

草蝦對於餌料蛋白質的消化吸收率研究

丁 雲 源

一、前 言

蛋白質在動物營養上是一不可缺乏的物質，他是構成動物體內固型物質（骨、皮膚、肌肉、血液等）的主要物質，而且維持生命的生理作用的酵素、抗體、遺傳因子、賀爾蒙等重要物質皆以蛋白質為主體所構成的，所以對於蛋白質的消化吸收率研究，在生物體的營養研究佔有很大的位置。

日本近來由於養魚配合飼料之發展，提高單位面積生產量，並進行各種魚類對於各種飼料營養素的消化吸收率之研究。本省受此影響也開始研究配製鱈魚、虱目魚等之配合飼料，並也進行蝦配合飼料之配製。但對於魚類營養素之消化吸收率（只賴（1968）虱目魚對各種飼料蛋白質消化吸收率研究外）之基礎研究却很少，所以各種魚類之配合飼料之營養素是否已達最適當之含量？是否合於經濟之原則？無一參考資料。筆者近年來從事養蝦試驗研究工作，鑑於業者需此項資料日盛，故設計此項研究，以供今後發展斯業之參考。

二、材料及方法

本試驗所使用之草蝦（*Panaeus monodon*）為去年越冬後之蝦苗，其體長在3.0—5.0公分、體重0.1—1.0克者，除一部份飼料蛋白質含量對草蝦增肉率關係外，餘均經一段蓄養後再行試驗者。

飼料之配合，其成份如表一，經壓製而條狀，再經氯化鈣 CaCl_2 之5%水溶液處理後，使其不易溶於水中，製成後之配合飼料其營養份分析如表二，其蛋白質含量除全植物性配合飼料外，均比原設計者偏低，此原因除受水份的影響外可能配製中有發生錯誤所致。

1. 飼料中蛋白質各種不同的含量對草蝦增肉率關係：

利用水產試驗所台南分所水泥池六口（每口1.80公尺×3.61公尺）約二坪、水深0.32公尺。每池放量草蝦50尾其體長體重見表。實施上述六種飼料對草蝦增肉率之關係，其實施時期水溫、鹽份見表三，每週交換海水一至二次，每天於下午四時至五時投放飼料，其投餌量為全體重之百分之十，故每天之投餌量可分二期，第一期為放養時至中間測定（20）天為原放養量之百分之十，第二期為中間測定至結束時其投餌量為中間測定之重量百分之十，依據此種原則投放除配合飼料A常有剩餘情形外，全植物性配合飼料也偶有剩餘之現象，其他均能吃完，其總餌量見表四。

2. 草蝦對飼料中蛋白質不同含量其消化吸收率之影響：

利用水產試驗所台南分所水泥池六口（每口1公尺1公尺水深15公分）實施上述六種配合飼料之消化吸收率試驗，在配製時另加5%之三氧化二鉻 Cr_2O_3 做為指標物質每池放養草蝦15尾，水溫為27°—32°C，鹽份31‰。體長5.5—7.0公分，體重2.1—4.5克，放養經一天後使其排便空體再行投餌收集糞便，時期為五天。

3. 草蝦在不同的溶氧量下其對蛋白質消化吸收率之影響：

利用水產試驗所台南分所之室內玻璃水槽三個（每個0.4公尺×1.18公尺、水深15公分），每池放養草蝦20尾，體長6.0—7.4公分、體重2.5—5.1克，水溫28°—30°C、鹽份22‰，飼料為上述配合飼料B者經一天不投飼後再投餌料三天採糞，利用不同的打氣量及不打氣而控制其溶氧量，並將室內之活葉窗拉上，增加暗度使水中微細藻類不易行光合作用，減少溶氧量之改變，其溶氧量之變化如表五。

4. 蛋白質消化吸收率之測定：

利用糞便的間接法，即於飼料中加三氧化二鉻 Cr_2O_3 做指標物質。

A 氧化鉻測定法：利用 Dansky and Hill (1952) 的方法。

B 粗蛋白質測定法：依 Micro Kjeldahl 法測定。

C 消化吸收率之計算如下：

$$\text{消化吸收率 (\%)} = 100 - \left(100 \times \frac{\text{餌料中的指標物質}\%}{\text{糞中的指標物質}\%} \times \frac{\text{糞中的總蛋白質}\%}{\text{餌料中的總蛋白質}\%} \right)$$

三、結 果

1. 飼料中蛋白質各種不同的含量對草蝦增肉率係數之關係：

由表四及圖一可看出在蛋白質含量高者其增肉係數較低，而隨着蛋白質含量的減少增肉係數也增加，其相關係數在第一次試驗為-0.95第二次0.96

經為顯著水準測定 $r_{(p=0.05)}^{(n-2=2)} = 0.95$ 故第一次試驗為不太顯著負相關，第二次則有顯著之負相關。其迴歸方程式第一次 $Y = 4.14 - 0.03X$ 第二次 $Y = 2.87 - 0.008X$ ，(Y 為增肉係數，X 為蛋白質的含量) 即增肉係數隨着配合飼料蛋白質含量的增加而減少。

在平均每尾增重量來看，其相關係數為0.9845、1.0080，而 $r_{(p=0.05)}^{(n-2=2)} = 0.95$ 故有顯著之正相關，其迴歸方程式為 $Y = 0.014X + 0.72$ ，及 $Y = 0.017X + 1.69$ (Y 為平均每尾增重量，X 為蛋白質的含量) 即平均每尾增重量隨蛋白質含量增高而增加。(見圖二)

在完全含植物性蛋白質與完全含蛋白質之增肉係數，因蛋白質含量不同以致無法做一比較，但由表四可看出第一次植物性者增肉係數較低，第二次而無甚差異，但動物性者死亡率較大。

2. 草蝦對配合飼料中蛋白質不同含量其消化吸收率之影響：

由表六及圖三可看出草蝦對於配合飼料中蛋白質各種不同含量其消化吸收率由54.42%之76.72%而隨蛋白質含量的減低，而消化吸收率也隨之減少，其相關係數 r 為0.9427，而 $r_{(p=0.05)}^{(n-2=2)} = 0.95$ ， $r_{(p=0.1)}^{(n-2=2)} = 0.90$ 所以成不太顯著的正相關，其迴歸方程式為 $Y = 0.41X + 54.60$ ，即消化吸收率隨蛋白質含量增加而增加。

在蛋白質全為植物性或全為動物性者來看，植物性者似乎比動物性者來的為多，但差異不太大。

3. 草蝦在不同的溶氧量下，其對蛋白質消化吸收率之影響：

由表五可看出草蝦對於溶氧非常敏感，在溶氧低時，其食慾不振不攝食而也影響到其消化吸收率。

四、討 論

在本試驗中配合飼料蛋白質的含量，對於增肉係數有負相關，而對於平均每尾的增重量則有正相關之關係，此在鱒魚 Rainbow trout 於蛋白質含量在 0~60% 中其增重率也成直線關係 (能勢健嗣 1963) 但此次試驗中第一次比第二次在增肉係數增加，而平均每尾增重率減少，此可能受水溫的影響，因第一次試驗中較近冬天，故水溫忽冷忽熱，影響其食慾及增肉係數。班節蝦 *Panens Japonicns* 其攝餌量在水溫 25°C 以下就開始低下 25°C 時之攝餌量約為 15°C 時之五倍，又增重率及餌料轉化效率亦為 25°C 以下則隨着水溫之降低顯著地減少 (廖一久 1968)

在全為動物性或植物性之蛋白質，在第一次試驗中其增肉係數植物性低於動物很多，而平均每尾增重量則增加，而第二次則得到相反的結果，但相差不多，因時其平均每尾增重也高於其他配合飼料 A、B、C、D 此可能由於其死亡率高，而每尾的攝餌量增加所致，因本試驗其投餌量為放養量及中間測定量之 10%，但蝦類之攝餌量比此還要高，所以攝餌量增加其增重率也隨之增加。在班節蝦體重 1 公克上下者其日間攝餌率為 34%，而後隨體重之增加而減低，8 公克上下者為 10%。而增重率及餌料轉化效率隨着日間攝

餌量之增多而直線增高。(廖一久1968)，而此次試驗所使用之草蝦為0.3~1.5公克，而終了為0.6~6.1公克者，所以其攝餌量應比10%為高。

草蝦對於配合飼料蛋白質含量之消化吸收率成正相關之係，即蛋白質含量高其消化吸收率也高，此在斑節蝦也成高的正相關存在，其相關係數為 $r = 0.95$ (能勢1964)。

又本次試驗均利用同一地方之水泥池，大小相同，並同一時間處理，故其所受環境均假設相同，對於因水溫溶氧或其他水質之不同而影響其消化率均不加考慮。又斑節蝦、鱒魚等對蛋白質之消化吸收率受到如有澱粉、藻膠酸鈉 (Sodium alginate) 之存在而減低，草蝦可能也有此現象，但除藻膠酸鈉加同量外為配製各種不同含量的蛋白質，利用澱粉為增量劑，其量就無法考慮到同量，而影響到其消化吸收率，再者飼料投放在水中也會因飼料組成的溶解而使蛋白質含量減低 (筆者經用上述之配合飼料B，並加打氣，其蛋白質含量隨浸漬時間之增加而減少，0時48.41% (佔無水物)，2時44.80%、4時43.76%、6時41.06%)，此種減少隨飼料組成種類而有不同。所以就影響其消化吸收率。故綜觀上述之條件，而影響本試驗消化吸收率與蛋白質含量無法成顯著性之正相關。

在此次試驗草蝦對於全植物性比全動物性之蛋白質消化吸收率，此可能受蛋白質含量高低，及全動物性之配合飼料含有澱粉所致。

在溶氧量與消化吸收率的關係上，在1.87ppm時為82.51%，在4.61ppm則為90.19，6.78反為85.01%，此原因為配合飼料中含有魚精，此魚精經激烈的打氣後，魚精溶出，使水質發生變化，試驗中高溶氧者水呈乳白色並有泡沫，以致消化吸收率反而低，又不打氣者除剛放入有食慾外，當溶氧為0.99ppm時均不攝食，而後漸有死亡。斑節蝦其攝食量在溶氧飽和度85—12%之範圍內沒多大變化，但65%以下則顯著低下，所以由歲看來，草蝦對於溶氧之適應性在2—82ppm即飽和度為40.29%乃有食慾。

又在此溶氧對蛋白質消化吸收率之試驗值，均比上述各種不同含量蛋白質之消化吸收率高，一、乃因前者在室內，後者在室外，溫度室內較穩定而室外變化大。二、為室內有部份打氣，並鹽份變化也少。

五、摘 要

1. 飼料中蛋白質的含量對於草蝦增肉率成負的相關，其相關係數為-0.95 (第一次) 及-0.96 (第二次) 經 $r_{p=0.05}^{n=2} = 0.95$ 測定，成不太顯著，其迴歸方程式為 $Y = 4.14 - 0.03X$ (第一次) 及 $Y = 2.87 - 0.008X$ (第二次) (Y為增肉係數、X為蛋白質含量) 此種差異可能過度影響所致。
2. 飼料中蛋白質的含量對於草蝦之平均每尾增重量是呈有顯著性的正相關，其相關係數為0.98及1.01。其迴歸方程式為 $Y = 0.014X + 0.72$ 、及 $Y = 0.017X + 1.69$ 、(Y為平均每尾增重量、X為蛋白質的含量)。
3. 全植物性及全動物性的蛋白質對於草蝦之好壞做一比較，但全植物性有較好之增肉係數之趨勢。
4. 草蝦對於飼料中蛋白質含量的消化吸收率呈不顯著性之正相關，相關係數為0.9427，其迴歸方程式為 $Y = 0.4X + 54.60$ (Y為消化吸收率、X為蛋白質含量)，即消化吸收率隨蛋白質含量增加而增加。
5. 草蝦對於全植物性或全動物性蛋白質之消化吸收率之比較則無差異。
6. 草蝦對於溶氧非常敏感，在溶氧低時，其食慾不振，不攝食，對其消化吸收率也發生影響。

六、文 獻

- 葉樹藩 (1962) 試驗設計學第一部份生物統計學
 蘇和傑 (1957) 海洋學院水產化學實驗講義
 廖一久 (1968) 有關斑節蝦攝餌研究論文摘要
 賴永順 (1956) 虱目魚對若干單元飼料蛋白質之消化率。中國水產 No. 168. p: 2—4.
 北御門學、高橋喬……等 (1964) プリ若年魚における餌料成分の消化率。日水誌 Vol. 31 No. 2
 P: 133—137

- 荻野珍吉、加藤紀子 (1964) サザユにおける數種蛋白質および炭水化合物の消化率に関する研究。日水誌 Vol. 30. No. 10. P: 843~846
- 古川厚、塚原宏子 (1966) 養魚餌料消化試験の指標物質としこの酸化クロームの濕式定量法について 日水誌 Vol 32. No. 6. P: 502-506
- 能勢健嗣 (1962) 魚類の餌料蛋白質の營養價測定に関する研究 淡水區報告 Vol 11. No. 2. P29~42
- (1963) 魚類の餌料蛋白質の營養價測定に関する研究 淡水區報告 Vol 13. No. 1. P: 41~50
- (1964) ザリガニおよびクルマエビにすける餌料蛋白質消化吸収率。淡水區報告 Vol 14. No. 1. P: 23~28

表一、配合飼料之組成百分比

種 類	Sodium Alginate	魚粉	魚精	米糠	麵粉	酵	花生粕
A	5%	60%	30%	0%	0%	5%	0%
B	5	40	20	20	5	10	0
C	5	20	10	40	20	5	0
D	5	0	2	60	30	3	0
全動物性	5	45	10	0	40 (澱粉)	0	0
全植物性	5	0	0	15	0	40	40

表二、配合飼料營養成份百分比

種 類	A	B	C	D	全動物性	全植物性
蛋白質	60%	45%	30%	15%	35%	35%
脂肪	5.72	4.83	3.33	2.05	2.01	2.11
炭水化合物	7.66	25.71	48.66	61.35	42.16	39.83
灰 份	18.36	15.84	13.42	11.26	11.40	7.85
水 份	14.14	10.12	11.73	12.09	14.3	13.35

表三、放養時間及水溫鹽度情形

試驗期別	放養期間	天數	放養期間之水溫度 C°			放養期間之鹽份		
			每天之最高溫		每天之最低溫		組 界	平 均
			組 界	平均	組 界	平均		
I	3.25-5.3	39	18.0-29.0	26.60	12.5-27.5	23.5	28.62% - 33.28%	31.08%
II	5.5-6.14	40	23.0-30.0	26.66	22.5-28.0	26.08	35.28% - 39.88%	38.02%

表四、配合飼料中蛋白質各種不同含量對草蝦增肉率關係

配合飼料種類		A		B		C		D		全動物性		全植物性	
蛋白質含量		54.12%		43.50%		27.86%		13.25%		30.09%		36.86%	
試驗期數	放養尾數	I	II										
放養之體長	組界	3.3~5.0	3.4~4.9	3.3~4.3	3.2~4.9	3.4~4.6	3.6~4.9	3.0~5.0	3.5~4.9	3.3~5.1	3.4~4.9	3.0~4.3	3.8~5.8
	平均	4.01 ±0.29	4.26 ±0.46	3.84 ±0.33	4.19 ±0.44	3.96 ±0.21	4.36 ±0.28	3.83 ±0.51	4.17 ±0.49	4.02 ±0.52	4.26 ±0.45	3.66 ±0.35	4.43 ±0.41
放養之體重	組界	0.3~1.4	0.5~1.3	0.3~1.0	0.4~1.3	0.4~1.0	0.5~1.4	0.3~1.3	0.5~1.3	0.4~1.5	0.5~1.3	0.3~1.0	0.5~1.5
	平均	0.75 ±0.20	1.07 ±0.31	0.71 ±0.24	1.03 ±0.32	0.75 ±0.16	1.15 ±0.24	0.73 ±0.34	0.99 ±0.29	0.78 ±0.32	1.08 ±0.35	0.64 ±0.20	1.08 ±0.92
終了之體長	組界	4.2~6.5	4.7~7.8	4.6~6.0	4.6~7.4	4.5~5.8	5.4~7.0	3.8~6.0	4.5~7.0	3.9~6.1	4.3~7.7	4.3~6.4	5.0~7.3
	平均	5.46 ±0.59	6.36 ±0.86	5.36 ±0.44	6.30 ±0.78	5.20 ±0.43	6.23 ±0.59	4.94 ±0.58	5.87 ±0.61	4.78 ±0.65	6.39 ±0.62	5.24 ±0.74	6.26 ±0.64
終了之體重	組界	0.9~3.3	1.3~5.6	1.2~2.6	1.1~5.3	1.1~2.4	2.0~4.0	0.6~9	1.0~4.3	0.6~2.8	1.0~6.1	0.9~3.1	1.5~5.1
	平均	2.24 ±0.64	3.67 ±1.43	2.01 ±0.48	3.42 ±1.12	1.88 ±0.44	3.43 ±0.96	1.62 ±0.64	2.83 ±0.92	1.64 ±0.61	3.73 ±1.01	1.84 ±0.72	3.61 ±1.05
生存率		96%	94%	94%	92%	94%	84%	90%	84%	94%	52%	100%	66%
總投餌量		188.58 gr.	301.76	171.75	281.85	183.15	279.00	158.18	232.87	162.30	287.14	143.94	303.19
增肉係數		2.58	2.39	2.73	2.57	3.34	2.65	3.76	2.75	3.85	2.85	2.41	2.89
平均每尾增重量		1.49 gr.	2.60	1.30	2.39	1.13	2.28	0.89	1.84	0.86	2.65	1.20	2.53

補正數 = (取上平均體重 + 放養平均體重) × ½ × 減耗尾數

增肉係數的計算如下：
 增肉係數 = 總投餌量 / 總量肉數
 總增肉量 = 取上總體重 - 放養總體重 + 補正數。

表五、溶氧量

測定時間	A 池	B 池	C 池
第一次投餌 7.10. PM 7.00	PPM 2.82	PPM 3.62*	PPM 6.06*
7.11. AM 5.30	0.93	6.04*	6.80*
7.11. AM 11.30	0.99	5.57	6.47
7.11. PM 11.30	0.63	4.61	6.27
7.11. PM 7.00	0.75	4.3	6.30
7.12. AM 6.00	1.13	4.18	6.50
7.12. AM 11.00	0.63	4.48	7.63
7.12. PM 3.00	1.16	4.15	6.01
7.12. PM 7.00	1.11	4.35	7.20
7.13. AM 5.20	1.13	4.81	7.20
7.13. AM 11.35	0.80	4.88	7.07
7.13. PM 3.00	0.66	4.73	7.20
平均	1.87**	4.61	6.73
消化吸收率	82.51%	90.91%	85.01%

*者無採糞故不計。

**因只第二天有採糞故用
7.10. PM 7.00 及 7.11.
AM 5.30. 之平均餘均
因溶氧低不攝餌蝦也不
活潑不排糞。

表六配合飼料中蛋白質各種不同的含量與消化吸收率之關係

配合飼料別	A	B	C	D	全動物性	全植物性
蛋白質含量	54.12%	43.50%	27.86%	13.25%	30.09%	36.86%
消化吸收率	76.72%	74.19%	62.45%	61.93%	71.12%	72.15%

Protein Digestibility of Several Feeds on Grass Shrimp, *Penaeus monodon*.

by Yun-Yuan Ting

SUMMARY

1. The negative correlation between the protein content of feeds and conversion coefficient of grass shrimp is -0.95 in first experiment and -0.96 in second experiment. Under r test analysis $r_{(p=0.05)}^{(n-2=2)}=0.95$, the relationship is less significant. But the linear regression equation of first one is $y=4.14-0.03x$, and second experiment $y=2.87-0.0087x$ (here y showing conversion coefficient, x showing protein content). The difference of these may be effected by water temperature.
2. The positive correlation has been found between the protein content of feeds and average increasing body weight of each shrimp. The correlation coefficients are 0.98 and 1.01, and the linear regression equations are as follow: $y=0.14x+0.72$, $y=0.017x+1.69$ (y showing average increasing body weight of each shrimp, x showing protein content of feeds).
3. There has a tendency of higher conversion coefficient in full vegetable protein feeds than that in full-animal protein feeds.
4. We also find less significantly positive correlation between the protein content of feeds and protein digestibility of shrimp, it means that the protein digestibility is in a positive correlation with the protein content of feeds. From experimental data, the correlation coefficient is 0.94 and linear regression equation showing the relationship is $y=0.4x+54.60$ (y showing protein digestibility and x is protein content).
5. There is no difference of protein digestibility between the feeds of full-vegetable and of full-animal protein.
6. The grass shrimp is more sensitive to the concentration of dissolved oxygen, when the dissolved oxygen is small, the shrimp do not prefer to eat anything, and even thus effect the protein digestibility.