

## 飼料中龍鬚菜添加量對草蝦成長及脂肪酸組成之影響

劉熾揚

### 摘要

本研究探討飼料中添加龍鬚菜(*Gracilaria* sp.)粉末，對於草蝦成長及體脂肪酸組成之影響。基礎飼料中添加0、1、3、5及10%龍鬚菜粉末，飼育120天，平均活存率為57.5-67.5%，各組間並無顯著性之差異。但在平均體重以添加3%者最高，1%次之，而與其他各組間有顯著差異，在餌料係數，也以3%者最好，1%者次之，優於其他各組。飼育後草蝦體脂肪中之高度不飽和脂肪酸如花生四烯酸(arachidonic acid)、二十碳五烯酸EPA(eicosapentaenoic acid)及二十二碳六烯酸DHA (docosahexaenoic acid)等，含量增加。因此飼料中龍鬚菜添加1-3%，可使草蝦成長正常，並使體內高度不飽和脂肪酸增加。

**關鍵詞：**草蝦、龍鬚菜、脂肪酸、營養。

### 前言

自1988年草蝦受桿狀及白點病毒侵襲發生病變，感染後死亡率甚高。攝取營養物質及均衡，可增加蝦體對疾病之抵抗力及免疫力，提高草蝦成長及活存率。藻類是重要的食物營養來源及功用。海藻中含有多量之多醣類如褐藻酸(alginic acid)，海帶多醣(laminaran)，岩藻醣(fucoidan)，洋菜(agar)及食物纖維等，營養價值頗高(Yone *et al.*, 1986)。添加綠藻中5%石蓴可增加紅鯛血液中顆粒球對巴斯得桿菌的噬菌作用，增加淋巴球數目，增加對疾病抵抗力(Sato, 1987)。

龍鬚菜(*Gracilaria* sp.)，屬紅藻門(Rhodophyta)，是本省重要的經濟養殖藻類，在早期草蝦粗放和龍鬚菜混養在魚塢中，利用性頗高，新鮮的龍鬚菜可作為菜餚，也是養殖貝類九孔之餌料(林, 1996)，加工後是為洋菜之主要來源。紅藻中含食物纖維(dietary fiber)量平均為61%，綠藻為43.1%，褐藻為含50.1%

，龍鬚菜之食物纖維含量也頗高(Lee, 1996)。將龍鬚菜添加在草蝦飼料中，不但影響草蝦生長，它可提升飼料在水中的穩定度，防止水質惡化(Briggs *et al.*, 1996; Penaflores *et al.*, 1996)。10%龍鬚菜飼育草蝦後，體中無檢測到WSSV白點病毒，其脂質抽出物在為0.15%，飼育草蝦，活性高，免疫能力較強(蘇, 1999)。飼料中含龍鬚菜油脂0.17%可加速斑節蝦成長(Tahara and Yano, 2001)，海藻中的脂質含量低，多為n-3及n-6高度不飽和脂肪酸(莊及洪, 1993)，為進一步了解在飼料中添加龍鬚菜飼育草蝦之效果及影響作此試驗，以供參考。

### 材料與方法

利用水泥池(2 × 4 × 1m)十口，經整理曝曬後，各池放養草蝦苗(平均體重0.25公克)200尾，即25尾/平方公尺。此蝦苗購自民間繁殖場(P10左右)，先以民

間商用飼料飼養，經蓄養二個月後，即取樣分池中，並開始用試驗飼料飼育，基本飼料配方如Table 1，為參考劉等(1988)及Veronica *et al.* (1993)等組成，將各原料稱重攪拌混合後，最後添加既經乾燥(含水份28.86%)攪碎的龍鬚菜 *Gracilaria* sp. 粉碎物，以不同量0%，1%，3%，5%，10%等，分別製成五種飼料，混合擠壓，乾燥，打碎，篩網成不同粒狀大小。飼育試驗採用二重覆，每天投飼二次(AM9:00及PM 16:00)，投餌量為每隔30日，各池清池測定活存率，並隨機取樣25尾測定成長。飼料中的粗脂肪測定，參考Folch method測定，用chloroform 及methanol抽出。試驗結束後各組採標本五尾送屏東科技大學水產養殖檢驗中心分析蝦體之肌肉脂肪酸組成。

Table 1. Composition of the experiment diets

Ingredient	%
White fish meal	28
Wheat flour	30
Shimp head meal	7
Soybean meal	10
Squid viscera meal	5
Gluten	4
Vitamin mix.*	2
Mineral mix *	8
NaCl	0.5
Soybean oil	4
Cholesterol	0.1
Lecithin	1
Dextrin	0.4
Proximate analysis	
Crude protein	32.9
Crude fat	6.75

\* Veronica *et al.* (1993)

### 結果與討論

經120天飼育草蝦的成長結果，如Fig. 1。在30天開始成長即有顯些微差異，平均體重在1.97-2.57公克，相差0.60公克，以添加3%最好，其次為10%，1%，5%，0%組。有添加龍鬚菜組，均比不添加組好。60天時，平均體重在

2.54-3.11公克，相差0.57公克，也以添加者最好。90天時，平均體重在2.87-4.56公克，相差1.69公克，大小次序依次為1%，3%，0%，5%，10%組。有比較好之現象，但並無顯著差異，而1%，3%均比其他組好，而且有顯著差異。120天時，平均體重在4.14-6.04公克之間，相差1.90公克，差31%，大小依次為3%，1%，0%，5%，10%組。但3%，1%兩者無顯著差異性，但兩者與其他各組則有顯著差異性，所以添加龍鬚菜添加以3%，1%對草蝦成長有影響。

草蝦在本次試驗中成長上顯然較慢可能由於投飼料量不足所致。在海水加臘魚中發現添加5%裙帶菜或藻可提高成長及飼料效率，10%時反而無效果(莊及洪, 1993)，利用添加5%、10%龍鬚菜飼育草蝦，比不添加者成長差。所以添加3%及1%最好，其結果相同。

活存率(Fig. 2)而言，在30天時，添加3%及5%組高達到85%及95%之活存，其他各組也為73%-78.75%，然後隨著時間而下降。90天時，活存率則呈漸下降，最高達七成半，其他各組為65%-70%，對照組較低，但不顯著。在結束試驗120天時，添加10%龍鬚菜者活存率為67.5%為最高，添加5%者為65%，次之，3%為64.5%，三者均無顯著性差異，但10%與5%，與1%，0%者有顯著性差異。添加龍鬚菜各組，均較對照control組的57.5%高些。因此，添加龍鬚菜對提高草蝦活存率有正面效果，尤以添加3%以上即有促進活存率效果。

為了解魚池的生產效果，一般以其收成生物總量(biomass)來看，本試驗經120天飼育後，其收成總量對照組為555.4 g，1%組為717.4g，3%組為774.0 g，5%組為558.0 g，10%組為556.0 g，差

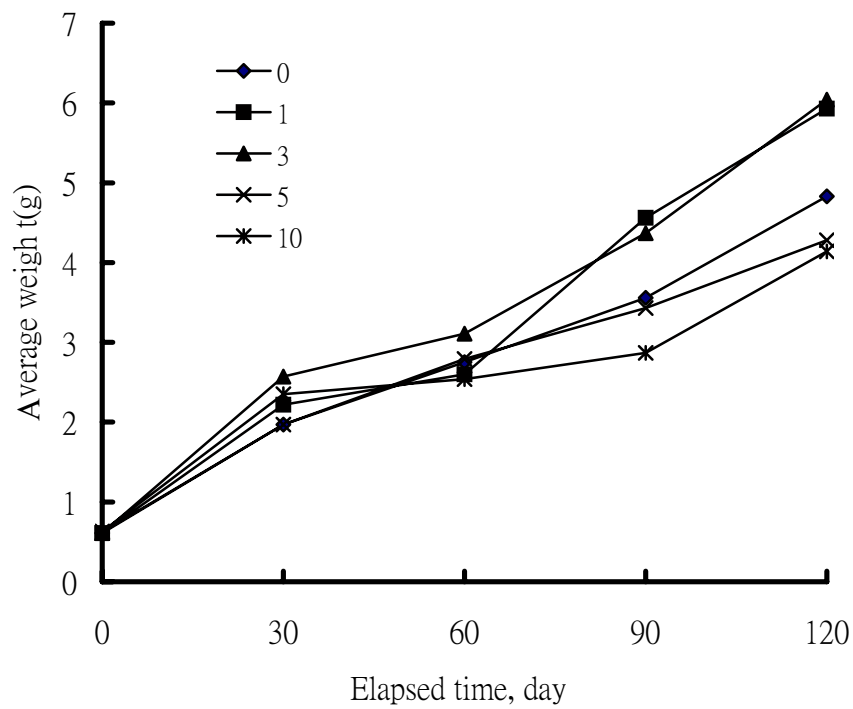


Fig. 1. Growth of *Penaeus monodon* fed test diets that contained various levels of *Gracilaria* sp. powder for 120 days

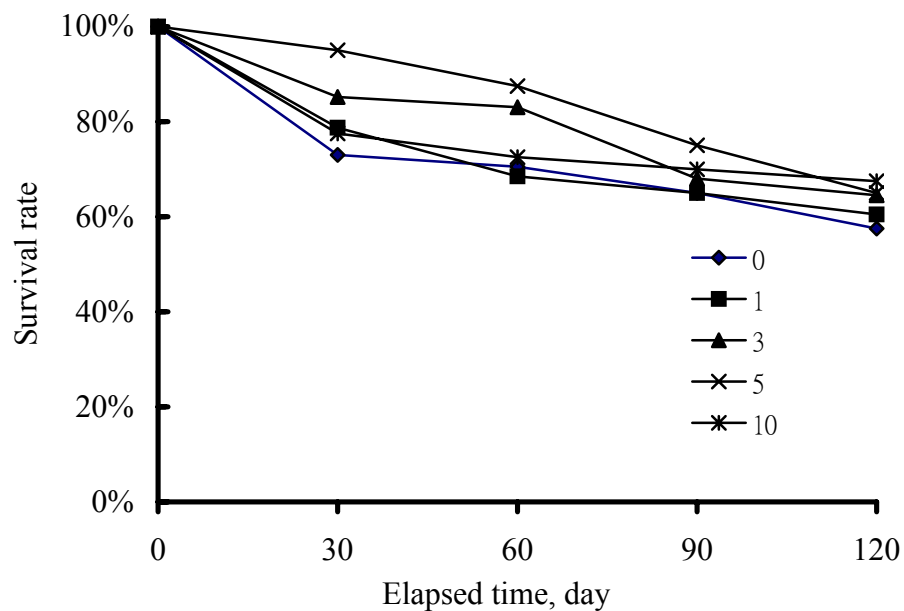


Fig. 2. The survival rate of *Penaeus monodon* in different *Gracilaria* sp. supplementation.

異不太，但1%，3%者比其他組好，尤以3%者為最佳，飼料好壞一般以飼料係數來看(Table 2)，添加3%組為1.63為最高，龍鬚菜中1%組為1.70次之，而添加5%組及10%組均高於對照組，所以龍

鬚菜添加太多有反相效果，而以添加3%或1%為適宜，據林(1996)對九孔的研究發現飼料中龍鬚菜及螺旋藻含量太高也影響其飼料係數。

Table 2. The effects of dietary *Gracilaria* sp. Supplement on growth, FCR and survival rate of grass shrimp.

	<i>Gracilaria</i> sp. %				
	0	1	3	5	10
Final weight (gm)	4.83±0.24	5.93±0.26	6.04±0.19	4.28±0.11	4.14±0.18
FCR	1.77	1.70	1.63	2.41	2.48
Survival rate (%)	57.5±2.5	60.5±3.0	64.5±4.5	65.0±1.5	67.5±3.0
Harvest bio-mass (gm)	555.4	717.4	774.0	558.0	556.0

飼料中添加龍鬚菜後，草蝦體粗脂肪含量隨龍鬚菜添加量而增加，添加1%者為6.89%、3%組為7.13%、5%組為7.52%、10%組為7.93%，對照組則為6.78%。而在成長率較高之添加龍鬚菜1%組、3%組，其飼料中粗脂肪比對照組多了0.11%、0.35%。添加龍鬚菜5%組、10%組，飼料中粗脂肪量比對照組多了0.74%、1.15%。飼料中含龍鬚菜油脂0.17%可加速斑節蝦成長，由於龍鬚菜油脂含有花生四烯酸(arachidonic acid)及二十碳五烯酸(eicosapentaenoic acid, EPA)所致，所以添加龍鬚菜3%，即添加龍鬚菜油脂0.37%，即有較佳之成長，添加1%，即只增加龍鬚菜油脂0.11%，成長也不錯，和蘇(1999)對草蝦認為脂質較高，效果差之結果相同，草蝦試驗飼料及飼育後草蝦體之脂肪酸分析，如Fig. 3, 4。Penafiorida and Golez (1996)認為飼料中添加5-10%龍鬚菜飼育草蝦可得較佳飼料效率之結果相同。其原因有待進一步探討。

在幾種動物中，花生四烯酸(20:4n-6)、二十碳五烯酸(20:5n-3)是前

列腺素(prostaglandins)之先驅物質(precursors)。具有重要之生理作用，海中捕獲的 *Penaeus setiferus*、*P. stylirostris* 和 *P. vannamei* 等雌或雄種蝦體肌肉中均含有 15-19%的花生四烯酸(arachidonic acid, 20:4(n-6), AA)和二十碳五烯酸(eicosapentaenoic acid, 20:5(n-3); EPA) (Middleditch *et al.*, 1979)。野生草蝦肌肉中含有 12.9%的AA，而養殖的草蝦體肌肉中AA含量則為 4.9% (O'Leary and Mathews, 1990)。本實驗結果也發現養殖的草蝦體肌肉中含 4.9%的AA。由於魚蝦體脂肪酸的組成反映其餌料的脂肪酸組成(Lie *et al.*, 1986; Stowell and Gatlin, 1992)，因此野生和養殖草蝦肌肉中AA含量的差異，主要可能來自其攝食的餌料中所含的AA含量不同，而影響其體組織脂肪酸之組成。另養殖的草蝦在體型上比野生者小，這或許是餌料中AA具有促進草蝦成長的效果，然這一方面

仍有待進一步探討。

Table 3. Fatty acid composition of the shrimp feeds.

Fatty acid	<i>Gracilaria</i> sp.				
	0%	1%	3%	5%	10%
14:0	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
16:0	14.0	13.9	14.8	14.7	14.4
16:1	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5
18:0	3.4	3.5	3.8	3.5	3.5
18:1	19.0	19.5	20.2	19.4	19.2
18:2n6	35.3	35.7	35.3	35.4	35.4
18:3n3	4.4	4.4	4.2	4.4	4.4
20:1	2.4	2.5	2.9	2.4	2.3
20:4n6	--	--	--	--	--
20:5n3	5.3	5.3	5.8	5.0	5.1
22:6n3	5.6	5.4	5.8	5.4	5.4
other	7.6	6.8	4.3	7.0	7.4
Σn-3	15.3	15.1	15.8	14.8	14.9
Σn-6	35.3	35.7	35.3	35.4	35.4
Σmon	23	23.6	24.6	23.3	23
ΣS	18.8	18.8	20	19.6	19.3
n-3/n-6					
FA ratio	0.43	0.42	0.44	0.42	0.42

\* - : no detectable

Table 4. Fatty acid composition in the muscle of shrimps fed test diet that contained various levels of *Gracilaria* sp. powder for 120 days

Fatty acids	<i>Gracilaria</i> sp.				
	0%	1%	3%	5%	10%
16:0	15.7	15.7	16.3	15.7	14.4
18:0	8.3	7.8	8.4	7.9	7.2
18:1	16.1	15.8	16.5	16.6	16.4
18:2n6	20.7	19.2	21.1	20.3	22.3
18:3n3	--	--	1.4	--	1.5
20:1	--	1.5	1.8	--	1.7
20:4n6	4.6	4.9	4.9	4.5	4.0
20:5n3	11.5	10.5	11.3	10.8	10.6
22:6n3	11.0	10.5	11.5	10.6	9.9
other	12.1	14.1	6.8	13.6	12.0
Σn-3	22.5	21.0	24.2	21.4	22.0
Σn-6	25.3	24.1	26	24.8	26.3
Σmono	16.1	17.3	18.3	16.6	18.1
ΣSaturated	24.0	23.5	24.7	23.6	21.6
n-3/n-6					
FA ratio	0.89	0.87	0.93	0.86	0.83

本實驗雖然無法證實草蝦的活存或成長與(n-3)/(n-6)多不飽和脂肪酸(polyunsaturated fatty acids, PUFAs)比例的相關性，但斑節蝦體肌肉中的(n-3)/(n-6)PUFAs 比例為 1 時，為其卵巢成熟的最佳時機(Veronica *et al.*, 1993)，另 Glencross *et al.* (2002)也證實(n-3)/(n-6)PUFAs 比例為 2.8-1 時最適草蝦的成長。本試驗經飼育 120 天後，試驗蝦體中(n-3)/(n-6)PUFAs 比例為 0.83-0.93 (表四)，最大成長的試驗組為添加 3%龍鬚菜者，其(n-3)/(n-6)PUFAs 比例為 0.93，較其他試驗組及對照組者高。其他組由於餌料提供較高的(n-6)PUFAs，造成較差之結果，較高的(n-3)/(n-6)PUFAs 是有利於草蝦成長的。

飼料的主要油脂來源為黃豆油和黃豆卵磷脂，因此各試驗飼料中含大量的 18:2(n-6) (35.3-35.4%) (Table 3)，但在各試驗蝦體肌肉中的 18:2(n-6)並未發現相同的趨勢 (19.2-22.3%)(Table 4)；另在各試驗飼料中並未檢測出 20:4(n-6)，但各試驗蝦體肌肉中的 20:4(n-6)則維持在 4.0-4.9%之間(Table 4)。雖然本試驗無法直接證實草蝦對(n-6)PUFAs 的需求性，但結果似乎顯示，草蝦會將 18:2(n-6)做為能量來源，另外一方面草蝦似乎可將 18:2(n-6)生物轉換為 20:4(n-6)的可能。由野生草蝦體肌肉中含高達 12.5%的 20:4(n-6) (O'Leary and Mathews, 1990)的結果，可推知草蝦的將 18:2(n-6)生物轉化為 20:4(n-6)速率可能無法滿足其生理需求，而需由飼料或餌料補充足量的 20:4(n-6)。

試驗飼料的18:3(n-3)、EPA和DHA含量分別4.2-4.4%、5.0-5.8%和5.4-5.6%

(Table 4)，但經餵以試驗飼料120天後，餵飼龍鬚菜0、1和5%等試驗組蝦體肌肉中並未檢測出18:3(n-3)，餵飼龍鬚菜3和10%等兩試驗蝦肌肉中也僅含有1.4-1.5%，各試驗組蝦體肌肉中EPA和DHA含量分別為10.5-11.5%和9.9-11.5%(Table 4)。EPA和DHA具有促進草蝦成長的能力(Glencross and Smith, 2001)。處於飢餓狀態的魚會消耗飽和脂肪酸和單元不飽和脂肪酸，而特別節省或保留高度不飽和脂肪酸(Koven *et al.*, 1989)，且魚體對DHA的保存能力是高於EPA者 (Rainuzzo *et al.*, 1997)。本試驗的結果雖無法證實草蝦和魚類一樣，在飢餓時會消耗飽和脂肪酸和單元不飽和脂肪酸，但結果明確顯示當飼料(n-3)PUFA含量不足時，草蝦會選擇消耗18:3(n-3)，而保留EPA和DHA。另由本試驗各試驗組蝦體肌肉DHA和EPA含量發現，除餵飼龍鬚菜3%者之DHA含量高過EPA和餵飼龍鬚菜1%者DHA與EPA等量外，其餘試驗組之蝦體肌肉中的DHA含量均少於EPA者，此一結果似乎顯示草蝦在會選擇保留EPA或隨機保留DHA或EPA，由此可知EPA對草蝦的重要性是重於DHA，然這一方面仍有待進一步探討。在飼料中添加適量的龍鬚菜，可提高草蝦活存及成長，增加業者收益。

### 謝辭

本試驗感謝其間蒙海水繁養殖研究中心丁雲源主任，林明男研究員，吳豐成助理研究員等從旁指導及分所同仁協助得以完成。

### 參考文獻

林德彥 (1996) 飼料中添加藻粉對九孔幼

- 貝成長之研究。國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文，59 pp。
- 莊健隆、洪平 (1993) 水產動物營養及飼料。養魚世界雜誌社，台北。pp. 542-544。
- 劉熾揚、丁雲源、莊健隆 (1988) 人工配合飼料中大型紅尾蝦的蛋白質需求量研究。台灣省水產試驗所試驗報告。45: 115-121。
- 鄭長義、戴宏宗編譯 (1984) 魚類的營養與飼料。養魚世界雜誌社，台北。
- 蘇菁瑋 (1999) 飼料添加物對草蝦幼蝦成長與白點症病毒抗病力之影響。國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文，78 pp。
- 蘇麗珠 (1996) 飼料中烏賊內臟粉、數種藻粉及利佳畜肥的添加對草蝦幼蝦在成長與抗病力之影響。國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文，66 pp。
- Briggs, M. R. P. and S. J. Funge-Smith (1996) The potential use of *Gracilaria* sp.meal in diets for Juvenile *Penaeus monodon* Fabricius. *Aquacult. Res.*, 27: 345-354.
- Daisuke T. and Y. Isao (2001) Preliminary studies on the effect of lipid extracted from *Gracilaria vermiculophylla*, on the growth of Kuruma prawn, *Penaeus japonicus*. *Suisanzoshoku*, 49: 415-416.
- Glencross, B. and D. Smith (2001) Optimizing the essential fatty acids, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid, in the diet of the prawn, *Penaeus monodon*. *Aquacult. Nutr.*, 7: 101-112.
- Glencross, B., D. Smith, M. Thomas and K. Williams (2002) The effect of dietary n-3 and n-6 fatty acid balance on the growth of the prawn *Penaeus monodon*. *Aquacult. Nutr.*, 8: 43-51.
- Jeanne D. J. (1977) Assessment of the nutritional role of algae in the culture of larval prawns (*Macrobrachium rosenbergii*). Eighth annual meeting world ariculture society. pp. 853-861
- Lee, D. S., C. K. Lee and Y. S. Jang (1996) Dietary fiber content of seaweeds in Korea. *Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Agency (Korea)*, 52: 99-106.
- Lie, O., E. Lied and G. Lambertsen (1986) Liver retention of fat and of fatty acids in cod (*Gadus morhua*) fed different oils. *Aquaculture*, 59: 187-196.
- O'Leary, C. D. and A. D. Mathews (1990) Lipid class distribution and fatty acid composition of wild and farm prawn, *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture*, 89: 64-81.
- Penafloida, V. D. and N. V. Golez (1996) Use of seaweed meals from *Kappaphycus alvarezii* and *Gracilaria heteroclada* as binders in diets for juvenile shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 143: 393-401.
- Rainuzzo, J. R., K. I. Reitan and Y. Olsen (1997) The significance of lipids at early stages of marine fish: a review. *Aquaculture*, 155: 103-115.
- Satoh, K., H. Nakagawa and S. Kasahara (1987) Effect of *Ulva* meal supplementation disease resistance of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53: 1115-1120.
- Stowell, S. L. and Gatlin, D.M., III (1992) Effects of dietary pantethine and lipid levels on growth and body composition

- of channel catfish, *Ictalurus punctatus*.  
Aquaculture, 108: 177-188.
- Veronica, R. A., A. Knanawa, S. I. Teshima  
and K. Shunsuke (1993) Effect of  
dietary phospholipids and n-3 highly  
unsaturated fatty acids on ovarian  
development of Kuruma prawn. Bull.  
Japan. Soc. Sci. Fish., 59: 345-351.
- Yone, Y., M. Furuichi and K. Urano (1986)  
Effects of dietary wakame *Undaria*  
*penatifida* and *Ascophyllum nodosum*  
supplements on growth, feed efficiency,  
and proximate compositions of liver and  
muscle of red seabream. Bull. Japan  
Soc. Sci. Fish., 52: 1465-1468.



Influence on *Penaeus monodon* growth and fatty acid composition with different *Gracilaria* sp. supplementation in feeds

Chih-Yang Liu

**Abstract**

The power of dried seaweed *Gracilaria* sp. was supplemented to experimental feeds at different levels from 0% to 10% for rearing of grass shrimp, *Penaeus monodon*. After 120 days, the survival rates were between 57.5% and 67.5%, not significantly different among groups. The weight gain and feed coefficient were higher in the 3% group than those of other groups. Supplementation of appropriate amount of *Gracilaria* sp. in feed will increase the concentration of highly unsaturated fatty acids in shrimp body and enhanced the growth and survival rate of grass shrimp.

**Keywords:** *Penaeus monodon*, *Gracilaria* sp., fatty acid, nutrition.