

DOI: 10.22144/ctu.jvn.2021.102

NGHIÊN CỨU NUÔI LƯƠN (*Monopterus albus* Zuiew, 1793) KẾT HỢP RAU NGŌ (*Enhydra fluctuans* Lour) Ở CÁC HÌNH THỨC NUÔI KHÁC NHAU

Tôn Thị Hồng Thắm¹, Nguyễn Tiệp Khắc², Đặng Nguyệt Minh³, Trần Ngọc Hải¹ và Hứa Thái Nhân^{1*}

¹Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

²Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Vĩnh Long

³Trung tâm Ứng dụng tiến bộ Khoa học và Công nghệ tỉnh Vĩnh Long

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Hứa Thái Nhân (email: htnhan@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 27-02-2021

Ngày nhận bài sửa: 04/06/2021

Ngày duyệt đăng: 25/06/2021

Title:

Study on integrated aquaculture of Asian swamp eel *Monopterus albus* (Zuiew, 1793) and *Enhydra fluctuans* Lour in the various cultivation systems

Từ khóa:

Aquaponic, *Enhydra fluctuans*, lươn, *Monopterus albus*, rau ngổ

Keywords:

Aquaponic, *Enhydra fluctuans*, swamp eel, *Monopterus albus*

ABSTRACT

This study was carried out to determine the appropriate integrated culture of swamp eel *Monopterus albus* and *Enhydra fluctuans* for reducing nitrogen pollutant of intensive swamp eel aquaculture and improving production system. Three different combination methods of swamp eel and *enhydra* consist of 1) indirected combination system by using 100% water exchange from swamp eel tank supplied to *Enhydra* tank (NT1_eel, plant), 2) integrated swamp eel and *Enhydra* in the same tank (NT2_eel+plant) and 3) using aquaponic floating draft system (NT3_Aqua.eel, plant) were conducted. Swamp eel (initial size of 52g/ind.) was stocked at density of 1.5 kg/tank (9.4 kg/m³), and initial plant seed (root and branch) of 1.0 kg/tank. Swamp eels were fed *ad libitum* twice a day with pellets. The experiment was run for 90 days. The result showed that all environmental parameters of TAN (0.25-7.41mg/L), NO₂⁻ (0.27-1.91 mg/L), NO₃⁻ (31.28-57.69 mg/L), PO₄³⁻ (8.54-9.83 mg/L), in which those water parameters in the NT3_aqua.eel, plant were stable and lower than those of other treatments. The highest weight gain was found for those swamp eels in the NT2, but there was not different significantly compared to those animal in the NT3 and NT1. Similarly, final biomass of plant in the NT3 (3.4 kg/m²) was higher significantly (p<0.05) compared to NT1 (1.9 kg/m²) and NT2 (0.98 kg/m²). Thus, this study found that the integrated aquaculture of swamp eel and *Enhydra* plant in the aquaponic could probably be a promising model for aquaponic production of swamp eel and plant.

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định phương pháp nuôi kết hợp lươn *Monopterus albus* với rau ngổ *Enhydra fluctuans* phù hợp nhằm góp phần giảm ô nhiễm nitrogen trong môi trường và tăng năng suất trong mô hình nuôi lươn và rau. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên gồm 3 nghiệm thức (NT) với 3 hình thức nuôi khác nhau gồm: 1) kết hợp gián tiếp bằng cách hàng tuần sử dụng 100% nước từ bể lươn cung cấp cho bể rau (NT1_lươn, rau); 2) kết hợp trực tiếp lươn với rau trong cùng một bể (NT2_lươn+rau); và 3) nuôi lươn kết hợp rau theo hệ thống aquaponic (NT3_aqua.lươn, rau). Lươn (52 g/con) được bố trí với mật độ 1,5 kg/bể (9,4 kg/m³) và rễ rau ngổ giống ban đầu là 1,0 kg/bể. Lươn được cho ăn thức ăn viên 2 lần/ngày theo nhu cầu. Thời gian thí nghiệm là 90 ngày. Kết quả cho thấy các chỉ tiêu môi trường TAN (0,25-7,41mg/L), NO₂⁻ (0,27-1,91 mg/L), NO₃⁻ (31,28-57,69 mg/L), PO₄³⁻ (8,54-9,83 mg/L), trong đó NT3 luôn thấp và ổn định hơn các NT còn lại. Tăng trưởng (0,124 g/ngày) và chiều dài (0,011 cm/ngày) của lươn cao nhất là ở NT2 nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với các NT còn lại. Tương tự sinh khối rau ngổ ở NT3 là cao nhất 3,4 kg/m² khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với NT1 (1,8 kg/m²) và NT2 (0,98 kg/m²). Bên cạnh đó chất lượng nước của bể nuôi lươn và năng suất rau tốt nhất là ở NT3 aquaponic. Kết quả cho thấy tiềm năng nuôi kết hợp lươn và rau ngổ theo hệ thống aquaponic.

1. GIỚI THIỆU

Lươn đồng *Monopterus albus* (Zuiew, 1793) được xem là đối tượng nuôi có giá trị kinh tế ở Đồng bằng sông Cửu Long. Diện tích và mật độ nuôi ngày càng mở rộng (Nguyễn Tường Duy, 2010). Tuy nhiên, ô nhiễm và thay nước hơn 300% hàng ngày đang là vấn đề của nghề nuôi lươn, do lươn được nuôi ở mật độ cao và thức ăn có hàm lượng dinh dưỡng cao (Lương Quốc Bảo, 2015), lươn thường bị bệnh, bỏ ăn và chậm lớn. Vì vậy, việc áp dụng các mô hình, công nghệ nuôi mới để cải thiện vấn đề trên cho nghề nuôi lươn là rất cần thiết, mặc dù hiện nay, nhiều kỹ thuật nuôi được áp dụng phổ biến trong nuôi trồng thủy sản như hệ thống tuần hoàn, nuôi kết hợp đa loài, kết hợp thủy sản và thủy canh (aquaponic). Aquaponic là hệ thống nuôi thủy sản kết hợp trồng rau thủy canh trong hệ thống tuần hoàn mà không cần đất (Rakocy et al., 2006), đây được xem là mô hình nuôi thủy sản thân thiện, bền vững đã và đang được áp dụng rộng rãi trên thế giới (Buzby & Lin, 2014). Trong mô hình này, có sự kết hợp đa dạng giữa vật nuôi và cây trồng, rau khác nhau. Theo Phan Quỳnh Như và Hứa Thái Nhân (2018), Nhan et al. (2019) và Hứa Thái Nhân et al. (2020) cho thấy tiềm năng ứng dụng và phát triển mô hình nuôi lươn theo công nghệ aquaponic là khả thi và hoàn toàn có khả năng phát triển nhân rộng mô hình. Do đó, việc tiếp tục nghiên cứu xây dựng thêm các loại mô hình kết hợp lươn với các loại rau khác nhau là rất cần thiết nhằm đa dạng mô hình nuôi và ứng dụng rộng rãi ở nhiều điều kiện tự nhiên khác nhau là rất cần thiết. Rau ngổ *Enhydra fluctuans* Lour là một loài thủy sinh, dễ trồng, có giá trị dinh dưỡng, kinh tế và dược học cao (Ali et al., 2013). Vì là loài dễ trồng nên có nhiều mô hình trồng rau ngổ như giâm ngọn trên đất hoặc bề nổi bên sông, rạch hay ao hồ, đây có thể được xem là đối tượng có tiềm năng rất lớn và phù hợp để phát triển mô hình aquaponic. Vì vậy việc nghiên cứu phương pháp tối ưu trong nuôi lươn kết hợp trồng rau ngổ là rất cần thiết nhằm đa dạng mô hình nuôi, giảm ô nhiễm môi trường và tăng năng suất trong mô hình nuôi lươn bền vững.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Lươn và rau ngổ giống

Nguồn lươn giống thí nghiệm: Lươn giống được chọn từ trại thực nghiệm Khoa Thủy sản, Trường ĐHTC, chọn lươn có kích cỡ trung bình là 40,1 cm/con và 52 g/con, chỉ chọn lươn khỏe, không dị tật và có kích cỡ tương đối đồng đều cho nghiên cứu này.

Rau ngổ: Rau ngổ giống (cả gốc và thân) được thu từ các hộ trồng rau ngổ tại Cần Thơ. Sau khi đem về đến trại thực nghiệm tiến hành cắt loại bỏ thân trên cách gốc khoảng 5 cm để rau phát triển các mầm và chồi mới.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 nghiệm thức (NT) nuôi kết hợp lươn và rau ngổ khác nhau. Nghiệm thức 1 sử dụng nước từ bể nuôi lươn để trồng rau ngổ (NT1_lươn, rau), ở thí nghiệm này được thực hiện bằng cách sử dụng 100% nước từ bể nuôi lươn (1 tuần/lần) chuyển sang bể trồng rau (dài × rộng, 75 cm×65 cm, thể tích nước trong bể khoảng 100 L). Nghiệm thức 2 nuôi lươn kết hợp với rau ngổ trong cùng một bể (NT2_lươn+rau) và NT3 là nuôi lươn kết hợp rau ngổ theo mô hình aquaponic (NT3_Aqua.lươn, rau), 3 lần lặp lại cho mỗi nghiệm thức

Đối với nghiệm thức 3, hệ thống aquaponic nuôi lươn và rau được thiết kế theo nghiên cứu của Nhan et al. (2019, 2020), trong đó nước từ bể nuôi lươn được bơm qua bể lọc cơ học để lắng vật chất lơ lửng sau đó chảy qua bể lọc sinh học (3 L giá thể lọc/bể, RT Bioelement, Đan Mạch) và chảy về bể trồng rau ngổ, nước từ bể rau tiếp tục chảy về bể nuôi lươn. Lưu lượng nước trong hệ thống tuần hoàn liên tục từ bể lươn vào bể rau được duy trì tốc độ 3L/phút. Lươn ở tất cả các nghiệm thức được nuôi trong bể hình chữ nhật (85 x 75 cm), mực nước 30 cm, thể tích nước bể lươn 160 L.

Mật độ lươn giống được bố trí ở tất cả các nghiệm thức là 1,5 kg/bể, và rau ngổ giống được bố trí 1kg/bể (cả gốc và thân rau giống). Thời gian thí nghiệm là 90 ngày.

2.3. Chăm sóc và quản lý

Hàng ngày theo dõi, quan sát ghi nhận biểu hiện và khả năng bắt mồi của lươn. Lươn được cho ăn theo nhu cầu (Nhan et al., 2020) bằng thức ăn viên nổi 40% đạm, kích cỡ 2,0 mm, 2 lần/ngày vào lúc 8h30 và 16h30. Khoảng 30 phút sau khi cho ăn, lượng thức ăn thừa được vớt ra kiểm tra để điều chỉnh lượng thức ăn cho ngày kế tiếp.

2.4. Chỉ tiêu phân tích

2.4.1. Chỉ tiêu môi trường và thành phần dinh dưỡng của rau

Các yếu tố môi trường được thu tại bể lươn và đầu ra từ bể rau: Oxy hòa tan (DO), pH, nhiệt độ được đo 2 lần/ngày lúc 8h00 và 14h00 bằng máy đo đa chỉ tiêu (HANNA HI 98196, Rumani); TAN (NH₄⁺/NH₃), NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ được thu và phân

tích 1 tuần/lần (đối với nghiệm thức 1 mẫu nước được thu trước khi cho qua bể rau) theo các phương pháp tương ứng là Ammonia HI9371501, Nitrite HI93708-01, Salycilate và Photphat HI93713-01 (Hanna, Rumani) và tại phòng thí nghiệm chất lượng nước, Khoa Thủy sản, Đại học Cần Thơ.

Thành phần dinh dưỡng của rau ngổ sau khi kết thúc thí nghiệm được phân tích theo phương pháp AOAC (2000).

2.4.2. Đánh giá sự tăng trưởng của lươn

Sự tăng trưởng của lươn được xác định mỗi 30 ngày và khi kết thúc thí nghiệm. Các chỉ tiêu theo dõi gồm:

$$\text{Tỷ lệ sống (\%)} = (\text{Số lượng cá thể khi thu hoạch} / \text{Số lượng cá thể ban đầu}) \times 100$$

$$\text{Tăng trưởng chiều dài (Length gain, LG): LG (cm)} = L_c - L_d$$

$$\text{Tăng trưởng chiều dài (Daily length gain, DLG): DLG (cm/ngày)} = (L_c - L_d) / t$$

$$\text{Tăng trọng tuyệt đối: DWG (g/ngày)} = (W_c - W_d) / t$$

$$\text{Tăng trọng tương đối (\%/ngày)} = (\text{Ln}W_c - \text{Ln}W_d) / t \times 100$$

Trong đó, L_c : Chiều dài cuối (cm), L_d : Chiều dài đầu (cm), W_c : Khối lượng cuối (g), W_d : Khối lượng đầu (g), t : Thời gian nuôi.

$$\text{Hệ số thức ăn (FCR)} = \text{Tổng lượng thức ăn tiêu thụ} / \text{khối lượng tăng trọng}$$

2.4.3. Tăng trưởng của rau ngổ

Sự phát triển và sinh khối của rau được xác định sau mỗi chu kỳ rau khoảng 30 ngày: Chiều dài rau

được tính từ mặt giá thể đến đỉnh của ngọn, sinh khối của rau ($BMS, g/m^2$) = khối lượng của rau (thu hoạch)/ diện tích trồng.

2.5. Xử lý số liệu

Các số liệu tăng trưởng của lươn, năng suất rau thu thập được tính toán giá trị trung bình (TB) và độ lệch chuẩn (SD) bằng chương trình Excel 2013 và được phân tích đánh giá bằng phương pháp kiểm định phương sai ANOVA (SPSS, version 23.0, SPSS Inc., Chicago. IL, USA) với phép thử Tukey ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các chỉ tiêu chất lượng nước

3.1.1. Nhiệt độ, pH và oxy hòa tan

Giá trị trung bình các yếu tố nhiệt độ, pH và oxy hòa tan (DO) ở các nghiệm thức được trình bày ở Bảng 1. Kết quả cho thấy nhiệt độ trung bình giữa các NT tương đối ổn định dao động từ 28,07 đến 28,93°C. pH trong thí nghiệm dao động tương đối cao giữa các nghiệm thức từ 5,39-7,78, trong đó NT3 có pH cao nhất trung bình từ 7,69-7,78. Oxy giữa các nghiệm thức có sự dao động từ 5,14-6,2 mg/L. Nhìn chung, các yếu tố nhiệt độ, pH và oxy hòa tan đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển bình thường của lươn. Oxy và pH đóng vai trò rất quan trọng trong nuôi trồng thủy sản giúp duy trì ổn định và phát triển bình thường của động vật thủy sản (Boyd, 1998). Đặc biệt, trong hệ thống aquaponic hai yếu tố này được xem là yếu tố có ảnh hưởng đến sự phát triển và hiệu quả hoạt động của vi khuẩn có lợi trong hệ thống nhằm cung cấp dinh dưỡng cho hệ thống thủy canh. Hàm lượng oxy hòa tan trong hệ thống aquaponic phải lớn hơn >5,5 mg/L và pH từ 6,0 đến 7,5 (Rakocy et al. 2006).

Bảng 1. Biến động các yếu tố thủy lý trong các nghiệm thức

Nghiệm thức		Nhiệt độ (°C)	pH	DO (mg/L)
NT1_lươn, rau	Bể lươn	28,93 ± 1,66	5,39 ± 0,92	5,36 ± 1,04
	Bể rau	28,58 ± 1,77	6,21 ± 1,19	5,40 ± 1,04
NT2_lươn+rau	Bể lươn và rau	28,07 ± 1,09	6,06 ± 0,79	5,14 ± 0,68
NT3_Aqua. Lươn, rau	Bể lươn	28,34 ± 1,44	7,69 ± 0,58	6,20 ± 0,86
	Bể rau	28,66 ± 1,52	7,78 ± 0,74	6,11 ± 0,76

3.1.2. Các yếu tố môi trường TAN, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻

Trong quá trình thí nghiệm sự biến đổi các yếu tố TAN, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ được thu thập, phân tích và ghi nhận ở Bảng 2 và Hình 1. Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng TAN trung bình có sự biến động lớn giữa các nghiệm thức và trong cùng nghiệm thức (giữa bể lươn và rau). Trong đó, hàm lượng TAN

cao nhất là ở NT1 trong suốt thời gian thí nghiệm (Hình 1), điều này có thể là do lượng TAN đã được tích lũy lâu (6 ngày) và không được chuyển hóa thành các dạng nitơ khác. Cụ thể, hàm lượng NO₂⁻ rất thấp trong NT này, ngược lại hàm lượng NO₃⁻ cao điều này có thể là do sự mất cân bằng giữa 2 dòng vi khuẩn có lợi như *Nitrosomonas* và *nitrobacter*, v.v để chuyển hóa TAN thành nitrite và nitrite thành nitrate. Ngược lại, NT3 có hàm lượng

TAN dao động từ 0,25-0,26 mg/L và các chỉ tiêu thủy hóa khác có sự ổn định hơn. TAN trong bể lươn được chuyển hóa thành nitrite sau khi qua bể lọc. Theo Rakocy et al. (2004, 2006), hàm lượng TAN

tối ưu cho hệ thống aquaponic là từ 0,95 – 2,2 mg/L. Như vậy có thể thấy ở NT3 có quá trình chuyển hóa TAN và kết quả xử lý nước rau hiệu quả so với 2 NT còn lại.

Bảng 2. Hàm lượng trung bình (mg/L) các yếu tố thủy hóa ở các nghiệm thức

Nghiệm thức		TAN	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
NT1_lươn, rau	Bể lươn	7,41 ± 1,53	0,41 ± 0,67	45,13 ± 21,71	9,83 ± 0,47
	Bể rau	3,52 ± 3,32	1,91 ± 1,72	55,00 ± 15,26	9,03 ± 1,19
NT2_lươn+rau	Bể lươn và rau	3,12 ± 2,30	1,61 ± 1,54	57,69 ± 21,58	9,33 ± 1,18
NT3_Aqua. Lươn, rau	Bể lươn	0,25 ± 0,09	0,27 ± 0,31	31,92 ± 21,22	8,54 ± 1,32
	Bể rau	0,26 ± 0,12	0,33 ± 0,35	31,28 ± 21,20	8,89 ± 1,12

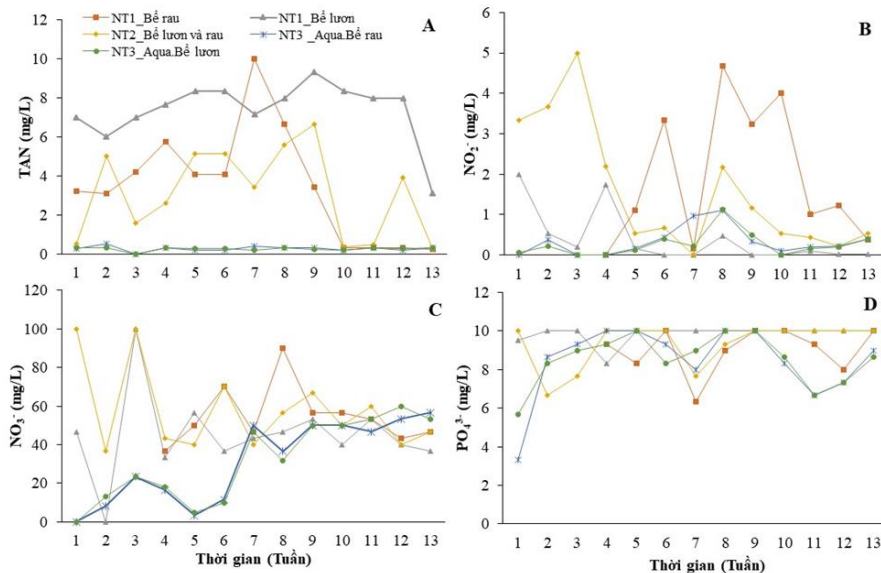
Nitrite (NO₂⁻)

Trong thời gian thí nghiệm nitrite ở nghiệm thức 2 và ở bể rau của NT1 luôn có sự dao động lớn và cao hơn các NT còn lại (Hình 1). Ngược lại, nitrite ở NT3 là thấp nhất và luôn ổn định trong suốt thời gian thí nghiệm. Kết quả này cho thấy nitrite được chuyển hóa thành nitrate trong nghiệm thức này. Theo Boyd (1998), giá trị NO₂⁻ gây độc cho tôm cá khi > 2 mg/L. Vì thế, hàm lượng nitrite trong nghiên cứu này trong ngưỡng thích hợp cho lươn.

Nitrate (NO₃⁻)

Hàm lượng nitrate giữa các nghiệm thức có sự chênh lệch lớn, dao động từ 31,28-57,69 mg/L, trong đó NT1 và NT2 có sự biến động lớn theo tuần. NT3 là nghiệm thức có nồng độ nitrate thấp nhất từ 31,28-31,92 mg/L. Theo Rakocy et al. (2004, 2006), hàm lượng nitrate tối ưu cho hệ thống aquaponic là từ 26,3 – 42,0 mg/L. Hàm lượng nitrate được tạo ra

từ chất thải của cá và thức ăn dư thừa có nguồn gốc từ protein trong thức ăn, thông qua hóa trình nitrite hóa của vi khuẩn (Wongkiew et al., 2017, 2020). Bên cạnh đó, việc quản lý thức ăn và tiêu thụ thức ăn hợp lý sẽ giúp quá trình chuyển hóa dinh dưỡng được ổn định và hiệu quả trong hệ thống aquaponic (Karen & Lin, 2014). Kết quả NT3 đã cho thấy lươn đã sử dụng thức ăn hiệu quả, lượng thức ăn trong hệ thống luôn được kiểm soát và một phần lượng nitrate đã được rau hấp thụ nên lượng nitrate trong hệ thống thấp hơn so với các nghiệm thức còn lại. Ngược lại, hàm lượng nitrate ở NT1 và NT2 không ổn định và luôn ở mức cao so với NT3. Kết quả này có thể là do lươn tiêu thụ thức ăn không ổn định, lươn chỉ ăn tốt trong vòng 2 ngày sau khi thay nước và giảm dần đến ngày thứ 6. Do hàm lượng khí độc dẫn tích tụ trong hệ thống cùng với sự mất cân bằng hệ vi sinh có lợi trong hệ thống của thí nghiệm 1 và 2.



Hình 1. Biến động các chỉ tiêu thủy hóa trong quá trình thí nghiệm

A: tổng đạm amon, B: nitrite, C: nitrate và D: phosphate

Phosphate (PO₄³⁻)

Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng phosphate trong các nghiệm thức khác biệt không lớn dao động từ 8,54-9,83 mg/L. Hàm lượng phosphate ở NT1 bề lươn là cao nhất 9,83 mg/L tuy nhiên không có sự chênh lệch lớn với các nghiệm thức còn lại. NT3 là nghiệm thức có hàm lượng phosphate thấp nhất dao động từ 8,54-8,89 mg/L. Hàm lượng phosphate phù hợp đối với mô hình tuần hoàn aquaponic là từ 8,20 mg/L đến 16,4 mg/L theo Rakocy et al. (2004, 2006).

3.2. Tỷ lệ sống và tăng trưởng của lươn

Bảng 3 cho thấy tỷ lệ sống của lươn khác biệt không có ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức (P>0,05), mặc dù kết quả tỷ lệ sống của lươn cao nhất là ở NT3 (92,65%). Tuy nhiên trong thời gian thí nghiệm, lươn bị thất thoát nhiều ở một hệ thống của thí nghiệm 3 (tỷ lệ lươn còn lại chỉ 52%) do khâu quản lý không tốt trong khi đó ở các bể nuôi còn lại đều có tỉ lệ sống rất cao lần lượt là 92,3% và 93%.

Tăng trưởng về trọng lượng, chiều dài thân của lươn khi kết thúc thí nghiệm được trình bày ở Bảng 3. Kết quả xử lý thống kê cũng cho thấy tốc độ tăng trưởng về trọng lượng của lươn sau 90 ngày không khác biệt có ý nghĩa thống kê (P>0,05), mặc dù có sự chênh lệch tương đối cao giữa các nghiệm thức dao động từ 9,59- 15,37 g tăng trưởng khối lượng dao động từ 0,095- 0,151 g/ngày. Trong đó, NT2 là nghiệm thức có tốc độ tăng trưởng trọng lượng tuyệt

đối và tăng trưởng trọng lượng tương đối cao nhất lần lượt là 0,151 g/ngày và 0,254 %/ngày. Kết quả phân tích cho thấy lươn ở NT2 có tốc độ tăng trưởng cao hơn các NT còn lại, tuy nhiên trong quá trình nuôi quan sát thấy lươn ở NT3 phát triển ổn định màu sắc vàng tươi và ăn tốt hơn các nghiệm thức khác, do lươn ở NT3 bị thất thoát ra ngoài là các con lớn nên khi kết thúc thí nghiệm kết quả tăng trọng và sinh khối của lươn ở NT3 trung bình thấp hơn NT2. Mặc dù vậy, kết quả nghiên cứu này cao hơn kết quả nghiên cứu của Nguyễn Tường Duy (2010) khi nuôi lươn đồng bằng thức ăn viên sau 120 ngày nuôi tăng trưởng về khối lượng đạt 4,2g và tốc độ tăng trưởng đạt 0,035 g/ngày.

Tăng trưởng về chiều dài lươn được thể hiện ở Bảng 3. Sau 90 ngày thí nghiệm, tăng trưởng về chiều dài 0,78- 1,42 cm và chiều dài tuyệt đối cao nhất ở NT2 là 0,014 cm/ngày. Tốc độ tăng trưởng chiều dài tuyệt đối của lươn giữa các nghiệm thức không có sự chênh lệch quá lớn dao động từ 0,008-0,014 cm/ngày. Kết quả thí nghiệm thấp hơn so với kết quả nghiên cứu của Phan Huỳnh Như và Hứa Thái Nhân (2018) khi thử nghiệm ảnh hưởng của mật độ lên sự tăng trưởng rau xà lách xoang và chất lượng nước trong mô hình nuôi kết hợp với lươn có tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài là 0,05 cm/ngày. Kết quả nghiên cứu này không cao do nguồn lươn giống ban đầu tương đối lớn nên sự tăng trưởng về chiều dài không cao..

Bảng 3. Tăng trưởng về khối lượng (g/con) và chiều dài (cm/con) của lươn ở các nghiệm thức

Thời gian	Chỉ tiêu	NT1_ lươn, rau	NT2_ lươn+rau	NT3_Aqua. Lươn,rau
Ban đầu	TB khối lượng (g/con)		52,23	
	TB chiều dài (cm/con)		40,32 ± 4,28	
Kết thúc	TB khối lượng	61,82 ± 2,24	67,6 ± 2,94	64,82 ± 3,71
	TB chiều dài	40,9 ± 0,27	41,54 ± 0,49	41,21 ± 0,37
	DLG (cm/ngày)	0,008 ± 0,003	0,014 ± 0,005	0,011 ± 0,004
	DWG (g/ngày)	0,095 ± 0,02	0,151 ± 0,029	0,124 ± 0,036
	SGR (%/ngày)	0,168 ± 0,035	0,254 ± 0,042	0,213 ± 0,057
Tỉ lệ sống (%)		88,73 ± 3,80	88,5 ± 2,59	92,65 ± 0,49

3.3. Tăng trưởng và năng suất của rau ngổ

Trung bình mỗi 28 - 35 ngày là có thể thu 1 đợt rau ngổ, kết quả cho thấy tăng trưởng và năng suất rau ngổ của NT3 là cao nhất với sinh khối trung bình 3,4 kg/m² khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) với NT1 và NT2. Tăng trưởng về chiều dài thân và trung bình khối lượng thân của rau ở NT3 là cao nhất và khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05) so với 2 nghiệm thức còn lại. Kết quả này có thể do ở NT3 rau hấp thu đầy đủ dinh dưỡng có trong môi trường

qua quá trình chuyển hóa vật chất dinh dưỡng từ nước bể lươn nhờ hệ thống lọc sinh học, ngược lại đối với NT2 rau được trồng chung với lươn, do tập tính lươn là sống chui rúc, cuộn vào rau và hay trườn lên sàn trồng rau vào ban đêm nên thân rau ngập hoàn toàn trong nước làm các chồi không phát triển được (đặc biệt là sau mỗi lần thu hoạch) dẫn đến hư thân rau nên năng suất không cao. Trong khi đó, rau ở NT1 phát triển không tốt có thể do hàm lượng dinh dưỡng trong bể không ổn định đặc biệt là TAN và nitrite luôn cao.

Bảng 4. Trung bình chiều dài (cm), trọng lượng (g), sinh khối rau ngổ (kg/m²)

Nghiệm thức	TB chiều dài thân (cm/thân)	TB trọng lượng thân (g/thân)	TB sinh khối (kg/m ²)
NT1_lươn, rau	31,97 ± 4,48 ^a	5,47 ± 1,70 ^{ab}	1,90 ± 0,29 ^a
NT2_lươn+rau	25,70 ± 1,86 ^b	4,16 ± 1,16 ^a	0,98 ± 0,12 ^a
NT3_Aqua.lươn, rau	32,02 ± 1,48 ^a	6,44 ± 0,87 ^b	3,40 ± 0,28 ^b

Ghi chú: các ký tự mũ trong cùng một cột có các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Giá trị trên thể hiện số trung bình và độ lệch chuẩn.

Một số chỉ tiêu về thành phần dinh dưỡng và khoáng trong rau cũng được phân tích (Bảng 5). Kết quả phân tích hàm lượng dinh dưỡng cho thấy rau ở

NT1 có giá trị cao nhất nhưng không có sự chênh lệch so với NT2 và NT3.

Bảng 5. Hàm lượng dinh dưỡng của rau ngổ sau khi kết thúc thí nghiệm

TT	Chỉ tiêu	NT1_lươn, rau	NT2_lươn+rau	NT3_Aqua. Lươn, rau
1	Hàm lượng Protein (%)	2,78	2,94	2,52
2	Hàm lượng Lipid (%)	0,32	0,45	0,45
3	Hàm lượng Xơ thô (%)	2,01	1,79	1,4
4	Hàm lượng Sắt (mg/kg)	16,86	16,87	10,58
5	Hàm lượng Photpho (mg/kg)	2,055	2,517	1,959
6	Hàm lượng Canxi (mg/kg)	1,341	1,347	1,256



Hình 2. Rau ngổ phát triển trong hệ thống thí nghiệm

A: rau ngổ được trồng từ nước nuôi lươn (NT1), B: rau ngổ trồng trong cùng bể với lươn (NT2) và C, D: rau ngổ trồng trong hệ thống aquaponic (NT3)

4. KẾT LUẬN

Kết quả cho thấy tiềm năng nuôi kết hợp lươn và rau ngổ theo hệ thống tuần hoàn aquaponic. Hệ

thống tuần hoàn aquaponic đã giúp cải thiện chất lượng môi trường nước nuôi lươn và năng suất rau ngổ.

Tăng trưởng của lươn cao nhất là ở nghiệm thức 2, nhưng không khác biệt với lươn ở nghiệm thức aquaponic-NT3 tương ứng là 0,124 g/ngày và 0,011 cm/ngày, sinh khối rau ngổ cao nhất là nghiệm thức aquaponic là 3,4 kg/m².

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện từ nguồn kinh phí của đề tài cấp Tỉnh Vĩnh Long, theo hợp đồng 08/HĐ-2016 với Sở Khoa học và Công nghệ Vĩnh Long.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Ali, M. R., Billah, M. M., Hassan, M. M., Dewan, S. M. R., & Al-Emran, M. (2013). *Enhydra fluctuans* Lour. A Review. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 6(9), 927-929.

AOAC. (2000). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (17th ed.). Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA.

Boyd, C. E. (1998). Water quality for pond aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquaculture. Auburn University, Alabama 36849 USA.

Hứa Thái Nhân, Dương Nhật Long & Phạm Minh Đức. (2020). Ảnh hưởng của hàm lượng protein lên chất lượng nước, tăng trưởng của lươn *Monopterus albus* (Zwiew, 1793) và cải thìa (*Brassica chinensis*) trong mô hình aquaponic. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 56(1B), 143-152.
<https://DOI:10.22144/ctu.jvn.2020.015>.

Buzby, K. M., & Lin, L. S. (2014). Scaling aquaponic systems: Balancing plant uptake with fish output. *Aquaculture Engineering*, 63, 39-44.

Silva, L., Gasca-Leyva, E., Escalante, E., Fitzsimmons, K. M., & Lozano, D.V. (2015). Evaluation of biomass yield and water treatment in two aquaponic systems using the dynamic toot floating technique (DRF). *Sustainability*, 7, 15384-15399.

Lương Quốc Bảo. (2015). *Thí nghiệm nuôi lươn đồng đồng (Monopterus albus Zuiew, 1973) với các loại giá thể và thức ăn khác nhau trong bể bạt tại huyện Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ* (Luận văn thạc sĩ). Trường Đại học Cần Thơ.

Nguyễn Tường Duy. (2010). *Thử nghiệm nuôi lươn đồng (Monopterus albus Zuiew, 1973) bằng thức ăn viên* (Luận văn thạc sĩ). Trường Đại học Cần Thơ.

Nhan, T. H., Tài, T.N., Liem, T. P., Ut, N. V. & Ako, H. (2019). Effects of different stocking densities on growth performance of Asian swamp eel *Monopterus albus*, water quality and plant growth of watercress *Nasturtium officinale* in an aquaponic recirculating system. *Aquaculture*, 503, 96-104.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.067>.

Phan Quỳnh Như & Hứa Thái Nhân. (2018). Ảnh hưởng của mật độ rau xà lách xoang *Nasturtium officinale* lên tăng trưởng và chất lượng nước trong mô hình nuôi kết hợp aquaponic. *Tạp chí khoa học Nông Nghiệp Việt Nam*, 9(94), 118-124.

Rakocy, J. E., Masser, M. P. & Losordo, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics - integrating fish and plant culture. *Southern Regional Aquaculture Center*, 454, 1-16.

Rakocy, J. E., Shultz, R. C., Bailey, D.S. & Thoman, E. S. (2004). Aquaponic production of tilapia and basil: Comparing a batch and staggered cropping system. *Acta Horticulturae*, 648, 63-69.

Wongkiew, S., Hu, Z., Chandran, K., Woo, J., & Khanal, S.K. (2017). Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. *Aquaculture Engineering*, 76, 9-19.

Wongkiew, S., Hu, Z, Nhan, T. H., & Khanal, S.K. (2020). Aquaponics for resource recovery and organic food productions. In R. Katak, D. Pant, S. K. Khanal & A. Pandey (Eds.), *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Sustainable Bioresources for the Emerging Bioeconomy* (pp. 475-494). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64309-4.00020-9>.