

- productions by *Streptomyces* sp. Isolated from Saudi Arabia Soil. *Int. Res. J. Microbiol.*, 4(8): 179-187.
- Christopher A. B., Thomas J.C., Kim O.**, 2011. *Vibrio parahaemolyticus* cell biology and pathogenicity determinants. *Microbes Infect*, 2011 November; 13(12-13): 992 - 1001.
- Oskay Mustafa**, 2011. Effects of some Environmental Conditions on Biomass and Antimicrobial Metabolite Production by *Streptomyces* sp., KGG32. *International Journal of Agriculture & Biology*, 13: 317-324.
- Watve M.G., Tickoo R., Jog M.M., Bhole B.D.**, 2001. How many antibiotics are produced by the genus *Streptomyces*? *Archives of Microbiology*, 176(5): 386 - 390.

Effect of culture conditions on antimicrobial activity of *Streptomyces aureofaciens* 25.2 to *Vibrio parahaemolyticus* causing disease on shrimp

Nguyen Xuan Canh, Tran Thi Thuy Ha,
Pham Thi Hieu, Ngo Thuy Duong

Abstract

This research was carried out to determine appropriate culture conditions affecting biosynthesis ability of antimicrobial compounds in *Streptomyces aureofaciens* 25.2 against *Vibrio parahaemolyticus* causing the disease on shrimp. The experiments were designed and conducted under different fermentation conditions to evaluate the optimal antimicrobial activity of *Streptomyces aureofaciens* 25.2. The results showed that *S. aureofaciens* 25.2 produced antimicrobial compounds on the third day and reached the maximum after 5 days of shaking culture of 150 rpm. The optimum conditions for producing antimicrobial activity of *Streptomyces aureofaciens* 25.2 were at pH 5 - 7; 30°C, and 15% volume of medium in the 250 ml flask. For nutritional conditions, the largest round of antimicrobial activity when supplemented with carbon source of 13 g/l glucose with a diameter of 26 mm and the nitrogen source was of 0.6 g/l casein with a diameter of 23.3 mm.

Keywords: Shrimp, disease, culture conditions, *Streptomyces aureofaciens*, *Vibrio parahaemolyticus*

Ngày nhận bài: 19/7/2018
Ngày phản biện: 25/7/2018

Người phản biện: PGS. TS. Đồng Huy Giới
Ngày duyệt đăng: 18/9/2018

ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ LÊN SỰ TĂNG TRƯỞNG RAU LÁCH XOANG VÀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC TRONG MÔ HÌNH NUÔI KẾT HỢP VỚI LƯƠN

Phan Quỳnh Như¹ và Hứa Thái Nhân¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá sự tăng trưởng, sinh khối của rau lách xoang (*Nasturtium officinale*) và chất lượng nước khi được trồng với các mật độ khác nhau kết hợp nuôi lươn đồng (*Monopterus albus*) trong hệ thống aquaponic. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với ba mật độ rau khác nhau: 50 (NT1), 80 (NT2) và 110 rọ rau/m² (NT3) kết hợp nuôi lươn ở mật độ 180 con/m². Rau được ương 15 ngày trước khi thí nghiệm. Lươn được cho ăn thức ăn viên (35% đạm) 2 lần/ngày theo nhu cầu. Thời gian thí nghiệm 65 ngày với hai chu kỳ rau liên tiếp. Kết quả cho thấy các chỉ tiêu môi trường đều nằm trong giới hạn phù hợp cho sự phát triển của lươn và rau. Tăng trưởng về trọng lượng và chiều dài của lươn cao nhất ở NT1, khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với NT2 và NT3 ($p > 0,05$). Sinh khối rau ở NT3 cao hơn, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với NT1 và NT2 ($p < 0,05$). Nhìn chung, lươn đồng được nuôi với mật độ 180 con/m² phù hợp với mật độ rau 110 rọ rau/m² (NT3).

Từ khóa: Lươn đồng (*Monopterus albus*), xà lách xoang, aquaponic

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

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 (Laura *et al.*, 2015). Ở Việt Nam đã bắt đầu nghiên cứu trong những năm gần đây. Đây là hệ thống tích hợp, nuôi

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

thủy sản kết hợp với trồng cây theo hình thức thủy canh (Rakocy *et al.*, 2006). Trong mô hình này, có sự kết hợp đa dạng giữa vật nuôi và cây trồng: cá rô phi, cá trê, cá điêu hồng, tôm càng xanh kết hợp với cải thìa, rau thơm, rau diếp và nhiều loại rau khác nhau. Ở Đồng bằng sông Cửu Long, lươn đồng (*Monopterus albus*) là đối tượng có giá trị kinh tế và dinh dưỡng cao, được nuôi ở nhiều vùng. Diện tích và mật độ nuôi ngày càng mở rộng (Nguyễn Tường Duy, 2010). Tuy nhiên, ô nhiễm và thiếu nguồn nước nuôi 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). Vì vậy, việc áp dụng các mô hình, công nghệ nuôi mới để cải thiện vấn đề này cho nghề nuôi lươn là điều cần thiết. Xà lách xoong là loài thủy sinh, dễ trồng, cũng có giá trị dinh dưỡng và kinh tế cao. Do đó, lươn đồng và xà lách xoong có thể được xem như các đối tượng tiềm năng có thể trồng kết hợp trong hệ thống aquaponic. Trong mô hình aquaponic thì việc đảm bảo cân bằng giữa mật độ hay sinh khối cá và rau màu là vấn đề rất quan trọng nhằm đảm bảo đủ lượng dinh dưỡng cung cấp cho rau và sự cân bằng hệ vi sinh vật hữu ích trong mô hình (FAO, 2014). Từ kết quả nghiên cứu ban đầu của nhóm tác giả tại Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ cho thấy sự tăng trưởng của lươn tốt ở mật độ 180 con/m² (15,6 kg/m³) khi kết hợp với rau xà lách xoong, từ đó tiếp tục nghiên cứu sự ảnh hưởng của mật độ rau xà lách xoong (*Nasturtium officinale*) khác nhau kết hợp với mật độ lươn tối ưu từ nghiên cứu trên trong hệ thống aquaponic. Mục tiêu của nghiên cứu này nhằm 1) xác định mật độ tối ưu của rau xà lách xoong trong mô hình kết hợp này, 2) đánh giá chất lượng môi trường nước trong mô hình để cải thiện và giảm chi phí thay nước trong mô hình nuôi lươn.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Nguồn lươn giống thí nghiệm: Lươn (44,76 g/con) sử dụng trong nghiên cứu này có được từ thí nghiệm ban đầu tại Khoa Thủy sản. Chọn lươn khỏe và có kích cỡ tương đối đồng đều. Lươn được thuần dưỡng trong trại thực nghiệm trước khi bố trí thí nghiệm và được cho ăn thức ăn viên (35% đạm) theo nhu cầu 2 lần/ngày vào lúc 8 giờ và 16 giờ. Khoảng 60 phút sau khi cho ăn, lượng thức ăn thừa được vớt ra kiểm tra để điều chỉnh lượng thức ăn cho ngày kế tiếp.

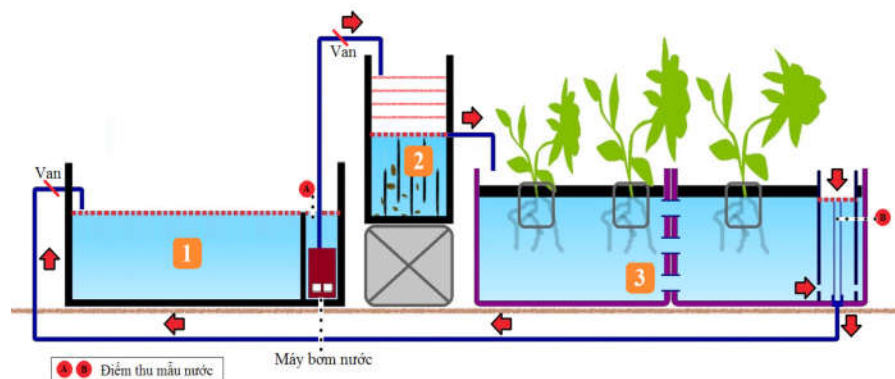
- Rau xà lách xoong: Rau được gieo bằng hạt giống trong rọ nhựa (đường kính 4 cm) có giá thể là xơ dừa đến khi này mầm đạt chiều cao 2 - 3 cm (khoảng 15 ngày) được đưa vào bể trồng rau. Mỗi rọ 3 - 5 cây rau. Các rọ nhựa được đặt trên tấm xốp làm giá đỡ trong bể trồng rau. Lưu tốc nước trong hệ thống tuần hoàn liên tục từ bể lươn vào bể rau được duy trì tốc độ 3L/phút (Endut *et al.*, 2009). Thời gian thí nghiệm là 65 ngày cho 2 chu kỳ rau.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Hệ thống thí nghiệm được thiết kế như hình 1. Thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên với 3 mật độ rau khác nhau: NT1: 50 rọ rau/m² (NT 1), NT2: 80 rọ rau/m² (Somerville *et al.*, 2014) và NT3: 110 rọ rau/m². Các nghiệm thức được lặp lại 3 lần.

Mật độ lươn thí nghiệm 180 con/m². Lươn được nuôi trong bể có thể tích 200 L, với chiều cao mực nước khoảng 30 cm. Bể lọc tạo vi sinh có thể tích là 30 L. Bể trồng rau thủy canh có thể tích nước là 70 - 75 L. Diện tích trồng rau của mỗi nghiệm thức là 1 m². Các giá thể là sợi nylon đen được đặt trong mỗi bể lươn để cho lươn trú ẩn.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống thí nghiệm

Ghi chú: (1) nước từ bể lươn được bơm lên bể lọc cơ học; (2) để loại bỏ các chất thải rắn lơ lửng, trước khi qua hệ thống trồng rau; (3) để rau hấp thu các chất dinh dưỡng và cuối cùng nước trở về bể lươn.

2.2.2. Đánh giá sự tăng trưởng của lươn

Sự tăng trưởng của lươn được xác định mỗi 2 tuần/lần và vào cuối thí nghiệm. Các chỉ tiêu theo dõi gồm:

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

Tăng trưởng tuyệt đối chiều dài (Daily length gain, DLG): $DLG (cm/ngày) = (L_c - L_d)/t$

Tăng trọng (weight gain, WG): $WG (g) = W_c - W_d$

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

Tỷ lệ sống (%) = (Số lượng cá thể khi thu hoạch / Số lượng cá thể ban đầu) × 100

Hệ số thức ăn (FCR) = Tổng lượng thức ăn tiêu thụ/trọng lượng tăng

2.2.3. Tốc độ tăng trưởng của rau xà lách xoong

Sự phát triển và sản lượng của rau được xác định sau mỗi chu kỳ rau: Chiều cao rau: từ mặt giá thể đến đỉnh của ngọn; Chiều dài rễ: từ mặt giá thể đến chót rễ; BMS (kg/m^2) = trọng lượng của rau (thu hoạch)/ diện tích trồng.

2.2.4. Chỉ tiêu môi trường nước

Các yếu tố môi trường được thu tại bể lươn và bể rau: Oxy hòa tan (DO), pH, nhiệt độ được đo hàng ngày vào lúc 7:00 giờ và 14:00 giờ bằng máy đo đa chỉ tiêu (HANNA HI 98196 Rumani); TAN (NH_4^+ / NH_3), $NO_2^- - N$, $NO_3^- - N$, $PO_4^- - P$ được thu và phân tích 1 tuần/lần theo các phương pháp tương ứng là Phenate, so màu quang phổ, Salicylate và Mobibden blue tại phòng thí nghiệm thủy hóa, Khoa Thủy sản, Đại học Cần Thơ.

2.2.5. Phân tích và xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn bằng chương trình Excel 2003 và chương trình SPSS 16.0 với phương pháp ANOVA (phép thử Tukey) ở mức ý nghĩa $P < 0,05$.

2.3. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 2 đến tháng 5 năm 2018 tại Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các chỉ tiêu chất lượng nước

3.1.1. Nhiệt độ, pH và Oxy hòa tan (DO)

Bảng 1 thể hiện sự biến động các yếu tố môi trường nước về nhiệt độ (28,61 - 29,41°C), pH (6,26 - 6,86), oxy hòa tan (>5mg/L) được theo dõi trong quá

trình nghiên cứu. Kết quả cho thấy đều nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển bình thường của rau và lươn.

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

Các yếu tố môi trường		Nghiệm thức		
		NT1	NT2	NT3
Nhiệt độ (°C)	Bể lươn	29,3±0,10	29,1±0,01	29,4±0,40
	Bể rau	28,61±0,10	28,7±0,39	29,0±0,20
pH	Bể lươn	6,26±0,05	6,53±0,13	6,86±0,05
	Bể rau	6,69±0,13	6,72±0,14	6,77±0,11
Oxy (mg/L)	Bể lươn	5,11±0,09	5,05±0,02	5,06±0,02
	Bể rau	5,03±0,02	5,07±0,07	5,13±0,06

3.1.2. Các yếu tố thủy hóa

Các yếu tố thủy hóa trong các nghiệm thức được trình bày trong bảng 2, hình 2 và hình 3.

a) Tổng đạm amon (TAN)

Kết quả phân tích ở bảng 2 cho thấy TAN giữa các bể lươn, giữa các bể rau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tuy nhiên, TAN trong bể lươn luôn cao hơn so với bể rau, khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Kết quả này có thể là do có sự chuyển hóa TAN trong bể lươn thành thành nitrite sau khi qua bể lọc. Hàm lượng TAN khá thấp, dao động trong khoảng 0,59 mg/L đến 1,06 mg/L. Theo nghiên cứu về một số chỉ tiêu môi trường nước tối ưu trong mô hình aquaponic của trường Đại học Virgin Island (Rakocy *et al.*, 2004, 2006), hàm lượng TAN tối ưu cho hệ thống aquaponic là từ 0,95 - 2,2 mg/L.

Bảng 2. Biến động giá trị trung bình các yếu tố thủy hóa trong các nghiệm thức trong thời gian thí nghiệm

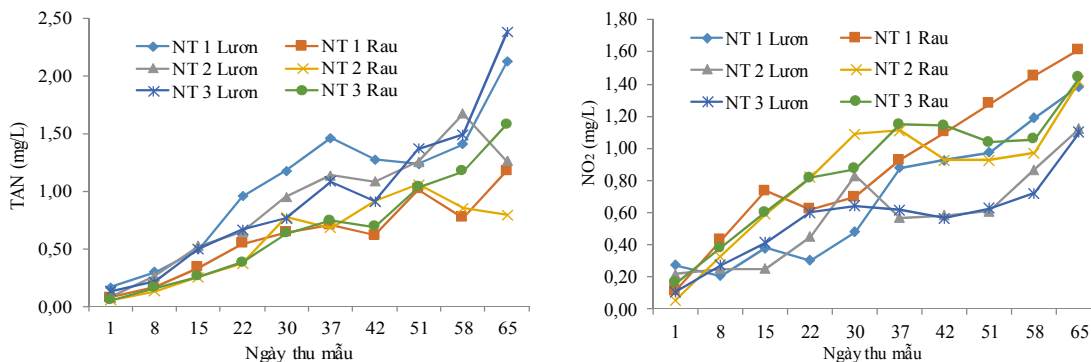
Các chỉ tiêu môi trường		Nghiệm thức		
		NT1	NT2	NT3
TAN	Bể lươn	1,06 ± 0,6 ^b	0,89 ± 0,5 ^b	0,95 ± 0,67 ^b
	Bể rau	0,6 ± 0,33 ^a	0,59 ± 0,36 ^a	0,67 ± 0,49 ^a
$NO_2^- - N$	Bể lươn	0,7 ± 0,42 ^a	0,58 ± 0,3 ^a	0,57 ± 0,27 ^a
	Bể rau	0,9 ± 0,47 ^b	0,82 ± 0,4 ^b	0,87 ± 0,39 ^b
$NO_3^- - N$	Bể lươn	7,63 ± 4,5 ^a	9,04 ± 4,46 ^a	7,17 ± 3,38 ^a
	Bể rau	10,44 ± 5,22 ^b	11,13 ± 5,9 ^b	9,86 ± 4,5 ^b
$PO_4^- - P$	Bể lươn	6,39 ± 4,65 ^a	6,25 ± 4,16 ^a	5,93 ± 3,63 ^a
	Bể rau	5,65 ± 4,09 ^a	6,43 ± 4,07 ^a	5,33 ± 3,54 ^a

Ghi chú: Các ký tự mũ trong cùng một cột của cùng một chỉ tiêu 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.

b) Nitrite (NO_2-N)

Hàm lượng nitrite trung bình ở bể rau cao hơn có ý nghĩa thống kê so với các bể lươn trong cùng một nghiệm thức ($p < 0,05$). Trong đó, hàm lượng nitrite cao nhất ở NT 1 (0,7mg/L và 0,9 mg/L tương ứng bể

rau và bể lươn) nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với NT 2 và NT 3. Theo Boyd (1998) thì giá trị NO_2 gây độc cho tôm cá khi $> 2 \text{ mg/L}$. Vì thế, hàm lượng nitrite nằm trong ngưỡng thích hợp cho nuôi trồng thủy sản.



Hình 2. Biến động nồng độ TAN (NH_3/NH_4^+) (hình bên trái) và NO_2-N (hình bên phải) trong các nghiệm thức

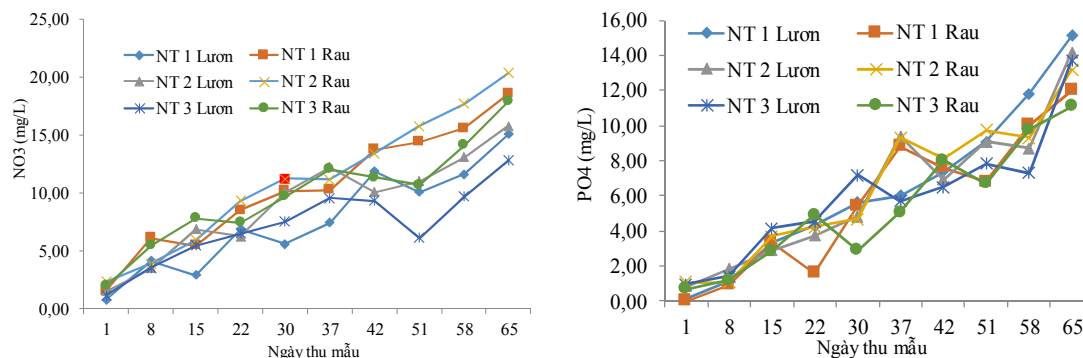
c) Nitrate (NO_3-N)

Hàm lượng nitrate trung bình qua 2 chu kỳ rau biến động không lớn, dao động trong khoảng 7,17 mg/L đến 11,13 mg/L và tăng dần đến cuối thí nghiệm (Bảng 2 và Hình 3). Theo kết quả phân tích, khi so sánh hàm lượng nitrate giữa các bể lươn hoặc giữa các bể rau khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Trong đó, cao nhất là NT 2, kể đến là NT 1, vì rau ở NT 1 và NT 2 được trồng với mật độ thấp, nhu cầu sử dụng dinh dưỡng ít nên lượng nitrate tích lũy trong hệ thống cao. Khi so sánh giữa bể lươn và bể rau trong cùng một nghiệm thức thì nitrate trong bể rau cao hơn, khác biệt có ý nghĩa thống kê so với bể lươn ($p < 0,05$). Như vậy, có thể thấy nitrite đã được chuyển hóa thành nitrate trong suốt quá trình thí nghiệm, đồng thời 1 phần hàm lượng nitrate có thể được hấp thu bởi rau để phát triển. Trong thời gian thí nghiệm, hàm lượng nitrate tại các bể rau không cao và thấp hơn so với nghiên

cứu của Rakocy và cộng tác viên (2004, 2006), nhóm tác giả cho rằng hàm lượng nitrate tối ưu cho hệ thống aquaponic là từ 26,3 - 42,0 mg/L. Tuy nhiên, hàm lượng nitrate tối ưu cũng tùy thuộc vào loại rau trồng kết hợp trong hệ thống. Trong nghiên cứu này cho thấy hàm lượng nitrate là tương đối phù hợp cho sự phát triển của rau xà lách xoang.

d) Phosphate (PO_4-P)

Kết quả phân tích cho thấy, hàm lượng phosphate trong bể lươn và bể rau ở các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Hàm lượng phosphate trong nghiên cứu này thấp hơn mức đề xuất của Rakocy và cộng tác viên (2004, 2006) trong mô hình aquaponic từ 8,20 mg/L đến 16,4 mg/L. Tuy nhiên, giá trị này cao hơn rất nhiều so với thí nghiệm của Laura và cộng tác viên (2015) khi thử nghiệm nuôi cá rô phi với cải thìa và rau mùi, lượng phosphate trong bể rau trung bình 0,266 mg/L và 0,205 mg/L.



Hình 3. Biến động nồng độ NO_3-N (bên trái) và lân hòa tan PO_4-P (bên phải) trong các nghiệm thức

3.2. Tăng trưởng của lươn

3.2.1. Tăng trưởng chiều dài

Tăng trưởng về chiều dài lươn được thể hiện ở bảng 3. Sau 65 ngày thí nghiệm, tăng trưởng về chiều dài (2,80 - 3,22 cm) và chiều dài tuyệt đối (0,05 cm/ngày) của lươn giữa các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Kết quả nghiên cứu này cao hơn so với kết quả nghiên cứu của Nguyễn Tường Duy (2010) khi thử nghiệm nuôi lươn đồng bằng thức ăn viên có tốc độ tăng trưởng tuyệt đối về chiều dài là 0,026 cm/ngày.

Bảng 3. Tăng trưởng về chiều dài của lươn trong thời gian thí nghiệm

Ngày thứ	NT1	NT2	NT3
Chiều dài bố trí (cm)	37,49		
15	1,25 ± 0,23 ^a	1,10 ± 0,11 ^a	1,01 ± 0,12 ^a
30	2,11 ± 0,3 ^a	2,12 ± 0,41 ^a	1,17 ± 0,17 ^a
47	2,71 ± 0,27 ^a	2,57 ± 0,39 ^a	2,23 ± 0,08 ^a
65	3,22 ± 0,29 ^a	2,98 ± 0,43 ^a	2,80 ± 0,09 ^a
DLG (cm/ngày)	0,05 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,0 ^a

Ghi chú: các ký tự mũ trong cùng một hàng có các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.2.2. Tăng trưởng về trọng lượng

Sự tăng trưởng về trọng lượng của lươn được thể hiện qua bảng 4. Kết quả cho thấy sau 15 ngày bố trí thí nghiệm, tăng trọng của lươn ở NT 3 tăng cao hơn ở các NT 1 và NT 2 nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Đến cuối thí nghiệm (65 ngày), lươn ở NT 1 (15,73 g/con) cao hơn NT 2 (14,67 g/con) và NT 3 (14,73 g/con) nhưng khác biệt vẫn không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tương tự, tăng trọng tuyệt đối của lươn ở các nghiệm thức khác biệt cũng không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Theo nghiên cứu của Lương Quốc Bảo (2015) khi thử nghiệm nuôi lươn bằng thức ăn công nghiệp trong bể lót bạt với các loại thức ăn viên có độ đậm 40%, 45% và thức ăn tươi sống + thức ăn công nghiệp 40% đậm thì sau 60 ngày nuôi lươn được cho ăn bằng thức ăn tươi + thức ăn công nghiệp có tăng trọng và tăng trưởng tuyệt đối tốt nhất (8,58g và 0,14 g/ngày), thấp nhất ở nghiệm thức ăn thức ăn viên 45% đậm (6,86 g và 0,12 g/ngày). Nguyễn Tường Duy (2010) khi nuôi lươn đồng bằng thức ăn viên sau 120 ngày nuôi tăng trưởng về khối lượng đạt 4,2 g và tốc độ tăng trưởng tuyệt đối đạt 0,035 g/ngày. Như vậy, có thể thấy kết quả nghiên cứu này cao hơn so với các nghiên cứu trên khi thử nghiệm

nuôi lươn bằng thức ăn viên. Nguyên nhân, do lươn bố trí đồng đều về kích cỡ, trọng lượng và đã quen với thức ăn công nghiệp.

Bảng 4. Tăng trưởng về trọng lượng (g/con), tăng trưởng tuyệt đối (g/ngày) của lươn trong thời gian thí nghiệm

Thời gian	NT1	NT2	NT3
Trọng lượng lúc bố trí (g/con)	44,76		
15	3,7 ± 1,45 ^a	3,54 ± 0,47 ^a	4,95 ± 0,99 ^a
30	8,54 ± 1,56 ^a	8,20 ± 1,10 ^a	8,05 ± 1,81 ^a
47	11,77 ± 2,56 ^a	11,45 ± 0,22 ^a	10,51 ± 1,23 ^a
65	15,73 ± 1,64 ^a	14,67 ± 0,81 ^a	14,73 ± 1,98 ^a
DWG (g/ngày)	0,26 ± 0,03 ^a	0,25 ± 0,02 ^a	0,25 ± 0,03 ^a

Ghi chú: các ký tự mũ trong cùng một hàng có các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.2.3. Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR) và Tỷ lệ sống của lươn

a) Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR)

FCR (Bảng 5) giữa các nghiệm thức tương đối đồng đều (3,08 - 3,22) và khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Kết quả này gần bằng với nghiên cứu của Bùi Thị Thanh Tuyên và cộng tác viên (2015) khi nghiên cứu nuôi lươn bằng các loại thức ăn khác nhau, trong đó khi cho lươn ăn hoàn toàn bằng thức ăn công nghiệp có FCR là 2,92. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu này thấp hơn so với nghiên cứu của Nguyễn Tường Duy (2010) khi thử nghiệm nuôi lươn đồng bằng thức ăn viên có FCR 4,01.

b) Tỷ lệ sống của lươn

Tỷ lệ sống của lươn (Bảng 5) ở 3 nghiệm thức khá cao, khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Trong đó, cao nhất ở NT 2 và NT 3 (98,52%), thấp nhất ở NT 1 (97,59%). Trong hệ thống aquaponic, các chất thải của lươn được chuyển hóa thành chất dinh dưỡng cho rau xà lách xoong hấp thu giúp cải thiện môi trường nước và kích thích lươn bắt mồi. Đồng thời, việc cho lươn ăn bằng thức ăn viên, có thể kiểm soát được lượng thức ăn thừa.

Bảng 5. Hệ số tiêu tốn thức ăn (FCR) và tỷ lệ sống (%) của lươn trong thí nghiệm

Chỉ số	NT1	NT2	NT3
FCR	3,18 ± 0,15 ^a	3,22 ± 0,15 ^a	3,08 ± 0,07 ^a
Tỷ lệ sống	97,59 ± 1,17 ^a	98,52 ± 0,32 ^a	98,52 ± 0,32 ^a

Ghi chú: các ký tự mũ trong cùng một hàng có các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

3.3. Tăng trưởng và năng suất của rau

Qua 2 chu kỳ rau, năng suất rau ở NT 3 cao hơn và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với NT 1, nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) so với NT 2 (Bảng 6). Tăng trưởng về chiều dài thân, chiều dài rễ của rau ở NT 3 cao hơn so với NT 1 và NT 2, nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Điều này có thể do NT 1 và NT 2 có mật độ rau thấp nên dinh dưỡng không được hấp thu hết, tích tụ về cuối thí nghiệm ngày càng cao nên gây ra bệnh héo xanh. Điều này chứng minh mật độ

rau 110 rọ/m² phù hợp với mật độ lươn 180 con/m². Kết quả nghiên cứu này thấp hơn nghiên cứu của Vu Ngọc Ut và cộng tác viên (2015) khi nuôi cá trê phi với các loại rau khác nhau, trong đó rau xà lách xoong có năng suất lần lượt là 1.200 g/m² và 1.100 g/m² tương ứng với hai chu kỳ rau. Ngoài ra, kết quả này cũng thấp hơn năng suất cải thìa (2,5 kg/m²) nhưng cao hơn năng suất rau mùi khi kết hợp với cá rô phi trong hệ thống aquaponic (Laura *et al.*, 2015).

Bảng 6. Tăng trưởng và năng suất của rau xà lách xoong trong thời gian thí nghiệm

Chu kỳ rau	Nghiệm thức Mật độ rau (rọ/ m ²)	Chiều dài thân (cm)	Chiều dài rễ (cm)	Năng suất (g/m ²)
1	NT 1 (50)	14,69 ± 8,0 ^a	6,77 ± 2,55 ^a	446,67 ± 98,15 ^a
	NT 2 (80)	16,74 ± 7,31 ^a	8,0 ± 0,81 ^a	746,67 ± 220,3 ^{ab}
	NT 3 (110)	21,53 ± 7,91 ^a	9,78 ± 2,21 ^a	1.078,67 ± 290,11 ^b
2	NT 1 (50)	12,33 ± 3,66 ^a	10,99 ± 3,25 ^a	316,67 ± 170,39 ^a
	NT 2 (80)	16,69 ± 3,97 ^{ab}	11,45 ± 0,27 ^a	386,67 ± 41,63 ^{ab}
	NT 3 (110)	25,39 ± 4,92 ^b	15,25 ± 0,27 ^a	820,00 ± 20,0 ^b
TB ± ĐLC	NT 1 (50)	13,51 ± 1,67 ^a	8,88 ± 2,98 ^a	381,67 ± 91,92 ^a
	NT 2 (80)	16,72 ± 0,04 ^{ab}	9,73 ± 2,44 ^a	566,67 ± 254,56 ^a
	NT 3 (110)	23,46 ± 2,73 ^b	12,52 ± 3,87 ^a	949,34 ± 182,91 ^a

Ghi chú: Các ký tự mũ trong cùng một cột của cùng chu kỳ rau có các chữ cái khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

IV. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã khẳng định khi kết hợp trồng rau xà lách xoong ở mật độ 110 rọ rau/m² với nuôi lươn đồng mật độ 180 con/m² trong hệ thống aquaponic đã giúp cải thiện chất lượng môi trường nước nuôi lươn, sinh khối rau và tăng trưởng của lươn tốt nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bùi Thị Thanh Tuyền, Nguyễn Thị Tím, Lê Hoàng Quý, 2015. Nghiên cứu ảnh hưởng của thức ăn đến sinh trưởng và tỷ lệ sống của lươn đồng (*Monopterus albus*). Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển nông thôn 2015, số 24 tr:71-77. - 2015

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

Nguyễn Tường Duy, 2010. Thử nghiệm nuôi lươn đồng (*Monopterus albus* Zuiew, 1973) bằng thức ăn viên. Luận văn tốt nghiệp Cao học. Khoa Thủy Sản, Đại học Cần Thơ.

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

Endut, A., A. Jusoh, N. Ali, W.N.S. Wan Nik, A. Hassan, 2009. Effect of flow rate on water quality parameters and plant growth of vegetables in an aquaponic recirculating systems. *Desalination and Water Treatment* 5, 19-28.

FAO, 2014. *Small-scale aquaponic food production*. Rome. Italy.

Laura, S., Eucario G.L., Edgardo, E., Kevin, M.F., & David V. L., 2015. *Evaluation of Biomass Yield and Water Treatment in Two Aquaponic Systems Using the Dynamic Root Floating Technique (DRF)*. Article in Sustainability, December 2015.

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

Rakocy, J.E, Bailey, D.S, Shultz, R.C., Thoman, E.S., 2004. Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponic system. In: Bolivar R, Mair G, Fitzsimmons (eds) *New Dimensions on farmed tilapia. Proceedings 6th Int Symp on tilapia in aquaculture*, September 12-16, 2004, Manila, Philippines, p 679-690.

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., Lovatelli, A., 2014. Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Vu Ngoc Ut, Nguyen Quoc Linh, and Huynh Trung

Giang, 2015. Potential aquaponic culture in the Mekong Delta. *In a scientific research*. College of Aquaculture and Fisheries, Can Tho University, Vietnam.

Wilson A.L., 2004. Aquaponic research at RMIT University Melbourne Australia. *Aquaponic Journal*.

Effects of plant density on watercress growth and on water quality in combination with swamp eel aquaponic culture

Phan Quynh Nhu and Hua Thai Nhan

Abstract

The purpose of this study was to examine the growth, biomass of watercress (*Nasturtium officinale*) and water quality when growing with different densities in combination with swamp eel (*Monopterus albus*) in the aquaponic system. The experiment was conducted with three different densities of watercress such as: 50 cups of vegetables/m² (treatment 1), 80 cups of vegetables/m² (treatment 2) and 110 cups of vegetables/m² (treatment 3) combined with swamp eel at a density of 180 individuals/m². Growth performance of swamp eel, plant production and nutrients uptake were observed. Watercress was incubated in 15 days before placing in float support in aquarium. Swamp eel were fed with pellet 2 times/day by requirement (35% protein). The experiment time lasted for 65 days with two continuous cycles of watercress. The results showed that the water parameters were within acceptable values for normal growth of swamp eels and vegetables. The highest weight and length of swamp eel were found at treatment 1, but the difference of above parameters between 2 treatments was not statistically significant. The biomass of watercress in treatments 3 was significantly higher in comparison with treatments 1 and 2. Overall, it is recommended that raising swamp eel at density of 180 inds/m² is suitable for watercress density of 110 cups of vegetables/m² in the aquaponic system.

Keywords: Swamp eel (*Monopterus albus*), watercress, nutrient removal, aquaponic

Ngày nhận bài: 29/6/2018

Ngày phản biện: 5/7/2018

Người phản biện: TS. Châu Tài Tào

Ngày duyệt đăng: 18/9/2018