ISO 9001 : 2008

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC

BÁO CÁO TỔNG KẾT

ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP TRƯỜNG

AQUAPONICS: MÔ HÌNH THỦY SẢN KẾT HỢP BỀN VỮNG VÀ AN TOÀN SINH HỌC

NGHIÊN CỨU CHUYÊN SÂU: SO SÁNH HIỆU QUẢ HAI MÔ HÌNH THỦY SẢN KẾT HỢP:

CÁ LÓC (*Channa sp*) + RAU XÀ LÁCH XOONG (*Nasturtium officinale* L.)

VÀ CÁ ĐIÊU HỒNG (*OREOCHROMIS* SP) + RAU XÀ LÁCH XOONG (*Nasturtium officinale* L.)

Chủ nhiệm đề tài: **ThS. TRẦN THỊ NGỌC BÍCH**

Chức danh: **Phó Trưởng Phòng**

Đơn vị: **Phòng Đào tạo Sau Đại học**

Trà Vinh, ngày tháng năm 201…

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH

HỘI ĐỒNG KHOA HỌC

ISO 9001 : 2008

BÁO CÁO TỔNG KẾT

ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP TRƯỜNG

AQUAPONICS: MÔ HÌNH THỦY SẢN KẾT HỢP BỀN VỮNG VÀ AN TOÀN SINH HỌC

NGHIÊN CỨU CHUYÊN SÂU: SO SÁNH HIỆU QUẢ HAI MÔ HÌNH THỦY SẢN KẾT HỢP:

CÁ LÓC (*Channa sp*) + RAU XÀ LÁCH XOONG (*Nasturtium officinale* L.)

VÀ CÁ ĐIÊU HỒNG (*OREOCHROMIS* SP) + RAU XÀ LÁCH XOONG (*Nasturtium officinale* L.)

Xác nhận của cơ quan chủ quản
(Ký, đóng dấu, ghi rõ họ tên)

Chủ nhiệm đề tài

Trần Thị Ngọc Bích

Trà Vinh, ngày tháng năm 201…

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn Ban Giám Hiệu, phòng Khoa học Công nghệ, phòng Kế hoạch tài vụ, Khoa Nông nghiệp Thủy sản Trường Đại Học Trà Vinh đã hỗ trợ kinh phí và tạo mọi điều kiện tốt nhất để tác giả hoàn thành đề tài nghiên cứu.

Xin gởi lời cảm ơn sâu sắc đến quý Thầy Cô Bộ môn Thủy sản, quý Thầy Cô và Anh Chị trong hội đồng phản biện đề tài đã đóng góp nhiều ý kiến hữu dụng giúp tác giả đưa đề tài tiến đến gần hơn với nhu cầu thực tiễn của cộng đồng: áp dụng mô hình ở các hộ gia đình vùng ven đô thị, ít đất canh tác,…

Đặc biệt gởi lời cám ơn đến em Ngô Thị Diễm Hương, Hứa Thái Nguyên cựu sinh viên lớp DA11TS đã hết mình hỗ trợ tác giả thực hiện các quá trình thực nghiệm, phân tích mẫu.

Xin chân thành cảm ơn!

Trà Vinh, ngày ……. tháng ……..năm 2016

Trần Thị Ngọc Bích

TÓM TẮT

Aquaponics: mô hình thủy sản kết hợp bền vững và an toàn sinh học – Nghiên cứu chuyên sâu: So sánh hiệu quả hai mô hình thủy sản kết hợp: cá lóc (*Channa sp*) + rau xà lách xoong (*Nasturtium officinale L*) và cá điêu hồng (*Oreochromis sp*) + rau xà lách xoong (*Nasturtium officinale L*) nhằm tiến đến mục tiêu: tiết kiệm được diện tích, nguồn nước, tiết kiệm chi phí và tạo ra sản phẩm sạch và an toàn cho người tiêu dùng, đồng thời mô hình còn là mô hình xanh − sạch – thân thiện với môi trường. Cá lóc và cá điêu hồng được nuôi trong ao nổi với diện tích 3 x 4m, mực nước 1,2m. mật độ thả nuôi là 70con/m^2/loài (khối lượng 5 - 7 gam/con). Thí nghiệm gồm 5 nghiệm thức khác nhau: NT1 (cá lóc + rau xà lách xoong); NT2 (cá điêu hồng + rau xà lách xoong); NTĐC1 (cá lóc); NTĐC2 (cá điêu hồng), Nghiệm thức đối chứng 5: rau xà lách xoong trồng trên luống đất. Mỗi nghiệm thức lặp lại ba lần. Sau 150 ngày,.khối lượng (trọng lượng) trung bình của cá lóc cao hơn gấp 3 lần so với khối lượng của cá điêu hồng. Cá lóc đạt khối lượng trung bình 416,59±35,60 gram, trong khi cá điêu hồng đạt 114,52±39,67 gram. Tỷ lệ sống của cá lóc (99,76 %) và cá điêu hồng (84,64%) nuôi ở mô hình aquaponics cao hơn so với cá lóc (71,40%) và cá điêu hồng (63,37%) nuôi ở bể đối chứng và và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$). Hệ số chuyển hóa thức ăn ở cá lóc (FCR = 1,25) và cá điêu hồng (FCR = 1,55) ở mô hình thấp so với cá lóc (FCR = 1,5) và cá điêu hồng (FCR = 1,90) ở bể đối chứng. Năng suất rau xà lách xoong thu hoạch ở nghiệm thức cá lóc cao gấp đôi so với năng suất rau xà lách xoong ở nghiệm thức cá điêu hồng (trung bình 67 kg/bể/12 m^2 và 34 kg/bể/12 m^2). Hiệu quả kinh tế ở mô hình cá lóc + rau xà lách xoong cao hơn gấp 20 lần so với hiệu quả kinh tế ở mô hình cá điêu + rau xà lách xoong. Tỷ suất lợi nhuận ở mô hình cá lóc + rau xà lách xoong: 27% trong khi tỷ suất lợi nhuận ở mô hình cá điêu hồng + rau xà lách xoong: -135,35%. Năng suất cá lóc cao gấp 4 lần so với năng suất cá điêu hồng: 967 kg vs 202 kg. Đây là điều quan trọng trong việc đưa cá lóc vào mô hình aquaponics thay vì đa phần là chỉ sử dụng cá rô phi hay cá điêu hồng. Hơn thế nữa, đây còn là mô hình nông nghiệp bền vững hiệu quả: trong điều kiện khí hậu biến đổi: tiết kiệm nước và giảm chất thải gây ô nhiễm môi trường; cho hộ dân vùng ven đô thị ít đất sản xuất thực phẩm sạch cung cấp cho hộ gia đình cũng như cung cấp thực phẩm an toàn cho người tiêu dùng.

Từ khóa: Aquaponic, cá lóc, cá điêu hồng, rau xà lách xoong, an toàn sinh học

ABSTRACT

Aquaponics: a great sustain combined model of fisheries and biosecurity – Deep research to compare the effectiveness of two combined models of fisheries: snakehead (*Channa sp*) + vegetable watercress (*Nasturtium officinale L*) and red tilapia (*Oreochromis sp*) + vegetable watercress (*Nasturtium officinale L*) to pursue the goals: saving the areas, water resources, and costs and providing clean and safe food to consumers. The model is also a green, clean and friendly to environment. Snakehead and red tilapia were raised in plastic floating ponds with an area of 3 x 4 meter, 1,2 meter of water level. . Fish were stocked at 70 fish/m^2/ species (at weight around 5 to 7 gram/fish). Including 5 different treatments: NT1 (NT1 (snakehead + watercress); NT2 (red tilapia + watercress); NTDC1 (snakehead); NTDC2 (red tilapia) and NT5 (planting watercress on the ground). The experimental period was 150 days. Each treatment was repeated three times. After 150 days of stocking, average weight of snakehead was 3 times higher to average weight of red tilapia: 416.59±35.60 gram and 114.52±39.67 gram. Survival ratio of snakehead and red tilapia in aquaponics system was 99.76% and 84.64% and much higher than the survival ratio of snakehead and red tilapia in control tanks: 71.40% and 63.37% ($p<0.05$). Feed conversation ration (FCR) of snakehead and red tilapia in aquaponics system was lower than FCR of snakehead and red tilapia in control tanks: 1.25 and 1.55 vs. 1.5 and 1.9. Watercress yield in snakehead treatments was 2 times higher than the yield in the red tilapia treatments: averaged 67 kg/tank of $12m^2$ vs. 34 kg/tank of $12m^2$. Snakehead yield was 4 times higher than yield of red tilapia: 967 kg vs 202 kg. Economic benefit of snakehead with watercress was 20 times higher than red tilapia with watercress. Rate of profit of snakehead with watercress was 27% while rate of profit of red tilapia with watercress: (-135.35%). It is very important to putting snakehead into aquaponics system instead of mostly using tilapia or red tilapia. Furthermore, it is excellent sustainable and efficient model when climate changing: saving water resources and reducing waste to pollute environment. The model give a chance to people living in the suburban area with less land to produce the fresh and safe food for their own requirements as well as supply safe food to consumers.

Key words: Aquaponics, snakehead, red tilapia, watercress, biological safety.

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN …… i

TÓM TẮT …….. ii

ABSTRACT …… iii

MỤC LỤC …….. iv

DANH SÁCH BẢNG ……. ix

DANH SÁCH HÌNH …….. x

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT …… xii

PHẦN MỞ ĐẦU ……. 1

1. Tính cấp thiết đề tài …… 1

2. Tổng quan nghiên cứu …… 2

2.1. Tình hình nghiên cứu trong nước …… 2

2.2. Tình hình nghiên cứu ngoài nước …… 3

2.3. Tổng quan về các đối tượng nghiên cứu ……. 6

2.3.1. Giới thiệu chung về cá lóc đen và cá điêu hồng …….. 6

2.3.1.1. Cá lóc đen …… 6

2.3.1.2 Cá điêu hồng …… 10

2.3.2 Giới thiệu về rau xà lách xoong (*Nasturtium officecinale L)*……. 13

2.3.3. Các thông số về các yếu tố môi trường trong ao nuôi ……. 13

2.3.3.1. Nhiệt độ ……... 13

2.3.3.2. pH ……... 14

2.3.3.3 Oxy hòa tan ……. 14

2.3.3.4. Độ kiềm …….. 15

2.3.3.5. Nitrite (NO_2) …… 15

2.3.3.6. Amonia (NH_3) ……. 16

2.3.3.7. Hydrogen sulfide (H_2S) …….. 17

2.3.3.8. Chu kỳ N_2……. 17

3. Mục tiêu của đề tài …….. 19

4. Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu …… 19

5. Nội dung triển khai nghiên cứu ……... 19

6. Ý nghĩa khoa học của đề tài …… 19

PHẦN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .…… 20

3.1 Vật liệu và phương pháp nghiên cứu ..……. 20

3.1.1. Vật liệu nghiên cứu ……. 20

3.1.2. Phương pháp nghiên cứu ……. 20

3.1.2.1. Bố trí thí nghiệm ……. 20

3.1.2.2. Thiết kế ao nuôi cá……... 22

3.1.2.3. Chọn thả giống và chăm sóc quản lý ao nuôi …….. 24

3.1.2.4. Thiết kế bể trồng rau ……... 27

3.1.2.5. Trồng và chăm sóc rau: rau xà lách xoong …….. 30

3.1.2.6. Hệ thống aquaponics.……... 33

3.2. Các chỉ tiêu theo dõi ……..... 34

3.2.1. Tăng trưởng ……..... 34

3.2.2. Hệ số chuyển hóa thức ăn FCR (Feed Conversation Rate) ……. 34

3.2.3. Tỷ lệ sống ……..... 34

3.2.4. Các chỉ tiêu về yếu tố môi trường …… 34

3.2.5. Năng suất rau thu hoạch theo từng tháng ……. 43

3.3 Phương pháp xử lý số liệu và đánh giá kết quả ……... 43

3.3.1. Xử lý số liệu ……..... 43

3.3.2. Đánh giá kết quả ……..... 44

PHẦN NỘI DUNG..……..... 45

CHƯƠNG 1. NUÔI CÁ TRONG MÔ HÌNH AQUAPONICS……... 45

1.1. Khối lượng trung bình của cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày thí nghiệm ……. 45

1.2. Chiều dài trung bình của cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày thí nghiệm ……. 47

1.3 Tốc độ tăng trưởng về khối lượng và chiều dài bình quân theo ngày của cá lóc và cá điêu hồng ……. 48

1.3.1. Tốc độ tăng trưởng về khối lượng bình quân theo ngày của cá lóc và cá điêu hồng ……. 48

1.3.2. Tốc độ tăng trưởng về chiều dài bình quân theo ngày của cá lóc và cá điêu hồng. ……. 49

1.4. Tỷ lệ sống ……. 50

1.5. Hệ số chuyển hóa thức ăn …… 51

CHƯƠNG 2. SO SÁNH HIỆU QUẢ KINH TẾ CỦA HAI MÔ HÌNH: CÁ LÓC + RAU XÀ LÁCH XOONG VÀ CÁ ĐIÊU HỒNG + RAU XÀ LÁCH XOONG …….. 52

2.1. Năng suất rau xà lách xoong thu được ở 2 hệ thống: cá lóc + xà lách xoong và cá điêu hồng + xà lách xoong …… 52

2.2. So sánh hiệu quả kinh tế của hai mô hình: A = cá lóc + rau xà lách xoong và B = cá điêu hồng + rau xà lách xoong …… 53

CHƯƠNG 3. BIẾN ĐỘNG CÁC YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG NƯỚC GIỮA CÁC NGHIỆM THỨC KHÁC NHAU…… 56

3.1. Biến động giá trị pH trong quá trình làm thí nghiệm ……... 56

3.2. Biến động của nhiệt độ qua các nghiệm thức khác nhau ……. 57

3.3. Sự biến động của oxy trong quá trình làm thí nghiệm ……. 57

3.4. Sự biến động của kiềm trong quá trình thí nghiệm …….. 58

3.5. Sự biến động của NH_3 qua quá trình làm thí nghiệm ……. 59

3.6. Sự biến động của NO_2 qua quá trình thí nghiệm …… 60

PHẦN KẾT LUẬN …… 61

TÀI LIỆU THAM KHẢO …… 62

Tài liệu tham khảo trong nước ……. 62

Tài liệu tham khảo ngoài nước ……. 63

Tài liệu tham khảo qua website ……... 64

PHỤ LỤC …… 65

Phụ lục A. Chiều dài và khối lượng của cá lóc và cá điêu hồng …….. 65

Phụ lục B. Tỷ lệ chết, hệ số chuyển hóa thức ăn, năng suất rau xà lách xoong …….. 102

Phụ lục C: Các yếu tố môi trường trong quá trình làm thí nghiệm …….. 103

DANH SÁCH BẢNG

Bảng 1. Ảnh hưởng của pH lên tôm cá 14
Bảng 2. Giá trị pH, tỷ lệ NH_3 và nồng độ tổng amol
cần thiết để cho ra 0.4mg/l 16
Bảng 3. Thông số môi trường thích hợp cho vi khuẩn Nitrosomonas và
Nitrobacter phát triển 18
Bảng 4. Khoảng thích hợp của các yếu tố chất lượng nước 18
Bảng 5. Khẩu phần thức ăn của cá lóc (% so với trọng lượng cá thả nuôi)...25
Bảng 6. Dụng cụ chứa mẫu và điều kiện bảo quản mẫu nước 36
Bảng 7. Đường chuẩn NH_3..... 40
Bảng 8. Đường chuẩn NO_2..... 42
Bảng 9. Khối lượng trung bình của cá lóc và cá điêu hồng
sau 150 ngày thí nghiệm.....45
Bảng 10. Chiều dài trung bình của cá lóc và cá điêu hồng
qua các nghiệm thức khác nhau.....47
Bảng 11. Tốc độ tăng trưởng về khối lượng bình quân
theo ngày của các nghiệm thức khác nhau 48
Bảng 12. Tốc độ tăng trưởng về chiều dài bình quân
theo ngày của các nghiệm thức khác nhau 49
Bảng 13. Tỷ lệ sống của các nghiệm thức khác nhau sau 150 ngày nuôi 50
Bảng 14. Năng suất rau xà lách xoong thu được ở 2 hệ thống:
cá lóc + xà lách xoong và cá điêu hồng + xà lách xoong.....52
Bảng 15. Bảng tóm tắt tổng thu của hai mô hình: A = cá lóc + rau xà lách
xoong và B = cá điêu hồng + rau xà lách xoong ……..53
Bảng 16. Các chỉ tiêu tài chính của hai mô hình: A= cá lóc + rau xà lách xoong
Và B= cá điêu hồng + rau xà lách xoong……..54
Bảng 17. Sự biến động pH nước qua các nghiệm thức khác nhau.....56
Bảng 18. Sự biến động của nhiệt độ qua các nghiệm thức khác nhau 57
Bảng 19. Sự biến động của oxy của qua các nghiệm thức khác nhau.....57
Bảng 20. Sự biến động của kiềm qua các nghiệm thức khác nhau 58

Bảng 21. Sự biến động của NH_3 qua các nghiệm thức khác nhau 59
Bảng 22. Sự biến động của NO_2 qua các nghiệm thức khác nhau 60

DANH SÁCH HÌNH

Hình 1. Cá lóc *(Channa striata)* 7
Hình 2. Cá điêu hồng *(Oreochromis sp)* 10
Hình 3. Rau xà lách xoong (*Nasturtium officinale L)* 13
Hình 4. Chu trình chuyển hóa Nitơ 17
Hình 5. Cá điêu hồng và cá lóc bố trí thí nghiệm 21
Hình 6. Hệ thống bố trí thí nghiệm 21
Hình 7. Sơ đồ bố trí thí nghiệm 22
Hình 8. Ao nổi 23
Hình 9. Sơ đồ về quy trình xử lý nước 23
Hình 10. Xử lý nước 24
Hình 11. Chọn và thả giống cá 24
Hình 12. Giá đỡ của hệ thống lọc sinh học 27
Hình 13. Ngâm chlorine đá (4x6 và 1x2) 28
Hình 14. Xử lý rễ lục bình 28
Hình 15. Xử lý mùn dừa và mùn cưa 29
Hình 16. Cách sắp xếp các lớp tạo nên giá thể trồng rau 29
Hình 17. Rau xà lách xoong 30
Hình 18. Trồng rau 30
Hình 19. Ống nước 21 mm 31
Hình 20. Ống nước 34 mm 31
Hình 21. Hệ thống tưới nước tự động 32
Hình 22. Máy bơm nước 32
Hình 23. Rau xà lách xoong trồng đối chứ 33
Hình 24. Mô phỏng hệ thống aquaponics 33
Hình 25. Hệ thống aquaponics 33
Hình 26. Máy đo pH và nhiệt độ 35

Hình 27. Bộ test kit đo O_2 35
Hình 28. Bộ test kit đo NH_3.....35
Hình 29. Bộ test kit đo NO_2.....35
Hình 30. Bộ test kit đo kiềm.....35
Hình 31. Cố định mẫu 37
Hình 32. Dung dịch có màu xanh.....38
Hình 33. Chuẩn kiềm.....39
Hình 34. Dãy đường chuẩn NH_3.....41
Hình 35. Dãy đường chuẩn và mẫu phân tích NO_2.....42
Hình 36. Đo mẫu phân tích trên máy quang phổ.....43
Hình 37. Thu hoạch rau xà lách xoong.....43
Hình 38. Khối lượng trung bình của cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày thí nghiệm ……...46
Hình 39. Đồ thị thể hiện tốc độ tăng trưởng bình quân theo ngày của các nghiệm thức khác nhau.....48
Hình 40. Hệ số chuyển hóa thức ăn.....51
Hình 41. Rau xà lách xoong nghiệm thức ……...53
Hình 42. Rau xà lách xoong ở mô hình aquaponic ……53

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

STT	Viết tắt	Viết đầy đủ
1	DO	Oxy hoà tan
2	DWG	Tốc độ tăng trưởng tương đối
3	DWL	Chiều dài bình quân theo ngày
4	FCR	Hệ số chuyển hoá thức ăn
5	H_2S	Hydrosunfic
6	kH	Kiềm
7	NH_3	Amoniac
8	NO_2	Nitrite
9	NT1	Cá lóc + rau xà lách xoong
10	NT2	Cá điêu hồng + rau xà lách xoong
11	NTĐC1	Cá lóc nuôi trên bể đối chứng composite $1m^3$
12	NTĐC2	Cá điêu hồng nuôi trên bể đối chứng composite $1m^3$
13	TLS	Tỷ lệ sống
14	VK	Vi khuẩn

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết đề tài

Nguồn thực phẩm sạch và an toàn là mối quan tâm hàng đầu hiện nay trước sự bùng nổ về nguồn thực phẩm dư dung lượng thuốc trừ sâu, kháng sinh và thuốc tăng trưởng, đặc biệt là ở mặt hàng rau quả và thủy sản. Theo Tổ chức Lao Động QT - ILO: International Labour Organization, trên Thế giới: 40.000 người chết, 2 triệu người ngộ độc rau/ năm. Theo Bộ NN & PTNT, 2014, Ở Việt Nam: 50% rau có dư lượng thuốc BVTV, 3 triệu người phải sử dụng rau có độc tố cao. Theo WHO 2015, Ở Việt Nam: 50% cá nuôi có dư lượng thuốc Kháng sinh: Oxytetracycline, Nitrofurazone.

Aquaponics là mô hình thủy sản kết hợp với trồng rau và hiện được xem như là một mô hình thủy sản bền vững trên phương diện: (1) Nâng cao năng suất trên cùng một diện tích canh tác và tiết kiệm chi phí: vừa thu hoạch cá và rau mà chỉ tốn chi phí cho cá ăn. (2) An toàn và thân thiện với môi trường: cơ chế hoạt động của mô hình dựa trên quy tắc lọc sinh học: nước thải từ bể cá (có chứa thức ăn thừa) là nguồn dinh dưỡng sẽ được đưa lên tưới rau, bồn rau hoạt động như một hệ thống lọc sinh học trao đổi tuần hoàn: hấp thu các chất thải từ bể cá, đồng thời trả nước sạch và vi khuẩn cố định từ rễ cây hấp thu toàn bộ khí nitrate từ bể cá tạo thành môi trường có lợi cho sự phát triển của cá. (3) Hơn thế nữa mô hình này còn tiết kiệm nước, thích ứng với điều kiện biến đổi của khí hậu: có thể áp dụng ở những nơi khan hiếm nước trong nuôi trồng thủy sản và trồng rau. Bởi vì aquaponics là hệ thống lọc sinh học tuần hoàn - tái sử dụng nước.

Hiện nay trên thị trường, nhu cầu tiêu thụ về cá lóc và cá điêu hồng rất lớn: với giá thành hợp lý và nguồn cung cấp đạm và protein thiết yếu trong khẩu phần dinh dưỡng của con người. Bên cạnh đó việc nuôi cá điêu hồng và cá lóc tương đối dễ quản lý và mang lại lợi ích thiết thực cho người nuôi là những nguyên nhân thúc đẩy mô hình được phát triển mạnh mẽ trên cả nước và quốc tế (cá điêu hồng). Mô hình đang phát triển rộng rãi ở khu vực trên bể bạt hay ao nổi với diện tích nhỏ để thuận lợi hơn trong khâu quản lý, chăm sóc và có thể nuôi với mật độ siêu thâm canh. Tuy nhiên vấn đề xử lý nước thải cho mô hình nuôi là vấn đề nan giải cho người nuôi đặc biệt là ở mô hình nuôi cá lóc: hàm lượng protein và các loại khí thải trong nước thải rất cao dẫn đến gây ô nhiễm ô môi trường nghiêm trọng đến khu vực nuôi và hệ thống sông ngòi khi thải ra bên ngoài.

Rau xanh là nguồn thực phẩm thiết yếu cung cấp vitamin và các loại khoáng chất cho sự phát triển của cơ thể, luôn hiện diện trong mỗi bữa ăn của mỗi nhà. Vấn đề nước tưới, phân bón và các loại hóa chất phòng ngừa sâu bệnh cho rau làm nâng

cao chi phí cho người nông dân và khó thực hiện ở các vùng khan hiếm nước ngọt để cung cấp cho việc trồng rau (hải đảo, vùng cao..). Đặc biệt với tình trạng hiện nay là mối lo ngại về vấn đề an toàn rau ở ngoài thị trường, thì việc áp dụng mô hình sẽ có thể cung cấp được lượng rau an toàn, rau sạch thiết yếu trước mắt là cho nhu cầu tiêu thụ ở từng hộ gia đình, và mở rộng ra cung cấp cho nhu cầu rau an toàn, rau sạch cho người dân địa phương.

Sự kết hợp hoàn hảo trong vấn đề xử lý nước thải từ bể cá và tái sử dụng nước để cung cấp cho bể rau là giải pháp tối ưu cho người dân trong mô hình aquaponics. Với ứng dụng thiết thực của mô hình: (1) Cung cấp nguồn thực phẩm an toàn và sạch cho sức khỏe của người dân, nhu cầu của thị trường; (2) Mang lại hiệu quả kinh tế cao (tăng năng suất trên cùng diện tích canh tác); (3) Tái sử dụng nguồn nước; (4) Chi phí đầu tư thấp (chỉ cho cá ăn, không tốn chi phí bón phân cho rau hay xử lý nước thải,..). (5) Đặc biệt mô hình có thể áp dụng thích hợp và triển khai tại các vùng ven đô thị và hộ gia đình: tận dụng khoảng trống trong sân vườn hay sân thượng, lao động nhàn rỗi: cán bộ hữu trí, phụ nữ có thể tự vận hành mô hình, cung cấp thực phẩm an toàn, sạch cho gia đình và cung cấp số lượng ít ra ngoài thị trường. Mô hình tiết kiệm chi phí vận hành và dễ dàng ứng dụng cho các hộ dân có diện tích đất ít và không cần nhiều vốn để đầu tư so với nuôi trồng thủy sản thâm canh nhưng mang lại hiệu quả kinh tế ổn định. Quan trọng hơn nữa mô hình aquaponics còn là: mô hình xanh – sạch – thân thiện với môi trường, tiết kiệm nguồn nước; mô hình sản xuất mang tính giáo dục cho cộng đồng hướng về giải pháp xây dựng mô hình kinh tế bền vững ứng phó với điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay. Hiện nay, ở các nước đa phần sử dụng cá điêu hồng (rô phi đỏ) trong hệ thống aquaponics, trong khi ở Việt Nam, đặc biệt là các tỉnh thuộc ĐBSCL đang tiến hành đẩy mạnh mô hình nuôi cá lóc thâm canh, nhưng đang đau đầu với vấn đề xử lý nước và chất thải từ ao nuôi. Do đó, việc tiến hành thực hiện mô hình "**Aquaponics: mô hình thủy sản kết hợp bền vững và an toàn sinh học – Nghiên cứu chuyên sâu: So sánh hiệu quả hai mô hình thủy sản kết hợp: cá lóc (*Channa sp) + rau xà lách xoong (Nasturtium officinale L) và cá điêu hồng (Oreochromis sp)+ rau xà lách xoong (Nasturtium officinale L)*"** là vấn đề cấp thiết và cần được quan tâm nhằm đưa cá lóc trở thành đối tượng nuôi thân thiết trong mô hình aquaponic cũng như phát triển ứng dụng thành mô hình sinh kế bền vững tại cộng đồng.

2. Tổng quan nghiên cứu

2.1. Tình hình nghiên cứu trong nước

Có rất nhiều ứng dụng về mô hình nuôi cá lóc và cá điêu hồng ao đất và nuôi lồng, bè tại các tỉnh Đồng Tháp, Vĩnh Phúc (khu vực Tam Đảo), Buôn Mê Thuột, Tiền Giang…

Mô hình trồng rau xà lách xoong được phổ biến rộng rãi tại các tỉnh miền Bắc, Đà Lạt và một số tỉnh ĐBSCL: Vĩnh Long, Tiền Giang.

Tuy nhiên chưa có bất kỳ bài báo hoàn chỉnh nào trong nước nghiên cứu về mô hình aquaponics. Chỉ có một số diễn đàn về mô hình này. Đa phần các diễn đàn này đưa các thông tin chung về mô hình aquaponicss: aquaponicss là gì? Làm cách nào có thể thiết kế được hệ thống aquaponicss? Các thông số cơ bản nên đưa vào trong hệ thống (trích lược từ các bài báo tài liệu nước ngoài): lượng nước, loại cá, các yếu tố môi trường.

Các công trình nghiên cứu có liên quan đến đề tài

Kỹ thuật nuôi cá lóc đen (Channa striata Bloch, 1793). Ts. Dương Nhựt Long. Bộ môn Kỹ thuật nuôi cá nước ngọt, Khoa Thủy sản –Đại học Cần Thơ [**2**]. Bài viết hướng dẫn kỹ thuật từ cơ bản đến chuyên sâu: cung cấp rõ đặc tính sống của cá lóc đen và đặc tính dinh dưỡng, sinh sản trong tự nhiên; các kỹ thuật chăm sóc trong suốt quy trình ương và nuôi cá lóc đen thương phẩm ở giai đặt trong ao và nuôi trực tiếp trong ao đất. Vấn đề dinh dưỡng cho từng giai đoạn phát triển của cá được quan tâm và nêu cụ thể: 12% - 5%. Mật độ cá thả khác nhau tùy theo môi trường ao nuôi: giai đặt trong ao đất: 60 - 90 con/m^3; nuôi trong ao đất: 30 - 50 con/m^2. Sau 7 - 8 tháng nuôi, cá đạt kích cỡ thương phẩm: 1,2 – 1,5kg (kích cỡ con giống khi thả 20 - 30g/con). Bên cạnh đó, bài viết còn cung cấp cho đọc giả những bệnh phổ biến cùng với các biện pháp phòng và trị bệnh cụ thể trên cá lóc đen trong suốt quá trình nuôi.

Kỹ thuật trồng cải xà lách xoong - ThS. Trần Thị Ba; Bộ môn Khoa học Cây trồng, Khoa Nông nghiệp và sinh học ứng dụng - Đại học Cần Thơ [14]. Bài viết cung cấp thông tin chi tiết về đặc điểm và cách thức chăm sóc cây xà lách xoong. Cây xà lách xoong giàu Calcium (64mg), sắt (1,1 mg), vitamin A, C,… thích hợp với khí hậu mát như miền Bắc, Đà Lạt, Bình Thuận và trồng nhiều ở Bình Minh, Vĩnh Long (nhưng số lượng rất ít). Cải xoong rất thích sống ở nơi nhiều đất bùn, sống dưới nước, độ ngập khoảng 4 - 5cm nơi có dòng nước chảy. Độ pH của đất thích hợp nhất là 6 - 7. Cây rất thích độ ẩm cao, cần nước tưới thường xuyên. Hơn thế nữa tài liệu còn hướng dẫn chi tiết cách chăm sóc tưới nước và bón phân cho cây (16 - 17 lần/ngày) cũng như cách phòng và trị một số bệnh phổ biến trên xà lách xoong.

2.2. Tình hình nghiên cứu ngoài nước

Mô hình aquaponics được bắt đầu nghiên cứu từ những năm thập niên 70 và tiếp tục được nghiên cứu chuyên sâu và mở rộng ở nhiều trường đại học. Đặc biệt, mô hình được nghiên cứu chuyên sâu về kỹ thuật tại trạm thực nghiệm nông nghiệp của trường Đại học Virgin Islands, giáo sư James Rakocy, người đã dành thời gian

25 năm để nghiên cứu về mô hình aquaponics.

Hiện nay có rất nhiều trường đại học trên thế giới tiến hành nghiên cứu về aquaponics như là một mô hình thủy sản bền vững kết hợp với tái sinh năng lượng (tuần hoàn và lọc sinh học nước, tái sử dụng nguồn nước thải từ bể cá). Bên cạnh đó, mô hình aquaponics còn là nguồn cung cấp thực phẩm sạch cho nhu cầu thực phẩm an toàn của nhân loại.

Các công trình nghiên cứu tiêu biểu có liên quan đến đề tài

Aquaponics Production of Tilapia and Basil: Comparing a Batch and Staggered Cropping System – So sánh sản phẩm mô hình aquaponics: cá rô phi và quế. James E. Rakocy, R. Charlie Shultz, Donald S. Bailey and Eric S. Thoman. Agricultural Experiment Station University of the Virgin Islands, 2004 [24]**.** Nghiên cứu đi sâu vào so sánh năng suất của rau quế và cá rô phi ở hai kiểu thiết kế giá thể cho cây: "batch" và "stagger", đồng thời so sánh với hiệu quả kinh tế và năng suất với rau được trồng ở vườn. Năng suất cá, hệ số chuyển hóa thức ăn và năng suất rau ở hệ thống "batch" tốt hơn ở hệ thống "stagger". Năng suất của rau ở hệ thống aquaponics cao hơn so với rau được trồng ở vườn theo kiểu truyền thống: năng suất quế cao hơn gấp 3 lần. Mật độ cá rô phi có thể biến động tùy theo loài: 70 – 150 con/m^3. pH được khuyến cáo nên duy trì ở mức từ 7 – 7.5: tạo điều kiện thích hợp cho sự phát triển của rau và điều kiện thuận lợi cho vi khuẩn cố định đạm hoạt động, hấp thu và chuyển hóa nitrate từ bể cá. Tỷ lệ thức ăn cho ăn/ m^2 rau/ ngày: 81g – 99g.

Aquaponicss - Integration of Hydroponics with Aquaculture - Aquaponicss - Sự kết hợp giữa nuôi trồng thủy sản với trồng rau thủy canh. Steve Diver, NCAT Agriculture Specialist Published 2006 Updated by Lee Rinehart, NCAT Agriculture Specialist, 2010 NCAT [24]**.** Bài báo tổng hợp những kiến thức từ cơ bản đến chuyên sâu của hệ thống aquaponics. Tỷ lệ giữa cá và rau sẽ khác nhau tùy theo loài nuôi, tùy theo chế độ dinh dưỡng và thành phần đạm cá cho ăn, tùy theo từng loại cây trồng, tùy theo giá thể được sử dụng cho trồng rau,... mà tỷ lệ giữa bể cá và bể rau có thể là 1:1 hay dao động 1:4. Có nhiều loài cá được lựa chọn và đưa ứng dụng vào mô hình tùy theo điều kiện địa lý của từng nước: cá hồi, cá trê, cá chép,… nhưng cá rô phi vẫn được ưu tiên là ứng viên số 1 cho mô hình aquaponics: dễ thích ứng với môi trường có nhiều biến động, và có thị trường tiêu thị dễ dàng tại các nước. Bên cạnh đó, bài báo cũng nêu ra một số dối tượng cây trồng có thể ứng dụng cho mô hình aquaponics: quế, đậu bắp, dưa leo, xà lách xoong, cà chua,…

Increasing the Economical Efficiency and Sustainability of Indoor Fish Farming by Means of Aquaponicss - Review - Ý nghĩa của Aquaponicss: Nâng cao hiệu quả kinh tế và nuôi trồng thủy sản bền vững. Flavius Blidariu, Adrian

Grozea, Tạp chí khoa học: Animal Science and Biotechnologies, 2011 [23]**.** Bài báo tổng hợp tổng quan các kết quả nghiên cứu từ nhiều công trình trước đó về những khả năng gia tăng hiệu suất kinh tế và mô hình nuôi cá bền vững theo hướng có lợi cho người nông dân và thân thiện với môi trường của mô hình aquaponics. Đưa người đọc có cái nhìn tổng quan về aquaponics, các cơ chế hoạt động, tại sao mô hình có thể mang lại hiệu suất kinh tế và lợi ích bền vững về môi trường so với các mô hình khác. Bằng cách kết hợp hai mô hình chung với nhau: nuôi cá và trồng rau: nước thải từ cá cung cấp dưỡng chất cho rau; bể rau sẽ hấp thu chất cặn bã và tái tạo nguồn nước sạch trở lại cung cấp cho bể cá vì thế đây là mô hình rau sạch và cá sạch.

Aquaponicss for Improving High Density Fish Pond Water Quality Through Raft and Rack Vegetable Production- Aquaponicss: Cải thiện chất lượng nước từ ao nuôi cá thâm canh qua hệ thống bể trông rau. M.A. Salam, M. Asadujjaman and M.S. Rahman. World Journal of Fish and Marine Sciences- Tạp chí khoa học quốc tế về cá và động vật biển, 2013[23]**.** Dân số Banladesh tăng nhanh dẫn đến người dân phải nâng cao năng suất sản xuất nhằm đáp ứng nhu cầu thực phẩm của người dân. Họ nâng cao năng suất trong việc thâm canh nuôi cá với mật độ cao và gây ô nhiễm môi trường trầm trọng. Giải pháp để tiết kiệm chi phí, nâng cao năng suất và giảm thiểu tối đa tác động đến môi trường bằng cách áp ụng mô hình aquaponics. Áp dụng cho nuôi cá da trơn Pungasius và cá rô phi với tỉ lệ 33,650 và 16,000 fish/ha với trồng rau bina (rau chân vịt) nước, rau húng cây (húng lũi) và đậu bắp. Chất lượng nước được cải thiện đáng kể trong mô hình kết hợp này. Năng suất rau và cá cao hơn so với mô hình nuôi, trông đơn lẻ.

Study of Water Quality of Recirculated Water in Aquaponics Systems; Study of speciation of selected metals and characterization of the properties of natural organic matter- Nghiên cứu về chất lượng tuần hoàn nước trong hệ thống aquaponics: Nghiên cứu chuyên sâu về kim loại được lựa chọn và đặc điểm của chất hữu cơ tự nhiên. Ingrid Gjesteland, Norwegian University of Science and Technology, Department of Chemistry- Khoa Hóa- Trường Đại Học Khoa học và Kỹ thuật Nauy, 2013 [25]**.** Đề tài nghiên cứu tập trung về chất lượng nước trong bể cá, đặc biệt là các vật chất hữu cơ tồn lưu trong nước. Hàm lượng phospho, kali, magie, kẽm và đồng là những chất kim loại tồn lưu độc hại trong môi trường nuôi trồng thủy sản, giảm đáng kể nhờ hệ thống bể lọc rau (những chất hữu cơ trên rất cần thiết cho sự phát triển và sinh triển của cây, đặc biệt là xà lách).

Water Quality and Food Safety in Aquaponics Fish and Vegetable Production Systems - Chất lượng nước và an toàn thực phẩm về rau và cá

trong hệ thống aquaponics. Bradley 'Kai' Fox, Clyde S. Tamaru, James Hollyer, Luisa Castro, Jorge M. Fonseca, Michele Jay-Russell, and Todd Low. University of Hawaii at Manoa. International Aquaponicss Conference: Aquaponicss and Global Food Security, June 19th, 2013 [21]**.** Bài báo cáo tập hợp những bằng chứng phân tích về chất lượng nước và vấn đề an toàn thực phẩm: sản phẩm rau và cá từ hệ thống aquaponics. Có 150 mẫu bao gồm: nước, rau và cá được đem đi phân tích. Kết quả: chất lượng nước đem đi kiểm tra ở phòng thí nghiệm với khuẩn Ecoli 57 – khuẩn gây ra bệnh foodborne: nhỏ hơn 100CFU/100ml – mức cho phép có sự hiện diện của E.coli 57 là <235CFU/100ml. Các mẫu rau đem đi xét nghiệm đều cho kết quả âm tính với khuẩn E.Coli 57 và khuẩn Salmonella spp. Cá được phi lê và kiểm tra chất lượng thịt và sự nhiễm khuẩn E.Coli 0157-H7 và khuẩn Salmonella spp. Kết quả là thịt cá âm tính với E.Coli 0157-H7 và khuẩn Salmonella spp.

Đa phần các tài liệu có liên quan đến mô hình aquaponics đều là những nghiên cứu cơ bản về tính hiệu quả của mô hình so với mô hình nuôi cá hay trồng rau đơn lẻ: tiết kiệm chi phí thức ăn, nguồn nước, giảm thiểu tác động ô nhiễm môi trường. Bên cạnh đó, các nghiên cứu trên cũng đưa ra các thông số kỹ thuật: loại rau, tỷ lệ cá và rau,… để người dân có thể thực hiện mô hình của mình tại nhà. Tuy nhiên, mô hình nghiên cứu ở các nước sử dụng hệ thống bể composite và đất trồng chuyên biệt cho aquaponics nên chi phí rất cao: 1 kg đất có giá thành khoảng 50,000 VNĐ. Hơn thế nữa, đa phần ở các nước chỉ sử dụng cá rô phi hay điêu hồng là loại cá chủ yếu được sử dụng trong hệ thống do dễ nuôi, ít dịch bệnh và dễ tiêu thụ. Vì thế, việc đưa cá lóc vào mô hình là một hướng đi mới tích cực áp dụng tại Việt Nam: tạo nên nguồn thực phẩm cá lóc sạch, hạn chế ô nhiễm môi trường do mô hình nuôi cá lóc thải ra ngoài. Mô hình aquaponics của tác giả sử dụng nguyên vật liệu có sẵn ở địa phương để tạo nên hệ thống lọc và bể trồng rau hiệu quả, chi phí thấp cho người dân dễ dàng áp dụng tại nông hộ hay mở rộng quy mô như: rễ lục bình, mùn dừa, mạt cưa.

2.3. Tổng quan về các đối tượng nghiên cứu

2.3.1. Giới thiệu chung về cá lóc đen và cá điêu hồng

2.3.1.1. Cá lóc đen *(Channa striata* Bloch, 1793*)*

Hình 1. Cá lóc đen *Channa striata* Bloch, 1793.

Lớp: *Osteichthyes*

Bộ: *Perciformes*

Họ: *Channidae*

Giống: *Channa*

Loài: *Channa striata* (Block 1973)

Tên tiếng Anh: Snack head

Tên tiếng Việt: Cá lóc đen [18]

Môi trường sống

Cá lóc đen *(Channa Striata)* là đối tượng có giá trị kinh tế được nuôi nhiều ở Việt Nam và Đông Nam Á. Cá có kích thước lớn, sinh trưởng nhanh, chịu đựng điều kiện khắc nghiệt của môi trường (nước tù, đục, nóng...) và có thể sống trong vùng nước nhiệt độ cao đến 39 - 40^{o}C. Ngoài tự nhiên cá lóc phân bố ở nhiều loại thủy vực nước ngọt, lợ. Chúng có mặt ở sông, kênh rạch, ao, đầm lầy, ruộng, đìa… Cá thích sống nơi có thực vật thủy sinh (rong, cỏ, bèo…) để thuận lợi cho việc rình và bắt mồi [18].

Cá có thể sống trong cả môi trường nước ngọt và lợ (8 - 12‰), pH thích hợp 6,3 - 7,5. Cá thường trú ẩn trong lùm cây cỏ [18].

Nhiệt độ phù hợp cho tăng trưởng của cá 25 - 30 ^{0}C.

Đặc biệt, nhờ vào cấu tạo thích nghi của cơ quan hô hấp, sự phát triển của cơ quan hô hấp phụ trên mang, ngoài việc sử dụng oxy có trong nước, cá còn có khả năng lấy oxy trực tiếp từ ngoài không khí [18].

Cá có thể sống trong môi trường chật hẹp, trong điều kiện nước dơ bẩn, nước tù, thiếu oxy. Đây cũng là ưu thế để phát triển các mô hình nuôi thâm canh trong ao, vèo và bể bạt.

Đặc điểm dinh dưỡng.

Cá mới nở sử dụng dinh dưỡng từ noãn hoàng trong 3 ngày. Từ ngày thứ 4 - 5, khi noãn hoàng đã hết, cá bắt đầu ăn thức ăn bên ngoài là các loài động vật phù du kích cỡ nhỏ vừa với cỡ miệng chúng (luân trùng, trứng nước) hay lòng đỏ trứng. Từ 5 - 7 ngày sau cá có thể ăn trùn chỉ hay thức ăn tổng hợp dạng bột [15].

Khi cá lóc đạt chiều dài khoảng 5 - 6 cm thì có thể rượt bắt các loại cá, tép con có kích cỡ nhỏ hơn. Khi cá có chiều dài trên 10 cm thì khả năng rình bắt mồi rất tốt và có tính ăn như cá trưởng thành [15]

Cá lóc là động vật ăn thịt, có tập tính rình bắt mồi. Trong điều kiện nuôi, cá quen dần với việc ăn thức ăn tĩnh, cá ăn thức ăn công nghiệp có độ đạm 40 - 45 % đạm [15]

Đặc điểm sinh trưởng.

Giai đoạn nhỏ, cá tăng chủ yếu về chiều dài. Cá càng lớn thì sự tăng trọng càng nhanh.

Trong tự nhiên, sức lớn của cá không đều, phụ thuộc vào thức ăn sẵn có trong thủy vực, do vậy tỉ lệ sống trong tự nhiên của cá thấp.

Trong ao nuôi, có thức ăn đầy đủ và chăm sóc tốt thì tỉ lệ sống của cá cao và đạt trọng lượng trung bình 0,5 - 0,8 kg/con sau 6 - 8 tháng (cá lóc đen và lóc bông); 0,6 - 0,7 kg/con sau 3,5 - 4 tháng (cá lóc môi trề và đầu nhím) [15].

Phòng trị một số bệnh trên cá lóc

Bệnh do vi khuẩn: bệnh lở loét đốm đỏ

Nguyên nhân: Do vi khuẩn *Pseudomonas fluorescens* gây ra.

Triệu chứng: Cá ít ăn hoặc bỏ ăn, bơi nhô đầu khỏi mặt nước, da sậm xuất hiện những vết loét màu đỏ trên da bụng quanh miệng nắp mang, những vết loét lang rộng, vẩy rụng, xuất huyết và viêm, vết loét ăn sâu vào đến xương thịt thối rữa và chết.

Cách điều trị: Sử dụng Iodine để xử lí nước sau đó dùng yuca để chống stress cho cá, tùy vào tình trạng bệnh của cá mà sử dụng thuốc: amox 30, Flo 200, Enro 30, Doxy 30, Apaco, flodoxin, hoặc kết hợp với nhau theo hướng dẫn của kĩ thuật viên.

Bệnh xuất huyết

Nguyên nhân: Do vi khuẩn *Aeromonas hydrophyla* gây ra.

Triệu chứng: Cá bơi lội không bình thường, da chuyển sang mà sẫm, xuất hiện mảng đỏ trên thân, đuôi, vây, một số chỗ trên thân bị hoại tử, mắt mờ đục sưng phù có thể bị mù, cơ thể bị tuột nhớt, gan thận và lách bị sưng to hoại tử.

Cách điều trị: Xử lí nước bằng Iodine sau đó dùng yocca chống stress. Cho ăn Plodoxin, Doxy 30+Amox 30.

Bệnh gan thận mủ

Nguyên nhân: Do vi khuẩn *Edward siella tarda* gây ra.

Triệu chứng: Cá bị bệnh thường ăn kém hoặc bỏ ăn tùy theo tình trạng bệnh của cá, xuất hiện vết thương trên lưng sau đó phát triển thành khối u rỗng trong cơ, hoại tử vùng cơ, vây bị tưa rách cá bơi lội khó khăn, gan thận lách có nhiều đốm trắng.

Cách điều trị: Xử lí nước bằng Iodin sau đó dùng yocca để chống stress cho cá. Cho cá ăn: sử dụng Cefocin, Genxen, Iclatin, kết hợp với bổ sung Heliver, Bloodcell, B-feed để tăng hiệu quả kháng sinh và tái tạo hồng cầu.

Bệnh do kí sinh trùng

Bệnh sán lá

Nguyên nhân: Thường do sán lá 16 móc *Dactylogyrus* và sán lá 18 móc *Gyrodactylus* gây ra.

Triệu chứng: Sán kí sinh chủ yếu trên vây mang da của cá, chúng dùng các móc bám vào kí chủ và tổ chức tuyến đầu của sán tiết ra men hialuronidaza phá hoại tế bào da mang cá làm tiết nhiều dịch nhờn màu trắng đục cản trở hoạt động hô hấp của cá, vùng da mang cá bị sán kí sinh bị viêm loét dễ dàng cho vi khuẩn nấm và một số sinh vật khác xâm nhập gây bệnh, trường hợp nhiễm nặng các tổ chức tế bào sưng to, xương nấp mang cũng phồng lên cơ thể thiếu máu gầy yếu bơi lội chậm chạp, cá ít hoạt động thường nổi lên mặt nước đớp không khí hoặc tập trung nơi có dòng nước chảy thậm chí mất dần khả năng vận động và bơi ngữa.

Cách điều trị: Dùng Bronota xử lí nước trường hợp cá bị năng kết hợp với xổ kí sinh Praziquanta hoặc Fenbendata.

Bệnh trùng bánh xe

Nguyên nhân: Bệnh thường xuất hiện ở ao nuôi mật độ dày và môi trường ao nuôi quá bẩn, trùng bánh xe có dạng hình tròn bán kính thay đổi 25 - 96mm khi vận động chúng quây tròn cơ thể như bánh xe.

Triệu chứng: Trùng bánh xe kí sinh trên xoang miệng, da, gốc vây, khi mới bị bệnh cá tiết nhiều nhớt màu trắng đục, da chuyển sang màu xám cá có cảm giác ngứa ngáy và thường nổi lên mặt nước, khi cá bị nặng một số lượng lớn trùng bánh xe bám gần kính bề mặt của mang khiến cá bị ngộp do không lấy đủ lượng oxy cung cấp cho cơ thể,ngoài ra chúng còn phá hủy cấu trúc của mang làm cho mang cá mất dần chức năng hô hấp, do mang bị kích thích nên tiết ra nhiều chất nhớt màu

trắng đục, cá bị nặng sẽ không định hướng được hướng bơi và từ từ chìm xuống đáy ao chết.

Cách điều trị: Giai đoạn cá giống rất dễ bi nhiễm trùng bánh xe nên định kì xử lí phòng bệnh bằng Iodin, cho ăn Praziquanta.

Bệnh trùng quả dưa

Nguyên nhân: Do nguyên sinh động vật *Ichthyopthirius multifiliis*, trùng trưởng thành có hình dạng rất giống quả dưa đường kính cơ thể từ 0,5 - 1mm ở mặt bụng phía trước cơ thể có miệng hình xoắn ốc là nơi trùng bám vào cơ thể cá.

Triệu chứng: Trùng kí sinh trên da, mang ,vây cá, trùng bám tập trung thành từng hạt lấm tấm màu trắng có thể thấy được bằng mắt thường, da và mang cá có nhiều nhớt màu sắc nhợt nhạt, cá bệnh nổi đầu từng đàn trên mặt nước bơi lờ đờ do trùng bám nhiều ở mang phá hoại biểu mô mang làm cá ngạt thở, bệnh thường gặp và gây chết nhiều ở cá giống.

Cách điều trị: Xử lí nước bằng Bronota.

Bệnh giun sán kí sinh trong ruột

Nguyên nhân: Các loài giun đầu móc giun tròn sán dây chui vào ruột, ống dẫn mật, túi mật.

Triệu chứng: Cá hay giật mình bơi lờ đờ cá chậm lớn gầy yếu, giun sán kí sinh có thể gây tắc ruột tắc ống dẫn mật thủng ruột gây chết cá.

Cách điều trị: Sử dụng Fenbendata cho ăn liên tục 2 ngày [28].

2.3.1.2. Cá điêu hồng *(Oreochromis sp)*

Hình 2. Cá điêu hồng *(Oreochromis sp)*

Ngành: *Chordata*

Lớp: *Actinopterygii*

Bộ: *Perceformes*

Họ: *Cichlidae*

Giống: *Oreochromis*

Loài: *Oreochromis sp,*

Tên tiếng Anh: Red tilapia

Tên tiếng Việt: Cá điêu hồng, Cá rô phi đỏ

Cá điêu hồng hay còn gọi là cá rô phi đỏ là một dạng đột biến của loài *Oreochromis.niloticus*: vẩy có màu vàng đậm, vàng nhạt hay màu hồng. Thỉnh thoảng có thể bắt gặp những đốm vẩy nâu, đen xen lẫn với vẩy màu hồng hay vàng nhạt.

Môi trường sống.

Cá điêu hồng có thể sống ở các loại hình thủy vực khác nhau: ao, hồ, sông suối. Cá thích sống ở nước ngọt nhưng có thể phát triển trong môi trường nước lợ mặn. Đặc biệt một số loài giống lai mới có thể chịu đựng được độ mặn lên đến 30‰. Cá điêu hồng có thể nuôi xen với các loài thủy hải sản khác: cá chép, tôm hoặc có thể nuôi trong các mô hình kết hợp với lúa, bồn bồn.

Cá điêu hồng là một loài cá nước ngọt, cá thích hợp với nguồn nước có độ pH: 6,2 - 7,5. Nhiệt độ 25 - 30^0C, oxy hòa tan >4 mg/l [2]

Đặc điểm về dinh dưỡng.

Mang đặc tính của cá phi nên cá điêu hồng còn có khả năng cải thiện môi trường nước cũng như làm sạch nền đáy ao thông qua đặc tính ăn thiên về thực vật: mùn bã hữu cơ, tảo.Bên cạnh đó cá điêu hồng còn có thể ăn các thức ăn có nguồn gốc từ thực vật như cám, bắp xay nhỏ, bã đậu, bèo tấm, rau muống. Cá điêu hồng có thể ăn nhiều loại thức ăn khác nhau, đây là đặc điểm thuận lợi cho nuôi thâm canh.

Trong ao nuôi hoặc bằng bè, cá ăn thức ăn tự chế biến từ các phụ phẩm nông nghiệp, thức ăn viên (đạm từ 20 - 25 %) [33].

Đặc điểm về sinh trưởng

Cá con đạt trọng lượng từ 2 - 3g/ con sau 1 tháng tuổi. Cá đạt trọng lượng 10 - 12 g/ con sau 2 tháng tuổi.

Cá điêu hồng đẻ quanh năm, ấp trứng trong miệng. Có thể ương cá con trong ao hoặc trong chậu, lồng. Trong ao, bể composite nuôi theo mô hình nước xanh cải tiến sau 1 năm nuôi, cá đạt 200 - 500 g/con [17], khi nuôi bè cá lớn nhanh hơn (đạt trọng lượng 200 - 500 g/con chỉ 7 - 8 tháng).

Bệnh trên cá điêu hồng

Bệnh nấm thủy mi

Triệu chứng: Cá điêu hồng vốn là loài cá chịu lạnh kém, khi nhiệt độ nước ao xuống dưới 12^0C kéo dài trong nhiều ngày khi đó cá chúi xuống đáy ao hoặc

nằm sâu đáy bè, khi đó cá sẽ ngừng ăn và lập tức bị nấm thủy mi tấn công, cá chết và bị nấm hút hết chất dinh dưỡng nên cá nổi lên mặt nước, bằng mắt thường có thể thấy nấm đã bao bọc thành búi trắng như bông quanh thân cá.

Phòng bệnh: Ao hoặc lồng bè nuôi phải được tẩy dọn kĩ sau mỗi vụ nuôi, làm tốt công tác kĩ thuật nuôi như: đảm bảo cá khỏe mạnh, không bị xây xác và giữ môi trường nước luôn sạch, khi có hiện tượng bệnh cần cách li để tránh hiện tượng lây lan.

Trị bệnh: Tắm cá bệnh trong nước muối 2 - 3kg/100lít nước trong 10 - 15 phút. Cần cho cá ăn đầy đủ các chất, tăng sức đề kháng cho cá ngay từ đầu mùa mưa [35].

Bệnh do kí sinh trùng

Triệu chứng: Cá biểu hiện ngứa, hay nhảy phóng bất chợt, bơi lờ đờ.

Phòng bệnh: Tắm cá thường xuyên để diệt kí sinh trùng đặt biệt là vào mùa mưa và nước đổ.

Trị bệnh: Dùng $CuSO_4$ 25g/m^3 tắm cá 10 - 15 phút hoặc dùng fomol với liều 0,15 - 0,2lit/m^3 tắm cá trong vòng 30 - 40 phút.

Bệnh thối mang

Nguyên nhân: Do vi khuẩn *Myxococcus piscicolas* vi khuẩn này phát triển mạnh ở môi trường có pH: 6,5 - 7,5, nhiệt độ 25 - 35^{0}C.

Triệu chứng: Cá bệnh có dấu hiệu bơi tách đàn, bơi lờ đờ trên mặt nước, khả năng bắt mồi giảm đến ngừng ăn, các tơ mang cá bị thối nát, ăn mòn rách nát, xuất huyết thối rửa và có lớp bùn dính rất nhiều bề mặt xương nắp mang bị xuất huyết, ăn mòn và có hình dạng không bình thường.

Phòng bệnh: Nếu nuôi trong ao thì cần thực hiện tốt khâu chuẩn bị ao nuôi, vét sạch bùn đáy ao, trong quá trình nuôi phải quản lí tốt môi trường để hạn chế ô nhiễm hữu cơ thông qua việc quản lí lượng thức ăn, định kì thay nước ao để giữ môi trường trong sạch,định kì xử lí môi trường nuôi.

Trị bệnh: Trộn kháng sinh vào cho ăn (doxycyline, amoxcyline, sulpha) liều lượng 30 - 50gam/tấn cá trị liên tục 5 - 7 ngày và tắm kí sinh cho cá,diệt khuẩn nước bằng iodine.

Bệnh sưng phù và nổ mắt do vi khuẩn Streptococus

Triệu chứng: Bệnh thường xuất hiện vào mùa khô, bệnh có nhiều biến đổi tuy nhiên thông thường xuất huyết, sưng trên da, miệng và ở các gốc vây, xoang bụng thường chứa dịch đỏ, mắt lồi xuất huyết.

Phòng bệnh: Nuôi mật độ vừa phải chọn con giống khỏe mạnh quản lí tốt trong quá trình cho ăn định kì bổ sung vitamin C dể tăng sức đề kháng cho cá, định kì tắm cá vệ sinh môi trường nước.

Trị bệnh: Dùng kháng sinh để trị bệnh erythromycine 25 - 50mg/kg cá trị liên tục 5 - 7 ngày hoặc dùng doxyciline để trị cá 30 - 50gam/1tấn cá liên tục trong 5 - 7 ngày.

2.3.2. Giới thiệu về rau xà lách xoong (*Nasturtium officinale L)*

Thân cải non, mềm, xốp dài 20 - 60 cm, mỗi lóng thân dài 1 - 5 cm tùy thuộc rất lớn vào thời tiết và sự chăm sóc, mỗi mắt có thể mọc một cành.

Lá kép có 3 - 9 lá phụ, lá đỉnh to nhất, lá cải hình tròn nhỏ màu xanh đậm, rìa lá răng cưa. Cải xoong thuộc loại rễ chùm, có nhiều rễ phụ ở đốt thân có thể hút chất dinh dưỡng và nếu đem trồng sẽ thành cây độc lập.

Cải xoong rất thích sống ở nơi nhiều đất bùn, sống dưới nước, độ ngập khoảng 4 - 5 cm nơi có dòng nước chảy như ở dưới chân của thác nước, mực nước sâu thì thân cải mọc dài. Cây sinh trưởng tốt ở nhiệt độ 15 - 20^0C, ở độ cao trên 1000 m so với mặt nước biển (như vùng Đà Lạt).

Độ pH của đất thích hợp nhất 6 - 7, không sống được trong đất phèn, đất mặn hoặc đất cát trong mùa nắng. Cây rất thích độ ẩm cao, cần nước tưới thường xuyên [14].

Hình 3. Rau xà lách xoong (*Nasturtium officinale L)*

2.3.3. Các thông số về các yếu môi trường trong ao nuôi.

2.3.3.1. Nhiệt độ

Nhiệt độ thích hợp nhất trong ao cho sự phát triển và tăng trưởng của cá là từ 25 - 30^oC. Nhiệt độ là một yếu tố điều chỉnh năng suất vật nuôi trong ao. Tốc độ tiêu hóa thức ăn của cá tăng lên rất mạnh khi nhiệt độ tăng (trong khoảng thích

hợp). Nhiệt độ còn ảnh hưởng gián tiếp tới sức khỏe vật nuôi về phương diện bệnh truyền nhiễm và khả năng gây bệnh của mầm bệnh.

Nhiệt độ còn tác động tới các thông số chất lượng nước. Đến tốc độ và trạng thái cân bằng của phản ứng hóa học, đến khả năng hòa tan và bốc hơi các loại khí. Nhiệt độ cũng tác động đến quá trình sinh hóa của động thực vật thủy sinh và chúng tác động lại môi trường nước [22].

2.3.3.2. pH

pH khi quá cao hay quá thấp làm thay đổi độ thẩm thấu của màng tế bào dẫn đến làm rối loạn quá trình trao đổi muối - nước giữa cơ thể và môi trường ngoài. Ảnh hưởng gián tiếp là khi pH cao thì làm tăng tính độc của NH_3 trong môi trường và khi pH giảm sẽ làm tăng tính độc của H_2S trong môi trường.

Bảng 1. Ảnh hưởng của pH lên tôm cá

pH	Ảnh hưởng
4	Điểm chết acid
4 - 5	Tôm cá không thể sinh sản
5 - 6	Tôm cá phát triển chậm
6 - 9	Tôm cá phát triển tốt nhất
9 - 11	Tôm cá phát triển chậm
11	Điểm chết bazơ

Khi pH thấp (pH <5) sẽ làm giảm khả năng vận chuyển oxy của hemoglobin, hậu quả là mang tiết ra nhiều chất nhầy, da và phần ngoài cơ thể tiết ra nhiều nhớt, một số vùng da trở nên đỏ, đồng thời làm giảm khả năng đề kháng của cá đối với bệnh.

pH cao (pH >9) ức chế quá trình bài tiết chất thải chứa nitơ, do ammonia phía ngoài mang tồn tại ở trạng thái trung hòa làm giảm thế năng khuếch tán của ammonia từ trong cơ thể ra ngoài. Từ đó ức chế quá trình sinh năng lượng trong hệ thần kinh trung ương, làm cho vật nuôi chậm lớn, bỏ ăn.

Ngưỡng pH thích hợp nhất cho tôm cá nước ngọt từ 6 - 9 và sự biến động pH trong ao dao động trogn ngày không được vượt quá 1 - 2 đơn vị [22].

2.3.3.3. Oxy hòa tan

Tất cả các quá trình sống của sinh vật được đảm bảo bởi sự trao đổi năng lượng, mà đối với sinh vật, chất duy nhất và không thay thế là oxy. Sự khuếch tán oxy từ không khí vào nước phụ thuộc vào diện tích mặt thoáng và áp suất không khí. Do quá trình quang hợp của thực vật thủy sinh thải ra.

Quá trình tiêu hao oxy do hô hấp của sinh vật, lên men và phân hủy các chất hữu cơ trong nước và nền đáy ao, oxy hóa các chất khử vô cơ như Mn^{2+}, Fe^{2+}, H_2S và các hợp chất nitơ

Sự biến động của oxy trong nước phụ thuộc vào:

- Theo chu kỳ ngày đêm, chi phối quy luật này là thời tiết và mật độ tảo trong ao nuôi.

- Trong thời gian nuôi, chi phối quy luật này là mật độ tảo trong ao nuôi, sự tích tụu các chất thải và chế độ quản lý ao.

Khi hàm lượng oxy thấp dẫn tới hai quá trình sau:

- Kìm hãm tốc độ tăng trưởng của vật nuôi: Trong ao nuôi có hàm lượng oxy thấp thường xuyên, vật nuôi hoạt động yếu, lượng thức ăn do chúng sử dụng giảm, giảm sinh trưởng, nhạy cảm hơn với các loại bệnh, thậm chí có khả năng chết ngạt ($O_2 \leq 0,5$ mg/l).

- Thúc đẩy sự xuất hiện độc tố với thủy sinh vật trong môi trường nước là yếu tố quyết định dạng tồn tại và điều kiện chuyển dịch của một số hợp chất trong môi trường nước qua điện thế oxy hóa khử của nó. Khi hàm lượng oxy hòa tan càng thấp thì điện thế oxy hóa - khử của nước càng cao.

Hàm lượng oxy thích hợp nhất cho cá phát triển là từ 4 - 5 mg/l [22].

2.3.3.4. Độ kiềm

Độ kiềm của nước được hiểu là khả năng thu nhận acid của nước do sự có mặt của các bazơ. Bazơ chủ yếu trong nước thuộc nhiều thành phần khác nhau: hydroxide (OH^-), HCO_3^-(Bicarbonate), CO_3^-(Carbonate), PO_4^-(Phosphate), $HSiO_3^-$ (Silicate), NH_3 (Amonia). Tổng hàm lượng bazơ trong nước tính bằng mg/l của $CaCO_3$ là tổng độ kiềm.

Độ kiềm quyết định tính đệm của nước [22].

2.3.3.5. Nitrite (NO_2)

Nitrite có thể tích tụ tới nồng độ 1 - 10 mg/l hoặc cao hơn trong các ao nuôi thủy sản dưới những điều kiện nhất định

Ammonia (NH_3) chuyển sang nitrite dưới tác dụng của vi khuẩn cố định nitrite với sự có mặt của oxy.

$$NH_4^+ + O_2 \xrightarrow{\text{VK } \textit{nitrosomonas}} NO_2^- + 2H_2O.$$

Khi nitrite được cá hấp thu, nó kết hợp với hemoglobin thành methemoglobin

$$4HbFe^{2+}O_2 + 4\,NO_2^- + 2H_2O \longrightarrow 4HbFe^{3+}OH + 4NO^-_3 + O_2$$

Methemoglobin tạo thành không có khả năng kết hợp với oxy. Như vậy độc tính của nitrite dẫn đến làm giảm hoạt động của hemoglobin hoặc thiếu máu chức năng. Máu chứa số lượng đáng kể có chứa methemoglobin có màu nâu: "bệnh máu nâu" ở cá.

Bên cạnh đó nitrite còn làm tăng tính mẫn cảm của cá đối với các bệnh do vi khuẩn.

Việc xác định nồng độ nitrite cho phép ở mức cao nhất trong nước ao thì rất khó do tính độc của nitrite liên quan đến nồng độ oxy hòa tan và nhiều yếu tố khác.

Nồng độ nitrite cho phép trong ao phải thấp hơn 10 mg/l (khoảng 0.3 mg/l ở dạng N- NO_2: các bộ kit/ test được đo là đo N- NO_2) [22].

2.3.3.6. Amonia (NH_3)

Amoniac được hình thành trong ao do sự phân hủy protein trong thức ăn thừa, chất thải vật nuôi và xác chết thủy sinh vật. trong nước ammonia tồn tại dưới 2 dạng ammonia tự do (NH_3) và ion (NH_4^+) trong trạng thái cân bằng phụ thuộc vào pH và nhiệt độ:

$NH_3 + H_2O = NH_4^+ + OH^-$

Hàm lượng amoniac cao rất nguy hại cho tôm, cá. Tôm, cá có khả năng chịu đựng được một mức độ amoniac tùy thuộc vào tuổi và trọng lượng cơ thể.

Hàm lượng amoniac phụ thuộc vào pH: lượng khí amoniac tăng lên tỷ lệ thuận với pH và nhiệt độ. Độc tính của amoniac sẽ càng tăng khi pH cao và hàm lượng oxy giảm.

Tác dụng độc hại của NH_3 đối với cá là khi hàm lượng NH_3 trong nước cao, cá khó được bài tiết NH_3 từ máu ra môi trường ngoài. NH_3 trong máu và các mô tăng làm pH máu tăng dẫn đến rối loạn những phản ứng xúc tác của enzyme và độ bền vững của màng tế bào, làm thay đổi độ thẩm thấu của màng tế bào đưa đến cá chết vì không điều khiển được quá trình trao đổi muối giữa cơ thể và môi trường ngoài. NH_3 cao cũng làm tăng tiêu hao oxy của mô, làm tổn thương mang và làm giảm khả năng vận chuyển oxy của máu.

Khả năng chịu đựng hàm lượng ammonia khác nhau tùy theo loài, điều kiện sinh lý và các yếu tố môi trường. Nồng độ gây chết đối với cá ở vùng nhiệt đới ở thời gian tiếp xúc ngắn (24 - 96 giờ) khoảng dao động 0.4 và 2 mg/l NH_3.

Bảng 2. Giá trị pH, tỷ lệ NH_3 và nồng độ tổng amol cần thiết để cho ra 0.4mg/l

pH	%NH_3	Nồng độ tổng đạm amol (mg/l)
7	70	57.14
7,5	2,22	18,02
8,0	6,55	6,11
8,5	18,40	2,17
9,0	41,23	0,97
9,5	68,21	0,59
10,0	87,52	0,46

Do pH có chu kỳ biến động theo ngày và đêm nên hàm lượng NH_3 thay đổi liên tục. Tính độc của ammonia đối với thủy sinh vật thường thể hiện qua việc giảm

tốc độ tăng trưởng thay vì chết. Hàm lượng NH_3 thích hợp trong nuôi thuỷ sản phải thấp hơn 0,02 mg/l [22].

2.3.3.7. Hydrogen sulfide (H_2S)

Sulfide là sản phẩm ion hóa của H_2S và tham gia vào sự cân bằng:

$H_2S = HS^- + H^+$

$HS^- = S^{2-} + H^+$

pH ảnh hưởng đến sự phân bố của tổng sulfide trong các dạng: H_2S, HS^- vàS^{2-}Dạng H_2S rất độc đối với thủy sinh vật, các dạng ion thì không độc. Tỷ lệ H_2S giảm khi pH tăng.

Hàm lượng H_2S cho phép trong nuôi thuỷ sản phải nhỏ hơn 0,003 mg/l.

Nồng độ H_2S từ 0.01 đến 0.05 mg/l có thể gây chết thủy sinh vật [22].

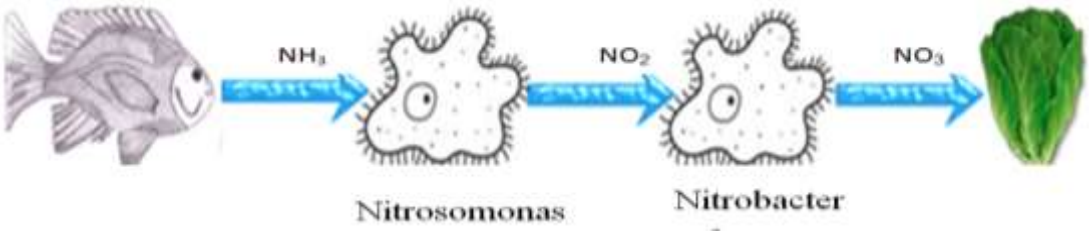
2.3.3.8. Chu kỳ N_2

Đối với ao nuôi cá lóc hay cá điêu hồng do quá trình cho ăn dẫn đến thức ăn dư thừa, lượng phân cá thải ra nhiều làm chất lượng nước trong ao dơ, các yếu tố môi trường tăng cao như NH_3, NO_2 làm cho cá sẽ bị bệnh (như bệnh nấm, kí sinh trùng, vi khuẩn) và cá sinh trưởng và phát triển chậm. Chính vì thế khi cá bị bệnh và nước dơ, các tố môi trường cao bắt buộc chúng ta phải thay nước thường xuyên.

Còn đối với mô hình aquaponics thì thức ăn dư thừa và lượng phân cá thải ra sẽ được chu kỳ nitơ chuyển hóa thành những chất dinh dưỡng có lợi cung cấp cho rau và trả lại nước sạch cho ao cá, cá sẽ sinh trưởng và phát triển tốt.

Chu trình của nitơ bắt đầu từ quá trình quang hợp và được kết thúc bằng sự phân hủy xác động, thực vật thủy sinh. Trong chu trình đó nitơ chuyển từ hữu cơ phức tạp sang vô cơ đơn giản. Quá trình chuyển nitơ từ hữu cơ phức tạp sang vô cơ đơn giản được gọi là sự hóa sinh. Nhờ có quá trình này mà các muối dinh dưỡng được bổ sung liên tục cho ao.

Vi sinh vật giữ vai trò cực kỳ quan trong trong hệ thống lọc sinh học. Các vi khuẩn sẽ phát triển mạnh trong các bể trồng rau và giúp chuyển hóa các chất thải từ ao nuôi cá thành dạng dinh dưỡng phù hợp cho cây trồng phát triển.



Hình 4. Chu trình chuyển hóa Nitơ [32]

Có hai loại vi khuẩn tham gia vào quá trình chuyển hóa chất thải từ cá thành chất dinh dưỡng cho rau là Nitrosomonas sẽ chuyển hóa amonia thành nitrite.

Nitrite sau đó sẽ được chuyển hóa thành nitrate nhờ vi khuẩn Nitrobacter, sau đó rau có thể hấp thu nitrate để phát triển và sinh trưởng.

Các thông số môi trường thích hợp cho vi khuẩn Nitrosomonas và Nitrobacter phát triển:

Bảng 3. Thông số môi trường thích hợp cho vi khuẩn Nitrosomonas và Nitrobacter phát triển

Yếu tố	Khoảng thích hợp	Phát triển tốt nhất	
		Nitrosomonas	Nitrobacter
pH	6,0 - 8,5	7,2 - 7,8	7,2 - 8,2
Nhiệt độ *(^oC)*	17 - 34		
Oxy hòa tan *(mg/l)*	4,0 - 8,0		

Bảng 4. Khoảng thích hợp của các yếu tố chất lượng nước

Yếu tố	Mô tả	Khoảng thích hợp	Biểu hiện khi điều kiện xấu	Chú thích
Oxy hòa tan *(mg/l)*	Hàm lượng oxy trong nước	> 4	Cá nổi đầu ngớp khí trên mặt nước	Cá chậm lớn
Nhiệt độ *(^oC)*	Nước nóng hay lạnh	25 - 32	Nước quá nóng cá sẽ nổi lên tầng mặt	Nhiệt độ cao dẫn đến thiếu oxy
pH	Chỉ mức độ phèn hoặc độ kiềm của nước	6,0 - 9,0	Nước bị phèn, phiêu sinh vật (tảo...) không phát triển	pH thấp làm tăng tính độc của kim loại như Kẽm, Đồng và Nhôm. pH cao làm tăng tính độc của khí NH_3
Độ kiềm *(mg $CaCO_3$/l)*	Chỉ khả năng hạ phèn của nước	25 - 250	Phiêu sinh vật phát triển kém, độ kiềm sẽ thấp	pH biến động lớn khi độ kiềm thấp
Khí độc NH_3 *(mg/lít)*	Dạng độc của chất đạm trong nước	0,02	Cá chậm lớn	pH và nhiệt độ cao làm tăng tính độc của NH_3
	Một dạng	< 0,1	Cá chậm lớn	Hàm lượng Nitrite

	độc khác của chất đạm trong nước			cao gây bệnh máu nâu
H_2S *(mg/l)*	Sinh ra ở đáy ao trong điều kiện thiếu oxy	<0,0001	Nước có mùi trừng thúi; cá chết hoặc chậm lớn	Gây độc cho tất cả động vật thủy sinh

3. Mục tiêu của đề tài

- Xây dựng mô hình nuôi trồng thủy sản và rau sạch theo hướng bền vững, thân thiện với môi trường.

- So sánh hiệu quả hai mô hình thủy sản kết hợp: cá lóc (*Channa sp*) + rau xà lách xoong (*Nasturtium officinale* L.) và cá điêu hồng (*Oreochromis* sp) + rau xà lách xoong (*Nasturtium officinale* L.).

4. Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Cá lóc và cá điêu hồng được nuôi trong hệ thống aquaponics: ao nổi lót bạt + trồng rau xà lách xoong.

- Địa điểm nghiên cứu: Trại thực nghiệm Thủy Sản nước ngọt - Bộ môn Thủy sản - Khoa Nông nghiệp Thủy sản - Đại học Trà Vinh.

- Phạm vi nghiên cứu: nghiên cứu ứng dụng thực nghiệm.

- Thời gian nghiên cứu: 10/2014 -10/2015

5. Nội dung triển khai nghiên cứu

- Nuôi cá trong mô hình ao nổi có phủ bạt (cá lóc và cá điêu hồng).

- Trồng rau xà lách xoong trên bể.

6. Ý nghĩa khoa học của đề tài

- Xây dựng mô hình nuôi trồng thủy sản và rau sạch theo hướng bền vững, thân thiện với môi trường.

- Đưa cá lóc thành đối tượng nuôi quen thuộc trong mô hình quaponic. Từ thành công của mô hình tiến đến ứng dụng nuôi cá lóc theo mô hình xanh sạch, giảm chất thải ra bên ngoài môi trường.

- Đề xuất mô hình sản xuất thực phẩm an toàn theo quy mô vừa và nhỏ cho các hộ dân vùng vên đô thị, các hộ gia đình có ít diện tích đất canh tác.

PHẦN VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

3.1.1. Vật liệu nghiên cứu

Cân 5kg; cân rau	Các bộ test: pH, NH_3, NO_2, H_2S, DO, kH
Chài cá	Nhiệt kế
Cá lóc và cá điêu hồng	Mùn dừa
Gốc rau xà lách xoong	Ống dẫn nước (PVC)
Bạt phủ hai da	Rễ lục bình
Tre	Phân hữu cơ
Máy bơm nước	Sỏi, đá mi
	Khác….

3.1.2. Phương pháp nghiên cứu

3.1.2.1. Bố trí thí nghiệm

Cá bột được mua về từ trại giống ở Đồng Tháp và An Giang được bố trí ương trong vèo và được tập cho quen dần với thức ăn công nghiệp đến khi cá có kích cỡ 5 - 6g/con thì tiến hành bố trí thí nghiệm. Ngày bắt đầu bố trí thí nghiệm: 4/4/2015.

Thí nghiệm bao gồm năm nghiệm thức khác nhau, được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, mỗi nghiệm thức lặp lại ba lần.

Nghiệm thức 1(NT1): cá lóc + rau xà lách xoong

Nghiệm thức 2(NT2): cá điêu hồng + rau xà lách xoong

Nghiệm thức đối chứng 1(ĐC1): cá lóc

Nghiệm thức đối chứng 2 (ĐC2): cá điêu hồng

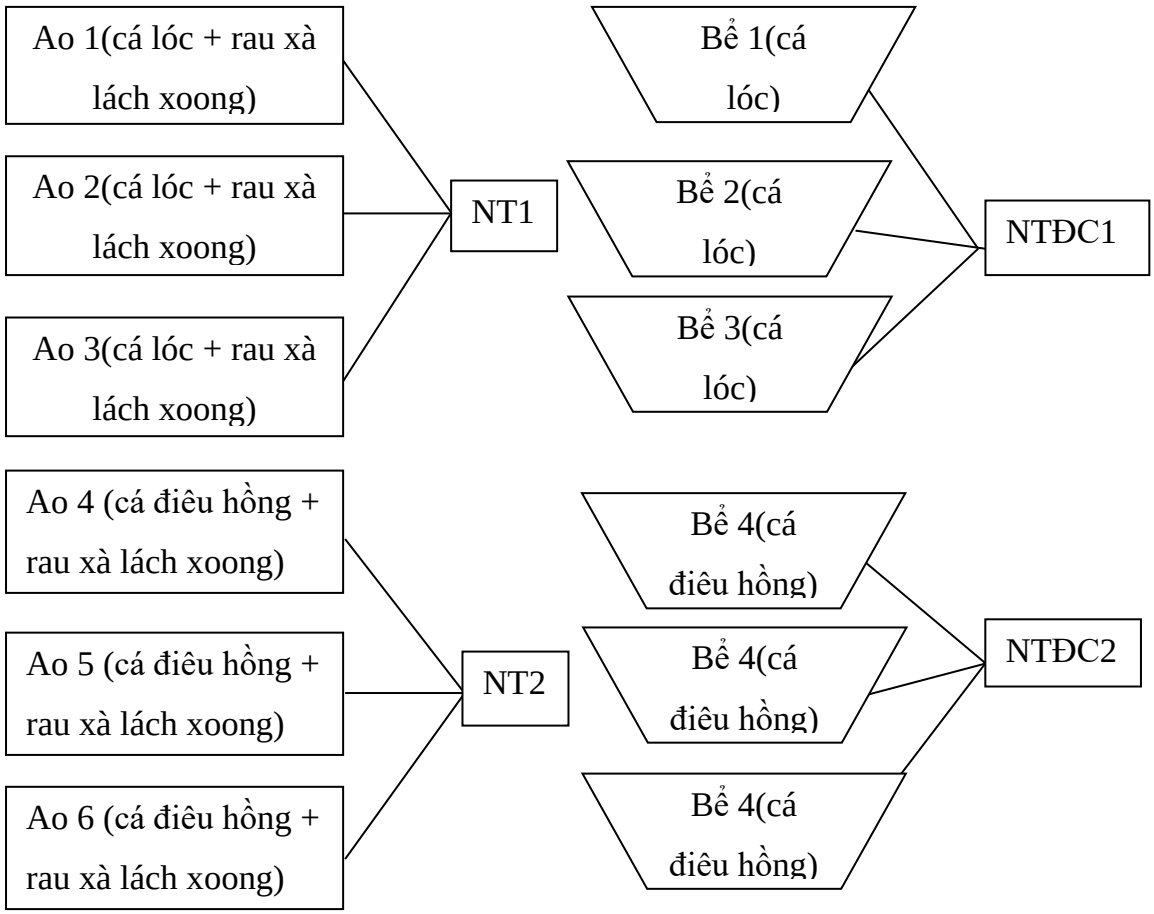
Nghiệm thức đối chứng 5: rau xà lách xoong trồng trên luống đất

Cá được đưa vào bể lót bạt bố trí thí nghiệm: cá lóc có trọng lượng trung bình 5,74 g/con và cá điêu hồng có trọng lượng 5,59 g/con. Mỗi loại cá được bố trí trong ao nổi có phủ bạt với mật độ 70 con/m^2 và hệ thống không bố trí sụt khí. Ở hệ thống aquaponics nước trong ao được bổ sung thêm khi lượng nước thất thoát do bốc hơi.

Ở nghiệm thức đối chứng: cá được nuôi trong bể với thể tích là $1m^3$ với thả với mật độ 70 con/m^2. Nước được thay khi các yếu tố môi trường bất lợi cho cá.

Hình 5. Cá điêu hồng và cá lóc bố trí thí nghiệm

Hình 6. Hệ thống bố trí thí nghiệm



Hình 7. Sơ đồ bố trí thí nghiệm

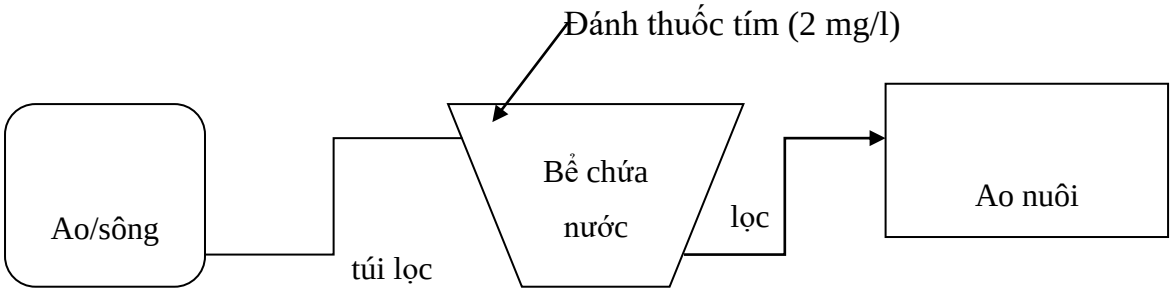
3.1.2.2. Thiết kế ao nuôi cá

a. Chuẩn bị ao

Ao nổi: 3 x4 m, mực nước 1- 1,2 m. Ao được che chắn bằng bao cát và được phủ lên bởi lớp bạt hai da.

Hình 8. Ao nổi

b. Chuẩn bị nguồn nước



Hình 9. Sơ đồ về quy trình xử lý nước

Nguồn nước là nước ao/ sông đã qua xử lí bằng thuốc tím. Nước ao/ sông được bơm từ sông lên bể chứa sau đó đánh thuốc tím với nồng độ 2mg/l tùy thuộc vào lượng phù sa trong nước mà có thể đánh thuốc ở nồng độ cao hơn, sau 5-7 ngày để cho nước trong trở lại thì dùng máy bơm chìm bơm vào ao nuôi.

Hình 10. Xử lý nước

3.1.2.3. Chọn thả giống và chăm sóc quản lý ao nuôi

a. Chọn và thả giống

Hình 11. Chọn và thả giống cá

Chọn con giống khỏe mạnh, không bị bệnh và dị tật, dị hình..

Cá đã được ương dưỡng trong vèo tại trại thực nghiệm đến giai đoạn cá đạt trọng lượng trung bình từ 5 - 6 gram/con và tập cho cá ăn từ cá tạp xay nhuyễn, cá tạp xay nhuyễn kết hợp với thức ăn công nghiệp và cuối cùng là đến sử dụng hoàn toàn bằng thức ăn công nghiệp.Thả cá vào lúc chiều mát và thả ở đầu hướng gió.

b. Cho ăn

Sử dụng thức ăn công nghiệp có độ đạm là 35 - 40% đạm, khi cá còn nhỏ cho ăn 5 - 10% trọng lượng thân/ngày, đồng thời trong quá trình cho ăn ta bổ sung thêm vitamin C để giúp cho cá tăng sức đề kháng và sống tốt hơn.

Cá được cho ăn ngày 2 cữ: sáng 7 giờ và chiều 17 giờ.

Bảng 5. Khẩu phần thức ăn của cá lóc (% so với trọng lượng cá thả nuôi) [1]

Trọng lượng cá giống (g/con)	Khẩu phần thức ăn (%)
<10	10 - 12
10 - 20	8 - 10
20 - 30	5 - 8
30 - 50	5 - 8
50 - 100	5 - 8
> 100	5

Cách tập cá ăn thức ăn công nghiệp

❖***Giai đoạn tập ăn 1***

Tập cho cá quen với mùi vị thức ăn công nghiệp: Cá giống mới thả khẩu phần thức ăn hàng ngày bằng 10% trọng lượng thân phối trộn theo tỉ lệ 70% cá tươi +30% thức ăn công nghiệp. Hỗn hợp thức ăn xay nhuyễn được cho vào sàn để cá vào ăn. Mỗi ngày tăng 10% thức ăn công nghiệp cho đến khi đạt tỉ lệ 50% cá tạp+ 50% cám công nghiệp thì chuyển sang tập ăn thức ăn dạng viên.

❖***Giai đoạn tập ăn 2***

Sau khoảng 5 ngày tập ăn, cá quen với mùi vị thứ ăn công nghiệp thì tập cho cá ăn thức ăn dạng viên.

Cách thực hiện: trộn thêm 5% thức ăn công nghiệp dạng viên (trong tổng lượng thức ăn hàng ngày) ban đầu thức ăn được ngâm nước trước cho mềm rồi trộn chung với hỗn hợp thức ăn đã xay nhuyễn của giai đoạn tập ăn 1. Hỗn hợp thức ăn trên được rải xuống sàn cho cá ăn. Ban đầu cá có thể chưa quen có thể nhả các hạt thức ăn viên ra, trường hợp như vậy phải tập với tỉ lệ phối trộn như trên 2 - 3 ngày nữa cho đến khi cá không còn nhả thức ăn viên ra thì thôi. Những ngày sau đó thì lượng thức ăn viên tiếp tục tăng lên, đồng thời thời gian ngâm nước cũng ngắn dần cho đến khi không ngâm nữa (cho cá ăn quen với thức ăn viên cứng) khi thấy cá đã hoàn toàn quen với thức ăn viên thì chuyển hoàn toàn sang cho ăn thức ăn viên công nghiệp.

❖***Giai đoạn cho ăn hoàn toàn bằng thức ăn viên***

Từ tháng thứ 2 đến khi thu hoạch cá đã quen với thức ăn viên thì cho ăn hoàn toàn bằng thức ăn viên khẩu phần cho ăn dao động từ 5 - 3% trọng lượng thân tùy giai đoạn phát triển của cá. Ở giai đoạn này thức ăn được rải trực tiếp xuống ao cho cá ăn, không còn cho ăn trong sàn nữa.

c. Chăm sóc và quản lý

Quan sát khả năng bắt mồi và bơi lội của cá.

Các yếu tố môi trường : pH, nhiệt độ, NH_3, NO_2, DO, H_2S theo dõi thường xuyên.

Đối với pH ngưỡng thích hợp từ 6 - 7,5 trong đó cá lóc pH dao động từ 6,3 - 7,5, cá điêu hồng pH từ 6,2 - 7,5. pH giữ vai trò cho sự tăng trưởng của ba sinh vật quan trọng đối với mô hình: rau, cá, và nitrat vi khuẩn. Các vi khuẩn nitrat vô hình đóng một vai trò quan trọng chuyển đổi chất thải amoniac, đó là chất gây độc cho cá, nó tạo thành nitrate nitrogen, mà không phải là độc hại ở mức độ phổ biến và nguồn cung cấp nitơ là chất dinh dưỡng cần thiết cho thực vật. Quá trình nitrat hóa sản xuất ion hydro làm giảm pH nước. Để tăng độ pH cần bổ sung canxi hoặc kali hydroxit. Nếu độ pH ổn định, sự khử nitơ có thể xảy ra ở đâu đó trong hệ thống sẽ dẫn đến có mùi hôi.

Oxy hòa tan ngưỡng thích hợp > 5 mg/l, trong đó cá lóc có DO là > 3 mg/l; cá điêu hồng có DO là > 4 mg/l. Nước chảy là cơ chế cung cấp oxy cho hệ thống và loại bỏ chất thải trong quá trình nuôi. Oxy hòa tan trong nước phụ thuộc vào nhiệt độ, mật độ thả. Duy trì mức DO cao trong nước là vô cùng quan trọng để cá phát triển tối ưu.

Nhiệt độ nước là rất quan trọng cho sự sống của cá. Sự giảm hoặc tăng nhiệt độ quá lớn có thể gây ra tình trạng sốc, có thể gây chết cá. Mỗi loài cá có một phạm vi nhiệt độ khác nhau, và tùy thuộc vào khí hậu nơi đó. Nhiệt độ ngưỡng thích hợp cho hệ thống là 25 - 30 ^{0}C, trong đó nhiệt độ cá lóc và cá điêu hồng là 25 - 30 ^{0}C

Độ kiềm giữ vai trò quan trọng trong việc duy trì hệ đệm của môi trường nước, đồng thời hạn chế được sự biến động thấp nhất của ao nuôi, các chất độc có sẵn trong ao tác hại đến cá. Độ kiềm thích hợp trong ao dao động từ 70 - 200 mg$CaCO_3$/L [18].

NH_3 được hình thành trong ao do sự phân hủy protein trong thức ăn thừa, chất thải từ cá và xác chết thủy sinh vật. Do đó khi NH_3 tăng sẽ ảnh hưởng đến quá trình sinh trưởng và phát triển của cá, thậm chí có thể gây chết cá. Cho nên hàm lượng NH_3 thích hợp duy trì trong môi trường nước là 0,13 mg/l [17].

Khi trong môi trường nước tồn tại NO_2^- nó sẽ gây độc cho cá, còn đối với cây trồng gây ra thối rễ. Cho nên hàm lượng NO_2^- duy trì tốt nhất môi trường nước là nhỏ hơn 1 mg/l là thích hợp cho cá nuôi và cây trồng.

Trong suốt quá trình nuôi nước sẽ được châm thêm (nước lấy trực tiếp từ sông và đã qua khâu xử lý), do nước sẽ bị bốc hơi và hao hụt trong suốt quá trình nuôi.

Trọng lượng, chiều dài cá được kiểm tra hàng tháng: 100 con cá/ ao/ loài được lựa chọn ngẫu nhiên.

3.1.2.4. Thiết kế bể trồng rau

a. Hệ thống bể rau

Bể trồng rau có phủ bạt được nâng đỡ bằng khung tre và cây dầu: chiều dài 6m, chiều rộng: 2m. Trụ đứng : 40 cây có chiều dài là 2m chôn sâu xuống 0,5m.

Để thu nước từ bể lọc sinh học trả lại cho ao cá, ta sử dụng bạt trắng thu nước, nước từ bể rau chảy xuống bạt và theo ống nhựa (có đường kính 60mm) chảy về ao cá.

Hình 12. Giá đỡ của hệ thống lọc sinh học

b. Giá thể trồng rau

Được chia thành nhiều lớp lọc sinh học

Lớp đá 4x6 và 1x2 thì được ngâm trong bể có hòa tan chlorine (đánh chlorine là 0,5 kg/m^3 nước), ngâm với thời gian là 2 - 3 ngày sau đó xả nước nhiều lần cho đến khi hết mùi chlorine là được.

Hình 13. Ngâm chlorine đá (4x6 và 1x2)

Lớp rễ lục bình thì được cắt lấy rễ, sau đó rửa bằng nước sạch nhiều lần rồi đem phơi nắng cho khô, trước khi đem vào hệ thống lọc thì ta tiến hành xịt nấm (để diệt nấm đồng thời tăng độ ẩm cho rễ).

Hình 14. Xử lý rễ lục bình

Lớp mùn dừa và mùn cưa thì được ngâm trong bể composit khoảng hai tuần, xả chất chát trong mùn dừa và mùn cưa 2 lần/ ngày. Cho đến khi thấy hết nước chát rồi đem mùn dừa và cưa đi phơi nắng cho khô. Tiếp đến, đem trộn vôi đá xay nhuyễn với tỉ lệ là 1:3 (một bao vôi với ba bao mùn dừa, mạt cưa), rồi tiếp tục quy trình ngâm và xả nước trong vòng một tuần. Sau đó ta tiến hành xịt nấm. Tỷ lệ trộn mùn dừa và mùn cưa là 1:1.

Hình 15. Xử lý mùn dừa và mùn cưa

Lớp đá mi cũng ngâm trong bể composit có hòa tan chlorine (liều lượng là 0,5 kg/m^3 nước). Sau đó xả nước nhiều lần cho đến khi hết mùi chlorine là được.

Sau đó ta sẽ dùng thùng xốp để xếp giá thể vào, đầu tiên ta lót 1 lớp lưới dưới thùng mút, sau đó xếp lớp đá (4x6) vào khoảng 3 cm, rồi tới lớp đá (1x2) có độ dày là 3 cm và lót trên mặt lớp đá (1x2) là lớp vải mùng, tới lớp lục bình là 3 cm, tiếp đến lớp mùn dừa và mạt cưa là 10 cm, cuối cùng là phủ nhẹ lớp đá mi.

Hình 16. Cách sắp xếp các lớp tạo nên giá thể trồng rau - hệ thống lọc nước cho ao

3.1.2.5. Trồng và chăm sóc rau: rau xà lách xoong

a. Trồng rau xà lách xoong

Hình 17. Rau xà lách xoong

Gốc rau được đặt mua từ Bình Minh, Vĩnh Long. Gốc rau khi mua về được phân loại bỏ các gốc rau xấu và để trong mát cho đến buổi chiều mát.

Cách trồng rau: dùng chiếc đũa xôm nhẹ một lỗ, khoảng cách giữa các lỗ là 7- 10 cm để cho rau phát triển nhanh và tốt hơn.Mỗi lỗ ta đặt khoảng 3 - 4 gốc rau, ta đặt gốc rau mình đã chuẩn bị sẵn vào lỗ vừa xôm (chú ý phải đặt làm sau tránh cho gốc rau bị dập sẽ làm cho rau bị úng và không ra rễ). Nên trồng rau vào buổi chiều (khoảng 16h). Sau khi trồng rau xong ta cho hệ thống chạy tưới sương qua một lần (10 - 15 phút) lúc này lớp giá thể mùn dừa và mùn cưa ẩm giúp cho rau ra rễ nhanh hơn.

Hình 18. Trồng rau

Thời gian thu hoạch rau sau 45 - 60 ngày sau khi trồng. Sau khi cắt rau qua một lần thì khoảng 20 - 30 ngày sau ta có thể thu hoạch lần thứ hai.

b. Lượng nước tưới cho rau:

Tùy thuộc vào điều kiện thời tiết, tốc độ lớn của cá và mật độ rau

Cá và rau còn nhỏ: lượng nước tưới 10 -15 % / ngày.

Cá trên ba tháng tuổi: tưới 20 - 25 % / ngày.

Cách tưới:tưới dạng phun sương lên lá tưới tự động (15 phút/ lần)

c. Thiết kế hệ thống phun nước cho rau:

Sử dụng ống nhựa PVC với đường kích 21 mm, 34 mm, đường kính 42 mm mỗi ống dài 4 m.

Dùng lưỡi cưa sắt cắt ống nhựa (d=21 mm) với chiều dài là 17 cm, mỗi bể ta sẽ cắt 24 ống (gồm 21 ống đứng và 3 ống nằm ngang). Sau đó ta dùng khoan với mũi khoan là 1,2 mm và 1,5 mm, ta dùng mũi khoan 1,2 mm khoan một gốc 45 độ xung quanh ống nhựa (dạng hình elip), khoảng cách giữa các lỗ là 0,5 cm và ta khoan từ 45 - 50 lỗ và 4 lỗ lớn với mũi khoan 1,5 mm để giúp cho quá trình ống tắt ngẽn và nước sẽ phún ra từ lỗ lớn giúp rau hấp thụ tốt hơn.

Hình 19. Ống nước 21 mm

Hình 20. Ống nước 34 mm

Sau đó ta sẽ dùng đầu bít của ống 21 mm đậy lên đầu ống giúp cho nước phún đều ra các lỗ.

Kế đến dùng lưỡi cưa sắt cắt tiếp ống 34 mm với kích thước là 45 cm, mỗi giàn là 20 ống, với 22 chữ T (34/21) và hai co giảm (34/21). Để đường ống đứng vững không bị gió làm ngã nên gắn ba chữ T (34/21) dạng nằm ngang.

Hình 21. Hệ thống tưới nước tự động

Đồng thời nước được lấy từ ao lên giàn rau qua máy bơm nước một ngựa

Hình 22. Máy bơm nước

d. Nghiệm thức rau xà lách xoong đối chứng

Ta chuẩn bị luống trồng rau: gồm có ba luống, mỗi luống có diện tích: 1x3m. Trước tiên ta dọn cỏ xung quanh cho sạch.

Bố trí giá thể: trước tiên ta làm cho đất tơi xốp có độ dày khoảng 10 - 15 cm và dùng cuốc tán ra cho đều lên luống đã chuẩn bị sẵn, kế đến đổ lớp mùn dừa và mùn cưa đã trộn đều (có độ dày khoảng 30cm) và lớp cuối cùng là ta rãi một lớp mỏng đất, rồi phủ lên lớp rễ lục bình hoặc rơm giúp giữ ẩm và không làm trôi hết đất.

Trồng rau: mỗi luống như vậy ta trồng khoảng 4 lối, ta cũng trồng bằng gốc rau xà lách xoong, mỗi lỗ như vậy ta trồng 3 - 4 gốc, khoảng cách giữa các lỗ là 7 - 10 cm.

Dùng lưới để làm mái che cho rau, khoảng cách mái che khoảng 1m.

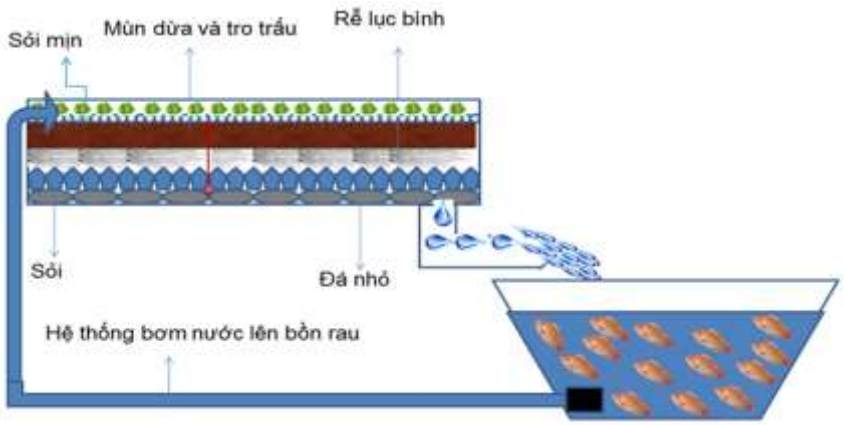
Lượng nước tưới cho rau: ta tưới khoảng bốn lần/ 1 ngày. Ta tưới nước quan sát thấy nước thấm đều nước là được.

s

Hình 23. Rau xà lách xoong trồng đối chứng

3.1.2.6. Hệ thống aquaponics

Đầu tiên nước thải từ bể cá (phân cá và thức ăn dư thừa) là nguồn dinh dưỡng sẽ được đem tưới lên bể rau, lúc này bể rau hoạt động như một hệ thống lọc sinh học sẽ hấp thu chất thải từ ao cá, đồng thời trả nước sạch lại cho ao cá và vi khuẩn cố định đạm từ rễ hấp thu toàn bộ khí nitrate từ ao cá tạo thành môi trường có lợi cho ra



Hình 24. Mô phỏng hệ thống aquaponics

Hình 25. Hệ thống aquaponics

3.2. Các chỉ tiêu theo dõi

3.2.1. Tăng trưởng

Tăng trưởng (weight gain - WG) là sự khác nhau giữa trọng lượng cuối lúc thu hoạch và trọng lượng ban đầu của cá trong khoảng thời gian.

$$WG\ (g) = Wt - Wo$$

Trong đó:

Wo: Khối lượng trước thí nghiệm

Wt: Khối lượng sau thí nghiệm

Tốc độ tăng trưởng tuyệt đối (Daily Weight Gian - DWG)

$$DWG\ (g/ngày) = \frac{(Wt - Wo)}{t}$$

Trong đó:

Wo: Khối lượng trước thí nghiệm

Wt: Khối lượng sau thí nghiệm

t: là thời gian nuôi cá

3.2.2. Hệ số chuyển hóa thức ăn FCR (Feed Conversion Rate)

$$FCR = \frac{F}{Wt - Wo}$$

Trong đó:

F lượng thức ăn đã cung cấp cho cá ăn trong suốt thí nghiệm

Wt : Khối lượng cá kết thúc thí nghiệm

Wo : Khối lượng cá khi mới bắt đầu thí nghiệm

3.2.3. Tỉ lệ sống

TLS (%) = 100 * (số cá thể ngày thứ i/số cá thể ban đầu)

Trong đó: i là ngày thu mẫu

3.2.4. Các chỉ tiêu về yếu tố môi trường

pH và nhiệt độ đo ngày 2 lần: sáng 7 giờ và chiều 14 giờ

DO, NO_2, NH_3, kH (độ kiềm) thì đo một tuần 2 lần: sáng 7 giờ và chiều 14 giờ

Ghi lại kết quả kiểm tra chất lượng nước trong phòng thí nghiệm

a. Kiểm tra chất lượng nước bằng các dụng cụ test nhanh của sera

Hình 26. Máy đo pH và nhiệt độ

Hình 27.Bộ test kit đo O_2

Hình 28. Bộ test kit đo NH_3

Hình 29. Bộ test kit đo NO_2

Hình 30. Bộ test kit đo kiềm

b. Kiểm tra chất lượng nước trong phòng thí nghiệm

Dụng cụ thu mẫu:

- Dụng cụ batomet

- Thùng đựng mẫu nước

- Chai đựng mẫu: chai 125ml có nút mài màu nâu để đựng mẫu nước xác định chất khí, chai có thể tích 500ml mẫu nước khác [10].

Thời gian và vị trí, địa điểm thu mẫu

- Thời gian: thông thường thu mẫu vào lúc sáng sớm (dao động từ 6 giờ 30 phút – đến 7 giờ) hoặc buổi chiều 14 giờ.

- Vị trí thu mẫu: đối với ao có độ sâu 0–0,5m thu ở tầng mặt, còn ở độ sâu từ 1–2m thu ở tầng đáy, nếu ao có sâu hơn nữa thì lấy ở tầng giữa [8].

- Địa điểm thu mẫu: thu ở bốn gốc ao và vị trí giữa ao.

Cách bảo quản mẫu bằng hai phương pháp[8].

- Phương pháp thứ nhất: phương pháp vật lý là bảo quản mẫu ở chỗ tối, nhiệt độ thấp (có tác dụng làm chậm quá trình oxy hóa).

- Phương pháp thứ hai: phương pháp hóa học theo bảng sau.

Bảng 6. Dụng cụ chứa mẫu và điều kiện bảo quản mẫu nước

STT	Phân tích	Chai đựng	Điều kiện bảo quản	Thời gian bảo quản tối đa
1	pH	PE	Không	6 giờ
2	Độ kiềm	PE	Lạnh 4^oC	24 giờ
3	Oxy hòa tan (DO)	TT	Cố định tại chỗ (Winkler)	6 giờ
4	NH_3	PE	Lạnh 4^oC 2mL H_2SO_4 đặc/L mẫu	24 giờ
5	NO_3^-	PE	Lạnh 4^oC	24 giờ

Ghi chú: PE: Chai polyethylen

TT: Chai thuỷ tinh

Xác định oxy hòa tan bằng phương pháp Winkler [11].

Tiến hành thu mẫu nước vào lọ nút mài màu nâu có thể tích là 125ml, cho vòi dẫn nước sát đáy chai để nước tràn ra hết khoảng 1/3 thể tích chứa lúc đầu. Lập tức cho 1ml $MnCl_2$ và 1ml dung dich KI/ NaOH đậy nắp lại, lắc đều, trong lọ xuất kết tủa.

Xử lý mẫu: Để yên chai đựng mẫu nước đã cố định ở chỗ mát trong 5 phút. Sau đó thêm vào 2ml H_2SO_4 đặc, kết tủa màu vàng nâu tan hết. Trong mẫu nước xuất hiện màu vàng của I_2. Trường hợp phải để mẫu lâu, thì ngâm trong chậu nước lạnh để bảo quản mẫu.

Hình 31. Cố định mẫu

Cách pha dung dịch

Dung dịch $MnCl_2$: hòa tan 250g $MnCl_2.H_2O$ trong 626 ml nước cất

Dung dịch KI/ NaOH: hòa tan 150g KI trong 200 ml nước cất, hòa tan 500g NaOH trong 500ml nước cất→ trộn hai dung dịch với nhau và thêm nước cất cho đủ 1 lít.

Dung dịch H_2SO_4 25%

Dung dich tinh bột: hòa tan 0,5g tinh bột và một ít nước cất, rồi thêm 100ml nước cất và khuấy, đun đến sôi.

Dung dịch KI 1M: hòa tan 8,3 g KI vào trong 500ml nước cất, trộn đều và cho vào lọ.

Dung dịch $K_2Cr_2O_7$ 0,1N: cân 4,903g $K_2Cr_2O_7$ hòa tan trong 1 lít nước cất.

Dung dịch $Na_2S_2O_3$ 0,1N: cân 25g $Na_2S_2O_3.H_2O$ vào trong 1 lít nước cất, sau đó nạp lên buret.

Dung dịch $Na_2S_2O_3$ 0,01N: hút 50ml dung dịch $Na_2S_2O_3$ 0,1 N pha trong 500ml nước cất.

Phân tích mẫu: chuyển 25ml mẫu nước đã xử lý vào bình nón, chuẩn bằng $Na_2S_2O_3$ 0,01N cho đến khi có màu vàng nhạt, nhỏ ba giọt hồ tinh bột dung dịch có màu xanh tím, rồi nhỏ từng giọt $Na_2S_2O_3$ 0,01N từ màu xanh tím chuyển sang không màu thì dừng lại, ghi thể tích. Quá trình được lặp lại ba lần tính thể tích trung bình như sau:$V_{tb}= (V_1+ V_2+ V_3)/ 3$

Hình 32. Dung dịch có màu xanh tím

$$DO\ (mg/l) = \frac{V_{tb} \times N}{V} \times 8 \times 1000$$

Trong đó: V_{tb} là thể tích $Na_2S_2O_3$ 0,01 N đã chuẩn

N là nồng độ dung dịch $Na_2S_2O_3$

V là thể tích mẫu nước phân tích

8 là đương lượng của O_2

1000 là hệ số chuyển đổi thành lít.

Xác định độ kiềm theo phương pháp đo axit [11].

Cách pha dung dịch:

- Dung dịch PRE1: hòa tan 27ml H_2SO_4 98% với nước cất thành 1000ml.
- Dung dịch H_2SO_4 0,1N: hòa tan 100ml PRE1 với nước cất thành 1000ml.
- Dung dịch H_2SO_4 0,05N: pha loãng dung dịch H_2SO_4 0,1N ra hai lần.
- Phenolphtalein 1%: hòa tan 1g Phenolphtalein trong 100ml C_2H_5OH.
- Methyl orange 0,1%: hòa tan 0,1g methyl orange với nước cất thành 100ml.

Phân tích mẫu

- Đong100ml nước phân tích cho vào bình tam giác 250ml, thêm 3 giọt chỉ thị phenolphtalein, dung dịch có màu hồng nhạt, chuẩn độ bằng dung dịchH_2SO_4 0,05N cho đến không thì dừng lại ghi thể tích lần 1.

- Thêm 3 giọt metyl orange, dung dịch có màu vàng cam, tiếp tục chuẩn độ bằng dung dịch H_2SO_4 0,05N, lúc này dung từ màu vàng cam chuyển sang màu đỏ cam thì dừng lại ghi thể tích lần hai.

Hình 33. Chuẩn kiềm

- Công thức tính độ kiềm như sau

$$\text{Độ kiềm} = \frac{A \times N \times 1{,}04}{V} \times 1000$$

Trong đó: A là số ml dung dịch HCl chuẩn

N là nồng độ HCl

V là thể tích mẫu nước lấy phân tích

1,04 là hệ số hiệu chỉnh do ảnh hưởng của CO_2

1000 là hệ số đổi thành 1 lít.

Xác định NH_3 bằng phương pháp Indophenol Blue [11].

Cách pha dung dịch

- Dung dịch PRE 1: nước không đạm

- Dung dịch PRE 2: phenol stock solution: hòa tan 312,5g phenol trong methanol thành 500ml.

- Dung dịch PRE 3: sodium hypochlorite 5%.

- Dung dịch 4: dung dịch NaOH 67,5% hòa 67,5g NaOH thành 100ml nước cất không đạm.

- Dung dịch A:hòa tan 15g $Na_3PO_4.12H_2O$ và 15g $C_6H_5O_7.2H_2O$ trong 100ml nước không đạm.

- Dung dịch B: hòa tan 75ml PRE 2 với 0,1g sodium nitroprusside trong 100ml nước cất không đạm.

- Dung dịch C: hòa tan 75ml PRE 3 với PRE 4 thành 100ml.

- Dung dịch chuẩn:

+ Dung dịch $(NH_4)_2SO_4$ 500mg/l: hòa tan 0,2358g $(NH_4)_2SO_4$ trong 100ml nước cất không đạm.

+ Dung dịch $(NH_4)_2SO_4$ 5mg/l: pha 1ml dung dịch $(NH_4)_2SO_4$ 500mg/l thành 100ml với nước cất không đạm.

+ Hoặc có thể dùng NH_4 Standard 100mg/l rồi pha loãng ra 5mg/l.

Thiết lập mẫu chuẩn:

Lấy 6 bình định mức 100ml, không màu và ký hiệu nồng độ lần lượt theo bảng sau.

Bảng 7. Đường chuẩn NH_3

STT	Nồng độ mẫu chuẩn (mg/l)	Thể tích dungdịch $(NH_4)_2SO_4$ 5mg/l hoặc NH_4 Standard 5mg/l	Thể tích nước không đạm (ml)
1	0	0	100
2	0,2	4	96
3	0,4	8	92
4	0,6	12	88
5	0,8	16	84
6	1	20	80

Phân tích mẫu

- Lần lượt đong 25ml từng nồng độ mẫu chuẩn cho vào 6 bình tam giác đã ký hiệu nồng độ mẫu chuẩn

- Đong 25ml mẫu nước cần đo vào bình tam giác

- Sau đó, cho vào mỗi bình tam giác các dung dịch sau:

+ 1ml dung dịch A, trộn đều

+ 1ml dung dịch B, trộn đều

+ 1ml dung dịch C,đậy bình, trộn đều

- Chờ 20-25 phút, dung dịch xuất hiện màu xanh đem đo độ hấp thụ quang ở bước sóng 630nm.

Hình 34. Dãy đường chuẩn NH_3

Công thức:

$$x = \frac{y - b}{A}$$

Trong đó: y là độ hấp thụ quang

x là nồng độ của mẫu

Xác định NO_2 bằng phương pháp Gries Iiosvay, Diazonium [11].

Cách pha dung dịch.

- Dung dịch PRE 1: cân 5g sunfanilic acid và 250g natri acetate hòa tan với nước cất thành 500ml.

- Dung dịch PRE 2: hòa tan 0,5 – 1g naphthylamine và 25ml acetic acid với nước cất thành 500ml.

-Dung dịch A: hòa tan 100ml PER 1 và 100ml PRE 2

-Dung dịch B: dung dịch acetic acid nguyên chất

- Dung dịch chuẩn:

+ Dung dịch $NaNO_2$ 500mg/l: hòa tan 0,2463g $NaNO_2$ trong 100ml nước cất

+ Dung dịch $NaNO_2$ 5mg/l: hòa tan 1ml dung dịch $NaNO_2$ 500mg/l với nước cất thành 100ml.

+ Hoặc có thể dùng nitrite standard 1000mg/l rồi pha loãng ra 5mg/l.

Thiết lập mẫu: Lấy 6 bình định mức 100ml, không màu và ký hiệu nồng độ lần lượt theo bảng sau.

Bảng 8. Đường chuẩn NO_2

STT	Nồng độ mẫu chuẩn(mg/l)	Thể tích dung dịch $NaNO_2$ 5mg/l hoặc Nitrite Standard 5mg/l	Thể tích nước không đạm (ml)
1	0	0	100
2	0,1	2	98
3	0,2	4	96
4	0,3	6	94
5	0,4	8	92
6	0,5	10	90

Phân tích mẫu.

- Lần lượt đong 25ml từng nồng độ mẫu chuẩn cho vào bình tam giác đã ký hiệu nồng độ mẫu chuẩn

- Đong 25ml mẫu nước cần đo vào bình tam giác

- Sau đó, cho vào bình tam giác các dung dịch sau:

+ 1ml thuốc thử A, trộn đều

+ 5ml thuốc thử B, đậy kín, trộn đều.

Hình 35. Dãy đường chuẩn và mẫu phân tích

- Chờ 4 giờ dung dịch sẽ có màu hồng, ta đem so màu ở bước sóng 530nm.

Hình 36. Đo mẫu phân tích trên máy quang phổ

Công thức:

$$x = \frac{y - b}{A}$$

Trong đó: y là độ hấp thụ quang

x là nồng độ của mẫu

3.2.4. Năng suất rau thu hoạch theo từng tháng

Tiến hành thu hoạch rau trên từng bể sau 60 ngày trồng. Các đợt tiếp theo từ 20- 30 ngày.

Hình 37. Thu hoạch rau xà lách xoong

3.3. Phương pháp xử lý số liệu và đánh giá kết quả

3.3.1. Xử lý số liệu

Các số liệu được tính theo giá trị trung bình, độ lệch chuẩn trên chương trình Excel 2007, so sánh trung bình giữa các nghiệm thức dựa vào phân tích ANOVA một nhân tố sử dụng phần mềm SPSS 18.0 ở mức ý nghĩa ($p<0,05$).

3.3.2. Đánh giá kết quả

- Tỷ lệ sống và tăng trưởng của 2 loài cá trong suốt quá trình nuôi

- Sự khác biệt trong biến đổi các yếu tố môi trường nuôi: cá lóc và cá điêu hồng.

- Đánh giá năng suất rau thu hoạch giữa các bể và các loài.

- So sánh đánh giá hiệu quả kinh tế, tác động các yếu tố môi trường của hai mô hình nuôi kết hợp: nuôi cá lóc + rau xà lách xoong và nuôi cá điêu hồng + rau xà lách xoong.

- Đánh giá chất lượng nước giữa hai mô hình: nuôi cá lóc + rau xà lách xoong và nuôi cá điêu hồng + rau xà lách xoong.

PHẦN NỘI DUNG

CHƯƠNG 1. NUÔI CÁ TRONG MÔ HÌNH AQUAPONICS

1.1. Khối lượng trung bình của cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày thí nghiệm

Bảng 9. Khối lượng trung bình của cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày thí nghiệm

Nghiệm thức	NT1	NT2	NTĐC1	NTĐC2
Ngày				
0	5,74±2,40[a]	5,59±0,94[a]	5,74±2,40[a]	5,59±0,94[a]
30	25,47±9,97[a]	26,18±18,51[a]	13±3,76[b]	16,15±7,45[c]
60	49,93±15,77[a]	32,05±19,69[b]	28,17±6,85[c]	27,11±9,79[c]
90	96,28±36,32[a]	46,47±28,67[b]	46,86±12,71[b]	38,44±14,17[c]
120	138,90±52,56[a]	51,69±25,12[c]	76,21±17,90[b]	56,63±14,94[c]
150	416,59±43,67[a]	114,52±39,67[b]	105,73±34,79[b]	65,83±19,29[c]

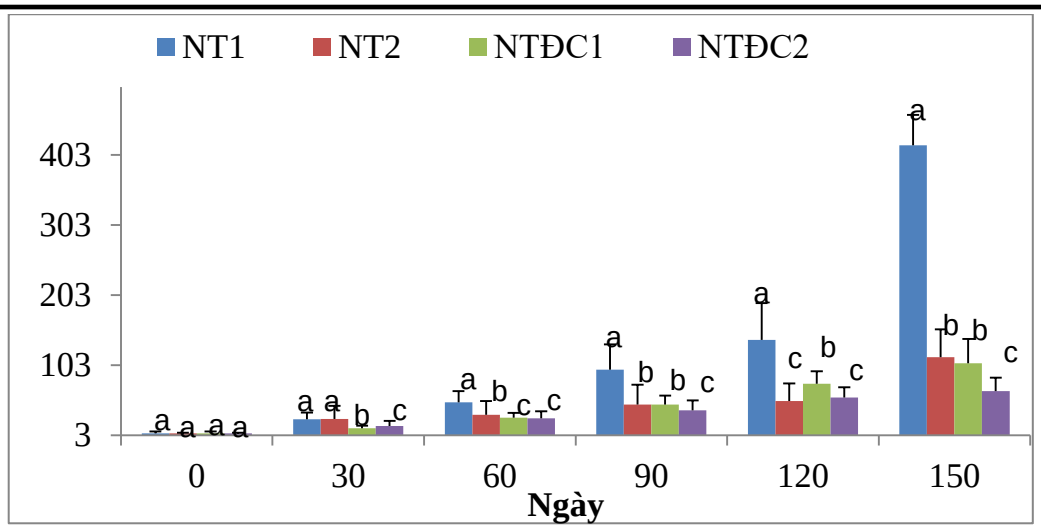
Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các giá trị có chữ cái giống nhau trên cùng một hàng thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê (p > 0,05) và ngược lại.

NT1: cá lóc nuôi trong hệ thống ao nổi

NTĐC 1: cá lóc nuôi trên bể composite

NT2: cá điêu hồngnuôi trong hệ thống ao nổi

NTĐC 2: cá điêu hồng nuôi trên bể composite



Hình 38. Khối lượng trung bình cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày thí nghiệm

Khối lượng trung bình của cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày nuôi được thể hiện ở bảng 9 và hình 38, cho thấy khối lượng trung bình của cá lóc cao hơn gấp 3 lần so với tốc độ tăng trưởng của cá điêu hồng. Cá lóc đạt khối lượng trung bình 416,59±35,60 gram, trong khi cá điêu hồng đạt 114,52±39,67 gram.

Sau 150 ngày nuôi thì khối lượng trung bình của cá lóc nuôi trong ao nổi lót bạt (NT1) cao hơn gần 4 lần so với cá lóc nuôi trong bể composite (NTĐC1) và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở tất cả các giai đoạn ($p < 0,05$). Sự gia tăng về khối lượng trung bình của cá lóc nghiệm thức (NT1) so với cá lóc đối chứng (NTĐC) tăng dần theo các giai đoạn từ giai đoạn 30 ngày đến 150 ngày lần lượt là: 12,47g; 21,76g; 49,42g; 62,69 g; 310,86g. Đặc biệt là ở giai đoạn 150 ngày thì khối lượng trung bình của NT1 là 416,59g/con và khác biệt có ý nghĩa thống kê so với NTĐC1 đạt 105,73 gam/con ($p<0,05$). Theo Lam Mỹ Lan và ctv, 2011, Cá lóc lai (Channa sp) được cho ăn bằng cá tạp, cua và ốc bươu vàng. Mật độ cá thả là 100, 80 và 60 con/m2 được nuôi trên bể lót bạt tại tỉnh Hậu Giang. Sau 4 tháng nuôi, cá đạt khối lượng trung bình từ 267 đến 304 g/con. Cá lóc lai có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn so với cá lóc đen; cá nuôi được cho ăn bằng thức ăn tươi sống nên tốc độ lớn cũng nhanh hơn so với cho ăn bằng thức ăn tự nhiên. Theo Nguyễn Văn Nhã, 2012, nuôi cá lóc đen trong bể lót bạt tại xã Ninh Quới, huyện Hồng Dân, tỉnh Bạc Liêu ở mật độ 100 con/m2, cho ăn bằng cá tạp biển hay cá tạp nước ngọt, sau 4 tháng nuôi cá đạt trọng lượng trung bình 159.73 ± 28.2 g/con. Theo Nguyễn Bảo Phong, 2012, mô hình nuôi thực nghiệm cá lóc đen trong bể bạt tại tỉnh Bạc Liêu, mật độ thả nuôi là 100 con/m2, cho ăn bằng ốc bưu vàng và cá tạp/ cá biển tại địa phương, sau 5 tháng nuôi cá đạt trọng lượng từ 264 ± 40 đến 357 ± 39.2. Tóm lại, qua so sánh với kết quả nghiên cứu thực nghiệm từ các báo cáo trước, tốc độ tăng trưởng của cá lóc đen trong mô hình aquaponicss (416,59±35,60 g/con) có tốc độ tăng trưởng về trọng

lượng cũng tương đồng so với kết quả nuôi cá lóc đen đơn thuần trong bể lót bạt (264 ± 40 - 357 ± 39.2 g/con).

Sau 150 ngày nuôi thì khối lượng trung bình của cá điêu hồng (NT2) cao hơn gấp 1.5 lần so với cá điêu hồng nuôi trên bể composite (NTĐC2), Tốc độ tăng trưởng về khối lượng ở cá điêu hồng nuôi trong hệ thống ao nổi - aquaponics cao hơn so với trên bể đối chứng và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p< 0,05$). Riêng ở giai đoạn 120 ngày nuôi thì NT2 thấp hơn so với NTĐC2 nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p> 0,05$). Do ở giai đoạn này số lượng cá trên bể composite đã giảm đáng kể so với ban đầu, trời mưa nhiều và liên tiếp nên cá bị sốc và chết.

1.2. Chiều dài trung bình của cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày thí nghiệm

Bảng 10. Chiều dài trung bình của cá lóc và cá điêu hồng

Nghiệm thức	NT1	NT2	NTĐC1	NTĐC2
0	8,82±1,31^{a}	7,08±0,47^{b}	8,82±1,31^{a}	7,08±0,47^{b}
30	14,94±7,95^{a}	11,05±2,34^{c}	12,43±1,33^{b}	10,15±1,77^{c}
60	17,79±2,66^{a}	12,21±2,17^{c}	17,73±1,10^{b}	11,83±1,68^{c}
90	21,66±2,74^{a}	13,54±2,63^{c}	16,15±1,46^{b}	13,29±1,77^{c}
120	24,03±2,98^{a}	14,48±2,36^{c}	19,4±2,21^{b}	15,2±1,56^{c}
150	31,23±3,09^{a}	15,05±2,67^{b}	21,40±3,13^{c}	13,80±1,65^{d}

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các giá trị có chữ cái giống nhau trên cùng một hàng thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) và ngược lại.

Sau 150 ngày nuôi (bảng 10) thì chiều dài trung bình ở NT1 luôn cao hơn so với chiều dài của NTĐC1 và khác biệt có ý nghĩa thống kê ở các giai đoạn khác nhau ($p<0,05$); ở giai đoạn 30 ngày nuôi thì chiều dài trung bình ở NT1 của ao cá lóc đạt 14,94 cm/con cao hơn so với bể cá lóc đối chứng (NTĐC1) đạt 12,43 cm/con và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$), ở giai đoạn 150 ngày nuôi thì chiều dài trung bình ở NT1 đạt cao nhất 31,23 cm/con và cao hơn so với NTĐC1 đạt 21,40 cm/con.

Sau 150 ngày nuôi cho thấy chiều dài trung bình ở NT2 cao hơn so với NTĐC2 nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$). Riêng ở giai đoạn 150 ngày nuôi thì NT2 cao hơn so với NTĐC2 và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$): chiều dài trung bình cá điêu hồng ở mô hình aquaponics (NT2)

15,05±2,67 và chiều dài trung bình của cá điêu hồng nuôi trên bể composite 13,80±1,65 (NTĐC2)

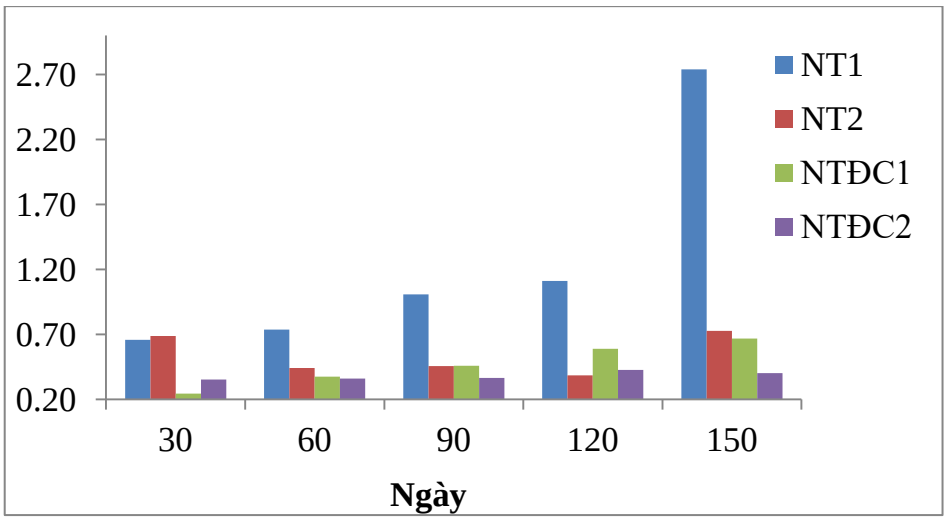
1.3. Tốc độ tăng trưởng về khối lượng và chiều dài bình quân theo ngày của cá lóc và cá điêu hồng

1.3.1. Tốc độ tăng trưởng về khối lượng bình quân theo ngày của cá lóc và cá điêu hồng

Bảng 11. Tốc độ tăng trưởng về khối lượng bình quân theo ngày của cá lóc và cá điêu hồng

Nghiệm thức	NT1	NT2	NTĐC1	NTĐC2
Ngày				
30	0,66±0,25	0,69±0,98	0,24±0,05	0,35±0,22
60	0,74±0,22	0,44±0,31	0,37±0,07	0,36±0,15
90	1,01±0,38	0,45±0,31	0,46±0,11	0,37±0,15
120	1,11±0,42	0,38±0,20	0,59±0,13	0,43±0,12
150	2,74±0,27	0,73±0,20	0,67±022	0,40±0,12

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn.



Hình 39. Đồ thị thể hiện tốc độ tăng trưởng bình quân theo ngày của cá lóc và cá điêu hồng (gam/ngày)

Qua kết quả nghiên cứu trình bày ở bảng 11 và hình 39 cho thấy tăng trưởng về khối lượng bình quân theo ngày ở cá lóc ở mô hình aquaponics (NT1) cao hơn so với cá lóc đối chứng (NTĐC1) trong suốt 150 ngày nuôi. Khối lượng bình quân

theo ngày của NT1 tăng dần và đạt cao nhất ở ngày thứ 150 là 1,86 gam/con/ngày; còn ở NTĐC1thì khối lượng bình quân theo ngày tăng từ ngày 30 – 150 ngày và đạt là 0,67gam/con/ngày.

Sau 150 ngày nuôi, tăng trưởng bình quân về khối lượng của cá điêu hồng ở mô hình (NT2) đều cao hơn so với cá điêu hồng nuôi trên bể đối chứng (NTĐC2), riêng ở 120 ngày nuôi tốc độ lớn của cá điêu hồng trên bể đối chứng cao hơn (0,59±0,13) so với cá điêu hồng nuôi trong mô hình (0,43±0,12)

1.3.2. Tốc độ tăng trưởng về chiều dài bình quân theo ngày của cá lóc và cá điêu hồng.

Bảng 12. Tốc độ tăng trưởng về chiều dài bình quân theo ngày cá lóc và cá điêu hồng

Nghiệm thức	NT1	NT2	NTĐC1	NTĐC2
Ngày				
30	0,12±0,22	0,13±0,06	0,12±0,00	0,13±0,04
60	0,15±0,02	0,09±0,03	0,15±0,00	0,08±0,02
90	0,14±0,02	0,07±0,02	0,08±0,00	0,07±0,01
120	0,13±0,01	0,06±0,02	0,09±0,01	0,07±0,01
150	0,15±0,01	0,10±0,01	0,042±0,01	0,045±0,01

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn.

Sau 150 ngày nuôi (bảng 12) thì tốc độ tăng trưởng về chiều dài bình quân theo ngày của cá lóc ở nghiệm thức (NT1) cao hơn so với cá lóc ở bể đối chứng (NTĐC1). Ở giai đoạn 30 ngày, 60 ngày thì chiều dài bình quân của cá lóc ở nghiệm thức và đối chứng bằng nhau. Thật vậy ở giai đoạn 90 ngày, 120 ngày, 150 ngày thì tăng trưởng về chiều dài bình quân theo ngày NT1 cao hơn so với NTĐC1 lần lượt là: 0,07gam/con/ngày; 0,04gam/con/ngày; 0,09gam/con/ngày.

Còn đối với cá điêu hồng ở giai đoạn 30 và 90 ngày nuôi thì tốc độ tăng trưởng về chiều dài của NT2 và NTĐC2 bằng nhau. Đối với giai đoạn 60 ngày, 150 ngày thì chiều dài bình quân theo ngày ở NT2 cao hơn so với NTĐC2. Ngược lại ở giai đoạn 120 ngày thì chiều dài bình quân theo ngày ở NT2 thấp hơn so với NTĐC2.

1.4. Tỷ lệ sống

Bảng 13. Tỷ lệ sống của cá lóc và cá điêu hồng sau 150 ngày nuôi

Nghiệm thức	NT1	NT2	NTĐC1	NTĐC2
Ngày				
30	99,84±0,60[a]	97,02±1,67[a]	98,07±2,85[a]	97,13±1,56[a]
60	99,92±0,07[a]	88,21±0,60[a]	92,40±0,87[b]	82,4±3,29[c]
90	98,80±0,07[a]	86,82±0,34[b]	80,00±0,0[c]	81,4±0,00[d]
120	99,84±0,14[a]	86,55±0,21[a]	80,93±0,81[b]	76,20±3,29[c]
150	99,76±0,00[a]	84,64±0,78[b]	71,40±0,0[c]	63,37±0,81[d]

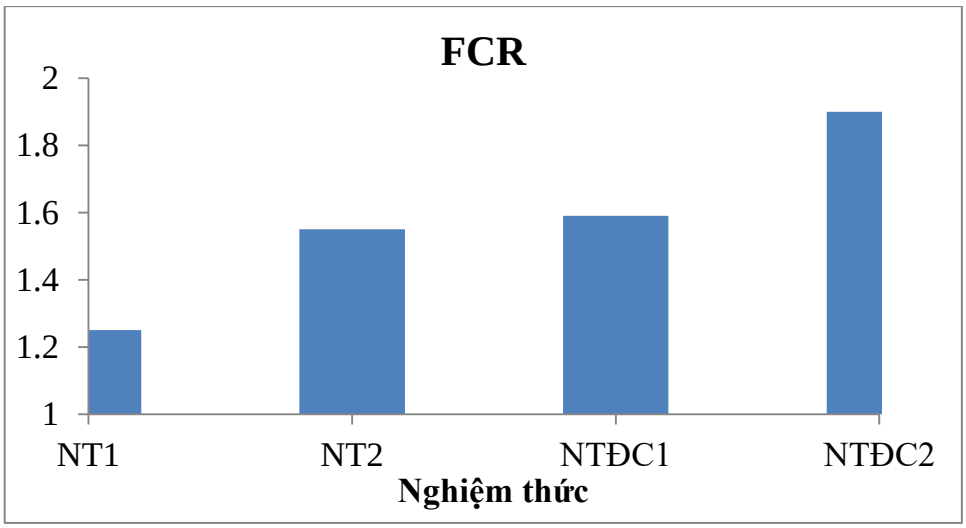
Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn. Các giá trị có chữ cái giống nhau trên cùng một hàng thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) và ngược lại.

Sau 150 ngày nuôi (bảng 13) cho thấy được tỷ lệ sống ở cá lóc trong mô hình aquaponics cao hơn so với cá lóc đối chứng và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$): 99,76% và 71,40%. Riêng ở giai đoạn 30 ngày thì tỷ lệ sống ở NT1 khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với NTĐC1. Đồng thời cá lóc ở mô hình aquaponics có tỷ lệ sống cao, còn cá lóc ở bể đối chứng thì tỷ sống ngày càng giảm. Chứng tỏ nuôi cá lóc trong mô hình aquapoic giúp cá phát triển tốt, tỷ lệ sống cao, các yếu tố môi trường được kiểm soát tốt hơn so với nuôi cá lóc ở bể đối chứng. Theo Lam Mỹ Lan và ctv, 2011, cá lóc lai (*Channa sp*) được cho ăn bằng cá tạp, cua và ốc bươu vàng. Mật độ cá thả là 100, 80 và 60 con/m2 được nuôi trên bể lót bạt tại tỉnh Hậu Giang. Sau 4 tháng nuôi, tỷ lệ sống của cá lóc 52,7 ± 10,7 đến 70,5 ± 9,3 %. Theo Nguyễn Văn Nhã, 2012, nuôi cá lóc đen trong bể lót bạt tại xã Ninh Quới, huyện Hồng Dân, tỉnh Bạc Liêu ở mật độ 100 con/m2, cho ăn bằng cá tạp biển hay cá tạp nước ngọt, sau 4 tháng nuôi tỷ lệ sống từ 40% - 60%. Theo Nguyễn Bảo Phong, 2012, mô hình nuôi thực nghiệm cá lóc đen trong bể bạt tại tỉnh Bạc Liêu, mật độ thả nuôi là 100 con/m2, cho ăn bằng ốc bưu vàng và cá tạp/ cá biển tại địa phương, sau 5 tháng nuôi tỷ lệ sống của cá 60 - 70%. Nhìn chung kết quả sau 150 ngày nuôi thì tỷ lệ sống của các lóc nuôi ở mô hình aquaponics cao hơn cá lóc nuôi trong bể lót bạt ở các mô hình nuôi thực nghiệm ở trên cũng như cao hơn ở mô

hình nuôi cá lóc trong bể composite trong hệ thống tuần hoàn ở An Giang đạt là 98,5 % [12].

Cá điêu hồng được nuôi trong mô hình aquaponics cũng có tỷ lệ sống cao hơn so với cá điêu hồng được nuôi trên bể đối chứng sau 150 ngày thí nghiệm: 84,64 và 63,37%. Ở giai đoạn 30 ngày thì tỷ lệ sống của cá điêu hồng ở NT2 thấp hơn so với cá điêu hồng ở NTĐC2 và khác biệt không có ý nghĩa thống kệ ($p>0,05$). Còn ở giai đoạn 60 - 150 ngày thì tỷ lệ sống ở NT2 khác biệt có ý nghĩa thống kê so với NTĐC2 ($p<0,05$). Điều này cho thấy nuôi cá điêu hồng ở mô hình aquaponics cá sống tốt hơn, ít bệnh, không gian tốt hơn, các yếu tố môi trường thích hợp hơn so với nuôi ở bể đối chứng.

1.5. Hệ số chuyển hóa thức ăn



Hình 40. Hệ số chuyển hóa thức ăn

Qua 150 ngày nuôi (hình 40) cho thấy hệ số chuyển hóa thức ăn của lóc ở mô hình aquaponics (NT1) là 1,25 thấp so với hệ số chuyển hóa thức ăn ở cá lóc đối chứng (NTĐC1) (FCR=1,59). Kết quả FCR từ mô hình thí nghiệm tương đương kết quả nuôi cá lóc trên bể bạt của tác giả Trần Thanh Sang, 2013, sử dụng thức ăn công nghiệp, FCR nuôi trong vòng 4 tháng FCR = 1,26. Trong khi đó, FCR từ các mô hình nuôi cá lóc trên bể bạt của các tác giả nêu trên, sử dụng thức ăn tươi sống: cá tạp, ốc bươu, FCR khoảng 3,5 - 3,8.

Cá điêu hồng nuôi ở mô hình aquaponics (FCR= 1,55) hệ số chuyển hóa thức ăn thấp so với cá điêu hồng đối chứng (FCR= 1,90). Từ đó cho thấy cá được nuôi ở hệ thống aquaponics giúp cá lớn nhanh hơn và cá hấp thụ thức ăn tốt hơn so với các mô hình nuôi khác.

CHƯƠNG 2. SO SÁNH HIỆU QUẢ KINH TẾ CỦA HAI MÔ HÌNH: CÁ LÓC + RAU XÀ LÁCH XOONG VÀ CÁ ĐIÊU HỒNG + RAU XÀ LÁCH XOONG

2.1. Năng suất rau xà lách xoong thu được ở 2 hệ thống: cá lóc + xà lách xoong và cá điêu hồng + xà lách xoong

Bảng 14. Năng suất rau xà lách xoong thu được ở 2 hệ thống: cá lóc + xà lách xoong và cá điêu hồng + xà lách xoong

Đợt thu hoạch	Khối lượng rau ở 2 nghiệm thức					
	Cá lóc			Cá điêu hồng		
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
1	20	18	19	8	9	10
2	25	20	25	10	10	10
3	25	25	25	15	15	15
Sum	**70**	**63**	**69**	**33**	**34**	**35**
Average		**67.3**			**34**	

Qua kết quả thống kê cho thấy năng suất rau ở bảng 14 cho thấy rau xà lách xoong ở nghiệm thức cá lóc cao hơn gấp 2 lần so với ở nghiệm thức cá điêu hồng và khác biệt có ý nghĩa thống kê qua các giai đoạn ($p<0,05$). Tổng sản lượng trung bình rau xà lách xoong thu được ở mô hình aquaponics: cá lóc vs cá điêu hồng: 67,3 kg/36m^2 vs 34 kg/36m^2 (thời gian thu hoạch từ tháng 6 - 8). Trung bình năng suất thu hoạch rau: 1.87 kg/m^2 vs 0.94 kg/m^2. Năng suất rau xà lách xoong trồng ở các khu vực Bình Minh, Thuận An, tỉnh Vĩnh Long, 0,3 - 0,4 kg/m^2 mùa nghịch (tháng 4 - 10 dương lịch); năng suất rau xà lách xoong ở mùa thuận 1,0 - 1,4 kg/m^2 (từ tháng 11 - 3 dương lịch). Riêng rau xà lách xoong trồng đối chứng ở các luống đất, rau phát triển còi cọc, già và không thu hoạch được để đem đi tiêu thụ. Tóm lại, năng suất rau xà lách xoong trồng ở mô hình aquaponics cao hơn từ 2 - 3 lần so với năng suất rau trồng ở mô hình bình thường của các nhà vườn. Bên cạnh đó trong quá trình trồng rau xà lách xoong trong hệ thống aquaponicss, rau chỉ hấp thu dinh dưỡng từ nước từ bể cá bơm lên: không sử dụng phân bón thêm hay xịt bất cứ thuốc trừ sâu hay bảo vệ thực vật để phòng trừ sâu bệnh. Trong quá trình thí nghiệm, rau có bị ốc tấn công nhưng chỉ dùng nước muối pha loãng với bột ngọt với tỷ lệ tương

ứng/ liều lượng phun xịt: 3g muối + 1g bột ngọt/ 1 lít nước. Phun 2 lần/ ngày: sáng sớm và chiều mát. Trong khi đó trên thực tế, bà con nông dân phải định kỳ phun xịt thuốc để phòng trừ sâu bệnh trên rau cải xà lách xoong. Lượng nước tưới cho rau; ở mô hình trồng rau bình thường, mỗi ngày, người trồng phải tưới nước khoảng 7 lần. Cứ cách nhau 45 đến 60 phút vào 9h đến 15h hàng ngày, người trồng phải tưới nước một lần bằng hệ thống phun nước bằng ống, môtơ, tưới chảy tràn. Người dân trồng rau còn cho biết, loại rau này cần độ ẩm nhưng lại không chịu được nước ngập. Độ ẩm tốt nhất cho rau: 70%. Như vậy, trồng rau xà lách xoong trong mô hình aquaponicss tiết kiệm được chi phí phân bón, thuốc trừ sâu, thuốc bảo vệ thực vật. Rau được tưới nước trong hệ thống tuần hoàn, nên tiết kiệm được nguồn nước tưới. Thích hợp ứng dụng mô hình ở nơi có nguồn nước khan hiếm, trong điều kiện khí hậu biến đổi.

Hình 41. Rau xà lách xoong nghiệm thức

Hình 42. Rau xà lách xoong ở mô hình aquaponics

2.2. So sánh hiệu quả kinh tế của hai mô hình: A = cá lóc + rau xà lách xoong và B = cá điêu hồng + rau xà lách xoong

Bảng 15. Bảng tóm tắt tổng thu từ hai mô hình: A = cá lóc + rau xà lách xoong và B = cá điêu hồng + rau xà lách xoong

Mô hình	Số lượng cá thu hoạch	Số lượng rau thu hoạch	Thành tiền (VNĐ)
A	967 kg	202 kg	32,964,000
B	241kg	102 kg	5,647,000

Số lượng cá lóc thu hoạch = 967 kg x 32,000 = 30,944,000

Số lượng rau xà lách xoong ở bể cá lóc = 202 kg x 10,000 = 2,020,000

Số lượng cá điêu hồng thu hoạch = 241 kg x 15,000 = 3,627,000

Số lượng rau xà lách xoong ở bể cá điêu hồng = 102 kg x 10,000 = 1,020,000
Tổng thu: rau xà lách xoong + cá lóc = 32,964,000

Tổng thu: rau xà lách xoong + cá điêu hồng = 5,647,000

Bảng 16: Các chỉ tiêu tài chính của hai mô hình: A = cá lóc + rau xà lách xoong và B = cá điêu hồng + rau xà lách xoong

Đơn vị tính là triệu đồng

Nội dung	Mô hình A			Mô hình B			Ghi chú
	Tổng chi phí	Khấu hao	Tổng	Tổng chi phí	Khấu hao	Tổng	
Xây dựng công trình: ao lót bạt + hệ thống bể trồng rau	7,4	20%	1,48	7,4	20%	1,48	
Máy móc thiết bị: máy bơm	3,0	50%	1,5	3,0	50%	1,5	
Giống	1,5	0	1,5	1,5	0	1,5	
Thức ăn	18,12		18,12	5,61		5,61	*Giá thành 1kg TA = 0,015*
Xử lý nước	1,0		1,0	1,0		1,0	
Khác	2,0		2,0	2,0		2,0	
Gốc rau xà lách xoong	0,2		0,2	0,2		0,2	
Tổng chi			**25.8**			**13,29**	
Tổng thu			**32,964**			**5,647**	
Lợi nhuận			**7,164**			**-7,643**	
Tỷ suất LN			**27%**			**-135,35%**	

Qua kết quả trên cho ta thấy rõ mô hình A = cá lóc + rau xà lách xoong mang lại hiệu quả kinh tế cao gấp nhiều lần so với mô hình B = cá điêu hồng + rau xà lách xoong. Lợi nhuận thu được từ mô hình A: 7,164,000, trong khi đó ở mô hình B: mô hình bị thua lỗ (-7,643,000). Đặc biệt là ở năng suất cá lóc cao gấp 4 lần so với năng suất cá điêu hồng: 967 kg vs 202 kg. Vì thế, nên đưa cá lóc vào mô hình aquaponics: làm tăng thêm đối tượng thả nuôi trong mô hình thay vì đa phần sử dụng cá rô phi thường hay cá điêu hồng; cung cấp thêm đối tượng cá lóc sạch đến nhu cầu thị trường.

CHƯƠNG 3. BIẾN ĐỘNG CÁC YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG NƯỚC GIỮA CÁC NGHIỆM THỨC KHÁC NHAU

3.1. Biến động giá trị pH trong quá trình làm thí nghiệm

Bảng 17. Sự biến động pH nước qua các nghiệm thức khác nhau

Nghiệm thức	Chỉ tiêu							
	pH							
Ngày	NT1		NT2		NTĐC1		NTĐC2	
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều
30	7,63±0,21	7,77±0,20	7,67±0,18	7,78±0,19	7,64±0,16	7,72±0,17	7,65±0,16	7,72±0,16
60	7,33±1,33	7,56±1,37	7,37±1,34	7,60±1,38	7,65±0,80	7,79±0,81	7,70±0,13	7,90±0,11
90	7,17±0,39	7,39±0,37	7,23±0,37	7,48±0,37	7,34±0,87	7,61±0,88	7,47±0,42	7,79±0,34
120	6,99±0,08	7,15±0,12	7,05±0,15	7,28±0,16	7,16±0,18	7,36±0,20	7,18±0,19	7,46±0,21
150	7,63±0,23	7,73±0,24	7,75±0,17	7,86±0,21	7,80±0,14	7,95±0,17	7,81±0,13	7,96±0,15

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn, trung bình sáng và chiều.

Kết quả nghiên cứu pH nước được thể hiện ở bảng 17 cho thấy pH dao động lần lượt qua các nghiệm thức như sau: NT1 pH từ 6,99±0,08 đến 7,77±0,20; NT2 pH từ 7,05±0,15 đến 7,86±0,21; NTĐC1 pH (7,16±0,18 - 7,95±0,17), NTĐC2 pH (7,18±0,13 - 7,96±0,15). Đồng thời pH dao động ở buổi sáng và buổi chiều qua các nghiệm thức khác nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê.

Tóm lại giá trị pH ở NT1 (7,07 - 7,70) và NT2 dao động từ 7,17 - 7,81; NTĐC1 (7,26 - 7,88) và NTĐC2 (7,32 - 7,89) đều nằm trong ngưỡng thích hợp cho sự phát triển và sinh trưởng của cá lóc và cá điêu hồng.

3.2. Biến động của nhiệt độ qua các nghiệm thức khác nhau

Bảng 18. Sự biến động của nhiệt độ qua các nghiệm thức khác nhau

Nghiệm thức	Chỉ tiêu						
	Nhiệt độ (^{0}C)						
Ngày	NT1		NT2	NT3		NT4	
	Sáng	Chiều	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều
30	28,05±0,67	30,08±0,43	30,08±0,43	28,05±0,67	30,08±0,43	28,05±0,67	30,08±0,43
60	29,39±0,64	31,12±0,77	31,12±0,77	29,39±0,64	31,12±0,77	29,39±0,64	31,12±0,77
90	29,54±0,53	31,75±0,76	31,75±0,76	29,54±0,53	31,75±0,76	29,54±0,53	31,75±0,76
120	28,24±0,91	29,87±1,40	29,87±1,40	28,24±0,91	29,87±1,40	28,24±0,91	29,87±1,40
150	28,05±0,67	30,11±0,50	30,11±0,50	28,05±0,67	30,11±0,50	28,05±0,67	30,11±0,50

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn, trung bình sáng và chiều.

Qua kết quả nghiên cứu sự biến động của nhiệt độ được thể hiện qua bảng 18 cho thấy nhiệt độ ở các nghiệm thức khác nhau lần lượt là: NT1 (28,05±0,67 - 31,75±0,76) và NT2 (27,67±0,93 - 31,67±0,95), NTĐC1 (26,34±1,03 - 33,47±1,74), NTĐC2 (26,28±0,97 - 33,52±1,61). Tóm lại sự biến động của nhiệt độ ở NT1 (29,07 - 30,65 ^{0}C) và NT2 (28,53 - 30,50 ^{0}C), NTĐC1(27,35 - 31,19 ^{0}C), NTĐC2 (27,35 - 31,25^{0}C) thì thích hợp cho sự phát triển và sinh trưởng của cá lóc và cá điêu hồng Theo Trương Quốc Phú, 2000, nhiệt độ thích hợp cho đa số các loài cá nuôi là 20 - 30 ^{0}C, giới hạn cho phép là từ 10 - 40 ^{0}C. Còn theo Ngô Trọng Lư, 2002 thì nhiệt độ thích hợp cho cá lóc là 20 - 30 ^{0}C.

3.3. Sự biến động của oxy trong quá trình làm thí nghiệm

Bảng 19. Sự biến động của oxy của qua các nghiệm thức khác nhau

Nghiệm thức	Chỉ tiêu							
	Oxy (mg/l)							
Ngày	NT1		NT2		NTĐC1		NTĐC2	
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều
30	5,70±0,46	6,70±0,47	5,70±0,47	6,70±0,47	4,50±0,51	5,50±0,50	4,50±0,50	5,03±0,50

60	5,89±0,32	6,93±0,27	5,78±0,42	6,78±0,42	4,11±0,32	5,33±0,48	4,33±0,48	5,56±0,51
90	5,52±0,51	6,52±0,51	5,41±0,50	6,44±0,51	4,81±0,48	5,07±0,87	4,26±0,94	4,52±0,80
120	4,92±0,41	5,88±0,34	5,17±0,38	5,92±0,58	3,46±0,51	4,42±0,58	3,50±0,51	4,50±0,51
150	5,78±0,42	6,78±0,42	5,78±0,42	6,78±0,42	4,39±0,69	5,32±0,61	3,89±0,80	4,81±0,74

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn, trung bình sáng và chiều.

Qua kết quả thống kê về oxy hòa tan được thể hiện ở bảng 19 cho thấy ở NT1 oxy dao động (4,92±0,41 - 6,93±0,27) và NT2 (5,17±0,38 - 6,78±0,42), NTĐC1(3,46±0,51- 5,50±0,50), NTĐC2 (3,50±0,51- 5,56±0,51). Như vậy sự biến động oxy ở NT1 (5,40 - 6,41 mg/l) và NTĐC1 (3,94 - 5 mg/l); NT2 (5,55 - 6,28 mg/l) và NTĐC2 (4 - 4,95 mg/l) thì thích hợp cho sự phát triển và sinh trưởng của cá lóc và cá điêu hồng (trong đó oxy cá lóc và có điêu hồng > 3 mg/l). Đồng thời hàm lượng oxy hòa tan ở hệ thống aquaponics thì tốt hơn so với bể đối chứng. Theo Swingle, 1969, thì oxy hòa tan ngưỡng thích hợp > 5mg/l, nồng độ từ 1 - 5mg/l cá sống được nhưng phát triển chậm. Theo Trương Quốc Phú, 2006, thì hàm lượng O_2 lý tưởng cho tôm, cá trong khoảng 5 - 6 mg/l.

3.4. Sự biến động của kiềm trong quá trình thí nghiệm

Bảng 20. Sự biến động của kiềm qua các nghiệm thức khác nhau

Nghiệm thức	**Chỉ tiêu**							
	Kiềm ($mgCaCO_3$ /l)							
Ngày	**NT1**		**NT2**		**NTĐC1**		**NTĐC2**	
	Sáng	**Chiều**	**Sáng**	**Chiều**	**Sáng**	**Chiều**	**Sáng**	**Chiều**
30	125,19±23,69	128,77±23,25	115,70±18,55	116,89±16,65	92,56±17,74	91,97±15,56	88,41±15,13	89,59±15,84
60	152,29±30,57	152,29±31,74	154,93±23,58	155,59±24,28	86,36±20,17	86,36±20,18	94,27±20,24	94,27±20,24
90	161,52±17,05	161,52±17,05	147,02±21,29	147,02±21,29	79,11±21,14	79,11±21,14	58,67±15,47	58,67±15,47
120	166,88±18,79	166,88±18,79	163,91±13,87	163,92±13,84	84,55±15,08	81,88±21,74	78,62±8,96	78,62±8,96
150	131,19±24,76	133,17±23,35	127,88±20,37	127,88±19,14	94,93±17,10	93,61±15,29	88,34±15,98	89,66±16,73

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn, trung bình sáng và chiều.

Kết quả nghiên cứu sự biến động của kiềm được thể hiện qua bảng 20 cho thấy hàm lượng kiềm dao động lần lượt qua các nghiệm thức sau: NT1 từ 125,19±23,69 đến 166,88±18,79, NT2 (115,70±18,55 – 163,92±13,84), NTĐC1 (84,55±15,08 – 93,61±15,29), NTĐC2 (58,67±15,47 – 94,27±20,24). Sự biến động

của kiềm ở NT1 (126,98 – 166,88mg$CaCO_3$ /L) và NTĐC1 (83,22 – 94,27 mg$CaCO_3$ /L);NT2 (116,30– 163,92mg$CaCO_3$ /L) và NTĐC2 (58,67 –94,27 mg$CaCO_3$ /L) thì thích hợp cho sự phát triển và sinh trưởng của cá lóc và cá điêu hồng. Nguyễn Duy Hòa, 2013 hàm lượng kiềm thích hợp cho các loài cá từ 75 – 200 mg$CaCO_3$/l.

3.5. Sự biến động của NH_3 qua quá trình làm thí nghiệm

Bảng 21. Sự biến động của NH_3 qua các nghiệm thức khác nhau

Nghiệm thức	Chỉ tiêu							
	NH_3 (mg/l)							
Ngày	NT1		NT2		NTĐC1		NTĐC2	
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều
30	0,02±0,006	0,019±0,006	0,023±0,020	0,024±0,022	0,07±0,07	0,09±0,08	0,09±0,08	0,10±0,08
60	0,024±0,01	0,035±0,020	0,021±0,020	0,03±0,023	0,06±0,029	0,13±0,07	0,07±0,04	0,14±0,09
90	0,019±0,01	0,023±0,018	0,01±0,008	0,023±0,015	0,05±0,034	0,13±0,13	0,04±0,03	0,11±0,12
120	0,01±0,002	0,011±0,007	0,007±0,002	0,015±0,006	0,09±0,14	0,12±0,14	0,05±0,08	0,08±0,08
150	0,02±0,02	0,04±0,03	0,02±0,01	0,06±0,10	0,10±0,06	0,16±0,11	0,10±0,06	0,16±0,10

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn, trung bình sáng và chiều.

Qua kết nghiên cứu về hàm NH_3 trình bày ở bảng 21 cho thấy hàm lượng NH_3 ở các nghiệm thức dao động lần lượt là: NT1 (0,01±0,002 - 0,04±0,03), NT2 (0,007±0,002 - 0,06±0,10), NTĐC1 (0,05±0,034 - 0,16±0,11), NTĐC2 (0,04±0,03 - 0,16±0,10).

Tóm lại hàm lượng NH_3 ở NT1 (0,01 - 0,03 mg/l) và NTĐC1 (0,05 - 0,13 mg/l); còn ở NT2 dao động từ 0,01 - 0,03 mg/l và NTĐC2(0,07 - 0,13 mg/l) thì thích hợp cho sự phát triển và sinh trưởng của cá lóc và cá điêu hồng (trong đó hàm lượng NH_3 thích hợp duy trì trong môi trường nước là 0,13 mg/l [17]. Theo Boyd, 1998 hàm lượng NH_3 mà các loài thủy sản có thể sinh trưởng tốt là 0,2 – 2 mg/l.

3.6. Sự biến động của NO_2 qua quá trình thí nghiệm

Bảng 22. Sự biến động của NO_2 qua các nghiệm thức khác nhau

Nghiệm thức	Chỉ tiêu							
	NO_2 (mg/L)							
Ngày	NT1		NT2		NTĐC1		NTĐC2	
	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều	Sáng	Chiều
30	0,35±0,37	0,37±0,37	0,50±0,39	0,61±0,93	1,8±1,69	2,28±1,68	2,55±1,58	2,55±1,58
60	0,37±0,41	0,35±0,41	0,67±0,34	0,69±0,31	2,43±1,69	2,41±1,72	2,85±1,43	2,85±1,43
90	0,44±0,42	0,44±0,42	0,76±0,38	0,76±0,37	2,61±1,50	2,59±1,52	2,56±1,37	2,56±1,37
120	0,58±0,41	0,58±0,41	0,52±0,28	0,52±0,28	0,46±0,71	0,46±0,71	1,02±0,81	1,02±0,81
150	0,28±0,25	0,28±0,25	0,39±0,29	0,39±0,29	0,83±0,48	0,83±0,48	1,06±0,45	1,06±0,45

Ghi chú: Các giá trị thể hiện trên bảng là số trung bình ± độ lệch chuẩn, trung bình sáng và chiều.

Kết quả nghiên cứu về hàm lượng NO_2 được trình bày ở bảng 22 cho thấy NO_2 dao động ở các nghiệm thức khác nhau lần lượt là: NT1 (0,28±0,25 – 0,58±0,41), NT2 (0,39±0,29 – 0,76±0,37), NTĐC1 (0,46±0,71 – 2,59± 1,52), NTĐC2 (1,02±0,81 – 2,85±1,43). Sự biến động của NO_2 ở NT1 (0,28 – 0,58 mg/l) và NT2 (0,39 – 0,76 mg/l) thích hợp cho sự phát triển và sinh trưởng của cá lóc và cá điêu hồng; còn ở NTĐC1 (0,46 - 2,60 mg/l) và NTĐC2 (1,06 - 2,70 mg/l) không thích hợp cho sự phát triển và sinh trưởng của cá lóc và cá điêu hồng (trong đó hàm lượng NO_2 thích hợp cho loài cá < 1 mg/l theo Huỳnh Trường Giang và ctv, 2008 trích từ Boyd, 1998 và Timmons, 2002), tuy nhiên NO_2 cao còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác như pH, nhiệt độ, oxy hòa tan...

PHẦN KẾT LUẬN

Khối lượng (trọng lượng) trung bình của cá lóc cao hơn gấp 3 lần so với trọng lượng của cá điêu hồng. Cá lóc đạt khối lượng trung bình 416,59±35,60 gram, trong khi cá điêu hồng đạt 114,52±39,67 gram.

Tỷ lệ sống của cá lóc (99,76 %) và cá điêu hồng (84,64%) nuôi ở mô hình aquaponics cao hơn so với cá lóc (71,40%) và cá điêu hồng (63,37%) nuôi ở bể đối chứng và và khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$).

Hệ số chuyển hóa thức ăn ở cá lóc (FCR = 1,25) và cá điêu hồng (FCR = 1,55) ở mô hình thấp so với cá lóc (FCR = 1,5) và cá điêu hồng (FCR = 1,90) ở bể đối chứng.

Năng suất rau xà lách xoong thu hoạch ở nghiệm thức cá lóc cao gấp đôi so với năng suất rau xà lách xoong ở nghiệm thức cá điêu hồng (trung bình 67 kg/bể/12 m^2 và 34 kg/bể/12 m^2).

Mô hình cá lóc + rau xà lách xoong mang lại hiệu quả kinh tế cao gấp 20 lần so với mô hình cá điêu hồng + rau xà lách xoong : tỷ suất lợi nhuận ở mô hình cá lóc + rau xà lách xoong: 27% trong khi tỷ suất lợi nhuận ở mô hình cá điêu hồng + rau xà lách xoong: -135,35%. Đặc biệt là ở năng suất cá lóc cao gấp 4 lần so với năng suất cá điêu hồng: 967 kg vs 202 kg.

Tóm lại cá lóc và cá điêu hồng nuôi trong mô hình aquaponics sẽ nhanh lớn hơn so với nuôi ở bể đối chứng là do có hệ thống lọc sinh học, giúp cho chất lượng nước được cải thiện một cách đáng kể cho nên cá sinh trưởng tốt hơn. Không sử dụng bất cứ loại hóa chất hay thuốc để xịt phun lên rau, chữa trị bệnh cho cá.

Do đó khuyến khích cộng đồng áp dụng mô hình aquaponicss vào trong quá trình nuôi sẽ hạn chế được sự thay nước thường xuyên và tiết kiệm nguồn nước, các yếu tố môi trường như NH_3, NO_2, pH, nhiệt độ, kiềm, oxy nằm trong ngưỡng cho phép đối với loài cá nước ngọt. Hơn thế nữa, mô hình còn là nguồn cung cấp thực phẩm sạch: rau và cá sạch đến người tiêu dùng. Đặc biệt đây là mô hình thích hợp với phát triển bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tham khảo trong nước

[1] Cao Văn Trích, 2008. Chất lượng nước và tích lũy các vật chất dinh dưỡng trong ao nuôi cá Tra thâm canh.

[2] Dương Nhật Long, 2003. Giáo trình kỹ thuật nuôi cá nước ngọt, Khoa thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.

[3] Dương Nhật Long và ctv, 2004. Nghiên cứu đặc điểm sinh học của cá lóc bông, Trường Đại học Cần Thơ.

[4] Huỳnh Văn Hiển và ctv, 2011. So sánh một số chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật giữa sử dụng thức ăn cá tạp và thức ăn viên nuôi cá lóc, 487 trang.

[5] Lam Mỹ Lan, Nguyễn Thanh Hiệu và Dương Nhật Long, 2011. Nuôi cá lóc (*Channa sp*.) trong bể lót bạt tại tỉnh Hậu Giang. Kỷ yếu Hội nghị khoa học thủy sản lần thứ 4: Đại học Cần Thơ, 395-404.

[6] Lê Quốc Tuấn, 2002. Đề tài Đánh giá chất lượng nước một số ao nuôi thuỷ sản nhằm đưa ra những phương pháp xử lý tự nhiên để tối ưu hoá ao nuôi và bảo vệ môi trường.

[7] Ngô Trọng Lư, 2002. Kỹ thuật nuôi cá quả, cá chình, chạch, bống chớp, lươn.

[8] Nguyễn Duy Hòa, 2013. Độ kiềm và độ cứng của nước.

[9] Nguyễn Văn Nhã, 2012. Thực nghiệm nuôi cá lóc (*Channa sp*.) trong bể lót bạt ở xã Ninh Quới, huyện Hồng Dân, tỉnh Bạc Liêu. Luận văn tốt nghiệp Đại học - Khoa Thủy Sản - Trường Đại học Cần Thơ.

[10] Nguyễn Bảo Phong, 2012. Thực nghiệm nuôi cá lóc đen (*Channa striata)* trong bể bạt tại tỉnh Bạc Liêu. Luận văn tốt nghiệp Đại học - Khoa Thủy Sản - Trường Đại học Cần Thơ.

[11] Nguyễn Đình Trung, 2011. Giáo trình quản lý chất lượng nước trong Nuôi trồng thủy sản, Trường Đại học Nha Trang, tái bản lần 1.

[12]. Pham Thị Thanh Văn và Cao Văn Trích, 2014. Ảnh hưởng số lần cho ăn lên tốc độ tăng trưởng của cá lóc nuôi trong hệ thống toàn hoàn.

[13] Quản lý chất lượng nước nuôi trồng thủy sản, Viện Nghiên Cứu Nuôi Trồng Thủy Sản 1, 2008.

[14] Trần Thị Ba, 2014. Kỹ thuật trồng rau xà lách xoong, Bộ môn Khoa học cây trồng, Khoa Nông nghiệp và sinh học ứng dụng, Trường ĐHCT.

[15] Trần Bùi Ngọc Lê, 2015. Cá lóc – Đặc điểm sinh học và phương thức nuôi.

[16] Trần Thanh Sang, 2013. Thực nghiệm nuôi cá lóc (Channa striata) bằng thức ăn viên công nghiệp trong bể lót bạt ở huyện Bình Tân, tỉnh Vĩnh Long. Luận văn tốt nghiệp Đại học - Khoa Thủy Sản - Trường Đại học Cần Thơ.

[17] Trương Quốc Phú, 2012. Quản lý chất lượng nước trong ao nuôi cá nước ngọt, Trường Đại học Cần Thơ.

[18] Trương Thủ Khoa và Trần Thị Thu Hương, 1993. Định loại cá nước ngọt vùng ĐBSCL Nam Bộ, Việt Nam. Khoa Thuỷ sản, Trường Đại học Cần Thơ.

Tài liệu tham khảo ngoài nước

[19] Aquaponics research project, December 2013. New Zealand Aid Programme Ministry of Foreign Affairs and Trade.

[20] Bich Tran Thi Ngoc. 2013. Somatic growth characteristics of two tilapia species: *O. Aureus and O. Hornorum.*Thesis of Master in Animal Sciences. University of Hawaii' at Manoa.

[21] Bradley 'Kai' Fox, Clyde S. Tamaru, James Hollyer, Luisa Castro, Jorge M. Fonseca, Michele Jay-Russell, and Todd Low, June 19th 2013.Water Quality and Food Safety in Aquaponics Fish and Vegetable Production Systems, International Aquaponicss Conference: Aquaponicss and Global Food Security.

[22] Boyd, E, Claude, 1998. Water quality for pond Aquaculture. Deparment of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University. Alabama 36849 USA.

[23] Flavius Blidariu, Adrian Grozea. 2011. Increasing the Economical Efficiency and Sustainability of Indoor Fish Farming by Means of Aquaponicss. Animal Science and Biotechnologies.

[24] James E. Rakocy, R. Charlie Shultz, Donald S. Bailey and Eric S. Thoman.2004. Aquaponics Production of Tilapia and Basil: Comparing a Batch and Staggered Cropping System. Agricultural Experiment Station University of the Virgin Islands.

[25] Gjesteland, Ingrid, 2013. Study of Water Quality of Recirculated Water in Aquaponics Systems,Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Natural Sciences and Technology, Department of Chemistry.

[26] M.A. Salam, M. Asadujjaman and M.S. Rahman. 2013. Aquaponicss for Improving High Density Fish Pond Water Quality Through Raft and Rack Vegetable Production. World Journal of Fish and Marine Sciences.

[27] Steve Diver. 2006. Aquaponicss - Integration of Hydroponics with Aquaculture – Aquaponicss. NCAT Agriculture Specialist Published. Updated by Lee Rinehart, NCAT Agriculture Specialist, 2010 NCAT.

Tài liệu tham khảo qua website

[28]http://dangcongsan.vn/cpv/Modules/News/NewsDetail.aspx?co_id=28340739&cn_id=668943 truy cập ngày 20 tháng 07 năm 2015.

[29] http://dongnamaquatech.com/detail/25_Phong-tri-mot-so-benh-thuong-gap-tren-ca-loc.html

[30]http://tepbac,com/document/full/1073/Luan-van-cao-hoc-Nghien-cuu-phuong-thuc-thay-the-thuc-an-che-bien-trong-uong-ca-loc-den-Channa-striata,htm.

[31]http://vietbao.vn/vi/Kinh-te/Tieu-thuong-han-che-nhap-hang-neo-giacao/22110040/87 truy cập ngày 20 tháng 6 năm 2015.

[32]http://www.aquaponicss.com.au/aquaponicss_faq.htm, truy cập ngày 10 tháng 5 năm 2015.

[33]http://www.travinh.gov.vn/wps/portal/stnmt/!Ut/p/c0/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gDIws_qzcpiwn3_0BXA09zb3f3IMcgg0B3c_2cbedfanrd1wm!/?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/So%20TNMT/sotnmt/tintuc/tintuckhac/bai+bao+nuoi+ca+loc truy cập ngày 8 tháng 6 năm 2015.

[34]https://vi.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1_di%C3%AAu_h%E1%BB%93ng, truy cập ngày 3 tháng 5 năm 2015.

[35] http://thuoctribenhranhotrau, wevina vn/ky-thuat-nuoi-ca-dieu-hong-ca-ro truy cập ngày 10 tháng 6 năm 2015.

[36]http://news.zing.vn/cai-xa-lach-xoong-trong-kieu-moi-o-mien-tay-hut-khach-post460069.html truy cập ngày 10 tháng 6 năm 2015.

[37]http://xttm.vinhlong.gov.vn/web/guest/xa-lach-xoong-thuan-an truy cập ngày 12 tháng 12 năm 2015.