異。換算為乾重

比，飼料組粗蛋白 59.2%，低於魚肉組的 71.9%；粗脂肪 9.5%、碳水化合物 24.9%，高於魚肉組的 3.4%、17.7%。

#### 五、餌飼料成本分析

試驗中所使用的下雜魚價格為 25 元/公斤，自製膏狀飼料單價約 17 元/公斤，試驗結果的飼料效率，魚肉組 51.02%、飼料組 63.69%，成本換算結果，魚肉組為 49 元/公斤，自製膏狀飼料為 26.6 元/公斤，膏狀飼料成本僅為魚肉的 54%。

以人工飼料取代下雜魚，有營養成分穩定、使用方便、容易儲存、成本較低等優點。本試驗研發之配合膏狀飼料在鳳螺成長方面，與魚肉組沒有明顯差異，但其飼料效率與蛋白質效率皆較魚肉組為佳，並可大幅降低成本，值得進一步研發。

表 3 配合膏狀飼料與飼料魚肉評價指標分析結果

組 別	試驗初重 (g)	試驗末重 (g)	增重率 (%)	蛋白質效率 (g/g)	飼料效率 (%)	活存率 (%)
飼 料 組	253	487	92.5	1.83	63.69	90
魚 肉 組	253	478	89	0.82	51.02	95.5

表 4 象牙鳳螺之含肉率測定

組 別	螺 重(g)	軟體部重	殼 重	含肉率(%)
試 驗 初	4.04±0.61	1.93±0.32	2.11±0.31	46±7
飼 料 組	8.00±1.12 <sup>a</sup>	3.91±0.76 <sup>a</sup>	4.09±0.55 <sup>a</sup>	49±5 <sup>a</sup>
魚 肉 組	7.65±0.87 <sup>a</sup>	3.67±0.61 <sup>a</sup>	3.99±0.58 <sup>a</sup>	48±6 <sup>a</sup>

\* 同列中右上角標示字母不相同組表示有顯著差異 ( $p < 0.05$ )

表 5 螺體一般成分分析

組 別	水 分 (%)	粗 蛋 白 (%)	粗 脂 肪 (%)	粗 灰 分 (%)	碳 水 化 合 物 (%)
試 驗 初	68.7	20.8	2.5	2.7	5.3
飼 料 組	66.2	20.0	3.2	2.2	8.4
魚 肉 組	67.3	23.5	1.1	2.3	5.8
試驗初(乾重比)	-	66.5	8.0	8.6	16.9
飼料組(乾重比)	-	59.2	9.5	6.5	24.9
魚肉組(乾重比)	-	71.9	3.4	7.0	17.7