

草蝦對脂質需求之探討一 II 不同處理魷內臟油對草蝦成長之影響

王文政・葉蕙玲

Studies on Requirement of Lipids for Grass Prawn-II

Wen-Cheng Wang and Hewi-Ling Yeh

In this trial, Soybean oil, Raw, Neutralized and Refined squid viscera oil were used as the main lipid source of diet (lipid content in 6%) for grass prawn. After 6 weeks, the growth of grass prawn fed with diet containing neutralized oil get the best, the feed conversion rate, protein efficiency ratio and growth rate were 1.98, 1.10 and 115.98% respectively. Those are nearly the same as feeding with raw oil which were 2.18, 1.09 and 115.38% respectively. Feeding with soybean oil is bad due to lack of high unsaturated fatty acid, but the grass prawn could synthesized the C 20:5, C 22:6 from C 18:3 according the physiological requirement. Feeding with refined oil is not good too. So the raw or neutralized squid viscera oil would considered to be the better lipid source of diet for grass prawn.

前 言

本試驗延續上一年度之計畫，探討高度不飽和脂肪酸對草蝦成長之影響。由前試驗結果⁽¹⁾得知，草蝦飼料中若 C 20:5, C 22:6 等脂肪酸供給不足時，會影響其成長。魷內臟油之脂肪酸組成與草蝦體脂質脂肪酸組成近似，且易為草蝦所吸收利用，故以其作為飼料之脂質來源，成長較使用大豆油或魚肝油為佳。

為進一步了解魷內臟油作為草蝦飼料脂質對飼料品質之影響，本試驗以魷內臟原油、中和油及精製油為試驗組，以大豆油為對照，製成草蝦飼料進行 6 週之飼育試驗，分析各組草蝦體脂質脂肪酸之變化及對成長之影響，以供此等油質調製飼料時之參考。

材料與方法

一、試驗材料：

- (一)草蝦：利用體長約 3 公分之草蝦苗，馴養至 5 公分左右，再行選別使用，本蝦苗由本所台南分所提供。
- (二)配合飼料，為直徑 2 毫米之粒狀飼料，由宜蘭縣洪國實業股份有限公司提供其生產之福星牌草蝦飼料。
- (三)大豆油：市售沙拉油。
- (四)魷內臟原油：以酸酵法分離抽取之原油。
- (五)中和油：原油經以 4 N 氫氧化鈉中和後水洗至中性。
- (六)精製油：中和油經脫色管柱脫色後將稀釋之正己烷以迴轉蒸發器去除。
- (七)飼育設備：200 公升水族箱，裝 15‰ 海水，溶氧大於 5 ppm 酸鹼度為 7.5。

二試驗方法：

(一)測定方法：

1.酸價測定：中和1公克油脂中游離脂肪酸所需之氫氧化鉀所需之毫克數，單位為毫克／公克。

2.脂肪酸測定：

(1)甲酯化：將試驗用魷內臟原油、中和油、精製油、大豆油及草蝦體油依下述流程甲酯化。

樣品	350 毫克
↓	置50毫升燒瓶
↓	加 0.5 N 氫氧化鈉溶液 6 毫升
↓	加熱 90℃ 10 分鐘
BF ₃	試劑 7 毫升
↓	加熱 90℃ 2 分鐘
正己烷	2 毫升
↓	加熱 90℃ 1 分鐘
飽和食鹽水	
↓	
上澄液	(甲酯化油)
	加無水硫酸鈉脫水

(2)測定：以氣相層析儀分析，先注入標準脂肪酸，得標準物層析圖，再分別注入不同之甲酯樣品，與標準物層析圖比對，以峯面積計算各組成脂肪酸之百分比。

(二)飼育試驗：

先將草蝦飼料脫脂，再分別將6%之大豆油、魷內臟原油、中和油及精製油吸附至飼料中而為四組試驗用飼料。每組飼料各以三個重複進行6週之飼育試驗，每日之投餌量為草蝦體重之4%，分上、下午各投餌一次，每週換水兩次，並在每週測量各組草蝦之體長及體重，計算各試驗組之蛋白攝取量、餌料轉換率、蛋白效率比及成長率。大豆油及中和油各多加兩組重複，於第二週及第四週各分析一次草蝦體脂肪酸，餘各試驗組，在試驗前後均將草蝦凍結乾燥、抽脂并分析脂肪酸組成，以比較草蝦體脂肪酸之變化。蛋白攝取量之計算公式如下：

1. 蛋白攝取量 = 攝餌量 × 飼料蛋白量 (g)
2. 餌料轉換率 = 攝餌量 ÷ 增重
3. 蛋白效率比 = 增重 ÷ 蛋白攝取量
4. 成長率 (%) = 增重 ÷ 試驗前重 × 100 %

結果與討論

各試驗用油脂之脂肪酸組成如表1，魷內臟原油與中和油近似，精製油則於C20:5脂肪酸含量略減，而C18:3之含量增加。大豆油脂脂肪酸以C18:2為主佔54.36%，其次為C18:1佔20.91%及C18:3佔10.95%。

調製成飼料後之一般成分如表2，各主要之營養成分均極近似，其間主要差異僅為脂肪酸組成，蛋白質含量為46.15～46.59%，脂質含量6.06～6.40%，粗灰分為13.27～13.49。以此飼料分別飼養草蝦6週，各組草蝦之體長、體重變化情形如表3、表4。

草蝦飼育期間每週之增重如表5，以原油平均值3.30為最佳，其次為中和油、精製油、大豆油，分別為3.03、1.83、1.22。其中大豆油隨成長而增重偏低，則之增減，似與草蝦之不定時脫殼有關。

表1 試驗用油脂之脂肪酸組成

Table 1 Fatty acid composition of experiment oils

Fatty acid	Soybean oil (%)	Squid viscera oil (%)		
		Raw	Neutralized	Refined
C 14:0	-	4.55	4.76	3.64
C 15:0	-	1.06	1.15	0.44
C 16:0	10.34	15.02	17.42	16.31
C 16:1	-	6.26	6.19	5.39
C 18:0	3.45	2.33	2.31	2.82
C 18:1	20.91	17.88	17.04	17.40
C 18:2	54.36	3.03	2.95	2.09
C 18:3	10.95	8.71	8.22	11.13
C 20:1	-	3.50	3.33	2.43
C 20:4	-	3.28	3.12	7.57
C 20:5	-	14.28	14.46	12.10
C 22:1	-	1.12	1.08	-
C 22:6	-	18.21	17.95	18.69
C 24:0	-	0.77	-	-
Saturated acid	13.79	23.73	25.64	23.21
Monoenoic acid	20.91	28.76	27.64	25.22
Polyenoic acid	65.30	47.51	46.70	51.58

表2 試驗用飼料之一般成分

Table 2 The chemical composition of experiment diets which containing different oils.

Constitute	Soybean oil	Squid viscera oil		
		Raw	Neutralized	Refined
Crude protein (%)	46.15	46.59	46.42	46.59
Crude lipid (%)	6.40	6.28	6.06	6.40
Crude ash (%)	13.43	13.27	13.49	13.40
Moisture (%)	3.99	3.98	3.94	4.10

表 3 草蝦飼育以不同油脂飼料體長之變化
Table 3 Changes in body length (cm) of grass prawn fed with diets containing different oil.

Period (week)	Soybean oil	Squid viscera oil		
		Raw	Neutralized	Refined
Initial	5.7 ± 0.6	5.9 ± 0.7	5.6 ± 0.7	5.5 ± 0.5
1st	6.1 ± 0.7	6.3 ± 0.7	6.1 ± 0.7	5.7 ± 0.5
2nd	6.2 ± 0.7	6.6 ± 0.6	6.4 ± 0.7	5.8 ± 0.4
3rd	6.3 ± 0.8	6.8 ± 0.6	6.6 ± 0.8	5.9 ± 0.5
4th	6.5 ± 0.7	7.2 ± 0.8	6.9 ± 0.8	6.2 ± 0.7
5th	6.6 ± 0.8	7.4 ± 0.9	7.2 ± 0.8	6.4 ± 0.6
6th	6.6 ± 0.8	7.6 ± 1.2	7.4 ± 0.9	6.7 ± 0.8

表 4 草蝦飼育以不同油脂飼料體重之變化
Table 4 Changes in body weight (g) of grass prawn fed with with diets containing different oil.

Period (week)	Soybean oil	Squid viscera oil		
		Raw	Neutralized	Refined
Initial	1.1 ± 0.4	1.1 ± 0.4	1.0 ± 0.4	0.9 ± 0.3
1st	1.3 ± 0.5	1.4 ± 0.5	1.2 ± 0.5	1.0 ± 0.3
2nd	1.4 ± 0.5	1.6 ± 0.6	1.5 ± 0.6	1.1 ± 0.3
3rd	1.4 ± 0.6	1.8 ± 0.6	1.7 ± 0.7	1.2 ± 0.3
4th	1.5 ± 0.7	2.1 ± 0.9	1.9 ± 0.7	1.3 ± 0.4
5th	1.5 ± 0.7	2.2 ± 1.0	2.1 ± 0.8	1.5 ± 0.5
6th	1.6 ± 0.7	2.5 ± 1.4	2.3 ± 1.1	1.7 ± 0.6

蛋白攝取量、餌料轉換率及蛋白效率比分別列如表 6～表 8。蛋白攝取量以內臟原油之 3.12 為最高，其次分別為中和油、大豆油、精製油分別為 2.86、2.94、2.12。增減之趨勢以原油最為穩定。餌料轉換率以中和油之 1.98 為最佳，其次為原油 2.18，精製油 2.66，大豆油最差 6.32。蛋白效率比以中和油之 1.10 為最佳，唯其與原油之 1.09 極為近似，精製油 0.84，大豆油 0.51 較差，餌料轉換率隨成長而增大，蛋白效率比則降低，唯魷內臟油各組均明顯優於大豆油組。成長率如表 9，原油及中和油組 6 週後均大於 115.0%，而精製油 79.64%，大豆油 45.46%，成長較前二者為差。由前述試驗結果可知，魷內臟原油、中和油對草蝦之成長最佳，二者極為近似，精製油效果較差，但仍優於

表 5 草蝦飼育以不同油脂飼料增重之變化

Table 5 Changes in weight gain (g) of grass prawn fed with diets containing different oil.

Period (week)	Soybean oil	Squid viscera oil		
		Raw	Neutralized	Refined
1st	2.70	3.24	3.00	1.27
2nd	1.54	3.52	3.17	1.45
3rd	1.40	3.71	3.41	0.93
4th	0.57	3.24	2.96	2.13
5th	0.61	2.30	3.01	2.33
6th	0.49	3.80	2.60	2.88
Average	1.22	3.30	3.03	1.33

表 6 草蝦飼育以不同油脂飼料蛋白攝取量之變化

Table 6 Changes in protein intake (g) of grass prawn fed with diets containing different oil.

Period (week)	Soybean oil	Squid viscera oil		
		Raw	Neutralized	Refined
1st	2.15	2.34	2.11	1.88
2nd	2.71	2.97	2.70	2.07
3rd	2.34	2.77	2.52	1.92
4th	2.51	3.23	2.93	2.04
5th	2.57	3.61	3.26	2.27
6th	2.65	3.83	3.62	2.56
Average	2.49	3.12	2.86	2.12

表 7 草蝦飼以不同油脂飼料對餌料轉換率之影響
Table 7 Changes in feed conversion rate of grass prawn
fed with diets containing different oil.

Period (week)	Soybean oil	Squid viscera oil		
		Raw	Neutralized	Refined
1st	1.66	1.49	1.45	3.03
2nd	3.66	1.74	1.76	2.93
3rd	3.47	1.53	1.53	4.25
4th	9.15	2.05	2.05	1.91
5th	8.75	3.23	2.24	2.01
6th	11.26	2.07	2.88	1.83
Average	6.32	2.18	1.98	2.66

表 8 草蝦飼以不同油脂飼料對蛋白效率比之影響
Table 8 Changes in protein efficiency ratio of grass prawn
fed with diets containing different oil.

Period (week)	Soybean oil	Squid viscera oil		
		Raw	Neutralized	Refined
1st	1.26	1.38	1.42	0.68
2nd	0.57	1.19	1.17	0.70
3rd	0.60	1.34	1.35	0.48
4th	0.23	1.00	1.01	1.04
5th	0.24	0.64	0.92	1.03
6th	0.18	0.99	0.72	1.13
Average	0.51	1.09	1.10	0.84

大豆油組，由此等試驗結果得知其對脂質之需求與一般之海水魚相同⁽²⁾⁽³⁾，和其他如斑節蝦之脂質需求亦極近似⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾，故以鮫內臟油作為草蝦飼料脂質來源效果頗佳，中和油之成本高於原油，然此次原油之酸價為 13.01，品質上未比市面使用者差，其結果仍佳，唯為安全起見⁽⁷⁾，仍以中和油飼育比較妥當，精製油因效果不及原油及中和油，就飼料成本而言，反不經濟。

經飼育 6 週後草蝦體脂質脂肪酸組成如表 10，試驗前後變化較大者有 C18:2，C20:5，C22:6

表 9 草蝦飼以不同油脂飼料之成長率

Table 9 Growth rate (%) of grass prawn fed with diets containing different oil.

Period (week)	Soybean oil	Squid viscera oil		
		Raw	Neutralized	Refined
1st	16.79	18.87	19.17	9.20
2nd	26.37	39.37	39.42	19.77
3rd	35.07	60.98	61.21	26.45
4th	38.62	79.85	80.13	41.88
5th	42.42	93.24	99.36	58.77
6th	45.46	115.38	115.97	79.64

表 10 草蝦飼以不同油脂飼料 6 週後體脂質脂肪酸組成

Table 10 Fatty acid composition of lipids of grass prawn fed with diets containing different oil after 6 weeks.

Fatty acid	Initial (%)	Final (%)			
		Soybean oil	Raw oil	Neutralized oil	Refined oil
C 14:0	1.53	-	-	tr.	0.66
C 15:0	1.64	-	-	tr.	-
C 16:0	20.92	17.18	20.01	20.53	19.55
C 16:1	4.72	0.86	3.11	3.01	2.78
C 18:1	8.37	10.29	8.96	8.38	7.89
C 18:1	17.47	14.25	20.32	19.20	18.99
C 18:2	11.85	21.80	5.53	6.14	5.55
C 18:3	4.94	1.31	-	-	-
C 20:1	1.43	0.83	3.55	3.10	4.05
C 20:4	2.23	2.16	0.98	1.04	0.92
C 20:5	9.21	11.34	14.89	15.94	15.49
C 22:1	4.88	4.17	4.28	4.34	4.98
C 22:6	10.82	12.21	17.40	17.86	18.11
C 24:0	-	-	-	-	-

。飼以魷內臟原油、中和油或精製油者，C18:2 含量由 11.85 % 降至 5.53 ~ 6.14 %，C20:5 含量由 9.21 % 增至 14.89 ~ 15.94 %，C22:6 含量由 10.82 % 增至 17.40 ~ 18.11 %，飼以大豆油者 C18:2 含量顯著增加為 31.80 %，C20:5 及 C22:6 則含量較低。

草蝦飼育前後體脂質及使用油脂之脂肪酸組成，依大豆油、魷內臟原油、中和油及精製油分別列如表 11 ~ 表 14。飼以大豆油者，因其含較高之 C18:2，故於第 2 週起之草蝦體脂質中 C18:2 之含量升至 21.02 %，大豆油中雖不含 C20:5，C22:6，但飼育後草蝦體脂質之 C20:5，C22:6 脂肪酸仍微呈增加，而 C18:3 則呈減少之趨勢，顯示草蝦具有能力轉化 C18:3 成為 C20:5、C22:6 以供成長之需要。飼以魷內臟原油者，C20:5、C22:6 則分別由 9.21 %、10.82 % 升至 14.89 %、17.40 %，顯示蝦體脂肪酸組成逐漸與所攝食油脂之組成接近，而 C18:2 由 11.85 % 降至 5.53 %，為此組之特點，飼以中和油及精製油之結果與原油者相似，而其體脂質脂肪酸組成之改變在攝食 2 週後即很明顯，中和油組於第 4 週時 C22:6 含量高達 19.17 %，其後又減為 17.86 %，擬係因蝦成長時生理上改變所致，唯仍待進一步之檢討。

表 11 草蝦飼以大豆油飼料 6 週間體脂質脂肪酸組成

Table 11 Fatty acid composition of lipids of grass prawn fed with diet containing soybean oil during 6 weeks.

Fatty acid	Soybean oil (%)	Lipids of grass prawn (%)			
		Initial	After 2 weeks	After 4 weeks	Final
C 14:0	-	1.53	-	-	-
C 15:0	-	1.64	-	-	-
C 16:0	10.34	20.92	18.38	18.18	17.18
C 16:1	-	4.72	1.15	1.00	0.86
C 18:0	3.45	8.37	11.65	10.91	10.29
C 18:1	20.91	17.47	16.47	14.76	14.25
C 18:2	54.36	11.85	21.02	20.54	21.80
C 18:3	10.95	4.94	1.63	1.52	1.31
C 20:1	-	1.43	1.39	1.06	0.83
C 20:4	-	2.23	2.18	2.41	2.16
C 20:5	-	9.21	9.99	10.87	11.34
C 22:1	-	4.88	4.15	4.42	4.17
C 22:6	-	10.82	11.89	14.34	12.21
C 24:0	-	-	-	-	-

表 12 草蝦飼以魷原油飼料 6 週後體脂質脂肪酸組成

Table 12 Fatty acid composition of lipids of grass prawn fed with diet containing squid viscera oil after 6 weeks.

Fatty acid	Raw oil (%)	Lipids of grass prawn (%)	
		Initial	Final
C 14:0	4.55	1.53	tr.
C 15:0	1.06	1.64	tr.
C 16:0	15.02	20.92	20.01
C 16:1	6.26	4.72	3.11
C 18:0	2.33	8.37	8.96
C 18:1	17.88	17.47	20.32
C 18:2	3.03	11.85	5.53
C 18:3	8.71	4.94	-
C 20:1	3.50	1.43	3.55
C 20:4	3.28	2.23	0.98
C 20:5	14.28	9.21	14.89
C 22:1	1.12	4.88	4.28
C 22:6	18.21	10.82	17.40
C 24:0	0.77	-	-

表 13 草蝦飼以魷中和油飼料 6 週間之體脂質脂肪酸組成

Table 13 Fatty acid composition of lipids of grass prawn fed with diet containing neutralized squid viscera oil during 6 weeks.

Fatty acid	Neutralized oil (%)	Lipids of grass prawn (%)			
		Initial	After 2 weeks	After 4 weeks	Final
C 14:0	4.76	1.53	0.57	tr.	tr.
C 15:0	1.15	1.64	0.35	tr.	tr.
C 16:0	17.42	20.92	22.36	19.62	20.53
C 16:1	6.19	4.72	3.37	3.07	3.01
C 18:0	2.31	8.37	8.79	7.44	8.38
C 18:1	17.04	17.47	20.70	19.45	19.20
C 18:2	2.95	11.85	5.95	6.14	6.14
C 18:3	8.22	4.94	0.74	tr.	-
C 20:1	3.33	1.43	3.86	3.84	3.10
C 20:4	3.12	2.23	1.05	0.93	1.04
C 20:5	14.46	9.21	13.42	14.66	15.94
C 22:1	1.08	4.88	3.81	3.82	4.34
C 22:6	17.95	10.82	16.67	19.17	17.86
C 24:0	-	-	-	-	-

表 14 草蝦飼以魷精製油飼料 6 週後之體脂質脂肪酸組成
 Table 14 Fatty acid composition of lipids of grass prawn fed with diet containing refined squid viscera oil after 6 weeks.

Fatty acid	Refined oil (%)	Lipids of grass prawn (%)	
		Initial	Final
C 14:0	3.64	1.53	0.66
C 15:0	0.44	1.64	-
C 16:0	16.31	20.92	19.55
C 16:1	5.39	4.72	2.78
C 18:0	2.82	8.37	7.89
C 18:1	17.40	17.47	18.99
C 18:2	2.09	11.85	5.55
C 18:3	11.13	4.94	-
C 20:1	2.43	1.43	4.05
C 20:4	7.57	2.23	0.92
C 20:5	12.10	9.21	15.49
C 22:1	-	4.88	4.98
C 22:6	18.69	10.82	18.11
C 24:0	-	-	-

摘 要

本試驗以大豆油、魷內臟原油、中和油及精製油分別以 6 % 之含量加入脫脂草蝦飼料中，作為飼料之脂質來源，經 6 週之飼育試驗，飼以中和油者成長最佳，餌料轉換率、蛋白效率比及成長率分別為 1.98、1.10 及 115.98 % 與原油之 2.18、1.09 及 115.38 % 近似。大豆油組因不含高度不飽和脂肪酸，故成長不佳，但草蝦仍能自 C18:3 合成 C20:5，C22:6 以供生理上之需要。精製油組之成長比原油、中和油組差。故實際供作養蝦飼料之脂質來源仍以原油或中和油為佳。

謝 辭

本試驗承洪國實業公司提供飼料，台南分所丁雲源分所長概允撥贈草蝦苗，又試驗中承范元鵠先生不辭辛勞的工作，得以順利完成，特誌謝忱。

參考文獻

1. 王文政、葉蕙玲 (1987). 草蝦對脂肪需求之探討。台灣省水產試驗所試驗報告，43，39 - 51.
2. 竹田正彥 (1978). 養魚と飼料脂質，水產學シリーズ，22，60 - 77. 恒星社厚生閣，東京.

3. Akio Kanazawa、Shin-ichi Teshima and Shigero Tokiwa (1977) Nutritional Requirement of Prawn VII. 日水誌, 43, 849 - 856.
4. 金澤昭夫、田中憲穂、手島新一、膳啓造 (1971) Nutritional Requirement of Prawn-I. 日水誌, 37, 211 - 215.
5. 首藤勝夫、中村邦典、石川宣次、北村邦次 (1971) Studies on Formula Feed for Kuruma Prawn-IV. 東海區水研報, 65, 129 - 137.
6. 弟子丸修、黒木克宣 (1974) Studies on a Purified Diet for Prawn-I. 日水誌, 40, 421 - 424.