

NGHIÊN CỨU THIẾT LẬP HỆ THỐNG NUÔI KẾT HỢP LUÂN TRÙNG (*Brachionus plicatilis*) VỚI BỂ NƯỚC XANH

Trần Thương Ngọc và Nguyễn Hữu Lộc¹

ABSTRACT

An integrated system of rotifer-algae-tilapia was studied with two experiments. The first experiment investigated the effect of Chlorella concentration on development of brackishwater rotifer (Brachionus plicatilis). This experiment consisted of 3 treatments: NT50, NT100 and NT150 to imply an amount of algae per rotifer per day with different algal densities of 50000, 100000 and 150000 cells/mL, respectively. There were 3 treatments (NT700, NT1100 and NT15000) in the second experiment which studied biomass production of rotifer by different culture densities at 700, 1100 and 1500 ind/mL. The results indicated that feeding rate of 100000 cells/rotifer/day would attain maximum density of 2309 ind/mL after 5 days. The maximal biomass production of rotifer was recorded at NT 700 with 66.22 millions of rotifer/28L within 6 days of cultured period.

Keywords: *Chlorella, Brachionus plicatilis, integrated system*

Title: *A possibility of rotifer culture in integrated system of rotifer-algae-tilapia*

TÓM TẮT

Hệ thống nuôi kết hợp luân trùng-tảo-cá rô phi được nghiên cứu qua hai thí nghiệm: thí nghiệm 1 xác định ảnh hưởng của mật độ tảo Chlorella đến sự phát triển của luân trùng nước lợ (Brachionus plicatilis). Thí nghiệm 1 gồm 3 nghiệm thức (NT50, NT100 và NT150) để chỉ lượng tảo cho ăn là 50.000, 100.000 và 150.000 tb/lưuân trùng/ngày. Thí nghiệm 2 gồm 3 nghiệm thức (NT700, NT1100 và NT15000) nhằm nghiên cứu khả năng sản xuất sinh khối của luân trùng bằng cách duy trì các mật độ nuôi với 700, 1.100 và 1.500 cá thể/mL trong quá trình nuôi. Kết quả cho thấy khi cho ăn với liều lượng 100.000 tb/lưuân trùng/ngày thì mẻ nuôi đạt mật độ cao nhất (2.309 luân trùng/mL) sau 5 ngày nuôi. Khả năng sản xuất sinh khối cực đại thu được ở nghiệm thức NT700 là 76,22 triệu luân trùng/28 L trong vòng 6 ngày nuôi.

Từ khoá: *Chlorella, Brachionus plicatilis, hệ thống nuôi kết hợp*

1 MỞ ĐẦU

Luân trùng là một trong những thức ăn quan trọng đảm bảo sự thành công trong quá trình sản xuất giống các loài thủy sản nước lợ, mặn. Vấn đề cung cấp đủ thức ăn tươi sống cả về số lượng và chất lượng (dinh dưỡng cao và sạch bệnh) là vấn đề khó khăn hiện nay. Để khắc phục tình trạng này nhiều mô hình sản xuất thức ăn tươi sống đang được đặt ra trong nghiên cứu và ứng dụng. Trong đó, luân trùng nước lợ (*Brachionus plicatilis*) rất được quan tâm nhằm đáp ứng nhu cầu ương nuôi các loài ấu trùng tôm cá nước lợ có giá trị kinh tế cao đặc biệt như ấu trùng cua, cá chẽm, cá mú, cá nâu...

Việc nuôi luân trùng với nhiều quy trình khác nhau đã được thực hiện ở nhiều quốc gia trên thế giới. Các qui trình này đã được thử nghiệm và áp dụng dựa vào

¹ Bộ môn Thủy sinh học Ứng dụng, Khoa Thủy sản, Đại Học Cần Thơ

nguồn thức ăn chủ yếu để nuôi luân trùng là tảo cô đặc, men hoặc thức ăn chế biến. Việc sử dụng thức ăn chế biến cao cấp như Culture Selco (công ty Inve, Bỉ sản xuất) làm tăng giá thành sản xuất, mặt khác khi sử dụng thức ăn chế biến dễ gây bẩn nước nên việc xử lý nước rất phức tạp và tốn kém. Trong khi sử dụng men bánh mì để nuôi luân trùng thì giá trị dinh dưỡng của luân trùng rất thấp không đáp ứng đủ nhu cầu dinh dưỡng cho vật nuôi vì vậy để cân đối người ta thường nuôi kết hợp với tảo. Có nhiều giống loài tảo được sử dụng để nuôi luân trùng: *Chlorella*, *Nannochloropsis*, *Tetraselmis*, *Isochrysis*... trong đó *Chlorella* là thức ăn rất tốt cho luân trùng do giá trị dinh dưỡng cao. *Chlorella* có thể phát triển tốt trong bể nuôi cá rô phi nên có thể áp dụng để sản xuất sinh khối tảo rẻ tiền. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm xác định khả năng cung cấp dinh dưỡng cho tảo phát triển từ việc nuôi cá rô phi (có cung cấp thức ăn), từ nguồn tảo này được sử dụng làm thức ăn cho luân trùng với tỉ lệ cho ăn khác nhau. Mặt khác, xác định tỉ lệ thu hoạch luân trùng thích hợp nhằm duy trì mẻ nuôi với sức sản xuất cao.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Vật liệu và đối tượng nghiên cứu

- Nước mặn có nồng độ muối 100 ‰ thu từ khu vực ruộng muối ở Vĩnh Châu, sau đó pha với nước ngọt (nước máy cung cấp từ nhà máy nước Cần Thơ) để có nồng độ muối 25 ‰. Nước mặn 25 ‰ được xử lý bằng chlorin nồng độ 30 ppm trong thời gian 24 h, sục khí liên tục, sau đó trung hoà bằng thiosulphat và được kiểm tra hàm lượng Clo còn lại bằng dung dịch KI và dung dịch thử là hồ tinh bột. Nước để lắng trong thời gian 24 h và được lọc qua bông gòn trước khi nuôi tảo và luân trùng.

- Cá rô phi *Oreochromis niloticus* có trọng lượng trung bình từ 35-50 g/con thu mua từ các trại giống ở khu vực Cần Thơ được tắm trong formol có nồng độ 20 ppm trong thời gian 30 phút để diệt mầm bệnh ký sinh trước khi nuôi trong bể nước ngọt. Cá được cho ăn bằng thức ăn viên GB 618 do công ty Grobest (VN) sản xuất với hàm lượng đạm thô > 18 %, chất béo > 5 %, tro < 12 %, xơ < 6 % và độ ẩm < 12 %, ngày 2 lần lúc 8h và 14h với liều lượng bằng nhau theo tỉ lệ cho ăn 3 % trọng lượng thân/ngày. Sau 5 ngày tảo *Chlorella* bắt đầu xuất hiện tự nhiên và phát triển trong bể nuôi cá, đến khi mật độ tảo đạt khoảng 4 triệu tb/ml sẽ thực hiện việc thuần hoá tảo và cá rô phi với độ mặn 25 ppt. Việc thuần hoá tảo và cá thực hiện bằng cách tăng nồng độ muối lên 5 ppt/ngày cho đến khi đạt 25 ppt. Tảo *Chlorella* phát triển trong bể cá có kích thước tế bào $2,57 \pm 0,5 \mu\text{m}$ chiếm tỉ lệ $99,28 \pm 0,15\%$ trong thành phần tảo.

- Luân trùng nước lợ (*Brachionus plicatilis*) có nguồn gốc từ Bỉ được nuôi giữ giống tại phòng thí nghiệm nuôi thức ăn tự nhiên thuộc Bộ môn Thủy Sinh Học Ứng Dụng, Khoa Thủy Sản, ĐHCT.

2.2 Bố trí thí nghiệm

Để xác định ảnh hưởng của mật độ tảo cho ăn đến sự phát triển cũng như khả năng sản xuất sinh khối của luân trùng trong hệ thống nuôi kết hợp luân trùng-tảo-cá rô phi, hai thí nghiệm được thực hiện

2.2.1 Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của mật độ tảo cho ăn đến sự phát triển của luân trùng

Hệ thống thí nghiệm gồm 9 bể 500 lít nuôi tảo-cá rô phi, 9 bể 28 lít nuôi luân trùng. Mật độ tảo khi bắt đầu thí nghiệm trong bể cá-tảo là 10×10^6 tb/ml, mật độ cá thả là 2 kg/m^3 với tỉ lệ cho cá ăn là 3% trọng lượng thân. Luân trùng được bố trí với mật độ 200 ct/ml. Thí nghiệm gồm 3 nghiệm thức với 3 lần lặp lại:

Nghiệm thức 1: lượng tảo cho ăn 50.000 tb/lun trùng/ngày (NT 50)

Nghiệm thức 2: lượng tảo cho ăn 100.000 tb/lun trùng/ngày (NT 100)

Nghiệm thức 3: lượng tảo cho ăn 150.000 tb/lun trùng/ngày (NT 150)

Lượng tảo cho ăn được tính toán và cung cấp cho bể nuôi luân trùng bằng cách điều chỉnh tốc độ dòng chảy của hệ thống tuần hoàn (Hình 1). Nước thải từ bể luân trùng chảy qua lưới lọc có mắt lưới 50 μm , sau đó đi vào bể lắng. Nước từ bể lắng được đưa qua hệ thống tách đạm (protein skimmer), ở đây một số protein tan trong nước cũng như cặn bã, tảo chết... sẽ được tách loại ra khỏi hệ thống trước khi đi vào bể lọc sinh học, từ đây sẽ quay trở lại bể nuôi tảo-cá rô phi theo sơ đồ.

2.2.2 Thí nghiệm 2: Xác định khả năng sản xuất sinh khối luân trùng trong mô hình nuôi kết hợp

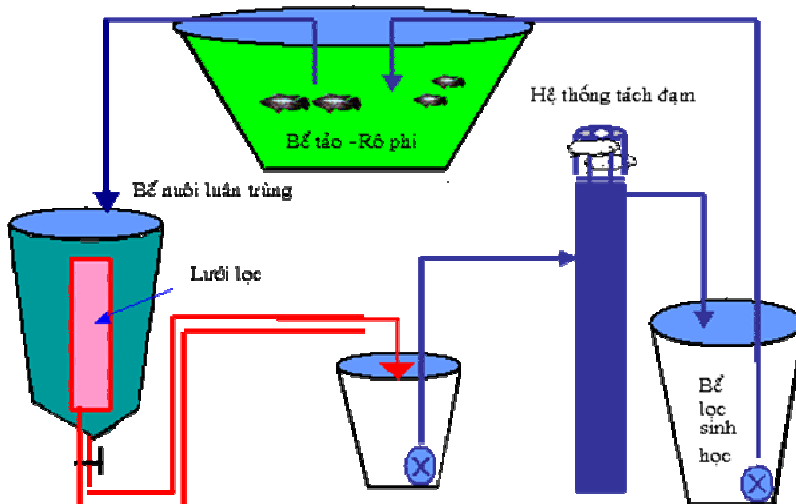
Thí nghiệm được bố trí trên cùng hệ thống như thí nghiệm 1. Mật độ tảo ban đầu trong bể cá-tảo là 14×10^6 tb/mL, mật độ cá thả là 2 kg/m^3 với tỉ lệ cho cá ăn là 3% trọng lượng thân. Luân trùng được bố trí với mật độ 200 ct/mL. Thí nghiệm gồm 3 nghiệm thức với 3 lần lặp lại:

Nghiệm thức 1: Duy trì quần thể ở mật độ 700 ct/mL (NT 700)

Nghiệm thức 2: Duy trì quần thể ở mật độ 1100 ct/mL (NT 1100)

Nghiệm thức 3: Duy trì quần thể ở mật độ 1500 ct/mL (NT 1500)

Luân trùng được cho ăn với tảo *Chlorella* từ bể cá-tảo với mức độ cho ăn tốt nhất ở thí nghiệm 1. Lượng tảo cho ăn được tính toán và điều chỉnh như ở thí nghiệm 1. Khi mật độ luân trùng vượt qua mức duy trì của từng nghiệm thức, luân trùng sẽ được thu hoạch để đưa mật độ trở lại mức duy trì theo mỗi nghiệm thức.



Hình 1: Sơ đồ hệ thống nuôi kết hợp luân trùng-tảo cá rô phi

2.3 Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

2.3.1 Thuỷ lý, hoá

Nhiệt độ và ánh sáng được đo 2 lần/ngày vào 8 giờ sáng và 2 giờ chiều bằng nhiệt kế thủy ngân và light meter LT lutron (LX-103, Taiwan).

pH được đo 1 lần/ngày bằng máy pH Scan2 (Eutech, Singapore) vào buổi sáng

Nồng độ muối: đo 1 lần/ngày bằng khúc xạ kế lúc 8 h.

Thuỷ hoá: Mẫu nước được thu 1 ngày/lần vào buổi sáng, được lọc qua giấy lọc Whatman 42 để loại bỏ tảo và các thành phần lơ lửng trong nước rồi tiếp tục cho qua màng lọc 0.2 µm sau đó được trữ lạnh ở điều kiện 4°C trước khi phân tích.

TAN : phân tích theo phương pháp Indo-phenol blue

N-NO₂⁻ : phân tích theo phương pháp 1-naphthylamine

N-NO₃⁻ : phân tích theo phương pháp salicilate

TKN (tổng đạm Kjedah): phân tích theo phương pháp Kjedah so màu bằng Indo- phenol blue.

P-PO₄³⁻ : phân tích theo phương pháp molibden blue

TP (tổng lân): phân tích theo phương pháp Kjedah so màu bằng molibden blue.

2.3.2 Sinh học

Mật độ tảo được xác định hàng ngày bằng buồng đếm Burker

$$\text{Số tế bào/mL} = ((n1 + n2)/160) * 10^6 * d$$

Trong đó: n1: số tế bào tảo ở buồng đếm thứ nhất

n2: số tế bào tảo ở buồng đếm thứ hai

d : hệ số pha loãng

Mật độ luân trùng: được xác định hằng ngày vào buổi sáng bằng cách sử dụng micropipet, lấy 3 mẫu 50µl/bể; cố định và nhuộm màu bằng lugol. Sau đó đếm trên kính lúp, không đếm những con không bắt màu lugol (luân trùng chết).

Tốc độ tăng trưởng đặc thù (SGR-Specific growth rate) của luân trùng và tảo được tính theo công thức:

$$\text{SGR} = (\ln N_t - \ln N_0)/t$$

Trong đó: SGR : Tốc độ tăng trưởng đặc thù của luân trùng

Nt : Mật độ luân trùng, tảo tại thời gian t (ct/mL)

No : Mật độ luân trùng, tảo ban đầu. (ct/mL)

t : Thời gian nuôi (ngày)

Số liệu được xử lý với chương trình Excel và phần mềm Statistica 6.0. Tất cả các số liệu đều được kiểm tra tính đồng nhất và phân phối chuẩn trước khi đưa vào xử

lý one-way ANOVA. Sự khác biệt giữa các nghiệm thức được kiểm tra bằng phép thử Duncan.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Các yếu tố thủy lý hoá

Giá trị trung bình và biến động của đa số các yếu tố thủy lý ở hai thí nghiệm đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của tảo và luân trùng (Bảng 1). Nhiệt độ trung bình ở cả hai thí nghiệm thích hợp cho sự phát triển của tảo *Chlorella* (Liao, 1983). Ở thí nghiệm 2 nhiệt độ cao nhất là 31,5 °C ảnh hưởng không tốt đến sự phát triển của luân trùng, theo Fulks (1991) nhiệt độ thích hợp cho luân trùng là 20-30 °C.

pH trong bể luân trùng không biến động trong suốt thời gian thí nghiệm và nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của luân trùng (Hoff và Snell, 1989) và tảo *Chlorella* (Liao, 1983).

Ánh sáng trung bình ở thí nghiệm 1 và 2 thích hợp cho sự phát triển của tảo, theo Sung (1991) và Oh-Hama (1986) *Chlorella* đòi hỏi cường độ ánh sáng mạnh (4.000-30.000 lux) cho sự phát triển và quá trình quang tổng hợp. Đối với luân trùng, chưa có tài liệu công bố về cường độ ánh sáng nào thích hợp cho sự tăng trưởng và sinh sản của chúng nhưng theo Fulks (1991) quan sát khi nuôi luân trùng trong điều kiện có ánh sáng sẽ kích thích sự phát triển của chúng tốt hơn trong bóng tối.

Bảng 1: Giá trị trung bình của các yếu tố thủy lý ở bể luân trùng

Chỉ tiêu	Thí nghiệm 1	Thí nghiệm 2
Nhiệt độ sáng (°C)	25,9±0,7	27,1±1,1
Nhiệt độ chiều (°C)	28,1±2,1	29,5±1,2
Cường độ ánh sáng buổi sáng (lux)	5.880±922	4.193±1.530
Cường độ ánh sáng buổi chiều (lux)	8.310±2.420	12.144±5.452
pH sáng	8,2±0,1	8,1±0,2
pH chiều		8,2±0,1

Hàm lượng TAN và N-NO₂⁻ trong bể luân trùng ở cả hai thí nghiệm đều cao hơn trong bể cá-tảo (Bảng 2 và Bảng 3) và nằm trong khoảng cho phép luân trùng mang trứng và phát triển bình thường (Snell, 1999; Groeneweg and Schluter, 1981).

Bảng 2: Giá trị trung bình của các yếu tố thủy hoá trong thí nghiệm 1

Chỉ tiêu	Bể luân trùng			Bể cá-tảo		
	NT 50	NT 100	NT 150	NT 50	NT 100	NT 150
TAN (ppm)	2,07±0,89	1,67±0,87	1,67±0,88	1,64±0,64	1,62±0,87	1,53±0,55
N-NO ₂ ⁻ (ppm)	1,33±0,76	1,30±0,77	1,31±0,78	0,45±0,34	0,38±0,28	0,26±0,21
N-NO ₃ ⁻ (ppm)	-	-	-	2,35±0,61	2,56±1,07	2,64±1,01

TN (ppm)	-	-	-	6,18±1,50	6,28±1,87	6,19±2,04
P-PO ₄ ³⁻ (ppm)	-	-	-	0,33±0,20	0,53±0,40	0,32±0,32
TP (ppm)	-	-	-	1,48±1,02	0,98±0,56	1,28±1,01
Tỉ lệ đạm/lân	-	-	-	11,64	12,29	16,68

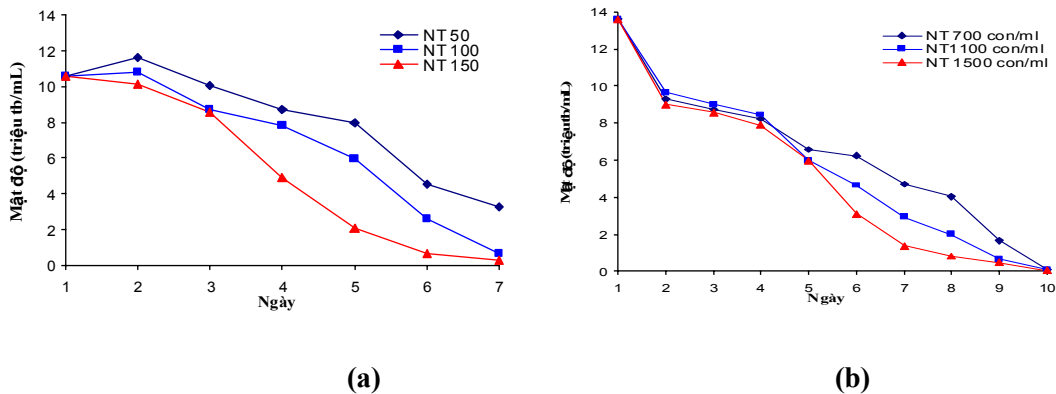
Bảng 3: Giá trị trung bình của các yếu tố thủy hoá trong thí nghiệm 2

Chỉ tiêu	Bể luân trùng			Bể cá-tảo		
	NT 700	NT 1100	NT 1500	NT 700	NT 1100	NT 1500
TAN (ppm)	1,89±1,28	1,93±1,24	1,93±1,24	1,12±0,72	1,06±0,86	1,00±0,86
N-NO ₂ ⁻ (ppm)	0,97±0,71	0,94±0,75	1,02±0,80	0,67±0,34	0,50±0,24	0,55±0,40
N-NO ₃ ⁻ (ppm)	-	-	-	3,33±1,59	3,83±2,24	5,18±3,55
TN (ppm)	-	-	-	7,28±2,13	7,44±1,88	9,12±4,15
P-PO ₄ ³⁻ (ppm)	-	-	-	0,44±0,18	0,46±0,18	0,53±0,20
TP (ppm)	-	-	-	2,56±0,31	2,41±0,68	2,75±1,03

Theo Iriarte và Buitrago (1991) tảo *Chlorella* có thể sử dụng muối ammonium, nitrat và ure cho tăng trưởng, trong trường hợp sử dụng đồng thời các nguồn ni-tơ khác nhau thì *Chlorella* sẽ sử dụng ammonium trước (Oh-Hama, 1986) vì vậy hàm lượng TAN trong các bể cá-tảo ở các nghiệm thức thấp hơn trong bể luân trùng. Hàm lượng trung bình N-NO₂ không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức và nằm trong ngưỡng an toàn cho cá rô phi (Rakocy, 1989) cũng như cho sự phát triển của luân trùng (Groeneweg và Schluter, 1981). Tỉ lệ giữa đạm/lân trong bể cá-tảo ở các nghiệm thức đạt từ 11,64:1-16,68:1 cao hơn so với mức đề nghị thích hợp cho tảo phát triển của Valero (1981) là 6:1.

3.2 Sự phát triển của tảo *Chlorella*

Mật độ tảo trong bể cá-tảo giảm đi nhanh chóng do sự tiêu thụ của luân trùng ở cả 2 thí nghiệm (Hình 2). Ngày thứ hai so với ngày đầu tiên ở thí nghiệm 1, mật độ tảo tăng lên có thể do số lượng tảo sử dụng thấp hơn so với số tảo sinh sản. Tuy nhiên từ ngày thứ 3, mật độ tảo ở các nghiệm thức có khuynh hướng giảm dần đặc biệt là nghiệm thức NT 150 và khác biệt rất có ý nghĩa (p<0,01) kể từ ngày thứ 4.

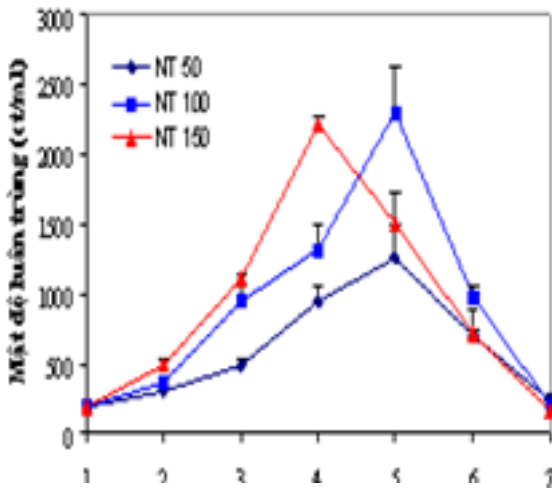


Hình 2: Mật độ tảo *Chlorella* trong thí nghiệm 1(a) và thí nghiệm 2(b)

Ở thí nghiệm 2, mật độ tảo từ ngày 1 đến ngày 5, không sai khác về mặt thống kê ở cả 3 nghiệm thức do cách quản lý và điều kiện thí nghiệm ở các nghiệm thức này giống nhau. Đến ngày thứ 4 và thứ 5 đã bắt đầu thu luân trùng ở các nghiệm thức NT 700 con/ml giữa các nghiệm thức và NT 1100 con/ml để duy trì mật độ theo bố trí nên có sự khác biệt về mật độ luân trùng ở tất cả các nghiệm thức và đã ảnh hưởng đến lượng tảo cho ăn (do cho ăn theo số tế bào tảo/lưu trùng/ngày). Kết quả là mật độ tảo trong bể tảo-cá rô phi ở các nghiệm thức khác biệt rất có ý nghĩa ở mức $p < 0,01$. Từ ngày thứ 5, đến cuối thí nghiệm mật độ tảo giảm nhanh đặc biệt ở NT 150 con/ml. Ở cả 2 thí nghiệm, mật độ tảo giảm nhanh ở tất cả các nghiệm thức do lượng tảo sử dụng tăng theo mật độ luân trùng vì vậy phải tăng lưu lượng dòng chảy của tảo trong khi khả năng tự bù đắp (phát triển) của tảo bị hạn chế nên không bù lại được với lượng tảo đã sử dụng. Mặt khác ta thấy chất dinh dưỡng trong bể tảo mất cân đối giữa tỉ lệ đạm và lân đã ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo (Bảng 2).

3.3 Sự phát triển của luân trùng

Mật độ luân trùng ở thí nghiệm 1 tăng nhanh ở các nghiệm thức và khác biệt rất có ý nghĩa ($p \leq 0,01$) kể ngày thứ 3 (Hình 3). Ở nghiệm thức NT 150, luân trùng đạt cực đại vào ngày thứ 4 (2213 ± 57 ct/mL) trong khi ở nghiệm thức NT 50 và NT 100 đạt cao nhất vào ngày thứ 5 với giá trị tương ứng là 1.258 ± 235 ct/mL và 2.309 ± 326 ct/ mL. Điều này cho ta thấy ở NT 150 do lượng tảo nhiều nên khả năng luân trùng đạt cực đại nhanh chóng tuy nhiên do lưu lượng dòng chảy lớn nên một số tảo bị thất thoát qua lọc hơn nữa do thời gian lưu giữ ngắn và điều kiện dinh dưỡng không phù hợp nên mật độ tảo trong bể tảo-cá rô phi giảm nhanh. Sau khi luân trùng đạt mật độ cực đại ở nghiệm thức NT 150, lượng tảo trong bể tảo-cá rô phi hầu như đã được sử dụng gần hết (còn $2,09 \pm 0,17 \times 10^6$ tb/ml vào ngày thứ 5) và kết quả là những ngày tiếp theo không còn đủ tảo để cung cấp cho luân trùng nên mật độ luân trùng giảm nhanh. Ở nghiệm thức NT 50 do lượng tảo sử dụng ít nên mật độ luân trùng tăng chậm hơn so với các nghiệm thức khác và khi mật độ luân trùng tăng, mật độ tảo trong bể tảo-rô phi thấp thì dòng chảy của tảo vào trong bể luân trùng tăng lên (155 ml/phút vào ngày thứ 5) và khi dòng chảy càng nhanh thì thời gian để tảo lưu lại trong bể nuôi luân trùng càng ngắn. Kết quả luân trùng sẽ không đủ thức ăn nên mật độ giảm đi.



Hình 3: Mật độ luân trùng ở thí nghiệm 1

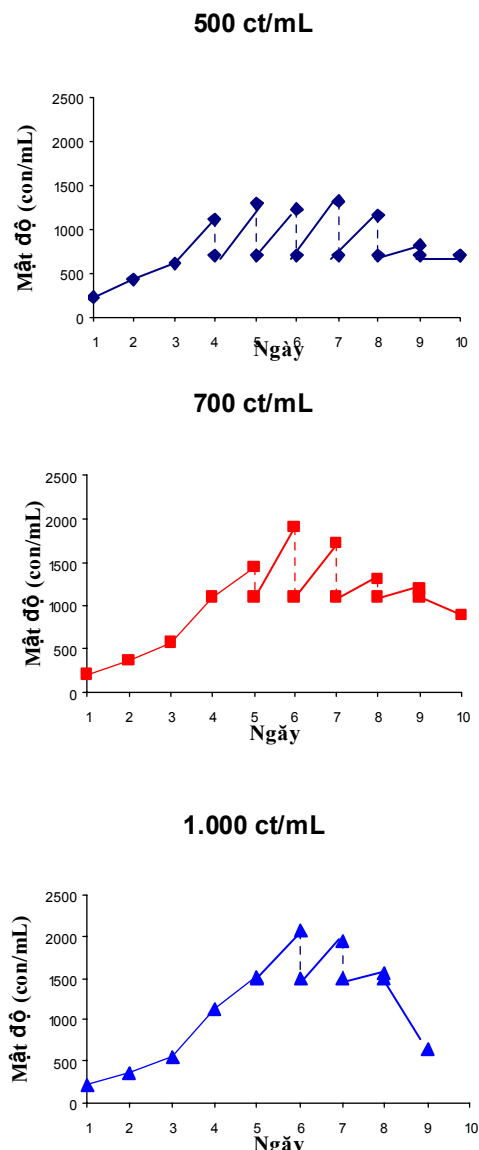
chậm hơn so với các nghiệm thức khác và khi mật độ luân trùng tăng, mật độ tảo trong bể tảo-rô phi thấp thì dòng chảy của tảo vào trong bể luân trùng tăng lên (155 ml/phút vào ngày thứ 5) và khi dòng chảy càng nhanh thì thời gian để tảo lưu lại trong bể nuôi luân trùng càng ngắn. Kết quả luân trùng sẽ không đủ thức ăn nên mật độ giảm đi.

Qua kết quả thí nghiệm ta thấy ở NT 100 mật độ luân trùng đạt cao nhất mặc dù theo Yoshimura, 1995 (được trích bởi Yoshimatsu et al, 1997) thì lượng tảo

Chlorella cho luân trùng là 50.000 tế bào/ luân trùng/ngày là thích hợp. Tuy nhiên, Yoshimatsu et al (1997) cho rằng trong trường hợp nuôi luân trùng ở mật độ cao nên cung cấp lượng thức ăn nhiều hơn so với điều kiện bình thường. Tóm lại, lượng tảo là 100.000 tb/con luân trùng/ngày thích hợp cho sự phát triển của luân trùng.

Sự phát triển và tỉ lệ thu hoạch luân trùng ở thí nghiệm 2 thể hiện qua Bảng 4 và Hình 4

Ở NT 700 con/mL, luân trùng bắt đầu thu hoạch vào ngày thứ 4 và kéo dài đến ngày 10. Số lượng luân trùng thu hoạch hằng ngày tương đối ổn định từ ngày thứ 4 đến ngày thứ 8 (11,45 triệu con-17,24 triệu con/ngày), điều này cũng thể hiện qua tốc độ tăng trưởng của luân trùng dao động từ 0,14-0,16. Từ ngày thứ tám đến khi kết thúc thí nghiệm, tốc độ tăng trưởng giảm rõ rệt từ 0,13 còn 0,001 cho thấy có thể do nguồn tảo làm thức ăn cung cấp cho luân trùng không đầy đủ (liên quan đến mật độ tảo ở bể tảo-cá rô phi). Tỉ lệ thu hoạch ở các nghiệm thức NT 700 con/mL, NT 1100 con/mL và NT 1500 con/ml là 64,8 %, 37,7 % và 18,1 %/ngày. Số luân trùng thu tổng cộng các nghiệm thức NT 700 con/ml, NT 1100 con/ml và NT 1500 con/ml là 76,22; 58,12 và 30,43 triệu con luân trùng/28L. So sánh với kết quả nuôi luân trùng của Fu (1997) trong hệ thống nuôi liên tục, cho ăn bằng tảo *Chlorella vulgaris* với mật độ duy trì trong bể luân trùng là 8×10^5 tb/ml. Mật độ luân trùng bắt đầu hệ thống là 3800 con/mL, tỉ lệ thu hoạch 60-70 %/ngày có thể duy trì mật độ trung bình là 5000 con/ml trong suốt thời gian 38 ngày. Với tỉ lệ thu hoạch ở NT 700 con/ml trong thí nghiệm (64,8 %/ngày) thì thời gian thu hoạch bắt đầu từ ngày thứ 4 đến ngày thứ 9 cho thấy ở hệ thống thí nghiệm này, nếu chỉ sử dụng tảo làm thức ăn không đảm bảo đủ cung cấp cho luân trùng, mặt khác, mật độ tảo trong bể tảo-cá rô phi thấp nên lưu lượng dòng chảy cao, thời gian tảo lưu lại trong bể luân trùng ngắn vì vậy không đủ tảo cho luân trùng sử dụng. Kết quả mật độ luân trùng giảm, thời gian thu hoạch ngắn.



Hình 4: Mật độ luân trùng ở thí nghiệm 1

Tóm lại trong hệ thống nuôi kết hợp luân trùng-tảo-cá rô phi, mật độ luân trùng giữ ổn định là 700 con/ml cho số lượng luân trùng thu hoạch cao nhất, thời gian thu hoạch kéo dài trong 6 ngày.

Bảng 4: Mật độ luân trùng (con/mL), số lượng luân trùng thu hoạch hằng ngày trung bình (triệu con/bể/ngày) và tốc độ tăng trưởng của luân trùng ở các nghiệm thức

Ngày	NT 700 con/mL			NT 1100 con/mL			NT 1500 con/mL		
	MĐ ¹	SGR ²	SXS ³	MĐ ¹	SGR ²	SXS ³	MĐ ¹	SGR ²	SXS ³
1 ^{ns}	227	0		218	0		222	0	
2 ^{ns}	382	0.26		371	0.27		351	0.23	
3 ^{ns}	613	0.16		571	0.14		553	0.15	
4 ^{ns}	1109	0.15	11,45	1093	0.16		1127	0.18	
5*	1289	0.15 ^b	16,49	1438	0.07 ^a	9,46	1513	0.07 ^a	0,37
6*	1227	0.14 ^b	14,75	1904	0.11 ^b	22,52	2064	0.06 ^a	15,80
7**	1316	0.16 ^c	17,24	1722	0.09 ^b	17,42	1942	0.04 ^a	12,38
8**	1164	0.13 ^c	13,00	1311	0.02 ^b	5,91	1567	0.01 ^a	1,87
9**	818	0.04 ^b	3,30	1200	0.01 ^b	2,80	656	-0.12 ^a	
10**	702	0.001 ^b	0	902	-0.041 ^a			-0.12 ^a	
Tổng cộng ⁴			76,22			58,12			30,43
Trung bình ⁵			12,7			11,62			7,61
%/ngày ⁶			64,8%			37,7%			18,1
									%

Ghi chú:

¹ : Mật độ luân trùng (con/ml)

²: Tốc độ tăng trưởng của luân trùng

³: Số lượng luân trùng thu hoạch hằng ngày của luân trùng ở các nghiệm thức (triệu con/bể/ngày)

⁴: Số luân trùng thu hoạch tổng cộng (triệu con/bể)

⁵: Số luân trùng thu hoạch trung bình trong 1 ngày (triệu con/bể/ngày)

⁶: % của quần thể ổn định được thu hoạch hằng ngày

^{ns} : không có sai biệt về mặt thống kê

** : sai biệt rất có ý nghĩa ($p < 0,01$)

* : sai biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$)

Các trị số cùng một hàng với ký tự giống nhau để chỉ không có sự sai biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$)

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

- Có thể nuôi kết hợp 3 đối tượng luân trùng-tảo-cá rô phi trong một hệ thống kết hợp đạt hiệu quả cao.

- Trong hệ thống nuôi kết hợp mức độ tảo *Chlorella* cho ăn 100.000 tb/lưuân trùng/ngày cho kết quả cao nhất (2309 con/mL) vào ngày thứ 5. Định mức duy trì 700 luân trùng/mL cho phép thu hoạch 45,36 triệu luân trùng/100L/ngày và kéo dài trong 6 ngày.

- Từ kết quả thu được và đề cải tiến mô hình nuôi nên nghiên cứu bổ sung thêm thức ăn (men bánh mì) và định kỳ cho ăn để giúp hệ thống nuôi duy trì được lâu hơn.

Cảm tạ

Đề tài thực hiện dưới sự tài trợ của dự án Vlr R1.2

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Coutteau, P.1996. Micro-algae. *in*: Manual on the production and use of live food for aquaculture. Patrick Lavens and Patrick Sorgeloos (Eds). Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations: 9-59.
- Fu Y., A. Hada, T. Yamashita, Y. Yoshida and A. Hino, 1997. Development of continuous culture system for stable mass production of the marine rotifer *Brachionus plicatilis*. Live food in aquaculture. Hagiwara, A., T.W. Snell, E. Lubzens and C.S. Tamaru (Eds). *Hydrologia* 358: 145-151.
- Fulks, W., K. L. Main, 1991. Rotifer and microalgae culture systems. Proceeding of a US-Asia workshop. Honolulu, Hawaii.
- Groeneweg, J. and Schluter, 1981. Mass production of freshwater rotifers on liquid wastes.II. *in*: Mass production of *Brachionus rubens* (Ehrenberg 1838) in the effluent of high rate algal ponds used for the treatment of piggery waste, *Aquaculture* 25: 25-33.
- Hoff, H. and T.W. Snell, 2004. Plankton culture manual. The 6th edition. Florida Aqua Farms, Florida, 126p.
- Iriarte, F. and E. Buitrago, 1991. Determination of concentration and optimal nitrogen source for *Chlorella sp.* cultures used as inoculant for massive cultures. MEM.-SOC.-CIENC.-NAT.-SALLE 51 (135-136): 181-193.
- Liao, I.C., H.M. Su and J.H. Lin, 1983. Larval foods for penaeus prawns, *in*: CRC handbook of mariculture. VI: Crustacean Aquaculture, Jame, P.(Eds):43-69.
- Oh-Hama, T. and S. Miyachi, 1986. *Chlorella*. *in* Micro-algal Biotechnology, Michael A. B. and L. J. Borowitzka (Eds), Cambridge university press,: 3-26.
- Rakocy, J.E., 1989. Tank culture of Tilapia. *SRAC Publication* 282.
- Sung, B.H., 1991. The selection of optimum phytoplankton species for rotifer culture during cold and warm seasons and their nutritional value for marine finfish larvae. *in*: Rotifer and microalgae culture systems. Proceedings of a U.S.- Asia Workshop. Honolulu. HI. 1991:163-174.
- Yoshimatsu, T., H. Imoto, M. Hayashi, K. Toda and K Yoshimura , 1997. Preliminary results in improving essential fatty acids enrichment of rotifer cultured in high density. *Hydrobiologia* 358:139-144.