

不同餌料對文蛤養成之影響

周昱翰、黃麗月

摘要

利用藻水、鰻粉、有機發酵液及混合鰻粉和有機發酵液等四種不同的餌料來投餵文蛤，探討其對文蛤成長、一般成份、肝醣、活存率、池水細菌相及水質的影響。經過 6 個月的飼育結果，以投餵鰻粉及添加藻水兩組成長較好顯著高於其餘兩組。肝醣含量以混合投餵有機發酵液及鰻粉組顯著低於其餘各組。體蛋白質含量以添加藻水組顯著高於其餘各組，體脂質含量、水份含量及肥滿度各組間無顯著差異。在活存率方面，也是以藻水及鰻粉兩組最高，為 94.3% 及 91.5%，混合投餵鰻粉和有機發酵液組最低，為 12.3%。試驗期間總生菌數介於 1.01×10^3 - 2.83×10^4 CFU/ml 之間，池水總生菌數隨養殖時間增加並沒有明顯上升的趨勢。試驗開始細菌歧異性很大但隨養殖時間而減低。試驗末期各組均發生零星死亡導致活存率降低，分析各組細菌相的優勢菌大多以 *Vibrio* spp. 及 *Aeromonas* spp. 為主。由水質水分析結果發現，投餵有機發酵液會使池水 pH、DO 下降，氨-氮濃度上升。

關鍵詞：文蛤、有機發酵液、成長、活存率、細菌相

前言

文蛤(*Meretrix lusoria*)屬二枚貝斧足綱，主要產區在彰化縣、雲林縣、嘉義縣與台南縣。文蛤具有特殊風味，廣受一般消費者喜好，但常因養殖池環境、飼育餌料及養殖管理之不同，導致文蛤成長、活存率、肥滿度相差懸殊。目前文蛤養殖業者的主要養殖方式有抽取藻水、直接供給餌料或添加肥水及池中吊雜魚或雞糞間接培養藻類。不同之養殖方式及餌料，會釋出不同的溶解性有機及無機物質於養殖池內而導致水質改變(Sugita and Deguchi, 1986)。Avnimelech and Lacher (1979)發現飼料中 80% 的氮殘留於魚池的水中和池底。另養殖生物所排泄的氨，大部份會

與水中顆粒結合而沈澱堆積在池底(Shilo and Rimon, 1982)。因分解殘餌需要氧氣，所以在互相爭氧之下，易造成溶氧不足，而降低活存率(Costa-Pierce *et al.*, 1983)。池塘的自淨作用和有機物負載能力有一定的飽和限制(Avnimelech *et al.*, 1981)，過量的有機物經由細菌分解造成還原物質的累積，尤其是氨和硫化氫(Reeburgh, 1983)，而這些有毒的還原物質會對養殖生物造成壓迫，導至攝餌活動降低，成長不良(Rappaport and Sarig, 1979; Miyamoto *et al.*, 1983; Wickins, 1985)。

養殖魚貝類風味除了餌料外也受到季節、生理狀態、產地、鹽度、部位

等因素的影響而變動(Haard, 1992)。曾及陳(1974)指出台灣養殖文蛤肥滿度以 1 月份較高而 4-5 月較低, Jeng *et al.* (1979)發現文蛤季節之變化遠低於牡蠣, 且文蛤於夏季時肝醣含量較多而使文蛤更具美味, 邱等(1996)也發現夏、秋生產的文蛤之肝醣、呈味胺基酸及琥珀酸等含量較豐富。

本試驗以小面積的水泥池詳細探討使用藻水、直接投餵鰻粉及有機發酵液間接培養藻類來比較文蛤之成長、風味成份和活存率, 同時也檢測投餵不同餌料對文蛤池池水細菌相、水質狀況等環境因素的影響。

材料與方法

試驗之處理分為添加藻水、投餵鰻粉、投餵有機發酵液及混合投餵鰻粉和有機發酵液等四組, 每組 2 重覆共計 8 池。在 8 個 8 m×4 m 的水泥池的池底填滿 15 cm 高的海砂。試驗開始時, 各試驗池中放養平均體長 1.72±0.36 cm, 平均體重 1.5 g 的文蛤苗 3840 粒, 放養密度為 120 粒/m²。池水水深 50 cm, 並放養 3 尾虱目魚以控制絲藻。本實驗以 5 月 8 日開始養殖 6 個月, 期間鹽度變化為 15-20 ppt, 水溫為 15-31°C。

所使用之藻水是利用養魚池之綠色池水, 藻種則以單胞藻(*Chlamydomonas* sp)及小球藻(*Chlorella* sp)為主, 每日以抽水機抽入試驗池, 其量以維持池水微綠色並還能看到池底。鰻粉每日投餵量為試驗池中文蛤總重的 1%但也依池水藻色濃淡來增減。有機發酵液是以 50 kg 的下雜魚漿加入 10 噸 15 ppt 的海水中, 經兩星期發酵後, 水色呈粉紅色, 其每日的投餵量使池水微濁並能見底之情況。混合投餵組則依鰻粉組和有機發酵液組投餵量之一半。投餵以每天上午 8:30 為之, 但 7 月底, 發現投餵有機發酵液的二個處理組, 文蛤有死亡現象發生, 為避免文蛤

繼續死亡, 投餵次數由每日一次改為每週二次。試驗期間每週換水乙次, 但 7 月底後改為每週 2 次。

各試驗組文蛤每月採樣一次, 逢機以文蛤耙自池底耙撈 20 粒文蛤, 於實驗室測量文蛤之體長、體重、濕肉重、乾肉重、肝醣(田中及佐藤, 1989)、一般成份(AOAC, 1984)及肥滿度(肥滿度=(濕肉重/(體重-殼重))×100%)。同時也採水利用 TSA 分析水中總生菌數及以 MICROBACT 鑑定細菌相。試驗期間每天早上 8:30 測量水溫、酸鹼度及溶氧量。每週分析懸浮固體量、硫化物、氨-氮(Solorzano, 1969)及化學需氧量(陳, 1981)。以單向變方分析及 Duncan 氏多變域分析來檢驗各處理間的差異。

結果

經過 6 個月的飼育後, 發現增重率及活存率在四組間有明顯差異存在, 以投餵鰻粉及添加藻水兩組成長及活存率較好且顯著高於其餘兩組。但四組的肥滿度沒有明顯差異存在(Table 1)。肝醣含量(如 Table 2)介於 77.83-119.06 mg/100g 之間, 以混合組最低且顯著低於其餘各組。各組體蛋白質含量介於 8.35-10.38%之間, 以藻水組最高且顯著高於其餘各組, 體脂質含量介於 0.7-1.18%之間且各組間無顯著差異, 水份含量介於 82.83-84.58%之間且各組間無顯著差異。

各池水中總生菌數在 1.01×10³-2.83×10⁴ CFU/ml 之間(Table 3), 水中總生菌數隨養殖時間增加並沒有明顯上升的趨勢。比較各組水中總生菌數, 以混合組及有機發酵組較多, 尤其前 2 個月, 水中生菌數大約在 2×10⁴ CFU/ml, 為其它兩組的 10 倍, 其可能原因為此兩組水中有機物質較多, 較有助於水中細菌之繁衍。分析各組試驗期間細菌相之差異, 結果如 Table 3 所示,

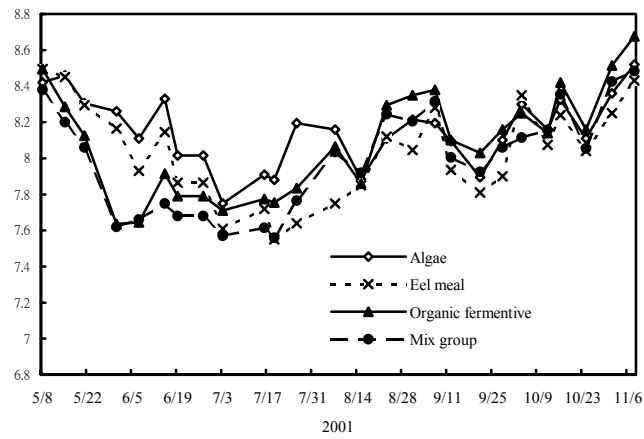


Fig. 1. Fluctuation of pH for individual test groups during the feeding period.

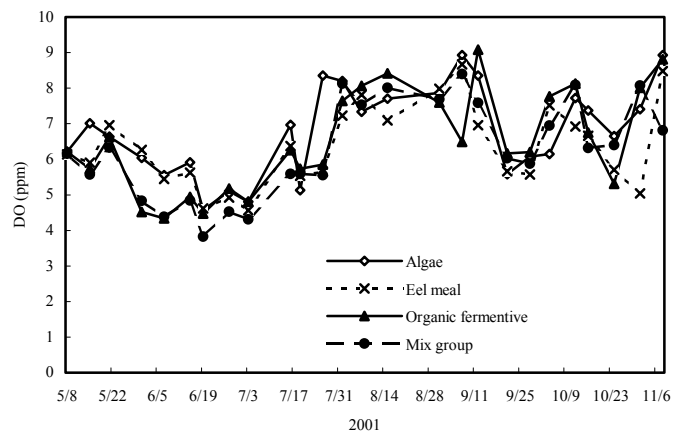


Fig. 2. Fluctuation of DO for individual test groups during the feeding period.

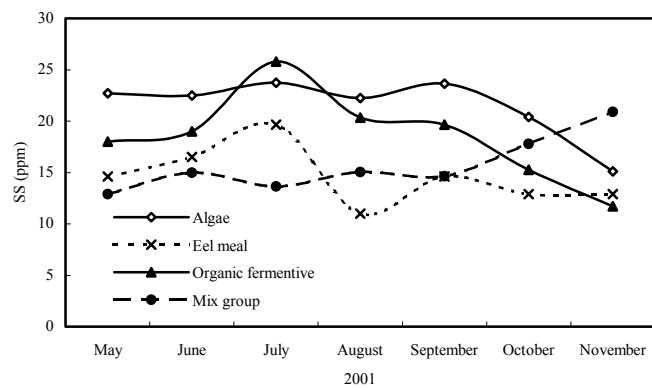


Fig. 3. Fluctuation of SS for individual test groups during the feeding period.

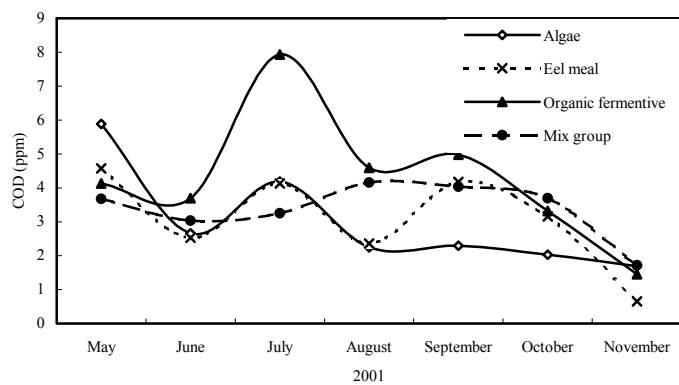


Fig. 4. Fluctuation of COD for individual test groups during the feeding period.

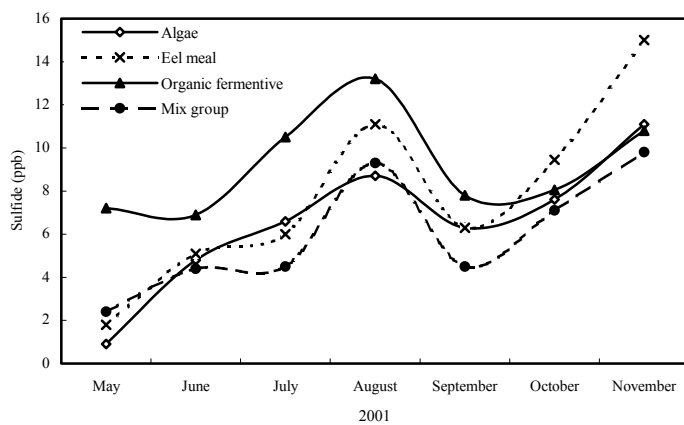


Fig. 5. Fluctuation of sulfide for individual test groups during the feeding period.

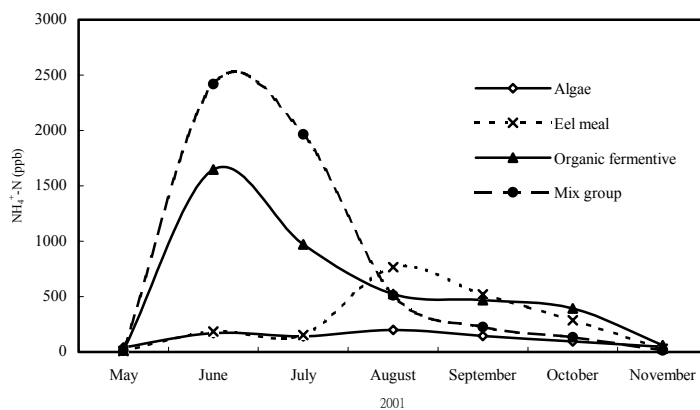


Fig. 6. Fluctuation of Ammonia-N for individual test groups during the feeding period.

Table 1. The results of hard clam fed different diets.

Treatment	Initial mean weight (g)	Final mean length (cm)	Final mean weight (g)	Increase weight rate (%)	Survival rate (%)
Algae	1.50±0.47	2.41±0.17	4.08±0.76	172.67 ^a	92.31 ^a
Eel meal	1.50±0.47	2.33±0.18	4.06±0.69	170.67 ^a	91.46 ^a
Organic fermentative solution	1.50±0.47	1.99±0.18	2.62±0.65	74.7 ^b	42.91 ^b
Mix group	1.50±0.47	2.13±0.23	3.00±0.29	100 ^b	12.30 ^c

Table 2. The body composition, glycogen and condition factor in hard clam fed different diets.

	Crude Protein (%)	Crude Lipid (%)	Moisture (%)	Glycogen (mg/100g)	Condition factor (%)
Initial	10.27±1.42	0.96±0.42	82.48±0.73 ^a		
Algae	10.38±1.21 ^a	0.7±0.21 ^a	82.89±1.24 ^a	119.06±46.31 ^a	37.92
Eel meal	9.08±0.77 ^b	1.18±0.69 ^a	82.83±1.54 ^a	117.68±40.86 ^a	38.04
Organic fermentative solution	8.38±0.49 ^b	1.07±0.27 ^a	83.64±0.59 ^a	101.56±24.96 ^a	35.47
Mix group	9.11±0.08 ^b	0.87±0.20 ^a	84.58±1.29 ^a	77.83±13.74 ^b	38.88

細菌相分佈隨養殖時間變化很大，試驗開始細菌歧異度很大，藻水組較常出現的優勢菌為 *Flavobacterium* spp. 及 *Acinetobacter* spp.，鰻粉組較常出現的優勢菌為 *Flavobacterium* spp. 及 *Pseudomonas* spp.，魚粉與有機發酵液混合組較常出現的優勢菌為 *Moraxella* spp.、*Flavobacterium* spp. 及 *Pseudomonas* spp.，有機發酵液組較常出現的優勢菌為 *Moraxella* spp.、*Flavobacterium* spp. 及 *Pseudomonas* spp.。從 8 月份起分析各組細菌相發現 *Vibrio* spp. 及 *Aeromonas* spp. 隨養殖時間增加有增加的趨勢，大約由 15 % 增加至 55 % 左右，而 *Flavobacterium* spp. 及 *Pseudomonas* spp. 隨養殖時間增加有減少的趨勢，大約由 35 % 降至 15 % 左右。

在水質方面，四個試驗組池水 pH

值的變化顯示於 Fig. 1，各試驗組池水 pH 值在開始投餵後逐漸下降，其中以投餵有機發酵液及混合投餵鰻粉和有機發酵液兩組在飼育 1 個月後池水 pH 值由 8.5 降至 7.6。各試驗組溶氧量的變化趨勢(Fig. 2)如同 pH 值的變化相似，由於試驗池為止水式且沒有另外增加溶氧的裝置，因此溶氧量在開始投餵後逐漸下降，其中以投餵有機發酵液及混合投餵鰻粉和有機發酵液兩組下降最多，且在 6、7 月份溶氧量降低到 3.6-5.0 ppm 之間。

飼育期間四個試驗組的懸浮固體量維持在 13-25 mg/l(Fig. 3)，以添加藻水及投餵有機發酵液兩組的懸浮固體量最高。水中的化學需氧量則以有機發酵液組最高，尤其在 7 月間高達 8 ppm，而藻水組的化學需氧量最低(Fig. 4)。各試驗組水中溶解的硫化物濃度含

Table 3. The total bacterial numbers and the rate of main bacterial composition in the hard clams pounds fed different diets

Treatment	Bacteria group	6/4	7/8	8/6	9/11	10/9
Algae	Total bacteria number	1.01×10^3	1.18×10^3	1.49×10^3	1.02×10^3	1.35×10^3
	<i>Vibrio</i> spp.	10%	20%	25%	30%	20%
	<i>Aeromonas</i> spp.	10%	5%	20%	25%	30%
	<i>Flavobacterium</i> spp.	25%	15%	10%	5%	10%
	<i>Pseudomonas</i> spp.	15%	15%	20%	10%	10%
	Other bacteria	40%	45%	25%	30%	30%
Eel meal	Total bacteria number	5.11×10^3	1.31×10^3	2.81×10^3	2.14×10^3	4.31×10^3
	<i>Vibrio</i> spp.	15%	15%	25%	35%	25%
	<i>Aeromonas</i> spp.	5%	15%	20%	25%	15%
	<i>Flavobacterium</i> spp.	20%	15%	10%	5%	5%
	<i>Pseudomonas</i> spp.	15%	10%	15%	15%	10%
	Other bacteria	45%	55%	30%	20%	35%
Organic fermentative solution	Total bacteria number	2.41×10^4	1.05×10^4	2.41×10^3	6.41×10^3	4.92×10^3
	<i>Vibrio</i> spp.	10%	15%	30%	30%	30%
	<i>Aeromonas</i> spp.	10%	10%	20%	20%	20%
	<i>Flavobacterium</i> spp.	20%	20%	10%	10%	10%
	<i>Pseudomonas</i> spp.	15%	15%	20%	15%	15%
	Other bacteria	45%	40%	20%	25%	25%
Mix group	Total bacteria number	2.83×10^4	2.41×10^4	2.81×10^3	3.92×10^3	5.42×10^3
	<i>Vibrio</i> spp.	10%	15%	30%	30%	30%
	<i>Aeromonas</i> spp.	5%	15%	25%	25%	25%
	<i>Flavobacterium</i> spp.	15%	15%	10%	10%	10%
	<i>Pseudomonas</i> spp.	15%	15%	10%	5%	10%
	Other bacteria	55%	40%	25%	30%	25%

量隨著養殖時間的增長有逐漸增加的趨向，但均在 16 ppb 以下(Fig. 5)。而水中氨-氮的濃度，由 Fig. 6 顯示有機發酵液組及混合投餵組在飼育試驗開始後，即急速上升，於 6、7 月達到最高，濃度範圍在 1.5-2.5 ppm。

討論

因為投餵的餌飼料的不同，所造成的飼育結果，由水質分析數據可明顯看出，添加有機發酵液對水質有不良的影響，雖然文蛤可以忍受 pH 值 3-9 的範圍(楊及丁, 1984)，但是 pH 值的改變表示水質的穩定性受到破壞。投餵有機發酵液及混合投餵鰻粉和有機發酵液兩組在飼育 1 個月後池水 pH 值由 8.5 降至 7.6。氨-氮濃度於 6、7 月達到最高，濃度範圍在 1.5-2.5 ppm。由氨-氮對文

蛤 96 小時的半致死濃度為 3.3 ppm (Colt and Armstrong, 1981)來看，上述的氨-氮濃度已可影響文蛤的成長及活存率。同時水中的化學需氧量，尤其在 7 月間高達 8 ppm，顯示以有機發酵液作為食物源，其中的還原物質含量高，會消耗池中的溶氧，造成溶氧量偏低，由有機發酵液組及混合投餵組溶氧量的變化趨勢(Fig. 2)即可證明。因此到 7 月底，投餵有機發酵液的二處理組文蛤開始有死亡現象發生，為避免文蛤大量死亡，除加強換水外(每週改為換水二次)，各試驗組的投餵次數由每日一次改為每週二次。因此池水 pH 值在 8 月份逐漸上升，到實驗結束這段期間，pH 值維持在 7.85-8.60 之間。氨-氮濃度下降至 0.5 ppm 以下，COD 降至 4 ppm 以下，溶氧維持在 5 ppm 以上。而添加藻

水或鰻粉的處理組保持良好的水質，因此文蛤可以獲得良好的成長和高活存率，同時肝醣含量也較高，顯示其風味也較佳(Jeng *et al.*, 1979)。可見在文蛤的飼育管理上，食源的選擇除營養成份外，更應注意其對環境是否有不良的影響，畢竟環境因子也是影響文蛤生長的重要因素(楊, 1981)。

Sugita *et al.* (1989)認為養殖池中之菌相也可顯示各池水之營養狀況及病害狀況。由各組試驗期間細菌相之分析，發現細菌相分佈隨養殖時間變化很大，試驗開始細菌歧異度很大，而後隨養殖時間細菌歧異度逐漸變小，同時 *Vibrio spp.* 及 *Aeromonas spp.* 隨養殖時間增加有增加的趨勢，大約由 15% 增加至 55% 左右，而 *Flavobacterium spp.* 及 *Pseudomonas spp.* 隨養殖時間增加有減少的趨勢，大約由 35% 降至 15% 左右。

參考文獻

- 田中禮二、佐藤守 (1989) 魚類肝臟和筋肉中 Glycogen 的定量法。在：水產化學實驗法。恒星社厚生閣，東京，日本，pp. 89-90。
- 邱思魁、林君霏、蕭泉源 (1996) 養殖文蛤化學成分之季節變化。食品科學，23: 779-787。
- 陳建初 (1981) 化學氣需求量。在：水質分析。九大圖書公司，台北，pp. 198-204。
- 曾文陽、陳世欽 (1974) 鹿港養殖文蛤成長之初步研究。中國水產，264: 9-15。
- 楊維德 (1981) 文蛤生理生態實驗-I 文蛤型值測定和生態化生存界線及其數學模式。台灣省水產試驗所試驗報告。33: 669-676。
- 楊鴻禧、丁雲源 (1984) 文蛤人工繁殖之研究。台灣省水產試驗所試驗報告，36: 99-111。
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1984) Official Methods of Analysis, 14th ed. AOAC, Washington, D.C.
- Avnimelech, Y. and M. Lacher (1979) A tentative nutrient balance for intensive fish ponds. Isr. J. Aquacult.-Bamid., 31: 3-8.
- Avnimelech, Y., M. Lacher, A. Raveh and O. Zur (1981) A method for evaluation of conditions in fish pond sediment. Aquaculture, 23: 361-365.
- Costa-Pierce, B. A., S. R. Malecha, L. Clay and E. A. Laus (1983) Benthic microbial biomass, organic matter and respiration changes in prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) ponds with or without fish polyculture. In *Proceedings of the First International Conference on Warmwater Aquaculture Crustacea* (G. L. Rogers, R. Day and A. Lim eds.). Brigham Young University, Laie, H.I., pp. 420-428.
- Colt, J. E. and D. A. Armstrong (1981) Nitrogen toxicity to crustaceans, fish, and mollusks. In *Bio-Engineering Symposium for Fish Culture*. American Fisheries Society, pp. 34-47.
- Haard, N. F. (1992) Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. Food Res. Intl., 25: 289-307.
- Jeng, S. S., S. Y. Hsu and G. S. Wang (1979) Chemical composition of Taiwan's oysters and clams. Bull. Inst. Zool., Academic Sinica, 18: 1-10.
- Miyamoto, G., J. Brock, R. Nakamura, V. Sato and G. Akita (1983) A preliminary microbiological biomass and water

- quality survey of two Hawaiian prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) hatcheries. In *Proceedings of the First International Conference on Warmwater Aquaculture Crustacea* (G. L. Roners, R. Day and A. Lim eds.). Brigham Young University, Laie, H.I., pp. 429-458.
- Rappaport, U. and Y. S. Sarig (1979) The effects of population density of carp in monoculture under condition of intensive growth. *Isr. J. Aquacult.-Bamid.*, 31: 26-34.
- Reeburgh, W. (1983) Rates of biogeochemical processes in anoxic sediment. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 11: 269-298.
- Shilo, M. and A. Rimon (1982) Factors which affect the intensification of fish breeding in Israel. II. Ammonia transformation in intensive fish ponds. *Isr. J. Aquacult.-Bamid.*, 34: 101-114.
- Solorzano, L. (1969) Determination of ammonia in natural water by the phenol hypochloite method. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 700-801.
- Sugita, H., H. Arai, S. Okada, M. Nagaya and Y. Deguchi (1989) Changes of the bacterial composition of goldfish culture water during the decomposition of food pellets. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55: 661-668.
- Sugita, H. and Y. Deguchi (1986) Microbes in aquaculture environments: microbes in water. In *Microbiological Aspects in Aquaculture* (A. Kawi ed). Koseisha-Koseikaku, Tokyo, Japan, pp. 58-71.
- Wickins, J. F. (1985) Organic and inorganic carbon levels in recycled seawater during culture of tropical prawns, *Penaeus* sp. *Aquacult. Eng.*, 4: 59-84.

Effect of different diets on the growth of hard clam (*Meretrix lusoria* Roding)

Yu-Han Chou and Lie-Yueh Hwang

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effect of different diets on the growth, body composition, glycogen, survival rate of hard clam as well as bacterial flora and water quality in hard clam pond. Four experimental diets were algae, eel meal, organic fermentative solution mixed with eel meal, and organic fermentative solution. After six month of culture, the result showed that eel meal and algae groups had significantly better growth and survival rate than other groups. The organic fermentative solution mixed with eel meal group had significantly lower glycogen than other groups. The algae group had significantly higher body crude protein than other groups. No significant differences were found in body crude lipid, moisture, and condition factor among the four groups. The survival rate in algae and eel meal groups were 94.31% and 91.46%, respectively, and these were better than the others. The lowest value was found in group fed with organic fermentative solution mixed with eel meal (12.3%). During the experimental period, the total bacterial number was 1.01×10^3 - 2.83×10^4 CFU/ml and no increase was observed with time. The bacterial flora varied with culture period. The species diversity index of bacteria was high in the initial stage of this experiment. The *Vibrio* spp. and *Aermonas* spp. predominated in the final stage, because these ponds had less death and lower survival rate. During the experimental period, the organic fermentative solution group had the worst water quality.

Key words: Hard clam, Organic fermentative solution, Growth, Survival rate, Bacterial flora.