

THÔNG BÁO KHOA HỌC

**ẢNH HƯỞNG CỦA PHƯƠNG THỨC CHO ĂN LÊN CHẤT LƯỢNG NƯỚC, SINH TRƯỞNG VÀ TỶ LỆ SỐNG CỦA CÁ TRÊ VÀNG (*Clarias macrocephalus*) NUÔI TRONG HỆ THỐNG TUẦN HOÀN**

**EFFECT OF FEEDING TECHNIQUES ON WATER QUALITY, GROWTH AND SURVIVAL OF BIGHEAD CATFISH (*Clarias macrocephalus*) REARED IN A RECIRCULATING SYSTEM**

Nguyễn Thị Hồng Nho<sup>1\*</sup>, Trương Quốc Phú<sup>2</sup>, Phạm Thanh Liêm<sup>2</sup>

Ngày nhận bài: 30/07/2019; Ngày phản biện thông qua: 27/10/2019; Ngày duyệt đăng: 18/12/2019

**TÓM TẮT**

Ảnh hưởng của phương thức cho ăn lên chất lượng nước, sinh trưởng và tỷ lệ sống của cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*) trong hệ thống tuần hoàn được khảo sát trong thời gian 90 ngày. Mục tiêu của nghiên cứu nhằm tối ưu hóa hiệu quả sử dụng thức ăn, quản lý chất lượng nước tốt hơn để cá đạt sinh trưởng và tỷ lệ sống tốt nhất, đồng thời làm cơ sở để thiết kế và vận hành hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng. Cá thí nghiệm có khối lượng trung bình  $9,99 \pm 1,36$  g/con được thả nuôi với 4 nghiệm thức là cho ăn liên tục và cho ăn 2, 3, 4 lần/ngày. Cá được cho ăn theo nhu cầu bằng thức ăn công nghiệp 41% đạm. Trong thời gian thí nghiệm, pH của các nghiệm thức dao động từ 6,8 – 8,7, có xu hướng giảm dần theo sự gia tăng lượng thức ăn và thời gian nuôi. Các chỉ tiêu TAN,  $NO_2^-$  có sự biến động trong suốt vụ nuôi. Hàm lượng  $NO_2^-$  dao động từ 0,000 – 0,869 mg/L. Nhìn chung, các chỉ tiêu chất lượng nước đều trong giới hạn thích hợp cho cá nuôi. Nghiệm thức cho cá ăn 2 lần/ngày cho kết quả nuôi tốt nhất với chất lượng nước ổn định, sinh trưởng đặc biệt là  $2,43 \pm 0,49\%$ /ngày, tỉ lệ sống đạt 70%, với năng suất  $66,75 \pm 11,89$  kg/m<sup>3</sup>, hệ số tiêu tốn thức ăn là  $1,20 \pm 0,10$  và lượng nước sử dụng là  $0,22 \pm 0,04$  m<sup>3</sup>/kg cá.

Từ khóa: *Clarias macrocephalus*, hệ thống nuôi tuần hoàn nước, số lần cho ăn

**ABSTRACT**

Effect of feeding techniques on water quality, growth and survival of bighead catfish (*Clarias macrocephalus*) reared in a recirculating system were studying for 90 days. This study aimed to optimize the efficient use of feed, manage the water quality for improving fish growth and survival rate. The experiment stocked fish (initial body weight of  $9.99 \text{ g} \pm 1.36$ ) into four treatments: continuous feeding and feeding frequency of 2, 3, 4 times per day. Fish were fed at ad libitum using 41% protein pellet. During the experiment, pH of all treatments ranged from 6.8 to 8.7 and tended to decrease with the increase of feed intake and culture duration. TAN and  $NO_2^-$  fluctuated throughout the experiment.  $NO_2^-$  ranged from 0.000 to 0.869 mg / L. Generally, water quality parameters were in suitable ranges for fish growth. Feeding frequency of twice a day resulted in the optimal results with stable water quality, growth rate of  $2.43 \pm 0.49\%$  / day, survival rate of 70%, productivity of  $66.75 \pm 11.89$  kg/m<sup>3</sup>, feed conversion rate of  $1.20 \pm 0.10$  and water use of  $0.22 \pm 0.04$  m<sup>3</sup>/kg of fish.

Keywords: *Clarias macrocephalus*, recirculating system, feeding frequency

**I. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*) là loài đặc trưng cho khu hệ cá hạ lưu sông Mê-kông và khu vực Đông Nam Á. Các loài cá trê nói

chung đều có tính chịu đựng cao với môi trường khắc nghiệt, nơi có hàm lượng oxy thấp, chỉ cần da có độ ẩm nhất định cá có thể sống trên cạn được vài ngày nhờ có cơ quan hô hấp khí trời gọi là “hoa khế” (Ngô Trọng Lư, 2007).

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật – Công nghệ, Trường Đại học Đồng Tháp

<sup>2</sup> Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Trong những năm gần đây, mô hình nuôi thâm canh cá trê vàng đã và đang được phát triển rộng rãi. Tuy nhiên, tính bền vững của mô hình nuôi thâm canh là vấn đề cần xem xét.

Hệ thống tuần hoàn nuôi trồng thủy sản (RAS) là hệ thống khép kín liên tục lọc và tái sử dụng nước phục vụ lợi thế về giảm lượng nước tiêu thụ, cho phép nuôi cá quy mô lớn với một lượng nước nhỏ và chất thải ít hoặc không gây ô nhiễm, giúp cho việc quản lý chất thải và tái sử dụng chất dinh dưỡng, quản lý dịch bệnh tốt hơn (Tal *et al.*, 2009) và kiểm soát ô nhiễm sinh học (không có sự thất thoát cá nuôi ra ngoài tự nhiên, Zohar *et al.*, 2005). Thiết kế và quản lý RAS hợp lý là cơ sở cho việc quản lý thành công trong xử lý chất thải nuôi trồng thủy sản. Hoạt động của RAS trong điều kiện nuôi được kiểm soát tốt góp phần đáng kể vào hiệu quả sử dụng thức ăn, do đó làm giảm lượng thức ăn tồn dư trong môi trường nuôi thủy sản.

Các nghiên cứu về phương pháp cho ăn, phương pháp quản lý thức ăn nhằm tối ưu hóa hiệu quả sử dụng thức ăn và giảm chi phí sản xuất được quan tâm của nhiều nhà khoa học. Cho cá ăn với khối lượng thức ăn nhiều hay tần số cho ăn quá dày trong ngày không đồng nghĩa với việc cá tăng trọng nhanh, ngược lại khi cá ăn với khối lượng lớn thức ăn cá sẽ tiêu hóa chậm, thức ăn không sử dụng triệt để và làm giảm sự hấp thụ dinh dưỡng (Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009). Bên cạnh đó, thức ăn không được cá sử dụng hiệu quả sẽ dẫn đến ô nhiễm môi trường và dịch bệnh sẽ phát sinh. Thí nghiệm nuôi cá trê vàng trong hệ thống tuần hoàn nước là nghiên cứu mới ở Việt Nam, do đó xác định được phương thức cho cá ăn trong ngày đóng vai trò rất quan trọng trong thiết kế và vận hành hệ thống tuần hoàn nuôi cá trê vàng hợp lý, giúp quản lý chất lượng nước tốt hơn để cá đạt sinh trưởng và tỷ lệ sống tốt nhất.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 1. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong hệ thống nuôi tuần hoàn nước với

mật độ nuôi 100 con/100L. Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức (NT) cho ăn khác nhau gồm NT1: cho ăn liên tục, NT2: cho ăn 2 lần/ngày, NT3: cho ăn 3 lần/ngày và NT4: cho ăn 4 lần/ngày, mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, thời gian thí nghiệm là 90 ngày.

Cấu phần của hệ thống tuần hoàn nuôi bao gồm: bể nuôi có thể tích 100 L, bể lắng 30 L, bể chứa 60 L và bể lọc sinh học giá thể chuyển động 70 L. Bể lọc sinh học sử dụng giá thể nhựa RK-Plast (có diện tích riêng bề mặt 750 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) với tổng diện tích bề mặt giá thể là 30 m<sup>2</sup> (40 L giá thể). Hệ thống nuôi tuần hoàn được bố trí trong nhà để hạn chế sự ảnh hưởng của các yếu tố tác động từ bên ngoài môi trường tự nhiên.

Cá thí nghiệm có khối lượng dao động từ  $9,99 \pm 1,36$  g/con. Nguồn cá thí nghiệm được cho sinh sản và ương tại một trại giống trên địa bàn thành phố Cần Thơ cho đến khi đạt kích cỡ thí nghiệm. Cá được cho ăn theo nhu cầu bằng thức ăn công nghiệp có 41% đạm (loại N41L). Để xác định lượng thức ăn tiêu thụ và hệ số chuyển đổi thức ăn, lượng thức ăn hàng ngày của mỗi NT đều được cân trước và sau mỗi lần cho ăn. NT2, NT3 và NT4 cho cá ăn bằng tay tương ứng với số lần cho ăn 2, 3, 4 lần/ngày. Ở NT cho ăn liên tục cho ăn bằng máy. Mỗi ngày ước tính và chuẩn bị lượng thức ăn tương ứng với (1) lượng thức ăn trung bình của các NT2, NT3 và NT4 và (2) tỉ lệ sống của cá ở NT1 tại thời điểm cho ăn. Cho thức ăn vào lọ đựng thức ăn có gắn trục quay vào mô tơ quay chậm cho thức ăn rơi từ từ để cho cá ăn tự động suốt cả ngày. NaHCO<sub>3</sub> được bổ sung khi pH giảm để duy trì pH trong khoảng 7,5–8,5.

### 2. Thu mẫu

Mẫu cá được thu theo chu kỳ 15 ngày/lần, thu ngẫu nhiên 30 con/bể để cân khối lượng và đo chiều dài từng con. Trong thời gian thí nghiệm, các chỉ tiêu môi trường như: nhiệt độ, pH, oxy hòa tan (DO), CO<sub>2</sub>, độ kiềm, tổng đạm a-môn (TAN), N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, tổng vật chất lơ lửng (TSS) được theo dõi và ghi nhận.

3. Các chỉ tiêu theo dõi trong quá trình nuôi  
 Các yếu tố nhiệt độ, DO, CO<sub>2</sub>, TAN, độ kiềm, TSS, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, được đo 15 ngày/lần ở bể nuôi. pH được đo 1 tuần/lần.

Nhiệt độ được đo bằng nhiệt kế thủy ngân. pH đo bằng thiết bị đo pH HANA. Các chỉ tiêu môi trường nước còn lại được thu và phân tích theo APHA *et al.* (1995).

**4. Phương pháp xử lý số liệu**

Số liệu trung bình, độ lệch chuẩn về sinh trưởng, tỉ lệ sống, được tính toán trên phần mềm Excel 2013. Khác biệt giá trị trung bình giữa các nghiệm thức được phân tích bằng ANOVA một nhân tố, theo sau là phép kiểm định Duncan sử dụng phần mềm SPSS 20.0 ở mức ý nghĩa 0,05.

**III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

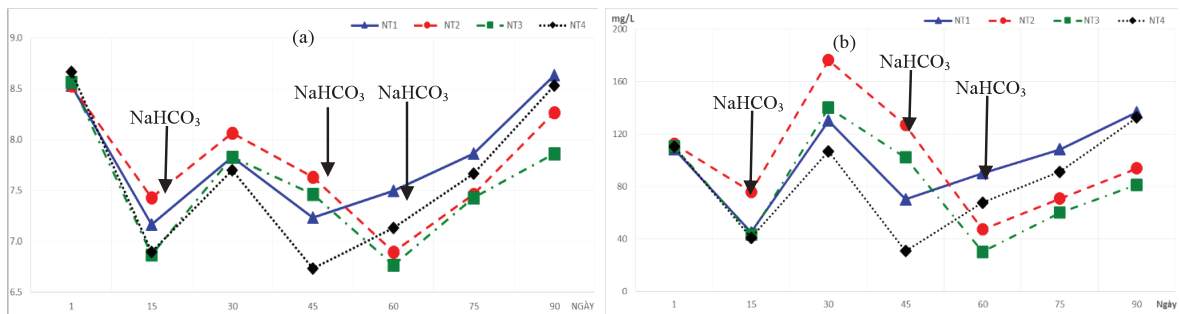
**1. Biến động các yếu tố chất lượng nước trong hệ thống tuần hoàn**

Trong quá trình thí nghiệm, nhiệt độ trung bình giữa các nghiệm thức dao động trong khoảng 27,63±0,95°C. Hệ thống nuôi được sục khí liên tục nên hàm lượng oxy hòa tan luôn được duy trì > 2 mg/L; hàm lượng oxy này sẽ giúp hoạt động của vi khuẩn phát triển bình thường. Bên cạnh đó, hàm lượng CO<sub>2</sub> cũng giảm bớt một phần nhờ quá trình sục khí. pH và độ kiềm giảm thấp ở ngày thứ 15, 45 và 60 và tăng lại ở những ngày sau. Hàm

lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, COD, TSS tăng dần về cuối vụ nuôi.

**1.1. Biến động độ kiềm và pH**

Trong quá trình thí nghiệm, pH có xu hướng giảm về cuối vụ nuôi, sự khác biệt pH giữa các nghiệm thức không đáng kể. Trong suốt quá trình nuôi, pH ở NT2 là cao nhất và thấp nhất ở NT4. Ở ngày nuôi thứ 45, pH ở NT2 là 7,6, trong khi đó, pH ở NT4 là 6,7. Trong thời gian thí nghiệm, pH được theo dõi thường xuyên. Khi pH giảm, NaHCO<sub>3</sub> được bổ sung để duy trì pH ở mức thích hợp. Nguyên nhân là do trong hệ thống tuần hoàn, vi khuẩn nitrate hóa hấp thụ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> để chuyển hóa NH<sub>4</sub><sup>+</sup> thành NO<sub>3</sub><sup>-</sup> làm độ kiềm và pH giảm. Số lần cho ăn và lượng thức ăn càng cao (NT1 và NT4) thì hàm lượng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> càng cao và quá trình chuyển hóa sẽ tiêu thụ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> càng nhiều làm cho độ kiềm và pH giảm nhiều hơn. Theo Boyd (1990), khoảng pH thích hợp nhất cho nuôi trồng thủy sản là 7,5-8,5. Theo Masser *et al.* (1999) nếu pH của hệ thống thấp hơn 6,5 thì hoạt động chuyển hóa của vi khuẩn sẽ bị ức chế hoàn toàn, khoảng pH tối ưu cho hoạt động của hệ thống lọc là 7-8. Như vậy kết quả biến động pH của hệ thống không ảnh hưởng trực tiếp đến sinh trưởng của cá và hiệu quả lọc.



**Hình 1. Biến động pH (a) và độ kiềm (b) trong hệ thống tuần hoàn.**

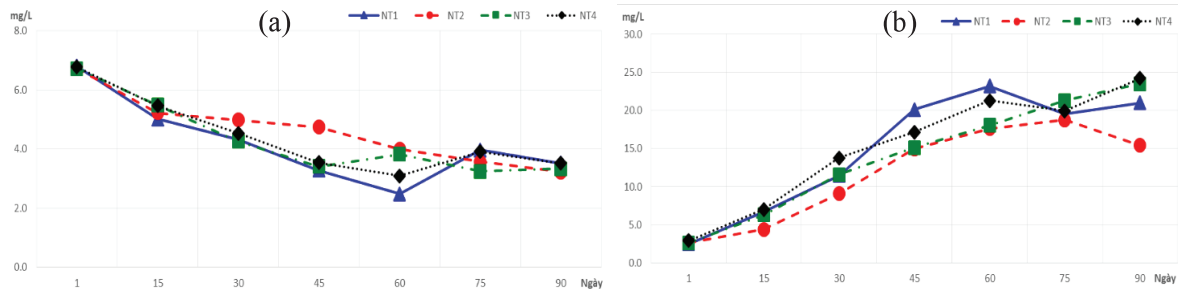
Kết quả thí nghiệm cho thấy chỉ số kiềm sụt giảm mạnh qua các đợt thu mẫu, dưới 50 mg CaCO<sub>3</sub>/L ở ngày 15 (NT1 và NT4), 45 (NT4) và 60 (NT2 và NT3). Nguyên nhân là do vi khuẩn nitrate hóa sử dụng kiềm làm cơ chất để chuyển hóa TAN trong hệ thống (Eding *et al.*, 2006). Masser *et al.* (1999), cho rằng độ kiềm trong hệ thống tuần hoàn tốt nhất dao động từ 50 đến lớn hơn hoặc bằng 100 mg CaCO<sub>3</sub>/L, trong khi kết quả nghiên

cứu của Boyd (1990) thì độ kiềm < 10mg CaCO<sub>3</sub>/L sẽ ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cá; hàm lượng thích hợp là lớn hơn 20 mg CaCO<sub>3</sub>/L. Kết quả thu được cho thấy độ pH và độ kiềm giảm thấp vào các ngày nuôi thứ 15, 45 và 60 và sau đó được cải thiện tốt hơn. Tuy nhiên, mức dao động này ít ảnh hưởng đến cá trê vàng do chúng có thể chịu được pH từ 3,5-10,5 (Đoàn Khắc Độ, 2008).

1.2. Biến động oxy hòa tan và CO<sub>2</sub>

Hàm lượng oxy hòa tan trong nước ở các nghiệm thức có xu hướng giảm theo thời gian nuôi. Oxy hòa tan ở NT1 giảm mạnh hơn các nghiệm thức còn lại. Oxy hòa tan trong hệ thống tuần hoàn chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi mức tiêu hao oxy của từ quá trình hô hấp của cá nuôi, vi khuẩn Nitrate hóa và quá trình phân hủy vật chất hữu cơ trong hệ thống; khả năng cung cấp oxy nhờ và hệ thống sục khí. Theo

Timmons and Ebeling (2010), nồng độ oxy hòa tan nên được giữ ở 60% độ bão hòa (khoảng 5 ppm) để đảm bảo sự tồn tại và sinh trưởng của các loài nuôi, đồng thời có thể đảm bảo an toàn cho lọc sinh học hoạt động. Trong quá trình thí nghiệm, hàm lượng oxy hòa tan có xu hướng giảm dần theo thời gian nuôi, theo số lần cho ăn và lượng thức ăn tăng của của thí nghiệm, dao động từ 2,5 – 6,8 mg/L (Hình 2), tuy nhiên, vẫn nằm trong giới hạn thích hợp cho cá nuôi.



Hình 2. Biến động oxy hòa tan (a) và CO<sub>2</sub> (b) trong hệ thống tuần hoàn.

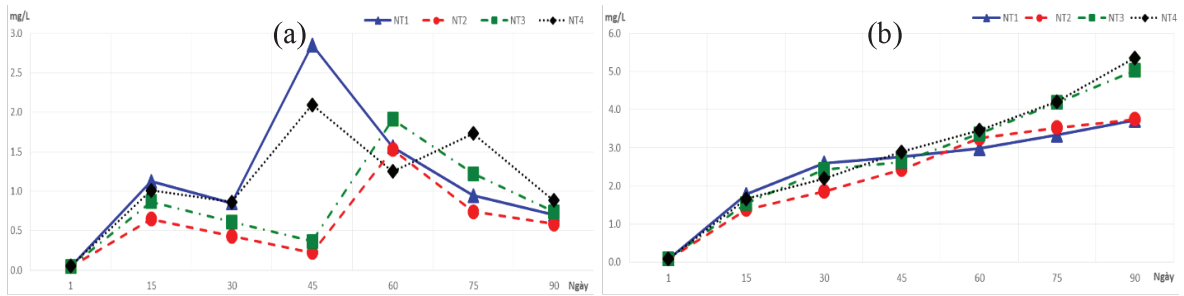
Hàm lượng CO<sub>2</sub> ở NT2 thấp nhất, và CO<sub>2</sub> ở NT1 là cao nhất. CO<sub>2</sub> cao là do hô hấp của thủy sinh vật (chủ yếu là cá) trong bể nuôi và quá trình phân hủy vật chất hữu cơ. Hàm lượng CO<sub>2</sub> ở ngày thứ 60 của tất cả các nghiệm thức tăng mạnh, đặc biệt là các NT1 và NT4. Ở các ngày nuôi thứ 75 và 90, hàm lượng CO<sub>2</sub> giảm là do quá trình xả bỏ cặn ở bể lắng trong quá trình nuôi và thay nước vào hệ thống nuôi (Hình 2). Theo nghiên cứu của Masser *et al.* (1999) thì hầu hết các hệ thống tuần hoàn được thiết kế thay nước 5 – 10% nước của hệ thống mỗi ngày bằng nước mới thì quá trình thay nước ở thí nghiệm nuôi là phù hợp.

1.3. Biến động TAN và PO<sub>4</sub>

Hàm lượng TAN trong hệ thống biến động trong suốt vụ nuôi, nguyên nhân là trong quá trình nuôi, hoạt động của vi khuẩn trong hệ thống lọc làm độ kiềm và pH giảm. Khi pH giảm dưới 7,0 thì hoạt động của vi khuẩn nitrate hóa giảm nên quá trình chuyển hóa NH<sub>4</sub><sup>+</sup> thành NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giảm, do đó hàm lượng TAN tăng ở các ngày thứ 45 và 60 của vụ nuôi. Sự gia tăng TAN ở các ngày thứ 45 và 60 của vụ nuôi lại tương ứng với sự sụt giảm của pH và kiềm. Điều này chứng tỏ rằng vi khuẩn nitrate hóa bị ảnh hưởng lớn bởi kiềm và pH. Và sự

sụt giảm mạnh của kiềm và pH là nguyên nhân ảnh hưởng hoạt động chuyển hóa của vi khuẩn dẫn đến sự tích lũy TAN cao vào các ngày thứ 45 và 60. Bên cạnh đó, TAN cũng có xu hướng gia tăng về cuối vụ do ảnh hưởng của thức ăn cho cá và sự bài tiết của cá tăng. Điều này cũng phù hợp với nghiên cứu của Masser *et al.* (1999) khoảng pH tối ưu cho hoạt động của hệ thống lọc là 7-8, khi pH dưới 6,5 thì vi khuẩn trong hệ thống lọc sinh học ngừng hoạt động. Nghiệm thức nuôi cho ăn liên tục và cho ăn 4 lần/ngày có hàm lượng TAN và PO<sub>4</sub> cao nhất. TAN và PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> thấp nhất ở NT2 (cho ăn 2 lần/ngày) và có xu hướng tăng dần theo lượng thức ăn và số lần cho ăn; lượng thức ăn và số lần cho ăn càng cao thì lượng chất thải lớn dẫn đến hàm lượng TAN và PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> trong nước cao. Đối những loài cá không có cơ quan hô hấp phụ, hàm lượng TAN thích hợp là 0,2-2 mg/L (Boyd, 1998). Tuy nhiên, những loài cá có cơ quan hô hấp phụ (cá trê, cá lóc, cá rô...) thì khả năng chịu đựng TAN rất cao. Theo kết quả nghiên cứu của Cao Văn Thích và *ctv.* (2014), hàm lượng TAN trong bể nuôi cá lóc cao nhất là 5,74 mg/L nhưng cá vẫn sinh trưởng và phát triển bình thường. Trong nghiên cứu này, hàm lượng TAN trong bể nuôi cá trê vàng cũng khá





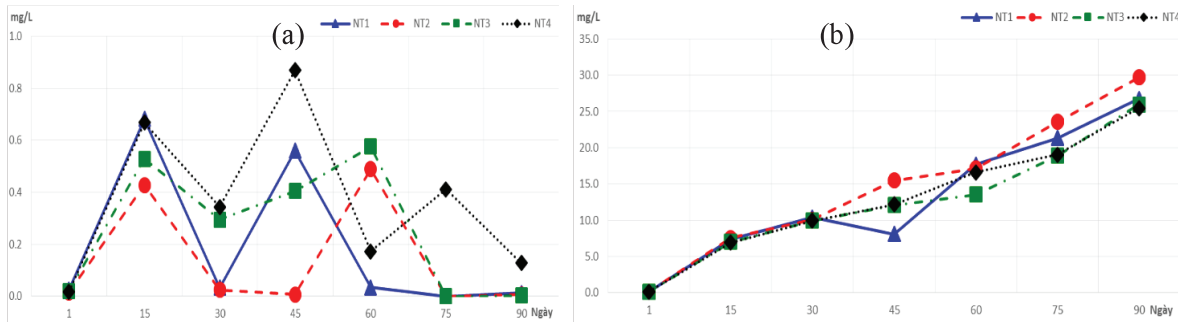
Hình 3. Biến động TAN (a) và PO4 (b) trong hệ thống tuần hoàn.

cao (2,85 mg/L ở nghiệm thức NT1) nhưng vẫn không ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của cá.

1.4. Biến động N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> và N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> tăng cao ở ngày nuôi thứ 15 và 45, sau đó giảm về cuối vụ nuôi. Theo Masser *et al.* (1999), hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> trong hệ thống tuần hoàn nên < 0,5 mg/L. Theo Boyd (1998), N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> có tác dụng gây độc cho tôm cá khi lớn hơn 2 mg/L. Như vậy, mức dao động của thí nghiệm này (dưới 2 mg/L) là phù hợp và ít ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát

triển của cá. Hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> có xu hướng tăng vào cuối thí nghiệm. Hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trong thí nghiệm này là khá cao (cao nhất là ở NT2 và NT1). Nguyên nhân là do lượng thức ăn ở NT2 ít hơn các NT còn lại, chất lượng nước ổn định hơn nên hoạt động của vi khuẩn nitrate hóa ở NT này tốt hơn và ít thay nước nên hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> cao. Theo nghiên cứu của Timmons and Ebeling (2010), nồng độ N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giới hạn của cá trê phi là nhỏ hơn 100 mg/L thì N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trong nghiên cứu này là thấp.



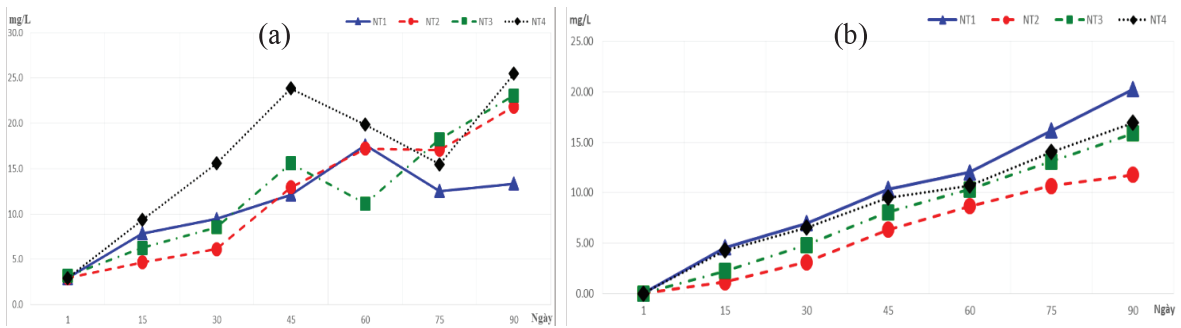
Hình 4. Biến động N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (a) và N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (b) trong hệ thống tuần hoàn.

1.5. Biến động COD và TSS

Hàm lượng COD có xu hướng tăng dần về cuối vụ nuôi (Hình 5). Hàm lượng COD của thí nghiệm ở NT4 cao hơn các nghiệm thức còn lại. Nguyên nhân là do ở NT4 sử dụng nhiều thức ăn và có nhiều chất thải của cá nên cần nhiều oxy để phân hủy lượng vật chất hữu cơ trong hệ thống nuôi. Hàm lượng COD cao nhất là ở NT2 là 21,9 mg/L. Chỉ số này đạt tiêu chuẩn chất lượng nước thải công nghiệp của Bộ Tài nguyên và Môi trường (QCVN 40:2011/BTNMT- hàm lượng COD trong nước thải công nghiệp xả vào nguồn nước được dùng cho nước cấp sinh hoạt cho phép tối đa là 75

mg/L). Đồng thời, cá trê là loài có cơ quan hô hấp phụ nên hàm lượng COD ở thí nghiệm này vẫn không ảnh hưởng nhiều đến sinh trưởng và tỉ lệ sống của cá.

Hình 5 cũng cho thấy hàm lượng TSS ở các nghiệm thức có xu hướng tăng dần theo thời gian nuôi. Hàm lượng TSS trong hệ thống cuối vụ nuôi dao động từ 11,7714 – 20,2374 mg/L. Kết quả này lại thấp hơn rất nhiều so với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Tú Anh (2010) là hàm lượng TSS trong hệ thống tuần hoàn ương tôm sú dao động 92,8 – 221,6 mg/L. Theo FIFAC (1980), tổng vật chất lơ lửng nên duy trì thấp hơn 15 mg/l để hệ thống tuần hoàn



Hình 5. Biến động COD (a) và TSS (b) trong hệ thống tuần hoàn.

hoạt động được đảm bảo. Muir (1982) cho rằng khoảng giới hạn thích hợp là từ 20 đến 40 mg/l. Như vậy kết quả của nghiên cứu này nằm trong mức cho phép.

**2. Tỷ lệ sống và các chỉ tiêu sinh trưởng**

**2.1. Các chỉ tiêu sinh trưởng**

Bảng 1 cho thấy khối lượng ban đầu của cá giữa các nghiệm thức khác không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ). Sau 90 ngày nuôi thì khối lượng cá thu hoạch và tăng trọng của cá ở NT cho ăn liên tục và cho ăn 2 lần/ngày cao nhất và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ), so với NT cho ăn 3 và 4 lần/ngày thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ). Tuy nhiên, tốc độ sinh trưởng tuyệt đối của cá ở NT2 so với các nghiệm thức còn lại khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ). Kết quả này cho thấy ở cá trê khi áp dụng cho ăn 2 lần/ngày sinh trưởng tốt hơn cá được cho liên tục và cho ăn 3-4 lần/ngày. Nghiên cứu của Vera *et al.* (2007) về nhịp cho ăn và men tiêu hóa cho thấy nhịp cho ăn giúp cá chuẩn bị tốt về mặt sinh lý để tiêu

hóa tốt nguồn thức ăn. Sự điều tiết và hoạt tính các men tiêu hóa trong đường tiêu hóa sẽ thay đổi khi chế độ cho ăn thay đổi (Tengjaroenkul *et al.*, 2000) và khi nghiên cứu hoạt tính men trong dạ dày, kết quả cho thấy hàm lượng men tiêu hóa cao khi dạ dày rỗng trước khi cho ăn (Vera *et al.*, 2007). Điều này cho thấy ở NT cho cá ăn 2 lần/ngày, khoảng cách thời gian giữa 2 lần cho ăn dài (10 – 14h) nên cá đói, sử dụng vật chất dinh dưỡng và chuyển đổi thức ăn qua độ tiêu hóa dưỡng chất tốt hơn các NT còn lại. Điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Phạm Thị Thu Hồng và Nguyễn Thanh Phương (2014) và Dương Hải Toàn và *ctv.* (2010) khi nuôi cá tra áp dụng phương pháp cho cá tra gián đoạn cho sinh trưởng tốt hơn cá được cho ăn hàng ngày. Các nghiên cứu gần đây đã chứng minh cá bị bỏ đói hoặc giảm thức ăn ăn vào có thể dẫn đến việc gia tăng các hoạt tính của men tiêu hóa trong các phần khác nhau của đường tiêu hóa (Harpaz *et al.*, 2005; Krogdahl and Bakke-McKellep, 2005).

Bảng 1. Các chỉ tiêu tăng trưởng của cá trê vàng nuôi trong hệ thống tuần hoàn

Chỉ tiêu	Khối lượng cá ban đầu (g)	Khối lượng cá sau 90 ngày (g)	Tốc độ sinh trưởng tương đối (%/ngày) SGRW	Tốc độ sinh trưởng tuyệt đối (g/ngày) DWG
NT1	9,91 ± 1,46 <sup>a</sup>	103,32 ± 38,58 <sup>a</sup>	2,53 ± 0,55 <sup>a</sup>	1,04 ± 0,43 <sup>a</sup>
NT2	10,20 ± 1,34 <sup>a</sup>	97,42 ± 37,26 <sup>ab</sup>	2,43 ± 0,49 <sup>ab</sup>	0,97 ± 0,42 <sup>ab</sup>
NT3	10,08 ± 1,32 <sup>a</sup>	89,18 ± 28,63 <sup>bc</sup>	2,38 ± 0,36 <sup>b</sup>	0,87 ± 0,32 <sup>b</sup>
NT4	9,77 ± 1,28 <sup>a</sup>	86,60 ± 29,14 <sup>cd</sup>	2,37 ± 0,41 <sup>b</sup>	0,85 ± 0,32 <sup>b</sup>

Các giá trị trong cùng một cột có các ký tự a,b,c giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ).

**2.2. Tỷ lệ sống, năng suất và hiệu quả nuôi và lượng nước sử dụng để sản xuất ra 1 kg cá ( $m^3$ )**

Tỷ lệ sống của cá nuôi đạt 57,0 – 70,0% sau 90 ngày nuôi. Cũng giống như sinh trưởng,

NT2 có số lần cho ăn thấp nhất nhưng tỷ lệ sống và năng suất cá nuôi đạt cao nhất (66,75 ± 11,89) và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ) so với các nghiệm thức còn lại

(Bảng 2). Điều này có thể do ở NT2 có số lần cho ăn ít hơn các nghiệm thức còn lại nên chất lượng nước tốt và ít biến động hơn các nghiệm thức còn lại nên cá sinh trưởng và phát triển tốt hơn. Các NT1, NT3, NT4 chất lượng nước kém và biến động nhiều nên cá dễ bị chết nhiều hơn. Điều này cũng phù hợp với nghiên cứu của Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn

(2009), khi khối lượng thức ăn ăn vào càng lớn thì tốc độ tiêu hóa càng chậm, sự hấp thu chất dinh dưỡng giảm và thức ăn cũng không được sử dụng triệt để. Thức ăn không được cá sử dụng hết sẽ thải ra môi trường góp phần gây ô nhiễm môi trường và cũng là điều kiện thuận lợi cho phát sinh bệnh.

**Bảng 2. Tỷ lệ sống và hiệu quả nuôi cá trê vàng nuôi trong hệ thống tuần hoàn**

Nghiệm thức	Tỷ lệ sống (%)	Năng suất (kg/m <sup>3</sup> )	Hệ số chuyển đổi thức ăn (FCR)	Lượng nước sử dụng (m <sup>3</sup> /kg cá nuôi)
NT1	58,33 ± 16,07 <sup>a</sup>	57,45 ± 7,48 <sup>a</sup>	1,36 ± 0,31 <sup>a</sup>	0,32±0,03
NT2	70,00 ± 10,53 <sup>a</sup>	66,75 ± 11,89 <sup>a</sup>	1,20 ± 0,10 <sup>a</sup>	0,22±0,04
NT3	65,00 ± 12,12 <sup>a</sup>	52,15 ± 9,18 <sup>a</sup>	1,35 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,32±0,07
NT4	57,00 ± 28,35 <sup>a</sup>	49,47 ± 20,93 <sup>a</sup>	1,41 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,44±0,13

Các giá trị trong cùng một cột có các ký tự (a, b) giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ).

Năng suất nuôi cá trê vàng trong hệ thống tuần hoàn được cải thiện rất nhiều so với nuôi cá trê trong ao đất. Coniza *et al.* (2003) thả nuôi cá trê vàng (*C. macrocephalus*) trong lồng với mật độ 10 con/m<sup>2</sup>, sau 120 ngày cho ăn thức ăn 34% đạm, năng suất chỉ đạt 0,71 kg/m<sup>2</sup>. Yi *et al.* (2003) thả nuôi cá trê lai (*C. macrocephalus* x *C. gariepinus*) trong lồng với mật độ 25 con/m<sup>2</sup> thì năng suất đạt 5,6-5,9 kg/m<sup>2</sup>. Tuy nhiên, năng suất nuôi trong thí nghiệm này thấp hơn nhiều so với nuôi cá trê phi trong hệ thống tuần hoàn, với mật độ 2.500 con/m<sup>3</sup>, năng suất đạt 394 kg/m<sup>3</sup> (Almazán Rueda, 2004).

Kết quả của nghiên cứu cũng cho thấy ở NT2 - cá được cho ăn 2 lần/ngày có hệ số chuyển hóa thức ăn thấp nhất (FCR=1,20 ± 0,10). Nghiệm thức cho ăn 3 lần/ngày (NT3), 4 lần/ngày (NT4) và nghiệm thức cho ăn liên tục hệ số chuyển đổi thức ăn cao (FCR=1,35 – 1,41) (Bảng 2). Chỉ số FCR của NT2 khác biệt không có ý nghĩa thống kê ( $p > 0,05$ ) với các nghiệm thức còn lại góp phần giảm chi phí thức ăn và qua đó giảm chất thải vào môi trường trong quá trình nuôi.

Lượng nước sử dụng trong thí nghiệm là 0,22- 0,44 m<sup>3</sup>/kg cá thương phẩm. Các nghiệm thức có số lần cho ăn càng nhiều thì lượng nước tiêu tốn càng cao, trong khi NT2 có số lần cho ăn ít hơn thì lượng nước tiêu tốn là thấp

nhất. Trong 2 tuần đầu tiên của thí nghiệm này, hệ thống chỉ được cấp bù nước hao hụt do bay hơi và rò rỉ. Tuy nhiên, từ tuần thứ 3 trở đi khi lượng chất thải tích tụ nhiều, thì bể lắng mới cần được loại bỏ cặn lắng hằng ngày và cấp thêm nước mới. Điều này rất có ý nghĩa trong thực tế sản xuất, khi biện pháp thay nước (với tỉ lệ lên đến 100% thể tích nuôi) được áp dụng để cải thiện chất lượng nước. Vì cá trê vàng là loài sống đáy, có tính chịu đựng cao với môi trường khắc nghiệt, và có cơ quan hô hấp phụ, nên hệ thống nuôi tuần hoàn nước với hoạt động của lọc sinh học có thể đáp ứng được nhu cầu chất lượng nước nuôi. Do vậy, cá phát triển tốt mà không phải thay nước thường xuyên, nhờ đó tiết kiệm chi phí, hạn chế sử dụng nước và giảm ô nhiễm môi trường. So với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Hồng Nho và *ctv.* (2018), lượng nước sử dụng trong nghiên cứu này là ít hơn rất nhiều. Điều này cho thấy quản lý tốt lượng thức ăn trong hệ thống nuôi tuần hoàn nước thì sẽ tiết kiệm được nước.

#### IV. Kết luận và kiến nghị

Các yếu tố môi trường nước trong thí nghiệm có biến động theo thời gian nuôi và mật độ nuôi, tuy nhiên vẫn nằm trong giới hạn thích hợp cho cá nuôi. Hàm lượng oxy hòa tan có xu hướng giảm dần theo thời gian nuôi. pH và độ kiềm giảm thấp ở ngày thứ 15, 45 và 60

và tăng lại ở những ngày sau. Hàm lượng CO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, COD, TSS tăng dần về cuối vụ nuôi.

Cho cá ăn 2 lần/ngày cho kết quả tốt nhất về sinh trưởng, tỷ lệ sống, năng suất, FCR và hiệu quả sử dụng nước. Tỷ lệ sống của nghiệm thức cho cá ăn 2 lần/ngày là 70,00 ± 10,53, đạt năng suất 66,75 ± 11,89, cao hơn các nghiệm thức cho cá ăn 3 lần/ngày, 4 lần/ngày và cho ăn liên tục. Ở nghiệm thức cho cá ăn 2 lần/ngày

có hệ số tiêu tốn thức ăn là 1,20 ± 0,10 và sử dụng 0,22±0,04 m<sup>3</sup> nước/kg cá nuôi, thấp hơn các nghiệm thức còn lại.

### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ VN14-P6 bằng nguồn vốn vay ODA từ chính phủ Nhật Bản.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

1. Nguyễn Thị Tú Anh, 2010. Đánh giá khả năng cải thiện chất lượng nước của nhóm vi khuẩn chuyển hóa đạm trong hệ thống ương tôm sú (*Penaeus monodon*). Luận văn tốt nghiệp cao học ngành nuôi trồng thủy sản, Đại học Cần Thơ.
2. Đoàn Khắc Độ, 2008. Kỹ thuật nuôi cá trê (cá trê vàng lai và cá trê vàng). Nhà xuất bản Đà Nẵng.
3. Trần Thị Thanh Hiền và Nguyễn Anh Tuấn, 2009. Dinh dưỡng và thức ăn thủy sản. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Thành Phố Hồ Chí Minh. 191 trang.
4. Phạm Thị Thu Hồng và Nguyễn Thanh Phương, 2014. Ứng dụng phương pháp cho ăn gián đoạn trong nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thương phẩm. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 33: 139-147.
5. Ngô Trọng Lư, 2007. Nuôi trồng một số đối tượng thủy hải sản có giá trị kinh tế. Trong: Nguyễn Việt Thắng, Nguyễn Thị Hồng Minh, Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Xuân Lý và Đỗ Văn Khương (chủ biên). Bách khoa thủy sản. Nhà xuất bản Nông Nghiệp Hà Nội. Trang 370-371.
6. Nguyễn Thị Hồng Nho, Huỳnh Thị Kim Hồng và Phạm Thanh Liêm, 2018. Ảnh hưởng của mật độ nuôi lên chất lượng nước, sinh trưởng và tỉ lệ sống của cá trê vàng (*Clarias macrocephalus*) trong hệ thống tuần hoàn. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. số 54 (Số chuyên đề: Thủy sản) (1): 108-114.
7. Cao Văn Thích, Phạm Thanh Liêm và Trương Quốc Phú, 2014. Ảnh hưởng của mật độ nuôi đến chất lượng nước, sinh trưởng, tỷ lệ sống của cá lóc (*Channa striata*) nuôi trong hệ thống tuần hoàn. Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ, số chuyên đề thủy sản 2014 (2):79-85.
8. Dương Hải Toàn, Lê Thị Tiểu Mí, Nguyễn Thanh Phương, 2010. Ảnh hưởng của cho ăn gián đoạn và luân phiên lên sinh trưởng và hiệu quả sử dụng thức ăn của cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) giống. Kỷ yếu hội nghị khoa học thủy sản lần thứ 4: 178-190.

### Tiếng Anh

9. Almazán Rueda, P., 2004. Towards assessment of welfare in African catfish, *Clarias gariepinus*: the first step. PhD Thesis, Fish Culture and Fisheries Group, Wageningen Institute of Animal Sciences, Wageningen University.
10. Boyd, C. E., 1990. Water quality for pond aquaculture. Birmingham Publishing Company, Birmingham, Alabama, 269pp.



11. Boyd, C. E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Research and Development serie No. 43, August 1998, Alabama, 37pp.
12. Coniza, E.B., Catacutan, M.R. and Tan-Fermin, J.D., 2003. Growth and yield of Asian catfish *Clarias macrocephalus* (Gunther) fed different grow-out diets. The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 55(1): 53-60.
13. Eding, E.H., Kamstra, A., Verreth, J.A.J., Huisman, E.A., Klapwijk, A., 2006. Design and operation of nitrifying trickling filters in recirculating aquaculture: a review. Aquacultural Engineering 34(3): 234–260.
14. FIFAC, 1980. Symposium on new developments in the utilization of heated effluent and recirculation systems for intensive aquaculture, EIFAC, 11th Session, Stavanger, Norway, May 28-30<sup>th</sup>.
15. Harpaz, S., Hakim, Y., Slosman, T., Barki, A., Karplus, I., Eroldoğan, O.T., 2005. Effects of different feeding levels during day and/or night on growth and brush border enzyme activity in juvenile *Lates calcarifer* fish reared in freshwater re-circulating tanks. Aquaculture 248: 325-335.
16. Krogdahl, Å., Bakke-McKellep, A.M, 2005. Fasting and refeeding cause rapid changes in intestinal tissue mass and digestive enzyme capacities of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Comparative Biochemistry and Physiology 141A: 450-460.
17. Masser, P.M, Rakocy, J., and Losordo, T. M., 1999. Recirculating aquaculture tank production systems: management of recirculating systems. SRAC Publication No. 452.
18. Muir, R. F., 1982. Recirculation systems in aquaculture. Muir, J.F and Robers, R. J editors, in Recent Advances in Aquaculture, Vol. 1, Croom Helm and Westview Press, London, 453 pp.
19. Tal, Y., Schreier, H.J., Sowers, K.R., Stubblefield, J.D., Place, A.R., Zohar, Y., 2009. Environmentally sustainable land-based marine aquaculture. Aquaculture 286: 28–35.
20. Tengjaroenkul, B., Smith, B.J., Caceci, T. and Smith, S. A., 2000. Distribution of intestinal men activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Aquaculture 182: 317-327.
21. Timmons, M.B. and Ebeling, J.M., 2010. Recirculating Aquaculture (2<sup>nd</sup> Edition). NRAC Publ. No. 401-2010. Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, NY, 948 pages.
22. Vera, L.M., De Pedro, N., Gómez-Milán, E., Delgado, M.J., Sánchez-Muros, J.A., Madrid, F.J., Sánchez-Vázquez, 2007. Feeding entrainment of locomotor activity, digestive mens and neuroendocrine factors in goldfish. Physiology & Behavior 90: 518–524.
23. Yi, Y., Lina, C. K., and Diana, J.S., 2003. Hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture in an integrated pen-cum-pond system: growth performance and nutrient budgets. Aquaculture, 217: 395 – 408.
24. Zohar, Y., Tal, Y., Schreier, H.J., Steven, C., Stubblefield, J., Place, A., 2005. Commercially feasible urban recirculated aquaculture: addressing the marine sector. In: Costa-Pierce, B. (Ed.), Urban Aquaculture. CABI Publishing, Cambridge, MA, pp. 159–171.